

Panduan
Praktikum

ELEKTRONIKA DASAR 2

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MIPA
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA**

Penyusun :
Endah Rahmawati, S.T., M.Si.
Drs. Imam Suahyo, M.Si.
Abdul Kholiq, S.Pd., M.T.

Panduan
Praktikum

ELEKTRONIKA DASAR 2

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MIPA
UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA**

**Pengampuh :
Abdul Kholiq, S.Pd., M.T.
Drs. Imam Suahyo, M.Si.
Dzulkiflih, S.Si., M.T.
Meta Yantidewi, S.Si., M.Si.**

KATA PENGANTAR

Panduan Praktikum Elektronika Dasar 2 merupakan salah satu bahan ajar untuk mata kuliah Elektronika Dasar 2, yang disampaikan untuk mahasiswa Jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Panduan ini merupakan petunjuk praktikum Elektronika Dasar meliputi 8 praktikum yaitu; multimeter sebagai ohmmeter dan voltmeter, multimeter sebagai amperemeter, osiloskop dan AFG, transformator, rangkaian RC, karakteristik dioda, pemrosesan bentuk gelombang dengan dioda, dan penyearah catu daya.

Keberadaan panduan ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa dalam melaksanakan praktikum Elektronika Dasar 2. Panduan disusun berdasarkan urutan penyampaian dalam perkuliahan serta dilengkapi dengan petunjuk praktikum yang dijilid terpisah.

Penyusun menyadari beberapa kekurangan masih ditemui dalam panduan praktikum, dan secara bertahap akan diperbaiki dan diupdate untuk memenuhi kebutuhan perkuliahan Elektronika Dasar 2.

Kepada banyak pihak yang terlibat dalam penyusunan panduan praktikum ini, penyusun menyampaikan banyak terimakasih.

Kampus Unesa Ketintang

Penyusun

DAFTAR ISI

1) Cover Luar	i
2) Cover Dalam.....	ii
3) Kata Pengantar.....	iii
4) Daftar Isi.....	iv
5) Tata Tertib Laboratorium.....	v
6) Penguat Emitor Ditanahkan	1
7) Karakteristik JFET	10
8) Penguat JFET.....	19
9) Penguat Operasional.....	23
10) Osilator	30
11) Elektronika Digital.....	33

TATA TERTIB LABORATORIUM

- 1. Setiap bekerja di Laboratorium harus mendapat ijin dari Ketua Laboratorium Fisika FMIPA Unesa.**
- 2. Laboratorium Elektronika Dasar Fisika FMIPA Unesa bekerja dimulai pukul 07.00 – 16.00 WIB. Di luar jam tersebut setiap pelaku yang bekerja harus mendapat ijin khusus dari Ketua Laboratorium Elektronika Dasar Fisika.**
- 3. Setiap bekerja di laboratorium harus mentaati peraturan tata tertib di laboratorium Elektronika Dasar Fisika yakni :**
 - a. Dilarang makan, minum, membawa makanan dan minuman di dalam laboratorium.**
 - b. Dilarang merokok dalam laboratorium.**
 - c. Dilarang merubah susunan/memindahkan peralatan bersifat permanen.**
 - d. Dilarang mengoperasikan peralatan tertentu tanpa sepengetahuan dan seijin Asisten Laboratorium atau pembimbing praktikum.**
 - e. Alat Laboratorium tidak boleh dibawa keluar ruangan laboratorium dengan alasan apapun kecuali seijin Asisten laboratorium /pembimbing praktikum.**
 - f. Setiap menggunakan alat yang membutuhkan sumber daya listrik harus memperhatikan tegangan kerja.**
 - g. Wajib mengganti peralatan yang rusak, hilang atau resiko lain selamadigunakan digunakan, penggantian harus sesuai dengan aslinya.**
 - h. Bahan-bahan habis pakai menjadi tanggung jawab pengguna laboratorium.**
 - i. Mahasiswa hanya diperbolehkan berada di dalam laboratorium untuk melakukan praktikum, selain kegiatan tersebut tidak diperbolehkan berada di dalam laboratorium.**
- 4. Pengguna fasilitas laboratorium bertanggung-jawab atas keamanan, keselamatan, kebersihan, ketertiban laboratorium. Jangan lupa mematikan peralatan yang tersambung dengan listrik.**

T-1

Penguat Emitor Ditanahkan

A. Pendahuluan

Transistor merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai penguat arus, stabilisasi, penyaklaran, dll. Dalam adaptar transistor berfungsi sebagai stabilizer, untuk penyetabil arus yang keluar dari blok filter. Pada umumnya transistor dibagi dua yaitu transistor DND dan transistor NPN.

Penguat emitor ditanahkan memiliki kaki emitor dari transistor bipolar dalam rangkaian penguat dihubungkan dengan tanah. Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik, dimana berdasarkan arus inputnya (BJT) atau tengah inputnya (FET) memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya. Penguat emitor ditanahkan juga mempunyai karakter sebagai penguat tegangan. Rangkaian common emitter adalah yang paling banyak digunakan karena memiliki sifat menguatkan tegangan puncak amplitude dan sinyal masukan.

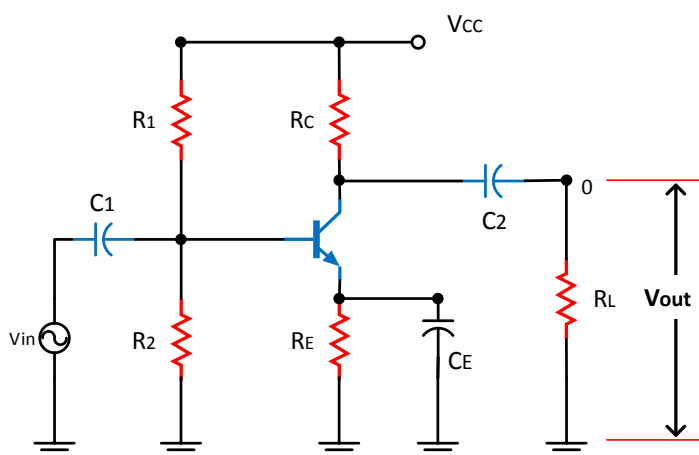
B. Tujuan Percobaan

1. Merangkai penguat emitor ditanahkan
2. Mengukur respon penguatan (gain) amplitudo tegangan terhadap frekuensi
3. Mengukur impedansi input dan impedansi output penguat

C. Dasar Teori

Ada beberapa jenis kombinasi rangkaian penguat transistor diantaranya adalah penguat emitor ditanahkan. Berdasarkan panjar dc nya, ada tiga rangkaian penguat emitor ditanahkan yaitu dengan panjar basis, panjar emitor, dan panjar pembagi tegangan. Pada percobaan ini panjar yang digunakan adalah panjar pembagi tegangan.

Jika kita perhatikan rangkaian gambar 2.3, rangkaian tersebut melibatkan dua macam sinyal, sinyal dc sebagai panjar supaya transistor dapat bekerja dan sinyal ac sebagai sinyal input dari penguat. Output dari penguat transistor diukur dari kolektor terhadap tanah (ground).



Gambar 1. Penguat emitor ditanahkan

Analisa sinyal dc

Menggunakan analisa loop basis dan loop kolektor maka kita peroleh nilai tegangan dan arus dc.

Tegangan panjar pada basis diperoleh dengan cara pembagi tegangan sebagai berikut:

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

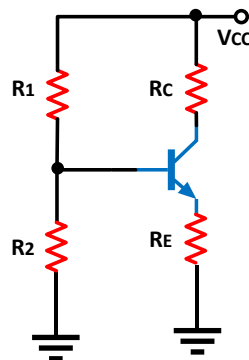
Selanjutnya secara simultan dapat kita peroleh:

$$V_E = V_B - V_{BE}, \quad \text{dimana } V_{BE} = 0,7V$$

$$I_E = \frac{V_E}{R_E}$$

$$V_C = V_{CC} - I_C R_C$$

$$V_{CE} = V_C - V_E$$



Gambar 2. Analisa sinyal dc untuk rangkaian penguat emitor ditanahkan dengan panjar pembagi tegangan

Analisa sinyal ac

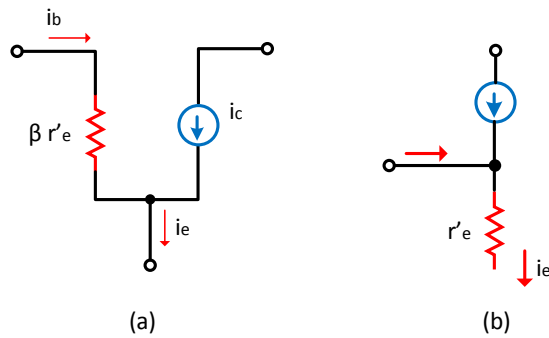
Ada dua macam model transistor yaitu model-T dan model- π . Pada pembahasan kali ini yang akan kita gunakan adalah model- π . Model- π lebih mudah dibandingkan dengan model-T, selain itu factor impedansi input tampak jelas pada model- π dibandingkan pada model-T. Dengan kata lain pada model- π jelas terlihat bahwa impedansi input $\beta r'_e$ akan membebani sumber tegangan ac dalam mengaktifkan basis. Hubungan arus basis terhadap $z_{in(basis)}$ adalah sebagai berikut:

$$z_{in(basis)} = \frac{v_{be}}{i_b} = \frac{i_e r'_e}{i_b}$$

Karena $i_e \approx i_c$, maka persamaan di atas dapat disederhanakan menjadi:

$$z_{in(basis)} = \beta r'_e \quad (2-1)$$

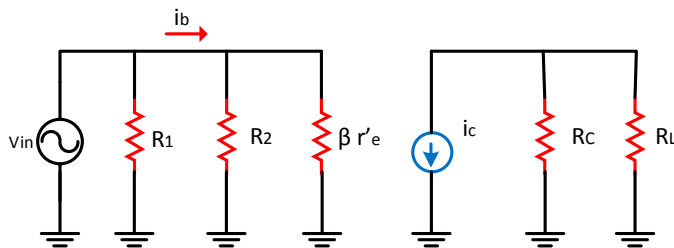
Persamaan (2-1) menunjukkan bahwa impedansi input pada basis sama dengan penguatan arus dikali dengan hambatan ac dioda emitor (r'_e).



Gambar 3. Transistor model- π

Saat menganalisa sinyal ac maka perhatikan gambar 3 dan lakukan beberapa langkah berikut:

- 1) Hubung singkat semua kapasitor penggandeng dan kapasitor *bypass*, ingat kedua kapasitor tersebut adalah kapasitor penggandeng yang hanya akan melewatkan sinyal ac dan menahan sinyal dc
- 2) Sumber tegangan dc hubung singkat dengan tanah (ground) sinyal ac
- 3) Ganti transistor dengan rangkaian pengganti model- π
- 4) Gambar rangkaian pengganti sinyal ac



Gambar 4. Rangkaian pengganti untuk analisa sinyal ac penguat emitor ditanahkan

Parameter-h

Saat membaca datasheet, kita akan melihat beberapa parameter-h, diantaranya h_{fe} , h_{ie} , h_{re} dan h_{oe} . Parameter apakah itu?

Saat pertama kali transistor ditemukan, analisa dan desain rangkaian dilakukan dengan pendekatan menggunakan parameter-h. Parameter ini merupakan pendekatan dengan model matematis untuk menggambarkan apa yang terjadi pada masing-masing terminal tanpa tinjauan fisis mengenai apa yang ada dalam transistor.

Kemudian hari, ada model pendekatan lain yang digunakan untuk menganalisa rangkaian transistor yaitu model parameter r' yang menggunakan nilai β dan r'_e . Pendekatan ini menggunakan hukum Ohm dan metode analisa rangkaian lainnya untuk menganalisa dan mendesain rangkaian transistor. Model pendekatan ini lebih banyak digunakan akhir-akhir ini. Meskipun demikian bukan berarti parameter-h tidak lagi berguna.

Parameter-h adalah salah satu informasi penting yang selalu tercantum pada datasheet transistor karena lebih mudah terukur dibandingkan parameter r' . Jika membaca datasheet kalian tidak akan menjumpai parameter β , r'_e dan parameter r' lainnya, yang akan kita jumpai adalah nilai h_{fe} , h_{ie} , h_{re} dan h_{oe} . Keempat parameter-h tersebut kemudian digunakan untuk menentukan parameter r' .

Hubungan parameter-h dan parameter r'

Berikut adalah hubungan antara parameter-h dan parameter r' :

$$\beta = h_{fe}$$

Nilai h_{fe} pada datasheet berkisar antara 100 sampai dengan 400.

Parameter-h lainnya adalah h_{ie} , yang ekuivalen dengan impedansi input. Pada datasheet biasa tertera berkisar antara 1K Ω sampai 10K Ω . Hubungan nilai h_{ie} dengan parameter r' adalah:

$$r'_e = \frac{h_{ie}}{h_{fe}}$$

Sebagai contoh, jika nilai h_{ie} adalah 10K Ω dan h_{fe} adalah 400 maka diperoleh:

$$r'_e = \frac{10K\Omega}{400} = 25\Omega$$

Dua parameter-h lainnya yaitu h_{oe} dan h_{ie} tidak diperlukan untuk analisa rangkaian maupun *troubleshooting*.

Garis beban dc dan ac

Garis beban tersebut adalah garis beban dc. Berikut kita akan menentukan bagaimana garis beban ac. Gambar 2.12a mengilustrasikan bagaimana menentukan garis beban dc rangkaian penguat emitor ditanahkan dengan panjar pembagi tegangan.

Perhatikan loop kolektor, maka kita peroleh:

$$v_{cc} + i_c r_c = 0$$

$$i_c = -\frac{v_{cc}}{r_c}$$

Arus ac kolektor adalah

$$i_c = \Delta I_C = I_C - I_{CQ}$$

Tegangan ac kolektor adalah

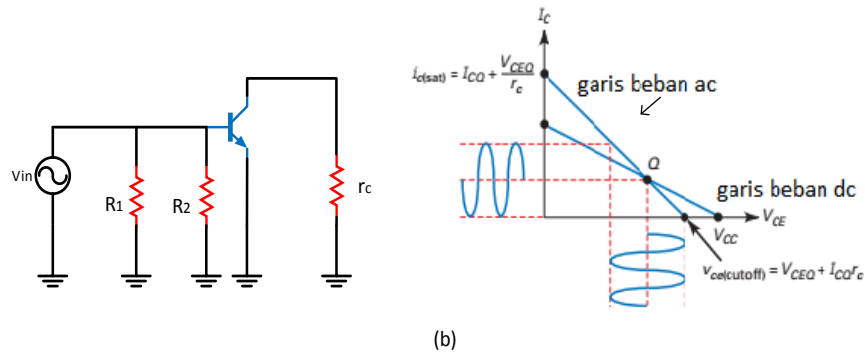
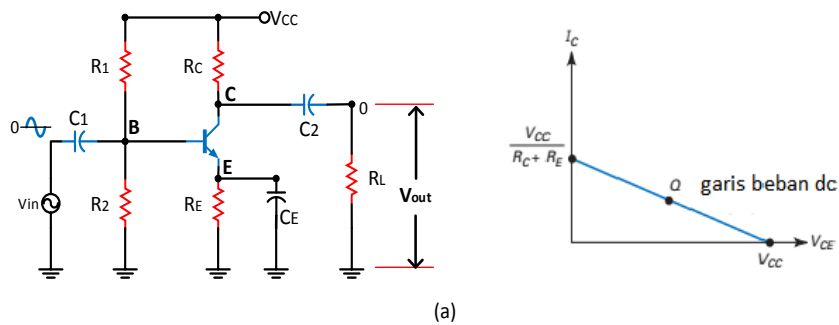
$$v_{ce} = \Delta V_{CE} = V_{CE} - I_{CEQ}$$

Dengan mensubstitusikan pada persamaan arus kolektor maka diperoleh

$$I_C = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{r_c}$$

yang mana:

$i_{c(s)}$	= arus ac saturasi
I_{CQ}	= arus dc kolektor
V_{CEQ}	= tegangan dc kolektor-emitor
r_c	= hambatan ac dilihat dari kolektor



Gambar 5. (a) garis beban dc, (b) garis beban dc dan ac

Saat transistor dalam keadaan saturasi , maka $V_{CE}=0$, sehingga:

$$i_{c(s)} = I_{CQ} + \frac{V_{CEQ}}{r_c}$$

$$v_{ce(cut-off)} = V_{CEQ} + \Delta V_{CE}$$

dan

$$\Delta V_{CE} = (\Delta I_C)(r_c)$$

dengan substitusi kita peroleh:

$$\Delta V_{CE} = (I_{CQ} - 0A)(r_c)$$

menghasilkan

$$v_{ce(cut-off)} = V_{CEQ} + I_{CQ}r_c$$

Kemiringan garis beban ac lebih tinggi dibanding garis beban dc, maka nilai puncak ke puncak maksimum atau maximum peak to peak (*MPP*) yang dihasilkan tidak mungkin melebihi sumber tegangan dc (V_{CC}). Sebagai contoh jika $V_{CC}=10\text{ V}$, maka tegangan puncak ke puncak sinyal sinusoida tidak akan melebihi 10 V .

Pengukuran Hambatan Masukan dan Keluaran

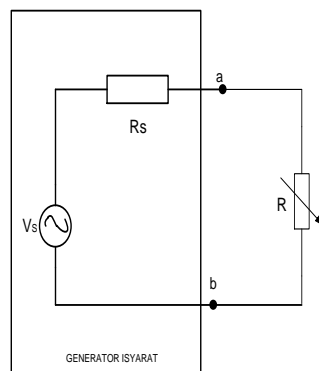
Mengukur hambatan masukan z_{in} . Untuk mengukur z_{in} kita gunakan Gambar 6.

Langkah – langkah mengukur z_{in} :

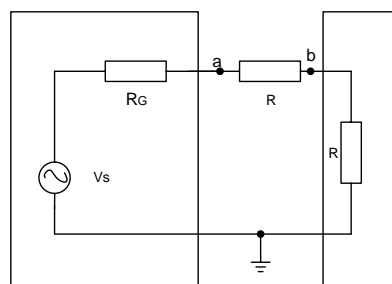
- Ukur R_G pembangkit isyarat, caranya seperti Gambar 7.
- Atur harga R hingga $V_{ab}(R) = \frac{1}{2} V(open)$
- Ukur R dengan multimeter
- $z_{in} = R + R_G$

Mengukur z_{out} :

Impedansi output penguat dapat diukur dengan cara sama seperti mengukur impedansi output pembangkit isyarat.



Gambar 6. Mengukur R_G sumber sinyal



Gambar 7. Prinsip pengukuran z_{in} .

D. Daftar Alat dan Bahan

1. Papan rangkaian
2. Power Supply
3. Multimeter analog/digital
4. Osiloskop
5. Resistor
6. Transistor BC108

E. Langkah Percobaan

1. Rangkaian gambar 1 dan pasang R_L sebesar $1k\Omega$.
2. Tanpa ada sinyal input atur potensiometer R_{b1} agar $V_{CE} = 1/2 V_{CC}$. Pada keadaan hitung I_C dengan jalan mengukur beda potensial hkedua ujung R_C dan hasilnya di bagi dengan R_C . Ukur pula V_{BE} dan hitung I_B .
3. Hubungkan terminal input dengan AFG yang telah diset pada frekuensi 1KHz dan atur tegangan masukan sampai sinyal output yang terlihat di osiloskop tidak cacat.
4. Ukur tegangan input dan tegangan output.
5. Ukurlah hambatan input (Z_{in}) dan hambatan output (Z_{out}) dari rangkaian saudara dan tentukan pula hambatan output dari AFG yang saudara gunakan.
6. Ulangi langkah 3-4 untuk nilai frekuensi yang (dari kegiatan ini saudara akan mendapatkan grafik respon penguatan tegangan (A_V) terhadap frekuensi).

F. Data Percobaan

Frekuensi (Hz)	Vin	Vout	Av
100			
200			
500			
1K			
2K			
4K			
10K			

G. Evaluasi dan Pertanyaan

1. Tentukan penguatan secara teori dan praktek dari rangkaian yang saudara buat (jelaskan mengapa ada perbedaan).
2. Gambarkan grafik respon amplitudo terhadap frekuensi dari rangkaian yang saudara buat.
3. Diskusikan kesimpulan apa yang saudara dapatkan dari percobaan ini.

NPN general purpose transistors

BC107; BC108; BC109

FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 45 V).

APPLICATIONS

- General purpose switching and amplification.

DESCRIPTION

NPN transistor in a TO-18; SOT18 metal package.
PNP complement: BC177.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector, connected to the case

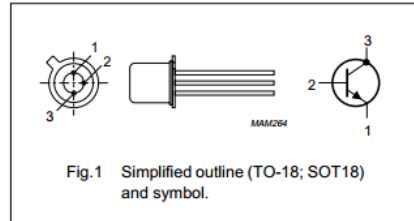


Fig. 1 Simplified outline (TO-18; SOT18) and symbol.

QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter	–	50	V
	BC107 BC108; BC109		–	30	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base	–	45	V
	BC107 BC108; BC109		–	20	V
I_{CM}	peak collector current		–	200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ °C}$	–	300	mW
h_{FE}	DC current gain	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$			
	BC107		110	450	
	BC108 BC109		110 200	800 800	
f_T	transition frequency	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	–	MHz

NPN general purpose transistors

BC107; BC108; BC109

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CBO}	collector-base voltage	open emitter	–	50	V
	BC107 BC108; BC109		–	30	V
V_{CEO}	collector-emitter voltage	open base	–	45	V
	BC107 BC108; BC109		–	20	V
V_{EBO}	emitter-base voltage	open collector	–	6	V
	BC107 BC108; BC109		–	5	V
I_C	collector current (DC)		–	100	mA
I_{CM}	peak collector current		–	200	mA
I_{BM}	peak base current		–	200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25\text{ °C}$	–	300	mW
T_{stg}	storage temperature		–65	+150	°C
T_J	junction temperature		–	175	°C
T_{amb}	operating ambient temperature		–65	+150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
R_{thj-a}	thermal resistance from junction to ambient	note 1	0.5	K/mW
R_{thj-c}	thermal resistance from junction to case		0.2	K/mW

NPN general purpose transistors

BC107; BC108; BC109

CHARACTERISTICS

$T_J = 25\text{ °C}$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
I_{CBO}	collector cut-off current	$I_E = 0; V_{CB} = 20\text{ V}$	–	–	15	nA
		$I_E = 0; V_{CB} = 20\text{ V}; T_J = 150\text{ °C}$	–	–	15	μA
I_{EBO}	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{EB} = 5\text{ V}$	–	–	50	nA
h_{FE}	DC current gain BC107A; BC108A BC107B; BC108B; BC109B BC108C; BC109C	$I_C = 10\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}$	–	90	–	
			40	150	–	
			100	270	–	
h_{FE}	DC current gain BC107A; BC108A BC107B; BC108B; BC109B BC108C; BC109C	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}$	110	180	220	
			200	290	450	
			420	520	800	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA}$	–	90	250	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA}$	–	200	600	mV
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage	$I_C = 10\text{ mA}; I_B = 0.5\text{ mA}; \text{note 1}$	–	700	–	mV
		$I_C = 100\text{ mA}; I_B = 5\text{ mA}; \text{note 1}$	–	900	–	mV
V_{BE}	base-emitter voltage	$I_C = 2\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; \text{note 2}$	550	620	700	mV
		$I_C = 10\text{ mA}; V_{CE} = 5\text{ V}; \text{note 2}$	–	–	770	mV
C_c	collector capacitance	$I_E = I_C = 0; V_{CB} = 10\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	2.5	6	pF
C_e	emitter capacitance	$I_C = I_E = 0; V_{EB} = 0.5\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	–	9	–	pF
f_T	transition frequency	$I_C = 10\text{ mA}; V_{CB} = 5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	–	–	MHz
F	noise figure BC109B; BC109C	$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}; R_S = 2\text{ k}\Omega;$ $f = 30\text{ Hz to }15.7\text{ kHz}$	–	–	4	dB
			–	–	–	
F	noise figure BC107A; BC108A BC107B; BC108B; BC108C BC109B; BC109C	$I_C = 200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = 5\text{ V}; R_S = 2\text{ k}\Omega;$ $f = 1\text{ kHz}; B = 200\text{ Hz}$	–	–	10	dB
			–	–	4	dB

Notes

- V_{BEsat} decreases by about 1.7 mV/K with increasing temperature.
- V_{BE} decreases by about 2 mV/K with increasing temperature.

A. Pendahuluan

Junction Field Effect Transistor (JFET) adalah komponen yang sangat penting dalam dunia elektronik modern. Dalam rangkaian analog, JFET digunakan dalam amplifier (Penguat). Rangkaian analog melingkupi penguat suara, sumber listrik stabil, dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian-rangkaian digital JFET digunakan sebagai saklar percepatan tinggi. Beberapa JFET dapat dirangkai sedemikian sehingga berfungsi sebagai *logic gate*, memori, dan komponen-komponen lainnya. JFET ada dalam setiap peralatan elektronika. JFET merupakan suatu komponen aktif yang dibuat dari bahan semikonduktor yang berfungsi sebagai penguat arus maupun tegangan, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal, dan sebagai fungsi lainnya.

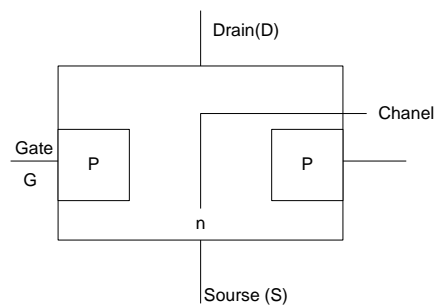
B. Tujuan Percobaan

1. Merangkai penguat JFET
2. Menentukan hubungan antara perubahan V_{DS} terhadap I_D saat $V_{GS}=0$, dan V_p , I_{DSS}
3. Menentukan hubungan antara perubahan V_{GS} terhadap I_D

C. Dasar Teori

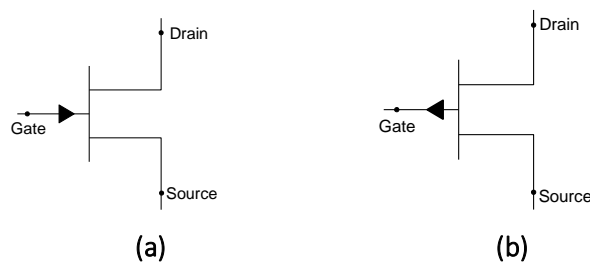
Struktur JFET

Komponen JFET terbuat dari bahan semikonduktor tipe p dan n seperti pada gambar 1.



Gambar 1 Struktur JFET

Transistor JFET mempunyai tiga buah kaki yaitu penguras (*Drain - D*), Pintu (*Gate - G*) dan sumber (*Source - S*). arus penguras D melalui satu macam bahan semikonduktor jenis n (perhatikan gambar 1). Daerah yang dilingkupi pintu disebut saluran. Pada gambar 1 transistor *JFET* mempunyai saluran – n ada pula *JFET* yang memiliki saluran – p sehingga JFET memiliki lambang seperti gambar 2

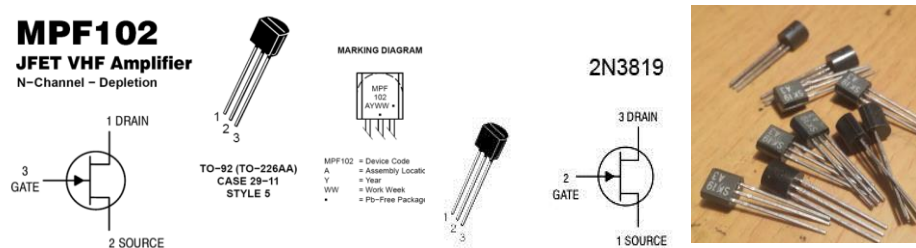


Gambar 2 Lambang JFET.

(a) JFET Saluran–n, (b) JFET Saluran –p

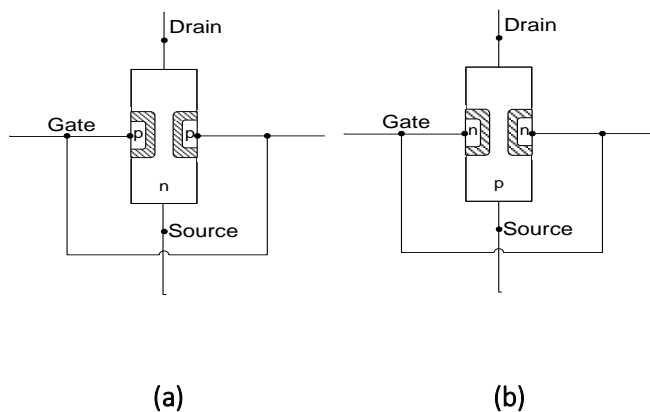
Pada JFET saluran $-n$ pembawa muatan yang bergerak adalah elektron bebas sehingga penguras haruslah dihubungkan dengan kutub positif baterai setelah melalui suatu resistor. Pembawa muatan bebas berasal dari sumber mengalir ke penguras, maka *JFET* saluran $-n$ arah arus listrik dari penguras D ke sumber S.

Beberapa kemasan JFET yang diproduksi antara lain seperti pada gambar 3



Gambar 3 Beberapa kemasan JFET

A. Karakteristik JFET



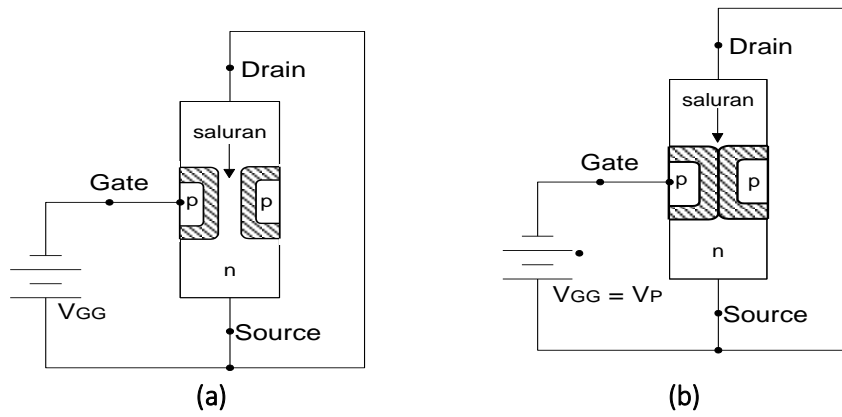
Gambar 4 Kanal JFET

(a) JFET Kanal -n (b) JFET Kanal -p

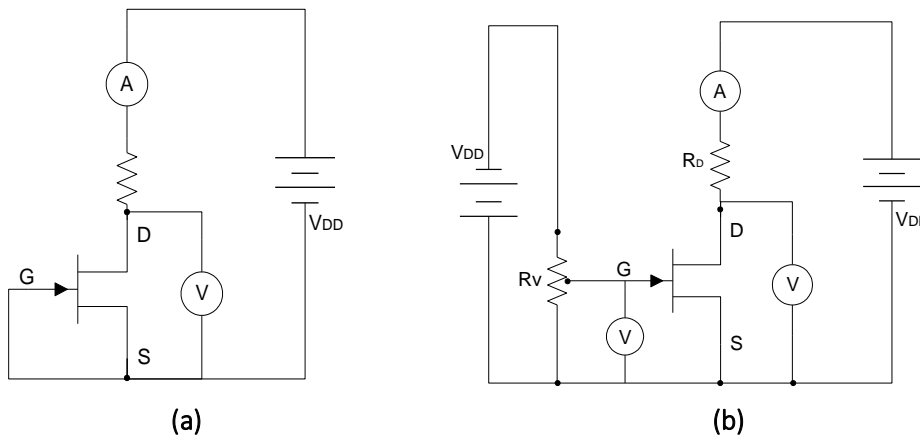
Perhatikan (untuk kanal n) bahwa terdapat struktur *pn junction* antara *Gate* (G) dengan *Source* (S), dan ada satu jalur arus yang melewati semikonduktor ekstrinsik tipe n. (Ingat bahwa semikonduktor ekstrinsik lebih mempunyai sifat mendekati konduktor yang mempunyai sifat resistif).

JFET memanfaatkan adanya efek medan yang muncul pada *junction* (sambungan) p-n. Sebagaimana dijelaskan pada saat materi dioda, pemberian tegangan pada *pn junction* akan mengakibatkan perubahan daerah deplesi (daerah yang mempunyai sedikit muatan bebas). Pada saat bias forward (p lebih positif daripada n), arus dapat dengan mudah melewati *junction*. Akan tetapi pada saat bias *reverse* (p lebih negatif dari n), hampir tidak ada arus yang dapat melewati *junction*, akibat semakin lebarnya daerah deplesi. Pada saat *reverse bias*, semakin negatif tegangan yang diberikan antara p dengan n, semakin lebar pula daerah deplesi. Perubahan daerah deplesi inilah yang dimanfaatkan pada JFET.

Misalkan pada JFET penguras (D) dan sumber (S) kita hubungsingkatkan dan *Gate* (G) kita beri tegangan mundur V_{GG} terhadap sumber (S) seperti pada gambar 5



Gambar 5 (a) Saluran penyempit jika Gate diberi tegangan mundur V_{GG} (b) Saluran akan tertutup jika $V_{GG} = V_p =$ Tegangan penjepitan

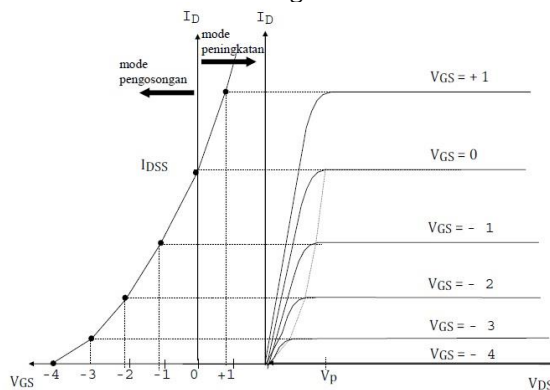


Gambar 3.6 Rangkaian penentuan karakteristik JFET
 (a) Karakteristik JFET untuk $V_{GS} = 0$
 (b) Karakteristik JFET untuk $V_{GS} \neq 0$

Jika $V_{GS} = 0$ maka daerah pengosongan akan sangatlah sempit sehingga mengakibatkan saluran akan lebar dan hambatan saluran akan mengecil. Dan jika V_{GS} (mundur) dan diperbesar maka saluran akan menyempit dan hambatan saluran akan membesar.

Ada dua cara untuk menentukan karakteristik JFET yaitu bisa dengan cara $V_{GS} = 0$ dan $V_{GS} \neq 0$. Untuk karakteristik JFET dengan $V_{GS} = 0$ dan $V_{GS} \neq 0$ maka dapat dilakukan dengan menggunakan rangkaian gambar 6.

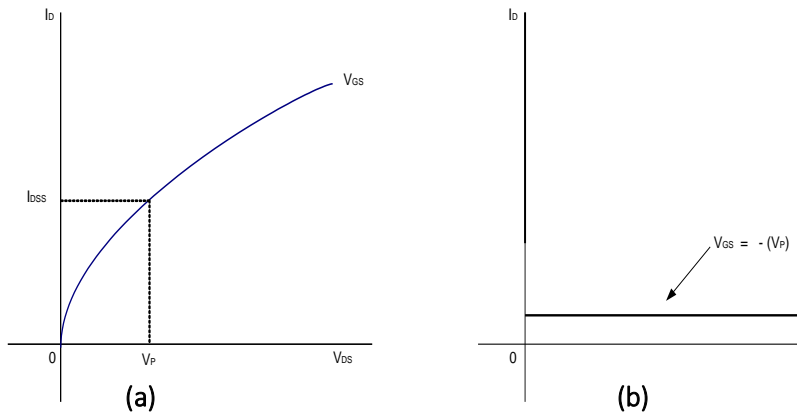
Dari beberapa data yang didapat dengan menggunakan rangkaian pada gambar 6 maka dapat digambarkan grafik karakteristik JFET sebagai berikut :



Gambar 7 Karakteristik JFET untuk $V_{GS} = 0$ dan $V_{GS} \neq 0$

I_D adalah arus antara drain dan source dengan kaki ketiga. Yakni gate dalam keadaan terhubung singkat (short) ke source. Kita lihat bahwa dalam keadaan $V_{GS} = 0$ (gate terhubung singkat dengan source) bila V_{DS} diperbesar maka mula-mula arus naik dengan cepat, lama-kelamaan tak bertambah lagi walaupun V_{DS} diperbesar.

Kurva karakteristik di atas dengan mudah diperoleh dengan curva tracer. Bila curva tracer digunakan $V_{GS} = 0$ maka akan diperoleh gambar seperti gambar dibawah ini.



Gambar 8 (a) Karakteristik keluaran bila $V_{GS} = 0$
 (b) Bila $V_{GS} = -V_P$ maka $I_D = 0$ untuk semua harga V_{DS}

Pada gambar 8 (b) ditunjukkan apa yang terjadi bila sipasang $V_{GS} = V_P$ channel pada JFET sudah terjepit, sehingga arus tak dapat mengalir atau $I_{DS} = 0$ walaupun V_{DS} diubah.

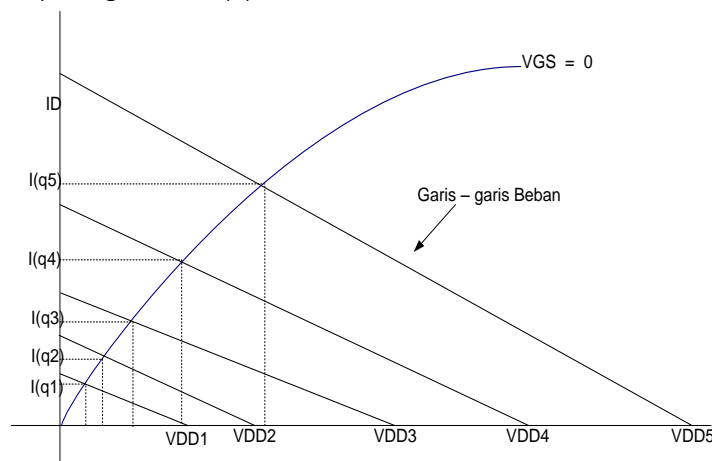
Kita tahu bahwa I_{DSS} dan V_P adalah dua parameter yang amat penting untuk diketahui. Dengan mengetahui kedua parameter ini, kita dapat perkirakan karakteristik transfer dari hubungan :

$$I_D = I_{DSS} \left[\frac{V_{GS}}{V_P} \right]^2 \quad (3.1)$$

dan

$$g_m = - \frac{2I_{DSS}}{V_P} \left[1 - \frac{V_{GS}}{V_P} \right] \quad (3.2)$$

Bagaimana kita dapat mengukur I_{DSS} dan tegangan pinc-off V_P tanpa menggunakan curve tracer ? Ingat bahwa I_{DS} adalah arus I_{DS} bila $V_{GS} = 0$ dan V_{DS} dinaikkan hingga I_{DS} tak berubah lagi. Kita buat rangkaian seperti pada gambar 6 (a).



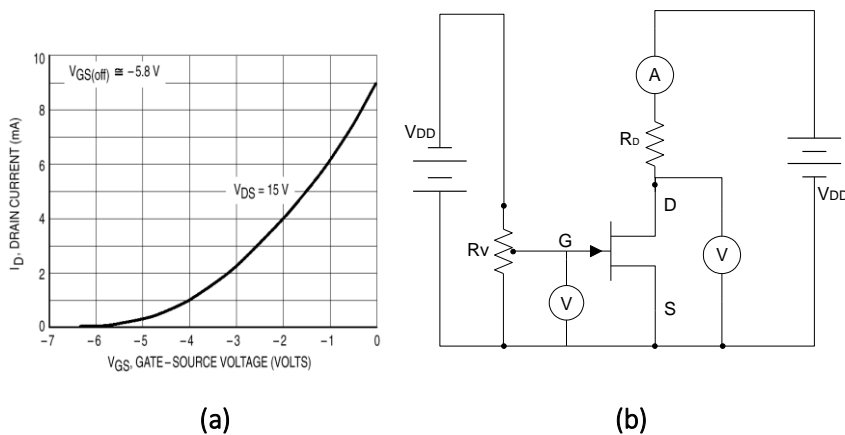
Gambar 9 Bentuk garis beban untuk berbagai harga V_{DD}

Bila V_{DD} kita ubah, maka kita dapatkan berbagai garis beban untuk tiap harga V_{DD} . Oleh karena R_D tetap, maka garis-garis beban ini sejajar. Garis beban untuk V_{DD} memotong kurva karakteristik pada q_1 yang berarti arus $I_{DS} = (q_1)$ akan tercatat pada multimeter.

Bila V_{DD} diperbesar terus, maka arus yang terbaca pada mini amperemeter I mula-mula cepet bertambah, lama-kelamaan menunjukkan harga yang tetap, walaupun V_{DD} terus diperbesar. Inilah kira-kira arus I_{DSS} .

Harga R_D diperoleh dengan coba-coba. Bila R_D terlalu besar, maka garis beban terlalu condong, hingga diperlukan V_{DD} yang amat besar untuk sampai pada I_{DSS} . Dengan mengamati I_D dan V_{DS} untuk berbagai harga V_{DD} kita dapat peroleh titik-titik q_1, q_2, q_3 dan seterusnya bila dihubungkan akan memberikan kurva karakteristik untuk $V_{GS} = 0$.

Sekarang bagaimana kita ukur tegangan pin-off V_p ?. kita ingat bahwa kurva karakteristik transver, yaitu yang memberi hubungan antara I_D dan V_{DS} adalah seperti gambar 5.



Gambar 9 (a) Kurva karakteristik transver (b) Rangkaian untuk menentukan V_p

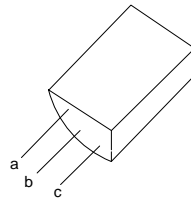
Pada gambar 5 (b) pengisap (wiper) potensio R_v ada di b maka $V_{GS} = 0$ dan milliamperemeter I menunjukkan bahwa I_{DSS} . Bila wiper kita naikan (digerakkan ke arah a), maka pada suatu harga V_{GS} arus $I_D = 0$ harga V_{GS} dimana I_D mulai menjadi nol adalah tegangan pinc-off V_p .

D. Daftar Alat dan Bahan

1. Papan rangkaian
2. Power Supply
3. Multimeter analog/digital
4. Resistor
5. JFET MPF102

E. Langkah Percobaan

- Misalkan kaki-kaki JFET adalah seperti pada gambar 10 dengan menggunakan ohmmeter ukur hambatan antara ab, ba, ac, ca, bc, cd.



Gambar 10 JFET

Pada pengukuran diatas, R_{ab} diukur dengan kabel + dan a dan kabel-kabel b pada pengukuran R_{ab} kabel dibalik. Jangan lupa nolkan ohmmeter dan catat hasil pengukuran. Simpulkan mana yang gate, source, dan drain, apa pula macam channel JFET ?

- Mintalah bantuan asisten untuk mengamati karakteristik JFET pada curve tracer. Gunakan plastik bening dan spidol untuk melukiskan kurva karakteristik keluaran. Dari kurva karakteristik tentukan I_{DSS} dan V_p .
- Pasang rangkaian seperti pada gambar 1.4 a
Ubah V_{DD} dari 0-15 V, catat arus I_D dengan miliampere dan V_D dengan menggunakan osciloskop. Ambil data yang cukup untuk melukiskan kurva karakteristik untuk $V_{GS} = 0$. Berapa harga arus I_{DSS} ?
- Pasang rangkaian seperti pada gambar 1.5 b
- Ubah R_G dan buat agar I_D (dibaca oleh mA) menjadi nol. Ukur V_G pada saat ini mulai terjadi dengan menggunakan osciloskop. Ambil data yang cukup untuk melukiskan karakteristik transfer dinamik

F. Data Percobaan

$$V_{GS} = 0$$

VDS (Volt)	ID (mA)

$$V_{GS} \neq 0$$

VGS (Volt)	ID (mA)

G. Tugas:

- Dari percobaan diatas apa yang dapat anda simpulkan ?
- Perbedaan apa yang saudara dapatkan antara Transistor Bipolar dan JFET
- Kesimpulan apa yang saudara dapatkan dari percobaan ini ?

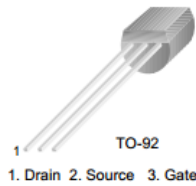
H. Evaluasi dan Pertanyaan

1. Tentukan penguatan secara teori dan praktek dari rangkaian yang saudara buat (jelaskan mengapa ada perbedaan).
2. Gambarkan grafik respon amplitudo terhadap frekuensi dari rangkaian yang saudara buat.
3. Diskusikan kesimpulan apa yang saudara dapatkan dari percobaan ini.

MPF102

N-Channel RF Amplifier

- This device is designed for electronic switching applications such as low ON resistance analog switching.
- Sourced from process 50.



Absolute Maximum Ratings * $T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V_{DG}	Drain-Gate Voltage	25	V
V_{GS}	Gate-Source Voltage	-25	V
I_{GF}	Forward Gate Current	10	mA
T_J, T_{STG}	Operating and Storage Junction Temperature Range	- 55 ~ +155	$^\circ\text{C}$

* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired

NOTES:

- 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.
- 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations

Electrical Characteristics $T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

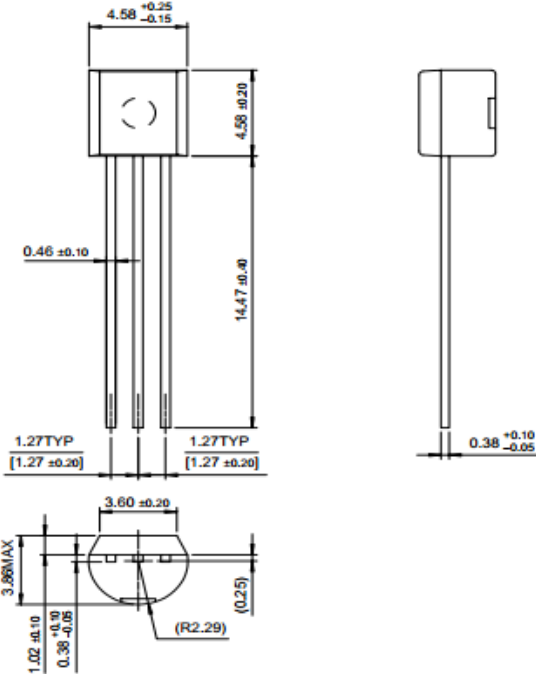
Symbol	Parameter	Test Condition	Min.	Max.	Units
Off Characteristics					
$V_{(BR)GSS}$	Gate-Source Breakdown Voltage	$I_G = -1.0\mu\text{A}, V_{DS} = 0$	-25		V
I_{GSS}	Gate Reverse Current	$V_{GS} = -15\text{V}, V_{DS} = 0$		-2.0	nA
$V_{gs(off)}$	Gate-Source Cutoff Voltage	$V_{DS} = 15\text{V}, I_D = 2\text{nA}$		-8.0	V
V_{gs}	Gate-Source Voltage	$V_{DS} = 15\text{V}, I_D = 200\mu\text{A}$	-0.5	-7.5	V
On Characteristics *					
I_{DSS}	Zero-Gate Voltage Drain Current	$V_{DS} = 15\text{V}, V_{GS} = 0$	2.0	20	mA
g_{fs}	Forward Transconductance	$V_{GS} = 0\text{V}, V_{DS} = 15\text{V}, f = 1\text{kHz}$	2000	7500	μS
Small Signal Characteristics					
C_{iss}	Common-Source Input Capacitance	$V_{GS} = 0, V_{DS} = 15\text{V}, f = 1\text{MHz}$		7.0	pF
C_{rss}	Common-Source Reverse Transfer Capacitance	$V_{GS} = 0, V_{DS} = 15\text{V}, f = 1\text{MHz}$		3.0	pF

Thermal Characteristics $T_a=25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Max.	Units
P_D	Total Device Dissipation Derate above 25°C	350 2.8	mW mW/ $^\circ\text{C}$
$R_{\theta JC}$	Thermal Resistance, Junction to Case	125	$^\circ\text{C/W}$
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	357	$^\circ\text{C/W}$

Package Dimensions

TO-92



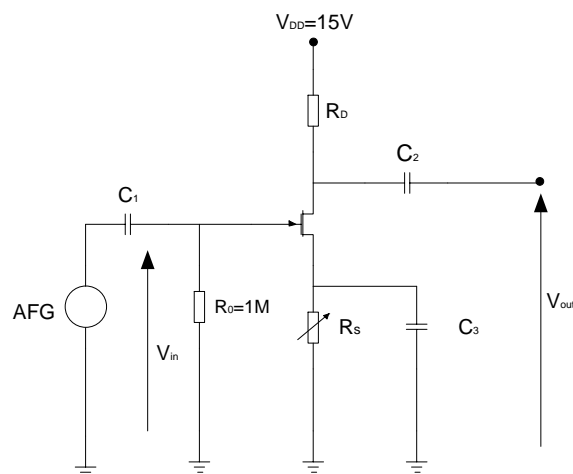
A. Pendahuluan

Transistor merupakan komponen elektronika yang berfungsi sebagai penguat arus stabilisasi, penyaklaran, dll. Dalam adaptor transistor berfungsi sebagai stabilizer untuk penyetabil arus yang keluar dari blok filter. Transistor adalah alat semikonduktor yang dipakai sebagai penguat, sebagai sirkuit pemutus dan penyambung (*switching*), stabilisasi tegangan, modulasi sinyal atau sebagai fungsi lainnya.

Transistor dapat berfungsi semacam kran listrik dimana berdasarkan atau inputnya (BJT) atau tegangan inputnya (FET) memungkinkan pengaliran listrik yang sangat akurat dari sirkuit sumber listriknya. Dalam rangkaian analog, transistor digunakan dalam ampliflier (penguat). Rangkaian analog melingkupi pengeras suara, sumber listrik, stabil, dan penguat sinyal radio. Dalam rangkaian digital, transistor digunakan sebagai saklar berkecepatan tinggi sehingga berfungsi sebagai *logic gate*, memori, dan komponen lainnya.

B. Tujuan Percobaan

1. Merangkai penguat JFET kanal-n
2. Mengukur respon penguatan (gain) amplitudo tegangan terhadap frekuensi
3. Mengukur impedansi input dan impedansi output penguat



Gambar 2.1. Rangkaian penguat JFET

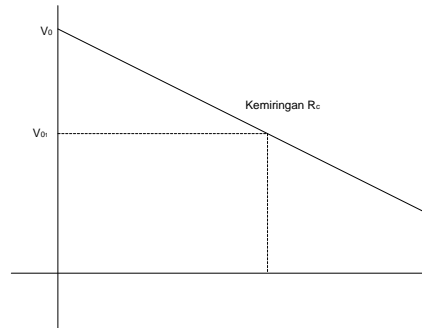
C. Dasar Teori

Penguat JFET

JFET yang digunakan adalah MPF 102, yaitu JFET n-channel dengan arus $I_{DSS} \approx 10 \text{ mA}$ dan $V_p \approx -4V$. Harga ini berbeda untuk tiap MPF 102, sehingga tiap transistor harus diukur I_{DSS} dan V_p -nya. Bila gate transistor tidak bocor ($I_{GS} \approx 0$), maka $V_G \approx 0$, sehingga $V_{GS} - V_S$, R_S diubah hingga $V_{DS} \approx \frac{1}{2} V_{DD} \approx 8V$ selanjutnya dapat kita hubungkan generator isyarat pada masukan dan diamati keluarannya. Informasi yang diperoleh dari suatu penguat adalah beberapa besar penguatannya pada frekuensi tengah ($\infty 1 \text{ kHz}$), beberapa besar hambatan masukan dan keluarannya dan bagaimana bentuk respon frekuensinya, yaitu berapa harga frekuensi potong atas dan bawahnya.

Impedansi Keluaran

Impedansi keluaran dapat diukur dengan membebani penguat. Pasangkan suatu resistor R_1 kira-kira sama dengan R_D ukur keluaran dalam keadaan terbuka dan keluaran dalam keadaan terbebani (lihat gambar 2)



Gambar 2.2 Mengukur R_0

$$I_{L1} = \frac{V_{01}}{R_1}$$

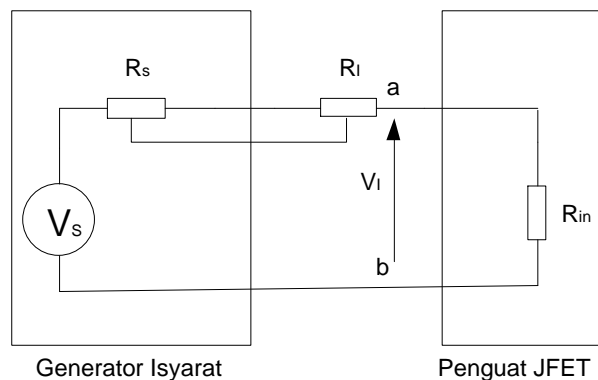
Jadi dengan mengukur V_{01} , R_1 , dan $V_{0,0}$ kita dapat menghitung R_0

$$R_0 = \frac{V_{0,0} - V_{01}}{I_{L1}} = \frac{\Delta V_0}{I_{L1}}$$

$$R_0 = \frac{\Delta V_0}{\frac{V_{01}}{R_1}} = \frac{\Delta V_0}{V_{01}} R_1$$

Impedansi Masukan

Impedansi masukan penguat dapat kita ukur dengan membuat agar penguat membebani sumber isyarat. Oleh karena R_1 penguat kira-kira sama dengan $R_0 = 1 \text{ m}$ kita harus menyumbang sumber dengan hambatan keluar R_s yang besar. Untuk ini kita pasang suatu resistor R_1 seri dengan transformator sumber isyarat dan kita anggap $R_s = R_s + R_1$ adalah hambatan sumber (lihat gambar 3).



Gambar 3 Mengukur R_{in} penguat

Bila penguat dilepas dari sumber, maka $V_{ab} = V_s$ dan bila dipasang $V_{ab} = V_i$ jadi :

$$V_i = \frac{R_{in}}{R_s + R_{in}} V_s$$

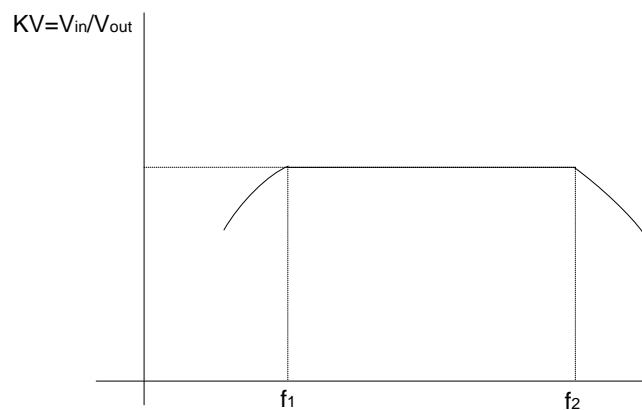
Sehingga

$$V_i(R_s' + R_{in}) = R_{in}V_sV_iR_s = (V_s - V_i)R_{in}$$

Dengan mengetahui R_s , R_1 , V_i dan V_s , R_{in} dapat diketahui.

Respon Frekuensi

Bila penguatan yaitu V_o/V_i diukur untuk berbagai harga frekuensi maka kita akan memperoleh grafik seperti pada gambar 4.



Gambar 4 Respon amplitudo frekuensi

Frekuensi f_1 disebut frekuensi potong bawah dan f_2 disebut frekuensi potong atas. Penurunan penguatan pada frekuensi bawah disebabkan kapasitor-kapasitor C_1 , C_s , dan C_2 membuat penguat berlaku sebagai filter lolos tinggi. Penurunan penguatan pada frekuensi tinggi disebabkan oleh kapasitansi antara gate dan drain dan gate ke source dan drain ke source membuat penguat berlaku sebagai filter lolos rendah

D. Daftar Alat dan Bahan

1. Papan rangkaian
2. Power Supply
3. Multimeter analog/digital
4. Osiloskop
5. Resistor
6. Transistor JFET MPF102

E. Langkah Percobaan :

1. Pasangan rangkaian seperti pada gambar 2.1 tanpa isyarat ubah R_s agar $V_{CE} \approx 7$ V. Lepaskan R_s dan ukur hambatannya gantikan dengan resistor karbon dengan nilai hambatan yang sama. ukur lagi V_{DS} dan V_{GS} , V_G dan V_S dari harga V_{GS} dan R_s maka hitung I_D . Bila isyarat keluaran tidak sinusoida kecilkan isyarat masukan hingga isyarat keluaran berbentuk bagus. Pertukaran drain dan source dan catat apa yang terjadi. Tentukan penguatan pada harga frekuensi ini dengan mengukur V_{in} dan V_{out} dengan menggunakan osiloskop. Jangan lupa mencatat R_s dari generator isyarat. Turunkan frekuensi dan catat pada grafik frekuensi dan isyarat keluaran menjadi $\frac{1}{2}$ kali isyarat keluaran pada

frekuensi 1 kHz. Ini adalah frekuensi potong bawah. Tinggikan frekuensi dan catat pada harga frekuensi mana isyarat menjadi $1/\sqrt{2}x$ isyarat keluaran pada frekuensi 1 kHz. Ini adalah frekuensi potongan atas.

2. Pasangan kapasitor $1\mu\text{F}$ antara gate dan drain ukur frekuensi potong atas dan frekuensi potongan bawah.
3. Ganti kapasitor C_s dengan $20\mu\text{F}$, lepaskan kapasitor antara gate dan drain. Ukur frekuensi potong bawah.
4. Ukur hambatan keluaran penguat dengan mengukur $V_{o,0}$ dan dibebani 4,7 k.

F. Data Percobaan

Frekuensi (Hz)	Vin	Vout	Av
100			
200			
500			
1K			
2K			
4K			
10K			

G. Tugas:

1. Dari percobaan diatas apa yang dapat anda simpulkan ?
2. Perbedaan apa yang saudara dapatkan antara penguat dengan transistor. Bipolar dengan penguat yang menggunakan JFET.
3. Kesimpulan apa yang saudara dapatkan dari percobaan ini ?

O-1

Penguat Operasional

A. Pendahuluan

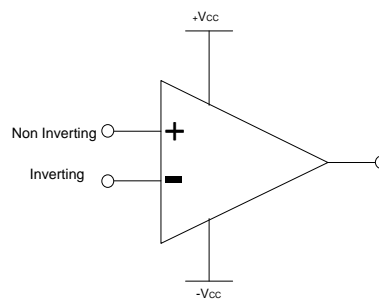
Penguat operasional adalah penguat instan yang berlangsung dipakai untuk banyak aplikasi penguat. Sebuah op-amp biasanya berupa IC (*Integrated Circuit*). Pengemasan op-amp dan IC bermacam-macam ada yang berisi satu op-amp dan ada yang dua op-amp (4558, LF 356) dsb. Penguat operasional tersusun atas beberapa rangkaian dari op-amp lebih mudah dari pada membuat rangkaian dari transistor karena tidak memerlukan perhitungan titik dan bias. Penguat operasional pembalik digunakan sebagai penguat sinyal dimana sinyal inputnya berbalik fase dari sinyal input. Dan penguat tak membalik digunakan sebagai penguat sinyal dimana sinyal outputnya sefase dengan sinyal input.

B. Tujuan Percobaan

1. Memahami penggunaan OP-AMP sebagai penguat inverting dan non inverting
2. Menentukan hubungan gain penguat (K_v) terhadap perubahan frekuensi
3. Mengukur impedansi input dan impedansi output penguat

C. Dasar Teori

Op-amp biasanya dilukiskan seperti pada gambar berikut:



Gambar 1. Simbol op-amp

Pada gambar 1. terlihat adanya masukan, yaitu masukan inverting (INV) dan masukan non-inverting (NON-INV) yang berturut-turut diberi tanda (-) dan (+).

Bila isyarat masukan dihubungkan dengan masukan inverting, maka pada daerah frekuensi tengah keluaran berlawanan fasa dengan isyarat masukan. Sebaliknya bila isyarat dihubungkan dengan masukan non-inverting maka isyarat keluaran sefase dengan isyarat masukan.

Sebagai penguat, op-amp terdiri dari beberapa jenis, yakni op-amp Norton, dan op-amp transkonduktansi (OTA). Dalam percobaan ini kita hanya menggunakan op-amp biasa yaitu dimana tegangan keluarannya sebanding dengan beda tegangan antara kedua isyarat masukannya.

Untuk memahami kerja op-amp perlu diketahui sifat-sifat op-amp. Adapun sifat-sifat ideal op-amp adalah sebagai berikut :

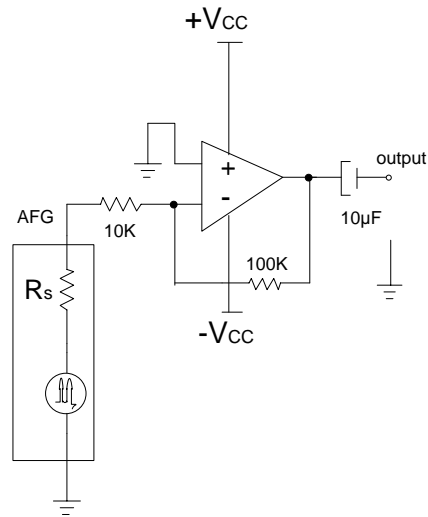
1. Penguatan loop terbuka ($A_{V(OL)}$) tak berhingga.
2. Impedansi output loop terbuka ($Z_{out(OL)}$) adalah nol.
3. Impedansi input loop terbuka ($Z_{in(OL)}$) adalah tak berhingga.
4. Lebar pita (band width) tak berhingga.
5. Common mode rejection ratio (CMRR) tak terhingga.

Pada penguat inverting sumber isyarat dihubungkan dengan masukan inverting seperti gambar 2. Dari gambar 2 diperoleh hubungan sebagai berikut :

$$V_o = A_{V(CL)} \times V_i \quad (1)$$

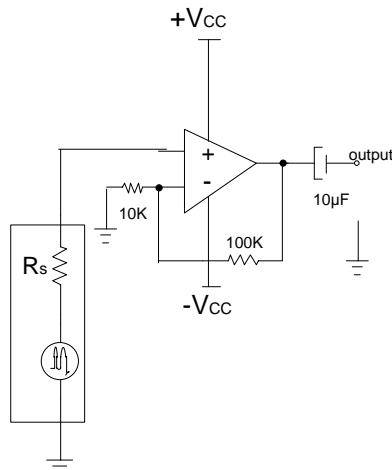
Di mana

$A_{V(CL)} = -R_2/R_1$ adalah penguatan loop tertutup.



Gambar 2. Penguat inverting

Sebagai penguat non-inverting sumber isyarat dihubungkan dengan masukan non-inverting seperti gambar 3



Gambar 3. Penguat non-inverting

Dari gambar 3 diperoleh tegangan keluaran :

$$V_o = A_{V(CL)} \cdot V_1$$

Di mana $A_{V(CL)} = 1 + R_2/R_1$ adalah penguatan loop tertutup untuk penguat non-inverting.

D. Daftar Alat dan Bahan

1. Papan rangkaian
2. OP-AMP LM 741
3. Resistor
4. Power Suply simetri
5. AFG
6. Multitester digital
7. Osiloskop

E. Langkah Percobaan :

Penguat inverting

1. Rangkailah komponen – komponen yang ada di gambar 2 pada papan rangkaian
2. Sambungkan input rangkaian dengan AFG dan outputnya dengan osiloskop (CRO)
3. Ukurlah tegangan keluaran sebagai fungsi frekuensi dan gambar pula bentuk gelombang masukan dan keluaran
4. Ukurlah hambatan masukan dan keluaran penguat yang saudara buat

Data percobaan penguat inverting:

No	Frekuensi (Hz)	Vi (Volt)	Vo (Volt)	Bentuk gelombang Vi	Bentuk gelombang Vo
1	20				
2	100				
3	200				
4	800				
5	2000				
6	4000				
7	8000				
8	10000				
9	12000				
10	15000				
11	20000				

Penguat non-inverting

1. Rangkailah komponen – komponen yang ada di gambar 2 pada papan rangkaian
2. Sambungkan input rangkaian dengan AFG dan outputnya dengan CRO
3. Ukurlah tegangan keluaran sebagai fungsi frekuensi dan gambar pula bentuk gelombang masukan dan keluaran
4. Ukurlah hambatan masukan dan keluaran penguat yang saudara buat

Data Percobaan penguat non-inverting :

No	Frekuensi (Hz)	Vi (Volt)	Vo (Volt)	Bentuk gelombang Vi	Bentuk gelombang Vo
1	20				
2	100				
3	200				
4	800				
5	2000				
6	4000				
7	8000				
8	10000				
9	12000				
10	15000				
11	20000				

Evaluasi dan Pertanyaan

1. Dari data yang saudara dapatkan, berapakah penguatan rangkaian yang saudara buat (bandingkan dengan teori). Apa kesimpulan saudara
2. Dari data gambar bentuk gelombang input dan output, kesimpulan apa saudara dapatkan
3. Berapakah hambatan masukan dan keluaran yang saudara dapatkan (bandingkan dengan teori)

LM741 Operational Amplifier

1 Features

- Overload Protection on the Input and Output
- No Latch-Up When the Common-Mode Range is Exceeded

2 Applications

- Comparators
- Multivibrators
- DC Amplifiers
- Summing Amplifiers
- Integrator or Differentiators
- Active Filters

3 Description

The LM741 series are general-purpose operational amplifiers which feature improved performance over industry standards like the LM709. They are direct, plug-in replacements for the 709C, LM201, MC1439, and 748 in most applications.

The amplifiers offer many features which make their application nearly foolproof: overload protection on the input and output, no latch-up when the common-mode range is exceeded, as well as freedom from oscillations.

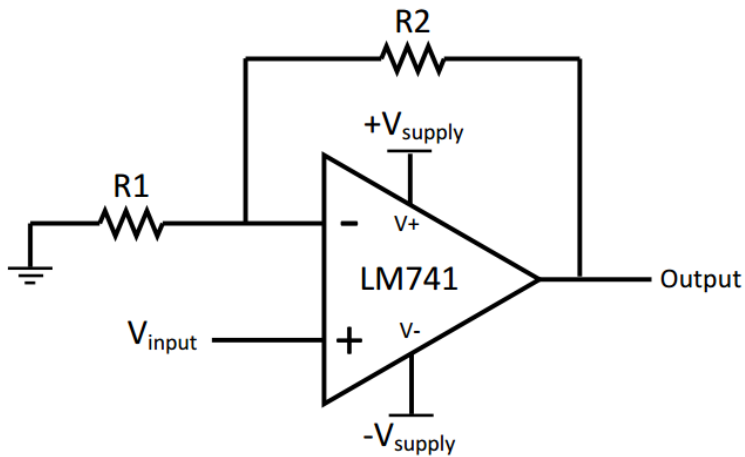
The LM741C is identical to the LM741 and LM741A except that the LM741C has their performance ensured over a 0°C to +70°C temperature range, instead of –55°C to +125°C.

Device Information⁽¹⁾

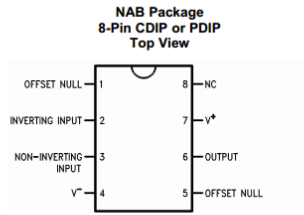
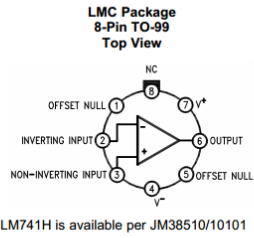
PART NUMBER	PACKAGE	BODY SIZE (NOM)
LM741	TO-99 (8)	9.08 mm × 9.08 mm
	CDIP (8)	10.16 mm × 6.502 mm
	PDIP (8)	9.81 mm × 6.35 mm

(1) For all available packages, see the orderable addendum at the end of the data sheet.

Typical Application



5 Pin Configuration and Functions



Pin Functions

PIN		I/O	DESCRIPTION
NAME	NO.		
INVERTING INPUT	2	I	Inverting signal input
NC	8	N/A	No Connect, should be left floating
NONINVERTING INPUT	3	I	Noninverting signal input
OFFSET NULL	1, 5	I	Offset null pin used to eliminate the offset voltage and balance the input voltages.
OFFSET NULL			
OUTPUT	6	O	Amplified signal output
V+	7	I	Positive supply voltage
V-	4	I	Negative supply voltage

6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾

		MIN	MAX	UNIT
Supply voltage	LM741, LM741A		±22	V
	LM741C		±18	
Power dissipation ⁽⁴⁾			500	mW
Differential input voltage			±30	V
Input voltage ⁽⁵⁾			±15	V
Output short circuit duration			Continuous	
Operating temperature	LM741, LM741A	-50	125	°C
	LM741C	0	70	
Junction temperature	LM741, LM741A		150	°C
	LM741C		100	
Soldering information	PDIP package (10 seconds)		260	°C
	CDIP or TO-99 package (10 seconds)		300	°C
Storage temperature, T _{stg}		-65	150	°C

- (1) Stresses beyond those listed under *Absolute Maximum Ratings* may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, which do not imply functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under *Recommended Operating Conditions*. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.
- (2) For military specifications see RETS741X for LM741 and RETS741AX for LM741A.
- (3) If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the TI Sales Office/Distributors for availability and specifications.
- (4) For operation at elevated temperatures, these devices must be derated based on thermal resistance, and T_j max. (listed under "Absolute Maximum Ratings"). T_j = T_A + (θ_{JA} P_D).
- (5) For supply voltages less than ±15 V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

6.5 Electrical Characteristics, LM741⁽¹⁾

PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT
Input offset voltage	$R_S \leq 10 \text{ k}\Omega$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		1	5	mV
		$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			6	mV
Input offset voltage adjustment range	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20 \text{ V}$			± 15		mV
Input offset current	$T_A = 25^\circ\text{C}$			20	200	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$			85	500	
Input bias current	$T_A = 25^\circ\text{C}$			80	500	nA
	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$				1.5	
Input resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20 \text{ V}$		0.3	2		M Ω
Input voltage range	$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		± 12	± 13		V
Large signal voltage gain	$V_S = \pm 15 \text{ V}, V_O = \pm 10 \text{ V}, R_L \geq 2 \text{ k}\Omega$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		50	200	V/mV
		$T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		25		
Output voltage swing	$V_S = \pm 15 \text{ V}$	$R_L \geq 10 \text{ k}\Omega$	± 12	± 14		V
		$R_L \geq 2 \text{ k}\Omega$	± 10	± 13		
Output short circuit current	$T_A = 25^\circ\text{C}$			25		mA
Common-mode rejection ratio	$R_S \leq 10 \Omega, V_{CM} = \pm 12 \text{ V}, T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		80	95		dB
Supply voltage rejection ratio	$V_S = \pm 20 \text{ V}$ to $V_S = \pm 5 \text{ V}, R_S \leq 10 \Omega, T_{AMIN} \leq T_A \leq T_{AMAX}$		86	96		dB
Transient response	Rise time	$T_A = 25^\circ\text{C}, \text{unity gain}$		0.3		μs
	Overshoot			5%		
Slew rate	$T_A = 25^\circ\text{C}, \text{unity gain}$			0.5		V/ μs
Supply current	$T_A = 25^\circ\text{C}$			1.7	2.8	mA
Power consumption	$V_S = \pm 15 \text{ V}$	$T_A = 25^\circ\text{C}$		50	85	mW
		$T_A = T_{AMIN}$		60	100	
		$T_A = T_{AMAX}$		45	75	

(1) Unless otherwise specified, these specifications apply for $V_S = \pm 15 \text{ V}, -55^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$ (LM741/LM741A). For the LM741C/LM741E, these specifications are limited to $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq +70^\circ\text{C}$.

O-2

Osilator

A. Pendahuluan

Osilator merupakan piranti elektronik yang menghasilkan keluaran berupa isyarat tegangan. Bentuk isyarat tegangan terhadap waktu ada bermacam- macam, yaitu bentuk sinusoidal, persegi, dll. Osilator berbeda dengan penguat, oleh karena penguat memerlukan isyarat masukan untuk menghasilkan isyarat keluaran. Pada osilator, tak ada isyarat masukan, hanya ada syarat keluaran saja, yang frekuensi dan amplitudonya dapat dikendalikan. Seringkali suatu penguat secara tak sengaja menghasilkan keluaran tanpa masukan dengan frekuensi yang nilainya tak dapat dikendalikan. Dalam hal ini, penguat dikatakan osilator. Osilator bisa dibangun dengan menggunakan komponen yang memperlihatkan karakteristik resistansi- negatif dan lazimnya hal ini adalah diode terobosan dan transistor satu lapis. Namun demikian, sebagian besar rangkaian osilator didasarkan pada penguat dengan umpan balik positif.

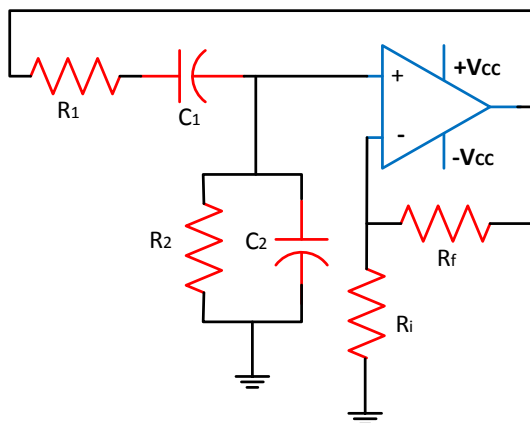
B. Tujuan Percobaan

1. Memahami penggunaan OP-AMP sebagai penguat inverting dan non inverting
2. Menentukan hubungan gain penguat (K_v) terhadap perubahan frekuensi
3. Mengukur impedansi input dan impedansi output penguat

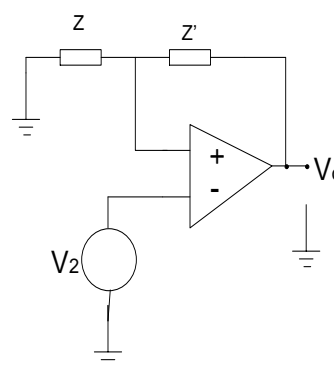
C. Dasar Teori

Inti dari osilator adalah bahwa sebagian dari out-put difeedback-kan kepada input sedemikian rupa sehingga membantu penguatan input yang asli. Ini berarti sinyal output yang difeedback-kan harus mempunyai frekwensi yang sama dan yang lebih tinggi lagi fase yang sama seperti input asli.

Biasanya yang difeedback-kan cukup lemah, baik dalam besar maupun daya. Ada macam – macam osilator getaran sinus, umpamanya yang berdasarkan phase shiff, resonansi dan rangkaian jembatan. Yang diambil disini sebagai contoh adalah Wien Bridge Osilator.



Gambar 1



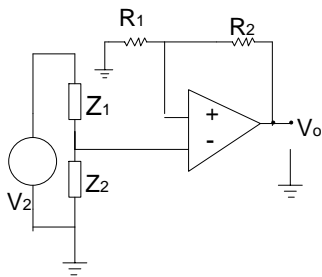
Gambar 2

Mahasiswa supaya mengamati gambar 1 dengan seksama, kalau sementara C_1 dan C_2 dilupakan, maka R_1 dan R_2 merupakan rangkaian seperti sambungan di gambar 2, R_1 sesuai dengan Z , dua-duanya terhubung dengan atau pada out-put dan input yang inverting (1), R_2 sesuai dengan Z' , dua-duanya ditanahkan dan terhubung dengan input (1)

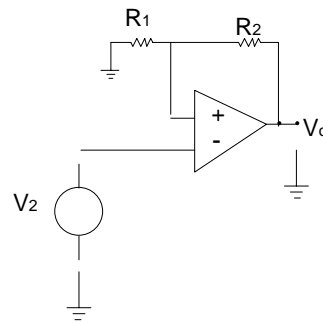
Pada permulaan pembicaraan osilator ada kata-kata seperti

- a. Outputnya di difeedback-kan membantu input asli
- b. Output harus se-fase dengan input asli

Hal ini menimbulkan kesan bahwa pada osilator ada semacam sumber input pembantu yang membangkitkan osilator pertama, tentu saja sumber ini tidak ada, cara melukis inihanya untuk memudahkan pemikiran dan analisis matematik. Sebut saja sumber input pembantu ini V_s dan sementara kawat output dipotong di P (lihat gambar 1), V_s II harus sama dengan V_b .



Gambar 3



Gambar 4

Gambar 4 tampak bahwa input (2) adalah non inverting, berarti sefase dengan V_o . Tegangan yang dirasakan oleh input (2) ialah :

$$V_2 = \frac{Z_2}{Z_1 + Z_2} V_s = k V_s$$

Kalau V_2 harus sefase dengan V_s , maka bagian imajiner dari k harus nol

$$Z_1 = R_1 + \frac{1}{j\omega C_1} \qquad Z_2 = \frac{R_2}{1 + j\omega C_2 R_2}$$

Syarat untuk k ini dipenuhi kalau frekwensinya = $\frac{1}{2\pi RC}$

Mahasiswa supaya membuktikan hal ini.

Pada f_0 tersebut $Z_1 = R(1 - \gamma)$, $Z_2 = \frac{1}{2} R(1 - \gamma)$, berarti pada frekwensi tersebut $Z_1 = 2Z_2$ dan harga k adalah $1/3$ kalau V_0 sama besar dengan V_2 maka menurut gambar 2 dan 4 didapat :

$$V_0 = \frac{R_1 + R_2}{2} V_2$$

Dan V_s tak lain tak bukan indetik dengan V_0 , maka :

$$V_s = V_0 = \frac{R_1 + R_2}{2} V_2$$

Berarti $(R_1 + R_2)/R_2$ harus sama dengan $(1+2)/2 = 1/k = 3$ pada frekwensi f_0 . Secara teoritis syarat ini baik, tapi dalam praktek penguatan harus lebih besar sedikit, jadi orang merancang $(R_1 + R_2)/R_2 > 3$, karena realita selalu ada tenaga yang hilang, dan k harganya kurang dari $1/3$.

D. Daftar Alat dan Bahan

1. Papan rangkaian
2. OP-AMP LM 741
3. Resistor
4. Power Suply simetri
5. AFG
6. Multitester digital
7. Osiloskop

E. Langkah Percobaan :

1. Buatlah osilator jembatan wien dengan frekwensi solution 15-20 kilo Hertz. Berapa besar komponen yang saudara butuhkan ?
2. Apa akibatnya kalau harga $(R_1+R_2)/R_2$ terlalu tinggi atau rendah 3 ? perhatikan hasilnya di CRO dan terangkanlah.

A. Daftar Alat dan Bahan

Perkembangan teknologi computer telah membuat ruang batas perangkat lunak dan perangkat keras semakin sempit. Komputer sebagai sistem tidak dapat dipahami tanpa memahami aspek tersebut. Peralatan listrik cenderung menggunakan rangkaian listrik digital. Rangkaian listrik digital dibangun dari gerbang logika. Gerbang dalam rangkaian logika merupakan fungsi menggambarkan hubungan antara masuka dan keluaran. Gerbang logika mempunyai output 1 dan 0. Output suatu rangkaian logika dapat dianalisis menggunakan aljabar Boole dengan mengacu pada suatu persamaan logika. Dalam aljabar ini digunakan dua konstanta yaitu logika 1 dan 0.

B. Tujuan Percobaan

1. Menentukan karakteristik gerbang-gerbang (gate) AND, OR, NAND, NOR, NOT, dan EXOR.
2. Menentukan output kombinasi gerbang-gerbang (gate) AND, OR, NAND, NOR, NOT, dan EXOR.

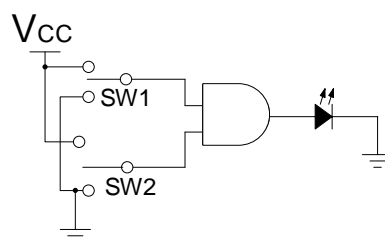
C. Daftar Alat dan Bahan

1. Papan rangkaian digital
2. Battery / catu daya 5 Volt DC
3. Multitester digital (DMM)
4. Kabel penghubung

D. Langkah Percobaan :

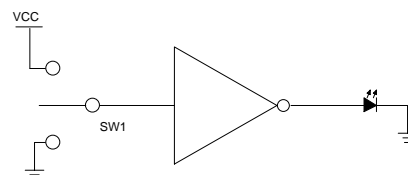
Percobaan 1: Karakteristik Gerbang Logika

1. Rangkailah masukan gerbang OR dengan saklar dan keluarannya dengan LED (indikator) pada papan rangkaian digital dan tulisalah hasilnya pada tabel 1.



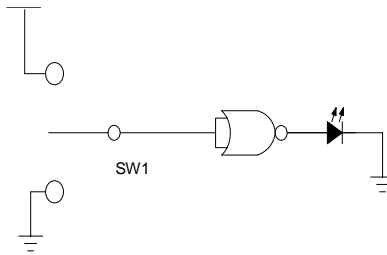
Gambar 1

2. Ulangi langkah 1 untuk gerbang-gerbang AND, NAND, NOR, NOT dan EXOR (khusus untuk not perhatikan gambar 2)



Gambar 2

3. Rangkaian gambar 3 pada papan rangkaian digital dan catatlah hasilnya



Gambar 3

Tabel 1

INPUT		OUTPUT	
A	B	LED	BINER
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

CATATAN :

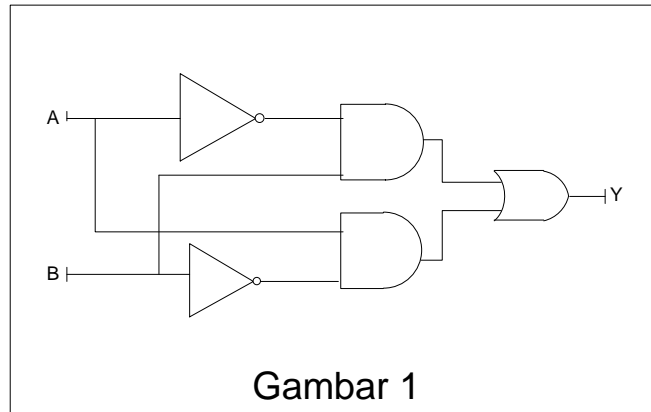
- LED hidup \longrightarrow biner =1
- LED padam \longrightarrow biner = 0

Diskusi

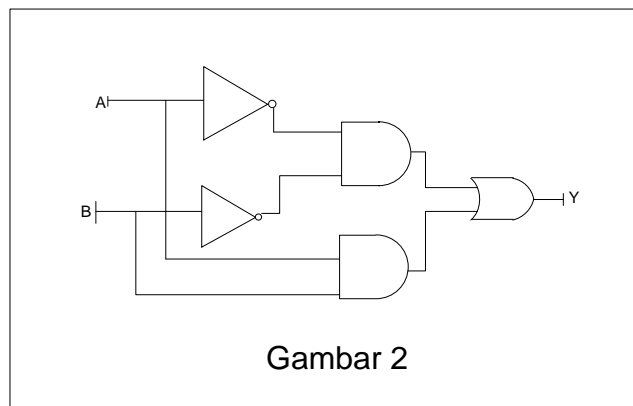
- Dari data yang saudara dapatkan
 - Adakah perbedaan antara teori dan data yang saudara dapatkan ?
 - Jika ada mengapa ?
- Apakah ada perbedaan data dari rangkaian gambar 3 dengan data yang saudara dapat pada rangkaian NOT ?
 - Jika tidak ada perbedaan jelaskan
- Buatlah rangkaian yang berfungsi sama dengan gerbang NOT dari gerbang-gerbang yang ada pada papan rangkaian digital
- Berikan kesimpulan dari percobaan saudara

Percobaan 2: Kombinasi Gerbang Logika

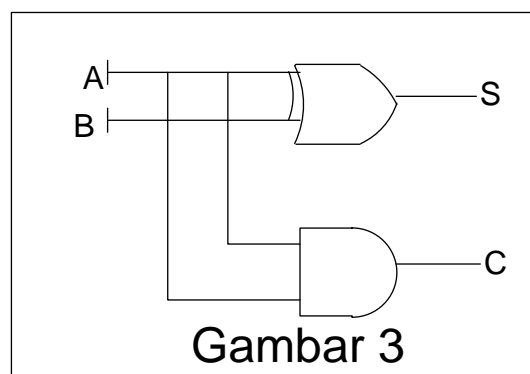
1. Rangkailah rangkaian pada gambar 1 (masukan A dan B dihubungkan dengan saklar dan keluarannya dengan LED) pada papan rangkaian digital dan tuliskan hasilnya pada tabel 1.



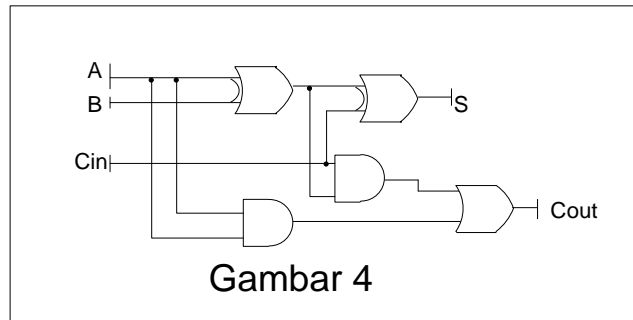
2. Ulangi langkah 1 untuk gambar 2



3. Ulangi langkah 1 untuk gambar 3 di bawah ini dan hasilnya saudara masukkan dalam tabel 2



4. Ulangi langkah 1 untuk gambar 4 di bawah ini hasilnya saudara masukkan dalam tabel 3



Tabel 1

INPUT		OUTPUT		KETERANGAN
A	B	LED	BINER	
0	0			LED hidup →biner =1 LED padam →biner =0
0	1			
1	0			
1	1			

Tabel 2

INPUT		OUTPUT			
		C		S	
A	B	LED	BINER	LED	BINER
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				