

## 1. Các biểu thức tính toán cơ bản đối với các sơ đồ chỉnh lưu với tải $R_d - L_d - E_d$ ( $L_d = \infty$ , khi chưa có chuyển mạch)

### 1.1 Các sơ đồ chỉnh lưu hình tia

#### a. Sơ đồ chỉnh lưu hình tia hai pha không có $D_0$

Các biểu thức tính toán cơ bản:

$$U_d = U_{do} \cos \alpha$$

$$U_{do} = (2\sqrt{2}/\pi).U_2 \approx 0,9.U_2$$

Trong đó  $U_2$  giá trị hiệu dụng của điện áp một pha bên thứ cấp BA.

$$I_{Tib} = I_d / 2 ; \quad I_T = I_d / \sqrt{2}$$

$$U_{Tth \max} = U_{Tng \max} = 2\sqrt{2}U_2$$

$$I_2 = I_d / \sqrt{2} ; \quad I_1 = I_d / (k_{ba} \sqrt{2})$$

#### b. Sơ đồ chỉnh lưu hình tia 2 pha có $D_0$

Các biểu thức tính toán cơ bản:

$$U_d = U_{do} (1 + \cos \alpha) / 2 ; \quad U_{Tth \max} = \sqrt{2}.U_2 ;$$

$$U_{Tng \max} = 2.\sqrt{2}.U_2 ; \quad U_{Dong \max} = \sqrt{2}.U_2 ;$$

$$I_{Tib} = I_d (\pi - \alpha) / 2\pi ; \quad I_T = I_d \sqrt{(\pi - \alpha) / 2\pi} ;$$

$$I_{Dotb} = I_d (\alpha / 2) ; \quad I_{Do} = I_d \sqrt{\alpha / \pi}$$

#### c. Sơ đồ chỉnh lưu hình tia 3 pha không có diode không ( $D_0$ )

Các biểu thức tính toán cơ bản:

$$U_d = U_{do} \cdot \cos \alpha ; \quad U_{do} = (3\sqrt{6}/2\pi).U_2 \approx 1,17U_2 ; \quad U_{Tth \max} = U_{Tng \max} = \sqrt{6}.U_2$$

$$I_{Tib} = I_d / 3 ; \quad I_T = I_d / \sqrt{3}$$

Dòng hiệu dụng cuộn dây sơ và thứ cấp máy biến khi tổ nối dây Y/Y<sub>0</sub>

$$I_2 = I_T = I_d / \sqrt{3} ; \quad I_1 = I_d / (k_{ba} \cdot \sqrt{3})$$

#### d. Sơ đồ chỉnh lưu hình tia 3 pha có diode không $D_0$

Các biểu thức tính toán cơ bản:

$$U_d = U_{do} [1 + \cos(\alpha + 30^\circ)] / \sqrt{3}$$

$$I_{Tib} = I_d (5\pi / 6 - \alpha) / 2\pi ; \quad I_T = I_d \sqrt{(5\pi / 6 - \alpha) / 2\pi}$$

$$I_{Dotb} = I_d .3.(\alpha - \pi / 6) / 2\pi ; \quad I_{Do} = I_d \sqrt{3.(\alpha - \pi / 6) / 2\pi}$$

$$U_{Tth \max} = \sqrt{2}.U_2 ;$$

$$U_{Tng \max} = \sqrt{6}.U_2 ;$$

$$U_{Dong \max} = \sqrt{2}U_2$$

### 1.2 Các sơ đồ chỉnh lưu hình cầu

#### a. Sơ đồ chỉnh lưu cầu 1 pha điều khiển hoàn toàn

Các biểu thức tính toán cơ bản:

$$U_d = U_{do} \cos \alpha , \quad U_{do} = (2\sqrt{2}/\pi).U_2 \approx 0,9.U_2$$

Trong đó  $U_2$  giá trị hiệu dụng của điện áp bên thứ cấp BA.

$$I_{Tib} = I_d / \sqrt{2} ; \quad I_T = I_d / \sqrt{2} ; \quad U_{Tth \max} = U_{Tng \max} = \sqrt{2}.U_2$$

$$I_2 = I_d ; \quad I_1 = I_d / k_{ba}$$

## b. Sơ đồ chỉnh lưu cầu 1 pha có diode không ( $D_0$ )

Các biểu thức tính toán cơ bản:

$$U_d = U_{do}(1 + \cos \alpha) / 2; \quad U_{Tth \max} = \sqrt{2} \cdot U_2; \quad U_{Tng \max} = \sqrt{2} \cdot U_2; \quad U_{Dng \max} = \sqrt{2} \cdot U_2$$
$$I_{Ttb} = I_d(\pi - \alpha) / 2\pi; \quad I_T = I_d \sqrt{(\pi - \alpha) / 2\pi}; \quad I_{Dotb} = I_d(\alpha / \pi); \quad I_{Do} = I_d \sqrt{\alpha / \pi}$$

## c. Các sơ đồ chỉnh lưu cầu 1 pha dùng 2 diode và 2 thyristor (2D-2T)

### c.1. Sơ đồ thứ nhất T và D đấu chung K và A

Các biểu thức tính toán cơ bản:

$$U_d = U_{do}(1 + \cos \alpha) / 2$$
$$I_{Ttb} = I_d(\pi - \alpha) / 2\pi; \quad I_T = I_d \sqrt{(\pi - \alpha) / 2\pi}$$
$$U_{Tth \max} = \sqrt{2} \cdot U_2; \quad U_{Tng \max} = \sqrt{2} \cdot U_2$$
$$I_{Dtb} = I_d \cdot (\pi + \alpha) / 2\pi; \quad I_D = I_d \sqrt{(\pi + \alpha) / 2\pi}$$
$$U_{Dng \max} = \sqrt{2} \cdot U_2$$

### c.2. Sơ đồ thứ hai T đấu chung K và D đấu chung A

Các biểu thức tính toán cơ bản:

$$U_d = U_{do}(1 + \cos \alpha) / 2; \quad U_{Tth \max} = \sqrt{2} \cdot U_2; \quad U_{Tng \max} = \sqrt{2} \cdot U_2; \quad U_{Dng \max} = \sqrt{2} \cdot U_2$$
$$I_{Ttb} = I_d / 2; \quad I_T = I_d / \sqrt{2}; \quad I_{Dtb} = I_d / 2; \quad I_D = I_d / \sqrt{2}$$

## d. Sơ đồ chỉnh lưu hình cầu 3 pha 6 tiristo

Các biểu thức tính toán cơ bản:

$$U_d = U_{do} \cdot \cos \alpha; \quad U_{do} = (3\sqrt{6} / \pi) \cdot U_2 \approx 2,34 U_2; \quad U_{Tth \max} = U_{Tng \max} = \sqrt{6} U_2$$
$$I_{Ttb} = I_d / 3; \quad I_T = I_d / \sqrt{3}$$

Dòng hiệu dụng cuộn dây sơ và thứ cấp máy biến khi tổ nối dây Y/Y

$$I_2 = I_T = I_d \cdot \sqrt{2/3}; \quad I_1 = \frac{I_d}{k_{ba}} \sqrt{2/3}$$

### 1.3. Chế độ làm việc nghịch lưu của bộ chỉnh lưu:

Điều kiện:

- Góc điều khiển:  $90^\circ < \alpha < 180^\circ$

(Bộ chỉnh lưu làm việc ở chế độ dòng liên tục  $U_d = U_{do} \cdot \cos \alpha$ )

- Phải đảo chiều sức điện động của phụ tải và đảm bảo yêu cầu:  $|E_d| > |U_d|$

## 2. Các biểu thức tính toán cơ bản đối với các sơ đồ chỉnh lưu với tải $R_d - L_d$ - $E_d$ ( $L_d = \infty$ ) khi có chuyển mạch (trùng dẫn)

### 2.1 Góc chuyển mạch

Khoảng thời gian chuyển mạch qui ra góc độ điện được gọi là góc chuyển mạch và thường được ký hiệu là  $\gamma$ .

Lưu ý:  $U_m$  là biên độ điện áp lớn nhất của hiệu điện áp hai pha

Góc chuyển mạch ứng với góc điều khiển  $\alpha = 0$

$$1 - \cos \gamma_0 = \frac{2\omega L_s}{U_m} I_d \Rightarrow \gamma_0 = \arccos \left[ 1 - \frac{2\omega L_s}{U_m} I_d \right]$$

Góc chuyển mạch ứng với góc điều khiển  $\alpha$  bất kì:

$$\begin{aligned} \cos \alpha - \cos(\alpha + \gamma) &= \frac{2\omega L_s}{U_m} I_d = 1 - \cos \gamma_0 \\ \Rightarrow \gamma &= \arccos \left[ \cos \alpha - \frac{2\omega L_s}{U_m} I_d \right] - \alpha \\ \Leftrightarrow \gamma &= \arccos [\cos \alpha + \cos \gamma_0 - 1] - \alpha \end{aligned}$$

### 2.2. Điện áp chỉnh lưu khi có xét đến quá trình chuyển mạch

#### a. Điện áp chỉnh lưu tức thời:

$$u_d = (u_{n+1} + u_n)/2$$

#### b. Điện áp chỉnh lưu trung bình.

Với các sơ đồ hình tia, bỏ qua điện trở nguồn:

$$U_d = U_{do} \cos \alpha - \frac{q}{2\pi} \omega L_s I_d$$

Với các sơ đồ hình tia, có xét tới điện trở nguồn:

$$U_d = U_{do} \cos \alpha - \frac{q}{2\pi} \omega L_s I_d - R_s I_d$$

Với các sơ đồ cầu ba pha, có xét tới điện trở nguồn:

$$U_d = U_{do} \cos \alpha - \frac{3}{\pi} \omega L_s I_d - 2R_s I_d$$

Với các sơ đồ cầu một pha, có xét tới điện trở nguồn:

$$U_d = U_{do} \cos \alpha - \frac{2}{\pi} \omega L_s I_d - 2R_s I_d$$

### 3.1. Ví dụ:

#### a. Ví dụ 1:

Cho sơ đồ chỉnh lưu hình tia hai pha không có diôt Do, phụ tải  $R_d - L_d - E_d$ . Biết rằng các thông số của sơ đồ chỉnh lưu như sau:  $U_2 = 220\text{VAC}$ ;  $f = 50\text{Hz}$ ;  $L_s = 1\text{mH}$ ;  $R_d = 6\Omega$ ;  $L_d = \infty$ ;  $E_d = 50\text{VDC}$ ;  $\alpha = 30^\circ$ . Tính  $P_d$ , dòng trung bình qua các van, góc chuyển mạch  $\gamma$ .

#### Lời giải:

Ta có:  $P_d = U_d \cdot I_d$

$$\text{Với: } \begin{cases} U_d = U_{do} \cdot \cos \alpha - \frac{q}{2\pi} \omega L_s I_d - R_s I_d \\ I_d = \frac{U_d - E_d}{R_d} \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} U_d + \frac{q}{2\pi} \omega L_s I_d + R_s I_d = U_{do} \cdot \cos \alpha \\ U_d - I_d R_d = E_d \end{cases}$$

$$\rightarrow \begin{cases} U_d + 0.1 I_d = 171.5 \\ U_d - 6 I_d = 50 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} U_d = 169.5\text{V} \\ I_d = 19.92\text{A} \end{cases}$$

**Dòng trung bình qua các van:** khoảng thời gian dẫn dòng của T thay đổi

(Cộng thêm góc chuyển mạch  $\gamma$ ). **Giá trị không đổi:**  $I_{Tb} = \frac{I_d}{2}$

#### Góc chuyển mạch $\gamma$

$$\gamma = \arccos \left[ \cos \alpha - \frac{2\omega L_s}{U_m} I_d \right] - \alpha$$
$$\Rightarrow \gamma = \arccos \left[ \cos 30^\circ - \frac{2 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \sqrt{2} U_2} \cdot 19.92 \right] - 30^\circ = 2.23^\circ$$

#### b. Ví dụ 2:

Cho sơ đồ chỉnh lưu hình tia hai pha không có diôt Do, phụ tải  $R_d - L_d - E_d$ . Biết rằng các thông số của sơ đồ chỉnh lưu như sau:  $U_2 = 220\text{VAC}$ ;  $f = 50\text{Hz}$ ;  $L_s = 1\text{mH}$ ;  $R_d = 6\Omega$ ;  $L_d = \infty$ ;  $E_d = 50\text{VDC}$ ;  $I_d = 15\text{A}$ . Tính góc điều khiển  $\alpha$  và góc chuyển mạch  $\gamma$ .

**c. Ví dụ 3:**

Cho sơ đồ chỉnh lưu hình tia hai pha không có diôt Do, phụ tải  $R_d - L_d - E_d$ . Biết rằng sơ đồ chỉnh lưu trên làm việc ở chế độ nghịch lưu với các thông như sau:

$$U_2 = 200\text{VAC}; E_d = 180\text{VDC}; f = 50\text{Hz}; L_s = 1\text{mH}; R_d = 0,2\Omega; L_d = \infty; I_d = 200\text{A}.$$

Tính góc mở  $\alpha$  và góc trùng dẫn  $\gamma$ .

**Lời giải:**

**Ta có góc mở  $\alpha$ :**

$$\begin{cases} U_d = U_{do} \cdot \cos \alpha - \frac{q}{2\pi} \omega L_s I_d - R_s I_d \\ I_d = \frac{U_d + E_d}{R_d} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} U_{do} \cdot \cos \alpha = U_d + \frac{q}{2\pi} \omega L_s I_d + R_s I_d \\ U_d = I_d R_d - E_d \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \alpha = 131,8^\circ \\ U_d = -140\text{V} \end{cases}$$

**Góc chuyển mạch  $\gamma$**

$$\gamma = \arccos \left[ \cos \alpha - \frac{2\omega L_s}{U_m} I_d \right] - \alpha$$

$$\Rightarrow \gamma = \arccos \left[ \cos 131,8^\circ - \frac{2 \cdot 2\pi \cdot 50 \cdot 1 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot \sqrt{2} U_2} \cdot 200 \right] - 131,8^\circ = 20,9^\circ$$

**d. Ví dụ 4:**

Cho sơ đồ chỉnh lưu hình tia hai pha không có diôt Do, phụ tải  $R_d - L_d - E_d$ . Biết rằng sơ đồ chỉnh lưu trên làm việc ở chế độ nghịch lưu với các thông như sau:

$$U_2 = 200\text{VAC}; E_d = 180\text{VDC}; f = 50\text{Hz}; L_s = 1\text{mH}; R_d = 0,2\Omega; L_d = \infty; \alpha = 145^\circ.$$

Tính công suất tải trả về lưới  $P_d$ , dòng trung bình qua các van, góc chuyển mạch  $\gamma$ .