Faculté de Technologie, Université Sétif1
Département Electronique
Module : Electronique Fondamentale 1

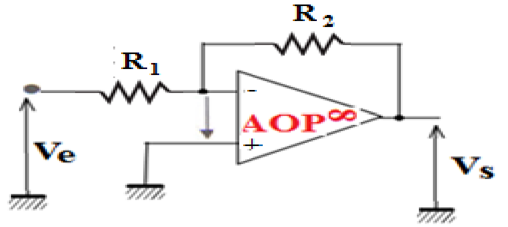
24/01/2018
$2^{ème}$ LMD
Temps alloué : 1H 30mn

Examen d'EF1

Questions de cours : (3Pts)

On donne le montage ci-contre où l'amplificateur **AOP est idéal.**

1. Déterminer $\mathbf{V_s}$ en fonction de la tension **d'entrée**.
2. Quel **avantage** présente ce **montage** (rôle)

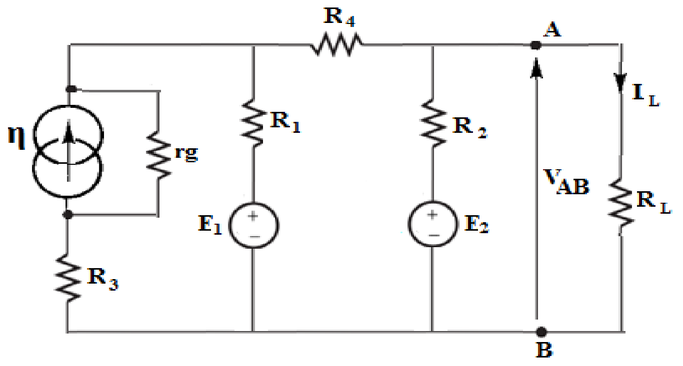


Exercice 01(5Pts)

Calculer la tension V_{AB} et l'intensité $\mathbf{I_L}$ traversant le dipôle **AB** en appliquant **<u>l'une ou les deux méthodes :</u>**

a) **Le théorème équivalence Thévenin – Norton**
b) **Le théorème de Millmann**

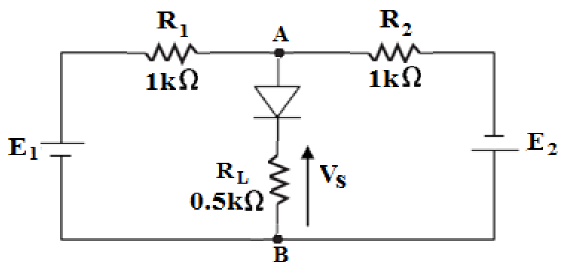
AN:E_1=20V, E_2=10V, η=2A, r_g=1Ω R_1=R_2=2Ω, R_3=3Ω R_4=4Ω et R_L=10Ω.



Exercice 02 (5Pts)

Soit le montage ci-contre et sachant que la diode est modélisée par (**V_{seuil}=0.6V, r_d=120Ω) $3^{ème}$ approximation, Calculer La tension V_S** aux bornes de $\mathbf{R_L}$ dans les deux cas **:**

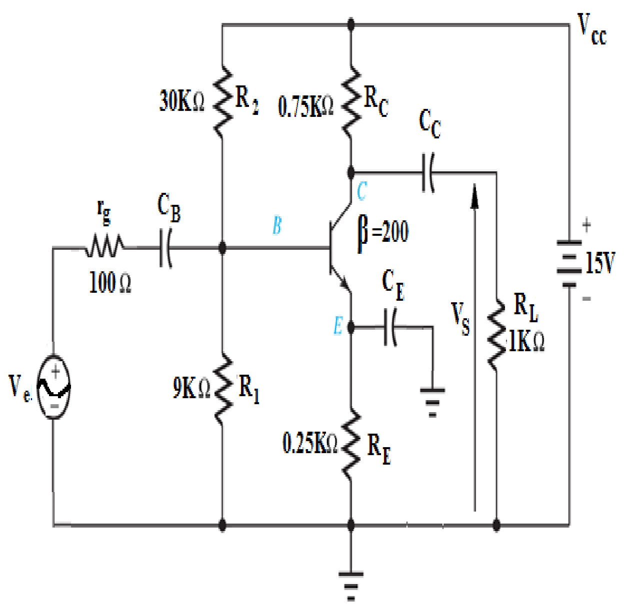
a) **E_1=4V, E_2=3V**
b) **E_1=15V, E_2=7V**



Exercice 04 (7Pts)

Soit le circuit **amplificateur** de la figure ci-contre. Le transistor est caractérisé en dynamique par ses paramètres hybrides : **h_{11}=1.2KΩ, h_{21}=β=200, h_{12} =h_{22}=0 et V_{BE0}=0.7V.**

1. Déterminer et tracer la droite de charge statique **DCS**.
2. Déduire et calculer les coordonnés du point de fonctionnement (**I_{c0}, V_{ce0}**).
3. Déterminer son **schéma dynamique** en régime petits signaux et identifier son montage type. Exprimer le rôle des condensateurs.
4. Calculer le gain en tension : en charge et à vide **A_v=V_s/V_e.** l'impédance d'entrée **Z_e**, et l'impédance de sortie **Z_S**,

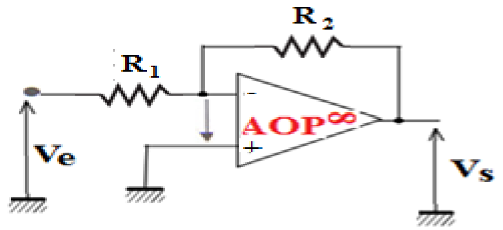


<u>Bonne Chance</u>

Solution Examen d'Electronique Fondamentale 1

Solution Questions de cours : 3Pts

(AOP idéal) => $e = V^{+} - V^{-} = 0 \;\; \Longrightarrow \; V^{+} = V^{-} \;\; et \;\; I^{+} = I^{-} = 0$



1) $On\ a\ \ V^{+} = 0 \;\; et \;\; I^{+} = I^{-} = 0$

En appliquant le théorème de Millman on a :

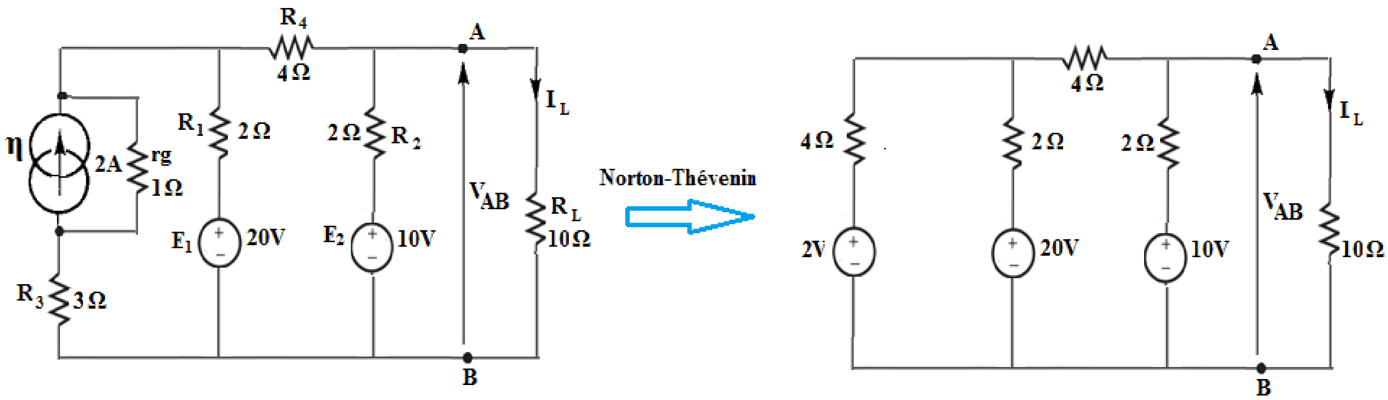
$$V^{-} = \frac{(\frac{V_e}{R_1} + \frac{V_s}{R_2})}{(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2})} \;=\; V^{+} = 0 \;\;\Rightarrow\; V_s = -V_e\left(\frac{R_2}{R_1}\right)$$

$$\Rightarrow \; V_s = -V_e\left(\frac{R_2}{R_1}\right) = A_v(-V_e)$$

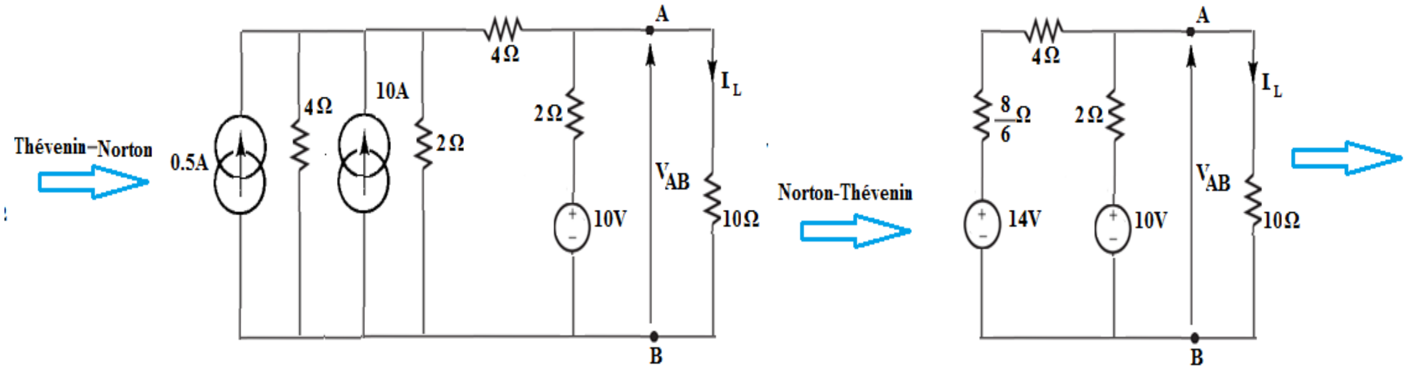
2) Donc on conclut que le signal de sortie est donc au gain prés l'inverse du signal d'entrée : C'est un **montage amplificateur inverseur**

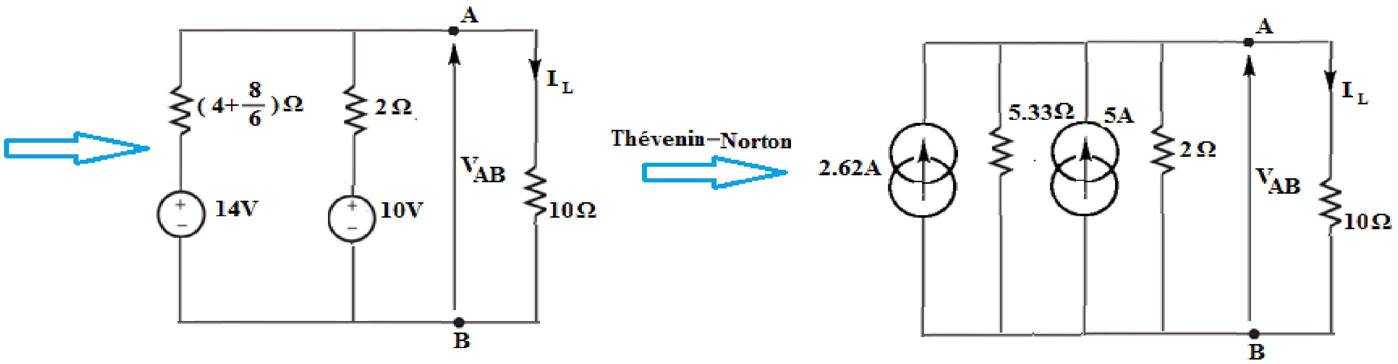
Solution Exo01 : 5Pts

a) Equivalence Thévenin Norton :

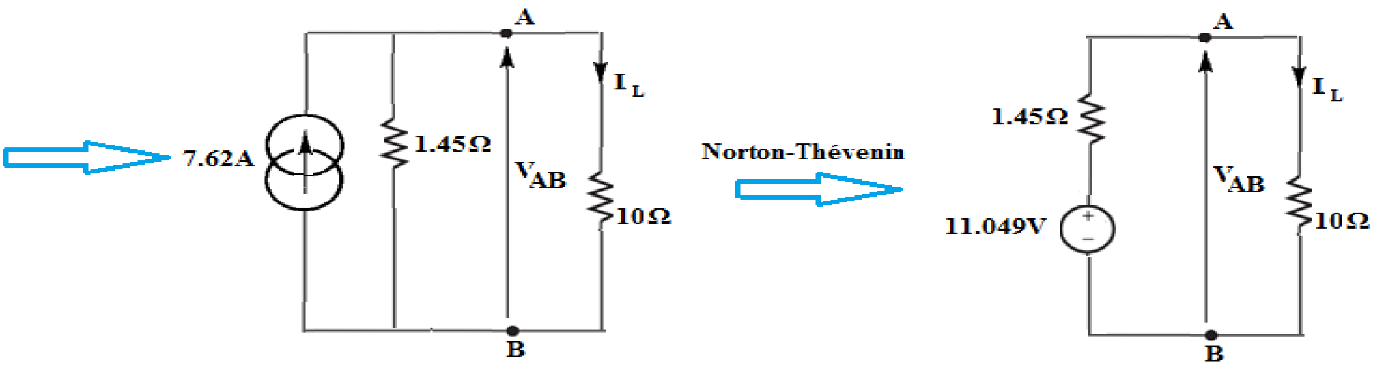


$$4\,/\,/2) = \frac{8}{6}\Omega$$





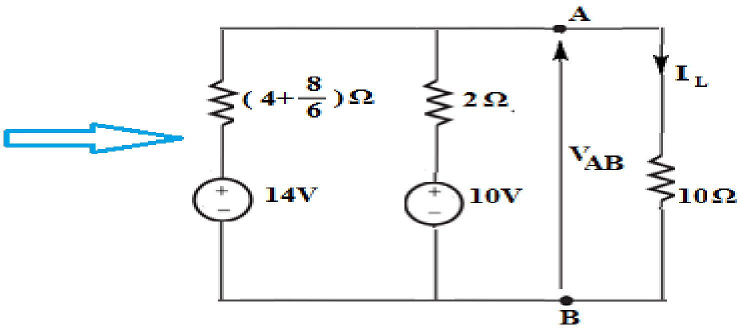
$$5.33/\,/2) = 1.45\Omega$$



$$I_{AB} = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_L} = \frac{11.049}{1.45 + 10} = 0.964A \ ; \ V_{AB} = \frac{R_L}{R_{th} + R_L} V_{th} = \frac{10}{1.45 + 10} 11.049 = 9.64V$$

b) Millmann :

$$V_{AB} = \frac{\frac{14}{5.33} + \frac{10}{2} + \frac{0}{10}}{\frac{1}{5.33} + \frac{1}{2} + \frac{1}{10}} = 9.64V$$



La loi d'Ohm : $V_{AB} = 10 * I_{AB}$

$$\Rightarrow I_{AB} = \frac{V_{AB}}{R_L} = \frac{9.64V}{10} = 0.964A$$

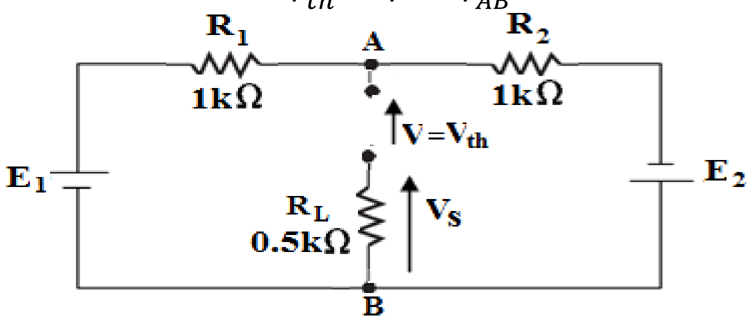
Solution Exo02 : 5Pts

1. Condition de conduction et de blocage de la diode :

➢ Il faut tout d'abord calculer la tension de Thévenin aux bornes de la diode V :

$$V_{th} = V \ \ et \ V_{AB} = V + R_L * I \quad avec \ I = 0 \ (Thévenin \ \grave{a} \ vide)$$

$$\Longrightarrow V_{th} = V = V_{AB}$$



En utilisant le Th de Milmann :

$$V = V_{AB} = \frac{\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

a) 1ér cas : **E1=4V, E2=3V**

$$\Rightarrow V = V_{AB} = \frac{\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{\frac{4}{1K} - \frac{3}{1K}}{\frac{1}{1K} + \frac{1}{1K}} = 0.5V < (V_{seuil} = 0.6V)$$

$\Rightarrow$ ***La diode est au mode de blocage*** **Fig.a :**

$$V_S = R_L * I = 0V$$

b) E_1=15V, E_2=7V

$$\Rightarrow V = V_{AB} = \frac{\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}} = \frac{\frac{15}{1K} - \frac{7}{1K}}{\frac{1}{1K} + \frac{1}{1K}} = 4V > (V_{seuil} = 0.6V)$$

$\Rightarrow$ ***La diode est au mode de conduction Fig.b*** (3ème ***approximation***):

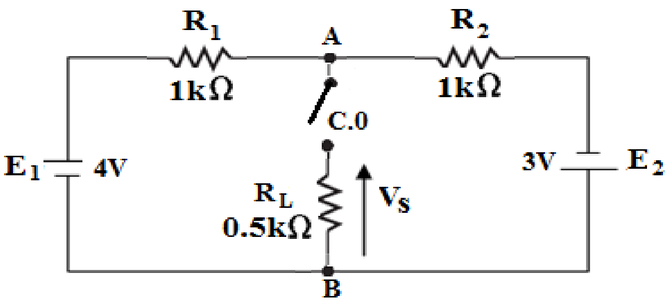


Fig.a: Mode de blocage

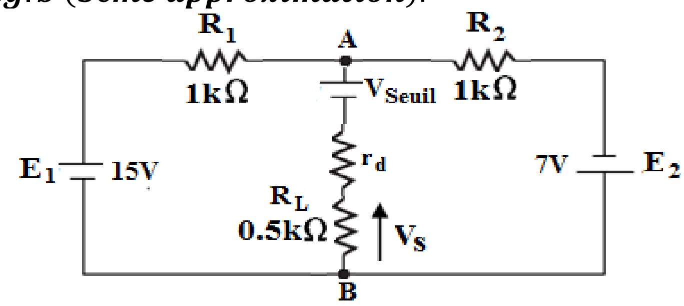


Fig.b: Mode de conduction

$$\Rightarrow V_{AB} = \frac{\frac{E_1}{R_1} - \frac{E_2}{R_2} + \frac{V_{Seuil}}{R_L + r_d}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_L + r_d}} = 2.48V$$

Diviseur de tension :

$$\Rightarrow V_S = \frac{R_L}{R_L + r_d}(V_{AB} - V_{Seuil}) = 1.517\text{V}$$

Solution Exo03 : 7Pts

1) Droite de charge statique : I_C= f(V_{CE})

En statique : tension d'entrée V_e=0V et les condensateurs sont remplacés par des interrupteurs ouverts.

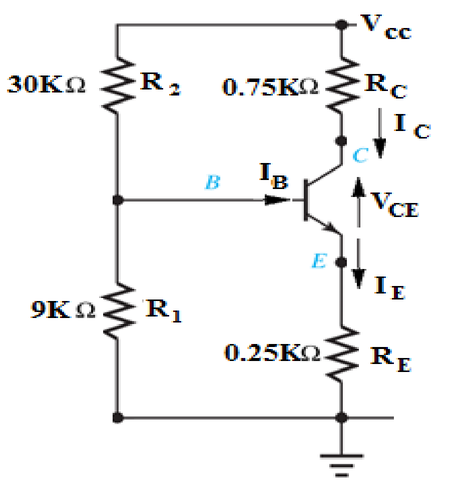
1.1.Schéma équivalent en statique :

$$V_{CC} = R_C I_C + V_{CE} + R_E I_E \dots\dots (1)$$

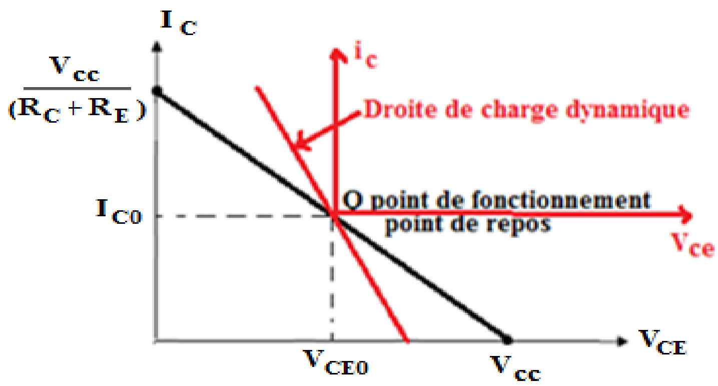
$$I_E = I_C + I_B = I_C + \frac{I_C}{\beta} = (1 + \tfrac{1}{\beta})I_C$$

$$\beta = 200 \Rightarrow I_E = (1 + \tfrac{1}{\beta})I_C \approx I_C \qquad (1) \Rightarrow V_{CC} = (R_C + R_E)I_C + V_{CE}$$

$$\Rightarrow I_C = -\frac{1}{(R_C+R_E)}V_{CE} + \frac{V_{CC}}{(R_C+R_E)} = -\frac{1}{1\text{K}}V_{CE} + \frac{15}{1\text{K}} \;:\; \textit{équation DCS}$$



Montage équivalent en statique



Droite de charge statique et dynamique

2. Point de fonctionnement (repos) :

On choisit le point de repos au milieu de la droite de charge statique :

$$\begin{cases} V_{CE0} = \dfrac{V_{CC}}{2} = 7.5V \\ I_{CE0} = \dfrac{V_{CC}}{2(R_C + R_E)} = \dfrac{15}{2 * 1\text{K}} = 7.5mA \end{cases}$$

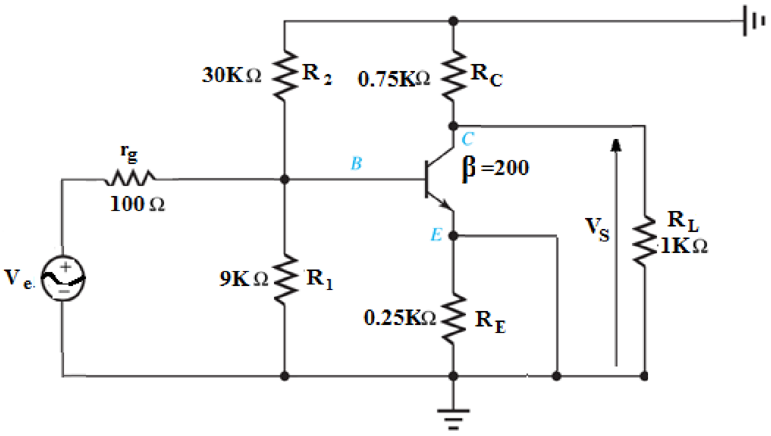
3. Droite de charge dynamique : $i_c=f(V_{ce})$

En dynamique : tension V_{cc}=0V et les condensateurs sont remplacés par des interrupteurs fermés.

3.1. Schéma équivalent en dynamique :

$$(R_C\,//\,R_L)i_C + V_{ce} = 0 \ldots\ldots(2)$$

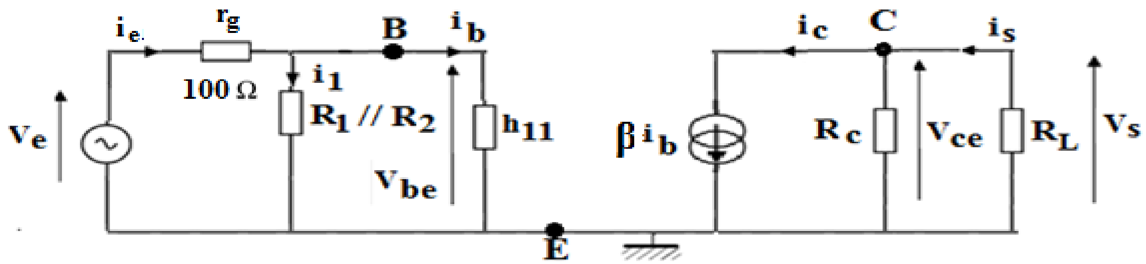
$$\Rightarrow i_C = -\frac{1}{(R_C\,//\,R_L)}$$



Montage équivalent en dynamique

4. Paramètres de l'amplificateur :

Il faut remplacer le schéma équivalent en dynamique :



C'est un montage **Emetteur commun à R_E découplée.**

Le rôle des condensateurs C_C et C_B sont des capacités de liaison alors que C_E c'est la capacité de découplage (élimine l'effet de la résistance R_E en dynamique en régime petits signaux.

a) Gain en tension en charge (R_{ch} branchée):

$A_v = \frac{V_S}{V_e}$, on pose $R_1\,//\,R_2 = R_B = \frac{30K * 9K}{39K} = 6.29K$

$$\begin{cases} i_e = i_1 + i_b \quad \Longrightarrow \quad i_b = i_e - i_1 & (1) \\ i_1 = \dfrac{\frac{1}{R_B}}{\frac{1}{R_B}+\frac{1}{h_{11}}} i_e = \dfrac{h_{11}}{(h_{11}+R_B)} i_e & \textit{Diviseur de courant} \ \ldots \ \ldots\ldots.(2) \end{cases}$$

(3) dans (1) Donne: $i_b = i_e - i_1 = i_e\left(1 - \frac{h_{11}}{(h_{11}+R_B)}\right) = i_e\left(\frac{R_B}{(h_{11}+R_B)}\right) \ldots\ldots\ldots..(3)$

$$\Rightarrow i_e = i_b\left(\frac{(h_{11}+R_B)}{(R_B)}\right) \quad (4)$$

$V_e = [r_g + (R_B\,//\,h_{11})]i_e \ldots \ (5)$

(4) dans (5) donne : $V_e = [r_g + (R_B\,//\,h_{11})]i_e = [r_g + (R_B\,//h_{11})] * i_b\left(\frac{(h_{11}+R_B)}{(R_B)}\right) \quad (6)$

$V_S = -(R_C\,//\,R_L)i_C \quad \Rightarrow V_S = -(R_C\,//\,R_L) * \beta i_b \ldots..(7)$

$$\Rightarrow A_v(en\ charge) = \frac{V_S}{V_e} \quad \Rightarrow A_v = \frac{-(R_C\,//\,R_L) * \beta}{\left[[r_g + (R_B\,//h_{11})]\right]\left(\frac{(h_{11}+R_B)}{(R_B)}\right)}$$

$R_C\,//\,R_L = \frac{0.75\text{K} * 1\text{K}}{1.75\text{K}} = 0.42\text{K}\Omega$

$$R_B\,//\,h_{11} = \frac{6.29\text{K} * 1.2\text{K}}{7.49\text{K}} = 1.007\text{K}\Omega$$

$$\Rightarrow A_v(en\ charge) = \frac{V_S}{V_e} \quad \Rightarrow A_v = \frac{-0.42K * 200}{[[100 + (1.007\text{K}\Omega)]]\left(\frac{(1.2\text{K} + 6.29\text{K})}{(6.29\text{K})}\right)} = -63.73$$

b) Gain en tension à vide :

$$\Rightarrow A_v(\text{à}\ vide\ ) = \frac{V_S}{V_e} \quad \Rightarrow A_v = \frac{-(R_C\ ) * \beta}{\left[\left[r_g + (R_B\,//h_{11})\right]\right]\left(\frac{(h_{11} + R_B)}{(R_B)}\right)}$$

$$\Rightarrow A_v(\text{à}\ vide) = \frac{V_S}{V_e} \quad \Rightarrow A_v = \frac{-0.75K * 200}{[[100 + (1.007\text{K}\Omega)]]\left(\frac{(1.2\text{K} + 6.29\text{K})}{(6.29\text{K})}\right)} = -113.80$$

c) Impédance d'entrée :

$Z_e = \frac{V_e}{i_e}\Big|\,pour\ is = 0$ **(Charge débranchée)**

$$V_e = [r_g + (R_B\,//\,h_{11})]i_e \ldots$$

$$\Rightarrow Z_e = \frac{V_e}{i_e} = [r_g + (R_B\,//h_{11})]$$

$$\Rightarrow Z_e = \frac{V_e}{i_e} = [100 + 1.007K] = 1.107K\Omega$$

d) Impédance de sortie :

$Z_s = \frac{V_s}{i_s}\Big|\ \ pour\ V_e = 0$ **Z_S :** résistance de Thévenin vue par la charge $\mathbf{R_L}$

$V_S = R_C(i_s - i_C) = R_C(i_s - \beta i_B) \ldots\ldots..(1)$

L'équation (6) présenté au dessus :

$$V_e = [r_g + (R_B\,//\,h_{11})]i_e = \left[r_g + (R_B\,//h_{11})\right] * i_b\left(\frac{(h_{11} + R_B)}{(R_B)}\right) = 0$$

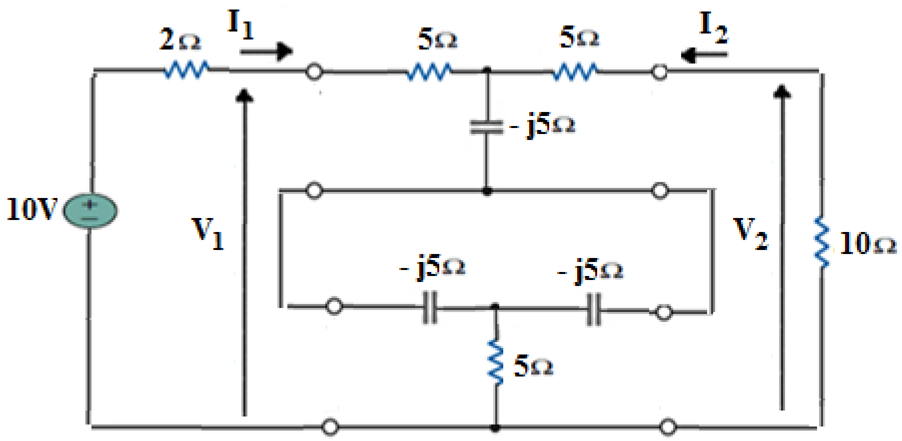
$\Rightarrow i_B = 0 \quad \Rightarrow i_C = 0$

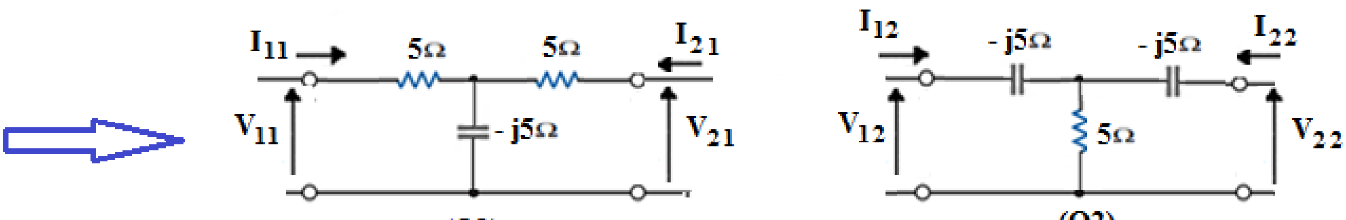
$$\Longrightarrow V_S = R_C(i_s - i_C) = R_C(i_s - \beta i_B) = R_C * i_s$$

$$Z_S = \frac{V_S}{i_S} = \ R_C = \ 0.75\Omega$$

Bonne compréhension

<u>Solution Exo02 : 5Pts</u>





(Q1) (Q2)

Association Série / Série

<u>Les paramètres [Z_1] du Q_1 (Fig.a) :</u>

$$(I)\quad \begin{cases} V_1 = Z_{11}\, I_1 + Z_{12}\, I_2 \\ V_2 = Z_{21}\, I_1 + Z_{22}\, I_2 \end{cases} \qquad \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix}$$

$$\begin{cases} Z_{11} = \dfrac{V_1}{I_1} \quad quand\ I_2 = 0 \quad \Rightarrow Z_{11} = (5 - j5)\Omega \\ Z_{12} = \dfrac{V_1}{I_2} \quad quand\ I_1 = 0 \quad \Rightarrow Z_{12} = -j5\Omega \\ Z_{21} = \dfrac{V_2}{I_1} \quad quand\ I_2 = 0 \quad \Rightarrow Z_{21} = -j5\Omega \\ Z_{22} = \dfrac{V_2}{I_2} \quad quand\ I_1 = 0 \quad \Rightarrow Z_{22} = (5 - j5)\Omega \end{cases}$$

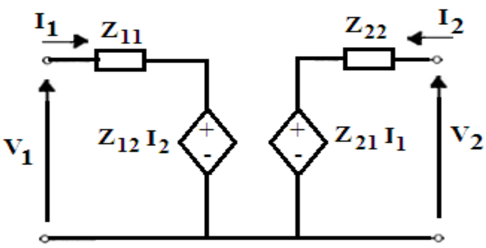
$\boldsymbol{Z_{11} = Z_{22}\ \ et\ \ Z_{12} = Z_{21}\ \ Alors}$ **Le quadripôle Q_1 est symétrique et réciproque**

$$\Rightarrow\ Matrice\ de\ Q_1\ \Rightarrow \begin{cases} V_1 = (5 - j5)I_1 - j5\, I_2 \\ V_2 = -j5\, I_1 + (5 - j52)I_2 \end{cases} \qquad \Rightarrow [Z]_1 = \begin{pmatrix} (5 - j5) & -j5 \\ -j5 & (5 - j5) \end{pmatrix}$$

$$\Rightarrow\ Matrice\ de\ Q_2\ \Rightarrow \begin{cases} V_1 = (5 - j5)I_1 + 5\, I_2 \\ V_2 = 5\, I_1 + (5 - j5)I_2 \end{cases} \qquad \Rightarrow [Z]_2 = \begin{pmatrix} (5 - j5) & 5 \\ 5 & (5 - j5) \end{pmatrix}$$

$\boldsymbol{Z_{11} = Z_{22}\ \ et\ \ Z_{12} = Z_{21}\ \ Alors}$ **Le quadripôle Q_2 est symétrique et réciproque**

Schéma équivalent de chacun :



Q_1 et Q_2 sont en série : $[Z]_Q = [Z]_{Q1} + [Z]_{Q2}$

$\boldsymbol{Matrice\ de\ Q_1 en\ série\ avec\ Q_2} \Rightarrow \begin{cases} V_1 = 2(5-j5)I_1 + (5-j5)I_2 \\ V_2 = (5-j5)I_1 + 2(5-j5)I_2 \end{cases}$

$$\Rightarrow [Z]_Q = \begin{pmatrix} 2(5-j5) & (5-j5) \\ (5-j5) & 2(5-j5) \end{pmatrix}$$

a) Gain en courant :

$$\Rightarrow \begin{cases} V_1 = 2(5-j5)I_1 + (5-j5)I_2 & (1) \\ V_2 = (5-j5)I_1 + 2(5-j5)I_2 & (2) \end{cases} \quad et \quad \begin{cases} \text{A l'entrée : } V_1 = 10 - 2I_1 & (3) \\ \text{A La sortie : } V_2 = -10I_2 & (4) \end{cases}$$

$$A_i = \frac{I_2}{I_1}, \quad (2) = (4) \Rightarrow \quad (5-j5)I_1 + 2(5-j5)I_2 = -10I_2$$

$$(5-j5)I_1 = -[10 + 2(5-j5)]I_2$$

$$\Rightarrow (5+j2)\ I_1 = -I_2(20+j4)$$

$$\Rightarrow A_i = \frac{I_2}{I_1} = -\frac{(5-j5)}{[10+2(5-j5)]} = \frac{(-5+j5)}{[20-j10]} = \frac{(-1+j)}{[4-j2]}$$

$$\Rightarrow A_i = \frac{I_2}{I_1} = \frac{\sqrt{2}\ \ /{-45°}}{2\sqrt{5}\ \ /{-26.56°}} = 0.316\ \ /{-18.44°} = 0.316\ \ /161.56°$$

b) **Gain en tension :**

$$A_v = \frac{V_2}{V_1}$$

$$V_1 = 2(5-j5)I_1 + (5-j5)I_2 = 2(5-j5)\frac{I_2}{A_i} + (5-j5)I_2$$

$$\Longrightarrow V_1 = [2(5-j5)\frac{1}{A_i} + (5-j5)]\ I_2$$

$$(4) \ \Longrightarrow V_2 = -10I_2$$

$$A_v = \frac{V_2}{V_1} \quad \Longrightarrow A_v = \frac{-10I_2}{[2(5-j5)\frac{1}{A_i} + (5-j5)]\ I_2} = \frac{-10}{[2(5-j5)\frac{1}{A_i} + (5-j5)]}$$

$$\Rightarrow A_v = \frac{V_2}{V_1} = \frac{(1-j)}{(2-j5)} = \frac{\sqrt{2}\ \ /{-45°}}{\sqrt{29}\ \ /{-68.19°}} = 0.26\ \ /23.19° = 0.26/\ 23.19°$$