



UNIVERSITAS
INDONESIA

Veritas, Probitas, Iustitia

Buku Penuntun Praktikum

Elektronika 1

Laboratorium Elektronika
Departemen Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Indonesia
2018



KATA PENGANTAR

Atas berkat Rahmat Tuhan Yang Maha Esa akhirnya penyusunan buku Pedoman Praktikum edisi 2001 dapat diselesaikan.

Buku Pedoman Praktikum Elektronika I ini adalah salah satu buku penuntun praktikum elektronika yang terdapat di Jurusan Fisika Universitas Indonesia. Pada edisi ini, setiap modul mengalami penyempurnaan, baik itu penambahan maupun pengurangan yang disesuaikan dengan Mata Kuliah Elektronika dan perkembangan dunia elektronika. Praktikan diharapkan dapat lebih memahami mengenai teori yang diajarkan pada mata kuliah elektronika dengan melakukan praktikum Elektronika I ini.

Buku ini berisi sebagian dari keseluruhan Mata Kuliah Elektronika I. Dimulai dari cara menggunakan alat ukur seperti Voltmeter, Ampermeter, Ohmmeter, Osiloskop, serta merancang komponen pada Proto Board. Dilanjutkan mengenai dioda dan karakteristik dioda, transistor, jenis-jenis rangkaian transistor (rangkain Darlington, Regulator tegangan, rangkaian Diferensial Amplifier) serta rangkaian aplikasi dari transistor, seperti penguat daya, sumber arus, saklar, cermin arus. Transistor jenis FET dan Multivibrator dan jenis-jenisnya mengisi modul berikutnya. Schmitt Trigger dan rangkaian aplikasi menutup modul Praktikum Elektronika I ini.

Pada buku edisi ini gambar rangkaian dan prosedur percobaan juga telah mengalami penyempurnaan sesuai dengan prosesur percobaan yang benar dan tepat. Selain itu juga dilengkapi dengan format data pengamatan, yang dibuat dengan tujuan untuk membimbing praktikan dalam proses pengambilan data pengamatan.

Akhirnya, kami mengucapkan terima kasih kepada Laboran Lab. Elektronika, Bapak Katman yang telah banyak membantu dalam penyediaan peralatan demi terselesainya buku ini. Buku ini tidak luput dari kesalahan dan kekurangan, dengan itu segala kritik dan saran, selalu kami nantikan demi penyempurnaan dan perkembangan kita semua.

Depok, 5 Februari 2002

Dr. Santoso S
Adhi Harmoko S, SSI
Arieiko Abdullah

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	1
Daftar Isi	2
Tata Tertib.....	3
Modul 1 - Menguji Komponen dan Menggunakan Alat Ukur.....	5
Modul 2 - Karakteristik Dioda serta Aplikasi Dioda dan Dioda Zener.....	10
Modul 3 - Karakteristik dan Rangkaian-Rangkaian Transistor	16
Modul 4 - Aplikasi Transistor	22
Modul 5 - Karakteristik Op-Amp.....	25
Modul 6 - Rangkaian Dasar Op-Amp 1.....	28
Modul 7 - Rangkaian Dasar Op-Amp 2.....	30
Modul 8 - Rangkaian Penjumlahan dan Pengurangan.....	32
Modul 9 - Op-Amp sebagai Filter Aktif.....	35

**TATA TERTIB PRAKTIKUM ELEKTRONIKA
LABORATORIUM ELEKTRONIKA, DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS INDONESIA**

1. Praktikan harus hadir **maksimal 10 menit sebelum praktikum dimulai**, bagi praktikan yang terlambat tidak dapat mengikuti praktikum pada hari tersebut, dan percobaan pada hari tersebut dinyatakan gagal.
2. Pada saat berada di laboratorium, praktikum harus tenang, tertib, sopan, dan bertanggungjawab. Tas, jaket, buku, dan perlengkapan lainnya yang tidak diperlukan untuk praktikum ditiptkan di loker.
3. Praktikan dapat mengikuti praktikum apabila memenuhi syarat-syarat sebagai berikut:
 - a. **Membawa Kartu Praktikum**
 - b. **Membawa Kotak Komponen** yang telah dipinjamkan sebelumnya (Jaminan Kotak Komponen Rp 50.000,-)
 - c. **Membawa Laporan Praktikum** berupa:
 - i. **Laporan Pendahuluan modul hari-H**
 - ii. **Laporan Akhir modul sebelumnya, beserta lampiran data pengamatannya**
 - d. **Lulus Tes Pendahuluan (minimum 50% dari nilai total)**
 - e. Apabila tidak memenuhi syarat (a), praktikan wajib melaporkan ke co-PJ dan dikenakan **denda Rp 15.000,-**
 - f. Apabila tidak memenuhi syarat (b), praktikan wajib melaporkan ke co-PJ dan dikenakan **denda Rp 30.000,-**
 - g. Apabila tidak memenuhi syarat (c) dan (d) maka **praktikan tidak dapat mengikuti praktikum pada hari tersebut dan percobaan pada hari tersebut dinyatakan gagal**
4. Jika ada perlengkapan praktikum yang hilang, praktikan wajib melaporkan kepada co-PJ sebelum praktikum dimulai
5. Bagi praktikum yang berhalangan hadir, dapat memberikan **surat keterangan resmi** yang akan diserahkan kepada co-PJ atau Kepala Laboratorium
6. Praktikan harus **memperoleh data melalui praktikum yang dilakukan oleh kelompoknya sendiri**. Apabila ditemukan menggunakan data dari kelompok lain, praktikan akan dianggap gagal untuk modul tersebut
7. **Praktikan yang gagal diwajibkan untuk membayar denda susulan sebesar**
 - a. **Rp 50.000,- untuk pertemuan atau modul pertama**
 - b. **Rp 75.000,- untuk pertemuan atau modul kedua**
8. **Ketidakhadiran dengan alasan apapun, termasuk gagal, izin, sakit, dan alpha, hanya diizinkan maksimal dua kali. Apabila melebihi dua kali, praktikan yang bersangkutan tidak lulus praktikum.**
9. Selama praktikum, praktikan harus menjaga kebersihan, ketertiban, dan kenyamanan lingkungan laboratorium. Praktikan juga wajib menjaga keselamatan dirinya. Selama berada di laboratorium, praktikan **dilarang mengenakan sandal dan/atau baju kaos, merokok, makan, atau mengganggu kelompok lain.**
10. Selama praktikum, **praktikan dilarang meninggalkan ruangan laboratorium tanpa seizin Asisten Laboratorium.**
11. Praktikan harus mengembalikan meja praktikum kembali ke kondisi awal setelah praktikum selesai. Sisa-sisa kabel, komponen yang terbakar, kertas, dan benda-benda lain yang sudah tidak terpakai dapat dibuang pada tempat yang telah disediakan.
12. Setelah praktikum selesai, salinan data wajib diserahkan kepada Asisten Laboratorium pada hari itu juga

13. **Praktikan harus mengganti komponen-komponen yang hilang atau rusak.** Penggantian dapat diambil dari uang jaminan, namun praktikan juga dapat menambahkan atau mengganti alat atau komponen yang sama.
14. **Praktikan harus meminta tanda tangan Asisten Laboratorium pada Kartu Praktikum dan salinan lampiran data pengamatannya.**
15. **Praktikan dapat diberikan peringatan atau dikeluarkan apabila melanggar tata tertib ini**

Sistem Penilaian Praktikum terdiri dari:

- **Laporan Pendahuluan**
 - Sistematika Penulisan dan Bahasa
 - Teori Dasar
 - Tugas Pendahuluan
 - Simulasi
- **Penilaian Kerja**
 - Penggunaan Alat Ukur
 - Prosedur Praktikum
 - Perakitan Rangkaian
 - Pengambilan Data
 - Kerja Sama Tim
 - Kerapihan Meja Kerja
- **Laporan Akhir**
 - Sistematika Penulisan dan Bahasa
 - Data Pengamatan
 - Analisis
 - Kesimpulan
 - Tugas Akhir

dengan **Komponen Penilaian:**

- **Praktikum** **50%**
 - Tes Pendahuluan 30%
 - Lap. Pendahuluan 20%
 - Kerja 25%
 - Lap. Akhir 25%
- **Proyek Alat** **25%**
 - Presentasi 40%
 - Paper 30%
 - Alat 30%
- **UAS** **25%**
- **Total** **100%**

Depok, 20 Februari 2018
Ketua Laboratorium Elektronika

Sastra Kusuma Wijaya, Ph.D



MODUL 1

MENGUJI KOMPONEN DAN MENGGUNAKAN ALAT UKUR

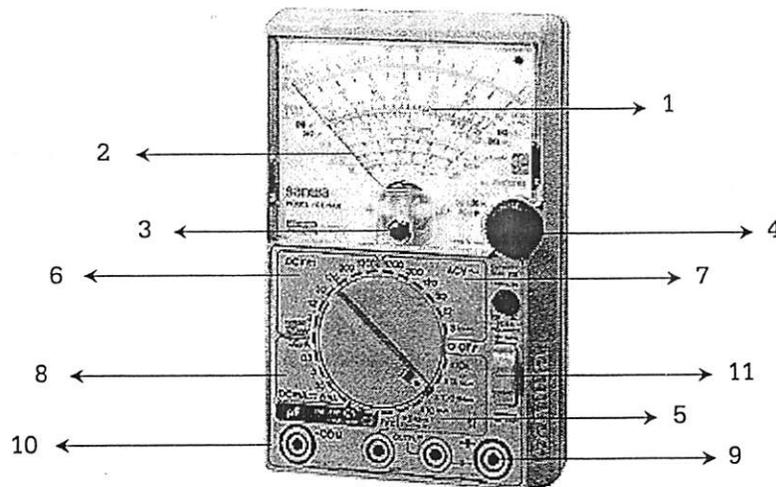
A. TUJUAN

1. Mahasiswa dapat menggunakan alat ukur Multimeter dan Osiloskop dengan baik
2. Mahasiswa dapat menguji/mengetes kondisi suatu komponen elektronika

B. TEORI DASAR

Multimeter adalah alat ukur elektronika yang dipakai untuk menguji atau mengukur suatu komponen, mengetahui kedudukan kaki-kaki komponen, dan besar nilai komponen yang diukur. Multimeter memiliki bagian-bagian penting, diantaranya adalah :

1. Papan skala
2. Jarum penunjuk skala
3. Pengatur jarum skala
4. Tombol pengatur nol Ohm
5. Batas ukur ohm meter
6. Batas ukur DC Volt (DCV)
7. Batas ukur AC Volt (ACV)
8. Batas ukur Ampere meter DC (DCmA)
9. Lubang positif (+)
10. Lubang negatif (-)
11. Saklar pemilih



Gambar 1.1 Multimeter

Menggunakan Multimeter

Ketrampilan dan kesesuaian penggunaan alat ukur akan menentukan keberhasilan dan ketepatan pengukuran.

Berikut ini beberapa ketentuan untuk menggunakan multimeter

1. Voltmeter

- a. Penggunaannya di pasang **paralel** dengan komponen yang akan diukur tegangannya.
- b. Perhatikan jenis tegangannya, AC atau DC !
- c. Bila tidak diketahui daerah tegangan yang akan diukur, gunakan batas ukuran yang **terbesar** dan gunakan volt meter yang memiliki impedansi input tinggi.



2. Amperemeter

1. Penggunaannya dipasang secara seri pada jalur yang akan diukur arusnya.
2. Bila tidak diketahui daerah kerja arus yang akan mengalir, gunakan daerah pengukuran yang terbesar dari ampere meter yang digunakan.

3. Ohmmeter

Untuk mengukur nilai hambatan, nolkan dahulu titik awal pengukuran dengan cara menghubungkan probe kutub + dan -, lalu atur jarum penunjuk agar tepat di titik nol.

4. Menguji Transistor

Pada transistor biasanya letak kaki kolektor berada di pinggir dan diberi tanda titik atau lingkaran kecil. Sedangkan kaki basis biasanya terletak diantara kolektor dan emitor.

a. Transistor PNP

- ❖ Saklar pemilih pada multimeter harus menunjuk pada *ohm meter*
- ❖ Praktikan harus memastikan kaki kolektor, basis, dan emitornya
- ❖ Tempelkan probe (pencolok) positif (berwarna merah) pada basis dan probe negatif (berwarna hitam) pada emitor. Jika jarum bergerak, pindahkan probe negatif pada kolektor. Jika pada kedua pengukuran di atas jarum bergerak, maka transistor dalam keadaan baik. Sedangkan bila pada salah satu pengukuran jarum tidak bergerak, maka transistor dalam keadaan rusak.

b. Transistor NPN

- ❖ Tempelkan probe negatif pada basis dan probe positif pada kolektor. Jika jarum bergerak, pindahkan probe positif pada emitor. Jika pada kedua pengukuran di atas jarum bergerak, maka transistor dalam keadaan baik. Sedangkan bila pada salah satu (kedua) pengukuran jarum tidak bergerak, maka transistor dalam keadaan rusak.

5. Menguji Resistor

Resistor atau tahanan dapat putus akibat pemakaian ataupun umur. Bila resistor putus maka rangkaian elektronika yang kita buat tidak akan bisa bekerja atau mengalami cacat.

- ❖ Putar saklar pemilih pada posisi ohm meter.
- ❖ Tempelkan masing-masing probe pada ujung-ujung resistor. Tangan praktikan jangan sampai menyentuh kedua ujung kawat resistor (salah satu ujung resistor boleh tersentuh asal tidak keduanya)
- ❖ Jika jarum bergerak maka resistor baik, jika jarum penunjuk tidak bergerak berarti resistor putus.

6. Menguji Kondensator Elco

Sebelum dipasang pada rangkaian kapasitor harus diuji dahulu keadaannya atau ketika membeli ditoko anda harus memastikan bahwa elco tersebut dalam keadaan baik. Cara mengujinya adalah sebagai berikut :

- ❖ Putar saklar pemilih pada posisi ohm meter
- ❖ Perhatikan tanda negatif atau positif yang ada pada badan elco dan lurus pada salah satu kaki.
- ❖ Tempelkan probe negatif pada kaki positif (+) dan probe positif pada kaki negatif (-). Perhatikan gerakan jarum penunjuk.
- ❖ Jika jarum bergerak ke kanan kemudian kembali ke kiri berarti kondensator elco baik.
- ❖ Jika jarum bergerak ke kanan kemudian kembali ke kiri namun tidak penuh berarti kondensator elco agak rusak.
- ❖ Jika jarum bergerak ke kanan kemudian tidak kembali ke kiri (berhenti) berarti kondensator bocor.
- ❖ Jika jarum tak bergerak sama sekali berarti kondensator elco putus.

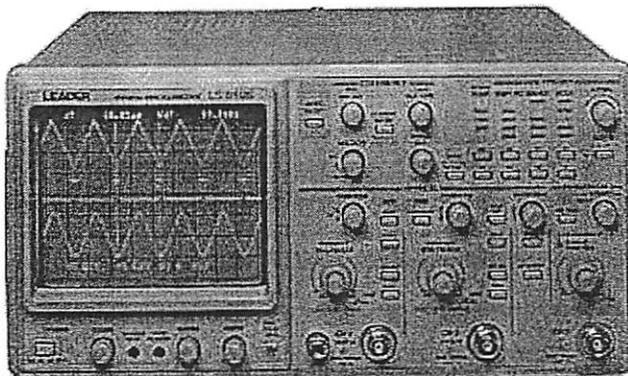


7. Menguji Dioda

- ❖ Putar saklar pemilih pada posisi ohm meter
- ❖ Tempelkan *probe* positif pada kutub katoda dan tempelkan *probe* negatif pada kutub anoda. Perhatikan jarum penunjuk, jika bergerak berarti dioda baik sedangkan jika diam berarti putus.
- ❖ Selanjutnya dibalik, tempelkan *probe* negatif pada kutub katoda dan tempelkan *probe* positif pada kutub anoda. Perhatikan jarum penunjuk, jika jarum diam berarti dioda baik sedangkan jika bergerak berarti dioda rusak.

Menggunakan Osiloskop

Osiloskop dapat mengukur tegangan AC dan DC serta memperlihatkan bentuk gelombangnya. Sebelum menggunakan osiloskop adalah penting untuk mengkalibrasi osiloskop.



Cara mengkalibrasi osiloskop adalah sebagai berikut :

- ❖ Hidupkan osiloskop.
- ❖ Atur fokus dan tingkat kecerahan gambar pada osiloskop.
- ❖ Pasang kabel pengukur pada osiloskop (bisa pada chanel X atau Y).
- ❖ Atur COUPLING pada posisi AC
- ❖ Tempelkan kabel pengukur negatif/ground (berwarna hitam) pada ground yang terdapat di osiloskop.
- ❖ Tempelkan kabel pengukur positif (biasanya berwarna merah) pada tempat untuk mengkalibrasi yang ada pada osiloskop.
- ❖ Putar saklar pemilih Variable VOLT/DIV pada 0,5 V
- ❖ Putar saklar pemilih Variabel SWEEP TIME/DIV pada 0,5 ms
- ❖ Aturlah agar gelombang kotak yang muncul dimonitor sama dengan garis-garis kotak yang ada pada layar monitor osiloskop dengan mengerak-gerakan tombol merah atau kuning yang ada pada saklar pemilih Variabel VOLT/DIV dan SWEEP TIME/DIV sehingga gelombang kotak yang ada sebesar 0,5 V_{p-p}.

Menggunakan Sinyal Generator

Sinyal generator dapat menghasilkan sinyal yang berupa tegangan DC ataupun tegangan AC yang frekuensi dan amplitudonya dapat kita atur.

Bagian yang menghasilkan tegangan DC dinamakan DC POWER. Keluarannya terdiri dari +5 V, -5 V, 0 ~ +15 V dan 0 ~ -15 V.

Pada bagian yang menghasilkan sinyal AC dinamakan FUNCTION GENERATOR. Pada bagian ini tombol *frequency* berguna untuk mengatur frekuensi sinyal keluaran. Sedangkan tombol *amplitude* berguna untuk mengatur amplitudo sinyal keluaran. Sinyal keluaran dapat diatur apakah sinyal kotak, segi tiga atau sinyal yang berbentuk sinusoidal melalui tombol *function*.

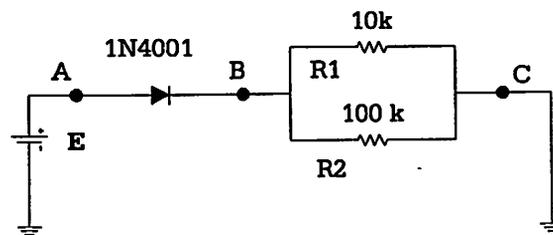


C. PERALATAN

1. Multimeter
2. Osiloskop
3. Signal Generator
4. Protoboard
5. Transistor
6. Kapasitor Elektrolit
7. Resistor
8. Dioda
9. Kawat Penghubung

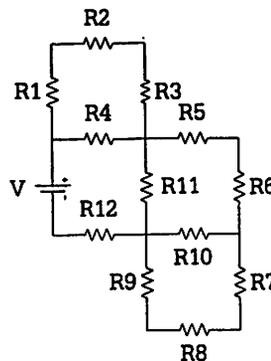
D. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Mengukur arus dan tegangan pada rangkaian.
 - a. Susun rangkaian pada Gambar 1.2 di bawah ini.



Gambar 1.2

- b. Sebelumnya ujilah dahulu komponen yang digunakan dan catat nilai dari hasil pengukuran tersebut.
 - c. Berilah tegangan batere E (DC) sebesar 4 V, 6 V, 10 V dan 12 V
 - d. Ukurlah V_A , V_B , V_C , V_{AB} , V_{BC} , I_{AB} , I_{BC-R1} dan I_{BC-R2} dengan menggunakan multimeter.
 - e. Ganti sumber tegangan dengan sumber gelombang (generator fungsi), bentuk gelombang sinus dengan tegangan $6 V_{PP}$ dan $12 V_{PP}$.
 - f. Ukurlah V_A , V_B , V_C , V_{AB} dan V_{BC} dengan menggunakan osiloskop dan gambarkan hasilnya.
2. Percobaan Thevenin
 - a. Susun rangkaian pada Gambar 1.3.



Gambar 1.3.

- b. Sebelumnya ujilah dahulu komponen yang digunakan.
 - c. Berilah tegangan batere E (DC) sebesar 4 V, 6 V, 10 V dan 12 V
 - d. Ukurlah V_{R1} sampai dengan V_{R11} dengan menggunakan multimeter.
 - e. Ukurlah arus yang mengalir melalui R2, R4, R6, R8, R10, R11 dan R12 dengan menggunakan multimeter



E. TUGAS PENDAHULUAN

1. Perhatikan Gambar 1.2. Dengan menggunakan analisis teori rangkaian, lengkapi tabel berikut ini ! Sertakan pula penurunannya!

E_{batere}	V_A	V_B	V_C	V_{AB}	V_{BC}	V_{AC}	I_A	I_{R1}	I_{R2}
4 VDC									
6 VDC									
10 VDC									
12 VDC									
6 Vpp AC									
12 Vpp AC									

2. Perhatikan Gambar 1.3. Dengan menggunakan analisis teori rangkaian, lengkapi tabel berikut ini ! Sertakan pula penurunannya!

E_{batere}	Tegangan											
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
4 VDC												
6 VDC												
10 VDC												
12 VDC												
E_{batere}	Arus											
	R2	R4	R6	R8	R10	R11	R12					
4 VDC												
6 VDC												
10 VDC												
12 VDC												

F. FORMAT DATA PENGAMATAN

Percobaan I

E_{batere}	V_A	V_B	V_C	V_{AB}	V_{BC}	V_{AC}	I_A	I_{R1}	I_{R2}
4 VDC									
6 VDC									
10 VDC									
12 VDC									
6 Vpp AC									
12 Vpp AC									

Percobaan II

E_{batere}	Tegangan											
	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12
4 VDC												
6 VDC												
10 VDC												
12 VDC												
E_{batere}	Arus											
	R2	R4	R6	R8	R10	R11	R12					
4 VDC												
6 VDC												
10 VDC												
12 VDC												

G. TUGAS AKHIR

1. Bandingkan hasil yang diperoleh dari eksperimen dengan yang telah diperoleh sebelumnya di tugas pendahuluan?
2. Apa kesimpulan yang bisa diperoleh dari Soal No. 1?
3. Tentukan toleransi dari komponen yang digunakan
4. Bagaimana cara kerja voltmeter AC dan DC
5. Apa yang dimaksud dengan kalibrasi ohm meter (me-nol-kan jarum petunjuk)



MODUL 2

KARAKTERISTIK DIODA SERTA APLIKASI DIODA DAN DIODA ZENER

A. TUJUAN

Mempelajari dan mengetahui karakteristik dasar dioda

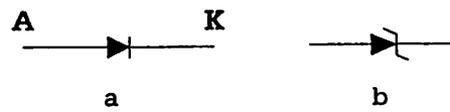
B. TEORI DASAR

Dalam bidang elektronika seringkali diperlukan suatu komponen yang mengalirkan arus jika diberi beda potensial pada satu arah (*Forward Bias*) dan sebaliknya tidak mengalirkan arus jika diberi beda potensial pada arah yang berlawanan (*Reverse Bias*). Komponen yang memiliki karakteristik tersebut adalah **DIODA**.

Untuk tegangan yang tidak terlalu tinggi orang banyak menggunakan dioda yang terbuat dari bahan semikonduktor (dalam hal ini germanium dan silikon). Sedangkan untuk tegangan tinggi digunakan dioda vakum. Dalam percobaan ini kita menyelidiki sifat-sifat dari penggunaan dioda dari bahan semikonduktor saja.

Dioda merupakan komponen elektronika yang terbuat dari 2 lapisan semikonduktor yang berbeda jenis dopingnya (lapisan N dan lapisan P). Simbol dari dioda seperti yang terlihat pada gambar 2.1.

Dioda akan mengalirkan arus bila diberi beda potensial dimana kaki anoda lebih positif dari katoda dan tidak akan mengalirkan arus jika sebaliknya yaitu kaki anoda lebih negatif dari katoda.



Gambar 2.1 a. Dioda b. Dioda Zener

Dioda Zener

Variasi khusus dari dioda semikonduktor adalah Dioda zener. Dioda zener adalah dioda khusus yang dirancang untuk bekerja pada daerah breakdown.

Dioda ini paling utama bermain sebagai komponen rangkaian regulator tegangan yang menjaga agar tegangan beban konstan. Secara ideal zener berlaku seolah-olah baterai sempurna. Sedang pada aproksimasi selanjutnya, ia memiliki hambatan bulk yang menghasilkan tambahan kecil tegangan.

Dioda zener dapat diaplikasikan untuk rangkaian regulator, protektor, peak clipper, dst.

C. ALAT

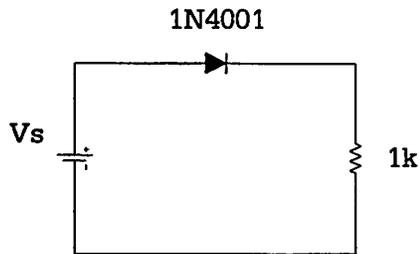
1. Dioda 1N4001
2. Zener 2V7, 4V7, 6V2
3. Resistor 47 Ω
 1K Ω
4. Potensiometer 1K Ω
5. Osiloskop
6. Multimeter
7. Catu daya
8. Protoboard



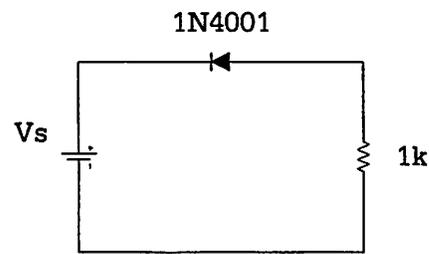
D. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Mempelajari Karakteristik statik dioda pada Bias Forward

- Susun rangkaian seperti pada Gambar 2.2
- Pasang dioda pada V_s berkisar antara 0 volt sampai 1 volt dengan interval 0,1 volt, dan antara 1 volt sampai 5 volt dengan interval 1 volt.
- Ukurlah arus yang mengalir melalui dioda



Gambar 2.2. Forward



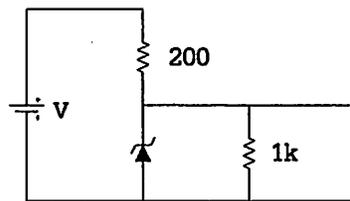
Gambar 2.3. Reverse

2. Mempelajari Karakteristik Static Dioda Pada Bias Reverse

- Susunlah rangkaian seperti pada Gambar 2.3.
- Pasang dioda pada V_s berkisar antara 0 volt sampai 1 volt dengan interval 0,1 volt, dan antara 1 volt sampai 5 volt dengan interval 1 volt.
- Ukurlah arus yang mengalir melalui dioda.

3. Rangkaian regulator zener

- Buat rangkaian seperti pada gambar 3.5, dengan dioda zener 2V7.
- Naikkan tegangan input V dari 0 – 12 volt dengan interval 1 V, catat tegangan pada R beban dan arus yang mengalir melalui zener.
- Ganti dioda zener dengan tipe 4V7 kemudian ulangi percobaan.
- Ganti dioda zener dengan tipe 6V2 kemudian ulangi percobaan.



Gambar 2.4.
Rangkaian Regulator Zener

E. TUGAS PENDAHULUAN

- Perhatikan Gambar 2.2. dan Gambar 2.3 Dengan menggunakan analisis rangkaian, lengkapi tabel berikut ini ! Sertakan pula penurunannya!

V_s (DC)	I (Diode forward)	I (Diode reverse)
0 - 1 (int 0,1)		
1 - 5 (int 1)		



- Secara teori jelaskan cara kerja rangkaian dioda pada gambar 2.4. Kemudian lengkapi table di bawah ini!

V	2V7		4V7		6V2	
	V_R	I	V_R	I	V_R	I
0 - 12 V Interval 1 volt						

- Sebutkan kegunaan dioda pada rangkaian elektronika

F. FORMAT DATA PENGAMATAN

- Percobaan I dan II

V_s (DC)	I (Diode forward)	I (Diode reverse)
0 - 1 (int 0,1) 1 - 5 (int 1)		

- Percobaan III

V	2V7		4V7		6V2	
	V_R	I	V_R	I	V_R	I
0 - 12 V Interval 1 volt						

G. TUGAS AKHIR

- Buatlah table dan grafik dari percobaan yang anda lakukan!
- Bandingkan hasil yang diperoleh dari eksperimen dengan yang telah diperoleh sebelumnya di tugas pendahuluan (referensi)?
- Apa kesimpulan yang bisa diperoleh dari Soal No. 1?
- Tentukan jenis dioda dengan melihat "knee voltage" nya.



APLIKASI DIODA

A. TUJUAN

1. Memahami ide dari aplikasi rangkaian dioda berdasarkan prinsip kerja dioda secara teoritikal.
2. Mengembangkan ide praktikan dalam berfikir aplikasi.
3. Membuktikan teori dengan eksperimen.

B. TEORI DASAR

1. Half-Wave Rectifier

Half-Wave Rectifier adalah rangkaian seri dioda dengan hambatan beban. Tegangan beban adalah gelombang sinusoidal half-wave yang telah direktifikasi (disearahkan) dimana nilai peaknya secara aproksimasi sama dengan peak dari tegangan input (jika menggunakan transformator maka tegangan yang diperhatikan adalah tegangan sekunder). Nilai rata-rata tegangan beban disebut juga nilai DC adalah sebesar 31,8 % dari tegangan puncak beban.

$$V_{dc} = 0,318 V_p$$

Frekuensi ripple yang terjadi pada HWR atau Bridge Rectifier ini adalah sebesar dua kali frekuensi line.

$$f_{out} = 2 f_{in}$$

2. Full-Wave Rectifier

Full-Wave Rectifier berisi transformer centertaped dengan dua dioda dan sebuah hambatan beban. Tegangan beban berupa gelombang sinus half-wave yang telah disearahkan dengan nilai peaknya secara aproksimasi sama dengan setengah puncak dari tegangan sekunder.

$$V_{dc} = 0,636 V_p$$

3. Bridge Rectifier

Bridge Rectifier berisi empat dioda. Tegangan bebannya berupa gelombang sinus full-wave yang telah diarahkan dengan nilai peaknya secara aproksimasi sama dengan nilai tegangan sekundernya. Nilai DC atau rata-rata tegangan pada beban adalah sebesar 63,6 % tegangan peak beban.

4. Voltage Multiplier

Voltage multiplier adalah dua atau lebih penyearah yang menghasilkan sebuah tegangan DC yang sama dengan perkalian tegangan peak input (2V_p, 3V_p, 4V_p, dst). Power supply ini digunakan untuk peralatan bertegangan tinggi/berarus rendah seperti cathode-ray tube (tabung gambar pada pesawat TV, osiloskop dan display komputer).

C. ALAT

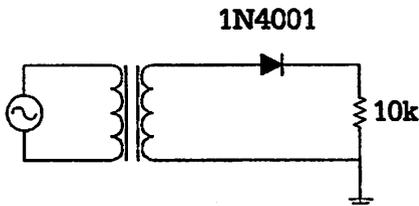
- | | |
|---------------|-------------------|
| 1. Resistor | 200 Ω, 1kΩ, 10 kΩ |
| 2. Dioda | 1N4001 |
| 3. Kapasitor | 10 μF, 100 μF |
| 4. Osiloskop | |
| 5. Multimeter | |
| 6. Catu daya | |
| 7. Protoboard | |



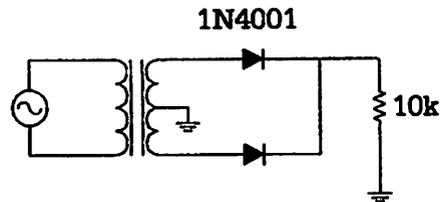
D. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Half wave dan Full wave Rectifier

- a. Buat rangkaian HWR dan FWR dengan teliti dan benar (gambar 3.1 dan 3.2)
- b. Set input sekunder trafo sebesar 2 Vpp.
- c. Gambarkan bentuk gelombang input sekunder trafo tersebut
- d. Ukur dan gambarkan bentuk gelombang pada Rbeban pada masing-masing rangkaian HWR dan FWR
- e. Set input sekunder trafo sebesar 4 Vpp, kemudian ulangi percobaan.



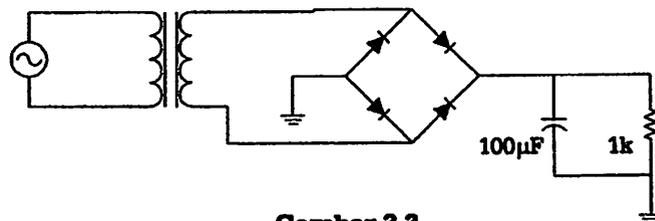
**Gambar 3.1.
Half Wave Rectifier**



**Gambar 3.2.
Full Wave Rectifier**

2. Rangkaian Bridge Rectifier

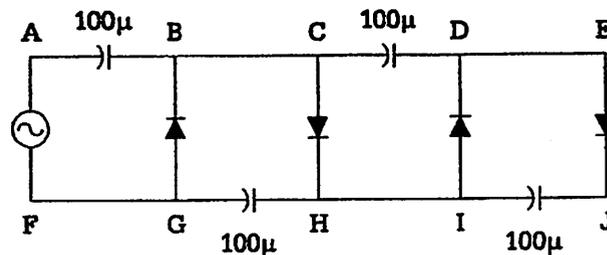
- a. Susun rangkaian seperti pada gambar 3.3.
- b. Set bagian trafo sekunder trafo sebesar 2 Vpp dan gambar bentuk gelombangnya
- c. Ukur tegangan pada R beban dan gambarkan bentuk gelombangnya untuk rangkaian tanpa dan dengan kapasitor filter.
- d. Set input sekunder trafo sebesar 4 Vpp, kemudian ulangi percobaan.



**Gambar 3.3
Rangkaian Bridge Rectifier**

4. Rangkaian multiplier voltage quadrupler

- a. Buat rangkaian seperti pada gambar 3.4 dan set tegangan input AC 2 volt
- b. Ukur dan catat tegangan pada titik FH (sebagai voltage doubler), AD (sebagai voltage tripler) dan FJ (rangkaiannya voltage quadrupler)
- c. Set tegangan input AC 2 volt, kemudian ulangi percobaan.

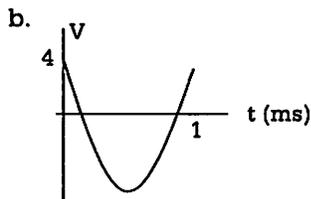
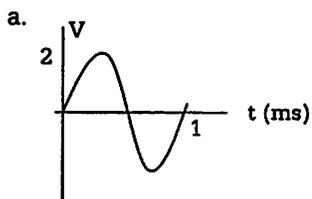


**Gambar 3.4.
Rangkaian Voltage Quadrupler**



E. TUGAS PENDAHULUAN

1. Turunkan persamaan yang menghubungkan antara input dan output dari rangkaian pada gambar 3.1, 3.2, 3.3, dan 3.4!
2. Bila sinyal input pada gambar di bawah ini diberikan pada sinyal input gambar 3.1, 3.2, 3.3 dan 3.4, maka sinyal output dari rangkaian tersebut adalah



F. FORMAT DATA PENGAMATAN

1. Percobaan I. Half wave dan Full wave Rectifier

Output Trafo	Output HWR	Output FWR	Output BR
2 V _{pp}			
4 V _{pp}			

2. Percobaan III. Rangkaian Bridge Rectifier
Lihat tabel di atas
3. Percobaan IV. Rangkaian multiplier voltage quadrupler

Input SG	V FH	V AD	V FJ
2 V _{pp}			
4 V _{pp}			

G. TUGAS AKHIR

1. Bandingkan hasil yang didapat pada eksperimen dengan perhitungan teori (referensi) yang telah anda kerjakan pada laporan pendahuluan! Analisis!
2. Apa kesimpulan yang anda peroleh?
3. Sebutkan dan jelaskan aplikasi dari masing-masing rangkaian dioda di atas!



MODUL 3

KARAKTERISTIK DAN RANGKAIAN-RANGKAIAN TRANSISTOR

A. TUJUAN

1. Menentukan nilai β , membuat garis beban, dan menentukan titik Q.
2. Menganalisis rangkaian AC dan DC

B. TEORI

Transistor merupakan suatu piranti semikonduktor yang memiliki sifat khusus. Secara ekuivalensi transistor dapat dibandingkan dengan dua dioda yang dihubungkan dengan suatu konfigurasi. Walaupun sifat-sifat transistor tersebut tidak sama dengan dioda tersebut. Transistor ada yang UNIPOLAR (misal : FET), ada yang BIPOLAR (PNP dan NPN). Pada dasarnya transistor bekerja berdasarkan prinsip pengendalian arus kolektor dengan menggunakan arus basis.

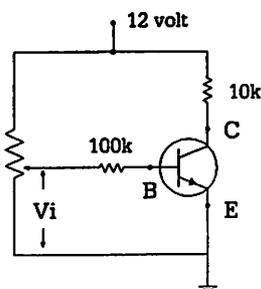
Dengan kata lain arus basis mengalami penguatan hingga menjadi sebesar arus kolektor. Penguatan ini bergantung dari faktor penguatan dari masing-masing transistor (α dan β). Konfigurasi dasar dari rangkaian. Transistor sebagai penguat adalah Common Base, Common Emitor dan Common Collector. Sifat dari transistor yang akan saturasi pada nilai tegangan tertentu antara basis dan emitor menjadikan transistor dapat berfungsi sebagai saklar elektronik. Nilai penguatan arus dari Transistor dapat dinaikkan dengan menggunakan konfigurasi Darlington.

C. KOMPONEN

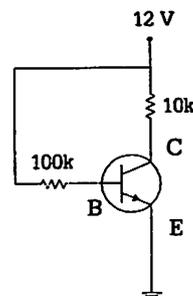
1. Transistor	BC 108	1
2. Resistor	3,6 k Ω	1
	3 k Ω	1
	2,2 k Ω	1
	1 k Ω	1
	600 Ω	1
	300 Ω	1
3. Potensiometer	10 k Ω	2
	1 k Ω	1
4. Kapasitor	0,1 μ F	2
	1 μ F	1

D. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Menentukan nilai β
 - a. Susun rangkaian seperti pada gambar 4.1.
 - b. Atur R var agar V_i bervariasi dari 0 – 12 volt dengan interval kenaikan sebesar 1 volt
 - c. Catatlah V_i , V_{BE} , dan V_{CE}



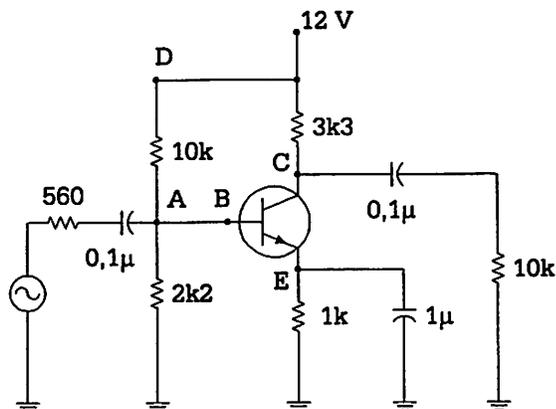
Gambar 4.1
Rangkaian Transistor Sederhana



Gambar 4.2.
Rangkaian Menentukan Titik Beban



2. Menentukan garis beban dan titik Q
 - a. Susun rangkaian seperti gambar 4.2
 - b. Ukur tegangan V_{CE}
3. Analisis rangkaian DC
 - a. Dari gambar 4.3, susunlah rangkaian ekuivalen DC
 - b. Ukulah tegangan V_A , V_{BE} , V_C dan V_E
4. Analisis rangkaian AC
 - a. Dari gambar 4.3, susunlah rangkaian ekuivalen AC
 - b. Berikan input SG sebesar 10 mV_{pp}
 - c. Dengan menggunakan osiloskop, ukur dan gambarkan bentuk tegangan V_A , V_{BE} , V_C dan V_E



Gambar 4.3.
Rangkaian Common Emitter

E. TUGAS PENDAHULUAN

1. Perhatikan gambar 4.1. Dengan mengacu β BC108 dari datasheet, lengkapilah tabel berikut ini! Sertakan pula penurunannya!

V_i	V_{BE}	I_B	I_C	V_C
0 – 12 V int 1 V				

2. Buat kurva hubungan antara I_C dan V_{CE} dari data pada soal No 1. Tentukan terlebih dahulu Titik Saturasi dan Cut off !
3. Perhatikan gambar 4.2. Tentukan Titik Q dari rangkaian tersebut! Plot dalam kurva pada soal No. 2!
4. Gambarkan rangkaian ekivalen DC dari rangkaian pada gambar 4.3
5. Perhatikan gambar 4.3. Dengan menggunakan analisis DC tentukan nilai V_A , V_{BE} , V_C dan V_E
6. Bila rangkaian pada gambar 4.3 diberikan sinyal input AC dengan tegangan 10 mV_{pp} , berapakah nilai dan fase tegangan V_A , V_{BE} , V_C dan V_E ?

F. FORMAT DATA PENGAMATAN

1. Percobaan I

V_i	V_{BE}	V_C
0 – 12 V int 1 V		



2. Percobaan II

V _{CC}	V _{CE}
12 Volt	

3. Percobaan III

V _{CC}	V _A	V _{BE}	V _C	V _E
12 volt				

4. Percobaan IV

SG	V _A	V _{BE}	V _C	V _E
10 Vpp				

G. TUGAS AKHIR

1. Percobaan I.
 - a. Secara eksperimen tentukan β dari transistor !
 - b. Berapakah titik saturasi dan cutoff dari rangkaian tersebut ?
 - c. Dari data yang didapat, buatlah kurva hubungan antara I_c dan V_{ce} !
2. Percobaan II
Dari data yang didapat tentukan titik Q rangkaian, plotlah pada kurva hubungan I_c dan V_{ce} !
3. Percobaan III
Dari data yang didapat, berapakah daerah kerja transistor?
4. Percobaan IV
Dari data yang didapat berapakah penguatan transistor?
5. Bandingkan hasil yang didapat pada eksperimen dengan perhitungan teori yang telah anda kerjakan pada laporan pendahuluan! Analisis!
6. Apa kesimpulan yang anda peroleh?



RANGKAIAN-RANGKAIAN TRANSISTOR

A. TUJUAN

1. Mengetahui cara kerja rangkaian darlington
2. Mengetahui cara kerja differensial amplifier
3. Rangkaian regulator

B. TEORI

Darlington

Pada gambar 5.1 ditunjukkan suatu rangkaian penguat Darlington. Penguat Darlington ini didesain agar menghasilkan harga β yang jauh lebih besar. Kolektor kedua transistor dihubungkan, emiter pada transistor pertama mendrive basis transistor kedua. Karena itu β keseluruhan dari penguat Darlington dirumuskan:

$$\beta = \beta_1 \cdot \beta_2$$

Keuntungan dari penguatn Darlington adalah memiliki Zin (impedansi input) yang tinggi

Diferensial Amplifier

Rangkaian dasar penguat diferensial tampak seperti pada gambar 5.2, yang terdiri atas dua transistor utama dengan 2 input dan 2 output. Rangkaian tersebut simetris, transistor Q1 dan Q2 mempunyai karakteristik yang sama. Tahanan beban di kolektor juga sama. Besarnya tegangan output secara umum dapat dinyatakan dengan persamaan:

$$V_{out} = A (V_1 - V_2)$$

Dengan A adalah penguatan masing-masing transistor yang besarnya sama. Tegangan keluarannya akan nol jika kedua tegangan input memiliki besar yang sama.

Regulator

Cara yang sederhana untuk menyempurnakan pengaturan tegangan adalah dengan regulator zener, seperti pada gambar 5.3. Kelebihan rangkaian tersebut dibandingkan dengan tanpa rangkaian common emiter adalah arus yang dihasilkan lebih besar.

Tegangan beban akan tetap sama dengan tegangan zener (dikurangi dengan tegangan yang jatuh pada transistor V_{BE}), kecilnya arus pada dioda zener dapat diatasi oleh penguatan arus transistor (β).

Oleh karena itu regulator tersebut dapat digunakan untuk menggerakkan beban yang membutuhkan arus besar.

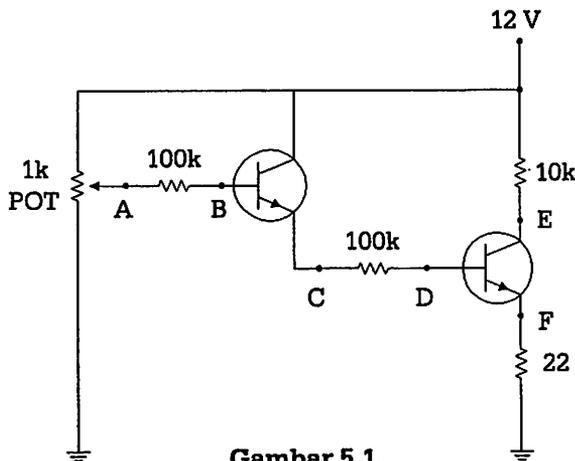
C. KOMPONEN

1. Transistor
2. Resistor
3. Potensiometer
4. Kapasitor
5. Dioda zener

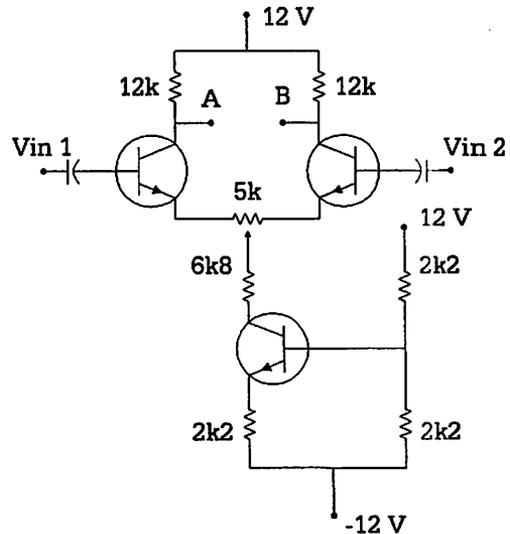
D. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Rangkaian Darlington

- a. Susun rangkaian seperti pada gambar 5.1.
- b. Atur potensio hingga V_A 0 volt, Catat nilai V_B , V_C , V_D , V_E dan V_F
- c. Naikkan nilai V_A dengan interval 0,5 volt hingga 5 volt, dan catat setiap perubahan nilai V_B , V_C , V_D , V_E dan V_F



Gambar 5.1.
Rangkaian Darlington



Gambar 5.2
Rangkaian Diferensial Amplifier

2. Differential Amplifier

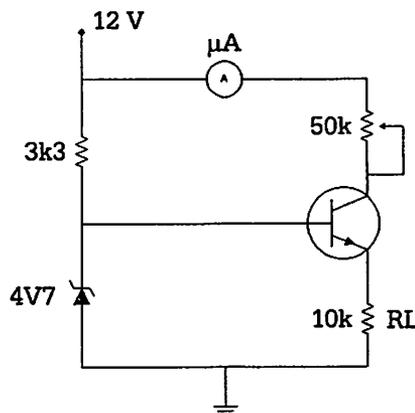
- a. Susun rangkaian seperti gambar 5.2
- b. Ukur dan catat nilai V_A dan V_B (sebelum mendapatkan perlakuan)
- c. Atur potensio 5K sehingga nilai $V_A = V_B$
- d. Berikan sinyal sinus :

❖ $V_{in 1} = 40 \text{ mVpp}$	$V_{in 2} = 40 \text{ mVpp}$
❖ $V_{in 1} = 40 \text{ mVpp}$	$V_{in 2} = \text{ground}$
❖ $V_{in 1} = \text{ground}$	$V_{in 2} = 40 \text{ mVpp}$
❖ $V_{in 1} = 40 \text{ mVpp}$	$V_{in 2} = 20 \text{ mVpp}$
❖ $V_{in 1} = 20 \text{ mVpp}$	$V_{in 2} = 40 \text{ mVpp}$

Perhatikan bentuk gelombang output untuk koneksi A terhadap 0, B terhadap 0, dan A terhadap B (A kaki + dan B kaki -)

3. Regulator

- a. Dari gambar 5.3, susunlah rangkaian tersebut
- b. Putar potensio RV sehingga I_{out} mulai jatuh (drop), (pada I_{max} , sebelum mulai turun) pada saat inilah R sama dengan R_{maks} . Catat nilai R_v .



Gambar 5.3
Rangkaian Regulator



E. TUGAS PENDAHULUAN

- Perhatikan gambar 5.1. Dengan menggunakan teori rangkaian penguat Darlington (harga β untuk BC 108 dapat dilihat di datasheet), turunkan persamaan yang menghubungkan antara input dan output! Kemudian lengkapi table di bawah ini!

V_A	V_B	V_C	V_D	V_E	V_F
0 – 5 volt int 0,5 volt					

- Perhatikan gambar 5.2. Dengan menggunakan teori rangkaian persamaan diferensial, turunkan persamaan yang menghubungkan antara input dan output! Kemudian lengkapi table berikut ini!

Vin 1	Vin 2	V_A	V_B	V_{AB}
40 mVpp	40 mVpp			
40 mVpp	ground			
ground	40 mVpp			
40 mVpp	20 mVpp			
20 mVpp	40 mVpp			

- Perhatikan gambar 5.2. Dengan menggunakan teori regultor zener, tentukan besar tegangan pada beban!

F. FORMAT DATA PENGAMATAN

- Percobaan I

V_A	V_B	V_C	V_D	V_E	V_F
0 – 5 volt int 0,5 volt					

- Percobaan II

Vin 1	Vin 2	V_A	V_B	V_{AB}
40 mVpp	40 mVpp			
40 mVpp	ground			
ground	40 mVpp			
40 mVpp	20 mVpp			
20 mVpp	40 mVpp			

- Percobaan III
Tegangan pada RL = ?

G. TUGAS AKHIR

- Bandingkan hasil yang didapat pada eksperimen dengan perhitungan teori yang telah anda kerjakan pada laporan pendahuluan! Analisis
- Apa kesimpulan yang anda peroleh?



MODUL 4 APLIKASI TRANSISTOR

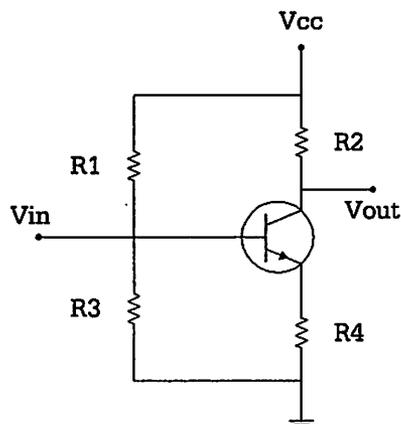
A. TUJUAN

1. Mempelajari aplikasi transistor
2. Mampu menerapkan rangkaian dasar transistor

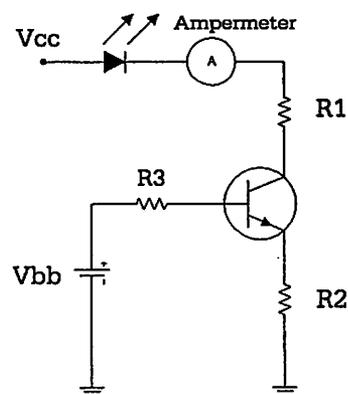
B. TEORI

1. Transistor sebagai Penguat

Transistor sering dipergunakan sebagai penguat yang paling dasar. R1 dan R3 digunakan untuk memberikan tegangan pada basis transistor dan menentukan titik tengah dari operasi transistor. Nilai R4 digunakan untuk mengatur daerah arus bagi transistor dan R2 berpengaruh pada penguatan dari penguatan transistor.



Gambar 6.1.
Rangkaian Dasar Penguat Transistor



Gambar 6.2
Rangkaian Penguat Arus

Jenis penguat dibedakan berdasarkan kelas A, B dan C dan berdasarkan perbedaan input yang akan digunakan penguat diferensial.

2. Transistor sebagai Sumber Arus

Transistor dapat digunakan sebagai sumber arus. Pada gambar 6.2 terdapat rangkaian transistor sebagai sumber arus. Kita dapat mengukur arus I_c pada amperemeter yang dipasang seri pada LED.

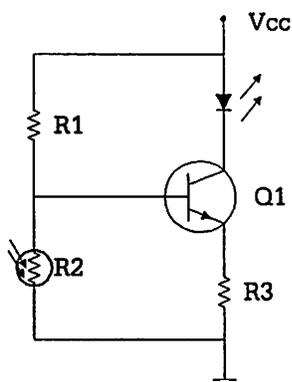
3. Transistor sebagai Saklar

Pada bagian ini transistor digunakan sebagai saklar. R3 dapat berupa LDR atau sensor lain yang nilai hambatannya berubah sesuai dengan besaran tertentu. Jika R3 nilainya berkurang hingga menyebabkan Q1 tidak aktif maka beban tidak mendapatkan tegangan yang cukup. Jika R4 bertambah sehingga basis Q1 mendapatkan tegangan yang cukup untuk menyebabkan Q1 saturasi maka beban akan mendapatkan arus sehingga saklar ON.

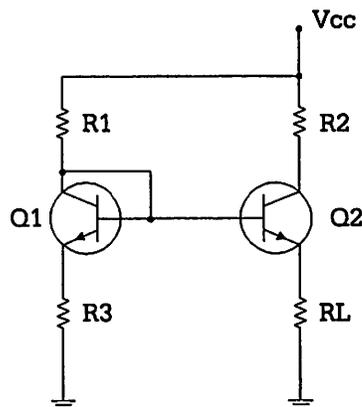


4. Cermin Arus

Aplikasi lain dari transistor adalah cermin arus, dimana kita dapat memiliki dua sumber arus yang sama. Arus pada R1, Q1 dan R2 dapat dijadikan sebagai arus referensi bagi beban RL dengan nilai yang sama dan tidak dipengaruhi oleh beban. Dengan kata lain kita memiliki metode lain guna mendapatkan sumber arus yang tidak dipengaruhi hambatan beban.



Gambar 6.3.
Transistor Sebagai Saklar



Gambar 6.4.
Cermin Arus

C. KOMPONEN

1. Transistor
2. Resistor
3. LDR
4. LED
5. Protoboard
6. Catidaya
7. Multimeter
8. Osiloskop

D. PROSEDUR PERCOBAAN

1. Transistor sebagai Penguat

- a. Susunlah rangkaian seperti pada gambar 6.1, dengan komponen seperti yang telah dikerjakan pada Lapaoran Pendahuluan
- b. Berikan V_{in} sebesar 10 mVpp, catat V_{in} dan V_{out} , serta fase masing-masing tegangan!
- c. Naikan V_{in} sampai 100 mVpp dengan interval kenaikan 20 mVpp. Catat V_{in} dan V_{out} serta fase masing-masing tegangan!

2. Transistor sebagai Penguat Arus

- a. Susunlah rangkaian seperti pada gambar 6.2, dengan komponen seperti yang telah dikerjakan pada Lapaoran Pendahuluan
- b. Berikan V_{bb} sebesar 0 volt, naikan sebesar 1 volt sampai 12 volt, catat arus yang mengalir pada masing-masing tegangan V_{bb}

3. Transistor sebagai Saklar

- a. Susunlah rangkaian seperti pada gambar 6.3, dengan komponen seperti yang telah dikerjakan pada Lapaoran Pendahuluan
- b. Halangi cahaya yang jatuh pada LDR, kemudian ukur I_C dan V_{CE} !
- c. Buka penghalang cahaya pada LDR, kemudian ukur I_C dan V_{CE} !



4. Cermin Arus

- a. Susunlah rangkaian seperti pada gambar 6.4, dengan komponen seperti yang telah dikerjakan pada Laporan Pendahuluan
- b. Ukur arus yang mengalir melalui R1, R2, R3 dan RL

E. TUGAS PENDAHULUAN

1. Perhatikan gambar 6.1. Dengan mengatur nilai R1 – R4. Desainlah rangkaian penguat dimana $V_{out} = 100 V_{in}$. Kemudian tentukan tegangan dan arus pada rangkaian tersebut!
2. Perhatikan gambar 6.2. Dengan mengatur R1, R2, R3, Vcc, Vbb. Desainlah rangkaian penguat arus. Kemudian tentukan tegangan dan arus pada rangkaian tersebut!
3. Perhatikan gambar 6.3. Desainlah suatu rangkain sensor cahaya : Ada cahaya led mati, tidak ada cahaya led menyala, dengan mengatur besar R1, R2 dan R3. Jelaskan cara kerja rangkaian! Kemudian tentukan tegangan dan arus pada rangkaian tersebut!
4. Perhatikan gambar 6.4. Dengan mengatur R1, R2, R3, RL, Vcc. Desainlah rangkaian cermin arus. Kemudian tentukan tegangan dan arus pada rangkaian tersebut!

F. FORMAT DATA PENGAMATAN

1. Percobaan I

V in	Vout
10 – 100 mVpp interval 20 mVpp	

2. Percobaan II

Vbb	I
0 – 12 volt interval 1 volt	

3. Percobaan III

LDR Tertutup

I _c	V _{CE}

LDR Terbuka

I _c	V _{CE}

4. Percobaan IV

IR1	IR2	IR3	IRL

G. TUGAS AKHIR

1. Bandingkan hasil yang didapat pada eksperimen dengan perhitungan teori yang telah anda kerjakan pada laporan pendahuluan! Analisis!
2. Apa kesimpulan yang anda peroleh?

MODUL 5

KARAKTERISTIK OP-AMP

TUJUAN

1. Mencari arus bias input
2. Mengukur dan meng-nol-kan tegangan offset input
3. Mengukur CMRR
4. Mengamati efek pemberian daya pada bandwidth

PENDAHULUAN

Pada kenyataannya dipasaran sulit sekali didapatkan op-amp yang ideal. Untuk rangkaian instrumentasi yang membutuhkan penguatan yang stabil dan mendekati nilai pada teori harus dilakukan kompensasi sehingga didapatkan *performance* yang mendekati keadaan ideal.

ALAT DAN KOMPONEN YANG DIGUNAKAN

- Sumber tegangan ± 15 V
- Osiloskop
- Multimeter
- Generator fungsi
- Op-amp 741
- Resistor (100 Ω , 1K, 10K, 100K, 200K dan 1M) dan variable resistor (5K)
- Kapasitor (1 μ F, 10 μ F)

PROSEDUR PERCOBAAN

I. ARUS BIAS INPUT

1. Susun rangkaian seperti gambar II.1
2. Atur osiloskop pada coupling DC dan tegangan yang rendah diukur dalam orde mV
3. Catat tegangan pada kaki input inverting dan non inverting serta tegangan output
4. Matikan power ke op-amp dan ganti dengan op-amp yang lain
5. Ulangi langkah 1 s/d 3
6. Hitung arus input pada kaki-kaki op-amp (dengan hukum Ohm) dan harga rata-rata dari arus input tersebut disebut sebagai arus bias input

II. MENGUKUR CMRR

1. Susun rangkaian seperti pada gambar II.2
2. Beri sinyal input sebesar 1 Vpp dengan frekuensi 1 KHz
3. Catat tegangan pada kaki output V_{out}
4. Matikan power ke op-amp dan ganti dengan op-amp yang lain
5. Ulangi langkah 1 s/d 4

III. TEGANGAN OFFSET INPUT

1. Susun rangkaian seperti pada gambar II.3
2. Catat tegangan pada kaki output V_{out}
3. Hitung V_{in} dengan persamaan $V_{in} = -V_{out}/100.000$, tegangan tersebut adalah tegangan offset input
4. Untuk menghilangkan tegangan offset input, berikan variable resistor pada kaki 1 dan 5
5. Atur variabel resistor agar tegangan output = 0 V
6. Matikan power ke op-amp dan ganti dengan op-amp yang lain
7. Ulangi langkah 1 s/d 5

IV. SLEW RATE

1. Susun rangkaian seperti pada gambar II.4
2. Catat pada tegangan kaki output V_{out}
3. Hitung V_{in} dengan persamaan $V_{in} = -V_{out}/100.000$, tegangan tersebut adalah tegangan offset input
4. Matikan power ke op-amp dan ganti dengan op-amp yang lain
5. Ulangi langkah 1 s/d 5

V. BANDWIDTH

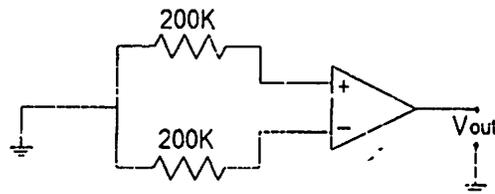
1. Susun rangkaian seperti gambar II.4
2. Beri sinyal sinusoidal dengan frekuensi 1 KHz dan tegangan 1 Vpp
3. Perbesar frekuensi secara perlahan sehingga gelombang mulai berbentuk segitiga. Frekuensi tersebut adalah bandwidth op-amp tersebut. Catat frekuensi tersebut
4. Matikan power ke op-amp dan ganti dengan op-amp yang lain
5. Ulangi langkah 1 s/d 4

TUGAS PENDAHULUAN

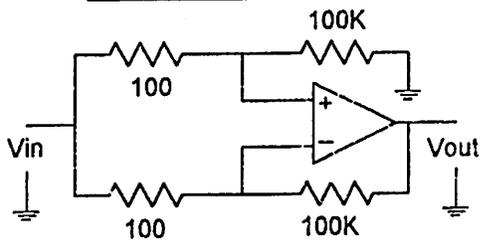
1. Apa yang dimaksud dengan :
 - arus bias input
 - tegangan offset
 - slew rate
 - CMRR
2. Apa yang menimbulkan arus bias input dan tegangan offset pada sebuah op-amp
3. Berapa nilai arus bias input, tegangan offset, slew rate dan CMRR dari data spesifikasi op-amp 741

TUGAS AKHIR

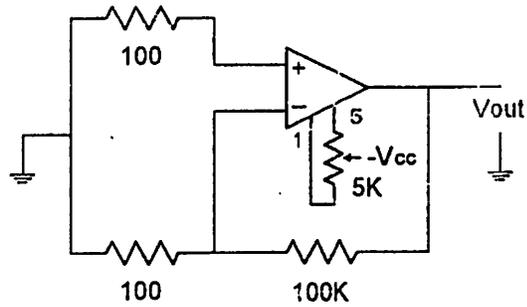
1. Beberapa perbedaan nilai arus bias input, tegangan offset, slew rate dan CMRR dari data spesifikasi op-amp 741 ?
2. Jika suatu op-amp mempunyai slew rate $2V/\mu S$, tentukan waktu yang dibutuhkan untuk tegangan output berubah dari -10 V ke 10V !
3. Hitung bandwidth 5 Vpp dari op-amp yang memiliki slew rate $5V/\mu S$!
4. Dari data percobaan III cari arus yang terbesar lalu hitung tegangan jatuh pada hambatan 100Ω pada gambar II.3 !
5. Buat kesimpulan dari percobaan yang saudara lakukan !



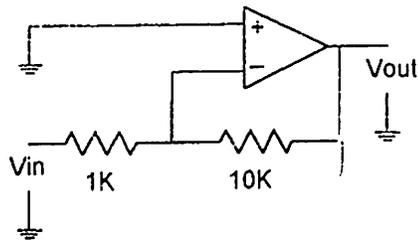
Gambar II.1 Rangkaian untuk mengukur arus bias input



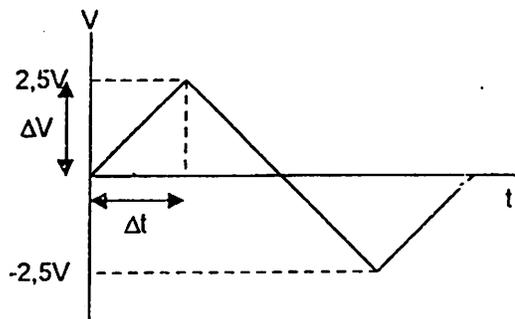
Gambar II.2 Rangkaian mengukur CMRR



Gambar II.3 Rangkaian mengukur tegangan offset input



Gambar II.4 Rangkaian mengukur slew rate



Gambar II.5 Tegangan output tipikal

MODUL 6

RANGKAIAN DASAR OP-AMP 1

TUJUAN

1. Membuktikan secara eksperimental bahwa penguatan suatu op-amp dapat diatur dan dapat bernilai negatif
2. Mampu mengoperasikan op-amp sebagai amplifier non inverting
3. Mampu mengoperasikan op-amp sebagai amplifier inverting
4. Mampu mengoperasikan op-amp sebagai diferensial amplifier
5. Menguji pengubah tegangan ke arus
6. Menguji pengubah arus ke tegangan

PENDAHULUAN

Operasional-amplifier (op-amp) dapat dikatakan sebagai penguat dengan multistage yang mempunyai input differensial. Op-amp dikemas dalam rangkaian terintegrasi (IC).

Ciri-ciri op-amp antara lain :

- memiliki dua input dengan satu output
- impedansi input tinggi
- impedansi output rendah
- penguatan *open loop* tinggi
- lebar pita frekuensi tak terhingga
- dapat dikonfigurasi dengan umpan balik
- tegangan output nol bila kedua tegangan input sama

Pada kenyataan op-amp memiliki nilai batas tertentu, tergantung jenis metode pembuatan op-amp tersebut.

ALAT DAN KOMPONEN YANG DIGUNAKAN

- Sumber tegangan tegangan ± 15 V
- Osiloskop
- Mutimeter
- Generator fungsi
- Op-amp 741
- Resistor dengan bermacam harga

PROSEDUR PERCOBAAN

I. PENGUATAN OP-AMP INVERTING

1. Susun rangkaian seperti pada gambar I.1
2. Bandingkan tegangan input dengan tegangan output
3. Perbesar output pada generator fungsi
4. Ukur dan catat pada lembar data, tegangan output dan input pada kondisi ini
5. Hitung penguatan tegangan dan bandingkan fase tegangan input dan output

6. Matikan power op-amp dan ganti R1 dengan beberapa harga yang berbeda kemudian ulangi langkah 1 s/d 5

II. PENGUATAN OP-AMP NON INVERTING

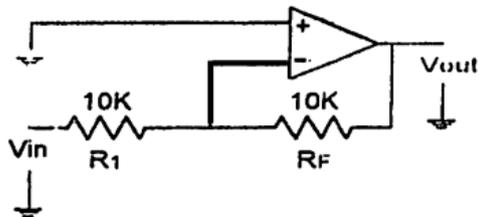
1. Susun rangkaian seperti gambar I.2
2. Lakukan langkah-langkah seperti pada percobaan I

III. OP-AMP SEBAGAI PENJUMLAH

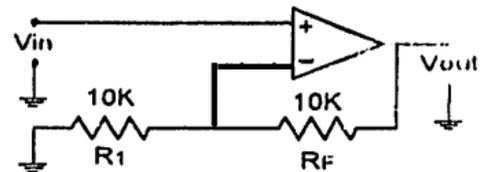
1. Susun rangkaian seperti gambar I.3
2. Tutup saklar S1 dan buka S2 lalu catat tegangan V1 dan V_{out}
3. Buka saklar S1 dan tutup S2 lalu catat tegangan V2 dan V_{out}
4. Tutup S1 dan S2 lalu catat tegangan V_{out}
5. Matikan power ke op-amp dan tukar polaritas V1 dan lakukan seperti langkah 4
6. Rancang rangkaian penguat seperti pada gambar I.3 agar menghasilkan tegangan output sebesar -4,5 V dengan tegangan input 1,5 V

TUGAS PENDAHULUAN

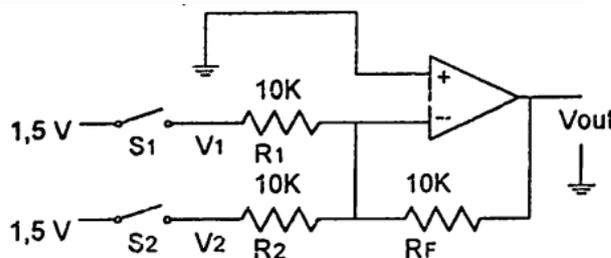
1. Buat persamaan penguatan untuk rangkaian 1.1, 1.2, dan 1.3
2. Apa yang dimaksud dengan umpan balik negatif?
3. Apa kelebihan dan kekurangan rangkaian penguat Op-Amp dibanding dengan rangkaian penguat transistor?



Gambar I.1 Rangkaian inverting amplifier



Gambar I.2 Rangkaian non inverting amplifier



Gambar I.3 Op-amp sebagai penjumlah

TUGAS AKHIR

1. Dapatkah kita menghasilkan tegangan output yang melebihi V_{cc} Op-Amp dari sebuah tegangan input yang cukup kecil? Jelaskan!
2. Cocokkah penguatan yang dihitung dengan teori dibanding dengan kenyataan percobaan?
3. Apa saja yang mempengaruhi kecocokan perhitungan penguatan dari teori dengan kenyataan di rangkaian?
4. Apa kesimpulan saudara dari percobaan yang dilakukan?

MODUL 7

RANGKAIAN DASAR OP-AMP 2

TUJUAN

1. Membuktikan secara eksperimental bahwa penguatan suatu op-amp dapat diatur dan dapat bernilai negatif
2. Mampu mengoperasikan op-amp sebagai amplifier non inverting
3. Mampu mengoperasikan op-amp sebagai amplifier inverting
4. Mampu mengoperasikan op-amp sebagai diferensial amplifier
5. Menguji pengubah tegangan ke arus
6. Menguji pengubah arus ke tegangan

PENDAHULUAN

Operasional-amplifier (op-amp) dapat dikatakan sebagai penguat dengan multistage yang mempunyai input differensial. Op-amp dikemas dalam rangkaian terintegrasi (IC).

Ciri-ciri op-amp antara lain :

- memiliki dua input dengan satu output
- impedansi input tinggi
- impedansi output rendah
- penguatan *open loop* tinggi
- lebar pita frekuensi tak terhingga
- dapat dikonfigurasi dengan umpan balik
- tegangan output nol bila kedua tegangan input sama

Pada kenyataan op-amp memiliki nilai batas tertentu, tergantung jenis metode pembuatan op-amp tersebut.

ALAT DAN KOMPONEN YANG DIGUNAKAN

- Sumber tegangan tegangan ± 15 V
- Osiloskop
- Mutimeter
- Generator fungsi
- Op-amp 741
- Resistor dengan bermacam harga

TUGAS PENDAHULUAN

1. Buat persamaan penguatan untuk rangkaian 1.4, 1.5, dan 1.6
2. Apa syarat utama sebuah rangkaian differensial amplifier dengan Op-Amp?
3. Buat skema pengukur arus yang melewati sebuah hambatan dengan amperemeter dan buat juga skema mengukur tegangan yang jatuh disebuah hambatan!

PROSEDUR PERCOBAAN

IV. DIFFERENSIAL

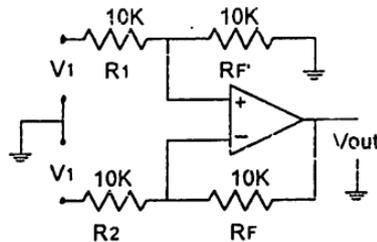
1. Susun rangkaian seperti gambar I.4
2. Berikan $V_1 = 0,2 \text{ V}$ dan $V_2 = 0,3 \text{ V}$
3. Catat V_{out} yang terukur
4. Ubah R_f menjadi $50 \text{ K}\Omega$. Catat V_{out} yang terukur

V. PENGUBAH TEGANGAN KE ARUS

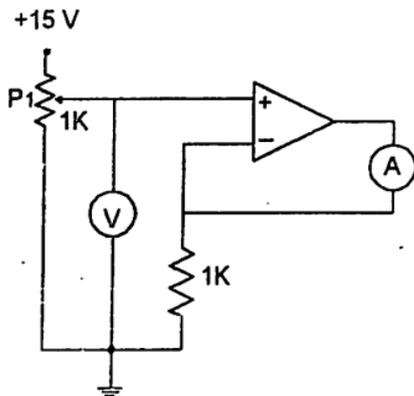
1. Susun rangkaian seperti gambar I.5
2. Atur variable resistor P1 sehingga didapat $V_3 = 1 \text{ V}$
3. Catat arus output I_{out}
4. Ubah variable resistor sehingga didapat V_{in} yang berbeda, ulangi langkah 1 s/d 3

VI. PENGUBAH ARUS KE TEGANGAN

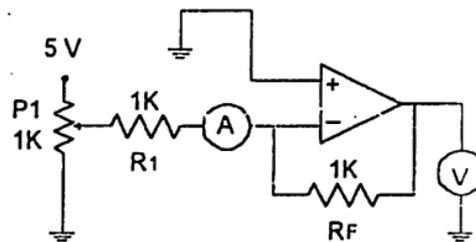
1. Susun rangkaian seperti gambar I.6
2. Atur variable resistor P1 sehingga didapat arus input $I_{in} = 0,1 \text{ mA}$
3. Catat tegangan output V_{out}
4. Ubah variabel resistor sehingga didapat I_{in} yang berbeda, ulangi langkah 1s/d 3



Gambar I.4 Differensial amplifier



Gambar I.5 Pengubah tegangan ke arus



Gambar I.6 Pengubah arus ke tegangan

TUGAS AKHIR

1. Dapatkah kita menghasilkan tegangan output yang melebihi V_{cc} Op-Amp dari sebuah tegangan input yang cukup kecil? Jelaskan!
2. Cocokkah penguatan yang dihitung dengan teori dibanding dengan kenyataan percobaan?
3. Apa saja yang mempengaruhi kecocokan perhitungan penguatan dari teori dengan kenyataan di rangkaian?
4. Apa kesimpulan saudara dari percobaan yang dilakukan?

MODUL 8

RANGKAIAN PENJUMLAHAN DAN PENGURANGAN

TUJUAN

1. Menpelajari perubahan fase pada *inverting adder*
2. Mengamati pengaruh skala pada *output scaling adder*
3. Mempelajari dan membuat balans pada *adder-substracter* dan *direct adder*

PENDAHULUAN

Op-amp pada penggunaannya dapat digunakan sebagai rangkaian penjumlah terdiri dari *inverting adder*, *scaling adder*, *adder-substracter* dan *direct adder* dengan masing-masing mempunyai kelebihan tersendiri. Pada *inverting adder* penguatan tidak menjadi faktor utama sedangkan rangkaian penjumlah lainnya sangat memperhatikan penguatan.

ALAT DAN KOMPONEN YANG DIGUNAKAN

- Sumber tegangan ± 15 V
- Osiloskop
- Multimeter
- Op-amp 741
- Resistor dengan berbagai harga

PROSEDUR PERCOBAAN

I. INVERTING ADDER

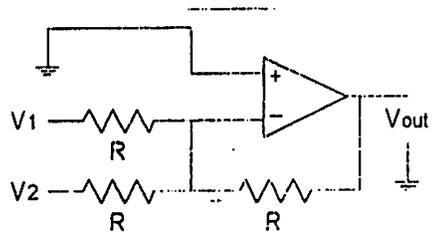
1. Susun rangkaian seperti pada gambar III.1 dengan harga $R = 10K\Omega$
2. Beri tegangan 5V pada V1 dan 0V pada V2. Catat tegangan outputnya
3. V1 tetap 5 V, naikan tegangan pada V2 dengan interval 1V sampai 5V
4. Catat fase dan besar tegangan output

II. SCALLING ADDER

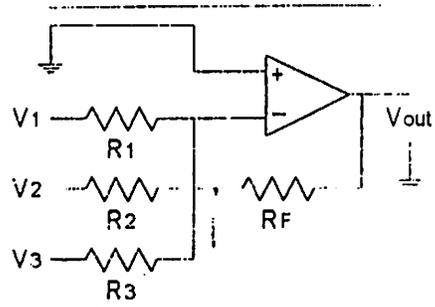
1. Susun rangkaian seperti pada gambar III.2 dengan harga $R_1, R_2, R_3 = 10K\Omega$, $R_f = 100 K\Omega$
2. Beri tegangan 1V pada masing-masing input. Catat tegangan outputnya
3. Ganti harga R_1 dengan $20 K\Omega$. Catat tegangan outputnya
4. Ganti harga R_2 dengan $25 K\Omega$ dan harga R_1 tetap $20 K\Omega$. Catat tegangan outputnya

III. ADDER SUBTRACTER

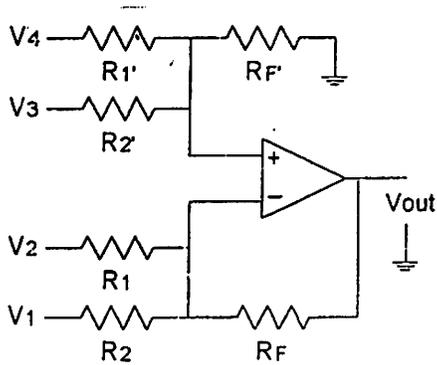
1. Susunlah rangkaian seperti gambar III.3 dengan harga $R_1, R_2, R_1', R_2' = 10 K\Omega$ dan R_f, R_f' masing-masing $100K\Omega$
2. Beri tegangan 1V pada masing-masing input V1 dan V2 serta 2V untuk V3 dan V4. Catat tegangan outputnya



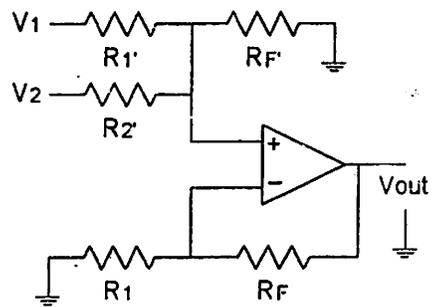
Gambar III.1 Inverting adder



Gambar III.2 Scaling adder



Gambar III.3 Adder-subtracter (balans)



Gambar III.4 Direct-adder (balans)

3. Ganti harga R_1 dan R_2 dengan 50Ω . Amati apa yang terjadi pada output
4. Tanyakan asisten cara untuk membuatnya menjadi balans

IV. DIRECT ADDER

1. Susun rangkaian seperti pada gambar III.4 dengan harga $R_f, R_1', R_2' = 100\text{ K}\Omega$ dan $R_1 = 50\text{ K}\Omega$
2. Beri tegangan 2 V pada masing-masing input V_1 dan V_2
3. Catat tegangan outputnya
4. Ganti harga R_1' dan R_2' dengan $50\text{ K}\Omega$. Amati apa yang terjadi pada output
5. Tanyakan asisten cara untuk membuatnya menjadi balans

TUGAS PENDAHULUAN

1. Jelaskan keuntungan dan kerugian rangkaian *inverting adder* !
2. Mengapa diperlukan penguatan yang seimbang (balans) pada rangkaian *adder-subtractor* ?
3. Buat rangkaian yang menjumlahkan tegangan berikut $5\text{V} + 2\text{V} - 4\text{V} - 6\text{V}$ dengan input masing-masing 1V !

TUGAS AKHIR

1. Hitung penguatan pada masing-masing rangkaian !
2. Bandingkan tegangan output dari percobaan yang dilakukan dengan hasil perhitungan, buat kesalahan relatifnya !
3. Jelaskan salah satu kegunaan rangkaian penjumlah !
4. Buat analisis dan kesimpulan dari percobaan yang telah dilakukan !

MODUL 9

OP-AMP SEBAGAI FILTER AKTIF

TUJUAN

Memberikan pengertian dasar mengenai rangkaian integrator dan differensiator dan penerapannya sebagai filter aktif.

PENDAHULUAN

Differensiator merupakan rangkaian yang outputnya merupakan fungsi derivatif terhadap waktu dan input dengan konstanta tertentu. Pada integrator outputnya merupakan fungsi integrasi inputnya. Karena merupakan fungsi waktu, bentuk gelombang yang dilewatkan akan mengalami perubahan bentuk sesuai dengan hubungan matematisnya. Fungsi waktu berarti pula fungsi frekuensi, rangkaian ini digunakan sebagai induk dari rangkaian filter aktif, yaitu penguat yang hanya melewatkan daerah frekuensi tertentu.

ALAT DAN KOMPONEN YANG DIGUNAKAN

- Sumber tegangan ± 15 V
- Osiloskop
- Generator fungsi
- Op-amp 741
- Resistor dengan berbagai harga
- Kapasitor 0,1 mF dan 10 mF

PROSEDUR PERCOBAAN

I. DIFFERENSIATOR

1. Susun rangkaian seperti pada gambar V.1
2. Gunakan $C = 0,1 \mu\text{F}$ dan $R = 1\text{K}\Omega$
3. Beri gelombang sinus dari sinyal generator dengan frekuensi 1,67 KHz. dan amplitudo 200mV
4. Catat gelombang output bersamaan dengan gelombang input. Bila tidak ada output tukar C dengan 10 mF
5. Ganti input dengan gelombang segitiga kotak, catat gelombang outputnya

II. INTEGRATOR

1. Susun seperti pada gambar V.2
2. Lakukan langkah percobaan seperti differensiator

III. LOW PASS FILTER

1. Susun rangkaian seperti pada gambar V.3
2. Berikan dengan frekuensi rendah, amplitudo = 1 Vpp, amati gelombang output
3. Naikkan frekuensi sinyal input hingga tegangan output menjadi 0,707 tegangan output semula. Ini adalah frekuensi cut off
4. Ubah kapasitor dengan 10 mF dan lakukan langkah yang sama

IV. HIGH PASS FILTER

1. Susun rangkaian seperti pada gambar V.4
2. Berikan gelombang sinusoida sebagai input, atur frekuensi agar tegangan output menunjukkan harga terbesar
3. Turunkan frekuensi hingga tegangan output berubah menjadi 0,707 tegangan output semula. Ini adalah frekuensi cut off
4. Ubah kapasitor dengan 10 mF dan lakukan langkah yang sama

V. BAND PASS FILTER

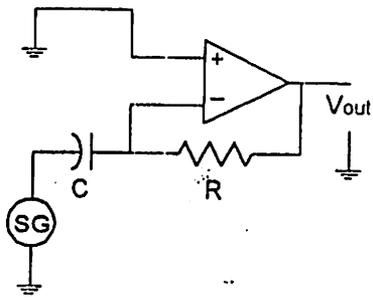
1. Susun rangkaian seperti pada gambar V.5
2. Berikan input gelombang sinusoida dengan amplitudo 1 Vpp
3. Dari frekuensi rendah amati output yang terjadi, naikan frekuensi perlahan-lahan hingga melewati frekuensi tengah dan tegangan output turun menjadi 0,707 tegangan output maksimum, ini adalah frekuensi cut off. Lakukan hal tersebut perlahan-lahan

TUGAS PENDAHULUAN

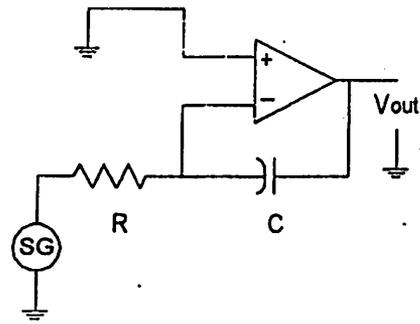
1. Buat persamaan untuk rangkaian differensiator dan integrator !
2. Sebutkan kelebihan dan kekurangan filter aktif !
3. Sebutkan jenis-jenis filter aktif !
4. Apa yang dimaksud dengan *roll off rate*, *gain bandwidth product* dan *pole* pada filter aktif ?
5. Jelaskan jenis-jenis respons filter !

TUGAS AKHIR

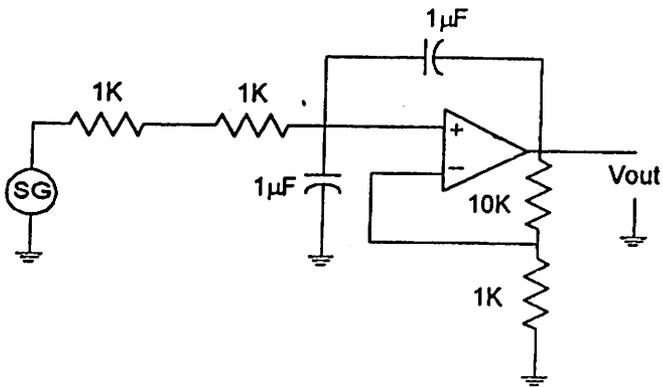
1. Gambar bentuk gelombang input dan output untuk rangkaian differensiator dan integrator !
2. Hitung dan bandingkan frekuensi cut off untuk masing-masing filter antara teori dan percobaan yang dilakukan
3. Sebutkan kegunaan, aplikasi dan pengembangan masing-masing filter !
4. Buat analisis, kesimpulan dan kesalahan relatifnya !



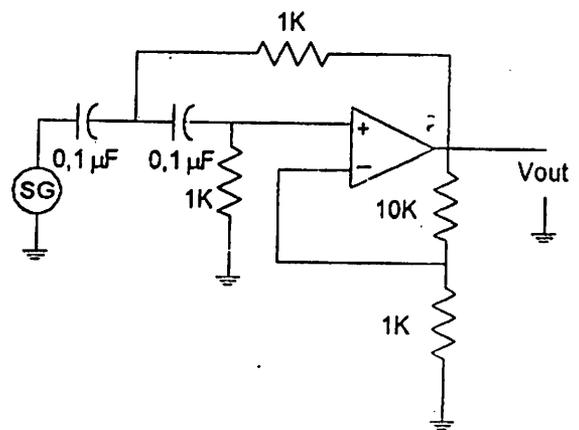
Gambar V.1. Differentiator



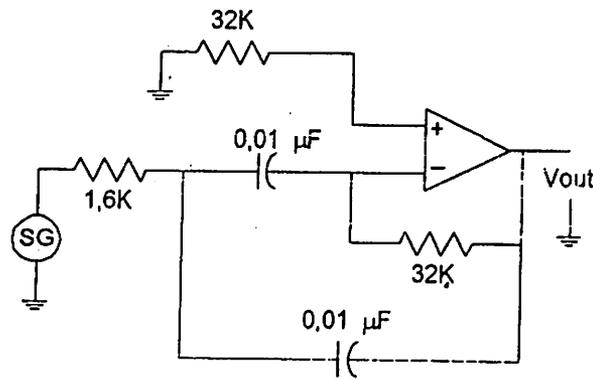
Gambar V.2. Integrator



Gambar V.3. Low Pass Filter



Gambar V.4. High Pass Filter



Gambar V.5. Band Pass Filter