

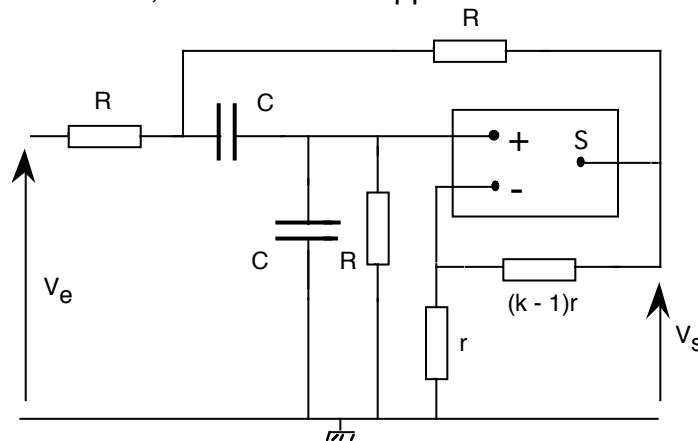
# T. P. n° 3

## Oscillateurs sinusïdaux - Oscillateurs à relaxation

### 1. FILTRE DE SALLEN ET KEY

#### 1.1 Etude théorique

On considère le filtre ci-dessous, où l' A.O. est supposé idéal et fonctionne en régime linéaire.



Etablir la fonction de transfert du filtre.

Quel est le type de ce filtre ?

Mettre la fonction de transfert sous la forme :  $H = G_0 \frac{2\alpha jx}{1 + 2\alpha jx + (jx)^2}$  avec  $x = \frac{\omega}{\omega_0}$

Donner l'expression et la signification des termes  $\omega_0$ ,  $G_0$ ,  $\alpha$ .

Déterminer la bande passante  $\Delta\omega_0$  et le coefficient de qualité  $Q = \frac{\omega_0}{\Delta\omega_0}$  de ce filtre.

Tracer les diagrammes de Bode asymptotiques de ce filtre.

Discuter de l'allure du diagramme de Bode suivant les valeurs de  $\alpha$ .

Que se passe-t-il notamment si  $k \geq 5$  ?

#### 1.2 Etude expérimentale

On prend:

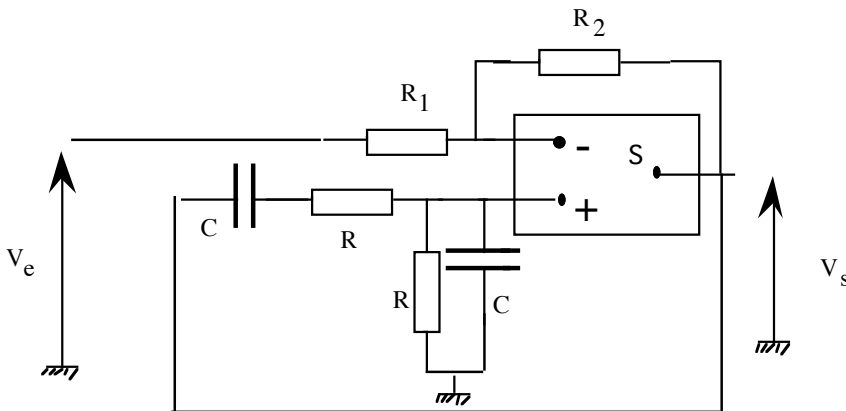
$r = 1 \text{ k}\Omega$ , la résistance  $(k - 1)r$  est obtenue grâce à une boîte de résistances variables.  
 $R = 1 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 100 \text{ nF}$

Réaliser le montage.

Mettre l'entrée à la masse et observer la tension de sortie pour  $k \geq 5$ . Effectuer l'analyse spectrale du signal ainsi obtenu dans le cas  $k \approx 5$  et le cas  $k \gg 5$ .

## 2. ETUDE THEORIQUE D'UN OSCILLATEUR – CONDITION D'OSCILLATION

### 2.1 Etude théorique



Déterminer la fonction de transfert du filtre ci-contre.

En déduire l'équation différentielle à laquelle  $V_s$  obéit quand  $V_e = 0$ .

Déduire du calcul précédent les conditions dans lesquelles ce montage pourra fournir une tension de sortie sinusoïdale en l'absence de signal d'entrée. Quelle est la fréquence des oscillations ? Quelle est la condition de démarrage des oscillations ?

Donner une interprétation physique de l'oscillateur précédent. Pour cela on pourra en donner le schéma bloc dont la chaîne directe est une fonction amplificatrice et la chaîne retour un filtre passe-bande.

### 2.2 Etude expérimentale

Réaliser le montage ci-dessus avec  $R = 10 \text{ k}\Omega$ ,  $C = 10 \text{ nF}$ ,  $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$  et  $R_2$  est une boîte de résistances variables. On reliera  $V_e$  à la masse.

Faire varier  $R_2$ . Observations ? Comparer les résultats expérimentaux et théoriques.

### 2.3 Amélioration du montage

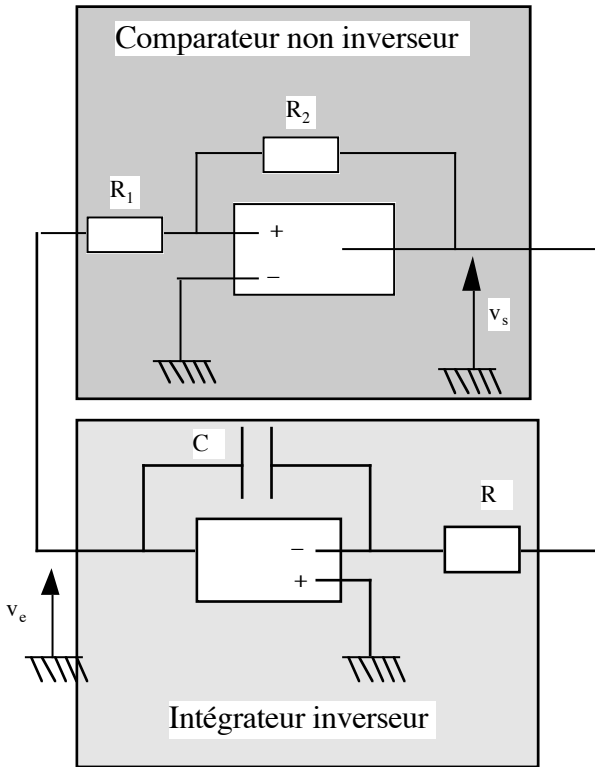
Pour améliorer la qualité du signal de sortie, il faut éviter la saturation de l'A.O.. Pour cela on peut introduire un nouvel élément non-linéaire qui permet de réaliser la commande de l'amplification : il suffit de remplacer l'une des résistances  $R_1$  ou  $R_2$  par un dipôle dont la résistance dépend de la tension à ses bornes.

On peut choisir par exemple pour  $R_1$  une ampoule à incandescence miniature (24V ; 25mA) dont la résistance augmente avec la tension à ses bornes (voir exercice EI42).

On peut choisir dans ce cas, tout autre composant étant par ailleurs identique au cas précédent,  $R_2 = 100\Omega$ . L'ampoule possède une résistance d'environ  $50\Omega$  aux tensions considérées. La tension de sortie de l'AO est stabilisée à une tension inférieure à sa valeur de saturation et celui-ci ne sature plus. La distorsion de l'oscillateur est donc nulle, contrairement au cas précédent.

### 3. OSCILLATEUR A RELAXATION - COMMANDE DE LA FREQUENCE D'OSCILLATION

#### 2.1 Montage de base



Réaliser le montage classique associant l'intégrateur inverseur au comparateur non inverseur avec les composants suivants :

$R = 10 \text{ k}\Omega$  ;  $C = 10 \text{ nF}$  ;  $R_1 = 3,3 \text{ k}\Omega$  ;  $R_2 = 10 \text{ k}\Omega$ .

Comparer la fréquence des signaux obtenus à celle que la théorie prévoit.

On observe une limitation due au « slew rate » de l'AO : la période de basculement de  $+V_{\text{sat}}$  à  $-V_{\text{sat}}$  est trop courte.

Modifier la période du phénomène en choisissant  $C = 100 \text{ nF}$  : la période est plus longue que précédemment, et le slew rate n'apparaît plus.

#### 2.2 Commande de la fréquence

Il est facile de réaliser une commande de la fréquence d'oscillation par une tension  $v_c$  en introduisant un multiplieur analogique entre la sortie du comparateur et l'entrée de l'intégrateur. Les entrées du multiplieur sont alors  $v_s$  et  $v_c$  et la tension à intégrer est  $\pm k v_c v_{\text{sat}}$  au lieu de  $\pm v_{\text{sat}}$ .

La fréquence des oscillations devient donc :  $f = \frac{R_2}{R_1} \frac{1}{4RC} k v_c$

Pour éviter de saturer l'entrée du multiplieur on limite la tension de sortie du comparateur au moyen de deux diodes zener disposées en série et tête bêche ( $v_z = 9,1 \text{ V}$  par exemple).

Choisir quelques valeurs de  $v_c$  continue entre 1 et 8 V et vérifier la linéarité de la commande en fréquence.

Choisir à la place de  $v_c$  continue une tension sinusoïdale d'amplitude toujours positive variant entre 2V et 3V et de fréquence très basse (environ 1 Hz). Observer les signaux obtenus.

