

## TP n°25 : étude expérimentale d'un résonateur céramique et utilisation dans un montage oscillateur.

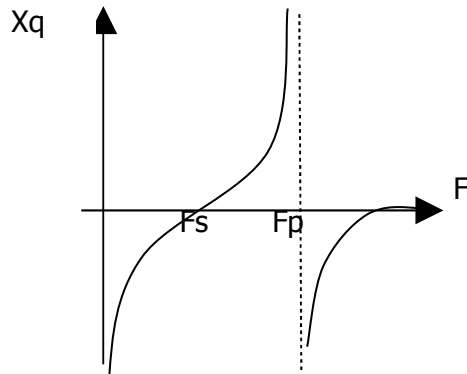
→ But du TP : le but de ce TP est l'étude de du résonateur céramique qui a un comportement analogue à celui du quartz. On tracera d'abord la courbe de son impédance en fonction de la fréquence, puis on utilisera ce composant dans un oscillateur LC classique vu en cours et très souvent utilisé pour créer une horloge avec un PIC.

### 1) rappel de cours sur le comportement du quartz.

Le composant quartz est souvent présent dans un montage oscillateur.

Il se comporte soit comme une capacité soit comme une inductance selon le domaine de fréquences considéré ; si on note  $Z_Q$  son impédance, on peut écrire  $Z_Q = jX_Q$ .

La courbe d'évolution de  $X_Q$  en fonction de la fréquence est donnée par :



L'impédance varie beaucoup dans une plage de fréquence très étroite  
par exemple :

$$F_s = 14,0430 \text{ MHz}$$

$$F_p = 14,0450 \text{ MHz}$$

Introduit dans un montage oscillateur, il impose la fréquence d'oscillation entre  $F_s$  et  $F_p$  : il garantit ainsi la stabilité en fréquence de l'oscillateur.

Les mesures sur un quartz sont très difficiles et on les fera donc sur un résonateur céramique qui a un comportement analogue ; il est d'ailleurs décrit par le même symbole :  $\square$

### 2) tracé de la réponse en fréquence d'un résonateur céramique 455 kHz.

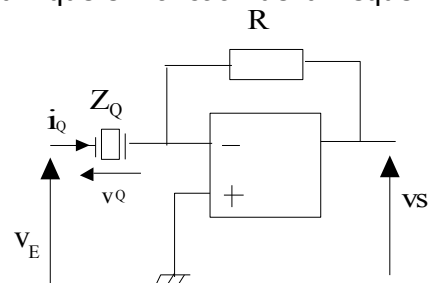
Objectif : tracer l'évolution de l'impédance du résonateur céramique en fonction de la fréquence

#### 1. Mise en œuvre du montage

Le montage à réaliser est le suivant :

Le C.I.L. est le circuit AD817 possédant une large bande passante. On prendra  $R = 1 \text{ k}\Omega$

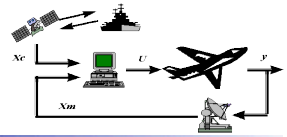
$v_e(t)$  est un signal sinusoïdal de fréquence variable et d'amplitude compatible avec un fonctionnement linéaire de l'amplificateur.



Donner la relation entre l'amplitude de  $v_e$ , de  $v_s$ ,  $R$  et  $Z_Q$ .

Mettre en œuvre le montage et vérifier son bon fonctionnement.

Pour faire varier de façon progressive la fréquence de  $v_e(t)$ , on exploitera l'entrée  $V_{CFin}$  du

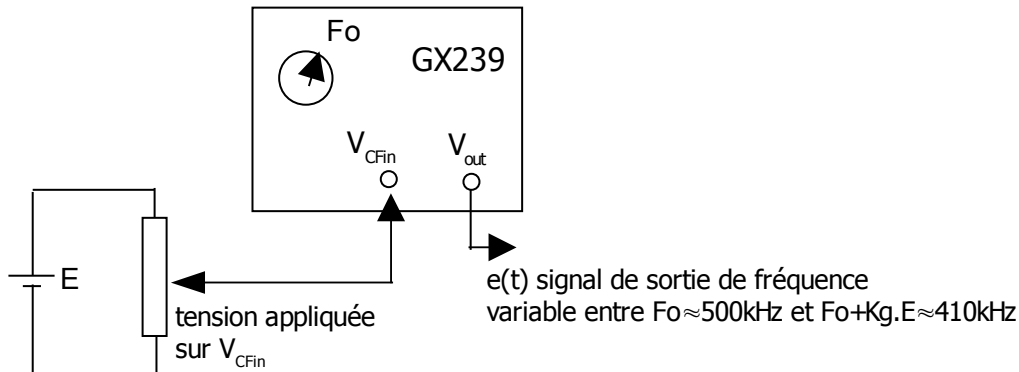


générateur de fonctions.

Quand on impose une tension notée par exemple  $V$  sur cette entrée, la fréquence du signal délivré par le générateur a pour expression :  $F = F_0 + K_g.V$  avec :

- ✓  $F_0$  : fréquence indiquée sur le cadran de l'appareil
- ✓  $K_g$  : facteur numérique, fonction de la gamme de fréquence utilisée sur la gamme 1 MHz,  $K_g \approx - 180 \text{ kHz/V}$

On procédera donc comme indiqué ci-dessous :



Vérifier expérimentalement qu'il existe :

- une fréquence particulière pour laquelle  $|Z_Q|$  est minimale ; c'est la fréquence de résonance série, elle sera notée  $f_s$ .
- une fréquence particulière pour laquelle  $|Z_Q|$  est maximale ; c'est la fréquence de résonance parallèle, elle sera notée  $f_p$ .

Mesurer, avec le maximum de précision possible, ces deux fréquences  $f_s$  et  $f_p$ .

## 2. Tracé de la courbe $Z_Q(f)$ .

Si possible, on tracera directement cette courbe en exploitant les fonctionnalités du tableur d'OpenOffice.

### 2.1. Préparation de la feuille et du graphe.

Prévoir 4 colonnes (  $f$ ,  $V_e$ ,  $V_s$ ,  $Z_Q$  ).

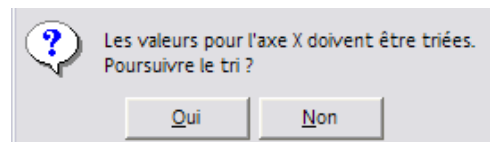
Sélectionner une vingtaine de mesures dans les deux colonnes «  $f$  » et «  $Z_Q$  » pour tracer la courbe  $Z_Q$  en fonction de  $f$ .

On insérera un diagramme de type XY, lignes avec symboles.

### 2.2. Tracé de la courbe.

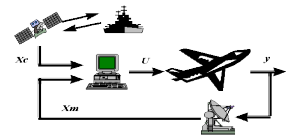
Pour  $f = 430 \text{ kHz}$  par exemple, noter sur la feuille du classeur d'OpenOffice la mesure de  $V_e$  et  $V_s$ .

Remarque : Il faudra répondre par l'affirmative à la question posée par le logiciel lors de l'insertion de la première valeur de fréquence .



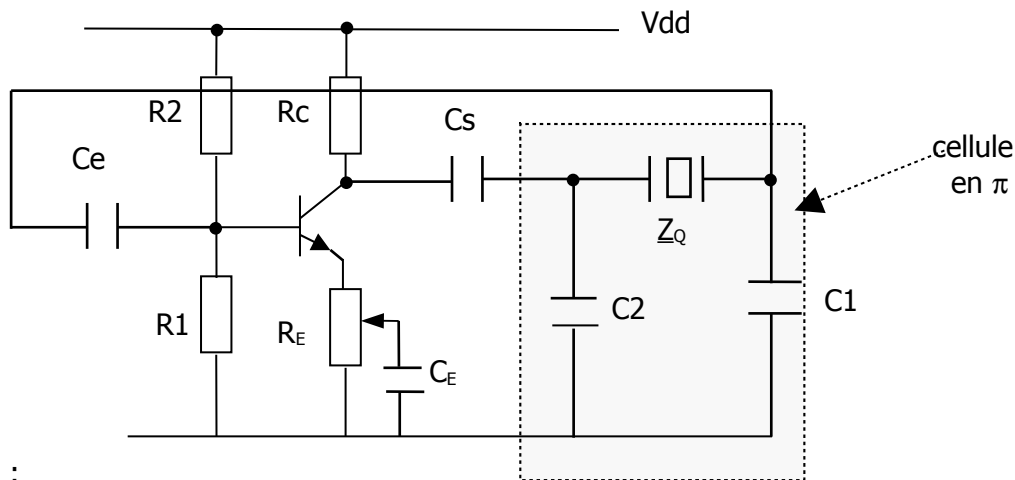
Effectuer un nombre suffisant de mesures pour avoir une bonne image de l'évolution de  $Z_Q$  entre  $f_s$  et  $f_p$ . ( On se limitera au domaine de fréquences 430-460 kHz.)

Indiquer, dans quel domaine de fréquence le résonateur, se comporte comme une inductance ou comme un condensateur.



### 3) utilisation du résonateur céramique dans un oscillateur de type LC.

L'oscillateur est conforme au schéma structurel donné ci-dessous :



On donne :

$$V_{dd} = 15 \text{ V}, R_2 = 100 \text{ k}\Omega, R_1 = 47 \text{ k}\Omega, R_c = R_E = 1 \text{ k}\Omega$$

$$C_e = C_s = 1 \text{ }\mu\text{F}, C_E = 10 \text{ }\mu\text{F} \quad C_1 \text{ et } C_2 \text{ de valeur variable}$$

#### 1. Vérification du bon fonctionnement du montage amplificateur.

La cellule en  $\pi$  est déconnectée.

Imposer un signal sinusoïdal en entrée de fréquence de l'ordre de 450 kHz et visualiser le signal d'entrée et de sortie.

Vérifier que la valeur de l'amplification, notée  $A_v$ , dépend du découplage de la résistance d'émetteur. (on pourra préciser la fourchette de variation de  $A_v$ )

Attention à rester dans le domaine linéaire de l'amplificateur !

**2. Effectuer le montage oscillateur** et noter la valeur de la fréquence  $F_0$  des oscillations auto-entretenues pour les différentes valeurs de  $C_1$  et  $C_2$ .

- ✓ cas ( a )  $C_1 = C_2 = 1,2 \text{ nF}$
- ✓ cas ( b )  $C_1 = 330 \text{ pF}, C_2 = 1,2 \text{ nF}$
- ✓ cas ( c )  $C_1 = C_2 = 330 \text{ pF}$
- ✓ cas ( d )  $C_1 = 100 \text{ pF}, C_2 = 330 \text{ pF}$

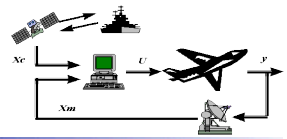
Il sera sans doute nécessaire d'augmenter  $A_v$  si aucune oscillation ne prend naissance dans le montage, ou de le diminuer si l'oscillation présente est trop déformée.

#### 3. Détermination graphique de la valeur de $F_0$ .

3.1 Si une oscillation existe, sa fréquence  $F_0$  est donnée par la relation  $Z_{C_1} + Z_{C_2} + Z_Q = 0$ .  
En déduire la plage de fréquences où peut se situer la fréquence d'oscillation.

3.2 On pose :  $Z_Q = jX$ . Montrer que la condition précédente se ramène à  $X(f) = \frac{1}{C_{EQ} \cdot 2\pi \cdot f}$ .

Sur la même feuille de calcul que précédemment, prévoir une autre colonne et rentrer la formule mathématique pour avoir la valeur de  $X$  pour les différentes valeurs de fréquence précédemment définies dans le cas  $C_1 = C_2 = 1,2 \text{ nF}$ .



Tracer un nouveau graphe sur lequel apparaît  $ZQ(f)$  et  $X(f)$ .

On limitera l'échelle verticale ( $10\text{ k}\Omega$  par exemple) de façon à pouvoir une meilleure précision sur le graphe.

Préciser les coordonnées du point d'intersection des deux courbes.

En déduire la valeur de  $F_0$ . Vérifier la compatibilité avec la valeur expérimentale précédente.