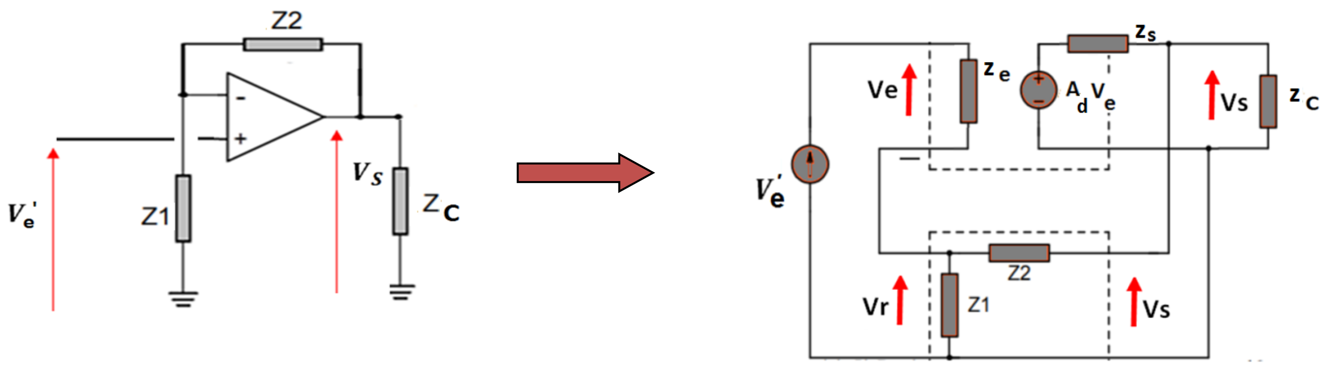
Solution Série 04

EXERCICE 01

1. **Schéma équivalent du circuit (boucle fermée)**

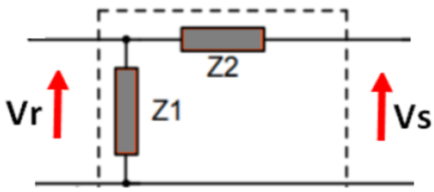
Le schéma équivalent de la boucle fermée présente deux chaînes, la chaîne directe qui est l'amplificateur opérationnel (schéma équivalent de l'AOP) et la chaîne de retour (quadripôle) formée par les deux impédances $Z1$ et $Z2$.

La topologie du système bouclé montre bien qu'il s'agit d'une contre réaction de tension série.



2. **Fonction de transfert de la chaîne de retour**

La chaine de retour est présentée par le quadripôle formé par $Z1$ et $Z2$



$$B = \frac{\mathrm{Vr}}{\mathrm{Vs}} = \frac{Z1}{(\mathrm{Z1+Z2})}$$

3. **Performances du système bouclé**

a-Amplification en tension à vide A'

Pour $I_S = 0 \Rightarrow \quad A' = \frac{V_S}{V'_e}$

L'amplification de la chaine directe $A = A_d$ (A_d étant le gain de l'AOP).

$$A' = \frac{A}{1 + AB}$$

Avec:

$$B = \frac{Z1}{Z1 + Z2}$$

On aura :

$$\boxed{A' = A_d / \left(1 + A_d \frac{Z1}{(Z1+Z2)}\right)}$$

b-Impédance de sortie

Pour $V'_e = 0 \Rightarrow Z'_S = \frac{V_S}{I_S}$ est l'impédance de sortie du système bouclé.

Cette dernière $Z'_S = \frac{Z_S}{1+BA_d}$ a un module $|Z'_S|$inférieur à celui de $|Z_S|$

Démonstration

$$\boxed{Z'_S = \frac{Z_S}{1 + BA_d}}$$

L'équation de la sortie du système : $V_S = A_d V_e + Z_S I_S$

$V_e = V_e' - V_r$

En remplaçant V_r par BV_S, on obtient :

$$V_S = A_d(V_e' - BV_S) + Z_S I_S$$

$$V_S(1 + BA_d) = A_d V_e' + Z_S I_S$$

$$V_S = \frac{A_d}{1 + BA_d} V_e' + \frac{Z_S}{1 + BA_d} I_S$$

L'équation précédente devient :

$$V_S = A' V'_e + Z'_S I_S$$

Par identification on aura :

$$\boxed{Z'_S = \frac{Z_S}{1 + BA_d}}$$

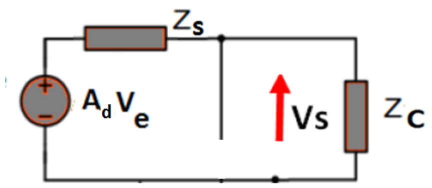
c-Impédance d'entrée

On va montrer que l'impédance d'entrée est **:**

$$\boxed{Z'_e = Z_e(1 + BA_d)}$$

L'équation de l'entrée du système : $V_e' = V_e + V_r = V_e + BV_S$

On a : $V_S = A_d V_e$.



Car : $V_S = A_d V_e \dfrac{Z_C}{Z_C + Z_S}$ avec $Z_C \gg Z_S \Longrightarrow V_S = A_d V_e$

$$V_e' = V_e + BV_S = V_e + BA_d V_e = V_e(1 + BA_d)$$

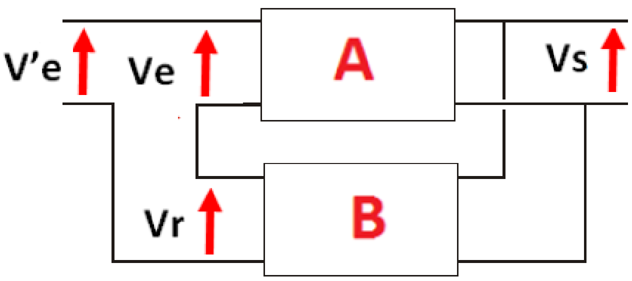
$$Z_e' = \frac{V_e'}{I_e} = \frac{V_e(1 + BA_d)}{I_e} = Z_e(1 + BA_d)$$

$$\boxed{Z'_e = Z_e(1 + BA_d)}$$

La contre réaction en tension série augmente le module de l'impédance d'entrée et diminue le module de l'impédance de sortie : **c'est donc un amplificateur de tension parfait.**

Exercice 02

1-Le schéma bloc ci-dessous représente : une contre réaction tension –tension (série-parallèle)

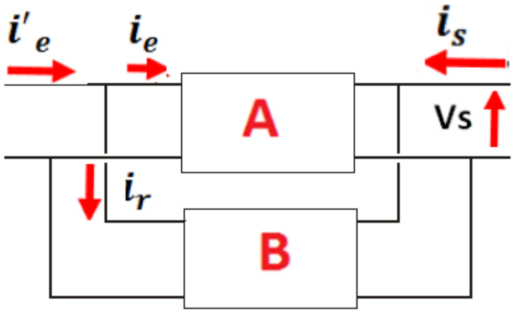


$$\boxed{A = A_v = \frac{Vs}{Ve}}$$

$$\boxed{B = \frac{Vr}{Vs}}$$

2-Le schéma bloc ci-dessous représente : une contre réaction courant-tension (parallèle-parallèle)

R_m **:** La transrésistance de l'amplificateur

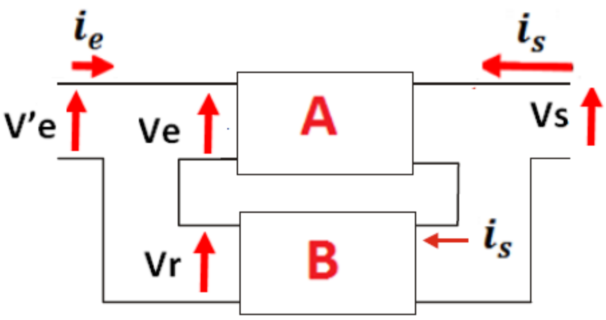


$$A = R_m = \frac{V_s}{i_e}$$

$$B = \frac{i_r}{V_s}$$

3-Le schéma bloc ci-dessous représente: une Contre réaction tension–courant (série - série)

G_m **:** La transconductance de l'amplificateur

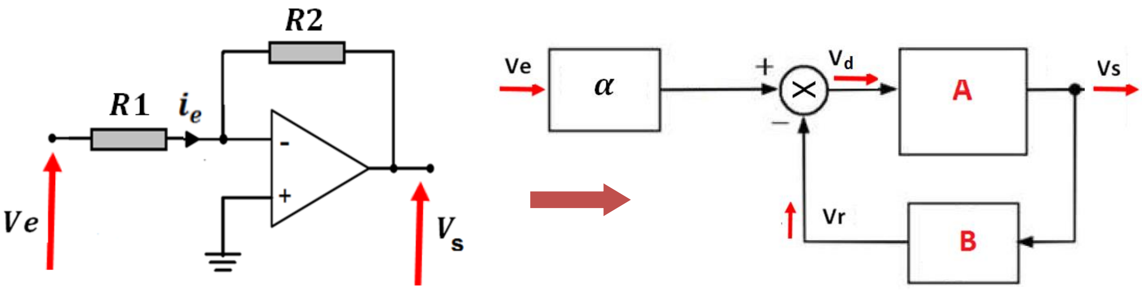


$$A = G_m = \frac{i_s}{Ve}$$

$$B = \frac{V_r}{i_s}$$

<u>Exercice 03</u>

Le schéma synoptique d'un système bouclé



Un système bouclé est un système dont la tension de sortie est réinjectée totalement ou partiellement à l'entrée d'un comparateur .

D'après le schéma synoptique, le comparateur délivre une tension d'entrée V_d.

La fonction de transfert du système bouclé est donnée par :

$$\boxed{A' = \frac{A}{1 + AB}}$$

Donnons tout d'abord les équations de fonctionnement

$V_d = \mathcal{E} = V^- - V^+$car $V_{\ e}$est injectée à l'entrée (-)

$$V_S = A_d V_e$$
$$V_e - V^- = R_1 i_e \Rightarrow i_e = \frac{V_e - V^-}{R_1}$$
$$V_e - V_S = (R_1 + R_2) i_e$$

Expression de la fonction de transfert

$$V_e - V_S = (R_1 + R_2)\left(\frac{V_e - V^-}{R_1}\right)$$
$$V_e - V_S = \frac{R_1 + R_2}{R_1}(V_e - V^-)$$
$$V_e - V_S = \frac{R_1 + R_2}{R_1} V_e - \frac{R_1 + R_2}{R_1} V^-$$

$$V^- = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_e + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_S$$

$V^+ = 0$ (à la masse)

$$V_d = \mathcal{E} = V^- - V^+ = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_e + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_S$$

D'autre part, on a :

$$V_d = \mathcal{E} = \frac{V_S}{A_d}$$
$$V_S = A_d \mathcal{E} = A_d V_d$$

$$\frac{V_S}{A_d} = V_d = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_e + \frac{R_1}{R_1 + R_2} V_S$$
$$V_S\left(\frac{1}{A_d} - \frac{R_1}{R_1 + R_2}\right) = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_e$$

$$\acute{A} = \frac{V_S}{V_e} = \frac{A_d \frac{R_2}{R_1+R_2}}{\left(1 - \frac{R_1}{R_1+R_2} A_d\right)} = \frac{\alpha A}{1+BA}$$

Avec :

$\alpha = \frac{R_2}{R_1+R_2}$; $B = -\frac{R_1}{R_1+R_2}$ et $A = A_d$