

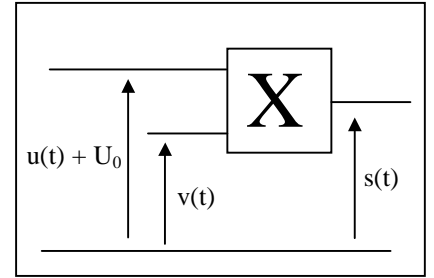
DEMODULATION D'AMPLITUDE

Objectifs: expliquer le principe de la démodulation d'amplitude et illustrer cette démodulation par des expériences.

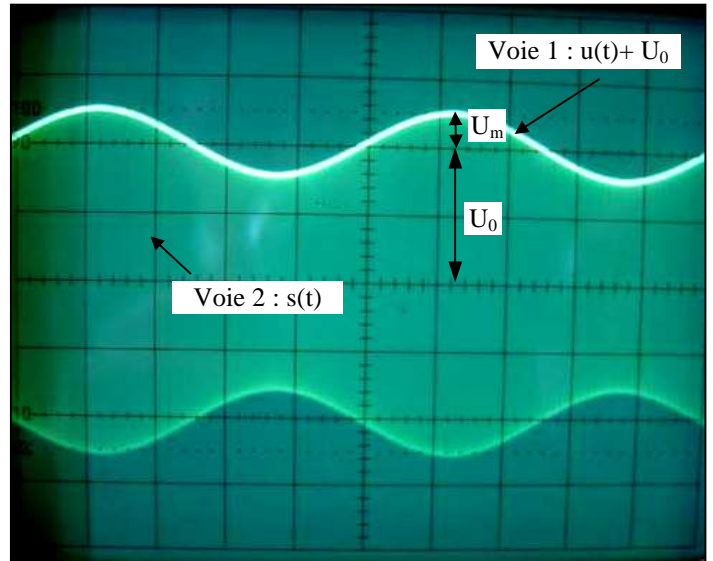
I. REALISATION DU SIGNAL MODULE $s(t)$

- Réaliser le signal modulé amplitude ci-contre avec :

Signal porteur: $v(t)$	amplitude : $V_m = 5,0 \text{ V}$	fréquence : $F = 50 \text{ kHz}$
Signal informatif $u(t)$	amplitude : $U_m = 0,5 \text{ V}$	fréquence : $f = 1,0 \text{ kHz}$
Tension de décalage de $u(t)$:	$U_0 = 2,0 \text{ V}$	



- Visualiser sur l'oscilloscope (voir ci-contre):
 - en voie 1: le signal informatif décalé $u(t) + U_0$**
 - en voie 2: la tension modulée $s(t)$**
- Faire vérifier vos signaux . Représenter les signaux obtenus sur le premier écran.



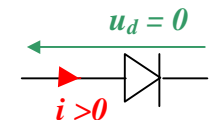
- Calculer le taux de modulation m ?
- A-t-on une bonne modulation ? Pourquoi ?

II. MONTAGE DETECTEUR D'ENVELOPPE

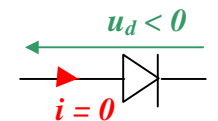
• Pour retrouver le signal informatif inscrit dans le signal modulé $s(t)$, il faut **détecter l'enveloppe du signal modulé**. Cette opération de **démodulation** est réalisée à l'aide d'un montage à **détecteur d'enveloppe**.

1) Diode de détection

- Une diode est un composant qui ne laisse passer le courant que dans un seul sens, appelé sens passant.
- Une diode idéale se comporte comme:
 - un **interrupteur fermé** lorsqu'elle est **passante**
 - un **interrupteur ouvert** lorsqu'elle est **bloquée**.



Diode idéale passante



Diode idéale bloquée

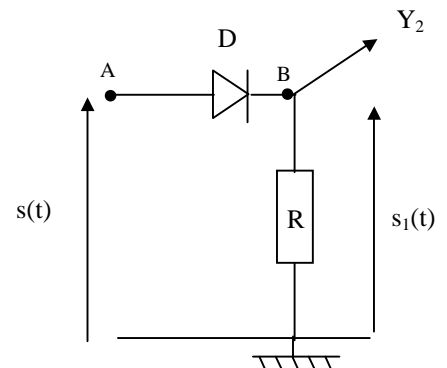
Rappel: le courant circule dans le sens des potentiels décroissants.

2) Le montage redresseur {diode – résistance}

• Envoyer la tension modulée $s(t)$ sur le montage redresseur schématisé ci-contre. La diode D est une diode au germanium à faible seuil (0,2 V) considérée comme idéale et $R = 10 \text{ k}\Omega$.

- Visualiser:
 - sur la voie 2, le **signal redressé $s_1(t)$**
 - sur la voie 1, le **signal informatif décalé $u(t) + U_0$** .

- Dessiner sur le second écran les signaux $u(t) + U_0$ et $s_1(t)$.
- Quel est l'effet du **montage redresseur** sur le signal modulé $s(t)$?
- Dans quel sens le courant passe-t-il à travers la diode ?



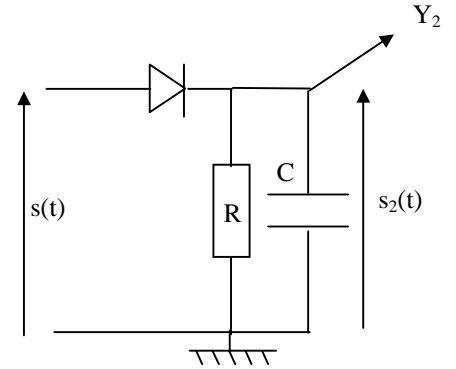
Montage redresseur

3) Le montage détecteur d'enveloppe {diode – dipôle RC}

• Compléter le montage précédent en ajoutant un condensateur de capacité $C = 47 \text{ nF}$ en parallèle avec $R = 10 \text{ k}\Omega$.

• Visualiser: - sur la voie 2, le signal démodulé décalé $s_2(t)$
- sur la voie 1, le signal informatif décalé $u(t) + U_0$.

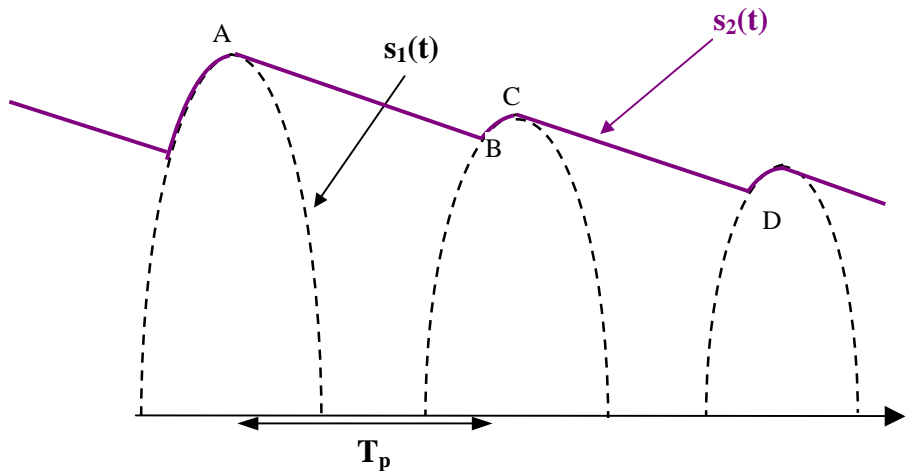
- Dessiner sur l'écran n°3 l'allure des signaux $u(t) + U_0$ et $s_2(t)$ observés.
- Comparer l'allure et la fréquence des signaux $s_2(t)$ et $u(t) + U_0$.
- Quelle partie du signal redressé $s_1(t)$ a éliminé le montage détecteur d'enveloppe ?
- Pourquoi ce montage est-il appelé « détecteur d'enveloppe » ?



Montage détecteur d'enveloppe

4) Principe de fonctionnement d'un détecteur d'enveloppe

• Réaliser, à l'oscilloscope, un zoom sur le signal démodulé décalé $s_2(t)$. Le signal $s_2(t)$ présente des « dents de scie ». Pourquoi ?



• De A à B, $s_2(t) > s_1(t)$. Le courant circulant dans le sens des potentiels décroissants, la diode est **bloquée** et se comporte comme un **interrupteur ouvert**. Le montage détecteur d'enveloppe est alors équivalent à un **circuit RC en décharge**. Ainsi le **condensateur se décharge** dans la résistance R avec une constante de temps $\tau = R.C$. La tension $s_2(t)$ **décroît lentement**.

• Au point B : $s_2(t) = s_1(t)$. De B à C la diode est **passante** et se comporte comme un **interrupteur fermé**. La tension $s_2(t)$ suit donc l'évolution de la tension $s_1(t)$. Le **condensateur se charge** de façon **quasi-instantanée** car il n'y a pas de résistance dans la branche contenant le condensateur ($\tau' = R'.C \rightarrow 0$).

• De C à D, le condensateur se décharge à nouveau lentement avec la constante de temps $\tau = R.C$ et ainsi de suite.

• On récupère ainsi de proche en proche **l'enveloppe du signal modulé** c'est-à-dire **le signal informatif décalé**.

5) Conditions d'une bonne démodulation

- Entre A et B, le condensateur doit se décharger:
 - **suffisamment lentement**, au cours d'une période T_p du signal porteur haute fréquence, pour que le point B soit le plus près du sommet C de la crête suivante: donc $\tau \gg T_p$.
 - mais **suffisamment vite** pour que le point B ne soit pas au dessus du point C, car sinon le détecteur d'enveloppe ne suit plus le signal informatif décalé de période T_i . Il faut donc: $\tau < T_i$.

Conditions d'une bonne démodulation:

$$T_p \ll \tau < T_i$$

ou

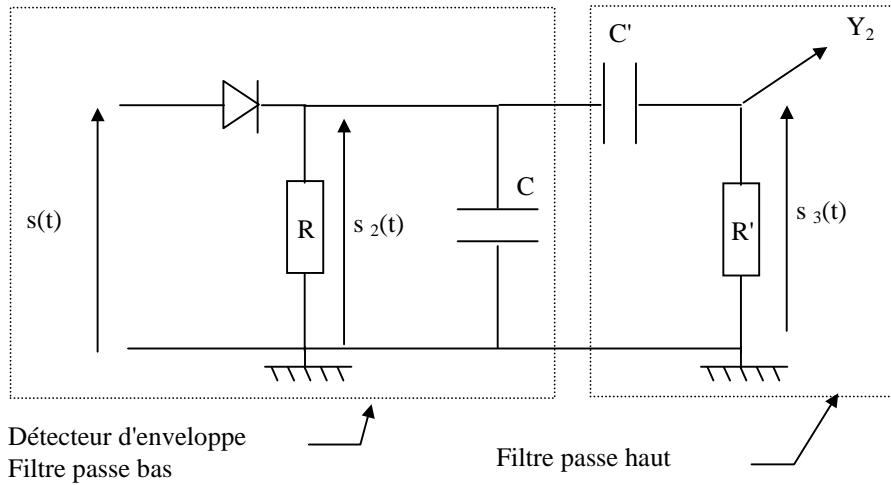
$$F \gg 1/\tau > f$$

- Calculer T_p , T_i et τ en μs pour $R = 10 \text{ k}\Omega$ et $C = 47 \text{ nF}$ et montrer que les conditions d'une bonne démodulation sont vérifiées.
- Quelle fréquence (F ou f) élimine le montage détecteur d'enveloppe ?

c) Justifier le nom de **filtre passe-bas** donné à l'association **RC parallèle**.

6) Elimination de la composante continue

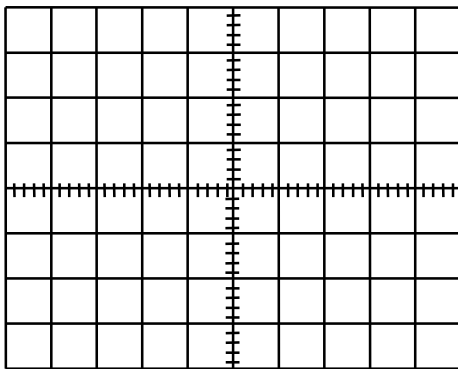
- Compléter le montage du détecteur d'enveloppe avec le **filtre passe haut** R'C'.



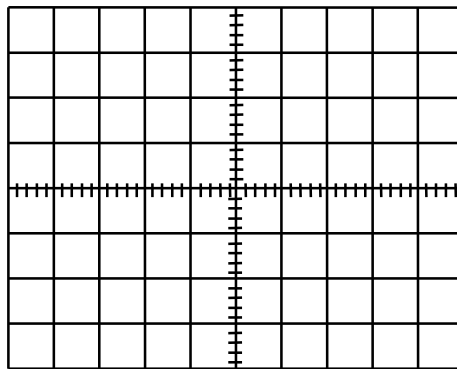
- Dessiner sur l'écran n°4 la tensions $s_3(t)$ observée à la sortie du filtre passe haut.
- Quel est le rôle du filtre passe haut ? Justifier le terme de filtre passe-haut.
- Augmenter F à 100 kHz. Que constatez-vous ?

7) Cas d'une mauvaise démodulation

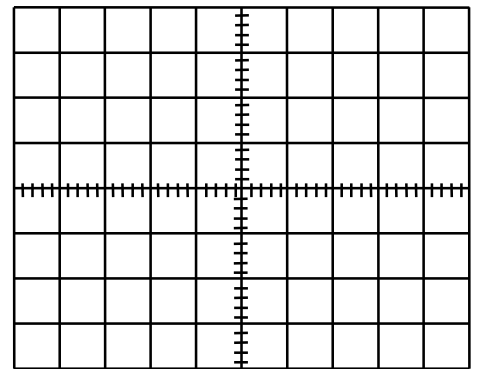
- Garder $C = 47 \text{ nF}$ et modifier la valeur de R (1 kΩ puis 100 kΩ).
- Dessiner sur les écrans n°5 et n°6, les signaux $u(t) + U_o$ et $s_2(t)$ pour $R = 1 \text{ k}\Omega$ puis pour $R = 100 \text{ k}\Omega$.
 - Calculer τ_1 pour $C = 47 \text{ nF}$ et $R = 1 \text{ k}\Omega$. Quelle condition n'est plus respectée dans ce cas ?
 - Calculer τ_2 pour $C = 47 \text{ nF}$ et $R = 100 \text{ k}\Omega$. Quelle condition n'est plus respectée dans ce cas ?



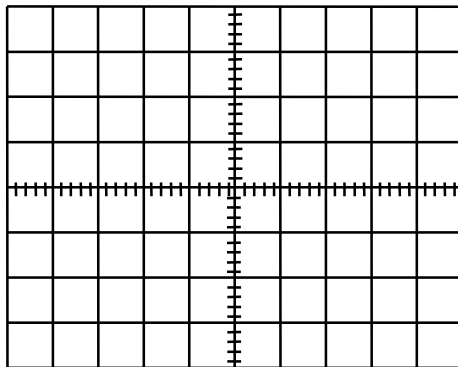
Signal modulé $s(t)$ et $u(t) + U_o$



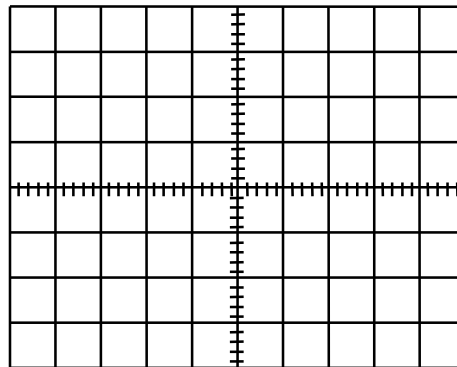
Signal $s_1(t)$ après la diode de détection



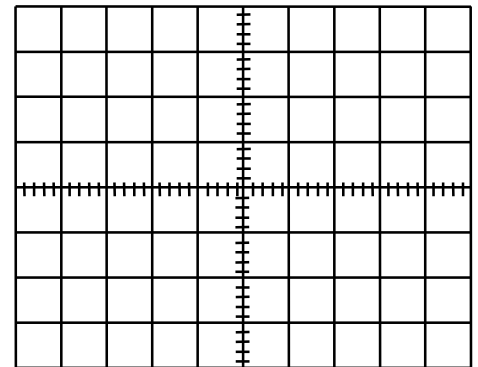
Signal $s_2(t)$ après le détecteur d'enveloppe



Signal $s_3(t)$ après le filtre passe-haut.



Signal $s_2(t)$ après le détecteur d'enveloppe pour $R = 1 \text{ k}\Omega$.



Signal $s_2(t)$ après le détecteur d'enveloppe pour $R = 100 \text{ k}\Omega$.