

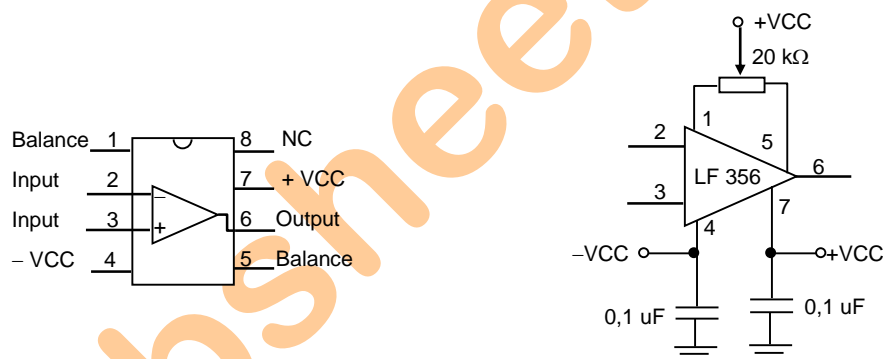
A. Tujuan

Meningkatkan pemahaman dan keterampilan mahasiswa tentang:

1. Unjuk kerja dan keterbatasan op-amp seperti penguatan loop terbuka, tegangan offset, noise, dan lebar bidang.
2. Konsep rangkaian op-amp yang digunakan untuk penguatan tegangan dan penguatan arus.
3. Konsep penguatan sebagai fungsi frekuensi.

B. Peralatan

1. Breadboard dengan konektor ke ground, 5 V dan 12 V..... 1 buah
2. Kapasitor elektrolit 10 uF/25 Volt 3 buah
3. Kapasitor MKM 0,1 uF 2 buah
4. Op-amp LF 356 1 buah
5. Resistor 1 kΩ 7 buah
6. Resistor 10 kΩ 1 buah
7. Resistor 100 kΩ 4 buah
8. Resistor 1 MΩ 1 buah
9. Trimport 20 kΩ 3 buah
10. Power Suplay +5 V, ±12 Volt 1 buah
11. Generator sinyal..... 1 buah
12. Oscilloscope 1 buah



Gambar 1. Op-amp LF-356

- (a) Fungsi setiap pin
- (b) Pengaturan tegangan offset dan kapasitor bypass

C. Tinjauan Teori

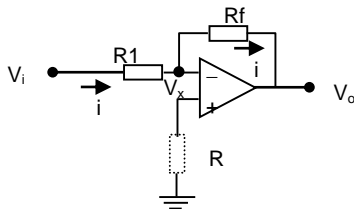
Op-amp merupakan salah satu komponen penting dalam perancangan rangkaian analog, baik untuk kebutuha penguatan maupun pemfilteran sinyal. LF-356 adalah op-amp tipe FET (memiliki impedansi input sangat tinggi). Susunan pin dari op-amp LF-356 ditunjukkan pada gambar 1a. Pada gambar 1b ditunjukkan cara pemasangan kapasitor untuk meningkatkan kestabilan rangkaian dan mengurangi noise serta pemasangan trimport yang diperlukan untuk mengatur tegangan offset.

Pendekatan Opamp Ideal

1. Opamp tidak mengambil arus dari input, sehingga tidak ada arus yang masuk ke opamp.
2. $V_{in(-)} = V_{in(+)}$

Penguat Inverting

Dengan pendekatan opamp ideal maka $V_x = 0$ dan arus pada R_1 sama dengan arus pada R_f .



Gambar 2. Penguat inverting

$$V_x = 0$$
$$V_i - V_x = R_1 i$$

$$i = \frac{V_i}{R_1}$$

$$V_x - V_o = R_f i$$

$$V_o = -R_f i$$

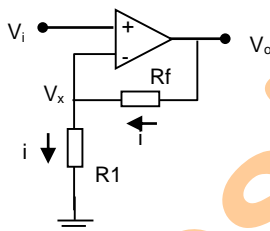
$$= -R_f \cdot \frac{V_i}{R_1}$$

$$V_o = -\frac{R_f}{R_1} V_i$$

$-\frac{R_f}{R_1}$ disebut dengan penguatan tegangan.

Penguat Non Inverting

Dengan menggunakan pendekatan opamp ideal maka arus pada R_f sama dengan arus pada R_1 . Tegangan pada titik X sama dengan V_i .



Gambar 3 Penguat noninverting

$$V_x = V_i$$

$$R_1 i = V_x$$

$$i = \frac{V_i}{R_1}$$

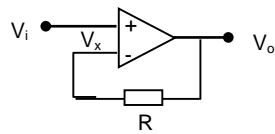
$$V_o - V_x = R_f i$$

$$V_o - V_i = R_f \cdot \frac{V_i}{R_1}$$

$$V_o = \left(\frac{R_f}{R_1} + 1 \right) V_i$$

Buffer (Pengikut Tegangan)

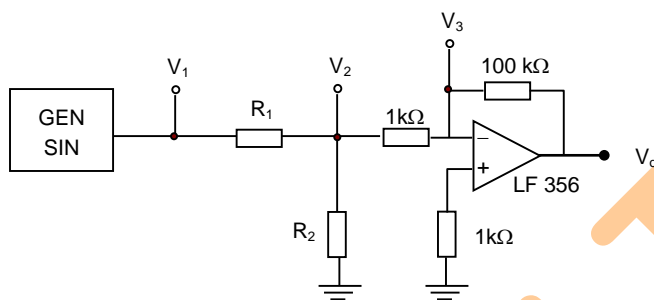
Hampir sama dengan penguat noninverting, bedanya hanya menggunakan sebuah resistor, yaitu resistor R_f . Dengan menggunakan pendekatan ideal maka tidak ada arus yang mengalir pada R_f sehingga $V_o = V_x = V_i$.



Gambar 4. Rangkaian Buffer

Perlu diperhatikan

Jangan lupa memasang kapasitor elektrolit 10 $\mu\text{F}/25$ Volt pada setiap terminal power supply pada breadboard. Perhatikan polaritas kapasitor elektrolit, jangan sampai terbalik. Kapasitor elektrolit ini berguna untuk meningkatkan kestabilan level tegangan supply terhadap gangguan frekuensi rendah (misalnya 50 Hz). Untuk mengurangi gangguan frekuensi tinggi, pasang kapasitor 0,1 μF pada setiap pin tegangan supply dari op-amp.



Gambar 5. Rangkaian penguat membalik dengan penguatan -100 kali

D. Langkah Kerja

1. Merakit Penguat Membalik dengan penguatan -100

- Buat rangkaian op-amp seperti ditunjukkan pada gambar 1b pada breadboard, trimport pengatur offset jangan dipasang terlebih dahulu.
- Lengkapi rangkaian op-amp tersebut menjadi penguat membalik seperti ditunjukkan pada gambar 5.
- Lakukan pengukuran berikut ini dan catat hasilnya

a. Mengukur tegangan offset

Lepaskan R_1 dan ganti R_2 dengan kabel jumper, kemudian lakukan pengukuran berikut ini!

- 1) Tanpa pengatur tegangan offset: ukur tagangan output V_o (trimport 20 $\text{k}\Omega$ belum terpasang)
- 2) Lebar pengaturan tegangan offset: pasang trimport 20 $\text{k}\Omega$. Atur trimport pada posisi minimum kemudian ukur tegangan outputnya. Ulangi untuk kondisi trimport maksimum.
- 3) Pengaruh temperatur: atur trimport sehingga $V_o = 0$. Panaskan op-amp sehingga temperaturnya naik $\pm 10^\circ\text{C}$. Ukur tegangan output V_o . Biarkan kurang lebih 5 menit sampai op-amp kembali ke temperatur kamar, ukur kembali V_o .

b. Mengukur Arus bocor

Atur trimport sehingga $V_o = 0$ Volt, kemudian pasang R_2 1 $\text{M}\Omega$ dan ukur V_o .

c. Mengukur Noise

Dengan kondisi R_1 terbuka dan $R_2 = 0 \Omega$, atur trimport sampai $V_o = 0$ Volt. Ukur amplitudo noise (gunakan oscilloscope dengan penguatan maksimum). Bedakan antara sinyal acak (random Fuzz) dan sinyal-sinyal yang berulang seperti sinyal 50 Hz.

d. *Mengukur penguatan sinyal kecil*

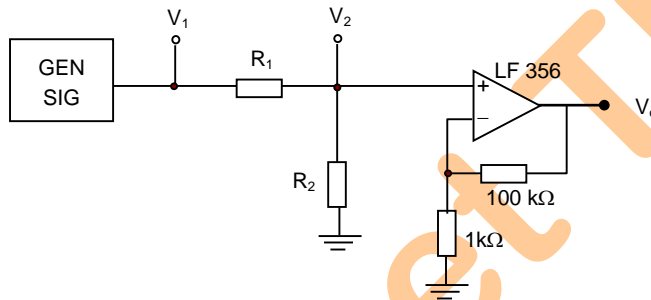
Pasang R_1 100 k Ω dan R_2 1 k Ω , atur generator sinyal pada 1 kHz sinus dengan $V_1 = 1$ Volt pp (gunakan oscilloscope). Ukur amplitudo tegangan V_1 , V_2 dan V_o . Ulangi percobaan untuk frekuensi 1 Hz, 100 Hz, 10 kHz, 100 kHz dan 1 MHz.

e. *Penguatan loop terbuka*

Naikkan tegangan output dari generator sinyal menjadi 10 Volt-pp. Ukur V_o dan V_3 (untuk mengukur V_3 oscilloscope perlu diatur pada posisi gain tertinggi). Penguatan loop terbuka adalah V_o/V_3 .

2. Merakit Penguat Tak Membalik dengan Penguatan 101

- Buat rangkaian op-amp seperti ditunjukkan pada gambar 1b pada breadboard, trimport jangan dipasang terlebih dahulu.
- Lengkapi rangkaian op-amp tersebut menjadi penguat tak membalik seperti ditunjukkan pada gambar 6.
- Lakukan pengukuran berikut ini dan catat hasilnya



Gambar 6. Rangkaian penguat tak membalik dengan penguatan 101

a. *Pengaturan tegangan offset-DC*

Dengan R_1 terbuka dan $R_2 = 1$ k Ω , lakukan pengukuran sebagai berikut

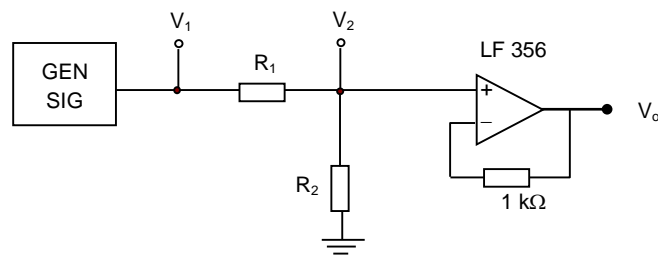
- 1) Tanpa pengaturan offset: ukur tegangan output V_o (pengatur offset tidak terpasang)
- 2) Lebar pengaturan offset: pasang pengatur offset. Atur pada posisi minimum dan ukur tegangan output V_o . Ulangi untuk posisi maksimum.
- 3) Pengaruh temperatur: atur trimport sehingga $V_o = 0$. Panaskan op-amp sehingga temperaturnya naik $\pm 10^\circ\text{C}$. Ukur tegangan output V_o . Biarkan kurang lebih 5 menit sampai op-amp kembali ke temperatur kamar, ukur kembali V_o .

b. *Mengukur Noise*

Dengan kondisi R_1 terbuka dan $R_2 = 0 \Omega$, atur trimport sampai $V_o = 0$ Volt. Ukur amplitudo noise (gunakan oscilloscope dengan penguatan maksimum). Bedakan antara sinyal acak (random Fuzz) dan sinyal-sinyal yang berulang seperti sinyal 50 Hz.

c. *Mengukur penguatan sinyal kecil*

Pasang R_1 100 k Ω dan R_2 1 k Ω , atur generator sinyal pada 1 kHz sinus dengan $V_1 = 1$ Volt pp (gunakan oscilloscope). Ukur amplitudo tegangan V_1 , V_2 dan V_o . Ulangi percobaan untuk frekuensi 1 Hz, 100 Hz, 10 kHz, 100 kHz dan 1 MHz.



Gambar 7. Rangkaian penguat tak membalik dengan penguatan 101

3. Merakit Buffer (Pengikut Tegangan)

- Buat rangkaian op-amp seperti ditunjukkan pada gambar 1b pada breadboard, trimport jangan dipasang terlebih dahulu.
- Lengkapi rangkaian op-amp tersebut menjadi rangkaian buffer seperti ditunjukkan pada gambar 7.

Lakukan pengukuran berikut ini dan catat hasilnya

d. Pengaturan tegangan offset-DC

Dengan R_1 terbuka dan $R_2 = 1 \text{ k}\Omega$, lakukan pengukuran sebagai berikut

- 4) Tanpa pengaturan offset: ukur tegangan output V_o (pengatur offset tidak terpasang)
- 5) Lebar pengaturan offset: pasang pengatur offset. Atur pada posisi minimum dan ukur tegangan output V_o . Ulangi untuk posisi maksimum.
- 6) Pengaruh temperatur: atur trimport sehingga $V_o = 0$. Panaskan op-amp sehingga temperaturnya naik $\pm 10^\circ\text{C}$. Ukur tegangan output V_o . Biarkan kurang lebih 5 menit sampai op-amp kembali ke temperatur kamar, ukur kembali V_o .

e. Mengukur Noise

Dengan kondisi R_1 terbuka dan $R_2 = 0 \Omega$, atur trimport sampai $V_o = 0$ Volt. Ukur amplitudo noise (gunakan oscilloscope dengan penguatan maksimum). Bedakan antara sinyal acak (random Fuzz) dan sinyal-sinyal yang berulang seperti sinyal 50 Hz.

f. Mengukur penguatan sinyal kecil

Pasang R_1 $9 \text{ k}\Omega$ dan R_2 $1 \text{ k}\Omega$, atur generator sinyal pada 1 kHz sinus dengan $V_1 = 1$ Volt pp (gunakan oscilloscope). Ukur amplitudo tegangan V_1 , V_2 dan V_o . Ulangi percobaan untuk frekuensi 1 Hz, 100 Hz, 10 kHz, 100 kHz dan 1 MHz.

E. Laporan Praktikum

1. Sketsa instrumen yang dirakit

Buat sketsa tata letak komponen dan hubungan rangkaian op-amp yang telah dirakit.

2. Data pengukuran

Susun data hasil pengukuran yang telah diperoleh. Sajikan dalam bentuk yang memudahkan menganalisis (tabel, diagram balok atau kurva)

3. Kurva Bode

Dari pengukuran penguatan sinyal kecil, buat tabel penguatan ($G = V_o/V_2$) sebagai fungsi frekuensi. Kemudian buat kurva G vs frekuensi pada kertas semilog atau kurva decibels ($\text{dB} = 20 \log_{(10)} |G|$) vs. frekuensi pada kertas grafik linear.

4. Jawab pertanyaan-pertanyaan berikut ini

-
- a. Mengapa V_2 dan V_o pada penguat membalik lebih rendah dibandingkan pada penguat tak membalik?
 - b. Apakah penguatan loop terbuka hasil pengukuran sesuai dengan yang tercantum dalam data sheet?

Jobsheet TEUM