

# ĆWICZENIE 6emc

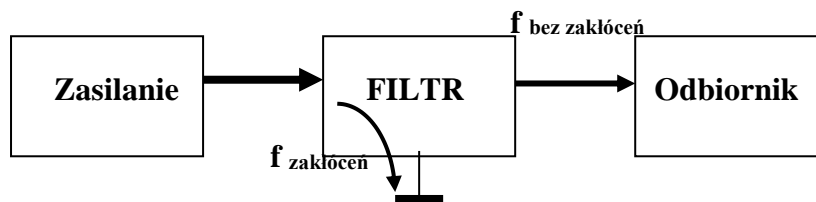
## FILTRY AKTYWNE RC

### 1. Wprowadzenie

Filtr aktywny jest zespołem **elementów pasywnych RC i elementów aktywnych** (wzmacniających), najczęściej wzmacniaczy operacyjnych.

Właściwości wzmacniaczy, w tym również i filtrów opisują charakterystyki częstotliwościowe. Podstawową jest charakterystyka amplitudowa, która określa zależność modułu wzmocnienia od częstotliwości. Dwie wartości częstotliwości, przy których wzmocnienie zmniejsza się do określonej wartości są nazywane częstotliwościami granicznymi: dolną  $f_L$  i górną  $f_H$  i one wyznaczają pasmo przenoszenia. We wzmacniaczach jako typowe przyjęto zmniejszenie wzmocnienia do wartości  $\frac{1}{\sqrt{2}} \approx 0,707$  co w mierze logarytmicznej odpowiada 3dB.

Zadaniem **filtrów przepustowych** jest przenoszenie sygnałów o częstotliwościach leżących w **pasmie przenoszenia**, a tłumienie sygnałów o częstotliwościach leżących poza tym pasmem (Rys.1). **Filtry zaporowe** spełniają funkcję odwrotną, tłumią sygnały o częstotliwościach leżących w **pasmie zaporowym**, a przenoszą wszystkie inne sygnały o częstotliwościach leżących poza pasmem zaporowym.

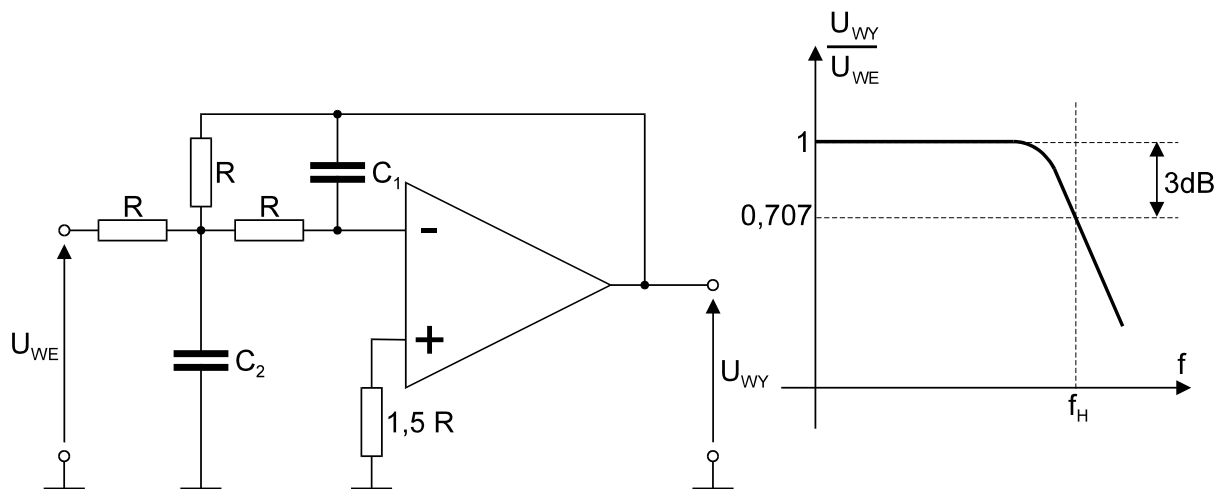


Rys. 1. Usuwanie sygnałów niepożądanych (zakłóceń).

Filtry aktywne, w porównaniu z filtrami pasywnymi RLC, wyróżniają się wieloma zaletami, np.. dużą stabilnością pracy, dokładnością, łatwością przestrajania częstotliwości, brakiem tłumienia sygnału użytecznego a nawet możliwością jego wzmacniania, eliminacją elementów indukcyjnych (L) kosztownych i niewygodnych za względu na duże gabaryty. Filtry aktywne RC mogą pracować w szerokim zakresie częstotliwości - od tysięcznych części herca do kilkudziesięciu, a nawet do kilkuset kiloherców. Górna częstotliwość pracy filtru jest ograniczona pasmem przenoszenia wzmacniacza .

## 2. Filtr dolnoprzepustowy

Przykład dolnoprzepustowego filtra z wielokrotnym sprzężeniem zwrotnym przedstawiono na rys. 2



Rys. 2. Filtr dolnoprzepustowy

W filtrze tym:

$$f_H = \frac{1}{2\pi R \sqrt{C_1 C_2}}, A_{uf} = -1$$

### PRZEBIEG POMIARÓW

Dołączyć generator do zacisków WE. Nastawić przebieg sinusoidalny o amplitudzie  $U_{WE\max}=1V$ . Regulować częstotliwość napięcia wejściowego. Mierzyć amplitudę napięcia wyjściowego  $U_{WY\max}$ . Pomiar wykonać za pomocą oscyloskopu - określając w ten sposób częstotliwościową charakterystykę przenoszenia filtra -  $\frac{U_{WY\max}}{U_{WE\max}} = F(f)$ . Wyniki zanotować w tabeli.

$$U_{WE\max}=1V$$

f	kHz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$U_{WY\max}$	V											
$\frac{U_{WY\max}}{U_{WE\max}}$	-											

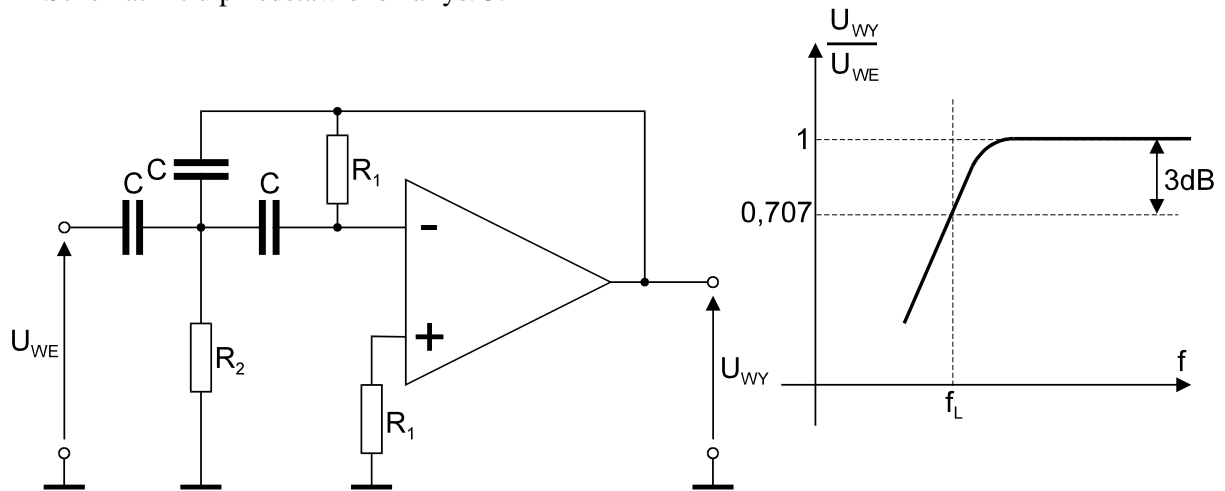
Na podstawie charakterystyki określić  $|A_{uf}|$  układu oraz częstotliwość górną  $f_H$ .

$$|A_{uf}| = \dots$$

$$f_H = \dots$$

### 3. Filtr górnoprzepustowy

Schemat filtru przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Filtr górnoprzepustowy

W filtrze tym:

$$f_L = \frac{1}{2\pi C \sqrt{R_1 R_2}}, \quad A_{uf} = -1$$

#### PRZEBIEG POMIARÓW

Dołączyć generator do zacisków WE. Nastawić przebieg sinusoidalny o amplitudzie  $U_{WE\max}=1V$ . Regulować częstotliwość napięcia wejściowego. Mierzyć amplitudę napięcia wyjściowego  $U_{WY\max}$ . Pomiar wykonać za pomocą oscyloskopu - określając w ten sposób częstotliwościową charakterystykę przenoszenia filtru -  $\frac{U_{WY\max}}{U_{WE\max}} = F(f)$ . Wyniki zanotować w tabeli.

$U_{WE\max}=1V$

f	kHz	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
$U_{WY\max}$	V											
$\frac{U_{WY\max}}{U_{WE\max}}$	-											

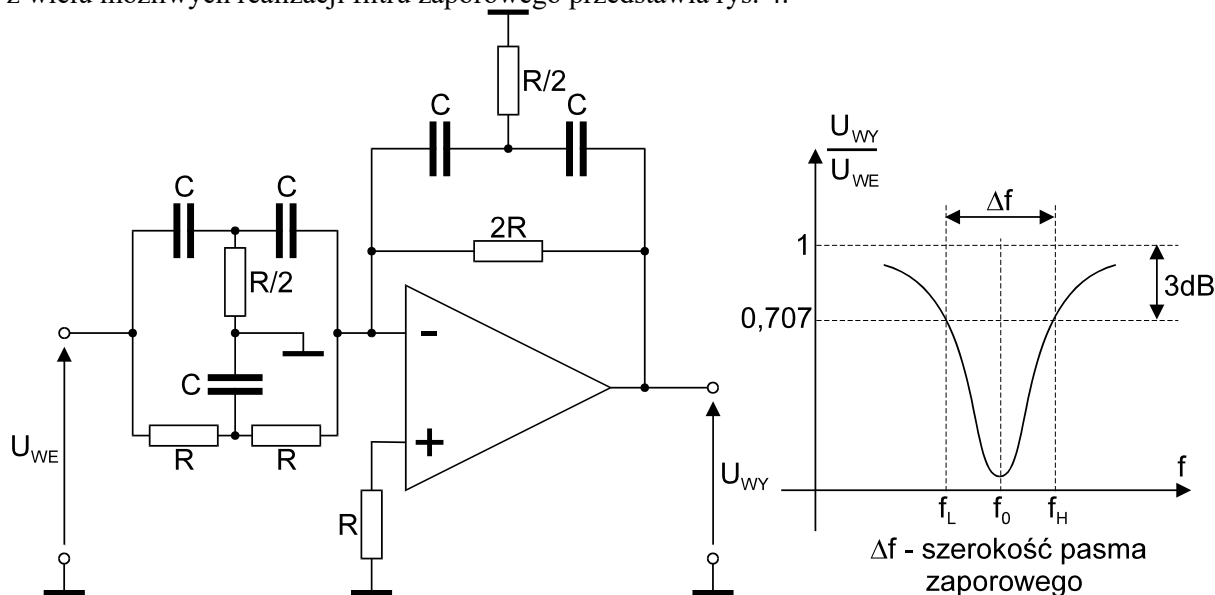
Na podstawie charakterystyki określić  $|A_{uf}|$  układu oraz częstotliwość dolną  $f_L$ .

$$|A_{uf}| = \dots$$

$$f_L = \dots$$

## 4. Filtr zaporowy

Filtry zaporowe są stosowane do tłumienia sygnałów zakłócających o częstotliwościach leżących w paśmie użytecznym. Mogą być stosowane np. do eliminacji przydźwięku o częstotliwości sieci. Jedną z wielu możliwych realizacji filtra zaporowego przedstawia rys. 4.



Rys. 4. Filtr zaporowy

Częstotliwość, przy której występuje maksymalne tłumienie sygnału, jest **częstotliwością środkową (lub zerową)  $f_0$** . Dla filtra przedstawionego na rys. 1.:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC}, A_{uf} = -1$$

gdzie  $A_{uf}$  jest wzmocnieniem układu w paśmie przepustowym.

### PRZEBIEG POMIARÓW

Dołączyć generator do zacisków WE. Nastawić przebieg sinusoidalny o amplitudzie  $U_{WE_{max}}=1V$ . Regulować częstotliwość napięcia wejściowego. Mierzyć amplitudę napięcia wyjściowego  $U_{WY_{max}}$ . Pomiar wykonać za pomocą oscyloskopu - określając w ten sposób częstotliwościową charakterystykę przenoszenia filtra -  $\frac{U_{WY_{max}}}{U_{WE_{max}}} = F(f)$ . Wyniki zanotować w tabeli.

$$U_{WE_{max}}=1V$$

f	kHz	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
$U_{WY_{max}}$	V											
$\frac{U_{WY_{max}}}{U_{WE_{max}}}$	-											

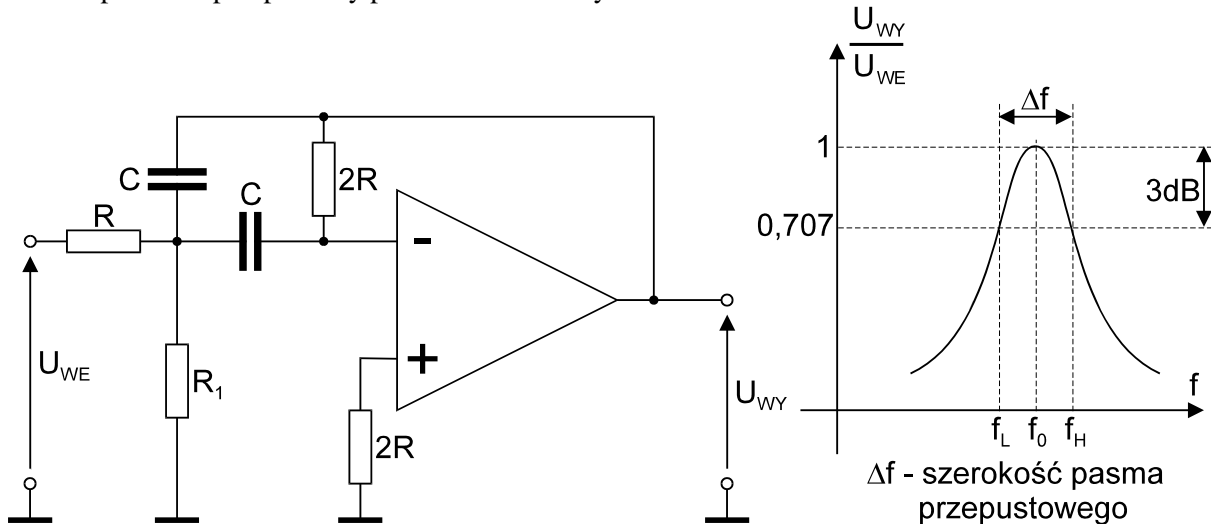
Na podstawie charakterystyki określić  $|A_{uf}|$  układu, częstotliwość środkową  $f_0$ , częstotliwość dolną  $f_L$ , częstotliwość górną  $f_H$  oraz szerokość pasma zaporowego  $\Delta f$ .

$$|A_{uf}| = \dots \quad f_0 = \dots \quad f_L = \dots \quad f_H = \dots \quad \Delta f = \dots$$

## 5. Filtr pasmowprzepustowy

Filtry pasmowprzepustowe są stosowane głównie w takich przypadkach, w których z sygnałów o jednej częstotliwości, lub występujących w wąskim pasmie częstotliwości, należy usunąć towarzyszące im szumy lub zakłócenia o częstotliwościach zbliżonych do częstotliwości sygnału.

Filtr pasmowprzepustowy przedstawiono na rys. 5.



Rys. 5. Filtr pasmowprzepustowy

W filtrze tym:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi RC \sqrt{\frac{2R_1}{R + R_1}}}, \quad A_{uf} = -1$$

### PRZEBIEG POMIARÓW

Dołączyć generator do zacisków WE. Nastawić przebieg sinusoidalny o amplitudzie  $U_{WE\max}=1V$ . Regulować częstotliwość napięcia wejściowego. Mierzyć amplitudę napięcia wyjściowego  $U_{WY\max}$ . Pomiar wykonać za pomocą oscyloskopu - określając w ten sposób częstotliwościową charakterystykę przenoszenia filtru -  $\frac{U_{WY\max}}{U_{WE\max}} = F(f)$ . Wyniki zanotować w tabeli.

$$U_{WE\max}=1V$$

f	kHz	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
$U_{WY\max}$	V											
$\frac{U_{WY\max}}{U_{WE\max}}$	-											

Na podstawie charakterystyki określić  $|A_{uf}|$  układu, częstotliwość środkową  $f_0$ , częstotliwość dolną  $f_L$ , częstotliwość górną  $f_H$  oraz szerokość pasma przepustowego  $\Delta f$ .

$$|A_{uf}| = \dots \quad f_0 = \dots \quad f_L = \dots \quad f_H = \dots \quad \Delta f = \dots$$