

Nom :	Prénom :	Groupe :
ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS		
 Université Nice Sophia Antipolis <hr/> École d'ingénieurs  POLYTECH NICE-SOPHIA	Cycle Initial Polytech Deuxième Année Année scolaire 2012/2013 <hr/> Epreuve d'Oscillateurs et radio DS no2	Note / 20

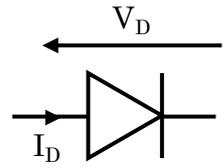
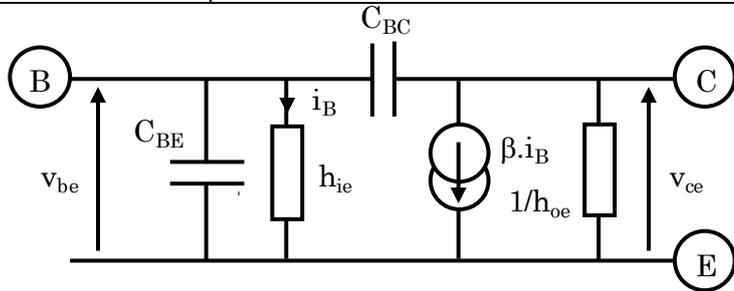
Mercredi 24 Octobre

CORRECTION

Durée : 1h30

- Cours et documents non autorisés.
- Calculatrice de type collège autorisée
- Vous répondez directement sur cette feuille.
- Tout échange entre étudiants (gomme, stylo, réponses...) est interdit
- Vous devez :
 - indiquer votre nom, prénom et groupe (- 1 point).
 - éteindre votre téléphone portable (- 1 point par sonnerie) et le mettre dans votre sac.

RAPPELS :

Modèle électrique équivalent de la diode lorsqu'elle est passante : $V_D = V_S + R_S \cdot I_D$ Modèle électrique équivalent de la diode lorsqu'elle est bloquée : $I_D = 0$	
Schéma électrique équivalent du transistor bipolaire NPN en régime de petit signal avec $h_{ie} = R_s$	
Impédance d'une capacité C : $1/(jC\omega)$ [Ω]	Impédance d'une bobine L : $jL\omega$ [Ω]
Filtre passe bas : $G(\omega) = \frac{H}{1 + j\omega RC} = \frac{H}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}$	Filtre passe haut : $G(\omega) = \frac{H}{1 - j\frac{1}{\omega RC}} = \frac{H}{1 - j\frac{\omega_0}{\omega}}$
Lien entre fréquence et pulsation : $\omega = 2\pi F$	
Admittance	$\begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix}$ $\begin{cases} I_1 = Y_{11} \cdot V_1 + Y_{12} \cdot V_2 \\ I_2 = Y_{21} \cdot V_1 + Y_{22} \cdot V_2 \end{cases}$

EXERCICE I : Filtre d'un oscillateur (4 pts)

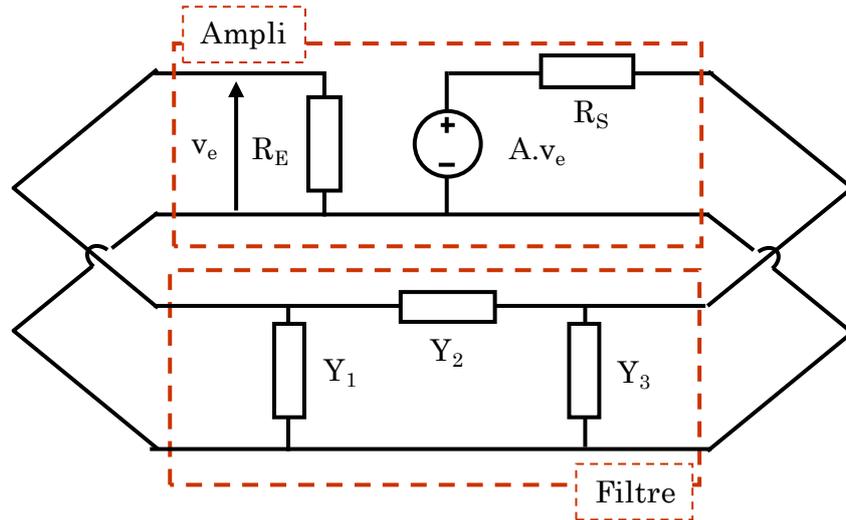


Figure I.1. Les éléments Y_1 à Y_3 sont des admittances (donc en Ω^{-1}).

On se propose d'étudier le schéma électrique en régime de petit signal (c.f. figure (I.1)) d'un oscillateur. Les admittances Y_1 , Y_2 et Y_3 sont des capacités et/ou des bobines.

I.1. Déterminer la matrice admittance de l'amplificateur (0,5 pt)

$$I_1 = \frac{1}{R_E} V_1 + 0 \cdot V_2$$

$$V_2 = A \cdot V_1 + R_S \cdot I_2 \text{ d'où } I_2 = -\frac{A}{R_S} \cdot V_1 + \frac{1}{R_S} V_2$$

$$[A] = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_E} & 0 \\ -\frac{A}{R_S} & \frac{1}{R_S} \end{bmatrix}$$

I.2. Déterminer la matrice admittance du filtre (0,5 pt)

$$[B] = \begin{bmatrix} Y_1 + Y_2 & -Y_2 \\ -Y_2 & Y_2 + Y_3 \end{bmatrix}$$

I.3. Donner l'expression du quadripôle oscillateur (0,5 pt)

$$[Q] = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_E} + Y_1 + Y_2 & -Y_2 \\ -\frac{A}{R_S} - Y_2 & \frac{1}{R_S} + Y_2 + Y_3 \end{bmatrix}$$

I.4. Donner l'expression de la partie réelle du déterminant de la matrice du quadripôle oscillateur. On supposera que l'impact des résistances R_E et R_S est négligeable (0,5 pt)

$$\Re(\Delta Q) = Y_1 \cdot Y_2 + Y_1 \cdot Y_3 + Y_2 \cdot Y_3$$

I.5. Est-ce qu'il existe une fréquence d'oscillation si les admittances Y_1 , Y_2 et Y_3 sont toutes des capacités, justifier votre réponse ? (1pt)

Dans ce cas on a $\omega^2(C_1.C_2 + C_1.C_3 + C_2.C_3) = 0$ qui présente comme seule solution $\omega = 0$ donc il n'y a pas d'oscillation

I.6. En déduire quelle est la condition sur les admittances Y_1 , Y_2 et Y_3 pour qu'une oscillation existe. (1pt)

Il faut qu'une des admittances soit d'un type différent des deux autres soit 1 capacité + 2 bobines ou 2 capacités et 1 bobine

EXERCICE II : Emetteur radio pirate en FM (10 pts)

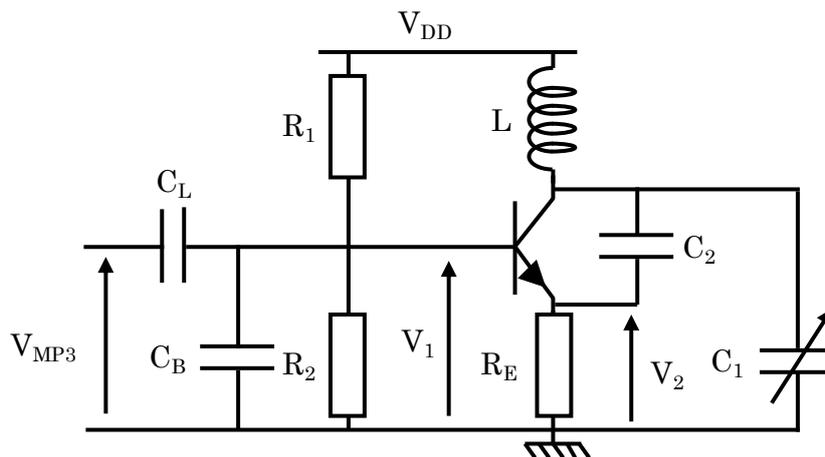


Figure II.1. Emetteur FM à un transistor. $R_1 = 27 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$, $R_E = 470 \text{ }\Omega$, $C_1 = 5 \text{ à } 30 \text{ pF}$, $C_2 = 10 \text{ pF}$, $C_B = 1 \text{ nF}$, $C_L = 0,1 \text{ }\mu\text{F}$, $L = 100 \text{ nH}$, $V_{DD} = 9 \text{ V}$. Pour le transistor on a : $\beta = 100$, $V_{CEsat} = 0,2 \text{ V}$, $R_S = 1 \text{ k}\Omega$, $V_S = 0,6 \text{ V}$, $1/h_{oe} = 200 \text{ k}\Omega$, $C_{BC} = 10 \text{ pF}$, $C_{BE} = 60 \text{ pF}$ pour la valeur de I_{B0} que vous trouverez dans l'exercice. Le schéma en petit signal du transistor est donné dans la partie « rappels » du DS.

On souhaite diffuser la musique d'un lecteur MP3 sur les postes de radio d'une maison. Pour cela, on réalise un émetteur FM dont le schéma est donné à la figure (II.1). C_1 est une capacité ajustable et on supposera que la capacité parasite C_{BC} du transistor est indépendante de la tension V_{BC} . Par contre la capacité C_{BE} est fonction de la tension V_{BE} . Les fréquences de la tension V_{MP3} sont dans la bande de la voix humaine : [10 Hz ; 20 kHz]

II.1. Rôles des éléments du montage

I.1.1. Donner le rôle de R_1 et R_2 (0,25 pt)

Polariser la base du transistor

II.1.2. Donner le rôle de C_B (0,25 pt)

Court-circuiter la base en régime dynamique à la fréquence d'oscillation afin d'augmenter le gain de l'amplificateur

II.1.3. Donner le rôle de C_L (0,25 pt)

Laisser passer la composante alternative du signal V_{MP3} (à partir d'une certaine fréquence pour que sa composante continue ne modifie pas la polarisation de base).

II.1.4. En régime dynamique à la fréquence d'oscillation, indiquer dans quelle partie de l'oscillateur se placent les éléments du montage dans le tableau ci-dessous, A : amplificateur, B : filtre, aucun : ni A ni B (1 pt)

	R_1	R_2	R_E	C_1	C_2	C_B	C_L	L	β_{ib}	R_S	h_{oe}	C_{BE}	C_{BC}
A			x						x	x	x		
B				x	x			x				x	x
aucun	x	x				x	x						

II.1.5. Sur la figure (II.2), placer l'oscillation de fréquence F_0 , la fréquence du filtre lié à C_L , F_{CL} , et celle liée à C_B , F_{CB} . (0,25 pt)

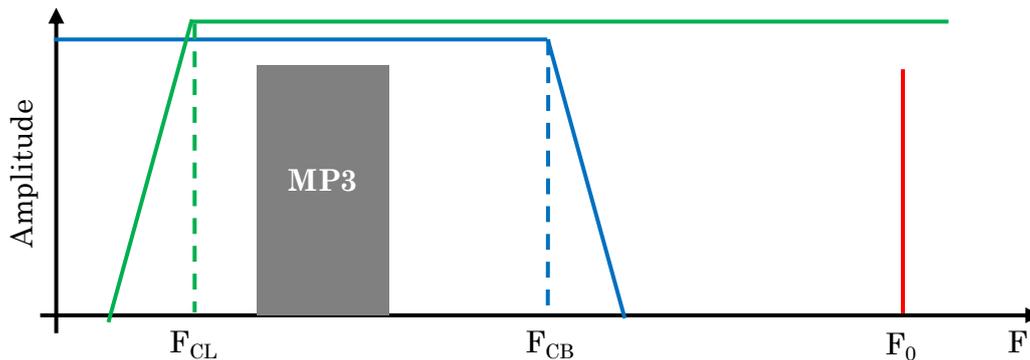


Figure II.2.

II.2. Polarisation statique du transistor

II.2.1. Déterminer la valeur du courant de base I_{B0} du transistor. (0,25 pt)

$$E_{th} = 2,43 \text{ V}$$

$$R_{th} = 7,3 \text{ k}\Omega$$

$$I_{B0} = 33 \text{ }\mu\text{A}$$

II.2.2. Déterminer la valeur du courant de collecteur. (0,25 pt)

$$I_{C0} = 3,3 \text{ mA}$$

II.2.3. Déterminer la valeur de la tension V_{CE0} . (0,25 pt)

$$V_{CE0} = 7,43 \text{ V}$$

II.2.4. Dans quel régime est polarisé le transistor ? (0,25 pt)

Bloqué

X Linéaire

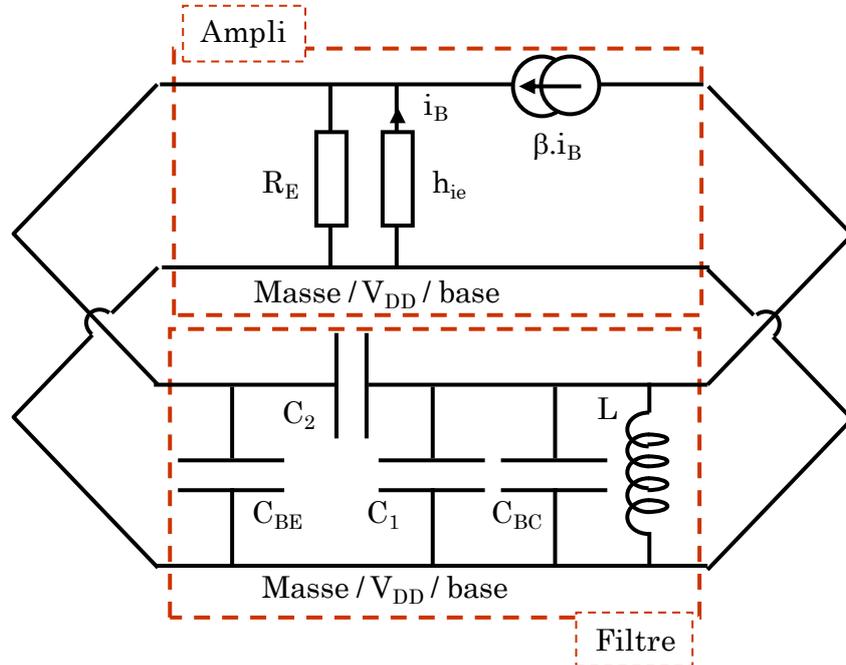
Saturé

II.3. Matrice de l'oscillateur

II.3.1. Quel est le type de contre réaction au niveau du transistor ? **(0,25 pt)**

- A) collecteur → base **XB)** collecteur → émetteur C) émetteur → base

II.3.2. Donner le schéma petit signal de la partie oscillateur du montage en prenant en compte C_{BE} et C_{BC} mais en négligeant $1/h_{oe}$. **(1,5 pt)**



II.3.3. Donner la matrice admittance de l'amplificateur A. **(0,5 pt)**

$$[A] = \begin{bmatrix} \frac{1}{R_E} + \frac{1+\beta}{h_{ie}} & 0 \\ -\frac{\beta}{h_{ie}} & 0 \end{bmatrix}$$

II.3.4. Donner la matrice admittance du filtre B. **(1 pt)**

$$[B] = \begin{bmatrix} j(C_{BE} + C_2)\omega & -jC_2\omega \\ -jC_2\omega & \frac{1}{jL\omega} + j(C_{BC} + C_1 + C_2)\omega \end{bmatrix}$$

II.3.5. Donner la matrice admittance de l'oscillateur. **(0,25 pt)**

$$[Y] = [A] + [B] = \begin{bmatrix} j(C_{BE} + C_2)\omega + \frac{1}{R_E} + \frac{1+\beta}{h_{ie}} & -jC_2\omega \\ -jC_2\omega - \frac{\beta}{h_{ie}} & \frac{1}{jL\omega} + j(C_{BC} + C_1 + C_2)\omega \end{bmatrix}$$

II.4. Fréquence d'oscillation

II.4.1. Donner l'expression de la partie réelle du déterminant de la matrice de l'amplificateur. **(0,25 pt)**

$$\Re(\Delta Y) = 0 = -(C_{BE}C_{BC} + C_{BE}C_1 + C_{BE}C_2 + C_2C_{BC} + C_2C_1)\omega^2 + \frac{C_{BE} + C_2}{L}$$

II.4.2. Donner l'expression de la fréquence d'oscillation. **(0,5 pt)**

$$F_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{L} \frac{C_{BE} + C_2}{(C_{BE}C_{BC} + C_{BE}C_1 + C_{BE}C_2 + C_2C_{BC} + C_2C_1)}}$$

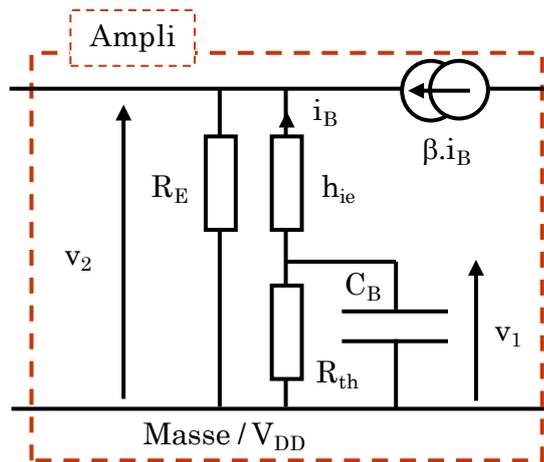
II.4.3. Donner les valeurs min et max de la fréquence en utilisant la plage de variation de C_1 . **(0,5 pt)**

$$F_{0min} = 80,8 \text{ MHz}$$

$$F_{0max} = 116 \text{ MHz}$$

II.5. Rôle de la capacité C_B .

II.5.1. Donner le schéma en régime petit signal de l'amplificateur en faisant apparaître C_B . **(0,5 pt)**



II.5.2. Déterminer l'expression du gain v_1 / v_2 . **(0,5 pt)**

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{R_{th}}{h_{ie} + R_{th}} \frac{1}{1 + j\omega C_B} \frac{h_{ie} \cdot R_{th}}{h_{ie} + R_{th}}$$

II.5.3. Déterminer l'expression de la fréquence de coupure du filtre lié à C_B . **(0,5 pt)**

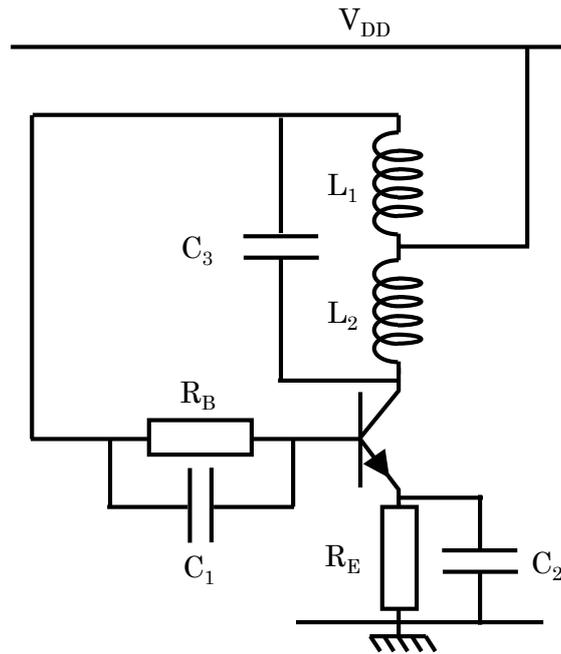
$$F_{CB} = \frac{1}{2\pi C_B} \frac{h_{ie} \cdot R_{th}}{h_{ie} + R_{th}}$$

II.5.4. Donner la valeur de la fréquence F_{CB} . **(0,25 pt)**

$$F_{CB} = 181 \text{ kHz}$$

EXERCICE III : Oscillateur Hartley (6 pts)

Figure III.1. Oscillateur Hartley (2 bobines et une capacité). On considère que h_{ie} ne varie pas et que les capacités parasites du transistor sont négligeables.



III.1. Rôles des éléments du montage

III.1.1. Donner le rôle de R_B (0,5 pt)

Polariser la base du transistor

III.1.2. Donner le rôle de C_1 (0,5 pt)

Court-circuiter R_B à la fréquence d'oscillation et ainsi augmenter le gain de l'amplificateur

III.1.3. Donner le rôle de C_2 (0,5 pt)

Court-circuiter R_E à la fréquence d'oscillation et ainsi augmenter le gain de l'amplificateur

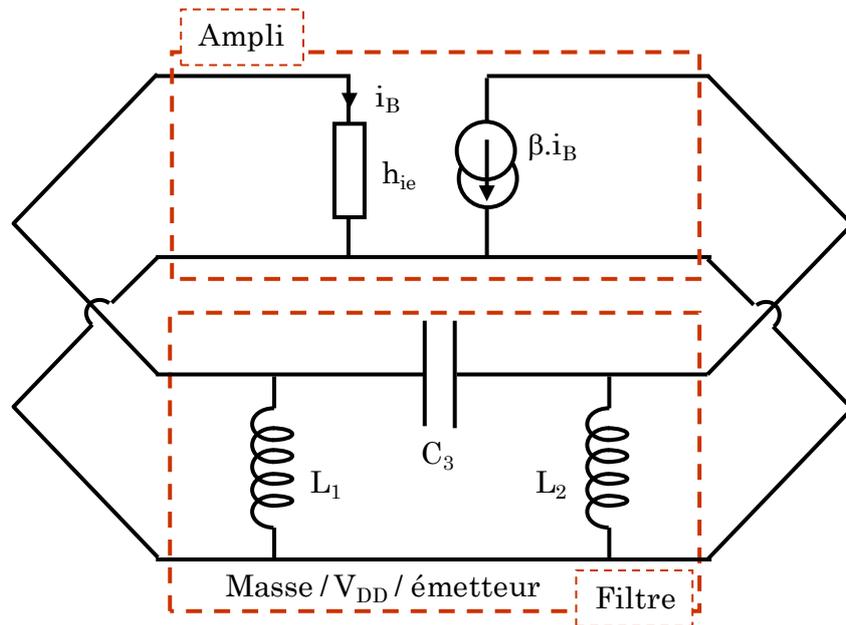
III.1.4. En régime dynamique à la fréquence d'oscillation, indiquer dans quelle partie de l'oscillateur se placent les éléments du montage, A : amplificateur, B : filtre, aucun : ni A ni B (1 pt)

	R_E	R_B	C_1	C_2	C_3	L_1	L_2	$\beta \cdot i_b$	R_s	h_{oe}
A								x	x	x
B					x	x	x			
aucun	x	x	x	x						

III.2. Matrice de l'oscillateur

A partir d'ici, vous négligerez $1/h_{oe}$ (en plus de C_{BE} et C_{BC}).

III.2.1. Donner le schéma petit signal de la partie oscillateur du montage. (1 pt)



III.2.2. Donner la matrice admittance de l'amplificateur A. **(0,5 pt)**

$$[A] = \begin{bmatrix} \frac{1}{h_{ie}} & 0 \\ \beta & 0 \\ h_{ie} & 0 \end{bmatrix}$$

III.2.3. Donner la matrice admittance du filtre B. **(0,5 pt)**

$$[B] = \begin{bmatrix} \frac{1}{jL_1\omega} + jC_3\omega & -jC_3\omega \\ -jC_3\omega & jC_3\omega + \frac{1}{jL_2\omega} \end{bmatrix}$$

III.2.4. Donner la matrice admittance de l'oscillateur. **(0,5 pt)**

$$[Y] = [A] + [B] = \begin{bmatrix} \frac{1}{h_{ie}} + \frac{1}{jL_1\omega} + jC_3\omega & -jC_3\omega \\ \frac{\beta}{h_{ie}} - jC_3\omega & jC_3\omega + \frac{1}{jL_2\omega} \end{bmatrix}$$

III.3. Fréquence d'oscillation

III.3.1. Donner l'expression de la partie réelle du déterminant de la matrice de l'amplificateur. **(0,5 pt)**

$$\Re(\Delta Y) = 0 = \frac{C_3}{L_1} - \frac{1}{L_1 \cdot L_2 \cdot \omega^2} + \frac{C_3}{L_2}$$

III.3.2. Donner l'expression de la fréquence d'oscillation. **(0,5 pt)**

$$F_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{C_3 \cdot (L_1 + L_2)}}$$