

Ćwiczenie nr 39

Badanie filtrów

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest poznanie podstawowych rodzajów filtrów stosowanych w elektronice oraz ich właściwości i zastosowań.

2. Dane znamionowe

Przed przystąpieniem do wykonywania ćwiczenia zapoznać się z instrukcją oraz odczytać i zanotować w protokole dane znamionowe elementów układu oraz zakresy pomiarowe przyrządów i sprzętu pomiarowego.

3. Zagadnienia wprowadzające

Filtry są to układy o strukturze czwórnikowej wydzielające zmienne przebiegi elektryczne o określonej częstotliwości. Wykorzystują one zależność reaktancji elementów indukcyjnych i pojemnościowych od częstotliwości przykładanego do nich napięcia, np.:

- cewka o indukcyjności L i reaktancji $X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$ stanowi dużą impedancję dla prądu o dużej częstotliwości. Dla składowej stałej prądu o małej częstotliwości impedancja cewki jest mała.
- kondensator o pojemności C i reaktancji $X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$ stanowi dużą impedancję dla składowej stałej prądu o małej częstotliwości. Dla prądu o dużej częstotliwości impedancja kondensatora jest mała.

Pasmo częstotliwości dla którego impedancja filtra jest duża nazywamy pasmem tłumieniowym (zaporowym), natomiast pasmo dla którego impedancja filtra jest mała nazywamy pasmem przepustowym. Częstotliwość, która oddziela pasmo przepustowe od pasma tłumieniowego nazywamy częstotliwością graniczną filtra f_{gr} . Dla sygnału o częstotliwości równej częstotliwości granicznej filtra, poziom mocy sygnału na wyjściu filtra P_{wyj} jest równy połowie mocy sygnału doprowadzonego do wejścia filtra P_{wej} . Odpowiada to stosunkowi napięć na zaciskach filtra:

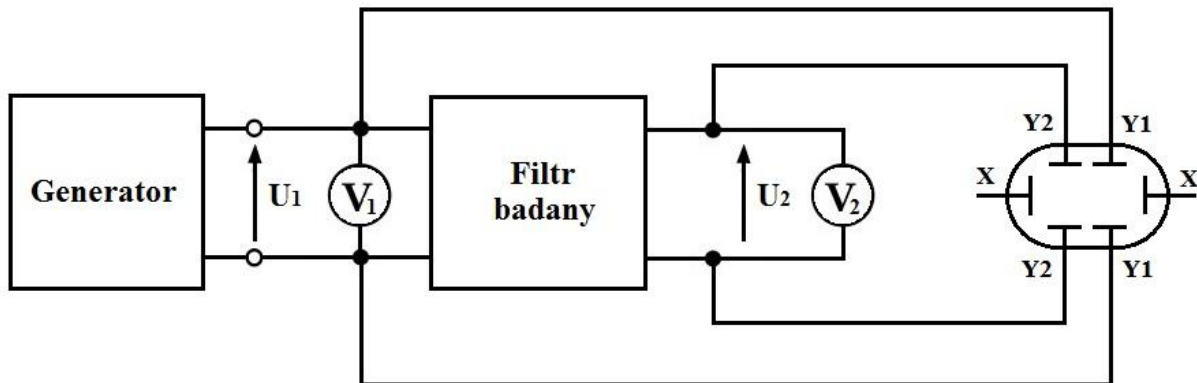
$$\frac{U_{wyj}}{U_{wej}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,707$$

Pasmo przepustowe może rozciągać się od częstotliwości bardzo małych do pewnej częstotliwości granicznej f_{gr} i wtedy mówimy, że filtr jest dolnoprzepustowy. Przebiegi o częstotliwości $f > f_{gr}$ zostają w takim filtrze wytłumione. Pasmo przepustowe może rozciągać się także od częstotliwości granicznej f_{gr} do bardzo dużych częstotliwości i wtedy mówimy, że filtr jest górnoprzepustowy. Przebiegi o częstotliwości $f < f_{gr}$ zostają w takim filtrze wytłumione.

Oprócz wymienionych filtrów istnieją również filtry środkowoprzepustowe i środkozaporowe. Filtry środkowoprzepustowe tłumią wszystkie przebiegi o częstotliwościach leżących poza pasmem przepustowym ograniczonym częstotliwościami granicznymi f_{gr1} i f_{gr2} . Filtry środkozaporowe tłumią przebiegi w zakresie częstotliwości granicznych pasma $f_{gr1} < f < f_{gr2}$, a przepuszczają przebiegi o częstotliwościach $f < f_{gr1}$ i $f > f_{gr2}$.

4. Program ćwiczenia

Zestawić układ pomiarowy jak na rys.1.



Rys.1. Schemat układu pomiarowego.

Pomiary przeprowadza się przy stałej wartości napięcia generatora, które jest jednocześnie napięciem wejściowym U_1 badanego filtra. Dla każdej z nastawianych kolejno częstotliwości napięcia wejściowego U_1 należy odczytać wskazania woltomierzy, obserwując jednocześnie kształt przebiegów otrzymywanych na ekranie oscyloskopu, który umożliwia również określenie przesunięcia fazowego między napięciem wejściowym U_1 a napięciem wyjściowym U_2 badanego filtra.

Obliczyć stosunek napięć U_2/U_1 dla poszczególnych częstotliwości pomiarowych oraz wyrazić go w skali decybelowej, stosując poniższy wzór:

$$\frac{U_2}{U_1} [dB] = 20 \cdot \log \frac{U_2}{U_1}$$

Pomiary przeprowadzić dla różnych typów filtrów. Wyniki pomiarów i obliczeń zestawić w tabeli 1. Na podstawie przeprowadzonych pomiarów i otrzymanych wyników wykreślić na papierze półlogarytmicznym, zamieszczonym na końcu instrukcji, charakterystyki $U_2/U_1=f(f)$ dla badanych filtrów (oś z wartościami U_2/U_1 wyskalować jednocześnie w V/V i dB). Na sporządzonych charakterystykach zaznaczyć częstotliwości graniczne badanych filtrów.

Tabela 1. Wyniki pomiarów i obliczeń uzyskanych podczas badania filtrów.

| Typ filtru | f | [kHz] | | | | | | | | Uwagi |
|------------|-----------|-------|-----|--|--|--|--|--|--|-------|
| | | U_2 | [V] | | | | | | | |
| | U_2/U_1 | [V/V] | | | | | | | | |
| | U_2/U_1 | [dB] | | | | | | | | |
| | ϕ | [°] | | | | | | | | |
| | f | [kHz] | | | | | | | | |
| | U_2 | [V] | | | | | | | | |
| | U_2/U_1 | [V/V] | | | | | | | | |
| | U_2/U_1 | [dB] | | | | | | | | |
| | ϕ | [°] | | | | | | | | |

5. Zagadnienia sprawdzające

- Podać podstawowe określenie filtra.
- Jakie pasmo określane jest pasmem tłumieniowym (zaporowym)?
- Od jakich wielkości zależy częstotliwość graniczna filtra?
- Kiedy w filtrze powstaje pasmo przepustowe?
- Czy impedancja charakterystyczna filtra reaktancyjnego zależy od częstotliwości?
- Jakie okoliczności muszą zajść, aby filtr był dolnoprzepustowy?
- Wymień podstawowe parametry filtrów.
- Dla jakich wartości częstotliwości filtr jest górnoprzepustowy?
- Omówić inne typy filtrów (piezoelektryczne).
- Scharakteryzować filtry środkowozaporowe.
- Na czym polega jakościowe określenie typu filtra?
- Przedstawić filtry środkowoprzepustowe.

