TD Système à la fonction.

TD n°1 : Modélisation des systèmes électriques en transmission.

Modélisation du générateur

perte par effet joule.

Ze est une impédance d'entrée $\in \mathbb{C}$

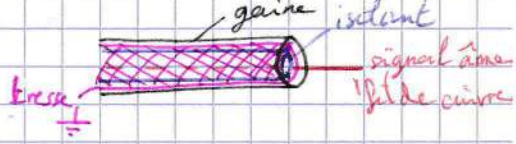
Zu charge utile.

Zout : impédance de sortie

A.Vin amplification de la tension à vide (ss charge)

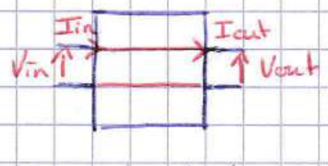
Modèle générique le + général possible. ---

modèle quadripôle [1] :



1.1 Modèle de quadripôle

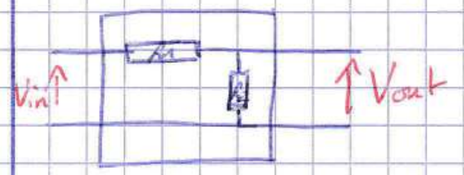
modèle A



→ Modélisation idéal.

modèle B.

modèle C.



Rmq. Rappel Pont Diviseur de tension

$$V_{out} = R_1 \times I = R_1 \times \frac{E}{R_1+R_2} = E \times \frac{R_1}{R_1+R_2}$$

Vout est égale à E atténué.

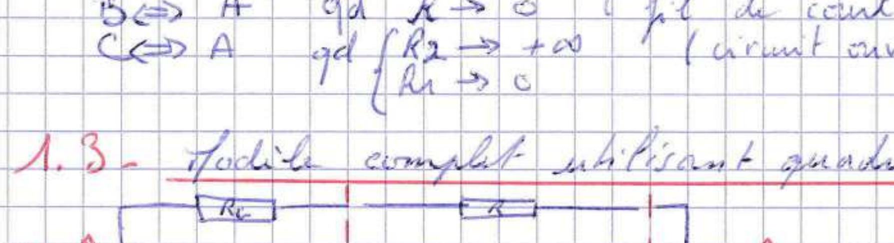
$$E = (R_1 + R_2) \times I$$

1.2

B ⇔ A qd $R \to 0$ (fil de court-circuit)

C ⇔ A qd $\begin{cases} R_2 \to +\infty \\ R_1 \to 0 \end{cases}$ (circuit ouvert).

1.3 - Modèle complet utilisant quadripôle B.



2.1- gain en tension

$G_V = \frac{V_{out}}{V_{in}}$

$V_{in} = E$
$V_{out} = R_u$ ⇒ tension aux bornes de la charge

$V_{out} = E \times \frac{R_u}{R_g + R + R_u}$ → Pont diviseur de tension

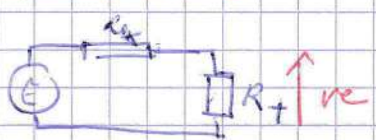
$G_{V(B)} = \frac{R_u}{R_g + R + R_u}$

Rmq G_V du modèle A-

$G_{V(A)} = G_{V(B)}$ lorsque $R = 0$ $= \frac{R_u}{R_g + R_u}$

2.2. Calcul du Gain en tension intrasèque (propre au canal, propre au quadripôle).

$V_s = V_{out}$.
$V_e \neq V_{in}$ $(+R_g)$



$V_e = R_T \times \frac{E}{R_g + R_T} = \frac{R + R_u}{R_g + R + R_u}$

$V = E - E_1 = E - R_2 \times I = E - R_2 \frac{E}{R_1 + R_2}$
avec $E = (R_1 + R_2) I$

$G_{I(B)} = \frac{V_s}{V_e} = \frac{V_{out}}{V_e} = \frac{E \frac{R_u}{R_g + R + R_u}}{\frac{R + R_u}{R_g + R + R_u}} = \frac{R_u}{R + R_u} < 1$

2.3- gain en puissance intrinsèque de la chaîne de trans.

$P_s \triangleq V_s \times I_s$ $\quad P_e \triangleq V_e \times I_e$

or $I_s = I_e$

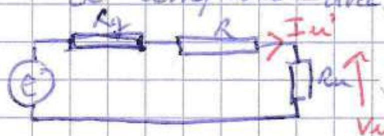
$\triangleq$ est égale par définition

$\eta = \frac{P_s}{P_e} = \frac{V_s \times I_s}{V_e \times I_e} = \frac{V_s}{V_e} = G_I$

rendement $\eta_B < \eta_A$

2.4. Gain de puissance apporté par le quadripôle.

On cherche la puissance apporté à la charge en fil à comparer avec



$P_{usq} = V_u \times I_u = \frac{R_u}{(R_g + R_u)^2} E^2$

$V_u = \frac{R_u}{R_g + R_u} E$ $\quad I_u = \frac{E}{R_g + R_u}$

$I_u' = \frac{E}{R_g + R + R_u}$

$V_u' = \frac{R_u}{R_g + R + R_u} E$

$P_{uag} = \frac{R_u}{(R_g + R + R_u)^2} E^2$

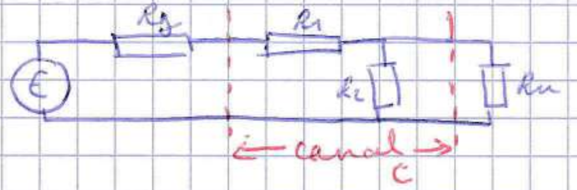
$R_g := R_g + R$;

$$\eta_{(B)} = \frac{P_{uaq}}{P_{usq}} = \left(\frac{R_g + R_u}{R_g + R + R_u}\right)^2$$

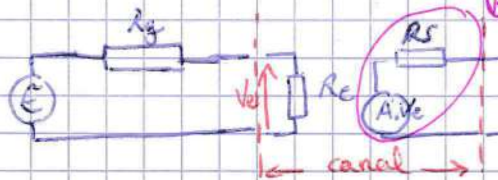
$$\eta_{(A)} = \eta_{(B)}\Big|_{R=0} = 100\,\%$$

3. Modélisation du quadripôle

3.1. chaîne de transmission (modèle c)



3.2.



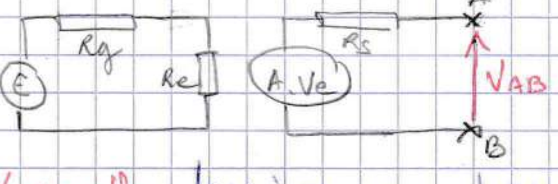
Générateur de Thévenin $\begin{pmatrix} e_{th} = A.V_e \\ R_{th} = R_S \end{pmatrix}$

Méthode

R_e : résistance vue par le générateur à l'entrée

$$R_e = R_1 + (R_2 \parallel R_u) = R_1 + \frac{R_2 R_u}{R_2 + R_u}$$

Calcul de e_{th} : $A.V_e$.

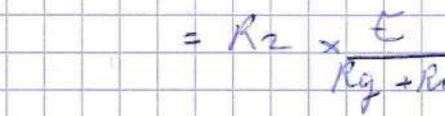


$V_{AB} = e_{th}$ tension aux bornes de R_2

$$= R_2 \times \frac{E}{R_g + R_1 + R_2}$$

Calcul de R_{th} : R_S

on éteint les sources

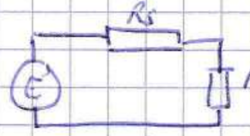


$$R_S = R_{th} = R_2 \parallel (R_1 + R_g) = \frac{R_2 (R_1 + R_g)}{R_1 + R_2 + R_g}$$

3.3 Récupération de la puissance maximale.

$P_u \begin{cases} R_u \to 0 \\ R_u \to \infty \\ \text{cas intermédiaire} \end{cases}$ $\qquad P_u \triangleq U_{Ru} \times I_{Ru}$

- Si $R_u = 0\ \Omega$ alors $U_{Ru} = 0V \Rightarrow P_u = 0W$
- Si $R_u \to \infty$ alors $I_{Ru} = 0A \Rightarrow P_u = 0W$
- Valeur particulière de R_u telle que la puissance utile est max



$P_u = e^2 \dfrac{R_u}{(R_u+R_s)^2}$ $\qquad P_u = f(R_u)$ $\qquad \dfrac{dP_u}{dR_u} = 0 \quad (P_u')$

$P_u' \Leftrightarrow e^2 \dfrac{1 \times (R_u+R_s)^2 - R_u \times 2(R_u+R_s)}{(R_u+R_s)^4}$

$P_u' = e^2 \dfrac{(R_u+R_s)[R_u+R_s-2R_u]}{(R_u+R_s)^4} = e^2 \dfrac{R_s - R_u}{(R_u+R_s)^3}$

$P_u' = 0 \Leftrightarrow R_u = R_s$

P_u est max ssi $\boxed{Z_u = \overline{Z_{Th}}}$ – complexe conjugué

il y a une adaptation de l'impédance en sortie.

⊕ Bonus

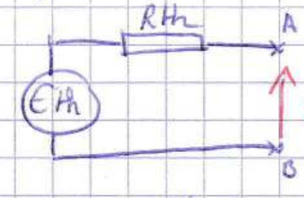
$V_{AB} = \dfrac{R_2 e}{R_1+R_2} = e_{Th}$

$R_{Th} \Rightarrow$ éteindre la source

$R_{Th} = R_3 + (R_1 /\!/ R_2)$

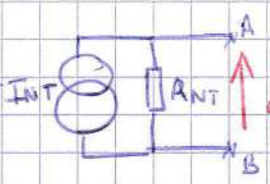
$= R_3 + \dfrac{R_1 R_2}{R_1+R_2}$

La présentation de Thévenin



$V_{AB} = e_{th}$

La présentation de Norton



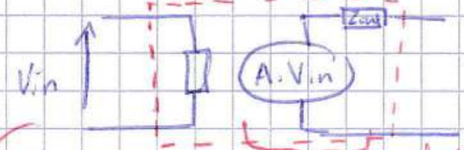
$e_{th} = R_{NT} \times I_{NT}$

Rth.

TD 2

La fct° d'amplification

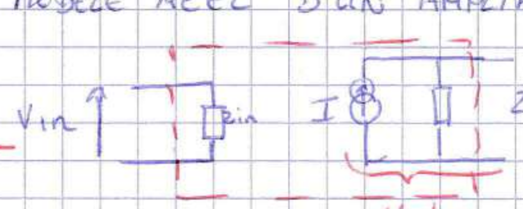
1) Rappeler le modèle simplifié d'un amplificateur de tension
Donner les caractéristiques d'un amplificateur idéal.



modèle de thevenin

MODELE RÉEL D'UN AMPLIFICATEUR DE TENSION

=



modèle de Norton en Sortie

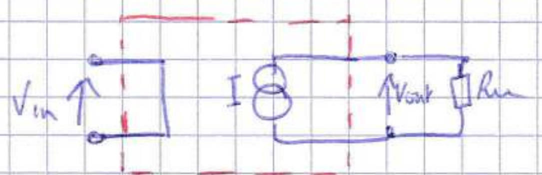
Norton

$I = k.V_{in}$ $\quad$ k = transconductance $(A.V^{-1})$

amplitude idéal (parfait)

$Z_{out} \to 0$ $\quad$ $Z_{in} \to \infty$

2) Montrer que l'on peut réaliser une amplitude par l'association d'un générateur de courant commandé idéal et d'une résistance d'utilisation.



$$V_{out} = R_u \times I = \underbrace{(k.R_u)}_{\text{gain d'amplification Idéal}} . V_{in}$$

3) Considérer à présent un générateur de courant réel. Exprimer le nouveau facteur d'amplification

$I = k.V_{in}$

$$\frac{R_u R_s}{R_u + R_s} = R_{eq}$$

$$V_{out} = \underbrace{\left(k \frac{R_u R_s}{R_u + R_s}\right)}_{\text{gain amplification réel}} V_{in}$$

$$k \frac{R_u}{1 + \left(\frac{R_u}{R_s}\right)} < k R_u$$

Quel est le facteur de puissance intrasèque pour un amplificateur idéal ?

$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}}$ $\quad P_{out} = V_{out} \times V_{in}$

$P_{in} = V_{in} \times \underbrace{I_{in}}_{=0} = 0$

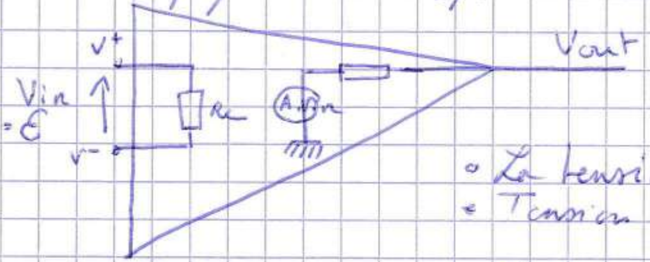
pour un amplificateur idéal $\eta = \infty$

Cette amplitude idéal n'est qu'un modèle mathématique

$\exists$ Z_{in}, Z_{out}

on récupère de la puissance en sortie en prélevant de la puissance d'une source d'énergie quelconque (permettant l'amplifier la tension d'entrée)

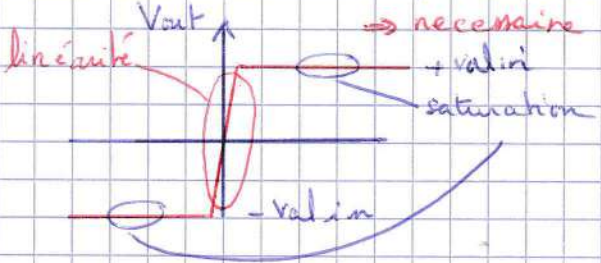
L'amplificateur opérationnel



$\mathcal{E} = V^+ - V^-$

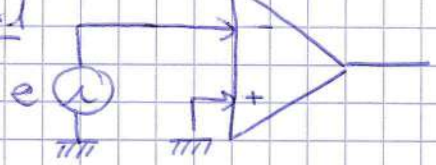
- La tension de sortie est référencée à la masse
- Tension d'entrée = tension différentielle ($V^+ - V^-$)
- $R_s \sim$ qlques Ω (très faible)
- $R_e \sim 10^? \, \Omega$ (très grande)
- $A \sim 10^6$ or tension de sortie finie

$\Rightarrow$ nécessaire $V_{in} \sim 0$ $(V^+ = V^-)$



2 plage de fonctionnement pour l'A. Op $\begin{cases} \text{linéaire} \\ \text{non linéaire} \end{cases}$

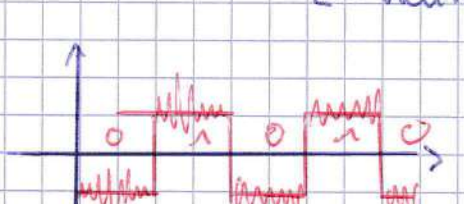
Ex1



$$\mathcal{E} = \underset{\text{non inverseur}}{V^+} - \underset{\text{inverseur}}{V^-} = 0 - e = -e$$

(H) A opport $i^+ = i^- = 0$

$V_{out} = -Ae = \begin{cases} +V_{alim} & \text{si } e < 0 \\ -V_{alim} & \text{sinon} \end{cases}$



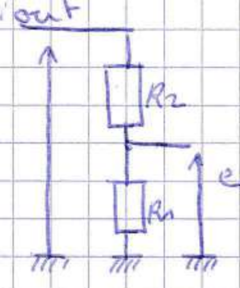
Ds un montage linéaire on n'a pas $V^+ = V^-$

Ex 2 montage linéaire

(H) AOp parfait

Rmq Rebouclage de sortie sur l'entrée V^- (contre-réaction)

Si



$\Leftrightarrow \quad e = V_{out} \times \frac{R_1}{R_1+R_2}$

$$\boxed{V_{out} = e \cdot \left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)}$$

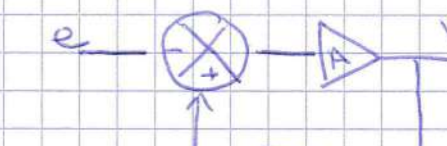
$$V_{out} = A\left(\overset{e}{V^+} - \overset{B\times V_{out}}{V^-}\right)$$

$$V_{out} = Ae - AB\,V_{out}$$

$$V_{out}(1+AB) = Ae$$

fctmt linéaire

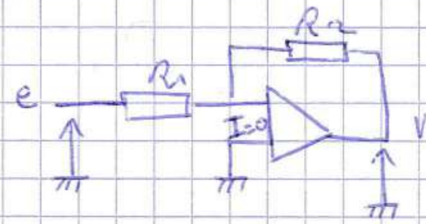
$$\boxed{V_{out} = \frac{Ae}{1+AB}}$$

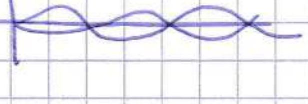


Rmq contre réaction sur l'entrée +

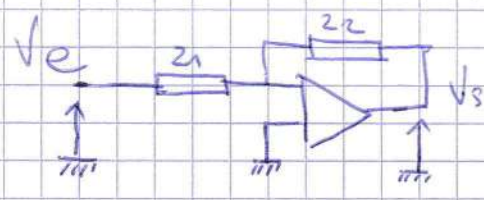
(H) Aop idéal
contre réaction sur entrée inverseur
or $V^+ = 0V$
montage inverseur

$$\frac{V_{out}}{e} = -\frac{R_2}{R_1}$$





$$I = \frac{e}{R_1} = -\frac{V_{out}}{R_1}$$



$$\frac{V_s}{V_e} = -\frac{Z_2}{Z_1}$$

$$\left.\begin{array}{l} Z_1 = \text{résistance} = R_1 \\ Z_2 = \text{capacité} = \frac{1}{Cp} \end{array}\right\} \frac{V_s}{V_e} = -\frac{1}{R_1 C p}$$

$$\left(e^{j\omega t}\right)' = j\omega\, e^{j\omega t}$$

$$V_S(t) = -\frac{1}{RC}\int V_e(t)\,dt$$

$$\text{Si } \left.\begin{array}{l} Z_1 = \frac{1}{Cp} \\ Z_2 = R_2 \end{array}\right\} \frac{V_s}{V_e} = -C R_2 p$$

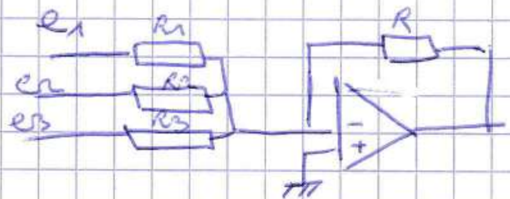
$$V_s(t) = -R_2 C \frac{dV_e}{dt}$$

Sur $\left[0, \frac{T}{2}\right]$ $\quad V_e = +V$

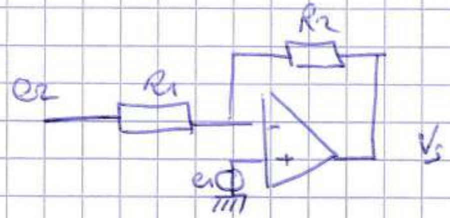
$$V_1 = -\frac{1}{RC}\int V_e(t)\,dt$$

$$= -\frac{1}{RC}\, V \times t + cte$$

...

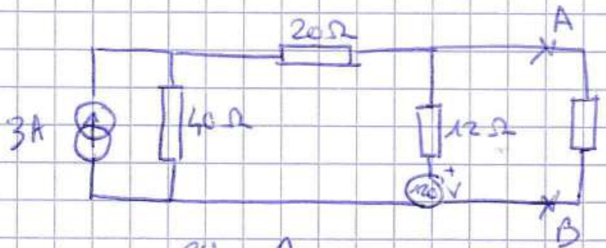


$$V_S = -\frac{R}{R_1}e_1 - \frac{R}{R_2}e_2 - \frac{R}{R_3}e_3$$

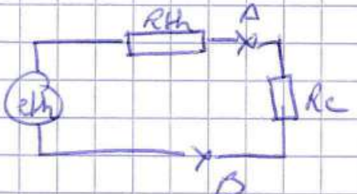


$$V_S = -\frac{R_2}{R_1}e_2 + e_1\left(1 + \frac{R_2}{R_1}\right)$$

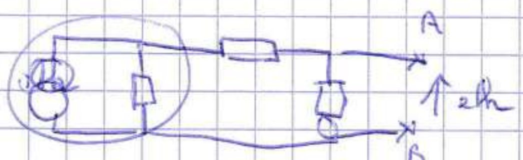
$$= A e_1 - B e_2$$



1) Tevenin équivalent entre A/B
2) Valeur de Rc qui maximise la puissance transmise à la charge Rc ? Que vaut cette puissance max ?



1) On enlève la charge Rc
   1.1 Rth
   on éteint les sources
   $R_{th} = 12 \,//\, (20+40)$



2)