

FILTRE PASSE – BANDE ET RECEPTEUR RADIO

- Objectifs:**
- Etudier la réponse en fréquence d'un filtre passe-bande.
 - Etudier un montage récepteur radio.

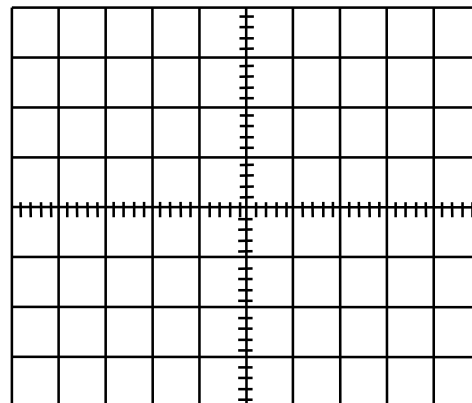
I. VALEUR EFFICACE ET VALEUR MAXIMALE D'UNE TENSION

- Visualiser à l'oscilloscope une tension sinusoïdale $u(t)$ d'amplitude $U_m = 4 \text{ V}$ et de fréquence 200 Hz.

a) Dessiner cette tension sur l'écran ci-contre et indiquer les réglages de l'oscilloscope:

- Mesurer la même tension aux bornes d'un **multimètre** en fonction **voltmètre alternatif**: noter la **valeur efficace** U mesurée.

b) Comparer U_m et $U \cdot \sqrt{2}$. Conclure.



Un oscilloscope permet de visualiser une tension sinusoïdale $u(t) = U_m \cdot \cos(2\pi \cdot f \cdot t)$ et d'accéder directement à la valeur maximale de $u(t)$, l'**amplitude** U_m .

Un voltmètre en position alternatif, donne la **valeur efficace** U de la tension $u(t)$ telle que: $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$

II. ETUDE D'UN FILTRE PASSE-BANDE: LE CIRCUIT (LC) PARALLELE

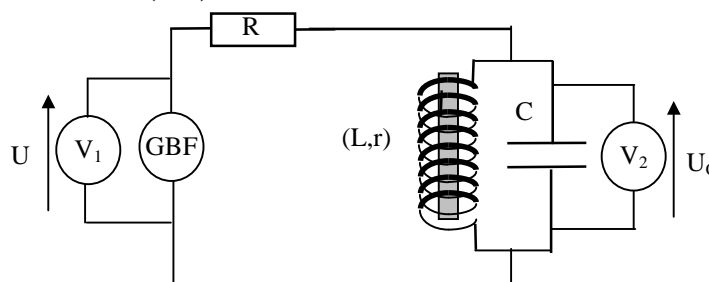
- Réaliser le montage ci-contre avec:

$$R = 470 \text{ k}\Omega$$

$$C = 47 \text{ nF}$$

$$L = 1,0 \text{ H} \quad r = 10 \Omega.$$

$$U = 7,0 \text{ V} \quad \text{et} \quad f = 200 \text{ Hz}.$$



- Le voltmètre V_1 mesure la tension efficace U aux bornes du GBF, tension qui doit être maintenue constante au cours des mesures. Le voltmètre V_2 mesure la tension efficace U_C aux bornes du condensateur.

- Faire varier la fréquence entre **200 Hz** et **1000 Hz**: relever la fréquence f_{\max} et la valeur maximale $U_{C,\max}$ approximative de la tension efficace aux bornes du condensateur.

- Sur une feuille de papier millimétré verticale, tracer **en direct** le graphe U_C en fonction de f pour différentes valeurs de f , que l'on ajustera judicieusement. Resserrer les prises de mesure lorsque f est voisin de f_{\max} .

1) Pourquoi le circuit (LC) est-il appelé **filtre passe – bande** ?

2) Déterminer graphiquement la valeur maximale $U_{C,\max}$ de la tension efficace U_C .

3) Déterminer graphiquement la valeur f_{\max} de la fréquence correspondante du G.B.F .

4) La fréquence propre f_0 du circuit (LC) parallèle a même formule que celle du circuit (LC) série. Calculer la valeur de f_0 et la comparer à f_{\max} . Conclure.

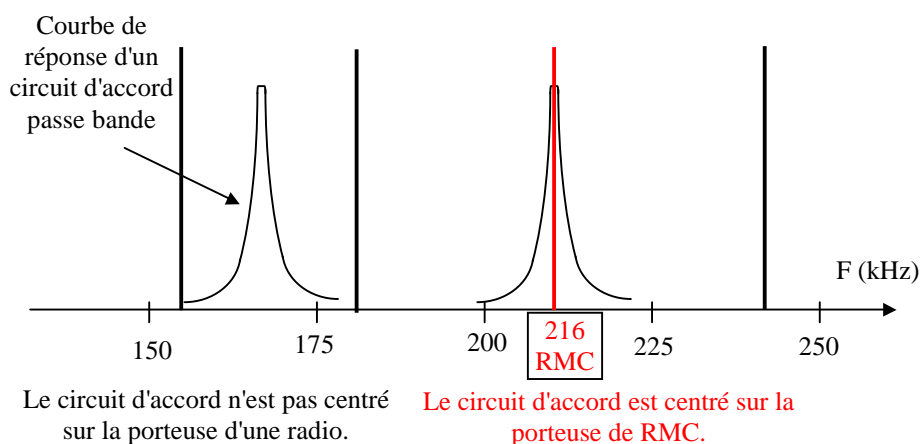
Bande passante à trois décibel (3 dB)

La bande passante à 3 dB correspond à l'intervalle de fréquence Δf pour lequel: $U_c(f) \geq \frac{U_{c \max}}{\sqrt{2}}$

- 5) Calculer $\frac{U_{c \max}}{\sqrt{2}}$ et tracer la droite correspondante sur le graphe précédent. Déterminer graphiquement les fréquences f_1 et f_2 pour lesquelles $U_c(f_1) = U_c(f_2) = \frac{U_{c \max}}{\sqrt{2}}$.
- 6) Déterminer la valeur de bande passante à 3 dB, notée Δf sous la forme d'un intervalle de fréquence: $\Delta f = f_2 - f_1$.
- 7) Que peut-on dire de la tension U_C lorsque f appartient à Δf ?

III. LE CIRCUIT D'ACCORD

- Une antenne peut recevoir toutes les ondes hertziennes émises par les différentes stations radio.
- Pour sélectionner une radio particulière de porteuse F , il faut coupler l'antenne à un **filtre passe-bande** appelé **circuit d'accord** convenablement réglé.
- La fréquence propre f_0 du circuit d'accord est alors égale à la fréquence F de la porteuse : $f_0 = F$.



Expérience (prof) :

- Un fil, faisant office de **radio émettrice**, est relié à un **GBF** réglé en **signal sinusoïdal** de fréquence porteuse $F = 10 \text{ kHz}$ et d'**amplitude maximale**.

- On réalise le **circuit d'accord** avec :

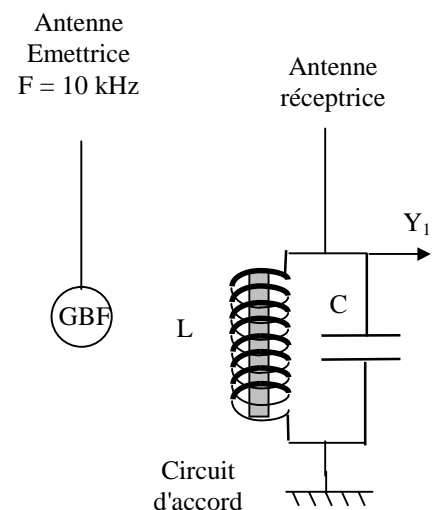
$$C = 100 \text{ nF}$$

L de l'ordre de 1 mH .

Le circuit d'accord est relié à un fil jouant le rôle d'**antenne réceptrice**.

Le **bâton de ferrite** à l'intérieur de la bobine permet de faire varier l'inductance L de la bobine.

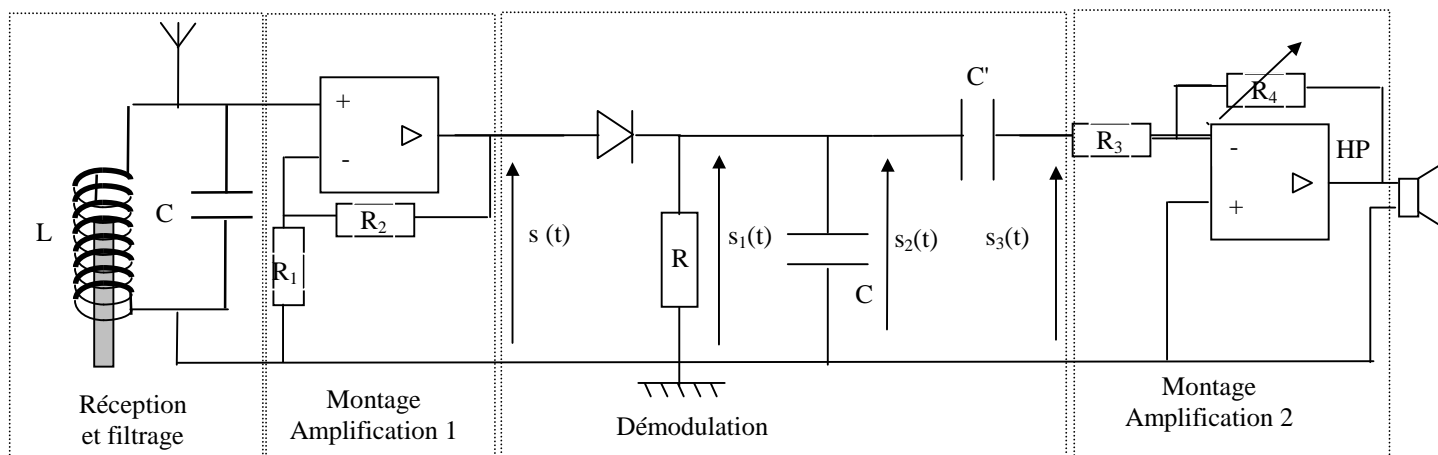
- Sur la voie Y_1 de l'oscilloscope (10 mV/div et $50 \mu\text{s/div}$) on visualise la tension aux bornes du condensateur. On déplace le bâton de ferrite de façon à observer un **maximum de réception à l'oscilloscope**. Le circuit d'accord est alors **accordé** sur la fréquence F de la porteuse de la station "GBF".



- 1) Rappeler l'expression de la fréquence propre f_0 du circuit d'accord sachant que cette fréquence est identique à la fréquence du circuit LC série.
- 2) Déduire de f_0 , l'expression de l'inductance L . Calculer L en **mH**.
- 3) Comparer cette valeur à celle mesurée directement sur le multimètre.
- 4) Avec le multimètre, mesurer les valeurs minimale L_{\min} et maximale L_{\max} de L (bobine sans bâton ou avec bâton complètement enfoncé) et calculer les fréquences f_{\min} et f_{\max} que l'on peut capter avec le circuit d'accord.
- 5) Le circuit d'accord permet-il de capter les stations radio en GO, sachant que en GO les fréquences porteuses ont des fréquences comprises entre $F_{\min} = 150 \text{ kHz}$ et $F_{\max} = 255 \text{ kHz}$?
- 6) Quelle doit être l'ordre de grandeur de la capacité C qu'il faudrait alors utiliser pour capter les stations radio en GO (avec $F \approx 200 \text{ kHz}$ et $L \approx 2 \text{ mH}$) ?

IV. REALISATION D'UN RECEPTEUR RADIO (prof)

- Le montage ci-dessous est déjà réalisé:



- **Réception et filtrage:** $C = 1 \text{ nF}$ $L =$ bobine d'inductance L variant entre 0,1 mH et 3 mH
- **Amplification 1** (AO non inverseur): $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$
- **Démodulation:** diode de détection au germanium, $R = 10 \text{ k}\Omega$ $C = 10 \text{ nF}$ $C' = 100 \text{ nF}$
- **Amplification 2:** (AO inverseur) $R_3 = 4,7 \text{ k}\Omega$, $R_4 =$ potentiomètre de 470 $\text{k}\Omega$

- 1) Quels sont les rôles de l'antenne et du circuit d'accord de l'étage "réception et filtrage" ?
- 2) Déplacer le bâton de ferrite jusqu'à visualiser un signal de grande amplitude en $s(t)$. Dessiner l'allure de la tension $s(t)$ reçue sur le premier écran.
- 3) Déterminer la période T_p du signal porteur haute fréquence et en déduire la fréquence F de la porteuse de la station radio captée. Quelle est la radio captée ?
- 4) Quel est le rôle de la diode de l'étage "démodulation" ? Quelle serait l'allure de la tension $s_1(t)$ si le reste du montage (après R) était déconnecté ?
- 5) Quel est le rôle du montage démodulation ? Quelle est l'allure de la tension $s_2(t)$? Dessiner $s_2(t)$ dans ce cas sur le second écran .

6) Calculer la constante de temps τ du circuit **RC** et la comparer à la période de la porteuse $T_p = 4,7 \mu\text{s}$ (RMC) et la période du signal informatif $T_s \approx 1 \text{ ms}$ ($f \approx 1 \text{ kHz}$). Les conditions d'une bonne démodulation sont-elles satisfaites ? Justifier.

7) Quel est le rôle du condensateur C' du l'étage "démodulation" ? Dessiner $s_3(t)$ sur le dernier écran.

