

Požadavky ke zkouškám operátorů amatérských rádiových stanic

Sedmé, aktualizované vydání

**Ing. Jaroslav Kadlčák, OK1BB
Ing. Miloš Prostecký, OK1MP
Ing. Josef Šroll, OK1SRD**



ã Český radioklub 2009

ISBN: 80-902161-1-0

ISBN: 80-85434-86-5 (1. vyd.)

ISBN: 80-85847-28-0 (2. přeprac. a dopl. vyd.)

ISBN: 80-85847-28-0 (3. vyd.)

ISBN: 80-902161-0-2 (4. vyd.)

ISBN: 80-902161-1-0 (5. vyd.)

Předmluva k 6. vydání

Uplynulo již 14let od prvního vydání Požadavků ke zkouškám operátorů amatérských rádiových stanic. Za tu dobu bylo rozebráno více než jedenáct tisíc výtisků, což svědčí o tom, že zájem o tuto publikaci projevili nejen noví adepti amatérského vysílání, ale že byla užitečná i těm, kteří již nejsou v tomto oboru nováčky. Dostáváte do rukou vydání šesté, které vzhledem k zásadním změnám v legislativě doznalo podstatných změn. Na obsahu se projevy i zásadní změny v doporučeních CEPT T/R 61-01 a T/R 61-02. V technice pak byla přidána nová kapitola, která seznamuje se základními principy digitálního zpracování signálů, od Ing. Josefa Šrolla , OK1SRD.

V Praze 1. února 2008

Ing. Miloš Prostecký, OK1MP

I když od zpracování elektronického 6. vydání příručky uplynul zhruba jeden rok, došlo ke změnám nejen ve volacích značkách některých zemí, ale od 30. března 2009 začalo platit i usnesení WARC 2003 o pásmu 7 MHz. Tím dochází i ke změně tzv. bandplánu pro toto pásmo. Tyto i další změny se promítají v současných úpravách příručky.

V Praze 30. března 2009

Ing. Miloš Prostecký, OK1MP

OBSAH

Předmluva	3
OBSAH	4
ÚVOD	11

OTÁZKY KE ZKOUŠKÁM OK	13
------------------------------------	-----------

POŽADAVKY KE ZKOUŠKÁM Z PŘEDPISŮ, TECHNIKY A PROVOZU	14
---	-----------

A) POŽADAVKY Z TECHNIKY	15
--------------------------------------	-----------

1. ELEKTRICKÁ, ELEKTROMAGNETICKÁ A RÁDIOVÁ TEORIE	15
1.1 Vodičnost	15
1.2 Zdroje (elektriny)	15
1.3 Elektrické pole	15
1.4 Magnetické pole	15
1.5 Elektromagnetické pole	15
1.6 Sinusové signály	15
1.7 Nesinusové signály	15
1.8 Modulované signály	16
1.9 Výkon a energie	16
1.10 Digitální zpracování signálů (DSP)	16
2. SOUČÁSTKY	16
2.1 Rezistor	16
2.2 Kondenzátor	16
2.3 Cívka	17
2.4 Transformátor	17
2.5 Dioda	17
2.6 Tranzistor	17
2.7 Ostatní	17
3. OBVODY	18
3.1 Kombinace součástek	18
3.2 Filtry	18
3.3 Napájecí zdroje	18
3.4 Zesilovače	18
3.5 Detektory	18
3.6 Oscilátory	19
3.7 Fázová smyčka (PLL)	19
3.8 Digitální zpracování signálů (DSP systémy)	19
4. PŘIJÍMAČE	19
4.1 Typy	19
4.2 Blokové diagramy	19
4.3 Činnost a funkce následujících stupňů	19
4.4 Vlastnosti přijímačů (jednoduchý popis)	19
5. VYSÍLAČE	20
5.1 Typy	20
5.2 Blokové diagramy	20
5.3 Činnost a funkce následujících stupňů	20
5.4 Vlastnosti vysílačů (jednoduchý popis)	20

6.	ANTÉNY A NAPÁJECÍ VEDENÍ	20
6.1	Typy antén	20
6.2	Charakteristiky antén	21
6.3	Napájecí vedení	21
7.	ŠÍŘENÍ	21
8.	MĚŘENÍ	22
8.1	Praktická měření	22
8.2	Měřicí přístroj	22
9.	RUŠENÍ A ODOLNOST PROTI RUŠENÍ	22
9.1	Rušení elektronických zařízení	22
9.2	Příčiny rušení elektronických zařízení	22
9.3	Opatření proti rušení	22
10.	BEZPEČNOST PŘI PRÁCI S ELEKTRICKÝM PROUDEM	22
B)	NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PRAVIDLA A PROCEDURY	23
1.	HLÁSKOVACÍ TABULKY	23
2.	Q-KÓDY	23
3.	ZKRATKY POUŽÍVANÉ AMATÉRSKOU SLUŽBOU	23
4.	MEZINÁRODNÍ TÍSNÉ SIGNÁLY, TÍSNÝ PROVOZ A KOMUNIKACE	23
5.	VOLACÍ ZNAKY	23
6.	KMITOČTOVÉ PLÁNY IARU	23
7.	PROVOZNÍ PRAXE	23
7.1	Sociální odpovědnost amatérského vysílání	23
7.2	Provozní postupy	23
C)	NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PŘEDPISY PRO AMATÉRSKOU A AMATÉRSKOU DRUŽICOVOU SLUŽBU	24
1.	ITU PŘEDPISY	24
2.	CEPT PŘEDPISY	24
3.	NÁRODNÍ ZÁKONY, PŘEDPISY	24
	ODPOVĚDI NA POŽADAVKY	25
A)	TECHNIKA	26
1.	Základy elektrotechniky	26
	Stavba hmoty	26
	Elektrický proud	27
	Elektrické napětí	27
	Odpor	27
	Elektrická energie	28
	Výkon elektrického proudu	29
	Předpony dekadických násobků a zlomků základních jednotek	29

Schematické značky pro kreslení elektrických obvodů	29
Ohmův zákon	30
Magnetismus a magnetické pole	31
Střídavý proud	32
Rezistory	33
Kondenzátory	37
Cívky	41
Transformátory	44
Impedance	45
Výkon střídavého proudu	47
2. Základy rádiového přenosu	49
Rezonance	49
Kmitavý obvod	50
Délka vlny	52
Princip rádiového přenosu	52
3. Zdroje elektrické energie pro napájení rádiových zařízení	54
Chemické zdroje elektrické energie	54
Elektrické agregáty	56
Elektrorozvodná síť	56
Síťový transformátor	57
Usměrňovač	57
Filtrace	58
Stabilizace napětí	59
4. Elektronky	60
5. Polovodiče	64
Polovodičová dioda	64
Luminiscenční dioda - LED	65
Bipolární tranzistor	65
Unipolární tranzistor	68
Tyristor	69
Integrované obvody	70
6. Základní elektronické obvody	73
Zesilovače	73
Oscilátory	81
Laditelný oscilátor (LC)	82
Krystalový oscilátor	83
Násobiče kmitočtu	84
Směšovače	84
Modulátory	85
Demodulátory	86
Amplitudový omezovač	90
Krystalové rezonátory	92
Pasivní selektivní členy	93
7. Modulace a klíčování	99
Amplitudová modulace	99
Kmitočtová modulace	100
Fázová modulace	102
Klíčování	102
8. Přijímače	103
Přijímače bez zesílení a s přímým zesílením	103

Superhet	104
Přijímače s přímým směřováním	106
Hlavní obvody přijímačů	106
Pomocné obvody přijímačů	111
Základní vlastnosti přijímačů	112
9. Digitální zpracování rádiových signálů	113
10. Vysílače	117
Telegrafní vysílače pro provoz A1	117
Vysílače s amplitudovou modulací	118
Vysílače pro SSB provoz	119
Vysílače FM	122
Klíčování vysílače dvojím kmitočtem	123
Koncové zesilovače výkonu	124
Základní vlastnosti vysílačů	126
11. Antény a vysokofrekvenční vedení	128
Anténní napáječe a přizpůsobení	128
Antény	133
Antény pro centimetrové vlny	140
12. Základní měření v radiotechnice	141
Měření proudu	141
Měření napětí	143
Měření odporů	144
Měření indukčností a kapacit	145
Měření výkonu	146
Měření ČSV	147
Měření kmitočtu	148
Měření rezonance	148
Měření osciloskopem	149
13. Nežádoucí vyzařování vysílačů, omezení rušení vysílačem	150
14. Šíření elektromagnetických vln	152
Ionosféra a její složení	152
Druhy šíření rádiových vln	154
Šíření dlouhých a středních vln	155
Šíření krátkých vln	157
Šíření velmi krátkých vln	160
15. Bezpečná práce s elektrickým zařízením, první pomoc při úrazu elektrickým proudem	166
Postup při úrazu elektrickým proudem	168
Umělé dýchání z plic do plic	170
Nepřímá srdeční masáž	171
Ochrana před nebezpečím atmosférické elektřiny	171
Literatura	172
B) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PRAVIDLA A PROCEDURY	173
1. HLÁSKOVACÍ TABULKY	173
2. Q - KÓDY	173
3. ZKRATKY POUŽÍVANÉ AMATÉRSKOU SLUŽBOU	174

4. MEZINÁRODNÍ TÍŠŇOVÉ SIGNÁLY, TÍŠŇOVÝ PROVOZ	
A KOMUNIKACE	177
Rezoluce č. 640	177
Poznámka 510 Radiokomunikačního řádu	178
5. VOLACÍ ZNAČKY	178
Přehled mezinárodních volacích znaků	179
Seznam platných zemí DXCC	182
6. KMITOČTOVÉ PLÁNY IARU	189
KV - bandplán	189
VKV - bandplán	196
Bandplán 50 - 52 MHz	196
Bandplán 144 - 146 MHz	197
Bandplán 430 - 440 MHz	199
Bandplán 1240 - 1300 MHz	202
Bandplán 2300 - 2450 MHz	203
Bandplán 3400 - 3410 MHz	204
Bandplán 5650 - 5850 MHz	205
Bandplán 10000 - 10500 MHz	206
Bandplán 24000 - 24250 MHz	207
Bandplán 47000 - 47200 MHz	207
Bandplán 77500 - 81500 MHz	208
Bandplán 122500 - 123500 MHz	209
Bandplán 134000 - 141000 MHz	209
Bandplán 241000 - 250000 MHz	210
7. PROVOZNÍ PRAXE	211
Provozní dovednosti	211
Šíření elektromagnetických vln	211
Praktické CW spojení	211
Praktické fone spojení	212
Fone spojení v angličtině a němčině	212
C) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PŘEDPISY PRO AMATÉRSKOU A AMATÉRSKOU DRUŽICOVOU SLUŽBU	213
1. ITU PŘEDPISY	213
Radiokomunikační řád	213
Článek 25 - Amatérská služba	214
Pásmo přidělená amatérské službě v 1. regionu a jejich statut	216
2. CEPT PŘEDPISY	218
Doporučení CEPT T/R 61-01	218
CEPT amatérská povolení	218
Úvod	218
Příloha I	
Všeobecné podmínky pro vydání "Radioamatérského povolení CEPT"	219
Příloha II	
Tabulka ekvivalence povolení CEPT a národních povolení v členských zemích CEPT	221
Příloha IV	
Tabulka ekvivalence povolení CEPT a národních povolení v nečlenských zemích CEPT	224

3. NÁRODNÍ ZÁKONY, PŘEDPISY	228
Zákon č. 137/2005 Sb. o elektronických komunikacích - výtah	228
Vyhláška MI ČR č.155/2005 Sb., o způsobu tvorby volacích značek, identifikačních čísel a kódů, jejich používání a o druzích radiokomunikačních služeb, pro které jsou vyžadovány	242
Příloha k vyhlášce MI ČR č. 155/2005 Sb. - hláskovací tabulka	248
Vyhláška MI ČR č.156/2005 Sb., o technických a provozních podmínkách amatérské radiokomunikační služby	249
Vyhláška MI ČR č.157/2005 Sb.,o náležitostech přihlášky ke zkoušce k prokázání odborné způsobilosti k obsluze vysílacích rádiových zařízení, o rozsahu znalostí potřebných pro jednotlivé druhy odborné způsobilosti, o způsobu provádění zkoušek, o druzích průkazů odborné způsobilosti a době jejich platnosti	260
Otázky včetně správných odpovědí pro písemné testy zkoušek pro jednotlivé druhy průkazů odborné způsobilosti k obsluze vysílacích rádiových zařízení amatérské radiokomunikační služby	266
Staniční deník	322
Report	322
 Český radioklub	 324
Adresy, které vás budou zajímat	325

ÚVOD

Dostáváte do rukou publikaci, která zahrnuje všechny předpisy související se získáním povolení k provozu amatérské rádiové stanice. V knize jsou uvedeny zkušební osnovy a odpovědi ze všech zkušebních oborů. Oproti předcházejícím vydáním jsou v publikaci uvedeny zkušební otázky a správné odpovědi na ně. Vlastní test nabízí tři odpovědi, z nichž jedna je správná.

V šestém vydání publikace dochází k podstatným změnám, neboť v roce 2005 začal platit nový Zákon o elektronických komunikacích a v návaznosti na něm i další vyhlášky, které se týkají amatérských rádiových stanic.

Současné byly zrušeny požadavky na rychlost příjmu a vysílání Morseových značek pro přístup na krátké vlny.

Autoři se snažili vždy zcela vyčerpat danou problematiku, včetně matematických vzorců. Na kandidátovi pak je, aby se s problematikou co nejlépe seznámil a „Požadavky“ mu byly vodítkem k získání potřebných znalostí. Látka je vždy zpracována jako celek, který se věnuje dané problematice. Zvláště kandidát na třídu N si musí z látky vybrat příslušné partie, které jsou v testech vyžadovány.

U většiny požadavků z provozu je nutno odpověď vyhledat ve zvláštní tabulce. Např. tímto způsobem musíme vyhledat zemi, které je daný prefix přidělen. K zvládnutí dané problematiky pak přispívá i vlastní činnost na radioamatérských pásmech a nenahraditelnou stále zůstává činnost posluchačská.

K osvojení si nejen teorie, ale i k úspěšnému provozu na radioamatérských pásmech Vám přejí autoři mnoho zdaru.

OTÁZKY KE ZKOUŠKÁM OK

Požadavky ke zkouškám z předpisů, techniky a provozu

Tyto požadavky odpovídají podmínkám doporučení CEPT T/R 61-02 „Harmonized Amateur Radio Examination Certificate“ - HAREC. Pro třídu N jsou požadavky nižší a kandidát musí vycházet z otázek, které stanovil Český telekomunikační úřad.

ÚVOD

Na základě těchto požadavků bude kandidát zkoušen, aby prokázal, že je způsobilý, aby získal CEPT Harmonized Amateur Radio Examination Certificate a/nebo české oprávnění třídy A.

Obsah zkoušky se omezuje na věci, které odpovídají testům a experimentům s amatérskou stanicí a obsluhovanou amatéry. Zahrnuje popisy obvodů a jejich diagramy.

Otázky, kladené v průběhu zkoušky, jsou založeny na praktických aplikacích témat, uvedených v těchto požadavcích.

a) V případě fyzikálních veličin kandidát musí znát jednotky, ve kterých jsou tyto veličiny vyjádřeny. Musí znát obecně používané násobky a podíly těchto jednotek.

b) Kandidát musí znát skladbu symbolů.

c) Kandidát musí znát následující matematické pojmy a operace:

- sčítání, odčítání, násobení a dělení;
- zlomky;
- mocniny deseti, exponenty;
- umocnit na druhou;
- druhé odmocniny;
- převrácené hodnoty;
- výklad lineárních a nelineárních grafů;
- systém binárních čísel.

d) Kandidát musí znát vzorce, uvedené v těchto požadavcích, a musí je umět vysvětlit.

A) POŽADAVKY Z TECHNIKY

1. ELEKTRICKÁ, ELEKTROMAGNETICKÁ A RÁDIOVÁ TEORIE

1.1 Vodivost

- vodič, polovodič a izolant
- proud, napětí a odpor
- jednotky ampér, volt a ohm
- Ohmův zákon [$U = I \cdot R$]
- Kirchhoffovy zákony
- elektrický výkon [$P = U \cdot I$]
- jednotka watt
- elektrická energie [$W = P \cdot t$]
- kapacita baterie [ampérhodina]

1.2 Zdroje (elektřiny)

- zdroj napětí, elektromotorická síla [EMS], proud obvodu nakrátko, vnitřní odpor a svorkové napětí
- sériové a paralelní spojení

1.3 Elektrické pole

- síla elektrického pole
- jednotka volt/metr
- stínění elektrického pole

1.4 Magnetické pole

- magnetické pole podél nekonečného vodiče, protékaného stejnosměrným proudem
- stínění magnetického pole

1.5 Elektromagnetické pole

- rádiové vlny jako vlny elektromagnetické
- rychlost šíření a její vztah s kmitočtem a vlnovou délkou [$c = f \cdot l$]
- polarizace

1.6 Sinusové signály

- grafické znázornění v závislosti na čase

- okamžitá hodnota, amplituda [$U_{\max}$], efektivní hodnota $\left[U_{\text{ef}} = \frac{U_{\max}}{\sqrt{2}} \right]$ a střední hodnota

- perioda a doba trvání periody
- kmitočet
- jednotka hertz
- fázový rozdíl

1.7 Nesinusové signály

- zvukové signály
- obdélníkové vlny
- grafické znázornění závislosti na čase
- stejnosměrná složka, základní vlna a harmonické kmitočty

1.8 Modulované signály

- CW
- amplitudová modulace
- fázová modulace, kmitočtová modulace a modulace s jedním postranním pásmem (SSB)
- kmitočtový zdvih a modulační index $\left[m = \frac{\Delta F}{f_{\text{mod}}} \right]$
- nosná vlna, postranní pásma a šířka pásma
- tvar vlny CW, AM, SSB a FM signálů (grafické znázornění)
- digitální modulace: FSK, 2-FSK, 4-FSK, QAM
- digitální modulace: rychlost přenosu, přenosová rychlost a šířka pásma
- CRC cyklická kontrola přebytnosti a převysílání (paket rádio). dopředná oprava chyb (FEC u Amtoru)

1.9 Výkon a energie

- výkon sinusových signálů $\left[P = i^2 \cdot R; \quad P = \frac{u^2}{R}; \quad u = U_{\text{ef}}; \quad i = I_{\text{ef}} \right]$
- poměr výkonů v dB pro následující hodnoty: 0 dB, 3 dB, 6 dB, 10 dB a 20 dB (kladné i záporné)
- poměr vstupního a výstupního výkonu v dB při zesilovačích a/nebo útlumech zapojených v sérii
- přízpůsobení (maximální přenesený výkon)
- vztah mezi vstupním a výstupním výkonem a účinností $\left[\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \cdot 100 \% \right]$
- špičkový výkon obálky (PEP)

1.10 Digitální zpracování signálů (DSP)

- vzorkování a kvantování
- minimální míra vzorkování (Nyquistův kmitočet)
- konvoluce (časová oblast / kmitočtová oblast, grafické znázornění)
- "anti-aliasing" a "reconstruction" filtrování
- převodníky ADC / DAC

2. SOUČÁSTKY

2.1 Rezistor

- odpor
- jednotka ohm
- voltampérová charakteristika
- výkonová ztráta

2.2 Kondenzátor

- kapacita
- jednotka farad

- vztah mezi kapacitou, rozměry a dielektrikem
- reaktance $\left[X_c = \frac{1}{2\pi f \cdot C} \right]$
- fázové poměry mezi napětím a proudem
- charakteristiky pevných a proměnných kondenzátorů: vzduchové, slídkové, plastové, keramické a elektrolytické

2.3 Cívka

- vlastní indukčnost
- jednotka henry
- vliv počtu závitů, průměru, délky a materiálu jádra na indukčnost
- reaktance $[X_L = 2\pi f \cdot L]$
- fázové poměry mezi napětím a proudem
- jakost (Q)

2.4 Transformátor

- Ideální transformátor $[P_{\text{prim}} = P_{\text{sec}}]$
- vztah mezi poměrem závitů a:

$$\text{- poměrem napětí } \left[\frac{U_{\text{sec}}}{U_{\text{prim}}} = \frac{n_{\text{sec}}}{n_{\text{prim}}} \right]$$

$$\text{- poměrem proudů } \left[\frac{I_{\text{sec}}}{I_{\text{prim}}} = \frac{n_{\text{prim}}}{n_{\text{sec}}} \right]$$

- poměr impedancí
- transformátory

2.5 Dioda

- použití a aplikace diod:
 - usměrňovací dioda, Zenerova dioda, LED (light-emitting diode), varikap
 - napětí v závěrném směru a závěrný proud

2.6 Tranzistor

- PNP a NPN tranzistor
- zesilovací činitel
- tranzistor řízený polem ve srovnání s bipolárním tranzistorem (řízení napětím vs. proudem)
- tranzistor v obvodu se:
 - společným emitorem (source)
 - společnou bází (gate)
 - společným kolektorem (drain)
 - vstupní a výstupní impedance uvedených obvodů

2.7 Ostatní

- jednoduché prostředky se žhavenou katodou (elektronky)
- napětí a impedance u výkonových elektronkových stupňů, impedanční transformace
- jednoduché digitální obvody (včetně operačních zesilovačů)

3. OBVODY

3.1 Kombinace součástek

- sériově a paralelně zapojené rezistory, cívky, kondenzátory, transformátory a diody
- proud a napětí v těchto obvodech
- chování reálných (neideálních) odporů, kondenzátorů a indukčností na vysokých kmitočtech

3.2 Filtry

- sériově a paralelně laděný obvod:
 - impedance
 - kmitočtová charakteristika
- rezonanční kmitočet
$$\left[f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \right]$$
- jakost laděného obvodu
$$\left[Q = \frac{2\pi f \cdot L}{R_s}; \quad Q = \frac{R_p}{2\pi f \cdot L}; \quad Q = \frac{f_{rez}}{B} \right]$$
- šířka pásma
- pásmový filtr
- dolnofrekvenční filtr, hornofrekvenční filtr a pásmová zadrž, sestavené z pasivních součástek
 - kmitočtové charakteristiky
- Π a T články
- křemenný krystal
- vliv reálných (neideálních) součástek
- digitální filtry (viz 1.10 a 3.8)

3.3 Napájecí zdroje

- obvody pro půlměnné a celověnné usměrnění, můstkový usměrňovač
- zhášecí obvody
- stabilizační obvody ve zdrojích nízkého napětí
- spínací zdroje, izolace a EMC

3.4 Zesilovače

- nf a vf zesilovače
- zesilovací činitel
- kmitočtová charakteristika a šířka pásma
- třídy A, AB, B a C
- harmonické (nelineární zkreslení)

3.5 Detektory

- AM detektory
- diodový detektor
- „produkt“ detektor a záznamový oscilátor
- FM detektory

3.6 Oscilátory

- zpětná vazba (úmyslné a neúmyslné oscilace)
- veličiny ovlivňující kmitočet, jeho stabilitu a podmínky pro vznik oscilací
- LC oscilátor
- krystalový oscilátor, „overtónový“ oscilátor
- napětím řízený oscilátor (VCO)
- fázový šum

3.7 Fázová smyčka (PLL)

- řízení smyčky obvodem pro porovnávání fáze
- kmitočtová syntéza s programovaným děličem ve zpětnovazební smyčce

3.8 Digitální zpracování signálu (DSP systémy)

- topologie filtrů FIR a IIR
- Fourierova transformace (DFT, FFT - grafické znázornění)
- přímá digitální syntéza

4. PŘIJÍMAČE

4.1 Typy

- superhet s jedním nebo dvojím směřováním
- přijímače s přímým směřováním

4.2 Blokové diagramy

- CW přijímač [A1A]
- AM přijímač [A3E]
- SSB přijímač pro telefonii s potlačenou nosnou vlnou [J3E]
- FM přijímač [F3E]

4.3 Činnost a funkce následujících stupňů

- vř zesilovač (s laděnou nebo fixní šíří pásma)
- oscilátor (pevný a laděný)
- směšovač
- mezifrekvenční zesilovač
- omezovač
- detektor včetně product detektoru
- nf zesilovač
- automatické řízení zesílení
- S-metr
- squelch

4.4 Vlastnosti přijímačů (jednoduchý popis)

- sousední kanál
- selektivita
- citlivost, šum přijímače, šumové číslo
- stabilita
- zrcadlový kmitočet
- znecitlivění (blokování)
- intermodulace; křížová modulace
- vzájemné směšování (fázový šum)

5. VYSÍLAČE

5.1 Typy

- vysílač s a bez směšování

5.2 Blokové diagramy

- CW vysílač [A1A]
- SSB vysílač pro telefonii s potlačenou nosnou vlnou [J3E]
- FM vysílač s modulováním VCO v PLL [F3E]

5.3 Činnost a funkce následujících stupňů

- směšovač
- oscilátor
- oddělovací stupeň
- budič
- násobič kmitočtu
- zesilovač výkonu
- přizpůsobení výstupu
- výstupní filtr
- kmitočtový modulátor
- SSB modulátor
- fázový modulátor
- krystalový filtr

5.4 Vlastnosti vysílačů (jednoduchý popis)

- kmitočtová stabilita
- vf šíře pásma
- postranní pásma
- nf rozsah
- nelinearita (harmonické a intermodulační zkreslení)
- výstupní impedance
- výstupní výkon
- účinnost
- kmitočtový zdvih
- modulační index
- kliky a zákmity při klíčování CW
- přemodulování, SSB splattery
- nežádoucí vf vyzařování
- vyzařování ze zařízení
- fázový šum

6. ANTÉNY A NAPÁJECÍ VEDENÍ

6.1 Typy antén

- půlvlnný dipól, napájený uprostřed
- půlvlnný dipól, napájený na konci
- skládaný dipól
- čtvrtvlnná vertikální anténa [ground plane]
- anténa s parazitními prvky [Yagi]
- aperturové antény (parabolická anténa, trychtýř)
- trapovaný dipól

6.2 Charakteristiky antén

- rozdělení proudu a napětí podél antény
- impedance v napájecím bodě
- impedance s kapacitní nebo indukční složkou u nerezonančních antén
- polarizace
- směrovost, účinnost a zisk antény
- záchytná oblast
- efektivní vyzářený výkon [e.r.p.]
- předozadní poměr
- horizontální a vertikální vyzařovací diagramy

6.3 Napájecí vedení

- symetrické vedení, tvořené paralelními vodiči
- souosý kabel
- vlnovod
- charakteristická impedance $[Z_0]$
- činitel zkrácení
- činitel stojatých vln
- ztráty
- balun
- anténní ladicí členy (pouze Π a T články)

7. ŠÍŘENÍ

- útlum signálu, poměr signál/šum
- přímočaré šíření ve volném prostoru, pokles intenzity signálu
- ionosférické vrstvy
- *kritický kmitočet*
- vliv Slunce na ionosféru
- maximální použitelný kmitočet (MUF)
- přízemní a prostorová vlna, vliv úhlu vyzařování na délku skoku
- vícecestné ionosférické šíření
- únik
- troposféra (vlnovodný kanál, rozptyl)
- vliv výšky antén na vzdálenosti pokrytí signálem (rádiový horizont)
- teplotní inverze
- sporadická vrstva E
- odraz od polární záře
- odraz od meteoritů
- odraz od Měsíce
- atmosferický šum (vzdálené bouřky)
- galaktický šum
- tepelný šum Země
- základní výpočet šíření (rozbor spoje)
 - hlavní zdroj šumu (pásmový šum vs. šum přijímače)
 - minimální poměr signál/šum
 - minimální úroveň přijímaného signálu
 - útlum trasy
 - zisk antény a útlum napáječe
 - minimální vysílaný výkon

8. MĚŘENÍ

8.1 Praktická měření

- Měření:
 - stejnosměrného a střídavého napětí a proudu
 - chyby v měření:
 - vliv kmitočtu
 - vliv tvaru vlny
 - vliv vnitřního odporu měřicího přístroje
 - odporu
 - stejnosměrného a vysokofrekvenčního výkonu (středního výkonu, špičkového výkonu obálky - PEP)
 - tvaru obálky vysokofrekvenčních signálů
 - činitele stojatých vln (ČSV)
 - kmitočtu
 - rezonančního kmitočtu

8.2 Měřicí přístroje

- Měření pomocí:
 - vícerozsahového přístroje (digitální analogové)
 - reflektometrického můstku
 - čítače
 - osciloskopu
 - spektrálního analyzátoru

9. RUŠENÍ A ODOLNOST PROTI RUŠENÍ

9.1 Rušení elektronických zařízení

- zablokování (posuv pracovního bodu)
- interference s žádaným signálem
- intermodulace
- detekce v nf obvodech

9.2 Příčiny rušení elektronických zařízení

- síla pole od vysílače
- nežádoucí vyzařování vysílače (parazitní vyzařování, harmonické)
- nežádoucí vliv zařízení:
 - prostřednictvím anténního vstupu (napětí na anténě, vstupní selektivita)
 - prostřednictvím ostatních připojených vodičů
 - přímým vyzařováním

9.3 Opatření proti rušení

- způsoby, jak omezit příčiny rušení:
 - filtrace
 - omezení vazby
 - stínění

10. BEZPEČNOST PŘI PRÁCI S ELEKTRICKÝM PROUDEM

- lidské tělo
- rozvodná síť
- vysoké napětí
- blesk

B) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PRAVIDLA A PROCEDURY

1. HLÁSKOVACÍ TABULKY

- česká a mezinárodní

2. Q-KÓDY

- otázky a odpovědi:
seznam - viz zkušební otázky zveřejněné ČTÚ

3. ZKRATKY POUŽÍVANÉ AMATÉRSKOU SLUŽBOU

- seznam - viz zkušební otázky zveřejněné ČTÚ

4. MEZINÁRODNÍ TÍŠŇOVÉ SIGNÁLY, TÍŠŇOVÝ PROVOZ A KOMUNIKACE

- nouzové signály:
 - radiotelegraficky ... — — — ... [SOS]
 - radiotelefonicky „MAYDAY“
- Rezoluce č. 640 Radiokomunikačního řádu [ITU]
- mezinárodní použití amatérské stanice v případě přírodních katastrof
- kmitočtová pásma přidělená amatérské službě

5. VOLACÍ ZNAKY

- identifikace amatérské stanice
- použití volacích značek
- skladba volací značky
- národní prefixy
- prefixy

6. KMITOČTOVÉ PLÁNY

- kmitočtové plány IARU
- účel

7. PROVOZNÍ PRAXE

7.1 Sociální odpovědnost amatérského vysílání

7.2 Provozní postupy

C) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PŘEDPISY PRO AMATÉRSKOU A AMATÉRSKOU DRUŽICOVOU SLUŽBU

1. ITU PŘEDPISY

- definice amatérské a amatérské družicové služby
- definice amatérské stanice
- článek 25 Radiokomunikačního řádu
- statut amatérské a amatérské satelitní služby
- ITU regiony

2. CEPT PŘEDPISY

- Doporučení T/R 61-01
- přechodné použití amatérské stanice v zemích CEPT
- přechodné použití amatérské stanice v zemích, které přistoupily k Doporučení CEPT T/R 61-02

3. NÁRODNÍ ZÁKONY, PŘEDPISY

- národní zákony
- předpisy, které se týkají amatérské radiokomunikační služby
- základní znalosti o vedení staničního deníku:
 - průběžné vedení deníku
 - účel
 - zapisované údaje

ODPOVĚDI NA POŽADAVKY

A) TECHNIKA

1. ZÁKLADY ELEKTROTECHNIKY

Stavba hmoty

Jakákoliv látka, živá či neživá, se skládá z prvků nebo jejich sloučenin. Přičemž prvek je ta částice, kterou už nelze dále chemicky dělit. Příkladem kyslík. Ten už nelze rozložit na další jednodušší chemické látky, a je proto prvkem. Podobně je prvkem například měď, neboť ji nelze vytvořit kombinací dvou či více jednodušších látek. Sloučením několika prvků vzniká sloučenina (voda je sloučenina vodíku a kyslíku).

Nejmenší částicí látky, která si ještě zachovává základní vlastnosti prvku, je atom. Spojením dvou nebo několika atomů vzniká částice hmoty zvaná molekula. Atomy se tedy slučují v molekuly.

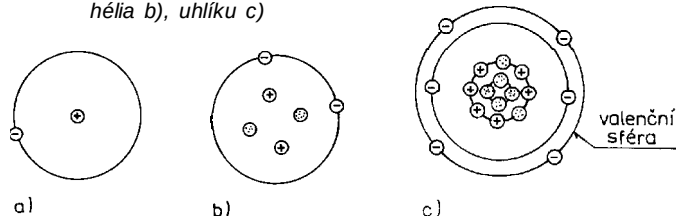
Atom je tvořen dalšími menšími částicemi, z nichž ty základní jsou elektron, proton a neutron. Elektron je částicí s nejmenším, tzv. elementárním záporným nábojem. Proton má základní kladný náboj. Částice, jež nemá žádný elektrický náboj, jen hmotu, se nazývá neutron. Elektrony jsou v neustálém krouživém pohybu na přidělených drahách, zvaných sféry, kolem jádra atomu tvořeného protony a neutrony. Za normálních okolností se atom jeví navenek jako elektricky neutrální, tzn. bez elektrického náboje. Součet záporných nábojů všech elektronů, tj. celkový záporný náboj, je totiž stejně velký jako celkový kladný náboj protonů v jádru, a tak se kladné a záporné náboje navzájem vyrovnají.

Nejjednodušším atomem je atom vodíku. Jeho jádro je tvořeno jen jedním protonem, kolem něhož obíhá jeden elektron. Atom hélia je už složitější. Jeho jádro tvoří dva protony s kladným nábojem spolu se dvěma neutrony bez elektrického náboje. Kolem takového jádra obíhají dva elektrony. Složitější atomy mají podstatně více částic a elektrony obíhají kolem jádra až v sedmi sférách, přičemž v každé z těchto sfér může být jen určitý maximální počet elektronů.

Z hlediska vedení elektrického proudu jsou v každém atomu nejzajímavější poslední, vnější sféry zvané valenční a počet elektronů v nich. Je-li totiž poslední sféra plně obsazená maximálním počtem elektronů (pro první sféru jsou to maximálně dva elektrony, pro druhou 8, pro třetí 18, čtvrtou 32 atd.), jsou její elektrony pevně vázány na jádro. Naopak, není-li tomu tak a poslední sféra nemá plně obsazení maximálním počtem elektronů, jsou ty, které tam obíhají, vázány k jádru jen slabě a mohou tedy působením nepatrné vnější síly atom snadno opustit. Tyto tzv. volné elektrony se pak pohybují od atomu k atomu.

Opustí-li některý elektron valenční sféry z nějakého důvodu atom, chybí atomu záporný náboj a atom se bude jevit navenek jako kladný (kladný ion - kation). Svým kladným nábojem bude přitahovat záporné elektrony, neboť platí, že dvě tělesa nabitá souhlasným nábojem se odpuzují a dvě tělesa s nesouhlasným nábojem se přitahují.

Obr. 1. Atom vodíku a),
hélia b), uhlíku c)



Pochopitelně v opačném případě, kdy atom nějaký elektron do své válenční sféry získá, bude mít více elektronů než protonů a jeho náboj bude navenek záporný (anion). Mezi kladně nabitým atomem a atomem se záporným nábojem vzniká rozdíl potenciálů, který právě působením svých sil umožňuje pohyb volných elektronů. Látky, které mají ve svých atomech hodně volných elektronů a snadno vedou elektrický proud (kladou průtok elektrického proudu minimální odpor), nazýváme vodiče (hliník, zlato, stříbro, měď atd.). Nevodíče či izolanty (sklo, slída atp.) mají naopak volných elektronů málo.

Elektrický proud

Elektrický proud je uspořádaný pohyb volných elektronů vlivem nějaké vnější síly. Má směr a určitou velikost - intenzitu.

Pokud se volné elektrony pohybují jen jedním směrem, mluvíme o stejnosměrném proudu. Mění-li se směr proudu pravidelně, periodicky se střídá, jedná se o proud střídavý.

Proud je tím větší, čím více elementárních nábojů projde uvažovaným obvodem za sekundu. Elektrický proud značíme písmenem I (z angl. intensity) a jeho jednotkou je ampér (A). Tato jednotka je však pro proudy, používané v radiotechnice, dost velká. Častěji se užívá:

1 mA (miliampér) = 0,001 A.

1 μ A (mikroampér) = 0,001 mA.

Elektrický proud měříme přístroji zvanými ampérmetry.

Elektrické napětí

Elektrické napětí je síla, která uvádí volné elektrony do pohybu, a tato síla vzniká jako důsledek rozdílu potenciálů mezi kladně a záporně nabitým atomem. Zdrojem elektrického napětí může být jakékoliv zařízení, které je schopno přeměnit jinou energii na energii elektrickou (baterie, akumulátor, dynamo, alternátor atd.).

Každý zdroj elektrického napětí má dva póly, kladný a záporný. V záporném pólu zdroje je trvalý přebytek elektronů a v kladném pólu je zase stále stejně velký nedostatek elektronů. Mezi oběma póly dochází k potenciálnímu rozdílu nábojů, vzniká elektrické napětí. Pokud jeden z pólů zdroje je trvale kladný a druhý trvale záporný, tzn. jejich polarita se nemění, mluvíme o stejnosměrném napětí. V případě, že se polarita obou pólů mění, jedná se o napětí střídavé.

Elektrické napětí značíme písmenem U a jeho jednotkou je volt (V). Užívají se také násobky:

1 kV (kilovolt) = 1000 V

1 mV (milivolt) = 0,001 V

1 μ V (mikrovolt) = 0,001 mV.

Elektrické napětí měříme přístrojem zvaným voltmetr.

Odpor

Každý vodič klade průtoku elektrického proudu nějaký odpor, neboť elektrony při svém pohybu narážejí na atomy a molekuly vodiče. Odpor vodiče závisí na materiálu, průřezu, délce a teplotě. Odpor značíme písmenem R a jednotkou je ohm (značíme řeckým písmenem Ω).

I v tomto případě se v praxi používají násobky základní jednotky, tj.:

1 mΩ (miliohm) = 0,001Ω

1 kΩ (kiloohm) = 1000 Ω

1 MΩ (megaohm) = 1 000 000 Ω atd.

Odpor měříme přístrojem zvaným ohmmetr, nebo jej vypočteme z úbytku napětí a proudu, který jím prochází.

Pro výpočet odporu vodiče z jeho parametrů platí vztah:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

kde R = odpor vodiče v ohmech,
 ρ = měrný odpor a určíme jej z tabulek pro jednotlivé materiály, má rozměr Ω.mm²/m,
 S = průřez vodiče v mm²,
 l = délka vodiče v m.

Příklad: Jaký elektrický odpor má měděný vodič délky 500 m o průměru 0,6 mm?

a) Z tabulek určíme měrný odpor mědi $\rho = 0,0178 \text{ } \Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$.

b) Průřez vodiče $S = \pi \cdot r^2 = 3,14 \cdot 0,3^2 = 0,307 \text{ mm}^2$.

c) Elektrický odpor

$$R = \rho \frac{l}{S} = \frac{0,0178 \cdot 500}{0,307} = 30 \Omega$$

Elektrická energie

Protéká-li v obvodu s odporem elektrický proud, vzniká vždy teplo. Toto teplo je druhem energie, která vznikla přeměnou z energie elektrické. Její velikost je dána součinem napětí, proudu a času. Tedy:

$$A = U \cdot I \cdot t$$

[Ws; V, A, s],

kde A = elektrická energie (práce), jejíž jednotkou je wattsekunda (Ws),

U = napětí ve voltech,

I = proud v ampérech,

t = čas v sekundách.

V energetice se běžně používá jednotka kWh nebo MWh.

Výkon elektrického proudu

Výkon stejnosměrného elektrického proudu je definován jako součin proudu a napětí,

$$P = I \cdot U$$

[W; A, V],

kde P = výkon, jehož jednotkou je watt (W),
 I = proud v ampérech,
 U = napětí ve voltech.

Pro větší výkony používáme opět násobky, tj. 1 kW (kilowatt) = 1000 W, nebo mW (miliwatt) = 0,001 W u malých výkonů.

Výkon elektrického proudu měříme přístrojem zvaným wattmetr nebo změříme proud a napětí a výkon vypočítáme z výše uvedeného vztahu.

Předpony dekadických násobků a zlomků základních jednotek

Jak vyplývá z předchozího textu, jsou některé ze základních jednotek pro praktické použití buď velké, nebo malé. Užívá se proto jejich dekadických násobků a zlomků. Obecně se tyto dekadické násobky a zlomky základních jednotek označují předponami, uvedenými v tomto přehledu.

T - tera = 10^{12}	M - mega = 10^6	d - deci = 10^{-1}	m - mili = 10^{-3}	n - nano = 10^{-9}
G - giga = 10^9	k - kilo = 10^3	c - centi = 10^{-2}	μ - mikro = 10^{-6}	p - piko = 10^{-12}

Schematické značky pro kreslení elektrických obvodů

Než se začneme zabývat základními radiotechnickými součástkami a jejich zapojením v obvodech, musíme se stručně zmínit o tom, jak se jednotlivé součástky označují a jakými pravidly se řídí užívání těchto znaků. V praxi nelze totiž jednotlivé součástky kreslit tak, jak skutečně vypadají. Bylo by to značně zdlouhavé a náročné. Proto má každá součástka přidělený zjednodušující symbol, zvaný schematická značka. Jak jsou jednotlivé součástky mezi sebou propojeny, znázorňujeme výkresy, kterým říkáme schéma zapojení. Základní schematické značky jsou uvedeny na obr. 2. Další budou uváděny postupně a jejich význam vyplývá z textu.

Obr. 2. Základní schematické značky (pokračuje na následující straně)

	stejnýsměrný proud		rezistor		cívka
	střídavý proud		měnitelný rezistor		cívka s průměrnou indukčností
	stejnýsměrný a střídavý proud		měřitelný rezistor (potenciometr)		cívka s feritovým jádrem

 vodič	 potenciometr. trimr	 transformátor se železným jádre
 křížení vodičů bez vodivého spojení	 kondenzátor	 pojistka
 křížení vodičů s vodivým spojením	 měnitelný kondenzátor	 vypínač
 odbočení vodičů	 kondenzátor s proměnnou kapacitou	 žárovka
 spojení s kovovou kostrou	 elektrolytický kondenzátor	 voltmetr
 uzemnění	 akumulátor, baterie	 ampérmetr

Ohmův zákon

Mezi proudem, napětím a odporem platí určitá závislost, zvaná Ohmův zákon. Podle tohoto zákona se napětí rovná součinu proudu a odporu. Matematické vyjádření tedy je:

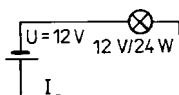
$$U = I \cdot R \quad [V; A, \Omega]$$

nebo

$$I = \frac{U}{R} \quad \text{či} \quad R = \frac{U}{I}$$

Tento zákon je jedním ze základních v elektrotechnice a bez jeho znalosti nelze v elektrotechnice a radiotechnice existovat. Jeho praktické použití objasníme v následujících příkladech.

Příklad: V obvodu podle obr. 3. určete, jaký je odpor žárovky označené 12 V/24 W.



Obr. 3. Základní elektrický obvod se zdrojem a žárovkou

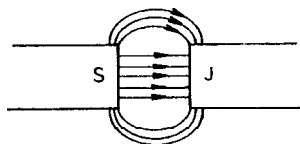
Údaj na žárovce značí provozní napětí $U = 12 \text{ V}$, při němž má žárovka výkon $P = 24 \text{ W}$. Ze vztahu pro výkon $P = U \cdot I$ určíme proud obvodem jako $I = P/U = 24 \text{ W}/12 \text{ V} = 2 \text{ A}$ a z Ohmova zákona odpor žárovky $R = U/I = 12/2 = 6 \Omega$.

Příklad: Připojíme-li rezistor o činném (ohmickém) odporu $R = 25 \Omega$ paralelně ke zdroji s napětím $U = 75 \text{ V}$, jaký poteče obvodem proud a jaký poteče proud, když při stejném napětí zdroje zvětšíme odpor na $R = 100 \Omega$?

Opět z Ohmova zákona $I = U/R = 75/25 \Omega = 3 \text{ A}$
a v druhé variantě $I = U/R = 75/100 \Omega = 0,75 \text{ A} = 750 \text{ mA}$.

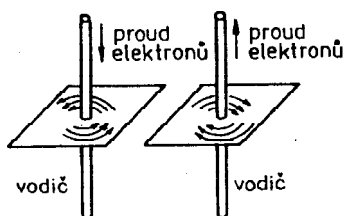
Magnetismus a magnetické pole

Magnet je předmět, jenž může k sobě přitahovat určité, tzv. magnetické materiály (železo, jeho slitiny, nikl, kobalt atd.). Tyto permanentní (trvalé) magnety známe ze zkušenosti včetně jejich působení. Každý takový magnet má dva póly, severní a jižní. Podobně jako u elektrických nábojů se souhlasné póly odpuzují a nesouhlasné přitahují. Magnet působí na dálku na jiný magnet nebo magnetický materiál svým magnetickým polem, které je tvořeno magnetickými siločivkami směřujícími od severního pólu k jižnímu. Pokud jsou některé magnetické materiály přitahovány magnetem značnou silou, mluvíme o materiálu feromagnetickém (železo, kobalt); speciální slitina s vynikajícími magnetickými vlastnostmi je permaloy. Materiály, na které působí magnetické pole jen velmi slabě nebo vůbec ne, nazýváme paramagnetickými (hliník, kyslík).



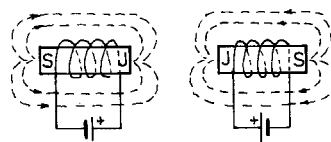
Obr. 4. Magnetické siločivky permanentního magnetu

Magnetické pole však vzniká i kolem vodiče, kterým protéká elektrický proud, přičemž smysl siločivky takto vzniklého magnetického pole závisí na smyslu procházejícího elektrického proudu. Svineme-li vodič do tvaru solenoidu (cívky), vzniká průtokem elektrického proudu větší magnetické pole, které závisí zejména na intenzitě protékajícího proudu a počtu závitů. Smysl siločar je opět dán smyslem elektrického proudu.



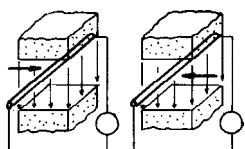
Obr. 5. Magnetické pole kolem vodiče, kterým protéká elektrický proud

Obr. 6. Magnetické pole vznikající průtokem proudu cívkou



Platí však i obráceně, že pohybuje-li se vodič v poli permanentního magnetu tak, že protíná jeho siločivky, vzniká mezi konci vodiče napětí, kterému říkáme naindukované napětí. Pohybuje-li se vodič v magnetickém poli rovnoběžně s magnetickými siločivkami, napětí se v něm neindukuje. Velikost naindukovaného napětí závisí zejména na intenzitě

magnetického pole a rychlosti pohybu, resp. změny. Polarita vzniklého napětí závisí na směru siločar a směru pohybu vodiče, přičemž nezáleží na tom, zda se pohybuje cívka nebo permanentní magnet.



Obr. 7. Princip vzniku indukovaného napětí pohybem vodiče v magnetickém poli. Polarita napětí závisí na směru siločar a směru pohybu vodiče

Indukcí tedy vzniká napětí a v případě, kdy vodič tvoří uzavřenou smyčku, působí indukované napětí, že obvodem protéká elektrický proud. Tento proud pochopitelně vytváří kolem vodiče nebo cívky další magnetické pole, jehož smysl působí proti směru původního pohybu, tzn. vzniká magnetické pole obrácené.

Jak uvidíme dále, je ve většině případů indukce žádoucím jevem s velkým přínosem. Ale jsou také případy, kdy potřebujeme zabránit vlivu siločar na jiné obvody, aby se do nich neindukovalo třeba malé, ale v každém případě nežádoucí napětí. Ke stínění proti nízkofrekvenčním magnetickým polím od síťových transformátorů se používá feromagnetických materiálů ve tvaru pravoúhlé krabice nebo uzavřeného válce. Účinnost takového krytu závisí na rozměrech, tloušťce stěn krytu a z kolika vrstev je kryt zhotoven (vždy se vzduchovou mezerou). K omezení magnetických polí na vysokých kmitočtech je neúčinnějším prostředkem kryt z dobře vodivého materiálu (měď, hliník atd.). Ve vodivém materiálu se průchodem magnetického pole indukují proudy, odvádějící naindukovanou elektrickou energii do země. Aby bylo stínění co neúčinnější, má zcela obklopovat chráněné místo.

Střídavý proud

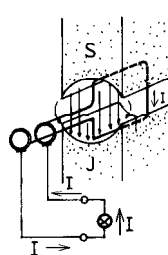
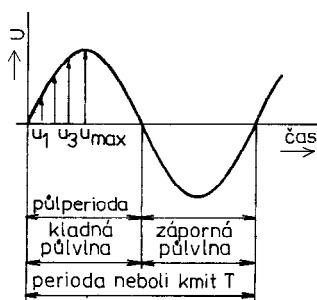
Budeme-li smyčkou nebo cívkou otáčet v poli permanentního magnetu (obr. 8), bude tato cívka protínat magnetické siločáry a ve vinutí se indukují elektrické napětí, jehož velikost a směr závisí na okamžité poloze vůči magnetickým siločáram. Výsledkem je sinusový průběh napětí. A toto je také princip generátorů střídavého proudu v elektrárnách či jiných zařízeních. Generátory střídavého proudu nazýváme alternátory. Pokud takovýto indukční stroj doplníme komutátorem, který umožní průtok střídavého proudu vždy jen jedním směrem, dostaneme vlastně zdroj stejnosměrného proudu - dynamo.

Sinusový průběh (obr. 9.) se skládá vždy ze dvou stejných půlvln, z nichž jedna je kladná a druhá záporná. Hodnoty u_1 , u_2 , u_3 atd. jsou okamžité hodnoty napětí, tzn. napětí v tom daném okamžiku, $u_{\max}$ je maximální hodnota. Doba potřebná k proběhnutí jednoho kmitu se nazývá doba kmitu neboli perioda. Označuje se písmenem T . Počet kmitů za vteřinu je kmitočet (frekvence) a označuje se písmenem f . Jednotkou kmitočtu je hertz (Hz). Platí, že:

$$f = \frac{1}{T} \quad [\text{Hz}; \text{s}]$$

Tzn., že trvá-li doba kmitu příkladně 0,02 s, bude kmitočet $f = 1/T = 1/0,02 = 50 \text{ Hz}$.

Obr. 8. Princip vzniku střídavého sinusového napětí otáčením cívky v poli permanentního magnetu



Obr. 9. Sinusový průběh střídavého napětí $\tilde{U}$ a základní pojmy

Střídavý proud běžně používaný v domácnostech nebo průmyslu má u nás kmitočet 50 Hz. Kmitočty střídavých proudů v radiotechnice se zpravidla udávají v násobcích základní jednotky:

1 kHz (kilohertz) = 10^3 Hz
 1 MHz (megahertz) = 10^6 Hz
 1 GHz (gigahertz) = 10^9 Hz.

Střídavý proud o kmitočtu 20 až 20 000 Hz, přeměněný v reproduktoru na zvuk, člověk slyší (slyšitelné kmitočty).

Pokud chceme u střídavého proudu určit výkon, nelze tak učinit prostým vynásobením maximálních hodnot proudu a napětí jako u hodnot stejnosměrných. Dostali bychom tak výkon větší, než je skutečný. Zavádíme proto pojem tzv. efektivní hodnoty napětí a proudu. Efektivní proud má stejné tepelné účinky, jako proud stejnosměrný. Matematicky vyjádře-

$$U_{ef} = \frac{U_{max}}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot U_{max}$$

$$I_{ef} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} = 0,707 \cdot I_{max}$$

$$U_{max} = \sqrt{2} \cdot U_{ef} = 1,414 \cdot U_{ef}$$

$$I_{max} = \sqrt{2} \cdot I_{ef} = 1,414 \cdot I_{ef}$$

Střední napětí a střední proud jedné půlvlny je 0,636 její maximální hodnoty. Tzn.:

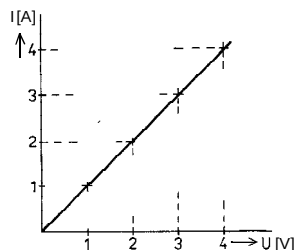
$$U_{stř} = 0,636 \cdot U_{max}$$

$$I_{stř} = 0,636 \cdot I_{max}$$

Rezistory

Rezistor je skutečná součástka, kterou je v radiotechnických obvodech uměle realizován odpor. Základní vlastností rezistoru je právě odpor, čehož se dosahuje zejména volbou vhodného materiálu a uspořádáním. Pomocí rezistorů pak můžeme v obvodech měnit napětí a proud.

O rezistoru říkáme, že je lineární součástka. Proud, který rezistorem v obvodu prochází, je přímo úměrný napětí - závislost je lineární. Zvětšení proudu je přímo úměrné zvětšení napětí, neboť platí Ohmův zákon.



Obr. 10. Závislost proudu rezistorem na napětí je lineární

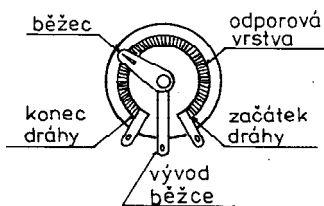
Podle konstrukčního uspořádání dělíme rezistory na:

a) Pevné, jejichž odpor je dán výrobou a nelze jej jednoduše dodatečně měnit.

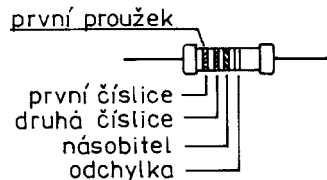
b) Proměnné, kterým říkáme potenciometry a slouží k plynulému nastavení činného (ohmického) odporu. Na kruhové desce (obr. 12) z izolační hmoty je vrstva odporového materiálu nebo navinutý odporový drát (vrstvý nebo drátový potenciometry), po kterém se pohybuje běžec izolovaně spojený s hřídelem. Podle závislosti odporu na úhlu otočení hřídele jsou potenciometry vyráběny s různým průběhem této závislosti (lineární, logaritmické apod.). Velmi často se používají potenciometry zdvojené, tj. na jednom hřídeli jsou dva potenciometry různých odporů. Potenciometr používáme k regulaci hlasitosti u přijímače, k řízení napětí regulovatelného zdroje, k regulaci barvy tónu (výšky, hloubky) apod.

c) Nastavitelné, kterým říkáme také odporové (potenciometrické) trimry. Odpor lze nastavit plynule nástrojem (šroubovákem) při ožívání přístroje, jeho opravě nebo cejchování. Trimr je jednodušší svým provedením než potenciometr. Běžec se otáčí většinou šroubovákem a odporová dráha trimru není zakryta.

Obr. 11. Příklad provedení pevného rezistoru



Obr. 12. Proměnný rezistor - potenciometr



Obr. 13. Barevný kód rezistorů

Podle technologie výroby dělíme rezistory na:

a) Vrstvové, u nichž elektrický odpor je dán tloušťkou a materiálem speciální odporové vrstvy nanesené na izolačním, zpravidla keramickém válečku, jehož konce jsou pomocí čepiček opatřeny drátovými vývody. Skutečná hodnota odporu se nastavuje při výrobě vybroušením spirálové drážky do odporové vrstvy, čímž se zvětší délka odporové dráhy a tím i velikost odporu. Povrch je chráněn tepelně odolným lakem. Tyto rezistory jsou určeny jen pro malá zatížení.

b) Hmotové, jejichž odpor je dán průřezem, délkou a vlastnostmi odporové hmoty, ze které je váleček vyroben. Tyto rezistory snesou už větší zatížení a používá se jich příkladně jako bezindukční zátěže pro umělé antény na vysokých kmitočtech, neboť mají nepatrnou vlastní indukčnost.

c) Drátové, u nichž je elektrický odpor dán odporem použitého odporového drátu, jeho délkou a průřezem. Odporový drát je zase většinou navinut na keramickém tělísku a jeho povrch je chráněn speciálním tmelem nebo lakem. Tyto rezistory jsou použitelné podle provedení i v zařízeních s velkými výkony (stovky wattů), nejsou však vhodné pro vyšší kmitočty.

Základní vlastnosti rezistorů vyjadřujeme těmito údaji:

1) Jmenovitý odpor udává činný (ohmický) odpor rezistoru. Protože není možno vyrábět sériové rezistory se všemi myslitelnými hodnotami odporu, byly stanoveny určité řady, kterými je dáno u každého provedení rezistoru, jaké hodnoty jsou dodávány. Příkladně v řadě E6 jsou to: 1,0 - 1,5 - 2,2 - 3,3 - 4,7 - 6,8 - 10 - 15 - 22 - 33 - 47 - 68 - 100 - 150 - 220 - 330 - 470 - 680 Ω - 1 k Ω (= 1k) - 1,5 k Ω (= 1k5) atd. Konstrukteři se pak musí těmto dodávaným hodnotám přizpůsobit. Jmenovitý odpor rezistoru je uveden na součástce přímo čísly nebo dnes většinou barevným kódem (barevnými proužky). Pořadí proužků se počítá od levé strany, tj. tam, kde je první proužek nanesen blíže čepičky. První a druhý proužek udávají dvojčíslím velikost odporu. Třetí proužek znamená násobitele, tzn. že za dvojčíslí připsáme tolik nul, kolik udává barva třetího proužku. Čtvrtým proužkem je označena odchylka v procentech od jmenovité hodnoty. Pokud čtvrtý proužek chybí, je odchylka od jmenovité hodnoty maximálně 20 %.

Tabulka významu barev jednotlivých proužků barevného značení rezistorů:

Barva	Číslice	Násobitel	Tolerance
stříbrná	-	10^{-2}	$\pm 10 \%$
zlatá	-	10^{-1}	$\pm 5 \%$
černá	0	1	-
hnědá	1	10	$\pm 1 \%$
červená	2	10^2	$\pm 2 \%$
oranžová	3	10^3	-
žlutá	4	10^4	-
zelená	5	10^5	$\pm 0,5 \%$
modrá	6	10^6	$\pm 0,25 \%$
fialová	7	10^7	$\pm 0,1 \%$
šedá	8	10^8	-
bílá	9	10^9	-
(žádná)	-	-	$\pm 20 \%$

Příklad: Rezistor je označen zleva doprava proužky: hnědá, červená, oranžová a stříbrná. Z tabulky: hnědá = 1, červená = 2, oranžová u třetího proužku značí násobitele **10**, a tak výsledný odpor bude $12\ 000\ \Omega = 12\ \text{k}\Omega$. Poslední stříbrný proužek označuje maximální povolenou toleranci od jmenovité hodnoty $\pm 10\ \%$.

Někdy se může stát, že barvu proužku špatně vyhodnotíme (červenou lze zaměnit za oranžovou, šedou za stříbrnou atd.). Pak nezbyvá, než kontrolovat činný (ohmický) odpor rezistoru ohmmetrem.

2) Tolerance je největší možná odchylka skutečného odporu od jmenovité hodnoty. Udává se v procentech.

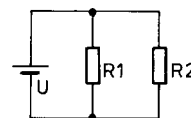
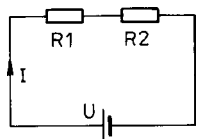
3) Zatížitelnost rezistoru je maximální přípustný elektrický výkon, který rezistor za normálních podmínek rozptýlí ve formě tepla do okolí. Udává se ve wattech. Lze jej zjistit z rozměrů rezistorů anebo lépe z katalogu výrobce. Je-li skutečný výkon na rezistoru větší, než je hodnota povolená výrobcem, rezistor se za provozu nápadně hřeje nebo dokonce úplně shoří a přeruší se.

4) Teplotní závislost odporu rezistoru může být kladná, tj. že se vzrůstající teplotou se odpor rezistoru zvětšuje, nebo záporná, kdy se vzrůstající teplotou se naopak odpor rezistoru zmenšuje. Snahou výrobce je, aby vliv teploty na odpor byl minimální.

Rezistory mohou být spojovány do série nebo paralelně. Pochopitelně je však možná i vzájemná kombinace těchto zapojení. Při sériovém řazení rezistorů (viz obr. 14) bude výsledný odpor dán součtem odporů jednotlivých rezistorů. Tzn. dva rezistory spojené v sérii dají dohromady odpor:

$$R = R_1 + R_2$$

Obr. 14. Sériové řazení rezistorů v obvodu



Obr. 15. Paralelně řazené rezistory v obvodu

Při paralelním řazení rezistorů je převrácená hodnota výsledného odporu rovna součtu převrácených hodnot dílčích rezistorů. Vyjádřeno matematicky pro dva rezistory spojené paralelně bude platit:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{nebo} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Příklad: Jaký je výsledný odpor dvou rezistorů $R_1 = 100\ \Omega$ a $R_2 = 100\ \Omega$ spojených v sérii a paralelně?

Při sériovém zapojení

$$R = R_1 + R_2 = 100 + 100 = \underline{200\ \Omega}.$$

Při paralelním zapojení

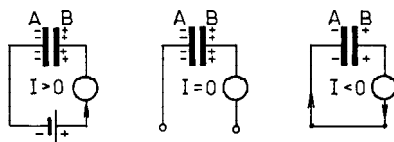
$$\underline{R} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{100 \cdot 100}{100 + 100} = \frac{10\,000}{200} = 50 \, \Omega$$

Kondenzátory

Kondenzátor je v principu součástka složená ze dvou vodivých desek, které jsou vzájemně odděleny dielektrikem, tj. elektricky nevodivým prostředím (vzduch, slída apod.).

Připojíme-li kondenzátor přes citlivý měřicí přístroj na zdroj stejnosměrného napětí (obr. 16), začne obvodem protékat nabíjecí proud, který se snaží vyrovnat rozdíly nábojů na deskách kondenzátoru a zdroje. Na desce A se vytvoří záporný náboj a na desce B kladný náboj. Proud poteče jen krátkou dobu, než se náboje vyrovnají a napětí na kondenzátoru bude stejné jako napětí zdroje. Pak už obvodem žádný proud neteče. Necháme-li v další fázi kondenzátor odpojený od zdroje, zůstává kondenzátor nabitý a drží si získaný náboj.

Propojíme-li kondenzátor do zkratu (zase přes citlivý měřicí přístroj), začnou se elektromy nahromaděné na záporně nabitě desce A pohybovat vnějším obvodem ke kladně nabitě desce B. Obvodem poteče po krátkou dobu vybíjecí proud, pokud se kondenzátor úplně nevybíje.



Obr. 16. Nabíjení a vybíjení kondenzátoru

U uvedeného pokusu si musíme povšimnout dvou důležitých poznatků a z nich vyplývajících závěrů. První z nich je, že obvodem tekl proud jen při nabíjení nebo vybíjení kondenzátoru. Pokud byl kondenzátor nabit, netekl obvodem žádný proud. Náboje se tedy nemohly vzájemně vyrovnat a kondenzátor zůstal nabitý. Opačné náboje na obou deskách se vzájemně přitahují a v kondenzátoru je možno hromadit elektrický náboj. Jak dlouho si nabitý kondenzátor tento náboj udrží, záleží zejména na kvalitě dielektrika. Vlastnosti kondenzátoru podržet si elektrický náboj říkáme kapacita.

Druhý důležitý závěr vyplývá z poznatku, že vnějším obvodem kondenzátoru tekl proud jedním směrem při nabíjení a druhým směrem při vybíjení. Tzn., že připojíme-li kondenzátor na zdroj střídavého napětí, jehož polarita se periodicky mění, bude se kondenzátor periodicky nabíjet a vybíjet a vnějším obvodem poteče nabíjecí a vybíjecí proud. Jinak řečeno kondenzátor umožňuje, aby vnějším obvodem protékal střídavý proud (střídavě nabíjecí a vybíjecí) a současně zabraňuje průtoku stejnosměrného proudu (u nabitého kondenzátoru neteče vnějším obvodem žádný proud).

Kapacita, tj. schopnost kondenzátoru podržet si elektrický náboj, se označuje ve schématech a matematických vzorcích písmenem C. Její velikost je ovlivňována plochou a počtem desek, vzdáleností mezi deskami a dielektrikem.

Kapacita deskového kondenzátoru je dána vztahem:

$$C = 0,0884 \cdot (n - 1) \cdot \frac{S \cdot \epsilon}{d},$$

kde C = kapacita v pF,
 S = plocha jedné desky v cm^2 ,
 d = šířka dielektrika mezi dvěma deskami v cm,
 n = počet desek,
 e = dielektrická konstanta (permitivita) daná materiálem dielektrika.

Jednotkou kapacity je farad (F). Je to však jednotka velká, a proto se v praxi používají:

1 pF (pikofarad) = 10^{-12} F
 1 nF (nanofarad) = 10^{-9} F
 1 μ F (mikrofarad) = 10^{-6} F

Jak již bylo řečeno, pro stejnosměrný proud má kondenzátor nekonečný odpor. Pro střídavý proud se jeví kondenzátor jako zdánlivý odpor, který nazýváme kapacitní reaktance. Tento zdánlivý odpor kondenzátoru je tím menší, čím větší je kapacita a čím vyšší je kmitočet. Velikost kapacitní reaktance je dána vztahem:

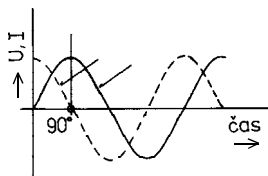
$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

kde X = kapacitní reaktance (zdánlivý odpor kondenzátoru pro střídavý proud) v ohmech,
 f = kmitočet v Hz,
 C = kapacita ve F.

Příklad: Kondenzátor má kapacitu 2 μ F. Jaká je jeho kapacitní reaktance při kmitočtu sítě 50 Hz?

$$X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} = \frac{1}{6,28 \cdot 50 \cdot 2 \cdot 10^{-6}} = 1592,35 \, \Omega$$

Důležitou vlastností kondenzátoru je, že proud a napětí na něm nejsou ve fázi, jako je tomu u rezistoru. Jinak řečeno u kondenzátoru není napětí maximální ve stejném okamžiku, kdy je maximální proud, ale u ideálního kondenzátoru předbíhá proud o 90° napětí.



Obr. 17. Fázové poměry mezi napětím a proudem u ideálního kondenzátoru

Kondenzátory dělíme zejména podle použitého dielektrika, které převážně určuje jejich vlastnosti:

- **Kondenzátory svítkové** jsou ve skutečnosti dva svinuté hliníkové pásy, které jsou navzájem oddělené dielektrikem ze speciálně upraveného papíru nebo plastické fólie (styroflex, teflon atd.). Výhodné jsou zejména kondenzátory z metalizovaného papíru (MP) s napařenými elektrodami. Mají menší rozměry a hlavně schopnost regenerace při eventu-

álním průrazu. Všechny tyto tzv. svitky mají zpravidla válcovitý nebo plochý tvar, zalévají se plastickou hmotou, eventuálně se vkládají do kovových trubiček.

- **Kondenzátory slídové** mají na destičky slídy napařenou vodivou vrstvu, většinou stříbra. Vyznačují se malými ztrátami v dielektriku a velkou stálostí.

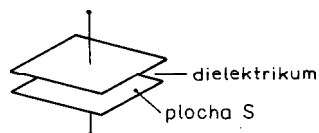
- **Keramické kondenzátory** mají jako dielektrikum speciální keramiku. Lze je vyrobit s různou závislostí kapacity na teplotě.

- **Kondenzátory elektrolytické**, kde dielektrikem je velmi tenká vrstvička sloučenin kyslíku a hliníku vznikající ve speciální kašovitě hmotě elektrolytu mezi dvěma hliníkovými pásky. Při malých rozměrech mají velkou kapacitu. Vyžadují však stejnosměrné polarizační napětí, jehož polaritu je nutno dodržet. Používají se jako filtrační v napájecích obvodech nebo na všech pozicích v nízkofrekvenčních zesilovačích. Novější druhy elektrolytických kondenzátorů se vyrábějí také s pevným dielektrikem. Ty jsou dokonce rozměrově menší a snášejí větší rozsah pracovních teplot. Nevýhodou všech elektrolytických kondenzátorů je jejich zpětný proud, který udržuje souvislou vrstvu kysličníku. Při delším nepoužívání kondenzátoru se tato vrstva naruší a elektrolytický kondenzátor je nutno zformovat připojením na stejnosměrné napětí.

- **Tantalové elektrolytické kondenzátory** mají menší zbytkový proud než kondenzátory hliníkové a u některých druhů je širší teplotní rozsah. Používají se v nízkofrekvenčních obvodech. Pro vysokofrekvenční obvody jsou nevhodné.

Žádné dielektrikum není dokonalý izolant. Vždy jím protéká nějaký svodový proud a vyvíjí se teplo. Jestliže dielektrikem protéká větší svodový proud, jeho svodový odpor je malý. V praxi se vyjadřuje kvalita kondenzátoru tzv. ztrátovým úhlem, resp. jeho tangentou. Tento ztrátový činitel je kmitočtově závislý.

Nejkvalitnější kondenzátory (tj. s nejmenším svodovým proudem) jsou kondenzátory **vakuové**. Kvalitní jsou také kondenzátory **vzduchové**, slídové a některé keramické. Horší, zejména při vyšších kmitočtech jsou kondenzátory papírové a samozřejmě elektrolytické.



Obr. 18. Deskový kondenzátor



Obr. 19. Svitkový kondenzátor s papírovým dielektrikem

Podle způsobu použití se vyrábějí kondenzátory:

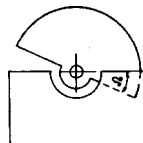
- pevné,
- ladící,
- dolaďovací.

Pevné kondenzátory se stálou kapacitou se vyrábějí téměř se všemi druhy dielektrik. Kapacita u těchto kondenzátorů je vyznačena číselně nebo kódem barevnými proužky.

Ladící kondenzátory jsou určeny pro ladění vysokofrekvenčních obvodů. Tyto kondenzátory se skládají vždy ze skupiny pevných plechů (stator), mezi které se otáčením zasunuje skupina pohyblivých plechů (rotor). Čím více se statorové a rotorové plechy překrývají, tím větší je kapacita. Tvarem rotorových plechů lze dosáhnout různého průbě-

hu kapacity v závislosti na úhlu otočení. Podobně i u statorových plechů. Dielektrikem mezi statorovými a rotorovými plechy bývá vzduch (vzduchové ladicí kondenzátory) nebo některý z druhů polyetylenových dielektrik. Nežádá se u obou druhů na jeden hřídel a do jednoho rámu umístí dva nebo tři samostatné kondenzátory, jejichž rotory jsou ovládány společně (duál, triál).

Obr. 20. Princip otočného vzduchového kondenzátoru

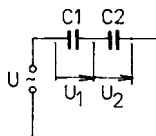


Dolaďovací kondenzátory se používají jako nastavitelné pro dolaďování laděných obvodů. Používají se v různých provedeních se vzduchovým, keramickým nebo polyetylenovým dielektrikem.

I kondenzátory můžeme spojovat do série nebo paralelně. Nejčastěji se používá sériové spojení dvou kondenzátorů. Pak platí:

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad \text{nebo} \quad C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2}$$

Většinou se spojují do série dva kondenzátory. Stačí si tedy pamatovat, že při sériovém spojení dvou kondenzátorů o stejné kapacitě se výsledná kapacita zmenší na polovinu kapacity jednoho kondenzátoru. Budou-li příkladně zapojeny do série dva kondenzátory 500 pF, bude jejich výsledná kapacita 250 pF.



Obr. 21. Sériově řazené kondenzátory

Toto zapojení se využívá zejména tam, kde je v obvodu větší napětí, než na jaké je kondenzátor dimenzován. U sériově řazených kondenzátorů se totiž napětí rozloží na jednotlivé kondenzátory nepřímo úměrně k jejich kapacitě.

U paralelně spojených kondenzátorů bude výsledná kapacita dána součtem dílčích kapacit. Tj.:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

Ve značení jmenovité kapacity a napětí, na které je kondenzátor dimenzován, není jednotnosti, hlavně pokud jsou kondenzátory značeny barevným kódem. Je-li na výrobku vyznačena číselně kapacita a provozní napětí, pak je vše v pořádku. Při barevném značení (zejména u miniaturních keramických kondenzátorů a tantalových elektrolytických) neznáme-li kód konkrétního výrobce z katalogu, nezbývá, než kapacitu změřit.

Velikost provozního napětí u kondenzátoru je velmi důležitá. Při jeho překročení se kondenzátor zpravidla prorazí a kromě kondenzátorů s metalizovaným papírem se ostatní typy nenávratně zničí. Současně se při probití kondenzátoru mohou poškodit i další součástky.

Cívky

Cívka je součástka realizovaná šroubovicovitým uspořádáním vodiče. Její charakteristickou vlastností je indukčnost označovaná písmenem L . Kvalitu cívky hodnotíme tzv. činitelem jakosti, který označujeme písmenem Q .

Mějme cívku, kterou připojíme ke střídavému zdroji. Cívkou bude protékat proud, jehož účinkem vzniká v závitěch a kolem nich elektromagnetické pole. To zase obráceně indukuje (budí) v závitěch další proud, jehož směr je opačný než směr proudu zdroje. Původní proud se jím tedy zeslabuje. Tomuto jevu říkáme vlastní indukčnost.

Jednotkou vlastní indukčnosti je henry (H). Tato jednotka je pro radiotechniku zpravidla příliš velká, a proto se více používají:

$$\begin{aligned} 1 \text{ mH (milihenry)} &= 0,001 \text{ H,} \\ 1 \mu\text{H (mikrohenry)} &= 0,001 \text{ mH.} \end{aligned}$$

Indukčnost cívky závisí na počtu závitů, jejich uspořádání a materiálu jádra. Zvětšuje-li se počet závitů, indukčnost se také zvětší. Navineme-li vodič na jádro z magneticky dobře vodivého materiálu (cívka s jádrem nebo cívka navinutá na jádru z transformátorových plechů), indukčnost se rovněž zvětšuje.

Každá cívka má jistý odpor vinutí, parazitní kapacitu mezi závity, svodový odpor způsobený nekvalitní izolací a další ztráty, které podstatně ovlivňují činitel jakosti cívky. Čím je cívka lepší, tím je větší činitel jakosti. Tento činitel je kmitočtově závislý.

Odpor cívky pro stejnosměrný proud je dán činným (ohmickým) odporem vinutí. Protéká-li tedy cívkou stejnosměrný proud, indukčnost se nijak neprojeví. Naopak ale brání průtoku střídavého proudu, což se projeví zvětšením odporu. Střídavému proudu klade cívka zdánlivý odpor, kterému říkáme indukční reaktance. Tento zdánlivý odpor je tím větší, čím větší je vlastní indukčnost cívky a čím vyšší je kmitočet. Matematicky je zdánlivý odpor cívky dán vztahem:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

$$\begin{aligned} \text{kde } X_L &= \text{zdánlivý odpor cívky při střídavém proudu (indukční reaktance) v ohmech,} \\ f &= \text{kmitočet v Hz,} \\ L &= \text{indukčnost v H.} \end{aligned}$$

Příklad: Jaký je zdánlivý odpor cívky (indukční reaktance) s indukčností 2,5 mH při kmitočtech $f_1 = 1 \text{ kHz}$ a $f_2 = 1 \text{ MHz}$?

$$X_{L1} = 2 \cdot \pi \cdot f_1 \cdot L = 6,28 \cdot 10^3 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = \underline{15,7 \Omega}$$

$$X_{L2} = 2 \cdot \pi \cdot f_2 \cdot L = 6,28 \cdot 10^6 \cdot 2,5 \cdot 10^{-3} = \underline{15\,700 \Omega}$$

Cívky pro nízké kmitočty a velké indukčnosti se vinou většinou na transformátorové plechy z vhodné křemíkové oceli nebo na výhodnější materiály, jako jsou magneticky orientované materiály (C jádra) apod. Pro vysoké kmitočty se používají většinou jednovrstvové cívky; pokud jsou mezi závity mezery, tak vinuté holým vodičem, je-li vinutí závit

vedle závitů, pak izolovaným vodičem. Pro lepší stabilitu je někdy měď vpalována do keramiky. Jindy jsou cívky vinuty na jádrech, která lze posouvat uvnitř cívky a měnit tak jejich vlastní indukčnost. Používají se jádra železová (slepený železný prášek), která jsou vhodná zejména pro VLF obvody, nebo feritová jádra (kysličníky železa a jiných kovů) podle složení pro MF a VLF obvody. Jádrech lze kromě indukčnosti ovlivnit také činitel jakosti Q na příslušném kmitočtovém rozsahu, tzn. kvalitu cívky neboli její ztráty dané pak vlastně ztrátami v materiálu jádra.

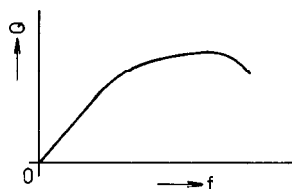
Jednovrstvové cívky lze také s výhodou realizovat na deskách formou plošných spojů.

Činitel jakosti cívky, tzn. její ztráty do značné míry ovlivňuje na vyšších kmitočtech vlastní kapacita vinutí daná zejména kapacitou mezi jednotlivými závitů. Proto se některé cívky vinou křížovým vinutím tak, aby závitů ležely na sobě co nejmenší plochou, čímž se tato nežádoucí kapacita zmenší na minimum.

Skutečná cívka se v obvodu střídavého proudu nechová jako čistá indukčnost. Vlivem materiálu, z něhož je navinuta, se cívka chová, jako bychom k ní připojili ještě do série nebo paralelně rezistor odpovídající ztrátám. Podle toho, zda jsou ztráty vyjádřeny sériovým nebo paralelním odporem, bude činitel jakosti cívky dán vztahem:

$$Q = \frac{2\pi f L}{R_s} \quad \text{nebo} \quad Q = \frac{R_p}{2\pi f L}$$

Ve skutečnosti se ale nebude činitel jakosti se vzrůstajícím kmitočtem zvětšovat a naopak od jistého kmitočtu klesá.

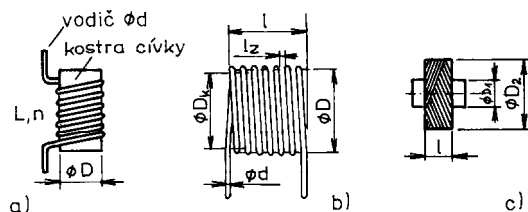


Obr. 22. Závislost činitele jakosti cívky na kmitočtu

Při průchodu střídavého proudu vodičem není proudová hustota rozložena rovnoměrně, ale směrem do středu se zmenšuje. Tzn., že převážná část proudu prochází povrchovými vrstvami vodiče a střed je využit jen nepatrně. To se projevuje zvětšením odporu, který klade vodič průchodu střídavého proudu v porovnání s odporem změřeným při průchodu stejnosměrného proudu.

Popsanému jevu se říká povrchový jev (skinefekt). Projevuje se tím více, čím vyšší je kmitočet procházejícího proudu. Jeho vliv omezujeme zvětšováním povrchu vodičů, popřípadě zlepšováním vodivosti povrchu stříbřením apod.

Někdy se cívky určené pro kmitočty až několika MHz vinou vysokofrekvenčním lankem složeným z mnoha navzájem izolovaných drátků. Vzájemná kapacita drátků však nedovoluje používat vysokofrekvenční lanko pro kmitočty ještě vyšší.



Obr. 23. Příklady skutečného provedení cívek:

- a) cívka navinutá na kostře,
- b) samonosná vzduchová cívka,
- c) cívka s křížovým vinutím

Při vzájemném spojování cívek není už situace tak jednoduchá, jako tomu bylo u rezistorů a kondenzátorů. Každá cívka má, jak víme, svoji indukčnost (vlastní indukčnost). U dvou nebo více cívek, pokud jsou umístěny tak, že magnetické pole jedné z nich protíná vinutí cívek ostatních, bude celková indukčnost ovlivňována ještě vlivem, kterému říkáme vzájemná indukčnost.

Vzájemná indukčnost se značí písmenem M a měří se rovněž v henry (H).

Jsou-li dvě cívky zapojeny v sérii, od sebe vzdáleny tak, že se neovlivňují (mohou být také odstíněny), pak výsledná indukčnost bude dána součtem jejich vlastních indukčností, tj.:

$$L = L_1 + L_2$$

Pokud však dvě cívky přiblížíme k sobě tak, že mezi nimi existuje vzájemná indukčnost, pak výsledná indukčnost bude:

$$L = L_1 + L_2 \pm 2M$$

Zda se vzájemná indukčnost k vlastním indukčnostem přičítá nebo se od nich odečítá, závisí na smyslu vinutí obou cívek. V těch případech, kdy je smysl vinutí u obou nebo všech cívek shodný, bude platit:

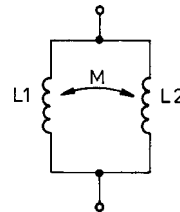
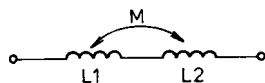
$$L = L_1 + L_2 + 2M$$

Obráceně při nesouhlasném smyslu vinutí bude celková indukčnost

$$L = L_1 + L_2 - 2M$$

Jinak řečeno vzájemná indukčnost cívek M je kladná tehdy, jestliže se magnetické toky obou cívek navzájem podporují. Záporná je v tom případě, působí-li proti sobě.

Obr. 24. Sériově zapojené dvojice indukčně vázaných cívek



Obr. 25. Paralelně zapojená dvojice indukčně vázaných cívek

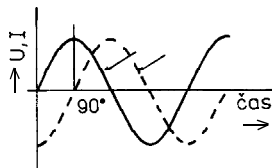
Převrácená hodnota výsledné indukčnosti u paralelně spojených cívek bez vlivu vzájemné indukčnosti se rovná součtu převrácených hodnot dílčích indukčností, tj.:

$$\frac{1}{L} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}$$

nebo

$$L = \frac{L_1 L_2}{L_1 + L_2}$$

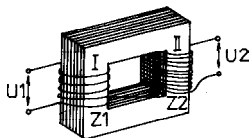
Ani u cívky není napětí s proudem ve fázi. U ideální cívky je napětí posunuto o 90° před proudem (viz obr. 26).



Obr. 26. Fázové poměry mezi napětím a proudem u ideální cívky

Transformátory

Samostatnou část ve stati o cívkách tvoří transformátory. Transformátor je elektrický stroj, který umožňuje napětí zmenšovat nebo zvětšovat. Princip transformátoru je znázorněn na obr. 27. Primární a sekundární cívka jsou navinuty na společné jádro. Protéká-li primární cívkou střídavý proud, vzniká magnetické pole, jehož siločáry zasahují také sekundární cívku a v ní se indukují napětí. Dochází k transformaci napětí, která umožňuje prostým poměrem počtu závitů primárního a sekundárního vinutí měnit velikost sekundárního napětí.



Obr. 27. Transformátor

Transformace probíhá oběma směry a volbou počtu závitů lze ovlivnit požadovanou velikost sekundárního napětí U_2 . Pro ideální transformátor beze ztrát platí, že poměr výstupního a vstupního napětí je přímo úměrný počtu závitů:

$$\frac{Z_1}{Z_2} = \frac{U_1}{U_2}$$

Každý transformátor se skládá jednak z jádra složeného z transformátorových plechů či feritů a jednak z cívky, která má dvě vinutí. Primární vinutí se připojuje ke zdroji střídavého napětí, zatímco druhé vinutí, zvané sekundární, je vlastně zdrojem s požadovaným napětím. Sekundárních vinutí může být i více.

Jednotlivé plechy transformátoru jsou vzájemně izolovány. Jádro s plným materiálem nelze použít, neboť by způsobovalo velké ztráty a současně by se neúměrně ohřívalo. Pro malé transformátory se plechy vyrábějí o tloušťce 0,35 a 0,5 mm. Izolace je zpravidla provedena oxidací jejich povrchu. Základní tvary plechů jsou EI nebo M.

Pro vinutí se používá drát izolovaný lakem, hedvábím nebo speciálním epoxidovým lakem. Kostičky pro vinutí jsou většinou z pertinaxu či tvrzeného papíru. Na vinutí cívek se používají ruční navijedky nebo automatické navijecí stroje. Při vinutí musí být jednotlivé závitů ukládány těsně vedle sebe a nesmí se křížovat. Při křížování závitů se vytváří nerovný povrch, vinutí tak potřebuje více místa a hrozí nebezpečí průrazu při poškození izolace. Jednotlivé vrstvy vinutí se izolují izolačním papírem vhodně impregnovaným.

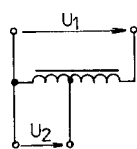
Celé vinutí, někdy i celý transformátor se napouští izolačním lakem. Dosáhne se tak zvětšené izolační pevnosti, lepší tepelné vodivosti a u cívek pro vysoké napětí se současně zabrání vnitřním výbojům.

Důležitou vlastností transformátoru je, že sekundární vinutí a tím i sekundární napětí je zcela odizolováno od primární části. To se využívá ke zvětšení bezpečnosti elektrických

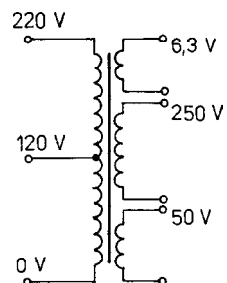
zařízení, která pracují v nepříznivých podmínkách (vlhko atd.); v tomto případě se jedná o tzv. oddělovací transformátor.

Tato poslední vlastnost však neplatí u autotransformátoru, což je zvláštní provedení transformátoru, kdy primární a sekundární vinutí je společné. Tímto uspořádáním dosáhneme značných úspor na vinutí, primární vinutí však není galvanicky odděleno od sekundárního vinutí.

Obr. 28. Transformátor s odbočkami na primárním vinutí a několika sekundárními vinutími

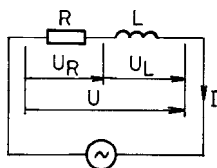


Obr. 29. Autotransformátor



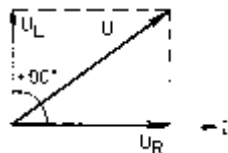
Impedance

Z předešlého víme, jaký je výsledný odpor rezistorů řazených do série nebo paralelně. Stejně tak, jak je to s výslednou indukčností při spojování cívek a obdobně u kondenzátorů. Toto všechno však neplatí, budeme-li spojování součástek kombinovat tak, že spojíme rezistor s kondenzátorem či cívkou nebo cívkou s kondenzátorem, případně všechny tři dohromady, a to do série nebo paralelně. Zdánlivý odpor libovolné takové kombinace (rezistor, cívka, kondenzátor v paralelním nebo sériovém zapojení) nazýváme impedancí. Jednotkou je opět ohm a hodnota tohoto zdánlivého odporu je kmitočtové závislá.



Obr. 30. Sériová kombinace R a L v obvodu střídavého proudu

Mějme kupříkladu v obvodu střídavého proudu sériově zapojenou cívku a rezistor (obr. 30). V tomto případě nebude celkové napětí dáno prostým součtem úbytků napětí na jednotlivých součástkách, jak by se na první pohled zdálo, a stejně tak celkový odpor (impedance) obvodu není prostým součtem činného odporu rezistoru a indukční reaktance cívky. Tyto dílčí hodnoty musíme sčítat vektorově (vektor je veličina určená velikostí a směrem).



Obr. 31. Vektorový diagram úbytků napětí na sériově řazených prvcích R a L v obvodu střídavého proudu a jejich vektorový součet

Výslednou hodnotu jako vektorový součet získáme buď graficky jako uhlopříčku vrov-
noběžníku (obr. 31) nebo výpočtem užitím Pythagorovy věty.

Úbytek napětí na rezistoru (U_R) nemá žádný fázový posuv proti proudu v obvodu, proto
je vektor tohoto napětí kreslen na stejné vodorovné ose jako proud obvodem. Napětí
u ideální cívky však předbíhá proud o 90° , což je vyjádřeno směrem vektoru ($+90^\circ$).
Celkové napětí (uhlopříčka) užitím Pythagorovy věty bude:

$$U^2 = U_R^2 + U_L^2 \quad U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$$

Při stejném proudu v celém obvodu bude i celková impedance obvodu dána vektorovým
součtem činného (nesprávně ohmického) odporu rezistoru a indukční reaktance cívky.

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} \quad , \quad \text{kde } X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$$

K obdobným závěrům bychom dospěli i pro sériovou kombinaci RC. Zde bude výsledná
impedance:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2} \quad , \quad \text{kde } X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$$

Příklad: Jaká bude impedance v sérii zapojeného rezistoru $R = 1 \text{ k}\Omega$ s cívkou o indukč-
nosti $L = 0,2 \text{ mH}$ na kmitočtu $1,2 \text{ MHz}$?

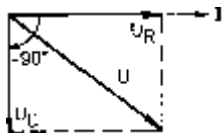
Indukční reaktance samotné cívky

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L = 6,28 \cdot 1,2 \cdot 10^6 \cdot 0,2 \cdot 10^{-3} = 1\,507 \, \Omega$$

Celková impedance

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2} = \sqrt{100^2 + 1507^2} = 1808 \, \Omega$$

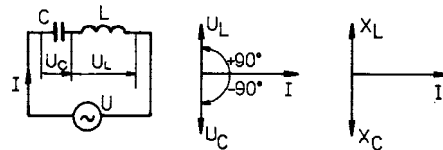
U paralelních kombinací RC a RL bude platit obdobně vektorový součet:



Obr. 32 Vektorový součet napětí v sériovém obvodu RC
(vektor napětí kondenzátoru má opačný směr než
v předchozím případě, neboť u ideálního kondenzátoru
předbíhá proud o 90° napětí)

$$\frac{1}{Z^2} = \frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2} \quad \frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_C^2}} \quad \frac{1}{Z^2} = \frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2} \quad \frac{1}{Z} = \sqrt{\frac{1}{R^2} + \frac{1}{X_L^2}}$$

Bude-li v obvodu zapojena v sérii kombinace LC (obr. 33), je napětí na cívce o 90° před proudem a na kondenzátoru zase o 90° za proudem. Výsledkem je tedy fázový rozdíl $2 \times 90^\circ = 180^\circ$, vektory napětí jsou tak na jedné ose a mohou být sečítány algebraicky, tzn. jako prostý rozdíl.



Obr. 33. Sériové zapojení kombinace LC v obvodu střídavého proudu, vektorový součet napětí a reaktancí

Napětí U_L je větší než U_C , proto bude výsledný rozdíl

$$U = U_L - U_C$$

a podobně pro impedanci

$$Z = X_L - X_C$$

Pro paralelní kombinaci LC bude platit

$$\frac{1}{Z} = \frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}$$

Výkon střídavého proudu

Má-li střídavé napětí sinusový průběh, pak proud, který protéká rezistorem (vařičem, žehličkou, žárovkou), má také sinusový průběh a je v každém okamžiku ve fázi s napětím. Výkon střídavého proudu v tomto případě bude dán součinem efektivních hodnot proudu a napětí, tj.:

$$P = U_{\text{ef}} \cdot I_{\text{ef}} \quad [W; V, A],$$

kde P = skutečný (činný) výkon stříd. proudu na činné (ohmické) zátěži (rezistoru),

U_{ef} = efektivní hodnota střídavého napětí,

I_{ef} = efektivní hodnota střídavého proudu.

Znovu je nutno zdůraznit, že toto platí u rezistoru (činné zátěže), tzn. u zátěže bez indukčnosti a kapacity. Zátěže, kde v každém okamžiku jsou napětí a proud ve fázi (napětí je maximální nebo minimální ve stejném okamžiku jako proud). V případě, že je odpor zatížen impedancí (kapacita nebo indukčnost způsobují fázový posuv mezi proudem a napětím), výše uvedený vztah pro určení výkonu neplatí.

Průtokem střídavého proudu cívkou s ideální indukčností vzniká proměnlivý magnetický tok, který elektromagnetickou indukci vyvolá na cívce napětí. Toto napětí má však opačnou polaritu než napětí přivedené ze zdroje. Cívka se tedy stane po určitý čas zdrojem elektric-

ké energie a vrátí do zdroje předtím odebranou energii, potřebnou na vytvoření magnetického pole. Ideální cívka tak vlastně žádnou energii nepotřebuje. Odebere ze zdroje jen tzv. jalový výkon.

Podobně i u ideálního kondenzátoru nevzniká činný výkon, neboť kondenzátor tuto energii nespotebňuje. Kondenzátor se nabije a v následující půlperiodě zase vybijí. I zde jde jen o výkon jalový (propůjčený). Činný výkon, tj. výkon, který by něco ohřál či podobně, je roven nule.

Při obecné zátěži (kombinaci rezistoru a kondenzátoru nebo rezistoru a cívky) odevzdá zdroj střídavého proudu do takovéto zátěže výkon činný, tj. ten, který vytvoří teplo, a také výkon jalový. Činný výkon střídavého proudu je dán vztahem:

$$P_C = U_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \cos j \quad [W; V, A],$$

kde $\cos j$ = účinník a jeho velikost závisí na velikosti činného a zdánlivého odporu v obvodu. Jednotkou činného výkonu je watt.

Jalový výkon je dán vztahem:

$$P_j = U_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \sin j \quad [VAR; V, A],$$

kde jednotkou je jeden voltampér reaktanční (VAR) a velikost $\sin j$ odpovídá poměru zdánlivého a činného odporu v obvodu.

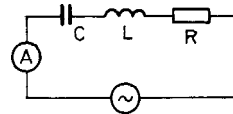
2. ZÁKLADY RÁDIOVÉHO PŘENOSU

Rezonance

Uvažujme sériovou kombinaci rezistoru, kondenzátoru a cívky v obvodu střídavého proudu (viz obr. 34). V sérii s jednotlivými prvky je ještě zapojen měřicí přístroj pro měření celkového proudu obvodem. U zdroje můžeme měnit kmitočet.

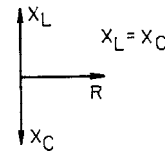
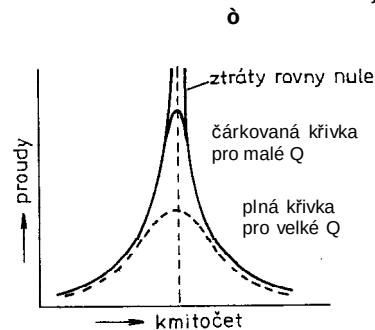
Je zřejmé, že při změně kmitočtu se bude měnit také proud obvodem. Ten totiž podle Ohmova zákona závisí na impedanci obvodu ($I = U/Z$) a impedance zase na kmitočtu.

Obr. 34. Sériový rezonanční obvod, kde rezistor R představuje činný odpor cívky



Budeme-li závislost proudu v obvodu a kmitočtu zdroje vynášet do grafu, zjistíme, že při jistém kmitočtu, kterému říkáme rezonanční, je proud v obvodu maximální (impedance obvodu tedy minimální). Při tomto kmitočtu je indukční reaktance cívky stejně velká jako kapacitní reaktance kondenzátoru ($X_L = X_C$). Jejich algebraický součet je tedy roven nule (vzájemně se vyruší) a impedanci obvodu tvoří jen činný (ohmický) odpor R , který určuje proud v obvodu.

Obr. 35. Průběh proudu sériového LC obvodu v závislosti na kmitočtu a činiteli jakosti



Obr. 36. Indukční a kapacitní reaktance se při rezonanci vyruší a v obvodu zůstává jen činný odpor

Stavu, kdy indukční a kapacitní reaktance jsou si rovny, říkáme rezonance. Rezonanční kmitočet určíme z uvedené rovnosti reaktancí, kdy

$$X_L = X_C \rightarrow 2\pi f \cdot L = \frac{1}{2\pi f \cdot C} ,$$

z čehož matematickou úpravou dostaneme Thompsonův vzorec pro určení rezonančního kmitočtu:

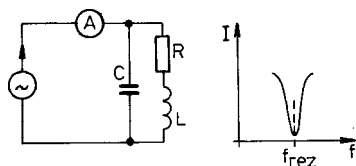
$$f_{\text{rez}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad [\text{Hz}; \text{H}, \text{F}]$$

V praxi se však používá tento vztah ve tvaru:

$$f_{\text{rez}} = \sqrt{\frac{25330}{LC}} \quad [\text{MHz}; \mu\text{H}, \text{pF}]$$

Sériový rezonanční obvod je tedy při rezonanci charakterizován velmi malým, čistě reálným odporem. Při vyšších kmitočtech, než je rezonanční, převládá indukční charakter nad kapacitním, tj. obvod se chová jako impedance indukčního rázu. Při kmitočtech nižších, než je rezonanční, převládá kapacitní charakter impedance obvodu.

Analogicky pro ideální paralelní rezonanční obvod bude platit, že se při rezonanci chová jako nekonečně velký odpor. Při kmitočtech nižších jeví se jako indukčnost a při kmitočtech vyšších, než je rezonanční, jeví se jako kapacita.



Obr. 37. Paralelní rezonanční obvod a závislost proudu protékajícího tímto obvodem na kmitočtu

Tyto všechny poznatky vyplývají také z vektorových diagramů paralelních a sériových rezonančních obvodů.

Tvar rezonanční křivky ve všech případech závisí na jakosti obvodu Q (tzn. do jaké míry se změní impedance při rozladění od rezonance).

Oba tyto obvody, zvané rezonanční, mají v radiotechnice velký význam. Sériových rezonančních obvodů se používá jako odlaďovačů. Pro rušivý kmitočet je obvod nalaďen do rezonance a svým malým odporem tak představuje prakticky zkrat pro nežádoucí kmitočet. Pro ostatní kmitočty je jeho impedance několikanásobně větší. Paralelní rezonanční obvod se používá příkladně na vstupu přijímače, kde při rezonančním kmitočtu má největší impedanci a to znamená i největší napětí od stanice, na jejíž kmitočet je nalaďen. Kromě toho jsou rezonanční obvody základem většiny kmitavých obvodů oscilátorů, tj. zdrojů elektromagnetických kmitů.

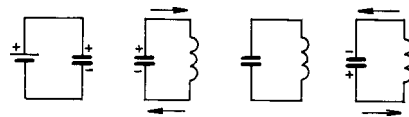
Kmitavý obvod

Představme si paralelní rezonanční obvod, jehož kondenzátor v první fázi nabijeme z pomocného zdroje na určité napětí. Zdroj pak odpojíme a nabitý kondenzátor připojíme paralelně k cívkě. Náboj kondenzátoru se bude přes cívkou vybíjet a napětí na jeho deskách postupně klesá, až se úplně vybije. Současně průtokem tohoto vybíjecího proudu cívkou vzniká elektromagnetické pole a cívka v ní vzniklým napětím nabíjí kondenzátor s opačnou

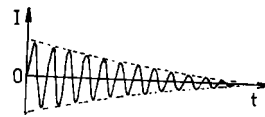
polaritou. Energie elektromagnetického pole klesá, ale stoupá napětí na kondenzátoru, dokud mu cívka neodevzdá veškerou energii. Takto proud v obvodu neustále mění směr, až vlivem ztrát na odporu cívky a v dielektriku kondenzátoru se veškerá energie vyčerpá - změní se v teplo. V obvodu vznikl proud, který neustále měnil směr, tj. proud střídavý. Obvod kmital, oscilloval. Kmity však trvaly jen omezenou dobu, jejich amplituda se vlivem ztrát v obvodu snižuje, až kmity zcela zaniknou. Těmto kmitům říkáme kmity tlumené. V radiotechnice však využíváme hlavně kmity netlumené, jejichž amplituda je stálá.

Netlumené kmity získáme, když kmitavý obvod upravíme tak, že pravidelně doplňujeme z nějakého aktivního členu elektrickou energii. Takto upravenému obvodu pak říkáme oscilátor.

Kmitočet tlumených i netlumených kmitů je dán vždy rezonančním kmitočtem kmitavého obvodu.



Obr. 38. Vznik tlumených kmitů



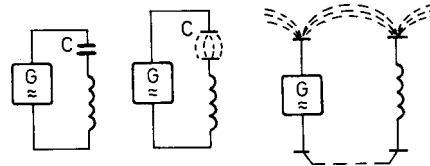
Obr. 39. Tlumené kmity

Zesílením netlumených kmitů z oscilátoru a jejich navázáním na kmitavý obvod, který symbolicky oddělením kondenzátorových desek otevřeme, získáme tzv. „otevřený kmitavý obvod“. Vf napětí na tomto obvodu se pochopitelně objeví současně také na kondenzátoru jako jeho součásti. Mezi deskami kondenzátoru tak vznikne střídavé elektrické pole, které pochopitelně vyvolá vysokofrekvenční proud dielektrikem a tím celým obvodem. Jak víme z předchozího, průtokem elektrického proudu vzniká vždy magnetické pole, jehož siločáry jsou kolmé na směr proudu. V okolí otevřeného kmitavého okruhu vzniká tzv. elektromagnetické pole, jehož obě složky, elektrické a magnetické pole, jsou na sebe vzájemně kolmé.

V každém bodě okolního prostoru tak můžeme naměřit vektor intenzity elektrického pole E (měří se ve voltech na metr - V/m) a na něj kolmý vektor magnetického pole H (A/m).

Toto elektromagnetické pole nazýváme elektromagnetické vlnění a dipól, který vznikl otevřením kmitavého obvodu a který vysílá elektromagnetické vlny do prostoru, vysílací anténou. Elektromagnetickým vlnám stačí pak už jen nějakým způsobem vtisknout potřebnou informaci (buď ve formě telegrafních značek nebo modulací hovorového spektra) a můžeme při vhodné volbě délky vlny přenášet zprávy rádiem na různé vzdálenosti.

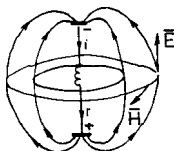
Ve výjimečných případech, kdy je elektrické pole nežádoucí (mezifrekvenční obvody přijímače apod.), stačí příslušné obvody stínit vodivým materiálem, který nemusí být feromagnetický.



Obr. 40. Vznik otevřeného kmitavého obvodu s anténou

Jestliže se elektromagnetické vlnění šíří prostorem tak, že vektory elektrického a magnetického pole jsou na sebe stále kolmé, říkáme, že elektromagnetická vlna má lineární polarizaci. V případě, že se oba vektory otáčejí kolem osy dané směrem šíření, mluvíme o elektromagnetickém vlnění s kruhovou polarizací.

Pokud při lineární polarizaci je vektor elektrického pole stále v rovině kolmé k zemskému povrchu, jedná se o vertikální polarizaci. A je-li vektor elektrického pole stále rovnoběžný se zemským povrchem, mluvíme o polarizaci horizontální.



Obr. 41. Princip vzniku elektromagnetického pole

Délka vlny

Rádiové vlny dělíme podle kmitočtu či délky vlny na dlouhé, střední, krátké, velmi krátké a ultrakrátké. Každá z těchto vln se šíří prostorem jiným způsobem, na jiné vzdálenosti a platí pro ně jiné zákonitosti. Prostorem se rádiové vlny šíří rychlostí světla, což je přibližně 300 000 km/s.

Kromě kmitočtu se uvádí často i délka vlny. Je to vzdálenost, o jakou postoupí elektromagnetická vlna za jeden kmit. Délku vlny označujeme řeckým písmenem λ (lambda) a platí:

$$\lambda = c \cdot T = \frac{c}{f},$$

kde λ = délka vlny [m],

c = rychlost šíření elektromagnetických vln
(pro vakuum a vzduch je to přibližně $3 \cdot 10^8$ m/s),

T = doba periody [s]

f = kmitočet [Hz].

V radioamatérské praxi se většinou používá tento vztah ve tvaru:

$$\lambda = \frac{300}{f} \quad [\text{m}; \text{MHz}].$$

Princip rádiového přenosu

Nízkofrekvenční signál, tj. signál slyšitelný lidským uchem, snadno přeměníme mikrofonem na elektrické napětí. Toto napětí lze pochopitelně patřičně zesílit napětově či výkonově a pomocí reproduktoru převést zpět na slyšitelný zvuk. V každém případě lze však tento zvukový signál z reproduktorů šířit tak na stovky metrů. Dále jen na úkor srozumitelnosti, zejména vlivem odrazů. To známe ze sportovních stadiónů, nádraží či místních rozhlasů.

Účinně se šířit prostorem je schopna pouze vysokofrekvenční elektromagnetická vlna, tj. vlnění s podstatně vyšším kmitočtem, než je hovorové spektrum. Proto v praxi, při rádiovém přenosu, jsou základem vysokofrekvenční kmity, které patřičně zesílíme. Těmto kmitům říkáme nosný kmitočet, neboť skutečně slouží jen jako nosič. Jsou pak dále ovlivňovány (modulovány) slyšitelným nízkofrekvenčním signálem z mikrofону a přivedeny z vysílače do antény, která zajistí jejich rozšíření do okolního prostoru.

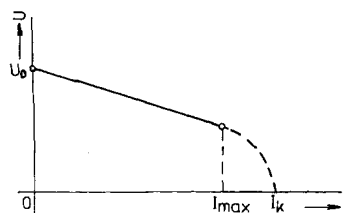
Na druhé straně sdělovací cesty je modulovaná nosná vlna zachycena přijímací anténou, v přijímači je pak pomocí jednoho nebo několika rezonančních obvodů vybrán signál požadovaného kmitočtu, který je dále zesílen a detekován (detekce je oddělení nízkofrekvenčního hovorového spektra od vysokofrekvenční nosné vlny). V dalším stupni je už získaný nízkofrekvenční signál jen zesílen a reproduktorem převeden na slyšitelný.

O tom, jakými způsoby lze ovlivnit nosnou hovorovým spektrem (modulovat), bude podrobnější zmínka až v dalších kapitolách, neboť druhů modulace je několik. Nehledě k tomu, že v neposlední řadě lze informace přenášet také tak, že nosnou vlnu přerušujeme v rytmu telegrafních značek.

3. ZDROJE ELEKTRICKÉ ENERGIE PRO NAPÁJENÍ RÁDIOVÝCH ZAŘÍZENÍ

Základní vlastnosti jakéhokoliv zdroje elektrické energie vyplývají z průběhu jeho zatěžovací charakteristiky. Ta udává, jak závisí svorkové napětí zdroje na odebíraném proudu. Napětí, které dává zdroj bez zátěže (naprázdno), označujeme zpravidla jako elektromotorické napětí. S rostoucím zatěžovacím proudem svorkové napětí klesá až po maximální proud, který je možno ze zdroje odebírat. Průběh zatěžovací charakteristiky by měl být alespoň v pracovní oblasti pokud možno přímkový.

Obr. 42. Průběh zatěžovací charakteristiky zdroje



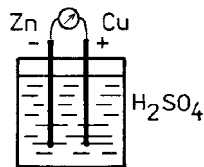
Každý zdroj má jistý vnitřní odpor. Na jeho velikosti závisí zatěžovací charakteristika. Čím rychleji klesá napětí zdroje při rostoucím zatížení, tím větší je jeho vnitřní odpor. Zdrojům s malým vnitřním odporem (tzn. s pozvolna klesající zatěžovací charakteristikou) říkáme „tvrdé zdroje“. Ty jsou zpravidla nejvýhodnější. Zatěžovací charakteristiku a tím i vnitřní odpor zdroje lze v omezené oblasti pracovního napětí a proudu vylepšit stabilizací napětí.

Každé rádiové zařízení obsahující aktivní prvky potřebuje pro svoji činnost zdroj elektrické energie. V radioamatérské praxi používáme zpravidla některý z těchto tří:

- chemické zdroje,
- elektrické agregáty,
- elektrorozvodná síť.

Chemické zdroje elektrické energie

Zde je nutno v první řadě zdůraznit, že tyto zdroje, měnící energii chemickou na elektrickou, jsou výhradně zdrojem stejnosměrného proudu. Dělíme je na primární, tj. ty, které lze využívat jen do jejich vyčerpání (galvanické články), a na sekundární, které po vyčerpání lze znovu nabít z pomocného zdroje a uvést tak do původního stavu.



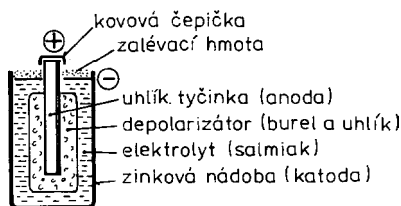
Obr. 43. Voltův galvanický článek

Nejstarším z primárních chemických zdrojů je galvanický článek Voltův. Skládá se ze zinkové a měděné elektrody ponořené do zředěné kyseliny sírové. Chemickými procesy vzniká mezi elektrodami a elektrolytem potenciální rozdíl a na elektrodách naměříme napětí

asi jeden volt. Při chemickém procesu se elektrody postupně rozpouštějí, až se elektrolyt nasatí a článek je vybit.

Tyto galvanické články s tekutým elektrolytem (mokré) se už prakticky nepoužívají a patří historii. Dnes jsou běžné články s elektrolytem v podobě roslu (suché články).

Konstrukční uspořádání nejpoužívanějšího suchého burelozinkového článku je uvedeno na obr. 44. Obal tvoří zinková nádoba, která je současně zápornou elektrodou. V nádobě je zahustěný roztok salmiaku. Kladnou elektrodou je uhlík. Depolarizátorem (přivádí kyslík k povrchu kladné elektrody) je burel. Napětí takového článku je 1,5 V.



Obr. 44. Konstrukční uspořádání suchého článku

Při vybíjení napětí článku klesá. Pokud klesne na 0,9 až 0,8 V, považujeme jej za vybitý. Články tohoto druhu se při skladování vybíjejí samovolně, a proto mají krátkou záruční dobu použití.

Z praxe známe podle provedení zejména:

- tužkový článek (1,5 V),
- monočlánek (1,5 V),
- plochá baterie (4,5 V),
- destičková baterie (9 V).

Běžně je v prodeji celá řada druhů suchých galvanických článků, které se liší provedením, maximálním proudem, životností a hlavně cenou.

Příkladem sekundárního elektrochemického zdroje elektrické energie je akumulátor. Aby měl akumulátor napětí, musíme jej nejdříve nabít z pomocného zdroje - nabíječe. Nabíjením se v něm mění elektrická energie na chemickou. Při vybíjení naopak. Schopnost hromadit elektrickou energii, tedy akumulační schopnost, se vyjadřuje kapacitou akumulátoru. Ta je dána součinem vybíjecího proudu a počtu hodin, po které je akumulátor vybíjen.

$$K = I_v \cdot t$$

kde K = kapacita akumulátoru v ampérhodinách (Ah),

I_v = vybíjecí proud v ampérech,

t = doba vybíjení v hodinách.

Příkladně akumulátor, který má kapacitu $K = 36$ Ah, můžeme vybit buď proudem $I_v = 3,6$ A po dobu $t = 10$ h ($3,6$ A $\cdot$ 10 h = 36 Ah), nebo proudem $I_v = 1,8$ A po dobu $t = 20$ h ($1,8$ A $\cdot$ 20 h = 36 Ah) atd. Obráceně, uvádí-li výrobce u akumulátoru s kapacitou 120 Ah maximální nabíjecí proud $0,1$ kapacity, pak bude maximální nabíjecí proud $120 \cdot 0,1 = 12$ A.

Díky motorismu dosáhly největšího rozšíření akumulátory kyselinové s olověnými deskami (elektrolytem je zředěná kyselina sírová). Jejich výhodou je poměrně velké napětí na článek (2 V) a hlavně jejich malý vnitřní odpor, tzn., že jsou schopny krátkodobě dodat

velký proud (důležité při startování spalovacích motorů). Nevýhodou je jejich velká hmotnost, malá mechanická odolnost, samovolné vybíjení a hlavně skutečnost, že zůstane-li tento akumulátor ve vybitém stavu, zkracuje to značně jeho dobu života. Tyto akumulátory se nabíjejí zpravidla proudem rovným desetíně jeho kapacity nebo proudem menším.

Ve snaze dosáhnout delší trvanlivosti byla vyvinuta celá řada alkalických akumulátorů, kde elektrolytem je louh draselný nebo louh sodný. Jsou to zejména akumulátory niklokadmiové, oceloniklové, stříbrozinkové atd. Tyto akumulátory mají menší napětí na článek (1,3 až 1,5 V), ale snesou horší zacházení i mráz bez poškození a jejich životnost je pětikrát větší než akumulátorů olověných.

U všech akumulátorů je nutno dbát, aby desky byly neustále více než 10 mm pod hladinou elektrolytu (podle potřeby dolévat destilovanou vodu). Při nabíjení je nutno otevřít plnicí otvory, aby mohl unikat vznikající plyn a v souvislosti se vznikem a únikem těchto plynů se musíme také vyvarovat manipulace s otevřeným ohněm, zejména v konečné fázi nabíjení. Ve všech případech je nutno respektovat pokyny výrobce, hlavně pokud se týká skladování, hustoty elektrolytu či maximálního nabíjecího proudu.

V poslední době se značně rozšířilo používání některých akumulátorů v těsném provedení. Jejich obsluha je pochopitelně značně jednodušší a hlavně není třeba kontrolovat pravidelně stav elektrolytu. Hlavně v menším provedení pro přenosná zařízení jsou nejpoužívanější články niklokadmiové (NiCd). Obsahují však velké množství kadmia, které tvoří zápornou elektrodu, a jsou proto silně toxické. V budoucnu se počítá s jejich náhradou články niklohydridovými, které jsou z ekologického hlediska nezávadné. U NiCd akumulátorů je elektrolyt nasáklý v aktivní hmotě elektrod a pórech separátoru. V článku není tedy žádný tekutý elektrolyt ani prostor pro volné plyny. Elektrody jsou v alkalickém roztoku nerozpustné ve kterékoliv fázi pracovního cyklu. Chemické reakce nepůsobí úbytek aktivní hmoty elektrod, což značně prodlužuje životnost. Pokud články nenabíjíme nebo nevybíjíme velkými proudy, garantují výrobci 500 až 1000 cyklů. Z toho důvodu i přes značnou cenu je jejich využití, zejména u často používaných zařízení, hospodárnější než používání suchých primárních článků. Vyrábějí se ve všech běžných provedeních (monočlánek velký a malý, tužkové, 9 V atd.) a dokonce i hranaté.

Akumulátory nebo i suché primární články lze spojit do série, pokud potřebujeme větší napětí. Paralelně zase tam, kde je třeba při stejném napětí zvětšit kapacitu, ale to za předpokladu minimálně stejného napětí a kapacity. Nikdy nekombinujeme akumulátory s primárními články nebo akumulátory různého stáří a kapacity. Nejsou-li akumulátory stejné kvalitou a některý je dříve vybit, pak při vzájemném spojení s ostatními se poškozuje ty lepší.

Elektrické agregáty

Elektrický agregát je vlastně spalovací motor, který pohání mechanicky spřažený alternátor (při výrobě střídavého proudu) nebo dynamo (při výrobě stejnosměrného proudu). Nejvýhodnější jsou alternátory dodávající střídavé napětí 220 V/50 Hz odpovídajícího výkonu. Tato zařízení jsou však jak pořízovací cenou, tak provozem drahá a používají se proto jen výjimečně.

Elektrorozvodná síť

Elektrorozvodná síť je základním a nejrozšířenějším zdrojem elektrické energie pro napájení rádiových zařízení. U nás dodává obvykle napětí 230 V/50 Hz nebo v třífázové soustavě 3x400 V.

Radiotechnická zařízení však pro svůj provoz vyžadují rozličná napětí a proudy, a proto

se elektrická energie rozvodné sítě patřičně upravuje v napájecím zdroji.

Napájecí zdroj sestává z těchto základních částí:

- síťový transformátor,
- usměrňovač,
- filtr,
- stabilizátor napětí.

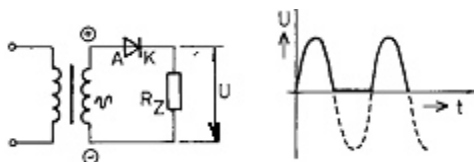
a) Síťový transformátor

Síťový transformátor slouží jednak k oddělení radiotechnického zařízení od rozvodné soustavy a jednak k transformaci, tj. snížení či zvýšení napětí. Podrobněji je o této části napájecího zdroje pojednáno v kapitole „Transformátory“.

b) Usměrňovač

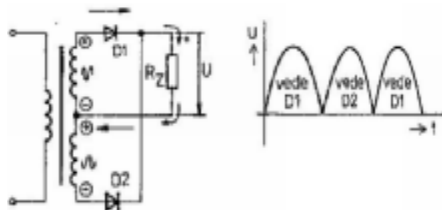
Usměrňovač, který následuje za síťovým transformátorem, slouží k přeměně střídavého napětí na stejnosměrné, většinou tepavého průběhu. Dnes už se v usměrňovačích využívá jen usměrňovacího efektu polovodičových diod. Dioda je totiž součástka, která vede elektrický proud jen v tom případě, že je její anoda kladnější než katoda. V opačném případě proud nevede.

Nejjednodušší je usměrňovač jednocestný (viz obr. 45). Při kladné půlperiodě sinusového napětí transformátoru (jak je vyznačeno na obou koncích sekundárního vinutí) je anoda kladná a katoda záporná (minus z druhého konce transformátoru přes R_z na katodu) tzn., že dioda vede. Na zatěžovacím rezistoru R_z se objeví napětí, které má stejný průběh jako střídavé napětí na anodě diody, ale jen pokud trvá kladná půlperioda sinusovky. Při záporné půlperiodě (opačné polaritě, než je uvedeno na obrázku) dioda nevede, neboť anoda je záporná a katoda kladná. Diodou tedy neteče žádný proud a na R_z nebude napětí.



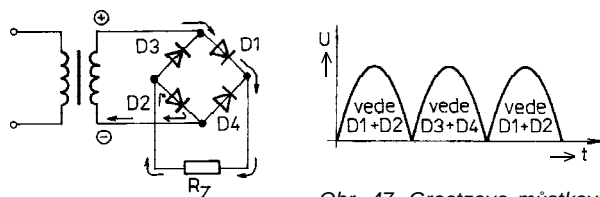
Obr. 45. Zapojení jednocestného usměrňovače a průběh usměrněného napětí na R_z

Dvoucestné usměrňovače mají tu výhodu, že usměrní obě půlvlny. Zapojení uvedené na obr. 46 má na sekundární straně transformátoru dvě stejná vinutí a každé z těchto vinutí má svoji diodu. Diody pracují do společné zátěže R_z . Při kladné půlvlně (polarita je taková, jak je vyznačeno na obr. 46) vede dioda D1, neboť její anoda je kladná a katoda záporná (minus zase z druhého konce sekundárního vinutí-středu, přes R_z na katodu). Dioda D2 nevede, neboť její anoda je záporná a katoda kladná. V následující půlperiodě sinusovky bude polarita na vývodech sekundárního vinutí transformátoru opačná, a tak dioda D1 nevede a D2 vede. Výsledný průběh napětí na R_z je uveden na stejném obrázku.



Obr. 46. Dvoucestný usměrňovač s dvojím sekundárním vinutím transformátoru a tvar usměrněného napětí na R_z

Jinou variantou dvoucestného usměrňovače je tzv. Graetzovo zapojení. V tomto případě vystačíme jen s jedním vinutím transformátoru, ale jsou potřeba čtyři diody. Výsledný průběh usměrněného napětí na zátěži je stejný jako v předchozím případě. Při kladné půlvlně (polarita napětí na sekundárním vinutí je taková, jak je vyznačeno na obrázku) vede D1 a D2. Tyto diody jsou ve vodivém stavu v obvodu „horní část sekundárního vinutí transformátoru, dioda D1, R_Z , D2 a druhý konec sekundárního vinutí“. Diody D3 a D4 nevedou. V následující půlperiodě, kdy bude polarita opačná, než je uvedeno na obrázku, povedou zase diody D3 a D4.



Obr. 47. Graetzovo můstkové zapojení dvoucestného usměrňovače a průběh výstupního napětí

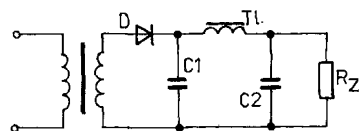
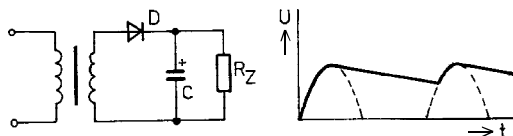
Které z uvedených zapojení dvoucestného usměrňovače zvolíme, záleží jen na použitém transformátoru. Při poměrně nízké ceně polovodičových diod je výhodnější použít můstkové zapojení.

c) Filtrace

Získané pulzující napětí není možno bez další úpravy použít. Způsobuje velmi silný brum, a proto je třeba průběh napětí „vyhladit“, aby poklesy napětí byly co nejmenší. K tomu účelu se na výstup usměrňovače připojuje filtr. Ve většině případů je tvořen elektrolytickými kondenzátory velké kapacity. V čase, kdy usměrňovací dioda vede, nabíjí se kondenzátor až na maximální napětí a drží pak náboj po dobu, kdy napětí z usměrňovače klesá. Usměrněný a vyfiltrovaný proud má pak tvar znázorněný na obr. 48. Z obrázku je patrné, že je snazší filtrovat napětí z dvoucestného usměrňovače, než z usměrňovače jednocestného. Zvlnění pochopitelně vždy nějaké zůstává, je však tím menší, čím větší je kapacita kondenzátorů a čím menší je proud zátěží. Často nestačí na filtraci jen kondenzátor a filtr je doplňován tlumivkou, případně dalším kondenzátorem (filtrační II článek).

Lepší filtrace je nutná zejména tam, kde zesilujeme malá napětí nebo proudy.

Obr. 48. Filtrace jednocestného usměrňovače filtračním kondenzátorem a výsledný průběh napětí

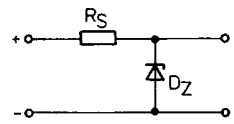
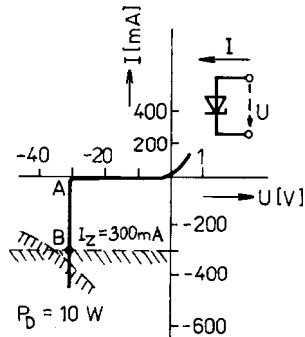


Obr. 49. Filtrace P článkem se dvěma kondenzátory a filtrační tlumivkou

d) Stabilizace napětí

V některých případech (příkladně u oscilátorů) vadí, že napětí ze zdroje kolísá v závislosti na odebíraném proudu. Z toho důvodu za filtrem nezřídka následuje ještě stabilizátor napětí.

Obr. 50. Voltampérová charakteristika Zenerovy diody a její schematická značka



Obr. 51. Zenerova dioda jako stabilizátor napětí

Dříve byly pro tyto účely využívány doutnavkové stabilizátory plněné plynem. Jejich zápalné napětí je však kolem 70 V a větší, proto jsou pro tranzistorové obvody téměř nepoužitelné. Dnes se pro stabilizaci stejnosměrných napětí používá speciální polovodičový prvek - Zenerova dioda. Ta se v propustném směru chová jako běžná plošná dioda. V nepropustném směru je závěrný proud několik mikroampér (tzn. dioda vlastně nevede) až do té doby, kdy dosáhne tzv. Zenerova napětí. Pak proud diodou prudce narůstá a jeho hodnotu je třeba omezit sériovým rezistorem R_S . V této oblasti i při poměrně velkých změnách proudu zůstává napětí na diodě konstantní, čehož se právě využívá ke stabilizaci nebo alespoň jako zdroje referenčního napětí (obr. 50 a 51).

Zenerovy diody se vyrábějí pro napětí od 2 V do stovek voltů. Tyto diody lze zapojovat do série a zvyšovat tak stabilizované napětí.

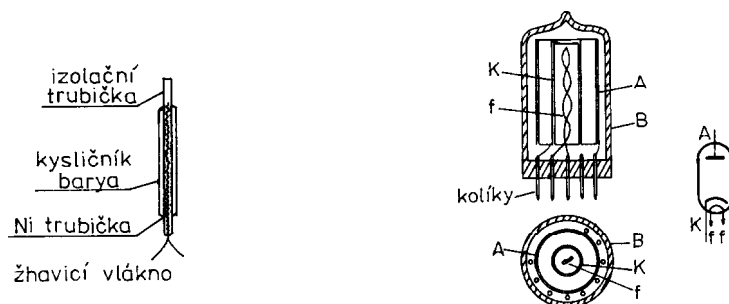
Pro lepší stabilizaci a větší proudy se vyrábějí integrované obvody výhradně s tímto určením. Umí stabilizovat proudy až do několika ampér. Většinou jsou odolné proti zkratu a často s možností nastavit velikost stabilizovaného napětí.

4. ELEKTRONKY

Princip elektronky je založen na vedení elektrického proudu mezi katodou, která elektrony emituje, a mezi anodou, která je přitahuje. Základem je tedy katoda, jejíž funkce spočívá v tom, že ohřátím kovového vlákna na určitou teplotu urychlíme pohyb elektronů natolik, že některé z nich jsou schopny tuto katodu opustit (vystřelují do okolního prostoru) - emitovat. Tomuto jevu říkáme termická emise.

Katoda se ohřívá průtokem elektrického proudu žhavicím vláknem. Je-li katodou přímo žhavené vlákno (většinou z thoriovaného wolframu), mluvíme o přímo žhavené katodě. Taková katoda se využívá jen u větších vysílačích a tzv. bateriových elektronek. U malých elektronek bývá katoda nepřímo žhavená. V praxi je to provedeno tak, že na vlastní žhavicí vlákno je navléknuta izolovaná niklová trubička s vrstvou látek, jež snadno emitují elektrony už při nižší teplotě vlákna. Emitující látky (zpravidla kysličníky barya) jsou tedy ohřívány nepřímo přes izolační vložku. Nepřímo žhavené katody se používá z toho důvodu, že se u tohoto provedení daleko méně projeví brum vznikající žhavením vlákna střídavým proudem.

Obr. 53. Zjednodušený řez diodou a schematická značka vakuové diody: f - žhavicí vlákno, K - katoda, A - anoda, B - skleněná baňka

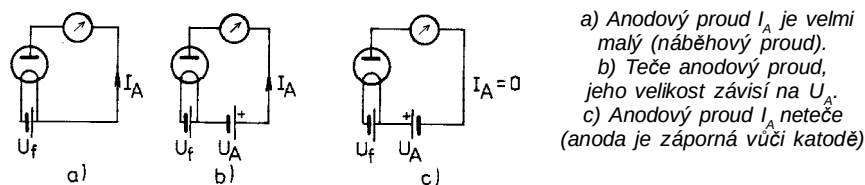


Obr. 52. Nepřímo žhavená katoda

Nejjednodušší elektronkou je dioda. Má jen dvě elektrody, katodu (žhavenou) a anodu, která je tvořena kovovým válečkem blízko katody. Celek je uzavřen zpravidla do skleněné baňky s vyčerpaným vzduchem.

Spojíme-li u diody anodu s katodou přes citlivý měřicí přístroj a katoda nebude nažhavaná, nepoteče diodou žádný proud. Výchylka měřicího přístroje bude nulová. Po nažhavení katody začne obvodem protékat nepatrný proud (obr. 54a), kterému říkáme náběhový. Je způsoben nepatrným množstvím elektronů emitovaných katodou, které bez pomoci kladného napětí dosáhly anody. Připojíme-li u nažhavané diody na anodu kladné napětí vůči katodě (obr. 54b), bude kladně polarizovaná anoda přitahovat záporné elektrony emitované katodou. Diodou a tím i celým obvodem protéká podstatně větší proud, kterému říkáme anodový. Jeho velikost závisí na velikosti anodového napětí.

Obr. 54. Princip usměrňovacího efektu vakuové diody:

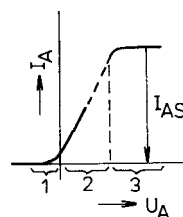


Připojíme-li u žhavené diody na anodu takové napětí, že je anoda záporná a katoda kladná, nepoteče obvodem žádný proud. Záporná anoda svým potenciálem odpuzuje záporné elektrony a vrací je zpět ke katodě (obr. 54c).

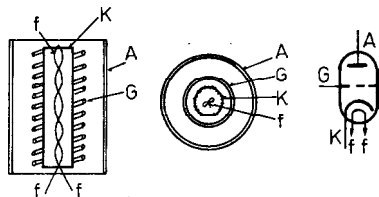
Diodou tedy teče proud, pokud je její anoda kladnější než katoda. V opačném případě (pokud je anoda záporná proti katodě) proud neteče. Tohoto jevu se v praxi využívá k usměrnění střídavého proudu.

Grafickému znázornění závislosti proudu na anodovém napětí říkáme charakteristika diody (obr. 55). V její oblasti 3 vzniká tzv. nasycený stav, kdy už všechny elektrony emitované katodou dosáhly anody. Oblast 1 je oblastí náběhového proudu.

Obr. 55. Charakteristika vakuové diody



Trioda je elektronka se třemi elektrodami. Vzniká vložením další elektrody, zvané mřížka, mezi katodu a anodu. Mřížka je tvořena šroubovicí z tenkého molybdenového drátku, umístěného v těsné blízkosti katody. Trioda má tři obvody: žhavicí, mřížkový a anodový.

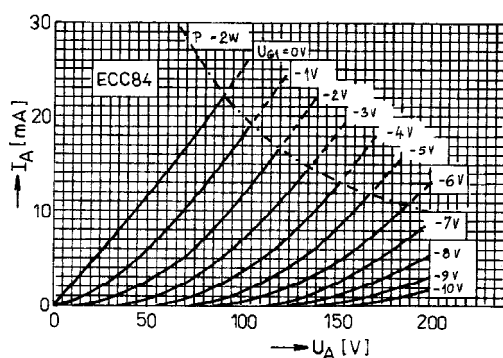


Obr. 56. Zjednodušený řez triodou a její schematická značka: f - žhavicí vlákno, K - katoda, G - mřížka, A - anoda

Napětí na mřížce triody je ve srovnání s anodovým napětím malé (jen několik voltů), přičemž anodové napětí je několik desítek nebo stovek voltů. I tak mřížkové napětí podstatně ovlivňuje velikost anodového proudu. Mřížka svým malým potenciálem vůči katodě urychluje nebo zpomaluje elektrony, které skrz ni procházejí k anodě, a určuje tak, jaké množství elektronů v daném okamžiku dopadne na anodu, tj. jaký poteče anodový proud. Malým napětím na mřížce se podstatně mění velikost anodového proudu. Trioda je schopna zesilovat napětí nebo výkon a je tedy aktivním prvkem.

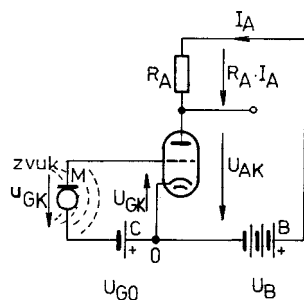
Závislost anodového proudu na napětí mřížky a anody se uvádí grafickou formou pomocí tzv. charakteristik elektronky. Ty jsou potřeba pro kompletní návrh zesilovače apod. Najdeme je v katalogu nebo je musíme změřit. Pro rychlé posouzení elektronky je zaveden pojem strmost. Ten udává, o kolik miliampérů vzroste anodový proud při změně mřížkového napětí o jeden volt (při stálém anodovém napětí).

$$S = \frac{\Delta I_A}{\Delta U_G} \quad [\text{mA}, \text{V}]$$



Obr. 57. Příklad charakteristik elektronky z katalogu výrobce

Základní zapojení zesilovacího stupně s triodou je uvedeno na obr. 58. Pomocným zdrojem v mřížkovém obvodu nastavíme klidový anodový proud. Malým střídavým napětím z mikrofonu, přivedeným na mřížku, měníme velikost anodového proudu a bude záležet jen na velikosti zatěžovacího rezistoru R_A a strmosti triody, jak velký bude úbytek napětí na R_A , tj. jak velké bude zesílení.



Obr. 58. Příklad základního zapojení zesilovacího stupně s triodou. Zesílený signál vzniká na pracovním anodovém rezistoru R_A

Trioda je tvořena soustavou tří elektrod, které se chovají jako kondenzátory a jejich kapacity mají rozhodující vliv na použitelnost triody zejména při vyšších kmitočtech. Jsou to kapacity mezi mřížkou a katodou, mřížkou a anodou a v neposlední řadě i mezi anodou a

katodou. Hlavně kapacita C_{GA} způsobuje nežádoucí vazbu mezi vstupním a výstupním obvodem, výsledkem čehož je nežádoucí rozkmitání zesilovače. Ke zmírnění tohoto vlivu je pak nutný neutralizační obvod.

U tetrody je tento vliv potlačen druhou mřížkou. Aby se zabránilo sekundární emisi elektronů z anody na druhou mřížku a tím nežádoucí změně charakteristik, přidává se mezi anodu a druhou mřížku ještě mřížka třetí. Ta je většinou spojena s katodou. Elektronka se čtyřmi elektrodami je tetroda, elektronka s pěti elektrodami je pentoda.

Dnes už se elektronek používá čím dál tím méně. Jen v koncových stupních vysílačů velkých výkonů. Jsou vytlačovány polovodičovými aktivními prvky - tranzistory. Termické emise se dosud využívá u klasických obrazovek.

Hlavní nevýhodou elektronek proti polovodičovým součástkám je nutnost žhavicího příkonu. Tím značně klesá účinnost zesilovacího stupně. Další nevýhodou je menší mechanická odolnost a krátká životnost.

5. POLOVODIČE

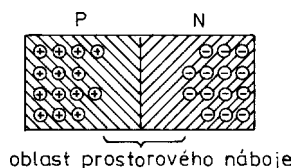
Vedle vodičů a izolantů existuje skupina látek, které nazýváme polovodiče. Ty se při velmi nízkých teplotách chovají jako dokonalé izolanty, ale při vyšších teplotách se jejich vodivost zvětšuje.

Další jejich důležitou vlastností je, že přidáme-li k prvku vlastního polovodiče vhodnou nečistotu, stává se vodivým. Přičemž nečistotou rozumíme prvek, který má ve své valenční sféře o jeden elektron více nebo méně než vlastní polovodič. Jako základ, tj. vlastní polovodič se nejvíce používá křemík nebo germanium se čtyřmi elektrony ve valenční sféře. Přidáme-li nečistotu ve formě prvku, který má ve valenční sféře pět elektronů (arzen), pak ve vazbě s vlastním polovodičem se projeví nadbytek elektronů, které způsobí vodivost typu N (negativní - elektronová). V případě, že nečistoty jsou atomy prvku se třemi valenčními elektrony (hliník, galium), pak ve vazbě s vlastním polovodičem elektrony chybějí; vznikají místo nich prázdné díry, kde chybí elektron a převládá tak kladný náboj. V tomto případě mluvíme o vodivosti typu P (pozitivní neboli děrová).

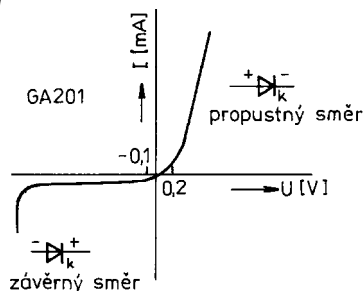
Polovodičová dioda

Styk dvou rozhraní o různé vodivosti se nazývá přechod PN či NP a vytváří základní polovodičovou součástku - polovodičovou diodu. Jak vypadá takový přechod bez připojeného vnějšího napětí, je patrné z obr. 59. V místě styku vzniká oblast tzv. prostorového náboje, kde nejsou žádné vodivé částice a odpovídá napětí asi 0,4 V u germania a 0,8 V u křemíku. Pokud připojíme na diodu napětí v propustném směru a to překročí hodnotu prahového náboje, je přechod zaplaven pohyblivými nosiči a dioda vede. Proud, který skrz ni prochází, závisí na velikosti připojeného napětí a zvětšuje se zhruba exponenciálně. (Viz voltampérová charakteristika na obr. 60.) Omezujícím parametrem v tomto případě je maximální možný trvalý proud diodou, který je dán její konstrukcí.

Obr. 59. Dioda (přechod PN) bez vnějšího napětí



Obr. 60. Voltampérová charakteristika germaniové diody



V nepropustném směru dioda nevede. Teče skrz ni jen nepatrný proud, kterému říkáme závěrný. Je v poměrně širokém rozsahu závěrného napětí stálý. Až při jistém napětí (napětí v nepropustném směru) dochází k průrazu a zničení diody. Maximální napětí v závěrném směru je tedy dalším omezujícím parametrem polovodičové diody. Omezujícím parametrem je také maximální ztrátový výkon. Při průchodu proudem diodou vzniká díky jejímu vnitřnímu odporu úbytek napětí a dioda se ohřívá. Při větších proudech je nutno ji chladit, abychom nepřekročili maximální povolenou teplotu přechodu.

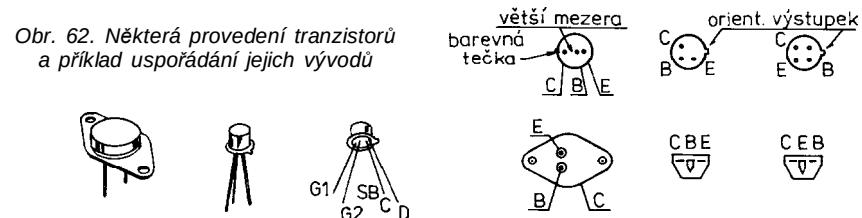
Maximální i charakteristické hodnoty najdeme vždy pro daný typ v katalogu výrobce.

Druhů polovodičových diod co do provedení a použití je celá řada. Stručně se zmíníme jen o těch základních.

Luminiscenční dioda - LED (Light Emitting Diode) je polovodičová dioda s jedním přechodem PN, u níž se uvolněná energie, vznikající při rekombinaci, vyžáří jako světlo. Při polarizaci napětí v propustném směru tato dioda svítí a její jas je přibližně úměrný procházejícímu proudu. Výhodou jsou poměrně rychlé odezvy na přerušení nebo zapnutí proudu a dlouhá životnost. Barva světla závisí na materiálu polovodiče a jeho dotování. Tyto diody se vyrábějí také jako zdroje infračerveného záření nebo v provedení se dvěma samostatně vyvedenými přechody, kde lze různým poměrem proudu dosáhnout různého zbarvení světla (od rudé přes žlutou k zelené apod.).



Bipolární tranzistor je aktivní polovodičová součástka sloužící k zesílení proudu, napětí nebo výkonu. Na tomto tzv. tranzistorovém efektu se podílejí obě vodivosti (elektronová i děrová), proto název bipolární tranzistor.

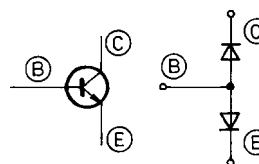
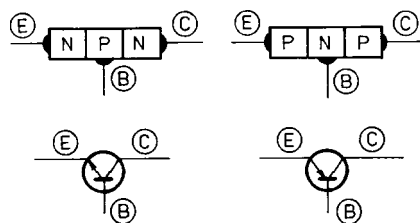


Co do vnějšího provedení existuje dnes mnoho variant od kovových válečků až po nejrůznější tvary z plastické hmoty. Tranzistory pro větší výkony se skládají zpravidla z kovové desky s krytem a montují se na vhodný chladič pro lepší odvod ztrátového tepla.

Každý tranzistor má tři základní vývody. U výkonových tranzistorů bývá zpravidla jeden z nich vyveden na kovové pouzdro. Jednotlivé vývody tranzistoru, kterým říkáme elektrody, označujeme B = báze, E = emitor a C = kolektor. Pokud má tranzistor čtyři vývody, značíme ten čtvrtý písmenem S a spojujeme jej zpravidla s kostrou přístroje jako stínění. Kam je která elektroda vyvedena, zjistíme z katalogu. Zapojení vývodů je vždy uváděno při pohledu na tranzistor zespoda.

V principu vzniká takový tranzistor spojením tří vodivostí v seskupení PNP nebo NPN, jak je uvedeno na obr. 63. Je tedy zřejmé, že existují dva typy bipolárního tranzistoru, a to NPN a PNP. Oba typy se liší jen obrácenou polaritou. Tranzistory NPN mají na kolektoru kladnou polaritu napájecího zdroje a na emitor je přivedena záporná polarita. U tranzistorů PNP je tomu obráceně.

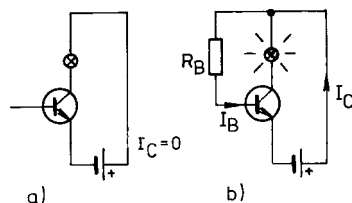
Obr. 63. Uspořádání přechodů bipolárního tranzistoru a jeho schematické značky



Obr. 64. Náhradní zapojení tranzistoru NPN

Na obr. 64 je uvedeno náhradní zapojení tranzistoru. Z něj vidíme, že tranzistor vlastně sestává ze dvou v sérii zapojených diod. Při jakékoliv polaritě napětí mezi kolektorem a emitorem je vždy jedna z nich nevodivá. Proto ani v zapojení na obr. 65, kde je tranzistor zapojen jako zesilovač proudu, kolektorovým obvodem žádný proud neteče. Přivedeme-li však na bázi malé napětí příslušné polaritě (obr. 65b), pak malý vstupní proud (I_B) otevírá přechod B/C a výstupním obvodem (kolektor - emitor) protéká podstatně větší proud, než je proud báze. Průtokem tohoto proudu se rozsvítí žárovčka zapojená jako kolektorový zatěžovací odpor. Pochopitelně všechna napětí musí mít odpovídající polaritu.

Nahradíme-li v uvedeném zapojení rezistor R_B nastavitelným nebo proměnným rezistorem, pak změnou jeho odporu můžeme regulovat proud kolektorem, tj. proud žárovčkou a tím i její svět.



Obr. 65. Tranzistor NPN jako zesilovač proudu

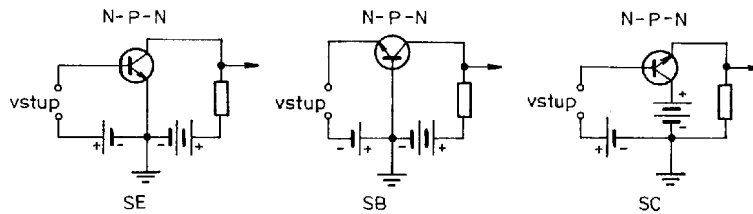
U tranzistoru se tak projevila schopnost zesílit proud, tranzistor je tedy aktivní součástí. Jeho zesílení závisí hlavně na proudovém zesilovacím činiteli, který je dán jeho konstrukcí.

Proudový zesilovací činitel tranzistoru udává, kolikrát se zvětší proud kolektoru při změně proudu báze. Např. zvětší-li se proud báze o 0,4 mA a vyvolá změnu proudu kolektoru o 20 mA, bude proudový zesilovací činitel

$$h_{21e} = \frac{20}{0,4} = 50$$

Je-li bipolární tranzistor zapojen jako zesilovač, je vždy jeden z jeho vývodů společný pro vstup i výstup. Podle toho rozeznáváme tři základní zapojení:

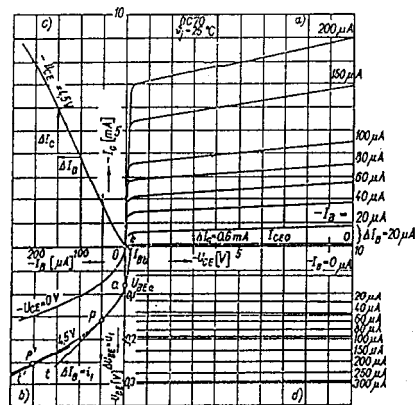
- se společným emitorem (SE),
- se společnou bází (SB),
- se společným kolektorem (SC).



Obr. 66. Tři základní zapojení bipolárního tranzistoru

Které z uvedených zapojení zvolíme, závisí na mnoha okolnostech. Nejpoužívanější je zapojení se společným emitorem. Má vhodný vstupní i výstupní odpor a také zesílení.

Obr. 67. Příklad soustavy charakteristik tranzistoru v zapojení SE

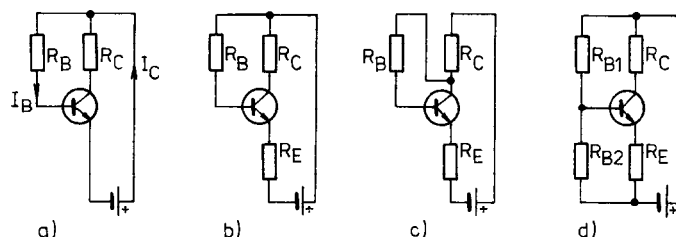


Základní charakteristické údaje tranzistoru pro výpočet zesilovače apod. najdeme v katalogu. Jsou to zejména napětí a proudy pro doporučený pracovní bod, proudový zesilovací činitel, mezní kmitočet atd. Důležitá je také velikost zbytkového proudu přechodu C/B v závěrném směru. Ten se mění jen nepatrně v závislosti na napětí. Výrazně se však mění se změnou teploty (zvýšením teploty o 10 °C se u germaniového tranzistoru změní I_{CBO} až na dvojnásobek). Křemíkové tranzistory mají tento proud menší než germaniové, ale i tak závislost parametrů na teplotě nás nutí zvolený a nastavený pracovní bod stabilizovat.

V katalogu také najdeme všechny maximálně přípustné proudy jednotlivými elektrodami a napětí přechodů jak v propustném, tak i v závěrném směru. Dále maximální kolektorovou ztrátu, teplotu přechodů apod. Podrobnější hodnoty stejnosměrné a jejich vzájemnou závislost najdeme v charakteristikách tranzistoru.

Správné nastavení pracovního bodu a jeho stabilizace jsou nutné zejména proto, aby bylo dosaženo potřebného zesílení při minimálním zkreslení výstupního signálu a aby toto zesílení bylo stabilní. Kromě toho je také nebezpečí, že neúměrným zvětšením proudu kolektorem by mohla být překročena maximální kolektorová ztráta a tranzistor by byl zničen.

Kolektorová ztráta tranzistoru je rozdíl mezi stejnosměrným příkonem tranzistoru z napájecího zdroje a odevzdaným užitečným výkonem. Tento rozdíl se mění v teplo. Proto jsou výkonové tranzistory doplněny odpovídajícím chladičem pro lepší odvod tepla.



Obr. 68. Nastavení a stabilizace pracovního bodu:

- a) základní nastavení bez stabilizace,
- b) stabilizace emitorovým rezistorem,
- c) stabilizace emitorovým a kolektorovým rezistorem,
- d) můstková stabilizace

Na obr. 68a je uvedena jedna z možností nastavení pracovního bodu tranzistoru. Toto nastavení však není stabilizováno, a podléhá proto značně teplotním změnám. Příklady stabilizace pracovního bodu jsou uvedeny na obr. 68b, c, d.

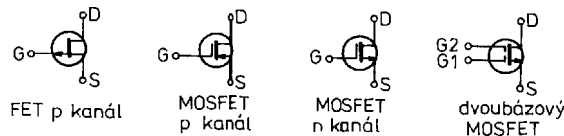
Unipolární tranzistor

U unipolárních tranzistorů se na jejich funkci podílejí nosiče jen jedné polarity (jen elektrony nebo jen díry). Unipolární tranzistor je tedy aktivní polovodičová součástka řízená elektrickým polem. Většinou jsou tyto tranzistory označovány jako FET (Field-Effect-Transistor). Jejich elektrody značíme S = source (emitor), D = drain (kolektor) a G = gate (řídící elektroda).

Změnami elektrického pole mezi řídící elektrodou a vodivým kanálem se mění průřez vodivého kanálu a tím i proud ve výstupním obvodu.

Existuje celá řada typů těchto elektrickým polem řízených tranzistorů a podle provedení se napětím na řídící elektrodě vlastní kanál otevírá nebo zavírá. U některých variant teče

proud kolektorem trvale i bez napětí na řídicí elektrodě. V případě, že je tato elektroda polarizována záporně, proud kolektorem klesá a je-li polarizována kladně, proud kolektorem narůstá. Říkáme, že takový tranzistor je schopen pracovat v obohacovacím i ochuzovacím režimu.



Obr. 69. Schematické značky tranzistorů řízených elektrickým polem

Od vodivého kanálu základního polovodiče je řídicí elektroda izolována nevodivě polarizovaným přechodem PN (FET) nebo je kovová řídicí elektroda elektricky oddělena izolační vrstvičkou kyslíčnicku (MOSFET = Metal-Oxide-Semiconductor-Field-Effect-Transistor).

Hlavní výhodou unipolárních tranzistorů je jejich velký vstupní odpor. Řídicí elektrodou neteče žádný proud, nezatěžuje tedy předchozí stupeň. Vstupní odpor dosahuje až $10^{12} \Omega$.

Nedostatkem těchto tranzistorů je nebezpečí elektrického průrazu izolační vrstvy mezi řídicí elektrodou G a vodivým kanálem. Nezřídká ke zničení takového tranzistoru stačí statická elektřina, resp. její výboj. Toto nebezpečí se odstraňuje tím, že se na vstup připojí ochranné diody, které omezí vstupní napětí na přijatelnou mez. U novějších tranzistorů MOSFET se tyto ochranné diody vytvářejí už při výrobě, přímo mezi základním polovodičem a řídicí elektrodou. I tak je však třeba věnovat této skutečnosti dostatečnou pozornost.

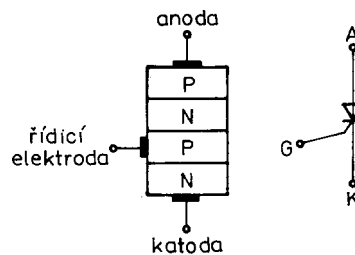
Běžně se vyrábějí tetrody MOSFET - polem řízený tranzistor se dvěma řídicími elektrodami. Původní řídicí elektroda byla rozpuřena a její druhá část vysokofrekvenčně uzemněna. Tím bylo dosaženo podstatně vyššího použitelného kmitočtu.

Proudový zesilovací činitel je u unipolárních tranzistorů nahrazen pojmem strmost, podobně jako u elektronky.

Tyristor

Tyristor je čtyřvrstvá polovodičová součástka používaná jako řízený usměrňovač střídavých proudů nebo jako spínač ve stejnosměrných obvodech. Jeho struktura a schematická značka jsou uvedeny na obr. 70. Elektrody tyristoru označujeme A = anoda, K = katoda a G = řídicí elektroda.

Obr. 70. Struktura tyristoru a jeho schematická značka

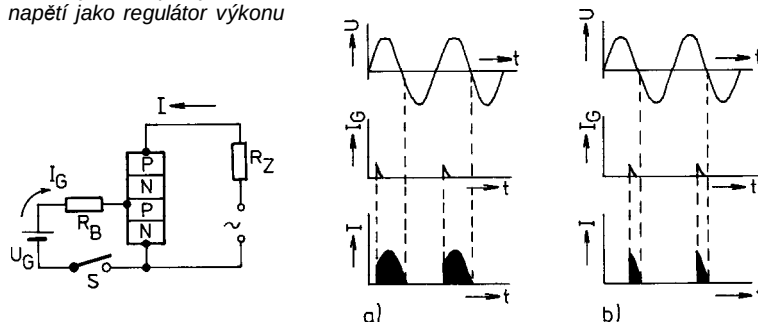


Pokud bude mezi anodu a katodu tyristoru připojeno střídavé napětí a řídicí elektroda zůstane odpojená, tyristor nevede. Říkáme, že tyristor je v blokovaném stavu. Přivedeme-li však na řídicí elektrodu kdykoliv v čase t kladný elektrický impuls a anoda je kladná, ty-

ristor se otevře. Zůstane pak nadále otevřený bez ohledu na to, zda otevírací impuls na řídicí elektrodě trvá, či ne. Tyristor povede až do okamžiku, kdy napětí mezi anodou a katodou klesne na nulu nebo se obrátí jeho polarita. Tzn. až do doby záporné půlvlny.

Podle toho, v kterém okamžiku přivedeme otevírací impuls na řídicí elektrodu, můžeme řídit dobu, po kterou tyristor vede, a tím i výkon do spotřebiče R_Z . Z obr. 71a je zřejmé, že v tomto případě vede tyristor po delší dobu, než je tomu v případě pozdějšího otevření (obr. 71b).

Obr. 71. Tyristor spínající střídavé napětí jako regulátor výkonu



Důležité je, že uvedená regulace je téměř bezeztrátová. Její princip je v tom, že tyristor vede buď delší, nebo kratší dobu. U této regulace není v sérii se spotřebičem zapojena žádná součástka, u níž by se část energie měnila v teplo (rezistor apod.).

Na stejném principu jako tyristor pracuje i další polovodičová spínací součástka - **triai**k. Ten umožňuje spínat a řídit průtok střídavého proudu v kladných i záporných půlvlnách.

Integrované obvody

Integrací se v radiotechnice rozumí sdružování součástek a případně i jejich spojů do určitých celků, které pak vystupují jako samostatné součástky. Toto sdružování se provádí zásadně dvěma způsoby.

V prvním případě jsou jednotlivé aktivní součástky konstruovány odděleně a po jejich odzkoušení se sestaví do jednoho obvodu a zapouzdří. Takovou sestavu označujeme pojmem hybridní integrovaný obvod. Jejich používání proti následující variantě provedení je mizivé.

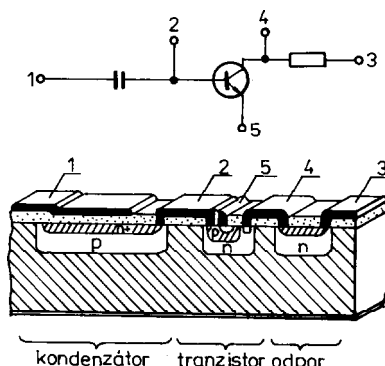
V druhém případě se jedná o mikrostruktury, jejichž obvodové díly jsou vyráběny současně a neodděleně sdruženy na jediné základní desce. Jsou konstruovány na bloku polovodičového materiálu (zpravidla křemíku) postupným nanášením tenkých vrstev či jiným způsobem. Těmto součástkám říkáme integrované obvody v pevné fázi. V provedení s velmi velkou hustotou integrace obsahují i tisíce základních součástek, tj. tranzistorů, diod, rezistorů, kapacit atd. na jedné základní desce. Jejich vzájemné propojení obstarávají hliníkové spoje a izolace mezi jednotlivými funkčními celky zaručují v závěrném směru polarizované přechody PN nebo NP. Vhodnou dotací nosičů jsou současně realizovány rezistory potřebných odporů, na principu varikapu pak kondenzátory a tak podobně. To vše ovšem s výjimkou cívek a jejich indukčností.

Podle aplikace dělíme integrované obvody na:

- **Analogové**, jinak též lineární integrované obvody, jako jsou lineární zesilovače stejnosměrného nebo střídavého signálu apod.

- **Číslicové** integrované obvody, které se od analogových liší zacházením s informací ve vztahu k signálu.

Obr. 72. Část polovodičového integrovaného obvodu, který obsahuje kondenzátor, tranzistor a rezistor

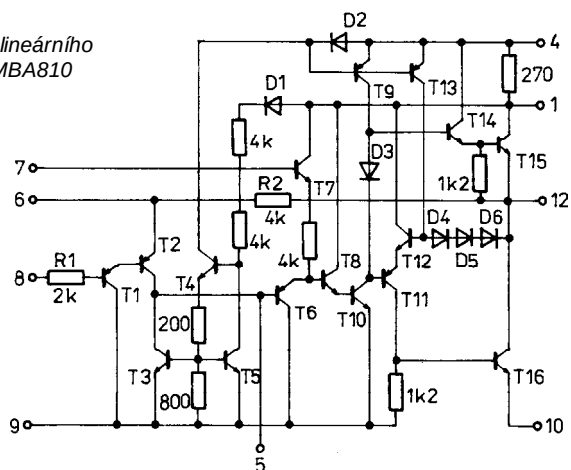


Vlastní systémy integrovaných obvodů jsou chráněny před vnějšími vlivy pouzdry, která jsou kovová podobně jako u tranzistorů (zejména pro jednodušší obvody) nebo z plastické hmoty. Zapojení vývodů integrovaných obvodů v kovových pouzdrech se kreslí podobně jako u tranzistorů při pohledu zdola. Zapojení integrovaných obvodů v pouzdru z plastické hmoty se kreslí při pohledu shora.

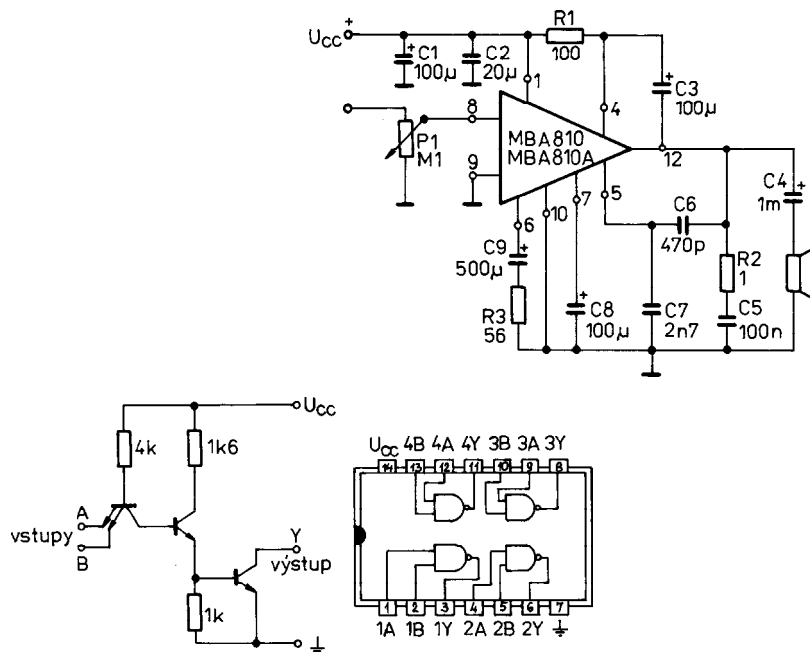
Integrované obvody se svými vývody buď zasunou do vhodné objímky - zejména tam, kde se předpokládá jejich častější výměna, při pokusech apod., nebo se vloží do předvrtaných otvorů desky s plošnými spoji a tam se zapájejí. Druhá varianta je výhodnější hlavně při sériové výrobě a také spolehlivostí pájených kontaktů.

Příklad zapojení lineárního integrovaného obvodu s označením MBA810 je uveden na obr. 73. Tzn. ta část, která je zapouzdřena. Celé zapojení nízkofrekvenčního zesilovače je uvedeno na dalším obrázku. To je už doplněno členy RC pro úpravu kmitočtové charakteristiky zesilovače a potřebnými blokovacími a vazebními kondenzátory.

Obr. 73. Vnitřní zapojení lineárního integrovaného obvodu MBA810



Obr. 74. Zapojení nízkofrekvenčního zesilovače s integrovaným obvodem MBA810



Obr. 75. Elektrické zapojení a patice integrovaného obvodu MH7400

Na obr. 75 je uvedeno elektrické schéma jednoho logického členu NAND a zapojení patice integrovaného obvodu MH7400 (ze skupiny číslicových integrovaných obvodů), který v jednom pouzdru obsahuje čtyři takovéto členy.

Výhodou použití integrovaných obvodů je zejména:

- miniaturizace, které by nebylo možno nikdy dosáhnout v takovém stupni při použití diskretních součástek;
- podstatné zmenšení hmotnosti zařízení;
- zvětšení spolehlivosti, neboť k integrovaným obvodům se vně připojuje už jen minimum dalších součástek;
- zrychlení a zjednodušení výroby zejména využitím robotů při výrobě a plošného pájení;
- zjednodušením nastavování a oživování zařízení, neboť jednotlivé integrované obvody jsou díky způsobu výroby - co se týká parametrů - zcela shodné.

6. ZÁKLADNÍ ELEKTRONICKÉ OBVODY

Vhodným spojením jedné nebo několika aktivních či pasivních součástek s napájecím zdrojem získáme základní elektronické obvody schopné zesilovat elektrické napětí, proudy a výkony, generovat netlumené kmity různého průběhu, směřovat signály atd. Tyto obvody jsou pak základem pro konstrukci celých dílů a zařízení, jako jsou přijímače, vysílače, elektronické měřicí přístroje atp.

Zesilovače

Zesilovač je základním elektronickým obvodem. Jeho úkolem je zesílit vstupní signál tak, aby se zvětšil jeho rozkmit a přitom tvar signálu zůstal zachován. Jinak řečeno, aby výstupní signál získal větší energii oproti signálu vstupnímu, což umožnila některá z aktivních součástek (tranzistor, elektronka) na úkor energie dodané z napájecího stejnosměrného zdroje.

Hlavními parametry pro hodnocení zesilovače jsou zejména:

- zesílení;
- výstupní výkon;
- účinnost;
- kmitočtové zkreslení;
- nelineární zkreslení.

Zesílení zesilovače závisí zejména na proudovém zesilovacím činiteli tranzistoru, velikosti zatěžovacího odporu v kolektoru a vstupním odporu následujícího stupně. Zesílení vyjadřuje poměr odpovídající výstupní a vstupní veličiny (napětové, proudové nebo výkonové zesílení). Vyjádřeno matematicky bude napětové zesílení zesilovače:

$$A_u = \frac{U_{vyst}}{U_{vst}}$$

Proudové zesílení:

$$A_i = \frac{I_{vyst}}{I_{vst}}$$

Výkonové zesílení:

$$A_p = A_u \cdot A_i = \frac{U_{vyst} \cdot I_{vyst}}{U_{vst} \cdot I_{vst}}$$

Zesílení vyjadřujeme zpravidla v logaritmických přenosových jednotkách - decibelech (dB). Napětový zisk zesilovače je dán dvacetinásobkem dekadického logaritmu poměru výstupního a vstupního napětí, tj.:

$$a_u = 20 \cdot \log A_u = 20 \cdot \log \frac{U_{vyst}}{U_{vst}} \quad [\text{dB}]$$

Příklad: Na vstup zesilovače přivedeme sinusový signál o efektivním napětí 1 mV. Na výstupu naměříme napětí rovněž v efektivní hodnotě, a to: a) 2 mV, b) 10 mV, c) 100 mV. Jak velký je zisk zesilovače v dB?

$$\text{a) } \underline{a_u} = 20 \cdot \log \frac{U_{\text{výst}}}{U_{\text{vst}}} = 20 \cdot \log \frac{2}{1} = 20 \cdot \log 2 = \underline{6 \text{ dB}}$$

$$\text{b) } \underline{a_u} = 20 \cdot \log \frac{10}{1} = 20 \cdot \log 10 = 20 \cdot 1 = \underline{20 \text{ dB}}$$

$$\text{c) } \underline{a_u} = 20 \cdot \log \frac{100}{1} = 20 \cdot \log 100 = 20 \cdot 2 = \underline{40 \text{ dB}}$$

Podobně bude proudový zisk:

$$\boxed{a_i = 20 \cdot \log A_i = 20 \cdot \log \frac{I_{\text{výst}}}{I_{\text{vst}}}} \quad [\text{dB}]$$

Ale výkonový zisk bude dán vztahem:

$$\boxed{a_p = 10 \cdot \log A_p = \frac{P_{\text{výst}}}{P_{\text{vst}}}} \quad [\text{dB}]$$

Obdobně uvádíme přenos i u čtyřpólů, které nejsou aktivní. Nemluvíme pak o zisku, ale o útlumu, který se vyjadřuje v decibelech se záporným znaménkem.

Je-li zapojeno několik zesilovačů za sebou, je celkové zesílení takové kaskády dáno součinem zesílení jednotlivých stupňů nebo součtem decibelů.

dB	Poměr výkonů	Poměr napětí
0	1,00	1,00
+2	1,58	1,26
+4	2,51	1,58
+6	3,98	1,99
+8	6,30	2,51
+10	10,00	3,16
+20	100,00	10,00
+30	1 000,00	31,62
+40	10 000,00	100,00
-2	0,63	0,79
-4	0,40	0,63
-6	0,25	0,50
-8	0,16	0,40
-10	0,10	0,316
-20	0,01	0,10
-30	0,001	0,031
-40	0,0001	0,01

Maximální výstupní signál je u každého zesilovače omezen největším povoleným zkreslením na jeho výstupu (čímž je současně omezen i maximální signál na vstupu). Nejmenší signál na vstupu je zase dán velikostí malých nežádoucích rušivých napětí, která musí být podstatně menší než je užitečný signál. Tzn. aby výsledný zesílený signál na výstupu zesilovače měl ještě dostatečný odstup od těchto nežádoucích hluků, brumů apod.

Zejména u výkonových zesilovačů nás zajímá kromě požadovaného výstupního výkonu ($P_{\text{výst}}$) ještě příkon P_0 z napájecího zdroje, ztrátový výkon P_z a účinnost. Příkon je dán stejnosměrným napětím zdroje a odebíraným ss proudem, tj.:

$$P_0 = U_0 \cdot I_0 \quad [\text{W}; \text{V}, \text{A}]$$

Ztrátový výkon je dán rozdílem příkonu a výkonu

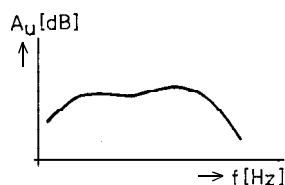
$$P_z = P_0 - P_{\text{výst}}$$

a měl by být co nejmenší, neboť se zpravidla vyzáří ve formě tepla. Účinnost zesilovače je dána poměrem příkonu a výkonu. Obvykle se udává v procentech:

$$\eta = \frac{P_{\text{výst}}}{P_0} \cdot 100 \%$$

Kmitočtové zkreslení zesilovače je důsledkem toho, že všechny kmitočty nejsou zesilovány stejně. Tzn. zesílení je kmitočtově závislé. Tato kmitočtová závislost je způsobena závislostí zatěžovací impedance na kmitočtu, kmitočtovým omezením zesílení aktivní součástky a parazitními kapacitami součástek a spojů. V jistých případech je tato vlastnost žádoucí, příkladně u selektivních vysokofrekvenčních zesilovačů, které jsou určeny k zesílení jen úzkého spektra kmitočtů. I v nízkofrekvenčních obvodech někdy úmyslně omezuje spektrum zesilovaných kmitočtů, když kupříkladu potřebujeme „oříznout“ šířku vysílaného postranního pásma apod. V ostatních případech se snažíme, aby zesílení bylo v širokém rozsahu kmitočtů pokud možno konstantní (širokopásmové zesilovače) a pak je jakákoliv kmitočtová závislost na závalu.

Závislost zesílení zesilovače na kmitočtu se uvádí většinou graficky jako kmitočtová charakteristika zesilovače, přičemž zesílení bývá uváděno v dB.

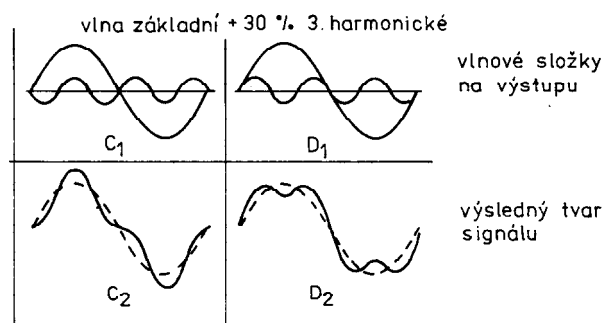
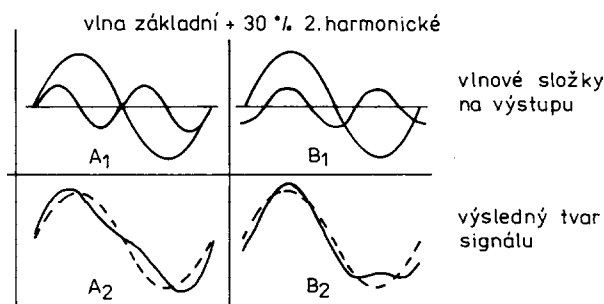


Obr. 76. Příklad různé závislosti zesílení zesilovače na kmitočtu

Jak již bylo uvedeno v předchozím, tvar výstupního signálu zesilovače má být pokud možno shodný s tvarem signálu vstupního. Zvětší se jen amplituda. Většina zesilovačů však vykazuje jisté nelineární zkreslení. Tzn., že na výstupu se objeví kromě základního žádaného kmitočtu shodného s kmitočtem vstupním ještě kmitočty další, které jsou obvykle celistvými násobky vstupního kmitočtu. Těmto kmitočtům říkáme harmonické (dvojnásobek základního kmitočtu je druhá harmonická, trojnásobek je třetí harmonická atd.). Tento druh zkreslení je způsoben hlavně nelinearitou části charakteristiky aktivní součástky, proto mluvíme o nelineárním zkreslení. Stručně řečeno, nelineární zkreslení se projevuje vznikem

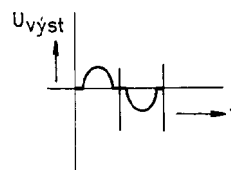
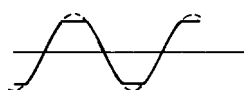
nových kmitočtů, které nebyly na vstupu. Čím více bude těchto nových kmitočtů a čím větší bude jejich amplituda, tím větší bude i nelineární zkreslení (udává se v %).

Obr. 77. Výsledný tvar signálu, je-li na výstupu zesilovače kromě základního kmitočtu ještě 30 % druhé harmonické



Obr. 78. Výsledný tvar signálu, je-li na výstupu zesilovače kromě základního kmitočtu ještě 30 % třetí harmonické

Obr. 79. Příklad nelineárního zkreslení způsobeného omezením horní i dolní části sinusovky



Obr. 80. Jiný příklad nelineárního zkreslení dvojčinného zesilovače třídy B při malé amplitudě

Výsledný tvar signálu závisí též na fázovém rozdílu základního kmitočtu a harmonické. Nelineárnímu zkreslení se samozřejmě snažíme za každou cenu vyhnout. Vzniká-li totiž v nízkofrekvenčním zesilovači, zhoršuje srozumitelnost a zvětšuje se šířka zabraného pásma. U vysokofrekvenčních zesilovačů, pokud zesilují modulovaný signál, je toto zkreslení také příčinou horší srozumitelnosti, ale kromě toho ještě zkreslením nosného kmitočtu vznikají vyšší harmonické od nosné, které mohou rušit ostatní stanice, nežádka i v pásmech přidělených jiným službám.

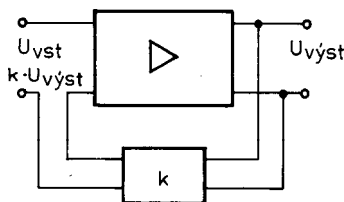
V oblasti hovorových kmitočtů se snažíme nelineární zkreslení omezit na únosnou míru nastavením správného pracovního bodu v lineární oblasti charakteristiky a vhodnou úrovní vstupního signálu. Další možností je zavedení záporné zpětné vazby.

Zpětná vazba u zesilovače znamená, že část napětí z výstupu, tj. $k \cdot U_{\text{výst}}$ zavedeme zpět na vstup, kde působí spolu se vstupním napětím. Činitel k označuje, jak velká část výstupního napětí je použita, a jeho hodnota je dána zpětnovazebním členem. Napětí $k \cdot U_{\text{výst}}$ může být vůči napětí vstupnímu ve fázi (napětí se sečítají) a zpětná vazba je kladná, nebo má zpětnovazební napětí fázi opačnou (napětí se odečítají) a zpětná vazba je záporná. Zpětnou vazbu můžeme zavést u vysokofrekvenčních i nízkofrekvenčních zesilovačů.

Zpětná vazba ovlivní především zesílení zesilovače, přičemž kladné zpětné vazbě odpovídá větší zesílení a při záporné zpětné vazbě je zesílení zesilovače menší. Kladná zpětná vazba se používá hlavně u oscilátorů, kde způsobuje netlumené kmitý. Záporná zpětná vazba se používá zejména v nízkofrekvenčních zesilovačích. Tam sice zmenšuje zesílení, což samo o sobě není výhodné, má však příznivý vliv na řadu dalších parametrů. V tomto případě část zkresleného napětí z výstupu zesilovače přivedeme zpětnovazebním obvodem zpět na vstup, ale s opačnou fází, čímž částečně kompenzujeme nelineární zkreslení vznikající v zesilovači. Tzn. zavedením záporné zpětné vazby se zmenší nelineární zkreslení. Kromě toho se zlepší také přenosová charakteristika a ovlivněn je rovněž vnitřní odpor zesilovače a jeho stabilita.

Odpovídá-li vzorek signálu z výstupu zesilovače výstupnímu napětí, mluvíme o napěťové zpětné vazbě. Je-li vzorek signálu úměrný výstupnímu proudu zesilovače, pak se jedná o zpětnou vazbu proudovou.

Obr. 81. Blokové schéma zesilovače se zpětnou vazbou



Základní zapojení zesilovače s bipolárním tranzistorem v zapojení se společným emitorem je uvedeno na obr. 82b. Kromě vstupního signálu, který potřebujeme zesílit, musí bázi protékat ještě určitý stejnosměrný proud, kterým nastavíme potřebný klidový pracovní bod. Tento pracovní bod je navíc ještě potřeba stabilizovat s ohledem na možné teplotní změny. Pracovní bod je nastaven a stabilizován rezistory R_{B1} a R_{B2} a R_E . Po připojení napájecího napětí začnou obvodem protékat klidové proudy a na svorkách tranzistoru se objeví klidová napětí (U_{BE} a U_{CE}). Vazební kondenzátory C_{V1} a C_{V2} slouží k oddělení stejnosměrné a střídavé složky (pro stejnosměrné napětí má kondenzátor nekonečný odpor, střídavou složku propouští). Na kolektorovém rezistoru R_C vzniká úbytek napětí přímo úměrný zesílenému proudu výstupního obvodu. Kondenzátor C_E znamená zkrat pro střídavé signály, aby nebyly zeslabovány vlivem tzv. záporné zpětné vazby.

Pokud vynecháme v zapojení zmíněný kondenzátor, vznikne na rezistoru R_E úbytek napětí úměrný proudu kolektoru, tj. proudu výstupnímu. Úbytek na tomto rezistoru je v sérii se vstupním signálem, ale v opačné fázi, tzn., že zavádíme proudovou zápornou zpětnou

vazbu. Velikostí kapacity tohoto kondenzátoru můžeme poměrně snadno ovlivnit charakteristiku zesilovače.

Zvláštní případ nastane, když necháme působit celé výstupní napětí zesilovače na jeho vstup. Tj., že emitorový rezistor nebude blokován a v kolektorovém obvodu tranzistoru nebude žádný další zatěžovací odpor. Zesílení takového stupně je menší než jedna, ale zase na druhé straně silná záporná zpětná vazba potlačuje téměř úplně veškeré zkreslení, takže průběh výstupního napětí odpovídá průběhu napětí vstupního.

Zesilovače dělíme dle různých hledisek, a to zejména:

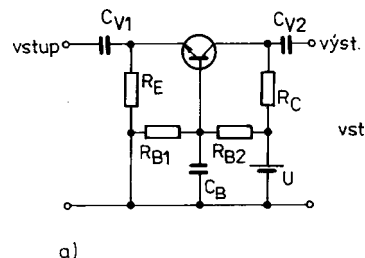
- podle toho, která elektroda je společná vstupu i výstupu, na zesilovače se společným emitorem, bází a kolektorem;
- podle polohy pracovního bodu na dynamické převodní charakteristice dělíme zesilovače do třídy A, B, a C;
- podle zesilovaného kmitočtového spektra na zesilovače stejnosměrné, nízkofrekvenční, vysokofrekvenční a případně širokopásmové.

Zesilovače v zapojení se společným emitorem jsou nejpoužívanějšími. Jejich vstupní odpor je $200\ \Omega$ až $2\ \text{k}\Omega$ a výstupní odpor desítky $\text{k}\Omega$. Proudové zesílení mají 20 až 200, výkonové několik tisíc.

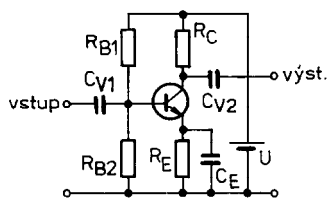
Zesilovač se společnou bází má menší vstupní odpor a proudové zesílení menší než 1. U tohoto zapojení se však zvýší mezní kmitočet.

Obr. 82. Základní zesilovače:

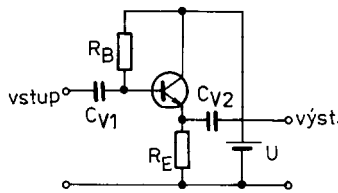
- se společnou bází,
- se společným emitorem,
- se společným kolektorem



a)



b)

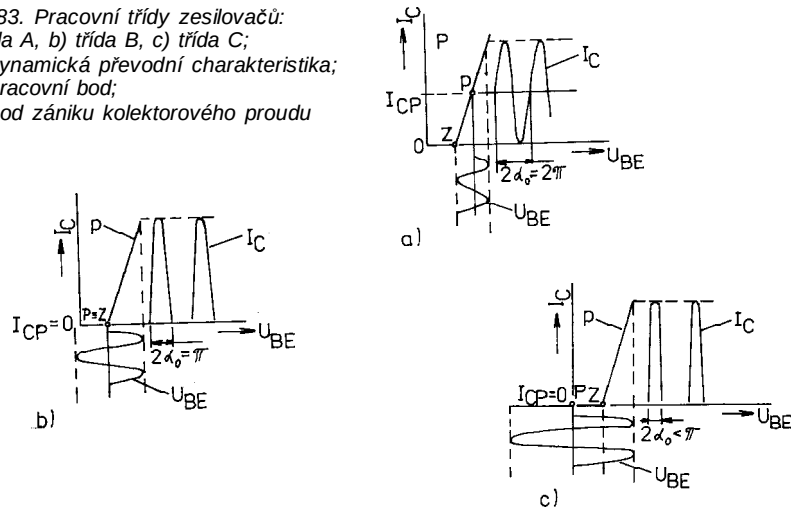


c)

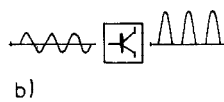
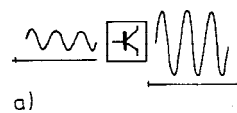
Zapojení se společným kolektorem se nazývá emitorový sledovač. Vyznačuje se velkým vstupním odporem, menším výstupním odporem proti zapojení se společným emitorem a napětové zesílení má menší než 1.

Rozdělení zesilovačů podle polohy pracovního bodu je uvedeno na obr. 83.

Obr. 83. Pracovní třídy zesilovačů:
a) třída A, b) třída B, c) třída C;
 p = dynamická převodní charakteristika;
 P = pracovní bod;
 Z = bod zániku kolektorového proudu



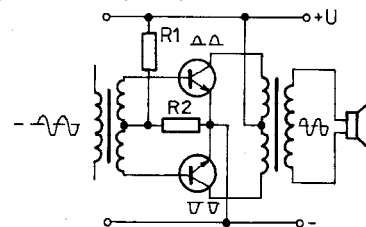
Zesilovač třídy A má pracovní bod nastaven stejnsměrným proudem báze tak, že leží ve střední části převodní charakteristiky, aby ani jedna půlvlna výstupního signálu nebyla ořezaná. V klidu, bez vstupního signálu teče kolektorovým obvodem stálý proud, daný pracovním bodem. Zesílený signál na výstupu odpovídá tvarem signálu vstupnímu. Má tedy malé zkreslení. Účinnost je 30 až 40 %. Používá se jen pro malé výkony, zpravidla jako zesilovač napětí.



Obr. 84. Výstupní signál tranzistorového zesilovače, pracujícího a) ve třídě A s klidovým proudem, b) ve třídě B (zesílení jen jedním tranzistorem)

Zesilovač třídy B má pracovní bod nastaven do bodu zániku kolektorového proudu. V klidu, bez signálu, neteče kolektorovým obvodem žádný proud. Zesilována je však jen jedna polovina sinusovky. Používá se jako zesilovač výkonu v dvojčinném zapojení. Účinnost je až 70 %.

V dvojčinném zapojení jsou oba tranzistory buzeny ze společného budicího zdroje. Každý z nich však zesiluje opačnou půlvlnu. (Použití - např. výkonové zesilovací stupně, tj. koncové zesilovače vysílačů; zkratka PA z angl. Power Amplifier.)

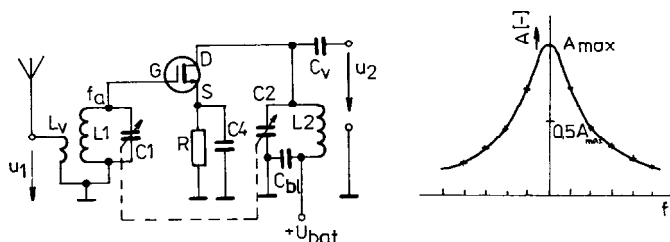


Obr. 85. Dvojčinné zapojení zesilovače třídy B

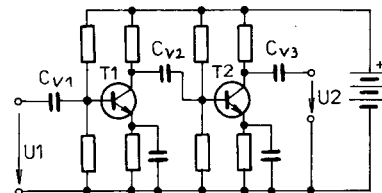
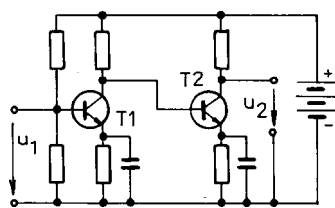
Zesilovač třídy C se používá nejčastěji jako selektivní. Účinnost těchto zesilovačů je kolem 80 %. Značné nelineární zkreslení není v selektivním zesilovači na závadu, neboť laděný obvod všechny nežádoucí produkty zadrží. Klidový pracovní bod je za bodem zániku kolektorového proudu, takže zesilovačem procházejí a jsou zesíleny jen ty části půlvln, které překročí prahové napětí.

Selektivní zesilovače se používají v radioamatérské praxi nejčastěji. Jejich úkolem je zesílit jen signál v určitém kmitočtovém rozmezí, daném selektivním obvodem v kolektoru. Ostatní signály nezesiluje, naopak je má potlačit. Provádí vlastně výběr (selekcí) signálů podle jejich kmitočtu. Selektivní zesilovač má v kolektoru zapojen paralelní rezonanční obvod. Při rezonanci má tento obvod maximální impedanci a tomu odpovídá i průběh zesílení. (Použití - např. násobiče a zesilovací stupně).

Obr. 86. Příklad zapojení selektivního zesilovače a závislost jeho zesílení na kmitočtu



Obr. 87. Příklad zapojení dvoustupňového zesilovače se stejnosměrnou vazbou



Obr. 88. Příklad zapojení dvoustupňového zesilovače nf

Jaké je použito vazby mezi jednotlivými stupni u víceúrovňových zesilovačů, to závisí na určené zesilovače. Tam, kde potřebujeme zesilovat stejnosměrné signály a signály velmi nízkých kmitočtů, použijeme mezi stupni stejnosměrnou vazbu. V nízkofrekvenčních zesilovačích se používá jako vazebních součástek většinou elektrolytických kondenzátorů nebo nízkofrekvenčních transformátorů. Jako zesilovačů pro vysoké kmitočty je většinou využíváno selektivních zesilovačů s kapacitní nebo indukční vazbou mezi stupni.

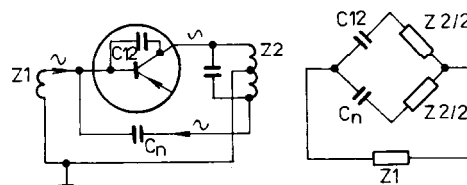
I když tranzistory jsou vývojově vyšším stupněm než elektronky, tak i u nich se projevuje jedna velká nevýhoda, tj. značná kapacita přechodu kolektor-báze, která působí při zesilování v kmitočtů parazitní zpětnou vazbou na bázi a vstupní obvod. Navíc je tato vazba poměrně nestabilní, neboť je závislá na pracovních podmínkách tranzistoru. Vazba ovlivňuje dosažitelné zesílení tranzistoru, které podle okolností zmenšuje nebo zvětšuje. Kmitočtová nestabilita je tím větší, čím vyšší kmitočty tranzistor zesiluje, neboť pro ně je kapacita kolektor-báze menší překážkou pronikání z kolektoru na bázi a na vstupní obvod (to ovšem platí jen do určitého kmitočtu).

Parazitní zpětná vazba se kompenzuje pomocnou zpětnou vazbou s opačným účinkem, a to tak, že se přivede stejné napětí z výstupu (tj. kolektoru) na bázi, které má však opačnou fázi než napětí pronikající na bázi přes vnitřní kapacitu. Této kompenzaci říkáme **neutralizace**. Moderní vf tranzistory, vyrobené např. epitaxně-planární technologií, někdy nevyžadují neutralizaci. Kapacita kolektor-báze jakož i ostatní mezielektrodové kapacity závisí na druhu a provedení tranzistoru.

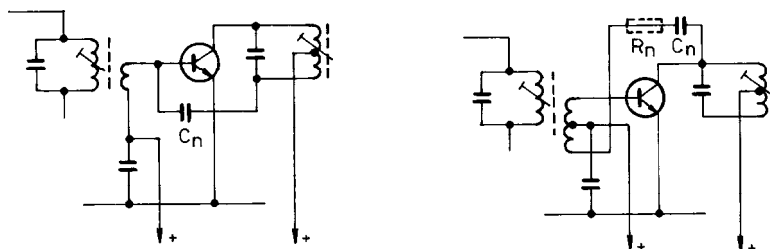
Neutralizační zapojení je odvozeno od zapojení vyrovnaného můstku, u něhož se napětí obou jeho úhlopříček navzájem neovlivňují, takže napětí z jednoho okruhu se nepřepřenáší do okruhu druhého.

Protože charakter přechodu kolektor-báze, přes nějž vzniká zpětná vazba, není jen kapacitní, ale i odporový, přihlíží se někdy i k tomuto odporu a neutralizace se zavádí komplexním členem (sériový rezistor a neutralizační kondenzátor).

Obr. 89. Základní zapojení neutralizačního kondenzátoru a náhradní zapojení neutralizovaného tranzistoru ve tvaru vyrovnaného můstku



Obr. 90. Příklad zapojení neutralizace

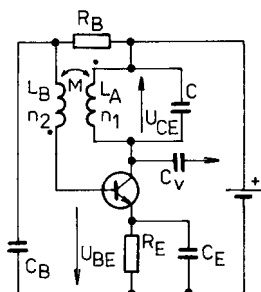


Oscilátory

Oscilátor je elektronické zařízení, které vytváří (generuje) pravidelně se opakující kmity. V radioamatérské praxi jsou to nejčastěji oscilátory sinusové, které pracují na principu kladné zpětné vazby. Zavedení zpětné vazby znamená, že část napětí z výstupu selektivního zesilovače přivedeme ve správné fázi zpět na vstup, až se zesilovač po zesílení přivedeného vzorku rozkmitá na kmitočtu, daném rezonančním obvodem. Ze zesilovače se tak stal oscilátor.

Princip je lépe patrný z obr. 91. V tomto zapojení je část napětí z výstupního laděného obvodu přivedena zpět na bázi indukční vazbou (L_p). Poměr napětí U_{CE} a napětí zpětnovazebního je dán přibližně transformací v poměru počtu závitů jednotlivých vinutí. Aby přive-

dené zpětnovazební napětí mělo správnou fázi (aby zpětná vazba byla skutečně kladná), je nutno dodržet správný smysl vinutí (označeno tečkou). V opačném případě by se oscilátor nerozkmital.



Obr. 91. Zpětnovazební oscilátor s transformátorovou vazbou

Požadavky kladené na oscilátory:

- co největší stabilita kmitočtu,
- rychlé ustálení kmitočtu po zapnutí oscilátoru,
- co největší čistota signálu,
- minimální šum,
- co největší mechanická odolnost.

Nejzávažnější příčiny kmitočtových změn tranzistorových a elektronkových oscilátorů jsou:

- vlivy oteplení,
- změna výstupní zátěže (vliv následujícího stupně),
- změny napájecího napětí,
- nedostatečná mechanická pevnost.

Vlivem oteplení (vzniklého změnou teploty okolí, ohřátím od okolních součástek nebo průchodem vř proudů) se mění indukčnosti i kapacity součástek. Tento nepříznivý vliv na součástky rezonančního obvodu a tím i na kmitočet oscilátoru je možno omezit v zásadě dvěma způsoby. Buď oscilátor uložíme do termostatu (používá se zejména v profesionální technice), nebo použijeme součástek (C, L, R) s malým teplotním koeficientem. Žádanou kapacitu lze poskládat z kondenzátorů s různým, ale vhodným teplotním koeficientem tak, aby byly účinně kompenzovány změny indukčnosti a ostatních kapacit. Teplotní koeficient kondenzátorů lze určit podle materiálu dielektrika z katalogu výrobce.

Vliv změny výstupní zátěže, která je ve skutečnosti připojena paralelně k oscilačnímu obvodu, lze omezit nejlépe zařazením oddělovacího stupně za vlastní oscilátor. Ten musí pracovat ve třídě A a musí být lineární v co nejširším dynamickém rozsahu.

Změnou napájecího napětí se mění impedance aktivních prvků, zejména vstupní impedance bipolárních tranzistorů. Kromě toho se mění i zesilovací činitel, popř. strmost. Je proto důležité dokonale stabilizovat vlastní napájecí napětí, případně - je-li využito - i opěrné napětí pro rozlaďovací varikap.

Dobrá mechanická pevnost je důležitá zejména u laděných LC oscilátorů. To platí pro samotnou cívku, ladící kondenzátor a ostatní pevné kondenzátory. V neposlední řadě je důležitý i mechanický převod bez mrtvého chodu atd.

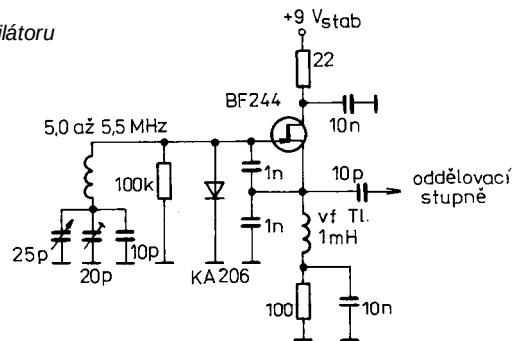
Jako aktivní součástka se dnes využívá u oscilátorů výhradně tranzistor, výhodné jsou zejména unipolární tranzistory s velkým vstupním odporem.

Laditelný oscilátor (LC)

Řídícím obvodem, tzn. obvodem určujícím kmitočet, je v tomto případě laděný paralelní nebo sériový rezonanční LC obvod. Hlavní předností tohoto oscilátoru je možnost plynule změnit kmitočet v poměrně velkém rozsahu. Z možnosti kmitočtové změny vyplývá i často používané označení VFO (Variable-Frequency-Oscillator).

Oscilátor lze ladit změnou indukčnosti nebo kapacity rezonančního obvodu. Změna indukčnosti je mechanicky náročnější zejména s ohledem na mechanickou pevnost a stálost. Proto se většinou využívá změna kapacity ladicího kondenzátoru.

Obr. 92. Příklad zapojení LC oscilátoru

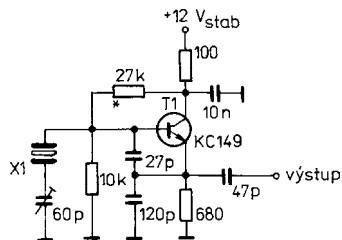


Cívky jsou většinou navinuty měděným nebo stříbřeným drátem na keramické kostře. Mechanicky i tepelně je výhodnější cívka se stříbrnými závitů vpalovanými do keramiky.

Jemné doladování, resp. proladování v blízkém okolí nastaveného kmitočtu je zpravidla řešeno napěťově závislou kapacitou - varikapem. Ten se připojuje k vlastnímu rezonančnímu obvodu přes malou sériovou kapacitu. Rozsah proladění je omezen poměrem změn kapacity varikapu.

Krystalový oscilátor

Kmitočet tohoto oscilátoru je dán a také stabilizován piezoelektrickým výbrusem - krystalem, nejčastěji monokrystalem křemene. Krystalový rezonátor se vyznačuje vysokým činitelem jakosti. Má dva rezonanční kmitočty. Sériový rezonanční kmitočet krystalu je nižší než paralelní (je ovlivněn kapacitou držáku, který drží vlastní výbrus). Na kterém z kmitočtů oscilátor kmitá, je dáno zapojením. Zapojení se sériovou rezonancí je však stabilnější.



Obr. 93. Příklad zapojení krystalového oscilátoru

Krystalové výbrusy pracující na základním kmitočtu se vyrábějí maximálně do 23 až 30 MHz. Pro vyšší kmitočty je nutno využít tzv. harmonických krystalů, které mají tu vlastnost, že jsou schopny ve vhodném zapojení se rozkmitat na vyšším lichém harmonickém kmitočtu (3. nebo 5. harmonické).

Krystalové oscilátory dosahují tedy podstatně větší stability kmitočtu než oscilátory LC, ale pracují jen na jednom kmitočtu, daném krystalovým výbrusem. Kmitočet vlastního krystalového oscilátoru lze měnit jen v nepatrném rozsahu, a to ještě na úkor stability. Jinak je nutno přepínat v oscilátoru krystalové výbrusy.

Uvedené oscilátory, jak krystalové, tak i laditelné, jsou základem všech vysílačů a přijímačů, rovněž tak mnoha dalších zařízení. Ve skutečnosti existuje od obou oscilátorů mnoho odvozených různých zapojení, z nichž každé má své výhody a nevýhody.

Samostatnou kapitolou jsou sinusové oscilátory pro oblast nízkých kmitočtů. Zejména oscilátory laditelné ve větším kmitočtovém rozsahu nelze realizovat rezonančními obvody LC. Proto jsou pro tento účel využívány oscilátory RC s pásmovou propustí nebo zádrží.

Ve všech dosud uvedených úvahách byly probírány jen oscilátory sinusové. Existují ovšem i oscilátory nesinusových kmitů (pravouhlých, pilových atd.), ty se však používají v radioamatérské praxi méně.

Násobiče kmitočtů

Násobiče kmitočtů jsou v podstatě zesilovače, pracující ve třídě C. Jejich pracovní bod je volen tak, aby signál na výstupu obsahoval co největší složku požadované harmonické. Laděný obvod na vstupu je naladěn na základní kmitočet, výstupní laděný obvod na harmonický kmitočet, tj. dvojnásobný, trojnásobný atd. Násobit lze jen celými čísly. Se stoupajícím koeficientem násobení však prudce klesá amplituda požadované harmonické. Vynásobený signál lze však znovu násobit v dalším stupni.

Ve vysílací technice byly násobiče hojně využívány dříve, kdy u telegrafních vysílačů postupným násobením nízkého základního kmitočtu oscilátoru bylo dosaženo všech radioamatérských pásem. Dnes v technice SSB se naopak vyhýbáme násobení kmitočtu. Při následujícím směšování bychom získali další, nežádoucí kmitočty, které se těžko potlačují. Násobení signálu SSB není možné vůbec.

Směšovače

Kmitočty se směšují obecně na nelineární součástce (dioda, tranzistor, elektronka). Na vstup přivedeme dva rozdílné kmitočty a na výstupu vzniká široké spektrum kmitočtů s obsahem základních kmitočtů, součtů, rozdílů a násobků obou původních kmitočtů a jejich vyšších harmonických. Požadovaný kmitočet na výstupu (zpravidla je to součet nebo rozdíl vstupních kmitočtů) vybereme laděným obvodem. Existují směšovače násobkové - multiplikativní a směšovače slučovací - aditivní.

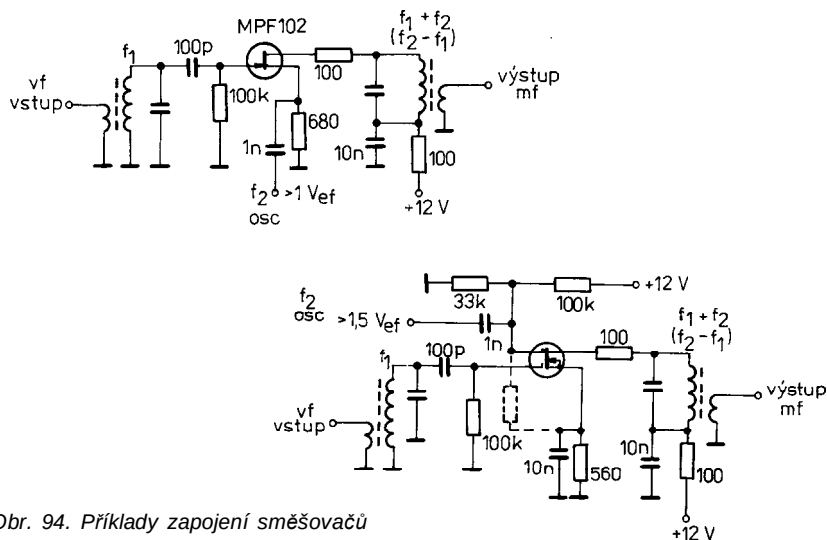
Multiplikativní směšovač má každý ze signálů určených ke směšování přiveden na jinou elektrodu. Pro tento účel lze s výhodou využít tranzistory MOSFET se dvěma řídicími elektrodami. Dříve se k tomuto účelu vyráběla celá řada speciálních, vícemřížkových elektronek určených jen ke směšování.

Výhodou multiplikativních směšovačů je dobré vzájemné oddělení obou směšovaných signálů, slabá křížová modulace a poměrně málo nežádoucích produktů.

Aditivní směšovač má oba signály přivedeny na jednu elektrodu. Jejich výhodou proti směšovačům multiplikativním je větší zesílení přenášeného signálu a menší šum. Nevýhodou je horší vzájemné oddělení signálů, tzn., že může dojít ke strhávání oscilátoru nebo jeho nežádoucímu vyzařování.

Tam, kde směšujeme dvě napětí kmitočtově velmi rozdílná, používáme obvykle vyvážených směšovačů. Základní proces je stejný jako u jednoduchých směšovačů, avšak souměrným zapojením výstupního obvodu a nesouměrným připojením jednoho vř napětí

dosáhneme jeho potlačení až o 40 dB. Tého techniky je často využíváno zejména v generátorech signálů SSB.



Obr. 94. Příklady zapojení směřovačů

Směřovače jsou v praxi základním obvodem v přijímačích i vysílačích. Zejména ve vysílačích jsou využívány nejen ke směšování dvou různých vf signálů, ale také ke směšování vf signálů s nf signálem. K tomu speciálně slouží varianta vyváženého směšovače, kterému říkáme vyvážený nebo balanční modulátor. Použitím tohoto balančního modulátoru snadno dosáhneme potřebného potlačení vf signálu nosného kmitočtu a získáme tak dvě postranní pásma s potlačenou nosnou, tzv. signál DSB.

Jinak se směšovačů využívá v kmitočtových ústřednách, měřicích přístrojích a mnoha dalších elektronických zařízeních. V poslední době se však ke směšování využívá speciálně konstruovaných integrovaných obvodů, které jsou schopny kromě směšování zajistit ještě řadu dalších potřebných procesů.

Modulátory

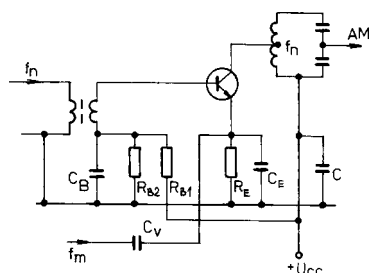
Modulátor je zařízení, resp. obvod, v němž působením nízkofrekvenčního signálu na signál nosné vzniká signál modulovaný. Jako samostatný obvod se vyskytuje jen u budičů pro jedno postranní pásmo s potlačenou nosnou vlnou.

Amplitudově modulovat lze prakticky libovolný vysokofrekvenční zesilovač třídy C, a to v kterékoliv elektrodě. Většinou se moduluje koncový zesilovač. V případě modulace některého z budičích stupňů musí být následující zesilovače lineární a tím klesá celková účinnost. Nejčastěji modulujeme v kolektorovém obvodu tranzistoru nebo anodě elektronky. V těchto případech se do kolektorového (anodového) obvodu zapojí sekundární vinutí modulačního transformátoru a modulační napětí se pak v rytmu nízkofrekvenčního signálu buď přičítá nebo odečítá ke kolektorovému (anodovému) stejnosměrnému napětí.

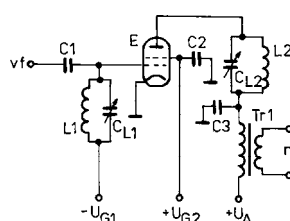
U budičů pro amplitudovou modulaci s jedním postranním pásmem a potlačenou nosnou vlnou (SSB) je jako modulátoru využíváno většinou některé vyvážené zapojení se dvěma nebo čtyřmi diodami. Jsou však častá také zapojení s varikapou (vyvážené kapacitní mosty, rozbálcované modulačním napětím). Tyto modulátory lze sice využít jen pro kmitočty nad

1 MHz, ale zase potlačení nosné je lepší (až 50 dB). Pro tento druh modulace byla rovněž zkonstruována speciální přepínací elektronka. Nezřídka je také využíváno aktivních prvků, zejména dvoubázových MOSFET a hlavně symetrických diferenčních zesilovačů integrovaných obvodů.

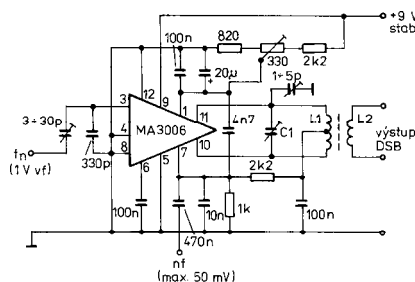
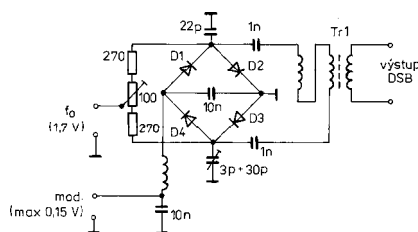
Obr. 95. Amplitudově modulovaný vf zesilovač s tranzistorem



Obr. 96. Amplitudově modulovaný vf zesilovač s elektronkou (anodová modulace)



Obr. 98. Modulátor pro amplitudovou modulaci s potlačenou nosnou s integrovaným obvodem MA3006



Obr. 97. Balanční modulátor pro amplitudovou modulaci s potlačenou nosnou

Úkolem kmitočtového modulátoru je převést změny modulačního n_f napětí na odpovídající změny kmitočtu. Důležité je, aby tato závislost byla lineární. Maximálnímu modulačnímu napětí musí odpovídat maximální kmitočtový zdvih Δf . V současné době se ke generování úzkopásmové kmitočtové modulace využívá výhradně přímé kmitočtové modulace prostřednictvím varikapu připojeného k rezonančnímu obvodu oscilátoru nebo ke krystalu. Velikost kapacity varikapu je ovládána n_f napětím a mění tak kmitočet nosné. I v případě kmitočtové modulace není tedy modulátor samostatným dílem zařízení. Příklady zapojení jsou uvedeny v kapitole „Vysílače FM“.

Demodulátory

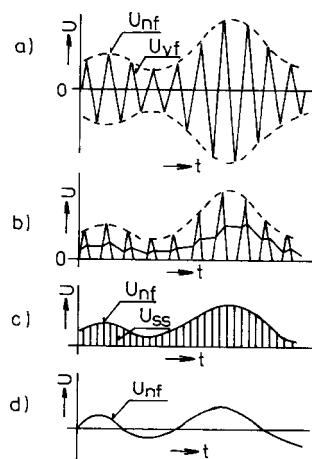
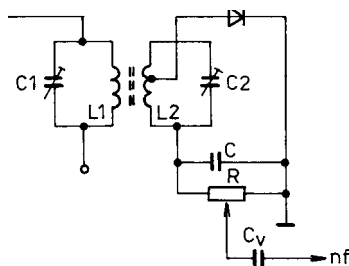
Demodulátory jsou obvody, jimiž se získávají z vf modulovaných signálů signály modulační, tj. slyšitelné. Podle toho, jakým způsobem je signál na nosnou vlnu namodulován, dělí se tyto demodulátory na:

- demodulátory amplitudově modulovaných signálů;
- demodulátory signálů SSB včetně telegrafních signálů s klíčováním nosnou;
- demodulátory kmitočtové modulace.

Amplitudově modulované signály se nejčastěji demodulují v obvodu zvaném sériový diodový detektor, jehož hlavní výhodou je malé zkreslení i při silných signálech.

Diodový detektor obsahuje běžnou hrotovou diodu s pracovním rezistorem R , který je přemostěn kondenzátorem pro vyhlazení U_f složky. Je-li dioda v sérii s pracovním rezistorem, mluvíme o sériovém detektoru, a je-li dioda paralelně s pracovním rezistorem, jedná se o detektor paralelní.

Obr. 99. Sériový detektor pro demodulaci amplitudově modulovaných signálů



Obr. 100. Princip detekce signálů AM

Dioda usměrní amplitudově modulovaný U_f signál (obr. 100a), vytvoří diodový proud a na pracovním rezistoru R vzniká napětí s průběhem podle obr. 100b (pokud by ovšem nebyl zapojen filtrační kondenzátor C). Připojením zmíněného kondenzátoru paralelně k pracovnímu rezistoru vyhladí se tepavé napětí na určitou stejnosměrnou složku, na níž je superponována U_f obálka (obr. 100c). Kapacita kondenzátoru musí být volena s ohledem na dostatečnou filtraci U_f složky, ale současně aby nebyl ovlivněn průběh U_f napětí. U_f signál poté oddělíme od stejnosměrné složky vazebním kondenzátorem a za ním získáme už jen U_f napětí slyšitelných signálů (obr. 100d).

Demodulace SSB a CW signálů není možná diodovým detektorem jako při amplitudové modulaci. Při příjmu SSB signálů, potřebujeme v přijímači další pomocný kmitočet. Směšováním tohoto kmitočtu s kmitočtem přijímaného signálu vznikne rozdílový kmitočet v oblasti slyšitelného spektra. Pomocný kmitočet nám v přijímači dodává tzv. záznejový oscilátor.

Je zřejmé, že v obou případech, jak při příjmu telegrafních signálů je-li klíčována nosná, tak při příjmu SSB signálů, potřebujeme v přijímači další pomocný kmitočet. Směšováním tohoto kmitočtu s kmitočtem přijímaného signálu vznikne rozdílový kmitočet v oblasti slyšitelného spektra. Pomocný kmitočet nám v přijímači dodává tzv. záznejový oscilátor.

Jako demodulátor lze použít některý vhodně upravený směšovač. Používány jsou aktivní demodulátory s bipolárními tranzistory, s dvoubázovým MOSFET, pasivní jednodu-

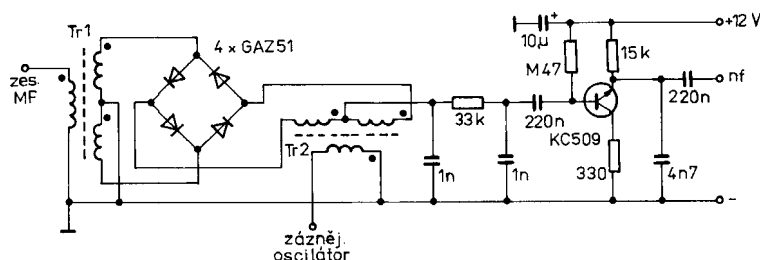
še či dvojitě vyvážené diodové demodulátory atd. Správnou linearitou i při velkých vstupních signálech, širokopásmovostí, malým šumovým číslem a dokonalou izolací proti přeslechům vynikají diodové demodulátory dvojitě vyvážené.

Další jejich výhodou je, že jsou levné a snadno realizovatelné. Nejsou však aktivní. Záznějový oscilátor musí tedy dodat poměrně velký výkon a zdroj vf signálu musí být přizpůsoben na malou impedanci. Kromě toho je nutný výběr diod se shodnou charakteristikou. I tak je dvojitě vyvážený diodový demodulátor nejpoužívanější.

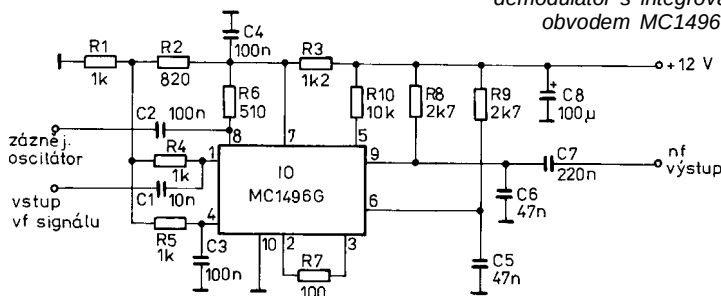
Příklad dvojitě vyváženého demodulátoru je uveden na obr. 101. Širokopásmové transformátory na vstupu i výstupu jsou vinuty na toroidech třemi vodiči současně. Diody jsou křemíkové spínací nebo varikapty.

Vynikající je aktivní, dvojitě vyvážený demodulátor s integrovaným obvodem na obr. 102. Směšovací zisk je možno nastavit rezistorem R7.

Obr. 101. Dvojitě vyvážený diodový demodulátor SSB signálů



Obr. 102. Aktivní, dvojitě vyvážený SSB demodulátor s integrovaným obvodem MC1496



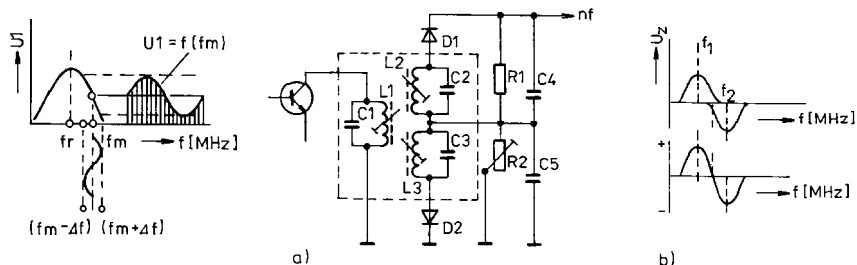
Demodulace kmitočtově modulovaných signálů je možná nejjednodušším způsobem pomocí sériového diodového detektoru určeného původně k demodulaci amplitudově modulovaných signálů. Rozdíl je v tom, že rezonanční obvod v mezifrekvenci není naladěn přesně na mezifrekvenční kmitočet, ale pracovní bod je na boku rezonanční křivky.

Jestliže při kmitočtové modulaci vzroste kmitočet, zvětší se i amplituda kmitů v rezonančním obvodu. Obráceně při snížení kmitočtu se amplituda v rezonančním obvodu zmenší. Takto se vlastně změny kmitočtu přetransformují na změny amplitudy, které jsou detektorem převedeny na změny napětí.

Hlavní nevýhodou tohoto způsobu demodulace je velká nelinearita a malý rozsah kmitočtových změn, které je schopna rezonanční křivka svým tvarem zvládnout.

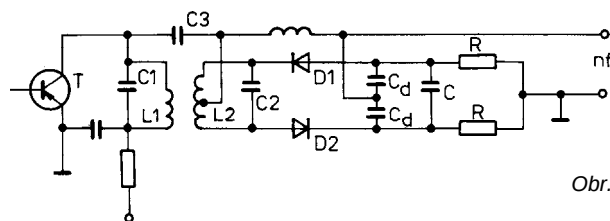
Lepší vlastnosti má už amplitudový diskriminátor. Ten používá na vstupu dva rezonanční obvody L2 C2 a L3 C3. Jeden z těchto obvodů je naladěn níže, než je kmitočet nemodulované nosné a druhý výše. Rozdíl kmitočtů, na něž jsou oba obvody naladěny, musí být větší, než je maximální kmitočtová změna při kmitočtové modulaci. Takto zapojené a naladěné obvody vytvářejí kmitočtové rozlišení v signálu. Vlastní detekce je realizována diodami D1 a D2 s odpovídajícími pracovními rezistory R1 a R2 s paralelními filtračními kondenzátory C4 a C5.

Obr. 103. Nejméně dokonalý způsob demodulace úzkopásmové kmitočtové modulační diodovým detektorem na boku rezonanční křivky



Obr. 104. Zapojení amplitudového diskriminátoru (a). Demodulační charakteristika je v oblasti mezi kmitočty f_1 a f_2 (b)

Podstatně lepších výsledků lze dosáhnout při použití fázového diskriminátoru nebo poměrového detektoru. Druhý je méně citlivý na změny amplitudy na úkor menšího modulačního zisku. Oba byly dříve hodně používány v rozhlasových přijímačích pro příjem FM signálů.



Obr. 105. Poměrový detektor

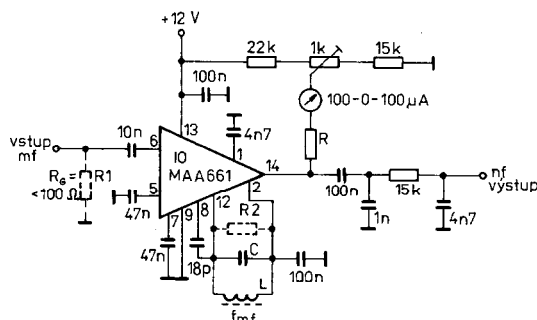
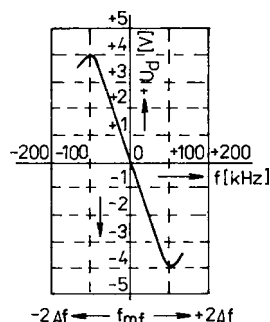
V současné době se používá jako demodulátorů FM hlavně koincidenčních detektorů a demodulátorů s fázovým závěsem. Umožňují to zejména speciálně konstruované integrované obvody většinou spojené s amplitudovým omezovačem a nf zesilovačem. Někdy dokonce i s mezifrekvenčním zesilovačem. Vyráběny jsou také speciální integrované obvody pro úzkopásmovou FM. Kromě vynikajících vlastností, pokud se týká linearity a věrnosti převodu, mají další výhodu v nepatrné spotřebě.

Rozbor funkce těchto demodulátorů je poměrně složitý. Ale realizace při dodržení základních zásad při stavbě je poměrně jednoduchá včetně nastavení.

Jednotlivé druhy demodulátorů FM se hodnotí zejména svojí demodulační charakteristikou, tzn.:

- věrností přenosu kmitočtové změny na změnu napětí (linearity),
- šířkou lineární části,
- demodulačním ziskem daným závislostí změny výstupního napětí na změně kmitočtu (mV/kHz) neboli strmostí demodulační charakteristiky.

Obr. 106. Mezifrekvenční zesilovač a demodulátor FM zapojený jako koincidenční detektor s integrovaným obvodem MAA661 (měřicí přístroj slouží ke kontrole vyladění. Potenciometrem 1k se nastavuje nula, rezistorem R citlivost)



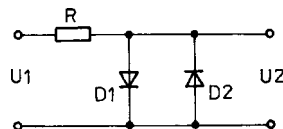
Obr. 107. Příklad demodulační charakteristiky demodulátoru FM jako závislosti výstupního nf signálu na kmitočtovém zdvihu

Amplitudový omezovač

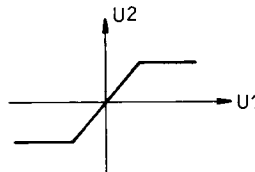
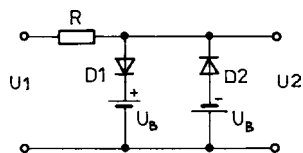
Amplitudový omezovač se používá k omezení parazitní amplitudové modulace, která se na kmitočtově modulovaném signálu objeví vlivem vln, jež se šíří prostorem, dále pak vlivem interferencí a vlivem atmosférických a průmyslových poruch.

Nejjednodušší je omezovač diodový, který v zásadě představuje nelineární dělič napětí. V okamžiku, kdy napětí na diodách překročí prahovou hodnotu, začne podle polarity jednou z diod protékat proud, zvětšuje se úbytek napětí na rezistoru R, ale napětí U_2 se už nezvyšuje. Při obrácené polaritě napětí vede zase druhá dioda. Samozřejmě je možno volbou vhodného předpětí pro každou z diod nastavit práh, kdy diody začínají vést proud, a tím nastavit i velikost U_2 .

Obr. 108. Základní omezovač s antiparalelním zapojením diod

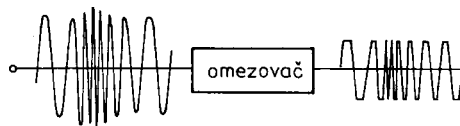


Obr. 109. Oboustranný diodový omezovač s předpětím pro každou diodu



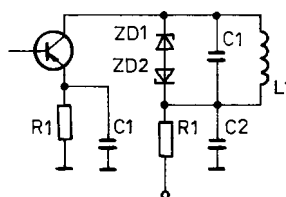
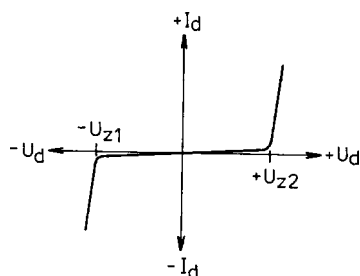
Obr. 110. Vzájemný vliv vstupního napětí U_1 a výstupního napětí U_2 u omezovače

Obr. 111. Tvar vstupního a výstupního napětí omezovače



Použijeme-li v takovém omezovači Zenerovy diody, odpadají pomocné zdroje předpětí (U_p) pro jednotlivé diody a práh omezení je dán Zenerovým napětím použitých diod. Příklad takového zapojení je uveden na obr. 112. Pro vyšší kmitočty je však třeba použít miniaturní Zenerovy diody s malou kapacitou přechodu, která je součástí ladicí kapacity obvodu.

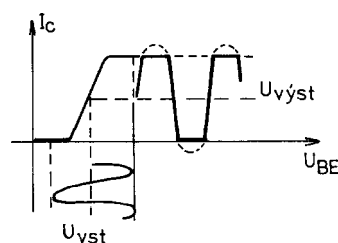
Obr. 112. Závislost proudu a napětí, zapojíme-li dvě Zenerovy diody s opačnou polaritou do série.



Obr. 113. Příklad omezovače vř napětí využívajícího charakteristiky dvou Zenerových diod s opačnou polaritou v sériovém zapojení

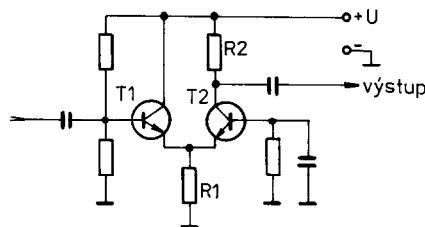
Nejrozšířenější je omezovací stupeň tvořený zesilovacím tranzistorem s upraveným pracovním režimem. Omezovací tranzistor pracuje se sníženým napájecím napětím, takže kolektorový proud dosáhne nasyceného stavu (nemůže se dále zvyšovat) již při malé amplitudě vstupního napětí.

Obr. 114. Princip omezení na charakteristice tranzistoru



Podstatné zlepšení omezovací funkce tranzistoru lze dosáhnout se dvěma tranzistory v zapojení jako diferenční zesilovač: Každý tranzistor omezuje jednu půlvlnu (T1 pracuje v zapojení se společným kolektorem, T2 se společnou bází). Tranzistory v tomto zapojení mohou pracovat s vyšším napájecím napětím. Výsledkem pak je naprosto souměrně omezený signál.

Obr. 115. Omezovač amplitudy se dvěma tranzistory v zapojení jako diferenciální zesilovač



V integrovaných obvodech určených jako diferenční zesilovače jsou provedeny další úpravy v zapojení. Výsledné omezení je ještě dokonalejší.

Nelineární zkreslení vznikající v omezovači vlivem odřezávání špiček sinusového napětí nevyvolá zkreslení kmitočtové modulace. Vzniklé vyšší harmonické (celé násobky základního kmitočtu) se odfiltrují rezonančním obvodem nebo horní zádrží.

Krystalové rezonátory

Princip krystalového rezonátoru je založen na piezoelektrickém jevu. Ten spočívá v tom, že u některých dielektrik působením vnějších mechanických sil se na jejich povrchu objeví elektrické náboje a obráceně, vlivem vnějšího elektrického pole se stejné dielektrikum mechanicky rozkmitá.

Těmto rezonátorům říkáme v radioamatérské praxi stručně krystaly. Ve skutečnosti se jedná o výbrus zhotovený vhodným řezem z monokrystalu křemene. Takový výbrus má tvar destičky nebo hranolu. Jeho protilehlé stěny jsou opatřeny velmi tenkými polepy zlata, stříbra nebo hliníku. V uzlových místech jsou k polepům připájeny tenké přívodní drátky, které jednak drží celý krystal a současně slouží jako přívody. Mechanických držáků, které držely výbrus tlakem mezi kovovými elektrodami, se dnes už nepoužívá. Celek je uzavřen ve vhodném pouzdru, aby byl vlastní výbrus chráněn mechanicky a před prachem. U kvalitních krystalových rezonátorů je výbrus uložen ve vyčerpané skleněné nádobě. Tím jednak odlehčením hmoty vzduchu usnadníme kmitání a současně se vylepší tepelná izolace. Parametry každého krystalového výbrusu totiž závisí na teplotě.

Jak již bylo naznačeno, vnějším elektrickým napětím přivedeným na elektrody je možno vybudit v krystalu mechanické kmity, dosahující při určitých kmitočtech výrazného maxima. Toto maximum se pak ve vnějším obvodu projeví jako elektrická rezonance. Kmitočet rezonance je dán převážně mechanickými rozměry výbrusu. Měřením lze zjistit dvě důležité skutečnosti. V první řadě krystal jako rezonanční obvod vyniká velkým činitelem jakosti Q (desítky až stovky tisíc), běžným LC obvodem nedosažitelným. Druhou skutečností je, že měřením impedance krystalu v závislosti na kmitočtu zjistíme nejdříve vlastní tzv. sériovou rezonanci a o něco kmitočtově výše ještě paralelní rezonanci, způsobenou hlavně parazitními kapacitami a kapacitou držáku. Tzn., že krystalový rezonátor je možno vybudit do stavu sériové nebo paralelní rezonance.

Krystalové rezonátory se používají jednak ke stabilizaci kmitočtu oscilátorů (základem je v tomto případě velký činitel jakosti), jednak jako základní prvky při konstrukci selektivních krystalových filtrů.

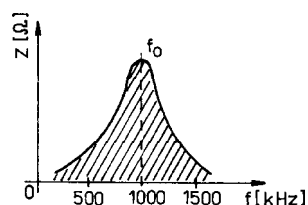


Obr. 116. Křemenný výbrus s napařenými elektrodami a s přivařenými vývody (schematické znázornění)

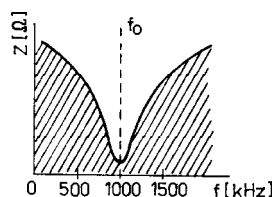
Pasivní selektivní členy

V budičích vysílačů a v přijímačích se často objevuje požadavek vytvořit vhodný obvod, který by bez ztlačení útlumu propustil jen určité pásmo kmitočtů a ostatní kmitočty potlačoval.

Základním takovým obvodem je paralelní a sériový rezonanční obvod. Jak víme už z předchozího, paralelní rezonanční obvod má největší odpor na rezonančním kmitočtu. Pro kmitočty vyšší i nižší, než je kmitočet rezonanční, impedance obvodu klesá. U sériového rezonančního obvodu je tomu obráceně, co se týká propustnosti. Tento obvod propouští s minimálním útlumem jen kmitočty blízké kmitočtu rezonančnímu. V praxi jsou ve větší míře využívány paralelní rezonanční obvody.



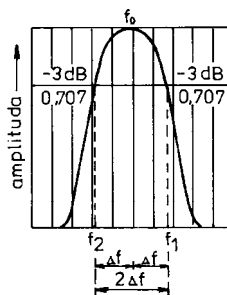
Obr. 117. Kmitočtová závislost impedance paralelního LC obvodu



Obr. 118. Kmitočtová závislost impedance sériového LC obvodu

V praxi často požadujeme laditelnost LC obvodu, tj. plynulou změnu rezonančního kmitočtu. Ten lze měnit buď plynulou změnou ladící kapacity (použitím ladícího kondenzátoru) nebo změnou obvodové indukčnosti.

Vlastnosti samotného rezonančního obvodu hodnotíme stupněm selektivity, který udává šířku pásma laděného obvodu mezi body, kde přenášený výkon poklesne na polovinu. V hodnotách napětí to představuje pokles o 3 dB na obě strany od maximálního napětí v propustné části křivky. Tuto šířku pásma označujeme písmenem B a je dána hlavně činitelem jakosti obvodu. Za předpokladu kvalitního vzduchového nebo styroflexového kondenzátoru bude tedy celková kvalita obvodu určována převážně činitelem jakosti cívky.



Obr. 119. Šíře pásma laděného obvodu pro pokles o 3 dB

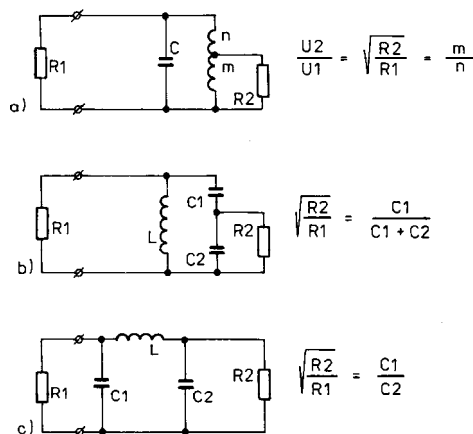
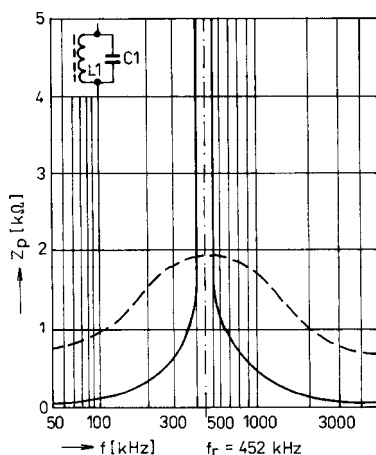
Mezi šířkou propustného pásma, kmitočtem a činitelem jakosti obvodu platí vztah:

$$B = \frac{f}{Q}$$

kde B = šířka pásma pro pokles 3 dB v kHz,
 f = rezonanční kmitočet obvodu v kHz,
 Q = činitel jakosti obvodu.

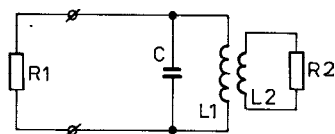
Jak již bylo uvedeno, vztah platí pro samotný rezonanční obvod nebo za předpokladu jeho správného přizpůsobení k dalším obvodům. V praxi jsou vlastnosti rezonančního obvodu ovlivněny připojeními vstupními a zatěžovacími odpory zejména aktivních součástek. Při malých hodnotách těchto odporů jsou totiž dobré vlastnosti rezonančního obvodu ohroženy, a proto je nezbytné jejich tlumící vliv omezit. Děje se tak vhodným připojením vnějšího obvodu na kapacitní nebo indukční dělič napětí.

Obr. 120. Závislost impedance paralelního laděného obvodu na kmitočtu. Čárkovaný průběh označuje vliv zátěže, který způsobuje tlumení obvodu



Obr. 121. Základní příklady přímé vazby na laděný obvod. a) přizpůsobením odbočkou na cívce, b) kapacitním děličem, c) P článkem

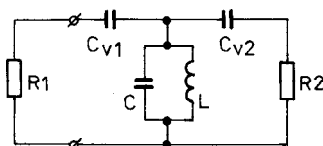
Méně se používají k přizpůsobení také T články a L články. Tam, kde potřebujeme z nějakého důvodu vzájemně galvanicky oddělit obvody, nebo potřebujeme přejít ze souměrného obvodu na nesouměrný či naopak, volíme vazbu indukčním prostřednictvím vazební cívky.



Obr. 122. Vazba zátěže na rezonanční obvod vazební cívkou

Za předpokladu, že $R1 \gg R_{rez}$ a $R2 \gg R_{rez}$,

lze použít přímou vazbu na rezonanční obvod.



Obr. 123. Přímá napěťová vazba na rezonanční obvod

V mnoha případech samotný rezonanční obvod nevyhovuje tvarem propustné křivky, a proto upravujeme přenosové vlastnosti dvěma vzájemně vázanými LC obvody, které jsou zpravidla shodné, tzn. jsou laděny na stejný kmitočet. Vzájemná vazba primárního a sekundárního obvodu může být elektrická (kapacitou) nebo magnetická (část magnetického pole primární cívky zasahuje cívku sekundární a budí v ní napětí). Tzn. vzájemná vazba je zprostředkována vzájemnou indukčností M .

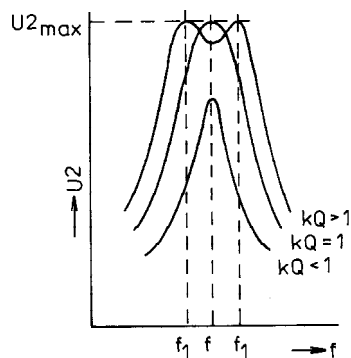
Míru vzájemné vazby obou obvodů vyjadřujeme tzv. koeficientem vazby. Největší výkon je přenášen z jednoho obvodu do druhého při kritické vazbě, kdy koeficient vazby

$$k = 1/Q_0$$

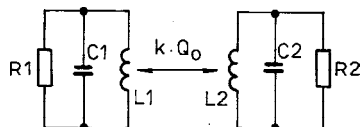
Za předpokladu, že činitele jakosti obvodů se rovnají, bude

$$Q_1 = Q_2 = Q_0$$

Je-li $k \cdot Q_0 < 1$, mluvíme o vazbě podkritické, a při $k \cdot Q_0 > 1$ o vazbě nadkritické.

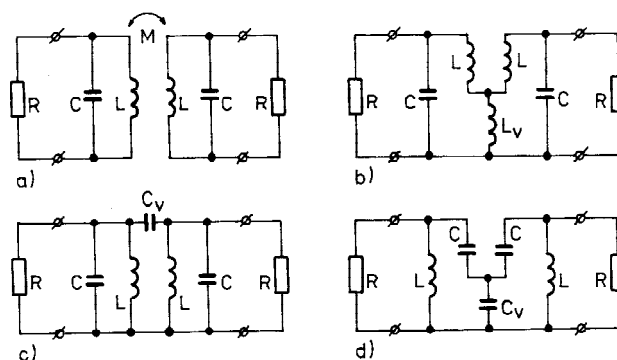


Obr. 124. Vzájemná vazba dvou rezonančních obvodů



Obr. 125. Různý tvar přenosové křivky dvou vzájemně vázaných LC obvodů při různé hodnotě $k \cdot Q_0$

Obr. 126. Příklady různé vzájemné vazby LC obvodů: a) vazba vzájemnou indukčností; b) vazba proudovou indukční; c) kapacitní napěťová vazba; d) kapacitní proudová vazba



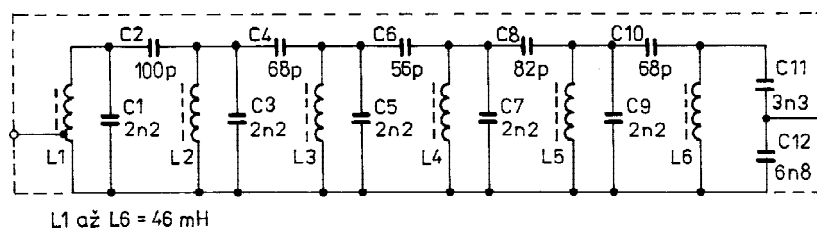
V těch případech, kdy potřebujeme větší šířku propustného pásma, než umožňuje nadkritická vazba, lze uspět tak, že jeden z vzájemně vázaných obvodů naladíme níže a druhý výše od středu požadovaného pásma. Úpravou vzájemné vazby, posouváním obou cívek, lze dosáhnout při troše trpělivosti vhodného tvaru. Nastavení je nutno několikrát opakovat a tvar křivky kontrolovat pomocí generátoru a vř. voltmetru.

Selektivních zesilovačů se vzájemně vázanými LC obvody řadíme většinou několik do řady, abychom dosáhli potřebného zesílení a tvaru křivky propustnosti. Jindy požadavek velké selektivity při dané šířce propustného pásma a strmosti boků řešíme tak, že použijeme v jednom stupni tzv. filtr se soustředěnou selektivitou, která zajišťuje selektivitu celého zesilovače. Ostatní stupně už pak mají širší propustné pásmo a zajišťují jen potřebné zesílení bez podstatného vlivu na kmitočtovou charakteristiku. Těchto obvodů se využívá zejména při generování jednoho postranního pásma v budičích SSB vysílačů a v mezifrekvenčních obvodech přijímačů.

Filtry soustředěné selektivity se v praxi řeší zejména jako:

- mnohonásobné elektrické LC obvody,
- elektromechanické filtry,
- krystalové filtry,
- piezoelektrické filtry.

Hodnotícími kritérii jsou šířka propustného pásma, tvar útlumové charakteristiky, potlačení kmitočtů mimo propustné pásmo a nerovnost útlumové charakteristiky v propustném pásmu.

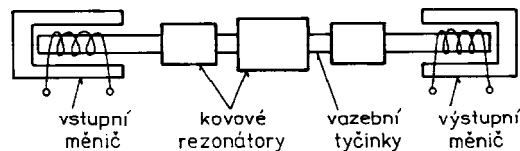


Obr. 127. Filtr soustředěné selektivity z LC obvodů na kmitočtu 50 kHz (konstrukce DM2BQK)

Zejména požadavky na strmost boků útlumové křivky dovolují konstruovat filtry z LC obvodů jen na kmitočtech pod 100 kHz (většinou na 50 kHz). Příklad zapojení takového filtru, konstrukce DM2BQK, je na obr. 127. Cívky jsou vinuty v lankem na feritových hrncových jádrech a dolaďovány feritovými jádry. Kondenzátory jsou styroflexové. K nastavení takového filtru je nutný generátor a milivoltmetr.

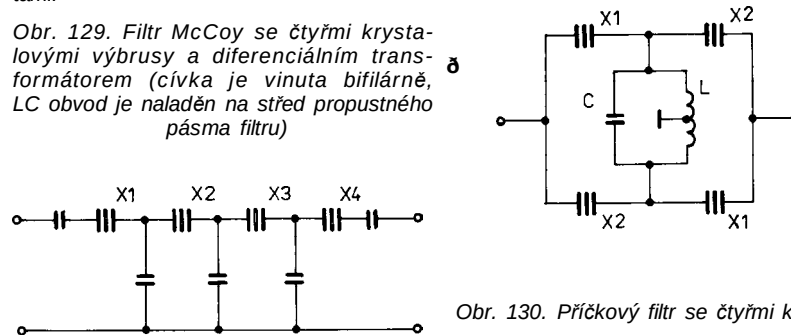
Elektromechanické filtry se vyrábějí pro kmitočty asi do 600 kHz. Využívají mechanické rezonance přesně zhotovených kovových válečků spojených vazebními tyčinkami. Na vstupu je měnič, který přemění elektrické kmity na mechanické, a na výstupu je zase zpětný mechanicko-elektrický měnič. Výroba těchto filtrů, zejména mechanických rezonátorů, je velmi náročná na přesnost. Z toho důvodu jsou tyto filtry drahé. Jejich útlumová charakteristika je však vynikající. Vstupní a výstupní měnič bývá magnetostrikční nebo piezoelektrický.

Obr. 128. Principiální sestava elektromechanického filtru



Krystalové filtry se vyrábějí zpravidla v kmitočtovém rozmezí 3 až 40 MHz. Tvar útlumové křivky závisí na počtu a zapojení krystalových výbrusů. Tím je dána současně i cena filtru. Variant zapojení takovýchto filtrů je velké množství od nejjednodušších až po extrémně náročné. Velmi známé je zapojení krystalového filtru se čtyřmi krystaly a diferenciálním transformátorem „McCoy“. Poměrně často se vyskytují také filtry v tzv. příčkové sestavě, v níž krystalové výbrusy jsou řazeny za sebou a vázány sériovými a paralelními kapacitami.

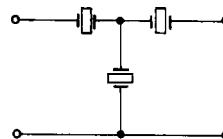
Obr. 129. Filtr McCoy se čtyřmi krystalovými výbrusy a diferenciálním transformátorem (cívka je vinuta bifilárně, LC obvod je naladěn na střed propustného pásma filtru)



Obr. 130. Příčkový filtr se čtyřmi krystaly

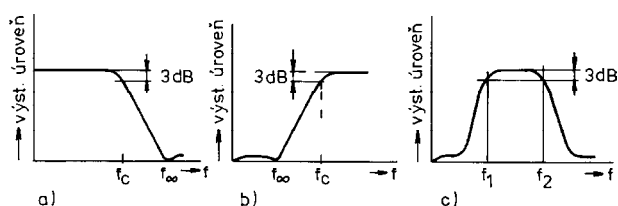
Základem piezoelektrického filtru je keramická destička z polykrystalické piezokeramiky. Ta se chová jako velmi kvalitní piezoelektrický rezonátor. Filtr většinou sestává ze tří rezonátorů a celek obsahuje několik takových článků.

Obr. 131. Článek piezoelektrického filtru složeného ze tří rezonátorů

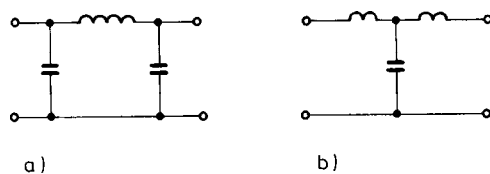


Výhodou těchto filtrů je poměrně nízká cena a malé rozměry. Nevýhodou relativně velký průchozí útlum, malá strmost útlumové křivky a horší tepelná stabilita. Širokého uplatnění našly tyto filtry zejména v mezifrekvenčních zesilovačích přijímačů pro FM (jeden filtr nebo dva zapojené v kaskádě).

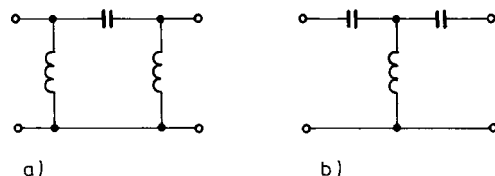
V závěru tohoto odstavce je třeba zmínit se ještě o dolní, horní a pásmové propusti. Dolní propust, tak jak je znázorněna na následujícím obrázku, propouští všechny kmitočty nižší, než je „zlomový“ kmitočet f_c a na kmitočtu $f_\infty = 1,25 f_c$ má maximální útlum. Horní propust, dále uvedená, propouští všechny kmitočty nad zlomovým kmitočtem a maximální útlum má pro kmitočet $0,8 f_c$. Pásmová propust propouští jen kmitočty v rozmezí f_1 a f_2 .



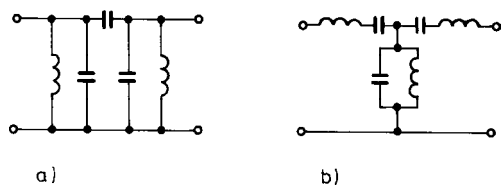
Obr. 132. Kmitočtová charakteristika dolní propusti a), horní propusti b), a pásmové propusti c)



Obr. 133. Nejjednodušší varianty dolních propustí ve tvaru P článku a) a T článku b)



Obr. 134. Nejjednodušší varianty horních propustí ve tvaru P článku a) a T článku b)



Obr. 135. Jednoduché varianty zapojení pásmových propustí

7. MODULACE A KLÍČOVÁNÍ

Amplitudová modulace

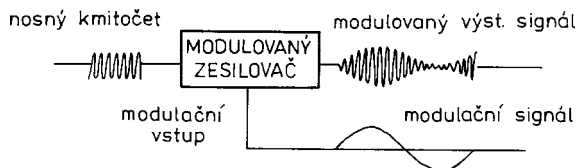
Amplitudová modulace je vlastně ovládání amplitudy nosné amplitudou nízkofrekvenčního signálu (hovorovým spektrem mluveného slova). Ve skutečnosti se toho dá dosáhnout tak, že na stejnosměrné napájecí napětí kolektoru tranzistoru nebo na stejnosměrné napájecí napětí elektronky je v modulátoru superponováno nízkofrekvenční napětí. Jinak lze také v rytmu modulačního napětí ovládat zesílení tranzistoru v zesilovači (změnou proudu báze nebo emitoru) atd. Důležité přitom je, do jaké míry je amplituda nosné ovládána modulačním signálem. To v praxi vyjadřujeme tzv. činitelem promodulování, neboli hloubkou modulace. Je-li rozkmit modulované nosné U_m poloviční proti rozkmitu nemodulované nosné U_0 , bude hloubka modulace

$$m = \frac{U_m}{U_0} = 0,5$$

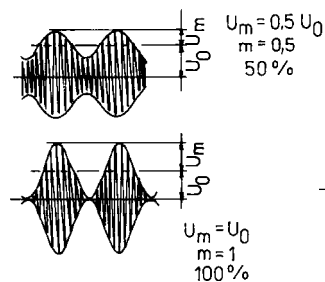
nebo v procentech

$$\frac{U_m}{U_0} \cdot 100 \% = 50 \%$$

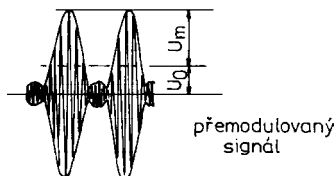
Obr. 136. Zesilovač s modulací amplitudy zesilovaného vst. signálu



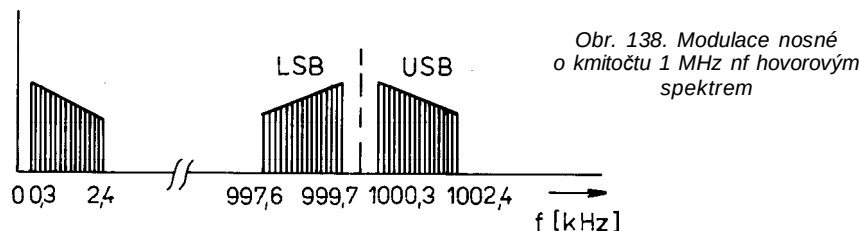
Vyšší promodulování než na 100 % způsobí tzv. přemodulování nosného kmitočtu a tím i neúnosné zkreslení.



Obr. 137. Různá hloubka amplitudové modulace



Amplitudová modulace je vlastně směřování. Proto také na výstupu modulovaného zesilovače dostaneme kromě kmitočtu nosné ještě součet a rozdíl kmitočtu nosné a nř modulačního kmitočtu. Při modulaci hovorovým spektrem se pak vytvoří dvě postranní pásma kolem kmitočtu nosné (spodní a horní postranní pásmo).



Matematicky lze snadno dokázat, že při stoprocentním promodulování vysílače bude polovinu z celkového výkonu vysílače, resp. jeho koncového stupně reprezentovat nosná vlna a druhá polovina výkonu se rovnoměrně rozdělí na obě postranní pásma. Tzn., že při výkonu vysílače 100 W bude mít nosná vlna výkon 50 W a obě postranní pásma po 25 W. Dále lze také dokázat, že pro přenos informací u amplitudové modulace není nosná vlna nutná. Můžeme ji klidně potlačit a obnovit až dodatečně při demodulaci v přijímači. A konečně není pro přenos informací nutné ani druhé postranní pásmo. Úplně stačí jedno.

Z toho všeho vyplývá, že potlačením nosné a jednoho postranního pásma ušetříme 75 % výkonu vysílače. Nebo obráceně při stejném výkonu vysílače bude mít potřebné jedno postranní pásmo čtyřnásobně větší výkon.

Další výhodou tohoto zjednodušení je, že se neruší vzájemnou interferencí nosných kmitočtů kmitočtové blízké vysílače. Zanedbatelná není ani poloviční šířka pásma proti klasické AM.

Tento systém nazýváme Single Side Band = jedno postranní pásmo s potlačenou nosnou (**SSB**). Mezinárodní označení je J3E.

Pro úplnost označení jednotlivých druhů provozu (z angličtiny):

DSB (Double Side Band) - obě postranní pásma a potlačená nosná,

LSB (Lower Side Band) - dolní postranní pásmo a potlačená nosná,

USB (Upper Side Band) - horní postranní pásmo a potlačená nosná.

Které z postranních pásem pro provoz použijeme, závisí jen na dohodě či zvyklostech. Zvolenému pásmu musí však v každém případě odpovídat nastavení přijímače. Na kmitočtech nižších než 10 MHz je používáno LSB a na kmitočtech vyšších než 10 MHz se používá USB.

Kmitočtová (frekvenční) modulace

Při kmitočtové modulaci se mění kmitočet nosné v závislosti na amplitudě modulačního signálu. Při kladné půlperiodě modulačního signálu se kmitočet zvyšuje a při záporné půlperiodě se snižuje (je nižší než kmitočet nemodulované nosné vlny). Čím je amplituda modulačního signálu větší, tím větší je i kmitočtová změna, tj. odchylka od nosné.

U kmitočtové modulace jsou důležité tři základní parametry:

- kmitočtový zdvih,
- modulační index,
- šířka pásma.

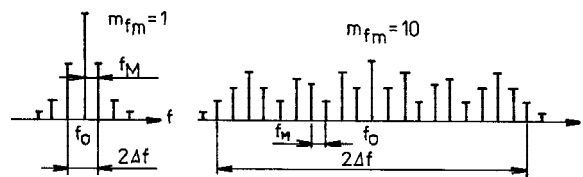
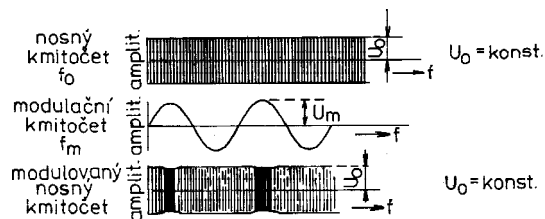
Kmitočtový zdvih Δf je maximální hodnota změny nosného kmitočtu a je přímo úměrný amplitudě modulačního napětí.

Na rozdíl od amplitudové modulace každá složka modulačního signálu vytvoří při kmitočtové modulaci teoreticky nekonečné množství postranních složek, jejichž kmitočtový odstup je roven modulačnímu kmitočtu. Amplituda těchto složek závisí na modulačním indexu, což je poměr kmitočtového zdvihu Δf a modulačního kmitočtu. Modulační index kmitočtové modulace tedy je:

$$m = \frac{\Delta f}{f_{\text{mod}}}$$

a může dosahovat hodnot 1 až n . Čím je modulační index větší, tím je vysílaná energie rozdělena do většího počtu postranních složek.

Obr. 139. Kmitočtová (frekvenční) modulace



Obr. 140. Kmitočtové spektrum frekvenčně modulovaného signálu pro dvě různé hodnoty modulačního indexu

Pro šířku pásma platí přibližný vztah:

$$B = 2 \cdot (f_{\text{mod}} + \Delta f)$$

V pásmu 144 MHz se používá šíře FM kanálů 12,5 kHz. Při maximálním modulačním kmitočtu 3 kHz tomu bude odpovídat kmitočtový zdvih

$$\Delta f = \frac{B}{2} - f_{\text{mod}} = 6,25 - 3 = 3,25 \text{ kHz}$$

..

Při větším kmitočtovém zdvihu budeme rušit v sousedním kanále.

K získání úzkopásmové kmitočtové modulace používáme obvykle přímého způsobu pomocí varikapu. Závislost kapacity varikapu na přiloženém napětí není však lineární. Tím není lineární ani kmitočtová změna, což je příčinou konstrukčních problémů při navrhování těchto obvodů.

I přes tyto dílčí problémy jsou ale zařízení pro úzkopásmovou kmitočtovou modulaci jednodušší, než je tomu u budičů SSB. Kromě toho zesilovače pro FM nemusí být lineární, jako je tomu v případě zesilování SSB signálů, což značně ovlivňuje energetickou bilanci.

Na straně příjmu je u FM velkou výhodou, že lze signál z mezifrekvenčního zesilovače před vstupem do demodulátoru přivést do amplitudového omezovače a jeho amplitudu

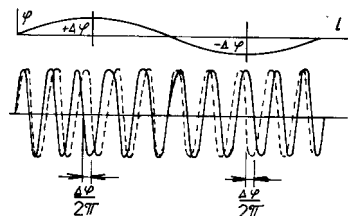
oboustranně „oříznout“. Zbavíme se tak velmi snadno a elegantně všech atmosférických a průmyslových poruch amplitudového charakteru. Tyto omezovače jsou v mnoha případech součástí příslušných integrovaných obvodů spolu s demodulátorem FM signálů, obvodem pro automatické doladování kmitočtu apod.

V neposlední řadě je i jistou výhodou, že požadavky na stabilitu kmitočtu nosné nejsou tak přísné. U SSB si těžko můžeme dovolit krátkodobou stabilitu horší než asi 200 Hz (za 30 minut), kdežto u FM zpravidla odchylka o 1 až 2 kHz v pásmu 144 MHz nepůsobí znatelnou újmu na kvalitě.

Širokopásmová kmitočtová modulace se využívá v rozhlasové technice v pásmech VKV a jako zvukový doprovod televizního signálu. Záslouhou zdvihu 75 kHz se tak dosahuje vynikající kvality přenosu, ať už z hlediska přenášeného kmitočtového pásma či z hlediska dynamického rozpětí.

Fázová modulace

U fázově modulované nosné vlny se mění fáze nosného kmitočtu v rytmu amplitudových změn modulačního signálu. Většinou bývá využívána jako snadný přístup ke kmitočtové modulaci, neboť fázově modulované kmity můžeme považovat současně za kmitočtově modulované. Při předbíhání fáze totiž frekvence kmitů vzroste, protože se zmenší jejich perioda, a naopak při zpoždění fáze kmitočty klesá. Nevýhodou fázové modulace je, že zabrané kmitočtové pásmo se zvětšuje nejen s amplitudou, ale i s kmitočtem modulačního signálu.



Obr. 141. Posouvání fáze vř kmitů při fázové modulaci

Existují ještě další druhy modulace. Zejména modulace při impulzním provozu, kdy se mění amplituda, šířka nebo fáze impulsů v závislosti na okamžitém modulačním napětí. Tyto druhy však nejsou v radioamatérském provozu využívány.

Klíčování

Požadujeme-li u zařízení telegrafní provoz, lze toho dosáhnout klíčováním nosné (u telegrafních vysílačů) nebo klíčováním modulačního kmitočtu z pomocného generátoru (u SSB vysílačů).

Největší problémy jsou zpravidla při klíčování telegrafních vysílačů s provozem A1A. Tam je důležitý tvar značky, aby nevznikaly tzv. kliky a zbytečné rušení.

Klíčování modulačního kmitočtu pomocného nf generátoru se používá při telegrafním provozu u vysílačů SSB. V tomto případě je nutno zajistit zejména minimální zkreslení pomocného nf generátoru. To je nutné s ohledem na nežádoucí vyšší harmonické. Generátor běží zpravidla trvale, klíčování je až jeho oddělovací stupeň.

Klíčování kmitočtovým posuvem, kdy značka odpovídá jednomu kmitočtu a mezera druhému kmitočtu, se používá u speciálních druhů provozu jako je radiodálnopis (RTTY), provoz mezi počítači (paket rádio) atd.

Na závěr této kapitoly jsou stručně shrnuty výhody a nevýhody jednotlivých druhů provozu.

Provoz CW (klíčovaná nosná vlna):

- nejjednodušší zařízení na straně vysílání i na straně příjmu;
- telegrafní značky nejsnáze pronikají rušením.

Provoz AM (není povolen):

- jednoduchá demodulace sériovým detektorem;
- nevýhodná energetická bilance;
- rušení příjmu interferencí nosných;
- velké rušení z atmosférických výbojů a průmyslových zdrojů.

Provoz SSB:

- proti AM podstatně výhodnější energetická bilance;
- nevzniká rušení interferencí nosných;
- nevýhodná je složitost zařízení na přijímací i vysílací straně;
- zesilovače výkonu musí být lineární;
- provoz zabírá poloviční kmitočtové spektrum oproti AM.

Provoz FM:

- poměrně jednoduchá zařízení;
- díky omezení amplitudy z obou stran je menší rušení amplitudového charakteru;
- nevýhodou je velká šířka pásma, kterou tento provoz zabírá, a proto je FM odsunutá na pásma VKV (s výjimkou úzkopásmové kmitočtové modulace);
- u zesilovačů výkonu lze použít zesilovače třídy C, což vylepší energetickou bilanci;
- při klíčování frekvenčním posuvem získáme po oboustranném amplitudovém omezení na straně přijímače nejodolnější druh provozu proti atmosférickému a průmyslovému rušení.

8. PŘÍJÍMAČE

Elektromagnetické pole, vyvolané signálem z vysílací antény, indukuje v přijímací anténě malé vysokofrekvenční napětí. Přijímací anténa ale současně zachycuje vlny mnoha vysílačů různých kmitočtů. Proto musí vstupní část přijímače vybrat pomocí přeladitelných paralelních rezonančních obvodů ten kmitočet, který má být přijímán.

Napětí na vstupním obvodu přijímače je maximální, pokud se shoduje rezonanční kmitočet obvodu a kmitočet vř signálu vysílače. Je tomu tak z toho prostého důvodu, že paralelní rezonanční obvod má při rezonanci maximální odpor, a tak průchodem proudu je na něm podle Ohmova zákona největší napětí. Nakmitané napětí na vstupním obvodu má stejný tvar jako na výstupu vysílače, ale podstatně menší amplitudu. To znamená, že se jedná o vř signál nízkofrekvenčně modulovaný. Proto je nutné ze zachycené nosné vlny nějakým způsobem získat zpět původní přenášenou informaci. To se uskutečňuje demodulací - detekcí. (Při provozu CW a SSB je navíc ještě nutno dodat potřebnou nosnou.)

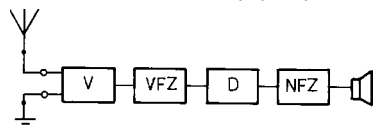
Přijímače bez zesílení a s přímým zesílením

V počátcích rozhlasu byly používány přijímače bez zesílení, kterým se říkalo krystalky. Ty plně odpovídaly zmíněnému popisu. Název byl odvozen z detektoru, v němž se používal galenitový krystal, který dnes lze nahradit libovolnou hrotovou diodou. Nevýhodou tohoto přijímače je možnost přijímat jen místní stanice (malá citlivost, poslech jen na sluchátka s velkým odporem a malá selektivita).

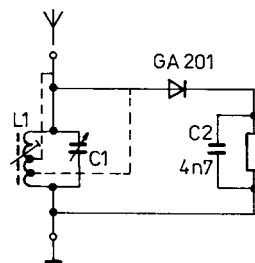
Přiřazením vř selektivního zesilovače na vstup se tento přijímač značně zdokonalil a vznikl tak přijímač s přímým zesílením. Výraznějšího účinku vř zesilovače dosáhneme, když ztráty, které vznikají v ladicím obvodu, nahradíme kladnou zpětnou vazbou. Stupeň

zpětné vazby je řízen ovládacím prvkem. Zvyšováním zpětné vazby se zvětšuje Q laděného obvodu, zužuje se šířka pásma a stoupá citlivost. Ta je největší těsně před bodem nasazení oscilací. Za bodem nasazení oscilací je takový přijímač schopen přijímat i telegrafní signály.

Obr. 142. Zapojení jednoduchého diodového přijímače bez zesílení



V - vstupní laděné obvody; VFZ - vf selektivní zesilovač; D - demodulátor; NFZ - nf zesilovač



Obr. 143. Blokové schéma přijímače s přímým zesílením

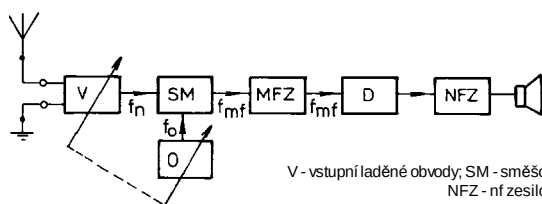
Úkolem vstupních laděných obvodů u takového přijímače je tedy vybrat signál žádaného kmitočtu. Vf selektivní zesilovač zesílí tento signál na požadovanou úroveň a demodulátor oddělí od vf modulované vlny nízkofrekvenční signál (hovorové kmitočty). Úkolem nf zesilovače je už jenom zesílit nf signál na požadovanou výkonovou úroveň pro poslech reproduktorem.

Jiným typem přijímače s přímým zesílením je tzv. superreakční přijímač. Pracuje jako kmitající detektor, jehož kmity jsou přerušovány blokujícím oscilátorem o kmitočtu kolem 20 kHz. Přijímač se vyznačuje silným šumem, který zmizí při příjmu signálu. Citlivost je dobrá, detektor je schopen zpracovat velmi slabé i velmi silné signály AM a širokopásmové FM. Při úzkopásmové FM je nf napětí poměrně malé. Příjem telegrafních signálů není možný. Velkou nevýhodou je zpětné vyzařování kmitajícího detektoru do antény, které lze do jisté míry omezit vf zesilovačem mezi anténou a detektorem. Dnes se tohoto přijímače už nepoužívá.

Hlavním nedostatkem přijímačů s přímým zesílením je jejich malá citlivost, malá selektivita a na vyšších kmitočtech velký šum. Přidání dalších laděných obvodů a selektivních zesilovačů řeší tento problém jen v omezené míře, a to ještě jen v případech nižších kmitočtů. To je důvodem, že i těchto přijímačů se už nepoužívá. Byly vytlačeny dokonalejším systémem zvaným superheterodyn. Během několika let se vžil zkrácený výraz superhet.

Superhet

U superhetu přichází přijímaný signál (f_n) na směšovač spolu s kmitočtem z pomocného oscilátoru (f_o). Při současném působení obou signálů se objeví na výstupu směšovače řada signálů nových kmitočtů, z nichž si selektivním obvodem vybereme zpravidla signál rozdílového kmitočtu.



V - vstupní laděné obvody; SM - směšovač; MFZ - mf zesilovač; D - demodulátor; NFZ - nf zesilovač; O - oscilátor

Obr. 144. Blokové schéma superhetu

Pokud zajistíme přeladování místního oscilátoru tak, aby jeho kmitočet (f_o) byl vždy o stejný rozdíl nižší než kmitočet přijímaný (f_n), na který jsou nalaďeny vstupní obvody, je rozdílový kmitočet ($f_n - f_o$) stálý a nezávislý na ladění přijímače. Takto se kmitočet každého přijímaného signálu převede vždy na stejný kmitočtový rozdíl, zvaný mezifrekvenční kmitočet, který je trvale roven $f_{mf} = f_n - f_o$, neboť místní oscilátor je laděn v souběhu se vstupními obvody.

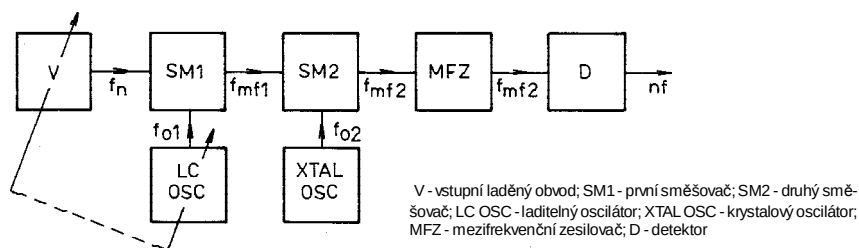
Oscilátor může pracovat také o mezifrekvenční kmitočet nad přijímaným signálem.

Hlavní výhoda superhetu je tedy zřejmá na první pohled. Veškeré zesílení a selektivita přijímače se získává na jednom kmitočtu, v mezifrekvenčním zesilovači. Tzn., že zde lze využít vhodný filtr soustředěné selektivity s potřebnou šířkou pásma a v ostatních stupních zajistit už jen požadované zesílení, které tak získáme na nízkém kmitočtu, kde se už relativně snadno vypořádáme se šumem.

Nic však není zadarmo či bez problémů. A to platí i v tomto případě. Má-li totiž superhet mezifrekvenční zesilovač na nízkém kmitočtu, stává se, že do tohoto zesilovače pronikne jak žádaný signál o kmitočtu $f_n - f_o = f_{mf}$, tak také signál zvaný zrcadlový, pro který je splněna podmínka $f_z + f_o = f_{mf}$. Tento signál je nebezpečný tím, že po zesílení mf zesilovačem se dostane na detektor, kde vytvoří spolu se žádaným signálem hvizdy. Potlačit lze zrcadlové kmitočty zčásti ve vf zesilovači na vstupu přijímače, a to ještě jen na nižších kmitočtech, nebo volbou vyššího mezifrekvenčního kmitočtu.

Z toho vyplývá, že při volbě kmitočtu mf zesilovače je nutno vycházet ze dvou protichůdných požadavků. Z hlediska selektivity a požadovaného zesílení je výhodný nízký mf kmitočet, kdežto s ohledem na potřebu potlačit zrcadlové signály je lepší mít mf kmitočet poměrně vysoký. Řešením je použít v přijímači dvojí směřování se dvěma mf zesilovači na různých kmitočtech. První mf kmitočet volíme poměrně vysoký právě z důvodu, aby byla zajištěna dostatečná zrcadlová selektivita. Bývá zpravidla v rozsahu 2 až 4 MHz. Druhý mf kmitočet se volí mezi 30 až 50 kHz, aby bylo možno využít filtrů soustředěné selektivity s potřebnou šířkou pásma. Převážná část zesílení i selektivity se soustřeďuje do druhého mf zesilovače s nižším kmitočtem.

Obr. 145. Blokové schéma superhetu s dvojím směšováním



Přeladitelný je jen první oscilátor, kterým se také spolu s laděním vstupních obvodů volí přijímaný kmitočet. Druhý oscilátor pracuje na pevném kmitočtu (krystalový oscilátor) a umožňuje ve druhém směšovači vznik kmitočtu druhé mezifrekvence.

U přijímačů s dvojím směšováním nutno pamatovat na možnost vzniku dalších směšovacích produktů. Dva oscilátory a dva směšovače dávají k tomu předpoklady. Proto je nutno pečlivě zvážit volbu mf kmitočtů, pamatovat na dobré stínění a selektivitu obvodů.

Velmi kvalitní komunikační přijímače typu up-konvertor mají první mf kmitočet dokonce nad přijímaným rozsahem (40 až 70 MHz při rozsahu 0,1 až 30 MHz), doplněný krystalovým filtrem. Tato volba zaručuje dokonalé potlačení zrcadlových kmitočtů. Zesílení prvního mf stupně je malé. Převážná část zesílení a selektivity včetně požadavků na minimální šum jsou soustředěny do druhého mf zesilovače, který je zpravidla vybaven přepínatelnými

filtry pro jednotlivé druhy provozu. Kmitočet druhé mezifrekvence se volí v rozmezí 4 až 10 MHz.

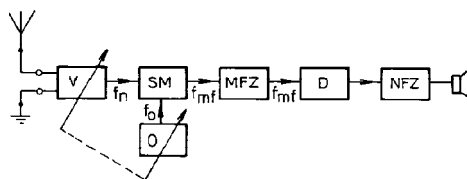
Takto konstruované přijímače dosahují velkého potlačení zrcadlových kmitočtů a nežádoucích směšovacích produktů. Nároky na řešení vstupních obvodů jsou podstatně menší. Ovšem to všechno je za cenu citelně větších nákladů na krystalové filtry (v oblasti VKV) a náročnosti na oscilátorovou jednotku.

Přijímače s přímým směšováním

Přijímač s přímým směšováním svými vlastnostmi předčí přijímač přímozesilující, nedosahuje však zdaleka kvalit superhetu. Jedná se o celkem jednoduché zařízení, vhodné hlavně pro nižší KV pásma a důležité snad je, že k jeho oživení není v zásadě třeba měřicích přístrojů, snad nejvýše měřič kmitočtu pro nastavení oscilátoru. Z blokového schématu je patrné, že za vstupními laděnými obvody (V) následuje směšovač (SM) s místním oscilátorem (O), jehož kmitočet je volen tak, aby na výstupu směšovače byl už demodulovaný nf signál.

Obr. 146. Blokové schéma přijímače s přímým zesílením

V - vstupní laděný obvod; SM - směšovač;
O - oscilátor; DP - dolní propust; NFZ - nf zesilovač



Vstupní laděný obvod je běžný. Je laděn na stejný kmitočet jako oscilátor. Ke směšování bývá většinou využito zapojení dvojité vyvážené směšovače s diodami. Mimořádné požadavky jsou kladeny na stabilitu LC oscilátoru. To je také hlavní důvod, proč se tohoto jednoduchého přijímače nevyužívá na vyšších KV pásmech. Selektivita je z větší části dána dolní propustí na výstupu směšovače. Veškeré zesílení je soustředěno do nf zesilovače.

Jak již bylo uvedeno, výhodou tohoto principu je jednoduchost, velmi dobrá kvalita přijímaných signálů, malá pořizovací cena a snadné uvedení do provozu. Nevýhodou je malá selektivita a možnost příjmu jen SSB a CW signálů.

Pokud použijeme aktivního směšovače s některým z běžných zapojení, získáme výhodu v zisku tohoto směšovače. Ovšem za cenu zhoršení odolnosti proti přetížení silnými signály.

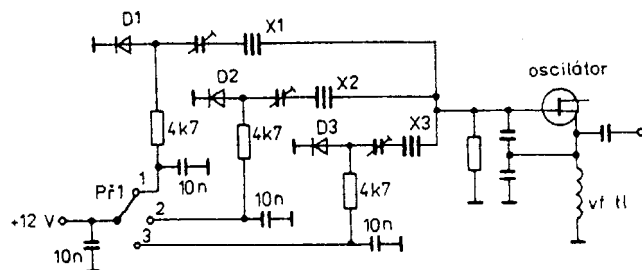
Hlavní obvody přijímačů

Vstupní laděné obvody mají za úkol pokud možno vybrat z přijímaného spektra signálů jen žádané signály a ostatní pokud možno účinně potlačit. Nejčastěji jsou řešeny jako paralelní laděné LC obvody. Šířka přenášeného pásma závisí na činiteli jakosti obvodů. Vysokého činitele jakosti dosahují filtry HELICAL, které pracují na principu dutinových rezonátorů s malou impedancí. Zpravidla se spojují dva nebo tři s velmi volnou vazbou jako pásmová propust. Pro oblast krátkých vln jsou však značně rozměrné a těžko přeladitelné. V přijímačích typu up-konvertor stačí na vstupu jen dolní nebo pásmová propust. Pro optimální přenos energie z antény na vstupní obvod je důležité správné přizpůsobení, jak již bylo uvedeno v odstavci „pasívní selektivní členy“.

Vysokofrekvenční zesilovač má nahradit ztráty, které vznikají průchodem signálu laděnými obvody, a upravit šumové číslo přijímače na žádanou hodnotu. O velikost zisku zesilovače se zmenšuje dynamický rozsah směšovače. Proto je třeba nastavit jeho zisk jen na nejnižší míru. U kvalitních přijímačů je vf zesilovač řešen s možností připojení jen

v nutném případě. Při velkých nárocích na linearitu není vhodné zavádět do V zesilovače automatické řízení zisku. Jako aktivní součástka se na tomto stupni využívá dvoubázový MOSFET. Má dobré šumové vlastnosti, velmi dobrou linearitu i stabilitu. Tam, kde jsou kladeny největší nároky, je využívána poměrně nová součástka, výkonový V-MOSFET, jehož vlastnosti jsou pro toto použití vynikající.

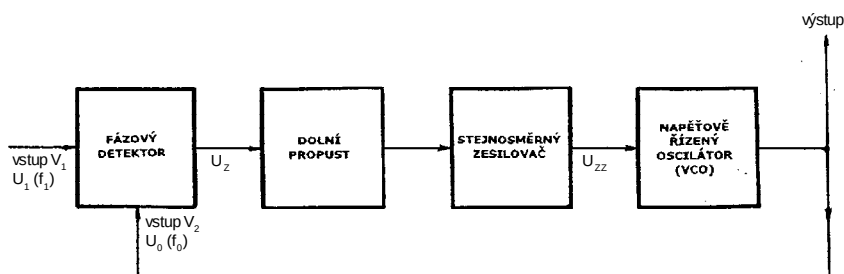
Oscilátory se vyskytují v přijímačích na různých pozicích. Těmito pozicemi je také dáno, zda se jedná o LC oscilátor, či krystalový oscilátor a jaké jsou nároky na stabilitu kmitočtu. Od oscilátorů použitých v přijímači požadujeme kromě velké stability také spektrální čistotu a minimální šum. U krystalových oscilátorů je stabilita dána především kvalitou krystalu. Tyto oscilátory se používají nejčastěji jako záznejový oscilátor, jako pomocný oscilátor při dvojím směřování nebo u normálových oscilátorů pro kontrolu cejchování stupnice. Kmitočet krystalového oscilátoru lze přesně nastavit trimrem zapojeným do série s výbrusem. Kalibrační a normálové oscilátory musí mít někdy obdélníkový výstup, pak je jako aktivní prvek použito logické hradlo. Při nutnosti přepínání jednotlivých krystalů (volba postranního pásma atd.) se využívá k přepínání křemíkových spínacích diod (pokud je jeden konec krystalu uzemněn), aby přívody k přepínači mohly být libovolně dlouhé.



Obr. 147. Přepínání krystalů v oscilátoru spínacími diodami

Dostatečně stabilní laditelný oscilátor je možno při pečlivé tepelné kompenzaci, malém výkonu, volné vazbě a dobrém mechanickém provedení realizovat na kmitočtech asi do 10 MHz. Pro vyšší požadované kmitočty se využívá směřování signálu ladícího oscilátoru s pevným kmitočtem krystalových oscilátorů.

U kvalitních přijímačů (stejně tak vysílačů a transceiverů) se dnes využívá k získání potřebných kmitočtů kmitočtové synchronizace pomocí fázového závěsu PLL (Phase-Lock-Loop, tj. fázově zavěšená smyčka). Základní blokové schéma fázového závěsu je uvedeno na obr.148a. Sestává z fázového detektoru, dolní propusti, stejnosměrného zesilovače a napětově řízeného oscilátoru VCO.



Obr. 148a. Základní blokové schéma fázového závěsu (PLL)

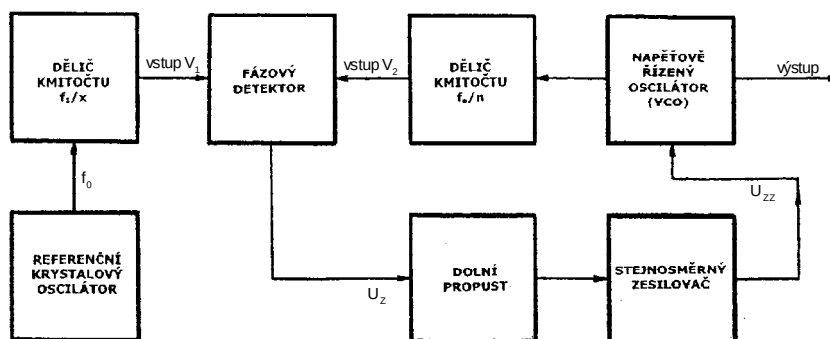
Při popisu činnosti zjistíme, že mohou nastat tři základní stavy:

- V prvním případě bude na vstup V_2 fázového detektoru působit vzorek signálu z napěťově řízeného oscilátoru (f_o). Na vstup V_1 nebude přiveden žádný signál. Na výstupu z fázového detektoru, dolní propusti a stejnosměrného zesilovače se objeví malé stejnosměrné napětí, které je přiváděno jako řídicí na varikap napěťově řízeného oscilátoru VCO. Toto napětí je konstantní, čímž i oscilátor kmitá na konstantním kmitočtu (vlastní kmitočet oscilátoru) a jeho stabilita nebude ničím ovlivňována.

- Přivedeme-li však na vstup V_1 vzorek signálu ze stabilního krystalového oscilátoru, jehož kmitočet se liší od vlastního kmitočtu napěťově řízeného oscilátoru, objeví se na výstupu fázového detektoru napětí závislé na rozdílu fází a kmitočtů obou signálů U_1 a U_o . Po filtraci dolní propustí a zesílení přichází toto napětí (U_z) na varikap napěťově řízeného oscilátoru. Oscilátor je tímto napětím za vhodných podmínek doladován tak, že se kmitočet VCO blíží kmitočtu krystalového oscilátoru a fázový závěs se dostává do režimu tzv. zachycování, tj. dosahování synchronního stavu.

- V okamžiku, kdy se fáze a kmitočty obou signálů U_1 a U_o ztotožní, je na výstupu detektoru nulové napětí (i když určitý malý fázový rozdíl je pro správnou funkci nutný) a oba signály jsou ve vzájemném závěsu (synchronním stavu). Kmitočet VCO byl srovnán s kmitočtem řídicího signálu a nadále je jím synchronizován (tzn. odpovídá jeho stabilitě).

Použijeme-li jako zdroj synchronizačního signálu na vstupu V_1 krystalový oscilátor, získáme tak potřebnou stabilitu, ale bez možnosti změny kmitočtu. Toto zapojení nám sloužilo jen pro vysvětlení principu činnosti. Příklad zapojení jednoduchého funkčního syntezátoru je znázorněno na obr. 148b. Mezi napěťově řízený oscilátor a fázový diskriminátor byl zařazen nastavitelný kmitočtový dělič s dělicím poměrem f_o/n . Podobný nastavitelný dělič s dělicím poměrem f_z/x nám umožní získat požadovaný referenční signál potřebné stability, odpovídající stabilitě krystalového oscilátoru. Napětím U_z z výstupu fázového diskriminátoru (které zase závisí na velikosti rozdílu kmitočtu a fáze obou vstupních signálů) je přes varikap řízen kmitočet VCO, až dojde k synchronizaci a shodě obou kmitočtů.



Obr. 148b. Blokové schéma fázové řídicí smyčky PLL k získání kmitočtových skoků, jejichž kmitočet stabilitou odpovídá stabilitě referenčního krystalového oscilátoru

Je zřejmé, že změna kmitočtu je dána dělicím poměrem děličky. Tzn. není plynulá, ale mění se po skocích odpovídajících nastavenému dělicímu poměru. Ne vždy však vystačíme se změnou kmitočtu ve skocích po 100, 50 či 25 kHz. Zejména u SSB signálů a při příjmu telegrafních signálů pomocí filtrů s nepatrnou šířkou pásma je požadovaná kmitočtová změna skoků alespoň 10 Hz. Čím vyšší je provozní kmitočet a jemnější ladící skok, tím

narůstají nároky na děličky, čistotu signálu a rychlost, s jakou fázový regulační obvod pracuje. Je pak nutno používat PLL smyčku s pevným nebo přepínatelným předděličem a zapojení tak nabývají na složitosti. Díky poměrně složitým jednoúčelovým integrovaným obvodům jsou však poměrně snadno realizovatelné (zejména v profesionální výrobě). Lepší integrované obvody tohoto druhu obsahují referenční oscilátor, napěťově řízený oscilátor, programované děliče, jeden či více fázových komparátorů, kompletní logiku atd.

Použití fázového závěsu je v praxi mnohem širší. Kromě kmitočtové synchronizace je využíván k demodulaci FM, násobení a dělení kmitočtu, jako převodník napětí-kmitočet, stereofonní dekodér, synchronní demodulátor AM a SSB signálů apod.

Směšovač je jedním z nejslabších článků přijímače. Hlavními hledisky pro jeho hodnocení jsou možnost zpracovat lineárně i velmi silné signály, malý šum, velký zisk a dobré oddělení vstupních a výstupních signálů. Úkolem směšovače je převést přijímaný kmitočet na kmitočet mezifrekvenční, společný pro všechny přijímané signály. Tento mezifrekvenční signál vznikne směřováním kmitočtu přijímaného a kmitočtu pomocného oscilátoru, který se ladí současně se vstupem přijímače. Na výstupu směšovače vybereme laděným obvodem součet nebo rozdíl obou vstupních kmitočtů. Z hlediska potlačení nežádoucích produktů směšování je výhodnější volit kmitočet oscilátoru výše, než je kmitočet přijímaný.

Pokud se týká vlastního směšovače, volí se u kvalitních přijímačů z velkého množství různých zapojení některá z následujících variant:

- dvojitě vyvážený diodový směšovač s vybíranými Schottkyho diodami, u něhož lze za podmínek čistě harmonických signálů s patřičnou úrovní na vstupech dosáhnout stavu, kdy na výstupu je jen součtový a rozdílový signál,
- vyvážený směšovač z dvoubázových FET, který je schopen zpracovat i velmi silné vstupní signály,
- směšovač s ultralineárním prvkem, výkonovým MOSFET v provedení V-MOS, kde je výhodou kromě jiného také značný směšovací zisk,
- aktivní směšovač s využitím vhodného integrovaného obvodu s diferenčními zesilovači. Ty se dodávají také s nastavitelným ziskem. Dosažené výsledky jsou však zpravidla o něco horší než při předchozích variantách.

Mezifrekvenční zesilovač má zajistit potřebné zesílení a selektivitu přijímače. K zesílení lze využít téměř všechny aktivní prvky. Nejlepších výsledků lze však dosáhnout použitím dvoubázových MOSFET, u kterých nebývají problémy s nestabilitou i při velkém zesílení, nehledě k tomu, že změnou napětí na druhé bázi lze snadno řešit automatické vyrovňování citlivosti. Je možné také použít integrované obvody, dosažené výsledky jsou však zpravidla horší.

Selektivita tohoto stupně je dána filtrem soustředěné selektivity. Je pochopitelné, že ideální průběh křivky propustnosti z hlediska selektivity by byl obdélníkový. V praxi toho však nelze dosáhnout, a tak se ideálu snažíme jen přiblížit. Konečný útlum filtru se někdy vylepšuje zařazením dvou shodných filtrů za sebou. Vzhledem k požadavku na různou šíři pásma při různých druzích provozu se přepínají někdy filtry miniaturními relé nebo spínacími diodami. Existují také filtry s plynule nastavitelnou šířkou propustného pásma.

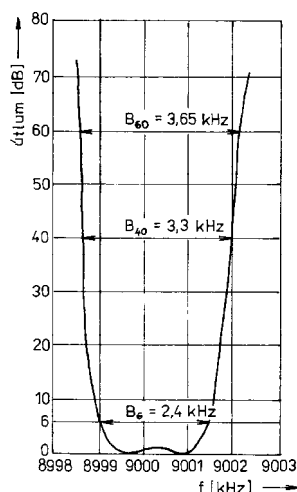
Demodulátor má oddělit modulační signál od signálu v nosné. Volba typu demodulátoru závisí hlavně na druhu použité modulace. Hlavními kritérii pro hodnocení demodulátorů jsou linearita (schopnost dodržet tvar přicházejícího signálu) a přetížitelnost (zpracovat signál do určité amplitudy bez zkreslení).

Pokud se týká demodulace AM signálu, je situace jednodušší o to, že AM ztrácí v radioamatérské praxi význam. Volba se ustálila na diodovém detektoru. Jen zřídka je využíván detektor s tranzistorem FET, i když ten dosahuje velké linearity a kromě toho ještě svým velkým vstupním odporem prakticky nezatíží předchozí laděný obvod. AM signály jsou schopny detekovat také některé jednoúčelové integrované obvody (MA661).

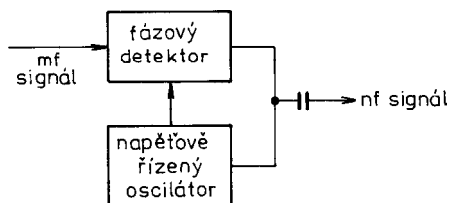
K demodulaci SSB a CW signálů je nutno nahradit signálem z místního oscilátoru nosnou. Tento pomocný signál dodává v přijímači **záznějový oscilátor (BFO)**. Smíšením mezifrekvenčního kmitočtu s kmitočtem BFO získáme nf slyšitelné spektrum. Kmitočet BFO bývá přepínán podle druhu provozu a přijímaného postranního pásma. Všechny druhy demodulátorů pro tyto provozu jsou směšovací, nazývané často produktdetektory. Pasivní diodové produktdetektory se používají se dvěma diodami, nebo dvojitě vyvážené se čtyřmi diodami. Signál nezesilují, naopak, mají tzv. směšovací ztrátu, ze záznějového oscilátoru vyžadují velký výkon a vř signál musí být přiváděn vedením s malou impedancí. Při výběru diod však získáme dobrou linearitu a dobrá je i izolace mezi jednotlivými póly. Jako diody lze použít spínací diody, Schottkyho diody nebo párované varikapy. Výhodnější jsou produktdetektory s dvoubázovými FET. Mají dobrou linearitu, malý šum, velkou vstupní impedanci (nezatěžují laděný obvod) a k vybuzení stačí malé napětí. S výhodou jsou rovněž na tomto stupni využívány integrované obvody.

K demodulaci FM signálů byla v historii používána celá řada různých druhů demodulátorů. Nemá význam se jimi znovu zabývat, neboť v současné době už nejsou využívány. Dnes se k demodulaci těchto signálů používá téměř výhradně koincidenční detektor nebo způsob demodulace fázovým závěsem, a to ještě v obou případech s využitím integrovaných obvodů.

U demodulátorů s fázovým závěsem porovnáváme vstupní mezifrekvenční signál s kmitočtem napětově řízeného oscilátoru, který kmitá na kmitočtu mf zesilovače. Jsou-li oba kmitočty shodné, bude vyrovnávací napětí na výstupu z fázového komparátoru konstantní (za předpokladu, že nosná není modulována). Při změnách kmitočtu nosné (během kmitočtové modulace) vzniká takové napětí, aby se oscilátor doladil. Toto chybové napětí je pak věrným obrazem modulace a stačí je oddělit sériovým vazebním kondenzátorem od stejnosměrné složky.



Obr. 149. Příklad křivky propustnosti
solidního filtru soustředěné selektivity



Obr. 150. Princip demodulátoru
s fázovým závěsem

Řada integrovaných obvodů je schopna s vhodným přepínačem detekovat všechny druhy provozu. Navíc tyto integrované obvody umí omezit vstupní signál, získat napětí pro AVC a zesílit nf výstupní signál.

Nízkofrekvenční zesilovač zesílí slabý, demodulovaný nf signál na potřebný výkon řádu jednotek wattů pro poslech na reproduktor. Citlivost musí být taková, aby bylo dosaženo požadovaného výkonu. Řeší se dnes výhradně integrovanými obvody. Pro zlepšení šumových vlastností přijímače mají někdy tyto zesilovače na vstupu omezenou horní hranici kmitočtů nad 3 kHz a složitější zapojení jsou vybavena velmi účinnými propustmi s možností změny propustného pásma pro CW provoz.

Pomocné obvody přijímačů

Pro usnadnění obsluhy a zlepšení činnosti se v přijímačích používá ještě celá řada pomocných zařízení a obvodů.

Obvod AVC (automatické vyrovnávání citlivosti). Na vstup přijímače přicházejí signály se značně rozdílnou napětovou úrovní (od zlomku mikrovoltu do několika desítek i stovek milivoltů). Demodulátory jsou však schopny zvládnout úroveň jen v určitém rozmezí. Proto je přijímač vybaven automatickou regulací zesílení (někdy současně i regulací ruční). Napětí AVC se v přijímači odvozuje z vf nebo nf signálu (ale před bodem řízení hlasitosti). Po usměrnění a zesílení je toto napětí použito ke změně pracovního bodu mf a vf zesilovače, tzn. k regulaci jejich zesílení. Důležitá je volba vhodné časové konstanty (jak rychle AVC reaguje na změny síly signálu).

Záznějový oscilátor je nutný pro příjem CW a SSB signálů. Při příjmu SSB obnovuje potlačenou nosnou vlnu a při příjmu CW vytváří slyšitelný zázněj s přerušovanou nosnou vlnou. Tyto oscilátory nevyžadují žádnou speciální obvodovou techniku. Zpravidla se použije vhodný krystalový oscilátor s přepínáním krystalů pro příjem spodního a horního postranního pásma a pro příjem CW.

AFC (automatické doladování kmitočtu). Tento obvod doladuje kmitočet místního oscilátoru v přijímači, aby byl přijímač trvale správně naladěn na přijímaný kmitočet.

Amplitudový omezovač je ve většině případů nutný pro správnou činnost demodulátoru FM signálů. Jinak však umožňuje „oříznout“ amplitudovou složku atmosférického a průmyslového rušení a tím značně zlepšit kvalitu přijímaných FM signálů. V mnoha případech bývá dnes součástí integrovaného obvodu určeného k demulaci FM.

S - metr (měřič síly pole) umožňuje určit sílu přijímaného signálu. Stejně jako obvody AVC reaguje na sílu vstupního signálu a bývá proto nedílnou součástí těchto obvodů. Jako indikátor se používá ručkový měřicí přístroj nebo sloupec svítivých diod. Cejchování je provedeno v obou případech ve stupních S. Každému stupni S odpovídá zvýšení úrovně signálu o 6 dB. Stupnice má celkem 9 stupňů (viz kap. Report, s. 238).

Umlčovač šumu (squelch - SQ) je součástí vybavení přijímačů pro FM. Uzavírá nf zesilovač, pokud na výstupu z demodulátoru je jen šum (bez nosné). Umlčovač je řízen detekcí nosné nebo energií šumu. Při regulaci nosnou vlnou je tato (pokud je přítomna) detekována ještě před omezovačem a po zesílení ovládá klopným obvodem nf zesilovač. Účinnější je řízení umlčovače energií šumu. V tomto případě nf signál za demodulátorem přichází jednak do nf zesilovače a jednak odbočuje přes šumový filtr (propouští jen kmitočty vyšší než 5 kHz), za nímž je šumový zesilovač a usměrňovač. Stejnoseměrná složka takto získaná uzavírá nf zesilovač. Používá se také umlčovač, který sdružuje oba tyto principy.

Dalšími pomocnými obvody jsou různé omezovače poruch, paměti atd.

Základní vlastnosti přijímačů

Pro přehled jsou uvedeny alespoň základní vlastnosti přijímačů jako jejich hodnotící kritéria.

Kmitočtový rozsah přijímače udává kmitočtová pásma, pro která je určen, případně odpovídající druh modulace, kterou přijímač umí zpracovat.

Citlivost přijímače je dána velikostí v_f napětí, které musí být přivedeno na vstup přijímače, aby bylo dosaženo určitého poměru signál/šum, obvykle 10 dB, na jeho výstupu. Udává se vždy pro určité kmitočtové pásmo a druh modulace.

Šumové číslo přijímače udává, kolikrát se zhorší poměr signál/šum při průchodu signálu ze vstupu na výstup přijímače. Ideální přijímač, bez vlastního šumu, by měl na výstupu stejný odstup signál/šum jako na vstupu, takže by jeho šumové číslo bylo $F = 1$. Ve skutečnosti je šumové číslo každého přijímače větší než 1. Čím menší má ale přijímač šumové číslo, tím slabší signály jím lze při daných podmínkách přijímat. Vlastní šum přijímače závisí především na vlastnostech prvního zesilovacího stupně.

Selektivita přijímače je mírou schopnosti vybrat z celého kmitočtového spektra signálů přicházejících z antény na vstup jen ten signál, který má být přijímán, a zároveň potlačit signály nežádoucí (rušivé). Selektivita je dána především tvarem amplitudové charakteristiky mezifrekvenčního zesilovače. V praxi to znamená použitými krystalovými nebo elektromagnetickými filtry.

Potlačení zrcadlových kmitočtů. S rušením zrcadlovými kmitočty se můžeme setkat, má-li přijímač mezifrekvenční zesilovač na nízkém kmitočtu. Pak se totiž může stát, že do něj pronikne jak žádaný signál o kmitočtu $f_n - f_{osc} = f_{mf}$, tak také signál tzv. zrcadlový $f_z + f_{osc} = f_{mf}$. Tento signál je nebezpečný tím, že po projití mezifrekvenčním zesilovačem na detektor vytvoří spolu se žádaným signálem hvizdy. Potlačit jej lze jen z části, a to jen na nižších pásmech, ve v_f zesilovači nebo volbou vhodného vyššího m_f kmitočtu. Tato druhá možnost vyloučí výskyt zrcadlových kmitočtů úplně.

Odolnost proti křížové modulaci. Křížovou modulací rozumíme jev, kdy je rušen poslech slabé stanice silným kmitočtově blízkým vysílačem, který vtiskne signálu slabé stanice svoji modulaci. K rušení příjmu slabé stanice dochází i tehdy, když kmitočet silné nežádoucí stanice je v dalších stupních přijímače odfiltrován. Nejnáchylnějším místem pro vznik křížové modulace je směšovač.

Stabilita přijímače je dána v první řadě stabilitou LC oscilátoru a oscilátorů ostatních. Může ji do značné míry ovlivnit také stabilita mechanická. Po zapnutí přijímače a po ustálení (asi po deseti minutách) by neměla být kmitočtová změna větší než 100 Hz za půl hodiny.

Dynamický rozsah přijímače je poměr mezi úrovní nejslabšího signálu, jež je přijímač schopen zpracovat, k nejsilnějšímu signálu, který ještě nezpůsobuje ztuhlé zkreslení. Dynamický rozsah se udává v dB.

Intermodulační zkreslení vzniká, přivedeme-li na vstup přijímače dva nebo několik signálů jako výsledek smíchování jejich kmitočtů s jejich harmonickými, přičemž nás zajímají jen produkty lichých řádů. Příkladně na vstup přijímače přivedeme signály s kmitočty 14 050 a 14 020 kHz. Ve stejném pásmu se objeví rušící kmitočet vzniklý kombinací $(2 \times 14\ 050) - 14\ 020 = 28\ 100 - 14\ 020 = 14\ 080$ kHz jako intermodulační produkt.

9. DIGITÁLNÍ ZPRACOVÁNÍ RADIOVÝCH SIGNÁLŮ

Digitální zpracování slabých radiových signálů je dnes celkem běžná záležitost zejména v zařízeních vyráběných ve velkých sériích. Jejich použití má řadu významných předností, ale také slabin, které mohou vést u neznalých uživatelů vést až k odmítání této pokrokové technologie.

Zařízení pro digitální zpracování signálu se obvykle nazývá digitální signálový procesor a používaná zkratka je DSP (Digital Signal Processing). Vstupní signál je analogový, výstupní signál většinou požadujeme také v analogovém tvaru. Vlastní procesor je, jak název napovídá, číslicový. Pro převod signálů se používají převodníky – A/D pro převod na digitální formu, D/A pro převod do analogového tvaru. Tyto dva převodníky se často vyrábí jako jediná společná součástka, nazývaná kodek. Hned na začátku je třeba říci, že tato technologie není příliš vhodná pro domácí tvorbu, neboť vlastní zpracování signálu spočívá na spektrálních transformacích, bez jejichž znalostí se při vývoji tohoto zařízení prakticky nelze obejít. Znalost základních principů však umožní využívat jejich možností až do krajnosti, což u radiových spojení EME není nic neobvyklého.

Již u těchto převodníků můžeme sledovat několik důležitých základních parametrů platných pro celý DSP. Prvním z nich je taktovací frekvence, se kterou zařízení pracuje. Převodník A/D převádí vstupní analogový signál v pravidelných časových intervalech na čísla, která reprezentují jeho momentální velikost (amplitudu). Už zde narážíme na protichůdné požadavky: z hlediska co nejlepší aproximace vstupního signálu požadujeme co nejvíce vzorků v jednom časovém úseku, které však následující DSP nestačí zpracovávat. Obecně platí, že pro analogový signál, jehož nejvyšší kmitočtovou složku označíme $f_{\max}$ potřebujeme vzorkování s kmitočtem $2f_{\max}$ (Nyquist-Shannonova věta). Proto se se zpracováním signálů pomocí DSP setkáváme až v nízkofrekvenční části zařízení, zpracování na mezifrekvenčním kmitočtu zatím není běžné, i když se již používá. Pro tento účel bývá často mezifrekvenční kmitočet snižován dalším směřováním až na málo běžné hodnoty (pod 100 kHz).

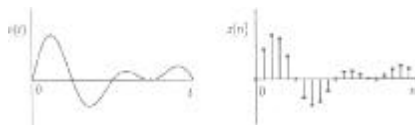
Nejznámější výrobci DSP jsou [Texas Instruments](#), [Analog Devices](#) a [Motorola](#).

Vlastní zpracování číslicového signálu probíhá na frekvencích mnohem vyšších, než byla frekvence vzorkovací. Při lineárním zpracování se obvykle nejprve provede některá ze spektrálních transformací, např. FFT, Hilbertova či DCT. Při zpracování se vychází ze známých vlastností spekter některých signálů. Zejména je důležitá znalost spektra bílého šumu, který má stejnou amplitudu na všech kmitočtech přenášeného pásma. Již pouhé odečtení konstanty od jednotlivých složek spektra způsobí radikální pokles úrovně šumu výstupního signálu. Tato úprava bývá nazývána Noise Reduction. Dalším významným počinem je vyhledání spektrálních čar, které se v čase nemění. To jsou spektra různých, často i velmi silných signálů, které dokáží užitečný signál úplně zamaskovat. Oříznutí spektra tohoto signálu se projeví jako účinek velmi úzkého a velmi jakostního filtru, který by s použitím klasických součástek nebyl realizovatelný.

Mimo těchto základních operací se však prostřednictvím DSP realizují další nelineární a netypické úpravy signálu podle specifického zařazení. O těchto úpravách však výrobci zařízení zarytě mlčí, neboť v nich je realizována mnohá zkušenost mnoha odborníků. Ve finálním provedení se často používají DSP realizované v jediném pouzdru i s pamětmi, ze kterého lze algoritmy zpracování zjistit již jen velmi obtížně. Na obr.1 je blokové schéma typického DSP. Vidíme, že vychází z architektury von Neumanna, prakticky přesně kopíruje tzv. Super Harvardskou architekturu.

Jak již bylo řečeno, vstupním prvkem pro zpracování DSP je převodník A/D. Pro oblasti zpracování audiofrekvencí a videofrekvencí se nabízí široká paleta obvodů od mnoha výrobců. Převodníky A/D a D/A dnes již nejsou limitujícím faktorem při realizaci DSP, pomo-

cí nich lze osvětlit některá specifika zpracování, neboť již zde dochází k prvotním ztrátám kvality signálu.



Obr. 151. Analogový signál a posloupnost vzorků

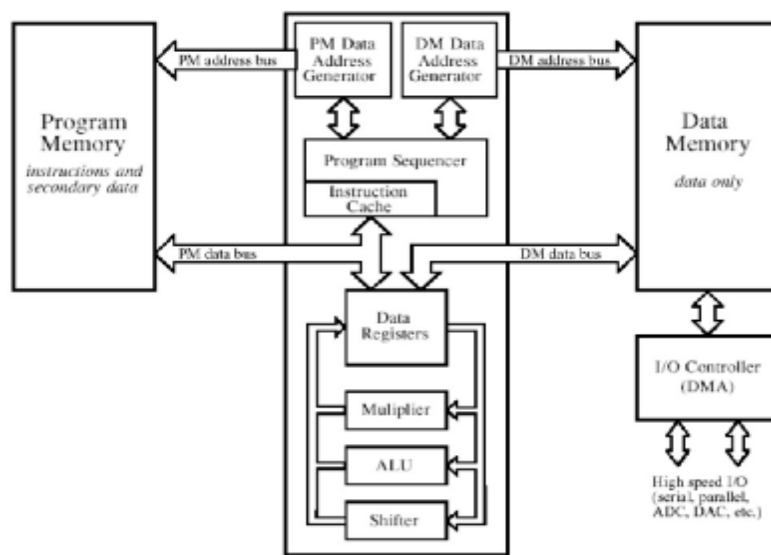
Na Obr.151 je znázorněn rozdíl mezi analogovým signálem a posloupností vzorků v ekvidistantních časech. Taktovací frekvence vzorků bývá určena možnostmi dalšího zpracování signálu, nikoliv samotného převodníku.

Další problém, se kterým se setkáváme už při převodu signálu na číslicové vzorky, je konečná množina amplitudových hodnot. Jejich počet je dán počtem bitů zpracovávaného číslicového signálu. To nám určuje počet amplitudových hladin signálu. Např. při délce slova 8 bitů máme k dispozici 256 různých hladin. Samozřejmě platí, čím více, tím lépe. Pro vlastní DSP však rychle vzrůstají nároky na rychlost zpracování. Nutno uvážit, že během jednoho taktu převodníku je zapotřebí často provést i několik set výpočtů ve vlastním procesoru, a to se všemi bity zpracovávaných slov. Z toho plyne již zmiňovaný problém práce DSP na vyšších (např. mezifrekvenčních) kmitočtech. Na Obr.152 je znázorněna aproximace signálů s pomalým a rychlým vzorkováním.



Obr. 152. Aproximace spojitého průběhu

Z toho plyne další důležitý poznatek, a to je velmi malá, přímo nepatrná dynamika při amplitudových měřeních. Proto se nikdy nesetkáme s DSP za prvním směšovačem, či u vstupních přijímacích obvodů, kde užitečný signál měříme ve zlomcích mikrovoltů a v tomtéž bodě můžeme mít stovky milivoltů rušivého signálu od místního rozhlasového vysíláče, i když je na mnohem odlišnější frekvenci. To je úloha pro klasické krystalové filtry. Po převodu vstupního signálu do číslicového tvaru je další zpracování v principu stejné, jako v klasickém počítači. Architektura DSP se však od běžného PC liší. Pro zvýšení výkonu se často provádí několik operací současně (paralelně) v samostatných jednotkách. Také použité paměti mají svá specifika, důraz není kladen na kapacitu, ale na rychlost. Na Obr.153 je blokové schéma typického představitele DSP.



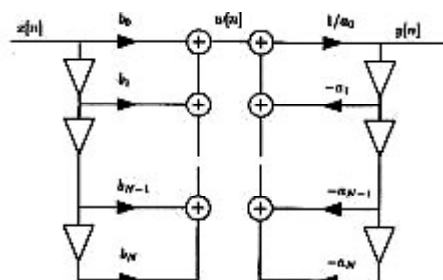
Obr. 153. Blokové schéma DSP

Při zpracování číslicových signálů se samozřejmě využívají teorie číslicových filtrů, což se však již dost vymyká náplni této konference. Případní zájemci jistě najdou dostatek informací v literatuře [5], [32]. Přesto je dobré znát některé základní pojmy: Kauzální filtr (obvod) má na svém výstupu signály v čase stejném či spíše pozdějším, než příslušný vstupní signál. Neboli na výstupu se nemůže objevit odezva dříve, než se vstupní signál vůbec objeví. To není úplná samozřejmost, při matematických odvozeních k takovým situacím můžeme dojít. Takový filtr by byl nerealizovatelný, nicméně se toto poměrně elegantně obchází tím, že se do cesty vstupnímu signálu vloží zpožďovací členy před vlastním zpracováním a signál, který přivedeme přímo můžeme potom považovat za ten potřebný, který má přijít dříve. Další pojem je konečná a nekonečná odezva. Jak z názvu plyne, může jeden časově omezený vstupní signál vyvolat na výstupu nekonečně dlouhý sled jiných, třeba slábnoucích, výstupních signálů.

Z mnoha různých způsobů realizace odvozených matematických vztahů je možno uvést přímou realizační strukturu na obr.154. Když si příslušný výsledný matematický vztah upravíme do tvaru

$$y[n] = \frac{1}{a_0} \left\{ \sum_{k=0}^M b_k x[n-k] - \sum_{k=1}^K a_k y[n-k] \right\}$$

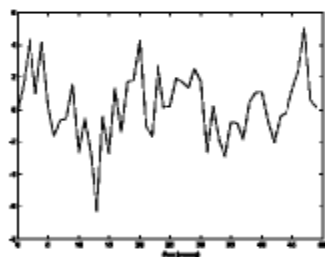
Potom už nic nebrání v realizaci. Koeficienty b_k patří nerekurzivní části, a_k patří rekurzivní (zpětnovazební) části.



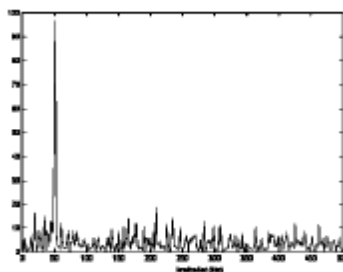
Obr. 154. Přímá realizační struktura

Tato struktura je dobře pochopitelná, i když jiné (zejména kanonické) struktury mají menší nároky na počet zpožďovacích elementů.

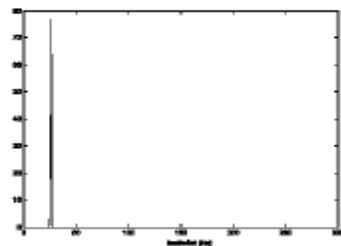
Příspěvek si neklade za cíl podat vyčerpávající výklad o DSP, ale umožnit náhled do problematiky a poněkud přiblížit tuto technologii všem uživatelům zejména z pohledu zpracování radiového signálu zatíženého šumem.



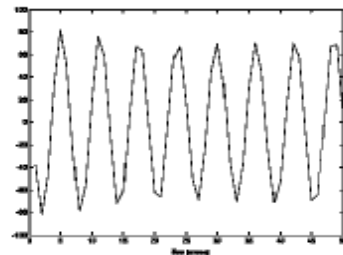
Obr. 155. Sinusový signál se šumem



Obr. 156. Spektrum signálu z obr. 155



Obr. 157. Úprava spektra signálu oříznutím



Obr. 158 Signál po zpětné transformaci

10. VYSÍLAČE

Vysílače lze rozdělit podle toho, pro jaký druh provozu jsou určeny. Tzn. v amatérských podmínkách připadá do úvahy telegrafní provoz CW (A1), SSB a FM. Druhým hlediskem pro dělení je kmitočtové pásmo, ve kterém má vysílač pracovat, tj. vysílače pro krátké, velmi krátké či ultrakrátké vlny.

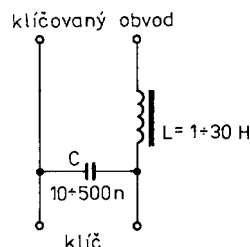
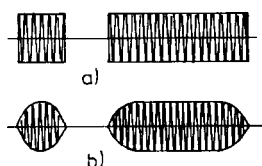
Telegrafní vysílače pro provoz A1

U vysílačů s tímto druhem provozu je v první řadě nutno věnovat pozornost klíčování, zejména pokud chceme omezit na minimum rušení způsobené nevhodným tvarem značky. V tom případě je nutno dodržet několik základních zásad týkajících se klíčování:

- snažíme se, aby signál byl prost jakýchkoliv zákmitů,
- telegrafní značka musí být při grafickém znázornění na začátku i na konci zaoblená (čistý obdélníkový tvar značky obsahuje velké množství vyšších harmonických),
- klíčujeme pokud možno obvod s minimálním proudem,
- klíčujeme přes klíčovací filtr, který vylepší tvar značky,
- ~~vychází se klíčování základního~~ **vyhýbáme se klíčování základního** LC oscilátoru,
- je-li nutno klíčovat základní LC oscilátor, volíme diferenciální klíčování.

U diferenciálního klíčování spočívá princip v tom, že nejdřív zaklíčujeme oscilátor a následně některý z následujících stupňů. Na konci značky obráceně. Vhodnou volbou časových konstant lze dosáhnout správného zaoblení náběžné hrany i konce značky.

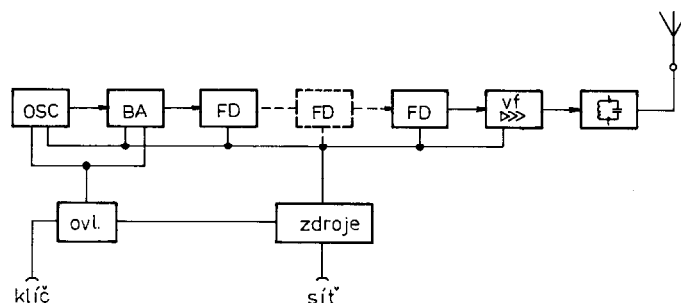
Obr. 159. Správný (b) a nesprávný (a) tvar značky při klíčování



Obr. 160. Příklad jednoduchého klíčovacího filtru

Jedna z možností, jak zapojit vysílač pro telegrafní provoz, je blokově znázorněna na obr. 161. Je pochopitelné, že základem tohoto zapojení, jako u každého vysílače, je oscilátor. Ve většině případů je to oscilátor laditelný (VFO), neboť použití krystalového oscilátoru je pro radioamatéry nevhodné s ohledem na nutnost plynulého přeladování v každém pásmu. Za oscilátorem pak následuje oddělovač (BA), který chrání oscilátor od vlivu následujících stupňů. Oscilátor a oddělovač jsou klíčovány diferenciálně, abychom tak umožnili BK provoz, ale pokud možno bez kliků a rušení. V následujících násobičích (FD), jejichž počet se obvykle pohybuje od jednoho do čtyř až pěti, postupně získáme potřebné vyšší násobky až do 30 MHz.

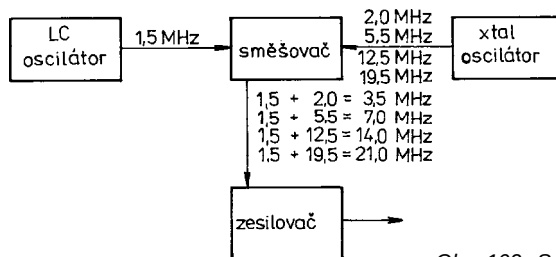
Pracuje-li VFO v rozsahu 0,875 až 0,95 MHz, dostaneme za prvním násobičem po vynásobení dvakrát kmitočet v rozmezí 1,75 až 1,9 MHz. V dalším stupni násobíme opět dvakrát a získáme tak pásmo 80 m s kmitočty 3,5 až 3,8 MHz. Postupným násobením dvěma získáme všechna pásma až do 28 MHz s výjimkou pásma 21 MHz, kde je nutno kmitočty z rozsahu 7 MHz násobit třikrát.



Obr. 161. Blokové schéma vysílače pro provoz CW s postupným násobením

Za násobiči následuje koncový stupeň (PA), pracující ve třídě C a pak už jen laděný obvod a přizpůsobovací člen na impedanci napáječe antény.

Hlavní nevýhodou této koncepce postupného násobení kmitočtu základního oscilátoru je, že změna kmitočtu oscilátoru se zvětšuje úměrně se stupněm násobení. Druhou nevýhodou je, že tuto variantu nelze využít pro provoz SSB, neboť signály SSB nelze v žádném případě násobit nebo zesilovat zesilovači třídy C.



Obr. 162. Směšovací budič pro CW provoz

Daleko výhodnější z hlediska stability a požadavků na klíčování je zapojení směšovacího budiče uvedené na obr. 162. Jeden oscilátor je laditelný, druhý krystalový. Smícháním obou kmitočtů a přepínáním krystalů obsáhneme všechna pásma.

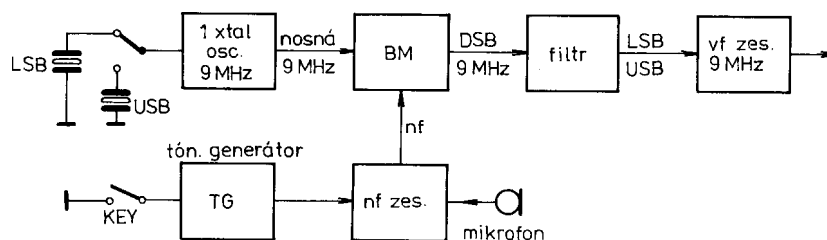
V tomto zapojení je nestabilita dána prakticky jen nestabilitou laděného oscilátoru, jehož kmitočty se ale nenásobí, tzn., že se odchylka na vyšších kmitočtech nezvětšuje. Kromě toho nemusíme klíčovat VFO, čímž odpadne i diferenciální klíčování. Toto zapojení lze využít i pro SSB signály (pokud ovšem zesilovač za směšovačem je lineární) a také pro pásma VKV.

Vysílače s amplitudovou modulací

Tento druh provozu se dnes již nepoužívá. Jak bylo uvedeno v odstavci o modulátorech, lze amplitudově modulovat libovolný VFO zesilovač třídy C prakticky v kterékoliv elektrodě aktivní součástky. Většinou se moduluje koncový VFO zesilovač v kolektoru tranzistoru nebo v anodovém přívodu elektronky. Při modulaci předstupně musí být všechny následující zesilovače lineární jako u zařízení SSB.

Vysílače pro SSB provoz

Blokové schéma základního zapojení zdroje SSB signálu znázorňuje obr. 163. Generátor nosné je řízen krystalem. Nosnou vlnu potlačíme balančním modulátorem (BM), na jehož nf vstup přivedeme zesílený signál z mikrofonu. Nežádoucí postranní pásmo je z DSB signálu na výstupu vyváženého modulátoru odříznuto příslušným filtrem.



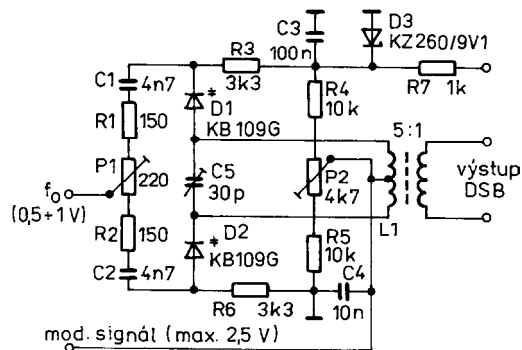
Obr. 163 Blokové schéma základního budiče SSB signálů

Generátor nosné je v podstatě libovolný krystalový oscilátor. Přepínáním krystalů s různým kmitočtem se volí patřičné postranní pásmo. Kmitočtovým posuvem nosné určíme, které postranní pásmo filtrem (při generování jednoho postranního pásma filtrovou metodou) projde a které bude potlačeno.

Balanční modulátor (vyvážený) je takové zapojení, v němž je signál nejen amplitudově modulován, ale současně je alespoň jeden z obou vstupních signálů na výstupu silně potlačen. Je-li potlačen jeden ze vstupních signálů, je obvod jednoduše vyvážen. Potlačuje-li zapojení oba vstupní signály, jedná se o zapojení dvojité vyvážené. Zapojení balančních modulátorů je velké množství jak s diodami, varikapami, bipolárními a unipolárními tranzistory, tak i s integrovanými obvody. Důležité je ve všech případech dobré přizpůsobení na vstupu i výstupu, symetrické provedení, pečlivě vinuté transformátory, stínění a dodržení úrovní jednotlivých signálů. U diodových balančních modulátorů k tomu ještě přistupuje nutnost vybírat diody měřením úbytku napětí na každé z nich minimálně při třech konstantních proudech (0,1 - 1 - 10 mA).

V modulátorech s varikapami (kapacita jejich polovodičového přechodu v závěrném směru je dána přiloženým elektrickým napětím) je jejich pracovní bod volen vždy tak daleko v oblasti závěrných napětí, že na jeho polovodičovém přechodu nevzniká usměrňovací efekt.

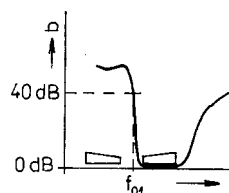
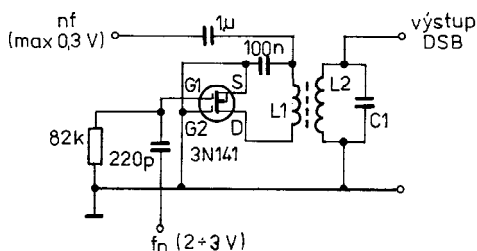
Obr. 164. Zapojení modulátoru s dvěma varikapami



Dosažené potlačení nosné i při nejvyšších používaných kmitočtech je lepší než asi 50 dB.

Zapojení vyvážených modulátorů s bipolárními i unipolárními tranzistory se téměř nepoužívá. Obsahují mnoho součástek a jsou velmi náročné na symetrické provedení. U dobře provedeného vyváženého směšovače s unipolárními tranzistory stěží dosáhneme potlačení kolem 50 dB. U bipolárních tranzistorů k tomu přistupují ještě problémy s tepelnou nestabilitou. Naproti tomu používání bipolárních integrovaných obvodů je dosti rozšířené.

Obr. 165. Příklad jednoduchého
ø zapojení DSB modulátoru
s dvoubázovým FET



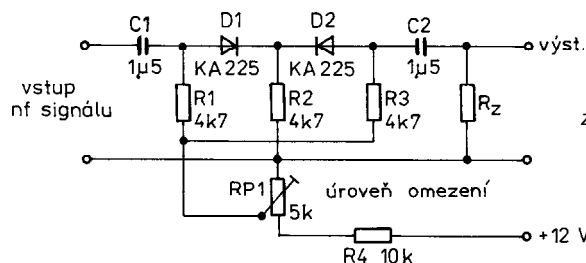
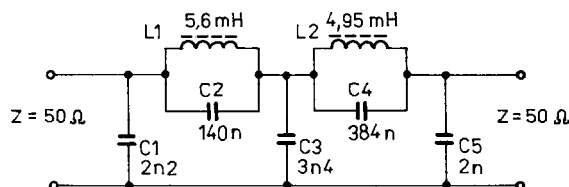
Obr. 166. Potlačení nežádoucího
postranního pásma filtrem (filtr
propustí jen tu část pásma, která
je v jeho propustné části)

Potlačením nosné jsme získali na výstupu balančního modulátoru signál DSB (potlačená nosná a přenášejí se obě postranní pásma).

Filtr pro generování SSB signálu musí nežádoucí pásmo „odříznout“ (potlačit). Pokud se týká tvaru propustné křivky, jsou k tomuto účelu ideální filtry elektromechanické. Vzhledem k svému nízkému pracovnímu kmitočtu vyžadují však pro převedení do žádaného pásma v oblasti KV dvojit až trojit směšování. Z toho důvodu jsou výhodnější filtry krystalové, které mají kmitočtovou oblast v rozmezí od 3 do asi 20 MHz. Jejich další výhodou je, že jsou malé, stabilní a hlavně cenově přístupné. LC filtry se téměř nepoužívají pro nutnost nízkého kmitočtu k získání vhodné křivky. Použitelnost a jakost daného filtru charakterizují parametry, které je možné určit podle průběhu jeho útlumové charakteristiky. Jsou to: střední pracovní kmitočet, propustné pásmo, útlum mimo propustné pásmo a vložný útlum. Šířka propustného pásma je vhodná 2 až 3 kHz, někdy se používá i 1,8 kHz. Velmi důležité je správné přizpůsobení filtru na vstupu i výstupu. Ostatní o těchto filtrech platí stejně jako o filtrech soustředěné selektivity.

Nízkofrekvenční zesilovač se skládá z předzesilovače osazeného nízkošumovým tranzistorem se vstupním odporem, který vyžaduje ke své správné funkci použitý mikrofon. Pro dosažení potřebného zesílení je třeba alespoň dvou zesilovacích stupňů. Za předzesilovačem by měl být zařazen nízkofrekvenční filtr se zlomovým kmitočtem v rozmezí 1800 až 2400 kHz. Kmitočty nižší než 300 Hz by měly být potlačeny. Dále by měl následovat kompresor a diodový omezovač. Nízkofrekvenční kompresor dynamiky je zesilovač, který obsahuje měnič útlumu, řízený vstupní úrovní signálu. K tomuto účelu je nejvýhodnější použít jednoúčelové integrované obvody určené původně pro stejné účely v malých magnetofonech. Výstupní komprimovaný signál zajišťuje vždy správné vybuzení modulátorů DSB a tím i odpovídající kvalitu výsledného SSB signálu. Oboustranný amplitudový omezovač je možno zapojit s různými aktivními součástkami. Nejčastěji jsou k tomuto účelu používány germaniové nebo křemíkové diody, zapojené s polarizačním předpětím. Obdobně pracuje i omezovač se Zenerovými diodami.

Obr. 167. Zapojení dolní propusti se zlomovým kmitočtem 1,8 kHz



Obr. 168. Principiální zapojení oboustranného nf omezovače s diodami

Do nf části vysílacího zařízení pro SSB provoz patří ještě klíčováný nf generátor s kmitočtem okolo 1 kHz, jehož napětí zavádíme při provozu CW na balanční modulátor. Tvar tohoto signálu musí být dokonale sinusový, aby nevznikaly nežádoucí produkty. V každém případě je vhodné na jeho výstup připojit dolní propust z RC článků, která zadrží vyšší harmonické, a zkreslení sinusovky kontrolovat osciloskopem.

Jinak můžeme CW signál generovat tak, že na balanční modulátor přivedeme stejnosměrné klíčováné napětí, čímž dojde k jeho rozvážení a část napětí nosné se dostane na výstup. Nutný je v tomto případě samostatný krystal se středním kmitočtem krystalového filtru. Jinak se přes filtr dostane jen nepatrná část napětí.

Z výstupu budiče uvedeného na obr. 163 jsme tak získali SSB signál, ten je třeba dále zesílit na potřebnou napěťovou a výkonovou úroveň a hlavně směřováním s kmitočtem VFO získat potřebnou přeladitelnost v pásmu. Převádět SSB signál do dalších pásem lze jedině směřováním. Všechny následující zesilovače musí být lineární, tzn., že SSB signál nelze v žádném případě násobit.

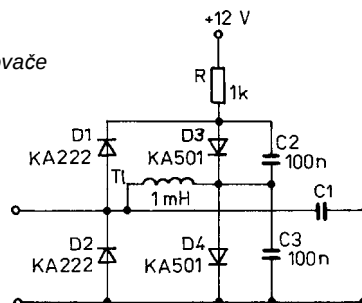
Uvedená metoda generování SSB signálu, zvaná filtrová, pochopitelně není metodou jedinou. Z nedostatku vhodných krystalových či jiných filtrů se dříve používala metoda fázová, kde vhodným natáčením fáze nf a vf signálů bylo potlačeno postranní pásmo. Získané signály však nejsou zdaleka tak kvalitní jako u filtrové metody. Tzv. „třetí“ metoda generování SSB signálů se nepoužívá vůbec.

Pro zlepšení slyšitelnosti zejména v závodech a při DX provozu se používá některých úprav SSB signálu nejen na straně nízké frekvence, ale i na straně vf. Je to zejména vysokofrekvenční komprese a vf omezení dynamiky. Vf komprese je obdobou popisovaných podobných obvodů v nf části a zajišťuje rovnoměrné vybuzení koncového vf stupně a současně ochranu jeho aktivních prvků (ALC = Automatic Load Control = automatické řízení buzení). Činnost ALC obvodu je odvozována z mřížkového proudu elektronky koncového vf stupně nebo u tranzistorových zesilovačů z obvodu směrové vazby reflektometru. K vf omezení se používá zejména diod s různým zapojením a předpětím (obr. 165). Hlavní výhodou těchto úprav na straně vf je značné omezení nežádoucích modulačních produktů.

Existují pochopitelně ještě mnohem složitější obvody umožňující úpravu SSB signálu. Tato zapojení jsou schopna za cenu poměrně velké složitosti dodávat SSB signál takřka s konstantní úrovní.

Vždy je však vhodné tyto obvody používat jen v případě potřeby, ne při běžném provozu a za dobré slyšitelnosti.

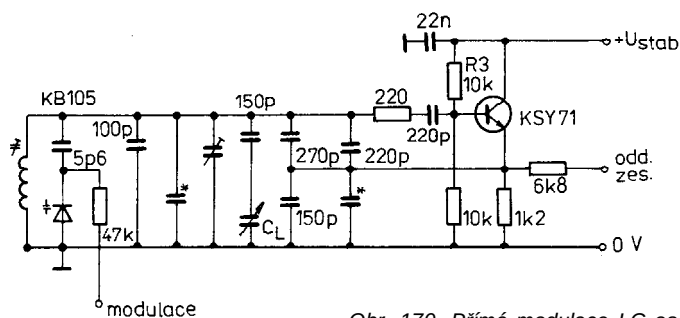
Obr. 169. Příklad jednoduchého vf omezovače



Vysílače FM

Vysílače určené pro provoz s kmitočtovou (frekvenční) modulací pracují vesměs na principu rozlaďování oscilátoru v závislosti na amplitudě modulačního signálu pomocí kapacitní diody.

Nejjednodušším případem je modulace laděného LC oscilátoru (VFO, obr. 170). Varikap je připojen přímo přes malou kapacitu paralelně k rezonančnímu obvodu. Tzn., že podle amplitudy zesíleného nf signálu se mění kmitočet a signál je tedy kmitočtově modulován. Kapacita varikapu je jen částí celkové kapacity oscilátorového obvodu. Snaha je, aby k získání potřebného kmitočtového zdvihu stačil jen malý úsek na převodní křivce napětí - kmitočet, který je možno ještě považovat za lineární. Částečně lze tento problém řešit i vhodným nastavením pracovního bodu varikapu. Je tedy možno říci, že u této varianty nejsou problémy se zdvihem a linearitou. Problém bývá zpravidla s dosažením potřebné stability základního kmitočtu.

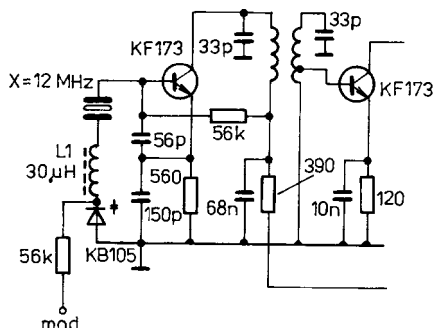


Obr. 170. Přímá modulace LC oscilátoru varikapem

Druhou možností je měnit kmitočet VCXO (Voltage Controlled Xtal Oscillator - napětím řízený krystalový oscilátor) prostřednictvím varikapu, na který přivádíme modulační napětí. Závislost změny kmitočtu na změně napětí není v celém rozsahu zcela lineární. Nelze v tomto provedení ani přímo dosáhnout potřebného zdvihu. Vynásobením se však stejným činitelem vynásobí jak základní kmitočet, tak i kmitočtový zdvih (obr. 171). Samozřejmě, že se vynásobí i kmitočtová odchylka nestability základního oscilátoru, relativní nestabilita však zůstává zachována.

Získaný FM signál můžeme přetransformovat do požadovaného pásma buď násobením (násobíme současně i kmitočtový zdvih), směřováním s vhodným fixním kmitočtem krystalového oscilátoru (potřebný zdvih je nutno získat už v oscilátoru) nebo použitím kmitočtové ústředny většinou i s fázovým závěsem.

Obr. 171. VCXO s násobiči



V ústřednách s PLL (Phase Locking Loop = fázově uzavřená smyčka) je kmitočet napětově řízeného oscilátoru porovnáván vhodným způsobem s kmitočtem stabilního oscilátoru. Napětí získané z porovnávacího obvodu (fázového detektoru) neustále upravuje a dorovná kmitočet zmíněného napětově řízeného oscilátoru a tím určuje stabilitu jeho kmitočtu. Kombinací kmitočtů a variant řešení kmitočtové ústředny je mnoho. Obvykle jsou tato zařízení řešena digitálně s obvody CMOS a dosahují velmi dobré spektrální čistoty. Jejich výstupní kmitočet bývá v mnoha případech volen skokově s potřebnou nebo volitelnou roztečí kanálů. Tato rozteč je pro FM zařízení 25 kHz, nově, zvláště v pásmu 144 MHz se používá 12,5 kHz.

Klíčování vysílače dvojím kmitočtem

U některých druhů provozu (RTTY = radiodálnopis, paket rádio = počítači řízený rádiový provoz atd.) je s výhodou využíváno klíčování dvojím kmitočtem. Vysílač je trvale zaklíčován, ale mezeře v kódu odpovídá nižší kmitočet a značce vyšší. Kmitočtový zdvih je předepsán. Vhodnější je menší rozdíl obou kmitočtů, což umožňuje volbu úzkopásmových filtrů v přijímači. Výhodou tohoto druhu provozu je po amplitudovém omezení velká odolnost proti atmosférickému rušení a dosti značné zlepšení šumových poměrů. Požadavku kmitočtové změny v rytmu klíčování se dosahuje tak, že odpovídající obvod ovládá napětí pro varikap v laděném obvodu VFO (přičemž zdvih je pro oba stavy fixně nastaven) a tím i kmitočty nosné odpovídají značce či mezeře.

U SSB vysílačů přivádíme na mikrofonní vstup napětí z nf oscilátoru a jeho kmitočet měníme stejnosměrně klíčovacem (dálnopisem) skokově (AFSK). Modulujeme-li tak SSB vysílač dvěma skutečně čistými sinusovými tóny, získáme na výstupu odpovídající kmitočty, přičemž pro příjem je podstatný jejich vzájemný rozdíl, nikoliv jejich absolutní hodnota. Kmitočet se mění změnou součástí v nf oscilátoru (T článek ve zpětné vazbě apod.). Přitom je nutno zajistit, aby okamžik změny nastával, když sinusový signál prochází nulou. Jinak budou vznikat nežádoucí zákmitý a pulzy. U kvalitních zařízení bývají oba tyto kmitočty odvozeny dělením z krystalem řízeného oscilátoru.

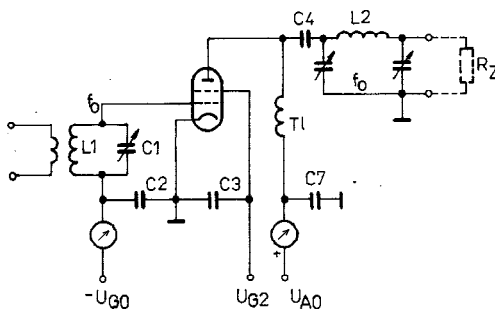
Koncové zesilovače výkonu

V předchozích kapitolách byly alespoň stručně popsány základní obvody pro generování požadovaných druhů signálů. Všem druhům vysílačů jsou však kromě napájecích zdrojů společné ještě koncové zesilovače výkonu. Ty dělíme podle třídy (polohy pracovního bodu) a podle zapojení.

Zesilovače vysílačů pro CW a FM mohou pracovat ve třídě C, kde lze dosáhnout podstatně vyšší účinnosti. Zesilovače SSB signálů však musí být lineární, tedy třídy A nebo AB. Aby byla splněna podmínka linearity, nesmí se pracovní bod v žádném případě posouvat po křivce charakteristiky směrem k zániku anodového či kolektorového proudu. Tento posuv, pokud nastává, je způsobován částí budicího signálu na diodě mřížka - katoda nebo báze - emitor. Nebude-li předpětí mřížky nebo báze dostatečně stabilizováno, aby byl odveden proud vzniklý detekcí záporné půlvlny budicího signálu, posune se pracovní bod a zesilovač bude pracovat ve třídě C.

Koncové stupně osazené elektronkami jsou většinou jednodušší než koncové stupně s tranzistory. Zejména pokud se týká realizace v amatérských podmínkách. Hlavně nejsou elektronky tolik citlivé na krátkodobé přetížení. Příklad zapojení koncového stupně pro krátké vlny s elektronkou je uveden na obr. 172. Jedná se o zesilovač v zapojení se společnou katodou. Budicí napětí je přiváděno indukční vazbou na mřížkový laděný obvod L1, C1. Přes oddělovací kondenzátor C4 je k anodě připojen laděný obvod upravený do tvaru Π článku. Tento laděný obvod je jednak selektivní zátěží a jednak přizpůsobuje anodovou impedanci elektronky impedanci napáječe (Z_0). Lze jím v poměrně širokém rozsahu měnit přizpůsobení a kromě toho tento obvod filtruje (potlačuje) vyšší harmonické (násobky základního kmitočtu), které jsou velmi často zdrojem rušení. Napájecí tlumivka T1 přenáší stejnosměrnou složku napájecího proudu k anodě elektronky a současně zadržuje střídavou složku. Mřížkovým předpětím z pomocného zdroje je nastaven vhodný pracovní bod. Blokové kondenzátory C2, C3, C7 zajišťují zkrat na kostru pro nežádoucí VF signály.

Obr. 172. Koncový VF zesilovač s elektronkou v zapojení se společnou katodou pro KV pásma



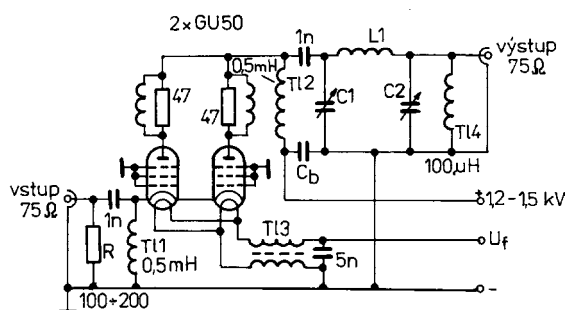
U koncových stupňů lineárních zesilovačů osazených elektronkami (zpravidla pro výkony nad 100 W) je nutno zajistit zejména:

- dostatečně pevné stabilizované mřížkové předpětí, které se nesmí měnit ani při změnách proudu první mřížky zesilovače,
- stabilizované napětí pro druhou mřížku, neboť změna tohoto napětí mění výrazně strmost této elektronky a tím i její zesílení,
- anodové napětí nesmí kolísat při plném zatížení o více než 10 %,
- budič musí mít dostatečnou výkonovou rezervu,

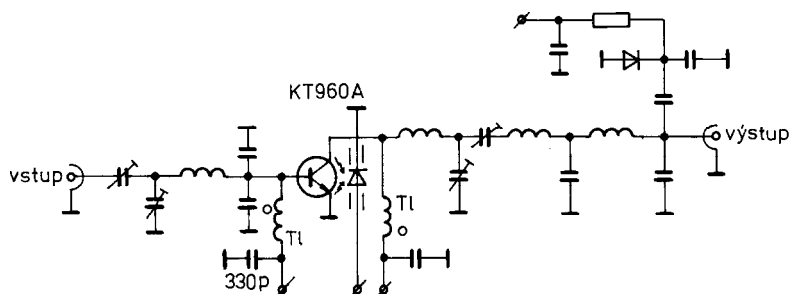
- mřížkový proud musí protékat jen takový, jaký má být, mřížka se nesmí stát kladnou, kdy mřížkový proud vzniká přebuzením,
- dostatečné chlazení ofukováním, aby nevznikala sekundární emise, snižující výkon a zkracující životnost elektronky (hlavně u poměrně často používaných elektronek typu RE025XA nutno dodržet předepsané množství a tlak vzduchu, aby se vzduch protlačil žebrováním).

Velmi často je u elektronek využíváno zapojení s uzemněnou mřížkou. Uzemněná mřížka odstiňuje vstupní obvod od výstupního, takže takový zesilovač je stabilnější a obvykle nepotřebuje neutralizaci. Vyžaduje však větší budicí výkon, z něž se ale část přičítá k výkonu výstupnímu.

Obr. 173. Koncový vf zesilovač pro KV pásma s elektronkami v zapojení se společnou mřížkou



Základní zapojení koncového stupně o výkonu asi 40 W pro pásmo 2 m (bez ochrany a stabilizace pracovního bodu) je uvedeno na obr. 174. Systém ochrany včetně teplotní a proudové stabilizace pracovního bodu většinou značně komplikuje zapojení. Je však nutný pro zajištění kvalitního signálu a ochranu koncového tranzistoru. Velmi důležité je rovněž dobré chlazení. Teplota pouzdra tranzistoru nesmí přesáhnout asi 50 °C (krátkodobě) a teplota chladiče by neměla být vyšší než asi 40 °C.



Obr. 174. Tranzistorový výkonový zesilovač pro pásmo 2 m (diody je součástí teplotní stabilizace)

Pro pásma KV se konstruují výkonové zesilovače také jako širokopásmové (neladěné), s rozsahem 1,8 až 30 MHz. Jejich výstup je nutno doplnit dolní propustí.

U koncových stupňů a vř zesilovačů vůbec, zejména u amatérských konstrukcí, vznikají někdy parazitní oscilace, zákmity, šumy, splety apod. Příčin může být celá řada. Kupříkladu:

- nevhodně nastavená neutralizace (kompenzace nežádoucích mezelektrodo-
vých kapacit aktivní součástky) nebo nevhodná konstrukce (nevhodné spoje) způsobující nežádoucí vazbu mezi vstupním a výstupním obvodem, důsledkem čehož je samovolné kmitání v blízkosti provozního kmitočtu,
- nevhodná napájecí tlumivka či blokovací kondenzátory, způsobující vznik nežádoucí kladné zpětné vazby (napájecí tlumivka nemá mít zbytečně velkou impedanci a raději má mít malé Q),
- blokovací kondenzátory nejsou na správných místech (na KV je vhodnější skládat jejich kapacity z více paralelních kusů),
- relaxační kmitý vznikají přes napájecí zdroj,
- k zakmitávání dochází vlivem nedokonalého přizpůsobení,
- chybí vhodné stínění.

Parazitní oscilace lze někdy omezit použitím „stoprů“ (bezindukční rezistor s odporem 50 až 100 Ω a na něm je navinuto asi 5 závitů měděného vodiče po celé délce) v sérii s přívodem k živým částem aktivního prvku, nebo použitím feritových kroužků navléknutých na těchto přívodech.

Závažným problémem výkonových zesilovačů je vyzářování nežádoucích harmonických kmitočtů. Běžný výkonový zesilovač nepotlačí druhou harmonickou více než asi 25 dB a třetí asi 35 dB. Potlačení sudých harmonických je lepší u dvojčinných zapojení. Horší potlačení všech harmonických je zpravidla u provozu FM. Z toho důvodu se používají na výstupu koncového vř zesilovače obvody s charakteristikou dolní propusti (II článek apod.) a na UKV jsou třeba tyto propusti dvě až tři. Nemalou péči je třeba věnovat také jejich nastavení.

Základní vlastnosti vysílačů

V závěru shrňme ještě stručně nejdůležitější parametry vysílačů:

Stabilita kmitočtu je dána hlavně ladicím oscilátorem vysílače. Proto se pokud možno vyhýbáme násobením, volíme transpozici do požadovaného pásma směřováním anebo pro větší nároky kmitočtovou ústřednou s laděným oscilátorem s fázově uzavřenou smyčkou.

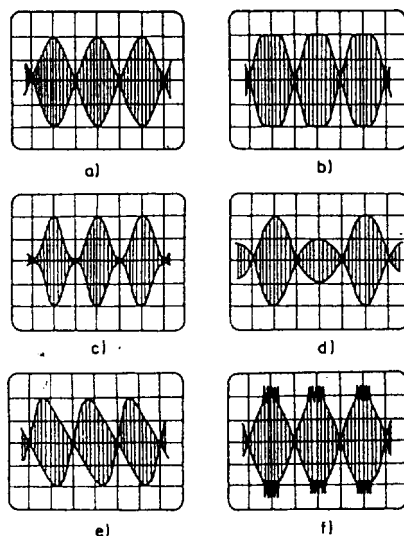
Šířka pásma je dána maximálním povoleným modulačním kmitočtem (3 kHz), kmitočtovým zdvihem a dokonalostí potlačení nežádoucího postranního pásma u SSB. Nedodržení šířky pásma, resp. její překročení způsobuje zbytečné rušení ostatních stanic a na VKV nebezpečí, že se nevejdeme do rastru.

Postranní pásma volíme při SSB v souladu s mezinárodním doporučením, tj. pro kmitočty do 10 MHz LSB a pro kmitočty vyšší USB. Potlačení nežádoucího postranního pásma by mělo být lepší než -40 dB.

Nízkofrekvenční rozsah je dán omezením horní zádrží v nf zesilovači. Může být max. 3 kHz.

Nelinearita výstupního signálu je ovlivněna nf zesilovačem a všemi aktivními prvky, přes něž modulovaný signál prochází, ale hlavně výkonovými zesilovači. Maximální povolené zkreslení není předepsáno, ale nemělo by být patrné při kontrole osciloskopem na výstupu zesilovače při dvoutónové zkoušce. Při této zkoušce se na nf modulační zesilo-

vač přivádějí sinusové tóny z generátoru o kmitočtech 1800 a 800 Hz (oba se shodnou amplitudou). Kontrolujeme-li koncový stupeň, musí vysílat do umělé antény.

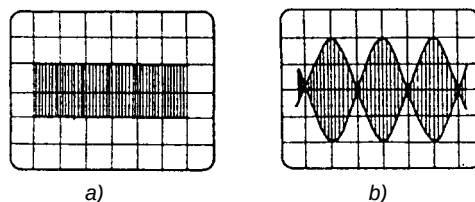


Obr. 175. Průběh signálu při dvoutónové zkoušce:

- a) nezkraslený SSB signál,
- b) přebuzený SSB signál,
- c) špatně nastavený pracovní bod,
- d) pronikání nosné,
- e) pronikání nežádoucího postranního pásma,
- f) zakmitávání

Výstupní impedance musí v každém případě odpovídat impedanci a typu napáječe (symetrický či nesymetrický). V poslední době se ustálilo používání nesymetrického výstupu s impedancí 50, ev. 75 Ω .

Výstupní výkon při provozu CW nebo FM určíme snadno změřením efektivní hodnoty v napětí na reálné umělé zátěži. Výkon při těchto druzích provozu je stálý a stejnosměrný proud koncového stupně se nemění. Při provozu SSB, kde není nosný kmitočet, se výkon i příkon během hovoru mění s intenzitou hlasové modulace. Chceme-li měřit výkon, modulujeme vysílač na 100 % jedním tónem a měříme tzv. PEP (Peak Envelope Power = výkon při špičce modulační obálky). Při modulaci dvěma tóny z dvoutónového generátoru se výkon rozdělí na dvě postranní pásma (1800 a 800 Hz) a střední výkon bude pochopitelně menší než při jednotónové zkoušce. Tzn., že naměříme menší výkon, než odpovídá PEP.



Obr. 176. Průběh SSB signálu při jednotónové a) a dvoutónové zkoušce b)

Účinnost vysílače jako u všech zařízení je dána poměrem výkonu a příkonu krát 100 procent. Zpravidla nás však zajímá účinnost koncového stupně.

Kmitočtový zdvih je dán amplitudou modulačního napětí nebo klíčovacího signálu. Kontrolujeme jej tak, že osciloskopem změříme max. napětí modulačního signálu a to nahradíme stejně velkým stejnosměrným napětím na varikapu při současné kontrole kmitočtu.

Modulační index určíme podle předchozího základního vztahu z kmitočtového zdvihu a max. modulačního kmitočtu.

Kliky a zákmity při CW provozu jsou dány tvarem značky, kterou kontrolujeme osciloskopem. Náběžná i sestupná hrana musí být zaoblená, jinak velký obsah vyšších harmonických způsobuje zbytečné rušení.

Nežádoucí vyzařování je způsobeno hlavně nelinearitou výkonového stupně nebo nevhodným nastavením pracovního bodu. Omezíme jej jednou nebo několika hornofrekvenčními zádržemi.

11. ANTÉNY A VYSOKOFREKVENČNÍ VEDENÍ

Anténní soustava, kterou se vř energie dodaná vysílačem mění na elektromagnetické vlnění a vysílá do okolního prostoru, sestává u jednoduchých soustav ze dvou základních částí - z vlastního anténního zářiče a vř vedení mezi vysílačem a anténním zářičem. Tomuto úseku vř vedení říkáme napáječ. Umožňuje umístit zářič do volného prostoru a vytvořit tak podmínky k optimální činnosti antény.

Anténní napáječe a přizpůsobení

Anténní napáječ má za úkol přenést vř energii z vysílače do vlastního zářiče, který ji vyzáří. Aby tento přenos proběhl s minimálními ztrátami, bude nás zajímat především:

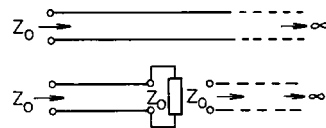
- do jaké míry samotný napáječ vyzařuje,
- jaký je jeho útlum,
- jaká je jeho charakteristická impedance.

Pokud se týká vyzařování samotného napáječe, snažíme se, aby bylo co nejmenší. Jednak jeho vyzařování ovlivní vyzařovací diagram antény a jednak se zvětší pravděpodobnost rušení okolí. Nevolíme proto pokud možno jednodrátový napáječ a snažíme se o dobré impedanční přizpůsobení vlastního zářiče k napáječi tak, aby nevznikaly odrazy.

Útlum, který určuje ztráty při přenosu, je dán odporem vodičů, ztrátami v dielektriku a ztrátami vyzařováním. Čím je napáječ delší a čím vyšší je provozní kmitočet, tím větší je i útlum. U souosých (koaxiálních) kabelů a dvoulinky stárím útlum narůstá (vliv slunečních paprsků a prostředí na dielektrikum). Nejstálějším dielektrikem v normálních podmínkách je vzduch. Tzn., že amatérsky zhotovený žebříček s rozpěrkami bude mít při vhodném průměru vodičů nejmenší ztráty a ty se nebudou s časem zásadně měnit. U koaxiálních kabelů s ohledem na jejich vlastní útlum platí, že tlustší koaxiální kabel je obecně vždy lepší než kabel tenčí.

Charakteristická impedance vedení Z_0 je impedance, kterou naměříme, je-li vř vedení nekonečně dlouhé. Zakončíme-li libovolně dlouhý úsek vedení impedancí rovnou charakteristické impedanci vedení Z_0 , naměříme na vstupu úseku také charakteristickou impedanci Z_0 . Je-li úsek vedení zakončen jinou impedancí, než je Z_0 , naměříme na jeho vstupu obecnou impedanci, rozdílnou od Z_0 .

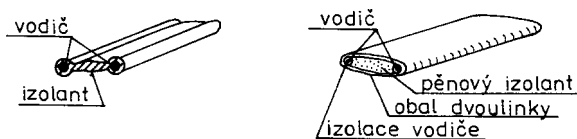
Obr. 177 Impedance nekonečně dlouhého vedení a impedance úseku vedení s charakteristickou impedancí Z_0 zakončeného rovněž Z_0



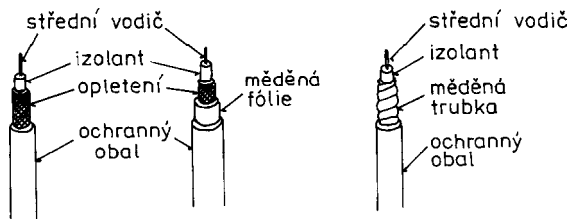
Zanedbáme-li ztráty na vedení, lze charakteristickou impedanci určit s dostatečnou přesností měřením kapacity (při rozpojení druhém konci měřeného úseku) a indukčnosti (je-li druhý konec měřeného úseku zkratován). Charakteristická impedance bude:

$$Z_0 = \sqrt{L/C} \quad [\Omega; H, F]$$

Anténní napáječe dělíme na symetrické, kde žádný z vodičů není spojen se zemí (dvoulinka 300 Ω nebo žebříček se vzduchovým dielektrikem a izolačními rozpěrkami), a nesymetrické, kde alespoň jeden z vodičů je spojen se zemí (koaxiální kabel 75 nebo 50 Ω).



Obr. 178. Různé typy symetrických vedení



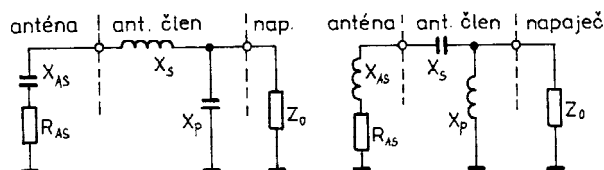
Obr. 179. Různá provedení souosých kabelů

Pro přenos maximálního výkonu z vysílače do antény je třeba, aby výstupní impedance koncového stupně vysílače, charakteristická impedance vlnění v vedení a vstupní impedance antény byly stejné. Nebude-li výstupní impedance vysílače shodná se Z_0 , nebude odebrán plný výkon a zbylá energie se promění na teplo. Horší je tomu ovšem na druhém konci, když vstupní impedance antény (vlněního zářiče) nebude stejná jako charakteristická impedance vedení Z_0 . V tomto případě se část přímé vlny postupující po vedení na nepřizpůsobeném rozhraní odrazí a jako odražená vlna postupuje zpět ke zdroji (vysílači). Odražená vlna se skládá s postupnou a vzniká vlna stojatá. Z maximální a minimální amplitudy stojaté vlny lze určit hodnotu činitele stojatého vlnění ČSV, která vlastně udává míru

nepřizpůsobení. Hodnota ČSV může být v rozmezí 1 až ∞ . Při dokonalém přizpůsobení je ČSV = 1. Tzn., že anténa má čistě činný (ohmický) odpor rovný charakteristické impedanci Z_0 . ČSV větší než 1 znamená, že jen část z výkonu vysílače se dostane do antény a podílí se tak na intenzitě elektromagnetického pole. Současně nepřizpůsobené vedení se bude jevit jako obecná impedance na straně zdroje, tj. vysílače. Důsledkem čehož je, že ne celý výkon vysílače se dostane do napáječe. Čím větší je nepřizpůsobení, tím větší jsou ztráty. Na krátkých vlnách považujeme za únosný ještě ČSV = 3 a na VKV ČSV = 2. Hodnota ČSV se měří reflektometrem. Přičemž důležité je, že ČSV není v každém místě vedení stejný (s výjimkou dokonalého přizpůsobení, kdy ČSV = 1).

Pokud není impedance antény stejná, jako je impedance napáječe nebo impedance napáječe a výstup vysílače, musí být do místa rozdílu vložen přizpůsobovací člen, který zajistí maximální přenos výkonu z vysílače do vedení a na konci vedení zase bezeztrátové spojení s anténou.

Na nižších kmitočtech bývají přizpůsobovací členy tvořeny obvody se soustředěnými parametry. Používají se k tomu články L, Γ , nebo Π a T.



Obr. 180. Příklad anténních přizpůsobovacích členů prvky se soustředěnými parametry

Další možností je přizpůsobení pomocí úseků vedení vhodné délky a vhodné impedance. Z teorie vedení totiž vyplývá, že vedení s charakteristickou impedancí Z_0 o délce $l/4$ zakončené impedancí Z_z bude mít vstupní impedanci

$$Z_v = Z_0^2 : Z_z$$

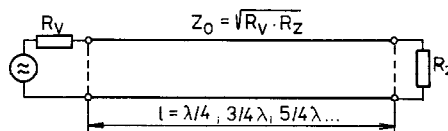
Jinak řečeno impedance Z_v a Z_z nebo odpor R_v a R_z lze vzájemně přizpůsobit vedením dlouhým $l/4$ o impedanci

$$Z_0 = \sqrt{Z_v \cdot Z_z}$$

nebo

$$Z_0 = \sqrt{R_v \cdot R_z}$$

Přičemž místo úseku $l/4$ může být použit i jiný lichý násobek $l/4$.

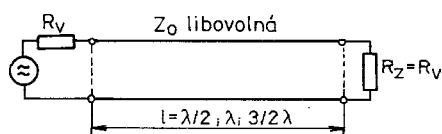


Obr. 181. Příklad přizpůsobení R_v a R_z čtvrtvlnným úsekem vedení

V tom případě říkáme, že jsme dva rozdílné odpory vzájemně přizpůsobili laděným vedením. Nutno připomenout, že v úseku laděného vedení existuje výrazné stojaté vlnění, přizpůsobení je poměrně úzkopásmové a vedení z části vyzaňuje. Mluvíme o tzv. laděném napáječi (napáječ s výraznou stojatou vlnou).

Pokud je napáječ zatížen odporem rovným jeho charakteristické impedanci a nejsou na něm žádné stojaté vlny, mluvíme o neladěném napáječi.

Vedení o délce $l/2$ (nebo násobky) působí jako transformátor $1 : 1$, tzn., že bez ohledu na velikost Z_0 bude mít vedení zakončené R_z vstupní impedanci $R_v = R_z$. Této skutečnosti se využívá, potřebujeme-li změřit impedanci ve špatně dostupném místě, resp. tam, kde se nedostaneme s impedančním mostem. Pak při délce pomocného vedení $l/2$ bude naměřená impedance stejná jako impedance zatěžovací.



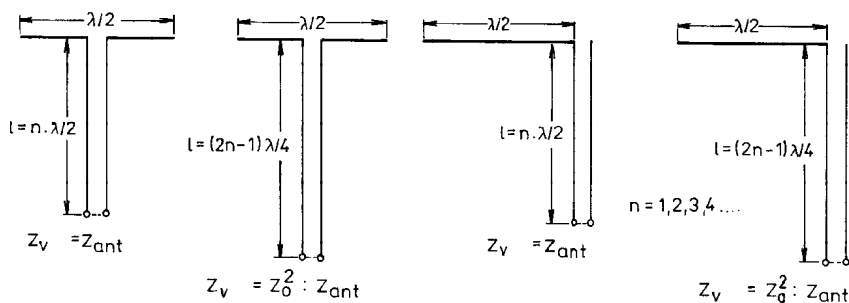
Obr. 182. Transformace impedancí 1:1 půlvlnným úsekem vedení

Půlvlnný dipól, který má při dostatečné výšce nad zemí impedanci kolem 75Ω , se bude jevit při napájení vedením o charakteristické impedanci 300Ω délky $l/2$ jako stejně velká impedance, tj. $Z_v = Z_z$. Bude-li však stejný dipól napájen vedením o $Z_0 = 300 \Omega$ délky $l/4$, bude impedance na vstupu vedení

$$Z_{vst} = Z_0^2 : Z_z = 300^2 : 75 = 1200 \Omega$$

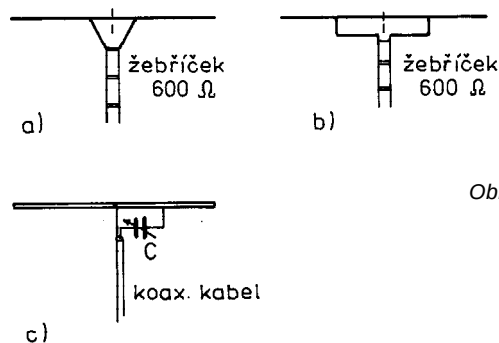
Tzn. z malé impedance jsme dostali impedanci velkou. Obráceně, má-li dipól napájený na konci velkou impedanci kolem 3000Ω , pak potřebujeme-li vstupní impedanci $Z_v = 75 \Omega$, bude potřebná charakteristická impedance vedení délky $l/4$

$$Z_0 = \sqrt{Z_v Z_z} = \sqrt{3000 \cdot 75} = 474 \Omega$$



Obr. 183. Různé varianty napájení půlvlnného dipólu

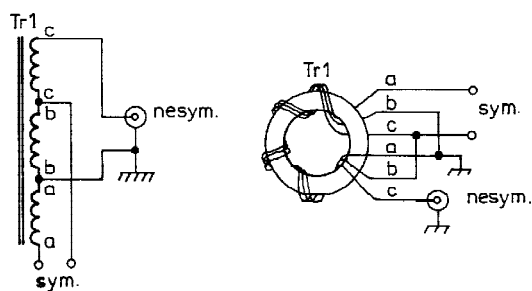
Další z možností, jak přizpůsobit impedanci antény k impedanci napáječe, je volba vhodných bodů s větší impedancí přímo na anténě. K tomu slouží transformační členy DELTA, T, GAMMA atd.



Obr. 184. Další možnosti přizpůsobení antény k napáječi:

- a) DELTA match,
- b) T match,
- c) GAMMA match

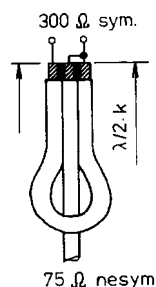
Dost často se vyskytuje potřeba jít z nesymetrického napáječe na symetrický vstup antény, abychom omezili vyzařování napáječe a tím i degradaci vyzařovacího diagramu. K tomuto účelu se na krátkých vlnách používá tzv. balun, který ve většině případů kromě symetrizace slouží i k transformaci. Na každém balunu však vznikají ztráty, a je třeba proto důkladně zvážit jeho opodstatnění. Nutný, resp. výhodný je zpravidla u směrových antén, nepatrný je jeho význam u dipólu s nedostatečnou výškou či u nízké INVERTED V nebo u šikmého dipólu (sloper). V těchto případech není totiž definován ani vyzařovací diagram ani vstupní impedance vlastního zářiče. Na VKV se k symetrizaci používá půlvlnná smyčka (spolu s transformací 1:4), rukáv $1/4$ atd. Tyto symetrizační členy jsou však relativně úzkopásmové.



Obr. 185 Balun pro KV pásma s transformací 1:1 na toroidu

Elektromagnetické vlnění se ve volném prostoru šíří zcela stejnou rychlostí jako světlo (300 000 km/s). Vedením se však šíří pomaleji. Za jednu periodu tak vlnění urazí menší dráhu a délka vlny je pak na vedení kratší než ve volném prostoru. U dvou vodiče se vzdu-

Obr. 186. Symetrizační smyčka
s transformací 1:4



chovou izolací a izolačními rozpěrkami je toto zpomalení asi 5 %. U pěnového polyetylenu koaxiálního kabelu už 18 %. V katalogu výrobce koaxiálních kabelů a dvoulinek se tato hodnota uvádí jako činitel zkrácení, což je poměr délky vlny na vedení k délce vlny ve volném prostoru. U žebříčku s izolačními rozpěrkami je činitel zkrácení $k = 0,95$. Plný polyetylén má $k = 0,66$ a pěnový $k = 0,82$. Příkladně skutečná délka symetrizační smyčky z koaxiálního kabelu s plným polyetylenem ($k = 0,66$) bude při $f = 28,5$ MHz

$$\lambda = \frac{300}{f} = \frac{300}{28,5} = 10,52 \text{ m} \quad l_{\text{skut}} = \lambda / 2 \cdot k = 5,26 \cdot 0,66 = 3,47 \text{ m}$$

Antény

Antény lze dělit na mnoho skupin a podskupin podle celé řady hledisek. Uvedme proto nejdříve ta nejdůležitější, na jejichž základě pak bude možno antény nějakým způsobem třídit:

Pracovní kmitočet, resp. rozsah pracovních kmitočtů, na kterých může anténa pracovat s přijatelným činitelem stojatého vlnění.

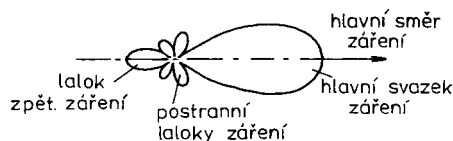
Vstupní impedance antény je definována jako poměr napětí a proudu na vstupních svorkách antény. Není vždy reálná. Kromě reálné složky obsahuje také složku jalovou, kapacitního nebo indukčního charakteru. Impedance je závislá na druhu antény, rozměrech, výšce nad zemí a hlavně na kmitočtu.

Činný výkon antény je dán reálnou složkou impedance a efektivní hodnotou anténního proudu. Část tohoto výkonu se vyzáří ve formě elektromagnetických vln (výkon vyzářený anténou) a část způsobí ohřev anténních prvků a dielektrických předmětů v blízkém okolí (ztrátový výkon).

Směrový účinek je dán tím, že každá vysílací anténa vyzáří do některých směrů více energie než do jiných. Přijímací anténa zase přijímá z některých směrů elektromagnetické vlnění s větší účinností než ze směrů ostatních. Nakreslíme-li poměrnou závislost intenzity elektromagnetického pole vyzářeného anténou (při konstantním výkonu a kmitočtu) na úhlu v horizontální rovině, dostaneme tzv. směrovou či vyzářovací charakteristiku antény, neboli vyzářovací diagram ve vodorovné rovině. Podle toho pak rozdělujeme antény na:

- **Všesměrové**, které vyzáří do všech směrů zhruba stejně. Jejich vodorovný vyzářovací diagram je přibližně kružnice.
- **Směrové**, které soustřeďují vyzářovanou energii do poměrně úzkého svazku v požadovaném směru.

Obr. 187. Příklad horizontálního vyzařovacího diagramu směrové antény



Anténní zisk slouží k porovnání jednotlivých antén. Je to vlastně přínos vzniklý soustředěním vyzařené energie do žádaného směru, přičemž respektujeme směrovost antény a její účinnost. Anténní zisk je bezrozměrnou veličinou definující vyzařovací nebo příjmové vlastnosti antény. Vztahuje se k nějakému referenčnímu zářiči, zpravidla půlmírnému dipólu.

Polarizace antény je dána orientací elektrické složky elektromagnetického pole. Při vodorovně umístěném anténním zářiči je vlnění polarizováno horizontálně, při svislém zářiči mluvíme o vertikální polarizaci. Nejúčinnější přenos mezi vysílací a přijímací anténou nastává při souhlasné polarizaci obou antén. To je třeba dodržet zejména na VKV pásmech, jinak můžeme na přijímací straně pozorovat citelné zeslabení přijímaných signálů. Na krátkých vlnách nemá souhlasná polarizace antén téměř význam vzhledem k náhodnému otočení polarizace během odrazů a lomů.

Efektivní vyzařený výkon (ERP = Effective Radiated Power) je příkon antény násobený jejím ziskem.

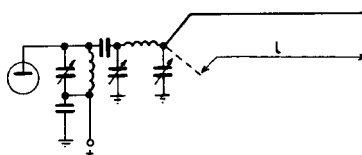
Činitel zpětného záření udává, kolikrát je menší záření ve směru opačném než ve směru žádaném.

V principu může tvořit anténu vodič libovolného tvaru, délky a výšky, izolovaně upevněný nad zemí a vhodně spojený s vysílačem či přijímačem. Pokud máme možnost změřit vstupní impedanci vř impedančním mostem nebo tuto impedanci známe, není pak problém navrhnout příslušný anténní člen, kterým nastavíme anténu do rezonance a současně ji přizpůsobíme na potřebnou charakteristickou impedanci napáječe.

Pokud tuto možnost nemáme, volíme rezonující délku zářiče. Nejrozšířenější univerzální anténou pro krátké vlny je dlouhý rezonující drát, natažený vodorovně a napájený zpravidla na jeho konci. Délku určíme jako libovolný násobek $l/2$ s opravou činitele zkrácení vlivem závěsných izolátorů. Délka této antény, kterou označujeme jako Long Wire (LW, dlouhý drát), se stanoví ze vztahu:

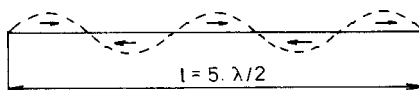
$$l = \frac{150 \cdot (n - 0,05)}{f} \quad [\text{m}; \text{MHz}] ,$$

kde l = skutečná délka v metrech,
 n = počet násobků $l/2$,
 f = rezonanční kmitočet v MHz.



Obr. 188. Long Wire anténa (LW)

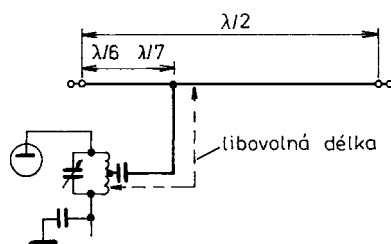
Zisk této antény proti jiným anténám je dán hlavně její délkou ($6 l$ i více). Vyzařovací diagram má maximum ve směru natažené antény, tedy dopředu a dozadu. Impedance při výšce nad zemí více než 10 m a průměru vodiče asi 2 mm je kolem 600 Ω .



Obr. 189. Rozložení okamžitých proudů na dlouhém zářiči

Chceme-li tuto anténu použít i na vyšší pásma, lze tak učinit jen za cenu kompromisu. Anténa navržená jako půlvlnný zářič pro kmitočty 3,5 MHz bude rezonovat na 7,2 - 14,5 - 21,9 MHz atd., tzn. už mimo pásma. Proto nejrozumnějším kompromisem této antény jako antény harmonické je volba délky asi 41,5 m. Pak jsou rezonanční kmitočty 3,43 - 7,05 - 14,28 - 21,5 - 28,73 MHz.

Jinou velmi jednoduchou drátovou anténou je anténa typu WINDOM. Jedná se o půlvlnný zářič s libovolně dlouhým jednodrátovým vedením. Délku zářiče určíme z předchozího vztahu, když budeme uvažovat jen jeden násobek $l/2$, tedy $n = 1$. Je-li průměr vodiče antény větší než 1,5 mm, můžeme počítat s impedancí přibližně 600 Ω . Libovolně dlouhý napáječ je připojen ve vzdálenosti asi $l/6$ až $l/7$ (přesné umístění je lépe vyzkoušet).



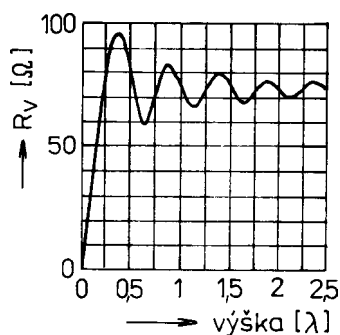
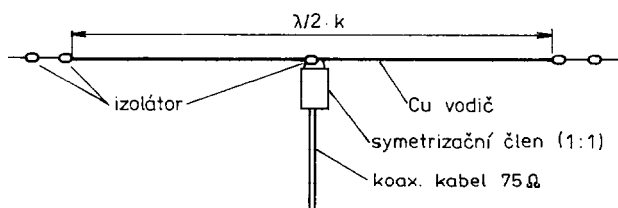
Obr. 190. Anténa WINDOM

Velkou skupinu antén tvoří tzv. dipólové antény. Základním typem je jednoduchý vodorovný dipól o elektrické délce $l/2$. Je-li zhotoven z vodiče o průměru asi 2 mm, bude jeho skutečná délka dána vztahem:

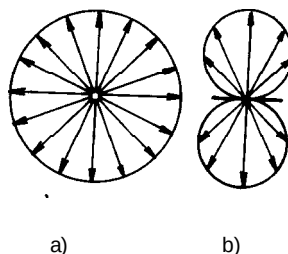
$$l = \frac{142,5}{f} \quad [\text{m}; \text{MHz}]$$

Tento dipól je poměrně úzkopásmový, a proto zejména na nižších pásmech jej musíme nastavit buď pro CW nebo fone část pásma. Dipól obsáhne rozmezí maximálně $\pm 3 \%$ rezonančního kmitočtu. Vstupní impedance při dostatečné výšce nad zemí bude kolem 73 Ω . V rovině kolmé na směr jeho podélné osy vyzařuje energii rovnoměrně všemi směry. Ve směru podélné osy není energie vyzařována a totéž platí recipročně o příjmu. Dipól tedy přijímá nejlépe vlnu přicházející ve směru kolmé osy.

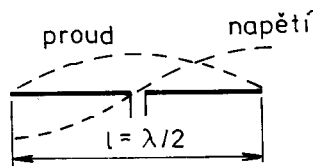
Obr. 191. Jednoduchý horizontální dipól o elektrické délce $\lambda/2$ (vhodnější je připojit koaxiální kabel přes symetrizační člen)



Obr. 192. Vstupní impedance jednoduchého horizontálního dipólu o délce $\lambda/2$ v závislosti na výšce nad zemí



Obr. 193. Vyzařovací diagramy půlvlnného dipólu a) vertikální, b) horizontální



Obr. 194. Rozložení proudu a napětí na půlvlnném dipólu

Má-li dipól dostatečnou výšku nad zemí a tím i odpovídající vyzařovací diagram, je vhodné napájet jej symetrickým vedením nebo při použití koaxiálního kabelu vložit symetrizační člen. Jinak nebude vyzařovací diagram zachován a částečně se změní i vstupní impedance.

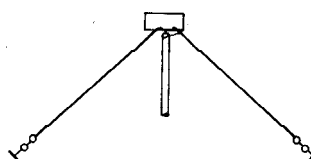
Oblíbeným tvarem dipólu je anténa zvaná INVERTED V. Úhel ramen tohoto dipólu má být 90 až 110°. Tato anténa má poměrně malý vyzařovací úhel a je tedy vhodná pro DX provoz, zejména na nižších pásmech. Konce jednotlivých ramen mají být alespoň 1 m nad zemí. Délku ramene určíme ze vztahu:

$$I_r = \frac{7132}{f}$$

[m; MHz]

Vyzařovací diagram této antény je téměř všesměrový. Ramena antény jsou o něco kratší než u klasického dipólu $1/2$, protože jsou kapacitně zatížena přiblížením k zemi.

Obr. 195. Anténa INVERTED V (INV VEE)

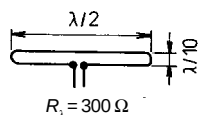


U všech těchto antén je třeba nastavit skutečnou délku. Tzn., že první verze antény bude s vypočtenou délkou. Pak anténu postupně po malých úsecích zkracujeme nebo prodlužujeme (u dipólu a INVERTED V obě poloviny stejně) tak, abychom dosáhli minima ČSV na požadovaném rezonančním kmitočtu (obvykle na středu pásma).

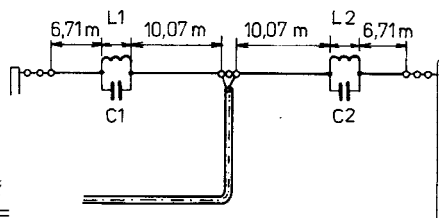
Čím je anténa blíže k zemi nebo vodivým předmětům, tím musí být kratší a tím více současně ztrácí na směrovosti (stává se všesměrovou). Současně se zvětšuje vertikální vyzařovací úhel, takže taková anténa je pak vhodná jen na blízké vzdálenosti.

Kromě jednoduchého dipólu používáme také dipól složený, který umí zpracovat širší kmitočtové pásmo než dipól jednoduchý. Jeho vstupní impedance 300Ω umožňuje napájení symetrickým žebříčkem nebo koaxiálním kabelem s použitím transformátoru. Ostatní vlastnosti dipólu jednoduchého a složeného jsou stejné.

Obr. 196. Složený dipól



V mnoha případech nás omezené prostory nutí používat jednu anténu na několika pásmech. V tomto případě se s výhodou používají antény trapované. Ty obsahují laděné obvody, které slouží na určitém kmitočtu jako zádrž a tím ladí anténu do rezonance na několika pásmech. Paralelní rezonanční obvod představuje na svém rezonančním kmitočtu zádrž (velký odpor), čímž na takovém kmitočtu pracuje jen část antény mezi dvěma zádržemi - trapy.



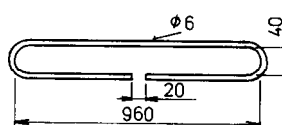
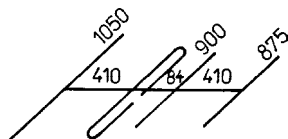
Obr. 197. Anténa W3DZZ. Obvody jsou naladěny na kmitočty 7,05 MHz, přičemž součástky laděných obvodů jsou $L1 = L2 = 8,2 \text{ mH}$, $C1 = C2 = 60 \text{ pF}$, $Z_{vst} = 75 \text{ W}$

Nejrozšířenější trapovou anténou ve tvaru jednoduchého dipólu je anténa W3DZZ, uvedená na obr. 189. Její trapy jsou laděny na kmitočet 7,05 MHz. Měly by mít velké Q a kondenzátory dimenzované na napětí alespoň 3 kV. Vstupní impedance této antény je 75 Ω a pracuje na pásmech 80, 40, 20, 15 a 10 m.

Samostatnou kapitolu tvoří směrové antény s pasivními prvky nazývané antény typu YAGI. Funkce pasivního prvku u této antény spočívá v tom, že zachytí část energie vyzařené aktivním zářičem, a protože sám není připojen k žádné zátěži, opět ji vyzaří. Vyzařování pasivního prvku se sečítá s energií vyzařovanou zářičem a podle vzájemného fázového rozdílu proudů v obou prvcích dochází v některých směrech k zesilování a v jiných k zeslabování celkového pole. Vhodný fázový rozdíl lze nastavit jednak roztečí prvků a jednak prodloužením nebo zkrácením pasivního prvku. Pasivní prvek může pracovat jako reflektor a energie je usměrňována směrem od pasivního prvku k aktivnímu, nebo jako direktor, kdy maximum vyzařování nastává ve směru od aktivního prvku k pasivnímu. V praxi se volí délka pasivních prvků o 4 až 6 % odlišná od délky aktivního zářiče. Reflektor je delší než zářič, direktor je kratší než zářič.

Předností antén typu YAGI je konstrukční jednoduchost a velký zisk při poměrně malém počtu prvků. Hlavními nedostatky jsou malá širokopásmovost a obtížnost seřizování na maximum zisku. Zvětšit zisk základního uspořádání antény YAGI lze přidáním dalších direktorů se vzájemnou roztečí 0,1 λ .

Obr. 198. Víceprvková anténa typu YAGI



Obr. 199. Rozměry čtyřprvkové antény YAGI pro pásmo 144 MHz. Pro napáječ s impedancí 300 Ω nepřekročí ČSV (PSV) hodnotu 1,4, použijeme-li ráhno o $\varnothing = 20$ mm a na pasivní prvky trubičky o $\varnothing = 6$ mm

Smyčkové antény jsou zpravidla používány jako směrové. Celovlnná smyčka o délce obvodu 1 λ čtvercového tvaru je příkladně základem antény QUAD. Maximum vyzařování má taková anténa kolmo k rovině smyčky. Vstupní impedance je kolem 130 Ω .

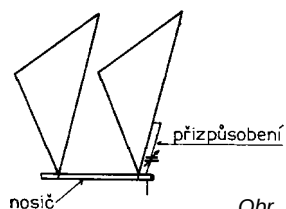
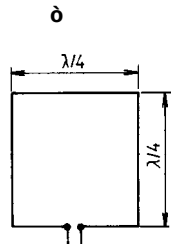
Doplněním takovéto celovlnné smyčky jako zářiče pasivním reflektorem získáme anténu CUBICAL QUAD se ziskem více než 5 dB. Při vzájemné vzdálenosti prvků asi 0,13 λ klesne vstupní impedance této antény asi na 75 Ω .

Není však podmínkou, že musí být prvky u smyčkové antény ve tvaru čtverce. Při trojúhelníkovém tvaru vzniká anténa DELTA LOOP rovněž o smyčce délky 1 λ .

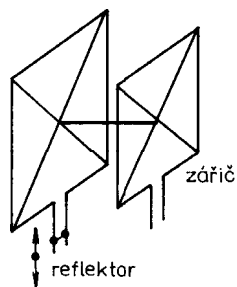
Poslední ze základních antén jsou antény vertikální. Mají proti ostatním hned několik výhod:

- zabírají malý prostor,
- mají výhodný vyzařovací diagram ve svislé rovině,
- v horizontální rovině jsou všesměrové,
- s využitím trapů je lze konstruovat jako vícepásmové.

Obr. 200. Celovinná smyčka - anténa QUAD



Obr. 201. Anténa CUBICAL QUAD

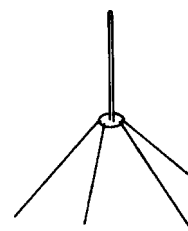
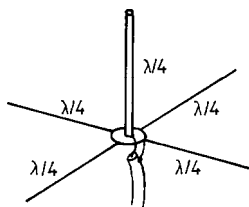


Obr. 202. Anténa DELTA LOOP

Celková délka vertikální antény je nevhodnější $1/2$. Vlastní zářič je však dlouhý jen $1/4$, neboť jeho druhá polovina je nahrazena zemním odrazem. Pokud je anténa uložena přes izolátor na zemi, vznikají nedokonalou vodivostí země ztráty, které je třeba vylepšit umělým systémem.

Nejběžnějším typem vertikální antény je anténa GROUND PLANE (GP). Zářič i radiály jsou dlouhé $1/4$. Nakloněním radiálů lze přizpůsobit vstupní impedanci antény impedanci napáječe (viz obr. 200). Jinak přizpůsobení zajistíme vhodným anténním přizpůsobovacím členem.

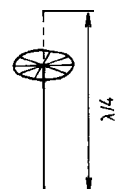
Obr. 203. Anténa GROUND PLANE (GP)



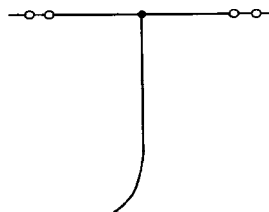
Obr. 204. Nakloněním radiálů lze přizpůsobit anténu na potřebnou impedanci

Délku zářiče lze elektricky prodloužit tzv. „kapacitním košem“. Příklad je uveden na obr. 201. Zvětšíme tak vlastní kapacitu antény proti zemi a tím snížíme její rezonanční kmitočet.

Obr. 205. Kapacitní prodloužení vertikální antény



Obr. 206. „T“ anténa



Jiným příkladem kapacitního prodloužení svislého zářiče je „T“ anténa.

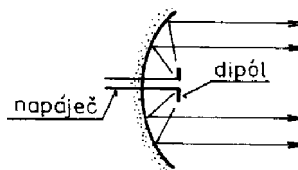
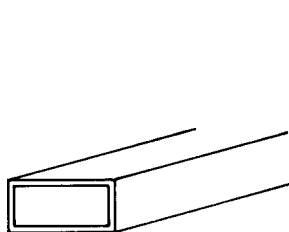
Antény pro centimetrové vlny

V pásmu centimetrových vln se už k přenosu elektromagnetické energie z vysílače k anténě a od antény k přijímači nepoužívají tradiční napáječe ani antény. K přenosu energie slouží vlnovody. Jedná se o kovová potrubí pravoúhlého nebo kruhového průřezu. Elektromagnetická energie se šíří v jejich vnitřní části. Protože mají vlnovody poměrně velký povrch, jsou činné ztráty v nich nepatrné. Ztráty vyzařováním nevznikají, neboť vlnovod je uzavřen a nevznikají ani ztráty v dielektriku, protože dielektrikem je vzduch. Vlnovody mají jednoduchou konstrukci a je možné jimi přenášet i velké výkony. Elektromagnetické vlny se v nich šíří mezi dvěma protilehlými stěnami po lomené dráze, která vznikne opakovanými odrazy od stěn. Výsledkem je vznik poměrně složitého vlnění. Rozměry vlnovodu musí být v určitém poměru k délce vlny, delší vlna než tzv. kritická už vlnovodem neprojde.

Nejčastěji používanou anténou pro tento kmitočtový obor jsou antény s parabolickými reflektory. Odrazná plocha reflektoru je z plného nebo perforovaného plechu. Jako primární zářič slouží většinou v ohnisku umístěný dipól. Vyzařovací diagram bude tím užší, čím větší bude plocha paraboloidu. Většinou bývá průměr paraboloidu větší než dvacetinásobek délky vlny. Dosažitelná šířka paprsku je kolem 3° .

Trychtýřovité antény mají tvar podobný akustickým trychtýřům. Tvar vyzařovacího diagramu odpovídá tvaru trychtýře a velikosti vstupního otvoru. Směrovost je dosažena v tomto případě bez odrazné plochy.

Obr. 207. Příklad provedení vlnovodu



Obr. 208. Parabolická anténa

Samozřejmě, že existuje pro jednotlivá kmitočtová pásma mnoho dalších typů antén. Některé z nich jsou však tak plošně náročné, že nepřicházejí pro radioamatéra téměř v úvahu (kosočtverečné antény pro KV). Jiné jsou náročné finančně a konstrukčně (směrové antény pro spojení odrazem od Měsíce). V každém případě jsou podrobnější informace už zcela mimo rámec této publikace.

12. ZÁKLADNÍ MĚŘENÍ V RADIOTECHNICE

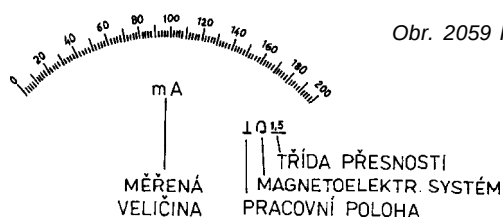
V radiotechnice se téměř neobejdeme bez základních elektrických měření. I když třeba nehodláme zrovna konstruovat nové vlastní zařízení, přesto je třeba čas od času se věnovat i technické kontrole toho zařízení, které máme. Překontrolovat, nastavit, či opravit. A to už bychom měli vědět o elektrickém měření alespoň minimum, tzn. jaký přístroj lze k měření použít, jak jej do obvodu zapojit atd.

V dnešní době je většina měřicích přístrojů pro měření základních elektrických veličin uzpůsobena digitálnímu měření, leckdy i s automatickým přepínáním rozsahů. Ručkových měřicích přístrojů klasického provedení se používá čím dál tím méně. Ale v obvodech, kde je nutno nastavovat proud na minimum či maximum (indikátory vyladění, S-metry atd.) jsou tyto přístroje těžko nahraditelné přístroji digitálními, sloupci diod s odpovídajícím integrovaným obvodem apod. I když je nutno přiznat, že své hraje v tomto případě i síla zvyku.

Principů, na kterých je založena funkce ručkových měřicích přístrojů, je celá řada. Nejvíce je však používán v praxi systém magnetoelektrický (zvaný deprézský). Má sice lineární stupnici, ale jeho nevýhodou je, že indikuje jen stejnosměrný proud.

Nejdůležitějším parametrem takového měřicího přístroje je jeho citlivost. Je to proud, který je třeba pro plnou výchylku ručky na stupnici. Bývá zpravidla pro vlastní měřidlo přístroje od 100 mA výše.

Ostatní důležité údaje o měřidle vyčteme většinou ze stupnice. Je to zejména měřená veličina (uprostřed stupnice), pracovní poloha (znázorněna symbolem nebo úhlem sklonu), systém (znázorněn rovněž symbolem) a třída přesnosti uvedená v procentech.

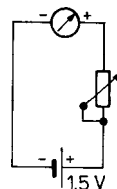


Obr. 2059 Příklad stupnice ručkového měřidla se základními údaji

Měření proudu

Potřebujeme-li měřit proud, je základním pravidlem, že **ampérmetr je zapojen vždy v sérii se zdrojem a spotřebičem**. Jinak je velké nebezpečí, že bude pro další měření nepoužitelný.

Obr. 210. Zapojení ampérmetru v obvodu



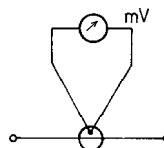
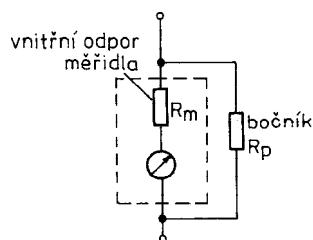
Při měření proudu nevystačíme většinou se základním rozsahem měřidla. Naštěstí není velkým problémem tento rozsah upravit tak, abychom mohli měřit proud větší. Stačí, když k přístroji připojíme paralelní rezistor (bočník). Pak měřicím přístrojem protéká jen část obvodového proudu a zbývající část teče bočníkem.

Odpor bočníku můžeme snadno spočítat, když si předtím změříme vnitřní odpor vlastního měřicího přístroje. Vzápětí však většinou zjistíme, že nemáme čím měřit tak malé odpory, až vše nakonec dopadne tak, že zkusmo připojujeme paralelně k měřidlu takové rezistory malých odporů, až získáme potřebný rozsah. Nebo paralelně k měřicímu přístroji připojíme reostat a změnou jeho odporu vhodně upravíme rozsah měření. Je třeba počítat s tím, že odpor bočníku je malý a hlavně tím menší, čím větší proud chceme měřit.

Pokud potřebujeme měřit střídavý proud síťového kmitočtu, máme možnost zvolit jiný systém měřidla (elektrodynamický, tepelný, s termočlánekem atd.) nebo měřený střídavý proud usměrníme polovodičovými diodami v Graetzově zapojení. Voltampérová charakteristika diod je však nelineární, a proto bude i stupnice pro měření střídavých hodnot nelineární.

Měření vf proudů se vyskytuje v radioamatérské praxi poměrně málo. Lze k tomu využít deprézský přístroj spojený s termočlánekem (termokříž). Termokříž ohřívá vf proudem styk (svár) dvou drátků z různých kovů, na kterých působením teploty vzniká malé stejnosměrné napětí, úměrné teplotě a tím i proudu. Takto vzniklé stejnosměrné napětí měříme deprézským přístrojem. Stupnice je cejchována v jednotkách proudu, ve svém počátku je však značně zhuštěná. Při vhodném provedení lze tak měřit signály kmitočtů stovek MHz, ale s proudy až asi od 1 mA výše.

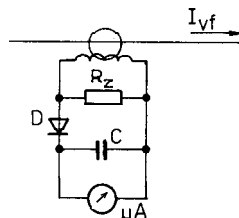
Obr. 211. Úprava rozsahu ampérmetru bočníkem



Obr. 212. Termoelektrický článek pro měření vf proudu

Na krátkých vlnách lze k měření vf proudů použít proudový transformátor. Vodič, kterým protéká vf proud, vede středem cívky navinuté na toroidu. Poměr proudů je dán poměrem počtu závitů (počtem závitů sekundární cívky). Horní mezní kmitočet je omezen vlastní kapacitou vinutí, ale bez problémů lze tak měřit proudy v oblasti krátkých vln.

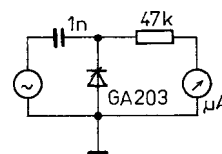
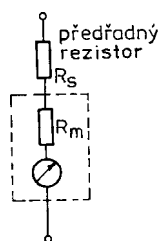
Obr. 213. Transformátor k měření
vf proudu na KV



Měření napětí

Při měření napětí je voltmetr připojen přímo ke svorkám zdroje nebo paralelně ke spotřebiči, na němž měříme úbytek napětí. Měřidlo měřicího přístroje má však obvykle malý vnitřní odpor, a proto s ním lze přímo měřit jen velmi malá napětí (milivolty). Chceme-li měřit napětí větší, musíme rozsah měřicího přístroje upravit sériovým rezistorem, kterým bude protékat stejně velký proud jako přístrojem. Odpor tohoto sériového rezistoru lze vypočítat nebo jej určíme zkusmo tak, že do série zapojíme proměnný rezistor a jeho odpor měníme tak dlouho, až získáme potřebný rozsah voltmetru.

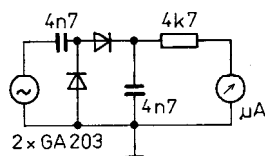
Obr. 214. Změna rozsahu voltmetru
o předřadným rezistorem



Obr. 215. Vf sonda s paralelním jednocestným usměrňovačem

Při měření střídavých napětí síťového kmitočtu je situace shodná jako při měření proudů. Použijeme buď měřidlo jiného systému, nebo pro deprezský systém napětí usměrníme.

Pro měření vf napětí je nejjednodušší použít tzv. vf sondu k ručkovému mikroampérmetru. Jedná se ve skutečnosti o vf usměrňovač s jednou nebo dvěma diodami. Poměrně snadno lze tak měřit napětí o kmitočtu od 0,5 MHz až do kmitočtů, které jsou dány vlastnostmi použitých polovodičových diod. Germaniové diody jsou výhodnější. Maximální hodnota měřených napětí však bude jen do 20 až 25 V.



Obr. 216. Vf sonda se zdvojovačem napětí (větší citlivost)

Nevýhodou těchto vf sond je, že pro malá vf napětí je průběh voltampérové charakteristiky diody značně nelineární. Tomu lze čelit jen předřazením širokopásmového předzesilovače, pak většinou současně díky vhodně zapojeným tranzistorům FET na vstupu dosáhneme značně větší vstupní impedance.

K měření velmi malých vf napětí slouží selektivní voltmetry. Jedná se o kvalitní a hlavně stabilní přijímače s přesně definovanou citlivostí. Používají se pro nastavování budících stupňů vysílačů, filtrů vyšších harmonických, slučovačů atd. Vyrábějí se vždy pro dílčí kmitočtové rozsahy.

K měření vf napětí lze také s výhodou použít osciloskopu. Při jeho dostatečném mezním kmitočtu je tento přístroj mnohdy nenahraditelný.

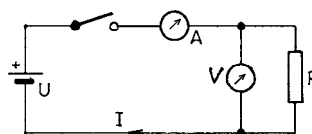
Měření odporů

Kromě měření proudů a napětí patří měření odporů k nejčastějším v radiotechnice. Přístroje sloužící k měření této veličiny se nazývají ohmmetry a pracují na různých principech.

Pokud nemáme ohmmetr, nebo ohmmetr nemá potřebný rozsah, je nejjednodušší určit odpor výpočtem z hodnot proudu a napětí, které změříme v příslušném obvodu. Odpor podle Ohmova zákona bude

$$R = \frac{U}{I}$$

Obr. 217 Obvod k určení odporu rezistoru z naměřených hodnot proudu a napětí

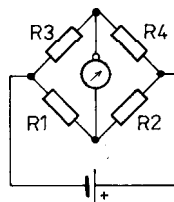


Přesněji lze změřit odpor stejnosměrným Wheatstoneovým mostem. Měřicí přístroj (s nulou uprostřed) ukazuje nulu, platí-li

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}, \text{ tzn. } R_1 = \frac{R_3}{R_4} \cdot R_2$$

Známe-li tedy odpory tří z těchto rezistorů, vypočítáme snadno odpor čtvrtého. U ohmmetrů pracujících na tomto principu bývá jeden z těchto rezistorů proveden jako cejchovaný proměnný se stupnicí, na které po vyvážení mostu na nulovou výchylku přečteme přímo velikost neznámého odporu.

Obr. 218. Wheatstoneův můstek



Měření indukčností a kapacit

Indukčnost nebo kapacitu lze určit nejsnáze z Thomsonova vztahu pro rezonanční kmitočet. Tento vztah si upravíme pro naše potřeby do vhodnějšího tvaru:

$$f^2 = \frac{25\,330}{LC} \quad [\text{MHz}; \mu\text{H}, \text{pF}]$$

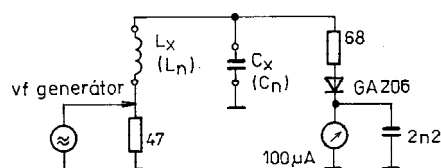
Spojíme-li paralelně známou kapacitu (C_n) a neznámou indukčnost (L_x), vznikne paralelní rezonanční obvod. Kmitočet, na kterém tento obvod rezonuje, najdeme pomocí GDO a pak už snadno zjistíme z Thomsonova vztahu, že

$$L_x = \frac{25\,330}{f^2 \cdot C_n} \quad [\mu\text{H}; \text{MHz}, \text{pF}]$$

Nebo při známé indukčnosti L_n a neznámé kapacitě C_x bude:

$$C_x = \frac{25\,330}{f^2 \cdot L_n} \quad [\text{pF}; \text{MHz}, \mu\text{H}]$$

Rezananční kmitočet takto složeného obvodu určíme také tak, že obvod zapojíme podle obr. 211 a kmitočet vf generátoru měníme tak dlouho, až měřicí přístroj vf sondy ukáže maximální výchylku. Při tomto kmitočtu je obvod v rezonanci a platí Thomsonův vztah.



Obr. 219. Rezananční měření indukčností a kapacity

Měření výkonu

Stejnoseměrný elektrický výkon spočítáme z napětí na spotřebiči a proudu, který jím protéká. Podle již dříve uvedeného vztahu bude

$$P = U \cdot I \quad [\text{W}; \text{V}, \text{A}]$$

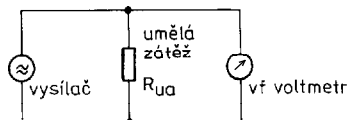
Měřit střídavý vf výkon potřebujeme většinou jen při kontrole výstupního výkonu vysílače. Měřit jej na obecné impedanci je složité, a tak tento výkon kontrolujeme zpravidla při provozu vysílače do „umělé antény“, tj. do reálné zátěže s čistě činným (ohmickým) odporem bez jakékoliv jalové složky. Pak nedochází k žádným fázovým posuvům na reaktančních složkách, celý výkon je čistě činný a platí pro něj dříve uvedený vztah.

Termočlánky pro měření vf proudu se vyskytují v amatérských podmínkách jen minimálně, a tak výkon určujeme ze známého odporu umělé antény a změřeného vf napětí. Pak:

$$P = \frac{U^2}{R_{ua}} \quad [W; V, W]$$

Umělá anténa je složena z řady bezindukčních rezistorů. Celek je dimenzován na výkon odpovídající výkonu vysílače (případně jsou rezistory chlazeny destilovanou vodou). Odpor umělé antény je pro danou oblast kmitočtů stejný, a tak podle výše uvedeného vztahu, je-li $R_{ua} = \text{konst.}$, bude výkon úměrný čtverci napětí na něm naměřeného a měřicí přístroj může být cejchován přímo ve wattech vf výkonu.

Obr. 220. Měření výkonu vysílače do umělé zátěže vf voltmetrem



Pro amatérské použití jsou nevhodnější průchozí wattmetry spojené zpravidla s měřičem ČSV. Výhodou je, že výkon je měřen za provozu vysílače. Údaj však platí jen při stejné zátěži, pro kterou byl wattmetr cejchován, a tato zátěž musí být bez jalové složky (ČSV = 1). Tzn. při měření umělou anténou nebo dobře přizpůsobenou reálnou anténou.

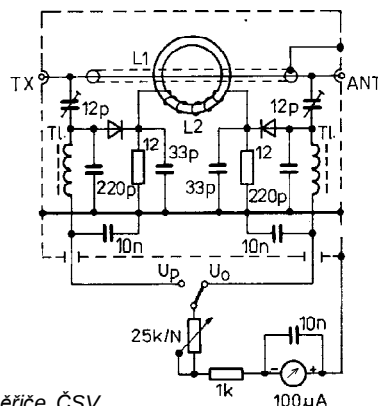
Měření ČSV

Anténa vyzáří celý výkon vysílače jen v tom případě, že je dobré vzájemné impedanční přizpůsobení vysílač-napáječ a napáječ-anténa. Není-li tato podmínka splněna, vzniká na napáječi stojaté vlnění. Část výkonu se pak vrací k vysílači a anténa jej nevyzáří. Vzniklé nepřizpůsobení se udává činitelem stojatého vlnění ČSV (hovorově PSV - poměr stojatých vln). Pro orientaci je v následující tabulce uvedeno, jaká část výkonu se pro daný ČSV odrazí zpět, tzn. jaké jsou ztráty výkonu vlivem nepřizpůsobení.

K určení tohoto činitele se užívá měřič zapojený na výstup vysílače (mezi vysílač a napáječ) a svojí konstrukcí je uzpůsobený k trvalé kontrole během provozu. Umožňuje měřit hodnotu úměrnou výkonu do antény (U_p) a hodnotu úměrnou odraženému výkonu (U_o). Činitel stojatého vlnění určíme ze vztahu:

$$\text{ČSV} = \frac{U_p + U_o}{U_p - U_o}$$

ČSV	Odražený výkon [%]	Přenesený výkon [%]
1,0	0	100
1,2	0,8	99,2
1,5	4	96
2,0	11	89
3,0	25	75
4,0	36	64
6,0	52	48
10,0	67	33
20,0	84	16



Obr. 221. Příklad zapojení měřiče ČSV pro krátké vlny

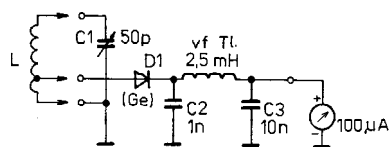
Měření kmitočtu

I když měření kmitočtu patří v radiotechnice k nejdůležitějším, dostává se zdánlivě na okraj zájmu. Toto zdání je způsobeno velkým rozšířením digitálních měřičů kmitočtu, které umožňují snadno, rychle a přesně určit měřený kmitočet, a to navíc v digitální formě. Tyto měřiče obecně nazýváme čítače. Jsou schopny měřit kmitočty od 1 Hz do desítek GHz s velkou přesností, která je prakticky dána jen přesností a stabilitou základního generátoru normálového kmitočtu.

Pro zjištění rezonančního kmitočtu obvodů použijeme buď zapojení s pomocným generátorem podle obr. 211, nebo přístroj zvaný GDO (viz dále). V obou případech můžeme kmitočet kontrolovat, resp. přesně měřit čítačem.

Jako pomůcku pro měření kmitočtu nelze opomenout ani náš vlastní přijímač, zejména vlastníme-li novější tovární výrobek s digitální stupnicí.

K orientačnímu měření kmitočtu při nastavování a ladění jednotlivých stupňů vysílačů se často používá absorpční vlnoměr, který s výměnnými cívkami obsáhne dostatečně široké pásmo. V principu se jedná o paralelní rezonanční obvod doplněný vhodně navázaným usměrňovačem s ručkovým měřicím přístrojem. Přiblížením cívky absorpčního vlnoměru k jinému laděnému obvodu s aktivní součástí zjistíme snadno ze stupnice kmitočet (ladíme na maximum výchylky).



Obr. 222. Absorpční vlnoměr

Přidáme-li k živému konci cívky krátkou tyčovou anténku, lze absorpční vlnoměr využít jako měřič síly pole pro nastavování antén apod.

Měření rezonance

K měření rezonančního kmitočtu lze využít zapojení podle obr. 211, tzn., že na obvod volně navážeme vř generátor a vř sondu s indikátorem a nastavujeme maximum výchylky při paralelním rezonančním obvodu nebo minimum při sériovém rezonančním obvodu. Je-li rezonanční obvod připojen na aktivní prvek, je možno nastavit nebo změřit rezonanční kmitočet absorpčním vřnoměrem.

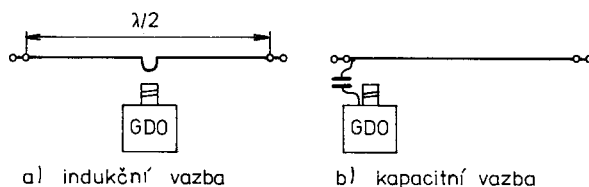
Nejvýhodnější je měřit rezonanční kmitočet sacím měřičem rezonance s tranzistorovým oscilátorem. Hlavní výhodou tohoto měřiče, zvaného GDO, je, že jím lze měřit rezonanční kmitočet i pasivního obvodu, aniž bychom potřebovali vř generátor a vř sondu. Přiblížením měřiče k měřenému obvodu se přenáší energie do tohoto obvodu (odsátá energie) a tento přenos je největší právě na rezonančním kmitočtu. Úbytek energie v oscilačním obvodu měřiče se projeví jako pokles amplitudy oscilací nebo jako změna proudu báze či kolektoru tranzistoru v oscilátoru. Pokles se indikuje měřidlem.

Název GDO je odvozen od anglického Grid-Dip-Oscillator (oscilátor s poklesem mřížkového proudu) z dob, kdy jako aktivní prvek oscilátoru sloužila výhradně elektronka.

Vesměs je tento přístroj konstruován společně s absorpčním vřnoměrem. Výměnnými cívkami lze při vhodné konstrukci obsáhnout v několika podrozsazích pásmo 0,5 až 300 MHz.

Důležité při měření je, aby vazba mezi měřeným obvodem a cívkou GDO byla co nejvolnější. Čím je vazba těsnější, tím více se rozlaďuje oscilátor GDO. Nastavený kmitočet je možno kontrolovat přijímačem nebo čítačem.

Jako pasivní rezonanční obvod se chová i rezonanční anténa. A to je druhá velká výhoda GDO, že s jeho pomocí snadno určíme i v amatérských podmínkách rezonanční kmitočet antény (viz obr. 215).



Obr. 223. Měření rezonančního kmitočtu antény pomocí GDO

Nutno pamatovat, že u antény zjistíme poklesy indikátoru GDO i na harmonických kmitočtech. Pokles však nezjistíme u širokopásmové antény.

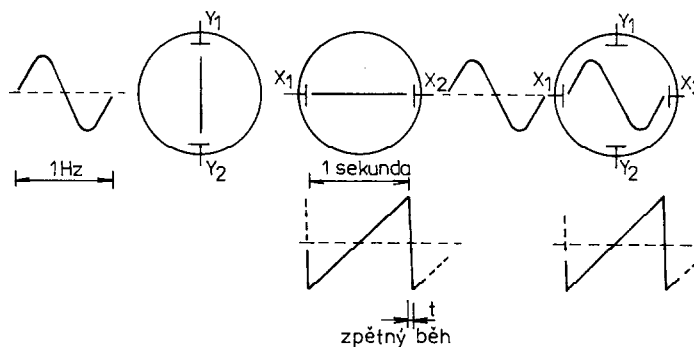
GDO navážeme k anténě malou smyčkou nebo nepatrnou kapacitou. Jak již bylo řečeno, je nutné, aby vazba byla co nejvolnější. Nechceme-li ovlivnit svým tělem rezonanční kmitočet antény (abychom ji nerozlaďovali), je možno anténu navázat ke GDO smyčkou a úsekem souosého kabelu o délce $l/2$ nebo násobků $l/2$. Samozřejmě se jedná o délku elektrickou a skutečná délka bude dána vynásobením elektrické délky koeficientem zkrácení:

$$l_{\text{skut}} = l/2 \cdot k$$

Měření osciloskopem

Osciloskop je snad nejuniverzálnějším měřicím přístrojem. Je to přístroj poměrně drahý, ale má velkou výhodu v tom, že průběhy měřených veličin vidíme. Umožňuje měřit napětí nejrůznějších tvarů, kontrolovat zkreslení, odhalit zakmitávání na nežádoucím kmitočtu, měřit kmitočet, fázi a mnoho dalších parametrů a veličin.

Základem tohoto přístroje je obrazovka. Její žhavená katoda emituje elektrony, jejichž rychlost a počet jsou regulovány napětím na řídicí mřížce. Urychleny anodovým napětím dopadají elektrony na stínítko opatřené tzv. luminoforem, který se v místě jejich dopadu rozsvítí. Cestou od katody ke stínítku je svazek elektronů vychylován dvěma páry vychylovacích destiček. Jeden pár je pro svislé vychylování, druhý pro vodorovné. Podle polarity a velikosti napětí na těchto destičkách je paprsek vychylován na jednu či druhou stranu. Výchylka ve vodorovném směru je běžně závislá na čase a výchylka svislá na amplitudě. Přivedeme-li na vertikální destičky střídavé napětí (destičky pro vodorovné vychylování jsou přitom bez napětí), objeví se na stínítku svislá čára, jejíž výška odpovídá amplitudě přivedeného napětí. Pokud má být vodorovná stopa měřítkem času, musí mít napětí na vodorovných destičkách pilovitý průběh se známou dobou trvání pily. Během narůstání amplitudy pily se pohybuje paprsek zleva doprava. Po dosažení vrcholu, kdy paprsek dosáhne pravého okraje stínítka, musí toto napětí co nejrychleji klesnout zpět na nulu. Pak paprsek přeběhne na levý konec stínítka a vše se opakuje. V době, kdy paprsek přebíhá zpět k levému okraji, musí být zatemněn, aby nerušil sledovaný průběh.



Obr. 224 . Princip vychylování paprsku na osciloskopu

Pilovité kmity v osciloskopu vyrábí obvod, který se nazývá časová základna. Volba jejího kmitočtu je nastavitelná v hrubých skocích a jemně. Od ní jsou rovněž odvozeny impulsy k potlačení zpětného běhu.

Oboje vychylovací destičky potřebují k vychýlení elektronového paprsku poměrně velké napětí. Proto jsou před ně zařazeny odpovídající širokopásmové zesilovače. Citlivost osciloskopu se uvádí v mm/V.

Popis použití osciloskopu v praxi není vyčerpávající a přesahuje rozsah této publikace.

13. NEŽÁDOUCÍ VYZAŘOVÁNÍ VYSÍLAČŮ, OMEZENÍ RUŠENÍ VYSÍLAČEM

Abychom zabránili rušení televizního příjmu a poslechu rozhlasu (hlavně v pásmech VKV) amatérským vysíláním, což jsou v mnoha případech hlavní omezující faktory provozu radioamatéra, je nutno dodržet několik základních dále uvedených zásad:

1. Signály z našeho vysílače musí být co nejčistší, tj. prosté harmonických kmitočtů, nežádoucích zákmitů, případně kliků při provozu CW. Znamená to, že přezkoumáme v první řadě správné nastavení pracovních bodů lineárních zesilovačů. Dále správné naladění a příp. vhodné blokování zejména u zařízení doma vyráběných. Kromě toho, abychom omezili nežádoucí vyzářování na minimum, zařadíme do anténního napáječe (souosého kabelu) vhodnou horní zádrž (filtr). Tento filtr by měl být pokud možno umístěn několik metrů od vysílače v samostatné, dobře stíněné skřínce.

2. Při provozu CW je důležitý tvar značky a zejména, aby byl signál prost jakýchkoliv zákmitů.

3. Vysílač nesmí vyzářovat do okolí, tzn., že minimálně musí být dokonale odstíněn (zakrytován). Pozornost je nutno věnovat také stínění panelových měřicích přístrojů koncového stupně a uzemnění hřídelí ovládacích prvků přímo u panelu dotykovou pružinou nebo jejich prodloužení izolační vložkou.

4. Vysílač nesmí šířit v energii po síti. Do síťového přívodu zapojíme síťový filtr. Často bývá účelné navléknout na přírodní síťovou šňůru řadu feritových kroužků z materiálu H22.

5. Nesmí vyzářovat ani svod vysílací antény. To znamená hlavně dokonalé přizpůsobení souosého napáječe ke vstupní impedanci antény, aby nedocházelo k odrazům. Nepoužíváme jednodrátový napáječ a v případě symetrického vstupu antény ji napájíme souosým kabelem přes balun.

6. Vysílací anténa by měla být co nejdále od antény televizního nebo rozhlasového přijímače.

7. Na výstupu vysílače a koncového stupně důsledně používáme laděný obvod, který potlačuje vyšší harmonické.

8. Na vstupu televizního přijímače či přijímače rozhlasu VKV musí být požadovaný signál v dostatečné úrovni.

V případě, že signál z našeho vysílače je skutečně čistý, prost všech nežádoucích produktů a dodrželi jsme zásady uvedené v předchozím textu, je třeba zjistit, kudy se do rušeného zařízení dostává rušící signál, a kromě toho také systematickými pokusy, měřeními, zkoušením a úvahami odhalit mechanismus, kterým rušení vzniká.

V prvním případě se dostane nejčastěji silný signál našeho vysílače na vstup rušeného zařízení. Výsledkem je zpravidla při extrémně silném signálu posuv pracovního bodu do nevhodného místa charakteristiky, nebo vzájemným působením rušivého a rušeného signálu vzniká intermodulace či interference. Cestu nežádoucímu signálu umožnil s největší pravděpodobností svod od antény k rušenému zařízení (např. TV přijímači). V tomto

případě je nutno v první řadě vyzkoušet účinný filtr na vstupu a oddělit vlastní svod od televizního či rozhlasového přijímače (navinutím oddělovacího vf transformátoru na toroid nebo za použití kondenzátorů malých kapacit). Velmi účinná je - zejména pokud vysíláme na KV - vf tlumivka (asi 15 závitů vodičem o průměru 0,3 mm závit těsně vedle závitů na průměru asi 3 mm), připojená paralelně ke vstupu kanálového voliče televizního přijímače.

Pro potlačení rušení, které pochází od vysílače VKV, je vhodné nasunout na kabel (s minimální vůlí mezi kabelem a toroidem) feritové kroužky z materiálu H22 (útlum rušení závisí na délce tohoto feritového rukávu). Je možno také tyto kroužky navléknout ve vzdálenosti asi 0,6 mm od sebe.

Další možností je pronikání vf signálu po síťovém přívodu, tehdy se projeví většinou detekcí na diodách usměrňovače. V takovém případě je třeba připojit paralelně k usměrňovací diodám kondenzátory vhodných kapacit.

V případě, že se vf signál dostává až na obvody detekce nebo níže části, stačí vhodné blokování a do série zapojit vf tlumivky.

Ve snaze zjistit mechanismus rušení nesmíme zapomenout na tzv. sekundární zářiče, do kterých se naindukuje vf složka z našeho vysílače a ty pak znovu samostatně vyzařují jako anténa.

V závěru ještě stručně o realizaci zádrže a propusti z laděného úseku vf vedení (koaxiálního kabelu). Využívá základních vlastností vedení, tzn., že vf vedení dlouhé 0,25 λ , ničím nezakrácené, se na svém začátku chová jako zkrat pro kmitočty odpovídající délce vlny λ . Díky tomu budou na vstupu přijímače odladěny kmitočty odpovídající vlnové délce λ . Pokud bude čtvrtvlnný úsek vedení na druhém konci zkratován, bude se chovat jako kmitočtová propust, která propustí jen kmitočty odpovídající délce vlny λ . Impedance bude na tomto kmitočtu zhruba nekonečně velká.

Potřebnou délku l určíme ze vzorce:

$$l = \frac{3000}{4f} k \quad [\text{cm}; \text{MHz}]$$

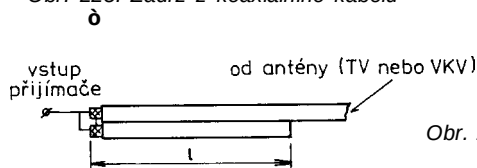
kde f = rušící kmitočet,

k = zkracovací koeficient koaxiálního kabelu (je uveden pro daný typ kabelu v katalogu výrobce, nebo jej musíme změřit).

V konečné fázi nastavení takového odlašovače vyžaduje trochu citu, neboť ladění je skutečně ostré. Vedení ustříháme o něco delší, než je vypočtená délka, připojíme na vstup přijímače, postupně úsek zkracujeme (odřezáváme) a sledujeme úroveň rušení. Nezřídka se nám povede, že budeme potřebovat nový úsek vedení, pokud jsme to se zkrácením přehnali.

K oddělení svodu od vstupu televizního a rozhlasového přijímače se používá zpravidla transformátor navinutý na toroidu o $\varnothing$ 10 mm z materiálu N1 (2x 2 závitů nebo 2x 4 závitů). Možno použít i dvouděrové jádro z televizního symetrizačního členu.

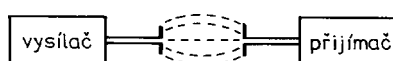
Obr. 225. Zádrž z koaxiálního kabelu



Obr. 226. Příklad provedení oddělovacích transformátorů na feritech

14. ŠÍŘENÍ ELEKTROMAGNETICKÝCH VLN

Vysokofrekvenční energie získaná ve vysílači a obsahující požadovanou informaci je přivedena do vysílací antény. Ta ji vyzáří do volného prostoru v podobě elektromagnetického pole (elektromagnetické vlny). Někde v tomto prostoru je umístěna přijímací anténa, tzn. vodič v proměnném elektromagnetickém poli. Výsledkem tedy bude, že se v tomto vodiči indukuje elektrický proud, jehož velikost závisí v první řadě na intenzitě elektromagnetického pole. Tento proud je pak dále zpracováván v přijímači.



Obr. 227. Rádiová přenosová cesta

V dalším nás bude zajímat právě prostředí mezi vysílací a přijímací anténou a jeho vliv na šíření elektromagnetických vln.

Budeme-li uvažovat ideální homogenní prostředí (vakuum), bude se elektromagnetická vlna šířit přímočaře všemi směry rychlostí 300 000 km/s a její intenzita bude klesat přibližně s druhou mocninou vzdálenosti. Ve skutečném prostředí bude rychlost šíření menší a hlavně toto reálné prostředí už nebude homogenní. Dochází k odrazům, lomům, rozptylům a jejich různým vzájemným kombinacím. Elektromagnetické vlny se tedy ve skutečném prostředí šíří komplikovaněji než v idealizovaném příkladu bodového zdroje ve volném prostoru.

V praxi bude tímto reálným prostředím atmosféra a skutečný terén. Různé terénní překážky způsobují odraz a ohyb vlny a za těmito překážkami vzniká stín. Zemská atmosféra vlny tlumí, ty se ohýbají a od některých jejích rozhraní se mohou odrážet. Vliv atmosféry závisí na vlnové délce, přičemž platí, že delší vlny se na překážkách ohýbají snadněji a mohou proniknout i do oblasti stínu, kratší vlny „vrhají ostřejší stín“ a spolehlivě se šíří jen na krátkou vzdálenost v oblasti viditelnosti vysílací antény.

Ionosféra a její složení

Zemi obklopuje atmosféra. Ta není homogenní. Jen asi do výšky 10 km ji můžeme považovat za dobře promíchanou. Ve větších výškách začíná rozvrstvení. Nejnižší vrstvou atmosféry je troposféra (0 až 11 km od zemského povrchu). Nad ní stratosféra (11 až 60 km) a výše pak už jednotlivé vrstvy ionosféry (60 až 450 km), které vznikají ionizací původně neutrálních atomů plynů.

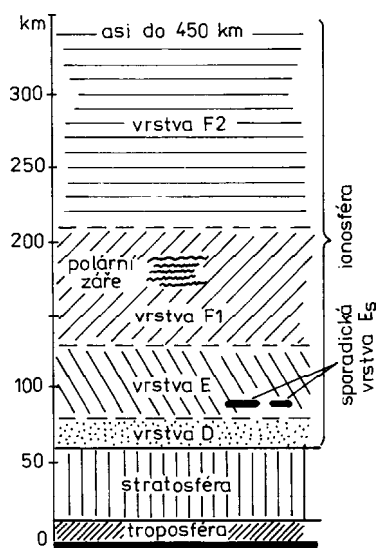
V neutrálních atomech je počet kladných nábojů jádra vyvážen se záporným nábojem elektronů v obalu. Při ionizaci se odtrhne jeden elektron z vnější (valenční) obálky atomu, čímž se jeho elektrická rovnováha naruší a atom se stává kladným. Dělí se tedy atomy ionizací na kladné ionty a volné elektrony.

Hlavním zdrojem ionizace zemské atmosféry je Slunce, které vyzařuje měkké rentgenové záření a ultrafialové záření. Určitý vliv má také záření hvězd (asi 0,1 % účinku Slunce) a kosmické záření. Kromě těchto pravidelných, stále působících zdrojů ionizace jsou i zdroje nepravidelné, jako příkladně mohutné proudy částic, které Slunce vymršťuje za slunečních erupcí. Tyto částice rovněž způsobují ionizaci ve formě tzv. ionosférických bouří. Zdrojem nepravidelné ionizace mohou být také roje meteorů, které vnikají do zemské atmosféry.

Ionizací vzniká nad zemským povrchem ionosféra, která se výškově dělí na několik vrstev:

Vrstva D vzniká ve výšce 50 až 100 km nad tou částí Země během dne, která je vystavena plnému účinku Slunce. K její maximální ionizaci dochází kolem poledne. Odráží dobře jen dlouhé vlny. Kratší vlny mírně láme a hlavně značně tlumí. Její existence a vliv způsobují, že amatérské pásmo 1,8 MHz je ve dne téměř nepoužitelné a pásmo 3,5 MHz je v denní době použitelné jen na krátké vzdálenosti. Ještě kratší vlny touto vrstvou procházejí, aniž jsou podstatně tlumeny. Po západu Slunce tato vrstva rychle mizí.

Vrstva E je také převážně denní vrstvou a v nočních hodinách slábne. Ovlivňuje šíření dlouhých a středních vln. Tlumí šíření v pásmech 1,8 a 3,5 MHz. Kratší vlny jí pronikají velmi snadno. Vrstva vzniká ve výšce 90 až 130 km.



Obr. 228. Složení zemské atmosféry

Sporadická vrstva Es jsou ve skutečnosti silně ionizované plošné mraky o rozloze asi 100 km ve výšce 90 až 140 km, tzn. v oblasti ionosférické vrstvy E. Ionizace těchto mraků se v závislosti na čase značně mění, přičemž se mraky navíc přemísťují. Tato vrstva se vyskytuje zpravidla v období od května do srpna, nejvíce za nejdelších dnů (červen a červenec) od ranních až do večerních hodin. Vznik i zánik je velmi rychlý. Praxe ukazuje, že neznídká po zániku se objevuje znovu ještě jednou. Hustota ionizace je u této vrstvy někdy taková, že stačí k odrazům v pásmu 144 MHz i výše. Na krátkých vlnách umožňuje spojení v pásmech 15 a 10 m na poměrně krátké vzdálenosti několika set km (tzv. short-skip), tj. na vzdálenosti za běžných podmínek nedosažitelné. V pásmu 50 MHz se mohou v ideálním případě vyskytnout dvě využitelné oblasti Es. Jsou-li obě ve směru korespondujících stanic a je-li současně uprostřed trasy vhodné prostředí pro odraz, vlny se šíří dvěma skoky, tzn. na dvojnásobnou vzdálenost. V pásmu 145 MHz záleží na výšce, v níž se vrstva Es vyskytuje, ale neznídká umožňuje vrstva Es na těchto kmitočtech spojení na vzdálenosti až 2500 km s poměrně malým výkonem.

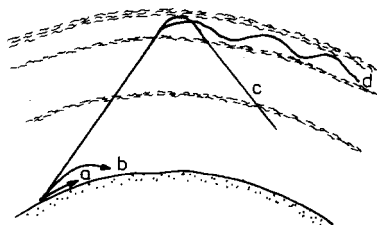
Vrstva F má hlavní význam pro šíření krátkých vln na velké vzdálenosti. Vlivem ultrafialového záření se v létě a ve dne dělí na dvě vrstvy (F1 a F2). Hlavní význam má vyšší vrstva F2, která je prakticky plně ionizovaná, což umožňuje odrazem, hlavně ve večerních hodinách, spojení na velké vzdálenosti. Tyto vrstvy se vyskytují ve výškách 130 až 250 km a nad 250 km.

Druhy šíření rádiových vln

Podle toho, jakým způsobem se šíří rádiové vlny v prostoru mezi vysílací a přijímací anténou, je dělíme na vlny přízemní, prostorové a vlny šířící se vlnovodem.

Obr. 229. Základní druhy šíření rádiových vln:

- a) přízemní vlna,
- b) prostorová vlna troposférická,
- c) prostorová vlna ionosférická,
- d) ionosférický vlnovod



Přízemní vlna se šíří v těsné blízkosti nad povrchem Země. Je do značné míry ovlivňována tvarem zemského povrchu (terénem) a jeho vodivostí. Pohlcování energie zemským povrchem je poměrně značné a nelze tedy této vlny využít pro spojení na velké vzdálenosti. Na VKV je dosah takovéto vlny dán prakticky přímou viditelností mezi vysílací a přijímací anténou. Na těchto kmitočtech se také výrazně uplatňuje odraz od vodivých předmětů (při rozměrech srovnatelných s délkou vlny) a od terénu. Na krátkých vlnách je dosah přízemní vlny omezen na několik desítek km. Více se uplatňuje ohyb rádiové vlny.



Obr. 230. Šíření přízemní vlnou ohybem 1), přímým paprskem 2) a odraženým paprskem 3)

Prostorová vlna troposférická je druhem šíření, kdy se část záření odráží nebo lomí v některé z oblastí změny dielektrické konstanty v troposféře. Tyto změny vznikají zejména vlivem teplotní inverze.

S přibývajícím výškou nad zemským povrchem ubývá teploty. Za určitých povětrnostních poměrů může však nastat situace, že teploty s výškou přibývá, což je příkladem teplotní inverze. Takové změny se vyskytují nejčastěji při zemském povrchu, méně ve vyšších sférách ovzduší (výšková inverze). Ostré rozhraní mezi studeným a vlhkým vzduchem dole a teplým suchým vzduchem nahoře umožňuje téměř dokonalý lom šířícího

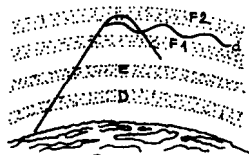
se vlnění. Čím ostřejší bude rozhraní a čím rozdílnější budou obě prostředí, tím snadněji se odráží a lomí i vlny kratších vlnových délek.

I v atmosféře bez inverze, tedy relativně dokonale promíchané, se rádiová vlna nepatrně lomí, resp. zakřivuje směrem k zemskému povrchu, čímž se zvětšuje dosah za teoretickou hranici přímé viditelnosti.

Při vhodných povětrnostních podmínkách může nastat tzv. kritický lom a rádiová vlna se pak šíří rovnoběžně se zemským povrchem tzv. vlnovodným kanálem. Tento stav umožňuje pomocí přízemní inverze navazovat na VKV spojení na vzdálenost 500 až 700 km. Současný vznik přízemní a výškové inverze umožňuje vznik vlnového kanálu ve větší výšce a spojení v pásmu 2 m až na vzdálenost 2000 km a více. V podzimních měsících se vyskytuje řada dnů, kdy lze využít dálkového troposférického šíření na VKV pro práci se stanicemi z okrajových zemí Evropy. Na šíření krátkých vln nemá stav troposféry téměř žádný vliv.

Prostorová ionosférická vlna je část vlny vyzařovaná vysílací anténou směrem vzhůru, kde se odráží od některé z vrstev ionosféry zpět směrem k Zemi. Zda se vlna od ionosféry odrazí, do jaké míry je její větší či menší část pohlcena, či projde ionosférou, to vše závisí na kmitočtu, úhlu dopadu a hlavně na momentálním stavu ionosféry.

Ionosférický vlnovod je oblast, v níž se rádiová vlna šíří opakujícími se odrazy mezi vrstvami ionosféry (aniž by ionosféru opustila) nebo mezi ionosférou a Zemí. Největší význam mají vlnovody mezi vrstvami E a F nebo v létě na osvětlené části zeměkoule vlnovody mezi vrstvami F1 a F2. Je možné dokonce, že rádiová vlna přechází z jednoho vlnovodu do druhého. Z praktického hlediska je důležitý mechanismus, jak do vlnovodu vniknout a jak se z něj dostat ven na zemský povrch. Těchto mechanismů je celá řada (lom na nestejnorodostech v jednotlivých vrstvách ionosféry, rozptyl na náhodných nehomogenitách atd.). Význam vlnovodů se uplatňuje hlavně při dálkových spojeních na kratších vlnách KV pásem.



Obr. 231. Šíření prostorové vlny odrazem od ionosféry a příklad vlnovodu vzniklého mezi oblastí F1 a F2

Šíření dlouhých a středních vln

Při vzdálenostech několika set kilometrů se uplatňuje vlna přízemní, i když je poměrně značně tlumená zemským povrchem. Na kratší vzdálenosti se zemský povrch pro DV (nad 1000 m) a SV (1000 až 200 m) chová jako rovný a vlny se podél něj ohýbají. Na velké vzdálenosti se DV šíří několikanásobným odrazem mezi povrchem Země a ionosférickou vrstvou D (ve dne) nebo vrstvou E (v noci). Podmínky pro šíření jsou v těchto případech poměrně stálé.

Střední vlny při šíření snadno prostupují vrstvou D, ale vrstva E je silně tlumí. Ve dne je tedy možné jen spojení přízemní vlnou s malým dosahem. V noci se útlum ve vrstvě E značně zmenší a díky odrazům prostorové vlny dochází k šíření na velké vzdálenosti. Rozdíly v síle přijímaných signálů středních vln ve dne a v noci jsou značné. Značný je rovněž vliv ročních období, zejména zimy.

Při šíření středních vln prostorovou vlnou registrujeme často kolísání síly příjmu, kterému říkáme **únik**. Příčiny tohoto jevu jsou v zásadě dvě:

První případ je uveden na následujícím obrázku. Leží-li při této variantě bod příjmu B v zóně působení přízemní vlny P, zasáhne tento bod po západu Slunce i paprsek odražený prostorové vlny O. V bodě B je pak výsledné pole dáno interferencí přízemní a prostorové vlny, tzn., že výsledná hodnota závisí na jejich vzájemném fázovém posuvu.

Obr. 232. Vznik úniku interferencí
o přízemní a prostorové vlny



Obr. 233. Vznik úniku v místě dopadu
prostorové vlny po jednonásobném
a dvojnásobném odrazu

Je-li přijímací stanice mimo oblast působení přízemní vlny, vzniká únik druhým způsobem, tj. interferencí prostorových vln, jež se vzájemně liší počtem odrazů od ionosféry. Takový příklad je znázorněn na obr. 229.

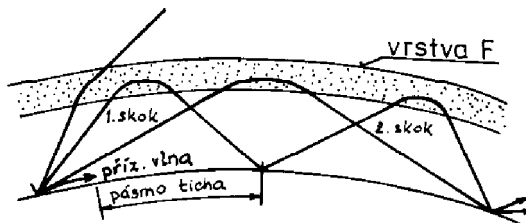
Šíření krátkých vln

Do pásma krátkých vln patří vlny od 200 m do 10 m (1,5 až 30 MHz). Podobně jako dlouhé a střední vlny mohou se i krátké vlny šířit jak přízemní, tak i prostorovou vlnou.

Šíření přízemní vlnou nemá u krátkých vln velkého významu. Vlivem značného útlumu nad polovodivou Zemí se přízemní vlny při obvykle používaných výkonech šíří pouze do vzdáleností, které nepřesahují několik desítek kilometrů.

Podstatné je šíření prostorovou vlnou, která se odráží od ionosféry zpět k Zemi, čímž lze krátkých vln použít ke spojení na velké vzdálenosti. Při dopadu rádiové vlny na ionosféru se v místě dopadu rozkmitají volné elektrony, které jsou pak zdrojem nové „odražené“ vlny. Při tomto procesu se část elektronů srazí s neutrálními molekulami, což způsobí zeslabení signálů - jejich útlum. V žádném případě nelze mluvit o čistém odrazu od ionosféry ve smyslu odrazu od zrcadla. Spíše se jedná o ohyb, neboť jistý úsek dráhy proběhne ionosférou. Čím je kmitočet vyšší, tím snadněji vlna ionosférou projde a méně se ohýbá. Z toho důvodu je třeba, aby hlavně na vyšších kmitočtech dopadala rádiová vlna na příslušnou vrstvu ionosféry pod menším úhlem. Vyzářovací úhel a tím i úhel dopadu lze ovlivnit konstrukcí antény. Vhodný vyzářovací úhel pro dálkový provoz na klasických krátkovlnných pásmech by měl být pro pásmo 7 MHz v rozmezí 12 až 40°, na 14 MHz asi 10 až 25°, pro 21 MHz 7 až 20° a na pásmu 28 MHz pak 5 až 14°.

Obr. 234. Šíření
prostorové ionosférické
rádiové vlny při různých
elevačních úhlech

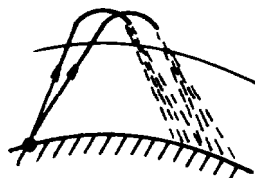


Jak je z výše uvedeného obrázku patrné, šíří-li se rádiové vlny odrazem od ionosférické vrstvy, šíří se **skoky**. Mezi místem maximálního dosahu přízemní vlny a místem dopadu

odraženého signálu vzniká tzv. **pásmo ticha**. Při dobrých podmínkách šíření a vhodném místě dopadu na zemský povrch (hladina moře apod.), může nastat další odraz a spojení se pak uskutečňuje dvěma či více skoky. Opakováním skoků při malém útlumu a vhodné kombinaci odrazů od různých vrstev ionosféry může signál oběhnout kolem Země a vrátit se zpět do místa dopadu prvního skoku. Při tom se může stát, že se vrátí v takové síle, že takto vzniklá ozvěna zhorší citelně čitelnost přijímaných signálů (časový rozdíl je větší než desetina vteřiny).

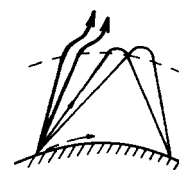
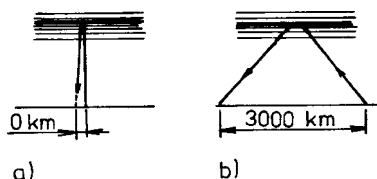
I na krátkých vlnách dochází k úniku. U středních vln měla hlavní význam interference mezi přízemní a prostorovou vlnou. V pásmu krátkých vln vzniká únik interferencí několika paprsků, které přicházejí do místa příjmu po odrazu od ionosféry. Jak již bylo řečeno, není ionosféra dokonale hladkou plochou. A tak nesourodosti ionosférického prostoru způsobují, že místo zrcadlového odrazu vzniká odraz rozptylový, tzn., že jediný paprsek dopadající do ionosféry se rozštěpí na svazek paprsků, který přijímáme. Vzhledem k tomu, že se různé kmitočty odrážejí v různých výškách ionosféry, je únik na každém kmitočtu jiný.

Obr. 235. Rozptyl rádiové vlny při odrazu od ionizované vrstvy



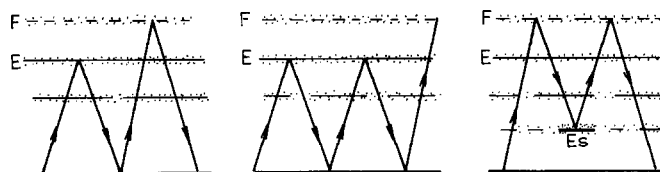
Na delších vlnách krátkovlnných pásem se signál vyslaný kolmo vzhůru odráží od ionosféry zpět k Zemi. Nejvyšší kmitočet, který ionosféra ještě vrátí zpět při kolmém vyzařování, označujeme jako **kritický kmitočet** (pro vrstvu F1 je to maximálně 5,5 MHz, pro vrstvu F2 pak nejvýše 13 MHz ve dne a asi 5 MHz v noci). Nás však zajímá zpravidla nejvyšší kmitočet, který vrátí ionosféra zpět k Zemi při šikmém vyzařování. Takovýto kmitočet je zpravidla trojnásobkem kmitočtu kritického a nazýváme jej **maximální použitelný kmitočet = MUF** (Maximal Usable Frequency). Tímto kmitočtem je v praxi ohraničeno pásmo použitelných kmitočtů shora, neboť použití vyššího kmitočtu by znamenalo, že se signál neodrazí, nýbrž projde skrz ionosféru. Volba nejnižšího použitelného kmitočtu je omezena snahou, aby jeho útlum ve vrstvě E nebyl příliš velký. Čím nižší je použitý kmitočet, tím větší je jeho útlum v ionosféře.

Obr. 236. Kritický kmitočet a) a maximální použitelný kmitočet b) ω



Obr. 237. Dráha vlny při použití vyššího kmitočtu, než je MUF

V praxi řešíme situaci zpravidla tak, že jako optimální pracovní kmitočet volíme o 15 % sníženou hodnotu MUF. Spojení do vzdáleností asi 3500 km uskutečňujeme jedním skokem. K překlenutí větších vzdáleností je lépe počítat se dvěma skoky. Nezřídka se využívá pro dálková spojení několika skoků odrazem od různých vrstev ionosféry (v různých výškách).



Obr. 238. Využití kombinace odrazů od různých vrstev ionosféry

Za klidného období (bez ionosférických bouří) závisí stav atmosféry především na vzájemné poloze Země a Slunce. Následkem toho intenzita ionizace, vznik a zánik jednotlivých vrstev včetně jejich výšky se mění pravidelně s denní hodinou, sedmadvacetidením cyklem, jak se Slunce otáčí kolem své osy, a s roční dobou.

Vlastní **sluneční činnost** (aktivita Slunce) nezůstává rok od roku stejnou. Podléhá periodicky se opakujícím změnám, které se projevují změnou počtu a plochy tzv. slunečních skvrn. **Sluneční skvrny** jsou viditelné i opticky jako tmavé skvrny na povrchu Slunce. Vyvolávají vyzařování silné energie a značně tak ovlivňují stav ionosféry. V průběhu let má sluneční činnost různou intenzitu, jejíž maxima a minima se periodicky opakují. Doba od jednoho minima do druhého minima je proměnlivá, ale v průměru trvá přibližně 11 let - **jedenáctiletý sluneční cyklus**. Mírou aktivity slunečních skvrn je tzv. **relativní číslo sluneční aktivity**. To je rovno nule, je-li sluneční povrch zcela zbaven slunečních skvrn (období minima sluneční činnosti), ale může také v jiném období dosáhnout roční průměrné hodnoty až 140.

Kromě uvedených pravidelných pochodů, probíhajících na Slunci a v ionizovaných vrstvách atmosféry, existuje ještě celá řada jevů nepravidelných a náhodných. Nejznámější jsou **atmosférické bouře** způsobené slunečními erupcemi spolu s náhlým zvýšením sluneční činnosti. Slunce pak vysílá proudy hmotných částic, které narušují stavbu iontových vrstev. Doba trvání ionosférických bouří se pohybuje od několika hodin do několika dnů.

Dalším zajímavým nepravidelným úkazem v ionosféře je **sporadická vrstva Es**, o níž jsme již hovořili. Ta se projevuje hlavně změnami šíření v pásmech 15 a 10 m, ev. na vlnách kratších. Vrstva vzniká v omezené oblasti vrstvy E a její chování je velmi nepravidelné. Laické veřejnosti je známa proto, že umožňuje ojediněle dálkový příjem televizních signálů či signálů rozhlasových stanic FM, které by se za normálních okolností nemohly od vrstvy E odrazit.

Posledním z nepravidelných pochodů v ionosféře, o kterém se zmíníme, je zvláštní druh ionosférické poruchy, kterou nazýváme **Dellingerův efekt**. Dochází k němu, když je ve slunečním záření obsaženo velké množství záření ultrafialového a rentgenového spektra, které pronikne až do vrstvy D. Tu silně ionizuje a rádiové vlny jsou v ní utlumeny natolik, že se nemohou odrážet od žádné vyšší sféry. Důsledkem toho je krátkodobé vymizení všech signálů na krátkých vlnách kromě přízemních vln blízkých vysílačů. Tento jev trvá od několika minut až asi do jedné hodiny a může vzniknout jen na osvětlené části zeměkoule. Jev se netýká dlouhých a středních vln.

V profesionálním provozu se plánuje potřebný rádiový spoj ze vzdálenosti obou míst na zeměkouli, jejich zeměpisných souřadnic, denní doby, ročního období, MUF a sluneční aktivity (R). Za pomoci ionosférických map, vhodných grafů a dílčích výpočtů, případně vydávaných předpovědí MUF do jednotlivých směrů se pak určí optimální pracovní kmitočet, výkon vysílače, vhodná anténa s potřebným ziskem v daném směru a vyzařovacím úhlem.

V radioamatérské praxi jsou všechny tyto možnosti omezeny, a tak využíváme s daným technickým vybavením jednak zveřejňované měsíční předpovědi MUF do jednotlivých směrů v daném čase a pak hlavně prakticky nabyté zkušenosti z provozu. Pro lepší orientaci je dále stručně popsána možnost využití jednotlivých KV pásem.

Pásmo 160 m (1,8 MHz) je během dne téměř nepoužitelné, neboť přízemní vlna je silně tlumena zemským povrchem a prostorová vlna zase vrstvou E. Ve večerních a nočních hodinách je už vhodné pro spojení na kratší vzdálenosti i pro spojení s Evropou. DX spojení jsou náročná na sledování momentálních podmínek šíření, anténní systém a technické vybavení včetně výkonu.

Pásmo 80 m (3,5 MHz) je přes den vhodné jen pro místní komunikaci na kratší vzdálenosti. Na větší vzdálenosti je použitelné jen večer, v noci a ráno, a to ještě lépe v zimním období a období minima sluneční činnosti. Pásmo ticha je v nočních hodinách kolem 1000 km. Stejně jako u pásma předchozího působí velmi rušivě v letních měsících vysoká úroveň atmosférického rušení.

Pásmo 40 m (7 MHz) je během dne vhodné pro spojení na vzdálenosti 100 až 1000 km. Večer se pásmo ticha rozšíří. DX provoz je možný zpravidla až asi hodinu po východu Slunce.

Pásmo 30 m (10 MHz) bylo přiděleno amatérské službě na sekundární bázi na konferenci WARC 1979. Tato skutečnost (sekundární báze) má však za následek, že není plně využíváno a v některých zemích není pro amatérskou službu uvolněno. Zkušenosti však potvrzují, že pro dálkovou komunikaci je v mnoha směrech výhodnější než pásmo 40 m. K zamezení rušení profesionálních služeb jsou na tomto pásmu povoleny pouze telegrafní a digitální provozy.

Pásmo 20 m (14 MHz) je nejvíce používaným pásmem, kde lze nejsnáze a v největší míře uskutečnit dálková spojení. V letních měsících bývá otevřeno po celých 24 hodin. Pásmo ticha je 800 až 1000 km. Pro střední vzdálenosti je otevřeno téměř celý den. Dálkový provoz je možný zpravidla ráno a pak až po 15. hodině - nejdříve směrem na východ, postupně pak na Afriku, Jižní Ameriku a Severní Ameriku.

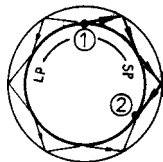
Pásmo 17 m (18 MHz) bylo amatérské službě též přiděleno na konferenci WARC 1979. I když jeho vlastnosti jsou obdobné, jako jsou u pásma 20 m, je jeho využití omezeno šíří pásma pouze 100 kHz.

Pásmo 15 m (21 MHz) se v noční době většinou uzavírá i v létě. Je silně závislé na intenzitě sluneční činnosti. V době maxima sluneční činnosti je nejvhodnějším pásmem pro DX provoz. Výrazně se projevuje vliv sporadické vrstvy Es.

Pásmo 12 m (24 MHz) bylo amatérské službě též přiděleno na konferenci WARC 1979. Pásmo je značně ovlivňováno úrovní sluneční aktivity a v letních měsících projevy sporadické vrstvy E.

Pásmo 10 m (28 MHz) je denním pásmem. V noci je úplně zavřené až na ojedinělé podmínky při maximu sluneční činnosti. V období s blízkým minimem sluneční činnosti je pásmo otevřeno jen ve dne při výskytu vrstvy Es. Pokud je však toto pásmo otevřeno, lze navazovat spojení s nepoměrně menším výkonem, než je tomu na pásmech s delší vlnovou délkou.

Na vyšších KV pásmech se nezdá stávat, že při dálkovém provozu přicházejí signály daleko silněji z opačné strany, než bychom předpokládali. Očekávaná **krátká cesta** (short path - SP) je více tlumena a signály se lépe šíří **dlouhou cestou** (long path - LP) kolem zeměkoule, kudy je to výhodnější. S tímto je třeba počítat zejména při používání směrových antén. Většina stanic obvykle upozorňuje, zda směřuje krátkou či dlouhou cestou.

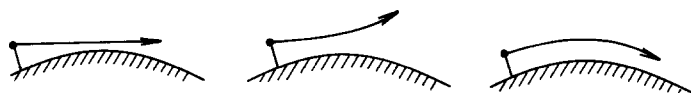


Obr. 239. Šíření rádiových vln při spojení na velké vzdálenosti mezi body 1 - 2 krátkou a dlouhou cestou (SP, LP)

Šíření velmi krátkých vln

Velmi krátkými vlnami (VKV) nazýváme vlny kratší než 10 m, tj. kmitočty nad 30 MHz. Šíří se hlavně přizemní přímou vlnou přímočaře a zpravidla v dosahu přímé viditelnosti. Vliv terénních překážek na šíření VKV je značný. Přímá vlna se od nich odráží a za místem odrazu vzniká stín. Ten je tím ostřejší, čím je vyšší kmitočet. Takovouto překážkou je i zaoblení zemského povrchu.

Vlivem nehomogenity prostředí atmosféry se vlna při šíření postupně láme a ohýbá, takže se od povrchu Země vzdaluje pomaleji a vzniká tzv. **atmosférický lom**. Díky tomuto lomu jsou rádiové vlny schopny ohýbat se kolem vypouklého tvaru zemského povrchu a dosáhnout tak bodů i za hranicí přímé viditelnosti. Nutno však poznamenat, že tohoto částečného ohybu se dosáhne za cenu poměrně velkého útlumu signálu, tzn. na úkor intenzity elektromagnetického pole.



Obr. 240. Vliv atmosférického lomu na šíření elektromagnetické vlny na zaobleném zemském povrchu

Možností, jak tento útlum eliminovat a dosáhnout tak kvalitního spojení na větší vzdálenost, je několik. Uvedme nejdříve ty, které jsou zárukou spolehlivého spojení s dobrou slyšitelností, kdykoliv to potřebujeme. Nabízí se nám v zásadě následující varianty:

- zvětšit anténou vyzářený výkon,
- umístit anténu co nejvýše nad okolní terén,
- využít odrazu od vodivé odrazné plochy,
- na vhodném vyvýšeném místě umístit retranslační bod - převáděč.

Zvětšení výkonu vyzářeného anténou není zdaleka přímo úměrné zvětšení dosahu a od jisté hodnoty nemá už význam výkon dále zvyšovat, nehledě na technické omezení a problémy s rušením v okolí.

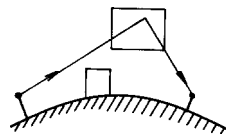
Zvětšení výšky antény nad okolním terénem pomocí anténního stožáru má jen omezený význam a obsadit kóty s co nejvyšší nadmořskou výškou nemá možnost každý.

Využití odrazu od vhodně umístěné odrazné plochy je lákavé a často využívané v profesionální technice. Nevýhodou tohoto spoje je jeho směrovost a možnost využití jen pro fixní stanice v daných směrech. Neúprosně zde platí zákon, že úhel dopadu se rovná úhlu odrazu a obráceně.

Převáděč, zejména pokud je vhodně umístěný, je nejpoužívanějším prostředkem, který umožňuje jednoduše spojení na větší vzdálenosti i s poměrně malým výkonem. Tato výhoda vyniká zejména u stanic s méně vhodnou lokalitou. Stačí, je-li převáděč pro obě korespondující stanice v přímé viditelnosti.

Zařízení převáděče sestává z přijímače, vysílače, ovládací jednotky, generátoru volacího znaku, zdroje a antény. Převáděč přijímá a vysílá na pevných, předem stanovených kmitočtech - kanálech, s roztečí 25 kHz, s frekvenční modulací. Vstupní kmitočet, na kterém převáděč poslouchá, je v pásmu 2 m o 600 kHz nižší než kmitočet výstupní (na kterém vysílá). Přijímač je v nepřetržitém provozu. Při příjmu signálu modulovaného tónem 1750 Hz zapne ovládací jednotka vysílač, který je pak dále držen v provozu nosnou vlnou korespondujících stanic. Pokud bude převáděč několik desítek vteřin na vstupu bez signálu, ovládací jednotka vysílač vypne. Je-li vysílač v provozu, dává v intervalech asi jedné minuty telegraficky svůj volací znak. Použité antény jsou zásadně s vertikální polarizací.

Obr. 241. Využití odrazu signálu od odrazné plochy při spojení na VKV



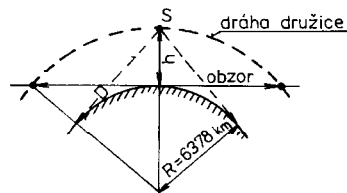
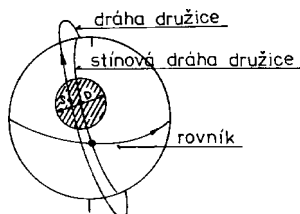
Existuje samozřejmě ještě celá řada možností, jak zvětšit dosah při spojení na VKV. Společnou vlastností všech dále uvedených způsobů je, že se jedná vesměs o spojení, která mají víceméně náhodný charakter (spojení odrazem od sporadické vrstvy Es nebo od ionizovaných stop meteorů) a v neposlední řadě k tomu všemu ještě vyžadují abnormálně náročnou techniku (spojení odrazem od povrchu Měsíce). Současný stav techniky nám umožňuje:

- zvětšit dosah umístěním retranslačního bodu na umělé družici Země (družicový převaděč),
- využít odrazů od inverzních vrstev v troposféře (tropo),
- využít odrazů od polární záře (aurora),
- využít k odrazům rozptylu na ionizovaných stopách meteorů (MS),
- využít k odrazu povrchu Měsíce (EME).

Využití umělé družice Země pro zvětšení dosahu v oblasti VKV je při troše zjednodušení vlastně „posazením“ již dříve zmíněného převaděče výše, než by umožnil jakýkoliv vyvýšený bod nad terénem. Nevýhodou je, že tento nový bod je pohyblivý a je výše než asi 500 km nad zemským povrchem. Touto výškou je dáno, že rádiová vlna musí projít dvakrát ionosférou (cesta k družici a zpět), což pochopitelně znamená nemalý útlum, který se navíc zvětšuje s provozním kmitočtem.

Základní podmínkou spojení přes družici je optická viditelnost z družice na obě korespondující pozemské stanice. Maximální vzdálenost těchto pozemských stanic je dána průměrem kruhové plochy, kterou družice „ozáří“ část zemského povrchu (D). Jinak řečeno, spojení přes družicový retranslátor je možné jen mezi stanicemi, které jsou v této „ozářené“ oblasti, resp. jen mezi stanicemi, pro něž je družice současně nad obzorem. Tato vzdálenost je tím větší, čím výše bude družice nad povrchem Země.

Obr. 242. Část zemského povrchu ozářená z družice



Obr. 243. Geometrie spoje přes družici s vyznačenou maximální možnou vzdáleností korespondujících stanic (D)

Dráha družice je eliptická jen zdánlivě. Ve skutečnosti se družice pohybuje po eliptické spirále. Vlivem brzdícího účinku prostředí se střední výška nad povrchem Země zmenšuje, až se družice dostane do hustších vrstev atmosféry a v nich zanikne. Tento proces je sice pomalý, ale i tak doba existence družice je tím delší, čím vyšší bude její počáteční dráha.

Celá situace, tzn. jak vysoko usadit družici, není tak jednoduchá, jak by se na první pohled zdálo. Je proto nutno zvážit výhody a nevýhody družicových převaděčů s nízkou a vysokou dráhou.

U převaděčů s nízkou dráhou družice je zpravidla levnější doprava na oběžnou dráhu, neboť převaděč je dopraven ve většině případů spolu s nějakou meteorologickou družicí. Při menší vzdálenosti od Země je menší útlum signálů a tím i menší náročnost na zařízení pozemské stanice včetně menšího výkonu. Současně je však i menší dosah (kolem asi 8000 km), čímž přes převaděč pracuje méně stanic, a stačí tak menší šířka kanálu. Poloha takové družice je snadno predikovatelná, vadí však velký posuv kmitočtu vlivem Dopplerova efektu a nutnost neustálého směřování antény. Doba přeletu družice je krátká a nejvzdálenější spojení mohou trvat jen několik desítek vteřin.

U družicových převaděčů na vysoké eliptické dráze - apogeum kolem 10 000 km (apogeum = největší vzdálenost od Země) je oběžná doba srovnatelná s délkou dne a převaděč umožňuje práci nepřetržitě až deset hodin. Lze snadno navazovat spojení na velké vzdálenosti. Pohyb převaděče je pomalý, protože nejsou takové nároky na směřování antény a kmitočty se méně mění vlivem Dopplerova efektu. Útlum signálu je však samozřejmě větší.

Palubní vybavení družice obsahuje zpravidla:

- **napájecí blok** tvořený panelem slunečních baterií, akumulátorem a stabilizátorem napětí,

- **majákový vysílač** o výkonu asi 100 mW (jeho poslech je možný na Zemi i s jednoduchou anténou), který zprostředkovává přenos potřebných elektrických a fyzikálních dat z důležitých bodů palubních zařízení (proud, napětí, výkon, teplota atd.),

- **povelový přijímač** s ovládací částí, reagující na povel vysílané pozemskou řídicí stanicí,

- **anténny systémy** více či méně složité od dipólu nebo čtvrtvlnného prutu u družic na nízké oběžné dráze přes soustavu zářičů napájených s fázovým posuvem, aby bylo dosaženo kruhové polarizace a určitého zisku,

- **stabilizátor polohy** a zařízení k potlačení vlastní rotace družice spolu s anténou pro kruhovou polarizaci umožňuje omezit únik na Zemi přijímaných signálů,

- **vlastní převaděč** (transpondér) sestávající z přijímače a vysílače, kde přijatý signál z pozemské stanice je po zesílení vyslán na jiném kmitočtu zpět k Zemi.

Převaděče jsou konstruovány jako širokopásmové lineární, tzn. bez demodulace. Jednotliví uživatelé mohou obsadit jenom část převaděčového pásma a na rozdíl od pozemních FM převaděčů je tak možný současný provoz více stanic (i 20 stanic současně). Převod z přijímaného kmitočtu na vysílaný je uskutečňován z jednoho pásma do druhého, čímž je umožněn poslech signálů vlastní stanice a řádné naladění na kmitočty protistanice. Na družici je obtížné instalovat výkonnější vysílač a vzhledem k tomu, že vyšší kmitočty jsou více tlumeny, volí se pro sestupnou trasu zpravidla nižší kmitočtové pásmo s inverzní transpozicí na UHF, aby se co nejvíce omezil vliv posuvu kmitočtu vlivem Dopplerova efektu. Kmitočtové transpozice z jednoho pásma do druhého jsou dány tzv. **módem**.

Družicové módy

Označení: Vzestupná trasa (up-link):

A	145 MHz
B	435 MHz
J	145 MHz
JL	145 a 1296 MHz
K	21 MHz
KA	21 a 145 MHz
KT	21 MHz
L	1296 MHz
S	435 MHz
T	21 MHz

Sestupná trasa (down-link):

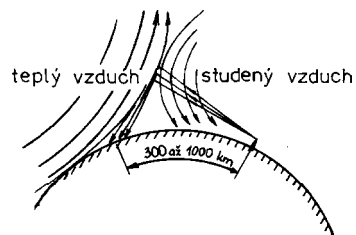
29 MHz
145 MHz
435 MHz
435 MHz
29 MHz
29 MHz
29 a 145 MHz
435 MHz
2400 MHz
145 MHz

Při provozu přes družicový převáděč nejsou na pozemskou stanici kladeny žádné zvláštní nároky. Citlivý a selektivní přijímač vyžaduje jemné ladění a přesné čtení kmitočtu. Pro první pokusy stačí vysílač o výkonu asi 100 W s dipólem či GP anténou. Vyzářený výkon je nutno regulovat. Převáděč je totiž schopen lineárně zpracovat vstupní signál jen do určité úrovně. Při přebuzení, kdy dochází ke značnému lineárnímu zkreslení, je pak automatickým řízením zisku snížena citlivost pro všechny účastníky provozu. Síla vlastních signálů by měla být stejná, jako síla signálů majákového vysílače.

Podle Dopplerova principu platí, že přibližuje-li se zdroj nějakého periodického vlnění, vnímá jej pozorovatel jako kmitočet vyšší, než je skutečný, a obráceně při pohybu zdroje kmitočtu od pozorovatele jeví se kmitočet jako nižší, než je skutečný. Největší odchylka kmitočtu nastává při východu a západu družice a při provozu v pásmu 432 MHz je větší než 8 kHz (+ při východu a - při západu družice). Při provozu přes družicový převáděč se tento posuv uplatní dvakrát, tzn. na trase Země - družice a družice - Země. Vhodnou transpozicí je možno dosáhnout toho, aby se tento vliv na obou trasách vzájemně odečítal. Díky Dopplerovu jevu je kmitočet přijímaného signálu správný jen tehdy, když je družice právě nejvýše nad naším stanovištěm. Proto je obecně možné naladění na protistanici jen při současném poslechu vlastního signálu z družicového převáděče.

Využití odrazu a lomu v inverzních vrstvách troposféry - princip je popsán v odstavci o prostorové vlně troposférické. Zvratem teploty (inverzí) v určitých vrstvách troposféry vzniká prostor vhodný k odrazu či lomu rádiových vln. Použitelnost inverze závisí na její výšce (přízemní inverze bývá ve výšce několika desítek až stovek metrů, výšková ve výšce 2 až 3 km), na tloušťce inverzní vrstvy (desítky až stovky metrů), na rozdílnosti prostředí a ostrosti rozhraní.

Obr. 244. Příklad šíření odrazem od rozhraní vzdušných front v letním období



Rádiová vlna se tedy šíří odrazem od vlastního rozhraní zpět k Zemi kladným lomením nebo při současném výskytu přízemní a výškové inverze několikanásobným odrazem mezi těmito vrstvami vzniklými vlnovodným kanálem. V posledním případě je však otázka, zda a kdy se rádiová vlna do tohoto kanálu dostane. V kladném případě umožní kanál šíření na vzdálenosti větší než 1500 km.

Využití vzniklých troposférických podmínek šíření závisí hlavně na jejich dobré a včasné předpovědi. K tomu je nutná znalost nejen provozu na VKV, základů šíření elektromagnetických vln, ale také meteorologie. Je nutno v daném období sledovat zprávy o počasí, celkovou povětrnostní situaci, směry větru atd. První indikací takto zlepšených podmínek bývá zpravidla rušení televizního příjmu vzdálenými vysílači pracujícími na stejném kmitočtu (zejména v I. až III. TV pásmu) a oživení provozu rozhlasových stanic v pásmech VKV. V další fázi pak poslech radioamatérských majáků.

K využití takto vzniklých podmínek šíření na VKV pro dálková spojení stačí běžné vybavení. Mimořádné nároky jsou však kladeny na čas a trpělivost. Nutné je zejména systematické sledování stavu ionosféry (v kritickou dobu sledování radioamatérských majáků i v hodinových intervalech) a praktické zkušenosti.

Většina radioamatérů má pochopitelně své zkušenosti, čekají na tyto tzv. „tropo“ podmínky, a tak se v době jejich pravděpodobného výskytu, hlavně na podzim, aktivita na pásmech nápadně zvětšuje. Tento druh šíření má význam jen na pásmech VKV.

Spojení odrazem od polární záře je náročné hlavně na zjištění její existence. Spolehlivý způsob předpovědi polární záře zatím neznáme, a tak jen z různých příznaků (zvětšení erupční činnosti Slunce atd.) usuzujeme na možnost jejího výskytu. S největší pravděpodobností se polární záře vyskytne v březnu či v září v době od 15 do 20 hodin UTC a od 22 do 04 hodin UTC.

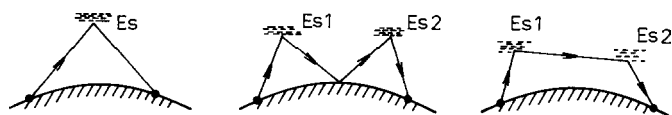
Polární záře (Aurora Borealis) je způsobena ionizací průletem mraků nabitých částic během slunečních bouří. Vyskytuje se ve výškách 100 až 1000 km nad zemským povrchem v okolí geomagnetických pólů, které tyto částice usměrňují do pásů s charakteristickými světelnými efekty. Nejsilnější ionizovaná místa polární záře jsou schopna odrážet rádiové vlny v oblasti VKV a umožnit tak spojení na vzdálenosti větší než 1000 km. Pochopitelně antény obou korespondujících stanic musí být směřovány do místa odrazu - v našem případě na sever. V našich zeměpisných šířkách je polární záře vzácná.

Polární záře netvoří souvislé odrazné médium, a tak signály od ní odražené jsou modulovány nepravidelným brumem, šumem a syčením [při spojeních doplňujeme report písmenem A (aurora), příkladně 59A]. Potřebný výkon pro spojení závisí na mohutnosti polární záře. Stačí však ve většině případů 5 až 50 W.

Využití šíření odrazem od sporadické vrstvy Es představuje sice možnost spojení na poměrně velké vzdálenosti bez nároků na velké výkony, ale stejně jako ve dvou předchozích případech je toto spojení z části dílem náhody a zbytek závisí na dostatečně rychlé informaci o výskytu, směru pohybu a rychlosti této vrstvy. Stupeň ionizace pravidelné vrstvy E je silně závislý na sluneční činnosti, ale výskyt sporadické vrstvy Es nemá přímou souvislost se sluneční aktivitou. Jedná se o sezónní jev a zákonitosti jeho výskytu nejsou zatím dostatečně vypořádány. Víme, že mraky Es vrstvy se vyskytují ve výškách 90 až 140 km nejčastěji v letních měsících, že začátek a konec Es nastává velmi rychle a poměrně rychle se mění maximální použitelný kmitočet MUF. A to je zhruba vše. I u tohoto druhu šíření používáme jako prvotní indikaci výskytu Es sledování televizních stanic v I. TV pásmu, ev. VKV rozhlasu. Pochopitelně nedocenitelné jsou aktuální informace z pásem.

Je dobré si uvědomit, že vrstva Es je poměrně nízká. Chceme-li ji tedy využít ke spojení na větší vzdálenosti, je nutný velmi nízký vyzařovací úhel, tzn. dobré, obzorem nezakryté stanoviště a co největší výška antény nad okolním terénem (nadmořská výška nehraje takovou roli).

Za předpokladu vhodného místa dopadu signálu odraženého od Es vrstvy lze někdy uskutečnit spojení i dvěma skoky, příp. spojení odrazem od dvou oblastí Es (jsou-li obě vrstvy seřazeny v optimální vzdálenosti), čímž se pochopitelně překlene větší vzdálenost.



Obr. 245. Šíření elektromagnetických vln odrazy od sporadické vrstvy Es

Šíření je možné zpravidla jen do určitého směru a obvykle trvá krátkou dobu. Má však využití i na kratších vlnách krátkovlnných pásem.

Spojení rozptylem a odrazem na ionizovaných stopách meteorů - MS (Meteor Scattering = meteorický rozptyl) umožňují různě velké zbytky komet a tzv. kosmického prachu, s nimiž se Země setkává na své dráze. Tyto částice, pokud vniknou do vrchních vrstev atmosféry, shoří a vznikají tak sloupce ionizované atmosféry, která při dostatečné

koncentraci může sloužit jako odrazné médium rádiové vlny. Nevýhodou je, že takto ionizovaný sloupec existuje poměrně krátkou dobu, nežádka jen vteřiny.

Během roční pouti Země kolem Slunce se Země setkává také s řadou tzv. meteorických rojů, které se objevují pravidelně v jistou dobu každým rokem nebo pravidelně po několika letech, příp. i nepravidelně. Podle mohutnosti takového roje, s kterým se kříží dráha Země, může být roj pro radioamatérské účely využitelný i několik dnů. Důležitý je ovšem i počet meteorů, které se dostanou do oblasti atmosféry. Pravidelně se opakující prosincový roj Geminid dosahuje četnosti kolem 60 meteorů/h a stejnou četnost mají i srpnové Perseidy. U lednových Qadrantid bývá četnost až 100 meteorů/h.

K uskutečnění spojení lze ovšem využít i ionizace vlivem náhodných (sporadických) meteorů, které vnikají do atmosféry nepravidelně v kteroukoliv dobu, avšak jejich četnost je velmi malá. Při využití ionizace způsobené některým z pravidelných meteorických rojů je pravděpodobnost navázání spojení pochopitelně značně větší. V každém případě má však takovéto spojení zvláštní charakter, neboť se skládá ve skutečnosti z řady pokusů, kdy se stanice střídají v pravidelných intervalech ve vysílání a příjmu. Datum, čas a kmitočty pro spojení jsou ve většině případů dohodnuty předem. Při pokusech se předávají jen nejn nutnější informace, tj. volací značky, report a potvrzení značek a reportu. Metodika těchto spojení je upravena zvláštním doporučením IARU z roku 1981, které je nutno v celém rozsahu respektovat.

MS spojení lze uskutečňovat na vzdálenosti 800 až 2000 km, v některých případech i na vzdálenosti delší. Při kratších vzdálenostech stačí výkon vysílače 50 až 100 W s přiměřenou anténou o zisku 10 až 12 dB. Přijímač musí být schopen zachytit i slabé signály a přesně číst kmitočty. Nutná je indikace přesného času, klíčovač pro telegrafii s pamětí a několikarychlostní magnetofon, neboť při telegrafních spojeních se používají rychlosti od 200 znaků za minutu výše. Pro provoz SSB není třeba žádných doplňkových zařízení. Jsme však omezeni na využití meteorických rojů, které trvají delší dobu.

V době aktivit hlavních a nejintenzivnějších rojů jsou pořádány na VKV řady radioamatérských expedic a jsou tak navazována spojení RANDOM (angl. random = namátkou, naslepo; tedy předem nedomluvená spojení).

Spojení odrazem od měsíčního povrchu - EME (Earth-Moon-Earth = Země-Měsíc-Země) je pokud se týká technického vybavení nejnáročnějším druhem provozu. Měsíc je od Země vzdálen 340 000 až 400 000 km a vyslaný signál musí tuto vzdálenost překonat dvakrát (za určitých podmínek dokonce lze uslyšet vlastní odražený signál - echo, neboť signál se vrátí zpět za dobu asi 2,6 s). Útlum celé trasy Země-Měsíc-Země v pásmu 144 MHz je asi 253 dB a v pásmu 432 MHz 260 až 262 dB. Při pohledu ze Země vidíme Měsíc v úhlové výšce jen 0,5° a s prakticky používanými anténami se k Měsíci tedy dostane jen část energie a ostatní jej mine. Odrazivost měsíčního povrchu je velmi špatná (7 až 8 %). Zbytek energie se absorbuje. Odražená energie se již nevrátí k Zemi ve formě úzkého paprsku, ale rozptýlí se do všech směrů. Při příjmu se projevuje krátkodobý únik řádu vteřin a dlouhodobý únik s periodou 15 až 30 s. Další nepravidelností je tzv. scintilace, jejíž příčina spočívá v tom, že ionosférické prostředí není homogenní, ale obsahuje jakási oblaka, která se projevují jako čočky. Anténa musí mít jednak dostatečný zisk a současně musí s dostatečnou přesností sledovat Měsíc. Přesné směrování musí být lepší než 2°. Spojení se navazuje v pásmech 144, 433 a 1296 MHz, ale většinou na 433 MHz, kde je menší kosmický šum oproti pásmu 144 MHz.

Při spojení se většinou pracuje CW; SSB jen u stanic s velkým vyzářeným výkonem a kvalitními přijímači. Výměna informací se omezuje na výměnu reportů a krátké zdvořilostní fráze.

15. BEZPEČNÁ PRÁCE S ELEKTRICKÝM ZAŘÍZENÍM, PRVNÍ POMOC PŘI ÚRAZU ELEKTRICKÝM PROUDEM

Pro přenos elektrické energie se dnes využívá téměř výhradně střídavá třífázová rozvodná soustava. Střídavý proud hlavně proto, že jej lze v alternátorech vyrobit s větší účinností než proud stejnosměrný, je možno jej snadno transformovat (rozvod vyšších napětí je pak ekonomičtější) a v neposlední řadě umožňuje i používání jednodušších indukčních motorů. Třífázový rozvod proto, abychom získali snadno točivé pole pro indukční motory (použití většího počtu fází by už bylo neekonomické).

V bytech, dílnách, kancelářích apod. je běžný rozvod 3x 400 V/230 V. Tzn. trojice fázových vodičů a jeden vodič nulovací, který je spojen se zemí. Mezi kterýmikoliv dvěma fázovými vodiči je napětí 400 V, mezi fázovým a nulovacím vodičem napětí 230 V. Velké spotřebiče bývají napájeny třífázovým proudem, menší vždy z jedné fáze a nulovacího vodiče (230 V). Hlavním hlediskem pro tuto volbu jsou fázové proudy.

Každý elektrický rozvod je nutno chránit před větším proudem, než na který jsou vedení a ostatní části rozvodu dimenzovány. Stejně tak je nutná ochrana před zkratem. Proto jsou do rozvodu zapojeny tzv. jističí prvky, obvykle pojistky nebo jističe.

Překročí-li proud ve vedení hodnotu, nad kterou je dimenzováno, dojde k přetížení, čímž se přetaví drátek pojistky a obvod je rozpojen. Materiál a průřez drátku pojistky jsou voleny tak, aby vždy odpovídaly určitému proudu, jehož hodnota je na pojistce vyznačena. U jističů se působením elektrického proudu zahřívá bimetalový pásek, který se pod vlivem tepla ohýbá na jednu stranu tak, až kontakty rozpojí obvod.

Pojistky jsou určeny pro jednorázové použití (po přetavení drátku je nutno pojistku vyměnit). Jističe jsou podstatně dražší, ale lze je použít opakovaně.

Proud, při kterém se přeruší obvod, je dán jednak průřezem vodičů (proud, pro který jsou vodiče dimenzovány), jednak povoleným maximálním odběrem.

Pod pojmem bezpečnost elektrických zařízení rozumíme zajištění bezpečnosti těchto zařízení, aby nenastaly škody na majetku nebo na zdraví.

Jako škody na majetku lze uvést hlavně škody při požáru či výbuchu (jako následek přetížení, neodborné instalace nebo působení atmosférického výboje). Z tohoto hlediska je tedy důležitá správně provedená elektrická instalace (včetně předepsaných revizí), vhodně navržené jističí prvky a patřičné zabezpečení před vlivem atmosférické elektřiny.

Ochrana před účinky elektrického proudu na lidský organismus je ztížena skutečností, že běžným lidským vnímáním nejsme schopni bezpečně posoudit, zda je zařízení pod napětím a do jaké míry je nám toto napětí nebezpečné. Elektrická energie je vesměs našimi smysly nezjistitelná s dostatečným časovým předstihem. Důsledkem toho je, že možné nebezpečí zjistíme až v okamžiku zásahu elektrickým proudem, tzn. v době, kdy už může být pozdě.

Odpor lidského těla závisí zejména na stavu pokožky a okolním prostředí. Pohybuje se v rozmezí od 1000 do 3000 Ω . Tzn., že při náhodilém dotyku při napětí 230 V (styk mezi fází a nulovým vodičem - zemí) prochází lidským tělem proud přibližně 75 až 220 mA. Jako nejvýše přípustný elektrický proud procházející lidským organismem, který by neměl způsobit žádné vážnější následky, se uvádí 70 mA působících po dobu jedné vteřiny. Čím je proud vyšší, tím kratší dobu smí působit, a naopak. To znamená, že proud 280 mA může na lidský organismus působit jen čtvrtinu sekundy.

Jak již bylo uvedeno, je v běžném rozvodu používáno jednak fázových vodičů, a pak další vodič, tzv. „nulák“, který je uzemněn a za normálních okolností je jeho potenciál totožný s potenciálem země, tzn., že nikomu neublíží. Libovolné fázové vodiče mají však mezi sebou napětí (každý proti každému) a rovněž proti střednímu (nulovému) vodiči, tzn. i proti zemi. Při současném dotyku na dva fázové vodiče nebo na fázový vodič a zem prochází lidským organismem proud a hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem. Vodiče nebo části sloužící k vedení elektrického proudu, které mají napětí proti zemi, označujeme

jako „živé“. Vodiče nebo části, které jsou přístupné dotyku, nejsou určeny k vedení elektrického proudu, ale mohou se při poruchovém stavu dostat pod napětí, označujeme jako „neživé“.

Podle velikosti proudu procházejícího lidským tělem a v závislosti na době působení dochází postupně ke svalové křeči (ruku svírající nebezpečný předmět pod napětím nelze otevřít), následně k zástavě dechu, poruše pravidelné srdeční činnosti, ztrátě tlaku, oběhu krve a vědomí, event. k popálení. Velikost proudu procházejícího lidským tělem závisí hlavně na velikosti napětí, stavu pokožky a na okolním prostředí (zejména vlhkosti).

Základem bezpečnosti všech provozovaných elektrických zařízení je tedy ochrana před nebezpečným dotykem jak „živých částí“, tak i částí „neživých“.

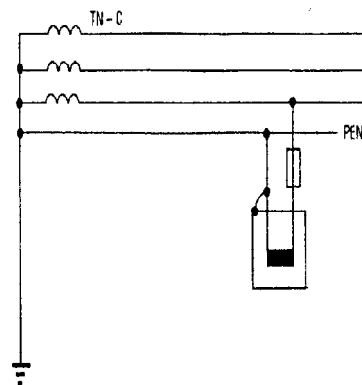
Se živými částmi s nebezpečným napětím se v radioamatérském provozu můžeme setkat na některých částech antény nebo jednodrátových napájecích a přizpůsobovacích členech (zejména při vyšších výkonech), síťových filtrech, síťových přívodech a hlavně v koncových stupních vyšších výkonů a jejich napájecích zdrojích. Základní ochrany jsou v těchto případech tři:

Ochrana polohou, kdy za všech okolností jsou živé části s nebezpečným napětím mimo dosah (některé části antény apod.).

Ochrana izolací, kdy části s nebezpečným napětím jsou dostatečně izolovány (jednodrátovým napáječem je koaxiální kabel většího průměru, ale jen s vnitřním vodičem a izolací bez stínění, izolované vodiče síťového přívodu apod.).

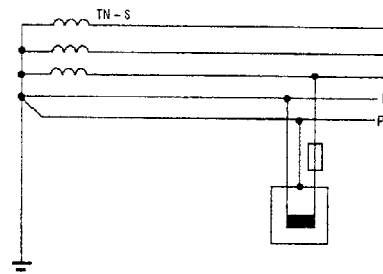
Ochrana krytím (což je u radioamatérských zařízení nejčastější případ), kdy živé části se síťovým nebo jiným nebezpečným napětím (transceivery, zdroje, koncové stupně apod.) jsou opatřeny vhodným krytem, který nelze bez použití potřebného nástroje sejmut. Kromě toho by měl být kryt upraven tak, aby při jeho sejmutí se automaticky odpojilo nebezpečné napětí (pomocí vhodného odpojovače, tlačítka či mžikového spínače s relé). V každém případě při sejmutí krytu je třeba beznapěťový stav ověřit voltmetrem, zkoušečkou, zkratováním apod. a trvale odpojit zařízení od sítě. Nelze spoléhat na skutečnost, že filtrační kondenzátory jsou opatřeny paralelními odpory apod. Stejně tak nelze spoléhat na to, že si pamatujeme, které části jsou pod napětím, když není odpojen síťový přívod. Pracovní zaujetí a soustředění na problém nám umožní na tyto základní věci snadno a rychle zapomenout.

Základní ochranou proti úrazu elektrickým proudem při dotyku s neživou částí je ochrana samočinným odpojením od zdroje. Tzn., že například při styku ochranného krytu (spojeného s ochranným vodičem) s živou částí pod napětím, se prudce zvýší proud a tím se přeruší přívod od zdroje nebo napájecí soustavy přepálením pojistky nebo odpojením



Obr. 246. Elektrorozvodná soustava TN-C

Obr. 247. Elektrorozvodná soustava TN-S



jističe. Tento způsob ochrany má velký význam zejména v elektrorozvodných sítích. Rozvodné soustavy TN-C a TN-S mají tuto ochranu dokonce předepsanu jako ochranu základní.

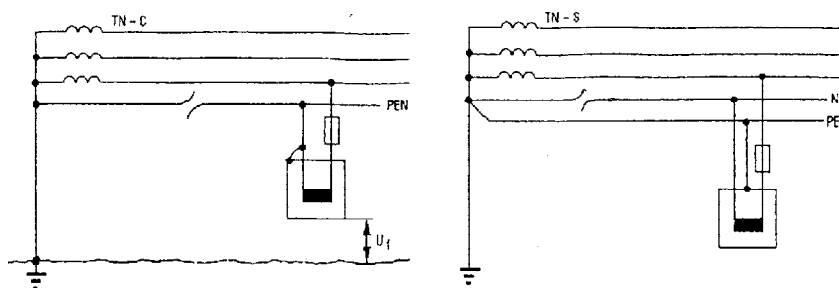
Vzhledem k tomu, že tento způsob ochrany byl u nás v posledních letech zásadně změněn, je třeba věnovat mu odpovídající pozornost.

V dříve používané soustavě TN-C (N = nulovací vodič; T = terra, země, přizemněný; C = complete, společný) je ochranný a nulovací vodič společný, je spojený se středem sekundárního vinutí transformátoru, je přizemněn, nesmí se vypínat ani jistit a barevně je odlišen kombinací žluté a zelené barvy v podélných pruzích. Je připojen na všechny neživé kovové části. Objeví-li se při poruchovém stavu (příkladem porušení izolace) na krytu nebo jiné kovové „neživé části“ nebezpečné napětí, vzájemně se propojí nulový a fázový vodič (živý a neživý zemní vodič), tím projde zvětšený proud pojistkou nebo jističem a samočinně se odpojí zdroj. Podstatné je, že vypnutí musí být tak rychlé, aby při dotyku nemohl proud procházející lidským tělem dosáhnout nebezpečné hodnoty.

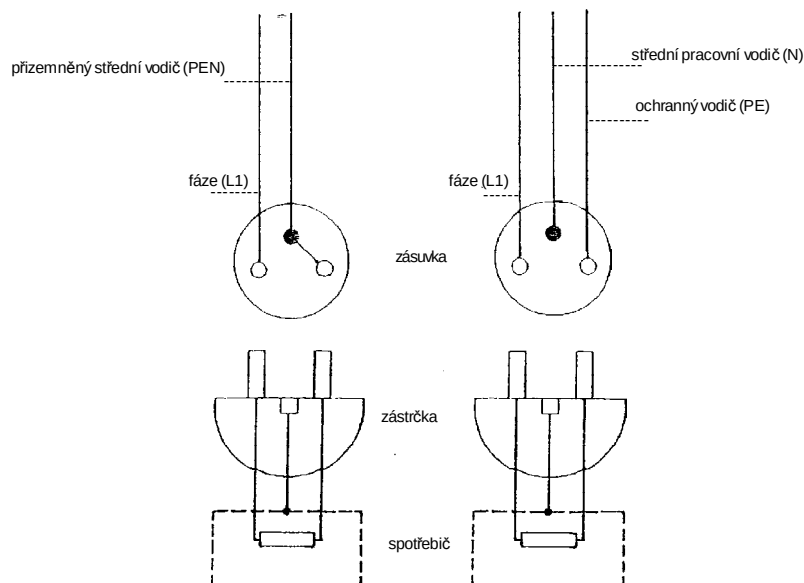
U této soustavy, kde přizemněný střední vodič je ve funkci vodiče pracovního (N) i ochranného (PE) hrozí však při jeho přerušení nebezpečí bezprostředního úrazu elektrickým proudem dotykem na neživou část zařízení. Princip je znázorněn na obr. 244. Z toho důvodu byl do praxe zaveden systém označený TN-S, (S = separate, samostatný), kde ochranný a pracovní vodič jsou vedeny samostatně (viz obr. 243). V praxi to znamená, že přizemněný střední vodič se co nejbližší přívodu rozdělí na dva. Jeden z nich bude mít funkci výhradně pracovní (N), je světle modré barvy a v zásuvkách je připojen do pravé zdířky. Druhý, ochranný vodič je v barvě zelenožluté a je v zásuvce připojen na ochranný kolík. Fáze (vodič s hnědou izolací) je připojena na levou zdířku.

Stručně shrnuto: u starších rozvodů TN-C je třífázový rozvod veden čtyřmi vodiči (3x fáze a střední vodič společný jako ochranný a pracovní). Jednofázový rozvod (230 V) je dvou vodičový. Při pohledu na zásuvku zepředu je na levou zdířku připojena fáze. Nulový vodič je připojen nejdřív na ochranný kolík, pak na pravou zdířku. Barva fázového vodiče je černá nebo hnědá, pro „nulák“ zelenožlutá.

V současné době je nutno bezpodmínečně používat soustavu TN-S, tzn. třífázový rozvod pětivodičový, tj. 3x fáze, dále střední nulovací vodič je rozdělen na pracovní (barva světle modrá) a ochranný (barva zelenožlutá). Jednofázový rozvod je třívodičový. Při pohledu na zásuvku zepředu je na levou zdířku připojena fáze, na pravou zdířku nulový vodič (N) barvy světle modré, na ochranný kolík zelenožlutý ochranný vodič.



Obr. 248 V soustavě TN-C při přerušení přívodu společného nulovacího a ochranného vodiče se objeví na krytu přístroje napětí fáze, tzn. nebezpečné napětí. V soustavě TN-S při přerušení nulovacího vodiče pouze vypadne napájení přístroje, ale k úrazu nedojde



Obr. 249. Zásuvka a zástrčka jednofázového rozvodu TN-C a nového rozvodu TN-S

Na tomto místě je snad vhodné připomenout to základní k prodlužovacím šňůrám. Jednofázové prodlužovací šňůry musí být vždy třívodičové, bez ohledu na druh rozvodu. Vedení dvouvodičovými šňůrami je nepřipustné, neboť z nich napájené spotřebiče s kovovou konstrukcí mohou bezprostředně způsobit úraz elektrickým proudem. Délku prodlužovací šňůry volíme jen takovou, jakou skutečně potřebujeme. Zpravidla je vhodnější ji koupit, zmenší se tak nebezpečí špatného zapojení jednotlivých vodičů. Průřez vodičů volíme s ohledem na protékající proudy a tím i úbytky napětí.

Při větším počtu zařízení na jednom místě a v místnostech s větším nebezpečím úrazu elektrickým proudem (vlhko apod.) musí být všechny neživé části elektrických zařízení a přístrojů současně přístupné dotyku pospojovány. Současně musí být propojeny cizí vodivé části (armatury, potrubí apod.) s ochranným vodičem PE. Takové propojení bývá realizováno zpravidla v jedné místnosti, ale nic nebrání tomu, aby bylo v celé instalaci. V místnosti s radioamatérským zařízením je nejlépe pro tento způsob použít společnou měděnou zemnicí lištu s řadou otvorů pro šrouby a spojenou s ochranným vodičem. Na ni jsou připojeny ohebným vodičem kostry a kryty jednotlivých zařízení a spotřebičů. K této sběrnici by měl být připojen i radiátor ústředního topení, pokud je na dosah, a další kovové díly. Průřez ohebného připojovacího vodiče zelenožluté barvy by neměl být menší než 4 mm^2 , ale raději 6 až 10 mm^2 .

Tímto způsobem se zajistí, že všechny kovové předměty v místnosti budou mít trvale stejný potenciál, takže při poruše v elektrické instalaci, kdy se krátkodobě může na některé části rozvodu objevit napětí, nemůže dojít k úrazu elektrickým proudem. Sběrnici je vhodné přizemnit na samostatný zemnič zakopaný v zemi, což ochrání i před úrazem při úderu blesku nebo přepětích za bouřky. Kromě toho má dobré přizemnění blahodárný vliv při různých rušeních.

Existuje ještě řada možností, jak zabránit úrazu elektrickým proudem, ty však nejsou běžné, jsou složitější a vyžadují pravidelné zkoušky či revize (proudové a napěťové

chrániče). Za zmínku však jistě stojí oddělovací transformátor s vhodnou izolací mezi primárním a sekundárním vinutím a použití tak nízkých napětí, že proud procházející lidským tělem neohroží při dotyku lidské zdraví.

Při opravě nebo jakékoliv práci na elektrickém zařízení je nutno důsledně dodržovat tyto základní zásady:

- Zařízení vypnout.
- Zařízení odpojit od sítě.
- Vybít kondenzátory filtru s nebezpečným napětím.
- Ověřit, že zařízení je bez napětí.
- Pokud z jakéhokoliv důvodu musíte pracovat na zařízení pod napětím, dbejte, aby byla přítomna druhá osoba poučená o práci na elektrických zařízeních, schopná poskytnout první pomoc.

Pokud při vši opatrnosti dojde k úrazu elektrickým proudem, jednejte rychle a účelně! Vytrvejte, neboť většina postižených je jen v bezvědomí.

Postup při úrazu elektrickým proudem

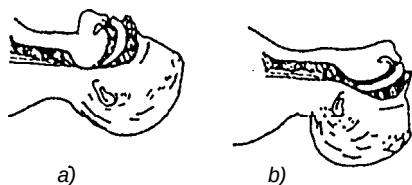
1. Vyprostit postiženého z dosahu elektrického proudu:
 - vypnutím proudu příslušným vypínačem,
 - vypnutím příslušného jističe,
 - vyšroubováním pojistek,
 - vytažením zástrčky ze zásuvky,
 - odsunutím vodiče nebo odtažením postiženého suchým dřevem (či jiným izolantem) nebo za suchý oděv (nikdy ne vlhkými nebo vodivými předměty!),
 - přerušením vodiče izolačními kleštěmi nebo podobně.
2. Urychleně přivolat lékařskou pomoc. Než lékař přijde:
3. Pokud postižený nedýchá, ihned zavést umělé dýchání. To je nutno poskytovat bez přerušení až do oživení. Jinak je možno přerušit umělé dýchání jen na pokyn lékaře.
4. V případě zástavy srdeční činnosti zahájit nepřímou srdeční masáž.

Umělé dýchání z plic do plic

- Před započetím umělého dýchání položíme postiženého na záda, odstraníme mu případné překážky z ústní dutiny a pro uvolnění dýchacích cest mu zakloníme hlavu co nejvíce vzad;
- sevřít nos, široce rozevřenými ústy obemknout ústa (nos) postiženého;
- hluboce vydechnout do úst postiženého asi 10krát po jedné vteřině, dále pokračovat rychlostí 12krát až 16krát za minutu;
- sledovat pohyb hrudníku postiženého, zda do něj skutečně vdechujeme.



Obr. 250. Základní způsob umělého dýchání z plic do plic (z úst do úst)



Obr. 251. Význam záklonu hlavy:

- a) před záklonem hlavy,
b) po záklonu hlavy



Obr. 252. Nepřímá srdeční masáž

Nepřímá srdeční masáž

- Zápěstí pravé ruky položit dlaňovou stranou na dolní část hrudní kosti, prsty směřují k pravému lokti postiženého, nedotýkají se hrudníku;
- levou ruku položit napříč přes pravou a vahou těla stlačovat nataženou horní končetinou hrudní kost směrem k páteři do hloubky 4 až 5 cm asi 60krát za minutu;
- na pět stlačení hrudní kosti jeden vdech metodou dýchání z plic do plic;
- při stlačování hrudní kosti současně nevdechovat.

Ochrana před nebezpečím atmosférické elektřiny

Opomíjet nesmíme ani možné nebezpečí účinků atmosférické elektřiny. Proto je dále uvedeno několik zásad, které je nutno dodržet:

- antény umístěné na střeše budov nebo samostatně stojící musí být vždy řádně uzemněny,
- zemnicí vodič musí mít průměr minimálně 8 mm (ocelový pozinkovaný drát) nebo 3x 20 mm ocelový pozinkovaný pásek,
- zemnicí vodič musí být k anténnímu stožáru připojen v nejnižší části,
- na objektech, kde je hromosvod, musí být kovové části antén a upevňovací kovová lana spojena s hromosvodem,
- jímací tyč hromosvodu nesmí sloužit jako držák antény,
- vedení spojující uzemňované části antén s hromosvodem musí být provedeny stejně jako svod hromosvodu,
- dlouhohrátkové antény je vhodné doplnit vysokofrekvenční tlumivkou zapojenou proti zemi, aby byl zajištěn svod pro statickou elektřinu,
- dlouhohrátkové antény, pokud jsou mimo provoz, řádně uzemnit.

LITERATURA

- [1] Bocek, J.: Základní měřicí přístroje 5. Svazarm, Praha 1986.
- [2] Bocek, J.: Střídavá měření v radiotechnice 7. Svazarm, Praha 1987.
- [3] Borovička, J.: Měření v radioamatérské praxi I, II. Svazarm, Praha 1983.
- [4] Borovička, J.: Měření 4. PZAR 4, Svazarm, Praha 1985.
- [5] Brigham, E. O.: The Fast Fourier Transform. Prentice – Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 1974.
- [6] Daneš, J.: Amatérská radiotechnika a elektronika, I.-IV. díl. Naše vojsko, Praha 1984-1989.
- [7] Doluchanov, M. P.: Šíření radiových vln. SNTL, Praha 1955.
- [8] Eichler, J.; Žalud, V.: Selektivní radioelektronická zařízení. SNTL, Praha 1983.
- [9] Fingerhut, K.; Bláha, J.: Otázky a odpovědi ke zkouškám pro samostatné operátory třídy C. PZAR, Svazarm, Praha 1988.
- [10] Fragen und Antworten zur fachlichen Prüfung für Funkamateure. Deutsche Bundespost, 1988.
- [11] Geryk, V.: Modulátory a obvody tvarování a komutace signálu. PZAR 2, Svazarm, Praha 1980.
- [12] Harmonized Amateur Radio Examination Certificate. Recommendation T/R 61-02. ERC 2004.
- [13] Hozman, J.: Amatérská stavba vysílačů a přijímačů, Naše vojsko, Praha 1963.
- [14] Hyan, J. T.: Tranzistorové přijímače. SNTL, Praha 1974.
- [15] Janda, F.: Šíření krátkých vln ionosférickými vlnovody. Radioamatérský zpravodaj 11-12/1982, Svazarm, Praha 1982.
- [16] Jordan, K.: Antény. PZAR 2, Svazarm, Praha 1980.
- [17] Karmasin, K.: Antény 1-5. AMA 5-6/91, 1-3/92, Třebíč 1991-1992.
- [18] Klímek, A.; Zíka, J.: Polovodičové součástky a mikroelektronické struktury. SNTL, Praha 1989.
- [19] Loos, F.: Metodika radioamatérského provozu na VKV. Svazarm, Praha 1984.
- [20] Malina, V.: Poznáváme elektroniku. V. Kopp, České Budějovice 2000.
- [21] Marvánek, L.: Radiotechnika v otázkách a odpovědích. Naše vojsko, Praha 1971.
- [22] Mašek, V.: Budicí a výkonové zesilovače. PZAR 2, Svazarm, Praha 1980.
- [23] Matátek, J.; Foitová, E.: Elektronika. SNTL, Praha 1981.
- [24] Novák, P.: Obvodová technika kmitočtové modulace I-IV. PZAR, Svazarm, Praha 1987-1988.
- [25] Opava, Z.: Elektřina kolem nás. Albatros, Praha 1985.
- [26] Petržílka, V.: Výkonové tranzistorové vf zesilovače pro SSB. Sborník semináře.
- [27] Pišoja, P.: PLL záves a pomocné obvody. Radiožurnál SZR, 3/1997.
- [28] Prokop, J.; Vokurka, J.: Šíření elektromagnetických vln a antény. SNTL, Praha 1980.
- [29] Sýpa, L.: Základy radioelektroniky. Svazarm, Praha 1987.
- [30] Štech, K.: Elektroinstalace doma a na chatě. Grada, Praha 2000.
- [31] Štěpán, J.: Oscilátory v rádiových zařízeních. PZAR 2, Svazarm, Praha 1980.
- [32] Uhlíř, Sovka: Číslíkové zpracování signálů, ČVUT 2002, ISBN 80-01-02613-2
- [33] Vackář, J.: Amatérská měřicí technika. SNTL, Praha 1990.
- [34] Vachala, V.: Technika amplitudové modulace s jedním postranním pásmem. SNTL, Praha 1990.
- [35] Žalud, V.: Vysokofrekvenční přijímací technika. SNTL, Praha 1986.
- [36] Žalud, V.: Moderní radioelektronika. BEN, Praha.

B) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PRAVIDLA A PROCEDURY

1. HLÁSKOVACÍ TABULKY

- česká a mezinárodní,
- viz Vyhláška Ministerstva informatiky č.155/2005 Sb. ze dne 19.dubna 2005, o způsobu tvorby volacích značek, identifikačních čísel a kódů, jejich používání a o druzích radiokomunikačních služeb, pro které jsou vyžadovány

2. Q-KÓDY

QRA	Jaké je jméno vaší stanice? Jméno mé stanice je ...
QRB	V jaké vzdálenosti jste od mé stanice? Vzdálenost mezi našimi stanicemi je ...
QRG	Jaký je můj přesný kmitočet? Váš přesný kmitočet je ... MHz.
QRH	Kolísá můj kmitočet? Váš kmitočet kolísá.
QRI	Jaký je tón mého vysílání? Tón vašeho vysílání je ... (1 dobrý, 2 proměnlivý, 3 špatný).
QRJ	Přijímáte mne špatně? Nemohu vás přijímat. Vaše signály jsou velmi slabé. <i>Podle Radiokomunikačního řádu je správný význam Q-kódu QRJ: Kolik máte připraveno radio-telefonních hovorů? Mám právě připraveno ... radiotelefonních hovorů.</i>
QRK	Jaká je čitelnost mých značek? Čitelnost vašich značek je ... (1 špatná, 2 střední, 3 dosti dobrá, 4 dobrá, 5 výborná).
QRL	Jste zaměstnán? Jsem zaměstnán. Prosím nerušte.
QRM	Jste rušen interferencí? Jsem rušen interferencí (1 nejsem, 2 slabě, 3 mírně, 4 silně, 5 velmi silně).
QRN	Jste rušen atmosférickým rušením? Jsem rušen atmosférickým rušením (viz QRM)
QRO	Mám zvýšit výkon? Zvyšte výkon.
QRP	Mám snížit výkon? Snižte výkon.
QRQ	Mám vysílat rychleji? Vysílejte rychleji (... slov za minutu).
QRS	Mám vysílat pomaleji? Vysílejte pomaleji (... slov za minutu).
QRT	Mám přestat vysílat? Přestaňte vysílat.
QRU	Máte něco pro mne? Nemám pro vás nic.
QRV	Jste připraven? Jsem připraven.
QRW	Mám uvědomit ..., že ho voláte na ... kHz (MHz)? Prosím, uvědomte ..., že ho volám na ... kHz (MHz).
QRX	Kdy mě znovu zavoláte? Zavolám vás v ... hodin (na ... kHz nebo ... MHz).
QRY	Jaké mám pořadí? Číslo vašeho pořadí je ...
QRZ	Kdo mě volá? Volá vás ... (na ... kHz nebo ... MHz).
QSA	Jaká je síla mých značek? Síla vašich značek je ... (1 velmi slabá, 2 slabá, 3 dosti dobrá, 4 dobrá, 5 velmi dobrá).
QSB	Kolísá síla mých značek? Síla vašich značek kolísá.
QSD	Je mé klíčování nesrozumitelné? Vaše klíčování je nesrozumitelné.
QSK	Můžete mě poslouchat mezi svými značkami? Mohu vás poslouchat mezi mými značkami.

QSL Můžete mi potvrdit příjem? Potvrzuji vám příjem.
QSO Můžete pracovat s ... přímo nebo prostřednictvím jiné stanice? Mohu pracovat s ... přímo (prostřednictvím ...).
QSP Můžete předat zdarma zprávu stanici ...? Mohu předat zdarma zprávu stanici ...
QSS Jaký pracovní kmitočet použijete? Budu vysílat na kmitočet ... kHz.
QSV Mám vysílat řadu V (na kmitočet ... kHz)? Vysílejte řadu V (na kmitočet ... kHz).
QSX Mám poslouchat na kmitočet ... kHz? Poslouchám na kmitočet ... kHz.
QSY Mám přejít k vysílání na jiný kmitočet? Přejděte k vysílání na jiném kmitočet (nebo na kmitočet ... kHz).
QSZ Mám vysílat každé slovo nebo skupinu několikrát? Vysílejte každé slovo nebo skupinu dvakrát (nebo ... krát).
QTC Kolik telegramů máte k vysílání? Mám ... telegramů pro vás (nebo pro ...).
QTH Jaká je vaše poloha? Moje poloha je ...
QTR Kolik je přesně hodin? Je přesně ... hodin.
QTU Kdy bude vaše stanice opět v provozu? Moje stanice bude opět v provozu v ... hod.
QUD Zachytil jste pilnostní signál vyslaný ... ? Zachytil jsem pilnostní signál vyslaný ... v ... hod.
QUF Zachytil jste tisíťový signál vyslaný ... ? Zachytil jsem tisíťový signál vyslaný ... v ... hod.
QZF Naladte svůj vysílač přesně na můj kmitočet.

3. ZKRATKY POUŽÍVANÉ AMATÉRSKOU SLUŽBOU

ABT	asi, přibližně	AC	střídavý proud
AER	anténa	AF	zvukový kmitočet
AFSK	klíčování posuvem zvukového kmitočet	AGC	automatické řízení zesílení
AGN	opět, zase	ALC	automatické řízení úrovně
ALL	vše, všechno	AM	amplitudová modulace; dopoledne
AR	konec relace (.-.-) (pouze CW)	ANT	anténa
AS	čekejte	ATV	amatérská televize
AVC	automatické řízení hlasitosti	AWARD	diplom
BCI	rušení rozhlasu	BCL	posluchač rozhlasu
BCNU	podívám se znovu po vás	BD	špatný, špatně
BFO	záložní oscilátor	BK	přerušit
BUG	poloautomatický klíč	CALL	zavolání
CHAT	popovídání	CHEERIO	nazdar, buď zdrav
CFM	potvrdit	CL	uzavírám stanici
CLOUDY	oblačno	CO	krystalový oscilátor
CONDS	podmínky pro spojení	CONDX	podmínky pro dálkové spojení
CONGRATS	blahopřání	CPI	zapsat, porozumět
CQ	všeobecná výzva	CS	volací značka
CUAGN	znovu na shledanou	CUL	později na shledanou
CW	netlumená vlna	dB	decibel

DC	stejnoseměrný proud	DE	z, od
DIRECT	přímo	DP	děkuji (česky)
DR	milý, drahý	DWN	dole, dolů
DX	dálkový	ES	a
EL	prvek, element	ELBUG	elektronický klíč
EXCUS	promiň	FB	výborný
FER	pro, za	FIRST	první
FM	kmitočtová modulace; od	FONE	fonie
FR	pro, za	FRD	přítel (německy)
FRM	od, z, ze	FSK	klíčování posuvem kmitočtu
GA	pokračujte; dobré odpoledne	GB	bud'te zdrav
GD	dobrý den	GE	dobrý večer
GL	štěstí	GLD	rád, potěšen
GM	dobré jitro	GMT	greenwichský čas
GN	dobrou noc	GND	země, uzemnit
GP	vertikální anténa	HAM	amatér vysílač
HF	vysoký kmitočet	HI	smích
HPE	doufat	HPY	šťastný
HR	zde, tady	HRD	slyšel, slyšeno
HT	vysoké napětí	HW?	jak?
I	já	IARU	International Amateur Radio Union (mezinár. radioam. organizace)
IF	kdyby, jestli	IN	v
INFO	informace	INPT	příkon
IRC	mezinárodní odpovědní kupón	IS	je
ITU	International Telecommu- nication Union (mezinár. orga- nizace)	K	vysílajte, přecházím na příjem
KA	začátek relace (-.-.) (pouze CW)	KN	přecházím na příjem pouze pro určitou stanici
KY	klíč	LF	nízký kmitočet
LID	špatný operátor	LIS	koncesovaný
LOG	staniční deník	LSB	dolní postranní pásmo
LUCK	štěstí	LUF	dolní použitelný kmitočet
LW	dlouhý drát; nízký	MEET	potkat, střetnout
MIKE	mikrofon	MIN	minuta
MNI	mnoho	MTR	metr
MUF	maximální použitelný kmitočet	MY	můj
NAME	jméno	NEAR	blízko, u
NEXT	příští, další	NET	síť
NEW	nový	NF	nízký kmitočet (česky)
NIL	nic	NO	ne
NR	číslo; u	NW	nyní
OB	starý brachu	OC	starý kamarád
OK	v pořádku	OM	přítel
ONLY	pouze	OP	operátor

OSC	oscilátor	OSCAR	radioamatérská družice
OT	zkušený (starý) amatér, (old timer)	OUTPUT	výkon
OVERCAST	zamračeno	PA	koncový stupeň
PART	část	PEP	špičkový výkon
PM	odpoledne; fázová mod.	PSE	prosím
PWR	výkon	QSLN	staniční lístek nezašlu, nezasílejte staniční lístek
R	správně přijato	RCVD	přijal, přijato
RAC	usměrněný střídavý proud	REF	referenční; reflektor
RCVR	přijímač	RFI	rušení rádiového kmitočtu
RF	rádiový kmitočet	RPRT	report o poslechu
RIG	zařízení	RTTY	radiodálnopis
RPT	opakovat	SAE	obálka s adresou
RX	přijímač	SEND	poslat, zaslat
SASE	oznámkovaná obálka s adresou	SIGS	signály, značky
SHF	supervysoký kmitočet	SKED	domluvené spojení
SK	konec vysílání	SOS	tísňový signál
SN	brzy	SSB	jedno postranní pásmo
SRI	lituji, bohužel	STN	stanice
SSTV	televize s pomalým rozkladem	SUNNY	slunečný
SUM	několik, něco	SW	krátká vlna
SURE	jistě, určitě	SWR	činitel stojatých vln
SWL	krátkovlnný posluchač	TEMP	teplota
TBS	elektronky	TKS	děkuji
TEST	pokus, zkouška	TMW	zítra
TKU	děkuji vám	TO	k, do, až, v
TNX	děkuji	TX	vysílač
TVI	rušení televize	TRX	transceiver
TRCVR	transceiver	UFB	výborně
U	vy, ty	UNLIS	nekoncesovaný
UHF	ultravysoký kmitočet	UR	váš, tvůj
UP	nahoru	USB	horní postranní pásmo
URS	vaše, tvé	VFO	proměnný oscilátor
UTC	světový čas koordinovaný	VIA	přes, prostřednictvím
VHF	velmi vysoký kmitočet	WID	s
VY	velmi	WL	chci, budu; vlnová délka
WKD, WKG	pracoval, pracující	WTTS	watty
WPM	slov za minutu	XCUS	promiňte
WX	počasí	XMTR	vysílač
XMAS	Vánoce	XYL	manželka
XTAL	krystal	73	srdečný pozdrav
YL	přítečkyně, slečna	99	zmiz!
88	polibek		

4. MEZINÁRODNÍ TÍŠŇOVÉ SIGNÁLY, TÍŠŇOVÝ PROVOZ A KOMUNIKACE

Každý radioamatér by měl znát i tíšňové signály, které jsou stanoveny Radiokomunikačním řádem. Pro telegrafní provoz je to **SOS**. Vysílá se jako jeden znak (...---...). Pro fone je to **MAYDAY**. Čte se „médé“. Po těchto signálech mají následovat volací značky a bližší podrobnosti, včetně zeměpisné polohy. Pro jednotlivé případy je stanoven protokol, podle kterého se volání nebo spojení uskutečňuje.

Rezoluce č. 640

týkající se mezinárodního použití radiokomunikací v případě přírodních katastrof v kmitočtových pásmech, přidělených amatérské službě

Světová administrativní rádiová konference (WARC), Ženeva, 1979

majíc na zřeteli

- a) že v případě přírodních katastrof jsou normální komunikační systémy často přetíženy, poškozeny nebo zcela zničeny;
- b) že rychlé zřízení komunikací je v zájmu usnadnění světových podpůrných akcí;
- c) že amatérská pásma nepodléhají mezinárodním plánům nebo ohlašovacím postupům, a proto jsou dobře přizpůsobivá pro krátkodobé použití v případech naléhavé potřeby;
- d) že mezinárodní pomocná komunikace bude usnadněna dočasným použitím určitých kmitočtových pásem, přidělených amatérské službě;
- e) že vzhledem k těmto okolnostem stanice amatérské služby, kterých je na celém světě velmi mnoho, mohou pomoci při zajištění komunikačních potřeb;
- f) existenci národních a regionálních sítí náhlé potřeby, které používají kmitočty uvnitř pásem, přidělených amatérské službě;
- g) že v případě přírodních katastrof přímá komunikace mezi amatérskými stanicemi a ostatními stanicemi může vytvořit životaschopnou komunikaci, která bude provozována do doby, než budou obnoveny normální komunikace;

uznává

že práva a zodpovědnost za komunikaci v případě přírodních katastrof zůstávají příslušným administracím;

usnází se

- 1. že pásma přidělená amatérské službě, která jsou uvedena v poznámce č. 510 Radiokomunikačního řádu, mohou být administracemi použity k zajištění potřeb mezinárodní komunikace v případě katastrof;

2. že takové použití těchto pásem může být pouze pro komunikace, které zajišťují spojení ve vztahu k přírodní katastrofě;

3. že použití určitých pásem přidělených amatérské službě neamatérskou stanicí pro komunikaci v případě katastrof je limitováno na dobu pomoci a ve specifických geografických oblastech, jak je definováno odpovědným úřadem příslušné země;

4. že komunikace v případě katastrof může být vedena uvnitř ohrožené oblasti a mezi ohroženou oblastí a stálým centrem (HQ), které zajišťuje pomoc;

5. že tato komunikace může být vedena pouze se souhlasem administrace země, ve které se katastrofa odehrála;

6. že podpora komunikací, uskutečňovaná ze zahraničí, nenahrazuje existující národní a mezinárodní amatérské sítě naléhavé potřeby;

7. že je žádoucí těsná spolupráce mezi amatérskými stanicemi a stanicemi ostatních služeb, které mohou potřebovat amatérské kmitočty pro komunikaci v případě přírodní katastrofy;

8. že takový mezinárodní charakter komunikace může v praxi způsobit rušení amatérských sítí;

žádá administrace

1. aby učinily opatření pro potřebu mezinárodní komunikace v případě přírodní katastrofy;

2. aby učinily opatření v národních povolovacích podmínkách pro potřebu komunikace v případě naléhavé potřeby.

Poznámka 510 Radiokomunikačního řádu

Pro použití v pásmech přidělených amatérské službě, tj. 3,5 MHz, 7,0 MHz, 10,1 MHz, 14,0 MHz, 18,068 MHz, 21,0 MHz, 24,89 MHz a 144 MHz v případě přírodních katastrof, viz **Rezoluce 640**.

5. VOLACÍ ZNAČKY

Každá amatérská stanice má přidělenou vlastní volací značku, kterou pravidelně uvádí během rádiové komunikace. Tvar volacích značek jednotlivých služeb je uveden v poznámce N-1 Radiokomunikačního řádu.

Volací značka amatérské stanice se obvykle skládá z prvních dvou znaků podle přehledu mezinárodních volacích znaků, přidělených dané zemi. Dále následuje číslice (0 až 9). Kombinaci těchto tří znaků se říká prefix. Vlastní značka (sufix) může být tvořena jedním až třemi písmeny.

V případě písmen B, F, G, I, K, M, N, R, U a W se může prefix skládat jen ze dvou znaků. Např.: F3, G2, I1, K6, N5, R9, U3, W0.

Nejsou povoleny značky, které začínají číslicí a následují písmenem O nebo I. Tato skutečnost však není dodržována.

Přehled mezinárodních volacích znaků

AAA-ALZ	United States of America	AMA-AOZ	Spain
APA-ASZ	Pakistan	ATA-AWZ	India
AXA-AXZ	Australia	AYA-AYZ	Argentina
A2A-A2Z	Botswana	A3A-A3Z	Tonga
A4A-A4Z	Oman	A5A-A5Z	Bhutan
A6A-A6Z	United Arab Emirates	A7A-A7Z	Qatar
A8A-A8Z	Liberia	A9A-A9Z	Bahrain
BAA-BZZ	China	CAA-CEZ	Chile
CFA-CFZ	Canada	CLA-CMZ	Cuba
CNA-CNZ	Morocco	COA-COZ	Cuba
CPA-CPZ	Bolivia	CQA-CUZ	Portugal
CVA-CXZ	Uruguay	CYA-CZZ	Canada
C2A-C2Z	Nauru	C3A-C3Z	Andorra
C4A-C4Z	Cyprus	C5A-C5Z	Gambia
C6A-C6Z	Bahamas	C7A-C7Z	World Meteorol. Org.
C8A-C9Z	Mozambique	DAA-DRZ	F. Republic of Germany
DSA-DTZ	Republic of Korea	DUA-DZZ	Philippines
D2A-D3Z	Angola	D4A-D4Z	Cape Verde
D5A-D5Z	Liberia	D6A-D6Z	Comoros
D7A-D9Z	Republic of Korea	EAA-EHZ	Spain
EIA-EJZ	Ireland	EKA-EKZ	Armenia
ELA-ELZ	Liberia	EMA-EOZ	Ukraine
EPA-EQZ	Iran	ERA-ERZ	Moldavia
ESA-ESZ	Estonia	ETA-ETZ	Ethiopia
EUA-EWZ	Byelorussian Republic	EXA-EXZ	Kirghiz
EYA-EYZ	Tadzhik	EZA-EZZ	Turkoman
E2A-E2Z	Thailand	E3A-E3Z	Eritrea
E4A-E4Z	Palestine	E5A-E5Z	Cook Islands
E7A-E7Z	Bosnia-Herzegovina	FAA-FZZ	France
GAA-GZZ	United Kingdom of G.B.	HAA-HAZ	Hungary
HBA-HBZ	Switzerland	HCA-HDZ	Ecuador
HEA-HEZ	Switzerland	HFA-HFZ	Poland
HGA-HGZ	Hungary	HHA-HHZ	Haiti
HIA-HIZ	Dominican Republic	HJA-HKZ	Colombia
HLA-HLZ	Republic of Korea	HMA-HMZ	Dem. Peopl. Rep. of Korea
HNA-HNZ	Iraq	HOA-HPZ	Panama
HQA-HRZ	Honduras	HSA-HSZ	Thailand
HTA-HTZ	Nicaragua	HUA-HUZ	Nicaragua
HVA-HVZ	Vatican City	HWA-HYZ	France
HZA-HZZ	Saudi Arabia	H2A-H2Z	Cyprus
H3A-H3Z	Panama	H4A-H4Z	Solomon Islands
H6A-H7Z	Nicaragua	H8A-H9Z	Panama
IAA-IZZ	Italy	JAA-JSZ	Japan
JTA-JVZ	Mongolian Republic	JWA-JXZ	Norway
JYA-JYZ	Jordan	JZA-JZZ	Indonesia
J2A-J2Z	Djibouti	J3A-J3Z	Grenada
J4A-J4Z	Greece	J5A-J5Z	Guinea-Bissau
J6A-J6Z	Saint Lucia	J7A-J7Z	Dominica
J8A-J8Z	St. Vincent, Grenadines	KAA-KZZ	United States of America
LAA-LNZ	Norway	LOA-LWZ	Argentina
LXA-LXZ	Luxembourg	LYA-LYZ	Lithuania

LZA-LZZ	Bulgaria	L2A-L9Z	Argentina
MAA-MZZ	United Kingdom of G. B.	NAA-NZZ	United States of America
OAA-OCZ	Peru	ODA-ODZ	Lebanon
OEA-OEZ	Austria	OFA-OJZ	Finland
OKA-OLZ	Czech Republic	OMA-OMZ	Slovak Republic
ONA-OTZ	Belgium	OUA-OZZ	Denmark
PAA-PIZ	Netherlands	PJA-PJZ	Netherlands Antilles
PKA-POZ	Indonesia	PPA-PYZ	Brazil
PZA-PZZ	Suriname	P2A-P2Z	Papua New Guinea
P3A-P3Z	Cyprus	P4A-P4Z	Aruba
P5A-P9Z	Dem. Peopl. Rep. of Korea	QAA-QZZ	vyhrazeno pro Q-kódy
RAA-RZZ	Russia	SAA-SMZ	Sweden
SNA-SRZ	Poland	SSA-SSM	Egypt
SSN-STZ	Sudan	SUA-SUZ	Egypt
SVA-SZZ	Greece	S2A-S3Z	Bangladesh
S5A-S5Z	Slovenia	S6A-S6Z	Singapore
S7A-S7Z	Seychelles	S8A-S8Z	South Africa
S9A-S9Z	Sao Thome and Principe	TAA-TCZ	Turkey
TDA-TDZ	Guatemala	TEA-TEZ	Costa Rica
TFA-TFZ	Iceland	TGA-TGZ	Guatemala
THA-THZ	France	TIA-TIZ	Costa Rica
TJA-TJZ	Cameroon	TKA-TKZ	France
TLA-TLZ	Central African Republic	TMA-TMZ	France
TNA-TNZ	Congo	TOA-TQZ	France
TRA-TRZ	Gabon	TSA-TSZ	Tunisia
TTA-TTZ	Chad	TUA-TUZ	Ivory Coast
TVA-TXZ	France	TYA-TYZ	Benin
TZA-TZZ	Mali	T2A-T2Z	Tuvalu
T3A-T3Z	Kiribati	T4A-T4Z	Cuba
T5A-T5Z	Somalia	T6A-T6Z	Afghanistan
T7A-T7Z	San Marino	T8A-T8Z	Palau
UAA-UIZ	Russia	UJA-UMZ	Uzbek
UNA-UQZ	Kazakh	URA-UZZ	Ukraine
VAA-VGZ	Canada	VHA-VNZ	Australia
VOA-VOZ	Canada	VPA-VSZ	United Kingdom of G. B.
VT A-VWZ	India	VXA-VYZ	Canada
VZA-VZZ	Australia	V2A-V2Z	Antigua and Barbuda
V3A-V3Z	Belize	V4A-V4Z	St. Kitts and Navis
V5A-V5Z	Namibia	V6A-V6Z	Fed. States of Micronesia
V7A-V7Z	Marshall Islands	V8A-V8Z	Brunei
WAA-WZZ	United States of America	XAA-XIZ	Mexico
XJA-XOZ	Canada	XPA-XPZ	Denmark
XQA-XRZ	Chile	XSA-XSZ	China
XTA-XTZ	Burkina Faso	XUA-XUZ	Cambodia
XVA-XVZ	Vietnam	XWA-XWZ	Laos
XXA-XXZ	Portugal	XYA-XZZ	Myanmar
YAA-YAZ	Afghanistan	YBA-YHZ	Indonesia
YIA-YIZ	Iraq	YJA-YJZ	Vanuatu
YKA-YKZ	Syria	YLA-YLZ	Latvia
YMA-YMZ	Turkey	YNA-YNZ	Nicaragua
YOA-YRZ	Romania	YSA-YSZ	El Salvador
YTA-YUZ	Serbia	YVA-YYZ	Venezuela
Y2A-Y9Z	F. Republic of Germany	ZAA-ZAZ	Albania

ZBA-ZJZ	United Kingdom of G. B.	ZKA-ZMZ	New Zealand
ZNA-ZOZ	United Kingdom of G. B.	ZPA-ZPZ	Paraguay
ZQA-ZQZ	United Kingdom of G. B.	ZRA-ZUZ	South Africa
ZVA-ZZZ	Brazil	ZZA-ZZZ	Zimbabwe
Z3A-Z3Z	Macedonia	2AA-2ZZ	United Kingdom of G. B.
3AA-3AZ	Monaco	3BA-3BZ	Mauritius
3CA-3CZ	Equatorial Guinea	3DA-3DM	Swaziland
3DN-3DZ	Fiji	3EA-3FZ	Panama
3GA-3GZ	Chile	3HA-3UZ	China
3VA-3VZ	Tunisia	3WA-3WZ	Vietnam
3XA-3XZ	Guinea	3YA-3YZ	Norway
3ZA-3ZZ	Poland	4AA-4CZ	Mexico
4DA-4IZ	Philippines	4JA-4KZ	Azerbaijan
4LA-4LZ	Georgia	4MA-4MZ	Venezuela
4OA-4OZ	Montenegro	4PA-4SZ	Sri Lanka
4TA-4TZ	Peru	4UA-4UZ	United Nations
4VA-4VZ	Haiti	4WA-4WZ	East Timor
4XA-4XZ	Israel	4YA-4YZ	Int. Civil Aviation Org.
4ZA-4ZZ	Israel	5AA-5AZ	Libya
5BA-5BZ	Cyprus	5CA-5GZ	Morocco
5HA-5IZ	Tanzania	5JA-5KZ	Colombia
5LA-5MZ	Liberia	5NA-5OZ	Nigeria
5PA-5QZ	Denmark	5RA-5SZ	Madagascar
5TA-5TZ	Mauritania	5UA-5UZ	Niger
5VA-5VZ	Togo	5WA-5WZ	Western Samoa
5XA-5XZ	Uganda	5YA-5ZZ	Kenya
6AA-6BZ	Egypt	6CA-6CZ	Syria
6DA-6JZ	Mexico	6KA-6NZ	Republic of Korea
6OA-6OZ	Somalia	6PA-6SZ	Pakistan
6TA-6UZ	Sudan	6VA-6WZ	Senegal
6XA-6XZ	Madagascar	6YA-6YZ	Jamaica
6ZA-6ZZ	Liberia	7AA-7IZ	Indonesia
7JA-7NZ	Japan	7OA-7OZ	Yemen
7PA-7PZ	Lesotho	7QA-7QZ	Malawi
7RA-7RZ	Algeria	7SA-7SZ	Sweden
7TA-7YZ	Algeria	7ZA-7ZZ	Saudi Arabia
8AA-8IZ	Indonesia	8JA-8NZ	Japan
8OA-8OZ	Botswana	8PA-8PZ	Barbados
8QA-8QZ	Maldives	8RA-8RZ	Guyana
8SA-8SZ	Sweden	8TA-8YZ	India
8ZA-8ZZ	Saudi Arabia	9AA-9AZ	Croatia
9BA-9DZ	Iran	9EA-9FZ	Ethiopia
9GA-9GZ	Ghana	9HA-9HZ	Malta
9IA-9JZ	Zambia	9KA-9KZ	Kuwait
9LA-9LZ	Sierra Leone	9MA-9MZ	Malaysia
9NA-9NZ	Nepal	9OA-9TZ	People's Dem. Rep. of Congo
9UA-9UZ	Burundi	9VA-9VZ	Singapore
9WA-9WZ	Malaysia	9XA-9XZ	Rwanda
9YA-9ZZ	Trinidad and Tobago		

Seznam platných zemí DXCC

(DXCC - DX Century Club; K - kontinent; ITU - číslo zóny dle rozdělení ITU; CQ - číslo zóny dle rozdělení časopisem CQ;
AZ - azimut, pod kterým se směřuje přibližně z Prahy)

PREFIX	ZEMĚ	K	ITU	CQ	AZ
A2	BOTSWANA	AF	57	38	171
A3	TONGA	OC	62	32	21
A4	OMÁN	AS	39	21	110
A5	BHÚTÁN	AS	41	22	81
A6	SPOJENÉ ARABSKÉ EMIRÁTY	AS	39	21	114
A7	KATAR	AS	39	21	117
A9	BAHRAJN	AS	39	21	117
AP-AS	PÁKISTÁN	AS	41	21	102
BV	TCHAI-WAN	AS	44	24	61
BY, BT, BZ	ČÍNA	AS	(A)	(B)	55
C2	NAURU	AS	65	31	36
C3	ANDORRA	EV	27	14	244
C5	GAMBIE	AF	46	35	229
C6	BAHAMY	SA	11	08	290
C8-C9	MOSAMBIK	AF	53	37	164
CA-CE	CHILE	JA	14	(C)	245
CE9/KC4 *)	ANTARKTIDA	AN	(D)	(E)	180
CE0	VELIKONOČNÍ OSTROV	JA	63	12	276
CE0	SAN FELIX	JA	14	12	257
CE0	JUAN FERNANDEZ	JA	14	12	250
CM, CO	KUBA	SA	11	08	292
CN	MAROKO	AF	37	33	238
CP	BOLÍVIE	JA	(F)	10	255
CT	PORTUGALSKO	EV	37	14	251
CT3	MADEIRA	AF	36	33	250
CJ	AZORY	EV	36	14	26
CV-CX	URUGUAY	JA	14	13	234
CY9	ST. PAUL	SA	09	05	295
CY0	SABLE	SA	09	05	299
D2-3	ANGOLA	AF	52	36	184
D4	KAPVERDSKÉ OSTROVY	AF	46	36	239
D6	KOMORY	AF	53	39	149
DA-DP	SPOLKOVÁ REP. NĚMECKA	EV	28	14	290
DU-DZ	FILIPÍNY	OC	50	27	68
E3	ERITREA	AF	48	37	142
E4	PALESTINA	AS	39	20	133
E7	BOSNA-HERCEGOVINA	EV	28	15	145
EA-EH	ŠPANĚLSKO	EV	37	14	246
EA6-EH6	BALEÁRY	EV	37	14	231
EA8-EH8	KANÁRSKÉ OSTROVY	AF	36	33	240
EA9-EH9	CEUTA A MELILLA	AF	37	33	240
EJ,EJ	IRSKO	EV	27	14	295

PREFIX	ZEMĚ	K	ITU	CQ	AZ
EK	ARMÉNSKÁ REPUBLIKA	AS	29	21	100
EL	LIBÉRIE	AF	46	35	218
EM-EO, UR-UZ	UKRAJINA	EV	29	16	72
EP-EQ	ÍRÁN	AS	40	21	102
ER	MOLDAVSKO	EV	29	16	98
ES	ESTONSKO	EV	29	15	24
ET	ETIOPIE	AF	48	37	146
EU-EW	BĚLORUSKO	EV	29	16	51
EX	KIRGIZIE	AS	(G)	17	76
EY	TÁDŽIKISTÁN	AS	30	17	84
EZ	TURKMENISTÁN	AS	30	17	94
F	FRANCIE	EV	27	14	275
FG	GUADELOUPE	SA	11	08	273
FJ	ST. BARTHELEMY	SA	11	08	272
FH	MAYOTTE	AF	53	39	149
FK	CHESTERFIELDVY OSTROVY	OC	56	30	55
FK	NOVÁ KALÉDONIE	OC	56	32	50
FM	MARTINIK	SA	11	08	271
FO	AUSTRALS	OC	63	32	340
FO	MARKÉZY	OC	63	31	320
FO	CLIPPERTON	SA	10	07	306
FO	FRANCOUZSKÁ POLYNÉSIE	OC	63	32	336
FP	ST. PIERRE & MIQUELON	SA	09	05	297
FR	RÉUNION	AF	53	39	142
FR/G	GLORIOSO	AF	53	39	146
FR/J,E	JUAN DE NOVA, EUROPA	AF	53	39	156
FR/T	TROMELIN	AF	53	39	140
FS	ST. MARTIN	SA	11	08	275
FT8W	CROZET	AF	68	39	155
FT8X	KERGUELENY	AF	68	39	146
FT8Z	AMSTERDAM & ST. PAUL	AF	68	39	133
FW	WALLIS & FUTUNA	OC	62	32	19
FY	FRANCOUZSKÁ GUYANA	JA	12	09	257
G, GX	ANGLIE	EV	27	14	293
GD, GT	OSTROV MAN	EV	27	14	299
GI, GN	SEVERNÍ ÍRSKO	EV	27	14	303
GJ, GH	JERSEY	EV	27	14	277
GM, GS	SKOTSKO	EV	27	14	308
GU, GP	GUERNSEY & DEP.	EV	27	14	282
GW, GC	WALES	EV	27	14	296
H4	ŠALAMOUNOVY OSTROVY	OC	51	28	49
H40	TEMOTU	OC	51	32	45
HA,HG	MAĎARSKO	EV	28	15	115
HB,HE	ŠVÝCARSKO	EV	28	14	256
HB0	LICHTENŠTEJNSKO	EV	28	14	246
HC-HD	EKVÁDOR	JA	12	10	274
HC8-HD8	GALAPÁGY	JA	12	10	283
HH	HAITI	SA	11	08	282
HI	DOMINIKÁNSKÁ REPUBLIKA	SA	11	08	280
HJ-HK	KOLUMBIE	JA	12	09	274
HK0	SAN ANDRES	SA	11	07	285

PREFIX	ZEMĚ	K	ITU	CQ	AZ
HK0	MALPELO	JA	12	09	278
HL	KOREA	AS	44	25	50
HO-HP	PANAMA	SA	11	07	281
HQ-HR	HONDURAS	SA	11	07	289
HS	THAJSKO	AS	49	26	84
HV	VATIKÁN	EV	28	15	198
HZ	SAUDSKÁ ARÁBIE	AS	39	21	118
I	ITÁLIE	EV	28	15	200
ISO,IMO	SARDINIE	EV	28	15	212
J2	DŽIBUTSKO	AF	48	37	139
J3	GRENADA	SA	11	08	269
J5	GUINEA-BISSAU	AF	46	35	226
J6	ST. LUCIA	SA	11	08	270
J7	DOMINICA	SA	11	08	271
J8	ST. VINCENT & DEP.	SA	11	08	269
JD1	MINAMI TORIŠIMA	OC	90	27	37
JD1	OGASAWARA	OC	45	27	46
JA-JS	JAPONSKO	AS	45	25	42
JT-JV	MONGOLSKO	AS	(H)	23	53
JW	SVALBARD	EV	18	40	0
JX	JAN MAYEN	EV	18	40	342
JY	JORDÁNSKO	AS	39	20	131
K, N, W, AA-AK	SPOJENÉ STÁTY AMERICKÉ	SA	(I)	(J)	313
KC6	BELAU	OC	64	27	58
KG4	GUANTANAMO BAY	SA	11	08	284
KH1, AH1, NH1, WH1	BAKER, HOWLAND	OC	(K)	31	15
KH2, AH2, NH2, WH2, KG6	GUAM	OC	64	27	50
KH3, AH3, NH3, WH3	JOHNSTON	OC	61	31	6
KH4, AH4, NH4, WH4	MIDWAY	OC	61	31	12
KH5, AH5, NH5, WH5	PALMYRA, JARVIS	OC	61	31	358
KH5K, AH5K, NH5K, WH5K	KINGMAN REEF	OC	61	31	359
KH6, AH6, NH6, WH6	HAVAJSKÉ OSTROVY	OC	61	31	355
KH7, AH7, NH7, WH7	KURE	OC	61	31	13
KH8, AH8, NH8, WH8	AMERICKÁ SAMOA	OC	62	32	11
KH8, AH8, NH8, WH8	SWAINS ISLAND	OC	62	32	10
KH9, AH9, NH9, WH9	WAKE	OC	65	31	28
KH0, AH0, NH0, WH0	MARIANY	OC	64	27	48
KL7, AL7, NL7, WL7	ALJAŠKA	SA	(L)	01	353
KP1, NP1, WP1	NAVASSA	SA	11	08	283
KP2, NP2, WP2	PANENSKÉ OSTROVY	SA	11	08	276
KP4, NP4, WP4, též 3	PORTORIKO	SA	11	08	277
KP5, NP5, WP5	DESECHEO	SA	11	08	278
LA-LN	NORSKO	EV	18	14	348
LO-LW	ARGENTINA	JA	(M)	13	236
LX	LUCEMBURSKO	EV	27	14	274
LY	LITVA	EV	29	15	41
LZ	BULHARSKO	EV	28	20	138
OA-OC	PERU	JA	12	10	265
OD	LIBANON	AS	39	20	127
OE	RAKOUSKO	EV	28	15	175
OF-OI	FINSKO	EV	18	15	21

PREFIX	ZEMĚ	K	ITU	CQ	AZ
OH0	ALANDSKÉ OSTROVY	EV	18	15	10
OJ0	MARKET REEF	EV	18	15	7
OK-OL	ČESKÁ REPUBLIKA	EV	28	15	-
OM	SLOVENSKO	EV	28	15	95
ON-OT	BELGIE	EV	27	14	290
OX	GRÓNSKO	SA	(N)	40	318
OY	FAERSKÉ OSTROVY	EV	18	14	325
OZ	DÁNSKO	EV	18	14	347
P2	PAPUA NOVÁ GUINEA	OC	51	28	62
P4	ARUBA	JA	11	09	275
P5	SEVERNÍ KOREA	AS	44	25	50
PA-PI	NIZOZEMSKO	EV	27	14	298
PJ2	CURACAO	JA	11	09	275
PJ4	BONAIRE	JA	11	09	275
PJ5-PJ6	ST. EUSTATIUS & SABA	SA	11	08	274
PJ7	SINT MAARTEN	SA	11	08	275
PP-PY	BRAZÍLIE	JA	(O)	11	233
PP0-PY0	FERNANDO DE NORONHA	JA	13	11	235
PP0-PY0	ST. PETER & PAUL ROCK	JA	13	11	236
PP0-PY0	TRINIDADE & MARTIN VAZ	JA	15	11	223
PZ	SURINAM	JA	12	09	252
R1FJ-R1FJ_	ZEMĚ FRANTIŠKA JOSEFA	EV	75	40	10
R1MV-R1MV_	MALYJ VYSOCKIJ	EV	29	16	6
S0	ZÁPADNÍ SAHARA	AF	37	33	237
S2	BANGLADÉŠ	AS	41	22	84
S5	SLOVINSKO	EV	28	15	145
S7	SEYCHELY	AF	53	39	134
S9	SAO TOMÉ & PRINCIPE	AF	47	36	194
SA-SM	ŠVÉDSKO	EV	18	14	5
SN-SR	POLSKO	EV	28	15	44
ST	SÚDÁN	AF	(Z)	34	151
SU	EGYPT	AF	38	34	143
SV-SZ	ŘECKO	EV	28	20	149
SV5-SZ5	DODEKANÉZY	EV	28	20	139
SV9-SZ9	KRÉTA	EV	28	20	151
SV/A	MOUNTATHOS	EV	28	20	144
T2	TUVALU	OC	65	31	25
T30	ZÁPADNÍ KIRIBATI	OC	65	31	28
T31	CENTRÁLNÍ KIRIBATI	OC	62	31	9
T32	VÝCHODNÍ KIRIBATI	OC	(P)	31	339
T33	BANABA	OC	65	31	31
T5	SOMÁLSKO	AF	48	37	141
T7	SAN MARINO	EV	28	15	204
TA-TC	TURECKO	AS/EV	39	20	120
TF	ISLAND	EV	17	40	321
TG,TD	GUATEMALA	SA	11	07	293
TI,TE	KOSTARIKA	SA	11	07	285
TI9	KOKOSOVÝ OSTROV	SA	11	07	284
TJ	KAMERUN	AF	47	36	186
TK	KORSIKA	EV	28	15	218
TL	STŘEDOAFRICKÁ REPUBLIKA	AF	47	36	177

PREFIX	ZEMĚ	K	ITU	CQ	AZ
TN	KONGO	AF	52	36	182
TR	GABON	AF	52	36	190
TT	ČAD	AF	47	36	182
TU	POBŘEŽÍ SLONOVINY	AF	46	35	209
TY	BENIN	AF	46	35	201
TZ	MALI	AF	46	35	218
UA-UI, R_1-7	EVROPSKÉ RUSKO	EV	(Q)	16	53
UA2-UI2, RA2,					
R_2F_,R_2K	KALININGRAD	EV	29	15	25
UA-UI, RA-RZ8-0	ASIJSKÉ RUSKO	AS	(R)	(S)	55
UJ-UM	UZBEKISTÁN	AS	30	17	84
UN-UQ	KAZACHSTÁN	AS	(T)	17	60
V2	ANTIGUA & BARBUDA	SA	11	08	272
V3	BELIZE	SA	11	07	293
V4	ST. KITS & NEVIS	SA	11	08	274
V5	NAMIBIE	AF	57	38	179
V6	MIKRONÉSIE	OC	65	27	43
V7	MARSHALLOVY OSTROVY	OC	65	31	32
V8	BRUNEI	OC	54	28	79
VA-VE, VO, VY	KANADA	SA	(U)	(V)	305
VK	AUSTRÁLIE	OC	(W)	(X)	82
VK9	LORD HOWE	OC	60	30	72
VK9	WILLIS	OC	60	30	64
VK9	VÁNOČNÍ OSTROV	OC	54	29	97
VK9	COCOS-KEELING	OC	54	29	104
VK9	MELLISH REEF	OC	56	30	60
VK9	NORFOLK	OC	60	32	57
VK0	HEARD	AF	68	39	146
VK0	MACQUARIE	OC	60	30	119
VP2E	ANGUILLA	SA	11	08	275
VP2M	MONTSERRAT	SA	11	08	273
VP2V	BRIT. PANENSKÉ OSTROVY	SA	11	08	276
VP5	TURKS & CAICOS	SA	11	08	284
VP6	PITCAIRN	OC	63	32	300
VP6D	DUCHIE	OC	63	32	295
VP8	FALKLANDSKÉ OSTROVY	JA	16	13	224
VP8	JIŽNÍ GEORGIE	JA	73	13	211
VP8	JIŽNÍ ORKNEJE	JA	73	13	211
VP8	JIŽNÍ SANDWICHOVY OSTR.	JA	73	13	205
VP8, LU, CE9, HF0, 4K1	JIŽNÍ SHETLANDY	JA	73	13	215
VP9	BERMUDY	SA	11	05	287
VQ9	CHAGOS	AF	41	39	121
VR2	HONGKONG	AS	44	24	68
VU	INDIE	AS	41	22	91
VU	ANDAMANY & NIKOBARY	AS	49	26	92
VU	LAKADIVY	AS	41	22	112
XE-XI	MEXIKO	SA	10	06	302
XE4-XI4	REVILLA GIGEDO	SA	10	06	311
XT	BURKINA FASO	AF	46	35	209
XU	KAMBODŽA	AS	49	26	82

PREFIX	ZEMh	K	ITU	CQ	AZ
XW	LAOS	AS	49	26	80
XX9	MACAO	AS	44	24	69
XY-XZ	MYANMA (BARMA)	AS	49	26	85
YA	AFGHÁNISTÁN	AS	40	21	96
YB-YH	INDONÉSIE	OC	(Y)	28	93
YI	IRÁK	AS	39	21	115
YJ	VANUATU	OC	56	32	46
YK	SÝRIE	AS	39	20	126
YL	LOTYĚSKO	EV	29	15	27
YN	NIKARAGUA	SA	11	07	287
YO-YR	RUMUNSKO	EV	28	20	122
YS	EL SALVADOR	SA	11	07	291
YT-YU	SRBSKO	EV	28	15	137
YV-YY	VENEZUELA	JA	12	09	273
YV0	AVES	SA	11	08	274
Z2	ZIMBABWE	AF	53	38	164
Z3	MAKEDONIE	EV	28	15	145
ZA	ALBÁNIE	EV	28	15	156
ZB2	GIBRALTAR	EV	37	14	240
ZC4	UK SOV. BASE ON CYPRUS	AS	39	20	131
ZD7	ST. HELENA	AF	66	36	203
ZD8	ASCENSION	AF	66	36	214
ZD9	TR. DA CUNHA & GOUGH	AF	66	38	203
ZF	KAJMANSKÉ OSTROVY	SA	11	08	289
ZK1	JÍĚNÍ COOKOVY OSTROVY	OC	62	32	353
ZK1	SEVERNÍ COOKOVY OSTROVY	OC	62	32	356
ZK2	NIUE	OC	62	32	11
ZK3	TOKELAU	OC	62	31	13
ZL-ZM	NOVÝ ZÉLAND	OC	60	32	69
ZL7	CHATHAM	OC	60	32	63
ZL8	KERMADEC	OC	60	32	34
ZL9	AUCKLAND & CAMPBELL	OC	60	32	113
ZP	PARAGUAY	JA	14	11	242
ZR-ZU	JÍĚNÍ AFRIKA	AF	57	38	168
ZS8MI	PRINCE EDWARD & MARION	AF	57	38	165
1A0	SOV. MIL. ORDER OF MALTA	EV	28	15	204
1S	SPRATLY	AS	50	26	79
3A	MONAKO	EV	27	14	231
3B6,7	AGALEGA & ST. BRANDON	AF	53	39	136
3B8	MAURITIUS	AF	53	39	140
3B9	RODRIGUEZ	AF	53	39	135
3C	ROVNÍKOVÁ GUINEA	AF	47	36	189
3C0	ANNOBON (PAGALU)	AF	52	36	194
3D2	FIDĚ	OC	56	32	30
3D2	CONWAYREEF	OC	56	32	37
3D2	ROTUMA	OC	56	32	28
3DA	SVAZIJSKO	AF	57	38	165
3V	TUNIS	AF	37	33	203
3W	VIETNAM	AS	49	26	77
3X	GUINEA	AF	46	35	222
3Y	BOUVET	AF	67	38	188

PREFIX	ZEMĚ	K	ITU	CQ	AZ
3Y	OSTROV PETRA I.	AN	72	12	215
4J-4K	ÁZERBAJDŽÁN	AS	29	21	95
4O	ĽERNÁ HORA	EV	28	15	147
4L	GRUZIE	AS	29	21	98
4P-4S	SRÍ LANKA	AS	41	22	105
4U1ITU	ITU ĞENEVA	EV	28	14	250
4U1UN	SPOJENÉ NÁRODY (HQ)	SA	08	05	300
4W	VÝCHODNÍ TIMOR	OC	54	28	80
4X, 4Z	IZRAEL	AS	39	20	133
5A	LIBYE	AF	38	34	190
5B	KYPR	AS	39	20	131
5H-5I	TANZÁNIE	AF	53	37	152
5N-5O	NIGÉRIE	AF	46	35	199
5R-5S	MADAGASKAR	AF	53	39	149
5T	MAURITÁNIE	AF	46	35	232
5U	NIGER	AF	46	35	204
5V	TOGO	AF	46	35	201
5W	ZÁPADNÍ SAMOA	OC	62	32	13
5X	UGANDA	AF	48	37	157
5Y-5Z	KEĽA	AF	48	37	152
6V-6W	SENEGAL	AF	46	35	232
6Y	JAMAJKA	SA	11	08	284
7O	YEMEN	AS	39	21	136
7P	LESOTHO	AF	57	38	169
7Q	MALAWI	AF	53	37	159
7T-7Y	ALĞRSKO	AF	37	33	224
8P	BARBADOS	SA	11	08	268
8Q	MALEDIVY	AS	41	22	112
8R	GUYANA	JA	12	09	263
9A	CHORVATSKO	EV	28	15	148
9G	GHANA	AF	46	35	203
9H	MALTA	EV	28	15	188
9I-9J	ZAMBIE	AF	53	36	167
9K	KUVAJT	AS	39	21	117
9L	SIERRA LEONE	AF	46	35	222
9M2	ZÁPADNÍ MALAJSIE	AS	54	28	91
9M6, 8	VÝCHODNÍ MALAJSIE	OC	54	28	78
9N	NEPÁL	AS	42	22	85
9Q-9T	LIDOVÁ REPUBLIKA KONGO	AF	52	36	182
9U	BURUNDI	AF	52	36	163
9V	SINGAPUR	AS	54	28	90
9X	RWANDA	AF	52	36	162
9Y-9Z	TRINIDAD & TOBAGO	JA	11	09	270

POZNÁMKY:

★) - téĞ 3Y, 8J1, AT0, DP0, FT8Y, LU, OR4, R1AN,RI1AN_, VK0, VP8, ZL5, ZS1, ZX0 a ĞalĞí;

KONTINENTY:

AF - AFRIKA
 AN - ANTARKTIDA
 AS - ASIE
 EV - EVROPA

JA - JIŽNÍ AMERIKA
 OC - OCEÁNIE
 SA - SEVERNÍ AMERIKA

POZNÁMKY K ZÓNÁM:

A - 33, 42-44
 B - 23, 24
 C - 14, 16
 D - 67, 69-74
 E - 12, 13, 29, 30, 32, 38, 39
 F - 12, 14
 G - 30, 31
 H - 32, 33
 I - 6, 7, 8
 J - 3, 4, 5
 K - 61, 62
 L - 1, 2
 M - 14, 16

N - 5, 75
 O - 12, 13, 15
 P - 61, 63
 Q - 19, 20, 29, 30
 R - 20-26, 30-35, 75
 S - 16-19, 23
 T - 29, 30, 31
 U - 2, 3, 4, 9, 75
 V - 1-5
 W - 55, 58, 59
 X - 29, 30
 Y - 51, 54
 Z - 47, 48

6. KMITOČTOVÉ PLÁNY IARU

Rozvoj amatérské služby a množství různých způsobů komunikace způsobily, že bylo nutno v jednotlivých amatérských pásmech určit rozdílné úseky pro jednotlivé druhy provozu. Důvodem bylo hlavně omezení vzájemného rušení mezi jednotlivými uživateli amatérských pásem. Jde o tzv. IARU bandplány, neboť o tomto rozdělení se pravidelně jedná na mezinárodních konferencích IARU. Tyto bandplány byly akceptovány mezinárodními organizacemi, jako je CEPT, i administracemi jednotlivých zemí.

KV - bandplán**137 kHz**

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásmo [Hz]	Druh vysílání
135,7 – 137,8	200	CW, QRSS, úzkopásmové digitální módy

1,8 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásmo [Hz]	Druh vysílání
1810 - 1838	200	CW, CW QRP centrum aktivity 1836 kHz
1838 - 1840	500	NB
1840 - 1843	2700	All -DIGI, (*)
1843 - 2000	2700	All, (*)

3,5 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
3500 - 3510	200	CW, přednostně pro mezikontinentální spojení
3510- 3560	200	CW, přednostně CW pro závody, CW QRS centrum aktivity 3555 kHz
3560 - 3580	200	CW, CW QRP centrum aktivity 3560 kHz
3580 - 3590	500	NB - DIGI
3590 - 3600	500	NB - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
3600 - 3620	2700	All - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované), (*)
3600 - 3650	2700	All, přednostně SSB pro závody, centrum aktivity digitálního hlasu 3630 kHz, (*)
3650 - 3700	2700	All, SSB QRP centrum aktivity 3690 kHz
3700 - 3775	2700	All, přednostně SSB pro závody, Obraz centrum aktivity 3735 kHz, Region 1 centrum aktivity pro nouzovou komunikaci 3760 kHz
3775 - 3800	2700	All, přednostně pro mezikontinentální spojení

7 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
7000 - 7025	200	CW upřednostněné pro závody
7025 - 7040	200	CW QRP centrum aktivity 7030 kHz
7040 - 7047	500	Úzkopásmové módy - digimódy
7047 - 7050	500	Úzkopásmové módy - digimódy , automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
7050 - 7053	2700	Všechny módy - digimódy, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované), (*)
7053 - 7060	2700	Všechny módy - digimódy
7060 - 7100	2700	Všechny módy, centrum aktivity digitálního hlasu 7070 kHz, SSB QRP centrum aktivity 7090 kHz, SSB upřednostněné pro závody
7100 - 7130	2700	Všechny módy, Region 1 centrum aktivity pro nouzovou komunikaci 7110 kHz
7130 - 7200	2700	Všechny módy, SSB upřednostněné pro závody, Obraz centrum aktivity 7165 kHz
7175 - 7200	2700	Všechny módy, přednostně pro mezikontinentální spojení.

10 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
10100 - 10140	200	CW, CW QRP centrum aktivity 10116 kHz
10140 - 10150	500	NB, DIGI

14 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
14000 - 14060	200	CW, přednostně CW pro závody, CW QRS centrum aktivity 14055 kHz
14060 - 14070	200	CW, CW QRP centrum aktivity 14060 kHz
14070 - 14089	500	NB - DIGI
14089 - 14099	500	NB - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
14099 - 14101		IBP, výhradně pro majáky
14101 - 14112	2700	All - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
14112 - 14125	2700	All
14125 - 14300	2700	All, přednostně SSB pro závody, přednostně pro DX-expedice 14195 kHz $\pm$ 5 kHz, centrum aktivity digitálního hlasu 14130 kHz, Obraz centrum aktivity 14230 kHz, SSB QRP centrum aktivity 14285 kHz
14300 - 14350	2700	All, celosvětové centrum aktivity pro nouzovou komunikaci 14300 kHz

18 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
18068 - 18095	200	CW, CW QRP centrum aktivity 18086 kHz
18095 - 18105	500	NB - DIGI
18105 - 18109	500	NB - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
18109 - 18111		IBP, výhradně pro majáky
18111 - 18120	2700	All - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
18120 - 18168	2700	All, SSB QRP centrum aktivity 18130 kHz, centrum aktivity digitálního hlasu 18150 kHz, celosvětové centrum aktivity pro nouzovou komunikaci 18160 kHz

21 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásmu [Hz]	Druh vysílání
21000 - 21070	200	CW, CW QRS centrum aktivity 21055 kHz, CW QRP centrum aktivity 21060 kHz
21070 - 21090	500	NB - DIGI
21090 - 21110	500	NB - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
21110 - 21120	2700	All (s výjimkou SSB) - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
21120 - 21149	500	NB
21149 - 21151		IBP, výhradně pro majáky
21151 - 21450	2700	All, centrum aktivity digitálního hlasu 21180 kHz, SSB QRP centrum aktivity 21285 kHz, Obraz centrum aktivity 21340 kHz, celosvětové centrum aktivity pro nouzovou komunikaci 21360 kHz

24 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásmu [Hz]	Druh vysílání
24890 - 24915	200	CW, CW QRP centrum aktivity 24906 kHz
24915 - 24925	500	NB - DIGI
24925 - 24929	500	NB - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
24929 - 24931		IBP, výhradně pro majáky
24931 - 24940	2700	All - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
24940 - 24990	2700	All, SSB QRP centrum aktivity 24950 kHz, centrum aktivity digitálního hlasu 24960 kHz

28 MHz

Kmitočtový segment [kHz]	Max šíře pásma [Hz]	Druh vysílání
28000 - 28070	200	CW, CW QRS centrum aktivity 28055 kHz ,CW QRP centrum aktivity 28060 kHz
28070 - 28120	500	NB - DIGI
28120 - 28150	500	NB - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
28150 - 28190	500	NB
28190 - 28199		IBP, regionální časově sdílený
28199 - 28201		IBP, celosvětový časově sdílený
28201 - 28225		IBP, trvale běžící
28225 - 28300	2700	All - majáky
28300 - 28320	2700	All - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
28320 - 29200	2700	All, centrum aktivity digitálního hlasu 28330 kHz, SSB QRP centrum aktivity 28360 kHz, Obraz centrum aktivity 28680 kHz
29200 - 29300	6000	All - DIGI, automaticky řízené datové stanice (neobsluhované)
29300 - 29510	6000	Družicový downlink
29510 - 29520	6000	Ochranný kanál
29520 - 29550	6000	All - FM simplex – kanály 10 kHz
29560 - 29590	6000	All -FM vstup převaděčů (RH1 – RH4)
29600	6000	All - FM volací kanál
29610 - 29650	6000	All - FM simplex – kanály 10 kHz
29660 - 29700	6000	All -FM výstup převaděčů (RH1 – RH4)

Použití postranního pásma

Na kmitočtech nižších než 10 MHz se používá spodní postranní pásmo (LSB) a nad 10 MHz horní postranní pásmo (USB).

Amplitudová modulace může být použita v úsecích pro telefonii, přičemž je nutno brát ohled na uživatele vedlejšího kanálu.

Definice provozu

Všechny druhy	SSB, CW a ostatní druhy, které jsou uvedeny centrem aktivity, a AM (nutno brát ohled na uživatele vedlejšího kanálu).
Obraz	Libovolný analogový nebo digitální přenos obrazu s odpovídající šířkou pásma, například FAX a SSTV.
Úzkopásmové druhy	Všechny druhy provozu do šířky pásma 500 Hz, včetně CW, RTTY, PSK atd.
DIGI	Libovolný digitální druh provozu uvnitř šířky pásma, například PSK31, PSK 63, RTTY, MT63.
(*)	Nejnižší nastavení stupnice pro LSB: 1843, 3603, 7053 kHz.

Poznámky:

- CW spojení jsou přípustná v celém pásmu, s výjimkou úseků pro majáky. (Doporučení DV05_C4_13)
- Závodní aktivity nemají místo v pásmech 10, 18 a 24 MHz. (Doporučení DV05_C4_7)
- Výrazně automaticky šířená datová stanice zahrnuje i ukládací a předávací stanice.

Vysílací kmitočty:

- Zde uvedenými kmitočty se rozumí kmitočty, nikoli kmitočty potlačené nosné.

Neobsluhované vysílací stanice:

- Licence organizace jsou žádány, aby omezily tyto aktivity v KV pásmech. Doporučuje se, aby tyto stanice v KV pásmech byly používány pouze pod kontrolou operátora. Výjimku tvoří majáky odsouhlasené koordinátorem IARU Reg. 1 a speciální povolené experimentální stanice.

Pásmo 1,8 MHz:

- Ty organizace, které mají povolen provoz SSB pod 1840 kHz, mohou v tomto užití pokračovat, jsou však žádány, aby podnikly u svého povolovacího orgánu všechny potřebné kroky pro úpravu foné provozu podle kmitočtového plánu 1. Regionu IARU.

Pásmo 3,5 MHz:

- V kmitočtových segmentech 3500 - 3510 a 3775 - 3800 kHz má přednost mezi-kontinentální provoz.
- V případech, kde se nepředpokládá dx provoz, kmitočtové segmenty 3500-3510 kHz a 3775-3800 kHz se nezahrnují do kmitočtů vyhrazených pro závod. Lokální organizace mohou stanovit jiné (užší) limity v mezích segmentů přednostního užití pro provoz v národních závodech (uvnitř těchto limitů).
- 3510 - 3600 kHz může být použito pro neobsluhované ARDF majáky CW (A1A) (Doporučení DV05_C4_12).
- Aby nebyl poškozen dx provoz, nechť lokální organizace požádají národní povolovací orgán o zamezení používání kmitočtů z těchto segmentů stanicím jiné než amatérské služby.

Pásmo 10 MHz:

- SSB lze použít pouze v záchranném provozu bezprostředně sledujícím bezpečnost života a majetku, a to pouze stanicemi skutečně zapojenými do záchranného provozu.
- V Africe, v oblasti jižně od rovníku, lze v místních denních hodinách použít SSB provoz v segmentu 10120 - 10140 KHz.
- Zprávy a bulletiny nemají být vysílány v pásmu 10 MHz.

Pásmo 28 MHz:

- Lokální organizace nechť upozorní operátory, aby nevysílali mezi 29,5 a 29,51 MHz, aby nepřesobili rušení v amatérském družicovém řádníku.
- Pokusy s packet radiem provozem NBFM v pásmu 29 MHz:
Doporučenými vysílacími kmitočty je každých 10 kHz z intervalu 29210 až 29290 kHz v etapu. Užívá se kmitočtového zdvihu $\pm 2,5$ kHz a nejvyššího modulačního kmitočtu 2,5 kHz.

VKV - bandplán

Pásmo 50 - 52 MHz

Kmitočet [MHz]	Max. šířka pásma	Druh provozu	Použití
50,000 50,100 50,100	500 Hz	Telegrafie (a)	50,020 Majáky 50,090 Střed aktivity telegrafie
			50,110 – 50,130 Mezikontinentální telegrafie/SSB
			50,110 DX volací kmitočet (c)
			50,150 Střed SSB aktivity
			50,185 Střed crossband aktivity
			50,200 Střed MS aktivity
	2700 Hz	Telegrafie, SSB, MGM	50,255 JT44
			50,260 – 50,280 FSK441
			50,270 FSK441 volací kmitočet
			50,285 Střed PSK31 aktivity
50,500 50,500			50,400 +/-500 Hz Automatické zpravodajské majáky (WSPR)
			50,510 SSTV (AFSK)
			50,520 – 50,540 Simplexní (FM) internetová hlasové brány
			50,550 FAX
			50,600 RTTY (FSK)
			50,620 – 50,750 Digitální komunikace
			50,630 Volací kmitočet digitální fonie
			51,210 – 51,390 Vstupy FM převaděčů, kanálová rozteč 20 kHz (e)
			51,410 -51,590 Simplexní FM / DV (f)
			51,510 FM volací kmitočet
52,000			51,810 – 51,990 Výstupy FM převaděčů, kanálová rozteč 20 kHz (e)

DV = Digital Voice (digitální fonie)

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 50 - 52 MHz

1. Všeobecně

Tento bandplán byl poprvé přijat na konferenci IARU Region 1 v Torremolinos (1990) a upraven na konferencích v Tel Avivu (1996) a San Marinu (2002). Doporučuje se jeho použití v zemích evropské části regionu 1, které umožňují amatérské služby využití této části kmitočtového spektra.

1.1 Poznámky

a) Telegrafie je povolena v celém pásmu. CW exkluzivně mezi 50,000 - 50,100 MHz.

2. Použití

Následující poznámky se vztahují k sloupci použití. Nejde o rezervované kmitočty, ale záleží plně na etice provozovatele pásma, jak budou tato doporučení dodržována.

2.1 Poznámky

c) Mezikontinentální volací kmitočet 50,110 MHz nemá být nikdy použit pro volání uvnitř evropského kontinentu.

Pásmo 144 - 146 MHz

Kmitočet [MHz]	Max. šíře pásma	Druh provozu	Použití	
144,000	500 Hz	Telegrafie (a) EME	144,050	CW volací kmitočet
144,110			144,100	Random MS (m)
144,110	500 Hz	Telegrafie MGM	144,138	Střed aktivity PSK31
144,150			144,100 – 144,160	EME MGM
144,150	2700 Hz	Telegrafie, SSB, MGM	144,150 - 144,160	FAI SSB aktivita
144,180				
144,180	2700 Hz	Telegrafie + SSB	144,195 – 144,205	Random MS SSB (m)
144,360			144,300	SSB volací kmitočet
144,360	2700 Hz	Telegrafie, SSB, MGM	144,370	FSK441 Random volací kmitočet (m)
144,399				
144,400	500 Hz	Telegrafie, MGM	Výhradně majáky (b)	
			144,4905 +/- 500 Hz	Automatické zpravodajské majáky
144,490	20 kHz	Všechny druhy provozu (f)	144,500	SSTV volací kmitočet
144,500			144,525	ATV SSB střed aktivity zpětného volání
			144,600	RTTY volací kmitočet (n)
			144,630 – 144,660	Výstup lineárního přenášedce
			144,660 – 144,690	Vstup lineárního přenášedce
			144,700	FAX volací kmitočet
144,794			144,750	ATV volací kmitočet / zpětné volání
144,794	12 kHz	MGM (h)	144,800	APRS
144,990				
144,994	12 kHz	FM / DV	Výhradně pro vstupy převáděčů (c)	
145,194				
145,194	12 kHz	FM / DV (i)	Vesmírná komunikace (p)	
145,206				
145,194	12 kHz	FM / DV (i)	145,2375, 145,2875, 145,3375	Simplexní (FM) internetová hlasová brána
			145,300	Místní RTTY
			145,375	Volací kmitočet digitální fonie (mobil)
145,5935			145,500	Volací kmitočet
145,594	12 kHz	FM / DV	Výhradně pro výstupy převáděčů (c, d)	
145,7935				
146,794	12 kHz	FM/DV (i)	Vesmírná komunikace (p)	
145,806				
145,806	12 kHz	Všechny druhy provozu (e)	Výhradně pro družicovou komunikaci	
146,000				

POZNÁMKY ke kmitotvému plánu 144 - 146 MHz

1. IARU Region 1 bandplán

Následující poznámky jsou částí oficiálního přístupu IARU Region 1 bandplánu a všechny členské organizace nechť prosazují doporučení uvedená v těchto poznámkách.

1.1 Všeobecné

1) V Evropě se nepoužívá vstupní nebo výstupní kmitotet FM přecházející mezi 144,000 a 144,794 MHz.

2) S výjimkou části pásma, určené družicové amatérské službě, není dovoleno používat vstupní nebo výstupní kmitotety v pásmu 145 MHz pro přecházející s výstupním nebo vstupním kmitotetem v jiném pásmu (Miskolc-Tapolca 1978, San Marino 2002).

3) Paketové sdílení přístup k nim nemají být umísťovány do pásma 144 - 145 MHz. (Bylo zrušeno, Lillehammer 1999.) Je však uznáváno, že rozvoj paket rádia v některých oblastech Regionu 1 vyžaduje po určitou omezenou dobu použití přístupových kmitotet v pásmu 144 - 146 MHz (Düsseldorf 1989). Toto stanovisko potvrdila i konference IARU Region 1 v De Haanu (1993).

4) Majáky bez ohledu na ERP mají být umísťovány v exkluzivní části pásma.

1.2 Poznámky

a) CW je povoleno v celém pásmu s výjimkou úseku pro majáky; CW exkluzivně mezi 144,035 - 144,110 MHz.

b) V IARU Region 1 jsou majáky s ERP větším než 50 W koordinovány RSGB, koordinátorem IARU Region 1 pro majáky, kmitotety pro majáky s ERP 10 W a více nechť jsou sdíleny koordinátorovi.

c) Pro FM přecházející a simplexní provoz v pásmu 144 i 146 MHz se doporučuje systém s šířkou kanálu 12,5 kHz.

d) Využití výstupních kmitotet pro přecházející jako simplexních kanálů je možné.

e) Vzhledem k důležitosti aktivit amatérské družicové služby bylo na konferenci IARU Region 1 v Miskolc-Tapolca (1978) rozhodnuto:

1) AMSAT bude používat pásmo 145,8 - 146,0 MHz pro amatérskou družicovou službu. Toto bylo znovu potvrzeno na konferenci IARU Region 1 v Brightonu (1981).

f) V úseku pro všechny druhy provozu nemají být používány neobsluhované stanice. Výjimkou jsou lineární přenosy a ARDF. (Tel Aviv 1996, San Marino 2002)

h) Stanice v sítích mohou pracovat po omezenou dobu pouze v úseku pásma 145 MHz, který je určen pro digitální provoz (De Haan 1993).

i) Tento úsek je pouze pro simplexní použití bez bran pro digitální fonii. Provozovatelé digitální fonie nechť kontrolují, zda kanál není obsazen FM provozem.

2. Použití

Následující poznámky se vztahují k sloupci použití. Nejde o rezervované kmitotety, ale záleží plně na etice provozovatele pásma, jak budou tato doporučení dodržována.

EME aktivita MGM může být v úseku 144,110 - 144,160 MHz.

2.1 Poznámky

m) Viz procedury pro tyto druhy provozu.

n)) Bylo publikováno použití kmitotet okolo 144,600 MHz pro RTTY, aby se zabránilo vzájemnému rušení s jinými provozu.

p) Pro NBFM hlasovou komunikaci se zvláštěmi stanicemi, například vesmírnými objekty, se doporučuje kmitotet 145,000 MHz pro simplexní provoz nebo 145,200/145,800 MHz pro špičkový provoz (Vídeň 1995/Tel Aviv 1996).

q) Použití se, že v podmínkách pro soutěž ARDF jsou kmitotety pro neobsluhované stanice v úseku pásma 144,500 i 144,900 MHz. Tyto majáky mají malý výkon a jsou v provozu pouze pro ARDF událostech (Davos 2005).

Pásmo 430 - 440 MHz

Kmitočet [MHz]	Max. šíře pásma	Druh provozu	Použití
430,000	20 kHz	Všechny druhy provozu	430,400 – 430,575 Linky pro digitální komunikaci (g), (j)
(d)			430,600 – 430,925 Kanály převaděčů pro digitální komunikaci (g), (j), (l)
431,975			430,925 – 431,025 Multimode kanály (j), (k), (l)
432,000			431,050 – 431,825 Vstupy NBFM převaděčů, kanálová rozteč 25 kHz (f)
432,025	500 Hz	Telegrafie (a)	EME
432,100	500 Hz	Telegrafie (a) MGM	432,050 Střed aktivity telegrafie
432,100			432,088 Střed aktivity PSK31
432,400	2700 Hz	Telegrafie, SSB, MGM	432,200 Střed aktivity SSB
432,400			432,350 Střední kmitočet mikrovlnného dorozumívání
432,490	500 Hz	Telegrafie, MGM	432,370 FSK441 Random volací kmitočet
432,500	12 kHz	Všechny druhy provozu	Výhradně majáky (b)
432,975			432,500 Alternativní kmitočet APRS
433,400			432,500 – 432,600 Vstup lineárních přenášeců (e)
433,400			432,600 RTTY (ASK/PSK)
433,400	12 kHz	FM/DV	432,700 FAX (ASK)
433,400			432,600 – 432,800 Výstup lineárních přenášeců (e)
433,575			433,400 SSTV (FM/AFSK)
433,600			433,450 Volací kmitočet digitální fonie (mobil) FM volací kmitočet
433,600	20 kHz	Všechny druhy provozu	433,500 Simplexní kanály, šíře 25 kHz (433,400 – 433,575 MHz)
434,000			433,600 RTTY (AFSK/FM)
434,000			433,625 – 433,775 Kanály pro digitální komunikaci (g), (h), (i)
434,594			433,700 FAX (FM/AFSK)
434,594			433,800 APRS (n)
434,981			433,950, 433,9625, 433,975, 433,9875 Simplexní (FM) internetová hlasová brána
435,000	12 kHz	Všechny druhy provozu ATV (c)	434,000 Střední kmitočet pro digitální experimenty, jak je definováno v poznámce m
438,000			434,0125, 434,025, 434,0375, 434,050 Simplexní (FM) internetová hlasová brána
438,000	20 kHz (c)	Družicová služba ATC (c)	434,450 – 434,575 Kanály pro digitální komunikaci (s výhradou!!) (i)
438,000	20 kHz (c)	Všechny druhy provozu ATV (c)	438,025 – 438,175 Kanály pro digitální komunikaci (g)
440,000			438,200 – 438,525 Kanály převaděčů pro digitální komunikaci (g), (j), (l)
			438,550 – 438,625 Vicemódové (j), (k), (l)
			438,650 – 439,425 Výstupy NBFM převaděčů, kanálová rozteč 25 kHz (f)
			439,800 – 439,975 Kanály pro digitální linky (g), (j)
			439,9875 Střed POCSAG

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 430 - 440 MHz

1. IARU Region 1 bandplán

Následující poznámky jsou částí oficiálního pásma IARU Region 1 bandplánu a všechny členské organizace nechť prosazují doporučení uvedená v těchto poznámkách.

1.1 Všeobecně

1) V Evropě se nepoužívá vstupní nebo výstupní kmitočty FM přesádky mezi 432 a 433 MHz. (Od 1.1.2004 jsou tyto kmitočty mezi 432,000 a 432,600 MHz.)

2) Majáky, vzhledem k jejich ERP, nechť se nacházejí ve výhradní části pásma pro majáky.

1.2 Poznámky

a) CW je dovoleno v celém úzkopásmovém DX segmentu; výhradní CW část je 432,000 až 432,100 MHz. V této části pásma však může být použito PSK31.

b) V IARU Region 1 musí být kmitočty pro majáky s ERP větším než 50 W koordinovány prostřednictvím koordinátora majáků IARU Region 1.

c) 1) Operátoři ATV nechť používají, pokud je to možné, mikrovlnná pásma; mohou však používat pásma 430 MHz tam, kde je to povoleno. V případě rušení mezi ATV a amatérskou satelitní službou má přednost satelitní služba.

2) Vysílání ATV v pásmu 430 MHz má místo v segmentu 434,000 - 440,000 MHz. Nosná obrazu nechť je pod 434,500 MHz nebo nad 438,500 MHz. Národní organizace nechť sdělí svým členům přesné kmitočty s ohledem na zájmy ostatních uživatelů (Noord-wijkhout 1987).

d) Slova „Subregionální (národní) bandplán“ ve vztahu k IARU Region 1 VHF/UHF/mikrovlnným bandplánům znamenají: v pásmech nebo částech pásma, která není možno používat v celém IARU Region 1, kmitočtové plány nechť jsou koordinovány na subregionální bázi mezi zeměmi, které tato pásma mají pro amatérskou službu přiděleny. Slova „Národní bandplány“ se vztahují k pásmům, která jsou povolena jen v jedné zemi (70 MHz), nebo v zemích, které jsou od sebe velmi vzdáleny (Torremolinos 1990).

e) Na konferenci IARU Region 1 v Torremolinos (1990) výstupní pásmo pro lineární přesádky bylo rozšířeno z 432,700 na 432,800 kHz za následujících podmínek:

Stávající používání kmitočtů 432,600 MHz pro RTTY (ASK/PSK) a 432,700 MHz pro FAX má být respektováno při zřizování lineárních přesádek, které využívají tyto kmitočtové pásma.

2. Použití

Následující poznámky se vztahují ke sloupci „Použití“. Nejde o rezervované kmitočty, ale záleží plně na etice provozovatele pásma, jak budou tato doporučení dodržována.

2.1 Všeobecně

Během závodů a otevření pásma se doporučuje místní provoz úzkopásmovými módy na kmitočtech 432,500 - 432,800 MHz.

2.2 Poznámky

g) V části použití pásma 435 MHz byly určeny následující segmenty pro digitální komunikaci:

- 1) 430,544 - 430,931 MHz pro vstupy přesvádčů pro digitální komunikaci s odstupem 7,6 MHz a tomu odpovídající výstupy 437,194 - 438,531 MHz.
- 2) 433,619 - 433,781 MHz a 438,019 - 438,181 MHz.
- 3) 430,394 - 430,581 MHz a 439,794 - 439,981 MHz pro digitální komunikační linky.

Vzhledem k rozdílným kmitočtovým pásmům, zájmům jiných uživatelů a možnému rušení od ISM mohou být uplatněny různé digitální systémy nebo technika, případně subregionální nebo národní zájmy v těchto segmentech.

h) V těchto zemích, kde 433,619 - 433,781 MHz je jediným úsekem pásma 435 MHz, který lze použít pro digitální komunikaci, není nutno používat techniku s kanálovým rozestupem 25 kHz. Je-li v zahraničí používána rozdílná či nekompatibilní technika, je třeba tuto jinost koordinovat mezi zainteresovanými zeměmi, aby se zamezilo vzájemnému rušení.

i) Krátkodobě v těchto zemích, kde 433,619 - 433,781 MHz je jediný úsek pásma 435 MHz, který lze použít pro digitální komunikaci:

- 1) kanály 432,500, 432,525, 432,550, 432,575, 434,450, 434,475, 434,500, 434,525, 434,550 a 434,575 MHz mohou být použity pro digitální komunikaci;
- 2) použití těchto kanálů nesmí způsobit rušení lineárním přenosovým;
- 3) na těchto kanálech nesmí být použity modulační metody, které vyžadují větší odstup kanálů, než je 25 kHz (De Haan 1993).

j) Konference IARU Region 1 v Torremolinos (1990) přijala následující doporučení týkající se kmitočtových segmentů dle poznámky g):

Pro přesvádč nebo linku, která je umístěna blíže než 150 km od státních hranic, nechť členská organizace koordinuje kmitočty a systém se zahraniční členskou organizací. Zvláštní pozornost nechť je věnována dobré praxi - použití směrových antén a minimálního nutného výkonu.

Tyto postupy platí též pro experimenty s linkami mimo vícemódové kanály v úseku 438,544 - 438,631 MHz (De Haan).

k) Tyto vícemódové kanály jsou určeny pro experimentování s novými technologiemi (de Haan, 1993).

l) V UK je v úseku kanálů pro přesvádčů 438,419 - 438,581 MHz možno používat malovýkonové šifrované přesvádčů. Kde je to nutné, kmitočty budou koordinovány se sousedními zeměmi (De Haan 1993).

m) Pokusy s digitálními módy, využívající širokopásmovou techniku v pásmu 435 MHz, mohou být uskutečňovány v těchto zemích, které mají celý 10 MHz pásma. Tyto experimenty nechť jsou uskutečňovány v úseku pro všechny druhy provozu v okolí 434 MHz, s horizontální polarizací a minimálním nezbytným výkonem (Tel Aviv 1996).

n) Toto platí v případě, že není možno použít 144,800 MHz (Davos 2005).

o) Společný úsek DV/FM je pouze pro simplexní použití bez bran pro digitální fonii. Provozovatelé digitální fonie nechť kontrolují, zda kanál není obsazen FM provozem.

Pásmo 1240 - 1300 MHz

Kmitočet [MHz]	Max. šířka pásma	Druh provozu	Použití
1240,000	20 kHz	Všechny druhy provozu	1240,000 - 1241,000 Digitální komunikace
			1242,025 - 1242,250 Výstupy převaděčů, kanály RS1-RS10
			1242,250 - 1242,700 Výstup převaděčů, kanály RS11-RS28
			1242,725 - 1243,250 Packet Radio, duplexní kanály RS29-RS50
1243,250	(d)	ATV digitální ATV	1258,150 - 1259,350 Výstup převaděčů, kanály R20-R68
1260,000		Družicová služba	
1260,000	(d)		
1270,000	20 kHz	Všechny druhy provozu	1270,025 - 1270,700 Vstup převaděčů, kanály RS1-RS28
			1270,725 - 1271,250 Packet Radio, duplexní kanály RS29 - RS50
1272,000	(d)	ATV digitální ATV	
1290,994			
1290,994	12 kHz	Vstup FM převaděčů	Kanálová rozteč 25 kHz
1291,481			Kanály RM0 (1291,000) - RM19 (1291,475)
1291,494	(d)	Všechny druhy provozu	Vstup převaděčů, kanály R20 (1293,150) - R68 (1294,350)
1296,000			
1296,000	500 Hz	Telegrafie MGM	1296,000 - 1296,025 EME
1296,150			1296,138 Střed aktivity PSK31
1296,150	2700 Hz	Telegrafie SSB MGM	1296,200 Střed aktivity
			1296,370 FSK441 MS volací kmitočty
			1296,400 - 1296,600 Vstup lineárních přenášačů
			1296,500 Střed aktivity obrazových módů (SSTV, FAX, atd.)
			1296,600 Střed aktivity úzkopásmových datových módů (MGM, RTTY, atd.)
			1296,600 - 1296,700 Výstup lineárních transponderů
			1296,750 - 1296,800 Místní majáky
			1296,700 - 1296,800 Může být použito k alternativním účelům
1296,800	500 Hz	Telegrafie MGM	Výhradně pro majáky (b)
1296,800			
1296,9875	12 kHz	Výstup FM převaděčů	Kanálová rozteč 25 kHz
1296,994			Kanály RM0 (1297,000) - RM19 (1297,475)
1297,481	12 kHz	FM/DV (c)	SM20 (1297,500)
1297,494			(25 kHz odstup – simplex)
			1297,500 Střed FM aktivity
			1297,725 Volací kmitočty digitální fonie
			1297,900, 1297,925, Simplexní (FM) internetová hlasová brána
			1297,950, 1297,975
			(25 kHz odstup – simplex)
			SM39 (1297,975)
1297,981	20 kHz	Všechny druhy provozu	1298,025 - 1298,500 Výstup převaděčů, kanály RS1-RS28
1298,000			1298,500 - 1300,000 Digitální komunikace
			1298,725 - 1299,000 Packet Radio, duplexní kanály RS29 - RS40
1300,000			

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 1240 i 1300 MHz

1. IARU Region 1 bandplán

Následující poznámky jsou částí oficiálního schváleného IARU Region 1 bandplánu pro toto pásmo konferencí IARU Region 1 v Noordwijkerhout (1987) a všechny jmenované organizace nechť prosazují doporučení uvedená v těchto poznámkách.

1.1 Poznámky

b) V IARU Region 1 jsou kmitočty pro majáky s ERP větším než 50 W koordinovány prostřednictvím koordinátora majáků IARU Region 1.

1296,750 - 1296,800 MHz - místní majáky, 10 W ERP max. Místní majáky nemusí být koordinovány IARU, ale národní organizace nechá to sdělit IARU R1 majákovému koordinátorovi.

c) V zemích, kde 1298 i 1300 MHz není povoleno pro amatérskou službu, může být úsek pro simplexní provoz FM použit též pro digitální komunikace.

d) G3E pásma je závislá na národních předpisech.

e) Společný úsek DV/FM je pouze pro simplexní použití bez bran pro digitální fonii. Provozovatelé digitální fonie nechá kontrolovat, zda kanál není obsazen FM provozem.

2. Použití

Následující poznámky se vztahují ke sloupci Použití. Nejde o rezervované kmitočty, ale záleží plně na etice provozovatele pásma, jak budou tato doporučení dodržována.

2.1 Všeobecně

Během závodů a otevření pásma se doporučuje místní provoz úzkopásmovými módy na kmitočtech 1296,500 i 1296,800 MHz.

Pásmo 2300 - 2450 MHz

Kmitočet [MHz]	Druh provozu	Použití
2300,000	Všechny druhy provozu	2304 – 2306 Úzkopásmový úsek v zemích, kde není možno používat 2320 – 2322 MHz
2320,000		2308 – 2310 Úzkopásmový úsek v HB
2320,000	Pouze telegrafie (c)	2320,000 – 2320,025 EME
2320,150		2320,138 Střed PSK31 aktivity
2320,150	Telegrafie / SSB (c)	2320,200 Střed SSB aktivity
2320,800		2320,750 – 2320,800 Místní majáky
2320,800	Výhradně pro majáky (c)	
2321,000	FM simplexní a převaděčové kanály (b)	
2322,000		
2322,000	Všechny druhy provozu (b)	2322,000 - 2355,000 ATV
		2355,000 - 2365,000 Digitální komunikace
		2365,000 - 2370,000 Převaděče
		2370,000 - 2392,000 ATV
2400,000	Amatérská družicová služba	2392,000 - 2400,000 Digitální komunikace
2400,000		2427,00 – 2443,00 ATV v případě, že úsek nevyužívají družice
2450,000		

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 2300 i 2450 MHz

- a) Slova řSub-regionální (národní) plán pásmaø je nutno vysvětlit následovně. V pásmech nebo jejich úsecích, která nejsou povolena v celém Regionu 1, nechŠ jsou tato pásma nebo jejich úseky koordinována mezi zeměmi, kde jsou povolena. Slova řnárodní plán pásmaø se vztahují k pásmům, která jsou povolena jen v jedné zemi, nebo v zemích od sebe vzdálených. (Torremolinos 1990)
- b) V zemích, kde 2322 i 2400 MHz není povoleno pro amatérskou službu, mŤže být úsek pro simplexní provoz FM a převádě e 2321 i 2322 MHz použit též pro digitální komunikace.
- c) V zemích, kde není povolen úsek pro úzkopásmové provoz y 2320 i 2322 MHz, mohou být použity pro úzkopásmové provoz y následující úseky:

2304 i 2306 MHz,
2308 i 2310 MHz.

- d) 2320,750 - 2320,800 MHz - místní majáky, 10 W ERP max. Místní majáky nemusí být koordinovány IARU, ale národní organizace nechŠto sdějí IARU R1 majákovému koordinátorovi.

Pásmo 3400 - 3410 MHz

Kmitočet [MHz]	Druh provozu	Použití	
3400,000	Úzkopásmové druhy provozu	3400,100	Střed aktivity
		3400,750 – 3400,800	Místní majáky
3402,000		3400,800 – 3400,995	Majáky za účelem sledování šíření
3402,000 3410,000	Všechny druhy provozu	3402 – 3410	Plánován družicový downlink

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 3400 i 3410 MHz

- a) 3400,750 - 3400,800 MHz - místní majáky, 10 W ERP max. Místní majáky nemusí být koordinovány IARU, ale národní organizace nechŠto sdějí IARU R1 majákovému koordinátorovi.

Pásmo 5650 - 5850 MHz MMHz

Kmitočet [MHz]	Druh provozu	Použití
5650,000 5668,000	Amatérská družicová služba (vzestupné linky)	
5668,000	Amatérská družicová služba (vzestupné linky) + úzkopásmové druhy provozu (a)	5668,200 Střed aktivity úzkopásmových provozů 5668,750 – 5668,800 Místní majáky 5668,800 – 5668,995 Majáky za účelem sledování šíření
5670,000	Digitální provoz	
5670,000 5700,000	ATV	
5700,000 5720,000	Všechny druhy provozu	
5720,000 5760,000	Úzkopásmové druhy provozu (a)	5760,200 Střed aktivity úzkopásmových provozů 5760,750 – 5760,800 Místní majáky 5760,800 – 5760,995 Majáky za účelem sledování šíření
5760,000	Všechny druhy provozu	
5762,000 5790,000	Amatérská družicová služba (sestupné linky)	
5790,000 5850,000		

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 5650 i 5850 MHz

- a) Národní organizace jsou vybízeny, aby informovaly své členy, aby preferovali provoz v obou úzkopásmových úsecích.
- b) 5668,750 - 5668,800 MHz a 5760,750 - 5760,800 MHz - místní majáky, 10 W ERP max. Místní majáky nemusí být koordinovány IARU, ale národní organizace nechť se sdělí IARU R1 majákovému koordinátorovi.

Pásmo 10 000 - 10 500 MHz

Kmitočet [GHz]	Druh provozu	Použití
10,000 10,150	Digitální provoz	
10,150 10,250	Všechny druhy provozu	
10,250 10,350	Digitální provoz	
10,350 10,368	Všechny druhy provozu	
10,368	Úzkopásmové druhy provozu	10,368200 Střed aktivity úzkopásmových druhů provozu
		10,368750 - 10,368800 Místní majáky
10,370		10,368800 - 10,368995 Majáky za účelem sledování šíření
10,370 10,450	Všechny druhy provozu	
10,450 10,500	Amatérská družicová služba + všechny druhy provozu	10,450 – 10,452 Úzkopásmové druhy provozu v zemích, kde není možný úsek 10,368 – 10,370

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 10,0 i 10,5 GHz

1. Poznámky

- a) V zemích, kde není povolen úsek pro úzkopásmové provoz 10368 - 10370 MHz, je navrhován jako alternativní úsek 10450 i 10452 MHz
- b) 10368,750 - 10368,800 MHz - místní majáky, 10 W ERP max. Místní majáky nemusí být koordinovány IARU, ale národní organizace nechť se sdílí IARU R1 majákovému koordinátorovi.

Pásmo 24 000 - 24 250 MHz

Kmitočet [GHz]	Druh provozu	Použití
24,000 24,048	Všechny druhy provozu	
24,048	Amatérská družicová služba + úzkopásmové druhy provozu	24,048200 Střed aktivity úzkopásmových druhů provozu 24,048750 - 24,048800 Místní majáky 24,048800 - 24,048995 Majáky za účelem sledování šíření
24,050 24,250	Všechny druhy provozu (nepreferované) (a)	24,125 Přednostní pracovní kmitočet pro širokopásmová zařízení

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 24,0 i 24,25 GHz

1. Poznámky

- a) Spodních 50 MHz pásma 24 GHz má amatérská a amatérská družicová služba přidělena na primární bázi, zbývajících horních 200 MHz na bázi sekundární. Úsek pásma pro všechny druhy provozu v sekundární části není využíván pouze v těch případech, když preferovaný úsek nemůže být využit.
- b) 24048,750 - 24048,800 MHz - místní majáky, 10 W ERP max. Místní majáky nemusí být koordinovány IARU, ale národní organizace nechť se sdílí IARU R1 majákovému koordinátorovi.

Pásmo 47 000 - 47 200 MHz

Kmitočet [GHz]	Druh provozu	Použití
47,000 47,088	Všechny druhy provozu	
47,088	Amatérská družicová služba + úzkopásmové druhy provozu	47,088200 Střed aktivity úzkopásmových druhů provozu
47,090 47,200	Všechny druhy provozu	

Pásmo 75 500 - 81 500 MHz

Kmitočet [GHz]	Druh provozu	Použití
75,500	Amatérská družicová služba + všechny druhy provozu (preferované [1])	75976,200 MHz Preferovaný střed aktivity úzkopásmových druhů provozu
76,000	Všechny druhy provozu (nepreferované [2])	76032,200 MHz Střed aktivity úzkopásmových druhů provozu v některých zemích
77,500	Amatérská družicová služba + úzkopásmové druhy provozu (nepreferované / preferované [3])	77500,200 MHz Preferovaný střed aktivity úzkopásmových druhů provozu v zemích mimo CEPT
77,501	Všechny druhy provozu (preferovaný úsek)	
78,000	Všechny druhy provozu (nepreferovaný úsek)	
81,500		

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 75,5 i 81,5 GHz

1. Poznámky

- a) Preferováno v těch zemích CEPT, které působily EU35.
- b) Úsek 77,5 i 78 GHz má amatérská a amatérská družicová služba přidělen na primární bázi a v úseku 75,5 i 76 GHz primární status díky ECA poznámce EU35 v CEPT zemích. V ostatních zemích pak sekundární statut. Úsek pásma pro všechny druhy provozu v sekundární části nechť je využíván tehdy, nelze-li použít preferovaný úsek.
- c) Preferováno v těch zemích, které nepůsobily EU35.

Pásmo 122 500 - 123 000 MHz

Kmitočet [GHz]	Druh provozu	Použití
122,250 122,251	Úzkopásmové druhy provozu	
122,251 123,000	Všechny druhy provozu	

Pásmo 134 000 - 141 000 MHz

Kmitočet [GHz]	Druh provozu	Použití
134,000 134,001	Amatérská družicová služba + úzkopásmové druhy provozu	
134,001 136,000	Všechny druhy provozu (preferovaný úsek)	
136,000 141,000	Všechny druhy provozu (nepreferovaný úsek) (a)	

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 134 - 141 GHz

- a) Mezi 134 a 136 GHz má amatérská a amatérská družicová služba přednost na primární bázi, zbývající část pásma na bázi sekundární. Úsek pásma pro všechny druhy provozu v sekundární části není využíván pouze v tichých pásmech, když preferovaný úsek nemůže být využit.

Pásmo 241 000 - 250 000 MHz

Kmitočet [GHz]	Druh provozu	Použití
241,000 248,000	Všechny druhy provozu (nepreferovaný úsek) (a)	
248,000 248,001	Amatérská družicová služba + úzkopásmové druhy provozu	
248,001 250,000	Všechny druhy provozu (preferovaný úsek)	

POZNÁMKY ke kmitočtovému plánu 241 i 250 GHz

- a) Mezi 248 a 250 GHz má amatérská a amatérská družicová služba přednost na primární bázi, zbývající část pásma na bázi sekundární. Úsek pásma pro všechny druhy provozu v sekundární části není využíván pouze v těch případech, když preferovaný úsek nemůže být využit.

7. PROVOZNÍ PRAXE

Provozní dovednosti

Co znamená:

- **QRL?** - Používá někdo tento kmitočet?
- **CQ DX** - všeobecná výzva pro dálkové spojení
- **CQ SA** - všeobecná výzva pro jihoamerické stanice
- **CQ VK** - všeobecná výzva pro australské stanice
- **CQ DE A35EA PSE UP 5** - všeobecná výzva ze stanice A35EA, prosím volejte o 5 kHz výše; 10 DWN - 10 kHz níže
- **CQ CONTEST** - výzva do závodu
- **I WILL NOT OPERATE WITH OK FOR ONE HOUR** - po dobu 1 hodiny nebudu pracovat s OK stanicemi
- **SHORT PATH** - (šíření) krátká cesta
- **LONG PATH** - (šíření) dlouhá cesta
- **IS THIS FREQUENCY IN USE (OCCUPIED)?** - Je tento kmitočet používán (obsazen)?

Šíření elektromagnetických vln

Pod jakým azimutem se směřuje z Prahy při normálních podmínkách šíření směrem na:
(VKV provoz):

Brno	- 121°	Sněžku	- 53°
Kleš	- 183°	Pradib	- 90°
Klínovec	- 287°	Jegtib	- 30°
Bratislavu	- 137°	Berlín	- 347°
Mt. Blanc	- 240°	Paříž	- 267°

(KV provoz):

VK2, W9, ZS, LU, KH6, JA, KL7, HZ, JT, HK apod.

Praktické CW spojení

Vzor typického spojení:

Stanice OK1AA volá výzvu:

CQ CQ CQ DE OK1AA OK1AA - *opakujeme 2 až 3x a na závěr vyřekneme:* PSE K

Stanice OK1AA volá stanici OK1ZZ:

OK1AA OK1AA DE OK1ZZ OK1ZZ OK1ZZ PSE KN

Odpovíká stanice OK1AA:

OK1ZZ OK1ZZ DE OK1AA OK1AA = GM DR OM TNX FER CALL = UR RST 589 589 =
QTH PRAHA PRAHA ES MY NAME KAREL KAREL = HW? + OK1ZZ OK1ZZ DE OK1AA
PSE KN

Odpovíká stanice OK1ZZ:

OK1AA OK1AA DE OK1ZZ OK1ZZ = R R GM DR KARLE TNX FER ALL = UR RST 599 599
HR IN Kladno = MY NAME JENDA = PSE UR QSL CARD = MY QSL SURE VIA BURO =
QRU? + OK1AA DE OK1ZZ PSE KN

Závěrečná relace stanice OK1AA:

OK1ZZ OK1ZZ DE OK1AA = R R ALL OK DR JENDO TNX FER NICE QSO = MY QSL SURE
VIA BUREAU = MY BEST 73 ES HPE CUAGN = GL + OK1ZZ OK1ZZ DE OK1AA PSE KN

Závěrečná relace OK1ZZ:

OK1AA DE OK1ZZ = R ALL FB DR KARLE = VY 73 ES MNI DX = GB + OK1AA DE
OK1ZZ SK

Praktické fone spojení

Všeobecná výzva ze stanice OK1VVV (asi 3x), prosím volejte OK1VVV, pšjem.

OK1VVV, volá tď OK1XXX (2x až 3x), stanice OK1XXX pšchází na pšjem.

OK1XXX, odpovídá ti OK1VVV. Dobré odpoledne, milý pšteli, díky za zavolání, poslouchám tď velmi dobře (59), moje stanovištď je Praha a jmenuji se Jirka. Jak jsi mď pšjal? OK1XXX, OK1VVV pšchází na pšjem.

OK1VVV, zde je pro tebe OK1XXX. Dobré odpoledne milý Jirko, vše jsem v pošdku pšjal. Poslouchám tď též 59. Vysílám z Kolína a jmenuji se Milan. Prosím tď o zaslání QSL lístku. Jinak pro tebe nic nemám. Díky ti za spojení a tďjím se, že se znovu na pásmu setkáme. Mnoho srdeč ných pozdravů (73) a brzy na slyšenou. OK1VVV, zde končí milé spojení OK1XXX. Pšjem.

OK1XXX, zde je OK1VVV. Vše pšjato. Milane, QSL ti pošlu a prosím tď o zaslání QSL. Díky ti za spojení a na shledanou. OK1XXX, OK1VVV končí velmi milé spojení.

Fone spojení v angličtině a němčině

CQ CQ, this is OK1AA calling CQ and standing by.

Allgemeiner Anruf, hier ist OK1AA mit CQ und geht auf Empfang.

Hello OK1AA, this is W1YY calling you.

Achtung OK1AA, hier ruft Sie DJ1ZZ.

W1YY, this is OK1AA returning. Good morning (afternoon). Thank you for the call. Your report is five and nine. My name is Karel and my location is Praha. How did you copy? So the mike back to you. W1YY, OK1AA is listening.

DJ1ZZ, hier kommt OK1AA zurück. Guten Morgen (Tag). Ich danke Ihnen für den Anruf. Der Rapport für Sie ist fünf und neun. Mein Name ist Karel und mein Standort ist Praha. Wie können sie mich aufnehmen? Also das Microfon an Sie zurückgeben. DJ1ZZ, OK1AA geht auf Empfang.

OK1AA, W1YY returning. Good morning dear Karel. Your signal is very strong Q five and S nine. My name is Nick and my location is 20 kilometres east of Boston. I'll be very happy to receive your QSL-card. My QSL is one hundred percent sure. Thank you very much for an enjoyable QSO and I hope to meet you soon again. OK1AA, W1YY standing by.

OK1AA, DJ1ZZ zurück. Guten Morgen Karel. Ihr Signal ist sehr stark Q fünf und S neun. Meine Name ist Bernd und mein QTH ist Berlin, die Hauptstadt der

Bundesrepublik Deutschland. Ich würde mich über Ihre QSL-Karte sehr freuen. Meine QSL geht hundert prozentig ab senden. Ich danke Ihnen vielmals für ein sehr genussreiches QSO und Ich hoffe Sie bald wieder zu treffen. OK1AA, DJ1ZZ geht auf Empfang.

W1YY, this is OK1AA returning. Dear Nick, thanks for all information. I'll certainly send you my QSL-card via the bureau. Thank you for a QSO, I wish you good luck and lots of DX. OK1AA is closing down with W1YY.
DJ1ZZ, hier ist OK1AA zurück. Lieber Bernd, Ich danke Ihnen für alle Informationen. Meine QSL-Karte werde ich Ihnen ganz sicher über das Büro schicken. Ich danke Ihnen für das QSO, Ich wünsche Ihnen viel Glück und viel DX. OK1AA endet das schöne QSO mit DJ1ZZ.

C) NÁRODNÍ A MEZINÁRODNÍ PŘ EDPISY PRO AMATÉRSKOU A AMATÉRSKOU DRUŽICOVOU SLUŽBU

1. ITU PŘ EDPISY

Radiokomunikační řád je jedním ze základních dokumentů Mezinárodní telekomunikační unie - ITU. Unie byla založena již 17. května 1865 dvaceti evropskými státy, tehdy pod názvem Mezinárodní telegrafní unie. České země stály u jejího zrodu jako součást rakouského mocnářství. Unie je dnes stálou mezinárodní organizací při OSN pro dálkové telekomunikace a správu kmitočtového spektra. Po rozpadu sl. federace přestoupila samostatná Česká republika k Ústavu ITU a k Úmluvě ITU usnesením vlády ČR č. 397/1994 dne 13. března 1994, a usnesením vlády ČR č. 819/2000 ze dne 23. srpna 2000 schválila také změny obou základních dokumentů ITU. Opatření ITU jsou tedy v ČR právně závazná z titulu členství ČR v ITU a v mezích základních dokumentů ITU.

Radiokomunikační řád

Stejně jako pro ostatní uživatele rádiových vln je Radiokomunikační řád závazný i pro radioamatéry. Radiokomunikační řád definuje amatérskou službu jako radiokomunikační službu, která slouží k vlastnímu vzdělávání, vzájemné komunikaci a technickému zkoumání uskutečňovanému amatéry, to je plně autorizovanými osobami, které se zajímají o radio-techniku jedině z osobního snažení a bez peněžních zájmů. Obdobně je definována i amatérská družicová služba, která k rádiové komunikaci používá vesmírné stanice na družicích.

Amatérská stanice je pak definována jako stanice amatérské služby.

Článek 25

Amatérská služba

Část I - Amatérská služba

25.1 § 1 Radiová komunikace mezi amatérskými stanicemi různých zemí může být povolena, jestliže k tomuto způsobu jedna z administrací nevznese námitky.

25.2 § 2 1) Vysílání mezi amatérskými stanicemi různých zemí musí být omezeno na komunikaci odpovídající podmínkám amatérské služby, definovaným v § 1.56 a poznámky osobního charakteru.

25.2A 1) Vysílání mezi amatérskými stanicemi různých zemí nesmí být kódováno, aby se zamezilo zveřejnění jeho významu, výjimku mohou mít šifrovací signály přenášené z pozemské šifrovací stanice na vesmírnou stanici amatérské družicové služby.

25.3 2) Amatérské stanice mohou být použity pro mezinárodní komunikaci pro třetí osoby pouze v nouzových a katastrofálních případech. Administrace mohou stanovit použití těchto provizorií v souladu se zákony.

25.4 zrušeno

25.5 § 3 1) Administrace mohou stanovit, zda osoba žádající o povolení k obsluze amatérské stanice musí nebo nemusí dokázat schopnost vysílat a přijímat texty ve známkách Morseovy abecedy.

25.6 2) Administrace musí ověřit provozní a technickou kvalifikaci každé osoby, která chce obsluhovat amatérskou stanici. Vodítko pro standardy oprávnění mohou najít v soulasně verzi Doporučení ITU-R M. 1544.

25.7 § 4 Maximální výkon amatérské stanice může stanovit příslušná administrace.

25.8 § 5 1) Všechny související články a nařízení ustanovení, úmluvy a předpisy se vztahují na amatérské stanice.

25.9 2) Během vysílání musí amatérské stanice v krátkých intervalech vysílat svou volací značku.

25.9A Administrace jsou podporovány v tom, aby učinily patřité kroky k umožnění amatérským stanicím přispívat na komunikaci potřebou k podpoře nouzových situací.

25.9B Administrace může stanovit, zda povolí, nebo nepovolí osobě, která získala licenci obsluhovat amatérskou stanici u jiné administrace, obsluhovat amatérskou stanici, když se tato osoba dočasně nachází na jejím území. Může stanovit podmínky nebo omezení.

Část II - Amatérská družicová služba

25.10 § 6 Ustanovení části I tohoto článku se stejně týkají amatérské družicové služby.

25.11 § 7 Administrace, které povolí amatérské družicové služby vesmírnou stanicí jsou povinny zabezpečit, aby byly zřezeny příslušné pozemské řídící stanice před jejím vypuštěním, aby případné rušení od stanice amatérské služby mohlo být okamžitě ukončeno (viz příloha 22.1).

Každý typ služby má přidělena určitá kmitočtová pásma. Tento předpis může být buď na bázi primární nebo sekundární.

Jde-li o sekundární službu, nesmí tato služba působit rušení jiným službám, které na daných kmitočtech pracují na primární bázi.

Jde-li o primární službu, může být toto pásmo této službě přiděleno jako výlučné nebo sdílené s jinou službou.

Jde-li o sdílené pásmo, pak přednost má ta služba, která daný kmitočt nejprve používá a druhá služba, i když má tento kmitočt též přidělen na primární bázi, nesmí této službě působit rušení.

Z důvodů přidělování kmitočtů byl svět rozdělen do tří regionů. V jednotlivých těchto regionech se liší kmitočtové předpisy pro jednotlivé služby. V hrubých rysech si definujeme jednotlivé regiony.

Region 1

zahrnuje Evropu, Afriku, země bývalého Sovětského svazu, Mongolsko a část Blízkého východu včetně Arabského poloostrova. Patří k nim i přilehlé oblasti Atlantiku a Indického oceánu.

Region 2

zahrnuje Severní a Jižní Ameriku a přilehlé oblasti Atlantiku a Pacifiku.

Region 3

zahrnuje zbytek Asie, podstatné části Indického oceánu a Pacifiku, včetně Austrálie a Nového Zélandu.

Pásmo přidělená amatérské služby v 1. Regionu a jejich statut

Následující tabulka uvádí pásma, která byla přidělena amatérské službě. Zároveň je uváděna i mezinárodní statut ostatních služeb, které mají v těchto pásmech kmitořtové přiděly. Národní statut může být poněkud rozdílný a závisí na příslušných ustanoveních Radiokomunikačního řádu.

Kmitočtové pásmo [MHz]	Přiděl a statut	Pozn.
0,1357 - 0,1378	PEVNÁ, NÁMOŘNÍ POHYBLIVÁ, amatérská	
1,81 - 1,85	AMATÉRSKÁ	
1,85 - 2,0	PEVNÁ, POHYBLIVÁ (bez letecké POHYBLIVÉ)	3
3,5 - 3,8	PEVNÁ, POHYBLIVÁ, AMATÉRSKÁ	1
7,0 - 7,1	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	1, 4
7,1 - 7,2	AMATÉRSKÁ	
10,1 - 10,15	PEVNÁ, amatérská	1
14,0 - 14,25	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	1
14,25 - 14,35	AMATÉRSKÁ	1, 5
18,068 - 18,168	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	1
21,0 - 21,45	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	1
24,89 - 24,99	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	1
28,0 - 29,7	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	
50,0 - 52,0	ROZHLASOVÁ	9
70,0 - 70,5	PEVNÁ, POHYBLIVÁ (bez letecké pohyblivé)	2
144,0 - 146,0	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	1
430,0 - 440,0	AMATÉRSKÁ, RADIOLOKACE (v ČR PEVNÁ)	6, 7, 16
1 240 - 1 260	RADIOLOKACE, RADIONAVIGACE, DRUŽICOVÁ RADIONAVIGACE, amatérská	
1 260 - 1 300	RADIOLOKACE, RADIONAVIGACE, amatérská	7
2 300 - 2 450	PEVNÁ, POHYBLIVÁ, radiolokace, amatérská	7, 8
3 400 - 3 410	PEVNÁ	9
5 650 - 5 725	RADIOLOKACE, výzkum vesmíru, amatérská	7
5 725 - 5 850	PEVNÁ DRUŽICOVÁ, RADIOLOKACE, amatérská	10
10 000 - 10 450	PEVNÁ, POHYBLIVÁ, RADIOLOKACE, amatérská	11
10 450 - 10 500	RADIOLOKACE, amatérská, amatérská družicová	
24 000 - 24 050	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	12
24 050 - 24 250	RADIOLOKACE, amatérská, výzkum Země pomocí družic	12
47 000 - 47 200	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	
75 500 - 76 000	PEVNÁ, DRUŽICOVÁ PEVNÁ (sestupný směr), POHYBLIVÁ, ROZHLASOVÁ, DRUŽICOVÁ ROZHLASOVÁ., kosmického výzkumu (sestupný směr)	17
76 000 - 77 500	RADIOLOKACE, amatérská, amatérská družicová	
77 500 - 78 000	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ, radioastronomie, kosmického výzkumu (sestupný směr)	
78 000 - 79 000	RADIOLOKACE, amatérská, amatérská družicová, radioastronomie, kosmického výzkumu (sestupný směr)	13
79 000 - 81 000	RADIOASTRONOMIE, RADIOLOKACE, amatérská, amatérská družicová, kosmického výzkumu (sestupný směr)	
122 250 - 123 000	PEVNÁ, MEZIDRUŽICOVÁ, POHYBLIVÁ, amatérská	14
134 000 - 136 000	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ, radioastronomie	
136 000 - 141 000	RADIOASTRONOMIE, RADIOLOKACE, amatérská, amatérská družicová	
241 000 - 248 000	RADIOLOKACE, amatérská, amatérská družicová	15
248 000 - 250 000	AMATÉRSKÁ, AMATÉRSKÁ DRUŽICOVÁ	

) POZNÁMKY ke sloupci *Číslo* a *statut

Sloupec *Číslo* a *statut* obsahuje seznam všech služeb, které mohou využívat kmito-
tové pásmo uvedené ve sloupci *Kmitotové pásmo* v MHz.

Rozdíl je mezi službou, která má pásmo přidělené na primární nebo sekundární bázi. Primární služby jsou vyznačeny velkými písmeny, sekundární služby malými písmeny. Primární služba má přednost před sekundární. V případě vzájemného rušení se sekundární služba musí okamžitě přestat na jiný kmitotet nebo ukončit vysílání.

Primární služby mají vzájemně stejná práva a předpokládá se, že se vzájemně neruší. Totéž platí o vzájemném vztahu sekundárních služeb. Služby, které nejsou v daném pásmu uvedeny, nesmí působit rušení ostatním službám. V případě že působí rušení primární nebo sekundární službě, musí okamžitě zastavit vysílání. Opak mohou být rušeny od těchto služeb.

**** VÝSLEDKY ke sloupci *Poznámky***

1 - V případě přírodních katastrof mohou být tato pásma dle ustanovení využita pro nouzový provoz, viz Radiokomunikační zákon - Resoluce 640.

2 - Platí poznámka ECA EU9: U vzrůstajícího počtu zemí CEPT, část pásma 70,0 - 70,5 MHz je též přidělena amatérské službě na sekundární bázi.

3 - V České republice může po dohodě se sousedními státy administrace povolit amatérské službě až 200 kHz v pásmech 1715 až 1800 kHz a 1850 až 2000 kHz.

4 - V některých afrických státech má pevná služba dodatečný přiděl v pásmu 7000 až 7050 kHz na primární bázi.

5 - V Afghánistánu, Íránu, Pobřeží slonoviny a bývalém SSSR má pevná služba dodatečný přiděl v pásmu 14 250 až 14 350 kHz na primární bázi.

6 - V České republice má pevná služba dodatečný přiděl v pásmu 430 až 440 MHz na primární bázi.

7 - Amatérská družicová služba může používat pásma 435 až 438 MHz, 1260 až 1270 MHz, 2400 až 2450 MHz a 5650 až 5670 MHz za předpokladu, že neruší ostatní služby. V pásmech 1260 až 1270 MHz a 5650 až 5670 MHz je použití omezeno na směrem Země - družice.

8 - Pásmo 2450 ±50 MHz je určeno pro průmyslové, vědecké a lékařské využití (ISM). Rušení způsobené ISM zařízením musí být akceptováno.

9 - Použití je možné na neinterferenci bázi.

10 - 5800 ±75 MHz je ISM pásmo, viz 8.

11 - Pásmo do 10 025 MHz může být využito povlnnostními radary na družicích na sekundární bázi.

12 - 24 125 ±125 MHz je ISM pásmo, viz 8.

13 - Pásmo 78 až 79 GHz může být využito radary na družicích na sekundární bázi.

14 - Pásmo 122 až 123 GHz může být využito pro ISM, pokud se o tom administrace dohodne se sousedními státy, viz 8.

15 - Pásmo 244 až 246 GHz může být využito pro ISM, pokud se o tom administrace dohodne se sousedními státy, viz 8.

16 - Pásmo 433,05 až 434,79 GHz může být využito pro ISM, pokud na základě dohod se zainteresovanými administracemi o tom národní administrace rozhodne, viz 8.

17 - Amatérská služba je preferována v těchto zemích CEPT, které přijaly ECA poznámku EU35.

2. CEPT PŘ EDPISY

Doporučení CEPT T/R 61- 01

CEPT radioamatérské povolení

ÚVOD

Doporučení přijaté v roce 1985 umožnilo radioamatérům zemí CEPT během krátkých návštěv vysílat z jiných zemí CEPT, aniž museli získat individuální povolení v navštívené zemi CEPT.

Upravené Doporučení umožnilo v roce 1992 účast i zemí mimo CEPT na tomto povolovacím systému..

Doporučení upravené v roce 2003 reflektuje změny přezpracované pro konferenci WRC-03, které se týkají článku 25 Radiokomunikačního řádu. Povinná zkouška z Morseovy abecedy byla zrušena a počet tisků byl zredukován na jednu.

CEPT,

bere v úvahu,

- a) že amatérská služba a amatérská družicová služba jsou radiokomunikační služby podle článku 1 Radiokomunikačního řádu ITU a plní se na ně vztahují i další ustanovení Radiokomunikačního řádu ITU, stejně jako národní nařízení,
- b) že je nutno harmonizovat povolovací procedury pro krátkodobé použití radioamatérské stanice v zemích CEPT i mimo ně
- c) že povolovací orgány jsou odpovědné, v souladu s článkem 25 Radiokomunikačního řádu ITU, ověřovat provozní a technickou kvalifikaci osob, které chtějí obsluhovat radioamatérskou stanici,
- d) že v souladu s článkem 25 Radiokomunikačního řádu ITU (rev WRC-03), povolovací orgány mohou stanovit, zda osoba, která chce získat povolení obsluhovat amatérskou stanici, musí prokázat schopnost přijímat a vysílat texty v Morseoví telegrafní abecedě,
- e) že schopnost přijímat a vysílat texty v Morseoví telegrafní abecedě není vyžadována pro účely tohoto Doporučení;
- f) že vydávání krátkodobých povolení pro zahraniční návštěvníky na základě vzájemných dohod neúměrně zvyšuje práci povolovacích orgánů,
- g) že Mezinárodní radioamatérská organizace (IARU) podporuje zjednodušení procesu pro získání krátkodobého povolení pro návštěvníky zemí CEPT i mimo ně

poznamenává, že

toto Doporučení se nevztahuje na dovoz a vývoz radioamatérských zařízení, šdícími se pouze příslušnými celními předpisy,

nakonec poznamenává, že

navzdory tomuto Doporučení, povolovací orgány mají právo vyžadovat v dvoustranných dohodách další požadavky, pro uznání povolení vydaného zahraničním povolovacím orgánem,

doporučuje,

- 1) aby povolovací orgány zemí CEPT přijaly zásady pro udělování radioamatérských povolení podle podmínek uvedených v Přílohách I a II, přijmou povolovací orgány navštívených zemí nebudou požadovat správní poplatky ani poplatky za využití spektra,
- 2) aby povolovací orgány zemí, které nejsou členy, souhlasící se zásadami tohoto Doporučení, požádaly o účast v souladu s podmínkami dle Příloh III a IVa

Příloha I

**VŠEOBECNÉ PODMÍNKY PRO VYDÁNÍ
ŘADIOAMATÉRSKÉHO POVOLENÍ CEPT**

1. VŠEOBECNÁ OPATŘENÍ TÝKAJÍCÍ SE ŘADIOAMATÉRSKÉHO POVOLENÍ CEPT

Řadioamatérské povolení CEPT může být součástí národního povolení nebo zvláštní dokument vydaný stejným povolovacím orgánem, a bude stylizován v národním jazyce, němčině, angličtině a francouzštině, bude platit pouze pro neusedlíky po dobu jejich přechodného pobytu v zemi, která přijala Doporučení a to v mezích národních povolení. Toto Doporučení se nevztahuje na držitele přechodných povolení v cizí zemi.

Minimální požadavky na Řadioamatérské povolení CEPT jsou:

- i) uvedení že jde o povolení CEPT ;
- ii) prohlášení podle kterého je držitel oprávněn používat amatérskou rádiovou stanici v souladu s Doporučením;
- iii) jméno a adresa držitele povolení;
- iv) volací značka;
- v) platnost;
- vi) vydavatel.

Součástí může být přiložen nebo poskytnut seznam zemí, které přijaly Doporučení.

Povolení CEPT povoluje použít všechna pásma přidělená amatérské a amatérské služební a povolené v zemi, ve které je amatérská stanice použita.

2. PODMÍNKY POUŽITÍ

- 2.1 Na požádání je držitel povolení povinen předložit CEPT radioamatérské povolení oprávněným orgánům v navštívené zemi.

- 2.2 Držitel povolení musí dodržovat opatření Radiokomunikačního řádu ITU, tohoto Doporučení a předpisů navštívené země. Navíc musí respektovat všechna opatření, která vyplývají z národních i místních podmínek a jsou technického nebo veřejného charakteru. Zvláštní pozornost je pak nutno věnovat různým kmitočtovým pásmům v rozdílných ITU regionech.
- 2.3 Při vysílání v navštívené zemi, držitel povolení musí použít národní volací znak, jak je uvedeno v přílohách II a IV oddělený znakem čárky (telegraficky) nebo slovem čístečně (telefonicky) od vlastní volací značky.
- 2.4 Držitel povolení nemůže požadovat ochranu před škodlivým rušením.

3. VZTAH MEZI CEPT POVOLENÍM A NÁRODNÍM POVOLENÍM

- 3.1 Vztah mezi povolením CEPT a národním povolením v členských zemích CEPT je uveden v příloze II.
- 3.2 Vztah mezi povolením CEPT a národním povolením v nečlenských zemích CEPT je uveden v příloze IV.

Příloha II

TABULKA EKVIValENCE POVOLENÍ CEPT A NÁRODNÍCH POVOLENÍ
V ČLENSKÝCH ZEMÍCH CEPT

CEPT země	Prefix použitý v navštívené zemi	Národní ekvivalent k CEPT povolení
1	2	3
Albánie		(nepřijato)
Andorra		(nepřijato)
Azerbájdžan		(nepřijato)
Belgie	ON	A
Bosna a Hercegovina	T9	A, B, C ^{2 3}
Bulharsko	LZ	1 a 2
Česká republika	OK	A
Dánsko	OZ	A
Farské ostr.	OY	A
Grónsko	OX	A
Estonsko	ES ⁵	A ⁶ , B ⁶
Finsko	OH	L, P, T, Y
Ålandské ostrovy	OH0	L, P, T, Y
Francie	F	E ⁷
Korsika	TK	E ⁷
Guadeloupe	FG	E ⁷
Guyana	FY	E ⁷
Martinique	FM	E ⁷
St-Bartholomey	FJ	E ⁷
St-Pierre/Miquelon	FP	E ⁷
St-Martin	FS	E ⁷
Réunion (Glorieuse, Juan de Nova, Tromelin)	FR	E ⁷
Mayotte	FH	E ⁷
Francouzská Antarktida (Crozet, Kerguelen, St. Paul & Amsterdam, Terre Adelie)	FT	E ⁷
Francouzská Polynésie & Clipperton	FO	E ⁷
Nová Kaledonie	FK	E ⁷
Wallis & Futuna	FW	E ⁷
Holandsko	PA	A, C a F ¹³
Chorvatsko ⁶	9A	CEPT
Irsko ⁹	EL, EJ ¹⁰	CEPT 1 & CEPT 2
Island	TF	G
Itálie	I	General ^{2 3}

CEPT země	Prefix použitý v navštívené zemi	Národní ekvivalent k CEPT povolení
1	2	3
Kypr	5B	Radioamateur Authorisation
Liechtenstein	HB0	CEPT
Litva	LY	A
Lotyšsko	YL	1, 2 ^{2 3 11}
Lucembursko	LX	General
Maďarsko	HA, HG	RHB, RHC
Malta ¹²	9H	A
Moldávie		(nepřijato)
Monako	3A	General ^{2 3}
Německo	DL	1, 2 a A
Norsko	LA	A
Svalbard	JW	A
Polsko	SP	1
Portugalsko	CT7	A, B
Azory	CT8	A, B
Madeira	CT9	A, B
Rakousko	OE	1 (old also 2) ¹
Rumunsko	YO	1 a H
Ruská federace	RA	1 a 2
Řecko	SV, SW ⁸	1 a 2
San Marino	T7	(nepřijato)
Slovensko	OM	E
Slovinsko	S5	A (old 1, 2, 3) ¹⁴
Spojené království	M	FULL
ostrov Man	MD	FULL
Severní Irsko	MI	FULL
Jersey	MJ	FULL
Skotsko	MM	FULL
Guernsey	MU	FULL
Wales	MW	FULL
Španělsko	EA	A
Švédsko ¹⁵	SM, SA	ALL ¹⁶
Švýcarsko	HB9	1, 2, CEPT

CEPT země	Prefix použitý v navštívené zemi	Národní ekvivalent k CEPT povolení
1	2	3
Turecko	TA	A ^{2,3}
Ukrajina	UT	1, 2 ^{2,3}
Vatikán	HV	(nepřijato)

Poznámky pod čarou

- ¹ Existující (staré) třídy 1A a 1B byly převedeny na novou třídu 1A. Držitelé povolení s Morse zkouškou (stará třída 1), která je od 15. září 2003 v požadavcích T/R 61-01 zrušena, mají informaci o Morse zkoušce přidánu jako poznámku (pro zemi, které stále Morse vyžadují).
- ² Rovnocennost mezi povolením CEPT a nejvyšší národní třídou k září 2003, tj. před zrušením požadavku na zkoušku z Morseovy abecedy v T/R 61-01.
- ³ Pro použití KV je stále vyžadována zkouška z Morseovy abecedy.
- ⁴ V soulasně národní licence a licence CEPT jsou rozdílné. Národní licence obsahují více dat.
- ⁵ Tento prefix je nutno doplnit číslicí, která určuje region, ze kterého je vysíláno.
- ⁶ Národní třídy A a B odpovídají povolení CEPT a umožňují přístup ke KV pásmům. Zahraniční radioamatéři mohou na území Estonské republiky po dobu tří měsíců využívat práva třídy B bez další zkoušky. Pro třídu A se vyžaduje potvrzení ze zkoušky z Morseovy abecedy (25 znaků za minutu).
- ⁷ Zkouška z Morse se vyžaduje pro použití Morseovy abecedy na KV pásmech.
- ⁸ SV vyžaduje zkoušku z Morse, SW ne.
- ⁹ Držitelé povolení CEPT 1 i CEPT 2 mají plný přístup na KV pásma. CEPT 2 nemá zkoušku z Morse.
- ¹⁰ EJ je speciální prefix, používaný na ostrovech a při zvláštních národních příležitostech.
- ¹¹ Držitelé lotyšského národního povolení nedostávají automaticky povolení CEPT. Za tím účelem musí složit zkoušku, která odpovídá doporučení T/R 61-02 (HAREC).
- ¹² Stále je očekávána revize soulasně legislativy. V soulasně době však návštěvníci Malty musí žádat o licenci a volací značku.
- ¹³ Nové licence jsou povolovány jako Full licence v souladu s CEPT (s poznámkou s nebo bez Morse).
- ¹⁴ Soulasně (staré) třídy 1, 2 a 3 se převádí do nové třídy 1A. Držitelé starých povolení s Morse zkouškou (staré třídy 1 a 2), která od 15. září 2003 není v požadavcích T/R 61-01, je informace o Morse zkoušce uváděna v poznámce (pro zemi, které zkoušku vyžadují).
- ¹⁵ Od 1. srpna 2004 je amatérská služba vyjmuta z udělování licencí. Výjimky jsou pouze u těch, kteří již mají platné vysvěšlení. U nových amatérů se volací značka po 1. srpnu 2004 zapisuje přímo do vysvěšlení.
- ¹⁶ Od 1. srpna 2004 je amatérská služba vyjmuta z udělování licencí. Výjimka může být uplatněna pro každého s radioamatérským vysvěšením.

Příloha IV

TABULKA EKVIVALENCE POVOLENÍ CEPT A NÁRODNÍCH POVOLENÍ V NEČLENSKÝCH ZEMÍCH CEPT

A PROVOZNÍ VÝSADY V NEČLENSKÝCH ZEMÍCH CEPT PLATNÉ PRO DRŽITELE POVOLENÍ VYDANÝCH V ČLENSKÝCH ZEMÍCH CEPT V SOULADU S TÍMTO DOPORUČENÍM

Nečlenská země CEPT	Prefix použitý v navštívené zemi	Povolení v nečlenské zemi CEPT odpovídající povolení CEPT	Provozní výsady udělené povolovacím orgánem nečlenské země CEPT držiteli povolení CEPT
1	2	3	4
Australia	VK	Amateur Licence (Amateur Advanced Station)	Part 3, Divisions 1 and 2 of the Radiocommunications (Overseas Amateur Visiting Australia) Class Licence 2008
Canada Newfoundland and Labrador Yukon Territory and Province of Prince Edward Island	VE VO VY		
Israel	4X 4Z	A, B, C	B (General)
Netherlands Antilles (ATN) ¹⁷ Curaçao Bonaire St. Eustatius Saba St. Maarten	PJ2 PJ4 PJ5 PJ6 PJ7		
New Zealand	ZL	General ¹⁸	General ¹⁸
Peru	OA ¹⁹		
South Africa ²⁰	ZS	Restricted and Unrestricted	Unrestricted

Poznámky pod čarou

- ¹⁷ Požadavek na zkoušku z Morse byl v T/R 61-01 zrušen 15. září 2003. Od té doby, ekvivalence mezi CEPT licencí a národní licencí je ve stavu nového zařazení.
- ¹⁸ General User Radio Licence umožňuje držitelům povolení CEPT vysílat na Novém Zélandu po dobu až 90 dnů na všech amatérských pásmech bez nutnosti získání povolení nebo ohlašovací povinnosti.
- ¹⁹ Písmena OA, následovaná číslicí zóny, ze které je v Peru vysíláno, doplňuje národní volací značku operátora.
- ²⁰ Požadavek na znalost Morseovy abecedy byl v roce 2004 záměněn za jiné požadavky. Administrace

Doporučení CEPT T/R 61- 02

HARMONIZOVANÉ RADIOAMATÉRSKÉ VYSVĚDĚNÍ (HAREC)

ÚVOD

Doporučení, tak jak bylo přijato v roce 1990, umožnilo povolovacím orgánům zemí CEPT udělovat vysvědčení HAREC. Dokument HAREC dokumentuje úspěšné složení radioamatérské zkoušky na základě zkušebního syllabu pro HAREC. Uspodňuje vydání individuálního radioamatérského povolení po delším pobytu v zemi, než je stanoveno v Doporučení CEPT T/R 61-01. Těmto usnadňuje vydání radioamatérského povolení po návratu do mateřské země po vlastním vysvědčení HAREC.

Doporučení upravené v roce 1994 umožnilo přístup i zemím mimo CEPT. Tato úprava je srovnatelná s rozšířením Doporučení T/R 61-01 i na země, které nejsou členy CEPT.

Revize v roce 2001 snížila požadavky na příjem a vysílání Morseových znaků z 60 znaků za minutu na 25 znaků za minutu.

Revize v roce 2003 požadavky na příjem a vysílání Morseových znaků zrušila.

Evropská konference administrací pošt a telekomunikací,

uvádějíc,

- že amatérská služba je službou podle článku 1 Radiokomunikačního řádu ITU a Šzena Radiokomunikačním řádem ITU a národními předpisy,
- že povolovací orgány jsou oprávněny v souladu s článkem 25 Radiokomunikačního řádu ITU ověřit provozní a technickou kvalifikaci libovolné osoby, která má zájem obsluhovat radioamatérskou stanici,
- že podstatné rozdíly v existujících národních podmínkách a předpisech brání radiokomunikačním aktivitám mimo vlastní zemi,
- že v mezinárodním kontextu IARU podporuje harmonizaci zkušebních úrovní pro amatérskou službu,
- že Doporučení CEPT T/R 61-01 se vztahuje pouze na dočasné použití amatérské stanice v zemích CEPT i mimo ně,
- že země CEPT i nečlenské země CEPT vzájemně usilují o harmonizaci předpisů a záležitostí též vzhledem k nekomerčním a rekreačním aktivitám svých občanů,

poznamenávajíc,

- že je vysoce žádoucí stanovit společné úpravy pro radioamatéry, kteří chtějí používat radioamatérskou stanici mimo vlastní zemi,
- že může být nalezena společná úprava ve spleti různých typů radioamatérských povolení a zkoušek, které v zemích CEPT i mimo ně převažují,
- že na základě jednotnosti je možno stanovit, které národní typy amatérských povolení a zkoušek jsou stejných vlastností,
- že dobrá zkušenost byla získána po zavádění Doporučení T/R 61-01 po zavedení různých národních typů do CEPT povolení, což vzhledem k minimálním zkušebním standardům přineslo potíže,
- že přes praktiky tohoto doporučení mají povolovací orgány právo uzavírat dvoustranné dohody po uznávání zahraničních radioamatérských vysvědčení,

doporučení

- a) aby povolovací orgány CEPT vydávaly vzájemně uznávaná vysvědčení HAREC těm, kteří složí příslušné národní zkoušky, které odpovídají zkušebnímu standardu CEPT (viz Příloha 1),
- b) aby povolovací orgány zemí, které nejsou členy CEPT při akceptování tohoto Doporučení, mohly požádat v souladu s podmínkami v Příloze 3 a 4 o přistoupení k tomuto Doporučení,
- c) aby povolovací orgány podílející se na tomto systému souhlasily, vzhledem k národním zákonům a předpisům, s vydáváním národních povolení, která odpovídají standardům zkoušek CEPT, cizincům, kteří vlastní vysvědčení HAREC vydané zahraničním povolovacím orgánem, na dobu delší než tři měsíce,
- d) aby libovolná osoba, která získá vysvědčení HAREC v zemi podílející se na tomto systému, měla právo po návratu do vlasti získat radioamatérské povolení bez následné zkoušky,
- e) aby povolovací orgány zabezpečily, aby informace uvedené v Přílohách 2 a 4 (tj. povolení ekvivalentní úrovni zkoušky CEPT) byly aktuální při změnách národních legislativ.

Prosíme ověřte si webovou stránku úřadu (<http://www.ero.dk>) pro aktualizaci implementace tohoto i ostatních doporučení ECC a ERC

PŘÍLOHA 1

PODMÍNKY PRO VYDÁNÍ VYSVĚDČENÍ HAREC

- 1.a Vysvědčení HAREC bude vydáno povolovacím orgánem členské země CEPT osobám, které složily národní zkoušku pro amatérské stanice v souladu s kritérii v bodě 2. (Národní povolení, které odpovídá zkoušce ve uvedeno v Příloze 2).
 - 1.b Vysvědčení HAREC bude vydáno povolovacím orgánem nečlenské země CEPT osobám, které složily národní zkoušku pro amatérské stanice v souladu s kritérii v bodě 2. (Národní povolení, které odpovídá zkoušce ve uvedeno v Příloze 4).
 - 1.c Vysvědčení HAREC bude vydáno povolovacím orgánem členské země CEPT na požádání osobám, které složily národní zkoušku pro amatérské stanice v souladu s harmonizovaným zkušebním syllabem.
 - 1.d Povolení vydané na základě vysvědčení HAREC opravňuje k použití všech pásem přidělených amatérské službě a amatérské družicové službě a povolených v zemi, ve které je stanice provozována.
 - 1.e Tj. národních povolení, které odpovídají HARECu a povolení, která udílují povolovací orgány držitelům vysvědčení HAREC jiných zemí, jsou uvedeny v Přílohách 2 a 4.
- 2. Kritéria pro národní zkoušky**

Národní zkoušky, které kvalifikují zkoušeného k získání vysvědčení HAREC, musí zahrnovat v předložených testech oblasti, se kterými se radioamatér může setkat u stanice a během její obsluhy. Musí zahrnovat nejméně oblasti **technické, provozní a předpisů** (viz zkušební syllabus).

3. Vysvědčení HAREC

Vysvědčení HAREC musí obsahovat nejméně následující informace v jazyce země, která ho vydala, dále anglickým, francouzským a německým

- a) konstatování, že držitel složil zkoušku, která splňuje požadavky tohoto doporučení,
- b) jméno držitele a datum narození,
- c) datum vydání,
- d) kdo vydal.

Tyto údaje mohou být v národním osvědčení nebo ve zvláštním dokumentu.

3. NÁRODNÍ ZÁKONY, PŘEDPISY

Předpisy a vyhlášky jsou uvedeny v plném znění s výjimkou Zákona o elektronických komunikacích, kde jsou uvedeny pouze části, které se týkají amatérské služby.

Zákon č. 127/2005 Sb. o elektronických komunikacích

ČÁST PRVNÍ

ELEKTRONICKÉ KOMUNIKACE

HLAVA I

Úvodní ustanovení

§ 3

§3 (1) Zřizuje se Český telekomunikační úřad (dále jen **Úřad**) jako ústřední správní úřad pro výkon státní správy ve věcech stanovených tímto zákonem, včetně regulace trhu a stanovování podmínek pro podnikání v oblasti elektronických komunikací a poštovních služeb[2].

§3 (2) Sídlem **Úřadu** je Praha.

§3 (3) **Úřad** je ústřední jednotkou. **Úřad** má samostatnou kapitolu ve státním rozpočtu České republiky

HLAVA III

Regulace komunikací i innoti

Díl 3

Správa rádiového spektra

§ 15

Povinnosti Úřadu

§15 (1) **Úřad** vykonává k zajištění správy a účelného využívání rádiových kmitů tj správu rádiového spektra, která je v souladu s harmonizačními záměry Evropských společenství (dále jen **Společenství**). Rádiovým spektrem se rozumí elektromagnetické vlny o kmitočtu od 9 kHz do 3 000 GHz šířené prostorem bez zvláštního vedení.

§15 (2) Správou rádiového spektra se rozumí sestavování návrhu plánu přidělení kmitočtových pásem (národní kmitočtová tabulka) a jeho změna, sestavování plánu využití rádiového spektra, udělování individuálního oprávnění k využívání rádiových kmitů tj, udělování přidělu rádiových kmitů tj, udělování souhlasu k převodu práv vyplývajících z přidělu rádiových kmitů tj, přidělování volacích značek a identifikačních čísel a kódů, koordinace

rádiových kmitotů a kmitotových pásem a kontrola využívání rádiového spektra. Úřad v rámci správy rádiového spektra odpovídá za jeho optimální využití.

§15 (3) Úřad vede databázi přidělených rádiových kmitotů, vydaných individuálních oprávnění k využívání rádiových kmitotů a vydaných přidělených rádiových kmitotů, která obsahuje zejména ísla rozhodnutí, kterými byly rádiové kmitoty přiděleny, v íletní doby, na kterou byly přiděleny. Databáze je veřejně přístupná způsobem umožňujícím dálkový přístup. Veřejný přístup není k údajům o rádiových kmitotech přidělených

- a) Ministerstvu vnitra pro účely bezpečnosti státu,
- b) Policii České republiky pro účely bezpečnosti státu,
- c) Bezpečnostní informační službou
- d) Vězeňské službou a justiční stráží České republiky,
- e) Hasičskému záchrannému sboru České republiky,
- f) Ministerstvu obrany pro vojenské účely.

§ 16 Kmitotové plány

§16 (1) Plán přidělení kmitotových pásem (národní kmitotová tabulka) stanoví Ministerstvo vyhláškou.

§16 (2) Plán využití rádiového spektra, popř. jeho íásti, Úřad vydává jako opatření obecné povahy.

§16 (3) Plán přidělení kmitotových pásem v souladu se závazky vyplývajícími z mezinárodní smlouvy, kterou je Česká republika vázána, nebo z ílenství v mezinárodních organizacích obsahuje kmitotová pásma pro jednotlivé radiokomunikační služby a rádiová zařízení a obecné podmínky pro využívání kmitotů.

§16 (4) Úřad v plánu využití rádiového spektra stanoví technické parametry a podmínky využití rádiového spektra radiokomunikačními službami.

§16 (5) Úřad je oprávněn upřesňovat ve veřejném zájmu využívání rádiového spektra pro poskytování univerzální služby a poskytování veřejně dostupných služeb elektronických komunikací.

§16 (6) Plán využití rádiového spektra a informace o právech, podmínkách, postupech a poplatcích týkajících se využívání rádiového spektra Úřad uveřejní. Úřad tyto informace průběžně aktualizuje. Údaje o kmitotových pásmech vyhrazených v plánu využití rádiového spektra Ministerstvu obrany pro vojenské účely se neuveřejní.

§16 (7) Způsob tvorby volacích značek a identifikačních ísel a kódů, jejich používání a druhy radiokomunikačních služeb, pro něž jsou vyžadovány, stanoví prováděcí právní předpis.

§16 (8) Technické a provozní podmínky amatérské radiokomunikační služby stanoví prováděcí právní předpis.

§ 17

Individuální oprávnění k využívání rádiových kmitotů

§17 (1) Rádiové kmitoty lze využívat jen na základě individuálního oprávnění k využívání rádiových kmitotů (dále jen „oprávnění k využívání rádiových kmitotů“), nestanoví-li tento zákon jinak. Není-li k využívání rádiových kmitotů nezbytné udělit oprávnění k využívání rádiových kmitotů, Úřad stanoví podmínky k jejich využívání ve všeobecném oprávnění.

§17 (2) V případech, kdy je nezbytné udělit oprávnění k využívání rádiových kmitotů, Úřad rozhodne o jejich udělení kterémukoli podnikateli zajišťujícímu síť elektronických komunikací nebo poskytujícímu službu elektronických komunikací podle všeobecného oprávnění nebo podnikateli užívajícímu tyto sítě nebo služby, anebo nepodnikající osobě v souladu s podmínkami zajišťujícími účelné využívání rádiových kmitotů, a to na základě jeho písemné žádosti podané Úřadu.

§17 (3) Žádost o udělení oprávnění k využívání rádiových kmitotů musí obsahovat

a) je-li žadatelem

1. podnikající právnická osoba, obchodní firmu nebo název, sídlo, popřípadě sídlo organizace na území České republiky, a identifikační číslo, bylo-li přiděleno, jméno, příjmení a bydliště osoby oprávněné jednat jménem této právnické osoby,

2. podnikající fyzická osoba, jméno a příjmení, popřípadě obchodní firmu, bydliště, místo podnikání a identifikační číslo, bylo-li přiděleno,

3. nepodnikající osoba, jméno a příjmení, bydliště a datum narození fyzické osoby, nebo název a sídlo, popřípadě sídlo organizace na území České republiky, popřípadě identifikační číslo právnické osoby,

b) údaje o rádiových kmitotech, které jsou požadovány, včetně jejich technických parametrů, a účel jejich využívání, nejsou-li tyto kmitoty a jejich technické parametry závazně stanoveny mezinárodní smlouvou, kterou je Česká republika vázána a která byla vyhlášena ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv,

c) návrh požadované volací značky, identifikačního čísla nebo kódu, jsou-li pro daný druh radiokomunikační služby nezbytné,

d) vymezení předpokládaného území využívání rádiových kmitotů, je-li pro jejich využívání nezbytné,

e) požadovanou dobu využívání rádiových kmitotů.

§17 (4) Rozsah požadovaných údajů podle odstavce 3 písm. b) pro jednotlivé druhy radiokomunikačních služeb stanoví Úřad opatřením obecné povahy.

§17 (5) Žádost o udělení oprávnění k využívání rádiových kmitůl tť musí být doložena

a) licencí podle zvláštního právního předpisu[11] nebo smlouvou s držitelem takové licence, požaduje-li žadatel využívání rádiových kmitůl tť pro šíření a přenos rozhlasového nebo televizního vysílání (rozhlasová služba),

b) příkazem odborné způsobilosti, je-li tímto zákonem požadován,

c) u osob zapsaných v obchodním rejstříku výpisem ne starším než 3 měsíce, popřípadě ověřenou kopií smlouvy nebo listiny o zřízení nebo založení právnické osoby,

d) u fyzických podnikajících osob a osoby oprávněné jednat jménem právnické osoby výpisem z evidence Rejstříku trestů ne starším než 3 měsíce,

e) osvědčením o zápisu do leteckého rejstříku České republiky, nebo osvědčením o přidělení poznávací značky, požaduje-li žadatel udělení oprávnění k využívání rádiových kmitůl tť na palubě letadla,

f) potvrzením Ministerstva dopravy o provedení kmitůl tové koordinace v rámci leteckých mezinárodních organizací, požaduje-li žadatel udělení oprávnění k využívání rádiových kmitůl tť letecké pohyblivé služby[12],

g) osvědčením o zápisu do plavebního rejstříku České republiky, požaduje-li žadatel udělení oprávnění k využívání rádiových kmitůl tť na vnitrozemském plavidle[13], nebo do námořního rejstříku České republiky, požaduje-li žadatel udělení oprávnění k využívání kmitůl tť na námořním plavidle[14]; zápis plavidla do plavebního rejstříku České republiky je možno rovněž doložit lodním osvědčením[14].

§17 (6) Úřad rozhodne o udělení oprávnění k využívání rádiových kmitůl tť bezodkladně. Jedná-li se o rádiové kmitůl ty vyhrazené pro zvláštní účely v rámci plánu přidělení kmitůl toových pásem a plánu využití rádiového spektra, rozhodne Úřad ve lhůtě 6 týdnů ode dne podání úplné žádosti. Tuto lhůtu je Úřad oprávněn prodloužit, je-li to nezbytné z důvodu výborového šzení (§ 21), nejdéle však o 8 měsíců. Lhůty vyplývající z mezinárodních dohod týkajících se využívání rádiových kmitůl tť nebo orbitálních pozic nejsou tímto dotčeny.

§17 (7) Je-li více žadatelů o udělení oprávnění k využívání stejných rádiových kmitůl tť, Úřad rozhodne o udělení oprávnění podle pořadí dohlých žádostí; tento postup se neuplatní u žadatelů o povolení k provozu stanic amatérské radiokomunikační služby. Žádá-li žadatel pro účely dokrytí území, na kterém je oprávněn šířít a přenášet rozhlasové nebo televizní vysílání, o udělení dalšího oprávnění k využívání rádiových kmitůl tť pro šíření a přenos rozhlasového nebo televizního vysílání, Úřad si před vydáním rozhodnutí vyžádá od Rady pro rozhlasové a televizní vysílání stanovisko. Neobdrží-li Úřad toto stanovisko do 30 dnů od požádání, platí, že Rada pro rozhlasové a televizní vysílání s udělením oprávnění souhlasí.

§17 (8) Úřad může vydat oprávnění k využívání rádiových kmitůl tť pro rozhlasovou službu, jen je-li vydána licence podle zvláštního právního předpisu[11] nebo jen se souhlasem Rady pro rozhlasové a televizní vysílání, a to i pro jiné radiokomunikační služby v části rádiového spektra vyhrazené pro rozhlasovou službu.

§17 (9) Úřad předsnostní rozhodne o udělení oprávnění k využívání rádiových kmitů tť nezbytných k zajištění činnosti orgánů Ministerstva vnitra, Bezpečnostní informační služby, Úřadu pro zahraniční styky a informace, Policie České republiky, Vězeňské služby a justiční stráž České republiky, Hasičského záchranného sboru České republiky a jednotek požární ochrany, záchranné zdravotní služby a celních orgánů[15].

§17 (10) Kmitotvová pásma vyhrazená v plánu přidělení kmitotvových pásem Ministerstvu obrany pro vojenské účely mohou být využívána pro vojenské účely bez rozhodnutí o udělení oprávnění k využívání rádiových kmitů tť.

§17 (11) Úřad neudělí oprávnění k využívání rádiových kmitů tť, jestliže

- a) to vyžaduje bezpečnost státu,
- b) to vyžaduje dodržení závazků vyplývajících z mezinárodní smlouvy, kterou je Česká republika vázána a která byla vyhlášena ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, anebo z členství České republiky v Evropské unii anebo v mezinárodních organizacích,
- c) využívání požadovaných rádiových kmitů tť neumožňuje plán přidělení kmitotvových pásem nebo plán využití rádiového spektra,
- d) žadatel ani na opakovanou výzvu Úřadu a v jím stanovené lhůtě nepředložil úplnou žádost o udělení oprávnění k využívání rádiových kmitů tť,
- e) požadované rádiové kmitoty nejsou k dispozici nebo je nelze zkoordinovat, nebo
- f) žadatel, v případě právnické osoby osoba oprávněná jednat jejím jménem, není bezúhonný; bezúhonnost se neposuzuje a nedokládá u provozovatelů amatérské radiokomunikace služby.

§17 (12) Úřad může rozhodnout, že neudělí oprávnění k využívání rádiových kmitů tť také žadateli, který má nedoplatky po lhůtě splatnosti na pokutách nebo poplatcích uložených podle tohoto zákona.

§17 (13) Podání opravného prostředku proti rozhodnutí podle odstavce 6 nemá odkladný účinek.

§ 18

Vydání oprávnění k využívání rádiových kmitů tť

§18 (1) Úřad v oprávnění k využívání rádiových kmitů tť uvede

a) byla-li žadatelem

1. podnikající právnická osoba, obchodní firmu nebo název, sídlo, popřípadě sídlo organizací sídly na území České republiky, a identifikační číslo, bylo-li přiděleno,

2. podnikající fyzická osoba, jméno a příjmení, popřípadě obchodní firmu, bydliště, místo podnikání a identifikační číslo, bylo-li přiděleno,

3. jiná nepodnikající osoba, jméno a příjmení, bydliště a datum narození fyzické osoby, nebo název a sídlo, popřípadě sídlo organizační složky na území České republiky, popřípadě identifikační číslo právnické osoby,

b) údaje o rádiových kmitočtech nebo kmitočtovém pásmu v rámci jejich technických parametrů,

c) označení služby nebo druhu sítě nebo technologie, pro které bylo oprávnění k využívání rádiových kmitočtů uděleno,

d) typ vysílacího rádiového zařízení, pokud je to vyžadováno mezinárodní smlouvou, kterou je Česká republika vázána a která byla vyhlášena ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, anebo to vyplývá z členství České republiky v mezinárodních organizacích,

e) přidělené volací znaky, identifikační čísla a kódy, jsou-li pro daný druh radiokomunikace služby nezbytné,

f) výši poplatků podle § 24, nestanoví-li tento zákon jinak,

g) dobu platnosti oprávnění k využívání rádiových kmitočtů.

§ 18 (2) Úřad může v oprávnění k využívání rádiových kmitočtů uložit podmínky týkající se

a) zamezení škodlivé interference a ochrany obecně přístupnými úkony elektromagnetického záření[8],

b) povinností vyplývajících z příslušných mezinárodních dohod o využívání rádiových kmitočtů.

Tyto podmínky Úřad může stanovit, nestanoví-li je tento zákon, všeobecné oprávnění nebo zvláštní právní předpis.

§ 18 (3) Doba platnosti oprávnění k využívání rádiových kmitočtů podle odstavce 1 písm. g) musí být přiměřená dané službě elektronických komunikací a v souladu s kmitočtovými plány, harmonizačními záměry Společenství, mezinárodními smlouvami, kterými je Česká republika vázána a které byly vyhlášeny ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, a bezpečností státu. Pokud je oprávnění k využívání rádiových kmitočtů udělováno pro rozhlasové a televizní vysílání, nesmí být doba platnosti kratší než doba, na kterou je udělena licence podle zvláštního zákona.

§ 18 (4) Bylo-li využívání rádiových kmitočtů harmonizováno na úrovni Společenství a byly-li stanoveny podmínky jejich využívání, rozhodne Úřad o udělení oprávnění k využívání rádiových kmitočtů podnikateli určenému podle pravidel Společenství nebo v souladu s mezinárodní smlouvou, kterou je Česká republika vázána. Jsou-li splněny podmínky

spojené s oprávněním k využívání rádiových kmitů tím stanovené podle tohoto zákona nebo na jeho základě nestanoví Úřad v oprávnění žádné další podmínky, které by omezovaly nebo omezovaly využívání rádiových kmitů tím.

§18 (5) Držitel individuálního oprávnění k využívání kmitů tím je povinen Úřadu neprodleně oznámit změnu skutečností, na základě kterých mu bylo toto oprávnění uděleno.

§ 19

Změna, prodloužení, odnětí a pozbytí platnosti oprávnění k využívání rádiových kmitů tím

§19 (1) Úřad může rozhodnout o změně oprávnění k využívání rádiových kmitů tím, vygaďuje-li to

a) dodržení závazků vyplývajících z mezinárodní smlouvy, kterou je Česká republika vázána a která byla vyhlášena ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, a nebo z členství České republiky v Evropské unii anebo v mezinárodních organizacích,

b) nezbytnou bezpečnost státu a není-li možné ji zajistit jiným způsobem,

c) změna skutečností, na základě kterých bylo uděleno individuální oprávnění k využívání rádiových kmitů tím,

d) držitel individuálního oprávnění k využívání rádiových kmitů tím z důvodu změny technických parametrů předloženého kmitů tím; žádost o změnu předloženého kmitů tím se považuje za žádost o udělení nového individuálního oprávnění k využívání rádiových kmitů tím.

S výjimkou případu uvedeného v písmenu d) Úřad musí o záměru učinit takové změny informovat dotčené osoby a poskytnout jim lhůtu 1 měsíc k vyjádření. V případech uvedených v písmenech a) až c) může Úřad tuto lhůtu zkrátit, nejmeně však na 7 dnů. Zkrácení lhůty Úřad odůvodní.

§19 (2) Dojde-li ke změně podle odstavce 1 písm. a) a b), hradí efektivně a úplně vynaložené náklady vyvolané touto změnou držitel oprávnění nebo Ministerstvu obrany prostřednictvím radiokomunikačního úřadu Úřad.

§19 (3) Na žádost držitele oprávnění k využívání rádiových kmitů tím Úřad rozhodne o prodloužení doby platnosti tohoto oprávnění. Pokud tomu nebrání skutečnosti uvedené v odstavci 1 písm. a), Úřad dobu platnosti prodlouží, nejvýše však o dobu uvedenou v oprávnění. Doby platnosti lze prodloužit opakovaně.

§19 (4) Úřad rozhodne o odnětí oprávnění k využívání rádiových kmitů tím, jestliže

a) držitel oprávnění přestal splňovat některou z podmínek, na jejichž základě mu bylo oprávnění uděleno, nebo podmínky stanovené zvláštním právním předpisem,

b) držitel oprávnění nesplní povinnosti stanovené tímto zákonem nebo rozhodnutím o udělení oprávnění nebo o změně oprávnění, a nápravu nezjednal ani ve lhůtu stanovené Úřadem podle §114, ať koliv byl na možnost odnětí oprávnění z tohoto důvodu Úřadem písemně upozorněn,

c) je to nezbytné k dodržení závazků vyplývajících z mezinárodní smlouvy, kterou je Česká republika vázána a která byla vyhlášena ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, anebo z členství České republiky v Evropské unii anebo mezinárodních organizacích, anebo vyžaduje-li to bezpečnost státu,

d) držitel oprávnění nevyužíval přidělené kmitočty nepřetržitě po dobu 6 měsíců nebo opakovaně přerušil využívání přidělených kmitočtů na souhrnnou dobu 12 měsíců v průběhu 2 let anebo je využíval k jiným účelům, než pro které mu byly přiděleny; do doby přerušování využívání kmitočtů se nezapočítávají doby nutné pro opravy a údržbu vysílacích rádiových zařízení, nebo doba, kdy efektivnímu využívání kmitočtů bránily odvodňovací technické překážky; doba užívání kmitočtů se nesleduje u provozovatelů amatérské radiokomunikační služby, nebo

e) držitel oprávnění o odnětí požádal.

§19 (5) Rozhodne-li Úřad o odnětí oprávnění podle odstavce 4 písm. d), může žadatel požádat znovu o udělení oprávnění nejdříve po uplynutí 6 měsíců ode dne, kdy rozhodnutí o odnětí oprávnění nabylo právní moci.

§19 (6) Úřad o vydání rozhodnutí o odnětí oprávnění k využívání rádiových kmitočtů v kmitočtových pásmech určených výhradně pro rozhlasové a televizní vysílání informuje Radu pro rozhlasové a televizní vysílání.

§19 (7) Oprávnění k využívání rádiových kmitočtů pozbývá platnosti

a) uplynutím doby, na kterou bylo oprávnění k využívání rádiových kmitočtů uděleno,

b) dnem zániku právnické osoby, která je držitelem oprávnění k využívání rádiových kmitočtů, pokud tato nemá právního nástupce,

c) úmrtím fyzické osoby, které bylo uděleno oprávnění k využívání rádiových kmitočtů, nebo

d) dnem, kdy rozhodnutí Úřadu podle odstavce 4 nabylo právní moci.

právy vyplývajících z přidělu rádiových kmitočtů.

§ 24

Poplatky za využívání rádiových kmitočtů

§24 (3) Povinnost platit poplatky podle odstavců 1 a 2 se nevztahuje na držitele oprávnění k využívání rádiových kmitočtů při využívání rádiových kmitočtů pro amatérskou radiokomunikační službu.

§ 25

Krátkodobé oprávnění k využívání rádiových kmitů

§25 (1) Úřad udílí krátkodobé oprávnění k využívání rádiových kmitů na základě žádosti na dobu nezbytně nutnou, nejvýše však na dobu nepřesahující 1 měsíc. Krátkodobé oprávnění je určeno pro jednorázové účely, které nelze v dostatečném předstihu předvídat. Lze je udílet, jsou-li požadované kmitočetové frekvence k dispozici a nedojde-li jejich využíváním ke škodlivé interferenci.

§25 (2) Žádost musí být doručena Úřadu nejméně 3 pracovní dny před požadovaným termínem zahájení využívání rádiových kmitů.

§25 (3) Žadatel o krátkodobé oprávnění k využívání rádiových kmitů je povinen za právo využívat rádiové kmitočetové frekvence zaplatit jednorázový poplatek, který je splatný před udělením tohoto oprávnění. Vláda stanoví nařazením výši jednorázového poplatku v rozmezí od 500 Kč do 3 000 Kč za jeden přidělený rádiový kmitočetový kanál podle druhu radiokomunikační služby.

§25 (4) Využívání rádiových kmitů zahraničním subjektem na principu vzájemnosti podle mezinárodní smlouvy, kterou je Česká republika vázána a která byla vyhlášena ve Sbírce zákonů nebo ve Sbírce mezinárodních smluv, nepodléhá jednorázovému poplatku.

§25 (5) Na udělení krátkodobého oprávnění k využívání rádiových kmitů se nevztahuje správní řád.

§25 (6) Udělí-li Úřad krátkodobé oprávnění k využívání rádiových kmitů v kmitočetových pásmech určených výhradně pro rozhlasové a televizní vysílání, informuje o tom Radu pro rozhlasové a televizní vysílání.

§ 26

Odborná způsobilost

§26 (1) Odborná způsobilost žadatele o oprávnění k využívání rádiových kmitů se vyžaduje pro obsluhu

a) radiotelefonních, radiotelegrafních nebo jiných vysílacích rádiových zařízení umístěných na palubách letadel a lodí zapsaných v leteckém, plavebním nebo námořním rejstříku České republiky,

b) radiotelefonních a radiotelegrafních pozemních vysílacích rádiových zařízení letecké pohyblivé služby a námořní pohyblivé služby a radiotelefonní služby na vodních cestách,

c) radiotelefonních a radiotelegrafních pozemních vysílacích rádiových zařízení provozovaných v pásmu krátkých vln,

d) vysílacích rádiových zařízení pro amatérskou radiokomunikační službu.

§26 (2) Obsluhu vysílacích rádiových zařízeních uvedených v odstavci 1 mohou vykonávat osoby, které mají platný průkaz odborné způsobilosti k obsluze těchto zařízení. Je-li držitelem oprávnění k využívání rádiových kmitů též právnická osoba, je povinna zajistit, aby obsluhu vysílacích rádiových zařízení prováděla pouze osoba, která má platný průkaz odborné způsobilosti. Tuto způsobilost k obsluze vysílacích rádiových zařízení ověřuje Úřad zkouškou. Obsluhu mohou vykonávat i osoby, jejichž zvláštní způsobilost k obsluze vysílacích rádiových zařízení byla Úřadem uznána podle zvláštního právního předpisu.

§26 (3) Žadatel se ke zkoušce podle odstavce 2 přihlašuje písemně u Úřadu. Úřad žadateli umožní vykonání zkoušky nejpozději do 3 měsíců od doručení přihlášky.

§26 (4) Žadateli, který prokázal odbornou způsobilost k vykonávání obsluhy vysílacích rádiových zařízení zkouškou, vydá Úřad průkaz odborné způsobilosti.

§26 (5) Náležitosti přihlášky ke zkoušce podle odstavce 3, obecné podmínky pro vykonání zkoušky, rozsah znalostí potřebných pro jednotlivé druhy odborné způsobilosti, způsob provádění zkoušek, druhy průkazů odborné způsobilosti a dobu jejich platnosti stanoví prováděcí právní předpis.

Díl 3

Ochrana elektronických komunikací

§ 100

Povinnosti provozovatelů

§100 (1) Provozovatelé strojů, přístrojů a zařízení (dále jen *zařízení*), jejichž provozováním vzniká vysokofrekvenční energie, jsou povinni zajistit, aby vysokofrekvenční energie těchto zařízení nezpůsobovala rušení provozu elektronických komunikací, zařízení a sítí, poskytování služeb elektronických komunikací nebo provozování radiokomunikací služeb, nestanoví-li zvláštní právní předpis jinak.

§100 (2) Rušením provozu se rozumí elektromagnetické rušení, které zhoršuje, znemožňuje nebo opakovaně přerušuje provoz elektronického komunikačního zařízení, sítě elektronických komunikací, poskytování služeb elektronických komunikací nebo provozování radiokomunikací služeb.

§100 (3) Dojde-li k rušení provozu elektronického komunikačního zařízení nebo sítě, poskytování služeb elektronických komunikací nebo provozování radiokomunikací služeb, je provozovatel zařízení rušícího provoz povinen učinit vhodná ochranná opatření. Neprovede-li provozovatel rušícího zařízení ochranná opatření sám, provede je provozovatel rušeného elektronického komunikačního zařízení nebo sítě na náklady provozovatele rušícího zařízení.

§100 (4) Vzniklo-li rušení provozu nedodržením podmínek stanovených pro provoz zařízení, nese náklady na ochranná opatření provozovatel tohoto zařízení, jinak nese náklady

provozovatel zařzení později uvedeného do provozu nebo zmíněného. Pokud ružené zařzení neodpovídá požadavkům na elektromagnetickou kompatibilitu, ponese náklady na ochranná opatření provozovatel tohoto zařzení. Jinak nese tyto náklady provozovatel zařzení později zřzeného nebo zmíněného.

§100 (5) Dojde-li k ružení pšjmu rozhlasového nebo televizního vysílání, které je na daném území provozováno provozovatelem vysílání nebo provozovatelem pševzatého vysílání podle zvláštního právního pšedpisu, provozem amatérské radiokomunikační služby, je Úřad oprávněn uložit držiteli oprávnění k využívání rádiových kmitotů pro tuto amatérskou radiokomunikační službu podmínky k odstranění ružení. V pšpadě že ružení vzniká pouze vlivem nedostatečné elektromagnetické slůitelnosti pšjmacího zařzení, informuje Úřad provozovatele ruženého pšjmacího zařzení o možných podmínkách vedoucích k odstranění ružení.

§100 (6) Úřad zjišuje zdroje ružení provozu elektronických komunikačních zařzení a sítí, poskytování služeb elektronických komunikací nebo provozování radiokomunikačních služeb. V pšpadě zjištění zdroje ružení postupuje Úřad obdobně podle §114. V odůvodněných pšpadech Úřad vydá pšedložné opatření k okamžitému odstavení zdroje ružení bez pšedchozí výzvy.

§100 (7) V pšpadě že provozovatel zařzení ručícího provoz neodstraní zdroj ružení provozu ve lhůtě stanovené mu Úřadem ve výzvě nebo v pšedložném opatření, Úřad rozhodne o odstranění zdroje ružení.

§100 (8) Úřad zjišuje pšednostní ružení provozu elektronických komunikačních zařzení a sítí Ministerstva obrany a ozbrojených sil České republiky, Ministerstva vnitra, Bezpečnostní informační služby, Policie České republiky, Hasičského záchranného sboru České republiky, zdravotnické záchranné služby, celních orgánů a Vězeňské služby a justiční stráž České republiky.

§100 (9) Za ružení provozu elektronických komunikačních zařzení a sítí, poskytování služeb elektronických komunikací nebo provozování radiokomunikačních služeb se považuje i ružení způsobené elektromagnetickým stíněním nebo odrazy elektromagnetických vln stavbami nebo iinnostmi souvisejícími s prováděním stavby. Provozovatel elektronických komunikačních zařzení a sítí, podnikatel poskytující službu elektronických komunikací nebo provozovatel radiokomunikačních služeb, jehož provoz je ružen, je povinen vyzvat vlastníka nebo stavebníka dotčené stavby k uzavření dohody o vhodných opatřeních k odstranění tohoto ružení. Nedojde-li k dohodě, rozhodne o způsobu odstranění ružení na návrh jedné ze stran a po projednání s Úřadem pšslušný stavební úřad podle zvláštního právního pšedpisu. Není-li toto rozhodnutí vzhledem k povaze věci v pšsobnosti pšslušného stavebního úřadu, rozhodne o způsobu odstranění ružení Úřad. Náklady na odstranění ružení stavbami nese vlastník dotčené stavby, náklady na odstranění ružení iinnostmi souvisejícími s prováděním stavby nese stavebník.

§100 (10) Spory o výši efektivní a účelné vynaložených nákladů na ochranná opatření k odstranění ružení rozhodne soud.

HLAVA VI

Státní správa v oblasti elektronických komunikací

Díl 1

Správní úřady v oblasti elektronických komunikací

Státní kontrola elektronických komunikací

§ 113

§113 (1) Úřad vykonává státní kontrolu elektronických komunikací.

§113 (2) Práva a povinnosti zaměstnanců Úřadu, vykonávajících státní kontrolu elektronických komunikací (dále jen **pověřené osoby**), a osob vykonávajících komunikaci v rámci tohoto zákona (dále jen **povinné osoby**) při výkonu státní kontroly elektronických komunikací stanoví zvláštní právní předpis, nestanoví-li tento zákon jinak.

§113 (3) Při výkonu státní kontroly elektronických komunikací Úřad kontroluje plnění povinností a podmínek stanovených tímto zákonem, prováděcími právními předpisy, opatřeními obecné povahy, rozhodnutími a rozhodnutími o ceně vydanými na základě tohoto zákona. Úřad dále kontroluje využívání rádiových kmitů.

§113 (4) Při kontrole využívání rádiových kmitů pověřené osoby zjišťují dodržování technických parametrů a dalších podmínek stanovených ve všeobecném oprávnění nebo v individuálním oprávnění k využívání rádiových kmitů.

§113 (5) Je-li to nezbytné pro identifikaci osob využívajících rádiové kmitů, jsou pověřené osoby při kontrole využívání rádiových kmitů monitorováním oprávněny se seznamovat s obsahem přenášených zpráv. Jinak se kontrola využívání rádiových kmitů provádí jejich monitorováním bez odposlechu a záznamu zpráv. Pověřené osoby nesmějí obsah přenášených zpráv sdělovat jiným osobám než odesílateli nebo adresátovi přenášených zpráv, popřípadě jimi zmocněnému zástupci ani umožnit jiným osobám, aby získávaly informace o obsahu přenášených zpráv.

§113 (6) Kontrola cen spočívá

a) ve zjišťování, zda prodávající nebo kupující neporušují ustanovení tohoto zákona nebo rozhodnutí o ceně vydané Úřadem,

b) v ověřování správnosti předkládaných podkladů pro potřeby vyhodnocování vývoje cen, regulace cen a pro šzení o porušení ustanovení tohoto zákona nebo rozhodnutí o ceně vydané Úřadem.

§113 (7) Pověřené osoby se prokazují zvláštním průkazem k výkonu státní kontroly elektronických komunikací, ve kterém jsou uvedeny základní identifikační údaje o jeho držiteli, evidenční číslo průkazu a datum vydání. Průkaz musí být opatřen podpisem osoby, která jej vydala, s uvedením její funkce.

§113 (8) Pověřená osoba nesmí vykonávat státní kontrolu elektronických komunikací u takové povinné osoby, u níž je osobou blízkou osobám, které mají v povinné osobě postavení, jež by mohlo ovlivnit nepodjatost pověřené osoby.

§113 (9) Vzor příkazu k výkonu státní kontroly elektronických komunikací stanoví prováděcí právní předpis.

§ 120 Přestupky

§120 (1) Fyzická osoba se dopustí přestupku tím, že

- a) využívá rádiové kmitočet, pro jejichž využívání je třeba oprávnění k využívání rádiových kmitočetů podle §17 odst. 1, bez tohoto oprávnění,
- b) neoznámí změnu skutečností podle §18 odst. 5,
- c) vykonává obsluhu vysílacího rádiového zařízení bez platného příkazu podle §26,
- d) nesplní jednu nebo více podmínek všeobecného oprávnění nebo oprávnění k využívání rádiových kmitočetů a tyto nedostatky neodstranila ve lhůtě stanovené Úřadem,
- e) uskutečnila zlomyslné volání na číslo tísňového volání (§ 33),
- f) uvede do provozu nebo provozuje přístroj v rozporu s §73,
- g) použije adresu elektronické pošty pro odeslání zprávy nebo zpráv těmto osobám bez souhlasu držitele adresy elektronické pošty (§ 93),
- h) nabídla marketingovou reklamu nebo jiný obdobný způsob nabídky zboží nebo služeb účastníkovi, který uvedl, že si nepřeje být kontaktován za účelem marketingu (§ 96 odst. 3),
- i) porušila zákaz provádění činnosti v ochranném pásmu podle §102 odst. 3 a 4,
- j) porušila zákaz provádění činnosti v ochranném pásmu uvedený v územním rozhodnutí o ochranném pásmu podle §102 odst. 5 nebo §103, nebo
- k) neoznámí Úřadu bezodkladně odstranění zjištěných nedostatků podle §114.

§120 (2) Za přestupek podle odstavce 1 se uloží pokuta do 100 000 Kč.

§ 121

§121 (1) Správní delikty a přestupky podle tohoto zákona projednává Úřad.

§121 (2) Pokuty vybírá a vymáhá Úřad. Přijem z pokut je příjmem státního rozpočtu. Při vybírání a vymáhání uložených pokut se postupuje podle zvláštního právního předpisu.

§121 (3) Za porušení stejné povinnosti během 2 let může Úřad uložit pokutu až do výše dvojnásobku pokuty uvedené v §118 a 120.

§121 (4) Úřad vede evidenci pravomocných rozhodnutí o pokutách uložených podle tohoto zákona za poslední 4 roky.

HLAVA VIII

Ustanovení o šzení

Díl 1

Obecná ustanovení o šzení

§ 122

Vztah ke správnímu řádu

§122 (1) Není-li tímto zákonem stanoveno jinak, postupuje se v šzení u Úřadu podle správního řádu. Ustanovení správního řádu o možném způsobu ukončení šzení o rozkladu se nepoužije. Pro účely složení rozkladové komise se členové Rady Úřadu, s výjimkou jejího předsedy, nepovažují za zaměstnance ústředního správního úřadu.

§122 (3) Součástí s úředním účastník šzení o zahájení šzení o vydání rozhodnutí podle §107 odst. 8 písm. b) bodů 3 až 5 vyzve Úřad účastníky šzení k podání vyjádření včetně návrhů dlekazů s uvedením, v jaké lhůtě a jakým způsobem lze vyjádření podat. Lhůta nesmí být kratší než 7 dnů. K později podaným vyjádřením nebo návrhům dlekazů Úřad nepřihlíží, s výjimkou vyjádření a návrhů dlekazů ke skutečnostem, které účastník bez své viny nemohl ve stanovené lhůtě uplatnit. Na tuto skutečnost musí být účastník šzení výslovně upozorněn.

§122 (4) Za průtahy šzení může Úřad uložit pořádkovou pokutu až do výše 100 000 Kč.

§122 (5) Úřad je povinen dát účastníkům možnost, aby se před vydáním rozhodnutí mohli vyjádřit k jeho podkladu i ke způsobu jeho zjištění, popřípadě navrhnout jeho doplnění.

§122 (8) K novým skutečnostem a k návrhům na provedení nových dlekazů uvedeným v odvolání nebo rozkladu se přihlíží jen tehdy, jde-li o takové skutečnosti, které by po právní moci rozhodnutí odvolávaly obnovu šzení.

§ 123
Opravný prostředek

§123 (1) Proti rozhodnutí Úřadu vydanému ve správním řízení lze podat odvolání nebo rozklad, nestanoví-li tento zákon jinak. O rozkladu proti rozhodnutí Úřadu, které v prvním stupni nevydal předseda Rady, rozhoduje předseda Rady.

§123 (2) Pokud v prvním stupni vydal rozhodnutí předseda Rady, přechází rozhodování o odvolání v Radě nehlasuje

**Vyhláška č. 155/2005 Sb.,
o způsobu tvorby volacích značek, identifikačních kódů,
jejich používání a o druzích radiokomunikačních služeb, pro které
jsou vyžadovány**

Ministerstvo informatiky stanoví podle § 150 odst. 2 zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích) (dále jen **zákon**) k provedení § 16 odst. 7 zákona:

§ 1

Pro účely této vyhlášky se rozumí:

- a. rádiovým zařízením jeden nebo několik vysílajících nebo soubor vysílajících a přijímajících, včetně jejich poskytnutí potřebných na daném stanovišti k výkonu dané radiokomunikační služby (dále jen **stanice**),
- b. pevnou službou radiokomunikační služba mezi stanovenými pevnými body,
- c. pevnou stanicí stanice pevné služby,
- d. základnovou stanicí pozemní stanice pozemní pohyblivé služby,
- e. pobřežní stanicí pozemní stanice námořní pohyblivé služby nebo radiotelefonní služby na vnitrozemských vodních cestách,
- f. leteckou stanicí pozemní stanice letecké pohyblivé služby,
- g. pozemní pohyblivou stanicí pohyblivá stanice pozemní pohyblivé služby schopná přemísťování po zemském povrchu uvnitř zemepisných hranic země nebo svířadilu,
- h. lodní stanicí pohyblivá stanice námořní pohyblivé služby nebo radiotelefonní služby na vnitrozemských vodních cestách umístěná na plavidle, které není trvale spojeno s pevninou,
- i. letadlovou stanicí pohyblivá stanice letecké pohyblivé služby umístěná na palubě letadla,
- j. amatérskou radiokomunikační službou radiokomunikační služba pro sebevzdělávání nebo pro vzájemná spojení prováděná oprávněnými osobami nevýdělečně.

- k. námořní pohyblivou službou radiokomunikační služba mezi pobřežními stanicemi a lodními stanicemi nebo mezi lodními stanicemi navzájem sloužící k zajištění bezpečnosti a provozu námořní plavby,
- l. leteckou pohyblivou službou radiokomunikační služba mezi letadlovými a leteckými stanicemi nebo mezi letadlovými stanicemi navzájem sloužící k zajištění bezpečnosti leteckého provozu,
- m. pozemní pohyblivou službou radiokomunikační služba mezi základnovými stanicemi a pozemními pohyblivými stanicemi nebo mezi pozemními pohyblivými stanicemi navzájem,
- n. radiotelefonní službou na vnitrozemských vodních cestách radiokomunikační služba mezi pobřežními stanicemi a lodními stanicemi nebo mezi lodními stanicemi navzájem nebo mezi pobřežními stanicemi navzájem sloužící k zajištění bezpečnosti a provozu vnitrozemské plavby,
- o. volací značku každé poznávací označení stanice, které umožňuje zjištění její totožnosti během vysílání,
- p. Q-kódem kódová skupina třís písmen začínající vždy písmenem Q, která má určitý konkrétní, mezinárodně dohodnutý význam.

§ 2

Volací značky

(1) Provozovatelé stanic provozovaných na území České republiky a provozovatelé stanic českých subjektů provozovaných mimo území České republiky používají při vysílání volací značky, s výjimkou případů uvedených v odstavci 3.

(2) Volací značky jsou mezinárodní, národní a zvláštní.

(3) Bez volací značky lze provozovat

- a. stanice k šíření modelů a hraček, lékařské radiosondy a zařízení určená k přenosu ovládacích nebo měřicích signálů pomocí elektromagnetického pole vytvořeného tímto zařízením,
- b. stanice provozované na základě všeobecného oprávnění (§ 9 zákona).

§ 3

Identifikační ísla a kódy

Identifikační ísla a kódy pro selektivní volání se používají pro potřeby námořní pohyblivé, letecké pohyblivé a pozemní pohyblivé radiokomunikační služby.

§ 4

Tvorba volacích značek

(1) Stejná volací značka nemůže být přidělena dvěma nebo více provozovatelům stanic.

(2) Volací značky se přidělují tak, aby nemohly být zaměňovány s volacími značkami tísňového

ých signálů (SOS/MAYDAY), pilnostních signálů (XXX/PANPAN), bezpečnostních signálů (TTT/SÉCURITÉ) nebo s kódovými zkratkami Q-kódu.

(3) Při předložení volací značky se přihlídně k návrhu žadatele na předání urité volací značky uplatněnému při podání žádosti o oprávnění, je-li návrh žadatele v souladu s odstavcem 1 a 2 a § 9 až 11.

§ 5 Používání volacích značek

(1) Provozovatel stanice vysílá na začátku a na konci spojení vlastní volací značku. Trvá-li spojení déle než pět minut, zašle provozovatel stanice volací značku po pěti minutách.

(2) Provozovatel stanice amatérské radiokomunikační služby vysílá na začátku a na konci každého spojení vlastní volací značku. Trvá-li spojení déle než deset minut, zašle provozovatel stanice vlastní volací značku po deseti minutách.

(3) Neobsluhovaná stanice¹⁾ amatérské radiokomunikační služby vysílá volací značku v intervalu deseti minut.

(4) Používá-li provozovatel stanice superponovanou mezinárodní volací značku, musí před jejím vysláním vysílat Q-kód QTT. Superponovaná značka je doplňková informace přenášená na pozadí užitého signálu, která přímě nesouvisí s obsahem přivodní přenášené informace.

§ 6

(1) V radiotelegrafním provozu provozovatel stanice vysílá mezinárodní volací značku ve formě znaků Morseovy abecedy.

(2) V radiodálnopisném provozu provozovatel stanice vysílá mezinárodní volací značku ve formě znaků mezinárodní telegrafní abecedy.

(3) V radiotelefonním provozu provozovatel stanice jednotlivá písmena a číslice volací značky vyslovuje

- a. ve vnitrostátní radiokomunikační službě odděleně český podle hláskovací tabulky uvedené v příloze, číslice následující za písmeny však lze vyslovovat i jako souborná čísla,
- b. v mezinárodní radiokomunikační službě odděleně anglicky podle hláskovací tabulky uvedené v příloze.

§ 7

Provozovatel stanice vyslovuje slovní výrazy, názvy a jména v národní volací značce jako

jako celá slova. Rejstříkové znaky letadel hláskuje i esky, popř. anglicky podle hláskovací tabulky uvedené v příloze. Číslice vyslovuje jednotlivě u stanic jiných než letadlových lze vyslovovat několik po sobě jdoucích číslic též jako číslo.

§ 8

Mezinárodní volací znaky

(1) Mezinárodní volací znak se přidělí provozovateli stanice v radiotelegrafním provozu, stanice otevřené pro mezinárodní veřejnou korespondenci, stanice amatérské radiokomunikační služby, stanice pokusné nebo jiné stanice, která by mohla působit škodlivou interferenci za hranicemi České republiky; mezinárodní volací znak se nepřidělí, pokud lze z příjmu vysílání v zahraničí zjistit totožnost stanice i jiným způsobem, např. ze zvukového nebo obrazového obsahu vysílání.

(2) Používá-li provozovatel pevné, pozemní nebo rozhlasové stanice v mezinárodní radiokomunikační službě více než jednoho kmitočtu, lze pro každý kmitočet (u poběžné stanice pro každou skupinu kmitočtů) přidělit odlišnou mezinárodní volací znak.

§ 9

(1) Mezinárodní volací znak tvoří kombinace písmen, popř. písmen a číslic, přičemž lze použít

- a. písmena: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z,
- b. číslice: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9.

(2) V mezinárodní volací znaku tvoří první dvě písmena vždy dvojice písmen OK nebo OL. Bezprostředně za písmeny nelze použít číslice 0 a 1, s výjimkou volacích znaků stanic amatérské radiokomunikační služby.

(3) Mezinárodní volací znak pro jednotlivé druhy stanic se přidělují podle těchto zásad:

- a. pevné stanice: tři písmena, z nichž první dvě jsou OK nebo OL, za nimiž mohou následovat nejvýše tři číslice,
- b. základnové stanice: tři písmena, z nichž první dvě jsou OL, za nimiž mohou následovat nejvýše tři číslice,
- c. poběžné stanice: tři písmena, z nichž první dvě jsou OL, za nimiž může následovat jedna číslice,
- d. letecké stanice: tři písmena, z nichž první dvě jsou OK, za nimiž mohou následovat nejvýše dvě číslice,
- e. pohyblivé pozemní stanice:
 1. čtyři písmena, z nichž první dvě jsou OL, a jedna číslice (v radiotelefonním a radiotelegrafním provozu); jako třetí písmeno není možno použít písmena G, H, L, O, U a V, nebo
 2. písmena OL a čtyři číslice (v radiotelefonním provozu),

- f. lodní stanice:
1. pouze s radiotelefonním provozem: dvojice písmen OL následovaná | tyšni | íslicemi nebo jedním písmenem a | tyšni | íslicemi,
 2. ostatní: | tyš písmena, z nichž první dvě jsou OL a jako třetí se používá u námořních lodí písmeno G nebo H a u vnitrozemských plavidel písmeno L, O, U nebo V,
- b. stanice na lodních záchranných | lunech: volací značka lodi, jejíž jsou | luny součástí (mateřská loď), a dvě | íslice,
- c. letadlové stanice:
1. první písmen, z nichž první dvě jsou OK a další tři písmena jsou shodná s písmeny rejstříkové značky letadla,
 2. sedm znaků shodných s rejstříkovou značkou letadla, z nichž první dva jsou písmena OK, další tři znaky jsou písmena a poslední dva znaky | íslice,
 3. šest znaků, z nichž první dva jsou písmena OK a další | tyš | íslice pro kluzáky nebo vrtulník (připadně i s pomocným motorem), nebo
 4. šest znaků, z nichž první tři jsou písmena OKA a další tři | íslice pro kluzáky nebo vrtulník (připadně i s pomocným motorem).
- d. stanice letadlových záchranných | lun: volací značka letadla, jehož jsou | luny součástí (mateřské letadlo), a jedna | íslice,
- e. stanice amatérské radiokomunikační služby: OK0 až OK9 a jedno, dvě nebo tři písmena, nebo OL0 až OL9 a jedno nebo více písmen nebo | íslic, přičemž
1. volací značka začínající OK0 a jedno, dvě nebo tři písmena se používají neobsluhovaným stanicím,
 2. volací značka začínající OK1 a OK2 a trojice písmen, začínající písmeny K, O nebo R, se používají klubovým stanicím,
 3. volací značka začínající OK1 až OK7 a dvě nebo tři písmena, s výjimkou znakové kombinace uvedené v bodě 2, se používají stanicím jednotlivců, které jsou držiteli příkazu odborné způsobilosti HAREC operátora třídy A,⁴⁾
 4. volací značka začínající OK8 a dvě nebo tři písmena se používají cizím státním příslušníkům vysílajícím z území České republiky,
 5. volací značka začínající OK9 a tři písmena se používají stanicím jednotlivců, které jsou držiteli příkazu odborné způsobilosti NOVICE operátora třídy N,
 6. volací značka začínající OL0 až OL9 a dvě nebo více písmen nebo | íslic, přičemž poslední musí být písmeno, se používají stanicím amatérské radiokomunikační služby v rámci krátkodobých oprávnění,
 7. volací značka začínající OK1 až OK7 nebo OL0 až OL9 a jedno písmeno se používají pouze pro účely mezinárodních amatérských závodů.

(4) Volací značka stanice amatérské radiokomunikační služby přidělená dříve vydaným oprávněním může být opětovně přidělena jinému žadateli této služby nejdříve po uplynutí pěti let po skončení platnosti původního oprávnění.

§10

Národní volací značka

(1) Národní volací značka se přiděluje provozovateli stanice pro provozování radiokomunikací níslužby výlučně na území České republiky.

(2) Národní volací značka tvoří

- a. kombinace písmen, popř. řadí písmen a číslic, odlišná od kombinace používané ve volacích značkách mezinárodních, přičemž lze použít
 1. písmena: A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z,
 2. číslice: 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9,
- b. jednoslovný výraz, za nímž může následovat číslice; jako slovní výraz nelze použít slovo vulgární nebo matoucí, nebo
- c. název stanice, místní název nebo jméno provozovatele, za nímž mohou následovat číslice.

(3) Používá-li provozovatel stanice více než jeden kmitočet, lze pro každý kmitočet přidělit odlišnou volací značku.

§11

Zvláštní volací značka

(1) Zvláštní volací značka se přiděluje na žádost provozovatele letadlové nebo lodní stanice, a nebo pro zvláštní charakteristické signály nebo jiné charakteristické znaky vysílání.

(2) Zvláštní volací značka tvoří

- a. u letadlových stanic
 1. mezinárodní volací značka letadlové stanice, jejíž předchází buď radio-telefonní zkratka provozovatele letadla nebo označení typu letadla,
 2. radiotelefonní zkratka provozovatele letadla, za níž je zařazeno pořadové číslo letu, nebo
 3. rejstříková značka, popř. řadí zvláštní značka letadla,
- b. u lodních stanic zvláštní značka plavidla, jejíž může být i jméno plavidla, které může předcházet označení druhu plavidla.

§12

Účinnost

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. května 2005.

Ministr: **Mlynář v.r.**

Poznámky pod čarou:

- 1) Vyhláška č. 156/2005 Sb., o technických a provozních podmínkách amatérské radio-komunikační služby.
2) Vyhláška č. 157/2005 Sb., o náležitostech přihlášky ke zkoušce k prokázání odborné způsobilosti k obsluze vysílacích rádiových zařízení, o rozsahu znalostí potřebných pro jednotlivé druhy odborné způsobilosti, o způsobu provádění zkoušek, o druzích překazů způsobilosti a době jejich platnosti.

Příloha k vyhlášce č. 155/2005 Sb.**Hláskovací tabulka**

Písmeno	Česky	Anglicky [výslovnost]
A	Adam	Alpha [alfa]
B	Božena	Bravo [brávou]
C	Cyril	Charlie [čárli]
Č	Čeněk	-
D	David	Delta
Ř	Řáblice	-
E	Emil	Echo [ekou]
F	František	Foxtrot
G	Gustav	Golf
H	Helena	Hotel [houtel]
CH	Chrudim	-
I	Ivan	India [indja]
J	Josef	Juliett [džúljjet]
K	Karel	Kilo [kílou]
L	Ludvík	Lima
Š	Šubochůva	-
M	Marie	Mike [majk]
N	Norbert	November [novembr]
Ě	Nina	-
O	Oto (Otakar)	Oscar [oskr]
P	Petr	Papa [papá]
Q	Quido [vysl. Kvído]	Quebec [kvíbek]
R	Rudolf	Romeo [roumiou]
Ř	Řehoř	-
S	Svatopluk	Sierra
Š	Šimon	-
T	Tomáš	Tango [tengou]
Š	Štěpánov	-
U	Urban	Uniform [júnyfórm]
V	Václav	Victor [vyktr]
W	Dvojitě V	Whisky [visky]
X	Xaver	X-Ray [eksrej]
Y	Ypsilon	Yankee [jenky]
Z	Zuzana	Zulu [zúlú]
Ž	Žofie	-

**Vyhláška č. 156/2005 Sb.,
o technických a provozních podmínkách amatérské
radiokomunikační služby**

Ministerstvo informatiky stanoví podle § 150 odst. 2 zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích) (dále jen *zákon*) k provedení § 16 odst. 8 zákona:

**ČÁST PRVNÍ
VŠEOBECNÁ USTANOVENÍ**

§ 1

Pro účely této vyhlášky se rozumí

- a. amatérskou radiokomunikační službou radiokomunikační služba pro sebevzdělávání nebo pro vzájemná spojení prováděná oprávněnými osobami nevýdělečně,
- b. amatérskou stanicí jeden nebo několik vysílačů nebo soubor vysílačů a přijímačů, včetně jejich poskytnutí potřebných na daném stanovišti k výkonu amatérské radiokomunikační služby (dále jen *stanice*),
- c. provozováním stanice přijem a vysílání rádiových vln,
- d. volací značkou každé poznávací označení stanice, které umožňuje zjištění její totožnosti během vysílání¹⁾,
- e. průkazem odborné způsobilosti HAREC²⁾ (Harmonised Amateur Radio Examination Certificate) průkaz operátora amatérské radiokomunikační služby mající mezinárodní platnost (dále jen *průkaz HAREC*),
- f. průkazem odborné způsobilosti NOVICE²⁾ průkaz operátora amatérské radiokomunikační služby mající platnost v České republice (dále jen *průkaz NOVICE*),
- g. operátorem osoba obsluhující stanici,
- h. vedoucím operátorem osoba, která je zapsána v individuálním oprávnění k využívání rádiových kmitočtů vydaném pro klubovou stanici a je držitelem průkazu HAREC,
- i. systémovým operátorem osoba zapsaná v individuálním oprávnění k využívání rádiových kmitočtů vydaném pro neobsluhovanou stanici a je držitelem průkazu HAREC,
- j. operátorem oprávněným provádět dozor osoba, která je držitelem průkazu HAREC, je pověřena vedoucím operátorem k doзору nad výkonem a činností operátora bez průkazu odborné způsobilosti u klubové stanice a je vedoucím operátorem zapsaná do stanovního deníku,
- k. amatérským převaděčem vysílací rádiové zařízení provozované v kmitočtových pásmech vyhrazených pro amatérskou radiokomunikační službu, které přímá vysokofrekvenční signál na určeném kmitočtu a převádí jej na jiný kmitočtet, na němž se přijímá signál znovu vysílá.

- l. amatérským majákem vysílací rádiové zařzení provozované v kmitol tových pásmech vyhrazených pro amatérskou radiokomunika ní službu, sloužící ke studiu posouzení podmínek šíření rádiových vln a ke kontrole šířímací části amatérské stanice,
- m. paketovým uzlem vysílací rádiové zařzení provozované v kmitol tových pásmech vyhrazených pro amatérskou radiokomunika ní službu, umožňující vstup do rádiové sítě pro přenos dat mezi stanicemi s výjimkou stanic systému pro automatické předávání údajů o poloze (APRS - Automatic Position Reporting System),
- n. mezinárodní organizací CEPT (Conférence Européene des Administrations des Postes et des Télécommunications) Evropská konference poštovních a telekomunika ních správ (dále jen ŤCEPTŤ),
- o. stanicí jednotlivce stanice, kde držitelem oprávnění je fyzická osoba,
- p. klubovou stanicí stanice, kdy jednu volací značku používá více osob,
- q. maximálním výstupním výkonem odpovídající výkon vysílacího zařzení dodávaný do anténního napájecího.

ČÁST DRUHÁ PROVOZNÍ PODMÍNKY AMATÉRSKÉ RADIOKOMUNIKA NI SLUŽBY

§ 2 Individuální oprávnění k využívání rádiových kmitol tů

(1) Individuální oprávnění k využívání rádiových kmitol tů (dále jen ŤoprávněníŤ) pro amatérskou radiokomunika ní službu se uděluje pro

- a. stanici jednotlivce,
- b. klubovou stanicí,
- c. neobsluhovanou stanicí (§ 6).

(2) Cizí státní poskytník je oprávněn na území České republiky provozovat stanici bez oprávnění, jestliže

- a. je držitelem licence CEPT³⁾ nebo jejího ekvivalentu uznaného CEPT,
- b. pobývá na území České republiky nepřetržitě po dobu kratší než 3 měsíce⁴⁾ a
- c. podobnou výhodu poskytuje občanům České republiky rovněž stát, jehož je poskytníkem.

(3) Cizím státním poskytníkem z členských zemí CEPT se uděluje oprávnění na základě předložení průkazu HAREC nebo jeho ekvivalentu uznaného CEPT.

§ 3 Provozování stanice

(1) Cizí státní poskytník uvedený v § 2 odst. 2, použije při obsluze stanice svoji domovskou volací značku, které předchází dvojicí písmen ŤOKŤ. Písmena ŤOKŤ a domovská volací značka jsou odděleny lomítkem Ť/Ť popř. anglickým slovem ŤstrokeŤ.

(2) Zkušební vysílání musí být prováděno do vhodného nevyzašujícího odporu, který nahrazuje vstupní impedanci antény (umíká zátěž), s výjimkou nastavení antén a anténních obvodů vysílače.

§ 4

Třída operátorů

(1) Operátor je na základě úspěšného složení zkoušky podle zvláštního právního předpisu zařazen do třídy A nebo do třídy N.

(2) Maximální výstupní výkon ve třídě

- a. A je 750 W v kmitočtových pásmech uvedených v příloze 1 k této vyhlášce v tabulce 1, pokud status uvedený v tabulce nestanoví výkon nižší,
- b. N je 10 W v kmitočtových pásmech uvedených v příloze 1 k této vyhlášce v tabulce 2.

(3) V mezích kmitočtových pásem uvedených v tabulkách přílohy 1 k této vyhlášce může operátor pro jednotlivé druhy provozu použít pouze kmitočtové úseky podle doporučení Mezinárodní radioamatérské unie (IARU - International Amateur Radio Union) pro Region 1.

(4) Na mezinárodním radioamatérském závodě nebo při spojení využívajícím pasivní odraz od mimozemských objektů může operátor třídy A obsluhovat stanici o maximálním výstupním výkonu 1500 W v intravilánu a 3000 W mimo toto území.

(5) Výkony uvedené v odstavcích 2 a 3 nesmí být překročeny v součtu výkonů jednotlivých vysílacích zařízení při jejich současném provozu na jednom kmitočtu a modulovaných z jednoho zdroje.

(6) Maximální výstupní výkon neobsluhované stanice je 50 W.

§ 5

Klubové stanice

(1) Operátor, který není držitelem průkazu HAREC nebo NOVICE může obsluhovat klubovou stanici jen v rozsahu třídy N a pod dozorem operátora oprávněného provádět dozor.

(2) Do stančního deníku klubové stanice se zaznamenává jméno a příjmení vedoucího operátora, operátora oprávněného provádět dozor, operátora klubové stanice a údaje o provozu klubové stanice. Údaje o provozu do stančního deníku zaznamenává operátor.

(3) Údaji o provozu v odstavci 2 se rozumí zejména, datum, čas a doba trvání uskutečnění rádiového spojení, použité kmitočtové pásmo, druh provozu, volací značka stanice a stanoviště klubové stanice, se kterou bylo uskutečнено rádiové spojení.

(4) S obsahem oprávnění pro klubovou stanici musí být seznámen každý její operátor.

§ 6

Neobsluhované stanice

Neobsluhovanou stanicí se rozumí amatérský převáděč, amatérský maják nebo paketový uzel.

§ 7

Stanoviště stanice

(1) Držitel oprávnění může stanici trvale provozovat jen na stanovišti uvedeném v oprávnění.

(2) Provozuje-li držitel oprávnění přechodnou stanici

- a. z jiného pevného stanoviště mimo stanoviště podle odstavce 1, doplní volací značku o údaj *Åpñ* nebo anglické slovo *Åportableñ*
- b. z pohyblivého stanoviště doplní volací značku o údaj *Åmñ* nebo anglické slovo *Åmobileñ*

V radioamatérském závodě není doplnění údaje *Åpñ* nebo *Åportableñ*, *Åmñ* nebo *Åmobileñ* povinné.

(3) K provozu stanice na prostředku lodní nebo letecké dopravy je nutný souhlas vlastníka nebo provozovatele tohoto prostředku. Při provozu stanice umístěné na prostředku lodní dopravy doplní operátor volací značku údajem *Åmmñ* a na prostředku letecké dopravy údajem *Åamñ*

§ 8

Obsah vysílání

(1) Obsahem vysílání nesmí být zpráva mající povahu komerční, rozhlasového nebo televizního vysílání.

(2) Stanici nelze použít k předávání zpráv třetím osobám s výjimkou případů, kdy se jedná o odvrácení bezprostřední hrozícího nebo existujícího nebezpečí při ohrožení lidského života, zdraví, majetku nebo životního prostředí. V takovém případě je amatérská radiokomunikace služba považována za tísňovou komunikaci a k tomuto účelu může každý operátor využívat všechna kmitočtová pásma určená pro amatérskou radiokomunikaci službu.

(3) Při radioamatérském orientačním běhu lze prostřednictvím vysílacího rádiového zařízení ARDF vysílat pouze mezinárodně používané znaky MO, MOE, MOI, MOS, MOH a MO5 v těchto kmitočtových pásmech:

- a. 3 520 až 3 600 kHz s druhem provozu A1A,
- b. 3 600 až 3 750 kHz s druhem provozu A1A a A2A, nebo
- c. 144,500 až 144,775 MHz a 145,225 až 145,575 MHz s druhem provozu A1A, A2A, F1A a F2A.

(4) Vysílacím rádiovým zařízením ARDF (Amateur Radio Direction Finding) se rozumí vysílací rádiové zařízení omezeného výkonu určené k vysílání majákových signálů pro soutěže a trénink v radioamatérském orientačním běhu, které je provozované v kmitočtových pásmech uvedených v odstavci 3.

ČÁST TŘETÍ TECHNICKÉ PODMÍNKY AMATÉRSKÉ RADIOKOMUNIKAČNÍ SLUŽBY

§ 9 Požadavky na stanice

(1) Výkon jednotlivých kmitočtových složek nežádoucího vyzařování nesmí překročit tyto hodnoty:

Kmitočtový rozsah	Střední výkon	Potlačení nežádoucí složky
9 kHz - 30 MHz		-40 dB, nejvýše však 50 mW středního výkonu
30 MHz - 235 MHz	>25 W	-60 dB, nejvýše však 1 mW středního výkonu
	≤25 W	-40 dB, nejvýše však 25 μW středního výkonu
235 MHz - 960 MHz	>25 W	-60 dB, nejvýše však 20 mW středního výkonu
	≤25 W	-40 dB, nejvýše však 25 μW středního výkonu
960 MHz - 17,7 GHz	>10 W	-50 dB, nejvýše však 100 mW středního výkonu
	≤10 W	Nejvýše 100 μW výkonu
> 17,7 GHz		Co nejnižší podle současného stavu vývoje techniky (RR APS3)

(2) šířka pásma zabraná vysíláním musí odpovídat minimální šířce pásma potřebné pro přenos informace daným druhem provozu.

(3) Během zmíněny vysílacího kmitotlu provozování stanice nesmí být vyzařována její anténou žádná elektromagnetická energie; tato podmínka se nevztahuje na provozování stanice v rámci dráhové amatérské služby.

(4) Výstup vysíláče, s výjimkou vysíláče s výstupním výkonem menším než 6 W, musí být zakončen nesymetrickým výstupem o impedanci 50 Ω až 100 Ω. Na stanovišti stanice musí být pro účely měření vysíláče povolenými osobami státní kontroly elektronických komunikací k dispozici výstupní konektor typu N nebo BNC, popřípadě redukce z výstupu vysíláče na tento typ konektoru

ČÁST ČTVRTÁ USTANOVENÍ ZÁVĚRNÁ

§ 10

Provozování stanice, jejíž technické a provozní parametry neodpovídají této vyhlášce, je držitel oprávnění povinen ukončit nejpozději do jednoho měsíce ode dne nabytí účinnosti této vyhlášky

§ 11 Účinnost

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. května 2005.

Ministr: **Mlynář v.r.**

Poznámky pod čarou:

1. Vyhláška č. 155/2005 Sb., o způsobu tvorby volacích značek a identifikačních čísel a kódů, jejich používání a druzích radiokomunikačních služeb, pro které jsou vyžadovány.
2. Vyhláška č. 157/2005 Sb., o náležitostech přihlášky ke zkoušce k prokázání odborné způsobilosti k obsluze vysílacích rádiových zařízení, o rozsahu znalostí potřebných pro jednotlivé druhy odborné způsobilosti, způsobu provádění zkoušek, o druzích průkazů způsobilosti a době jejich platnosti.
3. Doporučení CEPT T/R 61-01
4. Doporučení CEPT T/R 61-02

OPERÁTORSKÉ TŘÍDY

Tabulka 1: Operátorská třída A

Kmito tové pásmo		Status ^{*)}
od	do	
135,70 kHz	137,80 kHz	S ⁱ⁾
1 810 kHz	1850 kHz	P
1 850 kHz	1 890 kHz	NIB ⁱⁱ⁾
1 890 kHz	2 000 kHz	NIB ^{vi)}
3 500 kHz	3 800 kHz	P
7 000 kHz	7 100 kHz	
7 100 kHz	7 200 kHz	S ^{vii)}
10,10 MHz	10,140 MHz	S ⁱⁱ⁾
10,140 MHz	10,150 MHz	S ⁱⁱⁱ⁾
14 000 kHz	14 350 kHz	P
18 068 kHz	18 168 kHz	
21,00 MHz	21,45 MHz	
24,89 MHz	24,99 MHz	
28,00 MHz	29,70 MHz	
50 MHz	52 MHz	NIB ^{v)}
144 MHz	146 MHz	P
430 MHz	440 MHz	
1 240 MHz	1 300 MHz	S
2 300 MHz	2 450 MHz	
3 400 MHz	3 410 MHz	NIB ^{vi)}

Pokračování:

Kmitočetové pásmo		Status ³⁾
od	do	
5 650 MHz	5 850 MHz	S
10,00 GHz	10,50 GHz	
24,00 GHz	24,05 GHz	P
24,05 GHz	24,25 GHz	S
47,00 GHz	47,20 GHz	P
75,50 GHz	76,00 GHz	
76 GHz	77,5 GHz	S
77,5 GHz	78 GHz	P
78 GHz	81 GHz	S
122,25 GHz	123 GHz	
134 GHz	136 GHz	P
136 GHz	141 GHz	S
241 GHz	248 GHz	
248 GHz	250 GHz	P

Tabulka 2: Operátorská třída N

Kmitočetové pásmo		Status ¹⁾
od	do	
1 830 kHz	1 850 kHz	P
1 850 kHz	2 000 kHz	NIB ^{v)}
3 550 kHz	3 700 kHz	P
21,050 MHz	21,200 MHz	
28,050 MHz	28,400 MHz	
144 MHz	146 MHz	
430 MHz	440 MHz	
1 240 MHz	1 300 MHz	S
2 300 MHz	2 450 MHz	
3 400 MHz	3 410 MHz	NIB ^{v)}
5 650 MHz	5 850 MHz	S
10,00 GHz	10,50 GHz	
24,00 GHz	24,05 GHz	P
24,05 GHz	24,25 GHz	S
47,00 GHz	47,20 GHz	P
75,50 GHz	76,00 GHz	
76 GHz	77,5 GHz	S
77,5 GHz	78 GHz	P
78 GHz	81 GHz	S
122,25 GHz	123 GHz	
134 GHz	136 GHz	P
136 GHz	141 GHz	S
241 GHz	248 GHz	
248 GHz	250 GHz	P

*)

P = **p**řednostní (primární) pásmo,

S = **s**područné (sekundární) pásmo:

- a. vysílání nesmí způsobit škodlivé interference stanicím přednostních služeb,
- b. nemůže být nárokována ochrana před škodlivým ružením stanic přednostní služby,
- c. může být však nárokována ochrana před škodlivým ružením téže nebo jiné područné služby,

NIB = **n**a neinterferenční bázi:

- a. vysílání nesmí způsobit škodlivé interference stanicím přednostních služeb,
- b. nemůže být nárokována ochrana před škodlivým ružením stanic přednostní služby.

ⁱ⁾ pouze druhy provozu A1A, F1A, G1A

ⁱⁱ⁾ pouze druhy provozu A1A, F1A, G1A, J2A

ⁱⁱⁱ⁾ pouze druhy provozu J1D, J2D, F1D, G1D

^{iv)} povolený výstupní výkon 75 W

^{v)} povolený výstupní výkon 25 W

^{vi)} povolený výstupní výkon 10 W

^{vii)} do 29.3.2009 povolený výstupní výkon 250 W, od 30.3.2009 status P

Příloha | . 2 k vyhlášce | . 156/2005 Sb.

DRUH PROVOZU

(1) Druh provozu vysílacího rádiového zařízení je určen:

- a. potřebnou šířkou kmitočtového pásma a
- b. třídou vysílání.

(2) Potřebná šířka kmitočtového pásma se vyjadřuje těmi znaky, z nichž jsou tři číslice vyjadřující zaokrouhlenou hodnotu potřebné šířky kmitočtového pásma a jedno písmeno. Písmeno zaujímá postavení desetinné čárky a zastupuje použitou jednotku, potřebnou šířku pásma:

- a. mezi 0,001 Hz a 999 Hz se vyjadřuje v Hertzech (písmeno H),
- b. mezi 1 kHz a 999 kHz se vyjadřuje v kilohertzech (písmeno k),
- c. mezi 1 MHz a 999 MHz se vyjadřuje v megahertzech (písmeno M) a
- d. mezi 1 GHz a 999 GHz se vyjadřuje v gigahertzech (písmeno G).

Př oznámení druhu provozu amatérské radiokomunikační služby není údaj o potřebné šířce kmitočtového pásma povinný.

(3) Třída vysílání je povinný údaj a vyjadřuje se těmi za sebou jdoucími znaky, jejichž význam je:

- a. první znak udává druh modulační nosné, přímý je označen:
 1. Vysílání nemodulované vlny - N
 2. Vysílání, kde je hlavní vlna amplitudově modulována (včetně případů, kde jsou subnosné modulovány úhlovou modulací)
 - a. Dvojí postranní pásmo - A
 - b. Jedno postranní pásmo, plná nosná vlna - H
 - c. Jedno postranní pásmo, nosná vlna omezená nebo s proměnlivou úrovní - R
 - d. Jedno postranní pásmo, potlačená nosná vlna - J
 - e. Nezávislé postranní pásmo - B
 - f. Zbytkové postranní pásmo - C
 3. Vysílání, jehož hlavní nosná vlna je modulována úhlovou modulací
 - a. Kmitotvová modulační - F
 - b. Fázová modulační - G
 4. Vysílání, jehož hlavní nosná vlna je modulována amplitudově a úhlovou modulací, buď současně, nebo v předem stanoveném pořadí - D
 5. Impulzní vysílání
 - a. Sled nemodulovaných impulzů - P
 - b. Sled impulzů
 - i. Modulovaných amplitudově - K
 - ii. Modulovaných v šířce / trvání - L
 - iii. Modulovaných v poloze / fázi - M
 - iv. Ve kterých je nosná vlna během periody impulzu modulována úhlovou modulací - Q
 - v. Sestávající v kombinaci předcházejících nebo vytvořené jinými prostředky - V
 6. Případy nezahrnuté mezi výše uvedené, ve kterých se vysílání skládá z hlavní nosné modulované buď současně nebo v předem stanoveném pořadí kombinací těchto způsobů: amplitudově, úhlovou modulací nebo impulzní - W
 7. Ostatní případy - X
- b. druhý znak udává povahu signálu modulujícího hlavní nosnou, přímý je označen:
 1. Bez modulujícího signálu - 0
 2. Jediný kanál obsahující kvantovanou nebo digitální informaci bez použití modulující subnosné - 1
 3. Jediný kanál obsahující kvantovanou nebo digitální informaci s použitím modulující subnosné - 2
 4. Jediný kanál obsahující analogovou informaci - 3
 5. Dva nebo více kanálů obsahujících kvantovanou nebo digitální informaci - 7
 6. Dva nebo více kanálů obsahujících analogovou informaci - 8
 7. Složená soustava zahrnující jeden nebo více kanálů obsahujících kvantovanou nebo digitální informaci a jeden nebo více kanálů obsahujících analogovou informaci - 9
 8. Ostatní případy - X

- c. šestí znak označuje druh informace určené k přenesení, přímým je označeno:
1. Číselná informace - N
 2. Telegrafie (pro příjem sluchem) - A
 3. Telegrafie (pro automatický příjem) - B
 4. Faksimile - C
 5. Přenos dat, dálkové měření, dálkové ovládání - D
 6. Telefonie (včetně zvukového rozhlasu) - E
 7. Televize (obraz) - F
 8. Kombinace předchozích způsobů - W
 9. Ostatní způsoby - X

**Vyhláška č. 157/2005 Sb.,
o náležitostech přihlášky ke zkoušce k prokázání odborné
způsobilosti k obsluze vysílacích rádiových zařízení, o rozsahu
znalostí potřebných pro jednotlivé druhy odborné způsobilosti, o
způsobu provádění zkoušek, o druzích průkazů odborné
způsobilosti a době jejich platnosti**

Ministerstvo informatiky stanoví podle § 150 odst. 2 zákona č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změnách některých souvisejících zákonů (zákon o elektronických komunikacích) (dále jen *zákon*) k provedení § 26 odst. 5 zákona:

§ 1

Pro účely této vyhlášky se rozumí

- a. rádiovým zařízením jeden nebo několik vysílačů nebo soubor vysílačů a přijímačů, včetně jejich služebních potřebných na daném stanovišti k výkonu dané radiokomunikační služby (dále jen *stanice*),
- b. operátorem stanice osoba obsluhující stanici (dále jen *operátor*),
- c. leteckou pohyblivou službou radiokomunikační služba mezi letadlovými a leteckými stanicemi nebo mezi letadlovými stanicemi navzájem sloužící k zajištění bezpečnosti leteckého provozu,
- d. letadlovou stanicí pohyblivá stanice letecké pohyblivé služby umístěná na palubě letadla,
- e. leteckou stanicí pozemní stanice letecké pohyblivé služby,
- f. pozemskou stanicí stanice umístěná na povrchu Země nebo v hlavní části zemské atmosféry,
- g. letadlovou pozemskou stanicí pohyblivá pozemská stanice družicové letecké pohyblivé služby umístěná na palubě letadla,
- h. leteckou pozemskou stanicí pozemská stanice družicové pevné služby nebo družicové letecké pohyblivé služby umístěná v pevném bodě na souši k realizaci modulárního spoje pro družicovou leteckou pohyblivou službu,

- i. námošší pohyblivou službou radiokomunikační služba mezi pobřežními stanicemi a lodními stanicemi nebo mezi lodními stanicemi navzájem sloužící k zajištění bezpečnosti a provozu námošší plavby,
- j. radiotelefonní službou na vnitrozemských vodních cestách radiokomunikační služba mezi pobřežními stanicemi a lodními stanicemi nebo mezi lodními stanicemi navzájem nebo mezi pobřežními stanicemi navzájem sloužící k zajištění bezpečnosti a provozu vnitrozemské plavby¹⁾,
- k. lodní stanicí pohyblivá stanice námošší pohyblivé služby nebo radiotelefonní služby na vnitrozemských vodních cestách umístěná na palubě plavidla, které není trvale spojeno s pevninou,
- l. pobřežní stanicí pozemní stanice námošší pohyblivé služby nebo radiotelefonní služby na vnitrozemských vodních cestách,
- m. systémem GMDSS (Global Maritime Distress and Safety System) celosvětový námošší tísňový a bezpečnostní systém zajišťující rádiové spojení v rámci námošší pohyblivé služby,
- n. amatérskou radiokomunikační službou radiokomunikační služba pro sebevzdělávání nebo pro vzájemná spojení prováděná oprávněnými osobami nevýdělečně,
- o. radiokomunikačním provozem navazování, vedení a ukončení rádiového spojení,
- p. mezinárodní organizací ITU (International Telecommunication Union) Mezinárodní telekomunikační unie (dále jen **ITU**),
- q. mezinárodní organizací CEPT (Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications) Evropská konference poštovních a telekomunikačních správ (dále jen **CEPT**),
- r. mezinárodní organizací IMO (International Maritime Organization) Mezinárodní námošší organizace (dále jen **IMO**),
- s. mezinárodní organizací ICAO (International Civil Aviation Organization) Mezinárodní organizace pro civilní letectví (dále jen **ICAO**),
- t. mezinárodní organizací IARU (International Amateur Radio Union) Mezinárodní radioamatérská unie (dále jen **IARU**).

§ 2

Druhy průkazů odborné způsobilosti

Vydávají se tyto druhy průkazů odborné způsobilosti:

- a. všeobecný průkaz radiotelefonisty letecké pohyblivé služby opravňující jeho držitele k obsluze letadlové stanice, letadlové pozemské stanice, letecké stanice nebo letecké pozemské stanice v radiotelefonní službě,
- b. omezený průkaz radiotelefonisty letecké pohyblivé služby opravňující jeho držitele k obsluze letadlové stanice nebo letadlové pozemské stanice v radiotelefonní službě využívající rádiové kmitočty přidělené výhradně letecké pohyblivé službě nebo letecké pohyblivé družicové službě, pokud ovládání vysíláče spočívá jen v obsluze jednoduchých vnějších ovládacích prvků,
- c. všeobecný průkaz operátora námošší pohyblivé služby (GOC - General Operator's Certificate) opravňující jeho držitele k obsluze lodní stanice, lodní pozemské stanice nebo pobřežní stanice využívající všechna kmitočtová pásma systému GMDSS,

- d. omezený průkaz operátora námořní pohyblivé služby (ROC - Restricted Operator's Certificate) opravňující jeho držitele k obsluze lodní stanice nebo pobřežní stanice využívající kmitočtová pásma velmi krátkých vln systému GMDSS,
- e. všeobecný průkaz radiotelefonisty pohyblivé radiotelefonní služby opravňující jeho držitele k obsluze lodní stanice nebo pobřežní stanice na vnitrozemských vodních cestách nebo k obsluze lodní stanice v námořní pohyblivé službě
- f. omezený průkaz radiotelefonisty pohyblivé radiotelefonní služby opravňující jeho držitele k obsluze lodní stanice nebo pobřežní stanice na vnitrozemských vodních cestách nebo k obsluze lodní stanice v námořní pohyblivé službě v pobřežních vodních cestách, pokud ovládání stanice spočívá jen v obsluze jednoduchých vnějších ovládacích prvků,
- g. průkaz pozemního radiotelegrafisty opravňující jeho držitele k obsluze radiotelegrafní nebo radiotelefonní stanice pozemní radiokomunikační služby využívající kmitočtová pásma krátkých vln,
- h. průkaz HAREC operátora třídy A opravňující jeho držitele k obsluze stanice amatérské radiokomunikační služby,
- i. průkaz NOVICE operátora třídy N opravňující jeho držitele k obsluze stanice amatérské radiokomunikační služby,
- j. všeobecný průkaz operátora námořní pohyblivé služby (LRC - Long Range Certificate) opravňující jeho držitele k obsluze lodní stanice, využívající všechna kmitočtová pásma systému GMDSS, která nemá podmínku vybavení systémem GMDSS,
- k. omezený průkaz operátora námořní pohyblivé služby (SRC - Short Range Certificate) opravňující jeho držitele k obsluze lodní stanice, využívající kmitočtová pásma velmi krátkých vln systému GMDSS, která nemá podmínku vybavení systémem GMDSS.

§ 3

Náležitosti přihlášky ke zkoušce odborné způsobilosti

- (1) Písemná přihláška ke zkoušce odborné způsobilosti musí obsahovat
 - a. jméno a příjmení žadatele,
 - b. datum a místo narození,
 - c. státní příslušnost,
 - d. bydliště a
 - e. požadovaný druh odborné způsobilosti.
- (2) Přihláška ke zkoušce odborné způsobilosti k obsluze stanic uvedených
 - a. v § 2 písm. c) a d) musí být doložena dokladem o absolvování kurzu systému GMDSS a praktického výcviku v použití komunikační techniky v rámci systému GMDSS v rozsahu požadavků podle rozhodnutí CEPT²⁾ a mezinárodní smlouvy, kterou je Česká republika vázána,³⁾ který žadateli vystaví příslušné úřady, a dokladem o dosažení středního odborného vzdělání,
 - b. v § 2 písm. j) a k) musí být doložena dokladem o absolvování praktického výcviku v použití komunikační techniky v rámci systému GMDSS v rozsahu požadavků doporučených CEPT,⁴⁾ a mezinárodní smlouvy, kterou je Česká republika vázána,³⁾ který žadateli vystaví příslušné úřady, a dokladem o absolvování praktického výcviku v použití komunikační techniky v rámci systému GMDSS v rozsahu požadavků doporučených CEPT,⁴⁾ a mezinárodní smlouvy, kterou je Česká republika vázána,³⁾ který žadateli vystaví příslušné úřady.

- c. v § 2 písm. a) až g), j) a k) musí být doložena dvěma fotografiemi; pro technické provedení fotografie se obdobně použije ustanovení zvláštního právního předpisu o požadavcích na technické provedení fotografie pro vydání občanského průkazu.⁵⁾

§ 4

Rozsah znalostí ke zkoušce odborné způsobilosti

- (1) Úřad ověřuje při zkoušce odborné způsobilosti znalosti žadatele z
 - a. radiokomunikačních předpisů,
 - b. radiokomunikačního provozu a
 - c. elektrotechniky a radiotechniky.
- (2) Požadované znalosti podle odstavce 1 musí odpovídat standardům znalostí uvedených v doporučeních mezinárodních organizací ITU, CEPT, IMO, ICAO, nebo IARU (Region 1) pro danou odbornou způsobilost.
- (3) Součástí zkoušky k obsluze stanic uvedených
 - a. v § 2 písm. a), c), d), e), j) a k) je ověření komunikace v anglickém jazyce v rozsahu doporučení CEPT,
 - b. v § 2 písm. a) je ověření znalosti letecké frazeologie,
 - c. v § 2 písm. g) je praktická zkouška z telegrafie; na žádost žadatele úřad umožní vykonat zkoušku z telegrafie i žadateli, který požaduje její vykonání v rámci zkoušky k obsluze stanic uvedených v § 2 písm. h) a i).

§ 5

Způsob provádění zkoušek odborné způsobilosti

- (1) Odbornou způsobilost osob k obsluze stanic ověřuje zkoušební komise úřadu. Členy zkoušební komise a jejího předsedu jmenuje a odvolává předseda Rady úřadu.
- (2) Zkouška před úřadem je písemná, pokud tato vyhláška pro konkrétní případy nestanoví i zkoušku ústní nebo praktickou.
- (3) Písemná zkouška se koná formou testu. Otázky v testu musí odpovídat rozsahu znalostí uvedenému v § 4 odst. 2. Ke každé otázce v testu jsou přiloženy 3 odpovědi, z nichž jedna je vždy správná. Za správně zodpovězenou otázku se považuje otázka, u níž byla vybrána a označena jen jedna správná odpověď.
- (4) Ústní zkouška se koná pro ověření znalostí podle § 4 odst. 3 písm. a) a b), praktická pro ověření znalostí podle § 4 odst. 3 písm. c).
- (5) Zkouška se koná zpravidla v sídle úřadu.

(6) Datum, čas, dobu trvání a místo konání zkoušky vyhláší Úřad. Zkouška se může konat nejdříve po uplynutí 30 dnů ode dne jejího vyhlášení.

(7) Úřad vyrozumí písemně uchazele o datu, času, době trvání a místě konání zkoušky nejméně 14 dnů před dnem konání.

(8) Znění všech otázek pro písemné testy v jazyce podle odborné způsobilosti podle § 2 včetně správných odpovědí k jednotlivým otázkám a osnovy ústních zkoušek Úřad uveřejňuje na elektronické úřední desce (§ 125 odst. 3 zákona) a na svých webových stránkách.

§ 6

Průběh a hodnocení výsledku zkoušky odborné způsobilosti

(1) Předseda zkušební komise řídí zkoušku a sleduje její průběh.

(2) Výsledek zkoušky znalostí podle § 4 odst. 1 a 3 se hodnotí odděleně stupněm úspěšnosti nebo neúspěšnosti.

(3) Zkouška se zahajuje písemným testem. Je-li žadatel z písemného testu hodnocen stupněm neúspěšnosti nesmí pokračovat v další části zkoušky podle § 4 odst. 3. Požádá-li žadatel, který neprospěl v písemném testu, o jeho opakování, umožní mu Úřad písemný test opakovat nejdříve za 90 dnů ode dne jeho neúspěšného konání.

(4) Uchazele zkoušku složil, jestliže prokázal předepsané znalosti a byl hodnocen stupněm úspěšnosti ve zkoušce znalostí podle § 4 odst. 1 a 3.

(5) Pokud uchazele zkoušku nesložil do doby 6 měsíců ode dne zahájení písemné zkoušky, může vykonat novou zkoušku jen na základě podání nové přihlášky podle § 3.

(6) Výsledek zkoušek zapisuje zkušební komise do protokolu o zkoušce. Vyplněný písemný test, podepsaný žadatelem je přílohou tohoto protokolu. Každý protokol musí být potvrzen podpisem předsedy zkušební komise.

(7) O výsledku zkoušky zkušební komise bezodkladně uchazele vyrozumí.

§ 7

Vydání průkazu odborné způsobilosti

(1) Prokázáním odborné způsobilosti (§ 26 odst. 4) se rozumí úspěšné vykonání zkoušky.

(2) Průkaz odborné způsobilosti uvedený

- a. v § 2 písm. a) až g) a j) a k) se vydává dvojjazýčně v českém a anglickém jazyce. Musí obsahovat
 1. jméno a příjmení držitele průkazu,
 2. datum narození držitele průkazu,

3. číslo průkazu,
 4. ustanovení, že držitel průkazu prokázal znalosti požadované doporučením ITU, ICAO, IMO nebo CEPT,
 5. datum vydání a dobu platnosti průkazu,
 6. fotografii držitele průkazu a jeho podpis,
 7. název Úřadu,
- c. v § 2 písm. h) se vydává v jazyce, v němž, v českém, německém, francouzském a anglickém jazyce. Musí obsahovat
1. jméno a příjmení držitele průkazu,
 2. datum narození držitele průkazu,
 3. číslo průkazu,
 4. ustanovení, že držitel průkazu prokázal znalosti požadované doporučením CEPT,
 5. datum vydání a dobu platnosti průkazu,
 6. název Úřadu,
- d. § 2 písm. i) se vydává v českém jazyce. Musí obsahovat
1. jméno a příjmení držitele průkazu,
 2. datum narození držitele průkazu,
 3. číslo průkazu,
 4. datum vydání a dobu platnosti průkazu,
 5. název Úřadu.

(3) Vzory průkazů odborné způsobilosti uvedených v § 2 Úřad uveřejní na elektronické úřední desce.

§ 8

Doba a rozsah platnosti průkazů odborné způsobilosti

(1) Doba platnosti průkazu odborné způsobilosti uvedeného

- a. v § 2 písm. h) a i) je neomezená,
- b. v § 2 písm. a) až g) a j) a k) je pět let.

(2) Čadatel o prodloužení doby platnosti průkazu uvedeného v § 2 písm. a) až g), j) a k) doloží žádost potvrzením, že po dobu platnosti průkazu vykonával nejméně jeden rok činnost operátora stanice, k jejíž obsluze je uvedený druh průkazu třeba.

(3) V případě ztráty, poškození nebo zničení průkazu odborné způsobilosti vydá Úřad na základě písemné žádosti jeho držitele duplikát.

§ 9

Účinnost

Tato vyhláška nabývá účinnosti dnem 1. května 2005.

Ministr: **Mlynář v.r.**

Poznámky pod čarou:

- 1) Vyhláška č. 138/2000 Sb., o radiotelefonním provozu na vnitrozemských vodních cestách.
- 2) Rozhodnutí CEPT ERC/DEC/(99)01
- 3) Mezinárodní úmluva o normách výcviku, kvalifikace a strážní služby námořníků (STCW), 1978, oznámená pod č. 53/1995 Sb.
- 4) Doporučení CEPT ERC/REC 31-04 a doporučení CEPT ERC/REC 31-05.
- 5) Vyhláška č. 642/2004 Sb., kterou se provádí zákon o občanských průkazech a zákon o cestovních dokladech.

Vločka č. 1 k j. 17 066/2009-613

**Otázky včetně správných odpovědí pro písemné testy zkoušek
pro jednotlivé druhy průkazů odborné způsobilosti k obsluze
vysílacích rádiových zařízení amatérské radiokomunikační
služby**

Forma otázek a správných odpovědí je zpracována podle vyhlášky č. 157/2005 Sb., o náležitostech příslušky ke zkoušce k prokázání odborné způsobilosti k obsluze vysílacích rádiových zařízení, o rozsahu znalostí potřebných pro jednotlivé druhy odborné způsobilosti, o způsobu provádění zkoušek, o druzích průkazů odborné způsobilosti a době jejich platnosti (dále jen vyhláška). Znění jednotlivých otázek (oznamovací nebo tázací úvozující text) a odpovídajících odpovědí je formulováno tak, aby umožňovalo jednoznačný výběr jedné správné odpovědi (uvedeno dále) ze tří nabízených možností (bude v příslušných zkušebních testech).

**Otázky a správné odpovědi pro písemné testy podle druhů průkazů
odborné způsobilosti:**

(1) Průkaz HAREC operátora třídy A
(podle § 2 písm. h) vyhlášky

Zkušební otázky a správné odpovědi pro třídu A i radiokomunikační předpisy:

1. Amatérskou radiokomunikační službou se rozumí:
- radiokomunikační služba pro sebevzdělávání a technická studia
2. Stanice amatérské radiokomunikační služby se rozumí:
- jedno nebo více vysílacích a přijímacích zařízení včetně příslušenství, umožňující komunikaci v amatérských pásmech
3. Obecná ustanovení Radiokomunikačního řádu Mezinárodní telekomunikační unie (ITU) se týkají:
- i amatérské služby
4. Maximální výstupní výkon amatérských stanic stanovuje:
- národní povolovací orgán

5. Krátkodobé vysílání držitele oprávnění amatérské služby z území jiného státu závisí na:
 - povolovacím orgánu navštíveného státu
6. Česká republika se nachází v regionu podle Mezinárodní telekomunikační unie (ITU):
 - 1
7. Status amatérské radiokomunikační služby v jednotlivých radioamatérských pásmech je:
 - různý
8. Radioamatérská stanice může být použita v zájmu třetí osoby:
 - pro zajištění komunikace v případě přírodních katastrof
9. Požadavky na zkoušky amatérských stanic určuje:
 - národní povolovací orgán
10. Tvar volací znaky radioamatérské stanice je určen:
 - Radiokomunikačním sádem Mezinárodní telekomunikační unie (ITU)
11. Radiokomunikační sád Mezinárodní telekomunikační unie (ITU) nepovoluje:
 - třípísmenný sufix amatérské stanice, který začíná písmenem Q
12. Série mezinárodních volacích znaků pro jednotlivé státy působí:
 - Mezinárodní telekomunikační unie (ITU)
13. Status pásem působících amatérské radiokomunikační služby je určen:
 - Radiokomunikačním sádem Mezinárodní telekomunikační unie (ITU)
14. Česká republika má působí série volacích znaků:
 - OKA až OKZ a OLA až OLZ
15. Na stanici amatérské dřívekové radiokomunikační služby:
 - se vztahují všechna ustanovení amatérské radiokomunikační služby
16. Má-li služba pásmo působí na podružné bázi, pak:
 - vysílání nesmí způsobit škodlivé rušení stanicím primárních služeb

b) Předpisy Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT)

1. Doporučení CEPT T/R 61-02 stanoví:
 - požadavky na zkoušky pro získání průkazu odborné způsobilosti k obsluze stanice amatérské radiokomunikační služby
2. V navštívené zemi se používá volací znak, sestávající z:
 - prefixu navštívené země podle Doporučení T/R 61-01, odděleného znakem říš od vlastní volací znaky
3. Držitel oprávnění podle předpisů Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT) může ze zahraničí vysílat nepřetržitě
 - 3 minuty
4. V navštívené zemi je nutno dodržovat:
 - předpisy a nařízení navštívené země
5. V souladu s Doporučením CEPT T/R 61-01 je možno krátkodobě vysílat:
 - i z nelienských zemí CEPT které k Doporučení CEPT T/R 61-01 přistoupily
6. Národní volací znak pro navštívenou zemi je dán:
 - Doporučením CEPT T/R 61-01

7. Třída oprávnění podle předpisů Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT) jsou:
 - pouze jedna třída
8. Syllabus podle Doporučení T/R 61-02 nepožaduje zkoušku pro:
 - ověření znalostí z telegrafie
9. Na základě průkazu odborné způsobilosti HAREC je možno bez zkoušky získat radioamatérské oprávnění v zemích:
 - které přistoupily k Doporučení CEPT T/R 61-02
10. Na oprávnění podle předpisů Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT) nemusí být uvedeno:
 - rodné číslo držitele oprávnění
11. Doporučení T/R 61-01 se vztahuje na:
 - oprávnění podle předpisů Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT)
12. Na základě Doporučení T/R 61-01 držitel oprávnění podle předpisů Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT):
 - může vysílat ze země, která k tomuto doporučení přistoupila
13. Průkaz odborné způsobilosti HAREC opravňuje:
 - k žádosti o vydání oprávnění k provozu stanice amatérské radiokomunikační služby v zemích, které přistoupily k Doporučení CEPT T/R 61-02
14. Průkaz odborné způsobilosti HAREC vystaví:
 - povolovací orgán na základě úspěšně vykonané zkoušky
15. Země, ze kterých je možno vysílat v souladu s Doporučením CEPT T/R 61-01 jsou uvedeny:
 - v Doporučení CEPT T/R 61-01
16. Doporučení CEPT T/R 61-01 se nevztahuje na:
 - klubové stanice

c) Předpisy vycházející z legislativy České republiky

1. Stanice amatérské radiokomunikační služby lze provozovat:
 - na základě oprávnění, které vydal Český telekomunikační úřad
2. Stanici nelze:
 - je povolován pouze u klubových stanic
3. Během zmluvy vysílacího kmitočtu:
 - nesmí být vyzařována žádná energie s výjimkou provozu přes družice
4. Zkušební provoz vysílače musí být:
 - prováděn pouze do umělé zátěže s výjimkou nastavení antén a výstupních obvodů vysílače
5. PS vysílání mimo stanoviště uvedených v oprávnění:
 - doplníme volací značku o řepř ps provozu z pevného stanoviště
6. PS vysílání mimo stanoviště uvedených v oprávnění:
 - doplníme volací značku o řřm ps mobilním provozu
7. Použití řřp a řřm není na přechodném stanovišti povinné:
 - ps radioamatérských závodů
8. K radioamatérskému provozu na prostředcích lodní a letecké dopravy:
 - je nutný souhlas majitele respektive provozovatele tohoto prostředku

9. Jednotlivé úseky pásem pro různé druhy provozu určuje:
 - doporučení Mezinárodní radioamatérské unie (IARU)
10. Vysílání může obsahovat:
 - radioamatérské zkratky a Q kódy
11. Za obsluhu klubové stanice odpovídá:
 - dozírající operátor
12. Během mezinárodního závodu může operátor třídy A obsluhovat stanici o výkonu:
 - 1,5 kW v zastavěném obytném území
13. Jaká radioamatérská stanice automaticky přenáší signály jiné stanice?
 - převádí
14. Který druh radioamatérské stanice zajišťuje pouze jednocestnou komunikaci?
 - maják
15. Kdy se mohou v radioamatérském provozu vysílat kódované zprávy?
 - nikdy
16. Jaký je maximální vysílaný výkon, který může operátor třídy A použít během závodu na kmitočtu 7 105 kHz?
 - 750 W PEP
17. Jaký je maximální vysílaný výkon, který může operátor třídy A použít na kmitočtu 24 950 kHz?
 - 750 W PEP
18. Jaký je maximální vysílaný výkon, který může operátor třídy A použít během závodu na kmitočtu 50 105 kHz?
 - 25 W PEP
19. Jaký je maximální vysílaný výkon, který může operátor třídy A použít během běžného provozu na kmitočtu 1 820 kHz?
 - 750 W PEP
20. Jaký je maximální vysílaný výkon, který může operátor třídy A použít na kmitočtu 1 900 kHz?
 - 10 W PEP
21. Oprávnění amatérské radiokomunikační služby má platnost:
 - zpravidla 5 let, pokud není vydáno na dobu kratší
22. Vysílá se pro rádiový orientační běh:
 - vysílají pouze mezinárodně používané znaky MO, MOE, MOI, MOS, MOH a MO5
23. Označení druhů provozu podle PŠlohy č. 2 vyhlášky č. 156/2005 Sb., o technických a provozních podmínkách amatérské radiokomunikační služby, určuje:
 - Radiokomunikační šed
24. Vysílací zařízení s výkonem nad 6 W musí být opatřeno:
 - nesymetrickým výstupem o impedanci 50 Ω až 100 Ω
25. Fonický provoz LSB nelze uskutečnit na kmitočtu:
 - 10,14 MHz
26. Fonický provoz USB nelze uskutečnit na kmitočtu:
 - 14,35 MHz
27. Při současném použití více koncových stupňů pro napájení různých antén na stejném kmitočtu:
 - nesmí být překročeny povolené výkony v jejich součtu výkonů jednotlivých

zařzení

28. Operátor, který není držitelem průkazu HAREC nebo NOVICE může klubovou stanici obsluhovat:
 - ve třídě N pod dozorem oprávněného operátora
29. Obsahem vysílání může být:
 - vysílání mezinárodních zkratk a kódů a mezinárodně uznávaných protokolů
30. K získání průkazu odborné způsobilosti HAREC není nutno skládat zkoušku:
 - z příjmu a vysílání telegrafie
31. Výkon jednotlivých složek nezávadného vyzařování vysíláče provozovaného v pásmu 6 m:
 - musí být potlačen minimálně o 40 dB, smí být však maximálně 25 μ W
32. Výkon jednotlivých složek nezávadného vyzařování vysíláče s výkonem nad 25 W provozovaného v pásmu 2 m:
 - musí být potlačen minimálně o 60 dB, smí být však maximálně 1 mW
33. Výkon jednotlivých složek nezávadného vyzařování vysíláče provozovaného na kmitočtech nižších než 29,7 MHz:
 - musí být potlačen minimálně o 40 dB, smí být však maximálně 50 mW
34. Výkon jednotlivých složek nezávadného vyzařování vysíláče s výkonem nad 25 W provozovaného v pásmu 430 až 440 MHz:
 - musí být potlačen minimálně o 60 dB, smí být však maximálně 20 mW
35. Na kmitočtu 1840 kHz nelze uskutečnit:
 - SSB spojení
36. Na kmitočtu 10145 kHz lze provozovat:
 - pouze úzkopásmové datové provozy
37. Zápis do stančního deníku klubové stanice během spojení provádí:
 - operátor
38. Vlastní volací značka je nutno uvádět:
 - na začátku a konci spojení, je-li kratší než 10 minut
39. Vlastní volací značka při delším spojení je nutno uvádět:
 - na začátku a konci spojení a při delším spojení každých 10 minut
40. Při ohrožení života, zdraví a majetku lze stanici použít k tísňové komunikaci:
 - v libovolných pásmech amatérské radiokomunikační služby
41. Pro účely státní kontroly musí být na stanici:
 - výstupní konektor zařazení typu N nebo BNC, případně redukce z výstupu vysíláče na jeden z těchto konektorů
42. Označení druhu provozu podle Přílohy 1. 2 vyhlášky o technických a provozních podmínkách amatérské radiokomunikační služby neurčuje:
 - druh radioamatérského provozu
43. Mezi neobsluhované stanice nepatří:
 - pozemní stanice amatérské družicové radioamatérské služby
44. Maximální výstupní výkon neobsluhované stanice může být:
 - 50 W
45. Neobsluhované stanice používají volací značku, která sestává:
 - z prefixu OK0 a sufixu, který obsahuje jedno, dvě nebo tři písmena
46. Volací značka klubové stanice sestává:
 - z prefixu OK1 nebo OK2 a sufixu, který má tři písmena, z nichž prvé je K, O nebo R

47. Mezi přednostní pásma přidělená amatérské radiokomunikační službě nepatří pásmo:
 - 1810 až 2000 kHz
48. Na neinterferenční bázi má držitel oprávnění třídy A amatérské radiokomunikační služby v České republice povoleno pásmo:
 - 50 až 52 MHz

Zkušební otázky jsou členěny do tří oddílů. Test obsahuje celkem 20 otázek vybraných z jednotlivých oddílů následovně:

Oddíl	Počet otázek
a)	4
b)	4
c)	12
Celkem	20

Zkušební otázky a správné odpovědi pro třídu A i radiokomunikační provoz:

- a) **Rozvrh kmitočtů a druhů provozu v radioamatérských pásmech**
- Rozvrh kmitočtů a druhů provozu v radioamatérských pásmech se řídí:
 - doporučením Mezinárodní radioamatérské unie (IARU) Region 1
 - V pásmu 1,8 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
 - 1 840 kHz i 2 000 kHz
 - V pásmu 1,8 MHz je výhradně pro CW provoz určen kmitočtový úsek:
 - 1 810 kHz i 1 838 kHz
 - V pásmu 1,8 MHz je pro digitální provozy určen kmitočtový úsek:
 - 1 838 kHz i 1 843 kHz
 - V pásmu 3,5 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
 - 3 600 kHz i 3 800 kHz
 - V pásmu 3,5 MHz je výhradně pro CW DX provoz určen úsek:
 - 3 500 kHz i 3 510 kHz
 - V pásmu 3,5 MHz je výhradně pro CW provoz určen kmitočtový úsek:
 - 3 500 kHz i 3 580 kHz
 - V pásmu 3,5 MHz je pro digitální provozy určen kmitočtový úsek:
 - 3 580 kHz i 3 620 kHz
 - V pásmu 7 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
 - 7 050 kHz i 7 200 kHz
 - V pásmu 7 MHz je výhradně pro CW provoz určen kmitočtový úsek:
 - 7 000 kHz i 7 040 kHz
 - V pásmu 7 MHz je pro digitální provozy určen kmitočtový úsek:
 - 7 040 kHz i 7 060 kHz
 - V pásmu 10 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
 - FONE provoz není povolen
 - V pásmu 10 MHz je pro digitální provozy určen kmitočtový úsek:
 - 10 140 kHz i 10 150 kHz

14. V pásmu 14 MHz je výhradně pro CW provoz určen kmitočtový úsek:
- 14 000 kHz – 14 070 kHz
15. V pásmu 14 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
- 14 101 kHz – 14 350 kHz
16. V pásmu 14 MHz je pro digitální provozy určen kmitočtový úsek:
- 14 070 kHz – 14 099 kHz
17. V pásmu 18 MHz je výhradně pro CW provoz určen kmitočtový úsek:
- 18 068 kHz – 18 095 kHz
18. V pásmu 18 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
- 18 111 kHz – 18 168 kHz
19. V pásmu 18 MHz je pro digitální provozy určen kmitočtový úsek:
- 18 095 kHz – 18 109 kHz
20. V pásmu 21 MHz je výhradně pro CW provoz určen kmitočtový úsek:
- 21 000 kHz – 21 070 kHz
21. V pásmu 21 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
- 21 151 kHz – 21 450 kHz
22. V pásmu 21 MHz je pro digitální provozy určen kmitočtový úsek:
- 21 070 kHz – 21 120 kHz
23. V pásmu 24 MHz je celý úsek pro FONE provoz:
- 24 931 kHz – 24 990 kHz
24. V pásmu 24 MHz je výhradně pro CW provoz určen kmitočtový úsek:
- 24 890 kHz – 24 915 kHz
25. V pásmu 24 MHz je pro digitální provozy určen kmitočtový úsek:
- 24 915 kHz – 24 929 kHz
26. V pásmu 28 MHz je pro FONE provoz určen úsek:
- 28 225 kHz – 29 300 kHz
27. V pásmu 28 MHz je výhradně pro CW provoz určen kmitočtový úsek:
- 28 000 kHz – 28 070 kHz
28. V pásmu 28 MHz je pro digitální provozy určen kmitočtový úsek:
- 28 070 kHz – 28 190 kHz
29. Výhradně pro družicový down-link je v pásmu 28 MHz určen úsek:
- 29 300 kHz – 29 510 kHz
30. V pásmu 50 – 52 MHz jsou povoleny všechny úzkopásmové provozy v úseku:
- 50,1 MHz – 52 MHz
31. V pásmu 50 – 52 MHz je přímý FM FONE provoz povolen v pásmu:
- 51,410 MHz – 51,590 MHz
32. Pro pouze CW provoz je v pásmu 50 – 52 MHz určen úsek:
- 50 MHz – 50,1 MHz
33. Pro pouze CW provoz je v pásmu 144 – 146 MHz určen úsek:
- 144,000 MHz – 144,110 MHz
34. Výhradně pro EME CW provoz je v pásmu 144 – 146 MHz určen úsek:
- není určen
35. Výhradně pro provoz přes družice je v pásmu 144 – 146 MHz určen úsek:
- 145,806 MHz – 146,0 MHz
36. Výhradně pro majáky je v pásmu 144 – 146 MHz určen úsek:
- 144,400 MHz – 144,490 MHz

37. Výhradní pro majáky je v pásmu 430 i 440 MHz určen úsek:
- 432,400 MHz i 432,490 MHz
38. V pásmu 430 i 440 MHz jsou všechny druhy provozu povoleny v pásmu:
- 432,5 MHz i 432,975 MHz
39. CW provoz se v pásmu 430 i 440 MHz přednostně uskutečňuje v úseku:
- 432,025 MHz i 432,1 MHz
40. Pro CW i SSB provoz je v pásmu 430 i 440 MHz určen úsek:
- 432,1 MHz i 432,40 MHz

b) Hláskovací abeceda (česká/mezinárodní)

A	Adam / Alpha
B	Božena / Bravo
C	Cyril / Charlie
D	David / Delta
E	Emil / Echo
F	František / Foxtrot
G	Gustav / Golf
H	Helena / Hotel
I	Ivan / India
J	Josef / Juliett
K	Karel / Kilo
L	Ludvík / Lima
M	Marie / Mike
N	Norbert / November
O	Otakar / Oscar
P	Petr / Papa
Q	Quido / Quebec
R	Rudolf / Romeo
S	Svatopluk / Sierra
T	Tomáš / Tango
U	Urban / Uniform
V	Václav / Victor
W	dvojitě V / Whisky
X	Xaver / X-ray
Y	Ypsilon / Yankee
Z	Zuzana / Zulu

c) Provozní dovednosti

1. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směřuje z Prahy nejkratším směrem na Klínovec?
- cca 290°
2. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směřuje z Prahy nejkratším směrem na Sněžku?
- cca 50°
3. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směřuje z Prahy nejkratším směrem na Brno?
- cca 120°

4. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Bratislavu?
- cca 135°
5. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Klešův?
- cca 185°
6. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Ještěk?
- cca 26°
7. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Plzeň?
- cca 244°
8. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Ústí nad Labem?
- cca 335°
9. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na USA?
- cca 315°
10. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Austrálii:
- cca 85°
11. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Japonsko?
- cca 45°
12. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Karibskou oblast?
- cca 280°
13. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Jihoafrickou republiku?
- cca 175°
14. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Havaj?
- cca 355°
15. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Argentinu?
- cca 240°
16. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Madagaskar?
- cca 150°
17. Tísňové volání pro CW provoz je:
- SOS
18. Tísňové volání pro FONE provoz je:
- MAYDAY
19. Volací značka FK/DL1YD/p znamená:
- DL1YD vysílá v rámci oprávnění podle předpisů Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT) z Nové Kaledonie

20. $\Delta 10$ DWNò znamená
 - přeladit se o 10 kHz dolů
21. stanicemi předávaný report (RST) znamená:
 - slyšitelnost, sílu signálu a tón
22. Přeladění po pásmu zaslechnu ΔQRL . Znamená to:
 - před voláním všeobecné výzvy se stanice dotazuje, je-li tento kmitočet volný
23. Přeladění po pásmu zaslechnu $\Delta CQ DX$. Znamená to:
 - stanice chce navázat spojení se vzdálenou stanicí (na KV mimo vlastní kontinent)
24. Přeladění po pásmu zaslechnu volání $\Delta CQ SA$. Znamená to:
 - stanice chce navázat spojení se stanicí z jihu Ameriky
25. Přeladění po pásmu zaslechnu volání $\Delta CQ CQ DE TU5BB PSE UP 5 K$. Znamená to:
 - stanice z Pobřeží Slonoviny volá všeobecnou výzvu a chce být volána o 5 kHz výše
26. Když stanice pracující na KV dostane report $\Delta 588$ znamená to:
 - dokonale slyšitelné, 25 μV na 50 Ω vstupu RX, slyší stejný tón s nádechem stále složený
27. Když stanice pracující na VKV dostane report $\Delta 599$ znamená to:
 - dokonale slyšitelné, 5 μV na 50 Ω vstupu RX, zcela slyší stejný tón
28. ΔI will not operate with OK stations for one hour znamená:
 - stanice nebude pracovat s OK stanicemi 1 hodinu
29. $\Delta Short path$ znamená:
 - spojení krátkou cestou šíření
30. $\Delta Is this frequency in use?$ znamená:
 - před voláním všeobecné výzvy se stanice dotazuje, je-li tento kmitočet volný
31. Když stanice pracuje z listu, tak to znamená:
 - pracuje podle předem sestaveného pořadí
32. Split provoz znamená:
 - příjem a vysílání na různých kmitočtech
33. Provoz typu $\Delta Packet radio$ se využívá pro:
 - přenos různých digitálních informací
34. Radioamatérské majáky jsou určeny pro:
 - rychlé určení stavu podmínek šíření
35. V radioamatérském RTTY provozu se používá zpravidla telegrafní rychlost:
 - 45,4 Bd
36. Kmitočtový zdvih radioamatérského provozu RTTY je:
 - 170 Hz
37. Přegenerování RTTY signálu o zdvihu 170 Hz pomocí SSB vysílají a se používají kmitočtové páry:
 - 1275 a 1445 Hz
38. Správně nastavený signál PSK 31 zabírá pásmo šířkové:
 - 31 Hz
39. Modulace kmitočtu u tzv. $\Delta packet radio$ o rychlosti 1200 Bd jsou:
 - 1200 a 2200 Hz

40. U tzv. řpacket radio o rychlosti 9600 Bd se používá modulace:
- FSK

d) Zkratky používané pro dotazy a sdělení (Q kódy)

1. Jsem ručen interferencí:
- QRM
2. Můžete zvýžit výkon?
- QRO?
3. Volá vás:
- QRZ
4. Počkejte až vás zavolám:
- QRX
5. Síla vašich signálů kolísá:
- QSB
6. Vysílejte pomaleji:
- QRS
7. Přestaňte vysílat:
- QRT
8. Snížte výkon:
- QRP
9. Jste připraven?
- QRV?
10. Přesný čas je hodin:
- QTR
11. Nemám pro vás nic nového:
- QRU
12. Jaké je jméno vaší stanice?
- QRA?
13. Potvrdzuji příjem:
- QSL
14. Jste zaměstnán?
- QRL?
15. Moje poloha je:
- QTH
16. Mám telegramů pro vás:
- QTC
17. Můžete předat zprávu stanicí ?
- QSP?
18. Mám vysílat rychleji?
- QRQ?
19. Váš kmitočet kolísá:
- QRH
20. Tón vašeho vysílání je:
- QRI
21. Vaše klíčování je nesrozumitelné:
- QSD
22. Jaký je váš přesný kmitočet?
- QRG?

23. Vzdálenost mezi našimi stanicemi je:
- QRB
24. Jste ružen atmosférickým ružením?
- QRN?
25. Mohu pracovat přímo (prostřednictvím)?
- QSO?
26. Mám přejít k vysílání na jiný kmitočet?
- QSY?
27. Vysílejte šifru V:
- QSV
28. Síla vašich znaků je:
- QSA
29. Můžete mě poslouchat mezi svými znaky?
- QSK?
30. Nemohu vás slyšet. Vaše signály jsou velmi slabé:
- QRJ
31. Jaká je inteligibilita mých znaků?
- QRK?
32. Prosím uvědomte jej, že ho volám na kHz:
- QRW
33. Číslo vašeho posádky je:
- QRY
34. Naladíte svůj vysílač přesně na můj kmitočet:
- QZF
35. Poslouchám na kmitočet tué . kHz:
- QSX
36. Budu vysílat na kmitočet tué . kHz:
- QSS
37. Posílám jsem nouzový signál:
- QUF
38. Posíláte vyslaný urgentní signál?
- QUD?
39. Kdy bude vaše stanice opět v provozu?
- QTU?
40. Vysílejte každé slovo dvakrát:
- QSZ

e) Zkratky používané v radioamatérské komunikaci

1. střídavý proud:
- AC
2. slyšen, slyšeno:
- HRD
3. radioamatér:
- HAM
4. opakovat:
- RPT
5. rádiový kmitočet:
- RF

6. automatické řazení úrovně:
 - ALC
7. zvukový kmitočet:
 - AF
8. vysoké napětí:
 - HV, VN
9. vysoký kmitočet:
 - HF
10. přijímá:
 - RX
11. zařazení:
 - RIG
12. vše:
 - ALL
13. automatické řazení zisku:
 - AGC
14. jak?
 - HW?
15. smích:
 - HI
16. report:
 - RPRT
17. velmi vysoký kmitočet:
 - SHF
18. amplitudová modulace:
 - AM
19. optika, zářivka:
 - AGN
20. já:
 - I
21. signály:
 - SIGS
22. anténa:
 - AER, ANT
23. konec vysílání:
 - SK
24. informace:
 - INFO
25. přejete:
 - AS
26. mezifrekvence/ kdyby:
 - IF
27. domluvené spojení:
 - SKED
28. rušení rozhlasu:
 - BCI
29. stanice:
 - STN

- 30. jedno postranní pásmo:
 - SSB
- 31. pískon:
 - INPT
- 32. zázníkový oscilátor:
 - BFO
- 33. slunej no:
 - SUNNY
- 34. zavolání, značka:
 - CALL
- 35. vysílejte:
 - K
- 36. uzavírám stanici:
 - CL
- 37. nízký kmitočet:
 - LF
- 38. krátké vlny:
 - SW
- 39. špatný operátor:
 - LID
- 40. nazdar, buďte zdrav:
 - CHEERIO
- 41. přítel stojatých vln:
 - PSV, SWR
- 42. zataženo:
 - OVERCAST
- 43. podmínky pro spojení:
 - CONDS
- 44. teplota:
 - TEMP
- 45. stanovní deník:
 - LOG
- 46. všeobecná výzva:
 - CQ
- 47. pokus:
 - TEST
- 48. děkuji:
 - TNX
- 49. rušení televize:
 - TVI
- 50. dlouhý drát, dlouhé vlny:
 - LW
- 51. decibel:
 - dB
- 52. vysílá:
 - TX
- 53. stejnosměrný proud:
 - DC

54. štěstí:
- LUCK
55. k:
- TO
56. potkat:
- MEET
57. spodní postranní pásmo:
- LSB
58. Mezinárodní telekomunikační unie:
- ITU, UIT
59. Mezinárodní radioamatérská unie:
- IARU
60. pásmo:
- DIRECT
61. mikrofon:
- MIKE
62. zítra:
- TMW
63. milý, drahý:
- DR
64. diplom:
- AWARD
65. špatný, špatně:
- BD
66. jméno:
- NAME
67. dálkové spojení:
- DX
68. vy, ty:
- U
69. vág, tvář:
- UR
70. elektronický klíč:
- ELBUG
71. z, ze:
- DE
72. za:
- FER
73. první:
- FIRST
74. pěkný, výborný:
- FB
75. elektronky:
- TBS
76. velmi pěkný:
- FB
77. kmitotová modulace:
- FM

78. promiř, promiřte:
- EXCUS
79. nyní:
- NW
80. jen:
- ONLY
81. pštel:
- OM
82. dobré odpoledne:
- GA
83. dobré ráno:
- GM
84. dobrý veřer:
- GE
85. sbohem:
- GB
86. znovu:
- CUAGN
87. koncesovaný:
- LIS
88. vysílař:
- TRCVR
89. nekonesovaný:
- UNLIS
90. transceiver:
- TRX
91. prvek, element:
- EL
92. ultravysoký kmitořet:
- UHF
93. mřj:
- my
94. promřnný oscilátor:
- VFO
95. ne:
- NO
96. obálka s adresou a známkou:
- SASE
97. nízkofrekvenřní nebo nízký kmitořet:
- NF
98. telegrafie, netlumená vřna:
- CW
99. svřnový řas koordinovaný:
- UTC
100. velmi vysoký kmitořet:
- VHF
101. v pořřdku:
- OK
102. fonie:
- FONE

103. přes, prostřednictvím:
- VIA
104. operátor:
- OP
105. velmi:
- VY
106. oscilátor:
- OSC
107. pracoval, pracující:
- WKD
108. radioamatérská družice:
- OSCAR
109. dobrý den:
- GD
110. watty:
- WTTS
111. polí así:
- WX
112. gtlstí, hodnltí gtlstí:
- GL
113. oblať no:
- CLOUDY
114. vysílať :
- XMTR
115. výstupní výkon:
- OUTPUT
116. rád, potltgen:
- GLD
117. koncový stupeň
- PA
118. manťelka:
- XYL
119. gpiť kový výkon:
- PEP
120. greenwilt ský l as:
- GMT
121. sleť na, pšťelkynlt
- YL
122. prosím:
- PSE
123. dobrou noc:
- GN
124. výkon:
- PWR
125. srdeť ný pozdrav:
- 73
126. polibek:
- 88
127. zemlt, uzemnlťí:
- GND

128. vertikální anténa:
- GP
129. správně přijato:
- R
130. zmizel:
- 99
131. stanil ní lístek nezažlu:
- QSLN
132. konec relace:
- AR
133. přerušit:
- BK
134. doufat:
- HPE
135. automatické šzení hlasitosti:
- AVC
136. mezinárodní odpovědní kupón:
- IRC
137. podmínky pro dálkové spojení:
- CONDX
138. asi, přibližně
- ABT
139. poloautomatický klíč :
- BUG
140. popovídání:
- CHAT
141. zde, tady:
- HR
142. pokračujte:
- GA
143. potvrdit:
- CFM
144. a:
- ES
145. dolů:
- DWN
146. zapsat, porozumět:
- CPI, CPY
147. díky přání
- DP
148. šťastný:
- HPY
149. klíč :
- KY
150. pozdrav na shledanou:
- CUL
151. začátek relace:
- KA
152. přejít, dále:
- NEXT

153. nový:
- NEW
154. nic:
- NIL
155. část:
- PART
156. usměrňovací stávkový proud:
- RAC
157. brzy:
- SN
158. krátkovlnný posluchač :
- SWL
159. jistě, určitě
- SURE
160. několik, něco:
- SUM
161. lituji, bohužel:
- SRI
162. v:
- IN
163. metr:
- MTR
164. blízko, u:
- NR, NEAR
165. síť
- NET
166. starý kamarád:
- OC
167. přijal, přijato:
- RCVD
168. poslat, zaslat:
- SEND
169. je:
- IS
170. děkuji vám:
- TKU
171. nahoru:
- UP
172. vaše, tvé:
- URS
173. vánoce:
- XMAS
174. krystal:
- XTAL
175. děkuji, díky:
- TKS
176. promiňte:
- XCUS
177. starý hochu:
- OB

178. horní postranní pásmo:
- USB
179. rušení rádiového kmitočtu:
- RFI
180. přecházím na poslech pro určitou stanici:
- KN

f) Používání prefixů ve volacích značkách

1. Česká republika:
- OL, OK
2. Nizozemsko:
- PA ě PI
3. Německo:
- DA ě DL
4. Švédsko:
- SA ě SM
5. Rakousko:
- OE
6. Finsko:
- OF ě OJ
7. Slovensko:
- OM
8. Dánsko:
- OU ě OZ
9. Polsko:
- SN ě SR
10. Norsko:
- LA ě LN
11. Francie:
- F, FD ě FC
12. Španělsko:
- EA ě EH
13. Itálie:
- I, IA ě IZ
14. Řecko:
- SV ě SZ
15. Slovinsko:
- S5
16. Bulharsko:
- LZ
17. Maňarsko:
HA, HG
18. Rumunsko:
- YO ě YR
19. Ukrajina:
- UR ě UZ
- EM ě EO
20. Portugalsko:
- CT

21. Rusko:
 - UA ě UI
22. Spojené státy americké:
 - K,N,W,AA ě AK
23. Estonsko:
 - ES
24. Kanada:
 - VA ě VE, VO
25. Litva:
 - LY
26. Austrálie:
 - VK
27. Lotyšsko:
 - YL
28. Japonsko:
 - JA ě JS
29. Belgie:
 - ON ě OT
30. Brazílie:
 - PP ě PY
31. Lucembursko:
 - LX
32. Jihoafrická republika:
 - ZR ě ZU
33. Chorvatsko:
 - 9A
34. Argentina:
 - LO ě LW
35. Makedonie:
 - Z3
36. Indie:
 - VU
37. Švýcarsko:
 - HB, HE
38. Keňa:
 - 5Y ě 5Z
39. Skotsko:
 - GM, GS
40. Kanárské ostrovy:
 - EA8 ě EH8
41. Andorra:
 - C3
42. Azory:
 - CU
43. Baleáry:
 - EA6 ě EH6
44. Ceuta:
 - EA9
45. Irsko:
 - EI, EJ

- 46. Moldavsko:
 - ER
- 47. Etiopie:
 - ET
- 48. Bělorusko:
 - EU ě EW
- 49. Anglie:
 - G, GX
- 50. Ostrov Man:
 - GD, GT
- 51. Severní Irsko:
 - GI, GN
- 52. Jersey:
 - GJ, GH
- 53. Guernsey:
 - GU, GP
- 54. Wales:
 - GW, GC
- 55. Lichtenštejnsko:
 - HB0
- 56. Vatikán:
 - HV
- 57. Sardinie:
 - IS0, IM0
- 58. Svalbardské ostrovy:
 - JW
- 59. Jan Mayen:
 - JX
- 60. Jordánsko:
 - JY
- 61. Alandské ostrovy:
 - OH0
- 62. Market Reef:
 - OJ0
- 63. Grónsko:
 - OX
- 64. Faerské ostrovy:
 - OY
- 65. Dodecanese:
 - SV5 ě SZ5
- 66. Kréta:
 - SV9 ě SZ9
- 67. Mount Athos:
 - SV/A
- 68. San Marino:
 - T7
- 69. Bosna a Hercegovina:
 - E7
- 70. Turecko:
 - TA ě TC

- 71. Island:
- TF
- 72. Korsika:
- TK
- 73. Srbsko:
- YT Ĩ YU
- 74. Albánie:
- ZA
- 75. Gibraltar:
- ZB2
- 76. Monako:
- 3A
- 77. Malta:
- 9H
- 78. Ghana:
- 9G
- 79. Kuvajt:
- 9K
- 80. Singapur:
- 9V
- 81. Botswana:
- A2
- 82. Omán:
- A4
- 83. Katar:
- A7
- 84. Bahrajn:
- A9
- 85. Tchaj-wan:
- BV
- 86. Ľína:
- BY, BT, BZ
- 87. Chile:
- CA Ĩ CE
- 88. Gambie:
- C5
- 89. Kuba:
- CM, CO
- 90. Maroko:
- CN
- 91. Bolívie:
- CP
- 92. Uruguay:
- CV Ĩ CX
- 93. Arménie:
- EK
- 94. Írán:
- EP Ĩ EQ
- 95. Kyrgyzstán:
- EX

- 96. Tádžikistán:
 - EY
- 97. Guadeloupe:
 - FG
- 98. Nová Kaledonie:
 - FK
- 99. Ekvádor:
 - HC ě HD
- 100. Haiti:
 - HH
- 101. Kolumbie:
 - HJ ě HK
- 102. Korea:
 - HL
- 103. Thajsko:
 - HS
- 104. Saúdská Arábie:
 - HZ
- 105. Grenada:
 - J3
- 106. Mongolsko:
 - JT ě JV
- 107. Portoriko:
 - KP4, NP4, WP4
- 108. Surinam:
 - PZ
- 109. Seychely:
 - S7
- 110. Súdán:
 - ST
- 111. Egypt:
 - SU
- 112. Kostarika:
 - TI, TE
- 113. Kamerun:
 - TJ
- 114. Pobřeží slonoviny:
 - TU
- 115. Mali:
 - TZ
- 116. Falklandské ostrovy:
 - VP8
- 117. Mexiko:
 - XE ě XI
- 118. Sýrie:
 - YK
- 119. Venezuela:
 - YV ě YY
- 120. Nový Zéland:
 - ZL ě ZM

Oddíl	Počet otázek	Hodnocení	Počet otázek v testu	Maximální počet bodů
a)	40	7 bodů	10	70
b)	52	1 bod	52	52
c)	40	5 bodů	10	50
d)	40	5 bodů	10	50
e)	180	2 body	45	90
f)	120	2 body	30	60
Celkem	472		157	372

Zkušební otázky a správné odpovědi pro třídu A v elektrotechnice a radiotechnice

a) Elektrická, elektromagnetická a rádiová teorie

- Jednotkou elektrického proudu je:
- ampér
- Jednotkou elektrického odporu je:
- ohm
- Elektrický výkon měříme v jednotkách:
- W
- Kmitočet měříme v jednotkách:
- Hz
- M (mega) je předpona vyjadřující násobitel základní jednotky:
- 10^6
- 1833 kHz lze též vyjádřit jako:
- 1,833 MHz
- Vlnová délka λ , kmitočet f a rychlost šíření světla c spolu souvisí dle vztahu:
- $c = f \cdot \lambda$
- Výkon P , proud I a odpor R spolu souvisí dle vztahu:
- $P = I^2 \cdot R$
- Na generátor signálu sinusového průběhu o amplitudě $U_{\max} = 10 \text{ V}$ je připojen zatíhový odpor o velikosti 10Ω . Výkon, absorbovaný odporem je:
- 5 W
- Nabitý akumulátor má kapacitu 4 Ah. Dodávat proud 400 mA vydrží:
- 10 hodin

11. Odpořem protěká stejnosměřný proud 2 A a je na něm napětí 10 V. Velikost odporu je:
- 5 Ω
12. Odebírá-li zařízení z 12 V akumulátoru proud 12 A, je jeho výkon:
- 144 W
13. Pokud mi protistanice sdělí, že můj signál má malý zdvih, znamená to, že:
- výkon je dostatečný, ale modulace slabá
14. Jaký výkon bude dopraven ze 100 W vysílače do antény, 25 m dlouhým koaxiálním kabelem, který má útlum 12 dB / 100 m:
- 50 W
15. Informace u amplitudově modulovaného signálu je obsažena:
- v libovolném postranním pásmu
16. Který typ modulace mění amplitudu vysokofrekvenčního signálu v závislosti na přiváděné informaci?
- amplitudová modulace
17. Který typ modulace mění kmitočet vysokofrekvenčního signálu v závislosti na přiváděném modulačním napětí?
- kmitočtová modulace
18. U kterého typu modulace se okamžitá amplituda vysokofrekvenčního signálu mění v závislosti na přiváděném modulačním napětí?
- u amplitudové modulace
19. Který fonický druh běžného radioamatérského provozu vyžaduje nejmenší šířku pásma?
- SSB
20. Na VKV pásmech jsou kmitočtové kanály pro FM provoz široké 12,5 kHz. Jaký použijeme kmitočtový zdvih, máme-li nejvyšší modulační kmitočet 3 kHz?
- 3,25 kHz
21. Jaký druh modulace používá RTTY provoz na KV?
- FSK
22. K čemu slouží převodníky AD?
- k převodu analogových signálů na digitální
23. Jak je volen vzorkovací kmitočet při digitálním zpracování signálu?
- kmitočet je minimálně dvojnásobný než je nejvyšší kmitočet analogové složky
24. Digitální zpracování signálů se uskutečňuje:
- na kmitočtech nižších než 100 kHz

b) Součástky

1. Induktivnost cívky měříme v jednotkách:
- H
2. Kapacitu kondenzátoru měříme v jednotkách:
- F
3. 1,5 nF lze též vyjádřit jako:
- 1500 pF
4. Označení hodnoty odporu 1M2 vyjadřuje hodnotu:
- 1200000 Ω

5. Síťový transformátor má primární vinutí s 2200 závitů připojené na střídavé napětí 220 V. Na sekundárním vinutí se 100 závitů je napětí naprázdno:
- 10 V
6. Mám-li danou vzduchovou válcovou cívku, její indukčnost lze změnit:
- vložením mosazné tyčky (jádra)
7. Vložím-li mezi elektrody vzduchového kondenzátoru slídové desky, jeho kapacita se:
- zvětší
8. Polovodičová dioda zapojená v propustném směru má na anodě
- kladný pól
9. Zenerova dioda se chová jako stabilizátor napětí, je-li:
- zapojená v závěrném směru
10. Pentoda je elektronka, která má:
- tři měřky
11. Germaniová dioda má prahové napětí oproti běžné křemíkové:
- menší
12. Unipolární tranzistory typu FET se vyznačují především:
- vysokým vstupním odporem
13. Bipolární tranzistor NPN má na:
- bázi použít polovodič typu P a kolektor se připojuje na kladný pól zdroje
14. Parametr h_{21e} vyjadřuje u bipolárního tranzistoru:
- proudový zesilovací činitel v zapojení SE
15. Sepnutý tyristor povede proud do okamžiku než:
- napětí mezi anodou a katodou klesne na nulu
16. Běžná křemíková dioda má prahové napětí cca:
- 0,6 V
17. Jak se chová cívka, připojíme-li k ní střídavé napětí?
- při zvyšování kmitů tu předvedeného napětí se reaktance zvětšuje
18. Jak se chová kondenzátor, připojíme-li k němu střídavé napětí?
- při zvyšování kmitů tu předvedeného napětí se reaktance zmenšuje
19. Jaké jsou dvě základní hodnoty křemíkových diod v usměrňovači zdroje, které nesmí být překročeny?
- průměrný proud a střední proud v propustném směru
20. Jaký je tvar výstupního napětí nefiltrovaného dvoucestného usměrňovače připojeného k odporové zátěži?
- pulsy o dvojnásobném kmitu než má původní napětí
21. Jednocestný usměrňovač vede elektrický proud během každého cyklu:
- polovinu doby cyklu
22. Dvoucestný usměrňovač vede elektrický proud během každého cyklu:
- v průběhu celého cyklu
23. Napětí a proud jsou u ideálních kondenzátorů posunuty a:
- proud předchází napětí o 90 stupňů
24. Napětí a proud jsou u ideálních induktancí posunuty a:
- napětí předchází proud o 90 stupňů

c) Elektrické obvody

1. Thompsonův vztah popisuje chování rezonančního obvodu:
 - sériového i paralelního
2. Rezananční kmitočet daného paralelního LC obvodu lze snížit např.:
 - paralelním připojením dalšího kondenzátoru ke stávajícímu
3. Graetzovo zapojení diod je:
 - dvoucestný usměrňovač
4. Výsledný odpor R dvou paralelně zapojených odporů R_1 a R_2 je roven:
 - $R = R_1 R_2 / (R_1 + R_2)$
5. Tři paralelně zapojené kondenzátory 10 nF lze nahradit jedním o kapacitě
 - 30 nF
6. Filtrální kondenzátor vn zdroje 900 V pro elektronkový koncový stupeň je nutno složit z několika kondenzátorů. Nejvhodnější kombinací je použít:
 - 2 ks sériově zapojených kondenzátorů 300 μ F/ 500 V
7. Výsledný odpor dvou paralelně zapojených rezistorů 2 k Ω a 3 k Ω bude:
 - 1,2 k Ω
8. Π filtr, působící jako dolnofrekvenční propust, sestává:
 - z kondenzátorů paralelně ke vstupu a výstupu filtru, propojených cívkou mezi vstupem a výstupem
9. Co se děje při přemodulování SSB signálu?
 - je zkreslený a zabírá větší šířku pásma
10. Jaké součástky jsou použity v jednoduchém filtračním obvodu zdroje?
 - kondenzátory a tlumivky
11. Co způsobí kmitání oscilátoru?
 - kladná zpětná vazba
12. Základový oscilátor (BFO) slouží:
 - k detekci SSB a CW signálů pomocí poměrového detektoru
13. Krystalové harmonické oscilátory řovětoneò kmitají na:
 - 3. respektive 5. harmonickém kmitočtu
14. Proč se usměrňovací diody u zdrojů překlenují paralelně zapojeným kondenzátorem a odporem?
 - k vyhlazení poklesů napětí a ochraně před náhlými výkyvy napětí
15. K stabilizaci napětí nízkonapěťových zdrojů slouží:
 - Zenerovy diody
16. Impedance ideálního sériového laděného obvodu na rezonančním kmitočtu je:
 - 0 Ω
17. Impedance paralelního laděného obvodu na rezonančním kmitočtu je:
 - ∞
18. Šířka pásma laděného obvodu závisí na:
 - kvalitě Q obvodu
19. Princip PLL syntetizátoru je založen na:
 - neustálém porovnávání fáze oscilátoru s fází referenčního oscilátoru šze-ného krystalem
20. Lineární výkonový zesilovač nepracuje ve třídě
 - C

d) Rádiové přijímače

1. Ovládací prvek transceiveru označený RIT umožňuje:
 - jemné rozladění kmitů tu přijímače od kmitů tu vysílače
2. Pro přímý SSB a CW signál lze použít:
 - přímý osmičujícím přijímač
3. Principem komunikací přijímačů typu Up-converter je:
 - že 1. mř kmitů et je vyšší než maximální přijímaný kmitů et
4. Pro přímý SSB a CW signál nelze použít:
 - superhet bez záložního oscilátoru
5. Superhet pracuje s mezifrekvenčním kmitům tem 455 kHz. Na jakém kmitům tu bude pracovat oscilátor přijímače, je-li přijímaný kmitů et 3,750 MHz?
 - 4,205 MHz
6. Který stupeň u superhetu z přijímaného signálu a místního oscilátoru vytváší mezifrekvenční signál?
 - smiřovač
7. Který stupeň přijímače vytváší nízkofrekvenční signál?
 - detektor
8. Smiřuje-li přijímač přijímaný signál 14,255 MHz s kmitům tem VFO 13,8 MHz, aby získal mezifrekvenční kmitům et 455 kHz, vytváší nežádoucí signál o kmitům tu:
 - 28,055 MHz
9. S-metr slouží:
 - k určení síly přijímaných signálů
10. Zrcadlový kmitům et vzniká:
 - jako produkt smiřování
11. Āumové Āíslo přijímače udává:
 - kolikrát se zhorší poměr signál/řum př jeho přechodu ze vstupu na výstup přijímače
12. Citlivost přijímače udává:
 - velikost vstupního napětí, př kterém je dosařeno požadovaného poměru signál/ řum (zpravidla 10 dB)
13. Intermodulační zkreslení vzniká:
 - jako produkt smiřování více silných signálů a jejich harmonických
14. Selektivita přijímače je:
 - schopnost vzájemně rozližit řřzné signály
15. Umlřovač řumu (squelch) slouží:
 - k uzavření výstupu řf zesilovače, pokud přijímač nepřijímá uřitel řný signál
16. Mezifrekvenční zesilovač zesiluje:
 - signály převedené na pevný mezifrekvenční kmitům et

e) Rádiové vysílání

1. Oscilátor vysílání by měl:
 - mít pokud možno maximální stabilitu kmitů tu
2. Pro násobení kmitů tu zpravidla používáme zesilovač ve třídě
 - C
3. Modulace SSB je odvozena od:
 - amplitudové modulace
4. Modulace SSB je odvozena z amplitudové modulace ve které je:
 - potlačen nosný kmitů et a jedno z postranních pásem
5. Diferenciální klíčování je:
 - způsob klíčování zamezující vzniku nežádoucího tvaru telegrafní značky (kliků)
6. Za koncový stupeň KV vysílání je vhodné zapojit filtr typu:
 - dolní propust
7. Pokud má protistanice sdělený signál má malý zdvih, znamená to že:
 - výkon je dostatečný, ale modulace slabá
8. Nejčastějšími příčinami obsahu síťového brumu ve vysílaném signálu jsou:
 - nedostatečně vyhlazené napájecí napětí, nebo poškozená mikrofonní gramofonová
9. Nezbytnou částí telegrafního vysílání je obvod:
 - oscilátoru
10. Koncový stupeň SSB vysílání není vhodné zapojovat ve třídě
 - C
11. Výkon 100 wattového SSB vysílání ve výstupu modulační obálky je označován jako 100 W:
 - PEP
12. Elektronkové výkonové stupně používají na výstupu především:
 - laděné obvody
13. Tranzistorové výkonové stupně používají na výstupu především:
 - pásmové propusti
14. Potlačení nosné vlny u SSB vysílání uskutečňujeme pomocí:
 - vyváženého modulátoru
15. Potlačení nežádoucího postranního pásma u SSB vysílání uskutečňujeme obvykle:
 - výběrem vhodného postranního pásma pomocí pásmového filtru
16. Kdy dodá vysílání nejvíce energie do zátěže (antény):
 - je-li výstupní impedance vysílání rovna impedanci zátěže

f) Antény a napájecí vedení

1. Zmíněná hodnota PSV 1:3 znamená, že se do antény z vysílání přenesou cca:
 - 75 % výkonu
2. Přímý otevřený dipól pro 3,5 MHz má délku jednoho ramene přibližně
 - 20 m
3. Vstupní impedance uzavřeného dipólu ve volném prostoru je přibližně
 - 300Ω

4. O správném impedanci ním pšzpřsobení vysílá e k napáje i hovošme tehdy, je-li poměr stojatých vln roven:
 - 1 : 1
5. Impedance koaxiálního kabelu je nezávislá na:
 - jeho délce
6. Impedance koaxiálního kabelu je dána:
 - průměrem vnitřního a vnějšího vodiče a typem použitého dielektrika
7. Zkracovací limit u všech napájecích vedení vyjadřuje důsledek:
 - rozdílné rychlosti šíření elektromagnetických vln na vedení a ve volném prostoru
8. Jeden z určitých parametrů použitelnosti vlnovodu jako napájecího vedení je:
 - mezní kmitočet
9. Anténa typu GP (ground plane) má v horizontální rovině kruhový vyzařovací diagram a její polarizace je:
 - vertikální
10. Balun je obvod, kterým se realizuje:
 - přechod ze symetrického vedení na nesymetrické
11. Zisk antény typu Yagi lze zvětšit především:
 - zvýšením počtu prvků
12. Mezi tzv. řemesly kovové antény patří anténa typu:
 - quad
13. Jaká opatření musí být učiněna, aby na anténním napájecím nevyznikaly stojaté vlny?
 - impedance antény musí být přizpůsobena k charakteristické impedanci napájecího
14. Co znamená výraz předozadní poměr?
 - poměr vyzařeného výkonu v hlavním vyzařovacím laloku vzhledem k výkonu vyzařenému v opačném směru
15. Jaké jsou vyzařovací charakteristiky antény typu quad ve srovnání s dipólem?
 - quad má větší směrovost v obou rovinách
16. Jaký tvar má vyzařovací diagram ideálního dipólu ve volném prostoru?
 - má přibližně tvar šlince 8 rotujícího kolem podélné osy antény

g) Šíření rádiových vln

1. Znáení vrstev ionosféry směrem od povrchu Země je:
 - D, E, F₁, F₂
2. Sluneční cyklus podílející se zásadně na šíření elektromagnetických vln má periodu:
 - 11 let
3. Pásmo obvykle vhodné pro dálková spojení v noci jsou zejména:
 - 160 m, 80 m, 40 m
4. Běžná spojení v pásmu 70 cm jsou obvykle uskutečňována díky:
 - přímé viditelnosti obou stanic

5. Jak se chová ionosféra při velkém poltu slunečních skvrn?
 - pro dálkovou komunikaci jsou použitelné i kmitočty vyšší než 40 MHz
6. Co ovlivňuje rádiovou komunikaci s výjimkou šíření pozemní vlnou a přímého paprsku?
 - sluneční aktivita
7. Co se obvykle stane s rádiovou vlnou o kmitočtu nižším než MUF, je-li vyslána do ionosféry?
 - její část se vrátí zpět k Zemi
8. Jaký vliv může mít geomagnetická bouře na šíření rádiových vln?
 - zhorší se šíření krátkých vln
9. Na intenzitu přijímaného signálu nemá vliv:
 - napájecí napětí zdroje
10. Maximální použitelný kmitočet pro spoj Praha – Tokyo je 17 MHz. Které z uvedených pásem nabízí nejlepší podmínky pro spojení?
 - 20 metrů
11. Co způsobuje, že KV rozptýlené (scatter) signály zní i ať zkráceně?
 - rozptýlená energie se do odrazové zóny dostává po různých drahách
12. Který druh šíření umožňuje přímým signálům ve vzdálenostech větších než umožňuje pozemní vlna a menších než umožňuje ionosférické šíření?
 - rozptyl
13. Jaká je průměrná výška ionosférické vrstvy E?
 - 100 km
14. Proč je ionosférická vrstva F2 nejdůležitější z hlediska dálkového šíření?
 - jelikož je to nejvyšší vrstva
15. Přímé šíření ve volném prostoru ve vzdálenostech větších než 10 ? klesá intenzita elektromagnetického pole (mV/m):
 - lineárně v závislosti na vzdálenosti
16. Spojení odrazem od Měsíce (EME) se zpravidla uskutečňuje:
 - v pásmech 3 cm až 6 m

h) Měření elektrických veličin

1. Velikost měřícího rozsahu u ampérmetru lze zvětšit:
 - bočníkem (paralelní odpor)
2. Vstupní odpor voltmetru by měl být pokud možno:
 - velký
3. Umělá zátěž pro nastavení výsílky by měla mít charakter:
 - čistě ohmický
4. Grid-dip-metr (GDO) nelze použít k:
 - přesnému nastavení klidového pracovního bodu tranzistoru
5. Na osciloskopu je znázorněn sinusový signál, jehož perioda je 20 ms. Jaký je kmitočet znázorněného signálu?
 - 50 Hz
6. Reflektometrický měřístek slouží k:
 - určení (nastavení) způsobu připojení antény
7. Měsíme-li odebíraný proud, měřící přístroj připojíme:
 - do série mezi zdroj a spotřebič
8. Spektrální analyzátor prioritně neslouží:
 - k měření napětí stejnosměrných napájecích zdrojů

i) Rušení a odolnost proti rušení

1. Produkty nežádoucího vyzařování KV vysílá a zpravidla potlačíme:
 - zašazením hornofrekvenční zábrany mezi vysílači a anténu
2. Jaké součástky je vhodné použít pro potlačení detekce vln signálu na vstupu zesilovače zvuku?
 - blokovací kondenzátory
3. Dojde-li k rušení televizního příjmu vlivem silného KV signálu na vstupu televizního přijímače, zařadíme mezi televizor a anténu:
 - dolnofrekvenční zábrany
4. Jakým způsobem může být minimalizována možnost rušení audiovizuálních přístrojů?
 - zajištěním správného uzemnění všech částí zařízení
5. Jaký je jeden z hlavních způsobů potlačení bludné vlny energie na stanici?
 - dodržet délku uzemňovacího vodiče co nejkratší
6. Nežádoucí vyzařování z vysílače může být způsobeno:
 - špatným stíněním vysílače
7. Z hlediska možnosti rušení silným signálem je vhodné umístit vysílači anténu:
 - co nejdále od antén televizních a rozhlasových přijímačů
8. Špatné způsobení antény má vliv na:
 - nežádoucí vyzařování z napájecího (souosého kabelu)

j) Bezpečnost elektrických zařízení

1. V suchém, bezprašném prostoru považujeme za bezpečné napětí živých částí:
 - stejnosměrné do 100 V a střídavé do 50 V
2. Ochranný vodič musí být označen barvou:
 - kombinací žluto-zelené
3. Při úrazu elektrickým proudem:
 - vyprostíme postiženého z dosahu elektrického proudu a nedýchá-li zavědeme umělé dýchání
4. Při zpoždění umělého dýchání z plic do plic je třeba u postiženého:
 - odstranit překážky z ústní dutiny, zaklonit hlavu, sevřít nos
5. Je-li v zařízení přerušena tavná pojistka:
 - vadnou pojistku vyměníme za novou s předepsanými hodnotami pro příslušný obvod
6. Za bezpečné z hlediska úrazu elektrickým proudem jsou považovány ustálené proudy tekoucí mezi částmi přístupnými při dotyku:
 - stejnosměrné do 10 mA a střídavé do 3,5 mA
7. Antény umístěné na stěže budov nebo samostatně stojící musí být vždy:
 - řádně uzemněny
8. Jímací tyč hromosvodu:
 - nesmí sloužit jako držák antény
9. Prodlužovací kabely pro síťové napětí 230 V mají:
 - 3 vodiče
10. Uzemňovací vodič antény:
 - musí být spojen s hromosvodným systémem

11. Jak umístíme vnitřní anténu:
 - co nejdále od vysílací pozice
12. Jaké bezpečnostní opatření musíme učinit při instalaci GP antény:
 - anténu umístíme tak, aby se jí nikdo nemohl dotknout

Zkušební otázky jsou členěny do deseti oddílů. Test obsahuje celkem 40 otázek vybraných z jednotlivých oddílů následovně:

Oddíl	Počet otázek
a)	6
b)	6
c)	5
d)	4
e)	4
f)	4
g)	4
h)	2
i)	2
j)	3
Celkem	40

(2) Průkaz NOVICE operátora třídy N (podle § 2 písm. i) vyhlášky

Zkušební otázky a správné odpovědi pro třídu N v radiokomunikační předpisy

a) Předpisy Mezinárodní telekomunikační unie (ITU)

1. Amatérskou radiokomunikační službou se rozumí:
 - radiokomunikační služba pro sebevzdělávání a technická studia
2. Stanici amatérské radiokomunikační služby se rozumí:
 - jedno nebo více vysílacích a přijímacích zařízení včetně příslušenství, umožňující komunikaci v radioamatérských pásmech
3. Obecná ustanovení Radiokomunikačního řádu Mezinárodní telekomunikační unie (ITU) se týkají:
 - i amatérské služby
4. Maximální výkon amatérských stanic stanovuje:
 - národní povolovací orgán

5. Krátkodobé vysílání držiteli povolení amatérské služby z území jiného státu závisí na:
 - povolovacím orgánem navštíveného státu
6. Česká republika se nachází v regionu podle Mezinárodní telekomunikační unie (ITU):
 - 1
7. Status amatérské radiokomunikační služby v jednotlivých radioamatérských pásmech je:
 - různý
8. Radioamatérská stanice může být použita v zájmu třetí osoby:
 - pro zajištění komunikace v případě přírodních katastrof
9. Požadavky na zkoušky amatérských stanic určuje:
 - národní povolovací orgán
10. Tvar volací znaky radioamatérské stanice je určen:
 - Radiokomunikačním Svazem Mezinárodní telekomunikační unie (ITU)
11. Radiokomunikační Svaz Mezinárodní telekomunikační unie (ITU) nepovoluje:
 - třípísmenný sufix amatérské stanice, který začíná písmenem Q
12. Série mezinárodních volacích znaků pro jednotlivé státy přiděluje:
 - Mezinárodní telekomunikační unie (ITU)
13. Status pásem přidělených amatérské radiokomunikační službě je určen:
 - Radiokomunikačním Svazem Mezinárodní telekomunikační unie (ITU)
14. Česká republika má přiděleny série volacích znaků:
 - OKA až OKZ a OLA až OLZ
15. Na stanici amatérské družicové radiokomunikační služby:
 - se vztahují všechna ustanovení amatérské radiokomunikační služby
16. Má-li služba pásmo přiděleno na podružné bázi, pak:
 - vysílání nesmí způsobit škodlivé rušení stanicím primárních služeb

b) Předpisy Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT)

1. Doporučení CEPT T/R 61-02 stanoví:
 - požadavky na zkoušky pro získání práva odborné způsobilosti k obsluze stanice amatérské radiokomunikační služby
2. Doporučení T/R 61-01 se vztahuje na:
 - oprávnění podle předpisů Evropské konference poštovních a telekomunikačních správ (CEPT)
3. Země, ze kterých je možno vysílat v souladu s Doporučením CEPT T/R 61-01 jsou uvedeny:
 - v Doporučení CEPT T/R 61-01
4. Doporučení CEPT T/R 61-01 se nevztahuje na:
 - držitele individuálního oprávnění třídy N

c) Předpisy vycházející z legislativy České republiky

1. Stanice amatérské radiokomunikační služby lze provozovat:
 - na základě oprávnění, které vydal Český telekomunikační úřad
2. Stanici deník:
 - je poádován pouze u klubových stanic
3. Bhem zmlhy vysílacího kmitot tu:
 - nesmí být vyzašována ádná energie s výjimkou provozu přes druhé
4. Zkušební provoz vysílá e musí být:
 - prováděn pouze do umlé zátěže s výjimkou nastavení antén a výstupních obvodů vysílá e
5. PŠ vysílání mimo stanoviš uvedených v oprávnění:
 - doplníme volací zna ku o řpò pŠ provozu z pevného stanovišt
6. PŠ vysílání mimo stanoviš uvedených v oprávnění:
 - doplníme volací zna ku o řmò pŠ mobilním provozu
7. Použití řpò a řmò není na pŠchodném stanovišti povinné:
 - pŠ radioamatérských závodech
8. K radioamatérskému provozu na prostředcích lodní a letecké dopravy:
 - je nutný souhlas majitele respektive provozovatele tohoto prostředku
9. Jednotlivé úseky pásem pro různé druhy provozu uruje:
 - doporučení Mezinárodní radioamatérské unie (IARU)
10. Vysílání mže obsahovat:
 - radioamatérské zkratky a Q kódy
11. Za obsluhu klubové stanice odpovídá:
 - dozírající operátor
12. Bhem mezinárodního závodu mže operátor tšdy N obsluhovat stanici o výkonu:
 - 10 W PEP
13. Jaká radioamatérská stanice automaticky pšenáží signály jiné stanice:
 - pševádě
14. Který druh radioamatérské stanice zajišuje pouze jednocestnou komunikaci?
 - maják
15. Kdy se mohou v radioamatérském provozu vysílat kódované zprávy?
 - nikdy
16. Jaký je maximální vysílaný výkon který mže operátor tšdy N použít bhem závodu na kmitot tu 7 105 kHz?
 - ádný
17. Jaký je maximální vysílaný výkon, který mže operátor tšdy N použít bhem běžného provozu na kmitot tu 1 840 kHz?
 - 10 W PEP
18. Jaký je maximální vysílaný výkon, který mže operátor tšdy N použít na kmitot tu 1 900 kHz?
 - 10 W PEP
19. Oprávnění stanice amatérské radiokomunikační služby má platnost:
 - zpravidla 5 let, pokud není uděno na dobu kratší
20. Vysílá e pro rádiový orientační běh:
 - vysílají pouze mezinárodně používané znaky MO, MOE, MOI, MOS, MOH a MO5

21. Operátor, který není držitelem průkazu HAREC nebo NOVICE může klubovou stanicí obsluhovat:
 - ve třídě N pod dozorem oprávněného operátora
22. Vysílací zařízení s výkonem nad 6 W musí být opatřeno:
 - nesymetrickým výstupem o impedanci 50 Ω až 100 Ω
23. Obsahem vysílání může být:
 - vysílání mezinárodních zkratk a kódů a mezinárodně uznávaných protokolů
24. K získání průkazu odborné způsobilosti NOVICE není nutno skládat zkoušku:
 - z přímého a vysílání telegrafie
25. Na kmitočet 1840 kHz nelze uskutečnit:
 - SSB spojení
26. Vlastní volací značku je nutno uvádět:
 - na začátku a konci spojení, je-li kratší než 10 minut
27. Vlastní volací značku po delším spojení je nutno uvádět:
 - na začátku a konci spojení a po delším spojení každých 10 minut
28. PŠ ohrožení života, zdraví a majetku lze stanicí použít k tísňové komunikaci:
 - v libovolných pásmech amatérské radiokomunikační služby
29. Mezi neobsluhované stanice nepatří:
 - pozemní stanice amatérské družicové radioamatérské služby
30. Neobsluhované stanice používají volací značku, která sestává:
 - z prefixu OK0 a sufixu, který obsahuje jedno, dvě nebo tři písmena

Zkušební otázky jsou členěny do tří oddílů. Test obsahuje celkem 14 otázek vybraných z jednotlivých oddílů následovně:

Oddíl	Počet otázek
a)	4
b)	1
c)	9
Celkem	14

Zkušební otázky a správné odpovědi pro třídu N v radiokomunikačním provozu

a) Rozvrh kmitočtů a druhů provozu v radioamatérských pásmech

1. Rozvrh kmitočtů a druhů provozu v radioamatérských pásmech se řídí:
 - doporučením IARU Region 1
2. V pásmu 1,8 MHz je pro provoz třídy N určen kmitočtový úsek:
 - 1 830 kHz i 2 000 kHz
3. V pásmu 1,8 MHz je celý kmitočtový úsek pro FONE provoz třídy N:
 - 1 840 kHz i 2 000 kHz
4. V pásmu 1,8 MHz je výhradně pro CW provoz třídy A určen kmitočtový úsek:
 - 1 810 kHz i 1 838 kHz
5. V pásmu 1,8 MHz je pro digitální provoz určen kmitočtový úsek:
 - 1 838 kHz i 1 842 kHz
6. V pásmu 3,5 MHz je pro provoz třídy N určen kmitočtový úsek:
 - 3 550 kHz i 3 700 kHz
7. V pásmu 3,5 MHz je kmitočtový úsek pro FONE provoz třídy N:
 - 3 600 kHz i 3 700 kHz
8. V pásmu 3,5 MHz je pro CW DX provoz třídy N určen kmitočtový úsek:
 - kmitočtový úsek není určen
9. V pásmu 3,5 MHz je výhradně pro CW provoz třídy N určen kmitočtový úsek:
 - 3 550 kHz i 3 580 kHz
10. V pásmu 3,5 MHz je pro digitální provoz určen kmitočtový úsek:
 - 3 580 kHz i 3 620 kHz
11. V pásmu 21 MHz je pro provoz třídy N určen kmitočtový úsek:
 - 21 050 kHz i 21 200 kHz
12. V pásmu 21 MHz je kmitočtový úsek pro FONE provoz třídy N:
 - 21 151 kHz i 21 200 kHz
13. V pásmu 21 MHz je výhradně pro CW provoz třídy N určen kmitočtový úsek:
 - 21 050 kHz i 21 080 kHz
14. V pásmu 21 MHz je pro digitální provoz určen kmitočtový úsek:
 - 21 080 kHz i 21 120 kHz
15. V pásmu 28 MHz je pro provoz třídy N určen kmitočtový úsek:
 - 28 050 kHz i 28 400 kHz
16. V pásmu 28 MHz je kmitočtový úsek pro FONE provoz třídy N:
 - 28 225 kHz i 29 400 kHz
17. V pásmu 28 MHz je výhradně pro CW provoz třídy N určen kmitočtový úsek:
 - 28 150 kHz i 28 190 kHz
18. V pásmu 28 MHz je pro digitální provoz určen kmitočtový úsek:
 - 28 050 kHz i 28 150 kHz
19. Výhradně pro CW provoz je v pásmu 144 i 146 MHz určen úsek:
 - 144,000 MHz i 144,135 MHz
20. Výhradně pro EME CW provoz je v pásmu 144 i 146 MHz určen úsek:
 - není určen
21. Výhradně pro provoz přes družice je v pásmu 144 i 146 MHz určen úsek:
 - 145,806 MHz i 146,0 MHz

22. Výhradní pro majáky je v pásmu 144 i 146 MHz určen úsek:
- 144,400 MHz i 144,490 MHz
23. Výhradní pro majáky je v pásmu 430 i 440 MHz určen úsek:
- 432,400 MHz i 432,490 MHz
24. V pásmu 430 i 440 MHz jsou všechny druhy provozu povoleny v úseku:
- 432,5 MHz i 432,975 MHz
25. CW provoz se v pásmu 430 i 440 MHz používá v úseku:
- 432,025 MHz i 432,1 MHz
26. Pro CW i SSB provoz je v pásmu 430 i 440 MHz určen úsek:
- 432,1 MHz i 432,400 MHz
27. Pro provoz třídy N je v pásmu 1 240 i 1 300 MHz určen kmitočtový úsek:
- 1 240 i 1 300 MHz
28. Pro provoz třídy N je v pásmu 2 300 i 2 450 MHz určen kmitočtový úsek:
- 2 300 i 2 450 MHz

b) Hláskovací abeceda (česká/mezinárodní)

A	Adam / Alpha
B	Božena / Bravo
C	Cyril / Charlie
D	David / Delta
E	Emil / Echo
F	František / Foxtrot
G	Gustav / Golf
H	Helena /Hotel
I	Ivan / India
J	Josef /Juliett
K	Karel / Kilo
L	Ludvík / Lima
M	Marie / Mike
N	Norbert / November
O	Otakar / Oscar
P	Petr / Papa
Q	Quido / Quebec
R	Rudolf / Romeo
S	Svatopluk / Sierra
T	Tomáš / Tango
U	Urban / Uniform
V	Václav / Victor
W	dvojitě V / Whisky
X	Xaver / X-ray
Y	Ypsilon / Yankee
Z	Zuzana / Zulu

c) Provozní dovednosti

1. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Klínovec?
- cca 290°
2. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Sněžku?
- cca 50°
3. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Brno?
- cca 120°
4. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Bratislavu?
- cca 135°
5. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Klec?
- cca 185°
6. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Ještěd?
- cca 26°
7. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na USA?
- cca 315°
8. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Austrálii?
- cca 85°
9. Pod jakým azimutem se za normálních podmínek šíření směruje z Prahy nejkratším směrem na Japonsko?
- cca 45°
10. Split provoz znamená:
- příjem a vysílání na různých kmitočtech
11. Tísňové volání pro CW provoz je:
- SOS
12. Tísňové volání pro FONE provoz je:
- MAYDAY
13. stanicemi předávaný report (RST) znamená:
- inteligibilitu, sílu signálu a tón
14. Přeladění po pásmu zaslechnu $\text{RQR}00$. Znamená to:
- před voláním všeobecné výzvy se stanice dotazuje je-li tento kmitočtet volný
15. Přeladění po pásmu zaslechnu volání $\text{R}00\text{QDX}00$. Znamená to:
- stanice chce navázat spojení se vzdálenou stanicí (na KV mimo vlastní kontinent)
16. Když stanice pracující na VKV dostane report $\text{R}5990$ znamená to:
- dokonale inteligentní, $5\ \mu\text{V}$ na $50\ \Omega$ vstupu RX, zcela čistý tón
17. Provoz typu $\text{R}00\text{Packet radio}$ se využívá pro:
- přenos různých digitálních informací

18. V radioamatérském RTTY provozu se používá zpravidla telegrafní rychlost:
 - 45,4 Bd
19. Modulace kmitů u tzv. řpacket radio o rychlosti 1200 Bd jsou:
 - 1200 a 2200 Hz
20. Správně nastavený signál PSK 31 zabírá pásmo široké:
 - 31 Hz

d) Zkratky používané pro dotazy a sdělení (Q kódy)

1. Jsem rušen interferencí:
 - QRM
2. Můžete zvýšit výkon?
 - QRO?
3. Volá vás :
 - QRZ
4. Počkejte, až vás zavolám:
 - QRX
5. Síla vašich signálů kolísá:
 - QSB
6. Vysílejte pomaleji:
 - QRS
7. Přestaňte vysílat:
 - QRT
8. Snižte výkon:
 - QRP
9. Jste připraven?
 - QRV?
10. Nemám pro vás nic nového:
 - QRU
11. Potvrzuji příjem:
 - QSL
12. Moje poloha je :
 - QTH
13. Vaše klíčování je nesrozumitelné:
 - QSD
14. Jaký je váš přesný kmitočet?
 - QRG?
15. Mohu pracovat s vámi (prostřednictvím):
 - QSO
16. Mám přejít k vysílání na jiný kmitočet?
 - QSY?
17. Jsem rušen atmosférickým rušením:
 - QRN
18. Nemohu vás slyšet. Vaše signály jsou velmi slabé:
 - QRJ
19. Naladíte svůj vysílač přesně na můj kmitočet:
 - QZF
20. Poslouchám na kmitočet . kHz:
 - QSX

e) Zkratky používané v radioamatérské komunikaci

1. stávající proud:
 - AC
2. klíč :
 - KY
3. radioamatér:
 - HAM
4. opakovat:
 - RPT
5. děkuji přímě:
 - DP
6. vysoký kmitočet:
 - HF
7. zvukový kmitočet:
 - AF
8. vysoké napětí:
 - HV, VN
9. automatické řízení zisku:
 - AGC
10. přijímá :
 - RX
11. zařazení:
 - RIG
12. jak?
 - HW?
13. signály:
 - SIGS
14. amplitudová modulace:
 - AM
15. opěť, zase:
 - AGN
16. anténa
 - AER, ANT:
17. konec vysílání:
 - SK
18. řekněte:
 - AS
19. domluvené spojení:
 - SKED
20. blízko, u:
 - NR, NEAR
21. stanice:
 - STN
22. jedno postranní pásmo:
 - SSB
23. příkon:
 - INPT

24. zápisový oscilátor:
- BFO
25. sluneční:
- SUNNY
26. zavolání, zvánka:
- CALL
27. vysílejte:
- K
28. uzavírám stanici:
- CL
29. nízký kmitočet:
- LF
30. lituji, bohužel:
- SRI
31. špatný operátor:
- LID
32. děkuji:
- TNX
33. línitel stojatých vln:
- PSV, SWR
34. stanovní denník:
- LOG
35. všeobecná výzva:
- CQ
36. vysílá :
- TX
37. rušení televize:
- TVI
38. dlouhý drát, dlouhé vlny:
- LW
39. stejnosměrný proud:
- DC
40. mikrofon:
- MIKE
41. spodní postranní pásmo:
- LSB
42. Mezinárodní telekomunikační unie:
- ITU, UIT
43. Mezinárodní radioamatérská unie:
- IARU
44. milý, drahý:
- DR
45. špatný, špatně:
- BD
46. jméno:
- NAME
47. dálkové spojení:
- DX
48. vy, ty:
- U

- 49. vág, tvŕj:
 - UR
- 50. elektronický klíĹ :
 - ELBUG
- 51. z, ze:
 - DE
- 52. za:
 - FER
- 53. promíř, promířte:
 - EXCUS
- 54. nyní:
 - NW
- 55. šťastný:
 - HPY
- 56. velmi příný:
 - FB
- 57. kmitoĹová modulace:
 - FM
- 58. zapsat, porozumĹt:
 - CPI, CPY
- 59. znovu na shledanou:
 - CUAGN
- 60. promĹnný oscilátor:
 - VFO
- 61. pŕtel:
 - OM
- 62. dobré odpoledne:
 - GA
- 63. dobré ráno:
 - GM
- 64. dobrý veĹer:
 - GE
- 65. horní postranní pásmo:
 - USB
- 66. automatické ťzení hlasitosti:
 - AVC
- 67. telegrafie, netlumená vlna:
 - CW
- 68. ultravysoký kmitoĹet:
 - UHF
- 69. krátkovlnný posluchaĹ :
 - SWL
- 70. pracoval, pracující:
 - WKD
- 71. svĹtový Ĺas koordinovaný:
 - UTC
- 72. velmi vysoký kmitoĹet:
 - VHF
- 73. velmi:
 - VY

74. v pořádku:
- OK
75. pořádku:
- WX
76. nahoru:
- UP
77. potvrdit:
- CFM
78. výstupní výkon:
- OUTPUT
79. rád, potřebuji:
- GLD
80. přítomnost, hodnot přítomnosti:
- GL
81. koncový stupeň:
- PA
82. země, uzemnění:
- GND
83. příkonový výkon:
- PEP
84. greenwifsky čas:
- GMT
85. slej na, přítelkyně:
- YL
86. prosím:
- PSE
87. pokračujte:
- GA
88. výkon:
- PWR
89. srdečný pozdrav:
- 73
90. polibek:
- 88
91. správně přijato:
- R
92. zmizel:
- 99
93. přerušit:
- BK
94. nekonesovaný:
- UNLIS
95. transceiver:
- TRX
96. přijal, přijato:
- RCVD
97. zde, tady:
- HR
98. doufat:
- HPE

99. poloautomatický klíč :
- BUG
100. nic:
- NIL

f) Používání prefixů ve volacích známkách

1. Česká republika:
- OL, OK
2. Nizozemsko:
- PA ě PI
3. Německo:
- DA ě DL
4. Švédsko:
- SA ě SM
5. Rakousko:
- OE
6. Finsko:
- OF ě OJ
7. Slovensko:
- OM
8. Dánsko:
- OU ě OZ
9. Polsko:
- SN ě SR
10. Norsko:
- LA ě LN
11. Francie:
- F, FD ě FC
12. Španělsko:
- EA ě EH
13. Itálie:
- I, IA ě IZ
14. Řecko:
- SV ě SZ
15. Slovinsko:
- S5
16. Bulharsko:
- LZ
17. Maňarsko:
- HA, HG
18. Rumunsko:
- YO ě YR
19. Ukrajina:
- UR ě UZ
- EM ě EO
20. Portugalsko:
- CT

20. Portugalsko:
- CT
21. Rusko:
- UA ě UI
22. USA:
- K,N,W,AA ě AK
23. Estonsko:
- ES
24. Kanada:
- VA ě VE, VO
25. Litva:
- LY
26. Austrálie:
- VK
27. Lotyšsko:
- YL
28. Japonsko:
- JA ě JS
29. Belgie:
- ON ě OT
30. Brazílie:
- PP ě PY
31. Lucembursko:
- LX
32. Jihoafrická republika:
- ZR ě ZU
33. Chorvatsko:
- 9A
34. Argentina:
- LO ě LW
35. Makedonie:
- Z3
36. Indie:
- VU
37. Švýcarsko:
- HB, HE
38. Keňa:
- 5Y ě 5Z
39. Skotsko:
- GM, GS
40. Kanárské ostrovy:
- EA8 ě EH8
41. Andorra:
- C3
42. Azory:
- CU
43. Irsko:
- EI, EJ
44. Moldavsko:
- ER

45. Albánie:
- ZA
46. Anglie:
- G, GX
47. Ostrov Man:
- GD, GT
48. Severní Irsko:
- GI, GN
49. Wales:
- GW, GC
50. Malta:
- 9H
51. Dodekanese:
- SV5 ě SZ5
52. Kréta:
- SV9 ě SZ9
53. Bosna a Hercegovina:
- E7
54. Turecko:
- TA ě TC
55. Island:
- TF
56. Srbsko:
- YT ě YU
57. Tchaj-wan:
- BV
58. Lúína:
- BY, BT, BZ
59. Chile:
- CA ě CE
60. Nový Zéland:
- ZL ě ZM

Oddíl	Počet otázek	Hodnocení	Počet otázek v testu	Maximální počet bodů
a)	28	7 bodů	7	49
b)	52	1 bod	52	52
c)	20	5 bodů	5	25
d)	20	5 body	5	25
e)	100	2 body	25	50
f)	60	2 body	15	30
Celkem	280		109	231

Zkušební otázky a správné odpovědi pro třídu N - elektrotechnika a radiotechnika

a) Elektrická, elektromagnetická a rádiová teorie

1. Jednotkou elektrického proudu je:
- ampér
2. Jednotkou elektrického odporu je:
- ohm
3. Elektrický výkon měříme v jednotkách:
- W
4. Kmitočet měříme v jednotkách:
- Hz
5. M (mega) je předpona vyjadřující násobitel základní jednotky:
- 1000000
6. Výkon P , proud I a napětí U spolu souvisí dle vztahu:
- $P = I \cdot U$
7. Vlnová délka λ , kmitočet f a rychlost šíření světla c spolu souvisí dle vztahu:
- $c = f \cdot \lambda$
8. Nabitý akumulátor má kapacitu 4 Ah. Dodávat proud 400 mA vydrží:
- 10 hodin
9. Odpořem protéká stejnosměrný proud 2 A a je na něm napětí 10 V. Velikost odporu je:
- 5Ω
10. Odebírá-li zařízení z 12 V akumulátoru proud 12 A je jeho výkon:
- 144 W
11. Který typ modulační kmitočet vysokofrekvenčního signálu v závislosti na přiváděné informaci?
- kmitočtová modulační
12. Který typ modulační amplitudu vysokofrekvenčního signálu v závislosti na přiváděné informaci?
- amplitudová modulační
13. Který fonický druh provozu vyžaduje nejmenší šířku pásma?
- SSB
14. U kterého typu modulační se okamžitá amplituda vysokofrekvenčního signálu mění v závislosti na přiváděném modulačním napětí?
- u amplitudové modulační
15. Síťové napětí v domovních rozvodech má kmitočet:
- 50 Hz
16. Pro hlasovou komunikaci je dostatečný přenos kmitočtů:
- 300 Hz až 3 kHz

b) Součástky

1. Induktivnost cívky měříme v jednotkách:
- H
2. Kapacitu kondenzátoru měříme v jednotkách:
- F
3. 1,5 nF lze též vyjádřit jako:
- 1500 pF

4. Označení hodnoty rezistoru 1M2 vyjadřuje hodnotu odporu:
 - 1200000 Ω
5. Germaniová dioda má prahové napětí oproti běžné křemíkové:
 - menší
6. Polovodičová dioda zapojená v propustném směru má na anodě:
 - kladný pól
7. Pentoda je elektronka, která má:
 - tři měřky
8. Zenerova dioda se používá:
 - k stabilizaci napětí ve zdrojích

c) Obvody, přijímače a vysíláče

1. Co způsobí kmitání oscilátoru?
 - kladná zpětná vazba
2. Jaké součástky jsou použity v jednoduchém filtračním obvodu zdroje?
 - kondenzátory a tlumivky
3. K stabilizaci napětí nízkonapěťových zdrojů slouží:
 - Zenerovy diody
4. Záporný oscilátor slouží:
 - k detekci SSB a CW signálů pomocí poměrného detektoru
5. Impedance ideálního paralelního laděného obvodu na rezonanční kmitočet je:
 - ∞
6. Impedance ideálního sériového laděného obvodu na rezonanční kmitočet je:
 - 0 Ω
7. Ovládací prvek transceiveru označeny RIT umožňuje:
 - jemné rozladění kmitočtu přijímače od kmitočtu vysíláče
8. Lineární výkonový zesilovač nepracuje ve třídě:
 - C
9. Který stupeň přijímače vytváří nízkofrekvenční signál?
 - detektor
10. Pro příjem SSB a CW signálů lze použít:
 - přímossměrný přijímač
11. S-metr slouží:
 - k určení síly přijímaných signálů
12. Pro příjem SSB a CW signálů nelze použít:
 - superhet bez záporného oscilátoru
13. Umlouvání (squell) slouží:
 - k uzavření výstupu níže zesilovače, pokud přijímač nepřijímá užitelný signál
14. Který stupeň u superhetu z přijímaného signálu a místního oscilátoru vytváří mezifrekvenční signál?
 - směrovač
15. Mezifrekvenční zesilovač zesiluje:
 - signály převedené na pevný mezifrekvenční kmitočet
16. Selektivita přijímače je:
 - schopnost vzájemně rozlišit různé signály

17. Oscilátor vysílá e by mŮ:
- mít pokud možno maximální stabilitu kmitů tu
18. Modulae SSB je odvozena z amplitudové modulae, ve které je:
- potla en nosný kmitů et a jedno z postranních pásem
19. Modulae SSB je odvozena od:
- amplitudové modulae
20. Nej astŮjšími pŮšl inami obsahu síšového brumu ve vysílaném signálu jsou:
- nedostatek nŮ vyhlazené napájecí napŮí, nebo poškozená mikrofonní ŮŮŮ-
ra
21. Pokud mi protistanice sdŮí, Ůe mŮj signál má malý zdvih, znamená to Ůe:
- výkon je dostatek Ůý ale modulae slabá
22. Potla ení nosné vlny u SSB vysíla e uskute Ůujeme pomocí:
- vyváženého modulaoru
23. Nezbytnou í ástí telegrafního vysíla e je obvod:
- osciláoru
24. Kdy dodá vysíla nejvíe energie do záŮŮe (antény)?
- je-li výstupní impedance vysíla e rovna impedanci záŮŮe

d) Antény a napájecí vedení

1. Vstupní impedance dipólu ve volném prostoru je pŮblíhŮ
- 75Ω
2. PŮvinný otevřený dipól pro 3,5 MHz má délku jednoho ramene pŮblíhŮ
- 20 m
3. Konektor PL259 na zašŮení slouží k:
- pŮpojení antény
4. O správném impedanci ním pŮzpŮsobení vysíla e k napájecí i hovošme tehdy,
je-li pomŮ stojatého vlnŮí roven:
- 1
5. Anténa typu GP (ground plane) má v horizontální rovinŮ kruhový vyzašovací
diagram a její polarizace je:
- vertikální
6. Dipól na VKV je:
- kratší ne Ůe na KV
7. Zisk antény typu Yagi lze zvŮŮit pŮedevšim:
- zvýšením poŮ tu prvŮŮ
8. Balun je obvod, kterým se realizuje:
- pŮechod ze symetrického vedení na nesymetrické
9. Jaká opatŮení musí být ul inŮna, aby na anténním napájecí i nevznikaly stojat-
é vlny?
- impedance antény musí být pŮzpŮsobena k charakteristické impedanci
napájecí e
10. K pŮzpŮsobení antén na KV slouží:
- anténní pŮzpŮsobovací í len
11. Jaké jsou vyzašovací charakteristiky antény typu Yagi ve srovnání s dipólem?
- anténa Yagi má vŮŮí smŮŮovost
12. Jaký tvar má vyzašovací diagram ideálního dipólu ve volném prostoru?
- má tvar í ílice 8 kolmé k anténŮ

e) Účinní rádiových vln

1. Znáení vrstev ionosféry směrem od povrchu Země je:
 - D, E, F1, F2
2. Sluneční cyklus podílející se zásadně na účinní elektromagnetických vln má periodu:
 - 11 let
3. Co se obvykle stane s rádiovou vlnou o kmitočtu nižším než MUF, je-li vyslána do ionosféry?
 - vrátí se zpět k Zemi
4. Běžná spojení v pásmu 2 m jsou obvykle uskutečňována díky:
 - přímé viditelnosti obou stanic
5. Na intenzitu přijímaného signálu nemá vliv:
 - napájecí napětí zdroje
6. Co ovlivňuje rádiovou komunikaci s výjimkou účinní přímé vlnou a přímého paprsku?
 - sluneční aktivita
7. Jaká je průměrná výška ionosférické vrstvy E?
 - 100 km
8. Proč je ionosférická vrstva F2 nejdůležitější z hlediska dálkového účinní?
 - protože je to nejvyšší vrstva

f) Měření elektrických veličin

1. Velikost měřícího rozsahu u ampérmetru lze změnit:
 - bočním (paralelním odporem)
2. Vstupní odpor voltmetru by měl být pokud možno:
 - velký
3. Uměná zatížení pro nastavení vysílání by měla mít charakter:
 - čistě ohmický
4. Grid-dip-metr (GDM) nelze použít k:
 - přesnému nastavení klidového pracovního bodu tranzistoru
5. Měříme-li odebíraný proud, měřící přístroj připojíme:
 - do série mezi zdroj a spotřebič
6. Reflektometrický měřístek slouží k:
 - určení (nastavení) impedancí antény
7. Vstupní odpor ampérmetru by měl být pokud možno:
 - velmi malý
8. Měříme-li napětí zdroje, měřící přístroj připojíme:
 - paralelně ke svorkám zdroje

g) Rušení a odolnost proti rušení

1. Produkty nežádoucího vyzařování KV vysílají a zpravidla potlačíme:
 - zařazením hornofrekvenční zábrany mezi vysílající a anténu
2. Jaké součástky je vhodné použít pro potlačení detekce vln signálu na vstupu zesilovače zvuku?
 - blokové kondenzátory
3. Dojde-li k rušení televize vlivem nežádoucího KV signálu na jeho vstupu zařadíme mezi televizor a anténu:
 - dolnofrekvenční zábrana
4. Jakým způsobem může být minimalizována možnost rušení audiovizuálních přístrojů?
 - zajištěním správného uzemnění všech částí zařízení
5. Jaký je jeden z hlavních způsobů potlačení bludné vlny energie na stanici?
 - dodržet délku uzemňovacího vodiče co nejkratší
6. Nežádoucí vyzařování z vysílajícího může být způsobeno:
 - špatným stíněním vysílacího zařízení
7. Z hlediska možnosti rušení silným signálem je vhodné umístit anténu:
 - co nejdále od antén televizních a rozhlasových přijímačů
8. Špatné přizpůsobení antény má vliv na:
 - nežádoucí vyzařování z napájecího (souosého kabelu)

h) Bezpečnost elektrických zařízení

1. V suchém, bezprašném prostoru považujeme za bezpečné napětí živých částí:
 - stejnosměrné do 100 V a střídavé do 50 V
2. Ochranný vodič musí být označen barvou:
 - kombinací žluto-zelené
3. Při úrazu elektrickým proudem:
 - vyprostíme postiženého z dosahu elektrického proudu a nedýchá-li zavědeme umělé dýchání, případně masáž srdce
4. Před zaplácetím umělého dýchání z plic do plic je třeba u postiženého:
 - odstranit překážky z ústní dutiny, zaklonit hlavu, sevřít nos
5. Je-li v zařízení přerušena tavná pojistka:
 - vadnou pojistku vyměníme za novou s předepsanými hodnotami pro příslušný obvod
6. Za bezpečné z hlediska úrazu elektrickým proudem jsou považovány ustálené proudy tekoucí mezi částmi přístupnými při dotyku:
 - stejnosměrné do 10 mA a střídavé do 3,5 mA
7. Antény umístěné na stěně budov nebo samostatně stojící musí být vždy:
 - řádně uzemněny
8. Jímací tyč hromosvodu:
 - nesmí sloužit jako držák antény
9. Prodlužovací kabely pro síťové napětí 230 V mají:
 - 3 vodiče

10. Uzemňovací vodič antény:
 - musí být spojen s hromosvodným systémem
11. Jak umístíme vnitřní anténu?
 - co nejdále od vysílací pozice
12. Jaké bezpečnostní opatření musíme učinit při instalaci GP antény?
 - anténu umístíme tak, aby se jí nikdo nemohl dotknout

Zkušební otázky jsou členěny do osmi oddílů. Test obsahuje celkem 24 otázek vybraných z jednotlivých oddílů následovně:

Oddíl	Počet otázek
a)	4
b)	2
c)	6
d)	3
e)	2
f)	2
g)	2
h)	3
Celkem	24

Vyhodnocení písemné zkoušky

(1) Uchazej o získání průkazu odborné způsobilosti podle § 2 písm. h) vyhlášky písemnou zkoušku z předmětu radiokomunikací předpisy úspěšně složil, jestliže z celkového počtu 20 otázek testu z tohoto předmětu správně odpověděl alespoň na 16 otázek.

(2) Uchazej o získání průkazu odborné způsobilosti podle § 2 písm. h) vyhlášky písemnou zkoušku z předmětu radiokomunikací provoz úspěšně složil, jestliže z celkového maximálního možného počtu 372 bodů testu z tohoto předmětu získal alespoň 295 bodů.

(3) Uchazej o získání průkazu odborné způsobilosti podle § 2 písm. h) vyhlášky písemnou zkoušku z předmětu elektrotechnika a radiotechnika úspěšně složil, jestliže z celkového počtu 40 otázek testu z tohoto předmětu správně odpověděl alespoň na 32 otázek.

(4) Uchazej o získání průkazu odborné způsobilosti podle § 2 písm. i) vyhlášky písemnou zkoušku z předmětu radiokomunikací předpisy úspěšně složil, jestliže z celkového počtu 14 otázek testu z tohoto předmětu správně odpověděl alespoň na 11 otázek.

(5) Uchazej o získání průkazu odborné způsobilosti podle § 2 písm. i) vyhlášky písemnou zkoušku z předmětu radiokomunikací provoz úspěšně složil, jestliže z celkového maximálního možného počtu 231 bodů testu z tohoto předmětu získal alespoň 175 bodů.

(6) Uchazej o získání průkazu odborné způsobilosti podle § 2 písm. i) vyhlášky písemnou zkoušku z předmětu elektrotechnika a radiotechnika úspěšně složil, jestliže z celkového počtu 24 otázek testu z tohoto předmětu správně odpověděl alespoň na 19 otázek.

Praktická zkouška z telegrafie

Uchazeči o průkaz odborné způsobilosti podle § 2 písm. h) a i) vyhlášky na vlastní žádost mohou vykonat i praktickou zkoušku z telegrafie, kterou prokazují:

a) schopnost ručně vysílat v Morseoví abecedě text v jasné šířce i rychlosti nejméně 12 (dvanáct) slov za minutu s nejvýše jednou neopravenou a s nejvýše třemi opravenými chybami,

b) schopnost po dobu tří minut správně přijímat a rukou zapsat v Morseoví abecedě text vysílaný v jasné šířce i rychlosti 12 (dvanáct) slov za minutu s nejvýše třemi chybami.

Přijatý text musí být zapsán latinskými písmeny a arabskými číslicemi, nepřípustné je použití zkratk, telegrafních znaků atp., nebo technických pomůcek.

K vysílání lze použít telegrafní klíč, ruční nebo telegrafní klíč poloautomatický, který má nejvýše dva ovládací prvky k vytvášení teček, zářek a mezer; použití plně automatického klíče (např. s klávesnicí) je nepřípustné.

Za slovo se pro účely určení rychlosti vysílání přičítá tato zkoušce považuje slovo PARIS následované mezerou mezi slovy.

Č.Ú. / j. 17 066/2009-613
odbor správy kmitočtového spektra

Stanovní deník

§ 5 Vyhlášky č. 156/2005 Sb. stanoví povinnost vedení stanovního deníku u klubových stanic. Dále stanoví minimální údaje, které se zapisují do stanovního deníku. Forma deníku není stanovena. Z praktického hlediska je možno doporučit i ostatním vedení stanovního deníku. Stanovní zápisník zpravidla obsahuje následující údaje:

<i>Datum</i>	<i>Čas UTC</i>	<i>Pásmo MHz</i>	<i>Druh provozu</i>	<i>Značka přijímané stanice</i>	<i>RST</i>	<i>Zpráva</i>

U klubové stanice se též zapisuje, kdo stanicí obsluhoval, případně kdo prováděl dozor.

Report

Do deníku se zapisuje report, kterým ohodnocujeme kvalitu přijímaného signálu. Všeobecně se používá systému RST.

Prvé písmeno R, z anglického readability, označuje v pěti stupníchitelnost signálu. Přefone provozu se též používá Q, z anglického quality.

- 1 - zcela neitelné
- 2 - obtížněitelné
- 3 - s obtížemiitelné
- 4 - ěitelné
- 5 - dokonale ěitelné

Druhé písmeno S, z anglického strength, označuje sílu přijímaného signálu v devíti stupních.

a) Jeden S-stupeň odpovídá úrovněmu rozdílu 6 dB.

b) Na pásmech nížších než 30 MHz odpovídá S 9 signálu o úrovni 50 µV na vstupu přijímače o vstupní impedanci 50 Ω. Každému nížšímu stupni pak odpovídá vždy polovina napětí.

c) Na pásmech vyšších než 30 MHz odpovídá S 9 signálu o úrovni 5 µV na vstupu přijímače o vstupní impedanci 50 Ω. Každému nížšímu stupni pak odpovídá vždy polovina

S	KV pásma [µV/50 Ω]	pásma nad 30 MHz [µV/50 Ω]
9	50	5,00
8	25	2,50
7	12,5	1,26
6	6,3	0,63
5	3,2	0,32
4	1,6	0,16
3	0,8	0,08
2	0,4	0,04
1	0,21	0,02

např.:

Seti písmeno T, z anglického tone, označuje kvalitu tónu. Nepoužívá se u fone provozu. Má rovněž devět stupňů.

- 1 - mimořádně hrubý, syrový tón
- 2 - hrubý tón stávajícího proudu
- 3 - tón stávajícího proudu, slabě zaznívající
- 4 - tón stávajícího proudu se záznějem
- 5 - tón zázněje se silnou modulací stávajícího proudu
- 6 - tón zázněje s modulací stávajícího proudu
- 7 - skoro stejný tón se slabou stávající složkou
- 8 - stejný tón s nepatrným nádechem stávající složky
- 9 - zcela stejný tón

Údaj o tónu je možno ještě doplnit písmenem X, má-li charakter krystalového zázněje, případně C, jestliže cvrliká.



Český radioklub

U Pergamenky 3
170 00 Praha 7 - Holešovice
tel.: 266 722 240
fax: 266 722 242
QSL služba tel.: 266 722 253

Co je Český radioklub (ČRK)?

Sdružení členů podle zákona o sdružování občanů. Sdružuje zájemce o všechny radioamatérské činnosti a sporty. Jeho posláním je radioamatérská, sportovní, vzdělávací a kulturní činnost. Český radioklub reprezentuje zájmy svých členů v rámci orgánů České republiky a dalších zemí i v rámci nevládních organizací domácích, zahraničních i mezinárodních. Jako člen Mezinárodní radioamatérské unie (IARU) zastupuje zájmy svých členů v zahraničí.

Kdo může být členem?

Každý, kdo bude respektovat stanovy.

Jak se stát členem?

1. Vyplnit a podepsat přihlášku. Zájemce mladší než 15 let si ji nechá potvrdit jedním z rodičů nebo zákonným zástupcem.
2. Zaplatit poštovní poukázkou roční příspěvek ve výši 700 Kč. Pro studenty, důchodce, vojáky základní služby a invalidy je výše příspěvku 450 Kč. Děti a mládež, kteří nedosáhnou v daném roce 16 let, platí roční částku 50 Kč. Roční příspěvek poslat na účet 204368309/0800 u České spořitelny v Praze 7, stvrzenku nebo její kopii přiložit k přihlášce. Do rubriky pro variabilní symbol napsat datum svého narození a první 4 čísla svého PSČ, např. 0103545030 (datum narození 1. 3. 54 a PSČ 503 04). (Výše členského příspěvku platí pro rok 2009. V následujících letech je nutno se informovat na sekretariátu ČRK.)
3. Obojí zaslat na adresu v záhlaví. Český radioklub obdrží členem poštou.

Co nabízí ČRK svým členům?

- Hradí za své členy příspěvek IARU.
- Hradí za své členy veškeré náklady na QSL službu.
- Informuje své členy pravidelně o všem, co se týká činnosti ČRK a radioamatérství prostřednictvím klubového časopisu RADIOAMATÉR, který je pro členy zdarma.

Čím pomáhá ČRK všem radioamatérům?

- Přispívá na provoz předvádění v pásmech VKV.
- Přispívá na vybavení a výstavbu síťových paketů rádia.
- Přispívá na některá setkání radioamatérů, na vydávání sborníků a základní literatury.
- Vyhlazuje závody a soutěže na krátkých i velmi krátkých vlnách, podílí se na jejich vyhodnocování a cenách.
- Posílá pro zájemce kopie technických i jiných článků z časopisů a publikací, které má k dispozici.

● Vysílá radioamatérské zpravodajství vždy ve středu v 16.00 hod. UTC pod značkou OK1CRA v pásmu 80 m okolo 3770 kHz ± QRM provozem SSB a na VKV provozem FM přes převáděč OK0C (Krkonoge) na 145,700 MHz.

Zájemcům o posluchačskou činnost, která je vlastně základem radioamatérské provozní praxe, bez ohledu na to, zda jsou členy Českého radioklubu či nikoli, předložuje ČRK bezplatně posluchačské číslo. Stačí do rubriky "Posluchačské číslo - RP" napsat "žádám o vydání". Přikaz posluchače s předaným RP číslem obdržíte spolu s členskou legitimací bezplatně poštou.

Všechny zájemce do našich řad upřimně zve rada ČRK.

Adresy, které vás budou zajímat:

Český telekomunikační úřad
amatérské vysílací rádiové stanice
p. o. box 02
225 02 Praha 025
tel.: 224 004 111
fax: 224 004 830
Internetová adresa: www.ctu.cz

Český radioklub - sekretariát
U Pergamenky 3
170 00 Praha 7
tel.: 266 722 240
Fax: 266 722 242

Český radioklub - QSL služba
P. o. box 69
113 27 Praha 1
tel.: 266 722 253

Paketová BBS: OK1CRA@OK0PPR
E-mail: crk@crk.cz
Internetové stránky ČRK: <http://www.crk.cz>

Poznámka:

Na adresu Českého telekomunikačního úřadu se zasílají přihlášky ke zkouškám i žádosti o povolení amatérské vysílací stanice.

Požadavky ke zkouškám operátorů amatérských rádiových stanic

Sedmé, aktualizované vydání

Vydal Český radioklub v roce 2011.

Napsali Ing. Jaroslav Kadlák, OK1BB, Ing. Miloš Prostecký, OK1MP a Ing. Josef Āroll, OK1SRD.

Obrázky kreslila Alena Skálová, OK1PUP.

Redakce a grafická úprava Olga Havlířová, OK1DVA, a Petr Havlíř, OK1PFM.

Úprava 7. vydání Ing. Miloš Prostecký, OK1MP.

327 stran, 252 obr.

© Český radioklub 2011