Thí nghiệm mạch điện

Lời nói đầu

Mạch điện là môn học cơ sở làm nền tảng cho những sinh viên theo học ngành điện để có đủ ý kiến phân tích các trạng thái và thông số của một mạch điện hay hệ thống điện. Từ đó sinh viên tìm ra hướng giải quyết vấn đề của một mạch điện hay hệ thống điện. Nhằn đáp ứng nhu cầu đào tạo cho sinh viện hệ cao đẳng và đại học về các chuyên ngành công nghệ điện và điện tử, Khoa Điện xây dựng phòng thí nghiệm và biên soạn tài liệu: HƯỚNG DẪN THÍ NGHIỆM MẠCH ĐIỆN, với nội dụng gồm có 3 phần:

Phần I: Các bài thí nghiệm mạch điện trên mô hình vật lý
Phần II: Các bài thí nghiệm mô phỏng mạch điện trên bằng máy
Phần phụ lục: Hướng dẫn sử dụng phần mềm mô phỏng TINA Pro 7.0

Phòng thí nghiệm mạch điện còn giúp sinh viên biết cách sử dụng các thiết bị và linh kiện trong Tina Pro V7.0 để vẽ và mô phỏng mạch điện. Tạo sinh viên có khả năng vẽ và tiến hành chạy mô phỏng trên máy tính, để khảo sát các thông số và các đường đặc tuyến của những mạch điện. Hình thành cho sinh viên phương pháp mô phỏng các mạch điện trên máy tính cá nhân sử dụng chương trình TINA Pro và Pspice là nền tảng.

Tài liệu: HƯỚNG DẪN THÍ NGHIỆM MẠCH ĐIỆN, đã được Khoa Điện, Tổ bộ môn cơ sở kỹ thuật điện và quí thầy cô trong khoa Điện đóng góp ý kiến, bổ sung và chỉnh sửa cho tài liệu được hoàn chỉnh.

Tài liệu: HƯỚNG DẪN THÍ NGHIỆM MẠCH ĐIỆN, có tham khảo và sử dụng một số phần trong tài liệu: Hướng dẫn Thí Nghiệm Mạch Điện của trường Đại Học Bách Khoa TP. HCM

Tôi chân thành cảm ơn khoa Điện, Tổ bộ môn cơ sở kỹ thuật điện và quí thầy cô trong khoa Điện đã đóng góp ý kiến cho tài liệu được hoàn chỉnh. Đây là lần biên soạn đầu tiên, cho nên có những sai sót, mong nhận được những ý kiến đóng góp cho lần tái bản sau được hoàn thiện hơn.

Địa chỉ liên hệ: Phòng thí nghiệm mạch điện – Bộ cơ sở kỹ thuật điện – khoa Điện – Trường đại học Công Nghiệp TP. HCM.

TP. HCM, ngày 18 tháng 10 năm 2006
Châu Văn Bảo

Thí nghiệm mạch điện

MỤC LỤC

Lời nói đầu

Phần I: THÍ NGHIỆM MẠCH ĐIỆN

Bài 1 ..... Trang 3

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG THIẾT BỊ ĐO

Bài 2 11

KHẢO SÁT CÁC THÔNG SỐ ĐẶC TRƯNG CỦA MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU MỘT PHA

Bài 3 22

KHẢO SÁT MẠCH BA PHA

Bài 4 33

MẠNG HAI CỬA TUYẾN TÍNH KHÔNG NGUỒN

Bài 5 40

MẠCH CỘNG HƯỞNG R – L - C

Bài 6 46

QUÁ TRÌNH QUÁ ĐỘ MẠCH TUYẾN TÍNH

Bài 7 59

MẠCH KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN

Bài 8 69

MẠCH PHI TUYẾN

Phần II: MÔ PHỎNG MẠCH ĐIỆN

Bài 9 87

MẠCH THÉVENIN-NORTON

Bài 10 90

KIỂM CHỨNG CÁC ĐỊNH LÝ MẠCH

Bài 11 95

NGUYÊN LÝ TRUYỀN CÔNG SUẤT CỰC ĐẠI CỦA MẠNG MỘT CỬA

Bài 12 101

ĐẶC TUYẾN BIÊN TẦN VÀ PHA TẦN CỦA NHÁNH

Bài 13 110

MẠCH LỌC ĐIỆN THỤ ĐỘNG

Bài 14 119

MẠCH BA PHA

Phần phụ lục: 137

HƯỚNG DẪN PHẦN MỀM MÔ PHỎNG TINA Pro 7.0

Tài liệu tham khảo 147

PHẦN I: THÍ NGHIỆM MẠCH ĐIỆN

BÀI 1

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG CÁC THIẾT TRONG PHÒNG THÍ NGHIỆM

1.1. MỤC ĐÍCH

Giúp sinh viên nắm vững các thao tác sử dụng các thiết bị đo như: volt kế, ampere kế, watt kế, VOM, máy phát sóng, oscilloscope ... và các thiết bị khác trong phòng thí nghiệm.

1.2. CÁC THIẾT BỊ SỬ DỤNG THÍ NGHIỆM

- Variac 1 pha và 3 pha.
- VOM (có loại chỉ thị kim và loại hiển thị số).
- Volt kế (loại AC và DC).
- Ampere kế (loại AC và DC).
- Watt kế (1 pha và 3 pha).
- Cosφ.
- Dao động ký (Oscilloscope)
- Máy vi tính.
- Các linh kiện: R, L, C.

1.3. THỜI GIAN

- ✓ Hướng dẫn lý thuyết: 225 phút.
- ✓ Làm thí nghiệm: 0 phút.

1.4. GIỚI THIỆU

1.4.1. VOLT KẾ (Voltmeter)

1.4.1.1. VOM

- *Cắm các que đo:* que đen tại COM và que đỏ tại V-Ω (hình 1.1).
- *Chọn đúng chức năng đo:*
  - Chọn DCV: đo Volt một chiều.
  - Chọn ACV: đo Volt xoay chiều.
- *Chọn đúng tầm đo (Range):* Về nguyên tắc, tầm chỉ được chọn sao cho vừa đủ lớn hơn đại lượng cần đo. Nếu chọn tầm quá lớn thì sai số phép đo. Nếu chọn tầm bé hơn đại lượng cần đo thì nếu là VOM có chỉ thị kim sẽ làm hư hỏng khung quay, còn VOM có chỉ thị số thì có báo hiệu overload (OL).

- *Chọn đúng thang chia (Scale):* Tùy theo tầm và chức năng đo, người ta chọn thang chia thích hợp để đọc số liệu. Các thang chia đo áp cũng sẽ ghi rõ chúng được dùng cho tín hiệu AC hoặc DC và ở tầm bao nhiêu.

Hình 1.1a: Analog VOM

Hình 1.1b: Digital VOM

- *Giá trị đọc trên Volt kế là trị hiệu dụng (RMS Value)*
- *Đo nóng (nối song song):* VOM dùng như Volt kế có thể đo nóng, tức là đo khi mạch đang có điện. Và Volt kế mắc vào mạch song song với tải cần đo áp. Về mặt lý thuyết mạch, Volt kế được xem là tương đương với một trở kháng Rv có giá trị vô cùng lớn (hở mạch).
- *Cực tính:* Đối với Volt kế AC không cần lưu ý cực tính que đo nhưng với Volt kế DC thì cần lưu ý điều này. Que đỏ luôn đặt vào cực tính + và que đen đặt vào cực tính – của điện áp DC cần đo.

1.4.1.2. VOLT KẾ CHUYÊN DỤNG

Các Volt kế chuyên dụng chỉ thị kim hay số thường có hai chức năng đo AC và DC. Việc chọn tầm, thang chia và cực tính que đo không khác gì VOM.

Lưu ý:

- Không được sử dụng VOLT AC để đo DC hay ngược lại.
- Khi sử dụng VOM để đo volt thì cẩn thận kiểm tra các vị trí các switch chọn chức năng trước khi đo.

1.4.2. AMPERE KẾ (AMPERMETER)

1.4.2.1. AMPERE KẾ CHUYÊN DỤNG (hình 1.2)

Đặc trưng về thiết bị đo Ampere là các Ampere kế chuyên dụng. Thông thường có các loại: AC Ampere; DC Ampere và AC – DC Ampere.

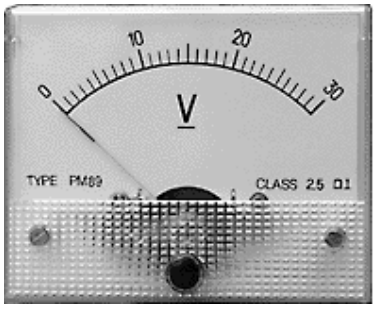
- Que đỏ cắm ở A, que đen cắm ở COM. Lưu ý có một số Ampere đo dong quá lớn thì vị trí cắm của que đo cũng đổi để thay đổi trở Shunt.
- Chọn đúng chức năng: Đo dòng DC (Chọn DCA) hay AC (Chọn ACA). Nếu Ampere kế chỉ có một chức năng thì không cần lưu ý điều này.

- Chọn đúng tầm và thang chia: Chọn như Volt kế.
- Giá trị đọc là trị hiệu dụng

Hình 1.2a: DC Ampere

Hình 1.2b: AC Ampere

- Đo nguội – Nối nối tiếp: Ampere kế chỉ có thể đo nguội, tức là chỉ được lắp mạch Ampere kế khi mạch không có điện. Sau đó muốn đọc giá trị trên Ampere kế thì ta cấp điện cho mạch (bật công tắc). Khi muốn đổi Ampere sang một vị trí khác thì ta ngắt điện trên mạch, đổi nối cho Ampere kế, rồi đọc số liệu mới... Nguyên tắc, Ampere kế mắc vào mạch nối tiếp với tải cần đo dòng. Về mặt lý thuyết mạch, Ampere kế được xem là tương đương với một trở kháng ra có giá trị vô cùng bé (ngắn mạch). Ampere kế đưa vào mạch có thể xem tương đương với một dây dẫn và làm ngắn mạch hai đầu của nó nên SV cần lưu ý khi chuyển mạch cho Ampere kế.
- Cực tính: Đối với Ampere kế AC không cần lưu ý cực tính que đo nhưng với Ampere kế DC thì cần lưu ý điều này. Dòng điện phải đi vào cực dương (+) của Ampere kế DC thông qua que đỏ và đi ra ở cực âm (-) thông qua que đen.



Hình1.2c : Volt kế chuyên dùng

Hình 1.2.d : Amper kế chuyên dùng

1.4.2.2. AMPERE KẸP

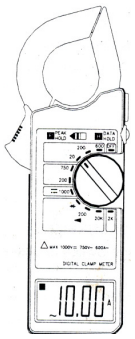
- Ampere kẹp không cần các thao tác mắc mạch phức tạp dựa trên nguyên lý cảm ứng từ là Ampere kẹp, có dạng như hình H.2.2, dùng để đo dòng AC và DC.

Sử dụng:

- Peak Hold: giữ gía trị lớn nhất mà Ampere kẹp đọc được.
- Data Hold: giữ giá trị khi ấn nút này trên màn hình.
- Các nút Peak và Data hold là các phím ON/OFF.

- Func. Selet: chọn chức năng đo, khi đo dòng nên chọn 20 A.
- Display: hiển thị giá trị đo.

Hình 1.3a: Ampere kẹp



Hình 1.3b: Ampere kẹp

1.4.3. WATT KẾ (WATTMETER)

Watt kế là dụng cụ sử dụng rất nhiều (Hình 1.4), khi thao tác trên nó cần lưu ý một số điểm sau:

Hình 1.4a: Watt kế 1 pha

Hình 1.4b: Watt kế 1 pha và 3 pha

1.4.3.1. XÁC ĐỊNH ĐÚNG CUỘN ÁP VÀ CUỘN DÒNG

Xác định hai đầu cuộn áp, hai đầu cuộn dòng, cực cùng tên của nó và các tầm đo thích hợp. Tầm đo chọn theo nguyên tắc: Dòng qua cuộn dòng phải đảm bảo bé hơn $I_{đm}$ của cuộn dòng và áp đặc vào cuộn áp phải đảm bảo bé hơn $U_{đm}$ của cuộn áp Watt kế.

1.4.3.2. NỐI WATT KẾ ĐO CÔNG XUẤT THEO NGUYÊN TẮC

Cuộn dòng nối tiếp với tải, cuộn áp song song với tải.

Khi nối cần lưu ý các điểm sau:

- Đường đậm nét diễn tả đường dòng điện quy ước.
- Các cực cùng tên phải đúng quy ước.
- Watt kế là thiết bị đo nguội, tức là thao tác cho nó khi không có điện, và các cuộn dây phải được nối đồng thời.

1.4.3.3. ĐỌC TRỊ SỐ

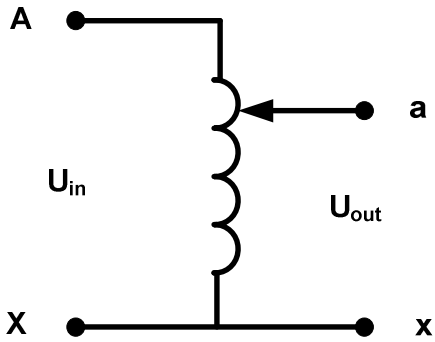
Đối với Watt kế một pha, mà các cuộn dây có nhiều giá trị $I_{đm}$ và $U_{đm}$ thì giá trị của công suất thực xác định từ giá trị công suất đọc theo công thức:

$P_{thực} = (P_{đọc})*(k_w)$

Với $k_w = (U_{đm}*I_{đm})$/ *Trị max của thang chia.*

1.4.4. BIẾN ÁP TỰ NGẪU (VARIAC)

Sơ đồ nguyên lí như trên hình 1.5a và các cọc ra dây như trên hình 1.5b. Ngõ vào A-X được nối với điện áp AC 220V và điện áp ra lấy trên hai cọc a-x là điện áp AC điều chỉnh được. Chiều xoay biến áp tự ngẫu theo chiều kim đồng hồ và chiều tăng của điện áp ra. Cọc X nên nối vào dây nguội của áp vào. Điện áp vào biến áp tự ngẫu thường lấy từ điện áp dây hay pha của nguồn ba pha.



Hình 1.5a: Variac 1 pha

Hình 1.5b: Variac 1 pha

1.4.5. MÁY PHÁT SÓNG (FUNCTION GENERATOR)

Máy phát sóng là một nguồn áp, như trên hình 1.6, trong đó tín hiệu phát ra thường là tín hiệu điều hòa, xung vuông hay xung tam giác. Giá trị E được gọi là DC của tín hiệu ra, và được chỉnh bằng nút chỉnh DC offset.

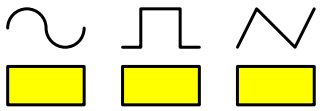
Hình 1.6: Máy phát sóng

Chỉnh máy phát sóng, ta cần chỉnh hai thành phần của tín hiệu ngõ ra: chỉnh biên độ và chỉnh tần số.

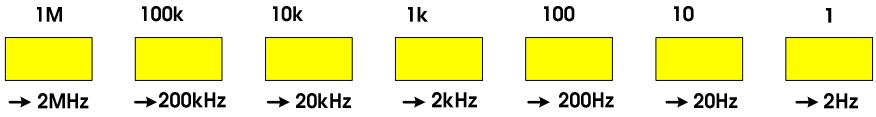
- *Chỉnh biên độ*: AMPLITUDE

LƯU Ý: chúng ta chỉ đọc được giá trị biên độ này khi đưa tín hiệu ngõ ra máy phát sóng vào dao động ký hoặc đọc trị hiệu dụng của nó nhờ một Volt kế đo tại ngõ ra.

- *Nút chỉnh dạng sóng:*

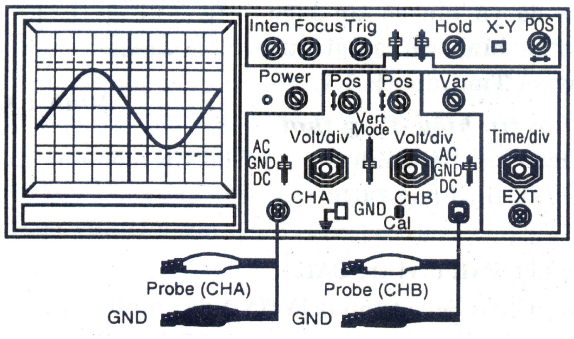


- *Chỉnh tần số:* FREQUENCY



1.4.6. DAO ĐỘNG KÝ (OSCILLOSCOPE)

1.4.6.1. HÌNH DẠNG: Như trên hình 1.7



Hình 1.7: Dao động ký

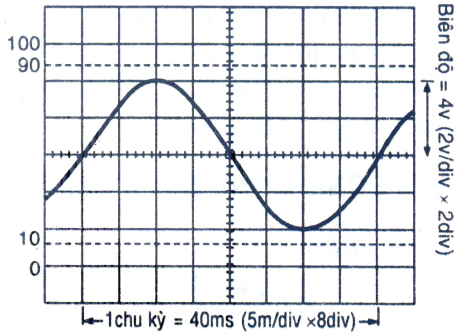
- Khối quét dọc: Có hai khối cho hai kênh. Các nút chỉnh chính:
  - POS: Chỉnh vị trí dọc.
  - VAR: Dùng CAL tín hiệu vào.
  - Volt/div: Giá trị một ô theo chiều dọc.
  - Select Input: Chọn kiểu nối ngõ vào.
- Khối quét ngang:
  - POS: Dời tín hiệu theo chiều ngang.
  - VAR Sweep: Dùng CAL quét ngang.
  - Time/div: Giá trị một ô theo chiều ngang.
- Khối Trigger:
  - Source: Nên chọn Alt hay CH1 để chọn đường tín hiệu trigger.
  - Coupling: Nên chọn Auto.
  - Trigger level và Hold off: Giúp trong việc giữ tín hiệu trên màn hình không bị trôi theo chiều ngang.
- Khối chọn chức năng: Chọn từ VERT MODE.

1.4.6.2. CÁC CHỨC NĂNG CƠ BẢN VÀ CÁCH CHỈNH

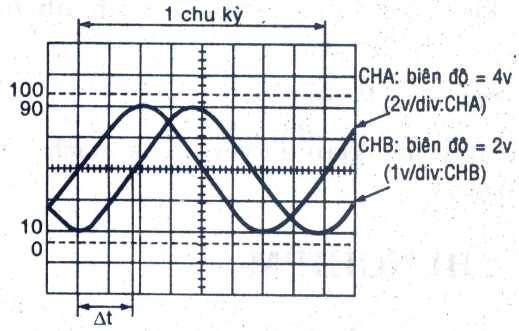
1.4.6.2.1. BIỂU DIỄN TÍN HIỆU THEO THỜI GIAN

- Đưa tín hiệu vào kênh A (CH1) hay B (CH2). Lưu ý ngõ tín hiệu và ngõ mass. Tín hiệu vào dao động ký bắt buộc là tín hiệu điện áp.
- VERT MODE chọn CH1 hay CH2 tùy theo tín hiệu đưa vào kênh nào. Khi quan sát một tín hiệu nên đưa vào kênh A (CH1).

- Kiểm tra các nút VAR ở vị trí CAL.
- Chọn Select Input là GND để chỉnh vạch sáng nằm ngang giữa màn hình bằng nút POS. Sau đó trả lại vị trí AC hay DC tùy mục đích quan sát tín hiệu.
- Chỉnh các nút Volt/div và time/div để tín hiệu hiện đủ trên màn hình.
- Giá trị biên độ và tần số tín hiệu được đọc từ ô màn hình và các giá trị của các nút Volt/div và Time/div (Hình 1.8)



Hình 1.8: Hiển thị tín hiệu trên dao động ký



Hình 1.9: Hiển thị 2 tín hiệu đồng thời trên dao động ký

1.4.6.2.2. BIỂU DIỄN HAI TÍN HIỆU ĐỒNG THỜI

- Đưa hai tín hiệu vào hai kênh A và B. Hai tín hiệu phải có cùng điểm mass.
- Vert Mode chỉnh Dual hay CHOP.
- Kiểm tra các nút VAR ở vị trí CAL.
- Với mỗi kênh, chọn Select Input là GND để chỉnh vạch sáng nằm ngay giữa màn hình bằng nút POS. Sau đó trả lại vị trí AC hay DC tùy mục đích quan sát tín hiệu.
- Chỉnh Time/div cho phù hợp với tần số tín hiệu. Chỉnh các nút Volt/div tương ứng với tín hiệu từng kênh sao cho dễ quan sát cả hai tín hiệu trên màn hình.
- Biên độ của mỗi tín hiệu xác định dựa vào giá trị Volt/div của kênh tương ứng (Hình 1.9).

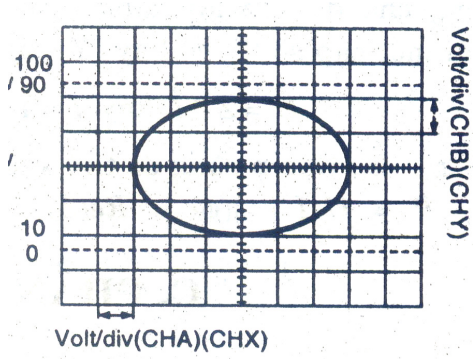
1.4.6.2.3. ĐO GÓC LỆCH PHA CỦA HAI TÍN HIỆU

Đưa hai tín hiệu vào hai kênh và hiển thị như hình 1.9. Góc lệch pha được xác định theo:

$$\varphi = \frac{\Delta t}{T} 630^0$$ Với T – chu kỳ của hai tín hiệu.

1.4.6.2.4. BIỂU DIỄN MỘT TÍN HIỆU THEO TÍN HIỆU KHÁC

- Đưa hai tín hiệu vào hai kênh A và B. Hai tín hiệu phải có cùng điểm mass.
- Chỉnh để quan sát được từng tín hiệu trên màn hình.
- Chuyển Vert Mode sang X-Y. (Có khi chức năng này nằm ở nút Time/Div).
- Chọn Select Input của cả hai kênh là GND để chỉnh điểm sáng nằm ngay trung tâm màn hình bằng nút POS của kênh B và nút POS ngang. Sau đó trả lại vị trí AC hay DC tùy mục đích quan sát tín hiệu (Hình 1.10).



Hình 1.10: Hiển thị một tín hiệu theo tín hiệu khác trên dao động ký

- **Đồ thị trên màn hình có hai trục đơn vị đều là Volt và đọc như sau:**
  - **Ô dọc đọc theo Volt/Div của kênh B (trục Y).**
  - **Ô ngang đọc theo Volt/Div của kênh A (trục X).**

BÀI 2

KHẢO SÁT CÁC THÔNG SỐ ĐẶC TRƯNG CỦA MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU MỘT PHA

2.1. MỤC ĐÍCH

Khảo sát các thông số đặc trưng của một mạch điện trong trường tác động là nguồn xoay chiều hình sin.

2.2. CÁC THIẾT BỊ SỬ DỤNG THÍ NGHIỆM

- Bảng thí nghiệm.
- Nguồn xoay chiều 220V.
- Variac 1 pha.
- Dây nối.
- VOM (hay Volt AC)
- Ampere AC.
- Watt kế.
- Cosφ.
- Dao động ký (Oscilloscope)
- Máy vi tính.
- Các linh kiện: R, L, C.

2.3. THỜI GIAN

- ✓ Hướng dẫn lý thuyết và mô phỏng trên máy tính: 45 phút.
- ✓ Làm thí nghiệm: 180 phút.

2.4. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Trong chế độ xác lập điều hòa, mỗi nhánh được đặc trưng bởi một cặp số (Z,φ).

$\dot{U} = Z.\dot{I}$ Với $\varphi = \varphi_u - \varphi_I$

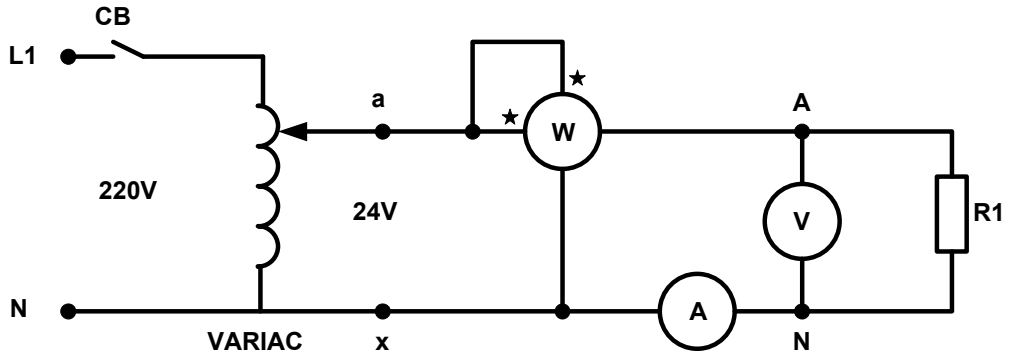
Góc φ có thể xác định qua giản đồ vectơ của mạch hay công suất; P = UICosφ.

2.5. PHẦN THÍ NGHIỆM

SV thực hiện thí nghiệm trên mô hình vật lý, để xác định các thông số điện áp, dòng điện, công suất S, công suất P, công suất Q, góc φ, và xem các dạng sóng điện áp, dòng điện trên dao động ký cho từng mạch sau:

2.5.1. MẠCH THUẦN TRỞ

a) SV mắc mạch như hình 2.1.



Hình 1.1: Mạch thuần trở

b) Chỉnh variac về 0V.
c) Đóng CB cấp điện cho mạch.
d) Chỉnh từ từ để ngõ ra variac là 24V.
e) Ghi các giá trị vào bảng 2.1.

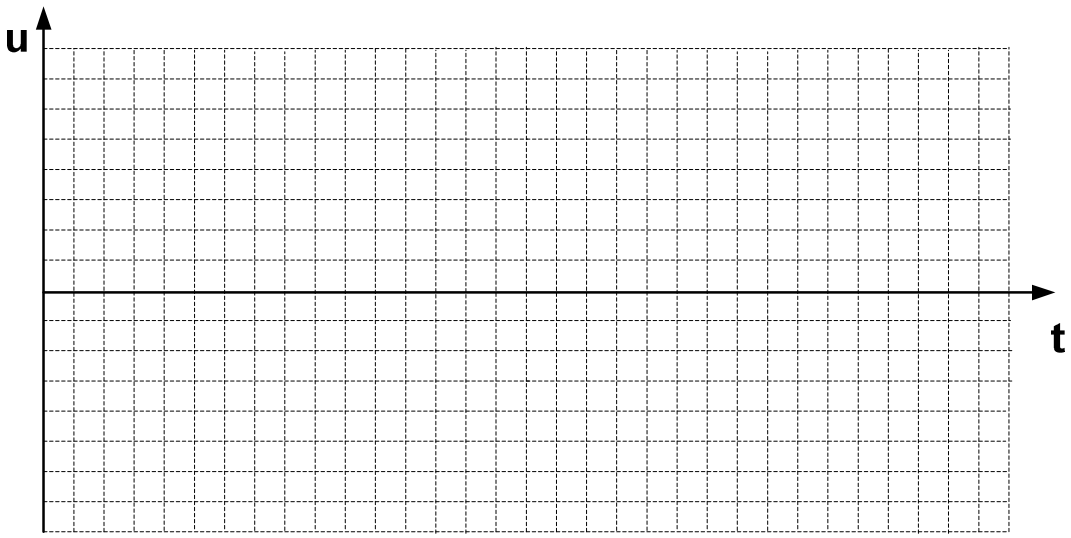
Bảng 2.1.

R (Ω)	Z (Ω)	U (V)	I (A)	P(W)
10Ω				

f) Từ các giá trị ở bảng 2.1. Tính các giá trị của những thông số sau:

S (VA)	Q (Var)	cosφ	φ (độ)

g) Dùng dao động ký đo ở điểm A và N, từ đó vẽ dạng sóng điện áp trên điện trở R và ghi lại giá trị điện áp biên độ, chu kỳ. Tính hiệu dụng V_{RMS} và tần số f.

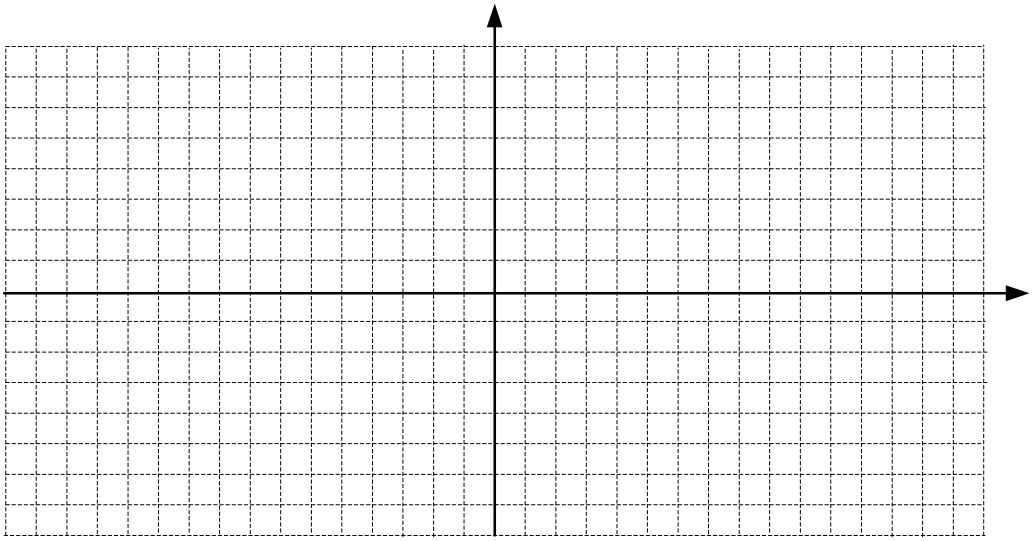


V_m =	V_{RMS} =
T =	f =

h) Ghi các thông số ở dạng cực của số phức.

Z (Ω)	Y (Ω)	U (V)	I (A)	S (VA)

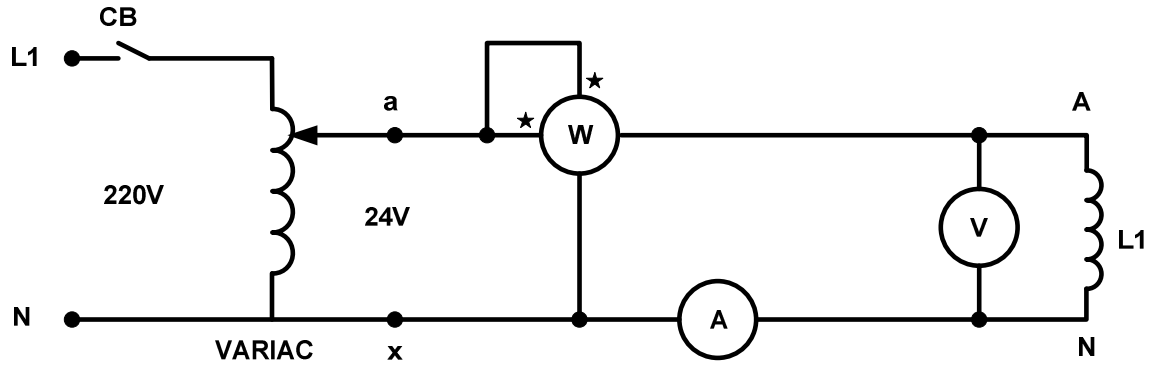
i) Vẽ giản đồ vectơ



j) Nhận xét

2.5.2. MẠCH CÓ TÍNH CẢM

a) Sinh viên mắc mạch như hình 2.1



Hình 2.1: Mạch có tính cảm

b) Chỉnh variac về 0V.

c) Đóng CB cấp điện cho mạch.

d) Chỉnh từ từ để ngõ ra variac là 24V.

e) Ghi các giá trị vào bảng 2.1.

f) Do điện nội R_L của cuộn dây L.

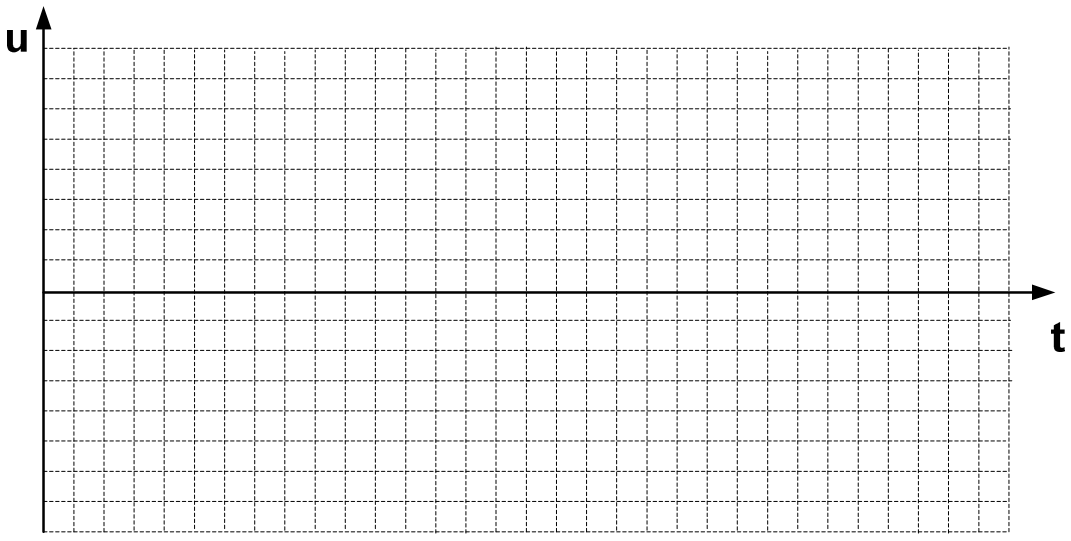
Bảng 2.1

R_L (Ω)	L (mH)	Z (Ω)	U (V)	I (A)	P (W)
	10				

f) Từ các giá trị ở bảng 2.1, tính các giá trị của những thông số sau:

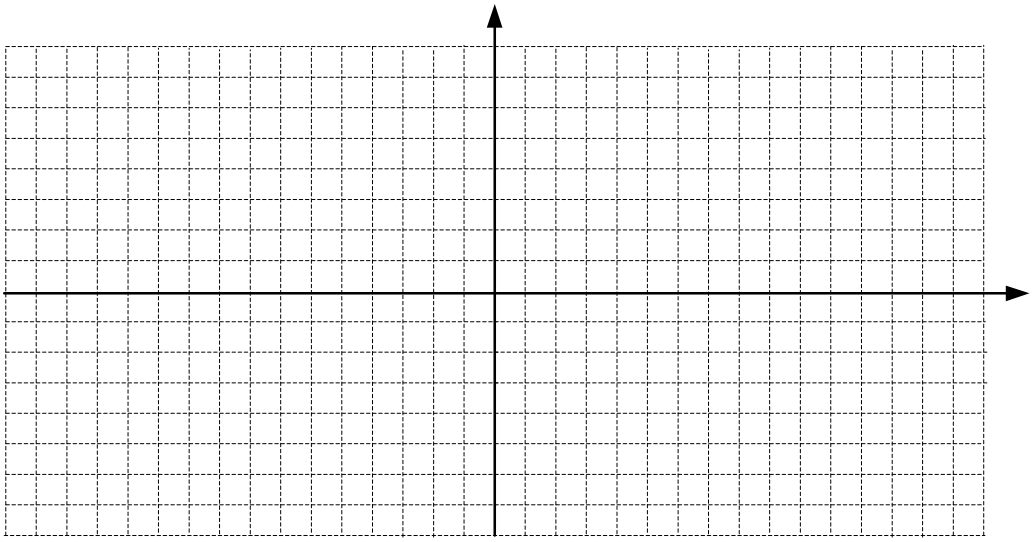
Y (Ω)	S (VA)	Q (Var)	cosφ	φ (độ)

g) Dùng dao động ký đo ở điểm A và N, từ đó vẽ dạng sóng điện áp trên L và ghi lại giá trị điện áp biên độ, chu kỳ. Tính hiệu dụng V_{RMS} và tần số f.



V_m =	V_{RMS} =
T =	f =

h) Vẽ giản đồ vectơ



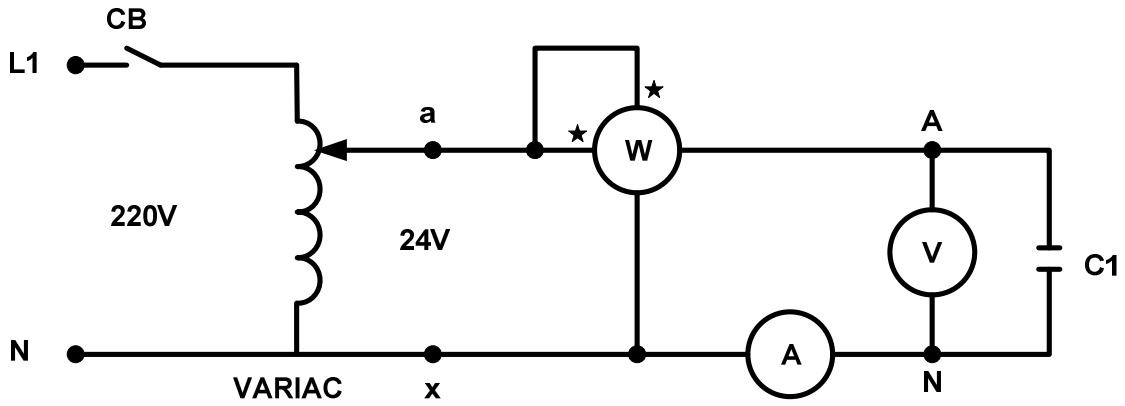
i) Ghi các thông số ở dạng cực của số phức.

Z (Ω)	Y (Ω)	U (V)	I (A)	S (VA)

j) Nhận xét

2.5.3. MẠCH THUẦN DUNG

a) Sinh viên mắc mạch như hình 2.3.



Hình 2.3: Mạch thuần dung

b) Chỉnh variac về 0V.

c) Đóng CB cấp điện cho mạch.

d) Chỉnh từ từ để ngõ ra variac là 24V.

e) Ghi các giá trị vào bảng 2.3.

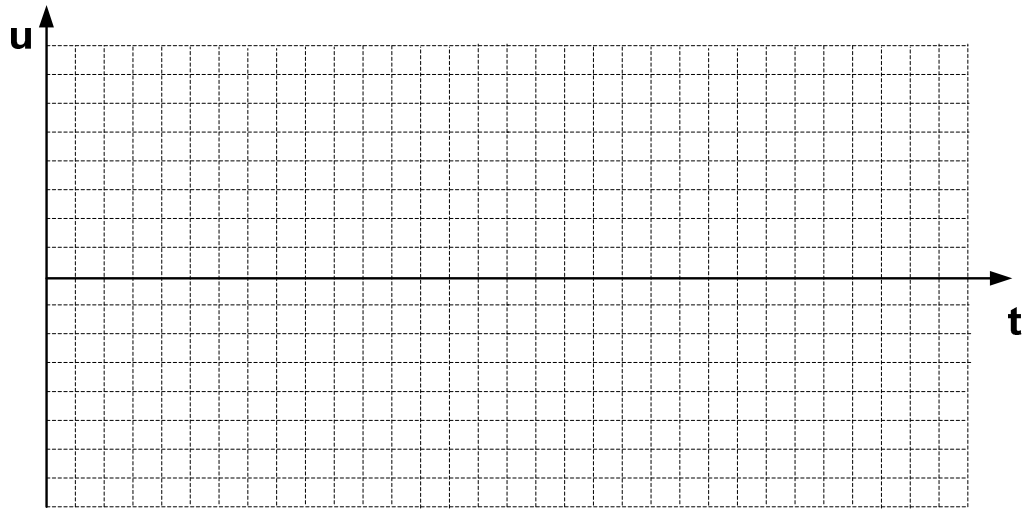
Bảng 2.3.

C (uF)	Z (Ω)	U (V)	I (A)	P(W)
10				

f) Từ các giá trị ở bảng 2.3, tính các giá trị của những thông số sau:

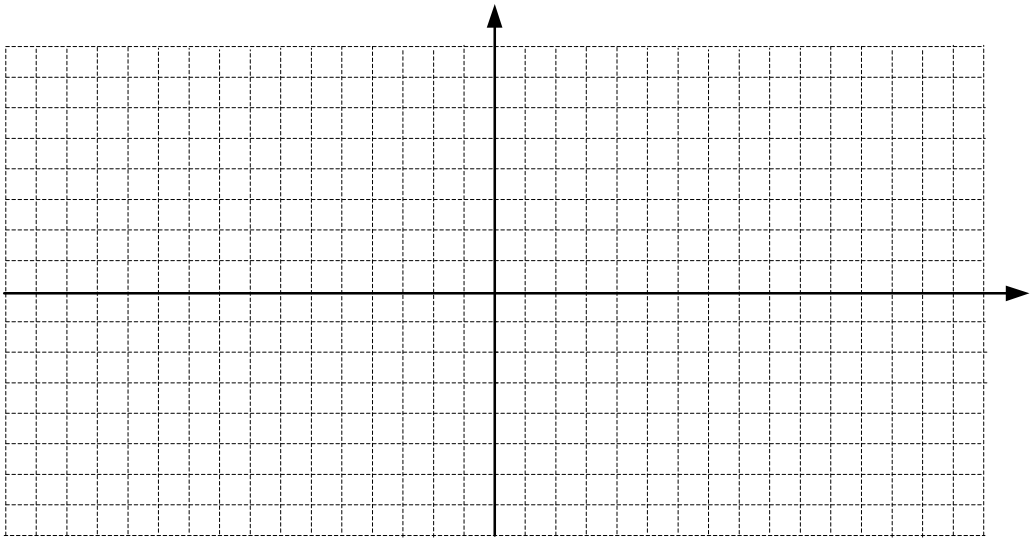
S (VA)	Q (Var)	cosφ	φ (độ)

g) Dùng dao động ký đo ở điểm A và N, từ đó vẽ dạng sóng điện áp trên C và ghi lại giá trị điện áp biên độ, chu kỳ.



V_m =	V_{RMS} =
T =	f =

h) Vẽ giản đồ vectơ



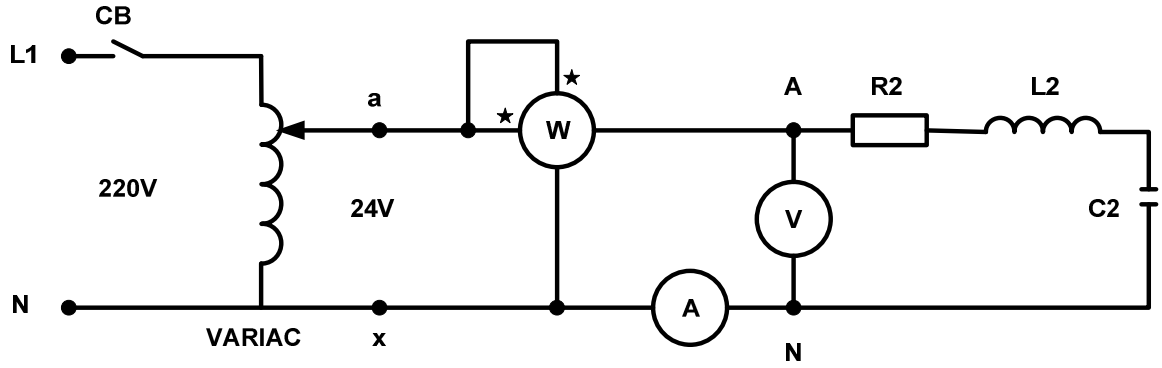
i) Ghi các thông số ở dạng cực của số phức.

Z (Ω)	Y (Ω)	U (V)	I (A)	S (VA)

j) Nhận xét

2.5.4. MẠCH R – L – C MẮC NỐI TIẾP

a) Sinh viên mắc mạch như hình 2.4.



Hình 2.4: Mạch R-L-C nối tiếp

b) Chỉnh variac về 0V.

c) Đóng CB cấp điện cho mạch.

d) Chỉnh từ từ để ngõ ra variac là 24V.

e) Ghi các giá trị vào bảng 2.4.

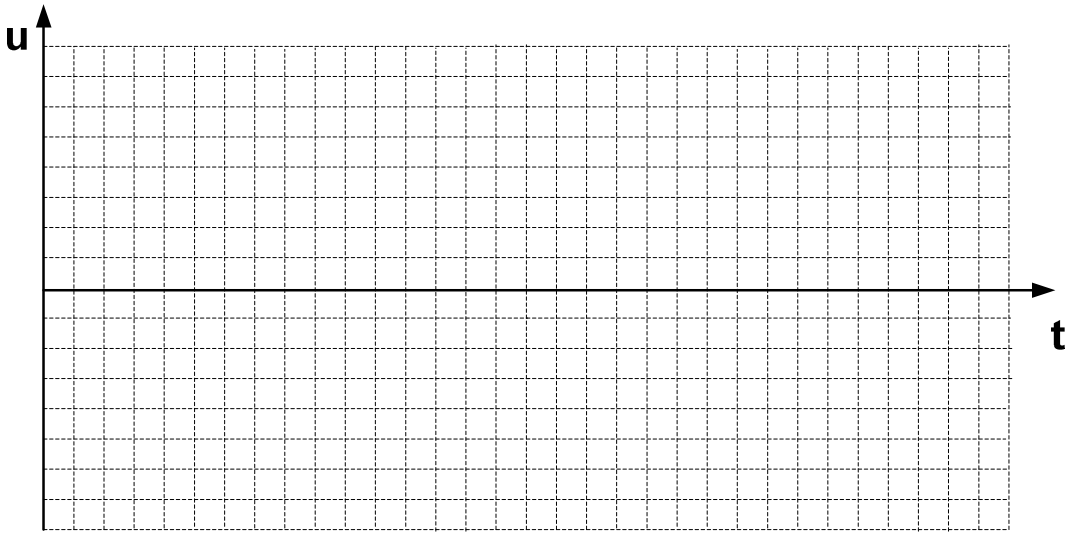
Bảng 2.4

R (Ω)	L (mH)	C(uF)	Z (Ω)	U (V)	I (A)	P(W)
50	10	8				

f) Từ các giá trị ở bảng 2.4, tính các giá trị của những thông số sau:

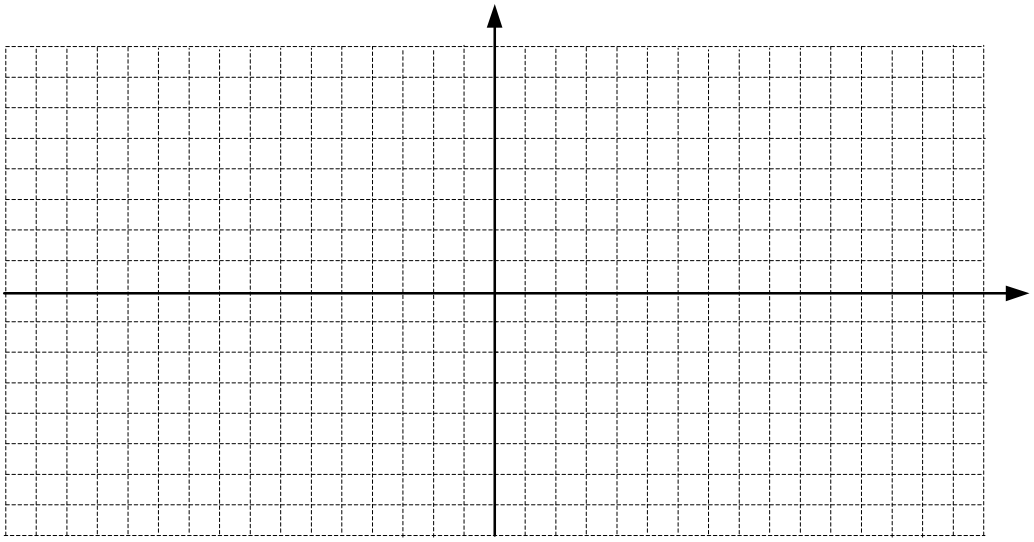
S (VA)	Q (Var)	cosφ	φ (độ)

g) Dùng dao động ký đo ở điểm A và N, từ đó vẽ dạng sóng điện áp trên R-L-C và ghi lại giá trị điện áp biên độ, chu kỳ.



V_m =	V_{RMS} =
T =	f =

h) Vẽ giản đồ vectơ



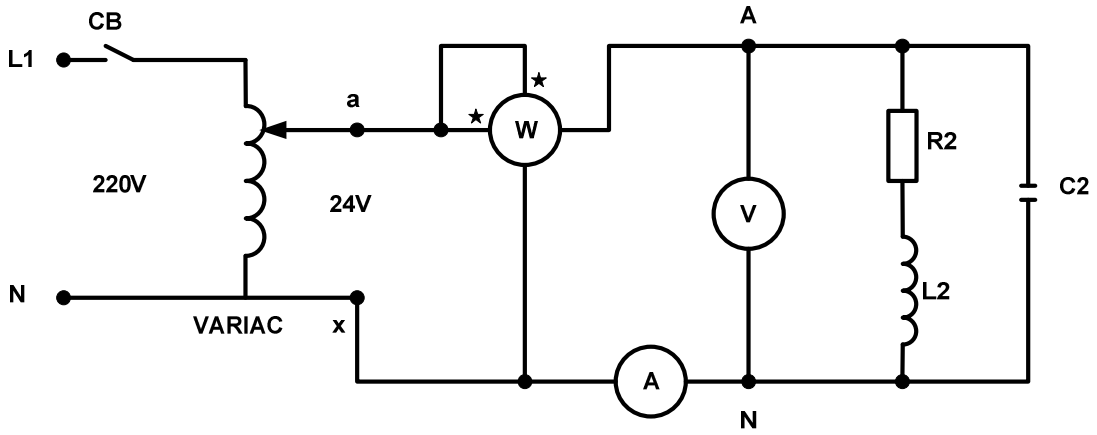
i) Ghi các thông số ở dạng cực của số phức.

Z (Ω)	Y (Ω)	U (V)	I (A)	S (VA)

j) Nhận xét

2.5.5. MẠCH R – L – C MẮC SONG SONG

a) Sinh viên mắc mạch như hình 2.5.



Hình 2.5: Mạch R-L-C mắc song song

b) Chỉnh variac về 0V.

c) Đóng CB cấp điện cho mạch.

d) Chỉnh từ từ để ngõ ra variac là 24V.

e) Ghi các giá trị vào bảng 2.5.

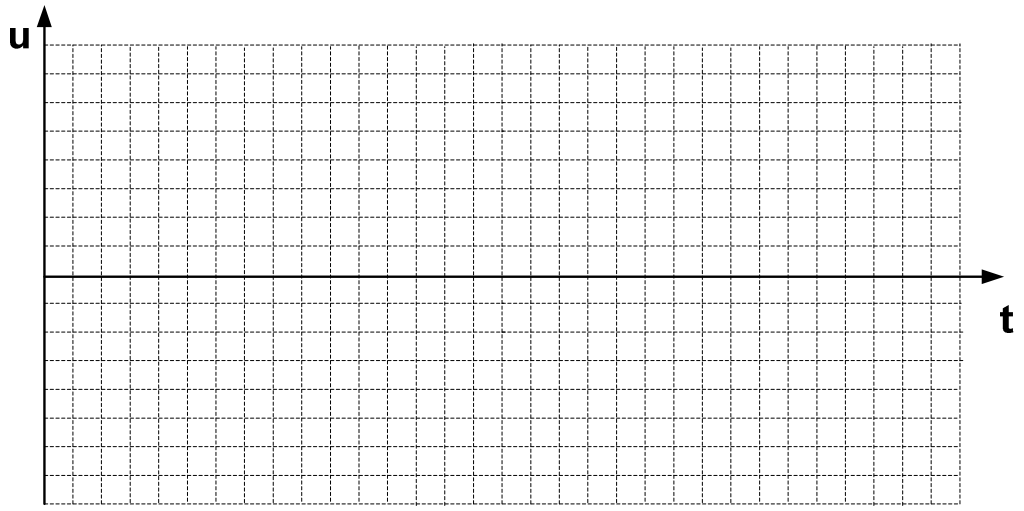
Bảng 2.5.

R (Ω)	L (mH)	C(uF)	Z (Ω)	U (V)	I (A)	P(W)
50	10	8				

f) Từ các giá trị ở bảng 2.5, tính các giá trị của những thông số sau:

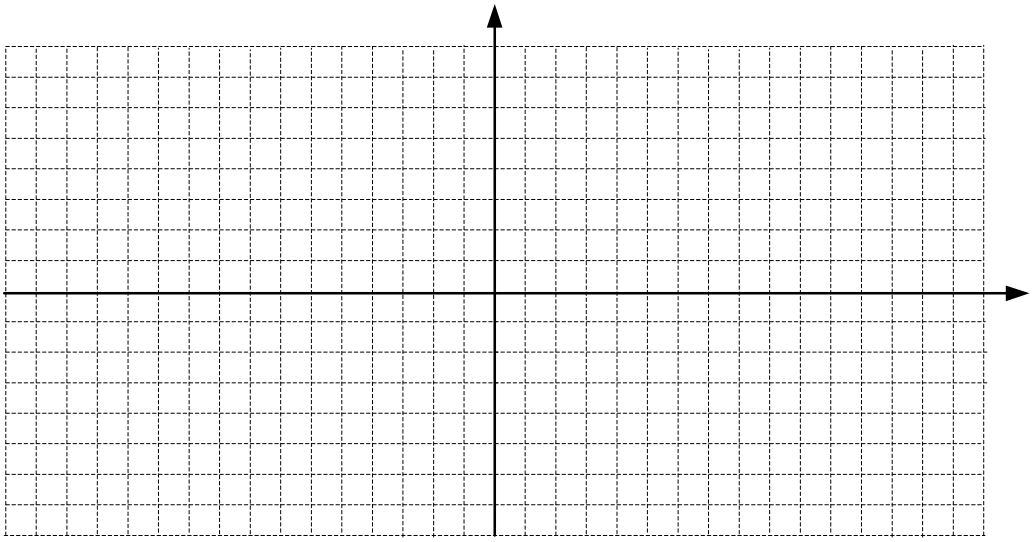
S (VA)	Q (Var)	cosφ	φ (độ)

g) Dùng dao động ký đo ở điểm A và N, từ đó vẽ dạng sóng điện áp trên R-L-C và ghi lại giá trị điện áp biên độ, chu kỳ.



V_m =	V_{RMS} =
T =	f =

h) Vẽ giản đồ vectơ



i) Ghi các thông số ở dạng cực của số phức.

Z (Ω)	Y (Ω)	U (V)	I (A)	S (VA)

j) Nhận xét

BÀI 3

KHẢO SÁT MẠCH BA PHA

3.1. MỤC ĐÍCH

Khảo sát hệ thống nguồn 3 pha cân bằng thông qua đường dây ba pha 4 dây có tổng trở hoặc không có tổng trở để cung cấp cho tải 3 pha cân bằng hay không cân bằng mắc Y hay mắc Δ . Tiến hành đo điện áp, dòng điện, công suất và hệ số công suất trên mạch ba pha.

Khảo sát trường dây trung tính bị dứt. Tiến hành đo điện áp, dòng điện trên các pha của hệ thống ba pha.

3.2. CÁC THIẾT BỊ SỬ DỤNG THÍ NGHIỆM

- Bảng thí nghiệm.
- Nguồn xoay chiều 3 pha.
- Dây nối.
- VOM (hay Volt AC)
- Ampere AC.
- Watt kế.
- Cosφ.
- Máy vi tính.
- Các linh kiện: R, L, C.

3.3. THỜI GIAN

- Hướng dẫn lý thuyết và mô phỏng trên máy tính: 45 phút.
- Làm thí nghiệm: 180 phút.

3.4. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Mạch ba pha là một hệ thống gồm ba sức điện động, ba tải và các dây nối chúng. Có hai cách mắc là mắc sao và tam giác. Trong từng trường hợp, cần lưu ý đến các công thức để xác định các thông số áp, dòng của pha và dây.

- Hệ thống 3 pha 4 dây Y - Y đối xứng:

$$\dot{I}_A = \frac{\dot{U}_{AN}}{Z_A}, \quad \dot{I}_B = \frac{\dot{U}_{BN}}{Z_B}, \quad \dot{I}_C = \frac{\dot{U}_{CN}}{Z_C}, \quad \dot{I}_N = \dot{I}_A + \dot{I}_B + \dot{I}_C,$$

- Hệ thống 3 pha 4 dây Y – tam giác đối xứng

$$\dot{U}_{AB} = \dot{U}_{AN} - \dot{U}_{BN}, \quad \dot{U}_{BC} = \dot{U}_{BN} - \dot{U}_{CN}, \dot{U}_{CA} = \dot{U}_{CN} - \dot{U}_{AN}$$

$$\dot{I}_{ab} = \frac{\dot{U}_{AB}}{Z_{ab}}, \quad \dot{I}_{bc} = \frac{\dot{U}_{BC}}{Z_{bc}}, \quad \dot{I}_{ca} = \frac{\dot{U}_{CA}}{Z_{ca}}$$

$$\dot{I}_A = \dot{I}_{ab} - \dot{I}_{ca}, \quad \dot{I}_B = \dot{I}_{bc} - \dot{I}_{ab}, \quad \dot{I}_C = \dot{I}_{ca} - \dot{I}_{bc}$$

Công suất biểu kiến: $\dot{S} = P_A + P_B + P_C + j(Q_A + Q_B + Q_C)$

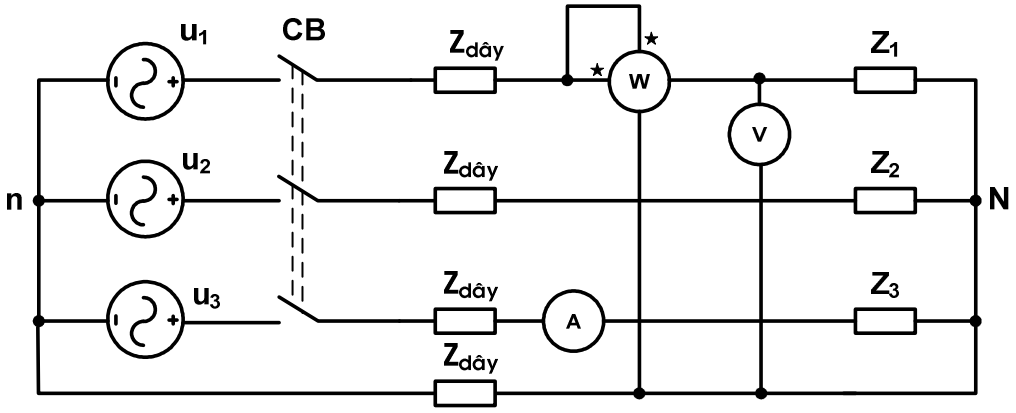
Hệ số công suất: $\cos\varphi = \frac{P}{S}$

3.5. PHẦN THÍ NGHIỆM

SV thực hiện thí nghiệm trên mô hình vật lý, để xác định các thông số điện áp, dòng điện, công suất S, công suất P, và hệ số công suất cosφ, và xem các dạng sóng điện áp, dòng điện trên dao động ký cho từng mạch sau (đường dây có tổng trở với $Z_{DÂY} = 5\Omega$).

3.5.1. HỆ THỐNG Y – Y CÂN BẰNG ($Z_{DÂY} = 5\Omega$)

a) SV mắc mạch như hình 3.1.



Hình 3.1: Hệ thống Y – Y cân bằng

b) Đóng CB cấp nguồn điện áp 3 pha: $u_1 = 50\sin(\omega t + 0^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 120^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 240^0)$ với tần số f = 50Hz cho mạch.

c) Mắc Watt kế để đo công suất P_2 và P_3 cho hai pha còn lại tương tự như trường hợp đo công suất P_1 ở hình 3.1.

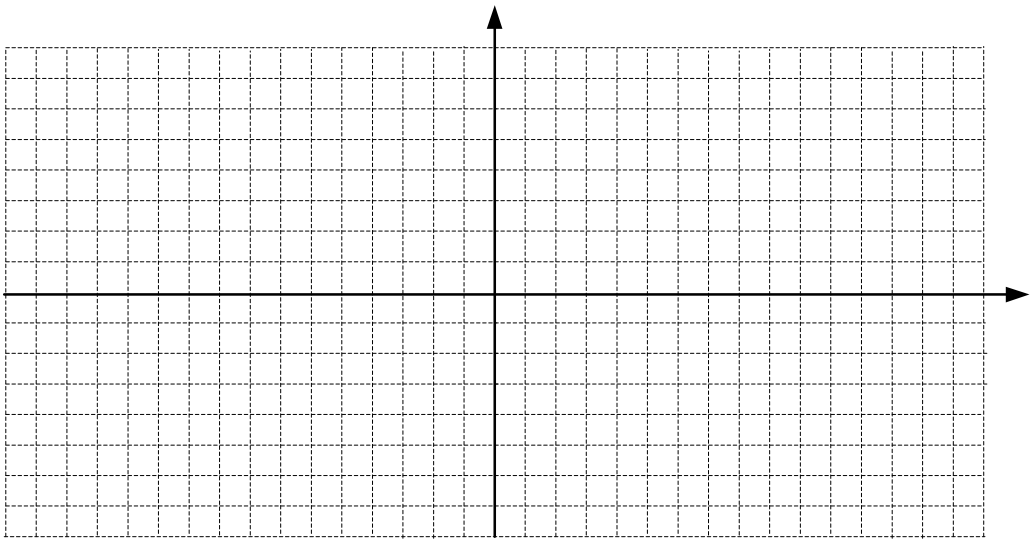
c) Ghi và tính các giá trị vào bảng 3.1.

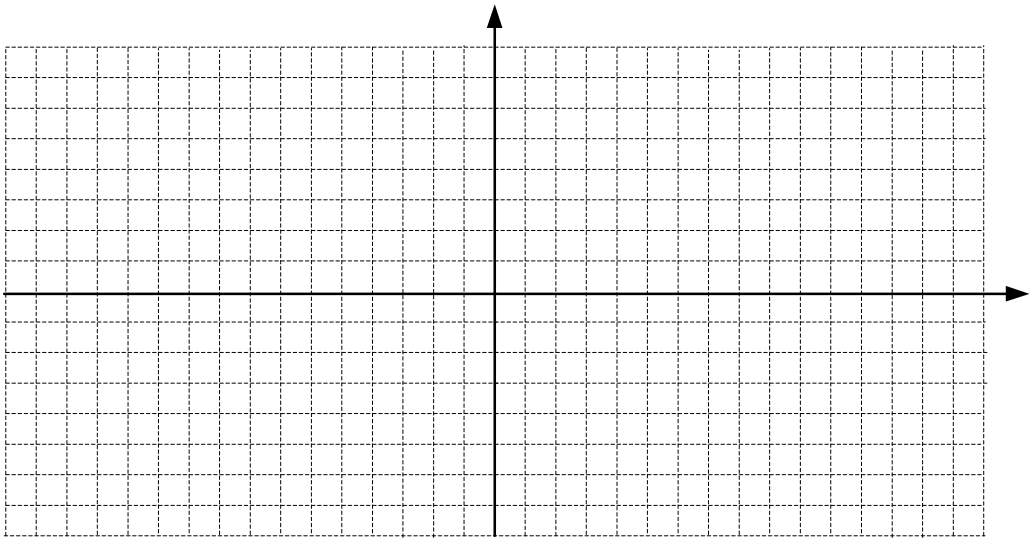
Bảng 3.1 (Thông số nào không có dạng số phức, thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)		100 + j0	
Z_2 (Ω)		100 + j0	
Z_3 (Ω)		100 + j0	
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			
I_N (A)			
P_1 (W)			
P_2 (W)			

P_3 (W)			
P (W)			
Q_1 (Var)			
Q_2 (Var)			
Q_3 (Var)			
Q (Var)			
S (VA)			
Cosφ			
$Z_{dây}$		5 + j0	

e) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện và công suất

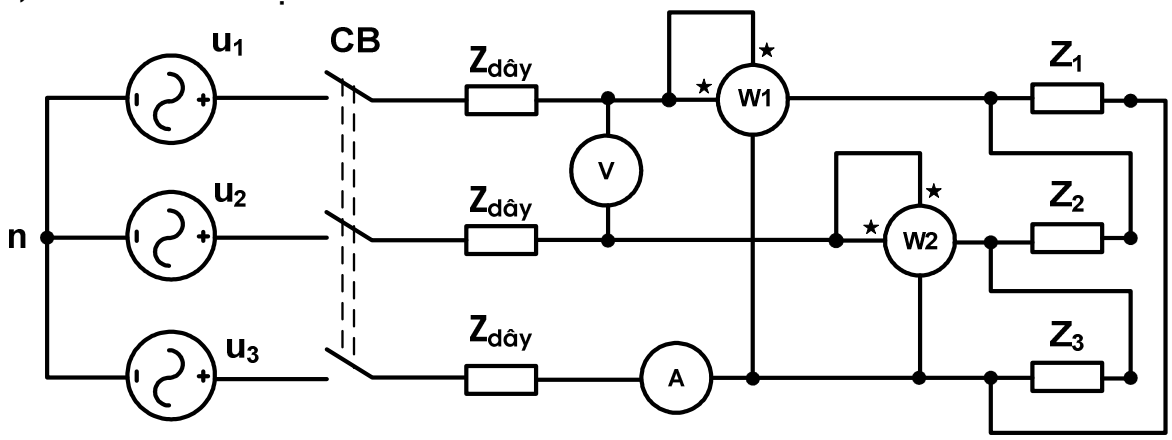




f) Nhận xét

3.5.2. HỆ THỐNG Y – Δ CÂN BẰNG ($Z_{DÂY}$ = 5Ω)

a) Sinh viên mắc mạch như hình 3.2.



Hình 3.2: Hệ thống Y – Δ cân bằng

b) Đóng CB cấp nguồn điện áp 3 pha: $u_1 = 50\sin(\omega t + 0^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 120^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 240^0)$ với tần số f = 50Hz cho mạch.

c) Nếu có 1 Watt kế, thì đo P_1 xong rồi đo P_2. Công suất tổng: $P = P_1 + P_2$.

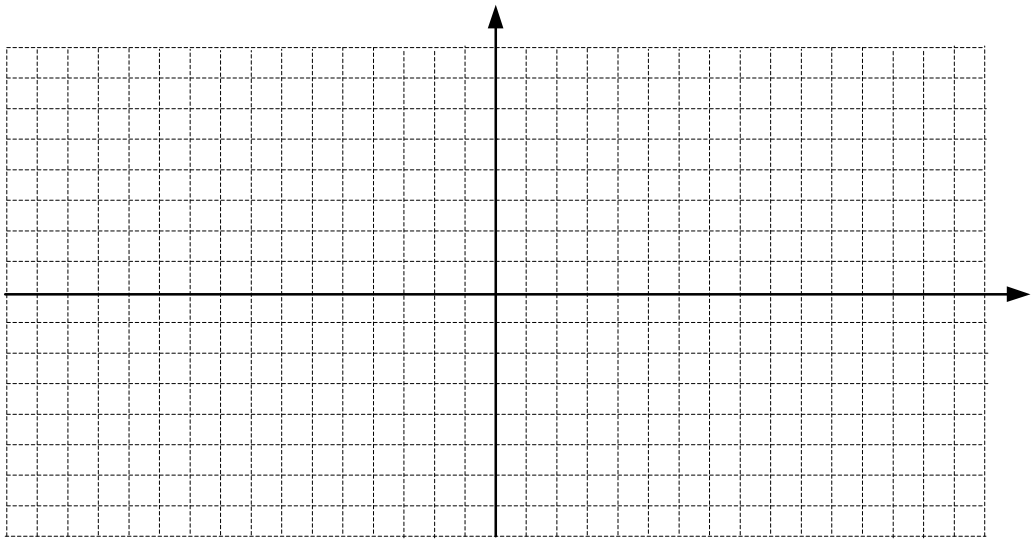
d) Ghi và tính các giá trị vào bảng 3.2.

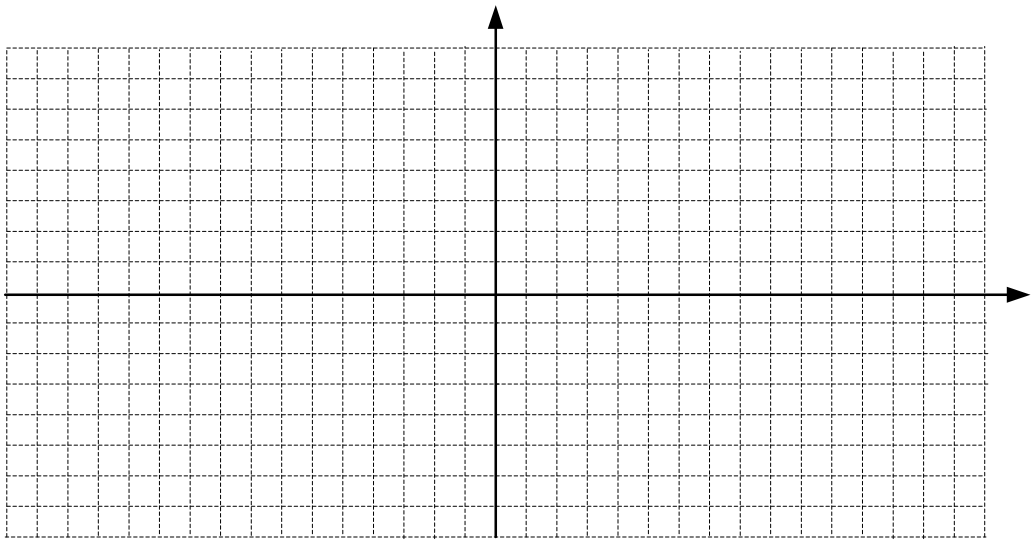
Bảng 3.2 (Thông số nào không có dạng số phức, thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)		100 + j0	
Z_2 (Ω)		100 + j0	
Z_3 (Ω)		100 + j0	
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			

I_{Pha} (A)			
P_1 (W)			
P_2 (W)			
P (W)			
Q_1 (Var)			
Q_2 (Var)			
Q (Var)			
S (VA)			
Cosφ			
$Z_{dây}$			

e) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện và công suất

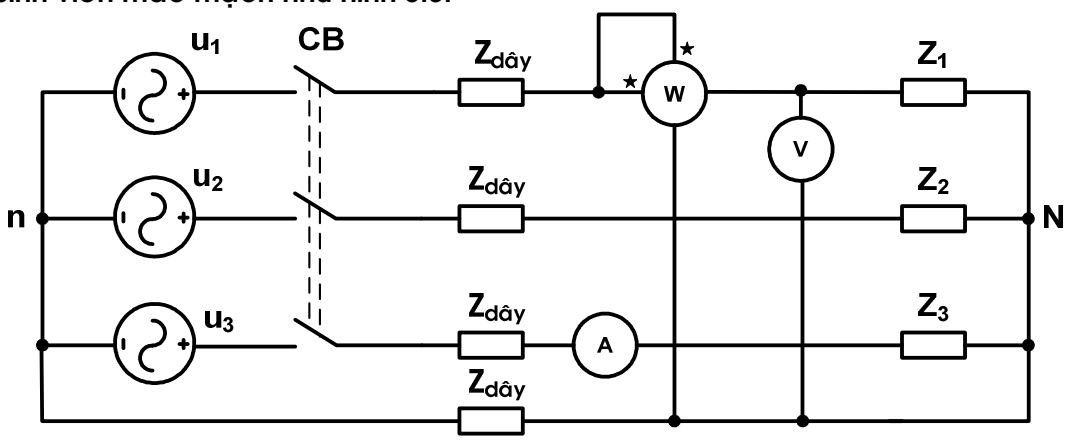




f) Nhận xét

3.5.3. HỆ THỐNG Y – Y KHÔNG CÂN BẰNG ($Z_{DÂY}$ = 5Ω)

a) Sinh viên mắc mạch như hình 3.3.



Hình 3.3: Hệ thống Y – Y không cân bằng

b) Đóng CB cấp nguồn điện áp 3 pha: $u_1 = 50\sin(\omega t + 0^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 120^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 240^0)$ với tần số f = 50Hz cho mạch.

c) Mắc Watt kế để đo công suất P_2 và P_3 cho hai pha còn lại tương tự như trường hợp đo công suất P_1 ở hình 3.3.

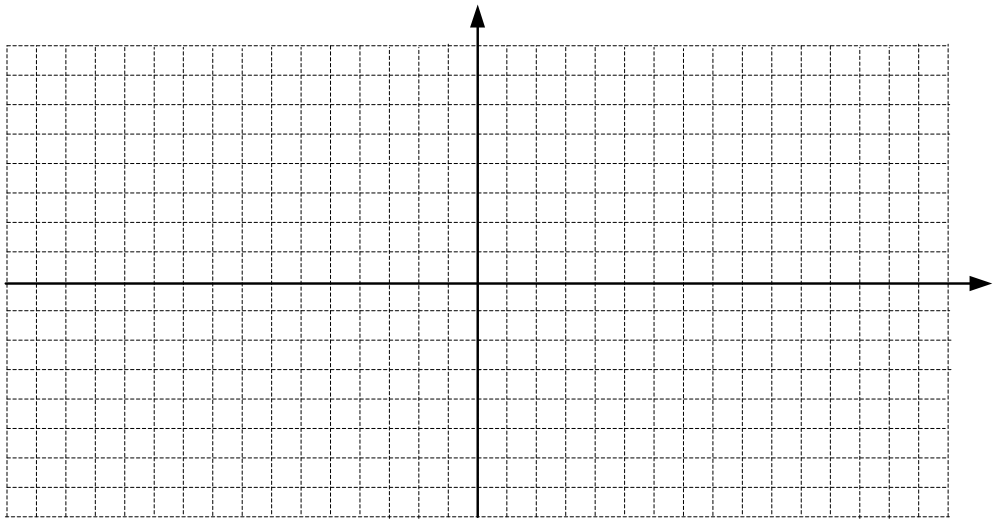
d) Ghi và tính các giá trị vào bảng 3.3.

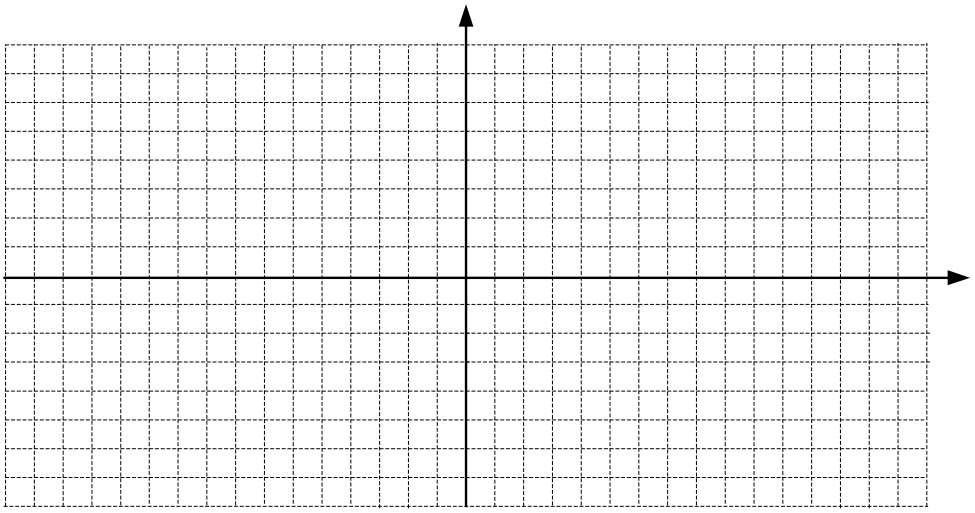
Bảng 3.3 (Thông số nào không có dạng số phức, thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)		100+j0	
Z_2 (Ω)		50+j10	
Z_3 (Ω)		-j10	
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			

I_3 (A)			
I_N (A)			
P_1 (W)			
P_2 (W)			
P_3 (W)			
P (W)			
Q_1 (Var)			
Q_2 (Var)			
Q_3 (Var)			
Q (Var)			
S (VA)			
Cosφ			
$Z_{dây}$			

e) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện và công suất



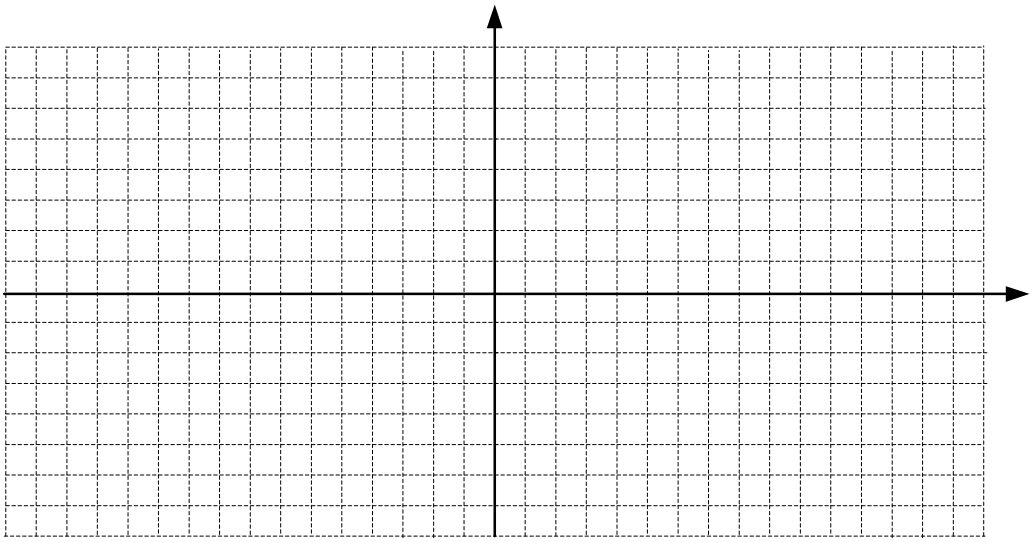


f) Khi dây trung tính bị đứt (bỏ dây trung tính I_N=0). Ghi các giá trị vào bảng 3.3a.

Bảng 3.3a (Thông số nào không có dạng số phức, thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)		100+j0	
Z_2 (Ω)		50+j10	
Z_3 (Ω)		-j10	
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			

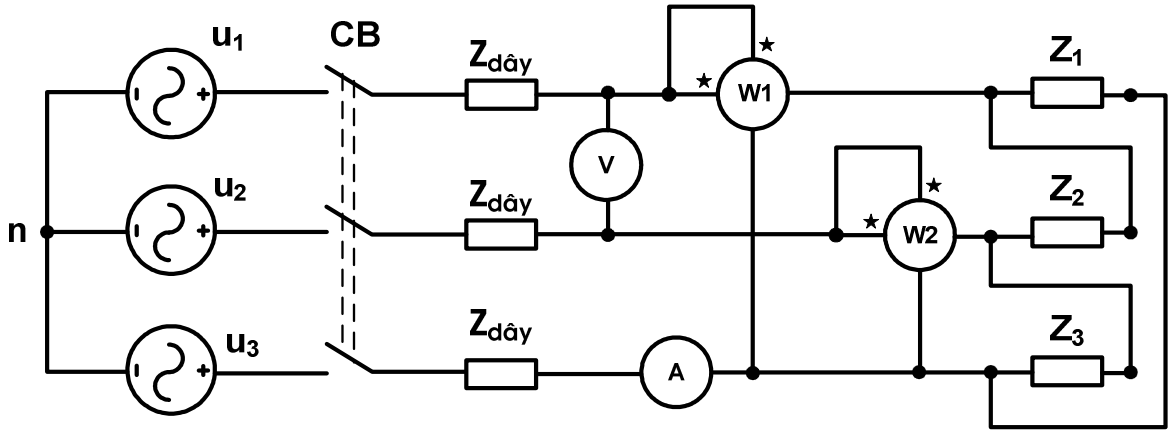
g) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện



h) Nhận xét

3.5.4. HỆ THỐNG Y – Δ KHÔNG CÂN BẰNG ($Z_{DÂY}$ = 5Ω)

a) Sinh viên mắc mạch như hình 3.4.



Hình 3.4: Hệ thống Y – Δ không cân bằng

b) Đóng CB cấp nguồn điện áp 3 pha: $u_1 = 50\sin(\omega t + 0^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 120^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 240^0)$ với tần số f = 50Hz cho mạch.

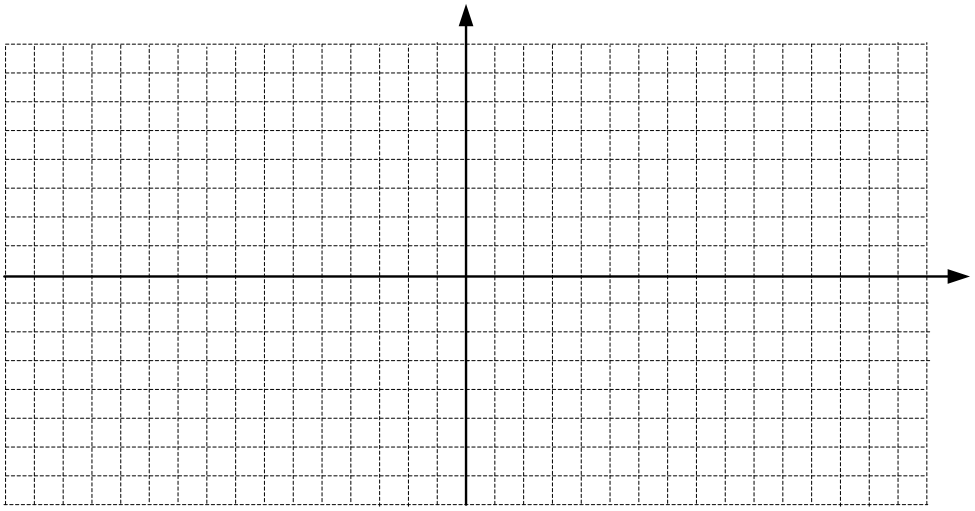
c) Nếu có 1 Watt kế, thì đo P_1 xong rồi đo P_2. Công suất tổng: $P = P_1 + P_2$.

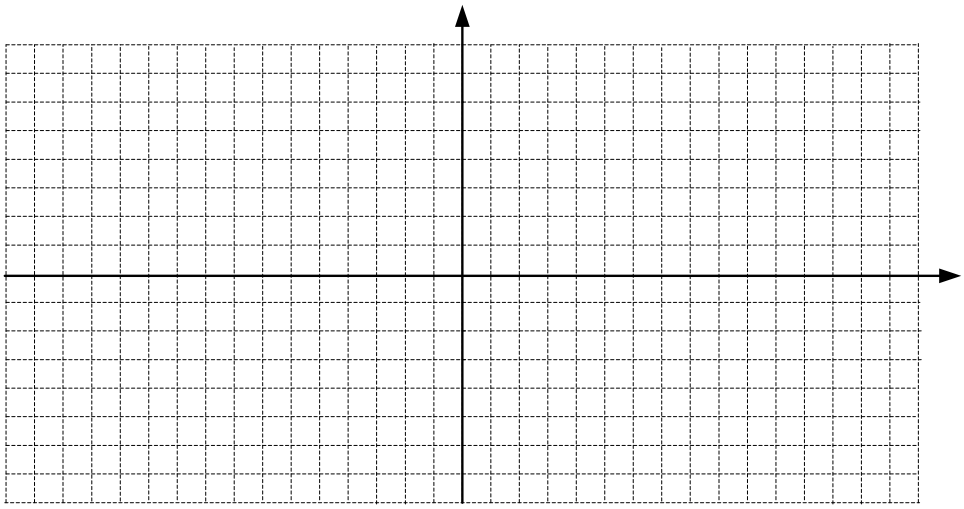
d) Ghi và tính các giá trị vào bảng 3.4.

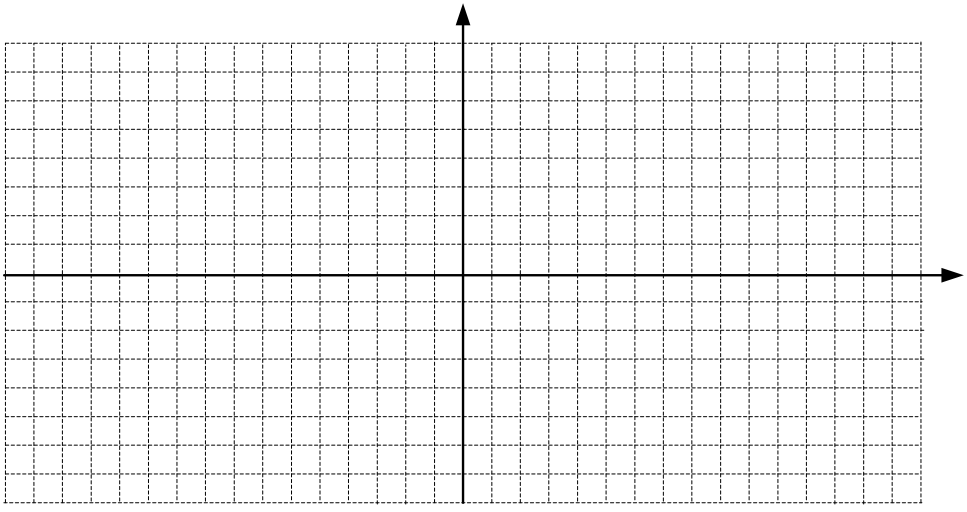
Bảng 3.4. (Thông số nào không có dạng số phức, thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)		100 +j0	
Z_2 (Ω)		50 +j10	
Z_3 (Ω)		-j10	
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			
I_{Pha} (A)			
P_1 (W)			
P_2 (W)			
P (W)			
Q_1 (Var)			
Q_2 (Var)			
Q (Var)			
S (VA)			
Cosφ			
$Z_{dây}$			

e) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện và công suất







h) Nhận xét

BÀI 4

MẠNG HAI CỬA TUYẾN TÍNH KHÔNG NGUỒN

4.1. MỤC ĐÍCH

Sử dụng một trong các phương pháp đã học để tìm hiểu cách xác định các thành phần của ma trận đặc trưng cho mạng hai cửa, khảo sát các tính chất của mạng hai cửa và ứng dụng lý thuyết mạng hai cửa vào việc phân tích mạch.

4.2. CÁC THIẾT BỊ SỬ DỤNG THÍ NGHIỆM

- Bảng thí nghiệm.
- Nguồn xoay chiều 220V.
- Nguồn AC 24V-5A.
- Dây nối.
- VOM (hay Volt AC)
- Ampere AC.
- Máy vi tính.
- Các linh kiện: R, L, C.

4.3. THỜI GIAN

- ✓ Hướng dẫn lý thuyết và mô phỏng trên máy tính: 45 phút.
- ✓ Làm thí nghiệm: 180 phút.

4.4. TÓN TẮT LÝ THUYẾT

Ta đã biết hệ phương trình dạng A của mạng hai cửa tuyến tính không nguồn có dạng:

$$\dot{U}_1 = A_{11}\dot{U}_2 + A_{12}\dot{I}_2$$

$$\dot{I}_1 = A_{21}\dot{U}_2 + A_{22}\dot{I}_2$$

Với chiều dòng điện I_2 chọn cùng chiều điện áp U_2

Ở phần thí nghiệm này,chúng ta sẽ tiến hành phương pháp xác định các hệ số A_{IK} thông qua các trạng thái đặc biệt của mạng hai cửa đó là ngắn mạch và hở mạch một trong hai cửa (xem thêm lí thuyết về mạng hai cửa).

Đồ thị vectơ dòng áp của mạch sẽ cho ta xác định được góc pha của các đại lượng vectơ trên mạch.

- Nguyên lí tương hỗ: Dòng điện phát sinh tại một nhánh dưới kích thích của một nguồn áp duy nhất đặt tại nhánh thứ hai sẽ bằng dòng phát sinh tại nhánh thứ hai khi đặt tại nhánh thứ nhất cũng nguồn áp đó(và là nguồn duy nhất).
- Đối với mạng hai cửa, để kiểm tra nguyên lí tương hỗ, ta có thể tiến hành bằng một trong hai thí nghiệm.Ở đây ta cho nguồn áp vào một cửa và cho ngắn mạch cửa còn lại.Giá trị các dòng điện qua cửa bị ngắn mạch cho ta kiểm chứng tính đúng đắn của nguyên lí tương hỗ.

- Đối với các dạng ma trận khác, ví dụ như ma trận Z:

$$\dot{U}_1 = Z_{11}\dot{I}_1 + Z_{12}\dot{I}_2$$

$$\dot{U}_2 = Z_{21}\dot{I}_1 + Z_{22}\dot{I}_2$$

Với chiều dòng điện I_2 chọn ngược chiều áp U_2.

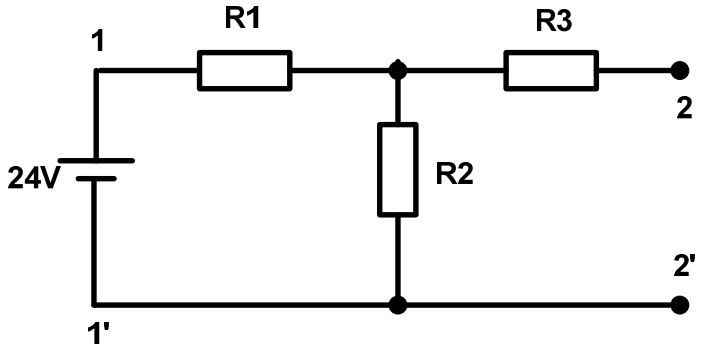
Chúng ta cũng có thể khảo sát các thông số đặc trưng cho mạng hai cửa nhưng với những công thức khác.

4.5. PHẦN THÍ NGHIỆM

Sinh viên thực hiện thí nghiệm trên mô hình vật lý, để xác định các thông số làm việc của mạng hai cửa và xác định các thành phần của ma trận đặc trưng cho mạng hai cửa.

4.5.1. MẠCH 1

a) Sinh viên mắc mạch mạng hai cửa hình T như hình 4.1.



Hình 4.1

b) Đóng CB bàn thí nghiệm.

c) Cho hở mạch 2 -2', chọn thang đo DC, đo các giá trị điện áp, ghi vào bảng 4.1a.

Bảng 4.1a.

U_1	U_2	U_{R1}	U_{R2}	U_{R3}

d) Cho ngắn mạch cửa ra 2- 2', đo giá trị các dòng điện, ghi vào bảng 4.1b.

Bảng 4.1b.

I_1	I_2	I_3

e) Xác định ma trận dạng A. Từ đó tính các ma trận dạng Z, Y, H, G, B, ghi các thông số vào bảng 4.1c.

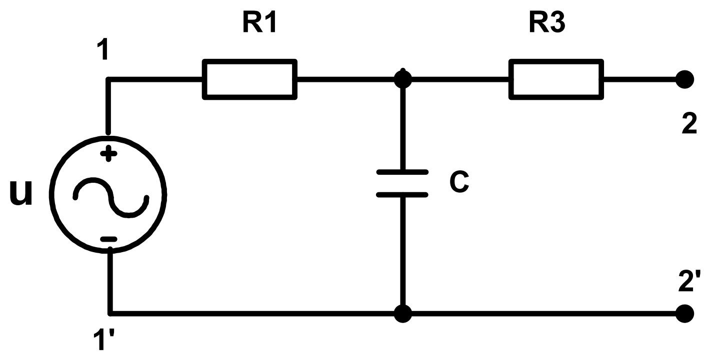
Bảng 4.1c

Z	Y	H	G	A	B

f) Nhận xét

4.5.2. MẠCH 2

a) Sinh viên mắc mạch như hình 4.2.



Hình 4.2

b) Đóng CB bàn thí nghiệm.

c) Cho hở mạch 2 -2’, chọn thang đo AC, đo các giá trị điện áp, ghi vào bảng 4.2a.
Bảng 4.2a.

U_1	U_2	U_{R1}	U_C	U_{R3}

d) Cho ngắn mạch cửa ra 2- 2’, đo giá trị các dòng điện, ghi vào bảng 4.2b.

Bảng 4.2b.

I_1	I_C	I_3

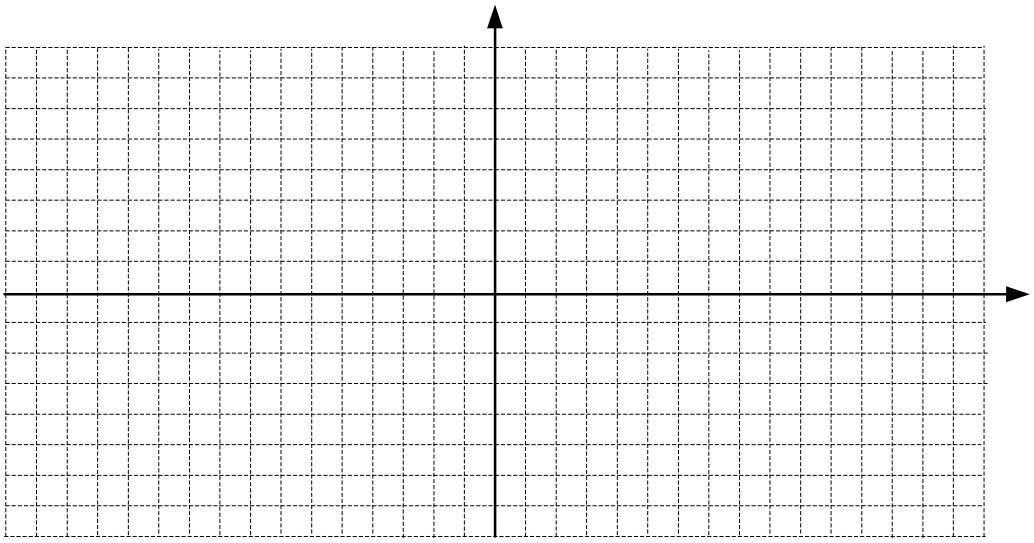
e) Xác định góc pha tương đối của các ảnh phức: $\dot{U}_2, \dot{I}_1, \dot{I}_2$ của mạng hai cửa.

f) Xác định ma trận dạng A. Từ đó tính các ma trận dạng Z, Y, H, G, B, ghi các thông số vào bảng 4.2c.

Bảng 4.2c

Z	Y	H	G	A	B

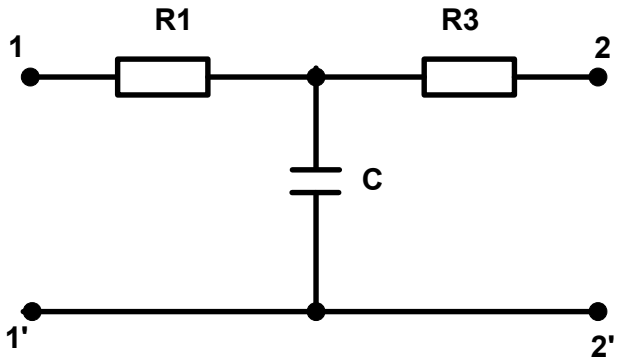
g) Vẽ giản đồ vectơ dòng và áp .



h) Nhận xét.

4.5.3. MẠCH 3

a) Sinh viên mắc mạch như hình 4.3.



Hình 4.3

b) Đóng CB bàn thí nghiệm.

c) Nối cửa vào 1 – 1' với nguồn AC 24V, cho hở mạch ngõ ra 2 -2'.

d) Nối cửa ra 2 – 2' với nguồn AC 24V, cho hở mạch cữa ra 1- 1'

e) Đo các giá trị điện áp và dòng điện, ghi vào bảng 4.3a.

Bảng 4.3a.

U_1	U_2	U_{R1}	U_C	U_{R3}	I_1	I_2	I_C

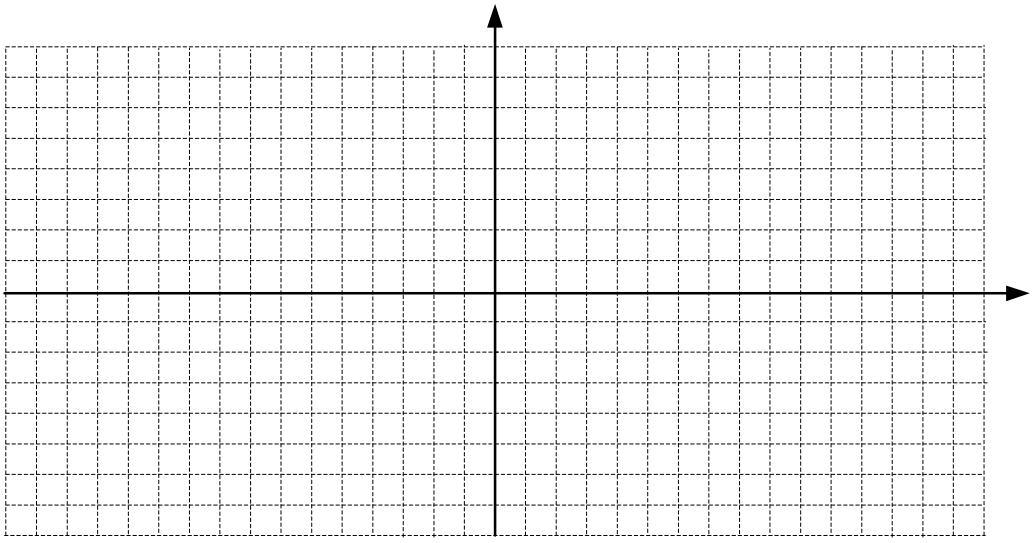
f) Xác định góc pha tương đối của các ảnh phức: $\dot{U}_2, \dot{I}_1, \dot{I}_2$ của mạng hai cửa nếu cho góc pha $\dot{U}_1$ là 0^0.

g) Xác định ma trận dạng Z. Từ đó tính các ma trận dạng Y, H, G, A, B, ghi các thông số vào bảng 4.3b

Bảng 4.3b.

Z	Y	H	G	A	B

h) Vẽ giản đồ vectơ dòng và áp.



i) Nhận xét.

BÀI 5

MẠCH CỘNG HƯỞNG R - L - C

5.1. MỤC ĐÍCH

Mục đích bài thí nghiệm về mạch cộng hưởng R – L – C là giúp cho sinh viên hiểu được một số đặc tính ở mạch cộng hưởng R-L-C, cách xác định tần số cộng hưởng của nhánh, băng thông của mạch cộng hưởng và khảo sát các dạng tín hiệutrong mạch khi hiện tương cộng hưởng xảy ra.

5.2. CÁC THIẾT BỊ SỬ DỤNG THÍ NGHIỆM

- Bảng thí nghiệm.
- Nguồn xoay chiều 220V.
- Máy phát sóng.
- Dao động ký.
- Dây nối.
- VOM (hay Volt AC).
- Máy vi tính.
- Các linh kiện: R, L, C.

5.3. THỜI GIAN

- Hướng dẫn lý thuyết và mô phỏng trên máy tính: 45 phút.
- Làm thí nghiệm: 180 phút.

5.4. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Ở một mạch RLC nối tiếp, trị hiệu dụng các điện áp trên các phần tử kháng ở gần cộng hưởng sẽ rất lớn so với điện áp vào của mạch.Ở một mạch RLC song song thì dòng điện qua mắc lưới LC ở gần cộng hưởng sẽ rất lớn so với dòng điện cấp cho nhánh.

Tại tần số cộng hưởng, biên độ tín hiệu ngõ ra sẽ là cực đại.Và khoảng ần số, mà ở đó biên độ hàm truyền đạt áp lớn hơn $1/\sqrt{2}$ biên độ cực đại, được gọi là băng thông của mạch cộng hưởng (kí hiệu là BW). Hệ số phẩm chất Q của mạch cộng hưởng có thể tính bằng công thức:

$Q = f_o/BW$; với f – tần số cộng hưởng.

Đo lệch pha hai tín hiệu bằng dao động ký

Giả sử hai tín hiệu đưa vào dao động ký ngõ x và y có biểu thức:

$X = a\sin(\omega t)$

$Y = b\sin(\omega t+\varphi)$.

Dao động ký sẽ biểu diễn trên màn hình tín hiệu y được quét theo tín hiệu x như hình vẽ.

Để xác định góc pha φ bằng dao động ký, người ta có hai cách đơn giản sau:

❖ *Cách 1*:(dùng đồ thị lissajou)

Ta có thể thấy rằng, tại t=0 thì x= 0 và y=Y_0

Suy ra: bsin(φ)= $Y_0 \Rightarrow$ sin(φ)= Y_0/b.

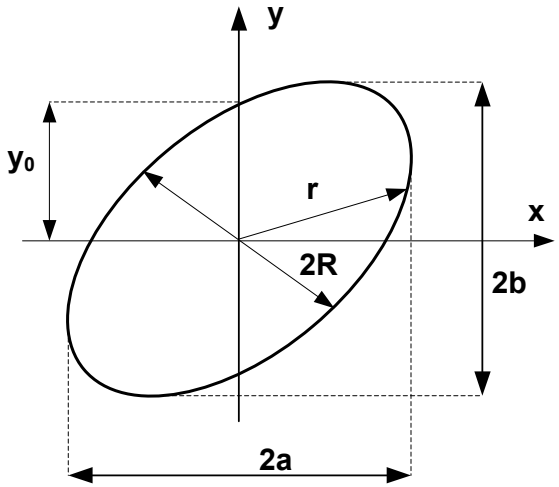
Ở đây b là giá trị cực đại của tín hiệu y, có thể xác định trên màn hình và Y_0 cũng tương tự. Như vậy góc lệch pha sẽ được tìm từ :

Sin(φ) = Y_0/b.

Phương pháp này rõ ràng đơn giản, nhưng thực ra nó chỉ hữu hiệu cho các giá trị góc pha φ nhỏ. Khi đó sin(φ) thay đổi nhanh theo φ (φ nhỏ hơn hay bằng 45^0).Còn các giá trị φ gần bằng 90^0 thì trị sin(φ) thay đổi rất chậm, và độ chính xác sẽ giảm.

Cách 2: (dùng dao động ký so pha)

Rõ ràng chúng ta có thể cho cùng lúc hai tín hiệu vào dao động ký (chọn MODE của tầng quét dọc là DUAL hay CHOP) và so pha dựa vào các thông số đọc được trên màn hình. Cách này còn cho ta thấy được sự nhanh hoặc chậm pha của hai tín hiệu (xem lại phần c) của bài thí nghiệm số 1, công thức và hình 5.1.

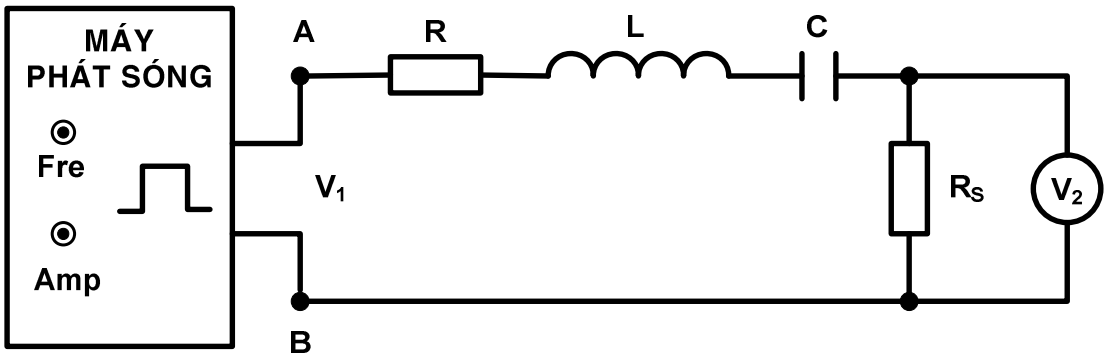


Hình 5.1.

5.5. PHẦN THÍ NGHIỆM

5.5..1. MẠCH R-L-C NỐI TIẾP

a) Sinh viên mắc mạch như hình 5.1a.



Hình 5.1a: Mạch R-L-C nối tiếp

b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

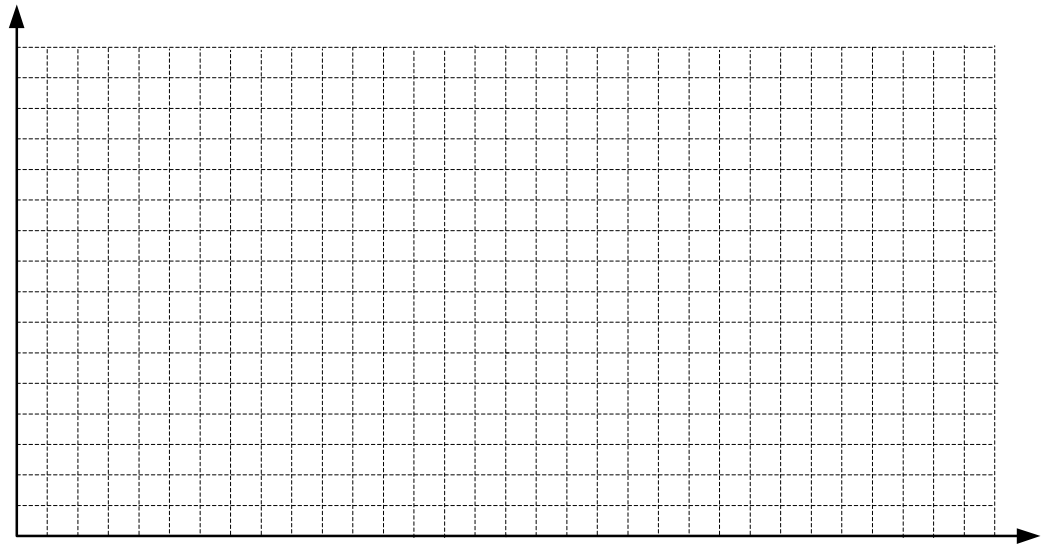
c) Cho tần số của máy phát sóng thay đổi từ 100Hz đến 5kHz và giữ cho biên độ V_1 luôn luôn bằng 2V .

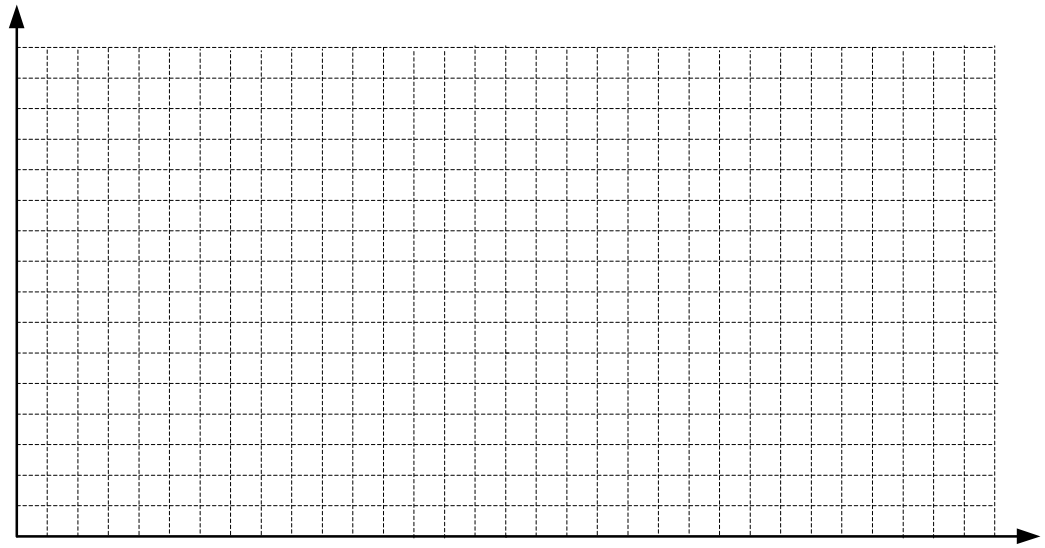
d) Đo giá trị hiệu dụng V_2 vào bảng 5.1a.

Bảng 5.1a

f(Hz)	100	500	1000	2000	3000	3500	4000	4500	5000
V_2 (V)									

e) Vẽ dạng sóng V_{out} theo tần số: V_{out} = f(f).

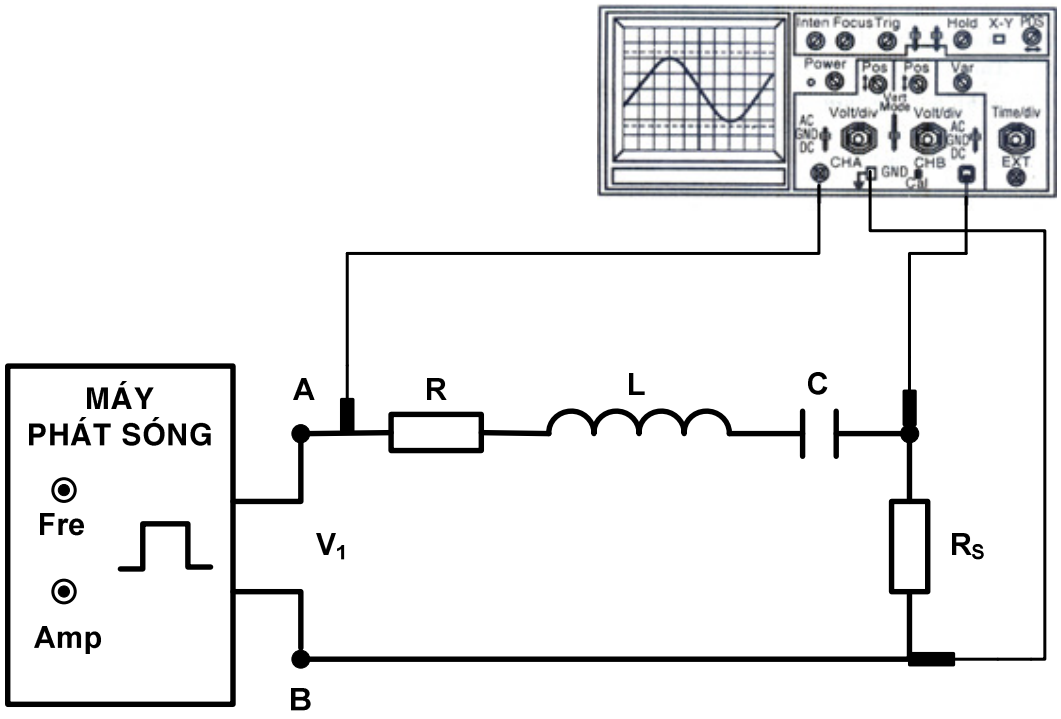




f) Xác định tần số cộng hưởng của mạch f_0 bằng cách so pha hai tín hiệu vào và ra bằng dao động ký. Khi cho tần số của máy phát sóng thay đổi từ 100Hz đến 5kHz và giữ cho biên độ V_1 luôn luôn bằng 2V (Hình 5.1b)

Bảng 5.1b

f(Hz)	100								5000
f_0(Hz)									



Hình 5.1b: Mạch cộng hưởngR-L-C nối tiếp

g) Xác định băng thông cộng hưởng bằng cách đo f_1 và f_2. Từ đó xác định:
$BW = f_2 - f_1$

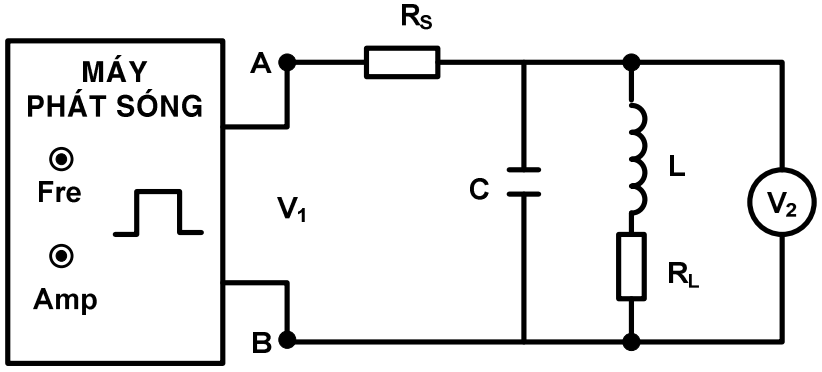
Với f_1 và f_2 là các tần số mà ở đó điện áp trên R_S bằng $\frac{1}{\sqrt{2}}$ giá trị tại cộng hưởng.

h) Xác định hệ số phẩm chất Q.

i) Đo điện áp trên tụ khi tần số f thay đổi từ $\frac{f_0}{3}$ đến $3f_0$ và vẽ đồ thị $U_C = f(f)$.

5.5.2. MẠCH R-L-C SONG SONG

a) Sinh viên lắp mạch như hình 5.2a.



Hình 6.2a: Mạch R-L-C song song

b) Đóng điện cấp điện cho bàn thí nghiệm

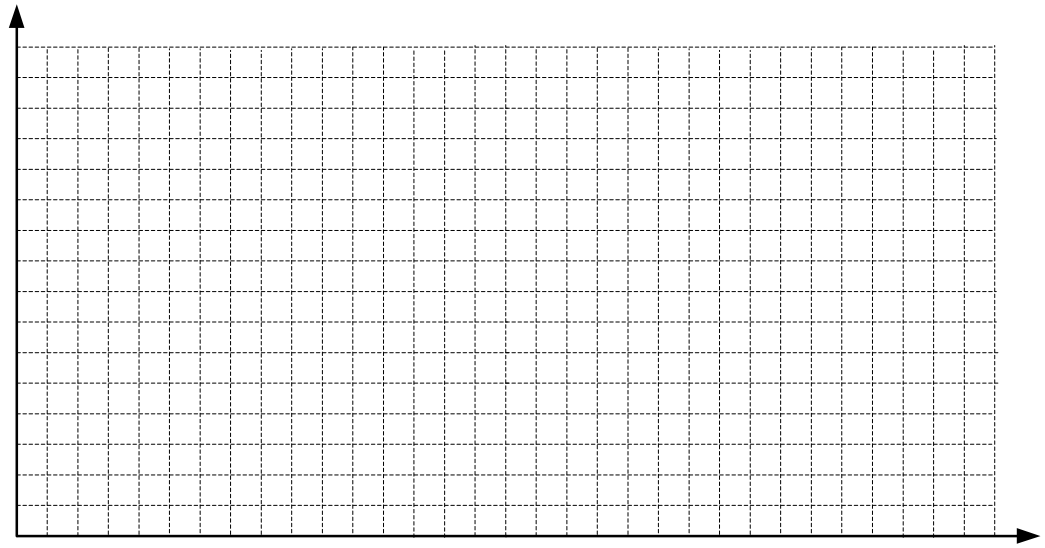
c) Cho tần số của máy phát sóng thay đổi từ 100Hz đến 5kHz và giữ cho biên độ V_1 luôn luôn bằng 2V .

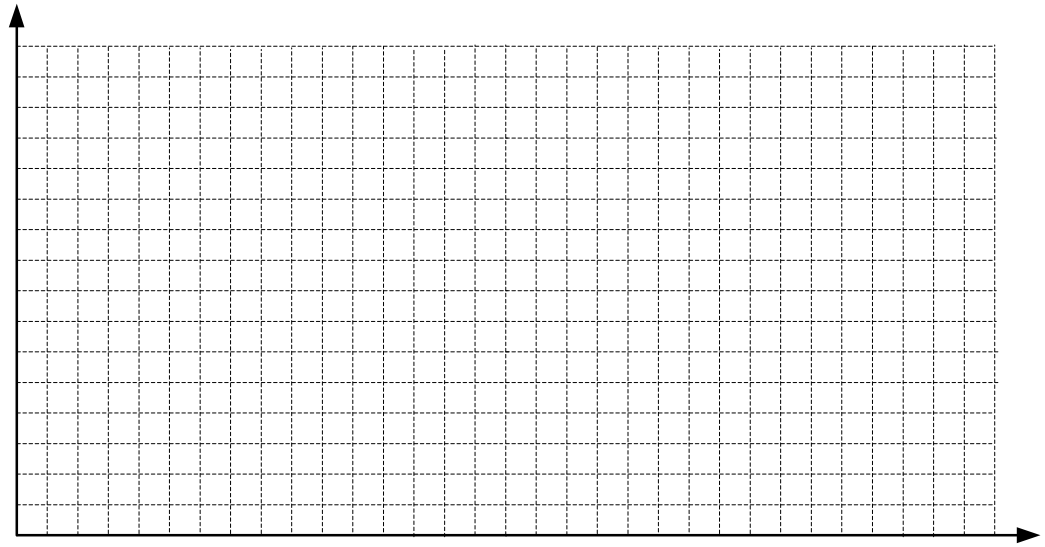
d) Đo giá trị hiệu dụng V_2 vào bảng 5.2a.

Bảng 5.2a

f(Hz)	100	500	1000	2000	3000	3500	4000	4500	5000
V_2 (V)									

e) Vẽ dạng sóng V_{out} theo tần số: V_{out} = f(f).

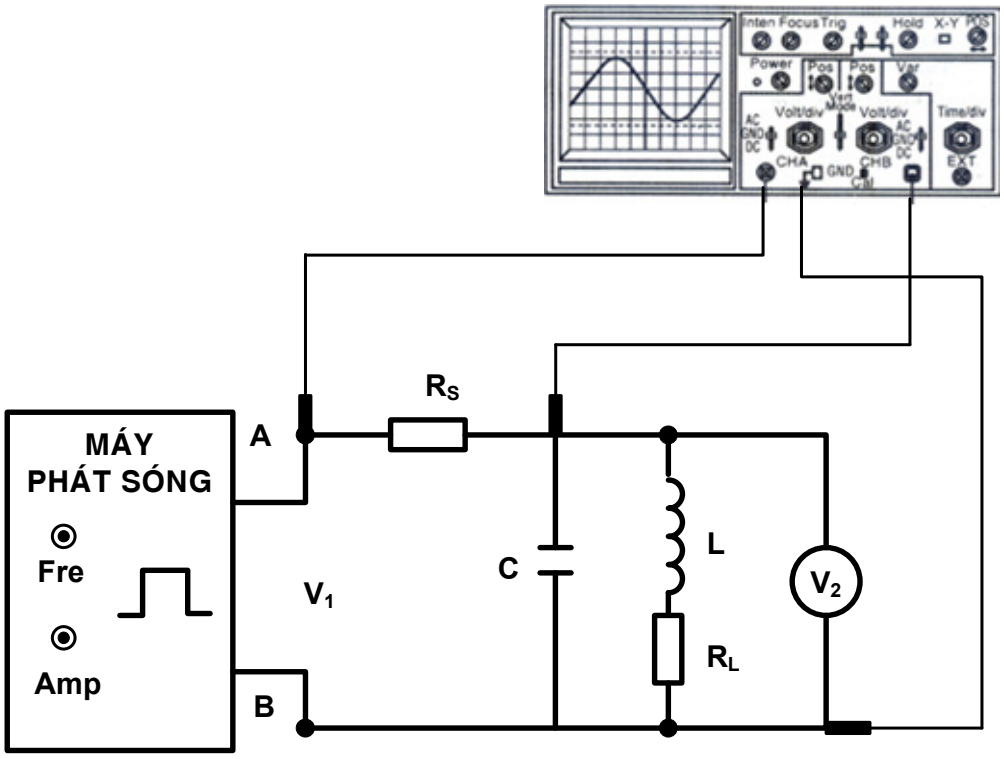




f) Xác định tần số cộng hưởng của mạch f_0 bằng cách so pha hai tín hiệu vào và ra bằng dao động ký. Khi cho tần số của máy phát sóng thay đổi từ 100Hz đến 5kHz và giữ cho biên độ V_1 luôn luôn bằng 2V (Hình 5.2b).

Bảng 5.2b

f(Hz)	100								5000
f_0(Hz)									



Hình 5.2b: Mạch cộng hưởng R-L-C song song

g) Xác định băng thông cộng hưởng bằng cách đo f_1 và f_2. Từ đó xác định:

$BW = f_2 - f_1$

h) Dùng dao động ký, đưa ngõ ra máy phát sóng V1 vào trục x, ngõ ra V2 của mạch vào trục y, để đo độ lệch pha của V1 và V2 tại các điểm nửa công suất. So sánh với giá trị lý thuyết.

3. NHẬN XÉT

QUÁ TRÌNH QUÁ ĐỘ MẠCH TUYẾN TÍNH

6.1. MỤC ĐÍCH

Qua bài thí nghiệm này giúp cho sinh viên hiểu được một số đặc tính quá độ ở mạch tuyến tính, gồm các mạch R – C, mạch R – L và mạch R – L – C. Thông qua các đặc tính này, sinh viên có thể kiểm nghiệm được các phương pháp phân tích mạch quá độ đã học ở phần lý thuyết và hiểu thêm được một số quá trình vật lý xảy ra trong phần tử mạch thực tế.

6.1. CÁC THIẾT BỊ SỬ DỤNG THÍ NGHIỆM

- Bảng thí nghiệm.
- Nguồn xoay chiều 220V.
- Máy phát sóng.
- Dao động ký.
- Dây nối.
- VOM (hay Volt AC).
- Máy vi tính.
- Các linh kiện: R, L, C.

6.3. THỜI GIAN

- Hướng dẫn lý thuyết và mô phỏng trên máy tính: 45 phút.
- Làm thí nghiệm: 180 phút.

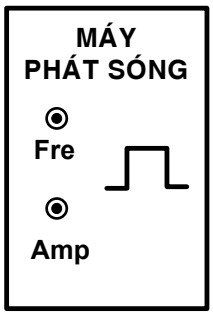
6.4. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

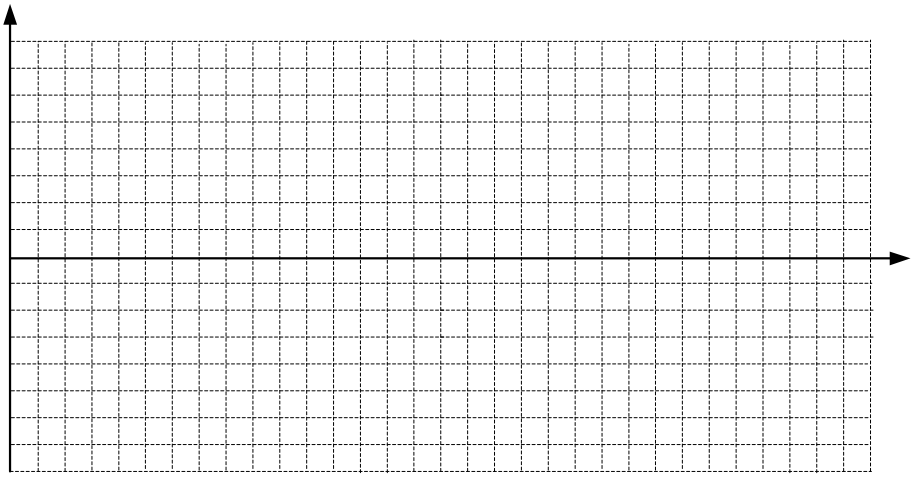
Quá trình quá độ là quá trình xuất hiện khi mạch chuyển từ một chế độ xác lập này sang chế độ xác lập khác (xem thêm lí thyết về quá trình quá độ của giáo trình mạch điện II). Thông thường thời gian quá độ rất ngắn nên để quan sát người ta sử dụng nguồn kích thích chu kỳ có biên độ biến thiên đột ngột (đóng mở theo chu kỳ).

6.5. PHẦN THÍ NGHIỆM

Tín hiệu của máy phát sóng là tín hiệu xung vuông có tần số 50Hz và biên độ 5V.

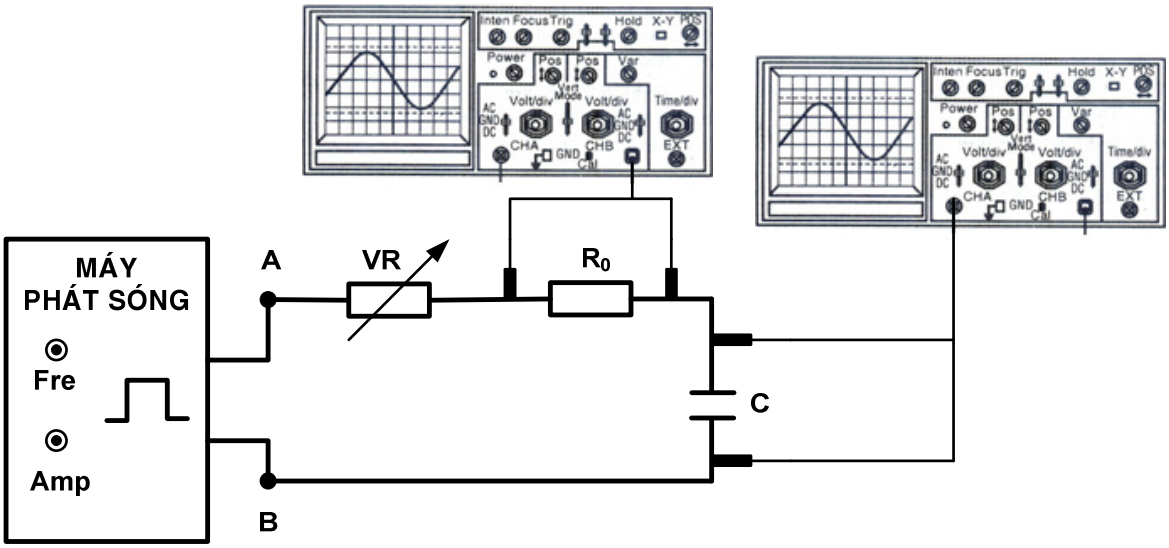
Vẽ lại dạng sóng này.





6.5.1. MẠCH R-C

a) Sinh viên mắc mạch như hình vẽ 6.1.



Hình 6.1: Mạch R – C.

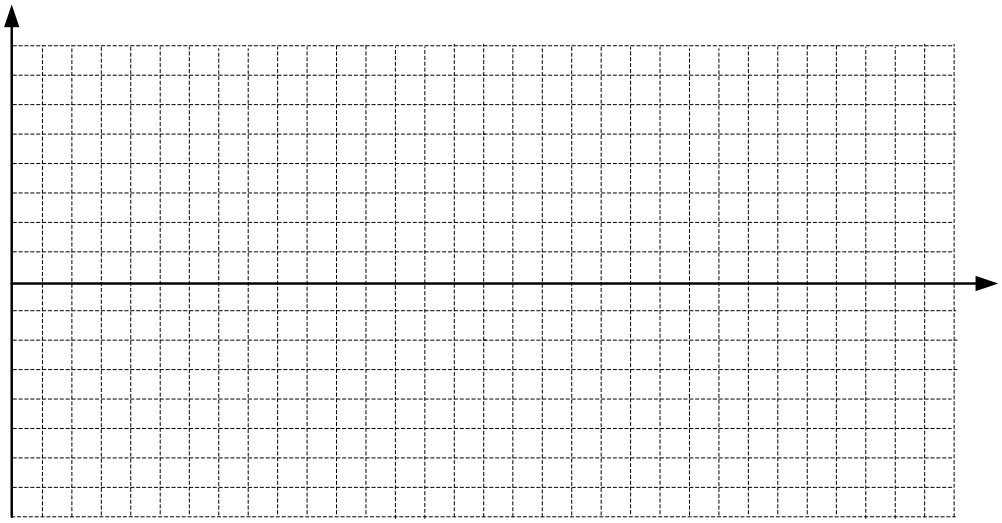
b) Đóng điện bàn thí nghiệm.

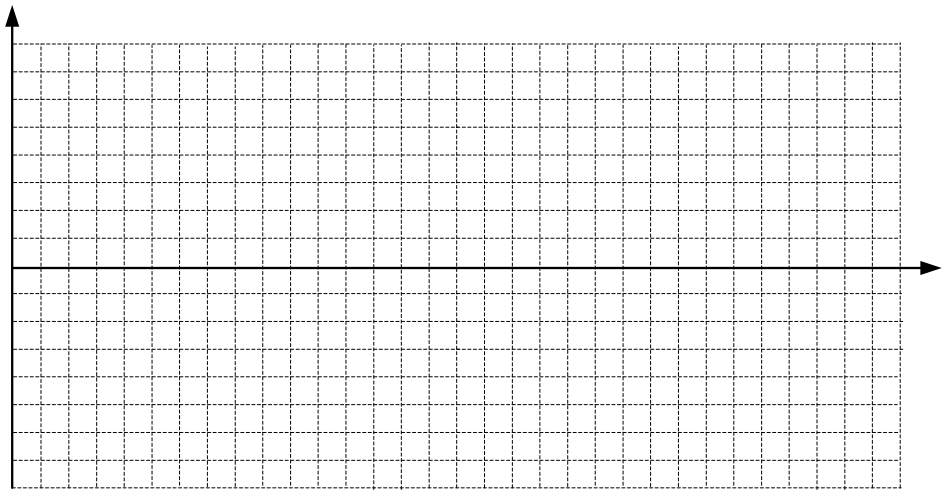
c) Sinh viên thực hiện thí nghiệm với các thông số cho ở bảng 6.1.

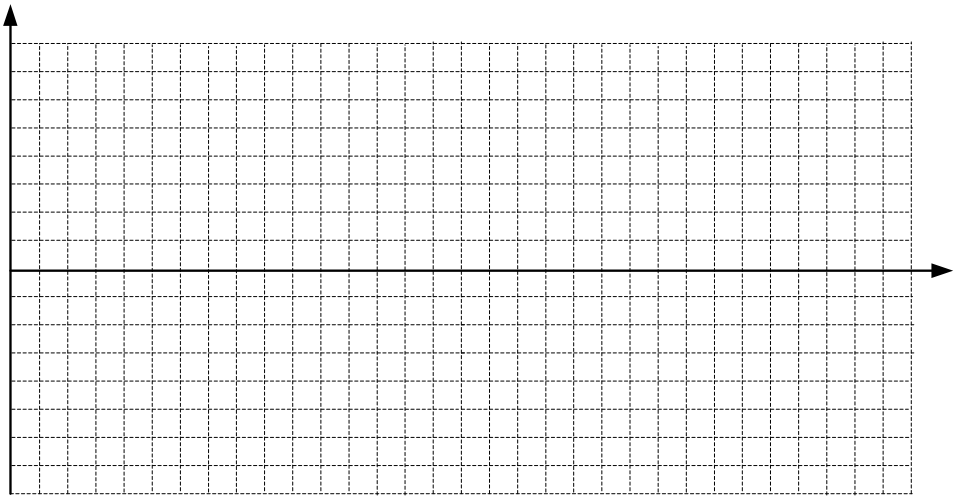
Bảng 6.1.

VR (KΩ)	2	10	10
C (uF)	10	10	100

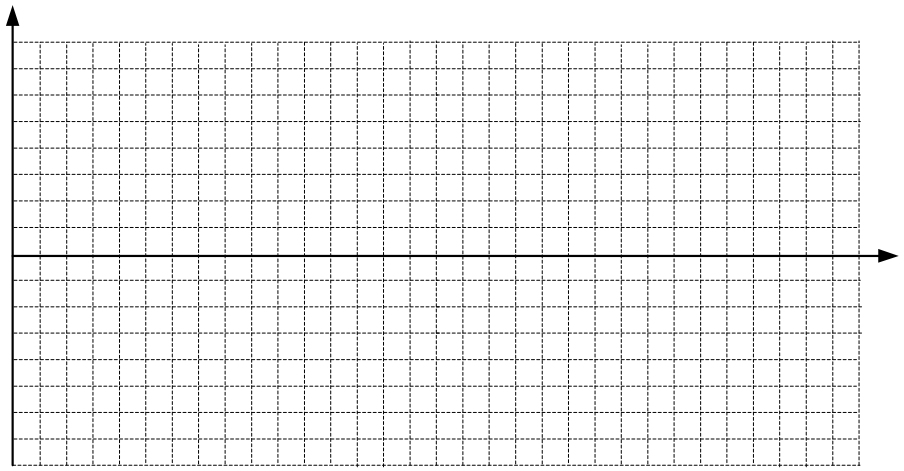
d) Quan sát bằng dao động ký và vẽ lại dạng điện áp trên tụ $U_C(t)$ khi đưa dao động ký vào hai đầu của tụ C ứng với 3 trường hợp trên.

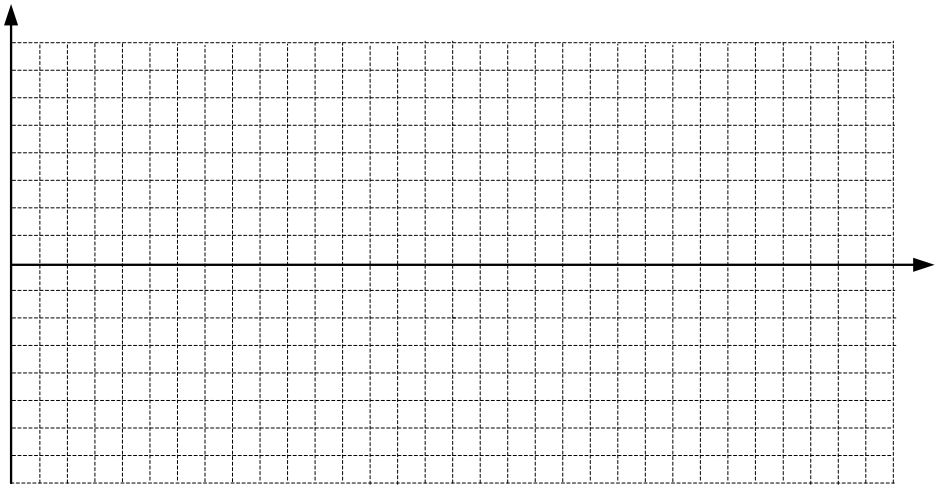


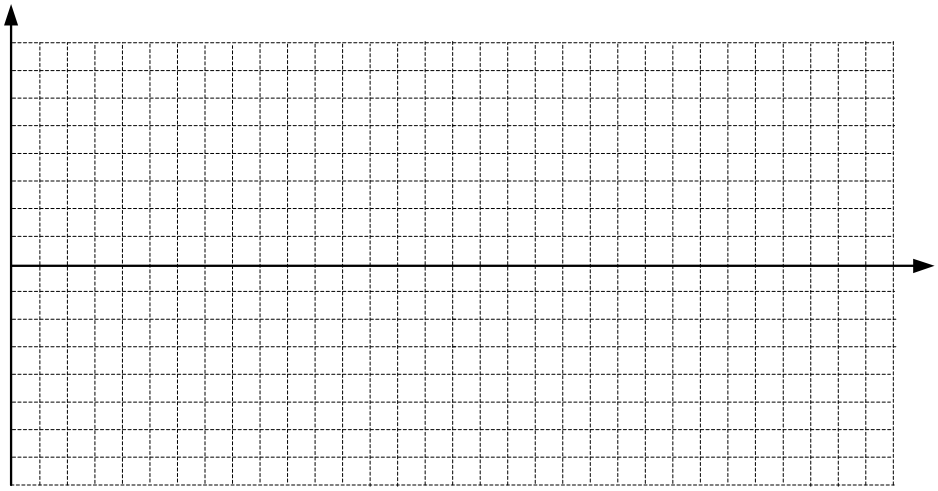




e) Quan sát bằng dao động ký và vẽ lại dạng dòng điện qua mạch i(t) khi đưa dao động ký vào hai đầu của điện trở R_0 (thông qua điện áp trên R_0) ứng với 3 trường hợp trên.







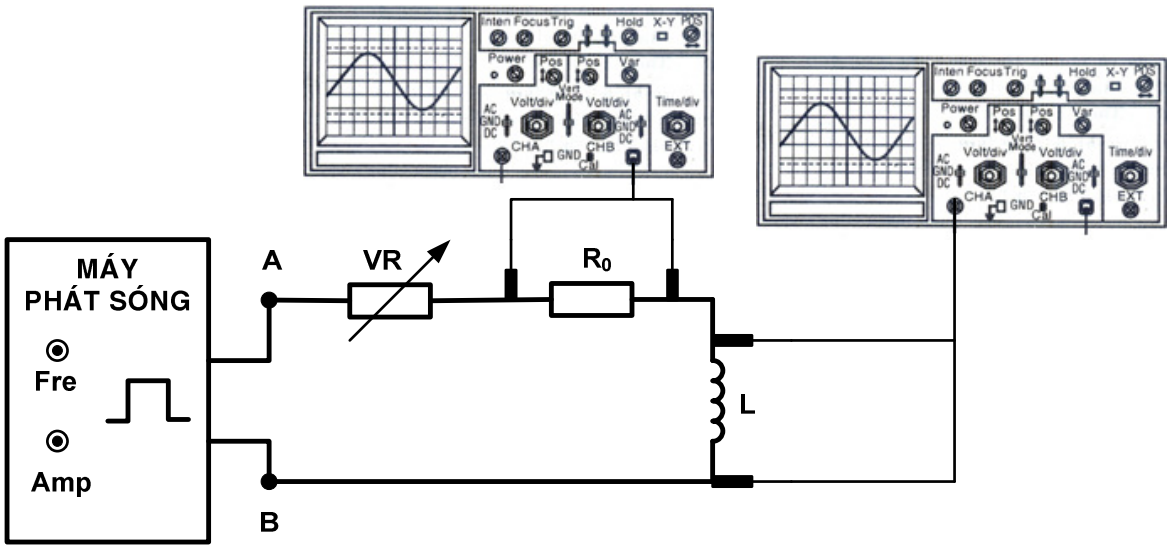
f) Xác định hằng số thời gian của mạch theo đồ thị, so sánh với giá trị tính theo lý thuyết.

---

g) Nhận xét các đồ thị.

6.5.2. MẠCH R-L

a) Sinh viên mắc mạch như hình vẽ 6.2.



Hình 6.2: Mạch R – L.

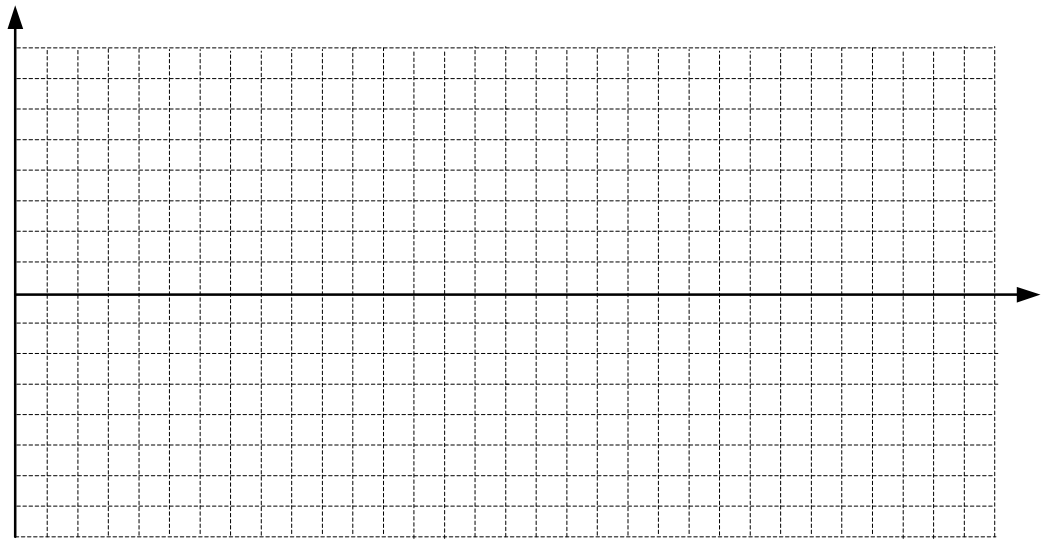
b) Đóng điện bàn thí nghiệm.

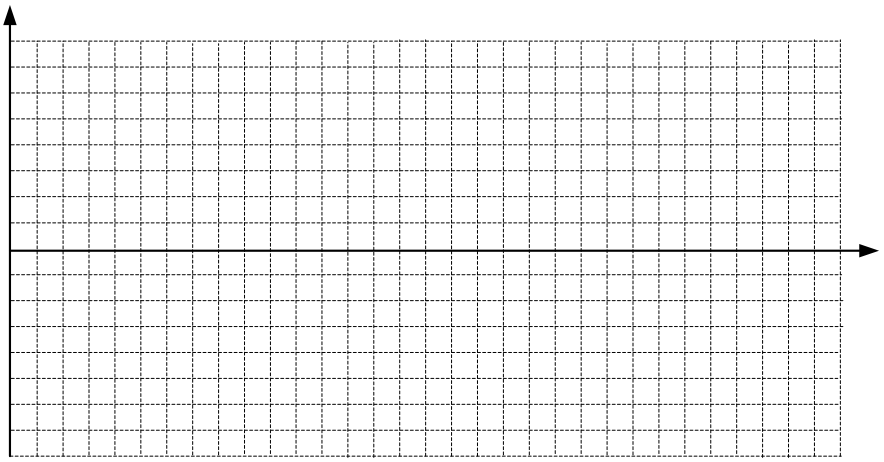
c) Sinh viên thực hiện thí nghiệm với các thông số cho ở bảng 6.2.

Bảng 6.2.

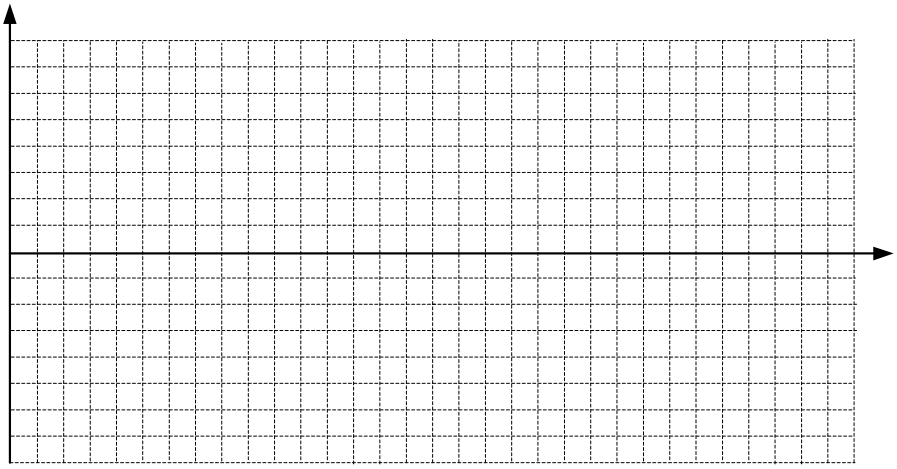
VR (Ω)	100	400
L (mH)	10	10

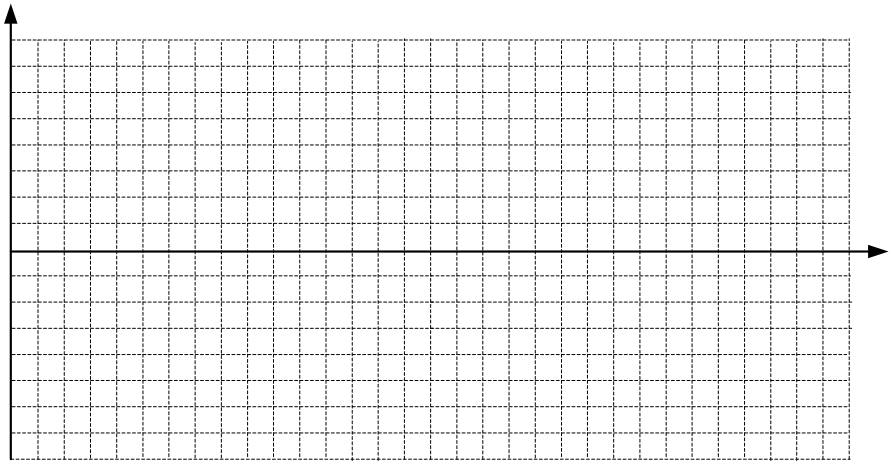
d) Quan sát bằng dao động ký và vẽ lại dạng điện áp trên tụ $U_C(t)$ khi đưa dao động ký vào hai đầu của cuộn cảm L ứng với 2 trường hợp trên.





e) Quan sát bằng dao động ký và vẽ lại dạng dòng điện qua mạch i(t) khi đưa dao động ký vào hai đầu của điện trở R_0 (thông qua điện áp trên R_0) ứng với 2 trường hợp trên.



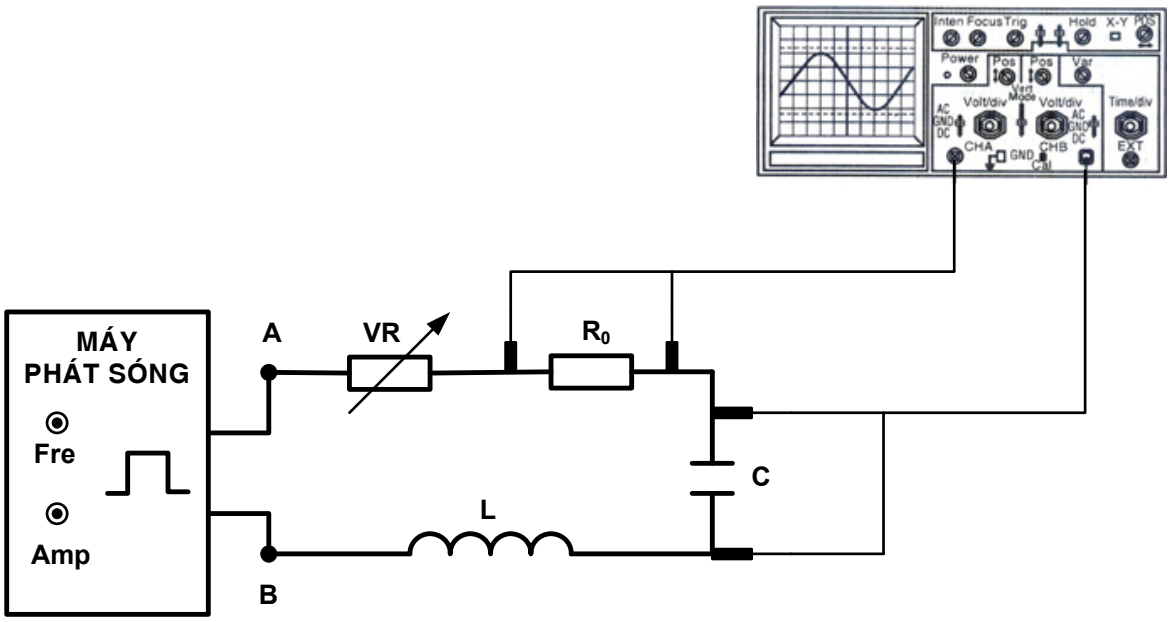


f) Xác định hằng số thời gian của mạch theo đồ thị, so sánh với giá trị tính theo lý thuyết.

g) Nhận xét các đồ thị.

6.5.3. MẠCH R-C-L

a) Sinh viên mắc mạch như hình vẽ 6.3.



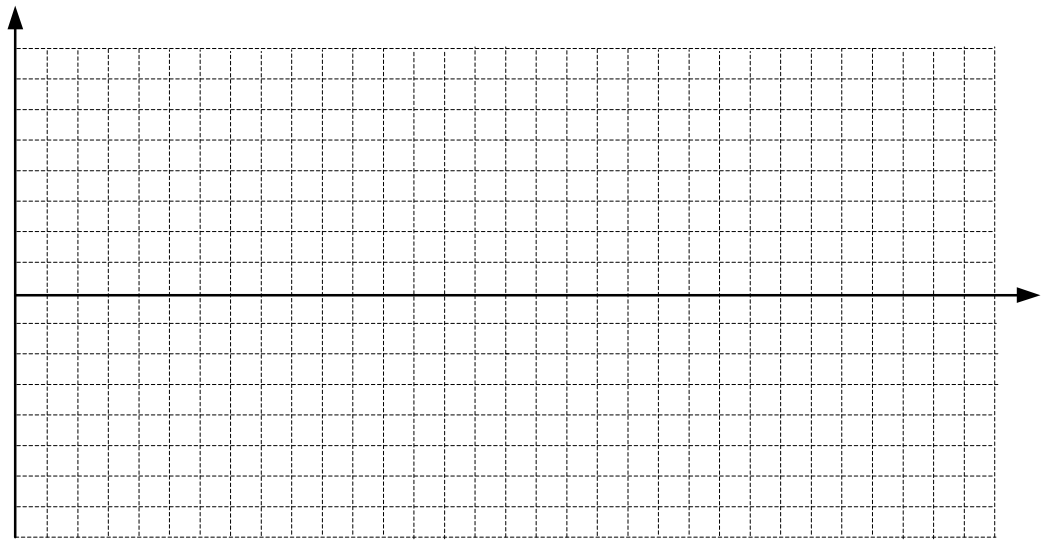
Hình 6.3: Mạch R – L - C.

b) Đóng điện bàn thí nghiệm.

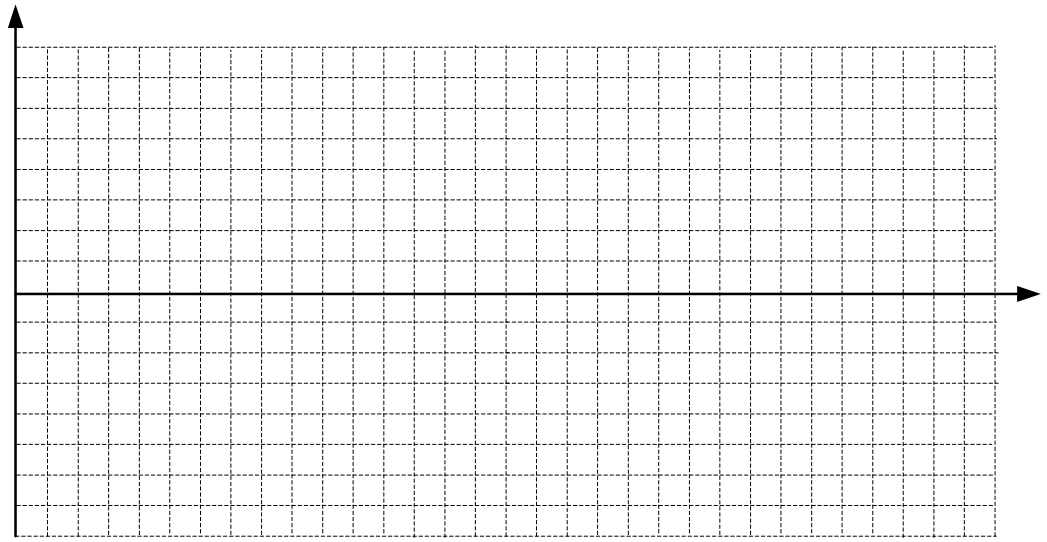
c) SV thực hiện thí nghiệm với 2 giá trị của VR là VR = 100Ω và VR = 7KΩ .

d) Quan sát bằng dao động ký và vẽ lại dạng điện áp trên tụ $U_C(t)$, ứng với các chế độ sau:

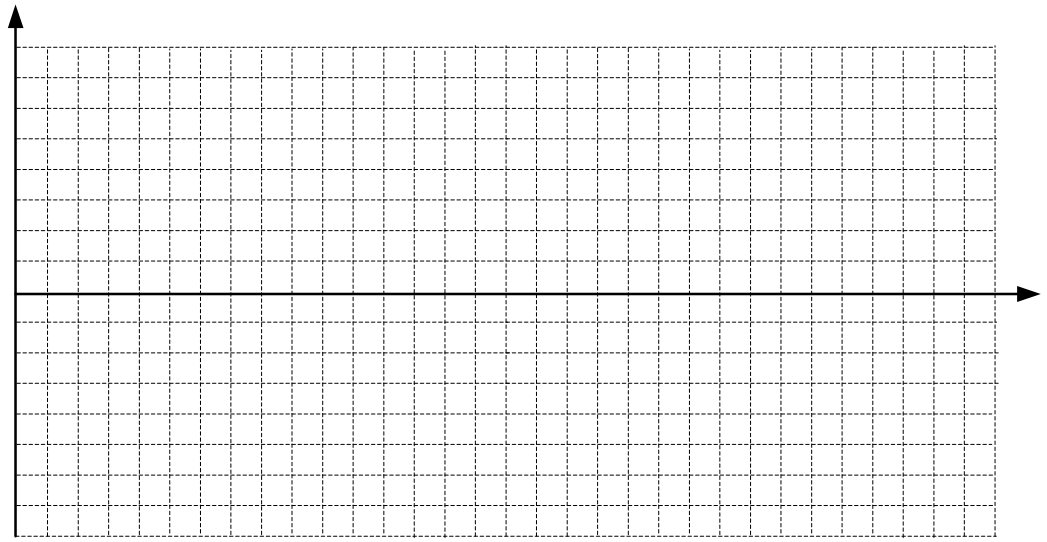
- Dao động



- **Không dao động**

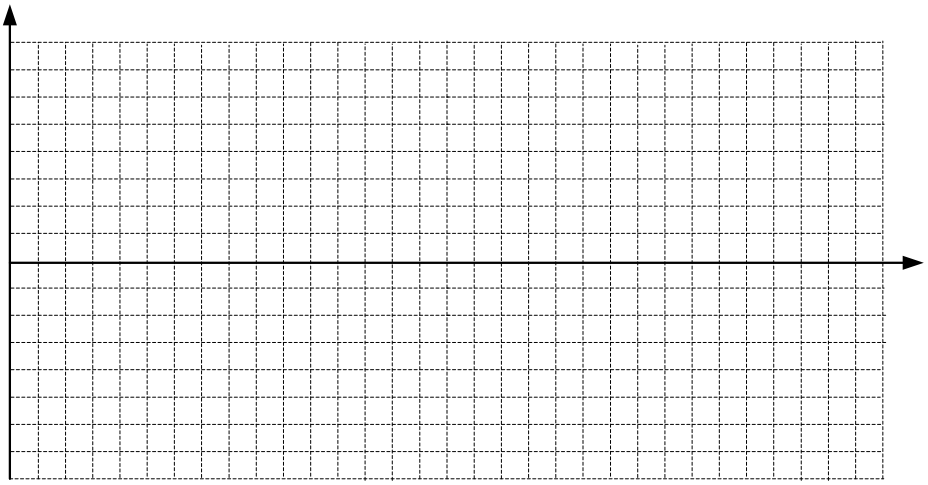


- **Tới hạn**

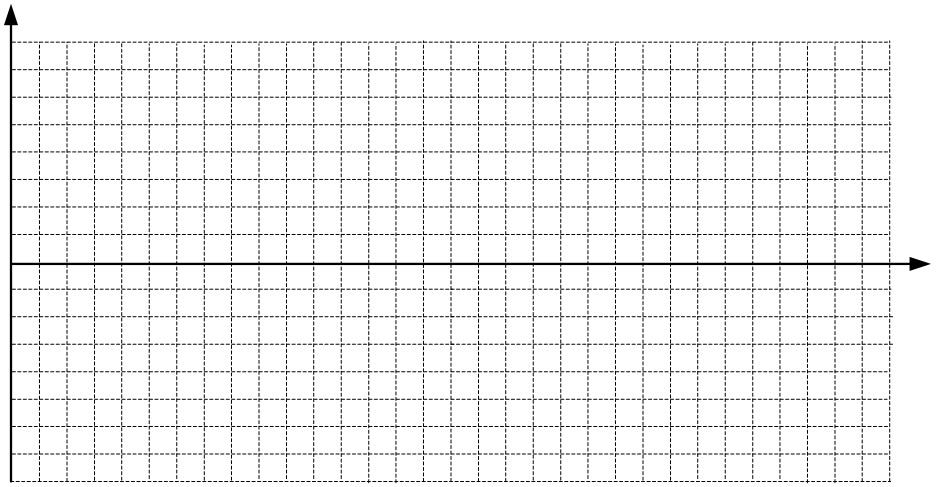


e) Quan sát bằng dao động ký và vẽ lại dạng dòng điện qua mạch i(t) (thông qua điện áp trên R_0), ứng với các chế độ sau:

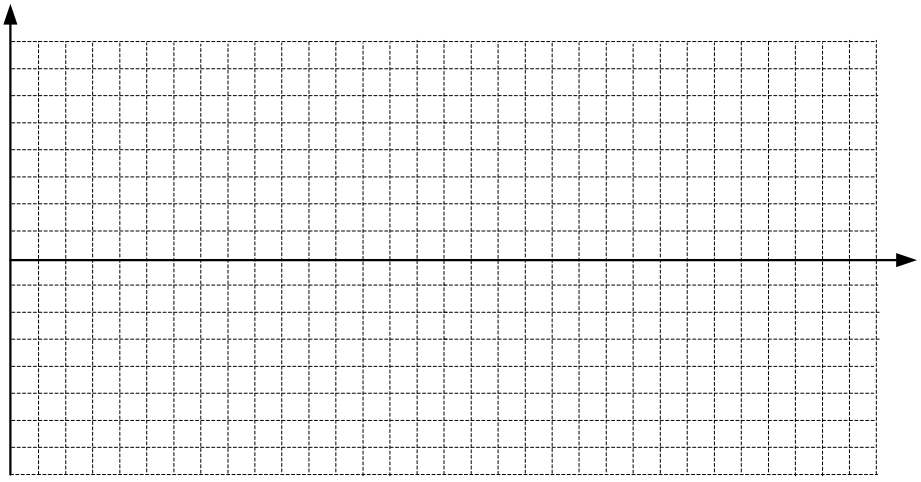
- **Dao động**



- **Không dao động**

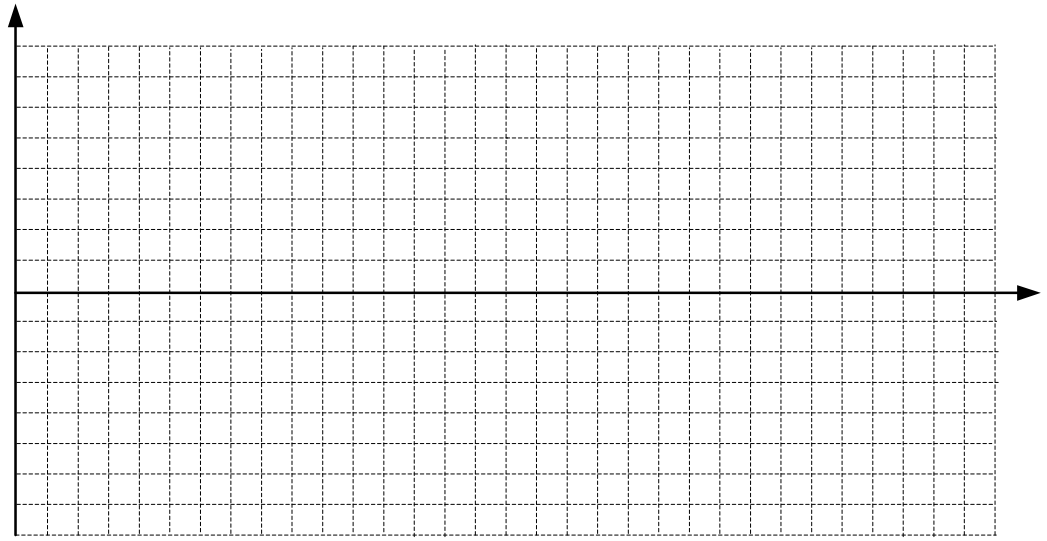


- **Tới hạn**

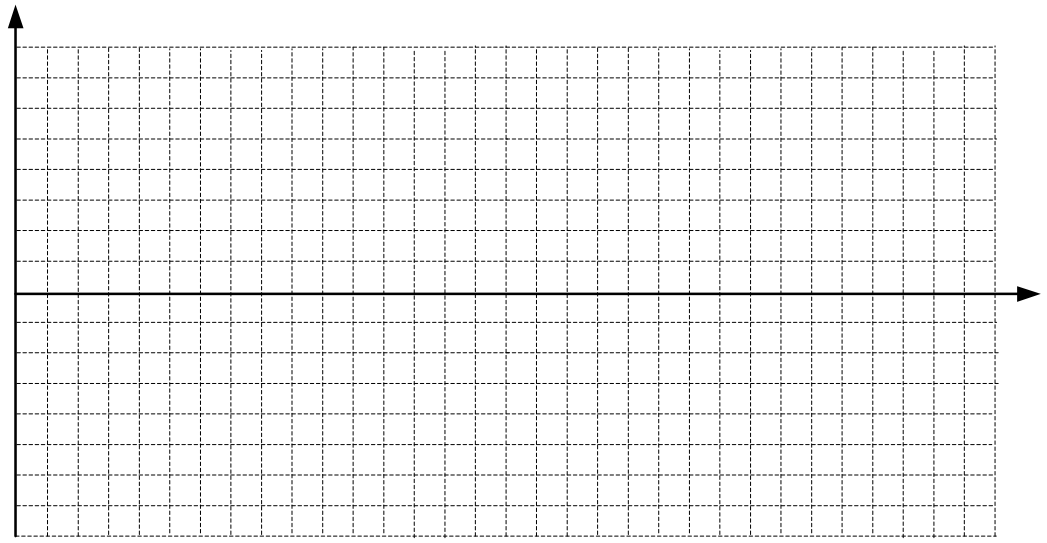


f) Vẽ đồ thị pha $I_C = f(U_C)$ (quan hệ giữa I_C theo U_C) ứng với các trường hợp dao động và không dao động.

- **Dao động**



- **Không dao động**



g) Nhận xét các đồ thị.

BÀI 7

MẠCH KHUẾCH ĐẠI THUẬT TOÁN (OP -AMP)

7.1. MỤC ĐÍCH

Mục đích thí nghiệm về mạch khuếch đại thuật toán giúp sinh viên ôn tập lý thuyết đã học về phần tử khuếch đại thuật toán và biết được một số ứng dụng điển hình của nó trong thực tiễn.

7.2. CÁC THIẾT BỊ SỬ DỤNG THÍ NGHIỆM

- Bảng thí nghiệm.
- Nguồn xoay chiều 220V.
- Nguồn áp DC 1V đến 9V.
- Máy phát sóng.
- Dao động ký.
- Dây nối.
- VOM hiển thị số(hay Volt AC).
- Máy vi tính.
- Các linh kiện: R, VR, OP-AMP.

7.3. THỜI GIAN

- Hướng dẫn lý thuyết và mô phỏng trên máy tính: 45 phút.
- Làm thí nghiệm: 180 phút.

7.4. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Dựa trên đặc tính nếu mạch có chứa op-amp được thiết kế làm việc ở vùng tuyến tính hoặc không quá sâu trong vùng bão hòa thì có thể xem gần đúng theo mô hình lí tưởng:

$$i_+ = i_- = 0$$
$$U_+ = U_-$$

Từ quan hệ này, chúng ta dễ dàng xác định được biểu thức của các đại lượng cần tìm (áp và dòng ngõ ra) trong các mạch thí nghiệm bên dưới bằng các phương pháp phân tích mạch đã học. Sinh viên phải thực hiện các yêu cầu này trong phần chuẩn bị ở nhà trước các buổi thí nghiệm.

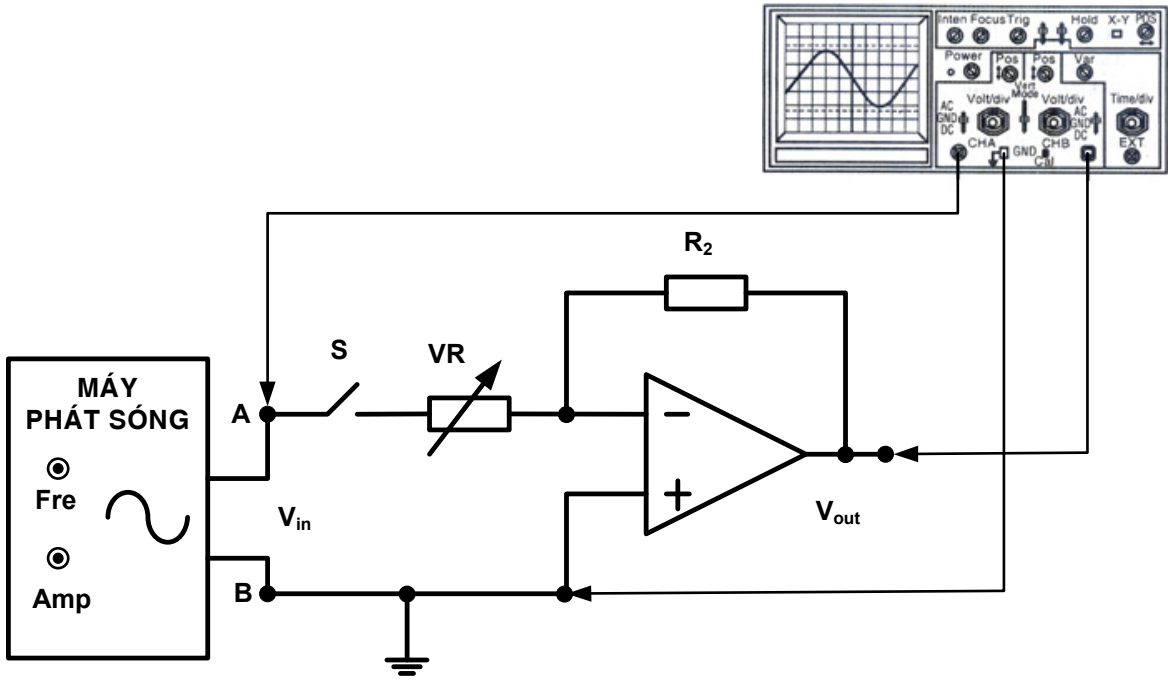
7.5. PHẦN THÍ NGHIỆM

7.5.1. MẠCH KHUẾCH ĐẠI ĐẢO

a) Sinh viên mắc mạch như hình 7.1.
b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.
c) Chỉnh máy phát sóng sin tần số1kHz và chỉnh cho biên độ V_{in} bằng 1V .
d) Chỉnh 3 giá trị VR ghi giá trị vào bảng 7.1.

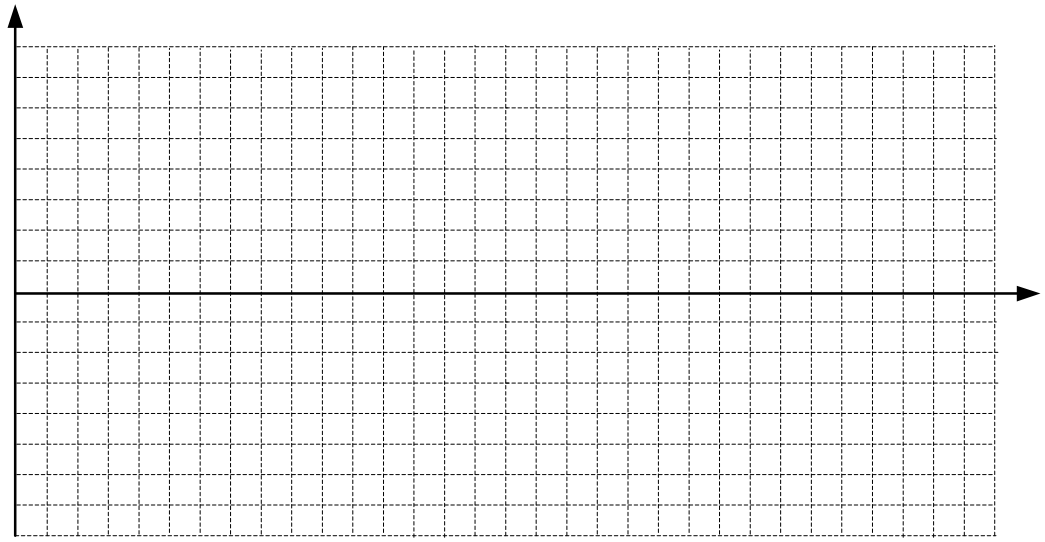
Bảng 7.1

VR	V_{P-P}		Gain	Độ lệch pha
	V_{IN}	V_{OUT}		



Hình 7.1: Mạch khuếch đại đảo

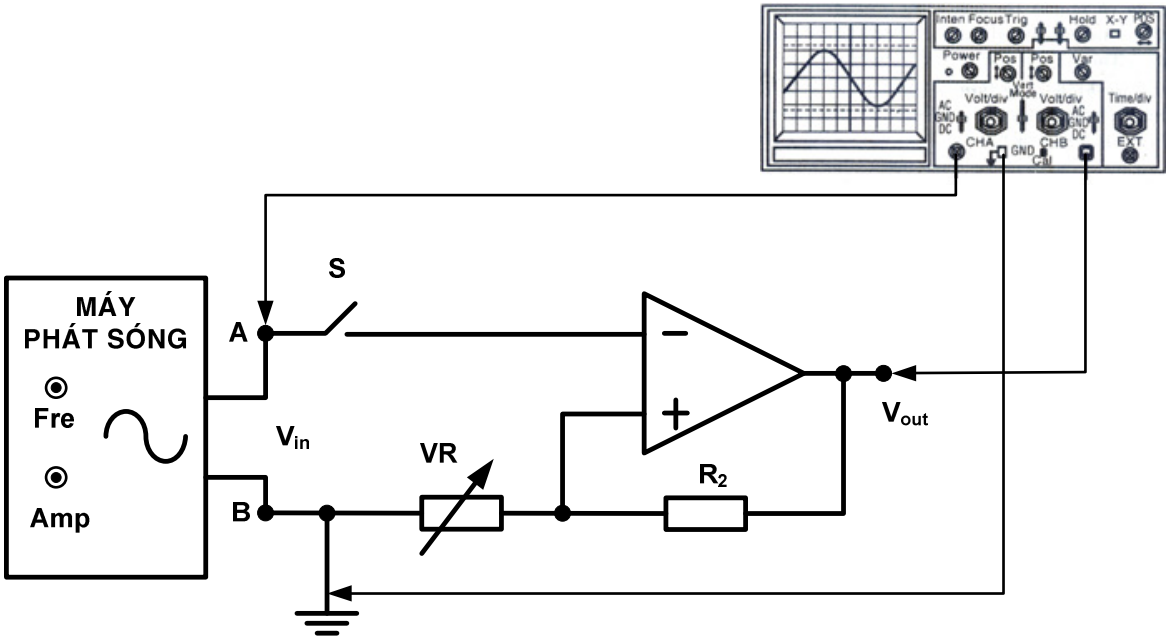
e) Vẽ dạng sóng V_{in} vàV_{out} .



f) Nhận xét các kết quả thu được

7.5.2. MẠCH KHUẾCH ĐẠI KHÔNG ĐẢO

a) Sinh viên mắc mạch như hình 7.2.



Hình 7.2: Mạch khuếch đại đảo

b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

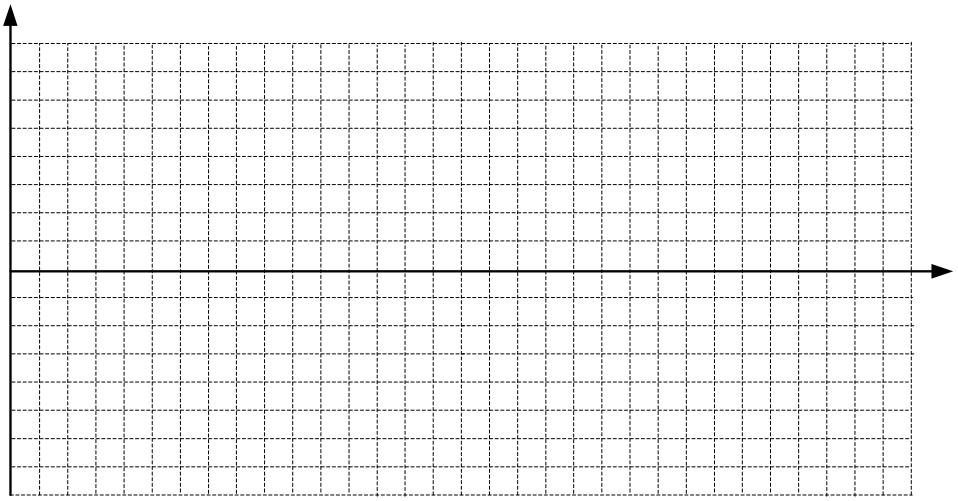
c) Chỉnh máy phát sóng sin tần số1kHz và chỉnh cho biên độ V_{in} bằng 1V .

d) Chỉnh 3 giá trị VR ghi giá trị vào bảng 7.2.

Bảng 7.2

VR	V_{P-P}		Gain	Độ lệch pha
	V_{IN}	V_{OUT}		

e) Vẽ dạng sóng V_{in} vàV_{out} .



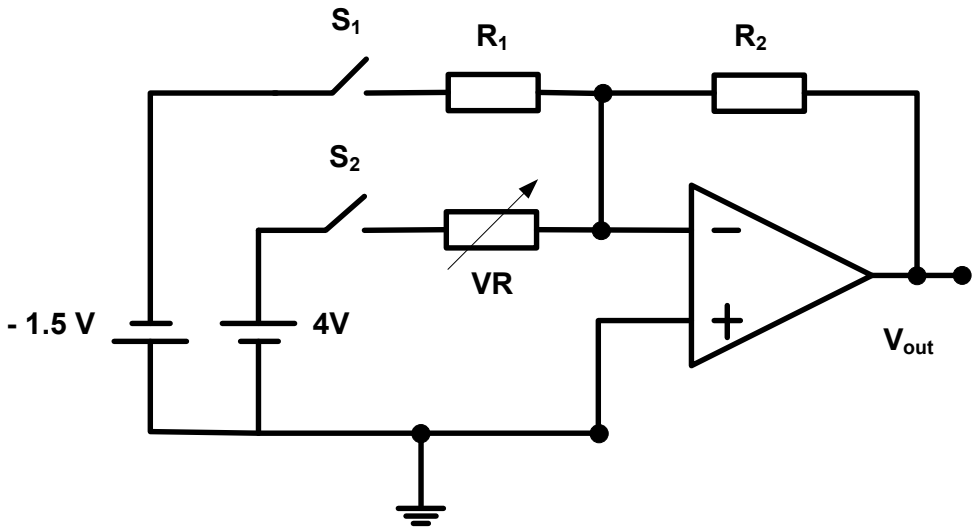
f) Nhận xét các kết quả thu được

7.4.3. MẠCH CỘNG DÙNG OP – AMP

a) Sinh viên mắc mạch như hình 7.3.

b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

c) Chỉnh 2 giá trị VR ghi giá trị vào bảng 7.3.



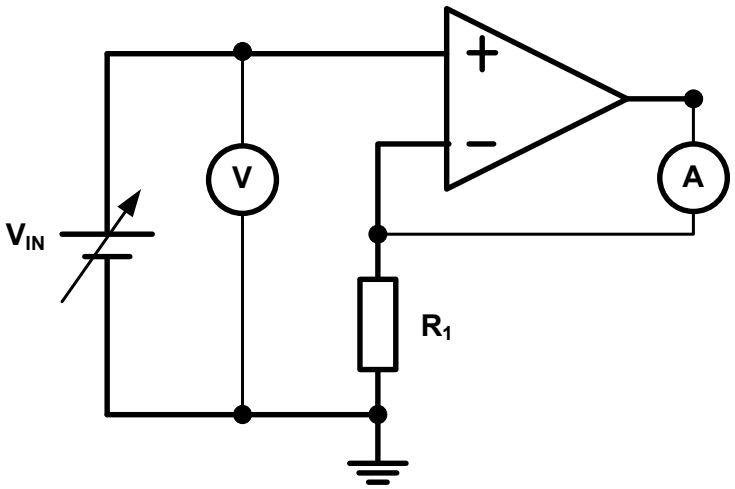
Hình 7.3: Mạch khuếch đại đảo

Trường hợp		V_{out}
S_1	S_2	
ON	OFF	
OFF	ON	
ON	ON	

d) Nhận xét các kết quả thu được

7.5.4. MẠCH CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN ÁP-DÒNG ĐIỆN

a) Sinh viên mắc mạch như hình 7.4.



Hình 7.4: Mạch chuyển đổi điện áp –dòng điện

b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

c) Thay đổi nguồn áp DC V_{in}, đo dòng điện ngõ ra với các giá trị trong bảng 7.4

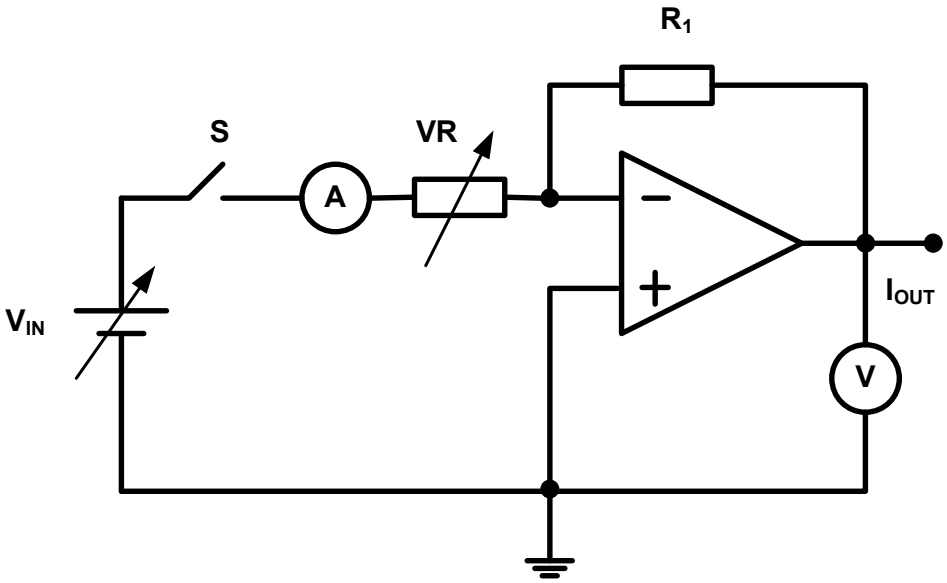
Bảng 7.4

V_{in}(V)	I_{out}(mA)
4	
6	
8	

d) Nhận xét các kết quả thu được

7.5.5. MẠCH CHUYỂN ĐỔI DÒNG ĐIỆN-ĐIỆN ÁP

a) Sinh viên mắc mạch như hình 7.5.



Hình 7.5: Mạch chuyển đổi dòng điện-điện áp

b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

c) Thay đổi nguồn áp DC V_{in} sao cho dòng ngõ vào I_{in} cho bởi Ampere kế có các giá trị trong bảng 7.5, đo điện áp ngõ ra với các giá trị trong bảng 7.5.

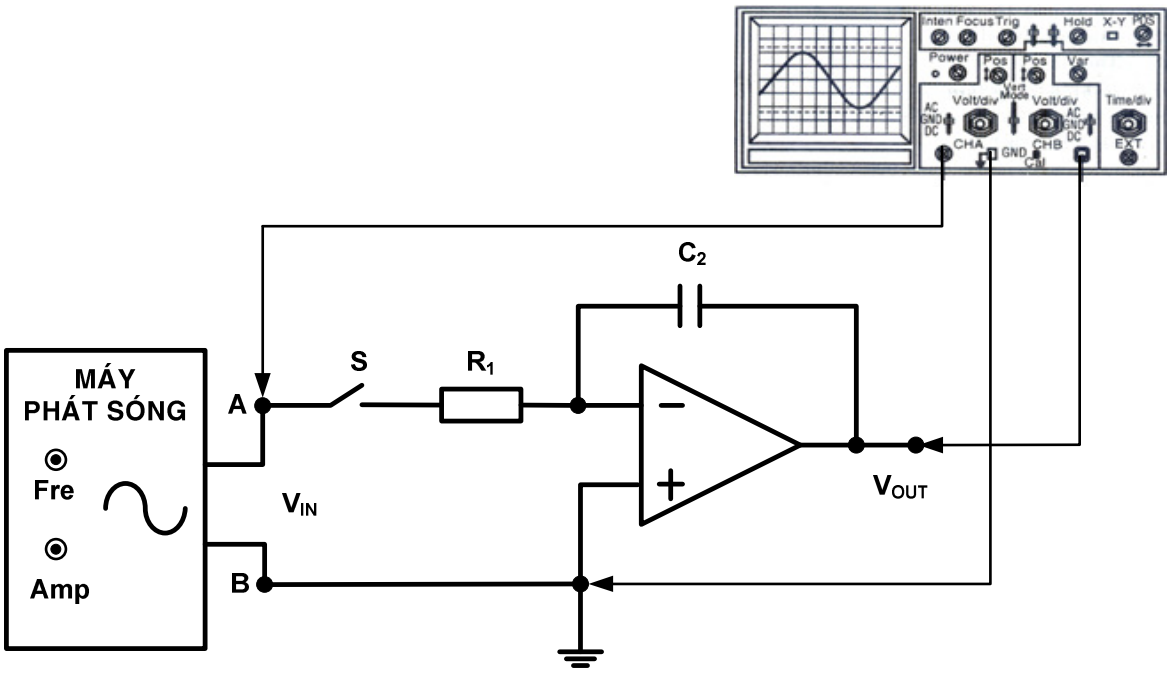
Bảng 7.5

I_{IN}(mA)	V_{OUT}(V)
4	
6	
8	

d) Nhận xét các kết quả thu được

7.5.6. MẠCH TÍCH PHÂN

a) Sinh viên mắc mạch như hình 7.6.

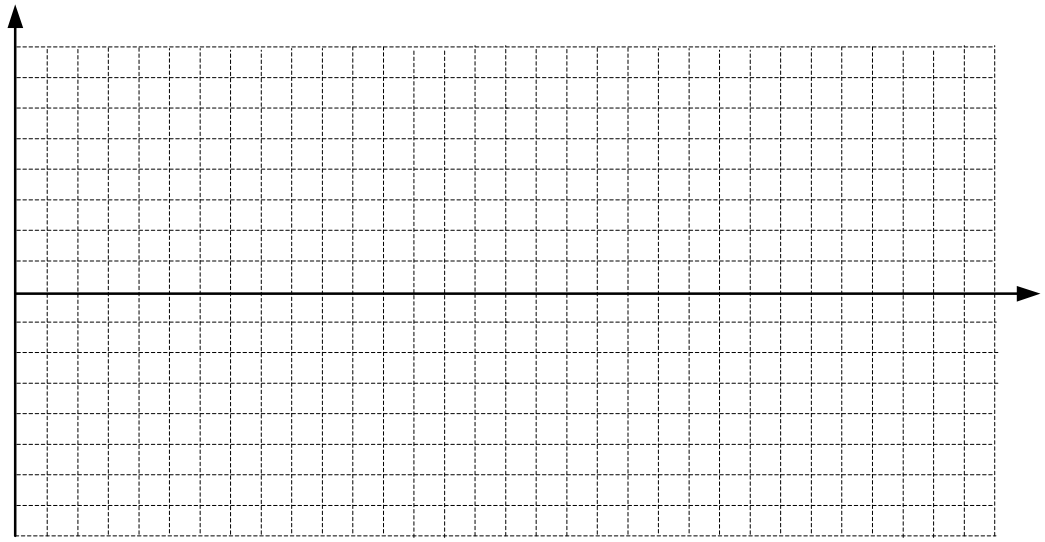


Hình 7.6: Mạch tích phân

b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

c) Chỉnh máy phát sóng sin tần số1kHz và chỉnh cho biên độ V_{in} bằng 1V .

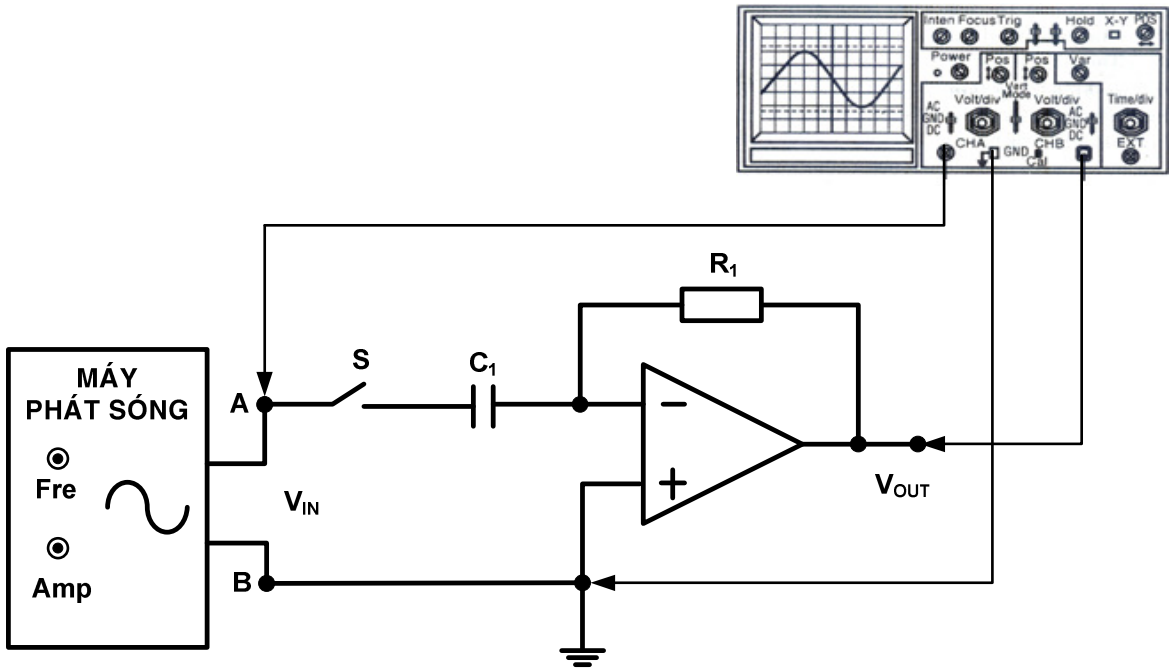
d) Vẽ dạng sóng V_{in} vàV_{out} .



e) Nhận xét các kết quả thu được

7.5.7. MẠCH VI PHÂN

a) Sinh viên mắc mạch như hình 7.7.

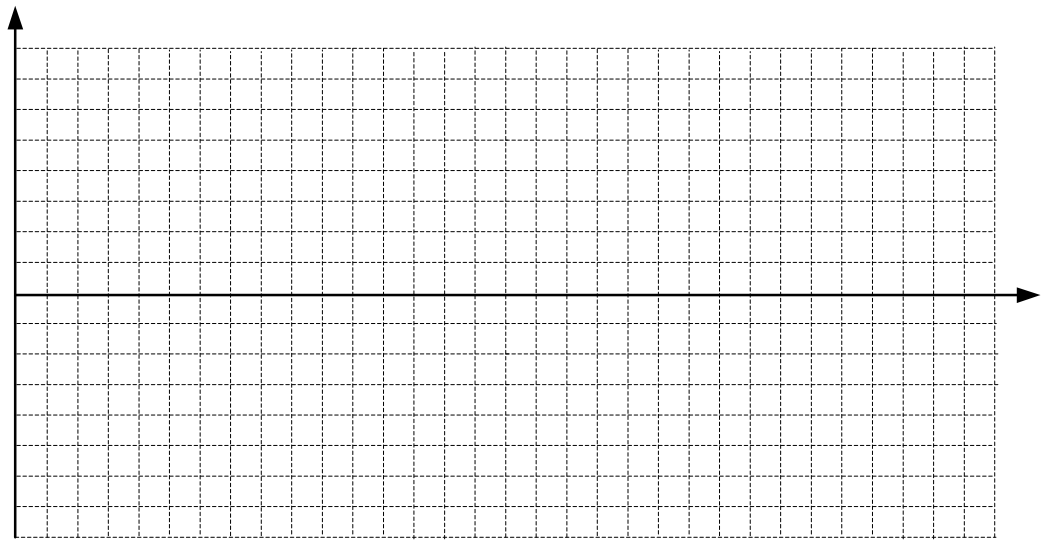


Hình 8.6: Mạch vi phân

b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

c) Chỉnh máy phát sóng sin tần số1kHz và chỉnh cho biên độ V_{in} bằng 1V .

d) Vẽ dạng sóng V_{in} vàV_{out} .



e) Nhận xét các kết quả thu được

BÀI 8

MẠCH PHI TUYẾN

8.1. MỤC ĐÍCH

Mục đích thí nghiệm mạch phi tuyến giúp sinh viên ôn tập lý thuyết và một số hiệu ứng đặc biệt trong mạch gây ra bởi tính phi tuyến của phần tử mạch.

8.2. CÁC THIẾT BỊ SỬ DỤNG THÍ NGHIỆM

- Bảng thí nghiệm.
- Nguồn xoay chiều 220V.
- Nguồn áp DC 1V đến 9V.
- Máy phát sóng.
- Dao động ký.
- Dây nối.
- VOM hiển thị số(hay Volt AC).
- Máy vi tính.
- Các linh kiện: R, VR, OP-AMP.

8.3. THỜI GIAN

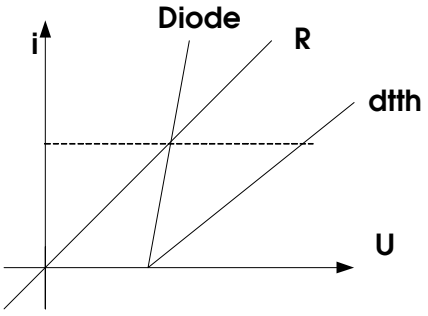
- Hướng dẫn lý thuyết và mô phỏng trên máy tính: 45 phút.
- Làm thí nghiệm: 180 phút.

8.4. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

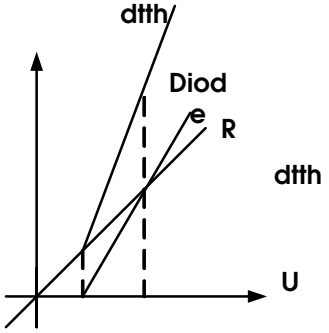
Một trong các mô hình điển hình cho các phần tử mạch phi tuyến phổ biến trong thực tiễn là mô hình điện trở phi tuyến và điện cảm phi tuyến. Để khảo sát mạch phi tuyến thì hiện nay có rất nhiều phương pháp: phương pháp gải tích, phương pháp đồ thị, phương pháp số Mặc dù cũng có những khuyết điểm, nhưng phương pháp đồ thị cũng cho phép người khảo sát tiếp cận một cách nhanh chóng và xem xét định tính các mạch có chứa phần tử phi tuyến. Bài thí nghiệm này chủ yếu đi vào phương pháp đồ thị, ứng dụng nó trong việc khảo sát đặc tuyến mạch, hay các quá trình xảy ra trong mạch khi có mặt phần tử trở phi tuyến.

Ở phần I, để xây dựng đặc tuyến trở phi tuyến, trong bài thí nghiệm này sử dụng phương pháp Volt-Ampere khi cho áp vào biến thiên bằng một tín hiệu sin và lấy tín hiệu dòng tương ứng cho vào dao động ký theo hình 8.1 Tuy nhiên, chúng ta phải chuyển đồ thị volt- volt tren màn hình sang đồ thị volt- ampere bằng cách lấy đối xứng qua trục tung (thay u bằng -u)như câu hỏi b.

Ở phần II, điện áp ra của mạch được kiểm chứng theo phương pháp đồ thị. Với đặc tuyến U_I có được ở phần I, ta xây dựng đặc tuyến tổng hợp của các mạch nối tiếp và song song (gồm có diode và trở 1kΩ).



Hình 8.1a: Mạch nối tiếp

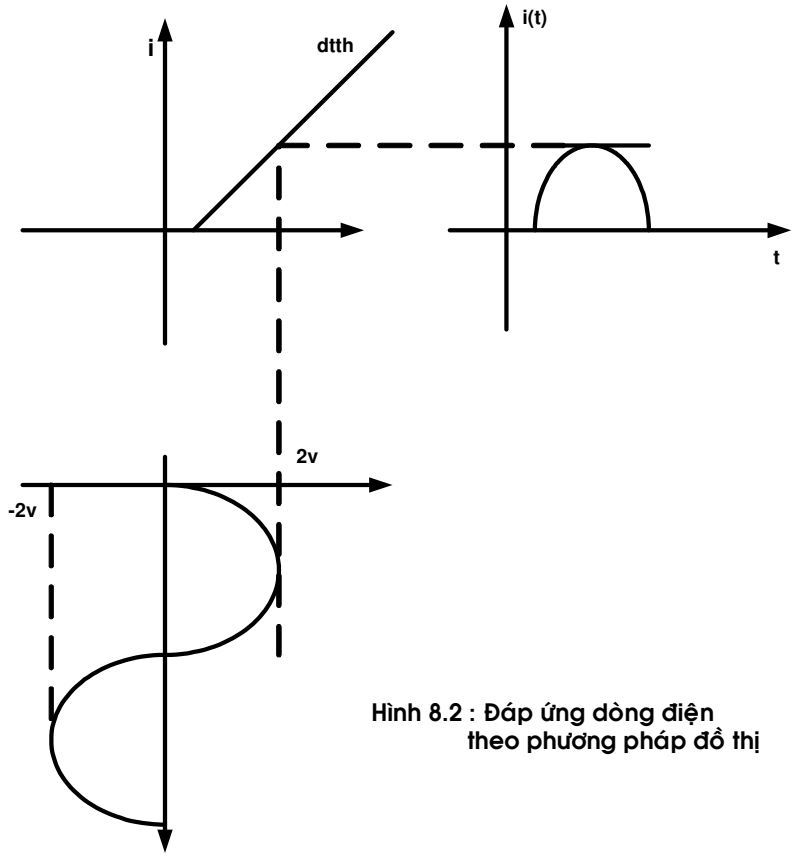


Hình 8.1b: Mạch Song Song

Tọa độ giao điểm đường tải: u = 2 – 1K.i và khi đặc tuyến tổng hợp sẽ cho ta xác định điện áp ra của các mạch 8.2a,b.

Khi tác động lên mạch là tín hiệu xoay chiều sin, đặc tuyến tổng hợp của mạch nối tiếp sử dụng như hình vẽ trên. Bằng phương pháp đồ thị, ta sẽ xác định dạng dòng điện trong mạch như hình 8.2. Từ đó nghiệm lại đồ thị nhận được trên màn hình oscillscope.

Mạch phi tuyến dưới tác động của tín hiệu DC và AC sẽ đươc khảo sát theo phương pháp đồ thị do thành phần Ac có biên độ lớn. Đặc tuyến tổng hợp như phần trên, chỉ có dạng tác động lên mạch thay đổi do có thành phần DC.



Hình 8.2 : Đáp ứng dòng điện
theo phương pháp đồ thị

Rõ ràng ta thấy với thành phần AC biên độ 1V, dòng trong mạch vẫn có dạng sin.Nếu thành phần AC có biên độ tăng thì thành phần dòng trong mạch sẽ có dạng không sin.

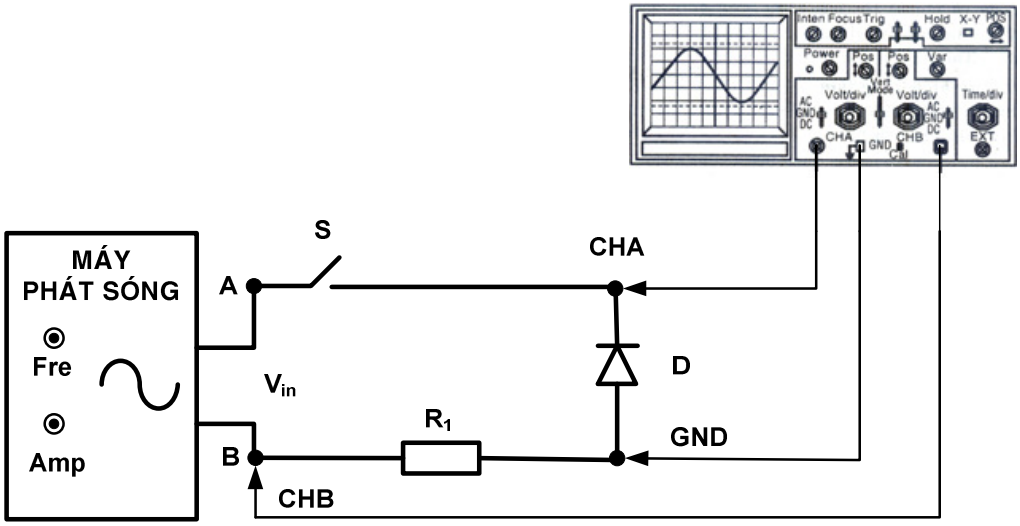
Áp ra của các mạch kẹp và mạch nhân đôi điện áp được xác định theo bản chất làm việc của các Diode trong mạch.

Đối với diode zener, quá trình xác định đặc tuyến U-I tương tự diode silicon. Để đơn giản, ta có thể xem zener là lí tưởng và chỉ cần xác định V_z trên đặc tuyến cho trên màn hình oscilloscope.

8.5. PHẦN THÍ NGHIỆM

8.5.1. XÂY DỰNG ĐẶC TUYẾN CỦA PHẦN TỬ TRỞ PHI TUYẾN: DIODE SILICON

a) Sinh viên mắc mạch như hình 8.3.



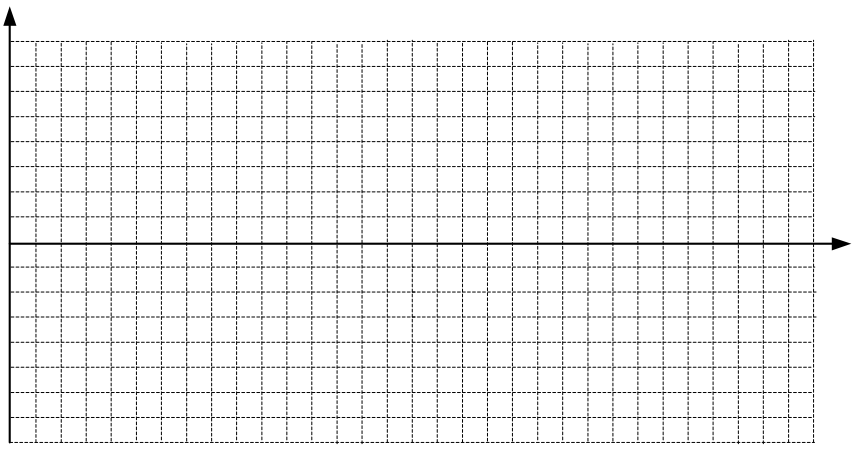
Hình 8.3: Đặc tuyến của phần tử trở phi tuyến

b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

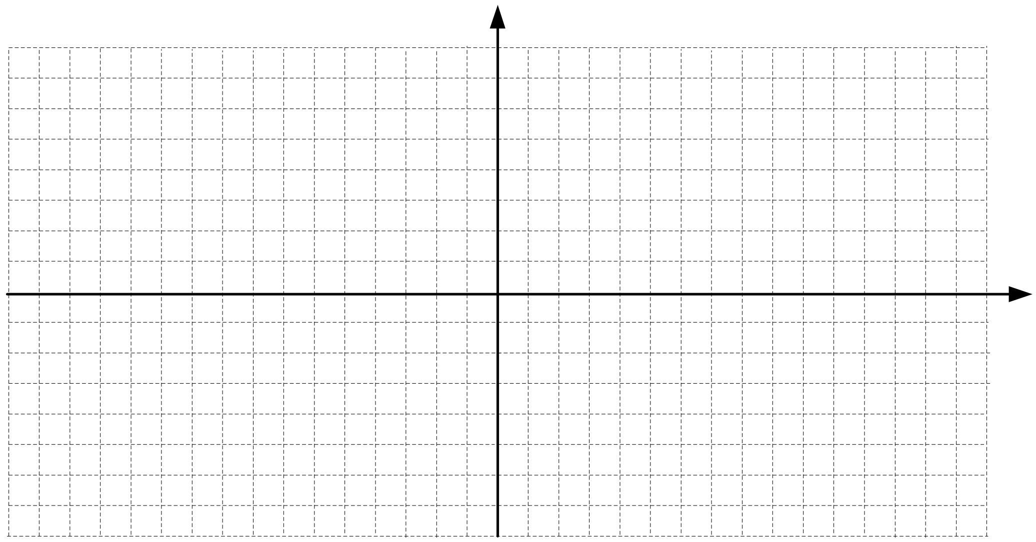
c) Chỉnh máy phát sóng sin tần số 1KHz và chỉnh cho biên độ bằng 5V .

d) Dao động ký chọn Vert Mode.

e) Vẽ dạng sóng trên dao động ký.



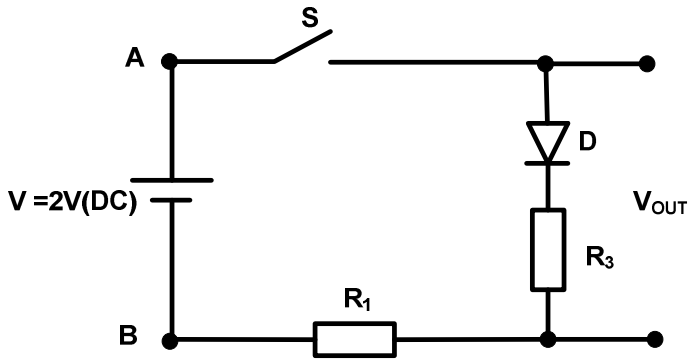
f) Vẽ đặc tuyến U-I của diode.



g) Nhận xét các kết quả thu được

8.5.2. MẠCH TRỞ PHI TUYẾN NGUỒN DC

a) Sinh viên mắc mạch như hình 8.4.

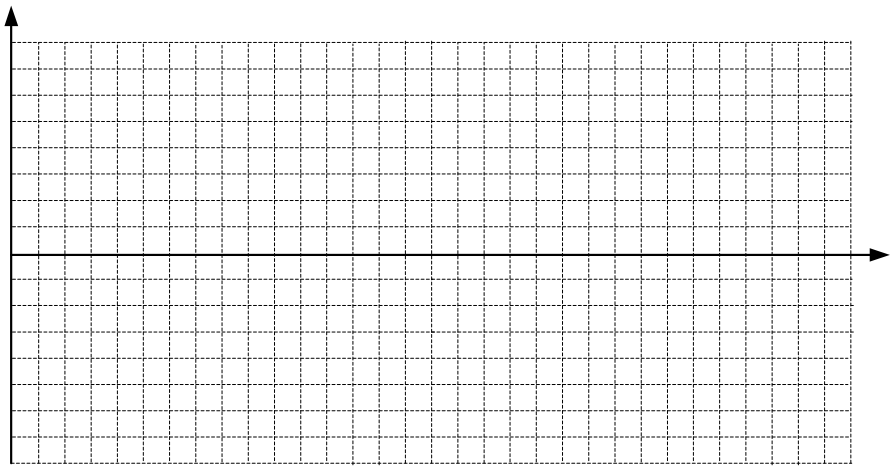


Hình 8.4: Mạch trở phi tuyến nguồn DC

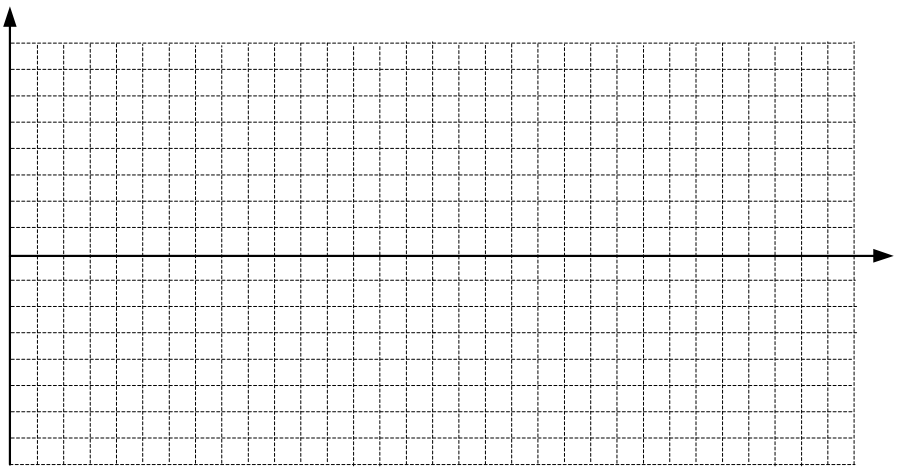
b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

c) Chỉnh nguồn DC có biên độ bằng 2V.

d) Kiểm chứng các kết quả trên bằng phương pháp đồ thị.

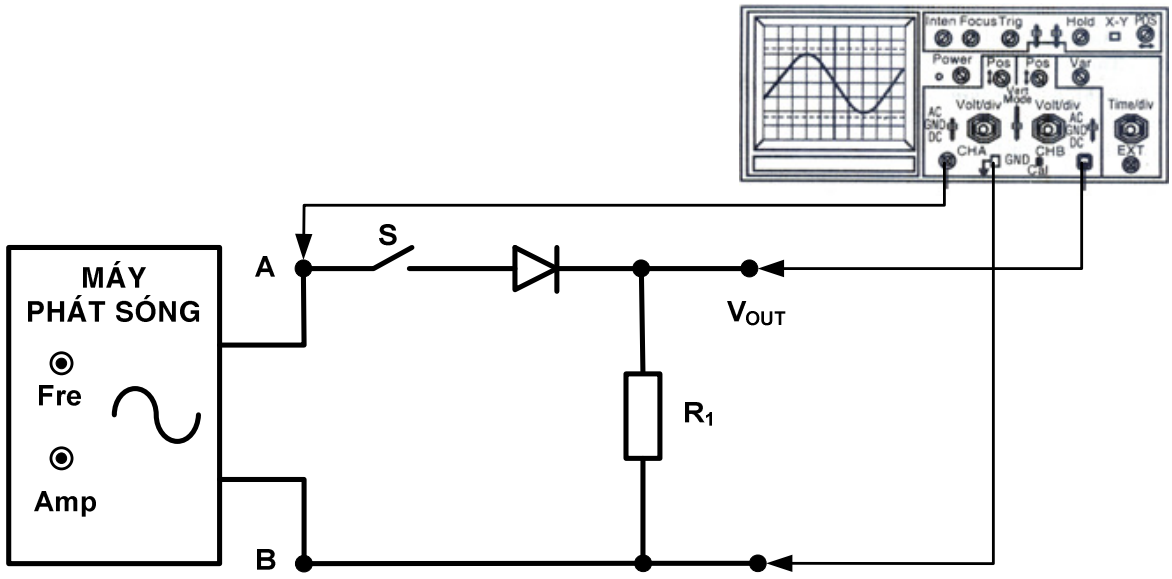


e) Vẽ đặc tuyến tổng hợp.



8.5.3. MẠCH TRỞ PHI TUYẾN NGUỒN AC

a) Sinh viên mắc mạch như hình 8.5.



Hình 8.5: Mạch trở phi tuyến nguồn AC

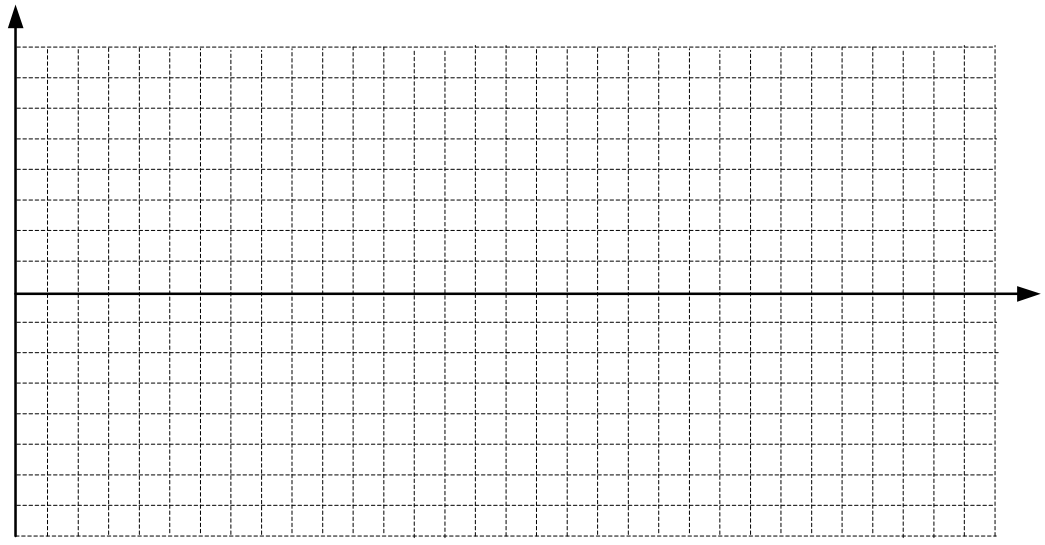
b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

c) Cho công tắt S trạng thái OFF.

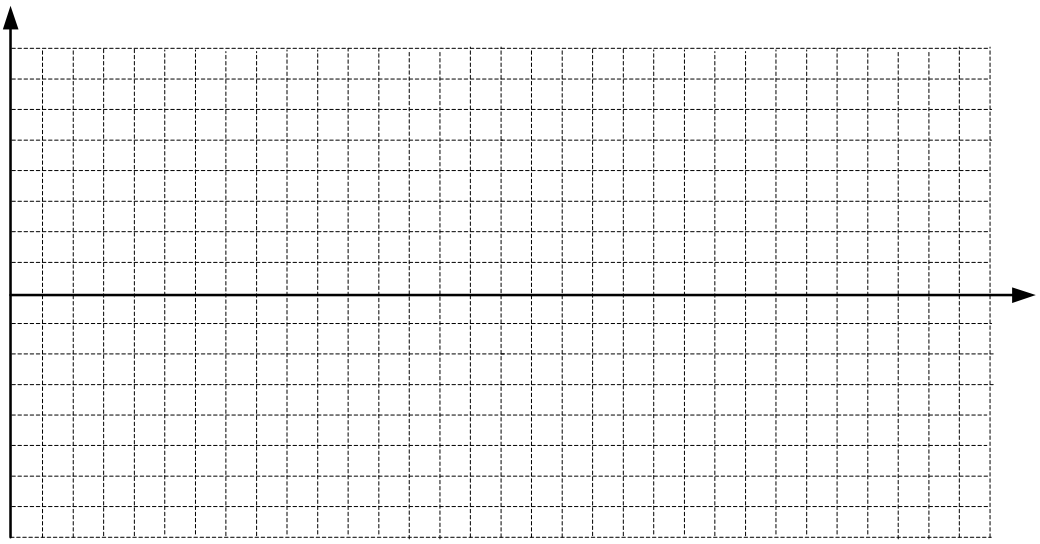
d) Máy phát sóng chọn sóng Sin có biên độ 2V, tần số 1kHz.

e) Đóng công tắt S.

f) Dùng dao động ký, vẽ dạng sóng vào và V_{out} của mạch.



g) Kiểm chứng các kết quả trên bằng phương pháp đồ thị.



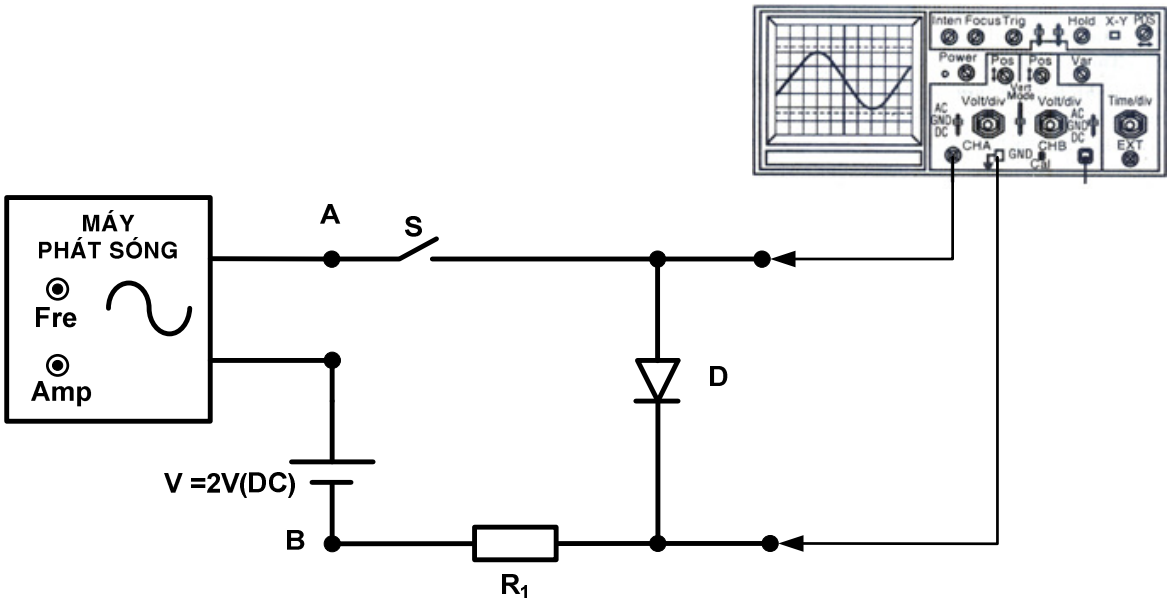
h) Dùng kế VOM hiển thị số đo V_{out} bằng chức năng AGV.

i) Kiểm chứng lại theo khai triển Fourier.

j) Nhận xét các kết quả thu được

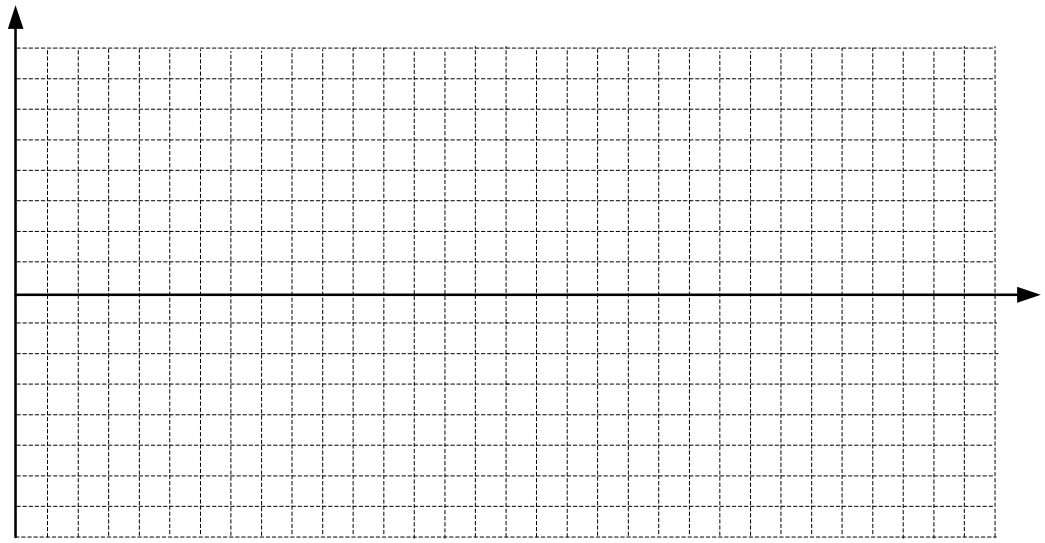
8.5.4. MẠCH TRỞ PHI TUYẾN NGUỒN DC và AC

a) Sinh viên mắc mạch như hình 8.6.

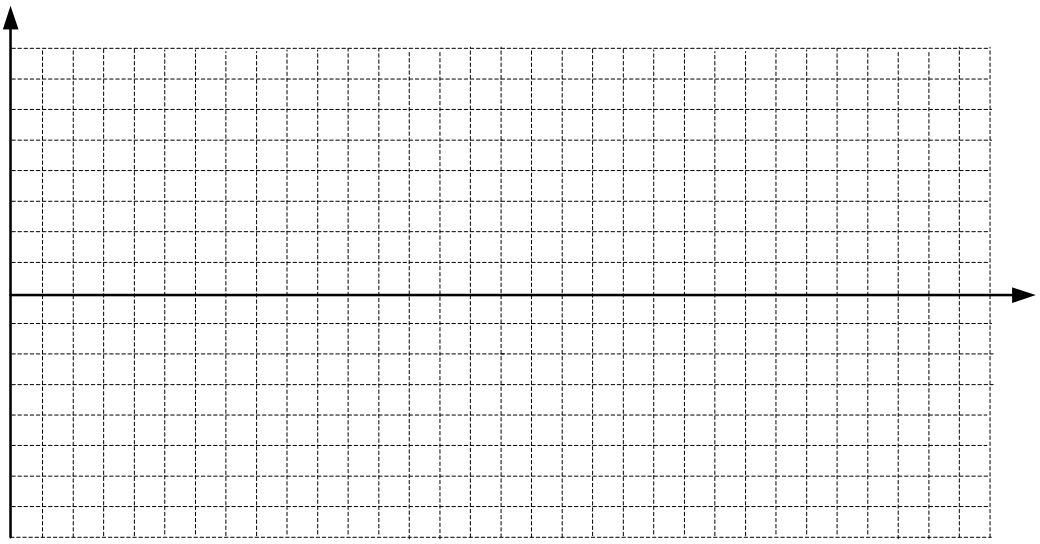


Hình 8.6: Mạch trở phi tuyến nguồn DC và AC

b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.
c) Cho công tắt S ở trạng thái OFF.
d) Máy phát sóng chọn sóng Sin có biên độ 1V, tần số 1kHz.
e) Chỉnh nguồn áp DC có giá trị 2V.
f) Đóng công tắt S.
g) Dùng dao động ký, vẽ dạng sóng điện áp và dòng điện trên phần tử diode.



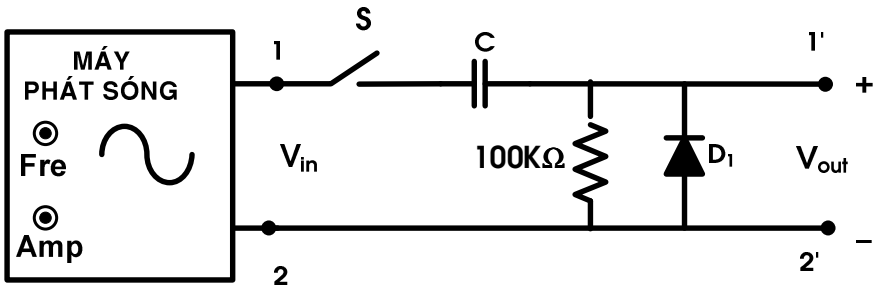
h) Sinh viên thực hiện lại khi chỉnh máy phát sóng sin có biên độ 2V và vẽ dạng sóng điện áp và dòng điện trên phần tử diode.



i) Nhận xét các kết quả thu được

8.5.5. MẠCH KẸP DƯƠNG

a) Sinh viên mắc mạch như hình 8.7.



Hình 8.7: Mạch kẹp dương

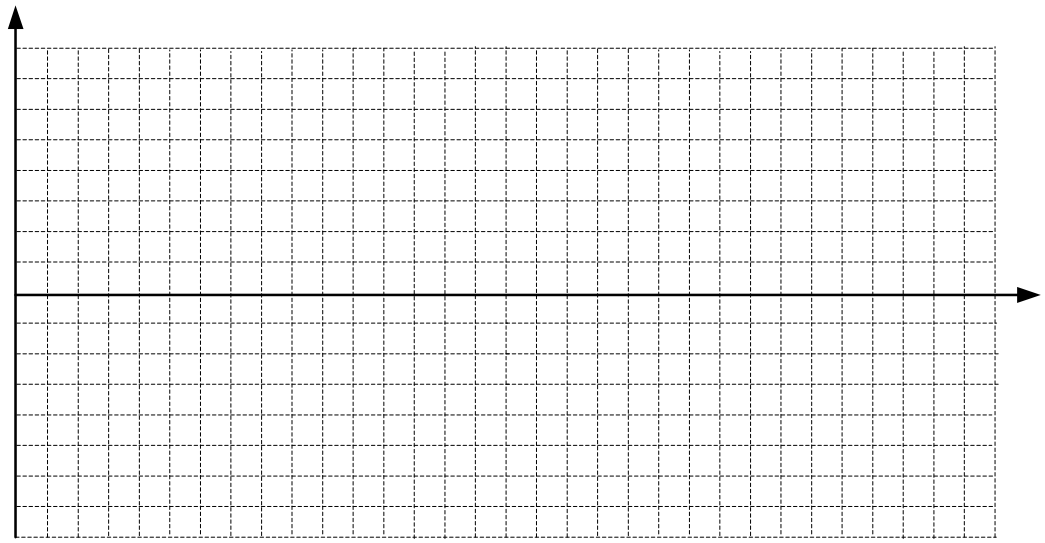
b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

c) Cho công tắt S ở trạng thái OFF.

d) Máy phát sóng chọn sóng Sin có biên độ 2V, tần số 1kHz.

e) Đóng công tắt S.

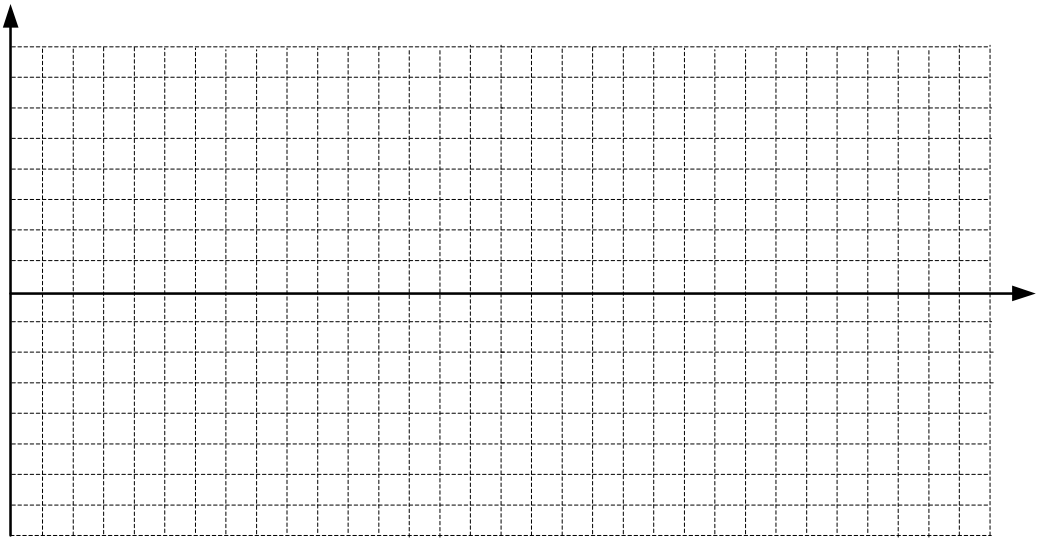
f) Dùng dao động ký, vẽ dạng sóng V_{IN} và V_{OUT}.



g) Nhận xét

---

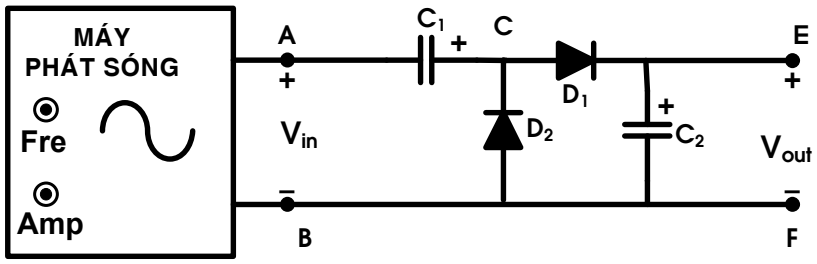
h) Sinh viên thực hiện lại khi chỉnh máy phát sóng sin có biên độ 4V và vẽ dạng sóng V_{IN} và V_{OUT}.



i) Nhận xét giá trị đỉnh âm của tín hiệu ra có thay đổi không ? Giải thích.

8.5.6. MẠCH NHÂN ĐÔI ĐIỆN ÁP

a) Sinh viên mắc mạch như hình 8.8.



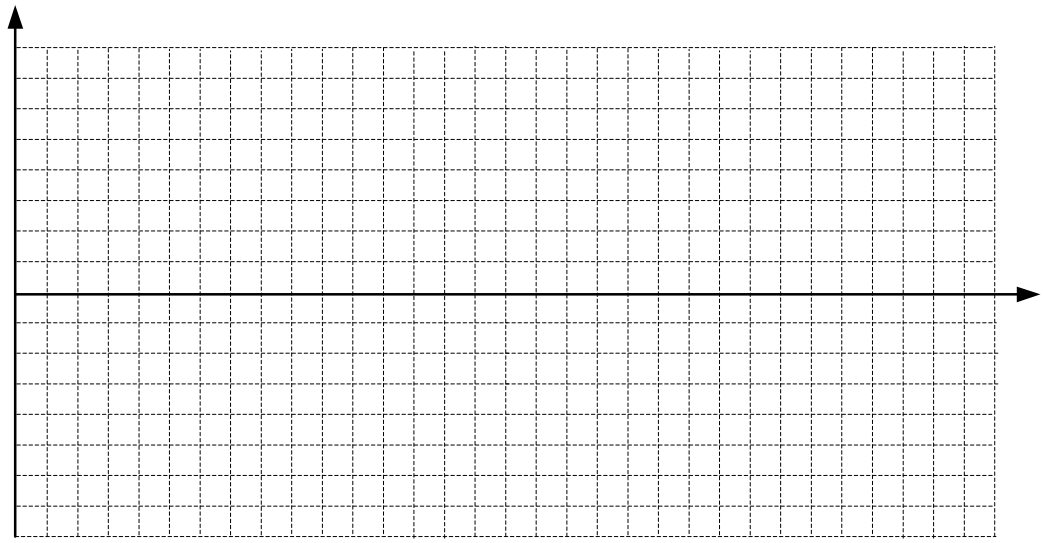
Hình 8.8: Mạch nhân đôi điện áp

b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

c) Máy phát sóng chọn sóng Sin có biên độ 2V, tần số 50Hz.

d) Dùng VOM ở chức năng ACV đo điện áp trên hai đầu AB, và đo điện áp trên hai đầu EF ở chức năng DCV.

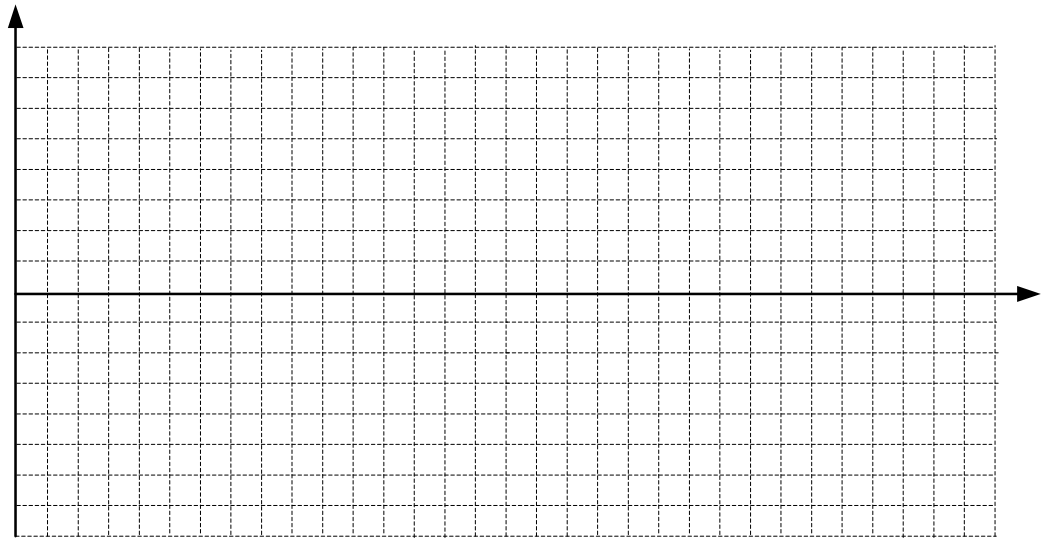
e) Dùng dao động ký, vẽ dạng sóng tại A và C.



f) Nhận xét

---

g) Dùng dao động ký, vẽ dạng sóng V_{IN} và V_{OUT}.



h) Nhận xét dạng sóng vào V_{IN}

8.5.7. ĐẶC TUYẾN CỦA DIODE ZENER

a) Sinh viên mắc mạch như hình 8.9a.

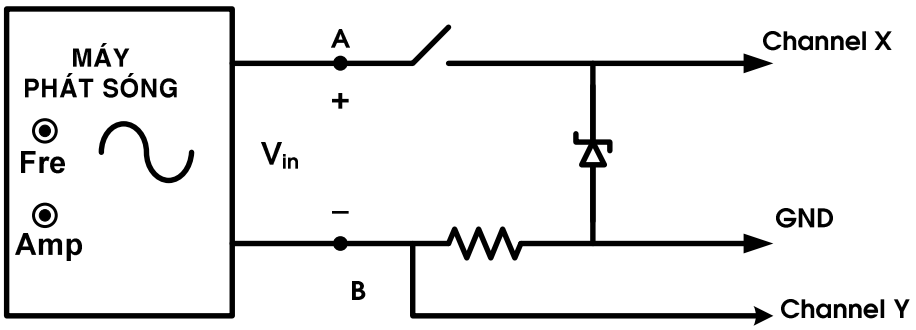
b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

c) Cho công tắt S ở trạng thái OFF.

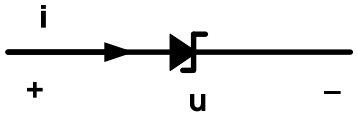
d) Máy phát sóng chọn sóng Sin có biên độ cực đại.

e) Đóng công tắt S.

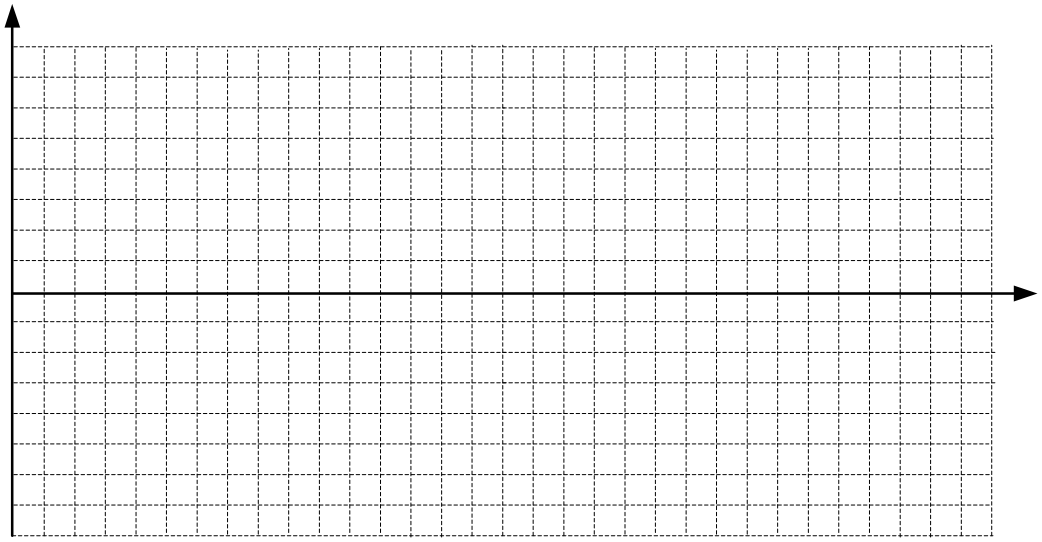
f) Dùng dao động ký, vẽ dạng sóng tại A và B.



Hình 8.9a: Xác định đặc tính của diode zener



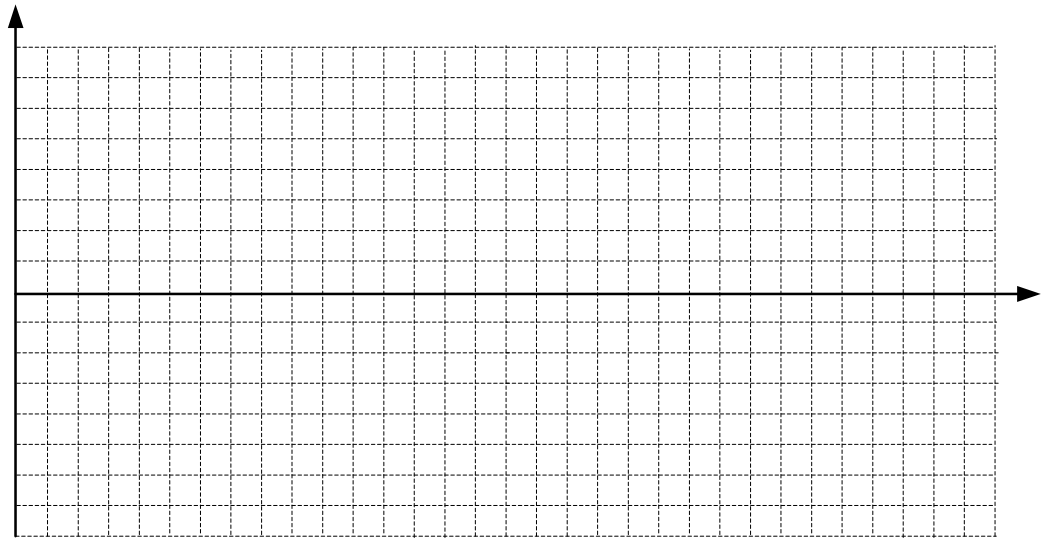
Hình 8.9b



e) Nhận xét

---

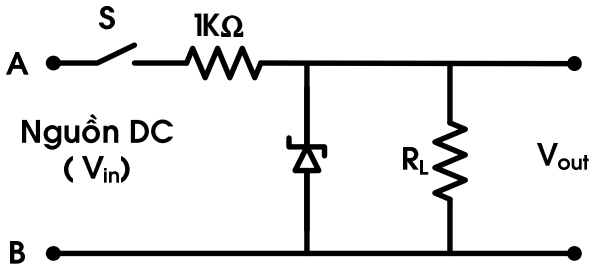
f) Vẽ đặc tuyến U-I của diode zener với qui ước áp và dòng như hình 8.9b.



g) Nhận xét

8.5.8. MẠCH ỔN ÁP ĐƠN GIẢN

a) Sinh viên mắc mạch như hình 8.10.



Hình 8.10: Mạch ổn áp đơn giản

b) Cho công tắt S ở trạng thái OFF.

c) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

d) Đóng công tắt S.

e) Thay đổi 3 giá trị của R_L, đo điện áp ngõ ra, ghi giá trị vào bảng 8.10

Bảng 8.10

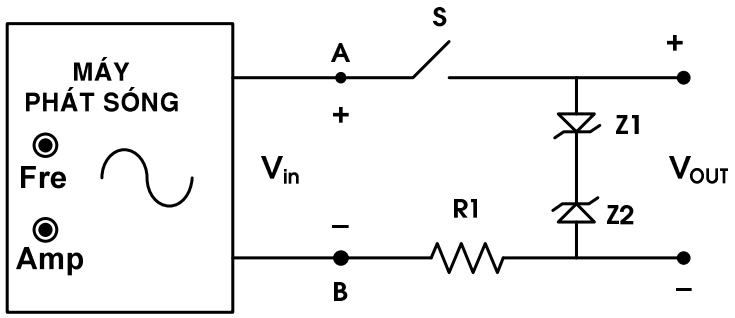
R_L	V_{IN}	10V	12V
	V_{OUT}		

f) Xác định hệ số ổn áp: $k = \frac{\Delta V_{OUT}}{\Delta V_{IN}}$

g) Tìm điều kiện của R_L để có hiện tượng ổn áp.

8.5.9. MẠCH XÉN TÍN HIỆU

a) Sinh viên mắc mạch như hình 11a.



Hình 11a: Mạch xén tín hiệu

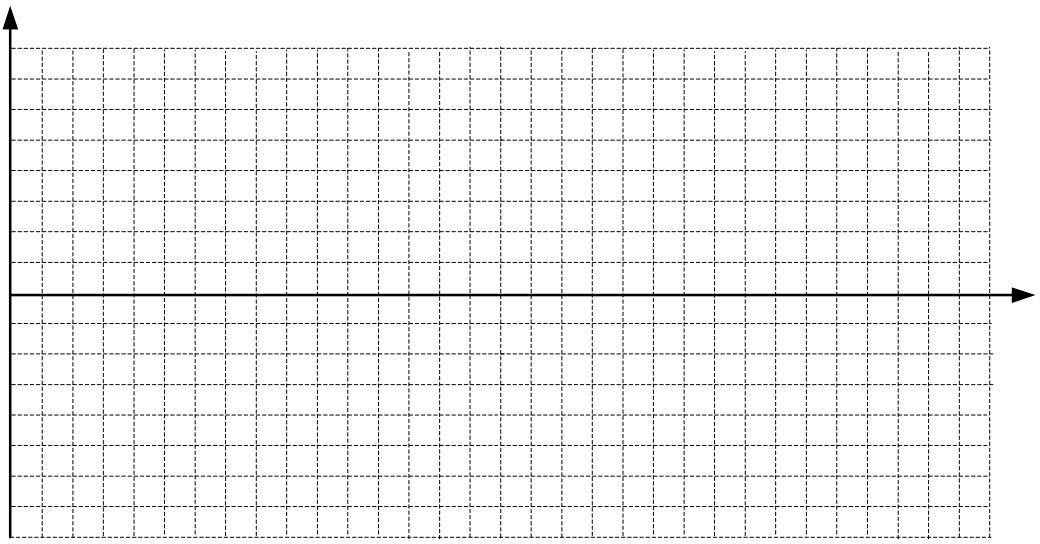
b) Đóng CB để cấp điện cho bàn thí nghiệm.

c) Cho công tắt S ở trạng thái OFF.

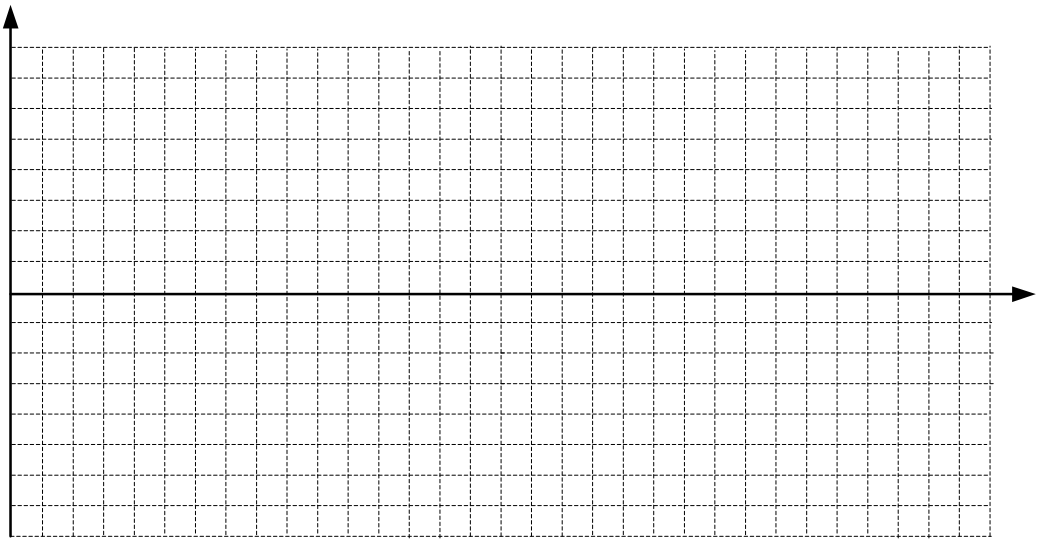
d) Máy phát sóng chọn sóng Sin có biên độ 10V, tần số 1KHz.

e) Đóng công tắt S.

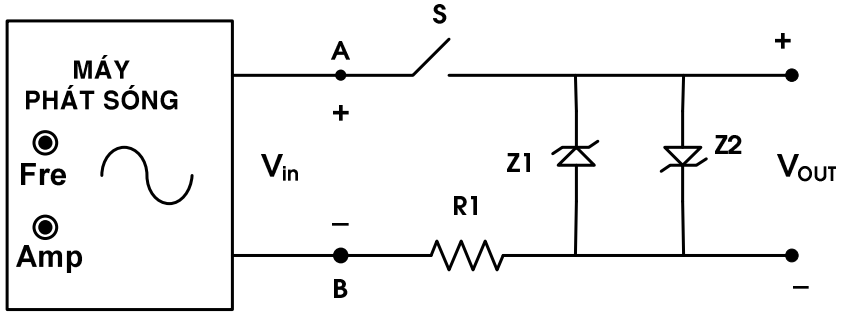
f) Dùng dao động ký, vẽ dạng sóng ra V_{OUT}.



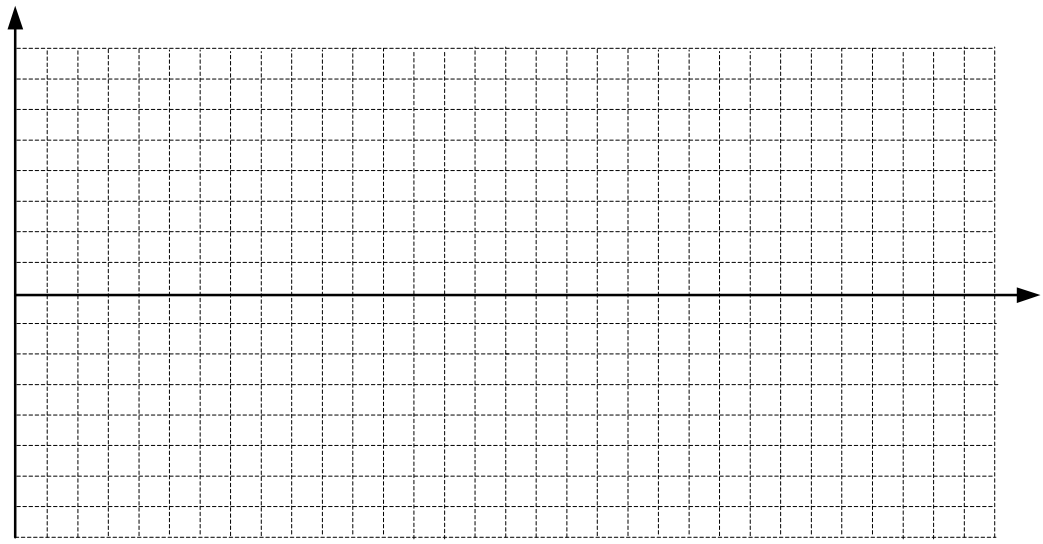
h) Kiểm nghiệm lại bằng phương pháp đồ thị



i) Với phương pháp đồ thị, hãy suy ra dạng sóng V_{OUT} ở hình 8.11b khi tín hiệu vào là sóng sin, biên độ 2V, tần số 1KHz.



Hình 8.11.b



j) Nhận xét

PHẦN II: MÔ PHỎNG MẠCH ĐIỆN

BÀI 9

MẠCH THÉVENIN – NORTON

9.1. MỤC ĐÍCH

SV vẽ mạch và thực hiện mô phỏng trên máy tính, để khảo sát định lý Thévenin, định lý Norton và và nguyên lý xếp chồng. Từ đó sinh viên sẽ khảo sát phương pháp để xác định sơ đồ tương đương Thévenin-Norton của mạch điện.

9.2. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Một mạng một cửa bất kỳ có nguồn đều có thể tương đương với một mạch đơn giản gồm một nguồn áp nối tiếp trở kháng Z_{th} (sơ đồ thevenin) hay một nguồn dòng song song với trở kháng Zth (sơ đồ norton). Nguồn áp trong sơ đồ thevenin có giá trị bằng điện áp hở mạch ở hai đầu mạng một cửa và trở kháng Z_{th}, là trở kháng nhìn vào cửa khi cho các nguồn độc lập của mạng triệt tiêu. Nguồn dòng trong norton có giá trị bằng dòng điện ngắn mạch qua hai cực của mạng một cửa.

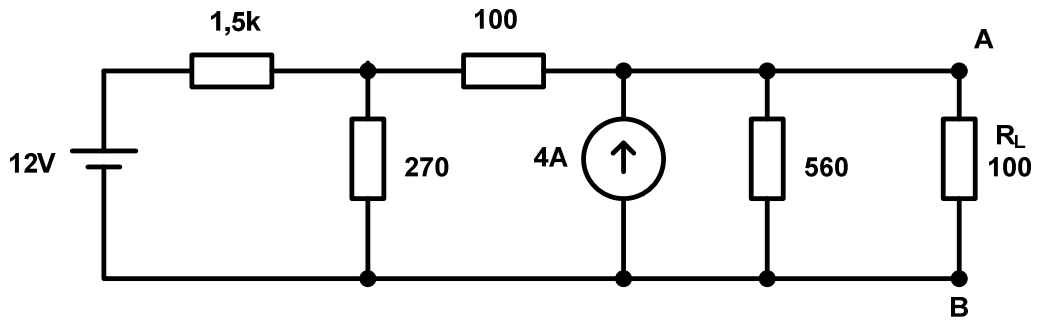
Nếu mạch có chứa nguồn phụ thuộc thì các bước xây dựng sơ đồ tương đương thevenin theo thực nghiệm vẫn không có gì thay đổi, con khi khiểm nghiệm lại theo lí thyết thì có hai cách tính Z_{th}:

- Triệt tiêu nguồn độc lập và tính trở kháng vào.
- Tính I_{sc}, rồi theo quan hệ của Z_{th}, U_{oc} và I_{sc} mà suy ra Z_{th}.

9.3. PHẦN MÔ PHỎNG

9.3.1. MẠCH TƯƠNG ĐƯƠNG THÉVENIN-NORTON

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 9.1.



Hình 9.1: Mạch Thévenin-Norton

b) Chạy mô phỏng ở chế độ phân tích DC.

c) Đo giá trị điện áp AB và đo dòng qua AB.

V_{AB} =	I_{AB} =

d) Bỏ điện trở tải R_L, chạy mô phỏng và đo điện áp hở mạch hai đầu AB.

U_{hm} =

e) Cho ngắn mạch hai đầu AB, chạy mô phỏng và đo dòng ngắn mạch.

I_{nm} =

f) Triệt tiêu tất cả các nguồn độc lập (ngắn mạch nguồn áp, hở mạch nguồn dòng), chạy mô phỏng và dùng Multimeter đo điện trở hai đầu AB.

R_{AB} =

g) Xây dựng sơ đồ tương đương Thévenin-Norton.

---

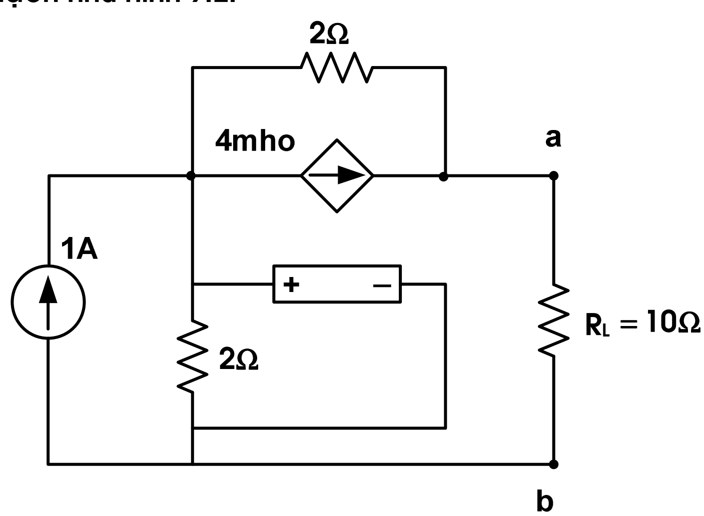
h) Tăng thêm điện trở tải, dùng Multimeter đo dòng và áp trên tải. So sánh với giá trị đo được ở câu c.

---

i) Nhận xét quan hệ giữa các giá trị U_{hm}, I_{nm}, Z_{th}.

9.3.2. MẠCH TƯƠNG ĐƯƠNG THÉVENIN-NORTON KHI CÓ NGUỒN PHỤ THUỘC

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 9.2.



Hình 9.2: Mạch mô phỏng

b) Lặp lại các bước thí nghiệm như phần thí nghiệm 9.3.1.

c) Kiểm tra lại kết quả bằng tính toán lý thuyết.

BÀI 10

KIỂM CHỨNG CÁC ĐỊNH LÝ MẠCH

10.1. MỤC ĐÍCH

Giúp cho SV biết cách sử dụng một số thiết bị được mô phỏng trên máy tính trong việc khảo sát một số định lý mạch đã học trong phần lý thuyết.

10.2. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

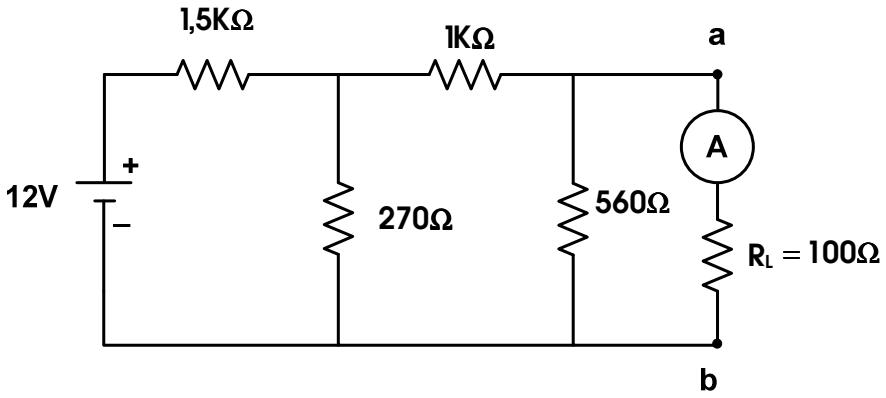
- *Nguyên lý tương hỗ:* Một mạch bất kỳ nếu có tính chất: đáp ứng tại nhánh J khi kích thước tại nhánh I sẽ bằng đáp ứng tại nhánh I khi ta đổi kích thước đó sang nhánh j, thì ta nói mạch đó có tính tương hỗ.
- *Định lý chuyển vị nguồn:* Một nhánh chứa nguồn lý tưởng sẽ được chuyển vị tương ứng: nguồn áp theo nút mà nó nối vào còn nguồn dòng thì theo một vòng kín chứa nó.
- *Nguyên lý xếp chồng:* Đáp ứng của mạch có nhiều nguồn tác động là xếp chồng của nhiều đáp ứng riêng của từng nguồn tác động, trong đó mỗi đáp ứng riêng với kích thích thứ I là đáp ứng khi cho tác động lên mạch là kích thích thứ I đó, còn các kích thích khác cho triệt tiêu.

  Triệt tiêu: Với nguồn áp cho ngắn mạch; với nguồn dòng cho hở mạch.
- *Định lý bù:* Sự thay đổi thông số nhánh sẽ dẫn đến thay đổi thông số dòng áp trong mạch. Nếu như trạng thái trước thay đổi đã biết thì trạng thái sau thay đổi sẽ được suy ra theo định lý bù.

10.3. PHẦN THÍ NGHIỆM

10.3.1. NGUYÊN LÝ TƯƠNG HỔ

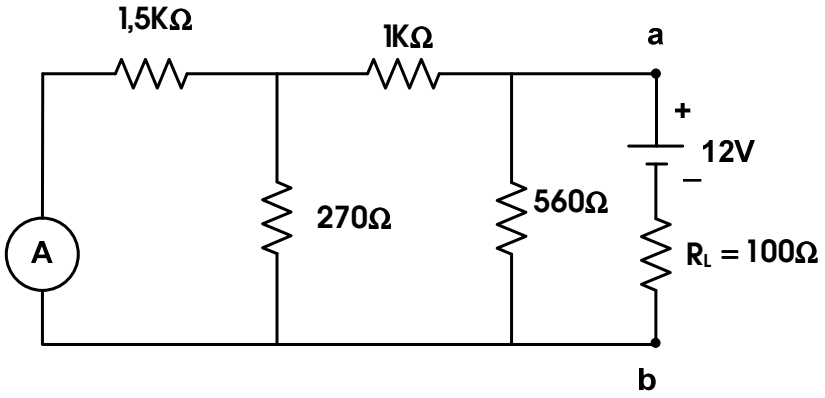
a) Sinh viên vẽ mạch như hình 10.1a.



Hình 10.1a: Nguyên lý tương hổ

b) Dùng Ampere kế, chọn DC đo dòng qua R_L, ta có I_1.

c) Sinh viên vẽ mạch như hình 10.1b.



Hình 10.1b: Nguyên lý tương hổ

d) Dùng Ampere kế, chọn DC đo dòng qua điện trở 1,5k, ta có I_2.

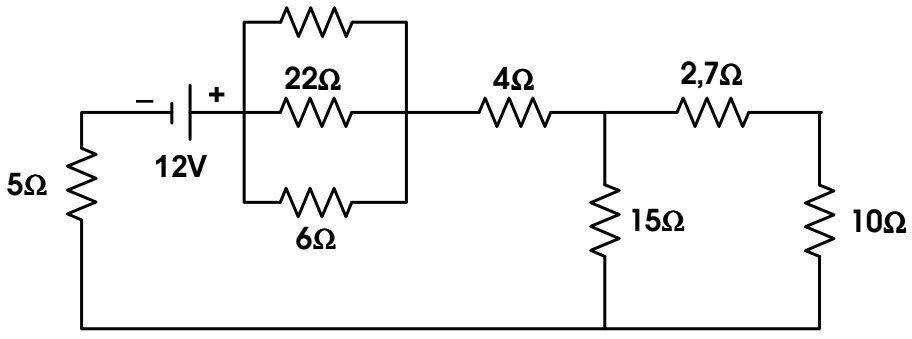
e) So sánh I_1 và I_2. Nhận xét.

---

f) Thực hiện lại thí nghiệm với kích thích vào là nguồn dòng, đo đáp ứng là điện áp trên 2 nút bất kỳ.

10.3.2. ĐỊNH LÝ CHUYỂN VỊ NGUỒN

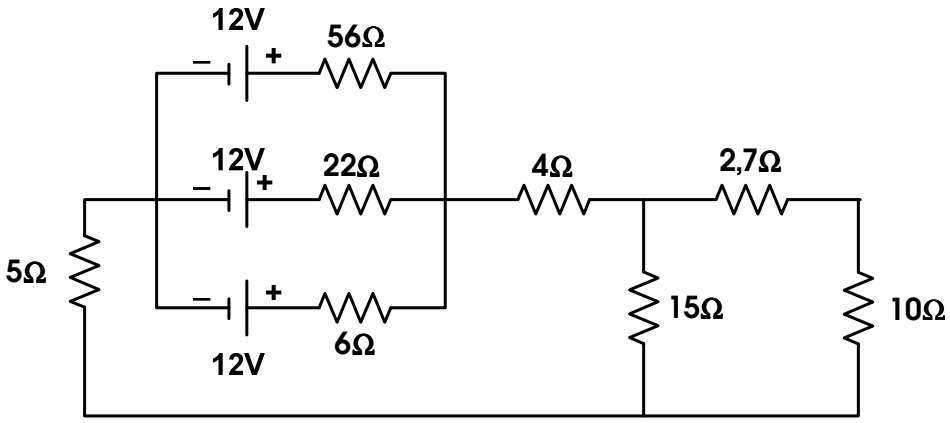
a) Sinh viên vẽ mạch như hình 10.2a.



Hình 10.2a: Định lý chuyển vị nguồn

b) Đo tất cả các dòng điện trên các điện trở trong mạch.

c) Thực hiện mạch như hình 10.2b.



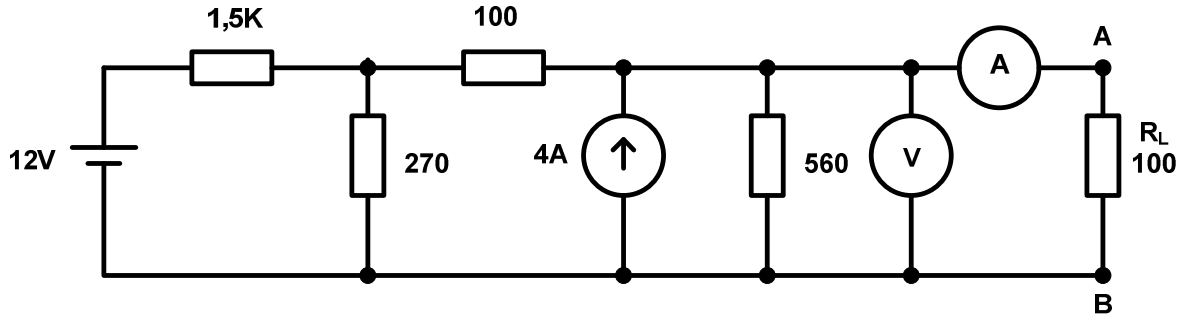
Hình 10.2b: Định lý chuyển vị nguồn

d) Đo tất cả các dòng điện trên các điện trở trong mạch.

e) So sánh các kết quả trong câu b.

10.3.3. NGUYÊN LÝ XẾP CHỒNG

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 10.3.



Hình 10.3: Nguyên lý xếp chồng

b) Chạy mô phỏng ở chế độ phân tích DC.

c) Ghi giá trị Volt và Ampere.

V =	A =

d) Cho ngắn mạch nguồn áp 12V, trong mạch chỉ có dòng 1A , chạy mô phỏng và ghi giá trị dòng điện I_{L1}và điện áp U_{L1} qua tải R_L.

I_{L1} =	U_{L1} =

e) Cho hở mạch nguồn dòng 1A, trong mạch chỉ còn nguồn áp 12V, chạy mô phỏng và ghi giá trị dòng điện I_{L2} và điện áp U_{L2} qua tải R_L.

I_{L2} =	U_{L2} =

f) Kiểm chứng nguyên lý xếp chồng (tổng đại số)

$U_L = U_{L1} + U_{L2}$ =

$I_L = I_{L1} + I_{L2}$ =

g) Nhận xét

10.3.4. ĐỊNH LÝ BÙ

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 10.4a

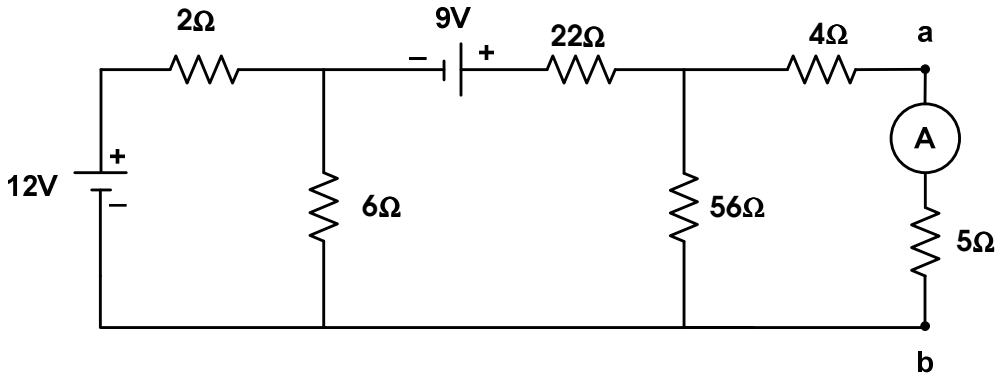
b) Đo dòng điện qua điện trở 5Ω, có I =

c) Sinh viên vẽ mạch như hình 10.4b

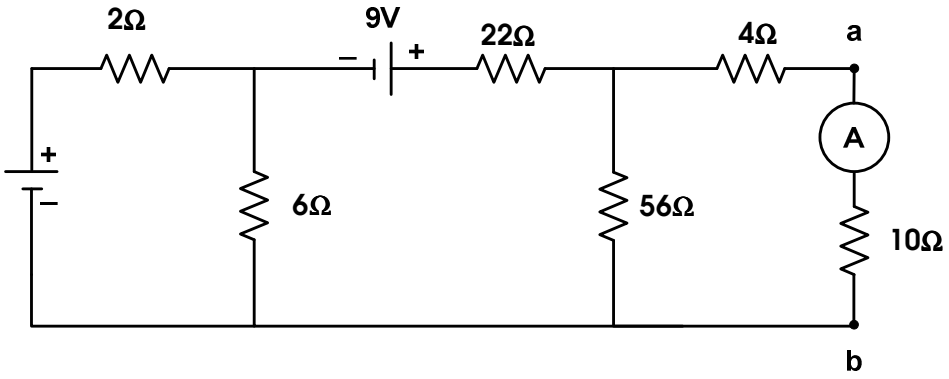
d) Đo dòng điện qua điện trở 10Ω, có I_1 =

e) So sánh mạch hình 10.4a và mạch hình 10.4b với thông số thay đổi ở một nhánh ΔR= 5Ω.

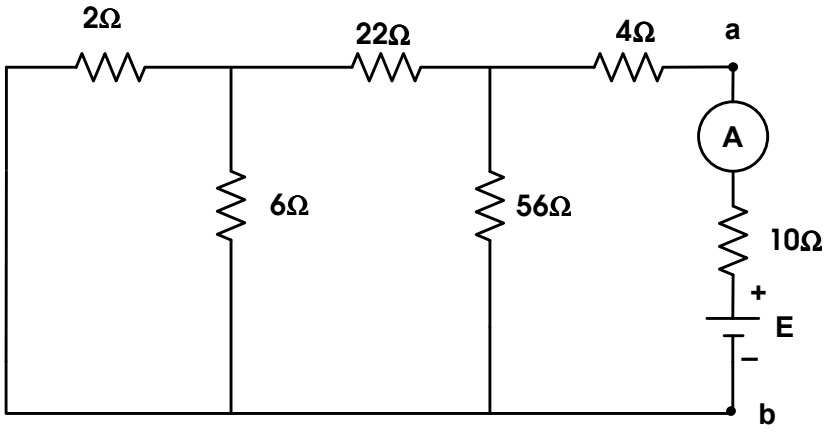
f) Thực hiện mạch hình 10.4c. trong đó E = $\Delta R.I$ và dòng điện đọc được ở mạch này là ΔI.



Hình 10.4a: Mạch trước khi thay đổi



Hình 10.4b: Mạch sau khi thay đổi



Hình 10.4c: Mạch áp dụng định lý bù

g) Nhận xét mối quan hệ I, I1 và ΔI. Từ đó nêu công công dụng của định lý bù.

BÀI 11

NGUYÊN LÝ TRUYỀN CÔNG SUẤT CỰC ĐẠI CỦA MẠNG MỘT CỬA

11.1. MỤC ĐÍCH

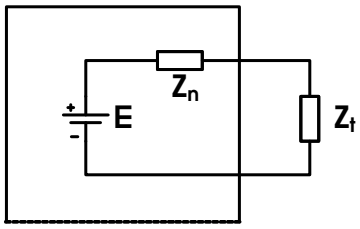
Sinh viên vẽ mạch và thực hiện mô phỏng trên máy tính, để khảo sát sơ đồ Thévenin trong việc khảo sát nguyên lý truyền công suất cực đại của mạng một cửa, từ đó hiểu về chế độ phối hợp tải được sử dụng rất nhiều trong các mạch điện.

11.2. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Trong phần lý thuyết đã chứng minh được, như trên hình 2.3.1 ta sẽ có trở kháng tải Z_t sẽ nhận được công suất cực đại nếu:

$$Z_t = \overset{*}{Z}_n$$

Với Z_n là trở kháng trong của nguồn.



Hình 11.1 Mạng một cửa và tải

Trong một số trường hợp đặc biệt, công suất nhận trên tải cực đại:

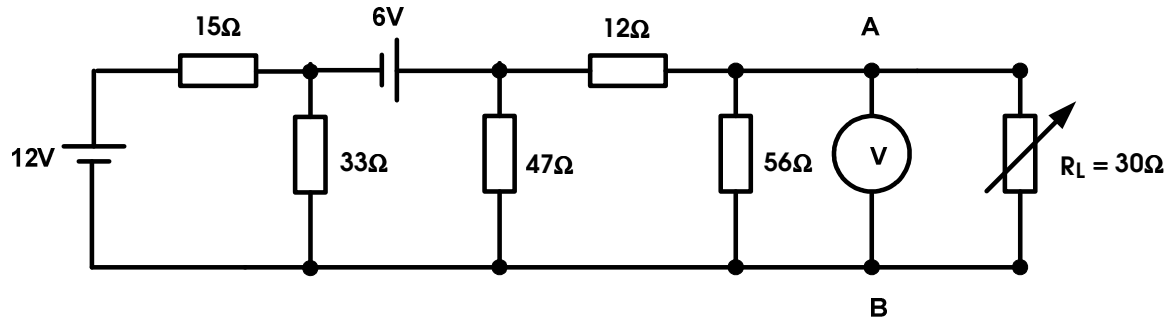
- Trở kháng tải và nguồn là điện trở: công thức trên sẽ là: $R_t = R_n$
- Tải là điện trở, trở kháng trong của nguồn có dạng $Z_n = R + jX$ thì $R_t = \sqrt{R^2 + X^2}$

11.3. PHẦN MÔ PHỎNG

Sinh viên vẽ mạch và thực hiện mô phỏng trên máy tính, để kiểm nghiệm các phương pháp Thévenin trong việc khảo sát nguyên lý truyền công suất cực đại của mạng một cửa, từ đó hiểu về chế độ phối hợp tải được sử dụng rất nhiều trong các mạch điện thực tế.

11.3.1. MẠCH 1

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 11.2.
b) Chạy mô phỏng ở chế độ phân tích DC.

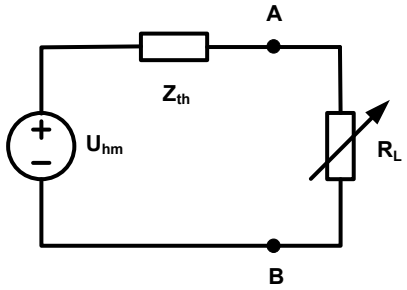


Hình 11.2: Mạch thí nghiệm

c) Cho hở mạch A -B, chọn thang đo DC, đo điện áp hở mạch U_{hm}.
U_{hm} =

d) Cho triệt tiêu các nguồn độc lập, chọn thang đo Ω, đo trở kháng vào cửa A - B.
Z_{th} =

e) Xây dựng mạch tương đương như hình 11.3.

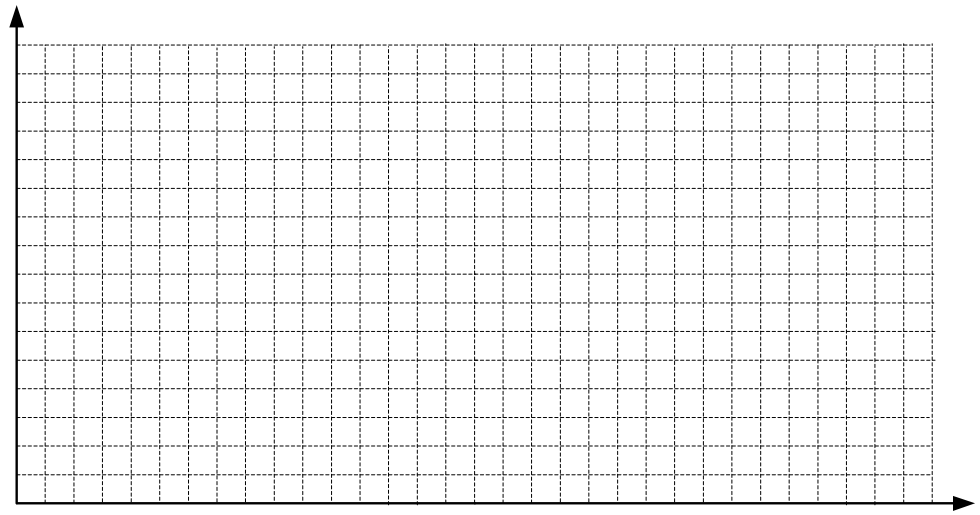


Hình 11.3: Mạch tương đương

f) Cho R_L thay đổi 10 giá trị, đo điện áp U_{AB} ở cửa A- B và ghi giá trị vào bảng 11.3.
Bảng 11.3.

$R_L(\Omega)$	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60
$U_{AB}(V)$										

g) Vẽ đồ thị $U_{AB} = f(R_L)$.

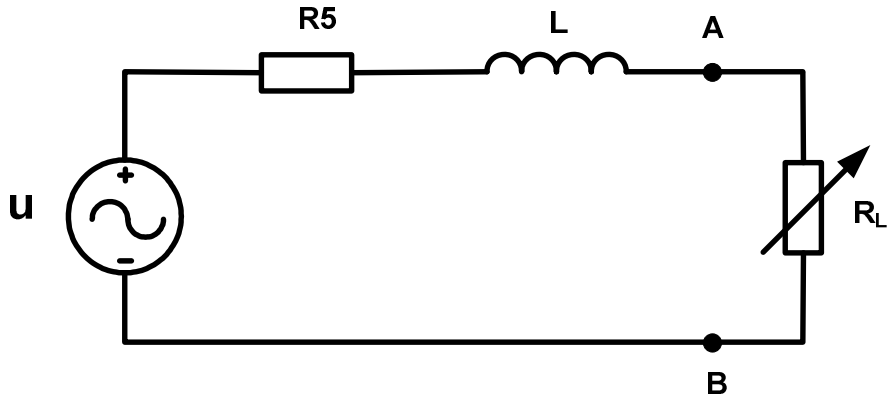


h) Nhận xét giá trị R_L mà ở đó U_{AB} cực đại.

i) So sánh giá trị R_L với giá trị R_{th}.

11.3.2. MẠCH 2

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 10.4.



Hình 10.4: Mạch khảo sát công suất

b) Chạy mô phỏng ở chế độ phân tích AC.

c) Nguồn áp xoay chiều u(t) có trị biên độ 10V, tần số 50Hz và pha ban đầu bằng 0.

d) Cho R_L thay đổi 10 giá trị, đo điện áp U_{AB} ở cửa A- B và ghi giá trị vào bảng 4.2.

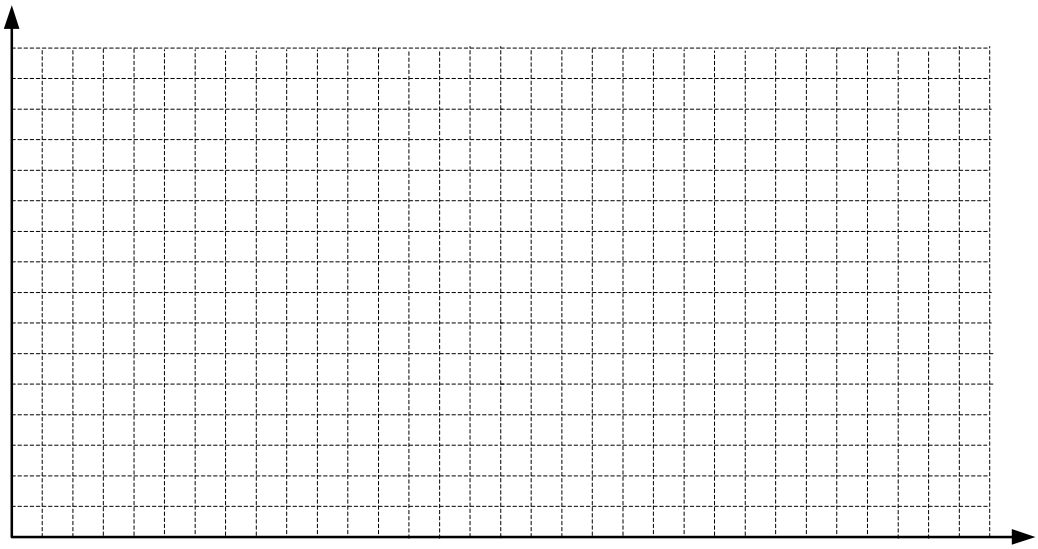
Bảng 4.2.

$R_L(\Omega)$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20
$U_{AB}(V)$										

e) Xác định giá trị R_L mà ở đó U_{AB} cực đại. Nhận xét giá trị này.

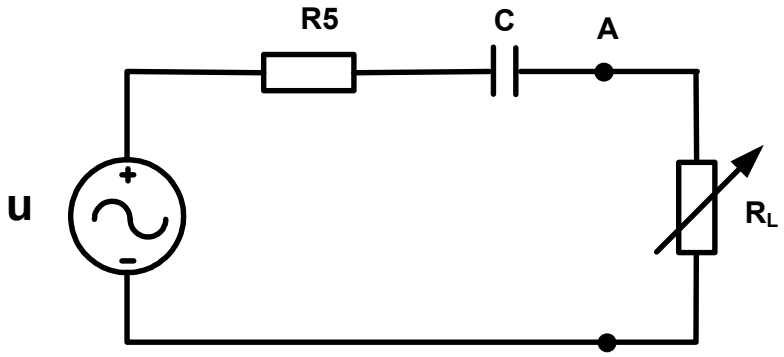
---

f) Vẽ đồ thị $U_{AB} = f(R_L)$.



11.3.3. MẠCH 3

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 10.5.



Hình 10.5: Mạch khảo sát công suất

b) Chạy mô phỏng ở chế độ phân tích AC.

c) Nguồn áp xoay chiều u(t) có trị biên độ 10V, tần số 50Hz và pha ban đầu bằng 0.

d) Cho R_L thay đổi 10 giá trị, đo điện áp U_{AB} ở cửa A- B và ghi giá trị vào bảng 10.5.

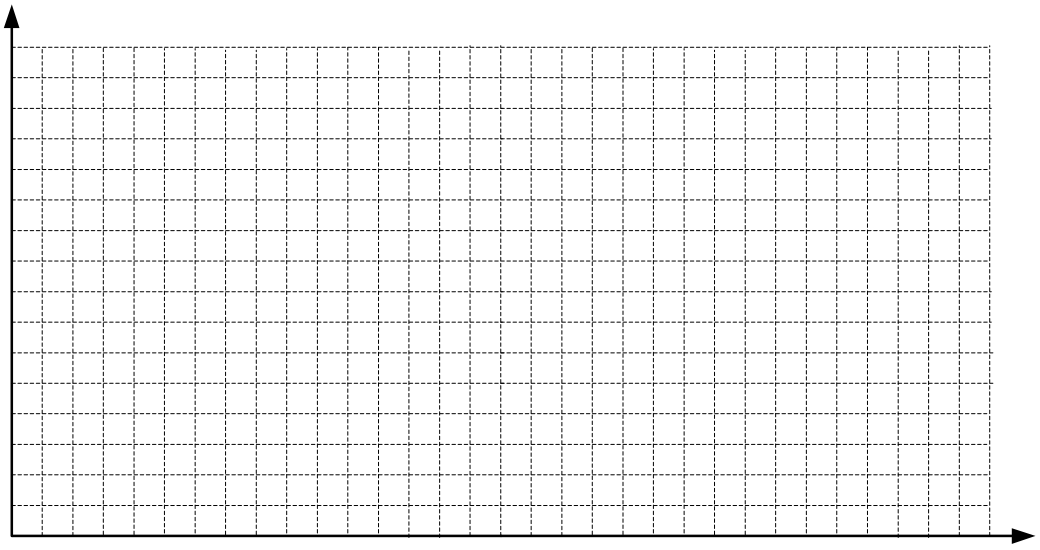
Bảng 10.5.

$R_L(\Omega)$	10	11	12	13	14	15	16	17	18	20
$U_{AB}(V)$										

e) Xác định giá trị R_L mà ở đó U_{AB} cực đại. Nhận xét giá trị này.

---

f) Vẽ đồ thị $U_{AB} = f(R_L)$.



BÀI 12

ĐẶC TUYẾN BIÊN TẦN VÀ PHA TẦN CỦA NHÁNH

12.1. MỤC ĐÍCH

Bài này cũng giống như hiện tượng cộng hưởng, nhưng có phát triển thêm lý thuyết tổng quát về toán học các quá trình xảy ra trên nhánh với kích thích là tín hiệu điều hòa và tìm hiểu các ảnh hưởng của các thông số nhánh lên các dạng đặc tuyến.

12.2. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

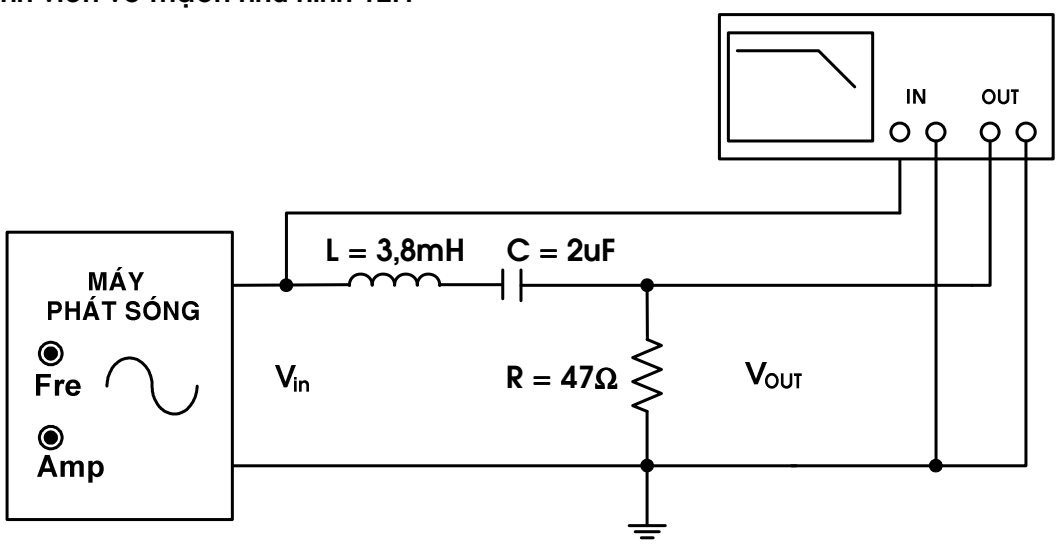
Cho một mạch R-L-C, với tín hiệu vào cố định, tín hiệu điện áp trên bất kỳ phần tử nào của mạch cũng có thể biểu diễn qua hàm truyền đạt áp, được hiểu là tỉ số của tín hiệu ra trên tín hiệu vào. Trong trường hợp sử dụng phương pháp vecto biên độ phức, hàm truyền đạt cũng có dạng phức và nói chung có thể biểu diễn thành hai thành phần: biên độ và góc pha. Cả hai đại lượng này, trong trường hợp tổng quát đều phụ thuộc vào tần số. Biểu thức biên độ biểu diễn theo tần số được gọi là đặc tuyến pha – tần (góc pha – tần số),

Sử dụng các đặc tuyến biên – tần và pha – tần chúng ta sẽ lý giải được nhiều hiện tượng xảy ra trên mạch: cộng hưởng, tính chất lọc điện Và ngoài ra, ta còn có thể thấy được ảnh hưởng của các thông số mạch lên trên và các đáp ứng trong một số mạch đơn giản.

12.3. PHẦN MÔ PHỎNG

12.3.1. MẠCH R-L-C NỐI TIẾP

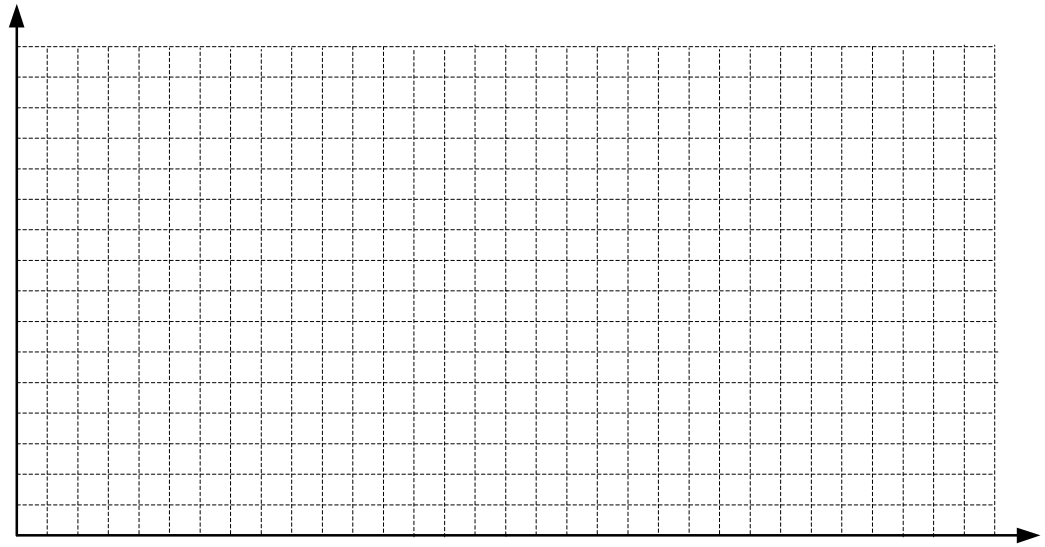
a) Sinh viên vẽ mạch như hình 12.1

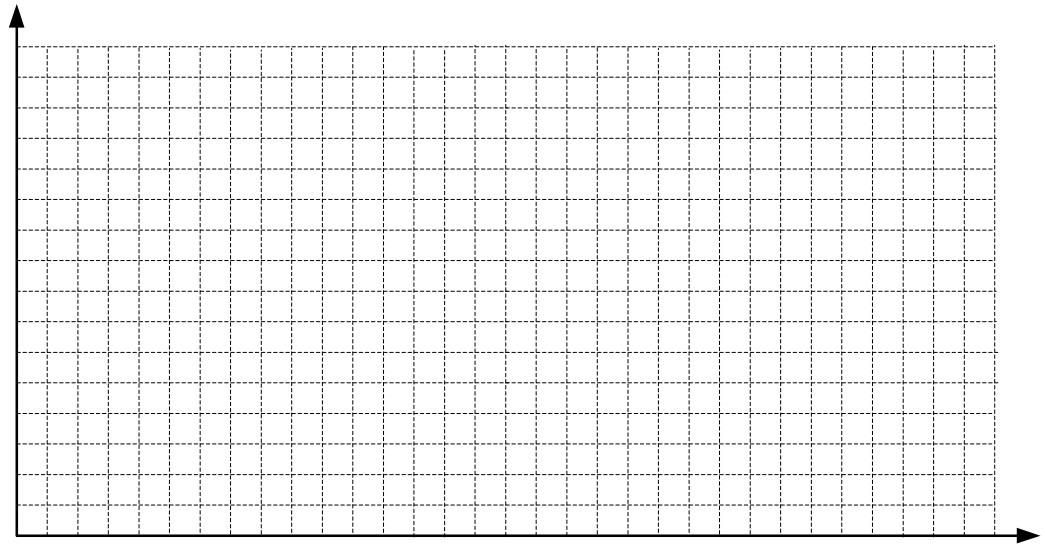


Hình 12.1: Mạch R-L-C nối tiếp

b) Chỉnh máy phát sóng có dạng sóng sin, tần số 50Hz, biên độ 10V, mức offset là 0.

c) Sử dụng Bode Plotter, vẽ các đặc tuyến biên-tần và pha – tần trên điện trở R.





d) Dựa vào mạch viết các biểu thức biên-tần và pha – tần

---

e) So sánh các đồ thị nhận được trên Bode Plotter

---

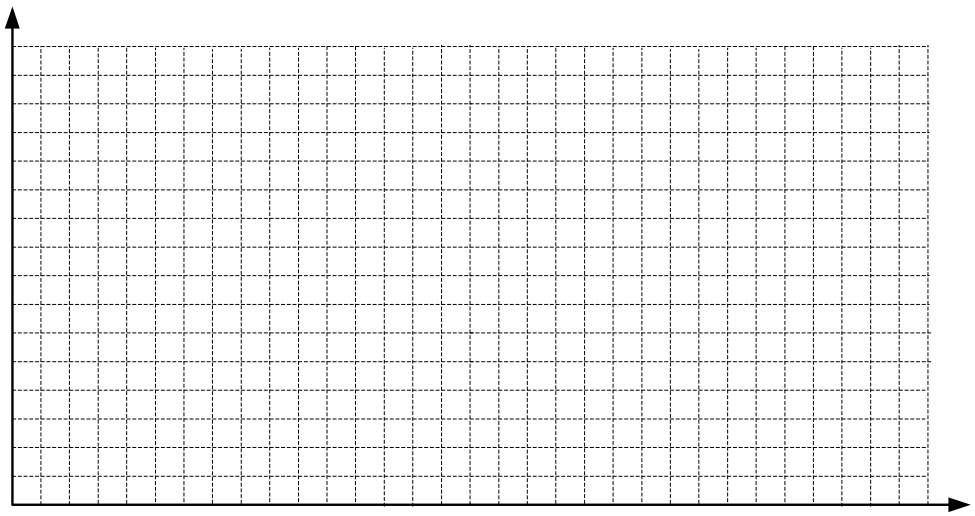
f) Dựa vào đặc tuyến biên-tần xác định: tần số công hưởng, băng thông mạch cộng hưởng, hệ số phẩm chất của mạch.

---

g) Sử dụng VOM đo trị hiệu dụng trên cuộn cảm L và tụ C (khoảng 10 giá trị từ $f_0/3$ cho $3f_0$, với f_0 là tần số cộng hưởng).

U_L										
U_C										

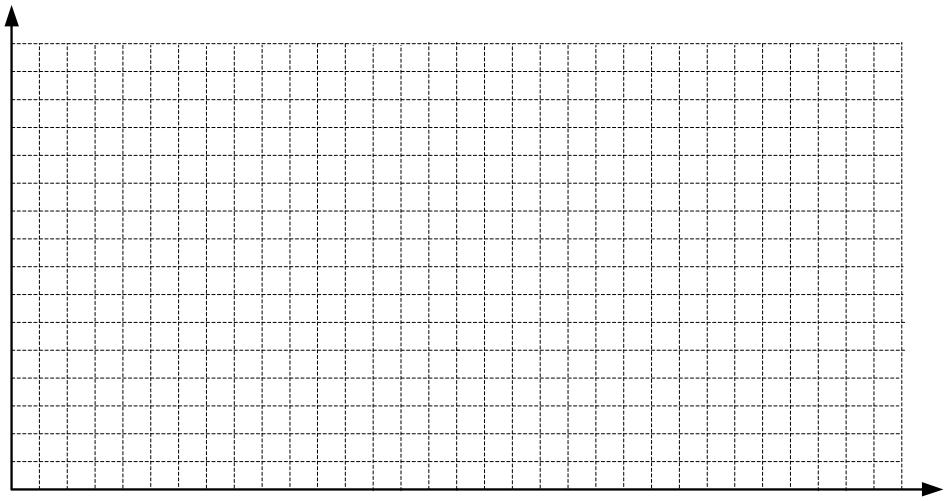
h) Vẽ đường cong biểu diễn U_L và U_C theo tần số.



i) Viết biểu thức giá trị của UL và U_C theo tần số.

---

j) Chỉ thay đổi R = 560Ω. Sử dụng Bode Plotter, vẽ các đặc tuyến biên-tần và pha – tần trên điện trở R.



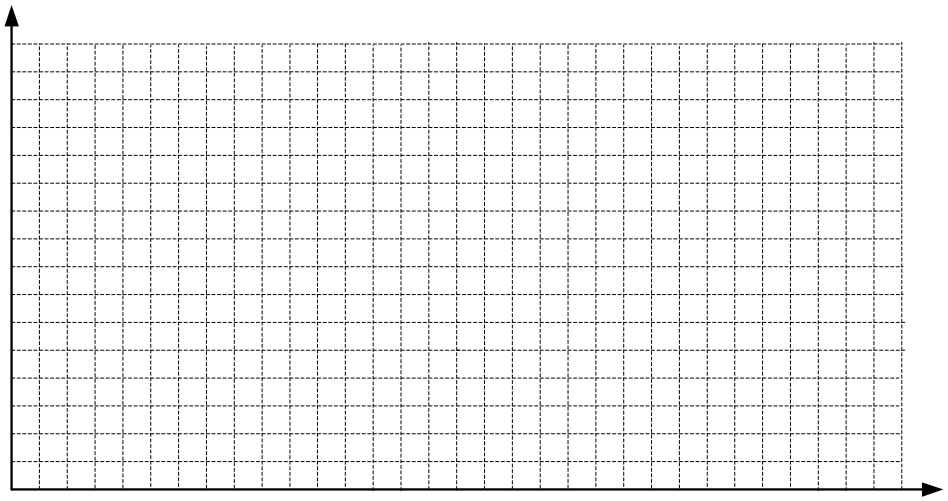
k) Xác định tần số cộng hưởng, băng thông, hệ số phẩm chất của mạch.

---

l) Sử dụng VOM đo trị hiệu dụng trên cuộn cảm L và tụ C (khoảng 10 giá trị từ $f_0/3$ cho $3f_0$, với f_0 là tần số cộng hưởng).

U_L										
U_C										

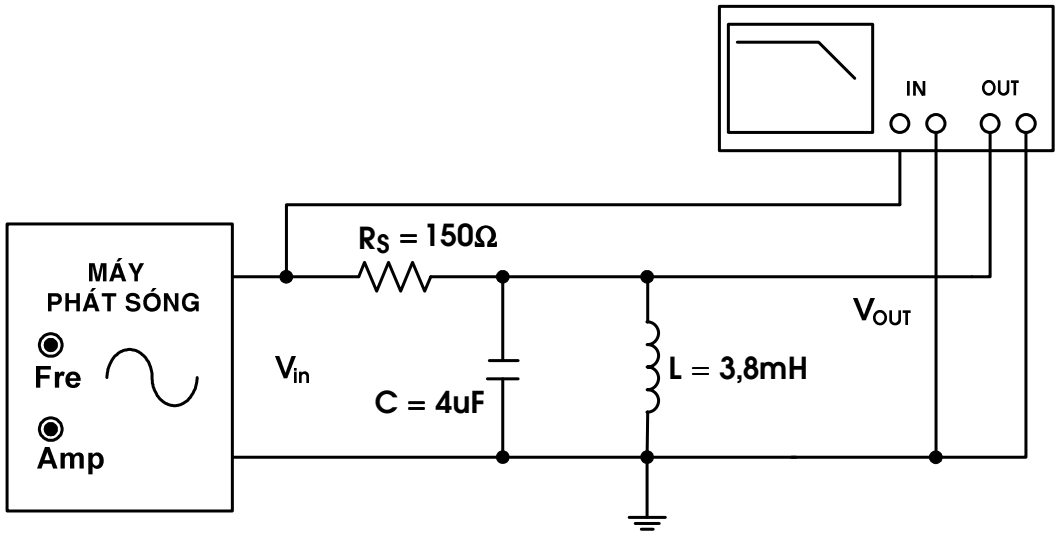
m) Vẽ đường cong biểu diễn UL và U_C theo tần số.



n) So sánh và giải thích các đồ thị nhận được.

12.3.2. MẠCH R-L-C SONG SONG

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 12.2.

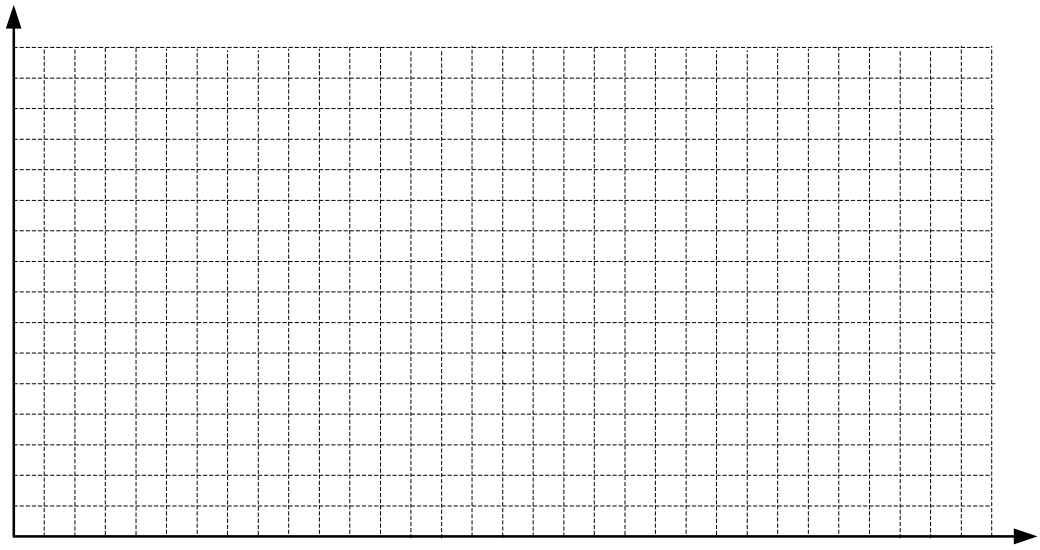


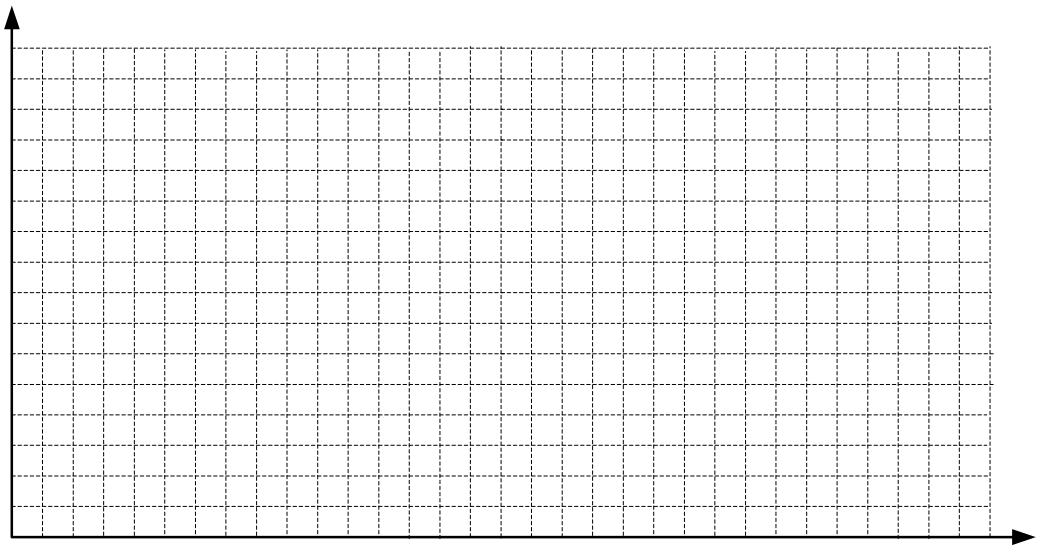
Hình 12.2: Mạch R-L-C song song

b) Máy phát sóng chọn sóng sin: tần số 50Hz, biên độ 10V, mức offset là 0

c) Chỉnh máy phát sóng có dạng sóng sin, tần số 50Hz, biên độ 10V, mức offset là 0.

d) Sử dụng Bode Plotter, vẽ các đặc tuyến biên-tần và pha – tần trên khung L-C.





e) Dựa vào mạch viết các biểu thức biên-tần và pha – tần

---

f) So sánh các đồ thị nhận được trên Bode Plotter

---

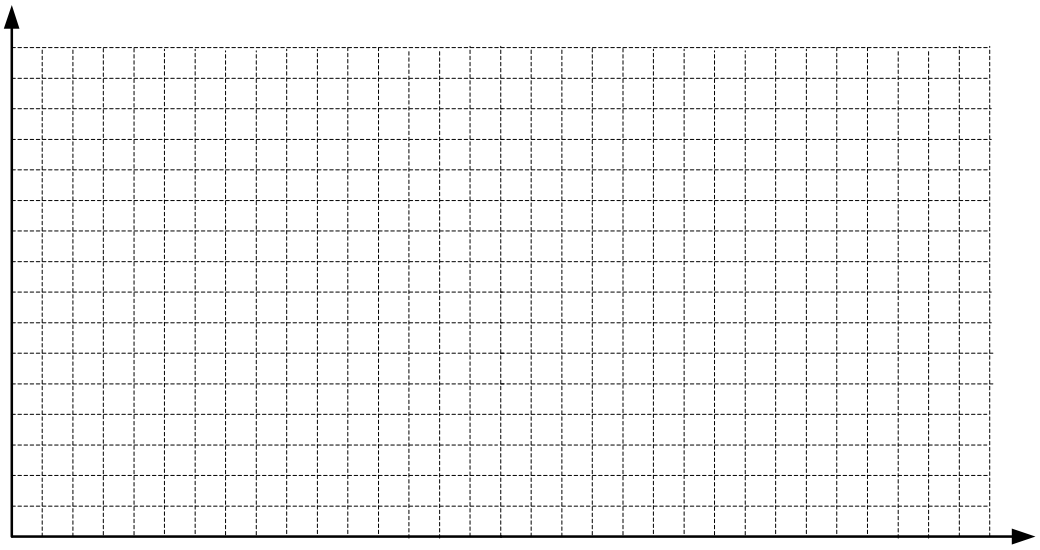
g) Dựa vào đặc tuyến biên-tần xác định: tần số công hưởng, băng thông mạch cộng hưởng, hệ số phẩm chất của mạch.

---

h) Sử dụng VOM đo trị hiệu dụng trên cuộn cảm L (khoảng 10 giá trị từ $f_0/3$ cho $3f_0$, với f_0 là tần số cộng hưởng).

U_L										

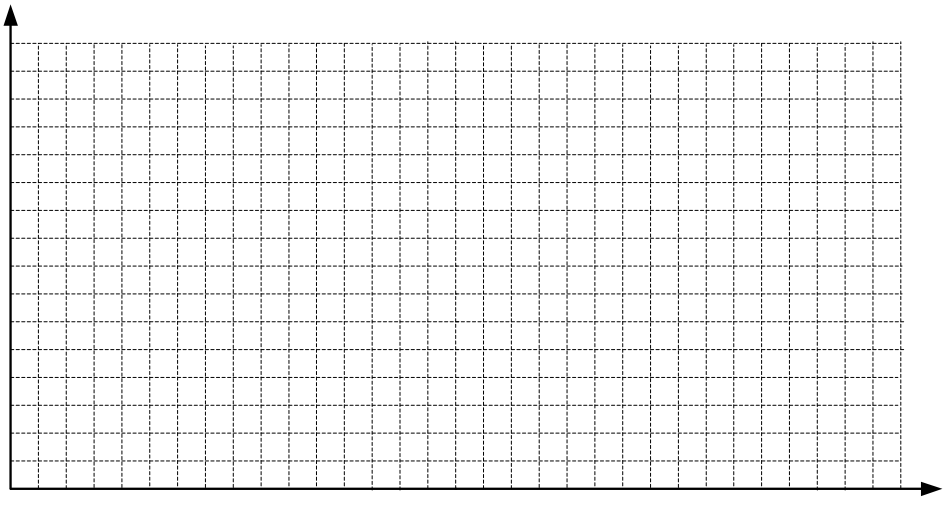
i) Vẽ đường cong biểu diễn U_L theo tần số.



j) Viết biểu thức giá trị của UL và U_C theo tần số.

---

k) Dùng dao động ký, đưa tín hiệu ngõ vào IN vào kênh A, ngõ ra out của mạch trên cuộn cảm L vào kênh B. Đo độ lệch pha của hai tín hiệu.



l) Xác định tần số cộng hưởng, băng thông, hệ số phẩm chất của mạch.

---

m) So sánh và giải thích các đồ thị nhận được.

BÀI 13

MẠCH LỌC ĐIỆN THỤ ĐỘNG

13.1. MỤC ĐÍCH

Qua bài thí nghiệm này giúp cho sinh viên hiểu được một số đặc tuyến tần số của các mạch R – C; R – L và mạch R – L –C. Thông qua các đặc tính này, sinh viên có thể kiểm nghiệm được các phương pháp phân tích mạch lọc đã học ở phần lý thuyết và hiểu thêm được ứng dụng của mạch lọc trong các mạch thực tế thông qua việc mô phỏng trên máy tính.

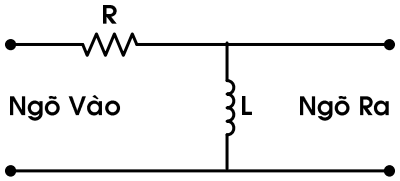
13.2. TÓM TẮT LÝ THUYẾT

❖ Mạch lọc thông cao R-L

Cho mạch điện như hình H.1:

$$K(j\omega) = \frac{\omega L}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}} \angle arctg \frac{R}{\omega L}$$

Với ω là tần số tín hiệu vào



Hình H.1: Mạch R-L

Đặc tuyến biên độ của mạch $|K(j\omega)|$ cho ta thấy đây là mạng hai cửa có tính lọc điện. Tần số cắt của mạch lọc, là tần số mà ở đó mạch chuyển từ dải thông sang dải chắn, được xác định khi $|K(j\omega)| = \frac{1}{2}|K(j\omega)|_{max}$. Khi đó, độ suy hao biên độ sẽ có giá trị tương đương với -3dB. Từ đó có thể xác định tần số cắt ω_c theo:

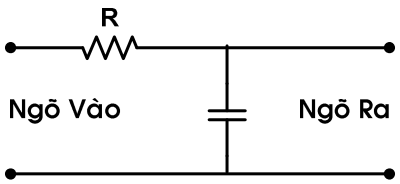
$$\frac{\omega_c L}{\sqrt{R^2 + (\omega_c L)^2}} = \frac{1}{2} \quad \text{vì} \quad |K(j\omega)|_{max} = 1 \Rightarrow \omega_c = \frac{R}{L} = 2\pi f_c \quad \Rightarrow \quad f_c = \frac{R}{2\pi L}$$

❖ Mạch lọc thông thấp R-C

Cho một mạch điện như hình H.2

Hàm truyền mạch có dạng :

$$K(j\omega) = \frac{\frac{1}{j\omega C}}{R + \frac{1}{j\omega C}} =$$



Hình H.2: Mạch R-C

$$= \frac{1}{1 + j\omega RC} = \frac{1}{\sqrt{(\omega RC)^2}} \angle arctg(\omega RC)$$

Đặc tuyến biên độ theo tần số cho ta đây là một mạch lọc thông thấp, và tần số cắt của mạch lọc cũng được xác định từ:

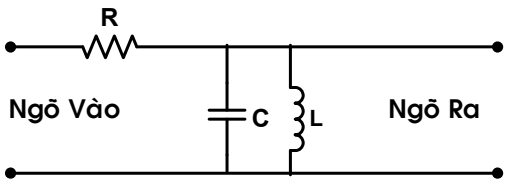
$$(\omega_c RC)^2 = 1 \quad \Rightarrow \quad \omega_c = \frac{1}{RC} \quad \Rightarrow \quad f_c = \frac{1}{2\pi RC}$$

❖ Mạch lọc thông dải R-L-C

Cho mạch lọc như hình H.3:

Hàm truyền đạt điện áp của mạch

$$K(j\omega) = \frac{J\omega L}{(R - \omega^2 RLC) + j\omega L}$$



Hình H.3: Mạch R-L-C

Và ta có: $|K(j\omega)| = \frac{L}{\sqrt{L^2 + R^2(\frac{1}{\omega} - \omega LC)^2}}$

$|K(j\omega)|$ sẽ đạt cực đại tại: $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

Được gọi là tần số trung tâm của mạch lọc thông dải. Khi đó, giá trị $|K(j\omega)|$ đạt cực đại là 1. Băng thông của mạch lọc được xác định ở khoảng mà $|K(j\omega)| \geq 0.707$.

Thực hiện giải phương trình này ta nhận được:

BW = ω_1 - ω_2 = 1/RC (rad/s)

Trong đó ω_1 và ω_2 là các tần số cắt của mạch lọc.

BW = $\frac{1}{2\pi RC}$ (Hz)

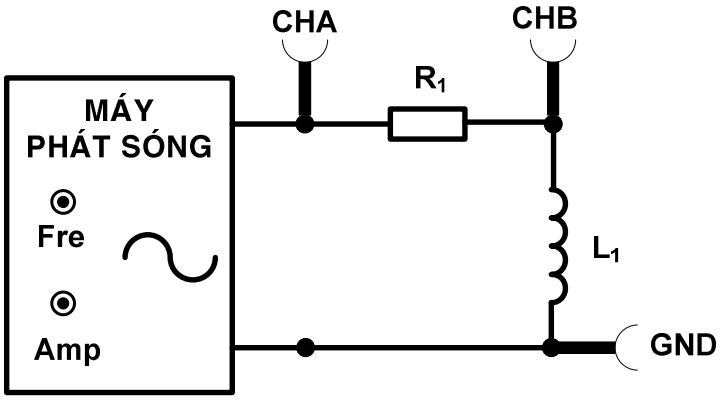
Hệ số phẩm chất của mạch lọc được xác định:

Q = $\frac{f_0}{BW}$ (biết $\omega_0 = 2\pi f_0$)

13.3. PHẦN MÔ PHỎNG

13.3.1. MẠCH LỌC THÔNG CAO DÙNG R-L

a) Sinh viên vẽ mạch như hình vẽ 13.1.

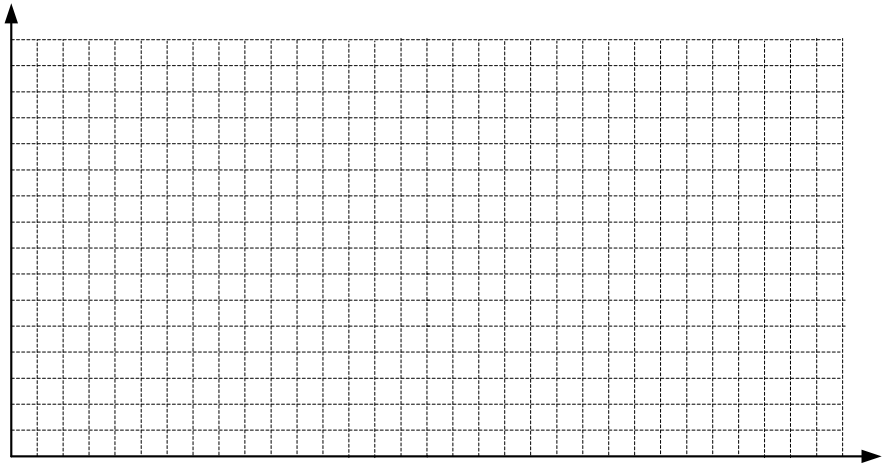


Hình 13.1: Mạch R – L.

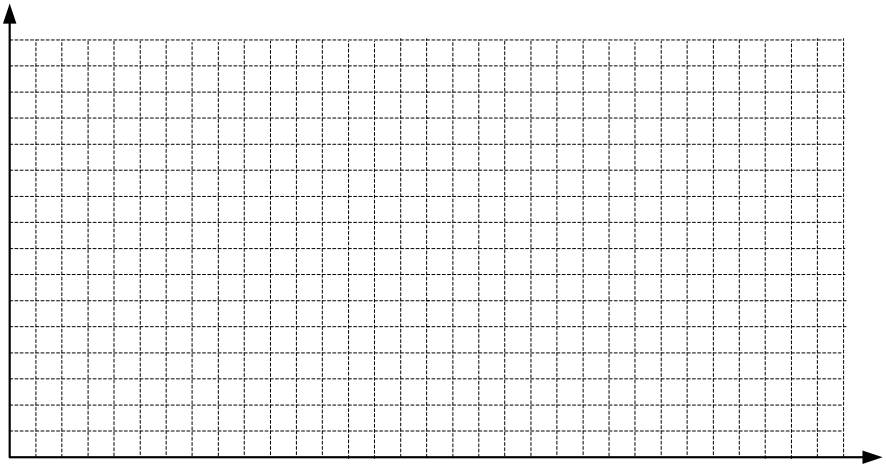
b) Chạy mô phỏng ở chế độ phân tích AC.

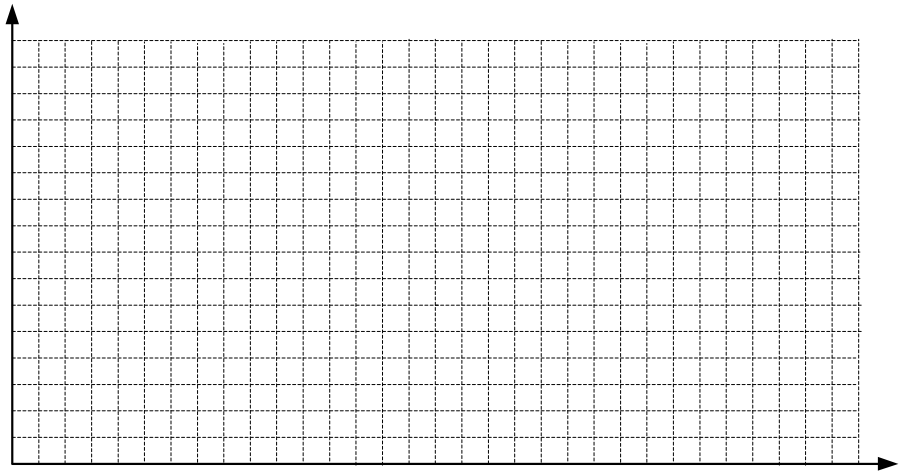
c) **Dùng máy phát sóng, chọn sóng sin biên độ 2V, tần số 1KHz, offset là 0, tạo nguồn kích thích cho ngõ vào của mạch.**

d) **Vẽ giản đồ Bode.**

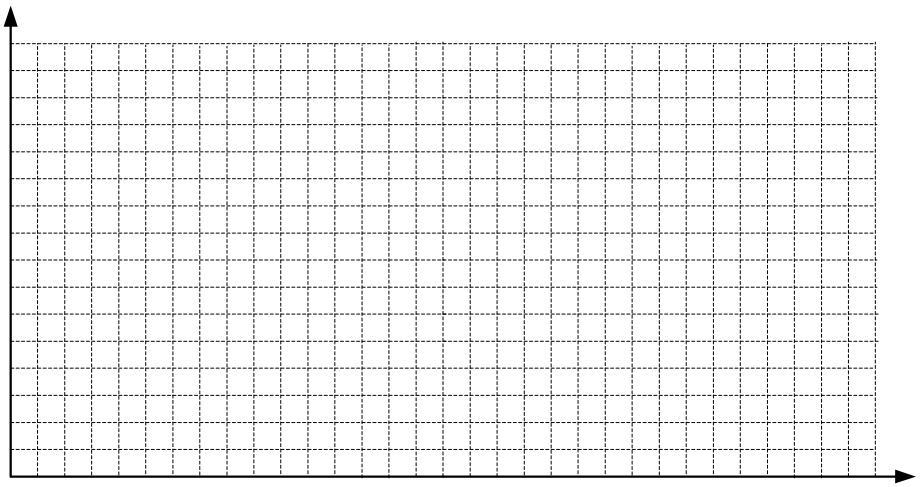


e) **Xác định các đặc tuyến biên-tần và pha tần của mạch lọc.**





f) Quan sát bằng dao động ký, xác định độ lệch pha của hai tín hiệu vào và ra của mạch lọc tại tần số cắt.



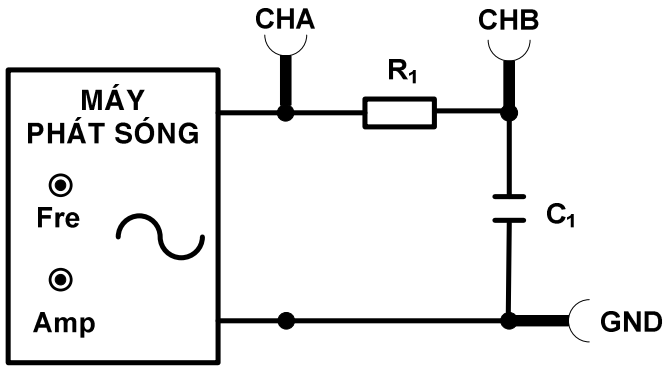
g) Xác định tần số cắt của mạch lọc.

f_C =

h) Nhận xét các đồ thị.

13.3.2. MẠCH LỌC THÔNG THẤP DÙNG R-C

a) Sinh viên vẽ mạch như hình vẽ 13.2.

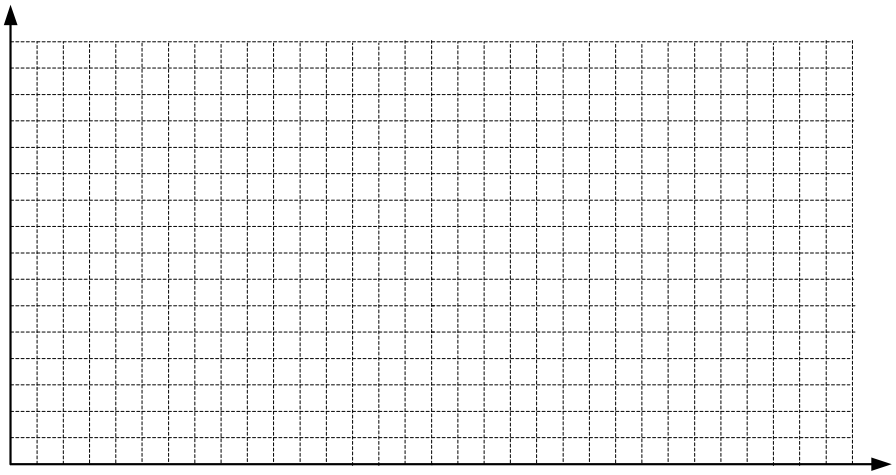


Hình 13.2: Mạch R – C.

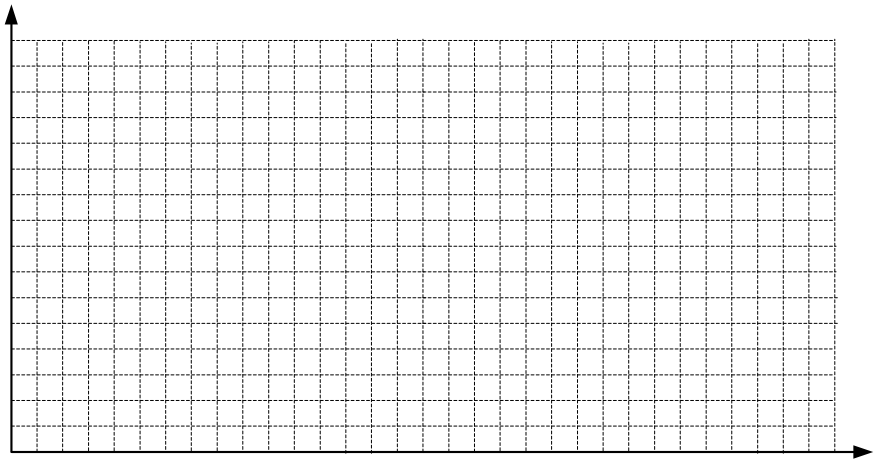
b) Chạy mô phỏng ở chế độ AC.

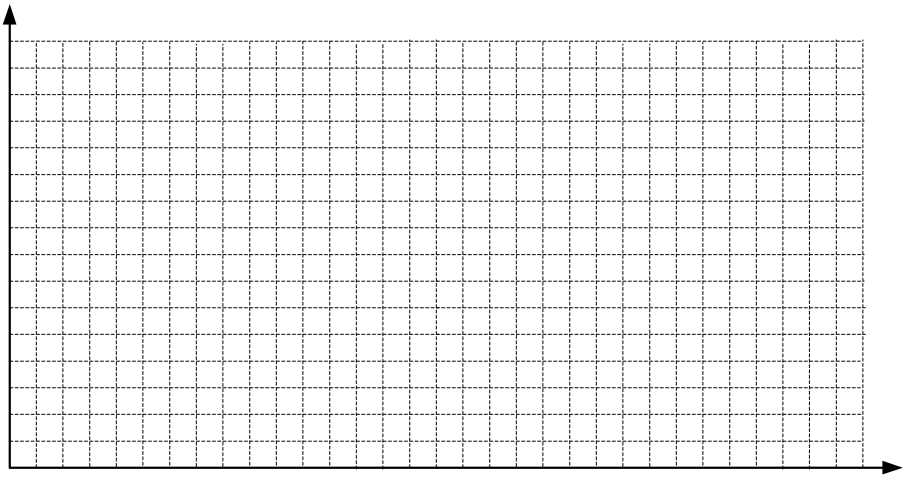
c) Dùng máy phát sóng, chọn sóng sin biên độ 2V, tần số 1KHz, offset là 0, tạo nguồn kích thích cho ngõ vào của mạch.

d) Vẽ giản đồ Bode.

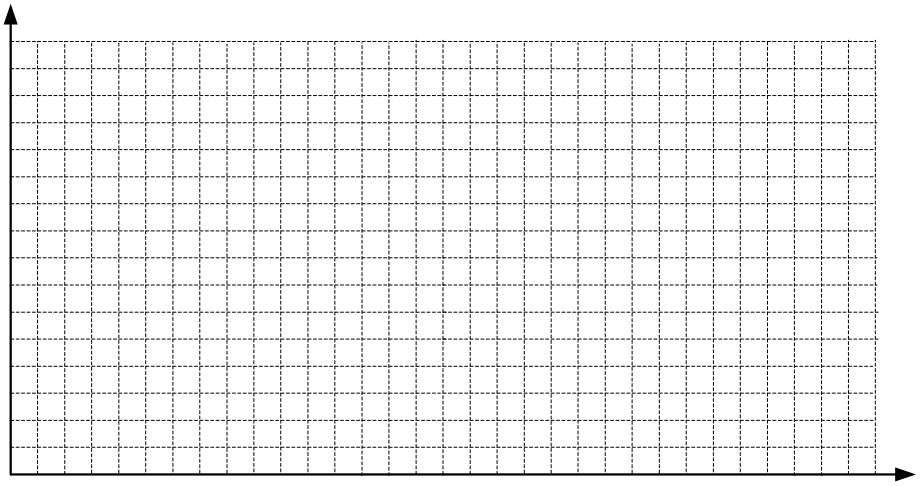


e) Xác định các đặc tuyến biên-tần và pha tần của mạch lọc.





f) Quan sát bằng dao động ký, xác định độ lệch pha của hai tín hiệu vào và ra của mạch lọc tại tần số cắt.



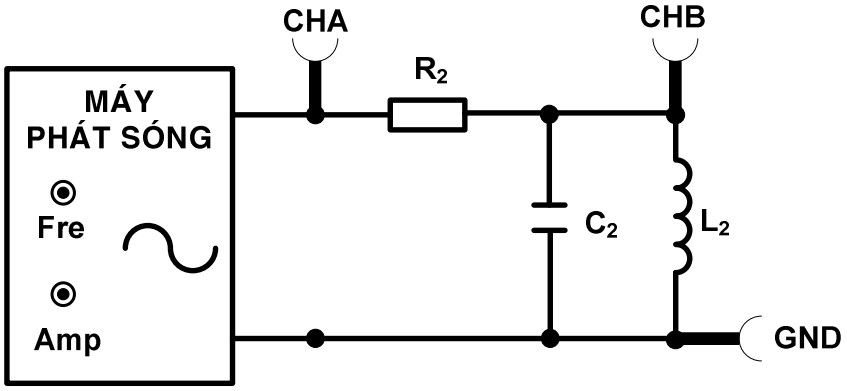
g) Xác định tần số cắt của mạch lọc.

f_C =

h) Nhận xét các đồ thị.

13.3.3. MẠCH LỌC THÔNG DẢI DÙNG R-L-C

a) Sinh viên mắc mạch như hình vẽ 13.3.

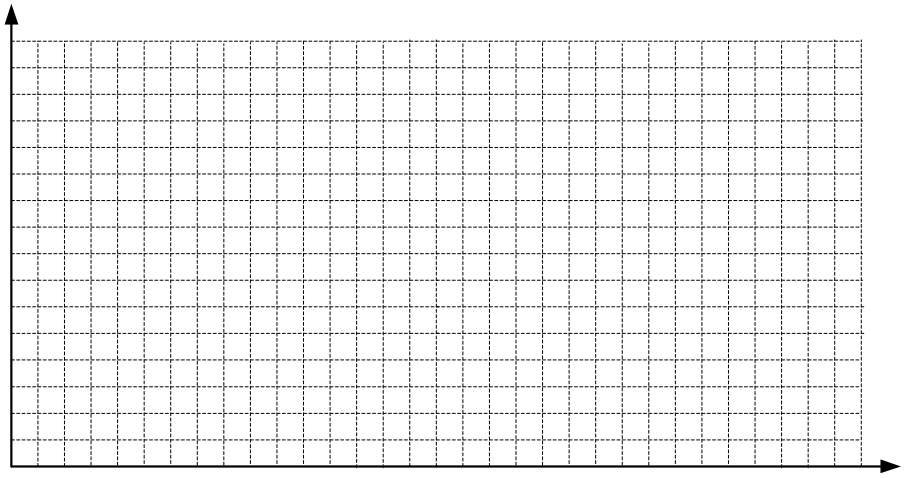


Hình 8.3: Mạch R –L- C.

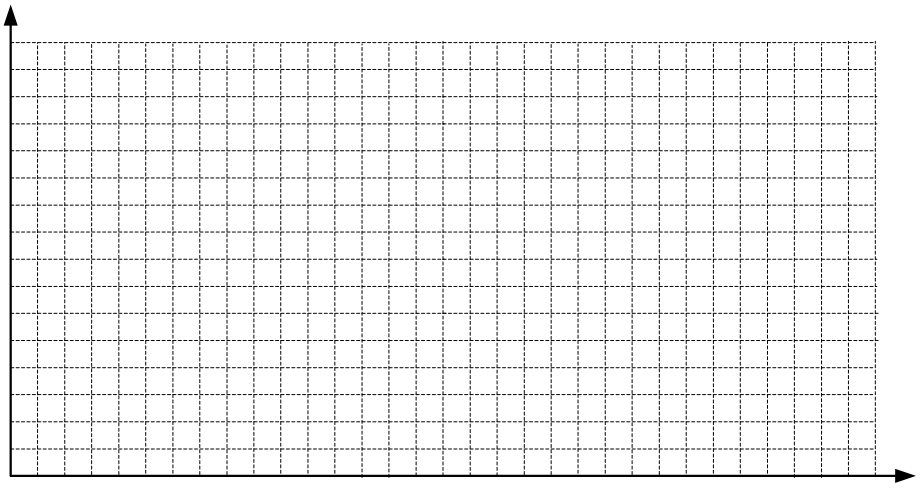
b) Chạy mô phỏng ở chế độ phân tích AC.

c) Dùng máy phát sóng, chọn sóng sin biên độ 2V, tần số 1KHz, offset là 0, tạo nguồn kích thích cho ngõ vào của mạch.

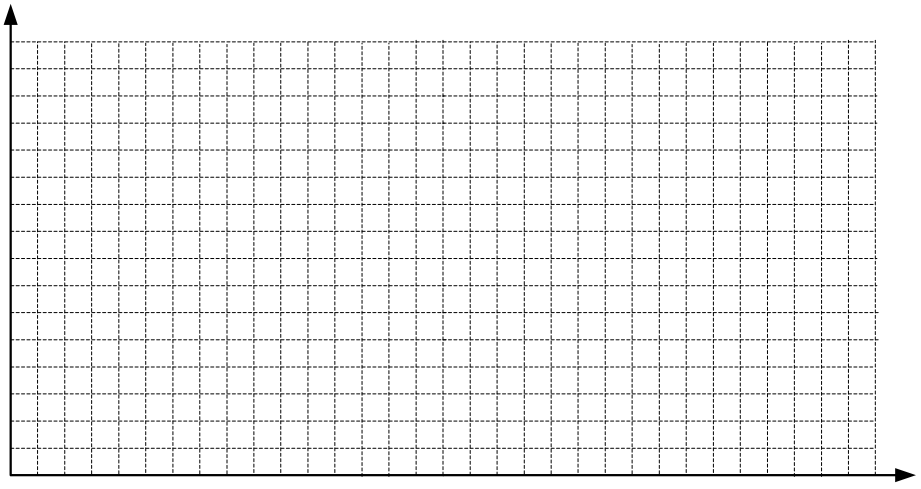
d) Vẽ giản đồ Bode.

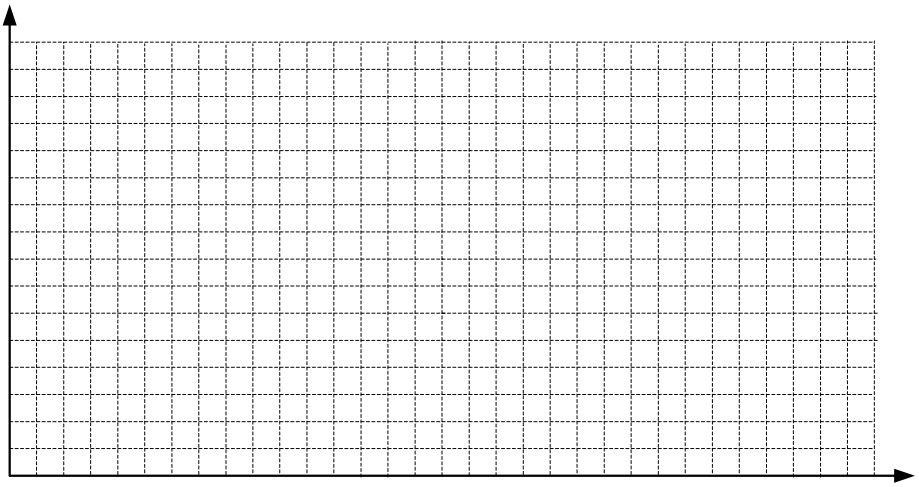


e) Xác định các đặc tuyến biên-tần và pha tần của mạch lọc.



f) Quan sát bằng dao động ký, xác định độ lệch pha của hai tín hiệu vào và ra của mạch lọc tại tần số trung tâm.





g) Xác định tần số trung tâm, băng thông, hệ số phẩm chất của mạch lọc.

f_{TT} =

BW =

Q =

h) Nhận xét các đồ thị.

BÀI 14

KHẢO SÁT MẠCH BA PHA

14.1. MỤC ĐÍCH

Khảo sát hệ thống nguồn 3 pha cân bằng thông qua đường dây ba pha 4 dây có tổng trở hoặc không có tổng trở để cung cấp cho tải 3 pha cân bằng hay không cân bằng mắc Y hay mắc Δ . Tiến hành chạy mô phông để đo điện áp, dòng điện, công suất và hệ số công suất trên mạch ba pha.

14.2. PHẦN TÓM TẮT LÝ THUYẾT

Đối với mạch ba pha, sinh viên cần nắm vững một số các điểm chính sau, từ bài học lý thuyết:

- Các khái niệm trong mạch ba pha, có một số khái niệm mang tính chất thực tiễn kỹ thuật mà sinh viên cần nắm vững như: điện áp dây, điện áp pha, dòng điện dây, dòng điện pha, thứ tự thuận, thứ tự nghịch, hệ nguồn ba pha đối xứng và không đối xứng, hệ tải ba pha đối xứng và không đối xứng, hệ thống ba pha (mạch ba pha) đối xứng và không đối xứng
- Quan hệ các đại lượng trong mạch ba pha đối xứng: quan hệ áp pha và áp dây, quan hệ dòng pha và dòng dây
- Quan hệ các đại lượng trong mạch ba pha không đối xứng: chủ yếu sinh viên làm quen với các hiện tượng thông dụng trong các mạch ba pha không đối xứng.

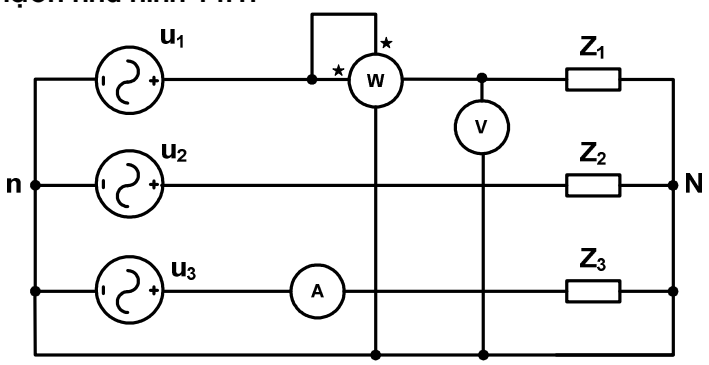
14.3. PHẦN MÔ PHỎNG

SV vẽ mạch và chạy mô phỏng trên máy tính, để xác định các thông số điện áp, dòng điện, công suất S, công suất P, và hệ số công suất cosφ, và xem các dạng sóng điện áp, dòng điện, cho từng mạch.

14.3.1. ĐƯỜNG DÂY KHÔNG TỔNG TRỞ

14.3.1.1. HỆ THỐNG Y – Y CÂN BẰNG

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 14.1.



Hình 14.1: Hệ thống Y – Y cân bằng

b) Chạy mô phỏng ở chế độ phân tích AC với nguồn điện áp 3 pha: $u_1 = 50 \sin(\omega t + 0^0)$, $u_1 = 50 \sin(\omega t - 120^0)$, $u_1 = 50 \sin(\omega t - 240^0)$ với tần số f = 50Hz cho mạch.

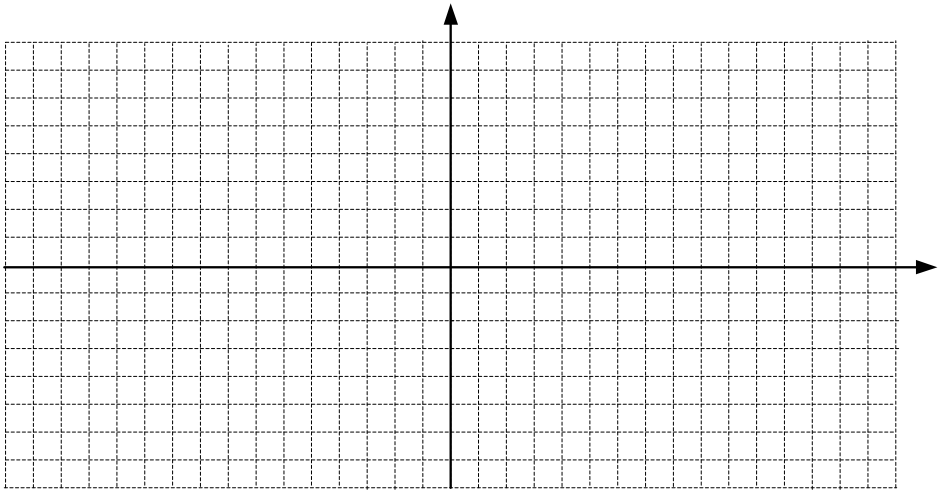
c) Mắc Watt kế để đo công suất P_2 và P_3 cho hai pha còn lại tương tự như trường hợp đo công suất P_1 ở hình 14.1.

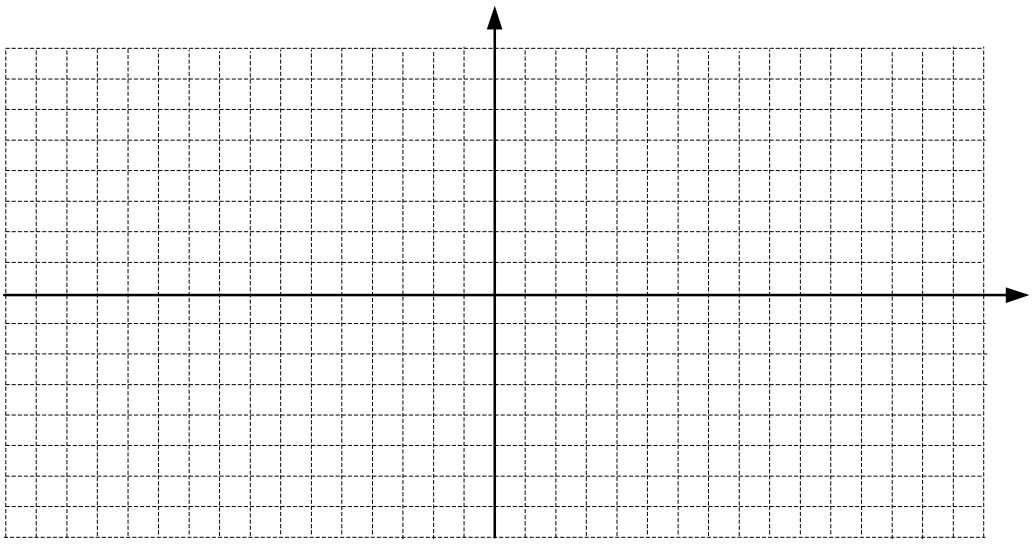
d) Ghi và tính các giá trị vào bảng 14.1.

Bảng 14.1 (thông số nào không có dạng phức thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)	100		
Z_2 (Ω)	100		
Z_3 (Ω)	100		
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			
I_N (A)			
P_1 (W)			
P_2 (W)			
P_3 (W)			
P (W)			
Q_1 (Var)			
Q_2 (Var)			
Q_3 (Var)			
Q (Var)			
S (VA)			
Cosφ			

e) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện và công suất

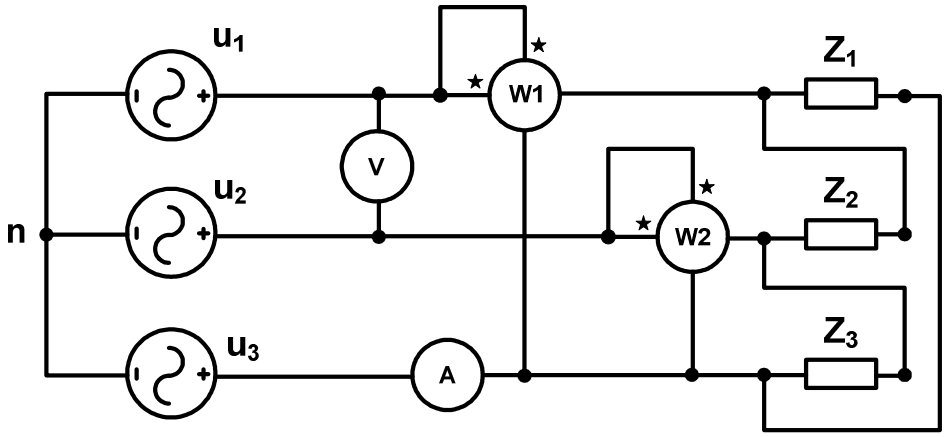




f) Nhận xét

14.3.1.2. HỆ THỐNG Y – Δ CÂN BẰNG

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 14.2.



Hình 14.2: Hệ thống Y – Δ cân bằng

b) Chạy mô phỏng ở chế độ phân tích AC với nguồn điện áp 3 pha: $u_1 = 50 \sin(\omega t + 0^0)$, $u_1 = 50 \sin(\omega t - 120^0)$, $u_1 = 50 \sin(\omega t - 240^0)$ với tần số f = 50Hz cho mạch.

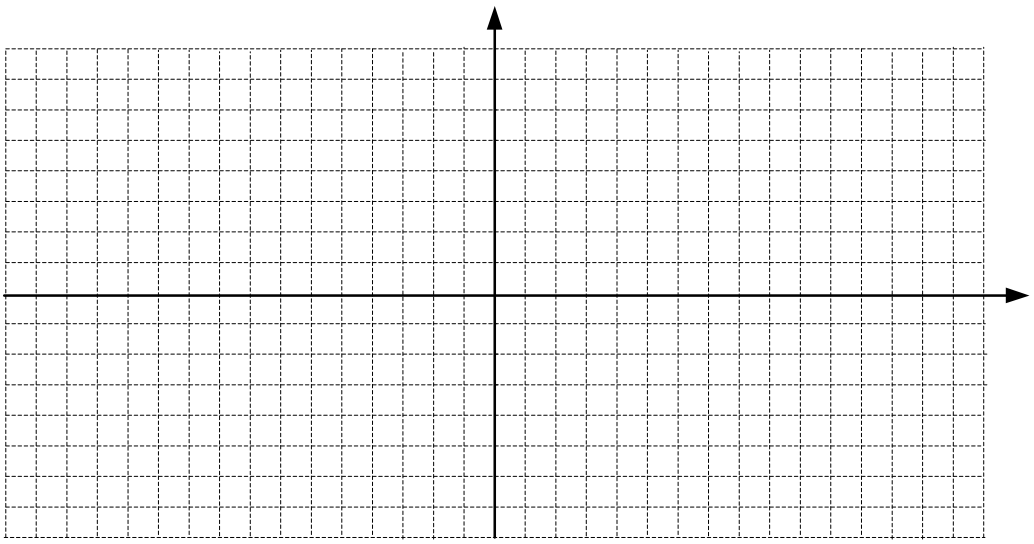
c) Nếu có 1 Watt kế, thì đo P_1 xong rồi đo P_2. Công suất tổng: $P = P_1 + P_2$.

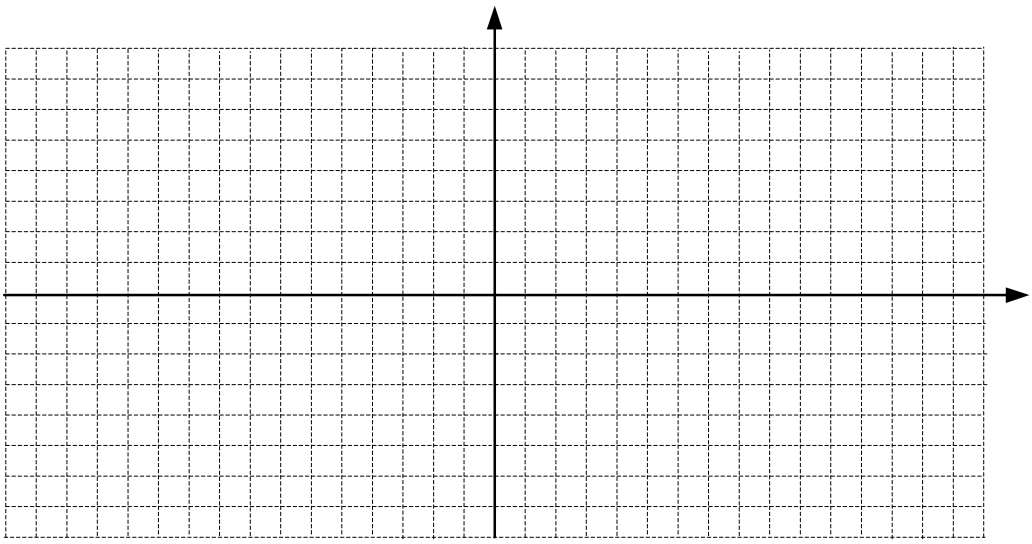
d) Ghi và tính các giá trị vào bảng 14.2.

Bảng 14.2 (thông số nào không có dạng phức thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)	100		
Z_2 (Ω)	100		
Z_3 (Ω)	100		
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			
I_{Pha} (A)			
P_1 (W)			
P_2 (W)			
P (W)			
Q_1 (Var)			
Q_2 (Var)			
Q (Var)			
S (VA)			
Cosφ			

e) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện và công suất

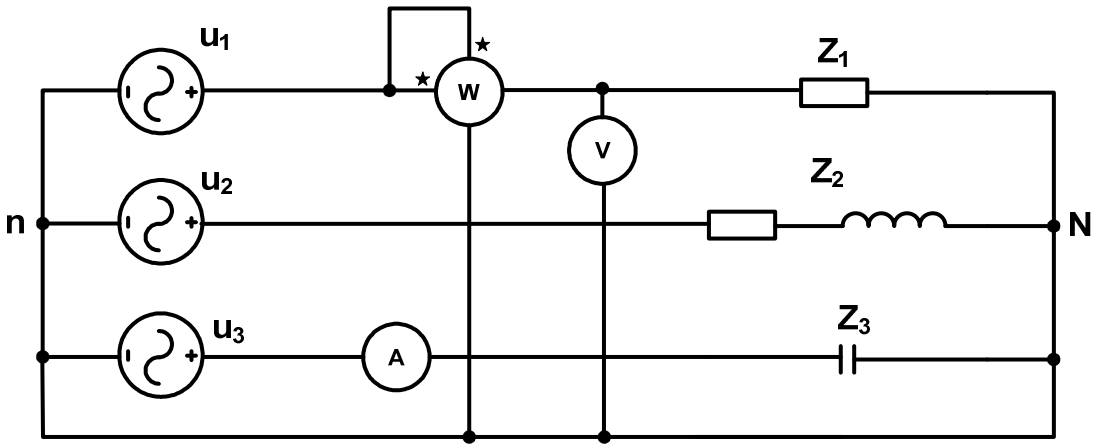




f) Nhận xét

14.3.1.3. HỆ THỐNG Y – Y KHÔNG CÂN BẰNG.

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 14.3.



Hình 14.3: Hệ thống Y – Y không cân bằng

b) Chạy mô phỏng ở chế độ phân tích AC với nguồn điện áp 3 pha: $u_1 = 50\sin(\omega t + 0^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 120^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 240^0)$ với tần số f = 50Hz cho mạch.

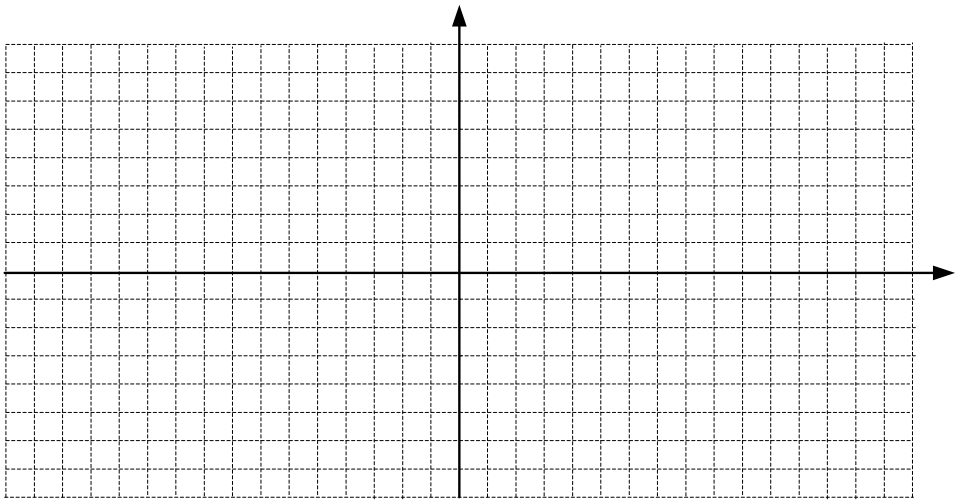
c) Mắc Watt kế để đo công suất P_2 và P_3 cho hai pha còn lại tương tự như trường hợp đo công suất P_1 ở hình 14.3.

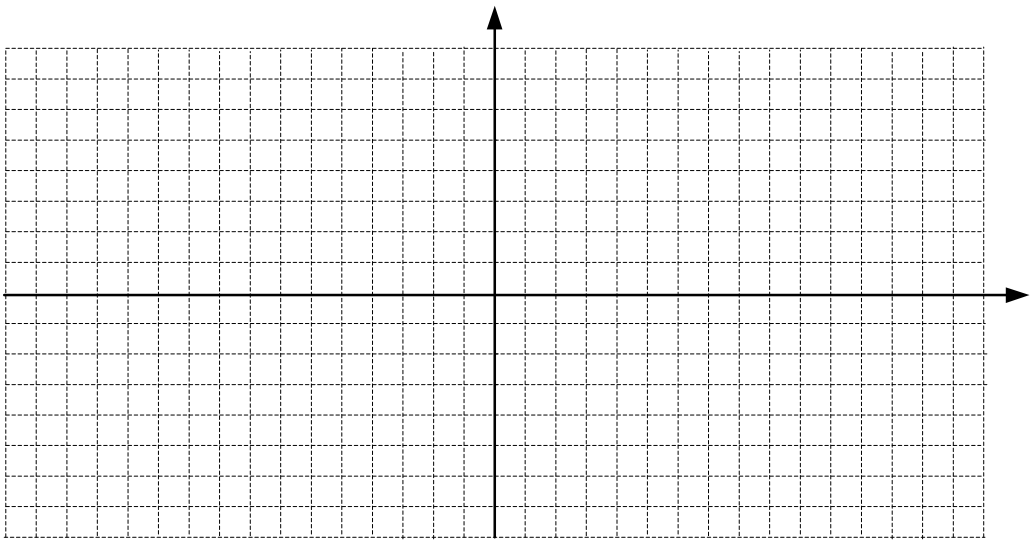
d) Ghi và tính các giá trị vào bảng 14.3.

Bảng 14.3 (thông số nào không có dạng phức thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)		100+j0	
Z_2 (Ω)		50+j10	
Z_3 (Ω)		-j10	
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			
I_N (A)			
P_1 (W)			
P_2 (W)			
P_3 (W)			
P (W)			
Q_1 (Var)			
Q_2 (Var)			
Q_3 (Var)			
Q (Var)			
S (VA)			
Cosφ			

e) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện và công suất





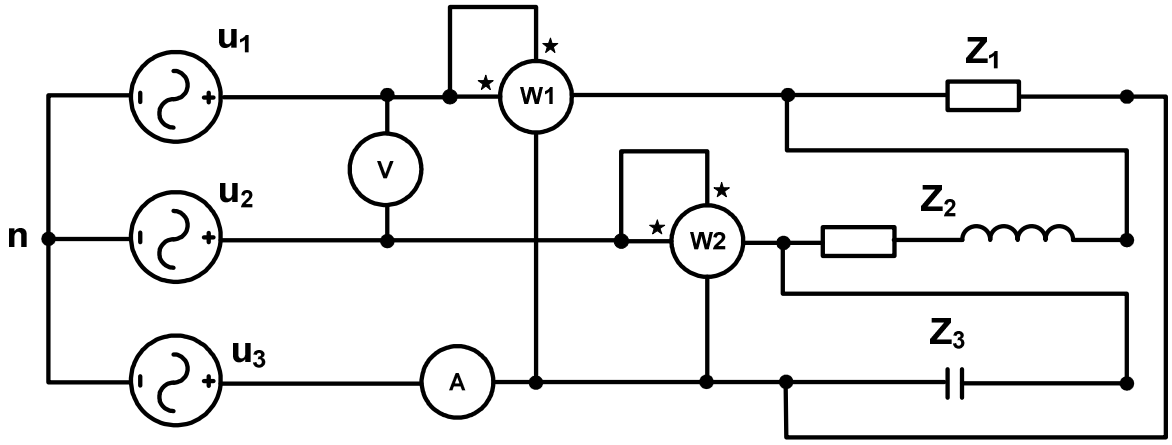
g) Khi dây trung tính bị dứt (bỏ dây trung tính I_N=0). Ghi các giá trị vào bảng 14.3a.
Bảng 14.3a (Thông số nào không có dạng số phức, thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)		100+j0	
Z_2 (Ω)		50+j10	
Z_3 (Ω)		-j10	
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			

f) Nhận xét

14.3.1.4. HỆ THỐNG Y – Δ KHÔNG CÂN BẰNG

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 14.4.



Hình 14.4: Hệ thống Y – Δ không cân bằng

b) Đóng CB cấp nguồn điện áp 3 pha: $u_1 = 50\sin(\omega t + 0^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 120^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 240^0)$ với tần số f = 50Hz cho mạch.

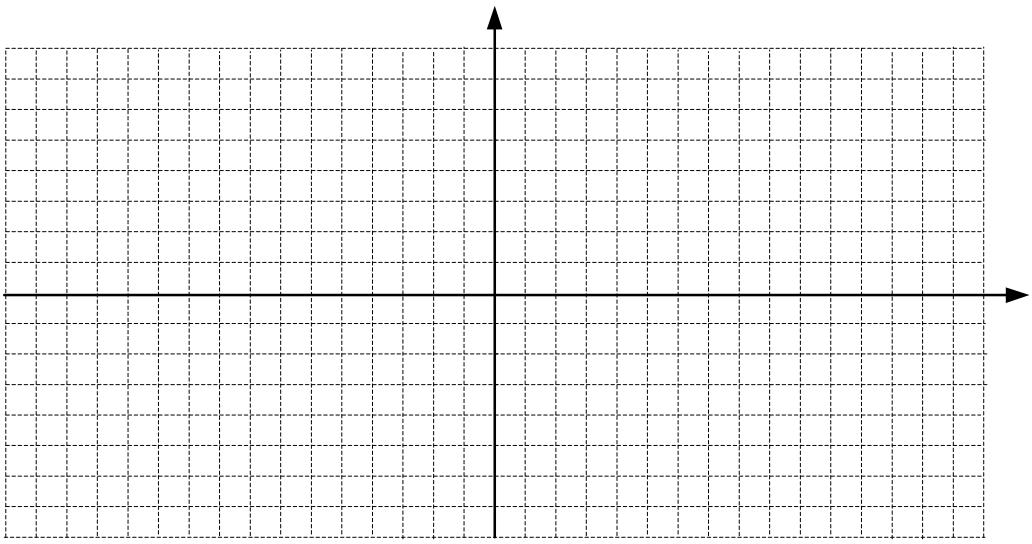
c) Nếu có 1 Watt kế, thì đo P_1 xong rồi đo P_2. Công suất tổng: $P = P_1 + P_2$.

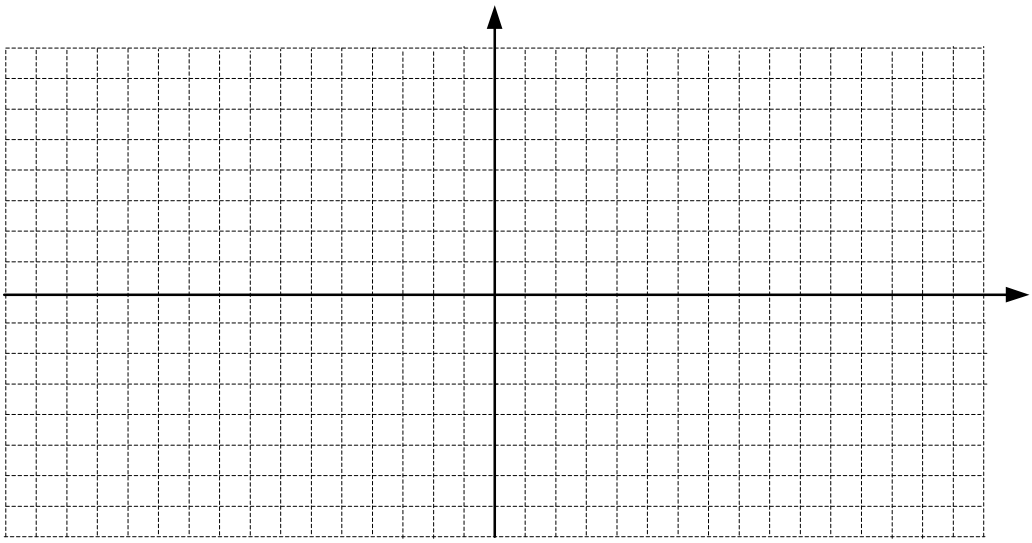
d) Ghi và tính các giá trị vào bảng 14.4.

Bảng 14.4 (thông số nào không có dạng phức thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)		100 +j0	
Z_2 (Ω)		50 +j10	
Z_3 (Ω)		-j10	
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			
I_{Pha} (A)			
P_1 (W)			
P_2 (W)			
P (W)			
Q_1 (Var)			
Q_2 (Var)			
Q (Var)			
S (VA)			
Cosφ			

e) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện và công suất





f) Nhận xét

14.3.2. ĐƯỜNG DÂY CÓ TỔNG TRỞ ($Z_{dây}$ = 5Ω)

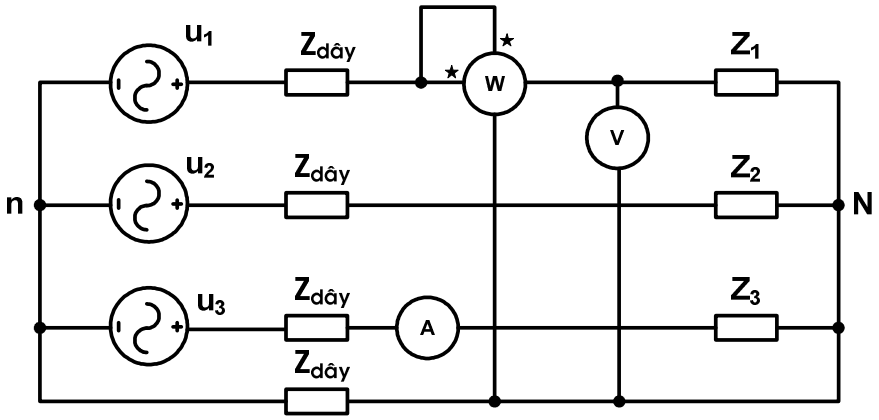
14.3.2.1. HỆ THỐNG Y – Y CÂN BẰNG

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 14.5.

b) Đóng CB cấp nguồn điện áp 3 pha: $u_1 = 50\sin(\omega t + 0^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 120^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 240^0)$ với tần số f = 50Hz cho mạch.

c) Mắc Watt kế để đo công suất P_2 và P_3 cho hai pha còn lại tương tự như trường hợp đo công suất P_1 ở hình 14.5.

d) Ghi và tính các giá trị vào bảng 14.5.

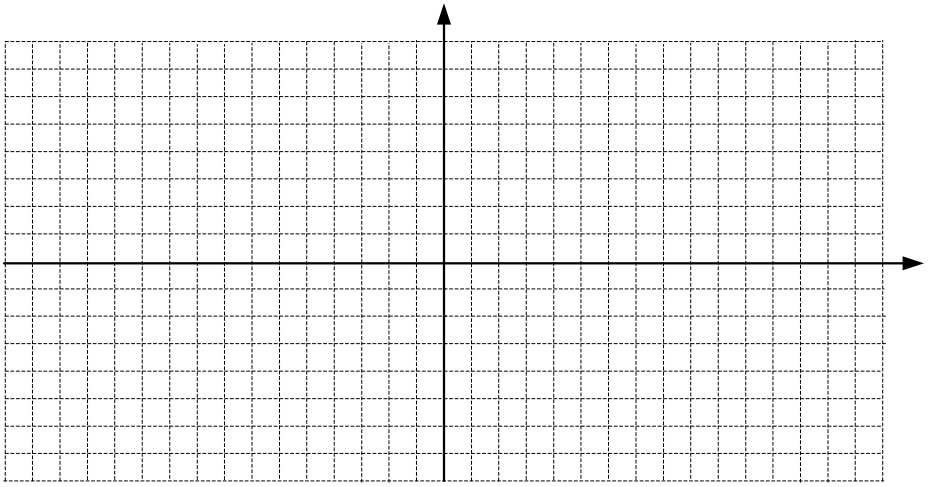


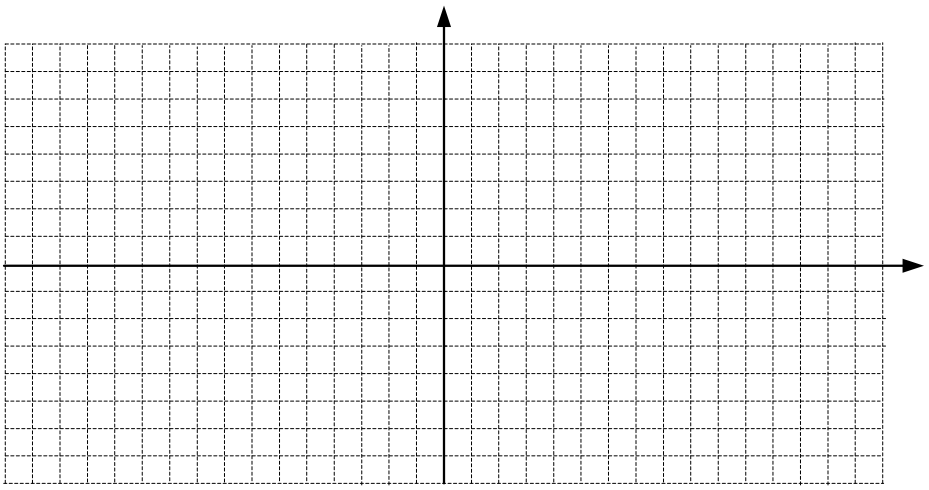
Hình 14.5: Hệ thống Y – Y cân bằng

Bảng 14.5 (thông số nào không có dạng phức thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)		100 + j0	
Z_2 (Ω)		100 + j0	
Z_3 (Ω)		100 + j0	
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			
I_N (A)			
P_1 (W)			
P_2 (W)			
P_3 (W)			
P (W)			
Q_1 (Var)			
Q_2 (Var)			
Q_3 (Var)			
Q (Var)			
S (VA)			
Cosφ			
$Z_{dây}$		5 + j0	

e) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện và công suất

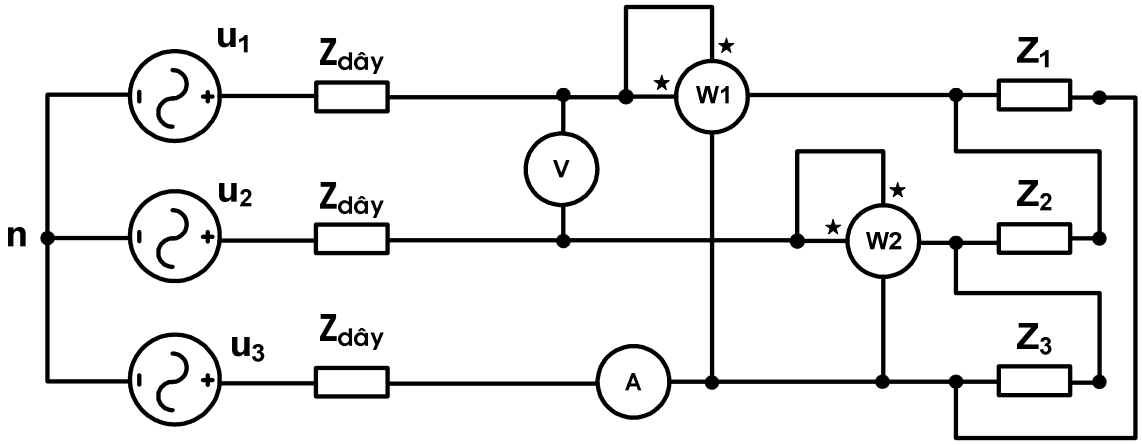




f) Nhận xét

14.3.2.2. HỆ THỐNG Y – Δ CÂN BẰNG

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 14.6.



Hình 14.6: Hệ thống Y – Δ cân bằng

b) Chạy mô phỏng ở chế độ phân tích AC với nguồn điện áp 3 pha: $u_1 = 50\sin(\omega t + 0^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 120^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 240^0)$ với tần số f = 50Hz cho mạch.

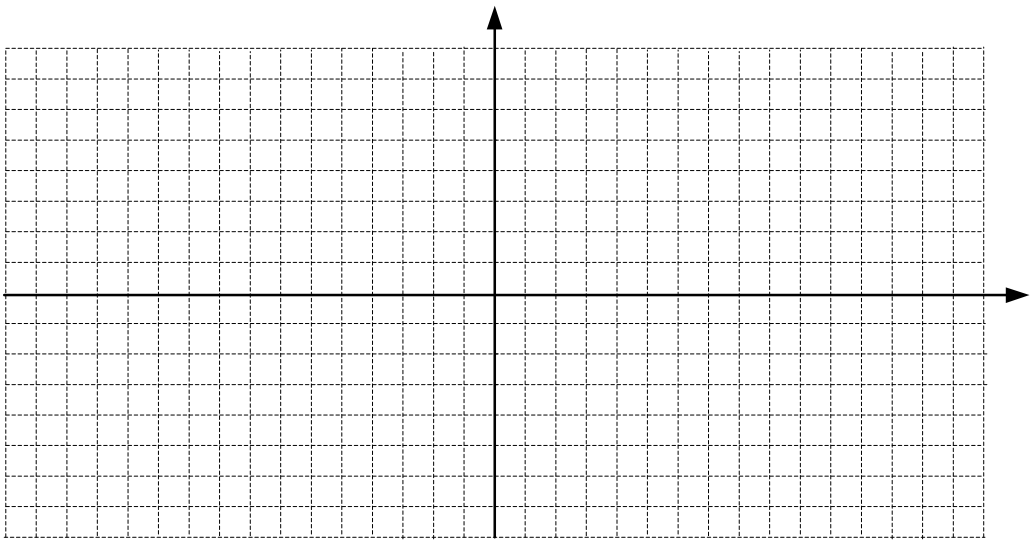
c) Nếu có 1 Watt kế, thì đo P_1 xong rồi đo P_2. Công suất tổng: $P = P_1 + P_2$.

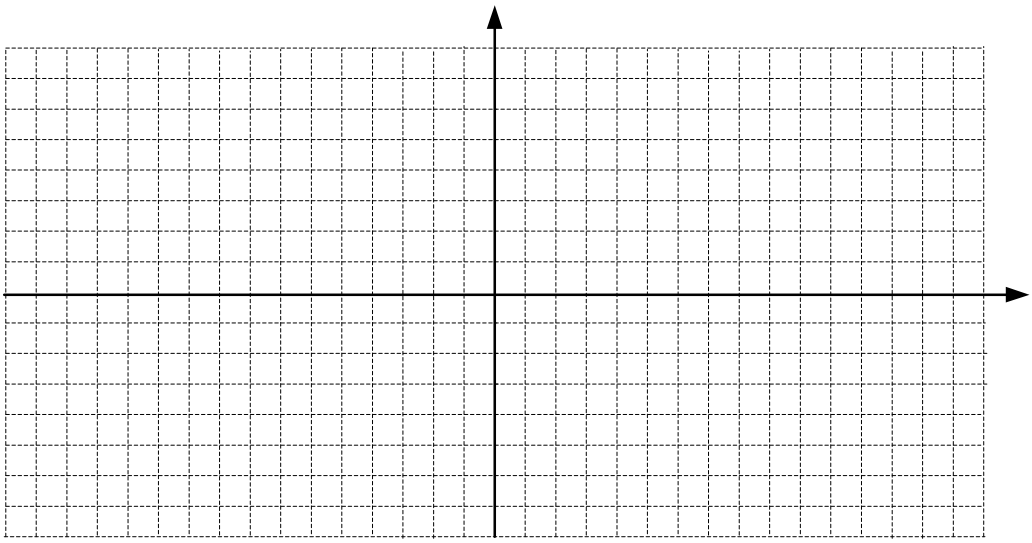
d) Ghi và tính các giá trị vào bảng 14.6.

Bảng 14.6 (thông số nào không có dạng phức thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)		100 + j0	
Z_2 (Ω)		100 + j0	
Z_3 (Ω)		100 + j0	
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			
I_{Pha} (A)			
P_1 (W)			
P_2 (W)			
P (W)			
Q_1 (Var)			
Q_2 (Var)			
Q (Var)			
S (VA)			
Cosφ			
$Z_{dây}$			

e) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện và công suất

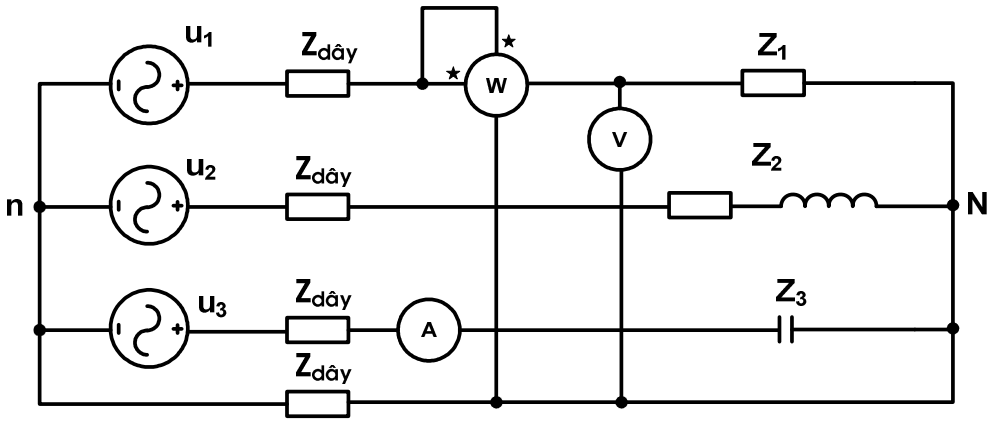




f) Nhận xét

14.3.2.3. HỆ THỐNG Y – Y KHÔNG CÂN BẰNG

a) Sinh viên vẽ mạch như hình 14.7.



Hình 3.7: Hệ thống Y – Y không cân bằng

b) Đóng CB cấp nguồn điện áp 3 pha: $u_1 = 50\sin(\omega t + 0^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 120^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 240^0)$ với tần số f = 50Hz cho mạch.

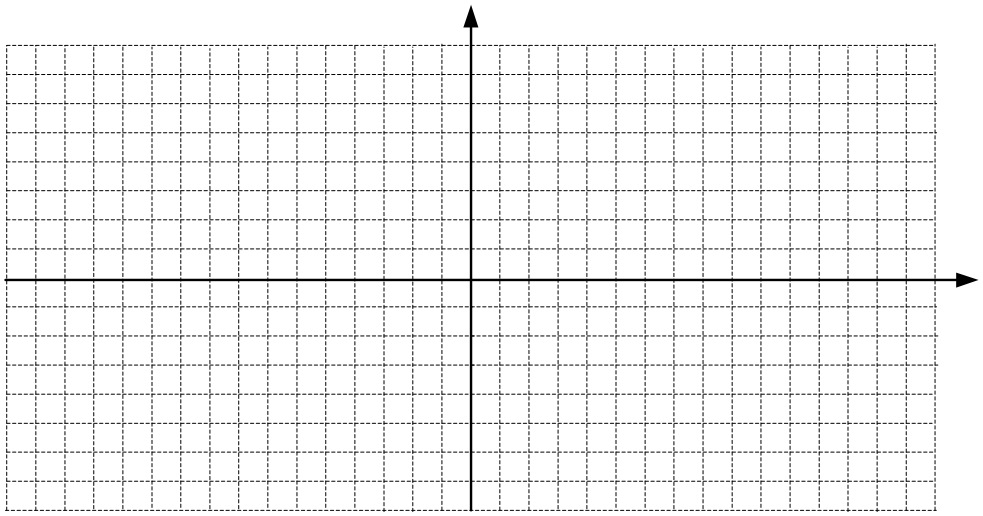
c) Mắc Watt kế để đo công suất P_2 và P_3 cho hai pha còn lại tương tự như trường hợp đo công suất P_1 ở hình 14.7

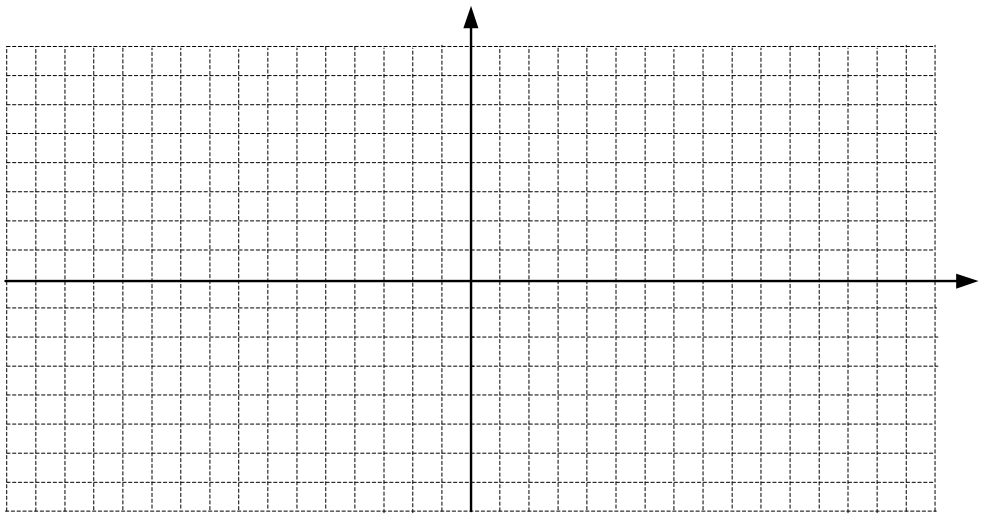
d) Ghi và tính các giá trị vào bảng 14.7

Bảng 14.7 (thông số nào không ghi được dạng phức thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)		100+j0	
Z_2 (Ω)		50+j10	
Z_3 (Ω)		-j10	
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			
I_N (A)			
P_1 (W)			
P_2 (W)			
P_3 (W)			
P (W)			
Q_1 (Var)			
Q_2 (Var)			
Q_3 (Var)			
Q (Var)			
S (VA)			
Cosφ			
$Z_{dây}$			

e) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện và công suất



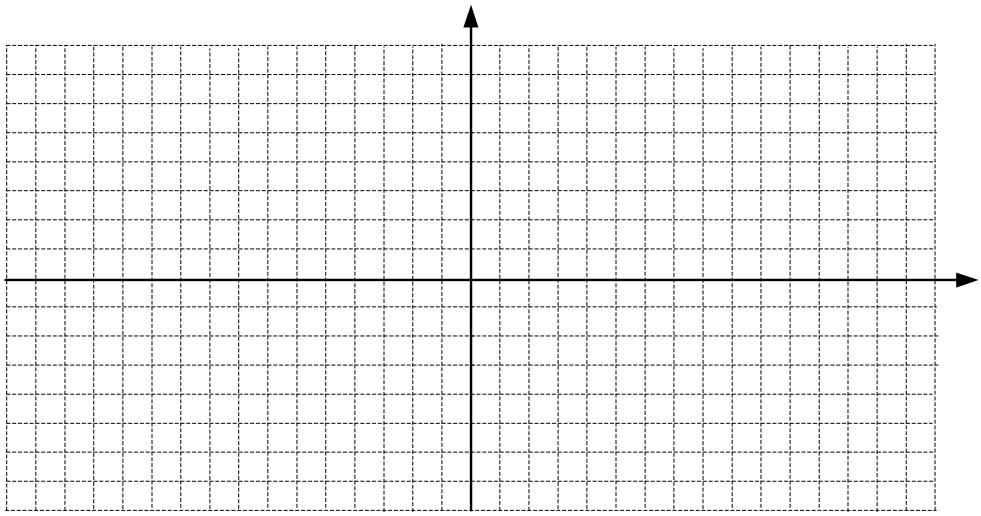


h) Khi dây trung tính bị dứt (bỏ dây trung tính I_N=0). Ghi các giá trị vào bảng 14.7a.

Bảng 14.7a (Thông số nào không có dạng số phức, thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)		100+j0	
Z_2 (Ω)		50+j10	
Z_3 (Ω)		-j10	
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			

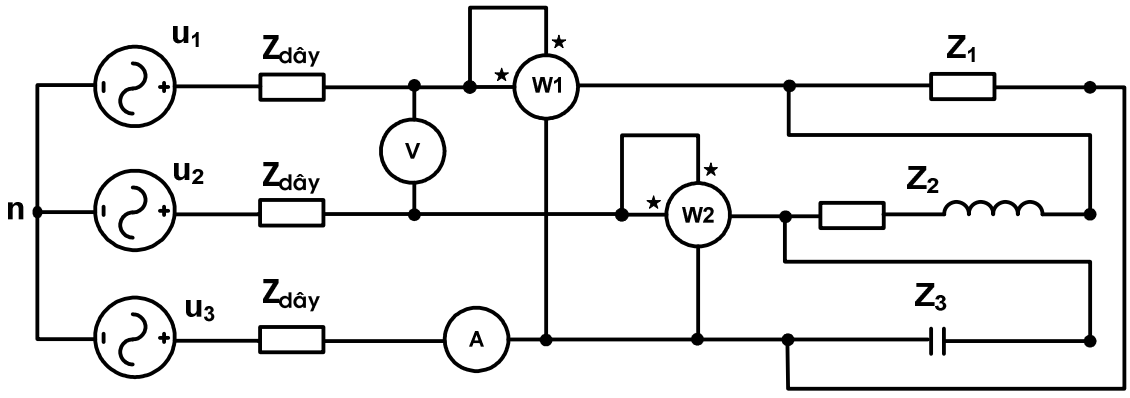
f) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện và công suất



g) Nhận xét

14.3.2.4. HỆ THỐNG Y – Δ KHÔNG CÂN BẰNG

a) Sinh viên mắc mạch như hình 14.8.



Hình 3.8: Hệ thống Y – Δ không cân bằng

b) Đóng CB cấp nguồn điện áp 3 pha: $u_1 = 50\sin(\omega t + 0^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 120^0)$, $u_1 = 50\sin(\omega t - 240^0)$ với tần số f = 50Hz cho mạch.

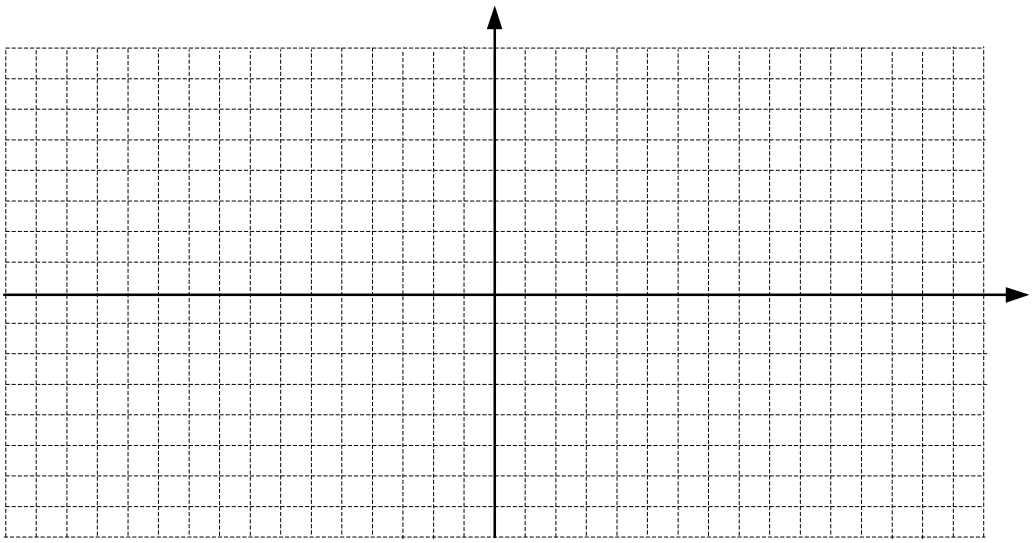
c) Nếu có 1 Watt kế, thì đo P_1 xong rồi đo P_2. Công suất tổng: $P = P_1 + P_2$.

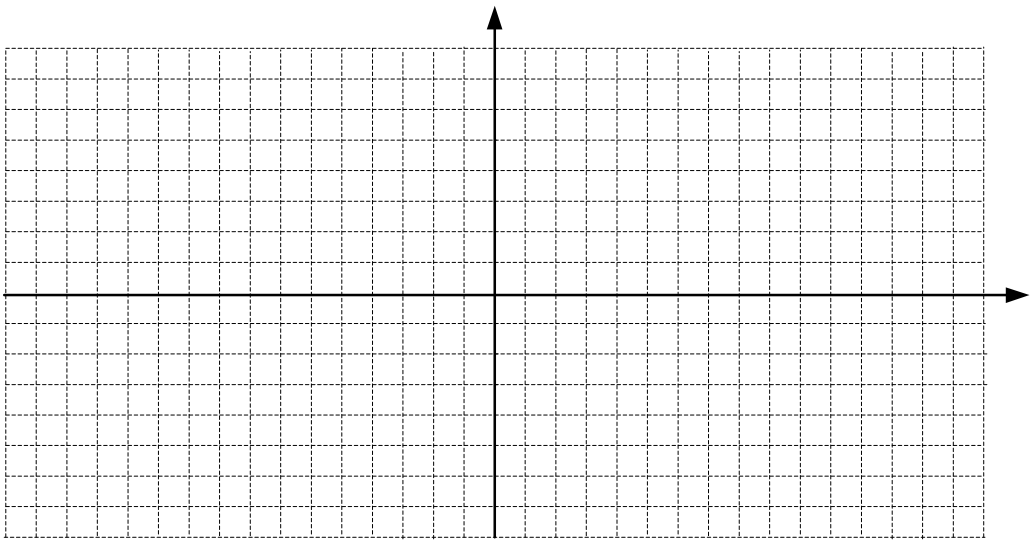
d) Ghi và tính các giá trị vào bảng 14.8.

Bảng 14.8 (thông số nào không có dạng phức thì bỏ trống ô ghi dạng phức).

Thông số	Trị hiệu dụng	Số phức dạng đại số	Số phức dạng cực
Z_1 (Ω)		100 +j0	
Z_2 (Ω)		50 +j10	
Z_3 (Ω)		-j10	
U_{Pha} (V)			
$U_{Dây}$ (V)			
I_1 (A)			
I_2 (A)			
I_3 (A)			
I_{Pha} (A)			
P_1 (W)			
P_2 (W)			
P (W)			
Q_1 (Var)			
Q_2 (Var)			
Q (Var)			
S (VA)			
Cosφ			
$Z_{dây}$			

e) Vẽ giản đồ vectơ điện áp, dòng điện và công suất





f) Nhận xét

PHẦN LỤC PHỤ

HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG PHẦN MỀM MÔ PHỎNG TINA Pro 7.0

A. MỤC ĐÍCH

- Giúp sinh viên biết cách sử dụng các thiết bị và linh kiện trong Tina Pro V7.0 để vẽ mô phỏng mạch điện.
- Giúp cho sinh viên có khả năng vẽ và tiến hành chạy mô phỏng trên máy tính, để khảo sát các thông số và các đường đặc tuyến của những mạch điện. Hình thành cho sinh viên phương pháp mô phỏng các mạch điện trên máy tính cá nhân sử dụng chương trình TINA Pro và Pspice là nền tảng.

B. THỰC HIỆN MÔ PHỎNG

Sau khi sinh viên làm thí nghiệm xong bài nào, thì vẽ mạch và chạy mô phỏng trên máy tính với phần mềm TINA Pro 7.0 ứng với bài thí nghiệm mà sinh viên vừa làm xong. Để vẽ mạch và chạy mô phỏng mạch được tốt, sinh viên nên đọc qua phần phụ lục: HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG PHẦN MỀM MÔ PHỎNG TINA Pro 7.0, rồi từ đó vẽ mạch cần mô phỏng trên máy tính cá nhân và đặt các thiết đo tương ứng cho mạch và chọn chế độ mô phỏng phù hợp với mạch.

Sau khi chạy mô phỏng xong, sinh viên so sánh kết quả mô phỏng với kết quả thí nghiệm và cho nhận xét hai kết quả thí nghiệm và kết mô phỏng trên máy tính.

C. GIỚI THIỆU

Tina Pro 7.0 dùng để vẽ và mô phỏng trong quá trình dạy và học mạch điện. Nó gồm có: Mô hình các thông số, phân tích mạng, phân tích Fourier, phân tích phổ Fourier, phân tích nhiễu, phân tích tính toán, phân tích kết quả, giản đồ vector pha, giản đồ Nyquits

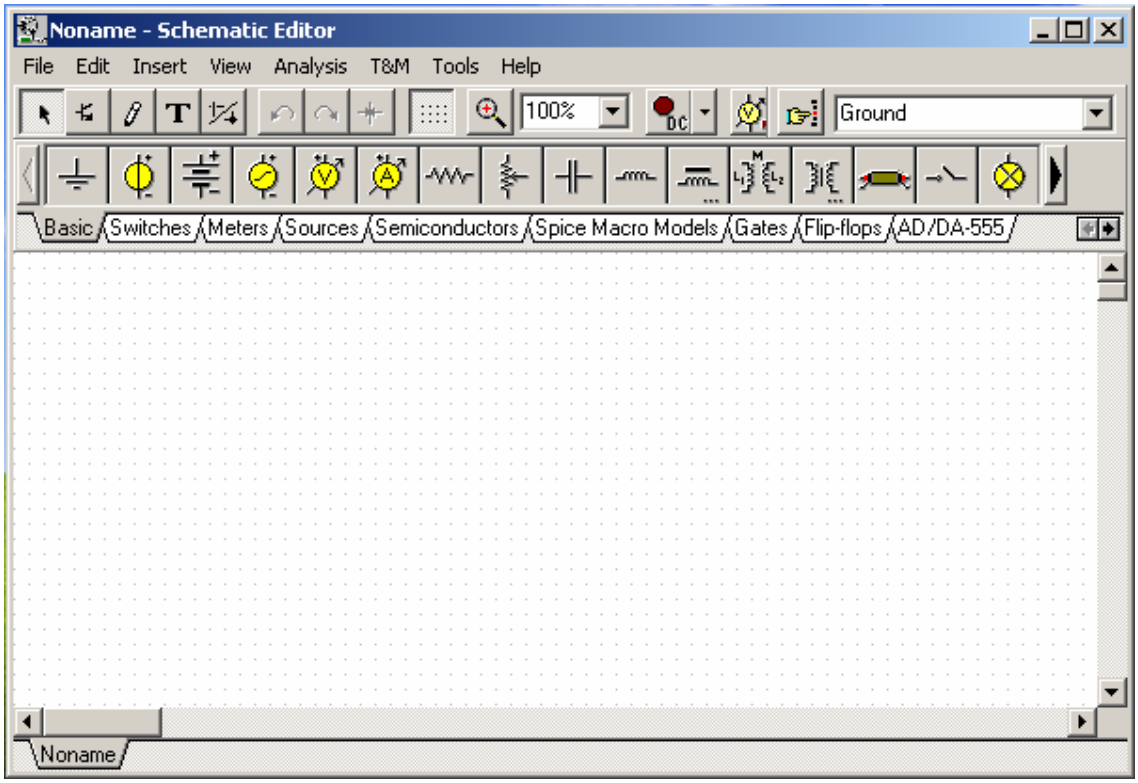
1. GIỚI THIỆU CỬA SỐ LÀM VIỆC

Click chuột vào biểu tượng

, hoặc vào đường dẫn Start/ Programs/ Tina Pro for windows/ Tina, thì cửa số làm việc của Tina hiện ra như hình 1.

- Vùng làm việc là nơi chúng ta vẽ mạch, rồi tiến hành chạy mô phỏng để đo, thử mạch, phân tích mạch
- Vùng làm việc nằm trong một cửa số có thể di chuyển và thay đổi kích thước.
- Vùng chứa linh kiện nằm phía trên vùng làm việc, chứa các linh kiện dùng để vẽ mạch.

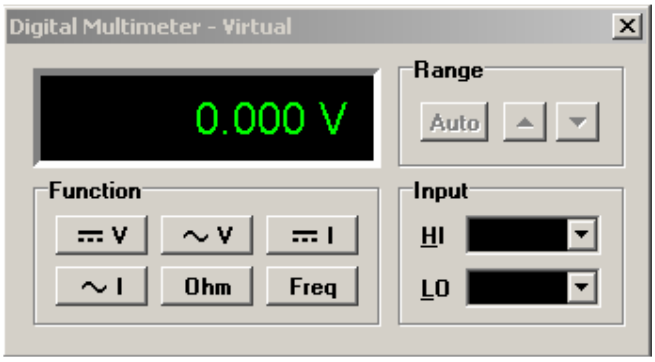
❖ Vùng chứa các thiết bị đo nằm phía trên vùng làm việc, chứa các thiết bị đo như: VOM, oscilloscope, nguồn phát sóng



Hình 1: Vùng làm việc của Tina Pro 7.0

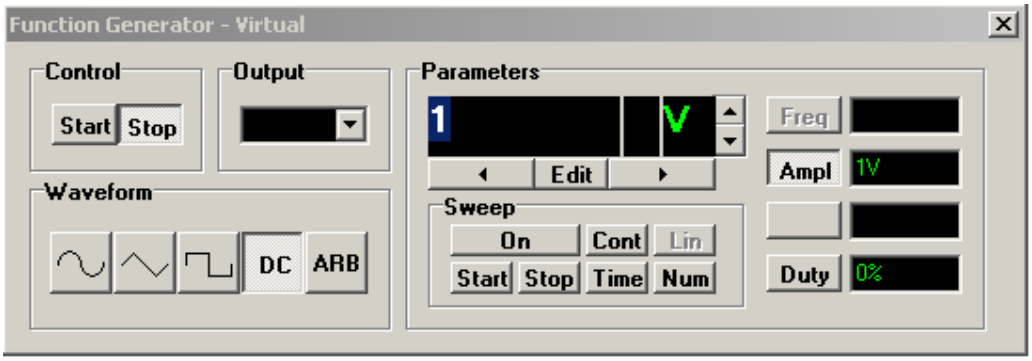
2. CÁC DỤNG CỤ ĐO MẠCH

a) Multimeter: Dùng để để đo điện áp, dòng điện, điện trở, tần số. Tùy đại lượng cần đo là dòng, áp, điện trở hay tần số mà ta chọn chức năng đo tương ứng trên Multimeter. Ta cũng có thể đo AC hay DC bằng cách chọn các chức năng tương ứng trên Mutimeter.



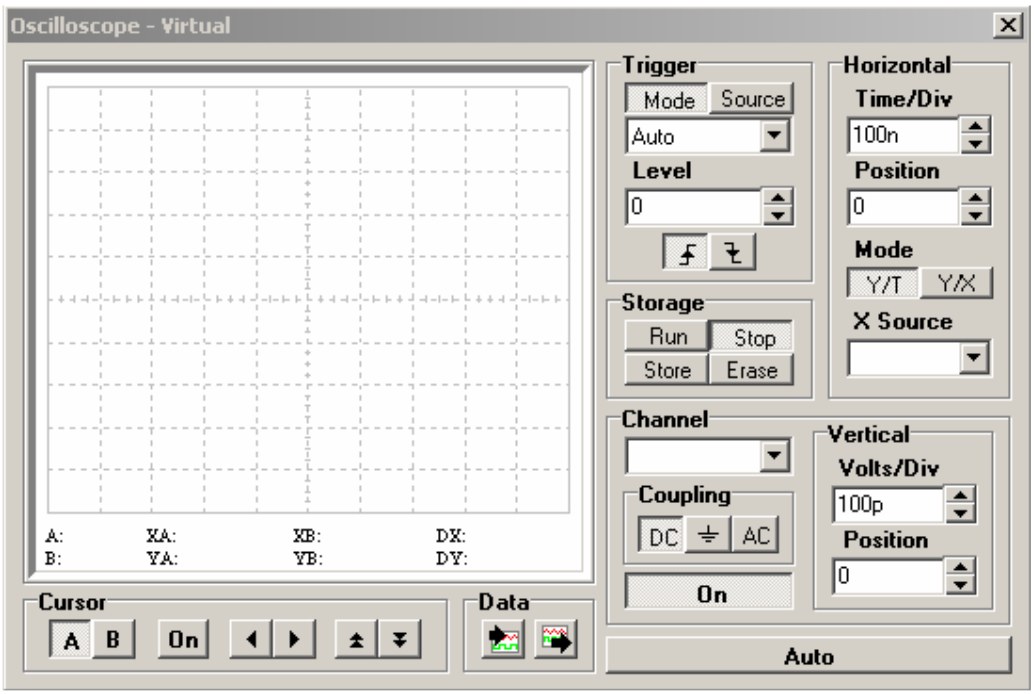
Hình 2: Digital Multimeter

b) Máy phát sóng (function generator): nguồn phát sóng có các dạng sóng: sin, vuông hay xung tam giác. Ta có thể điều chỉnh tần số, duty cycle, biên độ và mức DC của tín hiệu.



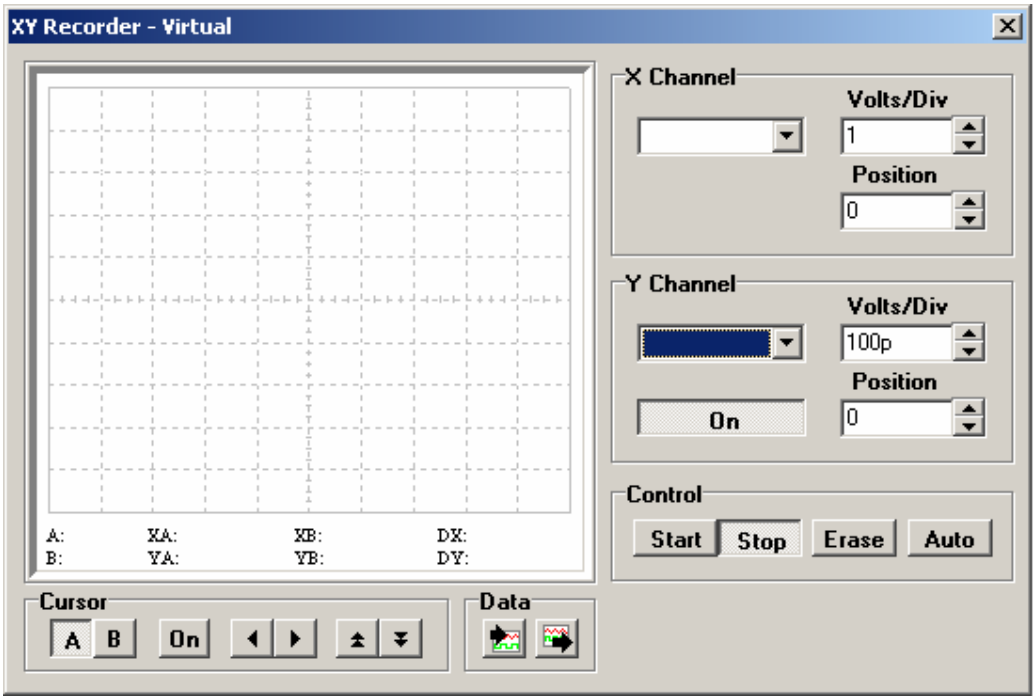
Hình 3: Function generator

c) Dao động ký (Oscilloscope): Oscilloscope được mô phỏng giống hệt Oscilloscope thực có hai kênh. Có thể được kích thích bằng tín hiệu bên ngoài, bằng mạch quét bên trong, kích thích bằng cạnh lên hay cạnh xuống.



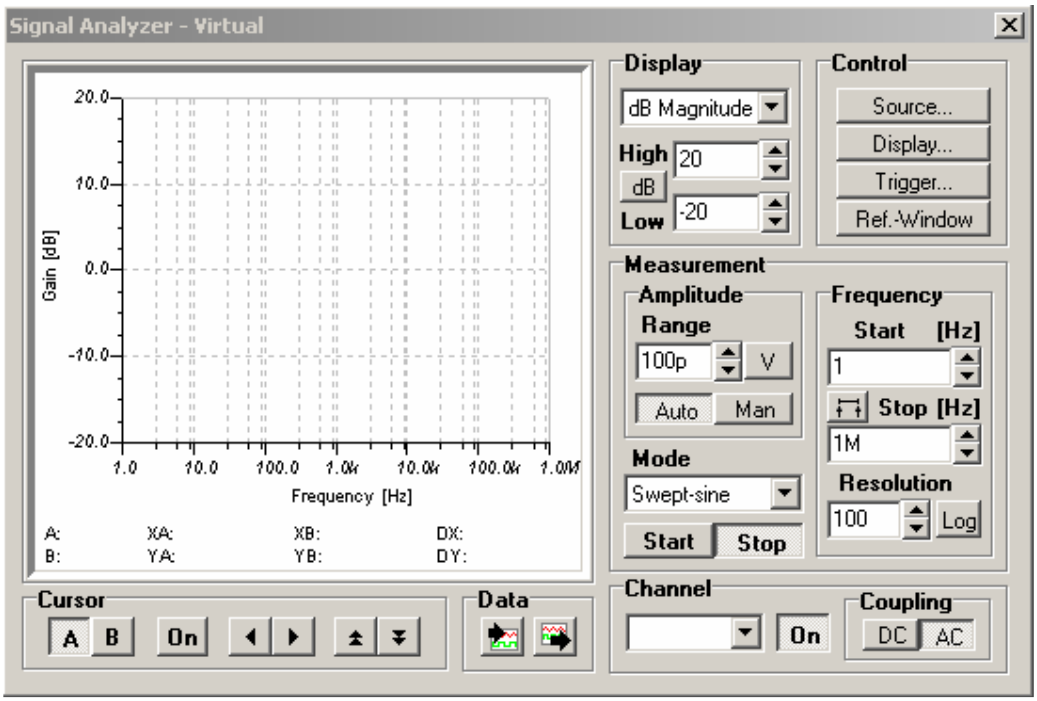
Hình 4: Oscillscope

d) XY Recorder: Dùng để so sánh góc pha của hai tín hiệu.



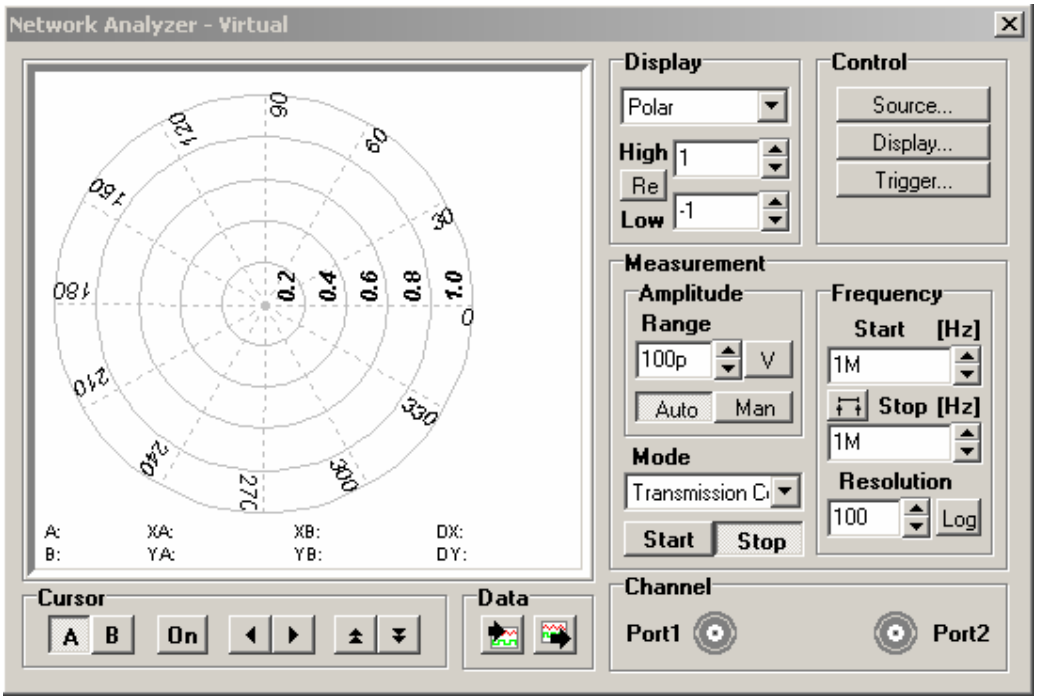
Hình 5: XY Recorder

e) Signal analyzer



Hình 6: Signal Anlyzer

f) Network Anlyzer



Hình 7: Network Anlyzer

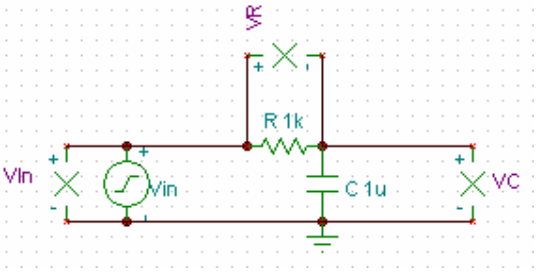
3. CÁC LINH KIỆN ANALOG

Các linh kiện có trong phần mô phỏng analog được liệt kê theo thứ tự ABC.

a) Biến thế
b) BJT
c) Bóng đèn
d) Cầu chì
e) Công tắc
f) Cuộn dây
g) Diode
h) Diode Zener
i) JFET
j) LED
k) MOSFET
l) Nguồn áp AC
m) Nguồn dòng AC
n) Nguồn dòng DC
o) Nguồn phụ thuộc
p) Điểm mass
q) Điểm nối
r) Điện trở
s) OP-AMP
t) Pin
u) Rờ le
v) Tụ điện

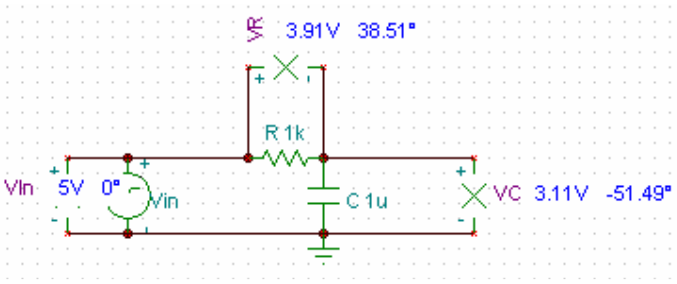
4. MỘT VÍ DỤ VỀ MÔ PHỎNG TINA Pro

Ta tiến hành vẽ mạch và chạy mô phỏng để đo và phân tích mạch như hình 8.



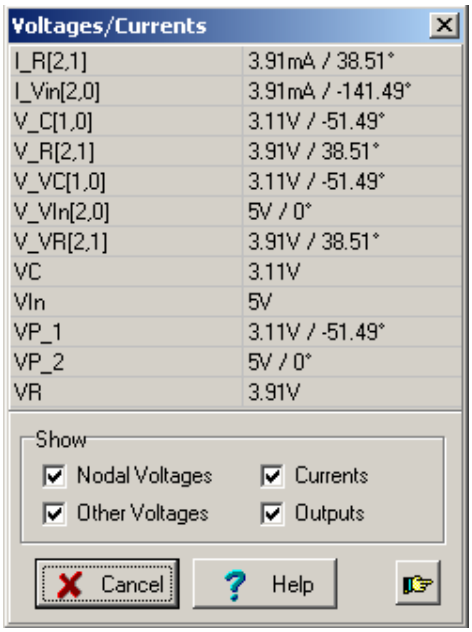
Hình 8

a) Phân tích AC: Kết quả như hình 9

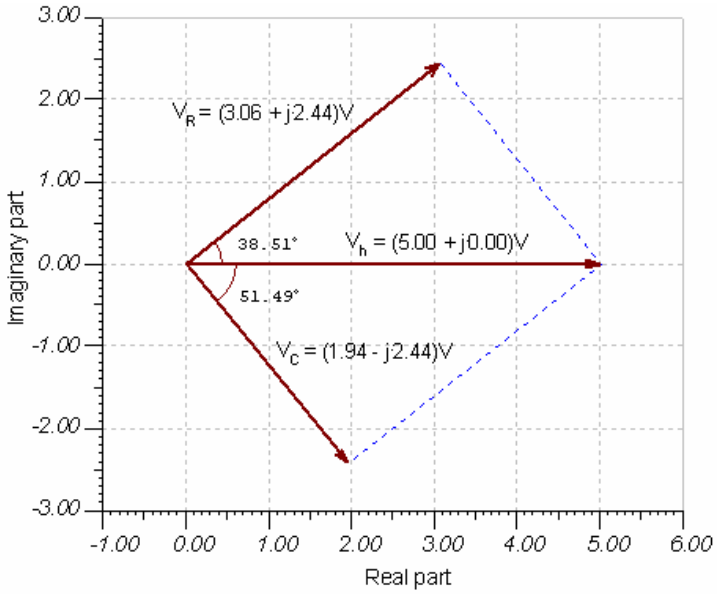


Hình 9

b) Bảng kết quả sau khi phân tích (hình 10)



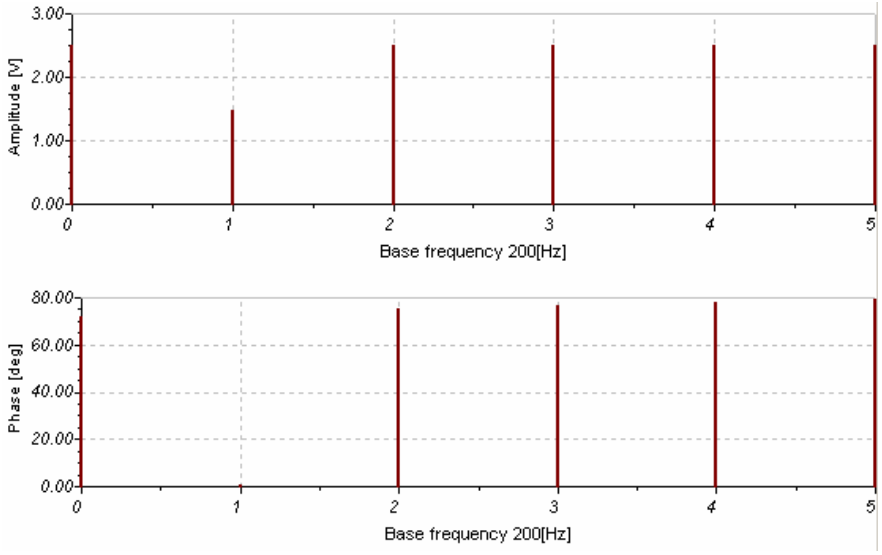
Hình 10: kết quả sau khi phân tích

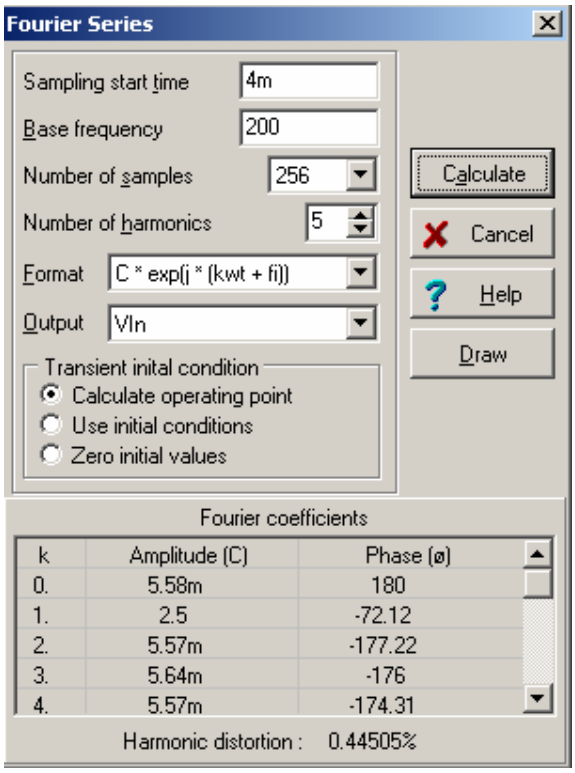


Hình 11: *Giản đồ vector*

c) Giản đồ vector (Hình 12)

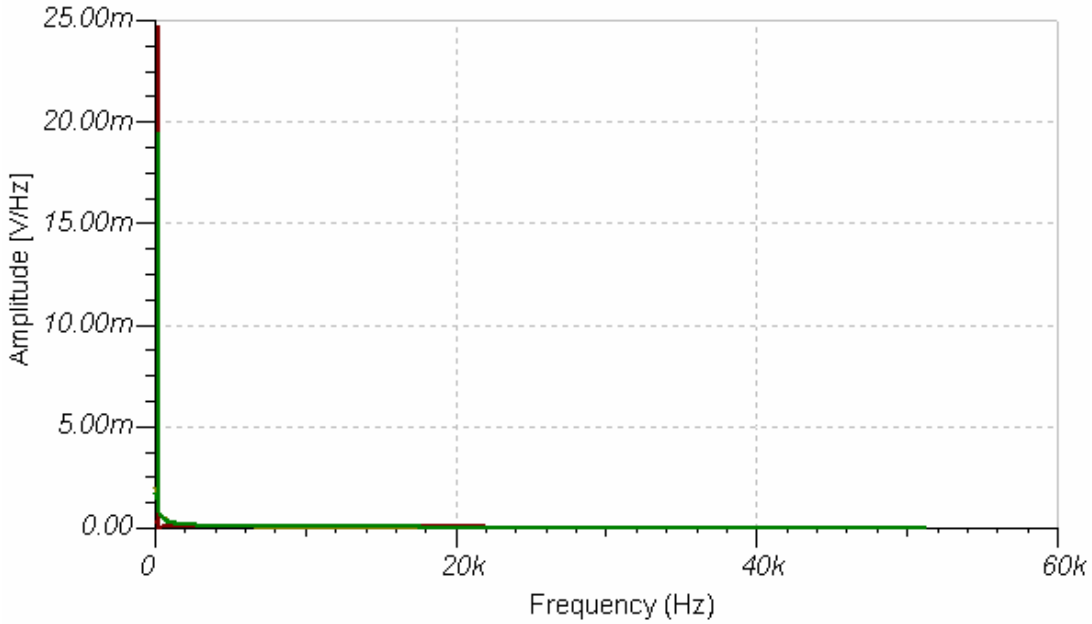
d) Fourier Series





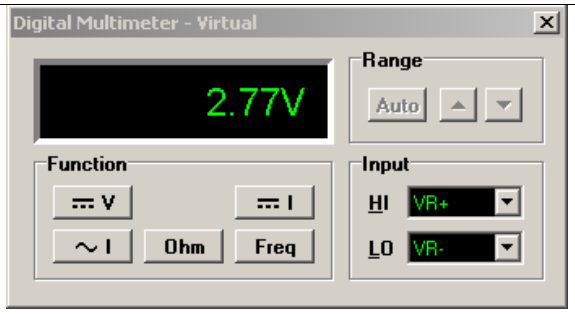
Hình 12: **Fourier Series**

e) Phân tích phổ (hình 13)

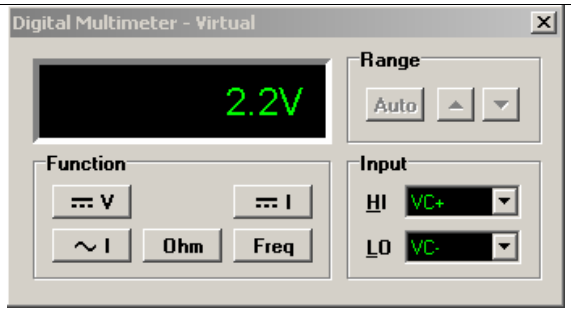


Hình 13

f) Giá trị điện áp đo trên R và C (Hình 14)

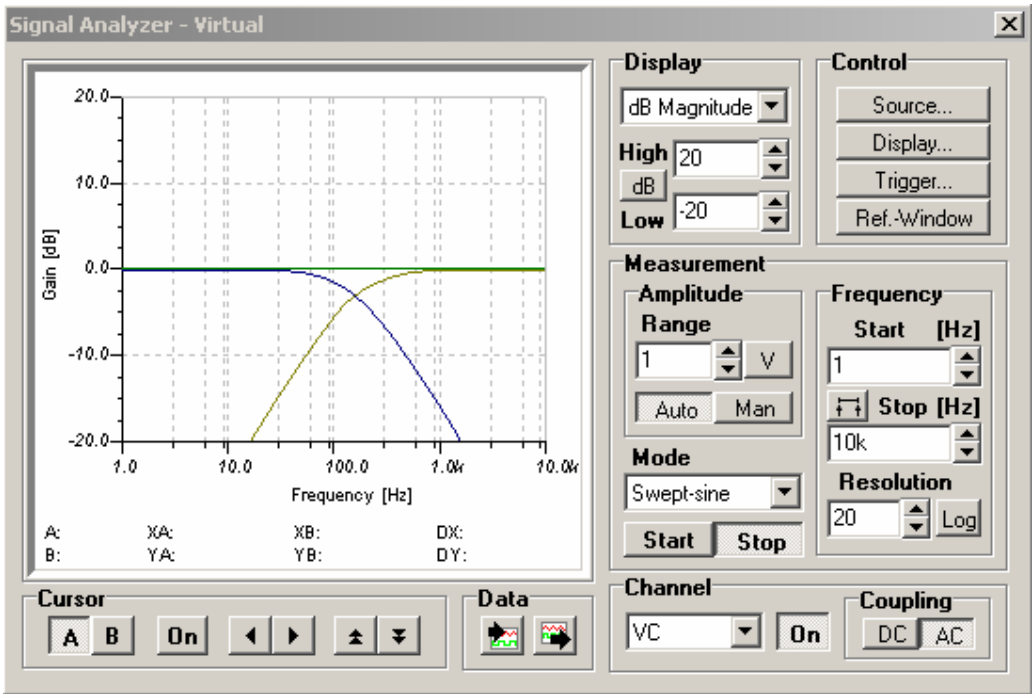


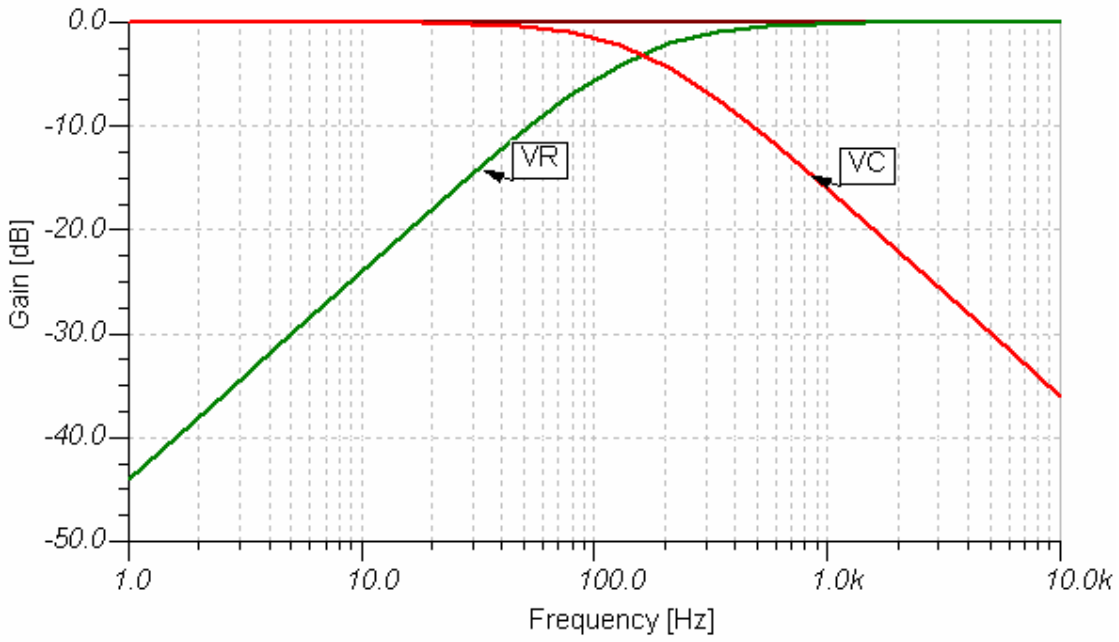
Hình 14a: Giá trị điện áp đo trên R



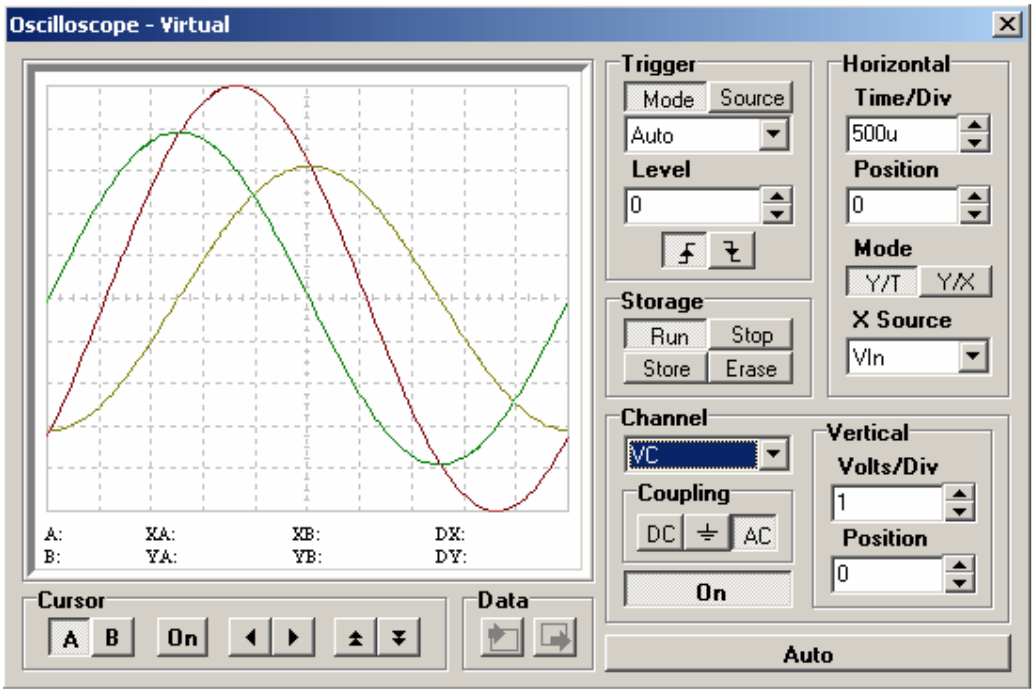
Hình 14b: Giá trị điện áp đo trên C

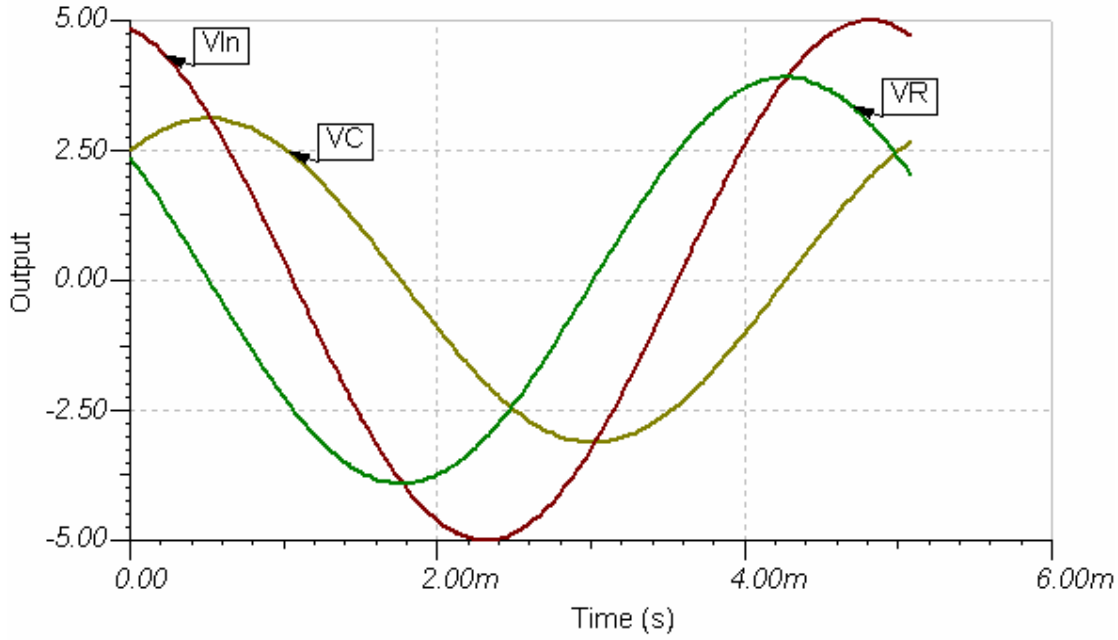
g) Phân tích tín hiệu trên R và C



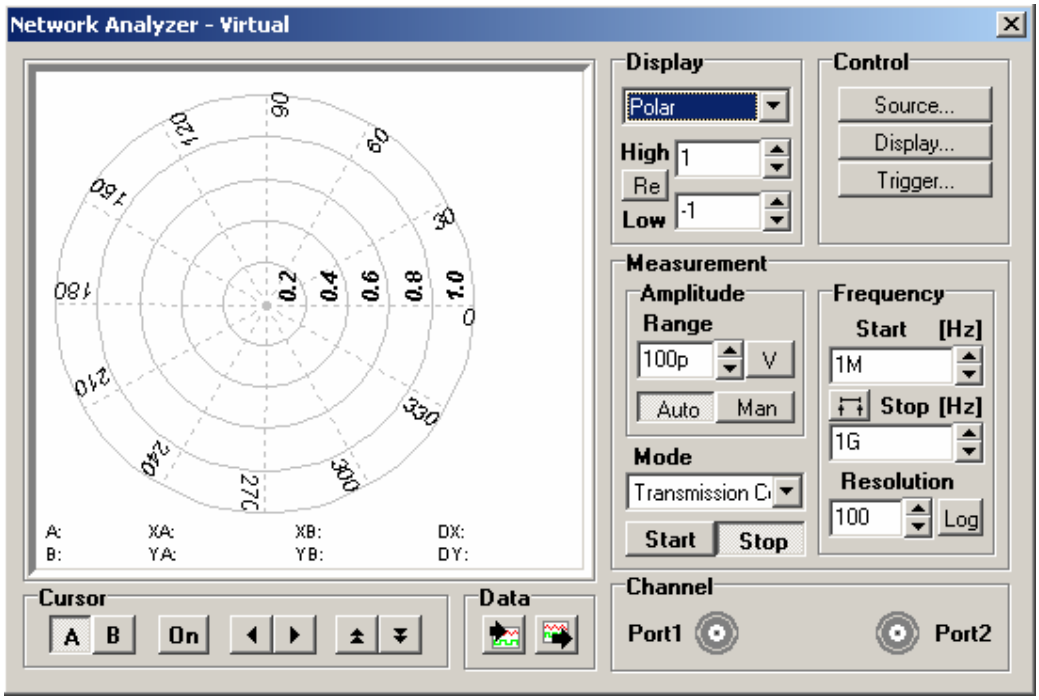


h) Dạng sóng trên dao động ký.

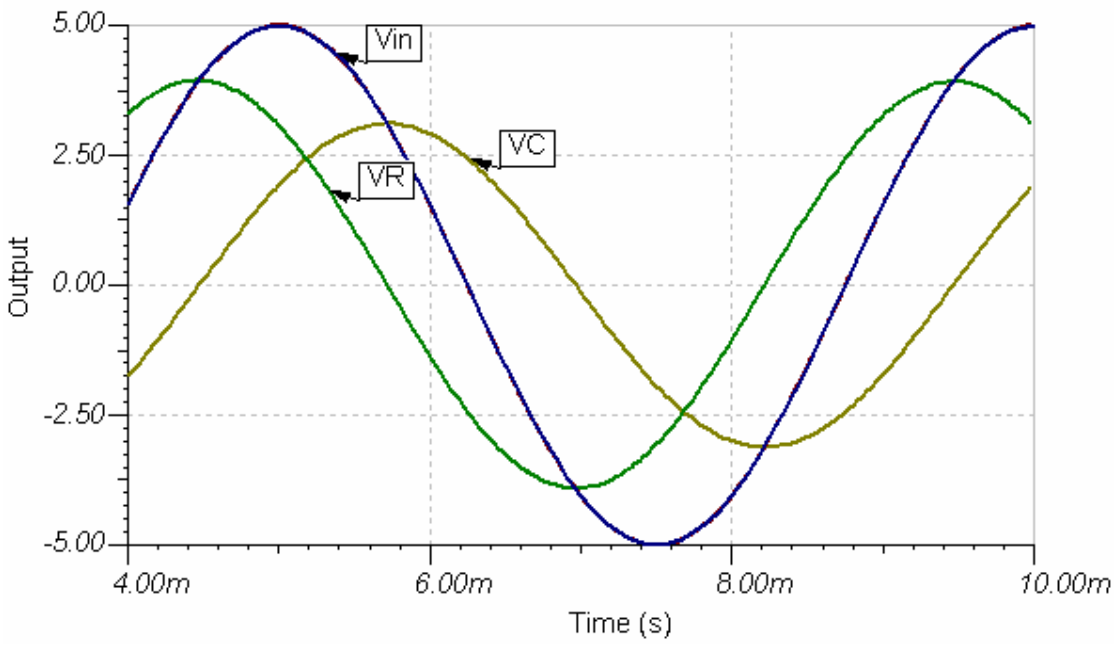




i) Network Analyzer



j) Transient Analyzer



Tương tự như vậy cho các phân tích: Symbolic Analyzer, Noise Analyzer, Optimization.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Thị Cư, Lê Minh Cường, Trương Trọng Tuấn Mỹ, Mạch điện I-II, NXB Đại học Quốc gia TP.HCM.
2. Training For Electric Measurement-YOKOGAWA, 1998.
3. Theory and problems of electric circuits-Joseph A.Edminister, MSE, McGRAW. HILL
4. Basic engineering circuit analysis, J. David