

TD 3

Circuits linéaire en régime continu

Exercice 1 : Applications directes du cours

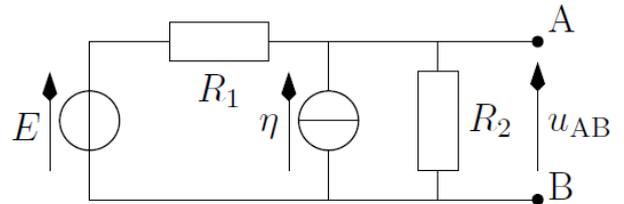
1. Association de dipôles

Retrouver les valeurs des résistances équivalentes à une association série puis à une association parallèle de deux résistances R_1 et R_2 . Simplifier ces expressions dans le cas où les deux résistances sont égales, notées R . En déduire les résistances équivalentes des associations série et parallèle de n résistances, dans le cas où elles sont différentes (R_1, R_2, \dots, R_n) puis égales (R).

2. Générateur équivalent

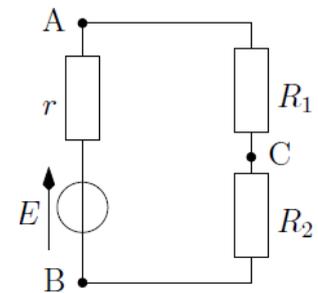
Un dipôle linéaire AB est constitué d'une association de dipôles, représentée ci-contre. Donner le générateur de Thévenin équivalent au circuit entre A et B.

Remarque : il y a plusieurs méthodes, essayez-les !



3. Tensions en série

On considère un circuit contenant un générateur AB modélisé par sa tension à vide E et sa résistance interne r . Déterminer la tension U_{CB} aux bornes de la résistance R_2 , d'abord en fonction des résistances et de U_{AB} , puis en fonction des résistances et de E . Faire de même pour la tension U_{CA} .

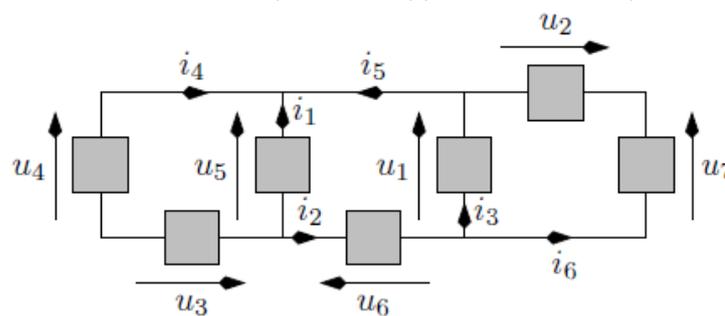


4. Lois de Kirchhoff

On considère le réseau ci-contre, dans lequel les dipôles sont indéterminés. On donne les valeurs des tensions $u_4 = 6V$, $u_5 = 3V$ et $u_6 = u_7 = 1V$, ainsi que des intensités $i_4 = i_5 = i_6 = 1A$.

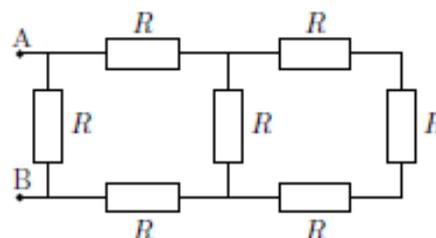
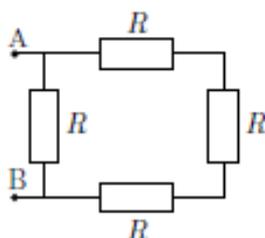
Déterminer la valeur des tensions u_1 , u_2 et u_3 ; puis celle des courants i_1 , i_2 et i_3 .

Rappel : Toujours faire le calcul littéral avant de passer à l'application numérique.



Exercice 2 : Calcul de résistances équivalentes

Déterminer les résistances équivalentes R_{eq} et R'_{eq} entre les points A et B des groupements de résistances représentés sur les figures ci-dessous.

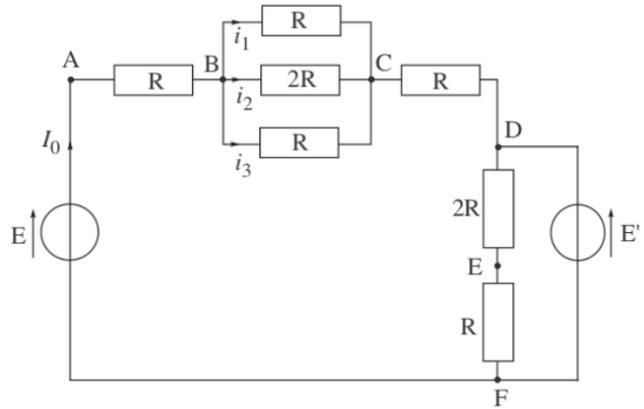


Exercice 3 : Circuit linéaire

Dans le circuit ci-contre :

1. Calculer U_{EF} ,
2. Calculer l'intensité I_0 circulant dans la branche principale.
3. Calculer l'intensité I' circulant dans la branche contenant le générateur E' (préciser son sens).
4. Calculer les intensités i_1 , i_2 et i_3 .

Données : $R = 1,0 \Omega$, $E = 5,0 \text{ V}$ et $E' = 3,0 \text{ V}$.

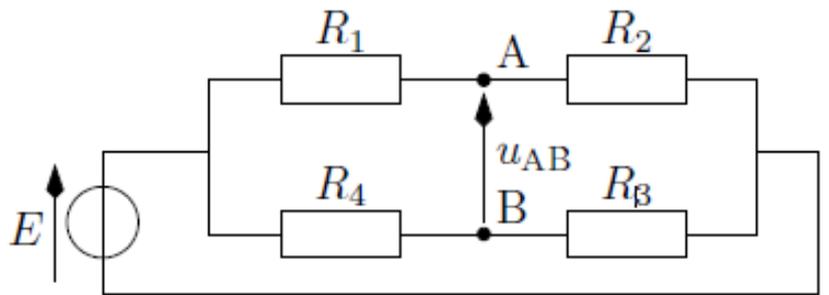


Exercice 4 : Pont de Wheatstone

Un « pont de Wheatstone » est un circuit avec deux branches parallèles résistives, alimentées par un générateur idéal de tension E .

1. Déterminer la tension u_{AB} .
Remarque : il y a plusieurs méthodes, essayez-les !
2. Le pont est dit équilibré lorsque $u_{AB} = 0$. En déduire une relation entre R_1 , R_2 , R_3 et R_4 .

3. À l'aide de deux résistances R_1 et R_4 précisément connues, ainsi que d'une résistance R_2 variable et dont on peut accéder à la valeur (composant appelé « potentiomètre »), établir un protocole permettant de mesurer la résistance d'un dipôle inconnu.



On choisit d'utiliser $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ et $R_4 = 1 \text{ k}\Omega$. Ces valeurs sont connues à 5% près (la « graduation équivalente » vaut 5% de la valeur). On obtient, après manipulation, une valeur de $2,34 \text{ k}\Omega$ pour R_2 , avec une incertitude-type évaluée à $0,06 \text{ k}\Omega$.

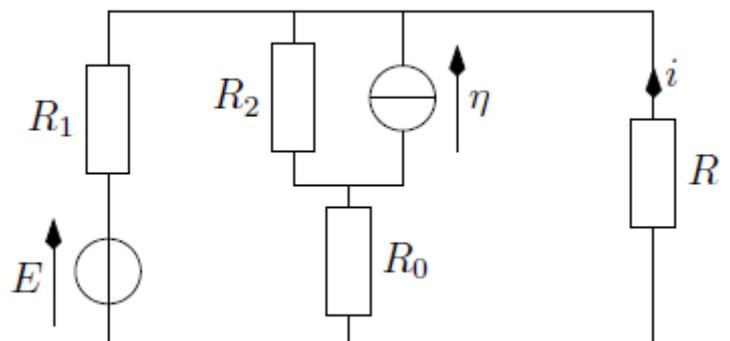
4. Quelle est la valeur de R_3 ?
5. Quelle est l'incertitude-type sur cette valeur ? On rappelle que lorsqu'une mesure s'écrit comme un produit $z = Ax^a y^b$, les incertitudes-types relatives s'ajoutent au carré :

$$\left(\frac{u_z}{z}\right)^2 = a^2 \left(\frac{u_x}{x}\right)^2 + b^2 \left(\frac{u_y}{y}\right)^2$$

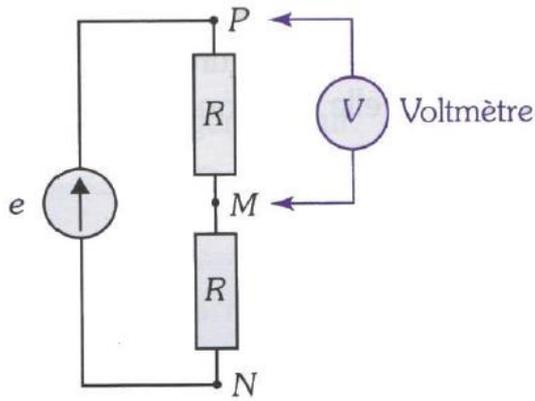
Exercice 5 : Détermination d'un courant

Déterminer dans le montage ci-contre l'intensité i du courant qui traverse le résistor de résistance R . Donner l'expression de i en fonction de R , R_0 , R_1 , R_2 , E et η .

Remarque : il y a plusieurs méthodes, essayez-les !



Exercice 6 : Contrariété expérimentale : du bon usage du voltmètre



Une source de tension, supposée idéale, de force électromotrice $e = 24V$ est branchée aux bornes de deux résistances en série, tous deux de résistances égales $R = 1M\Omega$.

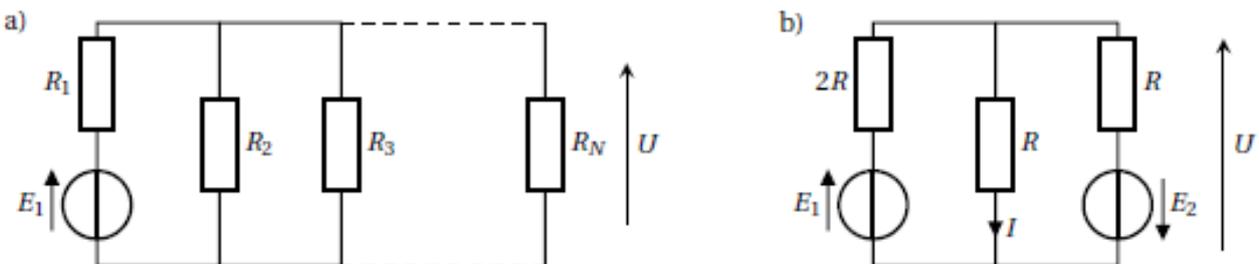
1. Calculer les tensions u_{MN} et u_{PM} en l'absence de voltmètre.
2. Pour effectuer la mesure de ces tensions, on utilise un voltmètre de résistance d'entrée $r = 1M\Omega$. Indiquer la tension lue sur le voltmètre quand on le branche successivement entre P et M, entre P et N, puis entre M et N.
3. Qu'en conclure ?

Exercice 7 : Alimentation électrique d'un radiateur

On considère un générateur de tension à vide E et de résistance interne r qui alimente un radiateur électrique, modélisable par un dipôle résistif de résistance R . L'effet du passage du courant est thermique : c'est l'effet Joule, qui convertit l'énergie électrique reçue par le radiateur en énergie thermique, servant à chauffer la pièce.

1. Exprimer la puissance P_R reçue par le radiateur en fonction de E , de r et de R .
2. Quelle est la valeur de la puissance quand $R = 0$? Quelle est la valeur de la puissance quand la résistance est très grande ? Que peut-on en déduire ?
3. Déterminer la valeur R_0 de R pour laquelle la puissance dissipée P_R dans le radiateur est maximale ? Représenter l'allure de la courbe donnant la puissance P_R en fonction de R .
4. Dans le cas où le radiateur a la résistance R_0 , exprimer la puissance thermique P_{R0} dissipée dans le radiateur et la puissance thermique P_{r0} dissipée dans le générateur en fonction de E et de R_0 . Faire un bilan de puissance.
5. Pour quelle valeur de r le rendement est-il maximal ? En déduire le type de générateur qu'il faut utiliser pour alimenter un radiateur électrique.

Exercice 8 : Théorème de Millman



Un circuit (figure a) est constitué de N branches en dérivation. Dans la première, il y a une source idéale de tension de fem E_1 et une résistance R_1 . Dans les autres, il y a uniquement une résistance. On note U la tension aux bornes des N branches.

1. Montrer la relation suivante en rappelant la signification de G_k :

$$U = \frac{G_1 E_1}{\sum_k G_k}$$

2. Généraliser dans le cas où il y a des sources de tension dans plusieurs branches.
3. Déterminer, en exploitant le résultat de la question précédente dans le circuit de la figure b, la tension U puis l'intensité I en fonction de E_1 , E_2 et R .

Exercice 9 : Adaptation en puissance

Considérons un circuit où un générateur de force électromotrice E et de résistance interne r débite dans une résistance variable R .

1. Exprimer la puissance P_R reçue par la résistance R .
2. Exprimer la puissance totale P_{tot} fournie par la source idéale de tension.
3. Justifier qu'il existe une valeur R^* de R pour laquelle la puissance P_R est maximale. On dit dans ce cas que le générateur et la résistance sont adaptés. Exprimer R^* en fonction de r .
4. Calculer alors le rendement en puissance de l'installation. Commenter.

Exercice 10 : Répétiteur vidéo

Dans le domaine de la transmission de signaux vidéos, la norme impose d'utiliser des résistances d'entrée et de sortie égales à 75Ω . Cela permet d'imposer que l'amplitude crête à crête des signaux garde sa valeur nominale de 1 V , nécessaire à une bonne transmission de l'information.

On considère dans cet exercice un répétiteur, c'est-à-dire un bloc fonctionnel reproduisant en parallèle sur plusieurs sorties un signal identique à celui qu'il reçoit dans sa voie d'entrée. Le schéma équivalent à chacune des voies de sortie se compose d'une source idéale de tension s et d'une résistance interne valant 75Ω .

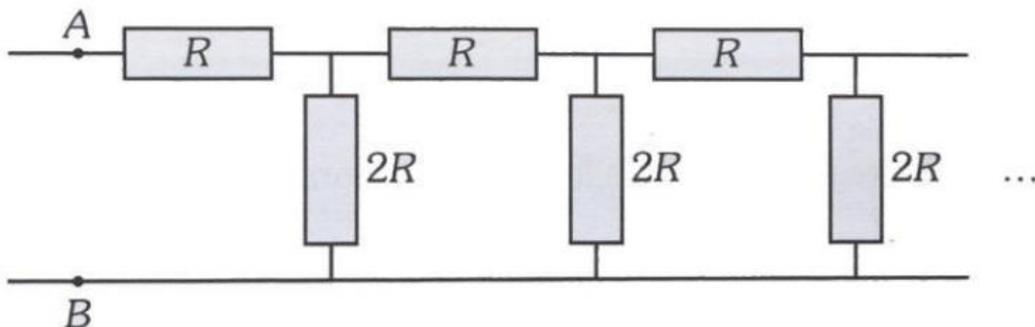
1. Proposer un schéma équivalent à la voie de sortie d'un répétiteur connecté à un écran de résistance d'entrée 75Ω .
2. En déduire la valeur à donner à s afin que la tension à l'entrée de l'écran respecte la valeur nominale.

Pour tester le bon fonctionnement d'une des voies du répétiteur, un réparateur débranche la sortie correspondante et la connecte à un voltmètre.

3. Quelle est la valeur de tension mesurée ? Comment procéder pour observer une tension d'amplitude égale à celle de la tension d'entrée de l'écran ?

Exercice 11 : Résolution de problème : chaîne infinie de résistances

On considère la chaîne infinie de résistances représentée sur la figure ci-dessous. Quelle est la résistance équivalente entre A et B ?



Exercice 12 : Résolution de problème : lampe de poche

Les anciennes lampes de poches contenaient une pile plate à languette de $4,5\text{ V}$, 3000 mAh qui alimentait une ampoule à incandescence de $4,5\text{ V}$, 500 mW . Estimer l'autonomie de la lampe de poche.