

## EMD 2 - Capteurs & instrumentation

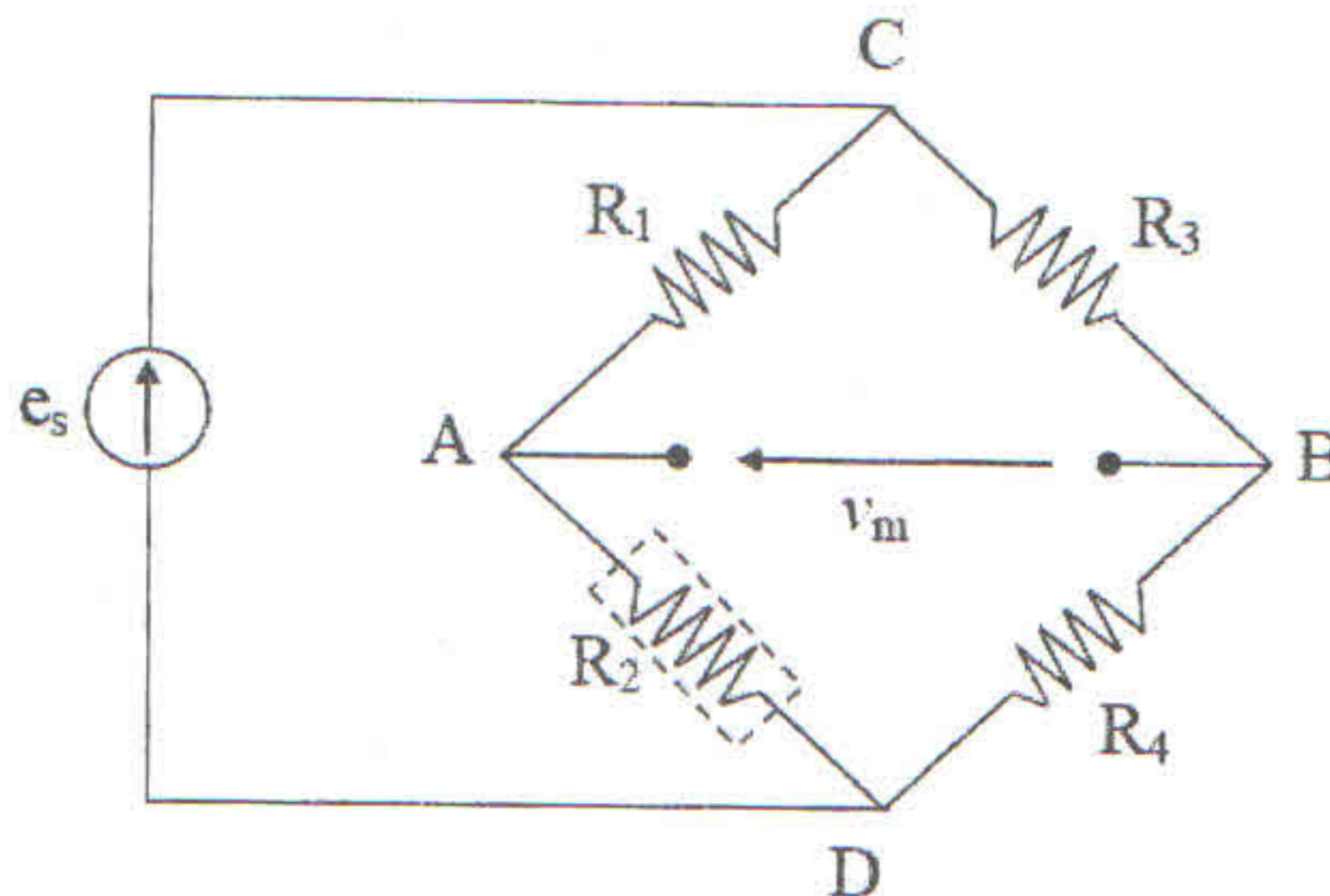
### Questions de cours

- 1- C'est quoi un capteur composite ?
- 2- C'est quoi un capteur actif ? Donner un exemple ?
- 3- C'est quoi un capteur passif ? Donner un exemple ?
- 4- Donner la différence entre un capteur actif et un capteur passif ?

### Exercice 1

I. Soit le montage suivant

Le pont de wheastone est constitué de 3 résistance fixes telles que  $R_1 = R_3 = R_4 = R_{C0}$  et d'un capteur dont la résistance est  $R_2 = R_{C0} + \Delta R_C$

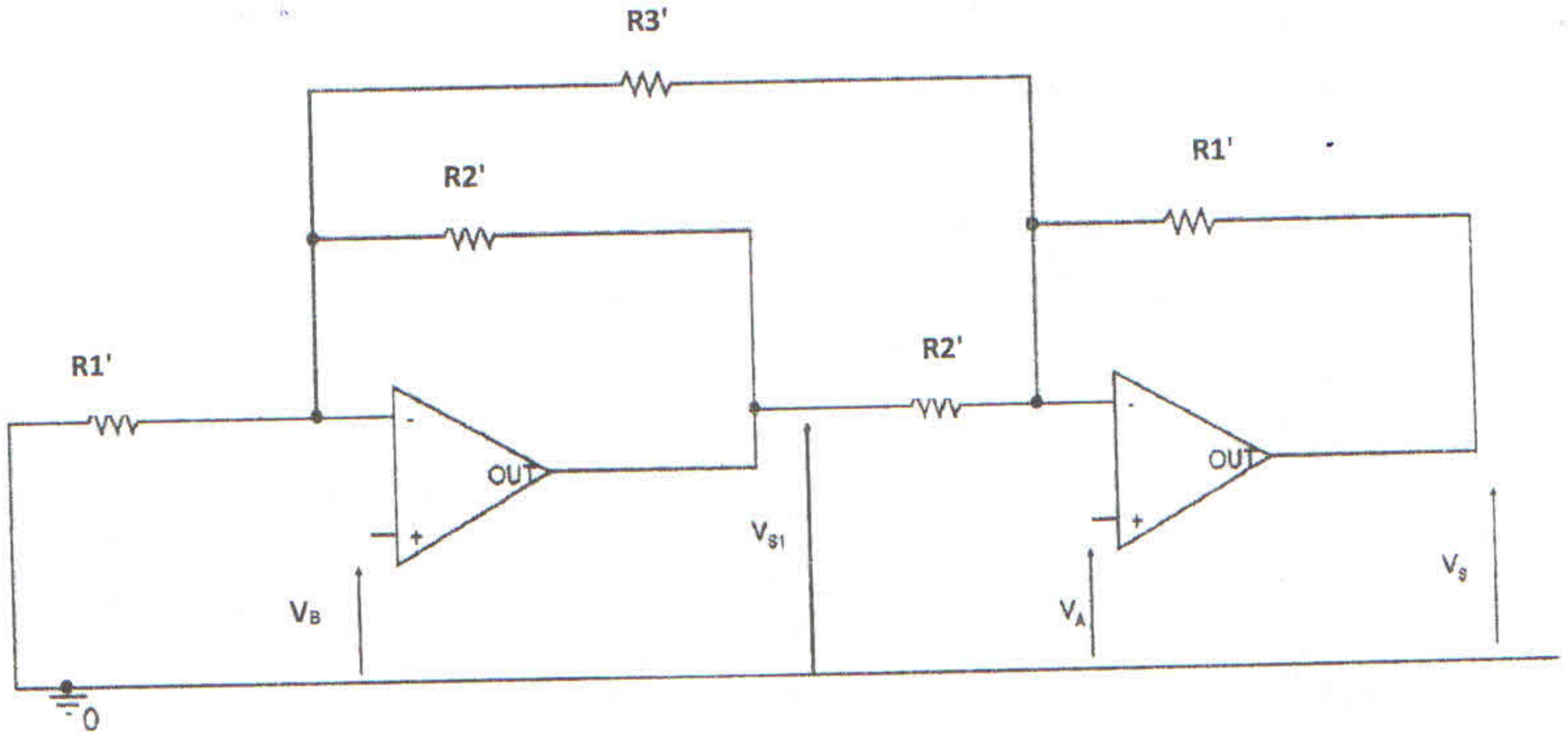


1- A l'équilibre, Donner l'expression de la tension  $V_m = V_A - V_B$

Hors équilibre :

- 2- Donner l'expression de la tension  $V_A$
- 3- Donner l'expression de la tension  $V_B$
- 4- Donner l'expression de la tension  $V_m = V_A - V_B$
- 5- Que devient cette expression en considérant que  $\Delta R_C \ll R_{C0}$  ?
- 6- Dans ce cas, donner l'expression de la sensibilité du conditionneur  $S = \frac{\Delta V_m}{\Delta R_C}$ .

II. Afin d'amplifier la tension  $V_m$ , nous utilisons le montage ci dessous



7- Exprimer  $V_{S1}$  en fonction de  $V_A$  et  $V_B$  ?

8- Donner la tension de sortie  $V_S$  en fonction de  $V_A$  et  $V_B$  ?

9- On pose  $R2' = 9800 \Omega$  et  $R1' = 490 \text{ k}\Omega$ . Quelle est la valeur de  $R3'$  nécessaire pour avoir un facteur d'amplification  $[V_S / (V_A - V_B)]$  de 100 ?

*Bon courage*

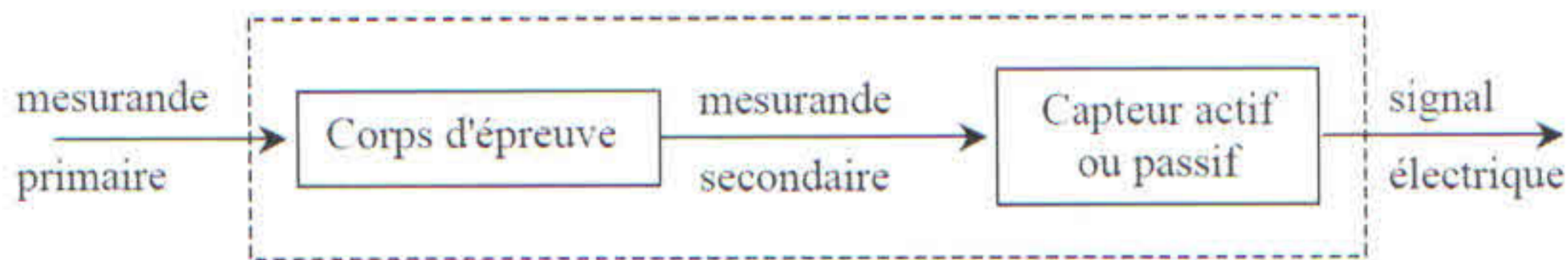
## Corrigé type EMD 2 - Capteurs & instrumentation

### Questions de cours (06 pts)

1- Un capteur composite est constitué d'un corps d'épreuve et un capteur actif ou passif.

Le corps d'épreuve est le dispositif qui, soumis au mesurande étudié assure une première traduction en une autre grandeur physique non électrique, le mesurande secondaire, qu'un capteur adéquat traduit alors en grandeur électrique. (1pts)

Donc un capteur composite n'est pas sensible directement au mesurande mais à l'un de ses effets.



2- Un capteur actif est fondé dans son principe sur un effet physique qui assure la conversion en énergie électrique de la forme d'énergie propre au mesurande.

Autrement dit, Il fonctionne en générateur en convertissant la forme d'énergie propre au mesurande en énergie électrique. (1pts)

Exemples: 1pts

LM35: Un capteur de température.

4N25 : Optocoupleur.

3- Un capteur passif: il s'agit d'impédance dont l'un des paramètres déterminants (ex: paramètres géométriques) est sensible au mesurande. (1pts)

Exemples: 1pts

Photorésistance: LDR

Thermistances : CTN et CTP.

4- La différence entre un capteur actif et passif (1pts)

le capteur actif fournit directement un signal électrique sous l'effet du mesurande. Par contre le capteur passif nécessite une source d'alimentation externe (conditionneur) afin de convertir la variation d'impédance en un signal électrique.

Questions du cours : 6 pts.

Exercice n° 01 : 14 pts.

I. A l'équilibre :

- En utilisant le diviseur de Tension

$$V_A = \frac{R_2}{R_2 + R_1} \cdot e_s \quad (1 \text{ pts})$$

$$V_B = \frac{R_4}{R_4 + R_3} \cdot e_s \quad (1 \text{ pts})$$

$$V_{m_0} = V_A - V_B = \left[ \frac{R_2}{R_2 + R_1} - \frac{R_4}{R_4 + R_3} \right] \cdot e_s \quad (1 \text{ pts})$$

$$= \frac{R_2 \cdot R_3 - R_1 R_4}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} \cdot e_s$$

Hors équilibre

$$R_2 = R_{co} + DR_c$$

$$V_A = \frac{R_2}{R_2 + R_1} \cdot e_s = \frac{R_{co} + DR_c}{R_{co} + DR_c + R_1} \cdot e_s \quad (1 \text{ pts})$$

$$V_B = \frac{R_4}{R_4 + R_3} \cdot e_s = \frac{R_{co}}{R_{co} + R_{co}} \cdot e_s = \frac{1}{2} e_s \quad (1 \text{ pts})$$

$$V_m = V_A - V_B = e_s \left[ \frac{R_{co} + DR_c}{R_{co} + DR_c + R_1} - \frac{1}{2} \right] = e_s \left[ \frac{R_{co} + DR_c}{R_{co} + DR_c + R_{co}} - \frac{1}{2} \right]$$

$$= e_s \left[ \frac{2R_{co} + 2DR_c - 2R_{co} - DR_c}{4R_{co} + 2DR_c} \right] \quad (1 \text{ pts})$$

$$= e_s \left[ \frac{DR_c}{4R_{co} + 2DR_c} \right] = \frac{e_s \cdot DR_c}{4R_{co} \left( 1 + \frac{DR_c}{2R_{co}} \right)}$$

=

Pour  $DR_c \ll R_{c0}$ .

$$V_m = V_A - V_B = \frac{e_s}{4R_{c0}} \cdot DR_c. \quad (1 \text{ pts})$$

La sensibilité au conditionneur.

A l'équilibre  $V_{m0} = 0$

Hors équilibre  $V_m = \frac{e_s}{4R_{c0}} \cdot DR_c$ .

$$S_{\text{cond}} = \frac{DV_m}{DR_c} = \frac{V_m - V_{m0}}{DR_c} = \frac{\frac{e_s}{4R_{c0}} \cdot DR_c}{DR_c} \quad (1 \text{ pts})$$

$$S_{\text{cond}} = \frac{e_s}{4R_{c0}}$$

II: d'Aop 1:

Il y a une contre réaction négative.

d'Aop fonction en mode linéaire,  $V^+ = V^-$

En utilisant théorème de Millman. (2 pts)

$$V^+ = V_B$$

$$V^- = \frac{0/R_1 + \frac{V_{S1}}{R_2} + \frac{V_A}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}} \Rightarrow \frac{V_{S1}}{R_2} + \frac{V_A}{R_3} = \alpha V^- \Rightarrow V_{S1} = R_2' \left( \alpha V^- - \frac{V_A}{R_3} \right)$$

$$V^+ = V^- \Rightarrow \frac{V_{S1}/R_2 + V_A/R_3}{\alpha} = V_B \Rightarrow \frac{V_{S1}}{R_2} + \frac{V_A}{R_3} = \alpha V_B$$

$$\Rightarrow V_{S1} = \left( \alpha \cdot V_B - \frac{V_A}{R_3} \right) \cdot R_2'$$

$\alpha$  AOP 2: (2pts)

Il y a une contre réaction négative.

$\alpha$  AOP est en mode linéaire,  $V^+ = V^-$

En utilisant Théorème de Millman.

$$V^+ = V_A.$$

$$V^- = \frac{V_{S1}/R_2 + \frac{V_S}{R_1} + \frac{V_B}{R_3}}{\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_3}}$$

$$V^+ = V^- \Rightarrow \frac{V_{S1}}{R_2} + \frac{V_S}{R_1} + \frac{V_B}{R_3} = \alpha V_A$$

$$\Rightarrow \frac{V_S}{R_1} = \alpha V_A - \frac{V_{S1}}{R_2} - \frac{V_B}{R_3}$$

$$\Rightarrow V_S = R_1 \alpha V_A - \frac{R_1}{R_2} V_{S1} - \frac{R_1}{R_3} V_B$$

en remplaçant  $V_{S1}$  par son expression.

$$V_S = R_1 \alpha V_A - \frac{R_1}{R_2} \left( \alpha V_B - \frac{V_A}{R_3} \right) - \frac{R_1}{R_3} V_B.$$

$$= R_1 \alpha V_A - R_1 \alpha V_B + \frac{R_1}{R_3} V_A - \frac{R_1}{R_3} V_B.$$

$$V_S = \alpha R_1 (V_A - V_B) + \frac{R_1}{R_3} (V_A - V_B)$$

$$V_S = (V_A - V_B) \cdot \left( \alpha R_1 + \frac{R_1}{R_3} \right) = (V_A - V_B) \left( R_1 \left( \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) + \frac{R_1}{R_3} \right).$$

$$V_S = (V_A - V_B) \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} + 2 \cdot \frac{R_1}{R_3} \right).$$

$$\text{On a } \frac{V_S}{V_A - V_B} = \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} + 2 \cdot \frac{R_1}{R_3} \right) \cdot \left. \vphantom{\frac{V_S}{V_A - V_B}} \right\} 1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{2R_1}{R_3} = 100$$

et  $\frac{V_S}{V_A - V_B} = 100$

$$\Rightarrow \frac{R_1}{R_2} + \frac{2R_1}{R_3} = 99 \Rightarrow \frac{2R_1}{R_3} = 99 - \frac{R_1}{R_2}$$

Avec  $R_1 = 490 \text{ k}\Omega = 490 \cdot 10^3 \Omega$ .

$R_2 = 9800 \Omega$ .

(2pts)

$$\frac{R_1}{R_2} = 50 \quad ; \quad \frac{2R_1}{R_3} = 99 - 50 = 49$$

$$\Rightarrow R_3 = \frac{2R_1}{49} = 20 \text{ k}\Omega$$