

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP
KHOA ĐIỆN**



TÀI LIỆU THÍ NGHIỆM

HỌC PHẦN: CƠ SỞ LÝ THUYẾT MẠCH ĐIỆN 1

MÃ SỐ HỌC PHẦN: ELE201

SỐ TIẾT: 02 tiết chuẩn (04 tiết thực)

THÁI NGUYÊN – 2013

BÀI 1
PHẢN ỨNG CỦA MẠCH R, L, C ĐỐI VỚI KÍCH THÍCH HÌNH SIN
KIỂM CHỨNG LUẬT KIRHOF 1, 2.

Phần I. THÍ NGHIỆM

1.1. Mục đích thí nghiệm:

- Làm quen với một số thiết bị điện đơn giản, biết cách sử dụng Volmet, Ampemet, máy biến áp tự ngẫu,... Biết cách nối chúng trong mạch điện.
- Nắm vững thêm phản ứng của nhánh đối với kích thích hình sin, bằng thí nghiệm tính các thông số của mạch.
- Nghiệm lại các luật Kirhof trong mạch điện.

1.2. Cơ sở lý thuyết của thí nghiệm:

a, Phản ứng của nhánh R, L, C nối tiếp:

Xét mạch điện R-L-C nối tiếp như hình 1.1

Mạch điện thỏa mãn phương trình theo luật Kirhof 2:

$$u = u_R + u_L + u_C$$

Chuyển sang phương trình dạng phức ta được:

$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_L + \dot{U}_C$$

Đồ thị véctơ vẽ cho mạch như hình 1.2.

Khảo sát trên đồ thị véctơ ta có các nhận xét sau:

+ Trong mạch chỉ có một dòng điện nên người ta thường chọn góc pha đầu của dòng điện bằng 0 và đặt trùng với trục thực.

+ Điện áp tổng trong mạch là: $U = \sqrt{U_R^2 + (U_L - U_C)^2}$

+ Điện áp tổng lớn hơn dòng điện z lần với $z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$ là tổng trở của nhánh.

+ Góc lệch pha giữa điện áp tổng và dòng điện là φ được tính theo công thức:

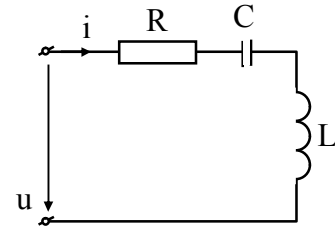
$$\varphi = \arctg \frac{U_L - U_C}{U_R} = \arctg \frac{X_L - X_C}{R}$$

+ Nếu $\varphi > 0$: mạch mang tính chất điện cảm, ngược lại thì mạch mang tính chất điện dung, nếu $\varphi = 0$ mạch tựa như thuần.

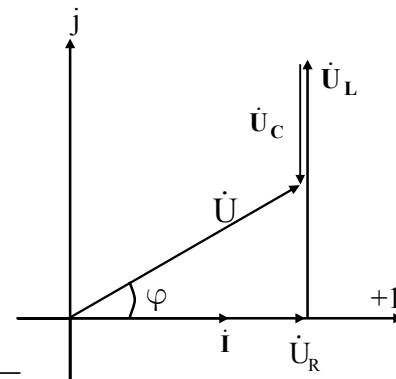
Khi $x_C = 0$: mạch chỉ còn R- L nối tiếp (hình 1.3) điện áp vượt pha trước dòng điện một góc φ :

$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_L$$

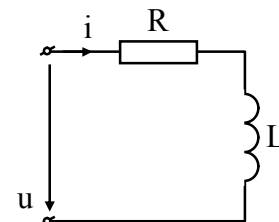
Khi $x_L = 0$: mạch chỉ còn R- C nối tiếp điện áp chậm pha sau dòng điện một góc φ .



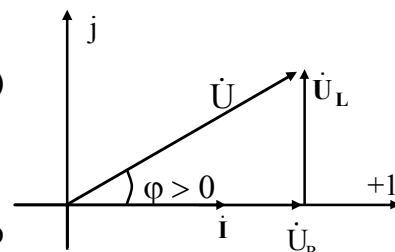
Hình 1.1



Hình 1.2



Hình 1.3



Hình 1.4

b, Phản ứng của nhánh R, L, C song song:

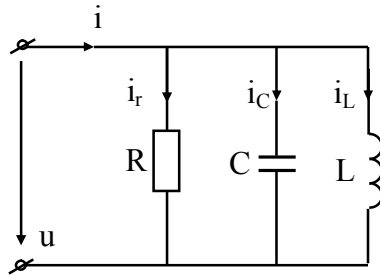
Xét mạch điện R, L, C nối song song như hình 1.5. Mạch điện thoả mãn phương trình Kirhof 1:

$$i = i_R + i_L + i_C$$

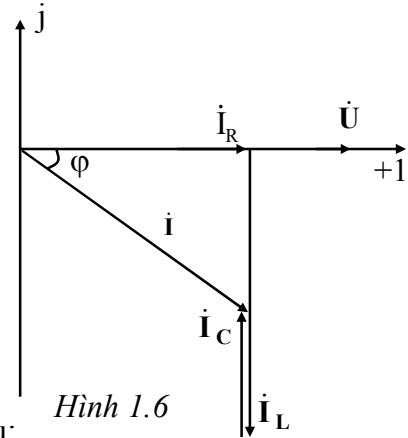
Chuyển sang phương trình dạng phức ta được:

$$\dot{I} = \dot{I}_R + \dot{I}_L + \dot{I}_C$$

Đồ thị véc tơ vẽ cho mạch như hình 2-2:



Hình 1.5



Hình 1.6

Khảo sát trên đồ thị véc tơ ta có các nhận xét sau:

+ Trong mạch song song chỉ có một điện áp nên người ta thường chọn góc pha đầu của điện bằng không và đặt trùng trùng với trục +1.

+ Dòng điện tổng trong mạch có trị số:

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_L - I_C)^2}$$

+ Điện áp trên mạch lớn hơn dòng điện tổng γ lần.

với $\gamma = \frac{1}{y}$; $y = \sqrt{g^2 + (y_C - y_L)^2}$ là tổng dẫn của nhánh.

+ Góc lệch pha giữa điện áp tổng và dòng điện tổng tính theo công thức:

$$\varphi = \arctg \frac{I_L - I_C}{I_R}$$

1.3. Trình tự tiến hành thí nghiệm

1.3.1 Thiết bị và dụng cụ thí nghiệm

Các Modul thí nghiệm sử dụng trong thí nghiệm lý thuyết mạch:

TT	Tên gọi	Mã hiệu	Số lượng
1	Điện trở	8311	1
2	Điện kháng	8321	1
3	Dung kháng	8331	1
4	Các đồng hồ đo điện áp	E ₁ ; E ₂ ; E ₃	3
5	Các đồng hồ đo dòng điện	I ₁ ; I ₂ ; I ₃	3
6	Nguồn cung cấp	8821-25	1

7	Bộ thu thập số liệu (DAI)	9061	1
8	Máy tính		1
9	Dây nối và các phụ kiện	8951	

Với số lượng đồng hồ có hạn nên thí nghiệm với mạch nối tiếp chỉ có 2 phần tử

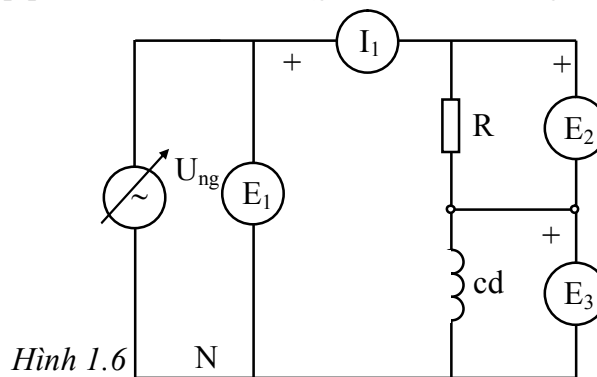
1.3.2. Nội dung bài thí nghiệm

1.3.2.1. Mạch R - L nối tiếp

* **Trình tự tiến hành thí nghiệm:**

1- Lắp mạch điện như sơ đồ hình 1.6.

2- Công tắc nguồn phải để ở vị trí tắt “0”. Nút điều chỉnh điện áp để ở vị trí thấp nhất “0”. Điện áp nguồn có thể để ở vị trí 4-N; 5-N; 6-N tức là dùng điện áp pha A, B, C là tùy thuộc vào điện áp pha nào ổn định hơn (giáo viên sẽ hướng dẫn chọn).



Hình 1.6

3- Kiểm tra lại cáp nối nguồn tổng, đường cáp nguồn 24V-AC cho khối thu thập số liệu DAI (Data Acquisition Interface), đường cáp tín hiệu của khối DAI.

4- Khởi động máy tính chế độ Window, chạy trình ứng dụng Meteting, chọn Acquisition.

5- Bật nguồn chính (công tắc nguồn chính để ở vị trí I)

Bật công tắc nguồn AC-24V cấp nguồn cho khối thu thập số liệu DAI (công tắc nguồn AC-24V để ở vị trí I).

Bật công tắc đóng các điện trở, điện cảm cần thí nghiệm (về vị trí I) và giữ trị số không đổi cho mỗi lần thí nghiệm.

Điều chỉnh nút điều chỉnh điện áp để điện áp nguồn đạt một giá trị điện áp xác định nào đó cho một lần thí nghiệm (Để giảm nhỏ sai số, điện áp nên lấy trong khoảng $170V \div 220V$); tiến hành thay đổi điện áp 3 lần.

6- Nháy vào hộp Phasor Analyze:

+ Quan sát:

- Quan hệ giữa các vectơ dòng điện và điện áp trên mặt phẳng phức.

- Bật thay đổi các công tắc của các điện trở, điện cảm (để thay đổi giá trị của chúng) và quan sát sự thay đổi về giá trị cũng như góc pha giữa dòng điện và các điện áp.

+ Đọc kết quả thí nghiệm: Ghi số liệu dưới dạng phức vào bảng 1.1.

Bảng 1.1

Lần TN	$\dot{U}_{\text{tổng}}(E_1)$ (V)	$\dot{U}_R(E_2)$ (V)	$\dot{U}_{\text{cd}}(E_3)$ (V)	$\dot{I}_{\text{tổng}}(I_1)$ (A)
1				
2				
3				
TB				

7- Nháy vào hộp Metering, ghi kết quả vào bảng 1.2:

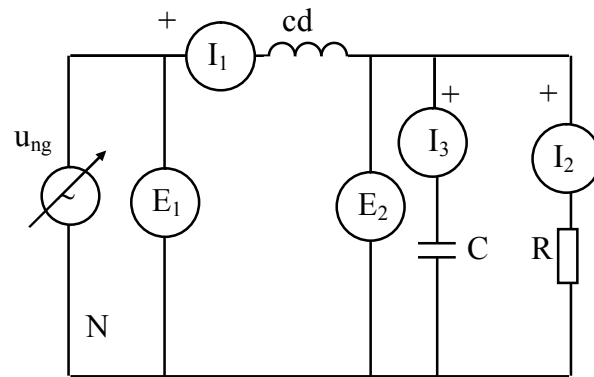
Bảng 1.2

Lần TN	$U_{\text{tổng}}(E_1)$ (V)	$U_R(E_2)$ (V)	$U_{\text{cd}}(E_3)$ (V)	$I_{\text{tổng}}(I_1)$ (A)	$P_{\text{tổng}}$ (W)	$Q_{\text{tổng}}$ (VAR)	$S_{\text{tổng}}$ (VA)	$\text{Cos } \varphi$
1								
2								
3								
TB								

1.3.2.2. Mạch R-C song song

+ Lắp mạch điện như sơ đồ hình 1.7.

+ Lắp lại trình tự tiến hành thí nghiệm từ bước 2 đến bước 5 như mạch nối tiếp.



Hình 1.7

+ Nháy vào hộp Phasor Analyze để ghi số liệu vào bảng 1.3:

Bảng 1.3

Lần TN	$\dot{U}_t(E_1)$	$\dot{I}_{\text{cd}}(I_1)$ (A)	$\dot{I}_R(I_2)$ (A)	$\dot{I}_C(I_3)$ (A)
1				
2				
3				
TB				

- Nháy vào hộp Metering, ghi kết quả vào bảng 1.4:

Bảng 1.4

Lần TN	$U_t(V)$ (E_1)	$U_{R//C}(V)$ (E_2)	$I_{cd}(A)$ (I_1)	$I_R(A)$ (I_2)	$I_C(A)$ (I_3)	$P_t(W)$	Q_t (VAR)	S_t (VA)	Cos φ
1									
2									
3									

- Nháy vào hộp Phasor Analyze để quan sát:

+ Quan hệ giữa các vector dòng và áp trên mặt phẳng phức.

+ Bất thay đổi các công tắc của các điện trở, điện dung (để thay đổi giá trị của chúng), quan sát sự thay đổi về giá trị cũng như góc pha của điện áp và các dòng điện.

1.4. Chuẩn bị của sinh viên:

- Đọc và nghiên cứu nội dung bài thí nghiệm.

- Đọc và nghiên cứu nội dung lý thuyết của định luật Kirhof 1, 2.

- Chuẩn bị các vật dụng, giấy vở ghi chép số liệu thí nghiệm.

- Sự chuẩn bị của sinh viên phải được thông qua kiểm tra của người hướng dẫn thí nghiệm. Nếu không đạt, sẽ không được tham gia thí nghiệm và có được thí nghiệm tiếp vào buổi khác hay không sẽ do Bộ môn và Ban chủ nhiệm khoa giải quyết.

Phần II. VIẾT BÁO CÁO THÍ NGHIỆM

2.1. Quy định chung:

Báo cáo thí nghiệm được viết một mặt trên khổ giấy A4, đóng quyển, bìa mềm (theo mẫu). Mỗi sinh viên có một quyển báo cáo riêng.

2.2. Nội dung báo cáo:

2.2.1. Cơ sở lý thuyết

Phân tích cơ sở lý thuyết như mục 1.2.

2.2.2. Báo cáo kết quả thí nghiệm

2.2.2.1 Từ thông số đo trong thí nghiệm mạch R-L nối tiếp ta tiến hành tính toán để nghiệm lại lý thuyết:

a. Tính toán các thông số (đặc trưng) của nhánh như sau:

- Đặc trưng cho phản ứng của nhánh về modul: $z_t = \frac{U_t}{I_t}$

- Đặc trưng cho phản ứng của nhánh về góc pha: $\varphi = \arccos \frac{P_t}{U_t I_t}$

- Các thông số của nhánh:

+ Điện trở: $R = \frac{U_R}{I_t}$

+ Điện cảm: đây là cuộn dây thực nên không thể bỏ qua hiện tượng tiêu tán vì thế các thông số của cuộn dây được tính như sau:

$$\text{Modul tổng trở của cuộn dây: } Z_{cd} = \frac{U_{cd}}{I_t}$$

$$\text{Công suất tiêu tán của toàn mạch: } P = R_t \cdot I^2$$

$$\Rightarrow R_t = \frac{P}{I^2} = R + R_{cd} \quad (R_{cd} \text{ là điện trở của cuộn dây})$$

$$\text{Do đó: } R_{cd} = R_t - R$$

$$\text{Điện kháng của cuộn dây là: } X_{cd} = \sqrt{Z_{cd}^2 - R_{cd}^2}$$

$$\text{Điện cảm của cuộn dây: } L = \frac{X_{cd}}{2\pi \cdot f}$$

Kết quả tính toán ghi vào bảng 1.5:

Bảng 1.5

Lần TN	Z (Ω)	φ ($^\circ$)	R (Ω)	L (H)	S (VA)
1					
2					
3					
TB					

b. Từ kết quả bảng 1.1 nghiệm lại các luật Kirhof 2 dưới dạng số phức:

$$\dot{U} = \dot{U}_R + \dot{U}_L$$

Từ kết quả các bảng 1.2 nghiệm về trị số hiệu dụng:

$$+ \text{Điện áp trên điện trở tổng: } U_{R_t} = I \cdot R_t$$

$$+ \text{Điện áp trên điện trở cuộn dây: } U_{R_{cd}} = I \cdot R_{cd}$$

$$+ \text{Điện áp trên điện cảm thuần: } U_L = \sqrt{U_{cd}^2 - U_{R_{cd}}^2}$$

$$+ \text{Điện áp tổng: } U = \sqrt{U_{R_t}^2 + (U_L - U_C)^2}$$

$$+ \text{Công suất: } S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

(Kết quả cuối cùng là trung bình cộng của 3 lần thí nghiệm)

Nhận xét kết quả tính toán với số liệu đo được trong quá trình thí nghiệm:

- Thông số của mạch qua các lần tính toán.
- Điện áp tổng, góc lệch pha giữa điện áp và dòng trong toàn mạch đo được từ thí nghiệm với kết quả tính toán.
- Công suất S tính toán với công suất S đo được.
- Nghiệm lại luật Kirhof 2.

2.2.2.2 Từ thông số đo được trong thí nghiệm mạch R-C song song ta nghiệm lại lý thuyết:

a. Từ thông số đo được trong bảng 1.3 nghiệm lại:

- Luật Kirhof 1: $\dot{I}_{cd} = \dot{I}_R + \dot{I}_C$

- Tổng trở phức trong toàn mạch: $Z = \frac{\dot{U}}{\dot{I}} = Z \angle \varphi$

b. Từ thông số đo được trong bảng 1.4 nghiệm lại:

$$Z = \frac{U}{I} ; \quad \varphi = \arccos \frac{P}{UI} \quad \text{với} \quad \varphi = \arctg \frac{P}{Q}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

(Kết quả cuối cùng là trung bình cộng của 3 lần thí nghiệm).

Nhận xét kết quả tính toán với số liệu đo được trong quá trình thí nghiệm:

- Thông số của mạch qua các lần tính toán.
- Điện áp tổng, góc lệch pha giữa điện áp và dòng trong toàn mạch đo được từ thí nghiệm với kết quả tính toán.
- Công suất S tính toán với công suất S đo được.
- Nghiệm lại luật Kirhof 1.

Phần III. ĐÁNH GIÁ CHẤM ĐIỂM, BẢO VỆ THÍ NGHIỆM

Bộ môn tổ chức đánh giá điểm thí nghiệm thông qua hình thức sau:

- Chấm điểm theo hình thức bảo vệ vấn đáp.

Điểm thí nghiệm của sinh viên được tổng hợp theo lớp có chữ ký xác nhận Trưởng bộ môn chuyên môn.

BÀI 2
NGHIỆM CHỨNG ĐỊNH LÝ THEVENIN
Phần I. THÍ NGHIỆM

1.1. Mục đích thí nghiệm:

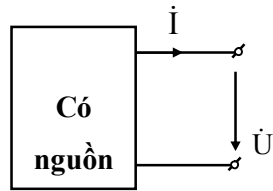
- Nắm vững định lý máy phát điện tương đương (định lý Thevenin).
- Nghiệm lại định lý Thevenin.

1.2. Cơ sở lý thuyết:

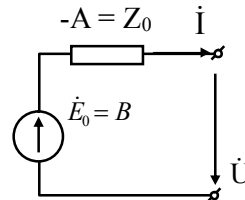
Xét mạng một cửa tuyến tính có nguồn như hình 2.1, cặp số (\dot{U} , \dot{I}) có quan hệ tuyến tính dạng:

$$\dot{U} = A\dot{I} + B \quad (2.1)$$

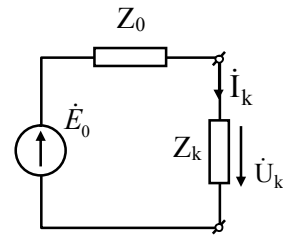
Với A, B là các hệ số chỉ phụ thuộc riêng mạng một cửa.



Hình 2.1a



Hình 2.1b



Hình 2.1c

Trong đó: $-A = Z_0$ là tổng trở trong của máy phát điện tương đương bằng tổng trở vào của mạng một cửa khi không nguồn.

$B = \dot{E}_0$ là sức điện động của máy phát điện bằng điện áp hai cực của mạng khi hở mạch cửa.

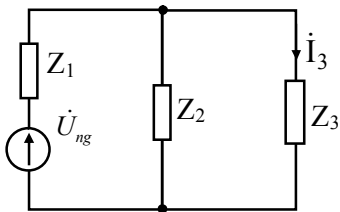
Định lý Têvênin:

"Có thể thay một mạng một cửa tuyến tính có nguồn bằng máy phát điện tương, máy phát điện tương gồm s.đ.đ bằng điện áp trên hai cực của mạng khi hở mạch nối tiếp với tổng trở trong bằng tổng trở vào của mạng khi không nguồn".

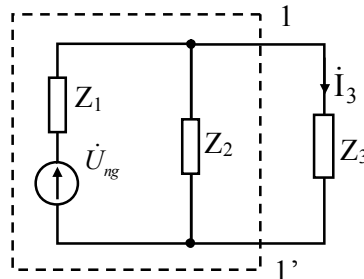
Theo đó, dòng điện và điện áp của nhánh Z_k (hình 2.1c) là:

$$\dot{I}_k = \frac{\dot{E}_0}{Z_0 + Z_k}; \quad \dot{U}_k = Z_k \dot{I}_k \quad (4)$$

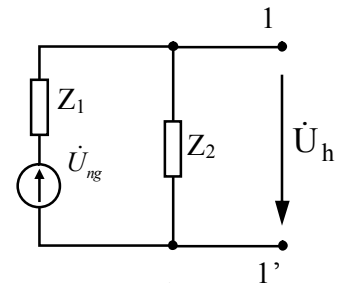
Xét mạch điện như hình vẽ:



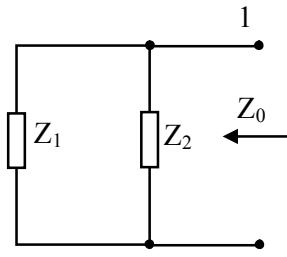
Hình 2.2a



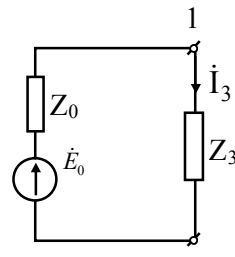
Hình 2.2b



Hình 2.2c



Hình 2.2d 1'



Hình 2.2e 1'

Ta có:
$$\dot{U}_h = \dot{E}_0 = \frac{\dot{U}_{ng} Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad ; \quad Z_0 = \frac{Z_1 Z_2}{Z_1 + Z_2}$$

Dòng điện chạy trong nhánh Z_3 :
$$\dot{I}_3 = \frac{\dot{E}_0}{Z_0 + Z_3}$$

1.3. Trình tự tiến hành thí nghiệm

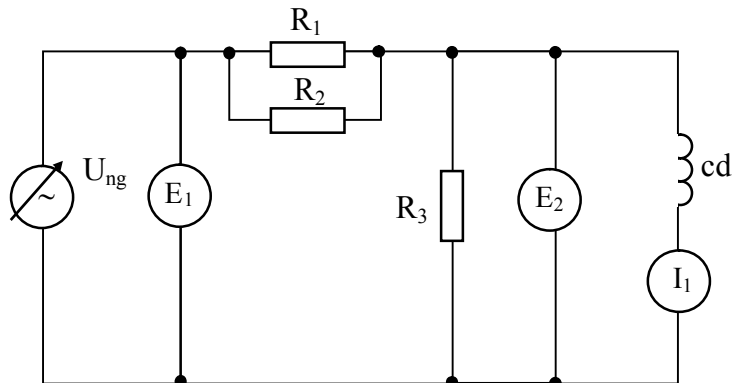
3.2.1 Thiết bị và dụng cụ thí nghiệm

Các Modul thí nghiệm sử dụng trong thí nghiệm:

TT	Tên gọi	Mã hiệu	Số lượng
1	Điện trở	8311	1
2	Điện cảm		1
3	Các đồng hồ đo điện áp	$E_1; E_2$	3
4	Các đồng hồ đo dòng điện	$I_1; I_2; I_3$	3
5	Nguồn cung cấp	8821-25	1
6	Bộ thu thập số liệu (DAI)	9061	1
7	Máy tính		1
8	Dây nối và các phụ kiện	8951	

1.3.2. Nội dung bài thí nghiệm

1- Lắp mạch điện như sơ đồ hình 2.3.



Hình 2.3

2- Công tắc nguồn phải để ở vị trí tắt “0”. Nút điều chỉnh điện áp để ở vị trí thấp nhất “0”. Điện áp nguồn có thể để ở vị trí 4-N; 5-N; 6-N tức là dùng điện áp pha A, B, C là tùy thuộc vào điện áp pha nào ổn định hơn (giáo viên sẽ hướng dẫn chọn).

3- Kiểm tra lại cáp nối nguồn tổng, đường cáp nguồn 24V-AC cho khối thu thập số liệu DAI (Data Acquisition Interface), đường cáp tín hiệu của khối DAI.

4- Khởi động máy tính chế độ Window, chạy trình ứng dụng **Meteting**, chọn Acquisition.

5- Bật nguồn chính (công tắc nguồn chính để ở vị trí I)

Bật công tắc nguồn AC-24V cấp nguồn cho khối thu thập số liệu DAI (công tắc nguồn AC-24V để ở vị trí I).

Bật công tắc đóng các điện trở, điện cảm cần thí nghiệm (về vị trí I) và giữ trị số không đổi cho mỗi lần thí nghiệm.

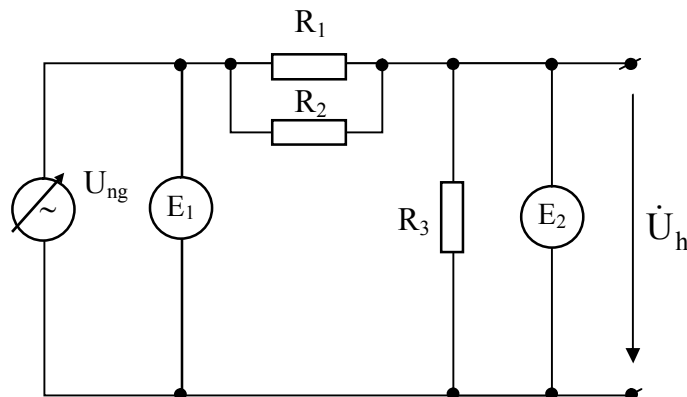
Điều chỉnh nút điều chỉnh điện áp để điện áp nguồn đạt một giá trị điện áp xác định nào đó cho một lần thí nghiệm (Để giảm nhỏ sai số, điện áp nên lấy trong khoảng $170V \div 220V$); tiến hành thay đổi điện áp 3 lần.

6- Nháy vào hộp Phasor Analyze: đọc kết quả thí nghiệm, ghi số liệu dưới dạng phức \dot{E}_1, \dot{I}_1 vào bảng 2.1.

Bảng 2.1

Lần TN	\dot{E}_1	\dot{I}_1	$\dot{E}_2 = \dot{U}_h$
1			
2			
3			

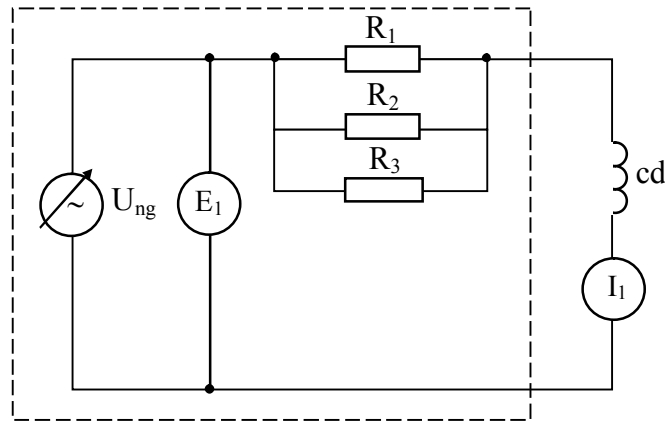
Để xác định được điện áp hở mạch \dot{U}_h trong sơ đồ Thevenin, ta hở mạch nhánh có cuộn dây nối tiếp với ampe kế bằng cách rút chân âm ampe kế ra không nối với âm nguồn (chân N) nữa. Khi đó sơ đồ mạch tương đương như sơ đồ hình 2.4.



Hình 2.4

7- Điều chỉnh núm điều chỉnh điện áp sao cho \dot{E}_1 bằng với giá trị \dot{E}_1 đo được ở bảng 1. Nháy vào hộp Phasor Analyze: đọc kết quả thí nghiệm, ghi lại giá trị của $\dot{E}_2 = \dot{U}_h$ (\dot{U}_h là điện áp hở mạch thay thế trong sơ đồ Thevenin vào bảng 2.1).

8- Lắp mạch theo sơ đồ hình 2.5. Bằng cách đưa chân ampe kế nối trở lại với âm nguồn (chân N). Nối lại các điện trở sao cho $R_1 // R_2 // R_3$.



Hình 2.5

9- Điều chỉnh giá trị $\dot{E}_1 = \dot{U}_h$. Nháy vào hộp Phasor Analyze: đọc kết quả thí nghiệm, ghi lại giá trị của \dot{I}'_1 vào bảng 2.2.

Bảng 2.2

Lần TN	$\dot{E}_1 = \dot{U}_h$	\dot{I}'_1
1		
2		
3		

10- Tắt nguồn điện, chỉnh núm điều khiển điện áp đến vị trí nhỏ nhất "0", rút tất cả các dây dẫn, kết thúc quá trình thí nghiệm.

Chú ý: Trước mỗi lần mắc mạch phải chỉnh núm điều khiển điện áp đến vị trí nhỏ nhất "0".

1.3.3 Chuẩn bị của sinh viên:

- Đọc và nghiên cứu nội dung bài thí nghiệm.
- Đọc và nghiên cứu nội dung lý thuyết của định lý Thevenin.
- Chuẩn bị các vật dụng, giấy vở ghi chép số liệu thí nghiệm.

- Sự chuẩn bị của sinh viên phải được thông qua kiểm tra của người hướng dẫn thí nghiệm. Nếu không đạt, sẽ không được tham gia thí nghiệm và có được thí nghiệm tiếp vào buổi khác hay không sẽ do Bộ môn và Ban chủ nhiệm khoa giải quyết

Phần II. VIẾT BÁO CÁO THÍ NGHIỆM

2.1. Quy định chung:

Báo cáo thí nghiệm được viết một mặt trên khổ giấy A4, đóng quyển, bìa mềm (theo mẫu). Mỗi sinh viên có một quyển báo cáo riêng.

2.2. Nội dung báo cáo:

2.2.1. Cơ sở lý thuyết

Phân tích cơ sở lý thuyết như mục 1.2.

2.2.2. Báo cáo kết quả thí nghiệm

Qua kết quả thí nghiệm, nghiệm lại định lý Thevenin (bằng cách đánh giá kết quả thí nghiệm trong 2 trường hợp: dòng điện trên cuộn dây khi chưa thay thế và khi đã thay thế tương đương mạng 1 cửa tuyến tính có nguồn bằng máy phát điện tương đương).

Nhận xét kết quả.

Phần III. ĐÁNH GIÁ CHẤM ĐIỂM, BẢO VỆ THÍ NGHIỆM

Bộ môn tổ chức đánh giá điểm thí nghiệm thông qua hình thức sau:

- Chấm điểm theo hình thức bảo vệ vấn đáp.

Điểm thí nghiệm của sinh viên được tổng hợp theo lớp có chữ ký xác nhận Trưởng bộ môn chuyên môn.

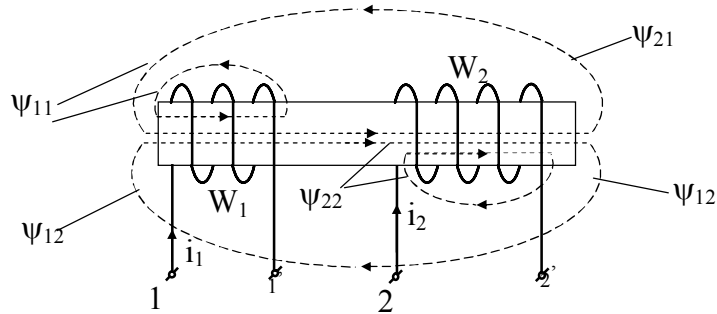
BÀI 3
MẠCH ĐIỆN CÓ HỖ CẢM
Phần I. THÍ NGHIỆM

1.1. Mục đích thí nghiệm:

- Biết cách xác định các cực cùng tính của hai cuộn dây có hồ cảm và hệ số hồ cảm của chúng bằng thực nghiệm.
- Nghiệm lại các quan hệ giữa các trạng thái của hai phần tử điện cảm ghép nối tiếp.

1.2. Cơ sở lý thuyết của thí nghiệm:

Hiện tượng hồ cảm là hiện tượng có sự liên hệ về từ thông giữa các cuộn dây điện cảm.



Hình 3.1

- Xét hai cuộn dây W_1 và W_2 có quan hệ hồ cảm với nhau hình 3.1.

Khi cho dòng điện hình sin i_1 chạy vào cuộn W_1 trên cuộn dây w_2 một s.đ.đ cảm ứng gọi là s.đ.đ hồ cảm ký hiệu e_{21} (hoặc e_{2M}) hay điện áp hồ cảm u_{21} (hoặc u_{2M}) được xác định theo biểu thức:

$$u_{21} = -e_{21} = \frac{d(W_2\phi_{21})}{dt} = \frac{d\psi_{21}}{dt} = \frac{\partial\psi_{21}}{\partial i_1} \frac{di_1}{dt} = M_{21} \frac{di_1}{dt}$$

Tương tự khi cho dòng điện hình sin i_2 chạy vào cuộn w_2 trên cuộn dây w_1 s.đ.đ hồ cảm ký hiệu e_{12} (hoặc e_{1M}) hay điện áp hồ cảm u_{12} (hoặc u_{1M}):

$$u_{12} = -e_{12} = \frac{d(W_1\phi_{12})}{dt} = \frac{d\psi_{12}}{dt} = \frac{\partial\psi_{12}}{\partial i_2} \frac{di_2}{dt} = M_{12} \frac{di_2}{dt}$$

Trong đó M_{21} , (M_{12}) được gọi là hệ số hồ cảm từ cuộn 1 sang cuộn 2, (cuộn 2 sang cuộn 1), có đơn vị Henry (H)

Đối với cuộn dây tuyến tính ta có:

$$M_{12} = M_{21} = M = \frac{\partial\psi_{12}}{\partial i_2} = \frac{\partial\psi_{21}}{\partial i_1}$$

Trong thực tế hệ số hồ cảm được xác định theo công thức thực nghiệm:

$$M_{ik} = K_{ik} \sqrt{L_i L_k}$$

Trong đó hệ số $K_{ik} < 1$.

Nếu dòng điện là hàm điều hoà nên ta có biểu diễn điện áp hồ cảm dưới dạng số phức như sau:

$$u_{lk} = M_{lk} \frac{di_k}{dt} \Leftrightarrow \dot{U}_{lk} = j\omega M_{lk} \dot{I}_k = jx_{lk} \dot{I}_k = Z_{lk} \dot{I}_k$$

Trong đó: x_{lk} gọi là điện kháng hồ cảm từ cuộn dây k sang cuộn dây l.

Z_{lk} gọi là tổng trở phức hồ cảm.

1.3. Trình tự tiến hành thí nghiệm

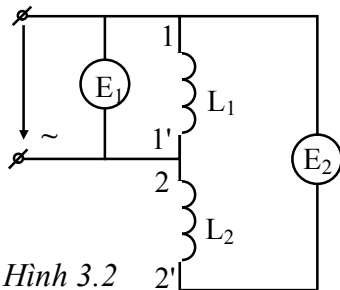
1.3.1 Thiết bị và dụng cụ thí nghiệm

Các Modul thí nghiệm sử dụng trong thí nghiệm lý thuyết mạch:

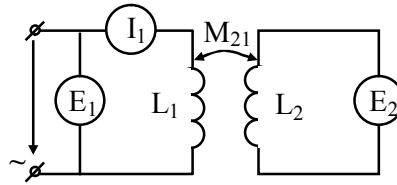
TT	Tên gọi	Mã hiệu	Số lượng
1	Điện kháng	8321	1
2	Các đồng hồ đo điện áp	$E_1; E_2; E_3$	3
3	Các đồng hồ đo dòng điện	$I_1; I_2; I_3$	3
4	Nguồn cung cấp	8821-25	1
5	Bộ thu thập số liệu (DAI)	9061	1
6	Máy tính		1
7	Dây nối và các phụ kiện	8951	

1.3.2 Nội dung thí nghiệm

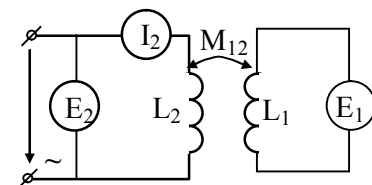
1- Xác định cực cùng tính:



Hình 3.2



Hình 3.3



Hình 3.4

Để xác định các cực cùng tính của hai cuộn dây có quan hệ hồ cảm ta dùng mạch thí nghiệm như hình 3.2

Điều chỉnh máy biến áp để điện áp đặt vào cuộn dây L_1 khoảng $U_1 = 160 \div 220V$. Đo điện áp tổng trên cả hai cuộn dây U_2 . So sánh U_1 và U_2 nếu:

- + $U_1 > U_2$: Cực 1' và 2 cùng tính.
- + $U_1 < U_2$: Cực 1 và 2 cùng tính.

Sau khi xác định được các cực cùng tính cần phải đánh dấu để ghi nhớ chúng.

2- Xác định hệ số hồ cảm M_{21} , thông số của cuộn dây L_1 :

Mạch thí nghiệm như hình 3.3, thay đổi điện áp đặt vào mạch $U_1 = 160 \div 220V$, thay đổi điện áp 3 lần.

Nhảy vào hộp Metering, ghi kết quả U_1, I_1, U_{2M} và công suất P_1 vào bảng 3.1.

Bảng 3.1

Lần TN	U_1 (v)	U_{2M} (v)	I_1 (A)	P_1 (w)	U_2 (v)	U_{1M} (v)	I_2 (A)	P_2 (w)
1								
2								
3								
TB								

3- Xác định hệ số hỗ cảm M_{12} , thông số của cuộn dây L_2 :

Ta có sơ đồ thí nghiệm như hình 3.3. Thay đổi điện áp đặt vào mạch $U_1 = 120 \div 160V$.

Nháy vào hộp Metering, ghi kết quả U_2, I_1, U_{1M} và công suất P_2 , ghi vào bảng 3.1.

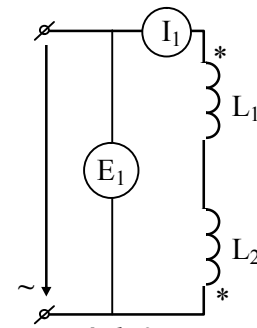
4- Mạch với hai phần tử hỗ cảm mắc nối tiếp:

Ta có sơ đồ thí nghiệm như hình 3.5. Thay đổi điện áp đặt vào mạch, $U_1 = 160 \div 200V$.

Đo 3 lần . Kết quả ghi vào bảng 3.3

Bảng 3.3

Lần TN	U (V)	I (A)	P (w)
1			
2			
3			
TB			



Hình 3.5

Từ kết quả thí nghiệm với giá trị tổng trở đã tìm được ở phần trên, nghiệm lại

biểu thức: $\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_1}{(Z_1 + Z_2 \pm 2Z_M)}$ (chọn góc pha đầu của u bằng không).

$$R_t = R_{cd1} + R_{cd2} = \frac{P}{I^2}$$

(Dấu \pm cho trường hợp nối thuận và ngược).

1.4. Chuẩn bị của sinh viên:

- Đọc và nghiên cứu nội dung bài thí nghiệm.
- Đọc và nghiên cứu nội dung lý thuyết của hiện tượng hỗ cảm, khái niệm các cực cùng tính, cách xác định các cực cùng tính.
- Chuẩn bị các vật dụng, giấy vở ghi chép số liệu thí nghiệm.

- Sự chuẩn bị của sinh viên phải được thông qua kiểm tra của người hướng dẫn thí nghiệm. Nếu không đạt, sẽ không được tham gia thí nghiệm và có được thí nghiệm tiếp vào buổi khác hay không sẽ do Bộ môn và Ban chủ nhiệm khoa giải quyết.

Phần II. VIẾT BÁO CÁO THÍ NGHIỆM

2.1. Quy định chung:

Báo cáo thí nghiệm được viết một mặt trên khổ giấy A4, đóng quyển, bìa mềm (theo mẫu). Mỗi sinh viên có một quyển báo cáo riêng.

2.2. Nội dung báo cáo:

2.2.1. Cơ sở lý thuyết

Phân tích cơ sở lý thuyết như mục 1.2.

2.2.2. Báo cáo kết quả thí nghiệm

1. Từ kết quả thí nghiệm ở mục 2 và mục 3 ta tính được:

$$X_{kl} = \omega M_{kl} = \frac{U_{kl}}{I_{kl}}; \quad Z_{cd} = \frac{U_{cd}}{I_{cd}}; \quad R_{cd} = \frac{P_1}{I_1^2}; \quad X_{cd} = \sqrt{Z_{cd}^2 - R_{cd}^2}$$

Biết $\omega = 314 \text{ rad/s}$ ta tính được hệ số hồ cảm, tự cảm: $M_{kl} = \frac{X_{kl}}{\omega}; \quad L_{cd} = \frac{X_{cd}}{\omega}$

Kết quả ghi vào bảng 3.4.

Bảng 3.4

Lần TN	$R_{cd1} (\Omega)$	$L_{cd1} (H)$	$M_{21} (H)$	$R_{cd2} (\Omega)$	$L_{cd2} (H)$	$M_{12} (H)$
1						
2						
3						
T.bình						

Sau khi tính được (kết quả T.bình) hệ số hồ cảm M_{21}, M_{12} , điện trở R , hệ số tự cảm L :

- So sánh xem $M_{12} = M_{21} = M$
- Tính tổng trở của các cuộn dây và tổng trở hồ cảm :

$$Z_{cd} = R_{cd} + j\omega L_{cd} = R_{cd} + jX_{cd}; \quad Z_{12} = Z_{21} = j\omega M.$$

Chú ý: Vì trong bài thí nghiệm có 2 cuộn dây khác nhau, do đó phải xác định điện trở, điện cảm của cả hai cuộn dây và ghi chép cẩn thận để tránh nhầm lẫn thông số của hai cuộn.

2. Từ kết quả thí nghiệm ở mục 4 ta nghiệm lại biểu thức:

$$\dot{I}_1 = \frac{\dot{U}_1}{(Z_1 + Z_2 \pm 2Z_M)} \quad (\text{chọn góc pha đầu của } u \text{ bằng không}).$$

$$R_t = R_{cd1} + R_{cd2} = \frac{P}{I^2}$$

(Dấu \pm cho trường hợp nối thuận và ngược).

Phần III. ĐÁNH GIÁ CHẤM ĐIỂM, BẢO VỆ THÍ NGHIỆM

Bộ môn tổ chức đánh giá điểm thí nghiệm thông qua hình thức sau:

- Chấm điểm theo hình thức bảo vệ vấn đáp.

Điểm thí nghiệm của sinh viên được tổng hợp theo lớp có chữ ký xác nhận Trưởng bộ môn chuyên môn.