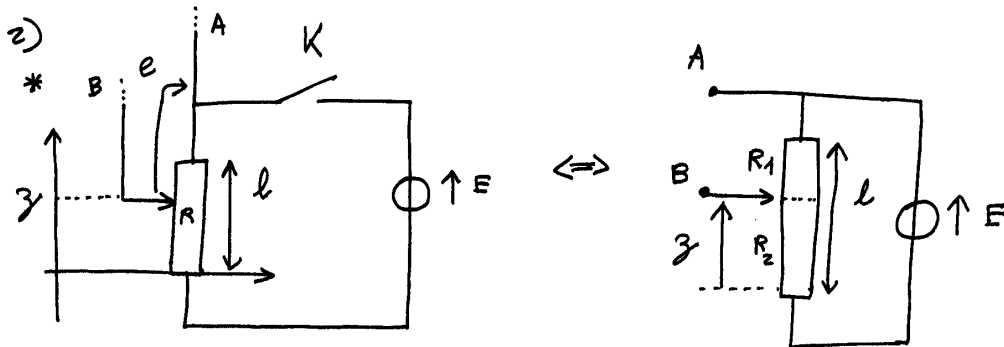
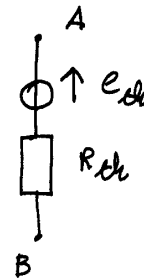


- 1) Dès la fermeture de l'interrupteur, le courant passe dans le fil résistif, le gaz s'échauffe, son volume augmente. Alors l'index du potentiomètre monte et la tension d'alimentation du résistor diminue, l'échauffement diminue donc dans le temps. On a une rétroaction négative.



$$\begin{cases} R_2 = \frac{z}{l} R \\ R_1 = \frac{l-z}{l} R \end{cases} \quad \begin{cases} e_{th} = \frac{R_1}{R_1+R_2} E \\ R_{th} = R_1 \parallel R_2 = \frac{R_1 R_2}{R_1+R_2} \end{cases} \quad \Leftrightarrow$$



Donc :

$$\begin{cases} e_{th} = \left(1 - \frac{z}{l}\right) E \\ R_{th} = \frac{z}{l} \left(1 - \frac{z}{l}\right) R \end{cases}$$

- * On considère comme système : { gaz + résistor + piston }

$$\begin{aligned} dU &= dU_{\text{gaz}} + dU_{\text{résistor}} + dU_{\text{piston}} \\ dU &= m C_v dT + \underbrace{C_{\text{résistor}}}_{=0} dT + 0 \quad \left(\begin{array}{l} dU_{\text{piston}} = 0 \text{ car} \\ \text{calorifugé et indéformable} \end{array} \right) \\ dU &= -p_0 dV + \alpha i^2 dt \quad \left(\begin{array}{l} dE_p = 0 \text{ car on} \\ \text{considère nulle la masse} \\ \text{du piston.} \end{array} \right) \end{aligned}$$

(en effet, en appliquant le 1^{er} principe au résistor :

$$dU_{\text{résistor}} = \underbrace{\delta W}_{\alpha i^2 dt} + \delta Q = 0 \quad (\text{car } C_{\text{résistor}} = 0) \Rightarrow \delta Q = -\alpha i^2 dt$$

la quantité de chaleur fournie par le résistor est $-\delta Q = \alpha i^2 dt$)

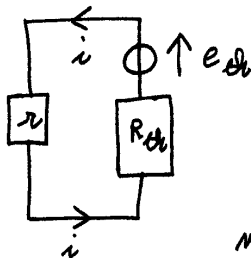
$$V = l_0 + S z \quad (l_0 : \text{hauteur de gaz à } t=0) \Rightarrow dV = S dz$$

ainsi : $m C_v dT = - p_0 S dz + \alpha i^2 dt$

C35-502

(2)

schéma électrique : $i = \frac{e_{th}}{\alpha + R_{th}}$, en posant $z = \frac{\alpha}{l}$



ma : $i = \frac{(1-z)E}{z(1-z)R + \alpha}$

d'où :

$$m C_v \frac{dT}{dt} = - p_0 S l \frac{dz}{dt} + \alpha E^2 \frac{(1-z)^2}{(z + z(1-z)R)^2}$$

* La masse du piston est négligeable donc la pression p du gaz est telle que : $p = p_0 \cdot p_0(l_0 + S z) = n R T$

$$dT = \frac{p_0 S}{n R} dz$$

d'où, en éliminant T :

$$\left(\frac{p_0 S l \gamma}{\gamma - 1} \right) \frac{dz}{dt} = \alpha E^2 \left[\frac{1-z}{z + R z(1-z)} \right]^2$$

Comme $\alpha = R$:

$$\frac{dz}{dt} = a \left(\frac{1-z}{1+z(1-z)} \right)^2$$

où :

$$a = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \frac{E^2}{p_0 S l R}$$

$$r = \frac{1}{a} = \frac{\gamma}{\gamma - 1} \frac{p_0 S l R}{E^2}$$

On a bien $\ddot{z} \geq 0$ ainsi que $\frac{d\dot{z}}{dz} < 0$ ce qui montre bien l'influence de la rétroaction négative : le piston monte de moins en moins vite.

$$\frac{dz}{dt}(t=0) = \frac{dz}{dt}(z=0) = a \quad \dot{z}(0) = l a$$

AN : $\dot{z}(0) = \frac{\gamma - 1}{\gamma} \frac{E^2}{p_0 S R} = 1,0 \text{ mm.s}^{-1}$