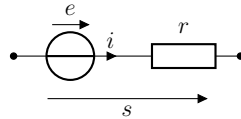


## DM05 – Électrocinétique

### Correction

#### Exercice 1 – Influence des résistances d'entrée et sortie

1. Pour modéliser une source de tension réelle, on associe en série un générateur idéal de tension de f.é.m.  $e$  avec une résistance de sortie  $r$ .



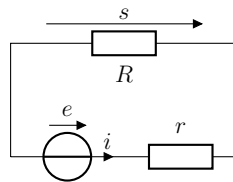
Par additivité des tensions, on a

$$s = e - ri.$$

2. Le circuit est ouvert donc  $i = 0$ . Avec la relation obtenue précédemment, on a directement

$$s = e.$$

3. Le circuit ainsi formé est le suivant, où on remarque que la tension  $s$  aux bornes du générateur est celle aux bornes de la résistance  $R$ .



On reconnaît un pont diviseur de tension, d'où

$$s = \frac{R}{R+r}e.$$

A.N. : pour  $R = 50 \Omega$ , on a  $s = e/2$  et pour  $R = 5,0 \text{ k}\Omega$ , on a  $s = 0,99e$ .

4. On cherche la valeur de la résistance  $R$  telle que

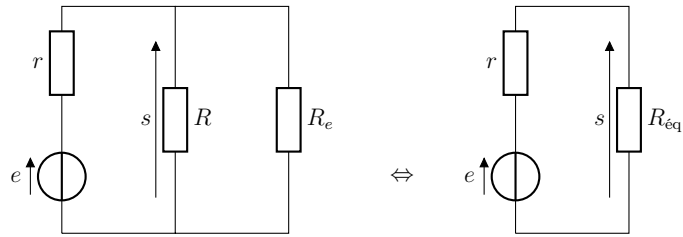
$$0,95e \leq s \leq 1,05e.$$

On remarque que  $s \leq e$  car  $R+r \leq R$  : l'inégalité de droite est toujours vérifiée.

$$0,95e \leq s \Leftrightarrow 0,95e \leq \frac{R}{R+r}e \Leftrightarrow R \geq \frac{0,95}{0,05}r = 19r.$$

A.N. :  $R \geq 950 \Omega$ .

5. Dans les cas où  $R = 50 \Omega$  ou  $R = 5,0 \text{ k}\Omega$ , on a  $R \ll R_e$  : l'intensité du courant dans la branche de l'oscilloscope est négligeable devant celle dans la branche du générateur : **l'influence de la résistance d'entrée  $R_e$  est négligeable lors de la mesure de  $s$ .** En effet, le circuit peut se simplifier en déterminant la résistance équivalente à l'association en parallèle de  $R$  et  $R_e$  :

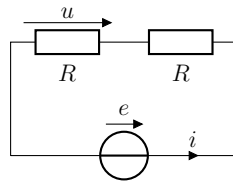


où

$$R_{\text{éq}} = \frac{RR_e}{R + R_e} = \frac{R}{\frac{R}{R_e} + 1}.$$

On remarque alors que  $R_{\text{éq}} \approx R$  si  $R \ll R_e$  : on retrouve la situation de la question 3.

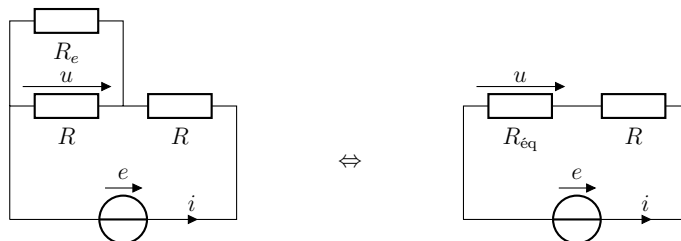
6. Avec  $R = 1 \text{ M}\Omega$ , on a  $r \ll R$  : on peut négliger la résistance interne du générateur. Le circuit devient alors



On reconnaît un pont diviseur de tension, d'où

$$u = \frac{R}{R + R}e = \frac{e}{2}.$$

7. Avec l'oscilloscope, le circuit devient



avec

$$R_{\text{éq}} = \frac{RR_e}{R + R_e}.$$

On reconnaît un pont diviseur de tension d'où

$$u = \frac{R_{\text{éq}}}{R_{\text{éq}} + R}e = \frac{R_e}{R + 2R_e}e.$$

A.N. :  $u = e/3 \neq e/2$ .

8. On veut pouvoir négliger la résistance interne du GBF, de sorte qu'il faut choisir  $R \gg r$ . D'autre part, on veut que l'influence de la résistance d'entrée de l'oscilloscope reste négligeable, ce qui impose  $R \ll R_e$ . On doit donc avoir

$$r \ll R \ll R_e, \quad \text{soit} \quad \boxed{50 \Omega \ll R \ll 1 \text{ M}\Omega}.$$

**Exercice 2 –  $2 + 3 = 6$  ?**

Les valeurs obtenues lors des mesures semblent contredire la loi des mailles, puisqu'il est évident que  $2 + 3 \neq 6$ .

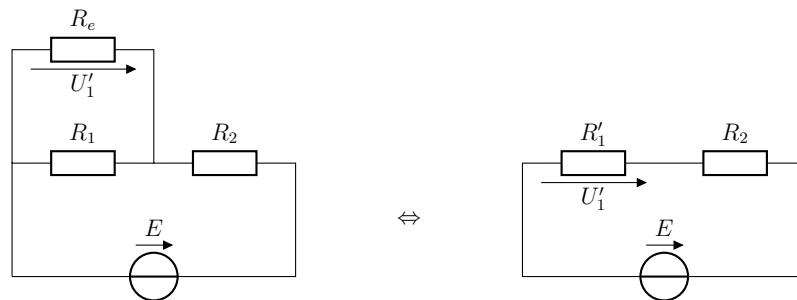
Ce résultat n'est pas surprenant en se rappelant que les instruments utilisés ne sont pas idéaux :

- la résistance de sortie du générateur est faible : de quelques ohms à quelques dizaines d'ohm suivant la source utilisée ;
- la résistance d'entrée du voltmètre est élevée : supérieure à plusieurs mégaohms.

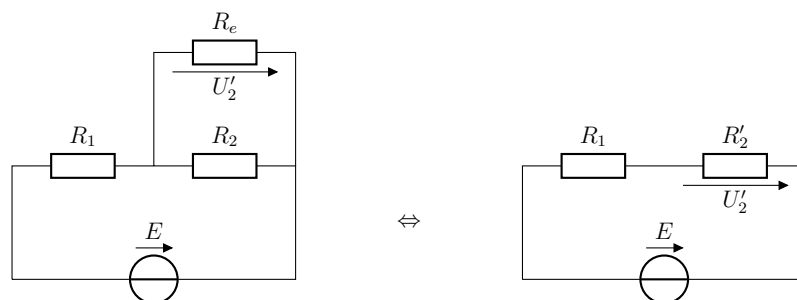
Si les résistances  $R_1$  et  $R_2$  sont proches de celle du générateur, l'influence du voltmètre est négligeable et on devrait obtenir des valeurs proches des valeurs réelles ce qui n'est manifestement pas le cas ici. Il semble donc que les résistances  $R_1$  et  $R_2$  soient comparables à la résistance d'entrée  $R_e$  du voltmètre utilisé pour faire la mesure.

Les montages équivalents lors des mesures sont donc :

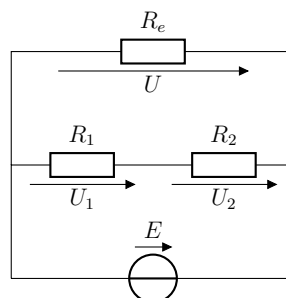
- montage 1 : mesure de la tension  $U'_1$  aux bornes de  $R_1$ , qui donne  $U'_1 = 2,0\text{ V}$  ;



- montage 2 : mesure de la tension  $U'_2$  aux bornes de  $R_2$ , qui donne  $U'_2 = 3,0\text{ V}$  ;



- montage 3 : mesure de la tension  $U$  aux bornes du générateur, qui donne  $U = 6,0\text{ V}$ .



Avec le **montage 1**, l'association en parallèle des résistances  $R_1$  et  $R_e$  donne une résistance équivalente

$$R'_1 = \frac{R_1 R_e}{R_1 + R_e}.$$

On reconnaît ensuite un pont diviseur de tension, d'où

$$U'_1 = \frac{R'_1}{R'_1 + R_2} E = \frac{R_1 R_e}{R_1 R_e + R_2 R_e + R_1 R_2} E.$$

De même, avec le **montage 2**, on obtient

$$U'_2 = \frac{R_2 R_e}{R_1 R_e + R_2 R_e + R_1 R_2} E.$$

On remarque alors que le rapport  $R_1/R_2$  s'exprime en fonction de  $U'_1$  et  $U'_2$  uniquement :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{U'_1}{U'_2}.$$

Avec le **montage 3**, on reconnaît un pont diviseur de tension, d'où

$$U_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E = \frac{E}{1 + \frac{R_2}{R_1}} \quad \text{et} \quad U_2 = \frac{E}{1 + \frac{R_1}{R_2}}.$$

De plus on a directement  $E = U$ .

Finalement, les tensions réelles  $U_1$  et  $U_2$  aux bornes des résistances s'expriment simplement en fonction des valeurs mesurées  $U$ ,  $U'_1$  et  $U'_2$ . On a

$$\boxed{U_1 = \frac{U}{1 + \frac{U'_2}{U'_1}} \quad \text{et} \quad U_2 = \frac{U}{1 + \frac{U'_1}{U'_2}}.}$$

A.N. :  $U_1 = 2,4 \text{ V}$  et  $U_2 = 3,6 \text{ V}$  : on retrouve bien  $U_1 + U_2 = E$ .