

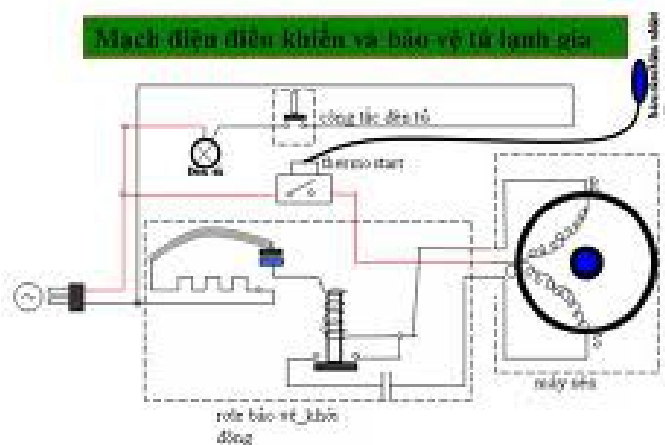
**BỘ LAO ĐỘNG - THƯƠNG BINH VÀ XÃ HỘI**  
**TỔNG CỤC DẠY NGHỀ**

**GIÁO TRÌNH**

**Tên môn học: Cơ sở kỹ thuật điện**  
**NGHỀ: KỸ THUẬT MÁY LẠNH VÀ**  
**ĐIỀU HÒA KHÔNG KHÍ**

**TRÌNH ĐỘ: TRUNG CẤP NGHỀ**

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 120/QĐ – TCDN Ngày 25 tháng 02 năm 2013 của Tổng cục trưởng Tổng cục dạy nghề*



**Hà Nội, Năm 2013**

**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 hoặc 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.

## LỜI GIỚI THIỆU

Cùng với công cuộc đổi mới công nghiệp hóa và hiện đại hóa đất nước, kỹ thuật lạnh đang phát triển mạnh mẽ ở Việt Nam. Tủ lạnh, máy lạnh thương nghiệp, công nghiệp, điều hòa nhiệt độ đã trở nên quen thuộc trong đời sống và sản xuất. Các hệ thống máy lạnh và điều hòa không khí phục vụ trong đời sống và sản xuất như: chế biến, bảo quản thực phẩm, bia, rượu, in ấn, điện tử, thông tin, y tế, thể dục thể thao, du lịch... đang phát huy tác dụng thúc đẩy mạnh mẽ nền kinh tế, đời sống đi lên.

Cùng với sự phát triển kỹ thuật lạnh, việc đào tạo phát triển đội ngũ kỹ thuật viên lành nghề được Đảng, Nhà nước, Nhà trường và mỗi công dân quan tâm sâu sắc để có thể làm chủ được máy móc, trang thiết bị của nghề.

Được sự quan tâm sâu sắc của Đảng, Nhà nước và đặc biệt là Cơ quan chuyên môn là Tổng cục dạy nghề - Bộ lao động, Thương binh và Xã hội bộ giáo trình của nghề Kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí được biên soạn trên cơ sở Chương trình dạy nghề áp dụng cho các trường đạt chuẩn quốc gia của nghề.

Nghề Kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí là một trong những chuyên ngành của ngành điện.

Cơ sở kỹ thuật điện là môn học cơ sở trong chương trình đào tạo trình độ Trung cấp nghề và Cao đẳng nghề Kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí. Việc học tập tốt môn học này giúp học sinh, sinh viên có điều kiện để tiếp thu nội dung các kiến thức, kỹ năng chuyên môn phần điện của nghề tiếp theo.

Giáo trình của môn học gồm 5 chương với thời lượng 45 tiết. Giáo trình đã đề cập tới những kiến thức cơ bản nhất, để học sinh sinh viên có thể hiểu được các hiện tượng điện, từ xảy ra trong các phần tử của mạch điện và giải được các bài toán cơ bản trong phạm vi của nghề về mạch điện.

Mặc dù đã cố gắng, nhưng do thời gian và kiến thức còn hạn chế nên giáo trình không thể tránh khỏi sai sót. Nhóm tác giả mong được sự góp ý của đồng nghiệp.

*Xin trân trọng cảm ơn!*

Hà Nội, ngày tháng năm 2013

Tham gia biên soạn

1. Chủ biên: Kỹ sư Bạch Tuyết Vân

2. Ủy viên: Thạc sĩ Vũ Ngọc Vương

## MỤC LỤC

| <b>ĐỀ MỤC</b>                                      | <b>TRANG</b> |
|--|--------------|
| <b>1. Lời giới thiệu</b>                           | <b>1</b>     |
| <b>2. Mục lục</b>                                  | <b>3</b>     |
| <b>3. Chương trình môn học Cơ sở kỹ thuật điện</b> | <b>7</b>     |
| <b>4. Chương 1: Mạch điện một chiều</b>            | <b>10</b>    |
| 1. Khái niệm dòng 1 chiều:                         | 10           |
| 1.1. Định nghĩa dòng điện – Chiều dòng điện        | 10           |
| 1.2. Bản chất dòng điện trong các môi trường       | 10           |
| 1.3. Cường độ dòng điện                            | 11           |
| 1.4. Mật độ dòng điện                              | 12           |
| 1.5. Điện trở vật dẫn                              | 13           |
| 1.6. Điều kiện duy trì dòng điện lâu dài           | 14           |
| 2. Các phần tử của mạch điện:                      | 14           |
| 2.1. Định nghĩa mạch điện                          | 14           |
| 2.2. Các phần tử mạch điện                         | 14           |
| 2.3. Kết cấu 1 mạch điện                           | 15           |
| 3. Cách ghép nguồn 1 chiều:                        | 16           |
| 3.1. Đấu nối tiếp các nguồn điện thành bộ          | 16           |
| 3.2. Đấu song song các nguồn điện thành bộ         | 17           |
| 3.3. Đấu hỗn hợp các nguồn điện                    | 18           |
| 4. Các định luật cơ bản của mạch điện:             | 19           |
| 4.1. Định luật Ôm                                  | 19           |
| 4.2. Định luật Kiéc khốp                           | 21           |
| 5. Công và công suất:                              | 24           |
| 5.1. Công của dòng điện                            | 24           |
| 5.2. Công suất của dòng điện                       | 25           |
| 6. Phương pháp dòng điện nhánh:                    | 27           |
| 7. Phương pháp điện thế hai nút:                   | 29           |
| 8. Phương pháp biến đổi tương đương                | 31           |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>5. Chương 2: Từ trường</b>  | <b>43</b> |
| 1. Khái niệm về từ trường  | 43        |
| 1.1. Từ trường của nam châm vĩnh cửu                                     | 43        |
| 1.2. Từ trường của dòng điện   | 44        |
| 1.3. Chiều từ trường của một số dây dẫn mang dòng điện                   | 44        |
| 2. Các đại lượng từ cơ bản   | 46        |
| 2.1. Sức từ động (lực từ hoá)  | 46        |
| 2.2. Cường độ từ trường  | 47        |
| 2.3. Cường độ từ cảm   | 48        |
| 2.4. Hệ số từ thẩm   | 48        |
| 2.5. Từ thông  | 50        |
| 3. Lực điện từ   | 50        |
| 3.1. Lực tác dụng của từ lên dây dẫn có dòng điện                        | 50        |
| 3.2. Lực tác dụng giữa 2 dây dẫn song song có dòng điện                  | 51        |
| 4. Từ trường của 1 số dạng dây dẫn có dòng điện                          | 51        |
| 4.1. Từ trường của dòng điện trong dây dẫn thẳng                         | 53        |
| 4.2. Từ trường của cuộn dây hình xuyên                                   | 55        |
| 5. Vật liệu sắt từ   | 56        |
| 5.1. Khái niệm   | 56        |
| 5.2. Từ tính của sắt từ  | 56        |
| 5.3. Chu trình từ hoá của sắt từ   | 57        |
| <b>6. Chương 3: Cảm ứng điện từ</b>                                      | <b>63</b> |
| 1. Hiện tượng cảm ứng điện từ:   | 63        |
| 1.1. Định luật cảm ứng điện từ   | 63        |
| 1.2. Sức điện động cảm ứng trong vòng dây có từ thông biến thiên         | 63        |
| 1.3. Sức điện động cảm ứng trong dây dẫn thẳng chuyển động cắt từ trường | 64        |
| 1.4. Sức điện động cảm ứng trong cuộn dây                                | 66        |
| 2. Nguyên tắc biến cơ năng thành điện năng                               | 67        |
| 2.1. Nguyên tắc  | 67        |
| 2.2. Thực tế   | 68        |
| 3. Nguyên tắc biến điện năng thành cơ năng                               | 69        |
| 3.1. Nguyên tắc  | 69        |
| 3.2. Thực tế   | 71        |
| 4. Hiện tượng tự cảm, hồ cảm   | 71        |
| 4.1. Hệ số tự cảm  | 71        |
| 4.2. Sức điện động tự cảm  | 72        |
| 4.3. Hệ số hồ cảm  | 73        |

|   |            |
|---|------------|
| 4.4. Sức điện động hồ cảm                               | 73         |
| 4.5. Ứng dụng   | 74         |
| 5. Dòng điện Phu cô (xoáy)                              | 74         |
| 5.1. Hiện tượng   | 74         |
| 5.2. Ý nghĩa  | 75         |
| 5.3. Hiệu ứng mặt ngoài                                 | 76         |
| <b>7. Chương 4: Mạch điện xoay chiều hình sin 1 pha</b> | <b>80</b>  |
| 1. Khái niệm về dòng hình sin:                          | 80         |
| 1.1. Định nghĩa   | 80         |
| 1.2. Nguyên lý tạo ra sức điện động xoay chiều hình sin | 80         |
| 2. Các thông số đặc trưng cho đại lượng hình sin:       | 82         |
| 3. Giá trị hiệu dụng của dòng hình sin:                 | 83         |
| 3.1. Định nghĩa   | 83         |
| 3.2. Cách tính theo biên độ                             | 84         |
| 4. Biểu thị lượng hình sin bằng đồ thị véc tơ:          | 85         |
| 5. Mạch hình sin thuận trở:                             | 88         |
| 5.1. Quan hệ dòng - áp                                  | 89         |
| 5.2. Công suất  | 90         |
| 6. Mạch hình sin thuận cảm:                             | 90         |
| 6.1. Quan hệ dòng - áp                                  | 90         |
| 6.2. Công suất  | 92         |
| 7. Mạch hình sin thuận dung:                            | 93         |
| 7.1. Quan hệ dòng - áp                                  | 93         |
| 7.2. Công suất  | 94         |
| 8. Mạch R - L - C mắc nối tiếp:                         | 95         |
| 8.1. Quan hệ dòng áp                                    | 95         |
| 8.2. Cộng hưởng điện áp                                 | 98         |
| 8.3. Các loại công suất của dòng điện hình sin          | 99         |
| 8.4. Hệ số công suất                                    | 100        |
| 8.4. Bài tập áp dụng                                    | 100        |
| <b>8. Chương 5: Mạch điện xoay chiều 3 pha</b>          | <b>106</b> |
| 1. Khái niệm về mạch điện hình sin 3 pha:               | 106        |
| 1.1. Định nghĩa   | 106        |
| 1.2. Nguyên lý máy phát điện 3 pha                      | 106        |
| 1.3. Biểu thức sức điện động 3pha                       | 107        |
| 1.4. Đồ thị thời gian và đồ thị véc tơ                  | 107        |
| 2. Các lượng "Dây - Pha" trong mạch 3 pha:              | 107        |
| 2.1. Cách nối mạch điện 3 pha                           | 107        |

|   |            |
|---|------------|
| 2.2. Các định nghĩa   | 108        |
| 3. Cách nối dây máy phát điện 3pha hình sao (Y):                | 108        |
| 3.1. Cách nối   | 108        |
| 3.2. Quan hệ các lượng Dây - Pha                                | 109        |
| 4. Cách nối dây máy phát điện 3 pha hình tam giác ( $\Delta$ ): | 109        |
| 4.1. Cách nối   | 110        |
| 4.2. Quan hệ các lượng Dây - Pha                                | 110        |
| 5. Phụ tải nối sao (Y):   | 111        |
| 5.1. Mạch 3 pha có dây trung tính có trở kháng không đáng kể    | 111        |
| 5.2. Mạch 3 pha đấu sao đối xứng                                | 111        |
| 6. Phụ tải cân bằng nối tam giác ( $\Delta$ ):                  | 113        |
| 7. Từ trường quay 3 pha - Từ trường đập mạch:                   | 113        |
| 7.1. Từ trường quay 3 pha                                       | 114        |
| 7.2. Từ trường đập mạch   | 116        |
| <b>9. Tài liệu tham khảo</b>                                    | <b>120</b> |





## TÊN MÔN HỌC: CƠ SỞ KỸ THUẬT ĐIỆN

**Mã môn học: MH 09**

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

Là môn học cơ sở cung cấp cho học sinh, sinh viên những kiến thức cơ bản về điện để có thể tiếp thu nội dung các kiến thức chuyên môn phần điện trong các môn học chuyên môn của chuyên ngành Kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí;

Môn học được giảng dạy ở học kỳ I của khóa học cùng với các môn Vẽ kỹ thuật, Cơ kỹ thuật...

Cơ sở kỹ thuật điện là môn học cơ sở trong chương trình đào tạo trình độ Trung cấp nghề và Cao đẳng nghề Kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí. Việc học tập tốt môn học này giúp học sinh, sinh viên có điều kiện để tiếp thu nội dung các kiến thức, kỹ năng chuyên môn phần điện của nghề tiếp theo.

**Mục tiêu của môn học:**

Trình bày được các kiến thức cơ bản về mạch điện 1 chiều, xoay chiều. Phân tích được từ trường của dòng xoay chiều 1 pha, 3 pha, làm nền tảng để tiếp thu kiến thức chuyên môn phần điện trong chuyên ngành Kỹ thuật máy lạnh và điều hòa không khí ;

Rèn luyện tư duy logic về mạch điện, nắm được các phương pháp cơ bản giải 1 mạch điện đơn giản.

**Nội dung của môn học:**

| TT | Tên chương, mục  | Thời gian |           |                   |                        |
|----|--|-----------|-----------|-------------------|------------------------|
|    |  | Tổng số   | Lý thuyết | Thực hành Bài tập | Kiểm tra* (LT hoặc TH) |
| I  | Mạch điện 1 chiều<br>Khái niệm dòng 1 chiều<br>Các phần tử của mạch điện<br>Cách ghép nguồn 1 chiều<br>Cách ghép phụ tải 1 chiều<br>Các định luật cơ bản của mạch điện | 9         | 5         | 3                 | 1                      |

|     |  |    |   |   |   |
|-----|--|----|---|---|---|
|     | Công và công suất<br>Phương pháp dòng điện nhánh<br>Phương pháp điện thế hai nút<br>Phương pháp biến đổi tương đương<br>Kiểm tra   |    |   |   |   |
| II  | Từ trường<br>Khái niệm về từ trường<br>Các đại lượng từ cơ bản<br>Lực điện từ<br>Từ trường của 1 số dạng dây dẫn có dòng điện<br>Vật liệu sắt từ<br>Mạch từ<br>Kiểm tra  | 6  | 3 | 2 | 1 |
| III | Cảm ứng điện từ<br>Hiện tượng cảm ứng điện từ<br>Nguyên tắc biến cơ năng thành điện năng<br>Nguyên tắc biến điện năng thành cơ năng<br>Hiện tượng tự cảm<br>Hiện tượng hổ cảm<br>Dòng điện Phu cô (xoáy)<br>Kiểm tra   | 9  | 6 | 2 | 1 |
| IV  | Mạch điện xoay chiều hình sin 1 pha<br>Khái niệm về dòng điện hình sin<br>Các thông số đặc trưng cho đại lượng hình sin<br>Giá trị hiệu dụng của dòng hình sin<br>Biểu thị các lượng hình sin bằng đồ thị véc tơ<br>Mạch hình sin thuần trở<br>Mạch hình sin thuần điện cảm<br>Mạch hình sin thuần điện dung<br>Mạch điện R- L- C nối tiếp<br>Công suất và hệ số công suất | 12 | 6 | 5 | 1 |

|             |  |           |           |           |          |
|-------------|--|-----------|-----------|-----------|----------|
| V           | <p>Mạch điện xoay chiều hình sin 3 pha</p> <p>Khái niệm về mạch điện hình sin 3 pha - Hệ thống điện xoay chiều 3pha</p> <p>Các đại lượng Dây - Pha trong mạch điện 3 pha</p> <p>Cách nối dây MFD 3 pha hình sao (Y)</p> <p>Cách nối dây MFD 3 pha hình tam giác (<math>\Delta</math>)</p> <p>Phụ tải nối sao, phụ tải cân bằng nối sao</p> <p>Phụ tải cân bằng nối tam giác</p> <p>Từ trường đập mạch - Từ trường quay</p> <p>Kiểm tra</p> | 9         | 5         | 3         | 1        |
| <b>Cộng</b> |  | <b>45</b> | <b>25</b> | <b>15</b> | <b>5</b> |

## CHƯƠNG 1: MẠCH ĐIỆN MỘT CHIỀU

Mã chương: MH09 – 01

### Giới thiệu:

Mạch điện một chiều được ứng dụng trong thực tế không nhiều; chủ yếu trên các thiết bị điện di động hoặc có công suất nhỏ. Song nghiên cứu kỹ mạch điện này làm cơ sở tư duy cho mạch điện xoay chiều được ứng dụng rất phổ biến trong sản xuất và đời sống.

### Mục tiêu:

Trình bày được những kiến thức cơ bản về mạch điện 1 chiều, các ứng dụng trong thực tiễn, làm cơ sở cho việc tiếp thu kiến thức kỹ thuật điện phục vụ chuyên ngành học;

Giải thích được những khái niệm về mạch điện, các phần tử của mạch điện;

Rèn luyện khả năng tư duy logic mạch điện.

### Nội dung chính:

#### 1. KHÁI NIỆM DÒNG MỘT CHIỀU:

\* *Mục tiêu:*

- Giới thiệu và giải thích những khái niệm cơ bản về dòng điện, các đại lượng của dòng điện.

- Đưa ra và giải thích những khái niệm về mạch, các phần tử của mạch điện.

#### 1.1. Định nghĩa dòng điện - chiều dòng điện:

Đặt vật dẫn trong điện trường, các điện tích dương dưới tác dụng của lực điện trường sẽ chuyển động từ nơi có điện thế cao đến nơi có điện thế thấp, các điện tích âm ngược lại sẽ chuyển động từ nơi có điện thế thấp đến nơi có điện thế cao, tạo thành dòng điện.

\* *Định nghĩa:*

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

\* *Chiều dòng điện:*

Được quy ước là chiều chuyển dịch của các điện tích dương.

#### 1.2. Bản chất dòng điện trong các môi trường:

\* *Dòng điện trong kim loại:*

Ở điều kiện bình thường trong kim loại luôn tồn tại các điện tử tự do, chúng chuyển động hỗn loạn và không tạo ra dòng điện. Khi đặt kim loại

trong điện trường, dưới tác dụng của lực điện trường các điện tử tự do chuyển động về hướng cực dương tạo thành dòng điện.

Vậy dòng điện trong kim loại là dòng các điện tử tự do chuyển động ngược chiều với chiều quy ước của dòng điện.

\* *Dòng điện trong dung dịch điện ly:*

Ở điều kiện bình thường trong dung dịch điện ly luôn tồn tại các ion dương và ion âm. Khi đặt dung dịch điện ly trong điện trường, các ion dương sẽ chuyển động về hướng cực âm cùng chiều với chiều quy ước của dòng điện, ngược lại các ion âm chuyển động về hướng cực dương ngược chiều với chiều quy ước của dòng điện.

Như vậy dòng điện trong dung dịch điện ly là dòng các ion chuyển động có hướng.

\* *Dòng điện trong không khí:*

Ở điều kiện bình thường không khí là chất cách điện tốt. Nếu vì lý do nào đó trong không khí xuất hiện các điện tử tự do và không khí được đặt trong điện áp đủ lớn để các điện tử tự do có thể bắn phá được các nguyên tử khí, không khí bị ion hoá. Dưới tác dụng của lực điện trường các ion và các điện tử tự do chuyển động có hướng tạo thành dòng điện.

Vậy dòng điện trong chất khí là dòng các ion dương chuyển động theo chiều quy ước của dòng điện và dòng các ion âm và các điện tử tự do chuyển động ngược chiều quy ước của dòng điện.

### **1.3. Cường độ dòng điện:**

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

Cường độ dòng điện ký hiệu là  $I$ , đặc trưng cho độ lớn của dòng điện, ta có biểu thức:

$$I = \frac{q}{t} \quad (1-1)$$

*Trong đó:  $q$  là lượng điện tích chuyển dịch qua tiết diện dây dẫn trong thời gian  $t$ .*

Nếu lượng điện tích chuyển dịch qua tiết diện dây dẫn thay đổi theo thời gian ta có cường độ dòng điện thay đổi theo thời gian, ký hiệu là  $i$ . Khi đó ta có:

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-2)$$

Trong đó:  $dq$  là lượng điện tích qua tiết diện dây dẫn trong thời gian rất nhỏ  $dt$ .

Đơn vị của điện tích  $q$  là Culông (C), của thời gian  $t$  là giây (s) thì đơn vị của cường độ dòng điện là Ampe (A).

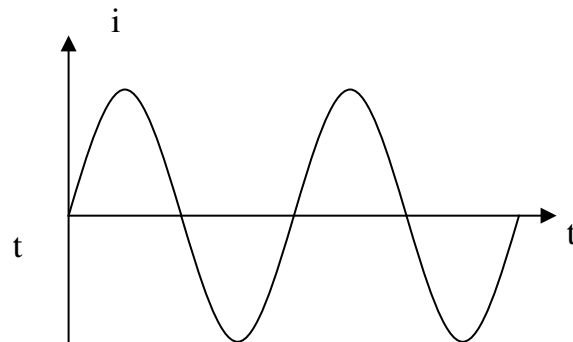
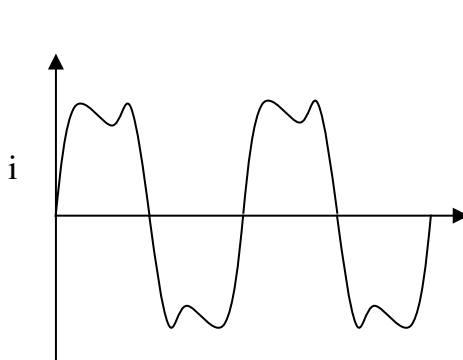
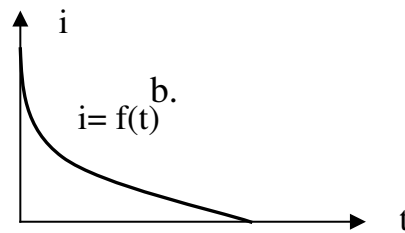
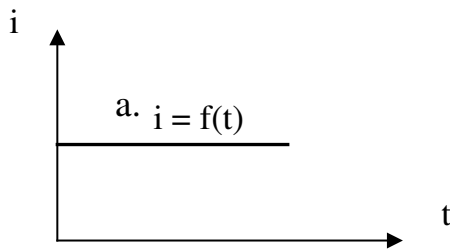
Bội số của Am pe là: kilô Am pe ( kA ):  $1\text{kA} = 10^3\text{A}$ .

Ước số của Am pe là: mili Am pe ( mA ) và micro Am pe ( A ):  $1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$ ;  $1\text{ A} = 10^{-6}\text{A}$ .

Sự di chuyển của điện tích trong dây dẫn theo một hướng nhất định với tốc độ không đổi tạo thành dòng điện không đổi hay dòng điện một chiều, ta có định nghĩa: Dòng điện một chiều là dòng điện có chiều không đổi theo thời gian. Dòng điện một chiều có cả trị số không đổi theo thời gian gọi là dòng điện không đổi.

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

Trên hình 1-1a biểu diễn dòng điện không đổi, hình 1.1b là dòng điện biến đổi không chu kỳ kiểu tắt dần, hình 1.1c là dòng điện biến đổi kiểu chu kỳ và hình 1.1d là dòng điện biến đổi theo chu kỳ có dạng hình sin.



Hình 1.1

**1.4. Mật độ dòng điện:**

Cường độ dòng điện qua một đơn vị diện tích tiết diện dây dẫn được gọi là mật độ dòng điện, ký hiệu là  $J$  (đen ta), ta có:

$$J = \frac{I}{S} \quad (1-3)$$

Ở đây  $S$  là diện tích tiết diện dây dẫn. Đơn vị mật độ dòng điện là  $A/m^2$ , nhưng do đơn vị này quá nhỏ nên thực tế thường dùng đơn vị  $A/cm^2$  hoặc  $A/mm^2$ . Trong một đoạn dây dẫn cường độ dòng điện là như nhau tại mọi tiết diện nên ở chỗ nào tiết diện dây dẫn nhỏ mật độ dòng điện sẽ lớn.

**1.5. Điện trở vật dẫn:**

Dòng điện là dòng điện tích chuyển động có hướng, vì vậy khi chuyển động trong vật dẫn chúng sẽ bị va chạm vào các nguyên tử, phân tử làm chuyển động của chúng chậm lại. Đó chính là bản chất của điện trở vật dẫn với dòng điện.

+ Với vật dẫn có tiết diện nhỏ các điện tích trong quá trình dịch chuyển sẽ bị va chạm càng nhiều nên điện trở vật dẫn tỷ lệ nghịch với tiết diện vật dẫn;

+ Với dây dẫn càng dài sự dịch chuyển của điện tích càng gặp cản trở nên điện trở vật dẫn tỷ lệ với chiều dài dây dẫn;

+ Với vật dẫn có mật độ điện tử tự do càng lớn thì nó dẫn điện càng tốt vì có càng nhiều điện tích tham gia vào quá trình dịch chuyển tạo nên dòng điện tức là điện trở suất của vật dẫn nhỏ, điện dẫn suất lớn hay điện trở vật dẫn phụ thuộc vào bản chất vật liệu làm nên vật dẫn

Tóm lại ta có: Điện trở của một vật dẫn tỷ lệ với chiều dài, tỷ lệ nghịch với tiết diện và phụ thuộc vào vật liệu làm vật dẫn đó.

Ta có biểu thức:

$$R = \frac{l}{S} \quad (1-4) \quad \text{hay} \quad R = \frac{\rho l}{S} \quad (1-5)$$

Trong đó:



$R$  = điện trở vật dẫn, đơn vị đo là Ôm (  $\Omega$  ).

$l$  = chiều dài vật dẫn, đơn vị đo là mét (m).

$S$  = tiết diện vật dẫn, đơn vị đo là  $m^2$ . Khi đó đơn vị của điện trở suất

$$\frac{m^2}{m} = m$$

là

Trong thực tế do tiết diện vật dẫn  $S$  thường tính theo  $mm^2$  nên đơn vị của  $R$  là

\* Sự phụ thuộc của điện trở vật dẫn vào nhiệt độ:

$$\frac{mm^2}{m} = 10^{-6} m$$

Khi nhiệt độ tăng, các phân tử và nguyên tử tăng cường mức độ chuyển động nhiệt làm cho các điện tích bị va chạm nhiều hơn trong quá trình chuyển động do đó tốc độ của chúng giảm đi hay điện trở của vật dẫn tăng lên theo nhiệt độ.

Trong phạm vi từ  $0$  đến  $100^\circ C$ , đa số các kim loại đều có độ tăng điện trở  $r$  tỷ lệ với độ tăng nhiệt độ  $\Delta t = t - t_0$ .

Gọi  $r_0$  và  $r$  là điện trở tương ứng với nhiệt độ ban đầu  $t_0$  và nhiệt độ đang xét  $t$ , ta có:

$$\frac{r}{r_0} = \frac{r_0 + \alpha r_0 (t - t_0)}{r_0} \quad (\alpha > 0)$$

Từ đó ta có:

$$r = r_0 [1 + \alpha (t - t_0)] = r_0 (1 + \alpha \Delta t)$$

Hệ số  $\alpha$  được gọi là hệ số nhiệt điện trở của vật liệu, đo bằng độ tăng tương đối của điện trở khi nhiệt độ biến thiên  $1^\circ C$ .

Đối với dung dịch điện phân khi nhiệt độ tăng lên làm tăng độ phân ly làm cho mật độ các phân tử mang điện tăng lên, điện trở của chúng vì vậy lại giảm đi.

### 1.6. Điều kiện duy trì dòng điện lâu dài:

Muốn các điện tích chuyển động có hướng để tạo thành dòng điện thì ta phải duy trì điện trường trong vật dẫn. Như vậy điều kiện để duy trì dòng điện là phải duy trì hiệu điện thế giữa hai đầu vật dẫn.

## 2. CÁC PHẦN TỬ CỦA MẠCH ĐIỆN:

\* Mục tiêu:

- Đưa ra và giải thích những khái niệm về mạch, các phần tử của mạch điện.

### 2.1. Định nghĩa mạch điện:

Mạch điện là tập hợp tất cả các thiết bị cho dòng điện chạy qua. Các thiết bị lẻ nối với nhau cho dòng điện đi qua gọi là các phần tử của mạch điện.

Một mạch điện gồm các phần tử cơ bản là nguồn điện, vật tiêu thụ điện, vật dẫn điện, và các phần tử khác là thiết bị đo lường, đóng cắt, bảo vệ,

...

### 2.2. Các phần tử mạch điện:

\* Nguồn điện:

Là thiết bị để biến đổi các dạng năng lượng khác thành năng lượng điện như:

- Biến cơ năng thành điện năng ở máy phát điện
- Biến nhiệt năng thành điện năng ở nhà máy thuỷ điện
- Biến hoá năng thành điện năng ở pin và ắc quy
- Biến quang năng thành điện năng như ở pin mặt trời ...

Trên sơ đồ điện nguồn điện được biểu thị bằng một sức điện động (viết tắt là s.đ.đ) ký hiệu là  $E$ , có chiều đi từ cực âm (-) về cực dương (+) nguồn và một điện trở trong của nguồn ký hiệu là  $r_0$ .

\* Dây dẫn:

Dùng để truyền tải năng lượng điện từ nguồn điện đến nơi tiêu thụ, trên sơ đồ được biểu thị bằng một điện trở dây ký hiệu là  $r_d$ .

\* Thiết bị tiêu thụ điện:

Là thiết bị để biến năng lượng điện thành năng lượng khác như:

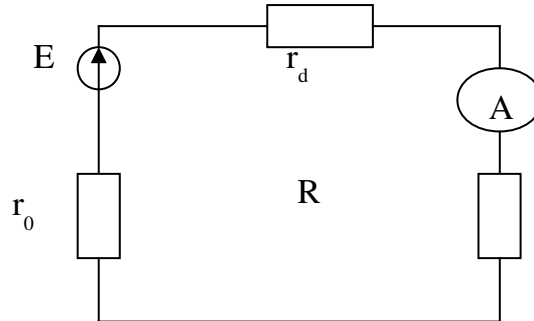
- Biến điện năng thành cơ năng như ở động cơ điện;
- Biến điện năng thành quang năng như ở bóng đèn;
- Biến điện năng thành nhiệt năng như ở các lò điện ...

Trên sơ đồ chúng được biểu thị bằng một điện trở, ký hiệu là  $R$

\* Các thiết bị khác: Gồm

- Thiết bị để đóng cắt như aptômát, cầu dao, máy cắt điện...

- Thiết bị để đo lường như Ampe mét, Vôn mét, công tơ điện ...
  - Thiết bị để bảo vệ như cầu chì, aptômát, rơle nhiệt...
- Ta có sơ đồ điện đơn giản như sau :

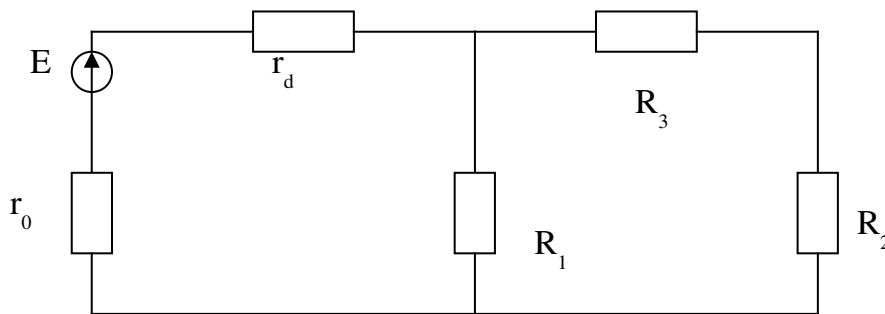


Hình 1.2

### 2.3. Kết cấu của mạch điện: Gồm có

- Nhánh: là phần đoạn mạch chỉ có một dòng điện duy nhất chạy qua.
- Nút: là điểm nối chung của ít nhất ba nhánh trở lên.
- Vòng: tập hợp các nhánh tạo thành vòng kín gọi là vòng.

Mạch điện không có điểm nút gọi là mạch điện không phân nhánh. Mạch không phân nhánh cường độ dòng điện như nhau tại mọi phần tử của mạch điện (hình 1.2). Mạch điện có điểm nút gọi là mạch điện phân nhánh (hình 1.3).



Hình 1.3

### 3. CÁCH GHÉP NGUỒN MỘT CHIỀU:

\* Mục tiêu:

- Giới thiệu kết cấu của nguồn điện một chiều, phương pháp kết nối để có được nguồn một chiều có công suất, điện áp khác nhau phù hợp với phụ tải.

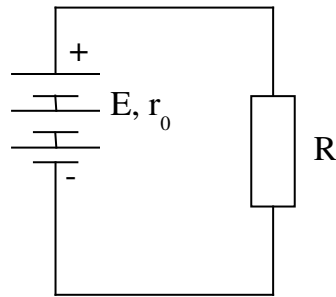
Nguồn điện hoá học như pin hay ắc quy thường có điện áp thấp và khả năng cung cấp dòng điện cũng nhỏ, một phần tử nguồn không đủ thoả mãn

yêu cầu của phụ tải, vì vậy ta thường phải ghép nhiều phần tử nguồn thành bộ nguồn. Ở đây ta chỉ xét việc đấu các phần tử nguồn giống nhau (có cùng s.đ.đ và điện trở trong) thành bộ.

### 3.1. **Đấu nối tiếp các nguồn điện thành bộ:**

\* *Cách đấu:*

Ta đấu liên tiếp cực âm của phần tử nguồn thứ nhất với cực dương của phần tử nguồn thứ hai, cực âm của phần tử nguồn thứ hai với cực dương của phần tử nguồn thứ ba....Ta có bộ nguồn có cực dương trùng với cực dương phần tử thứ nhất, cực âm trùng với cực âm phần tử nguồn cuối cùng (hình 1.4).



Hình 1.4

- Gọi: - s.đ.đ của mỗi phần tử nguồn là  $E_{ft}$ , của bộ nguồn là  $E$   
 - điện trở trong của mỗi phần tử nguồn là  $r_{ft}$ , của bộ nguồn là  $r_0$

Kết quả ta được :

- S.đ.đ của cả bộ nguồn là:  $E = n.E_{ft}$
- Điện trở trong của cả bộ nguồn là  $r_0 = n.r_{ft}$

Trong đó  $n$  là số phần tử bộ nguồn mắc nối tiếp. Khi biết điện áp yêu cầu của tải là  $U$  ta có thể xác định được  $n$  theo biểu thức :

$$n = \frac{U}{E_{ft}} \quad (1 - 6)$$

- Dòng điện qua bộ nguồn cũng là dòng điện qua mỗi phần tử nên dung lượng của bộ nguồn bằng dung lượng của mỗi phần tử.

### 3.2. **Đấu song song các nguồn điện thành bộ:**

\* *Cách đấu:*

Các cực dương của các phần tử nguồn đấu với nhau, các cực âm đấu với nhau tạo thành cực dương và cực âm bộ nguồn (hình 1.5).

\* *Kết quả:*

S.đ.đ của bộ nguồn cũng là s.đ.đ của mỗi phần tử:

$$E = E_{ft} \quad (1 - 7)$$

Điện trở trong của bộ nguồn là các điện trở trong của  $m$  phần tử đấu song song:

$$r_0 = r_{ft} / m \quad (1 - 8)$$

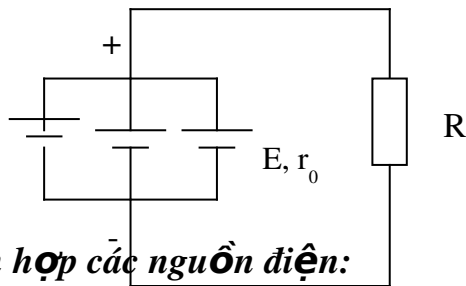
Dòng điện qua bộ nguồn bằng tổng dòng điện qua mỗi phần tử:

$$I = m \cdot I_{ft} \quad (1 - 9)$$

Khi biết dòng điện tải yêu cầu là  $I$  ta có thể tính được số phần tử nguồn cần phải đấu song song là:

$$m = \frac{I}{I_{ftcf}} \quad (1-10)$$

Trong đó  $I_{ftcf}$  là dòng điện lớn nhất cho phép qua mỗi phần tử. Dung lượng của bộ nguồn bằng tổng dung lượng của các phần tử



Hình 1.5

### 3.3. Đấu hỗn hợp các nguồn điện:

\* Cách đấu:

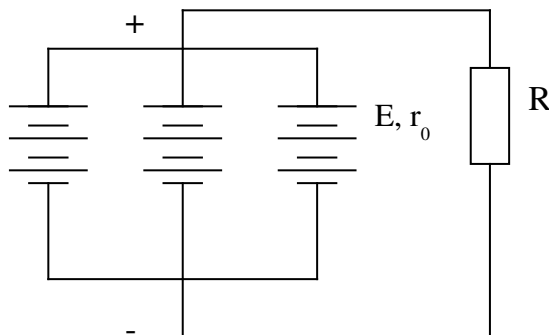
Ta đấu song song  $m$  nhóm phần tử nguồn với nhau, trong đó mỗi nhóm có  $n$  phần tử nguồn đấu nối tiếp (hình 1.6). Như vậy ta được bộ nguồn có các tính chất của cả cách đấu song song và nối tiếp như:

S.đ.đ của bộ nguồn:  $E = n \cdot E_{ft}. \quad (1 - 11)$

Dòng điện của cả bộ nguồn là:  $I = m \cdot I_{ft} \quad (1 - 12)$

Điện trở trong của cả bộ nguồn là:

$$r_0 = \frac{nr_{ft}}{m} = \frac{n}{m} r_{ft} \quad (1 - 13)$$



*Hình 1.6*

\* Ví dụ 1.1:

Xác định số ắc quy cần phải đấu thành bộ để cấp cho tải là đèn chiếu sáng sợi có công suất  $P = 2000W$ , điện áp  $U = 120V$ . Biết mỗi ắc quy có  $E_{ft} = 6V$ , dòng điện cho phép lớn nhất là  $I_{ftcf} = 6A$

Giải: Dòng điện định mức tải là:

$$I = \frac{P}{U} = \frac{2000}{120} = 16,67A$$

Do cả điện áp và dòng điện tải yêu cầu đều lớn hơn dòng điện và s.đ.đ của 1 phần tử nguồn nên ta phải đấu hỗn hợp các phần tử nguồn thành bộ

Số phần tử đấu nối tiếp là:

$$n = \frac{U}{E_{ft}} = \frac{120}{6} = 20$$

Ta lấy  $n = 20$ .

Số nhóm đấu song song là :

$$m = \frac{I}{I_{ftcf}} = \frac{16,67}{6} = 2,78$$

Ta lấy  $m = 3$ .

Số phần tử ắc quy của cả bộ là:  $n.m = 20.3 = 60$ .

#### 4. CÁC ĐỊNH LUẬT CƠ BẢN CỦA MẠCH ĐIỆN:

\* Mục tiêu:

- Đưa ra và giải thích các định luật cơ bản của mạch điện một chiều.

##### 4.1. Định luật Ôm:

\* Định luật Ôm cho nhánh thuần R:

Là định luật nói lên mối quan hệ giữa dòng điện qua đoạn mạch và điện áp giữa hai đầu đoạn mạch đó.

Xét một đoạn vật dẫn chiều dài  $l$ , đặt điện áp  $U$  giữa hai đầu vật dẫn đó nó sẽ tạo ra điện trường với cường độ là:

$$\frac{U}{l}$$

Dưới tác dụng của điện trường này các điện tích sẽ chuyển động có hướng tạo thành dòng điện.

Điện trường càng mạnh thì mật độ dòng điện càng lớn, ta có quan hệ:

trong đó  $j$  là mật độ dòng điện,  $j = I/s$  với  $s$  là tiết diện của vật dẫn. là điện dẫn suất phụ thuộc vào bản chất vật dẫn. Thay biểu thức của  $j$  vào ta có:

$$\frac{I}{S} = \frac{U}{l} g$$

$$I = \frac{S}{l} U g$$

Từ đó ta có quan hệ:

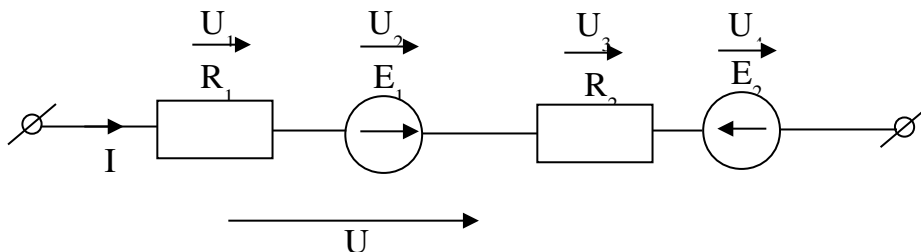
Trong đó  $g$  là điện dẫn của đoạn mạch.

Ta có:

$$I = R \frac{U}{R} = \frac{U}{R} \quad (1 - 14)$$

Biểu thức (1 - 14) chính là tinh thần của định luật Ôm cho một đoạn mạch. Định luật được phát biểu như sau: Dòng điện đi qua một đoạn mạch tỷ lệ với điện áp giữa hai đầu đoạn mạch và tỷ lệ nghịch với điện trở của đoạn mạch đó.

\* Định luật Ôm cho nhánh có s.d.đ  $E$  và điện trở  $R$ :



Hình 1.7

Xét nhánh có E, R (hình 1.7)

Biểu thức tính điện áp U:

$$\begin{aligned} U &= U_1 + U_2 + U_3 + U_4 \\ &= R_1.I - E_1 + R_2.I + E_2 \\ &= (R_1 + R_2).I - (E_1 + E_2) \end{aligned}$$

$$\text{Vậy: } U = (\Sigma R).I - \Sigma E$$

Ta có biểu thức tính dòng điện:

$$I = \frac{U - E}{R} \quad (1 - 15)$$

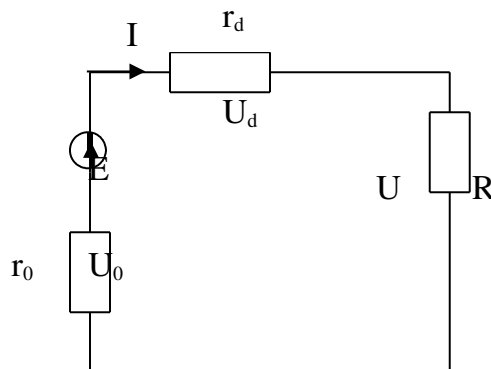
Trong biểu thức (1 – 15) được qui ước dấu như sau:

S.đ.đ E và điện áp U có chiều trùng với chiều dòng điện sẽ lấy dấu dương, ngược lại sẽ lấy dấu âm.

\* Định luật Ôm cho toàn mạch:

Giả sử có một mạch điện kín không phân nhánh gồm:

- Nguồn điện có s.đ.đ E
- Điện trở trong  $r_0$
- Điện trở dây  $r_d$
- Điện trở tải R (Hình 1 - 8)





Hình 1.8

Dòng điện chạy trong mạch là  $I$ . Theo định luật Ôm cho đoạn mạch dòng điện này gây ra các sụt áp là :

- Sụt áp trên điện trở trong của nguồn là:  $U_0 = I r_0$
- Sụt áp trên điện trở dây dẫn:  $U_d = I r_d$
- Sụt áp trên tải là:  $U = I R$

Để duy trì dòng điện trong mạch thì s.đ.đ nguồn phải cân bằng với các sụt áp, ta có:

$$E = U_0 + U_d + U = I ( r_0 + r_d + R ) = I r$$

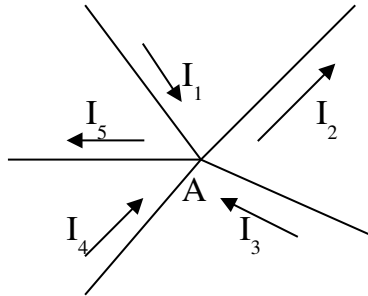
Hay :

$$I = \frac{E}{r_0 + r_d + R} = \frac{E}{r} \quad (1 - 16)$$

Biểu thức (1 - 16) chính là tinh thần định luật Ôm trong toàn mạch. Định luật được phát biểu như sau: Trong một mạch kín dòng điện tỷ lệ với s.đ.đ nguồn và tỷ lệ nghịch với điện trở của toàn mạch.

#### 4.2. Định luật Kirchhoff:

\* Định luật Kirchhoff I:



Hình 1.9

Ta xét một nút bất kỳ của một mạch điện, có một số dòng điện đi tới nút và một số dòng điện đi khỏi nút (Hình 1.9)

Trong một đơn vị thời gian, lượng điện tích đi tới nút phải bằng lượng điện tích đi khỏi nút, vì nếu điều kiện trên không thỏa mãn thì điện tích nút A sẽ tăng hay giảm làm cho điện thế điểm A thay đổi phá vỡ trạng thái cân

bằng của mạch. Vì vậy tổng dòng điện đi tới nút phải bằng tổng dòng điện đi khỏi nút, tức là:

$$I_1 + I_3 + I_4 = I_2 + I_5$$

Nếu ta quy ước dòng điện đi tới nút mang dấu âm, dòng điện đi khỏi nút mang dấu dương thì biểu thức trên có thể được viết lại là:

$$I_1 + I_3 + I_4 - I_2 - I_5 = 0 \quad (1 - 17)$$

Ta có định luật KiếchỐp I phát biểu như sau: Tổng đại số các dòng điện đi đến một nút bằng không.

\* Định luật KiếchỐp II:

Xét một mạch điện kín như hình (1 – 10). Giả sử chiều dòng điện và sức điện động trên các nhánh có chiều như hình vẽ, ta có điện áp giữa các nút theo một chiều nhất định sẽ là:

- Nhánh AB ta có điện áp giữa hai điểm A và B là: Vì dòng điện  $I_1$  chạy ngược chiều với  $E_1$  nên sụt áp do nó gây ra trên  $R_1$  cùng chiều với  $E_1$  nên

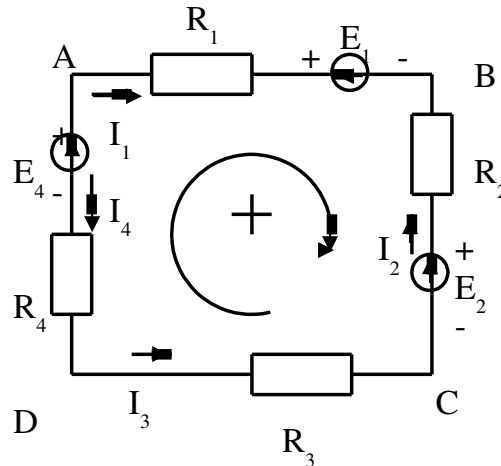
$$U_{AB} = U_A - U_B = E_1 + I_1 R_1$$

- Lý luận tương tự ta có các phương trình trên các nhánh:

$$U_{BC} = U_B - U_C = E_2 - I_2 R_2$$

$$U_{CD} = U_C - U_D = -I_3 R_3$$

$$U_{DA} = U_D - U_A = -E_4 - I_4 R_4$$



Hình 1.10

Cộng các phương trình trên về với về ta có:

$$0 = E_1 + I_1 R_1 + E_2 - I_2 R_2 - I_3 R_3 - E_4 - I_4 R_4$$

Chuyển các s.d.đ sang một về ta được:

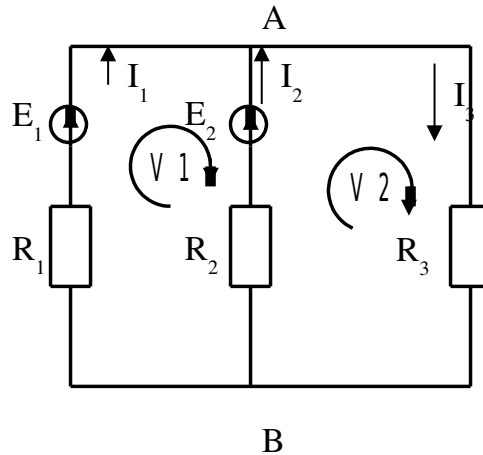
$$E_4 - E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2 - I_3 R_3 - I_4 R_4$$

Ta thấy các s.đ.đ và sụt áp cùng chiều với chiều dương đã chọn thì trong biểu thức chúng mang dấu dương, ngược chiều với chiều dương thì mang dấu âm.

Như vậy khi ta chọn chiều dương cho vòng, các s.đ.đ và các sụt áp cùng chiều dương thì mang dấu dương, ngược chiều thì mang dấu âm, ta có định luật Kirchhoff II phát biểu như sau: Đi theo một vòng kín, tổng đại số các s.đ.đ bằng tổng đại số các sụt áp trên các phần tử của vòng:

$$E = (Ir) \quad (1 - 18)$$

\* Ví dụ 1.2:



Hình 1.11

Cho mạch điện như hình 1.11. Tìm dòng điện trong các nhánh biết:

$$E_1 = 120V; E_2 = 119V; R_1 = 5 \Omega; R_2 = 3 \Omega; R_3 = 22 \Omega;$$

Giải:

Theo định luật Kirchhoff I tại nút A ta có:

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

Quy ước chiều dương cho vòng 1 và 2 như hình vẽ, theo định luật Kirchhoff II ta có các phương trình sau:

$$E_1 - E_2 = I_1 R_1 - I_2 R_2$$

$$E_2 = I_2 R_2 + I_3 R_3$$

Thay số vào ta có :

$$I_1 + I_2 - I_3 = 0 \quad (a)$$

$$5I_1 - 3I_2 = 120 - 119 \quad (b)$$

$$3I_2 + 22I_3 = 119 \quad (c)$$

Từ phương trình (b) ta có:

$$5I_1 - 3I_2 = 1 \quad I_1 = \frac{1 + 3I_2}{5}$$

Từ phương trình (c) ta có:

$$I_3 = \frac{119 - 3I_2}{22}$$

Thay các giá trị trên vào phương trình (a) ta được:

$$\frac{1 - 3I_2}{5} = I_2 = \frac{119 - 3I_2}{22}$$

## 5. CÔNG VÀ CÔNG SUẤT CỦA DÒNG ĐIỆN:

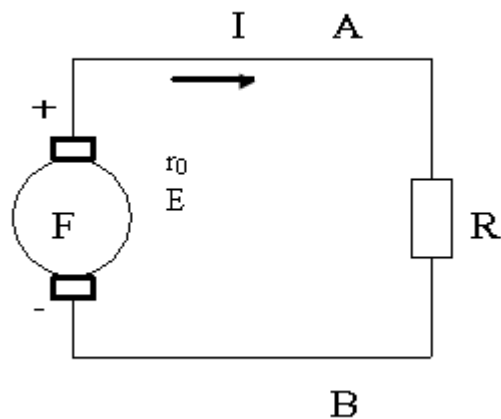
\* Mục tiêu:

- Đưa ra được đại lượng cơ bản của dòng điện là năng lượng điện (công và công suất), nguyên nhân để tạo ra được năng lượng đó

### 5.1. Công của dòng điện:

- Công của nguồn điện:

Xét một mạch điện kín như hình 1.12



Hình 1.12

Dưới tác dụng của nguồn điện có s.đ.đ là E, điện trở trong là  $r_0$ , các điện tích sẽ liên tục chuyển động qua mạch ngoài và qua nguồn tạo thành dòng điện chảy trong mạch. Công của nguồn điện để dịch chuyển một lượng điện tích q qua nguồn là:

$$A_f = E \cdot q$$

Gọi cường độ dòng điện chảy trong mạch là I, ta có:  $q = I \cdot t$

Trong đó  $t$  là thời gian dòng điện chảy qua mạch. Thay vào ta được:

$$A_f = E.I.t$$

Theo định luật bảo toàn và biến đổi năng lượng thì công của nguồn sẽ biến đổi

thành các dạng năng lượng khác trên các phần tử của mạch mà cụ thể ở đây là điện trở tải  $R$  và điện trở trong của nguồn  $r_0$ .

- Công của dòng điện:

Gọi điện áp trên tải là  $U_{AB} = U_A - U_B$ . Năng lượng do điện tích  $q$  thực hiện khi đi qua đoạn mạch  $AB$  sẽ là:

$$A = U.q = U.I.t$$

Phần năng lượng còn lại sẽ tiêu tán trên điện trở trong của nguồn dưới dạng nhiệt sẽ là:

$$A_0 = A_f - A = (E - U)It$$

Điện áp rơi trên điện trở trong của nguồn là:

$$U_0 = E - U$$

Từ đó ta có:

$$E = U + U_0$$

Nghĩa là s.đ.đ của nguồn bằng tổng điện áp trên 2 cực của nguồn với điện áp rơi trên điện trở trong của nguồn. Khi hở mạch, dòng điện bằng không ta có điện áp trên hai cực của nguồn bằng s.đ.đ nguồn.

### 5.2. Công suất của dòng điện:

Công suất là công thực hiện trong một đơn vị thời gian, do đó ta có:

Công suất của nguồn:

$$P_f = \frac{A_f}{t} = \frac{EIt}{t} = EI$$

Công suất của tải:

$$P = \frac{A}{t} = \frac{UIt}{t} = UI$$

Công suất tổn hao trong nguồn:

$$P_0 = \frac{A_0}{t} = \frac{U_0It}{t} = U_0I$$

Ta có phương trình cân bằng công suất:

$$P_f = P + P_0$$

Đơn vị đo của E và U là Vôn, của I là Ampe, của t là giây thì đơn vị đo của

$$1W = \frac{1J}{1sec} = 1V \cdot 1A = 1VA$$

$$1J = 1W \cdot 1sec = 1V \cdot 1A \cdot 1S = 1V \cdot C$$

công là Jun, ký hiệu là J, đơn vị đo của công suất là Oát, ký hiệu là W, ta có:

Bội số của Oát là:

$$1 \text{ hecto - Oat ( hW )} = 10^2W.$$

$$1 \text{ kilô - Oát ( kW )} = 10^3W.$$

$$1 \text{ mêga-oát ( MW )} = 10^6W.$$

Ước số của Oát là: 1 mili - Oát ( mW ) =  $10^{-3}W$

Trong thực tế thường dùng đơn vị đo của công của dòng điện là Oát - giờ (Wh), hécô - Oát giờ (hWh), kilô - Oát giờ (kWh) và mêga - Oát giờ (MWh), ta

$$1Wh = 1 \frac{J}{s} \cdot 3600s = 3600J$$

$$1hWh = 100Wh = 360000J = 360kJ$$

có:

Ở đây 1kJ ( kilô - Jun ) =  $10^3J$ ; 1MJ ( mêga - Jun ) =  $10^6J$

\* Ví dụ 1.3:

Một mạch điện có điện áp  $U = 220V$  cung cấp cho tải có điện trở  $R =$

$$1kWh = 1000Wh = 3600000J = 3,6MJ$$

25

trong thời gian 3h. Tính công suất của tải, điện năng tiêu thụ và tiền điện phải trả biết giá tiền điện là 2500đ/kWh.

Giải:

Theo định luật Ôm trên một đoạn mạch ta có cường độ dòng điện chạy qua tải là:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{220}{25} = 8,8A$$

Công suất của tải là:

$$P = U \cdot I = 220 \cdot 8,8 = 1936W$$

Điện năng tiêu thụ:

$$A = P \cdot t = 1936 \cdot 3 = 5808Wh = 5,808kWh$$

Tiền điện phải trả là:

$$5,808 \times 2500 = 14\,520đ$$

## 6. PHƯƠNG PHÁP DÒNG ĐIỆN NHÁNH:

\* *Mục tiêu:*

- Phân tích phương pháp giải mạch điện bằng phương pháp dòng điện nhánh, từ đó ứng dụng để tính toán các mạch điện cụ thể.

Phương pháp dòng điện nhánh là phương pháp dùng hai định luật Kirchhoff để viết các phương trình điểm nút và mạch vòng với các ẩn số là dòng điện trong các nhánh. Để giải mạch điện theo phương pháp dòng điện nhánh ta tiến hành theo các bước sau:

### BƯỚC 1:

Quy ước chiều dòng điện trong các nhánh một cách tùy ý, mỗi dòng nhánh là một ẩn số. Việc chọn chiều là tùy ý, nếu kết quả ra số âm thì chiều dòng điện

thực tế sẽ ngược với chiều quy ước.

### BƯỚC 2:

Thành lập hệ phương trình dòng nhánh:

- Viết phương trình cho các nút theo định luật Kirchhoff I. Nếu mạch có  $n$  nút thì ta có thể viết được  $(n-1)$  phương trình điểm nút độc lập với nhau. Nếu ta viết tiếp phương trình thứ  $n$  thì nó được suy ra từ các phương trình trên nên không có ý nghĩa.

- Viết phương trình cho các vòng độc lập theo định luật Kirchhoff II. Nếu mạch có  $N$  nhánh thì số phương trình cần phải viết tiếp là:  $N - (n-1)$ :

+ Chọn chiều dương cho các vòng độc lập (gọi là các mắt của mạch điện)

+ Viết phương trình theo định luật Kirchhoff II, các s.d.đ và sụt áp nào cùng chiều với chiều dương vòng thì mang dấu dương, ngược chiều với chiều dương thì mang dấu âm.

### BƯỚC 3:

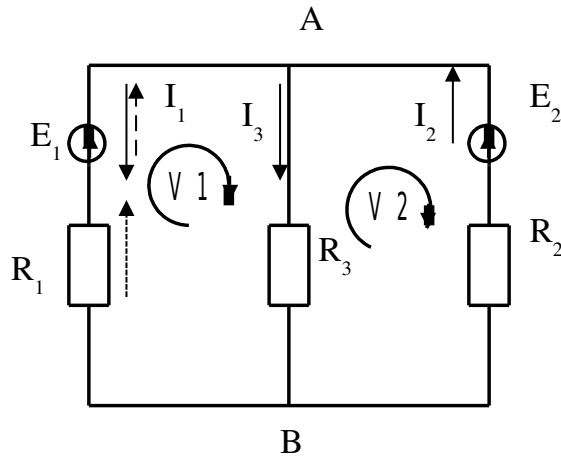
- Giải hệ  $n$  phương trình bậc nhất trên ta tìm được các dòng điện trong các nhánh.

- Nếu kết quả là số âm thì chiều dòng thực tế của nhánh đó ngược với chiều quy ước.

Phương pháp này có thể giải được các mạch điện phức tạp nhiều nguồn nhưng nếu mạch có nhiều nhánh thì hệ sẽ nhiều phương trình và việc giải hệ sẽ mất nhiều thời gian.

\* *Ví dụ 1.4:*

Cho mạch điện như hình 1.12:



Hình 1.12

Biết  $E_1 = 125\text{V}$ ;  $E_2 = 90\text{V}$ ;  $R_1 = 3 \ \Omega$ ;  $R_2 = 2 \ \Omega$ ;  $R_3 = 4 \ \Omega$ ;  
 Tìm dòng điện trong các nhánh và điện áp đặt vào  $R_3$

Giải:

Chọn chiều dòng điện trong các nhánh như hình vẽ. Mạch có 2 nút nên ta viết được một phương trình điểm nút theo định luật KiếchỐp I, ví dụ viết cho nút A

ta có:

$$I_2 - I_1 - I_3 = 0 \quad (\text{a})$$

Chọn 2 vòng độc lập để viết phương trình theo định luật KiếchỐp II, quy ước chiều dương vòng như hình vẽ ta có:

Phương trình vòng 1:

$$E_1 = I_3 R_3 - I_1 R_1 \quad (\text{b})$$

Phương trình vòng 2:

$$-E_2 = -I_3 R_3 - I_2 R_2 \quad (\text{c})$$

Ta có hệ ba phương trình bậc nhất ba ẩn

Từ (b) ta có:

$$I_1 = \frac{I_3 R_3 - E_1}{R_1}$$

Từ (c) ta có:

$$I_2 = \frac{E_2 - I_3 R_3}{R_2}$$



Thay vào (a) ta được:

$$\frac{E_2}{R_2} - \frac{I_3 R_3}{R_1} - \frac{I_3 R_3}{R_1} - \frac{E_1}{R_1} - I_3 = 0$$

Thay số vào ta được:

Từ đó ta có:

$$\begin{aligned} \frac{90}{2} - \frac{4I_3}{3} - \frac{4I_3}{3} - \frac{125}{3} - I_3 &= 0 \\ 270 - 12I_3 - 8I_3 - 250 - 6I_3 &= 0 \\ I_3 &= \frac{520}{26} = 20A \\ I_1 &= \frac{90}{2} - \frac{4 \cdot 20}{3} = 15A \\ I_2 &= \frac{90}{2} - \frac{4 \cdot 20}{2} = 5A \end{aligned}$$

Kết quả của  $I_1$  có giá trị âm nên dòng thực tế chảy qua nguồn  $E_1$  có chiều ngược

với chiều quy ước ban đầu (đường nét đứt).

Điện áp đặt vào tải:

$$U_{AB} = I_3 R_3 = 20 \cdot 4 = 80V$$

## 7. PHƯƠNG PHÁP ĐIỆN THẾ HAI NÚT:

\* Mục tiêu:

- Phân tích phương pháp giải mạch điện bằng phương pháp điện thế hai nút, từ đó ứng dụng để tính toán các mạch điện cụ thể.

Trường hợp đặc biệt: Mạch chỉ có hai nút A và B:

Ta coi một nút có điện thế bằng không ví dụ  $U_B = 0$ , như vậy hệ phương trình điện thế chỉ còn là một phương trình duy nhất:

$$U_{AB} = \frac{E_g}{g} \quad (1 - 19)$$

Khi đó ta có phương pháp điện thế hai nút gồm các bước :

Bước 1: Chọn nút tùy ý cho điện thế bằng không  $U_B = 0$

Bước 2: tính

$$I_k = \frac{E_k U_{AB} - U_{AB}^A}{r_k} \quad (1-20)$$

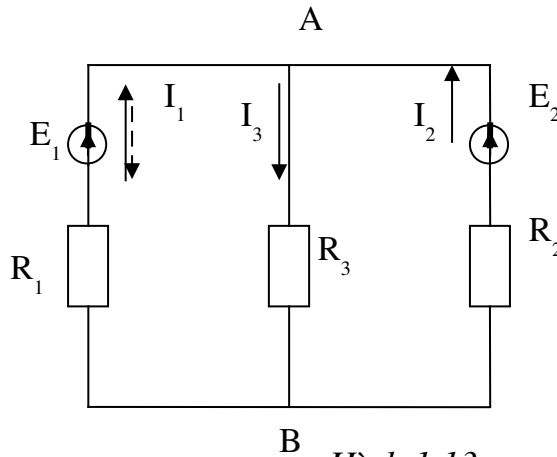
Bước 3: Tính dòng điện trong các nhánh theo công thức:

Nếu dòng điện trong nhánh có kết quả âm thì dòng điện thực tế trong nhánh ngược lại chiều quy ước (Nhánh có nguồn quy ước chiều dòng điện cùng chiều s.đ.đ, nhánh không nguồn chiều dòng hướng tới nút có điện thế bằng không)

\* Ví dụ 1.5: Giải mạch điện hình 1.13 bằng phương pháp điện thế điểm nút biết

$E_1 = 110V$  ;  $E_2 = 150V$  ;  $R_1 = 20$  ;  $R_2 = 15$  ;  $R_3 = 50$

Giải:



Hình 1.13

Giả thiết điện thế nút B bằng không ta có:

$$U_{AB} = \frac{E_1 g_1 + E_2 g_2}{g_1 + g_2 + g_3} = \frac{110 \cdot \frac{1}{20} + 150 \cdot \frac{1}{15}}{\frac{1}{20} + \frac{1}{15} + \frac{1}{50}}$$

$$\frac{5,5 + 10}{20,5} = 113,4V$$

Dòng điện trong các nhánh là:

$$I_1 = \frac{E_1 - U_{AB}}{R_1} = \frac{110 - 113,4}{20} = 0,17A$$

$$I_2 = \frac{E_2 - U_{AB}}{R_2} = \frac{150 - 113,4}{15} = 2,44A$$

$$I_3 = \frac{U_{AB}}{R_3} = \frac{113,4}{50} = 2,268A$$

Như vậy dòng điện trong nhánh 1 thực tế có chiều ngược chiều quy ước, nhánh 1 trở thành phụ tải của nguồn trong nhánh 2.

## 8. PHƯƠNG PHÁP BIẾN ĐỔI TƯƠNG ĐƯƠNG:

\* Mục tiêu:

- Phân tích phương pháp giải mạch điện bằng phương pháp biến đổi tương đương từ đó ứng dụng để tính toán các mạch điện cụ thể.

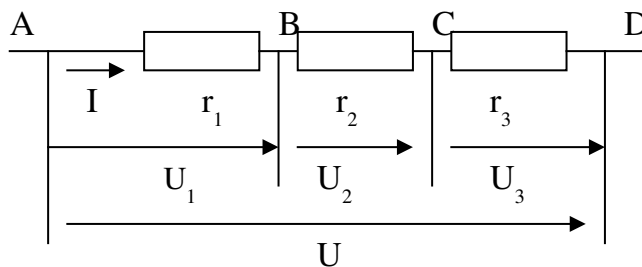
Phương pháp này chủ yếu để giải mạch điện một nguồn hoặc được kết hợp với các phương pháp khác làm đơn giản mạch điện để giải mạch điện được dễ dàng hơn.

Với mạch điện một nguồn ta dùng phương pháp biến đổi đưa mạch điện phân nhánh về mạch điện không phân nhánh và do đó có thể tính dòng áp trên các nhánh bằng cách áp dụng định luật Ôm

### 8.1. Đấu nối tiếp điện trở:

\* Cách đấu:

Đấu nối tiếp là đấu sao cho chỉ có một dòng điện duy nhất chạy qua tất cả các phụ tải



Điện áp rơi trên các điện trở là:

$$U_1 = Ir_1; U_2 = Ir_2; U_3 = Ir_3;$$

Điện áp rơi trên mỗi điện trở là hiệu điện thế giữa hai đầu điện trở đó:

$$U_1 = U_{A-B}; U_2 = U_{B-C}; U_3 = U_{C-D};$$

Điện áp tổng giữa hai đầu đoạn mạch là:

$$U = U_{A-D} = (U_{A-B}) + (U_{B-C}) + (U_{C-D})$$

Từ đó ta có:  $U = U_1 + U_2 + U_3$

Nghĩa là trong mạch mắc nối tiếp điện áp tổng bằng tổng các điện áp rơi trên các điện trở.

Ta có:

$$\begin{aligned} U &= I r_1 + I r_2 + I r_3 \\ &= I (r_1 + r_2 + r_3) = I r \end{aligned}$$

hay  $r = r_1 + r_2 + r_3$

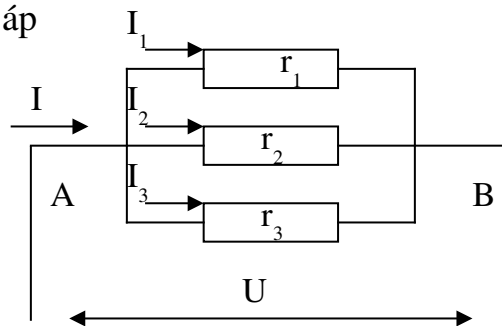
với  $r$  là điện trở tương đương của cả mạch

Tổng quát ta có: Điện trở tương đương của mạch có  $n$  điện trở mắc nối tiếp bằng tổng các điện trở đó.

## 8.2. Đấu song song điện trở:

\* Cách đấu:

Đấu song song các điện trở là đấu sao cho tất cả các điện trở đều được đặt dưới cùng một điện áp



Dòng điện qua mỗi nhánh:

$$I_1 = \frac{U}{r_1} = U g_1 \quad I_2 = \frac{U}{r_2} = U g_2 \quad I_3 = \frac{U}{r_3} = U g_3$$

Trong đó:  $g_1 = 1/r_1$ ,  $g_2 = 1/r_2$ ,  $g_3 = 1/r_3$  là điện dẫn nhánh 1, 2, 3.

Từ đó ta có:

$$I_1 : I_2 : I_3 = g_1 : g_2 : g_3 = \frac{1}{r_1} : \frac{1}{r_2} : \frac{1}{r_3}$$

Nghĩa là: Dòng điện qua các nhánh đấu song song tỷ lệ với điện dẫn của nhánh hay tỷ lệ nghịch với điện trở của nhánh.

Dòng điện tổng qua mạch chính bằng tổng các dòng điện qua các nhánh:

$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Thay thế các điện trở trên bằng một điện trở đấu tương đương  $r$  sao cho dòng điện qua mạch chính không đổi, ta có:  $r = U/I$

Và:

$$\frac{U}{r} = \frac{U}{r_1} + \frac{U}{r_2} + \frac{U}{r_3}$$

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2} + \frac{1}{r_3} + \dots + \frac{1}{r_i}$$

Từ đó ta có:

Và:

$$g = g_1 + g_2 + g_3 + \dots + g_i$$

Nghĩa là điện dẫn tương đương của nhánh song song bằng tổng điện dẫn của từng mạch nhánh.

Trường hợp đặc biệt: nếu  $r_1 = r_2 = r_3 = \dots = r_n$ , ta có điện dẫn tương đương của mạch là:

$$g = n \cdot g_n$$

Và điện trở tương đương của mạch là:

$$r = \frac{1}{g} = \frac{1}{ng_n} = \frac{r_n}{n}$$

### 8.3. Mạch điện gồm các điện trở đấu hỗn hợp:

Mạch điện đấu hỗn hợp là mạch gồm các điện trở đấu song song và nối tiếp. với mạch có một nguồn đấu hỗn hợp ta giải theo các bước sau:

Bước 1: Đưa các mạch điện phân nhánh về các mạch điện không phân nhánh bằng cách thay các điện trở đấu song song bằng các điện trở tương đương.

Bước 2: áp dụng định luật Ôm để tìm dòng điện qua nguồn cũng là dòng ở mạch chính.

Bước 3: Tìm dòng điện trong các nhánh song song còn lại bằng công thức:

$$I_1 = I \frac{r}{r_1}$$

Trong đó:  $I$  là dòng điện chạy qua nhánh chính

$I_1$  là dòng chạy qua một nhánh song song

$r$  là điện trở tương đương của các nhánh song song

$r_1$  là điện trở một nhánh

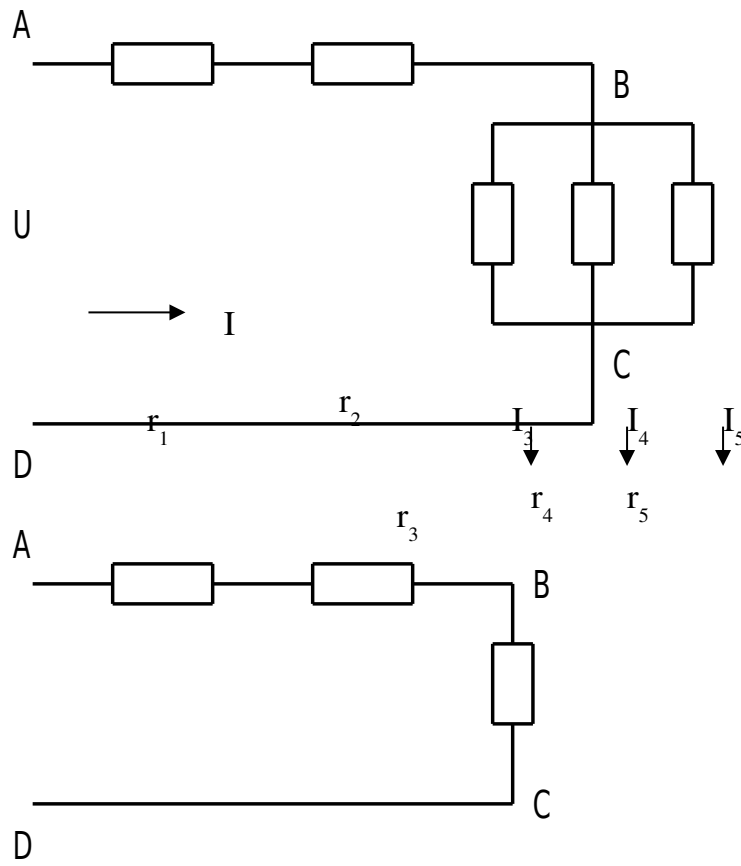
\*Ví dụ 1.6:

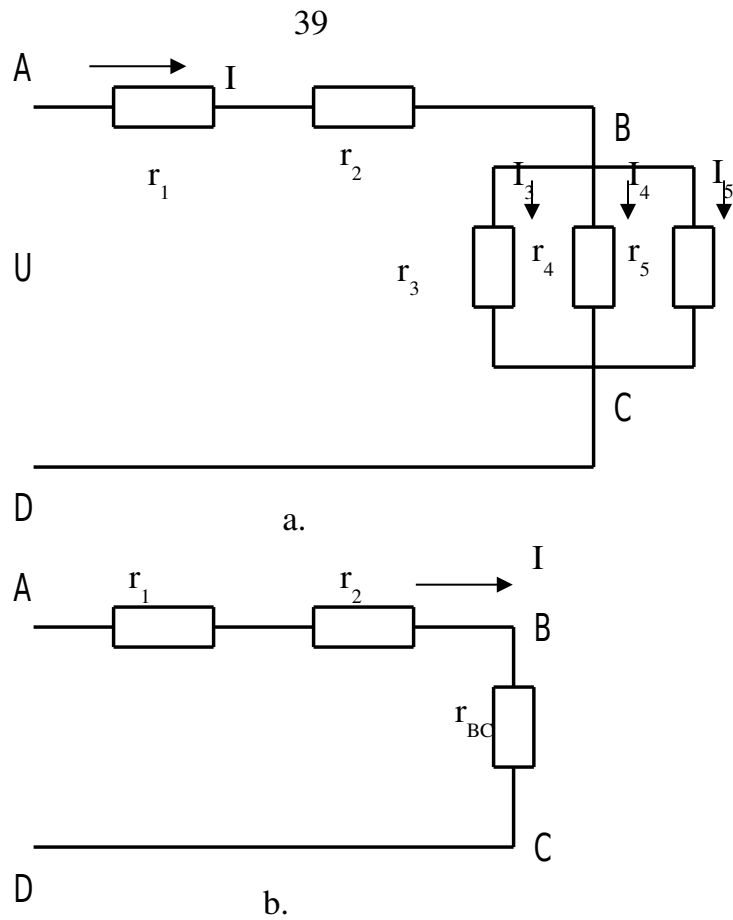
Tìm dòng và áp trên các phần tử mạch điện hình 1.14 biết  $U = 120V$ ;  $r_1 = 0,12$  ;  $r_2 = 2$  ;  $r_3 = 10$  ;  $r_4 = 20$  ;  $r_5 = 50$  ;

Giải:

Điện dẫn tương đương của đoạn BC là:

$$g_{BC} = \frac{1}{r_{BC}} = \frac{1}{r_3} + \frac{1}{r_4} + \frac{1}{r_5} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{50} = 0,17s$$





*Hình 1.14*

Điện trở tương đương của nhánh BC là:

$$r_{BC} = \frac{1}{\frac{1}{0,12} + \frac{1}{2} + \frac{1}{5,88}} = 0,17$$

Điện trở tương đương của cả mạch:

$$r = r_1 + r_2 + r_{BC} = 0,12 + 2 + 5,88 = 8$$

Dòng điện mạch chính:

$$I = \frac{U}{r} = \frac{120}{8} = 15A$$

Điện áp trên các phần tử:

$$U_1 = I r_1 = 15 \cdot 0,12 = 1,8V$$

$$U_2 = I r_2 = 15 \cdot 2 = 30V$$

$$U_3 = U_4 = U_5 = U_{BC} = I r_{BC} = 15 \cdot 5,88 = 88,2V$$

Dòng điện trên các nhánh song song là:

$$I_3 = I \frac{r_{BC}}{r_3} = \frac{U_{BC}}{r_3} = \frac{88,2}{10} = 8,82A$$

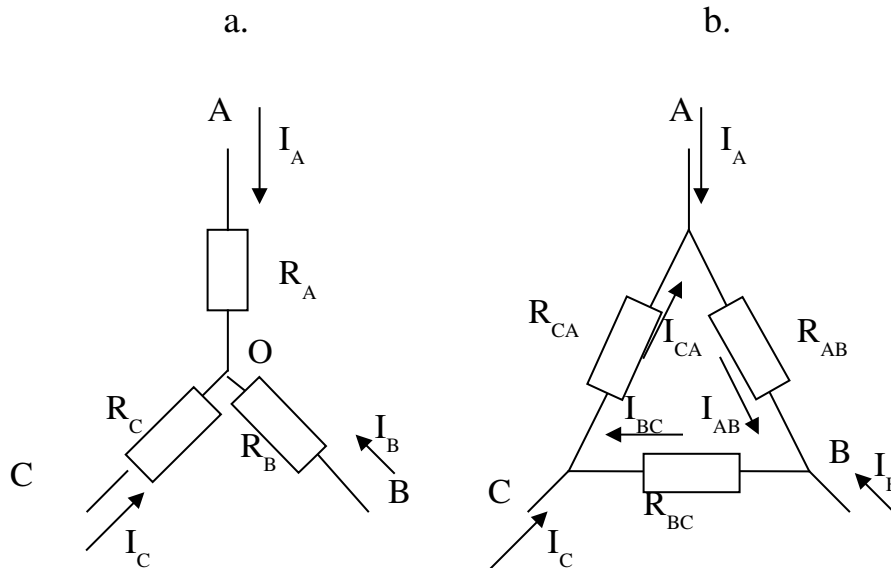
$$I_4 = \frac{U_{BC}}{r_4} = \frac{88,2}{20} = 4,41A$$

$$I_5 = \frac{U_{BC}}{r_5} = \frac{88,2}{50} = 1,76A$$

#### 8.4. Biến đổi Sao - Tam giác:

- Ba điện trở gọi là đấu Sao khi chúng có ba đầu đấu với nhau tạo thành điểm chung 0, ba đầu còn lại đấu với ba phần tử khác của mạch.

- Ba điện trở gọi là đấu Tam giác khi lần lượt mỗi điện trở có hai đầu đấu với hai điện trở còn lại (hình 1.15).



Hình 1.15

Trong nhiều trường hợp việc biến đổi sơ đồ từ Sao sang Tam giác hoặc ngược lại làm cho sơ đồ trở nên đơn giản hơn và việc giải cũng mất ít thời gian hơn. Nguyên tắc của việc biến đổi sơ đồ là: Ta chỉ biến đổi bên trong mà không ảnh hưởng tới thông số của các phần còn lại của mạch điện, nghĩa là dòng điện đi tới các nút  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , điện thế các điểm  $A$ ,  $B$ ,  $C$  trước và sau phép biến đổi Sao - Tam giác không thay đổi.

- Giả sử khi mạch có  $I_A = 0$ :



Điện trở tương đương giữa hai điểm B - C ở sơ đồ hình sao là:

$$R_{BC} = R_B + R_C$$

Điện trở tương đương giữa hai điểm B - C ở sơ đồ hình Tam giác là:

$$R_{BC} = R_{BC} // R_{AB} + R_{CA} = \frac{R_{BC} R_{AB} R_{CA}}{R_{BC} R_{AB} + R_{CA} R_{BC} + R_{AB} R_{CA}}$$

Để thỏa mãn điều kiện dòng và áp không đổi giữa các điểm B - C

$$R_{BC.Y} = R_{BC} \quad \text{hay:}$$

$$R_B + R_C = \frac{R_{BC} R_{AB} R_{CA}}{R_{BC} R_{AB} + R_{CA} R_{BC} + R_{AB} R_{CA}} \quad (a)$$

Tương tự giả thiết  $I_B = 0$  thì

$$R_{CA.Y} = R_{CA} \quad \text{hay:}$$

$$R_C + R_A = \frac{R_{CA} R_{AB} R_{BC}}{R_{BC} R_{CA} + R_{AB} R_{BC} + R_{CA} R_{AB}} \quad (b)$$

Nếu  $I_C = 0$  ta có :

$$R_{AB.Y} = R_{AB} \quad \text{hay:}$$

$$R_A + R_B = \frac{R_{AB} R_{BC} R_{CA}}{R_{BC} R_{AB} + R_{CA} R_{BC} + R_{AB} R_{CA}} \quad (c)$$

Cộng (a) + (b) + (c) vế với vế rồi chia đôi hai vế ta được:

$$R_A + R_B + R_C = \frac{R_{AB} R_{BC} R_{CA} + R_{BC} R_{CA} R_{AB} + R_{CA} R_{AB} R_{BC}}{R_{AB} R_{BC} + R_{BC} R_{CA} + R_{CA} R_{AB}} \quad (d)$$

Thay các giá trị của (a), (b), (c) vào (d) ta được:

Đó là công thức biến đổi từ tam giác sang sao. Từ hệ thức này ta tìm được công thức biến đổi từ sao sang tam giác là:

Trường hợp các điện trở bằng nhau:

$$R_A = R_B = R_C = R \quad \begin{matrix} R_A \\ R_B \\ R_C \end{matrix} \quad \begin{matrix} R_{AB} \\ R_{BC} \\ R_{CA} \end{matrix} = \frac{R_A \cdot R_B}{R_C} = \frac{R \cdot R}{R} = R$$

Nếu  $R_A = R_B = R_C = R_Y$  và  $R_{AB} = R_{BC} = R_{CA} = R$  các công thức biến đổi sẽ là:  
 Từ sao sang tam giác:

$$R = 3R_Y$$

Từ tam giác sang sao:

$$R_Y = \frac{R}{3}$$

Giải mạch điện bằng cách biến đổi sao tam giác tương tự phương pháp biến đổi điện trở hỗn hợp, ta dùng biến đổi sao tam giác hay ngược lại tam giác sang sao rồi thay thế các nhánh song song bằng điện trở tương đương để biến đổi mạch điện phân nhánh về mạch điện không phân nhánh.

\* Ví dụ 1.7:

Giải mạch điện hình 1.16 biết  $E = 4,4V$ ;  $R_1 = 20$  ;  $R_2 = 60$  ;  $R_3 = 120$  ;  
 $R_4 = 8$  ;  $R_5 = 44$  ;

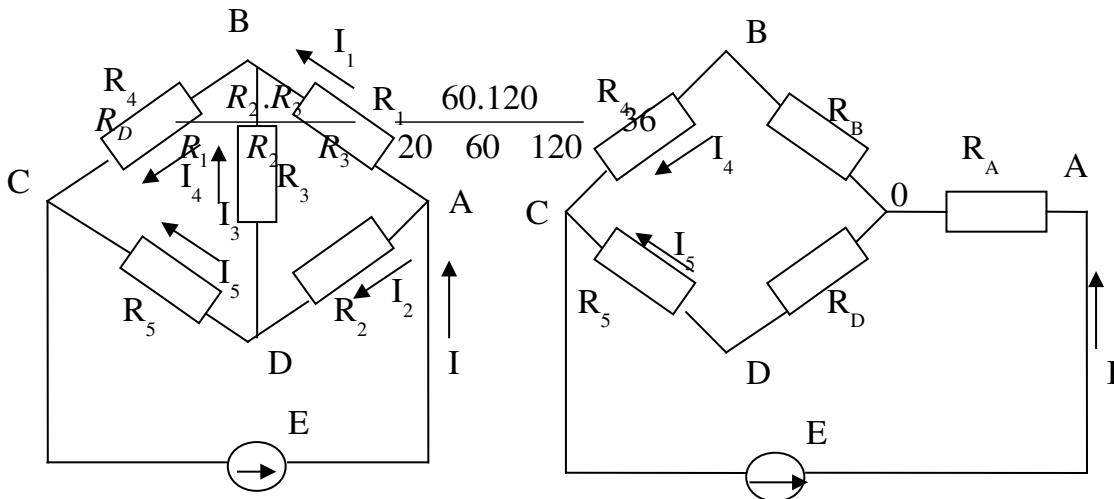
Giải:

Biến đổi ba điện trở nối tam giác là  $R_1, R_2, R_3$  sang hình sao là  $R_A, R_B, R_D$

$$R_A = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{20 \cdot 60}{20 + 60 + 120} = 6$$

$$R_B = \frac{R_3 \cdot R_1}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{120 \cdot 20}{20 + 60 + 120} = 12$$

Ta có:



a.

b.

Hình 1.16

Điện trở tương đương của đoạn CO là:

$$R_{CO} = R_4 + R_B // R_5 + R_D = \frac{R_4}{R_4} + \frac{R_B \cdot R_5}{R_B + R_5} + \frac{R_D}{R_D} = \frac{8}{8} + \frac{12 \cdot 44}{12 + 44} + \frac{36}{36} = 16$$

Dòng điện qua mạch chính là:

$$I = \frac{E}{R_{CO} + R_A} = \frac{4,4}{16 + 6} = 0,2A$$

Dòng điện qua các mạch  $R_4$ ,  $R_5$  là:

$$I_4 = I \cdot \frac{R_5 + R_D}{R_4 + R_B + R_5 + R_D} = 0,2 \cdot \frac{44 + 36}{8 + 12 + 44 + 36} = 0,16A$$

$$I_5 = I \cdot \frac{R_4 + R_B}{R_4 + R_B + R_5 + R_D} = 0,2 \cdot \frac{8 + 12}{8 + 12 + 44 + 36} = 0,04A$$

Điện áp đặt vào nhánh BC là:

$$U_{BC} = I_4 R_4 = 0,16 \cdot 8 = 1,28V \quad B \quad C$$

Điện áp đặt vào nhánh DC là:

$$U_{DC} = I_5 R_5 = 0,04 \cdot 44 = 1,75V \quad D \quad C$$

Vậy  $U_D > U_B$  từ đó ta có điện áp đặt vào nhánh DB là:

$$U_{DB} = U_D - U_B = U_{DC} - U_{BC} = 1,76 - 1,28 = 0,48V$$

Dòng điện qua  $R_3$  là:

Áp dụng định luật KiếchỐp với các điểm B và D ta có:

$$I_3 = \frac{U_{DB}}{R_3} = \frac{0,48}{120} = 0,004A$$

$$I_1 = I_4 - I_3 = 0,16 - 0,004 = 0,156A$$

$$I_2 = I_5 + I_3 = 0,04 + 0,004 = 0,044A$$

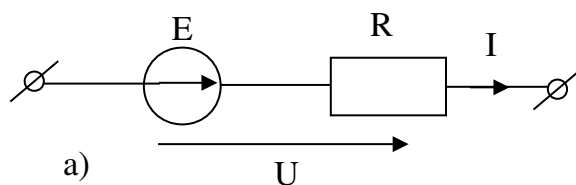
**\* Câu hỏi và bài tập:**

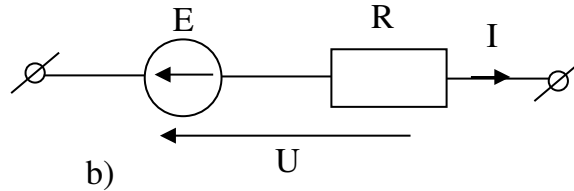
### I. CÂU HỎI:

1. Định nghĩa dòng điện, chiều dòng điện theo qui ước?
2. Bản chất dòng điện trong kim loại? So sánh với chiều dòng điện theo qui ước?
3. Bản chất dòng điện trong dung dịch điện ly? So sánh với chiều dòng điện theo qui ước?
4. Bản chất dòng điện trong môi trường chất khí bị ion hoá? So sánh với chiều dòng điện theo qui ước?
5. Định nghĩa cường độ dòng điện? Viết biểu thức? Đơn vị các đại lượng.
6. Mật độ dòng điện là gì? Đơn vị?
7. Viết biểu thức điện trở của vật dẫn? Giải thích các đại lượng? Đơn vị của chúng.
8. Điều kiện để duy trì lâu dài dòng điện?
9. Mạch điện là gì? Vẽ một mạch điện đơn giản nhất.
10. Nguồn điện là gì? Tải là gì? Hãy cho ví dụ về nguồn điện và tải.
11. Viết biểu thức định luật Ôm cho một nhánh thuần điện trở R? Cho ví dụ.
12. Viết biểu thức định luật Ôm về điện áp cho một nhánh có S.Đ.Đ. E và điện trở R. Cho ví dụ.
13. Viết biểu thức định luật Ôm về dòng điện cho một nhánh có S.Đ.Đ. E và điện trở R. Cho ví dụ.
14. Phát biểu định luật KiếchỐp I. Viết biểu thức? Cho ví dụ.
15. Phát biểu định luật KiếchỐp II. Viết biểu thức? Cho ví dụ.

### II. BÀI TẬP:

1. Cho  $E = 150V$ ,  $R = 10 \Omega$ ,  $U = 80V$ . Tính dòng điện I trong 2 sơ đồ sau:





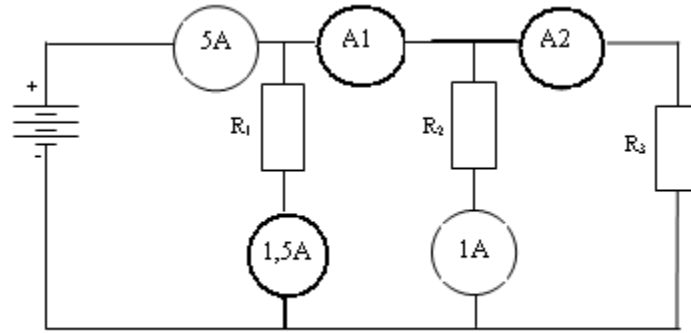
2. Cho một nguồn điện một chiều có s.đ.đ.  $E = 50V$ ; điện trở trong  $R_{tr} = 0,1$  . Nguồn điện cung cấp cho tải có điện trở  $R$ . Biết công suất tổn hao trong nguồn điện là  $10W$ . Vẽ mạch điện, tính dòng điện  $I$ , điện áp  $U$  giữa hai cực của nguồn điện, điện trở  $R$  và công suất  $P$  tải tiêu thụ?

3. Một nguồn điện một chiều có s.đ.đ.  $E$  và điện trở trong  $R_{tr} = 0,5$  cung cấp điện cho tải có điện trở  $R$ . Biết điện áp của tải  $U = 95V$ ; công suất tải tiêu thụ  $P$  là  $950W$ . Vẽ mạch điện, tính  $E$ , điện trở  $R$ ?

4. Bốn điện trở  $R_1, R_2, R_3, R_4$  mắc nối tiếp đầu với nguồn điện áp  $U = 12V$

(Coi  $R_{tr} = 0$ ). Dòng điện trong mạch  $I = 25mA$  điện áp trên các điện trở  $R_1, R_2, R_3, R_4$  là  $2,5V, 3V, 4,5V$ . Vẽ sơ đồ cách đấu dây, cách mắc Ampe kế, Vôn kế để đo các đại lượng trên. Tính điện áp  $U_4$  trên điện trở  $R_4$ . Tính điện trở  $R_1, R_2, R_3, R_4$ .

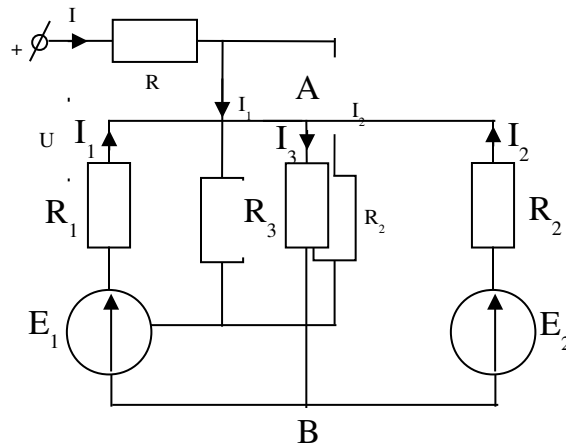
5. Biết số chỉ của một số Ampe kế trên hình vẽ. Xác định số chỉ của Ampe kế  $A_1$  và  $A_2$ .



6. Để có điện trở tương đương  $150 \Omega$ , ta đấu song song hai điện trở  $R_1$  và  $R_2 = 330 \Omega$ . Vẽ mạch điện, tính điện trở  $R_1$ ?

7. Hai điện trở  $R_1 = 100 \Omega$  và  $R_2 = 47 \Omega$  đấu song song, biết dòng điện mạch chính  $I = 100\text{mA}$ . Vẽ mạch điện, tính dòng điện qua các điện trở  $R_1, R_2$ ?

8. Cho mạch điện như hình vẽ sau: dùng phép biến đổi tương đương, tính dòng điện trong các nhánh, công suất của nguồn và công suất trên các điện trở. Cho  $U = 80\text{V}$ ,  $R = 1,25 \Omega$ ,  $R_1 = 6 \Omega$  và  $R_2 = 10 \Omega$ :



9. Cho mạch điện như hình vẽ sau: Hãy giải mạch điện bằng phương pháp điện thế hai nút. Cho  $E_1 = 200\text{V}$ ,  $R_1 = 2\ \Omega$ ,  $E_2 = 170\text{V}$ ,  $R_2 = 10\ \Omega$  và  $R_3 = 20\ \Omega$ .

\* **Yêu cầu về đánh giá kết quả học tập:**

| Mục tiêu         | Nội dung  | Điểm      |
|------------------|---|-----------|
| <b>Kiến thức</b> | - Trả lời đầy đủ các câu hỏi ở phần I;<br>- Kiểm tra chi tiết phần trả lời câu hỏi của một câu hỏi bất kỳ nào đó trong 15 câu | <b>4</b>  |
| <b>Kỹ năng</b>   | - Làm đầy đủ các bài tập được giao ở phần II;<br>- Kiểm tra chi tiết 1 bài tập bất kỳ trong 9 bài;                            | <b>5</b>  |
| <b>Thái độ</b>   | - Nộp bài tập đúng hạn (1 tuần về nhà), vở bài tập nghiêm túc, sạch sẽ  | <b>1</b>  |
| <b>Tổng</b>      |   | <b>10</b> |

\* **Hướng dẫn trả lời các câu hỏi và gợi ý giải các bài tập:**

I. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÁC CÂU HỎI:

- Dựa vào phần lý thuyết đã học trả lời đầy đủ tất cả các câu hỏi ra một cuốn vở Bài tập dài: trình bày sạch sẽ, logic, nộp đúng hạn cho Giáo viên thay cho điểm kiểm tra 1 tiết trên lớp theo yêu cầu về đánh giá kết quả học tập trên.

II. ĐÁP SỐ PHẦN BÀI TẬP:

- a:  $I = 18\text{A}$ ; b:  $I = 2\text{A}$
- $I = 10\text{A}$ ,  $U = 49\text{V}$ ,  $R = 4,9\ \Omega$ ,  $P = 490\text{W}$
- $E = 100\text{V}$ ,  $R = 9,5\ \Omega$

4.  $U_4 = 2V$ ,  $R_1 = 100\Omega$ ,  $R_2 = 120\Omega$ ,  $R_3 = 180\Omega$ ,  $R_4 = 80\Omega$
5.  $I_{A1} = 3,5A$ ,  $I_{A2} = 2,5A$ .
6.  $R_1 = 275\Omega$ .
7.  $I_1 = 32mA$ ,  $I_2 = 68mA$ .
8.  $I_1 = 10A$ ,  $I_2 = 10A$ ,  $I = 16A$ .
9.  $I_1 = 10A$ ,  $I_3 = 9A$ ,  $I_2 = -1A$  (Chiều  $I_2$  ngược chiều trên hình vẽ)



## CHƯƠNG 2: TỪ TRƯỜNG

Mã chương: MH09 – 02

### Giới thiệu:

Có dòng điện là có từ trường; Vậy khi ta nghiên cứu các đại lượng đặc trưng, tính chất cơ bản của từ trường là điều kiện để tìm hiểu được các ứng dụng thực tế của từ trường trong lĩnh vực nghề của mình.

### Mục tiêu:

Trình bày được những kiến thức cơ bản về từ trường, bản chất từ trường để từ đó hiểu được các ứng dụng của từ trường trong các thiết bị điện thực tế;

Giải thích được các khái niệm cơ bản về từ trường, các đại lượng từ cơ bản và lực điện từ trong các trường hợp khác nhau

Rèn luyện khả năng tư duy trừu tượng về từ trường của dòng điện với ứng dụng của nó.

### Nội dung chính:

#### 1. KHÁI NIỆM VỀ TỪ TRƯỜNG:

\* *Mục tiêu:*

Trình bày được những kiến thức cơ bản về từ trường, bản chất từ trường để từ đó hiểu được các ứng dụng của từ trường trong các thiết bị điện thực tế;

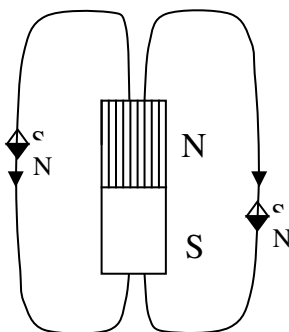
##### 1.1. Từ trường của nam châm vĩnh cửu:

Xung quanh nam châm vĩnh cửu (NS) có một từ trường mà biểu hiện của nó là từ lực tác dụng hút các vật liệu sắt, hút các cực từ khác tên và đẩy các cực từ cùng tên

Từ trường của nam châm vĩnh cửu là do dòng điện phân tử tạo nên.

Do từ trường không nhìn được nên để biểu diễn từ trường bằng hình ảnh người ta dùng các đường sức từ, đó là các đường cong vẽ trong từ trường mà tiếp tuyến tại mỗi điểm của nó trùng với kim nam châm đặt tại điểm đó.

Đường sức từ nam châm vĩnh cửu có chiều đi ra ở cực bắc (N) và đi vào ở cực nam (S)



### Hình 2.1. Đường sức từ

Tập hợp của các đường sức từ gọi là từ phổ. Để vẽ được từ phổ ta có thể rắc mạt sắt lên tấm bìa đặt trong từ trường sau đó gõ nhẹ, khi đó mạt sắt nhiễm từ trở thành kim nam châm và sắp xếp theo đường sức từ.

#### 1.2. Từ trường của dòng điện:

Một trong những đặc tính quan trọng nhất của dòng điện là tạo ra từ trường, nó biểu hiện ở chỗ:

- Khi đặt kim nam châm gần dòng điện, kim lệch khỏi vị trí ban đầu. Khi dòng điện không còn kim lại trở về vị trí cũ.

- Hai dây dẫn có dòng điện sẽ hút hoặc đẩy nhau tùy theo chiều dòng điện trong chúng cùng chiều hay ngược chiều nhau.

Như vậy: Xung quanh dây dẫn mang dòng điện luôn tồn tại điện trường mà biểu hiện của nó là lực tác dụng lên kim nam châm hay dây dẫn mang dòng điện khác. Lực đó gọi là lực điện từ.

Từ trường là một dạng vật chất đặc biệt, nó chỉ tồn tại ở những nơi có dòng điện hay điện tích chuyển động. Ngược lại những nơi có dòng điện luôn tồn tại từ trường.

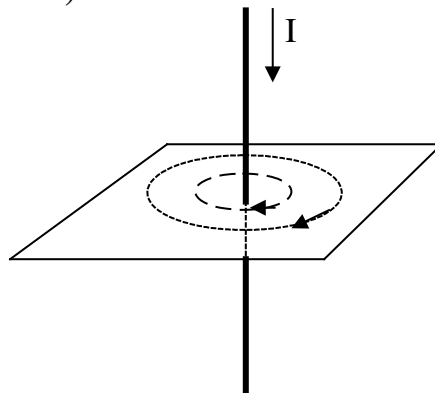
Từ trường dòng điện không những phụ thuộc vào độ lớn dòng điện mà còn phụ thuộc vào hình dạng của dây dẫn mang chúng.

#### 1.3. Chiều từ trường của một số dây dẫn mang dòng điện:

\* Từ trường của dây dẫn thẳng mang dòng điện:

Đường sức từ của từ trường của dây dẫn thẳng là các đường tròn đồng tâm nằm trong mặt phẳng vuông góc với trục dây dẫn, tâm của các đường tròn nằm trên trục dây dẫn.

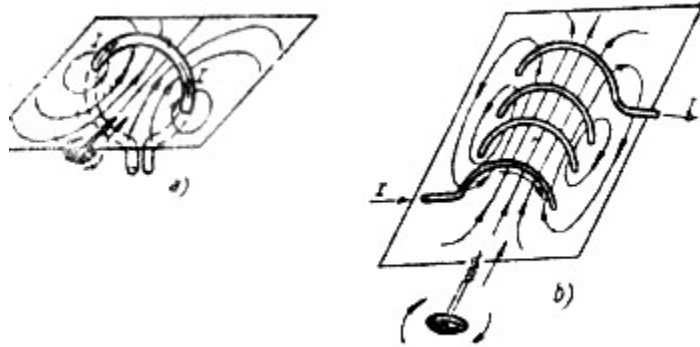
Chiều của đường sức xác định theo quy tắc vắn nút chai: cho cái vắn nút chai tiến theo chiều dòng điện thì chiều quay của tay vắn nút chai chỉ chiều của đường sức từ. (Hình 2.2)



Hình 2.2

\* *Từ trường của vòng dây tròn mang dòng điện:*

Đường sức từ của dòng điện trong vòng dây tròn là các đường cong bao quanh dây dẫn, trên mặt phẳng vuông góc với mặt phẳng dây dẫn. Tại tâm vòng tròn đường sức từ là đường thẳng. (Hình 2.3a).



Hình 2.3

Chiều của đường sức xác định theo quy tắc vắn nút chai (cách 2): cho chiều quay của tay vắn nút chai theo chiều dòng điện thì chiều tiến của cái vắn nút chai chỉ chiều của đường sức từ.

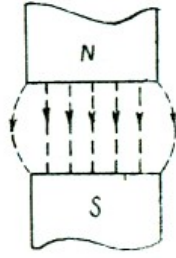
\* *Từ trường của ống dây hình trụ mang dòng điện:*

Nếu chiều dài ống dây đủ lớn so với đường kính ống dây thì đường sức từ trong lòng ống dây là những đường thẳng song song với nhau và với trục ống dây. Chiều của đường sức xác định theo quy tắc vắn nút chai như với vòng dây (Hình 2.3b).

\* *Từ trường của nam châm vĩnh cửu - từ trường đều:*

Đường sức từ là những đường cong đi từ cực bắc (Ký hiệu N) đến cực nam (Ký hiệu S) ( hình 2.4)

Nếu hai cực nam châm là mặt phẳng và đặt gần nhau thì các đường sức từ là các đường thẳng song song cách đều, từ trường đó gọi là từ trường đều.



*Hình 2.4*

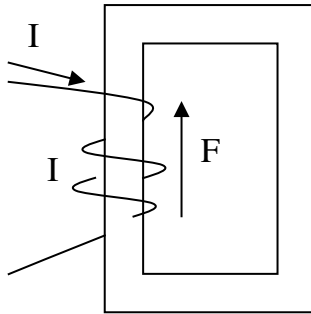
## 2. CÁC ĐẠI LƯỢNG TỪ CƠ BẢN:

\* *Mục tiêu:*

Giải thích được các khái niệm cơ bản về từ trường, các đại lượng từ cơ bản và lực điện từ trong các trường hợp khác nhau

### 2.1. Sức từ động (lực từ hoá $F$ ):

Dòng điện là nguồn gây ra từ trường. Khả năng gây từ của dòng điện gọi là sức từ động (viết tắt là s.t.đ) hay lực từ hoá của dây dẫn mang dòng điện, ký hiệu là  $F$ .



Hình 2.5

Xét nguồn từ đặc trưng là cuộn dây lõi thép có dòng điện chạy qua (Hình 2.5)

- Cường độ dòng điện chạy qua cuộn dây là  $I$
- Số vòng cuộn dây là  $W$ .

Ta thấy nếu cường độ dòng điện qua cuộn dây càng lớn thì s.t.đ càng lớn. Đồng thời cuộn dây có  $W$  vòng thì s.t.đ sẽ lớn gấp  $W$  lần so với cuộn dây một vòng có cùng cường độ dòng điện.

Nghĩa là s.t.đ tỷ lệ với cường độ dòng điện và số vòng của cuộn dây từ hoá.

Ta có công thức:

$$F = I.W$$

Nếu đơn vị của  $I$  là Ampe, của  $W$  là vòng thì đơn vị của s.t.đ là ampe - vòng (A.Vg) hay Ampe (A).

Chiều của s.t.đ trùng với chiều đường sức từ trong lòng cuộn dây do đó nó được xác định theo quy tắc vặn nút chai.

Trong mạch điện s.t.đ được biểu diễn bằng mũi tên giống như s.đ.đ

### 2.2. Cường độ từ trường ( $H$ ):

Để biểu diễn từ trường người ta dùng đường sức từ. Khi đó s.t.đ được phân bố đều dọc theo đường sức từ.

Tỷ số giữa lực từ hoá và độ dài đường sức từ gọi là cường độ từ trường, ký hiệu là H, nó đặc trưng cho độ mạnh yếu của từ trường tại điểm xét.

Cường độ từ trường là đại lượng véc tơ có:

- Phương trùng với phương tiếp tuyến với đường sức từ tại điểm xét.
- Chiều trùng với chiều đường sức từ qua điểm xét.
- Trị số cường độ từ trường tỷ lệ với dòng điện từ hoá, phụ thuộc vào hình dáng dây dẫn mang dòng điện và vị trí điểm xét.

Gọi : Chiều dài đường sức từ là l, đơn vị là mét (m).

S.t.đ của nguồn từ là F, đơn vị là Ampe (A).

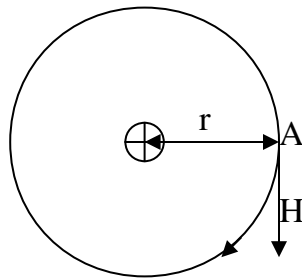
Ta có cường độ từ trường là:

$$H = \frac{F}{l} \quad \frac{\text{ampe}}{\text{met}} \quad A/m$$

Như vậy đơn vị của cường độ từ trường là Ampe /mét (A/m)

Ví dụ: Tính cường độ từ trường tại một điểm cách trục dây dẫn thẳng một khoảng r, biết dòng điện qua dây dẫn có cường độ là I (hình 2.6).

Giải:



Hình 2.6

- Chiều dòng điện như hình vẽ, ta có chiều đường sức xác định theo quy tắc vặn nút chai như hình vẽ

- Chiều dài đường sức đi qua điểm A là:

$$l = 2 r$$

- Cường độ từ trường tại điểm A là:

$$H = \frac{F}{l} = \frac{I \cdot W}{2 r} = \frac{I}{2 r}$$

- Phương chiều của H xác định như Hình 2.6.

Trong từ trường đều, véc tơ cường độ từ trường bằng nhau ở mọi điểm (Cùng phương, chiều, trị số).

### 2.3. Cường độ từ cảm (B):

Vật chất được cấu tạo bởi phân tử và nguyên tử, trong đó các điện tích liên tục chuyển động tạo thành dòng điện phân tử, do đó chúng tạo thành từ trường gọi là các lưỡng cực từ. Bình thường các lưỡng cực từ sắp xếp hỗn loạn nên từ trường tổng của chúng bằng không.

Khi đặt vật chất trong từ trường, dưới tác dụng của từ trường làm các lưỡng cực từ sắp xếp lại theo từ trường ngoài do đó là ảnh hưởng đến từ trường ban đầu. như vậy với cùng một dòng điện từ hoá nếu đặt trong các môi trường khác nhau sẽ tạo ra từ trường mạnh yếu khác nhau.

Cường độ từ trường chỉ xét đến độ mạnh của từ trường về khả năng từ hoá chưa xét đến ảnh hưởng của môi trường.

Để đặc trưng cho độ mạnh của từ trường đã xét đến ảnh hưởng của môi trường người ta dùng đại lượng mới là cường độ từ cảm, ký hiệu là B. Cường độ từ cảm cũng là đại lượng véc tơ có cùng phương chiều với cường độ từ trường, và có độ lớn tỷ lệ với cường độ từ trường. Ta có:

$$B = \mu H$$

Trong đó:  $\mu$  Hệ số từ thẩm tuyệt đối của môi trường.

### 2.4. Hệ số từ thẩm:

Trong biểu thức cường độ từ cảm  $B = \mu H$  được gọi là hệ số từ thẩm tuyệt đối của môi trường, phụ thuộc vào môi trường cụ thể.

Trong môi trường chân không ta có cường độ từ cảm là  $B_0$ , khi đó hệ số từ thẩm tuyệt đối của chân không là  $\mu_0$ , ta có:

$$B_0 = \mu_0 H$$

Với  $\mu_0 = 125.10^{-8} \text{H/m}$ , trong đó H là ký hiệu của đơn vị đo gọi là Henri.

Cường độ từ cảm trong chân không là  $B_0$  là cường độ từ cảm chưa chịu ảnh hưởng của môi trường. Tỷ số giữa cường độ từ cảm trong một môi trường với cường độ từ cảm trong chân không gọi là hệ số từ thẩm tương đối của môi trường đó, ký hiệu là  $\mu_r$ , ta có:

$$\mu_r = B/B_0$$

Hệ số từ thẩm tương đối  $\mu_r$  cho ta biết mức độ ảnh hưởng của môi trường lên từ trường. Từ công thức trên ta có:

$$B = \mu_r B_0 = \mu_r \mu_0 H = \mu_r \mu_0 H$$

Hay:

$$\mu = \mu_0$$

Vậy hệ số từ thẩm tuyệt đối của môi trường tích giữa hệ số từ thẩm tuyệt đối của chân không với hệ số từ thẩm tương đối của môi trường, đơn vị của  $\mu$  chính là đơn vị của  $\mu_0$  tức là H/m hay  $\text{.sec/m}$ .

Đơn vị đo cường độ từ cảm lúc đó được tính là:

$$B = \mu \cdot H = \frac{\text{.s}}{\text{m}} \frac{\text{A}}{\text{m}} = \frac{\text{V.s}}{\text{m}^2}$$

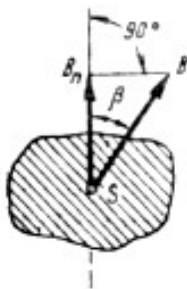
Đơn vị V.s được gọi là Vêbe, ký hiệu là Wb

Từ đó đơn vị cường độ từ cảm là  $\text{Wb/m}^2$  gọi là Tesla, ký hiệu là T.

$1\text{T} = 1\text{Wb/m}^2$ . Ngoài ra người ta còn dùng đơn vị Gaosơ.  $1\text{Gaosơ} = 10^{-4}\text{T}$

### 2.5. Từ thông:

Từ thông qua mặt phẳng S là đại lượng đo bằng tích hình chiếu véc tơ cường độ từ cảm lên phương vuông góc với mặt phẳng S với diện tích mặt phẳng S đó, ký hiệu là  $\Phi$ . (Hình 2.7)



Hình 2.7

Ta xét ba trường hợp:

a. Từ thông của từ trường đều có cường độ từ cảm là B, qua mặt phẳng S đặt vuông góc với đường sức từ, ta có:

$$\Phi = B.S$$

b. Từ thông của từ trường đều qua mặt phẳng S đặt xiên với đường sức từ, có phương vuông góc của nó tạo với đường sức từ một góc  $\beta$  (Hình 2.7), ta có:

$$\Phi = B_n.S = B.S.\cos\beta$$



c. Từ thông của từ trường không đều: Ta chia mặt  $S$  thành các mặt vô cùng bé  $dS$  trong đó từ trường là đều. Khi đó ta có từ thông qua mặt  $dS$  là:

$$d\Phi = B_n \cdot dS$$

Ở đây  $B_n$  là hình chiếu véc tơ  $B$  lên phương vuông góc với  $dS$ . Từ thông qua mặt  $S$  sẽ là tổng tất cả từ thông qua các mặt  $dS$ , hay:

$$\Phi = \int_S B_n \cdot dS$$

Đơn vị từ thông là:

$$B \cdot S = \frac{Vs}{m^2} \cdot m^2 = Vs \quad ; \quad Wb$$

Vậy đơn vị đo từ thông là Vêbe.

Ta rút ra:  $B = \Phi / S$ .

Vì thế người ta thường gọi cường độ từ cảm là mật độ từ thông.

### 3. LỰC ĐIỆN TỪ:

\* Mục tiêu:

Rèn luyện khả năng tư duy trừu tượng về từ trường của dòng điện với ứng dụng của nó.

#### 3.1. Lực tác dụng của từ trường lên dây dẫn có dòng điện:

Đặt một dây dẫn vuông góc với đường sức từ trường, có dòng điện chạy qua (Hình 2.8)

Thực nghiệm chứng tỏ rằng sẽ có lực điện từ tác dụng lên dây dẫn:

- Về trị số: Độ lớn của lực tác dụng tỷ lệ với cường độ từ cảm, với độ dài tác dụng của dây dẫn (độ dài dây dẫn trong từ trường) và với cường độ dòng điện chạy qua dây dẫn.

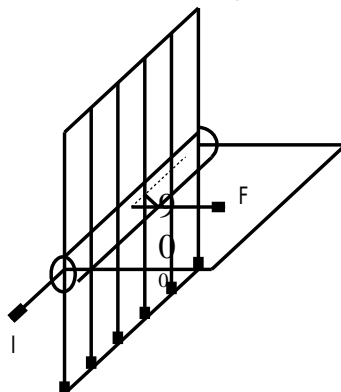
$$F = BIl$$

Trong đó:  $F$  - lực điện từ tác dụng lên dây dẫn (N)

$B$  - Cường độ từ cảm (T)

$I$  - Cường độ dòng điện (A)

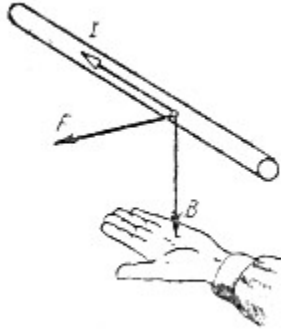
$l$  - chiều dài tác dụng của dây dẫn (m)



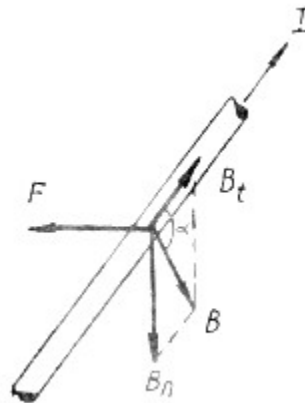
Hình 2.8

- Về phương và chiều:

Xác định theo quy tắc bàn tay trái (Hình 2.9): Ngửa bàn tay trái cho đường sức từ (hay véc tơ cường độ từ cảm  $B$ ) xuyên qua lòng bàn tay, chiều bốn ngón tay duỗi thẳng theo chiều dòng điện thì ngón tay cái choãi ra chỉ chiều lực điện từ.



Hình 2.9



Hình 2.10

Trường hợp dây dẫn đặt không vuông góc mà tạo với đường sức từ một góc  $90^\circ$  (Hình 2.10), ta phân véc tơ  $B$  thành hai thành phần:

- + Thành phần tiếp tuyến  $B_t$  song song với dây dẫn.
- + Thành phần pháp tuyến  $B_n$  vuông góc với dây dẫn.

Như vậy chỉ có thành phần  $B_n$  gây lên lực điện từ và cả trị số và phương chiều lực tác dụng xác định theo thành phần  $B_n$ , tức là:

$$F = B_n I l = B I l \cdot \sin \alpha$$

\* Ví dụ 2.1: Dây dẫn có dòng điện  $I = 200\text{A}$  chạy qua, đặt trong từ trường đều có  $B = 0,8\text{T}$ . Phần dây dẫn nằm trong từ trường dài  $l = 0,5\text{m}$ . Xác định lực tác dụng lên dây dẫn biết  $\alpha = 30^\circ$

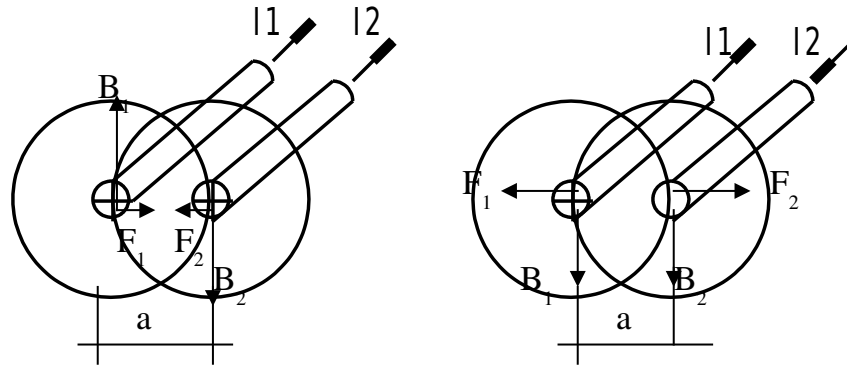
Giải:

Độ lớn lực điện từ là:

$$F = B I l \sin \alpha = 0,8 \cdot 200 \cdot 0,5 \cdot \sin 30^\circ = 40\text{N}$$

### 3.2. Lực tác dụng giữa hai dây dẫn song song có dòng điện:

Giả sử có hai dây dẫn thẳng đặt song song cách nhau một khoảng  $a$  có dòng điện  $I_1$  và  $I_2$  chạy qua chúng. Hai dòng điện có thể cùng chiều hay ngược chiều nhau ( hình 3-11 )



Hình 2. 11

Dòng điện  $I_1$  tạo ra từ trường có cường độ từ cảm  $B_1$  tại vị trí đặt dây dẫn có dòng điện  $I_2$  chạy qua.

Dòng điện  $I_2$  tạo ra từ trường có cường độ từ cảm  $B_2$  tại vị trí đặt dây dẫn có dòng điện  $I_1$  chạy qua.

Trị số cường độ từ cảm:

$$B_1 = \frac{\mu_0 I_1}{2a}; B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2a}$$

Chiều  $B_1; B_2$  xác định theo quy tắc vặn nút chai

Từ trường  $B_1$  tác dụng lên dây dẫn có dòng điện  $I_2$  chạy qua một lực là  $F_2$  xác định theo biểu thức:

$$F_2 = B_1 I_2 l = \frac{\mu_0 I_1}{2a} \cdot I_2 l$$

Ở đây  $l$  - chiều dài đoạn hai dây dẫn song song với nhau

Tương tự Từ trường  $B_2$  tác dụng lên dây dẫn có dòng điện  $I_1$  chạy qua một lực là  $F_1$  xác định theo biểu thức:

Chiều của  $F_1$  và  $F_2$  xác định theo quy tắc bàn tay trái. Từ hình vẽ 2.11 ta thấy hai dây dẫn song song đặt cạnh nhau có dòng điện chạy cùng chiều sẽ

$$F_1 = F_2 = F = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2a} l, N$$

hút nhau, có dòng điện ngược chiều sẽ đẩy nhau. Hai lực tác dụng lên hai dây dẫn là: lực tương hỗ luôn bằng và ngược chiều nhau, có trị số là:

Lực này gọi là lực điện động.

Lực điện động trên một đơn vị chiều dài là:

$$F_0 = \frac{F}{l} = \frac{\mu_0}{2a} I_1 I_2, N/m$$

#### 4. TỪ TRƯỜNG CỦA MỘT SỐ DẠNG DÂY DẪN CÓ DÒNG ĐIỆN:

\* Mục tiêu:

Trình bày được biểu thức và hình dạng của từ trường một số dây dẫn có dòng điện thường gặp trong máy điện được sử dụng trong KTML và ĐHKK

##### 4.1. Từ trường của dòng điện trong dây dẫn thẳng:

- Tại một điểm nằm ngoài dây dẫn: Tại điểm A cách trục dây dẫn một khoảng  $r$  (Hình 2.12) ta có cường độ từ trường là:

$$H = \frac{I}{2r}$$

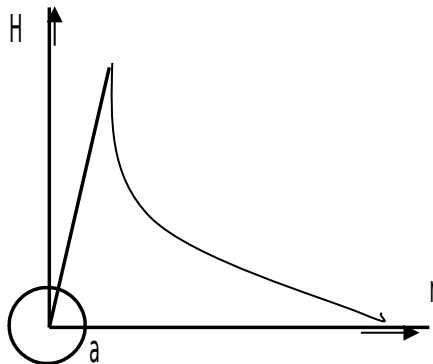
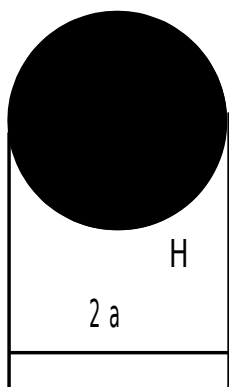
Ở đây:  $I$  – cường độ dòng điện chạy trong dây dẫn. Ta thấy càng xa dây dẫn cường độ từ trường càng yếu. Cường độ từ trường cực đại tại bề mặt dây dẫn.

Cường độ từ cảm tại điểm A là:

$$B = \mu_0 H = \mu_0 \frac{I}{2r} = 125 \frac{I}{2r} 10^{-4}$$

Ở đây  $I$  đo bằng A,  $r$  đo bằng m thì  $B$  tính bằng T

- Tại một điểm nằm trong dây dẫn: Xét từ trường tại điểm B cách trục dây dẫn một khoảng  $r < a$ , với  $a$  là bán kính tiết diện dây dẫn (hình 2.12)



a.

b. Hình 2.12

Mật độ dòng điện trong dây dẫn là:

$$\frac{I}{S} = \frac{I}{a^2}$$

Qua điểm B ta vẽ vòng tròn có bán kính r, diện tích vòng tròn đó là:  $S_r = \pi r^2$   
Cường độ từ cảm tại điểm B là:

$$B = \mu_0 H = \mu_0 \frac{I}{2 a^2} r = 125 \frac{I}{2 a^2} r \cdot 10^{-8}$$

Như vậy cường độ từ trường trong lòng dây dẫn tỷ lệ với khoảng cách từ trục dây dẫn đến điểm xét. Cường độ từ trường lớn nhất tại  $r = a$

$$H_{\max} = \frac{I}{2 a^2} r = \frac{I}{2 a}$$

Từ đó ta vẽ được đồ thị từ trường dọc theo bán kính tiết diện như hình 2.12b.

Ví dụ 2.2: Dây dẫn có bán kính  $a = 0,2\text{cm}$ , có dòng điện  $I = 40\text{A}$  chạy qua, đặt trong không khí ( $\mu = 1$ ). Xác định B và H tại các điểm a, b, c lần lượt ở cách trục dây dẫn các khoảng 0,1; 0,2; và 0,8m;

Giải:

Điểm a cách trục dây dẫn nhỏ hơn bán kính tiết diện, nên cường độ từ trường và từ cảm là:

$$H_a = \frac{I}{2 a^2} r = \frac{40 \cdot 0,01}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,002^2} = 1600 \text{ A/m}$$

$$B_a = \mu_0 H_a = 125 \cdot 1600 \cdot 10^{-8} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

Điểm b nằm trên mặt dây dẫn nên ta có:

Điểm c nằm ngoài dây dẫn nên ta có:

$$H_b = \frac{I}{2 a} = \frac{40}{2 \cdot 0,02} = 1000 \text{ A/m}$$

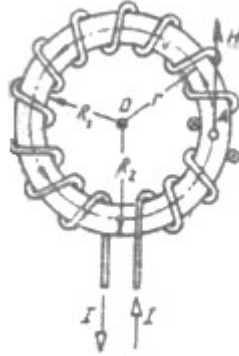
$$B_b = \mu_0 H_b = 125 \cdot 1000 \cdot 10^{-8} = 1,25 \cdot 10^{-3} \text{ T}$$

$$H_c = \frac{I}{2 r} = \frac{40}{2 \cdot 0,8} = 25 \text{ A/m}$$

$$B_c = \mu_0 H_c = 125 \cdot 25 \cdot 10^{-8} = 3,125 \cdot 10^{-5} \text{ T}$$

$$B_c = \mu_0 H_c = 125.800.10^{-8} \cdot 10^3 T$$

#### 4.2. Từ trường của cuộn dây hình xuyên: Hình 2.13



Hình 2.13

Xét cuộn dây hình xuyên có:  $W$  vòng, dòng điện  $I$  chạy qua cuộn dây. Đường sức từ trong lòng cuộn dây là những đường tròn đồng tâm, có tâm trùng với tâm xuyên.

Xét điểm  $A$  nằm cách tâm xuyên một khoảng  $r$ . Đường tròn đi qua điểm  $A$  chính là đường sức từ. S.t.đ dọc theo đường sức từ đó được tính theo công thức:

$$F = H \cdot l$$

Với  $l$  – chiều dài đường sức từ qua điểm  $A$ . Ta xét các trường hợp:

a. Nếu  $r < R_1$ , với  $R_1$  là bán kính trong của xuyên, nghĩa là điểm  $A$  nằm ngoài xuyên nhưng về phía trong gần tâm xuyên. Khi đó  $H = 0$ .

b. Nếu  $r > R_2$ , với  $R_2$  là bán kính ngoài của xuyên, nghĩa là điểm  $A$  nằm ngoài nhưng về phía xa tâm xuyên, khi đó  $H = 0$

c. Nếu  $R_1 < r < R_2$ , điểm  $A$  nằm trong lòng xuyên, khi đó cường độ từ trường tại điểm  $A$  sẽ là:

$$H = \frac{IW}{l} = \frac{IW}{2\pi r}$$

Với  $r$  là khoảng cách từ  $A$  đến tâm xuyên

Cường độ từ cảm tại điểm  $A$  là:

$$B = \mu_0 H = \mu_0 \cdot \frac{IW}{2\pi r} = 125 \cdot \frac{IW}{2\pi r} \cdot 10^{-8}$$

Tại mặt trong của xuyên,  $r = R_1 = r_{\min}$  cường độ từ trường có giá trị lớn nhất.  
 Tại mặt ngoài của xuyên,  $r = R_2 = r_{\max}$  cường độ từ trường có giá trị nhỏ nhất.

Khi bán kính tiết diện xuyên nhỏ hơn nhiều so với  $R_1$  và  $R_2$  thì ta có thể lấy cường độ từ cảm trong lòng xuyên bằng giá trị trung bình:

$$B = 125 \frac{IW}{2 r_{tb}} 10^{-8}$$

Với  $r_{tb} = (R_1 + R_2) / 2$

## 5. VẬT LIỆU SẮT TỪ:

\* *Mục tiêu:*

Trình bày được khái niệm cơ bản của vật liệu sắt từ và chu trình từ hóa của vật liệu này

### 5.1. Khái niệm:

Căn cứ vào hệ số từ thẩm người ta chia vật liệu từ ra thành các loại:

a. Vật liệu từ thường: Là loại vật liệu có hệ số từ thẩm tương đối có thể coi như  $\mu_r = 1$ , nghĩa là cường độ từ trường trong môi trường này coi như bằng cường độ từ trường trong chân không.

Vật liệu từ thường chia làm hai loại :

+ Vật liệu thuận từ: là vật liệu có  $\mu_r > 1$ , như không khí, nhôm, thiếc .... Cường độ từ trường trong môi trường này hơi lớn hơn trong chân không một chút, ví dụ với không khí có  $\mu_r = 1,0000031$ .

+ Vật liệu nghịch từ: Là vật liệu có  $\mu_r < 1$  như đồng, chì, bạc, kẽm ... Cường độ từ trường trong môi trường này hơi nhỏ hơn trong chân không một chút, ví dụ với đồng  $\mu_r = 0,999995$ .

b. Vật liệu sắt từ: Là loại vật liệu có hệ số từ thẩm tương đối lớn hơn đơn vị nhiều lần. Như vậy từ trường trong vật liệu sắt từ mạnh hơn trong chân không rất nhiều (từ vài trăm đến vài nghìn lần). Các vật liệu loại này có sắt, niken, coban và các hợp kim của chúng như ferit, pecmaloi.

### 5.2. Từ tính của sắt từ:

Sắt từ là loại vật liệu từ có  $\mu_r$  rất lớn. Nguyên nhân do đặc điểm cấu tạo của nó.

Bình thường cấu tạo vật liệu luôn tồn tại các mô men từ của nguyên tử hay phân tử do các điện tử quay xung quanh hạt nhân và tự quay quanh trục của chúng gây lên.

Tuy nhiên trong sắt từ các mô men từ được phân thành các miền có cùng hướng có kích thước từ  $10^{-2}$  đến  $10^{-6}$  cm<sup>3</sup> gọi là các miền từ hoá tự nhiên hay Đômen từ.

Bình thường các đômen từ xấp xếp hỗn độn nên từ trường tổng hợp của chúng bằng không

Đặt sắt từ trong từ trường ngoài sắt từ sẽ bị từ hoá quá trình đó gồm hai hiện tượng: các đômen từ có hướng gần trùng với hướng từ trường ngoài sẽ được tăng thể tích, còn các đômen khác thì thể tích giảm đi. Đồng thời có sự quay hướng các đômen từ theo từ trường ngoài. Kết quả từ trường tổng hợp giữa từ trường ngoài và từ trường của sắt từ sẽ lớn hơn rất nhiều so với từ trường ngoài ban đầu.

Gọi  $B_0$  là từ trường ngoài ban đầu (từ trường trong chân không),  $B_d$  là từ trường tổng của các đômen từ đã định hướng, từ trường tổng hợp  $B$  trong sắt từ sẽ là:

$$B = B_0 + B_d$$

Khi tất cả các đômen từ đã định hướng hết thì từ trường  $B_d$  không tăng nữa, khi đó từ trường tổng  $B$  sẽ tỷ lệ với cường độ từ trường  $H$ , ta có giai đoạn bão hoà từ.

Khi sắt từ đã được từ hoá nếu ta bỏ từ trường ngoài thì một số đômen vẫn giữ hướng cũ do đó sắt từ vẫn còn từ cảm ta gọi là hiện tượng từ dư, đó là cơ sở để chế tạo nam châm vĩnh cửu. Sau một thời gian do chuyển động nhiệt các đômen quay dần về hướng cũ, từ dư yếu dần. Nếu đốt nóng vật liệu có từ dư cũng làm từ dư mất đi do chuyển động nhiệt ta gọi là hiện tượng khử từ.

### **5.3. Chu trình từ hoá của sắt từ:**

Nghiên cứu chu trình từ hoá của sắt từ là nghiên cứu quan hệ  $B = f(H)$ . Đây là một quan hệ phức tạp. Để nghiên cứu quan hệ này ta làm thí nghiệm sau:

- Đặt sắt từ trong từ trường ngoài và tăng dần cường độ từ trường từ  $H = 0$ . Lúc đầu  $B$  tăng nhanh tỷ lệ với  $H$  sau đó chậm dần, đường cong  $B = f(H)$  ngã dần về phía trục  $H$ , đó là giai đoạn bắt đầu bão hoà từ, giảm dần (Hình 2.14).

Khi  $H$  đủ lớn  $B$  tăng rất chậm theo  $H$  và đến điểm  $a$  đường cong  $B(H)$  gần như nằm ngang, gần bằng đơn vị, đó là giai đoạn bão hoà thực sự.

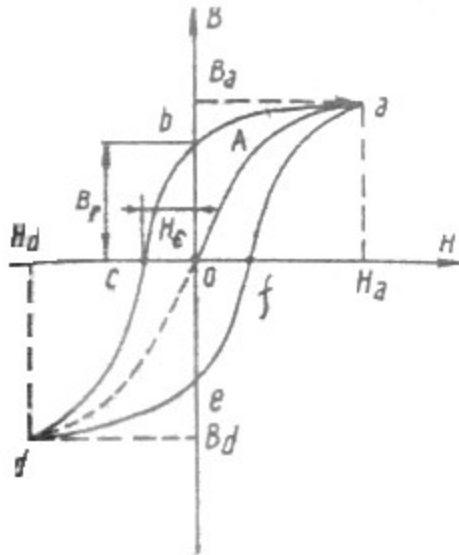
- Khi đạt tới điểm bão hoà thực sự (điểm  $a$ ) ta giảm dần  $H$ ,  $B$  giảm theo, lúc đầu  $B$  giảm chậm sau đó giảm nhanh (đoạn  $ab$ )



Nhận xét: ta thấy cùng một trị số cường độ từ trường  $H$  có hai giá trị cường độ từ cảm  $B$ , cường độ từ cảm  $B$  lúc giảm lớn hơn lúc tăng, ta nói  $B$  giảm chậm hơn  $H$ . Đó gọi là hiện tượng từ trễ: trong quá trình biến thiên, cường độ từ cảm  $B$  luôn biến thiên chậm hơn so với sự biến thiên của cường độ từ trường  $H$ .

Khi  $H$  bằng không  $B$  vẫn lớn hơn không (điểm  $b$ ). Đoạn  $ob$  gọi là giá trị từ dư, ký hiệu  $B_r$ .

Ta đổi chiều  $H$  bằng cách đổi chiều dòng điện từ hoá và tăng dần về phía âm. Đến điểm  $c$  thì  $B$  bằng không. Đoạn  $oc$  gọi là giá trị từ trường khử từ, ký hiệu  $H_c$ .



Hình 2.14

Tiếp tục tăng  $H$  theo chiều âm đến giai đoạn bão hoà thực sự về phía âm ta được đoạn  $cd$ . Điểm  $d$  ứng với điểm bão hoà về phía âm, tương ứng có từ trường  $H_d$  và từ cảm  $B_d$ .

Giảm dần từ trường từ  $H_d$  về giá trị không, từ cảm  $B_d$  giảm đến giá trị  $-B_r$ .

Đổi chiều dòng từ hoá để đổi chiều cường độ từ trường và tăng dần đến giá trị khử từ và điểm bão hoà thực sự, ta được toàn bộ đường cong khép kín  $abcdef$ , gọi là chu trình từ hoá hay chu trình từ trễ, diện tích chu trình từ hoá được gọi là mất từ trễ. Đường cong  $oa$  gọi là đường cong từ hoá cơ bản.

Đường cong từ hoá hay mất từ trễ đặc trưng cho vật liệu sắt từ về mặt từ hoá, căn cứ vào đó ta có thể đánh giá được tính chất của vật liệu sắt từ:

- Biết được mức độ bão hoà từ. Người ta chia đường cong từ hoá thành ba giai đoạn:

+ Giai đoạn chưa bão hoà (đoạn OA) là giai đoạn B tỷ lệ với H, do đó là hằng số. Các khí cụ điện thường làm việc ở giai đoạn này để đảm bảo cường độ từ cảm tỷ lệ với dòng điện từ hoá.

+ Giai đoạn bắt đầu bão hoà (đoạn Aa), phần lớn các máy điện làm việc ở giai đoạn này để đảm bảo khi H thay đổi thì B ít bị thay đổi và vẫn có thể điều chỉnh được trị số B khi cần thiết.

+ Giai đoạn bão hoà thực sự (điểm a)

- Biết được mức độ từ dư của vật liệu, là điều kiện để tính toán nam châm vĩnh cửu.

- Biết được sự thay đổi của hệ số từ thẩm tương đối theo sự biến đổi của từ trường.

- Biết được đặc điểm của vật liệu sắt từ, từ đó người ta chia vật liệu sắt từ thành hai loại:

+ Vật liệu sắt từ cứng: Là vật liệu có chu trình từ hoá ngắn và rộng, được dùng để làm nam châm vĩnh cửu do có trị số từ dư lớn

+ Vật liệu sắt từ mềm: Là vật liệu có chu trình từ hoá dài và hẹp, được dùng để chế tạo máy điện, khí cụ điện để giảm nhỏ tổn hao từ trễ.

### \* Câu hỏi và bài tập:

#### I. CÂU HỎI:

1. Khi nào thì xuất hiện từ trường? Từ trường nam châm vĩnh cửu do dòng điện nào tạo ra?

2. Xác định chiều từ trường dòng điện trong dây dẫn thẳng, trong vòng dây và trong ống dây.

3. Nêu ý nghĩa, đơn vị đo sức từ động, cường độ từ trường, cường độ từ cảm. cường độ từ cảm khác cường độ từ trường ở điểm gì?

4. Ý nghĩa của hệ số từ thẩm tương đối, tuyệt đối, đơn vị đo của chúng.

5. Ý nghĩa và cách tính từ thông.

6. Cách tính và xác định chiều của lực điện từ tác dụng lên dây dẫn thẳng có dòng điện.

7. Cách tính và xác định chiều của lực điện động tác dụng giữa hai dây dẫn có dòng điện.

8. Cách xác định từ trường của dây dẫn thẳng có dòng điện tại một điểm trong lòng dây dẫn và ở ngoài dây dẫn.

9. Cách xác định từ trường của cuộn dây hình xuyên.

10. Vật liệu từ được phân loại như thế nào? Nêu hiện tượng từ tính của sắt từ và giải thích chu trình từ hoá của nó.

## II. BÀI TẬP KIỂM TRA TẠI LỚP:

**Hãy khoanh tròn các đáp án đúng trong các câu hỏi trắc nghiệm sau:**

1. Khi nào thì xuất hiện từ trường:

- a. Có một NS vĩnh cửu
- b. Có hai NS vĩnh cửu đặt gần nhau
- c. Có một dây dẫn mang dòng điện
- d. Có hai dây dẫn mang dòng điện đặt gần nhau.

2. Xác định chiều từ trường trong dây dẫn thẳng:

- a. Qui tắc vặn nút chai - phát biểu qui tắc - cho ví dụ
- b. Qui tắc bàn tay trái - phát biểu qui tắc - cho ví dụ.
- c. Qui tắc bàn tay phải - phát biểu qui tắc - cho ví dụ.

3. Xác định chiều từ trường trong vòng dây và Ống dây:

- a. Qui tắc vặn nút chai - phát biểu qui tắc - cho ví dụ
- b. Qui tắc bàn tay trái - phát biểu qui tắc - cho ví dụ.
- c. Qui tắc bàn tay phải - phát biểu qui tắc - cho ví dụ.

4. Hãy điền các kí hiệu các đại lượng và đơn vị cho đúng:  $F, H, B, \dots$

0, 1

- a. Cường độ từ trường:
- b. Độ từ thẩm tuyệt đối:
- c. Độ từ thẩm tương đối:
- d. Độ từ thẩm của chân không:
- e. Cường độ từ cảm:
- f. Từ thông:
- g. Lực từ hoá:

5. Xác định chiều của lực điện từ tác dụng lên dây dẫn có dòng điện nằm trong từ trường, hoặc hai dây dẫn song song có dòng điện:

- a. Qui tắc vặn nút chai - phát biểu qui tắc - cho ví dụ
- b. Qui tắc bàn tay trái - phát biểu qui tắc - cho ví dụ.
- c. Qui tắc bàn tay phải - phát biểu qui tắc - cho ví dụ.

6. Hãy điền các biểu thức sau và đơn vị vào các đại lượng cho đúng:

$$F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin \alpha ; \quad F = \mu_0 \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{2a} ; \quad F = \mu_0 \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{2a} \cdot L$$

- a. Lực tác dụng của từ trường lên dây dẫn có dòng điện.
- b. Lực tác dụng giữa hai dây dẫn song song có dòng điện

c. Lực tác dụng giữa hai dây dẫn song song có dòng điện trên một đơn vị chiều dài.

**\* Yêu cầu về đánh giá kết quả học tập:**

| Mục tiêu         | Nội dung  | Điểm      |
|------------------|---|-----------|
| <b>Kiến thức</b> | - Trả lời đầy đủ các câu hỏi ở phần I;<br>- Kiểm tra chi tiết phần trả lời câu hỏi của một câu hỏi bất kỳ nào đó trong 10 câu | <b>3</b>  |
| <b>Kỹ năng</b>   | - Làm đầy đủ các câu hỏi được giao ở phần II trong thời gian 1 tiết (Trắc nghiệm)   | <b>6</b>  |
| <b>Thái độ</b>   | - Nộp bài tập đúng hạn (1 tuần về nhà), 1 tiết tại lớp, vở bài tập nghiêm túc, sạch sẽ  | <b>1</b>  |
| <b>Tổng</b>      |   | <b>10</b> |

**\* Hướng dẫn trả lời các câu hỏi và gợi ý giải các bài tập:**

**I. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÁC CÂU HỎI:**

- Dựa vào phần lý thuyết đã học trả lời đầy đủ tất cả các câu hỏi ra một cuốn vở Bài tập dài: trình bày sạch sẽ, logic, nộp đúng hạn cho Giáo viên thay cho điểm kiểm tra 1 tiết trên lớp theo yêu cầu về đánh giá kết quả học tập trên.

**II. ĐÁP SỐ PHẦN BÀI TẬP: *Đáp án đúng cho các câu hỏi trắc nghiệm***

1. Khi nào thì xuất hiện từ trường: a, b, c, d
2. Xác định chiều từ trường trong dây dẫn thẳng: a, phát biểu qui tắc, cho ví dụ theo phần lý thuyết đã học
3. Xác định chiều từ trường trong vòng dây và ống dây: a (cách phát biểu thứ hai), phát biểu qui tắc, cho ví dụ theo phần lý thuyết đã học
4. Hãy điền các kí hiệu các đại lượng và đơn vị cho đúng:  $F, H, B, \dots, \dots$

*b*

- a. Cường độ từ trường:  $H$
- b. Độ từ thẩm tuyệt đối:  $\mu_0$
- c. Độ từ thẩm tương đối:
- d. Độ từ thẩm của chân không:  $\mu_0$
- e. Cường độ từ cảm:  $B$
- f. Từ thông:

g. Lực từ hoá: F

Đơn vị xem ở phần lý thuyết đã học

5. Xác định chiều của lực điện từ tác dụng lên dây dẫn có dòng điện nằm trong từ trường, hoặc hai dây dẫn song song có dòng điện: b, phát biểu qui tắc, cho ví dụ theo phần lý thuyết đã học

6. Hãy điền các biểu thức sau và đơn vị vào các đại lượng cho đúng:

$$F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin \alpha ; \quad F = \mu_0 \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{2a} \cdot L ; \quad F = \mu_0 \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{2a} \cdot L$$

a. Lực tác dụng của từ trường lên dây dẫn có dòng điện:  $F = B \cdot I \cdot L \cdot \sin \alpha$

b. Lực tác dụng giữa hai dây dẫn song song có dòng điện:

$$F = \mu_0 \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{2a} \cdot L$$

c. Lực tác dụng giữa hai dây dẫn song song có dòng điện trên một đơn vị chiều dài:

$$F = \mu_0 \cdot \frac{I_1 \cdot I_2}{2a}$$

## **CHƯƠNG 3: CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ**

### **Mã chương: MH09 – 03**

#### **Giới thiệu:**

Trình bày được nguyên tắc cơ bản nhất để sản xuất ra điện năng. Đồng thời các ứng dụng khác của hiện tượng cảm ứng điện từ trong thực tế sản xuất

#### **Mục tiêu:**

Trình bày và phân tích được nội dung cơ bản về các hiện tượng của cảm ứng điện từ; Từ đó nêu bật ý nghĩa của hiện tượng và các ứng dụng của nó.

Rèn luyện khả năng tư duy trừu tượng về các hiện tượng cụ thể của cảm ứng điện từ.

#### **Nội dung chính:**

### **1. HIỆN TƯỢNG CẢM ỨNG ĐIỆN TỪ:**

#### *\* Mục tiêu:*

Trình bày và phân tích được nội dung cơ bản về các hiện tượng của cảm ứng điện từ; Từ đó nêu bật ý nghĩa của hiện tượng và các ứng dụng của nó.

#### **1.1. Định luật cảm ứng điện từ:**

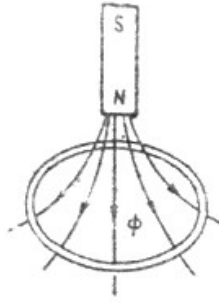
Năm 1831 nhà bác học người Anh Maicơn Faradây phát hiện ra hiện tượng cảm ứng điện từ đó là hiện tượng: Khi từ thông biến thiên bao giờ cũng kèm theo sự xuất hiện sức điện động, gọi là sức điện động cảm ứng.

Năm 1883 nhà vật lý học người Nga là Lenxơ phát hiện ra quy luật chiều s.đ.đ cảm ứng.

Tổng hợp ta có định luật cảm ứng điện từ: Khi từ thông qua vòng dây biến thiên sẽ làm xuất hiện một s.đ.đ trong vòng dây gọi là s.đ.đ cảm ứng. S.đ.đ cảm ứng có chiều sao cho dòng điện mà nó sinh ra có tác dụng chống lại sự biến thiên của từ thông sinh ra nó.

#### **1.2. Sức điện động cảm ứng trong vòng dây có từ thông biến thiên:**

Xét vòng dây có từ thông biến thiên xuyên qua (Hình 2.15)



Hình 2.15

Quy ước chiều dương cho vòng dây theo quy tắc vắn nút chai: Cho cái vắn nút chai tiến theo chiều đường sức từ thì chiều quay của cán sẽ là chiều

$$e = \frac{d\phi}{dt}$$

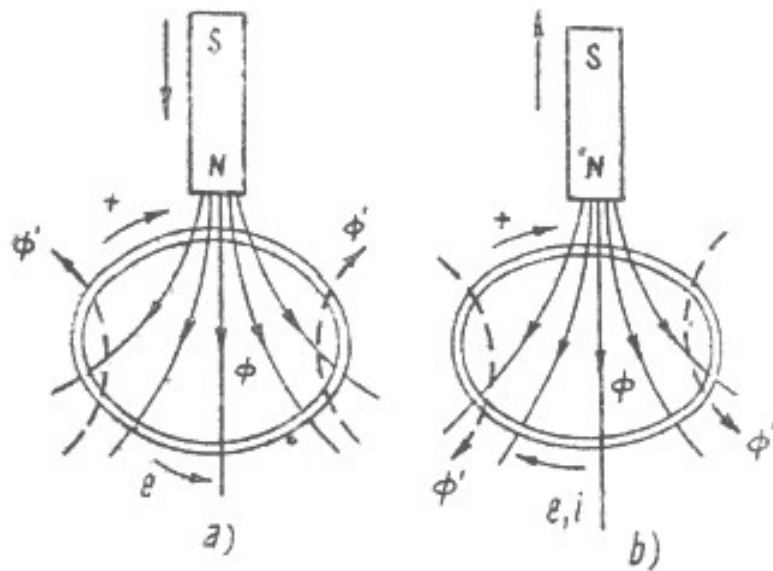
dương của vòng dây. Với quy ước như vậy s.đ.đ cảm ứng trong vòng dây có từ thông biến thiên được xác định theo công thức Mắcxơen là:

Nghĩa là s.đ.đ cảm ứng trong vòng dây có độ lớn bằng tốc độ biến thiên của từ thông nhưng ngược dấu. Dấu trừ thể hiện định luật Lenxơ về chiều s.đ.đ cảm ứng. Trong công thức trên  $\phi$  tính bằng Wb,  $t$  tính bằng sec, thì  $e$  tính bằng V

Ta xét các trường hợp cụ thể:

- Khi từ thông không đổi: Khi đó  $d\phi/dt = 0$ , do đó  $e = 0$ ;
- Khi từ thông qua vòng dây tăng: Khi đó  $d\phi/dt > 0$ ,  $e < 0$  tức  $e$  ngược chiều với chiều dương quy ước (Hình 2.16a). Dòng điện do s.đ.đ cảm ứng sinh ra tạo ra từ thông  $\phi'$  có chiều xác định theo quy tắc vắn nút chai ngược chiều với chiều từ thông  $\phi$ , tức là chống lại sự tăng của từ thông sinh ra nó theo định luật Lenxơ.

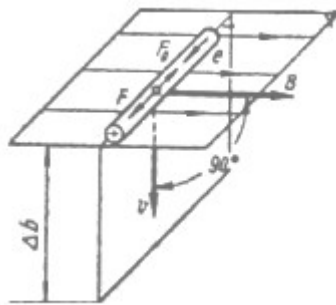
- Khi từ thông qua vòng dây giảm: Khi đó  $d\phi/dt < 0$ ,  $e > 0$  tức là cùng chiều với chiều dương quy ước của vòng dây (Hình 2.16b). Dòng điện cảm ứng lúc này tạo ra từ thông  $\phi'$  có chiều cùng chiều với từ thông  $\phi$ , tức là chống lại sự giảm của từ thông sinh ra nó theo định luật Lenxơ



Hình 2.16

### 1.3. Sức điện động cảm ứng trong dây dẫn thẳng chuyển động cắt từ trường:

Xét dây dẫn thẳng có chiều dài  $l$  chuyển động với vận tốc  $v$  vuông góc với từ trường đều có cường độ từ cảm là  $B$  (hình 2.17)



Hình 2.17

Sau thời gian  $t$  dây dẫn dịch chuyển được một đoạn là  $b = v \cdot t$  và cắt qua một lượng từ thông là:

$$\Phi = B \cdot S = B \cdot l \cdot v \cdot t$$

Theo công thức Măcxoen trong dây dẫn xuất hiện một s.đ.đ cảm ứng có trị số:

$$e = - \frac{d\Phi}{dt} = - \frac{B \cdot l \cdot v \cdot t}{t} = - B \cdot l \cdot v$$



Trong đó:  $e$  – s.đ.đ cảm ứng đo bằng V;

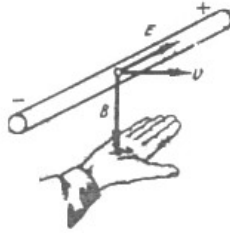
$B$  - Cường độ từ cảm, đo bằng T;

$l$  – Chiều dài dây dẫn trong từ trường, đo bằng m;

$v$  - Vận tốc chuyển động của dây dẫn, đo bằng m/s.

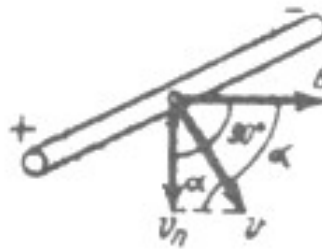
Ta có thể giải thích hiện tượng như sau: Khi dây dẫn chuyển động, các điện tử tự do trong dây dẫn chuyển động theo tạo ra dòng điện. Dưới tác dụng của lực điện từ, được xác định theo quy tắc bàn tay trái, các điện tử chuyển động về một đầu của dây dẫn tạo ra đầu kia của dây dẫn điện thế dương, hay trong dây dẫn xuất hiện s.đ.đ cảm ứng.

Chiều s.đ.đ cảm ứng xác định theo quy tắc bàn tay phải: Cho đường sức từ đâm vào lòng bàn tay phải, ngón cái choãi ra theo chiều chuyển động của dây dẫn thì chiều bốn ngón tay còn lại chỉ chiều s.đ.đ cảm ứng (Hình 2.18)



Hình 2.18

Trường hợp dây dẫn chuyển động không vuông góc với đường sức từ trường (hình 2.19).



Hình 2.19

Góc giữa  $B$  và  $v$  là  $\alpha$ , ta phân  $B$  thành hai thành phần: thành phần song song với  $B$  và thành phần vuông góc với  $B$  gọi là thành phần pháp tuyến  $v_n$ , ta có:

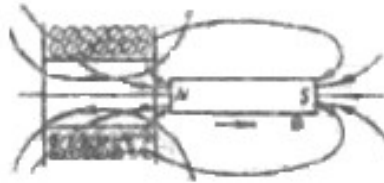
$$v_n = v \cdot \sin \alpha$$

Chính thành phần pháp tuyến  $v_n$  là nguyên nhân sinh ra s.đ.đ cảm ứng, thay  $v_n$  vào công thức tính s.đ.đ cảm ứng ta có:

$$E = B.l.v_n = B.l.v \cdot \sin \alpha$$

#### 1.4. Sức điện động cảm ứng trong cuộn dây:

Xét một cuộn dây có  $w$  vòng, cho một nam châm vĩnh cửu di chuyển dọc theo cuộn dây tạo từ thông qua cuộn dây biến thiên (hình 2.20)



Hình 2.20

Từ thông qua mỗi vòng dây biến thiên tạo ra s.đ.đ cảm ứng. S.đ.đ cảm ứng trong các vòng dây mắc nối tiếp với nhau, do đó s.đ.đ cảm ứng tổng của cả cuộn dây là:

$$e = e_1 + e_2 + \dots + e_w = \frac{d\Phi_1}{dt} + \frac{d\Phi_2}{dt} + \dots + \frac{d\Phi_w}{dt} = \frac{d(\Phi_1 + \Phi_2 + \dots + \Phi_w)}{dt}$$

Tổng đại số từ thông qua các vòng dây của cuộn dây gọi là từ thông móc vòng, ký hiệu là  $\Phi$ , ta có:

$$\Phi = \Phi_1 + \Phi_2 + \dots + \Phi_w$$

Ta có s.đ.đ cảm ứng trong cuộn dây là:

$$e = - \frac{d\Phi}{dt}$$

Nếu từ thông qua các vòng dây như nhau ( $\Phi_1 = \Phi_2 = \dots = \Phi_w$ ) như trong cuộn dây lõi thép thì ta có:

$$\Phi = W \Phi_1$$

Khi đó:

$$e = - W \frac{d\Phi_1}{dt}$$

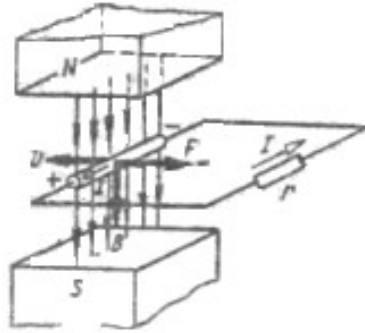
## 2. NGUYÊN TẮC BIẾN CƠ NĂNG THÀNH ĐIỆN NĂNG:

\* Mục tiêu:

Rèn luyện khả năng tư duy trừu tượng về các hiện tượng cụ thể của cảm ứng điện từ ứng dụng trong thực tế sản xuất

### 2.1. Nguyên tắc:

Xét dây thẳng có độ dài  $l$  chuyển động với tốc độ  $v$  cắt vuông góc đường sức từ của từ trường đều có cường độ từ cảm là  $B$  (hình 2.21)



Hình 2.21

S.đ.đ cảm ứng xuất hiện trong dây dẫn là:

$$e = B.l.v$$

Chiều xác định theo quy tắc bàn tay phải.

Nếu nối dây dẫn với mạch ngoài có điện trở  $r$ , trong mạch sẽ có dòng điện chạy qua. Dòng điện chạy trên dây dẫn trong từ trường sẽ chịu lực tác dụng của từ trường với trị số:

$$F = B.I.l$$

Với  $I$  là cường độ dòng điện trong dây dẫn. Chiều lực tác dụng xác định theo quy tắc bàn tay phải. Ta thấy  $F$  ngược chiều với vận tốc chuyển động của dây dẫn. Để dây dẫn tiếp tục chuyển động đều thì ta phải tác động lên dây dẫn một lực bằng và ngược chiều với lực  $F$  nhờ một động cơ sơ cấp có công suất là:

$$P_{cơ} = F.v = B.l.I.v = B.l.v.I = E.I = P_{điện}$$

Kết luận: Dây dẫn chuyển động trong từ trường có tác dụng biến công suất cơ của động cơ sơ cấp thành công suất điện cung cấp cho phụ tải. Đây chính là nguyên tắc của máy phát điện.

Giả sử dây dẫn có điện trở  $r_0$  (điện trở trong của máy phát), theo định luật Ôm trong toàn mạch ta có:

$$I = \frac{E}{r + r_0}$$

Hay: 
$$E = I(r + r_0) = U + U_0$$

Ở đây  $U$  là điện áp mạch ngoài.

$U_0$  là sụt áp ở máy phát. Nhân hai vế với  $I$  ta được:

$$E.I = U.I + U_0 . I$$

Hay:

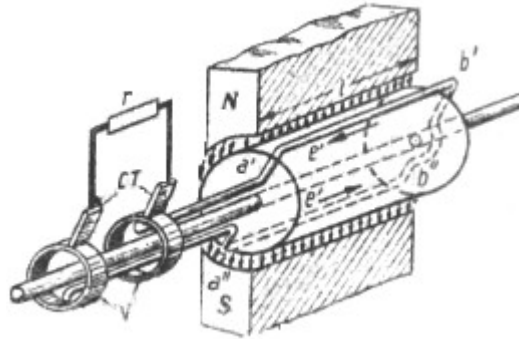
$$P_{\text{điện}} = P + P_0$$

Trong đó:  $P = U.I$  là công suất điện cấp cho mạch ngoài

$P_0 = U_0 . I$  là tổn hao công suất trong máy phát điện.

## 2.2. Thực tế:

Máy phát điện làm việc bằng chuyển động quay của dây dẫn. Cấu tạo của máy phát gồm hai phần chính (hình 2.22)

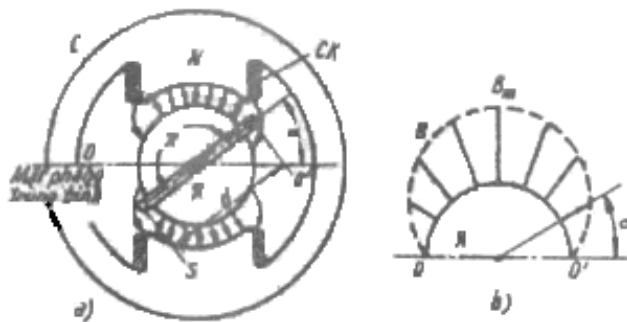


Hình 2.22

- Stato (phần tĩnh): Là nam châm điện được tạo ra từ cuộn dây kích từ, gọi là phần cảm.

- Rôto (phần động): Mang khung dây chuyển động quay, gọi là phần ứng. Hai đầu khung dây nối với hai vòng đồng có chổi than tỳ vào để lấy điện ra.

Phần cảm được chế tạo sao cho cảm ứng từ  $B$  phân bố dọc theo bề mặt cực từ có dạng hình sin (hình 2.23)



Hình 2.23

Cụ thể: tại vị trí lệch so với mặt phẳng trung tính một góc ta có:

$$B = B_m \sin$$

Khi rôto quay đều với vận tốc  $\omega$  (rad/s) với điều kiện tại thời điểm  $t = 0$  khung dây ở đúng vị trí mặt phẳng trung tính, thì tại thời điểm bất kỳ khung dây tạo với mặt phẳng trung tính một góc là:

$$\alpha = \omega t$$

Tốc độ chuyển động của cạnh khung dây là:

$$v = \frac{d}{2} \omega$$

Ở đây  $d$  là chiều rộng khung dây.

S.đ.đ cảm ứng trên một cạnh khung dây là:

$$e' = Blv = B_m \sin \alpha \cdot l \cdot \frac{d}{2} = \frac{1}{2} B_m l d \cdot \omega \cdot \cos \alpha$$

S.đ.đ của cả khung dây là:

$$E = 2e' = B_m l d \cdot \omega \cdot \cos \alpha = E_m \cos \alpha$$

Ở đây  $E_m = B_m l d \omega$  là giá trị cực đại của s.đ.đ. Như vậy s.đ.đ lấy ra ở hai đầu chổi than biến thiên theo quy luật hình sin với thời gian gọi là s.đ.đ xoay chiều hình sin.

### 3. NGUYÊN TẮC BIẾN ĐIỆN NĂNG THÀNH CƠ NĂNG:

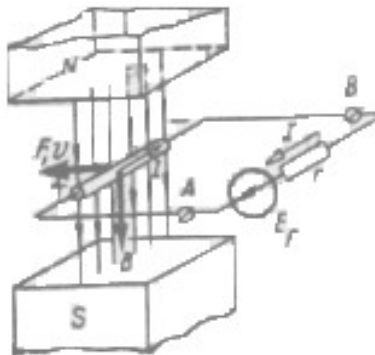
\* Mục tiêu:

Rèn luyện khả năng tư duy trừu tượng về các hiện tượng cụ thể của cảm ứng điện từ ứng dụng trong thực tế sản xuất

#### 3.1. Nguyên tắc:

Xét một dây dẫn đặt trong từ trường đều có cường độ từ cảm là  $B$  (hình 2.24)

Nối dây dẫn với nguồn điện ngoài có s.đ.đ là  $E_f$ , điện trở nguồn là  $r_f$ .



Hình 2.24

Do mạch được khép kín nên trong dây dẫn có dòng điện chạy qua là

$$I = \frac{E_f - U}{r_f}$$

Trong đó  $U$  là điện áp đặt vào dây dẫn (điện áp giữa hai điểm A-B).  
Dây dẫn sẽ chịu một lực điện từ tác dụng là:

$$F = B.I.l$$

Chiều lực tác dụng xác định theo quy tắc bàn tay trái. Giả sử dưới tác dụng của lực  $F$  dây dẫn sẽ chuyển động với vận tốc  $v$  vuông góc với với đường sức từ. Trong dây dẫn sẽ xuất hiện s.đ.đ cảm ứng có độ lớn là:

$$E = B.l.v$$

Chiều s.đ.đ cảm ứng xác định theo quy tắc bàn tay phải. Ta thấy chiều  $E$  ngược chiều của  $I$ , do đó cũng ngược chiều  $E_f$  nên gọi là sức phản điện động.

Áp dụng định luật KiếchỐp II cho mạch vòng ta có:

$$E = U - I r_0 \quad \text{hay} \quad U = E + I r_0$$

Trong đó  $r_0$  là điện trở trong của dây dẫn (điện trở trong của động cơ)

Nhân hai vế với dòng điện  $I$  ta được:

$$U.I = E.I + I^2 r_0 = B.l.v.I + I^2 r_0 = F.v + I^2 r_0$$

Hay:  $P_{\text{điện}} = P_{\text{cơ}} + P_0$

Với:  $P_{\text{điện}} = U.I$  là công suất nguồn ngoài cấp cho động cơ.

$P_{\text{cơ}} = F.v$  là công suất cơ của động cơ

$P_0 = I^2 r_0$  là tổn thất trên điện trở của động cơ

Như vậy dây dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường đã nhận công suất điện của nguồn biến thành công suất cơ. Đó chính là nguyên tắc của động cơ.

### 3.2 Thực tế:

Động cơ điện gồm hai phần chính:

- Stato (phần tĩnh): Để tạo ra từ trường gồm lõi thép và cuộn dây có dòng điện chạy qua.

- Rôto (phần quay): Gồm nhiều khung dây nối ngắn mạch với nhau tạo thành mạch kín.

Rôto đặt trong từ trường biến thiên sẽ xuất hiện dòng điện cảm ứng trong khung dây. Dưới tác dụng của lực điện từ của từ trường lên dòng điện làm rôto quay.

#### 4. HIỆN TƯỢNG TỰ CẢM, HỖ CẢM:

\* *Mục tiêu:*

Trình bày và phân tích được nội dung cơ bản về các hiện tượng của cảm ứng điện từ; Từ đó nêu bật ý nghĩa của hiện tượng và các ứng dụng của nó.

##### 4.1. Hệ số tự cảm:

Ta xét một cuộn dây có  $W$  vòng:

Khi có dòng điện  $I$  đi qua cuộn dây trong cuộn dây xuất hiện từ thông gọi là từ thông tự cảm.

Với các cuộn dây khác nhau (có số vòng và kích thước khác nhau), với cùng một dòng điện như nhau sẽ có từ thông tự cảm khác nhau.

Tỷ số giữa từ thông tự cảm và dòng điện  $I$  gọi là hệ số tự cảm hay điện cảm của cuộn dây, nó đặc trưng cho khả năng tự luyện từ của cuộn dây, ký hiệu là  $L$ , ta có:

$$L = \Phi / I$$

Nếu  $L$  không phụ thuộc vào dòng điện, ta có cuộn dây là tuyến tính.

Nếu hệ số tự cảm thay đổi theo dòng điện, ta có cuộn dây phi tuyến (cuộn dây lõi thép), khi đó ta có hệ số tự cảm động của cuộn dây, xác định bằng tỷ số giữa gia số của từ thông với gia số dòng điện, ký hiệu là  $L_d$ , ta có:

$$L_d = d\Phi / dI$$

Đơn vị của điện cảm là Henry, ký hiệu là H.

$$1H = 1Wb/1A = 1 \text{ .sec}$$

Ước số của H là milihenry (mH) và microhenry ( $\mu$  H)

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

\* Điện cảm của cuộn dây hình xoắn hay hình trụ:

Với cuộn dây hình xoắn có tiết diện là  $S$ , từ thông trong lòng xoắn là:

$$\Phi = B.S = \mu_0 \frac{IW}{l} S = 125 \frac{IW}{l} S.10^{-8}$$

Từ thông tự cảm của cuộn dây:

Điện cảm của cuộn dây là

$$L = \frac{\Phi}{I} = \frac{W^2 \mu_0 S^2}{4\pi l} = \frac{W^2 \mu_0 S^2}{4\pi l} \cdot 10^{-8} \text{ S}^2$$

Đối với cuộn dây hình trụ ta có thể coi như là một phần cuộn dây hình xoắn có bán kính vô cùng lớn nên điện cảm của cuộn dây cũng xác định theo biểu thức trên.

#### 4.2. Sức điện động tự cảm:

Khi dòng điện qua cuộn dây biến thiên, từ thông tự cảm của nó cũng biến đổi theo làm xuất hiện trong cuộn dây s.đ.đ cảm ứng gọi là s.đ.đ tự cảm, ký hiệu là  $e_L$ .

Vậy: S.đ.đ tự cảm là sức điện động cảm ứng trong cuộn dây do chính dòng điện qua nó biến thiên gây nên.

Về trị số ta có: từ thông tự cảm của cuộn dây là  $\Phi_L = L \cdot i$

Theo công thức Măcxoen ta có s.đ.đ tự cảm là:

$$e_L = - \frac{d\Phi_L}{dt} = - \frac{d(Li)}{dt} = -L \frac{di}{dt}$$

Vậy s.đ.đ tự cảm tỷ lệ với điện cảm và tốc độ biến thiên của dòng điện.

Dấu trừ cho thấy: Nếu  $i$  tăng, s.đ.đ tự cảm sẽ ngược chiều với chiều dòng điện để chống lại sự tăng của dòng điện, ngược lại khi  $i$  giảm s.đ.đ tự cảm sẽ cùng chiều với chiều dòng điện để chống lại sự giảm của nó.

\* Ví dụ 2.3: Một cuộn dây có điện cảm  $L = 0,1\text{H}$ . Dòng điện qua cuộn dây là dòng điện biến thiên theo quy luật hình sin với  $i = 5\sin 314t$ , A. Tìm s.đ.đ tự cảm trong cuộn dây.

Giải:

s.đ.đ tự cảm của cuộn dây là:

$$e_L = -L \frac{di}{dt} = -0,1 \cdot \frac{d(5\sin 314t)}{dt} = -0,1 \cdot 5 \cdot 314 \cos 314t = -15,7 \sin 314t \text{ V}$$

#### 4.3. Hệ số hỗ cảm:

Giả sử có hai cuộn dây đặt gần nhau (hình 2.25)

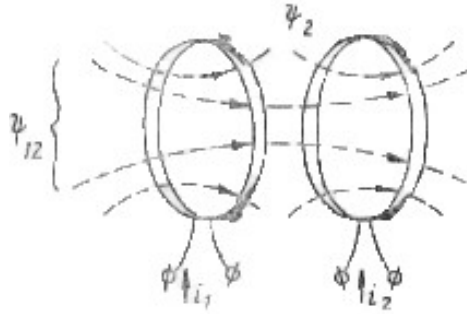


Dòng điện  $i_1$  chạy qua cuộn thứ nhất tạo ra:

- Từ thông tự cảm  $\psi_1$  móc vòng qua cuộn thứ nhất
- Từ thông hổ cảm  $\psi_{12}$  móc vòng qua cuộn thứ hai

Nếu  $i_1$  càng lớn thì  $\psi_{12}$  càng lớn, tức  $\psi_{12}$  tỷ lệ với dòng điện  $i_1$ , ta có

$$\psi_{12} = M \cdot i_1$$



Hình 2.25

Ở đây  $M$  được gọi là hệ số hổ cảm đặc trưng cho quan hệ từ giữa hai cuộn dây.

Tương tự nếu cuộn dây thứ hai có dòng điện  $i_2$  thì ngoài thành phần tự cảm  $\psi_2$  còn có thành phần móc vòng qua cuộn thứ nhất  $\psi_{21}$  gọi là từ thông móc vòng hổ cảm của cuộn thứ hai sang cuộn thứ nhất, ta có:

$$\psi_{21} = M \cdot i_2$$

Từ các biểu thức trên ta thấy nếu  $M$  càng lớn thì từ thông hổ cảm giữa hai cuộn dây càng mạnh. Đơn vị của  $M$  cũng là henry (H). Hệ số hổ cảm phụ thuộc vào:

- Kết cấu của hai cuộn dây
- Môi trường và khoảng cách đặt chúng.

#### 4.4. Sức điện động hổ cảm:

Nếu  $i_1$  biến thiên thì từ thông hổ cảm  $\psi_{12}$  cũng biến thiên làm xuất hiện s.đ.đ cảm ứng trong cuộn dây thứ hai gọi là s.đ.đ hổ cảm  $e_{12}$ , theo công thức Măcxoen ta có:

$$e_{12} = - \frac{d \psi_{12}}{dt} = - M \frac{di_1}{dt}$$

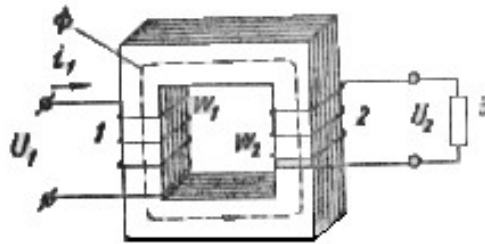
Tương tự nếu  $i_2$  biến thiên ta có s.đ.đ hổ cảm  $e_{21}$  trong cuộn dây thứ nhất là:

$$e_{21} = - \frac{d \psi_{21}}{dt} = - M \frac{di_2}{dt}$$

Như vậy s.đ.đ hõ cảm là s.đ.đ cảm ứng xuất hiện trong cuộn dây do sự biến thiên dòng điện ở cuộn dây có quan hệ hõ cảm với nó. S.đ.đ hõ cảm tỷ lệ với tốc độ biến thiên của dòng điện và hệ số hõ cảm giữa các cuộn dây.

#### 4.5. Ứng dụng hiện tượng hõ cảm:

Máy biến áp là thiết bị dựa trên hiện tượng hõ cảm để biến đổi điện áp xoay chiều. Cấu tạo máy biến áp gồm hai cuộn dây  $W_1$  và  $W_2$  quấn trên cùng một lõi sắt từ (hình 2.26)



Hình 2.26

Đặt vào cuộn  $W_1$  điện áp xoay chiều  $U_1$  sẽ tạo ra dòng điện chạy vào cuộn  $W_1$  là dòng điện xoay chiều (dòng điện biến thiên theo thời gian), nó tạo ra từ thông hõ cảm  $\Phi_{12} = W_2$  biến thiên móc vòng qua cuộn  $W_2$ . Do đó trong cuộn  $W_2$  sẽ xuất hiện s.đ.đ hõ cảm  $e_2$ , tạo ra điện áp  $U_2$  đặt vào phụ tải 3.

Người ta chứng minh được rằng điện áp trong mỗi cuộn tỷ lệ với số vòng dây của chúng:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{W_1}{W_2} = k$$

$k$  được gọi là tỷ số máy biến áp.

### 5. DÒNG ĐIỆN PHU CÔ VÀ HIỆU ỨNG MẶT NGOÀI:

\* Mục tiêu:

Trình bày và phân tích được nội dung cơ bản về các hiện tượng của cảm ứng điện từ; Từ đó nêu bật ý nghĩa của hiện tượng và các ứng dụng của nó.

#### 5.1. Hiện tượng:

- Khi từ thông qua một khối kim loại thay đổi, ta coi khối kim loại là tập hợp của những vòng dây liên tiếp, nên trong khối kim loại sẽ xuất hiện s.đ.đ cảm ứng.

- Do khối kim loại dẫn điện nên trong khối kim loại sẽ có dòng điện chạy khép kín

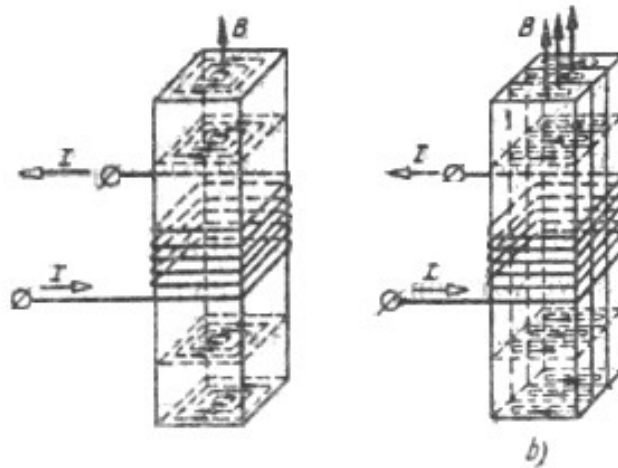
“Dòng điện cảm ứng chạy khép kín trong vật dẫn gọi là dòng điện xoáy hay dòng điện Fucô”

### 5.2. Ý nghĩa:

Dòng điện xoáy chạy quanh trong vật dẫn làm nóng vật dẫn. Ta xét hai trường hợp:

a. Dòng điện xoáy gây tổn hao trong mạch từ của máy điện, khí cụ điện làm nóng thiết bị và gây tổn hao năng lượng, ta phải tìm cách giảm dòng xoáy này.

Xét mạch từ hình 2.27



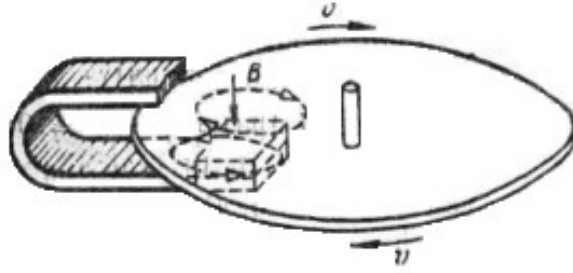
Hình 2.27

- Dòng điện I gây ra cảm ứng từ B. Khi B thay đổi trong lõi thép xuất hiện s.đ.đ cảm ứng và dòng xoáy chạy trong mặt phẳng vuông góc với đường sức từ. Do đó ta giảm dòng xoáy bằng cách mạch từ được ghép từ các lá thép kỹ thuật điện có hai mặt được phủ lớp cách điện. Các lá thép được ghép song song với cảm ứng từ B, dòng xoáy sẽ bị chia nhỏ, chỉ tồn tại trong tiết diện hẹp của lá thép nên trị số nhỏ.

- Có thể hạn chế dòng xoáy bằng cách chế tạo mạch từ bằng vật liệu có điện trở lớn như Ferit, pecmalô ..

b. Lợi dụng dòng xoáy : ta có thể lợi dụng dòng xoáy để:

- Nấu chảy kim loại trong các lò điện cảm ứng
- Để tôi kim loại trong các lò tôi cao tần
- Để tạo mô men hãm đĩa kim loại như trong công tơ điện (hình 2.28)



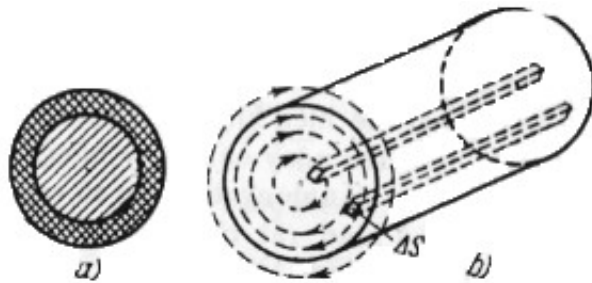
Hình 2.28

Khi đĩa kim loại (thường là đĩa nhôm) quay, nó cắt qua từ trường của nam châm vĩnh cửu, trong đĩa xuất hiện dòng điện xoáy. Dòng điện xoáy này tác dụng với từ trường B tạo thành lực hãm đặt vào đĩa quay.

### 5.3 Hiệu ứng mặt ngoài:

Ta xét dây dẫn có tiết diện S, có dòng điện I chạy qua

Phần từ thông do dòng I tạo ra trong dây dẫn là các đường tròn đồng tâm. phần tiết diện ở gần tâm có số đường sức móc vòng qua nhiều nhất. Nếu dòng điện biến thiên, s.đ.đ cảm ứng trong tiết diện gần tâm sẽ lớn nhất chống lại sự biến thiên của dòng điện nên dòng điện chỉ chạy ở mặt ngoài vì tiết diện mặt ngoài có s.đ.đ cảm ứng nhỏ nhất (Hình 2.29a,b)



Hình 2.29

### \* Câu hỏi và bài tập:

#### I. CÂU HỎI:

1. Phát biểu định luật cảm ứng điện từ.
2. Cách tính và xác định chiều của s.đ.đ cảm ứng trong dây dẫn thẳng chuyển động cắt từ trường.
3. Cách tính và xác định chiều của s.đ.đ cảm ứng trong cuộn dây có từ thông biến thiên.

4. Trình bày nguyên tắc biến cơ năng thành điện năng, ứng dụng của nó trong thực tế.

5. Trình bày nguyên tắc biến điện năng thành cơ năng, ứng dụng của nó trong thực tế.

6. Trình bày hiện tượng tự cảm, biểu thức s.đ.đ tự cảm.

7. Trình bày hiện tượng hồ cảm, ứng dụng của hiện tượng hồ cảm trong thực tế.

8. Định nghĩa dòng điện Phucô, ý nghĩa và ứng dụng của nó trong thực tế.

## II. BÀI TẬP KIỂM TRA TẠI LỚP:

**Hãy khoanh tròn các đáp án đúng trong các câu hỏi trắc nghiệm sau:**

1. Xác định chiều của s.đ.đ. cảm ứng trong vòng dây có từ thông biến thiên:

- Qui tắc vắn nút chai - phát biểu qui tắc - cho ví dụ
- Qui tắc bàn tay trái - phát biểu qui tắc - cho ví dụ.
- Qui tắc bàn tay phải - phát biểu qui tắc - cho ví dụ.
- Định luật cảm ứng điện từ - phát biểu định luật - cho ví dụ.

2. Xác định chiều của s.đ.đ. cảm ứng trong dây dẫn thẳng chuyển động cắt từ trường:

- Qui tắc vắn nút chai - phát biểu qui tắc - cho ví dụ
- Qui tắc bàn tay trái - phát biểu qui tắc - cho ví dụ.
- Qui tắc bàn tay phải - phát biểu qui tắc - cho ví dụ.
- Định luật cảm ứng điện từ - phát biểu định luật - cho ví dụ.

3. Hãy điền các kí hiệu các đại lượng và đơn vị cho đúng:  $d$ ,  $\frac{d}{dt}$ ,  $\frac{di}{dt}$ ,  $\frac{di}{dt}$ ,  $L, M$

- Tốc độ biến thiên từ thông.
- Độ biến thiên từ thông,.
- Độ biến thiên dòng điện.
- Tốc độ biến thiên dòng điện.
- Hệ số tự cảm.
- Hệ số hồ cảm.

4. Hãy điền các biểu thức sau và đơn vị vào các đại lượng cho đúng:

$$e = - \frac{d}{dt}, e = B.l. v. \sin, e = - L \frac{di}{dt}, e = - M \frac{di}{dt}.$$

- a. S.đ.đ cảm ứng trong vòng dây có từ thông biến thiên.
- b. S.đ.đ cảm ứng trong dây dẫn thẳng chuyển động cắt từ trường.
- c. S.đ.đ tự cảm.
- d. S.đ.đ hồ cảm.

**\* Yêu cầu về đánh giá kết quả học tập:**

| Mục tiêu         | Nội dung   | Điểm      |
|------------------|--|-----------|
| <b>Kiến thức</b> | - Trả lời đầy đủ các câu hỏi ở phần I;<br>- Kiểm tra chi tiết phần trả lời câu hỏi của một câu hỏi bất kỳ nào đó trong 8 câu | <b>5</b>  |
| <b>Kỹ năng</b>   | - Làm đầy đủ các câu hỏi được giao ở phần II trong thời gian 1 tiết trắc nghiệm;   | <b>4</b>  |
| <b>Thái độ</b>   | - Nộp bài tập đúng hạn (1 tuần về nhà), 1 tiết tại lớp, vở bài tập nghiêm túc, sạch sẽ                                       | <b>1</b>  |
| <b>Tổng</b>      |  | <b>10</b> |

**\* Hướng dẫn trả lời các câu hỏi và gợi ý giải các bài tập:**

**I. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÁC CÂU HỎI:**

- Dựa vào phần lý thuyết đã học trả lời đầy đủ tất cả các câu hỏi ra một cuốn vở Bài tập dài: trình bày sạch sẽ, logic, nộp đúng hạn cho Giáo viên thay cho điểm kiểm tra 1 tiết trên lớp theo yêu cầu về đánh giá kết quả học tập trên.

**II. ĐÁP SỐ PHẦN BÀI TẬP: *Đáp án đúng cho các câu hỏi trắc nghiệm***

1. Xác định chiều của s.đ.đ. cảm ứng trong vòng dây có từ thông biến thiên: d, Qui tắc, ví dụ như trên phần lý thuyết

2. Xác định chiều của s.đ.đ. cảm ứng trong dây dẫn thẳng chuyển động cắt từ trường: c, Qui tắc, ví dụ như trên phần lý thuyết

3. Hãy điền các kí hiệu các đại lượng và đơn vị cho đúng:  $d$ ,  $\frac{d}{dt}$ ,  $\frac{di}{dt}$ , di, L, M

a. Tốc độ biến thiên từ thông:  $\frac{d}{dt}$

b. Độ biến thiên từ thông: d

c. Độ biến thiên dòng điện: di

d. Tốc độ biến thiên dòng điện:  $\frac{di}{dt}$

e. Hệ số tự cảm: L

f. Hệ số hổ cảm.

Đơn vị ở phần lý thuyết.

4. Hãy điền các biểu thức sau và đơn vị vào các đại lượng cho đúng:

$$e = - \frac{d}{dt}, e = B.l. v. \sin, e = - L \frac{di}{dt}, e = - M \frac{di}{dt}.$$

e. S.đ.đ cảm ứng trong vòng dây có từ thông biến thiên:  $e = - \frac{d}{dt}$

f. S.đ.đ cảm ứng trong dây dẫn thẳng chuyển động cắt từ trường:

$$e = B.l. v. \sin$$

g. S.đ.đ tự cảm:  $e = - L \frac{di}{dt}$

h. S.đ.đ hổ cảm:  $e = - M \frac{di}{dt}.$

## CHƯƠNG 4: MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU HÌNH SIN 1 PHA

Mã chương: MH09 – 04

### Giới thiệu:

Mạch điện một pha được sử dụng nhiều trong thực tế và sản xuất; Tuy nhiên do đặc tính của phụ tải mà chúng có những đặc điểm khác nhau việc nghiên cứu kỹ chương này cho phép chúng ta hiểu và sử dụng dòng điện một pha đúng đắn và kinh tế.

### Mục tiêu:

Trình bày được khái niệm về dòng điện xoay chiều hình sin một pha, nguyên lý tạo ra dòng điện hình sin và các thông số đặc trưng của nó;

Phân tích các hiện tượng điện từ khi dòng điện hình sin chạy qua các phần tử điện trở, điện cảm, điện dung, từ đó tính toán dòng điện, điện áp và công suất của các phần tử khi có dòng điện chạy qua;

Rèn luyện khả năng tư duy logic, các ứng dụng trong thực tế, vận dụng hiểu biết tiếp thu các kiến thức chuyên ngành.

### Nội dung chính:

#### 1. KHÁI NIỆM VỀ DÒNG ĐIỆN HÌNH SIN:

##### \* Mục tiêu:

Trình bày được khái niệm về dòng điện xoay chiều hình sin một pha, nguyên lý tạo ra dòng điện hình sin;

##### \* Định nghĩa:

Dòng điện xoay chiều là dòng điện có chiều và trị số biến đổi theo thời gian

Dòng điện hình sin: là dòng điện có chiều và trị số biến đổi theo quy luật hình sin theo thời gian.

##### 1.1. Nguyên lý tạo ra s.d.đ xoay chiều hình sin:

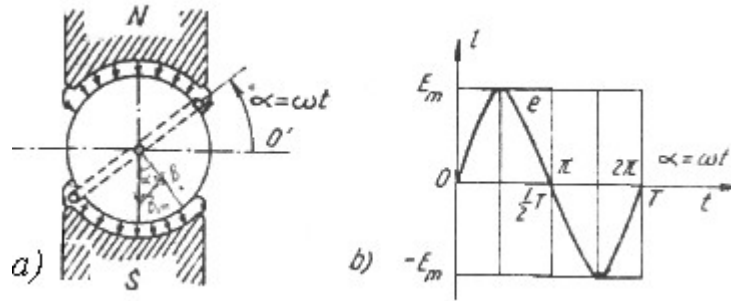
S.d.đ.xoay chiều hình sin được tạo ra trong máy phát điện xoay chiều một pha hay ba pha.

Xét một máy phát điện xoay chiều một pha đơn giản nhất, có cấu tạo gồm:

- Phần cảm (stato) là một nam châm vĩnh cửu có một đôi cực từ là cực bắc ký hiệu là N và cực nam ký hiệu là S.

- Phần ứng (Rôto) là một khung dây chuyển động quay cắt từ trường phần cảm. (Hình 4.1)





Hình 4.1

Hệ thống cực từ được chế tạo sao cho trị số cảm ứng từ  $B$  phân bố trên mặt cực từ dọc theo khe hở không khí giữa Rôto và Stato theo quy luật hình sin. Như vậy ở vị trí bất kỳ từ cảm có trị số là:

$$B = B_m \sin \alpha$$

trong đó  $B_m$  là trị số cực đại từ cảm,  $\alpha$  là góc lệch giữa mặt phẳng trung tính  $oo'$  với mặt phẳng khung dây

Khi rôto quay với tốc độ  $\omega$ , cạnh khung dây sẽ chuyển động với tốc độ  $v$  cắt vuông góc đường sức từ nên trong một cạnh khung dây xuất hiện s.đ.đ cảm ứng là:

$$e_d = B.l.v$$

với  $l$  là chiều dài cạnh khung dây

Nếu tại thời điểm ban đầu ( $t = 0$ ) mặt phẳng khung dây ở vị trí trùng với mặt phẳng trung tính  $oo'$  thì tại thời điểm  $t$  bất kỳ khung dây ở vị trí là:

$$\alpha = \omega t$$

Từ cảm tại đó là:

$$B = B_m \sin \alpha = B_m \sin \omega t$$

Thay vào biểu thức s.đ.đ ta được:

$$e_d = B.l.v = B_m.l.v.\sin \omega t.$$

Do mỗi khung dây có hai cạnh nên s.đ.đ của chúng nối tiếp với nhau ta có s.đ.đ của một khung dây là:

$$e_v = 2e_d = 2 B_m.l.v.\sin \omega t.$$

Nếu khung dây có  $W$  vòng thì s.đ.đ của cả khung khung dây là:

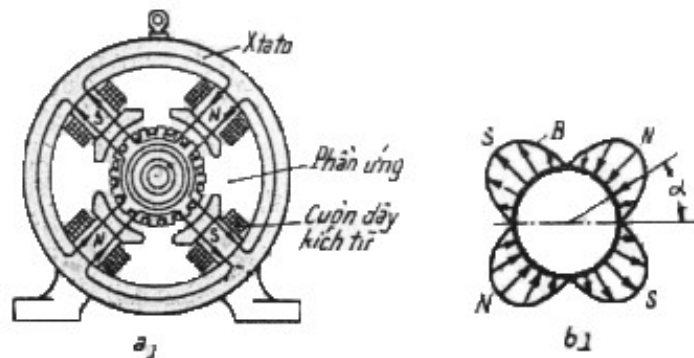
$$e = We_v = 2 B_m.l.v.W .\sin \omega t = E_m \sin \omega t$$

trong đó  $E_m = 2 B_m.l.v.W$  là biên độ s.đ.đ. Như vậy s.đ.đ 2 hai đầu khung dây có quy luật hình sin

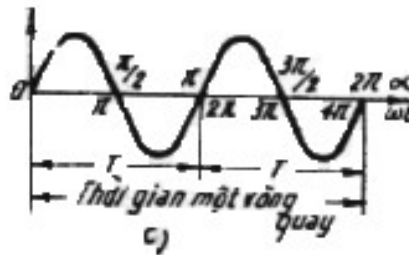
Nếu rôto quay với tốc độ  $n$  (vg/ph) và stato có  $p$  đôi cực thì tần số của s.đ.đ (số chu kỳ trong một giây) sẽ là:

$$f = \frac{pn}{60}$$

Hình 4.2 vẽ máy phát điện xoay chiều có  $2p = 4$  ( $p = 2$  tức là có hai đôi cực), phân bố từ cảm có dạng hình sin, khi rôto quay được một vòng, khung dây lần lượt cắt qua hai đôi cực nên s.đ.đ thực hiện được hai chu kỳ (hình 4.3)



Hình 4.2



Hình 4.3

## 2. CÁC THÔNG SỐ ĐẶC TRƯNG CHO ĐẠI LƯỢNG HÌNH SIN:

\* Mục tiêu:

Trình bày được khái niệm về các thông số đặc trưng của dòng điện xoay chiều hình sin một pha;

### 2.1. Biểu diễn giá trị hình sin:

Tại thời điểm bất kỳ trị số tức thời của dòng điện và điện áp được biểu diễn là:

$$i = I_m \sin ( \omega t + \varphi_i )$$

$$u = U_m \sin(\omega t + \varphi_u)$$

với  $i, u$  là trị số tức thời của dòng điện và điện áp

### 2.2. Biên độ:

Là trị số cực đại của dòng điện, điện áp và s.đ.đ tương ứng ký hiệu là  $I_{\max}, U_{\max}, E_{\max}$ .

Để phân biệt ta quy ước: trị số tức thời ký hiệu chữ in thường như  $i, u, e$

Trị số cực đại dùng chữ in hoa có chỉ số m như  $I_m, U_m, E_m$ .

### 2.3. Góc pha và góc pha đầu:

Lượng  $(\omega t + \varphi)$  đặc trưng cho dạng biến thiên của lượng hình sin được gọi là góc pha hay pha của lượng hình sin

Tại thời điểm  $t = 0$ , góc pha bằng  $\varphi$  nên được gọi là góc pha đầu hay pha đầu của lượng hình sin

Góc pha đầu có thể dương, âm hay bằng không

### 2.4. Tần số góc:

Là tốc độ góc của lượng hình sin, ký hiệu là  $\omega$ , đơn vị là rad/s

### 2.5. Chu kỳ:

Chu kỳ là khoảng thời gian ngắn nhất để lượng hình sin lặp lại trị số và chiều ban đầu, ký hiệu là  $T$ , đơn vị đo là giây (sec)

Trong khoảng thời gian  $T$  góc pha biến thiên một lượng là  $\omega T = 2\pi$  (rad)

### 2.6. Tần số:

Là số chu kỳ trong một giây, ký hiệu là  $f$ , đơn vị đo là Héc (Hz) ta có  $f = 1/T$ .

\* Quan hệ giữa tần số góc và tần số: ta có  $\omega = 2\pi f$

Tần số dòng điện xoay chiều trong công nghiệp của nước ta là  $f = 50\text{Hz}$ , khi đó tần số góc là  $\omega = 2\pi f = 314\text{rad/s}$

### 2.7. Sự lệch pha:

Hai lượng hình sin là điện áp và dòng điện có cùng tần số nhưng tại một thời điểm góc pha của chúng có thể không bằng nhau ta nói chúng lệch pha với nhau. Ký hiệu góc lệch pha đó là  $\varphi$ , ta có:

$$\varphi = \varphi_u - \varphi_i$$

Góc  $\varphi$  phụ thuộc vào đặc tính các thông số của mạch điện

Nếu  $\varphi > 0$  ta nói điện áp vượt trước dòng điện

Nếu  $\varphi < 0$  ta nói điện áp chậm sau dòng điện

Nếu  $\varphi = 0$  ta nói điện áp và dòng điện trùng pha nhau.

Nếu  $u = U_m \sin \omega t$  thì:

$$I = I_m \sin(\omega t + (\varphi_u - \varphi_i)) = I_m \sin(\omega t - \varphi)$$

### 3. GIÁ TRỊ HIỆU DỤNG CỦA LƯỢNG HÌNH SIN:

\* Mục tiêu:

Trình bày được khái niệm về trị số hiệu dụng của dòng điện xoay chiều hình sin một pha;

#### 3.1. Định nghĩa:

Trị số hiệu dụng của dòng điện xoay chiều là giá trị tương đương với dòng điện một chiều khi đi qua cùng một điện trở, trong khoảng thời gian một chu kỳ, chúng tỏa ra một năng lượng dưới dạng nhiệt như nhau

Ký hiệu giá trị hiệu dụng bằng chữ in hoa như I, U, E

Như vậy giá trị hiệu dụng đặc trưng cho tác dụng trung bình về mặt năng lượng của lượng hình sin trong mỗi chu kỳ.

Còn giá trị tức thời chỉ đặc trưng cho giá trị hình sin ở từng thời điểm.

#### 3.2. Cách tính giá trị hiệu dụng theo biên độ:

Nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở r do dòng điện xoay chiều chạy qua trong thời gian ngắn là:

$$dQ = i^2 r dt$$

do đó trong một chu kỳ nhiệt lượng tỏa ra là:

$$Q = \int_0^T i^2 r dt$$

Nhiệt lượng tỏa ra trên điện trở r do dòng một chiều gây ra trong thời gian T là:

$$Q = I^2 r T$$

Theo định nghĩa ta có:

$$I^2 r T = \int_0^T i^2 r dt$$

Ở đây I là giá trị dòng một chiều chạy qua r, hay chính đó là giá trị hiệu dụng của dòng xoay chiều. Giải phương trình trên ta được:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt} = \sqrt{\frac{1}{T} I_m^2 \int_0^T \sin^2 \omega t dt}$$

$$\text{Thay: } \sin^2 \omega t = \frac{1 - \cos 2\omega t}{2}$$

Ta có:

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I_m^2 \frac{1 + \cos 2t}{2} dt}$$

$$I = I_m \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \frac{1}{2} dt + \frac{1}{T} \int_0^T \frac{\cos 2t}{2} dt}$$

Hay:  $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0,707I_m$

Vì:  $\int_0^T \frac{\cos 2t}{2} dt = 0$

Tương tự ta có giá trị hiệu dụng của điện áp và s.d.đ hình sin là:

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} = 0,707U_m \quad \text{và} \quad E = \frac{E_m}{\sqrt{2}} = 0,707E_m$$

#### 4. BIỂU DIỄN LƯỢNG HÌNH SIN BẰNG ĐỒ THỊ:

\* Mục tiêu:

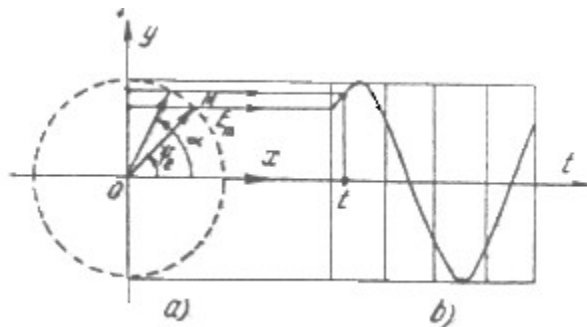
Trình bày được khái niệm về biểu diễn dòng điện xoay chiều hình sin một pha bằng các dạng đồ thị;

##### 4.1. Biểu diễn lượng hình sin dưới dạng véc tơ:

Giả sử ta có s.d.đ hình sin được biểu diễn dưới dạng biểu thức là:

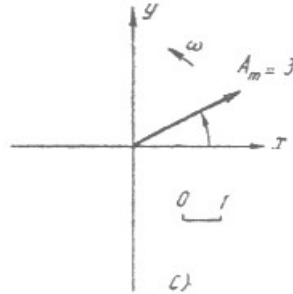
$$e = E_m \sin(\omega t + \varphi_e) \quad (4.1)$$

Ta có thể biểu diễn dưới dạng đồ thị thời gian là (hình 4.4)



Hình 4.4

Nghĩa là hàm số sin chính là tung độ điểm cuối bán kính véc tơ trên đường tròn lượng giác khi bán kính quay xung quanh gốc tọa độ với tốc độ không đổi (hình 4.5)



Hình 4.5

Vậy nếu trên đường tròn lượng giác ta lấy véc tơ OM bằng  $E_m$  làm với trục hoành một góc bằng góc pha đầu  $\varphi$  và quay xung quanh gốc tọa độ với tốc độ bằng  $\omega$  là tốc độ góc của lượng hình sin thì tại thời điểm bất kỳ ta có tung độ

$$\begin{aligned} y &= OM \cdot \sin \\ &= E_m \sin(\omega t + \varphi) = e \end{aligned}$$

Đó chính là trị số tức thời của s.đ.đ hình sin

Như vậy lượng hình sin là  $a = A_m \sin(\omega t + \varphi)$  được biểu diễn dưới dạng véc tơ như sau:

- Chọn tỷ lệ xích thích hợp
- Trên mặt phẳng tọa độ ta lấy bán kính véc tơ có gốc nằm ở gốc tọa độ, tạo với trục hoành một góc bằng góc pha đầu  $\varphi$  của lượng hình sin, có độ dài bằng  $A_m$  theo tỷ lệ xích đã chọn

- Cho OM quay quanh gốc tọa độ bằng với tốc độ góc  $\omega$  của lượng hình sin theo chiều ngược chiều kim đồng hồ

Từ đồ thị véc tơ ta xác định được:

- Biên độ của lượng hình sin là  $A_m$  từ đó xác định được giá trị hiệu dụng của lượng hình sin là  $A = A_m / \sqrt{2}$

- Góc pha đầu bằng  $\varphi$

- Tốc độ góc  $\omega$ , từ đó biết được chu kỳ T, tần số f

Như vậy lượng hình sin hoàn toàn được xác định.

Chú ý:

Để tiện cho việc tính toán ta chọn mô đun véc tơ OM bằng với giá trị hiệu dụng của lượng hình sin là A

Khi có nhiều lượng hình sin có cùng tần số góc ta biểu diễn chúng dưới dạng một hệ véc tơ tại thời điểm ban đầu  $t = 0$  và khảo sát chúng

Để chỉ véc tơ  $A$  biểu diễn lượng hình sin là  $a = A_m \sin(t + \alpha)$  ta ký hiệu  $A$ .

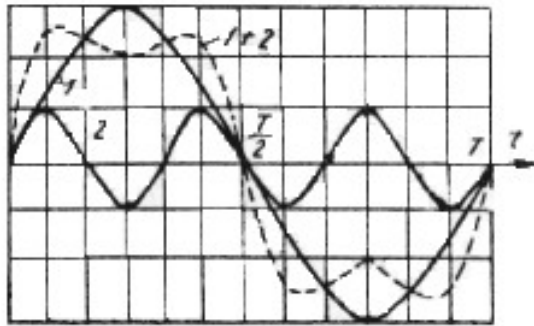
#### 4.2. Cộng trừ các lượng hình sin bằng đồ thị:

a. Cộng trừ các lượng hình sin bằng đồ thị thời gian:

Muốn cộng các lượng hình sin bằng đồ thị thời gian ta thực hiện theo các bước sau:

- Vẽ các lượng hình sin có cùng đơn vị lên cùng một hệ tọa độ
- Cộng hay trừ các lượng hình sin theo tung độ ở cùng một thời điểm

Nối các điểm đó lại ta được tổng hay hiệu của các lượng hình sin (Hình 4.6)



Hình 4.6

\* Ưu điểm: Có thể cộng hay trừ các lượng hình sin có tần số khác nhau

\* Nhược điểm: Thực hiện khó và mất nhiều thời gian

b. Cộng trừ các lượng hình sin bằng véc tơ:

\* Nguyên tắc:

- Chỉ thực hiện được với các lượng hình sin có cùng tần số
- Tổng hay hiệu của hai lượng hình sin có cùng tần số cũng là một

lượng hình sin có cùng tần số vì:

+ Giả sử ta có hai lượng hình sin là:

$$e_1 = E_{1m} \sin(t)$$

$$e_2 = E_{2m} \sin(t + \alpha_2)$$

$$\text{Khi đó: } e = e_1 + e_2 = E_{1m} \sin t + E_{2m} \sin t \cos \alpha_2 + E_{2m} \sin \alpha_2 \cos t$$

$$A \sin t + B \cos t = A' \sin t + \frac{B}{A'} \cos t$$

$$\text{với } A = E_{1m} + E_{2m} \cos \alpha_2 ; B = E_{2m} \sin \alpha_2$$

$$\text{đặt: } \frac{A}{B} \operatorname{tg} \frac{\sin}{\cos}$$

$$\text{ta có: } e = \frac{A}{\cos} \sin t \cos t \quad \sin \cos t$$

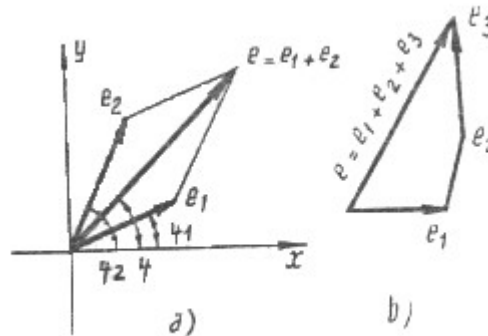
$$e = \frac{A}{\cos} \sin t \quad E_m \sin t$$

với  $E_m = A/\cos$

Như vậy  $e = e_1 + e_2$  là lượng hình sin có cùng tần số với  $e_1$  và  $e_2$

\* Phương pháp cộng trừ các lượng hình sin bằng véc tơ:

- Cộng theo quy tắc hình bình hành: (Hình 4.7)



Hình 4.7

Giả sử có hai lượng hình sin là:

$$e_1 = E_{1m} \sin(t + \varphi_1)$$

$$e_2 = E_{2m} \sin(t + \varphi_2)$$

được biểu diễn bằng đồ thị véc tơ như hình 4.7a

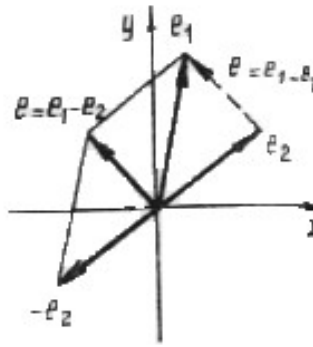
Ta đặt gốc véc tơ  $e_2$  trùng với ngọn véc tơ  $e_1$ , véc tơ tổng  $e = e_1 + e_2$  có gốc trùng với gốc véc tơ  $e_1$ , ngọn trùng với ngọn véc tơ  $e_2$ .

- Quy tắc đa giác: Nếu có nhiều lượng hình sin  $e_1, e_2, e_3 \dots$  ta cũng tìm tổng của chúng theo quy tắc đa giác như hình 4.7b

- Phép trừ được suy ra từ phép cộng với véc tơ đối:

$$e = e_1 - e_2 = e_1 + (-e_2) \quad (\text{hình 4.8})$$





Hình 4.8

## 5. MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN THUẦN TRỞ:

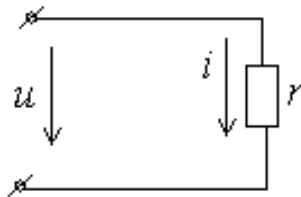
\* Mục tiêu:

Phân tích các hiện tượng điện từ khi dòng điện hình sin chạy qua các phần tử điện trở, từ đó tính toán dòng điện, điện áp và công suất của các phần tử khi có dòng điện chạy qua;

Rèn luyện khả năng tư duy logic, các ứng dụng trong thực tế, vận dụng hiểu biết tiếp thu các kiến thức chuyên ngành.

### 5.1. Quan hệ dòng điện - điện áp:

Mạch thuần trở là mạch chỉ có điện trở  $r$ , hệ số điện cảm  $L$  rất bé có thể bỏ qua và không có thành phần điện dung (hình 4.9)

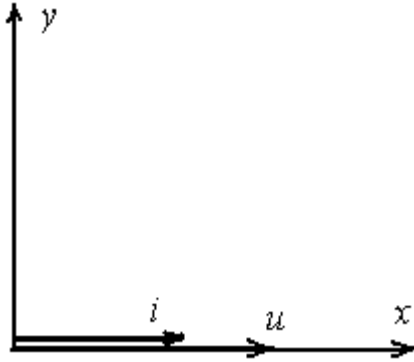


Hình 4.9

Đặt vào mạch điện áp xoay chiều  $u = U_m \sin \omega t$ , trong mạch sẽ có dòng điện chạy qua. Ở thời điểm  $t$  bất kỳ theo định luật Ôm ta có:

$$i = \frac{u}{r} = \frac{U_m \sin \omega t}{r} = I_m \sin \omega t$$

Ở đây  $I_m = U_m/r$  là biên độ dòng điện qua mạch. So sánh biểu thức dòng điện và điện áp ta thấy trong mạch thuần trở dòng điện và điện áp đồng pha với nhau, góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp là  $\phi = 0$ . Đồ thị thời gian và đồ thị véc tơ của dòng điện và điện áp vẽ trên hình 4.10 và hình 4.11



Hình 4.10

Chia cả hai vế cho 2

$$\frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{U_m/\sqrt{2}}{r} = I = \frac{U}{r}$$

Đó là định luật Ôm của mạch thuần trở, phát biểu như sau: Trong nhánh thuần trở, trị hiệu dụng của dòng điện tỷ lệ thuận với trị hiệu dụng của điện áp đặt vào nhánh, tỷ lệ nghịch với điện trở của nhánh.

### 5.2. Công suất:

Công suất tức thời của nhánh được tính theo biểu thức:

$$p = u.i = U_m \cdot I_m \sin^2 t = 2UI \sin^2 t.$$

Thay  $\sin^2 t = (1 - \cos 2t)/2$ , ta có:

$$p = UI(1 - \cos 2t) = UI - UI \cos 2t$$

Như vậy công suất tức thời của nhánh thuần trở gồm hai thành phần: Thành phần không đổi  $UI$  và thành phần biến đổi  $UI \cos 2t$ .

Vì thành phần  $UI \cos 2t = 0$  tính trung bình trong một chu kỳ, nên công suất trung bình trong một chu kỳ của nhánh sẽ bằng thành phần không đổi  $UI$ . Công suất trung bình trong một chu kỳ của mạch xoay chiều gọi là công suất tác dụng hay công suất hữu công, ký hiệu là  $P$ .

Như vậy đối với nhánh thuần trở công suất tác dụng bằng:

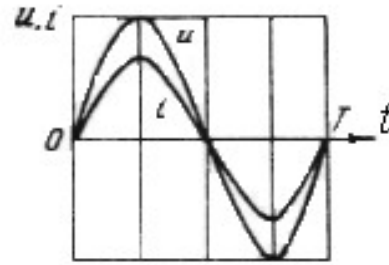
$$P = UI = rI^2 = \frac{U^2}{r}$$

Điện năng tiêu thụ trong thời gian  $t$  tính theo công suất tác dụng là:

$$W_r = P.t$$

## 6. MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN THUẦN CẢM:

\* Mục tiêu:



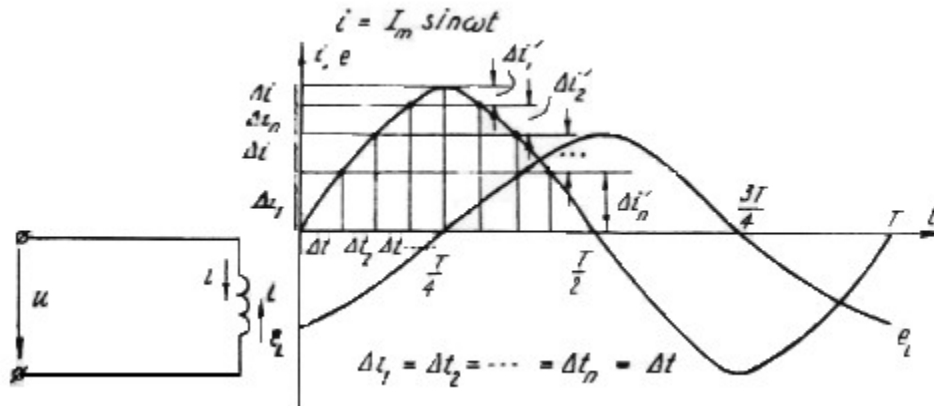
Hình 4.11

Phân tích các hiện tượng điện từ khi dòng điện hình sin chạy qua các phần tử điện cảm, điện dung, từ đó tính toán dòng điện, điện áp và công suất của các phần tử khi có dòng điện chạy qua;

Rèn luyện khả năng tư duy logic, các ứng dụng trong thực tế, vận dụng hiểu biết tiếp thu các kiến thức chuyên ngành

### 6.1 Quan hệ dòng điện - điện áp:

Nhánh có hệ số tự cảm  $L$  khá lớn, điện trở và điện dung đủ bé có thể bỏ qua được gọi là nhánh thuần cảm (hình 4.12)



Hình 4.12

Nếu ta đặt vào mạch điện áp xoay chiều  $u$  thì trong mạch sẽ xuất hiện dòng điện  $i$  có dạng:

$$i = I_m \sin \omega t$$

Do dòng điện biến thiên nên trong cuộn dây xuất hiện s.đ.đ tự cảm xác định theo biểu thức:

$$e_L = L \frac{di}{dt}$$

Áp dụng định luật Kirchhoff II cho mạch vòng ta có:

$$u + e_L = ir = 0 \text{ vì } r = 0$$

Do đó:

$$u = -e_L$$

Như vậy trong nhánh thuần cảm điện áp nguồn cân bằng với s.đ.đ tự cảm xuất hiện trong nhánh, hay điện áp nguồn có trị số bằng s.đ.đ tự cảm nhưng pha đối nhau. Để tìm quan hệ giữa điện áp và dòng điện ta nghiên cứu quan hệ giữa s.đ.đ tự cảm và dòng điện.

Từ đồ thị dòng điện (hình 4.12) ta thấy:

Ở phần tư chu kỳ thứ nhất của dòng điện, dòng điện tăng dần từ không tới cực đại dương, số gia dòng điện dương và giảm dần

$$i_1 > i_2 > i_3 \dots > i_n > 0$$

Vì thế tốc độ biến thiên của dòng điện cũng dương và giảm dần từ cực đại về không.

$$i_1 / t > i_2 / t > \dots > i_n / t$$

s.đ.đ tự cảm trái dấu và tỷ lệ với tốc độ biến thiên của dòng điện nên s.đ.đ sẽ âm và có trị số giảm dần từ cực đại về không.

Ở phần tư chu kỳ thứ hai của dòng điện, dòng điện giảm dần từ cực đại về không, gia số dòng điện âm và có trị số tăng dần từ không lên cực đại, tốc độ biến thiên dòng điện cũng âm và có trị số tăng dần từ không lên cực đại, s.đ.đ tự cảm cũng dương và trị số tăng dần từ không lên cực đại.

Lý luận tương tự ta có ở phần tư chu kỳ thứ ba s.đ.đ tự cảm sẽ dương và trị số giảm từ cực về không, ở phần tư chu kỳ thứ tư s.đ.đ tự cảm sẽ âm và tăng dần trị số từ không tới cực đại âm.

Từ các nhận xét trên ta vẽ được dạng đồ thị biến thiên của s.đ.đ tự cảm theo sự biến thiên của dòng điện (Hình 4.12). Ta thấy s.đ.đ tự cảm luôn chậm pha sau dòng điện một góc  $90^\circ$  hay  $\pi/2$  radian

Ta có :

$$e_L = L \frac{di}{dt} = L \frac{d I_m \sin t}{dt} = L I_m \cos t = L I_m \sin t + \pi/2 = E_{Lm} \sin t + \pi/2$$

Với biên độ s.đ.đ tự cảm là:

$$E_{Lm} = L I_m$$

Điện áp đặt vào nhánh là:

$$u = - e_L = - L I_m \cos t = U_m \sin(t + \pi/2)$$

Ta thấy điện áp đặt vào nhánh thuần cảm vượt pha trước dòng điện góc  $90^\circ$  hay  $\pi/2$  radian, biên độ bằng biên độ s.đ.đ tự cảm.

Từ trên ta có: Chia cả hai vế cho  $\sqrt{2}$  ta được:

$$U_m / \sqrt{2} = E_{Lm} / \sqrt{2} = L I_m / \sqrt{2}$$

Từ đó:  $U = X_L I = X_L I$

Với  $X_L = \omega L$  có vai trò như điện trở trong nhánh thuần trở được gọi là cảm kháng của nhánh thuần cảm, đơn vị đo cũng là

Ta có:  $I = U/x_L$

Đây là định luật Ôm của nhánh thuần cảm: Trị hiệu dụng của dòng điện trong nhánh thuần cảm tỷ lệ thuận với trị hiệu dụng của điện áp đặt vào nhánh và tỷ lệ nghịch với cảm kháng của nhánh.

### 6.2. Công suất:

Công suất tức thời của nhánh thuần cảm là:

$$p = u.i = U_m I_m \cos t \sin t = 2UI \frac{\sin 2t}{2} = UI \sin 2t$$

Ta thấy công suất nhánh thuần cảm cũng là lượng hình sin có tần số gấp đôi tần số dòng điện và có biên độ bằng  $U.I = I^2 x_L = U^2/x_L$ . Công suất trung bình trong một chu kỳ của nhánh thuần cảm bằng không. Trong 1/4 chu kỳ thứ nhất và thứ ba của dòng điện, dòng điện tăng, dòng và áp cùng dấu, nhánh tích năng lượng vào cuộn dây dưới dạng năng lượng từ trường.

Ở 1/4 chu kỳ thứ hai và thứ tư của dòng điện, dòng điện giảm, dòng và áp trái dấu, nhánh trả năng lượng về nguồn. Như vậy trong nhánh thuần cảm không tiêu thụ năng lượng, nó chỉ trao đổi năng lượng với nguồn. Để đặc trưng cho sự trao đổi năng lượng giữa nguồn và trường người ta dùng đại lượng gọi là công suất phản kháng hay công suất vô công, ký hiệu là  $Q$ . đo bằng biên độ trao đổi công suất trong mạch, ta có:

$$Q_L = UI = I^2 x_L = U^2/x_L$$

Đơn vị của công suất phản kháng là vôn – Am pe phản kháng hay đọc là Var. Bội số của nó là kVAr, MVar.

Điện năng vô công được tính tương tự điện năng hữu công

$$W_x = Q.t$$

Đơn vị của  $W_x$  là VARh, kVARh, MVARh.

## 7. MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN THUẦN DUNG:

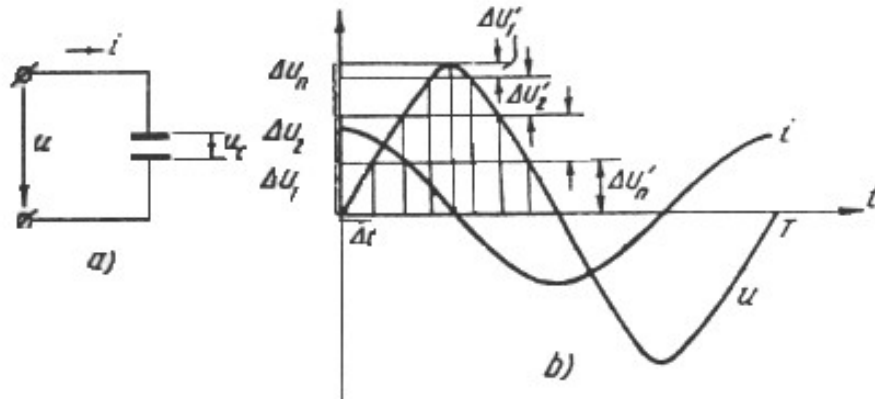
\* Mục tiêu:

Phân tích các hiện tượng điện từ khi dòng điện hình sin chạy qua các phần tử điện dung, từ đó tính toán dòng điện, điện áp và công suất của các phần tử khi có dòng điện chạy qua;

Rèn luyện khả năng tư duy logic, các ứng dụng trong thực tế, vận dụng hiểu biết tiếp thu các kiến thức chuyên ngành

### 7.1 Quan hệ dòng điện - điện áp:

Mạch thuần dung là mạch chỉ có điện dung, còn điện cảm và điện trở rất nhỏ không đáng kể có thể bỏ qua (hình 4.13a).



Hình 4.13

Đặt vào mạch một điện áp xoay chiều  $u = U_m \sin t$ , vì mạch không có điện trở nên điện áp trên tụ  $U_c = u$ . Ta xét chi tiết qua trình phóng nạp của tụ:

Ở  $1/4$  chu kỳ thứ nhất của điện áp, trị số điện áp tăng từ không lên cực đại dương (hình 4.13b), tụ điện bắt đầu quá trình nạp điện, điện áp tăng và gia số của nó lớn hơn không và giảm dần:

$$u_i > 0 \text{ và } u_1 > u_2 > \dots > u_n$$

vì thế tốc độ biến thiên của điện áp dương và giảm dần từ cực đại về không.

Điện tích trên tụ là:  $q = C.u$  với  $C$  là điện dung của tụ. Dòng điện qua tụ là:

$$i = \frac{dq}{dt} = C \frac{du}{dt}$$

Dòng điện trong mạch tỷ lệ với tốc độ biến thiên điện áp trên tụ, nên dòng điện trong mạch có chiều dương và trị số giảm dần từ cực đại dương về không

(hình 4.13b).

- Ở 1/4 chu kỳ thứ hai của điện áp, trị số điện áp dương và giảm dần, giá trị điện áp âm và tăng dần nên dòng điện có giá trị âm và trị số tăng dần.

- Lý luận tương tự ta có: ở 1/4 chu kỳ thứ ba của điện áp dòng điện âm và giảm dần từ cực đại âm về không, ở 1/4 chu kỳ thứ tư của điện áp dòng điện dòng điện có trị số dương và tăng dần từ không lên cực đại dương, ta vẽ được đồ thị dòng điện như hình 4.13b

Từ đồ thị ta thấy dòng điện trong nhánh xoay chiều thuần dung luôn vượt trước điện áp một góc  $90^\circ$  hay  $\pi/2$  radian

Ta có:

$$i = C \frac{du_c}{dt} = C \frac{d U_m \sin t}{dt} = U_m C \cos t = I_m \sin t - \frac{\pi}{2}$$

Ở đây  $I_m$  là biên độ dòng điện

$$I_m = U_m \cdot C.$$

Chia cả hai vế cho  $\sqrt{2}$  ta có:

$$\frac{I_m}{\sqrt{2}} = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \frac{1}{C}$$

Hay:  $I = U/x_c$

Lượng  $X_C$  có vai trò như điện trở trong nhánh thuần điện trở, nên được gọi là dung kháng của mạch thuần dung, đơn vị đo cũng là  $\Omega$ , ta có:

$$X_C = 1/\omega C = 1/2\pi fC$$

Biểu thức trên là định luật Ôm trong nhánh thuần dung, định luật phát biểu: Trong nhánh thuần dung trị hiệu dụng của dòng điện tỷ lệ với trị hiệu dụng của điện áp đặt vào nhánh và tỷ lệ nghịch với dung kháng của nhánh.

## 7.2. Công suất:

Công suất tức thời của nhánh thuần dung là:

$$p = u \cdot i = U_m I_m \cos t \sin t = 2UI \frac{\sin 2t}{2} = UI \sin 2t$$

Ta thấy công suất nhánh thuần dung cũng là lượng hình sin có tần số gấp đôi tần số dòng điện và có biên độ bằng  $U.I$ .

Công suất trung bình trong một chu kỳ của nhánh thuần dung bằng không. Trong  $1/4$  chu kỳ thứ nhất và thứ ba của điện áp, dòng và áp cùng chiều, nhánh tích năng lượng vào tụ dưới dạng năng lượng điện trường.

Ở  $1/4$  chu kỳ thứ hai và thứ tư của điện áp, dòng và áp ngược chiều, nhánh trả năng lượng về nguồn. Như vậy trong nhánh thuần dung không tiêu thụ năng lượng, nó chỉ trao đổi năng lượng với nguồn. Công suất phản kháng đặc trưng cho sự trao đổi năng lượng giữa nguồn và trường bằng biên độ trao đổi công suất tức thời, ta có:

$$Q_c = UI = I^2 X_C = U^2 / X_C$$

## 8. MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN CÓ ĐIỆN TRỞ, ĐIỆN CẢM, ĐIỆN DUNG MẮC NỐI TIẾP:

\* Mục tiêu:

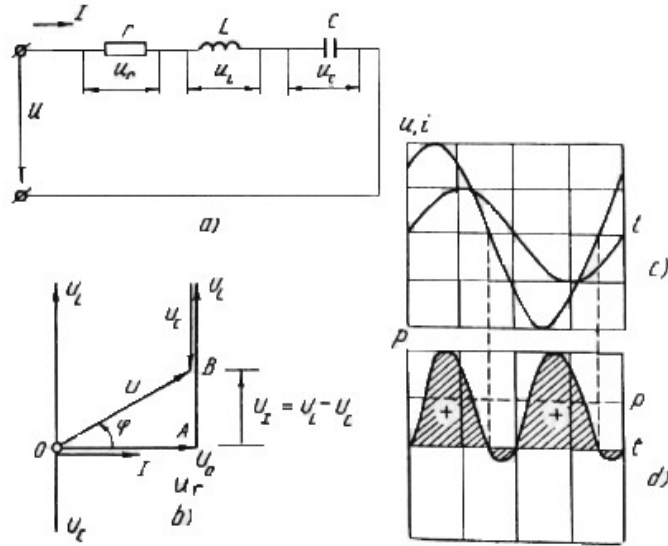
Phân tích các hiện tượng điện từ khi dòng điện hình sin chạy qua các phần tử điện trở, điện cảm, điện dung mắc nối tiếp nhau từ đó tính toán dòng điện, điện áp và công suất của các phần tử khi có dòng điện chạy qua;

Rèn luyện khả năng tư duy logic, các ứng dụng trong thực tế, vận dụng hiểu biết tiếp thu các kiến thức chuyên ngành

### 8.1. Quan hệ dòng điện - điện áp:

Giả thiết ta có mạch điện có cả ba thành phần như hình 4.14a.





Hình 4.14

Đặt vào nhánh điện áp xoay chiều hình sin là  $u$ , trong nhánh có dòng điện có biểu thức:  $i = I_m \sin t$ . Dòng điện qua các phần tử gây lên các sụt áp:

- Sụt áp trên điện trở là  $U_r$  gọi là thành phần điện áp tác dụng, đồng pha với dòng điện, trị số xác định theo định luật Ôm với nhánh thuần trở:

$$U_r = I \cdot r$$

- Sụt áp trên điện cảm là  $U_L$  vượt trước dòng điện một góc  $90^\circ$ , trị số xác định theo định luật Ôm với nhánh thuần cảm:

$$U_L = I \cdot X_L$$

- Sụt áp trên điện dung là  $U_C$  chậm sau dòng điện một góc  $90^\circ$  trị số xác định theo định luật Ôm với nhánh thuần dung:

$$U_C = I \cdot x_C$$

Ta có đồ thị véc tơ điện áp trên các phần tử như hình 4.15b. Điện áp tổng đặt vào mạch bằng tổng các sụt áp trên các phần tử, ta có:

$$u = u_r + u_L + u_C$$

hay cộng véc tơ ta được điện áp tổng là cạnh huyền của tam giác OAB

Cạnh OA =  $U_r = I \cdot r$  là thành phần điện áp tác dụng

Cạnh AB =  $U_x = U_L - U_C = I (x_L - x_C)$  gọi là thành phần điện áp phản kháng.

Tam giác vuông OAB có cạnh huyền là điện áp tổng, hai cạnh góc vuông là hai điện áp thành phần (tác dụng và phản kháng) gọi là tam giác điện áp của nhánh. Từ tam giác điện áp ta có:

Như vậy dòng điện và điện áp trong nhánh lệch nhau một góc là  $\varphi$ .

$$U = \sqrt{U_r^2 + U_x^2} = \sqrt{U_r^2 + U_L^2 - U_C^2}$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{U_x}{U_r} = \frac{U_L - U_C}{U_r}$$

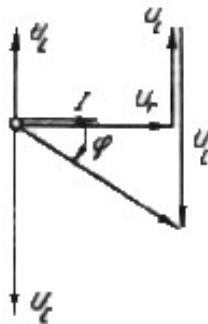
- Nếu  $x_L > x_C$  thì  $U_L > U_C$  và  $\varphi > 0$ , dòng điện chậm pha hơn điện áp, ta nói mạch điện có tính chất cảm.

- Nếu  $x_L < x_C$  thì  $U_L < U_C$  và  $\varphi < 0$ , dòng điện sớm pha hơn điện áp, ta nói mạch điện có tính chất dung (hình 4.15).

Từ tam giác điện áp ta cũng có:

$$U_r = U \cos \varphi$$

$$U_x = U \sin \varphi$$



Hình 4.15

Từ trên ta có:

$$U = \sqrt{U_r^2 + U_x^2} = \sqrt{U_r^2 + U_L^2 - U_C^2} = \sqrt{I^2 r^2 + I^2 x_L^2 - I^2 x_C^2}$$

$$U = I \sqrt{r^2 + x_L^2 - x_C^2} = I Z$$

Ở đây  $x$  được gọi là trở kháng phản kháng của mạch:

$$x = x_L - x_C = 2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}$$

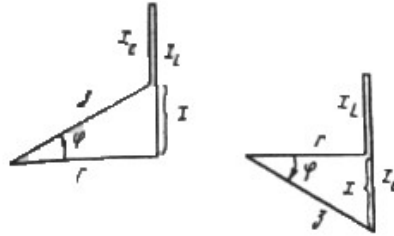
$z$  được gọi là tổng trở của mạch

$$z = \sqrt{r^2 + (x_L - x_C)^2} = \sqrt{r^2 + x^2}$$

Từ trên ta có:  $I = U / z$

Đó là định luật Ôm cho nhánh xoay chiều tổng quát, phát biểu như sau: trong nhánh xoay chiều trị hiệu dụng của dòng điện tỷ lệ với trị hiệu dụng của điện áp đặt vào nhánh, và tỷ lệ nghịch với tổng trở của nhánh.

Từ trên ta có tam giác vuông hoàn toàn đồng dạng với tam giác điện áp, gọi là tam giác tổng trở (Hình 4.16)



Hình 4.16

Từ tam giác tổng trở ta cũng có:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{x}{r} = \frac{x_L - x_C}{r}$$

$$r = z \cdot \cos \varphi ; \quad x = z \cdot \sin \varphi$$

## 8.2. Cộng hưởng điện áp:

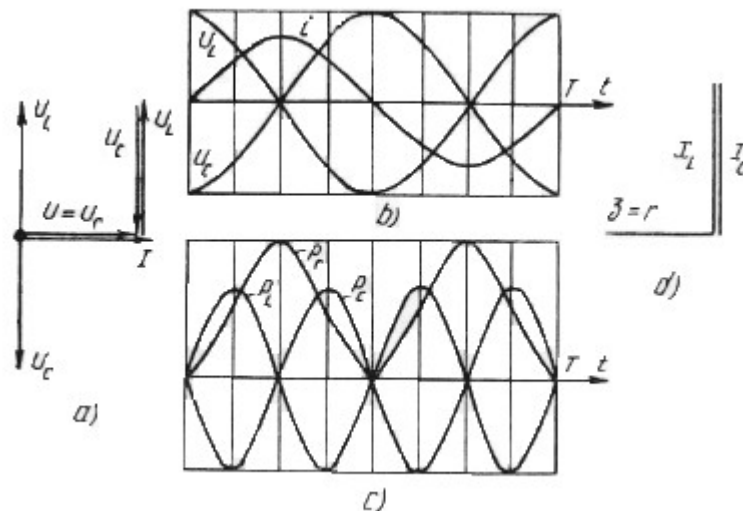
Trong mạch có  $r$ ,  $x_L$ ,  $x_C$  mắc nối tiếp ta thấy  $U_L$  và  $U_C$  luôn ngược pha nhau, trị số tức thời của chúng ngược dấu nhau tại mọi thời điểm. Khi giá trị hiệu dụng  $U_L$  bằng  $U_C$  thì điện áp tổng đặt vào nhánh bằng điện áp trên điện trở.

Khi cộng hưởng  $u_L = -u_C$ , do đó trị hiệu dụng  $U_L = U_C$  hay  $x_L = x_C$ , tổng trở toàn nhánh:

$$z = \sqrt{r^2 + x_L - x_C^2} = r$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{x_L - x_C}{r} = 0 \quad 0 \quad 0$$

Nghĩa là trong chế độ cộng hưởng tổng trở bằng điện trở và dòng điện đồng pha với điện áp (hình 4.17a, b).



Hình 4.17

\* Nhận xét:

- Dòng điện trong mạch cộng hưởng điện áp:

$$I = U / z = U / r$$

Nghĩa là mạch cộng hưởng có dòng điện lớn nhất và tổng trở bé nhất

- Trong chế độ cộng hưởng ta có tỷ số:

$$q = \frac{x_L}{r} = \frac{x_C}{r} = \frac{Ix_L}{r} = \frac{Ix_C}{r} = \frac{U_L}{U_r} = \frac{U_C}{U_r} = \frac{U_L}{U} = \frac{U_C}{U}$$

$q$  được gọi là hệ số phẩm chất của mạch cộng hưởng, nó cho biết trong chế độ cộng hưởng điện áp điện áp cực bộ trên tụ điện và điện cảm lớn hơn điện áp nguồn bao nhiêu lần.

- Công suất tức thời trên điện cảm và điện dung đối pha nhau (bằng nhau về trị số và ngược dấu nhau, hình 4.17c), nghĩa là trong mạch cộng hưởng điện áp, từ trường và điện trường trao đổi năng lượng hoàn toàn với nhau, năng lượng nguồn chỉ cung cấp cho  $r$ , công suất phản kháng trong mạch bằng không.

- Điều kiện cộng hưởng: Để xảy ra hiện tượng cộng hưởng mạch phải thỏa mãn điều kiện:

$$x_L = x_C \quad L = \frac{1}{C} \quad \omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$\omega_0$  gọi là tần số góc riêng của mạch cộng hưởng. Tần số riêng mạch cộng hưởng là:

$$f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Như vậy điều kiện để mạch cộng hưởng điện áp là tần số nguồn cung cấp bằng tần số riêng của mạch, hay:  $\omega = \omega_0$ ;  $f = f_0$

### 8.3. Các loại công suất của dòng điện hình sin:

Trường hợp tổng quát trong mạch xoay chiều hình sin có các loại công suất:

- Công suất tác dụng: ký hiệu là  $P$ , là công suất trung bình tiêu thụ trên điện trở của mạch hình sin, do đó ta có:

$$P = U_r \cdot I = U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (\text{kW})$$

Ở đây  $U$  là giá trị hiệu dụng của điện áp đặt lên toàn mạch;  $I$  là dòng điện chạy qua mạch;  $\varphi$  là góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp;  $U_r$  là điện áp trên điện trở của mạch.

- Công suất phản kháng: Ký hiệu là  $Q$ , đặc trưng cho sự trao đổi năng lượng giữa nguồn với các trường của mạch, ta có:

$$Q = U_x \cdot I = U \cdot I \cdot \sin \varphi \quad (\text{kVAr})$$

Ở đây  $U_x$  là điện áp phản kháng của mạch.

- Công suất biểu kiến: Ký hiệu là  $S$ , đặc trưng cho khả năng chứa công suất của thiết bị. Ta biết mỗi thiết bị chỉ làm việc an toàn với trị số giới hạn của dòng điện và điện áp. Cùng một trị số giới hạn đó, nếu góc lệch pha

thay đổi thì P và Q thay đổi theo, như vậy hai đại lượng P và Q chưa đặc trưng cho khả năng làm việc của thiết bị, ta có khái niệm công suất biểu kiến S, được tính bằng tích giá trị hiệu dụng của dòng điện và điện áp.

$$S = U.I = I^2.z \quad (\text{kVA})$$

Đơn vị đo công suất biểu kiến là Vôn-Ampe, viết tắt là VA. Bội số là kilôVôn - Ampe (kVA) và megaVôn - Ampe (MVA), ta có:

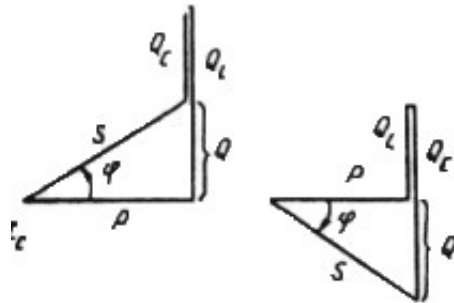
$$1\text{kVA} = 10^3\text{VA} ; 1\text{MVA} = 10^6\text{VA}$$

Từ các công thức tính công suất trên ta thấy:

$$P = UI\cos \varphi = S.\cos \varphi ;$$

$$Q = UI\sin \varphi = S.\sin \varphi$$

Từ đó ta vẽ được tam giác vuông có cạnh huyền là S, hai cạnh góc vuông là P và Q, gọi là tam giác công suất (hình 4.19).



Hình 4.19

Từ tam giác công suất ta cũng có:

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad \text{tg} \varphi = \frac{Q}{P}$$

#### 8.4 Hệ số công suất và các biện pháp nâng cao hệ số công suất:

a. Ý nghĩa hệ số công suất  $\cos \varphi$  :

Từ tam giác công suất ta có:

$$P = S.\cos \varphi = UI.\cos \varphi$$

Do đó  $\cos \varphi$  được gọi là hệ số công suất.

Hệ số công suất có ý nghĩa rất lớn trong sản xuất, truyền tải và cung cấp điện năng:

+ Với máy điện: Các loại máy điện, khí cụ điện được đặc trưng bởi các thông số định mức như: Dòng điện định mức  $I_{dm}$ , điện áp định mức  $U_{dm}$ , công suất biểu kiến định mức  $S_{dm}$ . Do đó ta có:

$$P = U_{dm} \cdot I_{dm} \cdot \cos \varphi = S_{dm} \cos \varphi$$

Ta thấy nếu thiết bị làm việc với  $\cos \varphi$  càng lớn thì công suất tác dụng sẽ càng lớn, khả năng làm việc của thiết bị sẽ được nâng cao.

+ Với truyền tải điện năng: Để truyền tải một công suất tác dụng  $P$  qua đường dây ta có dòng điện chạy trên đường dây là:

$$I = P / U \cdot \cos \varphi$$

Nếu  $\cos \varphi$  của hệ thống càng bé, với cùng một công suất tác dụng như nhau đường dây sẽ phải tải một dòng điện càng lớn, khi đó:

- Tiết diện của dây dẫn phải lớn hơn, vốn đầu tư xây dựng đường dây sẽ phải lớn hơn.

- Tổn thất năng lượng tỷ lệ với bình phương dòng điện vì:  $A = I^2 r t$ , trong đó  $r$  là điện trở đường dây,  $t$  là thời gian dòng điện chạy trên đường dây. Do đó khi  $I$  lớn sẽ tăng tổn thất trên đường dây.

Như vậy việc nâng cao hệ số công suất  $\cos \varphi$  sẽ rất quan trọng trong kỹ thuật và kinh tế.

b. Các biện pháp nâng cao hệ số công suất  $\cos \varphi$  :

Từ tam giác công suất ta có:

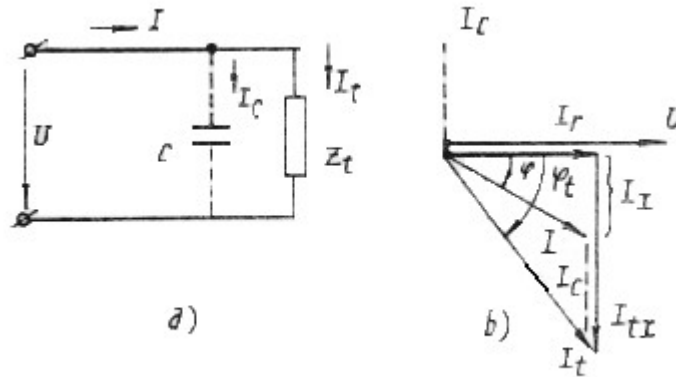
$$\cos \varphi = \frac{P}{S} = \frac{P}{\sqrt{P^2 + Q^2}}$$

Như vậy muốn nâng cao hệ số công suất  $\cos \varphi$  ta phải tìm cách giảm nhỏ công suất phản kháng  $Q$ . Có hai phương pháp để thực hiện điều đó:

- Với máy điện và thiết bị điện, để giảm công suất phản kháng  $Q$  ta tìm cách lựa chọn chế độ vận hành hợp lý, thay các động cơ non tải bằng các động cơ có công suất nhỏ hơn, hạn chế thời gian chạy không tải của máy.

- Tìm cách sản xuất công suất phản kháng ngay tại nơi tiêu thụ hoặc gần nơi tiêu thụ, được gọi là phương pháp bù. Phương pháp đơn giản nhất là mắc tụ điện song song với tải (hình 4.20a).

Giả sử: Khi chưa mắc tụ dòng điện qua tải là dòng điện  $I_t$  chậm sau điện áp một góc  $\varphi_t$ . Khi mắc tụ  $C$ , dòng qua tụ vượt trước điện áp góc  $90^\circ$  (hình 4.20b), dòng điện qua đường dây  $I$  là tổng hai véc tơ  $I_t$  và  $I_C$  chậm sau điện áp  $U$  một góc  $\varphi < \varphi_t$  do đó  $\cos \varphi > \cos \varphi_t$ . Bằng cách lựa chọn tụ  $C$  thích hợp ta có thể bù để  $\cos \varphi$  gần bằng 1.



Hình 4.20

### \* Câu hỏi và bài tập:

#### I. CÂU HỎI:

1. Trình bày định nghĩa dòng điện xoay chiều, chu kỳ, tần số. Nói tần số dòng điện công nghiệp 50Hz nghĩa là gì?
2. Thế nào là dòng điện xoay chiều hình sin? Thế nào là trị số tức thời, biên độ của lượng hình sin, cho ví dụ.
3. Giải thích nguyên tắc tạo ra S.Đ.Đ. xoay chiều hình sin. Viết biểu thức chứng minh rằng tần số S.Đ.Đ. phụ thuộc vào số đôi cực từ phần cảm và tốc độ rô to.
4. Thế nào là pha? góc pha đầu? Sự lệch pha. Cho ví dụ.
5. Định nghĩa trị số hiệu dụng của lượng hình sin? Cho ví dụ.
6. Cách biểu diễn một lượng hình sin bằng đồ thị véc tơ. Cho ví dụ.
7. Vẽ mạch điện hình sin thuần trở. Nêu mối quan hệ của dòng điện và điện áp. Viết các biểu thức, vẽ ĐTVT.
8. Vẽ mạch điện hình sin thuần cảm. Nêu mối quan hệ của dòng điện và điện áp. Viết các biểu thức, vẽ ĐTVT.
9. Vẽ mạch điện hình sin thuần dung. Nêu mối quan hệ của dòng điện và điện áp. Viết các biểu thức, vẽ ĐTVT.
10. Vẽ mạch điện hình sin R - L - C mắc nối tiếp. Nêu mối quan hệ của dòng điện và điện áp. Viết các biểu thức, vẽ ĐTVT.
11. Thế nào là cộng hưởng điện áp? Điều kiện cộng hưởng, nhận xét, vẽ mạch điện.



12. Các loại công suất trong mạch điện hình sin. Công suất biểu kiến có ý nghĩa gì?

13. Hệ số công suất có ý nghĩa gì? Các biện pháp nâng cao hệ số công suất.

14. Vẽ các tam giác vuông điện áp, công suất, tổng trở. Nêu đơn vị các đại lượng trong các tam giác đó.

## II. BÀI TẬP:

**Hãy làm các bài tập sau đây vào vở bài tập:**

1. Biểu thức s.d.đ. hình sin có dạng  $e = 220 \sqrt{2} \sin(\omega t + \pi/4)$  V.  $f = 50$  Hz.

Hãy xác định:

a. Biên độ, trị số hiệu dụng, tốc độ góc, chu kỳ của lượng hình sin đó.

b. Trị số tức thời của lượng hình sin tại các thời điểm  $t_1 = 0$ (s),  $t_2 = 0,01$  (s).

c. Biểu diễn lượng hình sin này bằng đồ thị véc tơ.

2. Mạch điện có  $R = 7 \Omega$ , nối tiếp với  $L = 0,08$  H và  $C = 150 \mu$  F, đặt vào điện áp  $U = 220$  V,  $f = 50$  Hz. Vẽ mạch điện, tìm dòng điện trong mạch, các thành phần của tam giác điện áp, tam giác công suất, vẽ đồ thị véc tơ.

3. Biểu thức trị tức thời của dòng điện và điện áp một nhánh là  $i = 10\sqrt{2} \sin(\omega t - 15^\circ)$  và  $u = 200\sqrt{2} \sin(\omega t + 25^\circ)$ . Hãy xác định  $I_{\max}$ ,  $U_{\max}$ ,  $I$ ,  $U$ ,  $\Psi_i$ ,  $\Psi_u$ ,  $\varphi$ . Đây là nhánh có tính chất gì?

4. Một tải có  $R = 6 \Omega$ ,  $X_L = 8 \Omega$

a. Tính hệ số công suất của tải. Người ta đấu tải vào nguồn  $U = 120$  V.

b. Tính công suất P, Q của tải. Để nâng  $\cos\varphi$  của mạch điện lên bằng

1. Tính dung lượng  $Q_C$  của bộ tụ mắc song song với tải. Tính C của bộ tụ cho biết tần số nguồn điện  $f = 50$  Hz.

**\* Yêu cầu về đánh giá kết quả học tập:**

| Mục tiêu         | Nội dung  | Điểm |
|------------------|---|------|
| <b>Kiến thức</b> | - Trả lời đầy đủ các câu hỏi ở phần I;<br>- Kiểm tra chi tiết phần trả lời câu hỏi của một câu hỏi bất kỳ nào đó trong 14 câu | 5    |
| <b>Kỹ năng</b>   | - Làm đầy đủ các bài tập được giao ở phần II;<br>- Kiểm tra chi tiết 2 bài tập;   | 4    |
| <b>Thái độ</b>   | - Nộp bài tập đúng hạn (1 tuần về nhà), vở bài tập  | 1    |

|             |                        |           |
|-------------|------------------------|-----------|
|             | ng nghiêm túc, sạch sẽ |           |
| <b>Tổng</b> |                        | <b>10</b> |

\* **Hướng dẫn trả lời các câu hỏi và gợi ý giải các bài tập:**

### I. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÁC CÂU HỎI:

- Dựa vào phần lý thuyết đã học trả lời đầy đủ tất cả các câu hỏi ra một cuốn vở Bài tập dài: trình bày sạch sẽ, logic, nộp đúng hạn cho Giáo viên thay cho điểm kiểm tra 1 tiết trên lớp theo yêu cầu về đánh giá kết quả học tập trên.

### II. ĐÁP SỐ PHẦN BÀI TẬP:

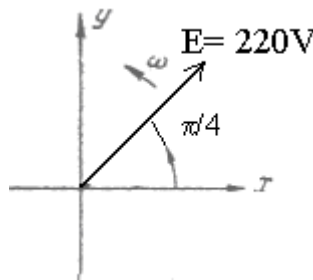
1. Biểu thức s.đ.đ. hình sin có dạng  $e = 220 \cdot 2 \cdot \sin(t + \pi/4)$  V.  $f = 50$  Hz.

Hãy xác định:

a.  $220 \sqrt{2}$  V; 220 V;  $100\pi$ ; 0,02 s;

b. 220 V;  $220 \sqrt{2}$  V;

c. Biểu diễn lượng hình sin này bằng đồ thị véc tơ:



2.  $I = 44$  A,  $\Psi = 53^\circ 10'$

3.  $I_{\max} = 10\sqrt{2}$  A,  $U_{\max} = 200\sqrt{2}$  V,  $I = 10$  A,  $U = 200$  V,  $\Psi_i = -15^\circ$ ,  $\Psi_u = 25^\circ$ ,  $\varphi = 40^\circ$ , nhánh có tính cảm (RL)

4.  $\cos\varphi = 0,6$ ;  $P = 864$  W,  $Q = 1152$  VAr,  $Q_c = -1152$  VAr,  $C = 2,547 \cdot 10^{-4}$  F

## CHƯƠNG 5: MẠCH ĐIỆN XOAY CHIỀU HÌNH SIN BA PHA

Mã chương: MH09 – 05

### Giới thiệu:

Dòng điện ba pha được ứng dụng rất nhiều trong sản xuất do đặc tính ưu việt của nó là tạo ra từ trường quay để làm nguồn động lực cho các động cơ điện. Vậy việc sản xuất, kết nối các phụ tải của mạch điện này như thế nào đó là bài toán sẽ được giải trong chương này.

### Mục tiêu:

Trình bày và phân tích được sự hình thành hệ thống dòng điện ba pha, cách nối mạch ba pha và quan hệ giữa các đại lượng điện áp, dòng điện trong mạch ba pha nối sao, nối tam giác;

Giải thích ý nghĩa của dòng điện ba pha và ứng dụng trong thực tế;

Rèn luyện khả năng tư duy trừu tượng các hiện tượng cụ thể của hệ thống điện xoay chiều 3 pha, ứng dụng trong thực tế.

### Nội dung chính:

#### 1. KHÁI NIỆM VỀ MẠCH ĐIỆN HÌNH SIN BA PHA:

\* Mục tiêu:

Trình bày và phân tích được sự hình thành hệ thống dòng điện ba pha

##### 1.1. Định nghĩa:

Hệ thống mạch điện ba pha là tập hợp ba mạch điện một pha nối với nhau tạo thành một hệ thống năng lượng chung, trong đó s.đ.đ ở mỗi mạch đều có dạng hình sin, cùng tần số, lệch pha nhau một phần ba chu kỳ.

- Mỗi mạch điện thành phần của hệ thống ba pha gọi là một pha

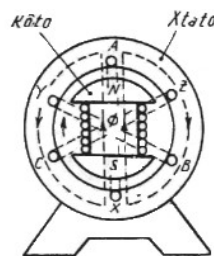
- S.đ.đ ở mỗi pha gọi là s.đ.đ pha

- Hệ ba pha có s.đ.đ các pha có biên độ bằng nhau gọi là hệ ba pha đối xứng hay cân bằng

- Hệ s.đ.đ ba pha do máy phát điện ba pha tạo ra

##### 1.2. Nguyên lý máy phát điện ba pha:

a. Cấu tạo: Gồm các phần chính sau (hình 5.1)



Hình 5.1

- Phần ứng: Là dây quấn ba pha gồm ba cuộn dây giống nhau đặt trong rãnh của lõi thép stato, lệch nhau trong không gian  $120^\circ$ , gọi là các cuộn dây pha.

Đầu các cuộn dây ký hiệu bằng các chữ A, B, C. Cuối các cuộn dây ký hiệu là X, Y, Z.

- Phần cảm: là các cực từ đặt trên rôto. Mặt cực từ được chế tạo sao cho từ thông phân bố dọc khe hở không khí giữa rôto và stato biến đổi theo quy luật hình sin. Trên cực từ có các cuộn dây kích từ để luyện từ cho phần cảm

a. Nguyên lý làm việc:

Khi rôto quay từ thông phần cảm lần lượt cắt qua các cuộn dây pha cảm ứng trong các cuộn dây đó các s.đ.đ. Các cuộn dây đặt lệch nhau một phần ba vòng tròn nên s.đ.đ cảm ứng trong đó cũng lệch nhau một phần ba chu kỳ. do các cuộn dây có cấu tạo giống hệt nhau nên s.đ.đ của chúng là đối xứng (hình 5.2).

### 1.3. Biểu thức s.đ.đ ba pha:

Nếu coi góc pha đầu của pha A là  $\varphi_a = 0$  thì biểu thức s.đ.đ các pha là:

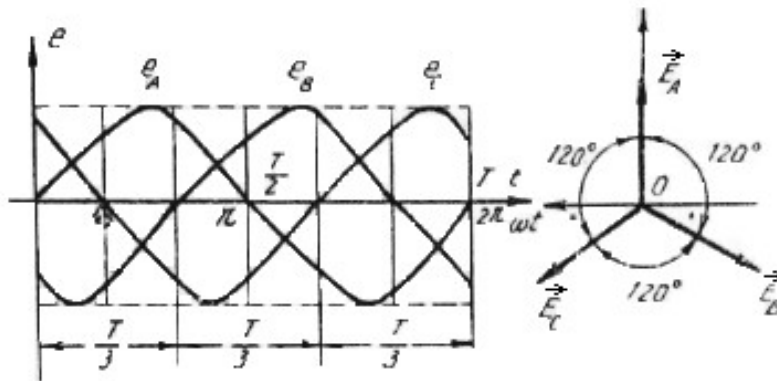
$$e_a = E_m \sin \omega t$$

$$e_b = E_m \sin(\omega t - 120^\circ) = E_m \sin(\omega t - 2\pi/3)$$

$$e_c = E_m \sin(\omega t - 240^\circ) = E_m \sin(\omega t - 4\pi/3)$$

### 1.4. Đồ thị thời gian và đồ thị véc tơ:

Từ biểu thức s.đ.đ ba pha ta có đồ thị thời gian và đồ thị véc tơ như hình 5.2.



Hình 5.2

## 2. ĐỊNH NGHĨA CÁC LƯỢNG DÂY - PHA TRONG MẠCH BA PHA:

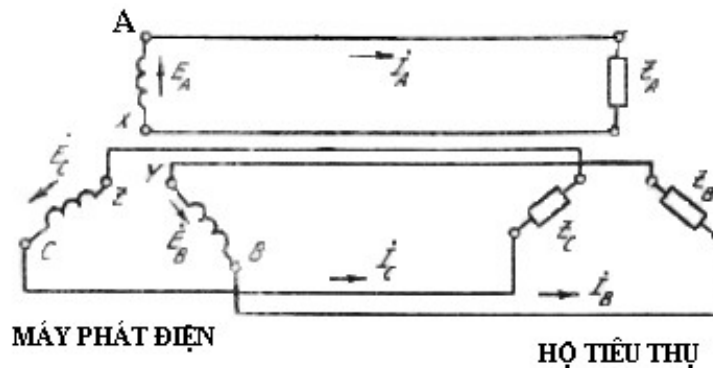
\* Mục tiêu:

Trình bày và phân tích được cách nối mạch ba pha, các khái niệm dây, pha

### 2.1. Cách nối mạch điện ba pha:

- Để năng lượng ba pha từ máy phát đến nơi tiêu thụ ta có thể nối riêng rẽ từng pha tạo thành hệ ba pha sáu dây (hình 5.3).

- Thực tế do đặc điểm của hệ ba pha, ta có thể thay hệ ba pha sáu dây bằng bốn dây hay ba dây, sẽ tiết kiệm được dây dẫn.



Hình 5.3

### 2.2. Các định nghĩa: Hình 5.4a

#### a. Điện áp pha:

Ký hiệu  $u_f$ , là điện áp ở hai đầu cuộn dây pha, đó cũng chính là điện áp giữa mỗi dây pha với dây trung tính, ta có:

$$u_{fA} = A - X = A - 0 = u_A.$$

$$u_{fB} = B - Y = B - 0 = u_B.$$

$$u_{fC} = C - Z = C - 0 = u_C.$$

#### b. Điện áp dây:

Ký hiệu là  $u_d$ , là điện áp giữa hai đầu dây pha, ta có:

$$u_{AB} = A - B$$

$$u_{BC} = B - C$$

$$u_{CA} = C - A$$

#### c. Dòng điện pha:

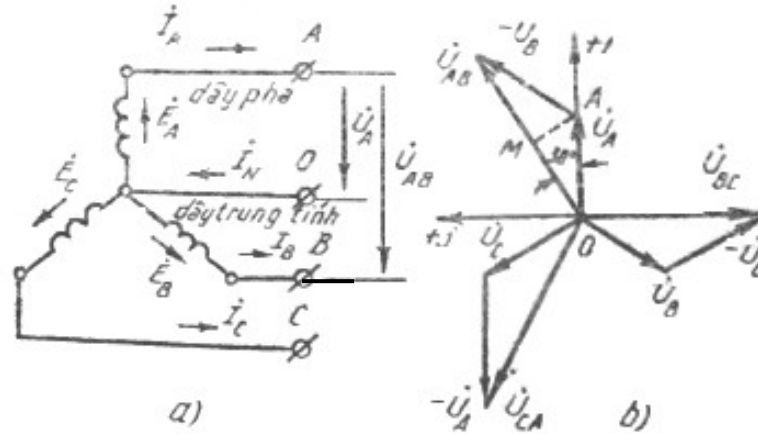
Là dòng điện đi trong các cuộn dây pha, ký hiệu là  $i_p$

#### d. Dòng điện dây:

Là dòng điện đi trong các dây dẫn nối với các điểm đầu A, B, C, ký hiệu  $i_d$

e. Dòng điện trung tính:

Các điểm cuối của ba cuộn dây là X, Y, Z nối với nhau tạo thành điểm chung gọi là điểm trung tính hay điểm không, ký hiệu là 0. Dây dẫn nối với điểm 0 gọi là dây trung tính. Dòng điện đi trong dây trung tính gọi là dòng điện trung tính, ký hiệu là  $i_0$ .



Hình 5.4

### 3. NỐI CUỘN DÂY MÁY PHÁT ĐIỆN THÀNH HÌNH SAO:

\* Mục tiêu:

Trình bày và phân tích được cách nối mạch ba pha và quan hệ giữa các đại lượng điện áp, dòng điện trong mạch máy phát điện ba pha nối sao.

#### 3.1. Cách nối:

- Nối ba điểm cuối với nhau tạo thành điểm chung gọi là điểm trung tính hay điểm không.

- Ba đầu A, B, C được nối với dây dẫn đưa đến hộ tiêu thụ, gọi là các dây pha.

#### 3.2. Quan hệ giữa các lượng dây – pha:

\* Dòng điện:

Ta thấy dòng điện đi trong các cuộn dây pha là  $i_f$  cũng đồng thời là dòng điện đi trong các dây dẫn ( $i_d$ ), nghĩa là dòng điện pha bằng dòng điện dây.

$$i_{fA} = i_{dA}; \quad i_{fB} = i_{dB}; \quad i_{fC} = i_{dC}$$

\* Điện áp:

Ta có điện áp dây:

$$u_{AB} = u_A - u_B = (u_A - 0) - (u_B - 0) = u_A - u_B$$

Tương tự ta có:

$$u_{BC} = u_B - u_C; \quad u_{CA} = u_C - u_A.$$

Ta vẽ được đồ thị véc tơ như hình 5.4b

Từ đồ thị véc tơ ta thấy:

+ Về góc pha: điện áp dây vượt trước điện áp pha tương ứng một góc  $30^\circ$

+ Về trị số: xét tam giác vuông OAM có một góc nhọn là  $30^\circ$  nên là một nửa của tam giác đều, ta có:

$$\overline{OM} = \overline{OA} \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{U_d}{2} = U_f \frac{\sqrt{3}}{2} = U_d \frac{\sqrt{3}U_f}{2}$$

Nghĩa là trong hệ ba pha đấu sao đối xứng, điện áp dây vượt trước điện áp pha  $30^\circ$  và có trị số bằng căn ba lần điện áp dây.

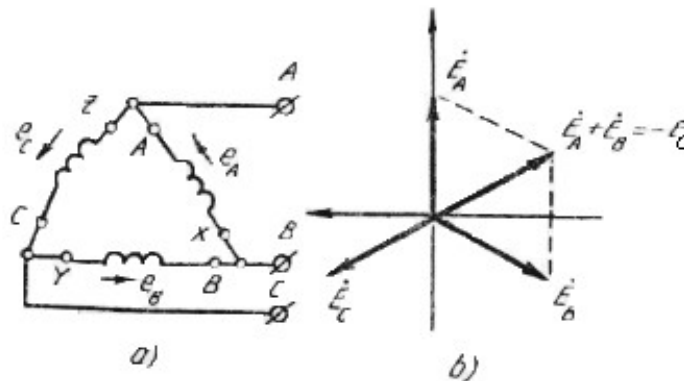
#### 4. NỐI CUỘN DÂY MÁY PHÁT ĐIỆN HÌNH TAM GIÁC:

\* Mục tiêu:

Trình bày và phân tích được cách nối mạch ba pha và quan hệ giữa các đại lượng điện áp, dòng điện trong mạch máy phát điện ba pha nối tam giác.

Cách nối:

Nối lần lượt đầu cuối cuộn pha A với đầu đầu cuộn pha B, cuối cuộn pha B với đầu cuộn pha C, cuối cuộn pha C với đầu cuộn pha A. Ba điểm nút lấy ra thành ba pha. Như vậy, cách đấu này tạo thành tam giác kín, không có điểm trung tính, ba điểm lấy ra ngoài thành ba pha A, B, C ( hình 5.5a).



Hình 5.5

S.đ.đ tổng trong mạch vòng:

$$e = e_A + e_B + e_C$$

Nếu s.đ.đ ba pha là đối xứng thì:

$$e = e_A + e_B + e_C = E_m \sin t + E_m \sin(t - 120^\circ) + E_m \sin(t - 240^\circ) = 0$$

Hay theo đồ thị véc tơ:

$$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C = 0 \text{ (hình 5.5b)}$$

Như vậy nếu s.đ.đ ba cuộn dây là đối xứng thì s.đ.đ tổng trong mạch vòng tam giác bằng không, không có dòng điện chạy quanh trong mạch vòng. Vì vậy vẫn cho phép đấu cuộn dây máy phát hình tam giác.

Nếu s.đ.đ ba pha không đối xứng thì s.đ.đ tổng trong vòng tam giác khác không, sẽ có dòng điện lớn chạy trong mạch vì tổng trở của ba cuộn dây rất nhỏ, gây nguy hiểm cho cuộn dây.

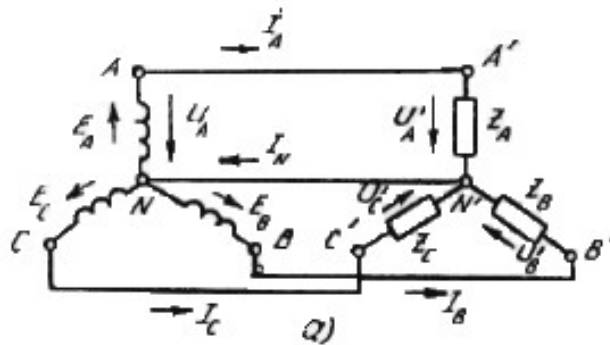
## 5. PHỤ TẢI BA PHA NỐI HÌNH SAO:

\* Mục tiêu:

Trình bày và phân tích được cách nối mạch ba pha và quan hệ giữa các đại lượng điện áp, dòng điện trong mạch ba pha nối sao.

### 5.1 Mạch ba pha có dây trung tính có trở kháng không đáng kể:

Giả sử ta có tải ba pha tổng trở lần lượt là  $Z_A, Z_B, Z_C$  đấu hình sao, nguồn cung cấp đấu sao như hình 5.6.



Hình 5.6

- Điện áp đặt vào mỗi pha phụ tải là điện áp pha và bằng điện áp pha của nguồn:



$$U_A = U'_A; \quad U_B = U'_B; \quad U_C = U'_C$$

- Dòng điện chạy trong các dây pha là:  $I_A, I_B, I_C$ , dòng điện chạy trong dây

trung tính là  $I_N$ , áp dụng định luật Ôm cho từng pha ta có:

$$I_A = U_A / Z_A; \quad I_B = U_B / Z_B; \quad I_C = U_C / Z_C.$$

Áp dụng định luật Kirchhoff cho điểm trung tính ta có (Trị số tức thời):

$$i_N = i_A + i_B + i_C$$

Nghĩa là dòng điện chạy trong dây trung tính bằng tổng dòng điện ba pha. Nếu dòng điện ba pha là đối xứng thì dòng điện trong dây trung tính bằng không.

Thực tế dòng điện ba pha gần đối xứng nên dòng điện dây trung tính bé nên tiết diện dây trung tính thường nhỏ hơn tiết diện các dây pha.

- Công suất tác dụng các pha:

$$P_A = U_A I_A \cos \varphi_A; \quad P_B = U_B I_B \cos \varphi_B; \quad P_C = U_C I_C \cos \varphi_C$$

- Công suất phản kháng các pha:

$$Q_A = U_A I_A \sin \varphi_A; \quad Q_B = U_B I_B \sin \varphi_B; \quad Q_C = U_C I_C \sin \varphi_C;$$

- Công suất biểu kiến các pha:

$$S_A = \sqrt{P_A^2 + Q_A^2}; \quad S_B = \sqrt{P_B^2 + Q_B^2}; \quad S_C = \sqrt{P_C^2 + Q_C^2}$$

- Công suất chung ba pha bằng tổng công suất ba pha :

$$P_{3p} = P_A + P_B + P_C; \quad Q_{3p} = Q_A + Q_B + Q_C; \quad S_{3p} = S_A + S_B + S_C$$

## 5.2. Mạch ba pha đấu sao đối xứng:

Khi s.đ.đ.nguồn là đối xứng và tải ba pha là đối xứng ( $Z_A = Z_B = Z_C$ ) thì dòng điện ba pha là đối xứng:

$$i_A = I_m \sin t; \quad i_B = I_m \sin(t - 120^\circ); \quad i_C = I_m \sin(t - 240^\circ);$$

Dòng điện trong dây trung tính bằng không (Dạng tức thời):

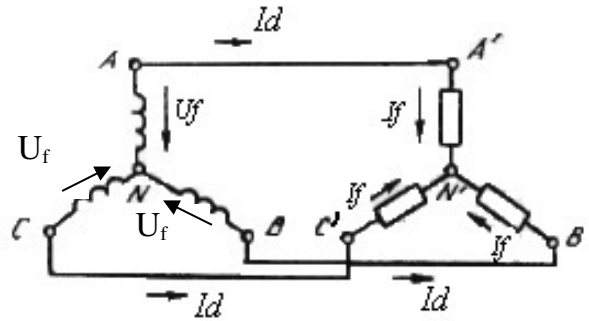
$$i_N = i_A + i_B + i_C = 0$$

Như vậy trong trường hợp này dây trung tính không cần thiết có thể bỏ đi

(hình 5.7).

Việc tính toán mạch ba pha đối xứng có thể tính từ một pha rồi suy ra các pha còn lại.

Điện áp dây pha:  $U_f = U_d / \sqrt{3}$ ;



Hình 5.7

Dòng điện dây bằng dòng điện pha:

$$I_d = I_f \frac{U_f}{Z} = \frac{U_d}{\sqrt{3}Z}$$

Góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp:

$$\tan \phi = x/r ; \cos \phi = r/z ; \sin \phi = x/z ;$$

Công suất tác dụng, phản kháng và biểu kiến mỗi pha:

$$P_f = U_f I_f \cos \phi ; Q_f = U_f I_f \sin \phi ; S_f = U_f I_f$$

Công suất chung ba pha bằng công suất một pha nhân ba.

\* Ví dụ 5.1:

Ba cuộn dây giống nhau, mỗi cuộn có  $r = 8 \Omega$ ,  $x = 6 \Omega$  nối vào nguồn điện ba pha đối xứng có  $U_d = 220V$ . Tính dòng điện  $I_p$ ,  $I_d$ ,  $P_{3p}$ ,  $Q_{3p}$ ,  $S_{3p}$ ,  $\cos \phi$  khi ba cuộn dây nối hình sao.

Giải:

Tổng trở mỗi pha phụ tải là:

$$Z_p = \sqrt{r_p^2 + x_p^2} = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \Omega$$

$$U_p = \frac{U_d}{\sqrt{3}} = \frac{220}{\sqrt{3}} = 127V$$

$$\cos \phi = \frac{r}{Z} = \frac{8}{10} = 0,8$$

Điện áp đặt lên mỗi pha phụ tải là:

$$I_d = I_p \frac{U_d}{Z_d} = \frac{U_p}{Z_p} = \frac{127}{10} = 12,7A$$

$$P_{3p} = 3U_p I_p \cos \varphi = \sqrt{3}U_d I_d \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 12,7 \cdot 0,8 = 3871W$$

$$Q_{3p} = 3U_p I_p \sin \varphi = \sqrt{3}U_d I_d \frac{x}{z} = \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 12,7 \cdot \frac{6}{10} = 2920VAR$$

$$S_{3p} = 3U_p I_p = \sqrt{3}U_d I_d = \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 12,7 = 4839,2VA$$

## 6. TẢI BA PHA NỐI TAM GIÁC ĐỐI XỨNG:

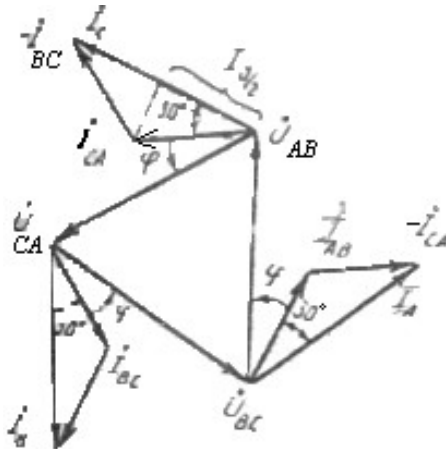
\* Mục tiêu:

Trình bày và phân tích được cách nối mạch ba pha và quan hệ giữa các đại lượng điện áp, dòng điện trong mạch ba pha nối tam giác cân bằng.

Nếu điện áp đặt vào ba pha là đối xứng và tải ba pha giống nhau  $Z_{AB} = Z_{BC} = Z_{CA}$  thì dòng điện tải ba pha cũng là đối xứng. Ta có đồ thị véc tơ vẽ trên hình 5.8.

Từ đồ thị ta thấy: Dòng điện dây chậm sau dòng điện pha tương ứng một góc là  $30^\circ$  và trị số là:

$$I_d = 2I_f \cos 30^\circ = 2I_f \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3}I_f$$



Hình 5.8

Việc tính mạch điện ba pha đấu tam giác đối xứng ta tính một pha rồi suy ra kết quả của các pha còn lại.

Điện áp pha:  $U_f = U_d$   
 Dòng điện pha:  $I_f = U_f / Z$   
 Công suất tác dụng ba pha:  $P_{3p} = 3U_f I_f \cos \phi = 3 U_d I_d \cos \phi$ , với góc  
 là góc lệch pha giữa dòng điện và điện áp pha.  
 Công suất phản kháng ba pha:  $Q_{3p} = 3U_f I_f \sin \phi = 3 U_d I_d \sin \phi$   
 Công suất biểu kiến ba pha:  $S_{3p} = 3U_f I_f = 3 U_d I_d$

\* Ví dụ 5.2:

Giả thiết như ví dụ 5.1 với ba cuộn dây nối tam giác.

Giải:

Do ba cuộn dây nối tam giác nên  $U_p = U_d = 220V$ .

Dòng điện chạy qua cuộn dây là dòng điện pha:

$$I_p = \frac{U_p}{Z_p} = \frac{220}{10} = 22A$$

$$I_d = \sqrt{3} I_p = \sqrt{3} \cdot 22 = 38,1A$$

$$Q_{3p} = 3U_p I_p \sin \phi = \sqrt{3} U_d I_d \sin \phi = \sqrt{3} \cdot 220 \cdot 38,1 \cdot 0,6 = 8710VA_r$$

$$S_{3p} = \frac{P_{3p}}{\cos \phi} = \frac{3U_p I_p \cos \phi}{\cos \phi} = \frac{\sqrt{3} U_d I_d \cos \phi}{\cos \phi} = \frac{\sqrt{3} \cdot 220 \cdot 38,1 \cdot 0,8}{1} = 14517,6VA$$

## 7. TỪ TRƯỜNG QUAY BA PHA – TỪ TRƯỜNG ĐẬP MẠCH:

\* Mục tiêu:

Giải thích ý nghĩa của dòng điện một pha, ba pha và ứng dụng trong thực tế;

Rèn luyện khả năng tư duy trừu tượng các hiện tượng cụ thể của hệ thống điện xoay chiều 3 pha, một pha ứng dụng trong thực tế.

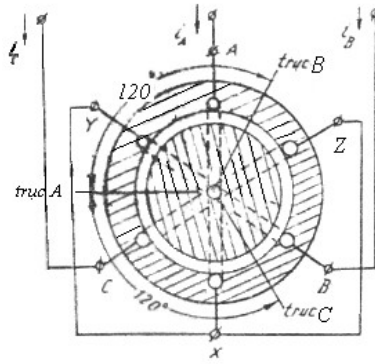
### 7.1. Từ trường quay ba pha:

Một ưu điểm cơ bản của hệ thống điện ba pha là tạo ra từ trường quay.

Xét một dây quấn ba pha (hình 5.9) gồm:

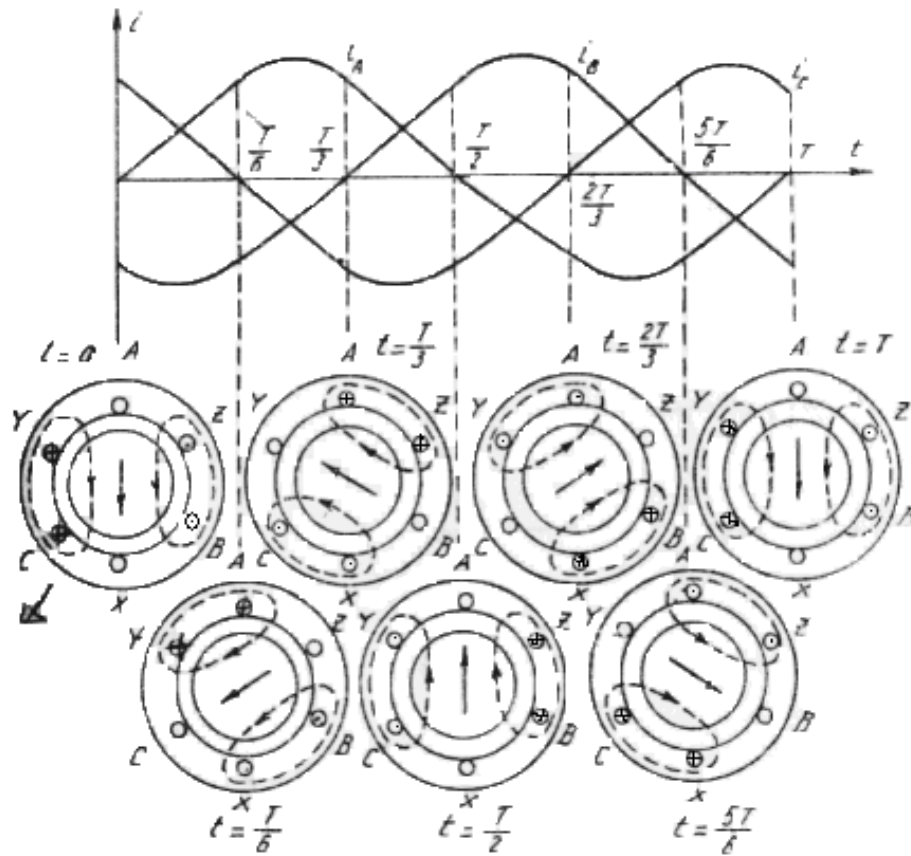
- Ba cuộn dây pha AX, BY, CZ đặt trong rãnh thép stato, lệch nhau trong không gian góc  $120^\circ$ .

- Đưa vào ba cuộn dây dòng điện ba pha lệch nhau về thời gian một phần ba chu kỳ hay  $120^\circ$ .



Hình 5.9

Xét từ thông tổng hợp ba dây quấn (hình 5.10):



Hình 5.10

+ Tại thời điểm  $t = 0$ :  $i_A = 0$ ;

$$i_B = I_m \sin 120^\circ; \quad i_C = I_m \frac{\sqrt{3}}{2};$$

Dòng  $i_B$  âm, nên chiều từ Y đến B, còn dòng  $i_C$  dương nên chiều ngược lại từ C đến Z, từ trường tổng hợp sẽ nằm theo phương từ A đến X

+ Tại thời điểm  $t = T/6$ :  $i_C = 0$ ;  $i_A$  dương nên có chiều từ A đến X,  $i_B$  âm nên có chiều từ Y đến B. Từ trường tổng hợp có phương từ Z đến C. Như vậy từ trường tổng hợp đã dịch khỏi vị trí trước đó một phần sáu vòng tròn.

+ Tương tự ta lần lượt xét tiếp ở các thời điểm  $t = T/3$ ;  $T/2$ ;  $2T/3$ ;  $5T/6$ ; và  $T$ , ta thấy từ trường tổng hợp liên tục quay hướng còn trị số không đổi. Khi dòng điện biến thiên hết một chu kỳ thì từ trường tổng hợp quay đúng một vòng tròn.

Tóm lại: khi dòng điện ba pha lệch nhau về thời gian lần lượt một phần ba chu kỳ, chạy trong ba cuộn dây đặt lệch nhau lần lượt một phần ba vòng tròn thì từ trường tổng hợp của chúng là từ trường quay, có cường độ không đổi và quay tròn trong không gian.

### 7.2. từ trường đập mạch:

Xét động cơ một pha chỉ có cuộn dây làm việc, ta quy ước:

- Dòng điện có giá trị dương  $\rightarrow$  đi vào ở đầu đầu cuộn dây (+); đi ra ở đầu cuối cuộn dây (.)
- Dòng điện có giá trị âm  $\rightarrow$  đi vào ở đầu cuối cuộn dây (+); đi ra ở đầu đầu cuộn dây (.)

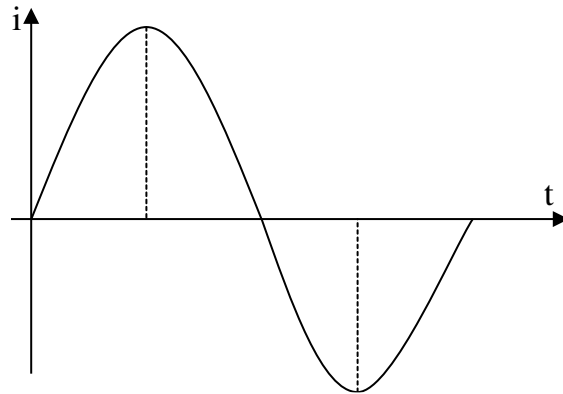
+ Xét tại thời điểm  $t_1$ : dòng điện mang

giá trị (+)  $\rightarrow$  Dòng điện đi vào ở đầu cuộn dây A (+) và ra ở X (.). Áp dụng quy tắc vặn nút chai  $\rightarrow$  xác định được chiều từ trường.

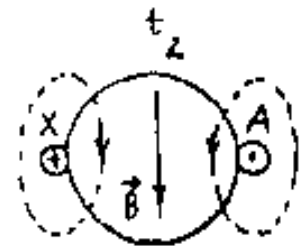
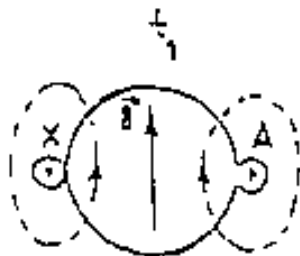
+ Xét tại thời điểm  $t_2$ : dòng điện đổi chiều, đi vào ở X (+) và đi ra ở A (.)  $\rightarrow$  ta xác định được chiều từ trường.

- Nhận xét:

+ Từ trường tổng hợp không thay đổi phương (có phương thẳng đứng) có chiều và trị số thay đổi. Vì vậy gọi là từ trường đập mạch.



Đồ thị hình sin một pha



+ Từ trường đập mạch không sinh ra mô men quay. Nếu động cơ một pha chỉ có cuộn dây thì không tự mở máy được.

**\* Câu hỏi và bài tập:**

**I. CÂU HỎI:**

1. Nêu định nghĩa hệ thống ba pha, nguyên lý máy phát điện ba pha.
2. Viết biểu thức, vẽ đồ thị véc tơ và đồ thị thời gian hệ s.d.đ ba pha.
3. Nêu định nghĩa các lượng dây – pha trong mạch ba pha.
4. Nối cuộn dây máy phát điện thành hình sao:
  - Cách nối thế nào?
  - Vẽ mạch điện.
  - Quan hệ giữa các đại lượng dây, pha.
  - Ứng dụng của cách nối này.
5. Nối cuộn dây máy phát điện thành hình tam giác:
  - Cách nối thế nào?
  - Vẽ mạch điện.
  - Đặc điểm của cách nối này.
6. Mạch ba pha nối sao có dây trung tính trở kháng không đáng kể:
  - Vẽ mạch điện.
  - Viết biểu thức trị số hiệu dụng của điện áp pha, điện áp dây, dòng điện pha, dòng điện dây, dòng điện dây trung tính.
  - Viết biểu thức trị số hiệu dụng của các thành phần công suất các pha, ba pha.
7. Mạch ba pha nối sao đối xứng:
  - Vẽ mạch điện.
  - Viết biểu thức trị số hiệu dụng của điện áp pha, điện áp dây, dòng điện pha, dòng điện dây.
  - Viết biểu thức trị số hiệu dụng của các thành phần công suất các pha, ba pha.
8. Tải ba pha đấu tam giác đối xứng:
  - Vẽ mạch điện.
  - Viết biểu thức trị số hiệu dụng của điện áp pha, điện áp dây, dòng điện pha, dòng điện dây.
  - Viết biểu thức trị số hiệu dụng của các thành phần công suất các pha, ba pha.
9. Để tạo từ trường quay ba pha các cuộn dây phải như thế nào? Trình bày rõ cơ chế tạo từ trường quay ba pha.

## II. BÀI TẬP:

1. Động cơ ba pha đấu tam giác, đặt vào điện áp ba pha đối xứng,  $U = 220\text{V}$  (điện áp dây) tiêu thụ công suất  $P = 5,28 \text{ kW}$  với  $\cos \varphi = 0,8$ .

- Vẽ mạch điện.
- Xác định dòng điện pha và dòng điện dây.

2. Một nguồn điện ba pha nối sao,  $U_{\text{pn}} = 120\text{V}$  cung cấp điện cho tải nối sao có dây trung tính. Tải có điện trở pha  $R_p = 180 \Omega$ . Tính  $U_d, I_d, I_p, I_0, P$  của mạch ba pha

3. Nguồn điện áp ba pha đối xứng,  $U_d = 120\text{V}$  cung cấp cho phụ tải chiếu sáng ba pha đấu tam giác có:  $R_{AB} = 10 \Omega, R_{BC} = R_{CA} = 20 \Omega$ .

- Vẽ mạch điện.
- Xác định các điện áp đặt vào tải trong trường hợp cầu chì pha C bị chảy đứt.

4. Một động cơ điện ba pha đấu sao, đấu vào mạng ba pha  $U_d = 380\text{V}$ . Biết dòng điện dây  $I_d = 26,81\text{A}$ , hệ số công suất  $\cos \varphi = 0,85$ . Tính dòng điện pha của động cơ, công suất động cơ tiêu thụ.

### \* Yêu cầu về đánh giá kết quả học tập:

| Mục tiêu         | Nội dung   | Điểm      |
|------------------|--|-----------|
| <b>Kiến thức</b> | - Trả lời đầy đủ các câu hỏi ở phần I;<br>- Kiểm tra chi tiết phần trả lời câu hỏi của một câu hỏi bất kỳ nào đó trong 9 câu | <b>5</b>  |
| <b>Kỹ năng</b>   | - Làm đầy đủ các bài tập được giao ở phần II;<br>- Kiểm tra chi tiết 2 bài tập;  | <b>4</b>  |
| <b>Thái độ</b>   | - Nộp bài tập đúng hạn (1 tuần về nhà), vở bài tập nghiêm túc, sạch sẽ   | <b>1</b>  |
| <b>Tổng</b>      |  | <b>10</b> |

### \* Hướng dẫn trả lời các câu hỏi và gợi ý giải các bài tập:

#### I. HƯỚNG DẪN TRẢ LỜI CÁC CÂU HỎI:

- Dựa vào phân lý thuyết đã học trả lời đầy đủ tất cả các câu hỏi ra một cuốn vở Bài tập dài: trình bày sạch sẽ, logic, nộp đúng hạn cho Giáo viên thay cho điểm kiểm tra 1 tiết trên lớp theo yêu cầu về đánh giá kết quả học tập trên.

#### II. ĐÁP SỐ PHẦN BÀI TẬP:

1.  $I_f = 10\text{A}, I_d = 17,3\text{A}$ .



2.  $U_d = 207,84V$ ,  $I_d = I_p = 667mA$ ,  $I_0 = 0$ ,  $P = 240W$

3.  $U_{AB} = 40V$ ,  $U_{Bc} = 80V$ ,  $U_{CA} = 120V$  Nguồn điện áp ba pha đối xứng,  $U_d = 120V$  cung cấp cho phụ tải chiếu sáng ba pha đấu tam giác có:  $R_{AB} = 10 \Omega$ ,  $R_{BC} = R_{CA} = 20 \Omega$ .
- Vẽ mạch điện.
  - Xác định các điện áp đặt vào tải trong trường hợp cầu chì pha C bị chảy đứt.

4.  $I_d = I_p = 26,81A$ ,  $P_d = 15kW$

### **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Cơ sở kỹ thuật điện – Hoàng Hữu Thận - NXB giáo dục – 1981;
2. Giáo trình Kỹ thuật điện – Vụ trung học và dạy nghề - Đặng Văn Đào, Lê Văn Doanh - NXB Giáo dục 2002
3. Giáo trình cơ sở kỹ thuật điện – Sở giáo dục và đào tạo Hà Nội – NXB Hà Nội – 2007.