

Kmitočtová transformace signálů

- využití nelineárních prvků
- analogovým násobením signálu
- parametrickým obvodem

Modulace (změna parametrů nosného signálu podle modulačního signálu.

Demodulace (získání zpět modulačního signálu z modulovaného nosného

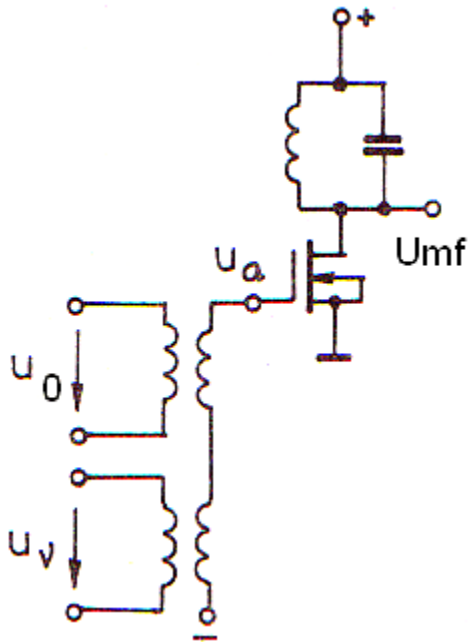
Směšovače (získáme modulovaný signál o rozdílovém kmitočtu modulovaného a referenčního signálu)

Směšovače

Budeme předpokládat velký referenční signál u_0 vůči kterému se bude směšovač chovat nelineárně, vstupní

Napětí u_v a výstupní u_{MF} jsou malá a směšovač se vůči nim chová lineárně.

1) Aditivní směšovače



$$u_0 = U_{0m} \cos(\omega_0 t)$$

$$U_v = U_{vm} \cos(vt)$$

$$u_{GS} = u_0 + u_v$$

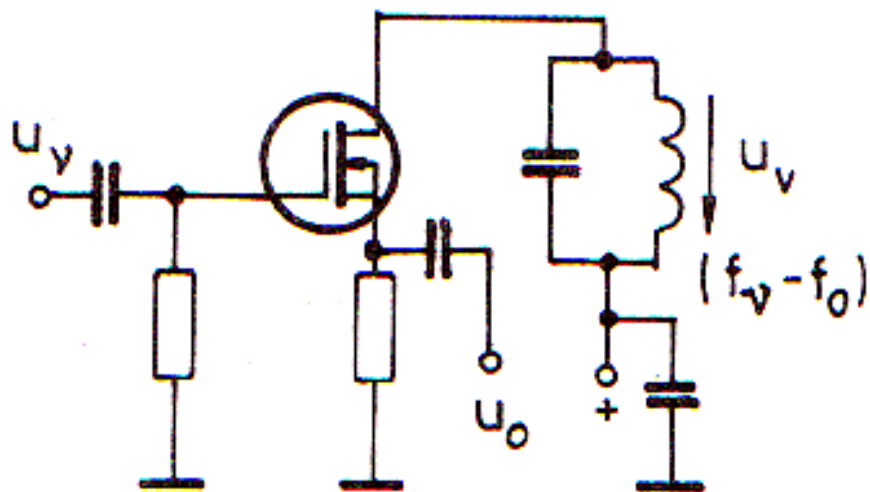
Kvadratická strmost tranzistoru FET

$$i_D = 0.5 \beta (u_{GS} - u_p)^2$$

$$i_D = 0.5 \beta (u_0 - u_p + u_v)^2$$

$$i_D = \dots + 0.5 \beta U_{m0} U_{vm} \cos(\omega_0 - v)$$

Příklad jiného typického aditivního směšovače



Multiplikativní směšovač

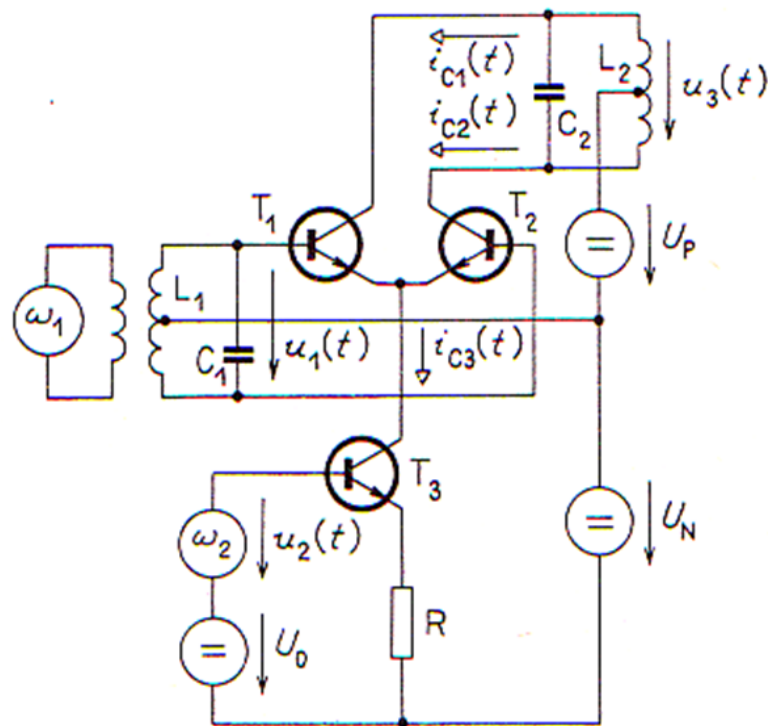
Mění-li se vstupní napětí i parametr řízeného prvku

(např. strmost) harmonicky, např. $u_1(t) = U_1 \cos \omega_1 t$ a $S(t) = S_0 + S_1 \cos \omega_2 t$, bude směšovací pochod charakterizován jednoduchým vztahem

$$\begin{aligned} i(t) &= u_1(t) S(t) = U_1 \cos \omega_1 t (S_0 + S_1 \cos \omega_2 t) = \\ &= U_1 S_0 \cos \omega_1 t + \frac{1}{2} U_1 S_1 [\cos (\omega_1 + \omega_2) t + \cos (\omega_1 - \omega_2) t] \end{aligned}$$

Z tohoto výrazu je vidět, že pro optimální činnost parametrického směšovače je vhodné, aby se parametr $S(t)$ měnil harmonicky, anebo jinak řečeno je vhodné, aby mezi harmonickou řídicí veličinou $p(t)$ a parametrem $S(t)$ byl lineární vztah $S(t) = k p(t)$, kde k je konstanta.

Protože v rovnici popisující činnost parametrického směšovače se vyskytuje součin $u_1(t) S(t)$, označují se tyto směšovače mnohdy tradičně jako *multiplikativní*.



Tranzistorový směšovač
s parametricky řízeným rozdělováním proudu

Za předpokladu, že napětí $u_1(t)$ i $u_2(t)$ jsou harmonická, prochází kmitavým okruhem C_2L_2 kvaziperiodický proud

$$i_3(t) = i_{C1}(t) - i_{C2}(t) = \frac{U_0 - U_{BE3}}{2R} b u_1(t) + \frac{b}{2R} u_1(t) u_2(t)$$

který jak víme obsahuje i požadovanou harmonickou složku $i_\Omega(t)$ o kmitočtu $\Omega = \omega_1 \pm \omega_2$. Ta vyvolá na okruhu C_2L_2 laděném na kmitočet Ω žádané harmonické výstupní napětí $u_3(t)$. Tyto směšovače se vyrábějí i v integrované podobě

Literatura:

P. Neumann, J. Uhlíř, Elektronické obvody a funkční bloky 1, skriptum ČVUT (2005)

P. Neumann, J. Uhlíř, Elektronické obvody a funkční bloky 2 skriptum ČVUT (2001)

P. Horowitz, W. Hill, The art of Electronics, Third edition, Cambridge University Press, 1980, 1989, 2015

Richard. C. Dorf, et. al., The electrical engineering handbook, Electronics, Power Electronics,

Optoelectronics, Microwaves, Electromagnetics, and Radar Third edition, Taylor & Francis (2006).

Donald A. Neamen, Microelectronics Circuit Analysis and Design, Published by McGraw-Hill (2010).