TD Signaux électriques n° 1

Circuits électriques dans l'ARQS

Capacités exigibles :

- Exprimer l'intensité électrique en termes de débit de charge ✠ ;
- Utiliser la loi des nœuds et la loi des mailles en algébrisant les grandeurs électriques ◐ ;
- Connaître les relations courant-tension d'un résistor d'un condensateur et d'une bobine ♠ ;
- Modéliser une source de tension non idéale en utilisant la représentation de Thévenin ⋈ ;
- Établir et exploiter les relations de diviseurs de tension ou de courant ☼ ;.
- Exprimer la puissance dissipée par effet Joule dans une résistance et l'énergie stockée dans un condensateur ou une bobine ⌑.

Exercice 1 Étude d'une varistance ◐⋈♠

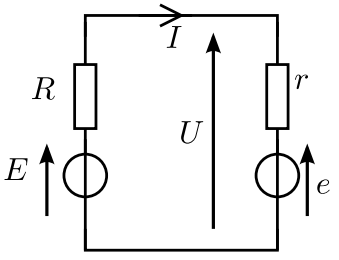
Soit une varistance D_1 (dipôle passif non linéaire) parcouru par un courant i_1 sous une tension u_1. L'étude expérimentale de D_1 nous a fourni le tableau suivant :

$u_1(V)$	2	4	6	8	10	12	14
$i_1(mA)$	2	8	23	50	100	150	200

1. Tracer la caractéristique courant-tension, notée $\mathcal{C}_1$, de cette varistance.
2. Cette varistance est mise en série avec un résistor $R_2 = 100\ \Omega$. Un voltmètre au borne du groupement D_1, R_2 indique $u = u_1 + u_2 = 13\ V$ (u_2 est la tension aux bornes de R_2). En déduire graphiquement l'intensité i_1 du courant dans la varistance.
3. La varistance se trouve à présent en parallèle avec un résistor $R_3 = 120\ \Omega$. Un ampèremètre indique $i = i_1 + i_3 = 200\ mA$. En déduire graphiquement la tension u_1 aux bornes de la varistance.

Exercice 2 Charge d'une batterie d'accumulateurs*** ✠◐♠⋈⌑

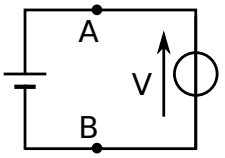
La batterie d'une voiture est initialement déchargée. Pour recharger cette batterie, modélisée par une force électromotrice $e = 12\ V$ en série avec une résistance $r = 0,2\ \Omega$, on la branche sur un chargeur de force électromotrice $E = 13\ V$ et de résistance interne $R = 0,3\ \Omega$. On suppose qu'au cours de la charge , la tension e reste constante ($e = 12\ V$). On lit sur la batterie qu'elle a une « capacité » de 50 $A.h$ (ampères-heures).



1. Déterminer le courant I circulant dans la batterie et la tension U à ses bornes lors de la charge. Quelle est la convention utilisée ?
2. Calculer la puissance délivrée par la source E, la puissance dissipée par effet Joule et la puissance reçue par la batterie (stockée sous forme chimique).
3. Définir et calculer le rendement.
4. À quelle grandeur physique la capacité de 50 $A.h$ est-elle homogène ?
5. Initialement la batterie est déchargée, avec seulement 10% de sa capacité. Déterminer le temps de charge pour la recharger complètement.
6. Que vaut l'énergie dissipée par effet Joule pendant la charge ?

Exercice 3 Pile ◐♠⋈☼

Soit une pile de force électromotrice E et de résistance interne r que l'on se propose de déterminer.

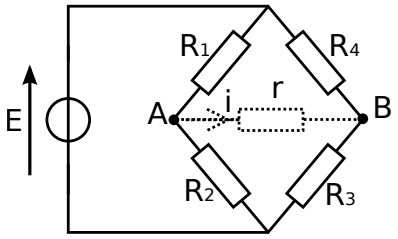


1. On branche un voltmètre de résistance R entre les points A et B. Soit V la différence de potentiel indiqué par l'appareil. Exprimer V en fonction de E, R et r.
2. On complète le montage précédent en intercalant une résistance connue ρ entre A et B. Soit u la différence de potentiel indiquée par le Voltmètre. Exprimer u en fonction de E, R, r et ρ.
3. Exprimer r puis calculer sa valeur sachant que $V = 996\ mV$, $u = 415\ mV$, $R = 10\ k\Omega$, $\rho = 1\ \Omega$.

Exercice 4 Pont de Wheatstone◐☼♠

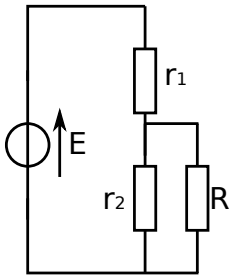
On considère le montage ci-contre. L'ensemble des quatre résistances constitue un pont de Wheatstone.

1. Déterminer la différence de potentiel $V_A - V_B$. (On ne tient pas compte de la résistance r)
2. On branche entre A et B une résistance de valeur r. Quelle doit être la condition sur les quatre résistances pour que le courant circulant dans r soit nul ? On dit alors que le pont est équilibré.



Exercice 5 Rendement d'un montage potentiométrique◐☼¤♠

Le rendement η de ce diviseur de tension est le rapport P_R de la puissance dissipée dans la résistance de charge R à la puissance P_E fournie par la source de tension E. Exprimer η en fonction de r_1, r_2 et R puis faites l'application numérique sachant que : $r_1 = 750\ \Omega$; $r_2 = 250\ \Omega$; $R = 80\ \Omega$.



Exercice 6 Mesure faussée par un voltmètre◐☼♠

Une source de tension continue $U = 24\ V$ est branchée aux bornes de deux résistances en série, toutes deux égales à $R = 10\ M\Omega$.

1. Calculer la valeur des tensions aux bornes de chaque résistance, en l'absence de voltmètre.
2. Pour effectuer les mesures, on utilise un voltmètre de résistance d'entrée $r = 10\ M\Omega$. Déterminer la tension affichée sur le voltmètre aux bornes de chaque résistance puis aux bornes de la source de tension.

Solutions des exercices

[1] *Réponses : 2) $u_1 = 8\ V$ et $i_1 = 50\ mA$; 3) $u_1 = 10,5\ V$ et $i_1 = 113\ mA$*

[2] *Réponses : 1) $I = 2\ A$, $U = 12,4\ V$; 2) $P_{gene} = 26\ W$, $P_{Joule} = 2\ W$, $P_{stock} = 24\ W$; 3) $\eta = 92\%$; 5) $t = 22,5\ h$; 6) $W_{Joule} = 160\ kJ$*

[3] *Réponses : 1) $V = \frac{RE}{R+r}$; 2) $u = \frac{R\rho E}{R\rho+r(R+\rho)}$; 3) $r = \frac{R\rho(V-u)}{(R+\rho)u-\rho V} = 1,4\ \Omega$*

[4] *Réponses : 1) $V_A - V_B = E\frac{R_2R_4-R_1R_3}{(R_1+R_2)(R_3+R_4)}$; 2) $R_2R_4 = R_1R_3$*

[5] *Réponses : $\eta = \frac{Rr_2^2}{(r_2+R)[r_2(r_1+R)+r_1R]} = 0,057$*

[6] *Réponses : 1) 12 V ; 2) 8 V et 24 V*