

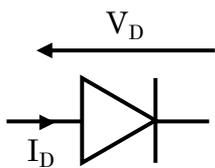
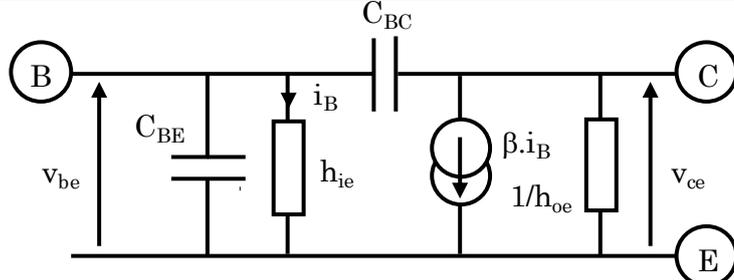
|   |  |                         |
|---|--|-------------------------|
| Nom :   | Prénom :   | Groupe :                |
| <b>ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS</b>   |  |                         |
| <br>Université<br>Nice<br>Sophia Antipolis<br><hr/> École d'ingénieurs<br><br>POLYTECH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

Mercredi 24 Octobre

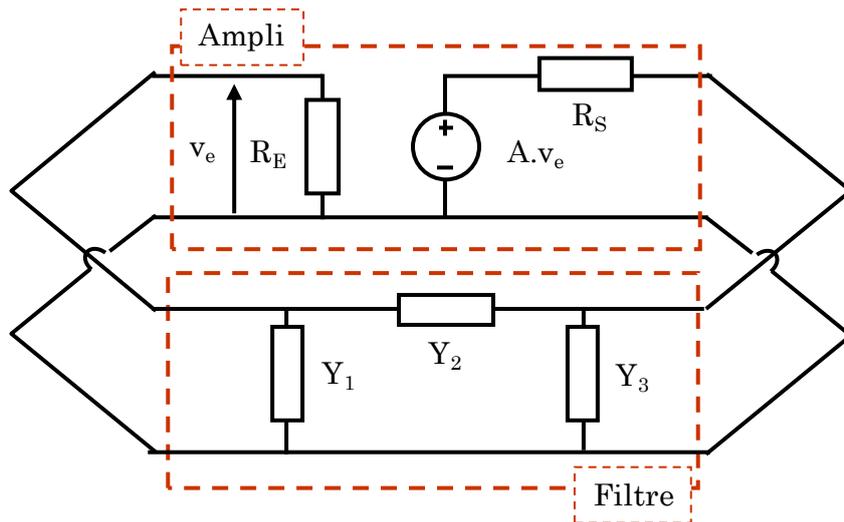
Durée : 1h30

- ❑ Cours et documents non autorisés.
- ❑ Calculatrice de type collège autorisée
- ❑ Vous répondrez 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 : $V_D = V_S + R_S \cdot I_D$<br><br>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  $\Omega^{-1}$ ).

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.

0,5

**I.1.** Déterminer la matrice admittance de l'amplificateur

[A] =

0,5

**I.2.** Déterminer la matrice admittance du filtre

[B] =

0,25

**I.3.** Donner l'expression du quadripôle oscillateur

[Q] =

## BROUILLON

**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

0,75

$\Re(\Delta Q) =$

**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 ?

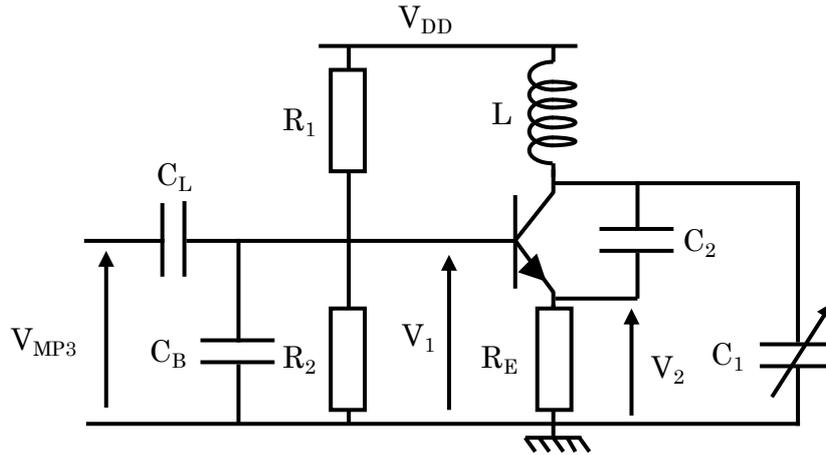
1

1

**I.6.** En déduire quelle est la condition sur les admittances  $Y_1$ ,  $Y_2$  et  $Y_3$  pour qu'une oscillation existe.

**BROUILLON**

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



**Figure II.1.** Emetteur FM à un transistor.  $R_1 = 27\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 10\text{ k}\Omega$ ,  $R_E = 470\ \Omega$ ,  $C_1 = 5\text{ à }30\text{ pF}$ ,  $C_2 = 10\text{ pF}$ ,  $C_B = 1\text{ nF}$ ,  $C_L = 0,1\ \mu\text{F}$ ,  $L = 100\text{ nH}$ ,  $V_{DD} = 9\text{ V}$ . 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**

**II.1.1.** Donner le rôle de  $R_1$  et  $R_2$

0,25

**II.1.2.** Donner le rôle de  $C_B$

0,25

**II.1.3.** Donner le rôle de  $C_L$

0,25

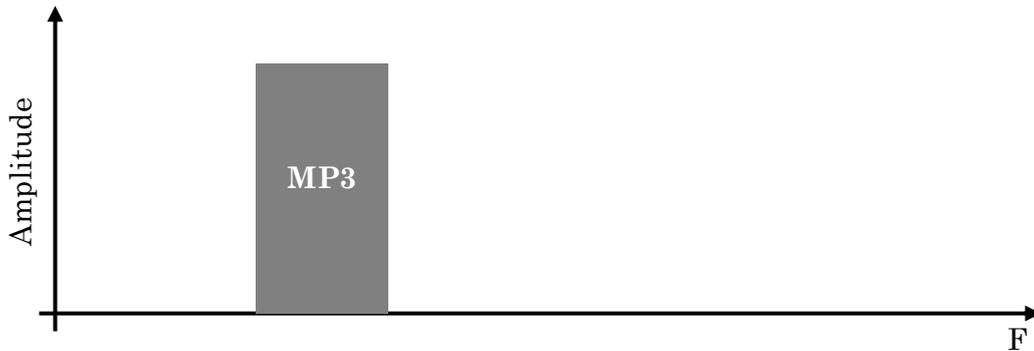
1

**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

|       | $R_1$ | $R_2$ | $R_E$ | $C_1$ | $C_2$ | $C_B$ | $C_L$ | $L$ | $\beta \cdot i_b$ | $R_S$ | $h_{oe}$ | $C_{BE}$ | $C_{BC}$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------------------|-------|----------|----------|----------|
| A     |       |       |       |       |       |       |       |     |                   |       |          |          |          |
| B     |       |       |       |       |       |       |       |     |                   |       |          |          |          |
| aucun |       |       |       |       |       |       |       |     |                   |       |          |          |          |

0,5

**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  $C_B$ ,  $F_{CB}$ .



**Figure II.2.**

## II.2. Polarisation statique du transistor

0,25

**II.2.1.** Déterminer la valeur du courant de base  $I_{B0}$  du transistor.

$$E_{th} =$$

$$R_{th} =$$

$$I_{B0} =$$

0,25

**II.2.2.** Déterminer la valeur du courant de collecteur.

$$I_{C0} =$$

0,25

**II.2.3.** Déterminer la valeur de la tension  $V_{CE0}$ .

$$V_{CE0} =$$

**II.2.4.** Dans quel régime est polarisé le transistor ?

0,25

Bloqué

Linéaire

Saturé

### II.3. Matrice de l'oscillateur

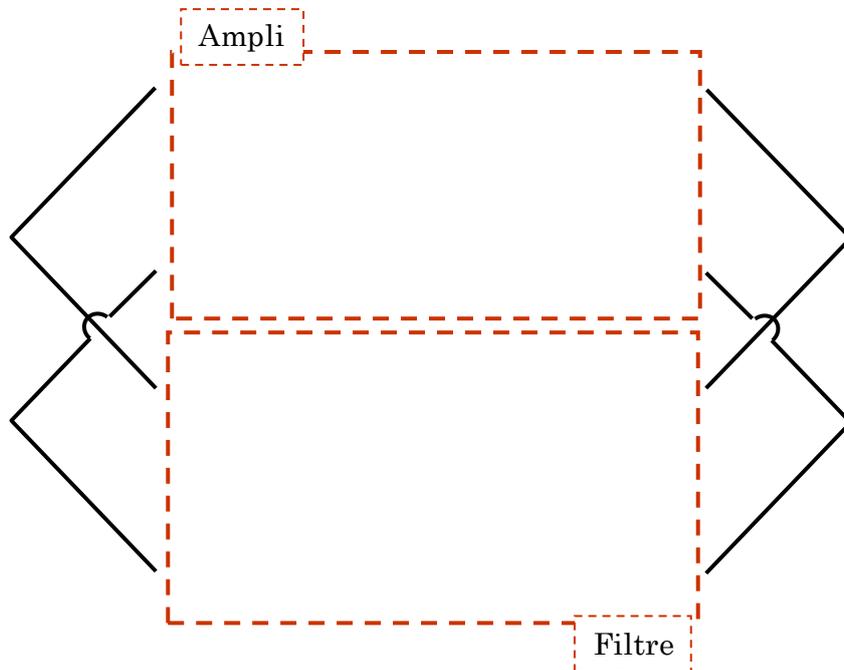
II.3.1. Quel est le type de contre réaction au niveau du transistor ?

0,25

- A) collecteur → base      B) collecteur → émetteur      C) émetteur → base

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

1,5



II.3.3. Donner la matrice admittance de l'amplificateur A.

0,5

$[A]=$

**BROUILLON**

1

**II.3.4.** Donner la matrice admittance du filtre B.

$$[B]=$$

0,25

**II.3.5.** Donner la matrice admittance de l'oscillateur.

$$[Y]=$$

**BROUILLON**

## II.4. Fréquence d'oscillation

II.4.1. Donner l'expression de la partie réelle du déterminant de la matrice de l'amplificateur.

0,5

$$\Re(\Delta Y) = 0 =$$

II.4.2. Donner l'expression de la fréquence d'oscillation.

0,5

$$F_0 =$$

II.4.3. Donner les valeurs min et max de la fréquence en utilisant la plage de variation de  $C_1$ .

0,5

$$F_{0\min} =$$

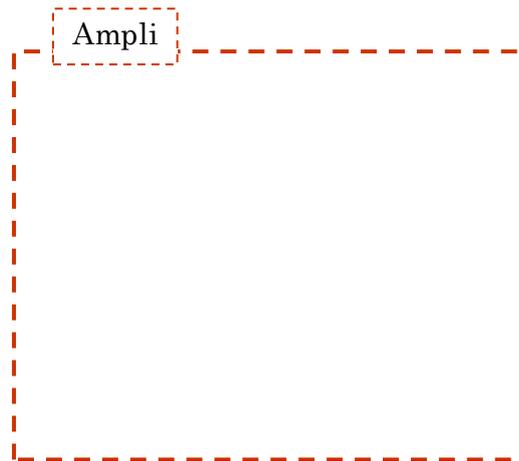
$$F_{0\max} =$$

**BROUILLON**

## II.5. Rôle de la capacité $C_B$ .

0,5

**II.5.1.** Donner le schéma en régime petit signal de l'amplificateur en faisant apparaître  $C_B$ .



0,5

**II.5.2.** Déterminer l'expression du gain  $v_1 / v_2$ .

$$\frac{v_1}{v_2} =$$

0,5

**II.5.3.** Déterminer l'expression de la fréquence de coupure du filtre lié à  $C_B$ .

$$F_{CB} =$$

0,25

**II.5.4.** Donner la valeur de la fréquence  $F_{CB}$ .

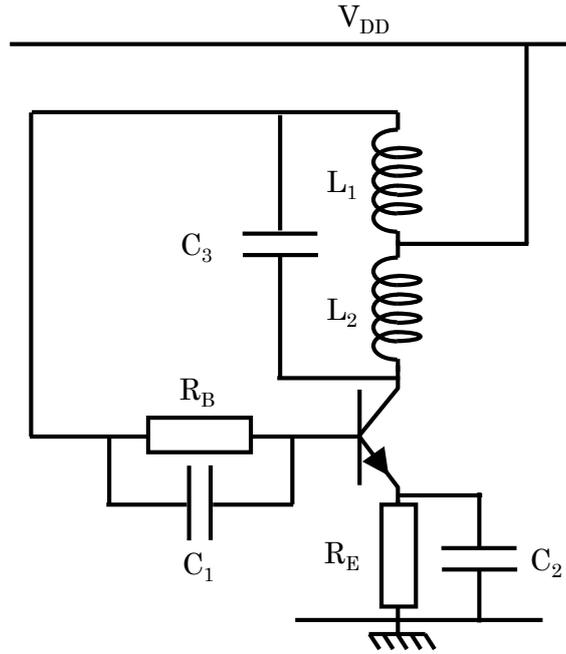
$$F_{CB} =$$

**BROUILLON**

**BROUILLON**

**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.



0,5

**III.1.** Rôles des éléments du montage

**III.1.1.** Donner le rôle de  $R_B$

0,5

**III.1.2.** Donner le rôle de  $C_1$

0,5

**III.1.3.** Donner le rôle de  $C_2$

1

**III.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

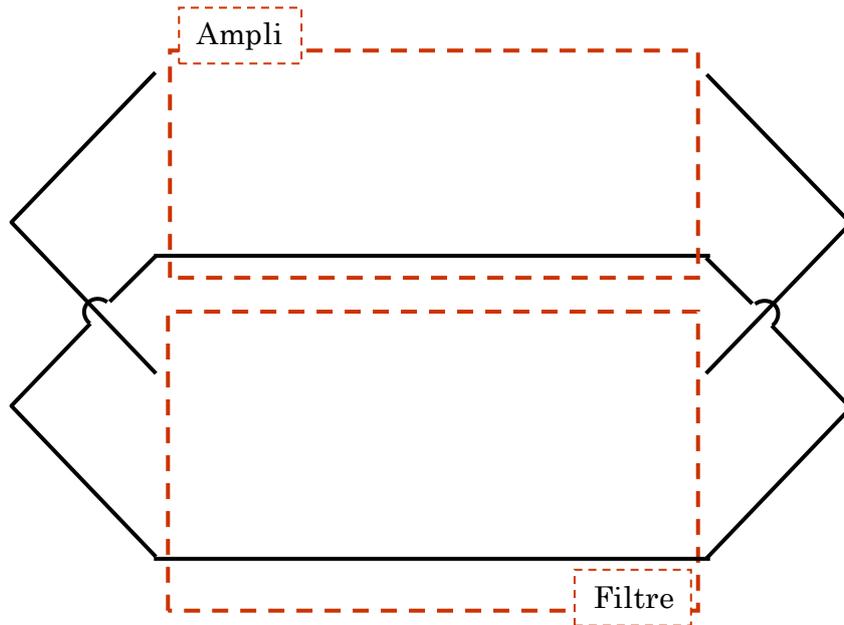
|       | $R_E$ | $R_B$ | $C_1$ | $C_2$ | $C_3$ | $L_1$ | $L_2$ | $\beta \cdot i_b$ | $R_S$ | $h_{oe}$ |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|----------|
| A     |       |       |       |       |       |       |       |                   |       |          |
| B     |       |       |       |       |       |       |       |                   |       |          |
| aucun |       |       |       |       |       |       |       |                   |       |          |

### 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



III.2.2. Donner la matrice admittance de l'amplificateur A.

0,5

$[A]=$

**BROUILLON**

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

$$[B]=$$

0,25 **III.2.4.** Donner la matrice admittance de l'oscillateur.

$$[Y]=$$

### III.3. Fréquence d'oscillation

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

$$\Re(\Delta Y) = 0 =$$

0,75 **III.3.2.** Donner l'expression de la fréquence d'oscillation

$$F_0 =$$

**BROUILLON**