

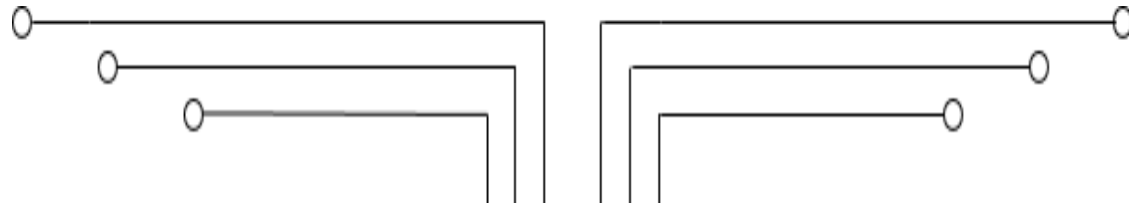


LAPORAN RESMI

FILTER



NAMA	: SEPTIAN BAGUS JUMANTORO
NRP	: 3221600039
KELAS	: 1 D4 TEKNIK KOMPUTER B
DOSEN	: MOCHAMAD MOBED BACHTIAR, S.ST., M.T.
MATA KULIAH	: PRAKTIKUM RANGKAIAN ELEKTRONIKA 1
TGL PRAKTIKUM	: 22 NOVEMBER 2021



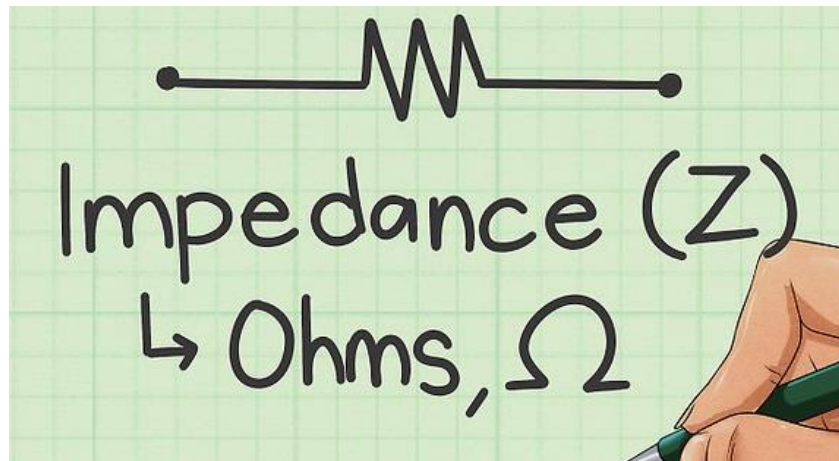
A. TUJUAN

1. Mahasiswa mampu menjelaskan konsep filter
2. Mahasiswa mampu menjelaskan tentang jenis-jenis filter
3. Mahasiswa mampu menjelaskan cara mendesain filter

B. DASAR TEORI

1. Impendansi

Merupakan gabungan dari beberapa nilai hambatan yang diperoleh dari resistor(R), kapasitor(C), induktor(L). Impedansi biasa digunakan untuk menjelaskan ukuran penolakan terhadap arus AC dengan simbol Z dan satuan ohm(Ω) .



2. Reaktansi Kapasitif

Merupakan nilai hambatan yang disebabkan oleh adanya suatu kapasitor pada rangkaian listrik AC.

$$X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C}$$

A hand-drawn diagram on a green grid background showing the formula for capacitive reactance: $X_C = 1 / (2 \pi f C)$. Below the formula, arrows point from the variables to their units: X_C points to Ω , f points to Hz, and C points to F.

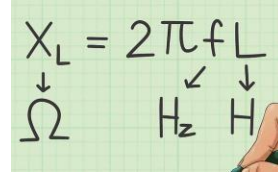
Dimana :

X_C = Reaktansi Kapasitif(Ω)

3. Reaktansi Induktif

Merupakan nilai hambatan yang disebabkan oleh adanya gaya gerak listrik (GGL) induksi pada induktor yang dirangkai pada rangkaian listrik AC

$$X_L = 2 \times \pi \times f \times L$$


$$X_L = 2 \pi f L$$

↓ ↙ ↓
Ω Hz H

Dimana:

X_L = Reaktansi Induktif(Ω)

4. Filter

Merupakan rangkaian yang berfungsi untuk menyerang frekuensi pada suatu band tertentu.

Berdasarkan komponennya dibagi menjadi:

1. Filter Aktif => Terdiri dari komponen Op-Amp dan R, L, C
2. Filter Pasif => Terdiri dari komponen R, L, C

Berdasarkan respon frekuensinya dibagi menjadi:

- LPF
- HPF
- BPF
- BR/BSF

Filter Pasif (R, L, C)

Filter pasif terdiri dari komponen pasif seperti resistor, kapasitor dan induktor dan tidak memiliki elemen penguat (transistor, Op-amp, dll) Sehingga tidak memiliki penguatan sinyal, oleh karena itu tingkat outputnya selalu kurang dari input.

Low Pass Filter (LPF)

Filter LPF digunakan untuk meloloskan frekuensi rendah dan membuang frekuensi tinggi. Batas antara frekuensi rendah dan tinggi dinamakan Frekuensi Cut Off.

Cara Kerja LPF RC (di desain dengan komponen Resistor(R) dan Capacitor (C))

Resistansi pada kapasitor akan sangat tinggi apabila dilewati oleh sinyal frekuensi rendah atau DC dan resistansi akan menjadi rendah apabila dilewati oleh sinyal frekuensi tinggi.



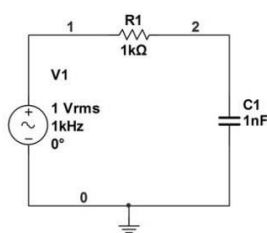
$$V_{out} = V_{in} \times \frac{X_C}{\sqrt{R^2 + X_C^2}} = V_{in} \frac{X_C}{Z}$$

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \quad \text{dalam Ohm}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_C^2}$$

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

Respon Frekuensi LPF

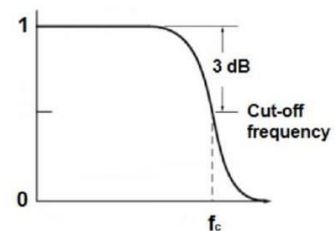


$$V_{out} = V_{C1} = \frac{X_{C1}}{R_1 + X_{C1}} \times V_{in}$$

$$V_{out} = \frac{\frac{1}{2\pi f C_1}}{R_1 + \frac{1}{2\pi f C_1}} \times V_{in}$$

$$V_{out} = \frac{1}{1 + 2\pi f R_1 C_1} \times V_{in}$$

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = \frac{1}{1 + 2\pi f R_1 C_1}$$



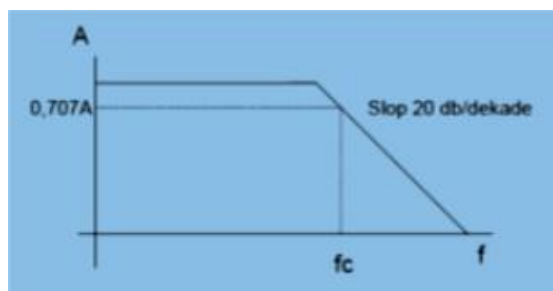
Dimana semakin tinggi harga frekuensi sinyal (f), maka harga V_{out} akan semakin mendekati 0.

Frekuensi Cut-Off

- Frekuensi "Cut-off", "Corner/sudut" atau "Breakpoint" ini didefinisikan sebagai titik frekuensi di mana reaktansi dan resistansi kapasitif sama,
 $R = X_c = 4k7\Omega$
- Ketika ini terjadi sinyal output dilemahkan ke 70,7% dari nilai sinyal input atau -3dB ($20 \log (V_{out}/V_{in})$) dari input. Walaupun $R = X_c$, output 0,707 dari input.
- Pada saat frekuensi sinyal input lebih rendah dari frekuensi cut-off (f_c) ($f_{in} \ll f_c$) maka penguatan tegangan / Gain (G) = 1 atau $G=0dB$.
- Pada saat frekuensi sinyal input sama dengan frekuensi cut-off (f_c) ($f_{in} = f_c$) maka $\omega = 1/RC$ sehingga penguatan tegangan / Gain (G) menjadi -3 dB atau terjadi pelemahan tegangan sebesar 3 dB.
- Pada saat frekuensi sinyal input lebih tinggi dari frekuensi cut-off (f_c) ($f_{in} \gg f_c$) maka besarnya penguatan tegangan (G) = $1/\omega RC$ atau $G = -20 \log \omega RC$

Bode Plot

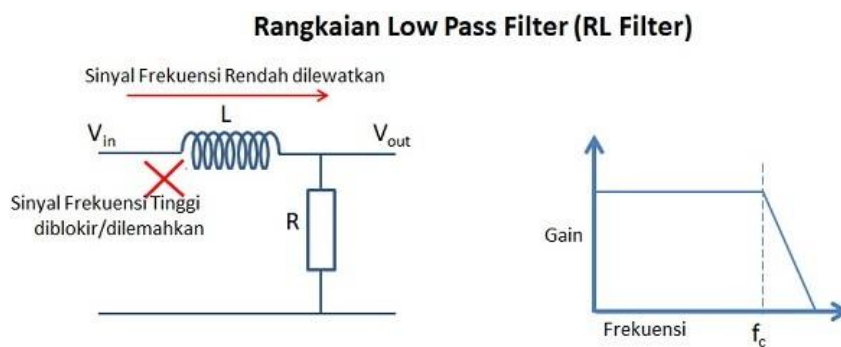
- Frekuensi sudut f_c terjadi saat $CR_2 = 1$ dan $A = 0,7 A$
- Setelah f_c maka A turun 20 dB setiap kenaikan 10 kali frekuensinya



$$dB = 20 \log A = 20 \log \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

LPF yang didesain dengan komponen Resistor (R) dan Induktor (L)

Reaktansi Induktif adalah resistansi atau impedansi Induktor yang berubah berdasarkan sinyal frekuensi yang melewatinya. Tidak seperti Resistor yang merupakan perangkat non-reaktif, Induktor menawarkan Impedansi yang berbeda untuk sinyal frekuensi yang berbeda, seperti halnya kapasitor. Namun resistansi yang dihasilkan oleh Induktor ini merupakan kebalikan dari Kapasitor, Resistansi Induktor akan menjadi sangat tinggi apabila dilewati sinyal frekuensi tinggi dan sebaliknya akan menjadi rendah apabila dilewati frekuensi rendah. Oleh karena itu, penempatan Induktor di rangkaian berbeda dengan penempatan Kapasitor pada rangkaian RC Filter.



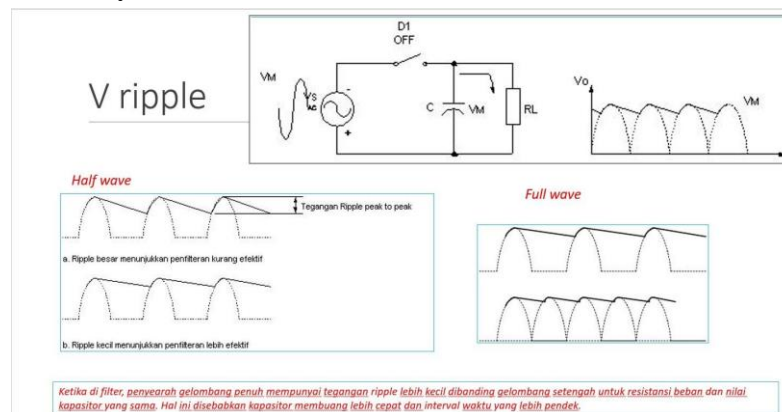
Faktor Ripple

- Sinyal AC pada tegangan DC yang tidak diinginkan ini dinamakan ripple.
- Faktor ripple adalah besarnya prosentase perbandingan antara tegangan ripple dengan tegangan DC yang dihasilkan.
- Faktor ripple menunjukkan efektif tidaknya sebuah filter, didefinisikan sebagai perbandingan tegangan ripple efektif (rms) terhadap tegangan DC. Semakin kecil faktor ripple, semakin baik filter. Faktor ripple dapat diperkecil dengan menambah nilai kapasitor.

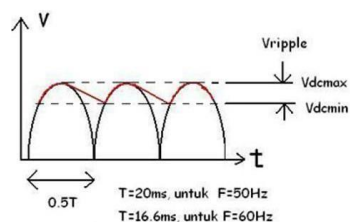
$$r = \frac{V_r}{V_{DC}} \times 100\%$$

Filter pada Ripple

- Filter dalam rangkaian penyearah digunakan untuk memperkecil tegangan ripple, sehingga dapat diperoleh tegangan keluaran yang lebih rata, baik untuk penyearah gelombang setengah maupun gelombang penuh.
- Filter diperlukan karena rangkaian – rangkaian elektronik memerlukan sumber tegangan DC yang tetap, baik untuk keperluan sumber daya dan pembiasan yang sesuai operasi rangkaian.
- Rangkaian filter dapat dibentuk dari kapasitor (C), induktor (L) atau keduanya.



Formula V ripple dan I ripple



$$V_r = \frac{0.5 \times I \times T}{C}$$

$$V_{\text{ripple}} = I_{\text{load}} / (F \times C)$$

$$I = \frac{V_{dcmax}}{R}$$

Keterangan :
 I = arus listrik (Am)
 T = periode (m/s)
 C = kapasitor (farad)
 VDCmax = tegangan searah (V)
 R = nilai resistor

Filter Pi

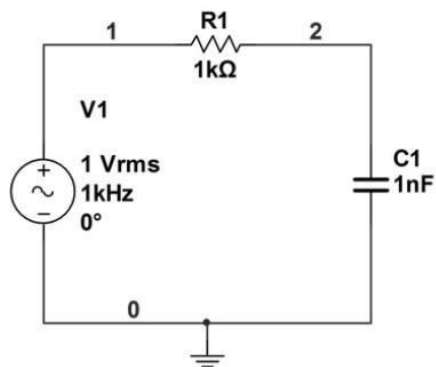
Untuk mendapatkan ripple tegangan DC yang sangat halus dan sangat mendekati murni, dapat dipakai rangkaian filter π (filter pi) atau low-pass filter yang terdiri dari 2 buah kapasitor nilai yang sama dan sebuah induktor (lilitan) yang dipasang diantara kapasitor.

C. ALAT DAN BAHAN

- Kapasitor
- Induktor
- Resistor
- Tegangan AC 5 V
- Tegangan AC 12 V / 50 Hz
- Dioda Bridge
- Oscilloscope

D. PERCOBAAN

1. Buatlah rangkaian LPF seperti di bawah ini:



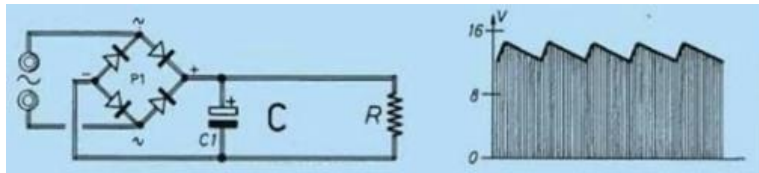
- a. Cari frekuensi Cut Offnya
- b. Ubah frekuensi seperti tabel berikut:

No	Frekuensi (Hz)
1	100
2	200
3	500
4	1000
5	5000
6	10000
7	12000
8	15000

9	20000
10	25000

c. Gambarkan Bode Plot LPF nya

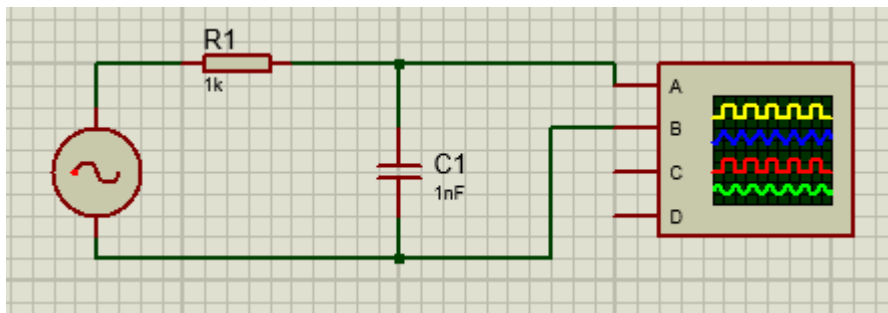
2. Buatlah rangkaian filter RC seperti berikut untuk menghasilkan sinyal DC:



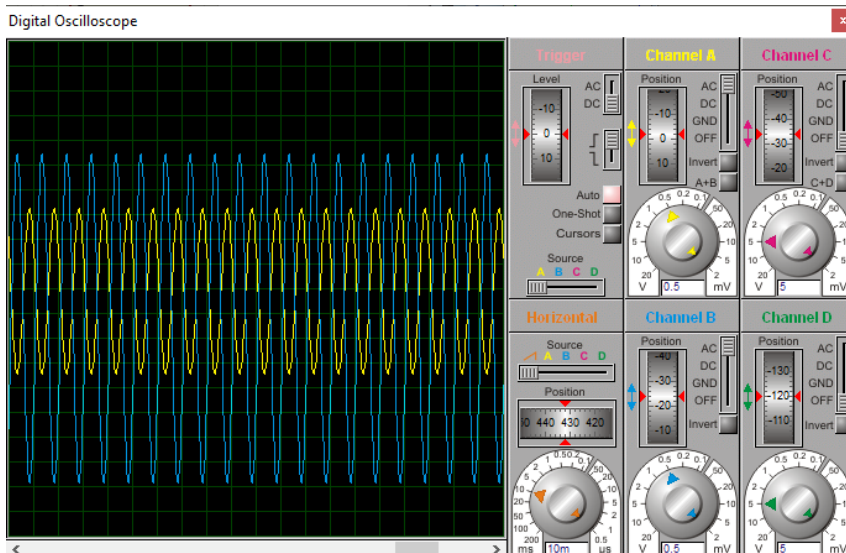
- $V_{ac} = 12\text{ V}$, Frekuensi = 50Hz, $R = 10\text{ K}$, dan Kapasitor = 100nF
- Amati sinyal outputnya dengan oscilloscope!
- Berapa V ripple peak to peaknya?
- Hitung V_r nya!

E. HASIL PERCOBAAN

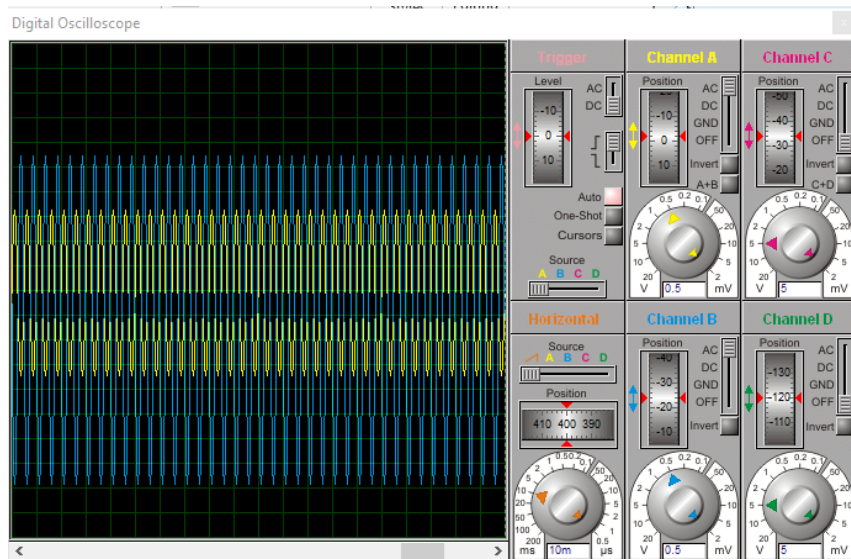
Hasil percobaan 1



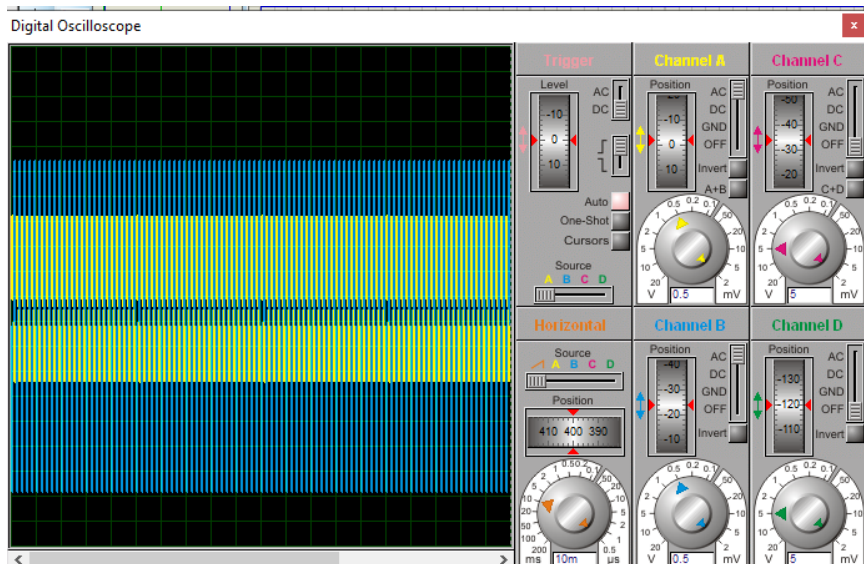
Frekuensi 100 Hz



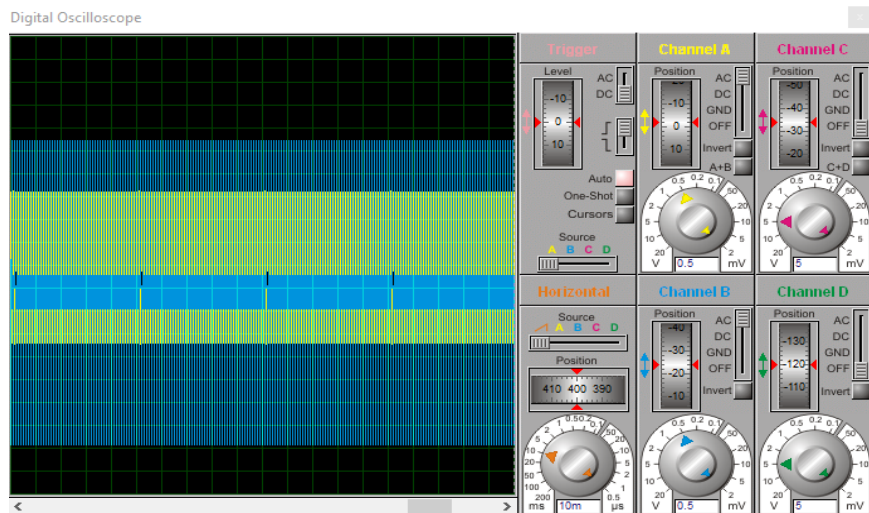
Frekuensi 200 Hz



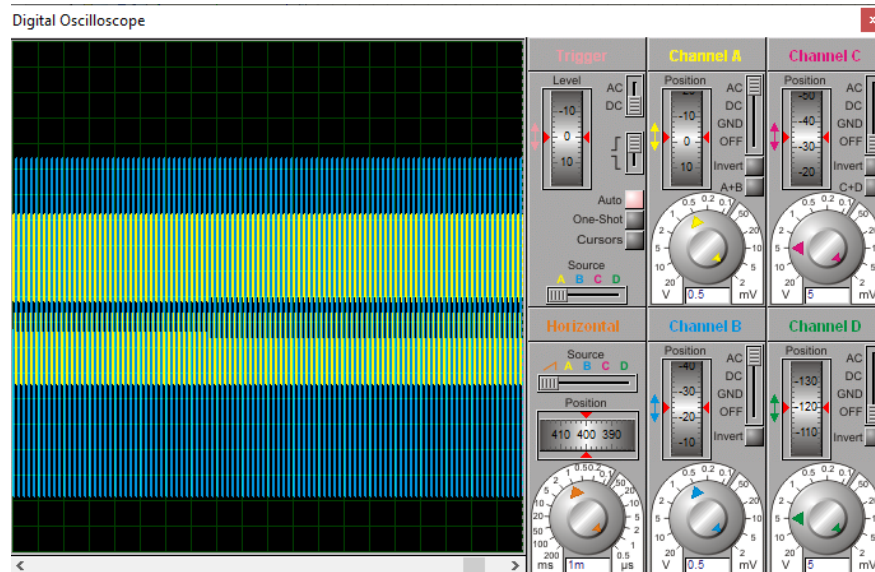
Frekuensi 500 Hz



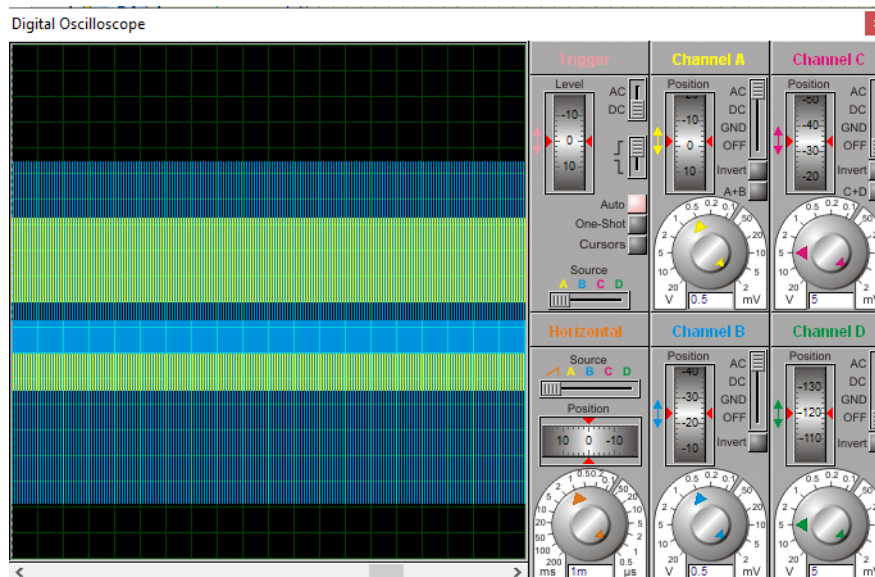
Frekuensi 1 KHz



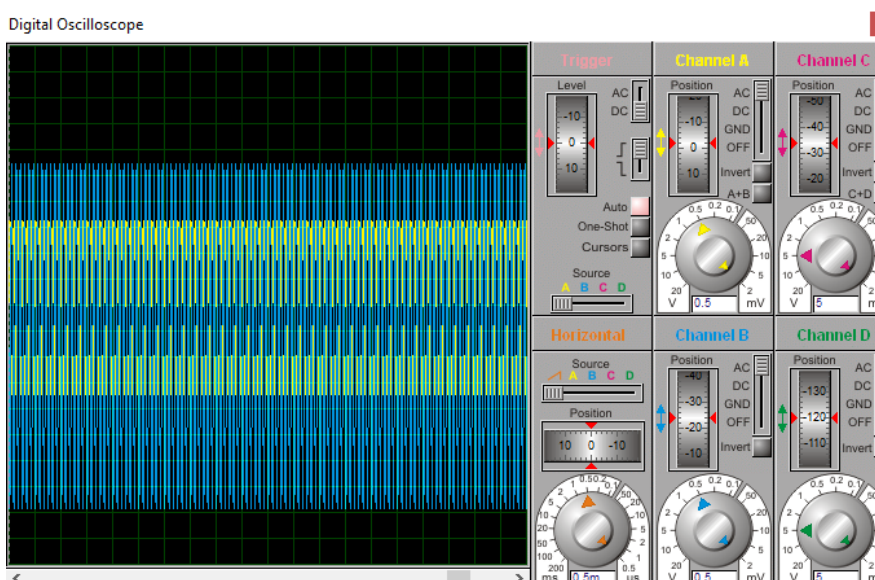
Frekuensi 5 KHz



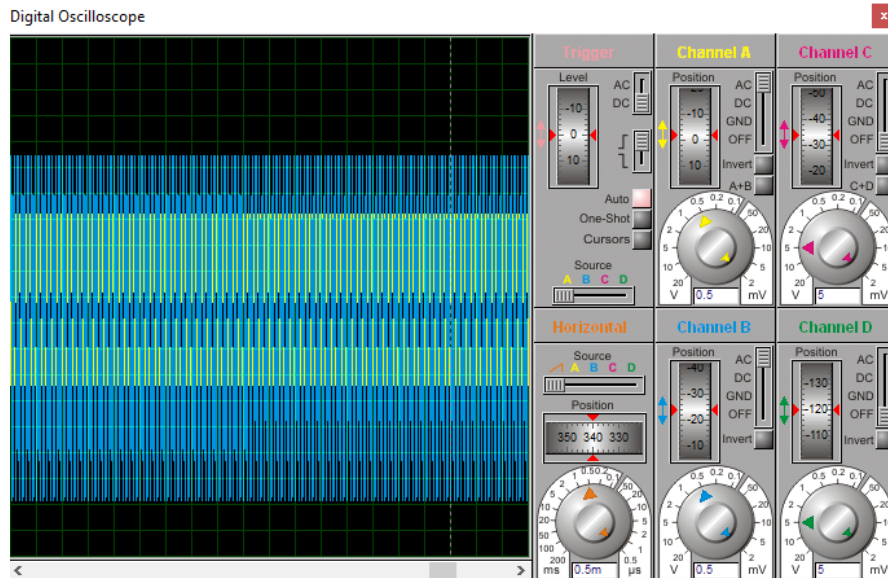
Frekuensi 10 KHz



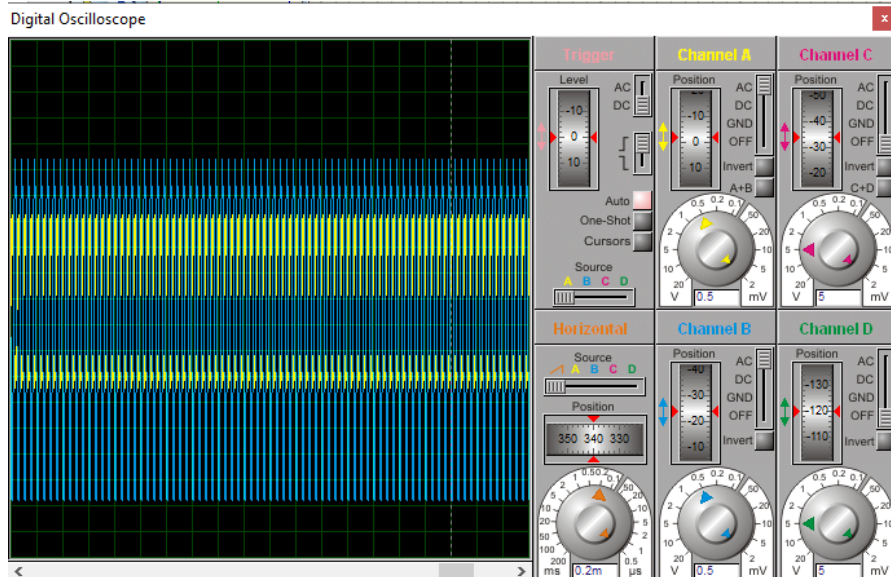
Frekuensi 12 KHz



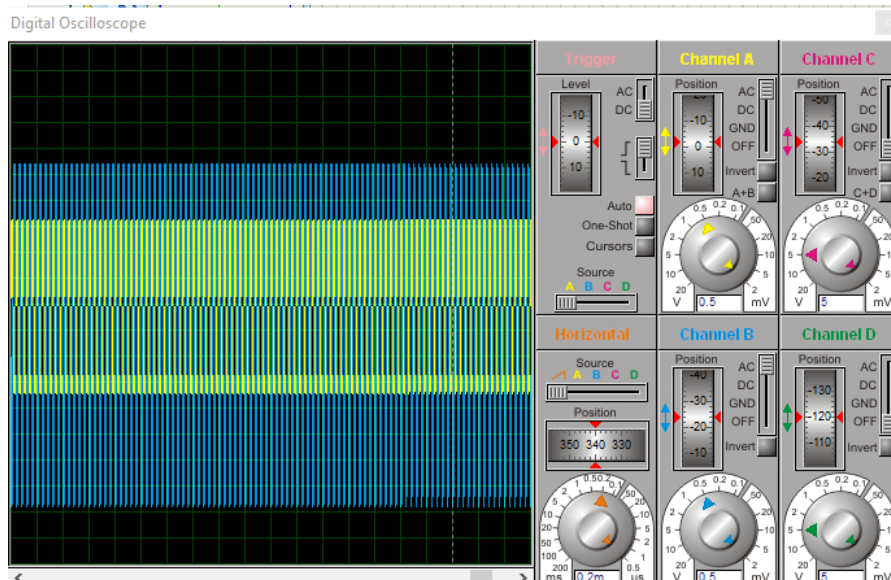
Frekuensi 15 KHz



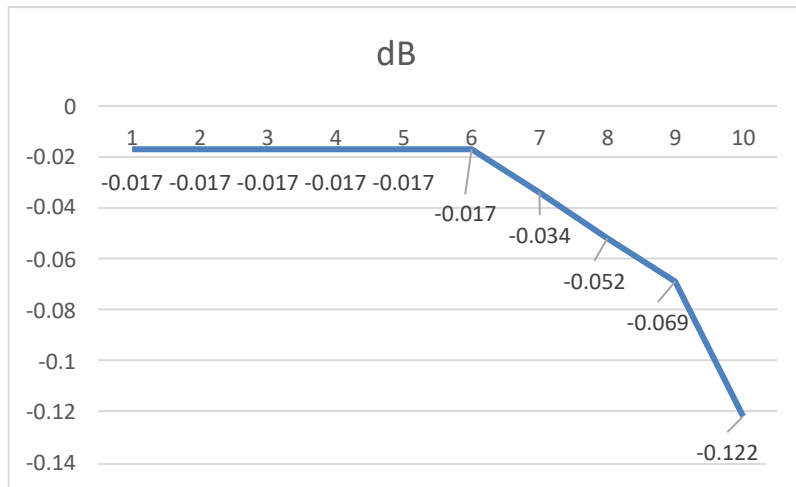
Frekuensi 20 KHz



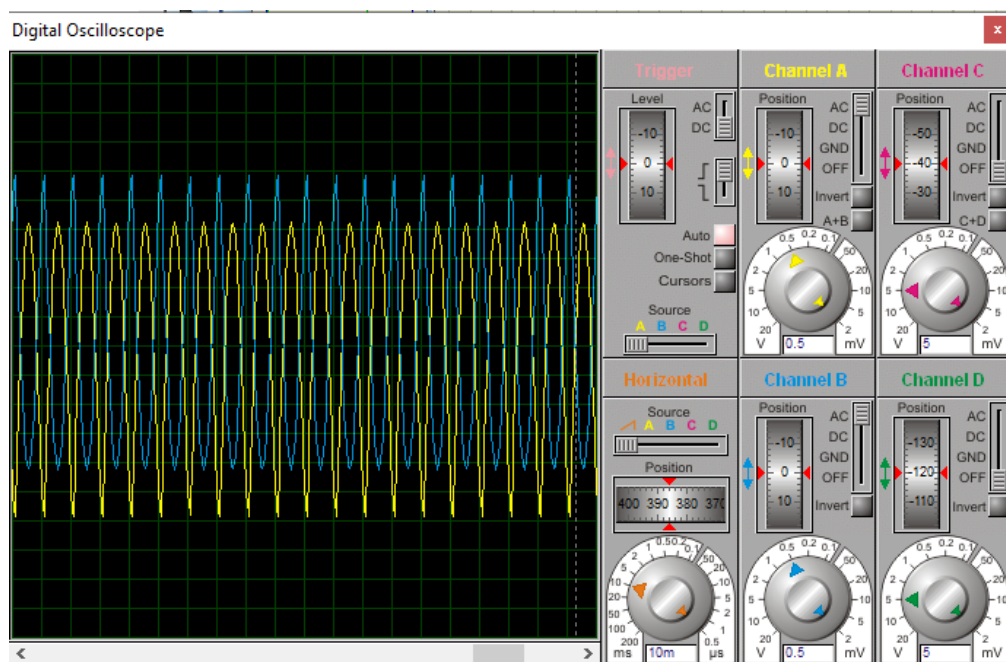
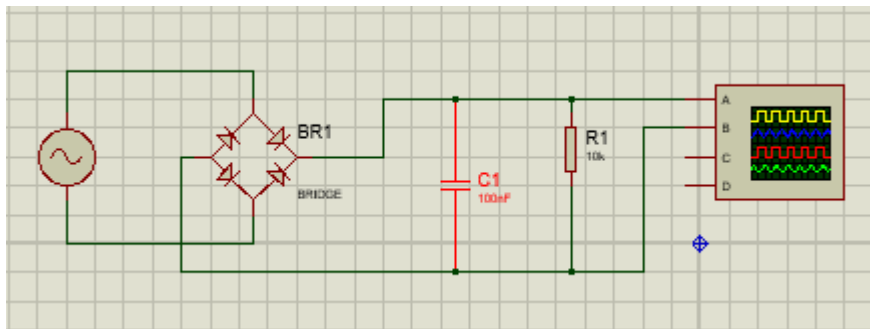
Frekuensi 25 KHz



Tabel Bode Plot LPF



Hasil Percobaan 2



F. ANALISA

Percobaan 1

Pada percobaan 1 terdapat tegangan AC 5V dengan frekuensi yang berubah – ubah sesuai dengan tabel, Resistor 1 K Ω , Kapasitor 1nF, dan oscilloscope. Frekuensi “Cut-Off”, “Corner/sudut” atau “Breakpoint” didefinisikan sebagai titik frekuensi dimana reaktansi dan resisitansi kapasitif sama. Untuk rumus yang digunakan pada rangkaian LPF sebagai berikut:

$$\begin{aligned}V_{out} &= V_{in} \times \frac{X_c}{\sqrt{R^2 + X_c^2}} \\&= V_{in} \frac{X_c}{Z}\end{aligned}$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi f_c}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

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

maka penerapannya sebagai berikut:

$$\begin{aligned}X_c &= \frac{1}{2\pi f_c} \\&= \frac{1}{2 \times 3,14 \times 1000 \times 10^{-9}} \\&= 159,236 \Omega\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{out} &= 5 \times \frac{159,236}{\sqrt{1000^2 + 159,236^2}} \\&= 4,99 \text{ V}\end{aligned}$$

a. Rangkaian 1 dengan frekuensi 100 Hz

$$\begin{aligned}X_c &= \frac{1}{2 \times 3,14 \times 100 \times 10^{-9}} \\&= 1,592,357 \Omega\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{out} &= 5 \times \frac{1,592,357}{\sqrt{1000^2 + 1,592,357^2}} \\&= 4,99 \text{ V}\end{aligned}$$

b. Rangkaian 1 dengan frekuensi 200 Hz

$$\begin{aligned}X_c &= \frac{1}{2 \times 3,14 \times 200 \times 10^{-9}} \\&= 796,178 \, \Omega\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{out}} &= 5 \times \frac{796,178}{\sqrt{1000^2 + 796,178^2}} \\&= 4,99 \, \text{V}\end{aligned}$$

c. Rangkaian 1 dengan frekuensi 500 Hz

$$\begin{aligned}X_c &= \frac{1}{2 \times 3,14 \times 500 \times 10^{-9}} \\&= 318,471 \, \Omega\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{out}} &= 5 \times \frac{318,471}{\sqrt{1000^2 + 318,471^2}} \\&= 4,99 \, \text{V}\end{aligned}$$

d. Rangkaian 1 dengan frekuensi 1 KHz

$$\begin{aligned}X_c &= \frac{1}{2 \times 3,14 \times 1000 \times 10^{-9}} \\&= 159,236 \, \Omega\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{out}} &= 5 \times \frac{159,236}{\sqrt{1000^2 + 159,236^2}} \\&= 4,99 \, \text{V}\end{aligned}$$

e. Rangkaian 1 dengan frekuensi 5 KHz

$$\begin{aligned}X_c &= \frac{1}{2 \times 3,14 \times 5000 \times 10^{-9}} \\&= 31,847 \, \Omega\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{\text{out}} &= 5 \times \frac{31,847}{\sqrt{1000^2 + 31,847^2}} \\&= 4,99 \, \text{V}\end{aligned}$$

f. Rangkaian 1 dengan frekuensi 10 KHz

$$X_c = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 10000 \times 10^{-9}}$$

$$= 15,924 \, \Omega$$

$$V_{\text{out}} = 5 \times \frac{15,924}{\sqrt{1000^2 + 15,924^2}}$$

$$= 4,99 \, \text{V}$$

g. Rangkaian 1 dengan frekuensi 12 KHz

$$X_c = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 12000 \times 10^{-9}}$$

$$= 13,270 \, \Omega$$

$$V_{\text{out}} = 5 \times \frac{13,270}{\sqrt{1000^2 + 13,270^2}}$$

$$= 4,98 \, \text{V}$$

h. Rangkaian 1 dengan frekuensi 15 KHz

$$X_c = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 15000 \times 10^{-9}}$$

$$= 10,617 \, \Omega$$

$$V_{\text{out}} = 5 \times \frac{10,617}{\sqrt{1000^2 + 10,617^2}}$$

$$= 4,97 \, \text{V}$$

i. Rangkaian 1 dengan frekuensi 20 KHz

$$X_c = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 20000 \times 10^{-9}}$$

$$= 7,962 \, \Omega$$

$$V_{\text{out}} = 5 \times \frac{7,962}{\sqrt{1000^2 + 7,962^2}}$$

$$= 4,96 \, \text{V}$$

j. Rangkaian 1 dengan frekuensi 25 KHz

$$X_c = \frac{1}{2 \times 3,14 \times 25000 \times 10^{-9}}$$

$$= 6,369 \, \Omega$$

$$V_{\text{out}} = 5 \times \frac{6,369}{\sqrt{1000^2 + 6,369^2}}$$

$$= 4,93 \text{ V}$$

Lalu untuk mencari frekuensi Bode Plot pada rangkaian tersebut sebagai berikut:

$$\text{dB} = 20 \log \frac{V_{\text{out}}}{V_{\text{in}}}$$

$$\begin{aligned} \text{a. dB} &= 20 \log \frac{4,99 \text{ V}}{5 \text{ V}} \\ &= -0,017 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. dB} &= 20 \log \frac{4,99 \text{ V}}{5 \text{ V}} \\ &= -0,017 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. dB} &= 20 \log \frac{4,99 \text{ V}}{5 \text{ V}} \\ &= -0,017 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d. dB} &= 20 \log \frac{4,99 \text{ V}}{5 \text{ V}} \\ &= -0,017 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e. dB} &= 20 \log \frac{4,99 \text{ V}}{5 \text{ V}} \\ &= -0,017 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{f. dB} &= 20 \log \frac{4,99 \text{ V}}{5 \text{ V}} \\ &= -0,017 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{g. dB} &= 20 \log \frac{4,98 \text{ V}}{5 \text{ V}} \\ &= -0,034 \end{aligned}$$

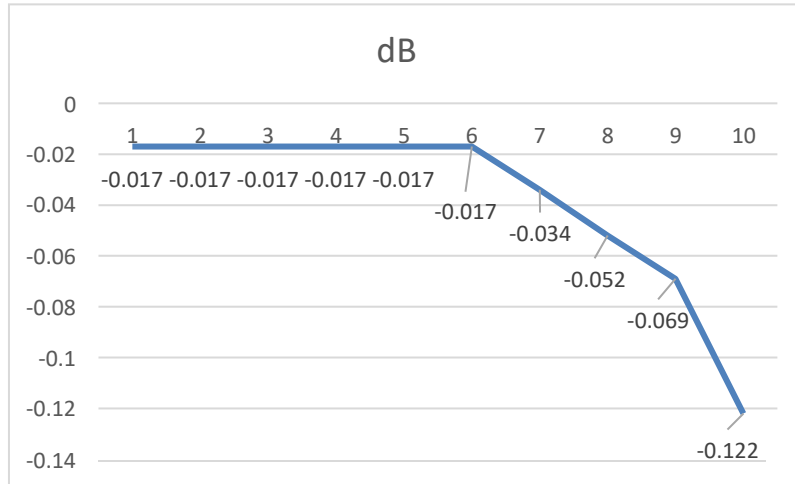
$$\begin{aligned} \text{h. dB} &= 20 \log \frac{4,97 \text{ V}}{5 \text{ V}} \\ &= -0,052 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{i. dB} &= 20 \log \frac{4,96 \text{ V}}{5 \text{ V}} \\ &= -0,069 \end{aligned}$$

$$\text{j. dB} = 20 \log \frac{4,93 \text{ V}}{5 \text{ V}}$$

$$= -0,122$$

Tabel Bode Plot LPF



Percobaan 2

Pada percobaan 2 terdapat tegangan AC 12 V / 50 Hz, dioda Bridge , Resistor 10 K Ω , Kapasitor 100 nF, dan Oscilloscope. Rangkaian pada percobaan 2 merupakan power suply DC dengan ripple yang sangat besar. Untuk menghitung V_{ripple} Peak – Peaknya, kita perlu menacari waktu dan arus yang mengalir, sebagai berikut:

$$\begin{aligned} T &= 1/F \\ &= 1/50 \\ &= 20 \text{ ms} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{dcmax}} &= V_{\text{ac}} \times 1,414 \\ &= 12 \times 1,414 \\ &= 16,968 \text{ V} \end{aligned}$$

Dikarenakan pada percobaan tersebut merupakan rangkaian Full Wave Rectifier yang menggunakan dioda bridge maka terjadi pengurangan tegangan oleh dioda sebesar 1,4V sehingga menjadi $16,968 - 1,4 = 15,568 \text{ V}$.

$$\begin{aligned} I &= \frac{V_{\text{dcmax}}}{R} \\ &= \frac{15,568}{10000} \\ &= 1,5568 \text{ mA} \end{aligned}$$

Lalu untuk mencari V_r , sebagai berikut:

$$\begin{aligned}V_r &= \frac{0,5 \times I \times T}{C} \\&= \frac{0,5 \times 0,0015568 \times 0,02}{0,0000001} \\&= 155,68 \text{ V}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Untuk nilai } V_{dcmin} &= V_{dcmax} - V_r \\&= 15,568 - 155,68 \\&= -140,112 \text{ V}\end{aligned}$$

Untuk mencari nilai V_{ripple}

$$\begin{aligned}V_{ripple} &= \frac{I_{load}}{F \times C} \\&= \frac{0,0015568}{50 \times 0,0000001} \\&= 311,36 \text{ V}\end{aligned}$$

G. KESIMPULAN

Berdasarkan praktikum tersebut dapat disimpulkan bahwa rangkaian filter merupakan rangkaian yang digunakan untuk memperkecil tegangan ripple yang biasa dihasilkan oleh rangkaian fullwave rectifier atau hallwave rectifier pada rangkaian DC.

Jenis filter berdasarkan komponen:

- Filter aktif
- Filter pasif

Jenis filter berdasarkan respon frekuensinya:

- LPF
- HPF
- BPF
- BRF/BSF

Untuk menghitung secara teori kita dapat menggunakan rumus berikut:

$$V_{out} = V_{in} \times \frac{X_c}{\sqrt{R^2 + X_c^2}}$$

$$= V_{in} \frac{X_c}{Z}$$

$$X_c = \frac{1}{2\pi f_c}$$

$$Z = \sqrt{R^2 + X_c^2}$$

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

$$dB = 20 \log \frac{V_{out}}{V_{in}}$$

H. REFERENSI

- a) Tony R. Kuphaldt, "Lessons In Electric Circuits, Volume I – DC", Fifth Edition, lastupdate October 18, 2006.
- b) Anant Agarwal, Jeffreyh.lang," Foundations of Analog and Digital ElectronicCircuits" 2005.
- c) Michael Tooley BA,"ELECTRONIC CIRCUITS: FUNDAMENTALS AND APPLICATIONS", Formerly Vice Principal, Brooklands College of Further andHigher Education.