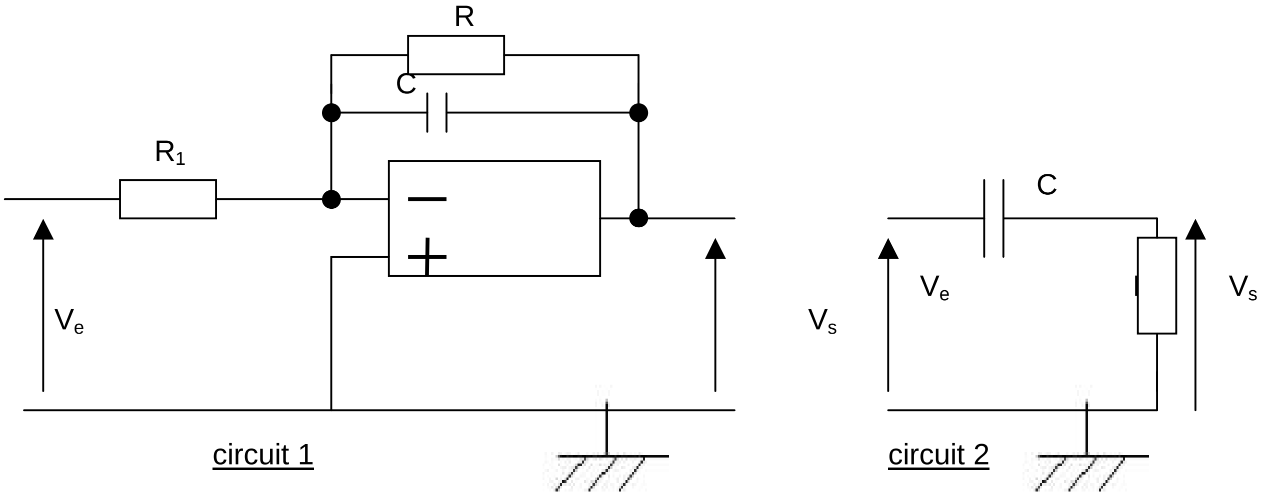
TP n°7 : systèmes du premier ordre.

Buts du TP : le but de ce septième TP de seconde année est l'étude de deux montages simples du premier ordre à l'aide de leur réponses fréquentielle et indicielle en vue d'en tirer des propriétés générales des circuits de ce type.

Schémas électriques des deux circuits étudiés :



avec $R = 1\ k\Omega$, $C = 100\ nF$ et $R_1 = 470\ \Omega$.

1°) - réponse harmonique.

On suppose que les deux circuits sont alimentés par une tension V_e sinusoïdale de fréquence f.

Calculer les deux fonctions de transfert complexe H1 et H2 des deux circuits et montrer qu'elles se mettent sous la forme :

$$\underline{H1} = \frac{K}{1 + j.(\omega/\omega_0)} \qquad \text{et} \qquad \underline{H2} = \frac{j.(\omega/\omega_0)}{1 + j.(\omega/\omega_0)}$$

Exprimer K et ω_0 en fonction de R, C et R_1.
Calculer K et f_0 avec les valeurs données des composants.

Pourquoi peut-on affirmer que les circuits 1 et 2 sont des circuits du 1^{er} ordre ?
Les circuits 1 et 2 sont-ils des filtres passe-haut , passe-bas ou passe-bande ? (justifier la réponse)

Tracer le diagramme de Bode asymptotique des circuits 1 et 2 et donner à chaque fois la fréquence de coupure théorique.

Effectuer le circuit n°1 et tracer le diagramme de Bode en amplitude + phase pour f variant de f = 100 Hz à f = 100 kHz.

Donner la fréquence de coupure pratique et comparer-la avec la fréquence de coupure théorique.

2°) - –.réponse indicielle.

On suppose que la tension d'entrée V_e est une tension échelon, c'est à dire que $V_e(t) = 0$ pour $t < 0$ et $V_e(t) = E$ pour $t > 0$.
Peut-on encore utiliser des fonctions de transfert complexe ?

Pour les circuits n°1 et n°2, et à partir des équations de mailles, établir l'équation différentielle vérifiée par $V_s(t)$ et $V_e(t)$.
Montrer que, pour le circuit n°1, cette équation peut se mettre sous la forme :

$$K \cdot V_e(t) = (1/\omega_0) \cdot \frac{dV_s(t)}{dt} + V_s(t)$$

où K et ω_0 sont les mêmes que ceux calculés au 1°).

On pose : $A = K \cdot E$ et $\tau = (1/\omega_0)$.
Ecrire la nouvelle équation différentielle et donner la solution de cette équation pour $t > 0$.

Pourquoi alors peut-on dire que le circuit n°1 est un circuit du premier ordre ?

Effectuer le circuit n°1 et alimenter-le par une tension carrée d'amplitude $\pm$ 5 V avec f = 2 kHz.

Relever alors $V_e(t)$ et $V_s(t)$.

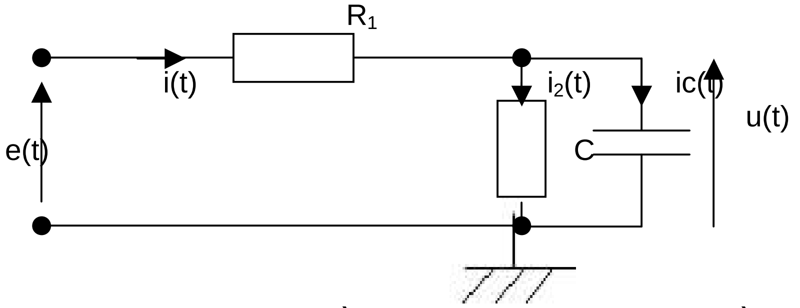
Sur cette courbe, mesurer la constante de temps $\tau = (1/\omega_0)$ (donner la méthode utilisée)
Comparer la valeur mesurée à la valeur théorique trouvée au 1°).

Sur la courbe précédente, mesurer également le temps de montée t_m et le temps de réponse à 5% $tr_{5\%}$ en n'oubliant pas de préciser à quoi correspondent ces grandeurs.
Pour un système du premier ordre, on a montré dans le cours que, si τ est la constante de temps du système, $t_m = \tau.\ln(9)$ et $tr_{5\%} = 3.\tau$
Comparer les valeurs mesurées aux valeurs théoriques et conclure.

Pour le circuit n°2, partir de la fonction de transfert et obtenir l'équation différentielle déjà établie précédemment en remplaçant $j.\omega$ par l'opérateur (d/dt).
Vérifier qu'on obtient bien la même équation différentielle.

3°) - –.identification d'un circuit à un système du premier ordre.

On considère le circuit suivant :



<u>Valeurs des composants :</u>
$R_1 = 2{,}2\ k\Omega$, $R_2 = 1\ k\Omega$
$C = 220\ nF$
e(t) : signal carré [0-5 V]
de fréquence f = 200 Hz

Mesurer R_1, R_2 et C avec un multimètre et comparer leurs valeurs à celles indiquées par le constructeur.

Mesurer la valeur de la valeur finale u(t) : on l'appellera A.
Mesurer la constante de temps τ du montage en utilisant les deux méthodes :

- méthode des 63% : placer la tension e(t) sur 8 carreaux avec le réglage vertical de l'oscilloscope et mesurer τ.
- méthode de la tangente à l'origine : ne pas hésiter à dilater la courbe horizontalement pour obtenir un tracé plus précis.

On veut identifier le montage avec un circuit du premier ordre :
montrer qu'on peut le faire, étant donné la forme de la réponse indicielle.
donner l'équation différentielle que doit satisfaire u(t).

Comparer les résultats obtenus avec la constante de temps théorique $\tau = \left(\frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}\right) \times C$.

Montrer que la tension u(t) satisfait à l'équation différentielle du premier ordre :

$$\boxed{\tau . \frac{du}{dt} + u(t) = k.e(t)}$$

On exprimera τ et k à l'aide de R_1, R_2 et C en exprimant :

- i(t) en fonction de e(t), u(t) et R_1 .
- i_2(t) en fonction de u(t) et de R_2.
- ic(t) en fonction de u(t) et de C.
- et en écrivant une loi des nœuds.