

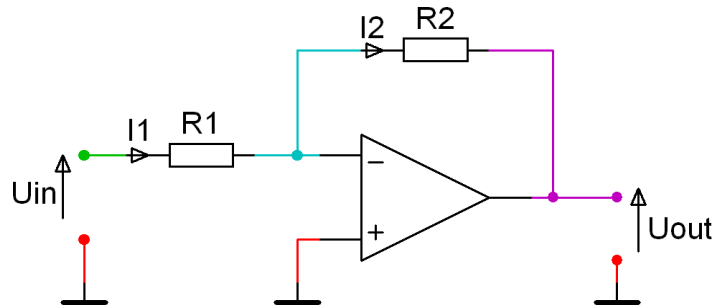
LABORATORIUM – ELEKTRONIKA

Wzmacniacz operacyjny

1. Cel ćwiczenia

Celem ćwiczenia jest zapoznanie się z właściwościami wzmacniacza operacyjnego w jego podstawowym zastosowaniu układowym - wzmacniacza odwracającego fazę.

2. Wzmacniacz odwracający fazę



Rysunek 1. Wzmacniacz odwracający fazę.

Układ wzmacniacza odwracającego fazę, pokazanego na Rysunku 1 opisuje wzór:

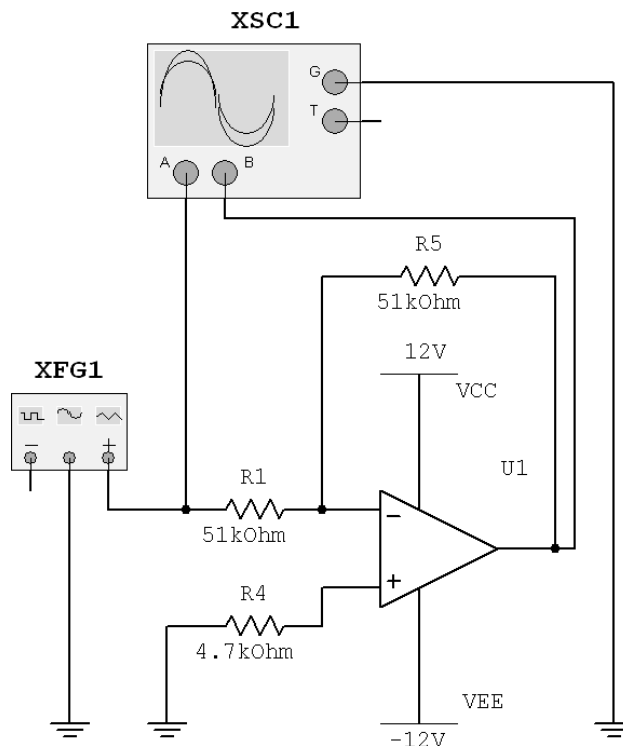
$$U_{out} = -\frac{R_2}{R_1} \cdot U_{in},$$

gdzie $-\frac{R_2}{R_1}$ jest wzmocnieniem napięciowym układu, oznaczanym najczęściej jako H_U .

3. Wykonanie ćwiczenia

3.1. Zmontować układ wg schematu z rysunku poniżej. Wszystkie elementy zawarte są w „kostce” układu.

Z zewnątrz należy podłączyć w odpowiednich punktach: zasilanie układu (zasilacz $\pm 12\text{ V}$ – w rzeczywistości **PS-305D** – prawdopodobnie jest już podłączony do kostki układu) i dwie sondy oscyloskopu (XSC1 – w rzeczywistości **GOS-620**), na wejście układu podać sygnał z generatora (XFG1 – w rzeczywistości **FG-7005C**).

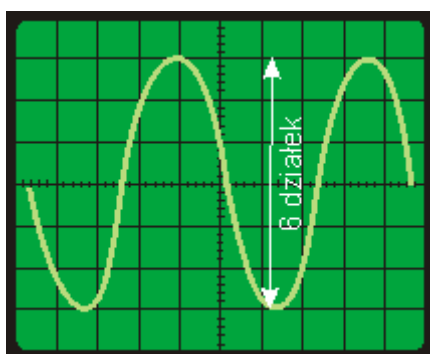


3.2. Ustawić parametry sygnału wejściowego na generatorze:

- kształt sinusoidalny (wybór przyciskiem „FUNCTION”), częstotliwość: $f_{IN} = 5 \text{ [kHz]}$ (ustawienie zakresu – „FREQUENCY RANGE” i dokładne ustawienie pokrętkiem „FREQUENCY”) oraz wartość międzyszczytowa napięcia: $U_{IN} = 0,8 \text{ [V]}$ – UWAGA – wartości napięcia międzyszczytowego nie da się odczytać bezpośrednio z generatora, instrukcja poniżej:

Jak wyznaczyć napięcie międzyszczytowe z oscyloskopu:

1. Chcemy odczytać wartość sygnału na wejściu, więc dźwigienkę MODE oscyloskopu ustawiamy w pozycji CH1;
2. Następnie pokrętkiem VOLTS/DIV podpisanym CH1X ustawiamy widok w taki sposób, by sygnał na ekranie był możliwie duży, ale nadal się na nim mieścił – można sobie pomagać pokrętkiem POSITION;
3. Pokrętko TIME/DIV powinno być ustawione tak, by sygnał był „nie za gęsty, ale też nie za bardzo rozciągnięty” – na wyczucie;
4. Kiedy sygnał jest już „sensownie widoczny”, np. rysunek poniżej....



5. To należy (jak na rysunku) policzyć działki („kratki”) oscyloskopu, jakie zajmuje sygnał i przemnożyć je przez pozycję, na którą ustawione jest pokrętko VOLTS/DIV. Np. gdyby pokrętko to było ustawione w pozycji **.5** (czyli 0,5), to sygnał z rysunku miałby wartość międzyszczytową równą $6 \cdot 0,5 \text{ V} = 3 \text{ V}$.

To oznacza, że aby ustawić pożądaną wartość na wejściu układu (w naszym przypadku 0,8 V) należy np. ustawić pokrętko VOLTS/DIV na **.2** (czyli 0,2 V) i pokrętkiem „AMPL.” generatora funkcyjnego ustawić wartość sygnału tak, by na ekranie oscyloskopu sygnał zajmował on 4 działki (kratki).

3.3. Dokonać umieścić w **Tabeli 1** wyniki pomiaru U_{out} dla różnych rezystancji na wejściu układu: $R_1/R_2/R_3$ (w tym celu należy po prostu przełączyć przewód podłączony z generatora do R1 najpierw na R2, później do R3).

Pomiar ten sprowadza się do tego, że po ustawieniu, zgodnie z powyższą instrukcją, wartości międzyszczytowej na 0,8V, przełączamy dźwigienkę MODE oscyloskopu na pozycji CH2 (bo do drugiego kanału oscyloskopu podłączyliśmy wyjście) i powtarzamy punkty 1-5 instrukcji powyżej.

Na podstawie pomiaru U_{out} dla każdej wartości $R_1/R_2/R_3$ obliczyć i wpisać do tabeli wzmocnienie napięciowe układu ($H_U = U_{out}/U_{in}$).

3.4. W **Tabeli 1** zamieścić też obliczone teoretycznie wartości wzmocnienia – wzór na początku instrukcji.

3.5. Zanotować napięcie zasilania układu (z zasilacza) i zamieścić je w protokole.

- 3.6. Wykonać pomiar charakterystyki przejściowej wzmacniacza (dla rezystora R_3 na wejściu).
Pomiar ten polega na tym, że dla stałej częstotliwości (leżącej oczywiście w paśmie przenoszenia wzmacniacza - niech częstotliwością tą będzie $f=6,5\text{kHz}$) stopniowo zwiększa się napięcie wejściowe i notuje stan wyjścia układu. Należy zatem, dla każdej pozycji w Tabeli 2:

- ustawić wartość napięcia U_{in} (zaczynając od $800\text{mV} = 0,8\text{V}$) na CH1;
- odczytać wartość napięcia U_{out} (na CH2).

W ten sposób krok po kroku wypełniamy Tabelę 2.

Uwaga – jeśli skończy się nam zakres pokrętle „AMPL.” na generatorze należy „odcisnąć” przycisk „ATT” (od *attenuation* - tłumienie).

- 3.6.1. Nanieść wyniki z Tabeli 2 na wykres w protokole, co w rezultacie pozwoli wykreślić charakterystykę przejściową wzmacniacza. Na wykresie tym umieszczona jest charakterystyka teoretyczna, więc można się do niej odnieść.
Na podstawie tej charakterystyki wyznaczyć (zaznaczyć na wykresie - na osi U_{in}) napięcie przesterowania tego wzmacniacza (czyli napięcie wejściowe dla którego charakterystyka przejściowa przestaje być liniową - moment „załamania się” charakterystyki).
Na wykresie tym zaznaczyć też zmierzone napięcie zasilania układu – na osi U_{out} .

- 3.7. Wykonać pomiar charakterystyki częstotliwościowej wzmacniacza (dla rezystora R_3 na wejściu).
Pomiar ten polega na tym, że dla stałego napięcia na wejściu układu ($U_{in} = 1\text{ [V]}$) stopniowo zwiększa się częstotliwość sygnału wejściowego i notuje stan napięcia na wyjściu układu. W ten sposób wypełnić Tabelę 3.
- 3.7.1. Nanieść wyniki z Tabeli 3 na wykres w protokole, co w rezultacie pozwoli wykreślić charakterystykę amplitudową wzmacniacza - na charakterystyce tej zaznaczyć zgrubnie pasmo przenoszenia badanego układu.

Ewentualnie nasuwające się wnioski i przemyślenia nanieść na odwrocie sprawozdania.

4. Literatura

- [1] Filipkowski A., „Układy elektroniczne analogowe i cyfrowe”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1978
- [2] Duda A., „Laboratorium podstaw elektroniki”, Wydawnictwo Politechniki Świętokrzyskiej, Kielce 1998
- [3] Górecki P., „Wzmacniacze operacyjne: podstawy, aplikacje, zastosowania”, Wydawnictwo btc, Warszawa 2004
- [4] Horovitz, Hill, „Sztuka elektroniki”, W.K.Ł., 2003
- [5] Limann O., Pelka H., „Wzmacniacze operacyjne”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1991
- [6] Nadachowski M., Kulka Z., „Analogowe układy scalone”, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa 1980
- [7] Rusek M., Ćwirko R., Marciniak W., „Przewodnik po elektronice”, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1986
- [8] zbiorowa pod red. Pietrzyk W., „Laboratorium z elektroniki”, Wydawnictwo Politechniki Lubelskiej, Lublin 2002