



AKADEMIA MORSKA W SZCZECINIE

JEDNOSTKA ORGANIZACYJNA:
ZAKŁAD KOMUNIKACYJNYCH TECHNOLOGII MORSKICH

INSTRUKCJA

ELEKTROTECHNIKA I ELEKTRONIKA
Laboratorium
Ćwiczenie nr 10: Filtry

Opracował:	dr inż. Marcin Mąka, dr inż. Piotr Majzner
Zatwierdził:	dr inż. Piotr Majzner
Obowiązuje od: 24. IX 2012	

Spis treści

10.1. Cel i zakres ćwiczenia

10.2. Opis stanowiska laboratoryjnego

10.3. Przebieg ćwiczenia

10.4. Warunki zaliczenia

10.5. Część teoretyczna

10.6. Literatura

10.7. Efekty kształcenia

10. FILTRY

10.1. Cel i zakres ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest opanowanie wiedzy z zakresu budowy, parametrów, charakterystyk i zastosowania filtrów elektrycznych.

Zagadnienia

1. Klasyfikacja filtrów.
2. Budowa filtrów biernych.
3. Charakterystyki filtrów biernych.
4. Filtry aktywne

Pytania kontrolne

1. Omówić klasyfikację filtrów.
2. Omówić budowę i działanie filtra dolnoprzepustowego RC i LC .
3. Omówić budowę i działanie filtra górnoprzepustowego RC i LC .
4. Omówić budowę i działanie filtrów rezonansowych.
5. Omówić budowę i działanie filtra pasmowoprzepustowego.
6. Omówić budowę i działanie filtra pasmowozaporowego.
7. Co to jest pasmo przepuszczania w filtrze ?
8. Co to są filtry aktywne ?

10.2. Opis programu

Program symulacji filtrów uruchamia się wpisując nazwę programu „*filtr*” potwierdzoną przyciskiem „**Enter**”. Na ekranie komputera pojawi się strona tytułowa, aby przejść do następnej części programu należy nacisnąć dowolny klawisz. Następnie pojawia się ekran główny programu. W górnym oknie rysowana jest charakterystyka filtra wraz z zaznaczeniem częstotliwości granicznych. Na dole z lewej strony widać schemat aktualnie badanego filtra, z prawej strony wartości elementów filtra. Na samym dole ekranu pojawia się menu:

F1 Charakterystyka
F2 Zmiana filtra
F3 Zmiana danych
Esc Koniec

Naciśnięcie klawisza „**Esc**” powoduje wypisanie zapytania czy chcemy zakończyć program.

Czy chcesz zakończyć (t/n) ?

Naciśnięcie „**t**” spowoduje wyjście z programu, a po naciśnięciu „**n**” program znowu jest gotowy do pracy. Naciśnięcie klawisza „**F1**” spowoduje wyrysowanie w górnym oknie całej charakterystyki filtra wraz z zaznaczeniem częstotliwości granicznych. Naciśnięcie „**F2**” spowoduje przejście do nowego ekranu na którym widoczne będą schematy występujących w programie filtrów. Aktualnie badany filtr zaznaczony jest czerwoną ramką. Jeżeli chcemy zmienić filtr to należy klawiszami kursora naprowadzić czerwoną ramkę na zadany filtr i wcisnąć „**Enter**”. Pojawi się główny ekran z wyrysowanym i ustawionym nowym filtrem. Naciśnięcie klawisza „**F3**” spowoduje przejście do poprawiania danych stosowanych w procesie symulacji. Każda zmienna jest opisana i podana jest jej jednostka w układzie SI. Jeżeli chcemy na przykład zmienić rezystancję występującą w filtrze, należy przycisnąć „**F4**”. Pojawi się nowe okno w którym należy wpisać nową wartość, potwierdzoną

przyciskiem **“Enter”**. Ponieważ w komputerze trudno zapisać wykładnik liczby 10, stąd zastosowano zapis zmiennoprzecinkowy tzn.

$$1e - 07 \text{ oznacza to samo co } 1 \cdot 10^{-7} = 0.1\mu$$

Zmieniona dana jest ponownie wyświetlona razem z pozostałymi. Dane napisane kolorem żółtym zmienia się jako jedną z możliwych. Na przykład, jeżeli chcemy zmienić typ skali częstotliwości wciskamy **“F1”**, a następnie kursorem wybieramy odpowiedni typ - skale normalną albo logarytmiczną (częściej stosowana) i wciskamy **“Enter”**. Nowy typ skali jest wyświetlany razem z pozostałymi danymi. Jeżeli proces poprawiania danych chcemy zakończyć należy wcisnąć **“Esc”**. Proces symulacji będzie uruchamiany już z nowymi danymi.

10.3. Wykonanie ćwiczenia

10.3.1. Przegląd wybranych filtrów

Dla wszystkich siedmiu filtrów

- górnoprzepustowego CR ,
- dolonoprzepustowego RC ,
- górnoprzepustowego RL ,
- dolonoprzepustowego LR ,
- górnoprzepustowego CL ,
- dolonoprzepustowego LC

przerysować charakterystyki, przerysować schematy filtrów wraz z wartościami elementów filtru.

10.3.2. Badanie filtru dolnoprzepustowego RC

a. Dla filtru dolnoprzepustowego RC ustawić

$$R = 1000 \Omega.$$

Przerysować rodzinę charakterystyk (wszystkie charakterystyki na jednym wykresie) z zaznaczeniem i zapisaniem częstotliwości granicznych, zmieniając wartość pojemności C :

- $C = 0.1 \mu\text{F}$,
- $C = 0.2 \mu\text{F}$,
- $C = 0.3 \mu\text{F}$,
- $C = 0.4 \mu\text{F}$,
- $C = 0.5 \mu\text{F}$.

b. Ustawić:

$$C = 0.1 \mu\text{F}$$

Przerysować rodzinę charakterystyk (wszystkie charakterystyki na jednym wykresie) z zaznaczeniem i zapisaniem częstotliwości granicznych, zmieniając wartość rezystancji R :

- $R = 1 \text{k}\Omega$,
- $R = 2 \text{k}\Omega$,
- $R = 3 \text{k}\Omega$,
- $R = 4 \text{k}\Omega$,
- $R = 5 \text{k}\Omega$.

10.3.3. Badanie filtru dolnoprzepustowego LR

a. Dla filtru dolnoprzepustowego LR ustawić:

$$R = 1000 \Omega.$$

Przerysować rodzinę charakterystyk (wszystkie charakterystyki na jednym wykresie) z zaznaczeniem i zapisaniem częstotliwości granicznych, zmieniając wartość indukcyjności L :

- $L = 0.1 \text{H}$,
- $L = 0.2 \text{H}$,
- $L = 0.3 \text{H}$,
- $L = 0.4 \text{H}$,
- $L = 0.5 \text{H}$.

b. Ustawić:

$$L = 0.1 \text{H}.$$

Przerysować rodzinę charakterystyk (wszystkie charakterystyki na jednym wykresie) z zaznaczeniem i zapisaniem częstotliwości granicznych, zmieniając wartość rezystancji R :

- $R = 1 \text{k}\Omega$,
- $R = 2 \text{k}\Omega$,
- $R = 3 \text{k}\Omega$,
- $R = 4 \text{k}\Omega$,

- $R = 5 \text{ k}\Omega$.

10.3.4. Badanie filtru dolnoprzepustowego (rezonansowego) LC

Dla filtru dolnoprzepustowego CL ustawić:

$$R_s = 700 \text{ }\Omega, L = 0.7 \text{ H}, C = 0.1 \text{ }\mu\text{F}.$$

Zmieniać rezystancję szeregową cewki R_s według wartości:

- $R_s = 700 \text{ }\Omega$
- $R_s = 1 \text{ k}\Omega$
- $R_s = 1.5 \text{ k}\Omega$
- $R_s = 2 \text{ k}\Omega$
- $R_s = 5 \text{ k}\Omega$
- $R_s = 10 \text{ k}\Omega$
- $R_s = 100 \text{ k}\Omega$

Przerysować rodzinę charakterystyk (wszystkie charakterystyki na jednym wykresie), zapisywać częstotliwość graniczną.

10.3.5. Ustawienie częstotliwości granicznej w filtrze górnoprzepustowym CR

Dla filtru górnoprzepustowego CR ustawić:

$$R = 1000 \text{ }\Omega, C = 0.1 \text{ }\mu\text{F}$$

Przerysować przebieg, zapisać dane. Następnie zmieniać wartość pojemności C tak długo, aż uzyska się częstotliwość graniczną podaną przez prowadzącego ćwiczenie. Wszelkie próby znalezienia tej częstotliwości zanotować w tabelce.

C	f
0.1 μF	1.59 kHz
...	...
...	...
C_x	$\approx f$ podana przez prowadzącego

10.3.6. Ustawienie częstotliwości granicznej w filtrze górnoprzepustowym RL

Dla filtru górnoprzepustowego RL ustawić:

$$R = 1000 \text{ }\Omega, L = 0.7 \text{ H}.$$

Przerysować przebieg, zapisać dane. Następnie zmieniać wartość indukcyjności L tak długo, aż uzyska się częstotliwość graniczną podaną przez prowadzącego ćwiczenie. Wszelkie próby znalezienia tej częstotliwości zanotować w tabelce.

L	f
0.1 H	1.59 kHz
...	...
...	...
L_x	$\approx f$ podana przez prowadzącego

10.3.7. Ustawianie pasma przenoszenia filtru pasmowo przepustowego

Dla filtru pasmowo przepustowego zmieniać pojemność C_1 a następnie pojemność C_2 tak, aby uzyskać przepuszczanie pasma akustycznego:

$$16 \text{ Hz} \div 20 \text{ kHz}.$$

10.4. Warunki zaliczenia ćwiczenia

Warunkiem zaliczenia ćwiczenia jest:

- napisanie z wynikiem pozytywnym krótkiego sprawdzianu na początku zajęć;
- wykonanie ćwiczenia;
- sporządzenie sprawozdania według instrukcji zawartej poniżej;
- obrona sprawozdania na następnych zajęciach;
- potwierdzenie opanowania zakresu ćwiczenia na ostatnich zajęciach zaliczeniowych;

W sprawozdaniu należy zamieścić:

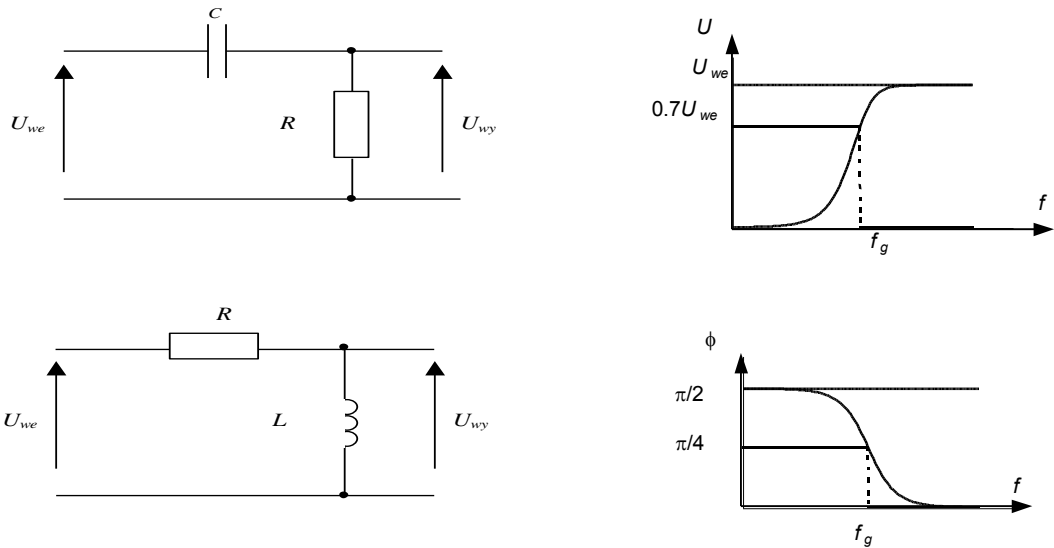
- charakterystyki wszystkich filtrów wraz ze schematami i wartościami elementów,
- wykreślone rodziny charakterystyk z punktów 10.3.2 i 10.3.3. z zaznaczeniem częstotliwości granicznych i dokładnym opisem,
- opis, jaki jest wpływ pojemności lub indukcyjności na częstotliwość filtrów górnoprzepustowych i dolnoprzepustowych oraz jaki jest wpływ rezystancji w tych filtrach,
- charakterystyki filtra rezonansowego CL dla różnych dobroci cewki (mogą być na jednym wykresie) wraz z częstotliwościami granicznymi,
- opis, jaki jest wpływ dobroci cewki na charakterystykę filtra rezonansowego,
- opis, jaka jest różnica między filtrami dolnoprzepustowymi C i LR (górnoprzepustowymi CR i RL) a filtrem rezonansowym dolnoprzepustowym LC (górnoprzepustowym CL),
- wartości pojemności i indukcyjności, które dawały zadana częstotliwość graniczna wraz z zapisanymi wszystkimi próbami,
- opis, jaki jest wpływ członu dolnoprzepustowego w filtrze pasmowym, a jaki jest wpływ członu górnoprzepustowego,
- własne wnioski i spostrzeżenia.

10.5.1. Filtry elektryczne

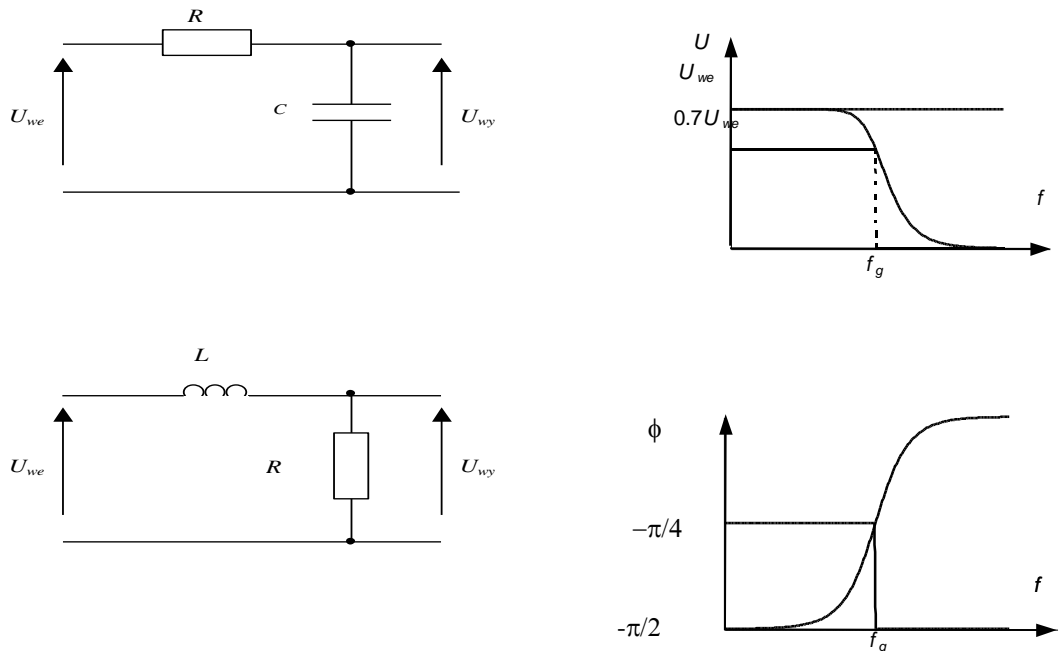
Filtry elektryczne - to obwody elektryczne wydzielające z doprowadzonego sygnału napięcia elektrycznego przebiegi, których częstotliwość leży w określonym paśmie częstotliwości.

W podstawowej klasyfikacji rozróżnia się filtry:

- dolnoprzepustowe,
- górnoprzepustowe,
- pasmowozaporowe (środkowozaporowe),
- pasmowoprzepustowe (środkowoprzepustowe).



Rys. 10.5.1. Filtr górnoprzepustowy: a) RC; b) LR; c) charakterystyki częstotliwościowe (amplitudowa i fazowa)

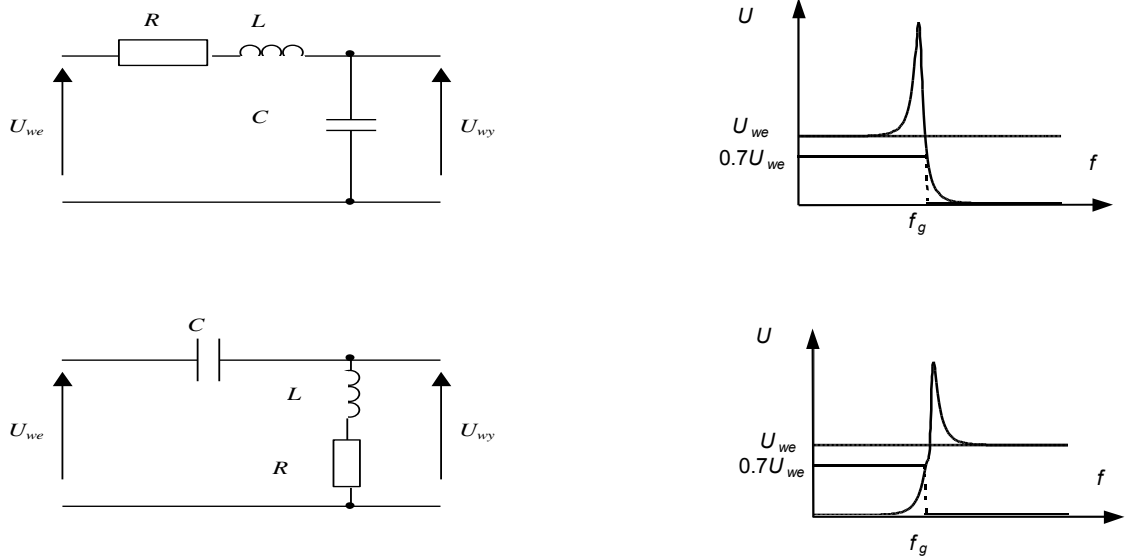


Rys. 10.5.2. Filtr dolnoprzepustowy: a) RC; b) LC; c) charakterystyki częstotliwościowe (amplitudowa i fazowa)

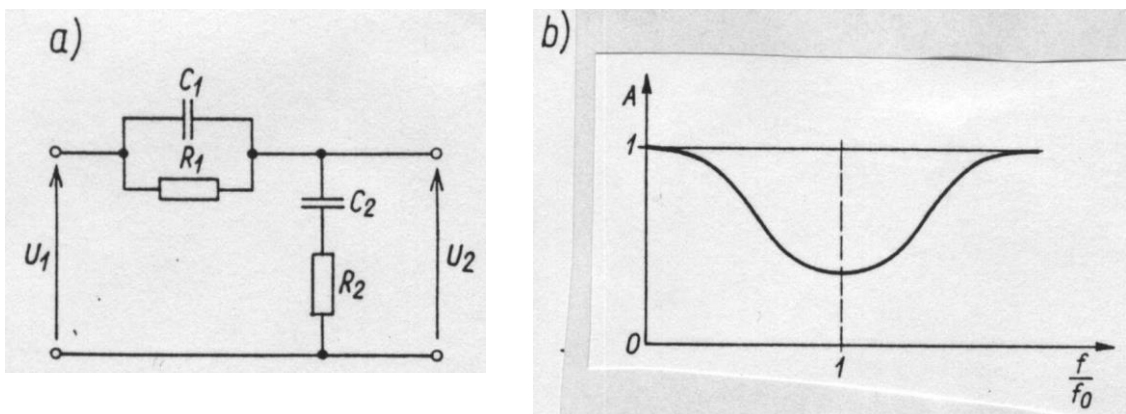
Filtr górnoprzepustowy (rys. 10.5.1.) słabo przenosi sygnały o małych częstotliwościach, sygnałów zaś o wielkich częstotliwościach, praktycznie nie tłum. Odwrotnie zachowuje się filtr dolnoprzepustowy (rys. 10.2.) - bardzo dobrze przenosi sygnały o małych częstotliwościach, zaś silnie tłum. sygnały o wielkich częstotliwościach. W odniesieniu do obu filtrów można wyznaczyć pewną wartość częstotliwości, nazywaną częstotliwością graniczną f_g , dla której stosunek wartości napięcia wyjściowego U_2 do wejściowego U_1 wynosi

$$\frac{U_2}{U_1} = \frac{1}{\sqrt{2}} = 0.707 \quad (10.5.1)$$

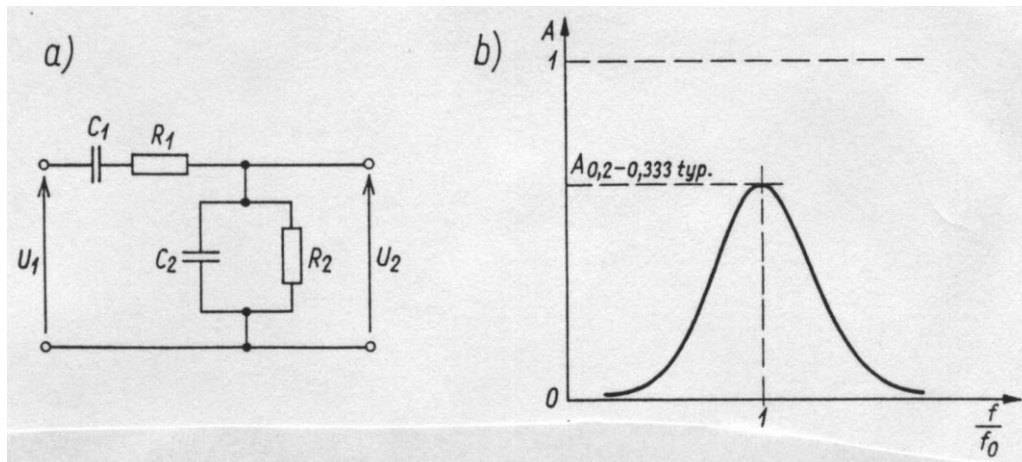
a przesunięcie fazowe między tymi napięciami wynosi $\pi/4$. Częstotliwość f_g określa tzw. pasmo przenoszenia obwodu. Przyjmuje się, że w przypadku filtra górnoprzepustowego pasmo przenoszenia rozciąga się od f_g do nieskończoności, a dla filtra dolnoprzepustowego - od 0 do f_g .



Rys. 10.5.3. Filtry RLC: a) dolnoprzepustowy; b) charakterystyka filtra dolnoprzepustowego RLC; c) górnoprzepustowy; d) charakterystyka filtra górnoprzepustowego



Rys. 10.5.4. Filtr RC pasmowozaporowy : a) schemat elektryczny; b) charakterystyki częstotliwościowe (amplitudowa i fazowa)

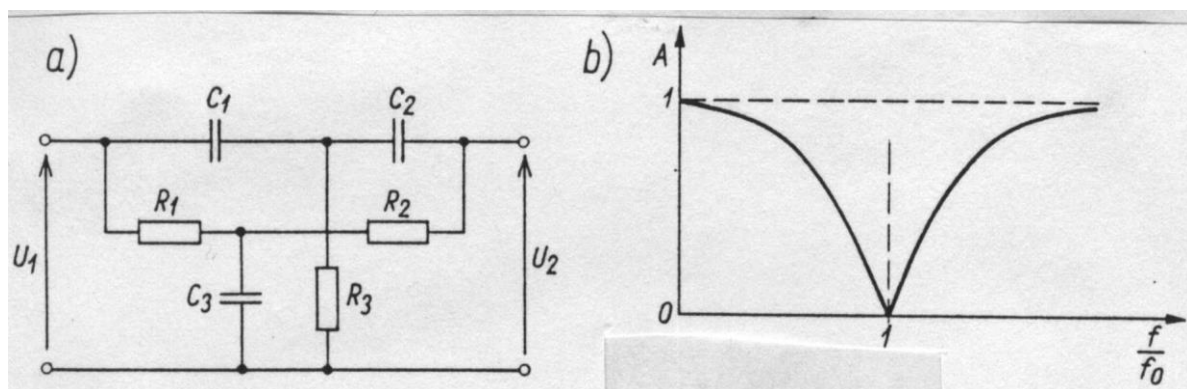


Rys. 10.5.5. Filtr RC pasmowoprzepustowy : a) schemat elektryczny; b) charakterystyki częstotliwościowe (amplitudowa i fazowa)

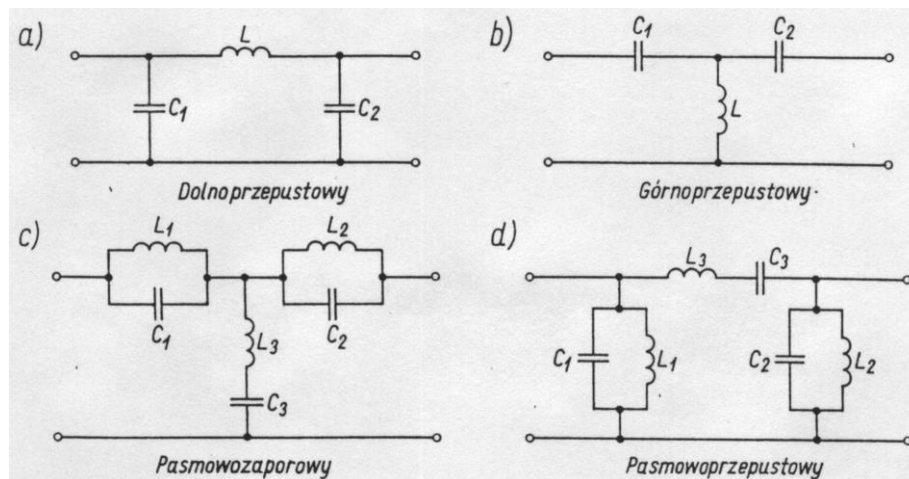
Filtr pasmowozaporowy (rys. 10.5.4.) słabiej przynosi sygnały o częstotliwości f_0 (dla $f = f_0$ charakterystyka amplitudowa osiąga minimum) niż sygnały o innych częstotliwościach, zarówno większych jak i mniejszych od f_0 . Odwrotnie zachowuje się filtr pasmowoprzepustowy RC (rys. 10.5.5.) - lepiej przepuszcza sygnały o częstotliwości f_0 (dla $f = f_0$ charakterystyka amplitudowa osiąga maksimum) niż sygnały o innych częstotliwościach (większych i mniejszych). Warto jednak zaznaczyć, że jako filtry pasmowozaporowe dużo częściej stosuje się układy typu podwójne T (rys. 10.5.6.), wyróżniające się o wiele większą tłumiennością sygnałów dla częstotliwości f_0 .

Filtry pasmowoprzepustowe i pasmowozaporowe mogą być też realizowane z elementów reaktancyjnych, tj. pojemności i indukcyjności (rys. 10.5.7.). Filtry takie charakteryzować się mogą większym tłumieniem częstotliwości niepożądanych i lepszym przenoszeniem częstotliwości, na których nam zależy. Charakterystyki takich filtrów potrafią być bardziej „prostokątne” tzn. pomiędzy częstotliwościami przenoszonymi i nieprzenoszonymi jest bardzo wąska granica, zbliżona do linii pionowej.

Filtry elektryczne mają szerokie zastosowanie w rozmaitych urządzeniach elektrycznych i elektronicznych.



Rys. 10.5.6 Filtr mostkowy typu podwójne T: a) schemat elektryczny; b) charakterystyki częstotliwościowe (amplitudowa i fazowa)



Rys. 10.5.7. Przykładowe schematy elektryczne filtrów LC: a) dolnoprzepustowego; b) górnoprzepustowego; c) pasmowzaporowego; d) pasmowprzepustowego

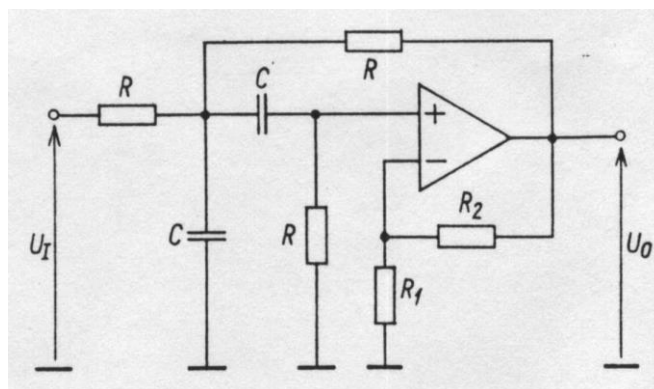
10.5.2. Filtr aktywny

Filtry aktywne są to układy o pasmowej charakterystyce amplitudowo – częstotliwościowej zbudowane z elementów aktywnych (najczęściej wzmacniaczy operacyjnych) oraz elementów biernych R i C. Zastępują klasyczne filtry LC i RLC, szczególnie w zakresie małych i bardzo małych częstotliwości. Ich zaletą jest brak elementów indukcyjnych. Indukcyjności bowiem są nielubianym elementem w elektronice ze względu na małe dobroci (prawie każda rzeczywista indukcyjność posiada pewną rezystancję) i dość duże rozmiary. Dzięki zastosowaniu elementu aktywnego można uzyskać nawet wzmocnienie sygnałów z pasma przenoszenia. Filtry aktywne charakteryzują się także możliwością łatwego scalania. Są to więc w istocie wzmacniacze selektywne, o odpowiedniej konstrukcji, z elementami C lub RC. Przykładowy filtr aktywny środkowoprzepustowy (tzw. filtr Sallena-Keya) przedstawiono na rys. 10.5.8. Częstotliwość środkowa tego filtru f_0 wynosi:

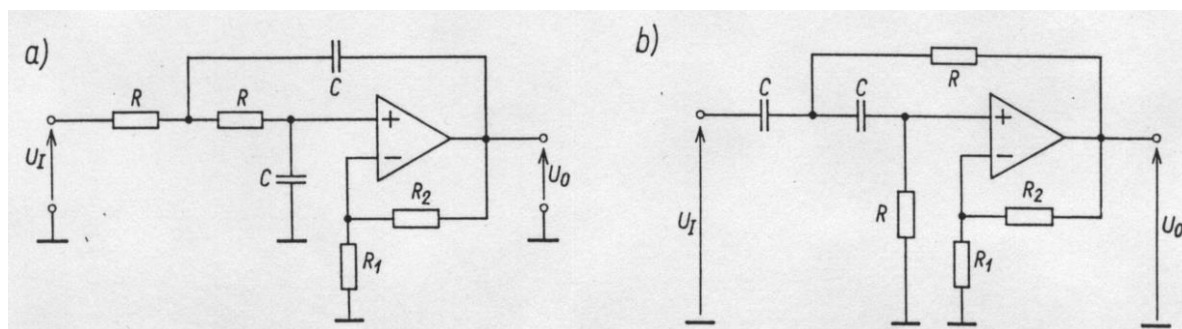
$$f_0 = \frac{1}{\sqrt{2} \cdot \pi \cdot RC} \quad (10.5.2.)$$

Przykłady filtrów dolno- i górnoprzepustowego przedstawiono na rys. 10.5.9. Trzydecybelowe częstotliwości graniczne tych filtrów zależą od elementów R i C:

Są to tzw. filtry drugiego rzędu, gdyż ich transmitancja jest kwadratową funkcją częstotliwości.



Rys. 10.5.8. Schemat filtru aktywnego środkowoprzepustowego



Rys. 10.5.9. Schemat filtru aktywnego: a) dolnoprzepustowego; b) górnoprzepustowego

10.6 Literatura

1. Rusek M., Pasierbiński J., *Elementy i układy elektroniczne w pytaniach i odpowiedziach*, WNT 1997.
2. Koziej E., Sochoń B., *Elektrotechnika i elektronika*, Warszawa 1986.
3. Przeździecki F., *Elektrotechnika i elektronika*, Warszawa, PWN 1985.
4. *Elektrotechnika i elektronika dla nieelektryków*, Praca zbiorowa, WNT 2006.
5. Jaczewski J., Opolski A., Stolz J., *Podstawy elektroniki i energoelektroniki*, WNT 1981.
6. Pilawski M., *Podstawy elektrotechniki*, WSiP 1982.
7. Rusek A., *Podstawy elektroniki*, WSiP 1989.
8. Stacewicz T., Kotlicki A., *Elektronika w laboratorium naukowym*, PWN 1994.

10.7 Efekty kształcenia

Metody i kryteria oceny				
EK1	Ma podstawową wiedzę w zakresie pojęć, praw z zakresu elektrotechniki i elektroniki.			
Metody oceny	egzamin pisemny, egzamin ustny, sprawdziany i prace kontrolne w semestrze.			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5
Kryterium 1 Wiedza w zakresie pojęć elektrotechniki i elektroniki.	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem.	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie pojęć i definicji związanych z tematem.	Zna i potrafi scharakteryzować/o mówić podstawowe pojęcia i definicje Zna i potrafi scharakteryzować/o mówić podstawowe i rozszerzone pojęcia, definicje.	Zna i potrafi przeanalizować pojęcia i definicje oraz wskazać możliwości ich wykorzystania w technice morskiej Biegłe zna i potrafi przeanalizować oraz wskazać możliwości wykorzystania w technice morskiej.
Kryterium 2 Wiedzę w zakresie praw elektrotechniki i elektroniki.	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie praw związanych z tematem.	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie praw związanych z tematem.	Zna i potrafi scharakteryzować/o mówić podstawowe prawa Zna i potrafi scharakteryzować/o mówić podstawowe i rozszerzone prawa.	Zna i potrafi przeanalizować prawa oraz wskazać możliwości ich wykorzystania w technice morskiej Biegłe zna i potrafi przeanalizować oraz wskazać możliwości wykorzystania w technice morskiej.
EK2	Posiada umiejętność wykorzystania podstawowych praw elektrotechniki i elektroniki do analizy rachunkowej podstawowych elementów i obwodów elektronicznych.			
Metody oceny	zaliczenie ćwiczeń, laboratoriów/ symulatorów, sprawozdanie/ raport.			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5
Kryterium 1 Umiejętność wykorzystania podstawowych praw elektrotechniki i elektroniki do analizy rachunkowej podstawowych elementów i obwodów elektronicznych.	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie wykorzystania pojęć, definicji i praw związanych z tematem.	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie wykorzystania pojęć, definicji i praw związanych z tematem.	Zna i potrafi wykorzystać podstawowe pojęcia, definicje i prawa do analizy podstawowych obwodów Zna i potrafi wykorzystać podstawowe i pochodne pojęcia, definicje i prawa do analizy podstawowych obwodów w technice morskiej.	Zna i potrafi wykorzystać podstawowe i pochodne pojęcia, definicje i prawa oraz wzajemne zależności między nimi w technice morskiej Biegłe zna i potrafi przeanalizować oraz wskazać możliwości wykorzystania w technice morskiej.
EK3	Ma podstawową wiedzę teoretyczną w zakresie struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów elektrycznych.			
Metody oceny	egzamin pisemny, egzamin ustny, sprawdziany i prace kontrolne w semestrze.			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5

Kryterium 1 Podstawowa wiedza teoretyczna w zakresie struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów elektrycznych.	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów.	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów.	Zna i potrafi scharakteryzować/omówić podstawowe pojęcia z zakresu struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów Zna i potrafi scharakteryzować/omówić podstawowe i rozszerzone pojęcia z zakresu struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów występujących w technice morskiej.	Zna i potrafi przeanalizować pojęcia z zakresu struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów występujących w technice morskiej Biegłe zna i potrafi przeanalizować pojęcia z zakresu struktury, przetwarzania, transmisji i pomiarów sygnałów występujących w technice morskiej.
EK4	Posiada umiejętności pomiarów, analizy i przetwarzania sygnałów elektrycznych.			
Metody oceny	zaliczenie ćwiczeń, laboratoriów/ symulatorów, sprawozdanie/ raport.			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5
Kryterium 1 Umiejętności pomiarów, analizy i przetwarzania sygnałów elektrycznych.	Brak lub niewystarczające podstawowe umiejętności w zakresie pomiarów, analizy i przetwarzania sygnałów.	Opanowane podstawowe umiejętności w zakresie pomiarów i analizy sygnałów.	Opanowane podstawowe umiejętności w zakresie pomiarów, analizy i przetwarzania sygnałów Opanowane w stopniu dobrym podstawowe umiejętności w zakresie pomiarów, analizy i przetwarzania sygnałów występujących w technice morskiej.	Opanowane w stopniu bardzo dobrym podstawowe umiejętności w zakresie pomiarów, analizy i przetwarzania podstawowych sygnałów występujących w technice morskiej Biegłe zna i potrafi przeanalizować pojęcia z zakresu pomiarów, analizy i przetwarzania złożonych sygnałów występujących w technice morskiej.
EK5	Ma podstawową wiedzę w zakresie zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń elektronicznych.			
Metody oceny	egzamin pisemny, egzamin ustny, sprawdziany i prace kontrolne w semestrze.			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5

Kryterium 1 Wiedza w zakresie zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń elektronicznych.	Brak lub niewystarczająca podstawowa wiedza w zakresie zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń.	Opanowana podstawowa wiedza w zakresie zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń.	Zna i potrafi scharakteryzować/omówić podstawowe i rozszerzone pojęcia z zakresu zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń.	Zna i potrafi przeanalizować pojęcia z zakresu zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń Biegłe zna i potrafi przeanalizować pojęcia z zakresu zasad działania, budowy, eksploatacji podstawowych obwodów i urządzeń występujących w technice morskiej.
EK6	Posiada umiejętność analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk podstawowych obwodów i urządzeń elektronicznych.			
Metody oceny	zaliczenie ćwiczeń, laboratoriów/ symulatorów, sprawozdanie/ raport.			
Kryteria/ Ocena	2	3	3,5 - 4	4,5 - 5
Kryterium 1 Umiejętność analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk podstawowych obwodów i urządzeń elektronicznych.	Brak lub niewystarczające podstawowe umiejętności w zakresie analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk.	Opanowane podstawowe umiejętności w zakresie analizy działania i pomiaru parametrów podstawowych obwodów i urządzeń.	Opanowane podstawowe umiejętności w zakresie analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk podstawowych obwodów i urządzeń Opanowane w stopniu dobrym podstawowe umiejętności w zakresie analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk podstawowych obwodów i urządzeń.	Opanowane w stopniu bardzo dobrym analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk podstawowych obwodów i urządzeń Biegłe opanowane umiejętności w zakresie analizy działania, pomiaru parametrów oraz wyznaczania charakterystyk podstawowych obwodów i urządzeń występujących w technice morskiej.