



**AGH**

**Katedra Elektroniki**

**Podstawy Elektroniki  
dla Informatyki**

**Wzmacniacze operacyjne**

Ćwiczenie

**4**

2014 r.

## 1. Wstęp.

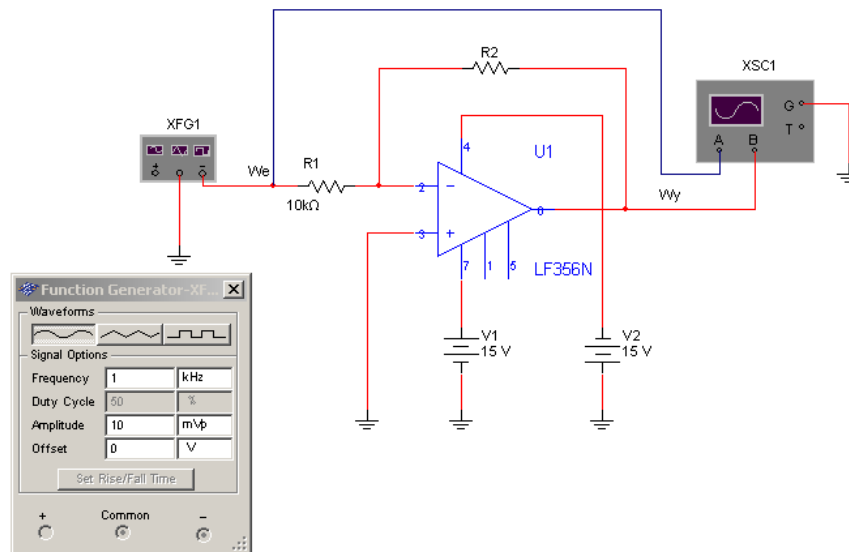
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z działaniem i wybranymi zastosowaniami wzmacniaczy operacyjnych.

## 2. Konspekt

Model idealnego wzmacniacza operacyjnego (WO). Praca WO z otwartą pętlą ujemnego sprzężenia zwrotnego. Praca WO z zamkniętą pętlą ujemnego sprzężenia zwrotnego. Wzmacniacz odwracający. Sumator. Wzmacniacz nieodwracający. Wtórnik/inwerter. Integrator. Układ różniczkujący. Wzmacniacz różnicowy. Aktywny detektor szczytowy. Detektor progowy z histerezą. Obowiązują schematy wzmacniaczy oraz wyprowadzenia transmitancji (w zakresie jak na wykładzie).

## 3. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza odwracającego

Utwórz obwód elektryczny wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie wzmacniacza odwracającego (rys. 1).



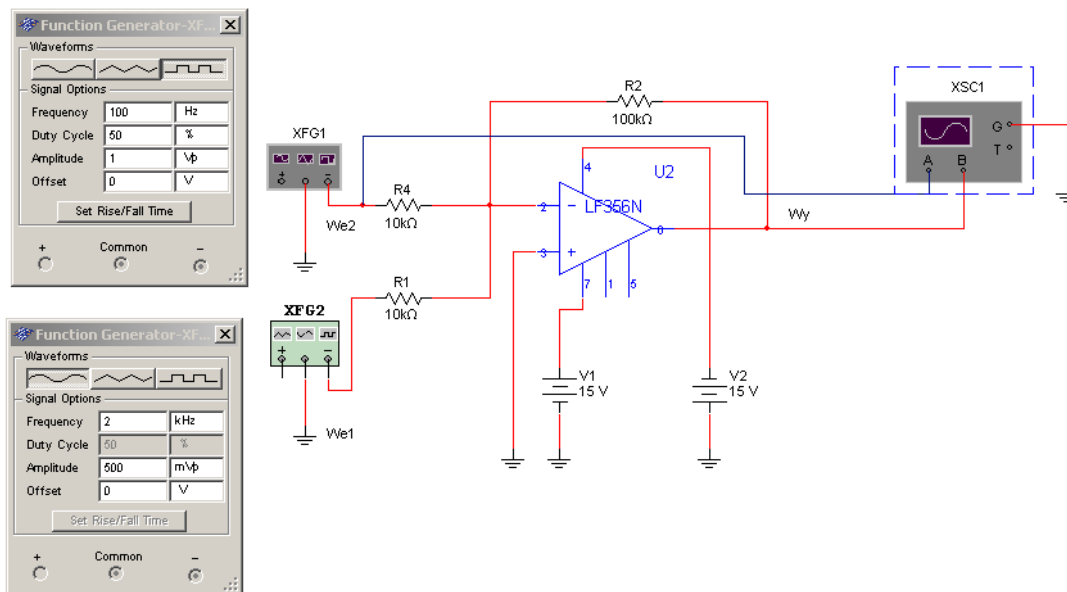
Rys. 1. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza odwracającego

Korzystając z zależności teoretycznej na wzmocnienie napięciowe  $k_U$  wzmacniacza odwracającego (skorzystaj z konspektu), dobierz tak wartość rezystora  $R_2$ , aby  $k_U = -10$ .

Obserwuj na oscyloskopie przebieg napięcia wejściowego i wyjściowego wzmacniacza. Czy widzisz dlaczego wzmacniacz nazywa się odwracający? Za pomocą analizy Transient wyznacz rzeczywistą wartość wzmocnienia  $k_U$ . W sprawozdaniu zamieść schemat ideowy wzmacniacza operacyjnego w układzie wzmacniacza odwracającego oraz przebiegi: wejściowy i wyjściowy.

## 2. Wzmacniacz operacyjny odwracający w układzie sumatora

Utwórz obwód elektryczny wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie sumatora (rys. 2). Na wejścia wzmacniacza wprowadź odpowiednio sygnał prostokątny i sygnał sinusoidalny o parametrach wskazanych na metryczkach generatorów. Obserwuj na oscyloskopie przebieg sygnału wyjściowego. Czy widzisz efekt sumowania dwóch sygnałów wejściowych? Na wejścia wzmacniacza wprowadź inną sekwencję sygnałów wejściowych i zaobserwuj na wyjściu efekt sumowania.

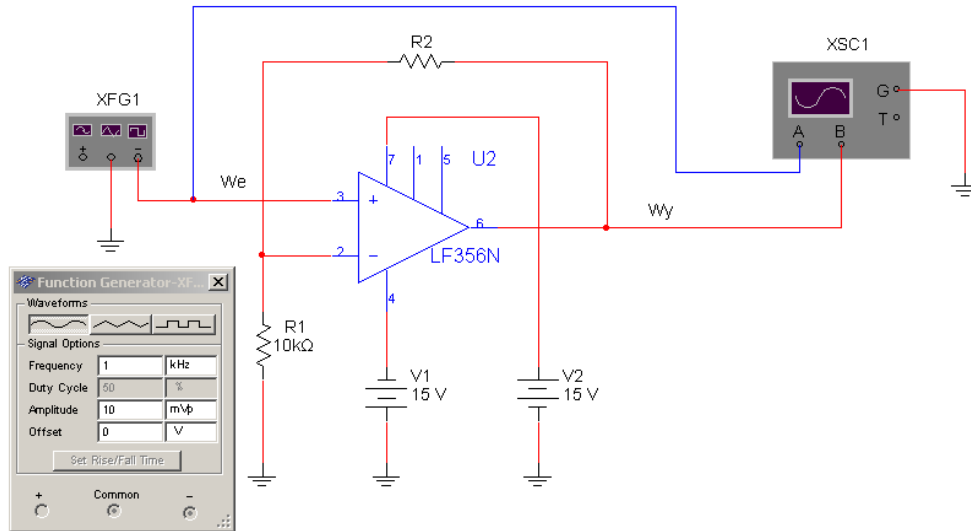


Rys. 2. Wzmacniacz operacyjny odwracający w układzie sumatora

W sprawozdaniu zamieść schemat ideowy wzmacniacza operacyjnego w układzie sumatora, przypomnij zależność teoretyczną między sygnałem wyjściowym a sygnałami wejściowymi oraz pokaż przebiegi wejściowe i przebieg na wyjściu układu.

### 3. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza nieodwracającego

Utwórz obwód elektryczny wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie wzmacniacza nieodwracającego (rys. 3).



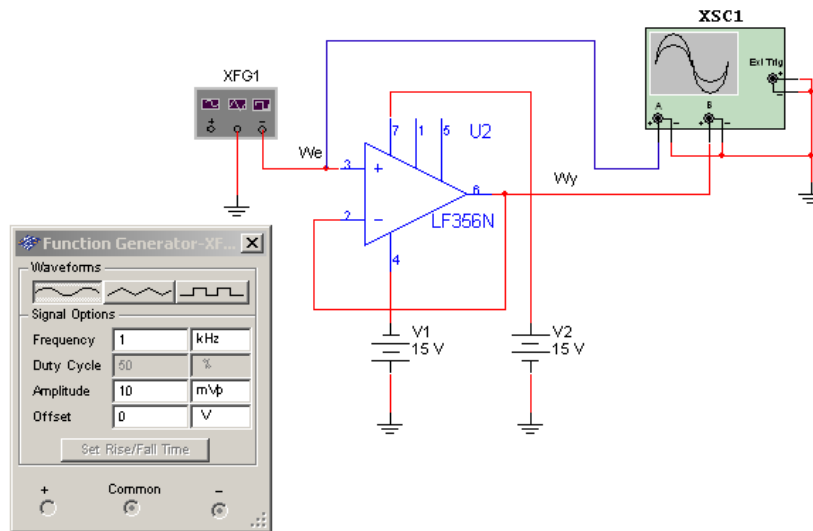
Rys. 3. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza nieodwracającego

Korzystając z zależności teoretycznej na wzmocnienie napięciowe  $k_U$  wzmacniacza nieodwracającego (skorzystaj z konspektu), dobierz tak wartość rezystora  $R_2$ , aby wzmocnienie napięciowe wzmacniacza wynosiło  $k_U = 5$ . Obserwuj na oscyloskopie przebieg napięcia wejściowego i wyjściowego wzmacniacza. Czy widzisz dlaczego wzmacniacz nazywa się nieodwracający? Za pomocą analizy Transient wyznacz rzeczywistą wartość wzmocnienia  $k_U$ . W sprawozdaniu zamieść schemat ideowy wzmacniacza operacyjnego w układzie wzmacniacza nieodwracającego oraz pokaż przebiegi: wejściowy i wyjściowy.

### 4. Wzmacniacz operacyjny w układzie wtórnika napięciowego

Utwórz obwód elektryczny wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie wtórnika napięciowego (rys. 4). Obserwuj na oscyloskopie przebieg napięcia wejściowego i wyjściowego wzmacniacza. Czy widzisz dlaczego wzmacniacz nazywa się wtórnikiem napięciowym? Za pomocą analizy Transient wyznacz wartość wzmocnienia  $k_U$ . Gdzie znajdują zastosowanie

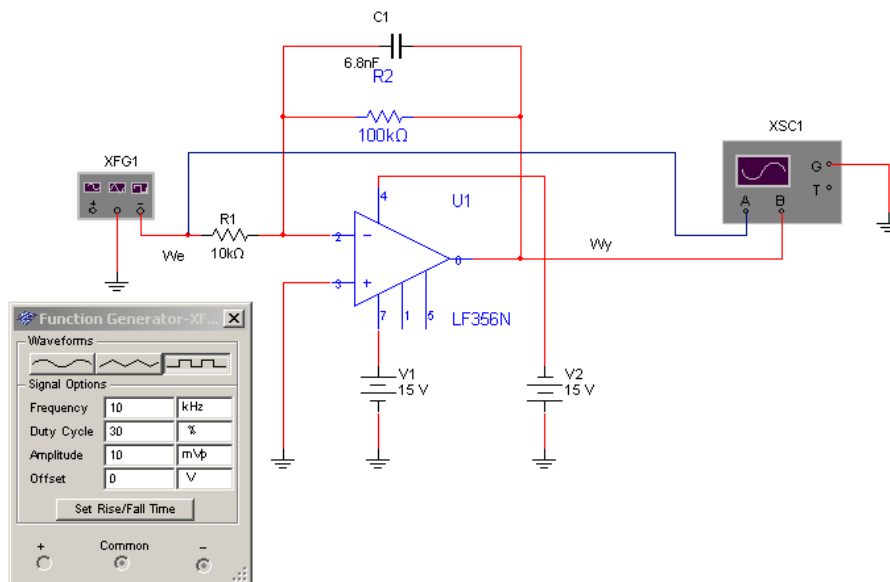
wzmacniacze operacyjne w układzie wtórnika napięciowego i dławczego. W sprawozdaniu zamieść schemat ideowy wtórnika napięciowego oraz przebiegi: wejściowy i wyjściowy.



Rys. 4. Wzmacniacz operacyjny w układzie wtórnika napięciowego

### 5. Wzmacniacz operacyjny jako integrator

Utwórz obwód elektryczny wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie integratora (rys. 5). Na wejście odwracające wzmacniacza podaj sygnał prostokątny o przykładowych parametrach jak na metryczce generatora.

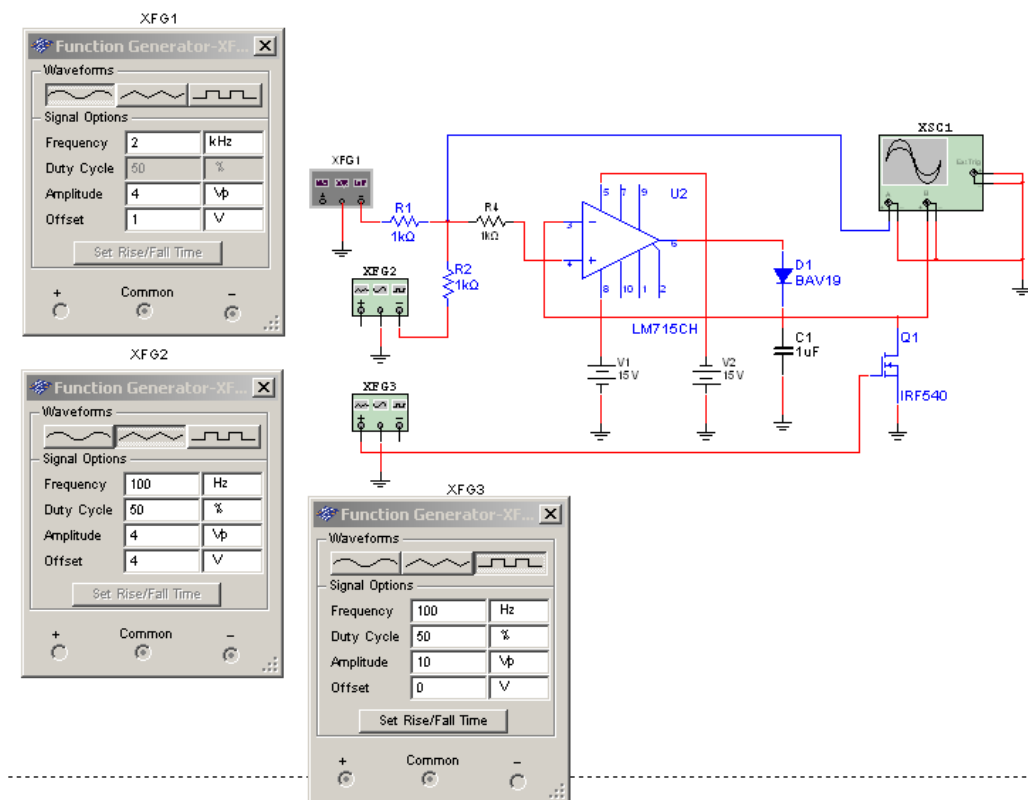


Rys. 5. Wzmacniacz operacyjny w układzie integratora

Na wyjściu układu zaobserwuj efekt całkowania sygnału wejściowego. W sprawozdaniu zamieść schemat ideowy wzmacniacza operacyjnego w układzie integratora, przypomnij zależność teoretyczną między sygnałem wyjściowym a sygnałem wejściowym oraz pokaż przebiegi sygnałów wejściowego i wyjściowego

## 6. Wzmacniacz operacyjny jako aktywny detektor szczytowy

Utwórz obwód elektryczny wzmacniacza operacyjnego pracującego jako aktywny detektor szczytowy (rys. 6). Ze względów programowych zastosuj w układzie wzmacniacz operacyjny typu LM715CH. Generatory XFG1 i XFG2 podają na wejście nieodwracające wzmacniacza sygnał wejściowy będący złożeniem sygnału sinusoidalnego oraz sygnału trójkątnego. Parametry sygnałów składowych podają metryczki generatorów. Generator XFG3 podaje impuls zerujący do tranzystora, który resetuje sygnał wyjściowy po osiągnięciu przez niego wartości maksymalnej. Zaobserwuj na ekranie oscyloskopu działanie wzmacniacza operacyjnego jako detektora wartości maksymalnej sygnału wejściowego. W sprawozdaniu zamieść schemat ideowy oraz przebiegi sygnału wyjściowego na tle sygnału wejściowego .



Rys. 6. Wzmacniacz operacyjny jako detektor szczytowy

## 7. Wzmacniacz operacyjny jako detektor progowy z histerezą

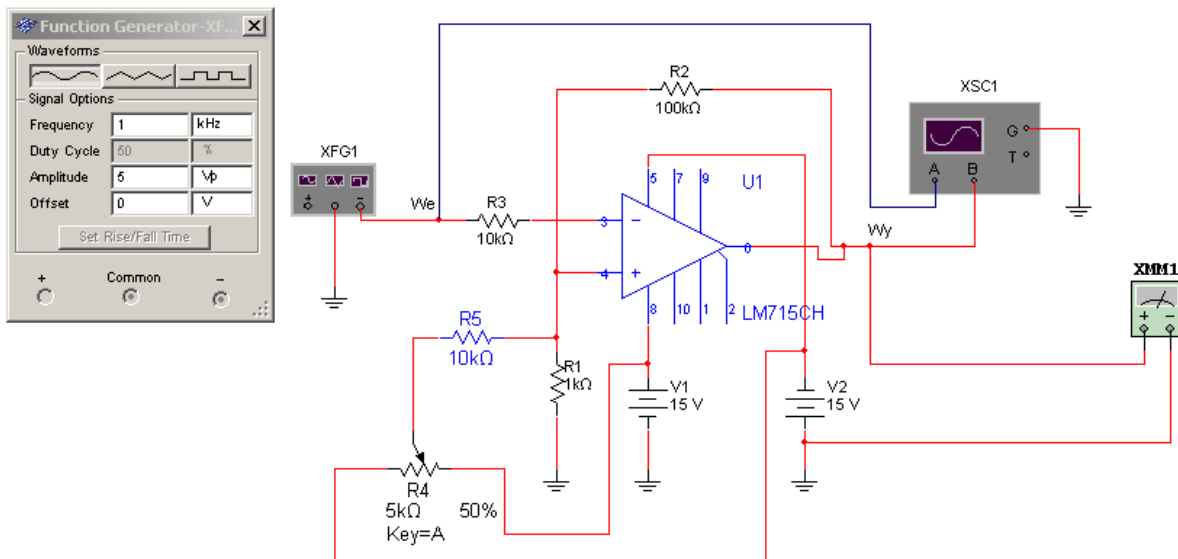
Utwórz obwód elektryczny wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie detektora progowego z histerezą (rys. 7). Ze względów programowych zastosuj w układzie wzmacniacz operacyjny typu LM715CH.

Z generatora podaj na wejście odwracające wzmacniacza sygnał sinusoidalny o parametrach podanych na metryczce generatora. W trybie pracy Y/T oscyloskopu obserwuj przebieg napięcia na wyjściu wzmacniacza. Odczytaj przy pomocy kursorów poziomy, przy których występuje przełączenie sygnału wyjściowego  $U_{P1}$  i  $U_{P2}$ . Zaobserwuj zmianę poziomów przełączania dla dwóch różnych nastaw potencjometru  $R_4$ .

Przełącz oscyloskop w tryb pracy B/A i zaobserwuj pojawienie się na ekranie pętli histerezy. Oszacuj za pomocą kursorów szerokość pętli histerezy mierząc jej najbardziej wewnętrzną obwiednię  $\Delta U_P$ . Zauważ, że różnica poziomów przełączania zmierzona w trybie Y/T jest równa szerokości pętli histerezy obserwowanej w trybie B/A pracy oscyloskopu. Za pomocą rezystora  $R_4$  zmieniamy szerokość pętli histerezy.

Zanotuj:

$U_{P1} = \dots\dots\dots$        $U_{P2} = \dots\dots\dots$        $\Delta U_P = \dots\dots\dots$

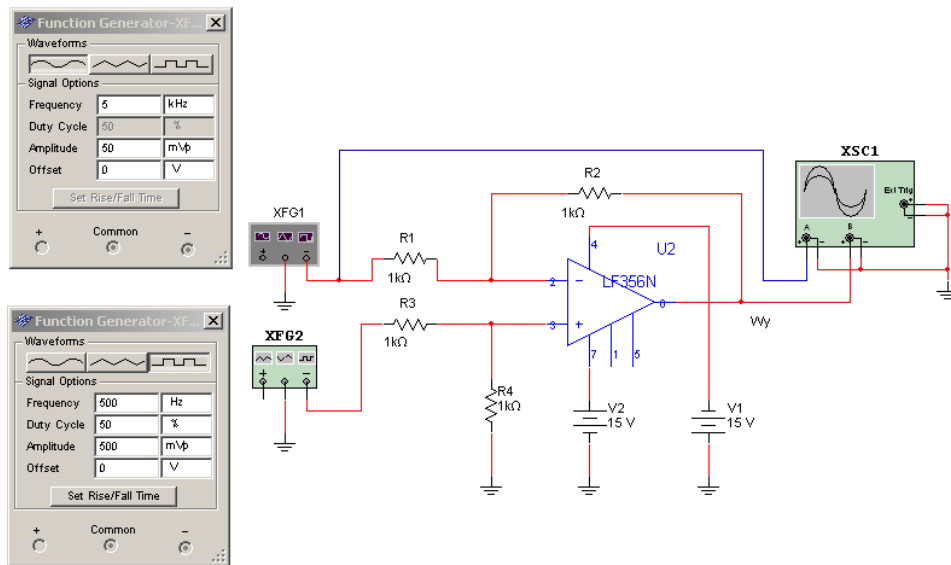


Rys. 7. Wzmacniacz operacyjny w układzie detektora progowego z histerezą

W sprawozdaniu zamieść schemat ideowy, przypomnij jak można obliczyć napięcia przełączające oraz pokaż przebieg czasowy sygnału wyjściowego na tle sygnału wejściowego oraz pętlę histerezy.

## 8. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza różnicowego

Utwórz obwód elektryczny wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie wzmacniacza różnicowego (rys. 5).



Rys. 5. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza różnicowego

Na jedno wejście wzmacniacza wprowadź sygnał sinusoidalny o dużej częstotliwości i małej amplitudzie, na drugie wejście wprowadź sygnał prostokątny o małej częstotliwości i dużej amplitudzie. Parametry sygnałów wejściowych znajdują się na metryczkach generatorów. Obserwuj na oscyloskopie różnicę dwóch sygnałów wejściowych. Na wejścia wzmacniacza wprowadź inną sekwencję sygnałów wejściowych i zaobserwuj na wyjściu efekt odejmowania.

W sprawozdaniu zamieść schemat ideowy wzmacniacza operacyjnego w układzie różnicowym, przypomnij zależność teoretyczną między sygnałem wyjściowym a sygnałami wejściowymi oraz pokaż przebieg sygnału wyjściowego różnicowego.



## **9. Opracowanie wyników**

Sprawozdanie powinno zawierać schematy ideowe, tabele wyników, zrzuty z ekranów przebiegów kluczowych dla zagadnień poruszanych w czasie ćwiczeń laboratoryjnych oraz interpretację otrzymanych wyników symulacji.

Opracowanie:

B. Dziurdzia, Zb. Magoński , 15.05.2014

Updated : .....