

**MODUL PRAKTIKUM
BENGKEL ELEKTRONIKA II (DTG2L1)**



NAMA :

NIM :

KELOMPOK :

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III
TEKNIK TELEKOMUNIKASI
UNIVERSITAS TELKOM BANDUNG
2013**

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan kehadirat ilahi rabi atas segala nikmat, hidayah dan anugerah yang telah diberikan kami, sehingga kami masih diberikan nikmat kesehatan dan kekuatan untuk bisa menyelesaikan pembuatan modul praktikum bengkel piranti elektronika II Program Studi Diploma III Teknik Telekomunikasi ini. Tidak lupa pula kami ucapkan salam dan keselamatan bagi junjungan kita semua nabi besar Muhammad SAW, semoga keselamatan selalu menyertai kita semua. Amin. Modul praktikum Bengkel Piranti Elektronika II ini, merupakan modul praktikum yang bertujuan untuk meningkatkan kemampuan mahasiswa bukan hanya dari segi perhitungan secara teoritis dan matematis di dalam kelas, tetapi akan lebih mendorong kemampuan motoris untuk dapat menganalisis kemampuan pemahaman mahasiswa secara langsung bertemu dengan perangkat dan komponen yang secara teoritis didapatkan di dalam kelas. Dalam melaksanakan praktikum ini, mahasiswa dituntut untuk dapat mencatat semua hasil pekerjaan di dalam Buku Catatan Laboratorium (BCL) sebagai catatan langsung hasil praktikum. Selain itu praktikan dituntut untuk dapat membuat laporan hasil praktikum guna melatih dan meningkatkan kemampuan penyusunan laporan kerja sehingga pada akhirnya secara tidak langsung melatih kemampuan mahasiswa untuk menjadi engineer yang handal bukan hanya dari proses pengerjaan tetapi juga dari proses penyusunan laporan akhir.

Pada kesempatan kali ini, kami ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya ke semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian modul praktikum ini, baik secara langsung ataupun tidak langsung. Kami ucapkan terimakasih kepada Kepala Program Studi Diploma III Bapak M. Ramdhani ST.,MT atas segala bimbingan dan arahnya sehingga modul praktikum ini dalam terselesaikan tanpa kendala yang berarti, kami ucapkan terima kasih kami tim penyusun Bapak Unang Sunarya ST.,MT dan Bapak Sugondo Hadiyoso ST.,MT yang telah bekerja keras tanpa henti dalam penyelesaian modul praktikum Bengkel Piranti Elektronika II ini dan keseluruhan karyawan dan mahasiswa IT Telkom yang tidak bisa kami ucapkan satu persatu terima kasih atas semua dukungan dan do'anya, semoga kita semua selalu dalam nikmat Tuhan yang maha kuasa. Amin.

Akhir kata, semoga semua usaha yang dilakukan dapat berkontribusi pada dihasilkannya lulusan Program Studi Diploma III Teknik Telekomunikasi sebagai *engineer* pada standar internasional

Bandung, September 2013

Tim Penyusun Modul Bengkel Piranti Elektronika II

Ketua Tim

Unang Sunarya ST.,MT

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi.....	ii
Aturan Umum Praktikum Di Lab	iv
Panduan Umum Keselamatan Kerja dan Penggunaan Alat.....	viii
Spesifikasi Modul Praktikum	xi
Modul 1 Dioda dan Aplikasinya.....	1
Percobaan 1 Karakteristik Dioda.....	6
Percobaan 2 Penyearah dan Filter	7
Percobaan 3 Rangkaian Clipper	9
Modul 2 Bipolar Junction Transistor	12
Percobaan 1 :Karakteristik Input Transistor BJT $I_B - V_{BE}$	14
Percobaan 2 : Karakteristik Output Transistor BJT $I_C - V_{CE}$	15
Percobaan 3 : Percobaan Dengan Variabel Bias	16
Percobaan 4 :Pengaruh bias terhadap kerja transistor	17
Penguat dengan BJT	22
Percobaan 1 Common Emiter.....	27
A.Faktor Penguatan	27
B. Resistansi Input.....	28
C. Resistansi Output	29
Karakteristik Penguatan FET	31
Percobaan 1 Kurva Karakteristik Transistor FET	34
Kurva Karakteristik $I_D - V_{GS}$	34
Kurva Karakteristik $I_D - V_{DS}$	35
Desain Q-Point	36

Modul 3 Operational Amplifier.....	38
Percobaan 1 Penguat Inverting	42
Percobaan 2 Penguat Non Inverting	43
Percobaan 3 Rangkaian Penjumlah (summing).....	44
Percobaan 4 Voltage Follower (Buffer)	44
Percobaan 5 Analog Komparator	45
Modul 4 Osilator.....	47
Percobaan 1 Operator Sinus dan Jembatan Wein.....	48
Percobaan 3 Osilator Gelombang Persegi	50
Percobaan 4 Osilator Gelombang Segitiga.....	51

ATURAN UMUM PRAKTIKUM DI LABORATORIUM

Kelengkapan

Setiap praktikan wajib berpakaian lengkap, mengenakan seragam resmi kampus dan mengenakan sepatu. Praktikan wajib membawa kelengkapan berikut:

- Modul praktikum (Jika disediakan)
- Buku Catatan Laboratorium (BCL)
- Alat tulis (dan kalkulator, jika diperlukan)
- Kartu Tanda Mahasiswa
- Kartu Praktikum

Persiapan

Sebelum Praktikum

- Membaca dan memahami isi modul praktikum
- Mengerjakan hal-hal yang dapat dikerjakan sebelum praktikum dilaksanakan, misalnya mengerjakan soal perhitungan, menyalin teori perhitungan, mengisi Kartu Praktikum dll.
- Mengerjakan Tugas Pendahuluan
- Mengisi daftar hadir
- Mengambil koper praktikum dan melengkapi administrasi peminjaman alat
- (tukarkan dengan kartu identitas: KTM/ SIM/ KTP)

Masuk Laboratorium

- PRAKTIKAN dan ASISTEN sudah harus masuk Laboratorium sebelum waktu praktikum dimulai.
- Setelah waktu praktikum dimulai pintu laboratorium ditutup

Selama Praktikum Berlangsung

- Perhatikan dan kerjakan setiap percobaan dengan waktu sebaik-baiknya, diawali dengan kehadiran praktikan secara tepat waktu.
- Kumpulkan Kartu Praktikum pada asisten.
- Dokumentasikan pada BCL (lihat Petunjuk Penggunaan BCL) tentang hal-hal penting terkait percobaan yang sedang dilakukan.
- Praktikan hanya diperbolehkan menggunakan kit dan peralatan praktikum yang

- sudah disediakan di meja masing-masing, apabila ada kekurangan atau terjadi kerusakan silahkan hubungi asisten atau teknisi labdasar untuk mengganti dengan yang baru.

Setelah Praktikum

- Rapikan kit dan peralatan praktikum serta bersihkan meja praktikum seperti Keadaan semula
- Pastikan BCL telah ditandatangani oleh asisten
- Kembalikan komponen, perlengkapan praktikum ke dalam koper dan melengkapi administrasi pengembalian perlengkapan praktikum (pastikan kartu identitas (KTM/ SIM/ KTP) diperoleh kembali)
- Kerjakan laporan (lihat Panduan Penyusunan Laporan)
- Kumpulkan laporan pada asisten praktikum (sesuai nama asistennya) di ruang praktikum, ruang praktikum bengkel piranti elektronika . Waktu pengumpulan paling lambat besok harinya setelah praktikum jam 10.30, hari kerja.

Pergantian Jadwal

Kasus Biasa

- Pertukaran jadwal hanya dapat dilakukan per kelompok dengan modul yang sama
- Isi Form Pergantian Jadwal (dapat diperoleh di laboratorium) dengan persetujuan dosen bersangkutan (persetujuan dalam bentuk tandatangan dengan alasan yang jelas), lalu tunjukkan pada asisten yang bersangkutan, Kordas yang bersangkutan untuk ditandatangani.
- Serahkan Form Pergantian Jadwal yang sudah ditandatangani tadi pada asisten saat praktikum.

Kasus Sakit Atau Kepentingan Pribadi Mendadak Lainnya

- Isi Form Pergantian Jadwal dengan melampirkan surat keterangan dokter (bagi yang sakit) atau surat terkait lainnya.
- Khusus bagi yang sakit, harus melapor pada kesempatan pertama, yaitu ketika yang bersangkutan masuk kuliah pertama kali setelah sehat dengan menunjukkan surat keterangan sakit pada Kordas

- Form Pergantian Jadwal diserahkan pada Assisten Laboratorium bersangkutan
- Praktikan yang bersangkutan sebelum kesempatan jadwal praktikum selanjutnya harus meminta jadwal praktikum pengganti ke Kordas praktikum terkait.

Kasus Kepentingan Masal

- "Kepentingan massal" terjadi jika ada lebih dari 1/3 rombongan praktikan yang tidak dapat melaksanakan praktikum pada satu hari yang sama karena alasan yang terkait kegiatan akademis.
- Isi Form Pergantian Jadwal dan serahkan pada TU Lab. Dasar secepatnya. Jadwal praktikum pengganti satu hari itu akan ditentukan kemudian oleh Kordas praktikum yang bersangkutan

Aturan Tidak Tertulis

- Untuk hal-hal penting lainnya yang tidak tertulis dapat didiskusikan selanjutnya dengan Kordas, dosen matakuliah bersangkutan, dan koordinator mata kuliah bengkel piranti elektronika 2, untuk dicarikan solusi terbaiknya.

Sanksi

Pengabaian aturan-aturan di atas dapat dikenakan sanksi sebagai berikut:

- Praktikan yang TERLAMBAT dikenakan sanksi pemotongan nilai praktikum pada hari tersebut sebesar 80% dari nilai keseluruhan praktikum pada hari tersebut.
- Praktikan yang TIDAK MEMBAWA KELENGKAPAN praktikum (KTM / BCL / Kartu Praktikum / Modul Praktikum) dikenakan sanksi pemotongan nilai praktikum pada hari tersebut sebesar 50% dari nilai keseluruhan praktikum pada hari tersebut.
- Segala bentuk kerusakan kit atau peralatan praktikum yang dikarenakan kesalahan prosedur atau Human-Error akan dikenakan sanksi untuk mengganti seluruh biaya kerusakannya
- Praktikan yang mengambil atau memindahkan kit dan peralatan praktikum dari meja lain serta tidak merapikan kembali meja praktikumnya akan dikenakan sanksi pemotongan nilai 50% dari nilai keseluruhan praktikum pada hari tersebut.

- Pelanggaran akademik berupa COPY-PASTE laporan, tugas pendahuluan dan lainnya dikenakan sanksi pemotongan nilai 70% dari nilai keseluruhan praktikum pada hari tersebut (termasuk pemberi contekan).
- ASISTEN yang BERHALANGAN HADIR harus memberikan kabar minimal sehari sebelum praktikum dan langsung mencari ASISTEN PENGGANTI.
- BATAS maksimum KETERLAMBATAN ASISTEN adalah 15 MENIT. Jika lebih, asisten tidak diperkenankan masuk laboratorium.

PANDUAN UMUM KESELAMATAN KERJA DAN PENGGUNAAN ALAT

Keselamatan

Pada prinsipnya, untuk mewujudkan praktikum yang aman diperlukan partisipasi seluruh praktikan dan asisten pada praktikum yang bersangkutan. Dengan demikian, kepatuhan setiap praktikan terhadap uraian panduan pada bagian ini akan sangat membantu mewujudkan praktikum yang aman.

Bahaya Listrik

- Perhatikan dan pelajari tempat-tempat sumber listrik (stop-kontak dan circuit breaker) dan cara menyala-matikannya. Jika melihat ada kerusakan yang berpotensi menimbulkan bahaya, laporkan pada asisten
- Hindari daerah atau benda yang berpotensi menimbulkan bahaya listrik (sengatan listrik/ strum) secara tidak disengaja, misalnya kabel jala-jala yang terkelupas dll.
- Tidak melakukan sesuatu yang dapat menimbulkan bahaya listrik pada diri sendiri atau orang lain
- Keringkan bagian tubuh yang basah karena, misalnya, keringat atau sisa air wudhu
- Selalu waspada terhadap bahaya listrik pada setiap aktivitas praktikum.

Kecelakaan akibat bahaya listrik yang sering terjadi adalah tersengat arus listrik. Berikut ini adalah hal-hal yang harus diikuti praktikan jika hal itu terjadi:

Bahaya Api Atau Panas Berlebih

- Jangan membawa benda-benda mudah terbakar (korek api, gas dll.) ke dalam ruang praktikum bila tidak disyaratkan dalam modul praktikum
- Jangan melakukan sesuatu yang dapat menimbulkan api, percikan api atau panas yang berlebihan
- Jangan melakukan sesuatu yang dapat menimbulkan bahaya api atau panas berlebih pada diri sendiri atau orang lain.
- Selalu waspada terhadap bahaya api atau panas berlebih pada setiap aktivitas Praktikum.

Berikut ini adalah hal-hal yang harus diikuti praktikan jika menghadapi bahaya api atau panas berlebih:

- Jangan panik
- Beritahukan dan minta bantuan asisten, praktikan lain dan orang di sekitar anda tentang terjadinya bahaya api atau panas berlebih
- Matikan semua peralatan elektronik dan sumber listrik di meja masing-masing
- Menjauh dari ruang praktikum

Bahaya Benda Tajam dan Logam

- Dilarang membawa benda tajam (pisau, gunting dan sejenisnya) ke ruang praktikum bila tidak diperlukan untuk pelaksanaan percobaan
- Dilarang memakai perhiasan dari logam misalnya cincin, kalung, gelang dll.
- Hindari daerah, benda atau logam yang memiliki bagian tajam dan dapat melukai
- Tidak melakukan sesuatu yang dapat menimbulkan luka pada diri sendiri atau orang lain.

Lain-lain

- Dilarang membawa makanan dan minuman ke dalam ruang praktikum.

Penggunaan Peralatan Praktikum

Berikut ini adalah panduan yang harus dipatuhi ketika menggunakan alat-alat praktikum:

- Sebelum menggunakan alat - alat praktikum, pahami petunjuk penggunaan alat.
- Perhatikan dan patuhi peringatan (warning) yang biasa tertera pada badan alat.
- Pahami fungsi atau peruntukan alat - alat praktikum dan gunakanlah alat-alat tersebut hanya untuk aktivitas yang sesuai fungsi atau peruntukannya.
- Menggunakan alat praktikum di luar fungsi atau peruntukannya dapat menimbulkan kerusakan pada alat tersebut dan bahaya keselamatan praktikan
- Pahami rating dan jangkauan kerja alat-alat praktikum dan gunakanlah alat-alat tersebut sesuai rating dan jangkauan kerjanya. Menggunakan alat praktikum di luar rating dan jangkauan kerjanya dapat menimbulkan kerusakan pada alat tersebut dan bahaya keselamatan praktikan.
- Pastikan seluruh peralatan praktikum yang digunakan aman dari benda/ logam

tajam, api/ panas berlebih atau lainnya yang dapat mengakibatkan kerusakan pada alat tersebut

- Tidak melakukan aktifitas yang dapat menyebabkan kotor, coretan, goresan atau sejenisnya pada badan alat-alat praktikum yang digunakan.

Sanksi

Pengabaian uraian panduan di atas dapat dikenakan sanksi tidak lulus mata kuliah praktikum yang bersangkutan.

Mengetahui,
Kepala Program Studi
Diploma 3 Teknik Telekomunikasi

M. Ramdhani ST.,MT

NIP : 02730260-1

Spesifikasi Module Praktikum

Modul Praktikum Bengkel Piranti Elektronika II dibuat sebanyak 10 Modul. Dimana masing-masing modul disimpan di dalam sebuah koper yang diberi nomer. Nomer Pada punggung koper menunjukkan nomer kelompok untuk para praktikan yang mengikuti praktikum. Di dalam koper sudah disediakan project board sebagai tempat utama merangkai rangkaian modul praktikum, alat ukur yang digunakan, perkakas pendukung jalannya praktikum, catu daya DC sebagai sumber tegangan, dan komponen pelengkap lainnya. Semua peralatan ukur, perkakas pendukung, dan catu daya dipisahkan oleh separator dari project board. Untuk lebih Jelasnya, bisa dilihat pada deskripsi perangkat praktikum

A. Alat Ukur Dalam Koper

- 1 Buah Multimeter Digital
- 1 Buah Multimeter Analog
- 1 Buah LCR Meter

B. Perkakas Dalam Koper

- Tang Pemotong
- Tang kombinasi
- Gunting
- Sucker Timah
- Cutter
- Solder
- Clipper Kabel
- Obeng Tunning
- Kaca Pembesar
- Solder Holder
- Pinset

C. Lain – lain

- Komponen Elektronika Untuk Praktikum
- Catu Daya DC
- Project Board
- Kabel-Kabel Pendukung (Jumper)

Deskripsi Perangkat Praktikum

Keterangan :

① Koper Tampak Depan

② Nomer Koper / Kelompok

③ Skematik & Spesifikasi Kerja

④ Project Board

⑤ Eksternal Module board

⑥ Separator Module Tampak Depan

⑦ Separator Module Tampak Samping

⑧ Perkakas Pendukung Praktikum

⑨ Box Penyimpanan Komponen

⑩ Catu Daya DC (Adaptor)

⑪ Alat Ukur Praktikum



MODUL I

DIODA DAN APLIKASINYA

I. TUJUAN PRAKTIKUM

- Mengetahui karakteristik dioda
- Mengenal rangkaian aplikasi dioda biasa dan zener
- Mampu menganalisa dan mengetahui prinsip kerja rangkaian aplikasi dioda
- Memahami penggunaan dioda dalam rangkaian penyearah
- Mempelajari pengaruh filter sederhana pada suatu sumber DC
- Memahami penggunaan dioda untuk rangkaian Clipper dan Clamper

II. KOMPONEN DAN ALAT YANG DIGUNAKAN

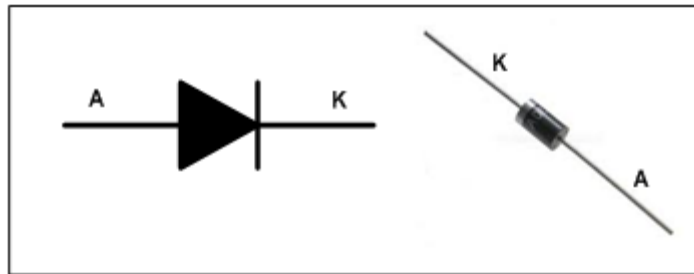
- Kit Praktikum karakteristik dioda, penyearah dan filter
- Sumber tegangan DC (2 buah)
- Trafo CT 15 V (1 buah)
- Osiloskop (1 buah)
- Multimeter (1 buah)
- Dioda 1N4001/1N4002 (3 buah)
- Dioda Zener 5V1 (2 buah)
- Resistor Variabel (1 buah)
- Resistor 150 KOhm (1 buah)
- Kapasitor 10 uF (1 buah)
- Kabel-kabel (2 buah kabel Banana-BNC, 1 buah kabel BNC-BNC)

III. DASAR TEORI

A. PENGERTIAN DIODA

Dioda merupakan komponen aktif yang tersusun atas dua elektroda, disatu sisi tersusun atas bahan semikonduktor tipe P disebut anoda dan disisi lainnya tersusun atas semikonduktor tipe N disebut Katoda. Sehingga bisa dikatakan bahwa dioda merupakan sambungan bahan

semikonduktor tipe P (Positif) dan bahan semikonduktor tipe N (Negatif) atau disebut juga *PN Junction*.



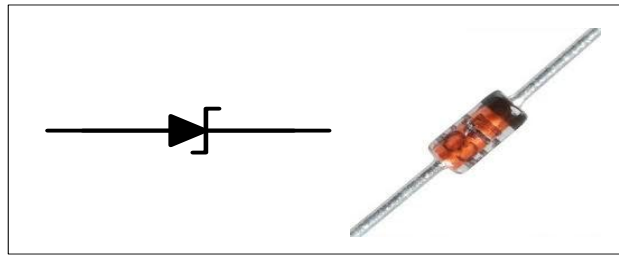
Gambar 1.1 Simbol dan Bentuk Fisik Dioda

Adapun fungsi dioda diantaranya adalah sebagai penyearah tegangan atau arus, *clipper*, *clamper*, *multiplier*, dan gerbang logika dasar. Karena dioda merupakan komponen yang memiliki polaritas satu kaki positif dan satu kaki negatif, maka dalam pemasangannya pun di dalam rangkaian tidak boleh terbalik. Dioda harus dipasang *forward bias* atau diberi pratangan maju supaya bisa bekerja, sedangkan jika dipasang *reverse bias* atau diberi tegangan mundur dioda tidak akan bekerja. Pada saat diberi pratangan maju dioda seolah-olah (idealnya) seperti kawat lurus tersambung sehingga arus bisa mengalir. Namun pada kenyataannya tidak ada dioda yang ideal, jadi ketika diberi pratangan maju akan timbul beda potensial diantara kaki anoda dan katodanya, sesuai dengan bahan dioda yang digunakan. Misal jika bahannya Silikon maka muncul beda potensial sebesar 0,7 Volt ($\approx 0,6V - 0,7V$) sedangkan jika bahannya Germanium sekitar 0,3 Volt ($\approx 0,2V - 0,3V$). Sedangkan jika dipasang *reverse bias* maka antara kaki anoda dan katoda seolah-olah akan terputus sehingga tidak ada arus yang mengalir. Sederhananya yang dimaksud dengan pratangan maju adalah pemberian tegangan dimana pada dioda yang seharusnya diberi tegangan positif diberi tegangan positif dari sumber tegangan, atau dengan kata lain kaki anoda harus lebih positif dibandingkan kaki katoda. Secara fisik untuk identifikasi kaki dioda dapat dilihat dari badan dioda. Pada badan dioda salah satu ujungnya terlihat ada gelang putih melingkar, lingkaran itu menunjukkan bahwa kaki dioda tersebut merupakan katoda.

B. Dioda Zener

Merupakan jenis dioda yang dalam pemakaiannya pada rangkaian elektronika banyak difungsikan sebagai referensi tegangan. Dioda zener yang dicatu balik (*reverse bias*) akan

menunjukkan karakteristik tegangan tembus yang terkontrol dan akan melewatkan arus listrik untuk menjaga tegangan jatuh supaya tetap pada tegangan zener.



Gambar 1.2 Simbol dan Bentuk Fisik Dioda Zener

Biasanya besarnya nilai tegangan zener tertulis pada badan dioda dan untuk melihatnya dapat secara langsung ataupun menggunakan kaca pembesar. Misal pada badan zener tertulis 5V1 yang artinya dioda tersebut mempunyai nilai tegangan zener sebesar 5.1 Volt. Berikut beberapa nilai tegangan zener yang tersedia dipasaran : 3.3V, 3.9V, 4.3V, 4.7V, 5.1V, 5.2V, 6.2V, 6.8V, 7.5V, 8.2V, 9.1V, 10V, 11V, 12V dan seterusnya.

Karakteristik Dioda

Dengan menggunakan rangkaian pada kit praktikum yang tersedia, akan diamati dan dipahami:

- Tegangan cut-in
- Tegangan breakdown
- Kemiringan kurva yang berarti besarnya resistansi dinamis pada titik tersebut
- Beberapa kemungkinan penggunaan dioda berdasarkan karakteristiknya

Penyearah

Dalam percobaan ini akan diamati 3 jenis penyearah gelombang sinyal, yaitu:

- Penyearah gelombang setengah
- Penyearah gelombang penuh (dengan trafo center tapped)
- Penyearah gelombang penuh tipe jembatan

Dengan menggunakan rangkaian pada kit praktikum yang tersedia, amati dan pahami:

- Perbedaan penyearah gelombang setengah dan gelombang penuh
- Pengaruh tegangan cut-in dan bentuk karakteristik dioda pada output
- Beban yang ditanggung trafo untuk masing-masing jenis penyearah

Penggunaan dioda yang paling dasar adalah sebagai penyearah arus bolak-balik jala-jala menjadi arus searah pada suatu sumber tegangan DC, seperti catu daya. Suatu analisa pendekatan untuk suatu penyearah dengan filter C dapat dilihat berikut ini. Tegangan pada rangkaian penyearah gelombang penuh diperoleh sebesar :

$$V_o = V_p - \frac{1}{2}V_r$$

dimana V_p adalah magnituda tegangan puncak sinyal AC yang disearahkan dan tegangan ripple V_r sebesar :

$$V_r = \frac{V_p}{2fCR}$$

dengan f frekuensi sinyal AC jala-jala yang digunakan, C kapasitansi filter dan R beban pada rangkaian penyearah dan filter.

Untuk catu daya tegangan ideal (DC murni), tegangan ripple harus bernilai nol. Keadaan ini dapat diperoleh bila : (1) nilai resistansi R beban adalah tak hingga dan (2) nilai kapasitansi C sangat besar (tak hingga). Nilai resistansi beban tak hingga berarti rangkaian tanpa beban (beban terbuka). Dengan demikian untuk keadaan praktis hal yang dapat digunakan adalah dengan menggunakan kapasitansi C yang besar. Nilai kapasitansi C yang besar akan memberikan tegangan ripple yang kecil. Dalam percobaan ini akan dilakukan pengamatan pengaruh nilai kapasitansi dan resistansi beban terhadap tegangan ripple.

Sebuah catu tegangan ideal juga seharusnya tidak mengalami degradasi tegangan outputnya bila mendapat beban, yang berarti catu tegangan ideal dapat dimodelkan dengan sumber tegangan. Pada kenyataannya catu tegangan seperti ini selalu mengalami degradasi dengan naiknya arus beban. Perilaku seperti ini dapat dimodelkan dengan Rangkaian Thevenin berupa hubungan seri sumber tegangan dan resistansi output. Besaran resistansi output ini menentukan berapa degradasi tegangan yang diperoleh. Untuk rangkaian penyearah gelombang penuh, besar resistansi output efektif dapat dihitung

$$R_o = \frac{1}{4fC}$$

Besaran lain yang dapat digunakan untuk menunjukkan perilaku yang sama adalah faktor regulasi tegangan VR. Besaran ini tidak bersatuan dan didefinisikan sebagai

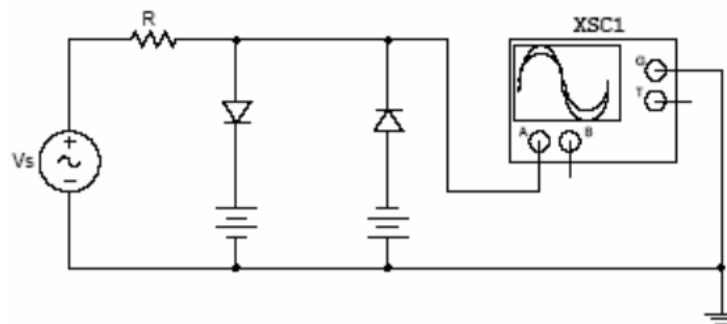
$$V_R = \frac{V_{nl} - V_{fl}}{V_{fl}} \times 100\%$$

dimana V_{nl} adalah tegangan tanpa beban dan V_{fl} adalah tegangan beban penuh. Nilai regulasi tegangan V_R yang kecil menunjukkan sumber tegangan yang lebih baik.

Rangkaian Clipper dan Clamper

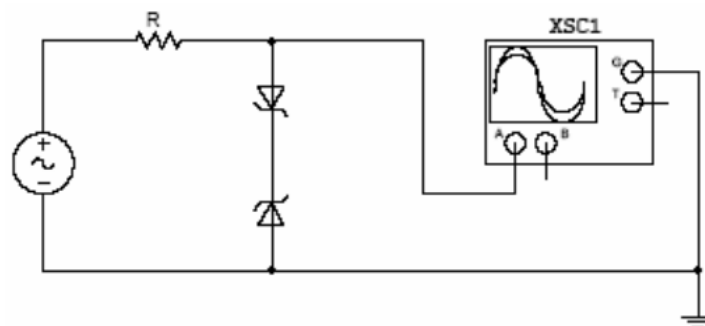
Dalam percobaan ini akan dilakukan pengamatan sinyal output yang dihasilkan oleh rangkaian Clipper dan Clamper.

Rangkaian clipper adalah rangkaian yang digunakan untuk membatasi tegangan agar tidak melebihi dari suatu nilai tegangan tertentu. Rangkaian ini dapat dibuat dari dioda dan sumber tegangan DC yang ditunjukkan oleh gambar berikut.



Gambar 1.3 Rangkaian Clipper

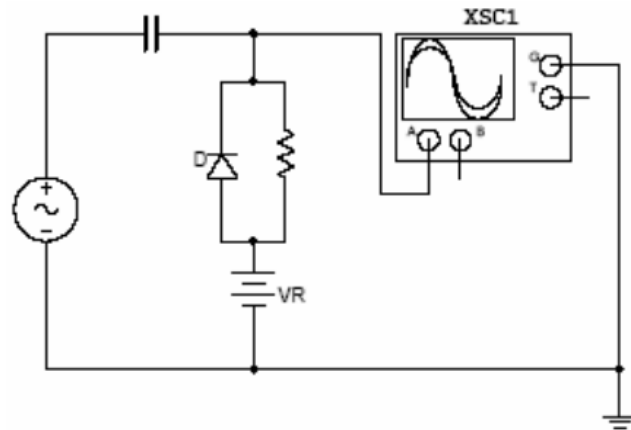
Rangkaian alternatif dapat juga dibuat dengan menggunakan dioda zener seperti yang ditunjukkan oleh gambar berikut ini.



Gambar 1.4 Rangkaian Alternatif Clipper

Rangkaian Clamper adalah rangkaian yang digunakan untuk memberikan *offset* tegangan DC, dengan demikian, tegangan yang dihasilkan adalah tegangan input ditambahkan dengan

tegangan DC. Rangkaian ini ditunjukkan oleh berikut ini.

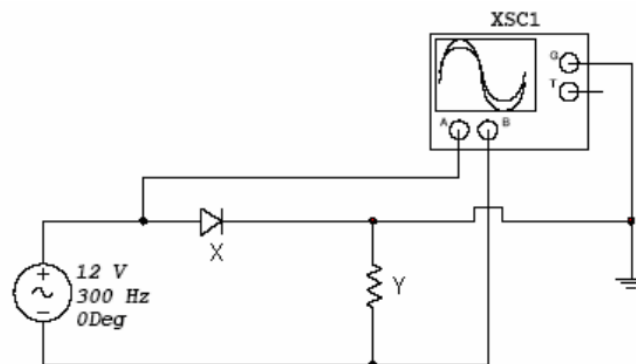


Gambar 1.5 Rangkaian Clamper

Percobaan 1 :

Karakteristik Dioda

1. Lakukan kalibrasi untuk semua peralatan yang akan digunakan, jika belum dikalibrasi. Hal ini sangat perlu dilakukan untuk mendapat hasil pengukuran yang benar.
2. Dengan menggunakan generator sinyal dan kit praktikum susun rangkaian seperti Gambar di bawah ini. Lalu hubungkan osiloskop untuk pengamatan rangkaian. Sinyal yang digunakan adalah *sawtooth* atau *sinusoidal*. Untuk mengawali, gunakan DC offset nol untuk sinyal dari generator sinyal.
3. Gunakan mode X-Y untuk mengamati sinyal
4. Tekan tombol invert untuk channel B



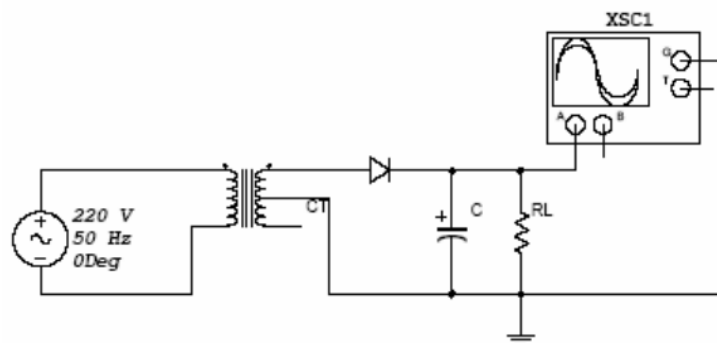
Gambar 1.6 Gambar Rangkain Percobaan 1

5. Amati dan catat tegangan *cut-in*, tegangan *break-down*, dan gambarkan bentuk karakteristik arus-tegangan dioda silikon (perhatikan detail gambar pada saat menggambar).
6. Ulangi langkah 2 untuk jenis dioda lainnya: Dioda Germanium dan Dioda Silikon Zener.
7. Catat semua pengamatan pada buku log praktikum.

Percobaan 2 :

Penyearah dan Filter

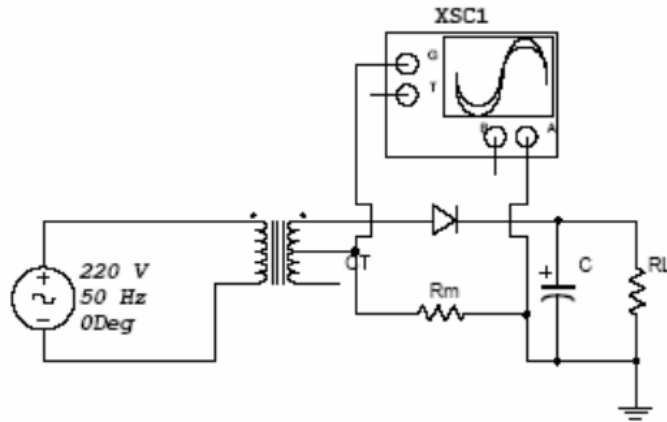
8. Dengan menggunakan rangkaian yang tersedia pada kit praktikum, susunlah rangkaian penyearah gelombang setengah seperti ditunjukkan pada Gambar di bawah ini. Gunakan jala-jala untuk memberikan tegangan 220V/50Hz ke transformator pada kit praktikum. Gunakan osiloskop untuk mengamati tegangan output. Pilihlah kopling input osiloskop yang sesuai, DC untuk pengukuran tegangan DC, dan AC untuk pengukuran tegangan ripple. Sinkronisasi menggunakan line.



Gambar 1.7 Rangkaian Percobaan 2

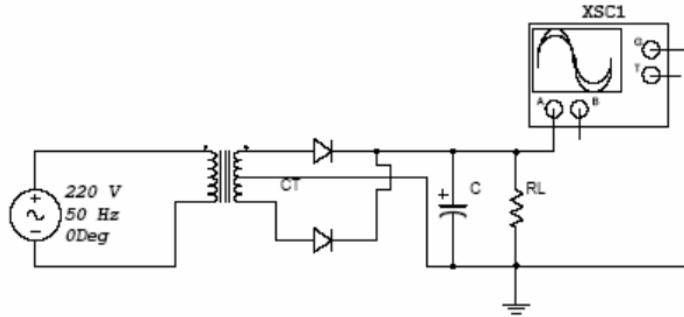
9. Amati bentuk gelombang, frekuensi gelombang, dan pengaruh pemasangan C (minimum 2 nilai kapasitansi) pada tegangan ripple. Catat nilai resistansi (beban), kapasitansi (filter) dan tegangan DC dan tegangan ripple yang diperoleh.
10. Ulangi langkah 9 untuk suatu nilai C konstan, ubah-ubahlah besarnya beban (minimum 2 nilai resistansi).
11. Ulangi langkah 9 dan 10 untuk kondisi berikut ini:
 - Lepaskan hubungan CT trafo dengan Ground.

- Hubungkan resistor R_m dari CT trafo ke Ground seperti yang ditunjukkan oleh gambar di bawah ini. (Catatan: Nilai R_m harus sekecil mungkin agar tidak terlalu mempengaruhi rangkaian).
- Gunakan osiloskop untuk melihat arus pada resistor ini, gambarkan bentuk arusnya, ukur arus maksimum dan frekuensi arus yang diamati.



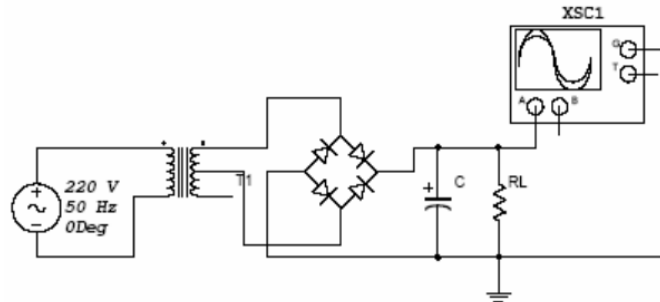
Gambar 1.8 Percobaan Dengan Pengaruh R_m

12. Lepaskan resistor R_m dan hubungkan lagi CT trafo dan Ground secara langsung. Lepaskan hubungan resistansi beban (R_L) dari rangkaian penyearah dan filter. Dengan menggunakan nilai-nilai kapasitasi pada langkah-langkah sebelumnya, ukur tegangan output DC dengan menggunakan multimeter.
13. Hubungkan resistor variabel pada output rangkaian penyearah di atas, ubahlah nilai resistansi hingga diperoleh tegangan output sebesar setengah tegangan output dalam keadaan tanpa beban. Perhatikan, pada saat melakukan langkah ini mulailah dari nilai resistansi terbesar.
14. Lepaskan resistor variabel dari rangkaian dan ukur resistansinya dengan menggunakan multimeter. Langkah 13 dan 14 ini dapat pula diamati dengan osiloskop, namun akan lebih mudah bila menggunakan multimeter.
15. Susunlah rangkaian penyearah gelombang penuh 2 dioda seperti ditunjukkan pada gambar berikut ini. Lakukan hal yang sama dengan langkah 9 hingga 14 untuk rangkaian ini.



Gambar 1.9 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh dengan 2 Dioda

16. Kecuali langkah 11, ulangi langkah 9 sampai langkah 14 untuk rangkaian penyearah gelombang penuh seperti pada gambar berikut ini. Khusus untuk langkah 12 lakukan hal berikut: Lepaskan hubungan resistansi beban (R_L) dari rangkaian penyearah dan filter. Dengan menggunakan nilai-nilai kapasitasi pada langkah sebelumnya, ukur tegangan output DC dengan menggunakan multimeter.



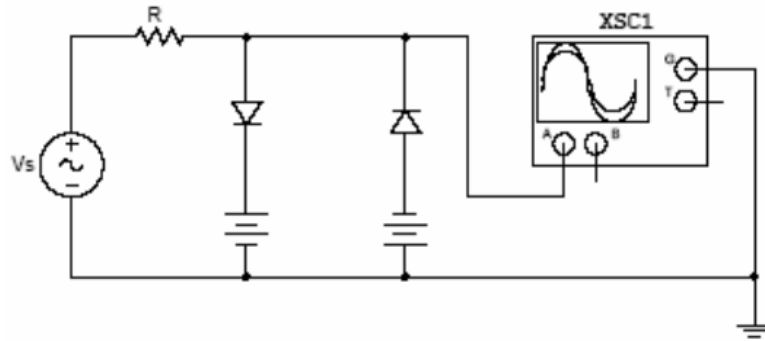
1.10 Rangkaian Penyearah Gelombang Penuh Dengan Jembatan Dioda

17. Lakukan analisis terhadap hasil yang anda peroleh.

Percobaan 3 :

Rangkaian Clipper

18. Buatlah rangkaian pada breadboard seperti gambar berikut ini.

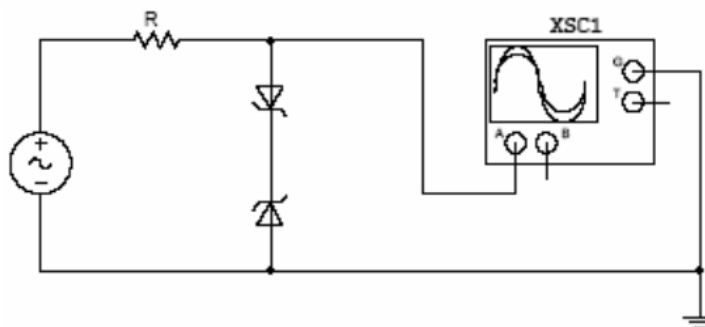


Gambar 1.11 Rangkaian Clipper 2 Dioda

Gunakan nilai komponen-komponen sebagai berikut:

- Resistor : 150 KOhm
- Dioda : 1N4001/1N4002
- Vin : Trafo CT 15 V
- Tegangan DC : 5 Volt

19. Amati dengan menggunakan Osiloskop sinyal output yang diperoleh dan gambarkan bentuk sinyalnya.
20. Susunlah rangkaian seperti gambar di bawah ini. Lakukan pengamatan seperti pada langkah sebelumnya.

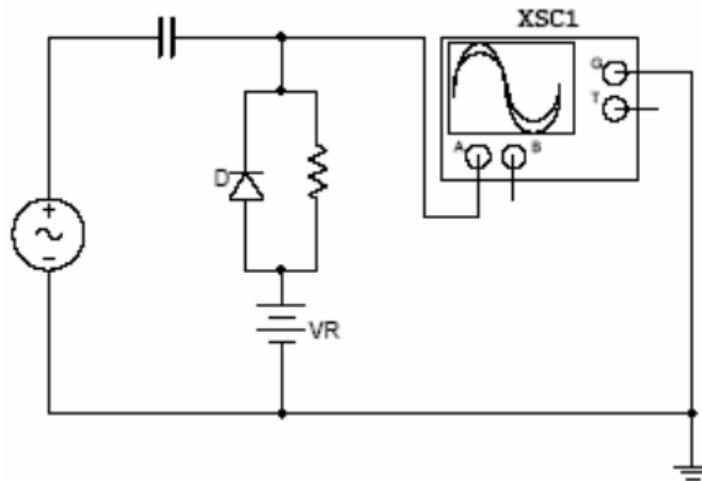


Gambar 1.12 Rangkaian Lain Clipper 2 Dioda

21. Bandingkan hasil percobaan kedua rangkaian di atas dan lakukan analisis terhadap hasil yang anda peroleh!

Rangkaian Clamper

22. Buatlah rangkaian pada breadboard seperti gambar di bawah ini.



Gambar 1.13 Rangkaian Percobaan Clamper

Gunakan nilai komponen-komponen sebagai berikut: rangkaian berikut.

- Dioda : 1N4001/1N4002
- Kapasitor : 10 μ F, 16-35 V
- V_{in} : Trafo CT 15 V
- Tegangan DC : 5 Volt

23. Amati dengan menggunakan Osiloskop sinyal output yang diperoleh dan gambarkan bentuk sinyalnya.

24. Berilah analisis terhadap hasil yang anda peroleh.

MODUL II

TRANSISTOR

Bipolar Junction Transistor

1. Tujuan Praktikum

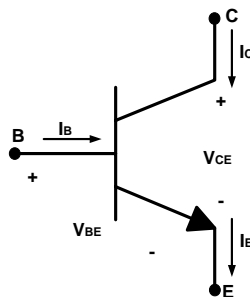
- Memahami karakteristik transistor BJT
- Memahami teknik bias pada transistor BJT

2. Peralatan Praktikum

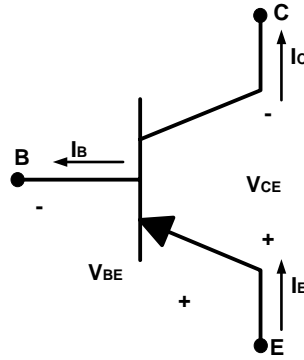
- Transistor BJT (BC547/2N2222/2N3904/BC107)
- Resistor
- Protoboard
- Multimeter
- Function Generator
- Oscilloscope
- Kabel penghubung

3. Teori Dasar

Transistor merupakan salah satu komponen elektronika paling penting. Terdapat dua jenis transistor berdasarkan jenis muatan penghantar listriknya, yaitu bipolar dan unipolar. Dalam hal ini akan kita pelajari transistor bipolar. Transistor bipolar terdiri atas dua jenis, tergantung susunan bahan yang digunakan, yaitu jenis NPN dan PNP. Adapun simbol hubungan antara arus dan tegangan dalam transistor ditunjukkan oleh gambar berikut ini :



Gambar 2.1 Simbol Transistor BJT NPN



Gambar 2.2 Transistor BJT PNP

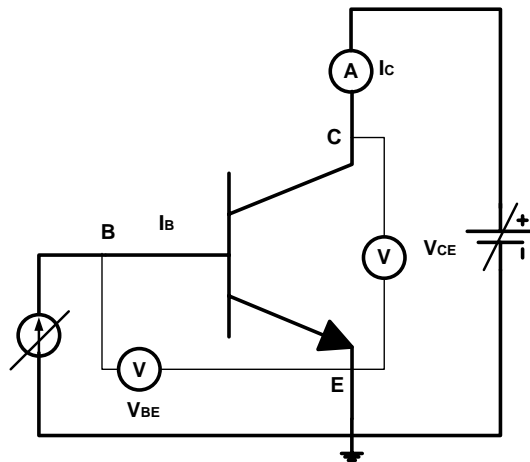
Terdapat suatu hubungan matematis antara besarnya arus kolektor (I_C), arus Basis (I_B), dan arus Emiter (I_E), yaitu Beta (β) yang merupakan penguatan arus DC untuk Common emitter, alpha (α) yang merupakan penguatan arus untuk Common Basis, dengan hubungan matematis sebagai berikut :

$$\beta = \frac{I_C}{I_B} \text{ dan } \alpha = \frac{I_C}{I_E}$$

Sehingga :

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha} \text{ dan } \alpha = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

Karakteristik sebuah transistor biasanya diperoleh dengan pengukuran arus dan tegangan pada rangkaian dengan konfigurasi common emitter, seperti pada gambar dibawah ini :



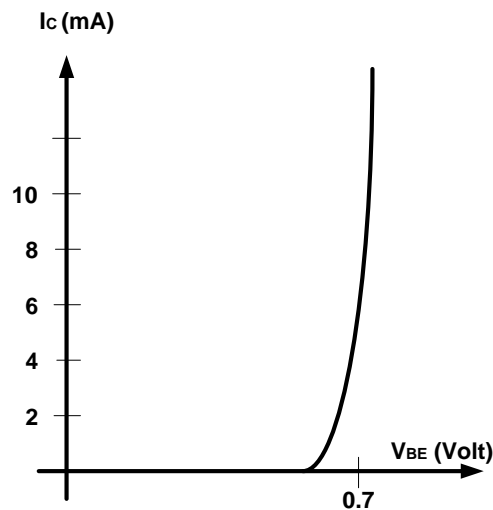
Gambar 2.3 Konfigurasi Sederhana Common Emiter

Pada gambar rangkaian di atas, terdapat dua karakteristik transistor yang dapat diukur diantaranya adalah :

Karakteristik I_C terhadap V_{CE} .

Karakteristik I_C terhadap V_{BE}

Arus pada kolektor juga merupakan fungsi eksponensial dari tegangan V_{BE} , sesuai dengan persamaan $I_C = I_E e^{\frac{V_{BE}}{\eta KT}}$. Dimana persamaan ini dapat digambarkan seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.4 Kurva Karakteristik I_C Terhadap V_{BE}

Dari kurva di atas dapat juga diperoleh transkonduktansi dari transistor, yang merupakan kemiringan dari kurva di atas, yaitu :

$$g_m = \frac{\Delta I_C}{\Delta V_{BE}}$$

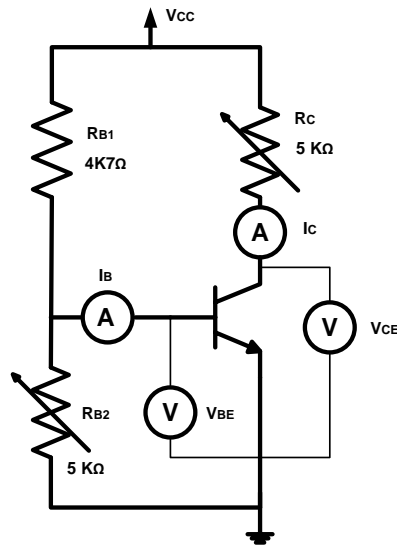
Memulai Percobaan

Percobaan 1 :

Karakteristik Input Transistor BJT $I_B - V_{BE}$

1. Sebelum memulai percobaan pastikan tidak ada sumber tegangan atau sumber arus dalam keadaan aktif (Kondisi awal semua dalam keadaan off).

2. Susun rangkaian seperti pada gambar di bawah ini pada protoboard yang disediakan :



Gambar 2.5 Gambar Rangkaian Percobaan 1

3. Atur potensiometer R_{B2} pada posisi minimum dengan melihat nilai resistansinya pada alat ukur Ohmmeter (multimeter).
4. Berikan tegangan $V_{CC} = 10$ Volt, Kemudian naikan resistansi pada potensiometer R_{B2} untuk mendapatkan nilai V_{BE} (lihat tabel hasil pengamatan).
5. Catat setiap nilai I_B dan I_C pada setiap perubahan tegangan tersebut.
6. Gambarkan kurva $I_B - V_{BE}$ pada grafik hasil percobaan.

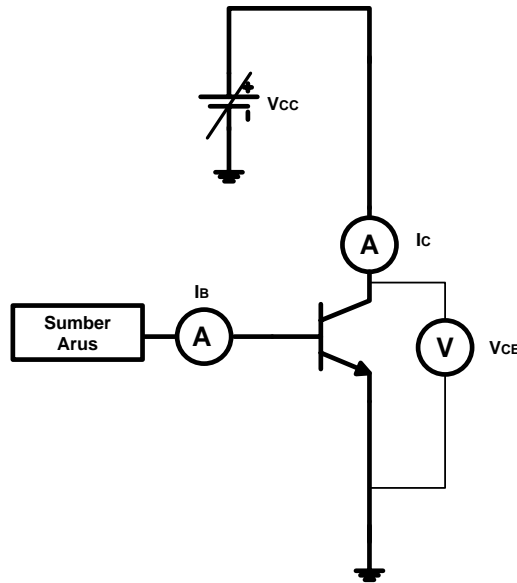
Karakteristik Output Transistor BJT $I_C - V_{CE}$

Percobaan 2 :

7. Masih pada rangkaian gambar 5 di atas, atur R_{B2} pada posisi minimum sehingga arus I_B pun minimum (area cut – off idelanya $0 \mu A$) atur R_C pada kondisi minimum.
8. Ubah nilai R_C untuk mendapatkan nilai V_{CE} sesuai dengan tabel pengamatan. Catat nilai I_B , I_C , V_{BE} , dan V_{CE} yang terukur.
9. Ulangi langkah 7 dan 8 di atas untuk nilai I_B yang berbeda sesuai pada tabel pengamatan dengan mengatur besarnya nilai R_{B2} .
10. Gambarkan kurva $I_C - V_{CE}$ yang diperoleh pada grafik.

Percobaan ketiga :

11. Susun rangkaian seperti pada gambar berikut pada protoboard, kemudian gunakan sumber tegangan V_{CC} yang dapat diatur nilainya (sumber tegangan DC variabel).



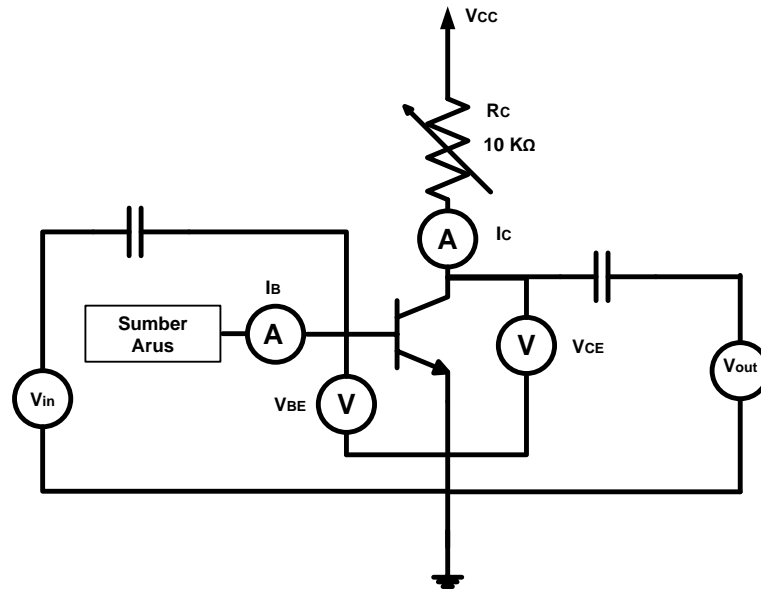
Gambar 2.6 Rangkaian Percobaan 3

12. Atur selector pada sumber arus untuk mendapatkan nilai I_B yang berbeda sesuai dengan tabel pengamatan. Pertama atur sumber arus sehingga arus yang masuk pada basis $I_B = 0$ A. Pada arus $I_B = 0$, ubahlah nilai tegangan pada V_{CE} dengan mengatur sumber tegangan V_{CC} (untuk nilai V_{CE} lihat pada tabel pengamatan). Catat besarnya arus I_C untuk setiap perubahan tegangan V_{CE} . Kemudian gambarkan kurva $I_C - V_{CE}$ pada grafik percobaan.
13. Lakukan langkah ke-12 di atas untuk nilai I_B yang lain (lihat pada tabel pengamatan).

Percobaan 4 :

Pengaruh bias terhadap kerja transistor

14. Susun rangkaian seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 2.7 Rangkaian Percobaan 4

15. Gunakan karakteristik output $I_C - V_{CE}$ untuk mengetahui daerah aktif, saturasi, dan cut-off dari transistor yang digunakan. Kemudian atur V_{CE} dan I_C agar transistor bekerja pada daerah saturasi.
16. Sambungkan V_{in} ke generator fungsi sinus, gunakan frekuensi sebesar 1 KHz, dengan V_{pp} sebesar 50 mV. Sambungkan V_{out} ke osiloskop.
17. Amati dan gambarkan bentuk gelombang V_{in} dan V_{out} . Lengkapi dengan nilai V_{max} masing-masing.
18. Ulangi langkah 15 – 16 di atas dengan mengganti V_{in} dengan sinyal kotak dan segitiga.
19. Amati dan gambarkan bentuk gelombang V_{in} dan V_{out} .
20. Lakukan langkah-langkah di atas untuk daerah aktif dan cut-off.

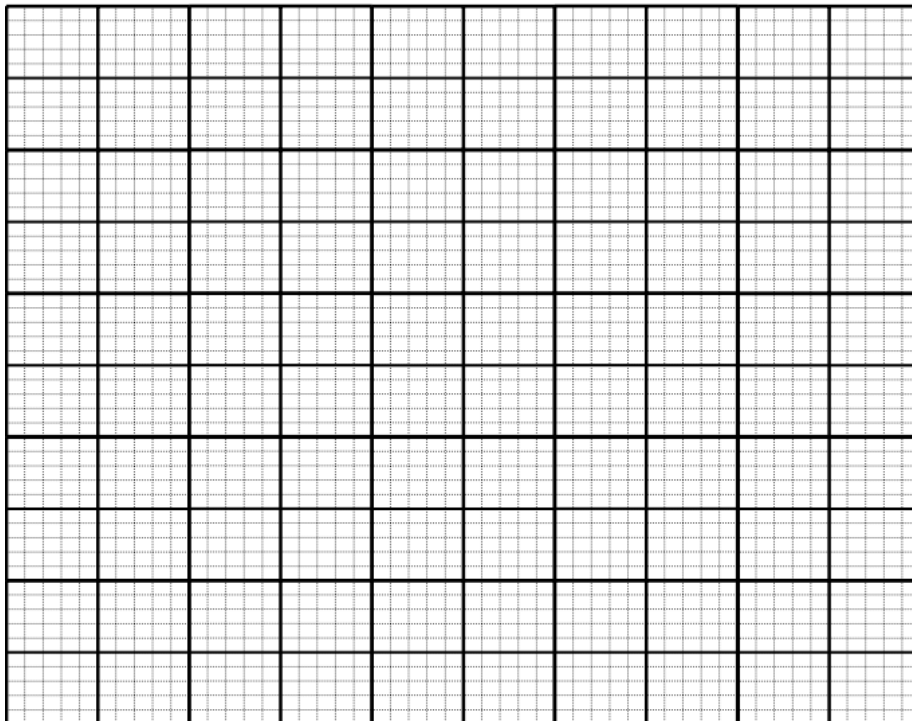
Tabel Data Pengamatan

Percobaan 1 :

Karakteristik input $I_B - V_{BE}$

No	V_{BE} (V)	I_B	I_C
1	0		
2	0,2		
3	0,3		
4	0,4		
5	0,5		
6	0,6		
7	0,7		
8	0,72		
9	0,76		
10	0,8		

Kurva Karakteristik $I_B - V_{BE}$

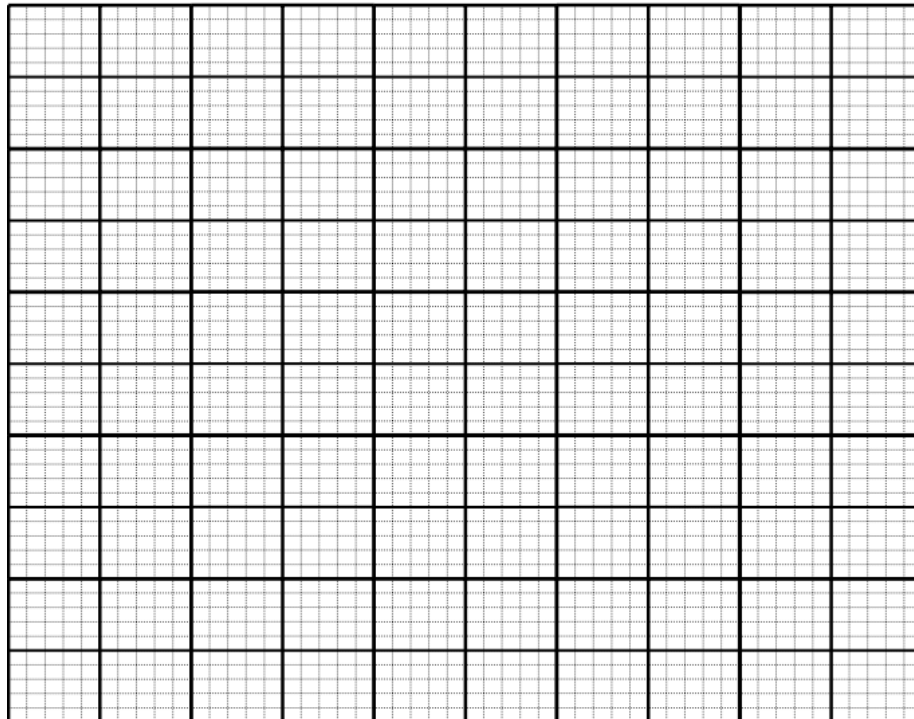


Percobaan 2 :

Karakteristik Output I_C – V_{CE} Transistor

VCE (V)	I_C (mA)						
	$I_B = 0$ mA	$I_B = 0.2$ mA	$I_B = 0.4$ mA	$I_B = 0.8$ mA	$I_B = 1$ mA	$I_B = 1.4$ mA	$I_B = 1.8$ mA
0							
0.1							
0.3							
0.5							
1							
2							
5							
7							
9							

Kurva Karakteristik I_C - V_{CE}

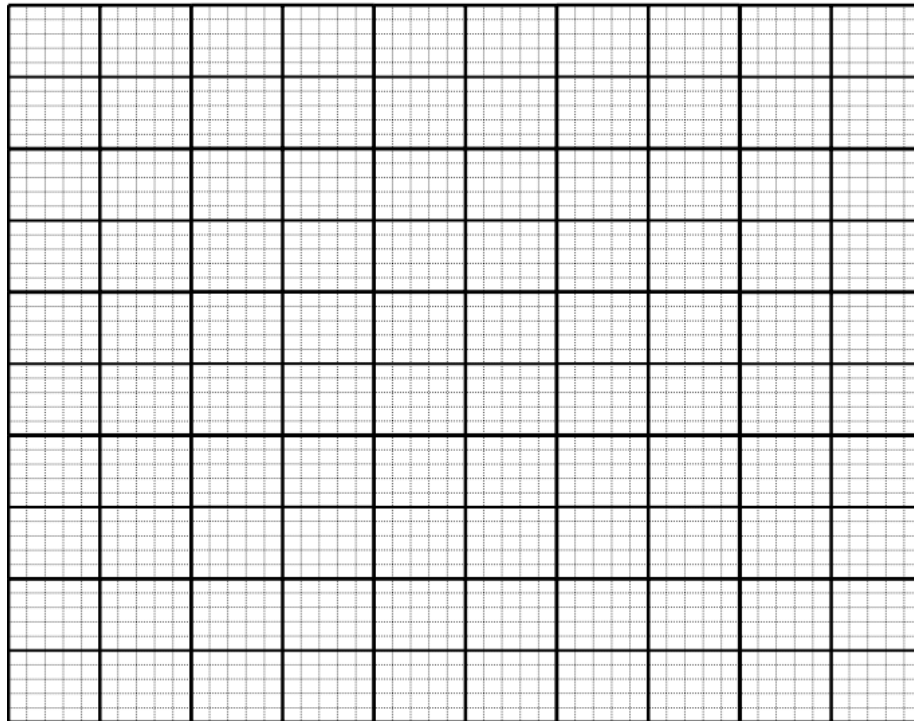


Percobaan 3 :

Karakteristik Output I_C – V_{CE} Transistor

VCE (V)	IC (mA)						
	$I_B = 0 \text{ mA}$	$I_B = 0.2 \text{ mA}$	$I_B = 0.4 \text{ mA}$	$I_B = 0.8 \text{ mA}$	$I_B = 1 \text{ mA}$	$I_B = 1.4 \text{ mA}$	$I_B = 1.8 \text{ mA}$
0							
0.1							
0.3							
0.5							
1							
2							
5							
7							
9							

Kurva Karakteristik I_C - V_{CE}



Percobaan ke-4 :

Pengaruh bias terhadap kerja transistor

	V_{in}	V_{out}
Daerah Saturasi I _B =mA I _C =.....mA V _{CE} =..... V V _{BE} =..... V		
Daerah Aktif I _B =mA I _C =.....mA V _{CE} =..... V V _{BE} =..... V		
Daerah Cut-Off I _B =mA I _C =.....mA V _{CE} =..... V V _{BE} =..... V		

Penguat dengan BJT

Tujuan :

- Mengetahui dan mempelajari fungsi transistor sebagai penguat
- Mengetahui karakteristik penguat berkonfigurasi Common Emitter
- Mengetahui karakteristik penguat berkonfigurasi Common Base
- Mengetahui karakteristik penguat berkonfigurasi Common Collector
- Mengetahui dan mempelajari resistansi input, resistansi output, dan faktor penguatan dari masing-masing konfigurasi penguat

Alat dan Komponen Yang Digunakan :

- Power Supply (1 buah)
- Generator Sinyal (1 buah)
- Osiloskop (1 buah)
- Multimeter (1 buah)
- Breadboard (1 buah)
- Sumber arus konstan (1 buah)
- Transistor 2N3904 (1 buah)
- Kabel-kabel
- Resistor Variable (1 buah)

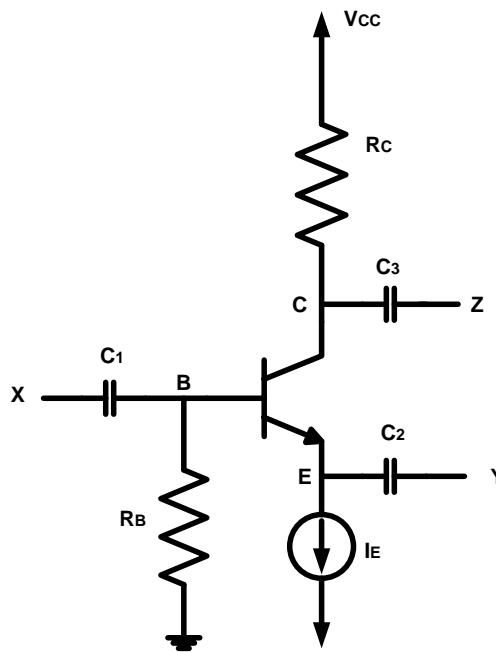
Teori Dasar

Transistor merupakan komponen dasar untuk sistem penguat. Untuk bekerja sebagai penguat, transistor harus berada dalam kondisi aktif. Kondisi aktif dihasilkan dengan memberikan bias pada transistor. Bias dapat dilakukan dengan memberikan arus yang konstan pada basis atau pada kolektor. Untuk kemudahan, dalam praktikum ini akan digunakan sumber arus konstan untuk “memaksa” arus kolektor agar transistor berada pada kondisi aktif.

Jika pada kondisi aktif transistor diberikan sinyal (input) yang kecil, maka akan dihasilkan

sinyal keluaran (output) yang lebih besar. Hasil bagi antara sinyal output dengan sinyal input inilah yang disebut faktor penguatan, yang sering diberi notasi A.

Ada 3 macam konfigurasi dari rangkaian penguat transistor yaitu : Common-Emitter (CE), Common-Base (CB), dan Common-Collector (CC). Konfigurasi umum transistor bipolar penguat ditunjukkan oleh gambar berikut ini.

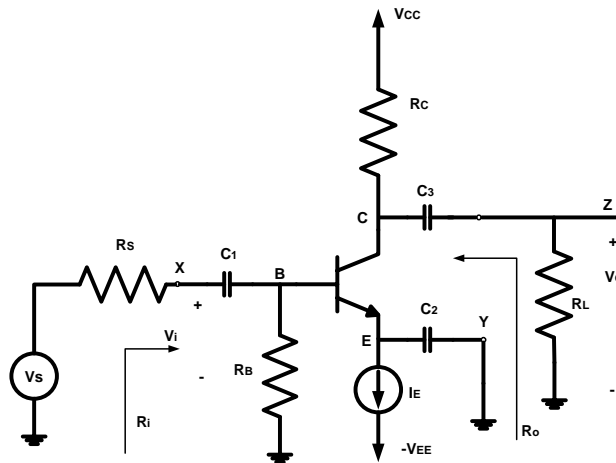


Gambar 2.8 Rangkaian Umum Penguat

Untuk membuat penguat CE, CB, dan CC, maka terminal X, Y, dan Z dihubungkan ke sumber sinyal atau ground tergantung pada konfigurasi yang digunakan.

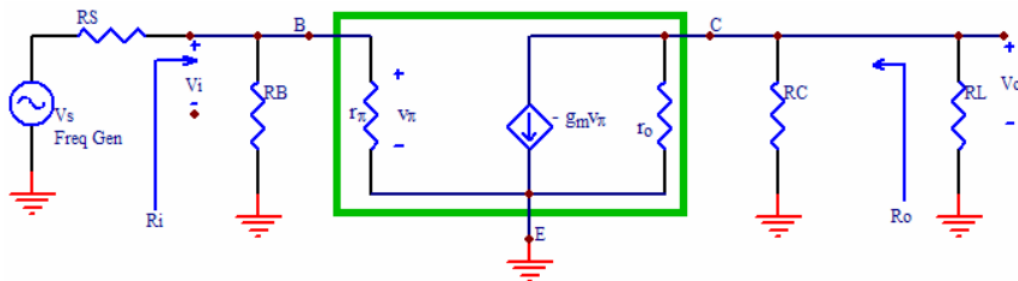
Konfigurasi Common Emitter :

Konfigurasi ini memiliki resistansi input yang sedang, transkonduktansi yang tinggi, resistansi output yang tinggi dan memiliki penguatan arus (AI) serta penguatan tegangan (AV) yang tinggi. Secara umum, konfigurasi common emitter digambarkan oleh gambar rangkaian di bawah ini.



Gambar 2.9 Rangkaian Penguat Dengan Common Emitter

Untuk menentukan penguatan teoritis-nya, terlebih dahulu akan kita hitung resistansi input dan outputnya. Resistansi Input (R_i) adalah nilai resistansi yang dilihat dari masukan sumber tegangan v_i . Perhatikan bahwa R_s adalah resistansi dalam dari sumber tegangan. Sedangkan Resistansi Output (R_o) adalah resistansi yang dilihat dari keluaran. Jika rangkaian diatas kita modelkan dengan model- π , maka rangkaian dapat menjadi seperti gambar berikut ini.



Gambar 2.10 Rangkaian Ekuivalen AC Common Emitter

Dengan model ini, R_i (resistansi input) adalah: $R_i = R_B // r_{\pi}$; Jika $R_B \gg r_{\pi}$ maka resistansi input akan menjadi: $R_i \approx r_{\pi}$. Kemudian, untuk menentukan resistansi output konfigurasi CE, kita buat $V_s = 0$, sehingga $g_m v_{\pi} = 0$, maka: $R_o = R_C // r_o$. Untuk komponen diskrit yang $R_C \ll r_o$, persamaan tersebut menjadi $R_o \approx R_C$.

Dan untuk faktor penguatan tegangan, A_v merupakan perbandingan antara tegangan keluaran dengan tegangan masukan:

$$A_v \approx \frac{-\beta(R_C // R_L // r_o)}{r_{\pi} + R_S}$$

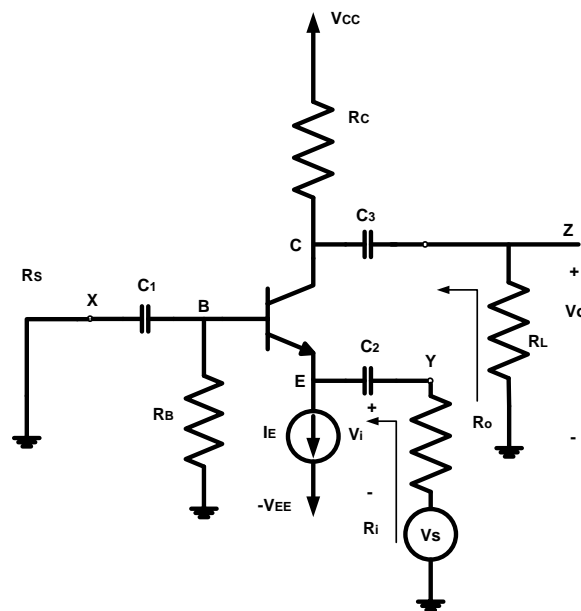
Jika terdapat resistor R_e yang terhubung ke emiter, maka berlaku:

$$R_i = R_B // r_{\pi}(1 + g_m R_e) ; R_O \approx R_C$$

$$\text{Maka : } A_V \approx - \frac{R_C // R_L}{r_e + R_e}$$

Konfigurasi Common Base :

Konfigurasi ini memiliki resistansi input yang kecil dan menghasilkan arus kolektor yang hampir sama dengan arus input dengan impedansi yang besar. Konfigurasi ini biasanya digunakan sebagai buffer. Konfigurasi common base ditunjukkan oleh gambar berikut ini.



Gambar 2.11 Rangkaian Common Base

Resistansi input untuk konfigurasi ini adalah: $R_i \approx r_e$

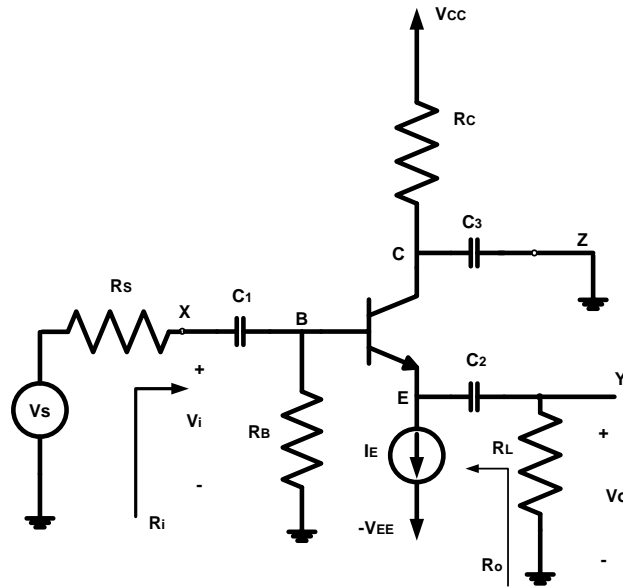
Resistansi outputnya adalah: $R_O \approx R_C$

Faktor penguatan keseluruhan adalah: $A_V \approx \frac{R_i}{R_i + R_S} g_m (R_C // R_L)$

dengan, R_S adalah resistansi sumber sinyal input dan g_m adalah transkonduktansi.

Konfigurasi Common Kolektor :

Konfigurasi ini memiliki resistansi output yang kecil sehingga baik untuk digunakan pada beban dengan resistansi yang kecil. Oleh karena itu, konfigurasi ini biasanya digunakan pada tingkat akhir pada penguat bertingkat. Konfigurasi common collector ditunjukkan oleh gambar berikut ini.



Gambar 2.12 Rangkaian Common Kolektor

Pada konfigurasi ini berlaku:

Resistansi input: $R_i \approx r_\pi + (\beta + 1)R_L$

Resistansi output: $R_o \approx r_e \frac{(R_S // R_B)}{\beta + 1}$

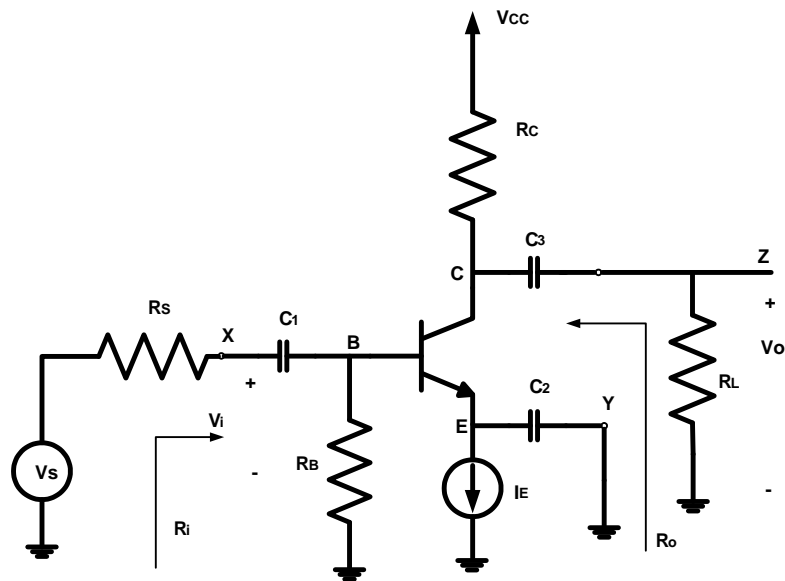
Faktor penguatan: $A_V \approx \frac{R_L}{R_L + R_o}$

Percobaan Common Emiter :

A. Faktor Penguatan

1. Susun rangkaian sesuai dengan komponen seperti pada gambar di bawah ini :

- $Q = 2N\ 3904$
- $R_B = 27\ K\Omega$ dan $R_C = 1K\Omega$
- $C_1, C_2, C_3 = 100\mu F$
- $V_{cc} = 10\ V$



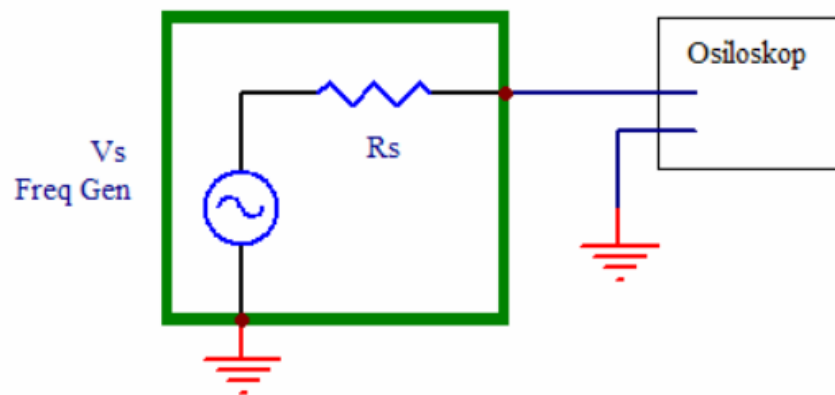
Gambar 2.13 Rangkaian Percobaan Common Emiter

2. Copot tahanan pada beban R_L
3. Hubungkan ujung kaki emiter ke pin “input” current source. Lakukan pengecekan arus I_c tersebut dengan menggunakan amperemeter dan pastikan semua ground terhubung.
4. Buatlah suatu sinyal sinusoidal kecil dari generator sinyal dengan tegangan $V_{pp} = 40-50\ mV$ dan frekuensi $10\ kHz$.
5. Hubungkan rangkaian di atas dengan sinyal sinusoidal seperti yang ditunjukkan pada gambar di atas.
6. Amati dan gambar sinyal di titik Z dan X menggunakan osiloskop.
7. Gunakan mode osiloskop xy untuk mengamati v_o/v_i , gambar grafik tersebut di buku log praktikum. Ubah-ubah nilai frekuensi generator sinyal dan catat masing-masing nilai penguatan pada frekuensi tersebut.
8. Naikkan amplituda generator sinyal dan amati v_o sampai bentuk sinyalnya mulai terdistorsi. Catatlah tegangan v_i pada saat hal tersebut terjadi.

- Ulangi langkah 8 dan 9 dengan menambahkan resistor pada kaki emitor dengan kapasitor bypass C_2 .

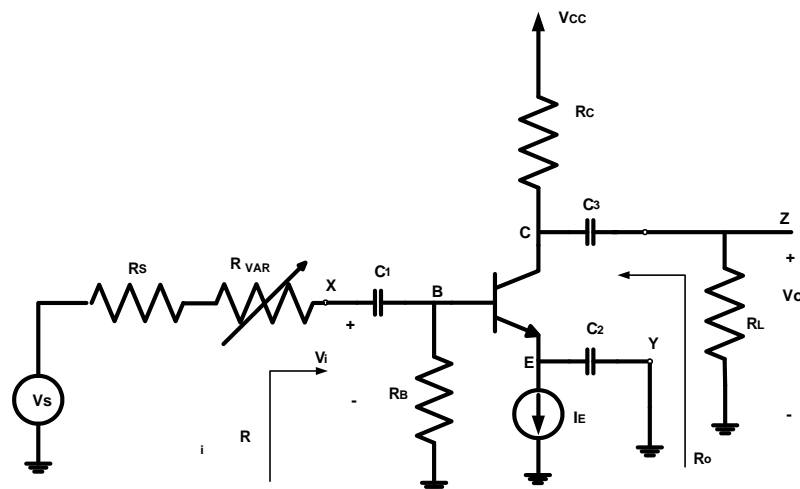
B. Resistansi Input

- Lepaskan hubungan Frekuensi Generator dan Osiloskop dari rangkaian.
- Atur kembali fungsi generator untuk menghasilkan sinyal sinusoidal sebesar $V_{pp} = 40 - 50$ mV dengan frekuensi 10 kHz seperti yang ditunjukkan oleh gambar di bawah ini. R_s adalah Resistansi Internal Frekuensi Generator, kita tidak perlu menambahkan resistor apapun untuk membentuk skema ini.



Gambar 2.14 Gambar Ekivalen Impedansi Input

- Dengan tidak merubah nilai-nilai komponen dari rangkaian penguat dan tidak merubah amplituda output Generator sinyal, susunlah rangkaian seperti pada gambar di bawah ini.



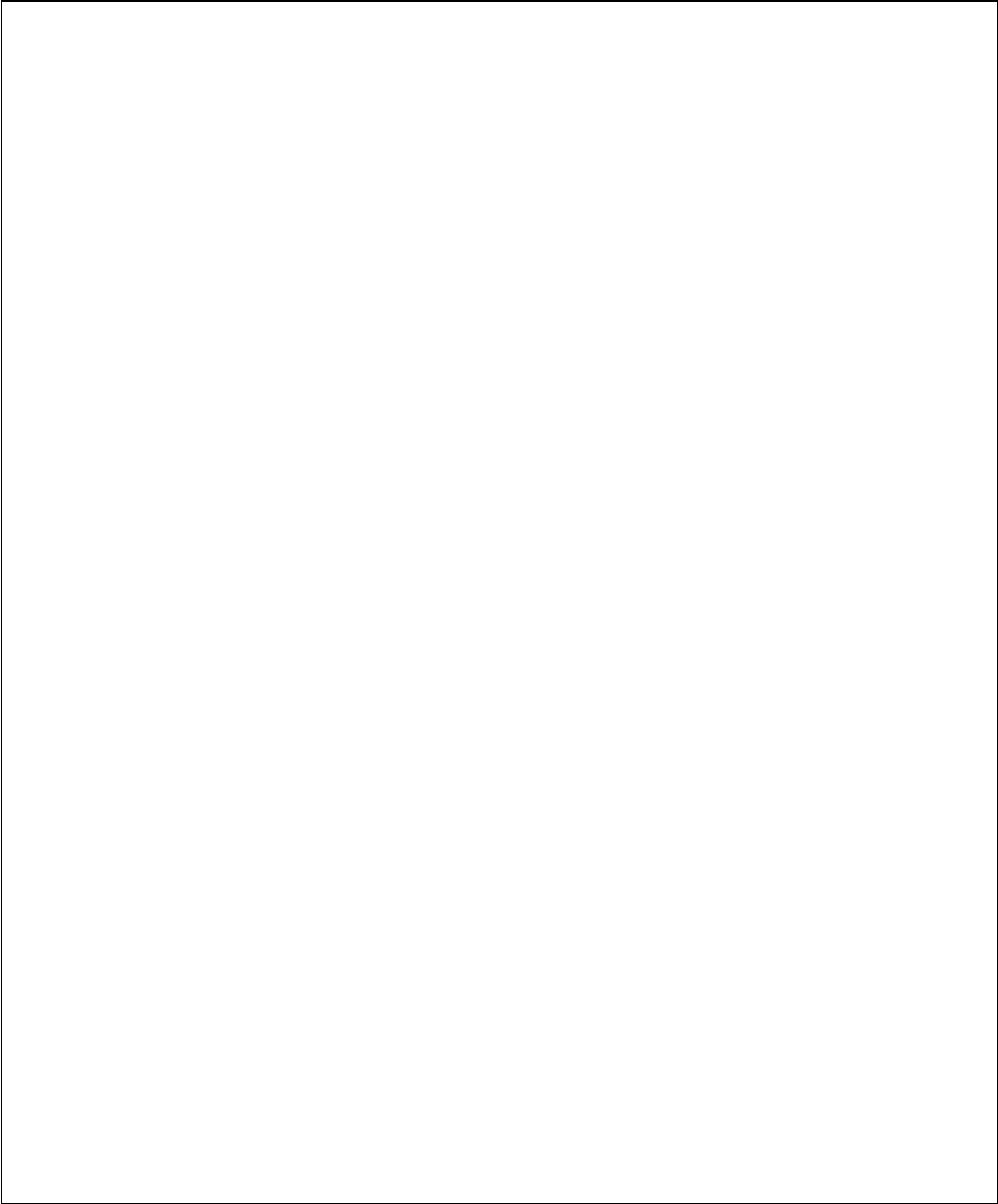
Gambar 2.15 Rangkaian Ekivalen Perhitungan Impedansi Input

13. Ubah nilai R_{var} dan catat nilainya yang membuat tegangan v_i menjadi $\frac{1}{2}$ dari tegangan osiloskop sebelum terpasang pada rangkaian penguat. Maka $R_i = R_{var} + R_s$ ($R_s=50\Omega$ untuk generator fungsi berkonektor koaksial) .

C. Resistansi Output

14. Atur kembali fungsi generator seperti pada langkah 11. Sambungkan dengan rangkaian awal pengukuran (tanpa R_L) pada gambar di bawah ini dan catat hasil bacaan V_o di osiloskop.
15. Sambungkan V_o rangkaian di atas dengan R_{var} kemudian atur nilai R_{var} yang memberikan V_o di osiloskop yang bernilai $\frac{1}{2}$ dari nilai tegangan sebelum dipasang R_{var} . Maka $R_o = R_{var}$.
16. Ulangi percobaan ini pada Common Base dan Common Kolektor

Lembar Hasil Pengukuran Penguat Dengan BJT



Karakteristik dan Penguat FET

1. Tujuan :

- Mengetahui dan mempelajari karakteristik transistor FET
- Memahami penggunaan FET sebagai penguat untuk konfigurasi Common Source, Common Gate, dan Common Drain
- Memahami resistansi input dan output untuk ketiga konfigurasi tersebut

2. Alat dan Komponen Yang Digunakan :

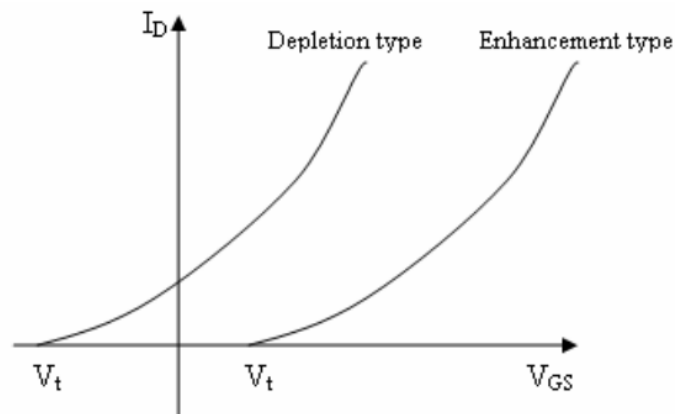
- Sumber tegangan DC (1 buah)
- Generator Sinyal (1 buah)
- Osiloskop (1 buah)
- Multimeter (2 buah)
- Breadbord (1 buah)
- RG = Potensiometer 1 M Ω (1 buah)
- RD = Potensiometer 10 k Ω (1 buah)
- RS = Potensiometer 1 k Ω (2 buah)
- Resistor 1 M Ω (1 buah)
- Kapasitor 100 uF (3 buah)
- Kabel-kabel

3. Dasar Teori

Transistor FET adalah transistor yang bekerja berdasarkan efek medan elektrik yang dihasilkan oleh tegangan yang diberikan pada kedua ujung terminalnya. Mekanisme kerja transistor ini berbeda dengan transistor BJT. Pada transistor ini, arus yang dihasilkan (dikontrol) dari Drain dilakukan oleh tegangan antara Gate dan Source . Bandingkan dengan arus pada Base yang digunakan untuk menghasilkan arus kolektor pada transistor BJT. Jadi, dapat dikatakan bahwa FET adalah transistor yang berfungsi sebagai “konverter” tegangan ke arus.

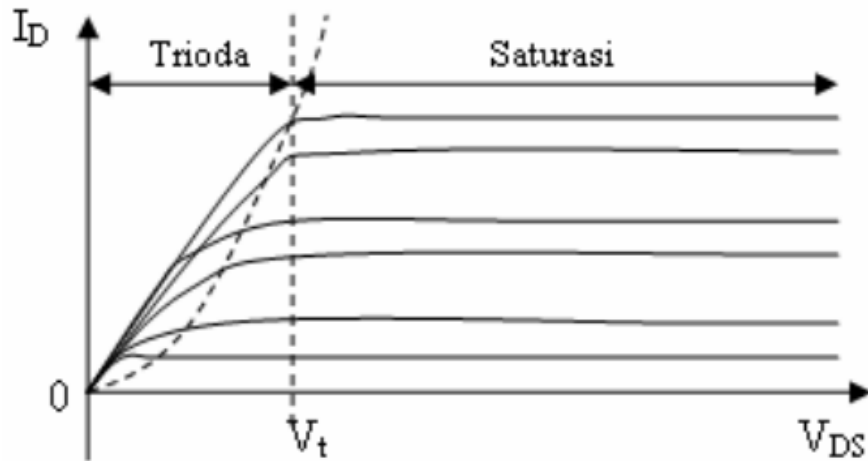
Transistor FET memiliki beberapa keluarga, yaitu JFET dan MOSFET. Pada praktikum ini akan digunakan transistor MOSFET walaupun sebenarnya karakteristik umum dari JFET dan MOSFET adalah serupa.

Karakteristik umum dari transistor MOSFET dapat digambarkan pada kurva yang dibagi menjadi dua, yaitu kurva karakteristik I_D vs V_{GS} dan kurva karakteristik I_D vs V_{DS} . Kurva karakteristik I_D vs V_{GS} diperlihatkan pada gambar berikut. Pada gambar tersebut terlihat bahwa terdapat V_{GS} minimum yang menyebabkan arus mulai mengalir. Tegangan tersebut dinamakan tegangan threshold, V_t . Pada MOSFET tipe depletion, V_t adalah negative, sedangkan pada tipe enhancement, V_t adalah positif.



Gambar 2.16 Karakteristik MOSFET

Pada gambar tersebut terlihat bahwa terdapat V_{GS} minimum yang menyebabkan arus mulai mengalir. Tegangan tersebut dinamakan tegangan threshold, V_t . Pada MOSFET tipe depletion, V_t adalah negative, sedangkan pada tipe enhancement, V_t adalah positif. Kurva karakteristik I_D vs. V_{DS} ditunjukkan oleh gambar di bawah ini. Pada gambar tersebut terdapat beberapa kurva untuk setiap V_{GS} yang berbeda-beda. Gambar ini digunakan untuk melakukan desain peletakan titik operasi / titik kerja transistor. Pada gambar ini juga ditunjukkan daerah saturasi dan Trioda.



Gambar 2.17 Titik kerja MOSFET

Penguat FET

Untuk menggunakan transistor MOSFET sebagai penguat, maka transistor harus beradadalam daerah saturasinya. Hal ini dapat dicapai dengan memberikan arus I_D dan tegangan V_{DS} tertentu. Cara yang biasa digunakan dalam mendesain penguat adalah dengan menggambarkan garis beban pada kurva I_D vs V_{DS} . Setelah itu ditentukan Q point nya yang akan menentukan I_D dan V_{GS} yang harus dihasilkan pada rangkaian.

Setelah Q point dicapai, maka transistor telah dapat digunakan sebagai penguat, dalam hal ini, sinyal yang diperkuat adalah sinyal kecil (sekitar 40-50 mVp-p dengan frekuensi 1-10 kHz).

Terdapat 3 konfigurasi penguat pada transistor MOSFET, yaitu

1. Common Source
2. Common Gate
3. Common Drain

Ketiganya memiliki karakteristik yang berbeda-beda dari faktor penguatan, resistansi input, dan resistansi output. Tabel berikut ini merangkum karakteristik dari ketiga konfigurasi tersebut.

Tabel 2.2 Karakteristik Impedansi Input, Impedansi Output dan Penguatan

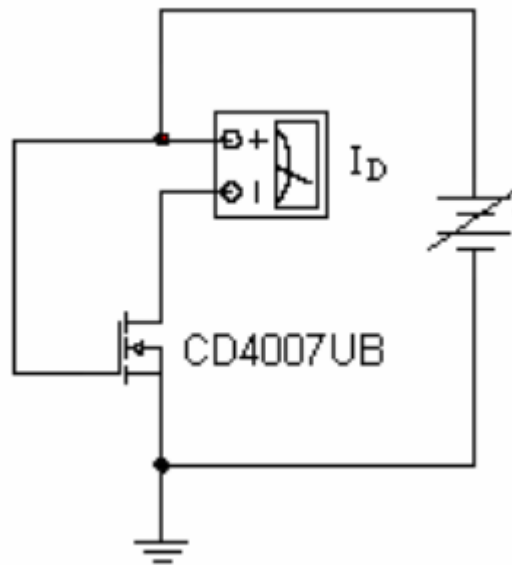
	Common Source	Common Gate	Common Drain
R_{IN}	R_G	$\frac{1}{g_m}$	R_G
R_{OUT}	$R_D // r_o$	$R_D // r_o$	$\left(g_m + \frac{1}{r_o}\right)$
A_V	$\frac{V_O}{V_i} = -g_m(R_L // R_D // r_o)$	$\frac{V_O}{V_i} = -g_m(R_L // R_D // r_o)$	$\frac{V_O}{V_i} = \frac{R_L // r_o}{R_L // r_o + \frac{1}{g_m}}$

Percobaan 1 :

Kurva karakteristik Transistor MOSFET

A. Kurva I_D vs V_{GS}

1. Buatlah rangkaian seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.18 Rangkain Umum MOSFET

2. Aturilah tegangan V_{GS} , lalu catat I_D yang dihasilkan sesuai dengan tabel berikut ini.

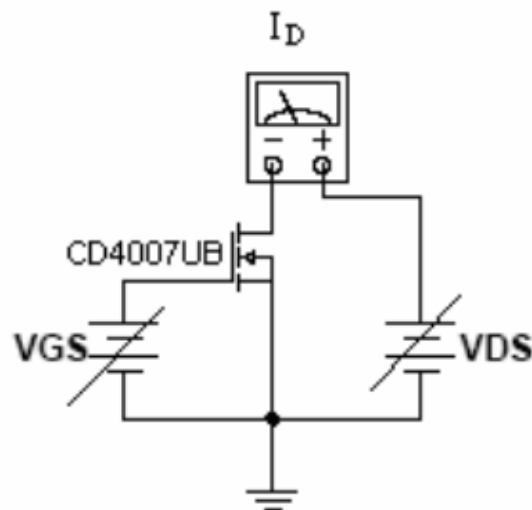
Tabel 2. 3 Tabel Hasil Pengukuran

VGS (V)	ID(mA)
0	
1.5	
2	
2.5	
3	
4	
5	
7.5	

3. Buatlah plot kurva karakteristik I_D vs V_{GS} dalam buku catatan laboratorium anda.
4. Tentukan tegangan threshold, V_t .

B. Kurva I_D vs V_{DS}

5. Buatlah rangkaian seperti pada gambar di bawah ini. Gunakan dua sumber tegangan DC.



Gambar 2.19 Karakteristik MOSFET

- Aturlah tegangan V_{DS} lalu catat I_D yang dihasilkan untuk setiap V_{GS} sesuai dengan tabel berikut ini.

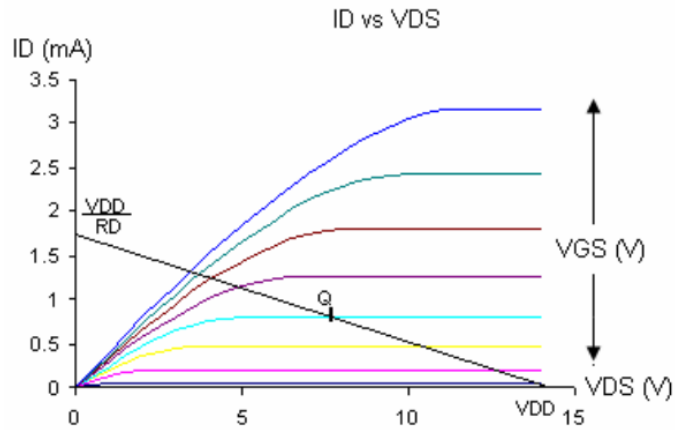
Tabel 2.4 Tabel Hasil Pengamatan

V_{DS} (V)	I_D (mA)						
	$V_{GS}=2V$	$V_{GS}=2.5V$	$V_{GS}=3V$	$V_{GS}=4V$	$V_{GS}=5V$	$V_{GS}=7V$	$V_{GS}=9V$
0							
0.25							
0.5							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							

- Buatlah plot kurva karakteristik I_D vs. V_{DS} untuk setiap V_{GS} dalam satu gambar di buku catatan laboratorium anda.
- Tentukanlah daerah saturasi, dan daerah triode.

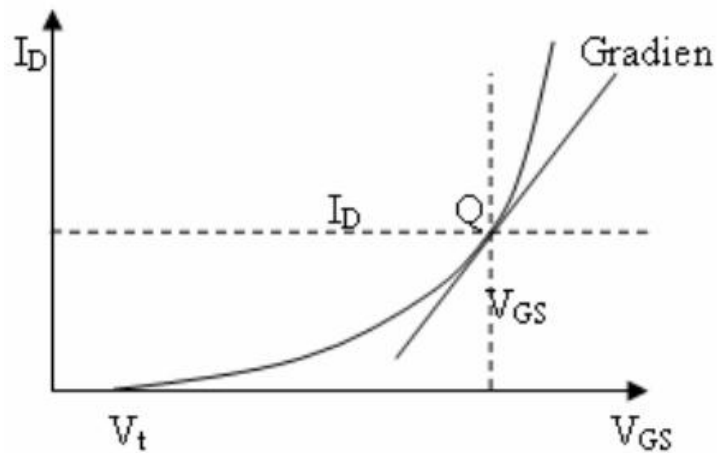
Desain Q-Point

- Pada kurva karakteristik I_D vs. V_{DS} , rancanglah Load line (garis beban) dengan menentukan V_{DD} terlebih dahulu dan menentukan R_D . Tempatkanlah titik Q point pada garis beban tersebut. Berikut ini adalah contoh gambar penempatan Q point pada kurva karakteristik I_D vs V_{DS} .



Gambar 2.20 Penentuan Beban Kerja

10. Hitunglah g_m dengan terlebih dahulu mencari nilai K berdasarkan formula $I_D = k(V_{GS} - V_t)^2$ dan $g_m = k(V_{GS} - V_t)$
11. Tentukan nilai g_m dengan melihat kemiringan kurva titik Q point pada kurva karakteristik I_D vs V_{GS} . Bandingkanlah kedua nilai g_m yang anda peroleh.



Gambar 2.21 Perhatikan Titik Kerja MOSFET

MODUL III

OPERATIONAL AMPLIFIER (OP-AMP)

1. Tujuan Praktikum

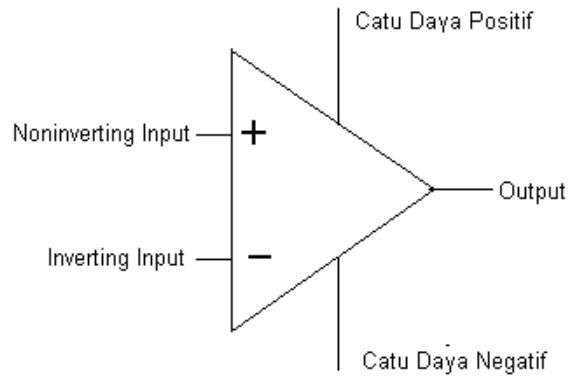
- Mengetahui penggunaan OP-AMP
- Mengimplementasikan rangkaian OP-AMP sederhana
- Melakukan pengujian rangkaian OP-AMP

2. Peralatan Praktikum

- IC OP-AMP (LM 741/ LM324 / OP07)
- Resistor
- Protoboard
- Multimeter
- Function Generator
- Oscilloscope
- Kabel penghubung

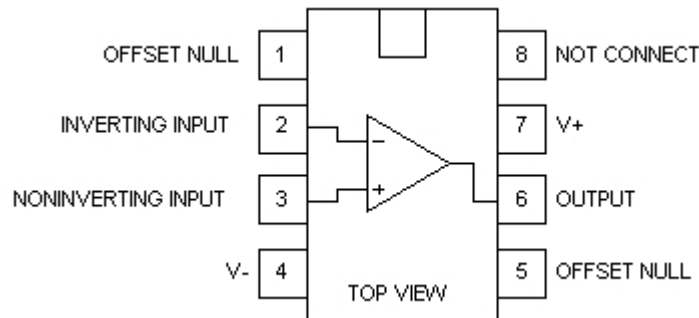
3. Teori Dasar

Operational Amplifier, sering disingkat dengan sebutan Op Amp, merupakan komponen yang penting dan banyak digunakan dalam rangkaian elektronik berdaya rendah (*low power*). Istilah *operational* merujuk pada kegunaan op amp pada rangkaian elektronik yang memberikan *operasi* aritmetik pada tegangan input (atau arus input) yang diberikan pada rangkaian. Op amp digambarkan secara skematik seperti pada gambar di bawah ini.



Gambar 3.1 Simbol OP-AMP

Gambar di atas menunjukkan dua input, output, dan koneksi catu daya pada op amp. Simbol "-" menunjukkan *inverting input* dan "+" menunjukkan *non-inverting input*. Koneksi ke catu daya pada op amp tidak selalu digambarkan dalam diagram, namun harus dimasukkan pada rangkaian yang sebenarnya.



Gambar 3.2 Konfigurasi pin IC Op amp 741

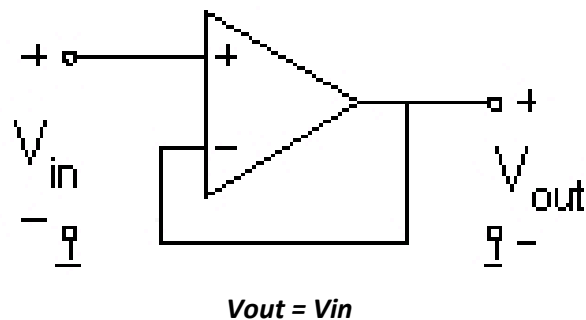
IC op amp yang digunakan pada percobaan ini ditunjukkan pada Gambar 2. Rangkaian op amp ini dikemas dalam bentuk *dual in-line package (DIP)*. DIP memiliki tanda bulatan atau strip pada salah satu ujungnya untuk menandai arah yang benar dari rangkaian. Pada bagian atas DIP biasanya tercetak nomor standar IC. Perhatikan bahwa penomoran pin dilakukan berlawanan arah jarum jam, dimulai dari bagian yang dekat dengan tanda bulatan/strip.

Pada IC ini terdapat dua pin input, dua pin power supply, satu pin output, satu pin NC (no connection), dan dua pin offset null. Pin offset null memungkinkan kita untuk melakukan sedikit pengaturan terhadap arus internal di dalam IC untuk memaksa tegangan output menjadi nol ketika kedua input bernilai nol. Pada percobaan kali ini kita tidak akan menggunakan fitur offset

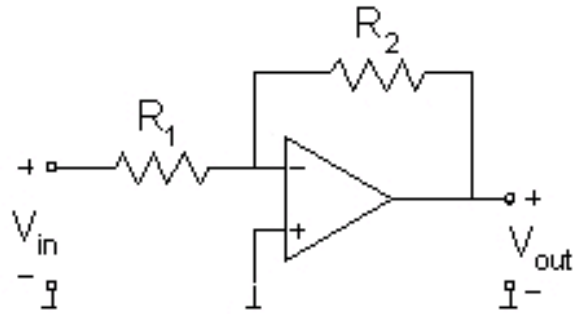
null. Perhatikan bahwa tidak terdapat pin "ground" pada op amp ini, amp menerima referensi ground dari rangkaian dan komponen eksternal.

Meskipun pada IC yang digunakan pada eksperimen ini hanya berisi satu buah op amp, terdapat banyak tipe IC lain yang memiliki dua atau lebih op amp dalam suatu kemasan DIP. IC op amp memiliki kelakuan yang sangat mirip dengan konsep op amp ideal pada analisis rangkaian. Bagaimanapun, terdapat batasan-batasan penting yang perlu diperhatikan. Pertama, tegangan maksimum power supply tidak boleh melebihi rating maksimum, biasanya $\pm 18V$, karena akan merusak IC. Kedua, tegangan output dari IC op amp biasanya satu atau dua volt lebih kecil dari tegangan power supply. Sebagai contoh, tegangan swing output dari suatu op amp dengan tegangan supply 15 V adalah $\pm 13V$. Ketiga, arus output dari sebagian besar op amp memiliki batas pada 30mA, yang berarti bahwa resistansi beban yang ditambahkan pada output op amp harus cukup besar sehingga pada tegangan output maksimum, arus output yang mengalir tidak melebihi batas arus maksimum.

Berikut ini merupakan beberapa rangkaian standar op amp. Untuk penurunan persamaannya dapat merujuk ke buku teks kuliah. Jika ingin mendesain rangkaian sederhana, pilihlah resistor dalam range sekitar 1k Ohm sampai 200k Ohm.

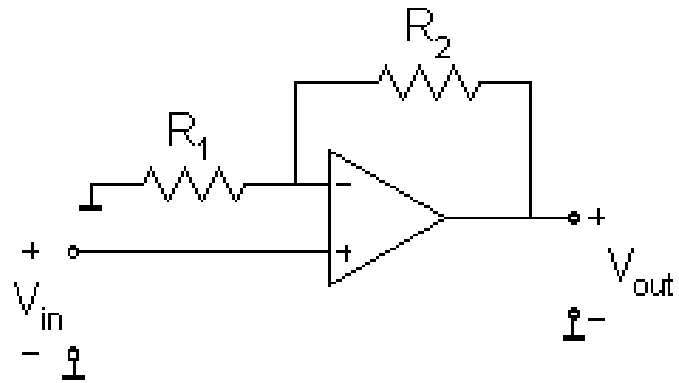


Gambar 3. 3 Rangkaian Voltage Follower



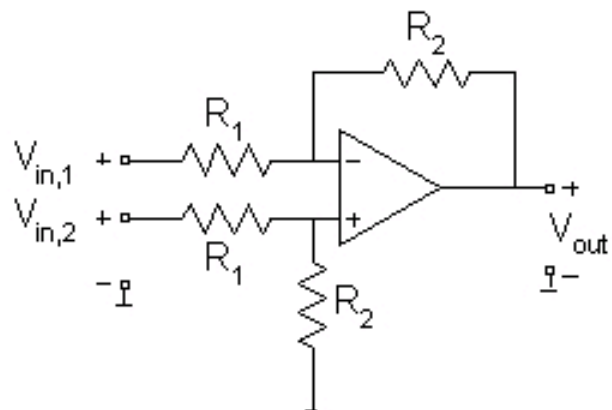
$$V_{out} = -(R_2/R_1)V_{in}$$

Gambar 3.4 Penguat Inverting



$$V_{out} = (1+R_2/R_1)V_{in}$$

Gambar 3.5 Penguat Non-Inverting



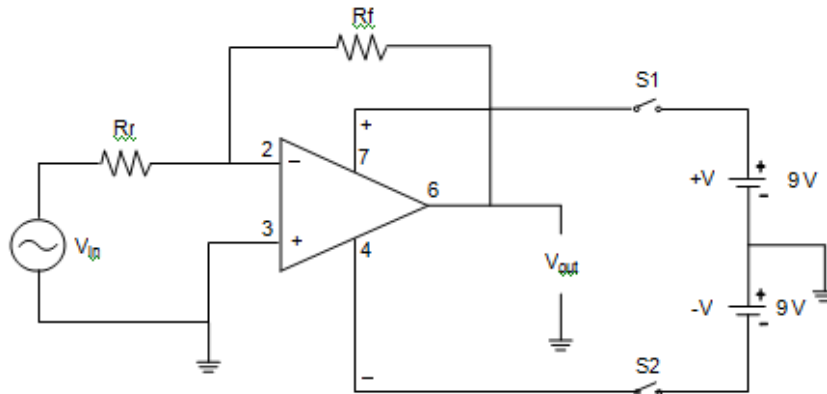
$$V_{out} = (R_2/R_1)(V_{in,2}-V_{in,1})$$

Gambar 3.6 Penguat Diferensial

4. Langkah Percobaan 1

A. Penguat Inverting

- Siapkan peralatan yang digunakan.
- Gunakan catudaya simetris untuk mencatu op amp.
- Gunakan gambar 7 untuk memandu percobaan.
- Gunakan kabel penghubung untuk membuat rangkaian seperti pada gambar di bawah.



Gambar 3.7 Rangkaian Penguat Inverting

- Pasang resistor $R_f = R_r = 1 \text{ KOhm}$,
- Atur function generator pada frekwensi 1000 Hz sebagai sinyal masukan.
- Hubungkan *oscilloscope* pada output Op-Amp.
- Amati bentuk gelombang yang dihasilkan setelah catu daya dihubungkan.
- Naikkan secara perlahan-lahan dan catat hasilnya seperti pada tabel 1.

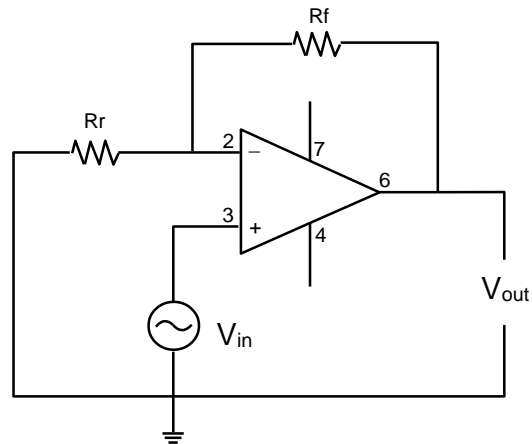
Tabel 3.1 Percobaan Penguat Inverting

Rr Ohm	Rf Ohm	Vp-p output	Vp-p input	Gain (V_{OUT}/V_{IN})	Phase
1 K	10 K				
	5 K				
	3.3 K				
	2.5 K				
	20 K				
	30 K				

- Gunakan *oscilloscope*, ukur dan catat pada tabel, sinyal input dan output sinyal generator.
- Hitung dan catat penguatan dari Op-Amp (V_{OUT}/V_{IN}).
- Bandingkan phase input dengan phase sinyal output dan perhatikan perbedaannya.

B. Penguat Non-Inverting

- Gunakan kabel penghubung untuk membuat rangkaian seperti gambar 8.



Gambar 3.8 Rangkaian Penguat Non-Inverting

- Ubah sedikit rangkaian sehingga seperti gambar 8.
- Hubungkan catu daya ke op amp.

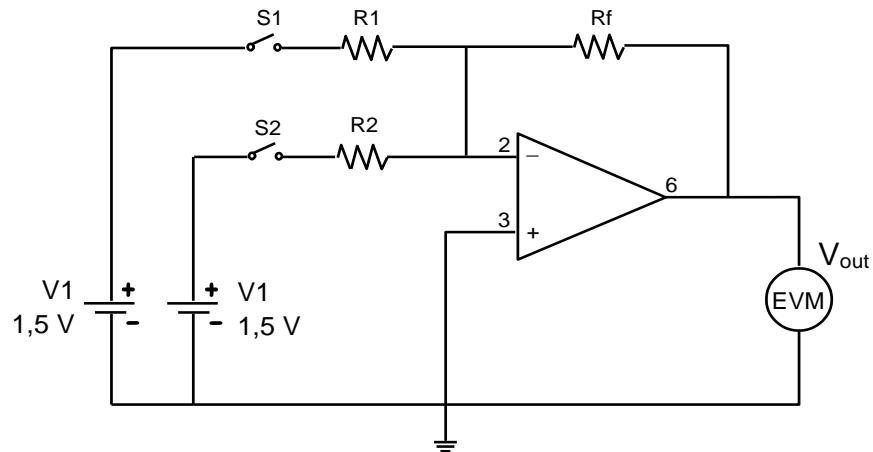
Tabel 3.2 Percobaan Penguat Non-Inverting

Rr Ohm	Rf Ohm	Vp-p output	Vp-p input	Gain (V_{OUT}/V_{IN})	Phase
1 K	10 K				
	5 K				
	3.3 K				
	2.5 K				
	20 K				
	30 K				

- Gunakan *oscilloscope*, ukur dan catat pada tabel, sinyal input dan output sinyal generator.
- Hitung dan catat penguatan dari Op-Amp (V_{OUT}/V_{IN}).

C. Penguat Penjumlah (Summing Amplifier)

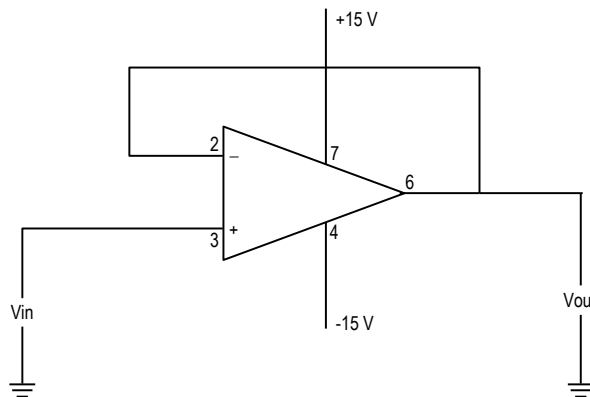
- Buat rangkaian seperti gambar 9 berikut
- Atur $R_f = R_1 = R_2 = 1000 \text{ Ohm}$ V_1 dan $V_2 = 1,5 \text{ Volt}$.
- Hubungkan catuan op amp.
- Gunakan *oscilloscope*, ukur dan catat hasilnya.



Gambar 3.9 Rangkaian Penjumlah (Summing Amp.)

D. VOLTAGE FOLLOWER

- Gunakan gambar 10 untuk memandu percobaan.
- Gunakan kabel penghubung untuk membuat rangkaian seperti pada gambar di bawah.



Gambar 3. 10 Op-Amp sebagai voltage follower

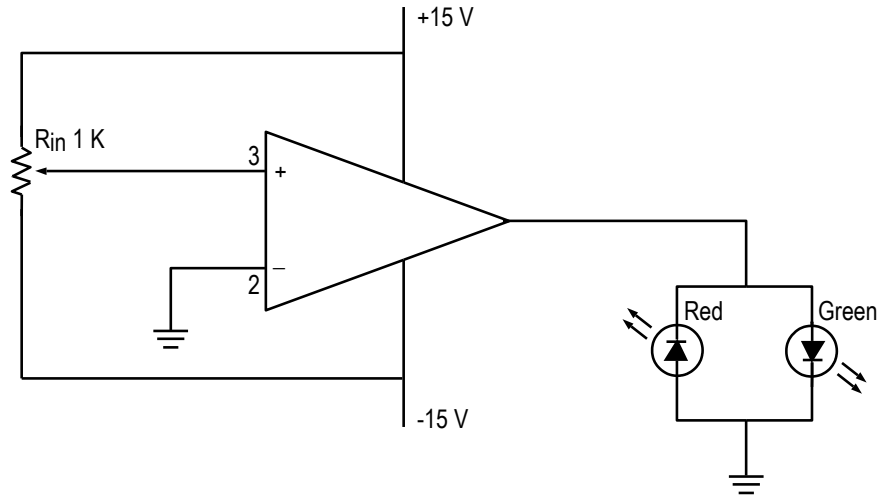
- Atur keluaran *function generator* pada 100 Hz dan 5 V.

- Hubungkan *oscilloscope* pada output Op-Amp dari keluaran generator signal.
- Secara perlahan-lahan naikan sampai didapatkan bentuk gelombang yang diinginkan.
- Ukur dan catat tegangan puncak ke puncak.
- Dengan menggunakan *oscilloscope*, ukur dan catat pula sinyal input V_{in} pada output sinyal generator.
- Bandingkan fasa dari input dan output.



E. ANALOG KOMPARATOR

- Gunakan gambar 11 untuk memandu percobaan.
- Gunakan kabel penghubung untuk membuat rangkaian seperti pada gambar di bawah.



Gambar 3.11 Op-Amp sebagai Komparator

- Atur dan siapkan *oscilloscope*
- Atur R_{in} agar mencapai tegangan 100 mV dan catat pada tabel sesuai dengan warna yang dihasilkan.
- Pindahkan ground pada pin 2 IC dan hubungkan dengan -5 V.
- Atur R_{in} dan sebagai catatan, kaki 3 adalah switch untuk LED dan catat nilainya.

MODUL IV

OSILATOR

1. Tujuan Praktikum

- Mengetahui prinsip kerja osilator
- Mengimplementasikan rangkaian osilator sederhana
- Melakukan pengujian rangkaian osilator

2. Peralatan Praktikum

1. IC OP-AMP (LM 741/ LM324 / OP07)
2. Resistor
3. Protoboard
4. Multimeter
5. *Power Supply*
6. Oscilloscope
7. Kabel penghubung

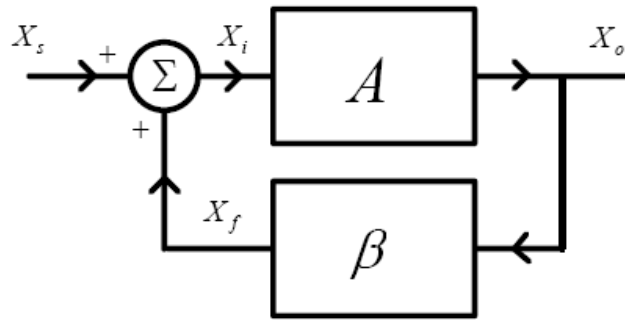
3. Teori Dasar

Osilator adalah rangkaian yang menghasilkan bentuk gelombang periodik yang spesifik, misalnya gelombang kotak, segitiga, gigi gergaji, atau sinusoidal. Osilator sebenarnya merupakan rangkaian yang mengubah sinyal DC menjadi sinyal ac.

Ada 2 kelompok osilator berdasarkan metode operasinya :

1. Osilator balikan : daya keluaran dikembalikan ke masukan (rangkaiannya LC), contoh penerima radio dan TV.
2. Osilator relaksasi : merespon piranti elektronik dimana akan bekerja pada selang waktu tertentu kemudian mati untuk periode waktu tertentu lainnya (pemuatan dan pengosongan RC, RL), contoh generator seeping horizontal dan vertikal pada penerima TV.

Rangkaian penguat dengan umpan balik positif dan sebuah rangkaian penentu frekuensi.



Gambar 4. 1 Rangkaian dasar osilator

$$X_i = X_s + X_f$$

$$X_o = AX_i$$

$$X_f = \beta X_o$$

$$X_i = X_s + X_f \Rightarrow \frac{X_o}{A} = X_s + \beta X_o \Rightarrow X_o \left(\frac{1}{A} - \beta \right) = X_s$$

$$\frac{X_o}{X_s} = \frac{A}{1 - A\beta}$$

tidak...stabil...jika...1 - Aβ = 0

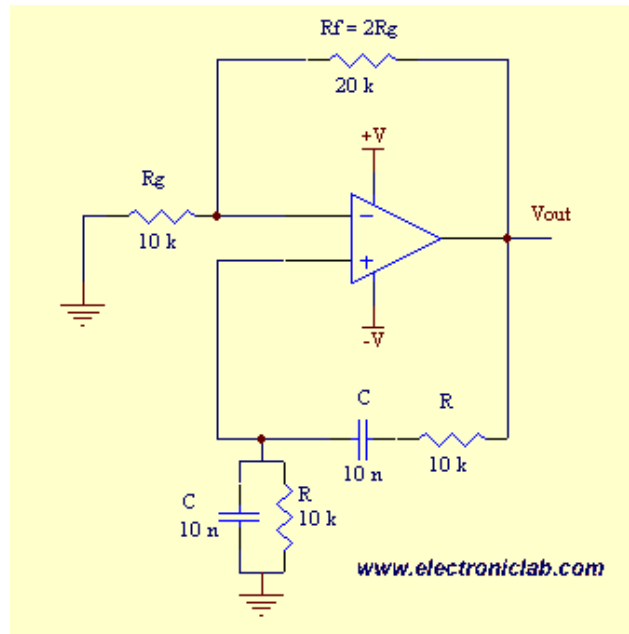
Syarat terjadinya osilasi (kriteria Barkusen) :

- Penguatan loop tertutup : $A\beta \geq 1$
- Pergeseran fasa : $\angle A\beta = 0$ atau $2\pi n$, dengan $n = \text{bilangan bulat}$.

4. Langkah Percobaan

A. Osilator Sinus Jembatan Wien

- Siapkan peralatan yang digunakan.
- Gunakan catudaya simetris untuk mencatu op amp.
- Gunakan gambar 2 untuk memandu percobaan.
- Gunakan kabel penghubung untuk membuat rangkaian seperti pada gambar di bawah.



Gambar 4. 2 Rangkaian Osilator Jembatan Wien

- Hubungkan *oscilloscope* pada output Op-Amp.
- Amati bentuk gelombang yang dihasilkan setelah catu daya dihubungkan.
- Ubah nilai resistor R_g dan kapasitor, amati sinyal keluarannya dan catat pada tabel.

Tabel 4.1 Percobaan Osilator Jembatan Wien

R_g (Ohm)	Vp-p Output (Volt)	Frekuensi (Hz)
20 K		
10 K		
5 K		
2,2 K		
1 K		

C (nF)	Vp-p Output (Volt)	Frekuensi (Hz)
10 n		
20 n		
33 n		
68 n		
100 n		

Dari teori diketahui penguatan A adalah penguatan op-amp yang dibentuk oleh rangkaian resistor R_f dan R_g yang dirangkai ke input negatif op-amp. Rumus penguatannya adalah :

$$A = \frac{R_f}{R_g} + 1$$

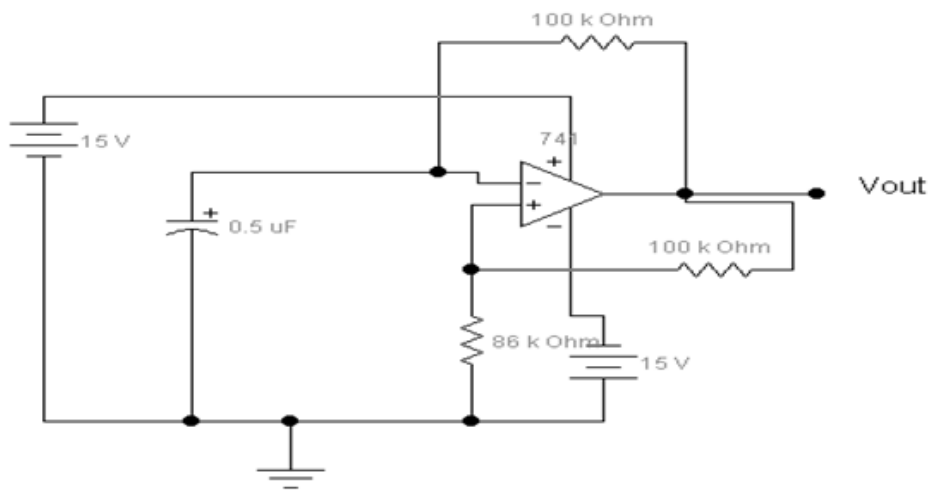
Selanjutnya jika diuraikan dapat diketahui besar frekuensi ini adalah :

$$f = \frac{1}{2\pi RC}$$

Sehingga dapat kita lakukan analisis berdasarkan teori dan hasil percobaan.

B. Osilator Gelombang Persegi

- Siapkan peralatan yang digunakan.
- Gunakan catudaya simetris untuk mencatu op amp (+12 dan -12 Volt)
- Gunakan gambar 3 untuk memandu percobaan.
- Gunakan kabel penghubung untuk membuat rangkaian seperti pada gambar di bawah.

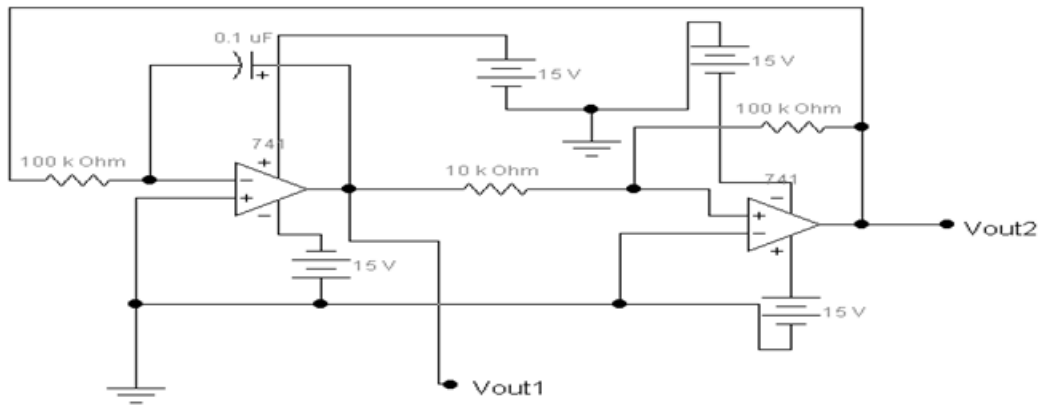


Gambar 4.3 Rangkaian Osilator Gelombang Persegi

- Kombinasi RC untuk menentukan frekuensi osilator.
- Ubah Nilai R dan C amati sinyal keluarannya.

C. Osilator Gelombang Segitiga

- Siapkan peralatan yang digunakan.
- Gunakan catudaya simetris untuk mencatu op amp (+12 dan -12 Volt)
- Gunakan gambar 4 untuk memandu percobaan.
- Gunakan kabel penghubung untuk membuat rangkaian seperti pada gambar di bawah.



Gambar 4.4 Rangkaian Osilator Gelombang Segitiga

- Kombinasi RC untuk menentukan frekuensi osilator.
- Ubah Nilai R dan C amati sinyal keluarannya.

Referensi :

- [1] Hutabarat, Mertin T.2010. Petunjuk Praktikum EL-2140 Elektronika. Laboratorium Dasar. Teknik Elketro dan Informatika. ITB.
- [2] Ramdhani, M. Materi Kuliah Elektronika Analog. IT Telkom.
- [3] Sedra, A dan Smith, K. Microelectronics Circuits 5th ed, Oxford University Press, 2004, pp. 171
- [4] Sekar Sari, Kartika.Modul Perancangan Sistem Elektronika