


Nom :	Prénom :	Groupe :
<b>ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS</b>		
	<b>Cycle Initial Polytech Première Année Année scolaire 2013/2014</b>  <hr style="border: 1px solid black;"/> <b>DS électronique analogique No2</b>	<b>Note</b>  <span style="font-size: 2em; font-weight: bold;">/ 20</span>

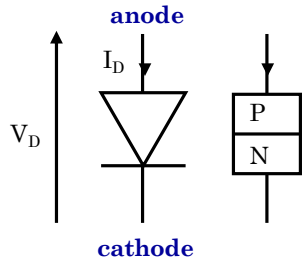
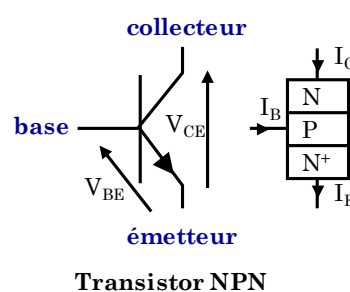
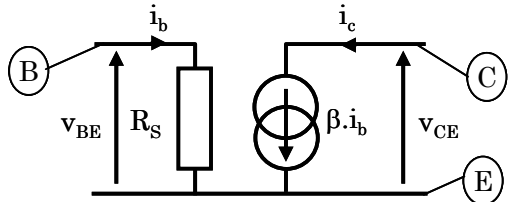
Mardi 1 Avril 2014

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 :**

<p>Modèle électrique équivalent de la diode lorsqu'elle est passante : <math>V_D = V_S + R_S \cdot I_D</math></p>			
<p>Modèle électrique équivalent de la diode lorsqu'elle est bloquée : <math>I_D = 0</math></p>			
			
 <p style="text-align: center;"><b>Transistor NPN</b></p>		 <p style="text-align: center;">Schéma électrique équivalent du transistor bipolaire NPN en régime de petit signal</p>	
Préfixes	milli	m	$10^{-3}$
	micro	$\mu$	$10^{-6}$
Impédance d'une capacité C : $1/(jC\omega)$ [Ω]	Impédance d'une bobine L : $jL\omega$ [Ω]		
Filtre passe bas : $G(\omega) = \frac{H}{1 + j\omega RC} = \frac{H}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}}$	Filtre passe haut : $G(\omega) = \frac{H}{1 - j\frac{1}{\omega RC}} = \frac{H}{1 - j\frac{\omega_0}{\omega}}$		

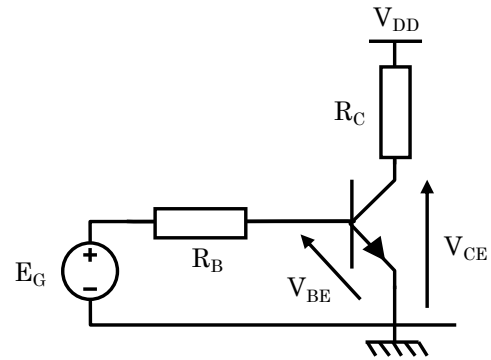
## EXERCICE I : L'amplificateur en émetteur commun (4.5 pts)

Soit le circuit ci-contre

0.5

**I.1.** Déterminer l'expression du courant  $I_B$  qui entre dans la base du transistor.

$$I_B = \frac{E_G - V_S}{R_B + R_S}$$



**Figure I.1**

1

**I.2.** En régime linéaire, donner l'expression de  $V_{CE}$  en fonction de  $E_G$  et des éléments du montage

$$V_{CE} = V_{DD} - R_C \cdot I_C = V_{DD} - \beta \cdot R_C \cdot \frac{E_G - V_S}{R_B + R_S}$$

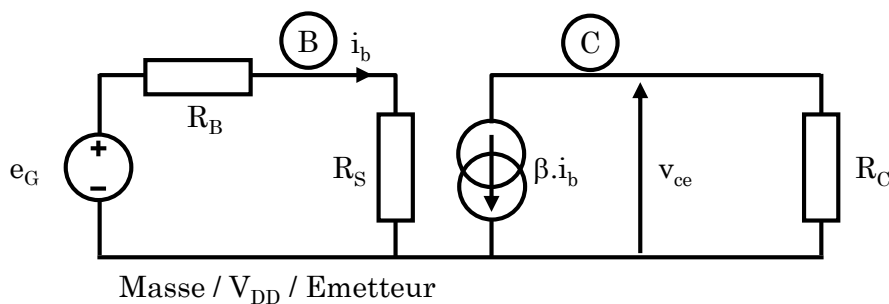
1

**I.3.** Donner l'expression du gain en tension

$$A_v = \frac{\partial V_{CE}}{\partial E_G} = -\beta \cdot \frac{R_C}{R_B + R_S}$$

1,5

**I.4.** En régime linéaire, donner le schéma petit signal du circuit. Il faudra indiquer où se trouvent : la base, le collecteur, l'émetteur,  $i_b$ , et  $\beta \cdot i_b$ . La résistance parasite  $1/h_{oe}$  sera négligée.



**I.5.** A partir du schéma petit signal, donner l'expression du gain en tension

0,5

$$A_v = \frac{v_{ce}}{e_g} = \frac{-\beta \cdot R_C \cdot i_b}{(R_B + R_S) i_b} = -\beta \cdot \frac{R_C}{R_B + R_S}$$

## EXERCICE II : L'amplificateur non inverseur (9.5 pts)

Soit le circuit ci-contre dont les éléments sont :  $V_{DD} = 3 \text{ V}$ ,  $R_B = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_E = 2 \text{ k}\Omega$ , pour le transistor :  $V_S = 0,6 \text{ V}$ ,  $R_S = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $\beta = 100$ ,  $V_{CEsat} = 0,2 \text{ V}$ .

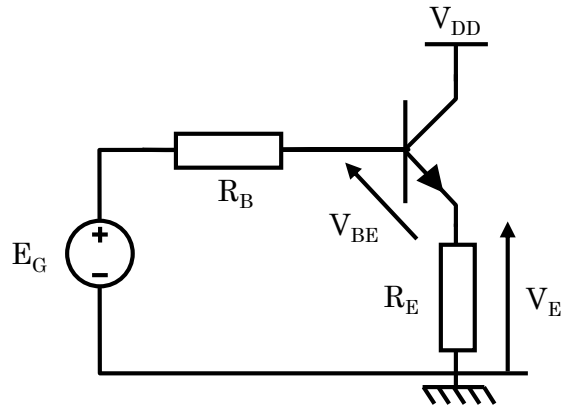


Figure II.1

### II.1. Etude du montage pour $E_G = 2 \text{ V}$

0,5

**II.1.1.** Déterminer l'expression et la valeur du courant  $I_B$  qui entre dans la base du transistor.

$$I_B = \frac{E_G - V_S}{R_B + R_S + (1 + \beta) \cdot R_E} = 6.57 \mu\text{A}$$

0,25

**II.1.2.** Donner l'expression et la valeur du courant,  $I_C$ , qui entre dans le collecteur.

$$I_C = \beta \cdot I_B = 657 \mu\text{A}$$

0,5

**II.1.3.** Donner l'expression et la valeur de la tension,  $V_E$ .

$$V_E = (1 + \beta) R_E \cdot I_B = 1.33 \text{ V} \text{ donc } V_{CE} = 1.67 \text{ V} > V_{CEsat}$$

**II.1.4.** Dans quel régime se trouve le transistor ?

0,25

A Bloqué

**B Linéaire**

C Saturé

### II.2. Débloquage du transistor

**II.2.1.** A partir de quelle tension  $E_G$  le transistor se débloque ?

0,25

$$E_G = V_S = 0.6 \text{ V}$$

**II.2.2.** Quelle est la valeur de  $V_E$  lorsque le transistor est bloqué ?

0,25

$$V_E = 0 \text{ V}$$

### II.3. Saturation du transistor

0,5

**II.3.1.** Déterminer l'expression et la valeur de  $I_B$  qui correspond à la limite de la saturation.

$$V_{DD} = V_{CEsat} + R_E \cdot (I_B + I_C) = V_{CEsat} + R_E \cdot (1 + \beta) I_B$$

$$I_{Bsat} = \frac{I_{Csat}}{\beta} = \frac{V_{DD} - V_{CEsat}}{(1 + \beta) R_E} = 13.9 \mu A$$

0,25

**II.3.2.** Déterminer l'expression et la valeur de  $E_G$  à partir de laquelle le transistor est saturé.

$$E_G = V_S + [R_B + R_S + (1 + \beta) R_E] I_{Bsat} = 3.55 V$$

0,25

**II.3.3.** Quelle est la valeur de  $V_E$  quand le transistor est saturé

$$V_E = V_{DD} - V_{CEsat} = 2.8 V$$

## II.4. Caractéristique $V_E(E_G)$

**II.4.1.** Sur la figure (II.2) tracer la caractéristique  $V_E(E_G)$  en indiquant les 3 régimes du transistor.

1,5

**II.4.2.** Placer le point  $(V_E, E_G)$  trouvé à la question (II.1).

0,25

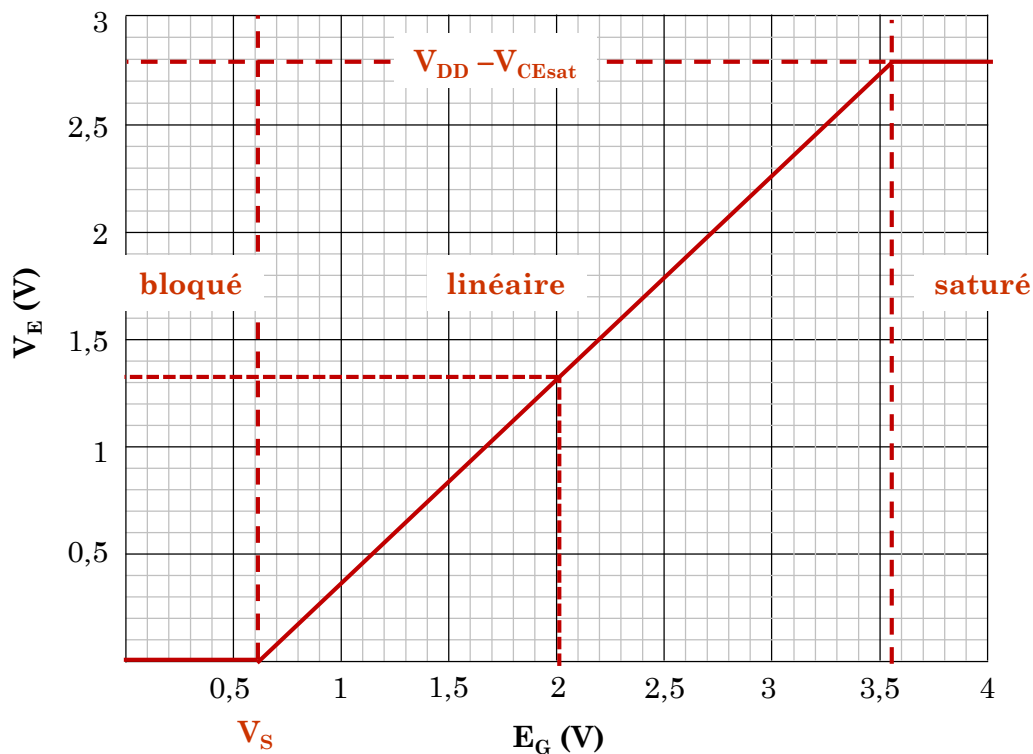


Figure II.2.

## II.5. Gain en tension en régime linéaire

**II.5.1.** Déterminer l'expression de  $V_E$  en fonction de  $E_G$ .

1

$$V_E = (1 + \beta) R_E I_B = (1 + \beta) R_E \cdot \frac{E_G - V_S}{R_B + R_S + (1 + \beta) R_E}$$

**II.5.2.** Donner alors l'expression et la valeur du gain de l'inverseur en régime linéaire.

1

$$A_V = \frac{dV_E}{dE_G} = \frac{(1+\beta)R_E}{R_B + R_S + (1+\beta)R_E} = 0.95$$

## II.6. Régime de petit signal

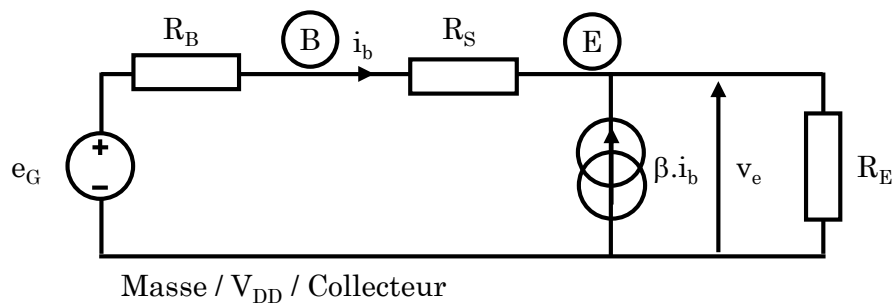
0,25

**II.6.1.** Quelle est la condition sur le régime du transistor pour pouvoir représenter le circuit de la figure (II.1) en petit signal ?

- A Bloqué
- B Linéaire**
- C Saturé
- D Alternativement Bloqué et saturé car c'est un inverseur
- E Alternativement Bloqué et linéaire

1,5

**II.6.2.** Représenter le circuit en régime de petit signal.  $1/h_{oe}$  sera négligée. Il faudra indiquer où se trouvent : la base, le collecteur, l'émetteur,  $i_b$ , et  $\beta.i_b$ .



**II.6.3.** Déterminer l'expression et la valeur du gain en tension :

1

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

### EXERCICE III : Amplificateur en collecteur commun (6 pts)

Soit le circuit de la figure (III.1).  
L'entrée du montage est  $E_G$  et la sortie est  $V_E$ . La résistance parasite  $1/h_{oe}$  sera négligée.

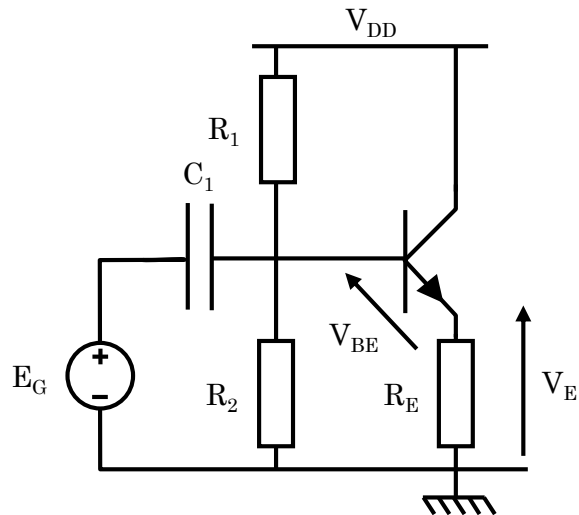


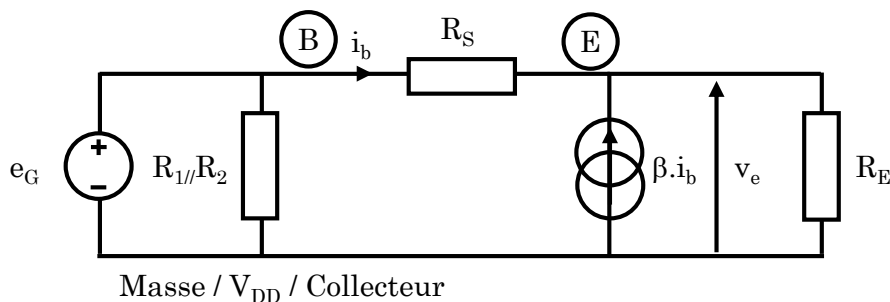
Figure III.1

#### III.1 Gain dans la bande passante

On considère que  $C_1$  est un court-circuit aux fréquences de  $E_G$ .

1,5

**III.1.1** Donner le schéma en régime petit signal du schéma de la figure (III.1). Il faudra indiquer où se trouvent : la base, le collecteur, l'émetteur,  $i_b$ , et  $\beta \cdot i_b$ .



1,5

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

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

#### III.2 Fréquence de coupure liée à $C_1$

**III.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  $R_{+2}$
- 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.

**III.2.2.** Pour le circuit, la capacité  $C_1$  représente un filtre :

0,25

A Passe Bas

**B Passe Haut**

C Passe Ionata

**III.2.3.** Soit  $R_e = R_1 // R_2 // [R_S + (1 + \beta) R_E]$  la résistance d'entrée du circuit, déterminer l'expression du gain en tension :

1

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

**III.2.4.** Identifier alors l'expression de la fréquence du filtre,  $F_{C1}$  :

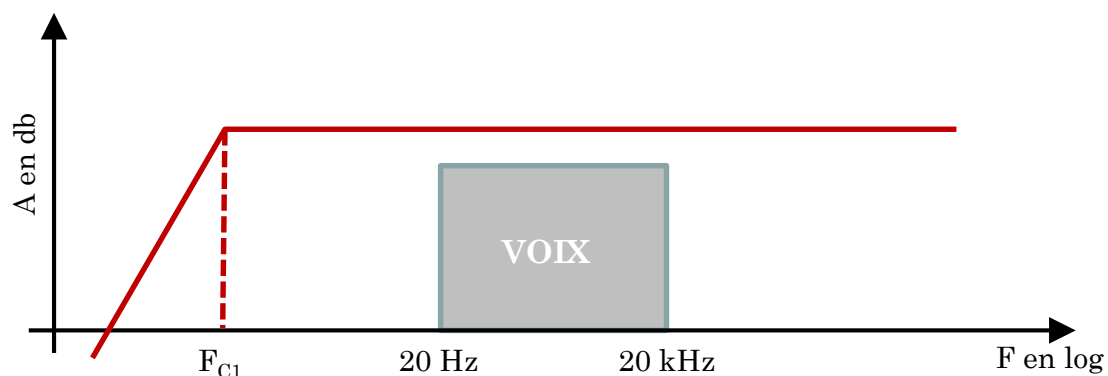
0,5

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

1

**III.2.5.** On souhaite amplifier un signal audio dont les fréquences sont comprises entre 20 Hz et 20 kHz. Quelle valeur choisissez-vous pour la fréquence  $F_{C1}$  ? Représenter le filtre sur la figure (III.2)

**$F_{C1} < 20 \text{ Hz}$**



**Figure III.2**