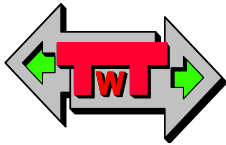
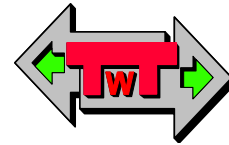


**ZESPÓŁ LABORATORIÓW TELEMATYKI TRANSPORTU**  
**ZAKŁAD TELEKOMUNIKACJI W TRANSPORCIE**



WYDZIAŁ TRANSPORTU  
POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ



**LABORATORIUM ELEKTRONIKI**

INSTRUKCJA DO ĆWICZENIA NR 11

## **FILTRY AKTYWNE**

DO UŻYTKU WEWNĘTRZNEGO

WARSZAWA 2021

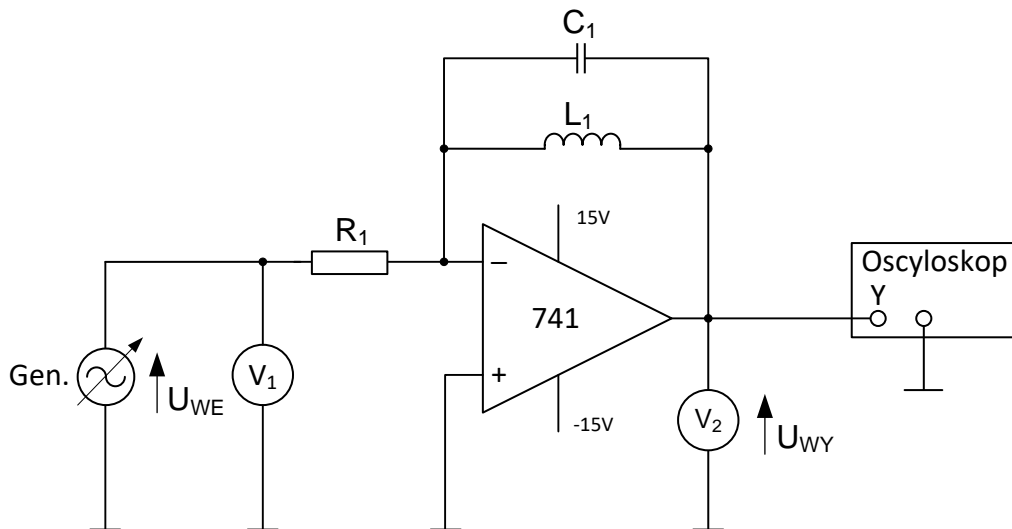
## A. Cel ćwiczenia

- Wyznaczenie charakterystyk przenoszenia filtrów aktywnych

## B. Część badawcza

### 1) Filtr środkowoprzepustowy LC ze wzmacniaczem operacyjnym.

Zestaw układ według rys. 1 :



Rys. 1. Filtr aktywny środkowoprzepustowy

### Wyznaczenie charakterystyki przenoszenia filtra

Zmieniaj częstotliwość generatora  $f$  według tabeli 1 (napięcie generatora  $U_{WEpp}=0.5[V]=const.$ ), zapisuj w niej odpowiadające wartości  $U_{WYskut}$ . Jak się zmienia wzmocnienie? Wyjaśnij to zjawisko uwzględniając właściwości obwodu blokującego.

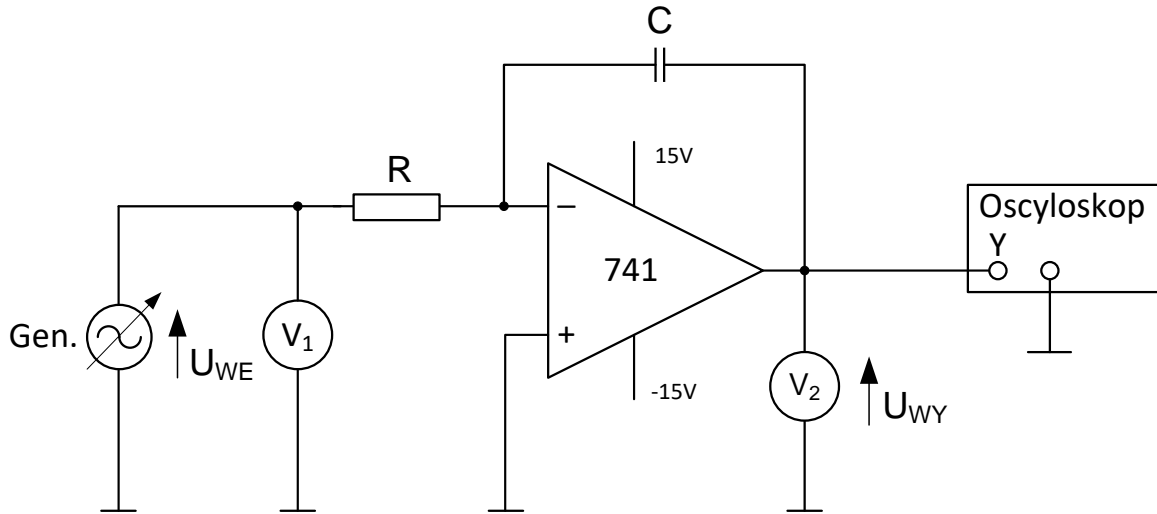
Tabela 1

f	[kHz]	2,5	3	3,5	4	4,3	4,6	5	5,5	6	6,5	7	7,5
$U_{WYskut}$	[V]												

8	8,5	9	9,5	10	12

2) Filtr dolnoprzepustowy RC ze wzmacniaczem operacyjnym.

Zestaw układ według rys. 2 :



Rys. 2. Filtr aktywny dolnoprzepustowy

Przeanalizuj i opisz działanie tego układu.

Z generatora funkcyjnego podaj  $U_{WE\ pp} = 0.5 [V] = \text{const}$ . Zmieniaj częstotliwość generatora według tabeli 2 dla wartości R i C podanych przez prowadzącego ćwiczenie. Zmierzone napięcie wyjściowe  $U_{WYskut}$  zapisuj w tabelach.

Tabela 2

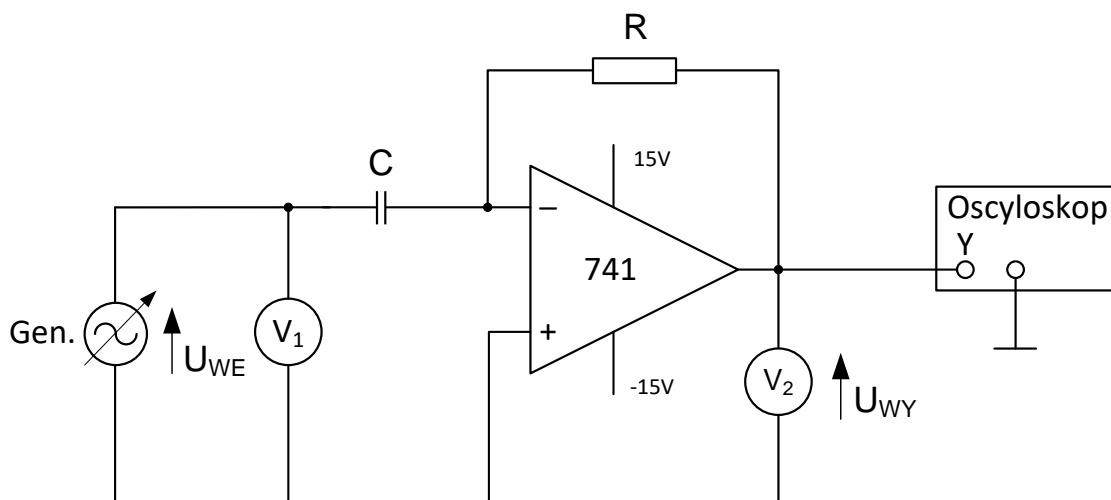
f	[Hz]	200	500	1k	2k	5k	8k	10k	12k	15k	20k
$U_{WYskut}$	[V]										

- a)  $C = 10 \text{ nF}$                        $R = 100 \Omega$   
 $C = 10 \text{ nF}$                        $R = 1 \text{ k}\Omega$   
 $C = 10 \text{ nF}$                        $R = 4,7 \text{ k}\Omega$
- b)  $C = 4,7 \text{ nF}$                        $R = 100 \Omega$   
 $C = 4,7 \text{ nF}$                        $R = 1 \text{ k}\Omega$   
 $C = 4,7 \text{ nF}$                        $R = 4,7 \text{ k}\Omega$

- c)  $C = 1 \text{ nF}$                        $R = 100 \ \Omega$   
 $C = 1 \text{ nF}$                        $R = 1 \text{ k}\Omega$   
 $C = 1 \text{ nF}$                        $R = 4,7 \text{ k}\Omega$   
 $C = 1 \text{ nF}$                        $R = 47 \text{ k}\Omega$   
 $C = 1 \text{ nF}$                        $R = 100 \text{ k}\Omega$
- d)  $C = 1 \ \mu\text{F}$                        $R = 100 \ \Omega$   
 $C = 1 \ \mu\text{F}$                        $R = 1 \text{ k}\Omega$   
 $C = 1 \ \mu\text{F}$                        $R = 4,7 \text{ k}\Omega$
- e)  $C = 10 \text{ nF}$                        $R = 100 \ \Omega$   
 $C = 4,7 \text{ nF}$                        $R = 100 \ \Omega$   
 $C = 1 \text{ nF}$                        $R = 100 \ \Omega$
- f)  $C = 10 \text{ nF}$                        $R = 1 \text{ k}\Omega$   
 $C = 4,7 \text{ nF}$                        $R = 1 \text{ k}\Omega$   
 $C = 1 \text{ nF}$                        $R = 1 \text{ k}\Omega$
- g)  $C = 10 \text{ nF}$                        $R = 4,7 \text{ k}\Omega$   
 $C = 4,7 \text{ nF}$                        $R = 4,7 \text{ k}\Omega$   
 $C = 1 \text{ nF}$                        $R = 4,7 \text{ k}\Omega$

### 3) Filtr górnoprzepustowy RC ze wzmacniaczem operacyjnym

Zestaw układ według rys. 3 :



Rys. 3. Filtr aktywny górnoprzepustowy

Przeanalizuj i opisz działanie tego układu.

Z generatora funkcyjnego podaj  $U_{WE\ pp} = 0.5\ [V] = \text{const}$ . Zmieniaj częstotliwość generatora według tabeli 3 dla wartości R i C podanych przez prowadzącego ćwiczenie. Zmierzone napięcie wyjściowe  $U_{WY\ skut}$  zapisuj w tabelach.

Tabela 3

f	[Hz]	20	50	100	200	500	1k	1,5k	2k	3,5k	5k	6k	7k	8,5k	10k
$U_{WY\ skut}$	[V]														

- a)  $C = 10\ \text{nF}$                        $R = 4,7\ \text{k}\Omega$   
 $C = 10\ \text{nF}$                        $R = 47\ \text{k}\Omega$   
 $C = 10\ \text{nF}$                        $R = 100\ \text{k}\Omega$
- b)  $C = 4,7\ \text{nF}$                        $R = 4,7\ \text{k}\Omega$   
 $C = 4,7\ \text{nF}$                        $R = 47\ \text{k}\Omega$   
 $C = 4,7\ \text{nF}$                        $R = 100\ \text{k}\Omega$

c)  $C = 10 \text{ nF}$                        $R = 47 \text{ k}\Omega$

$C = 4,7 \text{ nF}$                           $R = 47 \text{ k}\Omega$

d)  $C = 10 \text{ nF}$                           $R = 4,7 \text{ k}\Omega$

$C = 4,7 \text{ nF}$                           $R = 4,7 \text{ k}\Omega$

4) Narysuj w skali logarytmicznej charakterystykę przenoszenia pomierzonego filtra środkowoprzepustowego  $U_{WYskut} f(f)$ . Określ graficznie 3dB pasmo przenoszenia.

5) Narysuj w skali logarytmicznej rodziny charakterystyk przenoszenia pomierzonych filtrów dolnoprzepustowych  $U_{WYskut} f(f)$  odpowiednio przy  $C = \text{const.}$  oraz  $R = \text{const.}$

Jak zmiana pojemności (przy stałej rezystancji) wpływa na zachowanie się filtra?

Jak zmiana rezystancji (przy stałej pojemności) wpływa na zachowanie się filtra?

6) Narysuj w skali logarytmicznej rodziny charakterystyk przenoszenia pomierzonych filtrów górnoprzepustowych  $U_{WYskut} f(f)$  odpowiednio przy  $C = \text{const.}$  oraz  $R = \text{const.}$

Określ maksymalną wartość częstotliwości, przy której filtr zachowuje swe właściwości.

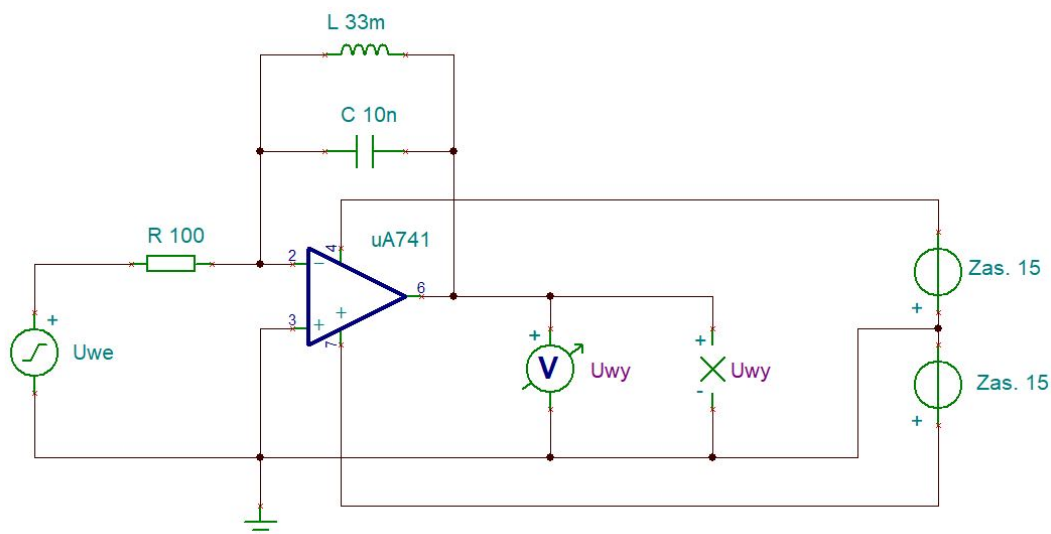
Jak zmiana pojemności (przy stałej rezystancji) wpływa na zachowanie się filtra?

Jak zmiana rezystancji (przy stałej pojemności) wpływa na zachowanie się filtra?

## C. Symulacyjna komputerowa

### - filtr aktywny środkowoprzepustowy

Używając programu komputerowego podanego przez prowadzącego należy wykonać układ przedstawiony na rys. 4.



Rys. 4. Układ do badania filtra aktywnego środkowoprzepustowego

Należy dokonać pomiarów charakterystyk:

- amplitudowej  $k_u = f(f)$  dla  $U_{WE} = 0,5 [V] = \text{const.}$
- fazowej  $\varphi = f(f)$  dla  $U_{WE} = 0,5 [V] = \text{const.}$

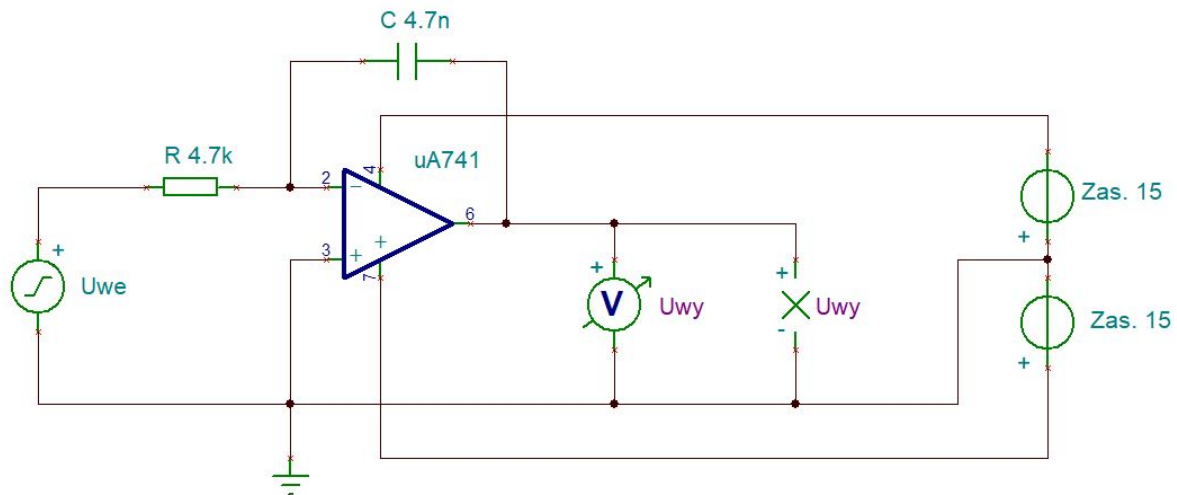
dla wartości podanych na rys. 4. Wyniki zanotuj w tabeli 4.

f	[kHz]	2,5	3	3,5	4	4,3	4,6	5	5,5	6	6,5	7	7,5
$U_{WYSKUT}$	[V]												

8	8,5	9	9,5	10	12

### - filtr aktywny dolnoprzepustowy

Używając programu komputerowego podanego przez prowadzącego należy wykonać układ przedstawiony na rys. 5.



Rys. 5. Układ do badania filtra aktywnego dolnoprzepustowego

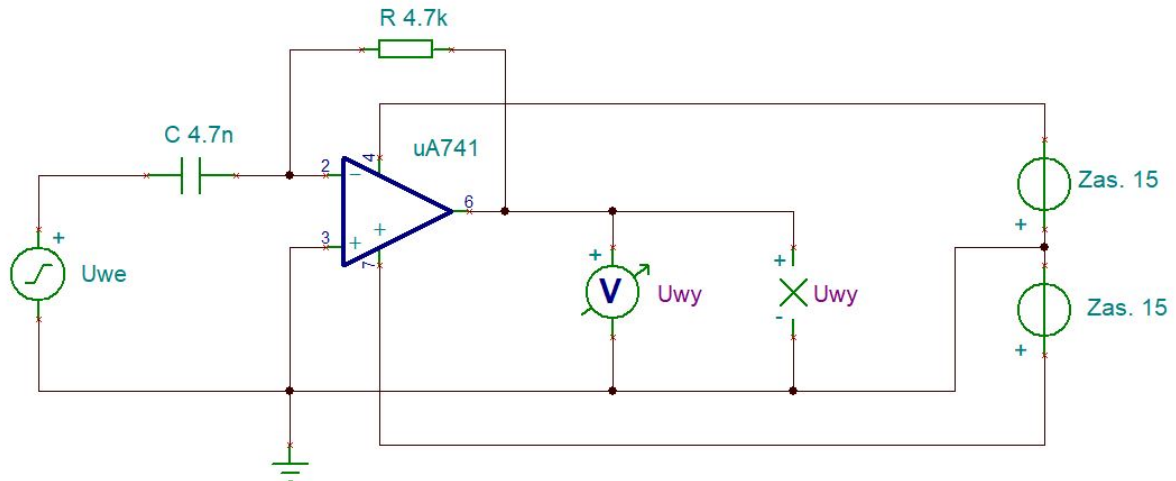
Należy dokonać pomiarów charakterystyk:

- amplitudowej  $k_u = f(f)$  dla  $U_{WE} = 0,5 [V] = \text{const.}$
- fazowej  $\varphi = f(f)$  dla  $U_{WE} = 0,5 [V] = \text{const.}$

Zmieniaj częstotliwość generatora według tabeli 2 dla wartości R i C podanych przez prowadzącego ćwiczenie. Zmierzone napięcie wyjściowe  $U_{WYskut}$  zapisuj w tabelach.

### - filtr aktywny górnoprzepustowy

Używając programu komputerowego podanego przez prowadzącego należy wykonać układ przedstawiony na rys. 6.



Rys. 6. Układ do badania filtra aktywnego górnoprzepustowego

Należy dokonać pomiarów charakterystyk:

- amplitudowej  $k_u = f(f)$  dla  $U_{WE} = 0,5 [V] = \text{const.}$
- fazowej  $\varphi = f(f)$  dla  $U_{WE} = 0,5 [V] = \text{const.}$

Zmieniaj częstotliwość generatora według tabeli 3 dla wartości R i C podanych przez prowadzącego ćwiczenie. Zmierzone napięcie wyjściowe  $U_{WYskut}$  zapisuj w tabelach.

## D. Wyposażenie

### Elementy układu:

Wzmacniacz operacyjny LM 741 .....	szt. 1
Cewka indukcyjna $L_1 = 33 \text{ mH}$ .....	szt. 1
Kondensator $C_1 = 10 \text{ nF}$ .....	szt. 1
Kondensator $C_2 = 4,7 \text{ nF}$ .....	szt. 1
Kondensator $C_3 = 1 \text{ nF}$ .....	szt. 1
Kondensator $C_4 = 1 \mu\text{F}$ .....	szt. 1
Rezystor $R_1 = 100 \Omega$ .....	szt. 1
Rezystor $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$ .....	szt. 1
Rezystor $R_3 = 4,7 \text{ k}\Omega$ .....	szt. 1
Rezystor $R_4 = 47 \text{ k}\Omega$ .....	szt. 1
Rezystor $R_5 = 100 \text{ k}\Omega$ .....	szt. 1

### Sprzęt pomiarowy:

Multimetr.....	szt. 2
----------------	--------

### Źródło zasilania:

Zasilacz TYP 5373 .....	szt. 1
Generator funkcyjny.....	szt. 1

### Akcesoria:

Płyta montażowa .....	szt. 1
Komplet przewodów .....	szt. 1



## **E. Zagadnienia do przygotowania**

1. Narysować schemat wzmacniacza całkującego, charakterystyki częstotliwościowe i fazowe dla filtra dolnoprzepustowego.
2. Narysować schemat wzmacniacza różniczkującego, charakterystyki częstotliwościowe i fazowe dla filtra górnoprzepustowego.
3. Zdefiniować pojęcie transmitancji dla aktywnego filtra dolnoprzepustowego i górnoprzepustowego.
4. Filtr dolnoprzepustowy - podać przykład zastosowania.
5. Filtr górnoprzepustowy - podać przykład zastosowania.
6. Filtr pasmowy - podać przykład zastosowania.

## **F. Literatura**

1. Dobrowolski A., Jachna Z., Majda E., Wierzbowski M.: „Elektronika - ależ to bardzo proste!”. Wydawnictwo BTC, 2013
2. Horowitz P., Hill W.: „Sztuka elektroniki. Tom I i II”. Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 2013
3. Kaźmierkowski M., Matysik J.: „Wprowadzenie do elektroniki i energoelektroniki”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2005.
4. Rosiński A., Dudek E., Krzykowska K., Kasprzyk Z., Stawowy M., Szmigiel A.: Podstawy elektroniki. Laboratorium, 2019, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-991-0, 155 s.
5. Rosiński A., Dudek E., Krzykowska K., Kasprzyk Z., Stawowy M., Szmigiel A.: Elektronika. Laboratorium, 2019, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, ISBN 978-83-7814-992-7, 181 s.
6. Tietze U., Schenk C: „Układy półprzewodnikowe”. Wydawnictwa Naukowo Techniczne, 2009.
7. Wawrzyński W.: „Podstawy współczesnej elektroniki”. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2003.