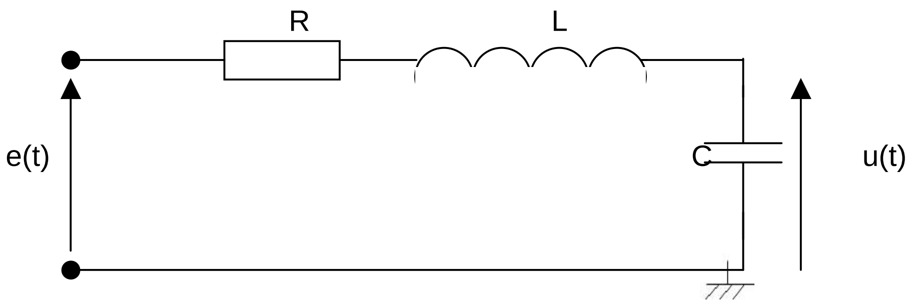
TP n°8 : systèmes du second ordre.

Buts du TP : le but de ce huitième TP de seconde année est l'étude de deux montages électriques du second ordre en vue d'en tirer des informations générales sur les circuits du second ordre. On étudiera la réponse indicielle et fréquentielle et on identifiera ces deux systèmes à l'aide de mesures sur des abaques déjà vues en cours.

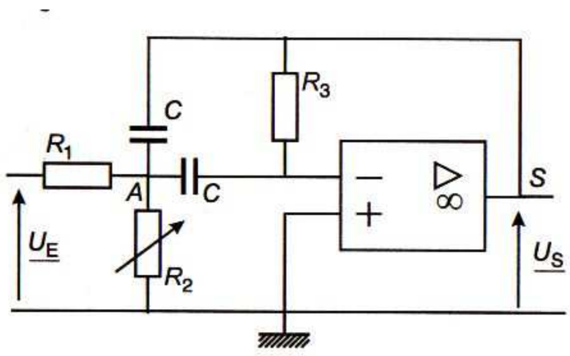
Schémas des deux circuits :

circuit n°1 :



Valeurs des composants :
$R = 10\ k\Omega$ $L = 1\ H$
$C = 100\ nF$
e(t) : signal carré [0-5 V]
de fréquence f = 100 Hz

circuit n°2 :



valeurs n°1 : $R_1 = 470\ k\Omega$, $R_2 = 22\ \Omega$, $R_3 = 1\ M\Omega$, $C = 100\ nF$.

valeurs n°2 : $R_1 = 470\ k\Omega$, $R_2 = 2,2\ k\Omega$, $R_3 = 1\ M\Omega$, $C = 10\ nF$.

1°) - réponse indicielle circuit 1.

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

$$L.C.\frac{d^2u}{dt^2}+R.C.\frac{du}{dt}+u(t)=e(t)$$

Quelle est l'unité de la grandeur R.C et de la grandeur L.C ?

On veut mettre cette équation différentielle sous la forme :

$$\frac{d^2X}{dt^2}+2.m.\omega_0\times\frac{dX}{dt}+\omega_0^2\times X(t)=\omega_0^2\times e(t)$$

Exprimer m et ω_0 en fonction de R, L et C.
Calculer m et ω_0 avec les valeurs des composants données.
Quelle forme de réponse doit-on obtenir d'après les abaques de l'annexe ?

Câbler le montage et mesurer le temps de réponse à 5%. Comparer à la valeur donnée par les abaques et conclure sur la qualité de vos mesures en calculant l'écart relatif.

Changer la valeur de la résistance : prendre R = 1 kΩ au lieu de R = 10 kΩ.
Calculer le nouveau m et le nouveau ω_0. La forme du signal de sortie a-t-elle changé ?
Est-elle conforme à l'abaque des réponses indicielles en fonction de m ? (voir abaques dans l'annexe)

Mesurer sur le chronogramme : le premier dépassement, le temps de réponse à 5% et la pseudo-période de l'oscillation amortie. Comparer ces trois grandeurs avec les résultats attendus par les abaques de l'annexe.

2°) - –.réponse harmonique circuit 1. –

En repartant directement de l'équation différentielle du haut de cette page, montrer que la fonction de transfert complexe de ce filtre s'écrit :

$$\underline{T}=\frac{\underline{X}}{\underline{e}}=\frac{1}{(1-(\frac{\omega}{\omega_0})^2)+2.j.m.(\frac{\omega}{\omega_0})}$$

Montrer que ce filtre est un filtre passe-bas du second ordre.

On prend les valeurs suivantes : R = 10 kΩ, L = 1 H et C = 100 nF. Rappeler les valeur de m et ω_0.
Donner la forme du diagramme de Bode asymptotique en amplitude en se servant des annexes fournies.

Sur le même diagramme, donner la forme du diagramme de Bode asymptotique en amplitude pour les valeurs : R = 1 kΩ, L = 1 H et C = 100 nF.

Effectuer le montage avec les dernières valeurs de R, L et C et tracer le diagramme de Bode en amplitude pratique de ce filtre. Comparer avec les résultats attendus grâce aux abaques.

3°) - –.réponse harmonique du circuit 2. –

Pour le second circuit, on montre que la fonction de transfert est de la forme :

$$\underline{H}=\frac{\underline{U_S}}{\underline{U_E}}=\frac{H_0}{1+j.Q.(\frac{\omega}{\omega_0}-\frac{\omega_0}{\omega})}$$

avec : $H_0=\frac{R_3}{2.R_1}$, et : $\omega_0=\frac{1}{C}\times\sqrt{\frac{1}{R_2.R_3}}$ $Q=\frac{1}{2}\times\sqrt{\frac{R_3}{R_2}}$ si R_1 est très grand devant R_2.

Q est appelé facteur de qualité : il mesure la largeur de la bande passante du filtre (plus Q est élevé, plus le filtre est sélectif).

Trouver à l'aide des limites de H la nature de ce filtre.

Calculer H_0, ω_0 et Q avec les valeurs de composants correspondant aux valeurs n°1, puis aux valeurs n°2.

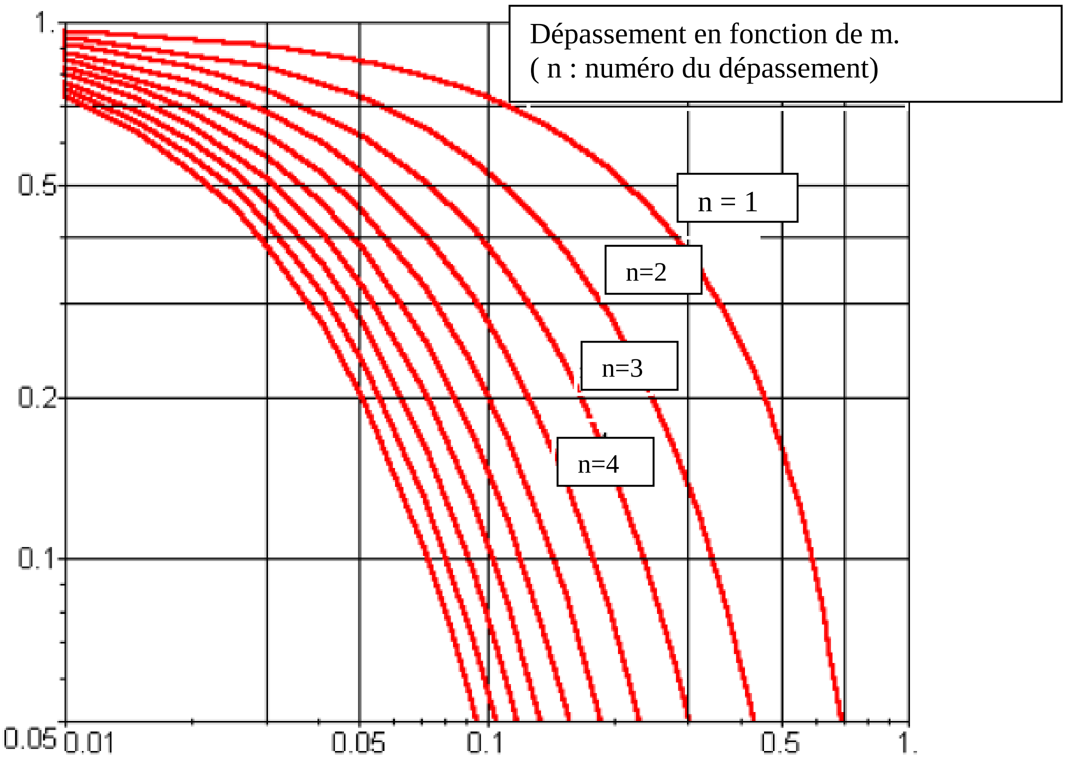
Tracer le diagramme de Bode pratique du filtre avec les valeurs n°1.

On place à l'entrée de ce filtre un signal carré [0-5 V] de fréquence f = 350 Hz.

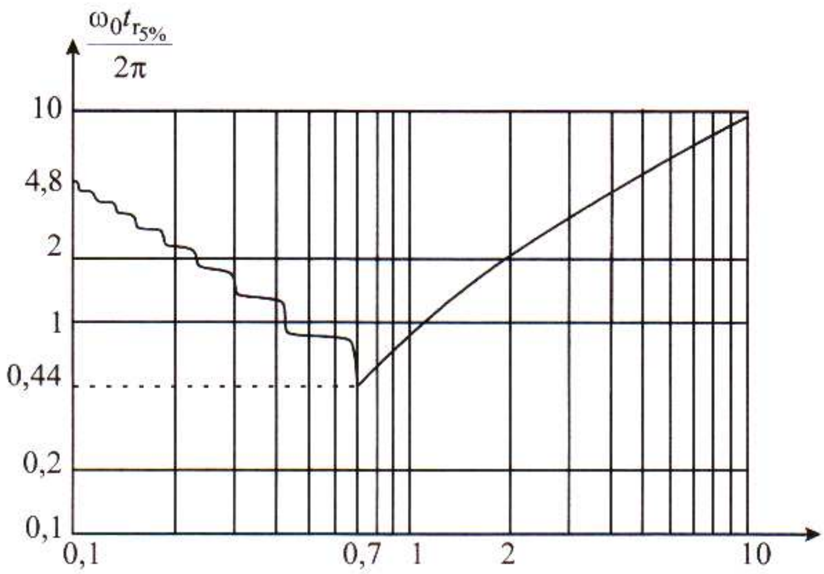
A l'aide de la fonction FFT de l'oscilloscope, tracer le spectre de ce signal.

En déduire le spectre du signal de sortie et conclure. Vérifier cette conclusion en plaçant le signal carré [0-5 V] de fréquence f = 350 Hz à l'entrée du filtre et en observant le signal de sortie (allure ? fréquence ?)

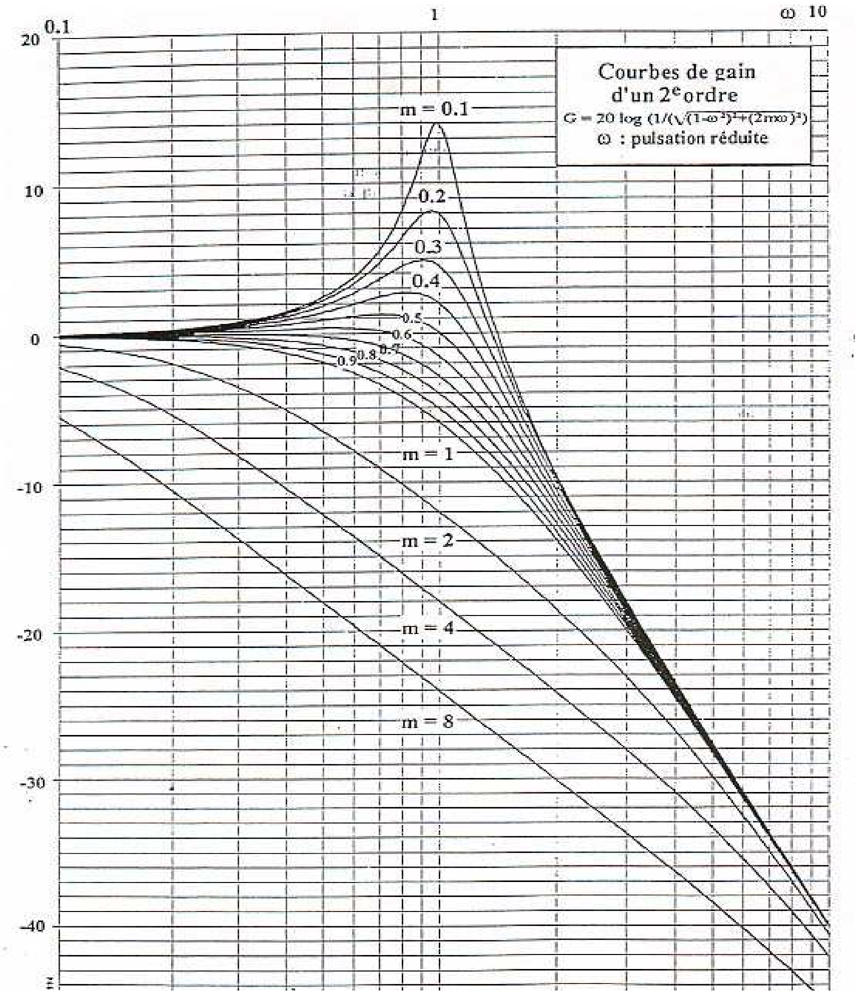
Abaques du dépassement et du temps de réponse à 5% réduit :



valeur de m



Abaques des diagrammes de Bode en fonction de m :



Réponse indicielle