Le fait que l'amplificateur opérationnel est réel se traduit par: $\underline{V_S}(1+j\omega\tau)=\mu_0(\underline{V_+}-\underline{V_-})$ avec $\tau=\dfrac{\mu_0}{2\pi f_0}$. μ_0 est le gain en boucle ouverte de l'amplificateur opérationnel et f_0 sa fréquence de coupure à gain nul, proche de 1 Mhz.

La loi des noeuds à l'entrée – donne : $jC\omega(\underline{V_e}-\underline{V_-})+\dfrac{\underline{V_S}-\underline{V_-}}{R}=0$

$$\underline{H}(j\omega)=\frac{-jRC\omega}{1+\left(1/\mu_0+j\left(RC/\mu_0+\dfrac{1}{2\pi f_0}\right)\omega-\dfrac{RC}{2\pi f_0}\omega^2\right)}\approx\frac{-jRC\omega}{1+j\dfrac{\omega}{2\pi f_0}-\dfrac{RC}{2\pi f_0}\omega^2}.$$

La pulsation de résonance est donnée par

$1-\dfrac{RC}{2\pi f_0}\omega^2=0$ soit $\omega_C\approx\sqrt{\dfrac{2\pi f_0}{RC}}$, $f_c\approx\sqrt{\dfrac{f_0}{2\pi RC}}$ et $Q=\sqrt{2\pi f_0 RC}$

Numériquement : f_C = 12,6kHz et Q = 79.

Le diagramme de Bode théorique est le suivant :

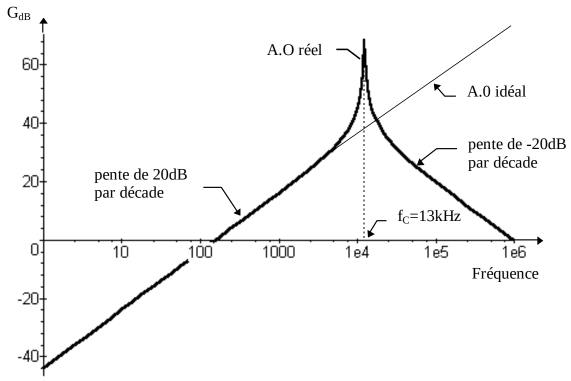
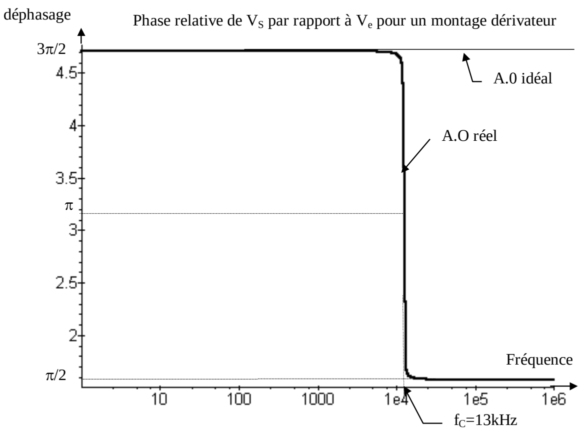


Diagramme de Bode du montage dérivateur

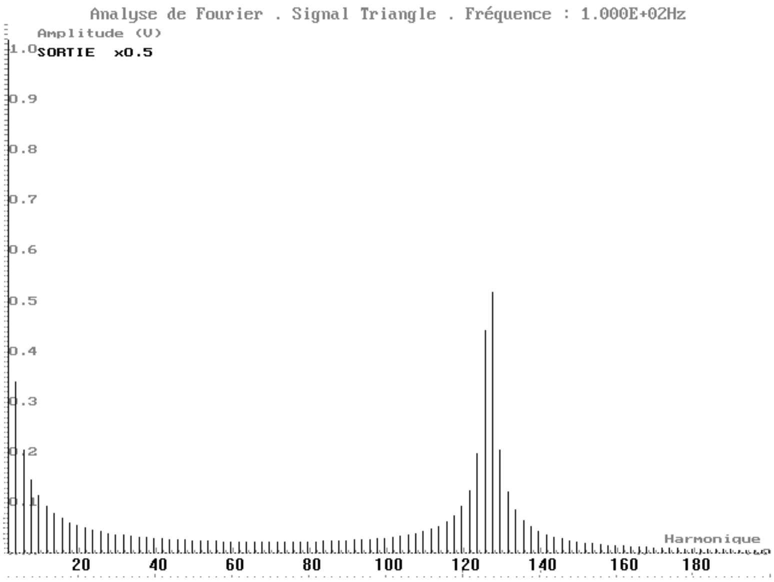


Interprétons à l'aide de la notion d'harmoniques le fait que montage n'est pas dérivateur à basse fréquence.

Sur la figure suivante (signal d'entrée triangulaire de fréquence 100Hz), nous remarquons que les harmoniques de rang 120 à 140 du signal de sortie ont une amplitude très grande.

Leur fréquence est comprise entre 12 et 14 kHz, ceci correspond au pic de résonance du montage.

Cette amplification trop importante des harmoniques 120 à 140 explique les oscillations à une fréquence voisine de 13kHz du signal de sortie. Le caractère dérivateur du montage est alors masqué par le phénomène de résonance.



Pour le montage modifié, l'objectif est de diminuer le facteur de qualité :

Si R » R', μ_0 » 1 et f_0 « μ_0/RC,la fonction de transfert du montage vaut :

$$H(j\omega) \approx \frac{-jRC\omega}{1 + j\omega\left(R'C + \frac{1}{2\pi f_0}\right) - \frac{RC}{2\pi f_0}\omega^2}.$$

Nous pouvons identifier cette expression à $\underline{H}(j\omega) = \frac{Ajx}{1 + \frac{jx}{Q} - x^2}$ avec $x = \frac{\omega}{\omega_C}$, $\omega_C = 2\pi f_C$

pulsation de résonance et Q facteur de qualité du montage avec

$$f_C = \sqrt{\frac{f_0}{2\pi RC}},\ Q = \frac{1}{\left(2\pi R'C + \frac{1}{f_0}\right)f_C} \text{ et } A = -2\pi RCf_C.$$

Le choix optimal se situe vers le régime critique soit Q = 1/2 (régime transitoire le plus bref). Pour les valeurs numériques utilisées, R' est voisin de 250Ω.