

Durée : 3h / Modulation et Démodulation / Détection synchrone

Objectifs de l'expérience

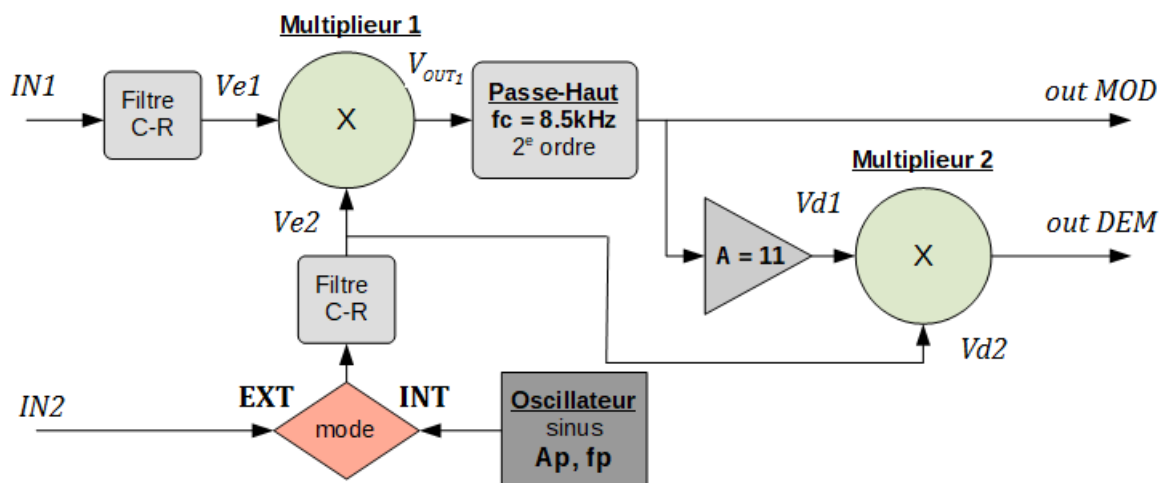
On se propose dans ce TP de réaliser une démodulation d'un signal modulé, à partir d'une détection synchrone pré-câblée.

On réalisera un **étage actif de filtrage** (Partie B) permettant de récupérer le signal modulant et on validera le bon fonctionnement de la maquette de modulation/démodulation (Partie A).

Partie A - Etude de la modulation/démodulation (DURÉE CONSEILLÉE : 60 MIN)

Description de la maquette

On se propose dans cette séance d'étudier la maquette suivante permettant de faire de la modulation et de la démodulation. On donne le schéma fonctionnel suivant :



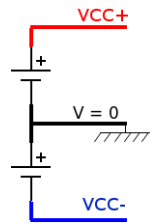
L'entrée **IN1** correspond à la modulante, soit $V_m(t)$, et l'entrée **IN2** correspond à la porteuse, soit $V_p(t)$.

Le **mode** est choisi à l'aide de l'interrupteur :

- EXT : modulation par un signal externe connecté sur **IN2** ;
- INT : modulation par un signal interne sinusoïdal de fréquence f_p et d'amplitude A_p .

A1 - Alimentation symétrique

- Réaliser une alimentation symétrique de $+V_{CC}$ / $-V_{CC}$ (avec $V_{CC} = 7\text{ V}$) à l'aide de l'alimentation continue composée de deux blocs indépendants (voir document annexe *Description du matériel* et figure ci-contre).
- Proposer et mettre en oeuvre une méthode de validation de ces deux tensions (successivement).



Faire valider par l'examineur.trice.

A2 - Etude de l'étage multiplieur 1

On appellera la **modulante** le signal $V_m(t) = A_m \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_m \cdot t)$ (fréquence lente) sur **IN1** et la **porteuse** le signal $V_p(t) = A_p \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot f_p \cdot t)$ (fréquence rapide) sur **IN2**.

Cette maquette intègre un générateur d'un **signal porteur sinusoïdal** à une fréquence f_P et d'une amplitude A_P .

On se propose dans un premier temps d'étudier l'étage autour du **multiplieur 1**. Il s'agit d'un multiplieur analogique AD633 permettant de réaliser le calcul suivant :

$$V_{OUT1}(t) = \frac{V_{e1}(t) \cdot V_{e2}(t)}{10\text{ V}}$$

- Si on suppose que $V_{e1}(t)$ et $V_{e2}(t)$ sont des signaux sinusoïdaux de fréquences respectives f_1 et f_2 différentes, que vaut le signal de sortie V_{OUT1} ? Quelles sont ses composantes fréquentielles ?

Les filtres C-R inclus sur la maquette sont de type passe-haut dont la constante de temps RC vaut environ 10 ms.

- Proposer un protocole pour valider le fonctionnement de l'étage du multiplieur 1 (incluant le *Passe-Haut* en sortie du multiplieur 1). On s'intéressera en particulier aux composantes fréquentielles incluses dans ce signal de sortie (par rapport aux fréquences des signaux d'entrée).
- Mettre en oeuvre ce protocole et montrer le fonctionnement de l'ensemble.
- Analyser les caractéristiques des signaux de sortie.
- Proposer une méthode pour déterminer A_P et f_P , l'amplitude et la fréquence de la porteuse présente sur la maquette (mode INT). Mesurer ces deux valeurs.

A3 - Etude du multiplieur 2 (détection synchrone)

Le signal sortant du bloc multiplieur 1 et du filtre passe-haut est amplifié d'un facteur 11 ($V_{d1} = 11 \cdot V_{outMOD}$).

Ce signal est alors appliqué sur l'étage multiplieur 2.

$$V_{outDEM}(t) = \frac{V_{d1}(t) \cdot V_{d2}(t)}{10\text{ V}}$$

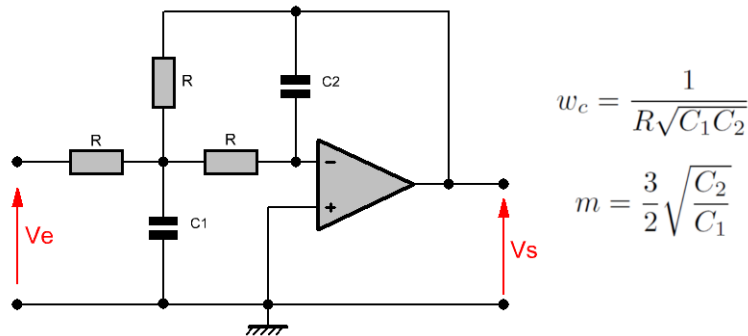
On rappelle que sur cette maquette : $V_{d2}(t) = V_{e2}(t)$

- En supposant que le multiplieur 2 a le même fonctionnement que le multiplieur 1, que vaut le signal de sortie V_{outDEM} ? Quelles sont ses composantes fréquentielles ?

- Observer le signal des sorties V_{outMOD} et V_{outDEM} en appliquant un signal sinusoïdal $V_m(t)$ de fréquence $f_m = 2\text{ kHz}$, d'amplitude crête à crête de 1 V et de valeur moyenne nulle. **Le boîtier sera en mode INT.**
- Analyser les signaux obtenus, en particulier les composantes fréquentielles des différents signaux mis en jeu.

Partie B - Filtrage analogique (DURÉE CONSEILLÉE : 60 MIN)

On se propose d'étudier un filtre actif basé sur la structure suivante :



La pulsation caractéristique de ce filtre vaut $\omega_c = \frac{1}{R\sqrt{C_1 C_2}}$ et le facteur de qualité vaut $Q = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{\frac{C_1}{C_2}}$.
ON UTILISERA L'ALIMENTATION SYMÉTRIQUE ($V_{CC} = 7V$).

B1 - Etude théorique

Ce montage utilise un amplificateur linéaire intégré (ALI) de type TL071/TL081 (voir documentation en annexe) qui fonctionne ici en régime linéaire. On a alors la relation suivante sur les entrées de l'ALI : $V_+ = V_-$ et les courants d'entrée i_+ et i_- de cet amplificateur sont supposés nuls.

- Faire une étude du fonctionnement du circuit en basse et en haute fréquence. En déduire le comportement attendu de ce filtre et donner les valeurs numériques le caractérisant pour les valeurs de composants suivantes : $R = 2.2\text{ k}\Omega$, $C_1 = 22\text{ nF}$ et $C_2 = 2.2\text{ nF}$.

B2 - Etude en fréquence de cette structure

- Réaliser le montage précédent avec les valeurs de composants $R = 2.2\text{ k}\Omega$, $C_1 = 22\text{ nF}$, $C_2 = 2.2\text{ nF}$.
- Proposer un protocole d'étude en fréquence de ce montage.
- Caractériser ce système pour des fréquences allant de 10Hz à 100kHz.
- Analyser les résultats pour valider le comportement de ce filtre.

B3 - Montage complet

- Justifier le rôle du filtre vis-à-vis du système de détection synchrone pour récupérer le signal modulant. Comment mettre en cascade ces deux éléments pour retrouver le signal modulant initial ?
- Valider le principe de la démodulation en associant les deux montages.