MATERIAUX ET NANOTECHNOLOGIES

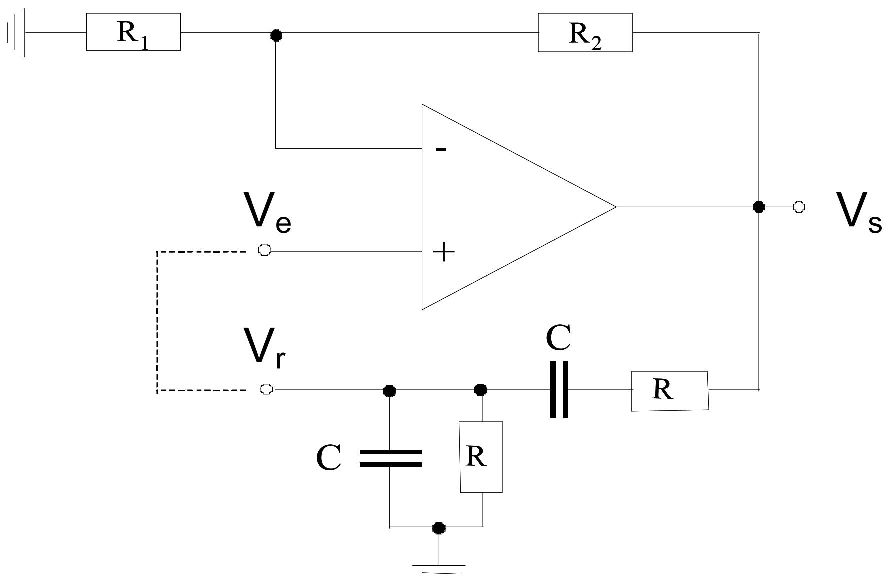
4 MNT
DEVOIR SURVEILLE
Fonctions de l'Electronique

le mardi 16 mars 2010
Durée : 2 heures

<u>**Nota Bene**</u> **:** ***Les documents ne sont pas autorisés. La qualité, la clarté de la présentation ainsi que l'orthographe seront pris en considération dans la notation. Le barème est donné à titre indicatif. Les trois exercices sont indépendants.***

<u>EXERCICE I</u> (10 points)

Dans le montage représenté à la figure 1, on se propose d'étudier l'oscillateur à pont de Wien. Dans un premier temps, on considère le montage en boucle ouverte c'est-à-dire sans connexion entre V_r et V_e. Le montage en boucle ouverte est décomposé en un amplificateur large bande suivi d'un quadripôle sélectif.



<u>Figure 1</u>

1. En supposant l'amplificateur idéal, exprimer le gain A = V_s/V_e. Comment s'appelle ce type de montage ? Tracer la caractéristique $V_s = g(V_e)$ dans le domaine linéaire et dans le domaine saturé (on notera V_{sat}=±15V les niveaux de saturation de l'amplificateur).
2. Montrer que la fonction de transfert du quadripôle sélectif est de la forme :

$$B(j\omega) = \frac{1}{3 + j\left(\frac{\omega}{\omega_0} - \frac{\omega_0}{\omega}\right)}$$

Etudier sommairement les variations de $|B(j\omega)|$ et de l'argument $\varphi(\omega)$. Calculer la fréquence d'oscillation f_0 pour R=4.7 kΩ et C=22 nF. Conclusions.

3. Lorsqu'on ferme la boucle, la connexion impose V_r=V_e. Déterminer le gain minimum A_{min} nécessaire à l'entretien des oscillations. En déduire une condition entre les résistances R_1 et R_2. Quelle est l'amplitude des oscillations à la sortie de l'amplificateur opérationnel ?
4. La résistor de résistance R_1 est maintenant remplacée par une lampe à filament de tungstène. La résistance R_L de cette dernière dépend de l'amplitude de la tension V_L à ses bornes, selon la relation :

$$R_L = 1500 + 50\, V_L^2 + 10\, V_L^3$$

Etablir l'équation différentielle d'évolution à laquelle satisfait la tension en sortie de l'amplificateur. Quelle valeur minimale de R_2 faut il choisir pour produire des oscillations auto-entretenues ?

5. Comment varie le gain de la chaîne directe avec l'amplitude des oscillations ? Calculer la valeur de R_2 qui permet de limiter à 10V l'amplitude des oscillations de la tension de sortie.

<u>EXERCICE II</u> (7 points)

L'oscillateur Clapp, inventé par James K. Clapp en 1948, est l'une des nombreuses configurations possibles d'oscillateur LC haute fréquence en électronique. La structure de l'oscillateur Clapp à amplificateur opérationnel (AO) est donnée sur le montage de la figure 2.

1) En supposant l'amplificateur idéal, déterminer la fonction de transfert $H_d(j\omega)$ de la chaîne directe.
2) Montrer que la fonction de transfert $H_r(j\omega)$ pour la chaîne retour peut se mettre sous la forme :

$$H_r(j\omega) = \frac{\frac{C_1}{C_1 + C_2}}{1 + j\omega R\left[\frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} - \frac{C}{\left(LC\omega^2 - 1\right)}\right]}$$

3) Déterminer la fréquence d'oscillation f_0 ainsi que l'expression littérale du gain minimal de l'amplificateur pour lequel il y a oscillation.
4) Sachant que L=10 mH et C=10 nF, déterminer la valeur de la capacité C_0=C_1=C_2 qui réalise une oscillation de fréquence f_0=100 kHz

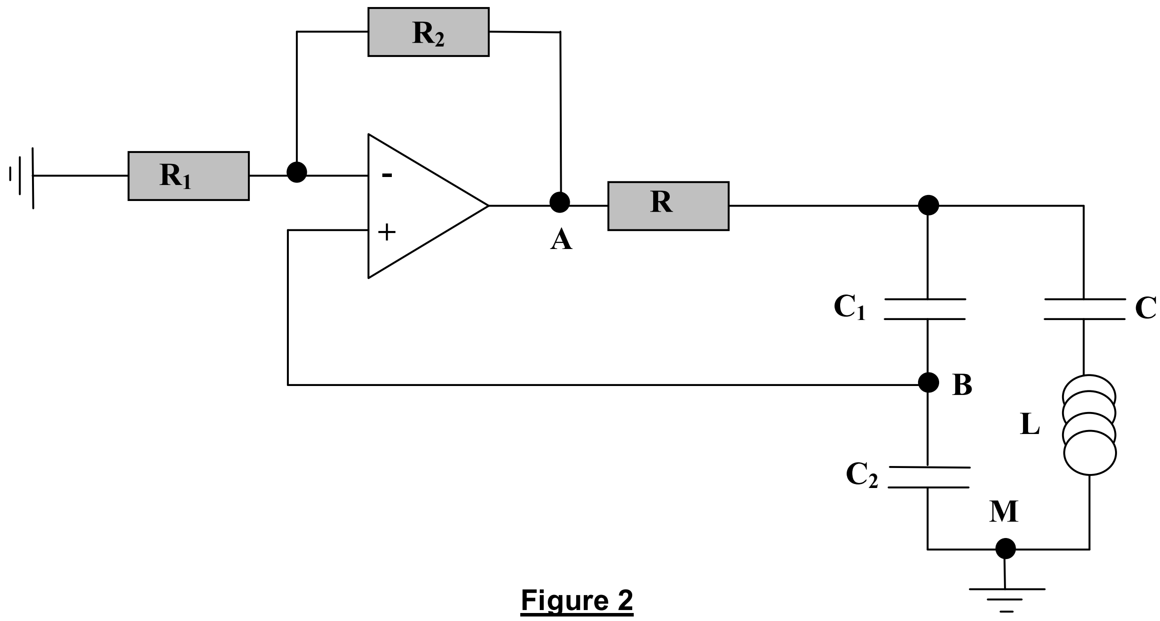


Figure 2

EXERCICE III (3 points)

L'oscillateur de Duffing fait partie des systèmes modèles qui permettent d'étudier une dynamique non-linéaire. Il correspond à une équation différentielle non-linéaire de la forme :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{R}{R_1}\frac{dx}{dt} - \phi(x) = V_0 \cos\left(\frac{\omega}{\omega_0}\tilde{t}\right)$$

avec $\phi(x) = \alpha x - \beta x^3$, α, β des constantes, ω_0=1/RC la fréquence de résonance de l'oscillateur et $\tilde{t} = t\omega_0$. Cette équation fut établie par l'ingénieur Georges Duffing, dans le but de modéliser les vibrations forcées d'une machine industrielle. Un grand nombre de tels systèmes correspondent à une telle modélisation. Expérimentalement, on fixe tout d'abord l'amplitude du signal d'entrée à une valeur suffisamment élevée afin de situer la dynamique du système dans une zone d'instabilité critique. ***Ensuite, en faisant varier le paramètre α entre −1 et +1 avec le potentiomètre de réglage, on observe l'évolution du comportement du système***. A l'aide d'un oscilloscope, on prélève à la sortie de l'oscillateur le signal $x(t)$ (en rouge) dans le but de le comparer au signal d'entrée $V(t) = V_0 \cos(\omega t)$ (en bleu). Les deux traces $x(t)$ $V(t)$ sont représentées sur la figure 4(a). La figure 4(b) montre aussi une mesure dans l'espace des phases ($V(t)$, $x(t)$)) à partir du mode X-Y de l'oscilloscope.

Discuter et commenter les résultats obtenus. Quelles conclusions tirez vous de ces données expérimentales ? Selon vous quelles sont les applications potentielles de ce genre d'oscillateur en électronique ?

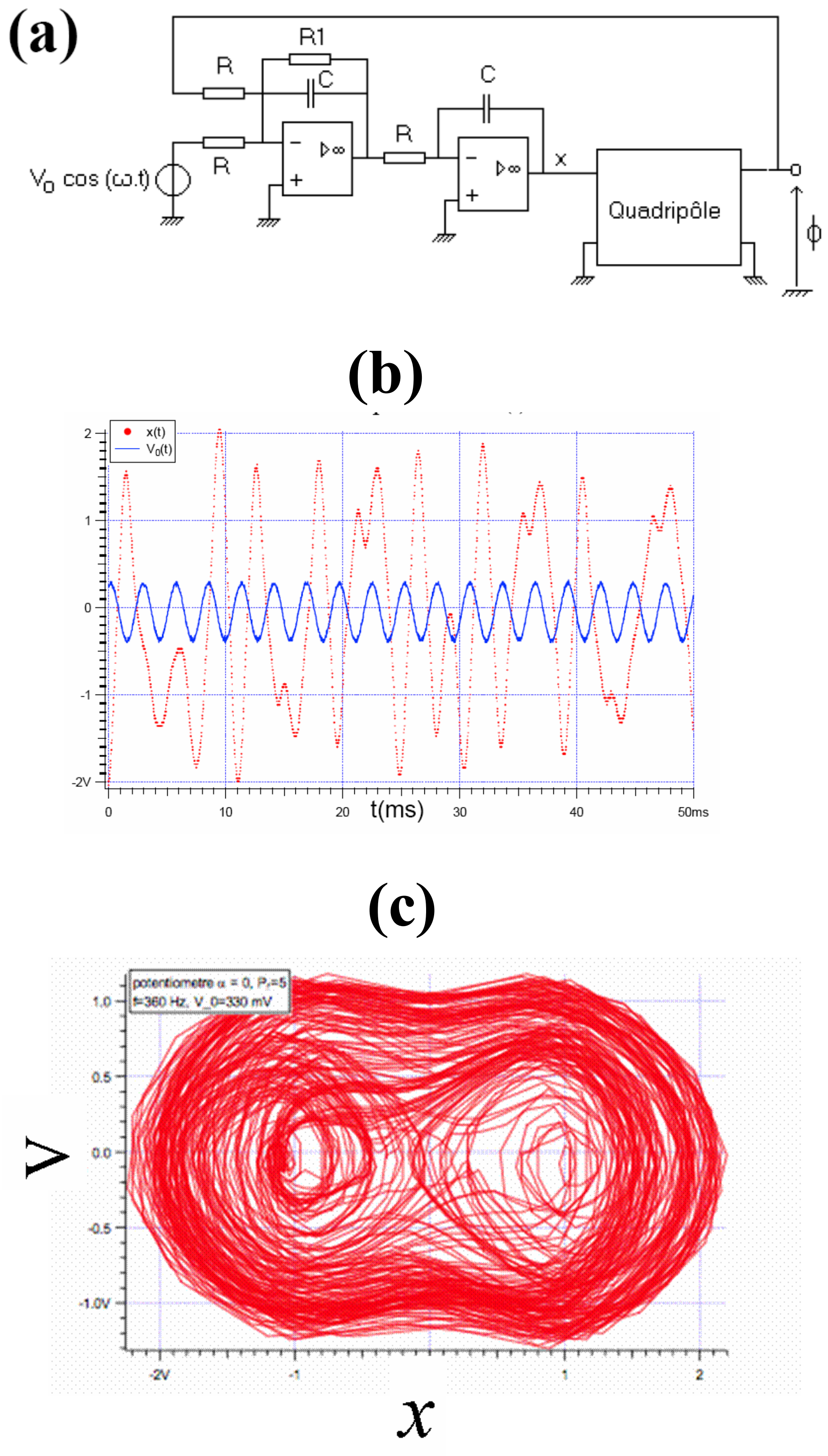

(a)
R1
R
C
C
R
R
$V_0 \cos(\omega.t)$
x
Quadripôle
ϕ
(b)
x(t)
$V_0(t)$
2
1
0
-1
-2V
0
10
20
t(ms)
30
40
50ms
(c)
potentiometre α = 0, P_r=5
f=360 Hz, V_0=330 mV
1.0
0.5
0.0
-0.5
-1.0V
V
-2V
-1
1
2
x

Figure 4