

# Pracownia Fizyczna i Elektroniczna

## Ćwiczenie 9: Wzmacniacz operacyjny

### 1 Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi układami wykorzystującymi wzmacniacze operacyjne.

### 2 Wymagania

Znajomość całego materiału przedstawionego do tej pory na wykładach i podczas ćwiczeń. Umiejętność posługiwania się generatorem, oscyloskopem, zasilaczem i miernikiem uniwersalnym. Znajomość typowych układów pracy wzmacniaczy operacyjnych. Znajomość pojęć takich jak: wzmocnienie z otwartą pętlą, zakres liniowości wzmocnienia, wejściowe napięcie niezrównoważenia, wejściowy prąd polaryzacji i pasmo przenoszenia i wpływ sprzężenia zwrotnego na nie.

### 3 Aparatura

Miernik uniwersalny, generator funkcyjny, oscyloskop, akcesoria pomocnicze (lutownica elektroniczna, uniwersalna płytką drukowana, kable łączeniowe, chwytaki pomiarowe, trójniki rozgałęziające).

### 4 Wykonanie ćwiczenia na pracowni

Badane układy montowane są na uniwersalnej płytce drukowanej z podstawkami pod układy scalone. Układy scalone należy wkładać w podstawki, a pomocnicze elementy bierne lutować do pól lutowniczych na płytce.

#### 4.1 Badanie charakterystyki wzmacniacza operacyjnego

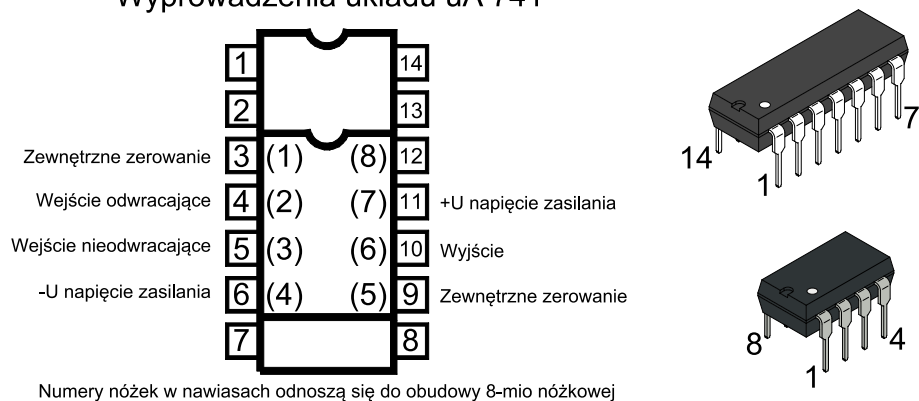
Ćwiczenie dotyczy badania charakterystyki wzmacniacza operacyjnego odwracającego lub nieodwracającego.<sup>1</sup>

W ćwiczeniu wykorzystamy wzmacniacz operacyjny UA741. Opis układu scalonego przedstawiono na rys. 1. Uwaga, układ UA741 występuje w obudowach mających 8 lub 14 nóżek, jednak układ wyprowadzeń w obu wersjach jest taki sam. W tym ćwiczeniu wzmacniacz operacyjny należy podłączyć do symetrycznego zasilania z dwóch źródeł  $+15\text{ V}$  i  $-15\text{ V}$ . Podłączenie źródła zasilania należy wykonać, wykorzystując dwa kanały zasilacza w trybie połączenia szeregowego (ewentualnie dwa osobne zasilacze jednokanałowe, połączone szeregowo zgodnie ze schematem na rys. 2). Zwróć uwagę, że wzmacniacz uA741 (podobnie jak inne wzmacniacze operacyjne) nie ma wyprowadzenia (nóżki) „masy”. Wzmacniacz nie potrzebuje takiej nóżki dla poprawnej pracy, a „masą” jest punkt B na rys. 2. Przed rozpoczęciem montażu układów należy zmierz miernikiem uniwersalnym

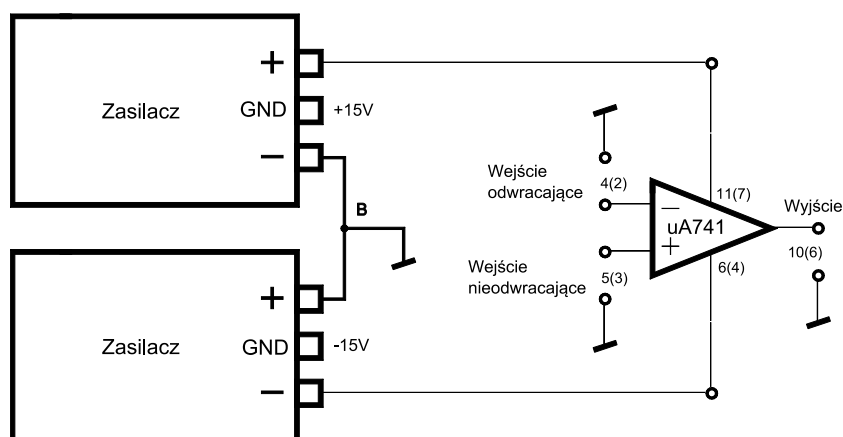
---

<sup>1</sup>Część uczestników zajęć powinna realizować układ odwracający, a część nieodwracający.

## Wyprowadzenia układu uA 741



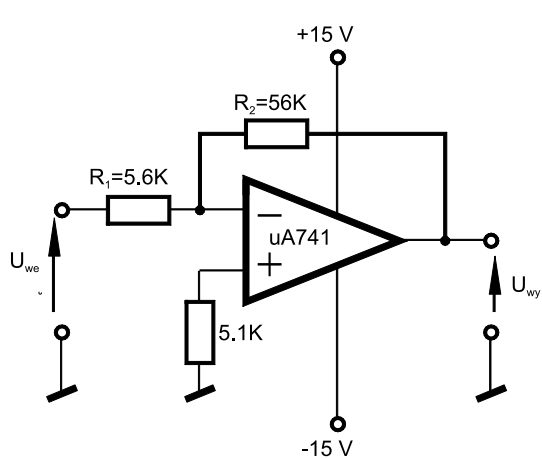
Rys. 1: Schemat wyprowadzeń wzmacniacza operacyjnego uA741 w obudowach 14-to i 8-mio nóżkowych.



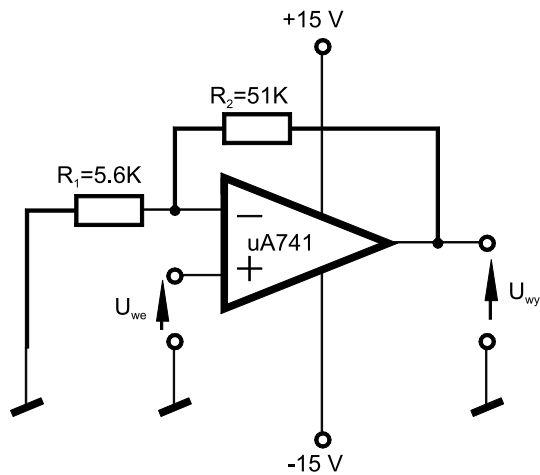
Rys. 2: Schemat podłączenia zasilania do wzmacniacza operacyjnego (w nawiasach numery nóżek dla obudowy 8-mio nóżkowej).

wartości oporów otrzymanych rezystorów i wykorzystać zmierzone wartości do wyznaczenia wzmocnienia zbudowanych układów.

Następnie zbuduj układ wzmacniacza operacyjnego odwracającego wg schematu z rys. 3 lub nieodwracającego wg schematu z rys. 4. Zbadaj właściwości wybranego układu.

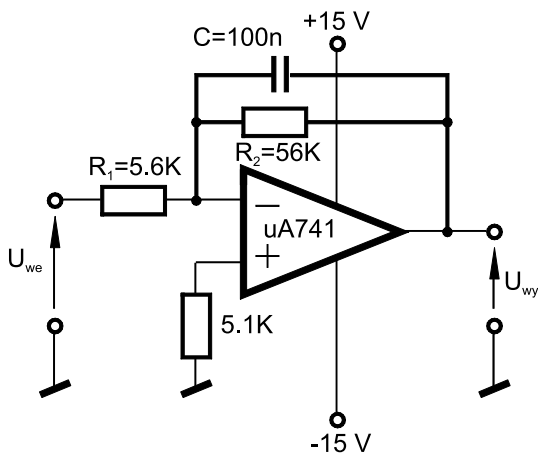


Rys. 3: Schemat układu realizującego wzmacniacz odwracający.

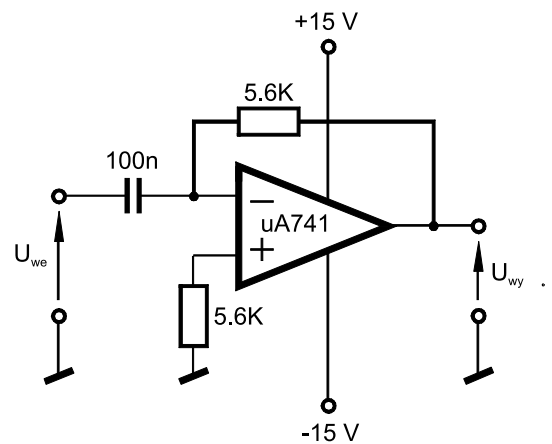


Rys. 4: Schemat układu realizującego wzmacniacz nieodwracający.

1. Wyznacz charakterystykę amplitudową wzmacniacza (zależność wzmocnienia  $k = U_{wy}/U_{we}$  od amplitudy napięcia wejściowego) przy częstotliwości 1 kHz w zakresie amplitud napięcia wejściowego  $U_{we}$  od 0 do ok. 4 V (sygnał sinusoidalny,  $V_{pp} = 4$  V). Zwrócić uwagę na znak wzmocnienia. Wyznaczyć zakres liniowości i wzmocnienie wzmacniacza, porównać je z wartością obliczoną na podstawie wartości elementów.
2. Wyznacz charakterystykę częstotliwościową wzmacniacza  $k = k(f)$  dla sinusoidalnego sygnału wejściowego o amplitudzie ok. 1 V w zakresie częstotliwości  $f$  od 10 Hz do 1 MHz.
3. *Pytanie dodatkowe:* Dlaczego łączymy (podpieramy) wejście nieodwracające opornikiem 5.1kΩ z masą?
4. Zmodyfikuj układ wg schematu z rys. 5, aby realizował całkowanie sygnału wejściowego. Następnie zbadaj odpowiedź układu na sygnał prostokątny o częstotliwości 1 kHz i amplitudzie ok. 1 V. W jakim zakresie częstotliwości układ poprawnie całkuje sygnał wejściowy?
5. Zmodyfikuj układ wg schematu z rys. 6, aby realizował różniczkowanie sygnału wejściowego. Następnie zbadaj odpowiedź układu na sygnał trójkątny o częstotliwości 100 Hz i amplitudzie ok. 100 mV. W jakim zakresie częstotliwości układ poprawnie różniczkuje sygnał wejściowy?



Rys. 5: Realizacja układu całkującego.



Rys. 6: Realizacja układu różniczkującego.

Powodzenia!