



SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Thí nghiệm điện kỹ thuật

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

TRẦN THỊ HÀ

GIÁO TRÌNH
THÍ NGHIỆM ĐIỆN KỸ THUẬT

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2007

Lời giới thiệu

Nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm đưa Việt Nam trở thành nước công nghiệp văn minh, hiện đại.

Trong sự nghiệp cách mạng to lớn đó, công tác đào tạo nhân lực luôn giữ vai trò quan trọng. Báo cáo Chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam tại Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX đã chỉ rõ: “Phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp công nghiệp hóa, hiện đại hóa, là điều kiện để phát triển nguồn lực con người - yếu tố cơ bản để phát triển xã hội, tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững”.

Quán triệt chủ trương, Nghị quyết của Đảng và Nhà nước và nhận thức đúng đắn về tầm quan trọng của chương trình, giáo trình đối với việc nâng cao chất lượng đào tạo, theo đề nghị của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, ngày 23/9/2003, Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ-UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện đề án biên soạn chương trình, giáo trình trong các trường Trung học chuyên nghiệp (THCN) Hà Nội. Quyết định này thể hiện sự quan tâm sâu sắc của Thành ủy, UBND thành phố trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực Thủ đô.

Trên cơ sở chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành và những kinh nghiệm rút ra từ thực tế đào tạo, Sở Giáo dục và Đào tạo đã chỉ đạo các trường THCN tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình một cách khoa học, hệ

thống và cập nhật những kiến thức thực tiễn phù hợp với đối tượng học sinh THCS Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCS ở Hà Nội, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường có đào tạo các ngành kỹ thuật - nghiệp vụ và đồng đảo bạn đọc quan tâm đến vấn đề hướng nghiệp, dạy nghề.

Việc tổ chức biên soạn bộ chương trình, giáo trình này là một trong nhiều hoạt động thiết thực của ngành giáo dục và đào tạo Thủ đô để kỷ niệm "50 năm giải phóng Thủ đô", "50 năm thành lập ngành" và hướng tới kỷ niệm "1000 năm Thăng Long - Hà Nội".

Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội chân thành cảm ơn Thành ủy, UBND, các sở, ban, ngành của Thành phố, Vụ Giáo dục chuyên nghiệp Bộ Giáo dục và Đào tạo, các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành, các giảng viên, các nhà quản lý, các nhà doanh nghiệp đã tạo điều kiện giúp đỡ, đóng góp ý kiến, tham gia Hội đồng phản biện, Hội đồng thẩm định và Hội đồng nghiệm thu các chương trình, giáo trình.

Đây là lần đầu tiên Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình. Dù đã hết sức cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, bất cập. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để từng bước hoàn thiện bộ giáo trình trong các lần tái bản sau.

GIÁM ĐỐC SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

Bài mở đầu

Trong các chương trình môn học, thí nghiệm giữ một vai trò quan trọng trong việc củng cố lại các kiến thức lý thuyết đã học. *Thí nghiệm điện kỹ thuật* cũng có những mục đích như vậy.

Dựa vào chương trình lý thuyết điện kỹ thuật mà học sinh các trường trung học chuyên nghiệp đã được học, kết hợp với phần lý thuyết và các thiết bị được viện trợ, chúng tôi đã biên soạn ra 17 bài thí nghiệm điện kỹ thuật.

Kết cấu của mỗi bài thí nghiệm bao gồm 6 phần:

1. Mục tiêu mà mỗi học sinh phải đạt được sau khi tiến hành thí nghiệm.
2. Nhắc lại những kiến thức lý thuyết cơ bản có liên quan đến bài thí nghiệm.
3. Các thiết bị, vật tư dùng trong bài thí nghiệm.
4. Quy trình thực hiện bài thí nghiệm.
5. Tóm tắt những kiến thức cơ bản mà học sinh cần phải nhớ sau khi thực hiện xong thí nghiệm.
6. Bài tập về nhà

Với 17 bài thí nghiệm, học sinh sẽ phải sử dụng thành thạo các dụng cụ đo thông dụng của nghề điện để làm thí nghiệm; lấy các thông số kỹ thuật cơ bản của mạch điện; xây dựng các đặc tính v.v.

Ngoài ra, trong quá trình làm thí nghiệm, học sinh còn được rèn luyện thêm về kỹ năng tự đọc và nghiên cứu tài liệu, biết rút ra những kết luận quan trọng, củng cố thêm những kiến thức đã tiếp thu trong các giờ học lý thuyết của môn Điện kỹ thuật.

Trước khi tiến hành thí nghiệm, học sinh phải được học môn An toàn điện. Tài liệu thí nghiệm nên được nghiên cứu trước để học sinh có thời gian tìm đọc các tài liệu có liên quan.

Trong khi thực hiện thí nghiệm, học sinh cần nắm vững các bước thực hiện; thận trọng khi sử dụng các dụng cụ đo. Nếu có phần nào chưa rõ, phải hỏi giáo viên hướng dẫn thí nghiệm. Các thông số đo được khi thí nghiệm, cần ghi ngay

vào phần trống sau mỗi bước của quy trình. Để rút ngắn thời gian làm thí nghiệm, phần giải thích nên để làm ngoài giờ.

Sau khi tiến hành thí nghiệm, tất cả các nguồn điện đều phải để ở vị trí ngắt. Các thiết bị, đồng hồ đo đều phải được xếp đặt lại một cách gọn gàng; các dây nối phải được buộc lại một cách gọn ghẽ để chuẩn bị cho giờ thí nghiệm tiếp sau.

Để đạt được hiệu quả cao trong giờ thí nghiệm, các ca thí nghiệm nên chia từ 3-4 nhóm, mỗi nhóm từ 2-3 học sinh. Tùy theo số thiết bị có trong phòng thí nghiệm mà các nhóm có thể thực hiện các bài thí nghiệm theo các thứ tự khác nhau mà không ảnh hưởng đến chất lượng học tập.

Bài 1

ĐỊNH LUẬT OHM

1. Mục tiêu

- Xác định mối quan hệ giữa điện áp, dòng điện và điện trở trong mạch điện.
- Học thuộc Định luật Ohm thông qua các bài tập.

2. Ôn tập các kiến thức cơ bản

2.1. Điện áp

Khi có dòng điện chạy trong mạch điện sẽ có trường điện từ, tạo ra điện thế tại các điểm khác nhau trong mạch điện và các lực hút và lực đẩy. Điện áp là hiệu điện thế giữa hai điểm trong điện trường. Có thể so sánh như nước chuyển động trong ống: nước sẽ chảy từ nơi có áp suất cao đến nơi có áp suất thấp.

Điện áp có ký hiệu là U ; đơn vị đo điện áp là Vôn (V).

2.2. Dòng điện

Dòng điện trong dây dẫn là dòng chuyển dời có hướng của các Electron. Hướng chuyển động của các Electron sẽ quyết định đến chiều của dòng điện trong mạch điện.

Dòng điện có ký hiệu là I ; đơn vị đo cường độ dòng điện là Ampe (A).

2.3. Điện trở

Điện trở là sự cản trở dòng điện. Nó gần giống như quan hệ giữa sự chuyển động của nước trong ống nước với đường kính của ống. Đường kính của ống càng nhỏ thì sự cản trở chuyển động của nước càng lớn.

Điện trở có ký hiệu là R ; đơn vị đo điện trở là Ohm (Ω).

Nếu đặt vào hai đầu dây dẫn một điện áp là 1V, dòng điện chạy trong dây dẫn là 1A thì điện trở của dây dẫn đó là 1Ω .

Mối quan hệ giữa dòng điện, điện áp và điện trở được thể hiện qua Định luật Ohm:

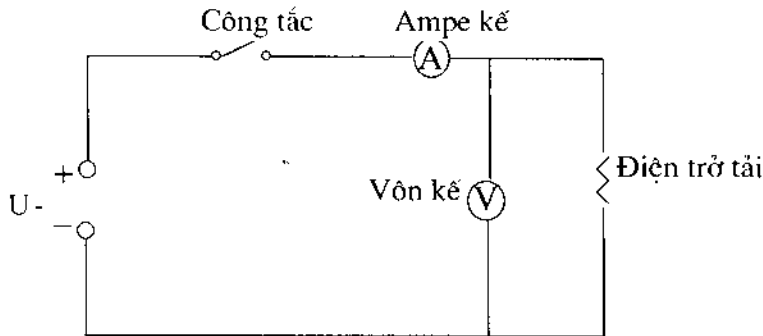
$$I = \frac{U}{R} \text{ (V)}$$

$$U = I.R \text{ (A)}$$

$$R = \frac{U}{I} \text{ (\Omega)}$$

Định luật Ohm không những chỉ áp dụng cho dòng một chiều mà còn được áp dụng cho cả dòng xoay chiều.

Điện áp một chiều được đặt vào một điện trở tải được thể hiện trong hình 1.1.



Hình 1.1. Mạch điện một chiều

2.4. Nguồn điện

Nguồn điện là nguồn duy trì dòng điện trong mạch điện.

Công suất của nguồn điện có ký hiệu là P; đơn vị đo nguồn điện là Watt (W)

Công thức tính công suất của nguồn điện một chiều là:

$$P = I^2 . R = U . I = \frac{U^2}{R} \text{ (W)}$$

Chú ý: Đối với dòng xoay chiều thì không những chỉ có công suất tác dụng P(W) mà còn có cả công suất phản kháng Q (VAr)

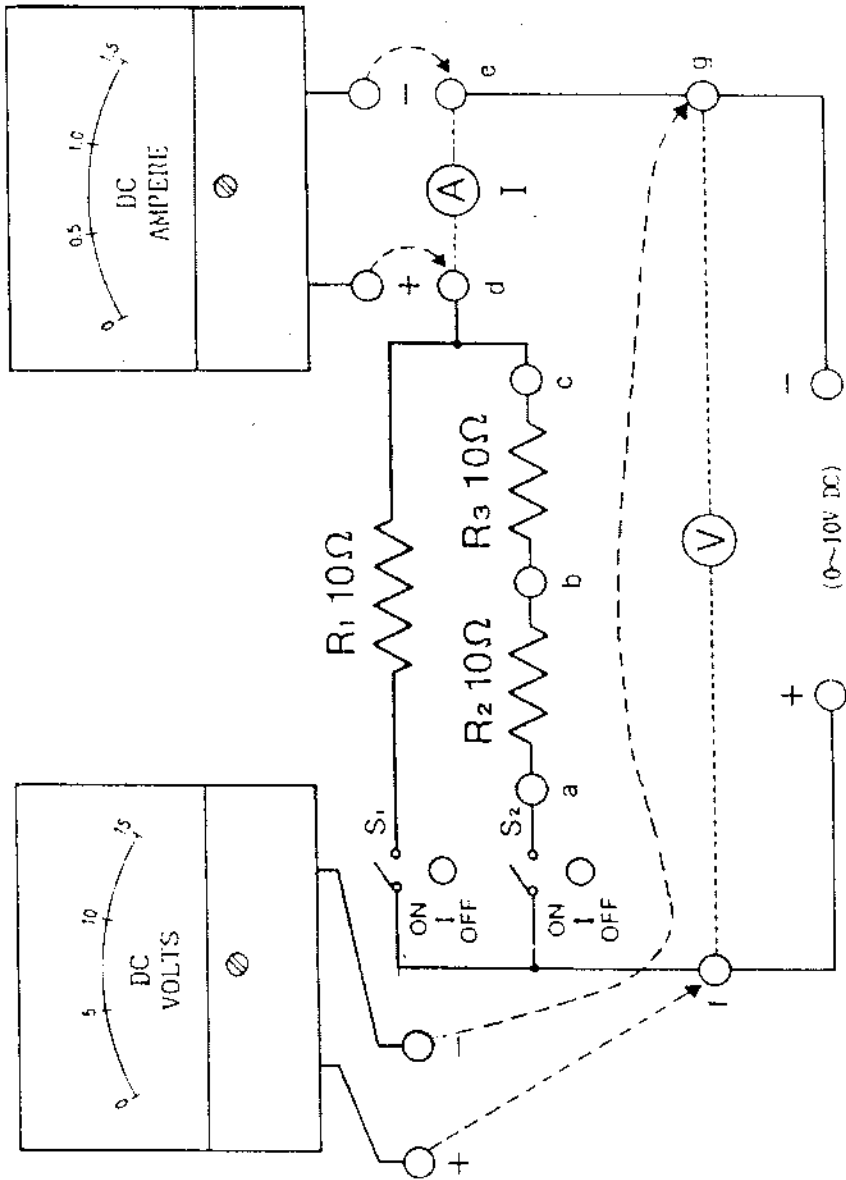
$$P = U . I . \cos\varphi \text{ (W)}$$

$$Q = U . I . \sin\varphi \text{ (VAr)}$$

3. Vật tư - thiết bị dùng cho bài thí nghiệm

- Bàn thí nghiệm.
- Bảng thí nghiệm số N⁰ - 01: ĐỊNH LUẬT OHM

- Nguồn một chiều 0V-10V - Dòng điện lớn nhất là 2A.
- Đồng hồ vạn năng hiện số.
- Dây nối.



Hình 1.2. Bảng N°-01: Thí nghiệm về Định luật Ohm

4. Quy trình thực hiện

1. Lắp bảng thí nghiệm N⁰- 01 lên bàn thí nghiệm.
2. Đặt công tắc S₁ và S₂ ở vị trí OFF.
3. Điều chỉnh điện áp nguồn tới 10V (kiểm tra bằng đồng hồ vạn năng hiện số) và nối đến cực dấu (+) và (-) của bảng thí nghiệm.
4. Xem hình 1.2 nối Ampe kế đến vị trí đánh dấu (A) và Vôn kế đến vị trí đánh dấu (V) trên bảng thí nghiệm. Vôn kế trên bảng phải chỉ 10V.
5. Bật công tắc S₁ sang vị trí ON để đưa điện trở 10Ω vào mạch. Đọc số chỉ của Ampe kế lắp trên bảng. Kiểm tra lại bằng định luật Ohm. Hãy điền trị số đo và tính được vào bảng sau:

Giá trị đo và tính toán	Vị trí của S ₁	
	ON	OFF
U		
R		
I		

6. Bật công tắc S₁ sang vị trí OFF và công tắc S₂ sang vị trí ON. Hãy đọc số chỉ của Ampe kế. Kiểm tra xem có đúng với giá trị tính toán không?

7. Bật lại công tắc S₁ sang vị trí ON và S₂ sang vị trí OFF. Thay đổi điện áp một chiều đầu vào tương ứng với các giá trị 2V, 3V, 5V; kiểm tra xem dòng điện có biến đổi tuân theo định luật Ohm hay không? Điền trị số dòng điện đo được vào bảng sau:

U (V)	2 V	3 V	5 V
I (A)			

8. Giữ nguyên sơ đồ ở bước 7, điều chỉnh điện áp đầu vào sao cho Ampe kế trên bảng chỉ 1A. Dùng đồng hồ vạn năng hiện số đo điện áp rơi trên Ampe kế. Nhận xét về giá trị đo được.

Chú ý: Phải chuẩn bị đồng hồ đo trước, rồi mới đóng điện. Thời gian đo càng nhanh càng tốt.

9. Tính công suất tiêu thụ của mạch khi điện trở tải là 10Ω và 20Ω; điện áp là 10V thông qua giá trị đo của dòng điện trong từng trường hợp. Kiểm nghiệm lại mối quan hệ và điền các trị số tính toán được vào bảng sau:

$$P = U^2 / R = I^2 \times R = U \times I$$

R (Ω)	U = 10V	
	I (A)	P (W)
10Ω		
20Ω		

5. Tóm tắt

- Dòng điện xuất hiện trong mạch điện là do có điện áp đặt trên một điện trở.
- Hiện tượng ngắn mạch là khi điện trở bằng không; điện trở bằng vô cùng là hiện tượng hở mạch.
- Với cùng một điện trở, dòng điện trong mạch tỷ lệ thuận với điện áp đặt trên điện trở đó.
- Công suất trên điện trở sẽ tăng gấp 4 lần nếu dòng điện hay điện áp tăng gấp đôi.

Bài tập thực hành

1. Phát biểu Định luật Ohm trong mạch điện xoay chiều. Viết biểu thức.
2. Hãy giải thích tại sao trong mạch điện một chiều, khi dòng điện tăng gấp đôi thì công suất lại tăng gấp 4 lần.
3. Hãy đo điện trở và dòng điện qua các điện trở mẫu bằng đồng hồ vạn năng hiện số khi U nguồn = 30V. Ghi kết quả đo được vào bảng và căn cứ vào số liệu đó để dựng đồ thị biểu diễn quan hệ giữa điện trở và dòng điện.

Điện trở	U nguồn = 30V	
	Điện trở đo được	Dòng điện đo được
R ₁		
R ₂		
R ₃		
R ₄		
R ₅		

Bài 2

ĐỊNH LUẬT KIRCHHOFF

1. Mục tiêu

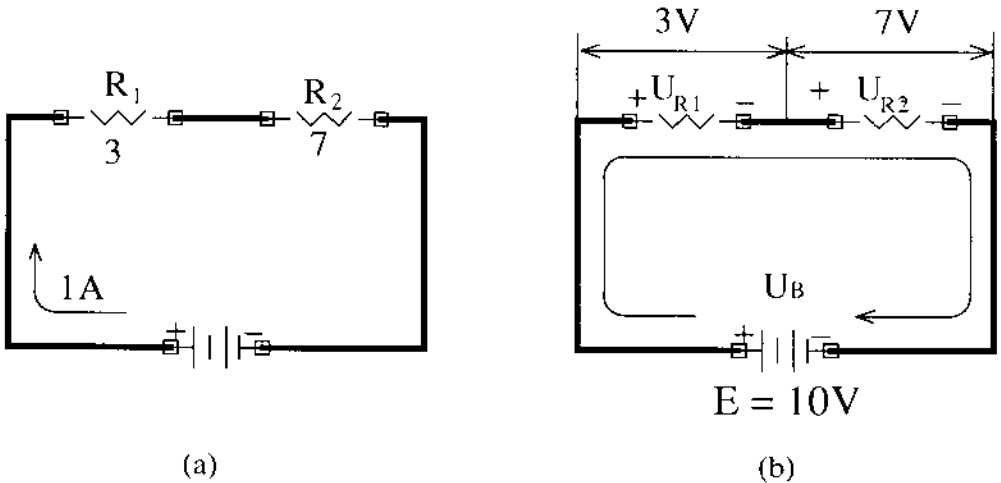
Thuộc các định luật Kirchhoff trong mạch điện một chiều.

2. Ôn tập các kiến thức cơ bản

2.1. Định luật Kirchhoff viết cho điện áp

Định luật Kirchhoff viết cho điện áp đi theo một vòng kín (với chiều tùy ý), tổng đại số các điện áp rơi trên các phần tử bằng tổng đại số các sức điện động có trong mạch vòng đó.

$$\sum u = \sum e$$



Hình 2.1. Định luật Kirchhoff viết cho điện áp

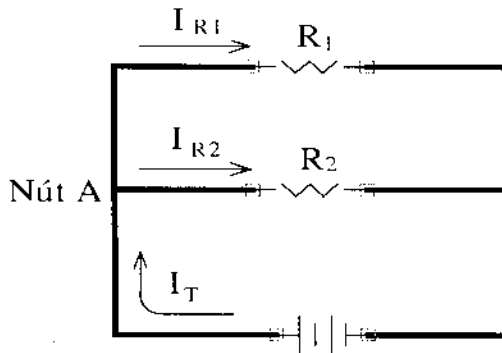
Trong hình 2.1, sức điện động nguồn cung cấp là 10V và điện áp rơi trên các điện trở R_1 và R_2 là 3V và 7V.

Do đó: $10V = 3V + 7V$

2.2. Định luật Kirchhoff viết cho dòng điện

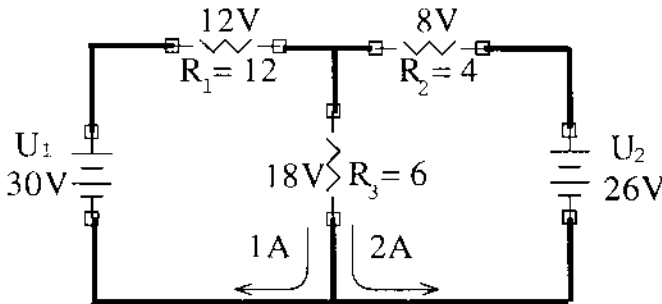
- Điểm nối chung hay điểm A trên hình vẽ được gọi là điểm nút.
- Tổng dòng điện đi vào điểm nút sẽ bằng tổng dòng điện đi ra khỏi điểm nút đó.
- Khi sử dụng chiều mũi tên đánh dấu chiều dòng điện thì tại các điểm nút, dòng điện đi vào điểm nút mang dấu dương và dòng điện đi ra khỏi điểm nút mang dấu âm; tổng đại số của tất cả các dòng điện tại điểm nút sẽ bằng không.

$$I_T = I_{R1} + I_{R2}$$



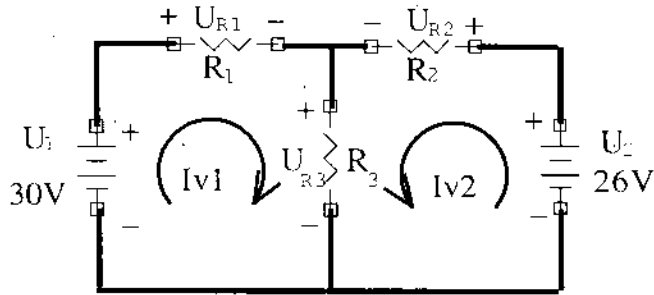
Hình 2.2. Định luật Kirchhoff viết cho dòng điện

- Quan sát dòng điện chạy trong mạch có hai nguồn cung cấp như hình 2.3, tính dòng điện, điện áp rơi trên mỗi điện trở.



Hình 2.3. Ví dụ áp dụng về định luật Kirchhoff viết cho dòng điện

Để giải quyết bài toán có hai nguồn cung cấp, phải biết rằng bài toán được tạo ra từ hai mạch vòng độc lập như trong hình 2.4.



Hình 2.4. Mô tả hai mạch vòng độc lập theo ví dụ của hình 2.3

- Đối với mạch vòng bên trái:

$$U_1 - U_{R_1} - U_{R_3} = 0$$

Trong đó $U_{R_1} = I_1 \cdot R_1$

$$U_{R_3} = R_3 (I_1 + I_2)$$

Vì thế: $U_1 - I_1 R_1 - U_{R_3} = 0$

Vậy: $U_1 - R_1 I_1 - R_3 (I_1 + I_2) = 0$

$$-I_1 (R_1 + R_3) - I_2 R_3 = -U_1 \quad (1)$$

- Đối với mạch vòng bên phải:

$$U_2 - U_{R_2} - U_{R_3} = 0$$

Trong đó $U_{R_2} = I_2 \times R_2$

$$U_{R_3} = R_3 (I_1 + I_2)$$

Vì thế: $U_2 - I_2 R_2 - U_{R_3} = 0$

Vậy: $U_2 - I_2 R_2 - R_3 (I_1 + I_2) = 0$

$$-I_2 (R_2 + R_3) - I_1 R_3 = -U_2 \quad (2)$$

Thay $R_1 = 12\Omega$, $R_2 = 4\Omega$ và $R_3 = 6\Omega$ vào công thức (1), ta có:

$$-I_1 (12\Omega + 6\Omega) - I_2 6\Omega = -30V$$

$$-18\Omega I_1 - 6\Omega I_2 = -30V \quad (3)$$

Tương tự như vậy, từ công thức (2) ta có:

$$-I_2 (4\Omega + 6\Omega) - I_1 6\Omega = -26V$$

$$-6\Omega I_1 - 10\Omega I_2 = -26V \quad (4)$$

Giải hai phương trình (3) và (4) ta sẽ có $I_1 = 1A$ và $I_2 = 2A$

Trong đó $U_{R1} = I_1 R_1$

$U_{R2} = I_2 R_2$

$U_{R3} = (I_1 + I_2) R_3$

3. Vật tư - thiết bị dùng cho bài thí nghiệm

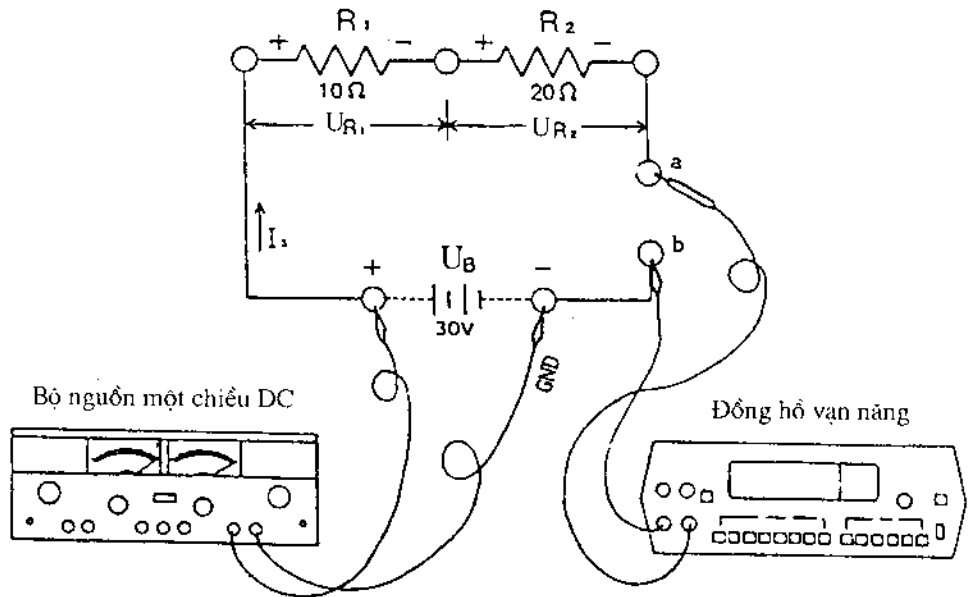
- Bàn thí nghiệm.
- Bảng thí nghiệm số N⁰-02: ĐỊNH LUẬT KIRCHHOFF (hình 2.5).
- Nguồn một chiều: 2 cái.
- Đồng hồ vạn năng: 2 cái
- Dây nối.

4. Quy trình thực hiện

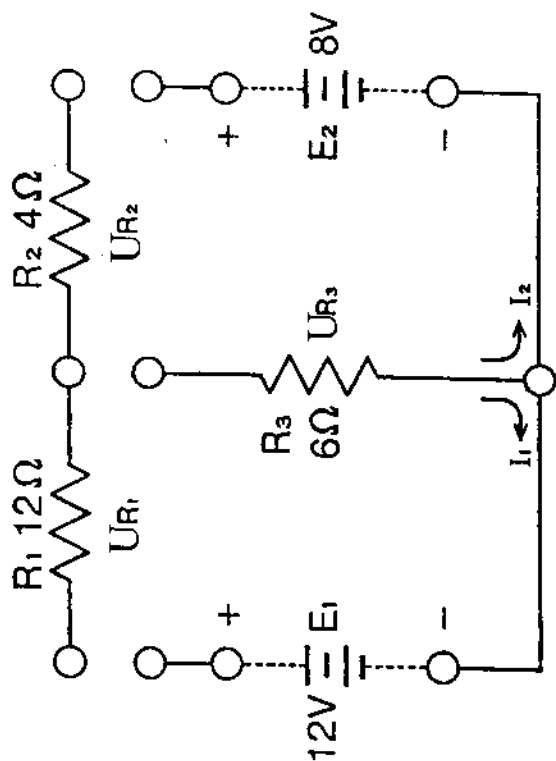
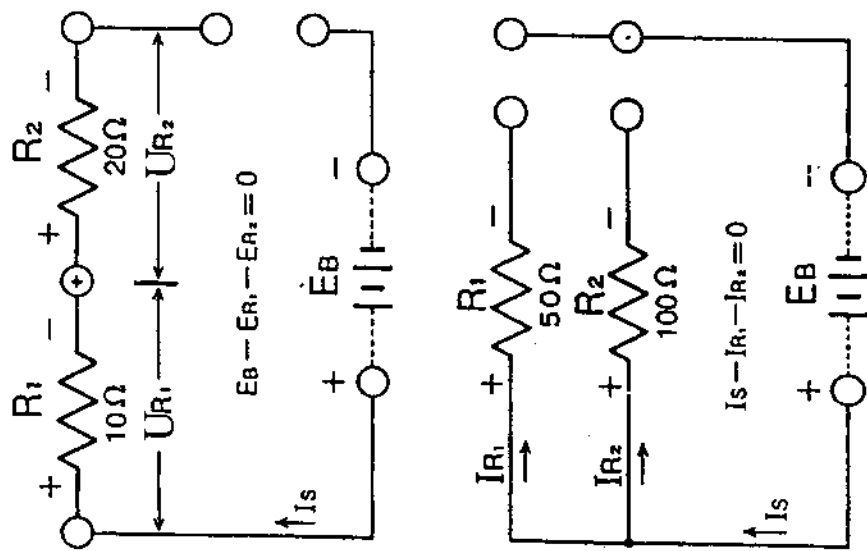
* Định luật Kirchhoff viết cho điện áp (Định luật Kirchhoff 2)

1. Lắp bảng số N⁰ - 02 lên bàn thí nghiệm.

2. Điều chỉnh nguồn một chiều DC đến 30V (do bằng đồng hồ vạn năng hiện số) xem hình 2.6. Nối nguồn DC đến cực dương và cực âm của mạch điện phía góc bên trái bảng. Đặt đồng hồ vạn năng ở thang đo dòng điện 2A (hoặc 10A) một chiều và nối chúng với cọc dấu “a” và “b”. Đo dòng I_s .



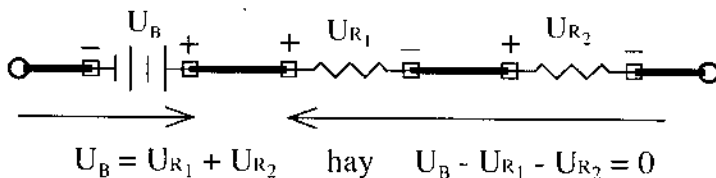
Hình 2.6. Sơ đồ nối dây cho bài thí nghiệm định luật Kirchhoff 2



Hình 2.5. Bảng N⁰-02: Thí nghiệm về định luật Kirchhoff

3. Sử dụng đồng hồ vạn năng khác đo điện áp rơi trên điện trở R_1 và R_2 .
Viết phương trình cho U_B (chú ý đến cực tính của các U_B, U_{R_1}, U_{R_2}).

Chú ý: Cả ba điện áp trong mạch được phân bố như hình sau:

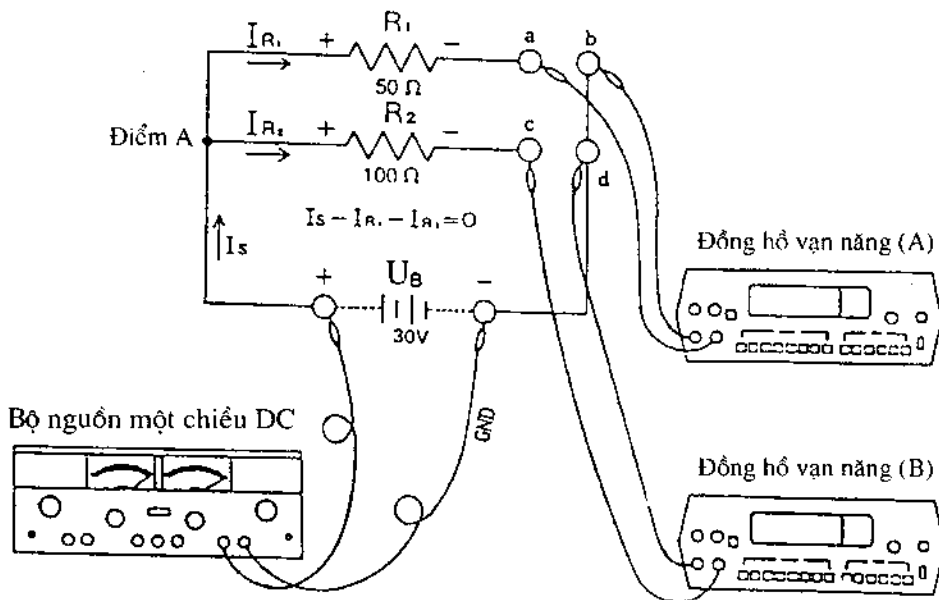


Hình 2.7. Chiều điện áp rơi trên điện trở

4. Từ giá trị dòng đo được I_S , tính toán và kiểm tra các giá trị điện áp U_{R_1}, U_{R_2} đo được ở bước 3.

* Định luật Kirchhoff viết cho dòng điện (Định luật Kirchhoff I)

5. Sắp xếp lại các đồng hồ đo và thiết bị như hình 2.8. Điều chỉnh nguồn cung cấp một chiều đến 30V và đặt đồng hồ vạn năng ở thang đo dòng điện 2A (hoặc 10A) một chiều. Đo dòng I_{R_1} và I_{R_2} .

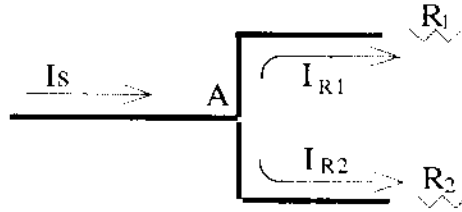


Hình 2.8. Sơ đồ nối dây cho bài thí nghiệm định luật Kirchhoff I

6. Sử dụng giá trị đo I_{R1} và I_{R2} , viết phương trình thể hiện mối quan hệ giữa I_S , I_{R1} và I_{R2} . Kiểm tra các giá trị vừa đo được với giá trị tính toán I_S .

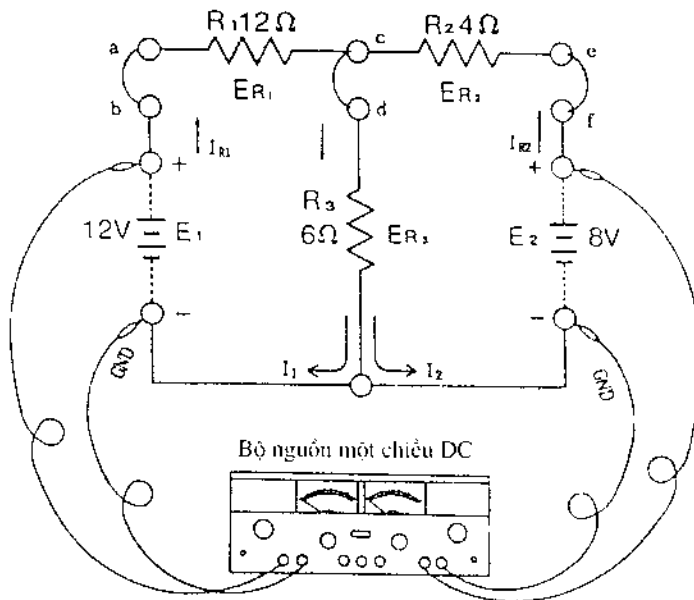
Ghi nhớ: Định luật Kirchhoff viết cho dòng điện tại nút A:

$$I_S = I_{R1} + I_{R2}$$



* Thí nghiệm cho mạch có nhiều nguồn cung cấp

7. Nối hai nguồn 8V và 12V vào U_1 và U_2 như hình vẽ 2.9. Chú ý cực tính của các nguồn một chiều. Hãy đo các giá trị của U_{R1} , U_{R2} và U_{R3} .



Hình 2.9. Sơ đồ đấu dây cho bài thí nghiệm mạch có hai nguồn cung cấp

8. Sử dụng đồng hồ vạn năng hiện số, đo dòng điện chạy qua hai điểm a-b (I_{R1}); c-d (I_{R3}) và e-f (I_{R2}). Khi đo dòng điện chạy qua mỗi phần tử, chú ý cực tính.

I_{R1}	I_{R2}	I_{R3}

9. Kiểm tra lại kết quả theo công thức 1 và 2 trong phần “Ôn tập các kiến thức cơ bản”. Chú ý rằng I_{R_1} và I_{R_2} trong hình 2.9 là tương tự như I_1 và I_2 trong công thức.

5. Tóm tắt

- Cực tính của nguồn và điện áp rơi trên tải là ngược nhau trong một mạch vòng kín.

- Khi có nhiều nguồn cung cấp, giá trị của điện áp tổng sẽ tăng lên làm tăng điện áp rơi trên các phần tử.

- Trong mạch hình T (hình 2.9), dòng điện chạy qua R_3 gồm hai thành phần: dòng I_1 do nguồn U_1 cung cấp, dòng I_2 do nguồn U_2 cung cấp.

Vì vậy điện áp rơi trên R_3 là: $(I_1 + I_2) R_3$

Bài tập thực hành

1. Trong bảng thí nghiệm về định luật Kirchhoff viết cho điện áp, hãy viết phương trình của định luật Kirchhoff và đo các giá trị của U_{R_1} , U_{R_2} , I_S khi điện áp nguồn thay đổi. Điền vào bảng sau:

U_B (V)	U_{R_1} (V)	U_{R_2} (V)	I_S (A)
15			
18			
24			
27			
30			

2. Trong bảng thí nghiệm về định luật Kirchhoff viết cho dòng điện, hãy đo các giá trị của I_{R_1} , I_{R_2} , I_S khi điện áp nguồn thay đổi. Điền vào bảng sau:

U_B (V)	I_{R_1} (A)	I_{R_2} (A)	I_S (A)
10			
15			
20			
25			
30			

Bài 3

ĐIỆN TRỞ ĐẤU SONG SONG VÀ NỐI TIẾP

1. Mục tiêu

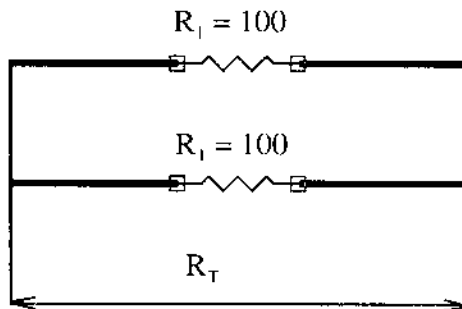
Tính được điện trở tổng và điện trở tương đương khi các điện trở đấu nối tiếp và song song.

2. Ôn tập các kiến thức cơ bản

Một bóng đèn (điện trở tải) được đấu vào điện áp 100V- 50Hz. Khi có bóng đèn thứ hai đấu tương tự như bóng đèn thứ nhất vào cùng nguồn đó thì ta gọi bóng đèn thứ hai đã được đấu song song với bóng đèn thứ nhất. Như vậy dòng điện trong mạch chính sẽ được chia ra làm hai thành phần đi qua hai bóng đèn. Điều này cũng giống như điện trở tải đã giảm đi một nửa.

Nếu đấu thêm một bóng đèn thứ hai nối tiếp với bóng đèn thứ nhất thì bóng đèn đấu thêm sẽ làm giảm dòng điện chạy qua và như vậy độ sáng của bóng đèn sẽ giảm đi.

Ví dụ về mạch điện trở đấu song song được thể hiện trong hình 3.1 và mạch điện trở đấu nối tiếp được vẽ trong hình 3.2; trong đó điện trở R_1 và R_2 trong hình 3.1 và điện trở R_1 trong hình 3.2 là điện trở của bóng đèn.



Hình 3.1. Mạch điện trở đấu song song