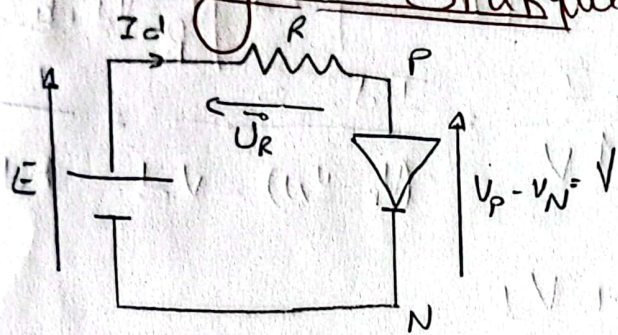


Electronique Analogique.

Diode de Ponge.

(I) Regime Statique.



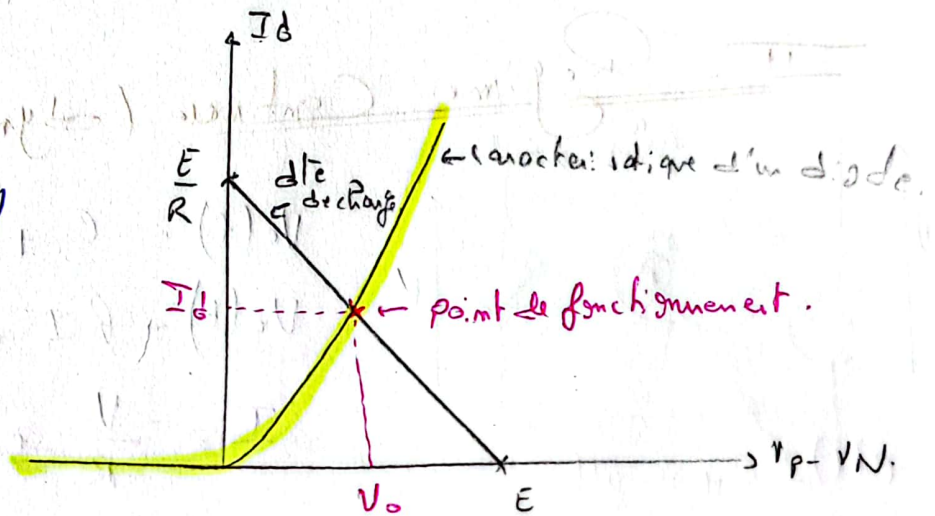
L'équation de la maille.

$$E = U_R + V = R I_D + V$$

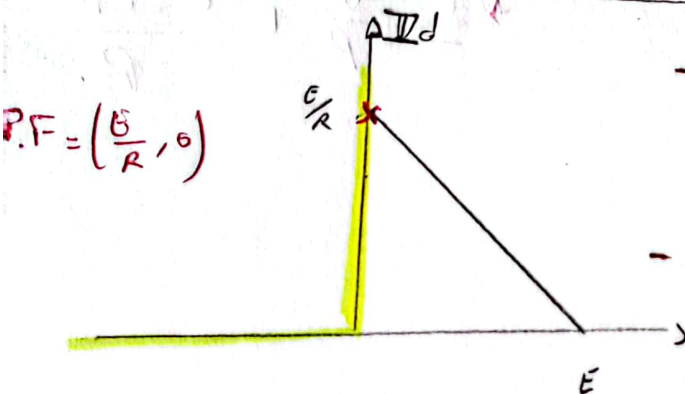
$$I_D = -\frac{V}{R} + \frac{E}{R}$$

$$\text{si } I_D = 0 \Rightarrow V = E$$

$$\text{si } V = 0 \Rightarrow I_D = \frac{E}{R}$$



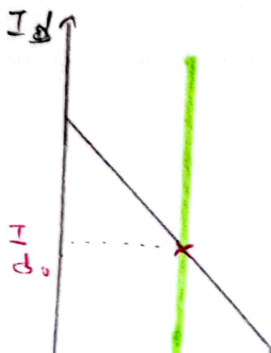
(1) Diode Idéale sans seuil V_D et sans résistance.



- en régime inverse $V_P - V_N < 0$

- en polar. directe $V_P - V_N > 0$

(2) Diode avec V_D (seuil) et sans résistance.

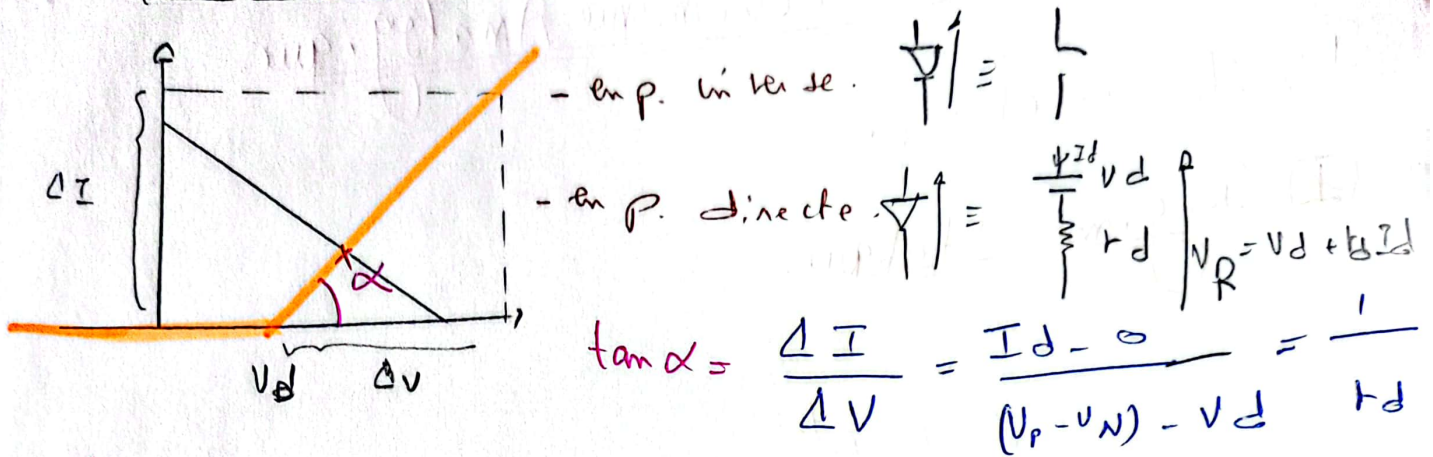


$$P.F. = (I_{D0}, V_D)$$

- en polar. inverse $V_P - V_N < 0$

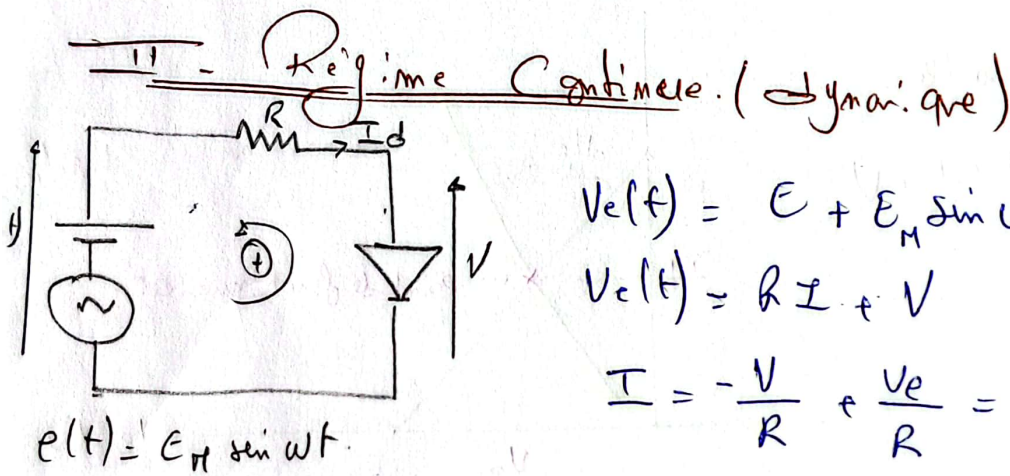
- en polar. directe $V_D = V_P - V_N$

(3) Dire avec V_d et avec la sistance.



P.F. (I_{d0}, V_{d0})

$$V_p - V_N = r_d I_d + V_d$$



$\sin \omega t = 0$

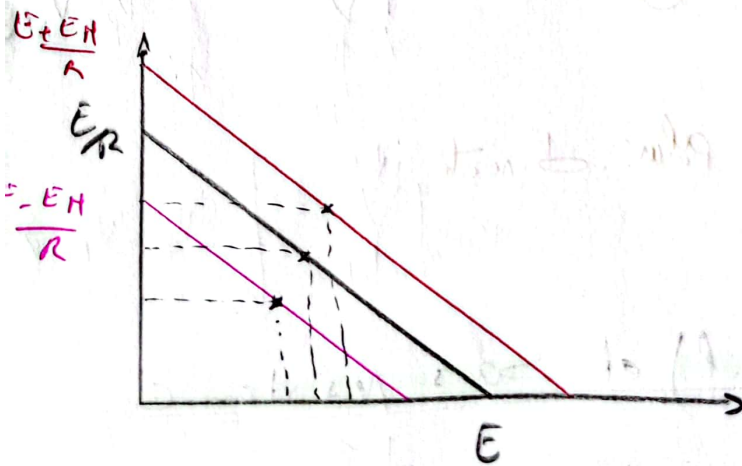
$\sin \omega t = 1$

$\sin \omega t = -1$

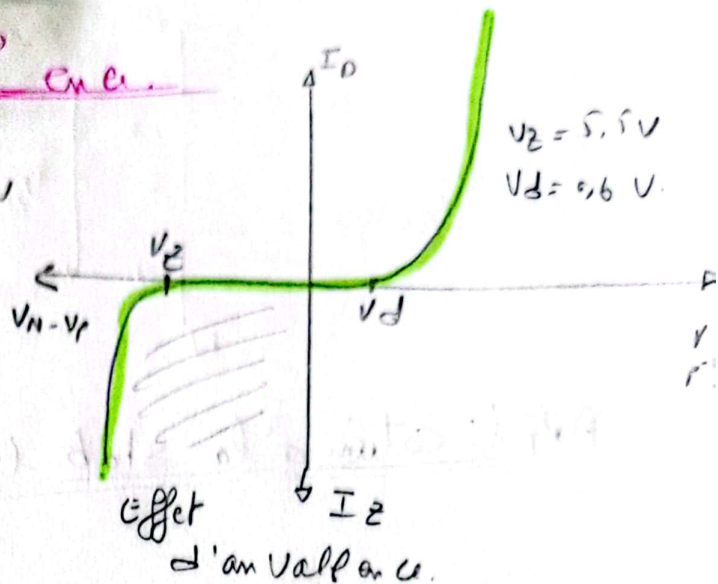
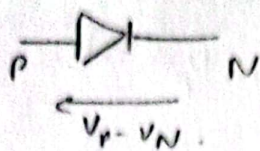
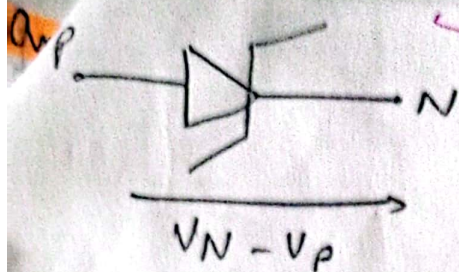
$I = -\frac{V}{R} + \frac{E}{R}$

$* I = -\frac{V}{R} + \frac{E + E_m}{R}$

$* I = -\frac{V}{R} + \frac{E - E_m}{R}$



Diode Zener.



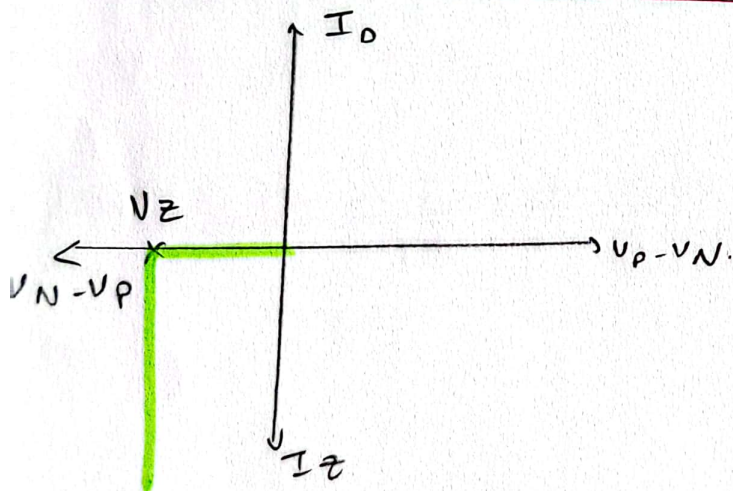
* En polarisation directe.

$$I = \frac{1}{r_f} V_D$$

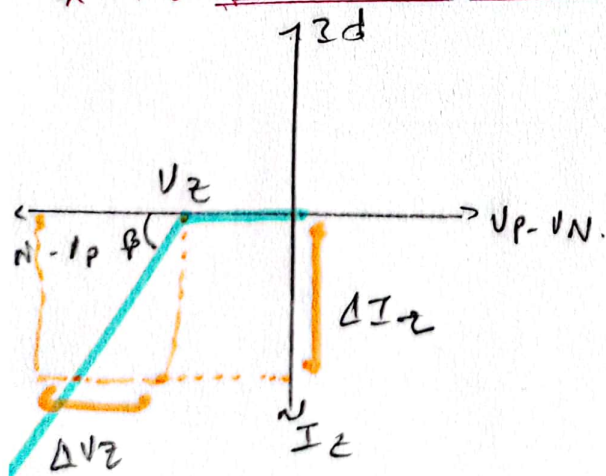
* en polarisation inverse.

$$I_Z = \frac{1}{r_r} V_N - V_P = V_Z$$

* Pour le diode Zener idéale (avec seuil)



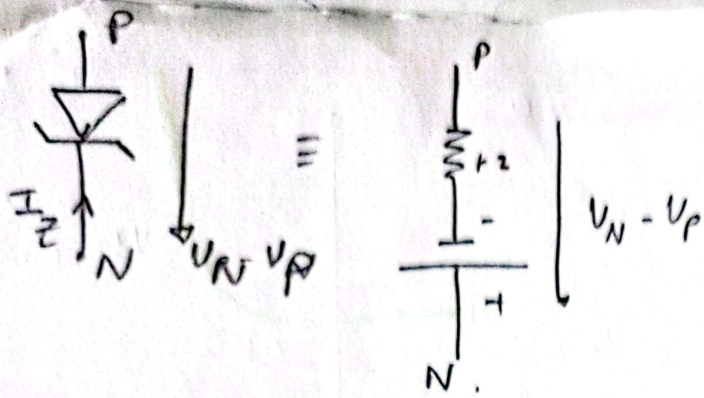
* Pour le diode Zener avec seuil et résistance.



$$\tan \beta = \frac{\Delta I}{\Delta Z} = \frac{I_Z - 0}{(V_N - V_P) - V_Z} = \frac{1}{r_Z}$$

$$(V_N - V_P) - V_Z = I_Z r_Z$$

$$V_N - V_P = r_Z I_Z + V_Z$$



Application à la stabilisation de tension.

Transistor Bipolaire

Résumé

Transistor = l'élément clé de l'électronique.

Il peut :

- * amplifier de tension, de courant, de puissance.
- * être utilisé comme source de courant.
- * agir comme un interrupteur commandé
- * essentiel pour l'électronique numérique.

Idealement :

L'étage d'entrée ne dépend pas de l'étage de sortie.

transistor

transistor bipolaire

transistor à effet de champ

* commandé par un courant

* commandé par une tension.

NPN

PNP (contrairement au NPN)

- N: fortement dopé constituant l'émetteur
- P: très faiblement dopé base.
- N: faiblement dopé collecteur

Les condensateurs :

R. continue (circuit ouvert)

R. sinusoïdale négligeable devant les résistances du circuit.

La relation de transistor

$$I_C = \beta I_B, \quad \beta = h_{FE} \text{ ou } h_{FE}$$

Cette relation traduit la possibilité de contrôler un courant important (I_C) à l'aide d'un courant beaucoup plus faible (I_B) d'où son utilisation à grande échelle en amplification.

\Rightarrow un petit courant de I_B commande un grand courant de sortie (I_C).

$$R_{22} = \frac{1}{g}, \quad I_c = \beta I_B + \frac{1}{\beta} V_{CE}$$

$$= \beta I_B + R_{22} V_{CE} = \underbrace{R_{21} I_B + R_{22} V_{CE}}$$

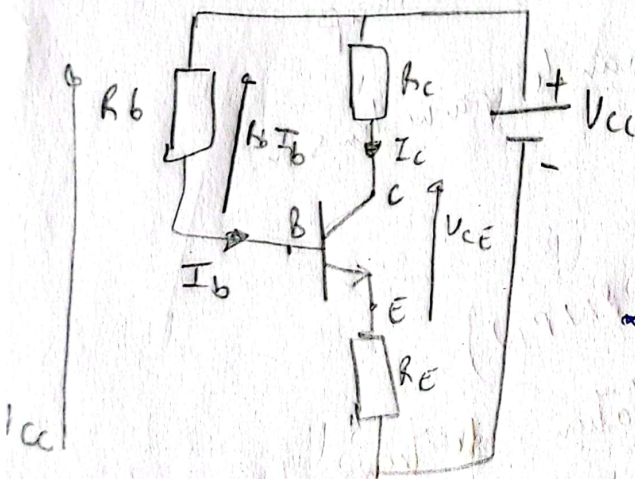
$$I_c(V_{CE}) = I_c(I_B) \left(1 + \frac{V_{CE}}{V_A} \right)$$

↳ potentiel de Early

polarisation du transistor.

Le résistor doit avoir sa jonction base - émetteur polarisée en direct ce qui engendre un courant I_B et $I_c = \beta I_B$ du collecteur.
 ↳ l'état de transistor caractérisé — pts de fonctionnement
 (V_{CE}, I_c)

* polarisation par une résistance de base



$$V_{CC} = R_b I_b + 0,7 + R_e (I_B + I_c)$$

$$I_c = \beta I_B$$

$$I_B = \frac{V_{CC} - 0,7}{R_B + (\beta + 1) R_E}$$

Inversement) [Si on donne le pt de fct (I_c, V_{CE})
 on cherche les résistances (on fixe V_E)
 $\beta = \frac{I_c}{I_B}, V_B = V_E + 0,7 = \dots$

$$R_B = \frac{V_{CC} - V_B}{I_B}, \quad R_E = \frac{V_E}{I_E} = \frac{V_E}{I_c + I_B}$$

$$= \frac{V_{CC} - V_{CE} - V_E}{I_c}$$

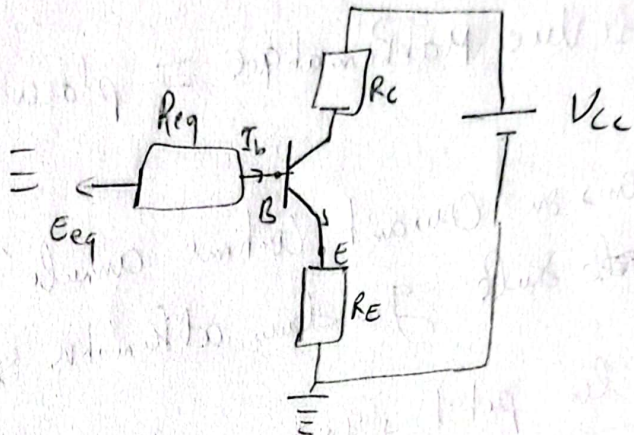
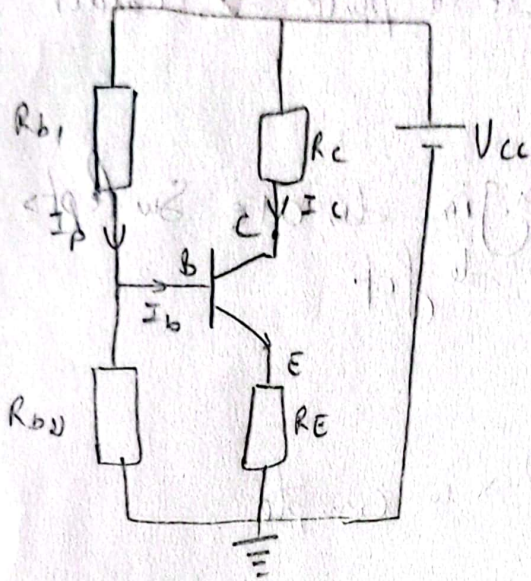
↳ note de charge.

$$V_{CE} = V_{CC} - (R_c + R_e) I_c - R_e I_B$$

$$\text{Car } V_{CC} = V_c I_c + V_{CE} + R_e (I_B + I_c)$$

$$I_c = - \frac{1}{R_c + R_e} V_{CE} + \frac{V_{CC}}{R_c + R_e}$$

La base polarisée par un pont constitué de deux résistances R_{B1}, R_{B2}



$$V_{eq} = \frac{R_{B2}}{R_{B1} + R_{B2}} V_{cc}, R_{eq} = R_{B1} \parallel R_{B2}, I_B \text{ est fonction de } V_{eq}$$

$$r_{be} = \beta \frac{U_T}{I_{C, \text{rep}}}$$

$$g_m = \frac{I_{C, \text{rep}}}{U_T} \quad (\text{mS})$$

$$r_{ce} = \frac{|V_A| + V_{CE, \text{rep}}}{I_{C, \text{rep}}}$$

$$V_{eq} = R_{eq} I_B + 0,7 + R_C (I_B + I_C)$$

$$\bullet \frac{I_C}{I_B} = \frac{V_{eq} - 0,7}{R_{eq} + (\beta + 1) R_E} \quad \bullet I_C = \beta I_B$$

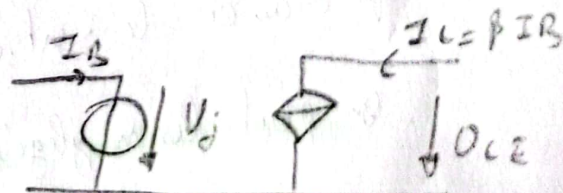
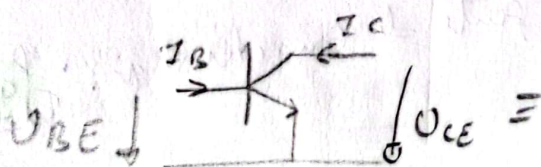
$$V_{cc} = R_C I_C + V_{CE} + (I_B + I_C) R_E$$

$$\bullet V_{CE} = V_{cc} - (R_C + R_E) I_C - R_E I_B$$

$U_{BE}, U_{CE}, I_B, I_C, I_E$: Les tensions et courant de polarisation

U_{be}, u_{ce}, i_c, i_e : Les variations des tensions et des courant autour du point de fonctionnement.

Modèle grand signal



\Rightarrow sert à calculer le point de fonctionnement

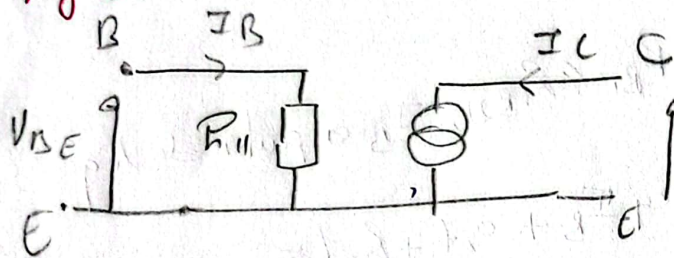
Quand V_{BE} est fixe, on peut amplifier des variations de V_{BE} . Pour calculer l'effet de ces variations, on utilise un modèle petit signal qui tient compte de la pente des caractéristiques du transistor.

Point de vue Mathématique \equiv placer l'origine des axes sur le pt de fct

\Rightarrow tension courant continue annulée

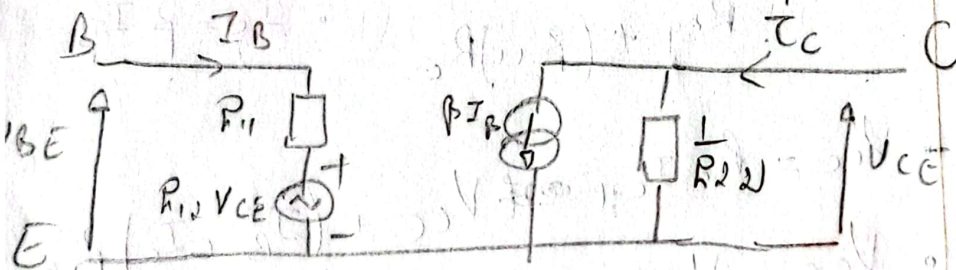
2 seule grandeurs alternatives sont prise en compte.

pour les petit signaux (dynamique)



R_{12} et R_{22} très faible on les néglige.

R_E : stabilise le pt de fonctionnement



$$\begin{cases} V_{BE} = R_{11} i_B + R_{12} V_{CE} \\ i_C = R_{21} i_B + R_{22} V_{CE} \end{cases}$$

R_{11} : l'impédance d'entrée du transistor $R_{11} = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta I_B} \bigg|_{V_{CE}}$

R_{21} : gain de transistor $R_{21} = \beta$

R_{12} : terme de réaction interne $R_{12} = \frac{\Delta V_{BE}}{\Delta V_{CE}}$ sa valeur très faible

R_{22} : l'impédance de sortie: pente de caractéristique: faible
on peut les négliger