

CHƯƠNG 1

LÝ THUYẾT CƠ SỞ KHÍ CỤ ĐIỆN

Lý thuyết cơ sở khí cụ điện

- 1. Tổng quan**
- 2. Lực điện động**
- 3. Sự phát nóng**
- 4. Tiếp xúc điện**
- 5. Hồ quang điện**
- 6. Các khái niệm cơ bản trong tính toán**
- 7. Tính toán phụ tải điện**

1. TỔNG QUAN

Tổng quan

1.1. Khái niệm

1.2. Phân loại

1.3. Các yêu cầu cơ bản đối với khí cụ điện

1.4. Cấp bảo vệ khí cụ điện

1.5. Một số vấn đề chú ý khi lựa khí cụ điện

1.1. Khái niệm

- Khí cụ điện là thiết bị dùng để đóng, cắt, điều khiển, điều chỉnh và bảo vệ lưới điện, mạch điện, máy điện và các máy móc sản xuất.
- Khí cụ điện được sử dụng rộng rãi ở các nhà máy phát điện, các trạm biến áp, trong các xí nghiệp công nghiệp, nông nghiệp, lâm nghiệp, thủy lợi, giao thông vận tải và quốc phòng ...
- Ngoài ra, nó còn được dùng để kiểm tra và điều chỉnh các quá trình không điện khác.

1.2. Phân loại

Để thuận tiện cho việc nghiên cứu, sử dụng, bảo quản và sửa chữa khí cụ điện. Người ta phân loại khí cụ điện như sau:

- Theo công dụng.
- Theo điện áp.
- Theo dòng điện.
- Theo nguyên lý làm việc.
- Theo điều kiện làm việc và dạng bảo vệ.

1.2.1. Theo công dụng

- Khí cụ điện dùng để đóng cắt lưới điện, mạch điện.

VD: Cầu dao, aptomat, máy ngắt,...

- Khí cụ điện dùng để mở máy, điều chỉnh tốc độ, điều chỉnh điện áp và dòng điện.

VD: Công tắc tơ, khởi động từ,...

- Khí cụ điện dùng để duy trì tham số điện ở giá trị không đổi.

1.2.1. Theo công dụng

VD: Thiết bị tự động điều chỉnh điện áp, dòng điện, tần số, tốc độ, nhiệt độ,...

- Khí cụ điện dùng để bảo vệ lưới điện, máy điện.

VD: Cầu chì, aptomat, Rơle,...

- Khí cụ điện dùng để đo lường.

VD: Máy biến dòng, máy biến áp đo lường.

1.2.2. Theo điện áp

- Khí cụ điện cao thế: Được chế tạo để sử dụng ở điện áp từ 1000V trở lên.
- Khí cụ điện trung thế: Được chế tạo để sử dụng ở điện áp từ 600 đến dưới 1000V
- Khí cụ điện hạ thế: Được chế tạo để sử dụng ở điện áp dưới 600V.

1.2.3. Theo dòng điện

- Khí cụ điện dùng trong mạch điện 1 chiều.
- Khí cụ điện dùng trong mạch điện xoay chiều.

1.2.4. Theo nguyên lý làm việc

- Khí cụ điện làm việc theo nguyên lý điện từ.
- Khí cụ điện làm việc theo nguyên lý điện từ cảm ứng.
- Khí cụ điện làm việc theo nguyên lý nhiệt.
- Khí cụ điện làm việc theo nguyên lý có tiếp điểm.
- Khí cụ điện làm việc theo nguyên lý không có tiếp điểm, ...

1.2.5. Theo đk làm việc và dạng bảo vệ

- Khí cụ điện làm việc ở vùng nhiệt đới.
- Khí cụ điện làm việc ở vùng có nhiều rung động.
- Khí cụ điện làm việc ở vùng mỏ có khí nổ.
- Khí cụ điện làm việc ở môi trường có chất ăn mòn hóa học, ...
- Khí cụ điện loại để hở, loại bọc kín.

1.3. Các yêu cầu cơ bản đối với KCĐ

- KCĐ phải đảm bảo sử dụng lâu dài với các thông số kỹ thuật ở định mức.
- KCĐ phải ổn định nhiệt và ổn định điện động.
- Vật liệu cách điện phải tốt .
- KCĐ phải đảm bảo làm việc được chính xác, an toàn song phải gọn nhẹ, rẻ tiền và dễ gia công, dễ lắp ráp, dễ kiểm tra và sửa chữa.

1.4. Cấp bảo vệ khí cụ điện

- Các thiết bị điện thường có vỏ bảo vệ để chống lại sự tác động của các vật thể rắn và môi trường như: bụi, nước, độ ẩm, ...
- Độ kín của vỏ bảo vệ được quy định theo cấp và được ký hiệu chuẩn quốc tế là (Ingress Protection – IP), và có hai chữ số theo sau (đúng ra là có 3 chữ số, nhưng thường chữ số thứ 3 là bỏ qua, tham khảo thêm tài liệu KT).

1.4. Cấp bảo vệ khí cụ điện

Quy định mức độ bảo vệ sự xâm phạm của các vật rắn (chữ số thứ nhất):

cấp bvệ	Mức độ bảo vệ
0	Kiểu hở hoặc không có vỏ bảo vệ.
1	Bảo vệ tránh các vật rắn xâm nhập, có kích thước đến 50mm; ví dụ như bàn tay con người.
2	Bảo vệ tránh các vật rắn kích thước đến 12mm; ví dụ như bàn tay con người.
3	Bảo vệ tránh các vật rắn, kích thước đến 2.5mm
4	Bảo vệ tránh các vật rắn, kích thước đến 1.0mm
5	Bảo vệ chống bụi. Bụi có thể chui được vào trong thiết bị với số lượng không đáng kể và không ảnh hưởng đến quá trình làm việc của thiết bị.
6	Kín hoàn toàn, bụi không thể xâm nhập vào trong thiết bị được.

1.4. Cấp bảo vệ khí cụ điện

Quy định mức độ bảo vệ sự xâm nhập của nước vào thiết bị (chữ số thứ hai):

Cấp bvệ	Mức độ bảo vệ
0	Không có bảo vệ chống nước.
1	Chống được nước nhỏ giọt theo phương thẳng đứng.
2	Chống được nước nhỏ giọt nghiêng 15°.
3	Chống được nước mưa, góc rơi đến 60°.
4	Chống được nước nhỏ giọt, nước mưa mọi phía.
5	Chống được tia nước từ mọi phía.
6	Chống được sóng nước khi tràn vào thiết bị.
7	Chống được ngập nước với áp suất nước và thời gian ngập nước xác định.
8	Chống được ngập nước kéo dài và thiết bị có thể làm việc được trong môi trường ngập nước.

1.4. Cấp bảo vệ khí cụ điện

SV hãy tìm hiểu thêm kiến thức về Cấp bảo vệ chống cháy nổ cho các thiết bị điện và phân vùng nguy hiểm (Hazardous Area Classifications) ?

1.5. Một số vấn đề chú ý khi lựa KCĐ

- Điện áp định mức của khí cụ điện cần lựa chọn.
- Dòng điện định mức của khí cụ điện cần lựa chọn
- Chế độ, điều kiện, môi trường làm việc của các thiết bị khí cụ điện cần bảo vệ.

2. LỰC ĐIỆN ĐỘNG

Lực điện động

2.1. Khái niệm

2.2. Các phương pháp tính lực điện động

2.3. Ổn định lực điện động của khí cụ điện

2.1. Khái niệm

- Lực điện động là lực sinh ra khi một vật dẫn mang dòng điện đặt trong từ trường.
- Lực điện động tác dụng lên vật dẫn có xu hướng làm thay đổi hình dáng vật dẫn để từ thông xuyên qua mạch vòng vật dẫn có giá trị cực đại.
- Chiều của lực điện động được xác định bằng quy tắc "bàn tay trái"

2.1. Khái niệm

- Theo nguyên tắc chung: "Lực tác dụng lên vật dẫn mang dòng điện có xu hướng làm biến đổi hình dáng mạch vòng dòng điện sao cho từ thông móc vòng qua nó tăng lên".
- Trong điều kiện sử dụng bình thường, các lực điện động đều nhỏ và không gây nên biến dạng các chi tiết mang dòng điện của các khí cụ điện.

2.1. Khái niệm

- Khi có ngắn mạch xảy ra thì lực này trở nên rất lớn và có thể gây biến dạng hay phá hỏng các chi tiết và thậm chí cả khí cụ điện.

2.2. Các phương pháp tính lực điện động

- Để tính toán lực điện động, ta có thể dùng 2 phương pháp sau:

+ Phương pháp tính lực điện động dựa trên định luật tác dụng tương hỗ giữa dây dẫn mang dòng điện và từ trường: $F = i.B.l$

Trong đó: F là lực điện động; i là dòng điện chạy qua dây dẫn; B là cảm ứng từ (do dòng điện khác tạo ra); l là chiều dài dây dẫn điện.

2.2. Các phương pháp tính lực điện động

+ Phương pháp cân bằng năng lượng để tính lực điện động: $F = W/x$

Trong đó: W là năng lượng điện từ; x là đoạn đường dịch chuyển theo hướng tác dụng của lực.

→ Hệ thống gồm hai mạch vòng:

$$W = \frac{1}{2} \cdot L_1 \cdot i_1^2 + \frac{1}{2} \cdot L_2 \cdot i_2^2 + M \cdot i_1 \cdot i_2$$

2.2. Các phương pháp tính lực điện động

Trong đó: L_1 , L_2 là điện cảm của các mạch vòng; i_1 , i_2 là dòng điện chạy trong các mạch vòng; M là điện cảm tương hỗ.

→ Hệ thống là mạch vòng độc lập:

$$W = \frac{1}{2} \cdot L \cdot i^2 = \frac{1}{2} \cdot n \cdot \varphi \cdot i$$

Trong đó: φ là từ thông; n là số vòng dây trong mạch vòng.

2.2. Các phương pháp tính lực điện động

- Dòng xoay chiều 1 pha:

+ Ở chế độ xác lập, dòng điện chỉ có thành phần chu kỳ theo quy luật hàm sin. Xét hai dây dẫn mang dòng có biểu thức:

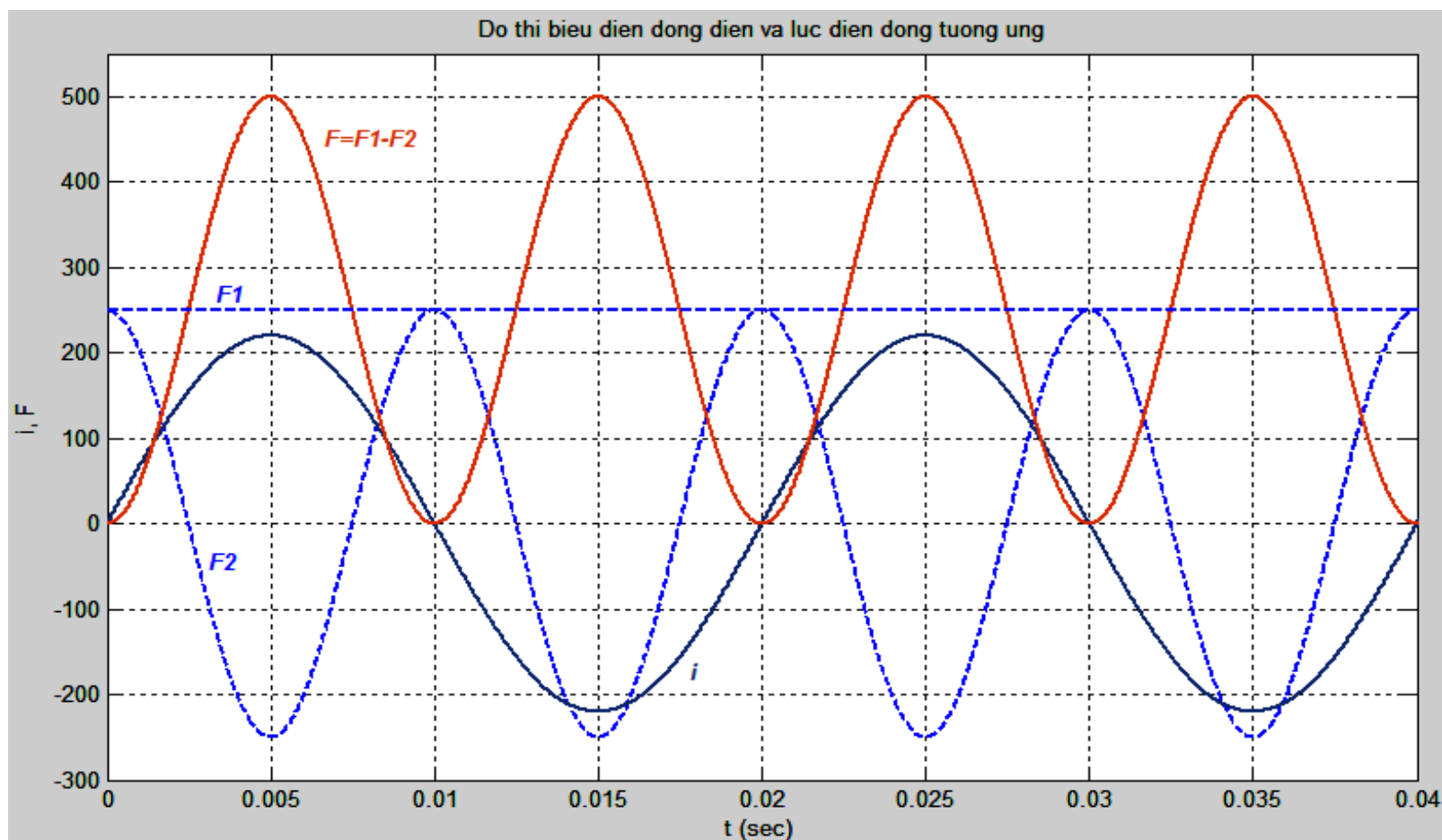
$$i_1 = i_2 = i = I_m \sin \omega t = \sqrt{2} I \sin \omega t$$

+ Lực điện động giữa hai dây dẫn có dạng:

$$F = 10^{-7} \cdot C \cdot i^2 = 10^{-7} \cdot C \cdot (I_m \sin \omega t)^2 = \frac{1}{2} F_m (1 - \cos 2\omega t)$$

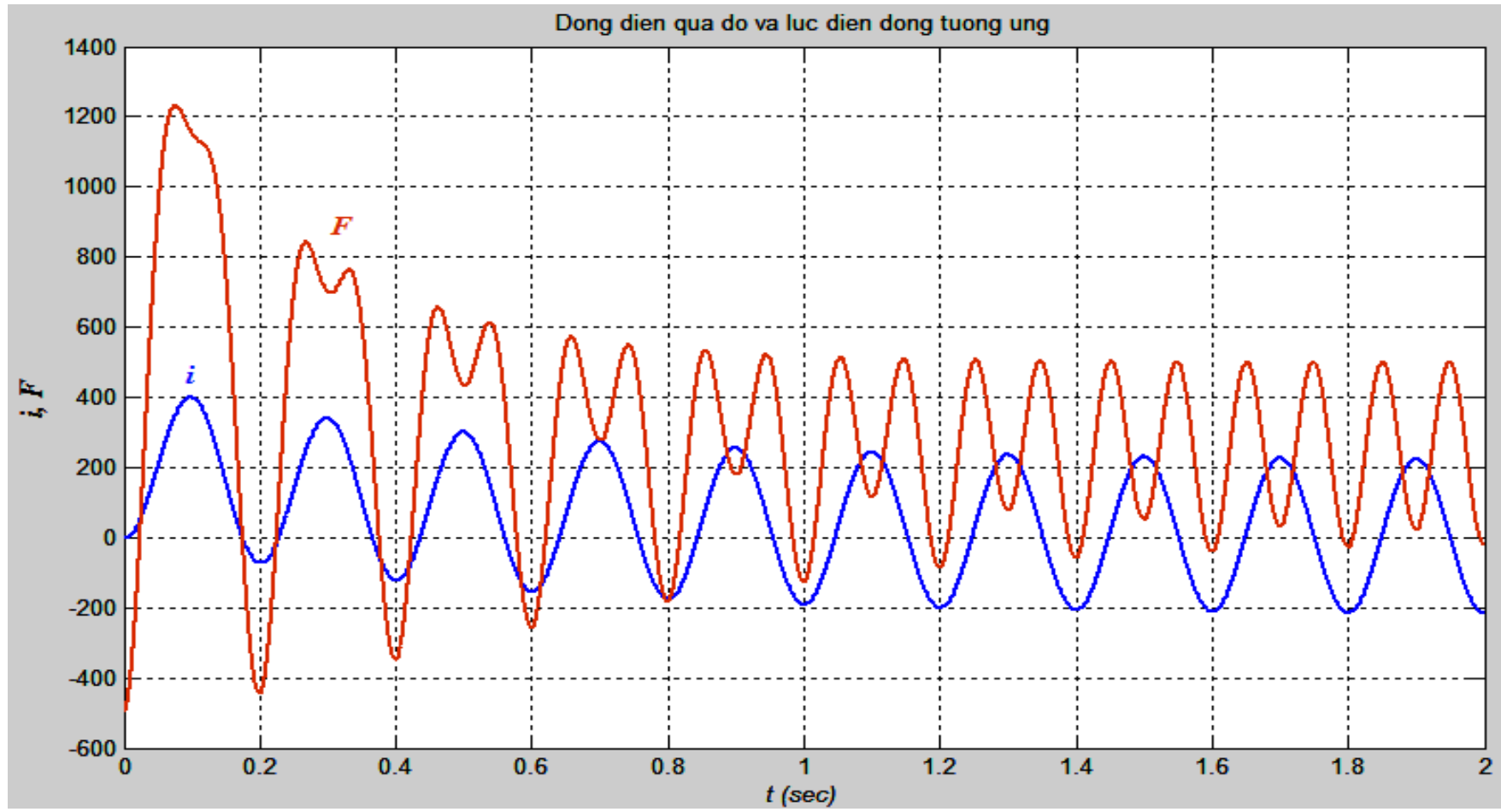
2.2. Các phương pháp tính lực điện động

- Dòng xoay chiều 1 pha:



2.2. Các phương pháp tính lực điện động

- Dòng xoay chiều 1 pha:



2.3. Ổn định lực điện động của KCD

- Ổn định lực điện động của khí cụ điện là khả năng chịu tác động cơ khí do lực điện động khi ngắn mạch nguy hiểm nhất gây ra, và phải tính toán trên cơ sở ngắn mạch 3 pha với dòng xoay chiều 3 pha.
- Nhìn chung, để đảm bảo làm việc an toàn, khí cụ điện khi lắp đặt phải có điều kiện sau: $i_{\max} > i_{xk}$

2.3. Ổn định lực điện động của KCD

Điều kiện: $i_{\max} > i_{xk}$

Trong đó:

- + i_{\max} : Dòng điện cho phép lớn nhất của khí cụ điện.
- + i_{xk} : Dòng điện xung kích tính toán khi ngắn mạch 3 pha nguy hiểm nhất.

2.3. Ổn định lực điện động của KCD

- Nếu trên khí cụ điện không còn ghi chú gì về giá trị thì ta có thể xác định trị số của nó theo công thức tham khảo sau:

$$I_{\text{m điện động giới hạn}} = I_{\text{xk max}} \approx 2.55 \frac{P_{\text{ng}}}{\sqrt{3} U_{\text{dm}}} \quad (\text{kA})$$

Trong đó: P_{ng} = Công suất ngắt (MVA)

3. SỰ PHÁT NÓNG

Sự phát nóng

3.1. Khái niệm

3.2. Các chế độ phát nóng khí cụ điện

4.1. Khái niệm

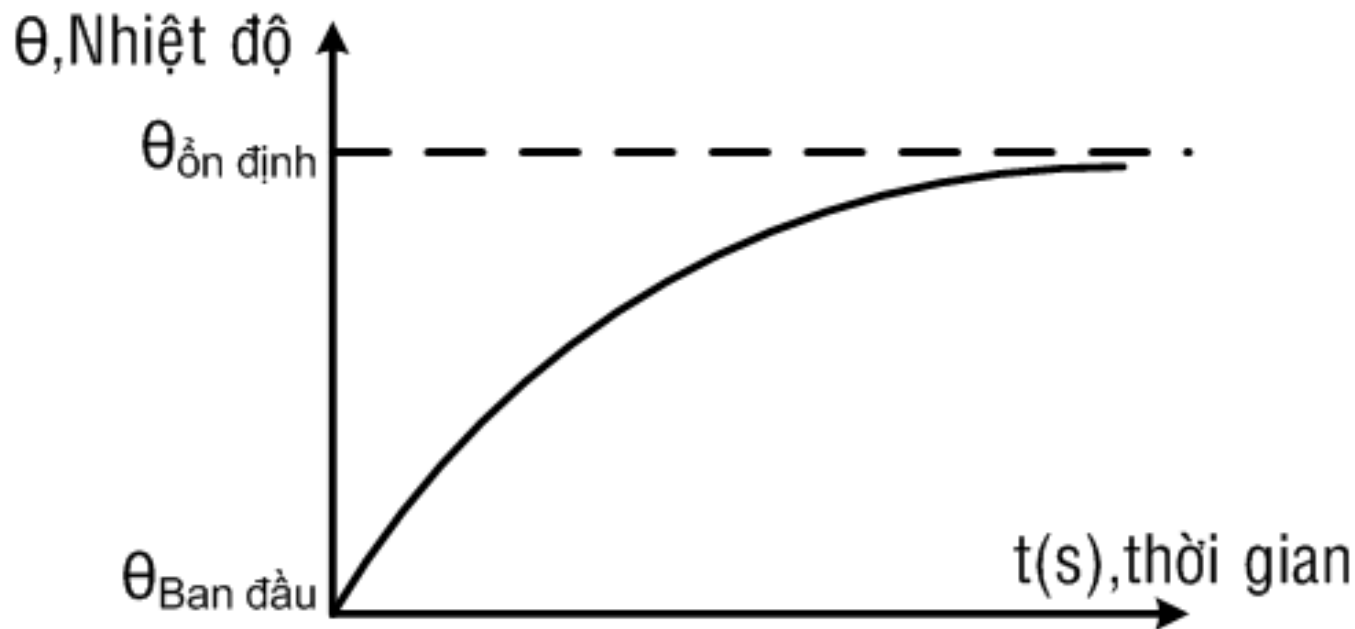
Xem lại kiến thức học phần Khí cụ điện.

3.2. Các chế độ phát nóng khí cụ điện

- Tùy theo chế độ làm việc khác nhau, mỗi khí cụ điện có sự phát nóng khác nhau. Có 3 chế độ làm việc:
 - + Chế độ làm việc dài hạn.
 - + Chế độ làm việc ngắn hạn.
 - + Chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại.

3.2.1. Chế độ làm việc dài hạn

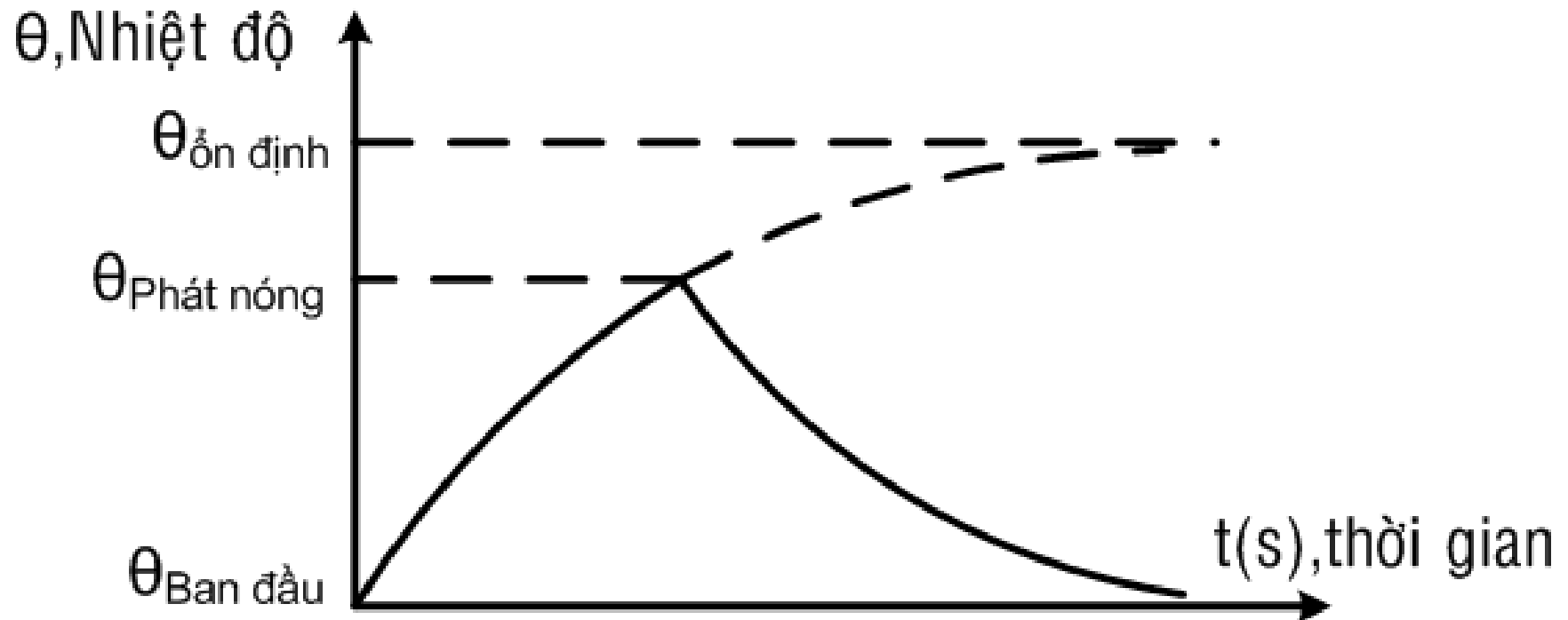
Khí cụ điện làm việc lâu dài, nhiệt độ trong khí cụ điện tăng và đến nhiệt độ ổn định thì không tăng nữa, lúc này tỏa nhiệt ra môi trường xung quanh.



3.2.2. Chế độ làm việc ngắn hạn

- Chế độ làm việc ngắn hạn của khí cụ điện là chế độ khi đóng điện thì nhiệt độ của nó không đạt đến nhiệt độ ổn định.
- Sau khi phát nóng ngắn hạn, khí cụ điện được ngắt thì nhiệt độ của nó sụt xuống tới mức không so sánh được với môi trường xung quanh.

3.2.2. Chế độ làm việc ngắn hạn

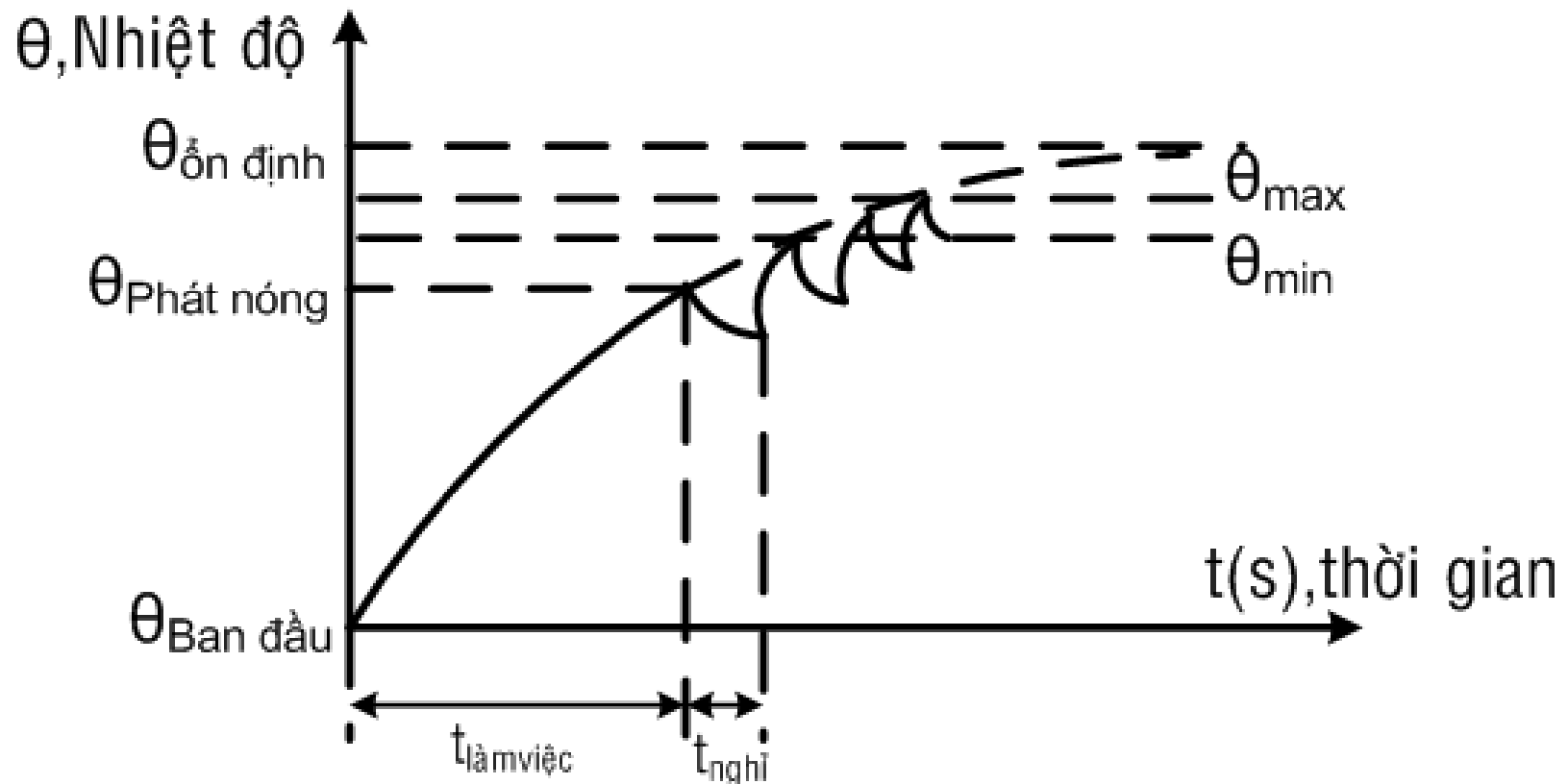


Đặc tính Chế độ làm việc ngắn hạn

3.2.3. Chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại

- Nhiệt độ của khí cụ điện tăng lên trong khoảng thời gian của khí cụ điện làm việc, nhiệt độ giảm chưa đạt đến giá trị ban đầu thì khí cụ điện làm việc lặp lại.
- Sau khoảng thời gian, nhiệt độ tăng lên lớn nhất gần bằng nhiệt độ giảm nhỏ nhất thì khí cụ điện đạt được chế độ dừng

3.2.3. Chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại



Đặc tính Chế độ làm việc ngắn hạn lặp lại

Câu hỏi chương 1A

1. Khí cụ điện là gì?
2. Phân loại khí cụ điện, cho ví dụ?
3. Các yêu cầu đối với khí cụ điện, giải thích?
4. Một số vấn đề cần chú ý khi lựa chọn khí cụ điện, tại sao?
5. Lực điện động là gì?

Câu hỏi chương 1A

6. Quy tắc chiều của lực điện động ?
7. Sự phát nóng là gì?
8. Có mấy chế độ làm việc khí cụ điện , giải thích?