

Matériel

Un GBF
Un oscilloscope
Des boîtes à décades de résistance
Une bobine

Objectifs :

- Règle d'association des inductances
- Observer à l'oscilloscope une intensité

Quelques mots sur les moteurs

Les moteurs électriques nécessitent pour fonctionner **des champs magnétiques intenses** qu'on génère à l'aide de bobines. Plus le champ magnétique est grand, plus le moteur est puissant. Pour générer des champs magnétiques importants, il faut utiliser des bobines de grandes inductances. L'apparition du courant électrique dans le moteur et donc son démarrage peut alors prendre du temps.

Approche expérimentale : allumage d'un moteur

On souhaite étudier expérimentalement l'évolution de l'intensité dans la bobine et la durée du régime transitoire. Pour cela on branche en série :

- ▷ un générateur de basse fréquence GBF délivrant un signal crête à crête de fréquence f et d'amplitude 1V
- ▷ une bobine $L \simeq 12\text{mH}$

Observer une intensité

Un oscilloscope ne mesure que des tensions. Pour mesurer l'intensité d'un circuit on mesure la tension aux bornes d'une résistance R dont on connaît la valeur (*souvent un multiple de 10*) :

$$i = u_R(t)/R$$

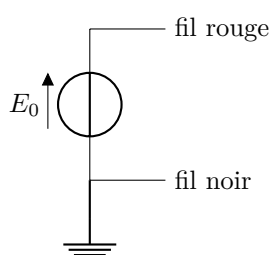
On ajoute alors à notre circuit une résistance $R = 10k\Omega$.

Quel ordre pour le circuit ?

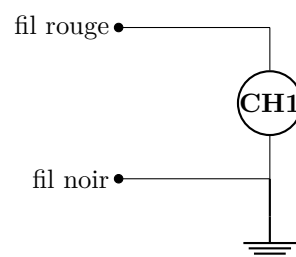
La résistance R peut alors être placée à deux endroits : "avant" ou "après" la bobine. Ces deux circuits sont identiques à l'exception de la position de la masse.

► Masse d'un GBF

Un générateur (pour des raisons de sécurité) est relié à la masse (appelé aussi Terre), représenter visuellement par l'emploi d'un fil noir.

**► Masse d'un oscilloscope**

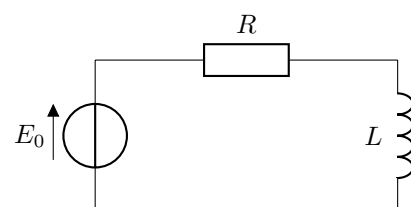
Un oscilloscope est également relié à la masse (appelé aussi Terre).

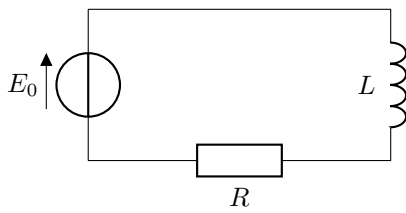


Lorsqu'on branche un GBF et un oscilloscope sur un même circuit, les masses doivent être connectées. Visuellement cela se traduit par le fait que **tous les fils noirs doivent être reliés entre eux**.

Propriété. Tension visible à l'oscilloscope

Seule la tension du dernier dipôle de la branche principale est visible à l'oscilloscope.

Exemple 1 :

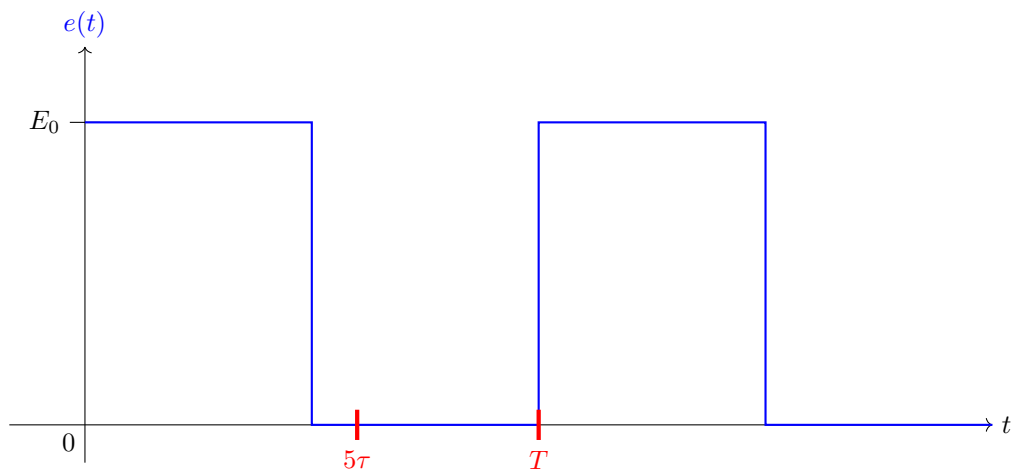
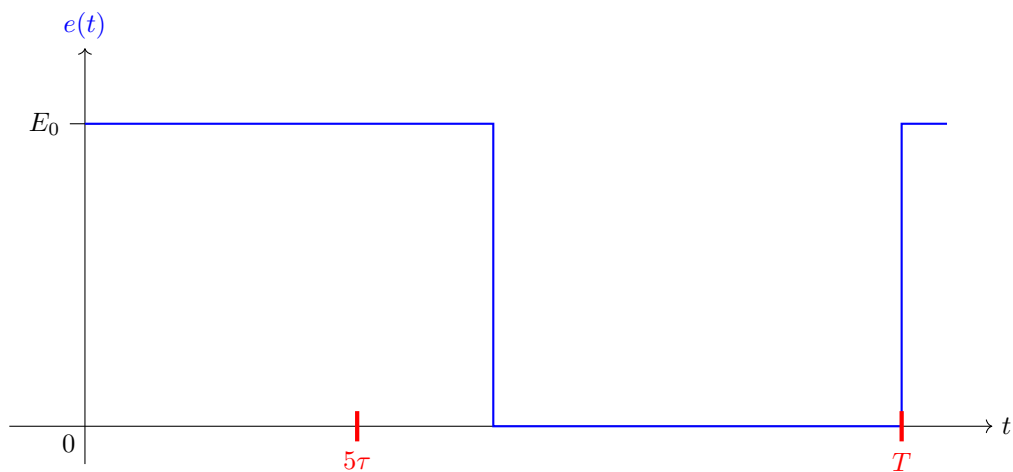


- ▷ Réaliser le montage électrique et brancher :
- ▷ la chaine 1 sur le générateur pour visualiser E_0
 - ▷ la chaine 2 sur la résistance R pour visualiser l'intensité

🛑 **Checkpoint !** on saute à la partie exercice !!

Réglage du GBF

Pour mimer des cycles d'allumage-extinction d'un moteur, on va générer à l'aide du GBF une tension créneau de période T (et fréquence $1/f$).



Propriété. Fréquence du GBF

Pour observer une grandeur variable de temps caractéristique τ il faut utiliser un créneau de période T :

$$T > 10\tau \Rightarrow f < \frac{1}{10\tau}$$

- ▷ Estimer la constante de temps τ du circuit électrique et en déduire la fréquence maximale du GBF.
- ▷ Alimenter le circuit avec un signal créneau de fréquence adéquate.

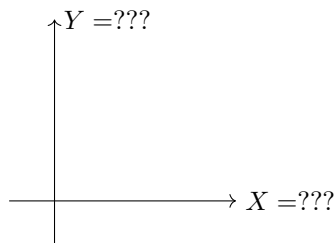
Charge d'une batterie

On s'intéresse désormais au problème de la charge d'une batterie modélisée par des condensateurs idéaux.

- ▷ Réaliser dans un premier temps l'étude théorique en fin de TP.
- ▷ Représenter ci-dessous le montage électrique à réaliser pour étudier la charge des condensateurs $C_1 = 5\text{nF}$ et $C_2 = 7\text{nF}$. On utilisera une résistance $R = 1\text{k}\Omega$. On y fera apparaître :
 - ▷ les deux chaînes de l'oscilloscope : CH1 sur le GBF ; CH2 : sur u_C
 - ▷ les différentes masses
 et on justifiera la position des différents dipôles (en début ou fin de maille).

Réglage et mesure à l'oscilloscope

- ▷ un coup d'*autoset* (efficace car la tension sur la CH1 est branché sur le GBF)
- ▷ on règle l'axe des temps (*horizontal*) et des tensions (*vertical*) pour visualiser sur l'écran l'entiereté du régime transitoire et un peu plus.
- ▷ à l'aide des "*cursors*" horizontaux, mesurer la durée du régime transitoire. En déduire le temps caractéristique τ du système.
- ▷ On réalise plusieurs mesure de τ en faisant varier la résistance R (à L fixée). Quel graphe tracer pour vérifier la loi $\tau = L/R$, on néglige la résistance interne $R_0 \ll R$.



On alimente le circuit avec un signal créneau d'amplitude 2V et de fréquence f .

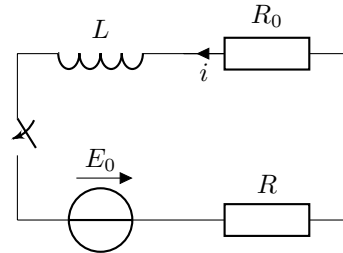
- ▷ Quelle fréquence minimale employer ici ?
- ▷ Afficher sur l'écran de votre oscilloscope une charge. A l'aide des curseurs, mesurer le temps de charge et en déduire la valeur du temps caractéristique τ .
- ▷ En déduire alors la valeur de C_{eq} . Comparer au résultat de la Q3.
- ▷ En translatant (**on ne change pas l'échelle !!**) sur l'oscilloscope l'axe des temps, observer la décharge du condensateur.
- ▷ Modifier la résistance R du circuit. Comment varie le temps de décharge de la batterie ?
- ▷ Modifier votre circuit pour observer désormais l'intensité i qui traverse la résistance R .
- ▷ A quel moment la puissance dissipée par effet Joule est la plus importante ?
- ▷ En calculant théoriquement l'expression de $i(t)$, retrouver le résultat précédent par le calcul.

Approche théorique : allumage d'un moteur

Une bobine réelle est un enroulement de fils : plus il y a de boucles, plus l'inductance de la bobine est grande. Certaines bobine peuvent contenir jusqu'à plusieurs centaines de mètres de fil électrique : il n'est alors plus possible de modéliser ces dipôles par des bobines idéales.

1. La résistance linéique d'un fil, notée λ , donne la résistance d'un fil électrique par unité de longueur. On donne $\lambda = 5,2 \cdot 10^{-2} \Omega \cdot \text{m}^{-1}$. Estimer la résistance électrique R_0 de 100m de fil.

On s'intéresse au démarrage d'un moteur composé d'une bobine réelle (L, R_0) branchée en série avec un générateur de tension et une résistance $R = 10k\Omega$. A $t = 0$, on ferme l'interrupteur pour allumer le moteur.



2. Donner l'équation différentielle dont i est solution.
3. Exprimer le temps caractéristique τ du système. A l'aide d'une analyse dimensionnelle, vérifier que l'expression trouvée est bien un temps.
4. Donner l'expression de i au cours du temps.
5. Donner la valeur I_∞ de i en régime continu. Au bout de combien de temps est-elle atteinte ?
6. Exprimer $t_{1/2}$, le temps nécessaire pour que l'intensité vaille la moitié de sa valeur finale : $i(t_{1/2}) = I_\infty/2$.

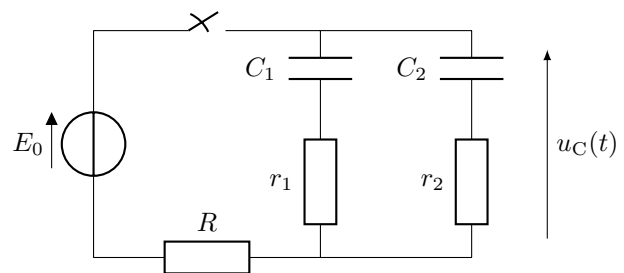
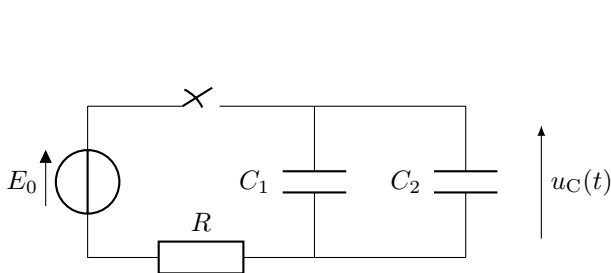
Association de condensateur

Le terme "batterie" désigne un ensemble d'objet identique. Une "batterie" électrique (comme dans un téléphone) est le raccourci de "batterie d'accumulateurs". On modélise alors une batterie par l'association de deux condensateurs branchés en parallèles. A $t = 0$ on ferme l'interrupteur pour charger les condensateurs.

Données : $C_1 = 5\text{nF}$; $C_2 = 7\text{nF}$; $R = 1,0k\Omega$, $r_1 = 50\Omega$; $r_2 = 70\Omega$

Niveau 1 : on prend deux condensateurs idéaux

Niveau 2 on prend deux condensateurs réels modélisés comme un condensateur idéal + une résistance interne r



1. Donner l'équation différentielle dont u_C est solution.
2. Introduire la constante de temps τ du système.
3. Proposer, à l'instar des résistances, une loi d'association des condensateurs en parallèles.
4. Les deux condensateurs sont initialement déchargés. Exprimer $u_C(t)$.
5. Au bout de combien de temps le système est chargé ?
6. Estimer l'énergie finale stockée dans la batterie en fonction de C_1 , C_2 et E_0 (Niveau 2 : et r_1, r_2).
7. Exprimer l'énergie totale fournie par le générateur lors de la charge.
8. En déduire le pourcentage de l'énergie fournie par le générateur qui a été perdu et dissipée sous forme de chaleur par effet Joule.