

Nom :	Prénom :	Groupe :
ECOLE POLYTECHNIQUE UNIVERSITAIRE DE NICE SOPHIA-ANTIPOLIS		
	Cycle Initial Polytech Première Année Année scolaire 2015/2016 DS électronique analogique No1	Note / 20

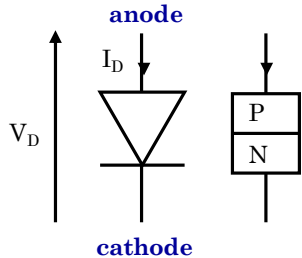
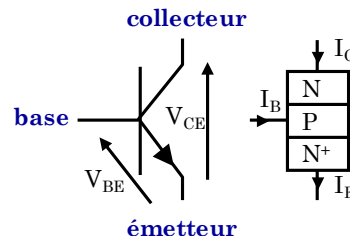
Mardi 18 Mars 2016

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 :

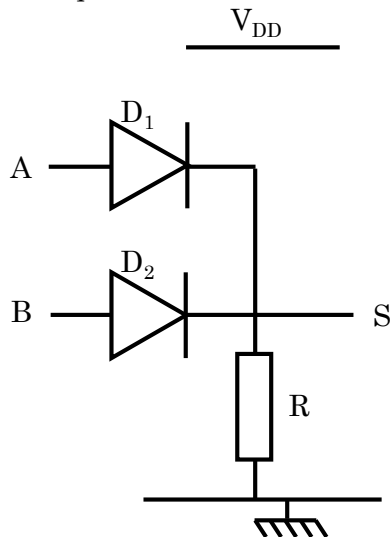
Modèle électrique équivalent de la diode lorsqu'elle est passante : $V_D = V_S + R_S \cdot I_D$ Modèle électrique équivalent de la diode lorsqu'elle est bloquée : $I_D = 0$		
 Transistor NPN		
Filtre passe bas : $G(\omega) = \frac{H}{1 + j \frac{\omega}{\omega_0}}$	Filtre passe haut : $G(\omega) = \frac{H}{1 - j \frac{\omega_0}{\omega}}$	

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.

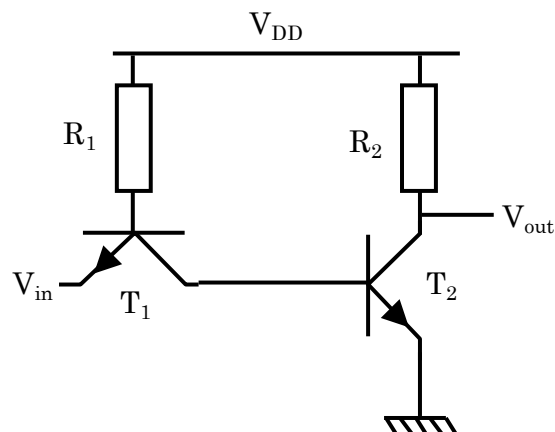
1

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
0	1	1
1	0	1
1	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}

$$I_{B2} = \frac{V_{DD} - 2V_S}{R_1 - 2R_S} = 0.32\text{ mA}$$

0.25

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

$$I_{C2} = \beta I_{B2}$$

0.5

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

$$V_{out} = V_{DD} - R_2 I_{C2} = -27\text{ V} < V_{CEsat}$$

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

$I_{B2} = 0$

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

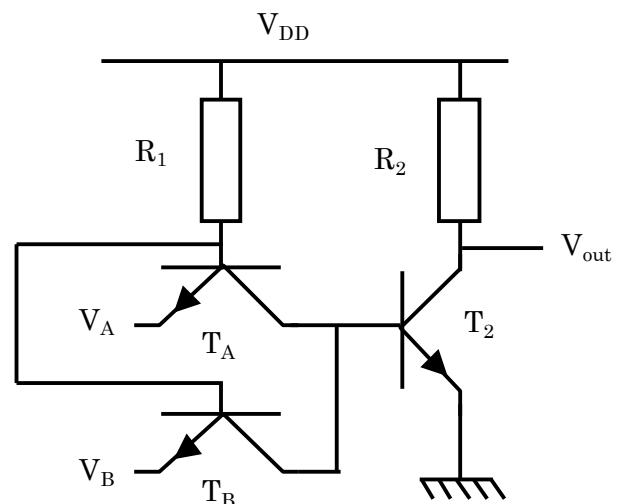
0.25

$V_{out} = V_{DD} = 5 \text{ V}$

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

1

V_B	V_A	V_{out}
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



EXERCICE II : Amplificateur émetteur commun (5 pts)

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

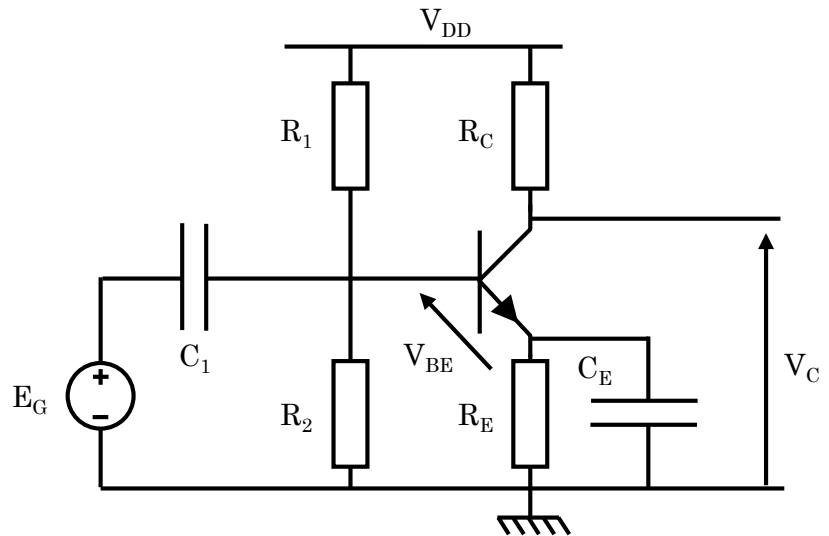


Figure II.1.

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

0.5 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 β . Vous pourrez vous aider d'un générateur de Thévenin équivalent si vous voulez.

$$I_{B0} = \frac{E_{TH} - V_S}{R_{TH} - R_S - (1 + \beta)R_E}$$

Avec $E_{TH} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{DD}$ **et** $R_{TH} = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$

II.1.4. Donner l'expression du courant I_{C0} en fonction entre autre de β .

0.25

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

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

0.5

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

II.2. Etude en régime dynamique du montage

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

II.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 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.

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

0.25

- A Passe Bas B **Passe Haut** C Passe Cifique

II.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

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

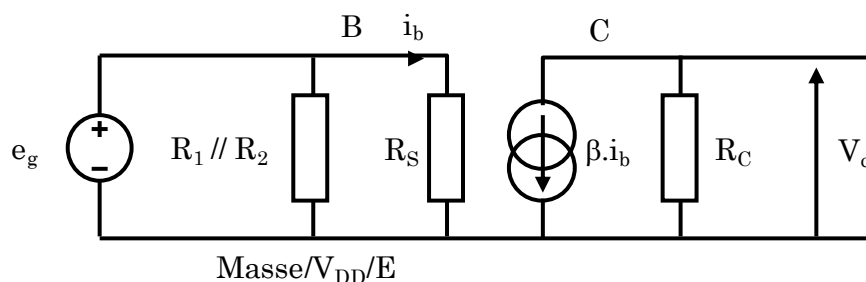
0.25

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 $\beta \cdot i_b$.



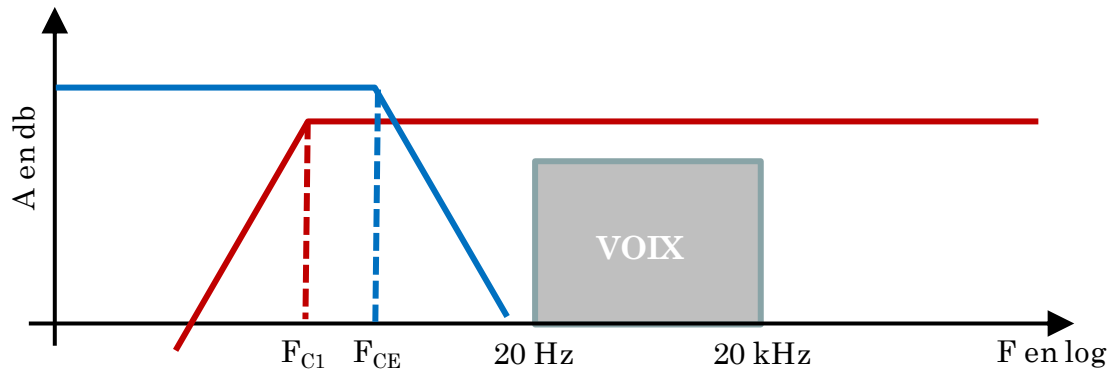
II.2.7. Donner l'expression du gain en tension.

0,5

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

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



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 $LDR = 3.2 k\Omega$.

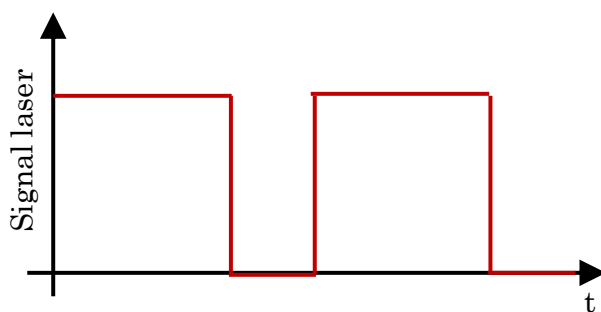


Figure III.1.

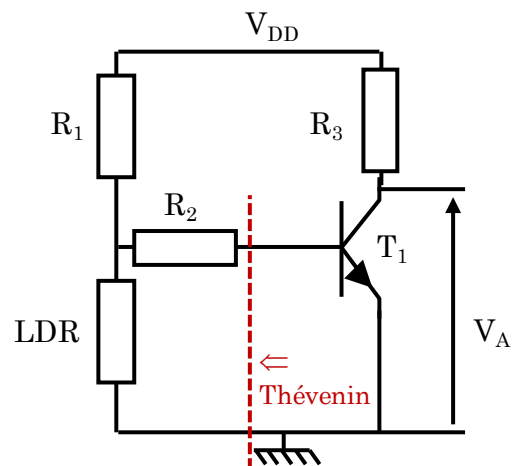


Figure III.2.

III.1. Convertisseur lumière-tension

0.5

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

$$E_{th} = \frac{LDR}{R_1 + LDR} V_{DD} \quad R_{th} = \frac{R_1 \cdot LDR}{R_1 + LDR} + R_2$$

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 ?

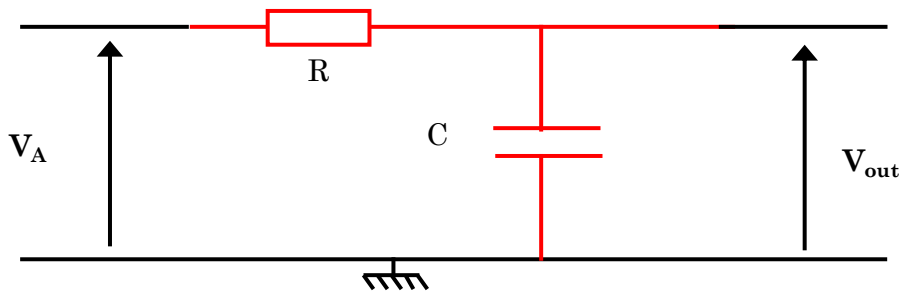
$$I_B = \frac{E_{th} - V_S}{R_{th} + R_S}$$

0.5 **III.1.5.** Donner l'expression de V_A

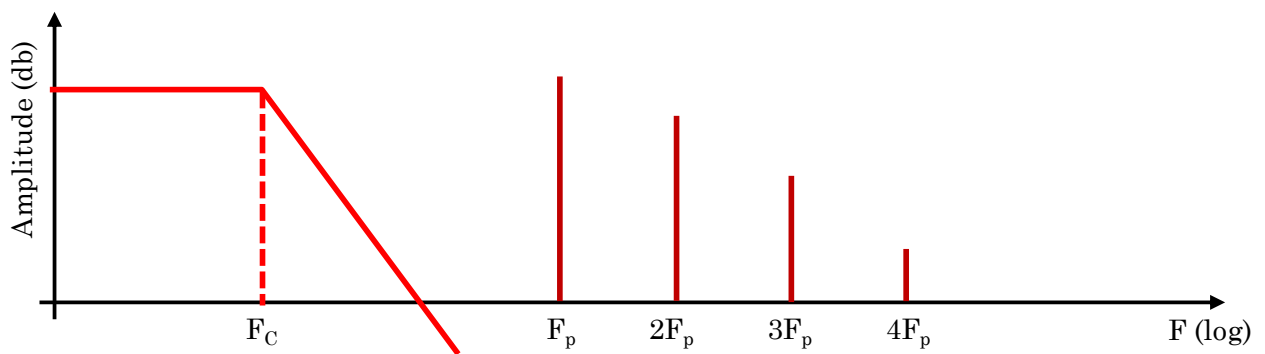
$$V_A = V_{DD} - \beta \cdot R_3 \cdot I_B$$

III.2. Filtrage du signal

0.5 **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.



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

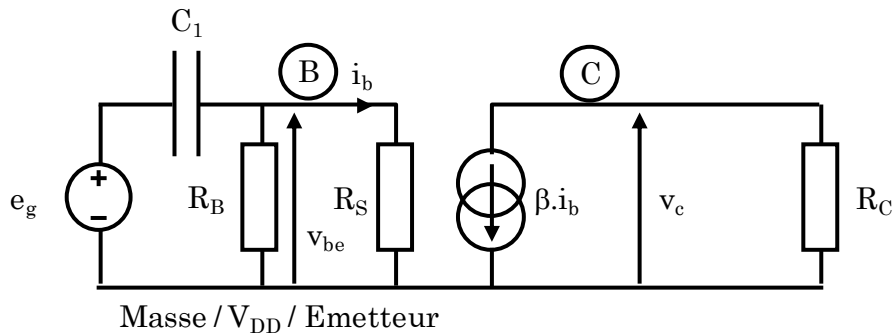


Figure IV.1.

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

1

$$A_{VC1} = \frac{v_c}{e_g} = \frac{v_c}{v_{be}} \frac{v_{be}}{e_g} = \frac{-\beta \cdot R_C}{R_S} \frac{R_e}{R_e + \frac{1}{j\omega C_1}} = \frac{-\beta \cdot R_C}{R_S} \frac{1}{1 - j \frac{1}{\omega C_1 \cdot R_e}}$$

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

0,5

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

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} ?

0,5

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

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 $E_G = 1$ V et $R = 100 \Omega$

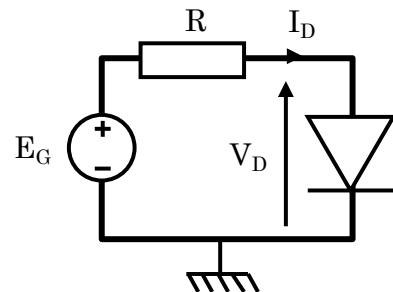


Figure V.1.

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

$$V_S = 0.2 \text{ V}$$

$$R_S = 100 \Omega$$

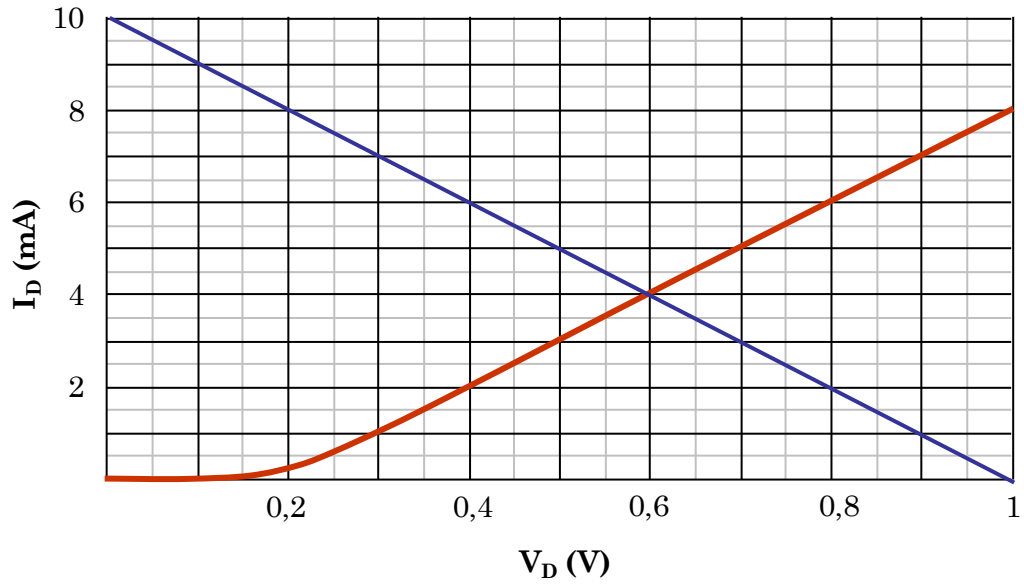


Figure V.2.

V.2. Droite de charge

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

$$I_D = \frac{E_G - V_D}{R}$$

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.

$$I_D = 4 \text{ mA}$$

$$V_D = 0.6 \text{ V}$$

V.3. Résolution sans droite charge

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

$$I_D = \frac{E_G - V_S}{R + R_S}$$

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

$$I_D = 4 \text{ mA}$$

$$V_D = 0.6 \text{ V}$$

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 $R_S = R$.

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

1.5	$I_{D1} = \frac{E_G}{12.R}$
-----	-----------------------------

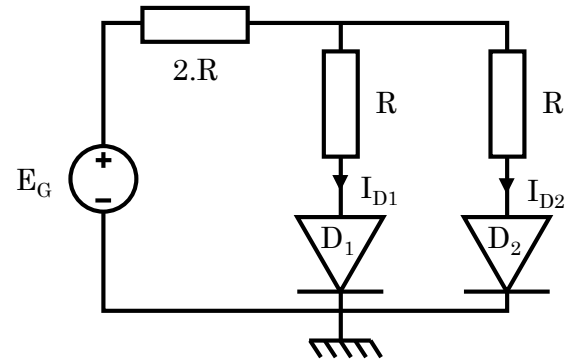


Figure VI.1.