TD N°4 : Etude des oscillateurs à boucle de réaction

Eléments de correction

Problème n°3 : Un détecteur de métaux

Q1 : Pour A, il s'agit d'un montage amplificateur non inverseur donc : $A = 1 + \frac{R2}{R1}$

Pour la fonction de transfert il suffit d'appliquer le théorème de Millmann en V1 donc

$V1 = \dfrac{\frac{V2}{R}}{\frac{1}{Rp} + \frac{1}{R} + \frac{1}{jL\omega} + jC\omega}$ en multipliant le numérateur et le dénominateur par $Rp.R.jL\omega$ on en déduit que

$V1 = \dfrac{V2.Rp.jL\omega}{Rp.jL\omega + R.jL\omega + R.Rp + (j\omega)^2 LC.R.Rp}$ soit $B(j\omega) = \dfrac{V1}{V2} = \dfrac{Rp.jL\omega}{R.Rp + jL\omega(R + Rp) + (j\omega)^2 LC.R.Rp}$

Q2 : L'application du critère de Barkhausen conduit à $\dfrac{A.Rp.jL\omega}{R.Rp + jL\omega(R + Rp) + (j\omega)^2 LC.R.Rp} = 1$

soit $A.Rp.jL\omega = R.Rp + jL\omega(R + Rp) + (j\omega)^2 LC.R.Rp$

il faut donc $R.Rp - (\omega)^2 LC.R.Rp = 0$ ce qui signifie $\omega = \dfrac{1}{\sqrt{LC}}$ donc $\boxed{fosc = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}}$

Pour le cas sans pièce métallique L=710µH donc $\boxed{C = \dfrac{1}{(2\pi.fosc)^2 L} \approx 10nF}$

Q3 : En se plaçant à la fréquence des oscillations on en déduit que $A.Rp.jL\omega = jL\omega(R + Rp)$

soit $A = 1 + \dfrac{R}{Rp}$ si $A > 1 + \dfrac{R}{Rp}$ alors les oscillations apparaissent et si $A < 1 + \dfrac{R}{Rp}$ l'oscillateur ne démarre pas.

Q4 : Dans le cas ou il n'y a pas de pièce métallique Rp=9,3kΩ donc $A = 2{,}2 > 1 + \dfrac{R}{Rp} = 2{,}07$

⇒ On obtient donc des oscillations.

Dans le cas ou la pièce métallique est présente Rp=5,4kΩ donc $A = 2{,}2 < 1 + \dfrac{R}{Rp} = 2{,}85$

⇒ Il n'y a donc pas d'oscillation

Q5 : Il s'agit d'un détecteur de crête qui permet de détecter la présence des oscillations en sortie de l'ampli-op. La constante de temps RdCd doit être choisie très grande devant la période des oscillations.

Q6 : Analyse du fonctionnement :

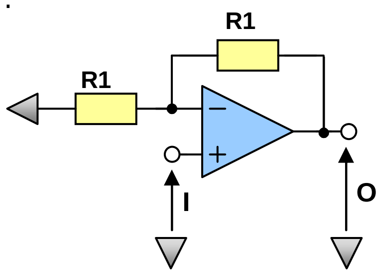
Dans le cas ou il n'y a pas de pièce métallique ⇒ On obtient donc des oscillations ⇒ la sortie de l'AOP délivre un signal sinusoïdal saturé entre +/-5V. En sortie du détecteur de crête on obtient donc Sd=5V si l'on considère que la chute de tension aux bornes de la diode est nulle.

Dans le cas ou la pièce métallique est présente ⇒ Il n'y a donc pas d'oscillation ⇒ la sortie de l'AOP est nulle et donc Sd=0V

Pour obtenir le fonctionnement indiqué sur la figure 1 il faut donc que la sortie Sd soit relié à la borne - du comparateur et la tension de référence à la borne + du comparateur.

Problème n°4 : Un oscillateur pour un générateur de percussion

Q1 : Un montage amplificateur non inverseur dont le schéma est le suivant :



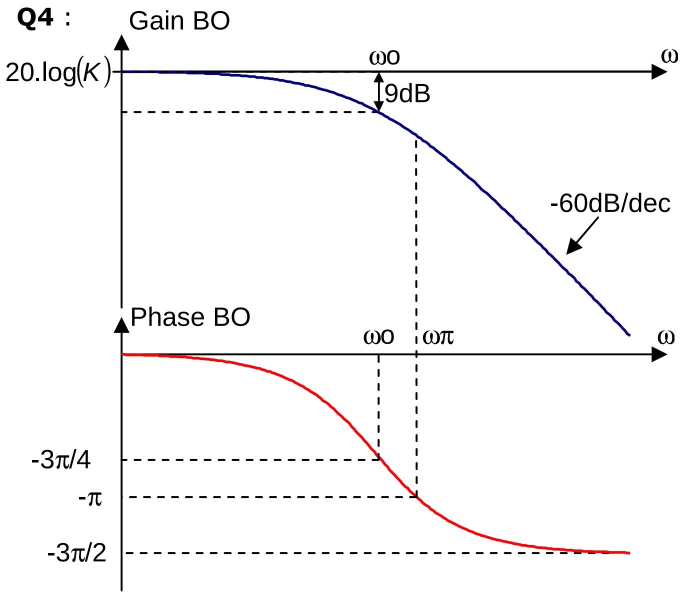
Q2 : On reconnait une structure de type inverseur donc :
$\frac{S1(p)}{S2(p)} = -\frac{Zeq}{Ro}$ avec $Zeq = \frac{2R}{1+2RCp}$ donc $\boxed{\frac{S1(p)}{S2(p)} = -\frac{2R}{Ro} \cdot \frac{1}{1+2RCp}}$
En prenant en considération le soustracteur dans le schéma bloc

il est possible d'écrire $\boxed{H1(p) = \frac{2R}{Ro} \cdot \frac{1}{1+2RCp}}$

Q3 : $FTBO(p) = H1(p).H2(p) = \frac{2R}{Ro} \cdot \frac{1}{1+2RCp} \cdot \frac{2}{1+4RCp+4(RCp)^2} = \frac{4R}{Ro} \cdot \frac{1}{(1+2RCp)^3}$ de la forme indiquée

avec $\boxed{K = \frac{4R}{Ro}}$ et $\boxed{\omega o = \frac{1}{2RC}}$

Q4 :



Q5 : $Arg(FTBO) = -3.\arctan\left(\frac{\omega}{\omega o}\right)$

$-\pi = -3.\arctan\left(\frac{\omega\pi}{\omega o}\right)$ donc $\omega\pi = \omega o.\tan\left(\frac{\pi}{3}\right)$ soit

$\boxed{\omega\pi = \omega o.\sqrt{3}}$

Le système est instable si $|FTBO(\omega\pi)|>1$ soit

$$\frac{K}{\left(\sqrt{1+\left(\frac{\omega o.\sqrt{3}}{\omega o}\right)^2}\right)^3} > 1 \text{ soit } \boxed{K > 8}$$

Q6 : Fréquence des oscillations :

$\boxed{Fosc = \frac{\omega\pi}{2\pi} = \frac{\sqrt{3}}{2\pi 2RC}}$

Fréquence Fosc=95Hz , R=12kΩ donc C=120,9nF

Il faut que K=4R/Ro>8 soit $\boxed{Ro<R/2=6k\Omega}$
On peut choisir Ro=5,6kΩ

Problème n°5 : Un oscillateur pour un générateur d'ultrason

Q1 : $\omega o = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Q2 : $Rp = Q.L\omega o = Q\sqrt{\frac{L}{C}} = 49{,}9k\Omega$.

Q3 : Pour que le système soit instable il faut que $\frac{Rp.R2}{Ra.R1} > 1$ soit $R2 > \frac{Ra.R1}{Rp} = 20{,}04k\Omega$

Q4 : $fosc = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = 1{,}073MHz$