

Thème I. Ondes et signaux (Électricité)

TD n°3 Signaux électriques dans l'ARQS

💡 Méthode : Comment travailler des exercices ?

Avant la séance de TD :

- ★ Sur une feuille de brouillon, avec un crayon à la main et le chapitre ouvert sous les yeux.
- ★ Essayer des « trucs » même si cela n'aboutit pas.
- ★ Faire des schémas complets et suffisamment grands.
- ★ Ne rien écrire sur l'énoncé de TD afin de pouvoir refaire les exercices après la correction en classe.
- ★ Réfléchir environ 10 à 15 min sur chaque exercice demandé. Si vous bloquez complètement sur une question/un exercice, passez à la suite au bout de 10 min, et me poser des questions soit directement soit par mail nvalade.pcsi@gmail.com.

Après la séance de TD :

- ★ Refaire les exercices corrigés ensemble, sans regarder le corrigé dans un premier temps.
- ★ Une fois l'exercice terminé ou si vous êtes totalement bloqué, reprendre avec le corrigé.

Exercice n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Capacités											
Exprimer l'intensité du courant électrique en termes de débit de charge.											✍
Exprimer la condition d'application de l'ARQS en fonction de la taille du circuit et de la fréquence.	✍										
Utiliser la loi des mailles.		✍									
Utiliser la loi des nœuds.		✍									✍
Algébriser les grandeurs électriques et utiliser les conventions récepteur et générateur.		✍		✍	✍						✍
Utiliser les relations entre l'intensité et la tension. Citer des ordres de grandeurs des composants R, L, C.					✍	✍			✍	✍	
Exprimer la puissance dissipée par effet Joule dans une résistance.						✍					✍
Exprimer l'énergie stockée dans un condensateur ou une bobine.											
Modéliser une source en utilisant la représentation de Thévenin.						✍			✍		
Remplacer une association série ou parallèle de deux résistances par une résistance équivalente.			✍				✍				
Établir et exploiter les relations des diviseurs de tension ou de courant.				✍	✍		✍	✍	✍		

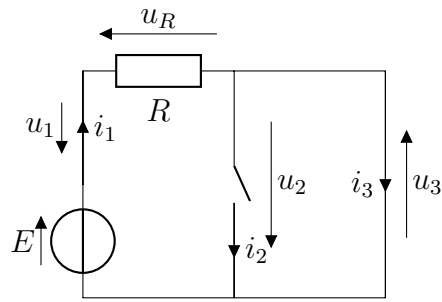
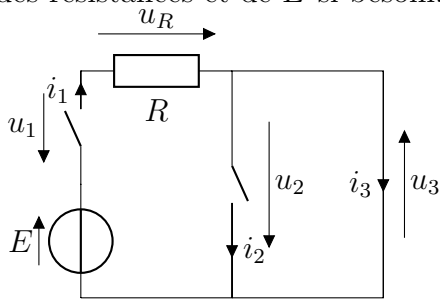
I Exercices d'application directe du cours

Exercice n°1 Cadre de l'ARQS

Les ondes radio FM sont des ondes électromagnétiques de fréquences de l'ordre de 100 MHz qui sont récupérées par des antennes de taille de l'ordre du mètre. Peut-on se placer dans le cadre de l'ARQS pour étudier la propagation du signal électrique dans l'antenne ?

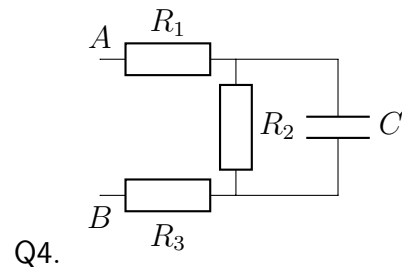
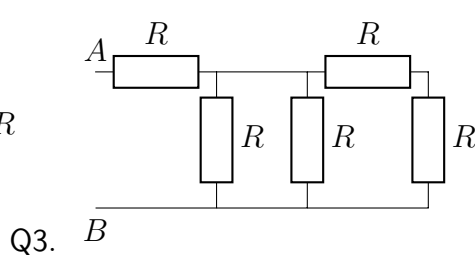
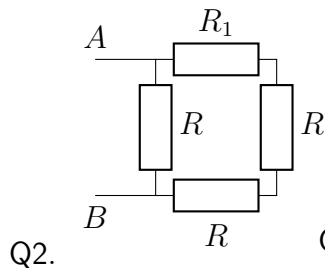
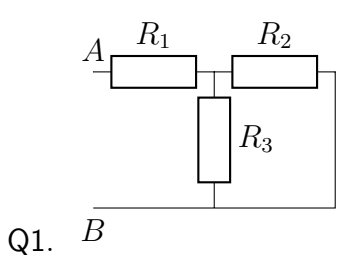
Exercice n°2 Tension et intensité

Dans les deux cas ci-dessous, exprimer toutes les tensions et intensités qui apparaissent sur le circuit en fonction des résistances et de E si besoin.



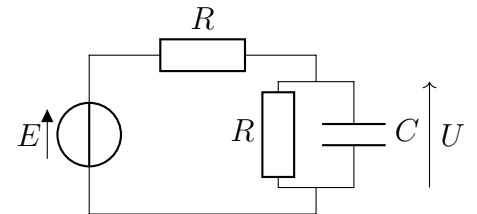
Exercice n°3 Associations de résistances

Pour chacun des circuits ci-dessous, indiquer si les différents conducteurs ohmiques sont montés en série, en parallèle, ou ni l'un ni l'autre. Lorsqu'elle existe, calculer la résistance équivalente vue entre les points A et B.

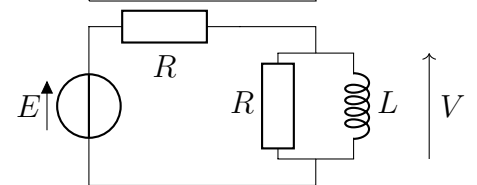


Exercice n°4 Régimes permanents

Q1. Représenter le circuit ci-contre en régime permanent. En déduire la tension U .

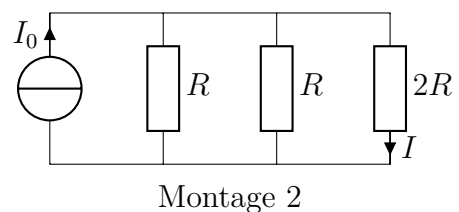
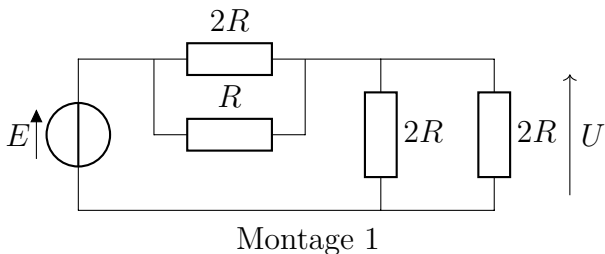


Q2. Représenter le circuit en régime permanent. En déduire la valeur de la tension V .



Exercice n°5 Ponts diviseurs

Exprimer U en fonction de E dans le montage 1 et I en fonction de I_0 dans le montage 2.



Exercice n°6 Modèle de pile

On mesure une tension de 3,0 V aux bornes d'une pile qui débite un courant de 0,10 A. La tension de la même pile tombe à 2,2 V lorsque l'intensité délivrée est de 0,20 A.

On modélise la pile par un générateur de Thévenin.

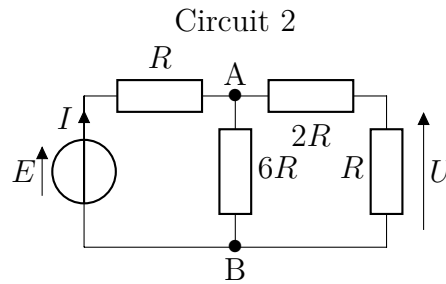
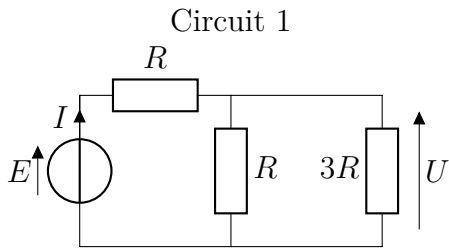
Q1. Que valent la résistance interne et la fem à vide ?

Q2. Lorsque la tension est de 3,0 V, calculer la puissance fournie par la pile au reste du circuit, ainsi que la puissance perdue dans la pile par effet Joule.

Exercice n°7 Circuits à deux mailles

On étudie les deux circuits ci-dessous. Les études seront menées uniquement avec les ponts diviseurs et les associations de résistances.

Application numérique pour $E = 3,0 \text{ V}$ et $R = 1,5 \text{ k}\Omega$.



- Q1. Dans le circuit 1, exprimer U en fonction de E .
- Q2. Dans le circuit 1, exprimer I en fonction de E et R .
- Q3. Dans le circuit 2, exprimer la résistance équivalente entre A et B , pour exprimer ensuite U_{AB} en fonction de E .
- Q4. Dans le circuit 2, exprimer U en fonction de U_{AB} , puis U en fonction de E .

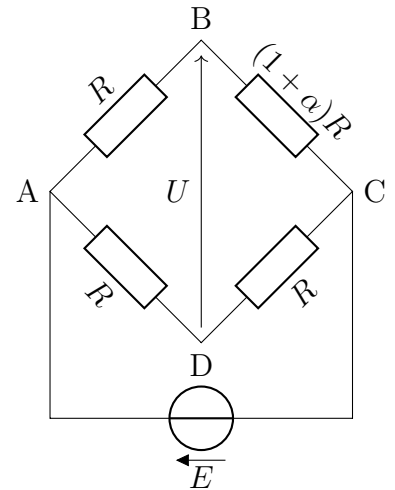
II Exercices d'approfondissement

Exercice n°8 Capteur

On considère le montage ci-contre, qui comporte trois résistances identiques, et un capteur équivalent à une résistance $(1 + \alpha) \times R$ avec α un paramètre sans dimension qui varie en fonction de la sortie du capteur.

On mesure la tension U .

Établir l'expression de la tension U en fonction de E et α . On passera par l'application de deux relations du pont diviseur de tension bien choisies.



Exercice n°9 Résistance d'entrée d'un oscilloscope

En régime continu, l'étage électronique d'entrée d'un oscilloscope peut se modéliser par sa seule résistance d'entrée $R_e = 1 \text{ M}\Omega$. On connecte un générateur de résistance interne $r = 50 \Omega$ sur l'entrée de l'oscilloscope.

Quelle erreur relative commet-on en confondant la f.é.m. E du générateur et la tension U mesurée par l'oscilloscope? Conclure.

III Résolution de problèmes

Exercice n°10 Petit-déjeuner

Peu satisfait.e du petit-déjeuner proposé par le réfectoire du lycée, un.e pensionnaire de l'internat installe dans sa chambre une bouilloire et un grille-pain. Il.elle branche les deux appareils sur une seule multiprise, qui est protégée par un fusible de 10 A. Les puissances consommées respectivement par la bouilloire et le grille pain sont 1300 W et 1100 W.

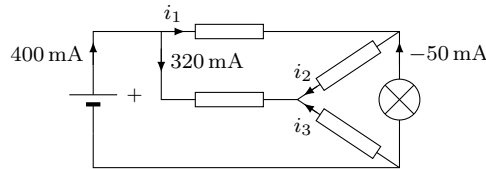
Peut-il.elle utiliser le grille-pain et la bouilloire en même temps?

Exercice n°11 Lampe de poche

Les anciennes lampes de poches contenaient une pile plate à languette de 4,5 V , 3000 mAh qui alimentait une ampoule à incandescence de 4,5 V , 500 mW.

Estimer l'autonomie de la lampe de poche.

Entraînement 3.4 — Loi des nœuds bis.



On considère le circuit électrique représenté ci-dessus.

À partir de la loi des nœuds, calculer l'intensité des courants sans utiliser la calculatrice.

- a) i_1 b) i_2 c) i_3

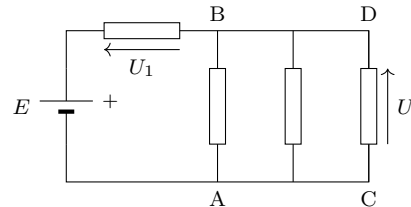
Autour de la tension électrique

Entraînement 3.5 — Loi des mailles.



Un circuit électrique est formé d'une pile de f.é.m E et de quatre dipôles. Certaines tensions sont indiquées.

À partir de la loi des mailles, exprimer en fonction de E et U_1 les tensions suivantes :



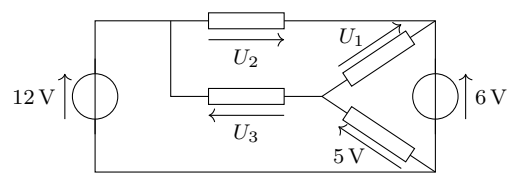
- a) U
- b) $U_{AB} = V(A) - V(B)$
- c) U_{DA}

Entraînement 3.6 — Calculer une tension.



On considère le circuit électrique formé de deux sources idéales de tension et de quatre dipôles, comme représenté ci-contre.

À partir de la loi des mailles, calculer les tensions :



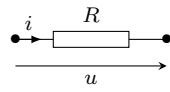
- a) U_1
- b) U_2
- c) U_3

Loi d'Ohm

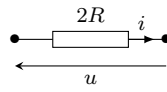
Entraînement 3.7 — Caractéristiques.



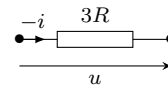
On considère les cas suivants :



Résistance 1



Résistance 2



Résistance 3

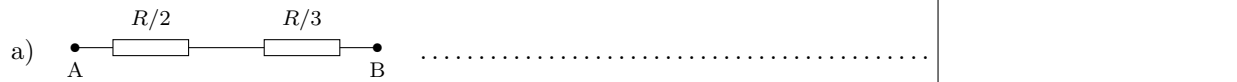
Dans chaque cas, exprimer i en fonction de u et R .

- a) Résistance 1
- b) Résistance 2
- c) Résistance 3

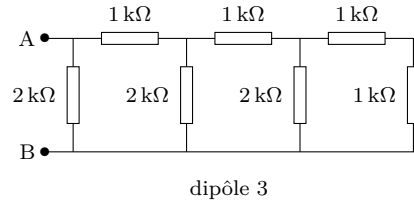
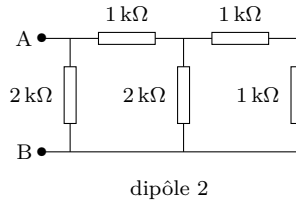
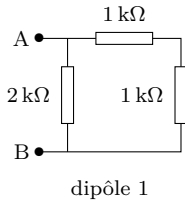
Entraînement 3.8 — Résistances associées.



Exprimer la résistance équivalente des dipôles AB suivants :



Entraînement 3.9 — Trois résistances équivalentes.



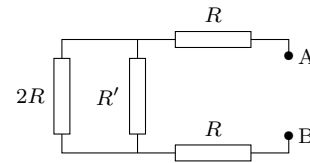
Sans utiliser la calculatrice, calculer la résistance équivalente

- a) du dipôle 1 b) du dipôle 2 c) du dipôle 3

Entraînement 3.10 — Une autre résistance équivalente.



On considère le dipôle AB constitué uniquement de conducteurs ohmiques.



Exprimer la résistance équivalente du dipôle AB en fonction de R et R'

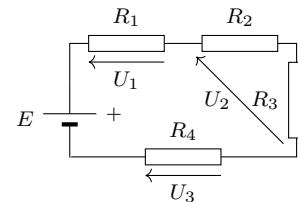
Diviseurs

Entraînement 3.15 — Un diviseur de tension.



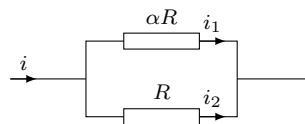
On forme un circuit avec une pile de f.é.m E et quatre conducteurs ohmiques. On définit les tensions U_1 , U_2 et U_3 comme indiqué ci-contre.

Exprimer en fonction de E , R_1 , R_2 , R_3 et R_4 , les tensions :



- a) U_1 b) U_2 c) U_3

Entraînement 3.16 — Un diviseur de courant.

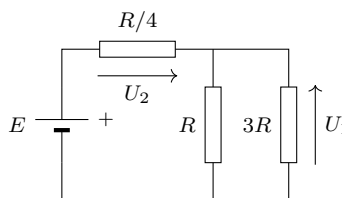


- a) Pour quelle valeur de α , a-t-on $i_1 = i/3$?
- b) Pour quelle valeur de α , a-t-on $i_2 = 3i_1$?

Entraînement 3.17 — Exercice de synthèse I.

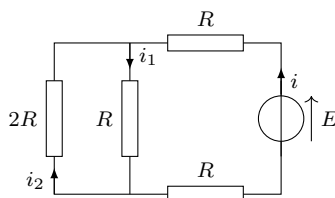


On forme un circuit avec une pile et trois conducteurs ohmiques. On définit les tensions U_1 et U_2 comme indiqué ci-contre.



- a) Calculer la résistance équivalente aux deux conducteurs ohmiques en parallèle.
- b) À l'aide de la formule du diviseur de tension, exprimer U_1 en fonction de E et R
- c) Faire la même chose pour U_2

Entraînement 3.18 — Exercice de synthèse II.



- a) Après avoir simplifié le circuit, calculer i en fonction de E et R
- b) En déduire i_1 à partir de la formule du diviseur de courant
- c) En déduire i_2

Réponses mélangées

$2i$	$\frac{R}{N}$	$R\left(\frac{1-a^2}{3-a^2}\right)$	$\frac{u}{2R}$	$-\frac{E}{8R}$	$1\text{ k}\Omega$	$\frac{3E}{4R}$	$\frac{3}{4}R$	$\frac{u}{3R}$	-350 mA
$\frac{E}{R}$	$1\text{ k}\Omega$	$U_1 - E$	$\frac{4R(R+R')}{2R+R'}$	$E - U_1$		$\frac{-ER_4}{R_1+R_2+R_3+R_4}$	$\frac{R}{5}$	$1\text{ k}\Omega$	
$\frac{E}{4R}$		$\frac{ER_1}{R_1+R_2+R_3+R_4}$	$\frac{1}{4}Ri + Ri_1$	$\frac{R_2}{R_1+R_2}I_0$	7 V	$-\frac{u}{R}$	3	30 mA	
$\frac{3E}{8R}$	0	$2,5 \cdot 10^{17}$	$\frac{E(R_2+R_3)}{R_1+R_2+R_3+R_4}$	$-\frac{E}{4}$	$2R$	$\frac{5}{6}R$	-6 V	0	
80 mA	$\frac{I_0}{3}$	i	ⓑ $\frac{13}{4}Ri - 3Ri_1$	$\frac{3}{4}E$	1 V	$E - U_1$	R	2	

Énergie et puissance électriques

Prérequis

Puissance électrique. Relation puissance-énergie. Expressions des énergies stockées dans une bobine et dans un condensateur. Effet Joule.

Pour commencer

Entraînement 6.1 — Puissance et énergie.



Le chargeur d'un téléphone portable consomme une puissance de 5 W. La charge complète de la batterie (à partir d'une batterie vide) prend 55 min.

Calculer l'énergie E contenue dans la batterie :

- a) en joules
- b) en watt-heures (W · h)

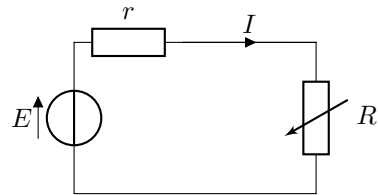
Régime permanent

Entraînement 6.7 — Puissance consommée.



Soit un générateur réel de fém E constante et de résistance interne r .

On branche à ses bornes un conducteur ohmique de résistance variable R .



- a) Déterminer l'intensité du courant qui circule dans le circuit
- b) Déterminer la puissance \mathcal{P} dissipée dans le conducteur ohmique en fonction de E , r et R .
.....

Entraînement 6.8 — Optimisation de puissance échangée.



Dans un certain circuit, la puissance dissipée dans un conducteur ohmique de résistance R vaut

$$\mathcal{P} = E^2 \frac{R}{(r + R)^2},$$

où r est un paramètre.

On souhaite déterminer quelle valeur de R permet d'optimiser la puissance reçue par la résistance R étant données les caractéristiques de la source

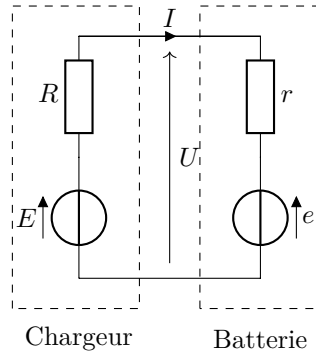
- a) Calculer $\frac{d\mathcal{P}}{dR}$
- b) Trouver la valeur R_{\max} pour laquelle $\mathcal{P}(R)$ est maximale
- a) $R_{\max} = R$
 c) $R_{\max} = R + r$
 e) $R_{\max} = \frac{1}{\frac{1}{r} + \frac{1}{R}}$
 f) $R_{\max} = R \times e^{r/R}$
- b) $R_{\max} = r$
 d) $R_{\max} = \frac{R^2}{r + R}$
-

Entraînement 6.10 — Charge d’une batterie.



Une batterie de voiture est déchargée. Pour recharger cette batterie, de fém $e = 12\text{V}$ et de résistance interne $r = 0,2\Omega$, on la branche sur un chargeur de fém $E = 13\text{V}$ et de résistance interne $R = 0,3\Omega$.

On a alors le circuit suivant :



On lit sur la batterie qu'elle a une capacité de $50\text{ A} \cdot \text{h}$ (ampères-heures).

a) Exprimer le courant I circulant dans la batterie en fonction de E , e , R et r .

.....

b) Exprimer la tension U aux bornes de la batterie lors de la charge en fonction de E , e , R et r .

.....

c) Exprimer la puissance délivrée par la source de fém E en fonction de E , e , R et r .

.....

d) Exprimer la puissance dissipée par effet Joule dans le circuit en fonction de E , e , R et r .

.....

e) Exprimer la puissance reçue par la batterie en fonction de E , e , R et r .

.....

Le rendement η de la charge est égal au rapport de la puissance reçue par la batterie par la puissance fournie par la source E .

f) Déterminer l'expression du rendement η en fonction de E et e .

.....

g) Calculer la valeur numérique du rendement η