

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KINH TẾ KỸ THUẬT BÌNH DƯƠNG

A53- Đại lộ Bình Dương-P.Hiệp Thành-TX.Thủ Dầu Một –T.Bình Dương

☎: (0650)822847 – Fax: (0650)825992

Website:<http://www.ktkt.edu.vn>

KHOA: KỸ THUẬT- CÔNG NGHỆ
BỘ MÔN ĐIỆN- ĐIỆN TỬ



BÀI GIẢNG MÔN HỌC
THỰC HÀNH ĐO LƯỜNG ĐIỆN

LƯU HÀNH NỘI BỘ

BIÊN SOẠN: PHAN ANH VŨ
HUYỀN TẤN GIÀU

BÌNH DƯƠNG 09/2011

Lời nói đầu

Bài giảng môn Thực hành đo lường điện được biên soạn theo đề cương môn học đã được Ban giám hiệu duyệt, nhằm cung cấp những kiến thức cơ bản về đo lường điện như: cách sử dụng VOM, thiết bị điện, đo các thông số mạch và thông số điện. Đo các thông số mạch như: điện trở, điện cảm và điện dung. Đo các thông số điện như: dòng, áp, tần số, hệ số công suất, công suất và điện năng.

Bài giảng gồm chín bài lần lượt trình bày các vấn đề:

- + Bài 1, 2 hướng dẫn sử dụng VOM chỉ thị kim và số trong đo lường, thực hành đo điện trở.
- + Bài 3, 4 hướng dẫn lắp ráp các mạch điện đơn giản, đo thông số (U, I) trên các mạch này đồng thời dựa vào kết quả kiểm lại các định luật cơ bản về điện như định luật Ohm, Kirchhoff...
- + Bài 5 thực hành lắp ráp và đo các thông số trên các mạch chỉnh lưu.
- + Bài 6, 7 hướng dẫn đo điện dung và điện cảm một cách gián tiếp cũng như ảnh hưởng các thông số này trong mạch điện.
- + Bài 8 và 9 khảo sát các mạch điện một pha và ba pha.

Để dễ dàng tiếp cận các vấn đề trong bài giảng: bài 1 và 2 cần được học trước, các bài sau tốt nhất thực hiện tuần tự theo thứ tự. Các phần thực hành đánh dấu (*) là các phần nâng cao, sinh viên tìm hiểu và có thể thực hành thêm.

Bài giảng được biên soạn nhằm phục vụ cho sinh viên cao đẳng đồng thời còn phục vụ cho những người quan tâm đến kiến thức cơ bản trong lĩnh vực đo lường điện.

Do thời gian và trình độ người biên soạn có hạn nên không tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả rất mong những nhận xét, đánh giá và góp ý của bạn đọc và đồng nghiệp.

Mọi ý kiến xin gửi về: khoactn2009@gmail.com

Bình Dương, tháng 3 năm 2011

Các tác giả

Ngày 15 tháng 04 năm 2011

Người biên soạn

*Kiểm tra
P. Chủ nhiệm Khoa*

*Duyệt
P. Hiệu trưởng*

KS. PHAN ANH VŨ- CN. HUỖNH TẤN GIÀU

THS. NGUYỄN TƯỜNG DŨNG

THS. LÊ BÍCH PHƯƠNG

MỤC LỤC

Lời nói đầu	i
MỤC LỤC.....	ii
BÀI 1 : HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ĐỒNG HỒ VOM CHỈ THỊ KIM VÀ CHỈ SỐ.....	1
BÀI 2 : HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ĐỒNG HỒ AMPE KÌM	6
BÀI 3 : THỰC HÀNH ĐO ĐIỆN ÁP VÀ DÒNG ĐIỆN	9
BÀI 4 : THỰC HÀNH ĐO MẠCH ĐIỆN NỐI TIẾP, SONG SONG VÀ HỖN HỢP	13
BÀI 5 : KHẢO SÁT MẠCH CHỈNH LƯU MỘT PHA VÀ BA PHA	17
BÀI 6 : ĐO GIÁ TRỊ ĐIỆN DUNG	20
BÀI 7 : ĐO GIÁ TRỊ ĐIỆN KHÁNG	25
BÀI 8 : THỰC HÀNH ĐO CÔNG SUẤT VÀ ĐIỆN NĂNG MỘT PHA	29
BÀI 9 : THỰC HÀNH ĐO CÔNG SUẤT, HỆ SỐ CÔNG SUẤT VÀ ĐIỆN NĂNG BA PHA ..	38
HƯỚNG DẪN VIẾT BÁO CÁO THỰC HÀNH	45
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	46

BÀI 1: HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ĐỒNG HỒ VOM CHỈ THỊ KIM VÀ CHỈ SỐ

1. Mục đích yêu cầu:

Tạo các kỹ năng sử dụng đồng hồ VOM để thực hiện các phép đo thường gặp một cách đúng kỹ thuật, đúng phương pháp và đọc chính xác kết quả đo.

2. Các thiết bị sử dụng khi thí nghiệm:

- + Dây nguồn ba pha.
- + Dây nguồn một pha.
- + Điện trở.
- + Dây nối.
- + Nguồn xoay chiều một pha và ba pha.
- + Nguồn một chiều.

3. Thời gian:

- + Hướng dẫn: 25 phút.
- + Thực hành: 95 phút.

4. Tóm tắt lý thuyết:

4.1. Hướng dẫn sử dụng đồng hồ VOM chỉ thị kim:

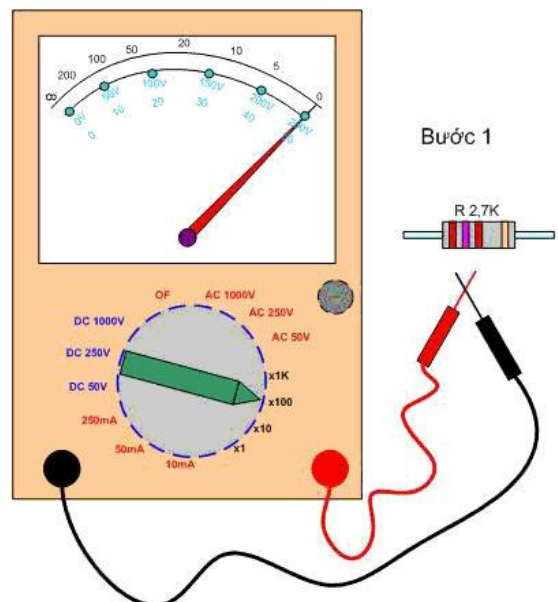
4.1.1. Các yêu cầu trước khi thực hiện một phép đo:

- + Xác định loại đại lượng cần đo: áp DC; áp AC; dòng DC; điện trở R...
- + Ước lượng trị số tối đa có thể có.
- + Chọn tầm đo có trị số lớn hơn trị số ước lượng (giá trị ghi trên tầm đo là trị số tối đa có thể đo được. Vì vậy tuyệt đối không được đo trị số vượt quá tầm đo. Nếu trị số đo thực tế quá nhỏ so với giới hạn của tầm đo thì kim lệch rất ít và kết quả đo khó đọc; khi đó ta chọn tầm đo thấp hơn sao cho kim chỉ thị lệch khoảng 2/3 mặt chỉ thị để kết quả đo đọc được dễ dàng).
- + Xác định phương pháp đo: trực tiếp hay gián tiếp.

4.1.2. Thực hiện các phép đo cụ thể:

a) Đo điện trở:

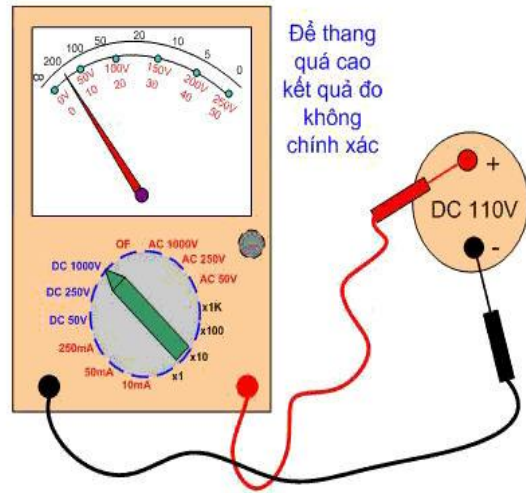
- + Chọn thang đo điện trở và tầm đo thích hợp.
- + Nếu ta để thang đo quá cao thì kim chỉ lên một chút, như vậy đọc trị số sẽ không chính xác.
- + Nếu ta để thang đo quá thấp, kim lên quá nhiều, và đọc trị số cũng không chính xác.
- + Đặt que đo vào hai đầu điện trở.
- + Đọc trị số trên thang đo 0 - ∞:
Giá trị đo được = (chỉ số thang đo) x (thang đo).
- + Ví dụ: nếu để thang x 100Ω và chỉ số đọc là 27 thì giá trị là 100 x 27 = 2700 Ω = 2,7 kΩ. Chú ý: Khi đo điện trở, điện trở phải được cách ly hoàn toàn với mạch.
- + Mỗi khi chuyển tầm đo của thang đo điện trở, ta cần phải chỉnh 0 cho VOM thì kết quả đo mới chính xác (cách chỉnh 0 cho VOM: chập hai que đo lại với nhau và điều chỉnh nút ADJ sao cho kim chỉ thị chỉ đúng tại vạch số 0).



Hình 1-1. Đo điện trở

b) Đo điện áp DC:

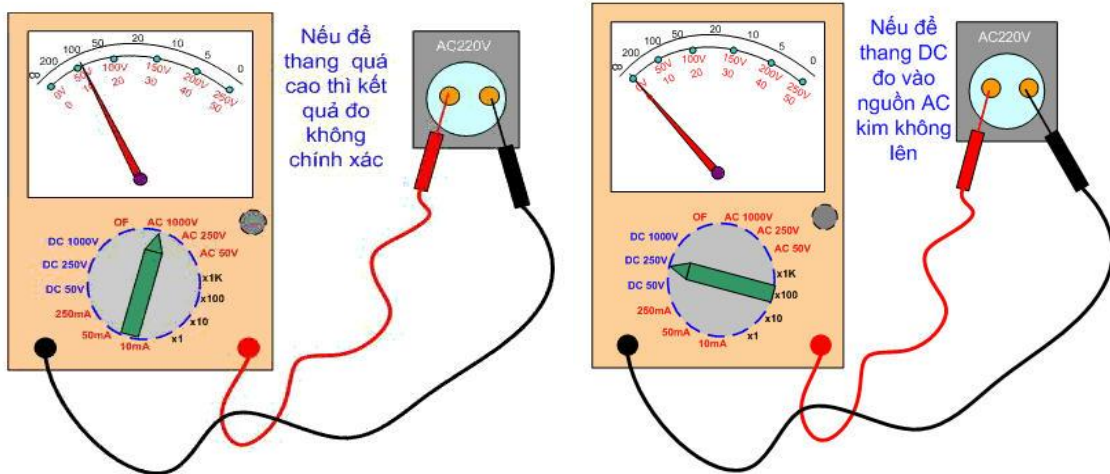
- + Chọn thang đo điện áp một chiều và tầm đo thích hợp. Ta luôn để thang đo cao hơn điện áp cần đo một nấc. Ví dụ nếu đo áp DC 110V ta để thang DC 250V.
- + Trường hợp để thang đo thấp hơn điện áp cần đo => kim báo kịch kim.
- + Trường hợp để thang quá cao => kim báo thiếu chính xác.
- + Đặt hai que của đồng hồ đo vào hai đầu cần đo điện áp.
- + Khi đo điện áp một chiều DC, ta nhớ chuyển thang đo về thang DC, khi đó ta đặt que đỏ vào cực dương (+) nguồn, que đen vào cực âm (-) nguồn.
- + Nếu đặt ngược que, kim lệch ngược thang.
- + Đọc kết quả đo trên thang DCV



Hình 1-2. Đo điện áp DC

c) Đo điện áp AC:

- + Chọn thang đo điện áp xoay chiều và tầm đo thích hợp.
- + Khi đo điện áp xoay chiều ta chuyển thang đo về các thang AC, để thang AC cao hơn điện áp cần đo một nấc. Ví dụ nếu đo điện áp AC220V ta để thang AC250V, nếu ta để thang thấp hơn điện áp cần đo thì đồng hồ báo kịch kim, nếu để thanh quá cao thì kim báo thiếu chính xác.
- + Nếu để thang đo áp DC mà đo vào nguồn AC thì kim đồng hồ không báo, nhưng đồng hồ không ảnh hưởng .



Hình 1-3. Đo điện áp AC

- + Đặt hai que của đồng hồ đo vào hai đầu cần đo điện áp tức là mắc vôn kế song song với điện áp cần đo.
- + Đọc kết quả đo trên thang ACV.
- d) Đo dòng điện DC:**
- + Chọn thang đo dòng điện một chiều và tầm đo thích hợp.
- + Đặt nối tiếp hai que của đồng hồ đo vào hai đầu cần đo dòng điện.
- + Đọc kết quả đo trên thang DCV.A

4.2. Hướng dẫn sử dụng đồng hồ Digital

4.2.1. Giới thiệu về đồng hồ số DIGITAL

Đồng hồ số Digital có một số ưu điểm so với đồng hồ cơ khí, đó là độ chính xác cao hơn, trở kháng của đồng hồ cao hơn do đó không gây sụt áp khi đo vào dòng điện yếu, đo được tần số điện xoay chiều, tuy nhiên đồng hồ này có một số nhược điểm là chạy bằng mạch điện tử lên hay hỏng, khó nhìn kết quả trong trường hợp cần đo nhanh, không đo được độ phóng nạp của tụ.



Hình 1-4. Đồng hồ vạn năng số (Digital)

4.2.2. Hướng dẫn sử dụng:

a) Đo điện áp một chiều VDC:

- + Đe que đo đồng hồ vào lỗ cắm “VΩ” que đen vào lỗ cắm “COM”.
- + Xoay thang đo về vị trí “V-” hãy để thang đo cao nhất nếu chưa biết rõ điện áp, nếu giá trị báo dạng thập phân thì ta giảm thang đo xuống.
- + Đặt que đo vào điện áp cần đo và đọc giá trị trên màn hình LCD của đồng hồ (que đỏ của đồng hồ vào V+ và que đen vào V-).
- + Nếu đặt ngược que đo đồng hồ sẽ báo giá trị âm (-).

b) Đo điện áp xoay chiều VAC

- + Đe que đo đồng hồ vào lỗ cắm “VΩ” que đen vào lỗ cắm “COM”.
- + Xoay chuyển mạch về vị trí “V~” hãy để thang đo cao nhất nếu chưa biết rõ điện áp, nếu giá trị báo dạng thập phân thì ta giảm thang đo xuống.
- + Đặt que đo vào điện áp cần đo và đọc giá trị trên màn hình LCD của đồng hồ.

c) Đo dòng điện DC

- + Chuyển que đo đồng hồ về thang mA để đo dòng nhỏ, hoặc 20A nếu đo dòng lớn nếu không ước lượng được dòng điện là bao nhiêu thì để thang đo của đồng hồ ở thang đo dòng điện lớn nhất (20A).

- + Xoay thang đo về vị trí “A-”.
- + Đặt que đo nối tiếp với mạch cần đo (que đỏ của đồng hồ vào cực (+) và que đen vào cực (-).
- + Đọc giá trị hiển thị trên màn hình.

d) Đo dòng điện AC

- + Chuyển que đỏ đồng hồ về thang mA để đo dòng nhỏ, hoặc 20A nếu đo dòng lớn. Nếu không ước lượng được dòng điện là bao nhiêu thì để thang đo của đồng hồ ở thang đo dòng điện lớn nhất (20A).
- + Xoay chuyển mạch về vị trí “A~”.
- + Đặt que đo nối tiếp với mạch cần đo.
- + Đọc giá trị hiển thị trên màn hình.

e) Đo điện trở

- + Trả lại vị trí dây cắm như khi đo điện áp.
- + Xoay thang đo về vị trí đo “Ω”, nếu chưa biết giá trị điện trở thì chọn thang đo cao nhất, nếu kết quả là số thập phân thì ta giảm thang đo xuống.
- + Đặt que đo vào hai đầu điện trở.
- + Đọc giá trị trên màn hình.
- + Chức năng đo điện trở còn có thể đo sự thông mạch, giả sử đo một đoạn dây dẫn bằng thang đo trở, nếu thông mạch thì đồng hồ phát ra tiếng kêu.

f) Đo các chức năng khác

- + Đồng hồ vạn năng số Digital còn một số chức năng đo khác như đo diode, đo tụ điện, đo Transistor nhưng nếu ta đo các linh kiện trên, ta nên dùng đồng hồ kim sẽ cho kết quả tốt hơn và đo nhanh hơn.

4.3. Đọc kết quả đo:

$$\text{Kết quả thực} = (\text{kết quả đo}) \times (\text{hệ số nhân}).$$

- + Trong đó: Kết quả đo: là kết quả hiển thị trên dụng cụ đo.
Hệ số nhân: là kết quả của giai đo chia cho thang đo.

5. Thực hành sử dụng đồng hồ:

Các bước tiến hành:

5.1. Thực hành 1: đo điện trở.

Đo lần lượt các điện trở được cung cấp, đọc kết quả và ghi vào bảng sau:

Điện trở	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
Giá trị đọc trên thiết bị đo										
Thang đo										
Giá trị thực										
Giá trị đọc từ vạch màu										

5.2. Thực hành 2: đo điện áp AC.

Tiến hành đo các điện áp xoay chiều một pha ở các bộ nguồn trên bảng thí nghiệm, đọc kết quả và ghi vào bảng sau:

Điện áp	U ₁	U ₂	U ₃	U ₄	U ₅	U ₆
Giá trị đọc						
Hệ số nhân						
Giá trị thực						

Đo lần lượt các điện áp xoay chiều ba pha (pha và dây), đọc kết quả và ghi vào bảng sau:

Điện áp	U_{12}	U_{23}	U_{31}	U_{1N}	U_{2N}	U_{3N}
Giá trị đọc						
Hệ số nhân						
Giá trị thực						

5.3. Thực hành 3: đo điện áp DC.

Đo lần lượt các điện áp một chiều trên bảng thí nghiệm, đọc kết quả và ghi vào bảng sau:

Điện áp	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6
Giá trị đọc						
Thang đo						
Giá trị thực						

Báo cáo thực hành:

Sau khi thực hiện xong phần thực hành trên, học viên phải báo cáo các kết quả thực hiện được vào bảng báo cáo thực hành, nhận xét kết quả, trả lời các câu hỏi báo cáo và nộp cho giáo viên hướng dẫn.

Câu hỏi báo cáo:

- + Trình bày các bước để thực hiện đo một điện trở 680Ω bằng VOM chỉ thị kim.
- + Khi đặt hai que đo của VOM chỉ thị kim vào hai đầu của điện trở. Cho biết có dòng điện chạy qua điện trở không? Nếu có thì chiều dòng điện như thế nào?
- + Trình bày các bước để thực hiện đo điện áp xoay chiều 380V bằng VOM chỉ thị kim.
- + Trình bày các bước để thực hiện đo điện áp một chiều 5V bằng VOM chỉ thị kim.

BÀI 2: HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG ĐỒNG HỒ AMPE KÌM

1. Giới thiệu ampe kìm

Cấu tạo: gồm mạch từ có khe hở, trên mạch từ có cuộn dây thứ cấp gồm nhiều vòng dây, hai đầu cuộn dây được nối đến ampe kế xoay chiều. Còn cuộn dây sơ cấp chỉ có một vòng dây.

Nguyên tắc hoạt động: dòng điện i_1 chạy trong cuộn sơ cấp n_1 sẽ cảm ứng sang cuộn thứ cấp n_2 dòng điện i_2 , theo tỷ lệ $i_2 = i_1 \cdot n_1 / n_2$.

Cách sử dụng ampe kìm:

- + Chọn thang đo ampe tùy theo phụ tải cần đo.
- + Mở kẹp mạch từ ra, sau đó đưa dây điện có dòng điện chạy qua tải và đóng mạch từ lại.
- + Vị trí cân bằng của kim trên mặt số thang đo là kết quả của dòng cần đo.

Ngoài sử dụng để đo dòng điện, ampe kìm còn có chức năng đo các đại lượng khác như đo vôn, ohm.



Hình 2-1. Ampe kìm

2. Mục đích yêu cầu:

Tạo các kỹ năng sử dụng đồng hồ Ampe kìm để thực hiện các phép đo thường gặp một cách đúng kỹ thuật, đúng phương pháp và đọc chính xác kết quả đo.

3. Các thiết bị sử dụng khi thí nghiệm:

- + Bộ nguồn trên bảng thí nghiệm.
- + 01 dây nguồn ba pha.
- + 01 dây nguồn một pha.
- + 01 động cơ KĐB ba pha.
- + Điện trở.
- + Dây nối.

4. Thời gian:

- + Hướng dẫn: 25 phút.
- + Thực hành: 95 phút.

5. Thực hành:

5.1. Đo điện trở:

Đo lần lượt các điện trở, đọc kết quả và ghi vào bảng sau:

Điện trở	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇	R ₈	R ₉	R ₁₀
Giá trị đọc trên thiết bị đo										
Thang đo										
Giá trị thực										
Giá trị đọc từ vạch màu										

5.2. Đo điện áp AC:

Đo lần lượt các điện áp xoay chiều một pha, đọc kết quả và ghi vào bảng sau :

Điện áp	3V	6V	9V	12V	24V	220V
Giá trị đọc						
Hệ số nhân						
Giá trị đo được						

Đo lần lượt các điện áp xoay chiều ba pha, đọc kết quả và ghi vào bảng sau:

Điện áp	U_{12}	U_{23}	U_{31}	U_{1N}	U_{2N}	U_{3N}
Giá trị đọc						
Hệ số nhân						
Giá trị đo được						

5.3. Đo điện áp DC:

Đo lần lượt các điện áp một chiều, đọc kết quả và ghi vào bảng sau:

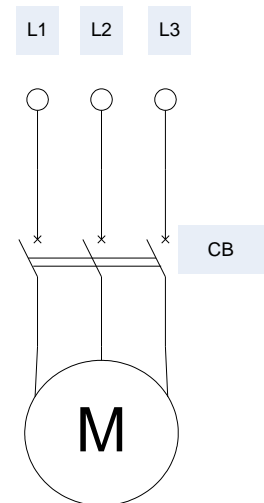
Điện áp	3V	6V	9V	12V	24V
Giá trị đọc					
Hệ số nhân					
Giá trị đo được					

5.4. Đo dòng điện bằng Ampe kìm.

Nối mạch điện như sơ đồ (hình 2.2):

Tiến hành thực hiện các bước sau:

- + Đóng điện.
- + Để Ampe kìm ở thang đo dòng điện.
- + Đặt Ampe kìm vào pha cần đo dòng điện.
- + Ghi nhận giá trị dòng điện khởi động và dòng điện không tải vào bảng.
- + Đổi vị trí Ampe kìm để đo dòng pha thứ 2.
- + Lặp lại quá trình thực hành như trên.
- + Đổi vị trí Ampe kìm để đo dòng pha thứ 3.
- + Lặp lại quá trình thực hành như trên.
- + Ngắt điện, dừng thực hành, sắp xếp thiết bị về vị trí ban đầu.



Hình 2-2

	Giá trị đọc	Hệ số nhân	Giá trị thực
Dòng điện khởi động pha 1			
Dòng không tải pha 1			
Dòng điện khởi động pha 2			
Dòng không tải pha 2			
Dòng điện khởi động pha 3			
Dòng không tải pha 3			

Báo cáo thực hành:

Sau khi thực hiện xong phần thực hành trên, học viên phải báo cáo các kết quả thực hiện được vào bảng báo cáo thực hành, nhận xét kết quả, trả lời các câu hỏi báo cáo và nộp cho giáo viên hướng dẫn.

Các câu hỏi báo cáo:

- + Cho biết nguyên lý hoạt động của Ampe kìm khi đo dòng điện?
- + Cho biết các bước tiến hành khi sử dụng Ampe kìm để đo dòng điện 4A.
- + Trường hợp đồng hồ ampe kìm chỉ thị số có đo được giá trị dòng khởi động không? Tại sao?
- + Hãy so sánh các chức năng của đồng hồ VOM chỉ thị kim và đồng hồ ampe kìm chỉ thị kim.

BÀI 3: THỰC HÀNH ĐO ĐIỆN ÁP VÀ DÒNG ĐIỆN

1. Mục đích yêu cầu:

Tạo các kỹ năng sử dụng đồng hồ **volt kế** và **ampe kế** để thực hiện các phép đo điện áp và dòng điện trong một mạch cụ thể.

2. Các thiết bị sử dụng khi thí nghiệm:

- + Panel đo dòng điện và điện áp.
- + Bộ nguồn.

3. Thời gian:

- + Hướng dẫn : 1h.
- + Thực hành : 4h.

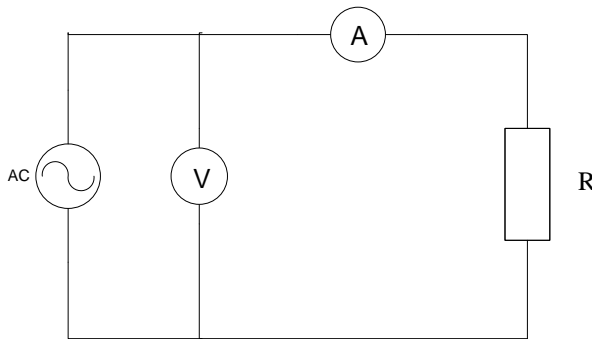
4. Tóm tắt lý thuyết:

- + Định luật Ohm: $U = I.R$

5. Thực hành:

5.1. Đo dòng điện và điện áp xoay chiều:

- + Sơ đồ thực hành (hình 3.1):



Hình 3-1.

5.1.1. Thực hành 1:

- + CB ở vị trí OFF.
- + Nối mạch điện như sơ đồ với giá trị điện trở lần lượt là $R = 23\Omega/20W; 39\Omega/15W; 47\Omega/20W$.
- + Kiểm tra ngắn mạch.
- + Đóng CB.
- + Quan sát số chỉ ở các đồng hồ. Ghi kết quả vào bảng 1.
- + Ngắt điện từ CB.

Bảng 1:

Điện trở R	23Ω		39Ω		47Ω	
	12V	24V	12V	24V	12V	24V
Nguồn AC						
Điện áp đo U (V)						
Dòng điện I (A)						
R tính						
R đo						

- + Tính và đo điện trở ghi vào bảng 1, so sánh giá trị tính với giá trị đo, rút ra nhận xét.

.....
.....
.....
.....
.....

- + Vẽ đồ thị U-I. Nhận xét.

5.1.2 Thực hành 2:

- + Mắc nối tiếp điện trở 23Ω với điện trở $R = 39\Omega$
- + Đo giá trị của hai điện trở nối tiếp.
- + Sinh viên tự vẽ lại sơ đồ mạch:

- + Đóng điện, dùng nguồn 24VAC.
- + Tiến hành đo dòng điện và điện áp của từng điện trở .
- + Ghi kết quả điện áp, dòng điện tổng, điện áp, dòng điện qua từng điện trở vào bảng 2.
- + Ngắt điện từ CB.

Bảng 2:

Điện áp U_{R1} (V)		Dòng điện I_{R1} (A)	
Điện áp U_{R2} (V)		Dòng điện I_{R2} (A)	
Điện áp U (V)		Dòng điện I (A)	

- + Tính điện trở (theo định luật Ohm):

$R_{\text{tổng}} =$

$R_1 =$

$R_2 =$

+ So sánh với giá trị đo và rút nhận xét:

.....

.....

.....

.....

.....

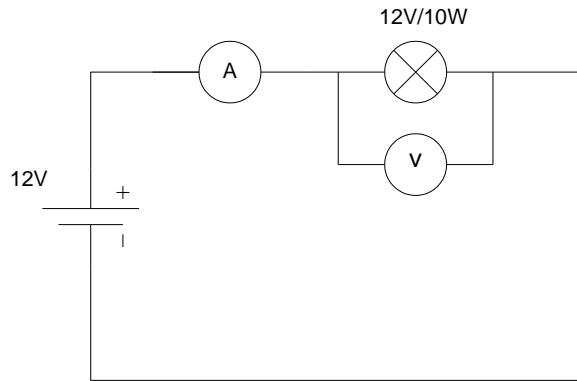
.....

.....

.....

5.2. Đo dòng điện và điện áp một chiều:

+ Sơ đồ thực hành (hình 3.2):



Hình 3-2.

Các bước thực hiện:

- + CB ở vị trí OFF.
- + Đo giá trị điện trở đèn.
- + Nối mạch điện như sơ đồ.
- + Kiểm tra ngắn mạch.

5.2.1. Thực hành 3:

- + Đóng CB.
- + Quan sát số chỉ ở các đồng hồ. Ghi kết quả vào bảng 3.
- + Ngắt điện từ CB.

Bảng 3

	R đèn đo	U đèn	I đèn	R đèn tính
Đèn 12W/10W				

+ Tính điện trở (theo định luật Ohm), R_d so sánh với giá trị đo, nhận xét:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5.2.2. Thực hành 4:

- + Mắc thêm một bóng đèn Đ₂ có giá trị 12V/10W nối tiếp với Đ₁ đã có.
- + Đo điện trở hai đèn nối tiếp.
- + Sinh viên tự vẽ lại sơ đồ mạch:

- + Đóng điện, dùng nguồn 12VDC.
- + Tiến hành đo dòng điện và điện áp của từng đèn theo trình tự các bước ở thực hành 3.
- + Ghi kết quả điện áp nguồn, dòng điện, điện áp trên từng đèn vào bảng 4.
- + Ngắt điện từ CB.

Bảng 4:

	R đo	U nguồn (V)	U _{Đ1} (V)	U _{Đ2} (V)	I (A)	R tính
2 đèn nối tiếp						

- + Tính điện trở tổng của mạch, của Đ₁, Đ₂, so sánh giá trị đo và nhận xét:

.....

.....

.....

.....

.....

Báo cáo thực hành:

Sau khi thực hiện xong phần thực hành trên, học viên phải báo cáo các kết quả thực hiện được vào bảng báo cáo thực hành, nhận xét kết quả, trả lời các câu hỏi báo cáo và nộp cho giáo viên hướng dẫn.

Câu hỏi báo cáo:

- + Hãy quan sát và ghi lại các ký hiệu ở đồng hồ vôn và ampe. Giải thích các ký hiệu đó.
- + Cho biết khi lắp đồng hồ vôn và ampe vào trong mạch điện thì chúng ta cần chú ý những điều gì?

BÀI 4: THỰC HÀNH ĐO MẠCH ĐIỆN NỐI TIẾP, SONG SONG VÀ HỖN HỢP

1. Mục đích yêu cầu:

Tạo các kỹ năng sử dụng đồng hồ volt kế và ampe kế để thực hiện các phép đo điện áp và dòng điện trong một mạch cụ thể. Kiểm lại định luật Kirchoff 1 và 2, đo điện trở bằng cầu Wheatstone.

2. Các thiết bị sử dụng khi thí nghiệm:

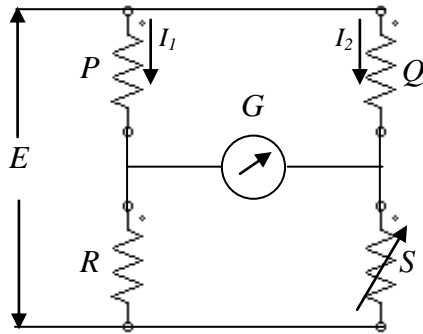
- + Panel đo dòng điện và điện áp.
- + Bộ nguồn.

3. Thời gian:

- + Hướng dẫn : 1h.
- + Thực hành : 4h.

4. Tóm tắt lý thuyết:

- + **Định luật Kirchoff về điện thế:** “Tổng đại số tất cả các điện thế trong một mạch vòng kín là bằng 0” (hoặc “Tổng sụt thế bằng tổng thế nguồn”).
- + **Định luật Kirchoff về dòng điện:** “Tổng tất cả dòng điện chảy vào điểm nút bằng tổng dòng điện chảy ra khỏi điểm nút”.
- + **Nguyên lý cầu wheatstone:**



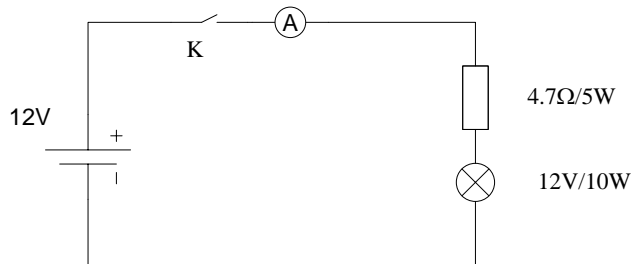
- Khi cầu wheatstone cân bằng, dòng điện qua điện kế G bằng không: $V_P = V_Q$ và $V_R = V_S$. Nếu dòng I_1 qua P và R, dòng I_2 qua Q và S, khi đó $I_1.P = I_2.Q$ và $I_1.R = I_2.S$.
- Suy ra $\frac{R}{P} = \frac{S}{Q}$ hay $R = \frac{P}{Q} S$
- Với các trị số P, Q, S được biết chính xác có thể xác định được điện trở R.

5. Thực hành:

5.1. Đo với mạch nối tiếp và song song:

5.1.1. Thực hành 1:

- + Sơ đồ thực hành:



Hình 4-1.

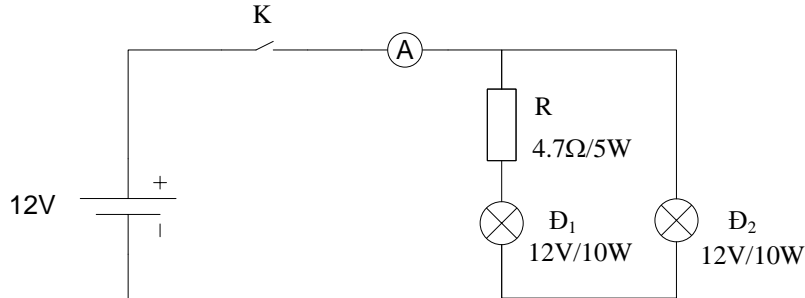
- + Đóng CB.
- + Bật công tắc, quan sát các đèn. Ghi kết quả vào bảng 1.
- + Đo dòng qua mạch và sụt thế trên đèn. Tính công suất cho đèn và điện trở.

Bảng 1:

	I (V)	U (V)	P= U.I	Trạng thái đèn
Đèn				
R				

5.1.2. Thực hành 2:

- + Sơ đồ thực hành hình 4.2:



Hình 4-2.

- + Bật công tắc, quan sát trạng thái các đèn.
- + Giải thích về độ sáng các đèn:

.....

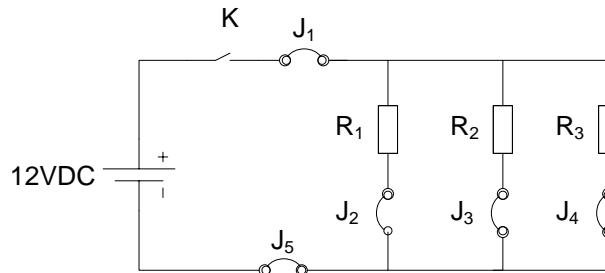
- + Đo dòng qua mạch và sụt thế trên mỗi đèn. Tính công suất cho mỗi đèn và điện trở. Ghi kết quả vào bảng 2.
- + Nhận xét về công suất và độ sáng 2 đèn khác nhau gắn trong mạch. Nếu điện thế tăng đèn nào dễ bị đứt hơn?

Bảng 2:

	I (V)	U (V)	P= U.I	Trạng thái đèn
Đ₁				
Đ₂				
R				

5.1.3. Thực hành 3:

- + Sơ đồ thực hành hình 4.3:



Hình 4-3.

- + Dùng 3 điện trở (330Ω, 220Ω, 100Ω) mắc song song như hình vẽ.
- + Tính điện trở tương đương của $R_1//R_2//R_3$:

.....

.....

.....

- + Dùng đồng hồ vạn năng đo $R_{td} =$

.....

.....

.....

- + So sánh với kết quả tính toán, nhận xét:

Kiểm định luật Kirchoff về dòng điện: lần lượt ngắt J1-5, đặt đồng hồ đo dòng tại các vị trí J. Kết quả ghi vào bảng 3.

Bảng 3:

Vị trí đo	J ₁	J ₂	J ₃	J ₄	J ₅
Dòng đo					

- + Tính $I = I(J_2) + I(J_3) + I(J_4) =$
- + So sánh kết quả với $I(J_1)$ và $I(J_5)$:

.....

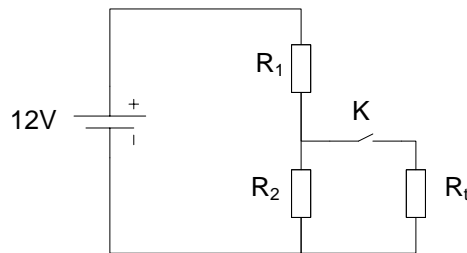
.....

.....

5.2. Đo với mạch điện hỗn hợp:

5.2.1. Thực hành 4:

- + Sơ đồ thực hành hình 4.4:



Hình 4-4.

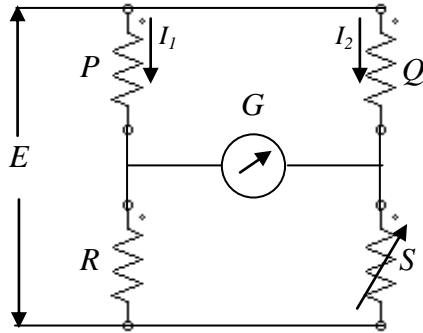
- + Điện trở trong mạch $R_1 = 330\Omega/3W$; $R_2 = 220\Omega/3W$;
- + Đặt công tắc K ở vị trí ngắt (OFF). Đo dòng và áp trên các điện trở.
- + Khi $R_t = 100\Omega/3W$, khóa K ở vị trí ON. Đo dòng và áp trên các điện trở.

Bảng 4:

	R ₁		R ₂		R _t	
Trường hợp	K OFF	K ON	K OFF	K ON	K OFF	K ON
Điện áp U (V)						
Dòng điện I (A)						

5.2.2. Thực hành 5:

+ Mắc mạch như hình vẽ, trong đó $P, Q, R = 220\Omega$; $E = 12V$.



Hình 4-5.

+ Đồng hồ G đo điện thế.
 + Chính biến trở sao cho đồng hồ chỉ giá trị 0, nghĩa là cầu cân bằng.
 + Khi cầu cân bằng đo kiểm tra điện áp trên các điện trở. Kiểm tra: $V_P = V_Q$ và $V_R = V_S$.
 Nhận xét:

+ Tính giá trị điện trở S:

+ OFF nguồn, đo giá trị điện trở S =

+ So sánh với kết quả tính toán.

+ Lập lại thí nghiệm với $P, Q = 680\Omega$.

+ Kết quả:

+ So sánh kết quả trong hai trường hợp:

Báo cáo thực hành:

Sau khi thực hiện xong phần thực hành trên, học viên phải báo cáo các kết quả thực hiện được vào bảng báo cáo thực hành, nhận xét kết quả, trả lời các câu hỏi báo cáo và nộp cho giáo viên hướng dẫn.

Câu hỏi báo cáo:

- + Cho biết khi lắp đồng hồ vôn và ampe vào trong mạch điện thì chúng ta cần chú ý những điều gì?
- + Hãy nêu ưu điểm của phương pháp đo điện trở bằng cầu WHEATSTONE?
- + Điện trở R phụ thuộc vào các yếu tố nào?

BÀI 5: KHẢO SÁT MẠCH CHỈNH LƯU MỘT PHA VÀ BA PHA

1. Mục đích yêu cầu:

Giúp sinh viên làm quen với các bộ biến đổi dòng điện xoay chiều thành một chiều. Tạo cho sinh viên kỹ năng thao tác lắp mạch và đo.

2. Các thiết bị sử dụng khi thực hành:

- + Nguồn xoay chiều một pha và ba pha.
- + 1 đồng hồ volt kế AC.
- + 1 đồng hồ volt kế DC.
- + 1 đồng hồ ampe kế DC.
- + 4 diode.
- + 15 dây nối.
- + Tải thuần trở.

3. Thời gian:

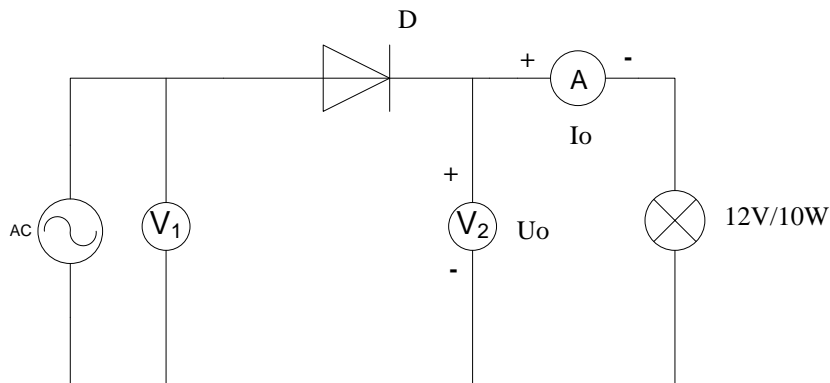
- + Hướng dẫn : 35 phút.
- + Thực hành : 145 phút.

4. Thực hành:

4.1. Thực hành 1: Chỉnh lưu 1 pha nửa chu kỳ.

a. Cơ sở lý thuyết:

- + Sơ đồ mạch chỉnh lưu:



Hình 5-1.

- + Điện áp chỉnh lưu U_0 : $U_0 = 0.45 U$ hay $U = 2.2 U_0$.

- + Giá trị của dòng điện qua tải : $I_0 = \frac{U_0}{R}$

b. Các bước thực hiện:

- + Nối mạch điện như sơ đồ hình 5.1 với VAC lần lượt là 12 và 24V.
- + Tải là bóng đèn 12V/10W.
- + Đo điện áp nguồn, điện áp và dòng trên bóng đèn, ghi nhận kết quả vào bảng 1.

Bảng 1:

Trường hợp	12V	24V
U nguồn (đo)		
U ₀ (V)		
I ₀ (A)		

+ Tính giá trị điện trở của tải (đèn) cho từng lần đo:

$$R_{L1} =$$

$$R_{L2} =$$

+ Kiểm tra lại quan hệ giữa điện áp nguồn và điện áp chỉnh lưu. Nhận xét:

.....

.....

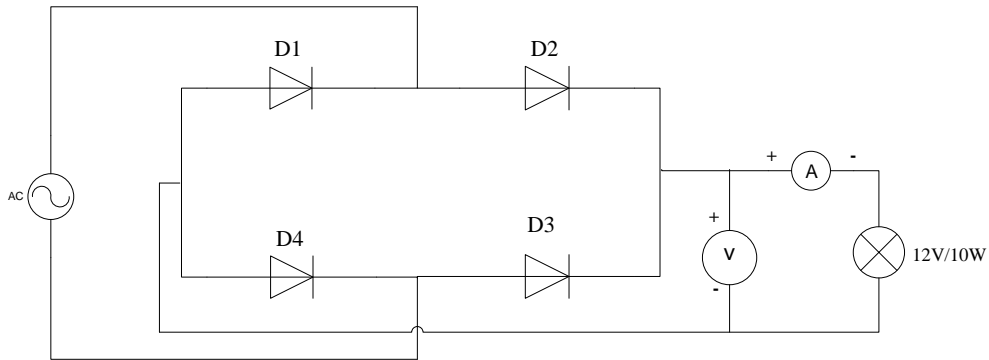
.....

.....

4.2. Thực hành 2: Chỉnh lưu 1 pha 2 nửa chu kỳ.

a. Cơ sở lý thuyết:

+ Sơ đồ mạch chỉnh lưu:



Hình 5-2.

+ Điện áp chỉnh lưu U₀: U₀ = 0,9U hay U = 1,1U₀

+ Giá trị của dòng điện qua tải: $I_0 = \frac{U_0}{R}$

b. Các bước thực hiện:

+ Nối mạch điện như sơ đồ hình 5.2 với V_{AC} là 12V.

+ Tải là bóng đèn Đ: 12V/10W

+ Ghi nhận kết quả vào bảng 2

Bảng 2:

Trường hợp	Nguồn 12V, tải đèn 12V/10W
U nguồn (đo)	
U ₀ (V)	
I ₀ (A)	

+ Tính giá trị điện trở của tải:

$R_D = \dots\dots\dots$

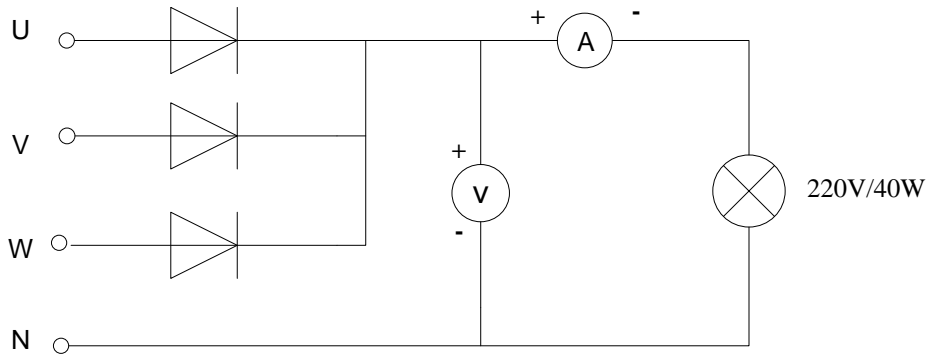
+ Kiểm tra lại quan hệ giữa điện áp nguồn và điện áp chỉnh lưu. Nhận xét:

.....

4.3. Thực hành 3: Chỉnh lưu 3 pha nửa chu kỳ.

a. Cơ sở lý thuyết:

+ Sơ đồ mạch chỉnh lưu:



Hình 5-3.

+ Điện áp chỉnh lưu U_0 : $U_0 = 1,17U_P$ hay $U = 0,85U_0$.

+ Giá trị của dòng điện qua tải: $I_0 = \frac{U_0}{R}$

b. Các bước thực hiện:

+ Nối mạch điện như sơ đồ hình 5.3 với $U_U = U_V = U_W = 24V$.

+ Tải là đèn đốt tim $\text{Đ}_1 = 220V/40W$ và $\text{Đ}_2 = 220V/75W$.

+ Ghi nhận kết quả vào bảng 3.

Bảng 3:

Trường hợp	Đ_1	Đ_2
U nguồn (U pha)		
U_0 (V)		
I_0 (A)		

+ Tính giá trị điện trở của tải cho từng lần đo:

$R_{\text{Đ1}} = \dots\dots\dots$

$R_{\text{Đ2}} = \dots\dots\dots$

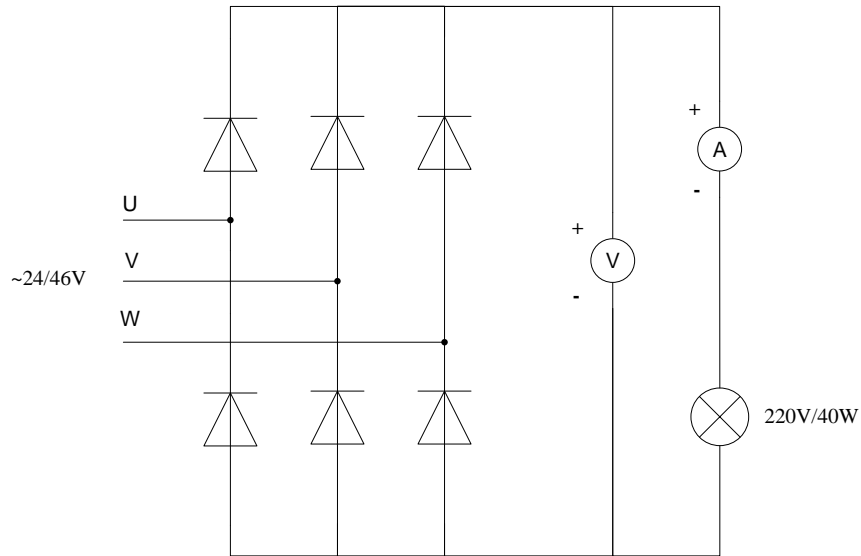
+ Kiểm tra lại quan hệ giữa điện áp nguồn và điện áp chỉnh lưu. Nhận xét:

.....

4.4. Thực hành 4 (*): Chinh lưu 3 pha 2 nửa chu kỳ.

a. Cơ sở lý thuyết:

+ Sơ đồ mạch chỉnh lưu:



Hình 5-4.

b. Thông số kỹ thuật.

+ Điện áp chỉnh lưu U_0 : $U_0 = 2,34U \Rightarrow U = 0,43U_0$

+ Giá trị của dòng điện qua tải: $I_0 = \frac{U_0}{R}$

c. Các bước thực hiện .

- + Nối mạch điện như sơ đồ hình 5.4.
- + Thay đổi giá trị tải. Ghi nhận kết quả.

Bảng 4:

Đại lượng	Lần 1	Lần 2	Lần 3
U_0 (V)			
I_0 (A)			

+ Tính giá trị của tải cho từng lần đo:

$R_1 = \dots\dots\dots$

$R_2 = \dots\dots\dots$

$R_3 = \dots\dots\dots$

Báo cáo thực hành:

Sau khi thực hiện xong phần thực hành trên, học viên phải báo cáo các kết quả thực hiện được vào bảng báo cáo thực hành, nhận xét kết quả, trả lời các câu hỏi báo cáo và nộp cho giáo viên hướng dẫn.

Câu hỏi báo cáo:

- + Hãy vẽ lại dạng sóng điện áp sau chỉnh lưu của mạch chỉnh lưu 1 pha nửa chu kỳ và chỉnh lưu 1 pha 2 nửa chu kỳ.
- + So sánh kết quả giữa điện áp chỉnh lưu U_0 với điện áp U trong các thí nghiệm trên.

BÀI 6: ĐO GIÁ TRỊ ĐIỆN DUNG

1. Mục đích yêu cầu:

Giúp sinh viên làm quen với việc tính toán điện dung C bằng phương pháp đo gián tiếp, sử dụng đồng hồ **volt kế** và **ampe kế**. Tạo cho sinh viên kỹ năng thao tác lắp mạch và sử dụng các dụng cụ đo.

2. Các thiết bị sử dụng khi thực hành:

- + Bộ nguồn AC biến đổi
- + Volt kế và ampe kế
- + Dây nối.
- + Điện dung C cần đo.
- + Watt kế

3. Thời gian:

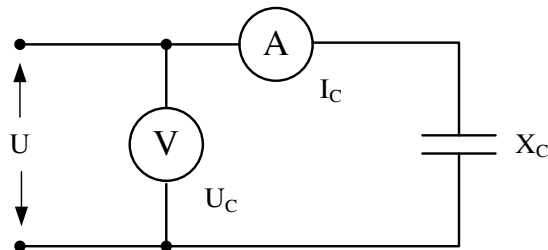
- + Hướng dẫn : 35 phút.
- + Thực hành : 145 phút.

4. Tóm tắt lý thuyết:

4.1. Phương pháp 1:

Ta xác định điện dung bằng cách sử dụng đồng hồ vôn kế và ampe kế để xác định U_C và I_C . Từ đó ta xác định được dung kháng của tụ điện và suy ra điện dung C của tụ điện.

- + Sơ đồ mạch:



Hình 6-1

+ Ta có: $Z_C = \frac{1}{\omega C} = \frac{1}{2\pi f C}$

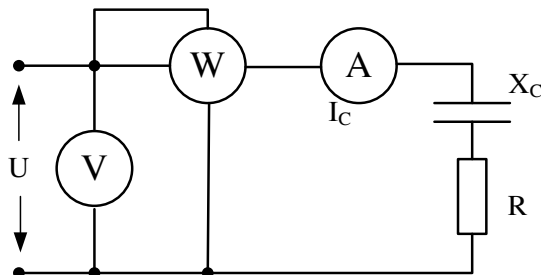
+ Căn cứ vào các đồng hồ đo, ta xác định được U_C và I_C .

+ Dung kháng của tụ điện: $Z_C = \frac{U_C}{I_C} = \frac{1}{2\pi f \cdot C}$

+ Suy ra: $C = \frac{I_C}{2\pi f \cdot U_C}$

4.2. Phương pháp 2:

- + Sơ đồ mạch:



Hình 6-2.

+ Điện trở được xác định theo biểu thức: $R = \frac{P}{I^2}$

+ Tổng trở của điện dung được xác định theo biểu thức:

$$Z = \frac{U}{I} = \sqrt{R^2 + X_C^2} \quad \text{hay} \quad C = \frac{1}{2\pi f \cdot \sqrt{Z^2 - R^2}}$$

+ Kết hợp với biểu thức trên, ta có: $C = \frac{I^2}{2\pi f \cdot \sqrt{U^2 \cdot I^2 - P^2}}$

5. Thực hành:

5.1. Thực hành 1:

- + CB ở vị trí OFF.
- + Chọn điện dung C cần đo.
- + Nối mạch điện như hình 6.1, với nguồn 24VAC.
- + Kiểm tra ngắn mạch.
- + Đóng CB.
- + Lần lượt thí nghiệm với tụ C_1, C_2, C_3 trên bảng thí nghiệm, ghi kết quả vào bảng 1.
- + Ngắt điện từ CB.

Bảng 1:

Trường hợp	C_1	C_2	C_3
U_C			
I_C			
C tính			

+ Tính điện dung, ghi kết quả vào bảng 1:

$C_1 =$

$C_2 =$

$C_3 =$

5.2. Thực hành 2:

+ Mắc mạch theo phương pháp 2 (hình 6.2). Làm các bước giống như thực hành 1. Ghi kết quả vào bảng 2.

Bảng 2:

Trường hợp	C_1	C_2	C_3
U_C			
I_C			
P			
C tính			

+ Tính điện dung, ghi kết quả vào bảng 2:

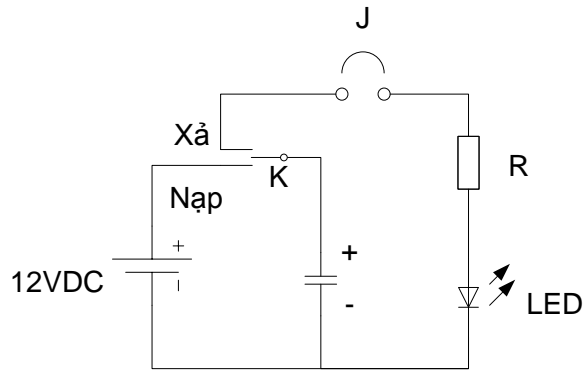
$C_1 =$

$C_2 =$

$C_3 =$

5.3. Thực hành 3: Sự tích trữ năng lượng của tụ điện và vai trò của điện dung.

+ Sơ đồ thực hành:



Hình 6-3.

a. Trường hợp 1:

- + Tụ: $10\mu\text{F}$, $R = 470\Omega/3\text{W}$.
- + Đặt công tắc ở vị trí nạp, dòng điện từ điện thế nguồn sẽ nạp cho tụ C.
- + Bật công tắc sang vị trí xả. Mạch bị hở, dùng đồng hồ đo và ghi nhận giá trị điện thế trên tụ.
- + Nối cầu J, đèn LED sáng, sau đó tắt dần cho đến khi năng lượng tích trữ trong tụ tiêu tán hết.
- + Lần lượt thay tụ $C = 100\mu\text{F}$ và $1000\mu\text{F}$. Lặp lại thí nghiệm, xác nhận thời gian phóng điện lâu hơn.
- + Nhận xét về mối liên quan giữa giá trị điện dung và khả năng tích trữ năng lượng của tụ điện:

.....

.....

.....

.....

b. Trường hợp 2: Tụ điện mắc song song.

- + Mắc song song 3 tụ điện $C = 100\mu\text{F}$ cho sơ đồ trên.
- + Đo giá trị điện thế trên tụ.
- + Theo dõi thời gian sáng của đèn trong hai trường hợp (một tụ và 3 tụ mắc song song):

.....

.....

.....

.....

c. Trường hợp 3: Tụ điện mắc nối tiếp.

- + Mắc nối tiếp 3 tụ điện có điện dung $C = 100\mu\text{F}$
- + Đo giá trị điện thế trên tụ.
- + Theo dõi thời gian sáng của đèn trong hai trường hợp (một tụ và 3 tụ mắc nối tiếp):

.....

.....

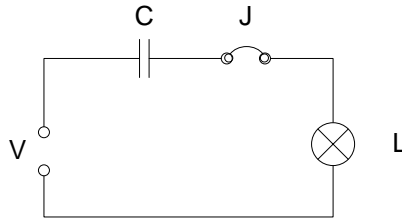
.....

.....

.....

5.4. Thực hành 4: Tụ trong mạch AC.

+ Sơ đồ thực hành:



Hình 6-4.

a. Trường hợp 1: nguồn 24VDC và đèn Đ = 12V/6W, tụ C = 22 μ F/250V

+ Quan sát xem đèn có sáng không?

+ Sử dụng đồng hồ đo điện thế trên đèn và tụ:

$V_C =$

$V_D =$

+ Kết luận về sự truyền điện thế 1 chiều qua tụ:

.....
.....
.....
.....

b. Trường hợp 2: nguồn 24VAC.

+ Quan sát xem đèn có sáng không?

+ Sử dụng đồng hồ đo điện thế trên đèn và tụ:

$V_C =$

$V_L =$

+ Kết luận về sự truyền điện thế xoay chiều qua tụ:

.....
.....
.....
.....

5.5. Thực hành 5: Dùng VOM kiểm tra tụ điện.

+ Nêu cách thức kiểm tra một tụ điện:

.....
.....

+ Thực hành kiểm tra một số tụ điện sau: 10 μ F/250V, 22 μ F/250V, 32 μ F/250V. Kết luận:

Tụ 10 μ F/250V.....

Tụ 22 μ F/250V.....

Tụ 32 μ F/250V.....

Báo cáo:

Sau khi thực hiện xong phần thực hành trên, học viên phải báo cáo các kết quả thực hiện được vào bảng báo cáo thực hành.

BÀI 7: ĐO GIÁ TRỊ ĐIỆN KHÁNG

1. Mục đích yêu cầu:

Giúp sinh viên làm quen với việc tính toán điện cảm L bằng phương pháp đo gián tiếp, sử dụng đồng hồ volt kế và ampe kế. Tạo cho sinh viên kỹ năng thao tác lắp mạch và sử dụng các dụng cụ đo.

2. Các thiết bị sử dụng khi thực hành:

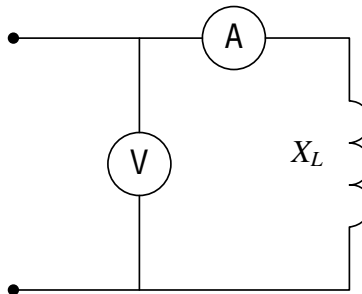
- + Bộ nguồn AC biến đổi.
- + Bộ nguồn DC biến đổi.
- + Volt kế và ampe kế.
- + Dây nối.
- + Điện cảm L cần đo.

3. Thời gian:

- + Hướng dẫn: 1 giờ.
- + Thực hành: 4 giờ.

4. Tóm tắt lý thuyết:

Như ta đã biết một cuộn dây gồm có hai thành phần là thành phần thuần trở R_L và thành phần cảm kháng X_L . Để xác định thành phần thuần trở R_L , ta sử dụng nguồn điện một chiều và lắp mạch theo sơ đồ sau:



Hình 7-1.

+ Ta xác định được giá trị điện trở thuần của cuộn dây: $R_L = \frac{U_{DC}}{I_{DC}}$

+ Thay nguồn một chiều bằng nguồn điện xoay chiều AC để xác định tổng trở cuộn dây: $Z_L = \frac{U_{AC}}{I_{AC}}$

+ Thành phần cảm kháng X_L được xác định theo biểu thức sau: $X_L = \sqrt{Z_L^2 - R_L^2}$

+ Suy ra điện cảm của cuộn dây là: $L = \frac{X_L}{2\pi f}$

5. Thực hành:

- + Tiến hành thực hiện các bước sau:
- + CB ở vị trí OFF.
- + Chọn điện kháng L cần đo.
- + Nối mạch điện như sơ đồ.
- + Kiểm tra ngắn mạch.

5.1.1. Thực hành 1:

- + Mắc mạch theo hình 7.1:
- + Dùng nguồn DC 12V.

- + Đóng CB.
- + Lần lượt thí nghiệm với các cuộn cảm L_1, L_2, L_3 trên bảng thí nghiệm, ghi kết quả vào bảng 1.
- + Ngắt điện từ CB.

Bảng 1:

Trường hợp	L_1	L_2	L_3
U_{DC}			
I_{DC}			
R_L			

- + Tính điện trở thuần R_L cho ba trường hợp:

$R_{L1} = \dots\dots\dots$

$R_{L2} = \dots\dots\dots$

$R_{L3} = \dots\dots\dots$

5.1.2. Thực hành 2:

- + Mắc mạch theo hình 7.1:
- + Dùng nguồn AC 24V.
- + Đóng CB.
- + Lần lượt thí nghiệm với các cuộn cảm L_1, L_2, L_3 trên bảng thí nghiệm, ghi kết quả vào bảng 2.
- + Ngắt điện từ CB.

Bảng 2:

Trường hợp	L_1	L_2	L_3
U_{AC}			
I_{AC}			
Z_L			
X_L			
L			

- + Tính tổng trở Z_L của cuộn cảm cho ba trường hợp:

$Z_{L1} = \dots\dots\dots$

$Z_{L2} = \dots\dots\dots$

$Z_{L3} = \dots\dots\dots$

- + Tính cảm kháng X_L của cuộn cảm cho ba trường hợp:

$X_{L1} = \dots\dots\dots$

$X_{L2} = \dots\dots\dots$

$X_{L3} = \dots\dots\dots$

- + Tính điện cảm L của cuộn cảm cho ba trường hợp:

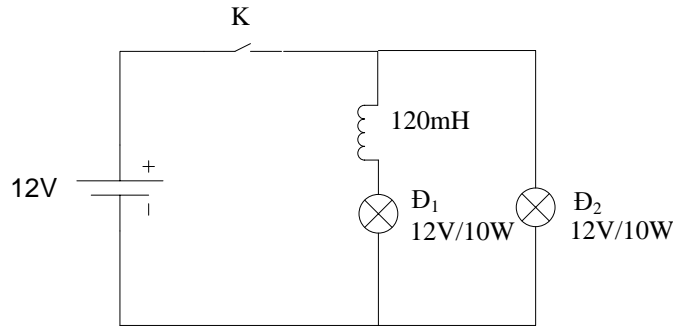
$L_1 = \dots\dots\dots$

$L_2 = \dots\dots\dots$

$L_3 = \dots\dots\dots$

5.1.3. Thực hành 3: Sự tích trữ năng lượng của cuộn cảm và vai trò của độ tự cảm.

+ Mắc mạch như hình 7.2:



Hình 7-2.

+ Bật điện nguồn, quan sát hiện tượng trên hai đèn, ghi nhận sự khác nhau khi sáng đèn:

.....

.....

.....

.....

+ Tắt điện nguồn, quan sát hiện tượng trên hai đèn, ghi nhận sự khác nhau khi tắt đèn:

.....

.....

.....

.....

+ Làm lại thí nghiệm vài lần, đánh giá vai trò của cuộn cảm trong nhánh đèn Đ1:

.....

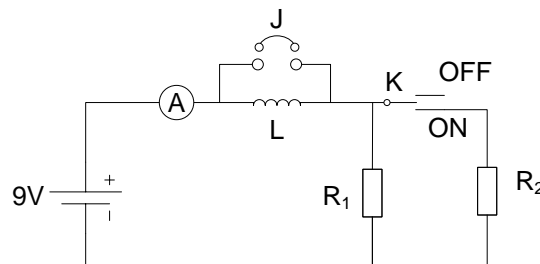
.....

.....

.....

5.1.4. Thực hành 4: Cuộn cảm trong mạch một chiều.

+ Mắc mạch như hình 7.3:



Hình 7-3.

+ Cuộn cảm: L (318mH, 110V). R1, R2= 4,7Ω/20W.

+ Nối tắt J, công tắc K bật tắt vài lần. Quan sát tốc độ thay đổi dòng của đồng hồ đo. Ghi lại kết quả:

.....

.....

.....

.....

- + Ngắt J để mắc cuộn cảm vào sơ đồ. Công tắc K bật tắt vài lần, quan sát tốc độ thay đổi dòng của đồng hồ đo. Ghi lại kết quả.

.....
.....
.....
.....

- + Thay L bằng cuộn cảm có giá trị lớn hơn vào sơ đồ. Công tắc K bật tắt vài lần, quan sát tốc độ thay đổi dòng của đồng hồ đo. Ghi lại kết quả.

.....
.....
.....
.....

- + Kết luận về vai trò cuộn cảm đối với sự thay đổi dòng của mạch:

.....
.....
.....
.....

Báo cáo thực hành:

Sau khi thực hiện xong phần thực hành trên, học viên phải báo cáo các kết quả thực hiện được vào bảng báo cáo thực hành, nhận xét gì? Trả lời các câu hỏi báo cáo và nộp cho giáo viên hướng dẫn.

Câu hỏi báo cáo:

- + Thế nào là một điện kháng được xem là lý tưởng?
- + Độ phẩm chất (Q) của cuộn dây phụ thuộc các yếu tố nào?

BÀI 8: THỰC HÀNH ĐO CÔNG SUẤT VÀ ĐIỆN NĂNG MỘT PHA

1. Mục đích yêu cầu:

Giúp sinh viên làm quen với việc đo điện năng và cách mắc đồng hồ điện năng vào trong mạch điện. Tạo cho sinh viên kỹ năng thao tác lắp mạch.

Hiểu được sự phân bố dòng điện, điện áp và sự thay đổi góc pha do tính chất của tải trong mạch điện phân nhánh và không phân nhánh.

2. Các thiết bị sử dụng khi thực hành:

- + Nguồn xoay chiều một pha.
- + Đèn tròn, tụ, cuộn cảm.
- + Watt kế, ampe kế, volt kế, $\cos\varphi$ kế, công tơ điện một pha.

3. Thời gian:

- + Hướng dẫn : 35 phút.
- + Thực hành : 145 phút.

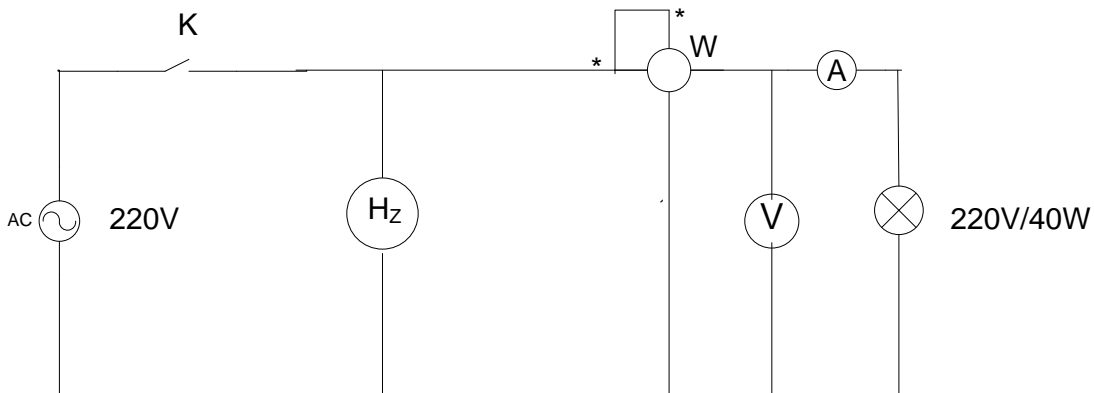
4. Thực hành:

4.1. Thực hành 1: Mạch R – L – C nối tiếp

Lần lượt thí nghiệm với các tải R, R - L, R - L - C.

a. Trường hợp 1: tải R.

- + Mắc mạch điện mạch như hình 8.1:



Hình 8-1.

- + Sau khi giáo viên kiểm tra mạch điện, đóng công tắc cung cấp điện cho mạch.
- + Đọc và đo các thông số dòng, điện áp, công suất, tần số trên mạch. Ghi kết quả vào bảng 1.

Bảng 1a:

I đo	U đo	P đo	f đo	P tính=U.I

- + Tính công suất đèn, so sánh với công suất đọc được từ Watt kế. Nhận xét:

.....

.....

.....

.....

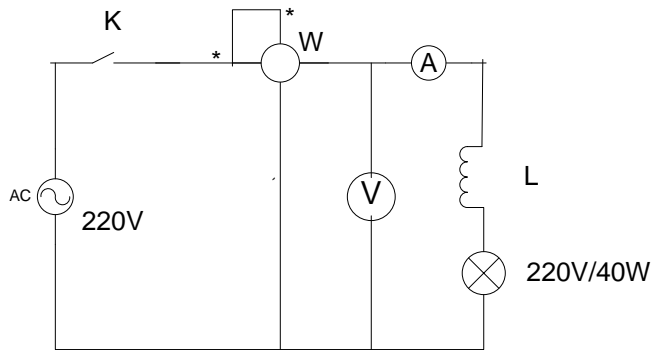
.....

.....

.....

b. Trường hợp 2: tải R – L:

- + Mắc mạch điện mạch như hình 8.2, trong đó cuộn cảm lần lượt là L_1, L_2, L_3 trên bảng thí nghiệm:



Hình 8-2.

- + Sau khi giáo viên kiểm tra mạch điện, đóng công tắc cung cấp điện cho mạch.
- + Đọc và đo các thông số dòng, điện áp, công suất trên mạch. Ghi kết quả vào bảng 1b.

Bảng 1b:

Trường hợp	R-L ₁	R-L ₂	R-L ₃
I đo			
U nguồn			
U _R			
U _L			
P đo			
cosφ			

- + Tính $\cos\varphi = P/U.I$ cho từng trường hợp, ghi kết quả vào bảng 1b:

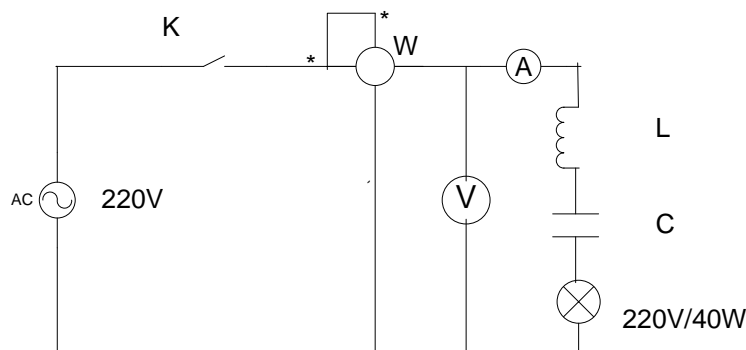
Trường hợp tải R-L₁, $\cos\varphi = \dots\dots\dots$

Trường hợp tải R-L₂, $\cos\varphi = \dots\dots\dots$

Trường hợp tải R-L₃, $\cos\varphi = \dots\dots\dots$

c. Trường hợp 3: tải R – L – C:

- + Mắc mạch điện mạch như hình vẽ, trong đó cuộn dây là L_1 và tụ C lần lượt là C_1 và C_2 trên bảng thí nghiệm.



Hình 8-3

- + Sau khi giáo viên kiểm tra mạch điện, đóng công tắc cung cấp điện cho mạch.
- + Đọc và đo các thông số dòng, điện áp, công suất trên mạch. Ghi kết quả vào bảng 1c.

Bảng 1c:

Trường hợp	R-L ₁ -C ₁	R-L ₁ -C ₂
I đo		
U nguồn		
U _R		
U _L		
U _C		
P đo		

- + Thay đổi giá trị của điện dung (đầu nối tiếp hoặc song song các tụ) hoặc thay đổi giá trị điện cảm (chỉnh khe hở mạch từ của cuộn cảm hoặc đầu nối tiếp các cuộn cảm) sao cho mạch mang tính cảm ($U_L > U_C$). Lấy số liệu ghi vào bảng 1d.
- + Điều chỉnh tụ C hoặc cuộn cảm L để mạch mang tính dung ($U_C > U_L$). Lấy số liệu ghi vào bảng 1d.

Bảng 1d:

Tính chất mạch	Kết quả đo					Ghi chú
	U _{nguồn}	I _t	U _R	U _L	U _C	
Tính cảm						
Tính dung						

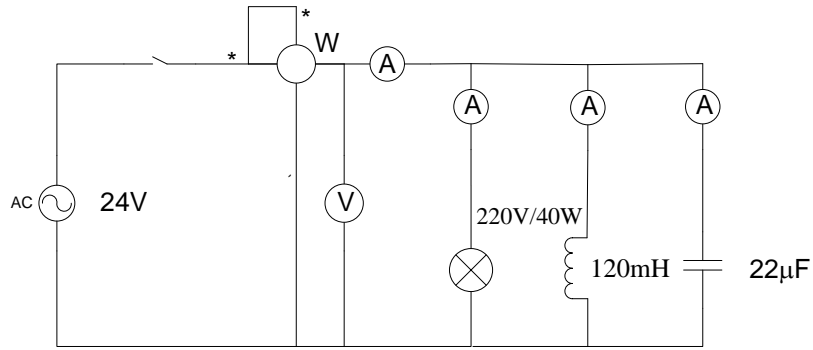
- + Dựa vào kết quả đo được vẽ giản đồ vectơ khi mạch mang tính cảm, mạch mang tính dung.

Giản đồ vectơ khi mạch mang tính cảm.

Giản đồ vectơ khi mạch mang tính dung.

4.2. Thực hành 2: mạch R – L – C song song.

+ Mắc mạch điện như hình 8.4:



Hình 8-4

+ Đọc và đo các thông số dòng, điện áp, công suất trên mạch. Ghi kết quả vào bảng 2.

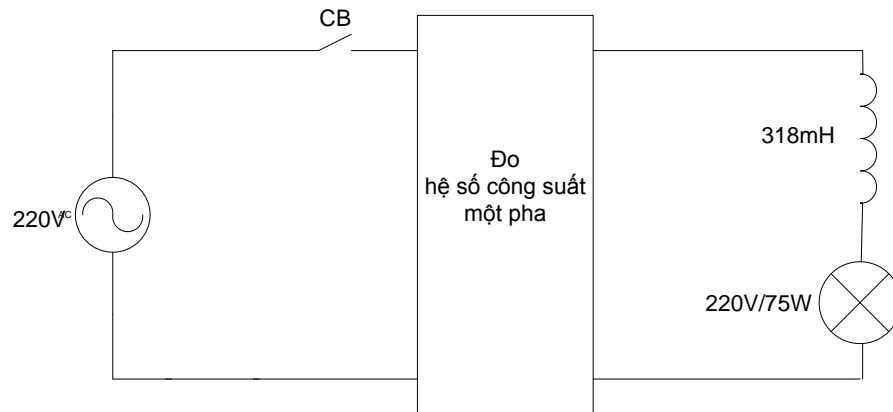
Bảng 2:

I	U	I_R	I_L	I_C	P

+ Dựa vào kết quả đo được vẽ giản đồ vectơ khi R//L₁//C₁.

4.3. Thực hành 3 (*): Đo hệ số cosφ

a. Trường hợp 1: đo hệ số công suất bằng cosφ kế



Hình 8-5

+ CB ở vị trí OFF.

+ Nối mạch điện như hình 8.5.

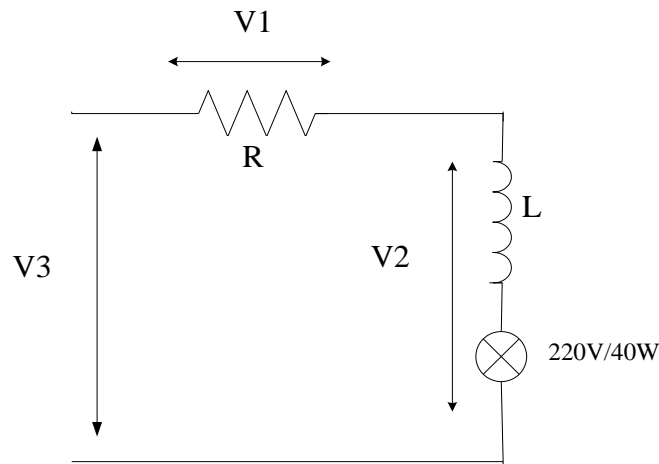
- + Kiểm tra ngắn mạch.
- + Cấp điện vào Panel.
- + Đóng CB.
- + Quan sát số chỉ ở các đồng hồ. Ghi kết quả vào bảng 5.
- + Tiến hành thay đổi tải (đổi các cuộn cảm L). Mỗi lần thay đổi tải quan sát số chỉ ở các đồng hồ. Ghi lại kết quả vào bảng 5.
- + Ngắt điện từ CB.
- + Tính công suất tác dụng, công suất phản kháng, công suất biểu kiến ghi vào bảng.

$$P = \frac{U.I}{\cos \varphi}; Q = \frac{U.I}{\sin \varphi}; S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

Bảng 5:

Đại lượng	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5
U (V)					
I (A)					
cosφ					
P(W)					
Q(VAR)					
S(VA)					

b. Trường hợp 2: Đo hệ số cosφ dùng Volt kế



Hình 8-6

$$\cos \varphi = \frac{V_3^2 - V_1^2 - V_2^2}{2V_2V_1}$$

- + CB ở vị trí OFF.
- + Nối mạch điện như sơ đồ.
- + Kiểm tra ngắn mạch.
- + Cấp điện vào Panel.
- + Đóng CB.
- + Quan sát số chỉ ở các đồng hồ. Ghi kết quả vào bảng 6.
- + Tiến hành thay đổi tải (đổi các cuộn cảm L). Mỗi lần thay đổi tải quan sát số chỉ ở các đồng hồ. Ghi lại kết quả vào bảng 6.
- + Ngắt điện từ CB.

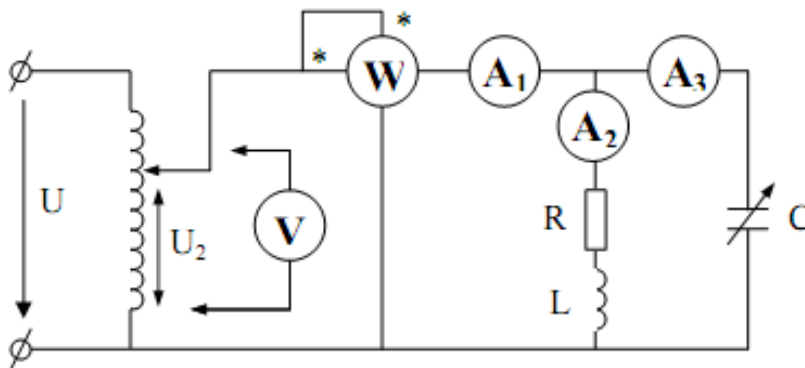
+ Tính hệ số công suất ghi vào bảng 6. $\cos\varphi = \frac{V_3^2 - V_1^2 - V_2^2}{2V_2V_1}$

Bảng 6:

Đại lượng	Lần 1	Lần 2	Lần 3	Lần 4	Lần 5
V_1 (V)					
V_2 (V)					
V_3 (V)					
$\cos\varphi$					

c. Trường hợp 3: Nâng cao $\cos\varphi$ bằng tụ điện (bù bằng tụ điện tĩnh):

+ Sơ đồ thí nghiệm như hình vẽ:



Hình 8-7

+ Khi chưa bù nghĩa là chưa đóng C vào mạch. Đọc các chỉ số trên dụng cụ đo ghi vào bảng 7.

+ Khi bù nghĩa là đóng C vào mạch, điều chỉnh C sao cho dòng điện A_1 chạy qua nhỏ hơn khi chưa bù. Ghi kết quả vào bảng. Điều chỉnh lấy vài trị số của C.

Bảng 7:

Trường hợp	Kết quả đo						Kết quả tính	
	U_2	P	I_1	I_2	I_3	C	C	$\cos\varphi$
Chưa bù								
Bù lần 1								
Bù lần 2								

+ Từ kết quả đo ta tính được:

$$\cos\varphi = \frac{P}{U \cdot I}; \quad \cos\varphi' = \frac{P'}{U' \cdot I'}; \quad C = \frac{P}{U^2 \omega} (\operatorname{tg}\varphi - \operatorname{tg}\varphi')$$

Nhận xét:

.....

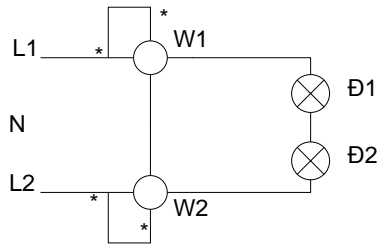
.....

.....

4.4. Thực hành 4: một số trường hợp đặc biệt trong đo công suất.

a. Đo công suất một pha ba dây:

+ Mạch mạch điện như hình vẽ: trong đó nguồn 220/380V, tải 2 đèn 220V/40W nối tiếp.



Hình 8-8

- + Dùng ampe kìm và VOM đo dòng và áp trên các bóng đèn, kết quả ghi vào bảng 8.
- + Đọc công suất trên các watt kế ghi vào bảng 8.

Bảng 8:

I (A)	U _{Đ1} (V)	U _{Đ2} (V)	Tính P _{Đ1} (W)	Tính P _{Đ2} (W)	P ₁ (W)	P ₂ (W)

- + Tính công suất trên từng đèn, so sánh với số chỉ watt kế, nhận xét:

.....

.....

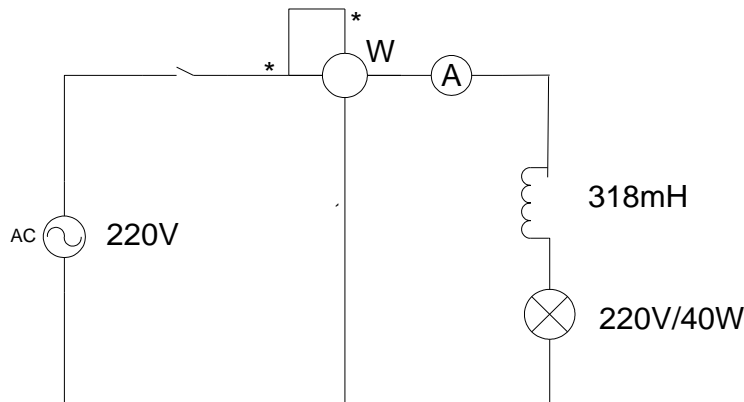
.....

b. Sử dụng Watt kế và Ampe kế đo công suất phản kháng:

- + Công thức tính công suất phản kháng:

Ta có: $Q = UI\sin\varphi$ (Var)

Trong đó: $P = UI\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = \frac{P}{UI} \Rightarrow \sin\varphi = \sqrt{1 - \cos^2\varphi} = \sqrt{1 - \frac{P^2}{U^2I^2}}$



Hình 8-9

- + CB ở vị trí OFF.
- + Nối mạch điện như sơ đồ.
- + Kiểm tra ngắn mạch.
- + Cấp điện vào Panel.
- + Đóng CB.
- + Quan sát số chỉ ở các đồng hồ. Ghi kết quả vào bảng 9.
- + Tiến hành thay đổi tải (đổi các cuộn cảm L). Mỗi lần thay đổi tải quan sát số chỉ ở các đồng hồ. Ghi lại kết quả vào bảng 9.
- + Ngắt điện từ CB.

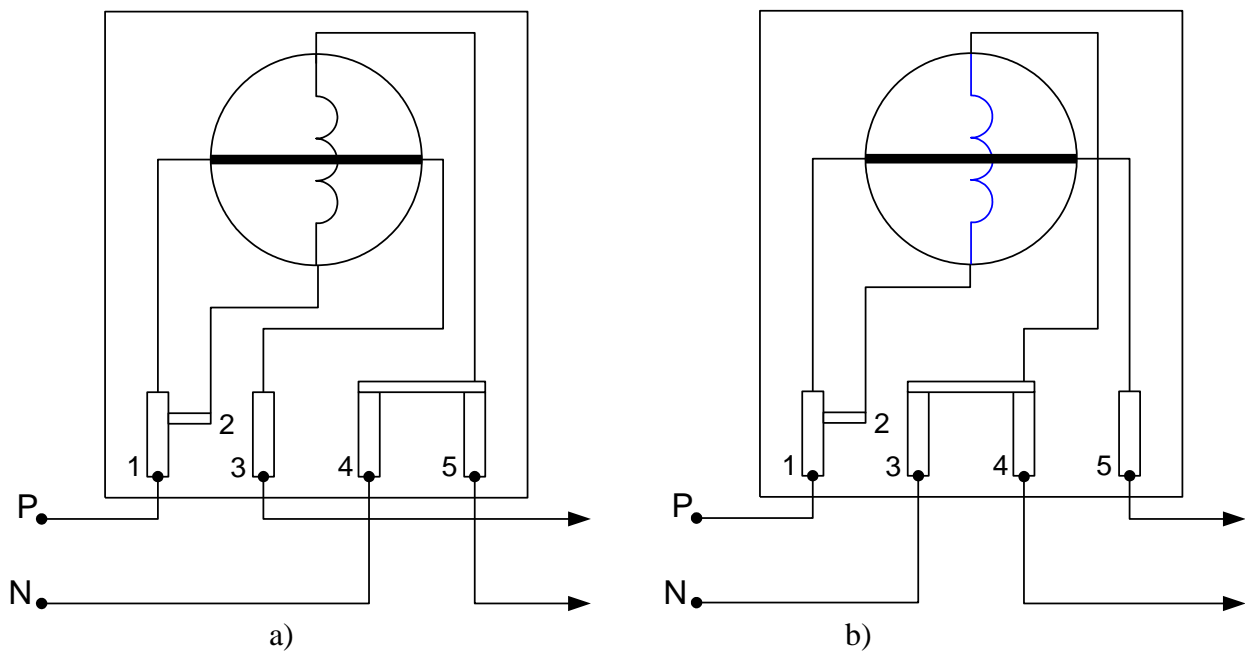
- + Tính công suất phản kháng, công suất biểu kiến ghi vào bảng 9.

Bảng 8:

Đại lượng	L ₁	L ₂	L ₃
U (V)			
I (A)			
cosφ			
P(W)			
Q(VAR)			
S(VA)			

4.5. Thực hành 5: Đo điện năng một pha.

- + Khảo sát điện năng kế trong phòng thực hành, chọn sơ đồ mạch điện thích hợp với nguồn 220VAC và tải là đèn 40-75W.
- + Đọc thông số: “số vòng quay/kWh” trên điện năng kế, ghi vào bảng 9.



Hình 8-10

- + Đóng CB.
- + Đo thời gian đĩa công tơ quay được 1 vòng, ghi vào bảng 10.
- + Ngắt CB.

Bảng 10:

P đèn	Số vòng quay/kWh	Thời gian 1 vòng	Tính P đèn

- + So sánh công suất đèn và công suất tính được, nhận xét:

.....

.....

.....

.....

Báo cáo thực hành:

Sau khi thực hiện xong phần thực hành trên, học viên phải báo cáo các kết quả thực hiện được vào bảng báo cáo thí nghiệm, nhận xét kết quả, trả lời các câu hỏi báo cáo và nộp cho giáo viên hướng dẫn.

Câu hỏi báo cáo:

- + Hãy vẽ sơ đồ đấu dây thực tế của điện năng kế một pha ?
- + Hãy nêu nguyên lý hoạt động của điện năng kế một pha.
- + Ghi lại các thông số của điện năng (một pha). Giải thích các thông số đó.

BÀI 9: THỰC HÀNH ĐO CÔNG SUẤT, HỆ SỐ CÔNG SUẤT VÀ ĐIỆN NĂNG BA PHA

1. Mục đích yêu cầu:

Giúp sinh viên làm quen với việc đo điện năng và cách mắc đồng hồ điện năng vào trong mạch điện. Tạo cho sinh viên kỹ năng thao tác lắp mạch.

Thực hành với động cơ ba pha và các dạng nguồn và tải ba pha.

2. Các thiết bị sử dụng khi thực hành:

- + Nguồn xoay chiều ba pha.
- + Đèn tròn, tụ, cuộn cảm.
- + Watt kế, ampe kế, volt kế, $\cos\phi$ kế, megaohm công tơ điện một và ba pha.
- + Động cơ không đồng bộ rô to lồng sóc ba pha
- + Panel Đo điện năng

3. Thời gian:

- + Hướng dẫn : 35 phút.
- + Thực hành : 145phút.

4. Thực hành:

4.1. Thực hành 1: Thí nghiệm với động cơ 3 pha:

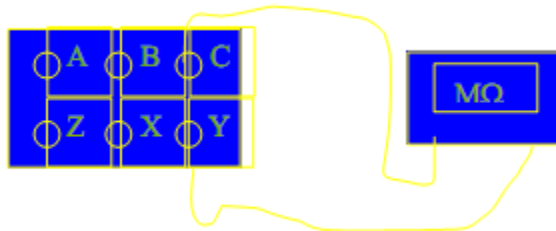
a. Kiểm tra sơ bộ chất lượng một động cơ:

Kiểm tra cơ khí:

- + Dùng tay quay trục động cơ xem có bị kẹt trục, ổ bi có bị rơ, mòn hay không:

.....

Kiểm tra dây quấn



Hình 9-1.

- + Dùng 1 đầu Megaohm nối lần lượt vào từng đầu dây stator (A, B, C) của động cơ, đầu còn lại của Megaohm cho tiếp xúc với vỏ máy (hình 9.1), trị số ghi vào bảng 1a:
- + Nếu điện trở cách điện của dây quấn stator với vỏ động cơ $R_{cd} \geq 0,5 \text{ M}\Omega$ thì đạt yêu cầu.
- + Nếu $R_{cd} = 0 \Omega$, dây quấn stato chạm vỏ phải sửa chữa.

Đo điện trở ba cuộn dây stator:

- + Dùng đồng hồ DVM (đồng hồ số) hay VOM để ở thang đo điện trở để đo điện trở ba cuộn dây AX, BY, CZ. Ghi các giá trị điện trở của ba cuộn dây stator vào bảng 1a:

Bảng 1a:

Đo điện trở cách điện			Đo điện trở cuộn dây		
R_{A-V}	R_{B-V}	R_{C-V}	R_{AX}	R_{BY}	R_{CZ}

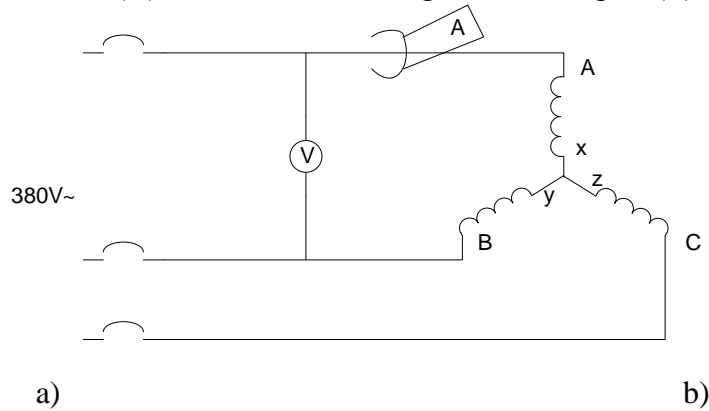
- + Nếu $R_{AX} = R_{BY} = R_{CZ}$ thì tốt.
- + Nếu R_{AX}, R_{BY}, R_{CZ} lệch nhau nhiều thì dây quấn stator bị chạm, có sự cố, phải sửa chữa.

Chú ý:

- + Hai đầu dây của một cuộn có một giá trị điện trở nào đó (khoảng vài ôm tới vài chục ôm). còn hai đầu dây khác cuộn có điện trở bằng ∞ . Ví dụ: AY, BX, CX ... có điện trở bằng ∞

b. Đo dòng điện ba pha động cơ bằng ampe kìm:

- + Mắc mạch điện theo sơ đồ hình vẽ:
- + Hình 9.2a động cơ đấu sao (Y), sinh viên tự vẽ động cơ đấu tam giác (Δ).



Hình 9-2.

- + Sau khi giáo viên kiểm tra mạch điện. Cho động cơ chạy thử.
- + Dùng ampe kìm đo dòng khởi động và dòng không tải động cơ trong hai trường hợp Y và Δ (hình 9.2), ghi kết quả vào bảng 1b.

Bảng 1b:

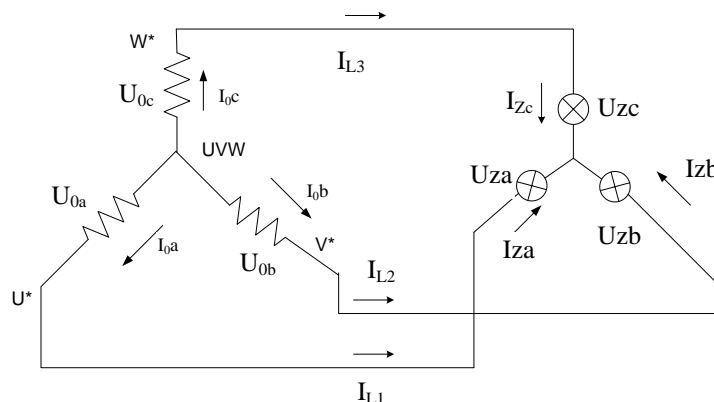
Trường hợp	Dòng khởi động, I_{kd}	Dòng không tải			Điện áp trên các cuộn dây		
		I_A	I_B	I_C	U_{AX}	U_{BY}	U_{CZ}
Đấu Y							
Đấu Δ							

- + Nếu $I_A=I_B=I_C$ và động cơ quay không có tiếng ù là tốt. Cho phép I_A, I_B, I_C lệch nhau 15%.

4.2. Thực hành 2: các dạng nguồn và tải 3 pha.

4.2.1. Kiểu đấu dây Y-Y:

- + Mắc mạch như hình 9.3:



Hình 9-3.

- + Nguồn 3 pha được lấy tại bảng thực hành đo lường điện số 04. Để có nguồn Y: các đầu nối U, V, W nối chung với nhau tạo trung tính; các đầu nối U*, V* và W* nối đến tải. Tải là các đèn đốt tim 75W/250V được nối dạng Y.
- + Dùng VOM và ampe kim đo giá trị dòng, áp trên các pha và dây trên tải, kết quả ghi vào bảng 2a.
- + Lặp lại thí nghiệm với dây nối giữa trung tính nguồn và tải kết quả ghi vào bảng 2a.

Bảng 2a:

Trường hợp	Điện áp pha			Điện áp dây			Dòng điện pha			Dòng điện dây		
	U _U	U _V	U _W	U _{UV}	U _{VW}	U _{WU}	I _{pU}	I _{pV}	I _{pW}	I _{dU}	I _{dV}	I _{dW}
Tải đối xứng, không dây trung tính												
Tải đối xứng, có dây trung tính												
Tải không đối xứng, không dây trung tính												
Tải không đối xứng, có dây trung tính												

- + Dựa vào kết quả đo, kiểm tra quan hệ dòng và áp:

$I_d = I_p$

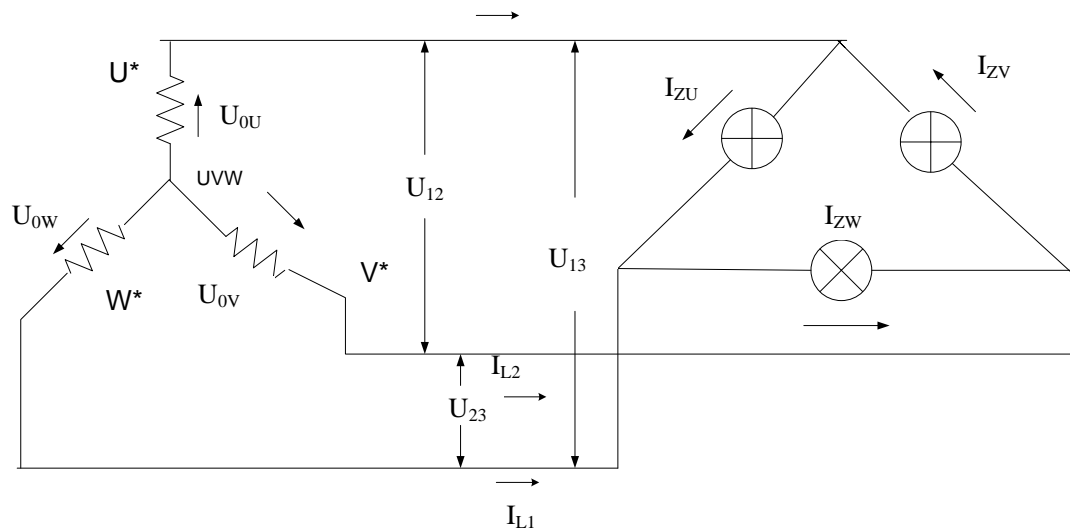
$U_d = \sqrt{3} U_p$

- + Tiến hành thí nghiệm với tải không đối xứng (2 đèn 40W và 1 đèn 75W), trong hai trường hợp có và không có dây trung tính.
- + So sánh kết quả các trường hợp, nhận xét:

.....

4.2.2. Kiểu đấu dây Y-Δ :

- + Mắc mạch như hình 9.4.



Hình 9-4.

- + Nguồn 3 pha được lấy tại bảng thực hành đo lường điện số 04. Để có nguồn Y: các đầu nối U, V, W nối chung với nhau tạo trung tính; các đầu nối U*, V* và W* nối đến tải. Tải là các đèn đốt tim 75W/250V được nối dạng Δ .
- + Dùng VOM và empe kim đo giá trị dòng, áp trên các pha và dây trên tải, kết quả ghi vào bảng 2b:

Bảng 2b:

Điện áp pha			Điện áp dây			Dòng điện pha			Dòng điện dây		
U_U	U_V	U_W	U_{UV}	U_{VW}	U_{WU}	I_{pU}	I_{pV}	I_{pW}	I_{dU}	I_{dV}	I_{dW}

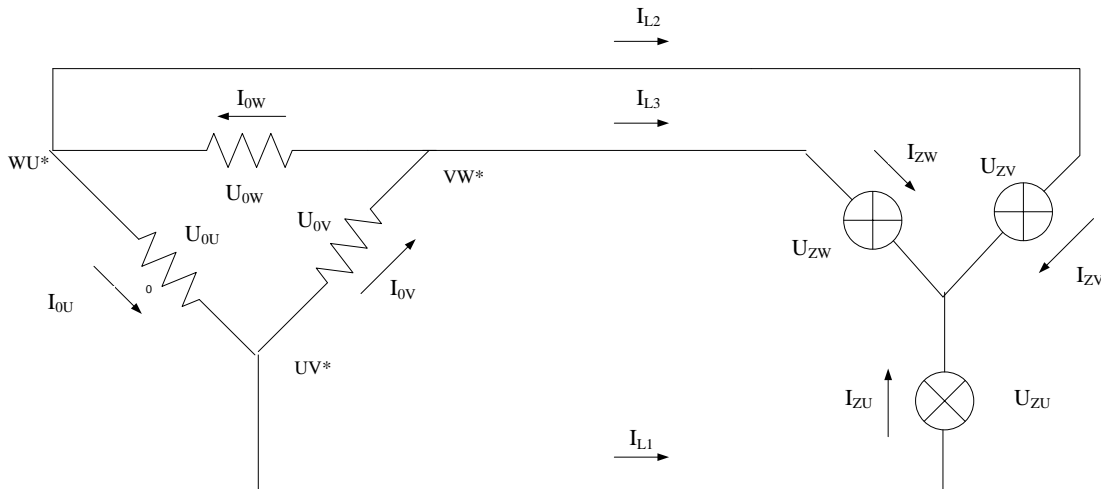
- + Dựa vào kết quả đo, kiểm tra quan hệ dòng và áp:

$$I_d = \sqrt{3} I_p \dots\dots\dots$$

$$U_d = U_p \dots\dots\dots$$

4.2.3. Kiểu đấu dây Δ - Y :

- + Mắc mạch như hình 9.5:



Hình 9-5.

- + Nguồn 3 pha được lấy tại bảng thực hành đo lường điện số 04. Để có nguồn dạng Δ : nối các đầu U với V*, V W* và W với U* các điểm chung này được nối đến tải. Tải là các đèn đốt tim 75W/250V được nối dạng Y.
- + Dùng VOM và empe kim đo giá trị dòng, áp trên các pha và dây trên tải, kết quả ghi vào bảng 2c:

Bảng 2c:

Điện áp pha			Điện áp dây			Dòng điện pha			Dòng điện dây		
U_U	U_V	U_W	U_{UV}	U_{VW}	U_{WU}	I_{pU}	I_{pV}	I_{pW}	I_{dU}	I_{dV}	I_{dW}

- + Dựa vào kết quả đo, kiểm tra quan hệ dòng và áp:

$$I_d = I_p \dots\dots\dots$$

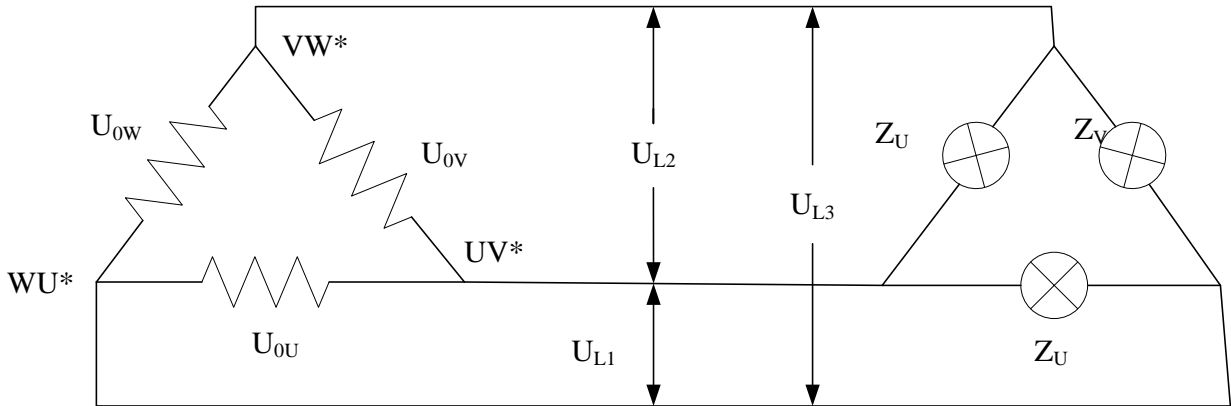
$$U_d = \sqrt{3} U_p \dots\dots\dots$$

+ So sánh điện áp điện áp được cung cấp từ nguồn dạng Y và dạng Δ, giải thích sự khác nhau:

.....

4.2.4. Kiểu đấu dây Δ – Δ

+ Mắc mạch như hình 9.6:



Hình 9-6.

+ Nguồn 3 pha được lấy tại bảng thực hành đo lường điện số 04. Để có nguồn dạng Δ: nối các đầu U với V*, V W* và W với U* các điểm chung này được nối đến tải. Tải là các đèn đốt tim 75W/250V được nối dạng Δ.

+ Dùng VOM và empe kim đo giá trị dòng, áp trên các pha và dây trên tải, kết quả ghi vào bảng 2d:

Bảng 2d:

Điện áp pha			Điện áp dây			Dòng điện pha			Dòng điện dây		
U _U	U _V	U _W	U _{UV}	U _{VW}	U _{WU}	I _{pU}	I _{pV}	I _{pW}	I _{dU}	I _{dV}	I _{dW}

+ Dựa vào kết quả đo, kiểm tra quan hệ dòng và áp:

$I_d = \sqrt{3} I_p$

$U_d = U_p$

4.3. Thực hành 3: đo công suất, hệ số công suất và mất công tơ 3 pha.

+ Mắc mạch điện như hình 9.7: trong đó nguồn điện 3 pha 4 dây 380V được cấp trên bảng thí nghiệm. Tải là động cơ ba pha đấu Y. Đồng hồ cosφ được mắc như hình 9.8.

+ Kiểm tra ngắn mạch.

+ Cấp điện vào Panel. Đóng CB.

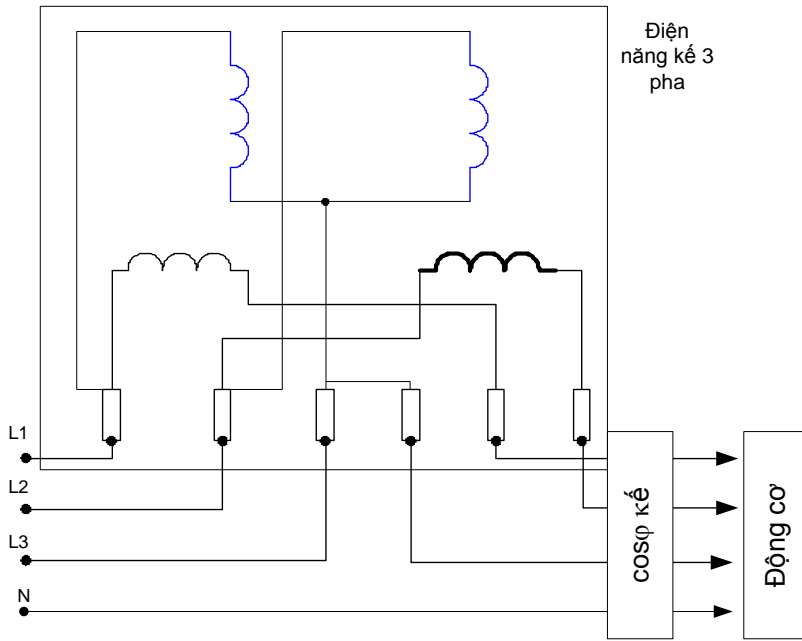
+ Quan sát số chỉ ở các đồng hồ. Ghi kết quả vào bảng 3a.

+ Ghi nhận thời gian đĩa công tơ quay được 1 vòng và số vòng quay/kWh ghi vào bảng 3b.

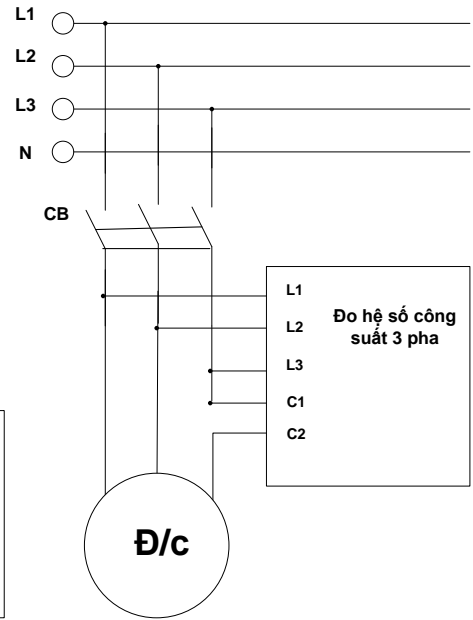
+ Ngắt điện từ CB.

Bảng 3a:

U	I	cosφ	P	Q	S



Hình 9-7.



Hình 9-8

+ Tính công suất tác dụng, công suất phản kháng, công suất biểu kiến ghi vào bảng .

$P =$

$Q =$

$S =$

Bảng 3b:

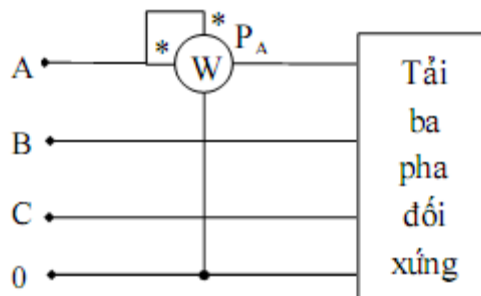
Số vòng quay/kWh	Thời gian 1 vòng	Tính P động cơ không tải

+ Dựa vào số liệu ghi nhận ở bảng 3b, tính công suất tiêu hao động cơ khi không tải:

.....

4.4. Thực hành 4 (*): các cách đo công suất ba pha dùng watt kế một pha.

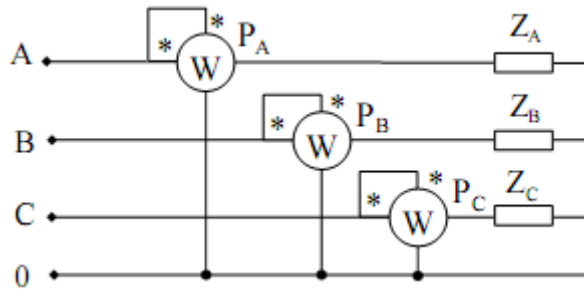
a. Đo công suất mạch ba pha đối xứng có dây trung tính:



Hình 9-9

- + Do dòng điện và điện áp các pha trong mạch ba pha đối xứng bằng nhau, nên để đo công suất mạch ba pha đối xứng chỉ cần đo một pha rồi nhân ba ($P=3.P_A$).

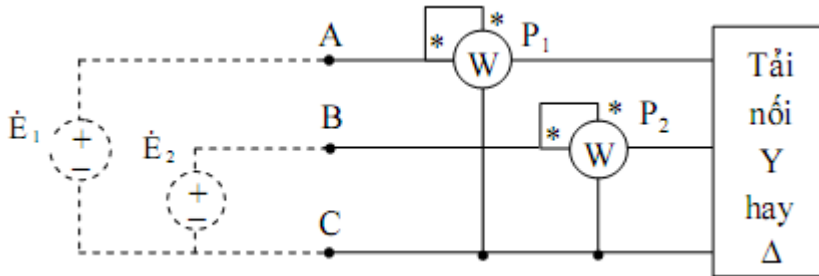
b. Đo công suất mạch ba pha không đối xứng có dây trung tính:



Hình 9-10

- + Trong mạch ba pha không đối xứng có dây trung tính, có thể đo công suất của từng pha rồi cộng lại. Có thể tiến hành đo như hình 9.10, sau đó tính: $P= P_A + P_B + P_C$.

c. Đo công suất mạch ba pha không đối xứng không dây trung tính:



Hình 9-11

- + Đối với mạch ba pha không đối xứng không dây trung tính có thể dùng sơ đồ hai watt kế (hình 9-11) để đo công suất tải. $P= P_1 + P_2$.

Báo cáo thực hành:

Sau khi thực hiện xong phần thực hành trên, học viên phải báo cáo các kết quả thực hiện được vào bảng báo cáo thí nghiệm, nhận xét kết quả, trả lời các câu hỏi báo cáo và nộp cho giáo viên hướng dẫn.

Câu hỏi báo cáo:

- + Hãy vẽ sơ đồ đấu dây thực tế của điện năng kế một pha và ba pha?
- + Hãy nêu nguyên lý hoạt động của điện năng kế một pha.
- + Ghi lại các thông số của điện năng (một pha và ba pha). Giải thích các thông số đó.
- + Điện năng ba pha đang sử dụng có thể dùng để đo điện năng của một tải có tổng công suất là 10kW, điện áp sử dụng của tải là 380V, hệ số công suất của tải là 0.75 được không? Giải thích. (Nếu không, thì phải khắc phục bằng cách nào?)

HƯỚNG DẪN VIẾT BÁO CÁO THỰC HÀNH.

BÀI THÍ NGHIỆM SỐ:

TÊN BÀI THÍ NGHIỆM:

NGÀY THÍ NGHIỆM:.....

THẦY GIÁO HƯỚNG DẪN:

NHÓM:

THÀNH VIÊN:

I. MỤC ĐÍCH THÍ NGHIỆM

II. NỘI DUNG THÍ NGHIỆM

III. TÍNH TOÁN CÁC THAM SỐ

Tính toán các tham số như trong tài liệu đã hướng dẫn và ghi vào bảng.

Vẽ các đặc tính có hướng dẫn trong tài liệu.

Trả lời các câu hỏi.

IV. KẾT LUẬN

Nêu các nhận xét, nhất là từ lý thuyết đến thực nghiệm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. *Hướng dẫn thực tập điện cơ bản* – Phân viện nghiên cứu điện tử - Tin học – Tự động hóa TpHCM.
2. *Tài liệu hướng dẫn thí nghiệm Kỹ thuật điện* – Khoa điện – Đại học Bách khoa Tp HCM.
3. *Bài giảng kỹ thuật điện* – Nguyễn Tuấn Hùng – Đại học Thủy sản Nha Trang.
4. *Giáo án Kỹ thuật đo lường* – Lê Quốc Huy – Đại học Bách khoa Đà Nẵng.