



**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI**

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

**TATA TERTIB PRAKTIKUM SISTEM TELEKOMUNIKASI
LABORATORIUM SISTEM TELEKOMUNIKASI**

- 1. Membawa hal-hal yang dibutuhkan untuk mengikuti praktikum diantaranya :**
 - a. Tugas Pendahuluan praktikum**
 - b. Buku penuntun praktikum**
 - c. Print out lembar bukti praktikum, surat pernyataan (dengan matrai 6000) dan absensi praktikum**
 - d. Referensi praktikum (Minimal ada 1 materi yang bersangkutan pada praktikum)**
 - e. Alat dan bahan pribadi untuk keperluan praktikum**
- 2. Berpenampilan rapi dan sopan. Dilarang menggunakan kaos oblong, dan celana pendek.**
- 3. Setiap praktikan dilarang membawa aksesoris berlebihan kecuali jam tangan dan barang-barang keperluan praktikum.**
- 4. Harus datang selambat-lambatnya 15 menit sebelum praktikum dimulai dan langsung melapor kepada asisten yang bersangkutan.**
- 5. Praktikan yang melakukan praktikum, bertanggung jawab atas semua peralatan praktikum yang dipakai dan melaporkan semua peralatan yang dipakai kepada Asisten Laboratorium setelah menggunakannya. Apabila terjadi kerusakan oleh alat yang dipakai pada saat praktikum, maka praktikan harus mengganti alat yang sama seperti praktikum yang dilaksanakan.**
- 6. Kegiatan praktikum hanya akan berjalan selama 5 minggu terhitung dari jadwal awal praktikum yang sudah ditentukan, jika masuk minggu ke-6 maka praktikan akan diberi sanksi sesuai**



**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI**

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

kebijakan asisten yang bersangkutan. Dan jika memasuki minggu ke-7 asisten berhak menggagalkan praktikan yang bersangkutan.

7. Selama praktikum berlangsung diwajibkan :

a. Duduk sesuai dengan baris dan meja yang sudah ditentukan

b. Memelihara dan menjaga segala fasilitas peralatan yang ada di Laboratorium

c. Memelihara suasana yang nyaman dan tenang dengan tidak :

i. Makan, merokok atau mengotori ruangan.

ii. Mengeluarkan suara yang keras, seperti berteriak

iii. Hilir mudik yang tidak perlu

iv. Bertindak atau berbicara yang tidak ada hubungannya dengan kegiatan praktikum yang

berlangsung

8. Sanksi dari pelanggaran-pelanggaran yang tertera yaitu berupa ; teguran atau peringatan,

larangan mengikuti praktikum pada semester yang bersangkutan, pengurangan nilai dan

praktikum pada semester yang bersangkutan dianggap gagal.

9. Sanksi pelanggaran yang berat seperti ; upaya menyuap asisten laboratorium, memanipulasi

tanda tangan di laborotarium dan hal berat serupa lainnya akan dikenakan sanksi berupa

pembatalan praktikum.

10. Semua hal yang belum diatur dalam tata tertib ini akan diatur kemudian sesuai dengan

kebijaksanaan Kepala Laboratorium.



**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI**

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

KHUSUS PENAMPILAN PRAKTIKAN

1. Rambut rapi (rambut tidak boleh kena alis dan telinga) untuk pria
untuk yang tidak pake jilbab rambutnya diikat rapi untuk wanita
2. Memakai kemeja berkerah tidak boleh memakai kaos polo(pria)
memakai pakaian yang tertutup tidak boleh menggunakan lengan
pendek serta jangan ketat(wanita)
3. Celana wajib keper tidak boleh kuncup serta memakai tali pinggang
berwarna hitam (pria)
memakai rok,tidak ketat (wanita)
4. Pakaian dimasukkan ketika masuk LAB (pria)
pakaian tidak usah dimasukkan ketika LAB (wanita)
5. Hari jumat wajib pake batik
6. Masuk LAB harus wangi karena kondisi tempat yang pengab



**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI**

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

**PERCOBAAN I
LABORATORIUM DASAR TELEKOMUNIKASI
SUMBER SINYAL DAN OSILATOR**



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

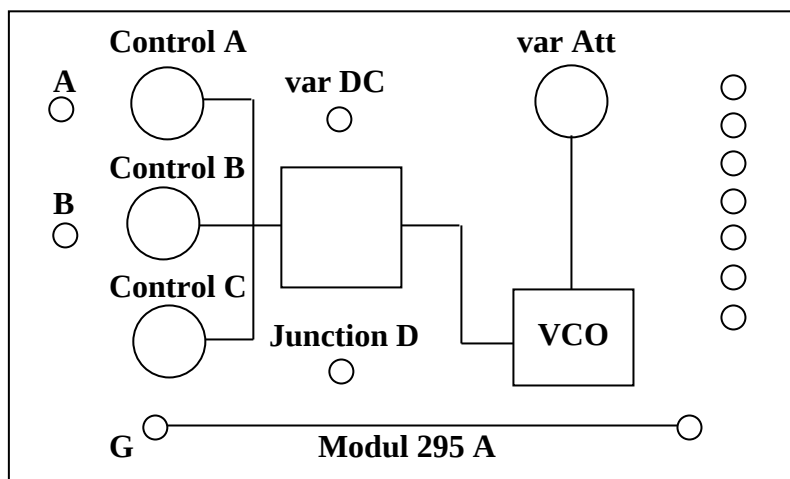
SUMBER SINYAL

I. Tujuan Percobaan

Untuk mengetahui cara kerja sinyal

II. Teori Umum

Karakteristik sinyal hampir sama dengan gelombang, hanya saja sinyal didefinisikan sebagai suatu besaran yang dapat dinyatakan dalam besaran listrik seperti tegangan, frekuensi, amplitude, dan lain-lain, dan juga merupakan suatu gelombang yang membawa informasi. Sinyal tidak hanya berupa fungsi yang berubah terhadap waktu secara matematis karakteristik sinyal secara fungsional terdiri atas beberapa komponen variabel bebas, antara lain amplitude, frekuensi dan sudut fasa. Dimana komponen variabel bebas ini merupakan suatu fungsi yang berubah terhadap waktu.



Gambar 1.1 Modul 295 A



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Jantung dari module 295 A adalah IC VCO (Voltage Control Oscillator), type LM 566. IC ini menghasilkan gelombang segitiga dan segiempat. Frekuensi kerja ditentukan oleh kombinasi kapasitor yang dipilih untuk rentang frekuensi, yakni untuk frekuensi tinggi maupun rendah. Tegangan penala V diperoleh dari penjumlahan tiga buah sinyal A, B dan C. Sinyal A merupakan input eksternal dan sensitivitasnya berbeda satu sama lainnya. Yang masing-masing memiliki potensiometer yang terkalibrasi. Sementara C merupakan pengatur frekuensi manual atau Manual Frequency Control (MFC).

III. Peralatan Percobaan

- ⌚ Satu unit Module 295 A
- ⌚ Satu unit Frequency Meter
- ⌚ Satu unit Oscilloscope
- ⌚ Satu unit Catu Daya
- ⌚ Adaptor
- ⌚ Multitester



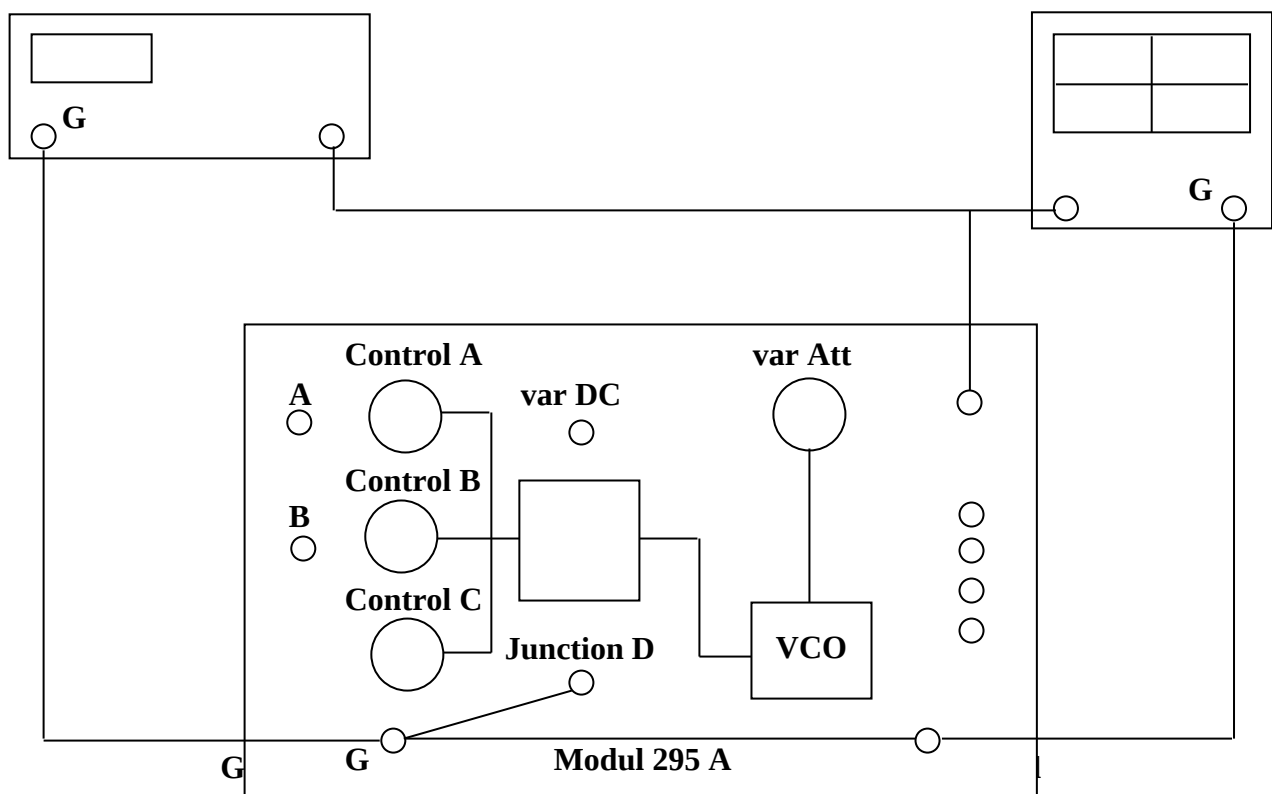
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

PERCOBAAN 1

KALIBRASI SUMBER SINYAL

I. Rangkaian Percobaan



Gambar 1.2 Rangkaian Percobaan

II. Prosedur Percobaan

1. Hubungkan alat-alat seperti pada Gambar 1.2.
2. Atur attenuator pada 0 dB.
3. Soket A, B, dan C tidak terhubung.
4. Hidupkan catu daya, oscilloscope, dan frekuensi meter.



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

5. Atur Time Base dan Y oscilloscope sehingga muncul gelombang yang stabil pada layar. Soket D tidak terhubung, kemudian atur trigger control oscilloscope untuk memberikan display yang stabil.
6. Putar MFC searah jarum jam.
 - a. Apa pengaruh MFC terhadap gelombang di layar oscilloscope ?
 - b. Dari harga time base, hitunglah rentang frekuensi yang tersedia dengan mengatur MFC pada posisi 1 sampai 5 ?
7. Hubungkan soket D ke tanah dan atur kembali time base oscilloscope. Putar MFC searah jarum jam.
 - a. Apa pengaruh MFC terhadap gelombang di layar oscilloscope ?
 - b. Dari harga time base, hitunglah rentang frekuensi yang tersedia dengan mengatur MFC pada posisi 1 sampai 5 ?
 - c. Bandingkan dengan percobaan di atas, mana yang lebih tinggi frekuensinya ?
8. Hubungkan frekuensi meter dan catat hasilnya pada tabel di bawah ini.

Tabel 1.1 Data Percobaan Kalibrasi Sumber Sinyal

Skala Setting	Frekuensi Tinggi			Frekuensi Rendah		
	DFM	OSC	OSC	DFM	OSC	OSC
1	Hz	s	Hz	Hz	s	Hz
*	Hz	s	Hz	Hz	s	Hz
2	Hz	s	Hz	Hz	s	Hz
3	Hz	s	Hz	Hz	s	Hz
4	Hz	s	Hz	Hz	s	Hz
5	Hz	s	Hz	Hz	s	Hz

9. Gambarkan kedua kurva skala setting vs frekuensi pada satu kertas grafik.
 - a. Bagaimana bentuk kurva frekuensi tinggi dan frekuensi rendah.
 - b. Bagaimana hubungan antara tegangan pengatur dengan frekuensi output.



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

PERCOBAAN 2
KALIBRASI ATTENUATOR

A. Prosedur Percobaan

1. Rangkaian percobaan sama seperti pada rangkaian percobaan I. Soket A, B, dan D tidak terhubung.
2. Atur variabel attenuator pada posisi 0 dB.
3. Atur MFC pada posisi asterisk (*).
4. Atur oscilloscope sehingga display stabil.
5. Ukur tegangan V_{p-p} dari gelombang pada layar oscilloscope sesuai dengan tabel di bawah ini.

Tabel 1.2 Data Percobaan Kalibrasi Attenuator

Setting Att (dB)	V_{out} p-p (volt)	V_o / V_i	$\log V_o / V_i$	$- 20 \log V_o / V_i$
0				
-3				
-6				
-9				
-12				
-15				
-18				
-21				
-24				
-27				
-30				
-33				
-36				



**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI**

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Bagaimana caranya untuk memperoleh kombinasi soket attenuator yang tetap dengan variabel attenuator, sehingga diperoleh setting attenuator seperti table di atas.

6. Pindahkan penghubung ke -6 dB. Catat harga V_{p-p} di layar oscilloscope.
 - a. Bagaimana hasilnya bila dibandingkan dengan hasil yang diperoleh pada setting -12 dB.
 - b. Gambarkan kurva setting attenuator vs tegangan output pada kertas semilogaritma.



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

ANALISA DATA

PERCOBAAN I. KALIBRASI SUMBER SINYAL

DFM : Frekuensi percobaan

OSC : Periode percobaan

1. Frekuensi Perhitungan

$$\text{OSC frekuensi: } F = 1/T$$

2. Rentang Frekuensi

$$\text{Rentang Frekuensi} = F_{\text{percobaan}} - F_{\text{perhitungan}}$$

3. % Ralat

$$\% \text{ Ralat} = \left| \frac{F_{\text{perhitungan}} - F_{\text{percobaan}}}{F_{\text{perhitungan}}} \right| \times 100 \%$$

4. Grafik

- ✓ Frekuensi tinggi : Periode vs Frekuensi (OSC periode vs OSC frekuensi)
- ✓ Frekuensi rendah : Periode vs Frekuensi (OSC periode vs OSC frekuensi)

PERCOBAAN II. KALIBRASI ATTENUATOR

1. $V_o / V_i \longrightarrow V_i = 7,5 \text{ V}$

2. $\text{Log } V_o / V_i$

3. $-20 \text{ Log } V_o / V_i$

4. **Grafik** \longrightarrow $V_{\text{out p-p}}$ vs Setting attenuator



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

OSILATOR

I. Tujuan Percobaan

1. Memahami cara kerja dan karakteristik osilator frekuensi radio (RF).
2. Merancang dan mengimplementasikan osilator.

II. Teori Umum

Osilator merupakan generator sinyal sederhana yang mengkonversi suplai tegangan DC-nya kedalam sinyal *output* AC yang berulang terus menerus tanpa sinyal input apapun. Osilator menghasilkan bentuk gelombang sinusoidal atau bentuk gelombang periodik lainnya yang digunakan dalam pemancar dan penerima radio dan televisi. Osilator mempunyai peranan yang sangat penting dalam sistem komunikasi. Osilator membangkitkan *carrier* ataupun sinyal osilasi lokal yang dipergunakan dalam setiap sistem komunikasi.

Adapun tiga istilah yang berkaitan erat dengan Osilator adalah

- **Periodik** adalah waktu yang dibutuhkan untuk menempuh 1 kali getaran atau waktu yang dibutuhkan pada 1 siklus gelombang bolak-balik, biasanya dilambangkan dengan t dengan satuan detik (second).
- **Amplitudo** adalah simpangan terjauh yang diukur dari titik keseimbangan dalam suatu getaran.
- **Frekuensi** adalah sejumlah getaran yang dihasilkan selama 1 detik, satuan frekuensi adalah Hertz.

Gambar 1.1 memperlihatkan blok diagram dasar dari sebuah osilator. Diagram ini meliputi sebuah Penguat (Amplifier) dan Umpan Balik (Feedback) yang dibentuk oleh resonator. Ketika pertama sekali sumber DC diberikan ke rangkaian, maka noise akan terlihat pada rangkaian dan semakin diperbesar oleh amplifier. Selanjutnya dikirimkan ke input melalui jaringan umpan balik yang merupakan sirkuit resonansi dengan fungsi filter. Jaringan umpan balik ini melewatkan frekuensi sinyal yang menyamai frekuensi resonansi untuk



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

mengalirkan dan menahan frekuensi-frekuensi lain. Sinyal umpan balik akan diperbesar dan diumpan balikkan kembali. Apabila sinyal umpan balik se-fase dengan sinyal input dan gain tegangan cukup, maka osilator akan beroperasi.

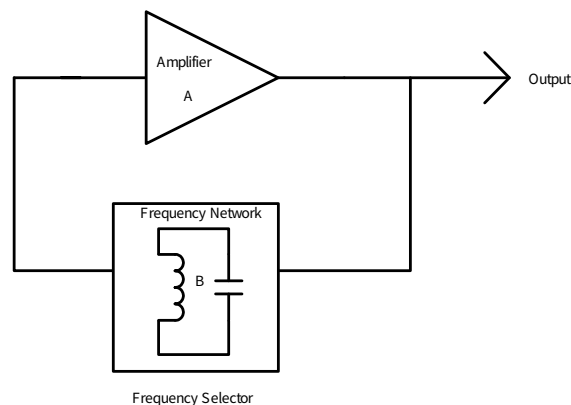
Untuk mencapai operasi yang tepat, sebuah osilator harus memenuhi kriteria *Barkhausen*. Kriteria *Barkhausen* adalah hubungan antara gain amplifier A dan faktor umpan balik osilator $\beta(s)$ dan nilainya harus sama dengan 1. yakni:

$$A\beta(s) \approx 1 \quad (1.1)$$

Dimana :

A = Gain amplifier

$\beta(s)$ = faktor feedback osilator



Gambar 1.1 Blok Diagram Dasar dari Sebuah Osilator

Osilator yang akan digunakan adalah osilator transistor. Osilator transistor dengan karakteristik non linier i_c-V_{be} berperan sebagai pembatas amplitudo. Osilator dengan fungsi pembatas juga disebut osilator pembatas sendiri bila gain loop sama dengan 1. Oleh karena itu, sirkuit osilator seperti itu tidak perlu menambahkan pembatas amplitudo lainnya.



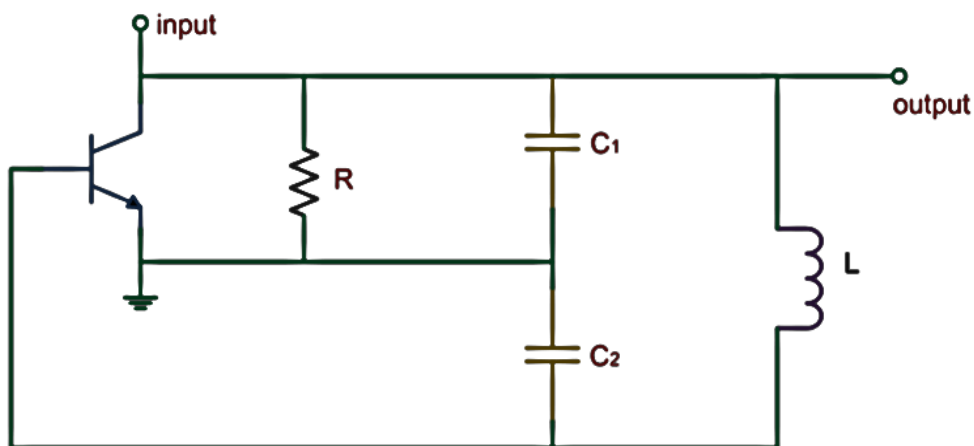
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Osilator Colpitts

Osilator colpitts bernama setelah penemu Edwin H. Colpitts, adalah salah satu dari sejumlah desain untuk elektronika osilator sirkuit dengan menggunakan kombinasi dari induktansi (L) dengan kapasitor (C) untuk penentuan frekuensi, sehingga juga disebut LC osilator. Osilator ini adalah suatu rangkaian yang berguna untuk membangkitkan gelombang sinus frekuensi tetap dari sekitar satu kilohertz sampai beberapa megahertz.

Rangkaian ekuivalen AC dari osilator Colpitts diperlihatkan pada Gambar 1.2. Karena rangkaian resonan LC paralel dihubungkan diantara base dan kolektor transistor, maka tegangan parsial umpan balik dikirim ke emitter melalui pembagi tegangan yang terdiri dari C_1 dan C_2 . Dalam rangkaian ini, R menunjukkan jumlah resistansi output transistor, resistansi beban dan resistansi ekuivalen dari induktor dan kapasitor.



Gambar 1.2. Rangkaian Ekuivalen AC dari Osilator Colpitt



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Apabila frekuensi tidak sangat tinggi, maka kapasitansi internal dari transistor dapat diabaikan dan frekuensi osilasi dari osilator Colpitt dapat dihitung dengan rumus :

$$f_0 = \frac{1}{2\pi \sqrt{L \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}} \text{ (Hz)} \quad (1.2)$$

Dalam rangkaian osilator Colpitts, faktor umpan balik β adalah C_1/C_2 dan hasil tegangan A adalah $g_m R$. Dengan persamaan 1.1.

$$A\beta(S) = 1$$

akan memperoleh :

$$g_m R \frac{C_1}{C_2} = 1$$

atau :

$$g_m R = \frac{C_2}{C_1}$$

Untuk memulai osilasi, gain loop sedikitnya harus sama dengan 1, sehingga kondisi osilasi dapat diekspresikan dengan :

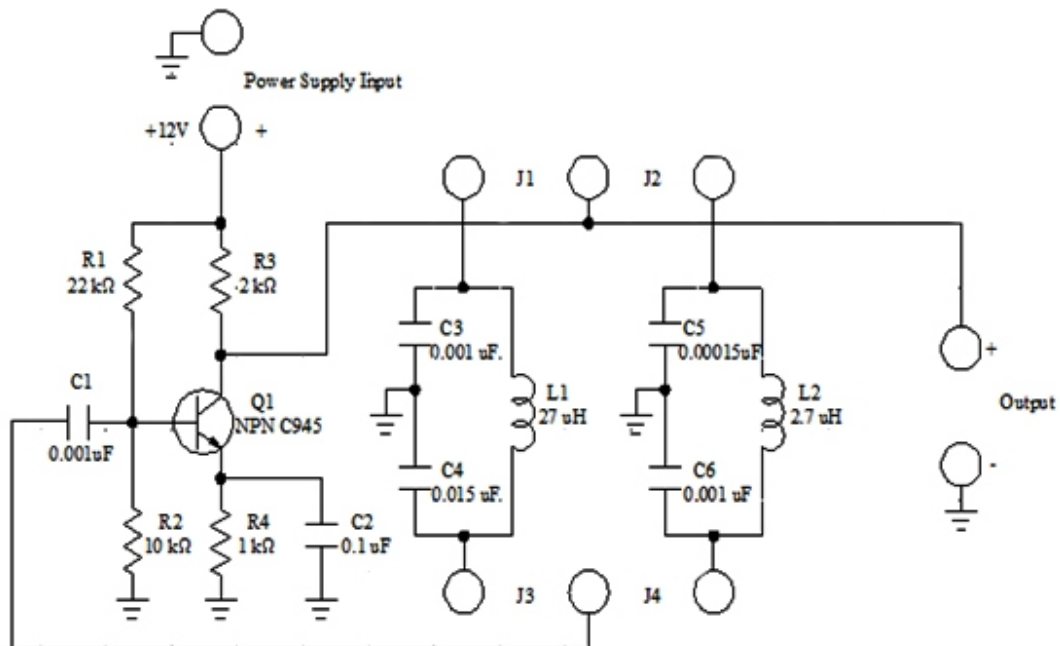
$$g_m R = \frac{C_2}{C_1} \quad (1.3)$$

Gambar 1.3 memperlihatkan rangkaian osilator Colpitts yang praktis. Resistor R_1 , R_2 , R_3 dan R_4 akan menentukan bias transistor. C_1 adalah kapasitor kopling dan C_2 adalah kapasitor bypass. Frekuensi osilasi ditentukan oleh nilai-nilai C_3 , C_4 , L_1 dan C_5 , C_6 , L_2 .



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155



Gambar 1.3 Rangkaian Percobaan Osilator Colpitt

Osilator Hartley

Rangkaian ekuivalen AC dari osilator Hartley, yang diperlihatkan pada Gambar 1.4, mirip dengan osilator colpitt. Resonan paralel LC dihubungkan diantara kolektor dan base, akan tetapi dua konduktor L_1 dan L_2 dipergunakan sebagai pengganti dua kapasitor. R menunjukkan jumlah resistansi output transistor, resistansi beban dan resistansi ekuivalen dari induktor dan kapasitor.

Apabila frekuensi operasi tidak sangat tinggi, maka kapasitansi penyebaran dari transistor dapat diabaikan dan frekuensi osilasi ditentukan dengan nilai-nilai komponen dari rangkaian resonan paralel yang dapat dihitung dengan rumus :

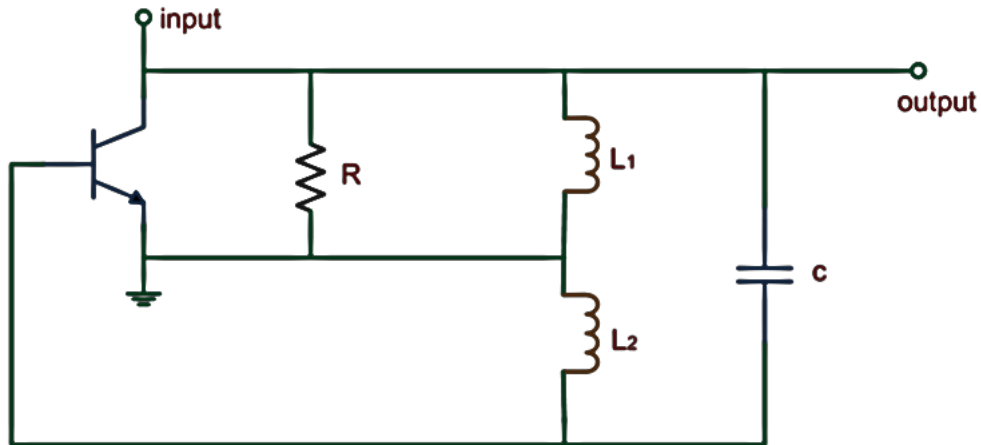
$$f_0 \approx \frac{1}{2\pi\sqrt{(L_1 \parallel L_2) C}}$$



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

$$\text{(Hz)} \quad (1.4)$$



Gambar 1.4 Rangkaian Ekuivalen AC dari Osilator Hartley

Pada Rangkaian osilator Hartley, faktor umpan balik β adalah L_2/L_1 dan gain tegangan A adalah $g_m R$. Dari persamaan 1.1

$$A\beta(S) = 1$$

Kita akan memperoleh :

$$g_m R \frac{L_2}{L_1} \approx 1$$

Atau :

$$g_m R = \frac{L_1}{L_2}$$

Untuk memulai osilasi, gain loop sedikitnya harus sama dengan 1 sehingga kondisi osilasi dapat ditulis :

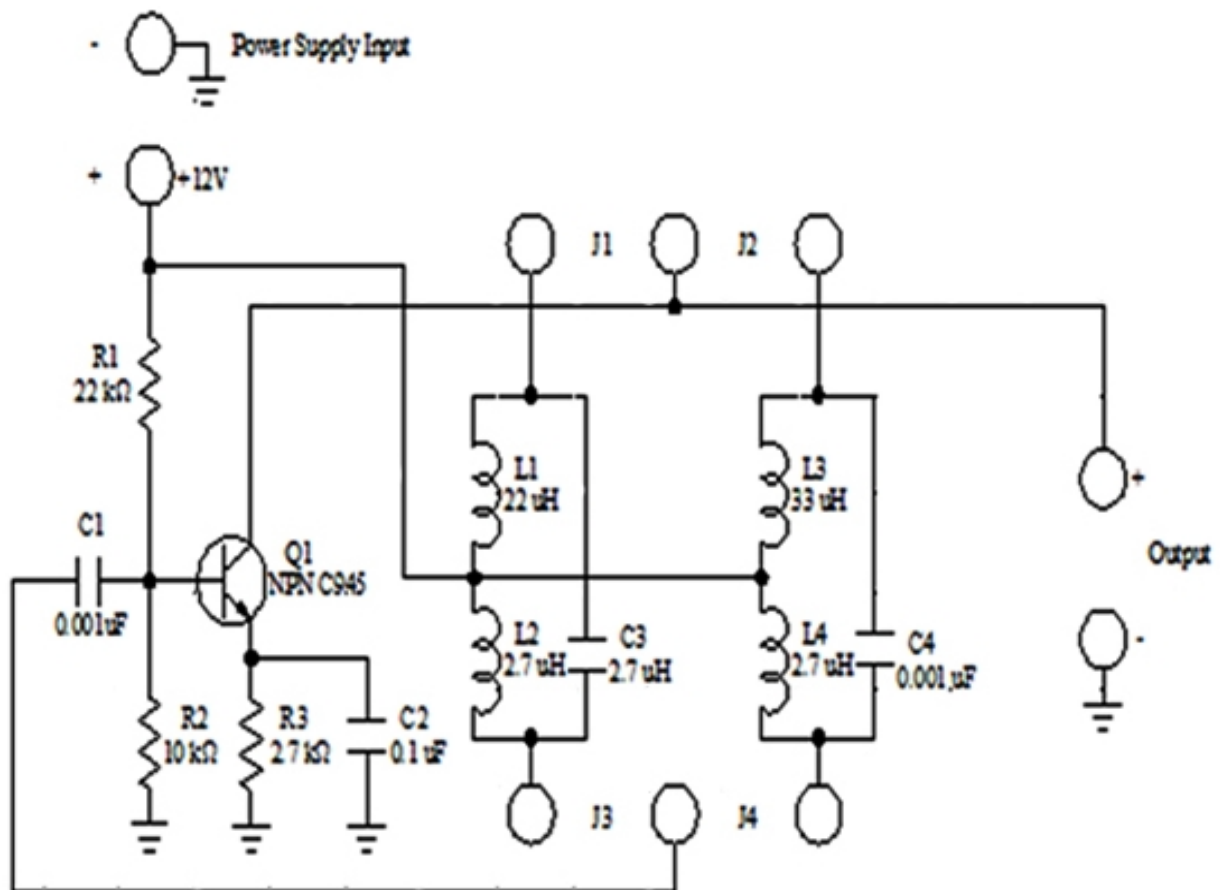


UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

$$g_m R = \frac{L_1}{L_2} \quad (1.5)$$

Gambar 1.5 memperlihatkan rangkaian osilator Colpitts yang praktis. Resistor R1, R2, R3 dan R4 akan menyediakan bias untuk transistor. C1 adalah kapasitor kapling dan C2 adalah kapasitor bypass. C3, L1 dan L2 membentuk rangkaian resonan untuk menentukan frekuensi operasi serupa juga halnya pada C4 L3 dan L4.



Gambar 1.5 Rangkaian Percobaan Osilator Hartley

Dengan mengecualikan osilator-osilator yang disebutkan di atas, ada berbagai jenis osilator lainnya dalam aplikasi praktisnya, seperti osilator RC phase shift dan osilator Wein Bridge untuk keperluan frekuensi rendah, osilator Clapp dan Pierce untuk stabilitas tinggi. Pada umumnya, osilator Pierce adalah penggunaan yang paling umum pada aplikasi frekuensi



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

tinggi karena penggunaan kristal yang mengkonsumsi daya rendah dan memiliki Q yang sangat tinggi dan stabil.

III. Peralatan Percobaan

1. Kabel Banana to Banana
2. Kabel *power*
3. Kabel probe osiloskop
4. Laptop (Simulasi)
5. Modul Percobaan Osilator *Colpitts*
6. Modul Percobaan Osilator *Hartley*
7. Osiloskop
8. *Power Supply*

IV. Percobaan dan Data

Percobaan 1 Osilator Colpitts

1. Periksa dahulu seluruh peralatan yang akan digunakan seperti alat ukur, modul osilator, catu daya dan kabel-kabel yang digunakan. Pastikan semuanya dalam keadaan baik.
2. Melakukan kalibrasi pada osiloskop agar memperoleh data yang akurat untuk tegangan dan frekuensi pada osilator yang akan diukur.
3. Hubungkan catu daya (*Power Supply*) ke modul osilator *Colpitts*.
4. Hubungkan modul osilator *Colpitts* dengan kabel BNC to banana ke osiloskop.
5. Masukkan plug penghubung pada J1 dan J3 untuk rangkaian penentu frekuensi I.
6. Hidupkan catu daya (*Power Supply*) dengan keluaran 12 Volt.
7. Atur input vertikal osiloskop ke posisi AC dan hubungkan ke terminal output (O/P).
8. Amati dan catat bentuk gelombang dan hitung frekuensi output pada Tabel 1.1. Apabila Rangkaian tidak bekerja semestinya, periksa kembali bias DC dari transistor.
9. Masukkan plug penghubung pada J2 dan J4 untuk rangkaian penentu frekuensi II
10. Ulangi langkah 6 sampai 8 (Catat Data pada Tabel 1.2)



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Tabel 1.1 Data Percobaan Osilator Colpitts Rangkaian Penentu Frekuensi I

	C_3	C_4	L_1	Bentuk gelombang output
Nilai Nominal	0,001 μF	0,015 μF	27 μH	
Nilai Pengukuran				f_o perhitungan = f_o pengukuran =



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Tabel 1.2 Data Percobaan Osilator Colpitts Rangkaian Penentu Frekuensi II

	C_5	C_6	L_2	Bentuk gelombang output
Nilai Nominal	0,00015 μF	0,001 μF	2,7 μH	
Nilai Pengukuran				f_o perhitungan = f_o pengukuran =

Percobaan 2 Osilator Hartley

1. Hubungkan catu daya (*Power Supply*) ke modul osilator *Hartley*.
2. Hubungkan modul osilator *Hartley* dengan kabel BNC to banana ke osiloskop.
3. Masukkan plug penghubung pada J1 dan J3 untuk rangkaian penentu frekuensi I.
4. Hidupkan catu daya (*Power Supply*) dengan keluaran 12 Volt.
5. Atur input vertikal osiloskop ke posisi AC dan hubungkan ke terminal output (O/P).



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

6. Amati dan catat bentuk gelombang dan hitung frekuensi output pada Tabel 1.3. Apabila Rangkaian tidak bekerja semestinya, periksa kembali bias DC dari transistor.
7. Masukkan plug penghubung pada J2 dan J4 untuk rangkaian penentu frekuensi II
8. Ulangi langkah 6 sampai 8 (Catat Data pada Tabel 1.4).

Tabel 1.3 Data Percobaan Osilator Hartley pada Rangkaian Penentu Frekuensi I

	L_3	L_4	C_1	Bentuk gelombang output
Nilai Nominal	22 μ H	2,7 μ H	0,0001 μ F	
Nilai Pengukuran				f_o perhitungan = f_o pengukuran =



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Tabel 1.4 Data Percobaan Osilator Hartley pada Rangkaian Penentu Frekuensi II

	L_3	L_4	C_4	Bentuk gelombang output
Nilai Nominal	33 μ H	2,7 μ H	0,001 μ F	fo perhitungan = fo pengukuran =
Nilai Pengukuran				



**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI**

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

**PERCOBAAN II
LABORATORIUM DASAR TELEKOMUNIKASI
FILTER**



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

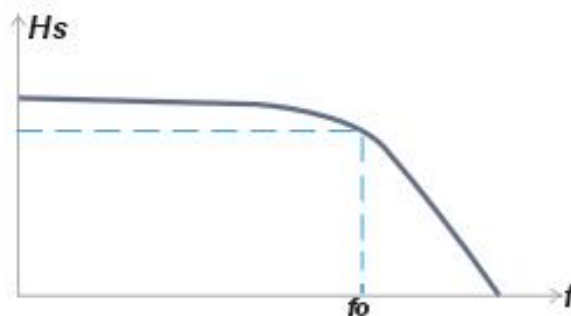
FILTER

I. Teori Umum

Filter adalah suatu jaringan yang melewatkan sinyal pada satu atau beberapa daerah frekuensi tertentu dan melemahkan sinyal pada daerah frekuensi lainnya. Filter merupakan suatu system yang berfungsi untuk memodifikasi spectrum frekuensi dari suatu sinyal sehingga diperoleh tujuan yang diinginkan. Spektrum frekuensi adalah kumpulan sinyal-sinyal sinusoidal dengan amplitudo dan frekuensi yang berbeda yang membentuk suatu sinyal.

Filter digunakan untuk memilih sinyal yang diinginkan dan menolak sinyal yang tidak diinginkan. Sebuah Filter memiliki paling sedikit satu Pass-Band dan paling sedikit satu Stop-Band. Frekuensi-frekuensi yang memisahkan sejumlah Pass-Band dan Stop-Band disebut frekuensi cut-off. Respon frekuensi adalah tanggapan filter terhadap spektrum frekuensi.

Jenis-jenis Filter dapat dibedakan berdasarkan sinyal yang di filter, Respon frekuensi, Bentuk respon frekuensi dan komponennya. Berdasarkan sinyal yang di filter, Filter terdiri dari filter analog dan filter digital. Menurut Respon frekuensinya, Filter terdiri dari LPF, HPF, BPF dan BSF. Berdasarkan bentuk Responnya, Filter terdiri dari Bessel, Butterwooth, Chebychev dan Elliptic. Sedangkan berdasarkan komponennya Filter terdiri dari Filter Aktif dan Filter Pasif.

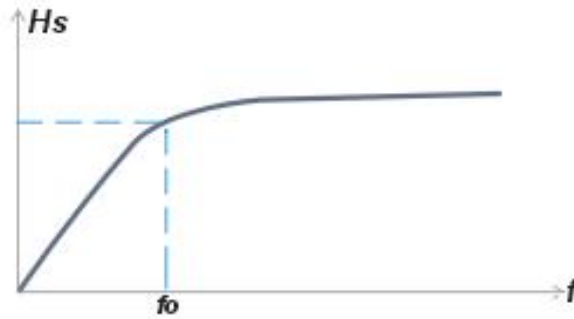


Respon Low Pass Filter

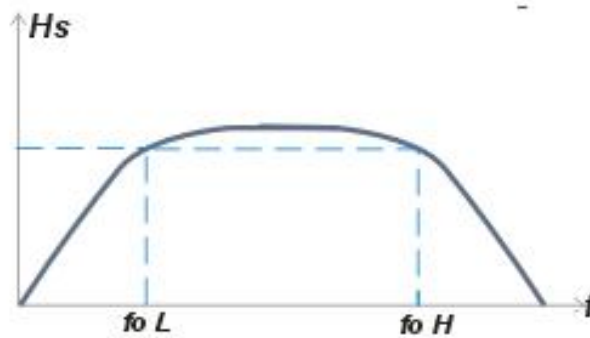


UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

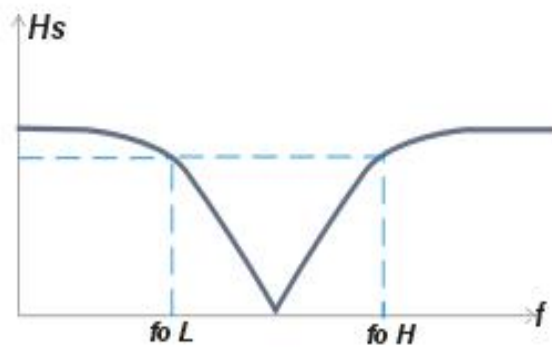
Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155



Respon High Pass Filter



Respon Band Pass Filter



Gambar 1.1 Respon Filter



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

RESPON FREKUENSI FILTER AKTIF

Konsep Dasar

Filter (penyaring) yang ada dimana-mana dalam sistem komunikasi saat ini dirancang untuk melewatkan band frekuensi tertentu sementara melemahkan semua sinyal di luar band tersebut.

Penyaring-penyaring tersebut biasanya dikelompokkan berdasarkan jangkauan penyaringannya, respon frekuensinya dalam band yang dilewatkan, dan komponen rangkaiannya. Pengelompokan berdasarkan jangkauan penyaringannya terdiri dari empat jenis penyaring yaitu penyaring *low-pass*, penyaring *high-pass*, penyaring *band-pass*, dan penyaring *band-reject*. Berdasarkan respon frekuensinya dalam band yang dilewatkan terdiri dari dua jenis yaitu penyaring *Butterworth* dan penyaring *Chebyshev*. Berdasarkan komponen rangkaiannya terdiri dari penyaring aktif dan penyaring pasif.

Penyaring-penyaring pasif adalah rangkaian-rangkaian yang hanya terdiri dari komponen-komponen pasif (tahanan, induktor, dan kapasitor) yang terhubung sedemikian rupa sehingga dapat melewatkan frekuensi-frekuensi tertentu sementara memblok frekuensi-frekuensi lainnya. Penyaring-penyaring aktif merupakan tipe yang hanya dibahas dalam bab ini, menggunakan komponen-komponen aktif (transistor atau penguat operasional) ditambah tahanan, induktor, dan kapasitor. Penyaring-penyaring aktif digunakan secara luas dalam sistem komunikasi modern saat ini, karena memiliki keuntungan-keuntungan sebagai berikut: Karena fungsi transfer dengan karakteristik induktif dapat dicapai dengan rancangan rangkaian tertentu, tahanan-tahanan dapat digunakan menggantikan induktor-induktor.

1. Impedansi masukan yang tinggi dan impedansi keluaran yang rendah dari penguat operasional mengakibatkan rangkaian penyaring sangat baik dalam karakteristik isolasi dan cocok untuk hubungan kaskade.
2. Karena komponen-komponen aktif menyediakan penguatan yang merupakan kelebihan dari penyaring aktif.

Pada bagian-bagian selanjutnya, kita akan memfokuskan pada karakteristik-karakteristik dari penyaring aktif orde kedua *low-pass* dan penyaring aktif orde kedua *high-pass*.



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

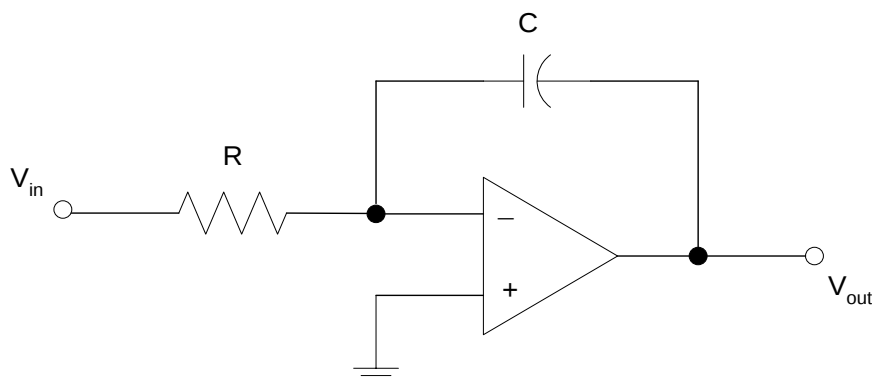
Penyaring Orde Kedua *Low-Pass*

Sebuah penyaring yang melewatkan frekuensi rendah adalah sebuah rangkaian elektronik yang mempunyai tegangan keluaran konstan dari dc ke frekuensi ambang. Ketika frekuensi tersebut meningkat di atas frekuensi ambang, tegangan keluaran menjadi dilemahkan. Frekuensi ambang disebut juga 0,707 frekuensi, frekuensi 3dB, atau frekuensi sudut, yaitu frekuensi dimana tegangan keluarannya dikurangi menjadi 0,707 kali dari nilai band yang dilewatkannya. Rangkaian panyaring aktif jenis khusus *low-pass* ditunjukkan dalam Gambar 1.3, yang biasa disebut integrator pembalik atau integrator *Miller*. Persamaannya dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\frac{V_{out}(S)}{V_{in}(S)} = \frac{1}{R} \cdot \frac{1}{SC} \cdot \frac{1}{RC} \cdot \frac{1}{S} \quad (1.1)$$

Dimana,

$$\frac{1}{RC}$$

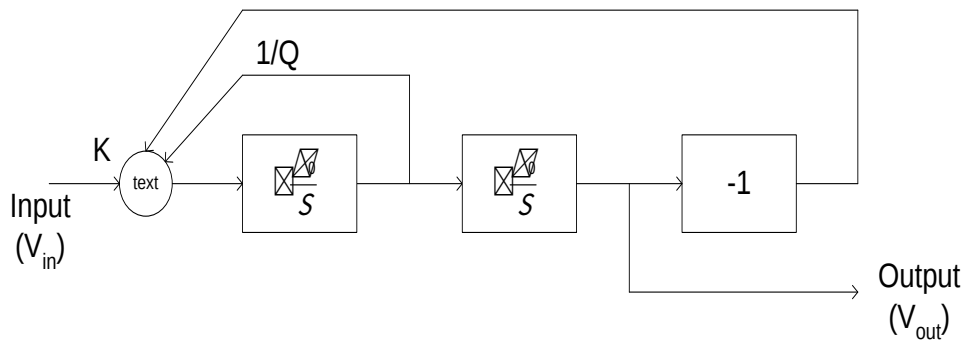


Gambar 1.3 Integrator *Miller*



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155



Gambar 1.4 Blok Diagram dari Penyaring Orde Kedua *Low-Pass*

Dari persamaan (1.1), kita dapat menemukan bahwa rangkaian integrator *Miller* adalah penyaring orde pertama *low-pass*. Oleh karena itu, penyaring orde kedua *low-pass* dapat dengan mudah dirangkaikan dengan mengkaskadekan dua integrator *Miller* dengan sebuah penguat pembalik.

Blok diagram dari penyaring orde kedua *low-pass* ditunjukkan oleh Gambar 1.4, yang terdiri dari dua integrator *Miller*, yakni sebuah perolehan gabungan antara penguat pembalik dan penambah. Oleh karenanya, persamaan rumusnya adalah:

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{K}{s^2 + Qs + 1} \quad (1.2)$$

Persamaan di atas adalah bentuk umum dari penyaring orde kedua *low-pass*. Berikut ini adalah blok diagram yang menyerupai penyaring orde kedua *low-pass*, ditunjukkan dalam Gambar 1.5. Dalam rangkaian ini, penguat operasional U_1 : A menunjukkan kombinasi fungsional dari penambah dan integrator *Miller* pertama dalam Gambar 1.4. Jika:

$$C_1 = C_2 = C_3$$

$$R_6 = R_5 = R_4$$



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Persamaan rumusnya akan menjadi:

$$\frac{V_{out}(S)}{V_{in}(S)} \approx \frac{\frac{R_3}{R_1} \frac{1}{R_3 R_4 C^2}}{S^2 \frac{1}{C R_2} S \frac{1}{R_3 R_4 C^2}} \approx \frac{\frac{R_3}{R_1} \frac{1}{R_3 R_4 C^2}}{S^2 \frac{\sqrt{R_3 R_4}}{R_2} \frac{1}{C \sqrt{R_3 R_4}} S \frac{1}{R_3 R_4 C^2}} \quad (1.3)$$

Dengan membandingkan persamaan (1.2) dan (1.3), kita memperoleh:

$$K \approx \frac{R_3}{R_1} \quad (1.4)$$

$$\omega_c \approx \frac{1}{C \sqrt{R_3 R_4}} \quad (1.5)$$

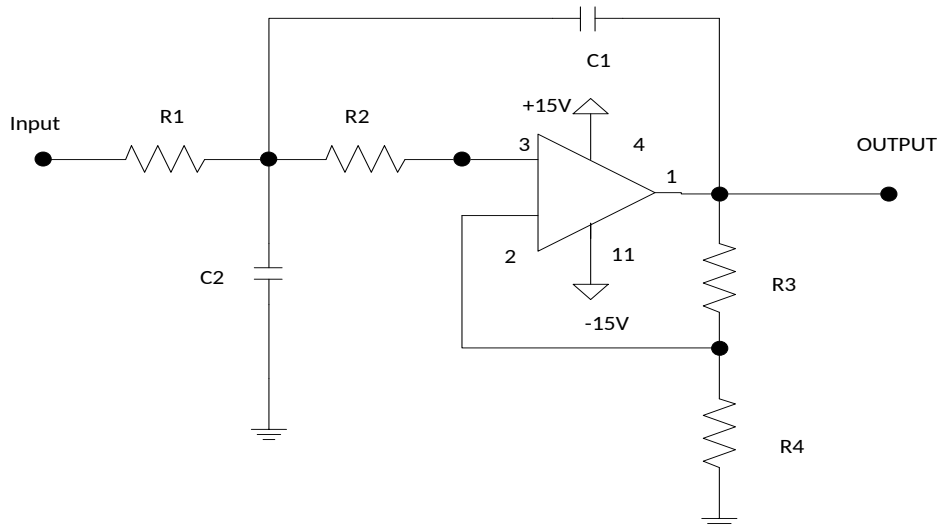
$$Q \approx \frac{R_2}{\sqrt{R_3 R_4}} \quad (1.6)$$

Dalam rangkaian pada Gambar 1.5, komponen-komponen R_1 , R_2 , R_3 , C_1 dan U_1 : A membentuk integrator *Miller* dengan fungsi penjumlahan yang lebih tinggi. Panambah digunakan untuk menambahkan sinyal input ke sinyal umpan balik dari keluaran U_1 ; C. Kombinasi dari R_4 , C_2 dan U_1 : B yang merupakan integrator *Miller* kedua dan kombinasi dari R_5 , R_6 , dan U_1 : C adalah perolehan gabungan penguat pembalik. Karena pola rangkaian ini cocok dengan kriteria penyaring *Butterworth*, kurva responnya dalam band yang dilewatkan adalah rata dan tidak berkerut.

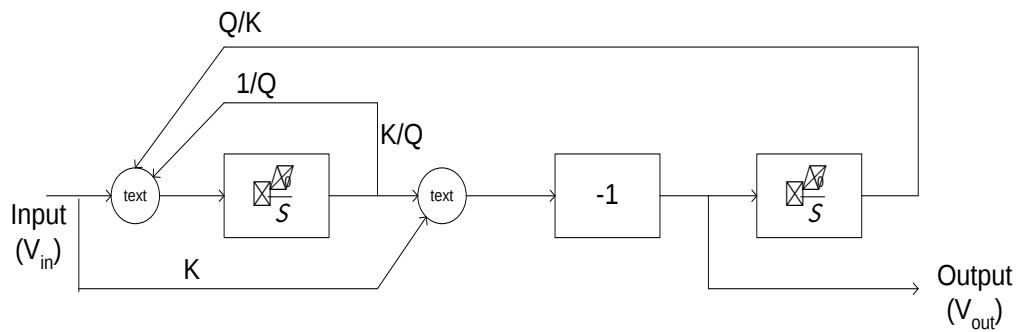


UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155



Gambar 1.5 Rangkaian Penyaring Orde Kedua *Low-Pass*



Gambar 1.6 Blok Diagram Dari Penyaring Orde Kedua *High-Pass*



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

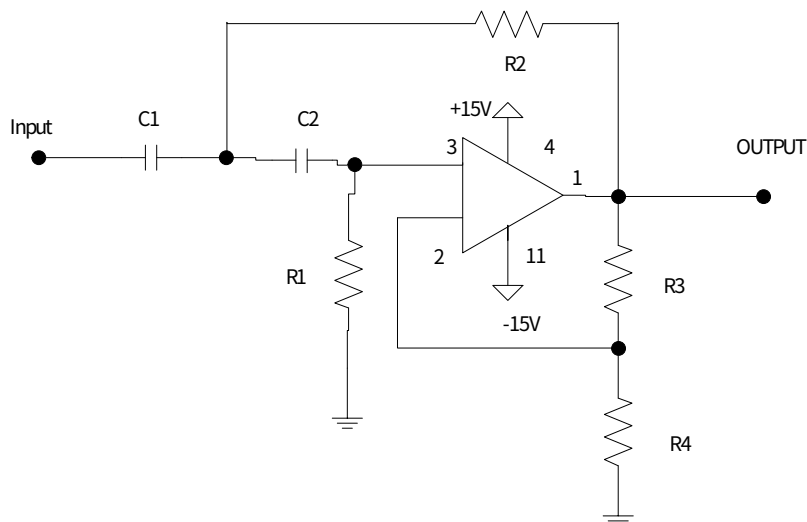
Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Penyaring Orde Kedua *High -Pass*

Frekuensi respon dari penyaring orde kedua *high-pass* adalah berlawanan dengan penyaring orde kedua *low-pass*. Sebuah penyaring *high-pass* melemahkan tegangan keluaran untuk semua frekuensi-frekuensi di bawah frekuensi ambang. Frekuensi di atas frekuensi ambang, tegangan besaran keluarannya adalah konstan. Blok diagram dari Gambar 2-4 adalah penyaring orde kedua *high-pass* yang dirangkai dengan dua integrator *Miller*, sebuah penguat pembalik dan dua penambah. Persamaannya dapat ditunjukkan dengan

$$\frac{V_{out}(S)}{V_{in}(S)} = \frac{K S^2}{S^2 + \frac{Q}{\omega_0} S + \frac{\omega_0^2}{S^2}} \quad (1.7)$$

Persamaan di atas adalah bentuk umum dari penyaring orde kedua *high-pass*. Berikut ini adalah Gambar blok diagram yang menyerupai penyaring orde kedua *high-pass* yang ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 1.7 Rangkaian Penyaring Orde Kedua *High-Pass*



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Dengan membandingkan kedua Gambar, U_1 : A menunjukkan kombinasi fungsional dari penambah pertama dan integrator *Miller*. U_1 : B menunjukkan kombinasi fungsional dari penambah kedua dan kesatuan penguat pembalik. Jika

$$C_1 = C_2 = C$$

$$R_7 = R_6 = R_5$$

Persamaan akan menjadi:

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{\frac{R_5}{R_2} s^2 \frac{R_5}{C R_2} \frac{1}{R_3} \frac{R_2}{R_4 R_1}}{s^2 \frac{1}{C R_3} s \frac{1}{R_5 R_4 C^2}} \quad (1.8)$$

dan jika:

$$R_1 R_4 = R_2 R_3$$

Maka,

$$\frac{V_{out}(s)}{V_{in}(s)} = \frac{\frac{R_5}{R_2} s^2}{s^2 \frac{1}{C R_3} s \frac{1}{R_5 R_4 C^2}}$$

$$\frac{\frac{R_5}{R_2} s^2}{s^2 \frac{\sqrt{R_4 R_5}}{R_3} \times \frac{1}{C \sqrt{R_4 R_5}} \frac{1}{R_5 R_4 C^2}} \quad (1.9)$$



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Dengan membandingkan persamaan (1.7) dengan (19), kita memperoleh:

$$K \approx \frac{R_5}{R_2} \quad (1.10)$$

$$\frac{1}{C} \approx \frac{1}{C \sqrt{R_4 R_5}} \quad (1.11)$$

$$Q \approx \frac{R_3}{\sqrt{R_4 R_5}} \quad (1.12)$$

Pada rangkaian di Gambar 1.7, komponen-komponen R_1 , R_3 , R_7 , C_1 dan U_1 : A dihubungkan sebagai integrator *Miller* pertama dengan fungsi penjumlahan yang lebih tinggi. Penambahnya digunakan untuk menambah sinyal input ke sinyal output U_1 : C. Penambah kedua, terdiri dari R_2 , R_4 , R_5 dan U_1 : B, digunakan untuk menambah sinyal input ke sinyal output U_1 : A. Komponen-komponen R_6 , C_2 dan U_1 : C membentuk rangkaian integrator *Miller* kedua. Karena pola rangkaian ini cocok dengan kriteria *Butterworth*, kurva respon pada band yang dilewatkannya adalah datar dan tidak berikuk.

Seluruh rangkaian-rangkaian penyaring yang dibicarakan adalah penyaring-penyaring orde kedua. Jika diinginkan, penyaring-penyaring yang lebih tinggi tingkatannya dapat dirancang dengan menghubungkan penyaring-penyaring ini secara kaskade dan menata nilai-nilai komponen ke dalam keadaan *Butterworth* atau *Chebyshev*. Penguat operasional yang digunakan pada rangkaian-rangkaian percobaan kita adalah LM348 termasuk empat OP AMP dan memiliki kesatuan bandwidth 1 MHz. Untuk meningkatkan respon pada band frekuensi tinggi, OP AMP LM318 dapat digunakan menggantikan LM348 pada rangkaian penyaring orde kedua *high-pass*. LM318 memiliki kesatuan bandwidth 15 MHz.



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

PERCOBAAN 1

LOW PASS FILTER AKTIF ORDE-2

I. Tujuan Percobaan

- ⌚ Mengetahui Karakteristik Low Pass Filter Aktif Orde-2
- ⌚ Mengetahui Bentuk Respon Frekuensi Low Pass Filter Aktif Orde-2

II. Peralatan Percobaan

- ⌚ Modul KL-92001
- ⌚ Signal Generator
- ⌚ Modul KL-93001
- ⌚ Oscilloscope
- ⌚ Kabel Probe

III. Prosedur Percobaan

1. Tentukan sirkuit orde kedua LPF pada Rangkaian Filter Active. Hubungkan steker ke J1 dan J2 untuk mendapatkan $C_1 = C_2 = 0,001\mu\text{F}$.
2. Hubungkan sebuah 100mVp-p, 10Hz gelombang sinus ke input (I/P). Dengan menggunakan Osiloskop, amati sinyal output dan catat nilai amplitudo output pada Tabel 1.2.
3. Amati dan catat nilai amplitudo-amplitudo output pada Tabel 1.2 untuk frekuensi-frekuensi input 100Hz, 1KHz, 2KHz, 5KHz, 8KHz, 10KHz, 20KHz, 50KHz dan 100KHz.
4. Hitung masing-masing tegangan untuk setiap frekuensi input dan catat hasilnya pada Tabel 1.2.
5. Dengan menggunakan hasil pada Tabel 1.2, buatlah sketsa tegangan Bode yang diperoleh pada Gambar 1.8.
6. Lepaskan semua hubungan pada rangkaian dan rapikan peralatan percobaan.

IV. Data Percobaan dan Grafik



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Tabel 1.2

($C_1 = C_2 = 0,001\mu\text{F}$)

Frekuensi Input (Hz)	10	100	1k	2k	5k	8k	10k	20k	50k	100k
Amplitudo Output (mV)										
Tegangan Yang Diperoleh (dB)										



Gambar 1.8 Sketsa Tegangan Bode yang Diperoleh



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

PERCOBAAN 2

HIGH PASS FILTER AKTIF ORDE-2

I. Tujuan Percobaan

- ⌚ Mengetahui Karakteristik High Pass Filter Aktif Orde-2
- ⌚ Mengetahui Bentuk Respon Frekuensi High Pass Filter Aktif Orde-2

II. Peralatan Percobaan

- ⌚ Modul KL-92001
- ⌚ Signal Generator
- ⌚ Modul KL-93001
- ⌚ Oscilloscope
- ⌚ Kabel Probe

III. Prosedur Percobaan

1. Tentukan sirkuit orde kedua HPF pada Modul KL-93001. Hubungkan steker ke J1 dan J2 untuk mendapatkan $C_1 = C_2 = 0.0047 \mu\text{F}$.
2. Hubungkan sebuah 100mVp-p, 10Hz gelombang sinus ke input (I/P). Dengan menggunakan osiloskop, amati sinyal output dan catat amplitudo output pada tabel 1.3.
3. Amati dan catat nilai amplitudo-amplitudo output pada tabel 1.3 untuk frekuensi-frekuensi input 100Hz, 1KHz, 2KHz, 5KHz, 8KHz, 10KHz, 20KHz, 50KHz dan 100KHz.
4. Hitung masing-masing tegangan untuk setiap frekuensi input dan catat hasilnya pada tabel 1.3.
5. Dengan menggunakan hasil pada tabel 1.3, buatlah sketsa tegangan Bode yang diperoleh pada Gambar 1.9.
6. Lepaskan semua hubungan pada rangkaian dan rapikan peralatan percobaan.

IV. Data Percobaan dan Grafik



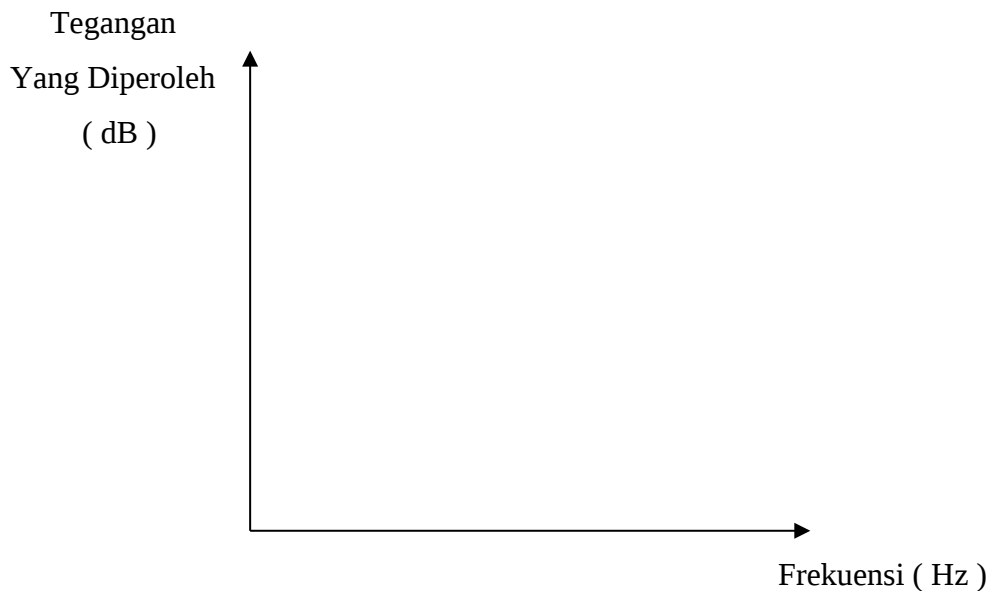
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Table 1.3

$(C_1 = C_2 = 0,0047 \mu\text{F})$

Frekuensi Input (Hz)	10	100	1k	2k	5k	8k	10k	20k	50k	100k
Amplitudo Output (mV)										
Tegangan Yang Diperoleh (dB)										



Gambar 1.9 Sketsa Tegangan Bode yang Diperoleh



**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI**

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

**PERCOBAAN III
LABORATORIUM DASAR TELEKOMUNIKASI
MUDULASI AMPLITUDO**

MODULASI – DEMODULASI AM



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

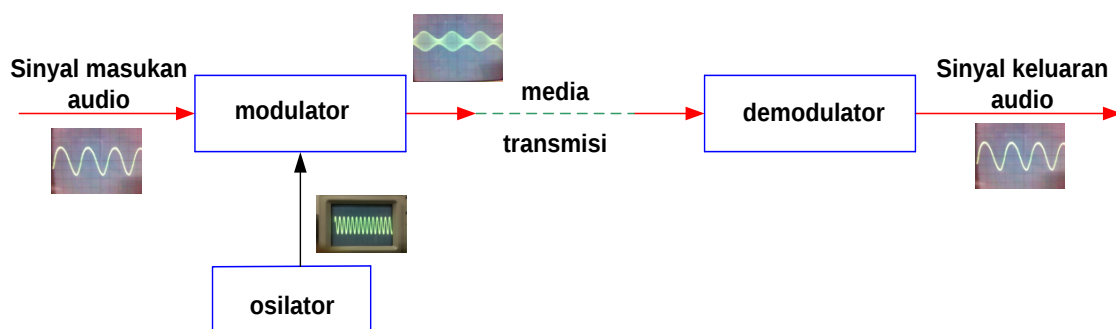
I. Tujuan Umum

Menjelaskan prinsip modulasi dan demodulasi amplitudo serta parameter – parameter yang mempengaruhinya.

II. Teori Umum

Dalam proses komunikasi umumnya sinyal informasi tidak langsung disalurkan ke penerima tetapi mengalami perubahan terlebih dulu supaya jarak yang dapat dicapainya dapat jauh. Untuk mencapai jarak jangkauan yang diinginkan diperlukan energi. Energi yang dibutuhkan harus diberikan pada sinyal informasi tersebut. Sinyal informasi ini yang biasanya dibawa oleh suatu gelombang pembawa (*carrier*) mempunyai cukup energy untuk mencapai tujuannya. Proses pengubahan sinyal informasi agar dapat dibawa oleh gelombang pembawa untuk penyaluran disebut modulasi. Pada penerima terjadi proses sebaliknya yaitu, penerimaan sinyal informasi dari gelombang pembawa. Proses ini disebut demodulasi.

Proses pengubahan sinyal informasi dari modulasi dan demodulasi dapat dilihat pada Gambar 1.1 yaitu model modulator - demodulator pada system komunikasi yang sederhana sebagai berikut:



Gambar 1.1 Model Modulator-Demodulator Amplitudo

III. Peralatan Percobaan



**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI**

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

- ⌚ Modul modulator AM
- ⌚ Modul demodulator AM
- ⌚ Osiloskop
- ⌚ Audio generator
- ⌚ Osilator
- ⌚ Kabel seperlunya.

MODULASI AMPLITUDO

A. Konsep Dasar



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Modulasi adalah sebuah proses pencampuran gelombang pesan berfrekuensi rendah dengan sebuah gelombang pembawa berfrekuensi tinggi. Modulasi amplitude adalah sebuah proses modulasi dengan cara mengubah amplitude gelombang pembawa (frekuensi tinggi) yang dilakukan oleh sinyal informasi (frekuensi rendah).

Dalam modulasi amplitudo, amplitude pembawa berbeda dengan amplitude gelombang yang telah dimodulasi, seperti yang ditunjukkan persamaan 3.1. Jika gelombang suara adalah dan gelombang pembawa adalah maka sinyal amplitudo termodulasi dapat ditunjukkan oleh persamaan (3.1) berikut:

$$\begin{aligned}
 X_{AM}(t) &= A_{DC} + A_m \cos(2\pi f_m t) + A_c \cos(2\pi f_c t) \\
 &= A_{DC} [1 + m \cos(2\pi f_m t)] A_c \cos(2\pi f_c t) \\
 &= A_{DC} A_c [1 + m \cos(2\pi f_m t)] \cos(2\pi f_c t)
 \end{aligned} \tag{1.1}$$

Dimana:

- A_{DC} = Tegangan DC
- A_m = Amplitudo pesan (audio)
- A_c = Amplitudo pembawa
- f_m = Frekuensi pesan (audio)
- f_c = Frekuensi pembawa
- m = Index modulasi = A_m / A_{DC}

Dengan menyederhanakan kembali persamaan (1.1) maka kita akan mendapatkan persamaan :

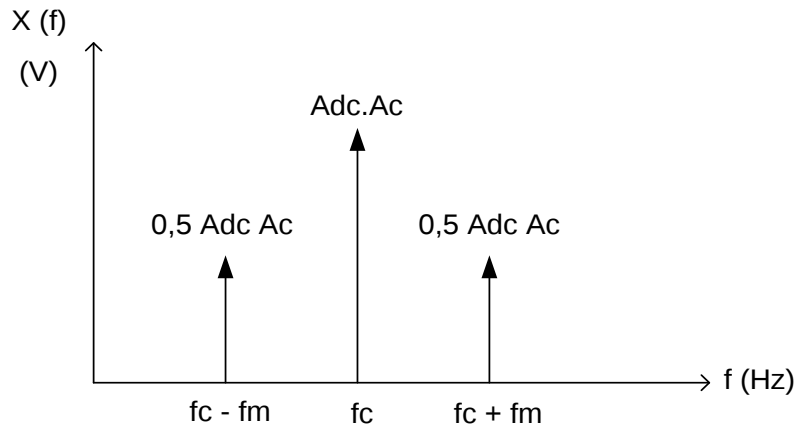
$$X_{AM}(f) = \frac{1}{2} A_{DC} A_c m \cos(2\pi f_c - f_m)t + \cos(2\pi f_c + f_m)t + A_{DC} A_c \cos(2\pi f_c t) \tag{1.2}$$

Bagian pertama pada sisi sebelah kanan persamaan (1.2) menunjukkan sinyal double side band dan bagian kedua menunjukkan gelombang sinyal pembawa. Dengan mengacu pada persamaan (1.2) maka kita bisa mendapatkan spektrum gelombang sinyal modulasi AM seperti pada Gambar 1.2.



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155



Gambar 1.2 Spektrum Gelombang Sinyal AM

Nilai m pada persamaan (1.1) sering disebut sebagai indeks modulasi atau kedalaman modulasi yang merupakan parameter penting. Adapun parameter yang penting pada sinyal amplitudo modulasi adalah yang merupakan amplitudo maksimum dan yang merupakan amplitudo minimum yang merupakan keluaran dari sinyal amplitudo termodulasi, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.3 sebagai berikut :



Gambar 1.3 Sinyal keluaran amplitudo modulator

Ketika dipersenkan, maka m biasa disebut persen modulasi. M dapat didefinisikan sebagai berikut :

$$M = \frac{\text{Amplitudo modulasi}}{\text{level DC}} \times 100\%$$

$$= \frac{A_m}{A_{dc}} \times 100\%$$



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

(1.3)

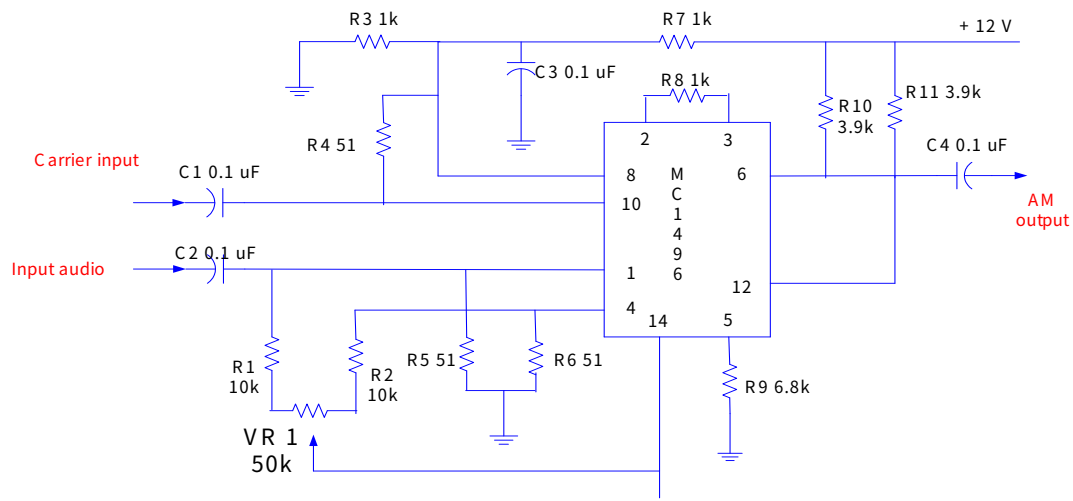
Mengukur besaran Adc dalam rangkaian secara praktis adalah sulit, sehingga secara umum indeks modulasi dihitung dengan :

$$M = \frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max} + E_{\min}} \times 100\% \quad (1.4)$$

Dimana: $E_{\max} = A_c \times A_m$
 $E_{\min} = A_c \times A_m$

Seperti yang disebutkan diatas, sinyal audio dikandung dalam side band, sehingga makin besar sinyal - sinyal sideband maka efisiensi pentransmision akan semakin baik. Dalam prakteknya nilai indeks modulasi biasanya kurang dari atau sama dengan satu. Jika indeks modulasi lebih dari satu maka disebut over modulasi.

B. Rangkaian Percobaan



Gambar 1.4 Modulator Amplitudo Menggunakan MC 1496

C. Prosedur Percobaan

1. Lokasikan modulator AM, osiloskop, audio generator dan power supply pada meja percobaan.



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

2. Dengan menggunakan audio generator, hubungkan gelombang sinusoidal keinput audio dengan frekuensi 1 KHz dan amplitudo 250 mVp-p ke (P2) dan gelombang pembawa (carrier) dengan frekuensi 100 KHz dan amplitudo 1Vp-p ke (P1).
3. Hubungkan vertikal input dari osiloskop ke output dari AM (OP, dan amatilah bentuk gelombang output. Catat hasilnya dalam table 1.1.
4. Dengan menggunakan hasil diatas dan persamaan indeks modulasi hitung dan catat persen modulasi dari sinyal output ke dalam table 1.1.
5. Dengan menggunakan osiloskop, amati output sinyal keluaran dari amplitudo audio 1Vp-p, 750mVp-p, 500mVp-p, 250 mVp-p, 150 mVp-p, 100 mVp-p, 50 mVp-p dan catat hasil nya pada tabel 1.1.
6. Ulangi langkah 3 dan 4 dan catat hasilnya pada tabel 1.1.
7. Percobaan Selesai.

D. Data Percobaan

Tabel 1.1 Data PercobaanModulasi Amplitudo

Amplitudo Audio	Bentuk Gelombang Output	Persen Modulasi



**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI**

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

**PERCOBAAN IV
LABORATORIUM DASAR TELEKOMUNIKASI
ADC**

ANALOG-DIGITAL CONVERTER

I. Tujuan Percobaan

1. Mengetahui operasi dari analog-ke-digital converter.



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

2. Mengetahui karakteristik dari ADC0804 dan ADC0809.
3. Membandingkan nilai perhitungan dan pengukuran pada modul ADC0804

II. Teori Umum

Sistem mikroprosesor atau mikrokontroler hanya dapat mengolah (memproses) data dalam bentuk biner saja, atau lebih sering disebut besaran digital, oleh sebab itu setiap data analog yang akan diproses oleh mikroprosesor atau mikrokontroler harus diubah terlebih dahulu kedalam bentuk kode biner (digital).

Tegangan analog yang merupakan masukan dari ADC berasal dari transducer. Transducer inilah yang mengubah besaran kontinyu seperti temperature, frekuensi, tekanan, kecepatan, ataupun putaran motor menjadi tegangan listrik. Tegangan listrik yang dihasilkan oleh transducer yang merubah secara kontinyu pada suatu range tertentu disebut tegangan analog, tegangan analog ini diubah oleh ADC menjadi bentuk digital yang sebanding dengan tegangan analognya.

Analog-ke-digital converter (ADC atau A/D converter) merupakan peralatan yang berfungsi mengubah dari peralatan analog (dimana tegangan atau arus yang kontinue) ke bentuk digital yang lebih mudah digunakan dalam komputasi, transmisi data, proses informasi dan penyimpanan, dan system control. Kita tahu perubahan ini dilakukan karena sinyal digital sangat mudah untuk disimpan, debug (menggunakan wide variety dari tehnik encoding), dan sangat bebas dari noise.

Operasi analog digital converter

Gambar 1.1 menunjukkan karakteristik transfer dari ADC 3-bit ideal. Batas input analog, dari 0 sampai 1, di $quantisasi$ kebentuk 8 batas diskrit yang kontinyu. Semua nilai analog yang diberi batas representasi dalam bentuk kode digital yang sama, dimana pendekatan pada nilai batas tengah nominal.

Itu sebabnya didapat $quantisasi$ yang tidak sama atau $quantisasi$ yang error dari $\frac{1}{2}$ bit yang paling rendah (LSB) pada proses perubahan analog-digital. Ada cara untuk mengatasi $quantisasi$ yang tidak diinginkan yaitu dengan menambahkan angka pada bit-bit Q.

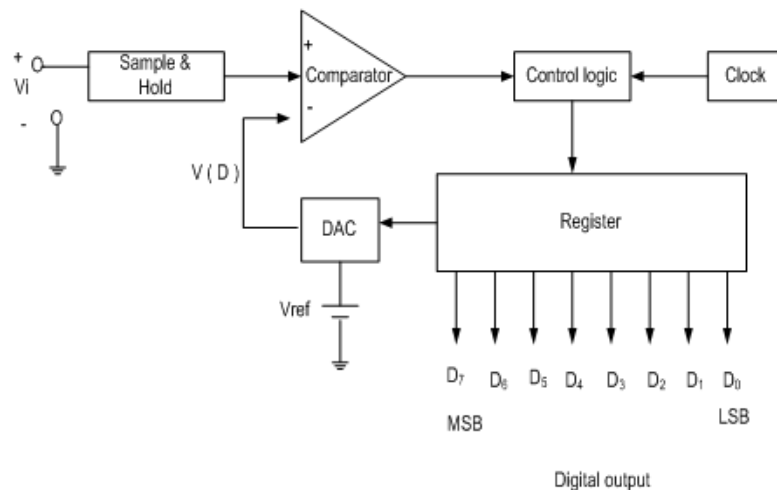


UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Nilai quantisasi atau quantum, adalah perbedaan analog yang paling kecil dimana dapat diperbaiki atau dibuang dengan ADC, ini dapat ditunjukkan pada :

$$Q \approx \frac{FS}{2^n} \approx \frac{1}{2^n} \quad (1.1)$$



Gambar 1.1 Ideal 3 Bit ADC Transfer Characteristic

Dimana FS adalah batas skala penuh yang sama dengan $[(2^n-1)/2^n]$, dan 2^n adalah resolusi penyederhanaan dari output digital bit n. Sehingga yang terbaik dari nilai n, adalah resolusi tertinggi. Umumnya, peralatan ADC mengindikasikan unit dalam bit-bit, contohnya, resolusi dari ADC0804 ditunjukkan dari 8 bit pada teknik manual.

Ada angka terbaik dari desain circuit pada converter ADC, seperti digital-ramp, approximaksi bertingkat, cahaya dan type tracking. Approksimaksi bertingkat adalah salah satu type dari ADC yang digunakan dalam percobaan, Itu sebabnya kami menjelaskan tentang operasi dari approximaksi bertingkat ADC seperti yang ditunjukkan.



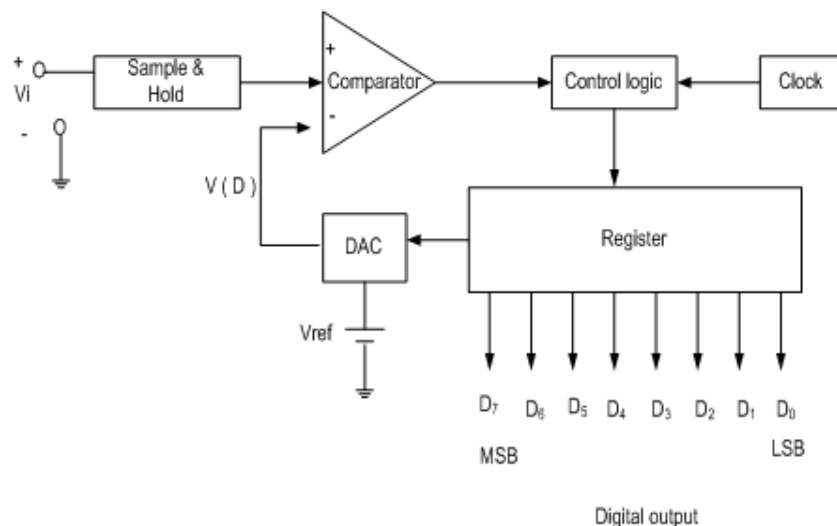
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Gambar 1.2 menunjukkan blok diagram dari 8-bit approximaksi bertingkat ADC. Operasi normal memproses seperti yang ditunjukkan, Rangkaian sampel-dan-hold (S/H atau S&H) digunakan untuk memperoleh tegangan input analog V_i yang ditambahkan pada waktu yang diberikan sebelum awal konversi, dan penting bahwa itu konstan selama terjadi perubahan pada periode konversi. Logic control menentukan bit-bit yang paling besar (MSB) D_7 dari penghitung ke 1, dengan semua bit-bit menuju ke 0. Digital-analog converter (DAC atau D/A) mengkonversikan kode binary ke output analog $V(D)$, dimana dapat dievaluasikan menjadi

$$V(D) = \sum_{i=0}^{n-1} D_i \times 2^{-i} \times \frac{V_{ref}}{2} \quad (9.2)$$

Output DAC $V(D)$ hanya setengah dari tegangan referensi V_{ref} . Comparator menggabungkan $V(D)$ dengan input analog V_i . Jika $V_i > V(D)$, maka 1 akan ada pada D_7 . Jika $V_i < V(D)$, maka 1 akan hilang dari D_7 , dan ini akan diberikan pada bit-bit yang paling besar (MSB) selanjutnya D_6 . Sehingga 1 akan diberikan pada setiap bit dari penghitung output sampai akhir proses binary equivalent dari V_i diperoleh.



Gambar 1.2 Block Diagram of a successive approximation ADC

Analog ke digital converter – ADC0804

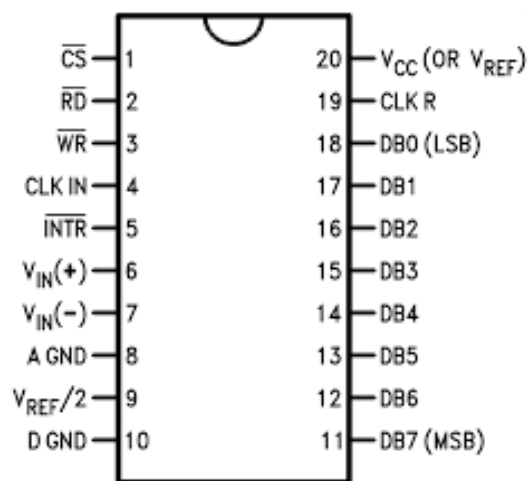
ADC0804, terdapat 20-pin paket yang terdapat dua sisi saluran, 8-bit ADC mengoperasikan prinsip approximaksi bertingkat. Itu adalah karakteristik utama dari power supply 5V , 0 sampai 5V batas tegangan input analog, 15mW dissipasi daya, dan 100 µs waktu konversi.



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Sejak resolusi dari ADC0804 adalah 8 bit, input analog dibagi ke bentuk 2^8 , atau 256 batas diskrit. Dengan 5V tegangan referensi, setiap batas ditunjukkan $5/256=0.01953V$. Sehingga kode output digital 00000000 (00_H) diperiksa oleh tegangan input analog menjadi 0.00V, dan 11111111 (FF_H) menunjukkan 4.9805V. Error yang tidak diinginkan, yaitu mengandung skala-penuh, keadaan off dan error tidak linear, adalah ≈ 1 LSB atau 0.01953V.



Gambar 1.3 ADC Pin Configuration

Diagram koneksi dari ADC0804 ditunjukkan pada Gambar 1.3. pada saat data dibaca dari output port $D_0 \sim D_7$, kombinasi dari kedua \overline{CS} dan \overline{RD} yang kecil didapatkan 3-bentuk output penutup untuk melengkapi output digital 8-bit. Salah satu dari \overline{CS} atau \overline{RD} adalah tinggi, output D_0 ke D_7 akan memuncak. Konverter ADC0804 dimulai dengan memakai \overline{CS} and \overline{WR} secara rendah simultan.

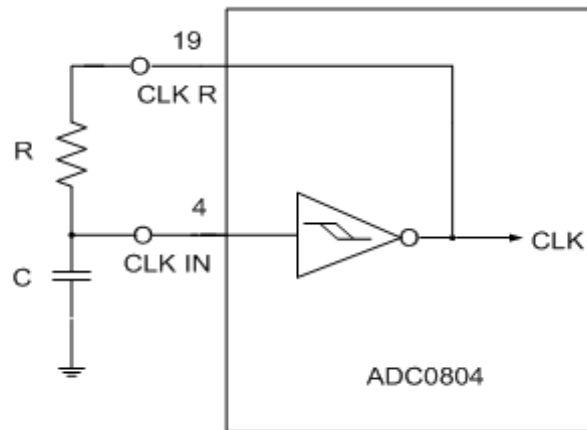
Reset penghitung 8-bit. Pada saat \overline{WR} menjadi tinggi, converter memulai proses konversi. CLK IN (pin 4) adalah input pin dari pulsa waktu yang frekwensinya didapat dari 100 hingga 800kHz. Pin \overline{INTR} memiliki keadaan tinggi pada saat konversi dan akan menjadi transisi tinggi-rendah jika konversinya selesai. Tegangan input analog differensial dapat diaplikasi ke pin $V_{in}(+)$ dan $V_{in}(-)$. Jika yang dimaksud adalah input pertama-akhir, $V_{in}(-)$ harus dihubungkan ke ground. AGND adalah ground untuk sinyal analog dan DGND untuk



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

sinyal digital. Catatan bahwa tegangan referensi dari salah satu tegangan dimana dipasang pada pin V_{CC} , atau sama dengan tegangan dimana kekuatan luar pada pin $V_{ref}/2$.



Gambar 1.4 Internal Clock Generator of ADC0804

Waktu dari ADC0804 dapat diperoleh dari kekuatan luar tersambung ke CLK IN (pin 4), atau sambungan RC luar dapat ditambah untuk menghasilkan self-clocking. Seperti ditunjukkan pada Gambar 1.4, sambungan RC luar tersambung ke pin CLK R (pin 19) dan CLK IN (pin 4) untuk mendapatkan waktu pada ADC. Frekwensi waktu dapat dicari dengan

$$f_{CLK} \approx \frac{1}{1.1RC} \quad (\text{Hz}) \quad (9.3)$$

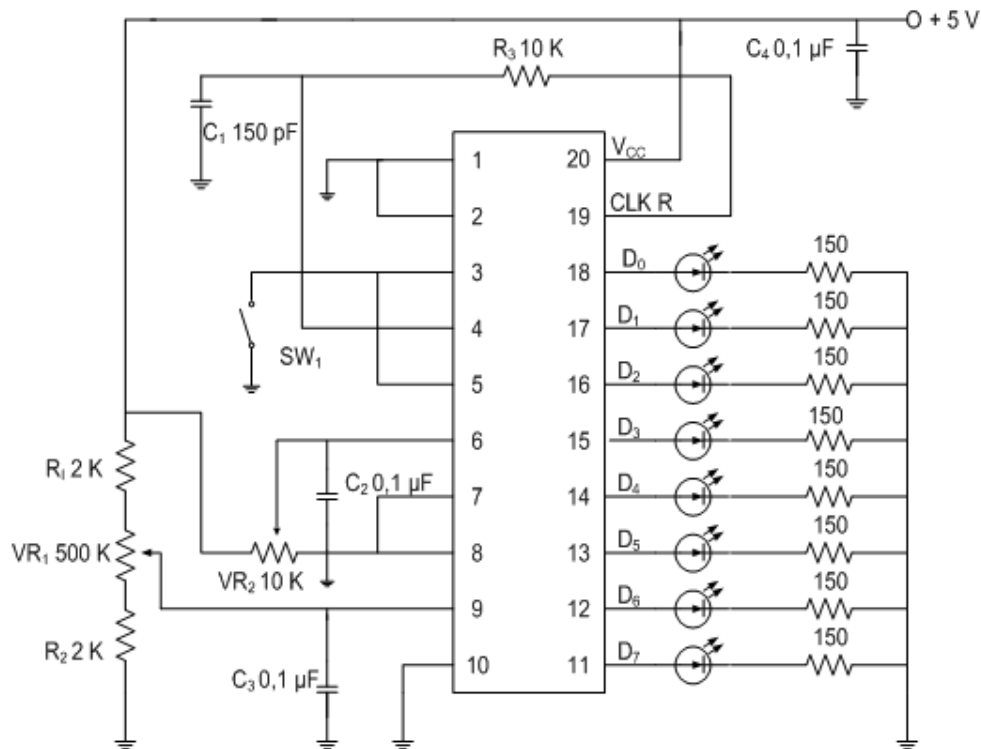
Gambar 1.5 menunjukkan converter analog-ke-digital dengan ADC0804. Sinyal input analog tersambung ke input $V_{in}(+)$ dan amplitude dikendalikan dengan VR_2 . Input yang lain $V_{in}(-)$ terhubung ke ground. Tegangan referensi dari $V_{ref}/2$ (pin9) menghasilkan 5V dengan membagi tegangan dari R_1 , R_2 dan VR_1 . Kombinasi dari C_1 dan R_3 menjelaskan frekwensi. \overline{CS} (pin 1) dan \overline{RD} (pin 2) secara langsung tersambung ke ground dan diperoleh ADC.

Untuk kestabilan, \overline{WR} (pin 3) dan \overline{INTR} (pin 5) adalah kawat yang men-switch SW_1 , untuk simulasi dari sinyal control di percobaan kita berikutnya.



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155



Gambar 1.5 ADC0804 ADC Circuit

Konverter analog-ke-digital ADC0809

ADC0809, dimana terdapat 28 pin yang terdapat dua sisi saluran, adalah ADC 8-bit dimana operasi pada tehnik approximaksi bertingkat dengan 8-channel multiplexer. Ini mengoperasikan kondisi dari sumber daya utama 5V, 0V sampai 5V batas tegangan input analog dan 15mW pemakaian daya. ADC0809 memiliki 8 input analog dengan 8-channel rangkaian multiplexer. Sejak resolusi dari ADC0809 adalah 8 bit, input analog terbagi 2^8 , atau batas 256 diskrit. Dengan tegangan referensi 5Vdc, setiap batas menghasilkan $5V/256=0.01953V$. Demikian kode output digital 00000000 (00_H) disesuaikan ke tegangan input analog menjadi 0.00V, dan 11111111 (FF_H) disesuaikan $(256/256) \times 5V = 4.9805V$.

Total error yang tidak teratur termasuk skala-penuh, keadaan mati, tidak linear dan error multiplexer adalah +1LSB atau 0.01953V. Waktu, 10kHz sampai 1280kHz, diperoleh

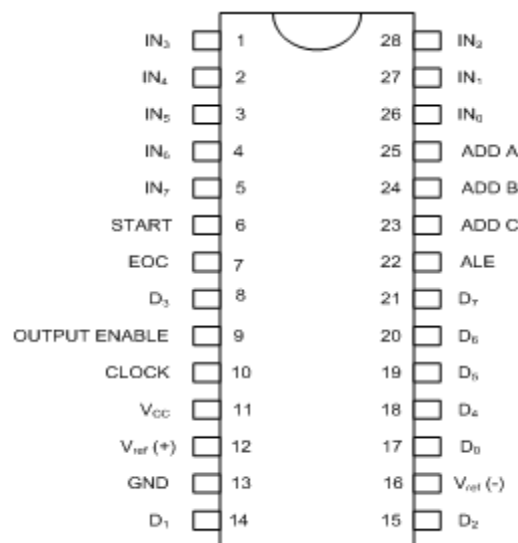


UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

untuk mengontrol operasi ADC0809. Type waktu konversi adalah waktu 640Khz adalah 100 μ s.

Gambar 1.6 menunjukkan koneksi diagram dari ADC0809. Pin 5, 4, 3, 2, 1, 28, 27 dan 26 adalah input analog IN_7 samapi IN_1 dan pin 21, 20, 19, 18, 8, 15, 14, 17 adalah output digital dari D_7 samapi D_0 , masing-masing. Pin 10 dalam prakteknya adalah input waktu, V_{cc} input tegangan (pin 11) dan input tegangan referensi $V_{ref}(+)$ (pin 12) dapat bergantung pada kesukaan masing-masing. Catatan bahwa pengaturan akan menghasilkan kesalahan dari ADC jika sumber tegangan memiliki stabilitas yang buruk. Setiap saluran input bagian dipilih dengan mengendalikan keadaan dari alamat input decoder ADDA (pin 25), ADDB (pin 24), dan ADDC (pin 23). Seperti contoh keadaan 000 ke input ADDA, ADDB dan ADDC memilih saluran input analog IN_0 .



Gambar 1.6 ADC Pin Configuration

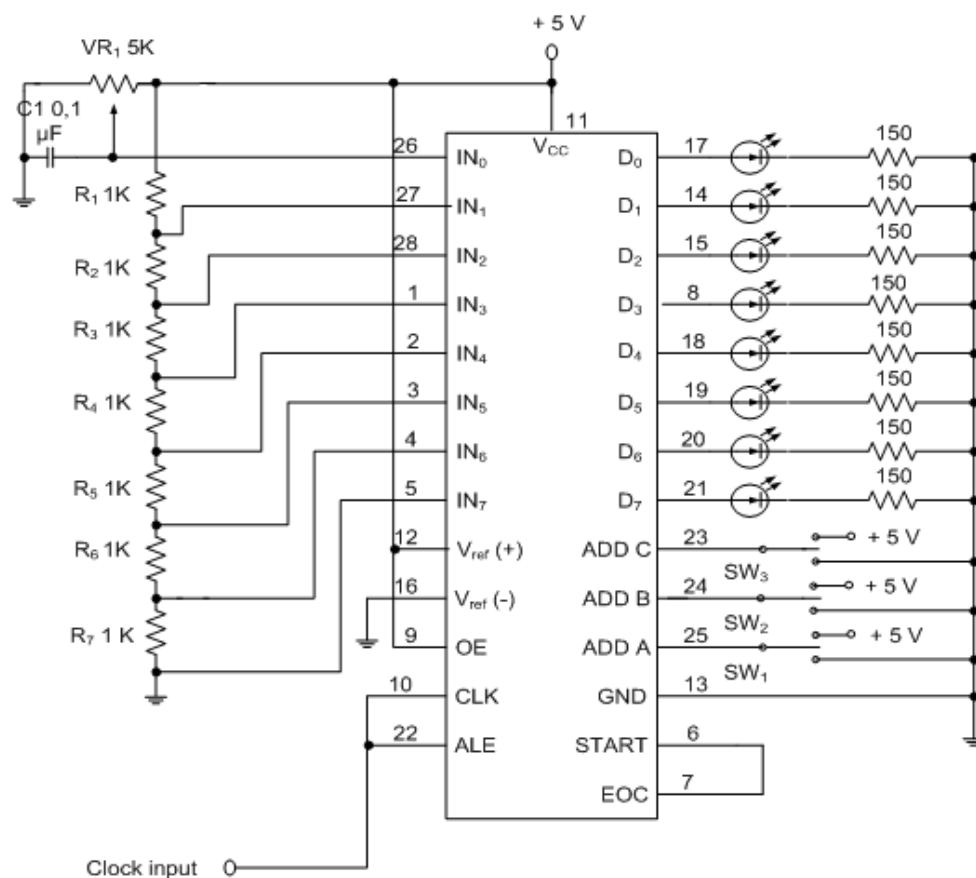
ADC0809 telah didesain untuk terhubung langsung dengan mikroprosesor atau system. Kemampuan 3-keadaan output dari ADC0809 menghapus kebutuhan terhadap peralatan yang ditambahkan. Control line START, EOC (akhir-dari-konversi), OE (output enabled), dan ALE (address latch enabled) umumnya terhubung dengan standar saluran control-bus pada CPU. Saluran control ini, ADC0809 dapat saling berhubungan dengan CPU



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

untuk mentransfer data antar mereka. Secepat dari ADC0809 menyelesaikan konversinya, sinyal EOC dapat menghalangi CPU. Pada saat CPU siap menerima data dari output digital, CPU memperoleh sinyal dan membaca data digital dan memperoleh sinyal ALE dan START untuk memulai ADC0809 dalam konversi berikutnya. Tentu saja, jika saluran input banyak digunakan, alamat input decoder seharusnya dipilih pada saat putaran pertama.



Gambar 1.7 ADC 0804 ADC Circuit

Praktek rangkaian ADC dengan ADC0809 ditunjukkan pada gambar 1.7. Pin EOC terhubung langsung dengan pin START. Ini digunakan sinyal output Eoc untuk memulai ADC0809. Magnitude dari tegangan analog ke IN_0 dikendalikan dengan mengatur VR_1 , dimana input yang lainnya (IN_1 sampai IN_7) dianggap sambungan bagi tegangan (R_1 sampai



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

R₇). Input saluran analog dipilih pada keadaan SW₁, SW₂ dan SW₃. Display LED akan mengindikasikan keadaan output digital.

III. Peralatan Percobaan

1. Modul KI-92001
2. Modul KL-94001
3. DMM

IV. Prosedur Percobaan

Percobaan 1 ADC0804 Konverter A/D

1. Ambil rangkaian konverter Analog-ke-digital ADC0804 pada modul KL-94001. Aktifkan power supply.
2. Dengan menggunakan DVM, Ukur tegangan pada input $V_{ref}/2$ (pin 9) dan dengan perlahan naikkan VR₁ sampai tegangan terukur mencapai 2.5V. Ini akan membuat batas input tegangan analog ADC0804 dari 0V sampai 5V.
3. Ukur input analog (pin 6) dan dengan perlahan naikkan VR₂ sampai tegangan terukur mencapai 0V.
4. Hubungkan kabel ke J1. Ini akan menahan output digital. Perhatikan bentuk display LED dan catat data pada tabel 1.1.
5. Pindahkan kabel dari J1. Output digital akan berubah-ubah sesuai dengan input analog.
6. Hati-hati menaikkan VR₂ untuk mendapatkan keterangan input analog pada tabel 1.1, ulangi langkah 4 sampai 5. Lengkapi tabel 1.1.
7. Matikan modul ADC0804, dan rapikan kembali peralatan praktikum.

Percobaan 2 Konverter A/D ADC0809

1. Ambil rangkaian konverter analog-ke-digital ADC0809 pada modul KI-94001. Aktifkan power supply.
2. Hubungkan dengan 120kHz, gelombang persegi 2.5V dengan 2.5V keadaan mati (tinggi=5V, rendah=0V) ke input clock (CLK).



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

3. Atur switch SW_3, SW_2 , dan SW_1 ke posisi GND. Sinyal analog akan masuk ke port IN_0 .
4. Hati-hati menaikkan VR1 untuk mendapatkan keterangan tegangan analog masing-masing pada tabel 1.2.
5. Perhatikan bentuk display LED untuk setiap masing-masing input analog dan catat data pada tabel 1.2.
6. Hitung tegangan input pada port IN_1 sampai IN_7 dan catat keterangan pada tabel 1.2.
7. Atur posisi switch SW_3, SW_2 , dan SW_1 sesuai pada tabel 1.3 untuk menandai port input (IN_1 sampai IN_7) seperti pada input analog setiap waktu.
8. Perhatikan bentuk display LED dan catat keterangan pada tabel 1.3.



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Tabel 1.1

Input Tegangan Analog (V)	Output Digital			
	Nilai Perhitungan	Nilai Pengukuran		
	Desimal	Biner	Hexa-desimal	Desimal
0.0				
0.5				
1.0				
1.5				
2.0				
2.5				
3.0				
3.5				
4.0				
4.5				
5.0				



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Tabel 1.2

Input Tegangan Analog (V)	Output Digital			
	Nilai Perhitungan	Nilai Pengukuran		
	Desimal	Biner	Hexa-desimal	Desimal
0.0				
0.5				
1.0				
1.5				
2.0				
2.5				
3.0				
3.5				
4.0				
4.5				
5.0				



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Tabel 1.3

SW3	SW2	SW1	Analog Input (Nilai Perhitungan)		Output Digital (Nilai Pengukuran)	
			Port Input	Tegangan	Biner	Hexa-desimal
GND	GND	+5V	IN ₁			
GND	+5V	GND	IN ₂			
GND	+5V	+5V	IN ₃			
+5V	GND	GND	IN ₄			
+5V	GND	+5V	IN ₅			
+5V	+5V	GND	IN ₆			
+5V	+5V	+5V	IN ₇			



**UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI**

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

**PERCOBAAN V
LABORATORIUM DASAR TELEKOMUNIKASI
DAC**



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

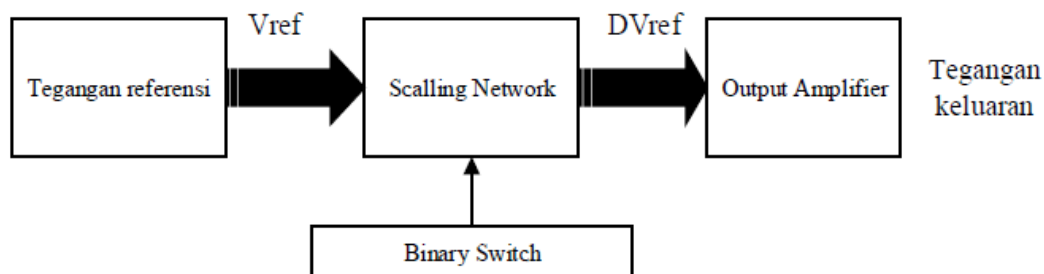
DIGITAL-ANALOG CONVERTER

I. TUJUAN PERCOBAAN

1. Mengetahui operasi dari digital-analog converter.
2. Mengetahui operasi dari DAC0800.
3. Mempelajari bagaimana unipolar generator dan bipolar outputs DAC0800.

II. TEORI UMUM

Digital to Analog Converter adalah perangkat elektronika yang digunakan untuk mengkonversi kode digital menjadi sinyal analog. Konversi digital ke analog merupakan cara utama bagi peralatan digital seperti sistem berbasis komputer yang mampu menterjemahkan data digital menjadi sinyal dunia nyata yang lebih dimengerti atau bisa digunakan oleh manusia. DAC dirancang untuk menerima data input digital dalam bentuk serial (satu bit pada satu waktu) sehingga ini hanya memiliki pin input digital tunggal. Blok diagram DAC dapat dilihat pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Blok diagram DAC

Tegangan referensi diproses saat proses scaling network dengan *switch* sebagai biner digital, setelah sinyal diolah kemudian dikuatkan oleh Op Amp yang mengeluarkan tegangan.

Operasi DAC

Singkatnya, D/A converter adalah peralatan yang digunakan dalam komunikasi sistem digital di dunia. DAC berfungsi untuk mengkonversikan keadaan input digital menjadi keluaran tegangan analog atau arus. Skema simbol dari 4-bit DAC ditunjukkan dalam Gambar 1.2 (a) dan (b).



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

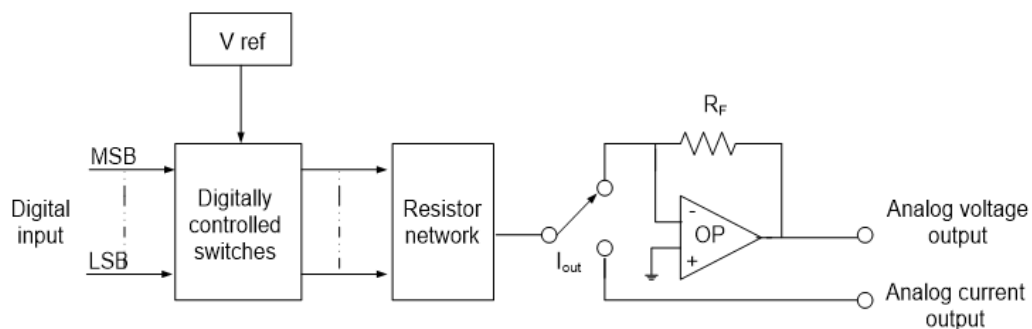


Gambar 1.2 (a) skema symbol dari 4-bit DAC

D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	V _{out}	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀	V _{out}
0	0	0	0	0	1	0	0	0	8
0	0	0	1	1	1	0	0	1	9
0	0	1	0	2	1	0	1	0	10
0	0	1	1	3	1	0	1	1	11
0	1	0	0	4	1	0	0	0	12
0	1	0	1	5	1	0	0	1	13
0	1	1	0	6	1	0	1	0	14
0	1	1	1	7	1	0	1	1	15

Gambar 1.2 (b) Tabel Kebenaran DAC 4-bit

Input digital D_3 , D_2 , D_1 dan D_0 adalah pengendali dari output register pada system digital. Gambar 10-1(b) menunjukkan tabel kebenaran dari 4-bit DAC. Masing-masing angka input binary menghasilkan sebuah nilai output analog diskrit. Batas output yang melebihi pada converter, nilai tegangan yang berbeda 2^4 atau 16 menghasilkan nol didalamnya, dan output memiliki korespondensi one-to-one dengan input. Dapat dilihat pada Gambar 1.3 .



Gambar 1.3 DAC Block Diagram

Gambar 1.3 adalah diagram blok DAC. DAC memiliki ketelitian sumber tegangan referensi, switch control digital, hubungan resistor, dan OP-AMP. Masing-masing resistor pada hubungan resistor tersambung dengan switch control digital, dimana resistior adalah



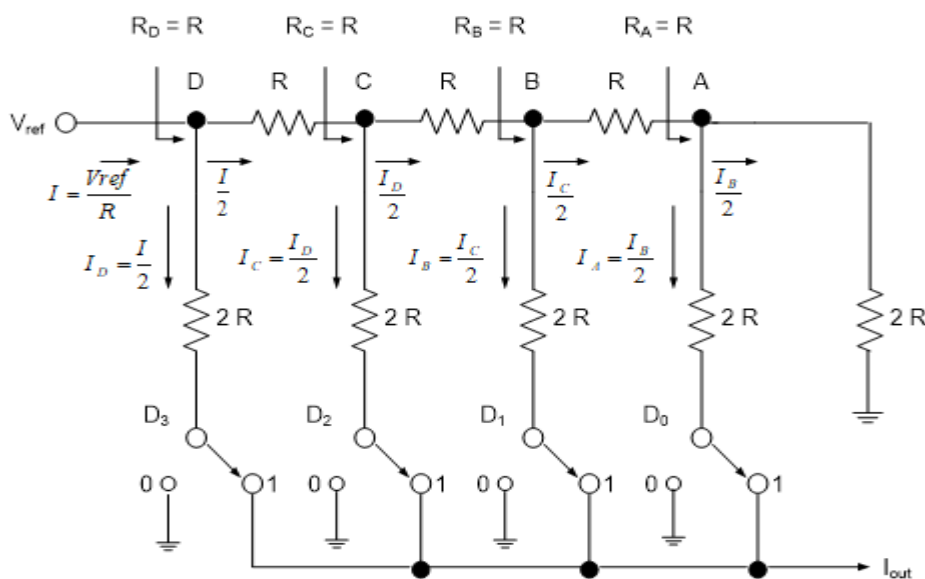
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

tegangan referensi V_{ref} . Yang lain dari masing-masing resistor terhubung dengan penambahan point pada OP AMP. Keadaan input digital dilihat pada keadaan switch dan konversi OP AMP dari arus output DAC I_{out} menjadi tegangan output V_{out} .

Hubungan resistor adalah konfigurasi utama dari rangkaian DAC. Ada dua type yang populer: hubungan resistor yang dibebani dan hubungan resistor tingkatan R-2R. Metode resistor yang dibebani dapat dianggap sebagai nilai dari masing-masing penjumlahan resistor yang perbandingannya berlawanan dari beban pergerakan bit digital pada barisan switch. Teknik resistor terbebani memiliki keuntungan pada kesederhanaan dan kecepatan tinggi. Kesulitan dari peralatan desain DAC resolusi tinggi adalah diperoleh lebar range dari resistor, dan resistor bernilai sangat tinggi karena masalah stabilitas temperatur kedua-duanya dan kecepatan sentral. Jika resistor dibuat dari rangkaian terpadu (IC), demikian batas dapat disesuaikan seluruhnya. Keuntungan dari metode tingkat R-2R adalah hanya ada dua nilai (R dan 2R) dari resistor yang didapat, dengan resultan yang mudah dari kesesuaian dan ketepatan. Dapat dilihat pada Gambar 1.4

Gambar 1.4 4-bit R-2R Ladder DAC



Gambar 1.4 menunjukkan rangkaian DAC tingkat R-2R 4-bit. Hubungan resistor terdiri dari resistor seri R dan resistor shunt 2R. Penelitian dari tujuan konfigurasi tingkat R-2R adalah



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

setiap point A, B, C, dan D adalah resistansi dari 2R yang mengarah kekanan, sehingga referensi input ke tingkatan memiliki resistansi R. Sesuai dengan peralatan, arus output dapat diperoleh dengan :

$$I = V_{ref} / R \dots\dots\dots(1.1)$$

$$I_D = I / 2$$

$$I_C = I_D / 2 = I / 4$$

$$I_B = I_C / 2 = I / 8$$

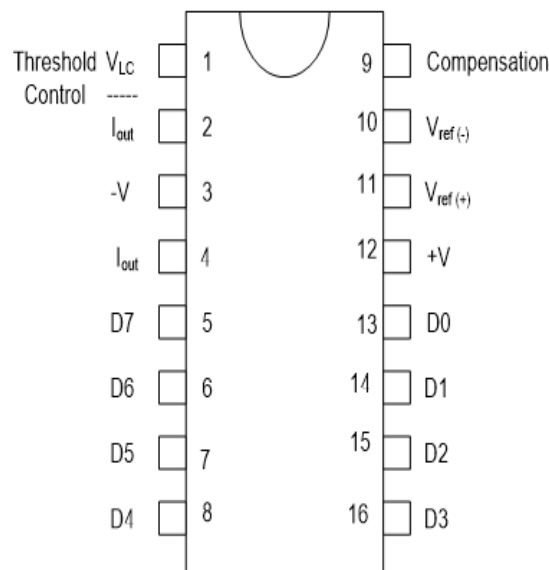
$$I_A = I_B / 2 = I / 16$$

$$I_{out} = I_D + I_C + I_B + I_A = I \left[\frac{D_3}{2} + \frac{D_2}{4} + \frac{D_1}{8} + \frac{D_0}{16} \right] \dots\dots\dots(1.2)$$

Dimana $D_3, D_2, D_1,$ dan D_0 bisa diantara “1” atau “0” tergantung dari posisi switch.

Digital ke Analog Converter – DAC0800

DAC 0800 adalah DAC 8-bit monolithic yang murah termasuk sumber tegangan referensi, tingkat R-2R dan switch transistor. Gambar 1.5 menunjukkan konfigurasi pin dari DAC 0800



Gambar 1.5 DAC 0800

Pin Konfigurasi

Persyaratan power supply dari ADC0800 adalah 4.5V sampai 18V. Pemakaian daya adalah 33mW dengan sumber tenaga 5 V_{DC} dan setting waktu adalah 85 nS. Dengan



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

melengkapi arus output I_{out} (pin 4) dan $\overline{I_{out}}$ (pin 2). DAC0800 dapat digunakan pada salah satu unipolar atau bipolar output.

Gambar 1.6 pada Rangkaian dibawah terdiri dari komponen utama IC DAC 0800 dan IC OP AMP LM 358 serta komponen lainnya seperti resistor, kapasitor dan Switch yang mempresentasikan bit masukan. Pada IC DAC 0800 memiliki 3 sumber masukan, yaitu 5 Volt, -12 Volt dan +12 Volt sedangkan pada IC LM358 menggunakan 2 sumber tegangan yaitu -12 Volt dan +12 Volt. *Input digital* yang akan dikonversi terdiri dari 8 bit masukan, dimana masukan tersebut dihubungkan dengan *switch* yang berjumlah 8 sambungan. Apabila switch ON maka bit biner = “1” dan apabila switch OFF maka bit biner = “0”. Tegangan yang akan dikonversi sebesar 5 Volt. Untuk mendapatkan nilai dari hasil konversi maka digunakan Persamaan 1.4 dan 1.5. Untuk menghitung *output* arus maka :

$$I_{ref} = \frac{V_{ref}}{R_1} \dots\dots\dots(1.3) \quad \text{Arus}$$

output I_{out} adalah

$$I_{out} = \frac{V_{ref}}{R_1} \left[\frac{D_7}{2} + \frac{D_6}{4} + \frac{D_5}{8} + \frac{D_4}{16} + \frac{D_3}{32} + \frac{D_2}{64} + \frac{D_1}{128} + \frac{D_0}{256} \right] \dots\dots\dots(1.4)$$

Dimana :

I_{out} = Arus Output (Amp)

V_{ref} = Tegangan Referensi (Volt)

R_1 = Tahanan Input (Ohm)

D = Masukan Bit

I_{out} mengalir dari konverter DAC 0800 yang kemudian dikonversikan dalam bentuk tegangan dikarenakan hasil akhir yang diharapkan adalah tegangan maka didapat persamaan berikut.

$$V_{out} = I_{out} R_2 \dots\dots\dots(1.5)$$

Dimana :

V_{out} = Tegangan Output (Volt)

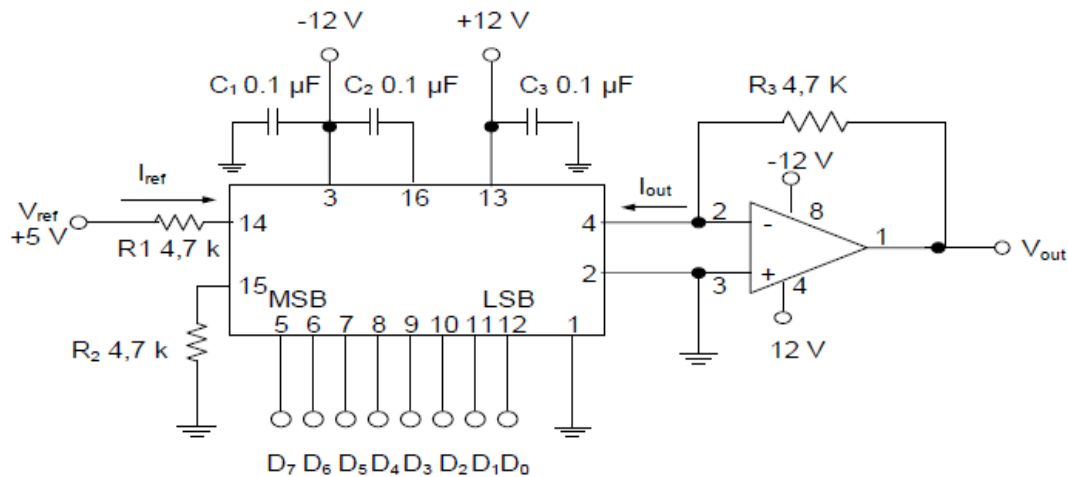
I_{out} = Arus Output (Amp)



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

R3 = Tahanan (Ohm)



Gambar 1.6 Rangkaian DAC 0800 dengan IC LM 358

Rangkaian output tegangan bipolar dari ADC0800 ditunjukkan pada Gambar 1.7 . Pin $\overline{I_{out}}$ tersambung dengan input noninverting (tidak di-invert) dari $\mu A741$ ke pentanahan pada gambar 10-6. Demikian tegangan output $\mu A741$ dapat dicari dengan

$$V_{out} = \frac{I_{out}}{R_4} \dots \dots \dots (1.6)$$

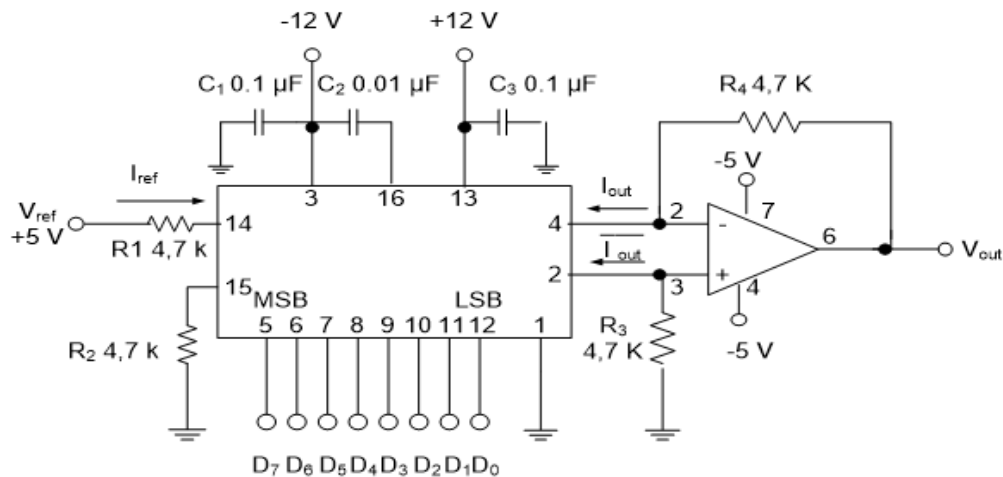
Dimana I_{out} dan $\overline{I_{out}}$ adalah arus output komplemen. Dapat didefinisikan, arus skala penuh dapat ditunjukkan $I_{FS} = I_{out} + \overline{I_{out}}$, dan $\overline{I_{out}}$ adalah

$$\overline{I_{out}} = I_{FS} - I_{out} \dots \dots \dots (1.7)$$



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155



Gambar 1.7 DAC0800 Bipolar Voltage Output Circuit

Substitusi persamaan (1.7) ke persamaan (1.6), kita peroleh

$$V_{out} \approx 2I_{out}R_4 \approx \frac{1}{FS} R_4 \dots \dots \dots (1.8)$$

III. PERALATAN PERCOBAAN

1. Modul KL-92001
2. Modul Kl-94001
3. DMM

IV. PROSEDUR PERCOBAAN

Percobaan 1 Output tegangan Unipolar DAC0800

1. Ambil rangkaian konverter digital-ke-analog DAC0800 pada modul KL-94001. Masukkan kabel J1 untuk menghubungkan output DAC0800 I_{out} (pin 4) ke input $\mu A741$ (pin 2).
2. Hitung dan catat nilai langkah pada Tabel 1.1.
3. Atur switch D_0 sampai D_7 ke posisi benar 0000 0000. (“ 0 “ = GND; “ 1 “ = 5V)
4. Gunakan persamaan (10-2) dan persamaan (10-3), hitung dan catat arus output I_{out} dan tegangan output V_{out} pada tabel 10-1.



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

5. Pindahkan kabel dari J1. Pengukuran I_{out} dengan menghubungkan arus DMM meter dengan output DAC0800 dan input $\mu A741$. Catat keterangan pada Tabel 1.1.
6. Pindahkan DMM dan pasang kembali kabel J1. Ukur tegangan output V_{out} pada output $\mu A741$ (O/P) menggunakan voltmeter DMM dan catat keterangan pada Tabel 1.1.
7. Ikuti kode digital pada tabel 10-1, ubah switch D_7 sampai D_0 dan ulangi langkah 5 sampai 6 perlahan-lahan. Catat keterangan pada Tabel 1.1.

Percobaan 2 Output Tegangan Bipolar DAC0800

1. Ambil Konverter digital- ke-analog bipolar DAC0800 pada modul KL- 94001. pasang kabel J1 dan J2.
2. Hitung dan catat nilai langkah pada tabel 1.2.
3. Atur switch input D_0 sampai D_7 untuk mengoreksi posisi 0000 0000 (“0 “ = GND; “ 1 “ = + 5V)
4. Dengan persamaan (10-2) dan (10-6), hitung dan catat nilai pada Tabel 1.2.
5. Dengan menggunakan DMM, hitung tegangan output V_{out} dan catat keterangan pada Tabel 1.2.
6. Pindahkan kabel dari J1. Ukur arus output I_{out} dengan menghubungkan arus output $\overline{I_{out}}$ dengan menghubungkan DMM pada J1 dan catat keterangan pada Tabel 1.2.
7. Pindahkan kabel dari J2. Ukur arus output $\overline{I_{out}}$ dengan menghubungkan DMM pada J2 dan catat keterangan pada Tabel 1.2.
8. Hitung nilai dari $I_{out} + \overline{I_{out}}$ dan catat keterangan pada Tabel 1.2.
9. Dengan mengikuti kode digital pada Tabel 1.2, ubah switch D_7 sampai D_0 dan ulangi langkah 5 sampai 8 dengan perlahan-lahan, catat keterangan pada Tabel 1.2.



UNIVERSITAS SUMATERA UTARA
FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO
LABORATORIUM DASAR
TELEKOMUNIKASI

Jalan Almamater Kampus USU – Tlp. (061) 8213246 Medan - 20155

Digital Input	Analog Output				
D ₇ D ₆ D ₅ D ₄ D ₃ D ₂ D ₁ D ₀	Calculated	Measured Value			
0 0 0 0 0 0 0 0	V _{out}	V _{out}	I _{out}	$\overline{I_{out}}$	I _{out} + $\overline{I_{out}}$
0 0 0 0 0 0 0 1					
0 0 0 0 0 0 1 0					
0 0 0 0 0 1 0 0					
0 0 0 0 1 0 0 0					
0 0 0 1 0 0 0 0					
0 0 1 0 0 0 0 0					
0 1 0 0 0 0 0 0					
1 0 0 0 0 0 0 0					
1 1 1 1 1 1 1 1					