

Nom :	Prénom :	Groupe :
-------	----------	----------

ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE NICE SOPHIA



Cycle Initial Polytech - PeiP
Première Année
Année scolaire 2012/2013



Epreuve d'électronique analogique N°4 - **CORRECTION**

Mardi 11 Juin 2013

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 et votre prénom.
 - éteindre votre téléphone portable (– 1 point par sonnerie).

RAPPELS :

Transistor NPN		Schéma électrique équivalent du transistor bipolaire NPN en régime de petit signal	
Préfixes	milli	m	10^{-3}
	micro	μ	10^{-6}
Impédance d'une capacité C : $1/(jC\omega)$	[Ω]		
Impédance d'une bobine L : $jL\omega$	[Ω]		
Filtre passe bas : $G(\omega) = \frac{H}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}$	Filtre passe haut : $G(\omega) = \frac{H}{1 - j\frac{\omega_0}{\omega}}$		
Quadripôle : matrice impédance	$\begin{bmatrix} V_1 \\ V_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix}$ $\begin{cases} V_1 = Z_{11} \cdot I_1 + Z_{12} \cdot I_2 \\ V_2 = Z_{21} \cdot I_1 + Z_{22} \cdot I_2 \end{cases}$		
Quadripôle : matrice 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 : Amplificateur en émetteur commun (9.5 pts)

Soit l'amplificateur de la figure (I.1) dont l'entrée est E_G et la sortie V_C . Vous considérerez que $1 + \beta \approx \beta$ et la résistance parasite $1/h_{oe}$ sera négligée.

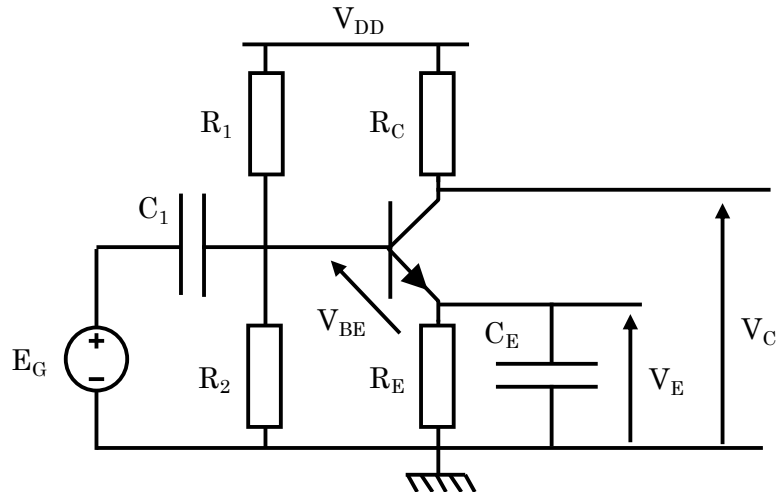


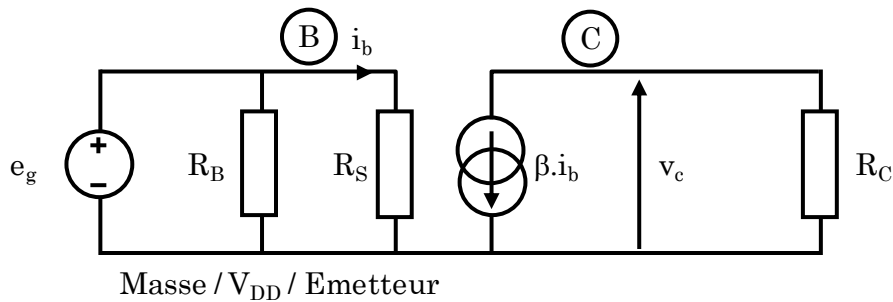
Figure I.1

I.1. Gain dans la bande passante

On considère que C_1 et C_E sont des courts circuits pour les fréquences du signal E_G et on pose $R_B = R_1 // R_2$

1,5

I.1.1. Représenter le schéma petit signal du circuit. Il faudra indiquer où se trouvent : la base, le collecteur, l'émetteur, i_b , et $\beta \cdot i_b$.



0,5

I.1.2. Déterminer alors l'expression du gain en tension :

$$A_V = \frac{v_c}{e_g} = -\frac{R_C \cdot \beta}{R_S}$$

I.2. Filtre lié à C_1

I.2.1. Quel est le rôle de la capacité C_1 (entourer la bonne réponse) ?

0,25

- A Augmenter le gain en alternatif en court-circuitant la résistance R_B
- B Eviter l'échauffement du transistor
- C ☒ Empêcher que la partie statique de E_G modifie le point de polarisation du transistor.
- D Court-circuiter la base pour laisser passer la partie alternative de E_G
- E Empêcher que la partie statique de V_{DD} modifie le point de polarisation du transistor.

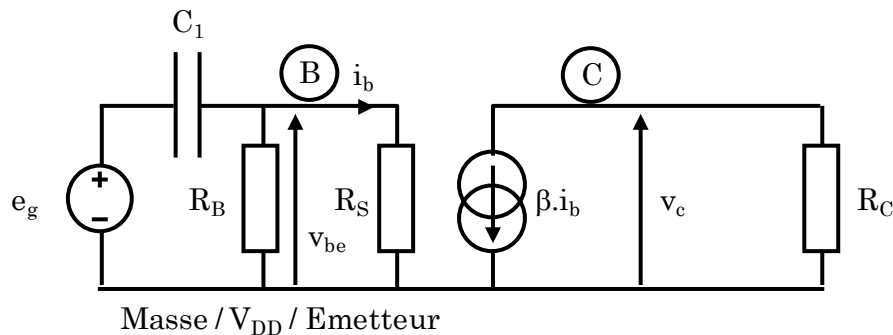
I.2.2. Pour le circuit, la capacité C_1 représente un filtre :

0,25

- A Passe Bas
- B **X** Passe Haut
- C Passe Oire

I.2.3. Représenter le schéma petit signal du circuit **avec** C_1 c'est-à-dire sans considérer qu'elle est un court circuit pour les fréquences du signal E_G . C_E est considérée comme un court-circuit. Il faudra indiquer où se trouvent : la base, le collecteur, l'émetteur, i_b , et $\beta.i_b$.

1



I.2.4. Soit $R_e = R_B // R_S$ la résistance d'entrée du circuit, déterminer l'expression du gain en tension :

1

$$A_{VC1} = \frac{v_{be}}{e_g} = \frac{R_e}{R_e + \frac{1}{j\omega C_1}} = \frac{1}{1 - j \frac{1}{\omega C_1 R_e}}$$

I.2.5. Identifier alors l'expression de la fréquence du filtre, F_{C1} :

0,5

$$F_{C1} = \frac{1}{2\pi C_1 R_e}$$

I.2.6. On souhaite amplifier un signal audio dont les fréquences sont comprises entre 200 Hz et 10 kHz. Quelle valeur choisissez-vous pour la fréquence F_{C1} ?

0,5

Il faut que $F_{C1} \leq 200$ Hz

I.3. Filtre lié à C_E

I.3.1. Quel est le rôle de la capacité C_E (entourer la bonne réponse) ?

0,25

- A **X** Augmenter le gain en alternatif en court-circuitant la résistance R_E
- B Eviter l'échauffement du transistor
- C Empêcher que la partie statique de E_G modifie le point de polarisation du transistor.
- D Court-circuiter l'émetteur et ainsi amplifier l'action de V_{DD}
- E Empêcher que la partie statique de V_{DD} modifie la valeur de la tension V_C .

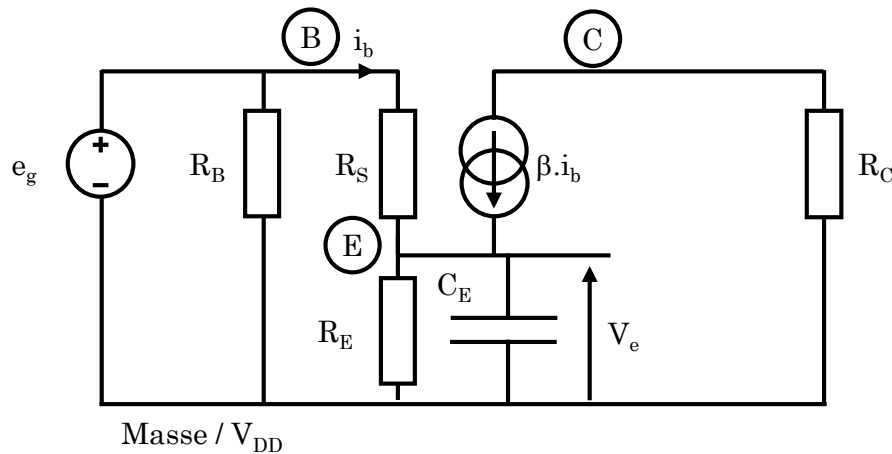
I.3.2. Pour le circuit, la capacité C_E représente un filtre :

0,25

- A **X** Passe Bas
 B Passe Haut
 C Passe Tiss

I.3.3. Représenter le schéma petit signal du circuit **avec** C_E c'est-à-dire sans considérer qu'elle est un court circuit pour les fréquences du signal E_G . C_1 est considérée comme un court-circuit. Il faudra indiquer où se trouvent : la base, le collecteur, l'émetteur, i_b , et $\beta.i_b$.

1



I.3.4. Déterminer l'expression du gain en tension :

1,5

$$A_{VCE} = \frac{v_e}{e_g} = \frac{(1 + \beta) \frac{R_E}{j\omega C_E}}{R_E + \frac{1}{j\omega C_E}} = \frac{(1 + \beta) R_E}{j\omega C_E R_E R_S + R_S + (1 + \beta) R_E} \cdot \frac{R_S + (1 + \beta) \frac{j\omega C_E}{R_E + \frac{1}{j\omega C_E}}}{R_E + \frac{1}{j\omega C_E}}$$

$$A_{VCE} = \frac{v_e}{e_g} = \frac{(1 + \beta) R_E}{R_S + (1 + \beta) R_E} \cdot \frac{1}{1 + j\omega \frac{C_E R_E R_S}{R_S + (1 + \beta) R_E}} = \frac{\beta R_E}{R_S + \beta R_E} \cdot \frac{1}{1 + j\omega \frac{C_E R_E R_S}{R_S + \beta R_E}}$$

I.2.5. Identifier alors l'expression de la fréquence du filtre, F_{CE} :

0,5

$$F_{CE} = \frac{R_S + (1 + \beta) R_E}{2\pi C_E R_E R_S} = \frac{R_S + \beta R_E}{2\pi C_E R_E R_S}$$

I.2.6. On souhaite amplifier un signal audio dont les fréquences sont comprises entre 200 Hz et 10 kHz. Quelle valeur choisissez-vous pour la fréquence F_{CE} ?

0,5

Il faut que $F_{CE} \leq 200$ Hz

EXERCICE II : Amplificateur en collecteur commun (4 pts)

Soit le circuit de la figure (II.1).
En alternatif le condensateur C_1 est considéré comme un court-circuit, l'entrée du montage est E_G et la sortie est V_E . La résistance parasite $1/h_{oe}$ sera négligée.

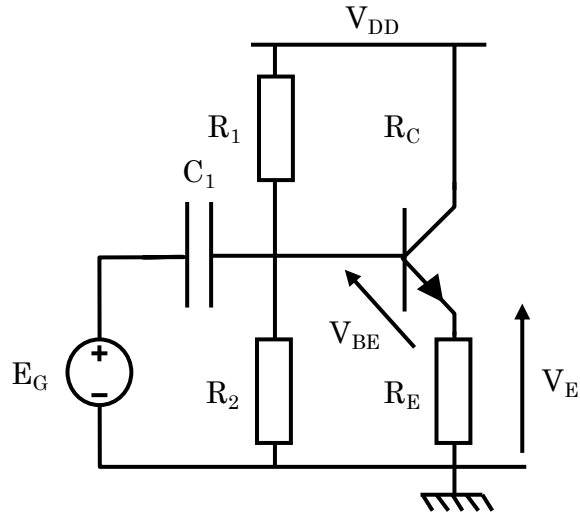
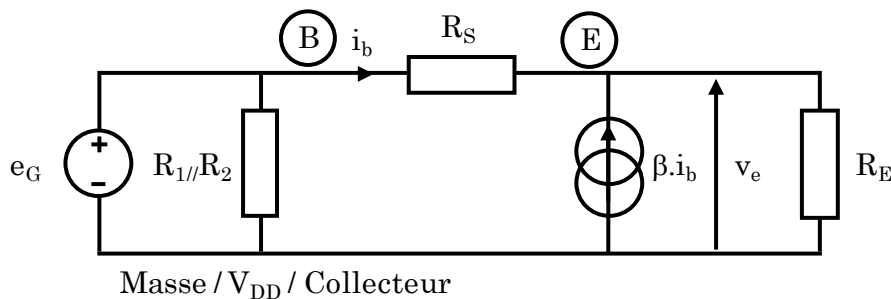


Figure II.1

II.1. Donner le schéma en régime petit signal du schéma de la figure (II.1). Il faudra indiquer où se trouvent : la base, le collecteur, l'émetteur, i_b , et $\beta \cdot i_b$.

1,5



II.2. Donner alors l'expression de la résistance d'entrée vue par le générateur

0,5

$$R_e = R_1 // R_2 // (R_S + (1 + \beta) \cdot R_E)$$

II.3. Donner l'expression du gain en tension :

1,5

$$A_V = \frac{v_e}{e_g} = \frac{R_E(1 + \beta)}{R_S + R_E(1 + \beta)}$$

II.4. Que devient l'expression du gain si on considère que $\beta \gg 1$ et que $R_E = R_S$

0,5

$$A_V = \frac{v_e}{e_g} = 1$$

EXERCICE III : Amplificateur en base commune (5.5 pts)

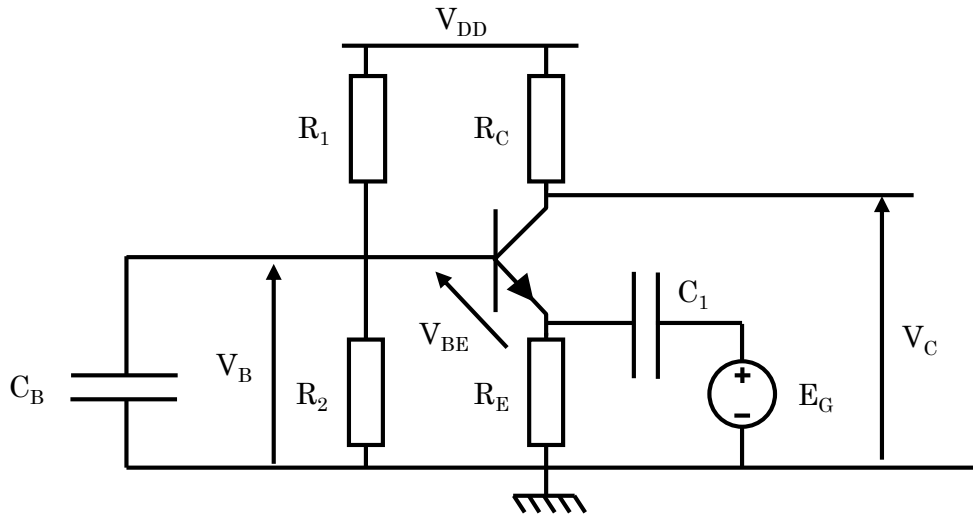


Figure III.1

On se propose d'étudier les propriétés de l'amplificateur de la figure (III.1) où E_G est le signal qu'il faut amplifier et V_C la tension de sortie. On supposera que $1 + \beta \approx \beta$ pour le transistor et la résistance parasite $1/h_{oe}$ sera négligée.

III.1. Gain de l'amplificateur

On considère que les capacités C_1 et C_B sont des court-circuits pour les fréquences du signal E_G .

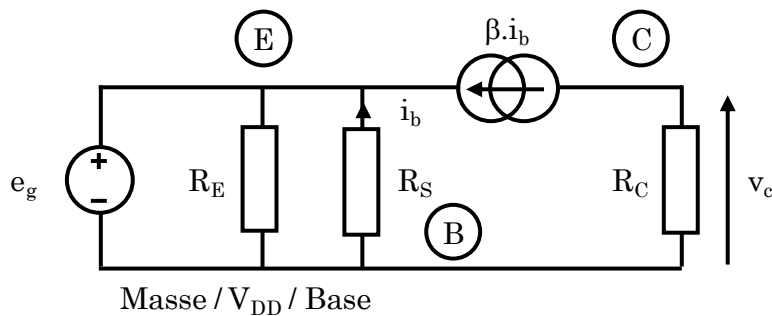
III.1.1. Quelle est la signification de « base commune » ?

0,25

- A. La base est reliée au collecteur en régime de petit signal
- B. La base du transistor est tout ce qu'il a de plus commun
- C. **X** La base du transistor est reliée à la masse en régime de petit signal
- D. La base de l'émetteur est reliée à la masse en régime de petit signal

III.1.2. Donner le schéma en petit signal du montage. Il faudra indiquer où se trouvent : la base, le collecteur, l'émetteur, i_b , et $\beta \cdot i_b$.

1,5



III.1.3. Donner l'expression du gain en tension

0,5

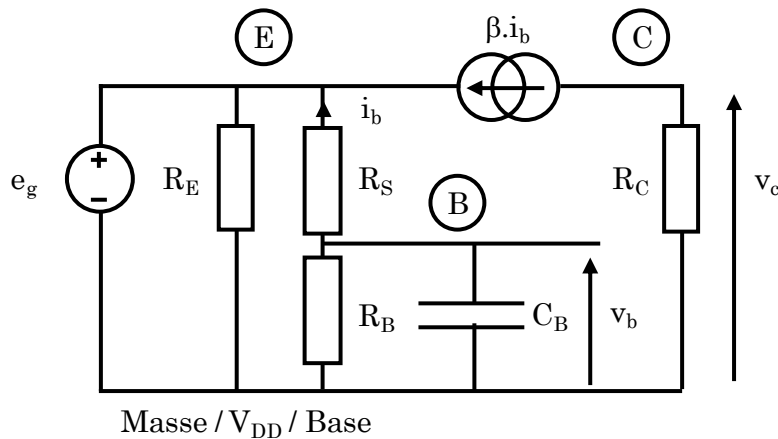
$$A_v = \frac{v_l}{e_g} = \frac{\beta \cdot R_C}{R_S}$$

III.2. Fréquence de coupure basse due à C_B

On considérera que la capacité C_1 est un court-circuit pour cette étude.

III.2.1. Représenter le schéma petit signal en gardant C_B . On posera $R_B = R_1 // R_2$.

0,5



III.2.2 Quel est le rôle de la capacité C_B (entourer la bonne réponse) ?

0,25

- A ☒ Augmenter le gain en alternatif en court-circuitant la résistance R_B
- B ☐ Eviter l'échauffement du transistor
- C ☐ Empêcher que la partie statique de E_G modifie le point de polarisation du transistor.
- D ☐ Court-circuiter l'émetteur pour laisser passer la partie alternative de E_G
- E ☐ Empêcher que la partie statique de V_{DD} modifie le point de polarisation du transistor.

III.2.3 Pour le circuit, la capacité C_B représente un filtre :

0,5

- A ☒ Passe bas
- B ☐ Passe haut
- C ☐ Passe temps

III.2.4 Déterminer alors l'expression du gain en tension A_{VCB} . Vous ferez clairement apparaître la forme du filtre (c.f. rappels).

1

$$A_{VCB} = \frac{v_b}{e_g} = \frac{Z_B}{R_S + Z_B} \text{ avec } Z_B = \frac{\frac{R_B}{jC_B\omega}}{R_B + \frac{1}{jC_B\omega}} = \frac{R_B}{jC_B\omega R_B + 1}$$

Soit :

$$A_V = \frac{v_b}{e_g} = \frac{\frac{R_B}{jC_B\omega R_B + 1}}{R_S + \frac{R_B}{jC_B\omega R_B + 1}} = \frac{R_B}{jC_B\omega R_B R_S + R_S + R_B} = \frac{R_B}{R_S + R_B} \frac{1}{1 + j\omega C_B \frac{R_B R_S}{R_S + R_B}}$$

III.2.5 Déterminer la fréquence de coupure du filtre.

0,5

$$F_{CB} = \frac{R_S + R_B}{2\pi C_B R_B R_S}$$

III.2.6 On souhaite amplifier un signal audio dont les fréquences sont comprises entre 200 Hz et 10 kHz. Quelle valeur choisissez-vous pour la fréquence F_{CB} ?

0,5

Il faut que $F_{CB} \leq 200$ Hz

EXERCICE IV : Quadripôles (2 pts + 2 pts bonus)

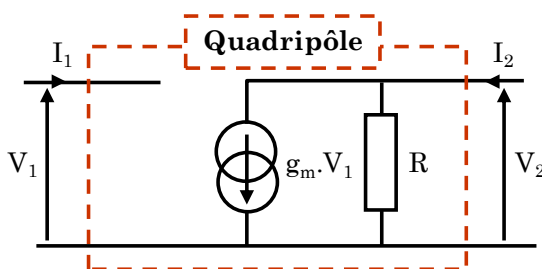
IV.1. Par la méthode de votre choix, déterminer les paramètres admittance de ce quadripôle :

$$Y_{11} = 0$$

$$Y_{12} = 0$$

$$Y_{21} = g_m$$

$$Y_{22} = 1/R$$



1

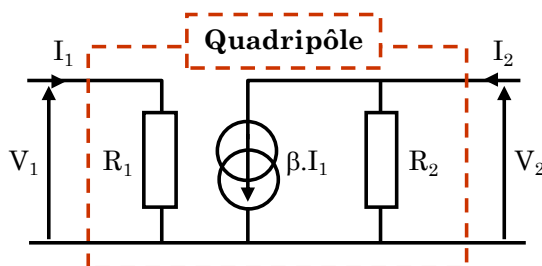
IV.2. Par la méthode de votre choix, déterminer les paramètres impédances de ce quadripôle :

$$Z_{11} = R_1$$

$$Z_{12} = 0$$

$$Z_{21} = -\beta \cdot R_2$$

$$Z_{22} = R_2$$



1

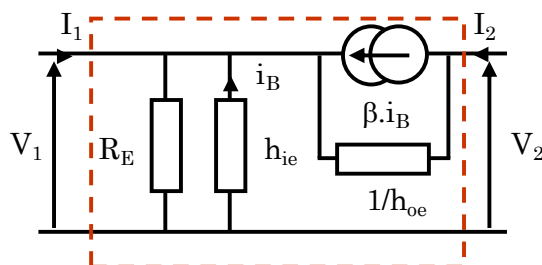
IV.3. Par la méthode de votre choix, déterminer les paramètres admittance de ce quadripôle :

$$Y_{11} = 1/R_E + (1 + \beta)/h_{ie} + h_{oe}$$

$$Y_{12} = -h_{oe}$$

$$Y_{21} = -\beta/h_{ie} - h_{oe}$$

$$Y_{22} = h_{oe}$$



2
bonus