Exercices chapitre 1

Exercices avec solution

Exercice 1

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 $0{,}011\ \Omega$. Quelle est l'intensité débitée durant le démarrage ?

Réponse : $I = 200\ A$

Cliquez ici pour le corrigé détaillé

Exercice 2

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 : $r = 15\ m\Omega$; $P_{max} = 496\ W$; $I_{CC} = 826{,}667\ A$

Cliquez ici pour le corrigé détaillé

Exercice 3

Lors d'un fonctionnement en générateur, une batterie d'automobile fournit un courant d'intensité $5\ A$ et la tension à ses bornes est de $12{,}4\ V$. Cette même batterie absorbant un courant d'intensité $10\ A$ présente une tension de 13 V. Déterminer la tension (f.é.m.) et la résistance interne de cette batterie.

Réponses : $r = 0{,}04\ \Omega$; $V_{bat} = 12,6\ V$.

Cliquez ici pour le corrigé détaillé

Exercice 4

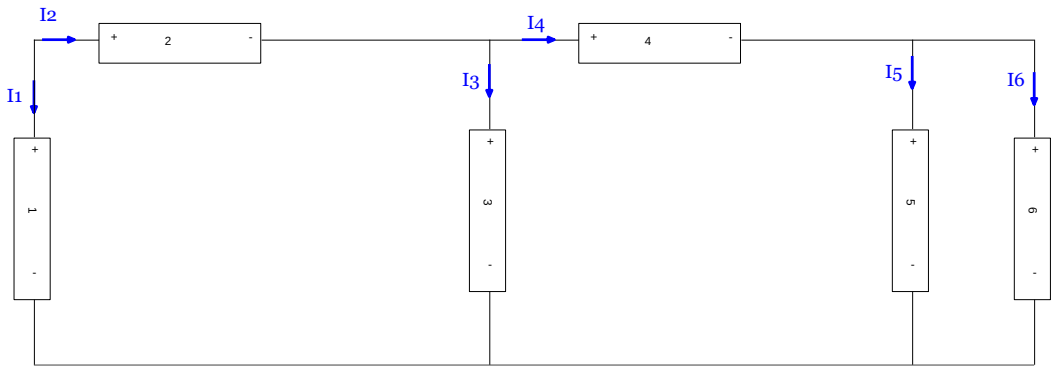
La batterie d'accumulateurs de mon automobile a les caractéristiques tension et résistance suivantes : $V_1 = 9{,}8\ V$; $r_1 = 0{,}055\ \Omega$. Elle est faiblement chargée et ne permet plus d'entraîner le démarreur. Avec deux câbles, je relie en **opposition** la batterie d'accumulateur d'un autre véhicule ayant les caractéristiques suivantes : $V_2 = 13{,}2\ V$; $r_2 = 0{,}03\ \Omega$. Au moment de cette liaison, une étincelle importante jaillit ! Quelle est l'intensité du courant qui circule à cet instant ?

Réponse : $I = 270{,}588\ A$

Cliquez ici pour le corrigé détaillé

Exercice 5 : *Convention de signe* (Intra hiver 2023)

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



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	$-45\ W$	?	$+2{,}5\ W$	$+37{,}5\ W$	?	$+10\ W$

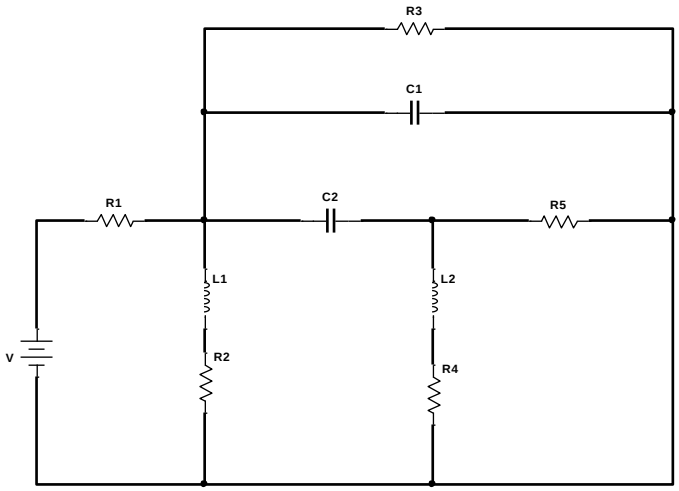
1. Redessinez le montage en orientant les tensions (d.d.p.) aux bornes des chaque dipôle.
2. En respectant la convention de signe, trouvez les valeurs inconnues pour chacun des éléments et rajoutez une ligne dans le tableau pour indiquer si le dipôle absorbe ou fournit de la puissance.

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 ci-dessous. :

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



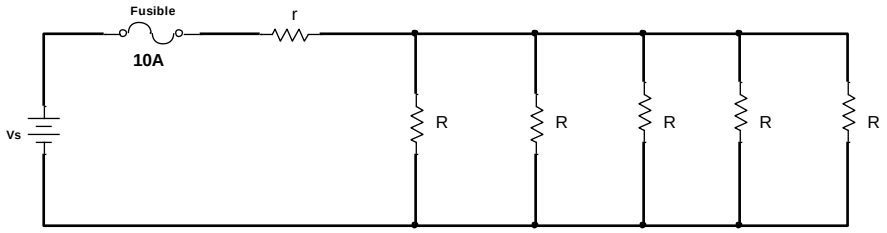
1. Calculez l'énergie emmagasinée dans chacune des inductances et dans chaque condensateur.
2. Calculez la puissance dissipée dans chaque résistance.
3. Trouvez la puissance fournie par la source.

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

Exercice 7 : *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.



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 6e 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 $100\ A$.

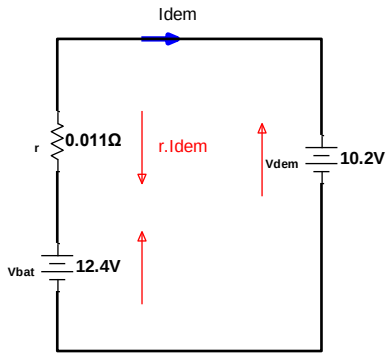
Réponses : $R_{max} = 57{,}5\ \Omega$; 15 A.

Cliquez ici pour le corrigé détaillé

Corrigé des exercices

Solution Exercice 1

À l'instant du démarrage, la batterie est la source et le démarrage 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 :

$$V_{\text{bat}} - r.I_{\text{dem}} - V_{\text{dem}} = 0 \;\Rightarrow\; I_{\text{dem}} = \frac{V_{\text{bat}} - V_{\text{dem}}}{r} = \frac{12{,}4 - 10{,}2}{0{,}011} = \boxed{200\ A}$$

Cliquez ici pour retourner à l'énoncé

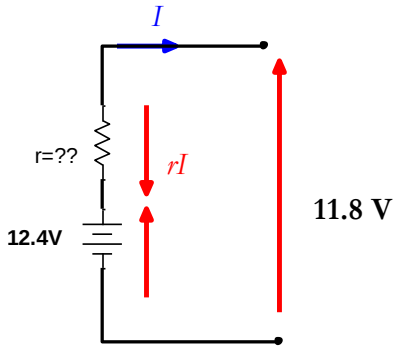
Lien vidéo pour explications

https://www.loom.com/share/196901bb6edb4d08b5935d26ffd57ea4?sid=3352cd17-32ef-4423-a104-378a2750654f

Solution Exercice 2

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 :

$$12{,}4 - rI - 11{,}8 = 0 \Rightarrow r = \frac{12{,}4 - 11{,}8}{I} = \frac{12{,}4 - 11{,}8}{40} = \boxed{0{,}015\ \Omega = 15\ m\Omega}$$

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 :

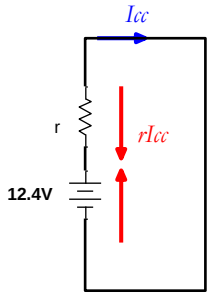
$$P_{max} = V_{bat}.I = 12{,}4 \times 40 = \boxed{496\ W}$$

On aura pu obtenir également ce même résultat comme suit :

$$P_{max} = V.I + rI^2 = 11{,}8 \times 40 + 0{,}015 \times 40^2 = \boxed{496\ W}$$

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 :

$$I_{CC} = \frac{V_{bat}}{r} = \frac{12{,}4}{0{,}015} = \boxed{826{,}667\ A}$$

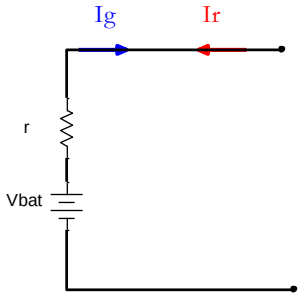
Cliquez ici pour retourner à l'énoncé

Lien vidéo pour explications

https://www.loom.com/share/a3e5f234986e400b89fed40482fb123e?sid=064be81f-6eb8-4843-be26-525524f9c964

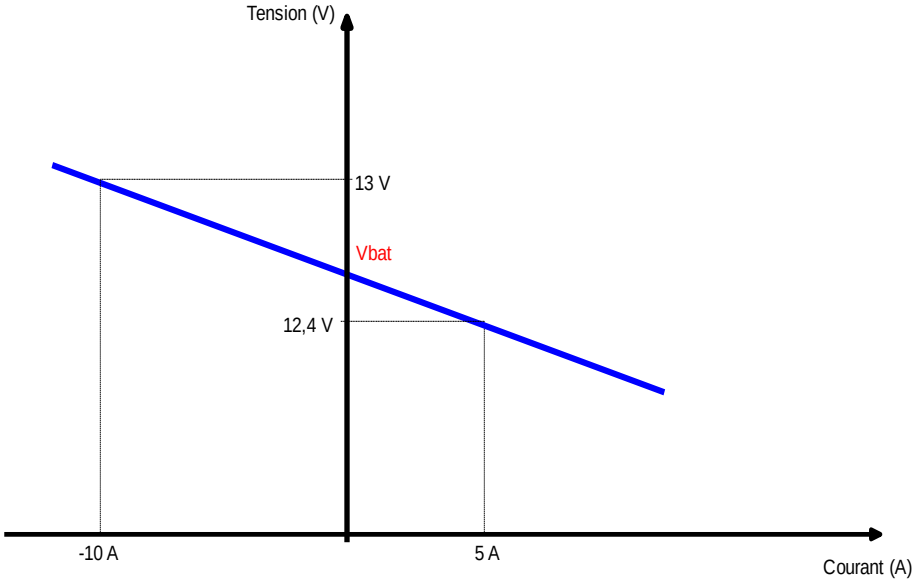
Solution Exercice 3

Dans la convention générateur la batterie fournit un courant et lorsqu'on la recharge elle reçoit le courant. Le symbole ci-dessous permet de modéliser la situation.



En bleu, nous avons le sens de courant pendant le fonctionnement en générateur I_g. En rouge, c'est le sens du courant lorsque la batterie est en mode récepteur. En adoptant la convention générateur, le courant sera compté

positivement pour la première phase de fonctionnement et négativement lorsque la batterie fonctionne en mode récepteur. La caractéristique courant-tension aura alors l'allure ci-dessous avec V_{bat} qui représente l'ordonnée à l'origine.



Avec les deux points mis en évidence sur la courbe, on peut déterminer les paramètres de l'équation de la droite qui est de la forme : $V = aI + b$.

- En considérant le premier point de coordonnées $\begin{pmatrix} 5 \\ 12,4 \end{pmatrix}$, on obtient :

$$5a + b = 12{,}4$$

- En considérant le deuxième point de coordonnées $\begin{pmatrix} -10 \\ 13 \end{pmatrix}$, on obtient :

$$-10a + b = 13$$

D'où le système :

$$\begin{cases} 5a + b = 12{,}4 \\ -10a + b = 13 \end{cases} \Rightarrow 15\,a = -0{,}6 \Rightarrow a = \frac{-0{,}6}{15} = -0{,}04 \Rightarrow \boxed{r = 0{,}04\ \Omega}$$

En substituant cette valeur de a dans l'une des équations on obtient :

$$b = 12{,}4 - 5a = 12{,}4 - 5(-0{,}04) = 12{,}6 \ \Rightarrow \boxed{V_{bat} = 12{,}6\ V}$$

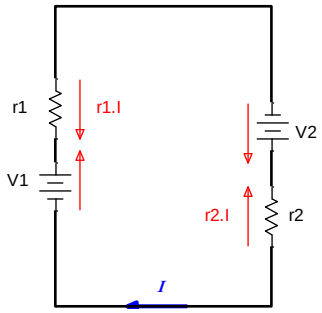
Cliquez ici pour retourner à l'énoncé

Lien vidéo pour explications

https://www.loom.com/share/f3c99f4cf6e5400597485f516ff13d7d?sid=5b440ee3-e417-4d46-92b2-a5318fe7cce7

Solution Exercice 4

Le circuit électrique permettant de modéliser cette situation est représenté sur la figure ci-dessous.



On peut alors appliquer la LKT pour déterminer l'intensité du courant dans le circuit comme suit :

$$V_1 - r_1.I + V_2 - r_2.I = 0 \Rightarrow I = \frac{V_1 + V_2}{r_1 + r_2} = \frac{9{,}8 + 13{,}2}{0{,}055 + 0{,}03} = \boxed{270{,}588\ A}$$

Cliquez ici pour retourner à l'énoncé

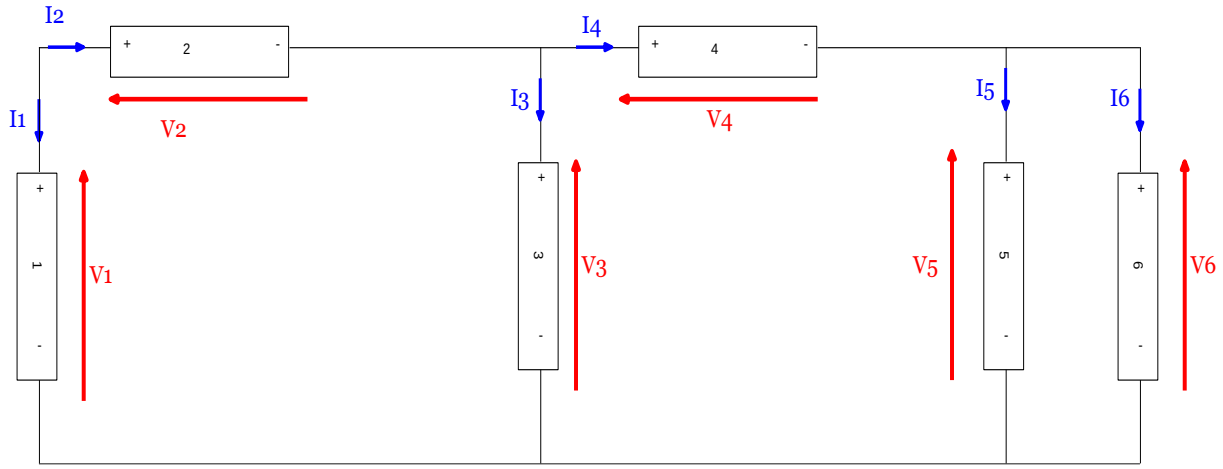
Lien vidéo pour explications

https://www.loom.com/share/b6e9d9c47fd945d08ee1a7243398b2ef?sid=7acc6978-e00e-4a45-89de-e522b83ee395

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 :

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

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	$-45\ W$	$30\ W$	$+2{,}5\ W$	$+37{,}5\ W$	$-35\ W$	$+10\ W$

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

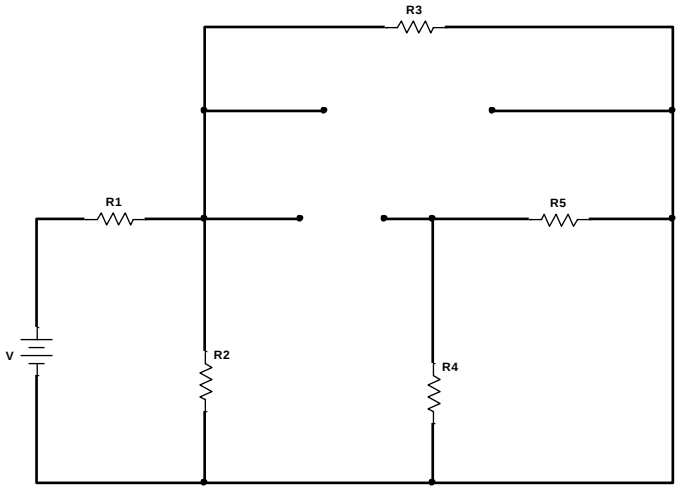
Lien vidéo pour explications

https://www.loom.com/share/a57fb5bfaf2a46c2804de3ff19775894?sid=05257029-6c27-4c61-955f-75fc07fa2cc2

Solution Exercice 6

1. **Énergies stockées dans les inductances et les condensateurs.**

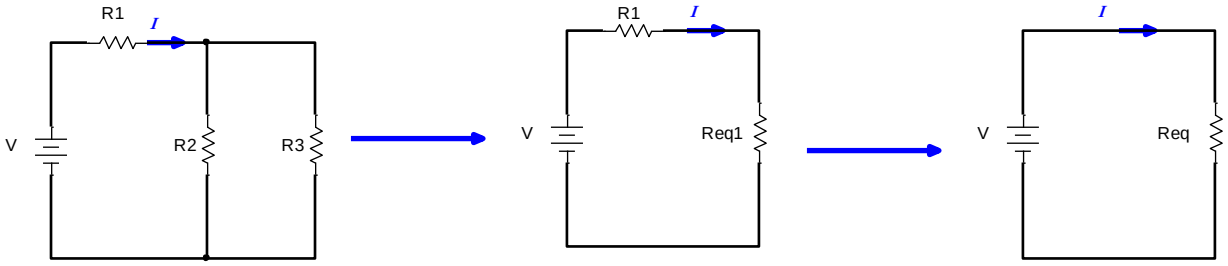
En régime continu, les inductances sont des courts-circuits et les condensateurs des circuits ouverts. Le circuit équivalent devient alors :



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 :



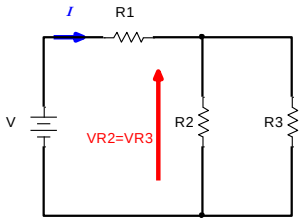
Avec :

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

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

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

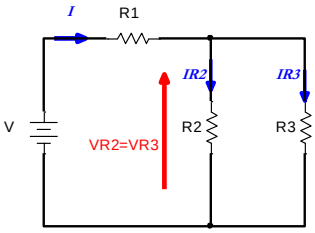
On peut à présent obtenir la tension commune aux bornes des résistances R_2 et R_3 en revenant à la configuration suivante du circuit.



La LKT s'écrit alors comme suit :

$$V_{R2} = V_{R3} = V - R_1 I = 120 - 12 \times 5 = 60\ V$$

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



$$\begin{cases} I_{R_2} = \dfrac{V_{R2}}{R_2} = \dfrac{60}{10} = 6\ A \\ I_{R_3} = \dfrac{V_{R3}}{R_3} = \dfrac{60}{10} = 6\ A \end{cases}$$

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

$$W_{L_1} = \frac{1}{2} L_1 I_{L_1}^2 = \frac{1}{2}(20 \times 10^{-3})(6)^2 = \boxed{0{,}36\ J = 360\ mJ}$$

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

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

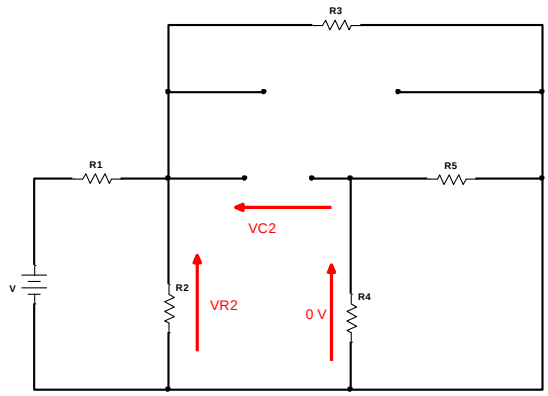
Pour les condensateurs, on peut premièrement remarquer que C_1 est en parallèle avec R_3 et donc :

$$V_{C_1} = V_{R3} = 60\,V$$

L'énergie stockée par ce condensateur vaudra alors :

$$W_{C_1} = \frac{1}{2}C_1 V_{C_1}^2 = \frac{1}{2}(20 \times 10^{-6})(60)^2 = \boxed{0{,}036\,J = 36\,mJ}$$

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 :

$$V_{C_2} = V_{R2} = 60\,V$$

Ce qui donne alors :

$$W_{C_2} = \frac{1}{2}C_2 V_{C_2}^2 = \frac{1}{2}(20 \times 10^{-6})(60)^2 = \boxed{0{,}036\,J = 36\,mJ}$$

2. **Puissances dissipées dans chacune des résistances.**

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

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

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

$$\begin{cases} P_{R_1} = R_1 I_{R_1}^2 = 5 \times 12^2 = \boxed{720\,W} \\ P_{R_2} = V_{R2}.I_{R_2} = R_2 I_{R_2}^2 = 60 \times 6 = \boxed{360\,W} \\ P_{R_3} = V_{R3}.I_{R_3} = R_3 I_{R_3}^2 = 60 \times 6 = \boxed{360\,W} \end{cases}$$

3. **Puissance fournie par la source.**

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

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

Ou encore :

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

Cliquez ici pour retourner à l'énoncé

Lien vidéo pour explications

https://www.loom.com/share/9e8ecc177b354d459bdc2c4782d48511?sid=5cca998e-df93-446d-96a3-4a8d1b149a64

Solution Exercice 7

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 :

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

Par la loi d'Ohm, on obtient :

$$V_S = R_{\text{totale}}.I_{\max} \Rightarrow R_{\text{totale}} = \frac{V_S}{I_{\max}} \Rightarrow r + \frac{R}{5} = \frac{V_S}{I_{\max}} \Rightarrow R = 5\left(\frac{V_S}{I_{\max}} - r\right) = 5\left(\frac{120}{10} - 0{,}5\right) = \boxed{57{,}5\ \Omega}$$

2. **Calibre du nouveau fusible.**

Avec un 6e 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 :

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

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

https://www.loom.com/share/1f42218acf9842ab9af6cf9ab76cb4da?sid=e239a396-1ccf-43b5-9fa6-1d6f0aead407

Exercices avec réponses seulement

Exercice 8

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 : $R_{eq} = 9{,}23\ \Omega$; $I = 4{,}9\ A$.

Exercice 9

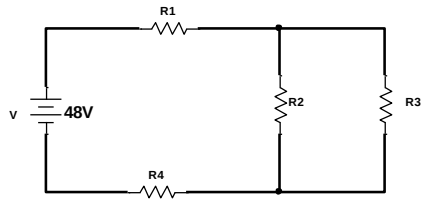
Une installation, alimentée sous 220 V est protégée par un disjoncteur de calibre 30 A. On met en service un four électrique de $3\ kW$, un fer à repasser de $800\ W$, et 2 radiateurs de $1000\ W$ chacun. Combien de lampes d'une puissance P_1 de $75\ W$ peut-on brancher en même temps.

Réponses : 10 lampes de 75.

Exercices résolus uniquement en salle

Exercice 10

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 et R_3 valent respectivement $\begin{cases} P_1 = 12\ W \\ P_2 = 14\ W \\ P_3 = 10\ W \end{cases}$.

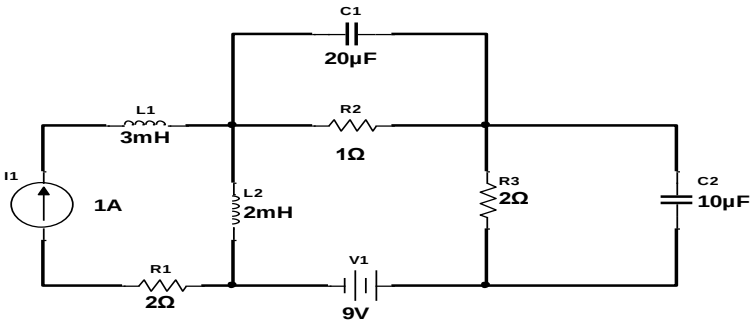


1. Orientez et calculer le courant I débité par l'unique source du circuit.
2. Calculez la résistance totale du circuit.
3. On remplace la résistance R_4 par une inductance de $2{,}2\ mH$.
   a. Calculez la nouvelle valeur du courant I.
   b. Calculez l'énergie emmagasinée par l'inductance.
4. On remplace 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

$$\begin{cases} I = 1{,}5\ A \\ R_{\text{tot}} = 32\ \Omega \end{cases} ; \begin{cases} I = 3\ A \\ W_L = 9{,}9\ mJ \end{cases} ; \begin{cases} I = 0\ A \\ W_L = 0{,}305\ J \end{cases}$$

Exercice 11 : 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

$$\begin{cases} W_{L_1} = 1{,}5\ mJ \\ W_{L_2} = 16\ mJ \end{cases} ; \begin{cases} W_{C_1} = 90\ \mu J \\ W_{C_2} = 180\ \mu J \end{cases} ; W_{\text{totale}} = 17{,}77\ mJ$$