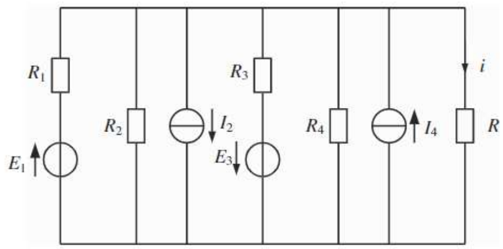
4.1 Sens des sources

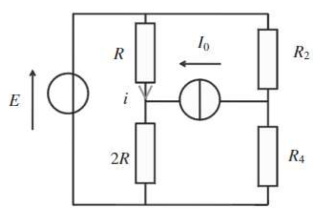
Calculer l'intensité i du courant circulant dans la résistance R en appliquant :

1. les équivalences entre les modèles de Thévenin et de Norton,
2. le théorème de Millman.



4.2 Un circuit simple ?

1. Soit le circuit suivant :

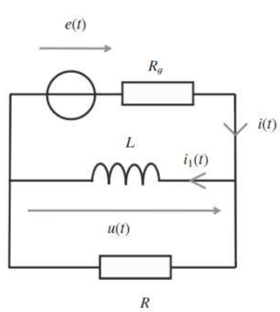


Déterminer i en appliquant le théorème de superposition (on pourra réécrire le circuit plus simplement si par exemple des points se retrouvent au même potentiel).

2. On enlève le générateur de courant et on le remplace par un voltmètre de grande résistance. On peut régler la valeur de la résistance R_2 et on cherche à déterminer la valeur inconnue de R_4. Montrer que, quand le voltmètre affiche une tension nulle, il existe une relation très simple entre les valeurs des résistances R_2 et R_4. On dit qu'on a alors équilibré le pont (ici un pont de Wheastone).

5.1 Régime transitoire d'une bobine (d'après ENSTIM 2008)

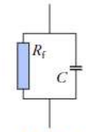
1. Le circuit ci-dessous est alimenté par un générateur dit de Thévenin, dipôle actif linéaire de résistance interne R_g et de force électromotrice $e(t)$.



Dans ce circuit, l'intensité $i(t)$ fournie par le générateur se divise entre une inductance pure L (qui représente une bobine de résistance négligeable) et un résistor (résistance R) ; en respectant les notations du schéma, donner trois expressions de $u(t)$ en régime quelconque, en fonction de $i(t)$, $i_1(t)$ et des données.

2. La tension $e(-\infty < t < 0)$ est égale à une valeur constante notée E ; déterminer rapidement la tension $u(t = 0^-)$ ainsi que les intensités $i(t = 0^-)$ et $i_1(t = 0^-)$.
3. À $t = 0$, on éteint le générateur, qui devient équivalent à sa seule résistance interne (ce qui signifie qu'on a $e(t > 0) = 0$) ; établir l'équation différentielle régissant l'évolution ultérieure de $u(t)$, et faire apparaître la constante de temps τ du circuit.
4. En utilisant une propriété remarquable d'une grandeur (propriété à préciser), déterminer $u(t = 0^+)$.
5. Déterminer complètement $u(t > 0)$ puis donner l'allure de la représentation graphique de u pour $t \in [-10\tau; 10\tau]$.

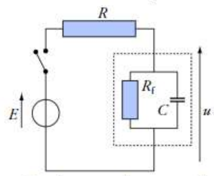
3. Résistance de fuite d'un condensateur réel



Modèle du condensateur réel.

Un condensateur réel, chargé, puis laissé en circuit ouvert, se décharge lentement, en quelques minutes, ou plus s'il est de bonne qualité. Pour en rendre compte, on le modélise par un condensateur idéal de capacité C en parallèle sur sa *résistance de fuite* R_f ; cela permet de rendre compte du courant très faible qui passe d'une armature à l'autre à travers l'isolant.

On étudie le circuit représenté sur le schéma ci-dessous.



Circuit avec condensateur réel.

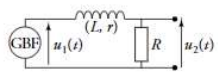
1. On ferme l'interrupteur. Déterminer la valeur finale de la tension u, sans chercher à écrire d'équation différentielle. En donner une valeur approchée si $R_f >> R$.

2. On ouvre l'interrupteur à la date $t = 0$. Écrire l'équation différentielle vérifiée par la tension $u(t)$.
En donner la solution.

3. La tension E est égale à 15 V et la capacité C est de 1,0 µF.
100 secondes après l'ouverture de l'interrupteur, la tension aux bornes de C vaut 10 V.

Déterminer R_f ainsi que la durée au bout de laquelle la tension sera tombée à 1,0 V.

5. Lissage d'une tension en créneau



Le GBF (générateur de fonctions basse fréquence) délivre une tension en créneau $u_1(t)$ de période $T = 1{,}0$ ms.
$u_1 = 0$ pendant une demi-période, puis $u_1 = U_0 = 1$ V pendant la demi-période suivante et ainsi de suite.
Le circuit est constitué d'une bobine d'inductance L et de résistance r et d'un conducteur ohmique de résistance R.
On mesure à l'oscilloscope les tensions $u_1(t)$ et $u_2(t)$; les courbes obtenues sont représentées ci-après.

1. Écrire l'équation différentielle vérifiée par $u_2(t)$ pour chaque cas ($u_1 = 0$ et $u_1 = U_0$).
Quelle est, dans les deux cas, la constante de temps τ du circuit ?

2. La situation représentée ici correspond au domaine de validité d'une approximation.

Est-ce $\frac{T}{2} >> \tau$ ou $\frac{T}{2} << \tau$?

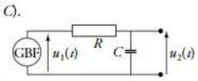
3. On constate que $u_2(t)$ reste voisine de sa valeur moyenne $\frac{U_0}{2}$. Exprimer une valeur approchée de $\left|\frac{\mathrm{d}u_2}{\mathrm{d}t}\right|$ en fonction de U_0 et τ, puis en fonction de Δu_2 et T.

En déduire l'amplitude crête à crête Δu_2 de $u_2(t)$ en fonction de τ, T et U_0.

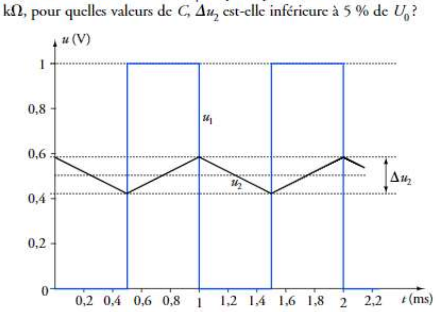
4. $R + r = 100\ \Omega$ et la fréquence $f = \frac{1}{T}$ est toujours égale à 1,0 kHz.

Pour quelles valeurs de L, Δu_2 est-elle inférieure à 5 % de U_0 ?

5. Il est possible d'arriver au même résultat avec un circuit (R, C).
Vérifier que l'équation différentielle vérifiée par $u_2(t)$ est identique.

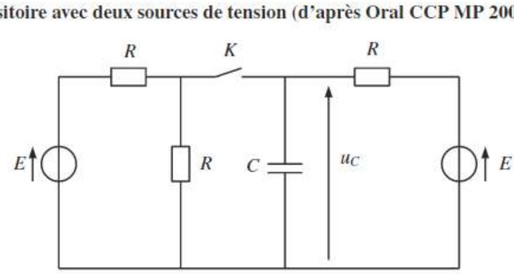


Exprimer la nouvelle constante de temps.
Ce circuit est soumis à la même tension $u_1(t)$ que le précédent.
Si $R = 4{,}7$ kΩ, pour quelles valeurs de C, Δu_2 est-elle inférieure à 5 % de U_0 ?



Remarque : La date initiale ne correspond pas à la fermeture d'un interrupteur. La situation décrite est établie depuis très longtemps.

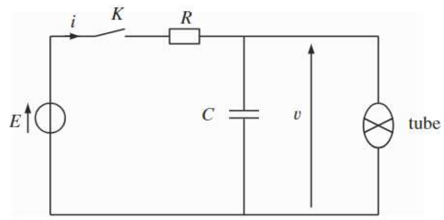
5.4 Régime transitoire avec deux sources de tension (d'après Oral CCP MP 2006)



1. A l'instant initial, on ferme l'interrupteur K. Déterminer l'équation différentielle vérifiée par $u_C(t)$.
2. Résoudre cette équation dans le cas où un régime permanent est établi pour $t < 0$.
3. Déterminer l'instant t_1 où le régime permanent est établi à 1,0 % près.
4. A.N. : $R = 15$ kΩ et $C = 100$ µF. Donner la valeur de t_1.

5.5 Étude d'une balise lumineuse (d'après G2E 2008)

La passe des ports est signalée la nuit par une balise lumineuse dont le schéma électrique est le suivant :



La source de lumière est constituée d'un tube à décharge. La décharge électrique qui se produit entre les électrodes du tube est caractérisée par une tension d'allumage U_a et une tension d'extinction U_{ex}. Lorsque le tube fonctionne c'est-à-dire quand la tension à ses bornes prend une valeur qui devient supérieure à U_a, il se comporte comme un résistor de résistance $r \ll R$. Lorsqu'il est éteint c'est-à-dire quand la tension à ses bornes prend une valeur qui devient inférieure à U_{ex}, il se comporte comme un résistor de résistance infinie. On suppose que $E > U_a > U_{ex}$ et on pose $\tau = RC$ ainsi que $\tau' = rC$.

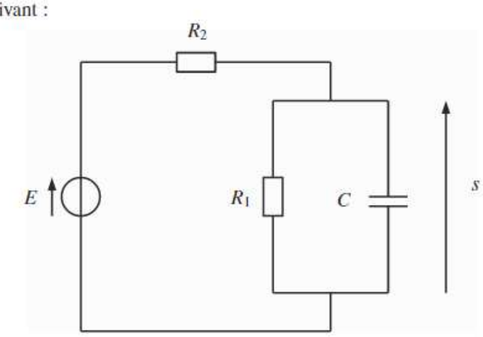
A l'instant initial $t = 0$, le condensateur n'est pas chargé et on ferme l'interrupteur K.

1. Déterminer le comportement du tube à l'instant initial. En déduire le schéma équivalent du circuit et la loi donnant $v(t)$.
2. Déterminer l'instant t_a où s'amorce la décharge.
3. Établir l'équation différentielle à laquelle satisfait $v(t)$ à partir de cet instant. On utilisera la condition $R \gg r$ pour la simplifier. En déduire l'expression de $v(t)$.

4. Déterminer l'instant t_{ex} où se produit l'extinction du tube.
5. En déduire la durée T_1 de l'éclair produit dans le tube.
6. Déterminer l'expression du temps T_2 qui s'écoule entre l'extinction et l'allumage suivant en fonction de τ, E, U_{ex} et U_a.
7. En déduire la période T des éclairs produits par ce dispositif.
8. Donner les valeurs numériques de T_1, T_2 et T sachant que $C = 1{,}0\ \mu\text{F}$, $r = 1{,}0\ \Omega$, $R = 2{,}0\ \text{M}\Omega$, $E = 120$ V, $U_a = 90$ V et $U_{ex} = 70$ V. Que peut-on en conclure ?

5.2 Durée lors d'un régime transitoire (d'après ENAC 2008)

Soit le circuit suivant :



1. Établir l'équation différentielle vérifiée par $s(t)$.
2. L'écrire sous la forme $\tau \dfrac{ds}{dt} + s = GE$. On précisera les expressions de τ et G.
3. Déterminer l'expression de $s(t)$.
4. En déduire la valeur maximale de s en précisant quand elle est atteinte.
5. Déterminer l'instant t_0 pour lequel $s(t_0)$ correspond à 90 % de la valeur maximale.