

# LE TRANSISTOR

## EXERCICES

### Exercice-1

En se basant sur les caractéristiques d'entrée et de sortie d'un transistor en émetteur commun, expliquez la signification des paramètres hybrides et donner le schéma équivalent en alternatif pour les petits signaux.

### Exercice-2

1. Donner un tableau résumant les caractéristiques des trois montages d'un transistor bipolaire.
2. Que représente une droite de charge statique d'un montage à transistors ?
3. Pour un fonctionnement linéaire comment faut-il choisir le point de fonctionnement ? et pourquoi?
4. Quels sont les rôles des condensateurs de couplage et de découplage?

### Exercice-3

Soit le montage de la figure 1.

1- Identification du montage

- De quel montage s'agit-il?
- Comment est polarisé ce montage ?

2- Calcul des caractéristiques du montage

- Donner son schéma équivalent en régime dynamique.
- Calculer son gain en courant.
- Calculer son gain en tension.
- Calculer son impédance d'entrée et son impédance de sortie.

On donne:  $R_1=R_2=30K\Omega$ ,  $R_C=R_L=1,5K\Omega$ ,  $h_{12}=0$ ,  $h_{11}=0,5K\Omega$ ,  $h_{22}=10^{-6}S$ ,  $\beta =100$

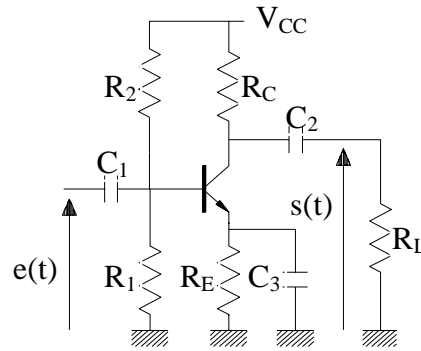


Fig. 1

**Exercice-4**

1. Quelle est la valeur de la capacité  $C$  du condensateur de couplage du circuit de la figure 2, qui pour une fréquence de 1KHz, son impédance peut être considérée sans effet. On donne  $R_1=1,5\Omega$ ,  $R_2=2K\Omega$ .
2. Quelle est la valeur de la capacité  $C$  (Fig. 3) qui découple la résistance de  $R_3=10K\Omega$  dans la gamme de fréquences 10-50KHz. On donne  $R_1=100\Omega$ ,  $R_2=25\Omega$

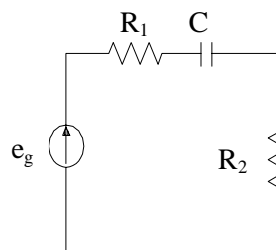


Fig.1

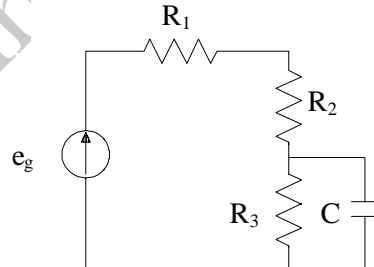


Fig.3

**Exercice-5**

- 1- Donner le schéma en régime dynamique du circuit de la figure 4 ( $h_{12}=0$ ).
- 2- Calculer l'impédance d'entrée  $Z_e$  à l'entrée du transistor, en déduire la valeur de l'impédance d'entrée du montage. On donne  $V_{CC}=12V$ ,  $h_{11}=4,8K\Omega$ ,  $h_{21}=200$ ,  $h_{22}=20\mu A/V$ .
- 3- Calculer la valeur de la capacité  $C$  pour que sa fréquence basse de coupure soit  $f_{bc}=20Hz$ .

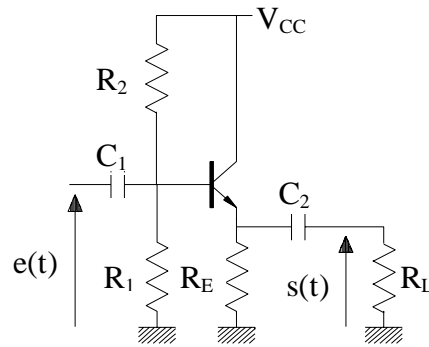


Fig. 4

On donne:  $R_1=50\text{K}\Omega$ ,  $R_2=85\text{K}\Omega$ ,  $R_E=3,5\text{K}\Omega$ ,  $R_L=600\Omega$ .

### Exercice-6

On se propose de réaliser un amplificateur de tension de gain 10. Le montage utilisé est un émetteur commun avec :

- Le transistor utilisé est un NPN avec un  $\beta=100$ .
- La résistance d'émetteur  $R_E$  non découplée et égale à  $100\Omega$ .
- La charge  $R_L=2\text{K}\Omega$ .

1- Donner la valeur de la résistance de collecteur  $R_C$ .

2- Le circuit de polarisation choisi est par pont de base ( $R_{B1}$  et  $R_{B2}$ ) et une tension de polarisation de 12V. Déterminer  $R_{B1}$  et  $R_{B2}$  pour que le point de fonctionnement soit au milieu de la droite de charge statique.

### Exercice-7

Le transistor utilisé dans le circuit de la figure 5 est caractérisé par  $\beta=100$ ,  $h_{11}=1\text{K}\Omega$ ,  $h_{12}=0$  et  $h_{22}=0$ .

1°/-Tracer les droites de charge statique et dynamique.

2°/-Quelle est l'amplitude maximale que peut avoir la tension de sortie sans qu'il y ait distorsion?

4°/-Les condensateurs ont des impédances nulles à la fréquence de travail.

Calculer:

- Le gain en tension  $A_V$ .
- Le gain en courant  $A_I$ .
- L'impédance d'entrée du circuit  $Z_e$ .

- L'impédance de sortie du circuit  $Z_s$ .

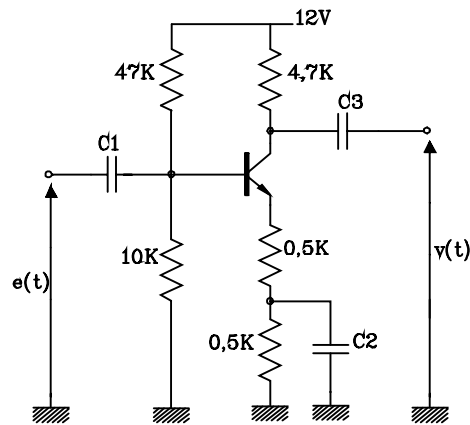


Fig. 5

### Exercice-8

Etant donné le schéma de la figure 6 où  $R_1=22K\Omega$ ,  $R_2=44K\Omega$ ,  $R_B=15K\Omega$ ,  $E=12V$ ,  $h_{11}=1K\Omega$  et  $\beta=100$ .

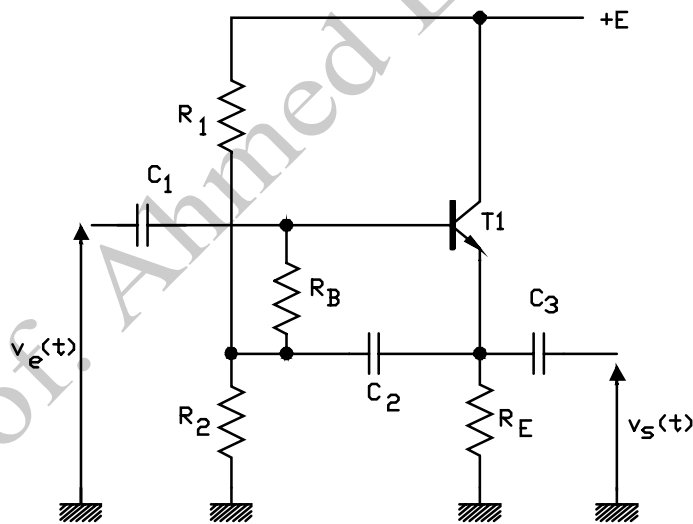


Fig. 6

1°/-Sachant que le transistor est polarisé de façon à avoir  $V_{CE}=6V$  et  $V_{BE}=0,5V$ , calculer  $R_E$ .

2°/-Dans le cas où  $C_2$  est débranchée, donner le schéma équivalent en alternatif ( $h_{12}=0$ ,  $h_{22}=0$ ) et calculer  $G_v$  et  $Z_e$ .

3°/-Dans le cas où  $C_2$  est branchée, donner le schéma équivalent en alternatif ( $h_{12}=0$ ,  $h_{22}=0$ ) et calculer  $G_v$  et  $Z_e$ .

4°/-Que peut-on déduire?

### Exercice-9

Dans un montage émetteur commun où un transistor avec  $h_{11}=1\text{K}\Omega$ ,  $\beta=100$ ,  $h_{12}=0$  et  $h_{22}=0$  est polarisé par pont de base  $R_1=R_2=20\text{K}\Omega$ ,  $R_C$  résistance de collecteur égale  $1\text{K}\Omega$  et  $R_E$  résistance d'émetteur égale à  $1,2\text{K}\Omega$ . Le montage est lié au circuit d'attaque et à une charge  $R=3\text{K}\Omega$  à travers des condensateurs de couplage  $C_1$  et  $C_2$ . La résistance  $R_E$  est découplée par  $C_3$ . La tension de polarisation  $E=18\text{V}$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$  ont des impédances nulles à la fréquence de travail.

- 1.-Donner le circuit de ce montage.
- 2.-Tracer la droite de charge statique et trouver le point de fonctionnement.
- 3.-Calculer pour ce montage le gain en tension, l'impédance d'entrée et l'impédance de sortie.

### Exercice-10

Le transistors utilisé dans le circuit de la figure 7 est caractérisé par  $\beta=100$ ,  $h_{11}=1\text{K}\Omega$ ,  $h_{12}=0$ , et  $h_{22}=0$ .

1. Tracer la droite de charge statique.
2. Quelle est l'amplitude maximale que peut avoir la tension de sortie sans qu'il y ait distorsion ?

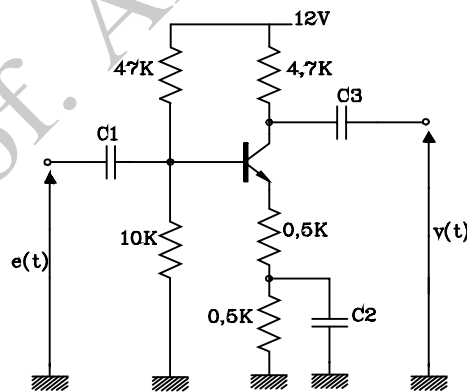


Fig. 7

### Exercice-11

Dans le schéma donné sur la figure 8, le transistor T est défini par  $\beta=100$ ,  $h_{11}=1\text{K}\Omega$ ,  $h_{12}=0$  et  $h_{22}=0$  et le gain en tension du montage est de 10.

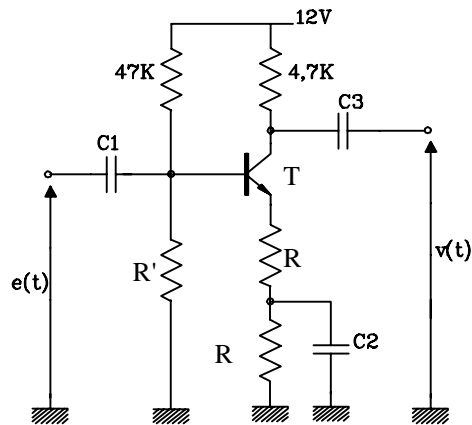


Fig. 8

- 1°/- Calculer les valeurs de  $R$  et  $R'$  correspondantes à la plus grande dynamique possible à la sortie sans qu'il y ait distorsion.
- 2°/- Sachant que l'amplitude maximale du signal sinusoïdal  $e(t)$  est de 1V, quelle sera alors l'amplitude maximale du signal de sortie correspondant ? Y-a-t-il distorsion ?
- 4°/- Calculer :

L'impédance d'entrée du circuit  $Z_e$ .

L'impédance de sortie du circuit  $Z_s$ .

**Remarque:** Les condensateurs ont des impédances nulles à la fréquence de travail.

### Exercice-12

Etant donné le circuit de la figure 9 où  $R_E=100\Omega$ ,  $R_C=300\Omega$ ,  $E=20V$ ,  $P_{R1}=2,1mW$  et une charge  $R=150\Omega$ .

1. De quel montage s'agit-il ?
2. Quelle condition faut-il satisfaire pour avoir la plus grande élancement à la sortie sans distorsion ?

En tenant compte de la condition en 2:

1. Tracer la droite de charge dynamique.
2. Déterminer les valeurs de  $R_1$  et  $R_2$ .
3. Déterminer le bilan de puissance et donner le rendement du circuit.

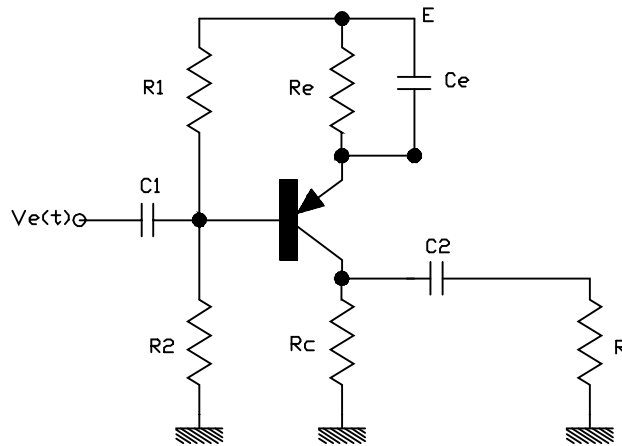


Fig. 9

### Exercice-13

On se propose d'étudier le circuit donné sur la figure 10 où  $R_1=100\Omega$ ,  $R_2=400\Omega$ ,  $R_E=100\Omega$ ,  $R_C=300\Omega$  et  $R=400\Omega$

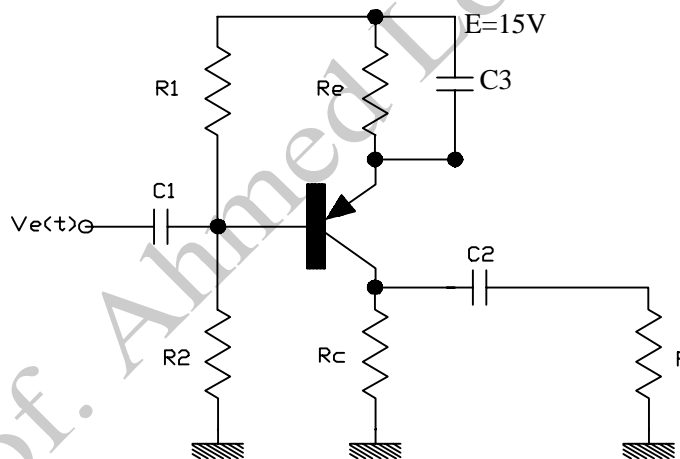


Fig. 10

1. Tracer la droite de charge dynamique.
2. Calculer la puissance maximale dans R sans distorsion du signal de sortie.
3. Donner le rendement du montage en négligeant la puissance d'entrée due à  $V_e(t)$ .
4. Quelle valeur faut-il donner à R pour avoir la plus grande élancement à la sortie sans distorsion ? Donner le rendement pour ce cas.
5. Que peut-on conclure ?

### Exercice-14

Sachant que le transistor utilisé dans la figure 11 est caractérisé par  $h_{11}=1K\Omega$  et  $h_{21}=100$  et que les impédances de  $C_1$ ,  $C_2$  et  $C_3$  sont nulles à la fréquence de travail.

Pour  $E=9V$ ,  $R_1=47K\Omega$ ,  $R_2=15K\Omega$ ,  $R_3=1K\Omega$ ,  $R_4=330\Omega$  et  $R_5=120\Omega$  faire pour ce

montage :

1. l'étude statique : droite de charge et point de fonctionnement
2. l'étude dynamique : plage de variation du signal de sortie sans distorsion, gain et impédance d'entrée.

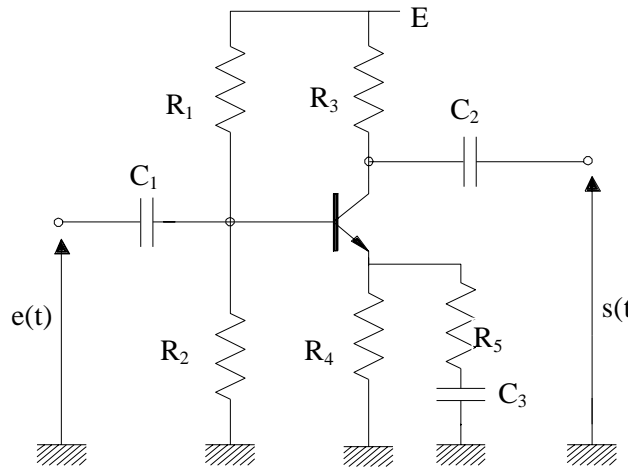


Fig. 11

### Exercice-15

On dispose d'un transistor PNP ( $h_{11}=1\text{K}\Omega$ ,  $\beta=100$ ) et d'une batterie de 12V. On se propose de réaliser un circuit émetteur commun avec  $R_E$  découplée à base de ce transistor de façon à avoir la plus grande amplitude de sortie sans distorsion. Sachant que le circuit est polarisé par pont de base et que  $R_C=1\text{K}\Omega$  et  $R_E=400\Omega$ :

1. Donner les valeurs de toutes les résistances associées à ce transistor.
2. Quelle est l'amplitude maximale à avoir à l'entrée sans qu'il y ait distorsion à la sortie ?

### Exercice-16

Pour le montage à deux étages montré par la figure 12 on a les éléments suivants :

$$R_1=12\text{K}\Omega, R_2=3,3\text{K}\Omega, R_3=9,1\text{K}\Omega, R_4=6,8\text{K}\Omega, R_C=1,5\text{K}\Omega, R_{E1}=150\Omega, R_{E2}=850\Omega$$

Les deux transistors sont identiques et ont  $h_{11}=0,5\text{K}\Omega$  et  $\beta=100$ .

On se propose de calculer l'amplification en tension, l'impédance d'entrée et l'impédance de sortie.

**NB:** Les impédances correspondantes aux différents condensateurs sont nulles aux fréquences de travail.



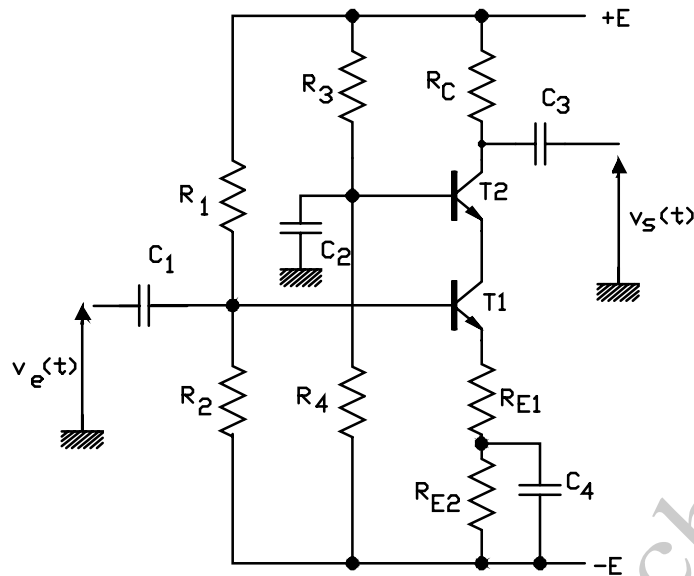


Fig. 12

### Exercice-17

Les deux transistors  $T_1$  et  $T_2$ , dans le circuit de la figure 13, sont identiques et ont  $\beta = 100$ ,  $h_{11} = 1\text{K}\Omega$ ,  $h_{12} = 0$  et  $h_{22} = 0$ .

1°/- Quel est le rôle de chacun des deux étages du circuit?

2°/- Calculer pour l'ensemble du circuit:

Le gain en tension.

L'impédance d'entrée.

L'impédance de sortie.

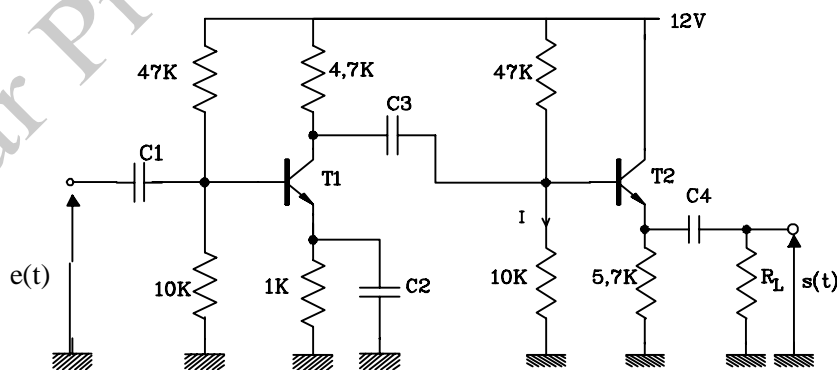


Fig. 13

### Exercice-18

Calculer l'impédance d'entrée du montage donné par la figure 14. On donne  $\beta_1 = 100$ ,  $\beta_2 = 50$ ,  $\beta_3 = 100$ ,  $h_{11} = 1,5\text{K}\Omega$ ,  $h_{22} = 1\mu\text{A/V}$ ,  $h_{12} = 0$ ,

$E=30V$ ,  $R_1=2M\Omega$ ,  $R_2=1M\Omega$ ,  $R_3=8,2M\Omega$ ,  $R_4=60K\Omega$ ,  $R_5=30K\Omega$ ,  $R_6=5K\Omega$ ,  
 $R_7=10K\Omega$  et  $R_L= 1,5 K\Omega$

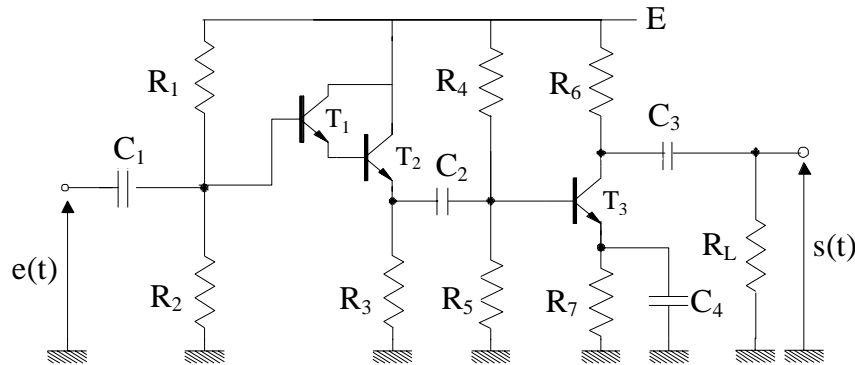


Fig. 14

### Exercice-19

Soit le circuit de la figure 15, les transistors  $T_1$  et  $T_2$  possèdent les mêmes caractéristiques.

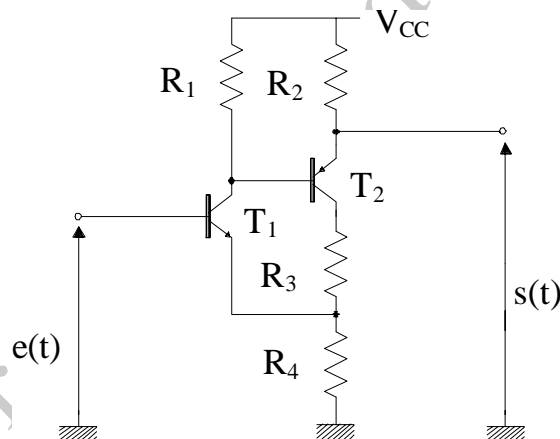


Fig. 15

On donne  $R_1= 5,6 K\Omega$ ,  $R_2=1 K\Omega$ ,  $\beta=150$ ,  $R_4=0,18K\Omega$ ,  $R_3=2K\Omega$

1/- Donner le schéma équivalent en dynamique,  $h_{12}=0$ ,  $h_{22}=0$  et  $h_{11}=1,7K\Omega$

2/- Calculer la valeur de l'impédance d'entrée  $Z_e$ , le gain en tension  $G_v$  et en déduire la valeur de l'impédance de sortie  $Z_s$ .

### Exercice-20

Choisir la bonne réponse pour chacune des trois questions qui suivent:

1/-L'impédance d'entrée d'un amplificateur de tension par rapport à l'impédance

de sortie de son circuit d'attaque doit être:

- a) plus petite    b) égale    c) plus grande

2/-Le gain d'un amplificateur à plusieurs étages couplés par condensateur sera atténué du côté des:

- a) fréquences basses    b) des fréquences hautes    c) constant pour toutes les fréquences

3/-La conductance mutuelle d'un FET est définie comme:

a)  $\left(\frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}}\right)_{V_{DS}}$     b)  $\left(\frac{\partial I_D}{\partial V_{DS}}\right)_{V_{GS}}$     c)  $\left(\frac{\partial V_{DS}}{\partial V_{GS}}\right)_{I_{DS}}$

### Exercice-21

Donner un schéma de principe d'un transistor à effet de champs (FET). Expliquer le principe de fonctionnement d'un transistor à effet de champs à canal N.

### Exercice-22

Donner le schéma équivalent en alternatif de l'amplificateur de la figure 16 et calculer son gain en tension, en déduire la valeur efficace de la tension de sortie.

On donne  $e(t) = \sqrt{2} \sin \omega t$ ,  $R_D = 40K\Omega$ , et  $g_m = 3mA/V$  ( $p = 10K\Omega$ )

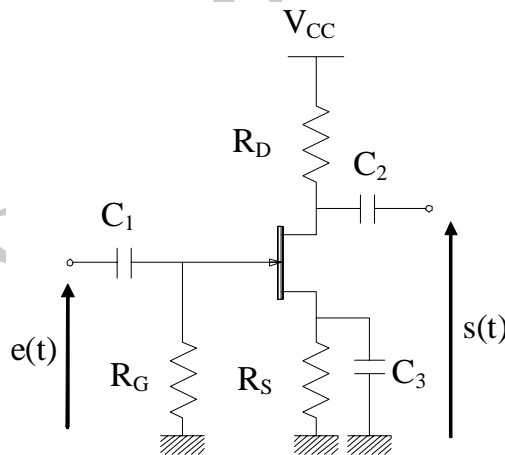


Fig. 16

### Exercice-23

Un transistor à effet de champ est utilisé comme amplificateur de tension. Pour une charge  $R_L = 40K\Omega$  le gain obtenu est de 40. Lorsqu'on remplace la charge  $R_L$  par une autre charge de valeur  $R_L/2$  on trouvera un gain égal à 30.

- Calculer pour ce montage la résistance de sortie.

- Calculer la transductance  $g_m$  du transistor.

#### Exercice-24

Nous disposons d'un FET dont le schéma équivalent pour les petits signaux présente une impédance d'entrée infinie, une résistance de sortie de  $100K\Omega$  pour un point de fonctionnement correspondant à  $I_D=0,2mA$  et  $V_{GS}=-2V$  sous une alimentation de  $30V$ . Ce même transistor est utilisé comme amplificateur de tension qui pour une charge  $40K\Omega$  donne un gain de 40 et pour une charge  $20K\Omega$  donne un gain de 30.

1. Proposer le schéma électrique de cet amplificateur.
2. Déterminer les valeurs des résistances  $R_D$ ,  $R_S$  et la tension  $V_{DS}$  correspondant au point de fonctionnement.
3. Déterminer le gain  $G_V$  à sortie ouverte et la transductance  $g_m$ .

#### Exercice-25

Nous disposons d'un FET dont le schéma équivalent pour les petits signaux présente une impédance d'entrée infinie, une transductance de  $4mS$  et une résistance de sortie de  $100K\Omega$  pour un point de fonctionnement  $V_{DS}=4V$ ,  $I_D=2mA$  et  $V_{GS}=-2V$ .

1. Donner le schéma d'un amplificateur de tension à un seul étage à base de ce transistor avec le même point de fonctionnement et sous une alimentation de  $30V$ .
2. Déterminer les valeurs de toutes les résistances associées à ce montage ainsi que son gain pour une sortie ouverte..