SYSTEMES ET FONCTIONS ELECTRONIQUES
PREPARATION AU BE$_2$

a. Le principe :
Le but d'un circuit oscillant est de récupérer en sortie une tension non nulle, alors que l'on applique une tension d'entrée nulle. Ceci sera réalisé en associant adéquatement différents composants électroniques.

b.
On utilise la loi de Shockley pour la jonction BE :

$$I_E = I_{sat}\left(e^{\frac{V_{BE}}{V_T}} - 1\right)$$

Cette relation se simplifie en sachant que $I_{sat} \ll I_E$:

$$I_E = I_{sat}\, e^{\frac{V_{BE}}{V_T}}$$

Ainsi, en introduisant la résistance dynamique, on obtient :

$$\boxed{r_e = \frac{dV_{BE}}{dI_E} = \frac{V_T}{I_E} = 33\,\Omega}$$

c.
On se place en régime de variations et on considère donc que E = 0 V.
De ce fait on court-circuite la résistance R_2.
On remplace de plus le condensateur par un fil en régime continu, ce qui a pour effet de court-circuité aussi la résistance R_1.
On obtient donc le schéma suivant :

d.
On sait que :

$$\left\{\begin{matrix} V_1 = u \\ u = r_e(i_1 - i_a) \\ V_1 = R_e i_a \end{matrix}\right\}$$

Donc, on obtient l'intensité recherchée :

$$\boxed{i_1 = \left(\frac{1}{r_e} + \frac{1}{R_e}\right) V_1}$$

On va maintenant déterminer i_2 :

On sait que : $\left\{\begin{matrix} V_2 = R_c(i_2 - i_e) \\ i' = i_b = i_1 - i_a + i_e \end{matrix}\right\}$

Ainsi, on a $i_e = i_a - i_1 \,(\text{car}\, i_b \approx 0)$

On en déduit que $V_2 = R_c(i_2 + i_1 - i_a)$

Puis $\boxed{i_2 = -\frac{V_1}{r_e} + \frac{V_2}{R_c}}$

On a de ce fait déterminer la matrice Y_A :

$$\begin{pmatrix} i_1 \\ i_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{r_e}+\frac{1}{R_e}, 0 \\ -\frac{1}{R_e}, -\frac{1}{R_c} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix}$$

On simplifie cette matrice sachant que $r_e \ll R_e$:

$$\boxed{Y_A = \begin{bmatrix} \frac{1}{r_e}, 0 \\ -\frac{1}{R_e}, -\frac{1}{R_c} \end{bmatrix}}$$

Le courant de sortie est nul, ce qui implique que $-\frac{V_e}{r_e}+\frac{V_S}{R_c}=0$

Ce qui nous permet d'obtenir le gain de l'amplificateur à la fréquence des oscillations :

$$\boxed{G=\frac{V_2}{V_1}=\frac{R_c}{r_c}}$$

e.

$$V_2=\left(jL\omega+\frac{1}{\omega}\right)i_a$$

D'après la loi des mailles :

$$V_1=i\frac{'}{jL\omega}+V_2$$

D'après la loi des nœuds :

$$i'+i_2=i_a$$

Ainsi $V_1=\frac{i_a-i'_2}{jC_2\omega}+V_2=\frac{1}{jC_2\omega}\left(\frac{V_s}{jL\omega+\frac{1}{jC\omega}}-i'_2\right)+V_2$

D'où $\boxed{i'_2=-jC_2\omega V_1+\left(jC_2\omega+\frac{jC\omega}{1+LC\omega^2}\right)V_2}$

D'autre part $V_1=\frac{i_1-i'}{jC_1\omega}=\frac{i'_1-jC_2\omega(V_1-V_2)}{jC_1\omega}$

$$\boxed{i'_1=j(C_1+C_2)\omega V_1-jC_2\omega V_2}$$

On en déduit aisément la seconde matrice Y_B :

$$\boxed{Y_B=\begin{bmatrix} j(C_1+C_2)\omega, -jC_2\omega \\ -jC_2\omega,\ jC_2\omega+\frac{jC\omega}{1-LC\omega^2} \end{bmatrix}}$$

On calcule alors le déterminant de cette matrice, que l'on cherche à obtenir nul. On résout donc :

$$\Delta Y_B=0 \Leftrightarrow 1-LC\omega_1^2=C\frac{C_1+C_2}{C_1C_2}$$

$$\Delta Y_B=0 \Leftrightarrow LC\omega_1^2=1-\frac{C}{C_0}, \text{avec}\, C_0=\frac{C_1C_2}{C_1+C_2}$$

Ainsi, en posant $\omega_0=\frac{1}{\sqrt{LC_0}}$ on arrive à :

$$\boxed{\omega_1=\omega_0^2\sqrt{\frac{C}{C_0}+1}}$$

A.N. :

$$\boxed{\begin{array}{c} C_0=0{,}25\,\mathrm{nF} \\ f_0=5{,}6\,\mathrm{MHz} \\ f_1=8{,}1\,\mathrm{MHz} \end{array}}$$

f.

La matrice du système complet vaut :

$$\boxed{Y_T=Y_A+Y_B=\begin{bmatrix} j(C_1+C_2),-jC_2\omega \\ -\frac{1}{r_e}+jC_2\omega,\frac{1}{R_c}+jC_2\omega+\frac{jC\omega}{1-LC\omega^2} \end{bmatrix}}$$

g.

Dans les conditions d'oscillations, le déterminant de cette matrice doit être nul. On annule donc sa partie réelle et sa partie imaginaire, ce qui fournira deux conditions …