

{DV été 2019 n°6} Filtrés du 2nd ordre

#Forme canonique #Identification

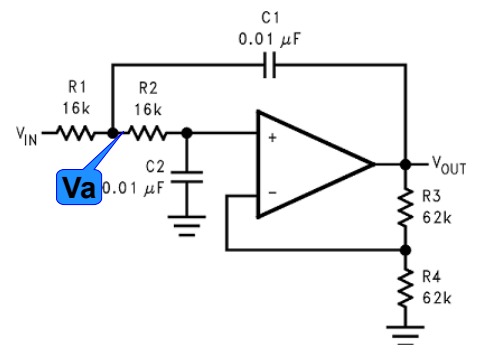
A propos du devoir

Ce sixième devoir de vacances vous propose de revenir sur l'étude des filtres passe bas, passe bande et passe haut du 2nd ordre que l'on retrouve très fréquemment dans les systèmes électroniques.

Exercice n°1 : Un filtre passe bas du 2nd ordre



On propose l'étude du filtre passe bas suivant extrait d'une note d'application constructeur. Par souci de simplification, on note $R=R_1=R_2$ et $C=C_1=C_2$.



Q1 : Exprimer le potentiel sur la borne + de l'ampli-op en fonction de V_{OUT} .

Q2 : En utilisant le théorème de Millman, exprimer V_a en fonction de V_{IN} , V_{OUT} , $j\omega$, R et C .

Q3 : En utilisant les résultats des 2 questions précédentes, montrer que ce montage est bien un filtre passe bas du 2nd ordre dans lequel vous rappellerez la forme canonique. Vous donnerez l'expression de la fréquence propre f_0 et les valeurs de m et de l'amplification dans la bande passante.

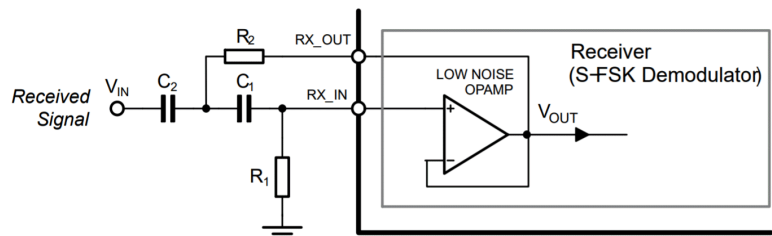
Q4 : On applique sur l'entrée V_{IN} du montage un signal sinusoïdal de fréquence $f=f_0$ et d'amplitude 1Vpp. Représenter en concordance de temps les signaux V_{IN} et V_{OUT} et préciser le résultat obtenu si l'on se place en mode XY sur un oscilloscope.

Q5 : Vérifier le résultat précédent en effectuant une simulation LTSpice.

Exercice n°2 : Un filtre passe haut pour un démodulateur S-FSK



Le montage proposé ci-contre est extrait d'une documentation constructeur pour une application de réception sur courant porteur en ligne que l'on rencontre notamment pour les compteurs d'énergie LINKY.



Q1 : Sans effectuer le moindre calcul et en simplifiant le comportement d'un condensateur en basse et haute fréquence, montrer que le montage proposé est bien de nature passe haut.

Q2 : On montre que la fonction de transfert de ce montage
$$\frac{V_{OUT}(j\omega)}{V_{IN}(j\omega)} = \frac{R_1 R_2 C_1 \cdot C_2 (j\omega)^2}{1 + j\omega \cdot R_2 (C_1 + C_2) + R_1 R_2 C_1 \cdot C_2 (j\omega)^2}$$
 peut s'écrire sous la forme indiquée ci-contre.

Rappeler la forme canonique d'un filtre passe haut du 2nd ordre et exprimer les paramètres caractéristiques m et ω_0 en fonction de R_1 , R_2 , C_1 et C_2 .

Q3 : On fixe $m = \frac{1}{\sqrt{2}}$ et on souhaite obtenir une fréquence de coupure $f_c = 5\text{kHz}$. On fixe $C_1 = C_2 = 1,5\text{nf}$. En déduire les valeurs des résistances R_1 & R_2 .

Q4 : Tracer l'allure du diagramme de Bode de ce filtre et préciser notamment l'atténuation apportée par ce filtre pour la fréquence 50Hz du réseau de distribution électrique.

Q5 : Vérifier le résultat précédent en effectuant une simulation LTSpice correspondante.

Exercice n°3 : Un filtre passe bande pour un récepteur IR



On vous propose d'étudier un filtre passe bande utilisé dans un dispositif de réception Infra Rouge dont la modulation est fixée à 44kHz.

Ce filtre est constitué d'un amplificateur que l'on suppose idéal et dont le coefficient d'amplification est k .

On donne la fonction de transfert du filtre :

$$\frac{S(j\omega)}{E(j\omega)} = \frac{kjRC\omega}{1 + jRC\omega(3-k) + (j\omega RC)^2}$$

Q1 : Rappeler la forme canonique d'un filtre passe bande du 2nd ordre et exprimer les paramètres caractéristiques T_{max} , m et ω_0 en fonction de R , C et k .

Q2 : On souhaite obtenir un facteur de qualité $Q=10$. On fixe par ailleurs $C=330\text{pF}$. En déduire les valeurs de k et R . Comment peut-on réaliser l'amplification k ?

Q3 : Proposer une simulation LTSpice de ce montage permettant de vérifier la cohérence de votre réglage.

