

SERIA II ĆWICZENIE 2

Temat ćwiczenia: Badanie wzmacniaczy selektywnych.

Wiadomości do powtórzenia:

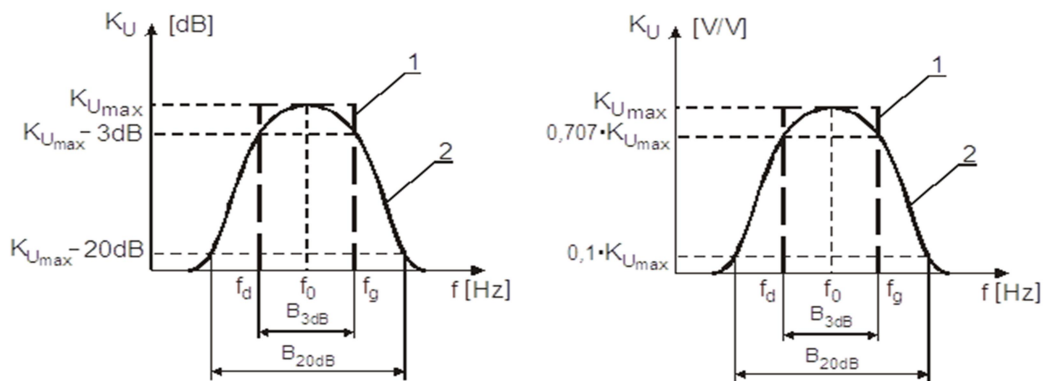
1. Definicja i parametry wzmacniaczy selektywnych.
2. Układy stosowane w celu osiągnięcia selektywności wzmacniacza.
3. Wyznaczanie charakterystyki przejściowej i przenoszenia wzmacniacza.

Wzmacniacze selektywne:

Wzmacniacze selektywne są to układy, których zadaniem jest wzmacnianie sygnałów o częstotliwości zawartej w wąskim paśmie wokół pewnej częstotliwości środkowej f_0 . Sygnały o częstotliwości odległej od częstotliwości środkowej, leżące poza pasmem przenoszenia wzmacniacza, są silnie tłumione. Wzmacniacze selektywne dzieli się na: wzmacniacze z selektywnym sprzężeniem zwrotnym, nazywane filtrami aktywnymi lub amplifiltrami oraz wzmacniacze rezonansowe. **Selektywnością** wzmacniacza jest nazywana zdolność do tłumienia sygnałów o częstotliwościach leżących poza pasmem przenoszenia, czyli sygnałów niepożądanych. W celu określenia selektywności wzmacniacza należy wyznaczyć przedział częstotliwości, w którym wzmacnienie wzmacniacza zmalało o 3 dB w stosunku do wzmacnienia przy częstotliwości środkowej K_{u0} ($0,707K_{u0}$), czyli tzw. **pasmo trzydecybelowe** B_{3dB} . Następnie należy określić zakres częstotliwości, w którym wzmacnienia wzmacniacza zmalało o 20 dB ($0,1 K_{u0}$), czyli **pasmo dwudziestodecybelowe** B_{20dB} . Miarą selektywności wzmacniacza jest **współczynnik prostokątności „p”** wyrażany wzorem:

$$p = \frac{B_{3dB}}{B_{20dB}} \leq 1$$

Im współczynnik **p** jest większy, tym wzmacniacz jest bardziej selektywny. Współczynnik prostokątności wzmacniacza o idealnej charakterystyce amplitudowej byłby równy jedności.



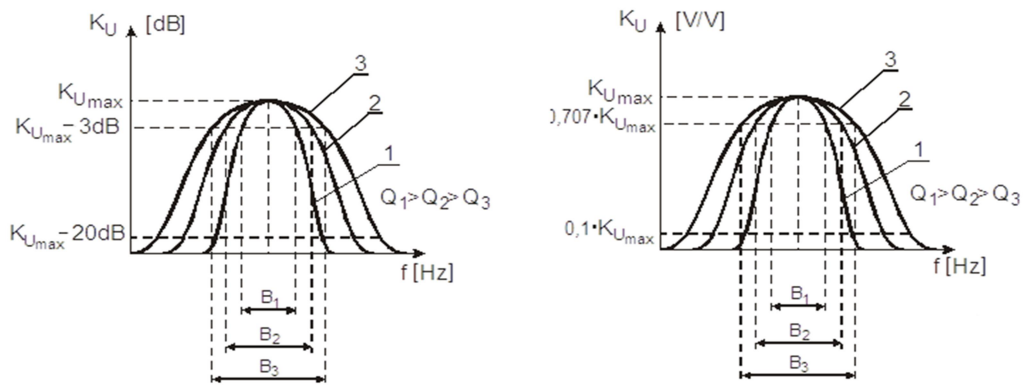
Pasmo przenoszenia wzmacniacza selektywnego zależy od **dobroci Q** układu:

$$Q = \frac{f_0}{B_{3dB}}$$

Tak więc niemożliwe jest zbudowanie wzmacniacza selektywnego o dużej selektywności z układów o małej dobroci.

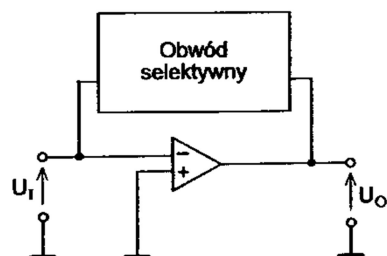
Charakterystyka amplitudowa idealnego wzmacniacza selektywnego powinna mieć kształt prostokąta. Jednak kształt charakterystyki rzeczywistego wzmacniacza jest różny od prostokąta i o selektywności tego układu decyduje nachylenie zboczy charakterystyki.

Wartość dobroci wzmacniacza decyduje o kształcie jego charakterystyki częstotliwościowej. Przy większej dobroci charakterystyka jest węższa – wzmacniacz ma większą selektywność.



Wzmacniacze RC

W zakresie małych częstotliwości wykorzystuje się wzmacniacze selektywne RC zbudowane według następującej zasady:



Schemat filtru aktywnego

Wyżej wymienione filtry składają się ze wzmacniacza operacyjnego oraz obwodu selektywnego RC, który tworzy gałąź sprzężenia zwrotnego.

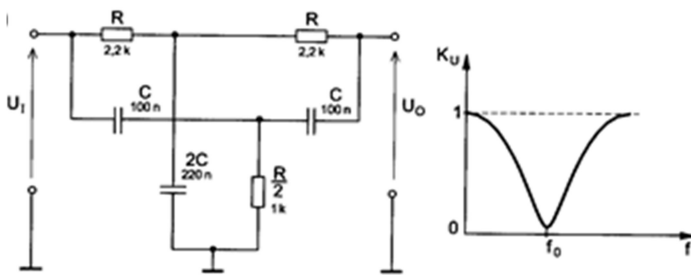
Stosowane tam czwórniki RC w zależności od struktury dzieli się na: drabinkowe typu T i podwójne T (II), mostkowe (np. mostek Wiena). Ponieważ filtry pasywne RC charakteryzują się niezadowalającymi parametrami, wynikającymi ze zbyt małej stromości charakterystyk częstotliwościowych, więc rozbudowuje się je o element wzmacniający (wzmacniacz operacyjny), tworząc filtry aktywne. Zakres częstotliwości, w którym są wykorzystywane filtry RC, nie wykracza zazwyczaj poza pasmo akustyczne.

Filtr podwójne T jest układem środkowozaporowym. Zbudowany jest z dwóch połączonych równolegle czwórników typu T, z których jeden stanowi filtr górnoprzepustowy, a drugi dolnoprzepustowy. Wypadkowa charakterystyka amplitudowa obu filtrów ma bardzo korzystny kształt, zapewniający silne tłumienie częstotliwości środkowej:

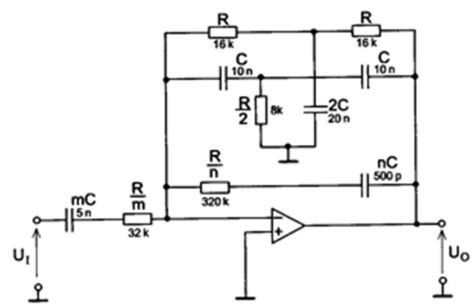
$$f_o = \frac{1}{2\pi RC}$$

jak i przekazywanie niemal całego napięcia na wyjście przy częstotliwościach odległych od środkowej.

Jeżeli filtr o takiej charakterystyce amplitudowej zostanie włączony w pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego wzmacniacza operacyjnego w układzie odwracającym, to powstanie aktywny filtr środkowoprzepustowy.

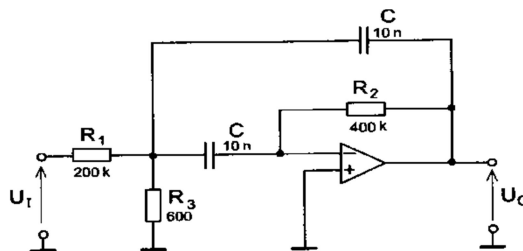


Filtr podwójne T: schemat zasadniczy i charakterystyka amplitudowa



Filtr aktywny podwójne T

Filtr aktywny środkowo przepustowy z wielokrotnym sprzężeniem zwrotnym



Innym rodzajem środkowoprzepustowego jest filtr z wielokrotnym sprzężeniem zwrotnym. Układ ten wyróżnia się tym, że w przeciwieństwie do omówionych wcześniej filtrów aktywnych z pojedynczym sprzężeniem zwrotnym, sygnał sprzężenia zwrotnego, pobierany z wyjścia wzmacniacza operacyjnego, jest podawany do dwóch punktów obwodu wejściowego filtru. Zaletą filtru z wielokrotnym sprzężeniem zwrotnym jest prostota układu.

Parametry układu są określone następująco:

$$f_o = \frac{1}{2\pi C} \sqrt{\frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2 \cdot R_3}} \quad K_{UO} = \frac{R_2}{2 \cdot R_1} \quad B = \frac{1}{\pi R_2 C} \quad Q = \pi R_2 C f_o$$

Dobierając odpowiednio wartości elementów, można dowolnie ustalać wartości częstotliwości środkowej f_o , wzmocnienia K_u , pasma przenoszenia B i dobroci Q . Wartość wzmocnienia i pasma przenoszenia nie zależą od rezystancji R_3 , co pozwala na łatwe przestrajanie układu, bez zmiany kształtu jego charakterystyki częstotliwościowej.

Wzmacniacze selektywne LC

Wzmacniacze selektywne wielkiej częstotliwości, które buduje się jako układy z równoległym odwodem rezonansowym LC, są nazywane **wzmacniaczami rezonansowymi**. Impedancja zastępcza równoległego obwodu rezonansowego osiąga przy częstotliwości rezonansowej f_o maksymalną wartość i ma charakter rezystancyjny (nie przesuwają fazy napięcia względem prądu). Jeżeli obwód taki zostanie umieszczony w kolektorze tranzystora w układzie OE, którego wzmocnienie jest wprost proporcjonalne do impedancji kolektora, to powstanie **wzmacniacz selektywny**. Dla sygnału zmiennego obwód rezonansowy jest włączony równolegle do wyjścia wzmacniacza, gdyż jeden zacisk obwodu jest przyłączony do kolektora, a drugi zwarty do masy poprzez pomijalnie małą rezystancję wewnętrzną zasilacza.

W związku z tym pojemności pasożytnicze występujące w układzie przyłączają się do obwodu rezonansowego i nie powodują tłumienia sygnału. Wartość wzmocnienia wzmacniacza jest zależna od jego rezystancji wyjściowej. W stopniu OE wartość rezystancji wyjściowej, a więc także wzmocnienia, zależą od rezystancji kolektora.

Taki stopień wzmacniający jest zazwyczaj sprzężony z następnym stopniem. W celu dopasowania impedancyjnego stopni stosuje się rezonansowe obwody sprzęgające. Wzmacniacze z takimi obwodami omówione są w podręczniku.

Ćwiczenie:

Opracuj projekt realizacji prac związanych z uruchomieniem i sprawdzeniem działania wybranych wzmacniaczy selektywnych.

Opracuj wyniki pomiarów uzyskane podczas badania wzmacniaczy selektywnych na stanowisku wyposażonym zgodnie z instrukcją. Porównaj uzyskane wyniki z danymi technicznymi zawartymi w instrukcji oraz sformułuj wnioski dotyczące poprawności działania i użytkowania wzmacniaczy selektywnych.

Założenia:

Dane techniczne badanych układów – będą podane w czasie ćwiczenia.

Wyposażenie stanowiska pomiarowego:

1. Zasilacz laboratoryjny regulowany 0 - 35 V/1 A - szt. 1
2. Generator funkcyjny z przewodem pomiarowym - szt. 1
3. Oscyloskop dwukanałowy z przewodami pomiarowymi - szt. 1
4. Zestaw przewodów połączeniowych.

Przebieg ćwiczenia:

1. Wyznaczyć charakterystyki przenoszenia $U_{wy} = f(f)$ filtrów RC i LC stosowanych we wzmacniaczach selektywnych.
2. Wyznaczyć charakterystyki przenoszenia badanych wzmacniaczy:

$$K_u = f(f) \quad \text{przy } U_{we} = \text{const.}$$

Na podstawie charakterystyk wyznaczyć pasmo przenoszenia i współczynnik prostokątności:

$$p = \frac{B_{3dB}}{B_{20dB}}$$

gdzie:

B_{3dB} – przedział częstotliwości, w którym wzmocnienia zmalało o 3 dB w stosunku do wzmocnienia przy częstotliwości środkowej f_o ,

B_{20dB} – przedział częstotliwości, w którym wzmocnienie zmalało o 20 dB w stosunku do wzmocnienia przy częstotliwości środkowej f_o

oraz dobroć układu:

$$Q = \frac{f_o}{B_{3dB}}$$

3. Dla poszczególnych wzmacniaczy wyznaczyć charakterystykę przejściową:
 $U_{wy} = f(U_{we})$ dla $f = f_o$.