

$\theta_K < \pi$... diode V0 không hoạt động

$\theta_K > \frac{2\pi}{p} + \theta_Z$... dòng điện liên tục

Dòng điện liên tục

$$i_d(\theta_K) = i_d(\theta_Z) = i_d(\pi) e^{-\frac{\theta_Z + \frac{2\pi}{p} - \pi}{\omega\tau}} - \frac{E_u}{R} \left(1 - e^{-\frac{\theta_Z + \frac{2\pi}{p} - \pi}{\omega\tau}} \right)$$

$$i_d(\theta_Z) = \frac{U_m e^{-\frac{2\pi}{p\omega\tau}} \left[e^{-\frac{\theta_Z - \pi}{\omega\tau}} \sin\varphi - \sin(\theta_Z - \varphi) \right]}{Z \left(1 - e^{-\frac{2\pi}{p\omega\tau}} \right)} - \frac{E_u}{R}$$

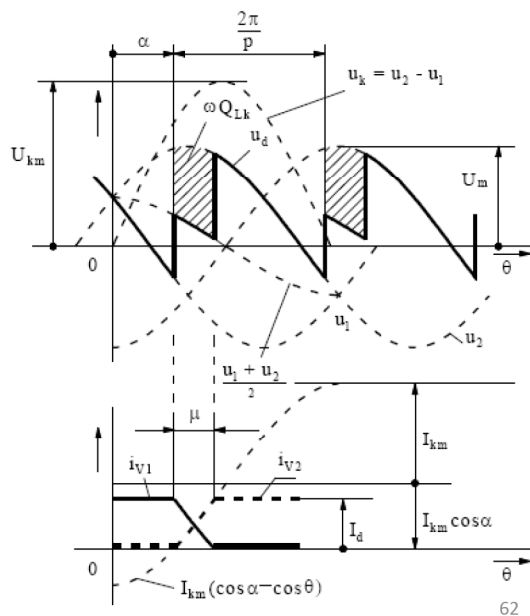
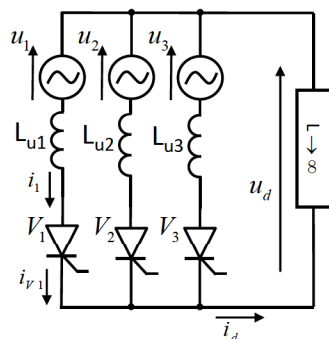
61

3.7 Hiện tượng trùng dẫn (Overlapping)

Khái niệm: Trạng thái các nhánh thyristor ở cùng nhóm cùng dẫn điện tại thời điểm chuyển mạch.

Nguyên nhân: Do nguồn có cảm kháng trong làm dòng điện qua nó không thể thay đổi đột ngột.

3.7.1 Hiện tượng trùng dẫn trong chỉnh lưu hình tia



62

Dòng điện khi chuyển mạch

Giả sử V_1 đang dẫn và kích mở V_2

$$i_{V_1} + i_{V_2} = i_d; \quad u_{V_1} = 0; \quad u_{V_2} = 0; \quad i_{V_3} = 0; \quad u_{V_3} = u_3 - u_d;$$

$$u_d = R i_d + L \frac{di_d}{dt} + E = u_1 - L_k \frac{di_{V_1}}{dt} = u_2 - L_k \frac{di_{V_2}}{dt}$$

$$\Rightarrow L_k \left(\frac{di_{V_2}}{dt} - \frac{di_{V_1}}{dt} \right) = u_2 - u_1 \quad (1)$$

$$L \rightarrow \infty \Rightarrow i_{V_1} + i_{V_2} = I_d = \text{const}$$

$$\Rightarrow \frac{di_{V_1}}{dt} + \frac{di_{V_2}}{dt} = 0 \quad (2)$$

$$\text{Điện áp dây: } u_2 - u_1 = u_k = U_{km} \sin \theta = \sqrt{3} U_m \sin \theta \quad (3)$$

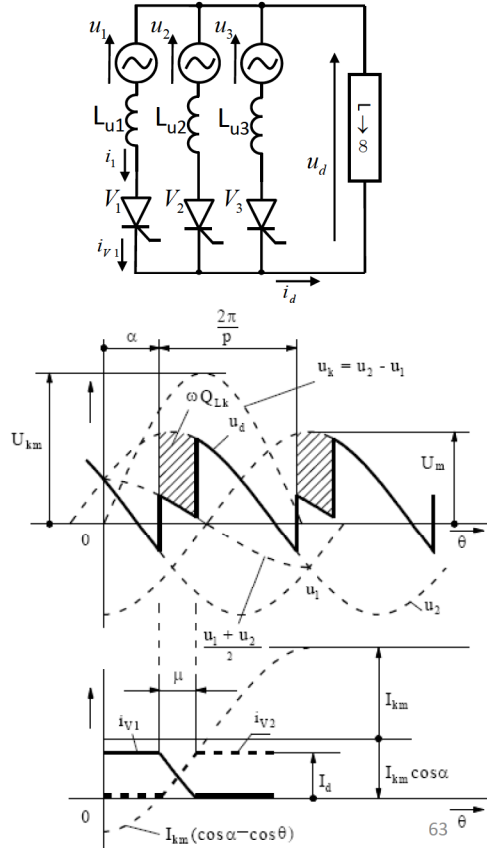
$$(1), (2), (3) \Rightarrow \frac{di_{V_2}}{d\theta} = \frac{U_{km} \sin \theta}{2\omega L_k}$$

$$\Rightarrow i_{V_2} = \frac{U_{km}}{2\omega L_k} (\cos \alpha - \cos \theta) = I_{km} (\cos \alpha - \cos \theta) \quad (4)$$

$$I_{km} = \frac{U_{km}}{2\omega L_k}$$

$$\Rightarrow i_{V_1} = I_d - I_{km} (\cos \alpha - \cos \theta) \quad (5)$$

Dòng i_{V_2} tăng dần từ giá trị 0 và dòng i_{V_1} giảm dần từ giá trị I_d



Góc chuyển mạch:

μ : Khoảng thời gian chuyển mạch qui ra góc độ điện được gọi là góc chuyển mạch (hay góc trùng dẫn)

$$I_d = I_{km} [\cos \alpha - \cos(\alpha + \mu)]$$

Khi kết thúc chuyển mạch thì $i_{V_1} = 0$ và $i_{V_2} = I_d$

$$\Rightarrow \mu = \arccos \left(\cos \alpha - \frac{I_d}{I_{km}} \right) - \alpha$$

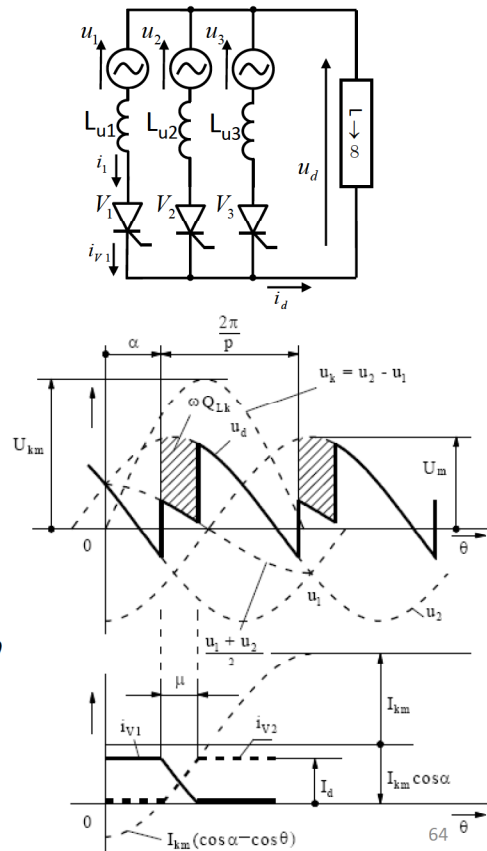
Điện áp khi chuyển mạch

$$2u_d = u_1 + u_2 - L_k \frac{di_{V_1}}{dt} - L_k \frac{di_{V_2}}{dt}$$

$$u_d = u_2 - L_k \frac{di_{V_2}}{dt} = \frac{u_1 + u_2}{2}$$

Độ sụt giảm của điện áp chỉnh lưu trung bình

$$\Delta U_{d\theta} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\alpha+\mu} (u_2 - u_d) d\theta = \frac{m}{2\pi} \int_{\alpha}^{\alpha+\mu} \left(\frac{u_2 - u_1}{2} \right) d\theta$$



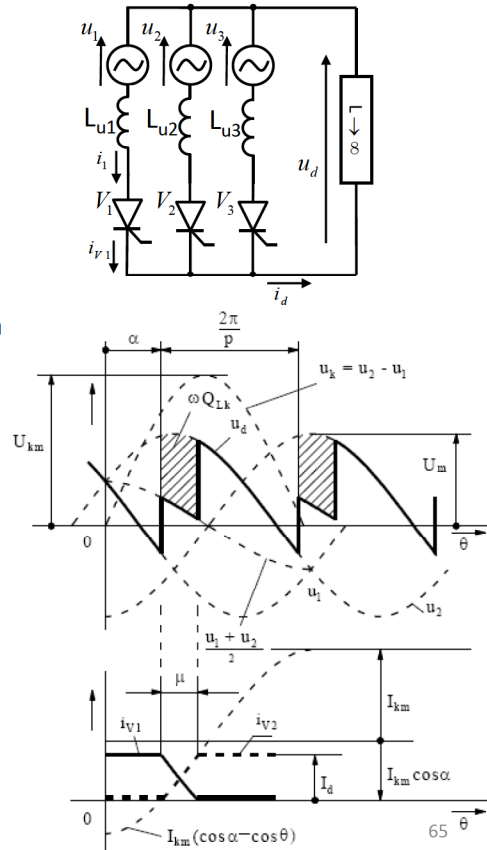
$$\Delta U_{d\theta} = \frac{m \cdot U_{km}}{4\pi} (\cos \alpha - \cos(\alpha + \mu))$$

Tại thời điểm $\theta = \alpha + \mu$ thì $i_{v2} = I_d$

$$\Delta U_{d\theta} = \frac{m \cdot U_{km} \cdot I_d}{4\pi \cdot I_{km}} = \frac{m \cdot \omega \cdot L_k}{2\pi} I_d$$

Điện áp chỉnh lưu trung bình khi có tính đến quá trình chuyển mạch:

$$U_d = U_{d0} \cdot \cos \alpha - (m/2\pi) \cdot \omega \cdot L_k \cdot I_d$$



3.7.2 Hiện tượng trùng dẫn trong chỉnh lưu cầu 1 pha

α : Góc điều khiển là

μ : Góc điều khiển là

Trong giai đoạn trùng dẫn, 4 van đều dẫn $\rightarrow u_d = 0$

Sụt áp do trùng dẫn gấp đôi sụt áp của hai pha

$$\Delta U_{d\theta} = 2 \cdot \frac{m \cdot \omega \cdot L_k}{2\pi} I_d = \frac{2 \cdot \omega \cdot L_k \cdot I_d}{\pi}$$

$$i = I_{km} (\cos \alpha - \cos \theta) - I_d$$

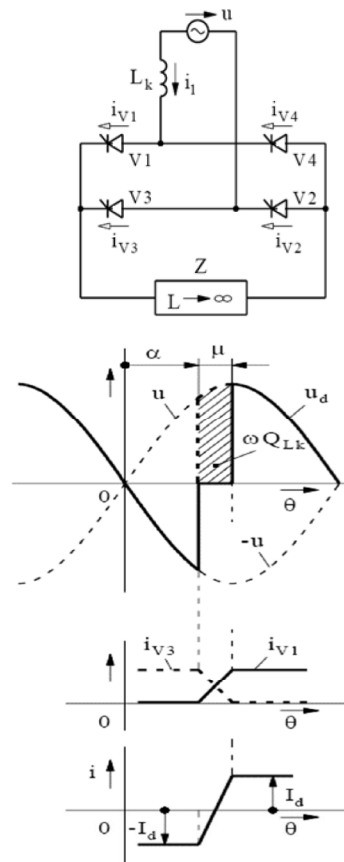
$$I_{km} = \frac{U_{km}}{\omega L_k}$$

$$i_{v1} = i_{v2} = \frac{I_{km}}{2} (\cos \alpha - \cos \theta)$$

$$i_{v3} = i_{v4} = I_d - i_{v1}$$

$$2I_d = I_{km} [\cos \alpha - \cos(\alpha + \mu)]$$

$$\text{Góc trùng dẫn : } \mu = \arccos \left(\cos \alpha - \frac{2I_d}{I_{km}} \right) - \alpha$$



Sụt áp do trùng dẫn

Độ sụt áp do trùng dẫn trong trường hợp tổng quát, :

$$\Delta U_{d\theta} = R_{\theta} \cdot I_d$$

$$R_{\theta} = \frac{p \cdot X_k}{2\pi}$$

+ Chỉnh lưu hình tia 3 pha
+ Chỉnh lưu cầu 3 pha

$$R_{\theta} = \frac{p \cdot X_k}{\pi}$$

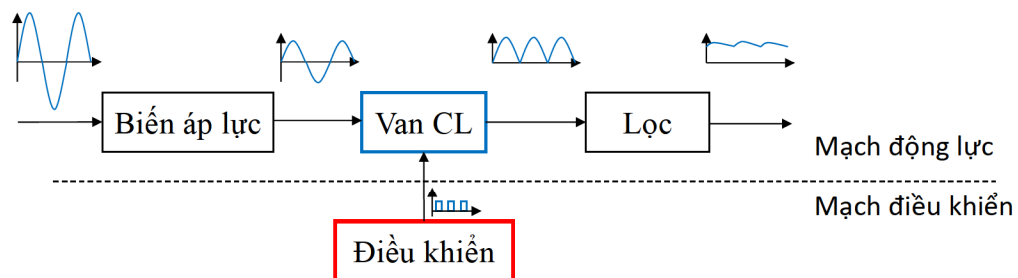
+ Chỉnh lưu cầu 1 pha

Các hệ quả của hiện tượng trùng dẫn:

- Hiện tượng chuyển mạch làm giảm áp tải.
- Hiện tượng chuyển mạch hạn chế phạm vi góc điều khiển α và do đó hạn chế phạm vi điều khiển điện áp chỉnh lưu. $\alpha_M + \mu + \gamma = \pi$
- Hiện tượng chuyển mạch làm biến dạng điện áp nguồn.

67

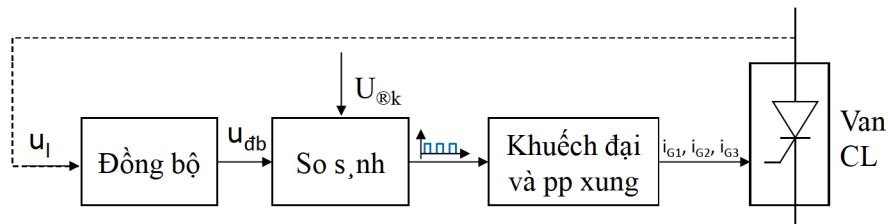
3.8 Các nguyên tắc điều khiển chỉnh lưu



68

Khối điều khiển → Đưa xung điều khiển đưa vào thyristor lúc điện áp đặt lên thyristor dương:

- Phải biết được khi nào điện áp đặt lên thyristor dương
- Phải có điện áp đồng bộ: đồng bộ với điện áp khóa đặt lên thyristor



Khối đồng bộ

Tạo điện áp đồng bộ u_{db} (hay còn gọi là điện áp tựa) cung cấp cho mạch so sánh

- Dạng: sin điều hòa (phương pháp arcsin) hoặc dạng răng cưa tuyến tính
- Pha: đồng pha hoặc trễ pha

Khối so sánh

So sánh giữa điện áp đồng bộ u_{db} và điện áp điều khiển U_{dk} , phát tín hiệu xung vuông ngõ ra khối so sánh.

Khối khuếch đại và phân phối xung

Phân phối xung đến các van điều khiển để mở các van theo một quy luật nhất định.

69

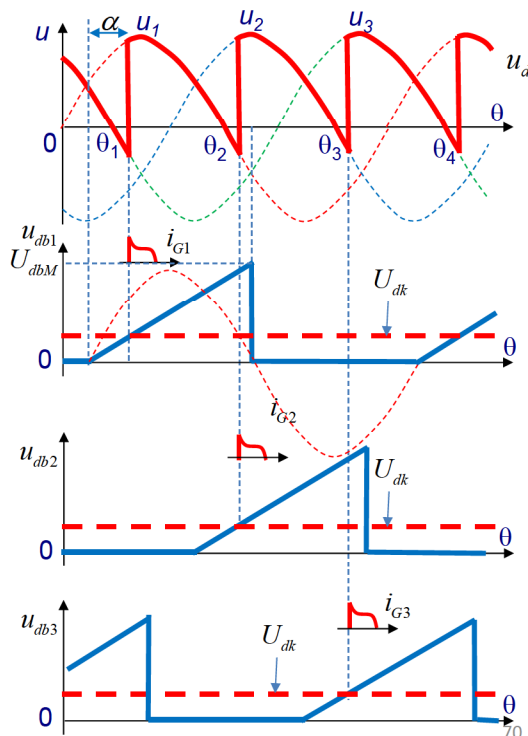
3.8.1 Nguyên tắc thẳng đứng tuyến tính

Điện áp đồng bộ là điện áp răng cưa

$$\alpha = \pi \frac{U_{dk}}{U_{dbM}} = K \cdot U_{dk}$$

Cách tính (xét tam giác đồng dạng)

$$\frac{\alpha}{\pi} = \frac{U_{dk}}{U_{dbM}}$$

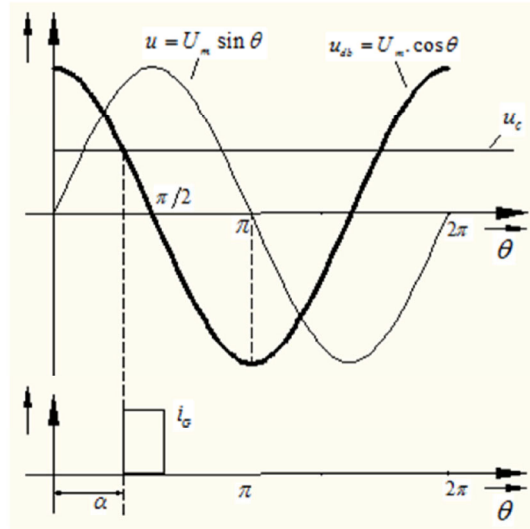


3.8.2 Nguyên tắc arccos

Điện đồng bộ dạng sin u_{db} vượt trước điện áp khóa (thu được ở thứ cấp biến áp đồng bộ) một góc $\pi/2$

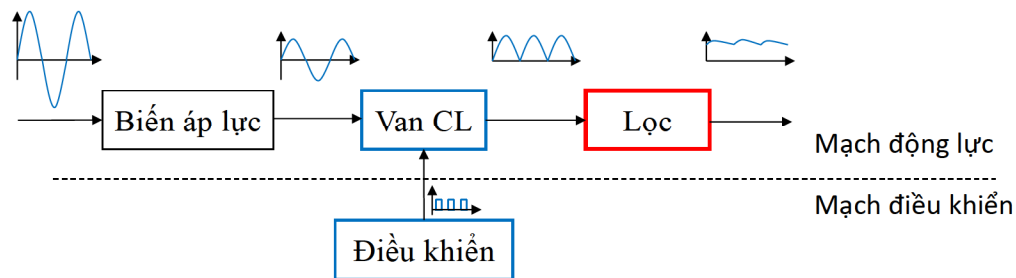
Khi $\theta = \alpha$ thì $u_c = u_{db} = U_m \cos \alpha \Rightarrow$

$$\alpha = \arccos\left(\frac{u_c}{U_m}\right)$$



71

3.9 BỘ LỌC MỘT CHIỀU



3.9.1 Sóng hài bậc cao của điện áp chỉnh lưu

$$U_d = \frac{p \cdot U_m}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi}{m} \cdot \cos \alpha = \frac{p \cdot \sqrt{2} U_2}{\pi} \cdot \sin \frac{\pi}{m} \cdot \cos \alpha = U_{d0} \cdot \cos \alpha$$

M: pha
p: số xung đập mạch

Trị hiệu dụng của điện áp chỉnh lưu :

$$U_{d(RMS)} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_d^2 \cdot d\theta} = U^2 \sqrt{\frac{1}{2} \left(1 + \frac{p}{2\pi} \sin \frac{2\pi}{p} \cos 2\alpha \right)} = \sqrt{U_d^2 + U_\sigma^2}$$

$$\text{Trị hiệu dụng của thành phần bậc cao : } U_\sigma = \sqrt{U_{d(RMS)}^2 - U_d^2}$$

72