

BÀI 3

MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU (AC)

A. MỤC ĐÍCH :

Bài thí nghiệm giúp sinh viên khảo sát các đặc trưng của một mạch điện trong trường hợp nguồn tác động lên mạch là nguồn điều hòa, hay còn gọi là nguồn xoay chiều (AC). Quá trình thí nghiệm cũng giúp SV hiểu rõ thêm phương pháp biên độ (hay hiệu dụng) phức, cách dựng đồ thị vectơ và tính toán công suất trong mạch điều hòa.

B. ĐẶC ĐIỂM :

Phân tích mạch xác lập điều hòa thông qua tính toán trên mạch phức. Ở mạch phức, trở kháng nhánh Z là số phức, bằng tỉ số biên độ phức áp và dòng trên nhánh. Luật Ohm dạng phức được phát biểu:

$$\dot{U} = Z \cdot \dot{I} \quad \text{với } Z = |Z| \angle \varphi .$$

I. Xác định $|Z|$:

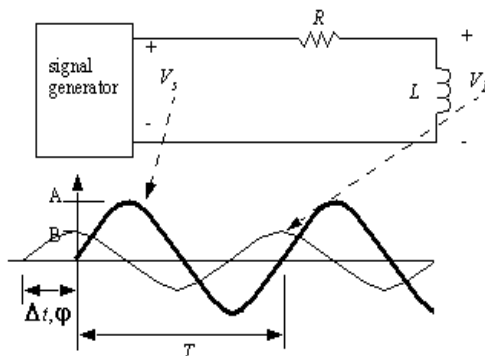
Là tỉ số trị biên độ hay trị hiệu dụng của áp và dòng trên nhánh. Trị biên độ có thể **đọc nhờ dao động ký** và trị hiệu dụng có thể **đọc nhờ volt kế xoay chiều**.

II. Xác định φ :

Có nhiều phương pháp, trong bài thí nghiệm này đề nghị dùng dao động ký với hai phương pháp cơ bản:

a) So pha trực tiếp:

Đưa cả hai tín hiệu (cùng GND) vào hai kênh của dao động ký. Chọn VERT MODE là DUAL hay CHOP. Chỉnh định dao động ký để hiển thị hai tín hiệu trên màn hình như Hình 1.3.0.1.



Hình 1.3.0.1: Đo pha trực tiếp

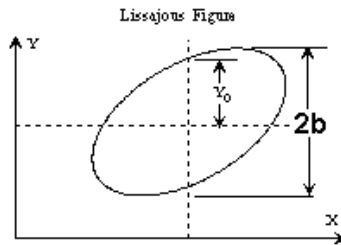
Dựa vào giá trị của nút Time/div ta đọc giá trị Δt và T. Góc lệch pha giữa CHB và CHA xác định theo:

$$\varphi = \left(\frac{\Delta t}{T} \right) . 360^\circ$$

- Lưu ý: + Theo hình 1.3.0.1, ta thấy Δt là dương khi tín hiệu cần xác định góc pha xuất hiện trước tín hiệu chuẩn .
 + Dao động ký chỉ nhận tín hiệu áp. Do đó khi cần đưa vào tín hiệu dòng thì ta thông qua tín hiệu áp trên điện trở mang dòng điện đó.

b) So pha dùng đồ thị Lissajous:

Đưa cả hai tín hiệu (cùng GND) vào hai kênh của dao động ký. Chọn VERT MODE là X-Y. Chỉ định các nút Volt/div của dao động ký để hiển thị trên màn hình như Hình 1.3.0.2.



Hình 1.3.0.2: So pha dùng đồ thị Lissajous

Giả sử $X(t) = a \sin(\omega t)$ và $Y(t) = b \sin(\omega t + \varphi)$. Ta thấy tại $t = 0$ thì $X = 0$ và $Y = b \sin(\varphi) = Y_0$. Do đó:

$$\varphi = \sin^{-1} \left(\frac{Y_0}{b} \right)$$

Phương pháp này đơn giản nhưng chỉ hữu hiệu ở các giá trị $\varphi \leq 45^\circ$. Nếu các giá trị φ lớn hơn, trị $\sin(\varphi)$ thay đổi rất chậm và độ chính xác sẽ giảm.

C. PHẦN THÍ NGHIỆM :

I. Giá trị thông số mạch thí nghiệm:

Giá trị thông số của các mạch thí nghiệm trong bài thí nghiệm này được chọn theo bảng sau đây. Lưu ý giá trị $R_L =$ thành phần điện trở trong mô hình nối tiếp của cuộn dây sẽ được xác định trong quá trình thí nghiệm.

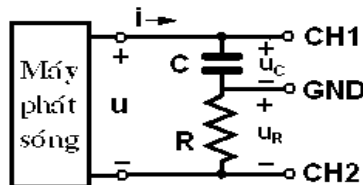
Phần tử	Giá trị dùng thí nghiệm
C	0,047 μ F (473)
L	100 mH
R_L	
R	1 k Ω
R_0	1 k Ω

II. Đo trở kháng tụ điện:

a) Thực hiện mạch thí nghiệm như hình 1.3.2.

Chỉnh máy phát sóng sin để $u(t)$ có biên độ 2 V, tần số 2 kHz. Dùng dao động ký, đo biên độ áp trên R và trên tụ C. Tính $I_m = U_{Rm}/R$. Tính $|Z_C| = U_{cm}/I_m$.

Sử dụng phương pháp đo pha trực tiếp để đo góc lệch pha φ_C giữa $u_C(t)$ và $i_C(t)$ (cũng là $i(t)$ bằng cách CH2 INV). Điền vào bảng số liệu với hai giá trị tần số khác nữa. (Lưu ý chỉnh đúng tần số máy phát, kiểm lại với chu kỳ T thông qua việc đọc từ giá trị nút chỉnh Time/div của dao động ký. Giả sử ta chọn Time/div = 100 μ s thì tín hiệu 2 kHz; 5 kHz và 10 kHz sẽ có chu kỳ lần lượt là 5 ô; 2 ô và 1 ô)



Hình 1.3.2: Đo trở kháng tụ điện

Tần số	U_m	U_{cm}	U_{Rm}	I_m	$ Z_C $	Δt_C	φ_C
2 kHz							
5 kHz							
10 kHz							

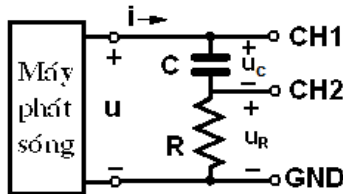
b) Vẽ đồ thị $|Z_C|$ theo ω . Cho biết biểu thức lý thuyết của $|Z_C|$ theo ω .

c) Kết luận được điều gì khi φ_C phụ thuộc ω .

III. Mạch RC nối tiếp:

a. Thực hiện mạch thí nghiệm RC nối tiếp như hình 1.3.3.

Chỉnh máy phát sóng sin để $u(t)$ có biên độ 2 V, tần số 2 kHz. Dùng DMM (Multimeter) đo dòng vào mạch, đo áp vào mạch, áp trên R và áp trên C (**Lưu ý:** giá trị đọc trên DMM là trị hiệu dụng). Sử dụng phương pháp đo pha trực tiếp để đo góc lệch pha φ giữa $u(t)$ và $i(t)$ (thông qua đọc Δt). Điền vào bảng số liệu:



Hình 1.3.3: Mạch RC nối tiếp

U	U_C	U_R	I	Z	Δt	φ
1,41Vrms						

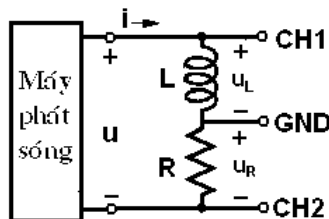
b. Vẽ đồ thị vectơ điện áp của mạch theo số liệu đo phần a) dùng thước và compa, chọn pha ban đầu của dòng điện là 0. Từ đồ thị vectơ suy ra φ . So sánh với giá trị φ đo được trong bảng số liệu.

c. Tính công suất của mạch RC nối tiếp theo số liệu đo:

CS biểu kiến S	Hệ số $\cos\varphi$	CS tác dụng P	CS phản kháng Q

IV. Đo trở kháng cuộn dây:

a) Thực hiện mạch thí nghiệm như hình 1.3.4.



Hình 1.3.4: Đo trở kháng cuộn dây

Chỉnh máy phát sóng sin để $u(t)$ có biên độ 2 V, tần số lần lượt là 2 kHz, 5 kHz và 10 kHz. Đưa hai tín hiệu $u_R(t)$ và $u_L(t)$ vào dao động ký. Dùng dao

động ký, đo biên độ áp trên R và trên cuộn dây L. Tính $I_m = U_{Rm}/R$. Tính $|Z_L| = U_{Lm}/I_m$.

Sử dụng phương pháp đo pha trực tiếp để đo góc lệch pha φ_L giữa $u_L(t)$ và $i_L(t)$ (cũng là $i(t)$ bằng cách CH2 INV). Điền vào bảng số liệu. (Lưu ý chỉnh đúng tần số máy phát, kiểm lại với chu kỳ T thông qua việc đọc từ giá trị nút chỉnh Time/div của dao động ký)

Tần số	U_m	U_{Lm}	U_{Rm}	I_m	$ Z_L $	Δt_L	φ_L
2 kHz							
5 kHz							
10 kHz							

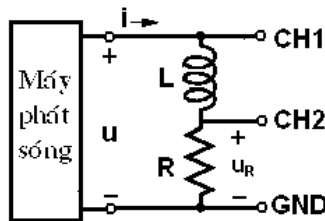
b) Vẽ đồ thị $|Z_L|$ theo ω . Cho biết biểu thức lý thuyết của $|Z_L|$ theo ω .

c) Kết luận được điều gì khi φ_L phụ thuộc ω .

V. Mạch RL nối tiếp:

a. Thực hiện mạch thí nghiệm RL nối tiếp như hình 1.3.5.

Chỉnh máy phát sóng sin để $u(t)$ có biên độ 2 V, tần số 2 kHz. Dùng DMM (Multimeter) đo dòng vào mạch, đo áp vào mạch, áp trên R và áp trên L (**Lưu ý:** giá trị đọc trên DMM là trị hiệu dụng). Sử dụng phương pháp đo pha trực tiếp để đo góc lệch pha φ giữa $u(t)$ và $i(t)$ (thông qua đọc Δt). Điền vào bảng số liệu:



Hình 1.3.5: Mạch RL nối tiếp

U	U_L	U_R	I	$ Z $	Δt	φ
1,41Vrms						

b. Dựng đồ thị vectơ điện áp của mạch theo số liệu đo dùng thước và compa, chọn pha ban đầu của dòng điện là 0. Từ đồ thị vectơ suy ra φ . So sánh với giá trị φ đo được trong bảng số liệu.

Xác định thành phần điện trở của cuộn dây tại 2 kHz: $R_L = \dots$ (Ω).

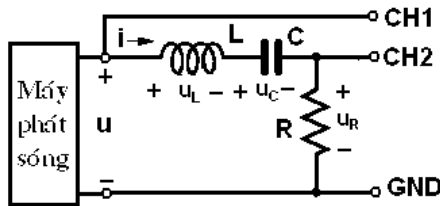
c. Tính công suất của mạch RL nối tiếp theo số liệu đo:

CS biểu kiến S	Hệ số $\cos\varphi$	CS tác dụng P	CS phản kháng Q

VI. Mạch RLC nối tiếp:

a. Thực hiện mạch thí nghiệm RLC nối tiếp như hình 1.3.6.

Chỉnh máy phát sóng sin để $u(t)$ có biên độ 2 V, tần số 2 kHz. Dùng DMM (Multimeter) đo dòng vào mạch, đo áp vào mạch, áp trên R, trên L và áp trên C (**Lưu ý:** giá trị đọc trên DMM là trị hiệu dụng). Sử dụng phương pháp đo pha trực tiếp để đo góc lệch pha φ giữa $u(t)$ và $i(t)$ (thông qua đọc Δt). Điền vào bảng số liệu:



Hình 1.3.6: Mạch RLC nối tiếp

U	U_L	U_C	U_R	I	$ Z $	Δt	φ
1,41Vrms							

b. Dựng đồ thị vectơ điện áp của mạch theo số liệu đo dùng thước và compa, chọn pha ban đầu của dòng điện là 0, giả sử R thuần trở và C thuần dung. Từ đồ thị vectơ suy ra φ . So sánh với giá trị φ đo được trong bảng số liệu.

c. Tính công suất của mạch RLC nối tiếp theo số liệu đo:

CS biểu kiến S	Hệ số $\cos\varphi$	CS tác dụng P	CS phản kháng Q

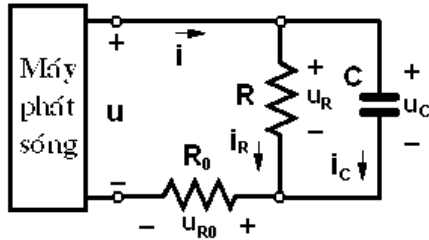
d. Tính công suất P trên từng phần tử của mạch RLC nối tiếp:

P_L (trên L)	P_C (trên C)	P_R (trên R)	$P_L + P_C + P_R$

Từ đó kiểm chứng nguyên lý cân bằng P trong mạch AC:

VII. Mạch RC song song:

a) Thực hiện mạch thí nghiệm như hình 1.3.7.



Hình 1.3.7: Mạch RC song song

Chỉn máy phát sóng sin để $u_R(t)$ có biên độ 2 V, tần số 2 kHz. Dùng DMM (Multimeter) đo dòng vào mạch, đo dòng qua trở R và dòng qua tụ C.

Sử dụng phương pháp đo pha trực tiếp để đo góc lệch pha ϕ giữa $u_R(t)$ và $i(t)$ bằng cách đưa $u_R(t)$ và $u_{R0}(t)$ vào CH1 và CH2. Thực hiện bảng số liệu:

U_R	I	I_R	I_C	$\phi(u_R \& i)$
1,41Vrms				

b) Giả sử điện trở là thuần, vẽ đồ thị vectơ dòng cho mạch song song khi chọn pha ban đầu của áp $u_R(t)$ là 0. Từ đồ thị vectơ, viết ra các giá trị dòng, áp phức hiệu dụng (dạng mũ) trong mạch:

$$\dot{U}_R = 1,41 \angle 0^\circ \text{ (Vrms)} \quad \dot{I}_R = \quad \dot{I}_C =$$

$$\dot{I} =$$

Từ đó tính ra:

$$\text{Trở kháng nhánh song song: } Z_{R/C} = \dot{U}_R / \dot{I} =$$

$$\text{Góc lệch pha giữa } u_R(t) \text{ và } i(t) : \phi(u_R \& i) =$$

c. Tính công suất của nhánh R//C theo số liệu đo:

CS biểu kiến S	Hệ số cos ϕ	CS tác dụng P	CS phản kháng Q

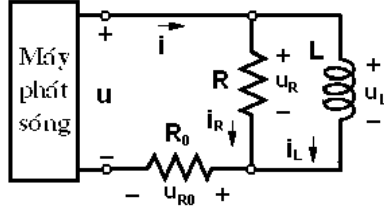
VIII. Mạch RL song song:

a) Thực hiện mạch thí nghiệm như hình 1.3.8 .

Chỉn máy phát sóng sin để $u_R(t)$ có biên độ 2 V, tần số 2 kHz. Dùng DMM (Multimeter) đo dòng vào mạch, đo dòng qua trở R và dòng qua cuộn dây L.

Sử dụng phương pháp đo pha trực tiếp để đo góc lệch pha φ giữa $u_R(t)$ và $i(t)$ bằng cách đưa $u_R(t)$ và $u_{R0}(t)$ vào CH1 và CH2. Thực hiện bảng số liệu:

U_R	I	I_R	I_L	$\varphi(u_R \& i)$
1,41Vrms				



Hình 1.3.8: Mạch RL song song

- b) Giả sử điện trở là thuần, vẽ đồ thị vectơ dòng cho mạch song song khi chọn pha ban đầu của áp $u_R(t)$ là 0. Từ đồ thị vectơ viết ra các giá trị dòng, áp phức hiệu dụng (dạng mũ) trong mạch:

$$\dot{U}_R = 1,41 \angle 0^\circ \text{ (Vrms)} \quad \dot{I}_R = \quad \dot{I}_L =$$

$$\dot{I} =$$

Từ đó tính ra:

$$\text{Trở kháng nhánh song song: } Z_{R/L} = \dot{U}_R / \dot{I} =$$

$$\text{Góc lệch pha giữa } u_R(t) \text{ và } i(t) : \varphi(u_R \& i) =$$

- c. Tính công suất của nhánh R/L theo số liệu đo:

CS biểu kiến S	Hệ số $\cos\varphi$	CS tác dụng P	CS phản kháng Q

IX. Hiệu chỉnh hệ số công suất $\cos\varphi$ của nhánh:

- a) Thực hiện mạch thí nghiệm như hình 1.3.9 .

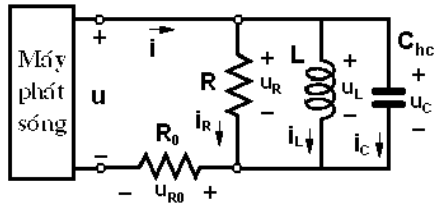
Chỉnh máy phát sóng sin để điện áp trên nhánh song song $u_R(t)$ luôn có biên độ 2 V, tần số 2 kHz. Dùng DMM (Multimeter) đo dòng vào mạch, đo dòng qua trở R, dòng qua cuộn dây L và dòng qua tụ điện C_{hc} .

Sử dụng phương pháp đo pha trực tiếp để đo góc lệch pha φ giữa áp và dòng trên nhánh song song bằng cách đưa $u_R(t)$ và $u_{R0}(t)$ vào CH1 và CH2. Từ góc lệch pha này tính hệ số công suất $\cos\varphi$ của nhánh song song.

Hoàn thiện bảng số liệu với các giá trị C có trên module.

Thực hiện bảng số liệu:

C_{hc}	U_R	I	I_R	I_L	I_C	φ (u_R & i)	$\cos\varphi$
0	1,41Vrms						
C_1	1,41Vrms						
C_3	1,41Vrms						
C_4	1,41Vrms						



Hình 1.3.9: Hiệu chỉnh hệ số $\cos\varphi$ nhánh

- b) **Với trường hợp $C_{hc} = C_4$:** Giả sử điện trở và tụ điện là thuần, vẽ đồ thị vectơ dòng cho mạch song song khi chọn pha ban đầu của áp $u_R(t)$ là 0. Từ đồ thị vectơ viết ra các giá trị dòng, áp phức hiệu dụng (dạng mũ) trong mạch:

$$\begin{aligned} \dot{U}_R = 1,41 \angle 0^\circ \text{ (Vrms)} \quad \dot{I}_R = & \quad \dot{I}_L = \\ \dot{I}_C = & \quad \dot{I} = \end{aligned}$$

Từ đó tính ra:

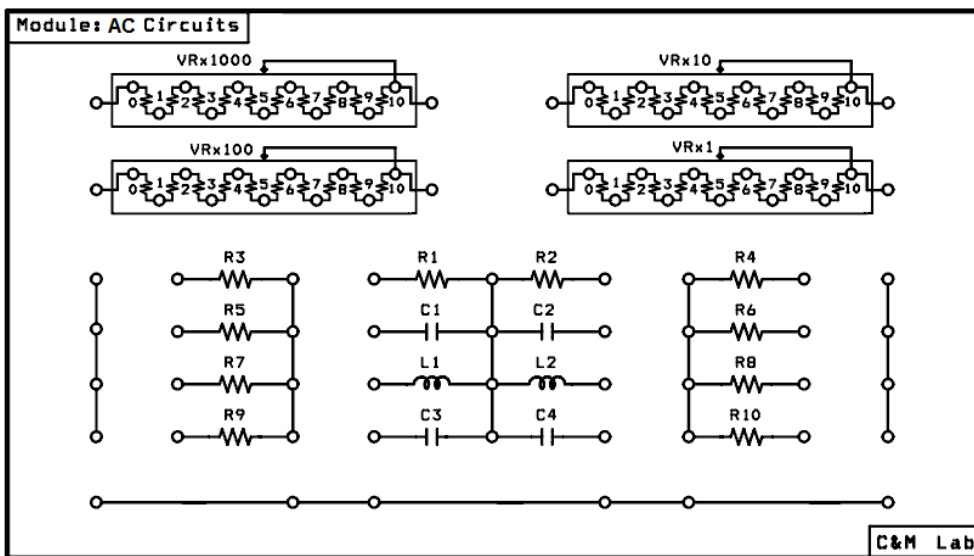
$$\text{Trở kháng nhánh song song: } Z_{R//L/C} = \dot{U}_R / \dot{I} =$$

$$\text{Góc lệch pha giữa } u_R(t) \text{ và } i(t) : \varphi(u_R \text{ \& } i) =$$

- c. Có nhận xét gì về trị hiệu dụng dòng qua nhánh $i(t)$ ở các trường hợp ?
- d. Trình bày chi tiết quá trình tính giá trị C_{hc} cần thiết để đưa hệ số công suất của nhánh song song về đơn vị ?

X. Sơ đồ Module AC Circuits: Dùng cho Bài TN Mạch 3, 4, 5.

+ Sơ đồ module như Hình 1.3.10, giá trị linh kiện như trong Bảng 1.3.1



Hình 1.3.10: Module AC Circuits

Bảng 1.3.1: Danh sách linh kiện trên Module AC Circuits

STT	Tên linh kiện	Giá trị danh định / mô tả
1	Biến trở VR (4 dây)	1kx10; 100x10; 10x10; 1x10Ω
2	R1, R2, R7, R8	1kΩ
3	R3, R4	100Ω
4	R5, R6	470Ω
5	R9, R10	2.2kΩ
6	C1, C2	0.047μF (473)
7	C3	0.1μF (104)
8	C4	0.01μF (103)
9	L1	100mH
10	L2	10mH

D. DỤNG CỤ THÍ NGHIỆM:

- Hộp thí nghiệm (có máy phát sóng 2MHz).
- Module AC Circuit .
- Dao động ký (Oscilloscope) và DMM (Multimeter).
- Dây nối thí nghiệm (jack banana 2mm).