

**TẬP ĐOÀN DẦU KHÍ VIỆT NAM
TRƯỜNG CAO ĐẲNG DẦU KHÍ**



GIÁO TRÌNH

MÔN HỌC: MẠCH ĐIỆN

NGHỀ: LẮP ĐẶT THIẾT BỊ ĐIỆN

TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG

*(Ban hành kèm theo Quyết định số:205/QĐ-CĐDK ngày 1 tháng 3 năm 2022
của Trường Cao Đẳng Dầu Khí)*

Bà Rịa - Vũng Tàu, năm 2022
(Lưu hành nội bộ)

TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo.

Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

TaiLieu.vn

LỜI GIỚI THIỆU

Đất nước Việt Nam trong công cuộc công nghiệp hoá - hiện đại hoá, nền kinh tế đang trên đà phát triển. Yêu cầu sử dụng điện và thiết bị điện ngày càng tăng. Việc trang bị kiến thức về hệ thống điện nhằm phục vụ cho nhu cầu sinh hoạt của con người, cung cấp điện năng cho các thiết bị của khu vực kinh tế, các khu chế xuất, các xí nghiệp là rất cần thiết.

Với một vai trò quan trọng như vậy và xuất phát từ yêu cầu, kế hoạch đào tạo, chương trình môn học của **Trường Cao Đẳng Dầu Khí**. Chúng tôi đã biên soạn cuốn giáo trình **Mạch điện** gồm 4 chương với những nội dung cơ bản sau:

- Chương 1: Các khái niệm cơ bản về mạch điện.
- Chương 2: Mạch điện một chiều
- Chương 3: Dòng điện xoay chiều hình sin.
- Chương 4: Mạch ba pha

Giáo trình **Mạch điện** được biên soạn phục vụ cho công tác giảng dạy của giáo viên và là tài liệu học tập của học sinh. Do chuyên môn và thời gian có hạn nên không tránh khỏi những thiếu sót, vậy rất mong nhận được ý kiến đóng góp của đồng nghiệp và bạn đọc để cuốn sách đạt chất lượng cao hơn.

Bà Rịa - Vũng Tàu, tháng 6 năm 2022

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên Lê Thị Thu Hương
2. ThS. Ninh Trọng Tuấn
3. Nguyễn Xuân Thịnh
- 4.

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN.....	6 -
1.1 MẠCH ĐIỆN VÀ MÔ HÌNH.....	7 -
1.1.1 Tổng quan về mạch điện.....	7 -
1.1.2. Mạch điện.....	7 -
1.1.3. Các hiện tượng điện từ.....	8 -
1.1.4. Mô hình mạch điện.....	9 -
1.2. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN TRONG MẠCH ĐIỆN	12 -
1.2.1 Dòng điện và chiều quy ước của dòng điện.....	12 -
1.2.2 Cường độ dòng điện.....	12 -
1.2.3 Mật độ dòng điện.....	12 -
1.3. CÁC PHÉP BIẾN ĐỔI TƯƠNG ĐƯƠNG.....	13 -
1.3.1 Nguồn áp mắc nối tiếp.....	13 -
1.3.2 Nguồn dòng mắc song song.....	13 -
1.3.3 Các điện trở mắc nối tiếp, song song.....	14 -
1.3.4 Biến đổi Δ - Y và Y - Δ	15 -
1.3.5 Biến đổi nguồn tương đương	16 -
CÂU HỎI ÔN TẬP VÀ BÀI TẬP	18 -
CHƯƠNG 2: MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU	20 -
2.1. CÁC ĐỊNH LUẬT VÀ BIỂU THỨC CƠ BẢN TRONG MẠCH ĐIỆN 1 CHIỀU	21 -
2.1.1. Định luật Ohm.....	21 -
2.1.2. Công suất và điện năng trong mạch một chiều	22 -
2.1.3. Định luật Joule – Lenz.....	22 -
2.1.4. Định luật Faraday.....	23 -
2.1.5. Hiện tượng nhiệt điện.....	23 -
2.2. CÁC PHƯƠNG PHÁP GIẢI MẠCH MỘT CHIỀU	25 -
2.2.1. Phương pháp biến đổi điện trở	25 -
2.2.2. Phương pháp xếp chồng dòng điện.....	25 -
2.2.3. Các phương pháp ứng dụng định luật Kirchoff.....	27 -
2.2.3.1 Các khái niệm.....	27 -
2.2.3.2 Các định luật Kirchoff	27 -
2.2.3.3 Phương pháp dòng điện nhánh.....	28 -
2.2.3.4 Phương pháp dòng điện mạch vòng	31 -
2.2.3.5. Phương pháp điện thế nút	34 -

CÂU HỎI VÀ BÀI TẬP	- 38 -
CHƯƠNG 3: DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU HÌNH SIN	42
3.1. KHÁI NIỆM VỀ DÒNG ĐIỆN XOAY CHIỀU	43
3.1.1. Dòng điện xoay chiều.....	43
3.1.3 Dòng điện xoay chiều hình sin.....	44
3.1.4. Các đại lượng đặc trưng.....	45
3.1.5. Pha và sự lệch pha.....	46
3.1.6. Biểu diễn dòng điện xoay chiều hình sin bằng đồ thị vectơ.....	46
3.2 GIẢI MẠCH XOAY CHIỀU KHÔNG PHÂN NHÁNH	49
3.2.1 Giải mạch R-L-C.....	49
3.2.2 Giải mạch có nhiều phần tử mắc nối tiếp	54
3.2.3. Cộng hưởng điện áp	57
3.3 GIẢI MẠCH XOAY CHIỀU PHÂN NHÁNH	58
3.3.1 Phương pháp đồ thị véctơ (Phương pháp Fresnel)	58
3.3.2. NÂNG CAO HỆ SỐ CÔNG SUẤT $\cos\phi$	60
CÂU HỎI ÔN TẬP VÀ BÀI TẬP	64
CHƯƠNG 4: MẠCH ĐIỆN BA PHA	65
4.1 KHÁI NIỆM CHUNG	66
4.1.1. Hệ thống ba pha cân bằng (đối xứng)	66
4.1.2. Đồ thị dạng sóng và vectơ.....	67
4.1.3 Đặc điểm và ý nghĩa	68
4.2. SƠ ĐỒ ĐẦU DÂY TRONG MẠNG 3 PHA CÂN BẰNG	68
4.2.1. Các định nghĩa.....	68
4.2.2. Đầu dây hình sao (Y).....	69
4.2.3. Cách nối hình tam giác (Δ):.....	71
4.3 CÔNG SUẤT MẠNG 3 PHA CÂN BẰNG.....	72
4.3.1 Công suất tác dụng	72
4.3.2 Công suất phản kháng.....	73
4.3.3 Công suất biểu kiến	73
4.4. PHƯƠNG PHÁP GIẢI MẠCH 3 PHA CÂN BẰNG	73
4.4.1. Giải mạch điện ba pha tải nối hình sao.....	73
4.4.2 Giải mạch điện ba pha tải nối tam giác	74
CÂU HỎI ÔN TẬP.....	77
TÀI LIỆU THAM KHẢO	78

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1.1	Sơ đồ mạch điện	Trang 2
Hình 1.2	Hiện tượng hồ cảm	Trang 3
Hình 1.3	Điện trở	Trang 3
Hình 1.4	Từ thông móc vòng với cuộn dây	Trang 4
Hình 1.5	Tụ điện	Trang 4
Hình 1.8	biến đổi Y- Δ	Trang 10
Hình 1.9	biến đổi Δ - Y	Trang 10
Hình 2.1	Hiện tượng nhiệt điện	Trang 18
Hình 2.2	Biến đổi Y- Δ	Trang 19
Hình 2.3	Biến đổi Δ - Y	Trang 19
Hình 2.4	Định luật Kirchoff 1	Trang 21
Hình 2.5	Định luật Kirchoff 2	Trang 22
Hình 2.6	Hình 2.6. Phương pháp điện thế nút	Trang 28
Hình 3.1	Chu kỳ và tần số của dòng điện xoay chiều	Trang 36
Hình 3.2	Dòng điện xoay chiều hình sin	Trang 37
Hình 3.3	Pha ban đầu	Trang 38
Hình 3.4.	Pha và sự lệch pha	Trang 39
Hình 3.5	Biểu diễn dòng điện xoay chiều hình sin bằng đồ thị vector	Trang 39
Hình 3.6	Biểu diễn dòng điện và điện áp hình sin bằng vector	Trang 40
Hình 3.7	Góc pha	Trang 40
Hình 3.9.	Dòng điện sin trong nhánh thuần điện trở R	Trang 42
Hình 3.11a	Nhánh thuần cảm	Trang 43
Hình 3.11b	Góc lệch pha thuần cảm	Trang 43
Hình 3.11c	Quá trình năng lượng	Trang 44
Hình 3.12	Đồ thị vector nhánh thuần cảm	Trang 44
Hình 3.13	Dòng điện hình sin trong nhánh thuần dung C	Trang 45
Hình 3.15	Đồ thị vector dòng điện, điện áp nhánh thuần dung	Trang 47
Hình 3.16	Mạch R-L-C nối tiếp	Trang 47
Hình 3.17	Cộng hưởng nối tiếp	Trang 48

Hình 3.19	Đồ thị vectơ của áp, dòng khi cộng hưởng áp	Trang 50
Hình 3.23	Sơ đồ truyền tải điện năng	Trang 54
Hình 3.24	Nâng cao hệ số công suất $\cos\varphi$	Trang 55
Hình 4.1	Máy phát điện đồng bộ ba pha	Trang 58
Hình 4.2	Đồ thị song dạng tức thời sức điện động ba pha	Trang 59
Hình 4.3	Đồ thị vectơ sức điện động ba pha	Trang 60
Hình 4.4	Mạng ba pha nguồn và phụ tải nối sao	Trang 62
Hình 4.5	Đồ thị vectơ	Trang 62
Hình 4.6	Mạch ba pha ba dây nối sao	Trang 63
Hình 4.7	Mạch ba pha ba nguồn và tải nối tam giác	Trang 63
Hình 4.8	Đồ thị vectơ tải nối tam giác	Trang 64
Hình 4.9	Mạch ba pha đối xứng nối sao	Trang 66
Hình 4.10	Phụ tải hình sao đối xứng có xét tổng trở dây pha	Trang 66
Hình 4.11	Mạch ba pha tam giác đối xứng	Trang 67
Hình 4.12	Mạch ba pha tam giác đối xứng có xét tổng trở đường dây	Trang 68

GIÁO TRÌNH MÔN HỌC: MẠCH ĐIỆN

1. Tên môn học: Mạch điện

2. Mã môn học: ELEI53132

Thời gian thực hiện môn học: 60 giờ; (Lý thuyết: 28 giờ; Thực hành: 28 giờ; kiểm tra: 4 giờ).

Số tín chỉ: 03

3. Vị trí, tính chất của môn học:

- Vị trí: Là môn học thuộc môn học cơ sở của chương trình đào tạo. Môn học này được dạy trước các môn học, mô đun chuyên môn nghề và sau các môn học, mô đun chung.
- Tính chất: Môn học này trang bị những kiến thức, kỹ năng cơ bản về mạch điện.

4. Mục tiêu môn học:

- Về kiến thức:
 - + Phát biểu được các khái niệm, định luật, định lý cơ bản trong mạch điện một chiều, xoay chiều, mạch ba pha;
- Về kỹ năng:
 - + Tính toán được các thông số kỹ thuật trong mạch điện một chiều, xoay chiều, mạch ba pha ở trạng thái xác lập.
 - + Vận dụng 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
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:
 - + Rèn luyện tính cẩn thận, chính xác, ham học hỏi.

5. Nội dung môn học:

5.1. Chương trình khung:

TT	Mã MH/MĐ	Tên môn học, mô đun	Tín chỉ	Thời gian đào tạo (giờ)				
				Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra	
							LT	TH
	I	Các môn học chung/đại cương	23	465	183	257	17	8
1	COMP64002	Giáo dục chính trị	4	75	41	29	5	0
2	COMP62004	Pháp luật	2	30	18	10	2	0
3	COMP62008	Giáo dục thể chất	2	60	5	51	0	4
4	COMP62010	Giáo dục quốc phòng và An ninh	4	75	36	35	2	2

5	COMP63006	Tin học	3	75	15	58	0	2
6	FORL66001	Tiếng Anh	6	120	42	72	6	0
7	SAEN52001	An toàn vệ sinh lao động	2	30	26	2	2	0
	II	<i>Các môn học, mô đun đào tạo nghề bắt buộc</i>	72	1815	435	1299	30	51
	II.1	Các môn học, mô đun kỹ thuật cơ sở	14	270	140	116	10	4
8	ELEI52033	Mạch điện cơ bản	2	30	28	0	2	0
9	ELET5201	An toàn điện	2	30	28	0	2	0
10	ELEI53132	Mạch điện	3	60	28	29	2	1
11	ELEC52166	Vẽ điện chuyên ngành	2	45	14	29	1	1
12	ELET62064	Vật liệu điện	2	30	28	0	2	0
13	ELEI53117	Khí cụ điện	3	75	14	58	1	2
	II.2	Các môn học, mô đun chuyên môn nghề	58	1545	295	1183	20	47
14	ELEI53150	Thực tập điện cơ bản 1	3	75	14	58	1	2
15	ELEI53115	Đo lường điện	3	75	14	58	1	2
16	ELET55157	Trang bị điện 1	5	120	28	87	2	3
17	ELEI62158	Trang bị điện 2	2	45	14	29	1	1
18	ELEI56135	Máy điện	6	150	28	116	2	4
19	AUTM64116	PLC	3	75	14	58	1	2
20	ELEC54125	Lắp đặt dây điện trong nhà	4	90	28	58	2	2
21	ELEC55129	Lắp đặt thiết bị điện chiếu sáng	5	120	28	87	2	3
22	ELEC55130	Lắp đặt thiết bị đo lường điện	5	120	28	87	2	3
23	ELEC65127	Lắp đặt thiết bị bảo vệ	5	120	28	87	2	3
24	ELEC55129	Lắp đặt thiết bị điện dân dụng	5	120	28	87	2	3

25	ELEC55126	Lắp đặt hệ thống điều hòa không khí	5	120	28	87	2	3
26	ELEC54255	Thực tập sản xuất	4	180	15	155	0	10
27	ELEC63222	Khóa luận tốt nghiệp	3	135	0	129	0	6
Tổng cộng:			95	2280	618	1556	47	59

5.2. Chương trình chi tiết môn học:

Số TT	Nội dung tổng quát	Thời gian (giờ)				
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra	
					LT	TH
1	Chương 1 : Các khái niệm cơ bản về mạch điện.	9	5	4	0	0
2	Chương 2: Mạch điện một chiều.	20	7	12	1	0
3	Chương 3: Dòng điện xoay chiều hình sin.	18	9	8	1	0
4	Chương 4: Mạch ba pha.	13	7	5	0	1
Cộng		60	28	29	2	1

6. Điều kiện thực hiện môn học

6.1. Phòng học chuyên môn hóa/nhà xưởng:

- Phòng học lý thuyết

6.2. Trang thiết bị máy móc:

- Máy tính, máy chiếu

6.3. Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu:

- Giáo trình, giáo án
- Phiếu thực hành, phiếu học tập (nếu có)

6.4. Các điều kiện khác:

7. Nội dung và phương pháp đánh giá

7.1. Nội dung

- Về kiến thức: Chương 1, 2, 3, 4
- Về kỹ năng:
- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm
- + Nghiêm túc trong học tập.

- + Rèn luyện tính kiên nhẫn, chính xác tỉ mỉ trong công việc .

7.2. Phương pháp đánh giá kết thúc mô học theo một trong các hình thức sau:

- Kiểm tra thường xuyên
 - + Số lượng bài: 02
 - + Cách thức thực hiện: Do giáo viên giảng dạy môn học/mô đun thực hiện tại thời điểm bất kỳ trong quá trình học thông qua việc kiểm tra vấn đáp trong giờ học, kiểm tra viết với thời gian làm bài bằng hoặc dưới 30 phút, kiểm tra một số nội dung thực hành, thực tập, chấm điểm bài tập.
- Kiểm tra định kỳ: Thiết kế nội dung các bài kiểm tra dạng lý thuyết đánh giá bằng hình thức trắc nghiệm
 - + Số lượng bài: 03
 - + Cách thức thực hiện: Do giáo viên giảng dạy môn học/mô đun thực hiện theo theo số giờ kiểm tra được quy định trong chương trình môn học ở mục III có thể bằng hình thức kiểm tra viết từ 45 đến 60 phút, chấm điểm bài tập lớn, tiểu luận, làm bài thực hành, thực tập. Giáo viên biên soạn đề kiểm tra lý thuyết kèm đáp án và đề kiểm tra thực hành kèm biểu mẫu đánh giá thực hành theo đúng biểu mẫu qui định, trong đó:

Stt	Bài kiểm tra	Hình thức kiểm tra	Nội dung	Thời gian
1.	Bài kiểm tra số 1	Lý thuyết	Chương 1, Chương 2	45÷60 phút
2.	Bài kiểm tra số 2	Lý thuyết	Chương 3	45÷60 phút
3.	Bài kiểm tra số 3	Lý thuyết	Chương 4	45÷60 phút

- Thi kết thúc môn học: Thi lý thuyết, dạng trắc nghiệm
 - + Hình thức thi: Trắc nghiệm
 - + Thời gian thi: 45÷60 phút

8. Hướng dẫn thực hiện môn học

8.1. Phạm vi áp dụng chương trình

- Chương trình mô đun này được áp dụng cho nghề Điện công nghiệp, hệ Cao đẳng/ Trung cấp

8.2. Hướng dẫn về phương pháp giảng dạy, học tập môn học:

- Đối với giáo viên, giảng viên:
 - + Thiết kế giáo án theo thể loại lý thuyết hoặc tích hợp hoặc thực hành phù hợp với bài học. Giáo án được soạn theo bài hoặc buổi dạy.
 - + Tổ chức giảng dạy: (mô tả chia ca, nhóm...).
 - + Thiết kế các phiếu học tập (nếu có).
- Đối với người học:
 - + Tài liệu, dụng cụ học tập, vở ghi đầy đủ
 - + Hoàn thành các bài thực hành kỹ năng.
 - + Tổ chức làm việc nhóm, làm việc độc lập.
 - + Tuân thủ qui định an toàn, giờ giấc.

8.3. Những trọng tâm chương trình cần chú ý:

8.4. Tài liệu cần tham khảo:

- [1] Phạm Thị Cự (chủ biên), Mạch điện 1, NXB Giáo dục, năm 2000.
- [2] Hoàng Hữu Thận, Cơ sở Kỹ thuật điện , NXB Giao thông vận tải ,năm 2000.
- [3] Đặng Văn Đào, Kỹ Thuật Điện, NXB Giáo Dục, năm 2004
- [4] Hoàng Hữu Thận, Kỹ thuật điện đại cương, NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội ,năm 2000.
- [5] Hoàng Hữu Thận, Bài tập Kỹ thuật điện đại cương , NXB Đại học và Trung học chuyên nghiệp, Hà Nội , 2004

CHƯƠNG 1: CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN VỀ MẠCH ĐIỆN

❖ GIỚI THIỆU CHƯƠNG 1:

Chương 1 là chương giới thiệu về mô hình mạch điện cơ bản, các phần tử trong mạch điện; Các khái niệm cơ bản trong mạch điện.

❖ MỤC TIÊU CHƯƠNG 1:

- 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.
- Rèn được tính cẩn thận, phương pháp học tư duy và nghiêm túc trong công việc.

❖ PHƯƠNG PHÁP GIẢNG DẠY VÀ HỌC TẬP CHƯƠNG 1

- Đối với người dạy: sử dụng phương pháp giảng dạy tích cực (diễn giảng, vấn đáp, dạy học theo vấn đề); yêu cầu người học thực hiện câu hỏi thảo luận và bài tập chương 1 (cá nhân hoặc nhóm).
- Đối với người học: chủ động đọc trước giáo trình (chương 1) trước buổi học; hoàn thành đầy đủ câu hỏi thảo luận và bài tập tình huống chương 1 theo cá nhân hoặc nhóm và nộp lại cho người dạy đúng thời gian quy định.

❖ ĐIỀU KIỆN THỰC HIỆN CHƯƠNG 1

- Phòng học chuyên môn hóa/nhà xưởng: Không
- Trang thiết bị máy móc: Máy chiếu và các thiết bị dạy học khác
- Học liệu, dụng cụ, nguyên vật liệu: Chương trình môn học, giáo trình, tài liệu tham khảo, giáo án, phim ảnh, và các tài liệu liên quan.
- Các điều kiện khác: Không có

❖ KIỂM TRA VÀ ĐÁNH GIÁ CHƯƠNG 1

- Nội dung:
 - ✓ Kiến thức: Kiểm tra và đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kiến thức
 - ✓ Kỹ năng: Đánh giá tất cả nội dung đã nêu trong mục tiêu kỹ năng.
 - ✓ Năng lực tự chủ và trách nhiệm: Trong quá trình học tập, người học cần:

- + Nghiên cứu bài trước khi đến lớp
- + Chuẩn bị đầy đủ tài liệu học tập.
- + Tham gia đầy đủ thời lượng môn học.
- + Nghiêm túc trong quá trình học tập.
- Phương pháp:
 - ✓ Điểm kiểm tra thường xuyên: 1 điểm kiểm tra (hình thức: hỏi miệng)
 - ✓ Kiểm tra định kỳ lý thuyết: không có

❖ NỘI DUNG CHƯƠNG 1

1.1 MẠCH ĐIỆN VÀ MÔ HÌNH

1.1.1 Tổng quan về mạch điện

Mạch điện là một tập hợp các phần tử hay linh kiện điện được kết nối với nhau bởi dây dẫn, tạo thành một thiết bị hay mạng điện, thực hiện những chức năng công tác xác định nào đó.

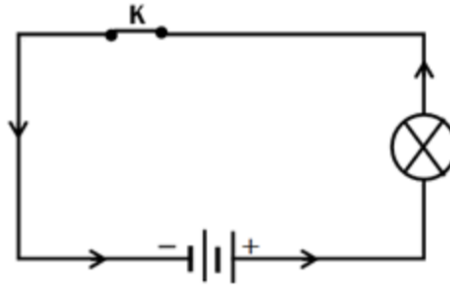
Mạch điện nói chung được chia ra ba loại:

1. Mạch điện tử, là mạch trong các thiết bị điện tử, đặc trưng bởi chứa nhiều phần tử hay linh kiện điện tử.
2. Mạch điện công nghiệp, là mạch trong các thiết bị điện cơ, nhà xưởng, cầu đường, tàu bè,... thực hiện truyền năng lượng đến các thiết bị công tác như mô tơ, đèn chiếu sáng, tạo nhiệt,... Cùng với mạch năng lượng có thể có mạch tín hiệu điều khiển để đóng cắt việc cấp năng lượng.
3. Mạch điện truyền dẫn năng lượng, thành phần trong lưới điện quốc gia, truyền năng lượng theo nhánh nào đó, ví dụ mạch 1 và mạch 2 trong đường dây 500 kV Bắc - Nam.

Mạch truyền dẫn năng lượng là khái niệm ít nói đến trong thực tế. Giữa mạch điện tử và điện công nghiệp thì có vùng chồng lấn, do các thiết bị điện tử được sử dụng vào thiết bị phục vụ hoạt động công nghiệp hay dân dụng ngày một nhiều. Ví dụ mạch điện của ti vi, máy tính được coi là mạch điện tử thuần túy, nhưng mạch của lò vi sóng, của ô tô có mất thần kiểm soát dịch chuyển đồ xe,... là dạng lai. Mạch điện trong nhà máy điện nói chung là mạch điện công nghiệp, và thường có nhiều bộ phận đo đạc và điều khiển là mạch điện tử.

1.1.2. Mạch điện

Mạch điện là tập hợp các thiết bị điện nối với nhau bằng các dây dẫn (phần tử dẫn) tạo thành những vòng kín trong đó dòng điện có thể chạy qua. Mạch điện thường gồm các loại phần tử sau: nguồn điện, phụ tải (tải), dây dẫn.



Hình 1.1: Sơ đồ mạch điện

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

b. **Tải:** Tải là các thiết bị tiêu thụ điện năng và biến đổi điện năng thành các dạng năng lượng khác như cơ năng, nhiệt năng, quang năng v...v.

c. **Dây dẫn:** Dây dẫn làm bằng kim loại (đồng, nhôm) dùng để truyền tải điện năng từ nguồn đến tải.

1.1.3. Các hiện tượng điện từ

Cá hiện tượng điện từ xảy ra trong mạch điện như: hiện tượng cảm ứng điện từ, hiện tượng tự cảm, hiện tượng hồ cảm...

- Hiện tượng cảm ứng điện từ:

Năm 1831, Michael Faraday đã chứng tỏ bằng thực nghiệm rằng từ trường có thể sinh ra dòng điện. Thực vậy, khi cho từ thông gửi qua một mạch kín thay đổi thì trong mạch xuất hiện một dòng điện. Dòng điện đó được gọi là dòng điện cảm ứng. Hiện tượng đó được gọi là **hiện tượng cảm ứng điện từ**.

- Hiện tượng tự cảm:

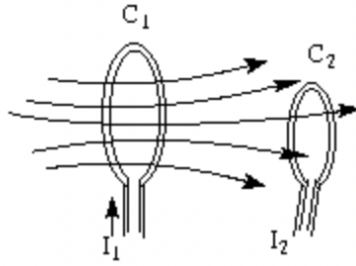
Hiện tượng tự cảm xuất hiện trong một mạch kín có dòng điện xoay chiều chạy qua, hoặc trong một mạch điện một chiều khi ta đóng mạch hay ngắt mạch.

Ta biết rằng dòng điện cảm ứng xuất hiện là do sự biến đổi từ thông gửi qua diện tích của mạch gây ra. Từ thông đó do từ trường bên ngoài tạo nên. nếu ta làm thay đổi cường độ dòng điện sẵn có trong mạch để từ thông do chính dòng điện đó sinh ra và gửi qua diện tích của mạch thay đổi, thì trong mạch cũng xuất hiện một

dòng điện cảm ứng, phụ thêm vào dòng điện chính sẵn có của mạch. Dòng điện cảm ứng này gọi là dòng điện tự cảm. Hiện tượng đó được gọi là hiện tượng tự cảm.

- Hiện tượng hồ cảm:

Giả sử có 2 mạch điện kín C_1 và C_2 đặt cạnh nhau trong đó có các dòng điện cường độ I_1 và I_2 chạy qua (hình vẽ).



Hình 1. 2: Hiện tượng hồ cảm

Nếu ta làm biến đổi cường độ dòng điện chạy trong các mạch đó thì từ trường do mỗi mạch sinh ra và gửi qua diện tích của mạch kia sẽ thay đổi theo. Kết quả là trong cả 2 mạch đều xuất hiện dòng điện cảm ứng. Hiện tượng này gọi là hiện tượng hồ cảm, và các dòng điện cảm ứng đó gọi là các dòng điện hồ cảm.

1.1.4. Mô hình mạch điện

a. Các phân tử điện trở

Điện trở R đặc trưng cho quá trình tiêu thụ điện năng và biến đổi điện năng sang dạng năng lượng khác như nhiệt năng, quang năng, cơ năng v...v.

Cho dòng điện i qua điện trở, nó gây ra điện áp rơi u_R trên điện trở. Theo định luật Ohm, quan hệ giữa dòng điện i và điện áp u_R là:

$$u_R = R \cdot i \text{ hoặc } i = G \cdot u_R \text{ (hình 1.3)}$$

Trong đó: $G = \frac{1}{R}$ gọi là điện dẫn.

Công suất điện trở tiêu thụ: $p = u_R \cdot i = R \cdot i^2$

Như vậy điện trở R đặc trưng cho quá trình tiêu tán trên điện trở.

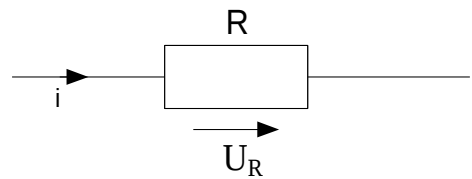
Trong hệ SI, điện trở có đơn vị là Ω (Ohm), điện dẫn là S (Simen).

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

$$A = \int_0^t p_R dt = \int_0^t R i^2 dt$$

Với $I = \text{const}$, ta có:

$$A = R i$$



Hình 1.3: Điện trở

b. Các phân tử điện cảm

Khi có dòng điện i chạy trong cuộn dây W vòng sẽ sinh ra từ thông móc vòng với cuộn dây $\psi = W\Phi$ (hình 1.4)

Điện cảm của cuộn dây: $L = \psi / i = W\Phi / i$

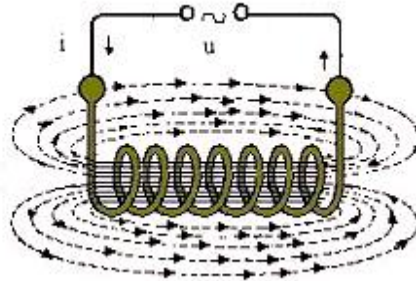
Đơn vị điện cảm là Henry (H).

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:

$$e_L = - d\psi / dt = - L di/dt$$

Quan hệ giữa dòng điện và điện áp:

$$U_L = - e_L = L di/dt$$



Hình 1.4: Từ thông móc vòng qua cuộn dây

Công suất tức thời trên cuộn dây: $p_L = u_L \cdot i = L i di/dt$

Năng lượng từ trường của cuộn dây:

$$W = \int_0^t p_L dt = \int_0^{i(t)} L i di = 1/2 L i^2$$

Như vậy điện cảm L đặc trưng cho quá trình trao đổi và tích lũy năng lượng từ trường của cuộn dây.

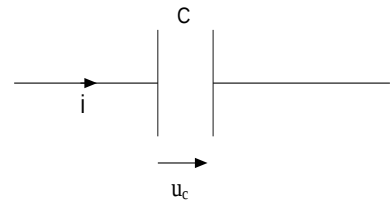
c. Các phần tử điện dung

Khi đặt điện áp u_c hai đầu tụ điện (hình 1.5), sẽ có điện tích q tích lũy trên bản tụ điện.: $q = C \cdot u_c$

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

$$i = dq/dt = C \cdot du_c / dt$$

$$\text{Ta có: } u_c = \frac{1}{C} \int_0^t i dt$$



Hình 1.5: Tụ điện

Công suất tức thời của tụ điện: $p_c = u_c \cdot i = C \cdot u_c \cdot du_c / dt$

Năng lượng điện trường của tụ điện:

$$W_C = \int_0^t P_c dt = \int_0^t C \cdot u_c du_c = \frac{1}{2} C u_c^2$$

Vậy điện dung C đặc trưng cho hiện tượng tích lũy năng lượng điện trường (phóng tích điện năng) trong tụ điện.

Đơn vị của điện dung là F (Fara) hoặc μF

d. Các phần tử nguồn

- Nguồn điện áp

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



Hình 1.6

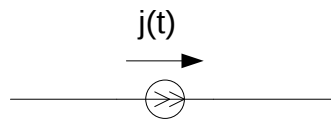
Nguồn điện áp còn được biểu diễn bằng một sức điện động $e(t)$ (hình 1.6b).

Chiều $e(t)$ từ điểm điện thế thấp đến điểm điện thế cao. Chiều điện áp theo quy ước từ điểm có điện thế cao đến điểm điện thế thấp:

$$u(t) = -e(t)$$

- Nguồn dòng điện

Nguồn dòng điện $J(t)$ đặc trưng cho khả năng của nguồn điện tạo nên và duy trì một dòng điện cung cấp cho mạch ngoài (hình 1.7)



Hình 1.7: Nguồn dòng

- Phần tử thật

- Phần tử điện trở thật

Trong khoảng làm việc, phần tử điện trở thực có đặc tính khá gần với điện trở lý tưởng.

- Hiện nay, các phần tử thực phổ biến được sản xuất chủ yếu dựa trên 3 công nghệ: gốm nung, phân lớp và dây quấn.

- Biểu diễn thông số làm việc

- Dựa trên các vạch màu có thể xác định được:

- + Giá trị danh định - điện trở $r (\Omega)$

- + Dung sai / độ chính xác, phần lớn quyết định bởi công nghệ.

- + Công suất - nhiệt năng có thể giải phóng mà không hư điện trở $\Rightarrow$ phụ thuộc vào kích thước điện trở.

- phần tử điện cảm thật

Thường gồm 2 loại:

- Loại có lõi sắt từ

- loại không có lõi sắt

➤ phân tử tụ điện thật

- Gồm có các loại: tụ điện dây quấn (giấy, màng), tụ (xếp) lớp và tụ hoá (điện phân).

Ngoài giá trị điện phân và dung sai cần chú ý đến $U_{\max}$, điện trở cách điện và đáp ứng với tần số của tụ điện.

1.2. CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN TRONG MẠCH ĐIỆN

1.2.1 Dòng điện và chiều quy ước của dòng điện

- Trong điện học và điện từ học, **dòng điện** là dòng chuyển dời có hướng của các điện tích. Vì đại lượng đặc trưng cho dòng điện là **cường độ dòng điện**, từ "dòng điện" thường được hiểu là cường độ dòng điện.

- Chiều của dòng điện thường quy ước là chiều từ cực dương đến cực âm của dòng điện, hay chiều của dòng điện trong vật dẫn ngược với chiều chuyển động của điện tử.

1.2.2 Cường độ dòng điện

Cường độ dòng điện *qua một bề mặt* được định nghĩa là lượng điện tích di chuyển qua bề mặt đó trong một đơn vị thời gian. Nó thường được ký hiệu bằng chữ **I** , từ chữ tiếng Đức *Intensität*, nghĩa là *cường độ*. Trong hệ SI, cường độ dòng điện có đơn vị ampe.

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{(q_1 + q_2 + q_n)}{t}$$

Cường độ dòng điện trung bình trong một khoảng thời gian được định nghĩa bằng thương số giữa điện lượng chuyển qua bề mặt được xét trong khoảng thời gian đó và khoảng thời gian đang xét.

$$I_{tb} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

- Trong đó,
 I_{tb} là cường độ dòng điện trung bình, đơn vị là A (ampe)
 ΔQ là điện lượng chuyển qua bề mặt được xét trong khoảng thời gian Δt , đơn vị là C (coulomb)
 Δt là khoảng thời gian được xét, đơn vị là s (giây)
- Khi khoảng thời gian được xét vô cùng nhỏ, ta có cường độ dòng điện tức thời:

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

1.2.3 Mật độ dòng điện

Một cách tổng quát, mật độ dòng chảy bất kỳ là cường độ dòng qua đơn vị diện tích mặt cắt vuông góc với dòng đó, với dòng có thể là dòng điện, dòng nước,... Đối với dòng điện, mật độ dòng được gọi là mật độ dòng điện.

Cường độ dòng tổng quát liên hệ với mật độ dòng tổng quát trên một bề mặt bất kỳ qua công thức: $\phi = j \cdot A$

Với:

ϕ - là cường độ dòng. Nếu dòng là dòng điện, nó đo bằng ampe

A - diện tích mà dòng đi qua, đo bằng mét vuông

j - là mật độ dòng. Nếu dòng là dòng điện, nó đo bằng A/m^2

Mật độ dòng điện có ý nghĩa trong thiết kế mạch điện, trong điện tử học. Các thiết bị tiêu thụ điện thường bị nóng lên khi có dòng điện chạy qua, và chỉ hoạt động tốt dưới một mật độ dòng điện an toàn nào đấy; nếu không chúng sẽ bị nóng quá, chảy hoặc cháy. Ngay cả trong vật liệu siêu dẫn, nơi điện năng không bị chuyển hóa thành nhiệt năng, mật độ dòng điện lớn quá có thể tạo ra từ trường quá mạnh, phá hủy trạng thái siêu dẫn.

1.3. CÁC PHÉP BIẾN ĐỔI TƯƠNG ĐƯƠNG

Các phép biến đổi tương đương nhằm mục đích đưa mạch điện phức tạp về dạng đơn giản hơn. Khi biến đổi tương đương, dòng điện, điện áp tại các bộ phận không bị biến đổi mà vẫn giữ nguyên. Dưới đây là một số phép biến đổi tương đương thường gặp.

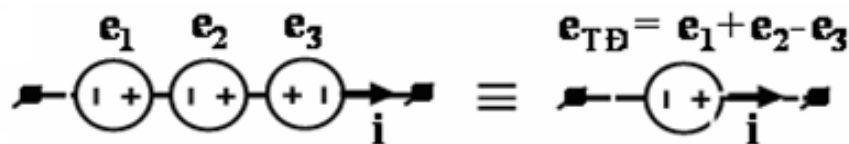
1.3.1 Nguồn áp mắc nối tiếp

Các nguồn sức điện động e_k mắc nối tiếp tương đương với một nguồn có sức điện động:

$$e_{td} = \sum_{\text{đaisố}} e_k$$

Trong đó: nguồn sức điện động e_k nào cùng chiều với dòng điện I thì mang dấu (+), ngược chiều với dòng điện i thì mang dấu (-).

Ví dụ:



1.3.2 Nguồn dòng mắc song song

Các nguồn dòng mắc song song j_k mắc song song tương đương với một nguồn dòng:

$$j_{td} = \sum_{\text{Đaisố}} j_k$$

Trong đó nguồn j_k nào cùng chiều với dòng điện I thì mang dấu (+).

Ví dụ:

