



LABORATORIUM ELEKTRONIKA MIKRO DAN SISTEM TERTANAM
DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO · FAKULTAS TEKNOLOGI ELEKTRO
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

Analisa Rangkaian RLC dan Transformator



NAMA : Ikhwanul Abiyu
NRP : 5024211048



MODUL IV

ANALISA RANGKAIAN RLC DAN TRANSFORMATOR

1. Tujuan Percobaan

- 1) Mempelajari pengaruh impedansi R, L, dan C terhadap perubahan frekuensi.
- 2) Mempelajari rangkaian RLC seri.
- 3) Mempelajari rangkaian RLC paralel.
- 4) Mempelajari pengaruh medan dua kumparan yang berdekatan.

2. Peralatan yang digunakan

- 1) Board
- 2) Power Supply
- 3) Multimeter
- 4) Kapasitor 2.2 μF
- 5) Induktor 10 mH
- 6) Resistor 1 k Ω
- 7) Transformator

3. Referensi

Buku "Rangkaian Listrik I" dan "Rangkaian Listrik II" oleh William Hyat

4. Teori Dasar

Pada rangkaian elektronika, resonansi terjadi bila reaktansi induktif dan reaktansi kapasitif sama besar, sehingga rangkaian bersifat resistif murni. Ketika rangkaian RLC diberi sumber tegangan dengan frekuensi yang diubah-ubah, maka didapatkan grafik impedansi dan terlihat bahwa impedansi minimum terjadi pada frekuensi resonansi.

Pada saat rangkaian seri RLC yang diberi sumber tegangan AC dengan frekuensi tertentu akan menimbulkan impedansi minimum serta terjadi resonansi yang berakibat pada berubahnya nilai arus dan tegangan. Sama halnya dengan rangkaian seri RLC, pada rangkaian paralel RLC akan terjadi suatu fenomena tertentu yang diakibatkan oleh adanya perubahan frekuensi sumber

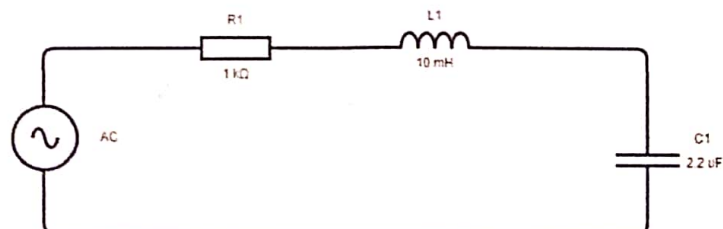
5. Tugas Pendahuluan

- 1) Pengertian frekuensi resonansi dan turunan rumus!
- 2) Mengapa kumparan bisa menginduksikan kumparan lain? jelaskan dengan gambar dilengkapi rumus (teori fluks)!
- 3) Jelaskan apa yang dimaksud dengan efisiensi trafo!

6. Prosedur Percobaan

PERHATIAN: WAJIB MENGHUBUNGI ASISTEN SEBELUM MENYALAKAN POWER SUPPLY

A. Rangkaian RLC Seri



Gambar 4.1

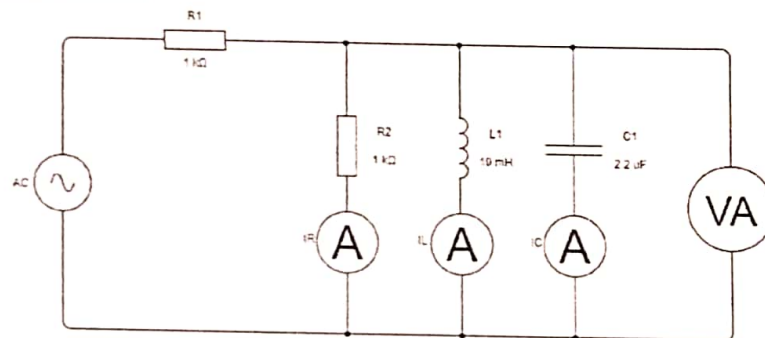
1. Buat rangkaian seperti pada Gambar 4.1 diatas!
2. Atur generator sinusoidal agar memberikan tegangan output sebesar 5 Vrms dengan frekuensi 200 Hz.

3. Ukur arus pada rangkaian. Kemudian ukur tegangan pada resistor, kapasitor, dan induktor. Catat hasil percobaan pada Tabel 4.1.
4. Ulangi percobaan diatas dengan mengubah – ubah frekuensi sesuai Tabel 4.1.

Tugas Analisa

1. Bagaimana hubungan X_C , X_L , dan Z terhadap frekuensi? Gambarkan grafiknya.
2. Apa yang terjadi pada saat terjadi resonansi? Jelaskan sebab terjadinya dan akibatnya terhadap arus dan tegangan.
3. Hitung frekuensi resonansi dari percobaan diatas dan apakah hasil yang anda hitung sesuai dengan frekuensi saat impedansi minimum dari hasil percobaan.

B. Resonansi Paralel



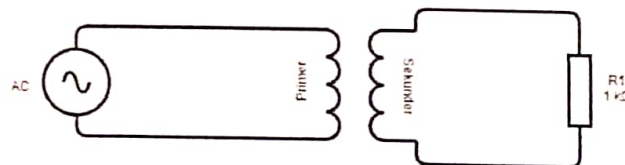
Gambar 4.2

1. Rangkailah komponen seperti Gambar 4.2.
2. Atur generator sinusoidal agar memberikan tegangan output sebesar 5 Vrms dengan frekuensi 200 Hz.
3. Ukur nilai V_A , I_{total} , I_R , I_L , dan I_C seperti pada gambar. Catat hasilnya pada Tabel 4.2.

Tugas Analisa

1. Analisa magnitude dan arah dari arus resultan dengan diagram fasor sesuai dengan data percobaan
2. Apa yang terjadi pada I pada saat terjadi frekuensi resonansi? Gambarkan grafik I terhadap frekuensi.
3. Carilah impedansi saat terjadi beresonansi. Apakah impedansi tinggi atau rendah? Jelaskan.

C. Transformator



Gambar 4.3

1. Rangkailah komponen seperti pada Gambar 4.3.
2. Pasang output generator pada 2 Vrms, 3.5 kHz.
3. Ukur tegangan pada kumparan primer (V_p) dan arus (I_p) menggunakan multimeter.
4. Pindahkan voltmeter, dan ukur tegangan kumparan sekunder (V_s).

5. Hitung besar arus sekunder dan isi tabel dibawah ini
6. Ulangi hal diatas, dengan input tegangan 4 Vrms, 6 Vrms dan 7 Vrms. Kemudian catat hasilnya dalam Tabel 4.3.

Tugas Analisa

1. Apa yang dapat anda simpulkan dari ratio V_p/V_s dengan V_p yg diubah-ubah?
2. Apa yang terjadi dengan ratio I_p/I_s ?
3. Apa hubungan dari V_p/V_s dan I_p/I_s ? Mengapa demikian!

DATA PERCOBAAN **MODUL IV**

A. RLC Seri

Tabel 4.1

Frekuensi (Hz)	I (mA)	V _R (Vrms)	V _C (Vrms)	X _C (Ω)	V _L (Vrms)	X _L (Ω)	Z _{total} (Ω)
200	4,27	4,332	1,896	361,7	0,061	12,5	1039
400	4,54	4,603	1,024	180,8	0,119	25,1	1012
600	4,6	4,661	0,694	120,5	0,178	37,6	1003
800	4,62	4,677	0,531	90,4	0,237	50,2	1000,8
1000	4,63	4,681	0,429	72,3	0,296	62,8	1000
1200	4,64	4,678	0,36	60,2	0,354	75,3	1000,1
1400	4,64	4,671	0,31	51,6	0,411	87,4	1000,6
1600	4,63	4,66	0,273	45,2	0,463	100,5	1001
1800	4,63	4,647	0,243	40,1	0,524	113,04	1002
2000	4,62	4,631	0,219	36,1	0,58	125,6	1004

B. RLC Paralel

Tabel 4.2

Frekuensi (Hz)	I _{total} (mA)	V _A (Vrms)	Z (Ω) V _A /I _{total}	I _R (mA)	I _C (mA)	X _C (Ω)	I _L (mA)	X _L (Ω)
200	4,68	0,135	0,029	0,096	1,36	361,7	2,88	12,5
400	4,67	0,122	0,026	0,085	1,31	180,8	2,86	25,1
600	4,63	0,137	0,030	0,093	1,31	120,5	3,11	37,6
800	4,54	0,205	0,045	0,14	1,92	90,4	3,78	50,2
1000	4,23	0,35	0,083	0,249	3,6	72,3	4,91	62,8
1200	3,78	0,497	0,131	0,359	5,47	60,2	5,5	75,3
1400	4,15	0,398	0,096	0,28	5,29	51,6	4,08	87,4
1600	4,43	0,283	0,064	0,196	4,49	45,2	2,74	100,5
1800	4,54	0,219	0,048	0,15	3,93	40,1	2,04	113,04
2000	4,59	0,191	0,042	0,131	3,63	36,1	1,78	125,6

C. Transformator

Tabel 4.3

V _{primer} (V)	I _{primer} (mA)	V _{sekunder} (V)	I _{sekunder} (mA)	V _p /V _s	I _p /I _s
2	0,06	0,215	0,18	9,302	0,3
4	0,16	0,439	0,4	9,217	0,4
6	0,26	0,651	0,62	9,217	0,419
7	0,31	0,759	0,73	9,223	0,421

TUGAS PENDAHULUAN

1. Pengertian frekuensi resonansi, dan turunan rumus!

Jawab :

Frekuensi resonansi terjadi jika reaktansi induktif dan reaktansi kapasitif memiliki nilai yang sama besar. Jika digambarkan dalam grafik sudut fase, kedua komponen bernilai 0.

Turunan rumus :

$$X_L = X_C \Rightarrow \omega L = 1/\omega C$$

$$\omega^2 = 1/LC$$

$$4\pi^2 f^2 = 1/LC$$

$$f^2 = 1/4\pi^2 LC$$

$$f = \sqrt{1/4\pi^2 LC}$$

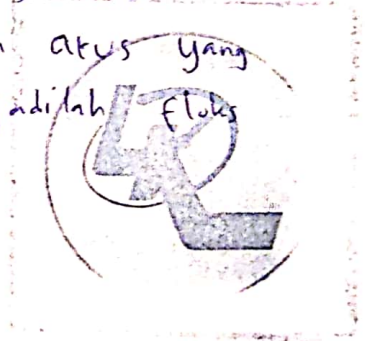
$$f = 1/2\pi \sqrt{1/LC}$$

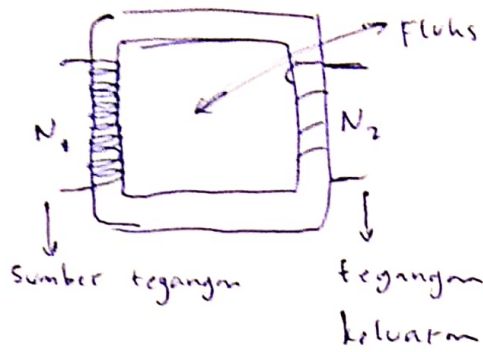
2. Mengapa kumparan bisa menginduksikan kumparan lainnya? Jelaskan dengan gambar dilengkapi rumus (teori fluks).

Jawab :

Jika pada trafo, satu kumparan dialirkan arus AC akan menghasilkan medan magnet yang diteruskan ke kumparan lain, karena arus yang mengalir - bolak - balik, maka terjadilah fluks magnetik.

(Gambar di halaman selanjutnya)





Tegangan Kumparan I

$$V_1 = N_1 \frac{d\Phi}{dt}$$

Tegangan Kumparan II

$$V_2 = N_2 \frac{d\Phi}{dt}$$

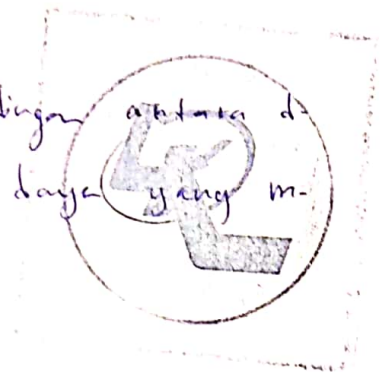
$$\frac{d\Phi}{dt} = \frac{d\Phi}{dt}$$

$$\text{Sehingga: } \frac{V_1}{V_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan efisiensi trafo!

Jawab:

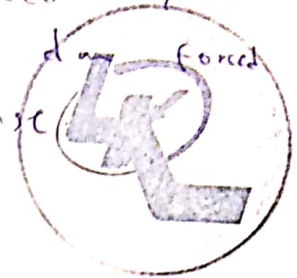
Efisiensi trafo adalah perbandingan antara daya yang keluar (P_{out}) dengan daya yang masuk (P_{in}).



DASAR TEORI

Rangkaian RLC atau rangkaian orde 2, merupakan rangkaian listrik yang harus diselesaikan dengan menggunakan persamaan differensial 2 tingkat. Rangkaian RLC merupakan gabungan dari rangkaian RL dan rangkaian RC. Jadi, di dalamnya terdapat Resistor, Induktor, dan Kapasitor. Rangkaian RLC dapat dirangkai secara seri maupun paralel. Sumber pada rangkaian RLC dapat berupa sumber arus maupun sumber tegangan. Rangkaian RLC juga erat kaitannya dengan saklar. Rangkaian RLC punya 3 kondisi, dan ini bergantung pada arah dari t , yaitu $t = 0^-$, $t = 0^+$, dan $t \rightarrow \infty$. Kita asumsikan saklar ketika $t = 0$, saklar mengarah ke luar (tidak switch), maka $t = 0^-$ adalah ketika saklar dalam posisi switch, kemudian $t = 0^+$ ketika saklar benar-benar baru dilepas dari posisi switch. Lalu $t \rightarrow \infty$ ketika saklar sudah dilepas dalam waktu lama. Pada rangkaian RLC tanpa sumber arus / sumber tegangan yang dirangkai secara seri, memiliki persamaan
$$\frac{d^2 i}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{di}{dt} + i \frac{L}{C} = 0.$$
 Selanjutnya

pingga melewati voltase stabil, lalu membentuk gelombang naik turun. Rangkaian RLC juga memiliki natural response dan forced response. Hasil jumlah dari natural response dan forced response adalah complete response.



DATA PERCOBAAN

frekuensi	I (mA)	V_R (Vrms)	V_C (Vrms)	X_C (Ω)	V_L (Vrms)	X_L (Ω)	Z_{total} (Ω)
200	4,27	4,552	1,896	361,7	0,061	12,5	1059
400	4,54	4,603	1,029	180,8	0,119	25,1	1012
600	4,6	4,661	0,699	179,5	0,178	37,6	1003
800	4,62	4,677	0,531	90,4	0,237	50,2	1000,8
1000	4,63	4,681	0,429	72,7	0,296	62,8	1000
1200	4,64	4,678	0,36	60,2	0,354	75,3	1000,1
1400	4,64	4,671	0,31	51,6	0,411	87,4	1000,6
1600	4,63	4,66	0,273	45,2	0,468	100,5	1001
1800	4,63	4,647	0,243	40,1	0,524	113,04	1002
2000	4,62	4,631	0,219	36,1	0,58	125,6	1004

Data di atas merupakan data dari percobaan RLC seri.

frekuensi	I (mA)	V_R (Vrms)	V_C (Vrms)	X_C (Ω)	V_L (Vrms)	X_L (Ω)	Z_{total} (Ω)
200	4,68	0,135	0,029	1,36	361,7	12,5	-
400	4,67	0,122	0,026	1,31	180,8	25,1	-
600	4,63	0,137	0,03	1,31	170,5	37,6	-
800	4,54	0,205	0,045	1,92	90,4	50,2	-
1000	4,23	0,135	0,055	3,6	72,3	62,8	-
1200	3,78	0,497	0,131	5,47	60,2	75,3	-
1400	4,15	0,398	0,096	5,29	51,6	87,4	-
1600	4,43	0,287	0,064	4,49	45,2	100,5	-
1800	4,54	0,219	0,048	3,93	40,1	113,04	-

2000	4,59	0,191	0,042	0,131	3,63	36,1	-
------	------	-------	-------	-------	------	------	---

Data di atas merupakan data dari percobaan RLC Paralel

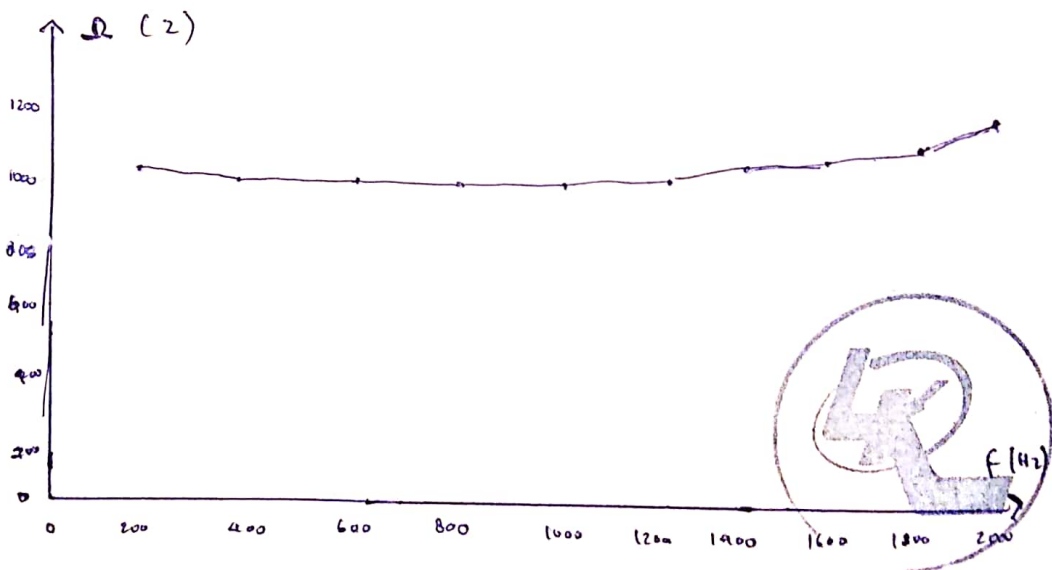
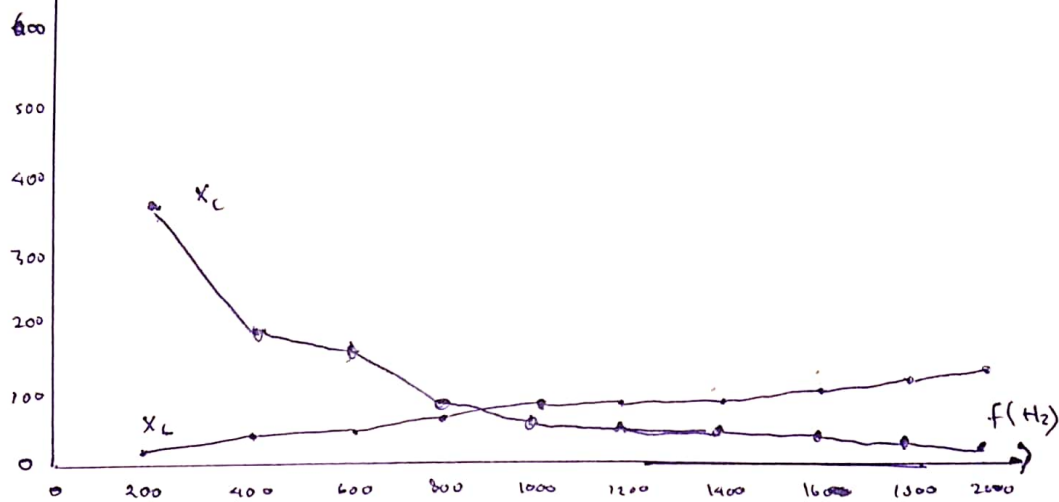
V_{primer}	I_p (mA)	V_s (V)	I_s (mA)	V_p/V_s	I_p/I_s
2 V	0,06	0,215	0,18	9,302	0,3
4 V	0,16	0,434	0,4	9,217	0,4
6 V	0,26	0,651	0,62	9,217	0,419
7 V	0,31	0,759	0,73	9,223	0,423

Data di atas merupakan data dari percobaan Transformator

ANALISA DATA

Pada praktikum modul ke-4, kita dapat mencari hubungan antara X_C , X_L , dan Z terhadap variasi frekuensi yang diberikan. Data yang diperoleh pada percobaan pertama yaitu RLC seri, diketahui nilai X_L berbanding lurus dengan frekuensi dan nilai X_C berbanding terbalik dengan

frekuensi
 $\Omega (X_C \text{ dan } X_L)$

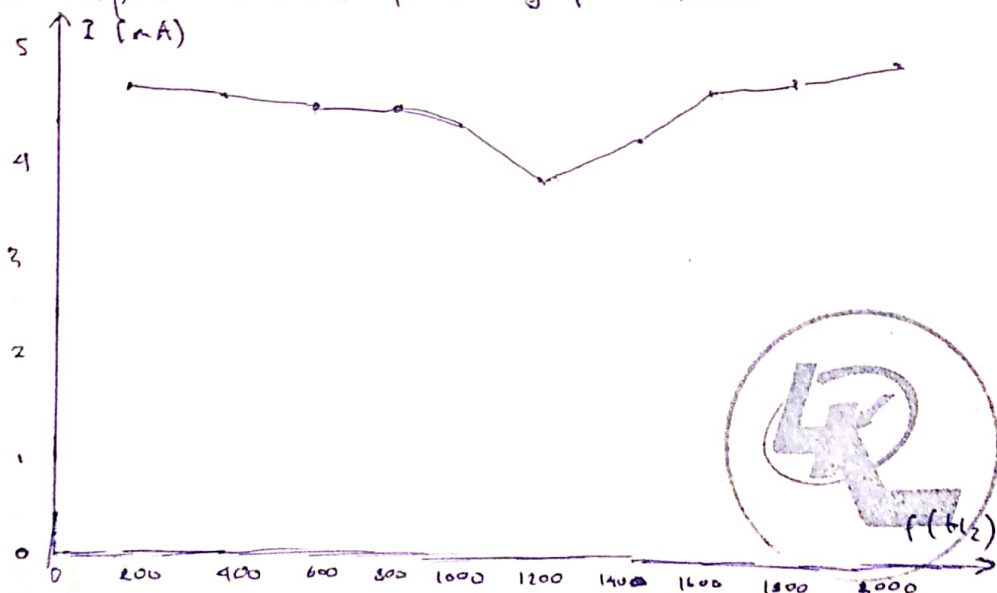


Dapat dilihat dari grafik di atas bahwa frekuensi di mana nilai X_L dan X_C sama. Nilai impedansi rangkaian berada pada nilai minimum. Frekuensi inilah yang disebut dengan frekuensi resonansi. Untuk mencarinya dapat menggunakan rumus $f = 1 / 2\pi\sqrt{LC}$, sehingga nilai frekuensinya adalah :

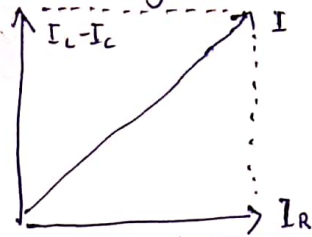
$$f = 1 / 2 \cdot 3,14 \cdot \sqrt{2 \cdot 10^{-2} \cdot 2 \cdot 10^{-6}}$$

$$= 1073,57 \text{ Hz.}$$

Diperoleh nilai resonansinya adalah 1073,57 Hz. Setelah mengetahui resonansi pada RLC Seri, selanjutnya mencari resonansi pada RLC Paralel. Pada RLC Paralel, resonansi terjadi saat impedansi bernilai maksimal, sehingga arus bernilai minimum. Hal ini dapat dilihat pada grafik berikut.



Selain itu, kita juga bisa mengetahui arah dari arus resultan dengan diagram.



I - didapatkan dari $I = \sqrt{(I_R)^2 + (I_L - I_C)^2}$. Untuk menghitung impedansi, dapat menggunakan rumus

$$Z = 1 / \sqrt{(1/R)^2 + (1/X_L - 1/X_C)^2}$$

Karena frekuensi resonansi terjadi di 1200 Hz, maka

$$Z = 1 / \sqrt{(1/1000)^2 + (1/75,3 - 1/60,2)^2}$$

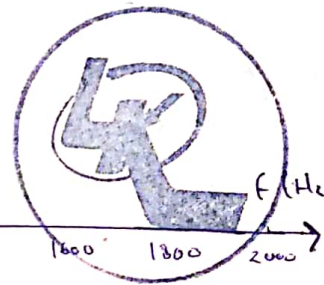
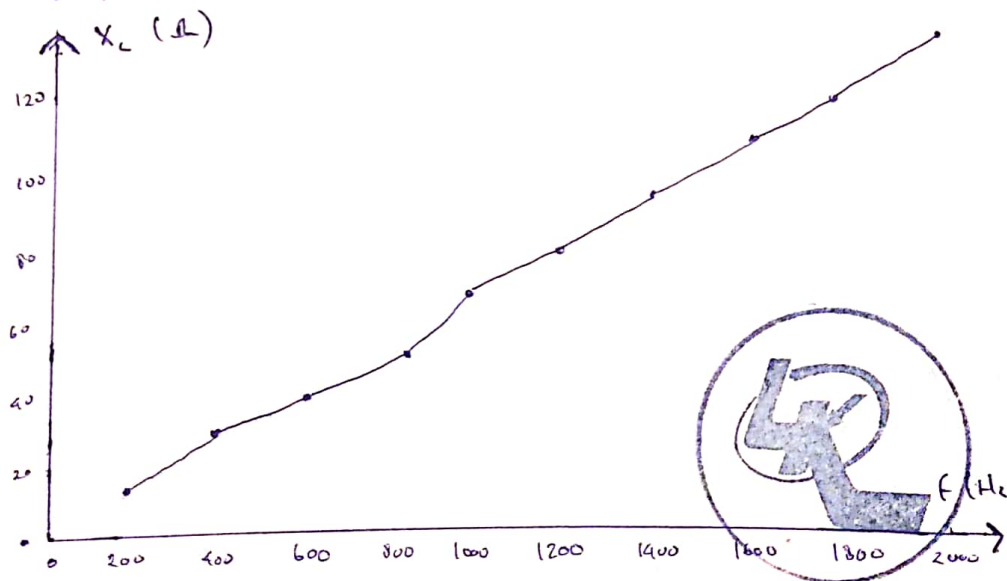
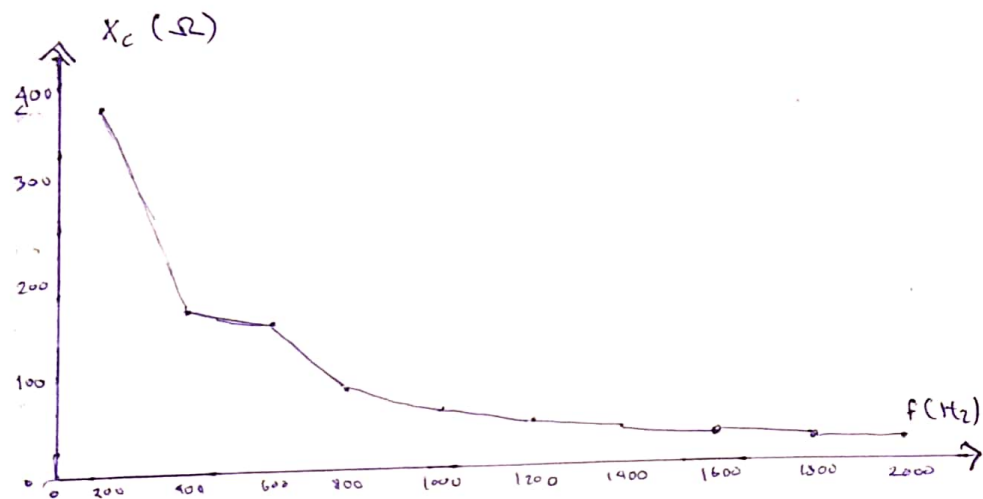
$$= 287,53 \, \Omega$$

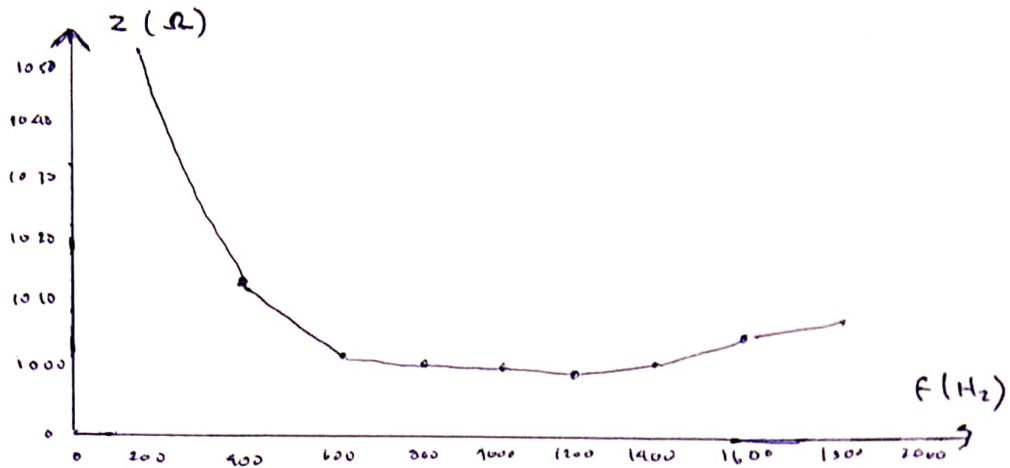
Jadi, impedansi maksimalnya adalah 287,53 Ω . Setelah percobaan rangkaian RLC seri dan RLC paralel selesai, percobaan selanjutnya adalah percobaan transformator. Pada percobaan ini diperoleh bahwa data V_p/V_s dengan I_p/I_s mempunyai hubungan terbalik. Sehingga nilai $V_p/V_s = I_s/I_p$, sesuai dengan teori trafo ideal.

TUGAS ANALISA

A: Rangkaian RLC seri

1. Hubungan ketiganya adalah X_L berbanding lurus dengan frekuensi, X_C berbanding terbalik dengan frekuensi. Sedangkan impedansinya akan membentuk grafik hipربولik. Di mana impedansi akan menjadi minimum pada saat terjadi resonansi.

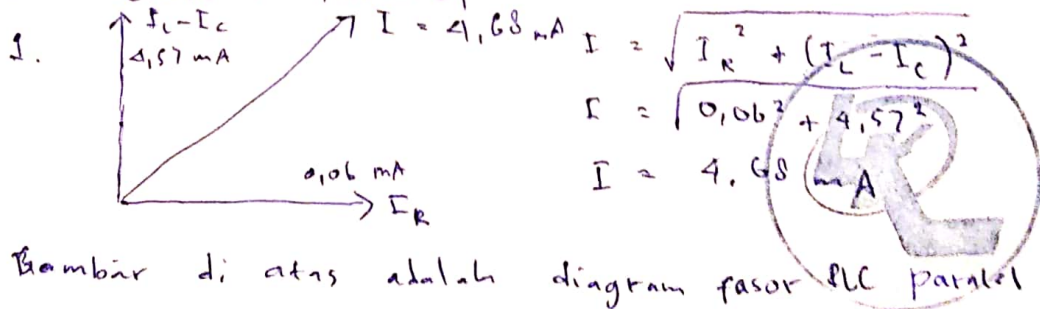




2. Saat terjadi resonansi, maka impedansi akan memiliki nilai minimum sehingga nilai arusnya maksimum, kemudian tegangan pada resistor memiliki nilai minimum, sedangkan tegangan pada kapasitor berbanding terbalik dengan frekuensi, tegangan pada induktor berbanding lurus terhadap frekuensi. Sehingga dapat dikatakan V_C dan V_L tidak dipengaruhi oleh resonansi.

3. $f = 1 / 2\pi\sqrt{LC} = 1 / 2 \cdot 3,14 \sqrt{10 \cdot 10^{-3} \cdot 2,2 \cdot 10^{-6}}$
 $= 1073 \text{ Hz}$. Berdasarkan data percobaan, diperoleh bahwa nilai frekuensi saat terjadi resonansi adalah 1200 Hz

B. Resonansi Paralel



TUGAS ASISTENSI

1. Sebutkan manfaat & aplikasi rangkaian RLC.

Jawab :

Manfaat dari rangkaian RLC yaitu :

- Rangkaian RLC digunakan dalam oscilator, yaitu untuk mengkalakan TV dan menerima gelombang radio.
- Rangkaian RLC dapat digunakan untuk sistem komunikasi maupun pemrosesan sinyal.
- Rangkaian RLC dapat digunakan untuk membesarkan tegangan, terutama untuk jenis rangkaian seri.

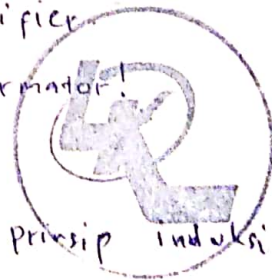
Adapun aplikasi rangkaian RLC yaitu :

- Pada RLC seri resonansi membuat impedansi minimum, sehingga arus menjadi maksimum, oleh karena itu resonansi pada rangkaian ini meningkatkan tegangan. Rangkaian RLC digunakan sebagai voltage amplifier.
- Pada RLC paralel, voltase maksimal dan arus meningkat pada saat terjadi resonansi. Sehingga digunakan sebagai current amplifier.

2. Jelaskan prinsip kerja transformator!

Jawab :

Kerja transformator didasarkan pada prinsip induksi



Elektromagnetik. Trafo menggunakan kumparan kawat yang ketika dialiri arus AC, maka akan menciptakan induksi elektromagnetik, yang nantinya menghasilkan medan magnet. Transformator menaikkan tegangan dengan jumlah lilitan kawat primer lebih sedikit dari jumlah lilitan kawat sekunder. Jika ingin menurunkan, lakukan hal sebaliknya.

3. Sebutkan 3 aplikasi transformator!

Jawab :

Penerapan trafo step-up :

- Listrik saat ditransfer ke sutet.
- Sistem pengapian pada kendaraan bermotor.

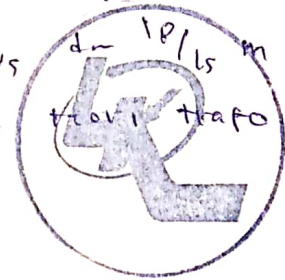
Penerapan trafo step-down :

- Power supply
- Las argon
- Listrik dari sutet ke kabel di jalan.



KESIMPULAN

Pada praktikum modul 4 ini, dapat disimpulkan bahwa nilai X_L berbanding lurus dengan frekuensi, sedangkan nilai X_C berbanding terbalik dengan frekuensi. Resonansi akan terjadi ketika nilai $X_L = X_C$ yang mana pada RLC seri akan mengakibatkan impedansi minimum. Sedangkan pada RLC paralel akan mengakibatkan impedansi maksimum. Kemudian pada RLC seri, rangkaian memiliki sifat kapasitif yang kemudian berubah menjadi induktif saat melewati frekuensi resonansi. Didapat juga bahwa kawat yang dililit pada suatu bahan konduktor akan membuat suatu induksi elektromagnetik yang merupakan prinsip kerja transformator. Terakhir, pada percobaan transformator, didapatkan bahwa V_p/V_s dan I_p/I_s memiliki hubungan terbalik, sehingga teori trafo ideal $V_p/V_s = I_s/I_p$ terbukti benar.



LAMPIRAN

Foto Bersama aslab saat asistensi

