Corrigé de l'épreuve d'électricité du BTS 2000

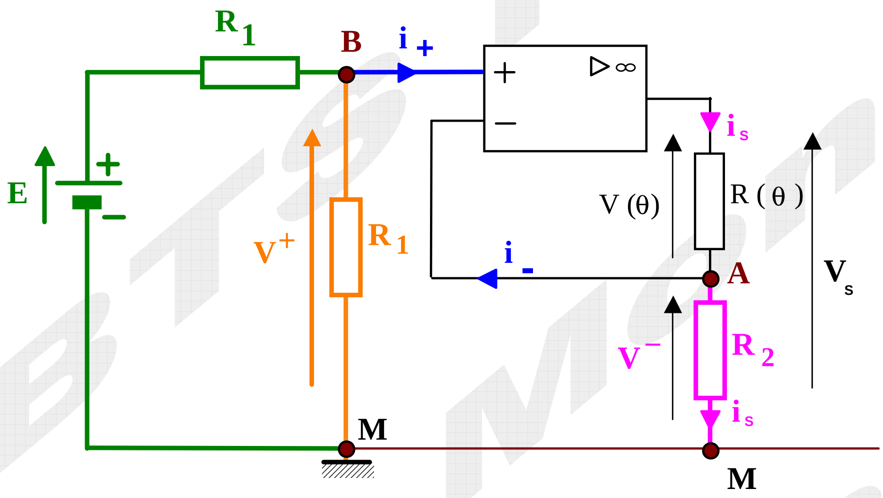
1° question : Étude du générateur de courant

a)

* L'amplificateur opérationnel est parfait. On a, alors : $i_+ = i_- = 0$.

* La résistance R_2 est alors traversée par l'intensité i_S (voir schéma ci-dessous).

* Appliquons la loi d'Ohm à la résistance R_2 : $V^- = R_2\, i_S$ relation (a)



* Appliquons le Th. de Millmann au point B.

- Posons $V_M = 0$
- $$V^+\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_1}\right) = \frac{V_M}{R_1} + \frac{E}{R_1} - i_+$$
- Comme $i_+ = 0$ et $V_M = 0$, on obtient, en définitive : $V^+\left(\frac{2}{R_1}\right) = \frac{E}{R_1}$

soit : $V^+ = \frac{E}{2}$ relation (b)

* L'amplificateur opérationnel fonctionne en régime linéaire de sorte que l'on a : $\varepsilon = V^+ - V^- = 0$

donc : $V^+ = V^-$ relation (c)

* En utilisant cette dernière égalité et les deux relations (a) et (b), on obtient : $i_S = \frac{E}{2\,R_2}$

A.N. : $i_S = 7{,}5$ mA

b)

On applique la loi d'Ohm à la résistance $R(\theta)$: $V(\theta) = R(\theta)\; i_S$

Compte tenu de l'expression de $R(\theta)$, on obtient : $V(\theta) = R_0\,(1 + \alpha\,\theta)\; i_S$

Une application numérique partielle donne : $V(\theta) = 7{,}5(1 + \frac{39}{10^4}\,\theta)$

c) Calculs :

θ (en °C)	10 °C	40 °C	70 °C
$V(\theta)$ en V	$V_1 = 7{,}8$ V	$V_2 = 8{,}7$ V	$V_3 = 9{,}5$ V

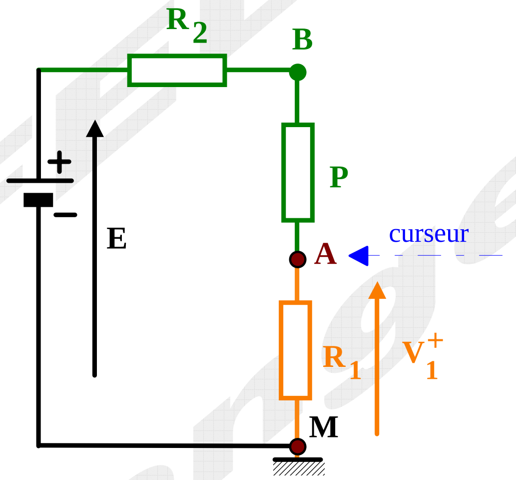
2° question : Traitement de l'information

a) Le curseur est en A :

Entre A et M, on a un diviseur de tension :

$$V_1^+ = \frac{E\,R_1}{R_1 + R_2 + P}$$

A. N. : $V_1^+ = 4{,}3$ V soit : A. N. : $V_1^+ \cong \frac{V_2}{2}$

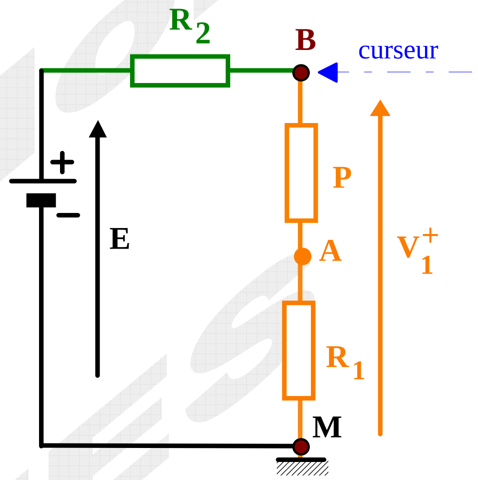


b) Le curseur est en B :

Entre B et M, on a un diviseur de tension :

$$V_1^+ = \frac{E\,(R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + P}$$

A. N. : $V_1^+ = 4{,}8$ V soit : A. N. : $V_1^+ \cong \frac{V_3}{2}$

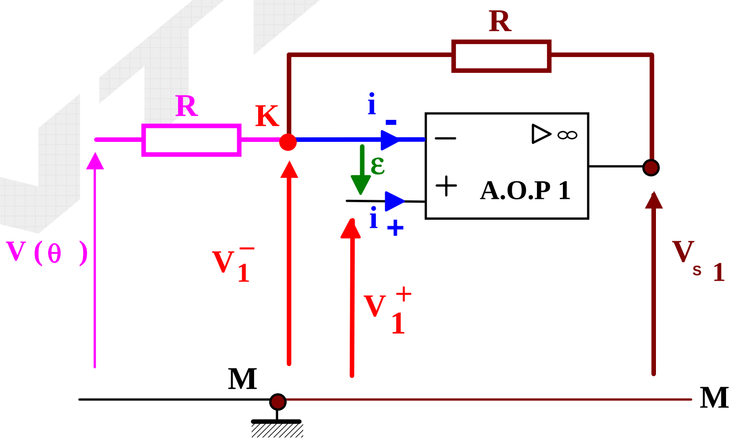


c) Une partie du montage total est représentée ci-dessous :

* L'amplificateur opérationnel A.O.P 1 est parfait : $i_+ = i_- = 0$.

* L'amplificateur opérationnel A.O.P 1 est parfait **et fonctionne en régime linéaire** : $\varepsilon = V_1^+ - V_1^- = 0$

Donc : $V_1^+ = V_1^-$



* Appliquons le Th. de Millmann en K :

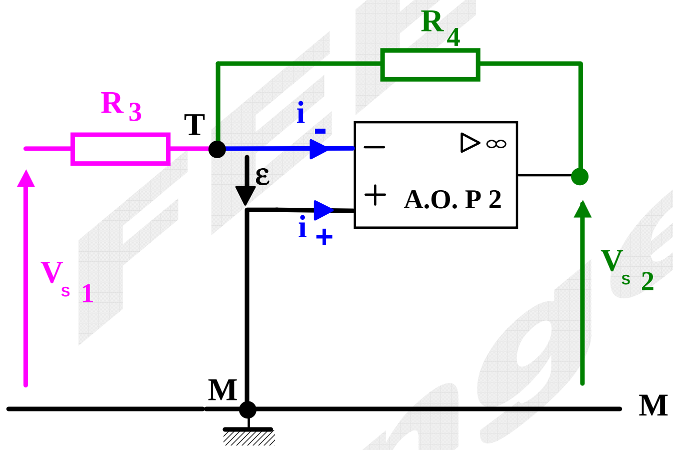
- Posons : $V_M = 0$
- Le potentiel du point K est alors égal à $V_1^+ = V_1^-$.

$$V_1^-\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R}\right) = \frac{V(\theta)}{R} + \frac{\quad}{\quad}$$

On en déduit, immédiatement : $V_1^{\,-} = \dfrac{V(\theta) + V_{S_1}}{2}$ et, compte tenu de l'égalité $V_1^{\,+} = V_1^{\,-}$, on a :

$$\boxed{2\,V_1^{\,+} - V(\theta) = V_{S_1}}$$

d) On a reproduit ci-dessous une partie du schéma :



* L'amplificateur opérationnel A.O.P 2 est parfait : $i_+ = i_- = 0$

* Il fonctionne en régime linéaire de sorte que l'on a : $\varepsilon = V_M - V_T = 0$ soit : $V_M = V_T$

* Appliquons le Th. de Millmann au point T :

- Posons : $V_M = 0$
- La relation :

$$V_T\left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}\right) = \frac{V_{S1}}{R_3} + \frac{V_{S2}}{R_4}$$

se simplifie immédiatement : $\dfrac{V_{S2}}{R_4} + \dfrac{V_{S1}}{R_3} = 0$.

On en déduit : $\boxed{V_{S2} = -\dfrac{R_4}{R_3}\,V_{S1}}$ donc : $\boxed{K = \dfrac{R_4}{R_3}}$

Remarque : Les valeurs des deux résistances doivent être ajustées pour que l'amplificateur fonctionne en régime linéaire !

e) En utilisant les résultats de la question a) et de la question c), on obtient : $V_{S1} = V_3 - V(\theta)$.

La relation démontrée au d) nous permet d'écrire, alors : $\boxed{V_{S2} = -K\,[\,V_3 - V(\theta)\,]}$

f) Si la valeur de R_3 diminue trop, le rapport K sera tel que l'amplificateur opérationnel A.O.P 2 sera en saturation ! Le dispositif ne sera plus opérationnel.

Il faut : $K\,[\,V_3 - V(\theta)\,] < V_{sat}$ (curseur en B).