

PROF-PRODUIRE DES SIGNAUX 3 : ETUDE DU CIRCUIT D'ACCORD

Matériel :

- 1 GBF
- 3 multimètres
- Boîte de résistances réglables
- Une bobine de 10 mH (boîte à décades)
- Un condensateur de 1 μ F (boîte à décades)
- Ordinateur avec Synchronie 2003 (pour les tracés de courbes)

Connaissances et savoir-faire exigibles :

- (1) Savoir que le dipôle LC parallèle, utilisé ici comme filtre passe bande pour la tension, est un circuit bouchon pour l'intensité.
 - (2) Expliquer l'utilité de ce dipôle pour la sélection d'une tension modulée.
- Savoir-faire expérimentaux :
- (3) Réaliser un montage, à partir d'un schéma, associant les divers modules nécessaires à la réalisation d'un récepteur radio.

Introduction :

Pour recevoir et démoduler un signal émis en modulation d'amplitude, il est nécessaire de pouvoir sélectionner la fréquence de la porteuse du signal parmi toutes les fréquences des signaux émis. Cette opération est effectuée par un filtre passe-bande.

L'Etude du montage en parallèle d'une bobine est d'un condensateur :

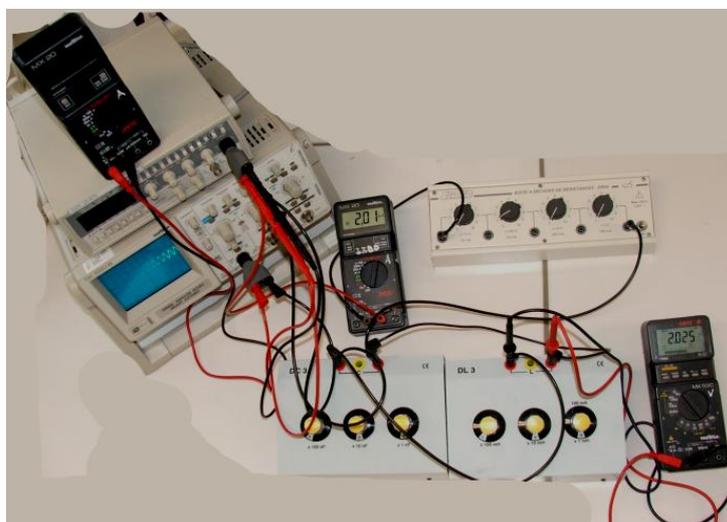
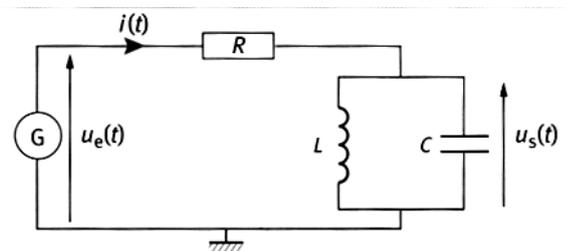
En visualisant à l'oscilloscope une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \cos(2\pi ft + \varphi)$, on mesure directement son amplitude U_m . Avec un multimètre réglé en voltmètre, on accède à la valeur efficace U de $u(t)$:

$U_{\text{eff}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$. De même, un multimètre réglé en ampèremètre mesure la valeur efficace I_{eff} de l'intensité

sinusoïdale $i(t) = I_m \cos(2\pi ft + \alpha)$, soit $I_{\text{eff}} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$.

Réalisation du montage et réglages préliminaires :

- a. Réalisez le montage ci-contre :
- b. Branchez dans ce circuit trois multimètres :
 - ✓ Le premier pour permettre d'avoir la tension efficace aux bornes du GBF.
 - ✓ Le deuxième permettant d'avoir l'intensité efficace du courant dans le circuit.
 - ✓ Le troisième permettant d'avoir la tension efficace aux bornes du condensateur.
- c. Dessinez-les sur le circuit.
- d. Réglez les composants aux valeurs suivantes : $R = 800 \Omega$; $L = 10 \text{ mH}$; $C = 1 \mu\text{F}$
- e. Réglez le GBF sur une tension sinusoïdale de 500 Hz ayant une tension efficace $U_{\text{Geff}} = 5\text{V}$.



Manipulation 1 :

- Faites varier la fréquence du GBF entre 500 et 2500 Hz et mesurez I_{eff} dans le circuit tous les 200 Hz environ. **Avant chaque mesure, vous réajusterez le potentiomètre level (ou amplitude) du GBF pour rester à $U_{\text{Geff}} = 5\text{V}$.**
- Complétez le tableau au verso.

Manipulation 2 :

- Faites varier la fréquence du GBF entre 500 et 2500 Hz et mesurez U_{Ceff} aux bornes du condensateur tous les 200 Hz environ. **Avant chaque mesure, vous réajusterez le bouton level (ou amplitude) du GBF ou modifierez la valeur de la résistance R pour rester à une valeur $I_{\text{eff}} = 2.0 \text{ mA}$.**
- Complétez le tableau au verso.

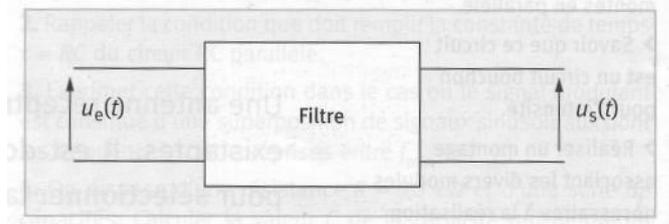
Tableau de mesures :

f	500	700	900	1100	1300	1500	1700	1900	2100	2300	2500
$f_{\text{réelle}}$	503.41	708.1	909.6	1108.2	1300.9	1520	1702.1	1904	2213.7	2292.1	2496.8
I_{eff} (U_{Geff} cte)	2.61	2.32	1.94	1.49	1.04	0.74	0.90	1.30	1.73	2.05	2.36
$f_{\text{réelle}}$	500.2	700	899.6	1100.8	1308	1501.5	1703.4	1906.4	2117.1	2298.1	2508.7
U_{Ceff} ($I_{\text{eff}} = \text{cte}$)	1.024	1.40	19.82	2.98	4.848	6.83	5.83	4.072	2.98	2.431	2.024

Rq : on donne deux fréquences dans ce tableau (f et $f_{\text{réelle}}$) car il est difficile d'atteindre exactement les fréquences f données.

II Caractérisation d'un filtre passe-bande :

Un filtre est un circuit qui, alimenté par une tension d'entrée $u_e(t)$ sinusoïdale de fréquence f , $u_e(t) = U_{\text{me}} \cos(2\pi f t)$, délivre une tension de sortie $u_s(t)$ sinusoïdale, de même fréquence et dont l'amplitude U_{ms} dépend de la valeur de f .

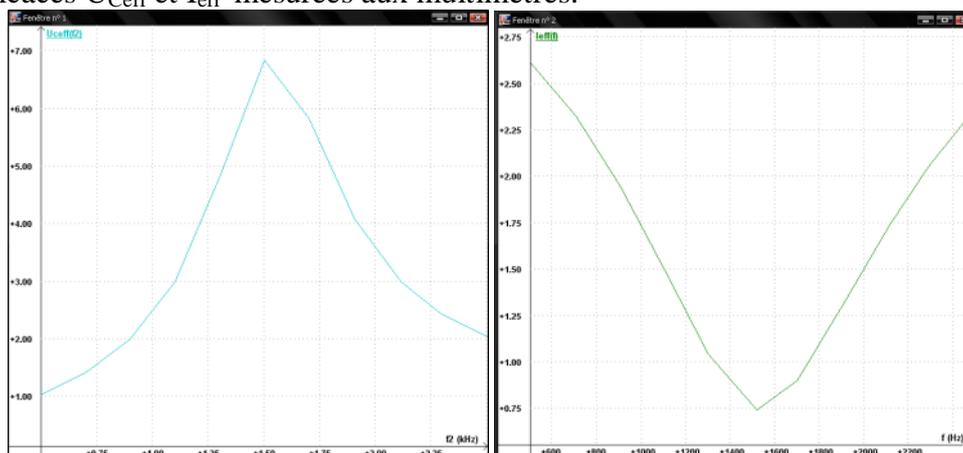


Dans le cas d'un filtre passe-bande, l'amplitude de la tension de sortie est très faible sauf dans un domaine de fréquences réparties autour d'une fréquence, dite fréquence centrale, notée f_0 .

La valeur de la fréquence centrale dépend des caractéristiques du circuit. Dans l'exemple du filtre passe-bande étudié précédemment, elle vérifie la relation : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

Question :

- À partir du tableau de mesures, tracez les courbes représentant, en fonction de la fréquence $f_{\text{réelle}}$, les valeurs efficaces U_{Ceff} et I_{eff} mesurées aux multimètres.



- b. Déterminez graphiquement la valeur de la fréquence centrale f_0 de ce filtre : $f_{0exp} = 1.50 \text{ kHz}$
- c. Calculez sa valeur théorique et comparez les résultats obtenus : $f_{0th} = 1.59 \text{ kHz}$ OK
- d. La bande passante est le domaine de fréquences pour lequel U_{ms} est supérieur à $\frac{U_{ms0}}{\sqrt{2}}$ où U_{ms0} est la valeur efficace de $u_s(t)$ pour f_0 . Déterminez, en hertz, la largeur de la bande passante du filtre.
De 1.30 à 1.82 kHz ce qui donne une largeur de 520 Hz.
- e. Justifiez les appellations «filtre passe-bande pour la tension» et «circuit bouchon pour l'intensité» données au circuit étudié ici.
Le filtre laisse passer une tension efficace importante que pour une bande de fréquence déterminée : c'est un filtre passe-bande.
Pour cette même bande de fréquence, l'intensité est négligeable : circuit bouchon en intensité.

Réalisation d'un récepteur radio en modulation d'amplitude

À l'emplacement où elle se trouve, une antenne de récepteur radio capte un certain nombre de stations. Chaque station est caractérisée par la fréquence de sa porteuse et par la largeur fréquentielle du signal modulant. Nous allons utiliser l'étude du filtre passe-bande ainsi que les propriétés d'un circuit de démodulation vu dans le chapitre précédent pour réaliser un récepteur radio pour des émissions en modulation d'amplitude.

Manipulation 2

OBJECTIF : réaliser un récepteur radio en modulation d'amplitude.

Dans un circuit récepteur radio, l'antenne joue le même rôle que le GBF et la résistance R dans le circuit du doc. 1. Le circuit constitué du dipôle LC parallèle est un **circuit d'accord**. Il permet de sélectionner une bande de fréquences centrée sur la fréquence centrale :

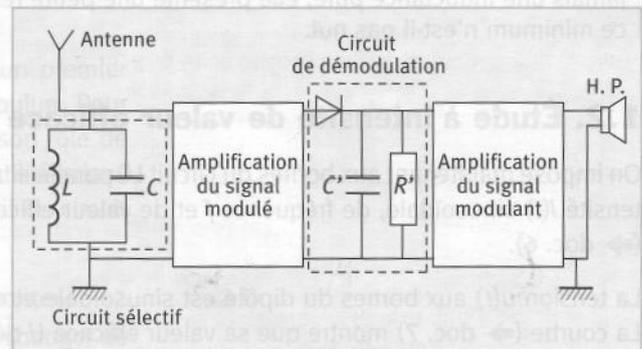
$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

L'accord de f_0 avec la fréquence f_p de la porteuse de l'émetteur recherché peut se faire soit par variation de la capacité C du condensateur, soit par variation de l'inductance L de la bobine. La tension obtenue à la sortie du circuit est ensuite amplifiée avant d'être démodulée. Le signal modulant restitué est alors amplifié à son tour afin d'être transformé par l'intermédiaire d'un haut-parleur en un signal sonore audible.

Voici les fréquences de porteuse de quelques émetteurs que l'on peut recevoir en France :

France inter : 162 kHz ; Medi 1 : 171 kHz ; Europe 1 : 183 kHz ; BBC : 198 kHz ; RMC : 216 kHz ; RTL : 234 kHz ; Atlantic : 252 kHz (Nord de la France) ; Radio Alger : 252 kHz (Sud de la France).

- Réaliser le montage du doc. 3. Choisir des valeurs de R' et C' afin d'obtenir une bonne démodulation (chapitre 6). Régler la valeur de l'inductance de la bobine de façon à obtenir une bande de réception centrée sur la fréquence désirée.



Doc. 3. Schéma de montage d'un récepteur radio.

- Ajouter une résistance en parallèle sur le circuit d'accord. Régler sa valeur entre 10 et 100 kΩ et écouter ce qui se produit.

Questions

4. Faire le schéma de principe du récepteur en faisant apparaître les différentes fonctions utilisées.
5. La valeur de la bande passante du circuit d'accord a-t-elle de l'importance ? Que peut-il se passer si elle est trop étroite ?
6. Quelle est l'influence d'une résistance en parallèle sur le circuit d'accord ? Comment est modifiée sa bande passante ?