

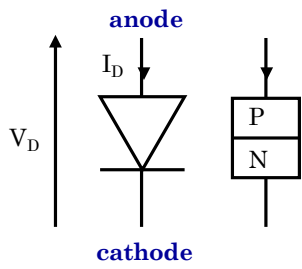
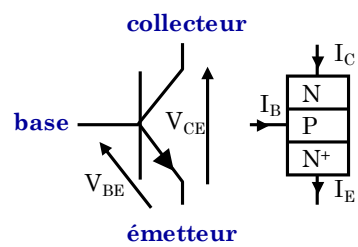
|                                                                                   |                                                                                                                                                                                                       |                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| Nom :                                                                             | Prénom :                                                                                                                                                                                              | Groupe :                                                  |
| <b>ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS</b>                 |                                                                                                                                                                                                       |                                                           |
|  | <p align="center"> <b>Cycle Initial Polytech</b><br/> <b>Première Année</b><br/> <b>Année scolaire 2015/2016</b> </p> <hr/> <p align="center"> <b>DS électronique</b><br/> <b>analogique No1</b> </p> | <p align="center"> <b>Note</b><br/><br/> <b>/ 20</b> </p> |

**Mardi 18 Mars 2016**

**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 :**

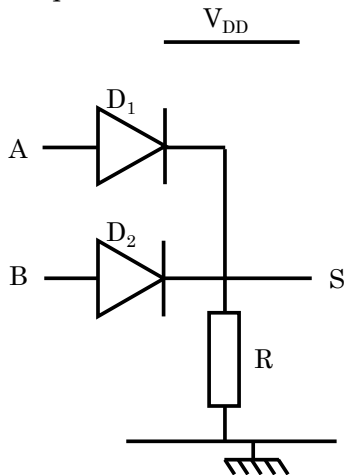
|                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| <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 align="center"><b>Transistor NPN</b></p>                                                                                  |                                                                                             |
| <p>Filtre passe bas : <math>G(\omega) = \frac{H}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}}</math></p>                                                                                                                       | <p>Filtre passe haut : <math>G(\omega) = \frac{H}{1 - j \frac{\omega_0}{\omega}}</math></p> |

## EXERCICE I : Portes logiques (5.5 pts)

Dans ces exercices, le « 1 » logique correspond à une tension supérieure à 1 V et le « 0 » logique à une tension inférieure à 1 V.

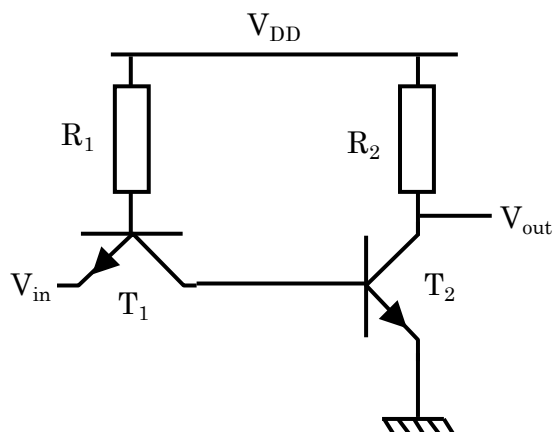
1

**I.1.** Soit la porte logique ci-dessous, donner les valeurs logiques de la sortie S en fonction des entrées A et B.  $V_{DD} = 5\text{ V}$ ,  $R = 10\text{ k}\Omega$ . Les diodes sont identiques et ont pour caractéristiques  $R_S = 0$  et  $V_S = 0.5\text{ V}$ .



| B | A | S |
|---|---|---|
| 0 | 0 |   |
| 0 | 1 |   |
| 1 | 0 |   |
| 1 | 1 |   |

**I.2.** Soit la porte logique ci-contre.  $V_{DD} = 5\text{ V}$ ,  $R_1 = 10\text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 1\text{ k}\Omega$ . pour le transistor  $T_2$  :  $\beta = 100$ ,  $V_{CEsat} = 0.2\text{ V}$  et pour la base  $V_S = 0.6\text{ V}$ ,  $R_S = 1\text{ k}\Omega$ . Pour le transistor  $T_1$  : Les diodes BE et BC sont identiques avec  $V_S = 0.6\text{ V}$ ,  $R_S = 1\text{ k}\Omega$  et en fonctionnement transistor il y a aussi :  $\beta = 100$ ,  $V_{CEsat} = 0.2\text{ V}$



**I.2.1. Pour  $V_{in} = V_{DD}$**

0.25

**I.2.1.1.** Dans quel état doit se trouver la diode BE du transistor  $T_1$  ?

Bloqué      passant

0.5

**I.2.1.2.** Dans quel état doit se trouver la diode BC du transistor  $T_1$  ?

Bloqué      passant

0.25

**I.2.1.3.** Dans ce cas, donner l'expression du courant  $I_{B2}$

$I_{B2} =$

0.25

**I.2.1.4.** Donner l'expression du courant  $I_{C2}$

$I_{C2} =$

**I.2.1.4.** En déduire l'expression et la valeur de  $V_{out}$  :

0.5

$V_{out} =$

**I.2.2.5.** Quel est le régime de fonctionnement de  $T_2$  ?

0.25

Bloqué      Linéaire      Saturé

**I.2.2. Pour  $V_{in} = 0$**

**I.2.2.1.** Quel est le régime de fonctionnement de  $T_1$  ?

0.5

Bloqué      Linéaire      Saturé

**I.2.2.2.** Comment sont les courants  $I_{C1}$  et  $I_{B2}$  ?

0.5

Identiques      Opposés      Perpendiculaires

**I.2.2.3.** Donner la valeur du courant de base du transistor  $T_2$

0.25

$I_{B2} =$

**I.2.2.4.** Donner la valeur de la tension  $V_{out}$

0.25

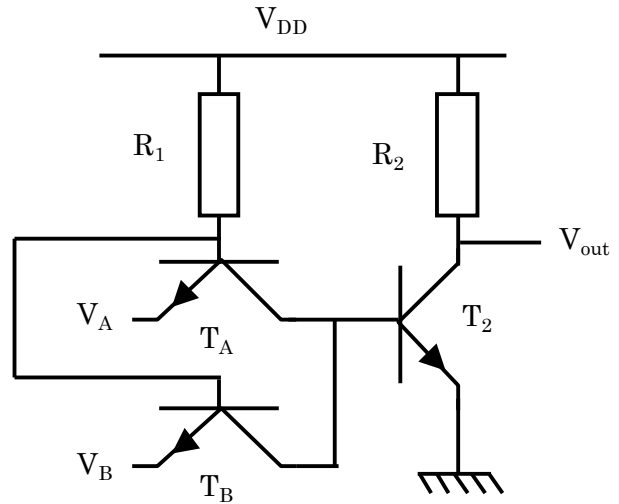
$V_{out} =$

Brouillon

1

**I.3.** Soit le montage ci-contre. Donner les valeurs logiques de S pour les combinaisons ci-dessous.

| $V_B$ | $V_A$ | $V_{out}$ |
|-------|-------|-----------|
| 0     | 0     |           |
| 0     | 1     |           |
| 1     | 0     |           |
| 1     | 1     |           |



## EXERCICE II : Amplificateur émetteur commun (5 pts)

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

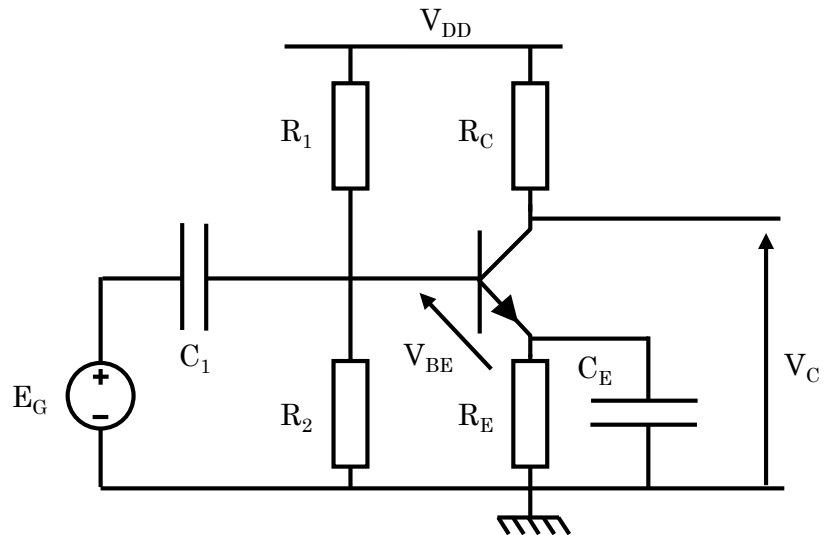


Figure II.1.

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

0.25 **II.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 **II.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

**II.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.

0.5

$I_{B0} =$

**II.1.4.** Donner l'expression du courant  $I_{C0}$  en fonction entre autre de  $\beta$ .

0.25

$I_{C0} =$

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

0.5

$V_{CE0} =$

Brouillon

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

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

0.25 **II.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.

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

- A Passe Bas                      B Passe Haut                      C Passe Cifique

0.25 **II.2.3.** Quel est le rôle de la capacité  $C_E$  ?

- 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  $C_1$

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

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

0.25 **II.2.5.** Quel est le rôle de la résistance  $R_E$  ?

- 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  $C_E$

1 **II.2.6.** 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  $\beta.i_b$ .

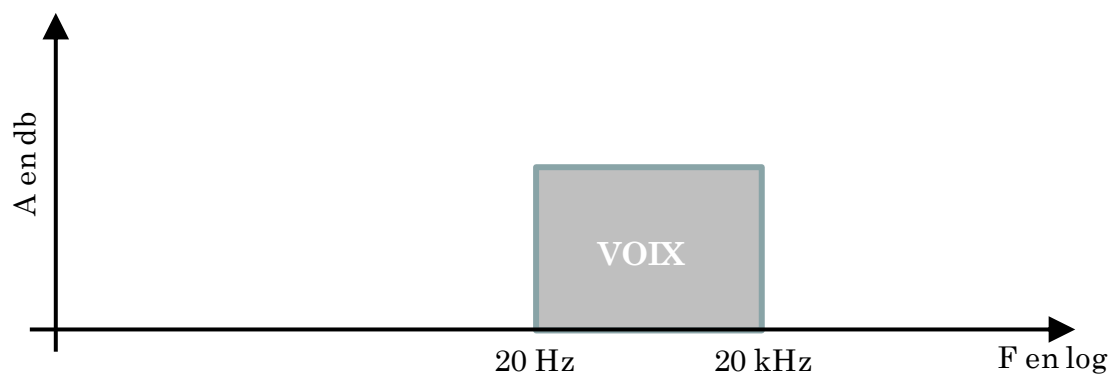
**II.2.7.** Donner l'expression du gain en tension.

0,5

$$A_v = \frac{v_c}{e_g} =$$

**II.2.8.** On souhaite amplifier un signal audio dont les fréquences sont comprises entre 20 Hz et 20 kHz. Représenter l'allure asymptotique des filtres liés aux capacités  $C_1$  et  $C_E$ . Il faudra indiquer les fréquences de coupures  $F_{CE}$  et  $F_{C1}$ .

0,5



Brouillon

### EXERCICE III : Analyse d'un signal PWM (3 pts)

En provenance d'un laser, on reçoit un signal qui a la forme d'un rectangle dont l'information se cache dans la valeur moyenne du rapport cyclique. Un exemple est donné à la figure (III.1), Le signal lumineux est converti en tension avec le circuit de la figure (III.2) qui donne un signal de forme numérique (succession de valeurs « 1 » et « 0 ») sur la sortie  $V_A$ .

Le composant qui capte la lumière du laser s'appelle un LDR (Light-Dependent Resistor) qui est une résistance dont la valeur décroît en présence de lumière. En présence du laser  $LDR = 900 \Omega$  et sans laser  $LDR = 3.2 k\Omega$ .

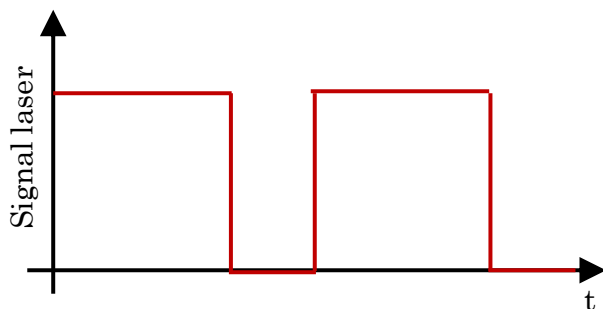


Figure III.1.

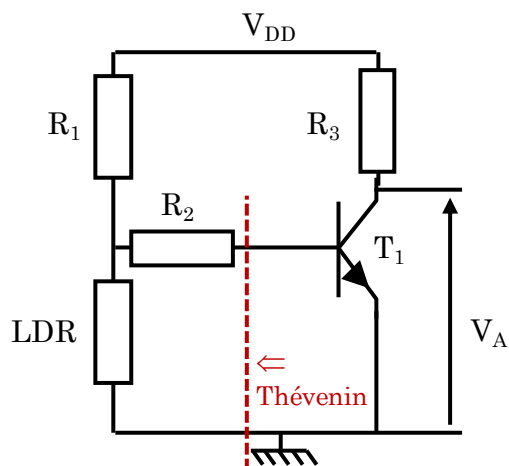


Figure III.2.

#### III.1. Convertisseur lumière-tension

0.5 III.1.1. Donner l'expression du générateur de Thévenin équivalent.

$$E_{th} =$$

$$R_{th} =$$

0.25 III.1.2. En présence de lumière, dans quel état doit se trouver le transistor ?

- A. Bloqué                      B. Linéaire                      C. Saturé

0.25 III.1.3. En absence de lumière, dans quel état doit se trouver le transistor ?

- A. Bloqué                      B. Linéaire                      C. Saturé

0.5 III.1.4. Donner l'expression du courant de base  $I_B$  ?

$$I_B =$$

III.1.5. Donner l'expression de  $V_A$

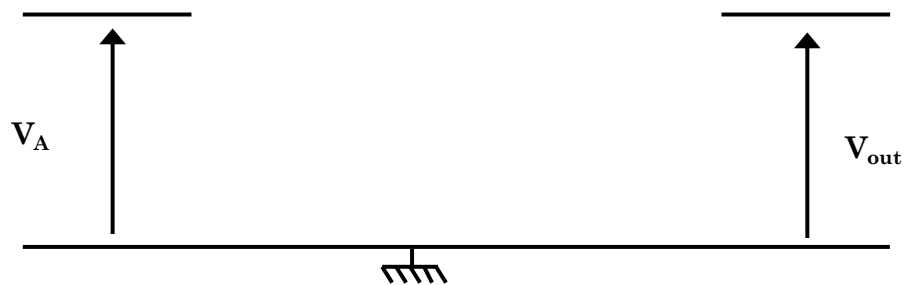
0.5

$V_A =$

### III.2. Filtrage du signal

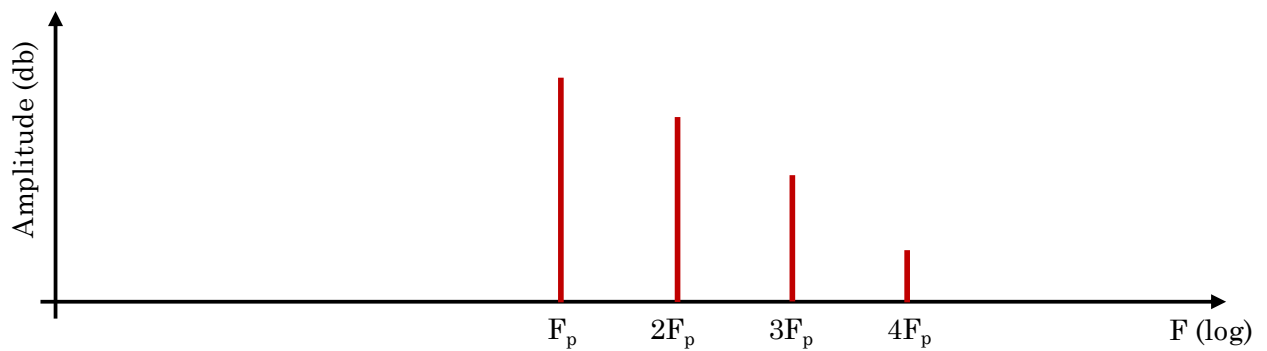
III.2.1. Dessiner le circuit qui permet de filtrer le signal et d'en extraire sa valeur moyenne.

0.5



III.2.2. Le signal a une fréquence  $F_p$ , représenter l'allure asymptotique du filtre que vous avez choisi.

0.5



Brouillon

#### EXERCICE IV : Capacité de liaison (2 pts)

Soit le schéma petit signal de la figure (IV.1) avec  $R_e = R_B // R_S$  la résistance d'entrée du circuit

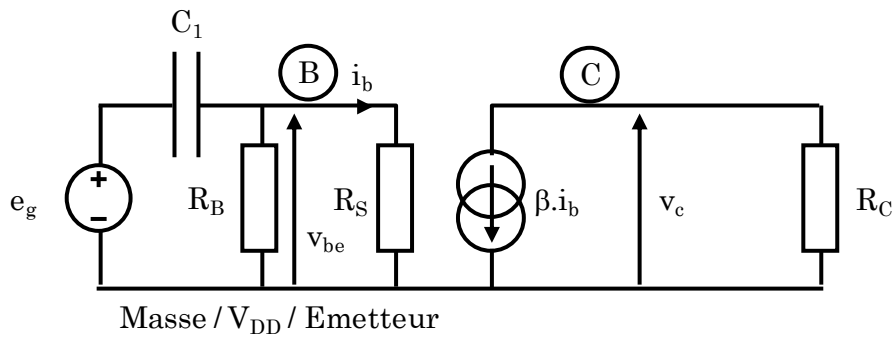


Figure IV.1.

1

**IV.1.** Déterminer l'expression du gain en tension en faisant apparaitre la forme du filtre (c.f. rappels)

$$A_{VC1} = \frac{v_c}{e_g} =$$

0,5

**IV.2.** Identifier alors l'expression de la fréquence du filtre,  $F_{C1}$  :

$$F_{C1} =$$

0,5

**IV.3.** On souhaite amplifier un signal audio dont les fréquences sont comprises entre 200 Hz et 10 kHz. Quelle valeur choisissez-vous pour la fréquence  $F_{C1}$  ?

Brouillon

## EXERCICE V : Polarisation d'une diode (3 pts)

L'objectif de cet exercice est de déterminer les valeurs de  $I_D$  et  $V_D$  de la diode de la figure (V.1). Pour le montage  $E_G = 1\text{ V}$  et  $R = 100\ \Omega$

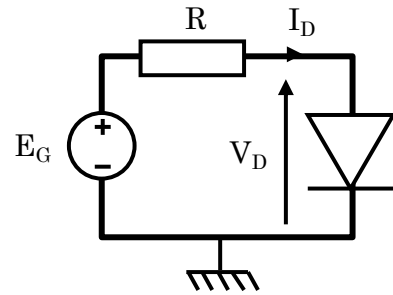


Figure V.1.

V.1. Déterminer  $V_S$  et  $R_S$  de la diode à partir de la courbe  $I_D(V_D)$  de la figure (V.1)

0.5

$V_S =$

$R_S =$

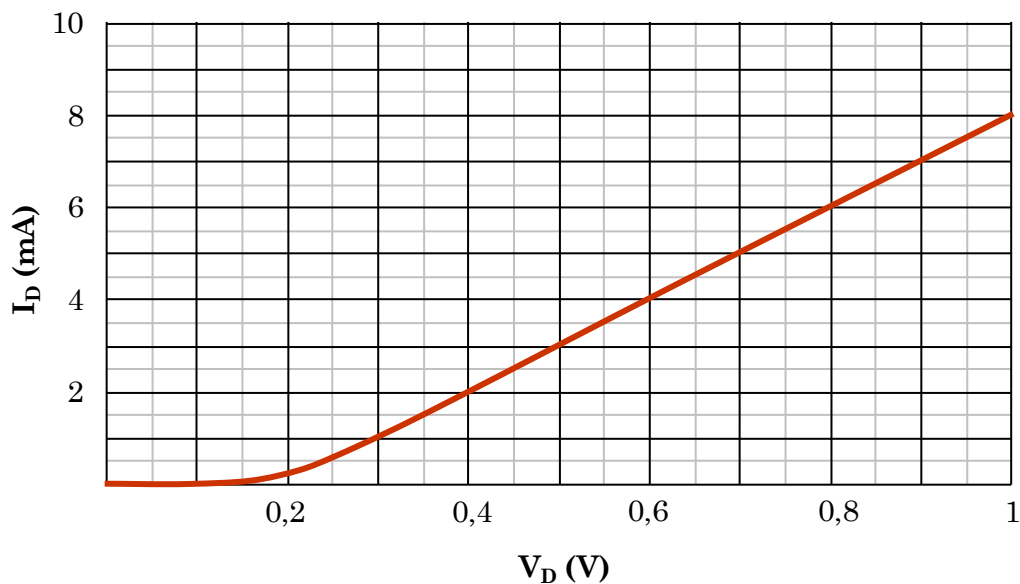


Figure V.2.

V.2. Droite de charge

V.2.1. Donner l'expression de la droite de charge du montage

0.5

V.2.2. Tracer la droite de charge du montage sur la figure (V.2).

0.5

V.2.3. Donner les valeurs du point de polarisation de la diode.

0.5

$I_D =$

$V_D =$

### V.3. Résolution sans droite charge

0.5 V.3.1. Donner l'expression du courant  $I_D$ .

0.5 V.3.2. Donner les valeurs du point de polarisation de la diode à partir de la question (V.3.1).

$I_D =$

$V_D =$

### EXERCICE VI : Courant et diodes (1.5 pts)

Soit le montage de la figure (VI.1). Les diodes sont passantes et ont des caractéristiques identiques :  $V_S = E_G/2$  et  $R_S = R$ .

1.5 Donner l'expression du courant  $I_{D1}$  en fonction de  $E_G$  et  $R$

$I_{D1} =$

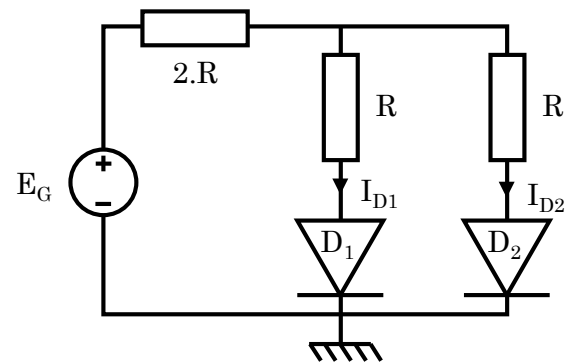


Figure VI.1.

Brouillon