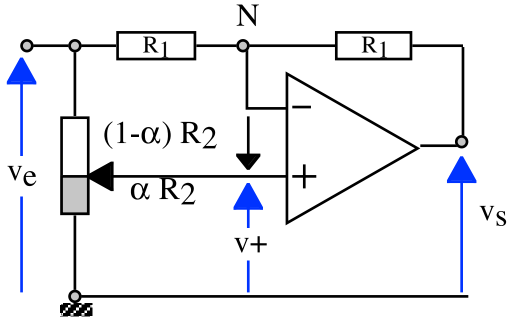
[1]EXERCICES TRAITANT DE L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL
1° PARTIE

Tous les montages utilisent des amplificateurs opérationnels parfaits, alimentés sous les tensions d'alimentations : $V_{CC} = 15$ *V et* $-V_{EE} = -15$ *V. Ces amplificateurs travaillent dans le domaine linéaire. Les générateurs d'excitation sont sinusoïdaux.*

1) On considère le montage de la figure 1. Déterminer, en justifiant, le gain en tension du montage en fonction de la position α du potentiomètre ($0 < \alpha < 1$).
Tracer le graphe du gain en tension en fonction de α.



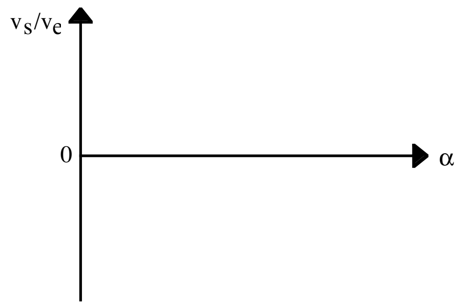


Figure 1

2) Soit le montage de la figure 2.
a - Déterminer en justifiant , l'expression du gain en tension du montage.
b - Ecrire l'expression de la résistance d'entrée R_e vue par le générateur d'excitation v_e. Quelle particularité présente t-elle?

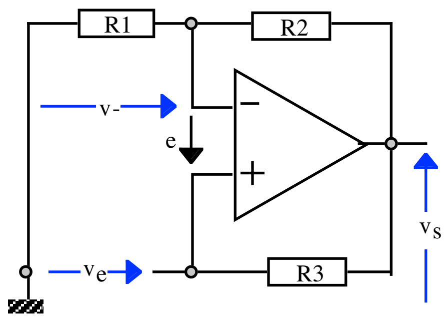


Figure 2

3) Pour le montage de la figure 3, en écrivant l'équation aux nœuds N_1 et N_2, rechercher l'expression du courant i qui circule dans la résistance R_u en fonction des tensions d'entrées et de la résistance R_1. Quelle fonction réalise ce montage ?

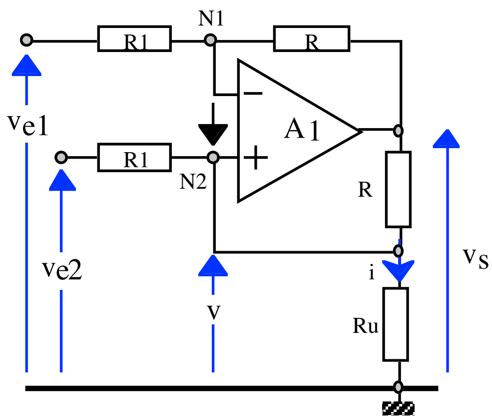


Figure 3

4) Déterminer l'expression du module et de l'argument du gain en tension du montage de la figure 4. Tracer le graphe du déphasage $\Phi(v_s/v_e)$ en fonction de la fréquence.

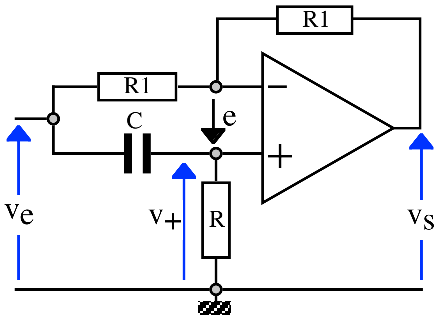


Figure 4

5) On considère le montage de la figure 5. En écrivant l'équation aux nœuds N_1 et N_2, écrire l'expression de la tension de sortie v_{s2} en fonction des tensions d'entrées v_{e1} et v_{e2}. On utilisera de préférence les conductances. Quelle est la fonction réalisée par ce montage ?

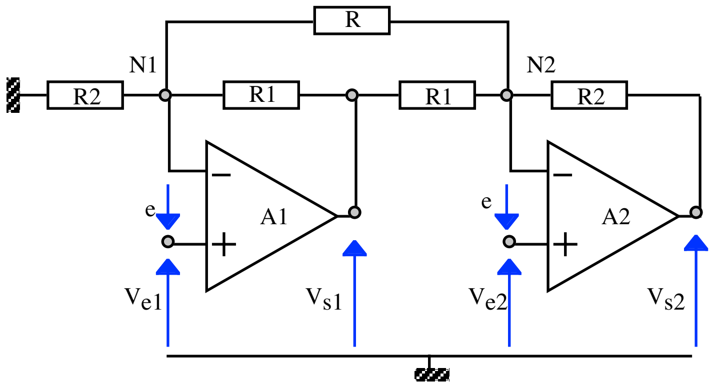


Figure 5

[2]EXERCICES TRAITANT DE L'AMPLIFICATEUR OPERATIONNEL
2° PARTIE

Tous les montages proposés utilisent des amplificateurs opérationnels parfaits qui sont excités par un générateur sinusoïdal $e_g = E_{gm} \sin(\omega.t)$ (sauf le montage de la figure 4).

1) Déterminer l'expression de la fonction de transfert T (ω) = v_S/e_g du montage de la figure 1.

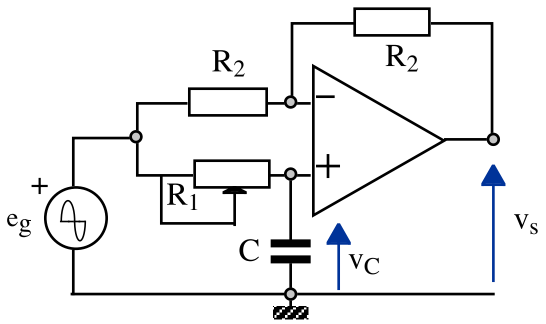


Figure 1

2) En déduire l'expression du module de T (ω) et du déphasage Φ de v_S par rapport à e_g.
On donne : f = 10 KHz, C = 10 nF et R_2 =10 KΩ. Calculer la valeur minimale et maximale que doit prendre la résistance R_1 pour obtenir un déphasage F variable de - 10 ° à - 80 °.

3) On considère le montage de la figure 2. En analysant le montage associé à l'amplificateur A_1, quelle relation simple lie les tensions v_{S1} et e_g ? Rechercher ensuite pour A_2, une relation entre les tensions v_{S1} et v_{S2} en fonction de R_2, C et ω.

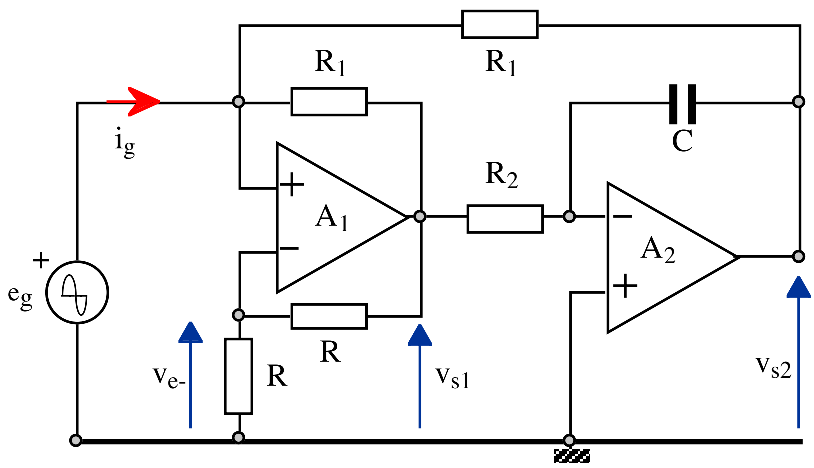


Figure 2

4) En déduire l'expression de l'impédance d'entrée Z_e du montage vue par le générateur d'attaque e_g. Montrer que ce montage simule une self inductance L dont on donnera l'expression. Faire l'application numérique avec : R_1= R_2 = 1KΩ et C = 1 nF.

5) Déterminer l'expression de l'impédance d'entrée Z_e du montage de la figure 3 vue par le générateur e_g. Il convient d'organiser le résultat sous la forme : Z_e = a - j b.

[2] © Ph. ROUX 2005 http://rouxphi3.perso.cegetel.net

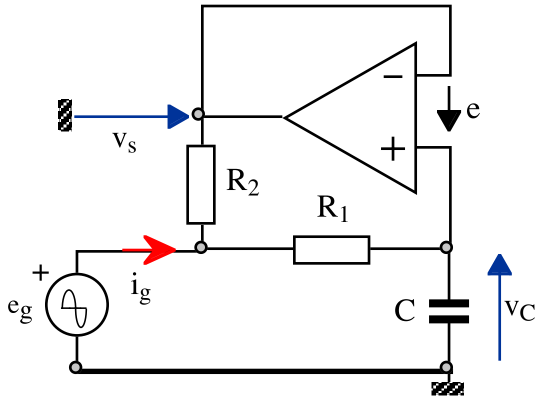


Figure 3

6) Montrer que Z_e est équivalent à une capacité $C_{éq}$ en série avec une résistance $R_{éq}$ dont on donnera les expressions en fonction des composants du montage.

*Soit le montage de la figure 4 excité par une tension **v_e (t) non-sinusoïdale**.*

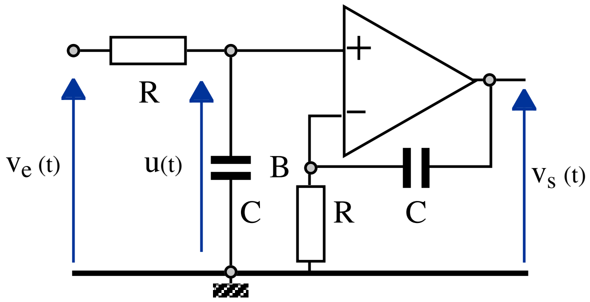


Figure 4

7) Ecrire l'équation différentielle liant au nœud A, les tensions v_e (t) et u (t).

8) Ecrire l'équation différentielle liant au nœud B, les tensions v_s (t) et u (t)

9) En déduire l'expression de la tension de sortie v_s (t) en fonction de R, C et v_e (t). Quelle fonction réalise ce montage ?

CORRECTION 1° PARTIE

Q1 : Equation au nœud N : $\dfrac{v_e - v_+}{R_1} + \dfrac{v_S - v_+}{R_1} = 0$. Diviseur de tension : $v_+ = a.v_e$ avec : $0 < a < 1$

$$\boxed{\frac{v_s}{v_e} = 2\alpha - 1}$$

le gain évolue linéairement de -1 à $+1$.

Q2a: Diviseur de tension : $v_- = v_e = v_s \dfrac{R_1}{R_1 + R_2}$ $\quad$ *soit* : $\dfrac{v_s}{v_e} = 1 + \dfrac{R_2}{R_1}$

Q2b : Si on nomme i_g le courant entrant, fourni par v_e et qui circule dans R_3 : $i_g = \dfrac{v_e - v_s}{R_3}$

On en déduit la résistance d'entrée du montage : $R_e = \dfrac{v_e}{i_g} = -\dfrac{R_1 R_3}{R_2}$

Ce montage présente une résistance d'entrée négative lorsque l'A.O.P. fonctionne dans sa zone linéaire. En fait le courant i_g débite dans le générateur v_e.

Q3 : Nœud N1 : $\dfrac{v_{e1} - v}{R_1} + \dfrac{v_s - v}{R} = 0$

Nœud N2 : $i = \dfrac{v_{e1} - v}{R_1} + \dfrac{v_s - v}{R}$ $\qquad$ Soit : $\boxed{i = \dfrac{v_{e2} - ve_1}{R_1}}$

Ce montage est un amplificateur différentiel de transconductance délivrant un courant (indépendant de R_u) proportionnel à la différence des tensions d'entrées.

Q4 : Diviseur de tension : $v_+ = v_e \dfrac{R}{R + \dfrac{1}{j\omega C}}$ $\quad$ *soit* : $v_+ = v_e \dfrac{j\omega R}{1 + j\omega R}$

Nœud N : $\dfrac{v_e - v_+}{R_1} + \dfrac{v_s - v_+}{R_1} = 0$

Finalement : $\boxed{\dfrac{v_s}{v_e} = \dfrac{-1 + j\omega R}{1 + j\omega R}}$

- Le module du gain est égal à 1.
- Argument : $\Phi_{vs/ve} = -2 Arc\tan(\omega RC)$

Le déphasage évolue de 0 à $-\pi$.

Q5 : Nœud N1 : $-v_{e1}G_2 + (v_{s1} - v_{e1})G_1 + (v_{e2} - v_{e1})G = 0$

Nœud N2 : $(v_{s2} - v_{e2})G_2 + (v_{s1} - v_{e2})G_1 + (v_{e1} - v_{e2})G = 0$. Conduit à :

$\boxed{v_{s2} = (1 + \dfrac{R_2}{R_1} + 2\dfrac{R_2}{R})(v_{e2} - v_{e1})}$ Ce montage est un amplificateur de différence dont le gain peut être ajusté avec une résistance R variable.

CORRECTION 2° PARTIE

Q1 : On peut appliquer le théorème de superposition en supposant que l'on dédouble la tension e_g:

- La tension e_g est d'abord appliquée sur la résistance R_2, alors que R_1 est réunie à la masse.
- La tension e_g est ensuite appliquée sur la résistance R_1, alors que R_2 est réunie à la masse.

Dans chaque cas, on retrouve un amplificateur de base à savoir inverseur puis non-inverseur.

$$v_s = e_g(-\frac{R_2}{R_2}) + \frac{1}{1+j\omega R_1 C}(1+\frac{R_2}{R_2})$$

Soit : $$\boxed{\frac{v_s}{e_g} = \frac{1-j\omega R_1 C}{1+j\omega R_1 C}}$$

Q2 : Module et argument : $|T(\omega)| = 1$ $\quad \Phi(f) = -2 Arc\tan(2\pi f . R_1 C)$

-10 °-> R_1 = 139 kΩ $\quad$ -80 °-> R_1 = 1,33 kΩ .

Q3 : Diviseur de tension : $v_{e-} = e_g = \frac{v_{s1}}{2}$ $\quad v_{s1} = 2e_g$ $\quad v_{s2} = -\frac{v_{s1}}{j\omega R_2 C}$

Q4 : Expression du courant i_g : $i_g = \frac{e_g - v_{s1}}{R_1} + \frac{e_g - v_{s2}}{R_1}$

Avec les relations précédentes, il vient : $\underline{Z}_e = \frac{e_g}{i_g} = j\omega\left[\frac{R_1 R_2}{2}C\right]$ $\quad L = \left[\frac{R_1 R_2}{2}C\right] = 0{,}5H$

Q5 : Sachant que $v_s = v_C$: $i_g = (e_g - v_c)(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2})$

D'autre part : $v_c = e_g \frac{1}{1+j\omega R_1 C}$ $\quad \boxed{Z_e = \frac{e_g}{i_g} = (R_1 // R_2) + \frac{1}{j\omega . C(\frac{R_1+R_2}{R_2})}}$

Q6 : $R_{eq} = R_1 // R_2$ et $C_{eq} = C(1+\frac{R_1}{R_2})$ Montage multiplieur de capacité.

Q7 : $\frac{v_e(t) - u(t)}{R} - C\frac{du(t)}{dt} = 0$ $\quad v_e(t) = u(t) + RC\frac{du(t)}{dt}$

Q8 : $-\frac{u(t)}{R} - C\frac{d(vs(t) - u(t))}{dt} = 0$

Q9 : Solution : $v_s(t) = \frac{1}{RC}\int v_e(t)dt + Cte$. Montage intégrateur non-inverseur.