Département : Génie Electrique **Date : 15 Janvier 2004**
Classe : EL31 et EL32 **EXAMEN** **Durée : 1^H^30 mn**
Matière : Electronique **Coefficient : 03**
Proposé par Mr Moez HAJJI **Pas de documents autorisés**

N.B/ (Il sera tenu compte de la présentation de la copie et de la qualité de la rédaction. Les résultats devront être encadrés. Des points seront attribués en conséquence).

Barème approximatif de notation : [I/ 4 pts. II/ 2 pts. III/ 2 pts. IV/ 3 pts. V/ 2 pts. VI/ 5 pts. VII/ 2 pts].

PRINCIPE D'UNE MESURE D'IMPEDANCE PAR DETECTION SYNCHRONE

On va étudier une méthode de mesure, utilisée dans les systèmes d'instrumentation, qui permet de déterminer l'amplitude et la phase d'un signal issu d'un capteur. Ici il est appliquée à la mesure d'une impédance de module Z et d'argument φ, celle-ci étant alimentée par une source de courant sinusoïdal d'intensité imposée $i(t) = \sqrt{2}I\sin(wt)$, la tension aux bornes de l'impédance s'écrit : $u(t) = \sqrt{2}U\sin(wt + \varphi)$. La méthode proposée (fig.1) détermine U et φ.

Tous les amplificateurs opérationnels sont supposés parfaits. Ils sont alimentés par des tensions symétriques ± V_{cc} = ± 16 V. Leurs tensions de saturation sont ± V_{sat} = ± 15 V. Ils fonctionnent en régime linéaire sauf le comparateur (fig.5) qui fonctionne en commutation.

I- OSCILLATEUR SINUSOIDAL (fig.2) :

I.1. Exprimer l'amplification en tension $\underline{A} = \underline{V}/\underline{V}_e$ en fonction de R_1 et R_2.

I.2. Exprimer la transmittance du pont de Wien $\underline{B} = \underline{V}_s/\underline{V}$ en fonction de R, C et w.

I.3. On relie les bornes N et N'. La condition d'oscillation est donnée par $\underline{A}.\underline{B} = 1$. Déduire de cette condition la relation liant R_1 et R_2 ainsi que la fréquence d'oscillation en fonction de R et C.

I.4. Application numérique : f = 1 kHz, C = 10 nF, R_2 = 4,7 kΩ. Calculer R et R_1.

Pour la suite, on prendra $v(t) = \sqrt{2}V\sin(wt)$ avec V = 2 volts et f = 1 kHz.

Un étage suiveur est intercalé entre l'oscillateur et le montage réalisant la source du courant.

II- SOURCE DE COURANT SINUSOIDAL (fig.3) :

II.1. Démontrer que le courant i(t) s'exprime par la relation $i(t) = v(t)/R_3$.

II.2. En déduire que le montage est équivalent à une source de courant sinusoïdal d'intensité $i(t) = \sqrt{2}I\sin(wt)$ commandée par la tension v(t). On veut avoir I = 0,4 mA, calculer R_3.

La mesure de l'impédance (Z, φ) est obtenue en exploitant la tension $\underline{U} = \underline{Z}.\underline{I}$ à ses bornes.

III- DEPHASEUR (fig.4) :

III.1. Etablir l'expression de la fonction de transfert $\underline{T} = \underline{V}'/\underline{V}$ en fonction de R_5, C_1 et w.

III.2. La tension v'(t) est de la forme $v'(t) = \sqrt{2}V'\sin(wt + \phi)$, on veut réaliser ϕ = –90° à la fréquence f = 1 kHz. Pour C_1 = 22 nF, calculer R_5.

IV- COMPARATEUR ET MISE EN FORME (fig.5) :

La tension d'entrée v_{e1} de ce circuit est soit v, soit v'. Les diodes D_{Z1} et D_{Z2} identiques, sont considérées comme idéales. La tension Zener vaut 5 V, R_6 est une résistance de protection.

Les graphes 1a et 1b donnent v(t) et v'(t). Représenter les courbes :

IV.1. $v_{s1}(t)$ et $v_r(t)$ pour $v_{e1}(t) = v(t)$, graphe 2a.

IV.2. $v'_{s1}(t)$ et $v'_r(t)$ pour $v_{e1}(t) = v'(t)$, graphe 2b.

V- MULTIPLIEUR (fig.6) :

Le multiplieur réalise la fonction $v_{s2}(t) = v_{e2}(t).u(t)/5$, la tension $u(t) = \sqrt{2}U\sin(wt+\varphi)$ est représentée aux graphes 3a et 3b.

V.1. Pour $v_{e2}(t) = v_r(t)$, tracer la tension $v_{s2}(t)$ au graphe 4a. Exprimer sa valeur moyenne v_{s20}.

V.2. Pour $v_{e2}(t) = v'_r(t)$, tracer la tension $v'_{s2}(t)$ au graphe 4b. Exprimer sa valeur moyenne v'_{s20}.

VI- FILTRAGE (fig.7) :

VI.1. Montrer que la fonction de transfert du filtre se met en régime sinusoïdal sous la forme :

$$\underline{F}(jw) = \frac{\underline{V}_{s3}}{\underline{V}_{e3}} = \frac{-(R_8/R_7)}{1+jR_8C_2w}$$

VI.2. Préciser la nature du filtre, le module de son amplification maximale A_m et sa fréquence de coupure f_0 à –3 dB.

VI.3. On veut avoir $A_m = 2{,}5$ et $f_0 = 1{,}6$ Hz. Pour $R_8 = 100$ kΩ, calculer les valeurs de R_7 et C_2.

VI.4. La tension v_{e3} (ou v'_{e3}) est la sortie du multiplieur v_{s2} (ou v'_{s2}) : C'est une tension périodique de valeur moyenne v_{s20} (ou v'_{s20}) et de fréquence $f_3 = 2$ kHz, se décompose sous de la forme :

$$v_{e3}(t) = v_{s20} + \sqrt{2}V_{s21}\sin(w_3t+\alpha_1) + \sqrt{2}V_{s22}\sin(2w_3t+\alpha_2) \text{ où } v_{s20} = \frac{2\sqrt{2}U}{\pi}\cos\varphi \text{ et } v'_{s20} = \frac{-2\sqrt{2}U}{\pi}\sin\varphi$$

Donner l'expression littérale de la tension v_{s3} (ou v'_{s3}) à la sortie du filtre.

VII- DETERMINATION D'UNE IMPEDANCE :

VII.1. Montrer que les tensions de sortie obtenues quand on utilise v(t), puis v'(t) comme signal de référence peuvent s'exprimer : $v_{s3} = -\alpha Z\cos\varphi$ et $v'_{s3} = \alpha Z\sin\varphi$ avec $\alpha = 0{,}9.10^{-3}$ A.

VII.2. Déduire Z et tan φ des relations ci-dessus en fonction de v_{s3} et v'_{s3}.

VII.3. Application numérique : $v_{s3} = -3{,}75$ V, $v'_{s3} = -1{,}80$ V, calculer Z et φ.

Bon Travail

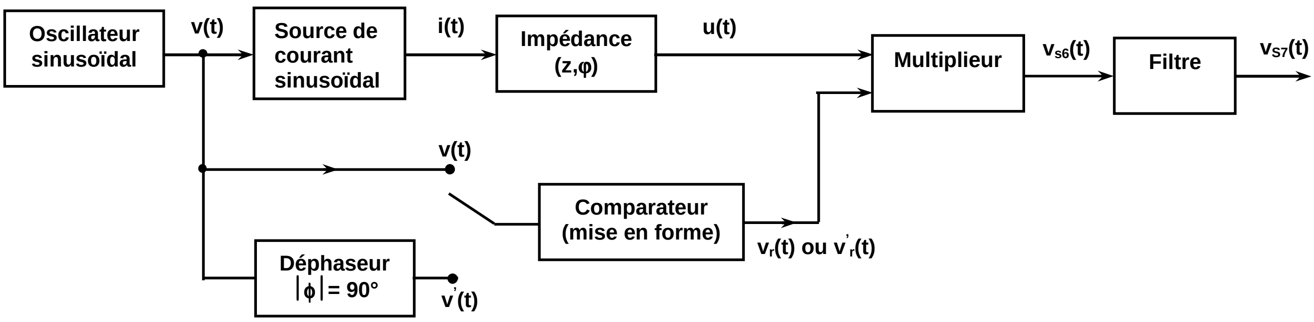

Figure 1

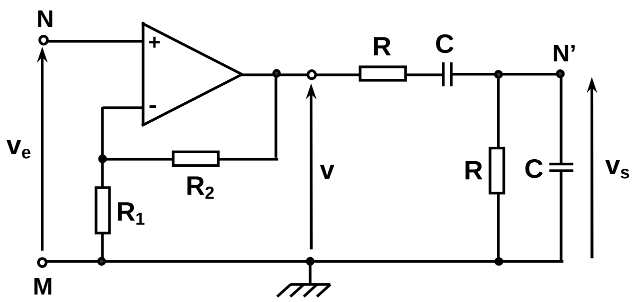

Figure 2

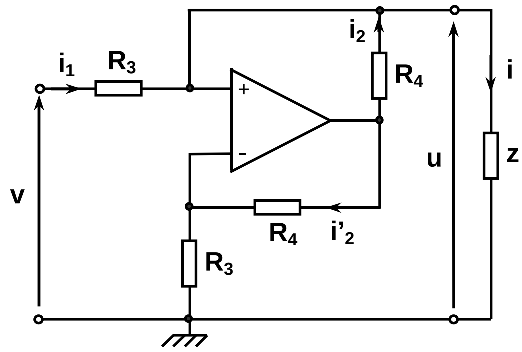

Figure 3

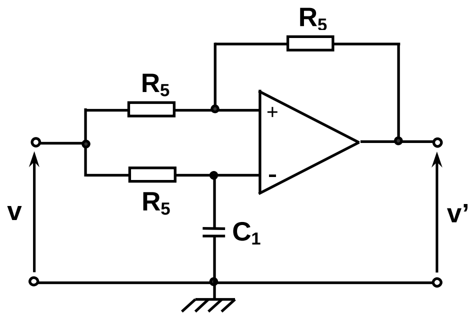

Figure 4

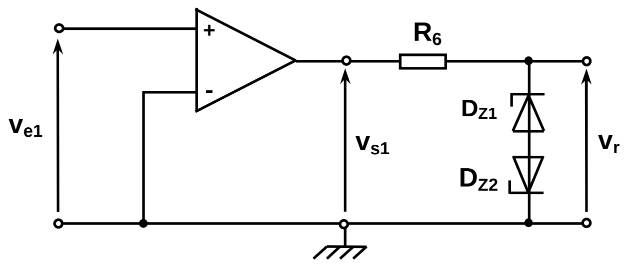

Figure 5

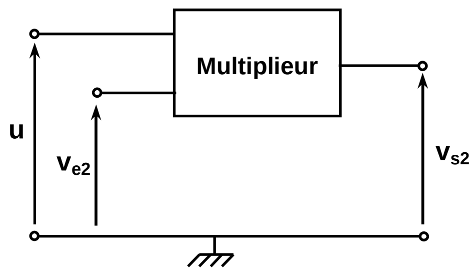

Figure 6

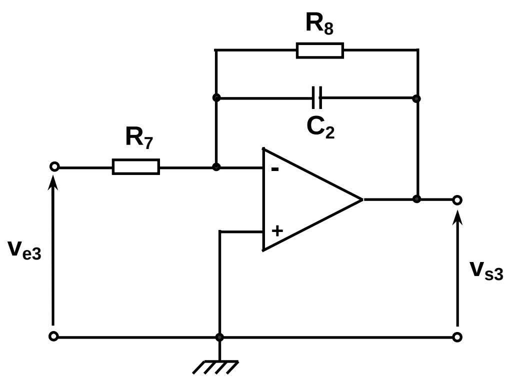

Figure 7

Document réponse
(à remettre avec la copie)

Ne pas écrire le nom sur cette feuille