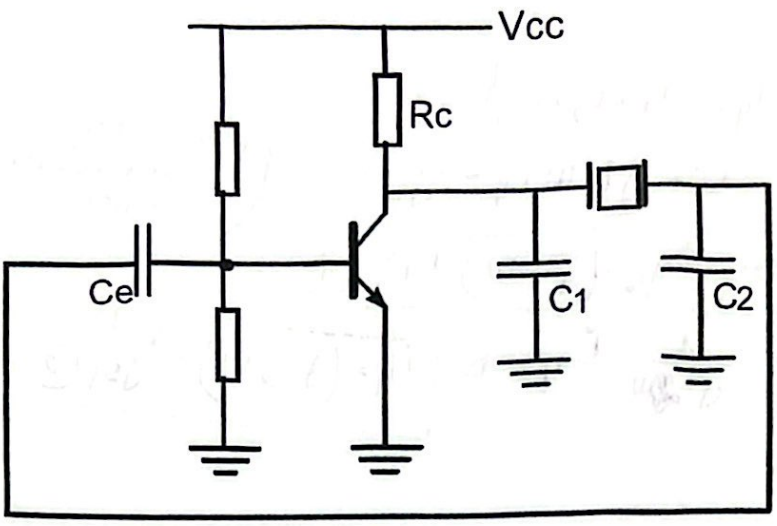
n'est envisageable qu'en faisant fonctionner le quartz sur ses harmoniques (ou partiels) 3, 5 ou 7.

Oscillateur de Colpitts à quartz

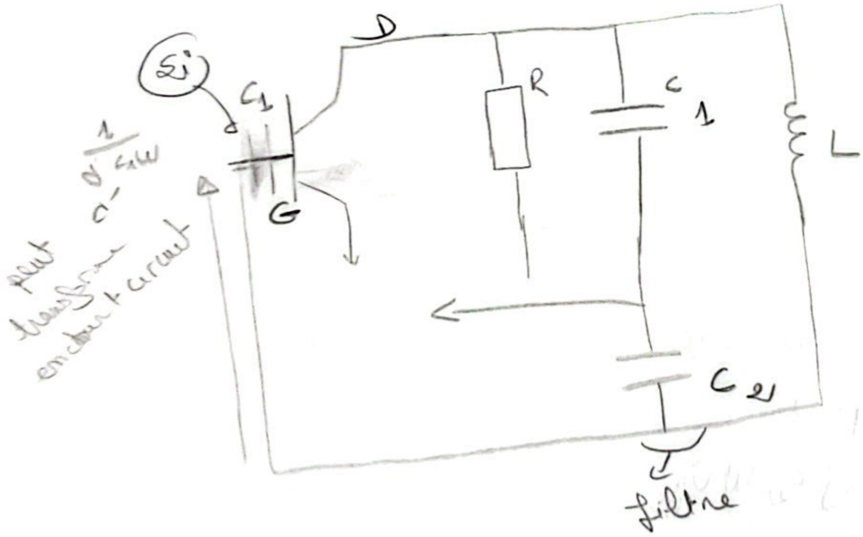


Oscillateur à quartz à transistor (Colpitts)

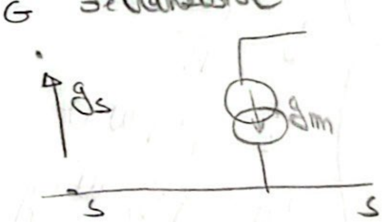
Si on remplace le self par un résonateur à quartz le montage pourra osciller si le quartz a un comportement inductif. Cela est vérifié dans la plage de pulsation entre ω_s et ω_p.

Exercice : Etude dynamique

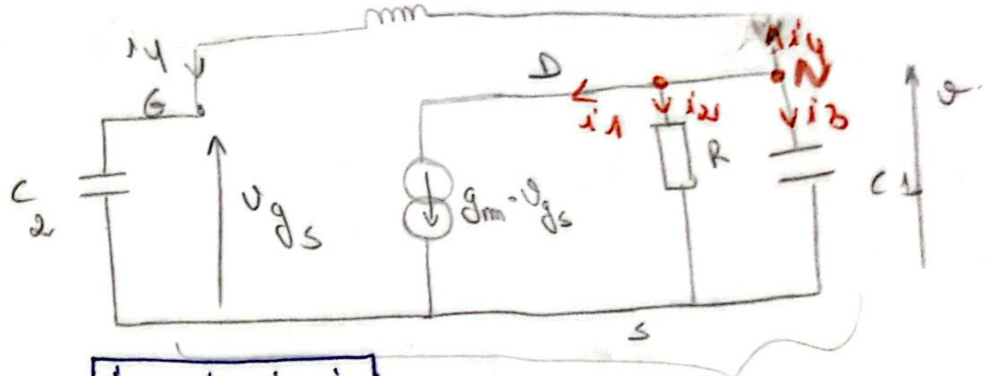
schéma equivalent en dynamique :



séchama équivalent de transistor



Scanned with CamScanner



(*) $\boxed{i_4 = i_1 + i_2 + i_3}$

$v - jL\omega i_4 - v_{gs} = 0$ (pour déterminer une relation entre v et v_{gs}.

$\Rightarrow \boxed{v = v_{gs} + (jL\omega)\, i_4}$ (1)

$v_{gs} = \frac{1}{jC_2\omega}\, i_4 \Rightarrow \boxed{i_4 = (jC_2\omega)\cdot v_{gs}}$ (2)

imp

Z_C

(1) et (2)

$$v = v_{gs} + (jL\omega)\cdot(jC_2\omega v_{gs})$$

$$v = v_{gs}(1 - \omega^2 L C_2).$$

$$\begin{cases} i_1 = g_m v_{gs} \\ i_2 = \frac{v}{R} \\ i_3 = jC_1\omega v \\ i_4 = jC_2\omega v_{gs} \end{cases}$$

Déterminer les conditions d'oscillations

D'après (*) $i_1 + i_2 + i_3 + i_4 = 0$.

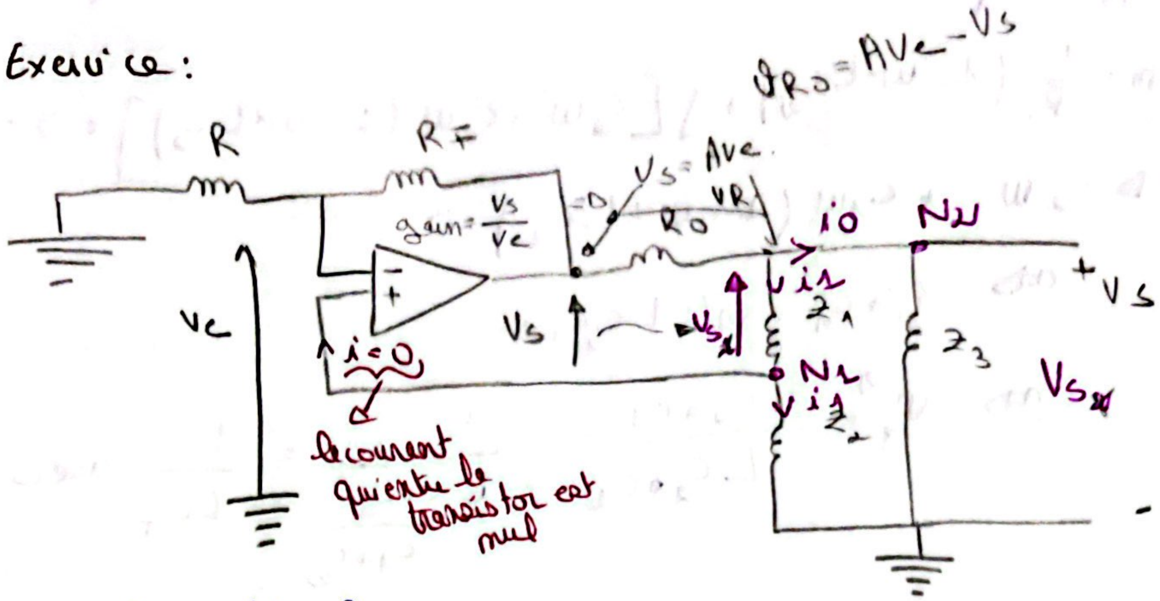
$$\Rightarrow g_m v_{gs} + \frac{v}{R} + jC_1\omega v + jC_2\omega v_{gs} = 0.$$

$$\Rightarrow g_m v_{gs} + jC_2\omega v_{gs} + \left(\frac{1}{R} + jC_1\omega\right)\left[v_{gs}(1 - \omega^2 L C_2)\right] = 0.$$

$$\Rightarrow v_{gs}\left[g_m + \frac{1}{R}(1 - \omega^2 L C_2) + j\left((C_2 + C_1)\omega \cdot (1 - \omega^2) L C_2\right)\right] = 0$$

$\neq 0$

Exercice :



1/ $Vs = \left(1 + \frac{R_F}{R}\right) Ve$.

2/ Z_1 et Z_2 sont de m̂ nature

$Z_3 \neq$

(1) oscillateur de colpittes

$\Rightarrow$ 2 condensateurs et une bobiné

(2) oscillateur de hartley

$\Rightarrow$ 2 bobiné + 1 condensateurs

3) Déterminer les conditions d'oscillation dans chaque cas

i/ Dans le cas general

on a Vs et

$$i_1 = \frac{V_{Z_1}}{Z_1} = \frac{V_{Z_2}}{Z_2}.$$

$$\Rightarrow \frac{V_{Z_2}}{Z_2} - \frac{V_{Z_1}}{Z_1} = 0.$$

or $V_{Z_2} = Ve$

$V_{Z_1} = Vs - Ve$

$$\Rightarrow \frac{Ve}{Z_2} - \frac{Vs - Ve}{Z_1} = 0$$

dans N_2.

$i_0 = i_1 + i_3$.

$$i_0 = \frac{V_{R0}}{R_0} = \frac{Ave - Vs}{R_0}.$$

$$i_3 = \frac{Vs}{Z_3} \quad (2)$$

$$\Rightarrow \boxed{\frac{Ave - Vs}{R_0} - \frac{Vs - Ve}{Z_1} - \frac{Vs}{Z_3} = 0}$$

$$(1) \Rightarrow \frac{Ve}{Z_2} - \frac{Vs}{Z_1} + \frac{Ve}{Z_1} = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{Ve\left(\frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_1}\right) + Vs\left(-\frac{1}{Z_1}\right) = 0} \quad (1')$$

En rappelant que :

$$\underbrace{g_m + \frac{1}{R}\left(1 - w^2 L c_2\right)}_{} + j\left[c_2 w + c_1 w \left(1 - w^2 L c_2\right)\right] = 0.$$

Partie imag $= 0$ $\Leftrightarrow$ $c_2 w + c_1 w \left(1 - w^2 L c_2\right) = 0$

$\Leftrightarrow$ $c_2 + c_1 - w^2 L c_2 c_1 = 0$

$\Leftrightarrow$ $w_*^2 = \dfrac{c_2 + c_1}{L c_2 c_1} = \dfrac{1}{L \dfrac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}} = \dfrac{1}{L c_T}$ avec

$c_T = \dfrac{c_1 c_2}{c_1 + c_2}$ $\rightarrow$ 2 capacités en serie

$\rightarrow$ fréquence d'oscillation

$\Rightarrow f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{L c_T}}$

$c_1 \rightarrow L_1$

$c_2 \rightarrow L_2$

Remplacant f_0 dans (*)

$$g_m + \frac{1}{R}\left(1 - \left(\sqrt{\frac{1}{L c_T}}\right)^2 L c_2\right) = 0$$

$$\Rightarrow g_m + \frac{1}{R}\left(1 - \frac{1}{\cancel{L} c_T}\cancel{L} c_2\right) = 0.$$

$$\Rightarrow g_m + \frac{1}{R}\left(1 - \frac{c_2}{c_T}\right) = 0 \Rightarrow g_m + \frac{1}{R}\left(1 - \frac{\cancel{c_2}}{\frac{c_1 \cancel{c_2}}{c_1 + c_2}}\right) = 0.$$

$$\Rightarrow g_m + \frac{1}{R}\left(1 - \frac{c_1 + c_2}{c_1}\right) = 0.$$

$$\Rightarrow R g_m - \frac{c_2}{c_1} = 0 \Rightarrow \boxed{g_m \cdot R = \frac{c_2}{c_1}}$$

Scanned with CamScanner

$$(2) \Rightarrow \frac{A V_e}{R_0} - \frac{V_s}{R_0} - \frac{V_s}{Z_1} + \frac{V_e}{Z_1} - \frac{V_s}{Z_3} = 0$$

$$\Rightarrow \boxed{V_e\left(\frac{A}{R_0} + \frac{1}{Z_1}\right) - V_s\left(\frac{1}{R_0} + \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_3}\right) = 0} \quad (2)'$$

$$(1)' \Rightarrow \boxed{V_e = \frac{\frac{1}{Z_1}}{\left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}\right)} \cdot V_s} \quad (1)''$$

$(1)''$ dans $(2)'$

$$(-1) \times \left[\left(\frac{A}{R_0} + \frac{1}{Z_1}\right) \cdot \left(\frac{\frac{1}{Z_1}}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}}\right) - \left(\frac{1}{R_0} + \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_3}\right)\right] \times V_s = 0$$

$$\left[\left(\frac{1}{Z_1}\right)\left(\frac{-1/Z_1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}} + 1\right) + \frac{\frac{1}{Z_1}}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}}\left(-\frac{A}{R_0}\right) + \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{R_0}\right] V_s = 0$$

$$\Rightarrow \frac{1}{Z_1}\left(\frac{-\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}}\right) + \frac{\frac{1}{Z_1}}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}}\left(-\frac{A}{R_0}\right) + \frac{1}{Z_3} + \frac{1}{R_0}\Bigg] V_s = 0$$

$$\% \quad \frac{1/Z_1}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}}$$

$$\Rightarrow \left[\frac{1}{Z_2} - \frac{A}{R_0} + \frac{\frac{1}{Z_3} + \frac{1}{R_0}}{\frac{1}{Z_1}}\left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2}\right)\right] V_s = 0.$$

$$\Rightarrow \left[\frac{1}{Z_2} - \frac{A}{R_0} + \left(\frac{1}{Z_3} + \frac{1}{R_0}\right)\left(1 + \frac{Z_1}{Z_2}\right)\right] \cdot V_s = 0.$$

$$\Rightarrow \left[\frac{1}{Z_{2}} + \left(1 + \frac{Z_1}{Z_2}\right)\frac{1}{Z_3} + \frac{1}{R_0}\left(-A + 1 + \frac{Z_1}{Z_2}\right)\right] \cdot V_S = 0.$$

$$\frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}\left(1 + \frac{Z_1}{Z_2}\right) + \frac{1}{R_0}\left(-A + 1 + \frac{Z_1}{Z_2}\right)$$

$$\frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3}\left(1 + \frac{Z_2}{Z_3}\right) = 0.$$

$$\frac{1}{Z_2} + \frac{1}{Z_3} + \frac{Z_1}{Z_3 Z_2} = 0.$$

$$\frac{Z_3 + Z_1 + Z_1}{Z_2 Z_3}$$

avec de collp

Z_2: condensateur

$Z_2 = \frac{1}{j C_2 w_2}$

$Z_1 = \frac{1}{j C w_1}$

$Z_2 = j C_2 w$

=> loi des mailles

$V_{i2}-V_{BE2}+V_{BE1}-V_{i1}=0$.

$V_{id}=V_{i1}-V_{i2}=V_{BE1}-V_{BE2}$.

* V_{BE1} en fonction I_{C1} ?

$I_{C1}=I_S\exp(V_{BE1}/V_T)$

$I_{C2}=I_S\exp(V_{BE2}/V_T)$

$\Rightarrow \frac{I_{C1}}{I_{C2}}=\exp\left(\frac{V_{BE1}}{V_T}-\frac{V_{BE2}}{V_T}\right)$

* I_{EE} en fonction de I_{C1} et I_{C2} ?

$I_{EE}=I_{E1}+I_{E2}$
$\simeq I_{C1}+I_{C2}$.

en général : $I_E=I_B+I_C$
$\simeq I_C$
pour $\beta>>$

$V_{id}=f(I_{C1})$ et $V_{id}=f(I_{C2})$

$I_{C1}=I_{C2}\exp\left(\frac{V_{id}}{V_T}\right)$

$I_{C1}=(I_{EE}-I_{C1})\exp\left(\frac{V_{id}}{V_T}\right)$

$I_{C1}+I_{C1}\exp\left(\frac{V_{id}}{V_T}\right)=I_{EE}\exp\left(\frac{V_{id}}{V_T}\right)$

$I_{C1}=\frac{I_{EE}\exp(V_{id}/V_T)}{1+\exp\left(\frac{V_{id}}{V_T}\right)}$

$=\frac{I_{EE}}{1+\exp\left(-\frac{V_{id}}{V_T}\right)}$

par analogie

$I_{C2}=\frac{I_{EE}}{1+\exp\left(\frac{V_{id}}{V_T}\right)}$

$\Delta i=I_{C1}-I_{C2}$

$=I_{EE}\left[\frac{1}{1+\exp\left(\frac{-V_{id}}{V_T}\right)}-\frac{1}{1+\exp\left(\frac{V_{id}}{V_T}\right)}\right]$

Somme (−)

$\Delta_i=I_{EE}\tanh\left(\frac{V_{id}}{2V_T}\right)$

• $V=\Delta_I\cdot Z$

V_{i2} ? :

melangeur
il faut les 2 composants d'entrées se trouve dans la sortie.

$V_{i2}=R_E\cdot I_{EE}+V_{BE3}$

$I_{EE}=\frac{V_{i2}-V_{BE3}}{R_E}$

$\tanh(x)=x$ si x est faible

$\Delta i=\frac{V_{i2}-V_{BE3}}{R_E}\tanh\left(\frac{V_{id}}{2V_T}\right)$

$V_S=\Delta_i\cdot Z$

$V_S=\frac{Z}{R_E}(V_{i2}-V_{BE2})\tanh\left(\frac{V_{id}}{2V_T}\right)$.

$\tanh(x)=x$ si x est très faible
$x\ll 1$.

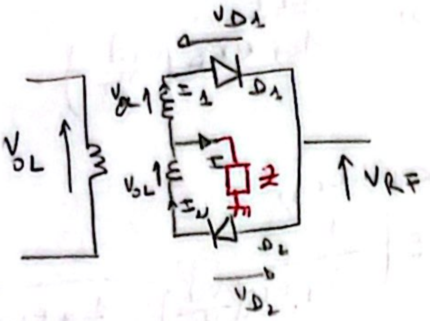
Dans ce cas $\tanh\left(\frac{V_{id}}{2V_T}\right)=\frac{V_{id}}{2V_T}$

si $V_{id}\ll 2V_T$.

=> c'est un mélangeur simplement equilibré car $V_S=\alpha V_{id}+\gamma V_{id}V_{i2}$
avec α et γ des constantes

=> on ajoute un filtre passe bande pour choisir la somme ou la différence selon (émetteur / récep) de fréquences

- TD -



loi de noeuds :

$$I_1 = I + I_2$$

$$\Rightarrow I = I_1 - I_2$$

$$\begin{cases} I_{d_1} = I_S\left(e^{\frac{V_{d1}}{V_T}} - 1\right) \\ I_{d_2} = I_S\left(e^{\frac{V_{d2}}{V_T}} - 1\right) \end{cases}$$

$$\begin{cases} V_{d_1} = V_{OL} - V_{RF} \\ V_{d_2} = V_{RF} - (-V_{OL}) = V_{RF} + V_{OL} \end{cases}$$

d'où

$$\begin{cases} I_{d_1} = I_S\left(e^{\frac{V_{OL}-V_{RF}}{V_T}} - 1\right) \\ I_{d_2} = I_S\left(e^{\frac{V_{OL}+V_{RT}}{V_T}} - 1\right) \end{cases}$$

d'où $I = I_1 - I_2$

$$= I_S\left(e^{\frac{V_{OL}-V_{RF}}{V_T}} - e^{\frac{V_{OL}+V_{RF}}{V_T}}\right)$$

pour avoir le fonctionnement de mélangeur : pour cela on fait le DVL

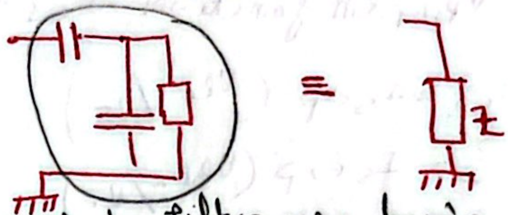
d'où :

$$I = I_S\left[1 + \frac{V_{OL}-V_{RF}}{V_T} + \frac{\left(\frac{V_{OL}-V_{RF}}{V_T}\right)^2}{2!} - \left(1 + \frac{V_{OL}-V_{RF}}{V_T} + \frac{\left(\frac{V_{OL}+V_{RF}}{V_T}\right)^2}{2!}\right)\right]$$

$$= I_S\left[-\frac{V_{RF}}{V_T} - \underbrace{4\frac{V_{OL}V_{RF}}{4V_T^2}}_{\text{Terme de mélange}} - \frac{V_{RF}}{V_T} + \dots\right]$$

on va extraire le terme de mélange par un filtre passe bande centré à la fréquence

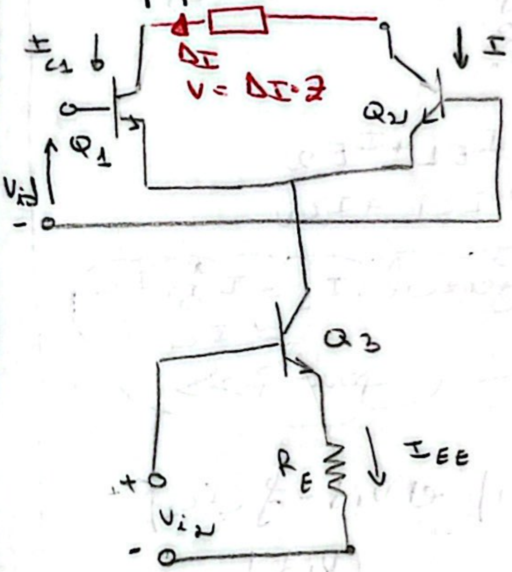
$$F_I = F_{RF} - F_{OL}$$



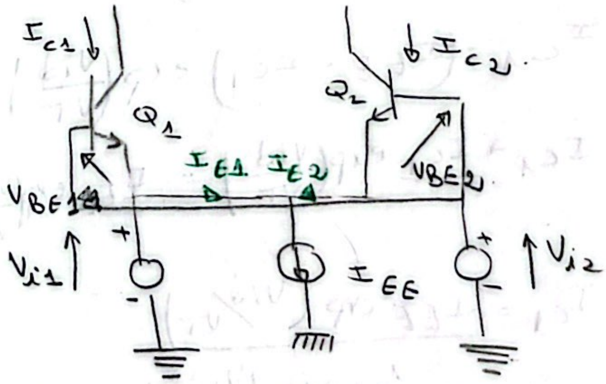
équivalent à un filtre passe bande.

Exercice :

Mq que c'est un mélangeur :



1/



Etablir une relation entre V_{i1} et V_{i2} ?