

Ex 1:

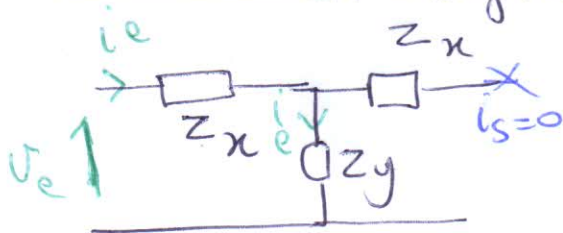
1/ 1.1 la propriété de symétrie impose que $Z_{11} = Z_{22}$ et $Z_{12} = Z_{21}$.

Il suffit de calculer Z_{11}, Z_{12} - 2-

1.2. la propriété de passivité impose que $Z_{12} = Z_{21}$. Il suffit de calculer Z_{11}, Z_{22} et Z_{12} - 3-

2/ - calcul de $[Z]_{\mathcal{Q}_T}$, \mathcal{Q}_T est symétrique, donc il suffit de calculer Z_{11}, Z_{12}

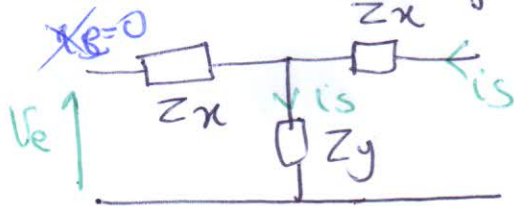
• calcul de Z_{11} - Définition $Z_{11} = \frac{V_e}{i_e} \Big|_{i_s=0}$



$$i_s = 0 \Rightarrow V_e = (Z_x + Z_y) i_e$$

donc $Z_{11} = Z_x + Z_y$

• calcul de Z_{12} - Définition $Z_{12} = \frac{V_e}{i_s} \Big|_{i_e=0}$



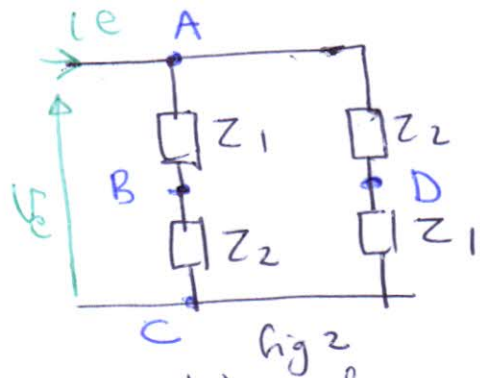
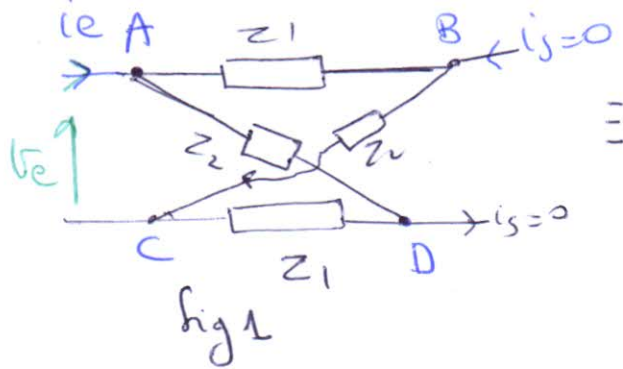
$$i_e = 0 \Rightarrow V_e = Z_y i_s$$

donc $Z_{12} = Z_y$

enfin $[Z]_{\mathcal{Q}_T} = \begin{pmatrix} Z_x + Z_y & Z_y \\ Z_y & Z_x + Z_y \end{pmatrix}$

-3- calcul de $[Z]_{\mathcal{Q}_{Tr}}$, \mathcal{Q}_{Tr} est symétrique, donc il suffit de calculer Z_{11} , et Z_{12}

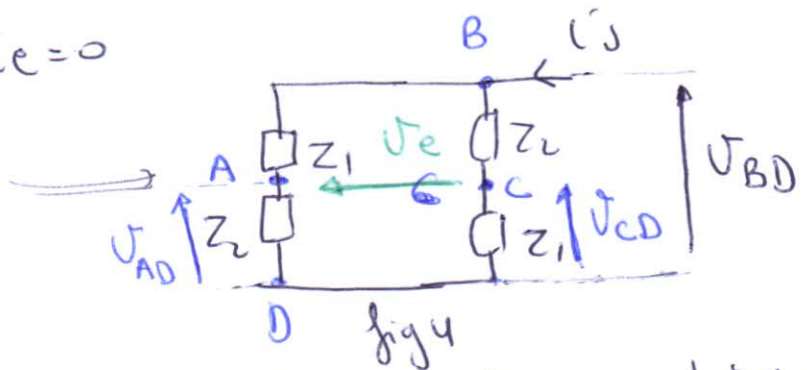
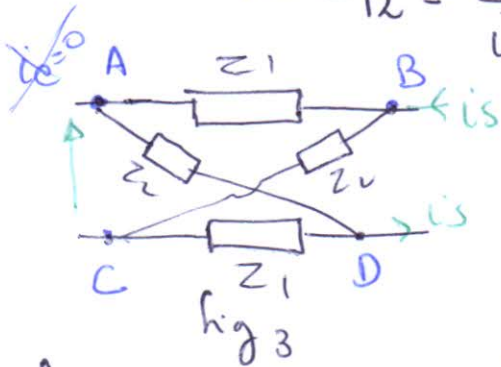
• calcul de Z_{11} : - Définition $Z_{11} = \frac{V_e}{i_e} \Big|_{i_s=0}$



• $i_s = 0 \Rightarrow$ les pts B n'est pas 1 nœud on peut transformer le \mathcal{G}_{Tr} de la figure 1 en figure 2 : Z_{11} , n'est que l'impédance équivalente vue entre A C. i.e.

$$Z_{11} = \left. \frac{V_e}{i_e} \right|_{i_s=0} = (Z_1 + Z_2) \parallel (Z_1 + Z_2) = \frac{Z_1 + Z_2}{2}$$

• calcul de $Z_{12} = \left. \frac{V_e}{i_s} \right|_{i_e=0}$



• les pts A etc ne sont pas des nœuds ($i_e = 0$) on peut transformer \mathcal{G}_{Tr} de la fig 3 en fig 4.

on a $V_e = V_{AC} = V_{AD} + V_{DC} = V_{AD} - V_{CD}$

$V_{AD} = V_{BD} \cdot \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2}$ (D.Tension) de même $V_{CD} = V_{BD} \cdot \frac{Z_1}{Z_1 + Z_2}$

d'm $V_e = V_{BD} \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2} \right)$,

de même $V_{BD} = i_s \times Z_{eq}$ avec Z_{eq} = l'impédance équivalente vue entre B et D $Z_{eq} = (Z_1 + Z_2) \parallel (Z_1 + Z_2) = \frac{Z_1 + Z_2}{2}$

d'm $V_e = i_s \times \frac{(Z_1 + Z_2)}{2} \times \frac{(Z_2 - Z_1)}{(Z_1 + Z_2)} = i_s \frac{(Z_2 - Z_1)}{2}$

et $Z_{12} = \frac{Z_2 - Z_1}{2}$ - 2 -

$$\text{enfin } [Z]_{\Phi_{Tn}} = \begin{pmatrix} \frac{Z_1 + Z_2}{2} & \frac{Z_2 - Z_1}{2} \\ \frac{Z_2 - Z_1}{2} & \frac{Z_1 + Z_2}{2} \end{pmatrix}$$

$$4^\circ \quad [Z]_{\Phi_T} = [Z]_{\Phi_{Tn}} \Leftrightarrow \begin{cases} Z_x + Z_y = \frac{Z_1 + Z_2}{2} \\ \text{et } Z_y = \frac{Z_2 - Z_1}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Z_x = Z_1 \\ Z_y = \frac{Z_2 - Z_1}{2} \end{cases}$$

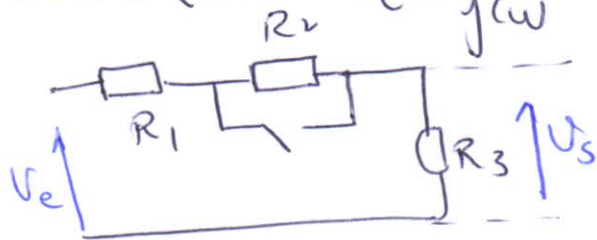
c/c: on peut toujours transformer le Φ_{Tn} en Φ_T en tenant compte que $Z_x = Z_1$ et $Z_y = \frac{Z_2 - Z_1}{2}$. en général le Φ_{Tn} est compliqué à étudier, c'est pourquoi on a recours à la transformation Φ_T

EX2

1° le degré du filtre proposé est de un (un seul condensateur)

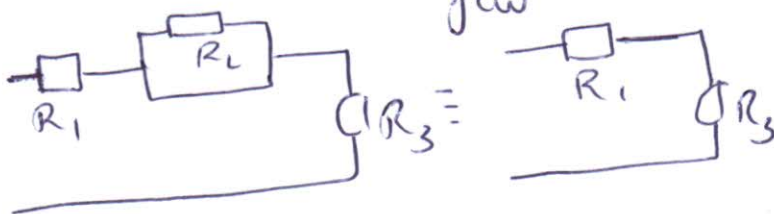
2° Le comportement fréquentiel par analyse rapide:

• $\omega \rightarrow 0$ (BF) $Z_C = \frac{1}{j\omega} \rightarrow \infty$ le circuit devient:



$$V_s \neq 0 = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \text{ D.Tension}$$

• $\omega \rightarrow \infty$ (HF) $Z_C = \frac{1}{j\omega} \rightarrow 0$ le circuit devient:



$$V_s \neq 0 = \frac{R_3}{R_1 + R_3} \text{ D.Tension}$$

c/c: Le filtre préfère les basses et les Hautes fréquences \Rightarrow

Il s'agit d'un filtre coupe (rejet) de Bande.

$$H(j\omega) = \frac{J_s}{J_e} = \frac{R_3}{R_1 + (R_2 \parallel Z_C) + R_3} = \frac{N(j\omega)}{D(j\omega)}$$

$$R_2 \parallel Z_C = \frac{1}{\frac{1}{R_2} + j\omega C} = \frac{R_2}{1 + jR_2\omega C}, \quad D(j\omega) = R_1 + R_3 + \frac{R_2}{1 + jR_2\omega C}$$

$$D(j\omega) = \frac{(R_1 + R_3)(1 + jR_2\omega C) + R_2}{1 + jR_2\omega C} = \frac{(R_1 + R_2 + R_3) + jR_2(R_1 + R_3)\omega C}{1 + jR_2\omega C}$$

$$H(j\omega) = \frac{R_3(1 + jR_2\omega C)}{(R_1 + R_2 + R_3) + jR_2(R_1 + R_3)\omega C} = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \cdot \frac{(1 + jR_2\omega C)}{(1 + j\frac{R_2(R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}\omega C)}$$

Donc $H(0) = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{1}{20} = 0,05$: gain statique.

$$\omega_1 = \frac{1}{R_2 C} = 555,55 \text{ rad/s} \quad \text{et} \quad \omega_2 = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{C R_2 (R_1 + R_3)} = 5555,55 \text{ rad/s} = 10 \omega_1$$

alors
$$H(j\omega) = \frac{H_0 (1 + j\frac{\omega}{\omega_1})}{(1 + j\frac{\omega}{\omega_2})}$$

• 4 - $H(j\omega) = H_0 \times H_1 \times H_2$ avec $H_0 = H(0) = \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = 0,05$
 $H_1 = (1 + j\frac{\omega}{\omega_1})$ et $H_2 = \frac{1}{(1 + j\frac{\omega}{\omega_2})}$

• Etude de H_0 :

→ Diagramme d'amplitude :

$$G_{dB} = -26 \text{ dB} = 20 \log H_0 \text{ constant } \forall \omega \Rightarrow \text{Droite Horizontale}$$

→ Diagramme de phase :

$$\Phi = \text{Arg } H_0 = 0^\circ \text{ degré } \forall \omega \Rightarrow \text{Droite Horizontale}$$

• Etude de H_1

→ Diagramme d'amplitude

pour $\frac{\omega}{\omega_1} \ll 1$ (BF) $H_1 \approx 1$ $G_{dB} = 0 \text{ dB}$ pour $\omega \ll \omega_1$

pour $\frac{\omega}{\omega_1} \gg 1$ (HF) $H_1 \approx j\frac{\omega}{\omega_1}$ $G_{dB} = 20 \log \omega - 20 \log \omega_1$

Droite croissante (20dB/décade - 1 degré) passant par $\omega = \omega_1$

→ Diagramme de phase

pour $\frac{\omega}{\omega_1} \ll 1$ $\phi = \text{Arg } H_1 \approx 0^\circ$ 1/2 droite horizontale

pour $\frac{\omega}{\omega_1} \gg 1$ $\phi = \text{Arg } H_1 \approx \frac{\pi}{2} = 90^\circ$ 1/2 droite horizontale

→ Etude de H_2

→ (pour ω) Diagramme d'amplitude

pour $\frac{\omega}{\omega_2} \ll 1$ $H_2 \approx 1$ $G_{dB} = 0 \text{ dB} \Rightarrow$ 1/2 droite horizontale

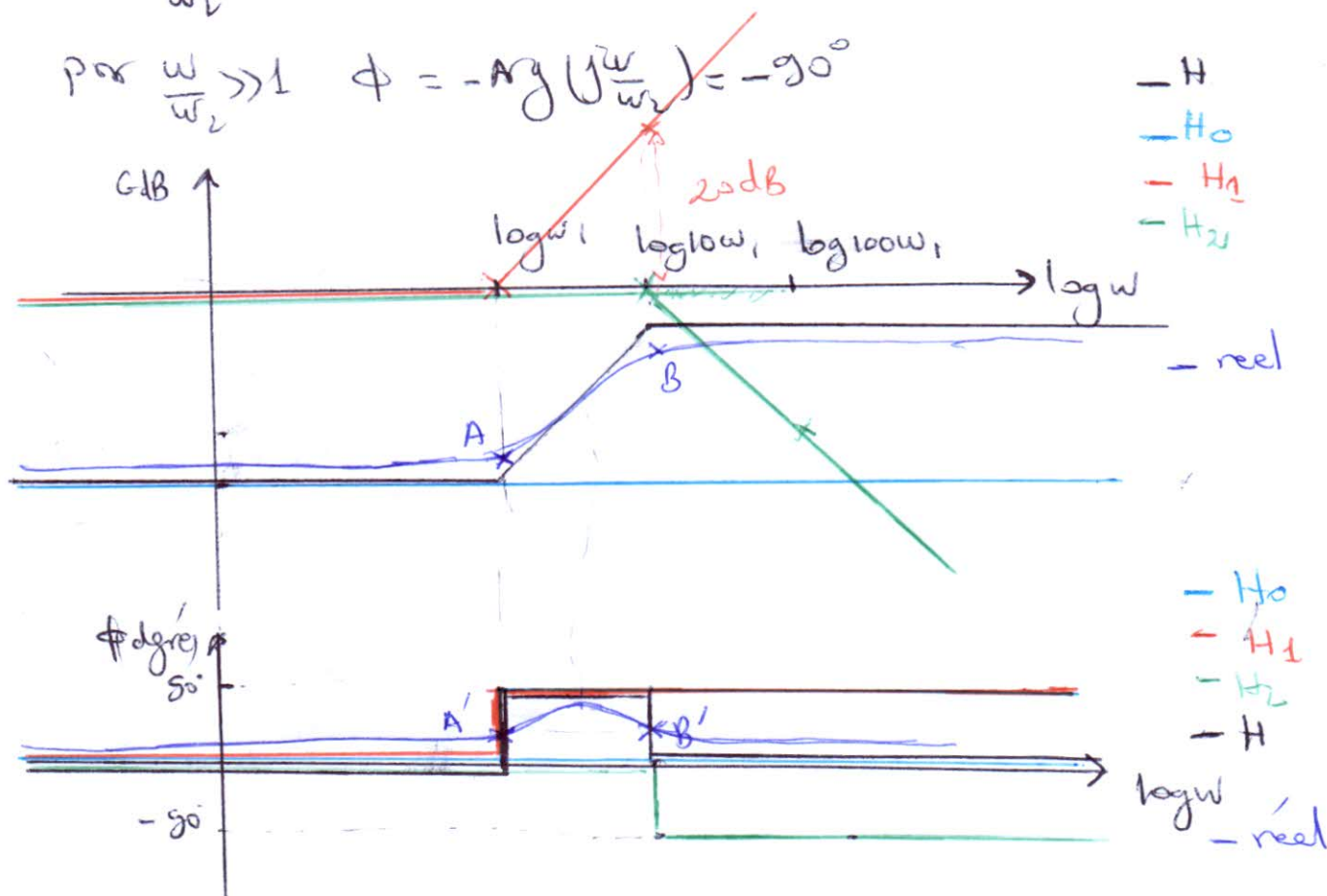
pour $\frac{\omega}{\omega_2} \gg 1$ $H_2 \approx \frac{1}{j\omega \omega_2}$ $G_{dB} = -20 \log \omega + 20 \log \omega_2 \Rightarrow$

Droite décroissante (-20dB/décade - 1 degré) passant par $\omega = \omega_2$

→ Diagramme de phase

pour $\frac{\omega}{\omega_2} \ll 1$ $H_2 \approx 1$ $\phi = 0^\circ$ 1/2 droite horizontale

pour $\frac{\omega}{\omega_2} \gg 1$ $\phi = -\text{Arg}(j\frac{\omega}{\omega_2}) = -90^\circ$



Compte réel

$$H(j\omega = \omega_1) = \frac{H_0 (1+j)}{(1+0,1j)} \Rightarrow G_{dB} = -23,05 \text{ dB} \quad \phi = 39,4^\circ$$

$P^+ A$ $P^+ A'$

de la fonction B.E (Diode polarisée) en ~~directe~~ - il s'agit de la 3^{ème} approximation de la diode B.E.

4.2° l'équation de la droite d'attaque:

la loi des mailles à l'entrée:

$$R_E I_E + V_{BE} + R_B I_B = V_{CC} \quad \text{car } I_E = I_C + I_B = (B+1)I_B$$

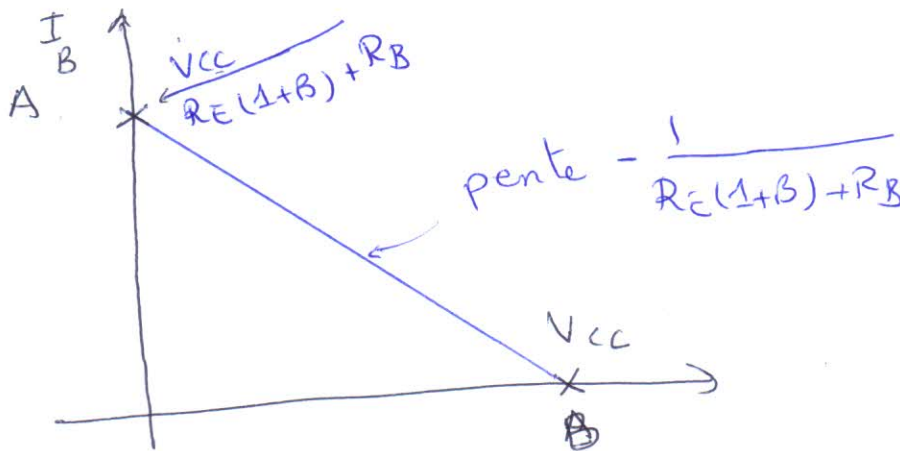
$$\text{d'où } R_E (1+B) I_B + V_{BE} + R_B I_B = V_{CC}$$

$$\text{Soit } \boxed{I_B = \frac{V_{CC} - V_{BE}}{R_E (1+B) + R_B}}$$

droite de pente

$$- \frac{1}{R_E (1+B) + R_B}$$

passant par les pts.



$$A: \begin{cases} I_B = \frac{V_{CC}}{R_E (1+B) + R_B} \\ V_{BE} = 0 \end{cases}$$

$$B: \begin{cases} I_B = 0 \\ V_{BE} = V_{CC} \end{cases}$$

4.3: Détermination du pt de fonctionnement P_{FE}

il suffit de chercher l'équation de la caractéristique (figure 4) et de faire l'égalité avec la droite d'attaque.

$$\text{l'équation de la caractéristique } I_B(A) = \begin{cases} 0 & V_{BE}(V) \leq 0,6V \\ 10^{-5} (V_{BE} - 0,6) & V_{BE} > 0,6V \end{cases} \quad (1)$$

l'équation de la droite d'attaque.

$$(2) \quad I_B = \frac{20 - V_{BE}}{10^3(201) + 200 \cdot 10^3} \approx \frac{20 - V_{BE}}{400 \cdot 10^3} = 5 \cdot 10^{-5} - 0,25 \cdot 10^{-5} V_{BE}$$

$$A(j\omega = \omega_c) = \frac{H_0(1+j\omega_c)}{(1+j)} \Rightarrow G_{dB} \approx -9dB \quad \phi = 39,4^\circ$$

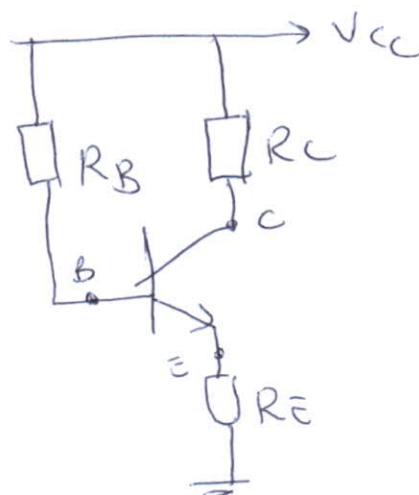
$P+B$ $P+B'$

c/c: comme a été perdue par l'analyse rapide: il s'agit d'un fte coupe Basse (ω_1, ω_2) .

EX3

Etude statique:

- 1/ en exaté au niveau de la base (V_B) et on préleve le signal au niveau du collecteur (V_C) donc il s'agit d'un Emetteur - commun.
 - propriété de E.C: amplificateur - grand gain - et inversion de phase.
- 2/ les condensateur C_g et C_L sont des condensateur de liaison (couplage) ils permet de séparer le régime continu du régime alternatif
 - C_E : st un condensateur de découplage - il elimine la resistance R_E en régime dynamique, et le laisse en régime continu pour stabiliser le montage.
- 3/ schéma equivalent statique.



4/ la caractéristique $I_B = f(V_{BE})$ représente la caractéristique

$$1) = 2 \Rightarrow V_{BE0} = \frac{5,6}{1,25} = 4,48 \text{ V et } I_{B0} = 38,8 \mu\text{A}$$

5°. l'équation de la droite de charge: la loi des mailles en série

$$R_E I_E + V_{CE} + R_C I_C = V_{CC} \text{ et comme } I_E = I_C \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) \approx I_C$$

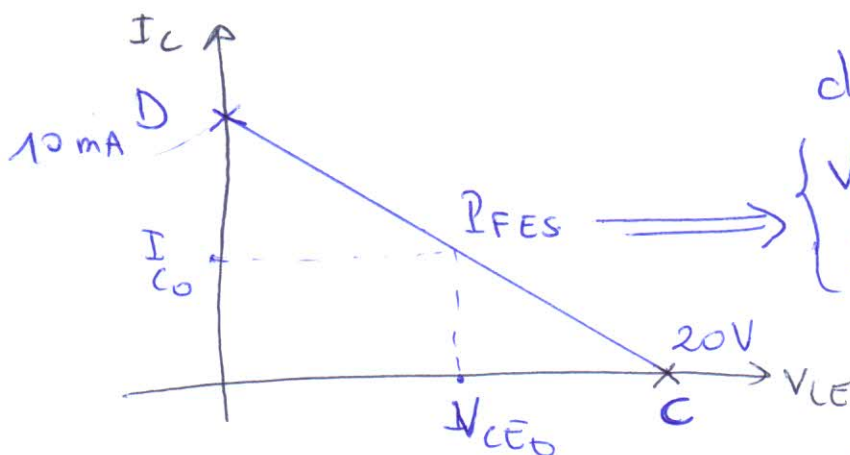
on a: $(R_E + R_C) I_C + V_{CE} \approx V_{CC}$

d'où l'équation

$$I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_E + R_C}$$

droite de pente $-\frac{1}{R_E + R_C}$ passant par les pts

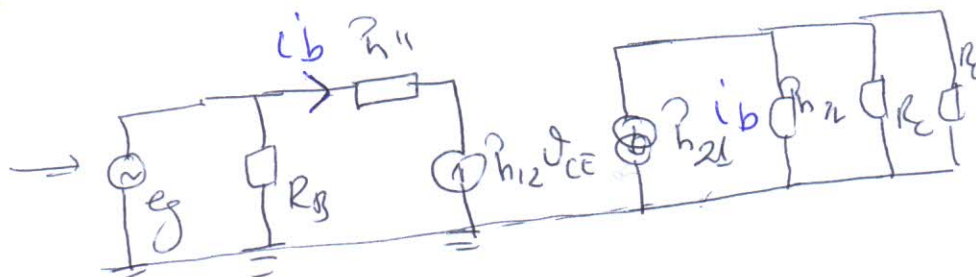
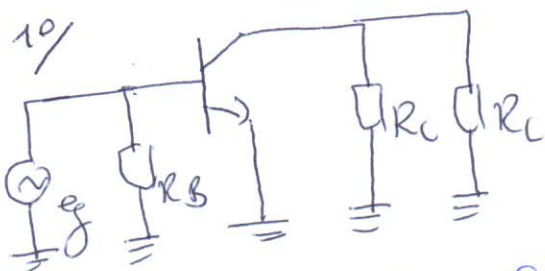
C | $I_C = 0$ et D | $\frac{V_{CC}}{R_E + R_C} = 10 \text{ mA.}$
 | $V_{CE} = V_{CC}$ | $V_{CE} = 0$



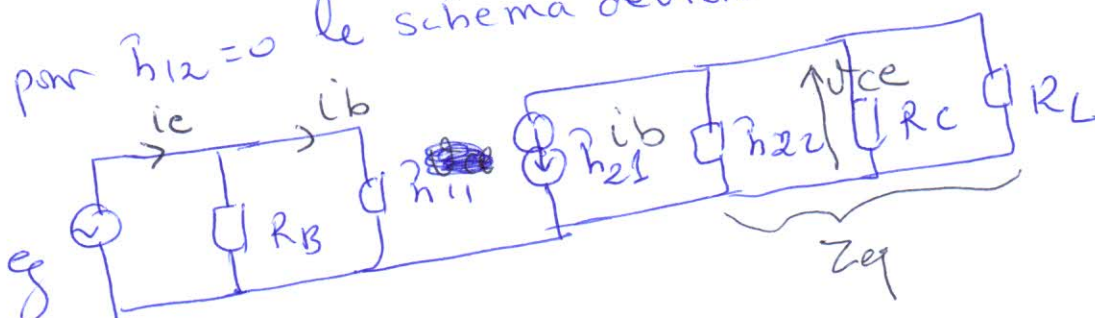
d'où le pt de fonctionnement

$$\begin{cases} V_{CE0} = \frac{V_{CC}}{2} = 10 \text{ V} \\ I_{C0} = \frac{V_{CC}}{2(R_E + R_C)} = 5 \text{ mA} \end{cases}$$

• Etude dynamique



2°/ pour $h_{12} = 0$ le schéma devient

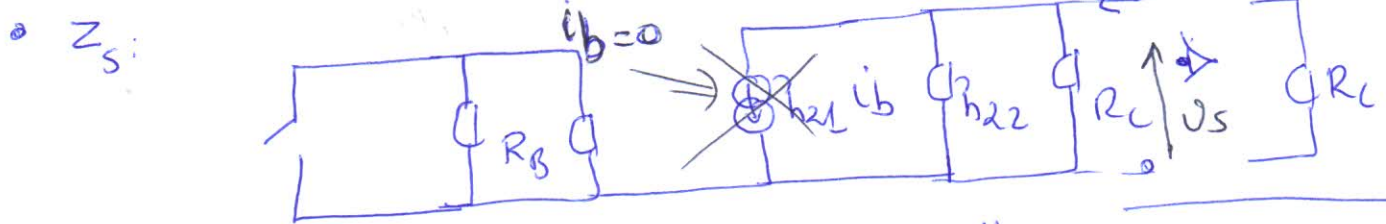


• $A_V = \frac{V_s}{V_e} = \frac{V_s}{i_b} \cdot \frac{i_b}{V_e}$, $V_s = V_{ce} = -h_{21} i_b Z_{eq}$ avec $Z_{eq} = R_C \parallel R_L \parallel \frac{1}{h_{22}}$

soit $V_s = -\frac{h_{21} \cdot R_C R_L}{R_C R_L h_{22} + (R_C + R_L)} \cdot i_b$

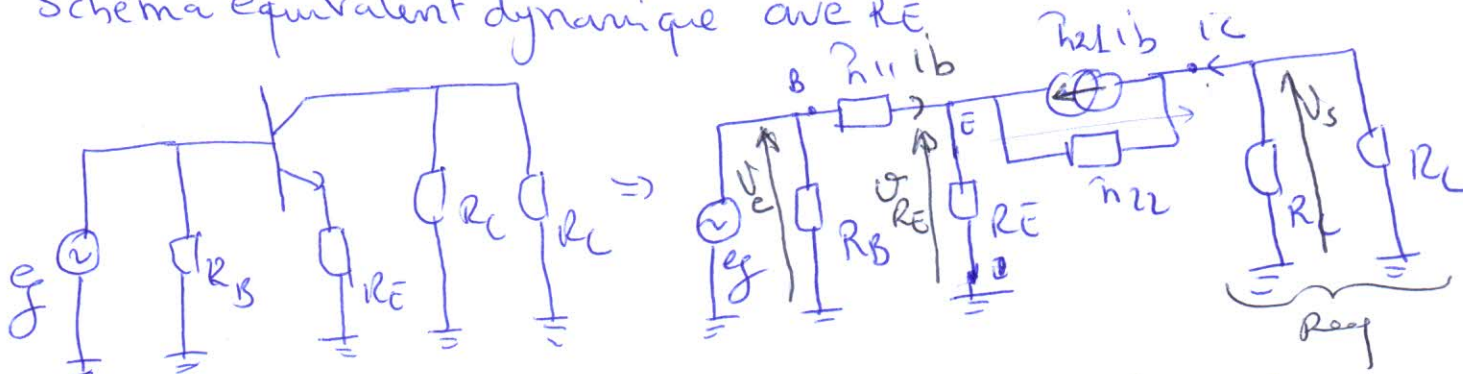
$V_e = h_{11} i_b$ d'où $A_V = -\frac{h_{21} R_C R_L}{h_{11} (R_C + R_L + R_C R_L h_{22})}$

• $Z_e = \frac{V_e}{i_e} = \frac{V_e}{i_{R_B} + i_b} = R_B \parallel h_{11}$



eliminer $i_b \Rightarrow i_b = 0 \Rightarrow Z_s = \frac{V_s}{i_s} = R_C \parallel h_{22} = \frac{R_C}{1 + R_C h_{22}}$

39/ schéma équivalent dynamique avec R_E



$A_V' = \frac{V_s}{V_e} ?$

on a: $\left\{ \begin{array}{l} V_s = -R_{eq} i_c \text{ avec } R_{eq} = (R_C \parallel R_L) \quad (1) \\ i_c = h_{21} i_b + h_{22} V_{ce} \quad (2) \\ V_{ce} = V_s - V_{ce} \quad (3) \\ V_{RE} = R_E (i_b + i_c) \quad (4) \end{array} \right.$

(1), (2), (3) et (4) permet de trouver $i_c = f(i_b)$.

$i_c = \frac{i_b (h_{21} - h_{22} R_E)}{1 + h_{22} (R_E + R_{eq})}$

autre $v_e = h_{11}i_b + R_E(i_b + i_c)$ donc

$$\frac{v_s}{v_e} = \frac{-R_{eq}i_c}{h_{11}i_b + R_E(i_b + i_c)} = \frac{-R_{eq}}{R_E + (h_{11} + R_E)\frac{i_b}{i_c}}$$

$$\text{enfin } A'_v = \frac{-R_{eq}(h_{21} - h_{22}R_E)}{R_E(h_{21} - h_{22}R_E) + (h_{11} + R_E)(1 + h_{22}(R_E + R_{eq}))}$$

$$A'_v \rightarrow A_v \text{ pour } R_E$$

9/c. on remarque la phase de π demeure pour le montage Emetteur - commun non decouplé mais le gain A'_v se réduit a cause de R_E en de numérateur.