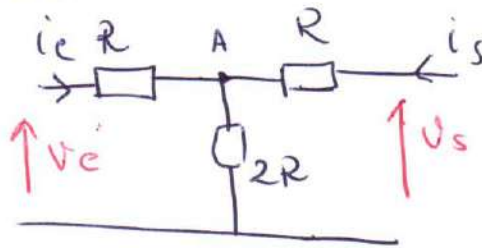


# Correction du CC éléments d'électronique - 2018-2019

4,5/4,5

Ex1: Etude du Quadripôle.

1. soit le Quadripôle



les paramètres impédances  $[Z]$  :

$$\begin{pmatrix} V_e \\ V_s \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} i_e \\ i_s \end{pmatrix}$$

on a. côté entrée  $V_e = Ri_e + 2R(i_e + i_s)$  (nœud A)

soit  $V_e = (R + 2R)i_e + 2Ri_s = 3Ri_e + 2Ri_s$

$Z_{11} = 3R$  et  $Z_{12} = 2R$

côté sortie  $V_s = 2R(i_e + i_s) + Ri_s$

$V_s = 2Ri_e + 3Ri_s$

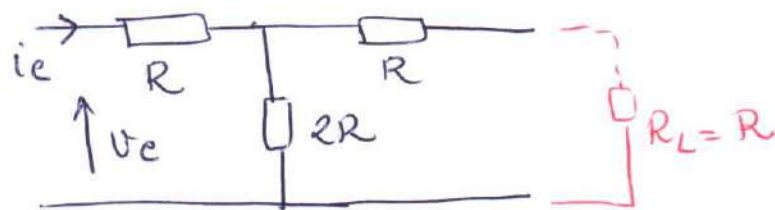
soit  $Z_{21} = 2R$  et  $Z_{22} = 3R$ .

1  $\rightarrow$  d'où  $[Z] = \begin{bmatrix} 3R & 2R \\ 2R & 3R \end{bmatrix}$  ✓

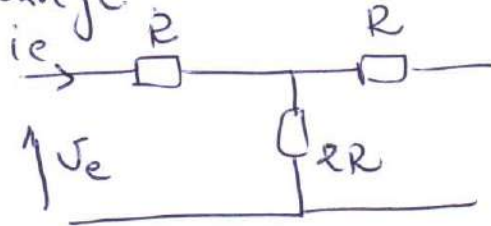
2,5  $\rightarrow$  le quadripôle est passif, pas de source, donc  $Z_{12} = Z_{21}$  ( $2R = 2R$ )  
9,5  $\rightarrow$  le quadripôle est symétrique donc  $Z_{11} = Z_{22}$  ( $3R = 3R$ )

c/c. la matrice  $[Z]$  vérifie 8 propriétés de symétrie - (passivité).

2. calcul de l'impédance d'entrée  $Z_e$



•  $Z_e$  sans charge :



$$Z_e = \left. \frac{V_e}{i_e} \right|_{R_L = \infty} \quad \text{on } V_e = i_e R + 2R i_e = 3R i_e$$

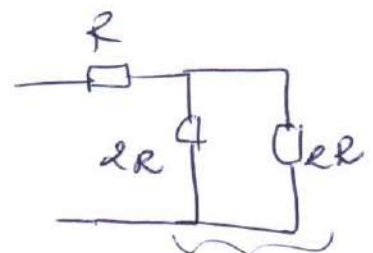
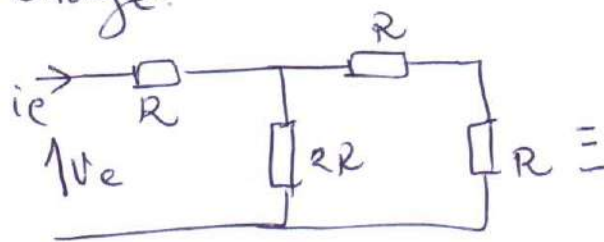
0,75



d'où

$$Z_e = \frac{V_e}{i_e} = 3R$$

$Z_e$  avec charge :



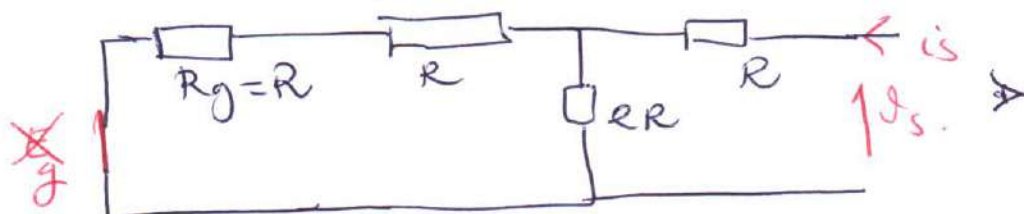
$$Z_e = \frac{V_e}{i_e} = \frac{R i_e + Z_{eq} i_e}{i_e} \quad \text{avec } Z_{eq} = 2R \parallel R = R$$

0,75



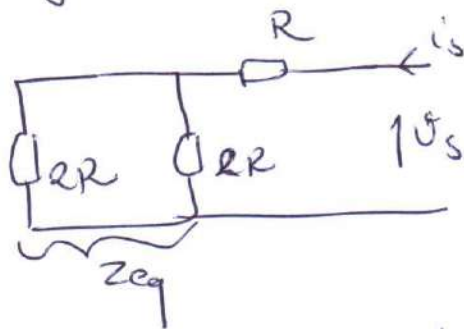
$$Z_e = R + R = 2R$$

3. calcul de l'impédance de sortie  $Z_s$  pour  $R_g = R$



$$Z_s = \frac{V_s}{I_s} \quad (\text{on éliminant } E_g)$$

idem le montage peut devenir



on a :

$$U_s = R i_s + Z_{eq} i_s = (R + (2R // 2R)) i_s$$

$$= (R + R) i_s$$

$$= 2R i_s$$

1. d/m  $Z_s = \frac{U_s}{i_s} = 2R$

EX2 : filtre RL (6/6)

1-1/- le degré du filtre est de un, car il y a 1 seul self en circuit.

2/- Analyse rapide pour déterminer le comportement du filtre.

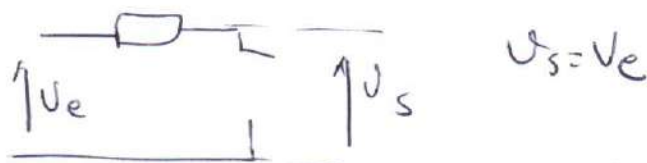
1/2 pour la BF  $\omega \rightarrow 0$   $Z_L = jL\omega \rightarrow 0$   $\text{---} \text{---} \text{---} \equiv \text{---} \text{---} \text{---}$  c. court.

le circuit devient :

on a :  $U_s = 0$

1/2 pour la HF  $\omega \rightarrow \infty$   $Z_L = jL\omega \rightarrow \infty$   $\text{---} \text{---} \text{---} \equiv \text{---} \text{---} \text{---}$  circuit ouvert

le circuit devient :



1/2 c/c : Il s'agit bien du comportement d'un filtre passe-haut

3° calcul de la fonction de Transfert  $H(j\omega)$

$$H(j\omega) = \frac{U_s}{U_e} = \frac{Z_L}{Z_L + R} \quad (\text{Diviseur de Tension})$$

1,5 - soit  $H(j\omega) = \frac{jL\omega}{R + jL\omega} = \frac{jL\omega}{R(1 + j\frac{L}{R}\omega)} = \frac{j\frac{L}{R}\omega}{1 + j\frac{L}{R}\omega} = \frac{j\omega/\omega_0}{1 + j\omega/\omega_0}$

avec  $\omega_0 = \frac{R}{L}$

49 Diagramme de Bode

$$H(j\omega) = \frac{j\omega/\omega_0}{1 + j\omega/\omega_0} = H_1(j\omega) H_2(j\omega) \quad \text{avec } H_1(j\omega) = \frac{j\omega}{\omega_0} \quad \text{int}$$

$$\text{et } H_2(j\omega) = \frac{1}{1 + j\omega/\omega_0}$$

1 - Diagramme d'amplitude.

•  $H_1 = j\frac{\omega}{\omega_0}$  (derivateur pur)

$$C_{dB} = 20 \lg \|H_1(j\frac{\omega}{\omega_0})\| = 20 \lg \omega - 20 \lg \omega_0$$

dérive de pente 20dB/décade passant par  $\omega = \omega_0$ . - voir figure)

•  $H_2 = \frac{1}{1 + j\omega/\omega_0}$

→ pour  $\omega \ll \omega_0$  (BF)  $H_2 \approx 1$   $C_{dB} = 0 \text{ dB}$  &  $\omega \ll \omega_0$  1/2 droite

Horizontal.

→ pour  $\omega \gg \omega_0$  (HF)  $H_2 \approx \frac{1}{j\omega/\omega_0}$  (intégrateur). dérive de

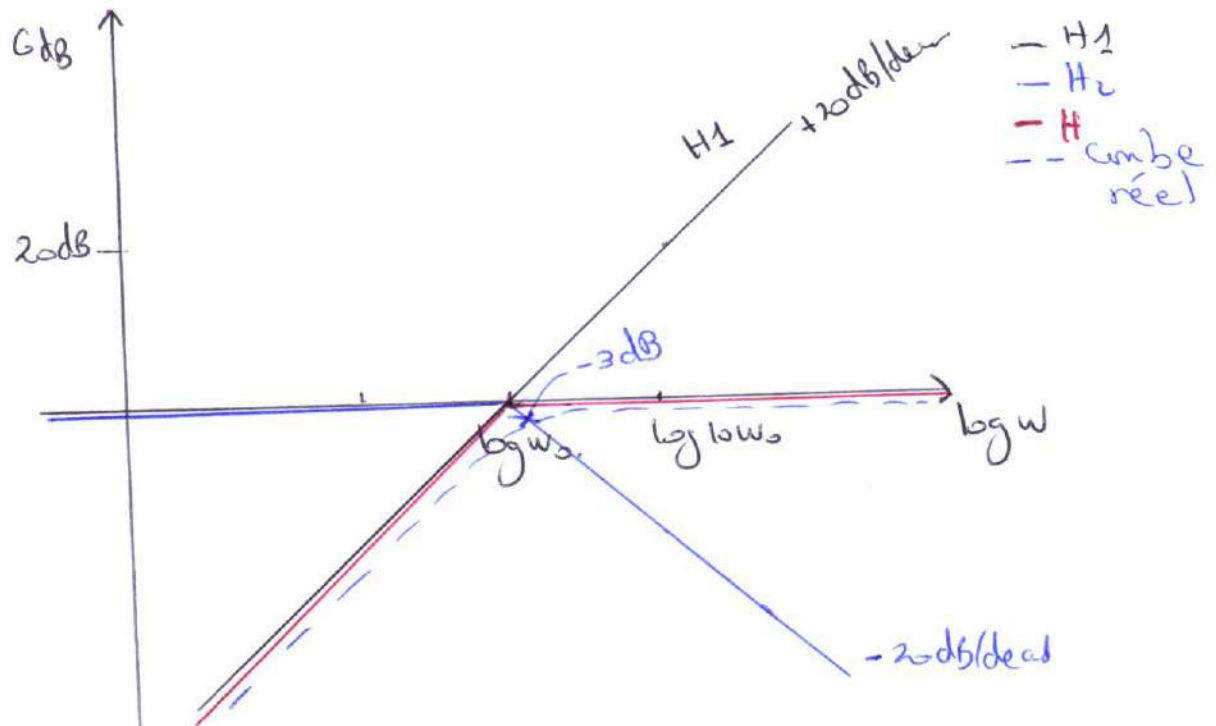
pente -20dB/décade passant par  $\omega = \omega_0$  - voir figure -

• Courbe réel

pour  $\omega = \omega_0$   $H(j\omega) = \frac{j}{1 + j}$   $\|H(j\omega)\| = \frac{1}{\sqrt{2}}$   $C_{dB} = -3 \text{ dB}$ .

pour  $\omega = \omega_0$  la courbe  $C_{dB} = -3 \text{ dB}$ . - voir figure).





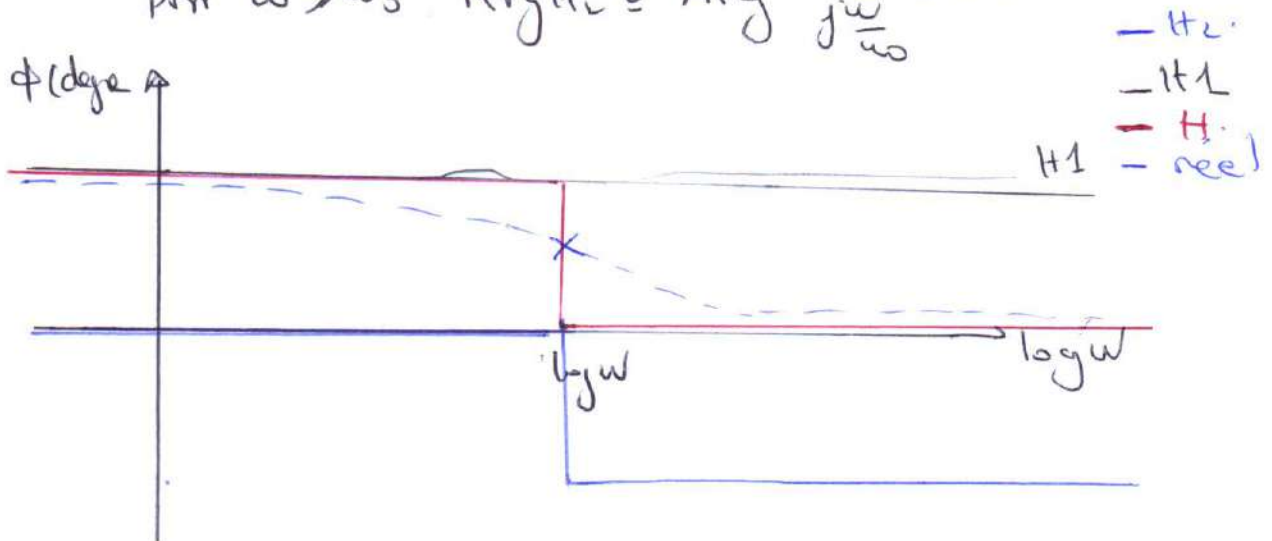
1 - Diagramme de phase:

$$\phi = \phi_1 + \phi_2 = \text{Arg } H_1 + \text{Arg } H_2 = \frac{\pi}{2} + \left( -\text{tg} \frac{\omega}{\omega_0} \right)$$

Arg  $H_1$ : droite horizontale passant par  $90^\circ$

Arg  $H_2$ : pour  $\omega \ll \omega_0$  Arg  $H_2 \approx \text{Arg } 1 = 0^\circ$

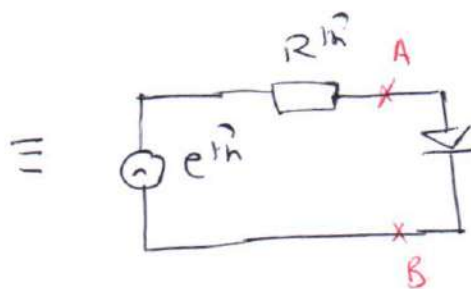
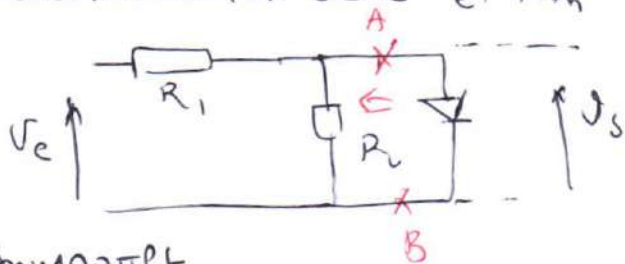
pour  $\omega \gg \omega_0$  Arg  $H_2 \approx \text{Arg} \frac{1}{j\frac{\omega}{\omega_0}} = -90^\circ$



curve réel pour  $\omega = \omega_0$   $\phi = \text{Arg} \frac{j}{1+j} = \text{Arg} \frac{(1-j)j}{2} = \text{Arg} \left( \frac{1+j}{2} \right)$   
 $= \text{tg}^{-1} \left( \frac{1/2}{1/2} \right) = \text{tg}^{-1}(1) = \frac{\pi}{4} = 45^\circ \times$

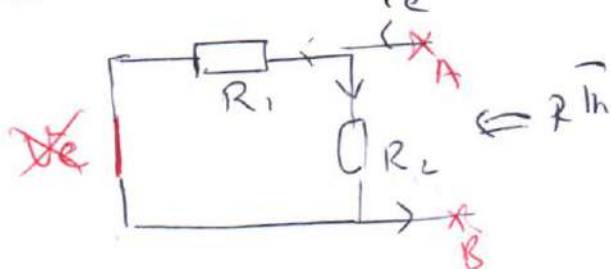
EX3: (5/5/5)

1/ Détermination de  $e^{th}$  et  $R_{th}$  :



$V_c = 28 \sin 100\pi ft$

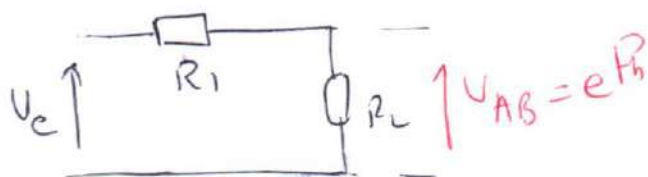
1- calcul de  $R_{th}$  : Résistance vue entre AB,  $V_c$  éliminé.



$$R_{th} = R_1 // R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

Soit :  $R_{th} = \frac{2 \times 3}{5} 10^3 = 1200 \Omega$

1- calcul de  $e^{th}$



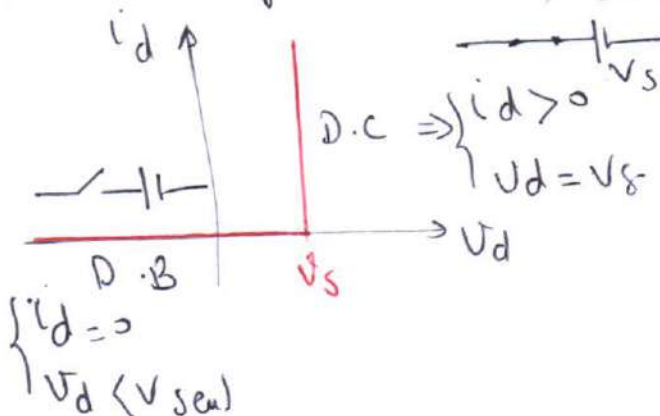
diviseur de Tension

$$V_{AB} = e^{th} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_c$$

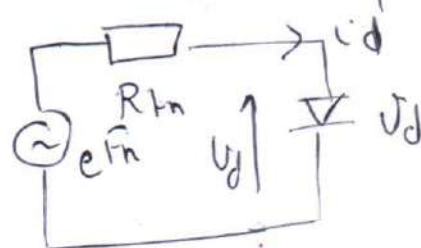
Soit  $e^{th} = \frac{3}{5} 28 \sin 100\pi ft = 1,28 \sin 100\pi ft$

2/ l'état de la diode en fonction de  $V_c$

Diode parfaite  $R_d = 0$ ,  $V_{seuil} = V_s = 0,6 V$ .



on a le circuit équivalent

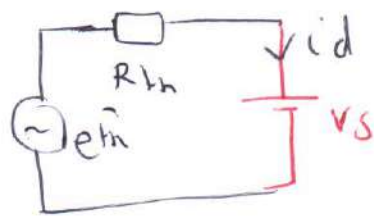


on suppose que la diode conduit. c'est à dire.

$V_d = V_s$  et  $i_d > 0$

$-D \equiv \frac{1}{V_{seuil}}$

le circuit devient :



$$i_d = \frac{e^{j\omega t} - V_S}{R_{th}}$$

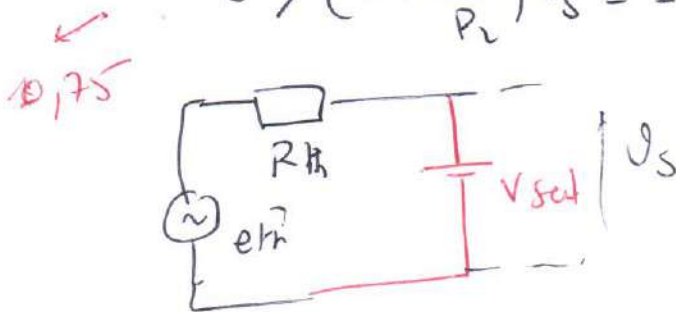
D. conduit  $\Rightarrow i_d > 0 \Rightarrow e^{j\omega t} = \frac{R_L V_e}{R_{th} + R_L} > V_S \Rightarrow \boxed{V_e > \left(1 + \frac{R_{th}}{R_L}\right) V_S}$

donc si  $V_e > \left(1 + \frac{R_{th}}{R_L}\right) V_{seu} = 1V$  la diode est passante  
 1,5 — si non la diode bloque.  $-D \equiv \text{—|—}$

3° la tension de sortie  $V_S$ .

si  $V_e > \left(1 + \frac{R_{th}}{R_L}\right) V_S = 1V$

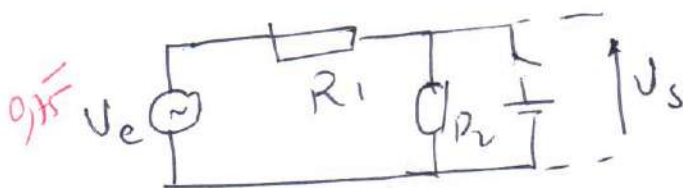
$-D \equiv \text{—|—}$  le circuit devient



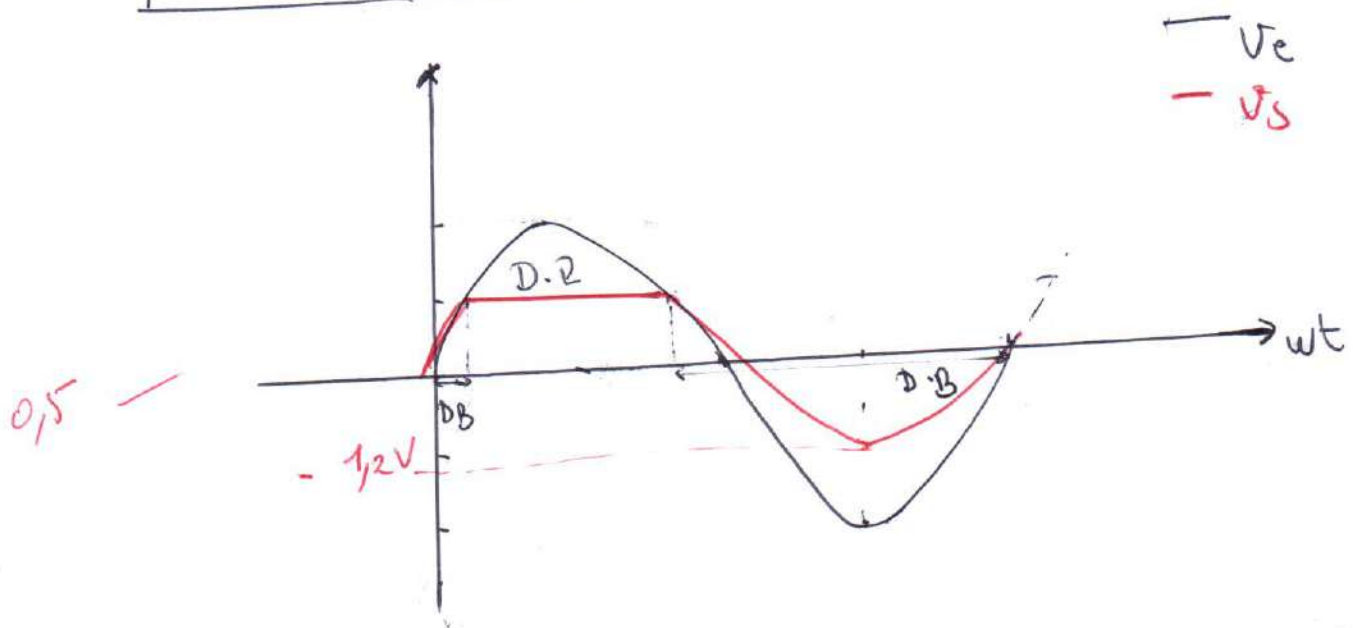
$V_S = V_{seu} = 0,6V$  constant  $\forall$  temps.

sinon  $V_e \leq 1V$

$-D \equiv \text{—|—}$  le circuit devient



$V_S = \frac{R_L}{R_{th} + R_L} V_e = 1,2 \sin 100\pi f t$

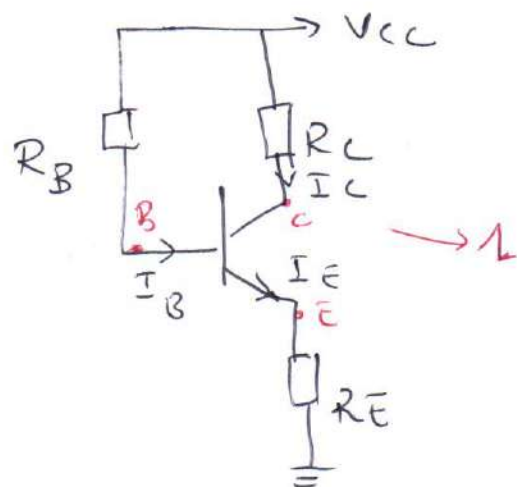
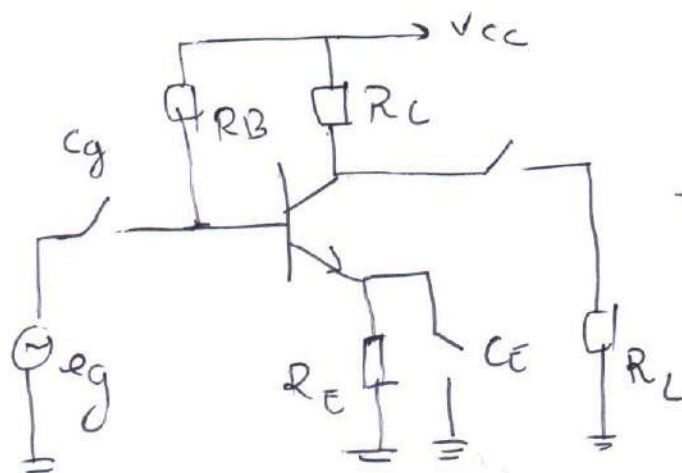


# EX4 : Etude du Transistor Bipolaire (6/6)

1. le schéma équivalent statique

$$\omega \rightarrow 0 \quad Z_C \Rightarrow \frac{1}{j\omega C} \rightarrow \infty$$

$$-|| \equiv \diagup$$



2.

2.1. droite d'attaque :

loi des mailles côté entrée :

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

$$\text{car } I_E = I_C + I_B = \beta I_B + I_B = (1 + \beta) I_B \quad \text{régime linéaire}$$

$$\text{dnc } R_B I_B + V_{BE} + R_E (1 + \beta) I_B = V_{CC}$$

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

2.2. droite de charge

loi des mailles côté sortie :

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

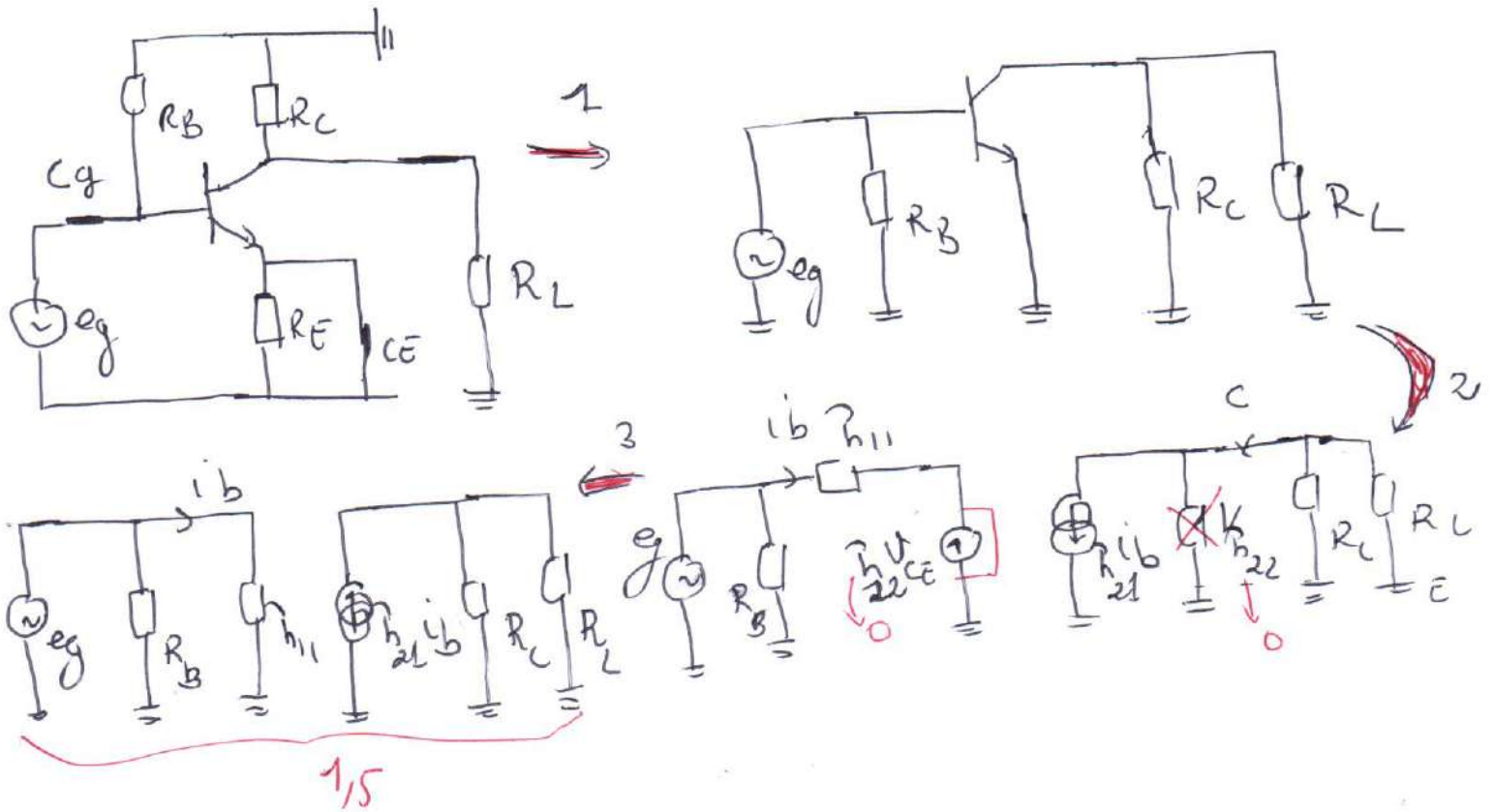
$$I_E = I_C + I_B = \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) I_C \approx I_C$$

$$R_C I_C + V_{CE} + R_E \left(1 + \frac{1}{\beta}\right) I_C = V_{CC}$$

$$\text{Soit } \boxed{I_C = \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C + R_E \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)}} \approx \frac{V_{CC} - V_{CE}}{R_C + R_E} \quad -1$$



### 3- schéma équivalent dynamique en BF



4° Amplification en tension.  $A_V = \frac{V_s}{V_e}$

$$V_s = -h_{21} i_b \times (R_C \parallel R_L) \text{ et } V_e = h_{11} i_b$$

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

1,5