

## DL3 : Électronique

**Oscillateur à fréquence modulée**

On admettra ici que les amplificateurs opérationnels sont idéaux et fonctionnent en régime linéaire. Dans tout le problème, on utilisera une notation complexe; l'amplitude complexe de la grandeur sinusoïdale  $u(t)$  est notée  $\underline{u}$ ; on notera  $j^2 = -1$ .

**A) Étude de l'oscillateur**

On considère le quadripôle représenté sur la figure 1, utilisé en sortie ouverte ( $i = 0$ ). Dans ce montage,  $C_1$  et  $C_2$  sont deux condensateurs;  $v(t)$  et  $v_2(t)$  sont les valeurs instantanées des tensions d'entrée et de sortie. Le régime de fonctionnement est sinusoïdal, de pulsation  $\omega$ .

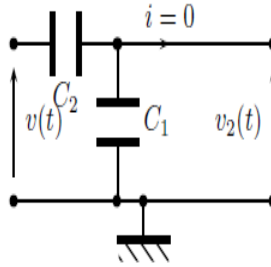


FIGURE 1 –

1. Définir un amplificateur opérationnel idéal.
2. Exprimer le rapport  $\frac{v_2}{v}$ .
3. Quelle est la relation de phase entre  $v(t)$  et  $v_2(t)$  ?

On considère maintenant le quadripôle représenté sur la figure 2, utilisé en sortie ouverte ( $i = 0$ ).  $v_1(t)$  est sa tension d'entrée. On convient de noter  $\underline{Y}$  l'admittance complexe de l'ensemble formé de la bobine d'inductance  $L$  et des deux condensateurs de capacités  $C_1$  et  $C_2$ .

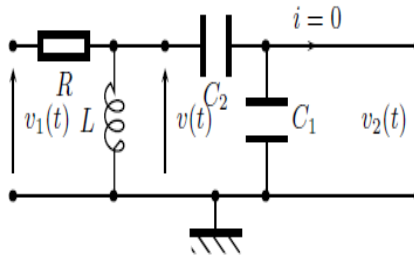


FIGURE 2 –

- 4) Exprimer  $\underline{Y}$  en fonction de  $L$ ,  $C_1$ ,  $C_2$  et  $\omega$ .
- 5) Exprimer le rapport  $\frac{v_2}{v_1}$ .
- 6) Montrer que la fonction de transfert  $\underline{H}(j\omega) = \frac{v_2}{v_1}$ , s'écrit sous la forme :

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{H_0}{1 + jQ(x - \frac{1}{x})}$$

$x = \frac{\omega}{\omega_0}$ , Donner  $H_0$ ,  $Q$  et  $\omega_0$ , en fonction de  $L$ ,  $C_1$ ,  $C_2$ . Quelles sont les noms donnés à  $Q$  et à  $\omega_0$  et quelles sont leurs dimensions.

Un amplificateur opérationnel idéal et fonctionne en régime linéaire, est inséré dans le montage conformément à la figure 3.

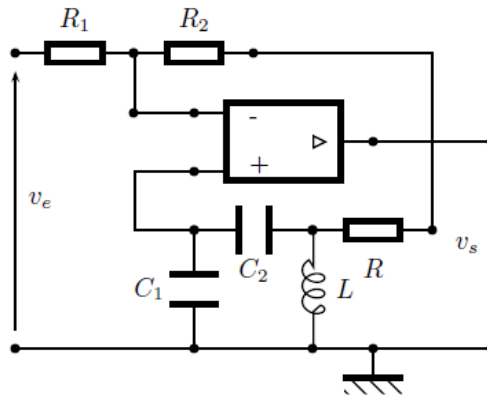


FIGURE 3 –

- 7) Exprimer une relation entre  $v_e$  et  $v_s$  faisant intervenir  $\underline{H}(j\omega)$ ,  $R_1$  et  $R_2$ .
- 8) On relie  $R_1$  à la masse pour annuler  $v_e$ . Montrer que, dans certaines conditions,  $v_s(t)$  peut rester non nul. Exprimer la condition d'oscillation sous forme d'une relation liant  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $C_1$  et  $C_2$ ; exprimer la fréquence d'oscillation en fonction de  $L$ ,  $C_1$  et  $C_2$ .

### B) Etude d'un oscillateur à fréquence modulée

Pour réaliser un oscillateur à fréquence modulée, on branche une diode à capacité variable ou varicap en parallèle avec la bobine d'inductance  $L$ . Une varicap peut être assimilée à un condensateur dont la capacité  $C(s)$  est fonction d'une grandeur  $s$ , susceptible de varier avec le temps, sous la forme  $C(s) = A s^n$  où  $A$  et  $n$  sont des constantes positives. Le quadripôle de la figure 3 est alors modifié conformément à la figure 4. La fonction de transfert de ce nouveau quadripôle peut s'écrire :

$$\underline{H}'(j\omega) = \frac{H'_0}{1 + jQ'(x - \frac{1}{x})}$$

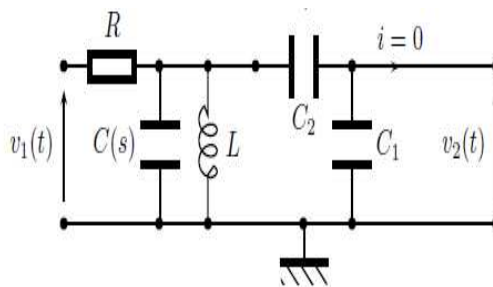


FIGURE 4 –

9) Expliciter  $H'_0$ ,  $Q'$  et  $\omega'_0$  ( $x = \frac{\omega}{\omega'_0}$ ), en fonction de  $C(s)$ ,  $R$ ,  $L$ ,  $C_1$  et  $C_2$ .

On reprend le montage de la figure 3 modifié par l'introduction de la varicap avec  $v_e = 0$ ; on obtient le montage de la figure 5.

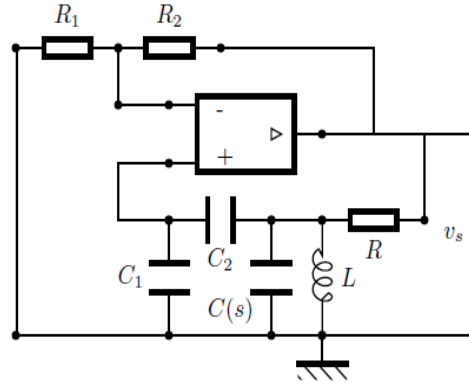


FIGURE 5 –

10) Si  $s = s_0$  est constant,

Exprimer la pulsation  $\omega_0$  de l'oscillateur en fonction de  $C = C(s_0)$ ,  $L$ ,  $C_1$  et  $C_2$ .

On impose maintenant  $s(t) = s_0 + \epsilon \cos(\alpha t)$  où  $\epsilon$  et  $\alpha$  sont des constantes positives.  $\epsilon \ll s_0$ .

11) Déterminer la pulsation instantanée  $\omega(t)$  de l'oscillateur.

On posera  $\omega(t) = \omega_0(1 - \frac{\Delta\omega}{\omega_0} \cos(\Omega t))$ . et on établira les expressions de  $\Omega$  et du taux de modulation  $m = \frac{\Delta\omega}{\omega_0}$ .