

{DV été 2019 n°7} Montages mono alim & filtrage électrique

#Théorème de superposition #Point de repos #DC #AC #fonction d'approximation

S2>S3 & APP1>APP2

Vendredi 30 août 2019

S.POUJOULY

poujouly.net

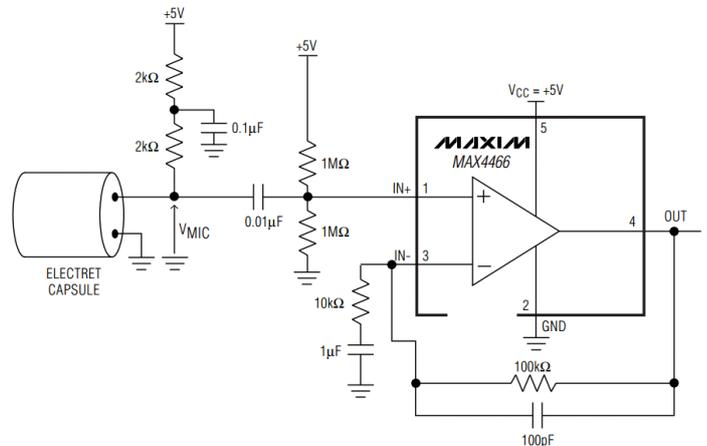
A propos du devoir

Ce septième et dernier devoir de vacances vous propose de revenir sur les techniques d'études des montages mono-alim en superposant l'analyse en régime DC de l'analyse en régime AC. Pour compléter ce devoir nous vous proposons un petit retour sur les techniques de filtrage d'ordre >2 avec le principe des fonctions d'approximations.

Exercice n°1 : Un préamplificateur pour microphone



On considère le montage suivant qui représente un préamplificateur pour microphone électret.



Q1 : On se place dans un premier temps en régime continu. Comment se comportent les condensateurs en continu ? Quelle est la tension sur la borne + de l'ampli-op ? En déduire la tension sur la sortie de l'ampli-op.

Q2 : On se place maintenant d'un point de vue du régime alternatif. Quelle est l'action du condensateur de 100pF en parallèle avec la résistance de 100kΩ ? En déduire une fréquence de coupure.

Q3 : Quelle est l'action du condensateur de 1μF en série avec la résistance de 10kΩ ? En déduire une fréquence de coupure.

Q4 : Si l'on se place entre ces 2 fréquences de coupures, calculer l'amplification apportée par ce montage.

Q5 : Quelle est le schéma équivalent formé par le condensateur de 0,01μF et des 2 résistances de 1MΩ en régime alternatif. En déduire le type de filtre et la fréquence de coupure correspondante.

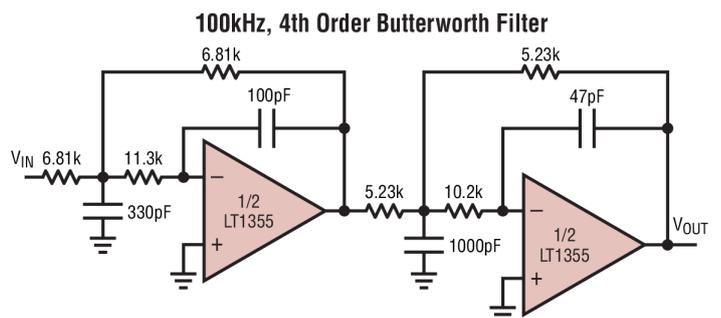
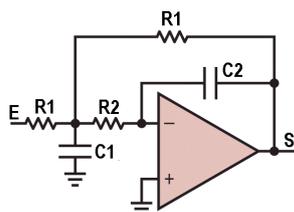
Q6 : On suppose que la tension aux bornes du microphone est de la forme $V_{mic}(t) = V_0 + V_1 \cdot \sin(2\pi f_1 t)$ avec $V_0 = 3V$, $V_1 = 10mV$ et $f_1 = 1kHz$. Représenter en concordance de temps V_{mic} et la sortie de l'amplificateur opérationnel.

Exercice n°2 : Etude d'une solution de filtrage



On vous propose d'étudier la solution de filtrage proposée dans une note d'application constructeur de l'ampli-op LT1355.

Le filtre est constitué de 2 cellules de Rauch passe bas du 2nd ordre dont on rappelle le schéma ci-contre :



Q1 : Quelles sont les propriétés des filtres dont la fonction d'approximation est de Butterworth ?

On montre que la fonction de transfert d'une cellule de Rauch passe bas peut s'écrire sous la forme suivante :

$$\frac{S(j\omega)}{E(j\omega)} = \frac{-1}{1 + jC2\omega(2R2+R1) + (j\omega)^2 R1R2C1C2}$$

Q2 : En utilisant les valeurs des composants proposés sur le schéma d'application, montrer que ce filtre réalise bien un filtre Butterworth de fréquence de coupure 100kHz dont on rappelle la fonction de transfert canonique ci-contre.

$$H(f) = \frac{1}{1 + 1,84 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2} \cdot \frac{1}{1 + 0,76 \cdot \left(\frac{jf}{f_c}\right) + \left(\frac{jf}{f_c}\right)^2}$$

Q3 : Montrer que le problème de filtrage précédent peut être réalisé en utilisant un circuit LTC1563 dont vous préciserez la référence et dont vous donne ci-dessous un extrait de documentation constructeur. Quel est l'avantage de cette solution ? En déduire la valeur de la résistance R qu'il convient de choisir.



LTC 1563-2/LTC 1563-3 Active RC, 4th Order Lowpass Filter Family

FEATURES

- Extremely Easy to Use—A Single Resistor Value Sets the Cutoff Frequency ($256\text{Hz} < f_c < 256\text{kHz}$)
- Extremely Flexible—Different Resistor Values Allow Arbitrary Transfer Functions with or without Gain ($256\text{Hz} < f_c < 256\text{kHz}$)
- Supports Cutoff Frequencies Up to 360kHz Using FilterCAD™
- LTC1563-2: Unity-Gain Butterworth Response Uses a Single Resistor Value, Different Resistor Values Allow Other Responses with or without Gain
- LTC1563-3: Unity-Gain Bessel Response Uses a Single Resistor Value, Different Resistor Values Allow Other Responses with or without Gain
- Rail-to-Rail Input and Output Voltages
- Operates from a Single 3V (2.7V Min) to ±5V Supply
- Low Noise: $36\mu\text{VRMS}$ for $f_c = 25.6\text{kHz}$, $60\mu\text{VRMS}$ for $f_c = 256\text{kHz}$
- f_c Accuracy $< \pm 2\%$ (Typ)
- DC Offset $< 1\text{mV}$
- Cascadable to Form 8th Order Lowpass Filters
- Available in Narrow SSOP-16 Package

APPLICATIONS

- Discrete RC Active Filter Replacement
- Antialiasing Filters
- Smoothing or Reconstruction Filters
- Linear Phase Filtering for Data Communication
- Phase Locked Loops

DESCRIPTION

The LTC®1563-2/LTC1563-3 are a family of extremely easy-to-use, active RC lowpass filters with rail-to-rail inputs and outputs and low DC offset suitable for systems with a resolution of up to 16 bits. The LTC1563-2, with a single resistor value, gives a unity-gain Butterworth response. The LTC1563-3, with a single resistor value, gives a unity-gain Bessel response. The proprietary architecture of these parts allows for a simple resistor calculation:

$$R = 10k (256kHz/f_c); f_c = \text{Cutoff Frequency}$$

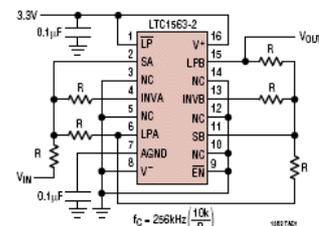
where f_c is the desired cutoff frequency. For many applications, this formula is all that is needed to design a filter. By simply utilizing different valued resistors, gain and other responses are achieved.

The LTC1563-X features a low power mode, for the lower frequency applications, where the supply current is reduced by an order of magnitude and a near zero power shutdown mode.

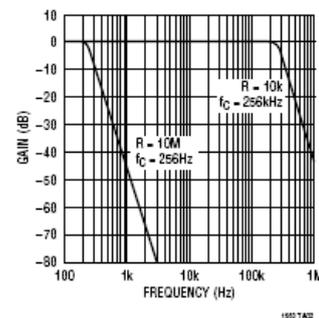
The LTC1563-Xs are available in the narrow SSOP-16 package (Same footprint as an SO-8 package).

TYPICAL APPLICATION

Single 3.3V, 256Hz to 256kHz Butterworth Lowpass Filter



Frequency Response

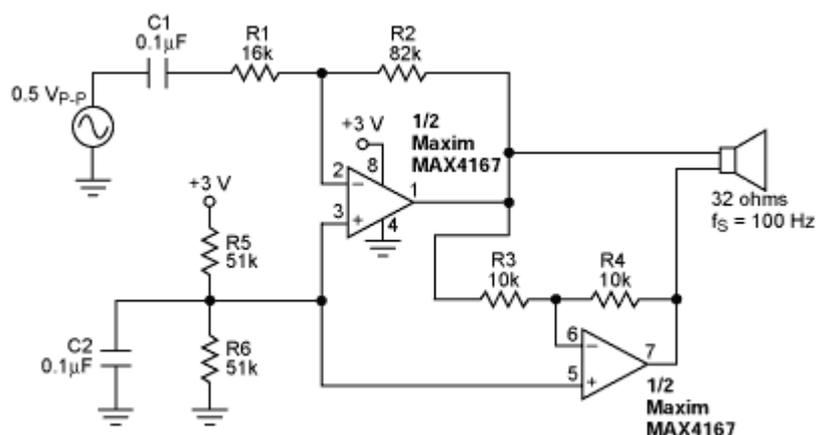


Exercice n°2 : Etude d'un amplificateur audio



On vous propose d'étudier le fonctionnement de l'amplificateur audio proposé dans une note d'application du constructeur Maxim Integrated sous l'intitulé **AN 1122 : Optimizing Audio Bridged Tied Load Amplifiers**.

Le schéma proposé ci-contre met en œuvre un amplificateur opérationnel double MAX4167 alimenté sous une tension simple 3V. Pour cette étude on considère bien évidemment que les 2 amplificateurs opérationnels sont parfaits et fonctionnent en régime linéaire.



Q1 : On se place dans un premier temps en régime continu. Quel est le potentiel sur les bornes + des 2 ampli-op ?

Q2 : En déduire le potentiel sur la sortie 1 puis sur la sortie 7 du circuit MAX4167. Existe-il alors une tension continue aux bornes du haut parleur ?

Q3 : Quelle est la nature et la fréquence de coupure du filtre formé par les composants R1 & C1 ?

Q4 : En régime alternatif, quelle est l'amplification apporté par le premier amplificateur opérationnel dont la sortie est sur la borne 1 ?

Q5 : En régime alternatif, quelle est l'amplification apporté par le second amplificateur opérationnel ?

Q6 : On connecte sur l'entrée un signal sinusoïdal de fréquence 2kHz et dont l'amplitude est de 0,5Vpp. Dessiner en concordance de temps les signaux sur les sorties 1 & 7. En déduire la tension aux bornes du haut parleur et la puissance délivrée. Proposer une simulation LTSpice (en utilisant un simple ampli-op opamp) afin de vérifier le bon fonctionnement de ce montage.