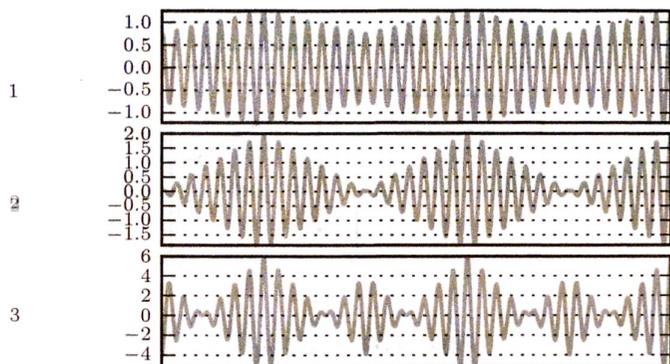


TD Physique - Modulation/Démodulation

1 Taux de modulation

Q1. On considère, sur la figure ci-dessous, la modulation d'amplitude d'une porteuse d'un signal triangulaire, avec trois taux de modulation différents. Évaluer, dans chaque cas, le taux de modulation.



Q2. Quelle(s) technique(s) de démodulation peut-on employer dans chacun de ces cas ?

2 Comparaison de procédés de démodulation

À partir d'un signal $e(t) = E \cos(\Omega t)$ et d'une porteuse haute fréquence $p(t) = S \sin(\omega_0 t)$ ($\omega_0 \gg \Omega$), on génère le signal modulé $s(t) = S(1 + ke(t)) \sin(\omega_0 t)$, porteur de l'information initiale et qui sera transmis.

Q1. On définit le taux de modulation par $m = kE$. Représenter le signal modulé en amplitude $s(t)$ dans les deux cas $m < 1$ et $m > 1$. On fera apparaître une enveloppe.

Q2. Représenter la décomposition spectrale du signal $s(t)$.

Q3. Reprendre la question précédente lorsque l'information à transmettre $e(t)$ possède un spectre continu, analogue à celui de la figure 1, avec $\omega_{\max} < \omega_0$.

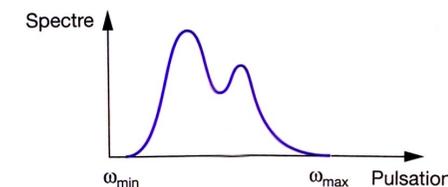
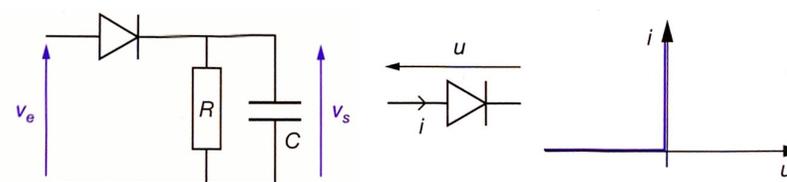


Figure 1

Q4. On considère le circuit de la figure de gauche ci-dessous. La diode est supposée idéale et sa caractéristique est tracée sur la figure de droite. Expliquer de manière semi-quantitative la relation entre les tensions d'entrée v_e et de sortie v_s . On pourra raisonner sur un signal $v_e(t) = e(t) = E \cos(\Omega t)$. On discutera selon l'état de la diode. On pose $\tau = RC$.



Q5. On alimente le circuit précédent par $v_e(t) = s(t)$ dans le cas $m < 1$. À quelle condition sur τ peut-on récupérer la partie du signal $S(1 + m \cos(\Omega t))$?

Q6. Est-ce possible de récupérer la porteuse pour $m > 1$?

Q7. Un circuit multiplieur délivre à sa sortie la tension $u(t) = Ks(t)e_0(t)$, où $e_0(t) = E_0 \sin(\omega_0 t)$ est de même pulsation que la porteuse. Exprimer $u(t)$ et préciser les différentes composantes de son spectre.

Q8. Comment recueillir le signal $S(1 + m \cos(\Omega t))$?

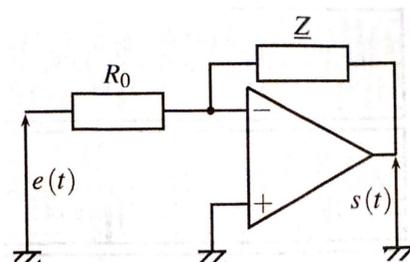
Q9. Comparer les deux procédés dits de démodulation.

3 Application de la détection synchrone à la mesure d'impédance (*)

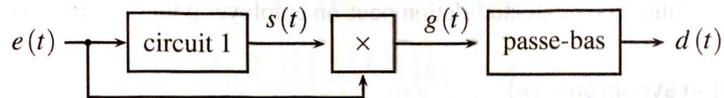
En raison de nombreux phénomènes physiques, le modèle linéaire d'une bobine n'est pas toujours suffisant. On approche mieux la réalité par un modèle de la forme $\underline{Z} = R(\omega) + jL(\omega)\omega$.

On cherche donc à mesurer l'impédance d'une bobine à une pulsation ω donnée.

- Q1.** Le circuit de la figure ci-dessous permet d'avoir des images de la tension et du courant passant dans \underline{Z} . Quelle tension permet d'accéder à la tension aux bornes de \underline{Z} ? au courant dans \underline{Z} ?

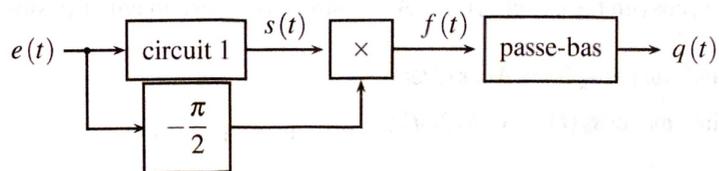


- Q2. Mesure de $R(\omega)$.** On insère ce circuit dans le montage suivant qui réalise une détection synchrone.



Le signal d'entrée vaut $e(t) = A \cos(\omega t)$. La constante du multiplieur est notée k , et le filtre passe-bas ne sélectionne que la composante continue. Déterminer l'expression de $d(t)$. Exprimer $R(\omega)$ en fonction de la valeur efficace E de $e(t)$ et des autres paramètres.

- Q3. Mesure de $L(\omega)$.** On modifie le montage comme suit :



Le bloc $\boxed{-\frac{\pi}{2}}$ introduit un retard de $\frac{\pi}{2}$ sans modifier l'amplitude. Déterminer l'expression de $q(t)$. Exprimer $L(\omega)$ en fonction de la valeur efficace de $e(t)$ et des autres paramètres.

Aides pour les exercices

Exercice 1

- Q1.** Dessiner les enveloppes positive et négatives des trois signaux permet de visualiser le signal modulant, de la forme $e(t) = E_0 + Em \cos(\omega_e t)$.
- Q2.** Choisir entre démodulation à détection de crête et/ou démodulation synchrone.

Exercice 2

- Q1.** Représentation : cf. TP.
- Q2.** Développer $s(t)$ et utiliser les relations trigonométrie pour faire apparaître trois fréquences.
- Q3.** Penser à appliquer le raisonnement précédent aux bornes de l'intervalle de définition de pulsation ω du signal.
- Q4.** Reprendre le raisonnement de la démodulation par détection de crête vue en TP.
- Q5.** Il faut $\frac{2\pi}{\omega_0} < \tau < \frac{2\pi}{\Omega}$
- Q6.** Non : un montage à détection synchrone est nécessaire.
- Q7.** Le calcul doit donner cinq signaux dont une composante continue.
- Q8.** Filtre passe-bas de fréquence de coupure..... (à compléter)

Exercice 3

- Q1.** $s(t)$ pour la tension, $e(t)$ pour l'intensité du courant.
- Q2.** $d(t) = -k \frac{E^2}{R_0} R(\omega)$ avec $E = \frac{A^2}{2}$
- Q3.** $L(\omega) = \frac{R_0}{kE\omega} q(t)$