



BADANIE FILTRÓW

Cel ćwiczenia.

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z właściwościami filtrów.

Zagadnienia teoretyczne.

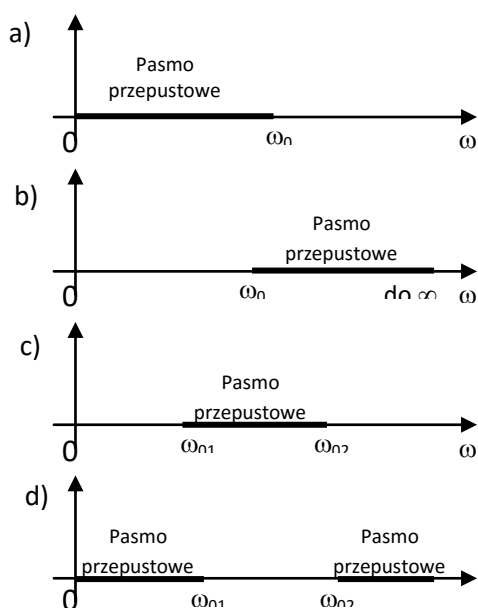
Filtry częstotliwościowe

Filtrem nazywamy układ o strukturze czwórnik, który przepuszcza bez tłumienia lub z małym tłumieniem prądy i napięcia o określonym paśmie częstotliwości, a tłumić napięcia i prądy leżące poza tym pasmem.

Pasmo częstotliwości, które filtr przepuszcza nazywamy pasmem przepustowym, a pasmo częstotliwości, które filtr tłumić nazywamy pasmem tłumieniowym. Filtry możemy podzielić:

- w zależności od położenia pasma tłumieniowego (dolnoprzepustowe (a); górnoprzepustowe (b); pasmowe (c); zaporowe (d));
- w zależności od konstrukcji (reaktancyjne L, C, zbudowane z cewek i kondensatorów; bezindukcyjne, pasywne R, C; piezoceramiczne; aktywne, cyfrowe).

Dla filtrów miarodajne są charakterystyki częstotliwościowe. Na podstawie charakterystyki zmienności w funkcji częstotliwości takich wielkości jak współczynnik tłumienia i współczynnik fazowy określamy warunki przenoszenia sygnałów przez filtr. W paśmie przepustowym współczynnik tłumienia powinien być równy zero lub niewiele różnić się od zera, natomiast w paśmie tłumieniowym powinien być duży. Znajomość charakterystyki częstotliwościowej współczynnika fazowego pozwala na określenie zmiany fazy napięcia i prądu przy przejściu sygnału przez filtr. Ponieważ filtry reaktancyjne powinny pracować w warunkach dopasowania falowego, tzn. przy obciążeniu filtra impedancją charakterystyczną, podaje się dla filtrów również charakterystyki częstotliwościowe impedancji charakterystycznej.



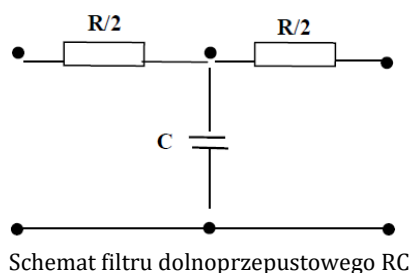
Położenie pasma przepustowego i tłumieniowego w filtrze:

- a) dolnoprzepustowym;
- b) górnoprzepustowym;
- c) pasmowym;
- d) zaporowym.

Filtry pasywne RC

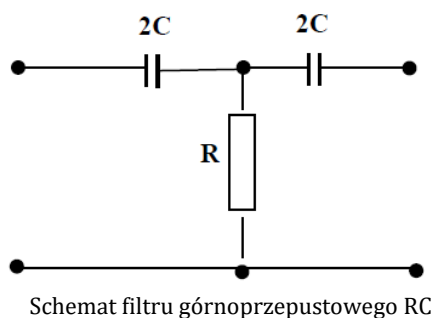
Przy projektowaniu filtrów reaktancyjnych napotyka się na problemy praktyczne związane z wykonaniem elementów indukcyjnych. Z tych względów dąży się do realizacji filtrów bezindukcyjnych. Wśród filtrów tego rodzaju zastosowanie znalazły filtry pasywne RC.

Poniżej przedstawiony został schemat filtra dolnoprzepustowego RC o elementach $Z = R/2, Y = j\omega C$.



Współczynnik tłumienia dla takiego filtra wyraża się zależnością:

$$\sinh \alpha \cong \sqrt{\frac{\omega RC}{2}}$$

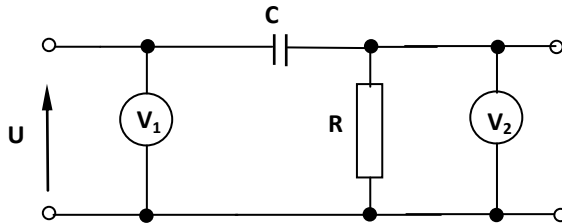


Jako pulsację graniczną filtra przyjmuje się umownie taką pulsację ω_0 , przy której rezystancja gałęzi wzdłużnej jest równa dwukrotnej reaktancji gałęzi poprzecznej, czyli gdy $\frac{R}{2} = \frac{2}{\omega_0 C}$ lub równoważnie $\omega_0 = \frac{4}{RC}$. Przy pulsacji granicznej współczynnik tłumienia filtra jest równy $13,3 \text{ dB}$. Filtr górnoprzepustowy można zrealizować w układzie jak na rysunku powyżej.

Przebieg ćwiczenia – badania oraz pomiary.

1. Filtr górnoprzepustowy.

Zestawić układ pomiarowy według podanego schematu



Dla danych $R = \dots\dots\dots$ i $C = \dots\dots\dots$ obliczyć częstotliwość graniczną, korzystając ze wzoru:

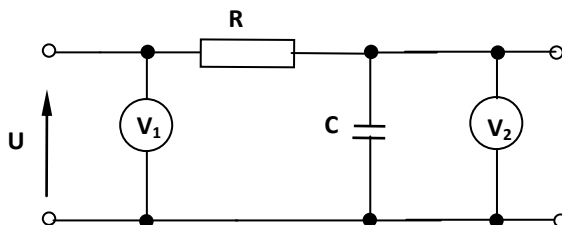
$$f_d = \frac{1}{2\pi RC}$$

Przy stałej wartości skutecznej napięcia zasilającego zmieniać częstotliwość w zakresie od 20 Hz do 10 kHz. Dla każdej nastawionej częstotliwości odczytać wartość napięcia wyjściowego filtra U_2 , a także obliczyć kąt przesunięcia fazowego φ .

Wyniki pomiarów i obliczeń wpisać do **tabeli 1**.

2. Filtr dolnoprzepustowy.

Zestawić układ pomiarowy według podanego schematu



Dla danych $R = \dots\dots\dots$ i $C = \dots\dots\dots$ obliczyć częstotliwość graniczną, korzystając ze wzoru:

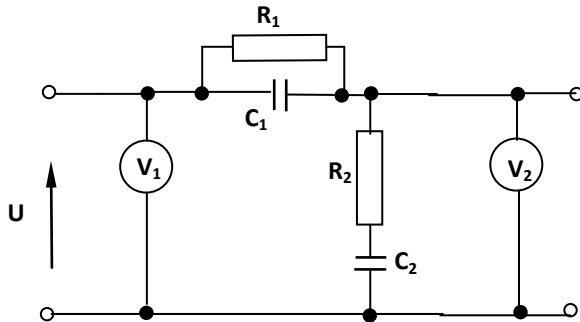
$$f_g = \frac{1}{2\pi RC}$$

Przy stałej wartości skutecznej napięcia zasilającego zmieniać częstotliwość w zakresie od 20 Hz do 10 kHz. Dla każdej nastawionej częstotliwości odczytać wartość napięcia wyjściowego filtra U_2 , a także obliczyć kąt przesunięcia fazowego φ .

Wyniki pomiarów i obliczeń wpisać do **tabeli 2**.

3. Filtr środkowozaporowy.

Zestawić układ pomiarowy według podanego schematu



Filtr środkowozaporowy zbudowany jest z filtra dolnoprzepustowego utworzonego z elementów R_1 i C_2 , który jest odpowiedzialny za dolną częstotliwość graniczną f_d oraz z filtra górnoprzepustowego utworzonego z elementów R_2 i C_1 , który jest odpowiedzialny za górną częstotliwość graniczną f_g .

Dla danych $R_1 = \dots\dots\dots$, $R_2 = \dots\dots\dots$ i $C_1 = \dots\dots\dots$, $C_2 = \dots\dots\dots$ obliczyć częstotliwości graniczne, korzystając ze wzorów:

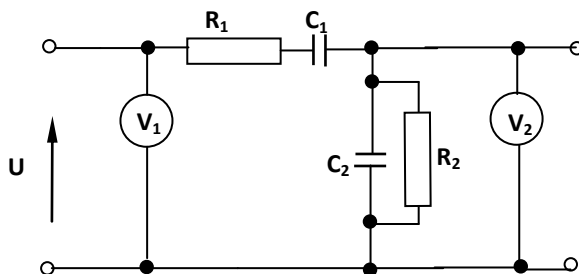
$$f_{gd} = \frac{1}{2\pi R_1 C_2} \quad f_{gg} = \frac{1}{2\pi R_2 C_1}$$

Przy stałej wartości skutecznej napięcia zasilającego zmieniać częstotliwość w zakresie od 20 Hz do 60 kHz. Dla każdej nastawionej częstotliwości odczytać wartość napięcia wyjściowego filtru U_2 , a także obliczyć kąt przesunięcia fazowego φ .

Wyniki pomiarów i obliczeń wpisać do **tabeli 3**.

4. Filtr środkowoprzepustowy.

Zestawić układ pomiarowy według podanego schematu



Filtr środkowoprzepustowy zbudowany jest z filtra górnoprzepustowego utworzonego z elementów R_2 i C_1 , który jest odpowiedzialny za dolną częstotliwość graniczną f_d oraz z filtra dolnoprzepustowego utworzonego z elementów R_1 i C_2 , który jest odpowiedzialny za górną częstotliwość graniczną f_g .

Dla danych $R_1 = \dots\dots\dots$, $R_2 = \dots\dots\dots$ i $C_1 = \dots\dots\dots$, $C_2 = \dots\dots\dots$ obliczyć częstotliwości graniczne, korzystając ze wzorów:

$$f_{gd} = \frac{1}{2\pi R_2 C_1} \quad f_{gg} = \frac{1}{2\pi R_1 C_2}$$

Przy stałej wartości skutecznej napięcia zasilającego zmieniać częstotliwość w zakresie od 20 Hz do 60 kHz. Dla każdej nastawionej częstotliwości odczytać wartość napięcia wyjściowego filtra U_2 , a także obliczyć kąt przesunięcia fazowego φ .

Wyniki pomiarów i obliczeń wpisać do **tabeli 4**.

5. Opracowanie wyników.

W sprawozdaniu wykonać polecenia z poszczególnych części ćwiczenia, dla każdego typu filtra narysować charakterystyki napięcia wyjściowego w funkcji częstotliwości w skali logarytmicznej oraz wyznaczyć częstotliwości graniczne poszczególnych filtrów, a także zapisać wnioski i spostrzeżenia wynikające z kolejnych pomiarów.

Filtr górnoprzepustowy

Tabela 1

f	kHz											10
U ₁	V											
U ₂	V											
Δx	cm											
x	cm											
K	V/V											
φ	°											

$$f_d =$$

Filtr dolnoprzepustowy

Tabela 2

f	kHz											10
U ₁	V											
U ₂	V											
Δx	cm											
x	cm											
K	V/V											
φ	°											

$$f_g =$$

Filtr środkowozaporowy

Tabela 3

f	kHz											60
U ₁	V											
U ₂	V											
Δx	cm											
x	cm											
K	V/V											
φ	°											

$$f_{gd} =$$

$$f_{gg} =$$

Filtr środkoprzepustowy

Tabela 4

f	kHz											60
U ₁	V											
U ₂	V											
Δx	cm											
x	cm											
K	V/V											
φ	°											

$$f_{gd} =$$

$$f_{gg} =$$