Module : Physique 2

SERIE N° : 04

Exercice 01 :

Soient 2 condensateurs de capacités "$C_1 = 5\mu F$","$C_2 = 12\mu F$", alimenté par une source de force électromotrice $\mathcal{E} = 9V$.

1° - Calculer la capacité équivalente et la différence de potentielle (d.d.p) aux bornes de chaque condensateur ainsi que sa charge Q s'ils sont associés en parallèle.

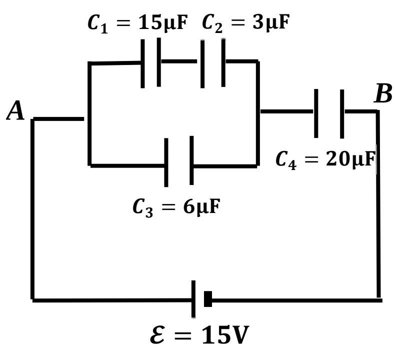
2° - Calculer la capacité équivalente et la différence de potentielle (d.d.p) aux bornes de chaque condensateur ainsi que sa charge Q s'ils sont associés en série.

Exercice 02 :

2 condensateurs de capacités "C_1" *et* "C_2" *donnent une capacité équivalente* "$C_p = 9\mu F$" *s'ils sont associes en parallèles, alors que la capacité équivalente est* "$C_s = 2\mu F$" *si leur association est en série. Que vaut la capacité de chacun des condensateurs ?*

Exercice 03 :

Soit le circuit ci-contre constitué de 4 condensateurs de capacités "$C_1 = 15\mu F$", "$C_2 = 3\mu F$", "$C_3 = 6\mu F$", *et* "$C_4 = 20\mu F$" alimentés par une source de force électromotrice $\mathcal{E} = 15V$

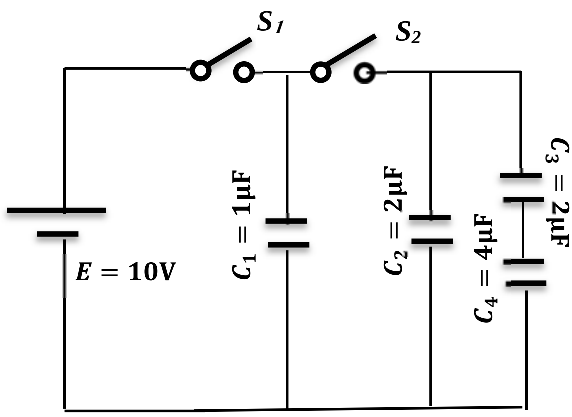


1° - Calculer la capacité équivalente.

2° - *Calculer la charge* "Q_i", *et la différence de potentielle* "U_i" *pour chaque condensateur*

Exercice 04 : (SUPPLÉMENTAIRE)

Quatre condensateurs,"$C_1 = 1\mu F$","$C_2 = C_3 = 2\mu F$", *et* "$C_4 = 4\mu F$ *initialement non chargés et reliés à une batterie de force électromotrice (f.é.m.)* $\mathcal{E} = 10V$ **.** *Initialement, l'interrupteur* "S_1" *est fermé et* "S_2" *est ouvert, puis on ferme* "S_2" *et on ouvre* "S_1"**.**

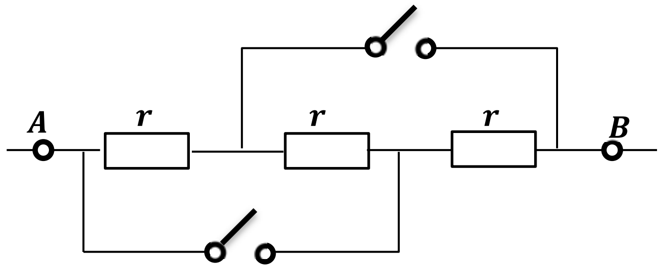


Calculer dans les deux cas la charge et la d.d.p pour chaque condensateur

***Exercice** 05 :*

Sachant que toutes les résistances ont la valeur $'\boldsymbol{r}'$. Calculer la résistance équivalente entre les points $'\boldsymbol{A}'$et $'\boldsymbol{B}'$dans les cas suivants

- *Tous les interrupteurs sont ouverts.*
- *Tous les interrupteurs sont fermés*
- *Un seul interrupteur est ouvert*



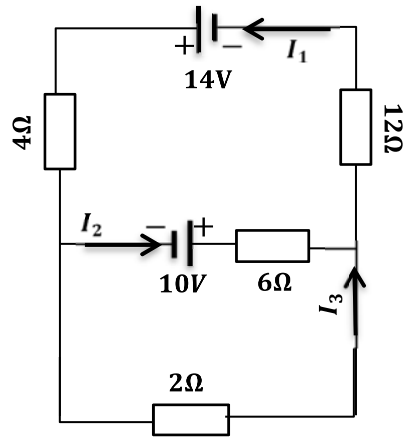
***Exercice** 06 :*

Un circuit constitué d'une résistance "$\boldsymbol{R_1}$"alimentée par une source de tension. Le courant qui la traverse est "$\boldsymbol{I_1 = 2\ A}$". Celui-ci est réduit à "$\boldsymbol{I_2 = 1.6\ A}$" si on associe en série une résistance "$\boldsymbol{R_2 = 3\ \Omega}$" à "$\boldsymbol{R_1}$". Que vaut la résistance "$\boldsymbol{R_1}$" ?

***Exercice** 07 :* (SUPPLÉMENTAIRE)

Soit le montage de la figure ci-contre.

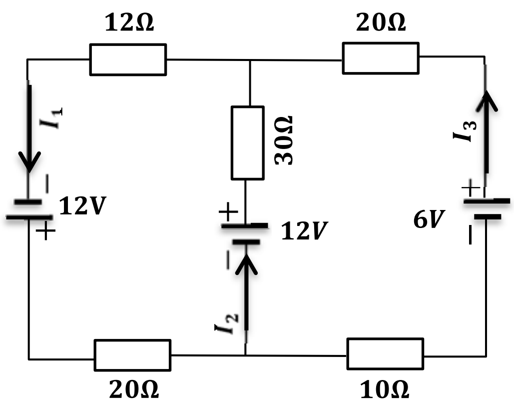
En utilisant les lois de Kirchhoff. Calculer les courants dans les différentes branches ainsi que les tensions aux bornes de chaque élément



***Exercice** 08 :*

Soit le montage de la figure ci-dessous. En utilisant les lois de Kirchhoff :

Calculer les courants dans les différentes branches ainsi que les tensions aux bornes de chaque élément.



Solution de la série TD n° 04.

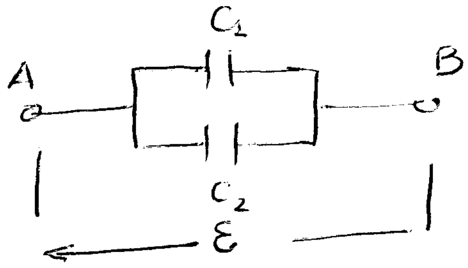
Exercice : 01 . Soient : $C_1 = 5\mu F$, $C_2 = 12\mu F$ et $\mathcal{E} = 9v$

1°/ Les deux condensateurs associés en parallèle :

- Pour les condensateurs en parallèle : $C_{eq} = \sum_{i=1}^{n} C_i$

$\Rightarrow C_{eq} = C_p = C_1 + C_2 = 5.10^{-6} + 12\,10^{-6}$

$\boxed{C_{eq} = C_p = 17\mu F}$



* la d.d.p : est la même pour les deux condensateurs et égale à la tension de la source $\mathcal{E}$:

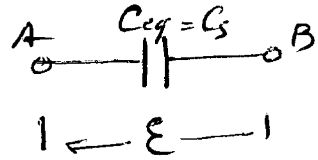
$\boxed{U_1 = U_2 = \mathcal{E} = 9v}$

* On sait que : $Q_i = C_i U_i \Rightarrow \begin{cases} Q_1 = C_1 U_1 = 5.10^{-6} . 9 \Rightarrow \boxed{Q_1 = 45\mu C} \\ Q_2 = C_2 U_2 = 12.10^{-6} . 9 \Rightarrow \boxed{Q_2 = 108\mu C} \end{cases}$

2°/ Les deux Condensateurs associés en série :

- $\frac{1}{C_{eq}} = \sum_{i=1}^{n} 1/C_i \Rightarrow \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C_{eq} = \frac{C_1 . C_2}{C_1 + C_2} \Rightarrow \boxed{C_{eq} = 3{,}53\mu F}$

* Puisque les deux condensateurs sont en série, ils possèdent la même charge : " $Q_1 = Q_2 = Q$ " qui est égale à la charge totale qui se détermine à partir du circuit équivalent :



$Q = C_s U = C_{eq}\mathcal{E} = 3{,}53\,10^{-6} . 9$

$\Rightarrow \boxed{Q_1 = Q_2 = Q = 31{,}8\mu C}$

* la d.d.p aux bornes de chaque Condensateur :

on a : $U = U_1 + U_2$ et $\begin{cases} U_1 = Q_1 / C_1 = \frac{31{,}8\,10^{-6}}{5.10^{-6}} = 6{,}35v \\ U_2 = Q_2 / C_2 = \frac{31.8\,10^{-6}}{12\,10^{-6}} = 2{,}65v \end{cases}$

ou bien on détermine

U_1 , puis $U_2 = U - U_1$ ou $U = \mathcal{E} = 9$: $\boxed{\begin{matrix} U_1 = 6{,}35V \\ U_2 = 2.65V \end{matrix}}$

Exercice 02

$C_1 = ?$ $\quad C_2 = ?$

* (C_1, C_2) en parallèle : $C_p = 9\,pF$

$\Rightarrow C_p = C_1 + C_2 = 9$ (1) (on omet l'unité)

* (C_1, C_2) en série : $C_s = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)^{-1} \Rightarrow C_s = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$

$(C_1 + C_2)\, C_s = C_1 \cdot C_2 \Rightarrow C_1 . C_2 = 9.2 = 18$

$\Rightarrow \begin{cases} C_1 + C_2 = 9 \\ C_1 . C_2 = 18 \end{cases} \Rightarrow C_2^2 - 9C_2 + 18 = 0 \Rightarrow C_2 = \frac{9 \pm 3}{2}$

1er cas : $C_2 = \frac{9+3}{2} = 6\,pF \Rightarrow C_1 = \frac{18}{C_2} = 3\,pF$

2ème cas : $C_2 = \frac{9-3}{2} = 3\,pF \Rightarrow C_1 = 18/C_2 = 6\,pF$

le couple est $(C_1, C_2) = (6,3)$ ou $(C_1, C_2) = (3,6)$

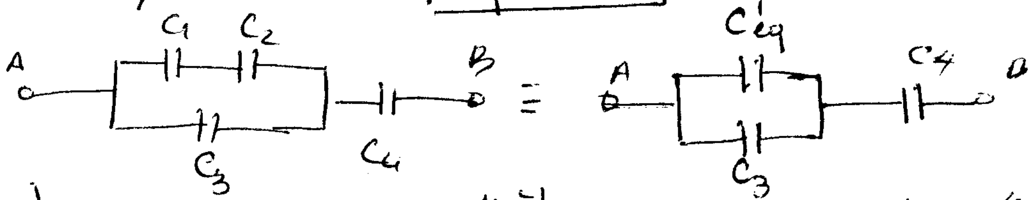
c.a.d. que l'un des condensateur à une capacité de "6 µF" l'autre à une capacité "3 µF"

Exercice 03,

Dans ce montage on a un groupement mixte (parallèle et série)

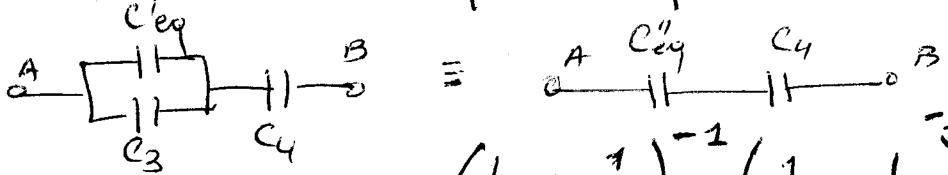
* (C_1, C_2) : sont montées en série $\Rightarrow \frac{1}{C'_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \Rightarrow C'_{eq} = \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}\right)^{-1}$

$10^{-6}\left(\frac{1}{15} + \frac{1}{3}\right)^{-1} = C'_{eq} = 2{,}5\,\mu F$: $\boxed{C'_{eq} = 2{,}5\,\mu C}$



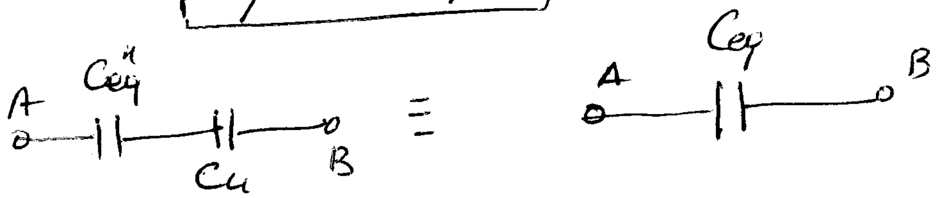
* (C'_{eq}, C_3) ; sont en parallèles : $C''_{eq} = C_3 + C'_{eq} = (6 + 2{,}5)10^{-6}$

$\boxed{C''_{eq} = 8{,}5\,\mu F}$



* (C''_{eq}, C_4) : sont en série : $C_{eq} = \left(\frac{1}{C_4} + \frac{1}{C''_{eq}}\right)^{-1} = \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{8{,}50}\right)^{-1} 10^{-6}$

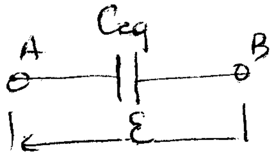
$\Rightarrow \boxed{C_{eq} = 5{,}96\,\mu F}$



Corrigé de la série TD n: 04

Suite Ex03.

On détermine la charge totale: $Q = C_{eq}\,\mathcal{E} = (5,96\,10^{-6})(15)$



$\Rightarrow \boxed{Q = 89,5\,\mu C}$

- Cette charge est celle présente dans tout le système.

• Le condensateur "C_4" à la même charge que la charge totale car, il est est en série avec les autres condensateur

$\boxed{Q_4 = Q = 89{,}5\,\mu C}$

la d.d.p est $U_4 = \dfrac{Q_4}{C_4} \Rightarrow U_4 = \dfrac{89{,}5\,10^{-6}}{20\,10^{-6}} \Rightarrow \boxed{U_4 = 4,47\,V}$

• la charge totale va se distribuée en arrivant à la maille contenant (C_1, C_2, C_3), mais la d.d.p aux bornes de C_3 et la m̂ que l'ensemble (C_1, C_2)

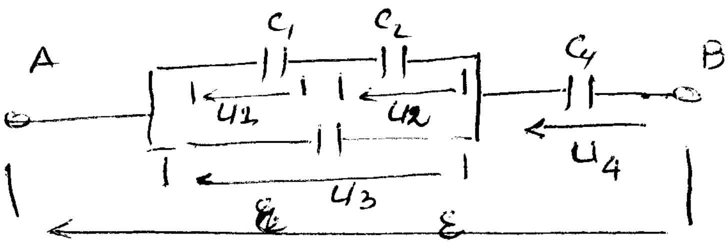
(C_1, C_2) en série $\Rightarrow$ la charge que possède C_1 et la même que celle de C_2.

c.a.d.

$$\begin{cases} Q_1 = Q_2 & (1) \\ Q = Q_1 + Q_3 = Q_2 + Q_3 & (2) \end{cases} \quad \text{et} \quad \begin{cases} U_3 = \mathcal{E} - U_4 & (4) \\ U_3 = U_1 + U_2 & (3) \end{cases}$$

(4) $\Rightarrow U_3 = 15 - 4,47$

$\boxed{U_3 = 10,53\,V}$



et $Q_3 = C_3 U_3 = (6\,10^{-6})(10,53)$

$\boxed{Q_3 = 63,2\,\mu C}$

l'equation (2). $Q_3 + Q_2 = Q_3 + Q_1 = Q \Rightarrow Q_1 = Q - Q_3 = (89,5 - 63,2)\,10^{-6}\,C$

$\Rightarrow \boxed{Q_1 = 26,3\,\mu C = Q_2}$

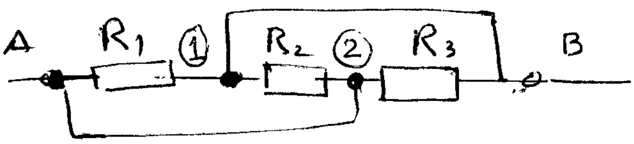
les d.d.p.

$U_1 = Q_1 / C_1 = 26,3\,10^{-6} / 15\,10^{-6} = \boxed{U_1 = 1,755\,V}$

$U_2 = Q_2 / C_2 = 26,3\,10^{-6} / 3\,10^{-6} \qquad \boxed{U_2 = 8,775\,V}$

Exercice 05 : $R_1 = R_2 = R_3 = r$

1°/ Les deux interrupteurs fermés



- on voit que le point ① est commun au 3 résistances
$\Rightarrow$ une borne de ces résistance est portée au potentiel $V_1 = V_B$

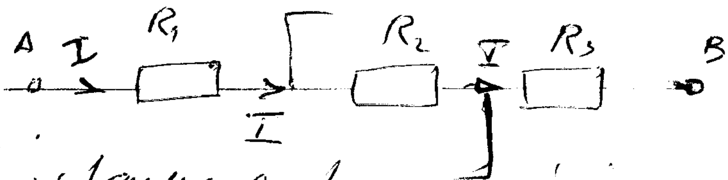
le point ② est commun au 3 résistance est porté au potentiel $V_2 = V_A$ $\Rightarrow$ la d.d.p au borne de chaque resistance est $V_A - V_B = U$

$\Rightarrow$ les 3 résistance sont en paralleles

$$\Rightarrow \frac{1}{Req} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{r} + \frac{1}{r} + \frac{1}{r} \Rightarrow \boxed{Req = \frac{r}{3} = R_{AB}}$$

2°/ Les deux interrupteurs ouverts

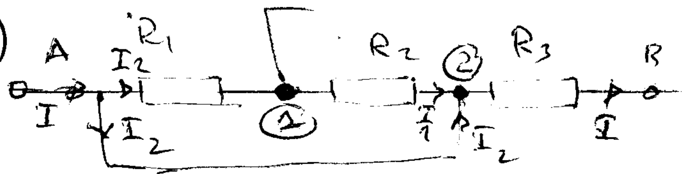
Le courant "I" qui traverse les trois résistance est le même $\Rightarrow$ les 3 résistances sont en série



$$Req = R_1 + R_2 + R_3 = r + r + r \Rightarrow \boxed{Req = R_{AB} = 3r}$$

3°/ L'un des interrupteur est ouvert (l'autre est fermé)

les point ① et ② sont commun au deux premiere résistances (R_1, R_2)



$V_A = V_2 \Rightarrow U_1 = V_2 - V_1$

$U_2 = V_2 - V_1 \Rightarrow R_1 \parallel R_2$

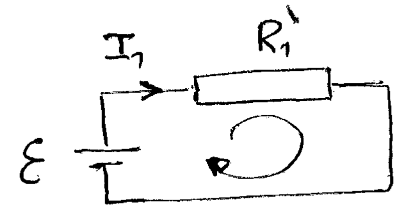
le courant se divise en "A" en I_1 et I_2 et se rassemble au point ② et passe ~~sur~~ dans $R_3 \Rightarrow R_3$ est en serie avec (R_1, R_2) qui sont en paralleles

$$Req = R_3 + \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = r + \frac{r.r}{r+r} = \frac{3}{2} r \Rightarrow \boxed{Req = R_{AB} = \frac{3}{2} r}$$

Corrigé de la série TD n° 04

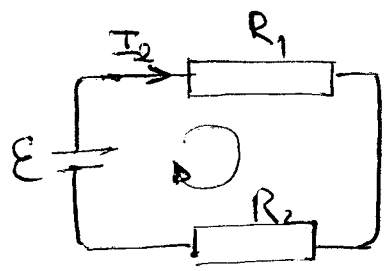
Exercice : 06

1er cas : R_1 seule dans le circuit, ce qui laisse circuler un courant $I_1 = 2A$



Loi des mailles : $\mathcal{E} = R_1 I_1$ ①

2ème cas : En plus de R_1 on ajoute R_2 en série ce qui laisse circuler un courant $I_2 = 1,6$ A (qui est réduit



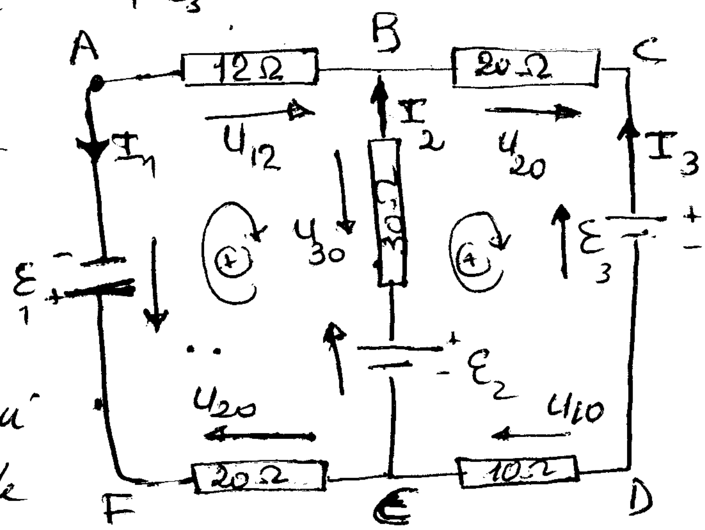
Loi des mailles : $\mathcal{E} = (R_1 + R_2) I_2$ ②

Puisque le circuit est alimenté par la même source de tension "$\mathcal{E}$" alors ① = ②

$$(R_1 + R_2) I_2 = R_1 I_1 \Rightarrow (I_1 - I_2) R_1 = R_2 I_2 \Rightarrow R_1 = \frac{I_2}{I_1 - I_2} R_2$$

$$\boxed{R_1 = 12 \Omega}$$

Exercice : 08 : $\mathcal{E}_1 = 12$ v, $\mathcal{E}_2 = 12$ v, $\mathcal{E}_3 = 6$ v



Lois de Kirchhof

1ère loi : loi des mailles qui traduit la loi de conservation d'énergie

2ème loi : loi des noeuds qui traduit la loi de conservation de charge.

$1^{\text{ère}}$ loi : Dans une maille l'ensemble des chutes (0) des tension est nul.

$2^{\text{ème}}$ loi : Dans un noeuds la somme des courant sortant du noeud est égal à la somme des courant entrants dans le noeud.

Pour résoudre le problème on définit le nombre d'inconnus ici 3 inconnues (I_1, I_2, I_3)

→ il nous faut 3 équations.

. le nombre de mailles minimal nécessaire est "2"

la $3^{\text{ème}}$ équation est déduite de la loi des noeuds

Loi des mailles

$1^{\text{ère}}$ maille ABEFE (par convention le sens ⊕ si la chute est dans le sens du parcours de la maille et inversement)

$$-\mathcal{E}_1 + U_{12} + U_{30} - \mathcal{E}_2 + U_{20} = 0 \qquad \begin{cases} U_{12} = 12 I_1 \\ U_{20} = 20 I_1 \\ U_{30} = 30 I_2 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \quad \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = 12 I_1 + 30 I_2 + 20 I_1$$

$$\Rightarrow \mathcal{E}_1 + \mathcal{E}_2 = (32) I_1 + 30 I_2 = 24$$

$$\Rightarrow \quad \boxed{12 = 16 I_1 + 15 I_2} \quad (1)$$

$2^{\text{ème}}$ maille BCDEB : $\mathcal{E}_2 - U_{30} + U_{20} - \mathcal{E}_3 + U_{10} = 0 \quad \begin{cases} U_{10} = 10 I_3 \\ U_{20} = 20 I_3 \\ U_{30} = 30 I_2 \end{cases}$

$$\mathcal{E}_2 - \mathcal{E}_3 = U_{30} + U_{20} - U_{10} = 30 I_2 - 30 I_3 \Rightarrow 6 = 30 (I_2 - I_3)$$

$$\boxed{1 = 5 (I_2 - I_3)} \quad (2)$$

1^{er} loi des noeuds : noeud (B) : I_1 sortant, I_2, I_3 : entrants

~~I_1 sortant~~, $\boxed{I_1 = I_2 + I_3}$ (3)

$$\Rightarrow \begin{cases} 12 = 16 I_1 + 15 I_2 & (1) \\ 1 = 5 (I_2 - I_3) & (2) \\ I_1 = I_2 + I_3 & (3) \end{cases}$$

⇒ eq. (2) et (3) : $I_3 = I_1 - I_2$

(2) ; $1 = 5(I_2 - (I_1 - I_2)) = 10 I_2 - 5 I_1$ (4)

$$\Rightarrow \begin{cases} 10 I_2 - 5 I_1 = 1 & (4) \quad \times 16 \\ 15 I_2 + 16 I_1 = 12 & (1) \quad \times 10 \end{cases}$$

après résolution du système on trouve

$\boxed{I_1 = 0{,}447 A}$ $\boxed{I_2 = 0{,}323 A}$ $\boxed{I_3 = 0{,}124 A}$ ⇒ {