

Programme de la semaine du 16 octobre 2023

Cours

Chapitre 5 : Lois des circuits électriques

- Structure de la matière (atomes, électrons, noyaux). Ordre de grandeur de la masse des constituants de l'atome, valeur de la charge élémentaire. Savoir que la matière est électriquement neutre.
- Conservation de la charge électrique. Électrisation des objets par échanges de charges électriques (exemple : arrachage d'électrons par frottement). Mise en évidence expérimentale de la force électrique.
- Savoir donner une définition du courant électrique dans un conducteur et de son intensité. Savoir qu'en régime stationnaire, l'intensité du courant est la même dans tout le conducteur. Savoir donner le sens du courant en fonction du signe de l'intensité et de l'orientation arbitraire du conducteur ; en déduire le sens de déplacement des électrons libres dans un métal. Connaître des ordres de grandeur d'intensité du courant.
- Savoir définir la tension entre deux points d'un conducteur. Savoir que le potentiel électrique est relié à l'énergie potentielle électrique des électrons dans le circuit. Savoir définir la notion de masse dans un circuit. Ordres de grandeur de tensions.
- Savoir donner la définition d'un dipôle, d'un nœud, d'une branche et d'une maille. Connaître la définition de deux dipôles en série, en parallèle. En déduire comment brancher un ampèremètre pour mesurer une intensité, un voltmètre pour mesurer une tension.
- Lois de Kirchhoff en régime stationnaire : loi des nœuds, loi des mailles.
- Conventions générateur et récepteur. Ponts diviseur de tension et diviseur de courant (savoir démontrer les formules).
- Les générateurs de tension : source idéale de tension et modèle de Thévenin d'une source de tension réelle.
- **Analyse des circuits électriques** : mise en équation d'un circuit avec une ou deux mailles. Pensez à simplifier le circuit dans le cas où il n'y a qu'une seule source de tension et que des résistances (utiliser les formules d'association de résistances, et des ponts diviseurs de tension ou de courant).
- Notion de caractéristique d'un dipôle. Exemples : résistance, court-circuit, interrupteur ouvert, source idéale de tension, source réelle de tension (modèle de Thévenin), source idéale de courant, source réelle de courant, diode. Introduction du vocabulaire : dipôle linéaire/non-linéaire, actif/passif, symétrique/polarisé, comportement récepteur/générateur (en fonction du signe de la puissance reçue ou fournie). Notion de point de fonctionnement.
- Résistance d'entrée (exemple du voltmètre et de l'ampèremètre, influence de la résistance d'entrée sur le circuit). Résistance de sortie (exemple du GBF).

Chapitre 6 : Régimes transitoires du premier ordre.

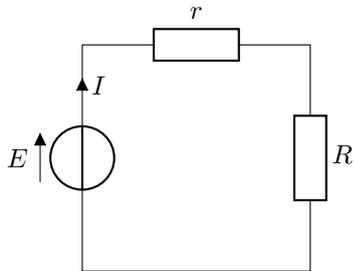
- Définition du régime variable. Définition de l'intensité en régime variable, introduction des grandeurs infinitésimales. Savoir décrire l'approximation des régimes quasi-stationnaires et donner un critère de validité. Savoir que les lois de Kirchhoff s'appliquent dans l'ARQS.
- Dipôle condensateur. Schéma électrique en convention récepteur, relation entre la charge portée par les armatures et la tension, relation courant-tension (à savoir démontrer). Ordre de grandeur des capacités. Dipôle équivalent en régime permanent, modélisation d'un condensateur réel (résistance de fuite). Puissance algébrique reçue en convention récepteur, définition de l'énergie électrostatique stockée par le condensateur. Continuité (au sens mathématique du terme) de la tension aux bornes du condensateur.
- **Réponse d'un circuit RC série à un échelon tension (= réponse indicielle)**. Mise en équation du circuit et résolution de l'équation différentielle pour la tension aux bornes du condensateur, dans le cas d'un échelon de tension en entrée. Définition de la constante de temps. Définition du régime transitoire et du régime établi. Savoir tracer l'allure de l'évolution de la tension en fonction du temps (asymptote horizontale, tangente à l'origine). Temps de réponse à 63%. Savoir décrire l'expérience de cours (circuit, modélisation du GBF). **Nous n'avons pas encore discuté de la notion de terre pour le placement des voies de l'oscilloscope, qui sera vue en TP.**

Exercices

Exercices sur le **chapitre 5**.

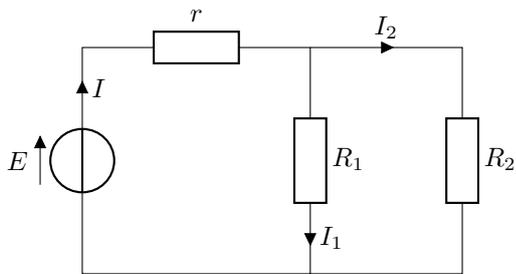
Pour les colleurs et colleuses, voici les exercices traités en cours pour illustrer la méthode de mise en équation d'un circuit, la notion de point de fonctionnement et celle de résistance d'entrée.

Exercice 5 (Circuit à une maille)



↷ Déterminer l'intensité I du courant et les tensions aux bornes des 2 résistances en fonction de E , r et R .

Exercice 6 (Circuit à « 2 mailles »)

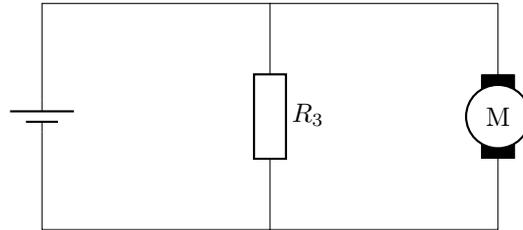


1) Déterminer les intensités I , I_1 et I_2 des courants et les tensions aux bornes des 3 résistances en fonction de E , r , R_1 et R_2 .

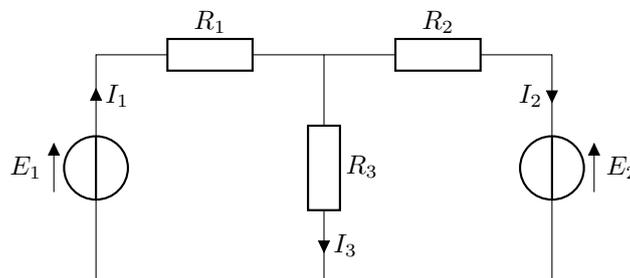
2) En faisant comme si vous n'aviez pas traité la première question, déterminer la tension U_1 aux bornes de la résistance R_1 (on ne cherchera pas à déterminer les autres grandeurs inconnues).

Exercice 7 (Circuit à « 2 mailles » ... et 2 sources de tension)

On considère le circuit à « 2 mailles » ci-dessous. Une pile alimente un moteur électrique via un circuit d'alimentation modélisé par la résistance R_3 .



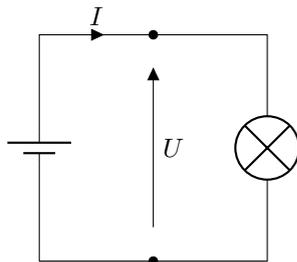
On modélise la pile par un générateur de Thévenin de f.é.m $E_1 > 0$ et de résistance interne R_1 . Le moteur électrique transforme une partie de la puissance électrique reçue en puissance mécanique, le reste étant dissipée par effet Joule. On modélise le moteur à l'aide d'une source idéale de tension de f.é.m $E_2 > 0$ en série avec une résistance R_2 , comme ci-dessous.



- 1) Exprimer la puissance reçue algébriquement par le moteur en fonction de E_2 , R_2 et I_2 . Commenter la signification des 2 termes. Quel devrait être le signe de I_2 ?
- 2) Déterminer l'intensité I_2 en fonction de E_1 , E_2 , R_1 , R_2 et R_3 .

Exercice 8 (Une pile et une lampe, une dernière fois ... jusqu'à la prochaine fois)

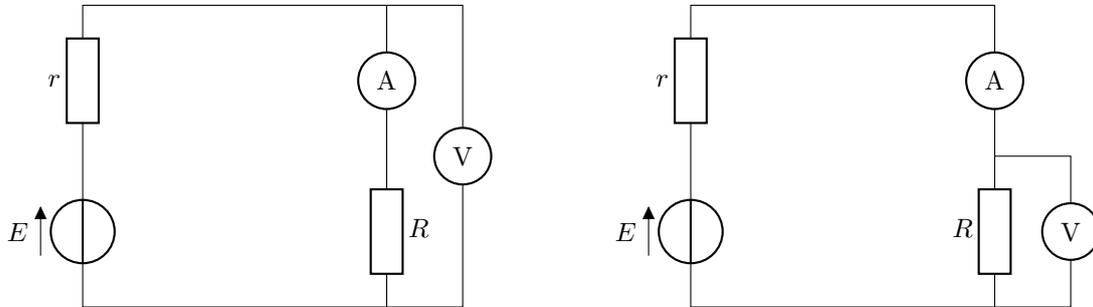
On considère le circuit ci-dessous. On modélise la pile par un générateur de Thévenin, de f.é.m $E > 0$ et de résistance interne r , et la lampe par un conducteur ohmique de résistance R .



- 1) Représenter le schéma équivalent du circuit.
- 2) Déterminer les valeurs U_0 et I_0 prises par U et I en fonction de E , r et R . On pourra commencer par exprimer les relations liant l'intensité du courant et la tension pour chaque dipôle.
- 3) Représenter ces 2 relations sur un graphe. On portera I en abscisse et U en ordonnée. Placer le point de coordonnées (I_0, U_0) appelé point de fonctionnement du circuit.

Exercice 9 (Montages courte et longue dérivation)

Afin de connaître la valeur d'une résistance, il faut mesurer simultanément la tension à ses bornes et le courant qui la traverse. Il est possible d'utiliser deux types de montages, représentés ci-dessous et appelés longue dérivation et courte dérivation selon la manière dont le voltmètre et l'ampèremètre sont branchés. On obtient la valeur de R en divisant la tension U_{mes} lue sur le voltmètre par l'intensité I_{mes} lue sur l'ampèremètre. On utilise des instruments réels : l'ampèremètre possède une résistance d'entrée $R_A = 10 \Omega$ et le voltmètre une résistance d'entrée $R_V = 10 \text{ M}\Omega$.



Le voltmètre et l'ampèremètre sont branchés soit en *longue dérivation* (LD, montage de gauche), soit en *courte dérivation* (CD, montage de droite).

- 1) Déterminer la valeur R_{LD} de la résistance, mesurée avec le montage longue dérivation, en fonction de R et R_A . En déduire l'erreur systématique $\epsilon_{LD} = \frac{|R_{LD} - R|}{R}$ commise lors de la mesure. Faire l'application numérique pour $R = 100 \Omega$ et $R = 100 \text{ k}\Omega$.
- 2) Déterminer la valeur R_{CD} de résistance mesurée avec le montage courte dérivation, en fonction de R et R_V . En déduire l'erreur systématique $\epsilon_{CD} = \frac{|R_{CD} - R|}{R}$ commise lors de la mesure. Faire l'application numérique pour $R = 100 \Omega$ et $R = 100 \text{ k}\Omega$.
- 3) En pratique $R_V \gg R_A$, pour quelles valeurs de R la méthode longue dérivation conduit-elle à une erreur systématique moindre que celle de la méthode courte dérivation ?