

Exercices chapitre 2

Énoncés

Notes importantes : Sauf indication contraire, il sera toujours supposé des sources idéales pour les analyses.

Exercice 1

Résistance équivalente

Calculez la résistance équivalente vue des bornes A et B du circuit de la **Figure 1** ci-dessous. On donne les valeurs suivantes :

$$\begin{cases} R_1 = 3 \Omega \\ R_2 = 2 \Omega \\ R_3 = 2 \Omega \end{cases} ; \begin{cases} R_4 = 8 \Omega \\ R_5 = 4 \Omega \\ R_6 = 4 \Omega \end{cases}$$

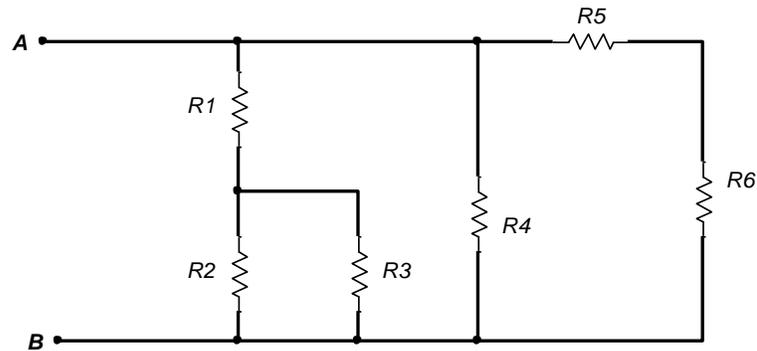


Figure 1. Circuit pour l'exercice 1

Réponses : $R_{eq1} = 2 \Omega$

[Cliquez ici pour le corrigé détaillé](#)

Exercice 2

Lois de Kirchhoff

Le démarreur d'une automobile est placé sous une tension de $10.2 V$ alors que la batterie qui l'alimente a une tension de $12.4 V$ et une résistance interne de 0.011Ω . Quelle est l'intensité débitée durant le démarrage ?

Réponse : $I = 200 A$

[Cliquez ici pour le corrigé détaillé](#)

Exercice 3

Une batterie d'accumulateurs de force électromotrice $12.4 V$ débite un courant de $40 A$, la tension entre ses deux bornes est alors de $11.8 V$.

1. Quelle est la résistance interne de cette batterie?

2. Calculez la puissance maximale qu'elle peut produire.
3. Calculez son intensité de court-circuit.

Réponses : $r = 15 \text{ m}\Omega$; $P_{max} = 496 \text{ W}$; $I_{CC} = 826.667 \text{ A}$

[Cliquez ici pour le corrigé détaillé](#)

Exercice 4 : Calibre d'un fusible

Une installation électrique comporte 5 bureaux identiques en fonctionnement. Chacun des bureaux est modélisé par une résistance R . Le circuit représentant l'ensemble de l'installation est représenté ci-dessous. $r = 0.5 \Omega$ est la résistance des fils conducteurs alimentant l'ensemble des 5 bureaux. La tension de source est de 120 V et l'installation est protégée par un fusible de calibre 10 A .

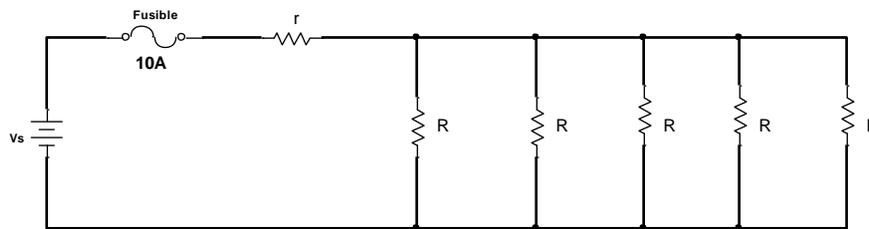


Figure 2. Circuit pour l'exercice 8

1. Chacun des bureaux comportant une cafetière et un ordinateur, calculez la valeur maximale de charge R admissible pour chacun des bureaux.
2. On voudrait alimenter un 6^e bureau identique pour un nouvel employé. Pour cela, on doit changer de fusible. En considérant la limite R du calcul précédent, quel calibre de fusible allez-vous choisir parmi les calibres suivants : 15 A ; 20 A ; 25 A ; 30 A ; 50 A et 100 A .

Réponses : $R_{max} = 57.5 \Omega$; 15 A .

[Cliquez ici pour le corrigé détaillé](#)

Exercice 5 : Convention de signe (Intra hiver 2023)

La Figure 3 représente un circuit à courant continu avec 6 éléments dipôles quelconques. Les sens de courant choisis sont représentés sur la figure.

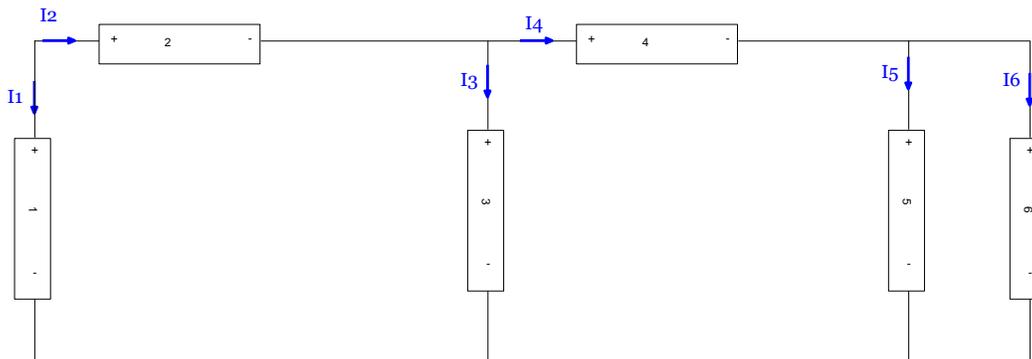


Figure 3. Figure pour l'exercice 6

On a mesuré les valeurs suivantes pour chacun des dipôles.

Grandeurs	Dipôle 1	Dipôle 2	Dipôle 3	Dipôle 4	Dipôle 5	Dipôle 6
I	$-3 A$	$+3 A$	$?$	$+2.5 A$	$+3.5 A$	$?$
V	$?$	$+10 V$	$+5 V$	$?$	$-10 V$	$-10 V$
P	$-45 W$	$?$	$+2.5 W$	$+37.5 W$	$?$	$+10 W$

1. Redessinez le montage en orientant les tensions (d.d.p.) aux bornes des chaque dipôle.
2. En respectant la convention de signe, trouvez les valeurs inconnues pour chacun des éléments et rajoutez une ligne dans le tableau pour indiquer si le dipôle absorbe ou fournit de la puissance.

[Cliquez ici pour le corrigé détaillé](#)

Exercice 6: Condensateurs et inductance en régime continu (ancien intra hiver 2011)

On donne les valeurs suivantes pour le circuit à courant continu de la **Figure 4** :

$$V = 120 V ; R_1 = R_4 = 5 \Omega ; R_2 = R_3 = R_5 = 10 \Omega ; L_1 = 20 mH ; L_2 = 10 mH ; C_1 = C_2 = 20 \mu F$$

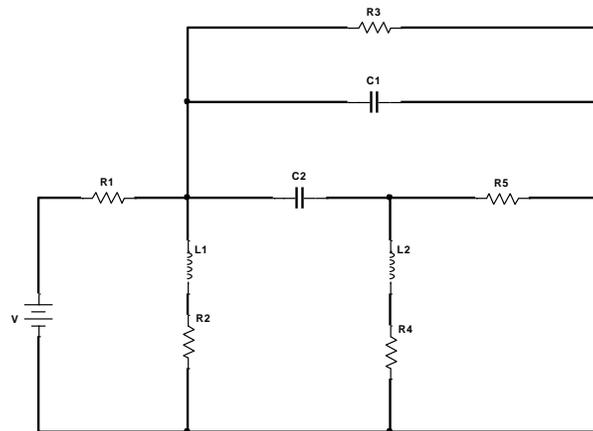


Figure 4. Circuit pour l'exercice 6

1. Calculez l'énergie emmagasinée dans chacune des inductances et dans chaque condensateur.
2. Calculez la puissance dissipée dans chaque résistance.
3. Trouvez la puissance fournie par la source.

$$\text{Réponses : } \begin{cases} W_{L_1} = 360 mJ \\ W_{L_2} = 0 mJ \\ W_{C_1} = 36 mJ \\ W_{C_2} = 36 mJ \end{cases} ; \begin{cases} P_{R_1} = 720 W \\ P_{R_2} = 360 W \\ P_{R_3} = 360 W \\ P_{R_4} = 0 W \\ P_{R_5} = 0 W \end{cases} ; P_S = 1440 W$$

[Cliquez ici pour le corrigé détaillé](#)

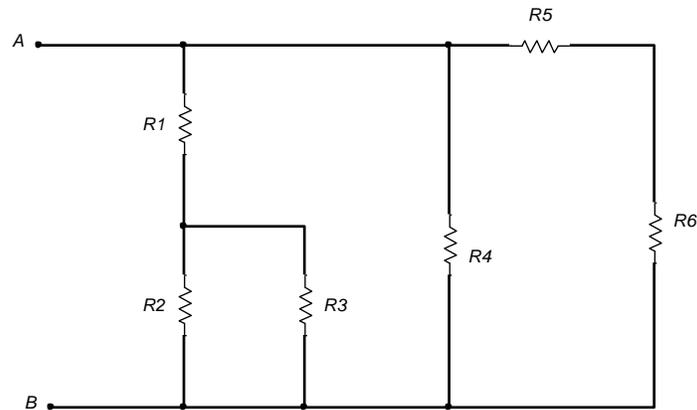
Corrigés des exercices

Solution Exercice 1

Résistance équivalente

Valeurs des résistances du circuit

$$\begin{cases} R_1 = 3 \Omega \\ R_2 = 2 \Omega \\ R_3 = 2 \Omega \end{cases} ; \begin{cases} R_4 = 8 \Omega \\ R_5 = 4 \Omega \\ R_6 = 4 \Omega \end{cases}$$

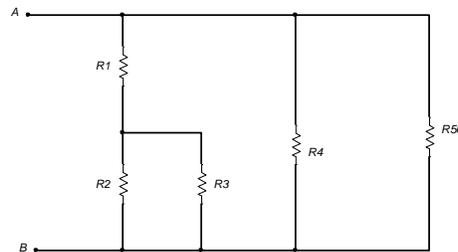


Voici les différentes étapes pour trouver la résistance équivalente :

- **Étape 1** : les résistances R_5 et R_6 sont en série et donc on peut la remplacer par une unique résistance R_{56} définie comme suit :

$$R_{56} = R_5 + R_6 = 4 + 4 = 8 \Omega$$

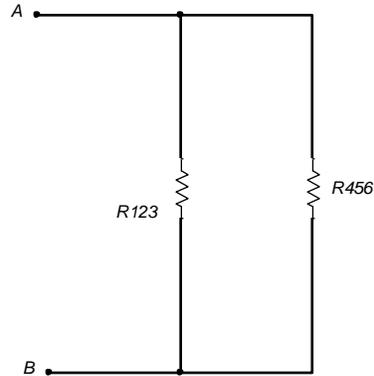
Le circuit devient alors :



- **Étape 2** : les résistances R_4 et R_{56} sont en parallèle de même que les résistances R_2 et R_3 en série avec R_1 , on peut alors définir les résistances équivalentes suivantes pour ces blocs :

$$\begin{cases} R_{123} = \frac{R_2 \times R_3}{R_2 + R_3} + R_1 = \frac{2 \times 2}{2 + 2} + 3 = 4 \Omega \\ R_{456} = \frac{R_4 \times R_{56}}{R_4 + R_{56}} = \frac{8 \times 8}{8 + 8} = 4 \Omega \end{cases}$$

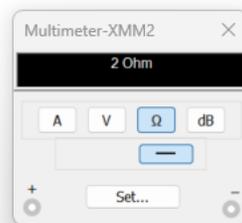
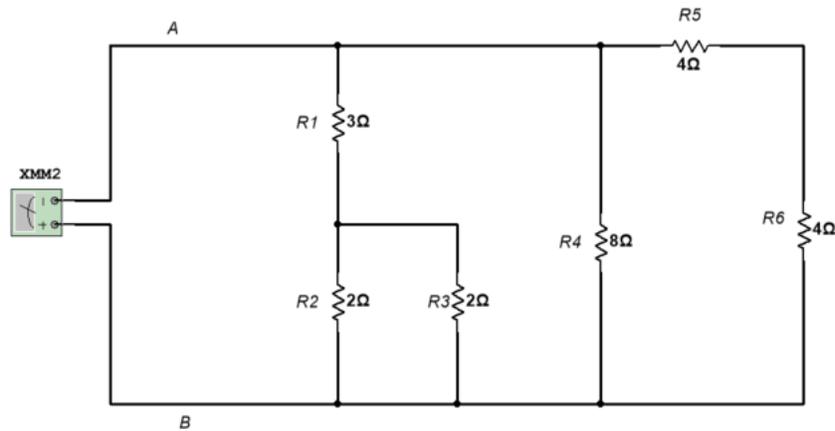
Le circuit devient finalement :



Ce qui correspond à une résistance équivalente de :

$$R_{AB} = \frac{R_{123} \times R_{456}}{R_{123} + R_{456}} = \frac{4 \times 4}{4 + 4} = 2 \Omega$$

Validation par simulation avec Multisim

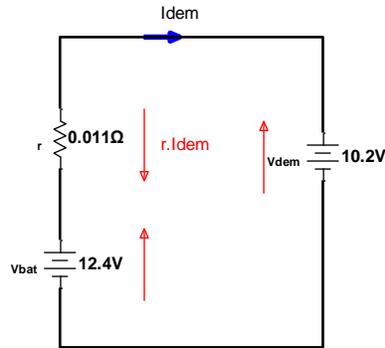


[Cliquez ici pour retourner à l'énoncé](#)

[Lien vidéo pour explications](#)

Solution Exercice 2

À l'instant du démarrage, la batterie est la source et le démarreur est la charge. Le circuit équivalent de cet état de fonctionnement est le suivant :



Pour ce circuit les tensions sont orientées en rouge. Pour déterminer le courant de démarrage, on doit appliquer la LKT (Loi de Kirchhoff en Tension). Pour cela en choisissant un sens de parcours de la maille, on obtient :

$$V_{\text{bat}} - r \cdot I_{\text{dem}} - V_{\text{dem}} = 0 \Rightarrow I_{\text{dem}} = \frac{V_{\text{bat}} - V_{\text{dem}}}{r} = \frac{12.4 - 10.2}{0.011} = \boxed{200 \text{ A}}$$

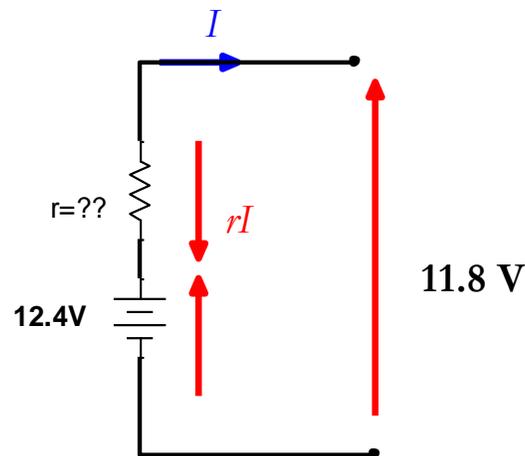
[Cliquez ici pour retourner à l'énoncé](#)

[Lien vidéo pour explications](#)

Solution Exercice 3

1. Résistance interne de la batterie.

Nous devons pour cela considérer la décomposition d'une source de tension réelle montrée sur la **Figure 1-27** (voir **page 18/32** des notes de cours). La schématisation du problème devient alors :



En appliquant alors la LKT, on obtient l'équation suivante :

$$12.4 - rI - 11.8 = 0 \Rightarrow r = \frac{12.4 - 11.8}{I} = \frac{12.4 - 11.8}{40} = \boxed{0.015 \Omega = 15 \text{ m}\Omega}$$

2. Puissance maximale pouvant être produite

La puissance totale de la batterie se décompose en deux parties : une première partie qui est perdue en chaleur dans la résistance interne (rI^2) et la puissance utile qui vaut VI avec V qui représente la tension aux bornes de la batterie soit dans le présent cas 11.8 V . La puissance maximale produite sera alors de :

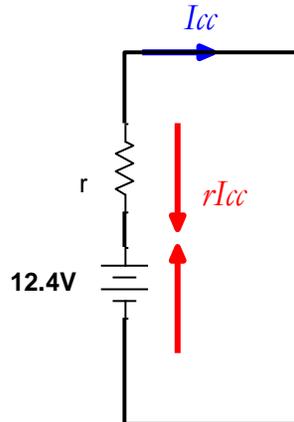
$$P_{max} = V_{bat} \cdot I = 12.4 \times 40 = \boxed{496 \text{ W}}$$

On aura pu obtenir également ce même résultat comme suit :

$$P_{max} = V \cdot I + rI^2 = 11.8 \times 40 + 0.015 \times 40^2 = \boxed{496 \text{ W}}$$

3. Intensité de court-circuit de la batterie.

Si les deux bornes de la batterie sont court-circuitées alors on obtient le circuit équivalent ci-dessous :



Le courant dans la batterie est alors limité par sa résistance interne et vaut alors :

$$I_{cc} = \frac{V_{bat}}{r} = \frac{12.4}{0.015} = \boxed{826.667 \text{ A}}$$

[Cliquez ici pour retourner à l'énoncé](#)

[Lien vidéo pour explications](#)

Solution Exercice 4

1. Valeur maximale de R

Cette valeur est limitée par l'intensité du courant dans le circuit qui ne doit pas dépasser 10 A.

Pour les cinq bureaux, on obtient une résistance équivalente suivante :

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right)^{-1} = \frac{R}{5}$$

La résistance totale du circuit sera alors :

$$R_{totale} = r + R_{eq} = r + \frac{R}{5}$$

Par la loi d'Ohm, on obtient :

$$V_S = R_{totale} \cdot I_{max} \Rightarrow R_{totale} = \frac{V_S}{I_{max}} \Rightarrow r + \frac{R}{5} = \frac{V_S}{I_{max}} \Rightarrow R = 5 \left(\frac{V_S}{I_{max}} - r \right) = 5 \left(\frac{120}{10} - 0.5 \right) = \boxed{57,5 \Omega}$$

2. Calibre du nouveau fusible.

Avec un 6^e bureau, la résistance totale devient :

$$R_{\text{totale}} = r + \frac{R}{6} = 0,5 + \frac{57,5}{6} = 10,083 \Omega$$

Le courant en fonctionnement normale sera alors de :

$$I = \frac{V_S}{R_{\text{totale}}} = \frac{120}{10,083} = 11,9 \text{ A}$$

La valeur directement supérieure au courant en fonctionnement normal est de 15 A. On choisira alors un **fusible de calibre 15 A**.

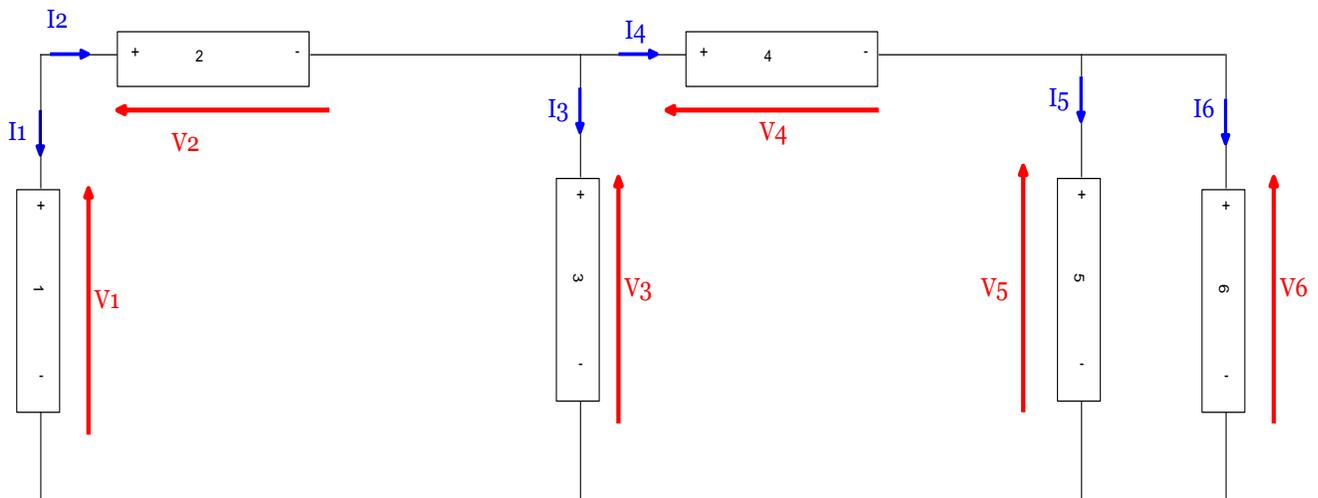
[Cliquez ici pour retourner à l'énoncé](#)

[Lien vidéo pour explication](#)

Solution Exercice 5

1. Orientation des tensions

La tension est toujours orientée vers le pôle positif, ce qui donne les sens déterminés par l'orientation des flèches rouges ci-dessous.



2. Valeurs inconnues du tableau.

Premièrement, on peut remarquer que tous les dipôles sont dans la convention récepteurs. Ce qui signifie qu'une puissance positive est réellement consommée et une puissance négative est plutôt fournie. On rappelle la relation suivante entre la puissance, la tension et courant est la suivante :

$$P = VI \Rightarrow \begin{cases} I = \frac{P}{V} \\ V = \frac{P}{I} \end{cases}$$

En utilisant ces formules, on obtient les valeurs en rouge dans le tableau.

Grandeurs	Dipôle 1	Dipôle 2	Dipôle 3	Dipôle 4	Dipôle 5	Dipôle 6
I	$-3 A$	$+3 A$	$0.5 A$	$+2.5 A$	$+3,5 A$	$-1 A$
V	$15 V$	$+10 V$	$+5 V$	$15 V$	$-10 V$	$-10 V$
P	$-45 W$	$30 W$	$+2.5 W$	$+37.5 W$	$-35 W$	$+10 W$
Nature du dipôle	Fournit Générateur	Absorbe Récepteur	Absorbe Récepteur	Absorbe Récepteur	Fournit Générateur	Absorbe Récepteur

Remarque : la somme des puissances est nulle, car la puissance totale fournie (les puissances négatives) et la puissance absorbée (les puissances positives) sont égales.

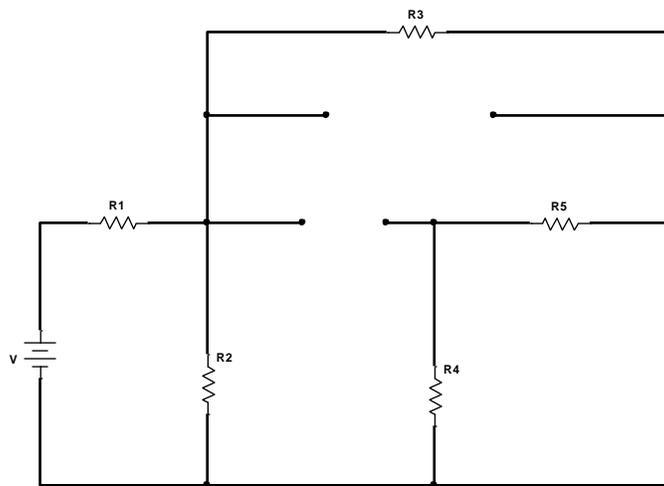
[Cliquez ici pour retourner à l'énoncé](#)

[Lien vidéo pour explications](#)

Solution Exercice 6

1. Énergies stockées dans les inductances et les condensateurs.

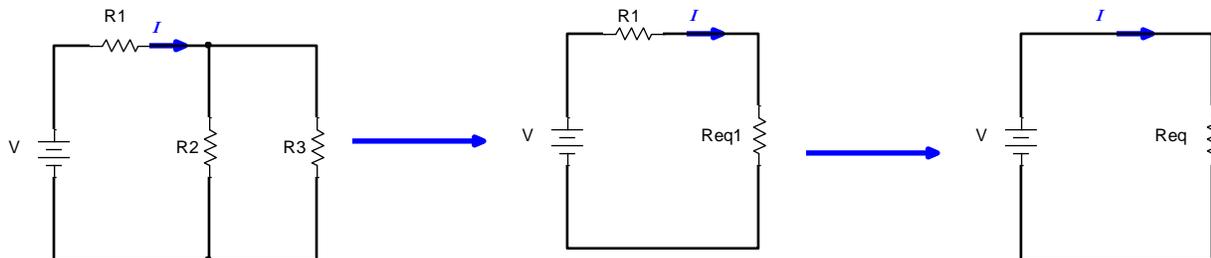
En régime continu, les inductances sont des courts-circuits et les condensateurs des circuits ouverts. Le circuit équivalent devient alors :



Le courant ne circule pas dans le vide et donc son intensité sera limitée par R_1 en parallèle avec R_2 et R_3 .

“Le courant dans l'inductance L_1 est le même qui circule dans la résistance R_2 ”

Pour le déterminer, on considère le circuit équivalent suivant :



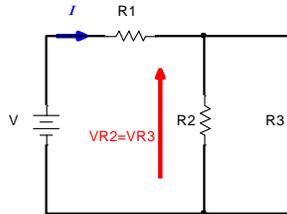
Avec :

$$R_{eq_1} = \left(\frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right)^{-1} = \frac{R_2 \cdot R_3}{R_2 + R_3} = \frac{10 \times 10}{10 + 10} = 5 \Omega ; R_{eq} = R_{eq_1} + R_1 = 5 + 5 = 10 \Omega$$

On trouve alors le courant principal du circuit en utilisant la loi d'Ohm :

$$I = \frac{V}{R_{eq}} = \frac{120}{10} = 12 A$$

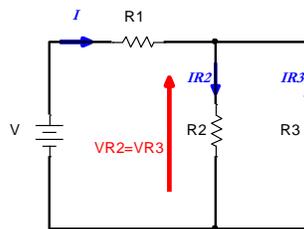
On peut à présent obtenir la tension commune aux bornes des résistances R_2 et R_3 en revenant à la configuration suivante du circuit.



La LKT s'écrit alors comme suit :

$$V_{R_2} = V_{R_3} = V - R_1 I = 120 - 12 \times 5 = 60 V$$

On peut alors trouver les courants dans les résistances R_2 et R_3 en appliquant la loi d'Ohm.



$$\begin{cases} I_{R_2} = \frac{V_{R_2}}{R_2} = \frac{60}{10} = 6 A \\ I_{R_3} = \frac{V_{R_3}}{R_3} = \frac{60}{10} = 6 A \end{cases}$$

$I_{R_2} = I_{L_1}$ on peut alors déterminer l'énergie stockée dans l'inductance L_1 comme suit :

$$W_{L_1} = \frac{1}{2} L_1 I_{L_1}^2 = \frac{1}{2} (20 \times 10^{-3}) (6)^2 = 0.36 J = 360 mJ$$

L'inductance L_2 est en série avec R_4 qui ne reçoit aucun courant à cause du condensateur C_2 . On obtient alors:

$$W_{L_2} = \frac{1}{2} L_2 I_{L_2}^2 = \frac{1}{2} (10 \times 10^{-3}) (0)^2 = 0 J$$

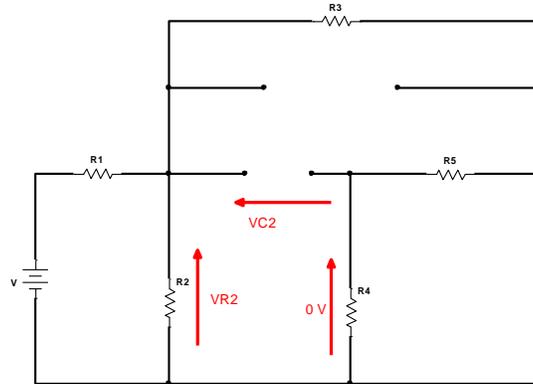
Pour les condensateurs, on peut premièrement remarquer que C_1 est en parallèle avec R_3 et donc :

$$V_{C_1} = V_{R_3} = 60 V$$

L'énergie stockée par ce condensateur vaudra alors :

$$W_{C_1} = \frac{1}{2} C_1 V_{C_1}^2 = \frac{1}{2} (20 \times 10^{-6}) (60)^2 = 0.036 J = 36 mJ$$

Pour le condensateur C_2 on peut reconsidérer la configuration du circuit montrée ci-dessous.



La maille mise en évidence permet d'en déduire que :

$$V_{C_2} = V_{R_2} = 60 \text{ V}$$

Ce qui donne alors :

$$W_{C_2} = \frac{1}{2} C_2 V_{C_2}^2 = \frac{1}{2} (20 \times 10^{-6}) (60)^2 = \boxed{0.036 \text{ J} = 36 \text{ mJ}}$$

2. Puissances dissipées dans chacune des résistances.

Les résistances R_4 et R_5 ne sont parcourues par aucun courant. Alors, on aura :

$$\boxed{P_{R_4} = P_{R_5} = 0 \text{ W}}$$

Pour les résistances R_1 , R_2 et R_3 , on aura :

$$\begin{cases} P_{R_1} = R_1 I_{R_1}^2 = 5 \times 12^2 = \boxed{720 \text{ W}} \\ P_{R_2} = V_{R_2} \cdot I_{R_2} = R_2 I_{R_2}^2 = 60 \times 6 = \boxed{360 \text{ W}} \\ P_{R_3} = V_{R_3} \cdot I_{R_3} = R_3 I_{R_3}^2 = 60 \times 6 = \boxed{360 \text{ W}} \end{cases}$$

3. Puissance fournie par la source.

On l'obtient en additionnant les puissances des résistances ou alors en calculant la puissance fournie par la source :

$$P_S = P_{R_1} + P_{R_2} + P_{R_3} + P_{R_4} + P_{R_5} = 720 + 360 + 360 = \boxed{1140 \text{ W}}$$

Ou encore :

$$P_S = V \cdot I = 120 \times 12 = \boxed{1440 \text{ W}}$$

[Cliquez ici pour retourner à l'énoncé](#)

[Lien vidéo pour explications](#)

Exercices résolus uniquement en salle

Notes importantes : Pas de solutionnaire pour les exercices qui suivent. Reportez-vous aux notes de vos collègues si avez été absent.e durant la séance. Aucun solutionnaire ne sera déposé sur Moodle ni maintenant ni à l'approche de l'examen de mi-session.

Exercice 7

Entre les bornes d'une batterie de f.é.m. 60 V et de résistance interne $3\ \Omega$ sont installés, en parallèle, trois résistances $R_1 = 20\ \Omega$; $R_2 = 30\ \Omega$; $R_3 = 40\ \Omega$.

1. Calculez la résistance équivalente aux trois résistances.
2. Déterminez l'intensité du courant débité par la batterie.

Réponses : $R_{eq} = 9.23\ \Omega$; $I = 4.9\text{ A}$.

Exercice 8

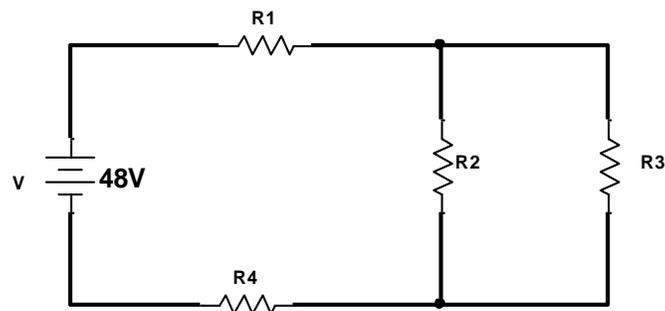
Une installation, alimentée sous 220 V est protégée par un disjoncteur de calibre 30 A . On met en service un four électrique de 3 kW , un fer à repasser de 800 W , et 2 radiateurs de 1000 W chacun. Combien de lampes d'une puissance P_1 de 75 W peut-on brancher en même temps.

Réponses : 10 lampes de 75.

Exercice 9

Soit donné le circuit à courant continu ci-dessous, on donne $R_4 = 16\ \Omega$. Les puissances absorbées par les résistances

$$R_1, R_2 \text{ et } R_3 \text{ valent respectivement } \begin{cases} P_1 = 12\text{ W} \\ P_2 = 14\text{ W} \\ P_3 = 10\text{ W} \end{cases}$$



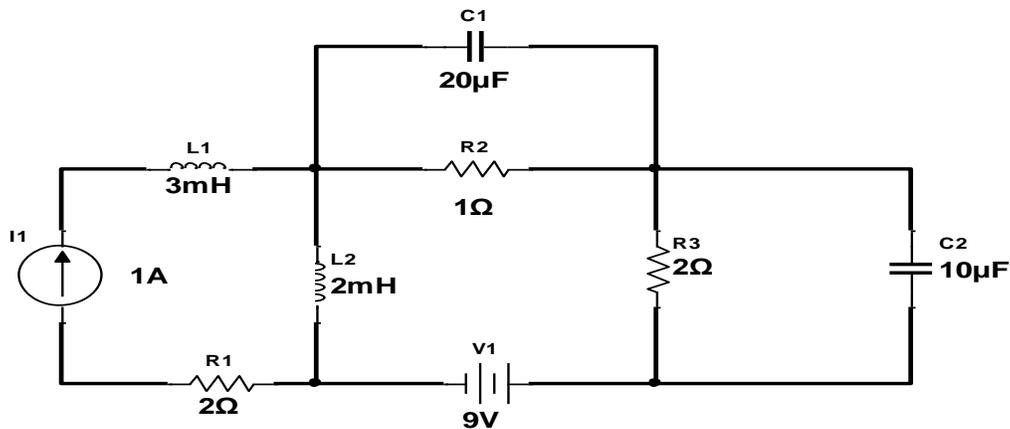
1. Orientez et calculez le courant I débité par l'unique source du circuit.
2. Calculez la résistance totale du circuit.
3. On remplace la résistance R_4 par une inductance de 2.2 mH .
 - a. Calculez la nouvelle valeur du courant I .
 - b. Calculez l'énergie emmagasinée par l'inductance.

4. On remplace R_4 par un condensateur de $265 \mu F$.
 - a. Calculez la nouvelle valeur du courant I .
 - b. Calculez l'énergie emmagasinée dans le condensateur.

Réponses

$$\left\{ \begin{array}{l} I = 1,5 A \\ R_{tot} = 32 \Omega \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} I = 3 A \\ W_L = 9,9 mJ \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} I = 0 A \\ W_L = 0,305 J \end{array} \right.$$

Exercice 10 : Énergie stockée dans un circuit avec condensateur et inductance.



1. Les sources étant continues, représentez le circuit équivalent du montage ci-dessus.
2. Calculez l'énergie stockée dans les inductances L_1 et L_2 .
3. Calculez les énergies stockées dans les condensateurs C_1 et C_2 .
4. Quelle est l'énergie totale stockée dans ce montage ?

Réponses

$$\left\{ \begin{array}{l} W_{L_1} = 1,5 mJ \\ W_{L_2} = 16 mJ \end{array} \right. ; \left\{ \begin{array}{l} W_{C_1} = 90 \mu J \\ W_{C_2} = 180 \mu J \end{array} \right. ; W_{totale} = 17,77 mJ$$