

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

ELECTRONIQUE A 11

Seconde session

Samedi 3 avril 2004

9h. 12h.

sans documents

Tout résultat donné sans unités sera considéré comme faux

Tout schéma électrique sans orientation des générateurs, des courants et des tensions sera considéré comme faux.

Les exercices peuvent être traités dans un ordre quelconque.

Question 1: Semi-conducteur (2pts)

De quels paramètres dépend la concentration intrinsèque d'un semi-conducteur ? Préciser le sens de variation de cette concentration intrinsèque en fonction de la croissance de chacun de ces paramètres. (on ne demande pas l'expression mathématique de la concentration intrinsèque, mais l'évolution de la concentration intrinsèque en fonction des grandeurs qui interviennent dans cette expression)

Exercice 2: Dopages et résistivité (3pts)

On désire réaliser un semi-conducteur de type P à partir d'un barreau de silicium pur.

- 1) Dans quelle colonne de la classification périodique faut-il choisir les atomes d'impuretés ? Justifier votre choix.
- 2) On a introduit, pour obtenir un semi-conducteur de type P, un atome d'impureté pour 10^8 atomes de silicium. Calculer les concentrations en trous libres et en électrons libres du silicium dopé.
- 3) Quelles sont la conductivité et la résistivité de ce barreau ?

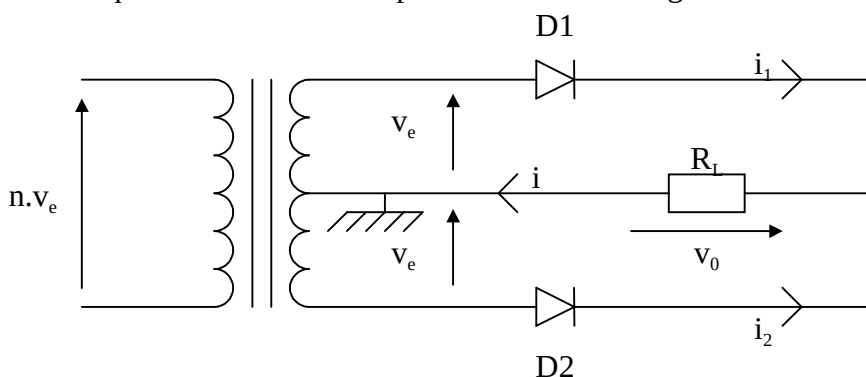
On rappelle: Concentration intrinsèque du silicium : 10^{10} cm^{-3} .

Concentration du silicium: $5 \cdot 10^{22} \text{ cm}^{-3}$

Charge de l'électron: $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$; mobilité des électrons: $1500 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$; mobilité des trous: $600 \text{ cm}^2 \text{ V}^{-1} \text{ s}^{-1}$.

Exercice 3 : Diode (4 pts)

Deux diodes identiques D1 et D2 sont disposées dans le montage suivant:



La tension au secondaire admet l'expression suivante: $V_e = 50 \sin \omega t$. La résistance R_L est de $1k\Omega$.

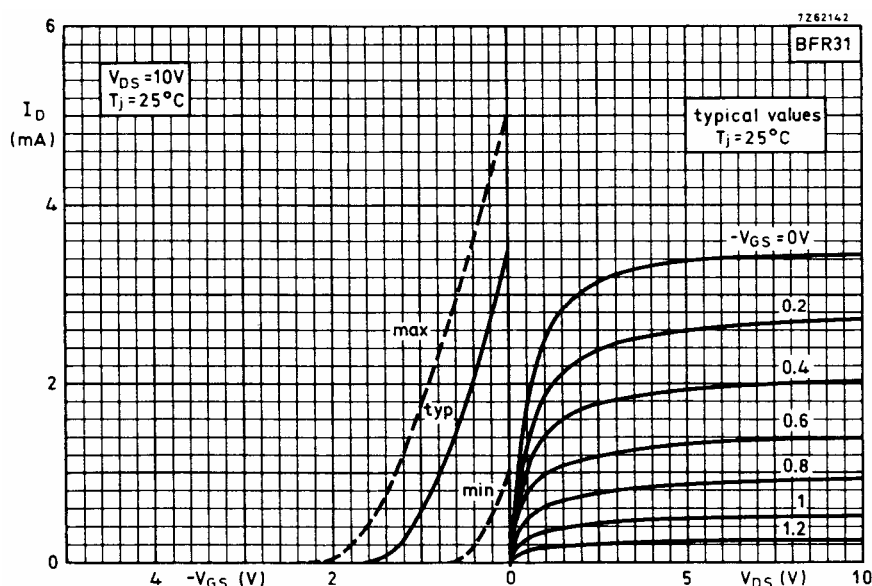
- 1) Rappeler la caractéristique d'une diode idéale et justifier pourquoi dans ce montage on peut utiliser ce modèle de la diode idéale.
- 2) Représenter sur le même graphe l'allure des tensions $V_e(t)$ et $V_o(t)$. On précisera sur le graphe l'état de conduction de chaque diode.
- 3) Donner la valeur de la tension moyenne au borne de la résistance. On rappelle que la valeur moyenne d'une arche positive d'une sinusoïde d'amplitude A est $2A/\pi$.
- 4) Un constructeur donne les paramètres suivants pour différentes diodes de son catalogue. La ou lesquelles prendriez vous pour réaliser le montage précédent?

diode	n°1	n°2	n°3	n°4	n°5
Courant direct moyen maximal I_F	10 mA	10 mA	30 mA	10 mA	30 mA
Tension inverse maximale V_R	30V	60V	60V	120V	120V

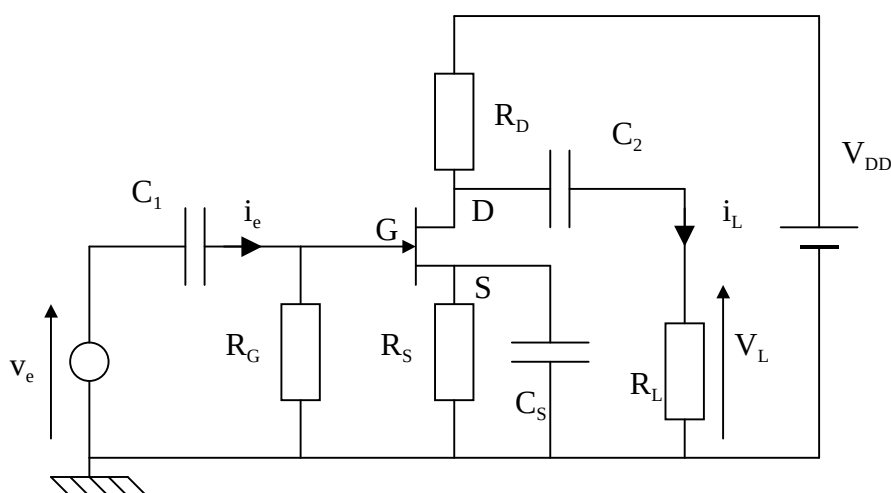
On cherchera pour répondre à cette question les valeurs des tensions inverses maximales supportées par chaque diode ainsi que le courant direct moyen de chacune des diodes.

Exercice 4 : JFET (14pts)

On donne le réseau de caractéristique suivant :



On désire réaliser un préamplificateur au moyen du transistor JFET précédent. Le schéma est le suivant:



On utilise un montage de polarisation automatique.

Les condensateurs seront supposés assimilables à des courts-circuits à la fréquence de travail.

Le cahier des charges est le suivant:

Alimentation simple de 10V.

Résistance de charge de $500\Omega = R_L$

On veut une polarisation au point $V_{DS} = 6V$, $I_D = 2mA$.

Impédance d'entrée du montage $\geq 5M\Omega$

A) Polarisation

Pour ces questions on utilisera la caractéristique typique délivrée par le constructeur

- 1) Dessiner le schéma valable pour la polarisation.
- 2) Déterminer la valeur de R_S .
- 3) En déduire la valeur de R_D .
- 4) Déterminer au point de fonctionnement, en fonction des caractéristiques du constructeur, les valeurs numériques de la transconductance g_m et de la conductance de sortie g_{ds} du transistor.

B) Petits signaux.

- 1) Dessiner le schéma de l'ensemble du montage en petits signaux.
- 2) Quelle est l'expression de l'impédance d'entrée du montage ? Quelle valeur choisiriez vous pour R_G de manière à répondre au cahier des charges ?
- 3) Donner les expressions et les valeurs numériques du gain en tension ; du gain en courant et de l'impédance de sortie du montage.
Pour l'application numérique on prendra $g_m = 3mA/V$; $g_{ds} = 310^{-5}\Omega^{-1}$; $R_L = 500\Omega$; $R_S = 200\Omega$; $R_D = 1800\Omega$.
- 4) Dessiner la droite de charge et la droite d'entrée. En déduire graphiquement les valeurs V_{DS} et I_D du point de polarisation pour un transistor de caractéristique max et pour un

transistor de caractéristiques min. Le montage proposé vous semble-t-il satisfaisant. Sinon dessiner un autre montage de polarisation plus performant.

C) Réponse en fréquence.

Les signaux présents à l'entrée sont dans la bande de fréquence suivante [100Hz -100kHz].

- 1) Donner l'expression de la fréquence de coupure due au condensateur de liaison C_1 .
- 2) Choisir une valeur de capacité adéquate. (On supposera que $R_G = 10M\Omega$.)

Exercice 5 : Montage à Amplificateur opérationnel (7pts)

On cherche à convertir le courant débité par une photodiode grâce au montage suivant:

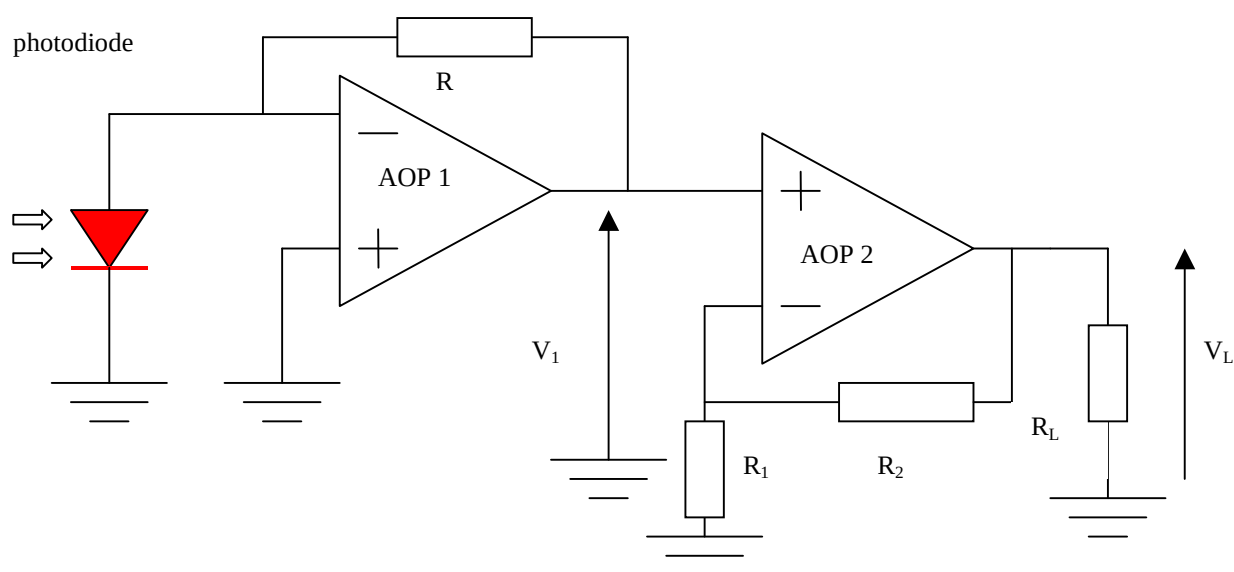


figure 1

Les amplificateurs opérationnels sont supposés idéaux:

Gain en boucle ouverte infini, impédance d'entrée infinie, impédance de sortie nulle.

- 1) Pour différents éclaircissements le constructeur a relevé le réseau de caractéristiques de la diode (voir figure 2 ci-dessous). Le courant débité par cette diode est-il proportionnel à l'éclairement ? justifier votre réponse. Préciser la sensibilité de cette diode en $\mu A/ lux$.
- 2) La photodiode est maintenant illuminée par un éclaircissement de 500 lux. Indiquez, en fonction du montage réalisé à partir du branchement de la diode avec l'amplificateur opérationnel 1, où se situe approximativement le point de fonctionnement de cette photodiode. Quelle est la valeur de l'intensité qui circule dans cette photodiode ? On précisera son sens sur le schéma du montage.
- 3) Quelle est la tension de sortie V_1 de l'amplificateur 1 si la résistance R vaut 10 k Ω ?
- 4) On veut avoir pour ce même courant fourni par la photodiode une tension de sortie V_L sur la charge R_L de 5V en valeur absolue. Préciser un couple de résistance R_2 et R_1 pour obtenir ce résultat. La tension en sortie vaut elle +5 ou -5V ?

Les résistances devront être choisies dans la gamme 10k Ω - 500k Ω .

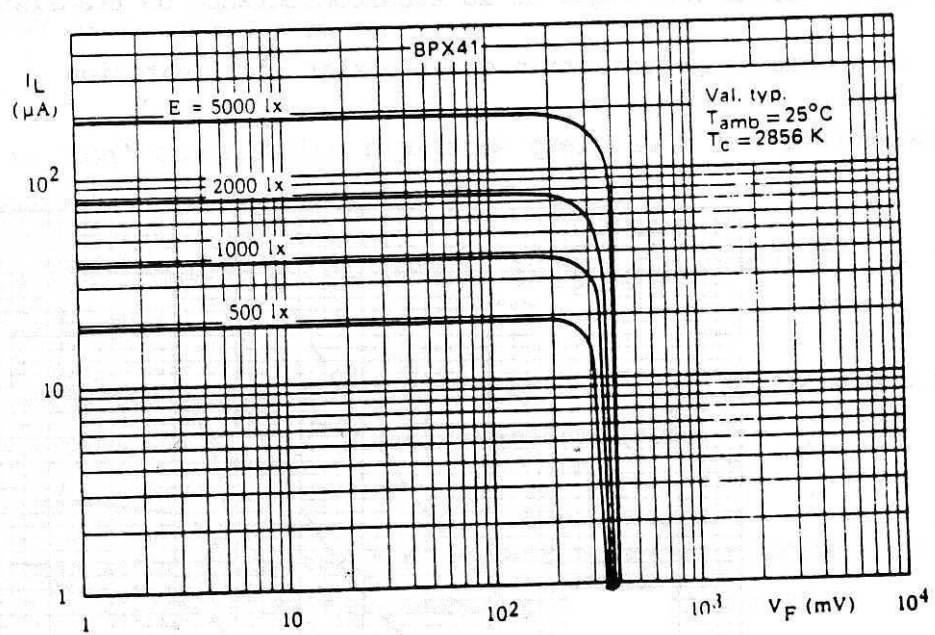


figure 2

N° de copie:

