

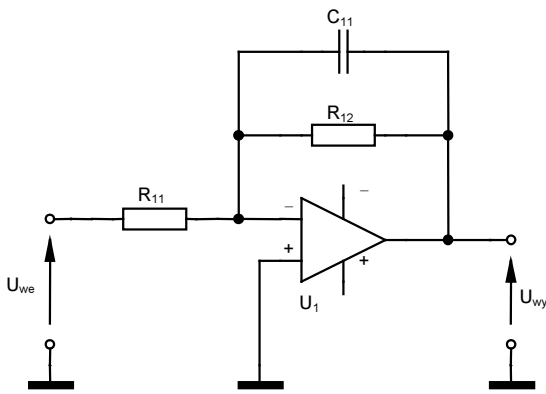
Projekt 4. Filtr aktywny

Opracowanie: Łukasz Starzak, Łódź 2005

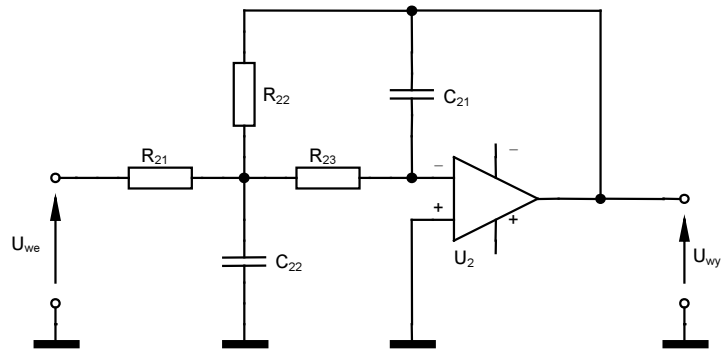
Należy zaprojektować filtr aktywny 3. rzędu zgodnie z następującymi założeniami:

- 1) typ i częstotliwość graniczna podane przez prowadzącego;
- 2) wzmacnienie filtru dla składowej stałej równe 1;
- 3) należy wykorzystać struktury filtrów 1. i 2. rzędu przedstawione na rys. 1 i 2;
- 4) należy wykorzystać model wzmacniacza operacyjnego podany przez prowadzącego;
- 5) wzmacniacze operacyjne należy zasilić dwubiegunowo ze źródeł o wartości odpowiednio +15 V i -15 V.

Uwaga: Punkty 1, 3, 4 należy wykonać przed zajęciami.



Rys. 1. Filtr aktywny dolnoprzepustowy 1. rzędu (jedno z rozwiązań)



Rys. 2. Filtr aktywny dolnoprzepustowy 2. rzędu (jedno z rozwiązań)

1. Zapoznać się z wiadomościami dotyczącymi projektowania filtrów aktywnych zawartymi w literaturze [1], w szczególności z praktyczną realizacją filtrów:
 - a) dolnoprzepustowych 1. rzędu (podrozdz. 14.3, zlokalizować konstrukcję z rys. 1 powyżej);
 - b) dolnoprzepustowych 2. rzędu (podrozdz. 14.4, zlokalizować konstrukcję z rys. 2 powyżej);
 - c) dolnoprzepustowych wyższych rzędów z wykorzystaniem filtrów 1. i 2. rzędu (podrozdz. 14.5). Należy przestudiować przykład podany w podrozdz. 14.5 pod kątem sposobu łączenia filtrów składowych i obliczania wartości elementów biernych dla poszczególnych sekcji. (Pomiąć dwa ostatnie akapity.)
2. Pobrać ze strony producenta model odpowiedniego wzmacniacza operacyjnego.
 - a) w wyszukiwarce internetowej (np. Google, www.google.pl) wpisać oznaczenie elementu i uruchomić wyszukiwanie;
 - b) spośród wyników wybrać stronę danego produktu w serwisie firmy National Semiconductor (www.national.com);
 - c) kliknąć na *Package & Models*;
 - d) z tabelki wybrać odpowiedni model w kolumnie *Models / SPICE* (kliknąć lewym przyciskiem myszy);
 - e) zapisać otwartą stronę jako plik tekstowy.

3. Zaprojektować układ filtru, opierając się na przykładzie z podrozdz. 14.5 literatury, lecz wykorzystując wzory odpowiednie dla filtrów z rys. 1 i 2 powyżej. Wykorzystać tabelę 14.6 (str. 339–342).
 - a) Wykonać schemat filtru 3. rzędu. Oznaczyć węzły.
 - b) Dla pierwszej sekcji przyjąć wartość $C_{11} = 10 \text{ nF}$ i obliczyć wartości R_{12} i R_{11} z odpowiednich wzorów podanych w podrozdz. 14.3.
 - c) Przyjąć wartość $C_{22} = 10 \text{ nF}$ i dobrać wartość C_{21} . Następnie obliczyć wartości R_{22} , R_{21} i R_{23} z odpowiednich wzorów podanych w podrozdz. 14.4.
4. Utworzyć plik wejściowy CIR opisujący zaprojektowany układ (sprawdzić w pobranym pliku, w jakiej kolejności należy przypisać końcówki wzmacniacza operacyjnego). Uzupełnić opis:
 - a) dodać instrukcję pozwalającą na skorzystanie z modelu wzmacniacza zawartego w pliku pobranym ze strony producenta;
 - b) dodać źródła zasilające wzmacniacze;
 - c) na wyjście filtru przyłączyć rezystancję obciążającą o wartości $1 \text{ M}\Omega$;
 - d) do wejścia filtru przyłączyć źródło sinusoidalne o amplitudzie 10 V , które pozwoli na wykonanie analizy AC.
5. Dopisać odpowiednią instrukcję i wykonać analizę częstotliwościową. Wykreślić charakterystykę amplitudową i fazową transmitancji filtru. Wyznaczyć częstotliwość graniczną i wzmocnienie dla składowej stałej.

Jeżeli parametry odbiegają od założeń – skorygować projekt. W przeciwnym wypadku zarejestrować wykres pokazujący, że układ pracuje zgodnie z założeniami projektowymi.
6. Proszę przetestować działanie filtru w paśmie przepuszczania, stosując analizę czasową (*transient*). Na wejście filtru należy podać sygnał sinusoidalny o częstotliwości 50 Hz i amplitudzie 10 V . Wykreślić i porównać przebieg na wejściu i na wyjściu filtru. Zarejestrować wykres.
7. Proszę przetestować działanie filtru poza pasmem przepuszczania, stosując analizę czasową. Do sinusoidy z punktu poprzedniego należy dodać sinusoidalne zakłócenia o częstotliwości $2,5f_g$ i amplitudzie 2 V . Wykreślić, zarejestrować i porównać przebiegi jak poprzednio.
- * Polecenie to można wykonać łącząc dwa źródła szeregowo. Na ocenę 4 i wyższą wymagany jest jednak sposób jak niżej:
 - Sygnał wejściowy powinien być generowany za pomocą jednego źródła napięcia. W tym celu należy wykorzystać funkcję modelowania behawioralnego (ABM).
 - Proszę wykorzystać instrukcję FUNC do zdefiniowania funkcji zwracającej sinusoidę o podanej amplitudzie i częstotliwości oraz przesunięciu fazy równym 0. Funkcję tę należy następnie zastosować w równaniu ABM źródła napięcia wejściowego.
 - W definicji powyższej funkcji proszę wykorzystać samodzielnie zdefiniowany parametr globalny o wartości 2π .
- *8. Korzystając z przycisku *Fourier*, dokonać szybkiej transformaty Fouriera (FFT) przebiegów uzyskanych w poprzednim punkcie. Zarejestrować wykres. Skomentować wyniki.
9. Na podstawie wyników z punktów 6–7 (6–8) sformułować wnioski o poprawności działania układu.

* Punkty, których wykonanie jest wymagane na ocenę 4 i wyższą.

[1] U. Tietze, Ch. Schenk: *Układy półprzewodnikowe*. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1997. Rozdział 14.