

## Test d'Electronique – Module complémentaire 2<sup>ème</sup> Année (S4)

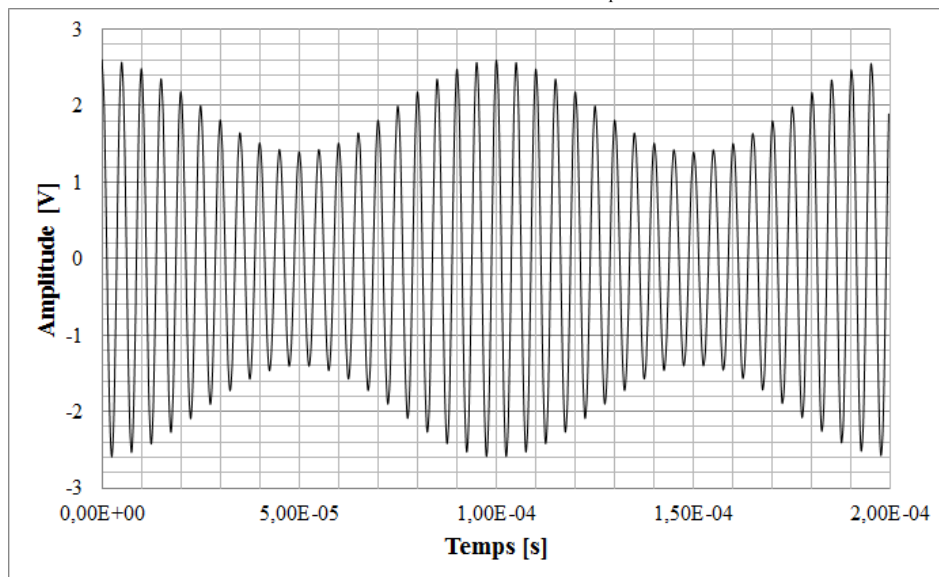
Documents autorisés (Cours/TDs et TPs uniquement)

Durée : 2h – 02 avril 2014

-----

### I- Modulation d'amplitude (4 points : 1,5/1/1,5)

La figure 1 montre un **signal modulé en amplitude**. La fréquence de la porteuse est égale à 200kHz. Ce signal s'écrit :  $V(t) = A[1 + m \cdot \cos(\Omega t)] \cos \omega_p t$



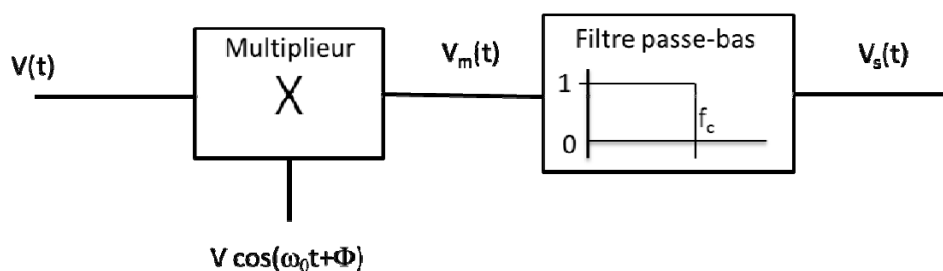
**Figure 1** : Signal modulé en amplitude

1/ Déterminer :

- la fréquence du signal modulant
- le taux de modulation
- l'amplitude A

2/ Représenter le spectre du signal modulé en le cotant en amplitude et en fréquence.

3/ On réalise une démodulation de ce signal à l'aide du circuit donné en figure 2.



**Figure 2** : Synoptique pour la démodulation d'amplitude

- a- Exprimer  $V_m(t)$ . On notera  $k$  la constante du multiplicateur.
- b- Donner son spectre (position et amplitude des raies).
- c- Indiquer les conditions que doit vérifier la fréquence de coupure du filtre ( $f_c$ ) pour que la tension  $V_s(t)$  corresponde au signal démodulé.

## II- Etude d'un démodulateur de fréquence (8 points : 1/1/0,5/0,5/3/2)

On considère le circuit de la figure 3 construit autour d'un filtre F, d'un multiplicateur et d'un filtre passe bas. On se place en régime sinusoïdal et l'AOP est supposé idéal.

1/ Montrer que le gain complexe  $\underline{H}(j\omega)$  du filtre F peut se mettre sous la forme suivante :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{1 - j\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_0}} \text{ avec } \omega_0 = \frac{1}{R_0 C_0}$$

2/ Tracer le diagramme de Bode de ce filtre (module et phase).

3/ Si  $v(t) = V_m \cos(\omega t)$ , donner l'expression de  $u(t)$ .

4/ Montrer que ce filtre est un déphaseur pur dont le déphasage s'écrit :  $\varphi = -2 \arctan\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)$ .

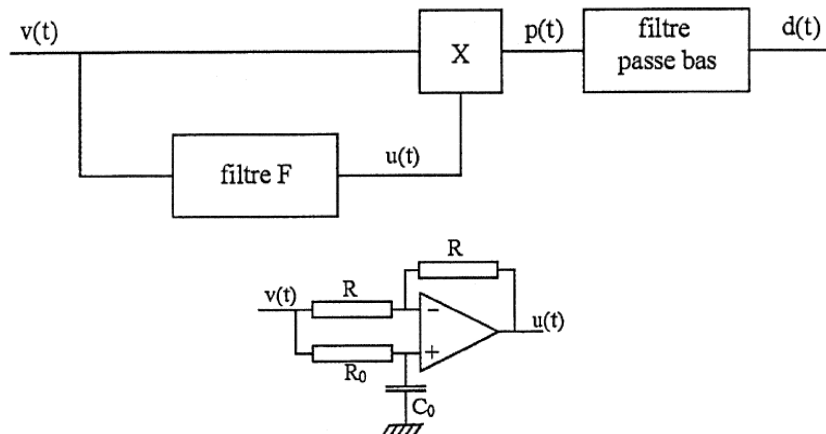


Schéma du filtre F

Figure 3 : Synoptique du démodulateur de fréquence

5/ En supposant que le multiplicateur a une constante  $k$ , exprimer la tension  $p(t)$  en sortie du multiplicateur lorsque  $v(t) = V_m \cos(\omega t)$ .

a- Tracer le spectre de ce signal

b- On suppose que la fréquence de coupure du filtre passe-bas ( $f_c$ ) est très petite par rapport à la fréquence  $f$ . Exprimer  $d(t)$ .

c- Sachant que  $\cos(\varphi) = \frac{2}{1 + \tan^2\left(\frac{\varphi}{2}\right)} - 1$ , montrer que :  $d(t) = \frac{k}{2} \cdot V_m^2 \left[ \frac{f_0^2 - f^2}{f_0^2 + f^2} \right]$

6/ On suppose que  $v(t)$  est maintenant un signal **modulé en fréquence par un signal S(t)**, la fréquence de la porteuse étant égale à  $f_0$ .

On note  $f_i$  la fréquence instantanée du signal modulé et  $\delta f = (f_i - f_0)$ , la variation instantanée de fréquence. On supposera que :  $\delta f \ll f_0$ .

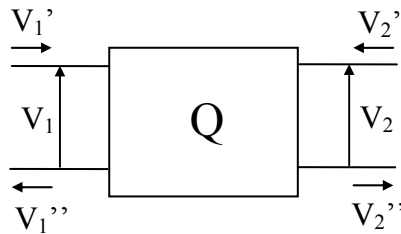
On rappelle que la fréquence instantanée s'écrit dans le cas d'une modulation de fréquence sous la forme :  $f_i(t) = f_0 + aS(t)$

- a- Exprimer  $\delta f$  en fonction du signal modulant.
- b- Montrer que  $d(t)$  peut s'écrire :  $d(t) \approx K \cdot \delta f$  autour de  $f_0$ . Exprimer  $K$  en fonction de  $k$ ,  $V_m$ ,  $f_0$ .
- c- Quelle fonction est réalisée par le circuit ?
- d- Calculer  $K$  si  $k = 0,5V^{-1}$ ,  $V_m = 2,5 V$ ,  $f_0 = 10 \text{ MHz}$ .

### III- Paramètres S d'un quadripôle (4 points : 1/1/2)

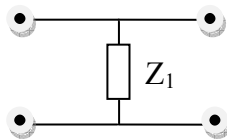
On considère le quadripôle Q en figure 4.

1/ Donner les schémas électriques permettant la mesure de  $S_{11}$  et  $S_{21}$ .



**Figure 4 :** Quadripôle et notations des tensions

2/ Le quadripôle Q possède la structure de la figure 5. Calculer le paramètre  $S_{11}$ .



**Figure 5 :** Quadripôle étudié

3/ On suppose que l'impédance  $Z_1$  est constituée d'une inductance  $L$  en parallèle avec une capacité  $C$ .

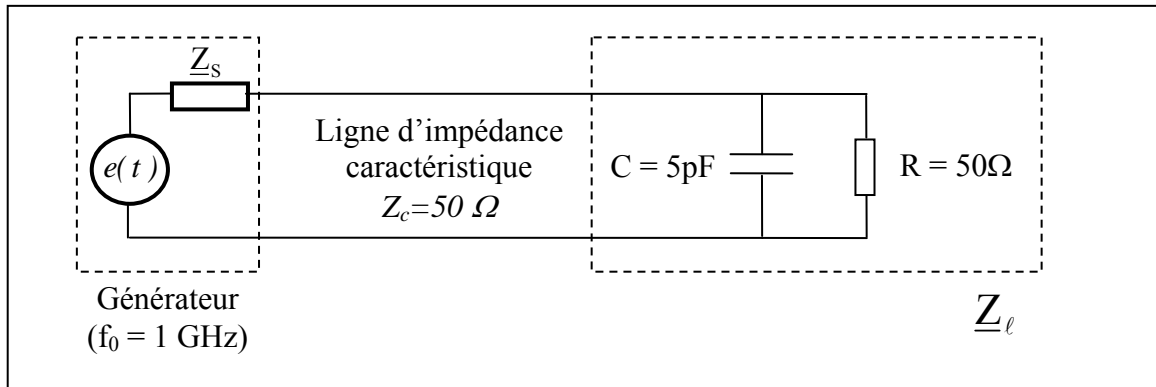
- a- Calculer  $S_{11}$  pour  $\omega \rightarrow 0$  et  $\omega \rightarrow \infty$
- b- Calculer  $S_{11}$  à la fréquence particulière  $\frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

### IV- Adaptation d'impédance par composants discrets et par tronçon de ligne (6 points : 1/2/2/1)

#### IV-1/ Adaptation par composants discrets

On considère le montage indiqué en figure 6. On cherche à réaliser une adaptation de ce montage autour de 1 GHz.

- 1/ Pourquoi est-il nécessaire d'intercaler un circuit d'adaptation entre le générateur et la charge ? Justifier clairement votre réponse.
- 2/ Calculer le(s) élément(s) du circuit d'adaptation.



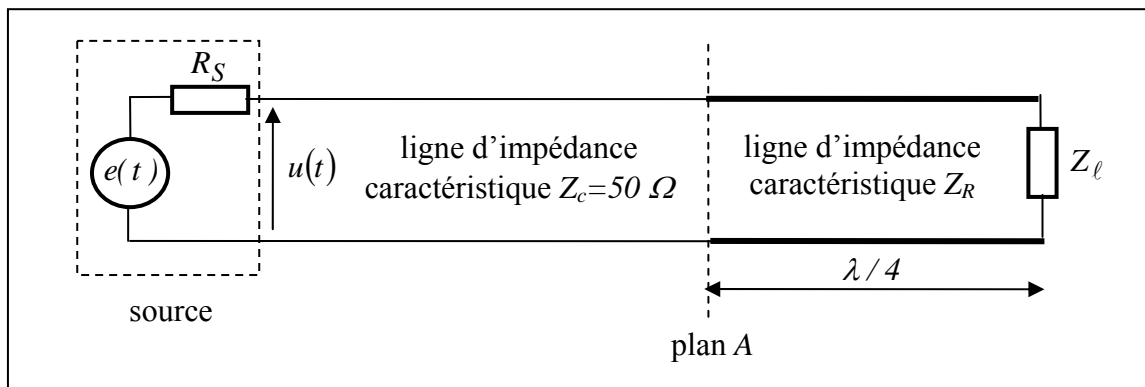
**Figure 6** : Caractéristiques du circuit à adapter

#### IV-2/ Adaptation par tronçon de ligne

La source de la figure 7, de résistance  $R_S = Z_C = 50 \Omega$ , doit transmettre, par l'intermédiaire d'une ligne de transmission d'impédance caractéristique  $Z_C$ , le maximum de puissance à l'impédance  $Z_\ell$  supposée réelle. Pour ce faire, on utilise une ligne de longueur  $\lambda/4$  d'impédance caractéristique  $Z_R$  dont on cherche la valeur.

1/ Donner l'expression de l'impédance ramenée  $Z_A$  dans le plan A.

2/ Montrer que  $Z_R$  doit satisfaire la relation  $Z_R = \sqrt{Z_C Z_\ell}$  pour que la source transmette le maximum de puissance à la charge  $Z_\ell$ .



**Figure 7** : Adaptation d'impédance par tronçon de ligne

NB : On rappelle que l'impédance ramenée  $Z(x=L)$  d'un tronçon de ligne de longueur  $L$  se met sous la forme :

$$Z(x=L) = Z_0 \frac{Z_\ell + jZ_0 \operatorname{tg}(\beta L)}{Z_0 + jZ_\ell \operatorname{tg}(\beta L)}$$

avec  $Z_0$  : impédance caractéristique du milieu de propagation et  $\beta = 2\pi/\lambda$  (constante de phase en  $m^{-1}$ )

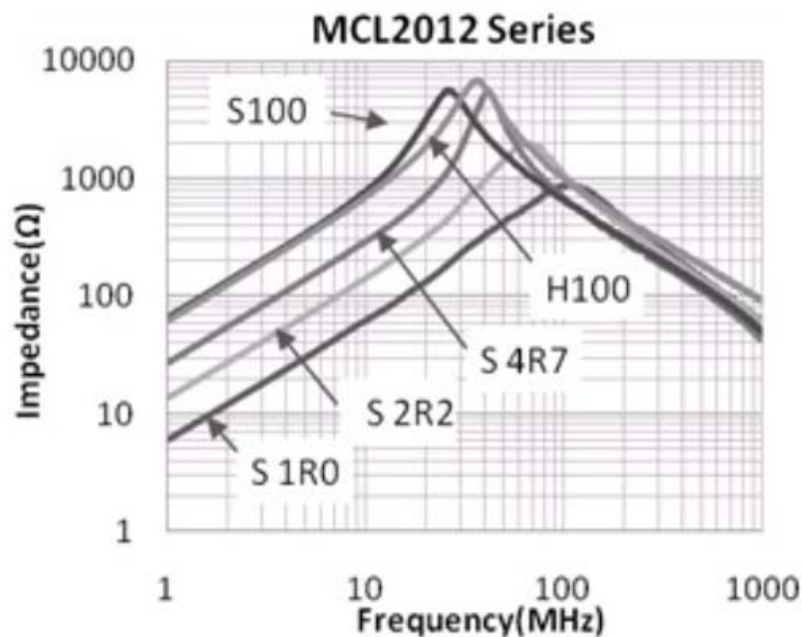
## V- RFID (4 points : 1/1,5/1,5)

On souhaite réaliser un dispositif RFID à 27MHz dont la bobine du transpondeur est mise en résonance parallèle chargée par la résistance d'entrée de l'électronique de traitement de l'information et égale à  $10k\Omega$ .

1/ Dessiner le schéma électrique côté transpondeur.

2/ Le tracé de l'impédance de la bobine L en fonction de la fréquence est donné en figure 8.

- Justifier le choix de la série S100 et montrer que la valeur de L est proche de  $10\mu H$ .
- En déduire la valeur de la capacité parasite  $C_p$  de la bobine.



**Figure 8 :** Impédance en fonction de la fréquence de bobines CMS de chez Sunlord

3/ Tracer la variation de la tension (V) en sortie du transpondeur chargé en fonction de la distance  $x_0$  entre la bobine du lecteur et celle du transpondeur pour  $x_0 = 2, 4$  et  $6$  cm et pour un courant traversant la bobine du lecteur  $I_1$  de valeur crête égale à  $100mA$ . Au préalable, on calculera le coefficient de mutuelle inductance pour chacune de ces distances.

*Caractéristiques des bobines du transpondeur et du lecteur :*

- Rayon des spires =  $2,2$  cm
- Nombre de spires =  $6$
- $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$  H/m

-----