

① Rozdělení kmitočtového spektra. Kmitočtová pásma, jejich využití, způsob šíření vln.

- mezinárodní koordinace - ITU (Mezinárodní telekom. unie)
- Národní kmitočtová tabulka (ČTÚ, 9 kHz - 105 GHz)
- DV (30-300 kHz) [přízemní]
 - potřeba na velké vzdálenosti, námořní a radiolokační služby
 - velký počet kanálů, vysoké rušení, rozměrné antény
- SV (300-3000 kHz) [přízemní, prostorová]
 - ve dne jen přízemní ve výšce λ , do ~ 100 km, šíření NP a $\frac{1}{f}$
 - v noci převážně prostorová, sdělování $\Rightarrow$ unik; AM rozhlas
- KV (3-30 MHz) [prostorová]
 - odrazem od ionosféry, ušlé kmitočty fluktuují, vysoké propustění $\Rightarrow$ ušlé kmit. pásma, během dne se mění; dosah ~ 4000 km / odraz
- VKV (30-300 MHz) [přímá]
 - pouze úzký okraj za dozor (ušlé f)
 - FM rozhlas, TV vysílání, PMR služby
- UKV (300-3000 MHz) [přímá]
 - dosah díky rádiovému viditelnosti, četné odrazy
 - nutné vhodné umístění a velká směrovost antén
 - TV vysílání, hromadné rádiové sítě, letecká a družicová služba
- centimetrové a kratší (> 3 GHz) [přímá]
 - vlastnosti šíření podobné jako světlo (stín, počasí)
 - družicová služba, TV

EVA	RMK
přímá	přímá
prostorová	přímá s odrazem
povrchová	přízemní
ionosférická	prostorová

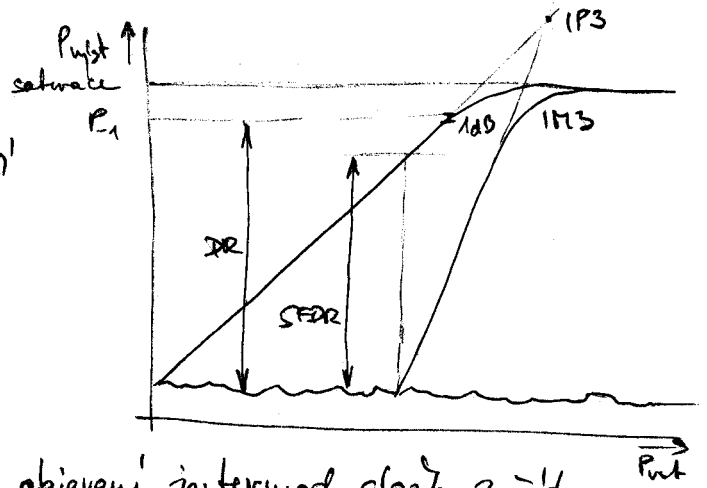
2) Základní parametry rádiových přijímačů. Citlivost, dynamický rozsah, selektivita.

• Citlivost

- max. citlivost (napětí na vstupu, které na std. zátěži vyvolá výkon 50 mW)
- citlivost omezená šumem (min. napětí na vstupu pro dosažení definované poměru S/N - 26 nebo 46 dB)
- citlivost omezená šumem a zesílením $SMA D = \frac{N+D+S}{N+D}$
- parametry signálu: AM ($f_{mod} = 400 \text{ kHz}$, $m = 30\%$), FM ($f_{mod} = 1 \text{ kHz}$, $\Delta f = 3 \text{ kHz}$)
- šum: tepelný (při $T > 0 \text{ K}$), výstřelový (proud přechodem PN)

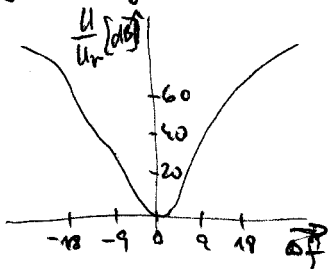
• dynamický rozsah

- nelineární systém, na vstupu f_1 a $f_2 \Rightarrow$
 $\Rightarrow$ směšování $f_k = m f_1 + n f_2$, nejnebezpečnější jsou složky 3. řádu
- dynamický rozsah DR - rozmezí výkonů, při kterém je závislost $P_{výst}/P_{vst}$ lineární (šum až odchylka 1 dB od teoretické závislosti)
- dyn. rozsah bez IM3 SFDR - šum až objevení intermod. složky 3. řádu
- bod zahrazení IP3 (průběh charakteristik základního signálu a intermod. složky 3. řádu)



• selektivita přijímače

- schopnost vybrat žádaný signál ze směsice křetele kmitočty a úrovněmi
- selektivita blízká, vzdálená
- jednosignálová selektivita $|K_{ul}| = f(\Delta f)$, šířka pásma přijímače B_c (útlum 6 dB)



U_r ... signál při uhlazení
 U ... signál při daném vztáčení

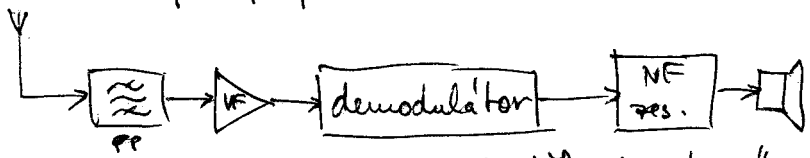
- dvojsignálová selektivita (schopnost oddělit žádaný signál od rušivého)

③ Rozdělení přijímačů. Přímoresiličičí, superheterodyn a homodyn. Základní vlastnosti:

• základní rozdělení

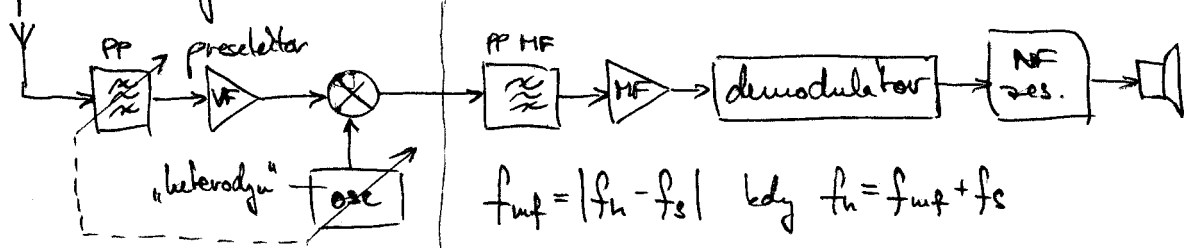
- analogové zpracování signálů (níže)
- analogově-číslicové zpracování signálů (v zákl. pásmu, na HF kmitočtu, na kmitočtu vstupního signálu)

• přímoresiličičí přijímač



- s přeladováním se mění šířka přímáčového pásma a citlivost
- vícecestňové nadyňné k nestabilitě
- jednoduchost

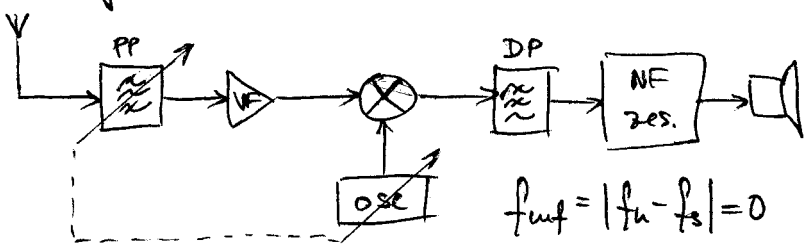
• superheterodyn



omezení kmitočtu ← → přímoresiličičí přijímač na HF kmitočtu

- nerůvnost šířky pásma a zesílení
- vysoká selektivita
- nadyňnost na rušící signály na HF kmitočtu, zpraclovém kmitočtu (⇒ dvojitě směřování)

• homodyn

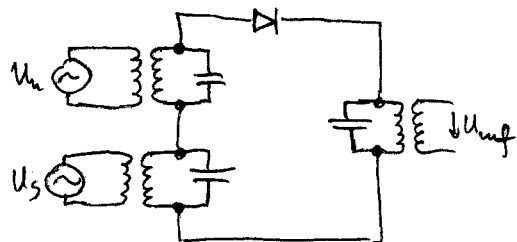


- potlačení příjmu na zpraclovém kmitočtu
- zpětne' uzařování oscilátorem
- většina zesílení a selektivita v předelektřím části
- synchronní demodulace ⇒ heterodynní signál koherentní se vstupním

RFV 4 Aditivní a multiplikativní směšovače. Podstata činnosti, způsoby realizace, vlastnosti.

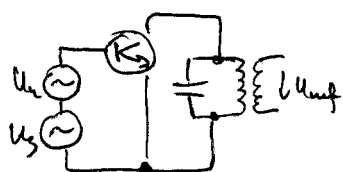
• aditivní směšovače

- směšovač protáhne max. řádu odpovídajícímu nejvyššímu exponentu fce velim. prvkem
- na velim. prvek působí součet f_s a $f_n \Rightarrow$ aditivní
- diodový směšovač



- konverzní ztráty (směšovač zisk < 1)
- vyšší šumové číslo
- kmitočtový rozsah > 100 GHz
- velký dynamický rozsah, odolnost vůči křížové modulaci

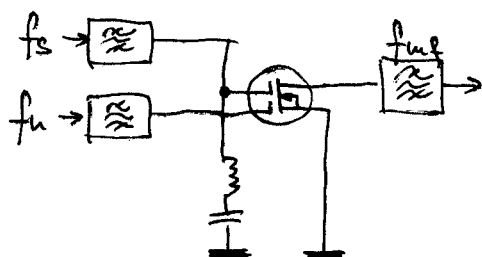
- tranzistorový směšovač



- směšovač zisk > 1 , nižší šumové číslo
- mnoho nežádoucích složek u BT (exponenciální charakteristika $\Rightarrow$ teoreticky ∞) $\Rightarrow$ využít FETu (kvadratická char.)

• multiplikativní směšovače

- analogové násobení signálů f_s a f_n , chudší spektrum než u aditivních směšovačů
- směšovač s dvoutradičným MOSFETem



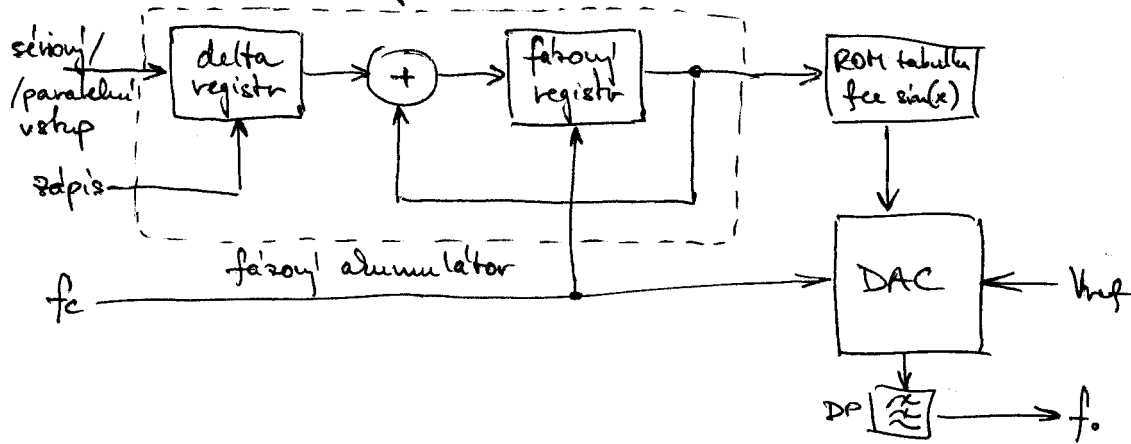
- Gilbertova buňka (složený vyvážený směšovač): NE612

• vyvážené a drojké vyvážené směšovače

- potlačují signál heterodynu na vstupu i výstupu
- řídí vst. spektrum

RAV
 ⑤ Syntetizátory DDS. Podstatná činnost, modifikace pro modulace AM, FM a PM.

- přímá kmitočtová syntéza



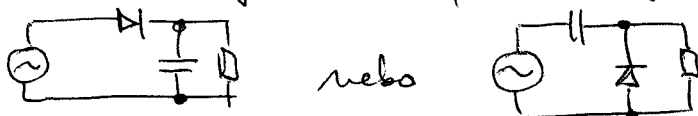
- $f_0 = \frac{D \cdot f_c}{2^n}$, kde D ... hodnota delta registru
- možnost úspory paměti ROM (čtvrtina periody $\sin(x)$ + dopočítání)
- nevýhody: relativně nízké kmitočty f_0 , nečísle spektrum
- SFDR určen (vlastnostmi) DAC - korelace f_c a f_0 , nelinearity, zakřivení ($\rightarrow$ S&H)

- amplitudová modulace DDS (digitálně násobením výstupu paměti ROM pořadovanou okamžitou amplitudou, analogově změnou V_{ref})
- kmitočtová modulace DDS (realizace časově proměnnou změnou obsahu delta registru - nižší LSB, pak $\Delta f \ll f_0$)
- fázová modulace DDS (sčítací před adresací ROM $\Rightarrow$ přičtením konstanty dle požadované změny fáze signálu; přednastavené konstanty)

6 Demodulatory AM, DSB a SSB. Synchronní demodulace, vlastnosti.

• obálková demodulace AM

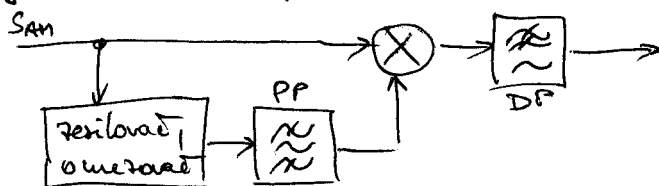
- obvod sestávající z diody, nesetřácející vůči modulaci signálu



- nebezpečí odtržení modulaci obálky, limitace vlivem útlumu R_2
- velké potřebné vstupní napětí, při malém napětí zhoršení S/N

• synchronní demodulace AM ($u_{AM}(t) = U_c [1 + m \cos(\Omega t)] \cos(\omega_c t)$)

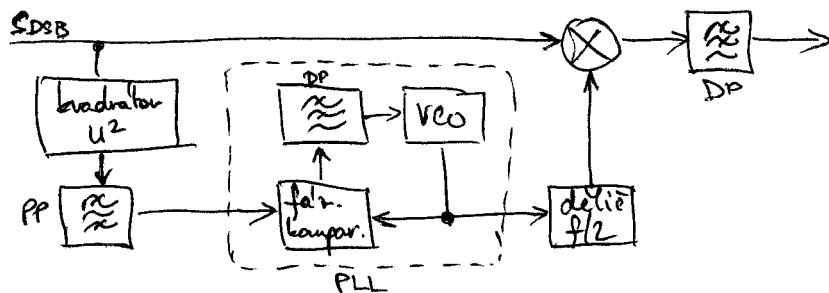
- vynásobení vst. signálu referenčním nosčem, která je s ním koherentní



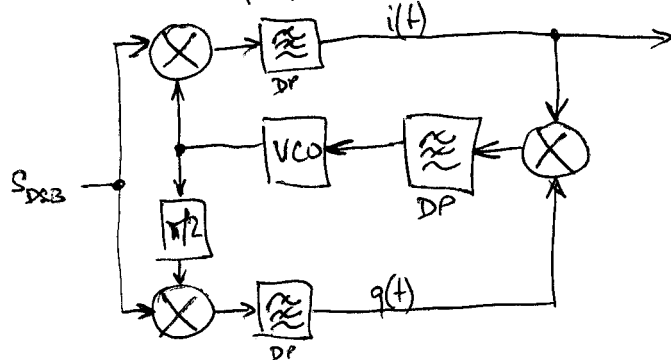
- užší potřebné vstupní napětí, vysoká linearity
- dobré šumové poměry, $S/N = 2 \cdot C/N$

• demodulace DSB a SSB

- nutná dokonalá kmitočtová i fázová koherence obnově nosce (DSB: kmit. lze přesně, fáz. chyba $\Rightarrow$ quadrature null effect; SSB hlas ~ 10 Hz, hudba < 1 Hz)
- obnově nosce DSB kvadrátorem



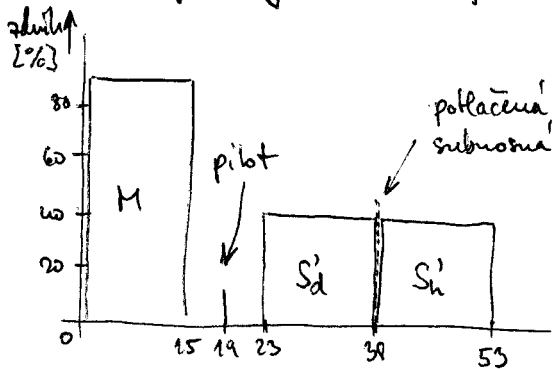
- Costasův přijímač



7 Rozhlasová stereofonie. Vlastnosti úpraveného stereofonního signálu stereofonní dekodéř.

• rozhlasová stereofonie

- systém s pilotním signálem a časově potlačovanou subnosnou
- časový i kmitočtový multiplex, omezením DP zůstane jen součtový signál (=kompatibilita)
- združený diagram stereofonního signálu CSS

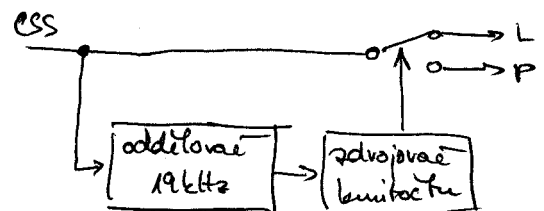
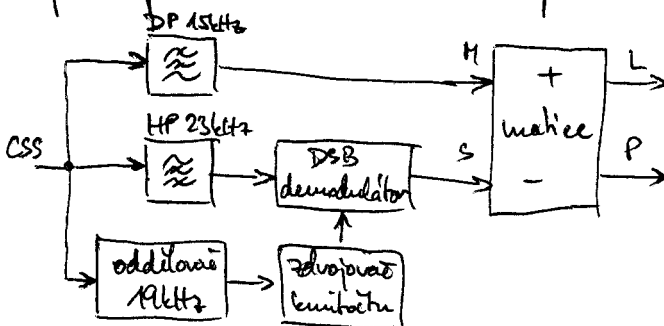


- součtový signál $M = 0,5L + 0,5P$ (90% mono zdílení)
- rozdílův signál $S = 0,5L - 0,5P$ (DSB na 38 kHz)
- potlačená subnosna (38 kHz, max. 1%)
- pilotní signál (19 kHz, 10%)
- RDS signály (DSB 57 kHz)

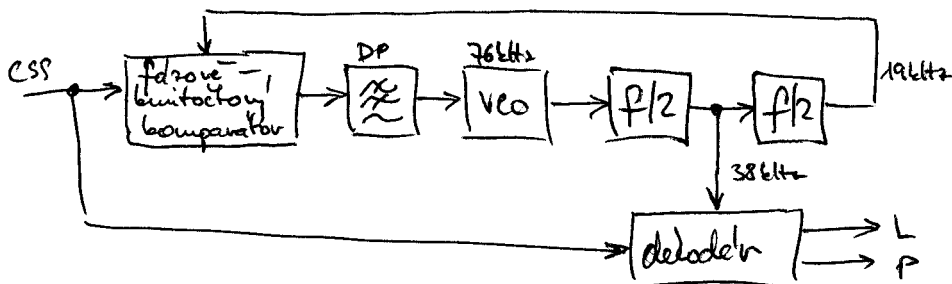
- širokopásmová FM modulace - na horním okraji spělka klesající amplitudy modulačních složek $\Rightarrow$ preemfaze, deemfaze $f_{5\text{ms}} \approx 2122 \text{ Hz}$

• stereofonní dekodéř

- princip kmitočtového multiplexu nebo časového multiplexu



- zdvojevače s LC obvody problematické $\Rightarrow$ použít řízeč PLL

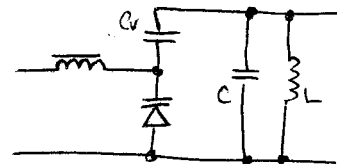


RPV 8 Kmitočtové a fázové modulační. Přímá a nepřímá metoda. Typická zapojení, vlastnosti.

- vstah mezi FM a PM
 - signal $\rightarrow \int(\cdot)dt \rightarrow PM \rightarrow \text{výstup FM}$
 - signal $\rightarrow \frac{d}{dt}(\cdot) \rightarrow FM \rightarrow \text{výstup PM}$

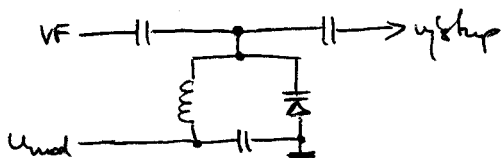
• přímá kmitočtová modulace

- rozladitelný oscilátor s varikapem
- pouze úzkopásmová FM (velim. char. varikapu)



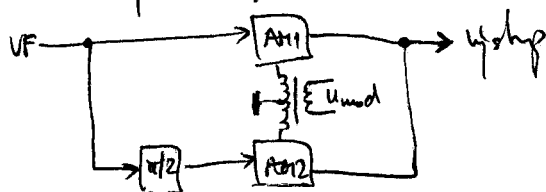
• nepřímá kmitočtová modulace, fázová modulace

- metoda rozladitelná

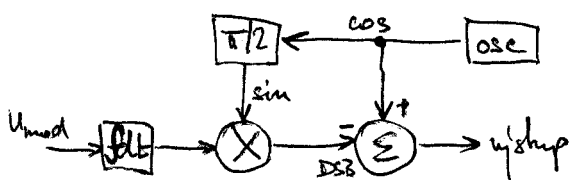


- lze použít každou rozladitelnou strukturu
- lin. fáz. modulace $\pm \pi$ bez AT

- metoda pseudofázová

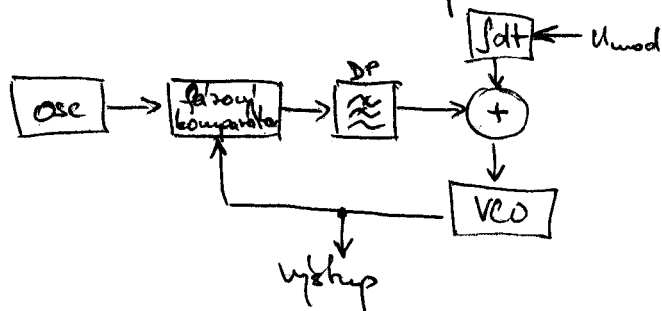


- FM modulace na principu DSB



- pouze pro úzkopásmovou PM/FM
- širokopásmová kmitočtovým násobením

- modulace založená na smyčce PLL



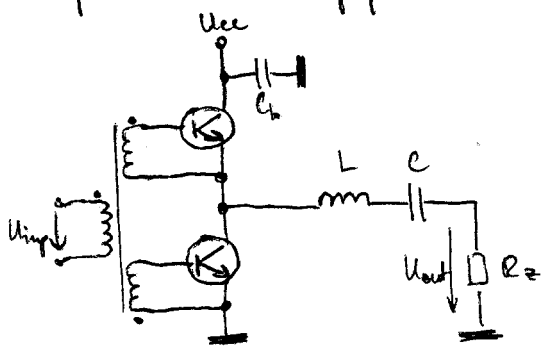
- na vstupu U_{mod} reaguje fázovým posuvem signálu osc a VCO, při malé časové konst. udržování rozdíl nulový
- výborná linearita $\rightarrow$ radiosvé vysílání

9) Zesilovače s vysokou účinností. Třída D a F. Vlastnosti, požadavky na aktivní prvek.

- zesilovače s vysokou účinností
 - nižší výkonová ztráta - tranzistory ve spínacím režimu
 - účinnost $\rightarrow 100\%$ (prakticky 90÷95%)

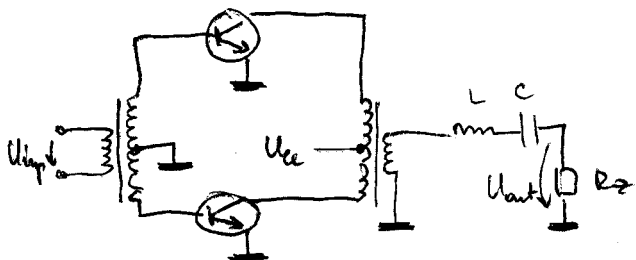
• zesilovače ve třídě D

- komplementárně zapojená dvojice aktivních prvků
- výstupní rezon. obvod odděluje základní harmonickou od ostatních složek
- komplementární zapojení



- prohibice bzučení tranzistorů
- tr. D ($\rightarrow 100\%$) vs. tr. B (max. 78%)

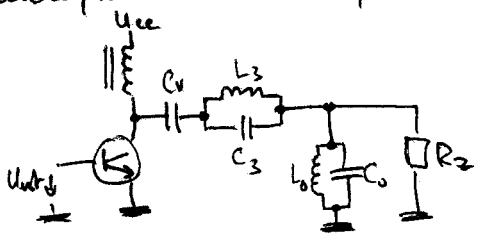
- s výstupním transformátorem



- širokopásmový transformátor, převod m/h
- proudově spínací zesilovač (dualní) - vst. rezonanční obvod paralelní do země, v napájení tlumička zajišťující bouet. Idc

• zesilovače ve třídě F

- první spínací zesilovače, biharmonické, polyharmonické, multirezonanční, třída CD
- L₀C₀ ladění na zákl. kmitočt, filtruje vyšší harmonické
- L₃C₃ ladění na 3. harmonickou, na kdeltonu 3. harmonická složka napětí $\Rightarrow$ vysoká účinnost



• ztráty v zesilovačích

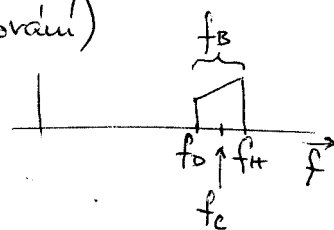
- nemulové saturační napětí, vnitřní odpor tranzistoru
- parazitní kapacity a indukčnosti, konečná doba přepnutí tranzistoru
- nepřesné naladění rezon. obvodů

10 Vzorování a A/D převodníky pro rádiové přijímače. Paralelní a odečítací převodník.

• Vzorování

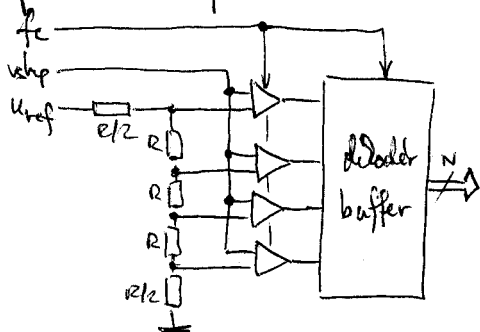
- vzorkovací teorem $f_{vz} > 2f_m$
- podvzorování (undersampling, pásmové, harmonické vzorování)
 - při volbě vhodného f_{vz} dojde k proložení spekter, ale nikoliv k překrytí
- nejmenší možný vzorkovací kmitočet:

$$\frac{f_c}{f_b} = k + \frac{1}{2} \quad \wedge \quad \frac{f_{vz}}{f_b} = 2$$



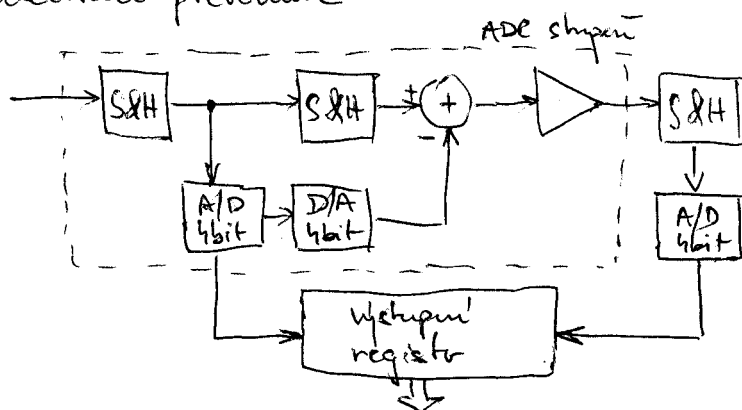
• A/D převodníky

- nároky: doba převodu $< 10 \mu s$, dynamika $> 12 \text{ bit}$
- $SNR_{dB} = 6,02N + 1,76$
- paralelní převodník



- nevýhoda - potřeba 2^N komparátorů $\Rightarrow$ omezení dynamiky vlivem parazitní vstupní kapacity
- velká rychlost
- omezení $< 10 \text{ bit}$ (1024 komparátory $\sim [nF]$)

- odečítací převodník



- přesnost 4bit D/A musí odpovídat 8bit převodníku
- ADC stupně lze řadit kaskádově