

Uniwersytet Pedagogiczny

im. Komisji Edukacji Narodowej w Krakowie

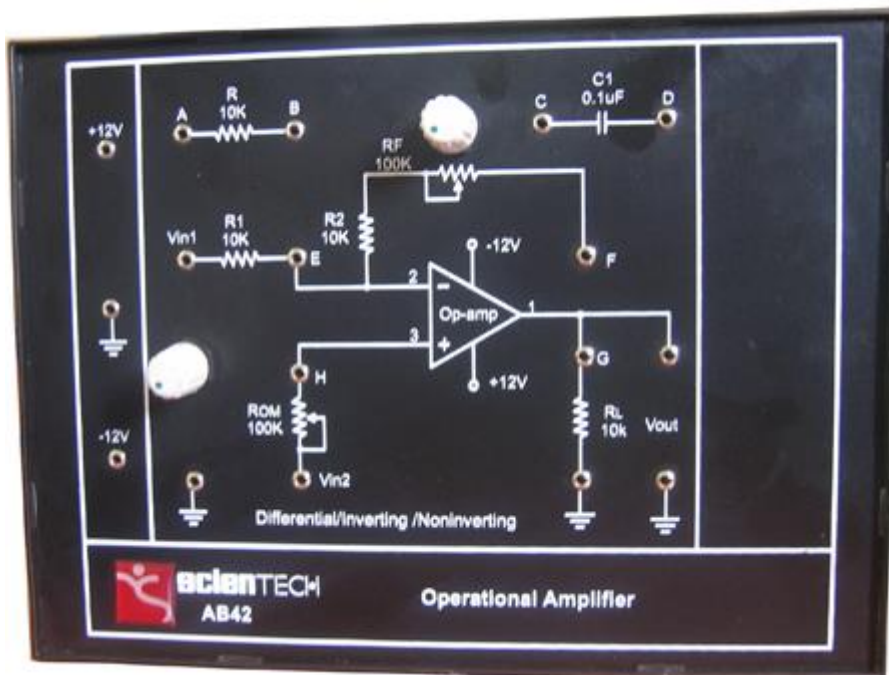
Instytut Nauk Technicznych

Laboratorium elektroniki

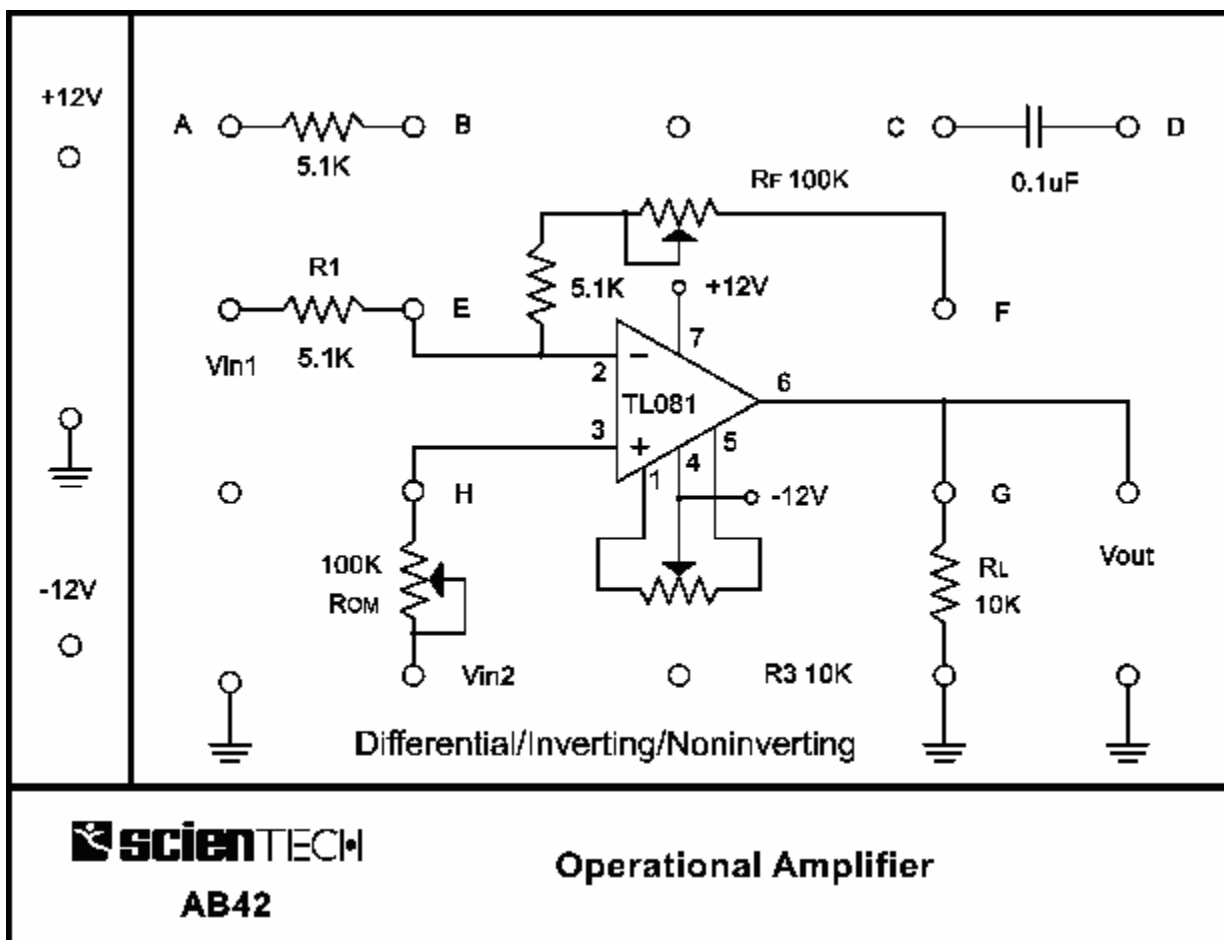
Ćwiczenie nr 6

Temat: Wzmacniacz operacyjny

Rok studiów	Grupa	Imię i nazwisko	Data	Podpis	Ocena



Rys. 1. Wzmacniacz operacyjny AB42



Rys. 2. Schemat zestawu pomiarowego

1. Wstęp

Wzmacniacz operacyjny jest wzmacniaczem składającym się z jednego lub większej ilości wzmacniaczy różnicowych sterujących wzmacniacz liniowy z zewnętrznym obwodem sprzężenia zwrotnego.

Wzmacniacz operacyjny jest uniwersalnym układem elektronicznym, które można zastosować do wzmacniania napięć stałych i zmiennych. Został zaprojektowany do przeprowadzania operacji matematycznych takich jak: dodawanie, odejmowanie, mnożenie, logarytmowanie, całkowanie itd.

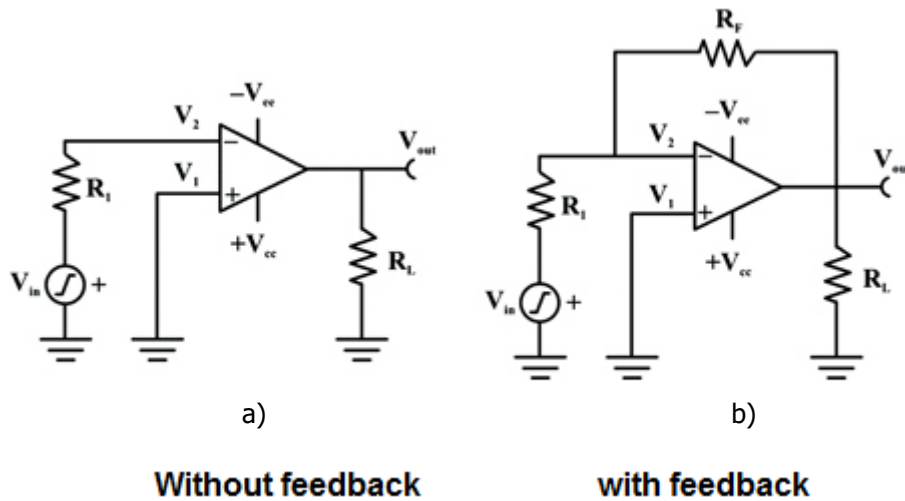
Nazwa wzmacniacz operacyjny wynika z jego podstawowego przeznaczenia do wykonywania operacji matematycznych i posiada formę skrótową op-amp. Po dodaniu odpowiedniego zewnętrznego sprzężenia zwrotnego, nowoczesny wzmacniacz operacyjny może mieć zastosowanie w różnorodnych aplikacjach, takich jak wzmacnianie sygnałów, filtrach, oscylatorach, komparatorach, regulatorach i innych układach elektronicznych

Wzmacniacz operacyjny najczęściej jest stosowany w układach:

- odwracalny,
- nieodwracalny,
- wzmacniacz różnicowy,
- wtórnik napięcia,
- integrator,
- komparator napięcia.

1.1. Wzmacniacz odwracający.

Jest to wzmacniacz z ujemnym sprzężeniem zwrotnym (with feedback), w którym wejście nieodwracające jest połączone z masą układu. Pojedyncze źródło sygnału jest połączone z wejściem odwracającym.



Rys. 2. Schemat wzmacniacza bez (a) oraz (b) z ujemnym sprzężeniem zwrotnym.

Wzmocnienie wzmacniacza odwracającego można obliczyć ze wzorów:

$$V_1 = 0 \text{ V} \text{ oraz } V_2 = V_{in}$$

Napięcie wyjściowe wzmacniacza z otwartą pętlą sprzężenia zwrotnego:

$$V_{out} = -A * V_{in}$$

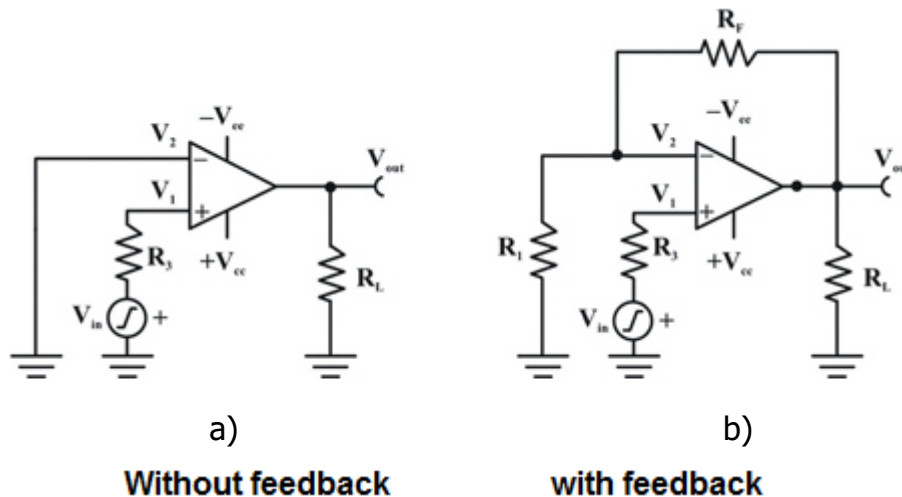
gdzie A jest wzmocnieniem wzmacniacza.

Napięcie wyjściowe wzmacniacza odwracającego z zamkniętą pętlą sprzężenia zwrotnego można obliczyć stosując następujący wzór:

$$V_{out} = -\left(\frac{R_f}{R_1}\right) * V_{in}$$

1.2. Wzmacniacz nieodwracający.

Jest to wzmacniacz z ujemnym sprzężeniem zwrotnym (with feedback), w którym wejście nieodwracające jest połączone z masą układu. Pojedyncze źródło sygnału jest połączone z wejściem nieodwracającym.



Rys. 3. Schemat wzmacniacza bez (a) oraz (b) z ujemnym sprzężeniem zwrotnym.

Wzmocnienie wzmacniacza nieodwracającego można obliczyć przy pomocy wzorów:

$$V_1 = V_{in} \text{ and } V_2 = 0 \text{ V}$$

- napięcie wyjściowe wzmacniacza z otwartą pętlą sprzężenia zwrotnego

$$V_{out} = A * V_{in}$$

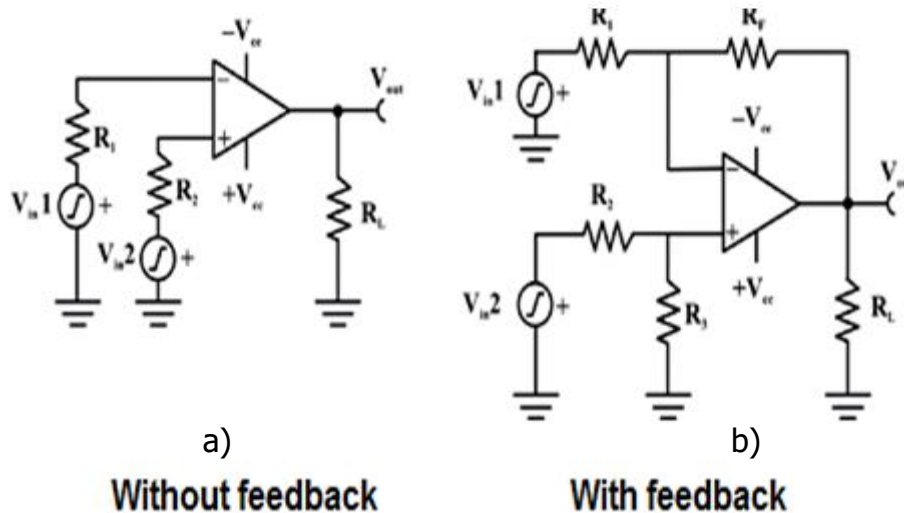
gdzie A jest wzmocnieniem wzmacniacza.

- napięcie wyjściowe wzmacniacza nieodwracającego z zamkniętą pętlą sprzężenia zwrotnego można obliczyć stosując następujący wzór:

$$V_{out} = \left(1 + \frac{R_f}{R_1} \right) * V_{in}$$

1.3. Wzmacniacz różnicowy.

We wzmacniaczu różnicowym sygnały wejściowe V_{in1} i V_{in2} są dołączone odpowiednio do wejścia odwracającego i nieodwracającego wzmacniacza operacyjnego. Wzmacniacz wzmacnia różnicę sygnałów V_{in1} i V_{in2} .



Rys. 4. Schemat wzmacniacza bez (a) oraz (b) z ujemnym sprzężeniem zwrotnym.

Wzmocnienie wzmacniacza różnicowego można obliczyć przy pomocy wzorów:

$$V_{out} = A(V_{in1} - V_{in2})$$

gdzie A jest wzmocnieniem wzmacniacza z otwartą pętlą sprzężenia zwrotnego.

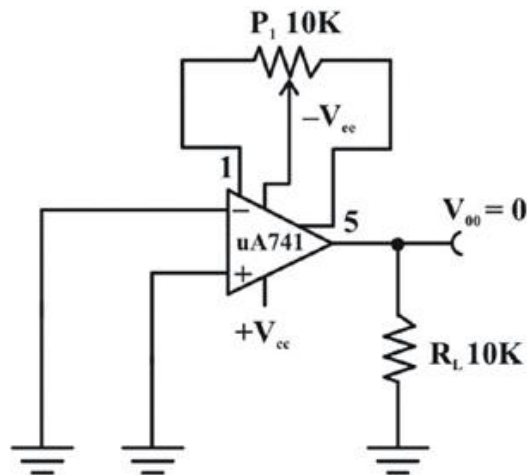
- napięcie wyjściowe wzmacniacza różnicowego z zamkniętą pętlą sprzężenia zwrotnego można obliczyć stosując następujący wzór:

$$V_{out} = \frac{R_f}{R_I} (V_{in1} - V_{in2})$$

Jeżeli $R_1 = R_2$ oraz $R_f = R_3$ dla układu z zamkniętą pętlą sprzężenia zwrotnego.

1.4. Wejściowe napięcie niezrównoważenia.

Wejściowe napięcie niezrównoważenia V_{io} jest zróżnicowanym napięciem wejściowym, które występuje między dwoma wejściami wzmacniacza bez podłączonych źródeł sygnałów wejściowych. Innymi słowy jest to suma napięcia wejściowego zastosowanego pomiędzy dwoma zaciskami wejściowymi celem uzyskania napięcia wyjściowego równego zero woltów.



Rys. 5. Układ kompensacji napięcia niezrównoważenia.

1.5. Tłumienie sygnału wspólnego.

Generalnie wartość CMRR (tłumienie sygnału wspólnego) jest bardzo duża dlatego wyraża się ją w decybelach:

$$CMRR (dB) = 20 \log$$

CMRR może być wyrażone jako współczynnik zmian w napięciu niezrównoważonym w stosunku do zmiany w napięciu wspólnym.

$$CMRR = \frac{V_{io}}{V_{CM}} \text{ or } CMRR(dB) = 20 \log \frac{V_{io}}{V_{CM}}$$

CMRR jest miarą stopnia spójności między dwoma wejściami końcowymi; więc czym większa wartość CMRR (w decybelach) tym lepsze połączenie pomiędzy dwoma urządzeniami wejściowymi, a mniejsze jest napięcie wyjściowe.

1.6. Charakterystyka częstotliwościowa:

Zysk w wzmacniaczu operacyjnym to złożony numer o funkcji częstotliwości. Dlatego przy określonej częstotliwości wzrost będzie miał określoną wielkość tak samo jak napięcie międzyfazowe. Tzn. że zmienność w częstotliwości operacyjnej spowoduje zmianę wielkości napięcia międzyfazowego.

Sposób w którym wzrost we wzmacniaczu operacyjnym odnosi się do różnych częstotliwości nazywamy charakterystyką częstotliwościową.

2. Pomiary

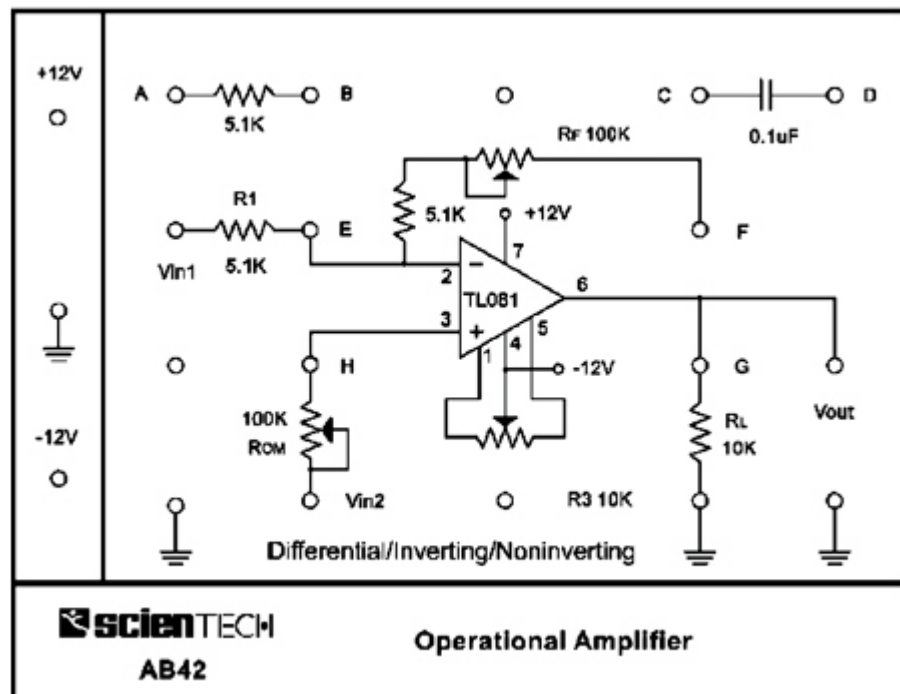
2.1. Ćwiczenie nr 1.

2.1.1. Cel ćwiczenia: Badanie wzmacniacza operacyjnego jako wzmacniacza różnicowego.

2.1.2. Potrzebne będą:

- Tablica analogowa AB42
- Zasilacze +12V i -12V źródło zewnętrzne lub ST2612
- Zasilacz prądu zmiennego (=5V i =12V)
- Multimetr cyfrowy
- 2 mm sznur połączeniowy

2.1.3. Diagram obwodu elektrycznego: Diagram używany do badania wzmacniacza różnicowego pokazuje rycina 5.



Rys. 6.

2.1.4. Procedura: Połącz zasilacz = 12V i -12V wg wskazań ze źródłem zewnętrznym lub ST2612

1. Ustaw odporność sprzężenia zwrotnego R_F równą 10K z pomocą potencjometru obserwując jej wartość w gniaздkach 'E' i 'F'.
2. Ustaw wartość odporności R_{om} równą 10K z pomocą potencjometru obserwując jej wartość w gniaздkach 'H' i 'V w 2'.
3. Połącz sznur połączeniowy pomiędzy punktem testowym B&H i F&G, V_{in2} & konfigurując wzmacniacz różnicowy.
4. Włącz zasilanie.
5. Podłącz zasilacz +5V do gniaзда ' V_{in1} ', który jest wejściem odwracającym wzmacniacza operacyjnego. Utrzymaj zasilanie +5V
6. Podłącz zasilanie zmienne +12V do gniaзда 'A' które jest nieodwracalnym wejściem dla wzmacniacza operacyjnego. Ustaw napięcie w zasilaczu 1V.
7. Oblicz wartość mocy wyjściowej używając Eq 3;
8. Gdzie V_{in1} jest mocą wejściową w gnieździe 'A'; terminal nieodwracalny i V_{in2} jest mocą wejściową w gnieździe ' V_{in1} '; terminal odwracalny.
9. Podłącz próbники multimetru do gniaзда 'V out' uziemiając je.
10. Zapisz napięcie wyjściowe i zweryfikuj różnicę pomiędzy skalkulowanym a mierzonym napięciem wyjściowym.
11. Zwiększ napięcie wejściowe w terminalu nieodwracalnym (gniazdo 'A') z marginesem od 1V do 10V utrzymując jednocześnie stałe napięcie wejściowe terminal odwracalny +5V.
12. Powtórz powyższe kroki od 7 do 10.

9

2.1.5. Wyjście różnicowe dwóch sygnałów AC można zaobserwować:

- Jeśli sygnały wejściowe w terminalach są na tej samej częstotliwości i przesunięcie fazowe wynosi 180 stopni.
- Później różnica pomiędzy obydwojma sygnałami pojawi się przy wyjściu.
- Trudno uzyskać sygnały wejścia o tej samej częstotliwości, dlatego te mostki są używane do pomiaru napięcia różnicowego w słupkach AC.

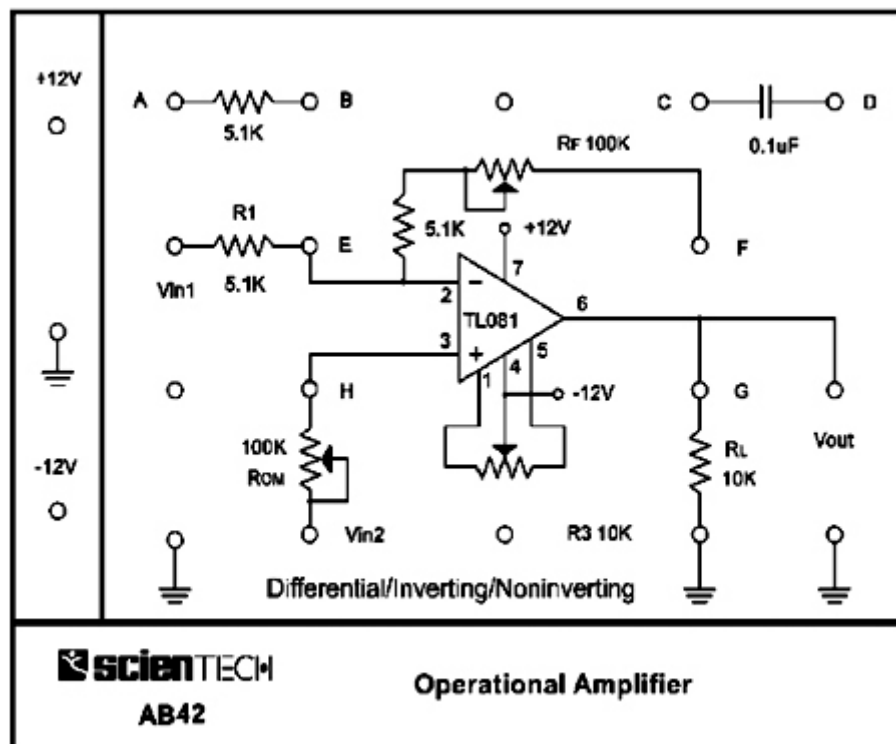
2.2. Ćwiczenie nr 2.

2.2.1. Cel ćwiczenia: Badanie wzmacniacza operacyjnego jako wzmacniacza odwracającego.

2.2.2. Potrzebne będą:

- a) Tablica analogowa AB42
- b) Źródła energii DC +12V i -12V
- c) Generator funkcyjny
- d) Oscyloskop

- e) Multimetr cyfrowy
- f) 2 mm sznur połączeniowy



Rys. 7.

2.2.3. Procedura

1. Ustaw odporność sprzężenia zwrotnego R_F równą 10K z pomocą potencjometru obserwując jej wartość w gniazdkach 'E' i 'F'.
2. Ustaw wartość odporności R_{om} równą 5K z pomocą potencjometru obserwując jej wartość w gniazdkach 'H' i 'V w 2'.
3. Połącz sznur połączeniowy pomiędzy punktem testowym F&G, V_{in2} & konfigurując wzmacniacz odwracający.
4. Połącz próbnik generatora funkcyjnego w gnieździe ' V_{in1} ' stosując $1V_{pp}$, 1Khz, do sygnału sinusoidy na wejściu.
5. Obserwuj częstotliwość sygnału wejścia oscyloskopem CH11.
6. Oblicz wartość mocy wyjściowej używając Eq 1.
7. Obserwuj kształt fali między gniazdem ' V_{out} ' i uziemieniem na oscyloskopie CH1.
8. Zapisz napięcie wyjściowe i zweryfikuj różnicę pomiędzy skalkulowanym a mierzonym napięciem wyjściowym.
9. Zapisz przesunięcie fazowe pomiędzy wyjściowym a wejściowym kształtem fali.
10. Powtórz powyższą procedurę dla różnych wartości częstotliwości, oporu R_F .
11. Powtórz powyższą procedurę dla różnych wartości sygnału wejściowego napięcia ' V_{in1} '.

2.2.4. Podsumowanie

- Obliczony i wymierzony sygnał wyjścia jest prawie taki sam.
- Przesunięcie fazowe pomiędzy sygnałem wejściowym i wyjściowym to 180 stopni.



3. Dane techniczne

Data Sheet

[Click to enlarge](#)

TL081, TL081A, TL081B, TL082, TL082A, TL082B TL082Y, TL084, TL084A, TL084B, TL084Y JFET-INPUT OPERATIONAL AMPLIFIERS

SLOS081E – FEBRUARY 1977 – REVISED FEBRUARY 1989

- Low Power Consumption
- Wide Common-Mode and Differential Voltage Ranges
- Low Input Bias and Offset Currents
- Output Short-Circuit Protection
- Low Total Harmonic Distortion . . . 0.003% Typ
- High Input Impedance . . . JFET-Input Stage
- Latch-Up-Free Operation
- High Slew Rate . . . 13 V/μs Typ
- Common-Mode Input Voltage Range Includes V_{CC+}

description

The TL08x JFET-input operational amplifier family is designed to offer a wider selection than any previously developed operational amplifier family. Each of these JFET-input operational amplifiers incorporates well-matched, high-voltage JFET and bipolar transistors in a monolithic integrated circuit. The devices feature high slew rates, low input bias and offset currents, and low offset voltage temperature coefficient. Offset adjustment and external compensation options are available within the TL08x family.

The C-suffix devices are characterized for operation from 0°C to 70°C. The I-suffix devices are characterized for operation from -40°C to 85°C. The Q-suffix devices are characterized for operation from -40°C to 125°C. The M-suffix devices are characterized for operation over the full military temperature range of -55°C to 125°C.

symbols



AVAILABLE OPTIONS

TA	V _{IO/Max} AT 25°C	PACKAGED DEVICES										CHIP FORM (Y)	
		SMALL OUTLINE (D008)	SMALL OUTLINE (D014)	CHIP CARRIER (FK)	CERAMIC DIP (J)	CERAMIC DIP (JQ)	PLASTIC DIP (N)	PLASTIC DIP (P)	TSSOP (Pw)	FLAT PACK (U)	FLAT PACK (W)		
0°C to 70°C	15 mV 6 mV 3 mV	TL081CD TL081ACD TL081BCD	—	—	—	—	—	TL081CP TL081ACP TL081BCP	TL081CPW	—	—	—	
	15 mV 6 mV 3 mV	TL082CD TL082ACD TL082BCD	—	—	—	—	—	TL082CP TL082ACP TL082BCP	TL082CPW	—	—	TL082Y	
	15 mV 6 mV 3 mV	—	TL084CD TL084ACD TL084BCD	—	—	—	TL084CN TL084ACN TL084BCN	—	TL084CPW	—	—	TL084Y	
-40°C to 85°C	6 mV 6 mV 6 mV	TL081ID TL082ID TL084ID	TL084ID	—	—	—	TL084IN	TL081IP TL082IP	—	—	—	—	
-40°C to 125°C	9 mV	—	TL084CD	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
-55°C to 125°C	6 mV 6 mV 9 mV	—	—	TL081MFK TL082MFK TL084MFK	TL084MJ	TL081MJQ TL082MJQ	—	—	—	—	TL081MU TL082MU	TL084MW	—

The D package is available taped and reeled. Add R suffix to the device type (e.g., TL081CDR).