

FILTRE PASSE – BANDE ET RECEPTEUR RADIO (Correction)

I. VALEUR EFFICACE ET VALEUR MAXIMALE D'UNE TENSION

- Visualisation à l'oscilloscope d'une tension sinusoïdale $u(t)$ d'amplitude $U_m = 4,0$ V et de fréquence 200 Hz.
- Mesure de la même tension aux bornes d'un multimètre en fonction voltmètre alternatif:

$$U = 2,77 \text{ V}$$

$$U \times \sqrt{2} = 3,92 \text{ V} \quad (\text{écart relatif de 2\% par rapport à } 4,0 \text{ V})$$

On constate donc que: $U_m = U \times \sqrt{2} \Leftrightarrow$

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$$

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

- Réaliser le montage ci-contre avec:

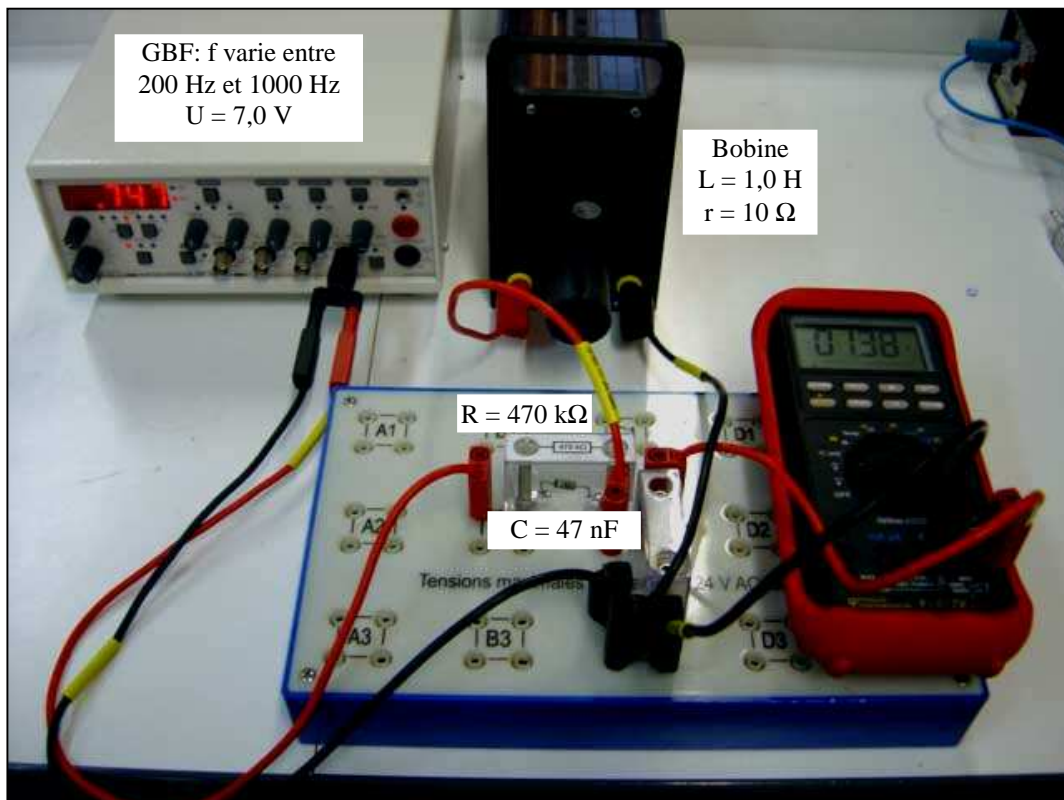
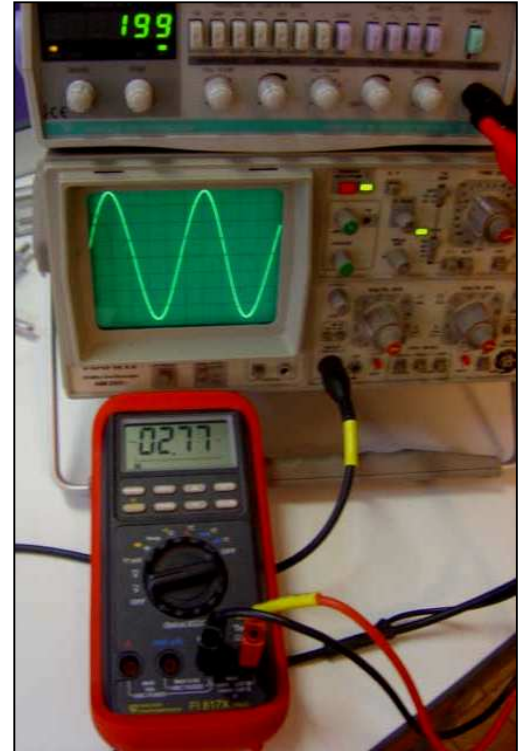
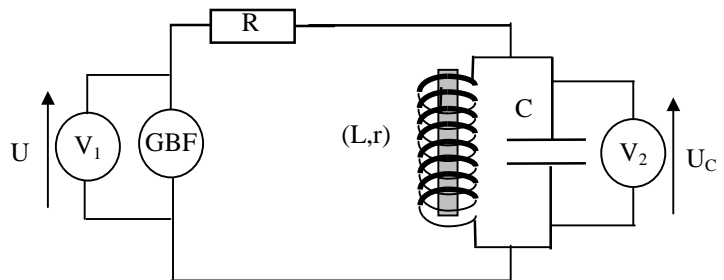
$$R = 470 \text{ k}\Omega$$

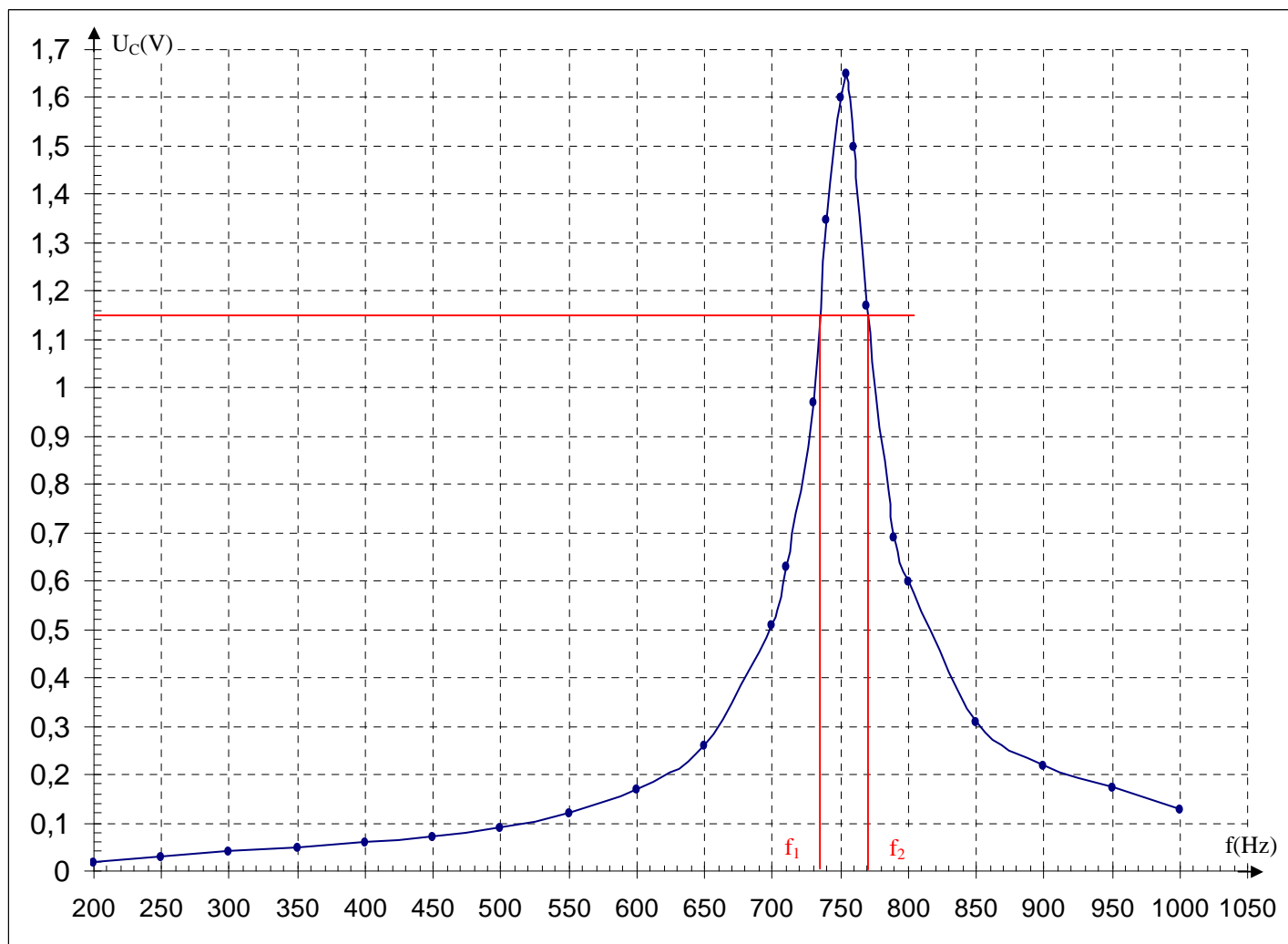
$$C = 47 \text{ nF}$$

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

$$\text{GBF: } U = 7,0 \text{ V}$$

f varie entre 200 Hz et 1000 Hz.





1) Le circuit (LC) est-il appelé filtre passe – bande car la tension U_C prend une valeur importante dans une petit bande de fréquence.

2) La valeur maximale $U_{C \max}$ de la tension efficace U_C est: $U_{C \max} = 1,65 \text{ V}$

3) La valeur f_{\max} de la fréquence correspondant du G.B.F est: $f_{\max} = 755 \text{ Hz}$

4) La fréquence propre f_0 du circuit (LC) parallèle est: $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$

Application numérique: $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{1,0 \times 47.10^{-9}}} = 735 \text{ Hz}$

Nous constatons qu'à 3 % près, la fréquence f_{\max} est égale à la fréquence propre f_0 du circuit (LC) parallèle.

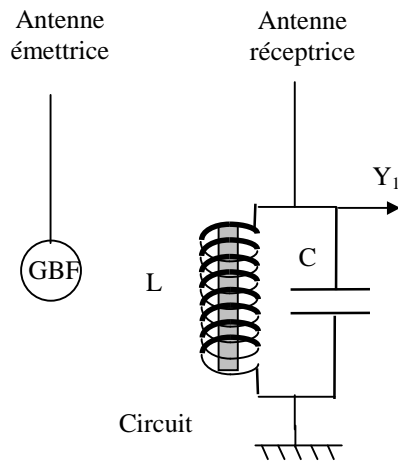
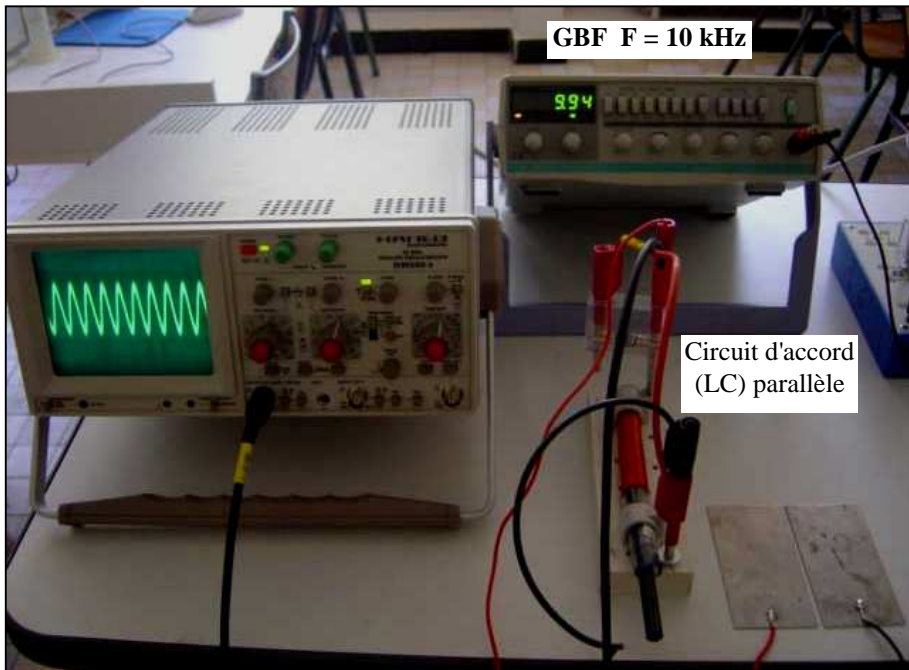
5) Calculons: $\frac{U_{C \max}}{\sqrt{2}} = 1,16 \text{ V}$. La droite $\frac{U_{C \max}}{\sqrt{2}} = 1,16 \text{ V}$ coupe le graphe $U_C = g(f)$ en deux points pour lesquels

$U_c(f_1) = U_c(f_2) = \frac{U_{C \max}}{\sqrt{2}}$ et dont les abscisses ont pour valeur: $f_1 = 735 \text{ Hz}$ et $f_2 = 770 \text{ Hz}$.

6) La bande passante à 3 B, notée Δf est : $\Delta f = f_2 - f_1 = 35 \text{ Hz}$.

7) Lorsque f appartient à Δf et la tension U_C est voisine de $U_{C \max}$ alors qu'en dehors de Δf la U_C est nettement plus faible.

III. LE CIRCUIT D'ACCORD



Antenne émettrice reliée au GBF

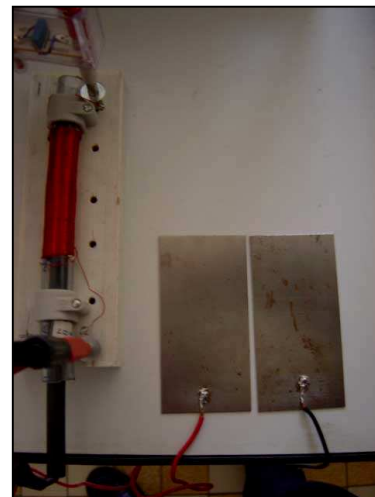
C = 100 nF



Antenne réceptrice reliée au circuit d'accord

En déplaçant le bâton de ferrite, on observe un maximum de réception à l'oscilloscope pour **L = 2,70 mH**

Les antennes sont proches l'une de l'autre mais pas en contact.



1) L'expression de la fréquence propre f_0 du circuit d'accord est:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{L.C}}$$

2) La valeur de l'inductance **L**, en **mH**, pour le circuit d'accord précédent est: $L = \frac{1}{4.\pi^2.f_0^2.C}$ avec **$f_0 = F = 10 \text{ kHz}$**

$$L = \frac{1}{4.\pi^2.(10.10^3)^2 .100.10^{-9}} = 2,5.10^{-3} \text{ H} = \mathbf{2,5 \text{ mH}}$$

3) La valeur obtenue expérimentalement avec le bâton de ferrite est: **$L_{\text{exp}} = 2,7 \text{ mH}$** .
Soit un écart relatif de **8 %**.

4)



bobine **sans bâton** de ferrite:
 $L_{\min} = 0,13 \text{ mH}$



bobine **avec bâton** de ferrite:
 $L_{\max} = 3,05 \text{ mH}$

Pour $L = L_{\min}$ on a $f_{\max} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0,13 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 10^{-9}}} = 44 \cdot 10^3 \text{ Hz} = \mathbf{44 \text{ kHz}}$

Pour $L = L_{\max}$ on a $f_{\max} = \frac{1}{2\pi\sqrt{3,05 \cdot 10^{-3} \cdot 100 \cdot 10^{-9}}} = 9,1 \cdot 10^3 \text{ Hz} = \mathbf{9,1 \text{ kHz}}$

5) Le circuit d'accord ne permet pas de capter les stations radio en GO [150 kHz – 255 kHz] car la fréquence la plus grande que l'on puisse capter est 44 kHz.

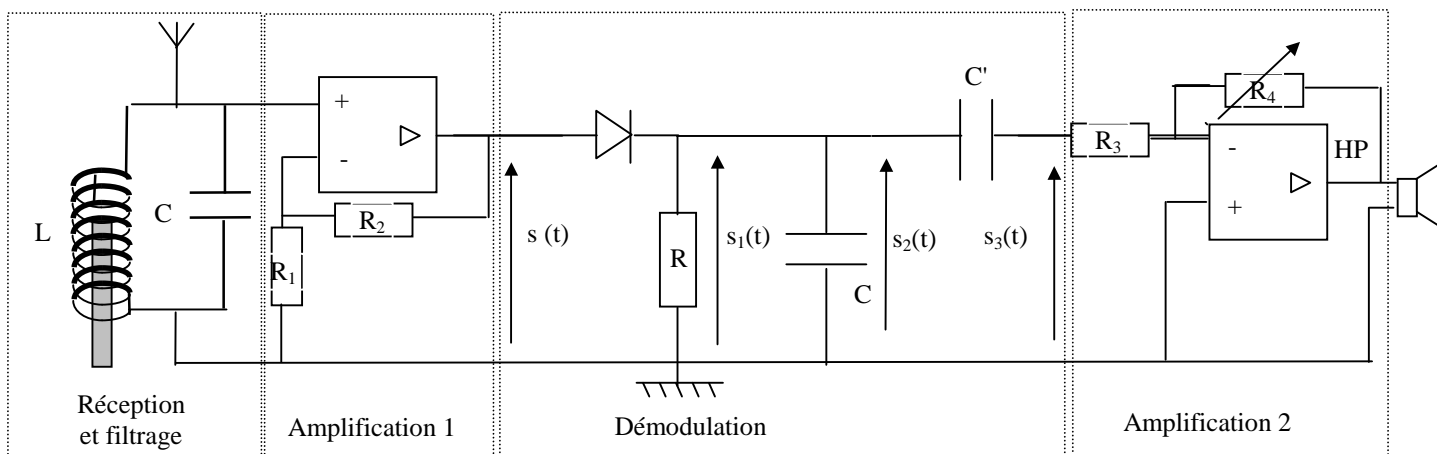
6) L'ordre de grandeur de la capacité C qu'il faudrait alors utiliser pour capter les stations radio en GO (avec $F \approx 200 \text{ kHz}$ et $L \approx 2 \text{ mH}$) est:

$$C = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot f_0^2 \cdot L} = \frac{1}{4 \cdot \pi^2 \cdot (200 \cdot 10^3)^2 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 3,2 \cdot 10^{-10} \text{ F}$$

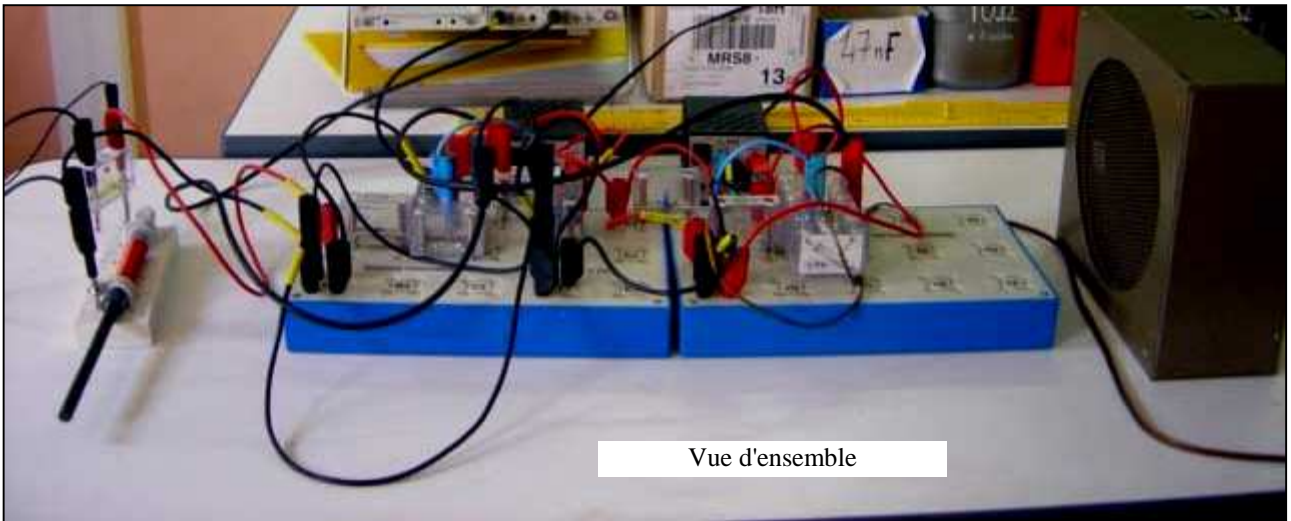
Il faut donc une capacité voisine de **0,3 nF**: dans la suite nous utiliserons une capacité de **1 nF**.

IV. REALISATION D'UN RECEPTEUR RADIO (prof)

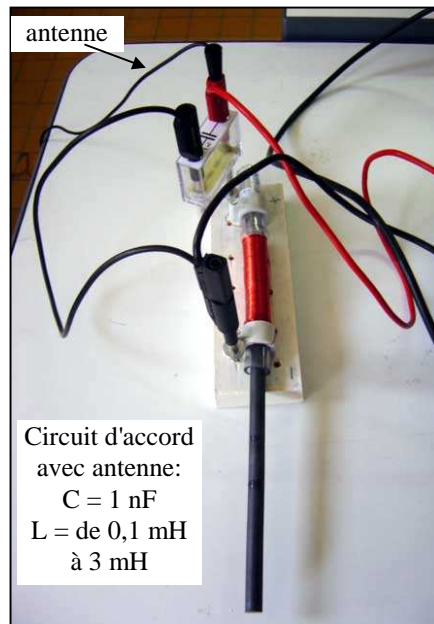
- Le montage ci-dessous est déjà monté:



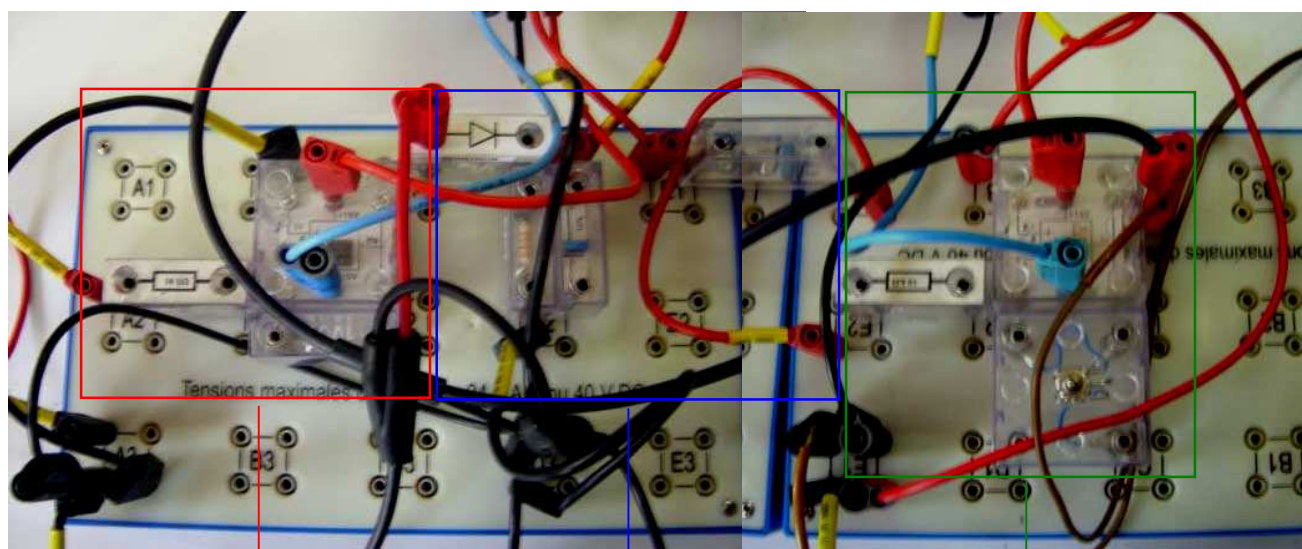
- **Réception et filtrage:** $C = 1 \text{ nF}$ $L =$ bobine d'inductance L variant entre $0,1 \text{ mH}$ et 3 mH
- **Amplification 1** (AO non inverseur): $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$
- **Démodulation:** diode de détection au germanium, $R = 10 \text{ k}\Omega$ $C = 10 \text{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



Vue d'ensemble



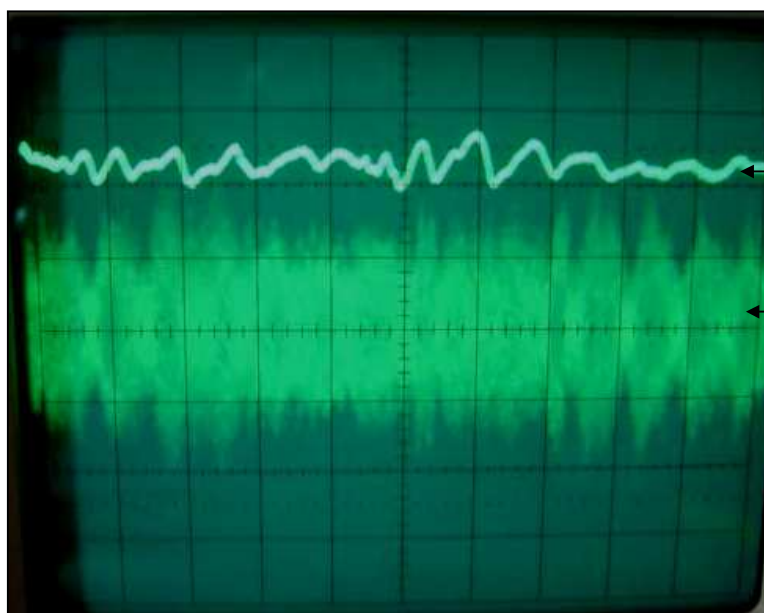
Circuit d'accord
avec antenne:
 $C = 1 \text{ nF}$
 $L =$ de $0,1 \text{ mH}$
à 3 mH



Amplification 1

Démodulation

Amplification 2

Tension modulante du signal radio $s_2(t)$ Signal porteur haute fréquence $s(t)$ modulé en amplitude

1) Le rôle de l'antenne est de capter les ondes hertziennes hautes fréquences émises par les stations radio. Le rôle du circuit d'accord de l'étage "réception et filtrage" est sélectionner parmi toutes porteuses des radios celle dont la fréquence est égale à la fréquence propre du filtre passe-bande: $f_0 = F$.

2) On déplace le bâton de ferrite jusqu'à visualiser un signal de grande amplitude $s(t)$ (voir photo).

3) En "zoomant" avec la base de temps (calibre $2 \mu\text{s}/\text{div}$) sur le signal porteur haute fréquence on mesure:

$$T_p = 2,3 \times 2,0 \cdot 10^{-6} = 4,6 \cdot 10^{-6} \text{ s}$$

Donc:

$$F = 1 / T_p = 217 \text{ kHz}$$

La radio captée est donc RMC ($F = 214 \text{ kHz}$).

4) Le rôle de la diode de l'étage "démodulation" est de supprimer les **alternances négatives** du signal modulé en amplitude $s(t)$.

5) Le rôle du montage démodulation est de détecter les crêtes du signal modulé $s(t)$ pour en extraire le signal modulant. (voir photo).

6) La constante de temps τ du circuit RC est: $\tau = R.C = 10 \cdot 10^3 \times 10 \cdot 10^{-9} = 100 \mu\text{s}$.

On constate que: $\tau \gg T_p = 4,7 \mu\text{s}$ (RMC) Et $\tau < T_s \approx 1 \text{ ms} = 1000 \mu\text{s}$.

Les conditions d'une bonne démodulation sont satisfaites car: $T_p \ll \tau < T_s$.

7) Le rôle du condensateur C 'du l'étage "démodulation" est de supprimer la tension de décalage du signal modulant.