

Ćwiczenie 20

Temat: Wzmacniacz odwracający i nieodwracający.

Cel ćwiczenia

Poznanie zasady działania wzmacniacza odwracającego. Pomiar przebiegów wejściowego wyjściowego oraz wzmocnienia napięciowego wzmacniacza odwracającego. Czytanie schematów elektronicznych, przestrzeganie zasad bhp podczas montażu elementów.

WZMACNIACZ ODWRACAJĄCY.

Przestrzegaj zasad BHP przy pomiarach elektrycznych. Zachowaj ostrożność w czasie ćwiczenia. Sprawdź stan elementów zastosowanych w ćwiczeniu oraz narzędzi.

Ważne własności układowe wzmacniaczy operacyjnych

1. Masa wirtualna (wirtualne zwarcie)

Termin zwarcie oznacza zwykle, że napięcia występujące na dwóch wyprowadzeniach są sobie równe, a prąd płynący przez te wyprowadzenia jest maksymalny. Jednak, chociaż napięcia $V(-)$ i $V(+)$ na wyprowadzeniach wejściowych „+”, i „-”, wzmacniacza operacyjnego są równe, to w tym momencie przez te wyprowadzenia prąd nie płynie. Powyższe zjawisko nosi nazwę zwarcia wirtualnego i jest też nazywane wirtualną masą, gdyż we wzmacniaczu odwracającym wyprowadzenie „+”, jest połączone zwykle z masą. Zjawisko to jest powodowane przez impedancję wejściową $Z_i = \infty$ i wzmocnienie $A_v = \infty$ wzmacniacza operacyjnego. Ponieważ $Z_i = \infty$, zatem przez wyprowadzenia wejściowe nie płynie żaden prąd. Ponieważ z kolei wzmocnienie $A_v = \infty$ to, jeśli do wejścia jest doprowadzane napięcie V_i o pomijalnej wartości, to nie można otrzymać napięcia wyjściowego o znaczącej wartości. Ponieważ napięcie V_i jest pomijalnie małe, to napięcia $V(-)$ i $V(+)$ są w przybliżeniu sobie równe.

2. Wzmocnienie w otwartej w pętli

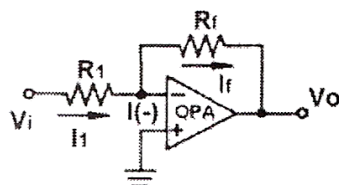
Wzmocnienie wzmacniacza operacyjnego przy otwartej pętli sprzężenia zwrotnego jest bardzo duże, a dla wzmacniacza idealnego wynosi ∞ .

3 Wzmocnienie w zamkniętej pętli

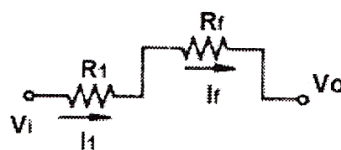
Konfiguracja otwartej pętli wzmacniacza operacyjnego nie nadaje się do pracy tego układu jako wzmacniacza, gdyż sprzężenie zwrotne w nim występujące jest wtedy zbyt duże. To nadmierne wzmocnienie może z łatwością spowodować nasycenie wzmacniacza. Jeśli jako wzmacniacz jest używany wzmacniacz operacyjny, to należy zastosować w nim ujemne sprzężenie zwrotne, dzięki czemu można będzie regulować wartość wzmocnienia. Wzmacniacz operacyjny może posłużyć do konstrukcji różnorodnych skomplikowanych układów. Układy te, nie ważne jak bardzo skomplikowane, są zasadniczo zbudowane z układów podstawowych. Wprowadzimy teraz kilka układów podstawowych, w których wzmacniacz operacyjny pracuje jako wzmacniacz: układ wzmacniacza odwracającego i układ wzmacniacza nieodwracającego.

Wzmacniacz odwracający

Na rys. 11-1-1(a) przedstawiono układ wzmacniacza odwracającego, a na rys. 11-1-1(b) jego układ zastępczy.



a) układ praktyczny



(b) Układ zastępczy

Rys. 11-1-1 Wzmacniacz odwracający

Kierując się koncepcją masy wirtualnej, można zauważyć, że w obwodzie wejściowym wzmacniacza operacyjnego (OPA) prąd nie płynie. Jednak, ponieważ napięcie $V(-) = V(+) = 0V$, to napięcie wyjściowe $V_o = -I_f R_f$, napięcie wejściowe $V_{we} = I_1 R_1$ oraz prąd $I_1 = I_f$

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{-I_f R_f}{I_1 R_1} = \frac{R_f}{R_1}$$

Napięcie wyjściowe V_o ma fazę przeciwną do napięcia wejściowego V_i .

Układ ten jest bardzo stabilny, ponieważ jego wzmocnienie jest w określone wyłącznie przez obwód sprzężenia zwrotnego i nie zależy od parametrów wzmacniacza operacyjnego.

Przykład: Jak przedstawiono na rys. 11-1-1, rezystancja $R_1 = 10k\Omega$, $R_f = 100k\Omega$, $V_i = 0,5V$, $V_o = ?$

Rozwiązanie: $A_v = -R_f/R_1 = -100k\Omega/10k\Omega = -10$, $V_o = V_i \times A_v = 0,5V \times (-10) = -5V$

NIEZBĘDNY SPRZĘT LABORATORYJNY

1. KL-22001 — podstawowy moduł edukacyjny z laboratorium układów elektrycznych
2. KL-25007 — moduł układu wzmacniacza operacyjnego (2)
3. Oscyloskop

PROCEDURA

1. Ustawić moduł KL-25007 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), po czym zlokalizować blok b. Wykonać połączenia, posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 11-1-2(a) i schematem montażowym przedstawionym na rysunku 11-1-3. Do modułu KL-25007 doprowadzić napięcia stałe +12 V i -12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001.

2. Do wyprowadzeń wejściowych IN doprowadzić z generatora funkcyjnego znajdującego się w module KL-22001 sygnał sinusoidalny o częstotliwości 1 kHz. Do wyprowadzenia wyjściowego OUT (TP7) dołączyć oscyloskop.

3. Stopniowo zwiększać amplitudę sygnału sinusoidalnego z generatora funkcyjnego aż do momentu, gdy przebieg na wyjściu OUT (TP5) wyświetlany przez oscyloskop jeszcze nie jest odkształcony. Zmierzyć i zapisać w tablicy 11-1-1 przebieg napięcia wejściowego V_{IN1} na wejściu IN1, oraz przebieg napięcia wyjściowego V_{OUT} na wyjściu OUT. Porównać fazy przebiegów wejściowego i wyjściowego oraz obliczyć wzmocnienie napięciowe.

$$A_v = \frac{V_{OUT}}{V_{IN1}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. Odłączyć przewody doprowadzające sygnał wejściowy, a następnie połączyć wy wyprowadzenie wejściowe IN1 z masą. Posługując się oscyloskopem (z ustawionym stałym typem sygnału wejściowego -DC), zmierzyć i zapisać poziom sygnału stałego (offset napięcia wyjściowego) występującego na wyprowadzeniu wyjściowym OUT.

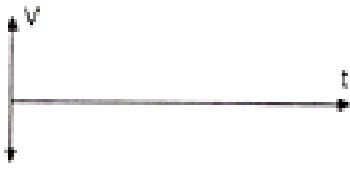
$V_{dc} = \underline{\hspace{2cm}}$

5. Wykonać połączenia, posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 11-1-2(b) schematem montażowym przedstawionym na rysunku 11-1-4. Dołączyć do układu potencjometr VR3 (100 kΩ) za pomocą przewodów połączeniowych.

6. Powtórzyć krok 4 niniejszej procedury. Jeśli zmierzony poziom napięcia stałego nie jest równy 0V, to należy tak ustawić potencjometr VR3 (100 kΩ), aby poziom ten był równy 0V.

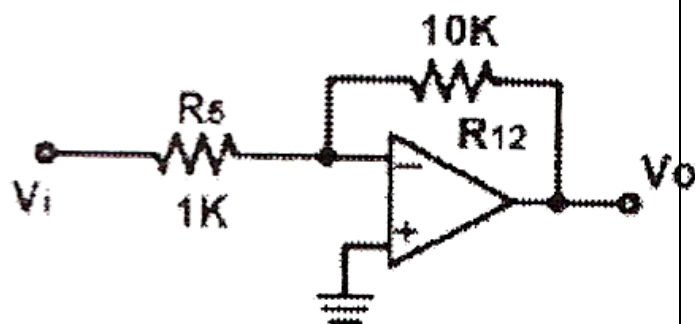
7. Powtórzyć kroki 2 i 3 niniejszej procedury.

8. Kręcąc dowolnie potencjometrem VR3 (100 kΩ), obserwować, czy przebieg wyjściowy ulega zmianie.

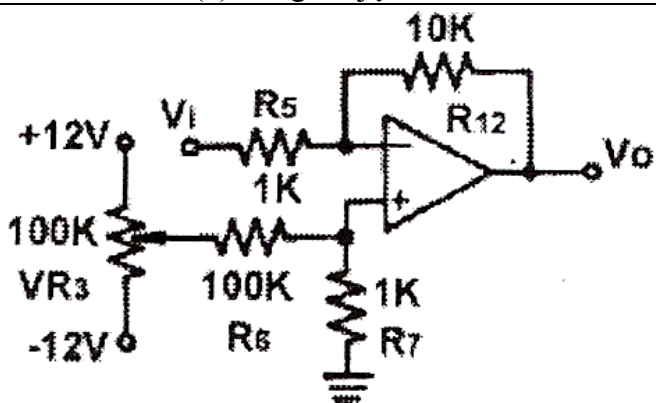
		Przebieg	V_{p-p}
Bez regulacji offsetu	V_{IN1}		
	V_{OUT}		
Z regulacją offsetu	V_{IN1}		
	V_{OUT}		

Tablica 11-1-1

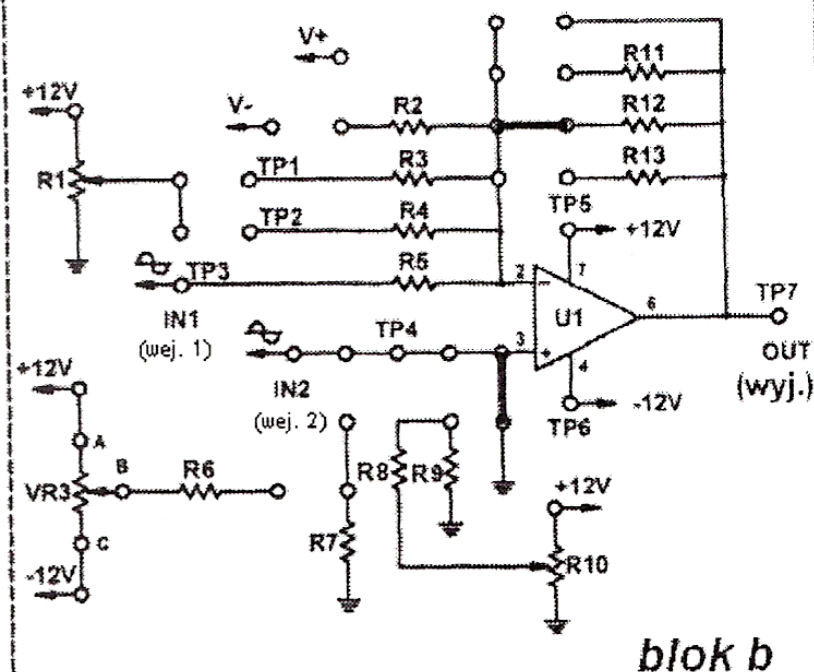
Rys. 11-1-2 Układy wzmacniacza odwracającego
(a) Bez regulacji offsetu



Rys. 11-1-2 Układy wzmacniacza odwracającego
(b) Z regulacją offsetu

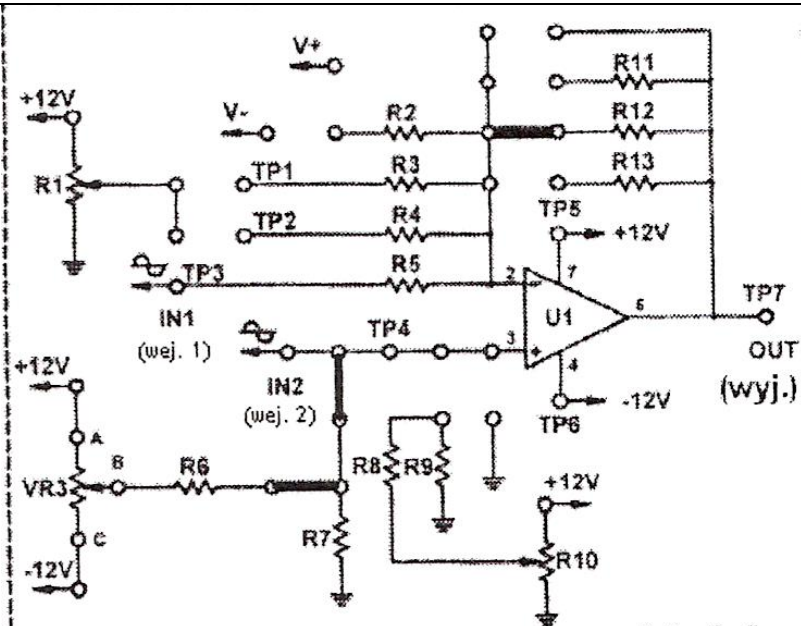


Rys. 11-1-3 Schemat montażowy (moduł KL-25007 blok b)



blok b

Rys. 10-1-4 Schemat montażowy (moduł KL-25007 blok b)



blok b

PODSUMOWANIE

We wzmacniaczu odwracającym różnica faz napięcia wyjściowego wejściowego wynosi 180° a wzmocnienie napięciowe jest określone przez rezystancję wejściową i rezystancję sprzężenia zwrotnego.

WZMACNIACZ NIEODWRACAJĄCY.

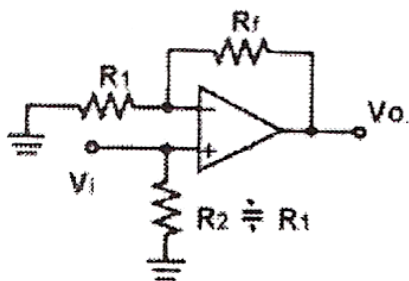
Cel ćwiczenia

Poznanie zasady działania wzmacniacza nieodwracającego. Pomiar przebiegów wejściowego wyjściowego oraz wzmocnienia napięciowego wzmacniacza nieodwracającego. Czytanie schematów elektronicznych, przestrzeganie zasad bhp podczas montażu elementów.

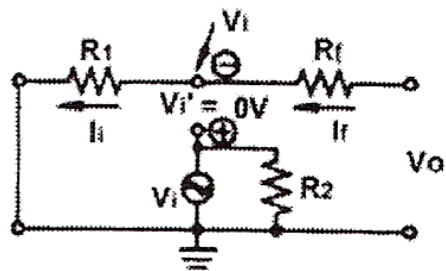
INSTRUKCJA DO WYKONANIA ZADANIA

Przestrzegaj zasad BHP przy pomiarach elektrycznych. Zachowaj ostrożność w czasie ćwiczenia. Sprawdź stan elementów zastosowanych w ćwiczeniu oraz narzędzi.

Na rysunku 11-2-1(a) przedstawiono układ wzmacniacza nieodwracającego, a na rys. 11- 2-1(b) układ zastępczy tego wzmacniacza.



(a) Układ



(b) Układ zastępczy

Rys. 1 1-2-1 Wzmacniacz nieodwracający

Ze schematu układu zastępczego otrzymujemy:

$$I_f = I_1$$

$$V_i = V_o \cdot \frac{R_1}{R_1 + R_f}, \quad \frac{V_i}{V_o} = \frac{R_1}{R_1 + R_f},$$

Zatem

$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = \frac{R_1 + R_f}{R_1} = 1 + \frac{R_f}{R_1}$$

Napięcie wyjściowe V_o ma taką samą fazę jak napięcie wyjściowe V_i (napięcie V_o jest w fazie z napięciem V_i).

Przykład: Jak przedstawiono na rys. 11-2-1a, $R_1 = 1\text{k}\Omega$, $R_f = 10\text{k}\Omega$, $V_i = 1\text{V}$, $V_o = ?$

Rozwiązanie:

$$V_o = V_i \left(1 + \frac{R_f}{R_1}\right) = 1\text{V} \left(1 + \frac{10\text{k}}{1\text{k}}\right) = 11\text{V}$$

Napięcie użyte do zasilania tego układu powinno być większe od 11 V, w przeciwnym wypadku maksymalne napięcie wyjściowe będzie równe napięciu zasilania.

NIEZBĘDNY SPRZĘT LABORATORYJNY

1. KL-22001 — podstawowy moduł edukacyjny z laboratorium układów elektrycznych
2. KL-25007 — moduł układu wzmacniacza operacyjnego (2)
3. Oscyloskop

PROCEDURA

1. Ustawić moduł KL-25007 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), po czym zlokalizować blok b. Wykonać połączenia, posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 11-2-2 schematem montażowym przedstawionym na rysunku 11-2-3.
2. Do modułu KL-25007 doprowadzić napięcia stałe +12V i -12 V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001.
3. Do wyprowadzeń wejściowych IN2 (TP4) doprowadzić z generatora funkcyjnego znajdującego się w module KL-22001 sygnał sinusoidalny o częstotliwości 1 kHz. Do wyprowadzenia wyjściowego OUT (TP7) dołączyć oscyloskop.
4. Stopniowo zwiększać amplitudę sygnału sinusoidalnego z generatora funkcyjnego aż do momentu, gdy przebieg wyświetlany przez oscyloskop jeszcze nie jest odkształcony. Zmierzyć i zapisać w tablicy 11-2-1 przebieg napięcia wejściowego V_{IN2} na wejściu IN2, oraz przebieg napięcia wyjściowego V_{OUT} na wyjściu OUT.
5. Porównać fazy przebiegów wejściowego i wyjściowego oraz obliczyć wzmocnienie napięciowe.

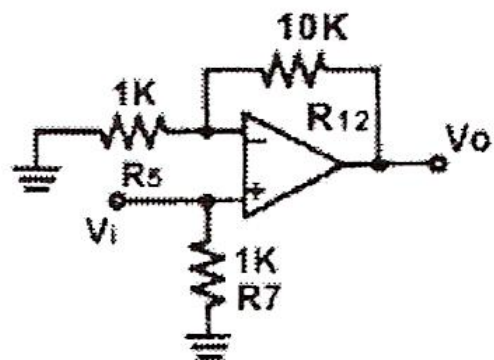
$$A_v = V_{OUT}/V_{IN2} = \underline{\hspace{2cm}}$$

Przebieg

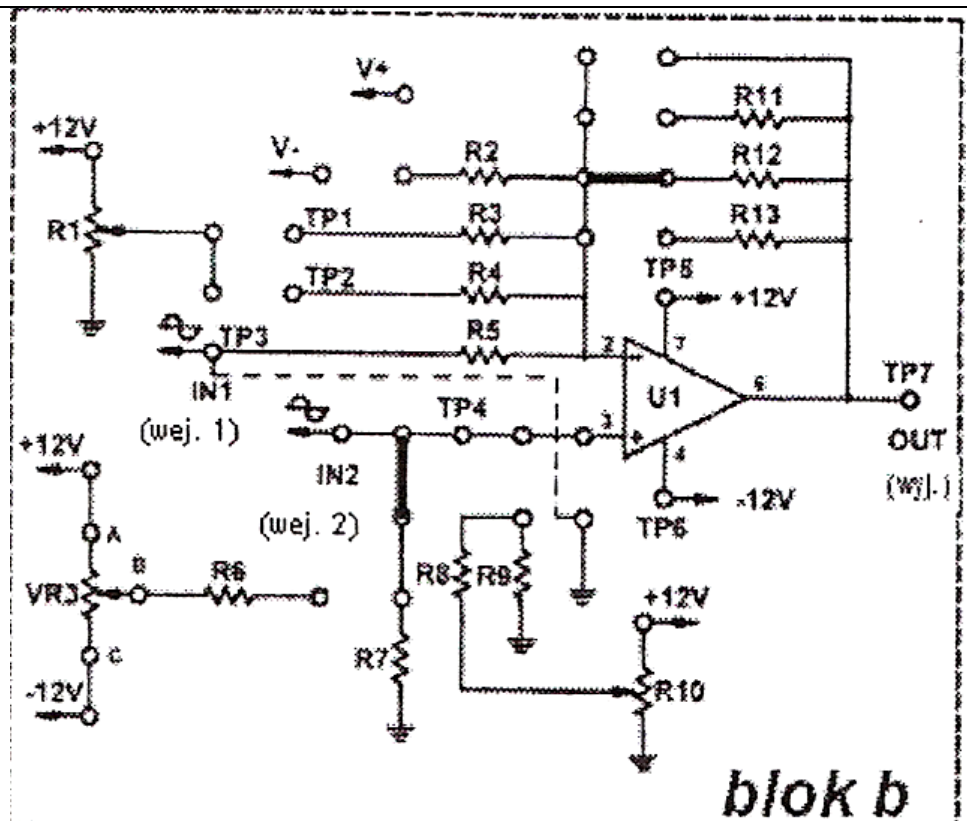
Tablica 1 1-2-1

Przebieg		V_{p-p}
V_{IN2}		
V_{OUT}		

Rys 11-2-2 Wzmacniacz nieodwracający.



Rys. 1 1-2-3 Schemat montażowy (moduł KL-25007 blok b)



PODSUMOWANIE

We wzmacniaczu odwracającym różnica faz napięcia wyjściowego wejściowego wynosi 0, a wzmacnienie napięciowe jest określone przez rezystancję wejściową rezystancję sprzężenia zwrotnego i plus 1.

Zespół Szkół Mechanicznych w Namysłowie Pomiary elektryczne i elektroniczne	Imię i nazwisko			
Temat ćwiczenia: Wzmacniacz odwracający i nieodwracający	Nr ćw 20	Klasa 2TZ	Grupa	Zespół
	Data wykonania	OCENY		
		Samooocena	Wykonanie	Ogólna

Cel ćwiczenia;

PROCEDURA WZMACNIACZ ODWRACAJĄCY

Narysować schemat potrzebny do wykonania zadania	Rys. 11-1-3 Schemat montażowy (moduł KL-25007 blok b) <i>blok b</i>
Narysować schemat potrzebny do wykonania zadania	Rys. 10-1-4 Schemat montażowy (moduł KL-25007 blok b) <i>blok b</i>

1. Ustawić moduł KL-25007 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), po czym zlokalizować blok b. Wykonać połączenia, posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 11-1-2(a) i schematem montażowym przedstawionym na rysunku 11-1-3. Do modułu KL-25007 doprowadzić napięcia stałe +12 V i -12V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001.

2. Do wyprowadzeń wejściowych IN doprowadzić z generatora funkcyjnego znajdującego się w module KL-22001 sygnał sinusoidalny o częstotliwości 1 kHz. Do wyprowadzenia wyjściowego OUT (TP7) dołączyć oscyloskop.

3. Stopniowo zwiększać amplitudę sygnału sinusoidalnego z generatora funkcyjnego aż do momentu, gdy przebieg na wyjściu OUT (TP5) wyświetlany przez oscyloskop jeszcze nie jest odkształcony. Zmierzyć i zapisać w tablicy 11-1-1 przebieg napięcia wejściowego V_{IN1} na wejściu IN1, oraz przebieg napięcia wyjściowego V_{OUT} na wyjściu OUT. Porównać fazy przebiegów wejściowego i wyjściowego oraz obliczyć wzmocnienie napięciowe.

$$A_v = \frac{V_{OUT}}{V_{IN1}} = \underline{\hspace{2cm}}$$

4. Odłączyć przewody doprowadzające sygnał wejściowy, a następnie połączyć wyprośdzenie wejściowe IN1 z masą. Posługując się oscyloskopem (z ustawionym stałym typem sygnału wejściowego -DC), zmierzyć i zapisać poziom sygnału stałego (offset napięcia wyjściowego) występującego na wyprowadzeniu wyjściowym OUT.

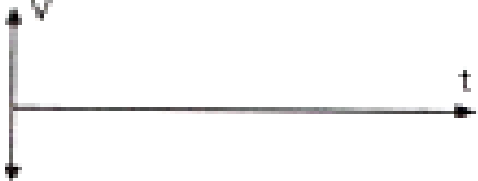
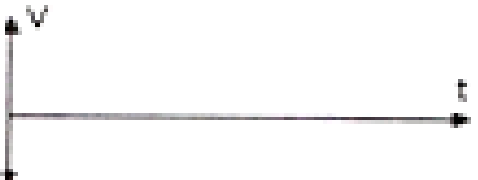
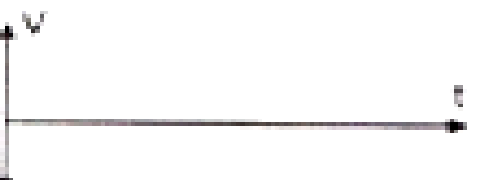
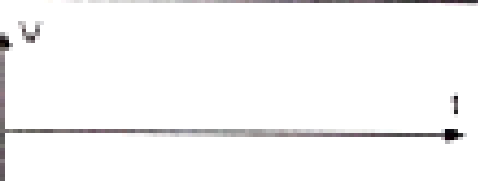
$V_{dc} = \underline{\hspace{2cm}}$

5. Wykonać połączenia, posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys.11-1-2(b) schematem montażowym przedstawionym na rysunku 11-1-4. Dołączyć do układu potencjometr VR3 (100 kΩ) za pomocą przewodów połączeniowych.

6. Powtórzyć krok 4 niniejszej procedury. Jeśli zmierzony poziom napięcia stałego nie jest równy 0V, to należy tak ustawić potencjometr VR3 (100 kΩ), aby poziom ten był równy 0V.

7. Powtórzyć kroki 2 i 3 niniejszej procedury.

8. Kręcąc dowolnie potencjometrem VR3 (100 kΩ), obserwować, czy przebieg wyjściowy ulega zmianie.

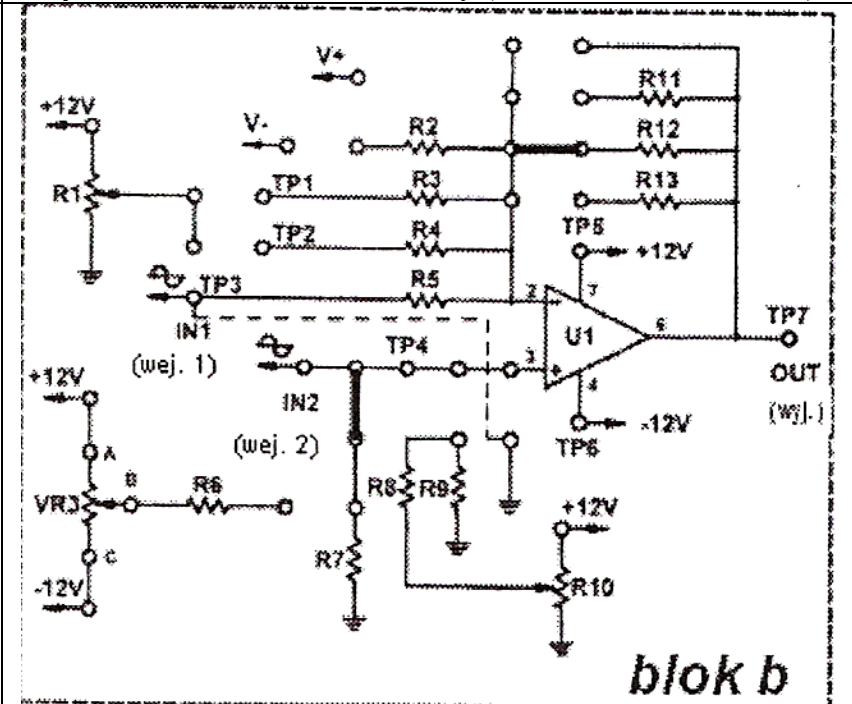
	Przebieg		V_{p-p}
Bez regulacji offsetu	V_{IN1}		
	V_{OUT}		
Z regulacją offsetu	V_{IN1}		
	V_{OUT}		

Tablica 11-1-1

SCHEMATY I PROCEDURA WZMACNIACZ NIEODWRACAJĄCY

Narysować schemat potrzebny do wykonania zadania.

Rys. 1 1-2-3 Schemat montażowy (moduł KL-25007 blok b)



- 1. Ustawić moduł KL-25007 na module KL-22001 (moduł edukacyjny laboratorium z podstawowych układów elektrycznych), po czym zlokalizować blok b. Wykonać połączenia, posługując się układem pomiarowym przedstawionym na rys. 11-2-2 schematem montażowym przedstawionym na rysunku 11-2-3.
- 2. Do modułu KL-25007 doprowadzić napięcia stałe +12V i -12 V z zasilacza o napięciu ustawionym na stałe znajdującego się w module KL-22001.
- 3. Do wyprowadzeń wejściowych IN2 (TP4) doprowadzić z generatora funkcyjnego znajdującego się w module KL-22001 sygnał sinusoidalny o częstotliwości 1 kHz. Do wyprowadzenia wyjściowego OUT (TP7) dołączyć oscyloskop.
- 4. Stopniowo zwiększać amplitudę sygnału sinusoidalnego z generatora funkcyjnego aż do momentu, gdy przebieg wyświetlany przez oscyloskop jeszcze nie jest odkształcony. Zmierzyć i zapisać w tablicy 11-2-1 przebieg napięcia wejściowego V_{IN2} na wejściu IN2, oraz przebieg napięcia wyjściowego V_{OUT} na wyjściu OUT.
- 5. Porównać fazy przebiegów wejściowego i wyjściowego oraz obliczyć wzmocnienie napięciowe.

$A_v = V_{OUT} / V_{IN2} =$ _____ Przebieg Tablica 1 1-2-1

Przebieg		Vp-p
VIN2		
VOUT		

WNIOSKI I SPOSTRZEŻENIA

Wykaz materiału