

Vysokofrekvenční oscilátory

Vysokofrekvenční oscilátory

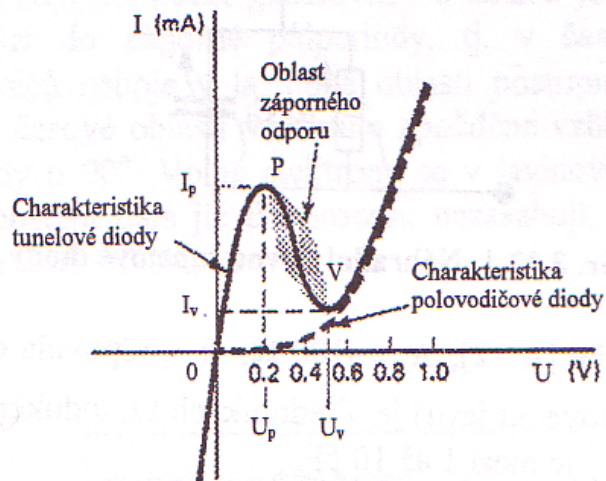
- Jedno-branné oscilátory
- Dvoj-branné zpětnovazební

Jedno-branové oscilátory

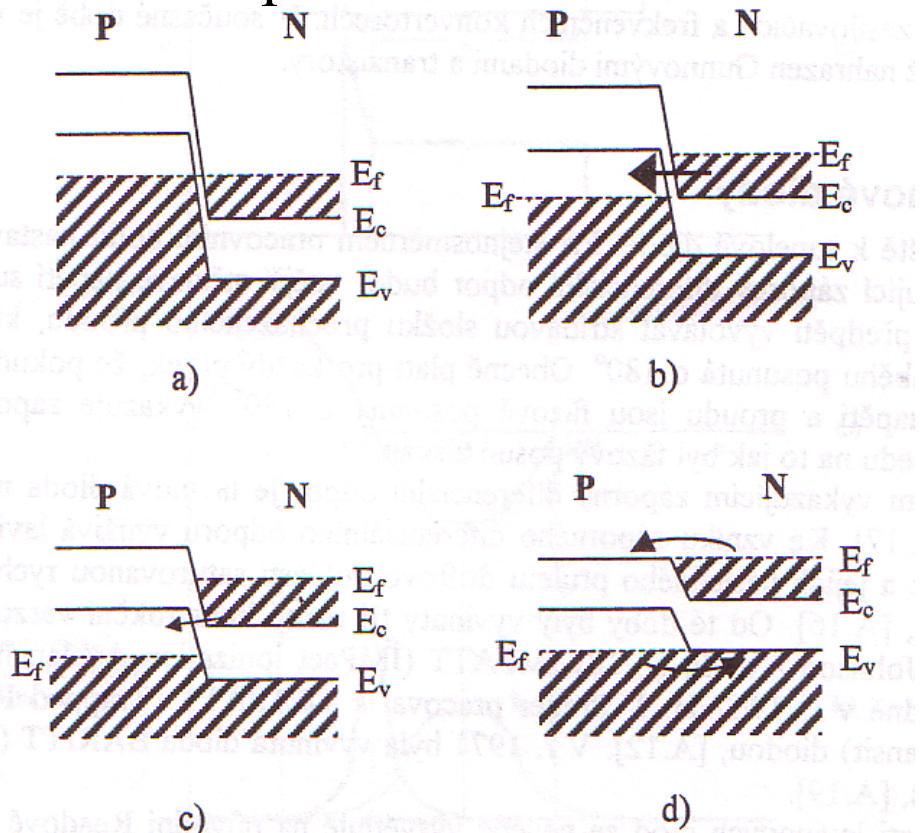
- oscilátor s tunelovou diodou (moc se už nepoužívá) pracuje jako nízkovýkonový oscilátor až do 50 GHz.
- oscilátor s Gunnovou diodou (je často nahrazován dvojbranovými oscilátory s unipolárními tranzistory). Používají se především v pásmu mikrovln a mm vln
- magnetron (elektronka), používá se pro velké výkony do pásma GHz, dosud ho nelze nahradit polovodiči pro vysoké výkony.

Oscilátor s tunelovou diodou

Tunelová dioda je dioda s vysokou dopací P a N -> tloušťka PN přechodu je extrémně tenká -> tunelový kvantový jev. Dopace je tak silná, že Fermiho hladina přechází do vodivostního pásu

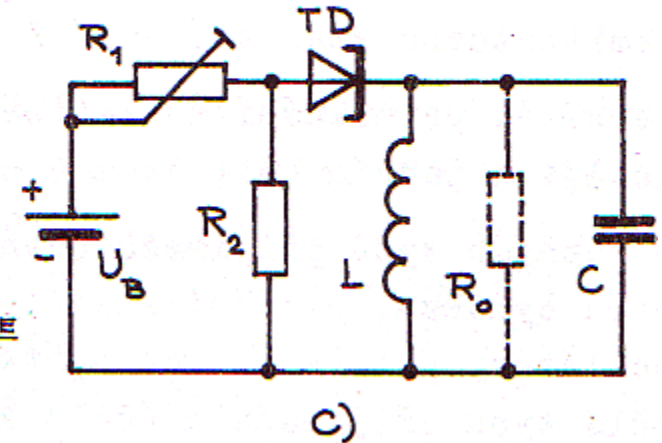
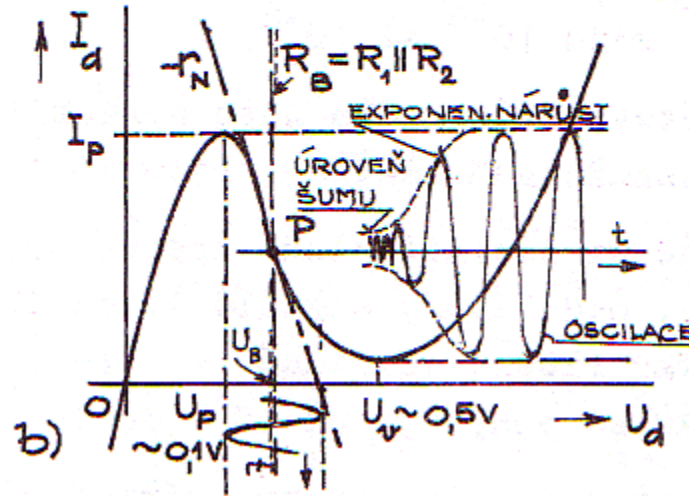
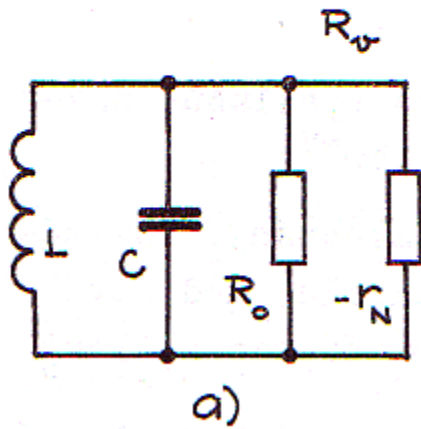


Obr. 3.12.1. Voltampérová charakteristika tunelové diody.



Obr. 3.12.2. Zjednodušený pásový model tunelové diody.

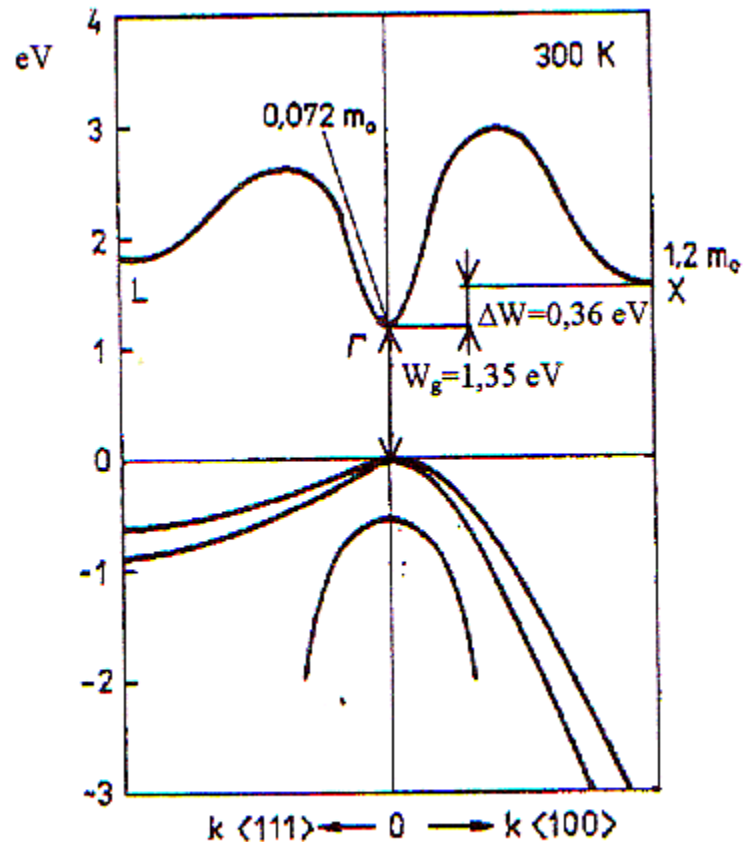
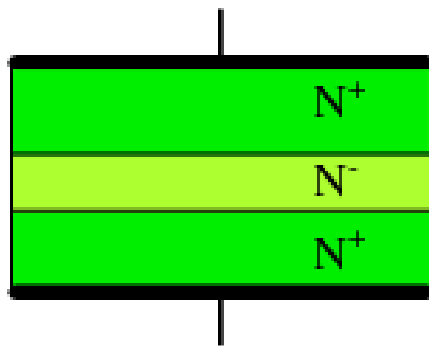
$$R_v = \frac{-r_N \cdot R_o}{R_o - r_N} = \frac{r_N R_o}{r_N - R_o} \quad (2.6)$$



- Pro $R_o = r_N$: paralelní tlumící odpor R_v v LC obvodu je nekonečný.
- V praxi se dává $R_o > |-r_N|$ tzn. R_v bude záporný. Amplituda bude narůstat až do plného rozsahu režimu negativního odporu.

Oscilátor s Gunnovou diodou

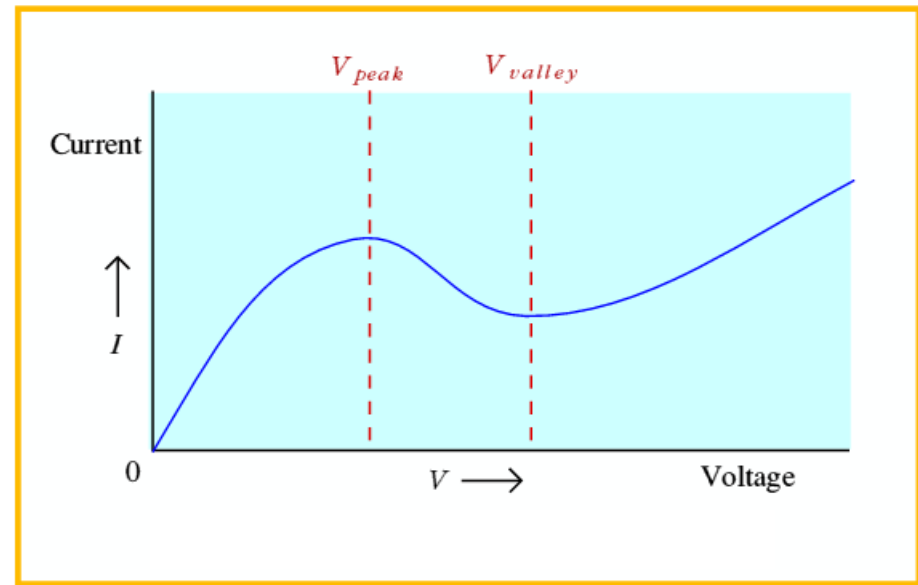
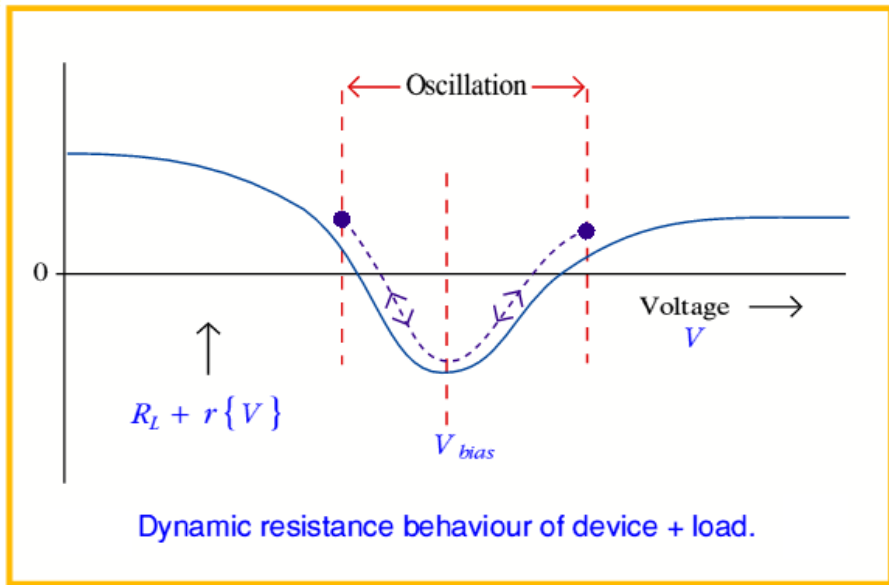
Dioda je monokrystal arzenidu galia s vodivostí typu N, která je vystaven působení silného elektrického pole, které když dosáhne kritické meze, tak se začnou objevovat vysokofrekvenční periodické proudové kmity o frekvenci několika GHz.

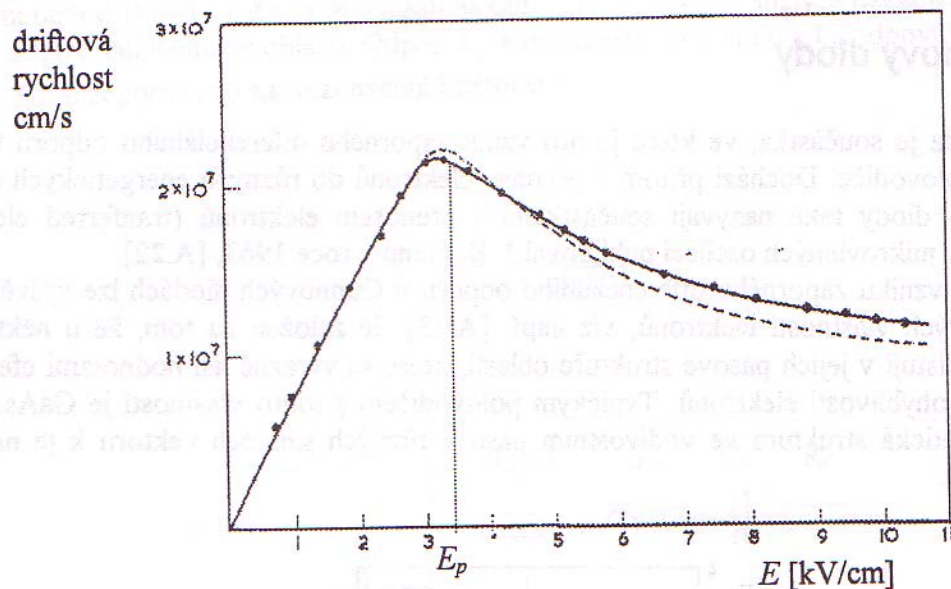


Obr. 3.14.1. Pásová energetická struktura polovodiče GaAs

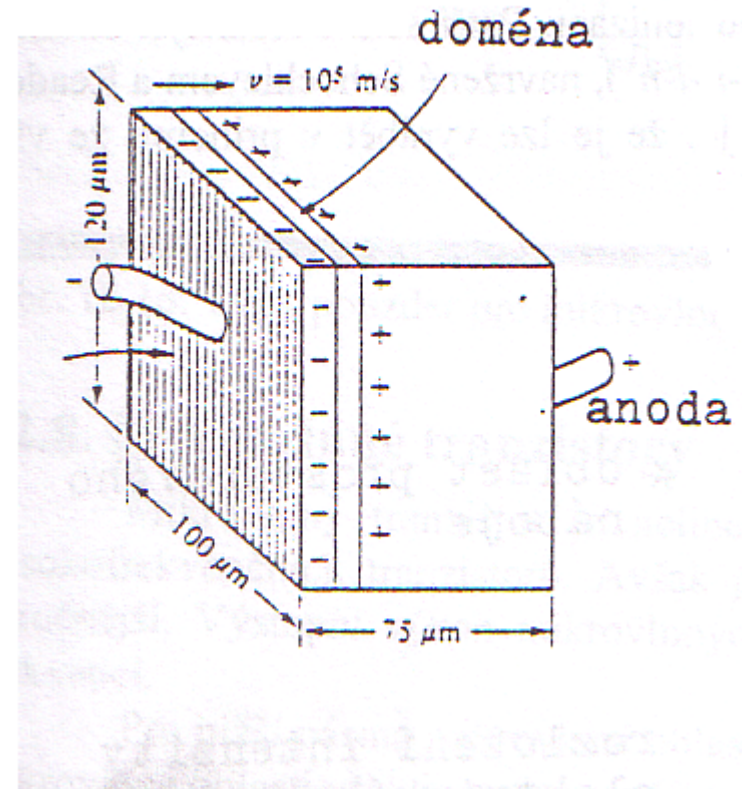
Oscilátor s Gunnovou diodou

V oblasti záporného diferenciálního odporu vede přiložení malých fluktuací napětí ke vzniku oscilací se zvyšující se amplitudou.





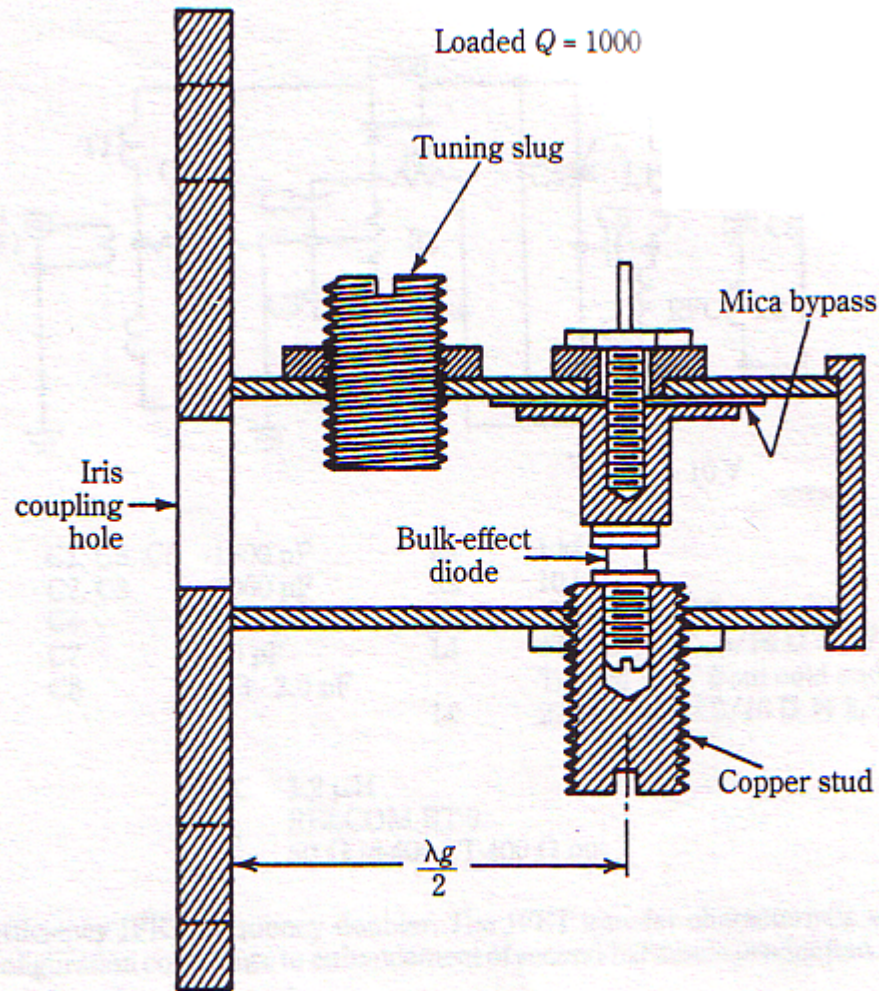
Obr. 3.14.2. Závislost driftové rychlosti na intenzitě elektrického pole v GaAs.



U katody se vytvoří doména s oblastí velkého elektrického pole a malou pohyblivostí elektronů. Přední část (čelo) je ochuzené o elektrony, zadní část je obohacená o elektrony. Doména zmenšuje proud diodou a zároveň driftuje rychlostí v_D směrem k anodě. Po dosažení anody doména vymizí a vytvoří se proudový puls. Následně vznikne u katody nová doména a celý proces se periodicky opakuje. Dioda je zapojená do vhodného rezonančního obvodu.

Kmitočet proudových pulsů je dán vztahem: $f_D = v_D / L$, L - délka polovodiče
 Pro $v_D = 10^5$ m/s, $L = 10^{-6}$ m je $f_D = 100$ GHz.

10 GHz oscilátor s Gunnovou diódou

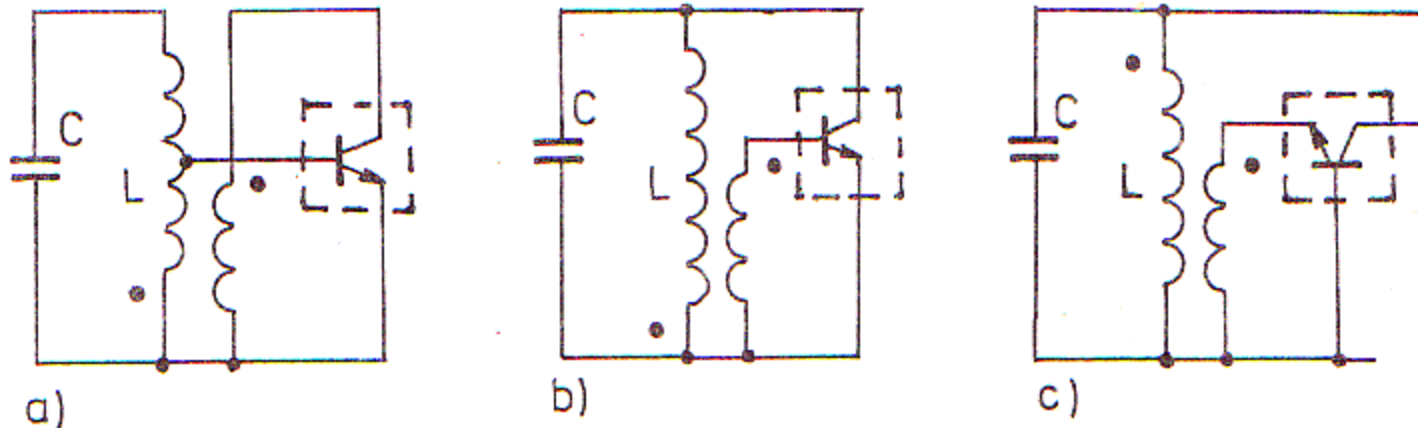


6-2 Detailed view of diode-cavity assembly. Operation is readily attained by attaching a horn and connecting bias source and audio amplifier. General Electric Microwave Devices Products Section

Dvoj-branné oscilátory

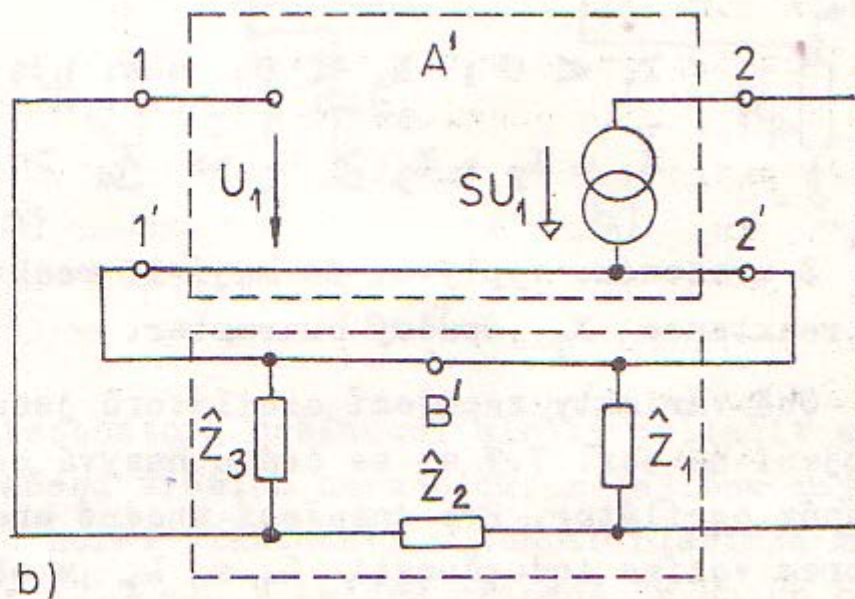
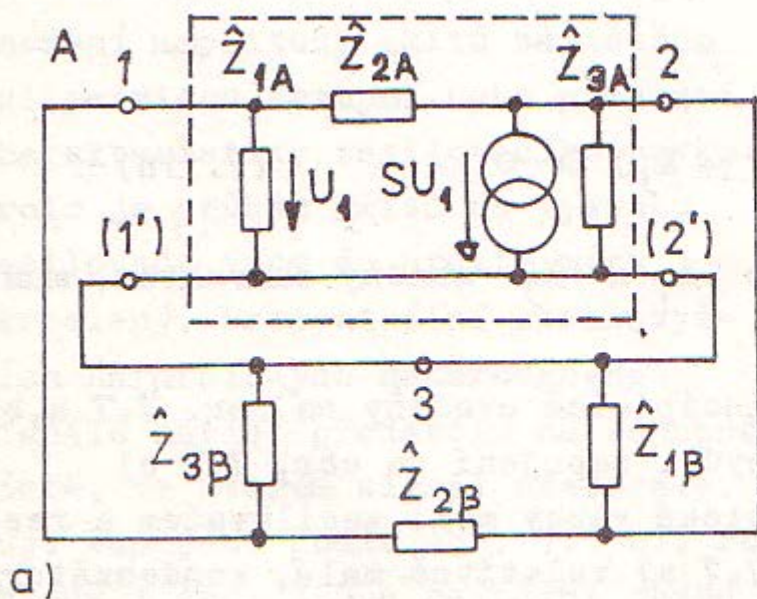
- LC oscilátory.
- Pracují od ~ 10 kHz až do ~ 100 MHz.
- Používá se rezonanční LC obvod.
- Změna kmitočtu se nastavuje změnou kapacity ladícím kondenzátorem nebo stupňovité přepínání cívek.
- Pro ladění se také používají varikapy.

Oscilátory s transformátorovou vazbou



Tříbodové oscilátory

- Vyskytují se častěji.
- Náhradní schéma tříbodového oscilátoru.



$$Z_1 = R_1 + jX_1$$

$$Z_2 = R_2 + jX_2$$

$$Z_3 = R_3 + jX_3$$

$$\beta A = -S Z_1 Z_3 / (Z_1 + Z_2 + Z_3)$$

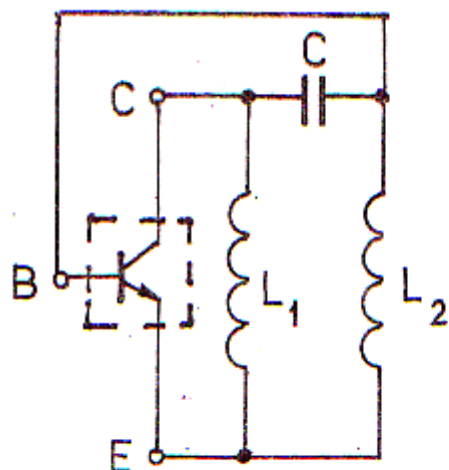
$$\operatorname{Re}(\beta A) = 1 \text{ pro stabilní kmitání}$$

$$\operatorname{Im}(\beta A) = 0$$

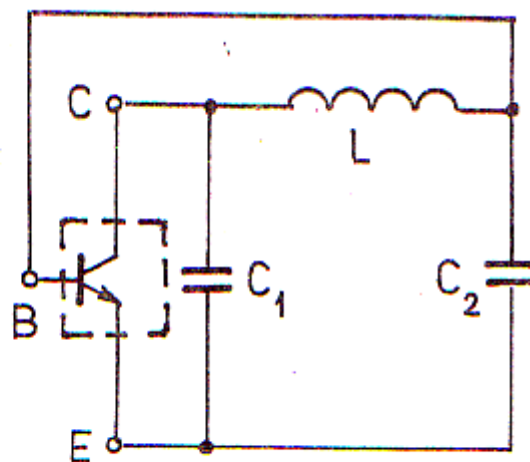
Předpokládáme, že platí $|X_i| \gg |R_i| \quad i = 1, 2, 3$

$\Rightarrow X_1, X_3$ musí být stejného typu

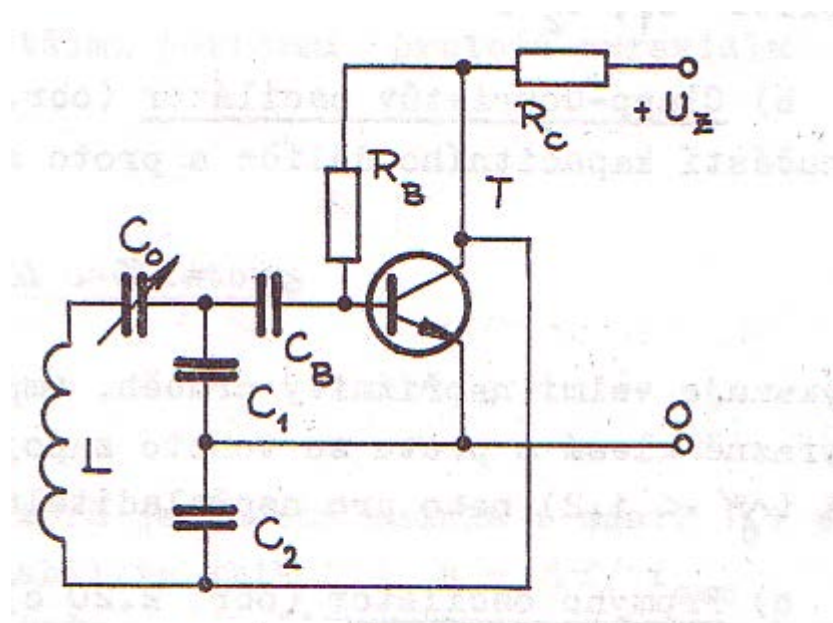
$X_1 + X_2 + X_3 = 0$ podmínka rezonance



a)

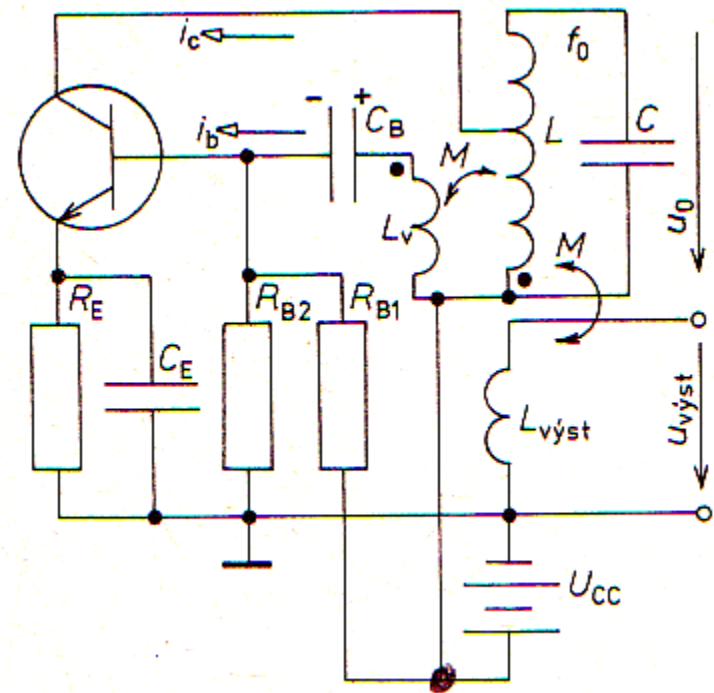
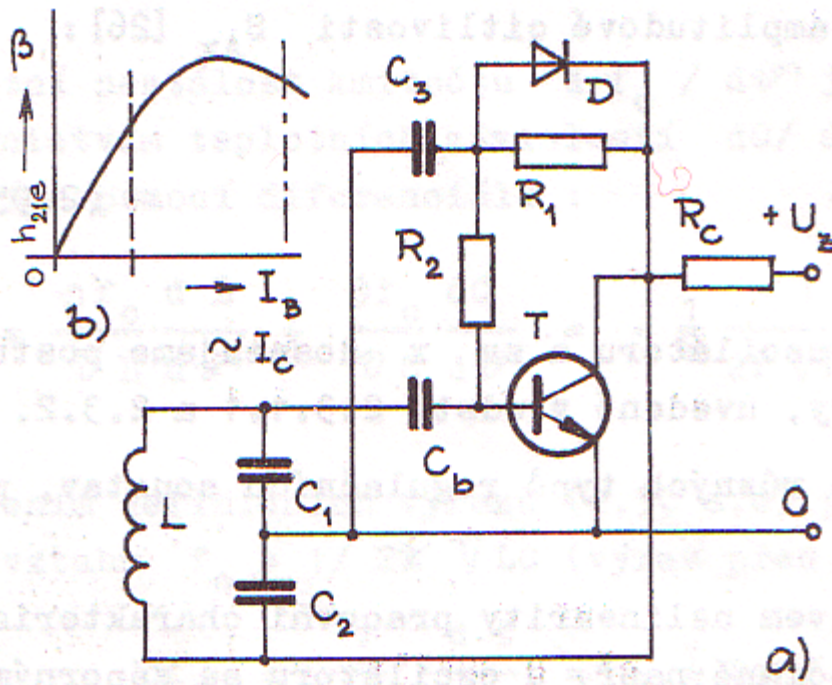


b)



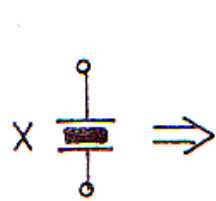
c)

- a) Hartleyův oscilátor
- b) Clappův oscilátor
- c) Clappův přeladitelný oscilátor i s napájecím obvodem.



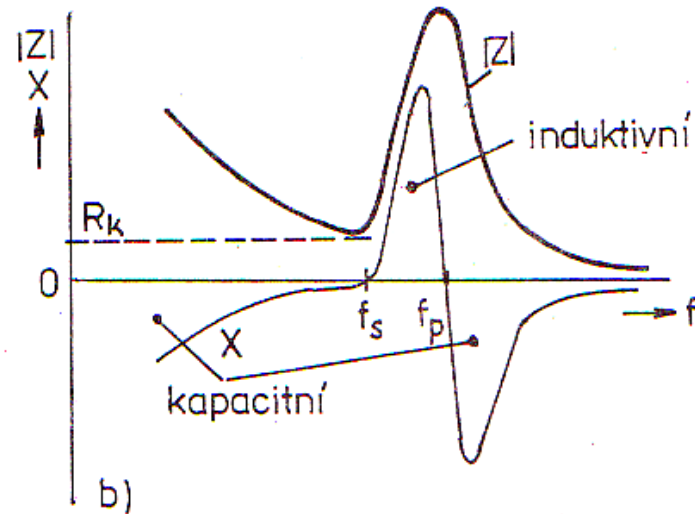
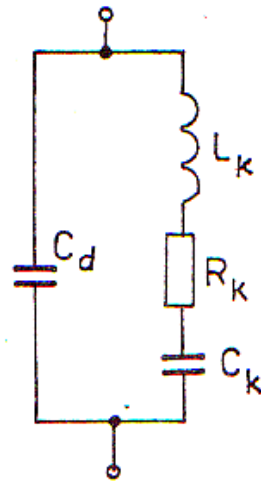
Clappův a Meissnerův oscilátor s regulací amplitudy po rozkmitání. Snížení strmosti tranzistoru posunem pracovního bodu k nižšímu klidovému proudu báze.

Oscilátory řízené krystalem



$$\begin{aligned} C_d &\sim 10 \text{ pF} \\ C_k &\sim 10^{-5} \div 10^{-3} \text{ pF} \\ R_k &\sim 20 \Omega \div 10 \text{ k}\Omega \\ L_k &\sim 10^{-3} \div 10^4 \text{ H} \end{aligned}$$

a)



b)

Reaktanční složka

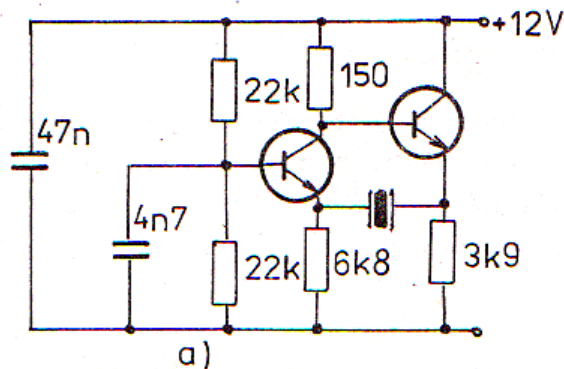
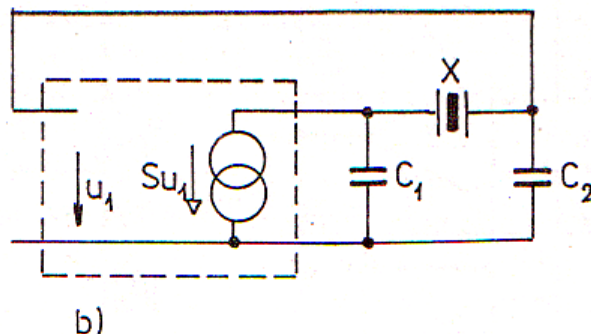
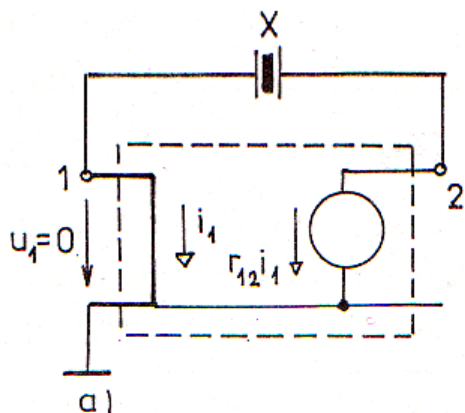
dvakrát prochází nulou, přičemž na vysokých kmitočtech mohou vzniknout další průchody nulou buď při dalších rezonancích krystalu nebo způsobené parazitními indukčnostmi přívodů. Vlastní seriová rezonance f_s a paralelní rezonance f_p jsou dány vztahy

$$f_s = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_k C_k}} ; \quad f_p = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_k \frac{C_k C_d}{C_k + C_d}}}$$

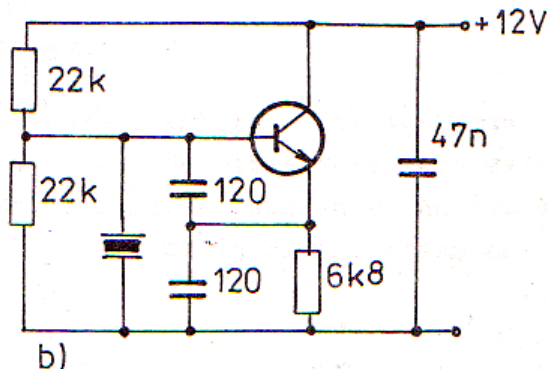
Relativní odchylka obou uvedených kmitočtů je malá (řádově 10^{-4} až 10^{-6}), takže rozmezí kmitočtů, na kterém má impedance krystalu induktivní charakter, je velmi úzké.

Zapojení oscilátoru s krystalem je nutno zvolit tak, aby zaručovalo oscilace na kmitočtu f_s nebo v pásmu mezi f_s a f_p .

Vhodnou úpravou elektrod se dosáhne toho, že navenek se krystal chová jako elektrický rezonátor s extrémně velkou jakostí (Q je v rozmezí od 10^4 do 10^6) a velmi stálým rezonančním kmitočtem (relativní odchylky se pohybují v mezích 10^{-5} až 10^{-9}).:

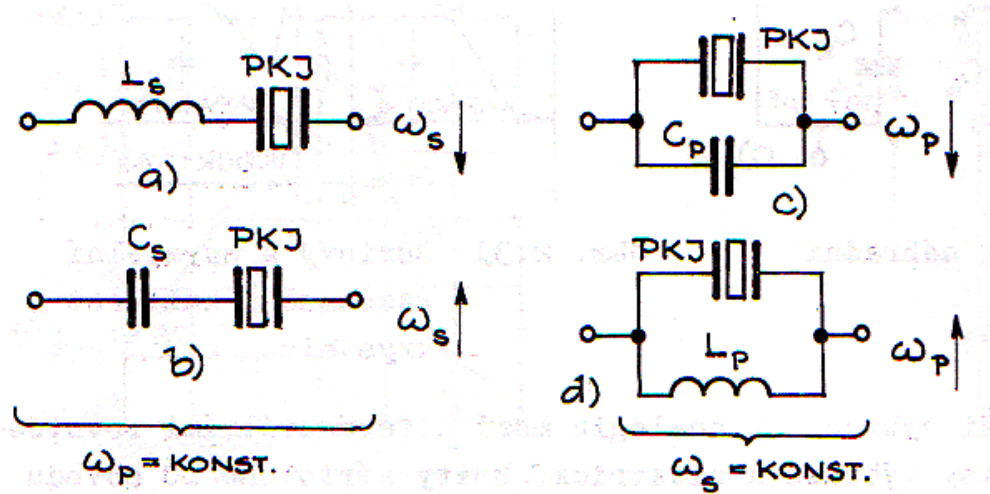


SB-SK



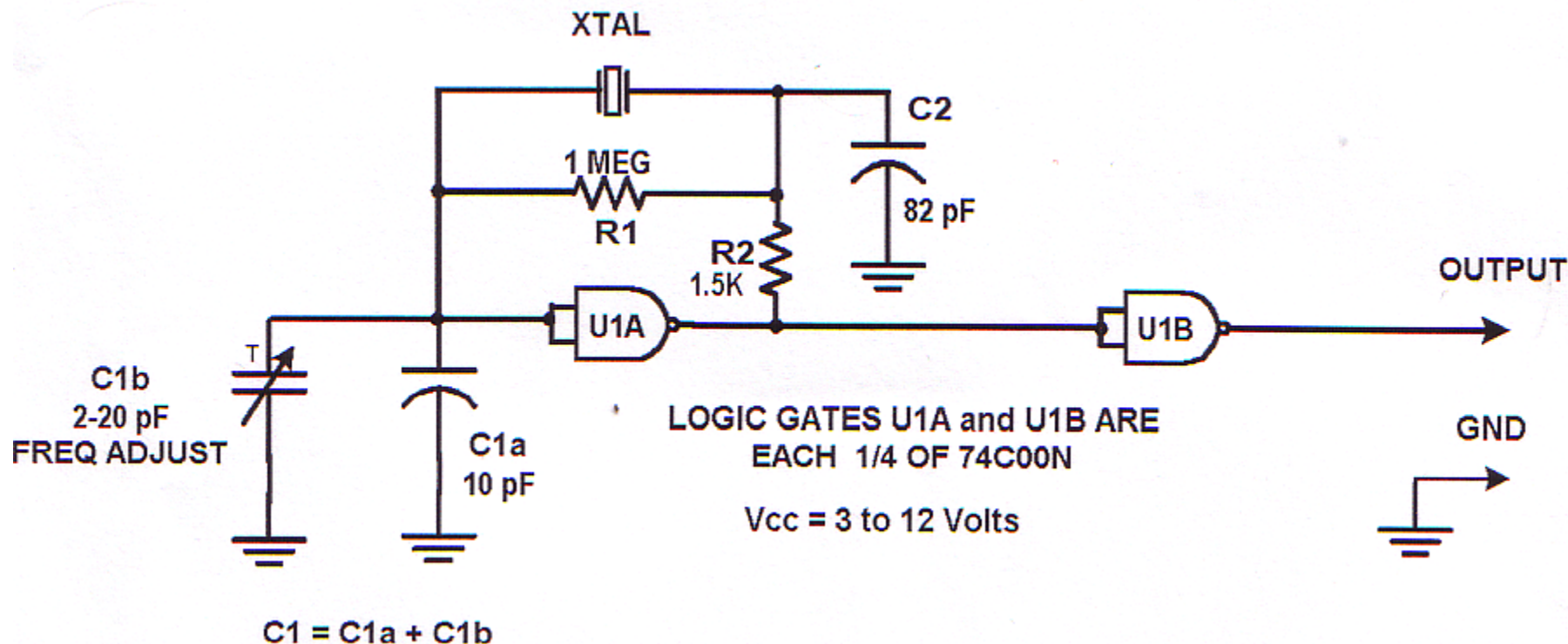
SK

Zapojení oscilátoru s krystalem je nutno zvolit tak, aby zaručovalo oscilace na kmitočtu f_s nebo v pásmu mezi f_s a f_p . Principiální zapojení pro první alternativu je na obr. a), pro druhou alternativu na obr. b). Jak je



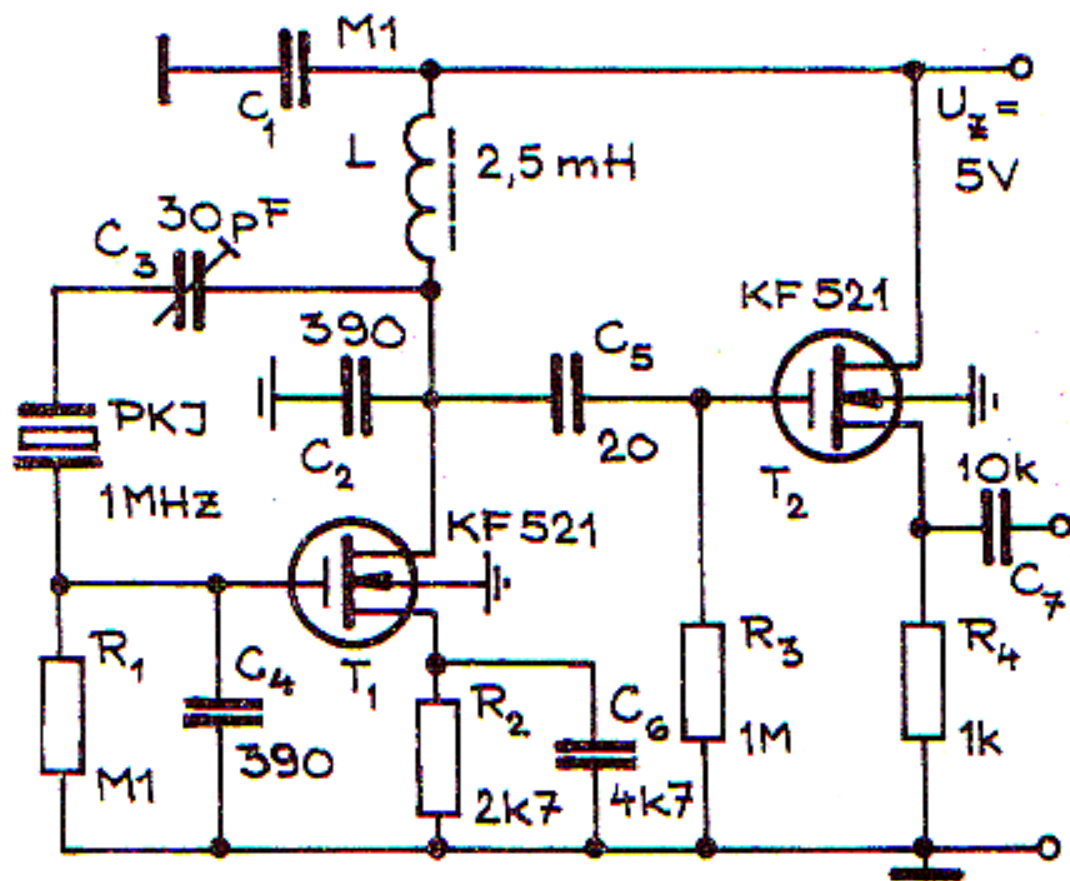
Možnosti posunutí sériového ω_s a paralelního ω_p rezon. kmitočtu u PKJ

- Oscilátory pracující mezi f_s a f_p krystalu.
- Krystal nahrazuje jednu ze tří reaktancí X_1 , X_2 , X_3 u třibodového zapojení oscilátoru.
- Nahrazuje indukčnost.



Piercův krystalový oscilátor s logickými členy.

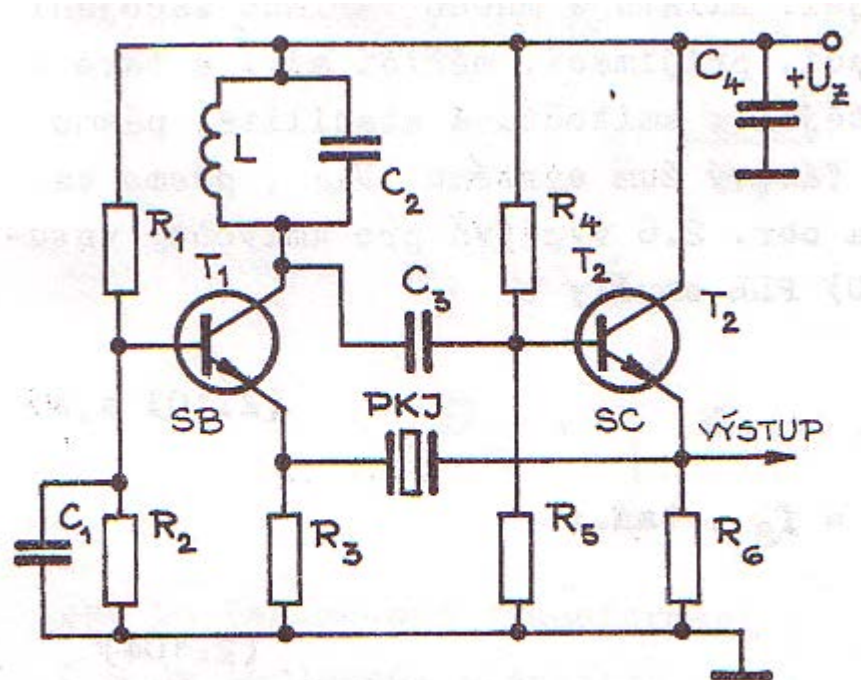
- Používá se jako zdroj hodinového referenčního signálu v digitální technice, počítačích atd.
- Je jednoduchý a levný.
- Není ideální pro aplikace citlivé na fázový šum.
- Na výstupu je obdélníkový signál.



Piercûv oscilátor s MOSFETy

Krystalové oscilátory se sériovou rezonancí

- Krystal je zapojen v sérii ve smyčce zpětné vazby.
- Bude kmitat tam, kde má krystal nejmenší impedanci.



Obr. 2.40 Butlerův oscilátor

VCO - napětím řízený oscilátor

Může to být harmonický LC oscilátor s laděným rezonančním obvodem pomocí varikapů.

