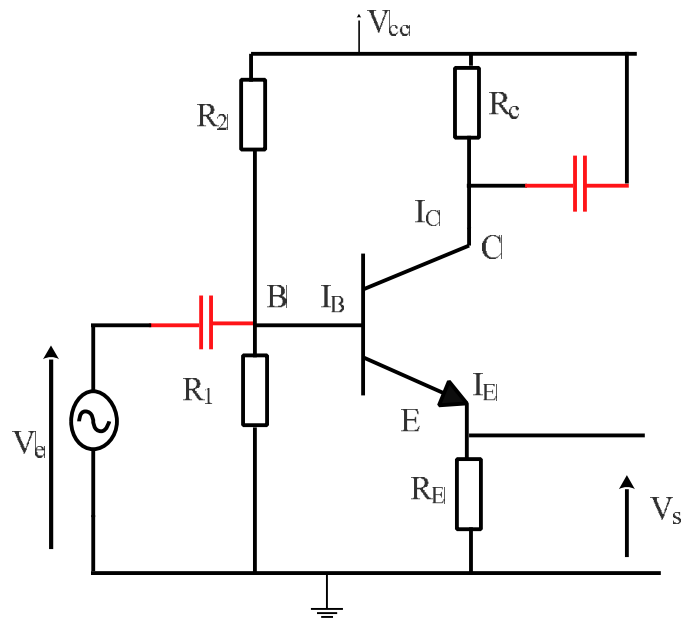


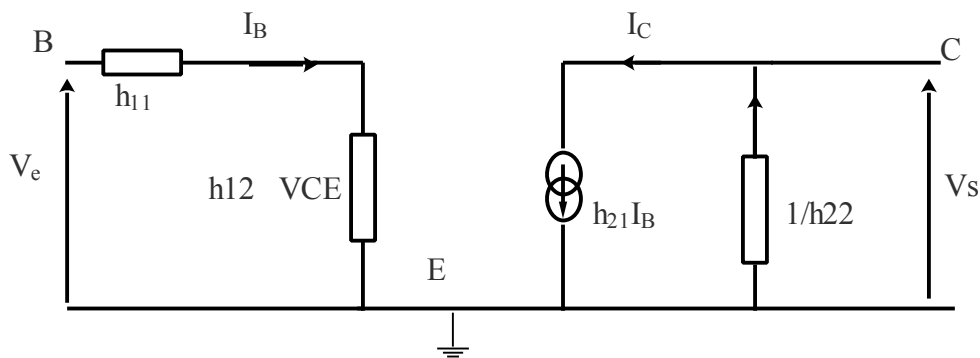
### II.7.3 Montage Collecteur Commun.

Pour connaître le type de montage ; il suffit juste de déterminer les bornes du signal d'entrée et celle de sortie, la borne qui reste, définira le type du montage.

Dans le cas de ce montage de la figure suivante, l'entrée est appliquée à la base B, la sortie est prélevée au niveau de l'émetteur E, donc le montage est un collecteur commun.

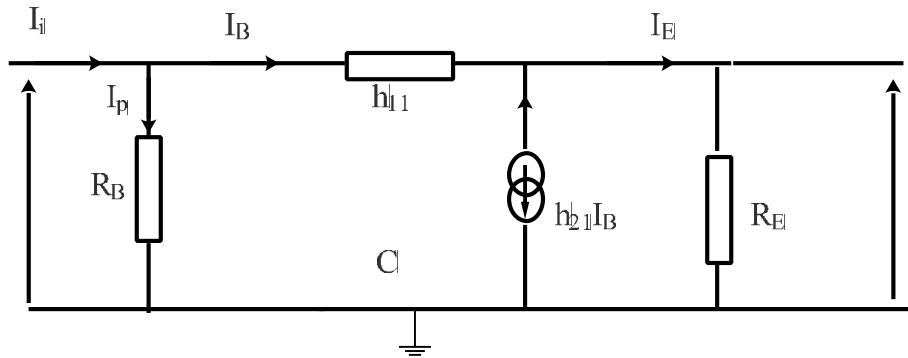


Amplificateur basses fréquences à base d'un transistor CC.

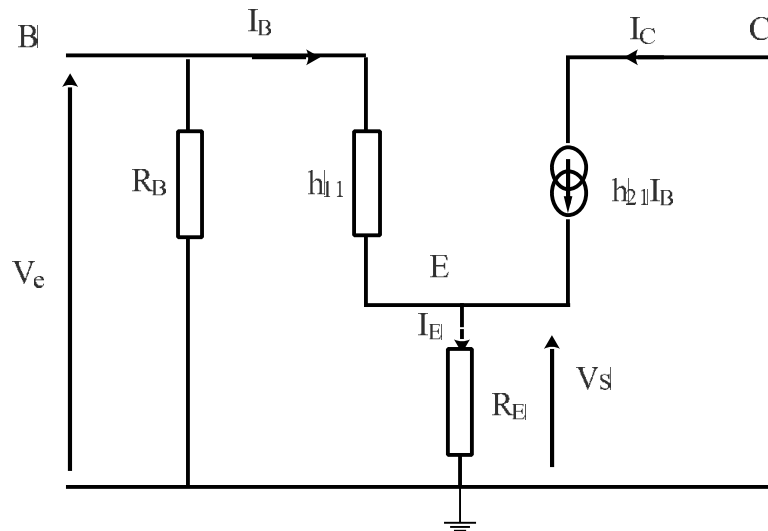


Circuit équivalent d'un transistor bipolaire

Pour l'étude de ce montage nous allons d'abord présenter son schéma électrique équivalent qui est donnée par la figure suivante :



Ou encore



a) Détermination du gain de tension  $A_v$

$$V_e = h_{11} \cdot I_B + R_E(\beta + 1) \cdot I_B$$

$$V_s = R_E \cdot I_E = R_E \cdot (I_C + I_B) = R_E \cdot (\beta + 1) \cdot I_B$$

Donc

$$A_v = \frac{(\beta + 1) \cdot I_B}{h_{11} \cdot I_B + R_E(\beta + 1) \cdot I_B}$$

D'où

$$A_v = \frac{R_E \cdot (\beta + 1)}{h_{11} + R_E \cdot (\beta + 1)}$$

Comme  $h_{11} \ll R_E(\beta + 1)$  ce qui simplifie le gain de tension

$$A_v \approx 1$$

Le gain de tension du montage collecteur commun est proche de l'unité, c'est pour cela qu'il est souvent appelé montage suiveur, (tension de sortie (émetteur) suit l'entrée (base)).

On peut se demander à quoi sert ce montage puisqu'il a un gain de 1 ? C'est ce qu'on va voir !

Le gain de tension seul ne suffit pas à caractériser un amplificateur.

- Vu de l'entrée, l'amplificateur se comporte comme une résistance qu'on appelle Impédance d'entrée

- Vu de la sortie, il se comporte comme un générateur de tension interne  $V_i = AV$  en série avec une résistance qu'on appelle impédance de sortie.

Un bon amplificateur est caractérisée par

$Z_e$  Très élevée qui égale a  $Z_e = V_e / I_i$

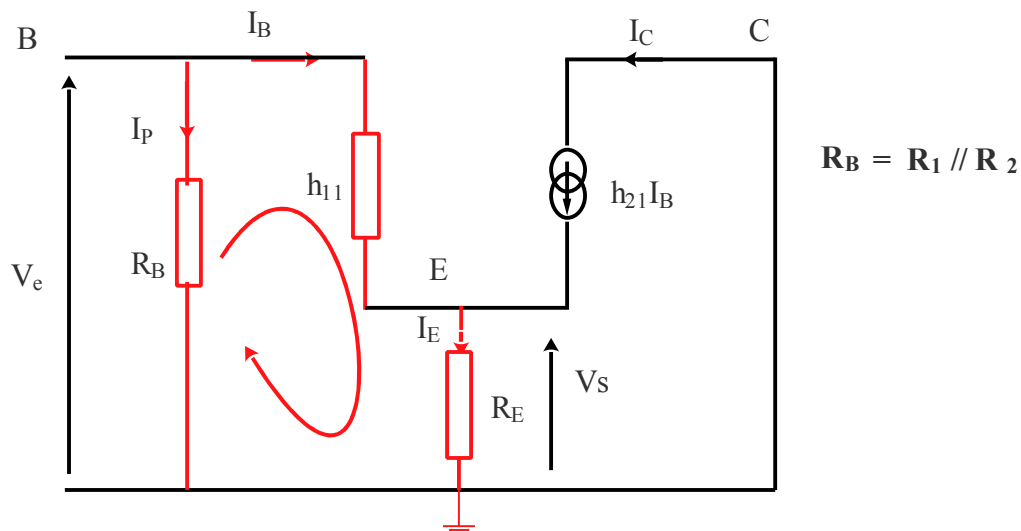
$Z_s$  Très faible  $Z_s = V_s |_{\text{circuit ouvert}} / i_s |_{\text{Court circuit}}$

Détermination de l'impédance d'entrée  $Z_e$

$$Z_e = V_e / I_i = \frac{V_e}{I_B + I_p}$$

$$V_e = h_{11} \cdot I_B + R_E(\beta + 1) \cdot I_B \text{ et } V_e = R_B \cdot I_p$$

Selon la maille suivante :



$$R_B \cdot I_p = h_{11} \cdot I_B + R_E(\beta + 1) \cdot I_B \text{ Donc } I_p = \frac{h_{11} + R_E(\beta + 1)}{R_B} \cdot I_B$$

On peut donc écrire la formule de  $I_i$  :

$$I_i = I_p + I_B = \left[ 1 + \frac{h_{11} + R_E(\beta + 1)}{R_B} \right] \cdot I_B$$

$$Z_e = \frac{h_{11} \cdot R_B + R_E(\beta + 1) \cdot R_B}{R_B + h_{11} + R_E(\beta + 1)}$$

b) Détermination de l'impédance de sortie  $Z_s$

$$Z_s = \frac{V_s|_{\text{circuit ouvert}}}{i_s|_{\text{court circuit}}}$$

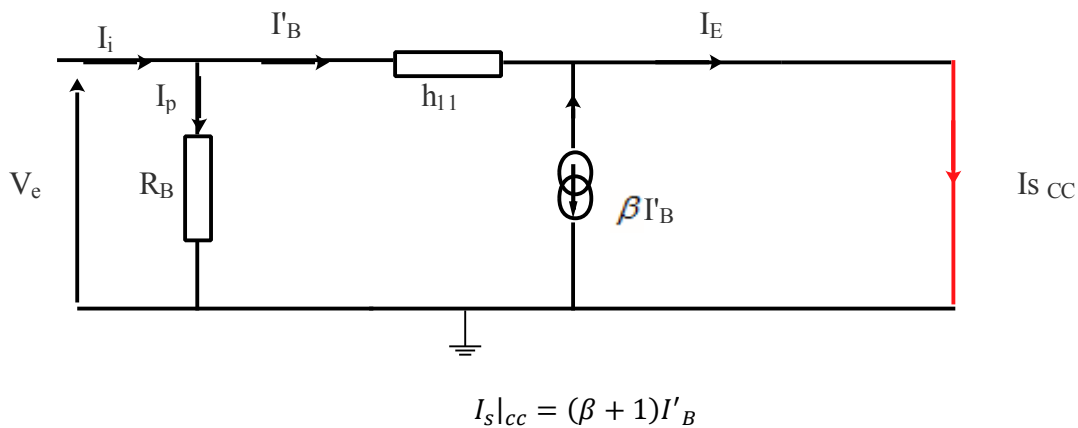
En circuit ouvert on a

$$A_v = \frac{V_s|_{\text{circuit ouvert}}}{V_e} = \frac{R_E(\beta + 1)}{h_{11} + R_E(\beta + 1)}$$

Donc

$$V_s|_{CO} = \frac{R_E(\beta + 1)}{h_{11} + R_E(\beta + 1)} V_e$$

En court-circuit on a comme l'indique la figure ci-dessous ;



Et

$$V_e = h_{11}I'_B$$

En remplace la valeur de  $I'_B$

Nous

aurons

$$I_s|_{cc} = (\beta + 1) \frac{V_e}{h_{11}}$$

Au final

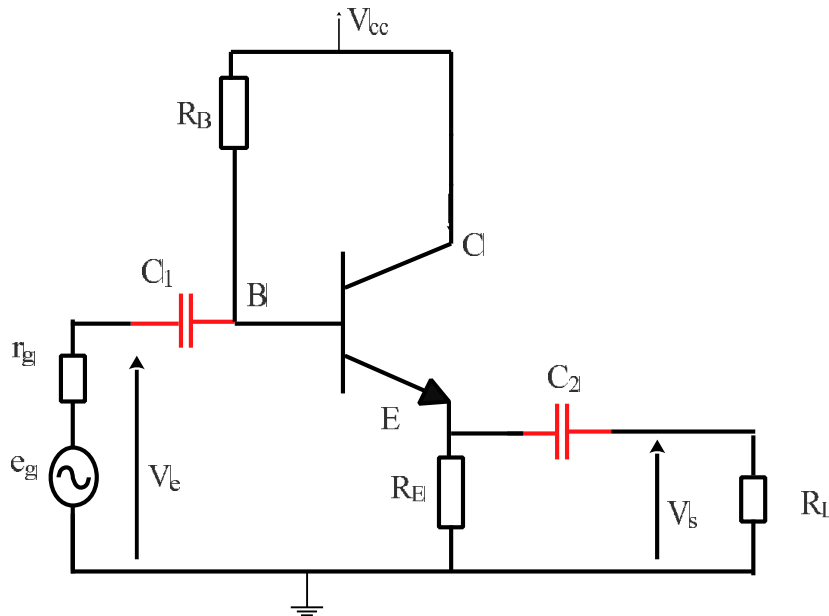
$$Z_s = \frac{R_E(\beta + 1)}{h_{11} + R_E(\beta + 1)} V_e / (\beta + 1) \frac{V_e}{h_{11}}$$

$$= \frac{h_{11}R_E}{h_{11} + R_E(\beta + 1)} \cong \frac{h_{11}}{\beta}$$

**c) Application :**

On considère l'amplificateur de la figure suivante. On donne :  $V_{CC} = 15 V$ ,

$V_{BE} = 0.6 V$ , et  $\beta = 300$ .



**I. Etude statique**

On désire avoir un point de fonctionnement : ( $V_{CE0} = 6 V$ ,  $I_{C0} = 3 mA$ ).

- Donner le schéma équivalent du montage en régime statique.
- Calculer les valeurs des résistances  $R_E$  et  $R_B$ .

**II. Etude dynamique**

- De quel montage s'agit-il ? Justifier.
- Donner le schéma équivalent du montage dans le domaine des petits signaux aux fréquences moyennes.
- Déterminer l'expression du gain en tension  $A_v$ .

- Déterminer l'expression de la résistance d'entrée  $R_e$  du montage vue par le générateur ( $e_g, R_g$ ).
- Déterminer l'expression de la résistance de sortie  $R_S$  du montage vue par la résistance  $R_L$ .

**Solution :**

Nous avons jusqu'à présent raisonné sur des montages complètement isolés du monde extérieur, or il n'en est pas ainsi dans la pratique et tous les montages amplificateurs verront à leur entrée une source et à leur sortie une charge.

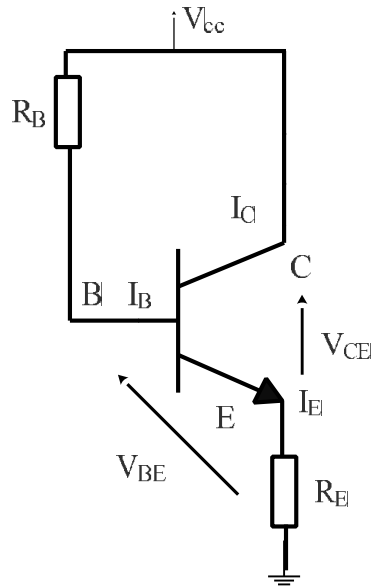
Nous avons rajouté une source de tension alternative  $e_g$ , ayant une impédance interne  $R_g$ . A la sortie nous avons connecté une charge  $R_L$  (L pour Load).

Nous allons maintenant, grâce à des règles simples réduire ce schéma à la fois pour le continu et pour l'alternatif à des modèles simples.

**Pour le courant continu l'étude statique, appliquons ceci :**

- Court-circuiter les sources de tension alternatives et ouvrir les sources de courant
- Ouvrir tous les condensateurs.

Il reste ceci pour le continu, ce qui nous permet de calculer facilement les tensions et courants continus dans ce montage.



Valeurs de résistances  $R_E$  et  $R_B$  .

Valeur de  $R_E$  :

$$V_{CE0} = 6, I_{C0} = 3 \text{ mA}.$$

$$V_{CC} = R_E I_E + V_{CE}$$

$\beta=300$ , on peut négliger  $I_B$  devant  $I_C$  :  $I_E = I_C + I_B \approx I_C$

$$V_{CC} = R_E I_C + V_{CE} \rightarrow R_E = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{I_C} = \frac{V_{CC} - V_{CE0}}{I_{C0}}$$

$$R_E = 3 \text{ k}\Omega$$

Valeur de  $R_B$  :

$$V_{CC} = R_B I_B + V_{BE} + R_E I_E$$

Il faut juste essayer de mettre  $R_B$  en relation avec nos données qui sont  $V_{CE}$   $I_{C0}$

On sait bien que  $I_B = I_C / \beta$  et  $I_E = I_B + I_C$  tout en sachant que  $I_B \ll I_C$

$$V_{CC} = R_B \frac{I_C}{\beta} + V_{BE} + R_E I_C$$

Et

$$V_{CC} - V_{BE} - R_E I_C = R_B \frac{I_C}{\beta}$$

$$R_B = \beta (V_{CC} - V_{BE} - R_E I_C) / I_C \rightarrow R_B = \beta (V_{CC} - V_{BE0} - R_E I_{C0}) / I_{C0}$$

$$R_B = 300(15 - 0.6 - 3 \cdot 10^3 \cdot 3 \cdot 10^{-3}) / 3 \cdot 10^{-3} = 540 \text{ k}\Omega$$

## I. Etude dynamique

Type du montage ? justification.

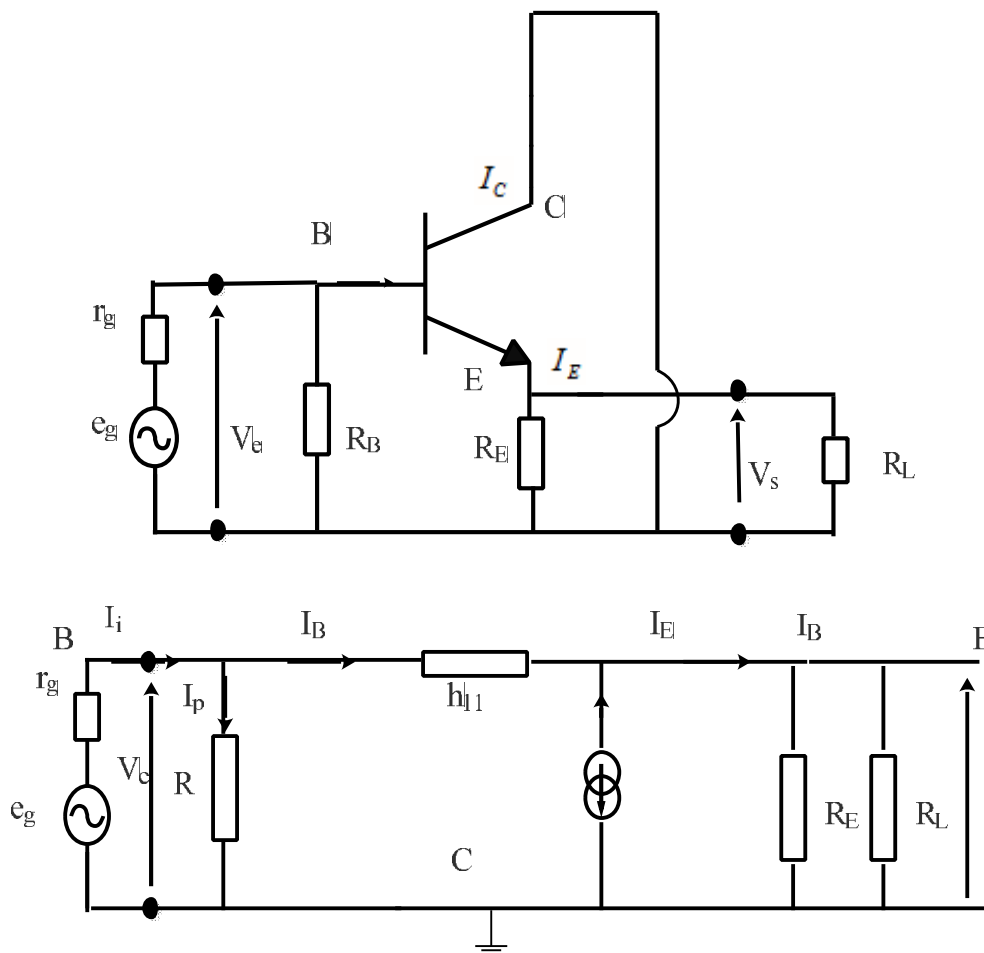
Montage Collecteur -commun.

Justification : Entrée  $\rightarrow$  Base, Sortie  $\rightarrow$  émetteur. Le reste définira le type de montage donc c'est le collecteur commun

Pour le courant alternatif appliquons ceci :

- Court-circuiter les sources de tension continues et ouvrir les sources de courant
- court-circuiter tous les condensateurs.

Schéma équivalent du montage dans le domaine des petits signaux aux fréquences moyennes.



Expression de gain de tension  $A_v$



$$V_e = (h_{11} + (R_E // R_L)) \cdot (\beta + 1) \cdot I_B$$

$$V_s = (R_E // R_L) \cdot I_E = (R_E // R_L) \cdot (I_C + I_B) = R_E // R_L \cdot (\beta + 1) \cdot I_B$$

Donc

$$A_v = \frac{(R_E // R_L) \cdot (\beta + 1)}{(h_{11} + (R_E // R_L)) \cdot (\beta + 1)}$$

Expression de la résistance d'entrée  $R_e$  du montage vue par le générateur ( $e_g, R_g$ )

$$R_e = \frac{V_e}{I_i} = \frac{V_e}{I_B + I_p}$$

$$V_e = h_{11} \cdot I_B + (R_E // R_L) \cdot (\beta + 1) \cdot I_B \text{ et } V_e = R \cdot I_p$$

$$R_B \cdot I_p = h_{11} \cdot I_B + (R_E // R_L) \cdot (\beta + 1) \cdot I_B \text{ Donc } I_p = \frac{h_{11} + (R_E // R_L) \cdot (\beta + 1)}{R} \cdot I_B$$

On peut donc écrire la formule de  $I_i$  :

$$I_i = I_p + I_B = \left[ 1 + \frac{h_{11} + (R_E // R_L) \cdot (\beta + 1)}{R} \right] \cdot I_B$$

$$Z_e = \frac{V_e}{I_i} = \frac{(h_{11} + (R_E // R_L) \cdot (\beta + 1)) \cdot R}{R + h_{11} + (R_E // R_L) \cdot (\beta + 1)}$$

## II.5. Expression de la résistance de sortie $R_s$ du montage vue par la résistance $R_L$

$$Z_s = \left. \frac{V_s}{I_s} \right|_{e_g=0; R_L \text{ débranchée}}$$

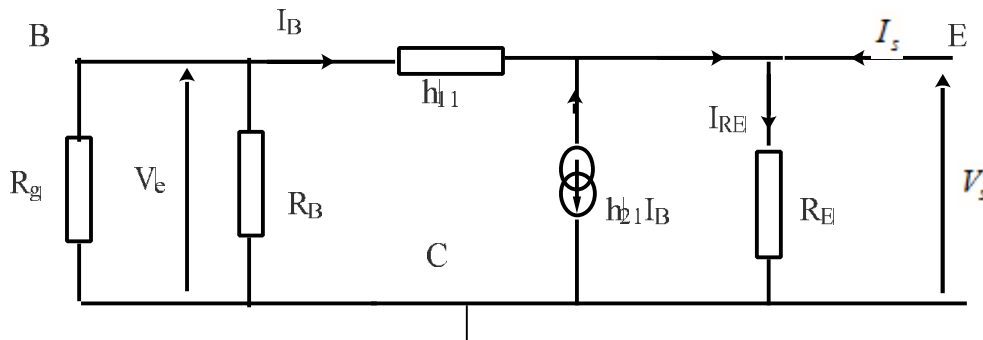


Schéma équivalent lorsque  $e_g=0$  et  $R_L$  débranchée

Supposons que  $R_{eq} = (r_g // R) + h_{11}$

$$I_S + (\beta + 1)I_B = I_{RE} \rightarrow I_S = I_{RE} - (\beta + 1)I_B \dots \dots \dots 1$$

$$I_{RE} = \frac{V_S}{R_E}$$

la grande maille :

$$V_S + R_{eq}I_B = 0 \rightarrow I_B = -\frac{V_S}{R_{eq}} \dots \dots \dots 2$$

En remplace la valeur de  $I_B$  dans la première équation nous aurons

$$I_S = \frac{V_S}{R_E} + (\beta + 1)\frac{V_S}{R_{eq}}$$

$$\frac{I_S}{V_S} = \frac{1}{R_E} + \frac{(\beta + 1)}{R_{eq}} = \frac{1}{Z_S} = \frac{1}{R_E} + \frac{1}{\frac{R_{eq}}{(\beta + 1)}}$$

Donc  $Z_S = R_E // \frac{R_{eq}}{(\beta + 1)}$

**Remarque et éclaircissement:**

Pour la série de TD (vos préparations) j'ai reçu 30 réponses la majorité hier soir ; j'ai compris à travers vos préparations que vous avez un problème avec l'exercice 03 et 04 je vais essayer de faire une vidéo supplémentaire de plus concernant la résolution de ses deux exercices.

Et pour attendre les préparations de vos collègues, j'ai jugé utile de prolonger le délai jusqu'à la semaine prochaine, et ce dans l'objectif de permettre la participation pour tout le monde. Si non un simple message disant que l'étudiant n'a pas pu résoudre les exercices suffira.

Le plus important c'est d'arriver à comprendre l'aspect et les concepts et pour mieux faire je vous demande de poster toutes vos questions et vos remarques soit au niveau de la messagerie e-Learning ou bien à travers la boîte mail, des questions sur les quelles je vais répondre par utilisation des vidéos.

**Bon courage, portez vous bien et bonne santé.**

**Le 14-04-2020**