AGH

Katedra Elektroniki

Podstawy Elektroniki dla Teleinformatyki

Wzmacniacze operacyjne

Ćwiczenie

5

2014 r.

1. Wstęp.

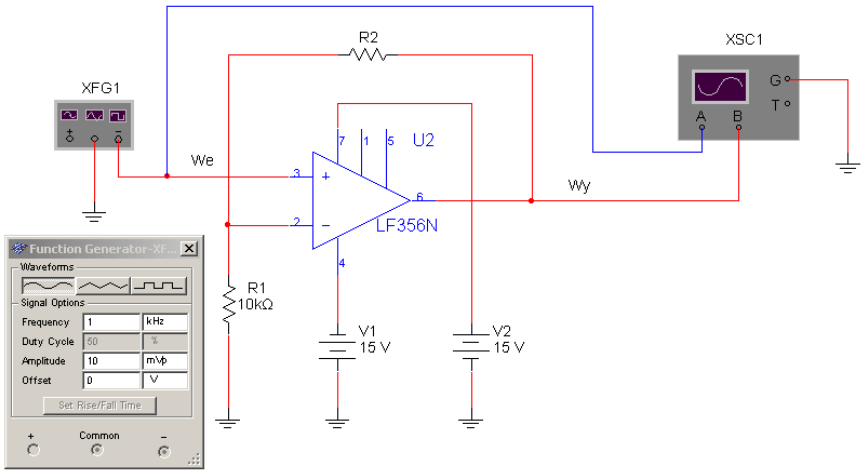
Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z działaniem i wybranymi zastosowaniami wzmacniaczy operacyjnych.

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, a także wyrażenia określające wzmocnienie układu lub napięcie wyjściowe dla każdej konfiguracji wzmacniaczy (w zakresie jak na wykładzie).

3. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza nieodwracającego

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



Rys. 1. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza nieodwracającego

Korzystając z zależności teoretycznej określającej 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

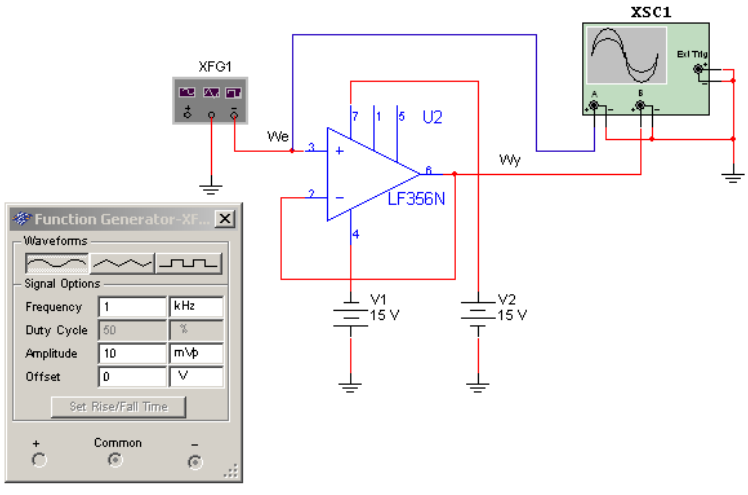
wejściowego i wyjściowego wzmacniacza. Wyjaśnij w sprawozdaniu, dlaczego wzmacniacz nazywa się nieodwracający? Za pomocą analizy Transient wyznacz amplitudę peak-to peak sygnału wejściowego i wyjściowego, a następnie wyznacz rzeczywistą wartość wzmocnienia k_U. W sprawozdaniu zamieść schemat ideowy wzmacniacza operacyjnego w układzie wzmacniacza nieodwracającego oraz pokaż przebiegi: wejściowy i wyjściowy. Uzupełnij tabelę 1.

Tabela 1. Wzmacniacz nieodwracający

Wartość zadana k_u	Wzmocnienie napięciowe k_U (wzór)	Wartość rezystora w pętli sprzężenia zwrotnego	Amplituda sygnału wejściowego peak-to peak wg Analizy Transient	Amplituda sygnału wyjściowego peak-to peak wg Analizy Transient	Wzmocnienie napięciowe k_U wyznaczone eksperymentalnie
k_U=	$k_U = -$	R_2 = ...	Δu_{wej} = ...	Δu_{wyj} = ...	k_U= .....

4. Wzmacniacz operacyjny w układzie wtórnika napięciowego

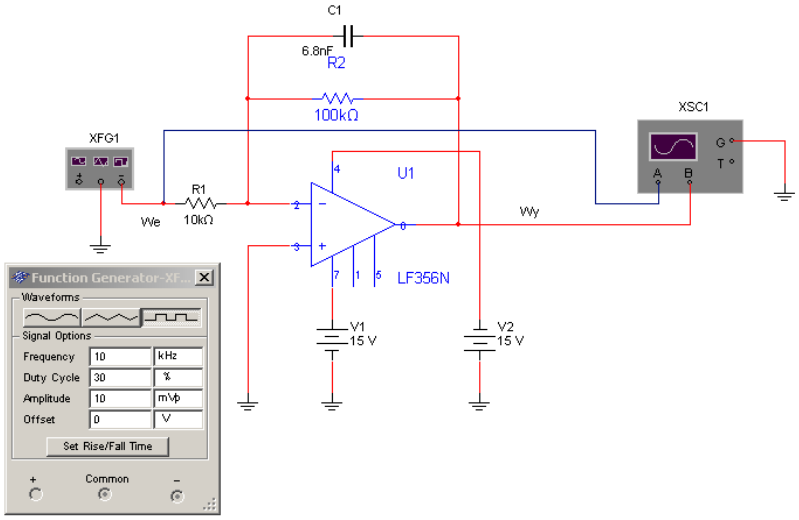
Utwórz obwód elektryczny wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie wtórnika napięciowego (rys. 2). Obserwuj na oscyloskopie przebieg napięcia wejściowego i wyjściowego wzmacniacza. Wyjaśnij w sprawozdaniu, dlaczego wzmacniacz nazywa się wtórnikiem napięciowym? Ile wynosi wartość wzmocnienia k_U wtórnika napięciowego? Gdzie znajdują zastosowanie wzmacniacze operacyjne w układzie wtórnika napięciowego i dlaczego. W sprawozdaniu zamieść schemat ideowy wtórnika napięciowego oraz przebiegi sygnałów: wejściowego i wyjściowego.



Rys. 2. Wzmacniacz operacyjny w układzie wtórnika napięciowego

5. Wzmacniacz operacyjny jako integrator

Utwórz obwód elektryczny wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie integratora (rys. 3). Na wejście odwracające wzmacniacza podaj sygnał prostokątny o przykładowych parametrach jak na metryczce generatora.



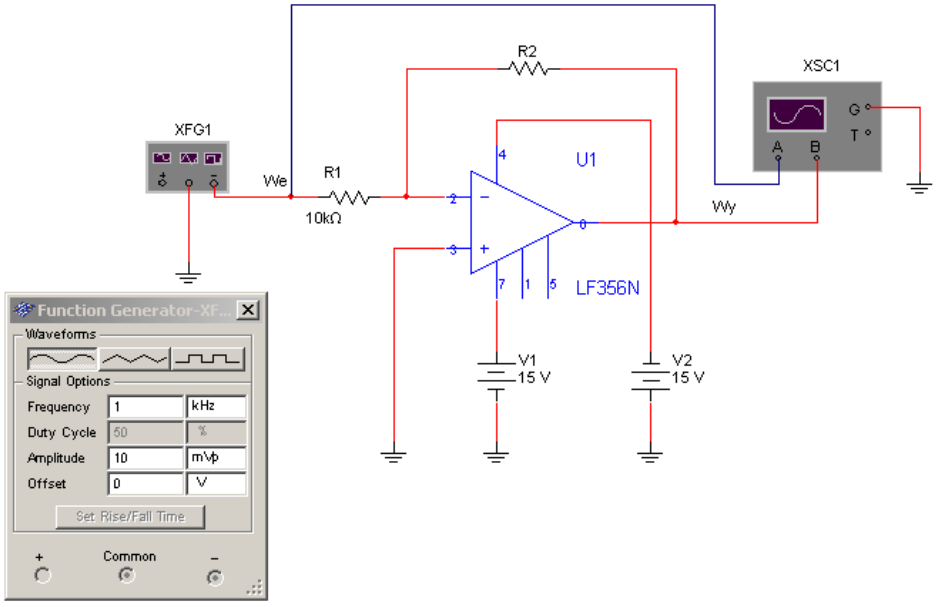
Rys. 3. Wzmacniacz operacyjny w układzie integratora

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

6. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza odwracającego

Utwórz obwód elektryczny wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie wzmacniacza odwracającego (rys. 4).

Korzystając z zależności teoretycznej na wzmocnienie napięciowe k_U wzmacniacza odwracającego, dobierz tak wartość rezystora R_2, aby k_U = -10. Obserwuj na oscyloskopie przebieg napięcia wejściowego i wyjściowego wzmacniacza. Wyjaśnij w sprawozdaniu dlaczego wzmacniacz nazywa się odwracający. Za pomocą analizy Transient wyznacz amplitudę peak-to peak sygnału wejściowego i wyjściowego, a następnie wyznacz rzeczywistą wartość wzmocnienia k_U. W sprawozdaniu zamieść schemat ideowy wzmacniacza operacyjnego w układzie wzmacniacza odwracającego oraz pokaż przebiegi sygnałów: wejściowy i wyjściowy. Uzupełnij tabelę 2.



Rys. 4. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza odwracającego

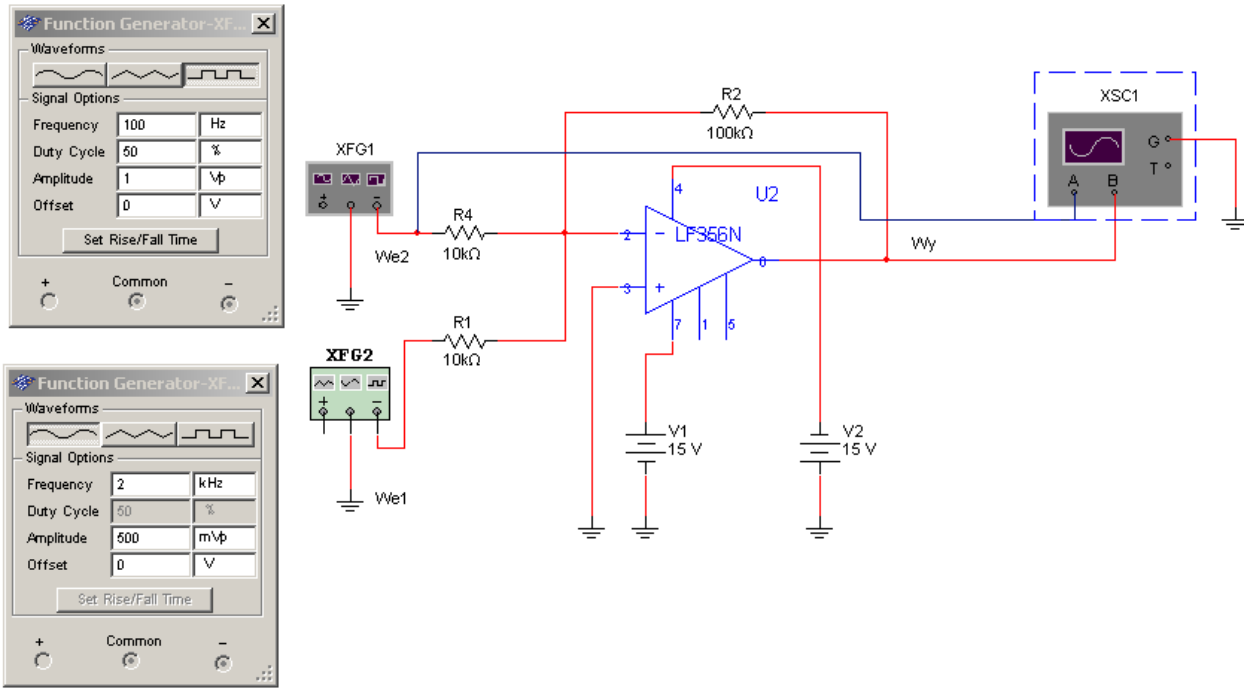
Tabela 2. Wzmacniacz odwracający

Wartość zadana k_u	Wzmocnienie napięciowe k_U (wzór)	Wartość rezystora w pętli sprzężenia zwrotnego	Amplituda sygnału wejściowego peak-to peak wg Analizy Transient	Amplituda sygnału wyjściowego peak-to peak wg Analizy Transient	Wzmocnienie napięciowe k_U wyznaczone eksperymentalnie
k_U=	$k_U = -$	R_2 = ...	Δu_{wej} = ...	Δu_{wyj} = ...	k_U= .....

7. Wzmacniacz operacyjny odwracający w układzie sumatora

Utwórz obwód elektryczny wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie sumatora (rys. 5). Na wejścia wzmacniacza wprowadź odpowiednio sygnał prostokątny i sygnał sinusoidalny o parametrach wskazanych na metryczkach generatorów. Obserwuj na oscyloskopie przebieg sygnału wyjściowego. Wyjaśnij w sprawozdaniu efekt sumowania dwóch sygnałów wejściowych. Na wejścia wzmacniacza wprowadź inną sekwencję sygnałów wejściowych i zaobserwuj na wyjściu efekt sumowania.

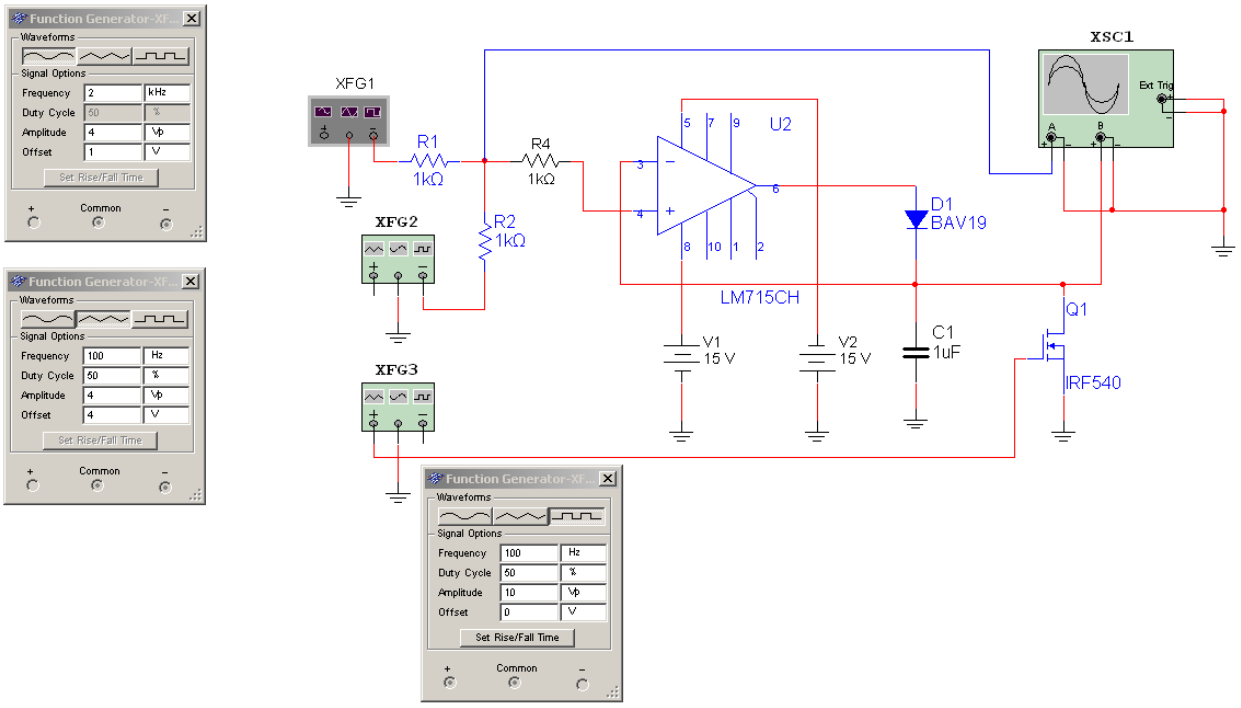
W sprawozdaniu zamieść schemat ideowy wzmacniacza operacyjnego w układzie sumatora, przebiegi sygnałów wejściowego i wyjściowego, przypomnij zależność teoretyczną między tymi sygnałami.



Rys. 5. Wzmacniacz operacyjny odwracający w układzie sumatora

8. 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

9. 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.

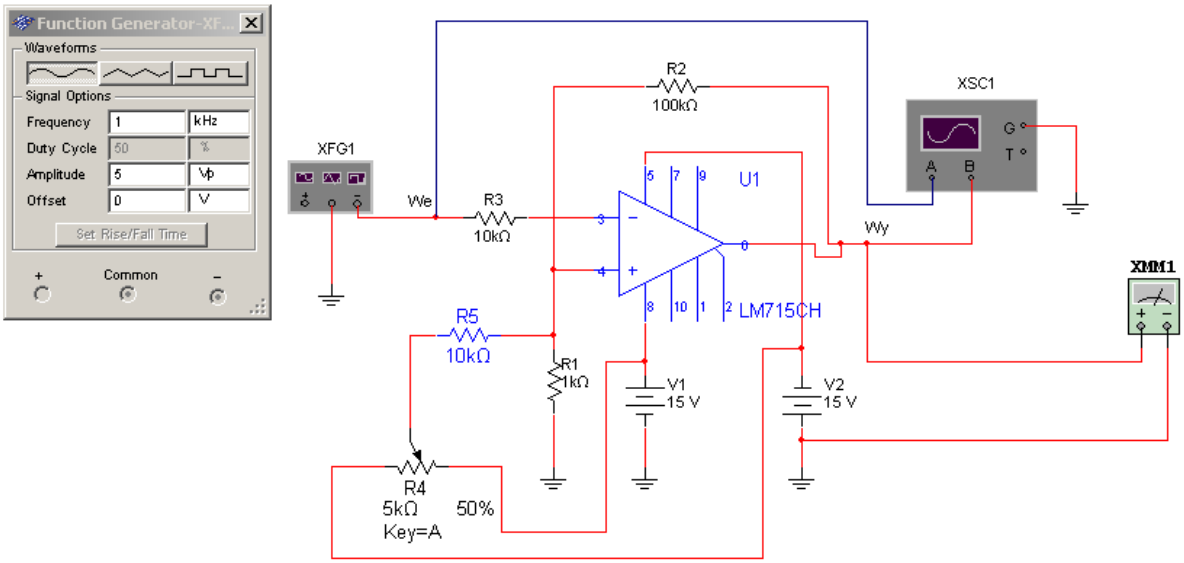
Z generatora podaj na wejście odwracające wzmacniacza sygnał sinusoidalny o parametrach podanych na metryczce generatora. W trybie pracy Y/T oscyloskopu obserwuj przebieg napięcia na wyjściu wzmacniacza. Odczytaj przy pomocy kursorów poziomy, przy których występuje przełączenie sygnału wyjściowego U_{P1} 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 ΔU_P. Zauważ, że różnica poziomów przełączania zmierzona w trybie Y/T jest równa szerokości pętli histerezy obserwowanej w trybie B/A pracy oscyloskopu. Szerokość pętli

histerezy można zmieniać za pomocą rezystora R_4. Do pomiarów szerokości pętli histerezy odłącz rezystory R_4 i R_5 od układu.

Zanotuj:

UP1 = ... UP2=..... ΔU_P = ...



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

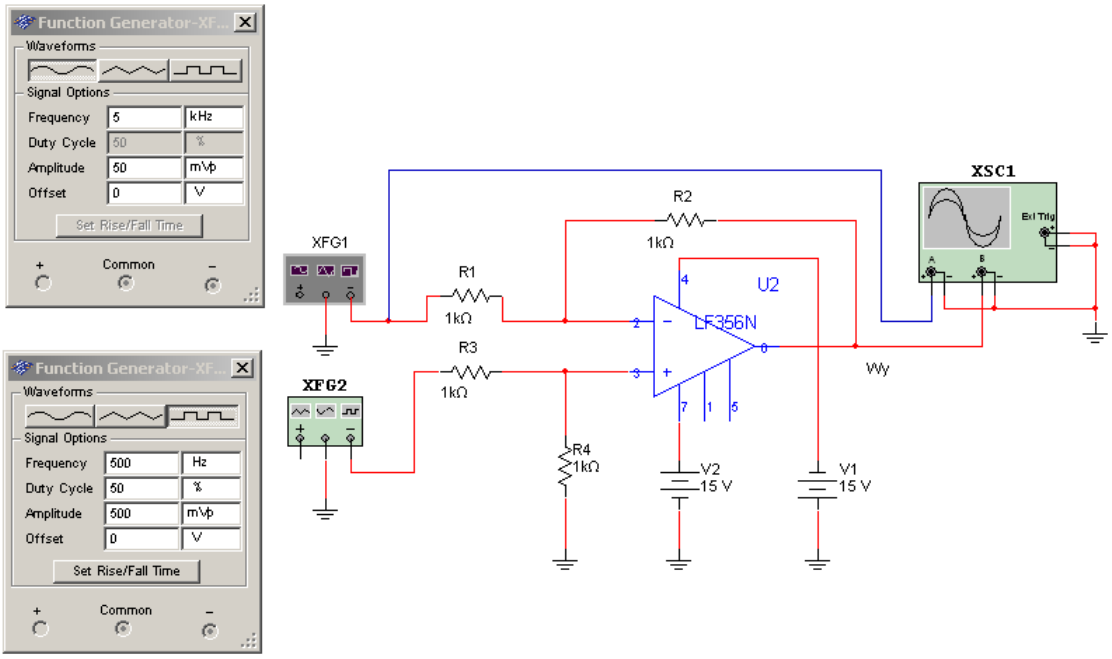
W sprawozdaniu zamieść schemat ideowy układu, podaj wyrażenia określające napięcia przełączające (oblicz wartości) oraz pokaż przebieg czasowy sygnału wyjściowego na tle sygnału wejściowego oraz pętlę histerezy.

10. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza różnicowego

Utwórz obwód elektryczny wzmacniacza operacyjnego pracującego w układzie wzmacniacza różnicowego (rys. 8).

Na wejście odwracające wzmacniacza wprowadź sygnał sinusoidalny o dużej częstotliwości i małej amplitudzie, na wejście nieodwracające 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, pokaż przebieg sygnału wyjściowego różnicowego, przypomnij zależność teoretyczną między sygnałem wyjściowym a wejściowym.



Rys. 8. Wzmacniacz operacyjny w układzie wzmacniacza różnicowego

11. Opracowanie wyników

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

Opracowanie:
B. Dziurdzia, M.Sapor , Zb. Magoński, 12.01.2014
Updated : 14.12.2014