**ANNEXE 15 : Analyse de circuits**

Résistances en série

Dans le circuit ci bas, les résistances sont en série donc tout le courant traverse chaque résistance (I1 = I2 = I3 = I). Chaque résistance libère de l’énergie sous forme de chaleur donc subit une baisse de potentiel. La somme de chaque différence de potentiel doit être égale à la différence de potentiel de la source d’énergie (Il s’agit ici d’un exemple des lois de Kirchhoff et sont vraiment une conséquence de la loi de la conservation d’énergie. Il n’y a aucune perte ni aucun gain d’énergie dans un circuit.).



$$V\_{t}=V\_{1}+V\_{2}+V\_{3}$$

Puisque $V=IR$, $IR\_{t}=IR\_{1}+IR\_{2}+IR\_{3}$.

Résistances en parallèle

Ajouter une résistance en parallèle est la même chose qu’augmenter la coupe transversale d’un conducteur. Au bloc A, nous avons établi que la résistance est inversement proportionnelle à la section transversale d’un conducteur. Il y a donc une relation inversement proportionnelle entre la résistance et le nombre de résistances en parallèle dans un circuit.

$$\frac{1}{R\_{t}}=\frac{1}{R\_{1}}+\frac{1}{R\_{2}}+\frac{1}{R\_{3}}$$

La résistance totale d’un circuit a toujours une valeur moins élevée que la plus petite résistance placée en parallèle. Ceci est utile lorsqu’on analyse un circuit.

Les différences de potentiel pour des résistances en parallèle ont toutes la même valeur et sont aussi égales à la différence de potentiel pour le circuit : $V\_{t}=V\_{1}=V\_{2}=V\_{3}$. On détermine le courant total dans le circuit à l’aide de la différence de potentiel à la source et de la résistance totale du circuit. Ce courant se divise dans les différentes branches du circuit mais se recombine pour donner le courant total qui retourne à la source de potentiel. Les charges ne disparaissent pas ni n’apparaissent lorsqu’elles arrivent à un nœud dans le circuit. Elles sont simplement redistribuées, avec différents montants de charges se déplaçant dans chaque branche du circuit. Le montant de courant dans chaque branche dépend de la valeur de la résistance dans cette branche.

$$I\_{t}=I\_{1}+I\_{2}+I\_{3}$$

Puisque le courant peut être calculé avec la loi d’Ohm, $I=\frac{V}{R}$, $\frac{V\_{t}}{R\_{t}}=\frac{V\_{1}}{R\_{1}}+\frac{V\_{2}}{R\_{2}}+\frac{V\_{3}}{R\_{3}}$.

Bloc D

**ANNEXE 15: Analyse de circuits (suite)**

L’analyse des circuits doit commencer par l’analyse de circuits en série simples et de circuits en parallèle simples. Voici un exemple d’analyse de circuit combiné ou complexe.

Exemple : Dans le circuit illustré ci-dessous, trouve pour chacune des résistances la valeur du courant, de la chute de potentiel et de la puissance consommée.

30 V

1 $Ω$

2 $Ω$

7 $Ω$

6 $Ω$

3 $Ω$

20 $Ω$

4 $Ω$

Bloc D

**ANNEXE 15: Analyse de circuits (suite)**

Il ne s’agit pas ici d’un simple circuit de résistances en série ou en parallèle. Comme il renferme les deux types de circuit, il s’agit d’un exemple de circuit complexe.

30 V

1 $Ω$

2 $Ω$

7 $Ω$

6 $Ω$

3 $Ω$

20 $Ω$

4 $Ω$

24 $Ω$

8 $Ω$

De manière générale, il est nécessaire de déterminer la résistance totale ou équivalente du circuit avant de calculer toute autre valeur électrique. Dans un tel circuit complexe il est nécessaire de distinguer les résistances en série de celles en parallèle. On peut ensuite effectuer la somme de chacun de ces deux groupes de résistances pour réduire le nombre de résistances du circuit. L’opération se poursuit jusqu’à ce que le circuit soit réduit à une simple résistance.

On commence généralement par les résistances les plus éloignées de la source. Dans le cas présent, les résistances de 2 $Ω$ et de 6 $Ω$ sont connectées en série et on peut combiner les deux valeurs pour obtenir une résistance de 8 $Ω$. Il en va de même pour les résistances de 20 $Ω$ et de 4 $Ω$ dont la valeur totale est de 24 $Ω$.

30 V

$$1 Ω$$

7 $Ω$

8 $Ω$

 3 $Ω$

24 $Ω$

On obtient ainsi trois résistances en parallèle, d’une valeur de

24 $Ω$, 3 $Ω$, et 8 $Ω$, respectivement.

Bloc D

**ANNEXE 15: Analyse de circuits (suite)**

En combinant ces résistances en parallèle, on obtient :

$$\frac{1}{R\_{T}}=\frac{1}{R\_{1}}+\frac{1}{R\_{2}}+\frac{1}{R\_{3}}=\frac{1}{24}+\frac{1}{3}+\frac{1}{8}=\frac{1}{24}+\frac{8}{24}+\frac{3}{24}+\frac{12}{24}$$

$$R\_{T}=\frac{24}{12}=2Ω$$

30 V

1$ Ω$

7 $Ω$

8 $Ω$

3 $Ω$

24 $Ω$

2 $Ω$

Le circuit se réduit donc maintenant à trois résistances en série. La résistance totale de l’ensemble du circuit est donc $R\_{T}=1+2+7=10 Ω$.



C’est ce que l’on appelle souvent la résistance équivalente, et ce circuit simple composé d’une source unique et d’une résistance unique se nomme circuit équivalent.

30 V

10 $Ω$

La résistance équivalente de 10 $Ω$ absorbe la même quantité de courant émise par le bloc d’alimentation que les résistances du circuit complexe initial.

Bloc D

**ANNEXE 15: Analyse de circuits (suite)**

Pour terminer l’analyse, nous reprenons la démarche à rebours afin de recréer le circuit initial en appliquant les lois de Kirchhoff :

* première loi de Kirchhoff : la somme des courants arrivant à un nœud quelconque d’un circuit est égale à la somme des courants qui en repartent;
* loi des mailles : la somme des chutes de potentiel d’un circuit est égale à la somme des hausses de potentiel du même circuit.

Une fois la résistance totale calculée, trouvez la valeur du courant total qui quitte la source et y retourne.

30 V

1 $Ω$

2 $Ω$

7 $Ω$

6 $Ω$

3 $Ω$

20 $Ω$

4 $Ω$

$$I\_{t}=3 A$$

$$I=\frac{V}{R}=\frac{30 V}{10 Ω}=3 A$$

Cela s'appelle la ligne principale du circuit car le courant total y circule. Il est utile de l’illustrer sur le circuit.

Le courant total passe ensuite par les résistances de 1 $Ω$ et de 7 $Ω$. Il en résulte une chute de potentiel dans chacune des résistances.

$$V\_{chute}=IR=\left(3 A\right)\left(1 Ω\right)=3 V$$

$$et V\_{chute}=\left(3 A\right)\left(7 Ω\right)=21 V$$

La chute de potentiel résiduelle pour le reste du circuit est de $30 V-24 V=6 V$.

Bloc D

**ANNEXE 15: Analyse de circuits (suite)**

Comme cette valeur de 6 V est présente dans les trois branches parallèles du circuit, il est possible de déterminer la valeur du courant dans chaque branche. Comme le potentiel est le même pour les résistances en parallèle :

$$I=\frac{V}{R}=\frac{6 V}{24 Ω}=0,25 A$$

$$I=\frac{V}{R}=\frac{6 V}{3 Ω}=2 A$$

$$I=\frac{V}{R}=\frac{6 V}{8 Ω}=0,75 A$$

On peut calculer la valeur de la chute de potentiel aux résistances de $20 Ω$ et de $4 Ω$.

$V\_{chute}=IR=\left(0,25 A\right)\left(20 Ω\right)=5 V$à la résistance de $20 Ω$.

On peut déterminer la valeur de la chute de potentiel à la résistance de $4 Ω$ de la même manière ou en utilisant la loi des mailles de Kirchhoff. Comme la valeur de $6 V$ est présente aux deux résistances et que la chute de potentiel à la résistance de $20 Ω$ est de $5 V$, alors la chute de potentiel à la résistance de $4 Ω$ est de $6 V-5 V=1 V$.

On peut recourir à une méthode similaire pour déterminer la chute de potentiel aux résistances de $2 Ω$ et de $6 Ω$. À la résistance de $2 Ω$ : $V\_{chute}=IR=\left(0,75 A\right)\left(2 Ω\right)=1,5 V$. La chute de potentiel à la résistance de $6 Ω$ est de $6 V-1,5 V=4,5 V$.

On utilise la loi de Watt ou ses deux variantes pour déterminer la puissance absorbée par chacune des résistances :

En ce qui concerne les résistances en série de $1 Ω$ et de $7 Ω$ de la ligne principale du circuit :

 $P=IV=\left(3 A\right)\left(1 Ω\right)=3 W$

 $P=IV=\left(3 A\right)\left(7 Ω\right)=21 W$

Bloc D

**ANNEXE 15: Analyse de circuits (suite)**

En ce qui concerne les résistances de $20 Ω$ et de $4 Ω$ connectées en série entre elles mais faisant partie du groupe en parallèle :

 $P=I^{2}R=\left(0,25 A\right)^{2}\left(20 Ω\right)=1,25 W$

$$P=I^{2}R=\left(0,25 A\right)^{2}\left(4 Ω\right)=0,25 W$$

La chute de potentiel observée à la résistance de $3 Ω$ est de $6 V$.

$$P=\frac{V^{2}}{R}=\frac{\left(6 V\right)^{2}}{3 Ω}=12 W$$

Les résistances de $2 Ω$ et de $6 Ω$ sont en série et la valeur du courant qui y circule est la même.

$$P=I^{2}R=\left(0,75 A\right)^{2}\left(2 Ω\right)=1,125 W$$

$$P=I^{2}R=\left(0,75 A\right)^{2}\left(6 Ω\right)=3,375 W$$

Soulignons qu’il est possible d’obtenir les mêmes valeurs en ayant recours à d’autres variantes des lois de Watt, d’Ohm et de Kirchhoff. Il s’agit pour les étudiants d’un excellent exercice de résolution de problèmes.

Notons aussi que les conventions relatives aux chiffres significatifs n’ont pas été respectées dans l’exemple qui précède. Cela permet aux étudiants de vérifier les résultats par différentes méthodes de calcul.

Bloc D