

Indywidualna Pracownia Elektroniczna

Ćwiczenie 5 – Wzmacniacz operacyjny

2019/20

Na podstawie istniejących materiałów Pracowni Elektronicznej opracował Piotr Fita, 2019

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z podstawowymi układami wykorzystującymi wzmacniacze operacyjne i zbadanie ich własności.

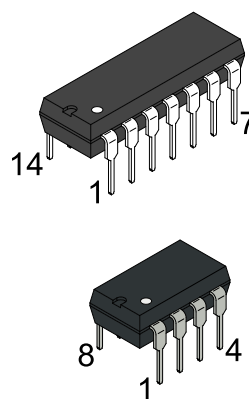
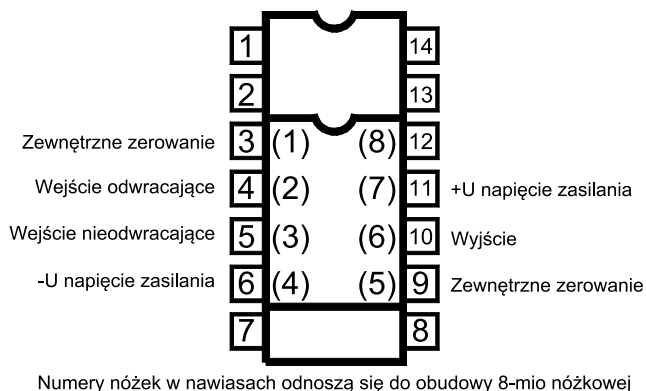
Spis elementów:

- Wzmacniacz operacyjny uA 741, 1 szt.
- Rezystory:
 - 5.1 k Ω , 5.6 k Ω , 56 k Ω , 100 k Ω , 330 k Ω , 1 M Ω , po 1 szt.
 - 1 k Ω , 2 szt,
 - 10 k Ω , 4 szt.
- Kondensatory: 100 nF, 1 μ F, po 1 szt,
- Potencjometr 1M Ω , 1 szt.
- Fotodiody, 1 szt.
- Dioda świecąca, 1 szt.

Podstawowe zasady:

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. Układ uA 741 występuje zarówno w obudowach mających 8 jak i 14 nóżek, jednak układ wyprowadzeń w obu wersjach jest taki sam (rys. 1).

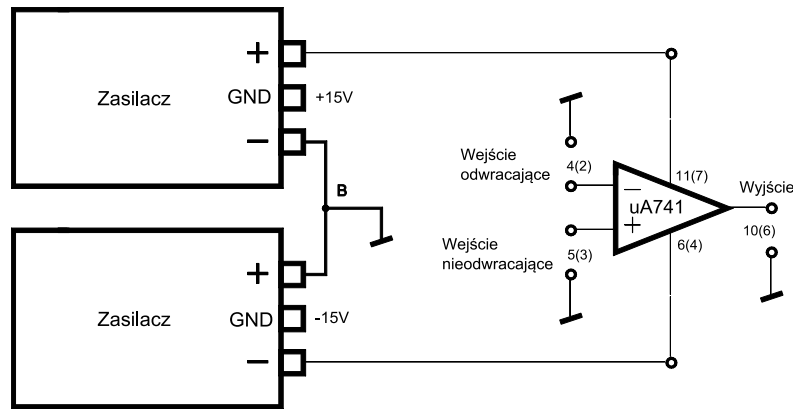
Wyprowadzenia układu uA 741



Rys. 1. Schemat wyprowadzeń wzmacniacza operacyjnego uA 741 w obudowach 14- i 8-mio nóżkowych.

Wzmacniacz operacyjny wymaga symetrycznego zasilania z dwóch źródeł +15V i -15V. 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). Proszę zwrócić uwagę, że wzmacniacz μ A 741 (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 zmierzyć miernikiem uniwersalnym wartości oporów otrzymanych rezystorów i wykorzystać zmierzone wartości do wyznaczenia wzmocnienia zbudowanych układów. Następnie należy zbudować niżej opisane układy i zbadać ich własności.



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

Przebieg ćwiczenia:

1. Wzmacniacz odwracający lub nieodwracający (rys.3)

- Dla wybranego lub wskazanego przez prowadzącego ćwiczenie wzmacniacza wyznaczyć charakterystykę amplitudową wzmacniacza (zależność wzmocnienia $k = U_{wy}/U_{we}$ od amplitudy napięcia wejściowego) przy częstotliwości 1 kHz w zakresie amplitud (w sensie *peak-to-peak*) napięcia wejściowego U_{we} od 0 do ok. 4 V. Zwrócić uwagę na znak wzmocnienia (sygnał odwrócony lub nie). Wyznaczyć zakres liniowości i wzmocnienie wzmacniacza, porównać je z wartością obliczoną na podstawie wartości elementów.
- Wyznaczyć charakterystykę częstotliwościową wzmacniacza $k = k(f)$ dla sinusoidalnego sygnału wejściowego o amplitudzie ok. 1 V w zakresie częstotliwości f od 10 Hz do 2 MHz.

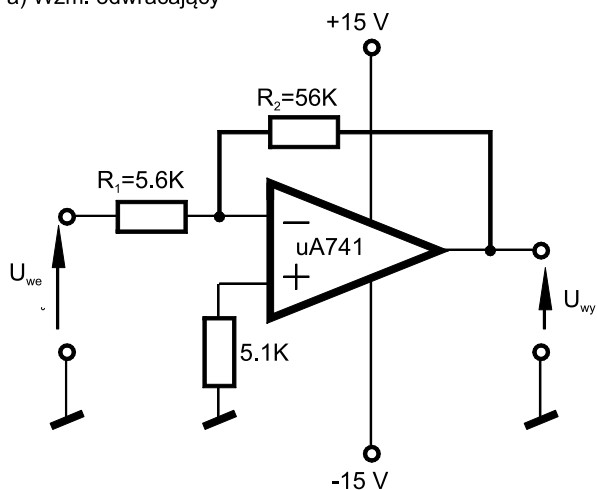
2. Układ całkujący (rys. 4a)

- Zbadać odpowiedź układu na sygnał prostokątny o częstotliwości 1 kHz i amplitudzie ok. 1 V. Naszkicować kształt przebiegu wejściowego i wyjściowego. Zmieniając częstotliwość przebiegu wejściowego zbadać, w jakim zakresie częstotliwości układ poprawnie całkuje sygnał wejściowy i jakiego rodzaju zniekształcenia pojawiają się w sygnale wyjściowym?
- Zbadać odpowiedź układu na sygnały trójkątny i sinusoidalny o częstotliwości 1 kHz i amplitudzie ok. 1 V. Naszkicować kształt przebiegów wejściowych i wyjściowych. Czy układ poprawnie całkuje te sygnały?

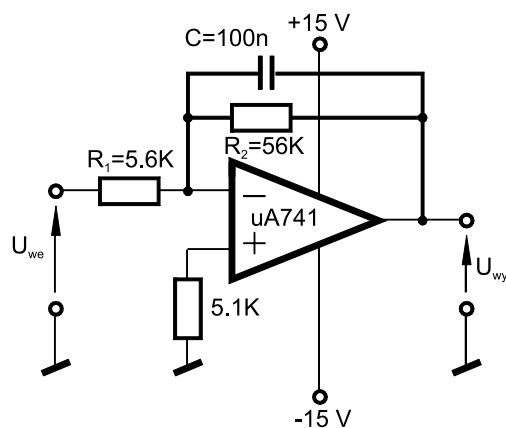
3. Układ różniczkujący (rys. 4b)

- Zbadać odpowiedź układu na sygnał trójkątny o częstotliwości 100 Hz i amplitudzie ok. 100 mV. Naszkicować kształt przebiegu wejściowego i wyjściowego. Zmieniając częstotliwość przebiegu wejściowego zbadać, w jakim zakresie częstotliwości układ poprawnie różniczuje sygnał wejściowy i jakiego rodzaju zniekształcenia pojawiają się w sygnale wyjściowym?
- Zbadać odpowiedź układu na sygnały prostokątny i sinusoidalny o częstotliwości 100 Hz i amplitudzie ok. 100 mV. Naszkicować kształt przebiegów wejściowych i wyjściowych. Czy układ poprawnie różniczuje te sygnały?

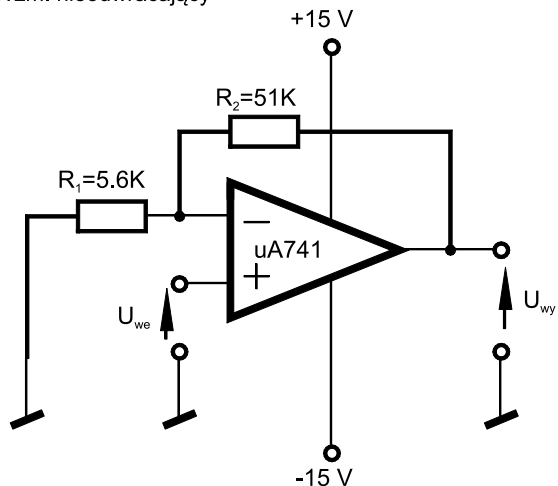
a) Wzm. odwracający



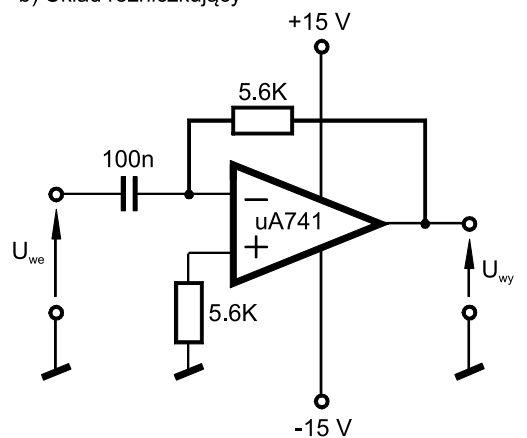
a) Układ całkujący



b) Wzm. nieodwracający



b) Układ różniczkujący

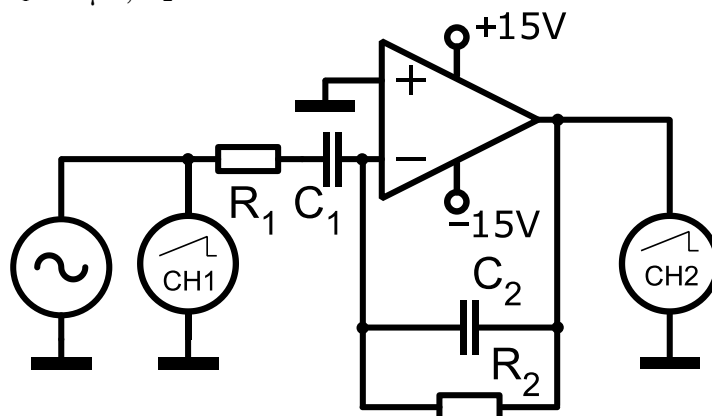


Rys. 4. Schematy układu całkującego (a) i różniczkującego (b).

Rys. 3. Schematy wzmacniacza odwracającego (a) i nieodwracającego (b).

4. Aktywny filtr pasmowy (rys. 5)

Z badać zależność transmitancji filtra od częstotliwości sinusoidalnego sygnału wejściowego w zakresie 10 Hz – 100 kHz przy następujących wartościach elementów:
 $R_1 = R_2 = 1 \text{ k}\Omega$, $C_1 = 1 \text{ }\mu\text{F}$, $C_2 = 100 \text{ nF}$.

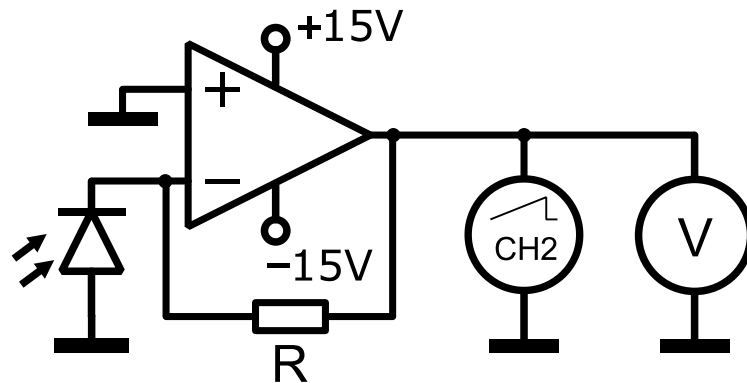


Rys. 5. Schemat aktywnego filtra pasmowego

5. Wzmacniacz transimpedancyjny (rys. 6)

Zbadać zachowanie napięcia wyjściowego wzmacniacza transimpedancyjnego przy zmianie oświetlenia fotodiody. Wartość oporu R dobrać w zależności od natężenia światła w sali tak, by wzmacniacz nie nasycił się przy pełnym oświetleniu (zacząć od $R = 1\text{ M}\Omega$, w razie potrzeby zmniejszyć wartość do $330\text{ k}\Omega$ lub $100\text{ k}\Omega$). Wykorzystując sprzężenie AC w oscyloskopie spróbować zaobserwować oscylacje natężenia światła emitowanego przez świetlówki.

Uwaga: dłuższa nóżka fotodiody to anoda, należy ją podłączyć do masy.



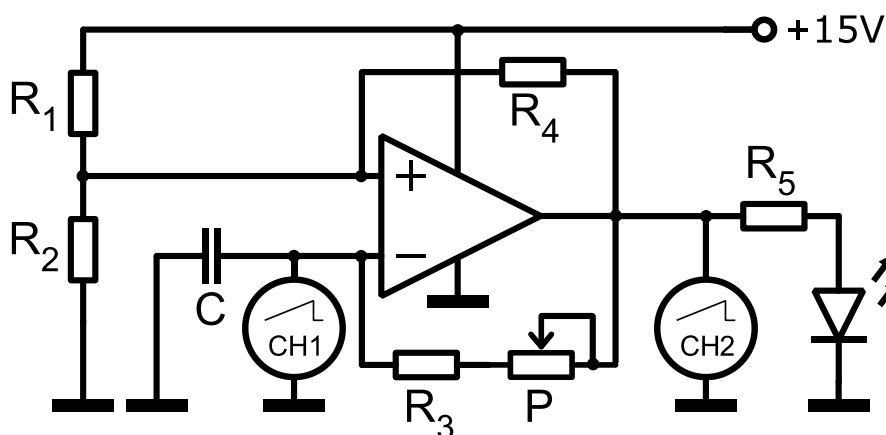
Rys. 6. Schemat wzmacniacza transimpedancyjnego do wzmacniania prądu płynącego przez fotodiody.

6. Generator (rys. 7)

Zbadać zachowanie generatora przebiegu prostokątnego zasilanego pojedynczym napięciem w zależności od położenia suwaka potencjometru P dla:

$R_1 = R_2 = R_4 = R_5 = 10\text{ k}\Omega$, $R_3 = 100\text{ k}\Omega$, $P = 1\text{ M}\Omega$, $C = 1\mu\text{F}$.

Porównać i naszkicować przebiegi na wejściu odwracającym i wyjściu wzmacniacza dla różnych położenia suwaka potencjometru P . Wyjaśnić działanie układu.



Rys. 7. Schemat generatora przebiegu prostokątnego zasilanego pojedynczym napięciem.