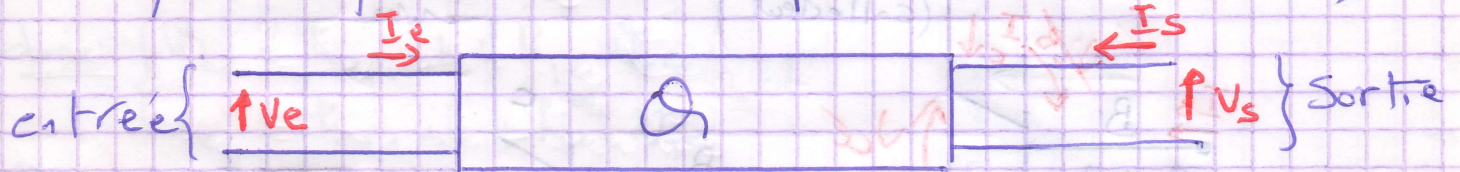


Module: Fonctions principales de l'électronique

Chapitre I: «Rappels»

I) Généralités:

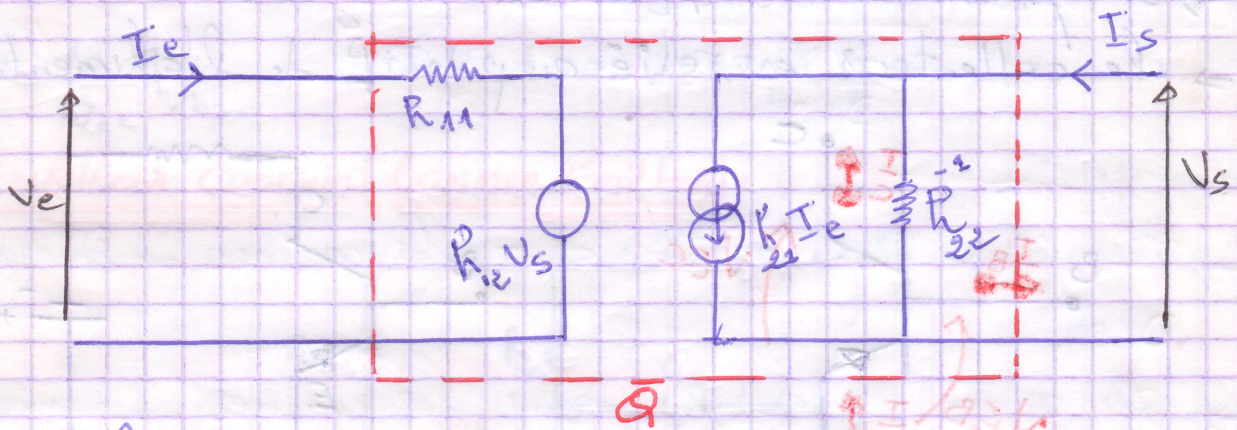
⊛ Les Quadripôles: un quadripôle est un dispositif électrique composé de deux dipôles (entrée et sortie).



⊛ paramètres hybrides d'un Q:

$$\begin{cases} V_e = R_{11} I_e + R_{12} V_s \\ I_s = R_{21} I_e + R_{22} V_s \end{cases}$$

→ Le schéma équivalent de ce Q est comme suit:

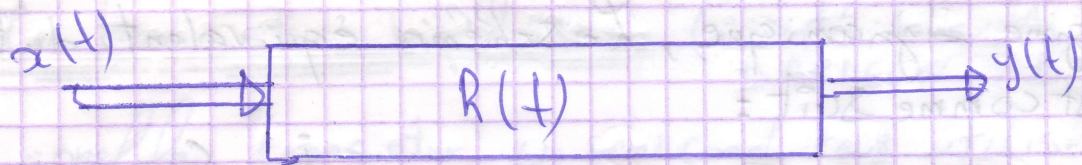


→ Significations:

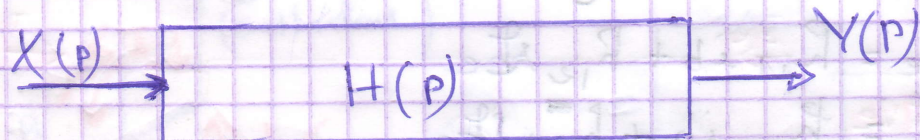
$$\begin{cases} R_{11} \rightarrow \text{impédance d'entrée} \\ R_{12} \rightarrow \text{Gain inverse en tension} \\ R_{21} \rightarrow \text{Gain en courant} \\ R_{22} \rightarrow \text{admittance de sortie} \end{cases}$$

II) Fonction de transfert:

Soit le système automatique représenté ci-dessous:



La sortie $y(t)$ est liée à l'entrée $x(t)$ dans le plan complexe par la fonction de transfert: $H(p) = \frac{Y(p)}{X(p)}$
 Donc on peut représenter le système précédent comme suit dans le plan complexe (Laplace).



Rq: { si $x(t)$ est un courant
 et $y(t)$ " " " " $\Rightarrow H$ est le gain en courant
 si $x(t)$ est une tension
 et $y(t)$ " " " " $\Rightarrow H$ est le gain en tension

④ Les pôles et les zéros d'un système:

Soit: $H(p) = \frac{N(p)}{D(p)}$ est la fonction de transfert

d'un système:

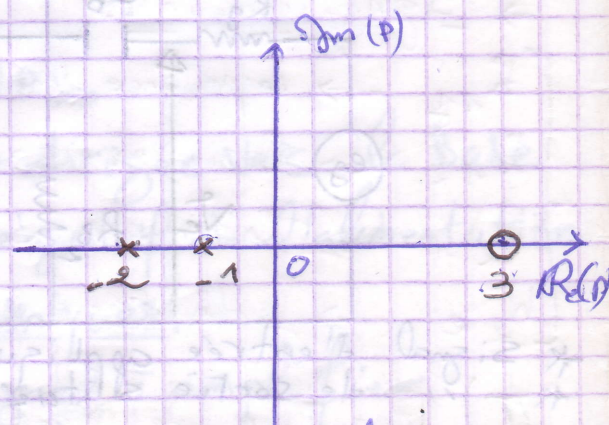
\rightarrow Les pôles d'un système sont les racines du Dénominateur $D(p)$.

\rightarrow Les zéros d'un système sont les racines du numérateur $N(p)$.

Exemple: $H(p) = \frac{5(p-3)}{(p+1)(p+2)}$

\leftrightarrow Les zéros: $z=3$

\leftrightarrow Les pôles: $p_1 = -1$ et $p_2 = -2$

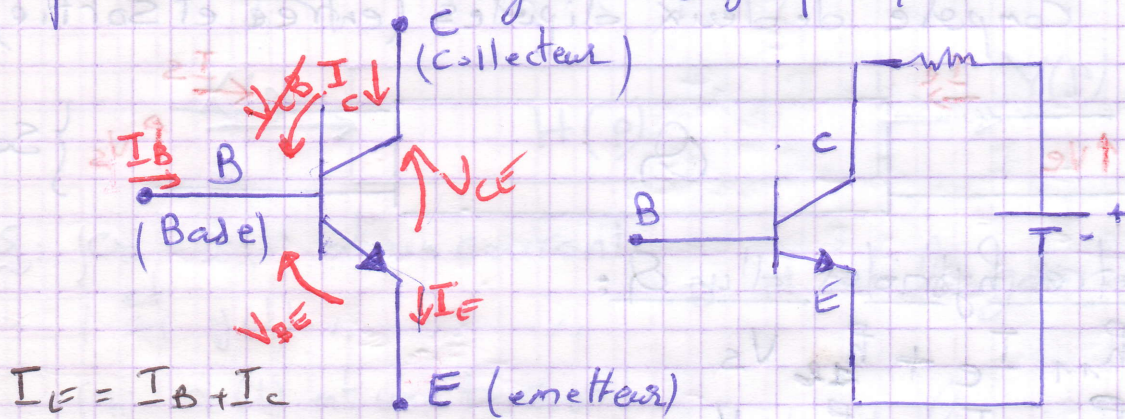


"carte des pôles et zéros"

III) Les transistors bipolaires: (inventé dans les années 50) BARDEEN, BRATTAIN

on appelle 'transistor' un semi-conducteur utilisé en électronique pour amplifier n'importe quel type de signal électrique (Basse ou haute fréquence).

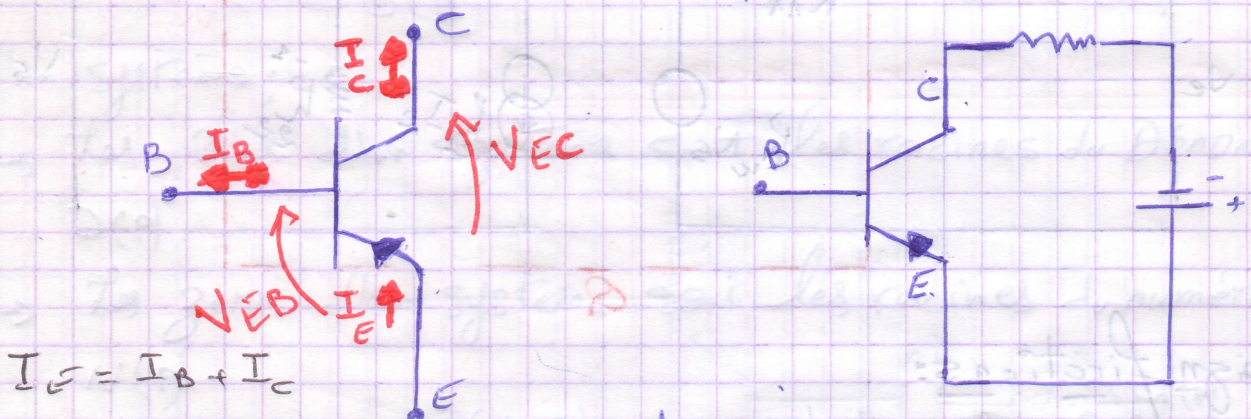
Sur tous les schémas électriques, le transistor est représenté avec les symboles graphiques suivants:



$$I_E = I_B + I_C$$

« transistor NPN »

- la flèche de l'émetteur est dirigée vers l'extérieur.
- le collecteur est relié au positif de l'alimentation



$$I_E = I_B + I_C$$

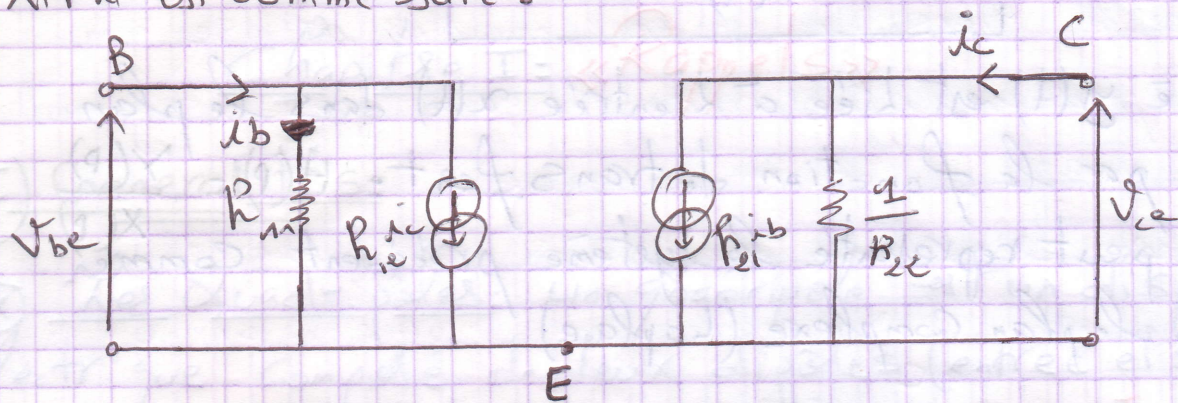
« transistor PNP »

- la flèche de l'émetteur est dirigée vers la Base
- le collecteur est relié au négatif de l'alimentation.

⊗ Les trois configurations classiques:

On pense généralement que le signal à amplifier doit nécessairement être appliqué sur la base et prélevé sur le collecteur mais n'est pas le cas.

→ on régime dynamique, Le schéma équivalent du transistor NPN est comme suit :



donc:
$$\begin{cases} V_{be} = R_{11} i_b + R_{12} i_c \\ i_c = h_{21} i_b + h_{22} i_c \end{cases}$$

$$R_{in} = \frac{V_{be}}{i_b} \Big|_{V_{ce}=0} : \text{Resistance d'entrée du transistor}$$

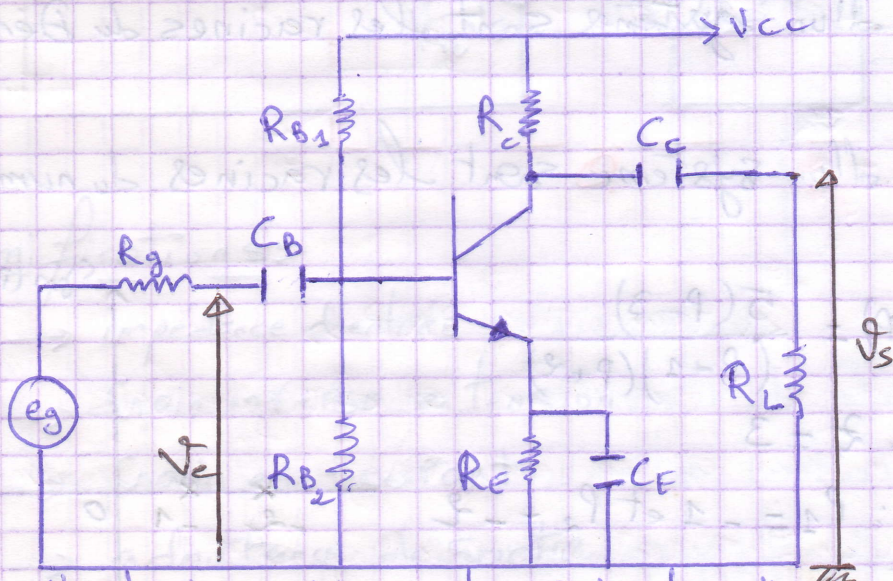
$$h_{1,2} \approx 0$$

$$h_{21} = \frac{h_c}{i_b} \bigg|_{v_{ce}=0}$$

$\beta_{21} = \beta$: Gain en courant du transistor.

$$h_{22} = \frac{di}{dv_{ce}} \Big|_{i_b=0} \quad \text{conductance du transistor}$$

a) Emitter Common (Common Emitter):



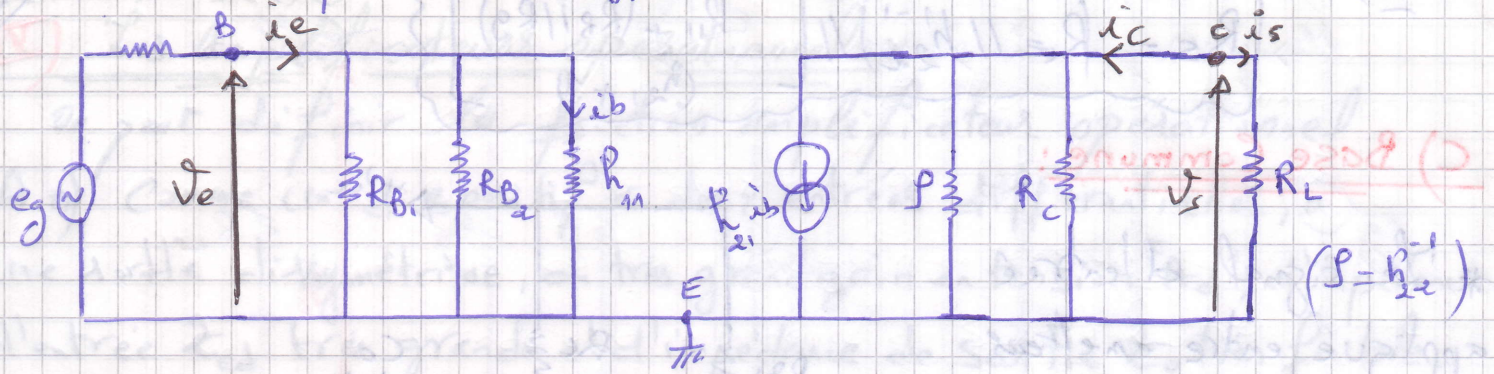
- * Signal d'entrée appliqué entre Base et masse
- * " de sortie située " collecteur et masse

C_B , C_C vis à vis du régime dynamique

Cc " " " " "

$C \in C, c$ ($z_c \rightarrow 0$: C est très grande) (découplage de Re) / ④

* Schéma équivalent: hypothèse $R_{i2} = 0$



→ Résistance d'entrée: $R_e = \frac{V_e}{i_e}$

on a: $V_e = (R_{B1} // R_{B2} // h_{ie}) \times i_e \Rightarrow R_e = R_{B1} // R_{B2} // h_{ie}$

→ Résistance de sortie: $R_s = \frac{V_s}{i_s}$ (déconnecter la charge et C_c d'entrée)

on a: $V_s = (R_C // P) \times i_s \Rightarrow R_s = R_C // P$

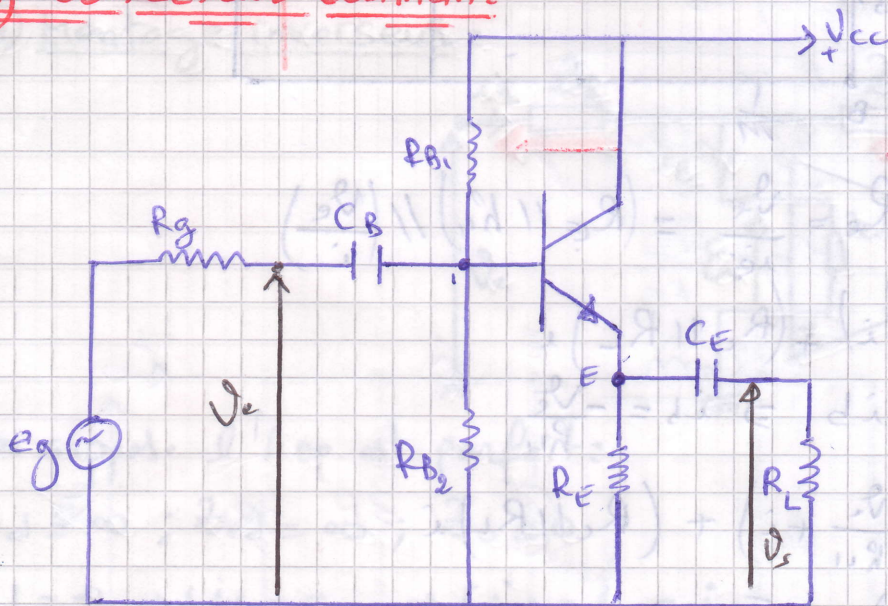
→ Gain en tension: $G_v = \frac{V_s}{V_e}$

on a: $V_e = h_{ie} i_b$; $V_s = (R_L // R_C // P) i_s$ et $i_s = -i_c$ ($i_c \approx h_{ie} i_b$)

donc: $V_s = - (R_L // R_C // P) h_{ie} i_b$

alors: $G_v = - \frac{h_{ie} (R_L // R_C // P)}{h_{ie}}$ (le signe "-" signifie que il y a un déphasage entre V_e et V_s)

b) Collecteur Commun:

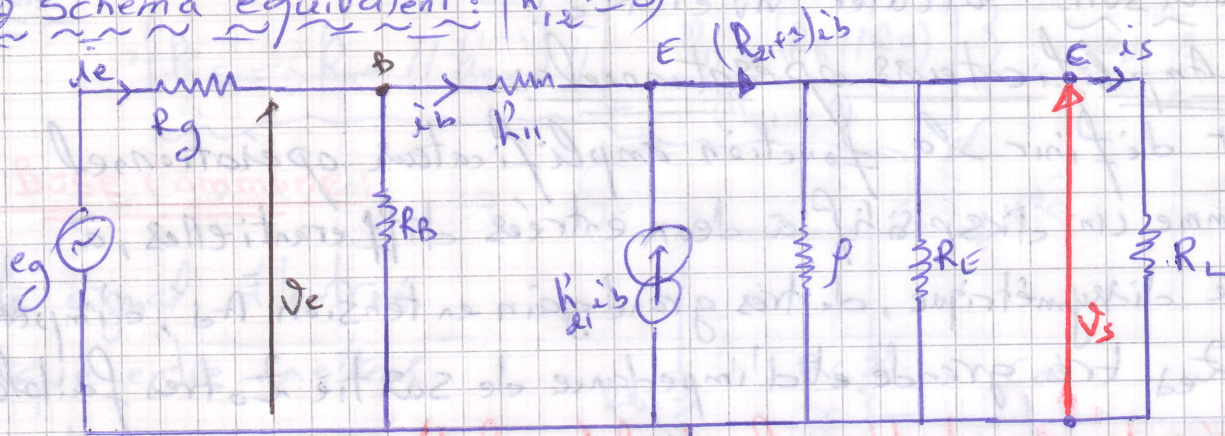


$(R_B = R_{B1} // R_{B2})$

* Signal d'entrée appliqué entre base et masse.

* Signal de sortie prélevé entre émetteur et masse.

⊗ Schema équivalent: ($h_{12} = 0$)



Resistance d'entrée: $R_e = \frac{V_e}{i_e}$

→ Resistance d'entrée: $R_e = \frac{V_e}{i_e}$

$$R_e = R_B \parallel \left(\frac{V_e}{i_e} \right)$$

onc: $V_e = R_{11} i_b + R_{eq} (\beta + 1) i_b$ avec: $R_{eq} = R_C \parallel R_E \parallel R_L$

$$\Rightarrow \frac{V_e}{i_b} = R_{11} + R_{eq} (\beta + 1)$$

also: $R_e = R_B \parallel [R_{11} + R_{eq} (\beta + 1)]$

→ Gain en tension:

$$G_v = \frac{V_s}{V_e}; \quad V_e = [R_{11} + (\beta + 1) R_{eq}] i_b$$

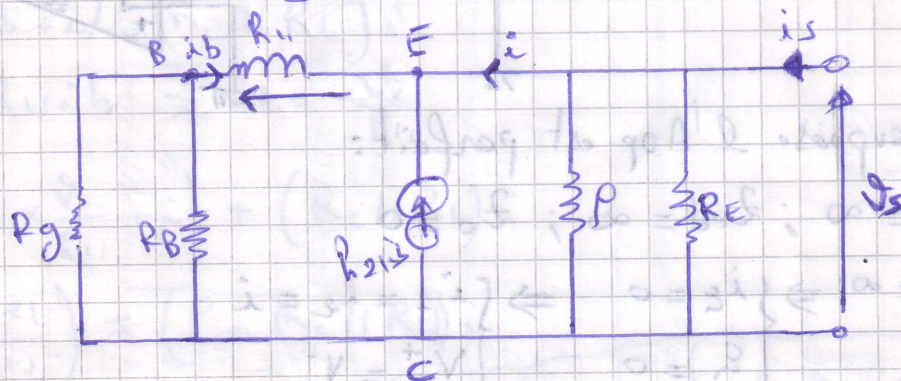
$$V_s = R_{eq} i_s \quad (\text{et } i_s = (\beta + 1) i_b)$$

also: $V_s = R_{eq} (\beta + 1) i_b$

donc: $G_v = \frac{(\beta + 1) R_{eq}}{R_{11} + (\beta + 1) R_{eq}}$

→ Resistance de sortie: $R_s = \frac{V_s}{i_s}$

$$R_s = (R_C \parallel R_E) \parallel \left(\frac{V_s}{i_s} \right)$$



$$V_s = -[R_{11} + (R_B \parallel R_g)] i_b$$

$$i_s = -(\beta + 1) i_b \Rightarrow i_b = -\frac{i_s}{(\beta + 1)} \Rightarrow V_s = \frac{R_{11} + (R_B \parallel R_g)}{(\beta + 1)} i_s$$

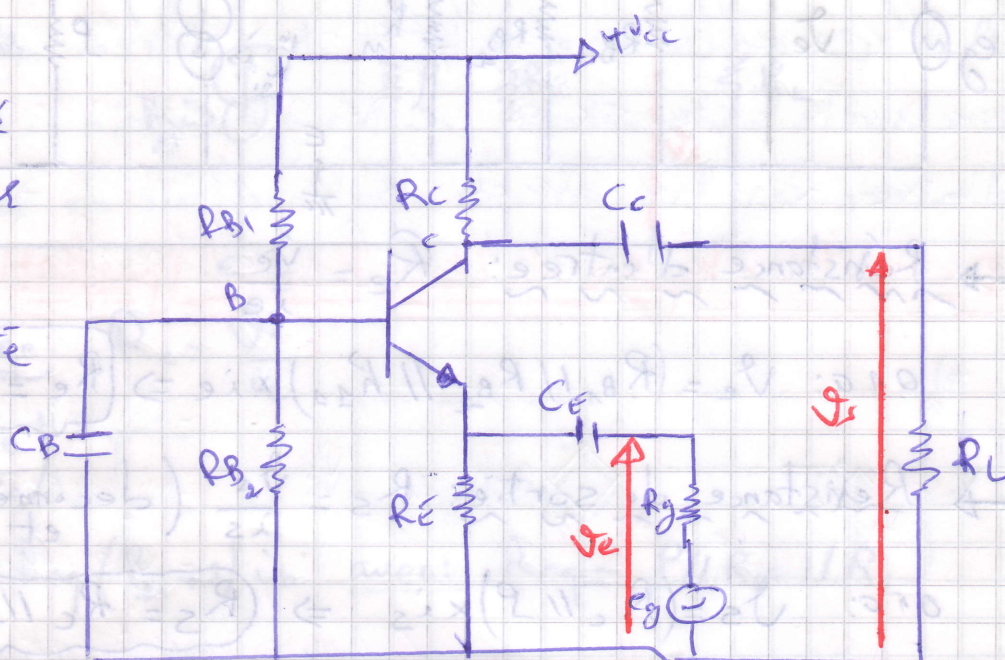
donc:

$$R_s = R_e // h_{22}^{-1} // \left[\frac{R_{11} + (R_B // R_g)}{(h_{21} + 1)} \right]$$

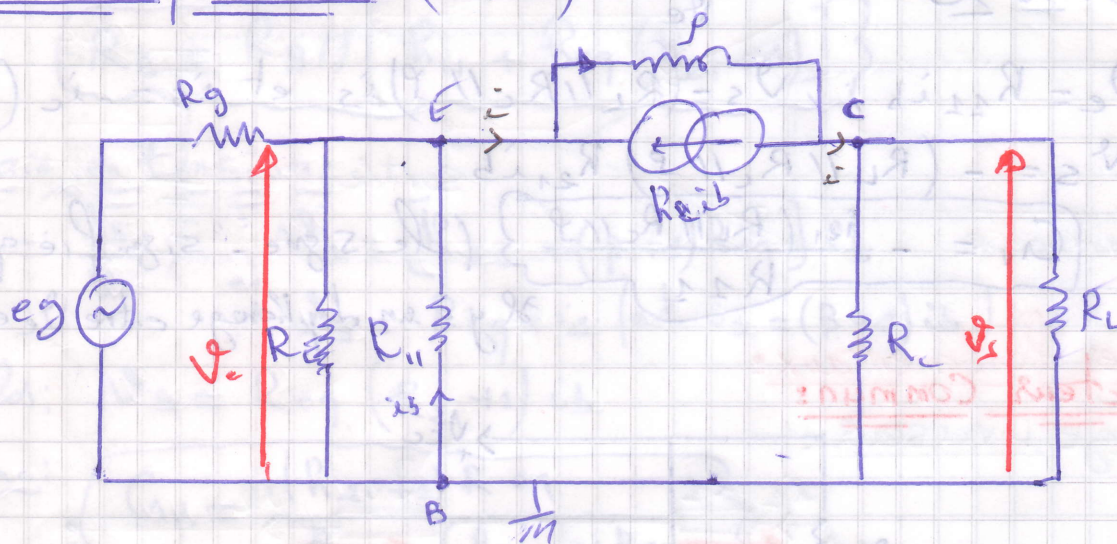
C) Base Commune:

* Le signal d'entrée appliqué entre émetteur et masse.

* Le signal de sortie situé entre collecteur et masse.



* Schéma équivalent: ($R_{12} = 0$)



→ Résistance d'entrée: $R_e = \frac{V_e}{i_e} = (R_e // h_{11}) // \left(\frac{V_e}{i} \right)$

Ora: $V_e = \rho(R_{e1} i_b + i) + (R_c // R_L) i$

d'autre part: $V_e = -R_{11} i_b \Rightarrow i_b = -\frac{V_e}{R_{11}}$

donc: $V_e = \rho \left(-h_{21} \times \frac{V_e}{R_{11}} + i \right) + (R_c // R_L) i$

$\Rightarrow V_e \left(1 + \frac{\rho h_{21}}{R_{11}} \right) = (\rho + R_c // R_L) i$

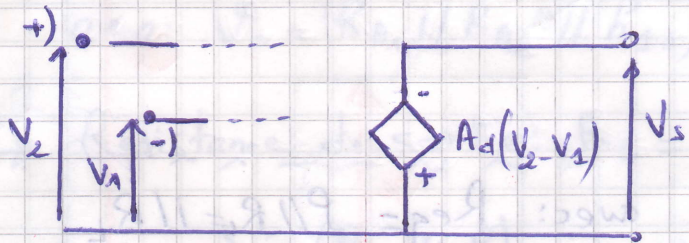
$\Rightarrow \left(\frac{V_e}{i} \right) = \frac{\rho + (R_c // R_L)}{1 + \frac{\rho h_{21}}{R_{11}}} \Rightarrow R_e = (R_e // h_{11}) // \left\{ \frac{\rho + R_c // R_L}{1 + \frac{\rho h_{21}}{R_{11}}} \right\}$

Devoir de maison: calculer G_v et R_s ?

IV) Les Amplificateurs opérationnels:

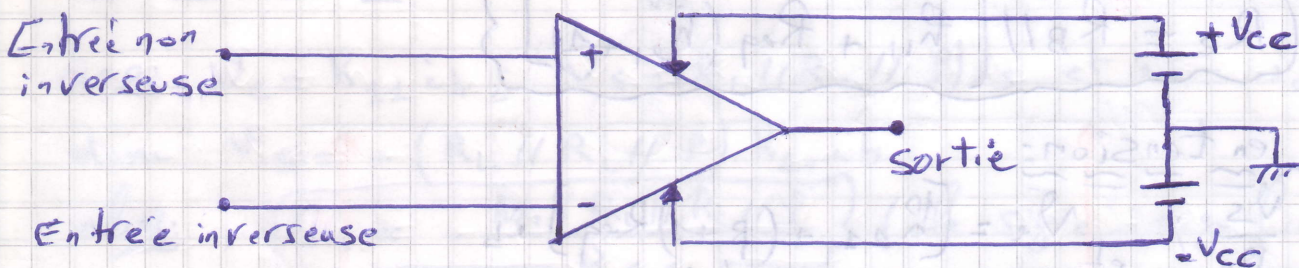
On peut définir la fonction amplificateur opérationnel (A.O) comme un dispositif à deux entrées différentielles, à une sortie différentielle, de très grand gain en tension A_d , d'impédance d'entrée Z_{ed} très grande et d'impédance de sortie Z_o très faible.

① caractéristiques de l'ampli idéal (parfait):



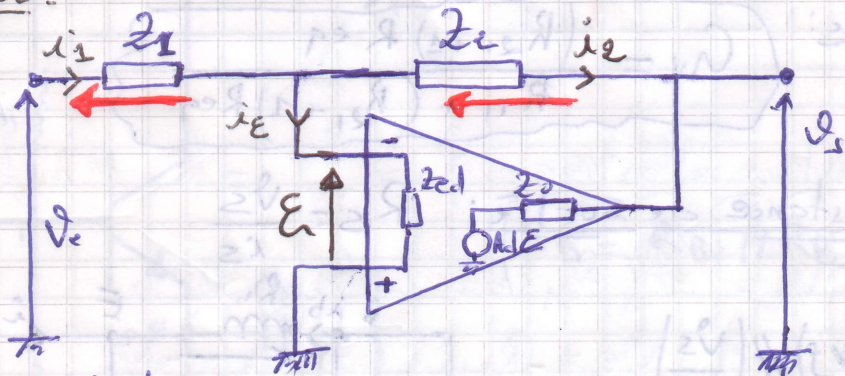
- impédance d'entrée infinie
- impédance de sortie nulle
- gain en tension infini

② Schéma symbolique et alimentation d'un Ampli OP:



③ Montages fondamentaux:

① Montage inverseur:



→ On suppose l'Aop est parfait:

$$A_d = \infty ; Z_{ed} = \infty ; Z_o = 0$$

$$Z_{ed} = \infty \Rightarrow \begin{cases} i_E = 0 \\ E = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i_1 = i_2 = i \\ V^+ = V^- \end{cases}$$

donc: $V_e = Z_1 i$ et $V_s = -Z_2 i \Rightarrow \boxed{\frac{V_s}{V_e} = -\frac{Z_2}{Z_1}} \text{ (Gain en tension)}$

→ Impédance d'entrée: $Z_e = \frac{V_e}{i_e}$

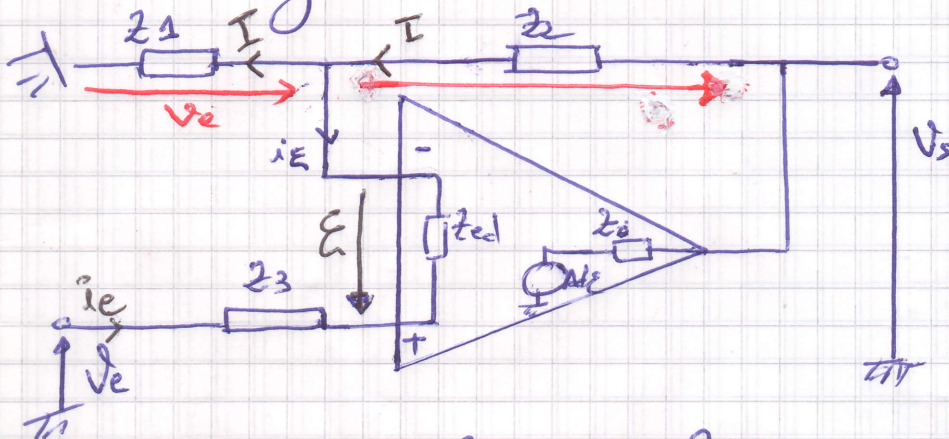
on a: $V_e = Z_1 i_1$; $i_1 = i_e$

$V_e = Z_1 i_e \Rightarrow \frac{V_e}{i_e} = Z_1$, alors: $Z_e = Z_1$

→ Impédance de sortie: $Z_s = 0$

② Montage Non inverseur:

on travaille toujours dans le cadre de l'A.op idéal (parfait);

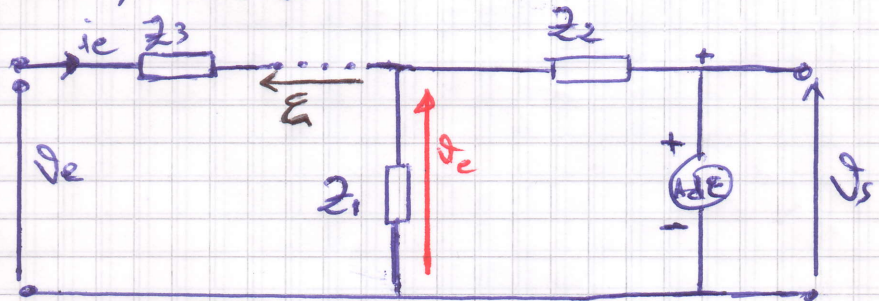


on a: $A_d \approx \infty$; $Z_{ed} \approx \infty$, $Z_o = 0$

$i_{ed} = 0 \Rightarrow i_e = 0$ ($i^+ = i^- = 0$)

alors:

$Z_e = \frac{V_e}{i_e} \Rightarrow Z_e = \infty$
 $Z_s = 0$



→ Gain en tension: $G_v = \frac{V_s}{V_e}$

on applique le diviseur de tension: $V_e = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2} V_s$

donc: $V_s = \frac{Z_1 + Z_2}{Z_1} V_e \Rightarrow G_v = 1 + \frac{Z_2}{Z_1}$

③ Montage Suiveur:

$V_s = V_e$

