

**UBND TỈNH SƠN LA  
TRƯỜNG CAO ĐẲNG SƠN LA**

## **GIÁO TRÌNH**

**MÔN HỌC/MÔ ĐUN: KHÍ CỤ ĐIỆN  
NGÀNH/NGHỀ: CNKT ĐIỆN, ĐIỆN TỬ  
TRÌNH ĐỘ: CAO ĐẲNG**

*Ban hành kèm theo Quyết định số: 474/QĐ-QĐ-CDSL ngày 27 tháng 8 năm 2020 của Hiệu trưởng trường Cao đẳng Sơn La về việc ban hành chuẩn đầu ra chương trình đào tạo trình độ cao đẳng, trung cấp năm 2020*

**Sơn La, năm 2020**

## **TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN**

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

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

## **LỜI GIỚI THIỆU**

Trên cơ sở chương trình khung đào tạo, trường Cao đẳng Sơn La, cùng với các trường trong điểm trên toàn quốc, các giáo viên có nhiều kinh nghiệm thực hiện biên soạn giáo trình Khí cụ điện phục vụ cho công tác dạy nghề

Giáo trình này được thiết kế theo mô đun thuộc hệ thống mô đun/ môn học của chương trình đào tạo nghề CNKT điện, điện tử ở cấp trình độ Cao đẳng nghề và được dùng làm giáo trình cho học viên trong các khóa đào tạo, sau khi học tập xong mô đun này, học viên có đủ kiến thức để học tập tiếp các môn học, mô đun khác của nghề.

Mặc dù đã hết sức cố gắng, song sai sót là khó tránh. Tác giả rất mong nhận được các ý kiến phê bình, nhận xét của bạn đọc để giáo trình được hoàn thiện hơn.

*Sơn La, ng.....tháng.... năm 2020*

**Biên soạn**

***Vũ Thị Bích***

## MỤC LỤC

	TRANG
<b>Lời mở đầu</b>	
<b>Chương 1: Đại cương về khí cụ điện</b>	5
1. Khái niệm chung	5
2. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự làm việc của khí cụ điện	6
<b>Chương 2: Khí cụ điện đóng cắt</b>	28
1. Cầu dao	28
2. Công tắc	34
3. Nút ấn	36
4. Áptômát	42
<b>Chương 3: Khí cụ điện bảo vệ</b>	50
1. Cầu chì	50
2. Rơ le điện từ	59
3. Rơ le nhiệt	64
4. Thiết bị chống rò	69
<b>Chương 4: Khí cụ điện điều khiển</b>	76
1. Công tắc tơ	76
2. Rơ le trung gian, rơ le tốc độ và rơ le thời gian	83
3. Bộ không chế	90
4. Một số ứng dụng của nam châm điện	94
<b>Chương 5: Khí cụ điện cao áp</b>	101
1. Máy cắt điện cao áp	101
2. Dao cách ly	107
3. Máy biến điện áp và biến dòng điện	113
<b>Chương 6: Một số sơ đồ căn bản về nguyên lý điều khiển và vận hành</b>	115
1. Mạch khởi động – dừng một động cơ	115
2. Mạch khởi động thứ tự hai động cơ	117
3. Mạch điện khởi động một động cơ KĐB ba pha tự động dừng	118
4. Mạch đảo chiều động cơ ba pha	119
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b>	

## GIÁO TRÌNH MÔN HỌC/MÔ ĐUN

**Tên môn học/mô đun:** Khí cụ điện

**Mã môn học/mô đun:** MH11

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

- Vị trí: Khí cụ điện là môn học cơ sở nghề dùng trong chương trình đào tạo công nghệ kỹ thuật điện, điện tử

- Tính chất: là môn học chuyên môn bắt buộc cung cấp cho sinh viên những lý thuyết chung về khí cụ điện như tính ổn định của khí cụ điện, các vấn đề ảnh hưởng đến khí cụ điện như tiếp xúc điện, hồ quang điện, nhiệt độ. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của khí cụ điện bảo vệ, đóng ngắt và các thông số khí cụ điện

**Mục tiêu môn học:**

- Kiến thức:

+ Nhận dạng và phân loại khí cụ điện theo tiêu chuẩn kỹ thuật

+ Trình bày được khái niệm tiếp xúc điện, cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các loại khí cụ điện

+ Giải thích được quá trình phát sinh hồ quang điện ở các khí cụ điện

+ Liệt kê được công thức tính toán các loại khí cụ điện

+ Nêu được ứng dụng các khí cụ điện vào mạch điện

- Kỹ năng:

+ Sử dụng thành thạo các khí cụ điện

+ Tính toán và lựa chọn các loại khí cụ điện đạt yêu cầu thực tế

+ Kiểm tra, lắp đặt và sửa các khí cụ điện theo đúng quy trình

+ Vẽ được sơ đồ nguyên lý của các mạch có sử dụng khí cụ điện

+ Nhận biết được các hư hỏng và cách khắc phục

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

+ Có ý thức tự chịu trách nhiệm thực hiện đường lối của Đảng, pháp luật Nhà nước và hoàn thành tốt nhiệm vụ được giao.

+ Có ý thức tự rèn luyện, học tập đáp ứng yêu cầu về tri thức và phẩm chất chính trị phù hợp với yêu cầu của sự nghiệp công nghiệp hoá, hiện đại hoá đất nước.

**Nội dung môn học:**

Số TT	Tên chương, mục	Thời gian			
		Tổng số	Lý thuyết	Thực hành, thí nghiệm, thảo luận, bài tập	Kiểm tra
1	Chương 1: Đại cương về khí cụ điện	4	4	0	0

	1. Khái niệm chung 2. Các yếu tố ảnh hưởng đến sự làm việc của khí cụ điện				
2	Chương 2: Khí cụ điện đóng cắt 1. Cầu dao 2. Công tắc 3. Nút ấn 4. Áp tô mát	6	6	0	0
3	Chương 3: Khí cụ điện bảo vệ 1. Cầu chì 2. Rơ le điện từ 3. Rơ le nhiệt 4. Thiết bị chống rò	6	5	0	1
4	Chương 4: Khí cụ điện điều khiển 1. Công tắc tơ 2. Rơ le trung gian, rơ le tốc độ và rơ le thời gian 3. Bộ khống chế 4. Một số ứng dụng của nam châm điện	6	6	0	0
5	Chương 5: Khí cụ điện cao áp 1. Máy cắt điện cao áp 2. Dao cách ly 3. Máy biến điện áp và biến dòng điện	2	2	0	0
6	Chương 6: Một số sơ đồ căn bản về nguyên lý điều khiển và vận hành 1. Mạch khởi động – dừng một động cơ 2. Mạch khởi động thứ tự hai động cơ 3. Mạch điện khởi động một động cơ KĐB ba pha tự động dừng 4. Mạch đảo chiều động cơ ba pha	6	5	0	1
	<b>Cộng</b>	<b>30</b>	<b>28</b>	<b>0</b>	<b>2</b>

## **Chương 1: ĐẠI CƯƠNG VỀ KHÍ CỤ ĐIỆN**

### **Giới thiệu :**

Cùng với sự phát triển của ngành công nghiệp điện năng các thiết bị điện dân dụng, điện công nghiệp cũng như các khí cụ điện được sử dụng ngày càng tăng lên không ngừng. Chất lượng của các khí cụ điện cũng không ngừng được cải tiến và nâng cao cùng với sự phát triển của công nghệ mới. Vì vậy đòi hỏi người công nhân làm việc trong các ngành, nghề và đặc biệt trong các nghề điện phải hiểu rõ về các yêu cầu, nắm vững cơ sở lý thuyết khí cụ điện. Làm cơ sở để nắm vững cấu tạo, nguyên lý làm việc và ứng dụng của từng loại khí cụ điện để không ngừng nâng cao hiệu quả kinh tế và tiết kiệm điện năng trong sử dụng.

Nội dung môn học này nhằm trang bị cho học viên những kiến thức cơ bản và cần thiết về cơ sở lý thuyết khí cụ điện nhằm ứng dụng có hiệu quả trong ngành nghề của mình.

### **Mục tiêu:**

- Nêu được khái niệm, công dụng của các loại khí cụ điện
- Hiểu được cách tiếp xúc điện, cách tạo hồ quang điện và dập tắt hồ quang điện.
- Rèn luyện tính nghiêm túc trong học tập và trong thực hiện công việc.

### **Nội dung chính:**

#### **1.1. Khái niệm chung**

##### **1.1.1. Định nghĩa**

Khí cụ điện là những thiết bị dùng để đóng, cắt, điều khiển, điều chỉnh và bảo vệ các lưới điện, mạch điện, máy điện và các máy móc sản xuất. Ngoài ra nó còn được dùng để kiểm tra và điều chỉnh các quá trình không điện khác.

##### **1.1.2. Các yêu cầu cơ bản đối với khí cụ điện.**

Khí cụ điện phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- + Khí cụ điện phải đảm bảo sử dụng lâu dài với các thông số kỹ thuật ở định mức. Nói cách khác dòng điện qua vật dẫn không được vượt quá trị số cho phép vì nếu không sẽ làm nóng khí cụ điện và nhanh hỏng.
- + Khí cụ điện ổn định nhiệt và ổn định điện động. Vật liệu phải chịu nóng tốt và có cường độ cơ khí cao vì khi quá tải hay ngắn mạch, dòng điện lớn có thể làm khí cụ điện hư hỏng hoặc biến dạng.

+ Vật liệu cách điện phải tốt để khi xảy ra quá điện áp trong phạm vi cho phép khí cụ điện không bị chọc thủng.

+ Khí cụ điện phải đảm bảo làm việc được chính xác, an toàn song phải gọn nhẹ, rẻ tiền, dễ gia công, dễ lắp ráp, kiểm tra và sửa chữa.

+ Ngoài ra khí cụ điện phải làm việc ổn định ở các điều kiện và môi trường yêu cầu.

## 1.2 Các yếu tố ảnh hưởng đến sự làm việc của khí cụ điện

### 1.2.1. Sự phát nóng của khí cụ điện.

#### a. Khái niệm.

Dòng điện chạy trong vật dẫn làm khí cụ điện nóng lên (theo định luật Jun-Lenxơ). Nếu nhiệt độ vượt quá giá trị cho phép, khí cụ điện sẽ nhanh hỏng, vật liệu cách điện sẽ nhanh hoá già và độ bền cơ khí sẽ giảm đi nhanh chóng. Nhiệt độ cho phép của các bộ phận trong khí cụ điện được cho trong bảng sau:(bảng 1.1)

**Bảng 1-1:**

Cấp cách điện	Nhiệt độ cho phép (°C)	Các vật liệu cách điện chủ yếu
	110	Vật liệu không bọc cách điện hay để xa vật cách điện.
	75	Dây nối tiếp xúc cố định.
	75	Tiếp xúc hình ngón của đồng và hợp kim đồng.
	110	Tiếp xúc trượt của đồng và hợp kim đồng.
	120	Tiếp xúc má bạc.
	110	Vật không dẫn điện không bọc cách điện.
Y	90	Giấy, vải sợi, lụa, phíp, cao su, gỗ và các vật liệu tương tự, không tẩm nhựa. Các loại nhựa như: nhựa polietilen, nhựa polistirol, vinyl clorua, anilin...
A	105	Giấy, vải sợi, lụa tẩm dầu, cao su nhân tạo, nhựa polieste, các loại sơn cách điện có dầu làm khô.
E	120	Nhựa trắng polivinyphocman, poliamit, eboxi. Giấy ép hoặc vải có tẩm nha phenolfocmandehit (gọi chung là bakelit giấy). Nhựa melaminfocmandehit có chất độn xenlulo. Vải có tẩm poliamit. Nhựa poliamit, nhựa phenol - phurol có độn xenlulo.
B	130	Nhựa polieste, amiăng, mica, thủy tinh có chất độn.

		Sơn cách điện có dầu làm khô, dùng ở các bộ phận không tiếp xúc với không khí. Sơn cách điện alkit, sơn cách điện từ nhựa phenol. Các loại sản phẩm mica (micanit, mica màng mỏng). Nhựa phenol-phurol có chất độn khoáng. Nhựa eboxi, sợi thủy tinh, nhựa melamin focmandehit, amiăng, mica, hoặc thủy tinh có chất độn.
F	155	Sợi amiăng, sợi thủy tinh không có chất kết dính.
H	180	Xilicon, sợi thủy tinh, mica có chất kết dính.
C	Trên 180	Mica không có chất kết dính, thủy tinh, sứ. Politetraflotilen, polimonoclorotrifloetilen.

Tùy theo chế độ làm việc mà khí cụ điện phát nóng khác nhau. Có ba chế độ làm việc: làm việc dài hạn, làm việc ngắn hạn và làm việc ngắn hạn lặp lại.

**b. Chế độ ngắn hạn lặp lại:**

Ở chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại thường dùng hệ số thông dòng điện ĐL%. Theo định nghĩa:

$$\text{ĐL}\% = \frac{t_{lv}}{t_{lv} + t_{ng}} 100 = \frac{t_{lv}}{T} 100$$

Trong đó:

- $t_{lv}$  là thời gian làm việc.
- $t_{ng}$  là thời gian nghỉ.
- $T$  chu kỳ làm việc.

Độ chênh nhiệt  $\tau$  (còn gọi là độ tăng nhiệt) là hiệu nhiệt độ khí cụ điện và môi trường xung quanh:  $\tau = \theta - \theta_0$

Trong đó:

- $\theta$  : nhiệt độ khí cụ điện.
- $\theta_0$ : nhiệt độ môi trường xung quanh.

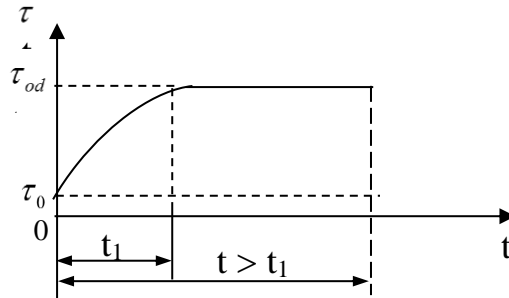
Các nước miền ôn đới quy định  $\theta_0 = 35^\circ\text{C}$ . ở Việt Nam quy định  $\theta_0 = 40^\circ\text{C}$

Sự phát nóng do tổn hao nhiệt quyết định. Đối với KCD một chiều đó là tổn hao đồng, đối với KCD xoay chiều đó là tổn hao đồng và sắt. Ngoài ra còn có tổn hao phụ. Nguồn phát nóng chính ở KCD là: dây dẫn có dòng điện chạy qua, lõi thép có từ thông biến thiên theo thời gian. Cầu chì, chống sét và



một số KCD khác có thể phát nóng do hồ quang. Ngoài ra còn phát nóng do tổn thất dòng điện xoáy. Bên cạnh quá trình phát nóng có quá trình tỏa nhiệt theo ba hình thức: truyền nhiệt, bức xạ và đối lưu.

**c. Phát nóng của vật thể đồng chất ở chế độ làm việc dài hạn.**



Hình 1-1. Đường đặc tính phát nóng theo thời gian của khí cụ điện ở chế độ dài hạn.

Chế độ làm việc dài hạn là chế độ khí cụ làm việc trong thời gian  $t > t_1$ ,  $t_1$  là thời gian phát nóng của khí cụ điện từ nhiệt độ môi trường xung quanh đến nhiệt độ ổn định (hình 1-1) với phụ tải không đổi hay thay đổi ít. Khi đó độ chênh lệch nhiệt độ đạt tới trị số nhất định  $t_{od}$ .

Một vật dẫn đồng chất, tiết diện đều đặn có nhiệt độ ban đầu là nhiệt độ môi trường xung quanh. Giả thiết dòng điện có giá trị không đổi bắt đầu qua vật dẫn: Từ lúc này vật dẫn tiêu tốn năng lượng điện để chuyển thành nhiệt năng làm nóng vật dẫn. Lúc đầu, nhiệt năng tỏa ra môi trường xung quanh ít mà chủ yếu tích lũy trong vật dẫn, nhiệt độ vật dẫn bắt đầu tăng dần lên và sau một thời gian đạt tới giá trị ổn định  $t_{od}$  và giữ ở giá trị này. Như vậy là nhiệt độ vật dẫn tăng nhanh theo thời gian đến một lúc nào đó chậm dần và đi đến ổn định.

Nhiệt lượng tiêu tốn trong khoảng thời gian  $dt$  theo định luật Jun-Lenxơ:

$$P_{dt} = I^2 R_{dt}, \quad W_s$$

Với:

P - công suất tác dụng, W.

I - giá trị dòng điện hiệu dụng, A.

R - điện trở vật dẫn, W

\* Phương trình cân bằng nhiệt là:

$$P_{dt} = CMd\tau + \alpha S\tau dt$$

Trong đó:

$CMd\tau$  : phần tích lũy đốt nóng vật dẫn.

$\alpha S\tau dt$ : phần tỏa ra môi trường xung quanh.

C: tỉ nhiệt vật dẫn.

M: khối lượng vật dẫn, kg.

$\tau$ : độ chênh nhiệt độ ( $^{\circ}\text{C}$ ) so với môi trường xung quanh.

$\alpha$ : hệ số toả nhiệt  $\text{W}/\text{m}^2, ^{\circ}\text{C}$

S: diện tích toả nhiệt của vật dẫn,  $\text{m}^2$ .

#### **d. Tiếp xúc điện**

Theo cách hiểu thông thường, chỗ tiếp xúc điện là nơi gặp gỡ chung của hai hay nhiều vật dẫn để dòng điện đi từ vật dẫn này sang vật dẫn khác. Bề mặt tiếp xúc giữa các vật dẫn gọi là bề mặt tiếp xúc điện.

Tiếp xúc điện là một phần rất quan trọng của khí cụ điện. Trong thời gian hoạt động đóng mở, chỗ tiếp xúc sẽ phát nóng cao, mài mòn lớn do va đập và ma sát, đặc biệt sự hoạt động có tính chất hủy hoại của hồ quang.

Tiếp xúc điện phải thỏa mãn các yêu cầu sau:

- Thực hiện tiếp xúc chắc chắn, đảm bảo.
- Sức bền cơ khí cao.
- Không phát nóng quá giá trị cho phép đối với dòng điện định mức.
- Ổn định nhiệt và điện động khi có dòng ngắn mạch đi qua.
- Chịu được tác dụng của môi trường xung quanh, ở nhiệt độ cao ít bị oxy hoá.

Có ba loại tiếp xúc:

- Tiếp xúc cố định: hai vật tiếp xúc không rời nhau bằng bulông, đinh tán.
- Tiếp xúc đóng mở: tiếp điểm của các khí cụ điện đóng mở mạch điện.
- Tiếp xúc trượt: Chổi than trượt trên cổ góp, vành trượt của máy điện.

Lực ép lên mặt tiếp xúc có thể là bulông hay lò xo.

Theo bề mặt tiếp xúc có ba dạng:

- Tiếp xúc điểm (giữa hai mặt cầu, mặt cầu - mặt phẳng, hình nón - mặt phẳng).
- Tiếp xúc đường (giữa hình trụ - mặt phẳng).
- Tiếp xúc mặt (mặt phẳng - mặt phẳng).

Bề mặt tiếp xúc theo dạng nào cũng có mặt phẳng lồi lõm rất nhỏ mà mắt thường không thể thấy được. Tiếp xúc giữa hai vật dẫn không thực hiện được trên toàn bộ bề mặt mà chỉ có một vài điểm tiếp xúc thôi. Đó chính là các đỉnh có bề mặt cực bé để dẫn dòng điện đi qua.

Muốn tiếp xúc tốt phải làm sạch môi tiếp xúc. Sau một thời gian nhất định, bất kỳ một bề mặt nào đã được làm sạch trong không khí cũng đều bị phủ một lớp oxy. ở những môi tiếp xúc bằng vàng hay bằng bạc, lớp oxy này chậm phát triển.