Les oscillateurs HF : LC

(utilisés)

↳ donnent des fréq très stable.

- L'amplificateur est réalisé à partir de transistors bipolaires ou (JFET)
- nous prendrons seulement Les oscillateurs utilisant une cellule en Π.
- L'amplificateur de tension est un amplificateur à transistor et représenté (éléments L et C en Π).

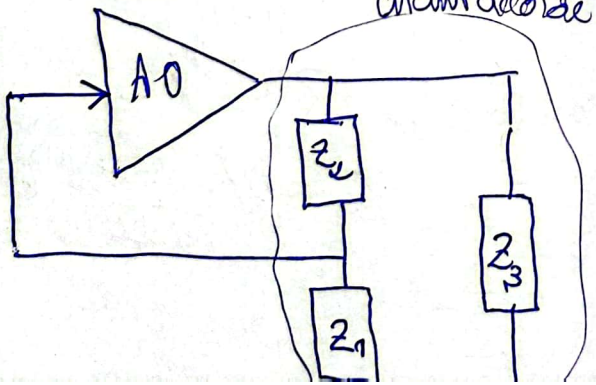
Structure Générale :

modélisation de l'amplificateur par :

Z_e : impédance d'entrée

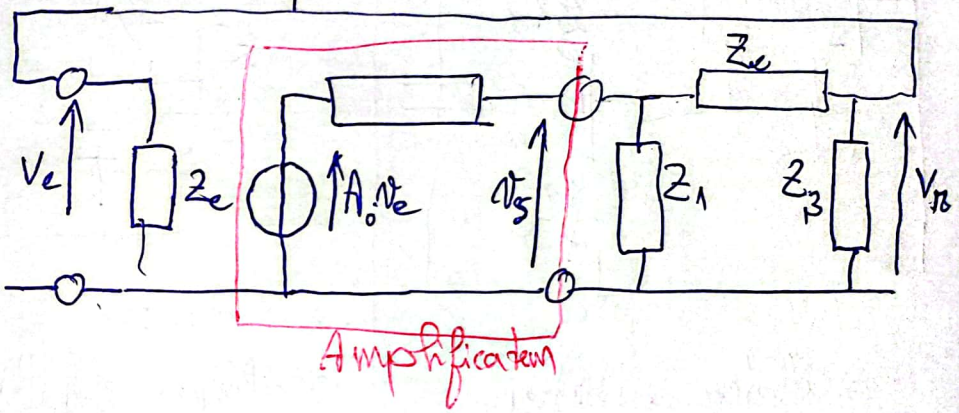
Z_s : impédance de sortie

et son gain en tension



• Principe d'oscillateur LC

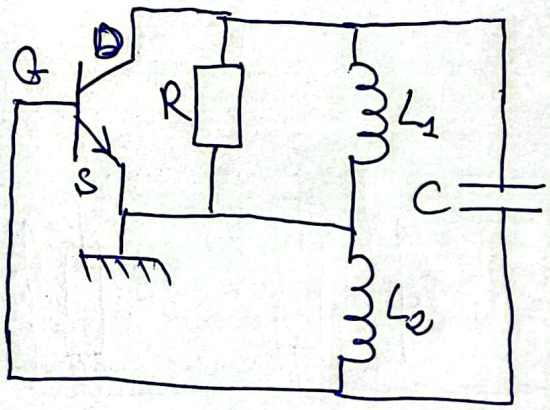
Schéma équivalent :



{ • Z_1 et Z_3 ont La même nature
• Z_e différent (opposés)

• si Z_1 et Z_3 ≡ Condensateur Z_e ≡ bobine

oscillateur de type colpitts



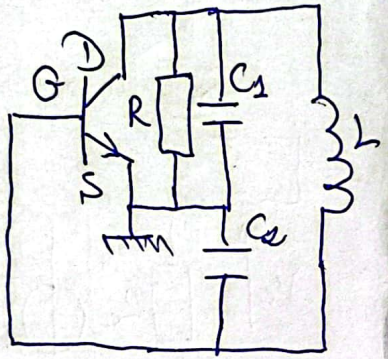
oscillateur de Hartley

Z_1 et Z_3 ≡ bobines

Z_2 ≡ condensateur

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_1+L_2}\,C}$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi}\omega$$



oscillateur Colpitts

Z_1 et Z_3 ≡ condensateurs

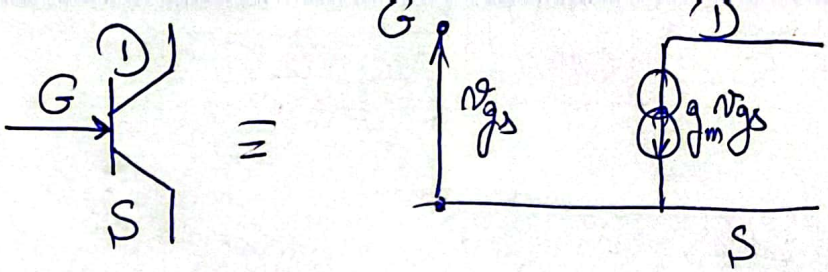
Z_2 ≡ bobine

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC_T}}\;;\; C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1+C_2}$$

Cond° d'oscillation : on remplace f_0 dans l'équation (lorsque la partie Img = 0) on obtient la partie réelle

$$g_m R > \frac{L_1}{L_2}$$

$$g_m R > \frac{C_2}{C_1}$$



JFET : $i_D = \frac{K}{2}(v_{GS} - V_t)^2$

MOSFET : $I_D = I_{DS}\left(1 - \frac{V_{GS}}{V_P}\right)^2$

Que est ce que réalise ce montage ? (oscillateur RC)

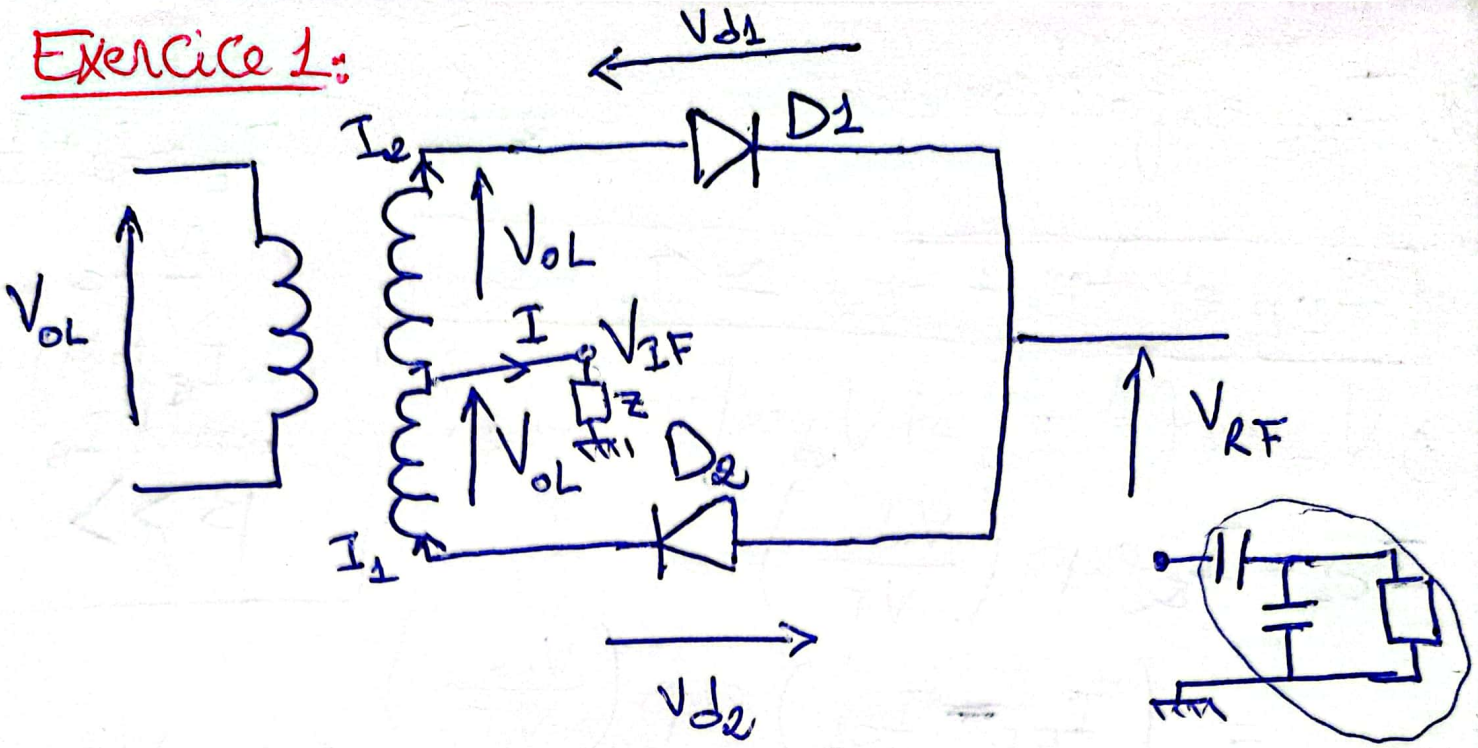
↳ amplificateur gain : c'est une tension amplifié & filtrer

sortie ↝ filtre passe bande

sortie nulle

oscillateur

Exercice 1 :



Loi des nœuds : $I_1 = I + I_2 \Rightarrow I = I_1 - I_2$

$$\begin{cases} I_{d1} = I_S\left(e^{\frac{V_{d1}}{V_T}} - 1\right) \\ I_{d2} = I_S\left(e^{\frac{V_{d2}}{V_T}} - 1\right) \end{cases} \quad \begin{cases} V_{d1} = V_{OL} - V_{RF} \\ V_{d2} = V_R - (-V_{OL}) \\ \quad = V_{RF} + V_{OL} \end{cases}$$

d'où $\begin{cases} I_{d1} = I_S\left(e^{\frac{V_{OL} - V_{RF}}{V_T}} - 1\right) \\ I_{d2} = I_S\left(e^{\frac{V_{OL} + V_{RF}}{V_T}} - 1\right) \end{cases}$

$$I = I_1 - I_2 = I_S\left[e^{\frac{V_{OL} - V_{RF}}{V_T}} - e^{\frac{V_{OL} + V_{RF}}{V_T}}\right]$$

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

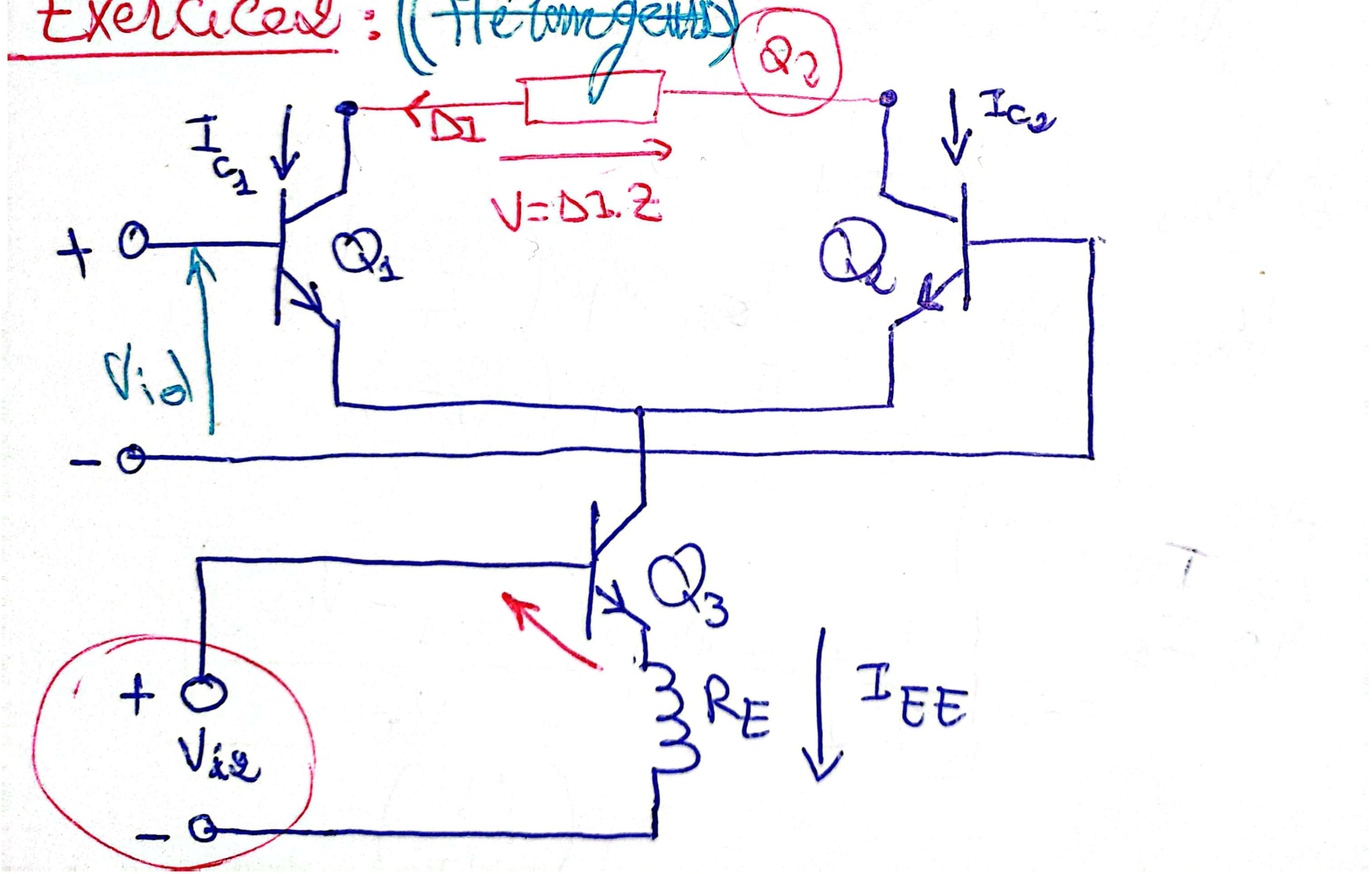
$(V_{OL} - V_{RF})^2$
$V_{OL}^2 + V_{RF}^2 - 2V_{OL}V_{RF}$
$-\left[V_{OL}^2 + V_{RF}^2 + 2V_{OL}V_{RF}\right]$

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

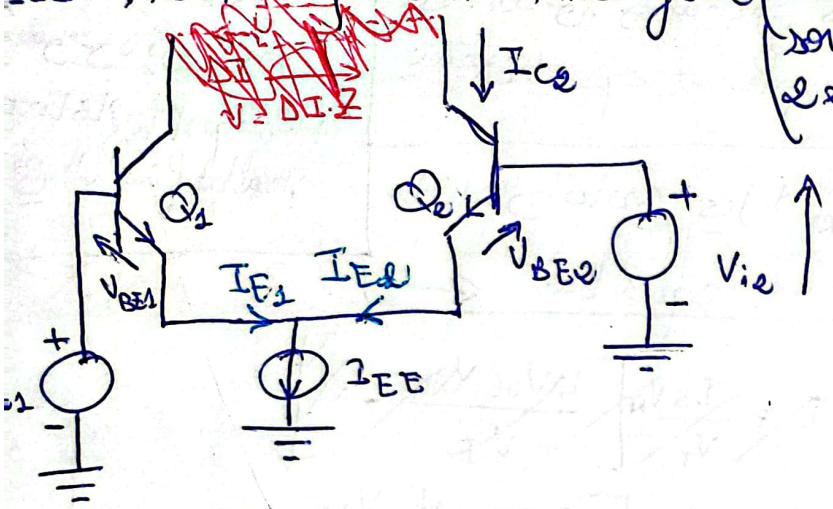
$$\Rightarrow I = I_S \left[-\frac{2V_{RF}}{V_T} - \frac{V_{OL}V_{RF}}{V_T^2} + \dots \right]$$

on va extraire le terme du mélange par un filtre passe-bande centré à la fréquence $F_I = F_{RF} - F_{OL}$

Exercice : ((Hélongeur))



1- Montrer que c'est un mélangeur (écrire la sortie en utilisant les entrées).



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

Loi des mailles : $V_{i2} - V_{BE2} + V_{BE1} - V_{i1} = 0$

$\hookrightarrow V_{i1} - V_{i2} = V_{BE1} - V_{BE2}$

$$V_{id} = V_{i1} - V_{i2} = V_{BE_1} - V_{BE_2}$$

V_{BE_1} en fct de I_{C1} ?

$$I_{C1} = I_S \exp\left(\frac{V_{BE1}}{V_T}\right)$$

$$I_{C2} = I_S \exp\left(\frac{V_{BE2}}{V_T}\right)$$

(différentiel transistor) ($\Rightarrow I_S$)

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

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

(2)

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

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

$I_E = I_B + I_C \simeq I_C$ (si I_B très devant I_B, $\beta >>$)

V_{id} en fct de I_{C1} et V_{id} en fct de I_{C2} ?

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

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

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

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

par analogie :

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

(2) $\Delta I = I_{C1} - I_{C2} = I_{EE}\left(\frac{1}{1+\exp\left(\frac{V_{id}}{V_T}\right)} - \frac{1}{1+\exp\left(\frac{V_{id}}{V_T}\right)}\right)$

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

(2) $V = \Delta I . Z$

V_{i2} ?

(2)

En rappelant que :

$$\underbrace{V_2}_{\neq 0}\left[g_m - \frac{1}{R}\left(1-\omega^2 L C_2\right) + j\left[(C_2+C_1)\omega\left(1-\omega^2 L \frac{C_1 C_2}{C_1+C_2}\right)\right]\right] = 0$$

~~Partie Imaginaire~~ $\Leftrightarrow (C_1+C_2)\omega\left(1-\omega^2 L C_2\right) = 0$

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

partie imaginaire $= 0$

$$C_2\omega + C_1\omega\left(1-\omega^2 L C_2\right) = 0$$

$$\omega^2 = \frac{1}{L\,\frac{C_1 C_2}{C_1+C_2}} = \frac{1}{L C_T} \quad \text{avec } C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1+C_2}$$

$$\Rightarrow \boxed{f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L C_T}}}$$

Remplaçant f_0 dans la partie réel :

$$g_m + \frac{1}{R}\left(1 - \frac{1}{4\pi^2 L C_T} L C_2\right) = 0$$

(4)

$$\Leftrightarrow g_m + \frac{1}{R}\left(1 - \frac{1}{LC_T} L C_2\right) = 0$$

$$g_m + \frac{1}{R}\left(1 - \frac{C_1 + C_2}{C_1}\right) = 0$$

$$R g_m - \frac{C_2}{C_1} = 0 \Rightarrow \boxed{g_m \cdot R = \frac{C_2}{C_1}}$$

Les cond^{s}

si oscilateur de Hartley : $C_1 \Rightarrow L_1$

$L_1 \Rightarrow L_2$

$L_1 = C_1$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_2 + L_1)C}}$$

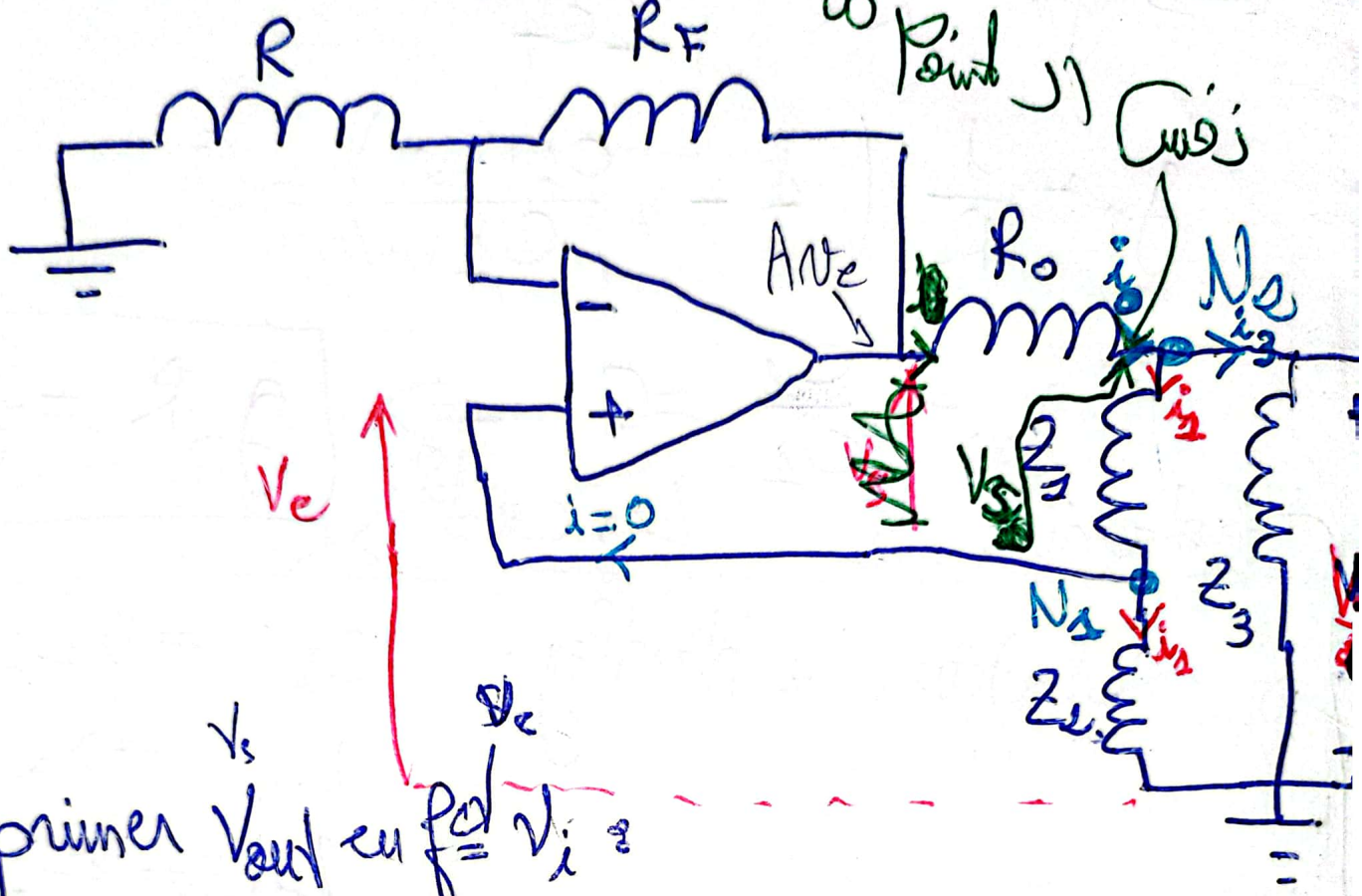
Cond^{s} il faut bobiner L_1

→ il faut avoir une fréq $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{}}$

• cond^{s} 2 : $g_m R > \frac{C}{C_1}$

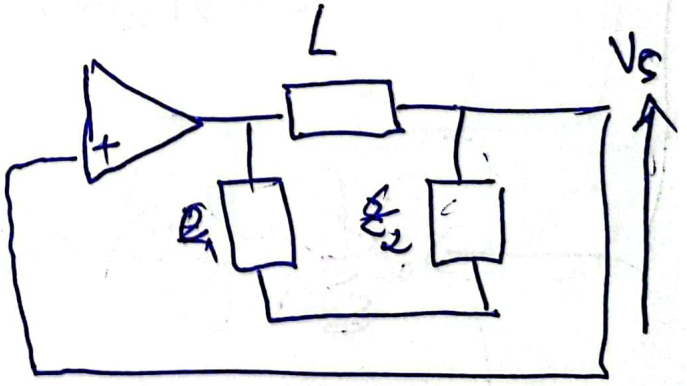
Exercice :

V_s ؟ على المثال



1_ Exprimer V_{sortie} en fonction de V_i ؟

$$V_s = \left(1 + \frac{R_F}{R}\right) V_e$$



2 -

- Z_1 et Z_2 sont de même nature
- Z_3 est différent

(1) oscillateur de Colpitts

⇒ 2 condensateurs et une bobine

(2) oscillateur de Hartley

⇒ 2 bobines + 1 condensateur.

page 15 Schéma équivalent

$$i_1 = \frac{V_{z1}}{Z_1} = \frac{V_{z2}}{Z_2} \Leftrightarrow \frac{V_{z2}}{Z_2} - \frac{V_{z1}}{Z_1} = 0$$

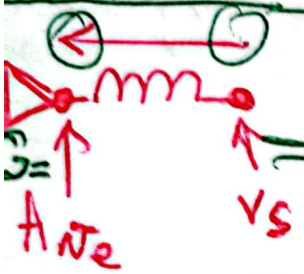
(1)

or $V_{z_2} = V_e$

$V_{z_1} = V_s - V_e$

$$\frac{V_e}{Z_2} - \frac{V_s - V_e}{Z_1} = 0$$

V_{R_0} Loi de Nœud en N_2 : $i_0 = i_1 + i_3$



V_{R_0} ?? ← Gain de l'ampli

$\Rightarrow V_{R_0} = G \cdot V_s$

$$i_0 = \frac{V_{R_0}}{R_0} = \frac{A V_e - V_s}{R_0}$$

or $i_3 = \frac{V_s}{Z_3}$

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

(1) $\Rightarrow \frac{V_e}{Z_2} - \frac{V_s}{Z_1} + \frac{V_e}{Z_1} = 0$

$$V_e \left(\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} \right) - \frac{V_s}{Z_1} = 0 \quad (1)'$$

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

(2)'

$(1)' \Rightarrow \quad v_e = \dfrac{1/Z_1}{\left(\frac{1}{Z_1}+\frac{1}{Z_2}\right)} \cdot v_s \qquad (1)''$

$(1)''$ dans $(2)'$ $\hookrightarrow \boxed{v_e = \dfrac{Z_2}{Z_1+Z_2} v_s}$

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

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

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

$$\left(\div\left(\frac{1}{Z_1}\right)\right)$$

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

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

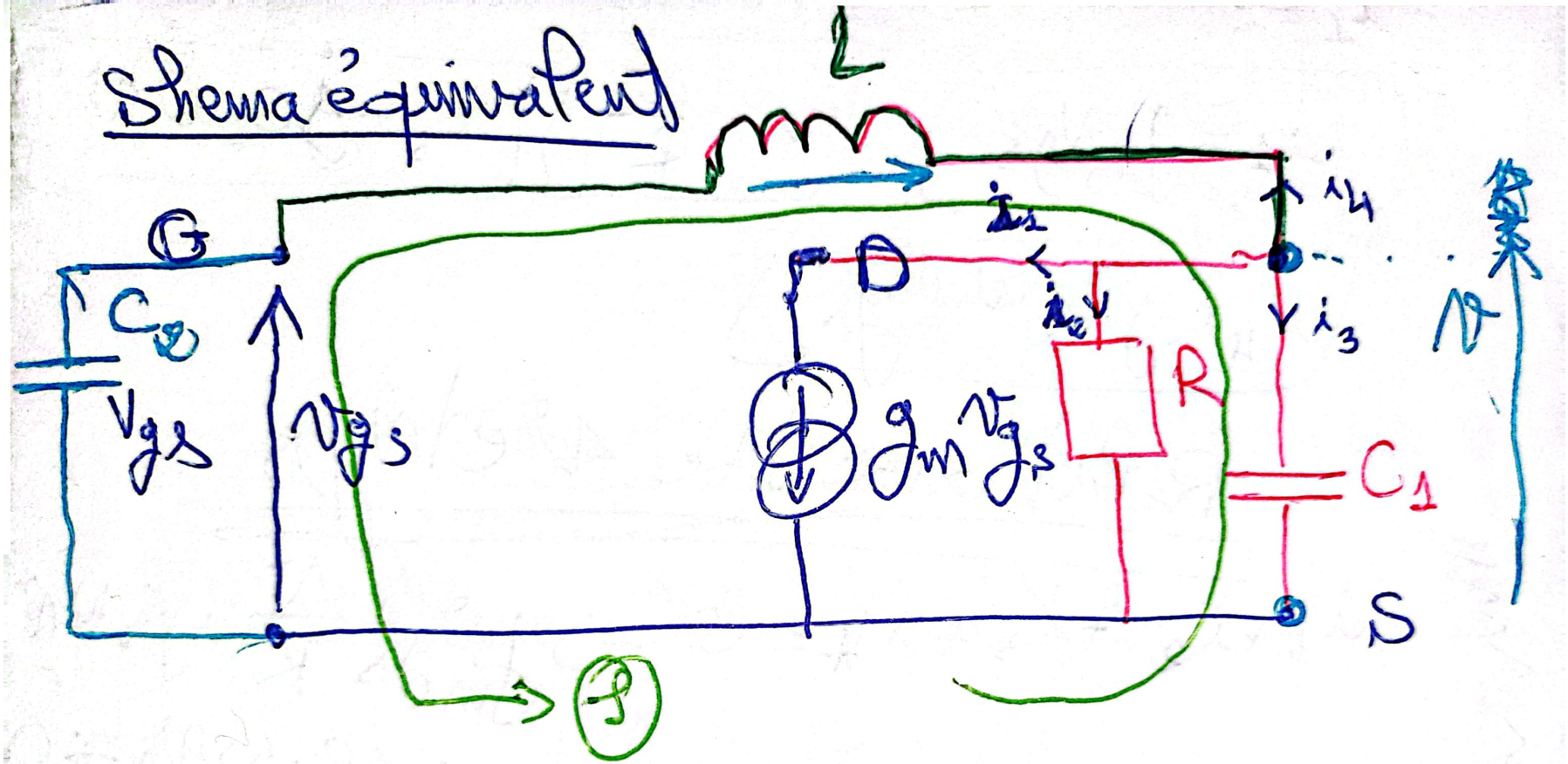
↖ partie imaginaire

$$\frac{1}{Z_2} + \left(1 + \frac{R_1}{Z_2}\right)\frac{1}{Z_3} = 0$$

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

$$Z_2 + Z_3 + Z_1 = 0$$

Shema équivalent



- Loi de maille (1) : $v - jLw i_4 - v_{gs} = 0$

$$v = v_{gs} + jLw\, i_4 \quad (2)$$

avec $v_{gs} = \frac{1}{C_e\, jw}\, i_4$ (e)

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

Relation entre v et v_{gs}

① + ② $\Rightarrow$

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

$$\boxed{v = v_{gs}(1 - LC_2\omega^2)}$$

Loi des noeuds : $i_1 + i_2 + i_3 + i_4 = 0$

$i_1 = ?$

$$\boxed{i_1 = g_m v_{gs}} \quad \boxed{i_2 = \frac{v}{R}} \quad \boxed{i_3 = jC_1\omega v}$$

$$\boxed{i_4 = jC_2\omega\, v_{gs}}$$

Relation entre v et v_{gs}

$i_1 + i_2 + i_3 + i_4 = 0 \Rightarrow g_m v_{gs} + \frac{v}{R} + jC_1\omega v + jC_2\omega v_{gs} = 0$

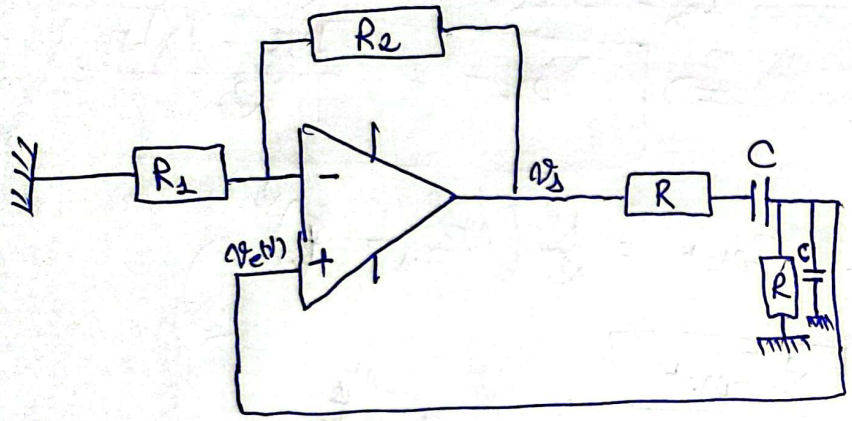
$\Rightarrow$

$$g_m v_{gs} + jC_2\omega v_{gs} + \left(\frac{1}{R} + jC_1\omega\right)\left[v_{gs}(1 - \omega^2 LC_2)\right] = 0$$

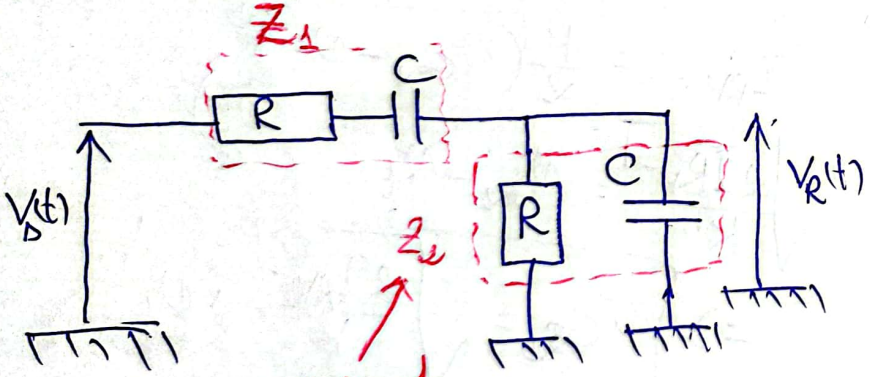
$$\Rightarrow v_{gs}\left[g_m - \frac{1}{R}(1 - \omega^2 LC_2) + j(C_2 + C_1)\omega(1 - \omega^2 LC_2)\right] = 0$$

(3)

oscillateur à BF : RC



$$A = \frac{V_s}{V_e} = 1 + \frac{R_2}{R_1} \quad \text{(Amp. non inverseur)}$$



$$\underline{K}(\omega) = \frac{V_R}{V_S} = \frac{Z_e}{Z_1 + Z_e}$$

$$Z_e = R \,//\, \frac{1}{jc\omega}$$

$$Z_1 = R + \frac{1}{jc\omega}$$

$$\underline{K}(\omega) = \frac{\frac{1}{3}}{1 + j\frac{1}{3}\left(-\frac{1}{RC\omega} + RC\omega\right)}$$

cond° d'oscillation : $A \cdot K = \frac{V_R}{V_e} = 1$

c'à d partie imaginaire de $A \cdot K$ est nulle.

C-à-d $\underbrace{-\frac{1}{RC\omega}}_{\text{partie imaginaire}} + RC\omega_0 = 0 \iff \omega_0 = \frac{1}{RC}$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}$$

fréq d'oscillation

cond° d'amplification $A(\omega_0) \cdot K(\omega_0) = 1$

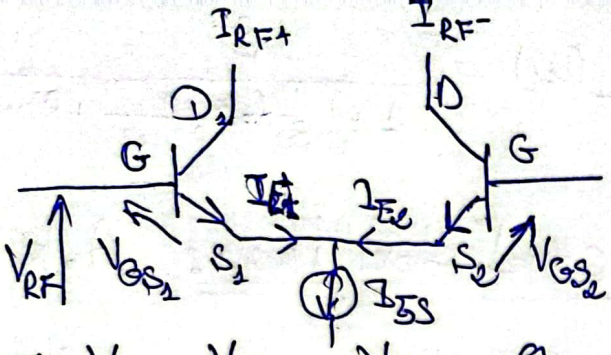
En pratique $A(\omega_0) \cdot K(\omega_0) \geq 1$

$$\Rightarrow \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right) * \frac{1}{3} \geq 1$$

$$\left(\text{en } f_0,\ K(f_0) = \frac{1}{3}\right) \Rightarrow \frac{R_2}{R_1} \geq 2$$

doit respecter ces 2 cond°s pour que notre système oscille

Ex 2:



1- Loi des mailles : $V_{RF} - V_{GS_1} + V_{GS_2} = 0$

$$\Rightarrow \boxed{V_{RF} = V_{GS_1} - V_{GS_2}}$$

- 2 - $\Delta I_{RF} = I_{RF+} - I_{RF-}$

$I_{SS} = I_{E_1} + I_{E_2} = I_{RF+} + I_{RF-}$

$I_{RF+} = I_{DSS}\left(1 - \frac{V_{GS_1}}{V_p}\right)$

$I_{RF-} = I_{DSS}\left(1 - \frac{V_{GS_2}}{V_p}\right)$

$I_{SS} = I_{E_1} + I_{E_2} = I_{RF+} + I_{RF-}$

$I_{SS} - I_{RF-} + I_{RF-} = I_{RF+} + I_{RF-}$

$I_{SS} + \Delta I_{RF} = 2 I_{RF+}$

$$\Rightarrow \boxed{I_{RF+} = \frac{I_{SS} + \Delta I_{RF}}{2}}$$

$I_{SS} - I_{RF+} + I_{RF-} = I_{RF-} + I_{RF-}$

$I_{SS} - \Delta I_{RF} = 2 I_{RF-}$

$$\Rightarrow \boxed{I_{RF-} = \frac{I_{SS} - \Delta I_{RF}}{2}}$$

- 3 - $I_{RF+} = \frac{K}{2}(V_{GS_1} - V_t)^2$

$\sqrt{\frac{2 I_{RF+}}{K}} = V_{GS_1} - V_t$

$$\Rightarrow \boxed{V_{GS_1} = \sqrt{\frac{2 I_{RF+}}{K}} + V_t}$$

$I_{RF-} = \frac{K}{2}(V_{GS_2} - V_t)^2$

$\sqrt{\frac{2 I_{RF-}}{K}} = V_{GS_2} - V_t$

$$\Rightarrow \boxed{V_{GS_2} = \sqrt{\frac{2 I_{RF-}}{K}} + V_t}$$

$V_{RF} = V_{GS_1} - V_{GS_2} = \sqrt{\frac{2 I_{RF-}}{K}} - \sqrt{\frac{2 I_{RF+}}{K}}$

$V_{RF} = \sqrt{\frac{I_{SS} - \Delta I_{RF}}{K}} - \sqrt{\frac{I_{SS} + \Delta I_{RF}}{K}}$

CamScanner