

## Examen final \_S2

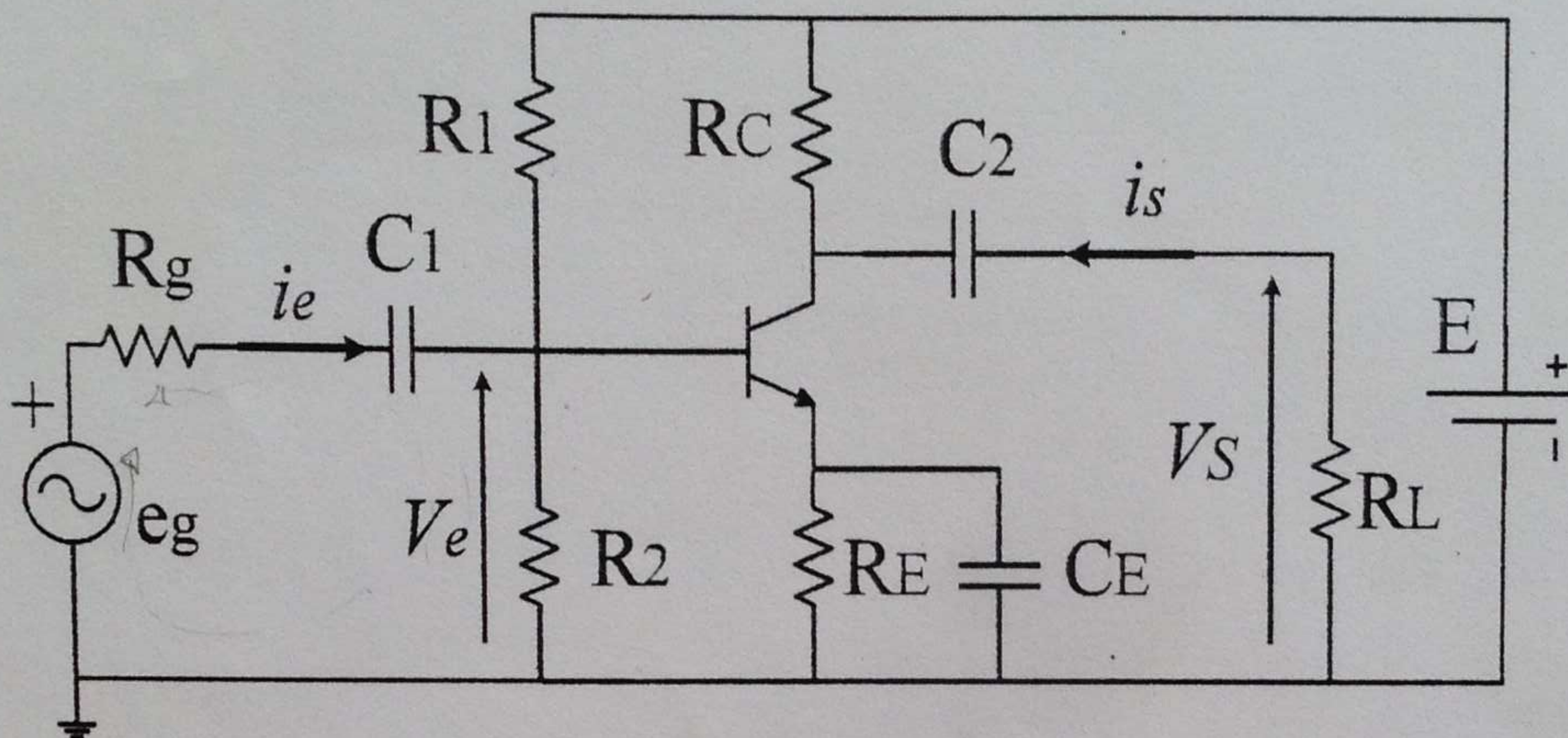
Durée : 02 heures.

Documents et stylos rouges interdits.

### Exercice N° 01 : ( 8 pts)

On considère l'amplificateur de la figure 1, relié en entrée au générateur ( $e_g, R_g$ ) et en sortie à la charge  $R_L$ .

On donne :  $R_L = 6.8 \text{ k}\Omega$ ,  $\beta = 250$ ,  $V_{BE0} = 0.7 \text{ V}$ ,  $h_{11} = 8.5 \text{ k}\Omega$ ,  $h_{12} = h_{22} = 0$ ,  $E = 18 \text{ V}$ ,  
 $R_1 = 470 \text{ k}\Omega$ ,  $R_2 = 150 \text{ k}\Omega$ ,  $R_C = R_L$ ,  $R_g = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $R_E = 4.7 \text{ k}\Omega$



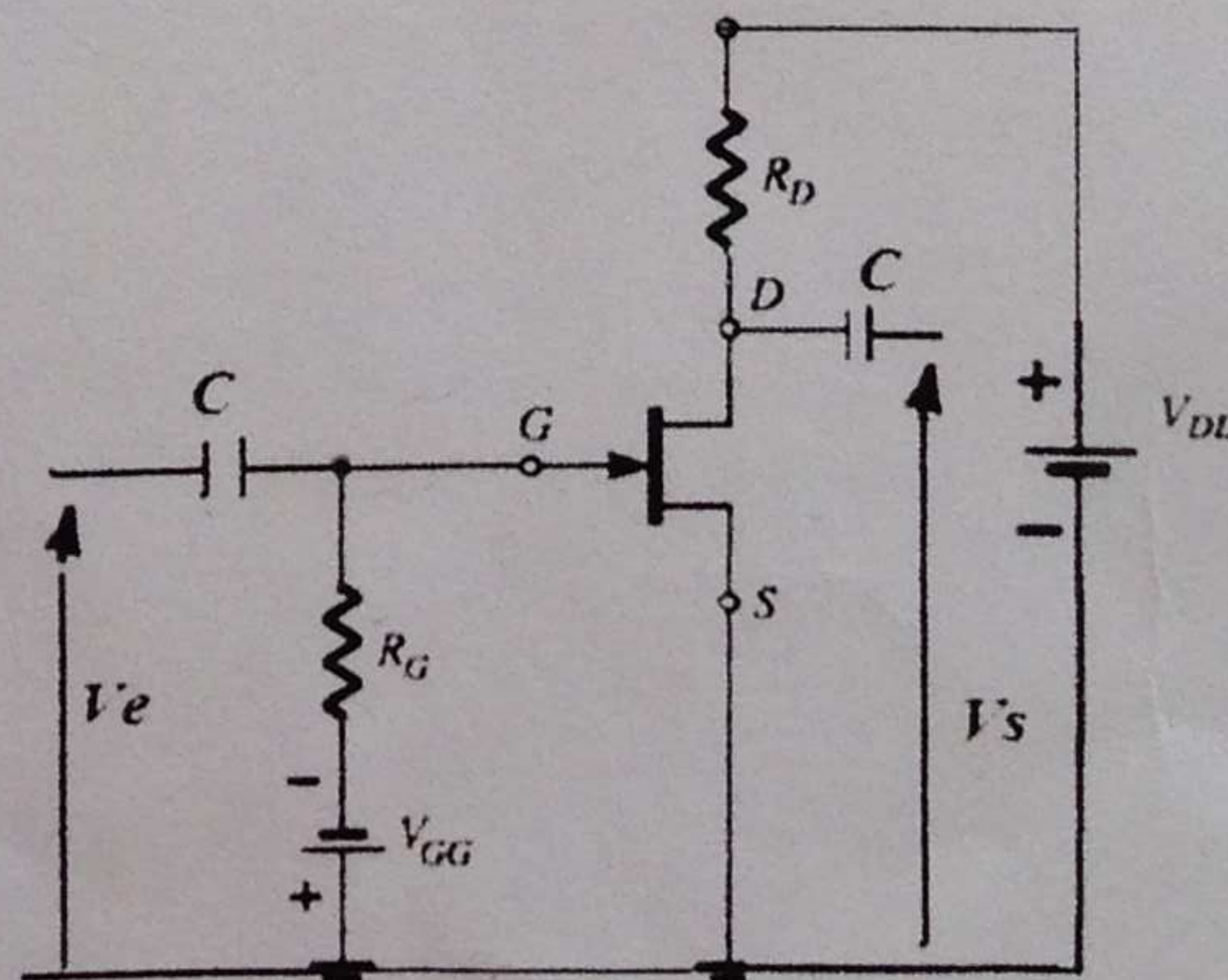
- ✓ 1/ Donner l'équation de la droite de charge statique.
- ✓ 2/ Donner le point de polarisation (de repos) du transistor.
- ✓ 3/ Donner le schéma équivalent au montage en régime dynamique. Les condensateurs sont des courts-circuits aux fréquences de travail.
- ✓ 4/ Déterminer les résistances d'entrée et de sortie du montage
- ✓ 5/ Donner le gain en courant du circuit ( $G_i = \frac{i_s}{i_e}$ ), (expression littérale et valeur numérique).
- ✓ 6/ Donner l'expression du gain en tension ( $G_v = \frac{v_s}{v_e}$ ). En déduire le rapport  $G_2 = \frac{v_s}{e_g}$ .

### Exercice N° 02 : ( 5 pts)

Soit le circuit ci-dessous, représentant un amplificateur à base de JFET canal N.

$$R_D = 2 \text{ k}\Omega, R_G = 20 \text{ k}\Omega$$

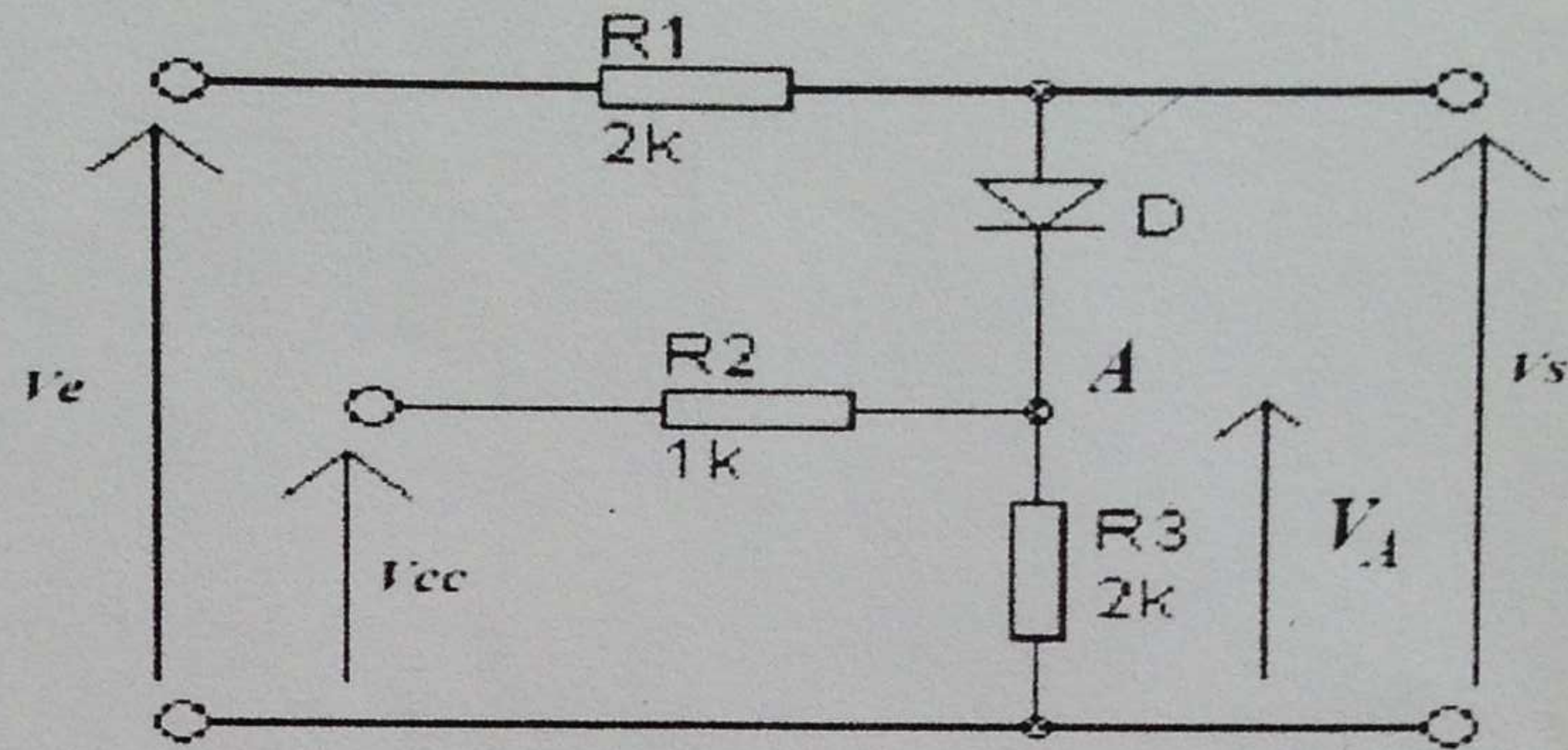
$$V_{DD} = 16 \text{ V}$$



- ✓ 1) Déterminer  $V_{GS}$ ,  $I_D$  et  $V_{DS}$  On donne  $V_{GSoff} = -8V$  et  $I_{Dss} = 10mA$ ,  $V_{GG} = -2v$ .
- ✓ 2) Donner le schéma équivalent en régime dynamique.
- ✓ 3) Donner les expressions du gain en tension, l'impédance de sortie et l'impédance d'entrée.

**Exercice N° 03 : (4 pts)**

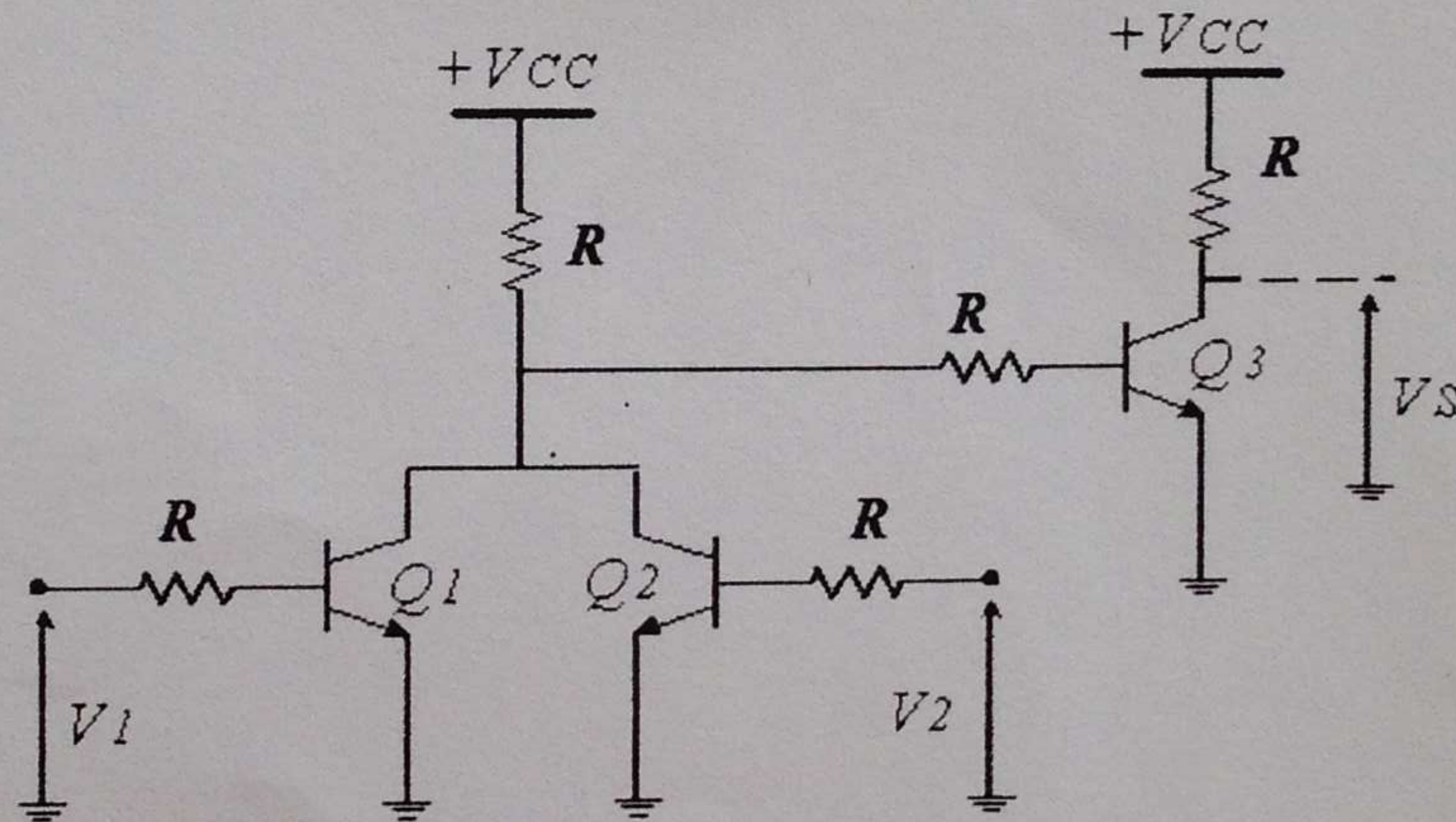
Soit le montage suivant :



- 1. Calculer  $V_A$  et  $V_s$  lorsque la diode est bloquée.
- 2. Si  $V_e = 10V$ ,  $V_{cc} = 5V$  et  $V_D = 0,6V$ ,
  - ✓ a) Quel est l'état de la diode.
  - b) Calculer  $V_A$ .
  - c) Calculer  $V_s$ .

**Exercice N° 04 : (3pts)**

Soit le montage suivant, où les trois transistors fonctionnent en commutation :



1/ Compléter le tableau ci-dessous :

$V_1$	$V_2$	Etat de $Q_1$	Etat de $Q_2$	Etat de $Q_3$	$V_s$
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

2/ Donner le nom de la fonction logique réalisée par ce montage.

## Solution examen final ELECF1\_ 2013

### Solution de l'exercice 1 : (08 pts)

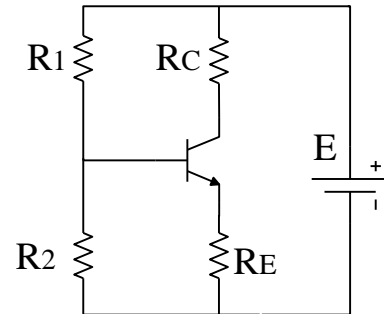
#### 1/ Equation de la droite de charge statique :

En régime statique les impédances des condensateurs sont des circuits ouverts.

$$E = R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E \quad \text{0.25}$$

$$I_E = I_B + I_C = \frac{1}{\beta} I_C + I_C = \frac{1+\beta}{\beta} I_C \quad \text{0.25}$$

$$E = \left[ R_C + R_E \frac{1+\beta}{\beta} \right] I_C + V_{CE}$$



La droite de charge statique est :

$$I_C = \frac{E - V_{CE}}{R_C + R_E \frac{1+\beta}{\beta}} \quad \text{0.25}$$

$$I_C = 86,8 \cdot 10^{-6} [E - V_{CE}]$$

$$I_C = 1,56 \cdot 10^{-3} - 86,8 \cdot 10^{-6} V_{CE} \quad \text{0.25}$$

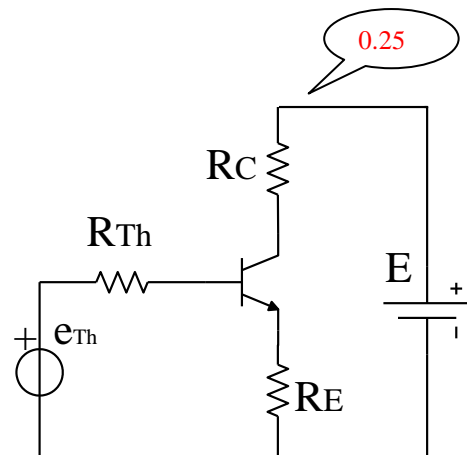
#### 2/ Point de polarisation du transistor

Le schéma de l'amplificateur devient :

On peut simplifier ce schéma, en calculant le Générateur de Thévenin vu entre la base du transistor et la masse. Le schéma simplifié est le suivant :

$$e_{Th} = E \frac{R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{0.25}$$

$$\text{et } R_{Th} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{0.25}$$



$$\text{On a : } e_{Th} = R_B I_B + V_{BE0} + R_E I_E \quad \text{0.25}$$

$$\text{Or } I_E = (1 + \beta) I_B$$

$$\text{Il vient : } e_{Th} = [R_B + R_E (1 + \beta)] I_B + V_{BE0}$$

$$\text{D'où } I_B = \frac{e_{Th} - V_{BE0}}{R_B + (1 + \beta) R_E} = \frac{\frac{R_2}{R_1 + R_2} E - V_{BE0}}{R_B + (1 + \beta) R_E} \quad \text{0.25}$$

$$I_B = 2.82 \mu A$$

0.25

$$I_C = \beta I_B = 0.705 mA$$

0.25

$$V_{CE} = E - \left[ R_C + R_E \frac{1 + \beta}{\beta} \right] I_C = 9.88 \text{ Volts}$$

0.25

Le point de repôs est :  $V_{BE0} = 0.7V$  ;  $I_B = 2.82 \mu A$  ;  $I_C = 0.705 mA$  et  $V_{CE} = 9.88 \text{ Volts}$

**Deuxième méthode pour la calcule de  $I_B$  ;**

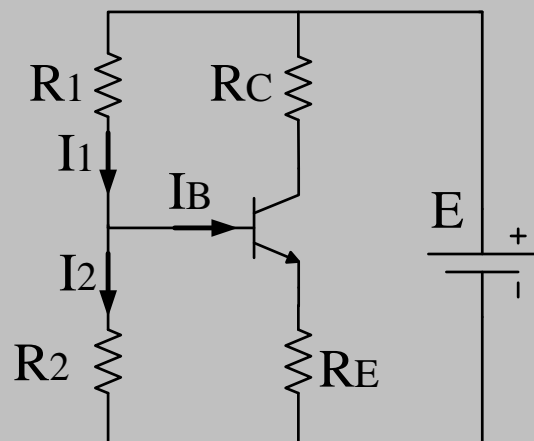
Dans ce cas, on travaille directement sur le schéma de base sans passer par une simplification via le générateur de Thévenin équivalent :

$$\begin{cases} E = R_1 I_1 + R_2 I_2 \\ I_1 = I_2 + I_B \\ R_2 I_2 = V_{BE0} + R_E I_E \\ I_E = (1 + \beta) I_B \end{cases}$$

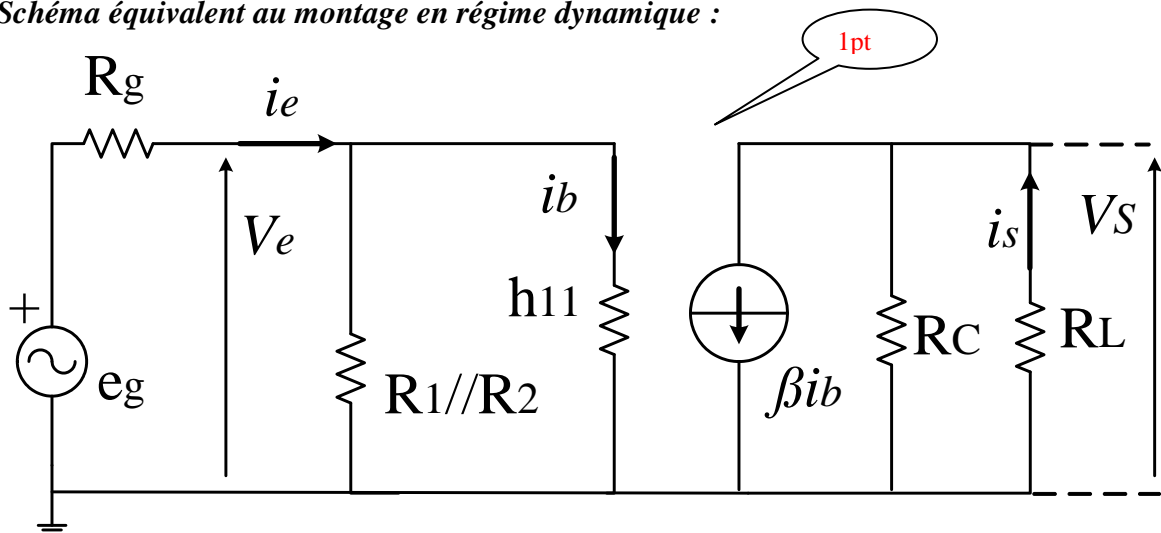
$$I_2 = \frac{V_{BE0}}{R_2} + \frac{R_E}{R_2} (1 + \beta) I_B$$

$$E = \left[ R_1 + \frac{R_1 + R_2}{R_2} R_E (1 + \beta) \right] I_B + \frac{R_1 + R_2}{R_2} V_{BE0}$$

$$\text{D'où : } I_B = \frac{E - \frac{R_1 + R_2}{R_2} V_{BE0}}{R_1 + \frac{R_1 + R_2}{R_2} R_E (1 + \beta)} \quad I_B = 2.82 \mu A$$



**3/ Schéma équivalent au montage en régime dynamique :**



4/ Résistances d'entrée et de sortie du montage :

Résistance d'entrée :

$$R_e = \frac{v_e}{i_e} = R_1 // R_2 // h_{11} = \frac{R_1 R_2 h_{11}}{R_1 R_2 + R_1 h_{11} + R_2 h_{11}} \quad 0.25$$

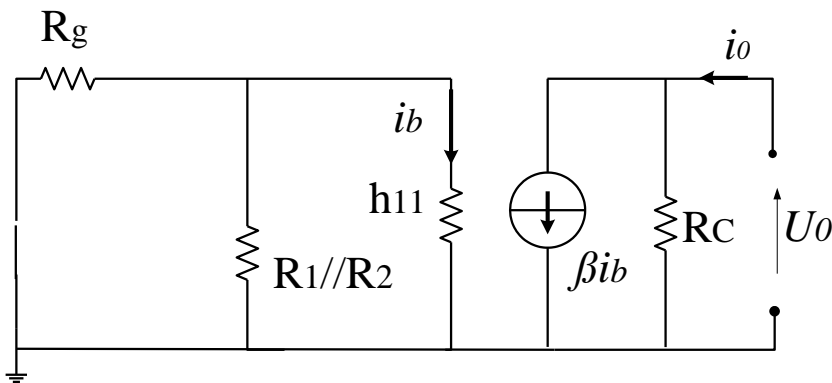
$$R_e = 7.908 k\Omega \quad 0.25$$

Résistance de sortie :

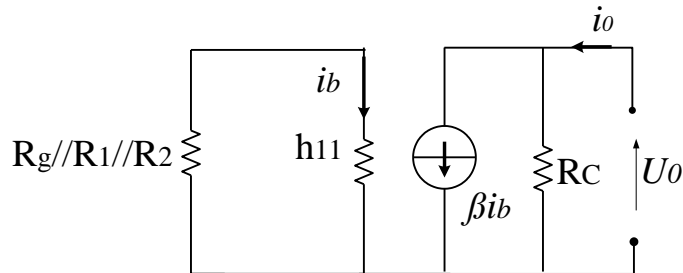
$R_s$  est la résistance de Thévenin vue par la charge :

Donc  $R_L$  doit être déconnectée, et  $e_g$  court-circuitée ;

Le schéma devient :

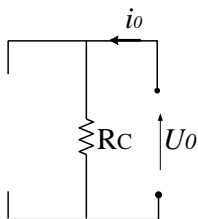


Ou : (0.25 pt)



Il vient :  $[R_g // R_1 // R_2] i_b + h_{11} i_b = 0 \Rightarrow i_b = 0 \quad 0.25$

$i_b = 0 \Rightarrow \beta i_b = 0 \Rightarrow$  le générateur «  $\beta i_b$  » est déconnecté ; le schéma devient :



$$R_s = \frac{U_0}{i_0} = R_C \quad 0.25$$

5/ Gain en courant du circuit :  $G_i = \frac{i_s}{i_e} = ?$

La loi des nœuds au point « C » (collecteur) donne :

$$i_s = \beta i_b + \frac{v_s}{R_C} \quad 0.25$$

Comme  $v_s = -R_L i_s$  il vient :  $i_s = \beta \frac{R_C}{R_C + R_L} i_b$  0.25

Or  $i_b = \frac{R_1 // R_2}{R_1 // R_2 + h_{11}} i_e$  0.25

D'où :  $G_i = \frac{i_s}{i_e} = \beta \frac{R_C}{(R_C + R_L)} \frac{R_1 // R_2}{(R_1 // R_2 + h_{11})}$

$$G_i = \frac{\beta R_C R_1 R_2}{(R_C + R_L)(R_1 R_2 + h_{11}(R_1 + R_2))} \quad 0.25$$

$$G_i = 116.3 \quad 0.25$$

6/ Gain en tension :  $G_v = \frac{v_s}{v_e} = ?$

$$v_s = -R_L // R_C \beta i_b \quad 0.25$$

et  $v_e = h_{11} i_b$  0.25

d'où :  $G_v = \frac{v_s}{v_e} = \frac{-\beta R_C R_L}{h_{11}(R_C + R_L)}$  0.25

$$G_v = -100 \quad 0.25$$

$$G_2 = \frac{v_s}{e_g} = ?$$

$$G_2 = \frac{v_s}{e_g} = \frac{v_s}{v_e} \frac{v_e}{e_g} = G_v \frac{v_e}{e_g} \quad 0.25$$

$$v_e = e_g \frac{R_1 // R_2 // h_{11}}{R_1 // R_2 // h_{11} + R_g} \quad \text{donc : } \frac{v_e}{e_g} = \frac{R_1 // R_2 // h_{11}}{R_1 // R_2 // h_{11} + R_g} \quad 0.25$$

$$G_2 = \frac{-\beta R_C R_L R_1 R_2}{(R_C + R_L)(R_1 R_2 h_{11} + R_g(R_1 R_2 + R_1 h_{11} + h_{11} R_2))}$$

**Solution de l'exercice 2 :(5pts)**

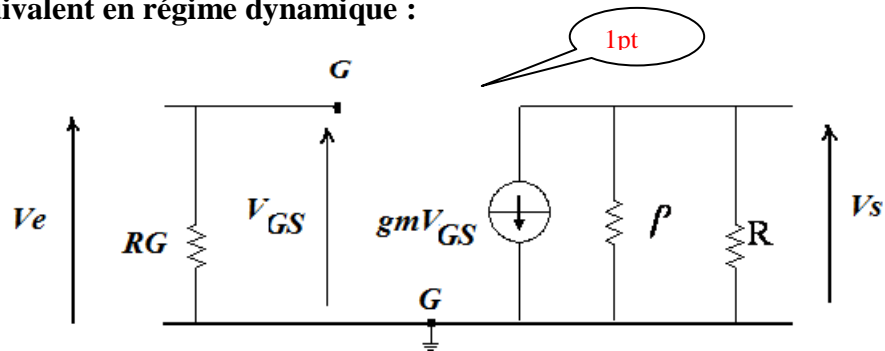
1°)

(a)  $V_{GS} = -V_{GG} = -2 \text{ V}$  0,5

(b)  $I_D = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_{GS_{off}}}\right)^2 = 10 \text{ mA} \left(1 - \frac{-2 \text{ V}}{-8 \text{ V}}\right)^2$  0,5  
 $= 10 \text{ mA} (1 - 0.25)^2 = 10 \text{ mA} (0.75)^2 = 10 \text{ mA} (0.5625)$   
 $= 5.625 \text{ mA}$  0,25

(c)  $V_{DS} = V_{DD} - I_D R_D = 16 \text{ V} - (5.625 \text{ mA})(2 \text{ k}\Omega)$  0,5  
 $= 16 \text{ V} - 11.25 \text{ V} = 4.75 \text{ V}$  0,25

2°) Schéma équivalent en régime dynamique :



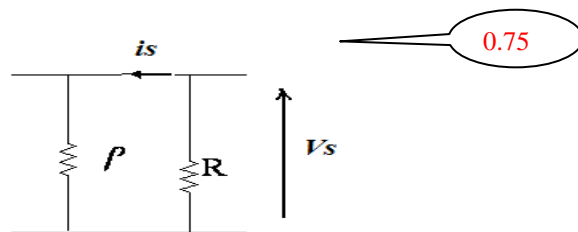
Gain de tension:  $G_v = \frac{v_s}{v_e} = \frac{-(\rho // R_D) g_m V_{GS}}{V_{GS}} = -(\rho // R_D) g_m$  0.75

Impédance d'entrée :  $Z_e = R_G$  0.5

Impédance de Sortie :  $R_D$  dans ce cas joue le rôle de la charge :

$V_e = 0$  donc  $V_{GS} = 0 \implies g_m V_{GS} = 0$

$Z_s = \rho$

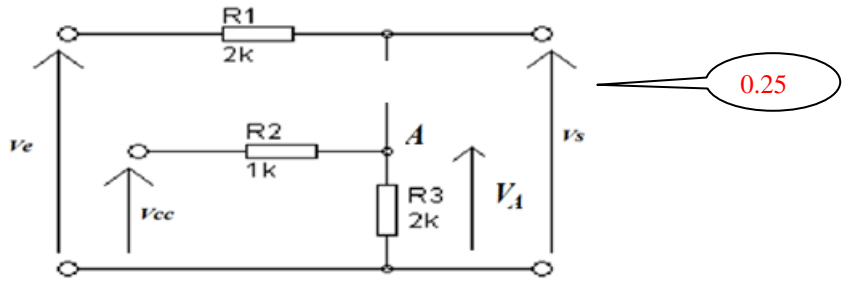


### Solution de l'exercice 3 : (4 pts)

1. Calculons  $V_A$  et  $V_S$  lorsque la diode est bloquée

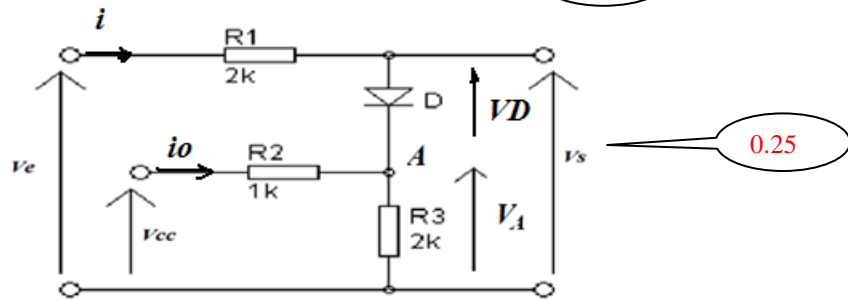
$V_S = V_e$  0.25

$V_S = \frac{R_3}{R_3 + R_2} V_{CC} = \frac{2}{3} V_{CC}$  0.25



2. Si  $V_e = 10V$ ,  $V_{CC} = 5V$  et  $V_D = 0,6V$ ,

a) La diode est passante ; 0.5  
 b)



$V_e = R_1 i + V_D + V_A \Rightarrow (V_e - V_D - V_A) / R_1 = i$  0.5

$V_{CC} = R_2 i_o + V_A \Rightarrow (V_{CC} - V_A) / R_2 = i_o$  0.5

$V_A = R_3 (i + i_o) \Rightarrow V_A = R_3 ((V_e - V_D - V_A) / R_1) - (V_{CC} - V_A) / R_2$  0.75

$\Rightarrow V_A = 4.85 v$  0.25

c)  $V_S = V_A + V_D \Rightarrow V_S = 5.45v$  0.5

### Solution de l'exercice 4 : (3 pts)

1/ Compléter le tableau ci-dessous :

V1	V2	Etat de Q1	Etat de Q2	Etat de Q3	Vs
0	0	bloqué	bloqué	saturé	0 (0.5)
0	1	bloqué	saturé	bloqué	1 (0.5)
1	0	saturé	bloqué	bloqué	1 (0.5)
1	1	saturé	saturé	bloqué	1 (0.5)

2/ Donner le nom de la fonction logique réalisée par ce montage

La fonction réalisée par ce montage est un « OU » logique (1pt)