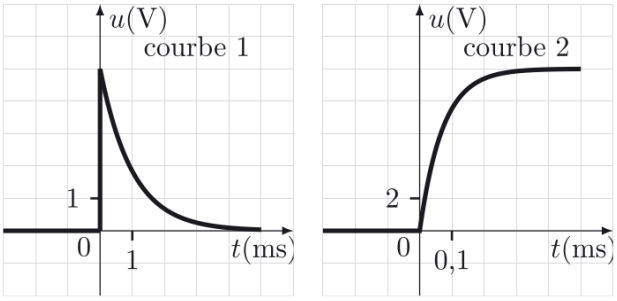
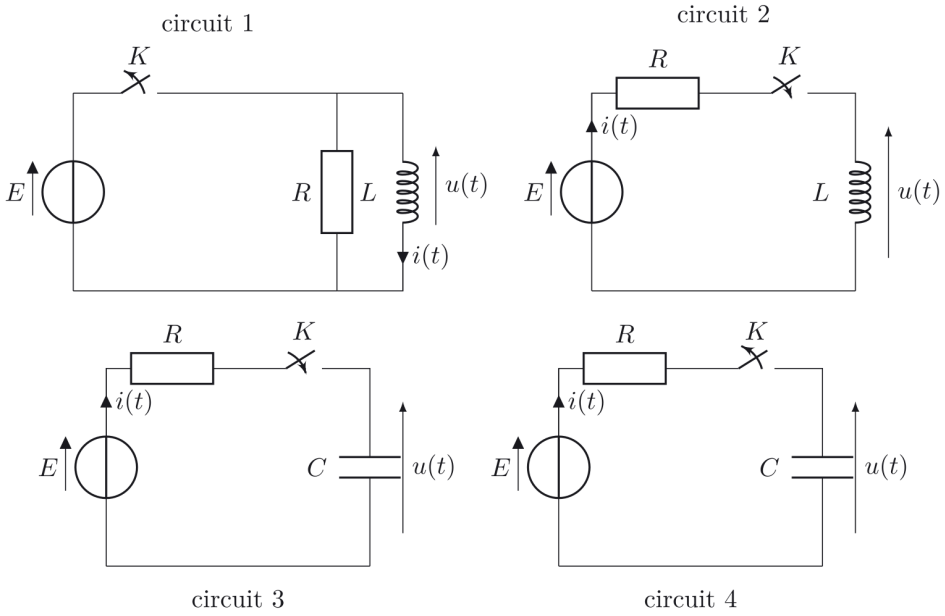
TD application : capacités et inductances

I Quelle courbe pour quel circuit ?

Um étudiantx distrait, mais surtout maladroitx, rentrant d'une séance de travaux pratiques sur l'observation de régimes transitoires sur les circuits du premier ordre, fait tomber toutes ses notes qui s'éparpillent. En les rangeant, iel retrouve alors 2 courbes expérimentales, tracées en utilisant une résistance $R = 1\,\text{k}\Omega$, mais iel ne sait plus à quel montage les attribuer.





1 Associer chaque courbe avec l'un des 4 montages ci-dessus, et calculer les valeurs de E et L ou C utilisées. Tous les interrupteurs s'ouvrent ou se ferment à $t = 0$.

II Associations en parallèle

On s'intéresse aux deux circuits ci-après, pour lesquels on ferme l'interrupteur K à $t = 0$. Les deux condensateurs sont initialement déchargés.

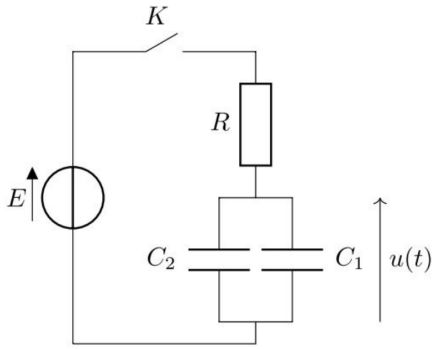


Figure E3.1 – 1er montage.

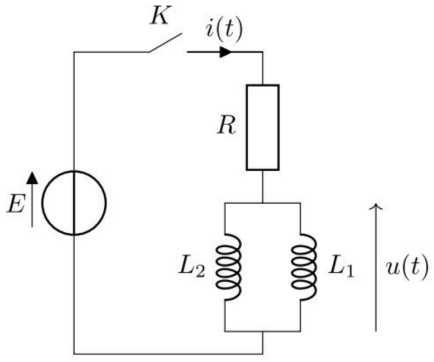


Figure E3.2 – 2d montage.

1 Déterminer l'équation différentielle satisfaite par $u(t)$ pour le premier montage.

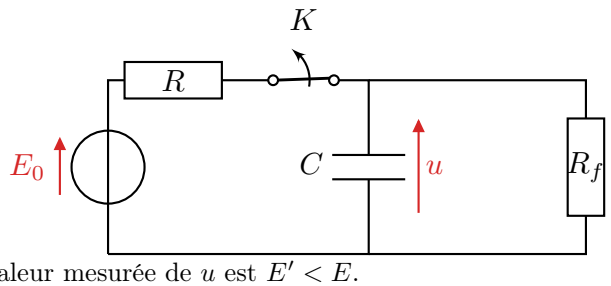
2 À partir de cette équation, retrouver le composant équivalent aux deux condensateurs en parallèle.

3 Déterminer l'équation différentielle satisfaite par $u(t)$ pour le second montage.

4 À partir de cette équation, retrouver un composant équivalent aux deux bobines en parallèle.

III Résistance de fuite d'un condensateur

Un condensateur non idéal peut être modélisé par une capacité C associée en parallèle avec une résistance R_f appelée résistance de fuite. Ce condensateur est complètement chargé sous une tension $E > 0$. Une fois le régime permanent atteint, la mesure, à l'aide d'un voltmètre parfait (résistance d'entrée infinie), de la tension u aux bornes du condensateur est égale à E.



À $t = 0$, on ouvre le circuit. Au bout d'un temps $T > 0$, la valeur mesurée de u est $E' < E$.

1 Comment peut-on expliquer ces observations ?

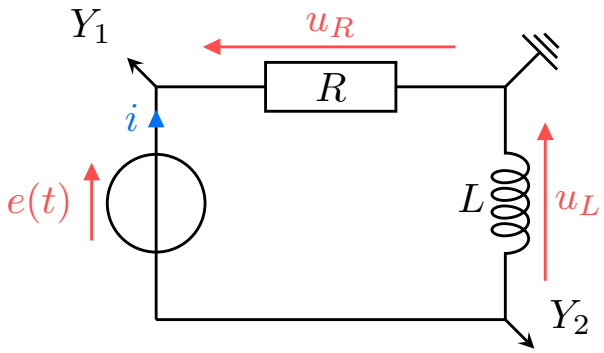
2 Déterminer l'équation différentielle vérifiée par la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur pour $t \geq 0$ ainsi que les conditions initiales. La résoudre.

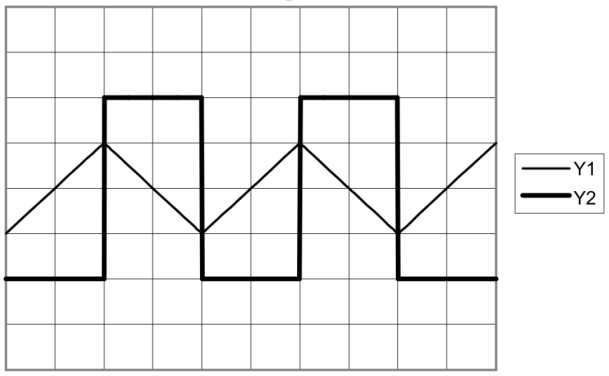
3 Donner l'expression de R_f en fonction de C, E, E' et T. Faire l'application numérique pour $C = 100\,\text{pF}$, $T = 2{,}0\,\text{min}$, $E = 10\,\text{V}$ et $E' = 1{,}0\,\text{V}$.

4 Commenter le résultat. Comment modéliser un condensateur idéal à partir d'un condensateur réel ?

IV Circuit RL et oscilloscope

On considère le circuit ci-dessous constitué d'un générateur basse fréquence (GBF), d'une résistance de valeur R, d'une bobine d'inductance L (sa résistance de valeur r est négligeable dans ce circuit). Un oscilloscope est branché sur ce circuit. Le GBF délivre une tension périodique triangulaire. On obtient sur l'oscilloscope les courbes suivantes :





Données :

a) $R = 10\text{k}\Omega$ b) Voie 1 : $2\,\text{V/div}$ c) Voie 2 : $50\,\text{mV/div}$ d) Base de temps : $1\,\text{ms/div}$

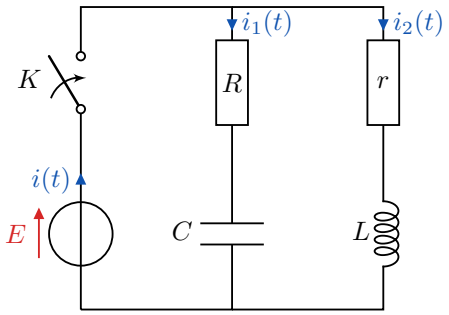
1 Le branchement de la voie 1 relève la tension du point Y_1 jusqu'à la masse, et celui de la voie 2 du point Y_2 jusqu'à la masse. D'après les branchements figurant sur le schéma, quelles sont alors les grandeurs physiques qui sont visualisées sur l'écran de l'oscilloscope ?

2 Vérifier que la forme de la tension u_L aux bornes de la bobine correspond bien à $L\frac{\text{d}i}{\text{d}t}$.

TD entraînement : capacités et inductances

I Circuit RL – RC

À l'instant de date $t = 0$ où l'on ferme l'interrupteur K, le condensateur est déchargé.

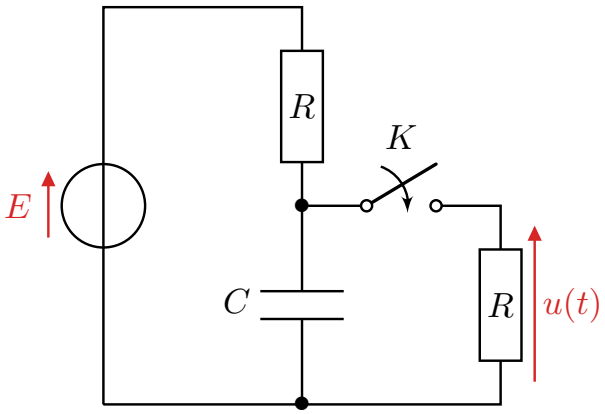


1 Déterminer les intensités $i_1(t)$ et $i_2(t)$.

2 À quelle condition sur les paramètres R, r, L et C l'intensité totale est-elle constante ?

II Circuit RC à 2 mailles

On considère le circuit représenté ci-contre, pour lequel l'interrupteur K est ouvert depuis longtemps. On le ferme à l'instant $t = 0$.



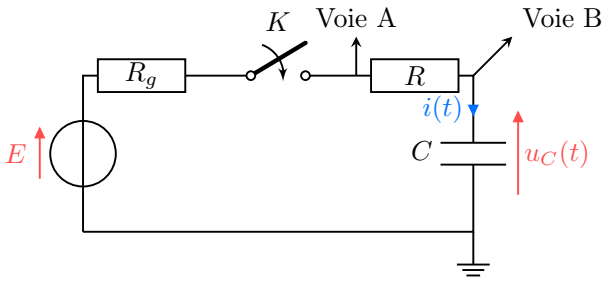
1 Faire un schéma du circuit en régime permanent, longtemps après la fermeture de l'interrupteur. Comment caractériser l'association des deux résistances ? Quelle sera la tension $u_{C,\infty}$ aux bornes du condensateur ? Commenter la variation.

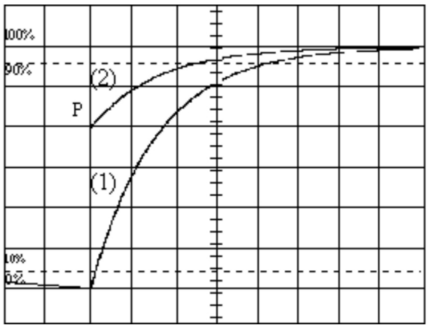
2 Étudier les conditions initiales autour de la fermeture de l'interrupteur. Commenter le signe de $i_C(0^+)$ à la lumière de la question précédente.

3 Déterminer l'équation différentielle vérifiée par la tension $u(t)$ aux bornes de C pour $t \geq 0$. La résoudre et tracer son allure. Commenter la valeur limite. Comment trouver graphiquement la constante de temps du circuit ?

III Régime transitoire d'un circuit RC

Un dipôle comporte entre ses bornes un résistor de résistance R et un condensateur de capacité C placés en série. On le place aux bornes d'un générateur de force électromotrice E et de résistance interne R_g en série avec un interrupteur K. Initialement, le circuit est ouvert et le condensateur déchargé. On appelle u_c la tension aux bornes du condensateur. À l'instant $t = 0$, on ferme l'interrupteur K.





1 Déterminer, sans calcul et en le justifiant, $u_c(0^+)$ et $i(0^+)$.

2 Établir l'équation différentielle à laquelle obéit $u_c(t)$.

3 Exprimer la constante de temps τ du circuit et donner son interprétation physique.

4 Établir l'expression de $u_c(t)$.

5 Déterminer l'expression de t_1 pour que $u_c(t_1) = 0{,}9E$.

Dans l'étude expérimentale du circuit RC, on observe l'oscillogramme ci-dessus en utilisant un générateur délivrant des signaux créneaux. Les sensibilités sont : 1V/carreau vertical ; 0,1 ms/carreau horizontal. On néglige les caractéristiques de l'oscilloscope.

6 Identifier les courbes (1) et (2) aux voies A et B en justifiant votre choix.

7 Doit-on être sur le couplage alternatif AC ou le couplage continu DC ?

8 Préciser l'expression de la tension au point P.

9 Sachant que $R = 100\,\Omega$, déterminer R_g.

10 En utilisant les valeurs expérimentales et les questions précédentes, en déduire la valeur de C et E.

11 Estimer une majoration de la fréquence du signal carré utilisé.

12 Comment pourrait-on observer l'intensité du courant ?