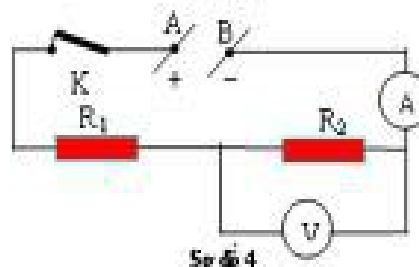
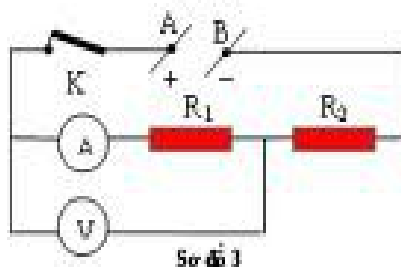
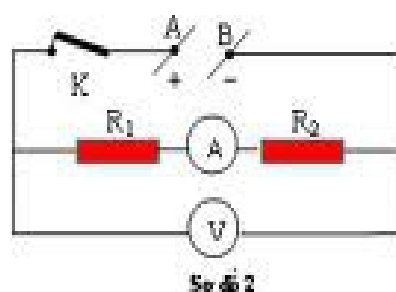
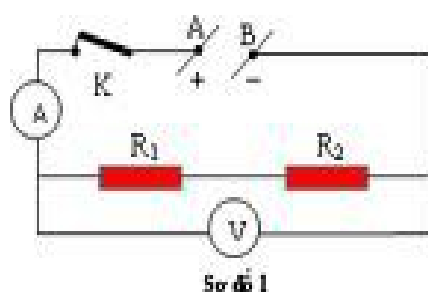


**ỦY BAN NHÂN DÂN QUẬN 9
TRƯỜNG TRUNG CẤP NGHỀ ĐÔNG SÀI GÒN**

GIÁO TRÌNH
Tên mô đun: Mạch điện
NGHỀ: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP
TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP

*(Ban hành kèm theo Quyết định số: 382b/QĐ-TCN ngày 09 tháng 8 năm 2019
của Hiệu trưởng Trường trung cấp nghề Đông Sài Gòn)*



MỤC LỤC

Mục lục	2
Bài mở đầu	7
Chương 1: Các khái niệm cơ bản về mạch điện	11
1.1. Mạch điện và mô hình	11
1.2. Các khái niệm cơ bản trong mạch điện	16
1.3. Các phép biến đổi tương đương	18
Chương 2: Mạch điện một chiều	23
2.1. Các định luật và biểu thức cơ bản trong mạch một chiều	23
2.2. Các phương pháp giải mạch một chiều	29
Chương 3: Dòng điện xoay chiều hình sin	44
3.1. Khái niệm về dòng điện xoay chiều	44
3.2. Giải mạch xoay chiều không phân nhánh	54
3.3. Giải mạch xoay chiều phân nhánh	65
Chương 4: Mạch ba pha	84
4.1. Khái niệm chung	84
4.2. Sơ đồ đấu dây trong mạch ba pha đối xứng	86
4.3. Công suất mạch ba pha	91
Tài liệu tham khảo	99

MÔN HỌC: MẠCH ĐIỆN

Mã môn học: MH 08

Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học:

- Môn học mạch điện được bố trí học sau các môn học chung và học trước các môn học, mô đun chuyên môn nghề.

- Là môn học kỹ thuật cơ sở.

- Trang bị những kiến thức và kỹ năng tính toán cơ bản về mạch điện.

Mục tiêu của môn học:

- Phát biểu được các khái niệm, định luật, định lý cơ bản trong mạch điện một chiều, xoay chiều, mạch ba pha.

- Tính toán được các thông số kỹ thuật trong mạch điện một chiều, xoay chiều, mạch ba pha ở trạng thái xác lập và quá độ.

- Vận dụng được các phương pháp phân tích, biến đổi mạch để giải các bài toán về mạch điện hợp lý.

- Giải thích được một số ứng dụng đặc trưng theo quan điểm của kỹ thuật điện.

- Rèn luyện tính cẩn thận, tỉ mỉ trong tính toán.

Nội dung của môn học:

Số TT	Tên chương, mục	Thời gian (giờ)			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành Bài tập	Kiểm tra* (LT hoặc TH)
	Bài mở đầu	2	2		
I.	Chương 1. Các khái niệm cơ bản về mạch điện	6	4	2	
	1. Mạch điện và mô hình		1		
	2. Các khái niệm cơ bản trong mạch điện		1		
	3. Các phép biến đổi tương đương		2	2	
II.	Chương 2. Mạch điện một chiều	22	15	5	2
	1. Các định luật và biểu thức cơ bản trong mạch một chiều			1	
	2. Các phương pháp giải mạch một chiều		13	4	
III	Chương 3. Dòng điện xoay chiều hình sin	25	15	8	2
	1. Khái niệm về dòng điện xoay chiều		2	1	
	2. Giải mạch xoay chiều không phân nhánh		5	3	

	3.Giải mạch xoay chiều phân nhánh		8	4	
IV	Chương 4.Mạch ba pha	20	9	10	1
	1.Khái niệm chung		2	1	
	2.Sơ đồ đấu dây trong mạng ba pha cân bằng		2	1	
	3. Công suất mạng ba pha cân bằng		1	1	
	4.Phương pháp giải mạng ba pha cân bằng		4	7	
	Cộng:	75	45	25	5

TaiLieu.vn

Bài mở đầu: Khái quát chung về mạch điện

1. Tổng quát về mạch điện.

Mạch điện là môn học cơ sở kỹ thuật quan trọng trong quá trình đào tạo công nhân lành nghề, kỹ sư các ngành kỹ thuật như điện công nghiệp, tự động hóa... Nó nhằm mục đích trang bị một cơ sở lý luận có hiệu lực cho các ngành kỹ thuật điện mà còn có thể vận dụng cho nhiều ngành kỹ thuật khác.

Kỹ thuật điện là ngành kỹ thuật ứng dụng các hiện tượng điện từ để biến đổi năng lượng, đo lường, điều khiển, xử lý tín hiệu... bao gồm việc tạo ra, biến đổi và sử dụng điện năng, tín hiệu điện từ trong các hoạt động thực tế của con người.

So với các hiện tượng vật lý khác như cơ, nhiệt, quang... hiện tượng điện từ được phát hiện chậm hơn vì các giác quan của con người không cảm nhận trực tiếp được hiện tượng này. Tuy nhiên việc khám phá ra hiện tượng điện từ đã thúc đẩy mạnh mẽ cuộc cách mạng khoa học và kỹ thuật chuyển sang lĩnh vực điện khí hóa, tự động hóa.

Điện năng có ưu điểm nổi bật là có thể sản xuất tập trung với nguồn công suất lớn, có thể truyền tải đi xa và phân phối đến nơi tiêu thụ với tổn hao tương đối nhỏ. Điện năng dễ dàng biến đổi thành các dạng năng lượng khác. Mặt khác quá trình biến đổi năng lượng và tín hiệu điện từ dễ dàng tự động hóa và điều khiển từ xa, cho phép giải phóng lao động chân tay và cả lao động trí óc của con người.

2. Các mô hình toán trong mạch điện.

2.1. Mô hình toán học của quá trình.

a. Mô hình toán học của quá trình.

Muốn sử dụng, khống chế, cải tạo vật thể vật lý kỹ thuật về một loại quá trình nào đó ví dụ quá trình điện từ, nhiệt, cơ... một điều kiện cơ bản là phải nhận thức được tốt về loại quá trình đó.

Mô hình toán học là cách mô tả một loại quá trình bằng các môn toán học. Có thể xây dựng mô hình toán học theo cách: định nghĩa các biến trạng thái do quá trình, tìm ra một nhóm đủ hiện tượng cơ bản, mô tả bằng toán học cơ chế các hiện tượng đó và cách hợp thành những quá trình khác.

Theo các mô hình toán học của quá trình có thể xếp các vật thể thành trường, môi trường hay hệ thống. Mạch điện là một hệ thống trong đó thể hiện các dòng truyền đạt, lưu thông của năng lượng hay tín hiệu.

Mô hình toán học thường được dùng để mô tả quá trình điện từ trong thiết bị điện là mô hình mạch Kirchooff và mô hình mạch truyền đạt.

b. Ý nghĩa của mô hình toán học.

Về nhận thức, xây dựng tốt các mô hình toán học cho các quá trình của vật thể giúp ta hiểu được đúng đắn về vật thể ấy.

Về thực tiễn công tác, một mô hình toán học tốt sẽ là một cơ sở lý luận tốt dùng vào việc xét, sử dụng, khống chế một loại quá trình của một vật thể.

Về mặt lý luận ngày nay mô hình toán học không những là cơ sở lý luận mà còn là nội dung và đối tượng của một lý thuyết.

2.2. Các xây dựng mô hình toán học.

a. Cách nhận thức một loại hiện tượng.

Ta sẽ gọi quá trình là một sự diễn biến các hoạt động của một vật thể vật lý – kỹ thuật – kinh tế trong thời gian t và không gian (không gian hình học r và không gian thông số khác μ , ... như nhiệt độ, áp suất, giá cả...).

Muốn có khái niệm về tổ chức và cơ chế hoạt động của vật thể phải quan sát những quá trình cụ thể của nó. Nhưng trong vô số hoàn cảnh cụ thể, vật thể lại có vô số quá trình khác nhau, về nguyên tắc không thể quan sát hết được. Vì vậy từ một số hữu hạn quá trình lý tưởng thể hiện những đặc điểm và quy luật của vật thể. Ta gọi đó là những hiện tượng.

Về nguyên tắc có rất nhiều hiện tượng, ví dụ trong thiết bị điện có hiện tượng tiêu tán, tích phóng năng lượng điện từ, hiện tượng tạo sóng, phát sóng, khuếch đại, chỉnh lưu điều chế... nhưng thực tế cho thấy thường tồn tại một nhóm đủ hiện tượng cơ bản. Đó là một hiện tượng từ đó hợp thành mọi hiện tượng khác.

b. Cách lập mô hình toán học cho một loại quá trình.

Từ cách nhận thức các quá trình ta suy ra một cách xây dựng mô hình toán học cho các quá trình như sau:

Chọn và định nghĩa những biến trạng thái. Đó thường là hàm hay vectơ phân bố trong thời gian và các không gian. Ví dụ để đo quá trình điện từ ta định nghĩa các vectơ cường độ từ trường, điện trường.

Quan sát các quá trình và phân tích tìm ra một nhóm đủ hiện tượng cơ bản.

Mô tả toán học cơ chế các hiện tượng cơ bản. Thông thường ta mô tả chúng bằng những phương trình liên hệ các biến trạng thái, ta gọi đó là những phương trình trạng thái cơ bản.

Mô tả việc hợp thành các quá trình cụ thể, bằng cách kết hợp những phương trình trạng thái cơ bản trong một phương trình cân bằng hoặc một hệ phương trình trạng thái.

Kiểm nghiệm lại mô hình trong thực tiễn hoạt động của vật thể.

2.3. Hai loại mô hình toán học.

Theo cách phân bố không gian, thời gian của biến trạng thái có thể xếp các mô hình toán học thành hai loại là mô hình hệ thống và mô hình trường.

- Một loại mô hình có quá trình đo bởi một số hữu hạn biến trạng thái chỉ phân bố trong thời gian mà không phân bố trong không gian.

Về tương tác, các biến chỉ quan hệ nhân quả trước sau trong thời gian: trạng thái ở t chịu ảnh hưởng những trạng thái trước t , cho đến một khởi đầu t_0 nào đó.

Về toán học quá trình như vậy được mô tả bằng một hệ phương trình vi phân, tích phân hoặc đại số trong thời gian, ứng với một bài toán có điều kiện đầu.

Ta quy ước gọi vật thể mà quá trình hoạt động được mô tả bằng một mô hình thuần túy là hệ thống và mô hình của chúng là *mô hình hệ thống*.

Trong thực tế rất hay gặp những hệ thống mà quá trình ngoài dạng biến thiên theo thời gian còn gắn với một sự lưu thông (chảy, truyền đạt) các trạng thái giữ những bộ phận hệ thống. Ví dụ trong các thiết bị động lực có sự truyền đạt năng lượng, có các dòng điện chảy, trong các hệ thống thông tin - đo lường - điều khiển, hoặc hệ thống role có sự truyền đạt tín hiệu, trong các hệ thống máy tính có sự truyền đạt những con số ... Ta gọi chung những hệ thống ấy là mạch (circuit): mạch năng lượng, mạch truyền tin, mạch điều khiển, mạch tính toán... và gọi mô hình của chúng là mô hình mạch, một dạng riêng nhưng rất phổ biến của mô hình hệ thống.

Cụ thể mạch điện là một hệ thiết bị điện trong đó ta xét quá trình truyền đạt, biến đổi năng lượng hay tín hiệu điện từ, đo bởi một số hữu hạn biến dòng, áp, từ thông, điện tích... chỉ phân bố trong thời gian.

- Một loại mô hình khác trong quá trình được coi là đo bởi một số hữu hạn biến $x(r, ..., t)$ phân bố trong không gian và thời gian hoặc một cách hình thức đo bởi một tập không đếm được biến trạng thái thời gian ứng với vô số điểm không gian.

Về tương tác ngoài quan hệ nhân quả trước sau ở đây còn thêm quan hệ nhân quả trong không gian: trạng thái ở một điểm không gian còn chịu ảnh hưởng của những trạng thái ở lân cận điểm đó, cho đến một bờ S_0 nào đó.

Về toán học những quá trình ấy thường mô tả bằng một hệ phương trình đạo hàm riêng trong thời gian và không gian, ứng với một bài toán có điều kiện đầu và điều kiện bờ.

Ta gọi những vật thể mà quá trình hoạt động như trên gọi là trường (hoặc môi trường) và gọi mô hình của chúng là mô hình trường.

Khi xét một loại quá trình, tùy cách nhìn nhận có thể dùng trường hoặc mô hình trường hoặc mô hình hệ thống, coi vật là trường hoặc hệ thống hay mạch. Vấn đề làm sao cho các mô hình phù hợp với thực tế khách quan với mức độ cần thiết.

2.4. Mô hình hệ thống, mô hình mạch.

- Thứ nhất, mô hình hệ thống là hệ phương trình xác định riêng trong thời gian, mô tả quy luật một loại quá trình của hệ thống.

a) Mô hình mạch truyền đạt hay truyền tin: loại này ứng với những phương trình vi phân hoặc vi tích phân có phép tính là các phép toán tử T.

b) Mô hình mạch logic: loại này ứng với những hệ phương trình đại số logic với phép tác động lên biến là những quan hệ hàm logic L. Đó là phép làm ứng với hai giá trị 0,1 của biến x với một trong hai giá trị 0,1 của biến y biểu diễn tín hiệu từ x sang y.

c) Mô hình mạng vận trù: loại này ứng với những hệ phương trình phiếm hàm có phép tác động lên biến là phép phiếm hàm F. Đó là cách làm ứng một hàm $x(t)$ với một số $a[x(t)]$ để đánh giá quá trình $x(t)$.

d) Mô hình mạch năng động lượng hay mô hình mạch Kirchooff: loại này cũng ứng với những hệ phương trình vi phân hay đại số như loại (a). Ở đây quá trình đo bởi những cặp biến $x_k(t)$, $y_k(t)$ với x_k , y_k là năng lượng hay động lượng thường thỏa mãn những luật bảo toàn và liên tục. Trong hệ thống có sự truyền đạt năng lượng giữa các bộ phận.

- Thứ hai, mô hình hệ thống còn là những sơ đồ hệ thống hay sơ đồ mạch mô tả các quá trình xét.

Đó là vì ở các hệ thống và mạch các biến trạng thái không phân bố trong không gian, nên có thể dùng hình học để lập những cách mô tả toán học về quá trình xét.

Ta sẽ gọi chung những cách mô tả hình học ấy là sơ đồ của quá trình. Cụ thể đó là những graph, những hình chập nối các ký hiệu hình học, dùng để mô tả theo một cách nào đó sự phân bố các biến, các phép tính lên biến, quan hệ giữa các biến và hệ phương trình trạng thái của quá trình. Vì vậy trong các lý thuyết hệ thống và lý thuyết mạch một sơ đồ đồng nhất với một hệ phương trình trạng thái.

Mặt khác sơ đồ còn thường dùng mô tả cấu trúc chập nối các bộ phận của vật thể xét. Về mặt này sơ đồ còn mô tả rõ hơn hệ phương trình. Chính vì vậy theo thói quen người ta thường hiểu sơ đồ theo nghĩa mô tả cấu trúc vật thể hơn là theo nghĩa mô hình toán học, tất nhiên cách hiểu đó không đầy đủ.

Ứng với 4 loại mô hình hệ thống có thể xếp các sơ đồ vào 4 loại: sơ đồ mạch truyền đạt, sơ đồ mạch logic, sơ đồ mạng vận trù và sơ đồ mạch Kirchooff.

- Trong kỹ thuật có thể chế tạo những linh kiện hoạt động giống các phần tử sơ đồ, do đó khi lắp ghép lại có thể được một hệ thống linh kiện hoạt động giống hệt một sơ đồ. Hệ thống đó đã mô phỏng tương tự một sơ đồ mạch và do đó mô phỏng tương tự quá trình xét.

CHƯƠNG 1

CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN

Mã chương: MH08 - 01

Giới thiệu:

Ở chương này ta sẽ làm quen với các khái niệm về mạch điện, và các phép biến đổi tương đương nhằm đưa mạch điện về dạng đơn giản.

Mục tiêu:

- Phân tích được nhiệm vụ, vai trò của các phần tử cấu thành mạch điện như: nguồn điện, dây dẫn, phụ tải, thiết bị đo lường, đóng cắt...
- Giải thích được cách xây dựng mô hình mạch điện, các phần tử chính trong mạch điện. Phân biệt được phần tử lý tưởng và phần tử thực.
- Phân tích và giải thích được các khái niệm cơ bản trong mạch điện, hiểu và vận dụng được các biểu thức tính toán cơ bản.

Nội dung chính:

- Mạch điện và mô hình.
- Các khái niệm cơ bản trong mạch điện.
- Các phép biến đổi tương đương.

1. Mạch điện và mô hình.

Mục tiêu:

- Phân tích được nhiệm vụ, vai trò của các phần tử cấu thành mạch điện như: nguồn điện, dây dẫn, phụ tải, thiết bị đo lường, đóng cắt...
- Giải thích được các hiện tượng điện từ xảy ra trong mạch điện.
- Nhận biết được các thiết bị và sử dụng được dụng cụ đo trong mạch điện.

1.1. Mạch điện.

Mạch điện là tập hợp các thiết bị điện (nguồn, tải, dây dẫn...) được nối lại với nhau bằng các dây dẫn tạo thành những mạch vòng kín, trong đó dòng điện có thể chạy qua.

Mạch điện thường gồm các thành phần sau: nguồn điện, phụ tải, dây dẫn.

a. Nguồn điện: là thiết bị phát ra điện năng. Về nguyên lý, nguồn điện là thiết bị biến đổi các dạng năng lượng khác (như cơ năng, quang năng, nhiệt năng...) thành điện năng.

Ví dụ: Pin, ắc quy biến đổi hoá năng thành điện năng.

Máy phát điện biến đổi cơ năng thành điện năng.

Pin mặt trời biến đổi năng lượng bức xạ mặt trời thành điện năng.

b. Phụ tải (tải): là thiết bị tiêu thụ điện năng và biến đổi điện năng thành các dạng năng lượng khác (như cơ năng, nhiệt năng, quang năng...)

Ví dụ: Động cơ điện tiêu thụ điện năng và biến điện năng thành cơ năng.

Bàn là, bếp điện biến điện năng thành nhiệt năng.

Bóng điện biến điện năng thành quang năng....

c. Dây dẫn: có nhiệm vụ truyền tải điện năng (từ nguồn tới phụ tải tiêu thụ) và dùng để nối các thành phần của mạch điện.

Ngoài 3 yếu tố chính trong mạch điện còn có các thiết bị phụ trợ khác để:

Đóng cắt và điều khiển mạch điện như cầu dao, aptomat, công tắc...

Đo lường các đại lượng của mạch điện như ampe kế, vôn kế, oát kế..

Bảo vệ mạch điện như cầu chì, rơle, aptomat...

1.2. Các hiện tượng điện từ.

Các hiện tượng điện từ có rất nhiều dạng như: hiện tượng chỉnh lưu, tách sóng, tạo hàm, tạo sóng, biến áp, khuếch đại...

Tuy nhiên nếu xét theo quan điểm năng lượng thì quá trình điện từ trong mạch điện có thể quy về hai hiện tượng năng lượng cơ bản là hiện tượng biến đổi năng lượng và hiện tượng tích phóng năng lượng điện từ.

1.2.1. Hiện tượng biến đổi năng lượng.

Hiện tượng biến đổi năng lượng gồm hai loại:

Hiện tượng nguồn: là hiện tượng biến đổi các dạng năng lượng như cơ năng, hoá năng... thành năng lượng điện từ.

Hiện tượng tiêu tán: là hiện tượng biến đổi năng lượng điện từ thành các dạng năng lượng khác như nhiệt, cơ, quang, hoá năng... tiêu tán đi không hoàn trở lại trong mạch nữa.

1.2.2. Hiện tượng tích phóng năng lượng.

Hiện tượng tích phóng năng lượng điện từ là hiện tượng mà năng lượng điện từ được tích phóng vào một vùng không gian có tồn tại trường điện từ hoặc đưa từ vùng đó trở lại bên ngoài.

Để thuận tiện cho quá trình nghiên cứu, người ta coi sự tồn tại của một trường điện từ thống nhất gồm 2 mặt thể hiện là điện trường và từ trường.

Vì vậy hiện tượng tích phóng năng lượng điện từ gồm hiện tượng tích phóng năng lượng trong điện trường và hiện tượng tích phóng năng lượng trong từ trường.

Dòng điện và trường điện từ có liên quan chặt chẽ với nhau nên trong bất kì thiết bị nào cũng đều xảy ra cả 2 hiện tượng: biến đổi và tích phóng năng lượng. Nhưng có thể trong một thiết bị thì hiện tượng năng lượng này xảy ra rất mạnh hơn hiện tượng năng lượng kia. Ví dụ: ta xét các phần tử là điện trở thực, tụ điện, cuộn dây, ắc quy.

Trong điện trở thực: chủ yếu xảy ra hiện tượng tiêu tán biến đổi năng lượng trường điện từ thành nhiệt năng. Nếu trường điện từ biến thiên không lớn lắm có thể bỏ qua dòng điện dịch (giữa các vòng dây quấn hoặc giữa các lớp điện

trở) so với dòng điện dẫn và bỏ qua sức điện động cảm ứng so với sụt áp trên điện trở, nói cách khác bỏ qua hiện tượng tích phóng năng lượng tích phóng năng lượng điện từ.

Trong tụ điện chủ yếu là: hiện tượng tích phóng năng lượng điện trường. Ngoài ra do điện môi giữa 2 cốt tụ có độ dẫn điện hữu hạn nào đó nên trong tụ cũng xảy ra hiện tượng tiêu tán biến đổi điện năng thành nhiệt năng.

Trong cuộn dây chủ yếu là: hiện tượng tích phóng năng lượng từ trường. Ngoài ra dòng điện cũng gây ra tổn hao nhiệt trong dây dẫn của cuộn dây nên trong cuộn dây cũng xảy ra hiện tượng tiêu tán. Trong cuộn dây còn xảy ra hiện tượng tích phóng năng lượng điện trường nhưng thương rất yếu và có thể bỏ qua nếu tần số làm việc không lớn lắm.

Trong ắc quy là: xảy ra hiện tượng nguồn biến đổi từ hoá năng sang điện năng, đồng thời cũng xảy ra hiện tượng tiêu tán biến đổi từ điện năng thành nhiệt năng.

1.3. M« h×nh m¹ch ®iÖn.

Mạch điện gồm nhiều phần tử, khi làm việc nhiều hiện tượng điện từ xảy ra trong các phần tử. Khi tính toán người ta thay thế mạch điện thực bằng mô hình mạch điện.

Mô hình mạch điện là sơ đồ thay thế mạch điện thực, trong đó quá trình năng lượng điện từ và kết cấu hình học giống như mạch thực.

Mô hình mạch điện gồm nhiều phần tử lý tưởng đặc trưng cho quá trình điện từ trong mạch và được ghép nối với nhau tùy theo kết cấu của mạch

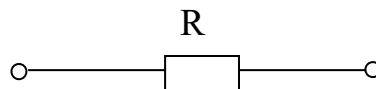
Sau đây ta sẽ xét các phần tử lý tưởng của mô hình mạch điện.

1.3.1. Phần tử điện trở.

Đặc trưng cho vật dẫn về mặt cản trở dòng điện.

Về năng lượng, điện trở R đặc trưng cho quá trình biến đổi và tiêu thụ điện năng thành các dạng năng lượng khác như cơ năng, quang năng, nhiệt năng...

Kí hiệu:



Hình 1.1. Kí hiệu điện trở.

Đơn vị của điện trở là (ôm), $1 \text{ k} = 10^3$.

Cho dòng điện i chạy qua điện trở R gây ra sụt áp trên điện trở là u_R . Theo định luật Ôm quan hệ giữa dòng điện i và điện áp u_R là: $u_R = i.R$

Công suất tiêu thụ trên điện trở $p = u_R.i = i^2.R$

Như vậy điện trở R đặc trưng cho công suất tiêu tán trên điện trở.

Điện năng tiêu thụ trên điện trở trong khoảng thời gian t là

$$A = \int_0^t p dt = \int_0^t i^2 R dt \quad \text{khi } i = \text{const} \quad \text{có } A = i^2 R t$$

Đơn vị của điện năng là Wh (oát giờ), bội số của nó là kWh.

Điện dẫn G: Đặc trưng cho vật dẫn về mặt dẫn điện, là đại lượng nghịch đảo của điện trở.

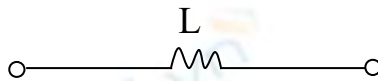
$$G = \frac{1}{R}$$

Đơn vị: S (Simen).

1.3.2. Phần tử Điện cảm.

Điện cảm L đặc trưng cho hiện tượng tích phóng năng lượng từ trường của cuộn dây.

Kí hiệu:



Hình 1.2. Kí hiệu điện cảm.

Đơn vị của điện cảm là H (Henry).

$$1 \text{ mH} = 10^{-3} \text{ H}, 1 \text{ } \mu\text{H} = 10^{-6} \text{ H}, 1 \text{ MH} = 10^6 \text{ H}$$

Khi có dòng điện i chạy qua cuộn dây có w vòng dây, sẽ sinh ra từ thông móc vòng qua cuộn dây $\Phi = w \cdot \Phi_1$.

$$\text{Điện cảm của cuộn dây được định nghĩa là } L = \frac{\Phi}{i} = \frac{w \cdot \Phi_1}{i}$$

Nếu dòng điện i biến thiên thì từ thông cũng biến thiên và theo định luật cảm ứng điện từ trong cuộn dây xuất hiện sức điện động tự cảm

$$e_L = - \frac{d\Phi}{dt} = - L \frac{di}{dt}$$

$$\text{Điện áp trên cuộn dây: } u_L = - e_L = L \frac{di}{dt}$$

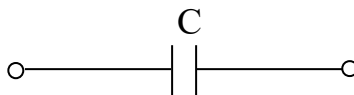
$$\text{Công suất trên cuộn dây: } p_L = u_L \cdot i = i \cdot L \frac{di}{dt}$$

$$\text{Năng lượng từ trường tích lũy trong cuộn dây: } W = \int_0^t p_L dt = \int_0^t L i di = \frac{1}{2} L i^2$$

1.3.3. Phần tử điện dung.

Điện dung C đặc trưng cho hiện tượng tích lũy năng lượng điện trường trong tụ điện.

Kí hiệu:



Hình 1.3. Kí hiệu điện dung.

Đơn vị của điện dung là Fara (F).

Khi đặt điện áp u_C lên tụ điện có điện dung C thì tụ điện sẽ được nạp điện với điện tích q :

$$q = C \cdot u_C$$

Nếu điện áp u_c biến thiên sẽ có dòng điện chuyển dịch qua tụ điện

$$i = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(Cu_c) = C \frac{du_c}{dt} \quad \text{từ đó suy ra } u_c = -\frac{1}{C} \int i dt$$

Nếu tại thời điểm $t = 0$ mà tụ điện đã có điện tích ban đầu thì điện áp trên tụ

điện là:
$$u_c = -\frac{1}{C} \int_0^t i dt + u_c(0)$$

Công suất trên tụ điện: $P_c = u_c i = Cu_c \frac{du_c}{dt}$

Năng lượng tích lũy trong điện trường của tụ điện.

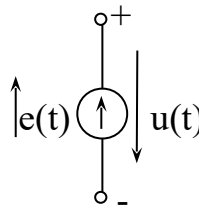
$$W_E = \int_0^t P_c dt = \int_0^u Cu_c du_c = \frac{1}{2} Cu^2$$

1.3.4. Phần tử nguồn.

a) Nguồn điện áp $u(t)$.

Nguồn điện áp đặc trưng cho khả năng tạo lên và duy trì một điện áp trên hai cực của nguồn.

Kí hiệu:



Hình 1.4. Kí hiệu nguồn điện áp.

Nguồn điện áp còn được biểu diễn bằng sức điện động $e(t)$.

Điện áp đầu cực $u(t)$ sẽ bằng sức điện động: $u(t) = e(t)$.

Chiều $e(t)$ từ điểm điện thế thấp đến điểm điện thế cao.

Chiều $u(t)$ từ điểm điện thế cao đến điểm điện thế thấp, vì thế chiều điện áp đầu cực nguồn ngược với chiều sức điện động.

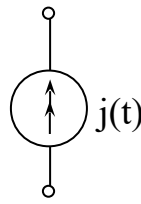
Đơn vị: V(vôn).

b) Nguồn dòng điện $j(t)$.

Để tạo ra điện áp đặt vào mạch điện, người ta dùng các nguồn điện. Ví dụ: pin, acquy cung cấp các điện áp không đổi (theo thời gian), các máy phát điện xoay chiều cung cấp điện áp hình sin có tần số $f = 50 \text{ Hz}$ dùng trong công nghiệp và sinh hoạt.

Nguồn dòng điện đặc trưng cho khả năng của nguồn điện tạo lên và duy trì một dòng điện cung cấp cho mạch ngoài.

Kí hiệu: bằng một vòng tròn với mũi tên kép.



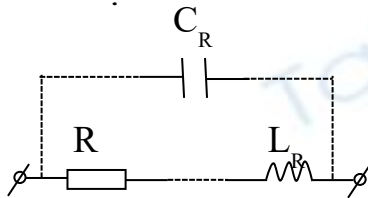
Hình 1.5. Kí hiệu nguồn dòng điện.

Đơn vị: A(ampe).

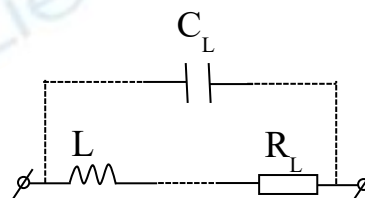
1.3.5. PhCn tở thEt.

Một phần tử thực của mạch điện có thể được mô hình gần đúng với một hay tập hợp nhiều phần tử lý tưởng được ghép nối với nhau để mô tả gần đúng hoạt động của phần tử thực tế.

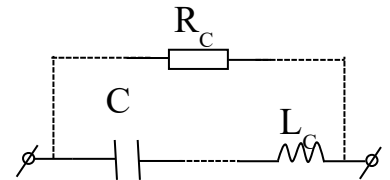
Ví dụ:



Hình a)



Hình b)



Hình c)

Hình 1.6. Kí hiệu phần tử thực của điện trở, cuộn dây và tụ điện.

Hình a) là mô hình của điện trở thực ở tần số cao (cần lưu ý đến tham số L_R , C_R mà đa số các trường hợp có thể bỏ qua.)

Hình b) là mô hình của cuộn dây, ngoài phần tử điện cảm L , cần lưu ý đến điện trở R_L là tổn hao trong cuộn dây và trong lõi ở tần số cao còn phải kể đến ảnh hưởng của điện dung ký sinh C_L giữa các vòng dây.

Hình c) là mô hình của tụ điện ngoài điện dung C còn kể đến điện trở R_C là tổn hao trong điện môi ở tần số cao thì phải lưu ý đến điện cảm L_C của dây nối.

2. Các khái niệm cơ bản trong mạch điện.

Mục tiêu:

- Trình bày được khái niệm về dòng điện và mật độ dòng điện.
- Trình bày được khái niệm điện áp.
- Trình bày được khái niệm và biểu thức công suất và điện năng.

2.1. Dòng điện và chiều qui ước của dòng điện.

Khi đặt vật dẫn trong điện trường (điện trường là khoảng không gian bao quanh một điện tích mà ở đó có lực tác dụng của lực điện tích lên các điện tích khác) dưới tác dụng của lực điện trường các điện tích dương sẽ di chuyển từ nơi có điện thế cao đến nơi có điện thế thấp hơn, còn các điện tích âm thì di chuyển ngược lại tạo thành dòng điện.

Vậy: Dòng điện là dòng các điện tích chuyển dời có hướng dưới tác dụng của lực điện trường.

Quy ước: Chiều dòng điện là chiều di chuyển của các điện tích dương (đó cũng là chiều của điện trường)

Trong kim loại: dòng điện là dòng các điện tử chuyển dời có hướng vì điện tử di chuyển từ nơi có điện thế thấp đến nơi có điện thế cao hơn nên chiều dòng điện ngược với chiều quy ước của dòng điện.

Trong dung dịch điện ly: dòng điện là dòng các ion chuyển dời có hướng. Bao gồm 2 dòng ngược chiều nhau là: dòng ion dương cùng chiều quy ước (chiều điện trường), dòng ion âm ngược chiều quy ước. Như vậy các ion dương sẽ di chuyển từ anôt (cực +) về catôt (cực -) nên được gọi là các cation, còn các ion âm di chuyển từ catôt (cực -) về anôt (cực +) nên được gọi là các anion.

Trong môi trường chất khí bị ion hoá: dòng điện là dòng các ion và điện tử chuyển dời có hướng. Bao gồm dòng các ion dương đi theo chiều của điện trường từ anôt (cực +) về catôt (cực -), còn các ion âm và điện tử đi ngược chiều điện trường từ catôt (cực -) về anôt (cực +).

2.2. Cường độ dòng điện.

Đại lượng đặc trưng cho độ lớn của dòng điện gọi là cường độ dòng điện (gọi tắt là dòng điện), kí hiệu: I .

Cường độ dòng điện là lượng điện tích qua tiết diện thẳng của dây dẫn trong một đơn vị thời gian.

$$I = \frac{q}{t}$$

Trong đó: q : điện tích (C)

t : thời gian (s)

I : cường độ dòng điện (A)

Ampe là cường độ của dòng điện cứ một giây thì có một culông chuyển qua tiết diện thẳng của dây dẫn.

$$1\text{kA}=10^3\text{A}, \quad 1\text{mA}=10^{-3}\text{A}, \quad 1\text{ }\mu\text{A}=10^{-6}\text{A}$$

Nếu điện tích di chuyển qua dây dẫn không đều theo thời gian sẽ tạo ra dòng điện có cường độ thay đổi (kí hiệu là i). Giả sử trong thời gian rất nhỏ dt , có

lượng điện tích dq qua tiết diện dây thì cường độ dòng điện $i = \frac{dq}{dt}$.

Khi điện tích di chuyển theo một hướng nhất định với tốc độ không đổi sẽ tạo thành dòng điện một chiều (hay dòng điện không đổi). Vậy dòng điện một chiều là dòng điện có chiều và trị số không đổi theo thời gian. Đồ thị của nó là một đường thẳng song song với trục thời gian.

Nếu dòng điện có trị số hoặc chiều biến đổi theo thời gian được gọi là dòng điện biến đổi. Dòng điện biến đổi có thể là dòng điện không chu kỳ hoặc dòng điện có chu kỳ.

Ví dụ: dòng điện tắt dần đó là dòng điện không chu kỳ.

Dòng điện có chu kỳ là dòng điện biến đổi tuần hoàn nghĩa là cứ sau một khoảng thời gian nhất định nó lặp lại trị số và dạng biến thiên như cũ. Trong các dòng điện có chu kỳ thì quan trọng nhất là dòng điện xoay chiều hình sin.

2.3. Mật độ dòng điện.

Khi cường độ dòng điện qua một đơn vị diện tích được gọi là mật độ dòng điện, kí hiệu là j (denta).

$$\frac{I}{S}$$

Trong đó: I : cường độ dòng điện (A)

S : diện tích tiết diện dây (m^2)

j : mật độ dòng điện (A/m^2), (A/cm^2), (A/mm^2)

Cường độ dòng điện dọc theo một đoạn dây dẫn là như nhau ở mọi tiết diện nên ở chỗ nào tiết diện dây nhỏ, mật độ dòng điện sẽ là lớn và ngược lại.

Ví dụ 1.1: dây dẫn có tiết diện $95mm^2$ dòng điện $I = 200A$ qua. Tính mật độ dòng điện.

Giải: Mật độ dòng điện là: $\frac{I}{S} = \frac{200}{95} = 2,05 (A/mm^2)$

3. Các phép biến đổi tương đương.

Mục tiêu:

- Trình bày được phép biến đổi tương đương các nguồn điện.
- Trình bày được phép biến đổi tương đương các điện trở.
- Lắp ráp và đo đạc được các thông số của mạch điện một chiều.

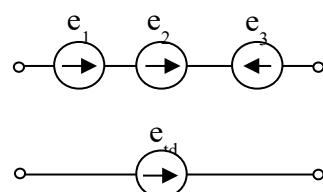
Trong thực tế đôi khi ta cần làm đơn giản một phần mạch phức tạp thành một phần mạch tương đương đơn giản hơn. Việc biến đổi mạch tương đương thường được làm để cho mạch mới có ít phần tử, ít số nút, ít số vòng và ít số nhánh hơn mạch trước đó, do đó làm giảm đi số phương trình phải giải.

Mạch tương đương được định nghĩa như sau: “Hai phần mạch được gọi là tương đương nếu quan hệ giữa dòng điện và điện áp trên các cực của 2 phần mạch là như nhau”.

Một phép biến đổi tương đương sẽ không làm thay đổi dòng điện và điện áp trên các nhánh ở các phần của sơ đồ không tham gia vào phép biến đổi. Sau đây là một số phép biến đổi tương đương thông dụng:

3.1. Nguồn áp mắc nối tiếp.

Nguồn áp mắc nối tiếp sẽ tương đương với một nguồn áp duy nhất có trị số bằng tổng đại số các sức điện động.



$$e_{td} = e_k \quad (k=1 \dots n)$$

$$\text{Ví dụ: } e_{td} = e_1 + e_2 - e_3$$

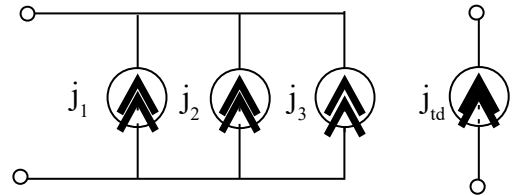
Hình 1.7. Các nguồn áp mắc nối tiếp.

3.2. Nguồn dòng mắc song song.

Nguồn dòng mắc song song sẽ tương đương với một nguồn dòng duy nhất có trị số bằng tổng đại số các nguồn dòng.

$$j_{td} = j_k \quad (k=1 \dots n)$$

$$\text{Ví dụ: } j_{td} = j_1 + j_2 - j_3$$



Hình 1.8. Các nguồn dòng mắc song song.

3.3. Điện trở mắc nối tiếp, song song.

3.3.1. Điện trở mắc nối tiếp.

Mắc nối tiếp các điện trở là mắc đầu điện trở này với cuối điện trở kia, sao cho chỉ có duy nhất một dòng điện đi qua các điện trở.

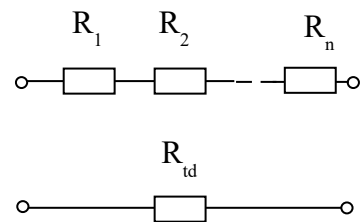
Ta có:

$$I_1 = I_2 = \dots = I_n = I$$

$$U = U_1 + U_2 + \dots + U_n$$

$$R_{td} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$

Nếu $R_1 = R_2 = \dots = R_n = R$ thì $R_{td} = n.R$



Hình 1.9. Các điện trở mắc nối tiếp.

3.3.2. Điện trở mắc song song.

Mắc các điện trở là mắc đầu các điện trở với nhau, cuối các điện trở với nhau, sao cho các điện trở được đặt vào cùng một điện áp.

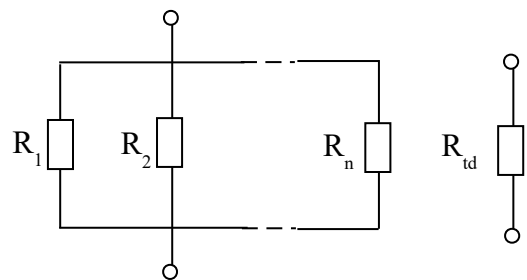
Ta có:

$$U_1 = U_2 = \dots = U_n = U$$

$$I = I_1 + I_2 + \dots + I_n$$

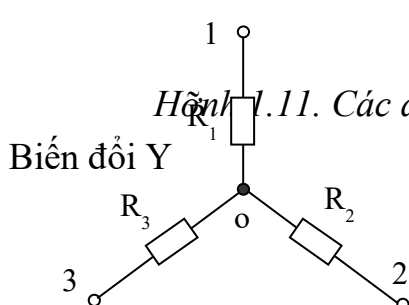
$$\frac{1}{R_{td}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Nếu $R_1 = R_2 = \dots = R_n = R$ thì $R_{td} = \frac{R}{n}$

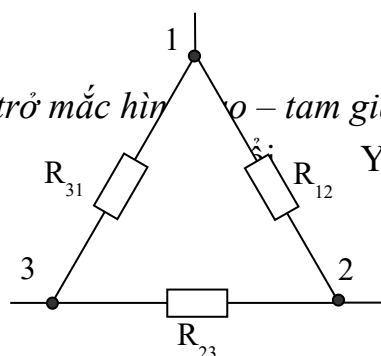


Hình 1.10. Các điện trở mắc song song.

3.4. Biến đổi Y và Y - .



Hình 1.11. Các điện trở mắc hình tam giác.



$$R_{12} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 \cdot R_2}{R_3}$$

$$R_{23} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 \cdot R_3}{R_1}$$

$$R_{31} = R_3 + R_1 + \frac{R_3 \cdot R_1}{R_2}$$

$$R_1 = \frac{R_{31} \cdot R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

$$R_2 = \frac{R_{12} \cdot R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

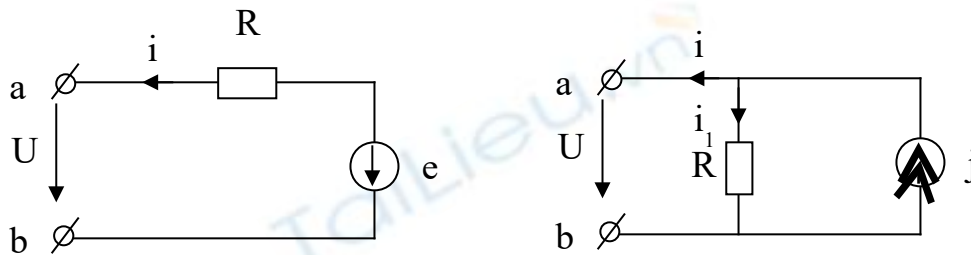
$$R_3 = \frac{R_{23} \cdot R_{31}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}}$$

Nếu $R_1 = R_2 = R_3 = R_Y$ thì $R_{\Delta} = 3 \cdot R_Y$

Nếu $R_{12} = R_{23} = R_{31} = R_{\Delta}$ thì $R_Y = \frac{R_{\Delta}}{3}$

3.5. Biến đổi nguồn tương đương.

Một nguồn áp ghép nối tiếp với một điện trở sẽ tương đương với một nguồn dòng ghép song song với một điện trở đó và ngược lại.



Hình 1.12. Biến đổi nguồn tương đương.

a) $u = e - i \cdot R$ (1)

b) $j = i + i_1$ với $i_1 = \frac{U}{R}$ $U = Rj - Ri$ (2)

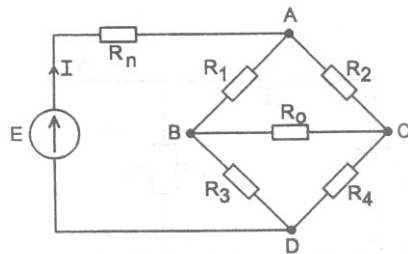
So sánh (1) và (2) ta thấy 2 mạch sẽ tương đương nếu $e = Rj$ $j = \frac{e}{R}$

Ví dụ 1.2

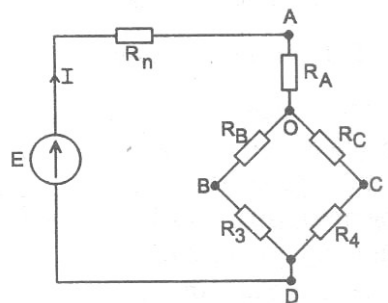
Tính dòng điện I chạy qua nguồn của mạch cầu hình 1.9, biết

$R_1 = 12$, $R_3 = R_2 = 6$, $R_4 = 21$, $R_0 = 18$, $E = 240V$, $R_n = 2$ (hình 1.9)

Giải:



Hình 1.13. Mạch điện ví dụ.



Hình 1.14. Biến đổi Δ thành Y

Biến đổi tam giác ABC (R_1, R_2, R_0) thành sao R_A, R_B, R_C (hình 1.31)

$$R_A = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_0} = \frac{12 \cdot 6}{12 + 6 + 18} = 2$$

$$R_B = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_0} = \frac{12 \cdot 18}{12 + 18 + 6} = 6$$

$$R_C = \frac{R_0 R_2}{R_1 + R_2 + R_0} = \frac{18 \cdot 6}{12 + 18 + 6} = 3$$

Điện trở tương đương R_{OD} của 2 nhánh song song:

$$R_{OD} = \frac{(R_B + R_3) \cdot (R_C + R_4)}{R_B + R_3 + R_C + R_4} = \frac{(6 + 6) \cdot (3 + 21)}{6 + 6 + 3 + 21} = 8$$

Điện trở tương đương toàn mạch: $R_{td} = R_n + R_A + R_{OD} = 2 + 2 + 8 = 12$

THỰC HÀNH CHƯƠNG 1 TẠI XƯỞNG

Nội dung:

Hướng dẫn sử dụng các thiết bị và dụng cụ đo.

Lắp ráp, kiểm tra, đo đạc các thông số của mạch điện.

Hình thức tổ chức thực hiện:

Được tổ chức thực hành tại xưởng thực tập.

Sinh viên quan sát thao tác mẫu của giáo viên.

Thực tập theo nhóm từ 2 đến 4 sinh viên.

1. Giới thiệu một số dụng cụ đo, thiết bị, an toàn điện.

Các thiết bị và dụng cụ.

Bao gồm: đồng hồ vạn năng chỉ thị số, ampe kìm AC & DC, **1.2.1. Đồng hồ vạn năng chỉ thị số.**

Dùng để đo điện áp AC-DC, dòng điện AC-DC, điện trở, đo tần số, đo thông mạch.



Hình 1.15. Đồng hồ vạn năng.

1.2.2. Ampe kìm AC & DC.

Dùng để đo điện áp AC-DC, dòng điện AC-DC, điện trở.



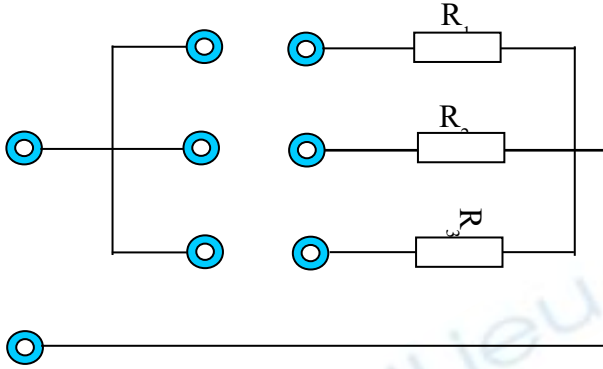
Hình 1.16. Ampe kìm.

2. Thực hành về phép biến đổi tương đương của mạch điện.

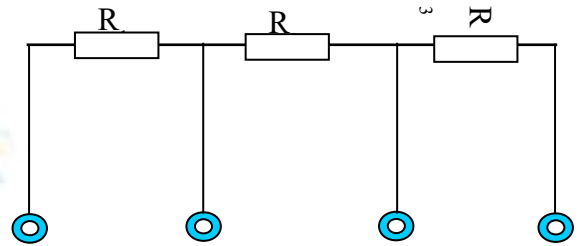
* Vật tư, thiết bị:

STT	Vật tư, thiết bị	Số lượng
1	Ôm kế hoặc VOM	03
3	Điện trở có trị số thay đổi $0 \div 200 \Omega$	03
4	Dây nối	

a. Sơ đồ:



Hình 1.17. Mạch điện trở song song



Hình 1.18. Mạch điện trở nối tiếp

tiếp

b. Các bước thực hiện:

Bước 1: Kiểm tra thiết bị.

Bước 2: Lắp ráp mạch theo sơ đồ.

Bước 3: Kiểm tra mạch theo sơ đồ.

Bước 4: Tiến hành đo đạc và tính toán. Ghi vào bảng kết quả:

Thứ tự	Kết quả đo	Kết quả tính
	R_{nt}	R_{nt}
R		
$R/2$		
$2R/3$		
$R/3$		