

DESIGN AND RESEARCH OF ACTIVE BAND FILTER IN PSPICE ENVIRONMENT

Evgeniya P. VASILEVA
Faculty of engineering and pedagogy of Sliven
Technical University of Sofia
Sliven, Bulgaria
evgeniya.vasileva@tu-sofia.bg

ABSTRACT: *The paper presents a study of an active bandpass filter in PSpice environment with a bandwidth of 100 Hz to 10 kHz. The main parameters of the filter are analytically calculated. A model was created, confirming the calculated results.*

KEYWORDS: *an active bandpass filter, bandwidth, PSpice.*

Въведение

Електронните филтри са схеми или устройства, които обработват входния сигнал, като премахват честоти или честотни ленти от спектъра му. [1]

Активните филтри са избирателни усилватели с фиксирана честотна лента, които се реализират с пасивни честотнозависими RC групи, включени в канала на усилването и/или веригата на ОБ на активен елемент (транзистор или ОУ).[3, 4]

Активните филтри с операционни усилватели (АФ) се използват в честотната област до 1MHz.

Основни параметри на АЧХ на филтрите са:

-Лента на пропускане - честотният обхват, в който филтърът пропуска (спира) сигнали с коефициент на предаване, по-голям или равен на единица (нула).

-Преходен участък- честотната област между лентата на пропускане и лентата на потискане. Основен параметър, с който се характеризира, е наклонът на АЧХ в dB/oct.[5]

-Честота на среза (гранична честота)- това е честотата в преходния участък, при която коефициента на предаване е с 3dB/oct по-малък от стойността си в лентата на пропускане.

-Неравномерност в лентата на пропускане (потискане). Това са пулсациите (отклоненията) в АЧХ. Измерват се в dB спрямо средното ниво.

-Качествен фактор - определя избирателността на филтъра:

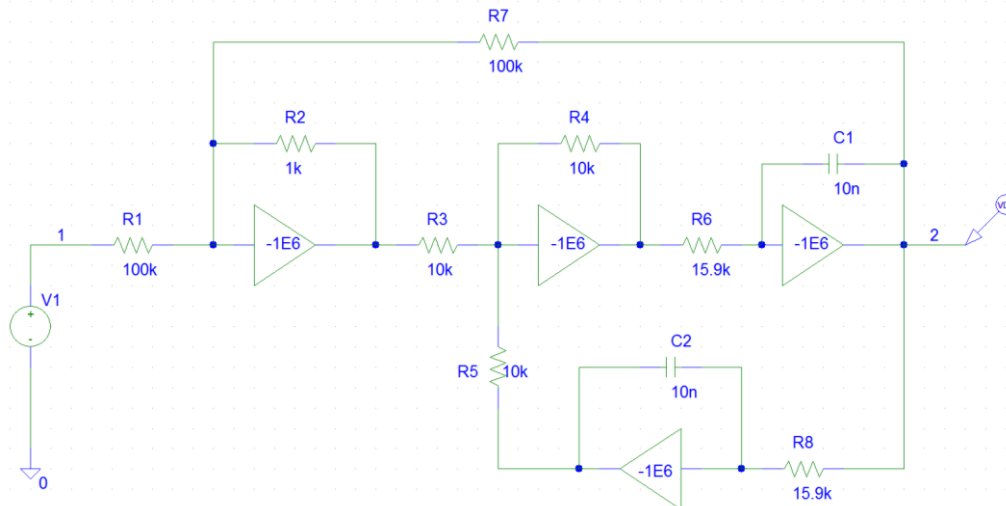
$$Q = \frac{f_0}{f_2 - f_1}, \quad (1)$$

където

$$f_0 = \sqrt{f_1 * f_2}. \quad (2)$$

Схема на изследването

Принципната система на изследването е показана на фиг.1:



Фиг.1. Принципната система на активен лентов филтър

Цел на изследването

Целта на изследването е да се проектира активен лентов филтър с честотен обхват от 100 Hz до 10 kHz и да се определят честотата на среза, усиляването и Q-фактора на филтъра.

Аналитични резултати от изследването

При проектирането се използват съответните полупроводникови елементи със следните стойности:

$$R_1 = R_6 = 100k\Omega; R_2 = 1k\Omega; R_3 = R_4 = R_5 = 10k\Omega; R_7 = R_8 = 15,9k\Omega; \\ C_1 = C_2 = 10nF;$$

Предавателната характеристика на филтъра е:

$$K_U(p) = \frac{p \frac{R_6}{C_2 R_7 R_1}}{p^2 + \frac{R_2}{C_1 R_6 R_7} p + \frac{1}{(C_1 R_7)^2}}. \quad (3)$$

Каноничният израз на предавателна функция на активен лентов филтър има вида:

$$K_U(p) = \frac{K_0 \frac{\omega_0}{Q} p}{p^2 + \frac{\omega_0}{Q} p + \omega_0^2}, \quad (4)$$

където:

ω_0 - ъглова честота на полюса;

Q - качествен фактор на полюса;

K_0 - коефициент на предаване честотата на полюса.

Изчисляват се променливите:

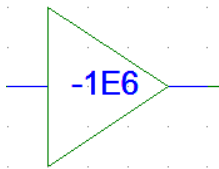
$$\omega_0 = \frac{1}{C_1 R_7} = \frac{1}{10 \cdot 10^{-9} \cdot 15,9 \cdot 10^3} = 6,289 \cdot 10^3 \text{ s}^{-1} \quad (5)$$

$$Q = \frac{R_6}{R_2} = 100; \quad (6)$$

$$K_0 = \frac{R_6}{R_1} = 1 \quad (7)$$

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\omega_0} = 1000,97 \text{ Hz.} \quad (8)$$

5. Проверка на получения резултат в програмната среда MATLAB.



При моделирането на филтъра в среда на PSpice се използват операционни усилватели, представени с елемента GAIN, с усилване на сигнала 10^6 (фиг.2) [2]

Знакът минус съответства на подаване на сигнала към инвертиращия вход на операционния усилвател.

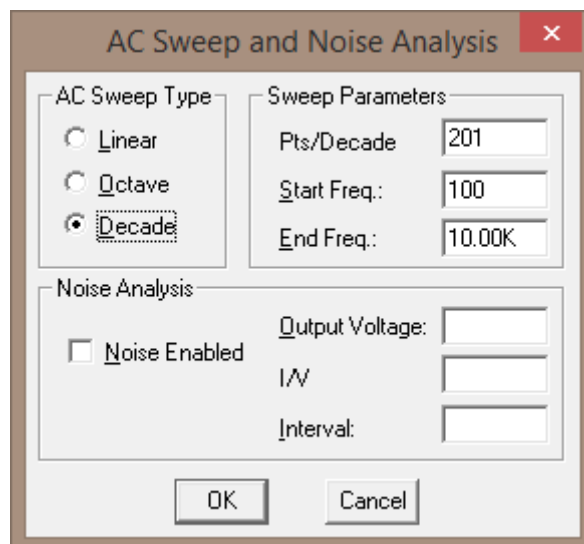
Фиг. 2 Елемент GAIN

При изследването с програмния продукт се използва синусоидален източник на входно напрежение с амплитуда 1V.

На изхода на филтъра се поставя маркер за напрежение в децибели [dB].

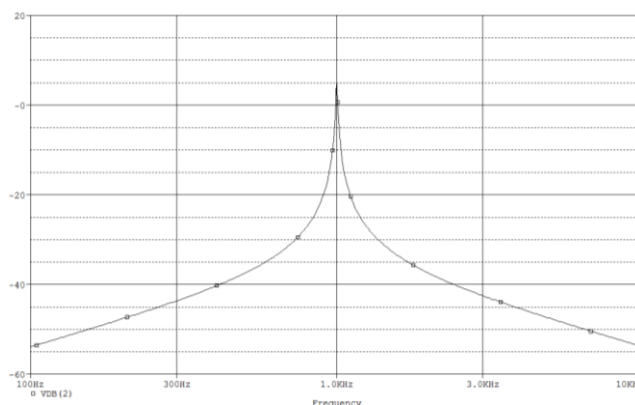
Входът на схемата се маркира с етикет 1, а изходът с етикет 2.

При симулацията се избира следния режим: *Analysis/Setup/AC Sweep* със следните параметри (фиг.3):



Фиг. 3 Параметри на режима

В резултат на анализа в Probe се получава следната амплитудно-честотна характеристика (фиг. 4):



Фиг. 4 Амплитудно-честотна характеристика на лентовия филтър

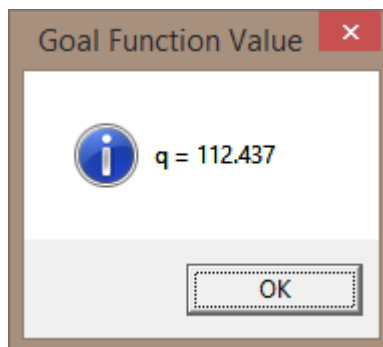
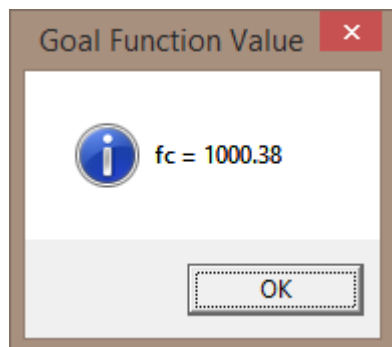
Дефинират се макросите:

$$f_c = f_0 = \text{centerfreq} \left(\text{db} \left(\frac{v(2)}{v(1)} \right), 3 \right);$$

$$b_w = \text{bandwidth} \left(\text{db} \left(\frac{v(2)}{v(1)} \right), 3 \right);$$

$$Q = \frac{f_0}{b_w}.$$

Симулационни резултати:



Заклучение

Изследваният филтър притежава свойството за независима регулировка на основните му параметри. Честотата f_0 зависи само от резисторите R_7 и R_8 . Качественият фактор на полюса зависи единствено от стойността на съпротивлението R_2 , а коефициентът на предаване честотата на полюса – от R_1 .

Създадения модел в среда на PSpice потвърждава изчислените резултати.

REFERENCES

1. Behzad Razavi, RF Microelectronics, Prentice Hall, 1998,
2. Bradinski K., V. Mladenov, K. Stanchev, Rykovodstvo za reschavane na zadachi po elektrotehnika s PSpice, Sofia, 2010
3. Dzhermanova N., I. Dzhermanov, From the Audion to Zigbee – Osnovi na elektronikata, WiNi 1837, Sofia, 2009
4. Dzhermanova N., I. Dzhermanov, I. Ilshev, From the Audion to Zigbee – Analog and Mixed Signal Integrated Circuits - WiNi 1837, Sofia, 2010
5. Steve C. Crips, RF Power Amplifier for Wireless Communication, Artech House. 1999