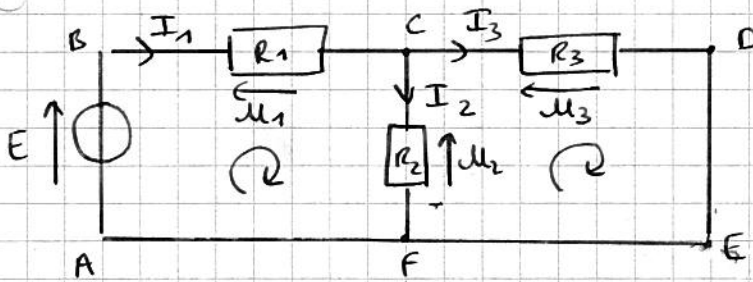


TD 07: CIRCUITS ELECTRIQUES DANS L'ARQS

CORRECTION

EXERCICE 1: noir cours

EXERCICE 2



1. Loi des nœuds en C :

$$I_1 = I_2 + I_3$$

$$\Rightarrow I_3 = I_1 - I_2$$

$$\Rightarrow I_3 = 70 \text{ mA}$$

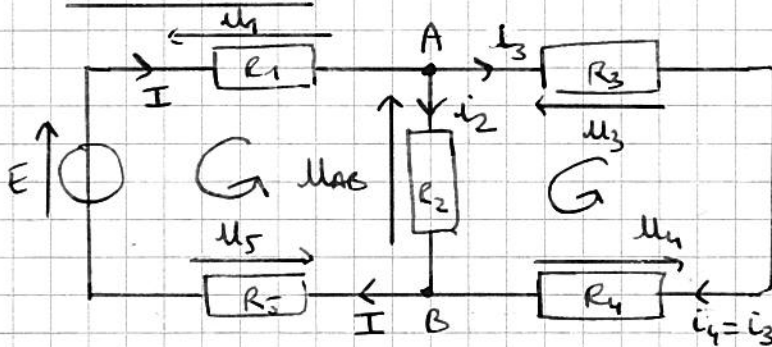
2. loi des mailles de la maille ABCFA :

$$E - U_1 - U_2 = 0 \Rightarrow U_2 = E - U_1$$

A.N. $U_2 = 10 - 6 \Rightarrow U_2 = 4 \text{ V}$

3. $U_2 - U_3 = 0 \Rightarrow U_3 = U_2$. A.N. $U_3 = 4 \text{ V}$

EXERCICE 3



2. R_1 et R_5 sont en série donc $i_5 = I$.

3. Loi des nœuds en A :

$$I = i_3 + i_2$$

or i_3 et i_4 sont égaux (car R_3 et R_4 en série)

donc $i_2 = I - i_4$ A.N. $i_2 = 10 - 6 = 4 \text{ mA}$

4. Loi des mailles (maille de gauche)

$$U_1 - E + U_5 + U_{AB} = 0$$

$$\Rightarrow U_5 = E - U_{AB} - U_1$$

A.N. $U_5 = 12 - 4 - 4,7 \text{ V} \Rightarrow U_5 = 3,3 \text{ V}$

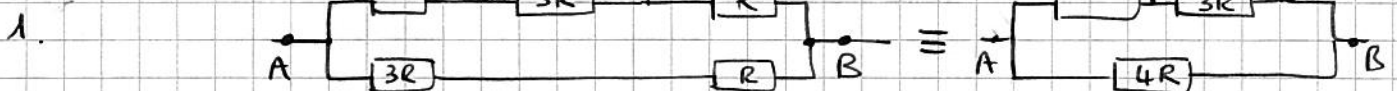
5. Loi des mailles (maille de droite) :

$$U_3 - U_{AB} + U_4 = 0$$

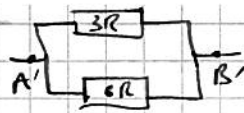
$$\Rightarrow U_3 = U_{AB} - U_4 = U_2 - U_4$$

6. A.N. $U_3 = 4 - 1,2 \text{ V} = 2,8 \text{ V}$

EXERCICE 4:

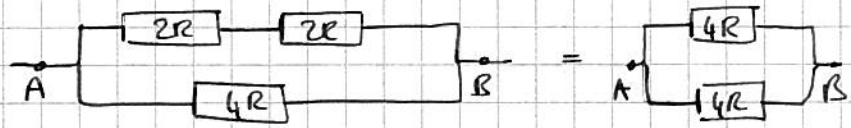


on cherche R_{eq} équivalente à

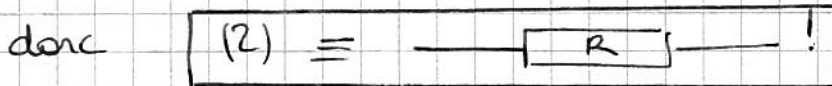
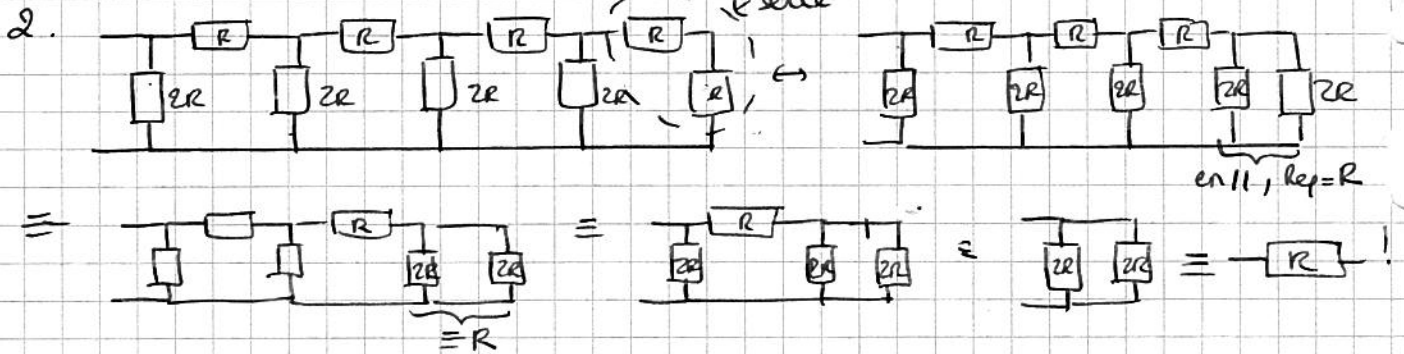
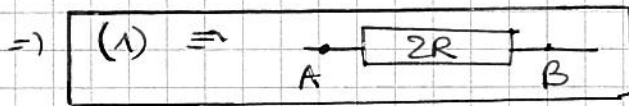


$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{3R} + \frac{1}{6R} = \frac{3}{6R} = \frac{1}{2R} \Rightarrow R_{eq} = 2R$$

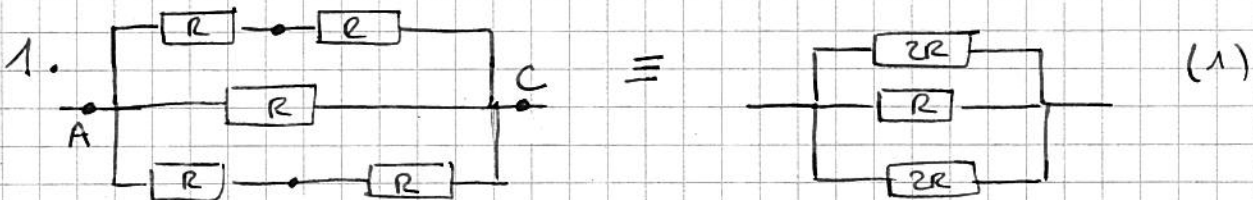
donc (1) $\equiv$



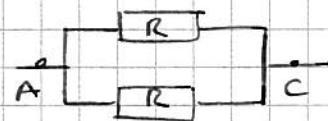
$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{4R} + \frac{1}{4R} = \frac{2}{4R} = \frac{1}{2R} \Rightarrow R_{eq} = 2R$$



EXERCICE 5

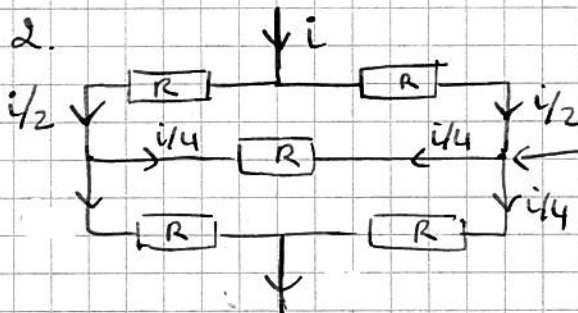


or $2R \parallel 2R \rightarrow R$ donc (1) $\equiv$



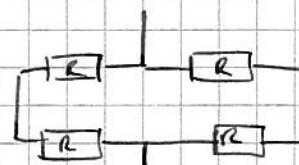
et donc

$$R_{eqAC} = \frac{R}{2}$$

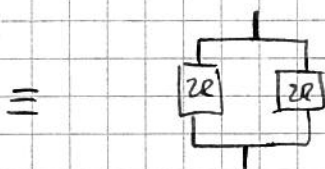


la branche du milieu a une intensité nulle.

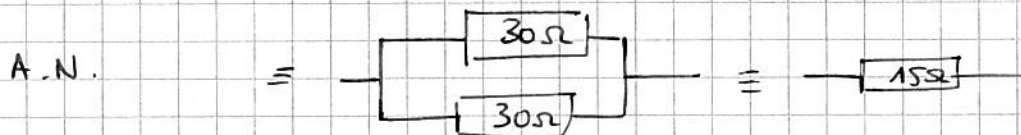
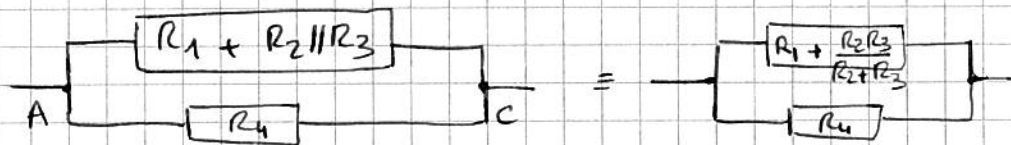
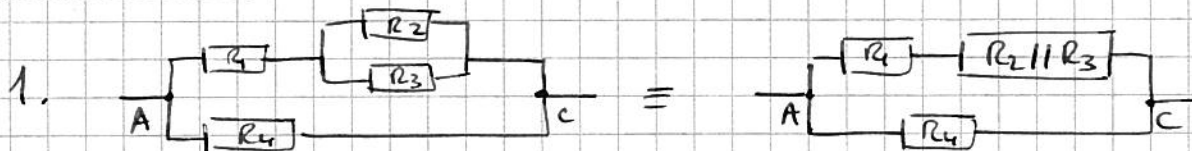
donc on a



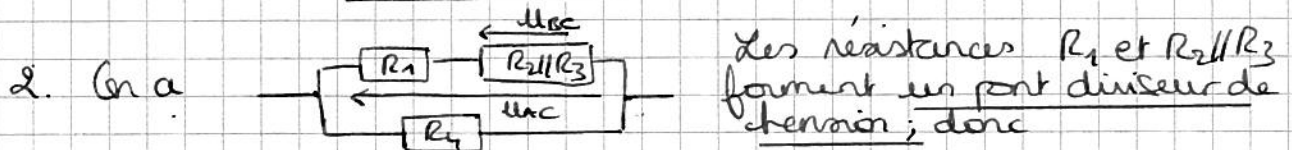
$$R_{eqBD} = R$$



EXERCICE 6



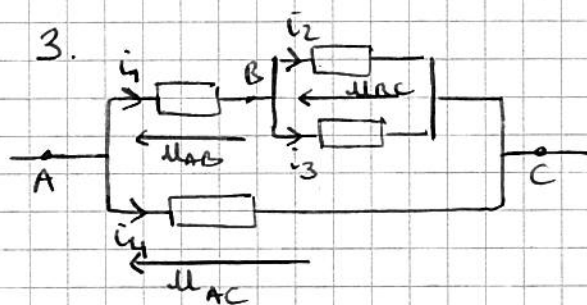
donc $R_{eq} = 15 \Omega$



$$U_{bc} = \frac{R_2 || R_3}{R_1 + R_2 || R_3} U_{ac}$$

$$\Rightarrow U_{bc} = \frac{\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}}{R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3}} U_{ac}$$

A.N. $U_{bc} = \frac{8}{22+8} \times 30 \text{ V} \Rightarrow U_{bc} = 8 \text{ V}$



on a $U_{ab} = U_{ac} - U_{bc} = 22 \text{ V}$

et $i_1 = \frac{U_{ab}}{R_1}$

A.N. $i_1 = \frac{22}{22} = 1 \text{ A}$

$i_2 = \frac{U_{bc}}{R_2}$ A.N. $i_2 = \frac{8}{24} \Rightarrow i_2 = 0,33 \text{ A}$

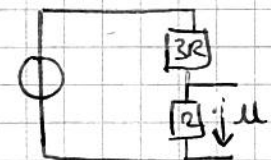
$i_3 = \frac{U_{bc}}{R_3}$ A.N. $i_3 = \frac{8}{12} \Rightarrow i_3 = 0,66 \text{ A}$

et $i_4 = \frac{U_{ac}}{R_4} \Rightarrow i_4 = \frac{30}{30} = 1 \text{ A}$

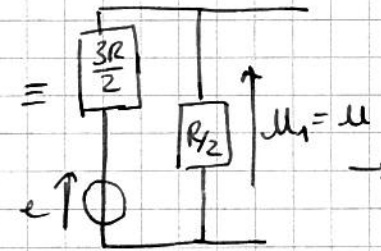
4. $P_{d_1} = R_1 i_1^2$ A.N. $P_{d_1} = 30 \times 1^2 = 30 \text{ W}$

EXERCICE 7

a. Diviseur de tension: $u = \frac{R}{R+R} e \Rightarrow u = \frac{1}{2} e$

b) $\equiv$  pont diviseur: $u = -\frac{R}{3R+R} e = -\frac{R}{4R} e$

$$\Rightarrow \boxed{u = -\frac{e}{4}}$$

c) $\equiv$  $u_1 = u$ pont diviseur $u_1 = \frac{R/2}{R/2 + 3R/2} e$

$$\Rightarrow \boxed{u_1 = \frac{e}{4} = u}$$

d) C'est le même circuit que c)! $\boxed{u = \frac{e}{4}}$

e) Pont diviseur de courant $i = \frac{R}{3R+R} I_0 \Rightarrow \boxed{i = \frac{I_0}{4}}$

f) La résistance équivalente de la branche centrale est $2R$

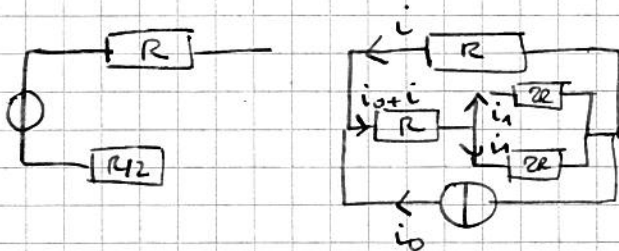
$\left(\text{---} R \text{---} \left[\begin{array}{c} 2R \\ 2R \end{array} \right] \text{---} \right) \equiv \text{---} R \text{---} 2R \text{---} \equiv \text{---} 2R \text{---}$

et donc

$$i = -\frac{2R}{R+2R} i_0 = -\frac{2}{3} i_0 \quad \boxed{i = -\frac{2}{3} i_0}$$

de plus $u = Ri = \boxed{-\frac{2}{3} Ri_0 = u}$

enfin,

 or a $i_0 + i = 2i_1$

$$\Rightarrow i_1 = \frac{i_0 + i}{2}$$

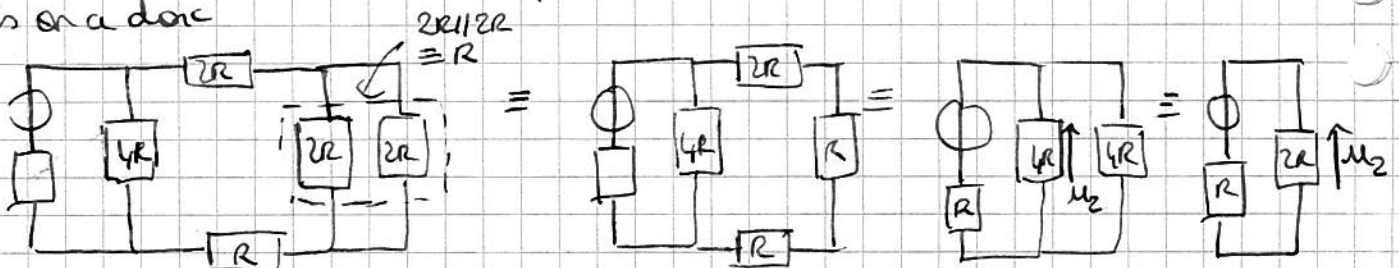
$$\Rightarrow i_1 = \frac{i_0 - \frac{2}{3} i_0}{2} = \frac{\frac{1}{3} i_0}{2} = \frac{i_0}{6}$$

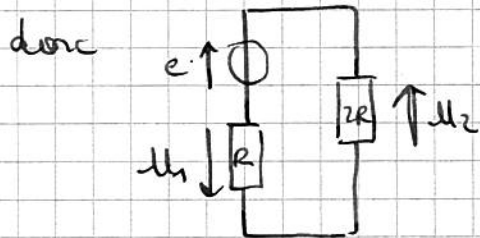
donc

$$\boxed{i_1 = \frac{i_0}{6}}$$

EXERCICE 8

Déterminer d'abord R_{eq} à droite de AB. Les 2 résistances à droite sont en série elles sont donc équivalentes à une résistance de $R+R=2R$. Puis on a donc





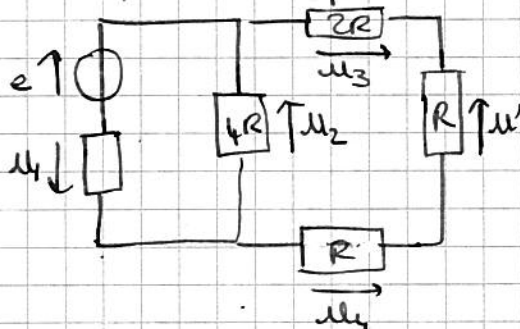
→ part diviseur de tension:

$$u_2 = \frac{2R}{R+2R} e = \frac{2}{3} e$$

et

$$u_1 = \frac{R}{R+2R} e = \frac{1}{3} e$$

Ensuite on réintègre progressivement les branches remplacées par leur équivalent et retrouver les tensions demandées.



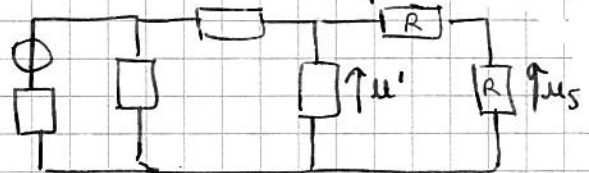
part diviseur $\ominus u_3 = u_2 \frac{2R}{2R+R+R}$

$$\Rightarrow -u_3 = \frac{u_2}{2} \Rightarrow \boxed{u_3 = -\frac{e}{3}}$$

$$u_4 = \frac{R}{2R+R+R} u_2 = \frac{u_2}{4} \Rightarrow \boxed{u_4 = \frac{e}{6}}$$

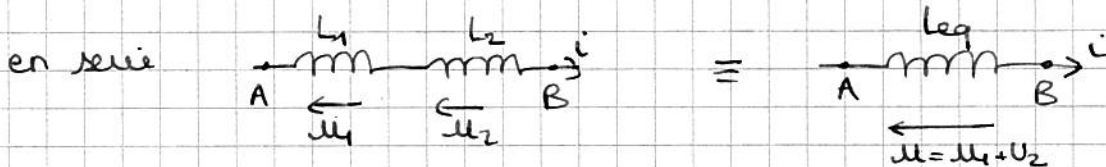
et enfin $u_5 = \frac{R}{R+R} u' = \frac{u'}{2}$ avec $u' = u_4$ car R et R sont interchangés

donc $\boxed{u_5 = \frac{e}{12}}$



EXERCICE 9

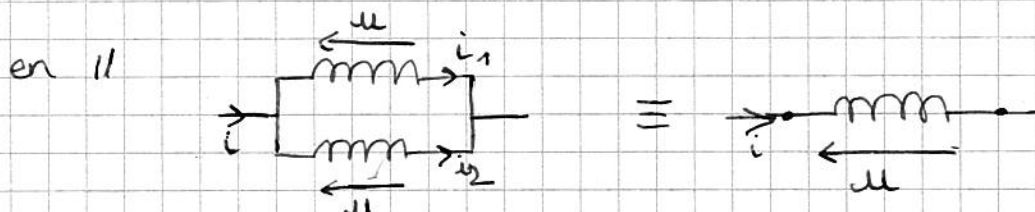
1. Association de bobines



on a $u_1 = L_1 \frac{di}{dt}$ $u_2 = L_2 \frac{di}{dt}$

et $u = u_1 + u_2 = (L_1 + L_2) \frac{di}{dt} = L_{eq}$

donc $\boxed{L_{eq} = L_1 + L_2 \text{ (série)}}$



$$u = L_{eq} \frac{di}{dt}$$

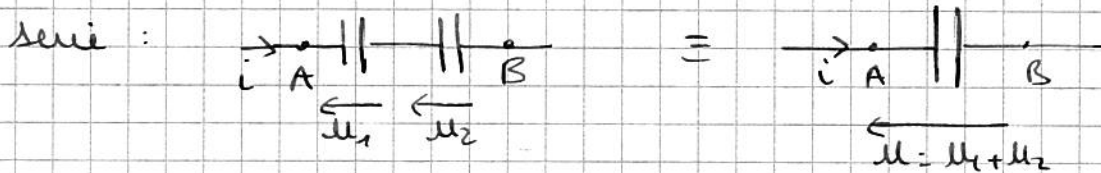
$$\begin{cases} u = L_2 \frac{di_2}{dt} \\ u = L_1 \frac{di_1}{dt} \end{cases}$$

et $i = i_1 + i_2 \Rightarrow \frac{di}{dt} = \frac{di_1}{dt} + \frac{di_2}{dt} = \frac{u}{L_1} + \frac{u}{L_2} = \left(\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \right) u$

donc $\frac{di}{dt} = \left(\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2}\right) u$ or $\frac{di}{dt} = \frac{1}{L_{eq}} u$ donc

$$\boxed{\frac{1}{L_{eq}} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} \text{ (parallèle)}}$$

2. Association de condensateurs.



on a $q = Cu \Rightarrow i = C \frac{du}{dt}$

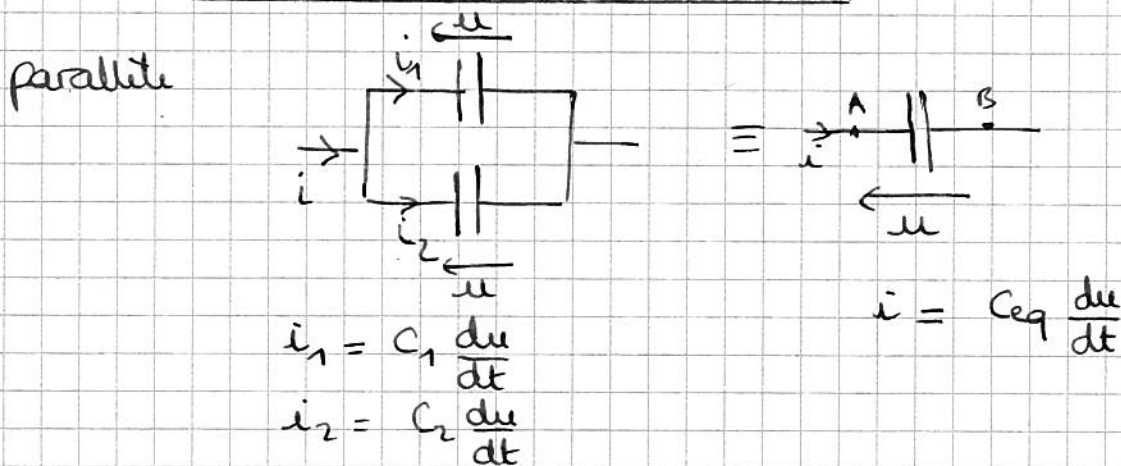
donc $u = u_1 + u_2 \Rightarrow \frac{du}{dt} = \frac{du_1}{dt} + \frac{du_2}{dt}$

$$= \frac{i}{C_1} + \frac{i}{C_2}$$

$$= \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right) i$$

$\Rightarrow$

$$\boxed{\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \text{ (série)}}$$



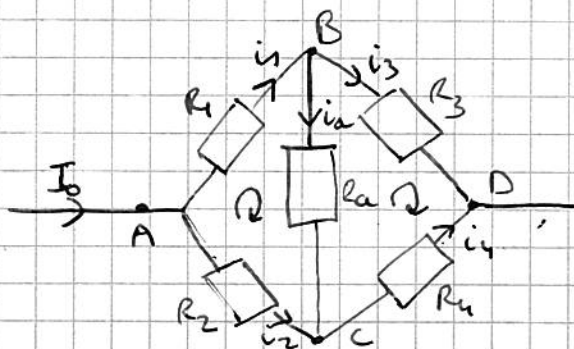
$\Rightarrow$ comme $i = i_1 + i_2$, $i_1 + i_2 = C_{eq} \frac{du}{dt}$

$$\Rightarrow C_1 \frac{du}{dt} + C_2 \frac{du}{dt} = C_{eq} \frac{du}{dt}$$

$\Rightarrow$

$$\boxed{C_{eq} = C_1 + C_2 \text{ (parallèle)}}$$

EXERCICE 10



$$\begin{cases} -R_1 i_1 - R_a i_a + R_2 i_2 = 0 \\ -R_3 i_3 + R_4 i_4 + R_a i_a = 0 \end{cases} \quad \begin{matrix} (\text{nœud } ABCA) \\ (\text{nœud } BDCB) \end{matrix}$$

Lois des nœuds $\begin{cases} I_0 = i_1 + i_2 \\ i_1 = i_a + i_3 \\ i_2 = -i_a + i_4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} i_3 = i_1 - i_a \\ i_4 = i_2 + i_a \end{cases}$

donc $\begin{cases} -R_1 i_1 + R_2 i_2 - R_a i_a = 0 \\ -R_3 (i_1 - i_a) + R_4 (i_2 + i_a) + R_a i_a = 0 \end{cases}$

Deux équations avec i_1 et i_2 que l'on doit faire disparaître.
On a déjà $i_2 = I_0 - i_1$

donc $\begin{cases} -R_1 i_1 + R_2 (I_0 - i_1) - R_a i_a = 0 \\ -R_3 (i_1 - i_a) + R_4 (I_0 - i_1 + i_a) + R_a i_a = 0 \end{cases}$

on veut éliminer i_1 . Pour cela regroupons les termes en i_1 .

$$\begin{cases} -(R_1 + R_2) i_1 + R_2 I_0 - R_a i_a = 0 & (1) \\ -(R_3 + R_4) i_1 + R_3 i_a + R_4 (I_0 + i_a) + R_a i_a = 0 & (2) \end{cases}$$

$(R_1 + R_2) \times (2) - (R_3 + R_4) \times (1)$ donne :

$$(R_1 + R_2) (R_3 + R_a + R_4) i_a + R_4 (R_1 + R_2) I_0 - (R_3 + R_4) (R_2 I_0 - R_a i_a) = 0$$

Isolons i_a .

$$\underbrace{[(R_1 + R_2) (R_3 + R_a + R_4) + R_a (R_3 + R_4)]}_{A \neq 0} i_a = [-R_4 (R_1 + R_2) + R_2 (R_3 + R_4)] I_0$$

donc $i_a = \frac{R_2 R_3 - R_1 R_4}{A} \times I_0$

pour avoir $i_a = 0 \quad \forall I_0$, on doit avoir :

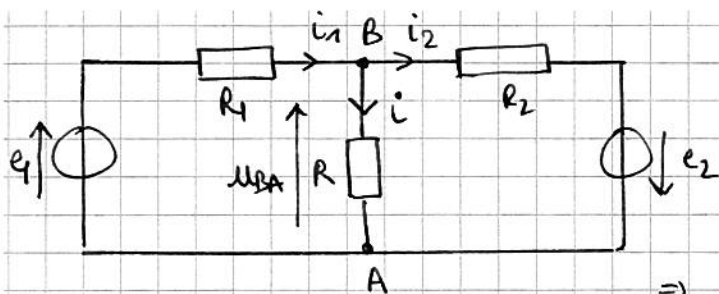
$$\boxed{R_2 R_3 = R_1 R_4}$$

2. Application : jauges de déformations

$\Rightarrow$ pour détecter des variations de résistance trop faibles pour être détectées à l'ohmmètre.
• permet de mesurer de petites résistances.

EXERCICE 11.

On applique le théorème de Millman au nœud N :



$$V_B = \frac{V_A/R_1 + \frac{V_A}{R} + \frac{V_A}{R_2} + \frac{e_1}{R_1} - \frac{e_2}{R_2}}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

$$\Rightarrow V_B - V_A = \frac{e_1/R_1 - e_2/R_2}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

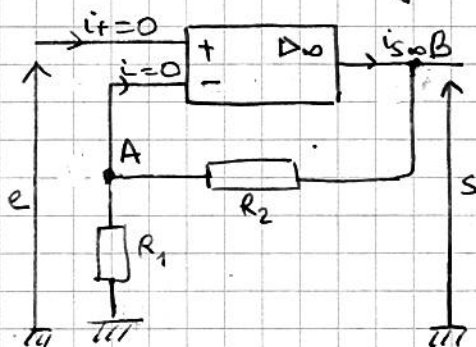
or $V_B - V_A = u_{RA} = Ri$ donc

$$i = \frac{1}{R} \frac{e_1/R_1 - e_2/R_2}{\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}}$$

A.N. $i = \frac{1}{6} \frac{\frac{4}{16} - \frac{24}{4}}{\frac{1}{16} + \frac{1}{4} + \frac{1}{6}} \Rightarrow \underline{i = -2A}$

EXERCICE 12

1. 1er montage:

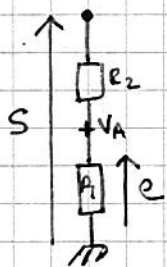


Comme $i_- = 0$, R_1 et R_2 sont en série (parcourus par le même courant).

De plus, $i_- = 0 \Rightarrow V_- = V_A$
 $i_+ = 0 \Rightarrow V_+ = e$

or $V_+ = V_- \Rightarrow V_A = e$

Comme R_1 et R_2 sont en série on fait un PDT:



$$e = \frac{R_1}{R_1 + R_2} s \quad \text{soit} \quad \frac{s}{e} = \frac{R_1 + R_2}{R_1}$$

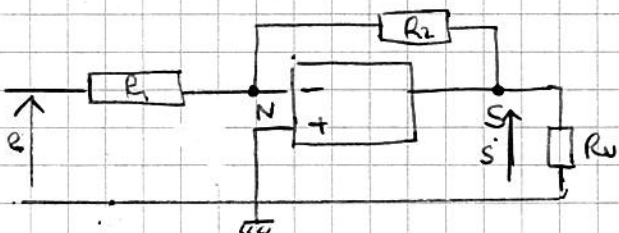
et donc $\boxed{\frac{s}{e} = 1 + \frac{R_2}{R_1}}$

Commentaire:

R_1 et $R_2 > 0 \Rightarrow s > e \Rightarrow$ on parle de montage amplificateur.

2ème montage:

Théorème de Millman en N:



$$V_N = \frac{e}{R_1} + \frac{s}{R_2}$$

or $V_N = V^- = V^+ = 0$
 (car la borne $\oplus$ est reliée à la masse)

donc $\frac{e}{R_1} + \frac{s}{R_2} = 0 \Rightarrow \boxed{\frac{s}{e} = -\frac{R_2}{R_1}}$ $\Rightarrow$ on parle de montage inverseur.

2. Théorème de Millman en A :

$$V_A = \frac{\frac{e_1}{R_1} + \frac{e_2}{R_2} + \frac{\lambda}{R}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R}}$$

$$\begin{aligned} \text{or } V_A &= V_- \text{ (car } i_- = 0) \\ \text{or } V_- &= V_+ \text{ donc, comme } V_+ = 0, \\ &V_A = 0. \end{aligned}$$

donc $\frac{e_1}{R_1} + \frac{e_2}{R_2} + \frac{\lambda}{R} = 0$

et donc $\boxed{\lambda = -\frac{R}{R_1} e_1 - \frac{R}{R_2} e_2}$

"sommateurs" car $|\lambda| = \alpha e_1 + \beta e_2$. (et si $R = R_1 = R_2$, $|\lambda| = e_1 + e_2$)
 "amplificateurs" car si $R > R_1$ et R_2 , $|\lambda| > e_1 + e_2$

EXERCICE 13

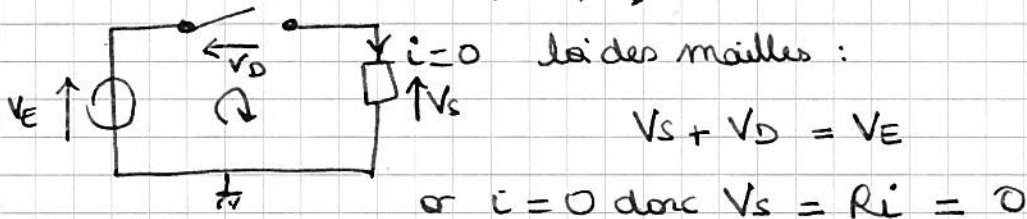
Sur la caractéristique idéale, on observe que :

Si $V_D < V_{seuil}$, $\text{diode} \equiv \text{circuit ouvert}$ ($i_D = 0$)

Si la diode n'est pas bloquée (passante), alors forcément $V_D = V_{seuil}$,
 et

$\text{diode} \equiv \text{circuit fermé}$
 $\xrightarrow{i_D} \bigcirc \xleftarrow{V_D = V_{seuil}}$

Donc, si la diode est bloquée, $V_D < V_{seuil}$ et le circuit est équivalent à :

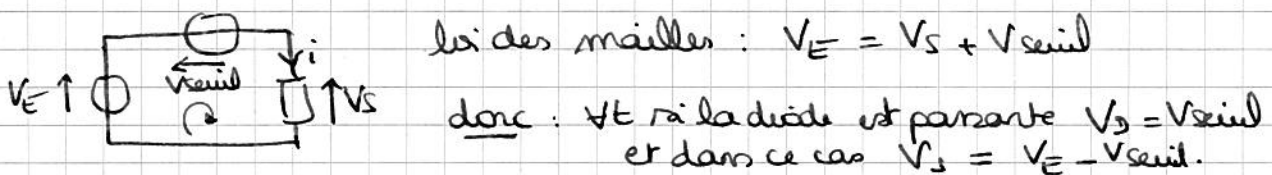


et donc $V_D = V_E$.

Donc, lorsque $V_E = V_D < V_{seuil}$, on a $V_S = 0$:

$V_E : \text{---} \text{---} \text{---} V_{seuil} \Rightarrow V_D \text{---} \text{---} V_{seuil} \text{ et } V_S = 0$

Si la diode est passante $V_D = V_{seuil}$ et le circuit est équivalent à :



$V_E : \text{---} \text{---} V_{seuil} \quad V_D \text{---} \text{---} V_{seuil} \text{ et } V_S = V_E - V_{seuil} \text{---} \text{---}$

↳ Cohérent avec les observations.