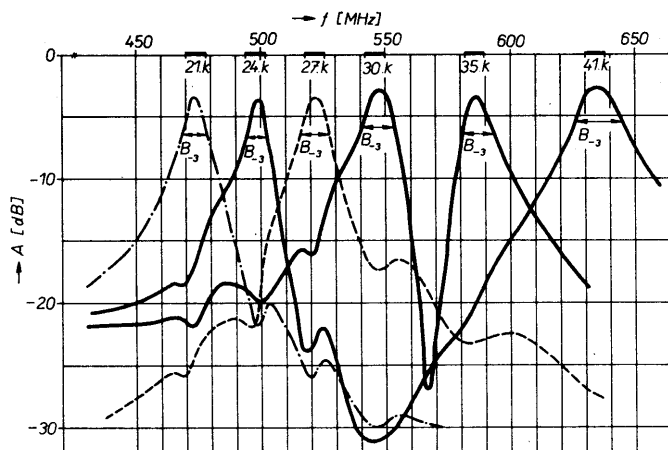


Obr. 94. Útlumové charakteristiky výhybky z obr. 93



Obr. 95. Pohled na výhybku (3. str. obálky)

Seznam součástek

L_A	viz obr. 93
L_B	8 1/2 z drátu o \varnothing 0,5 mm
C_0	CuL na \varnothing 3 mm
C_x	0,5 až 4,5 pF, skleněný trimr
	2,2 pF, TK 656 pro kanály
	21, 24, 27, 30
	1 pF, TK 656
	pro kanály 35 a 41
C_1	2 x 1 pF, TK 656, v sérii
C_2	25 mm dvoulinky (viz text)

K jednotlivým vstupům lze připojit výstupy širokopásmových nebo kanálových zesilovačů, širokopásmové nebo kanálové antény apod. Výstup je možné připojit přímo nebo přes vhodný širokopásmový zesilovač do rozvodu.

5. Odlaďovače

Odlaďovač je pasivní obvod, který má za úkol potlačit (odladit) signál daného kmitočtu nebo signály v relativně úzkém kmitočtovém pásmu. Požadavky na něj kladené jsou často protichůdné a proto se kvalitní odlaďovač realizuje obtížně. Má mít obvykle co největší útlum potlačovaných signálů, pro ostatní signály útlum pokud možno nulový. Přitom se obvykle požaduje co největší strmost boků útlumové charakteristiky. Za nejjednodušší odlaďovač lze považovat sériový rezonanční obvod, zapojený paralelně k signálové cestě nebo paralelní rezonanční obvod, zapojený sériově do signálové cesty. Bohužel tyto jednoduché obvody při praktické realizaci nesplňují současně všechny naše požadavky, a to zejména v pásmu UHF.

Funkci odlaďovače si popíšeme na příkladu sériového rezonančního obvodu, připojeného paralelně k signálové cestě (např. vedení, zesilovač apod.). Tato cesta má nějakou charakteristickou jmenovitou impedanci, obvykle $Z_0 = 75 \Omega$. K této impedanci je paralelně připojena impedance odlaďovače, která má být pro odlaďované signály teoreticky nulová, pro ostatní nekonečně velká. Na tom, jak se skutečné poměry liší od teoretických, závisí kvalita odlaďovače. Jak je vidět, je výhodné realizovat odlaďovač v místě s velkou impedancí. Navíc mají obvody s velkou impedancí některé nepříznivé vlastnosti: nelze realizovat taková vedení, zesilovače

jsou citlivé na parazitní kapacity na zem. Navíc by se musela tato impedance zpětně transformovat na impedanci $Z_0 = 75 \Omega$ (nebo 50Ω), kterou zásadně mají běžné vyráběné souosé kabely a přístroje. Při této transformaci vznikají nutné ztráty, a ty jsou tím větší, čím větší je tato transformace.

Při zvažování různých variant odlaďovače padla volba na modifikované sérioparalelní rezonanční obvody, které se vyznačují tím, že s nimi lze vytvořit jednu hranu (bok) útlumové charakteristiky dostatečně strmou. Přitom zejména při použití v pásmu UHF je lze prakticky realizovat. Dva základní typy sérioparalelních rezonančních obvodů jsou na obr. 96 spolu s průběhy impedance.

Jednotlivé prvky jsou dány následujícími vztahy: pro obr. 96a

$$f_1 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1(C_1 + C_2)}} \quad (80),$$

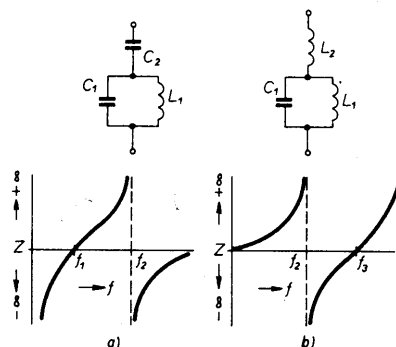
$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}} \quad (81);$$

pro obr. 96b

$$f_2 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_1 C_1}} \quad (82),$$

$$f_3 = \frac{1}{2\pi\sqrt{\frac{L_1 + L_2}{L_1 L_2 C_1}}} \quad (83).$$

Jak je vidět z průběhů impedancí, má obvod podle obr. 96a na kmitočtu f_1 minimální impedanci, jejíž velikost je dána vzájemnými poměry jednotlivých prvků a jejich ztrátami. Na kmitočtu f_2 (a také na nulovém kmitočtu) je impedance obvodu maximální. Při použití tohoto obvodu jako odlaďovače zařazeného paralelně k signálové cestě je na kmitočtu f_1 maximální útlum a na kmitočtu f_2 útlum

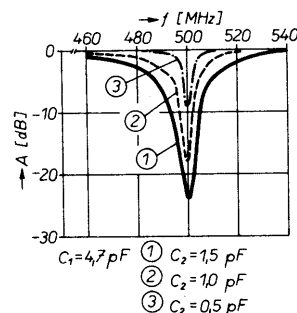


Obr. 96. Sérioparalelní rezonanční obvody

minimální. Přibližováním kmitočtu f_2 k f_1 můžeme ovlivňovat strmost této hrany útlumové charakteristiky. Obdobné vlastnosti má obvod z obr. 96b, kde kmitočet f_2 , na němž má obvod maximální impedanci, je nižší než kmitočet f_3 , při němž má obvod minimální impedanci. Maximální útlum tohoto obvodu jako paralelního odlaďovače je na kmitočtu f_3 a minimální na kmitočtu f_2 .

Pro ukázkou praktického návrhu si zvolme zapojení podle obr. 96a. Nejprve si zvolme střední kmitočet útlumové charakteristiky $f_1 = 500$ MHz. Jak je vidět ze vztahů (80) a (81), je dán oběma kapacitami C_1 a C_2 , kdežto kmitočet f_2 je dán pouze kapacitou C_1 . Chceme-li, aby kmitočty f_1 a f_2 byly co nejblíže u sebe (co největší strmost), volíme C_2 co nejmenší a C_1 co největší. Přibližně lze tedy říci, že kapacita C_2 ovlivňuje zejména maximální útlum a poměr L_1/C_1 strmost hrany. Na základě této úvahy zvolíme tedy $C_1 = 4,7$ pF a $C_2 = 1$ pF. Potom dostaneme $L_1 = 18$ nH a kmitočet $f_2 = 547$ MHz.

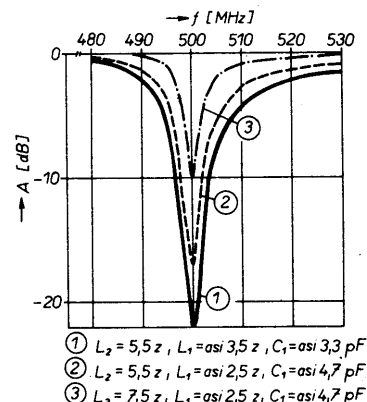
Při praktické realizaci byly optimalizovány hodnoty součástek z hlediska realizovatelnosti a dosažených parametrů. Některé útlumové charakteristiky jsou na obr. 97. Jemně byl obvod na středním



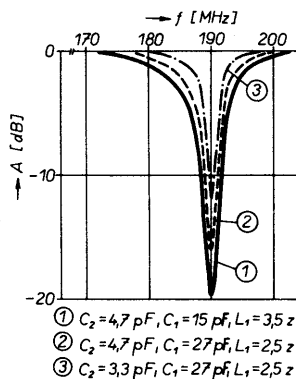
Obr. 97. Útlumové charakteristiky obvodu z obr. 96a pro pásmo UHF

kmitočtu $f_0 = 500$ MHz doladěním malou změnou L_1 . Obdobné charakteristiky byly získány i pro změny C_1 při pevném C_2 . Zde jsou změny velmi malé, např. změna C_1 od 2,2 do 4,7 pF znamená změnu útlumu z -21 na -18 dB na f_0 , přičemž při $C_1 = 4,7$ pF je hrana strmější než při $C_1 = 2,2$ pF. Cívka L_1 byla obvykle zhotovena ze 2 závitů drátu o \varnothing 0,8 mm CuAg na \varnothing 3 mm.

Obdobně byl realizován obvod podle obr. 96b, přičemž jako L_2 byla používána cívka od 2,5 do 7,5 závitů drátu o \varnothing 0,5 mm CuL na \varnothing 3 mm, L_1 byla obvykle 2,5 až 3,5 závitů drátu o \varnothing 0,8 mm CuAg na \varnothing 3 mm, C_1 se měnil v mezích 2,2 až 4,7 pF.

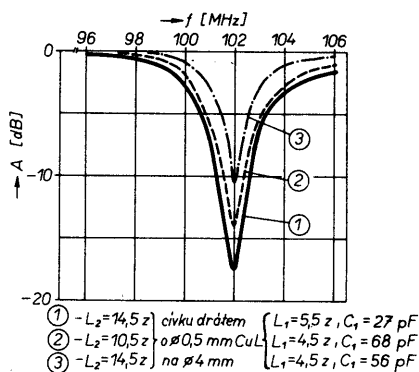


Obr. 98. Útlumové charakteristiky obvodu z obr. 96b pro pásmo UHF



Obr. 99. Útlumové charakteristiky obvodu z obr. 96a pro pásmo VHF

Útlumové charakteristiky několika variant jsou na obr. 98. Dále byly vyzkoušeny obvody podle obr. 96a pro III. TV pásmo s $C_2 = 3,3$ až $4,7 \text{ pF}$, $C_1 = 10$ až 27 pF , $L_1 = 2,5$ až $5,5$ závitů drátu o $\varnothing 0,5 \text{ mm}$ CuL na $\varnothing 3 \text{ mm}$. Několik příkladů útlumových charakteristik je na obr. 99. Poslední typ odlaďovače byl realizován pro pásmo FM rozhlasu VKV-CCIR. Při použití ve variantě podle obr. 96a byly ověřeny součástky $C_2 = 5,6$ až $8,2 \text{ pF}$, $C_1 = 27$ až 68 pF a $L_1 = 3,5$ až $8,5$ závitů drátu o $\varnothing 0,5 \text{ mm}$ CuL na $\varnothing 3 \text{ mm}$. Varianta podle obr. 96b měla tyto součástky $L_2 = 10,5$ až $14,5$ závitů drátu o $\varnothing 0,5 \text{ mm}$ CuL na $\varnothing 4 \text{ mm}$, $L_1 = 4,5$ až $6,5$ závitů drátu o $\varnothing 0,8 \text{ mm}$ CuAg na $\varnothing 3 \text{ mm}$, $C_1 = 27$ až 68 pF . Útlu-

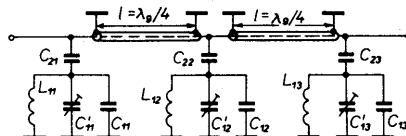


Obr. 100. Útlumové charakteristiky obvodu z obr. 96b pro pásmo VKV-FM

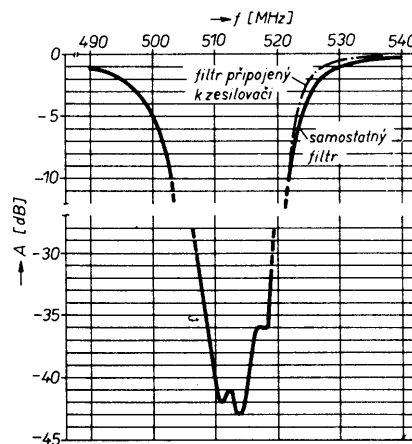
mové charakteristiky několika příkladů této varianty jsou na obr. 100. Konkrétní příklady použití budou uvedeny na konci této kapitoly.

Odlaďovač, využívající transformačních vlastností vedení

Jak bylo naznačeno, účinek odlaďovače je tím větší, na čím větší impedanci působí. Při zvažování praktických možností, jak realizovat tento požadavek, zejména s ohledem na použití společně se zesilovači s moderními bipolárními tranzistory, které mají vstupní a výstupní impedance blízké 75Ω , padla volba na využití transformačních vlastností vedení. Jak plyne z teorie a jak si každý může lehce dokázat na Smithově diagramu, transformuje vedení dlouhé $\lambda/4$ nulovou impedanci na nekonečnou a naopak. Transformace vedením $\lambda/4$ znamená totiž otočení daného impedančního bodu po kružnici se středem uprostřed diagramu o 180° . Této výhodné vlastnosti vedení spolu s vlastnostmi sérioparalelního rezonančního obvodu bylo využito při realizaci odlaďovače.



Obr. 101. Celkové schéma odlaďovače



Obr. 102. Útlumová charakteristika

Podívejme se na obr. 101, kde je celkové schéma odlaďovače. Příklad útlumové charakteristiky je na obr. 102.

Seznam součástek

C_{21}, C_{22}, C_{23} 1 pF, TK 656
 C_{11}, C_{12}, C_{13} 2,2 pF, TK 656
 $C'_{11}, C'_{12}, C'_{13}$ 0,5 až 4,5 pF, skleněný trimr
 souosý kabel VLEOY 75-3, 7;
 VCEOY 75-3, 7 délky 87 mm
 VCCDY 75-3, 7 délky 109 mm
 L_{11}, L_{12}, L_{13} 2 závitů drátu o $\varnothing 0,8 \text{ mm}$ CuAg na $\varnothing 3 \text{ mm}$

Tři sérioparalelní obvody jsou spojeny úseky vedení (souosý kabel) o délce $l = \lambda_g/4$ (tj. čtvrtvlnným vedením) na odlaďovaném kmitočtu. Chceme-li odlaďovat např. kanál 26, který má střední kmitočet zhruba 514 MHz , pak $\lambda = 300/f = 58,4 \text{ cm}$ a z toho $\lambda/4 = 14,6 \text{ cm}$. Tuto délku je třeba násobit tzv. činitelem zkrácení k , který je různý pro různé typy kabelů v závislosti na jejich dielektriku, např. pro plné PE dielektrikum je $k \approx 0,66$ a pro pěnové PE dielektrikum je $k \approx 0,81$. Při použití souosého kabelu v odlaďovači vychází však činitel zkrácení o něco větší, a sice pro plné dielektrikum $k' = 0,59$ a pro pěnové $k' = 0,75$. Potom tedy vyjde délka úseku vedení $l = \lambda/4 \cdot k' = 86 \text{ mm}$ (109 mm) pro kabel s plným (pěnovým) dielektrikem. Délkou úseku vedení l je myšlena délka opletení (vnějších vodičů) souosého kabelu (viz např. obr. 101, 103). Lze použít i souosý kabel s teflonovou vnitřní izolací (např. o vnějším $\varnothing 3 \text{ mm}$), který má charakteristickou impedanci 50Ω . Činitel zkrácení při použití v odlaďovači volíme

$k' = 0,62$. Při jeho použití se zmenší útlum na odlaďovacích kmitočtech o asi 6 až 8 dB a na hraně propustného pásma se zvětší max. o $0,5 \text{ dB}$. Mírně nepříznivější k napájecímu souosému kabelu, který je většinou 75Ω , obvykle nevadí, pokud jde o výstup k zesilovači je naopak vítané z hlediska malé vstupní impedance tranzistoru.

Vraťme se nyní k popisu funkce podle obr. 101. První obvod způsobí na odlaďovaném kmitočtu značné zmenšení impedance. Toto zmenšení se transformačním účinkem projeví jako velká impedance v místě druhého obvodu, čímž se zvětší jeho účinek. Obdobně pracuje i třetí obvod. Součástky byly zvoleny jako kompromis mezi útlumem v potlačovaném pásmu a strmostí hrany útlumové charakteristiky. Paralelní kombinace pevného a proměnného kondenzátoru byla zvolena s ohledem na jakost obvodu a jeho časovou stálost. Pokud mají pevné kondenzátory $C_{11} = C_{12} = C_{13}$ kapacitu $2,2 \text{ pF}$, je přeladění proměnnými kapacitními trimry $0,5$ až $4,5 \text{ pF}$ v rozsahu od 500 do 580 MHz . Kmitočtová pásma lze měnit změnou kapacity pevných kondenzátorů. Vypustí-li se úplně, je maximální kmitočet odlaďení pro $L_{11} = L_{12} = L_{13}$ podle seznamu součástek a minimální kapacitu trimrů asi 700 MHz . S $C_{11} = C_{12} = C_{13}$ o kapacitě $3,3 \text{ pF}$ obsáhne pásmo asi 450 až 540 MHz .

Konstrukce zesilovačů s odlaďovači

Na obr. 103, 104, 105, 106, 107, 108 je tříobvodový odlaďovač s dvoustupňovým širokopásmovým zesilovačem bez zpětných vazeb.

Seznam součástek

Kondenzátory

C_1, C_4, C_7 1 pF, TK 656
 C_2, C_5, C_8 0,5 až 4,5 pF, skleněný trimr
 C_3, C_6, C_9 2,2 pF, TK 656 (viz text)
 C_{10}, C_{11} 4,7 pF, TK 656 (755)
 C_{12} 10 pF, TK 754 (755)
 C_{13} 100 pF, TK 754 (774)
 C_{14}, C_{15} 680 pF až 2,2 nF, TK 724 (744, 794, 795)

Rezistory (TR 151, TR 191)

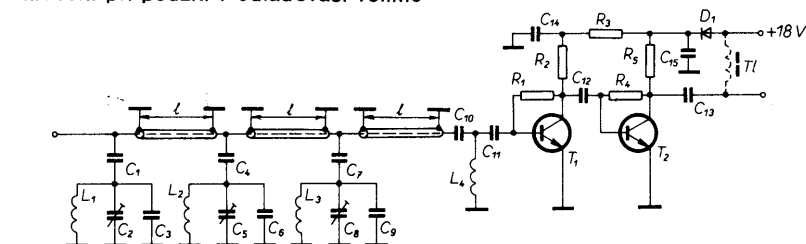
R_1 100 k Ω , viz text
 R_2 1,2 k Ω
 R_3 33 Ω
 R_4 27 k Ω , viz text
 R_5 560 Ω , TR 152 (192)

Tranzistory a diody

T_1 BFT66 (BFR90, BFR34, BFR69 atd.)
 T_2 BFR91 (BFT65 atd.)
 D_1 dioda Si

Cívký

L_1, L_2, L_3 2 závitů drátu o $\varnothing 0,8 \text{ mm}$ Cu nebo CuAg na $\varnothing 3 \text{ mm}$



Obr. 103. Schéma zapojení zesilovače s odlaďovačem