


Nom :	Prénom :	Groupe :
<b>ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS</b>		
	<p align="center"> <b>Cycle Initial Polytech</b>  <b>Première Année</b>  <b>Année scolaire 2014/2015</b> </p> <hr/> <p align="center"> <b>DS électronique</b>  <b>analogique No2</b> </p>	<p align="center"> <b>Note</b>   <b>/ 20</b> </p>

Lundi 4 mai 2015

**CORRECTION**

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

**RAPPELS :**

Impédance d'une capacité C : $1/(jC\omega)$ $[\Omega]$	$\omega = 2\pi F$
Filtre passe bas : $G(\omega) = \frac{H}{1 + j\omega RC} = \frac{H}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}$	Filtre passe haut : $G(\omega) = \frac{H}{1 - j\frac{1}{\omega RC}} = \frac{H}{1 - j\frac{\omega_0}{\omega}}$

## EXERCICE I : Amplificateur n°1 (5 pts)

On se propose d'étudier le petit amplificateur audio de la figure I.1. Les deux transistors sont identiques.

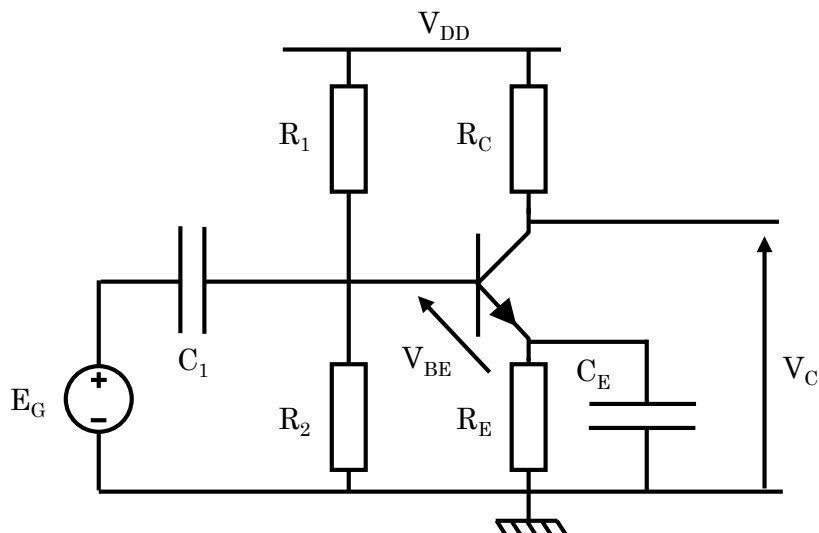


Figure I.1.

### I.1. Etude en statique du montage

0.25 I.1.1. Dans quel régime se trouve le transistor pour pouvoir amplifier le signal  $E_G(t)$  ?

- A Bloqué                      B ☒ Linéaire                      C Saturé

0.25 I.1.2. Comment doit-on considérer les capacités en régime statique ?

- A Comme des courts-circuits                      B ☒ Comme des circuits ouverts  
C Comme des fils                      D Comme des résistances

0.5 I.1.3. Donner l'expression du courant  $I_{B0}$  en fonction de  $V_{DD}$ ,  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_S$ ,  $V_S$ ,  $R_E$  et  $\beta$ . Vous pourrez vous aider d'un générateur de Thévenin équivalent si vous voulez.

$$I_{B0} = \frac{E_{th} - V_S}{R_{th} + R_S + (1 + \beta)R_E} \quad \text{avec} \quad E_{th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{DD} \quad \text{et} \quad R_{th} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

0.25 I.1.4. Donner l'expression du courant  $I_{C0}$ .

$$I_{C0} = \beta I_{B0}$$

0.5 I.1.5. Donner l'expression de la tension  $V_{CE0}$  en fonction de  $V_{DD}$ ,  $R_C$ ,  $R_E$ ,  $I_{B0}$  et  $\beta$ .

$$V_{CE0} = V_{DD} - \beta R_C I_{B0} - R_E (1 + \beta) I_{B0}$$

### I.2. Etude en régime dynamique du montage

On se place aux fréquences du signal  $E_G(t)$

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

- A Augmenter le gain en alternatif en court-circuitant la résistance  $R_2$   
B ☒ Empêcher que la partie statique de  $E_G$  modifie le point de polarisation du transistor.

- C Eviter l'échauffement 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 ☒ Passe Haut      C Passe Cifique

I.2.3. Quel est le rôle de la capacité  $C_E$  ?

0.25

- A Augmenter la valeur de la résistance  $R_E$ .
- B ☒ Empêcher la tension  $V_E$  de varier et ainsi augmenter la valeur du gain  $A_V = v_c/e_g$ .
- C Stabiliser thermiquement le transistor.
- D Augmenter l'effet de la capacité  $C_1$

I.2.4. Pour l'émetteur et  $E_G$ , la capacité  $C_E$  forme un filtre ?

0.25

- A ☒ Passe Bas      B Passe Haut      C Passe Moile-sel

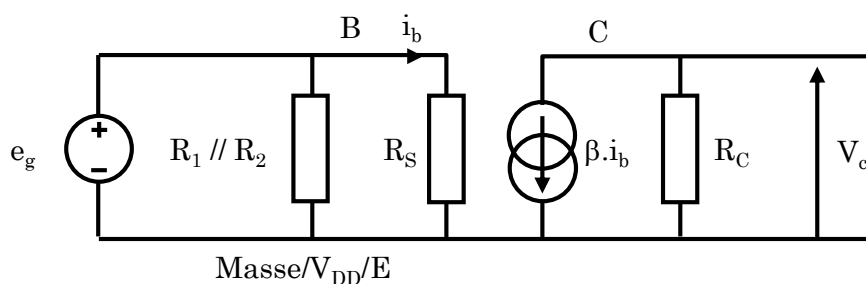
I.2.5. Quel est le rôle de la capacité  $R_E$  ?

0.25

- A ☒ Stabiliser thermiquement le transistor.
- B Diminuer le gain de l'amplificateur.
- C Empêcher la tension  $V_E$  de varier et ainsi augmenter la valeur du gain  $A_V = v_c/e_g$ .
- D Augmenter l'effet de la capacité  $C_E$

I.2.6. Donner le schéma en régime petit signal du circuit de la figure (I.1). Il faudra indiquer où se trouvent : la base, le collecteur, l'émetteur,  $i_b$ , et  $\beta.i_b$ .

1



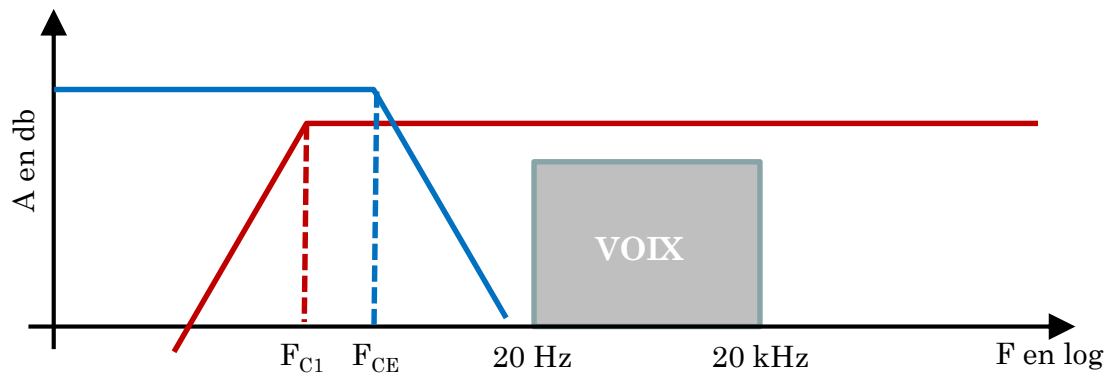
I.2.7. Donner l'expression du gain en tension.

0,5

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

I.2.8. On souhaite amplifier un signal audio dont les fréquences sont comprises entre 20 Hz et 20 kHz. Représenter l'allure des filtres liés aux capacités  $C_1$  et  $C_E$ .

0,5



## EXERCICE II : Amplificateur n°2 (4,5 pts)

On se propose d'étudier le petit amplificateur audio de la figure II.1. Les deux transistors sont identiques.

On suppose que  $\beta \gg 2$  et on fera les simplifications en conséquence.

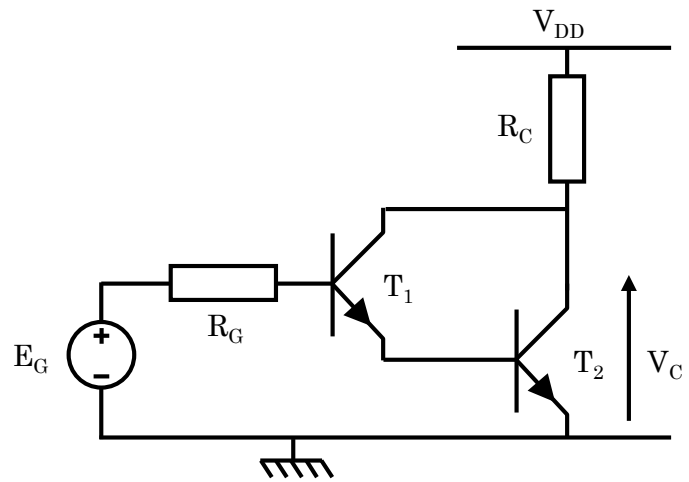


Figure II.1.

### II.1. Etude en statique du montage

0,5 **II.1.1.** Donner l'expression du courant qui circule dans  $R_C$  en fonction de  $I_{B10}$

$$I_{RC} = I_{C10} + I_{C20} = I_{C10} + \beta \cdot I_{C10} = \beta \cdot I_{B10} + \beta^2 \cdot I_{B10} \approx \beta^2 \cdot I_{B10}$$

0,5 **II.1.2.** Donner l'expression de la tension  $V_C$  en fonction de  $E_G$ ,  $R_G$ ,  $V_S$ ,  $V_{DD}$ ,  $R_C$  et  $\beta$ .

$$V_C = V_{DD} - R_C \cdot I_{RC} = V_{DD} - R_C \beta^2 \cdot I_{B10} = V_{DD} - R_C \beta^2 \cdot \frac{E_G - 2V_S}{R_G + R_S + (1 + \beta)R_S}$$

$$V_C = V_{DD} - R_C \beta^2 \cdot \frac{E_G - 2V_S}{R_G + \beta R_S}$$

## II.2. Etude en régime dynamique du montage

On se place aux fréquences du signal  $E_G(t)$

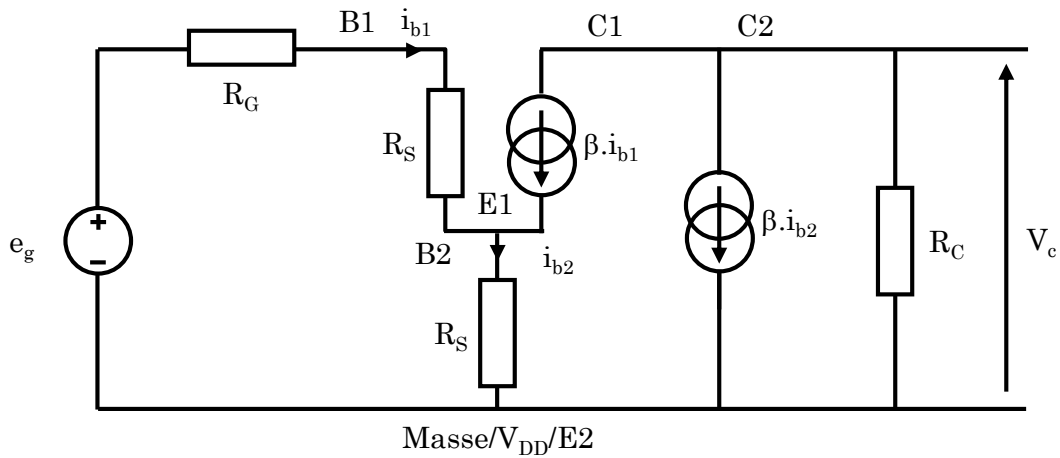
II.2.1. A partir de la question II.1.2, donner l'expression du gain en tension

0,5

$$A_v = \frac{\partial V_C}{\partial E_G} = -\beta^2 \cdot \frac{R_C}{R_G + \beta R_S}$$

II.2.2. Donner le schéma en régime petit signal du circuit de la figure (II.1). Il faudra indiquer où se trouvent : la base, le collecteur, l'émetteur,  $i_b$ , et  $\beta \cdot i_b$ . Vous utiliserez les indices 1 et 2 pour différencier les deux transistors sauf pour  $\beta$ ,  $R_S$  et  $V_S$ .

2



1

II.2.3. Donner l'expression du gain en tension.

$$A_v = \frac{v_c}{e_g} = \frac{-\beta \cdot R_C \cdot (i_{b1} + i_{b2})}{R_G + R_S \cdot i_{b1} + R_S(1 + \beta) i_{b1}} = \frac{-\beta \cdot R_C \cdot (2 + \beta) i_{b1}}{R_G + R_S \cdot i_{b1} + R_S(1 + \beta) i_{b1}} \approx -\beta^2 \frac{R_C}{R_G + \beta R_S}$$

### EXERCICE III : Amplificateur n°3 (3,5 pts)

On se propose d'étudier le petit amplificateur audio de la figure III.1.

Si nécessaire, on posera  $R_A = (R_1 // R_2) + R_3$

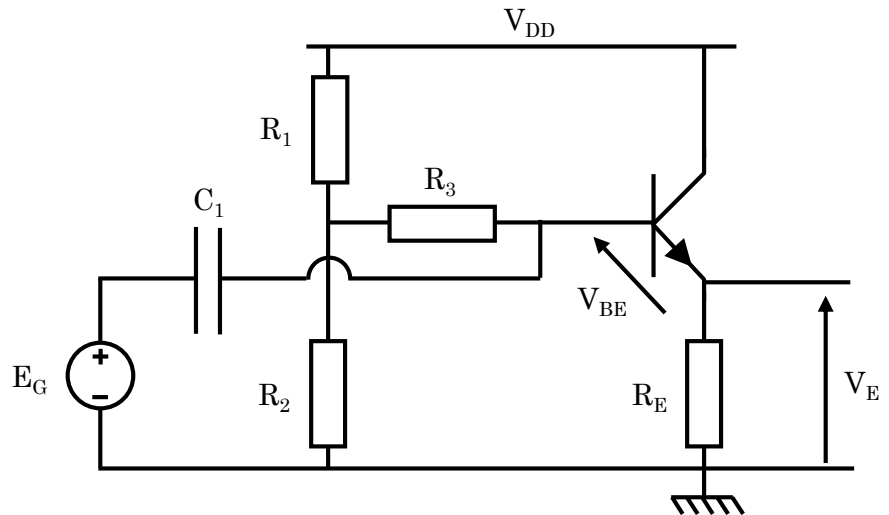
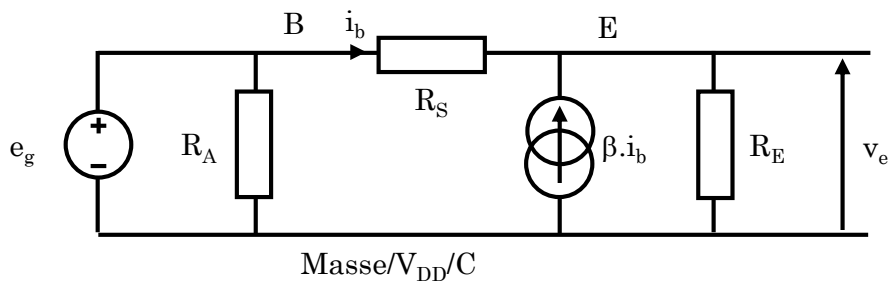


Figure III.1.

1,5

**III.1.** Donner le schéma en régime petit signal du circuit de la figure III.1. Il faudra indiquer où se trouvent : la base, le collecteur, l'émetteur,  $i_b$ , et  $\beta \cdot i_b$ . On se place aux fréquences du signal  $E_G(t)$



1

**III.1.2.** Donner l'expression du gain en tension.

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

1

**III.1.3.** Donner l'expression de la résistance d'entrée vue par le générateur  $E_G(t)$ .

$$R_e = R_A // (R_S + (1 + \beta) R_E) =$$

## EXERCICE IV : Amplificateur n°4 (3,5 pts)

On se propose d'étudier le petit amplificateur audio de la figure IV.1. Les deux transistors sont identiques.

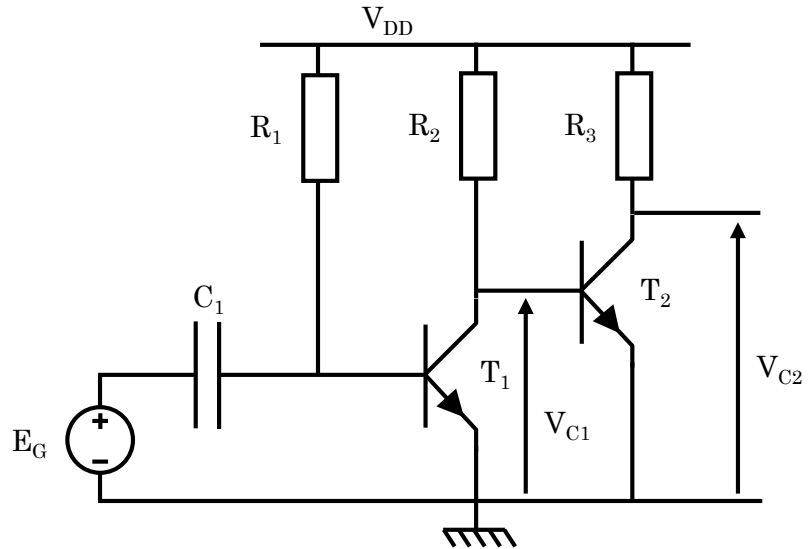
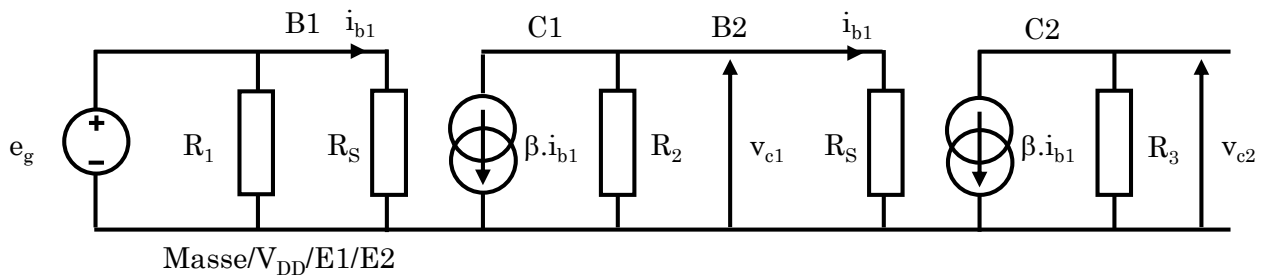


Figure IV.1.

IV.1. Donner le schéma en régime petit signal du circuit de la figure (IV.1). Il faudra indiquer où se trouvent : la base, le collecteur, l'émetteur,  $i_b$ , et  $\beta \cdot i_b$ . Vous utiliserez les indices 1 et 2 pour différencier les deux transistors sauf pour  $R_S$  et  $V_S$ . On se place aux fréquences du signal  $E_G(t)$

2



IV.2. Donner l'expression du gain en tension sur le premier transistor.

0,5

$$A_{V1} = \frac{v_{c1}}{e_g} = -\beta \frac{R_2 // R_S}{R_S}$$

IV.3. Donner l'expression du gain en tension sur le deuxième transistor.

0,5

$$A_{V2} = \frac{v_{c2}}{v_{c1}} = -\beta \frac{R_3}{R_S}$$

IV.4. Donner alors l'expression du total de l'amplificateur.

0,5

$$A_V = \frac{v_{c2}}{e_g} = \frac{v_{c2}}{v_{c1}} \frac{v_{c1}}{e_g} = \beta^2 \frac{R_3 (R_2 // R_S)}{R_S^2}$$

## EXERCICE V : Amplificateur n°5 (3,5 pts)

On se propose d'étudier le schéma petit signal de la figure V.1. On supposera que  $\beta \gg 1$ .

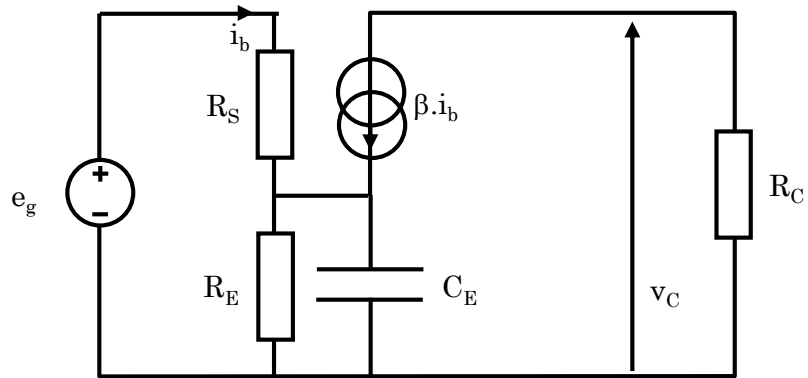


Figure V.1.

2

**V.1.** Donner l'expression du gain en tension en respectant la forme suivante. Il faudra identifier  $H$ ,  $\omega_{C1}$  et  $\omega_{C2}$ .

$$A_v = \frac{v_C}{e_g} = \frac{H}{1 + j \frac{\omega}{\omega_{C1}}} \left( 1 + j \frac{\omega}{\omega_{C2}} \right)$$

$$A_v = -\beta \frac{R_C}{R_S + (1 + \beta) \frac{R_E}{1 + j\omega C_E R_E}} = -\beta \frac{R_C}{R_S + \beta \frac{R_E}{j\omega C_E R_E + 1}}$$

$$A_v = -\beta \frac{R_C}{R_S + \beta R_E} \frac{1}{j\omega C_E \frac{R_E R_S}{R_S + \beta R_E} + 1} (j\omega C_E R_E + 1)$$

$$\text{Avec } H = -\beta \frac{R_C}{R_S + \beta R_E} \quad , \quad \omega_{C1} = \frac{R_S + \beta R_E}{C_E R_E R_S} \quad \text{et} \quad \omega_{C2} = \frac{1}{C_E R_E}$$

0,5

**V.2.** Vers quelles valeurs tend  $A_v$  lorsque  $\omega$  tend vers 0 et l'infini ? Dans ce dernier cas, vous pouvez vérifier avec votre réponse à la question I.2.7.

$$A_v(\omega \rightarrow 0) = -\beta \frac{R_C}{R_S + \beta R_E}$$

$$A_v(\omega \rightarrow \infty) = -\beta \frac{R_C}{R_S}$$

0,5

**V.3.** Est-ce que :

A  $\omega_{C1} = \omega_{C2}$

B ☒  $\omega_{C1} > \omega_{C2}$

C  $\omega_{C1} < \omega_{C2}$



V.4. On souhaite amplifier un signal audio dont les fréquences sont comprises entre 20 Hz et 20 kHz. Représenter l'allure du gain  $A_v$  en faisant apparaître  $F_{C1}$  et  $F_{C2}$ .

0,5

