

Chương 1

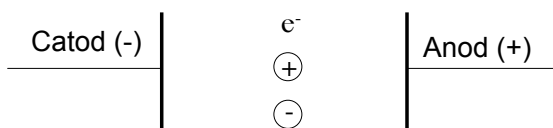
Hồ Quang Điện

BMTBD-LT KCD-nxuong

1

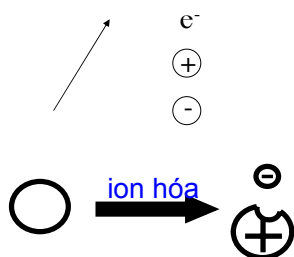
Những kiến thức cơ bản và các đặc tính

Hồ quang điện là trường hợp đặc biệt của phóng điện trong chất khí.

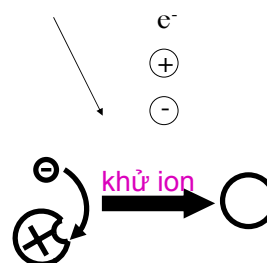


Trong vùng không gian giữa hai điện cực xảy ra 2 quá trình:

Quá trình ion hóa



Quá trình khử ion hóa



BMTBD-LT KCD-nxuong

2

Sự ion hóa và khử ion hóa trong chất khí



Quá trình ion hóa chất khí

- Ion hóa tự do
- Sự phát xạ quang
- Sự tự phát xạ electron
- Sự phát xạ electron nhiệt
- Ion hóa do va đập
- Ion hóa do nhiệt độ

Quá trình khử ion trong chất khí

- Sự kết hợp
- Sự trung hòa
- Sự khuếch tán các phần tử mang điện

Ở một thời điểm bất kỳ, trong điều kiện xác lập, luôn tồn tại sự cân bằng động giữa hai quá trình trên.

→ mật độ các phần tử mang điện là không đổi → dòng điện xác lập ổn định.

BMTBD-LT KCD-nxctuong

3

Sự ion hóa

Ion hóa tự do

Trong không gian luôn có các phần tử mang điện, sinh ra do tác động của các tia vũ trụ, của sự phóng xạ tự nhiên và của tia mặt trời... Trong điều kiện bình thường, mật độ của các phần tử này rất nhỏ, không đáng kể.

Sự phát xạ quang

Các tia ánh sáng chiếu lên một vài loại vật liệu làm tách các electron tự do ra không gian xung quanh.

Sự tự phát xạ electron do điện trường

Khi điện trường bên ngoài đặt lên các điện cực, các electron tự do trong các điện cực nhận được động năng, khi động năng đủ lớn, một vài electron tự do có thể vượt qua giới hạn màn chắn điện thế của điện cực và bay ra không gian xung quanh → sự tự phát xạ electron điện cực, chỉ xảy ra khi điện trường bên ngoài đủ mạnh ($> 3 \cdot 10^7$ V/m).

BMTBD-LT KCD-nxctuong

4

Sự ion hóa

Sự phát xạ electron nhiệt

Khi kim loại (chất rắn) bị đốt nóng tới nhiệt độ cao → sự tách các electron có động năng đủ lớn (để vượt qua màn chắn điện thế của kim loại) ra khỏi chúng.

Khi nhiệt độ tăng, cường độ phát xạ loại này cũng tăng lên.

Ion hóa do nhiệt độ

Chuyển động nhiệt hỗn loạn của các phần tử trong chất khí phụ thuộc vào nhiệt độ, khi chúng va chạm với nhau → sự trao đổi năng lượng → sự ion hóa: **quá trình ion hóa nhiệt**.

Cường độ ion hóa nhiệt tăng lên khi nhiệt độ tăng và ngược lại.

BMTBD-LT KCD-nxuong

5

Sự ion hóa

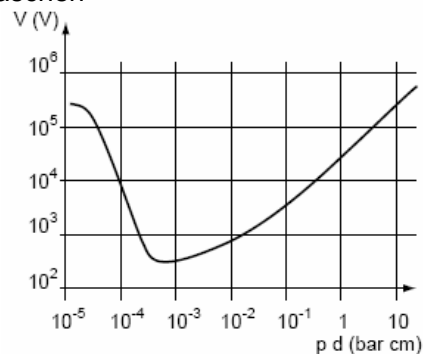
Ion hóa do va đập

Dưới tác động của điện trường, các điện tử tự do trong chất khí sẽ chuyển động gia tốc ngược chiều điện trường → động năng tăng → khi va đập vào các phần tử trung hòa → các hạt mang điện.

Cường độ ion hóa do va đập phụ thuộc vào các yếu tố:

- Nhiệt độ chất khí, liên quan đến ion hóa do nhiệt độ
- Độ lớn của điện trường
- Áp suất chất khí → đường cong Paschen

V : độ bền điện của không khí
 d : khoảng cách giữa 2 điện cực
 p : áp suất



BMTBD-LT KCD-nxuong

6

Sự khử ion hóa

Sự kết hợp

Các phần tử trái dấu hút nhau khi chúng va chạm nhau, điện tích của chúng bị trung hòa → làm giảm số lượng các phần tử mang điện trong chất khí.

Sự trung hòa

Khi các điện cực mang điện thế, các phần tử mang điện trong chất khí không ngừng bị hút vào điện cực để sinh ra dòng điện chạy trong chất khí. Ở điện cực, các phần tử mang điện trao (các electron, các ion âm) và nhận (các ion dương) điện tích của mình và trở thành các phần tử trung hòa.

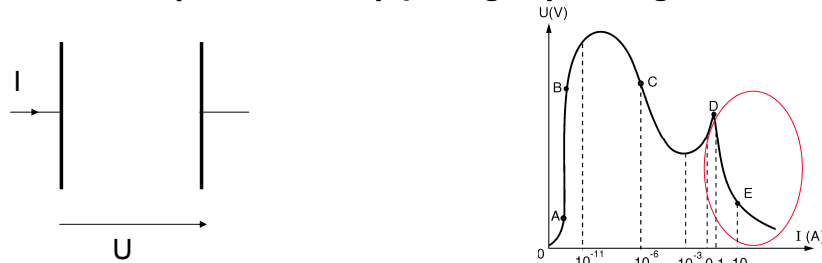
Sự khuếch tán các phần tử mang điện

Các phần tử của chất khí lan truyền từ nơi có mật độ cao sang nơi có mật độ thấp → hiện tượng khuếch tán các hạt mang điện.

BMTBD-LT KCD-nxuong

7

Đặc tính của sự phóng điện trong chất khí



Tùy thuộc vào giá trị của điện áp đặt trên điện cực (U) và dòng phóng điện (I) trong chất khí ta có:

- sự phóng điện duy trì (OB)
- phóng điện chọc thủng (BC)
- phóng điện lạnh (CD)
- **phóng điện hồ quang (DE)**

BMTBD-LT KCD-nxuong

8

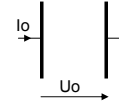
Đặc tính của sự phóng điện hồ quang

Phóng điện hồ quang phát sinh khi thỏa 2 điều kiện:

$$U > U_0,$$

$$I > I_0$$

U_0 , I_0 phụ thuộc vào vật liệu điện cực.



Vật liệu	U_0 , V	I_0 , A
Platine	17	0,9
Vàng	15	0,38
Bạc	12	0,4
Volfram	17	0,9
Đồng	12,3	0,43
Than	18-22	0,03

BMTBD-LT KCD-nxuong

9

Đặc tính của sự phóng điện hồ quang

Các tính chất cơ bản của phóng điện hồ quang:

- Giữa hai điện cực hình thành **luồng sáng chói lòa và bền vững**, có thể phân biệt các ranh giới rõ ràng.
- Xuất hiện vệt sáng ở catod và anod.
- Mật độ dòng điện hồ quang rất lớn từ **100 đến 1000 A/mm²**.
- Nhiệt độ hồ quang rất cao, từ **5000 đến 10.000oK**.

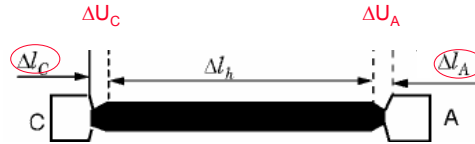
Nguồn sản sinh ra các phân tử mang điện trong chất khí chủ yếu là do:

- **sự tự phát xạ electron do điện trường,**
- **sự ion hóa do nhiệt độ**
- **sự ion hóa do va đập.**

BMTBD-LT KCD-nxuong

10

Đặc tính của sự phóng điện hồ quang



Vật cathode và anode

$\Delta I_C, \Delta I_A$ rất nhỏ khoảng $1\mu\text{m}$

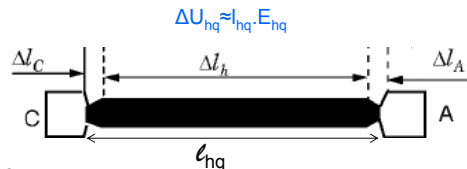
$\Delta U_C, \Delta U_A = 10$ đến 20 V phụ thuộc phần lớn vào vật liệu điện cực, không phụ thuộc vào chiều dài hồ quang.

Nhiệt độ rất cao, nhất là ở cathode, có thể làm cho kim loại bị nóng chảy, chủ yếu là do sự va đập giữa cathode và khối ion dương di chuyển về điện cực này.

BMTBD-LT KCD-nxuong

11

Đặc tính của sự phóng điện hồ quang



Thân hồ quang

$$\Delta I_{hq} \approx I_{hq}$$

$$\Delta U_{hq} \approx I_{hq} \cdot E_{hq}$$

Điện trường E_{hq} không phụ thuộc vào chiều dài mà chỉ phụ thuộc vào quá trình ion hóa và khử ion hóa trong chất khí.

↓ quá trình ion hóa



↑ E_{hq}

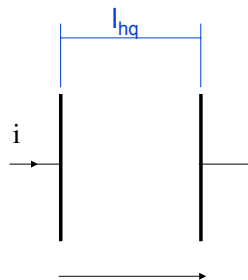
$E_{hq} = 10\text{-}20\text{ V/cm}$: trường hợp hồ quang cháy ổn định trong môi trường không khí tĩnh (still air) và dòng điện hồ quang từ $0,1\text{ kA}$ đến 20 kA .

$E_{hq} = 50\text{-}100\text{ V/cm}$: trường hợp hồ quang cháy trong buồng dập hồ quang (tùy thuộc vào tốc độ di chuyển của hồ quang, áp suất trong buồng dập)

BMTBD-LT KCD-nxuong

12

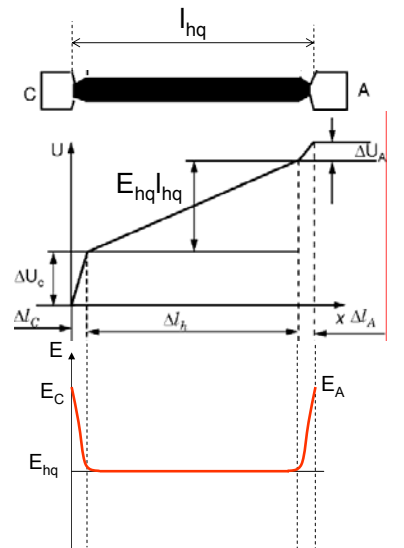
Điện áp hồ quang



U_h Điện áp hồ quang

$$U_h = \Delta U_a + \Delta U_c + E_{hq} l_{hq}$$

$$U_h = \Delta U_{ac} + E_{hq} l_{hq}$$



$$\Delta U_a \approx \Delta U_c \approx 10 - 20 \text{ V} \quad \Delta U_{ac} \approx 20 - 40 \text{ V}$$

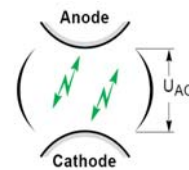
BMTBD-LT KCD-nxuong

13

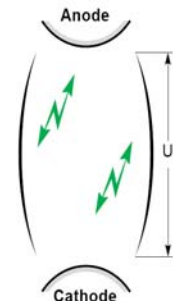
Điện áp hồ quang

$$U_h = \Delta U_{ac} + E_{hq} l_{hq}$$

- Đối với các **khí cụ điện hạ áp**:
 l_{hq} nhỏ, E_{hq} nhỏ $\rightarrow$ điều kiện cháy và dập tắt hồ quang được xác định chủ yếu bởi các hiện tượng xảy ra ở vùng cận các điện cực.
 Thường gọi là **hồ quang ngắn**.



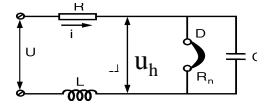
- Đối với các **khí cụ điện trung áp hoặc cao áp**:
 $E_{hq} l_{hq}$ lớn $\rightarrow$ điều kiện cháy và dập tắt hồ quang được xác định chủ yếu bởi các hiện tượng xảy ra trên thân hồ quang.
 Thường gọi là **hồ quang dài**.



BMTBD-LT KCD-nxuong

14

Đặc tính volt - ampere



Đặc tính volt - ampere của hồ quang $U_h = f(I_h)$

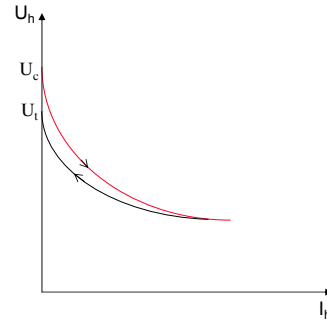
Các đặc điểm:

- Tồn tại giới hạn để hồ quang bật cháy: U_c

$$U_c = 20-50V$$

- Đường đặc tính không đồng nhất ở chiều tăng và giảm dòng điện I_h do **quán tính nhiệt** trong quá trình cháy hồ quang:

$$U_i < U_c$$



Đặc tính volt - ampere

$$I_2 > I_1$$

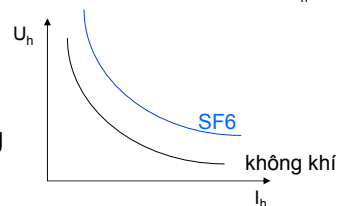
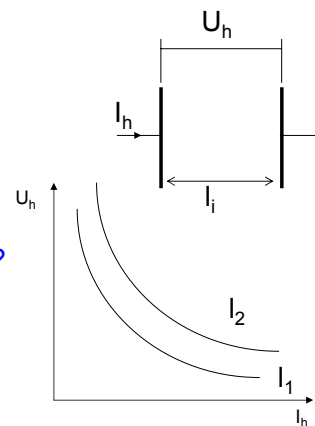
khi khoảng cách các điện cực càng lớn thì đặc tính volt - ampere càng nằm cao hơn.

Đặc tính volt - ampere sẽ nằm cao hơn khi ?

- giảm cường độ ion hóa
- tăng cường độ khử ion hóa

bằng cách:

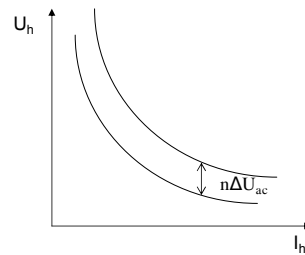
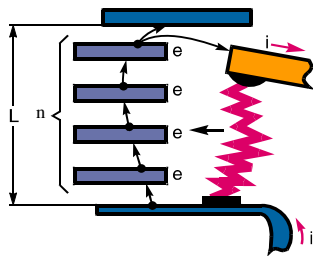
- . tăng cường làm mát hồ quang
- . tăng áp suất vùng cháy hồ quang
- . giảm áp suất vùng cháy hồ quang
- . thay đổi môi trường khí



Đặc tính volt - ampere

Tăng số điện cực n

$$U_h = n\Delta U_{ac} + E_{hq}l_{hq}$$



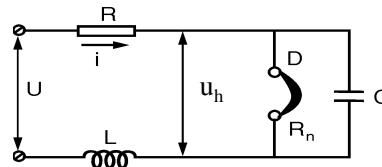
BMTBD-LT KCD-nxucuong

17

Hồ quang điện một chiều

Phương trình cân bằng điện áp

$$U = iR + L \frac{di}{dt} + u_h$$



Khi hồ quang cháy ổn định, dòng điện i không thay đổi

$$\frac{di}{dt} = 0 \quad \rightarrow \quad i = I$$

I được xác định từ phương trình:

$$U - iR = u_h(i) = ir_h$$

đường đặc tính tải

đường đặc tính hồ quang

BMTBD-LT KCD-nxucuong

18

Hồ quang điện một chiều

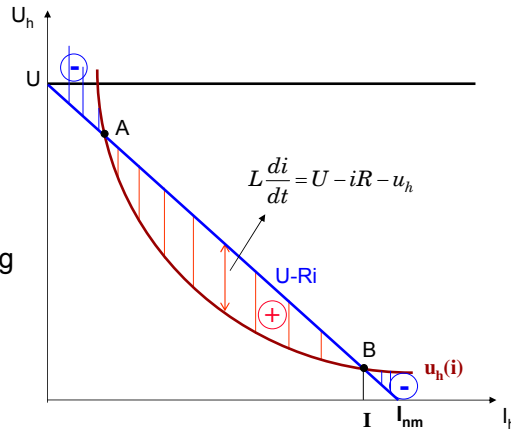
$$U - iR = u_h(i) = ir_h$$

đường đặc tính tải ($U - iR$)
và **đường đặc tính hồ quang**
 u_h cắt nhau tại 2 điểm A và B

Điểm cháy ổn định bền vững
của hồ quang điện DC?

Điểm A là điểm cháy ổn định không
bền vững của hồ quang điện DC.

Điểm B là điểm cháy ổn định bền
vững của hồ quang điện DC.



BMTBD-LT KCD-nxuong

19

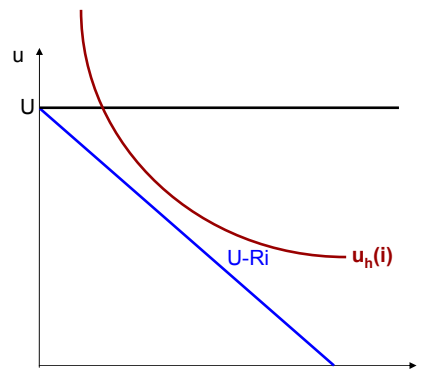
Hồ quang điện một chiều

Hồ quang bị dập tắt khi:

$$L \frac{di}{dt} < 0 \big|_{\forall i}$$

Nghĩa là đường đặc tính hồ
quang u_h nằm trên và không cắt
đường đặc tính tải ($U - iR$)

Khi đường đặc tính hồ quang u_h tiếp
xúc với đường đặc tính tải ($U - iR$):
chế độ tới hạn.



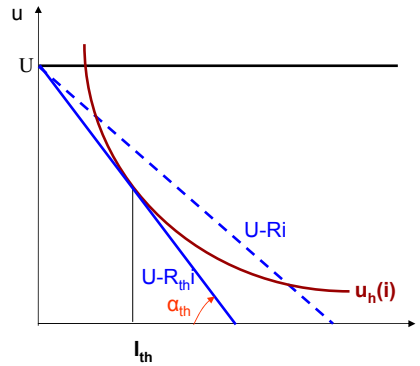
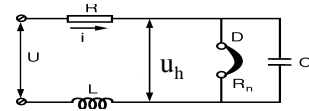
BMTBD-LT KCD-nxuong

20

Dập tắt hồ quang điện một chiều

Dập tắt hồ quang điện bằng cách:

$$\uparrow R: R = R_{th} = \tan \alpha_{th}$$



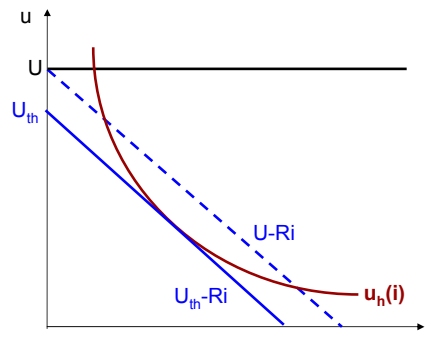
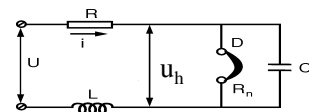
BMTBD-LT KCD-nxuong

21

Dập tắt hồ quang điện một chiều

Dập tắt hồ quang điện bằng cách:

$$\downarrow U: U = U_{th}$$



BMTBD-LT KCD-nxuong

22

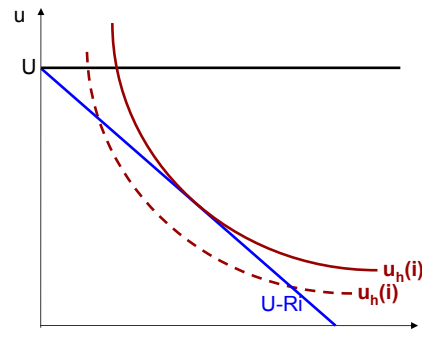
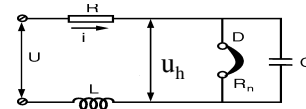
Dập tắt hồ quang điện một chiều

Dập tắt hồ quang điện bằng cách:

$$\uparrow I_{hq} = I_{th}$$

$\uparrow E_{hq}$: làm mát hồ quang

$$\uparrow n \Delta U_{ac}$$



BMTBD-LT KCD-nxuong

23

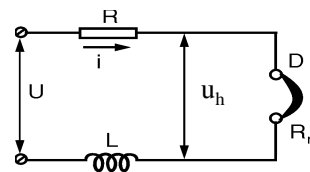
Năng lượng của hồ quang DC khi ngắt mạch

$$U = i_h R + u_h + L \frac{di_h}{dt}$$

$$\int_0^{t_{hq}} U i_h \cdot dt = \int_0^{t_{hq}} R i_h^2 \cdot dt + \int_0^{t_{hq}} u_h \cdot i_h \cdot dt + \int_I^0 L i_h \cdot di_h$$

t_{hq} : thời gian hồ quang cháy

I : dòng điện trong mạch trước khi ngắt



Năng lượng của hồ quang DC khi ngắt mạch

$$W_{hq} = \int_0^{t_{hq}} u_h \cdot i_h \cdot dt = \frac{1}{2} L I^2 + \int_0^{t_{hq}} (U - R i_{hq}) i_{hq} \cdot dt$$

BMTBD-LT KCD-nxuong

24

Năng lượng của hồ quang DC khi ngắt mạch

$$W_{hq} = \int_0^{t_{hq}} u_h \cdot i_h \cdot dt = \frac{1}{2} L I^2 + \int_0^{t_{hq}} (U - R i_{hq}) i_{hq} \cdot dt$$

Năng lượng của hồ quang khi ngắt mạch bao gồm hai thành phần:

- Thành phần thứ nhất, $\frac{1}{2}(L I^2)$, năng lượng điện từ dự trữ trong mạch điện,

- Thành phần thứ hai là năng lượng nhận được từ nguồn.
Ở các điều kiện khác không thay đổi, thành phần này càng lớn khi t_{hq} càng lớn.

Ví dụ: nếu $u_{hq} = 500 \text{ V}$, $i_{hq} = 10\,000 \text{ A}$, $t_{hq} = 2 \text{ ms}$ tính W_{hq}

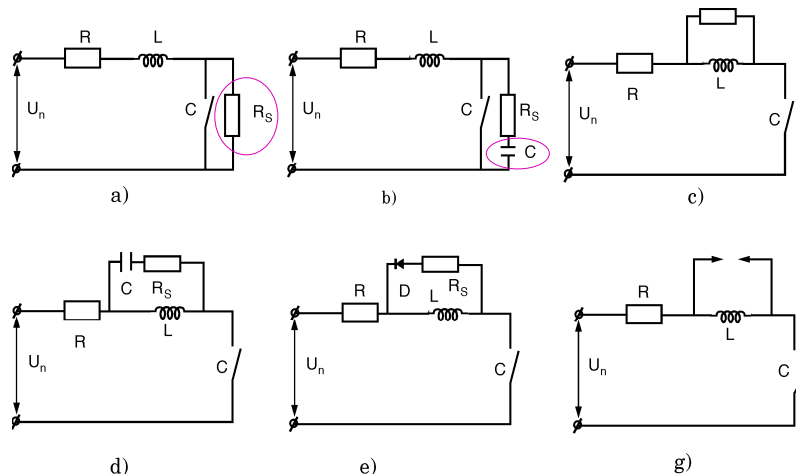
$P_{hq} = 5 \text{ MW}$ và $W_{hq} = 10 \text{ kJ}$

Độ lớn của năng lượng của hồ quang khi ngắt mạch: 1, 10, 100 kJ.

BMTBD-LT KCD-nxuong

25

Một số biện pháp bảo vệ tiếp điểm trong các rơ le công suất nhỏ



Một phần dòng hồ quang đi qua nhánh shunt hoặc năng lượng từ trường được tiêu tán bớt qua điện trở R hoặc phóng điện.

BMTBD-LT KCD-nxuong

26

Ví dụ 1

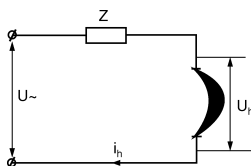
Hãy xác định chiều dài tới hạn của hồ quang điện sao cho nó bị dập tắt khi ngắt một mạch điện có điện trở R và điện áp nguồn là $U_{DC} = 300 \text{ V}$.
Biểu thức volt-ampère của hồ quang:

$$u_h = \frac{1000}{\sqrt{i_h}} l \quad [u]=V, [i]=A, [l]=cm$$

Giải cho:
 $R=2\Omega$
 $R=0,2\Omega$
 $R=0,02\Omega$
 $R=0,002\Omega$

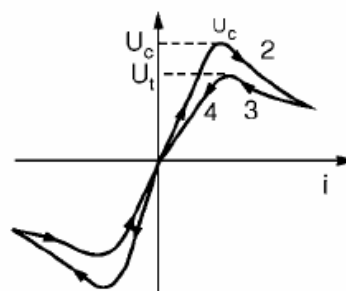
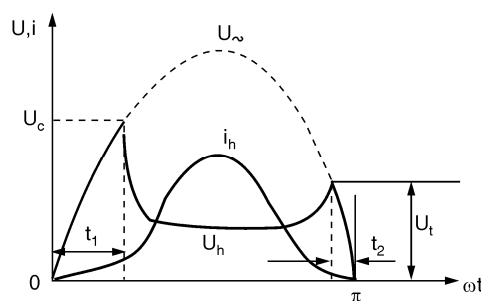
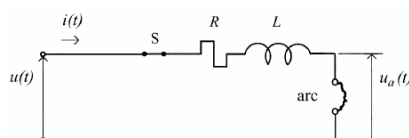
Ví dụ 1

Hồ quang điện xoay chiều Dòng điện và điện áp hồ quang



Trong mỗi chu kỳ: dòng điện hồ quang trong mạch không ngừng thay đổi về độ lớn và chiều
→ sử dụng đặc tính động để phân tích hồ quang điện AC

Dòng điện và điện áp hồ quang

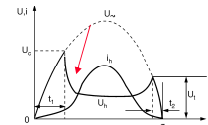
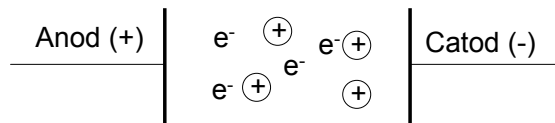


Đặc tính volt - ampere động

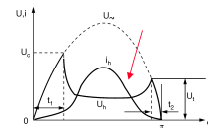
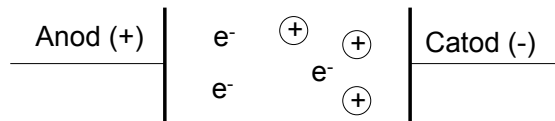
u_h, i_{hq} không sin
 i_h qua trị số không 2 lần trong một chu kỳ

Quá trình **phục hồi độ bền điện** trong không gian giữa các điện cực **khi i_h qua 0**

Trong khoảng thời gian cháy hồ quang khi $u \sim$ tăng, quá trình ion hóa rất mạnh, mật độ các hạt mang điện cao.



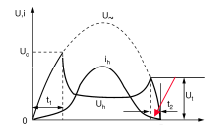
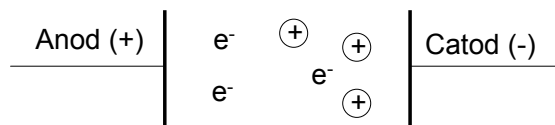
Ở cuối nửa chu kỳ, dòng điện hồ quang giảm, mật độ các hạt mang điện giảm.



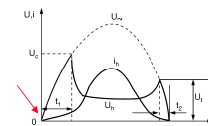
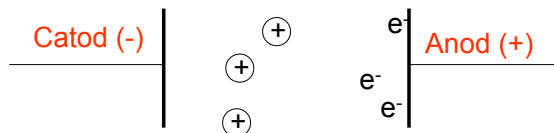
BMTBD-LT KCD-nxuong

31

Quá trình **phục hồi độ bền điện** trong không gian giữa các điện cực **khi i_h qua 0**



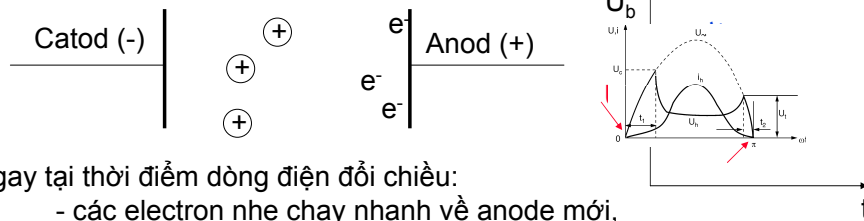
Ở nửa chu kỳ tiếp theo, khi dòng điện đổi chiều, cực tính trên điện cực thay đổi.



BMTBD-LT KCD-nxuong

32

Quá trình phục hồi độ bền điện trong không gian giữa các điện cực khi i_h qua 0



Ngay tại thời điểm dòng điện đổi chiều:

- các electron nhẹ chạy nhanh về anode mới,
 - các ion dương nặng chuyển động chậm về cathode mới,
- xung quanh cathode mới được bao bọc một khối điện tích hầu như chỉ là các ion dương,
 → vùng không gian cận cathode hầu như trở thành cách điện,
 → xuất hiện một **điện áp bền điện ban đầu U_{b0}** trong vùng không gian giữa hai điện cực ngay lúc dòng điện đảo chiều và giá trị này sẽ tăng theo thời gian:

$$U_b = U_{b0} + k_b t$$

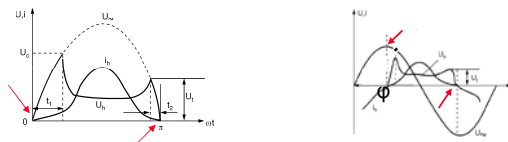
Độ dốc k_b phụ thuộc vào cường độ quá trình ion hóa/khử ion hóa.

BMTBD-LT KCD-nxuong

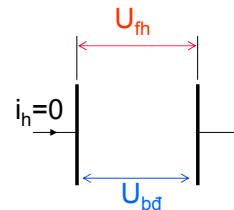
33

Quá trình **phục hồi điện áp** giữa các điện cực

Ngay tại thời điểm dòng điện đổi chiều:



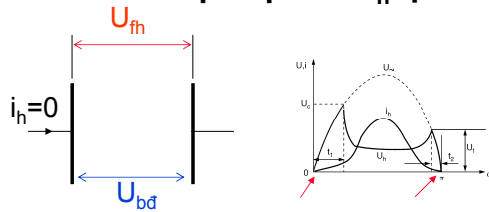
Đồng thời với quá trình phục hồi độ bền điện trong vùng không gian giữa hai điện cực, xảy ra **quá trình phục hồi điện áp** giữa hai điện cực do sự cường bức của điện áp nguồn, gọi là **điện áp phục hồi U_{fh}** .



BMTBD-LT KCD-nxuong

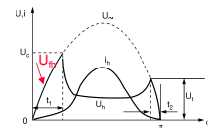
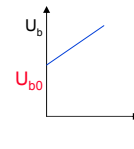
34

2 quá trình xảy ra trong vùng không gian giữa các điện cực khi $i_h = 0$



Nghĩa là tại thời điểm dòng điện đổi chiều, xảy ra đồng thời 2 quá trình trong vùng không gian giữa hai điện cực:

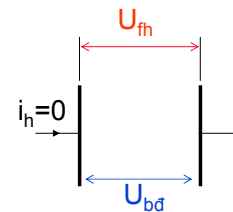
- quá trình phục hồi độ bền điện, U_{bd} .
- quá trình phục hồi điện áp do sự cưỡng bức của điện áp nguồn, gọi là **điện áp phục hồi, U_{fh}** .



BMTBD-LT KCD-nxuong

35

Điều kiện cháy hồ quang AC



Hồ quang điện AC cháy ổn định **điện áp phục hồi U_{fh} đủ lớn để chọc thủng độ bền điện** trong vùng không gian giữa hai điện cực U_{bd} .

$$U_{fh} > U_{bd} \big|_{\forall t}$$

BMTBD-LT KCD-nxuong

36

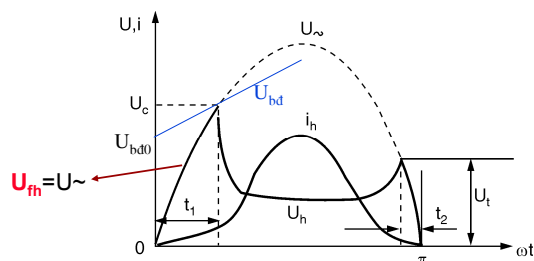
Điều kiện cháy hồ quang AC **mạch thuần trở**

- Điện áp phục hồi

$$U_{fh} = U_{\sim} \text{ khi } 0 < t < t_1$$

- Độ bền điện phục hồi

$$U_b = U_{bo} + k_b t$$



- Hồ quang điện AC bắt đầu cháy trở lại ở nửa chu kỳ tiếp theo khi:

$$U_{fh} = U_{bd} \Big|_{t=t_1}$$

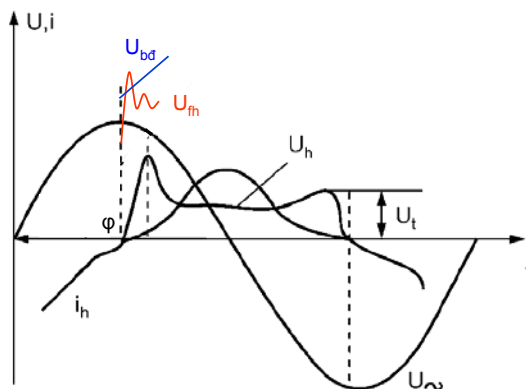
le điện áp phục hồi đủ lớn để chọc thủng độ bền điện trong vùng không gian giữa hai điện cực tại thời điểm $t=t_1$

BMTBD-LT KCD-nxuong

37

Điều kiện cháy hồ quang AC **mạch trở - kháng**

Điện áp phục hồi sau khi dòng điện đi qua trị số 0 (U_{fh})

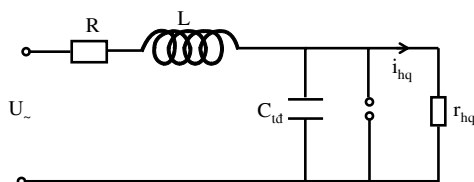


BMTBD-LT KCD-nxuong

38

Tính điện áp phục hồi

Sơ đồ mạch điện tương đương:



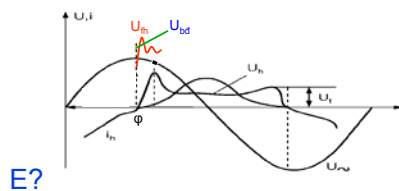
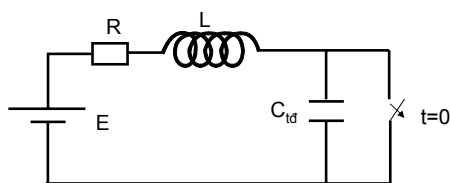
C_{td} : điện dung tương đương giữa 2 đầu cực ngắt
 R, L : điện trở và điện cảm mạch điện

BMTBD-LT KCD-nxuong

39

Tính điện áp phục hồi

Tại thời điểm $t=0$, i_{hq} qua trị số 0: hồ quang bị dập tắt, do đó $r_{hq} \rightarrow \infty$



Vì quá trình quá độ phục hồi điện áp giữa hai đầu điện cực xảy ra trong một khoảng thời gian rất ngắn (tính bằng μs) so với một nửa chu kỳ của điện áp nguồn ($T/2=10ms$) nên để giải bài toán quá độ ta xem điện áp nguồn khi đó có giá trị không đổi:

$$E = \sqrt{2}U \sin \varphi$$

φ : góc lệch pha giữa $U\sim$ và i
 U : giá trị hiệu dụng của $U\sim$

BMTBD-LT KCD-nxuong

40

Tính điện áp phục hồi

Giải mạch quá độ:

$$U_{fh} = E(1 - e^{-pt} \cos \omega_o t)$$

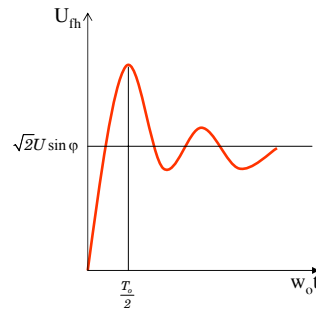
$$p = \frac{R}{2L}: \text{hệ số suy giảm}$$

$$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC_{td}}}: \text{tần số góc dao động riêng}$$

$$T_o = \frac{2\pi}{\omega_o}: \text{chu kỳ dao động riêng}$$

$$U_{fh \max} = U_{fh} \Big|_{t=\frac{T_o}{2}} = \sqrt{2}U \sin \varphi (1 + e^{-p\frac{T_o}{2}}) \leq 2\sqrt{2}U \sin \varphi \leq 2\sqrt{2}U$$

Giá trị tối đa của điện áp phục hồi không lớn hơn hai lần biên độ điện áp nguồn.



BMTBD-LT KCD-nxuong

41

Điều kiện cháy hồ quang AC mạch trở - kháng

$$U_{fh} = E(1 - e^{-pt} \cos \omega_o t)$$

$$U_b = U_{bo} + k_b t$$

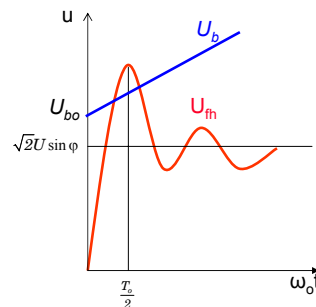
U_{fh} phụ thuộc:

- thông số của mạch ngắt: L, R, C_{td}
- góc lệch pha dòng, áp

U_{bo} , k_b phụ thuộc:

- vật liệu tiếp điểm (điện cực)
- dòng điện ngắt
- phương pháp dập hồ quang

Hồ quang điện AC cháy ổn định khi $U_b(t)$ cắt $U_{fh}(t)$



BMTBD-LT KCD-nxuong

42

Điều kiện dập tắt hồ quang điện AC

Hồ quang điện AC có thể dập tắt theo hai nguyên lý:

1. Lợi dụng hiện tượng dòng điện hồ quang xoay chiều qua trị số 0 hai lần trong một chu kỳ:

Khi dòng điện đi qua trị số 0, ta tăng cường quá trình phục hồi độ bền điện sao cho nó không bị chọc thủng bởi điện áp phục hồi giữa hai đầu điện cực dòng điện hồ quang không thể phát sinh trở lại trong bán kỳ kế tiếp
→ hồ quang bị dập tắt

Điều kiện dập tắt hồ quang điện AC

$$U_b = U_{bo} + k_b t$$

Tăng cường quá trình phục hồi độ bền điện bằng cách:

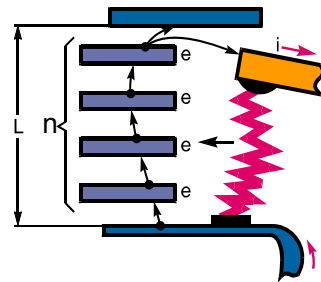
- | | |
|-------------------|--|
| $\uparrow U_{bo}$ | <ul style="list-style-type: none">- Dùng nhiều chỗ ngắt- Dùng buồng dập hồ quang có nhiều tấm ngăn bằng kim loại |
| $\uparrow k_b$ | <ul style="list-style-type: none">- Giảm nhiệt độ hồ quang- Tăng áp suất khí- Dùng môi trường chân không- Dùng môi trường khí SF6 |

Điều kiện dập tắt hồ quang điện AC

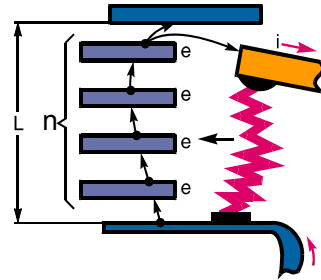
2. Phương pháp?

Ví dụ 2: dập tắt hồ quang điện bằng buồng dập với các tấm ngăn bằng kim loại

- Tính số tấm ngăn n để dập tắt hồ quang điện xoay chiều bằng phương pháp cường bức, biết điện áp nguồn điện lớn nhất là 240V, $f=50\text{Hz}$. Cho $L = 3\text{ cm}$, $e = 1\text{ mm}$, $\Delta U_{AC} = 22\text{ V}$, $E_{hq} = 75\text{ V/cm}$ (ứng với dòng điện ngắt 10kA, vật liệu tiếp điểm gồm bạc và kết cấu buồng dập cho trước).



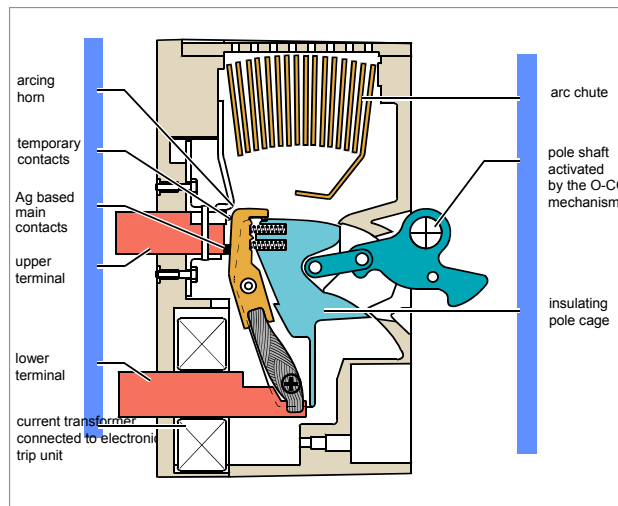
Ví dụ 2: dập tắt hồ quang điện bằng buồng dập với các tấm ngăn bằng kim loại



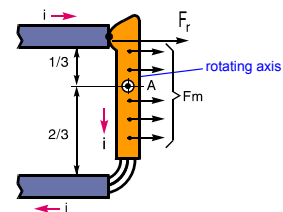
BMTBD-LT KCD-nxuong

47

Dập tắt hồ quang điện bằng buồng dập với các tấm ngăn bằng kim loại - ACB



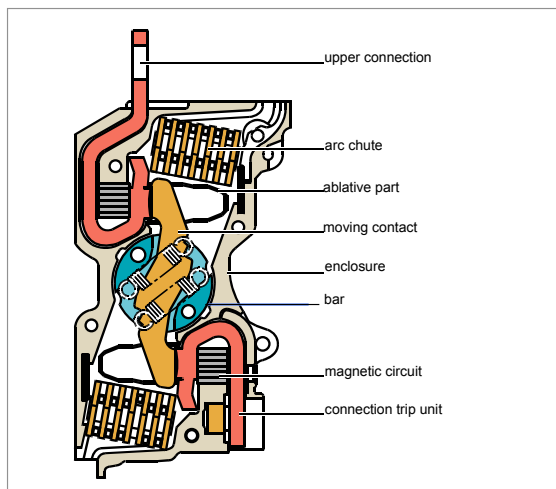
Blow closed technology



BMTBD-LT KCD-nxuong

48

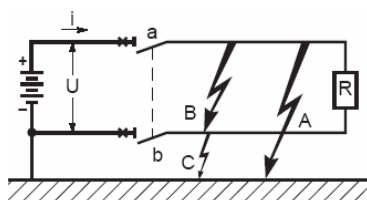
Dập tắt hồ quang điện bằng buồng dập với các tấm ngăn bằng kim loại - MCCB



BMTBD-LT KCD-nxuong

49

Ví dụ 3: lựa chọn CB cho mạch điện DC



sự cố A	
sự cố B	
sự cố C	
Trường hợp xấu nhất	
Vị trí lắp thiết bị ngắt bảo vệ	

BMTBD-LT KCD-nxuong

50

Ví dụ 3: lựa chọn CB cho mạch điện DC

DC Breaking capacity

CB type	rating (A) breaker	DC Breaking capacity (kA) - L/R<0.015s				Magnetic up-rating coef.
		<60V	125V	125V	250V	
C32H-DC	10 - 40		10 (1P)	20 (2P)	10 (2P)	special DC
C60N	6 - 63	15 (1P)	20 (2P)	30 (3P)	40 (4P)	1.38
C60H	6 - 63	20 (1P)	25 (2P)	40 (3P)	50 (4P)	1.38
NC100H	10 - 100	20 (1P)	30 (2P)	40 (3P)	20 (4P)	1.42

Ví dụ 3: lựa chọn CB cho mạch điện DC