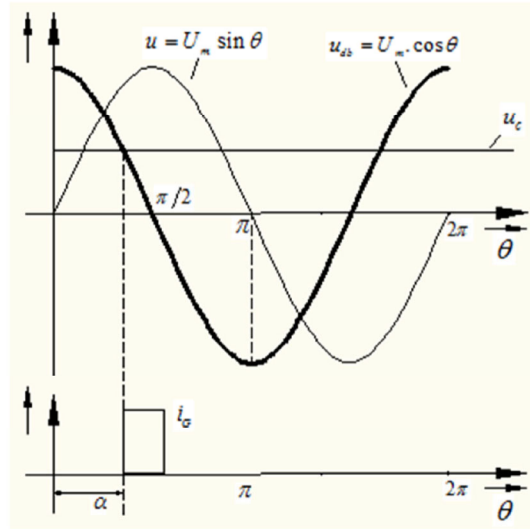


3.8.2 Nguyên tắc arccos

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

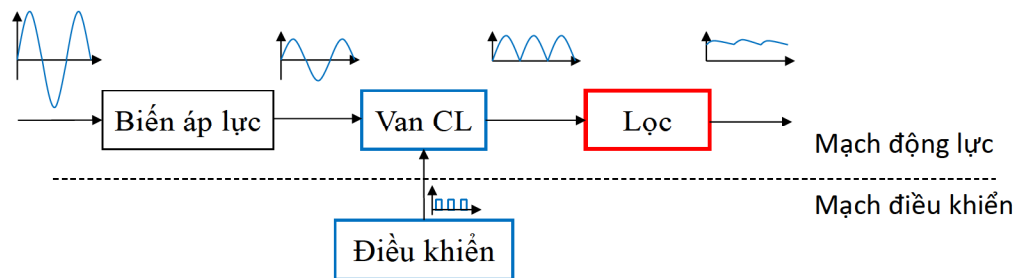
Khi $\theta = \alpha$ thì $u_c = u_{db} = U_m \cos \alpha \Rightarrow$

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



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

Khai triển Fourier của điện áp triển tải

$$u_d(\theta) = U_d + \sum_1^n (a_{(n)} \cos n\theta + b_{(n)} \sin n\theta)$$

$$a_{(n)} = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} u_d \cos n\theta d\theta; \quad b_{(n)} = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} u_d \sin n\theta d\theta \quad (n): \text{ là bậc của sóng hài; } n=1,2,3...$$

Biên độ của sóng hài bậc n:

$$U_{\sigma(n)m} = \sqrt{a_{(n)}^2 + b_{(n)}^2}$$

$$U_{\sigma(n)m} = \sqrt{2} \cdot U_{\sigma(n)} = \frac{2U_{d0} \cos \alpha}{n^2 p^2 - 1} \sqrt{1 + n^2 p^2 \tan^2 \alpha}$$

Giá trị tương đối:

$$U_{\sigma(n)m}^* = \frac{U_{\sigma(n)m}}{U_{d0}} = \frac{2 \cos \alpha}{n^2 p^2 - 1} \sqrt{1 + n^2 p^2 \tan^2 \alpha}$$

→ Biên độ của sóng hài bậc (n) phụ thuộc vào tích np và góc điều khiển α

Tần số thành phần xoay chiều bậc 1: $f_{\sigma(1)} = p \cdot f_1$

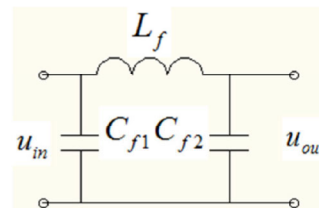
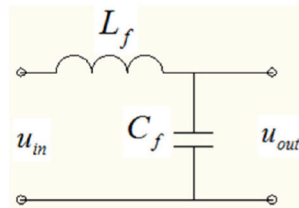
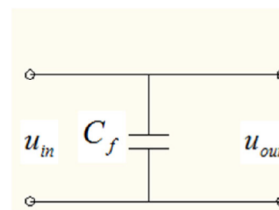
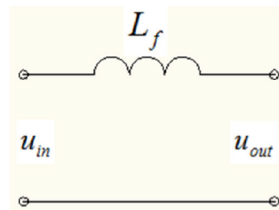
73

Bảng liệt kê giá trị hiệu dụng của ba sóng hài 1, 2, 3 ứng với α

Số đồ	Tần số sóng hài $f_{\sigma(n)} = n \cdot p \cdot f$ [Hz]	Giá trị hiệu dụng tương đối của sóng hài			
		$\alpha=0^\circ$	$\alpha=30^\circ$	$\alpha=60^\circ$	$\alpha=90^\circ$
p=2	1.2.50 = 100	0.472	0.625	0.851	0.968
	2.2.50 = 200	0.094	0.203	0.334	0.392
	3.2.50 = 300	0.041	0.142	0.234	0.266
p=3	1.3.50 = 150	0.176	0.31	0.47	0.53
	2.3.50 = 300	0.041	0.41	0.21	0.25
	3.3.50 = 450	0.017	0.08	0.14	0.16
p=6	1.6.50 = 300	0.041	0.11	0.21	0.25
	2.6.50 = 600	0.011	0.06	0.11	0.12
	3.6.50 = 900	0.004	0.04	0.07	0.08

74

Chức năng : Để hạn chế thành phần xoay chiều của điện áp chỉnh lưu để làm giảm độ nhấp nhô của dòng điện và điện áp tải



→ Bộ lọc nhằm chủ yếu hạn chế thành phần sóng hài bậc 1

75

Hệ số đập mạch của điện áp chỉnh lưu q

$$q = \frac{U_{\sigma(1)}}{U_d}$$

$U_{\sigma(1)}$: giá trị hiệu dụng của thành phần xoay chiều bậc 1.

U_d : giá trị trung bình của điện áp chỉnh lưu.

→ Hệ số đập mạch của chỉnh lưu phụ thuộc vào số xung đập mạch p và góc điều khiển α . q tốt nhất khi $\alpha = 0$ (Van diode).

Hệ số san bằng → đánh giá hiệu quả của khâu lọc

$$k_{sb} = \frac{q_{in}}{q_{out}}$$

$$\text{Với } q_{in} = \frac{U_{\sigma(1)in}}{U_{d/in}}; \quad q_{out} = \frac{U_{\sigma(1)out}}{U_{d/out}}$$

$$k_{sb} = \frac{U_{\sigma(1)in}}{U_{\sigma(1)out}} \cdot \frac{U_{d/out}}{U_{d/in}}$$

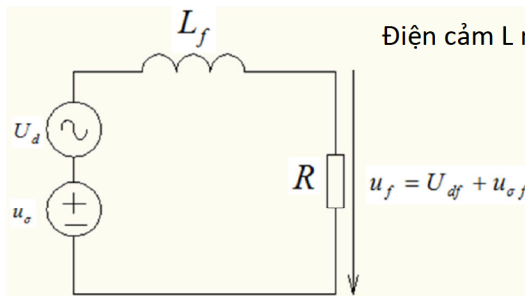
Giả sử độ sụt áp một chiều trên bộ lọc không đáng kể, $U_{d/out} \approx U_{d/in}$

$$k_{sb} = \frac{U_{\sigma(1)in}}{U_{\sigma(1)out}}$$

, k_{sb} càng lớn hơn 1 thì càng tốt.

76

3.9.2 Lọc điện cảm



Điện cảm L mắc nối tiếp với tải

u_d : điện áp trước bộ lọc

u_{df} : điện áp sau bộ lọc

$$u_d = U_d + u_{\sigma}; \quad U_d = U_{d0} \cos \alpha$$

$$u_{df} = U_{df} + u_{\sigma f};$$

Quy tắc phân tích:

- Thành phần U_d không bị điện cảm cản trở $\rightarrow U_d = U_{df}$
- Thành phần xoay chiều bị sụt áp trên L $\rightarrow X_L$ càng lớn hơn R thì thành phần xoay chiều trên R càng nhỏ

Thành phần xoay chiều bậc 1 trên tải :

$$U_{\sigma f(1)} = \frac{U_{\sigma(1)}}{Z} R; \quad Z = \sqrt{X_{L\sigma(1)}^2 + R^2}$$

Bản chất vật lý: Cuộn kháng sinh ra sức điện động phản kháng, hạn chế sự biến thiên của dòng điện xoay chiều

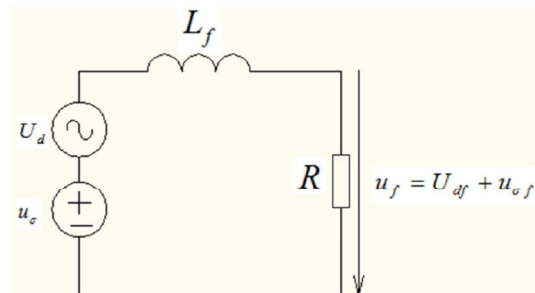
77

Chọn điện cảm L_f sao cho

$$X_{L\sigma(1)} = p \cdot 2\pi \cdot f \cdot L_f \gg R$$

Sóng hài bậc 1 của dòng điện

$$I_{\sigma(1)} = \frac{U_{\sigma(1)}}{\sqrt{X_{L\sigma(1)}^2 + R^2}} \approx \frac{U_{\sigma(1)}}{X_{L\sigma(1)}} = \frac{U_{\sigma f(1)}}{R}$$



Từ đó L_f được xác định bởi

$$L_f = \frac{k_{sb} \cdot R}{2\pi f \cdot p} [H]$$

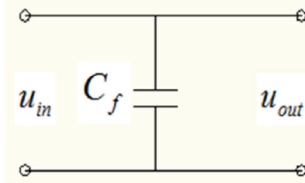
Nhận xét: Lọc bằng điện cảm rất phù hợp với tải công suất lớn vì dễ dàng thực hiện điều kiện lọc tốt khi $X_{L\sigma} \gg R$. Vì R thường nhỏ để hạn chế tổn hao công suất.

Khi không cho trước giá trị của k_{sb} mà cho điều kiện về giá trị cho phép của dòng điện tải $I_{\sigma f(1)cp}$, L_f có thể được xác định:

$$L_f = \frac{U_{\sigma(1)}}{2\pi f \cdot p \cdot I_{\sigma f(1)cp}} [H]$$

78

3.9.3 Loại điện dung



Điện dung C được đấu song song với tải

$$X_{C\sigma} = \frac{1}{2\pi f \cdot p \cdot C_f}$$

$$i_d = I_d + i_\sigma$$

Quy tắc phân tích:

- X_C không cho thành phần I_d đi qua
- X_C càng nhỏ hơn R_t thì dòng xoay chiều càng bị hút vào đường đi qua tụ điện, càng ít dòng xoay chiều qua tải → hiệu quả lọc càng tốt.

$$\rightarrow \text{chọn } X_{C\sigma(1)} = \frac{1}{2\pi f \cdot p \cdot C_f} \ll R$$

Giả sử dòng xoay chiều chỉ qua tụ, dòng một chiều qua tải R. Giá trị tụ lọc tính gần đúng:

$$I^2 = I_d^2 + I_{\sigma(1)}^2 \Rightarrow \frac{U_d^2 + U_{\sigma(1)}^2}{Z} = \left(\frac{U_d}{R}\right)^2 + \left(\frac{U_{\sigma(1)}}{X_C}\right)^2, Z \approx X_C$$

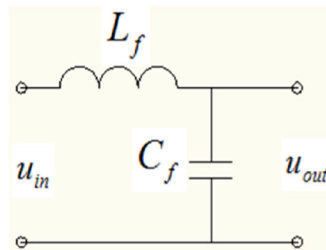
$$C_f = \frac{10^6}{2\pi f \cdot p \cdot R \cdot q_{out}} [\mu F]$$

Bản chất vật lý: Tụ điện giảm độ nhấp nhô của điện áp

Nhận xét: Loại điện dung rất khó thực hiện với tải công suất lớn, R càng nhỏ ta càng khó thực hiện điều kiện lọc tốt do giá trị C phải rất lớn → chỉ dùng cho tải công suất nhỏ

79

3.9.4 Loại LC



Mạch lọc LC là kết hợp của hai loại lọc điện cảm và điện dung

$$X_{L\sigma} \gg R; X_{C\sigma} \ll R$$

→ Thành phần U_d được đưa toàn bộ ra tải, còn thành phần xoay chiều bị giữ (lọc) lại toàn bộ ở khâu lọc.

Xét thành phần bậc 1

$$U_{\sigma(1)} = I_{\sigma(1)} (X_{L\sigma(1)} - X_{C\sigma(1)})$$

$$X_{L\sigma(1)}; X_{C\sigma(1)} \text{ lệch pha nhau } \pi$$

$$U_{\sigma(1)} = I_{\sigma(1)} (X_{L\sigma(1)} - X_{C\sigma(1)})$$

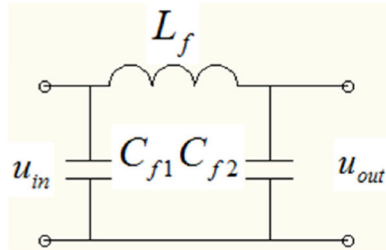
$$U_{\sigma f(1)} = I_{\sigma(1)} \cdot X_{C\sigma(1)}$$

$$\text{Nếu cho trước } k_{sb} = \frac{U_{\sigma(1)in}}{U_{\sigma(1)out}} = \frac{X_{L\sigma(1)}}{X_{C\sigma(1)}} - 1, L_f, C_f \text{ có thể được xác định:}$$

$$L_f \cdot C_f = \frac{k_{sb} + 1}{(p \cdot 2\pi f)^2}$$

80

3.9.5 Lọc hình π (lọc CLC)



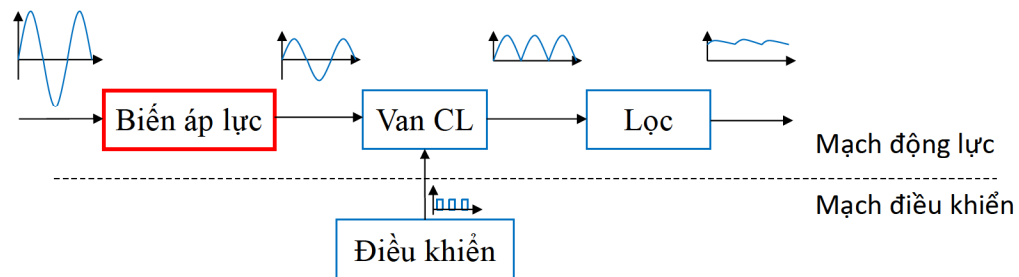
Tương đương hai mạch lọc C và mạch lọc LC mắc nối tiếp nhau.

Hệ số san bằng: $k_{sb\pi} = k_{sbC} \cdot k_{sbLC}$

Lọc dạng π ứng dụng khi cần có $k_{sb} > 50$

81

3.10 MÁY BIẾN ÁP ĐỘNG LỰC



Chức năng:

- Chuyển điện áp của lưới điện xoay chiều u_1 sang điện áp u_2 thích hợp với tải.
- Biến đổi số pha của nguồn lưới (1, 2, 3, 6, 12... Pha).
- Cách ly với điện áp lưới.
- Tác dụng lọc các sóng hài bậc cao

82

3.10 MÁY BIẾN ÁP ĐỘNG LỰC

Sử dụng biến áp động lực cho bộ chỉnh lưu cần quan tâm:

- Công suất của máy biến áp ?
- Hệ số sử dụng của máy biến áp ?

$$k_t = \frac{S_{IN}}{P_{dN}}$$

Dòng điện trong máy biến áp:

$$i_S = I_{S(AV)} + i_{S\sigma}$$

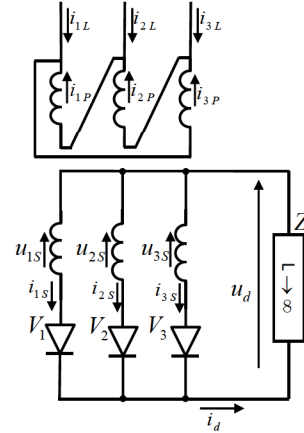
N_p : số vòng dây sơ cấp (Primary)

N_s : số vòng dây thứ cấp (Secondary)

$$I_{S(AV)} = \frac{I_d}{3}$$

Giả sử $N_p = N_s = N$

$$\begin{aligned} i_{1P} &= i_{1S\sigma} = i_{1S} - \frac{I_d}{3} & i_{1L} &= i_{3P} - i_{1P} \\ i_{2P} &= i_{2S\sigma} = i_{2S} - \frac{I_d}{3} & i_{2L} &= i_{1P} - i_{2P} \\ i_{3P} &= i_{3S\sigma} = i_{3S} - \frac{I_d}{3} & i_{3L} &= i_{2P} - i_{3P} \end{aligned}$$



83

Công suất máy biến áp:

$$S_{IN} = \frac{S_s + S_p}{2} = \frac{m_s U_s I_s + m_p U_p I_p}{2} = k_t \cdot P_{dN}$$

$$P_{dN} = U_{di0} \cdot I_d$$

k_t : Hệ số sử dụng máy biến áp

S_p, S_s : Công suất biểu kiến định mức phía sơ cấp, thứ cấp MBA

m_s, m_p : Số pha phía sơ cấp, thứ cấp MBA

U_x, I_x : Trị hiệu dụng điện áp và dòng điện

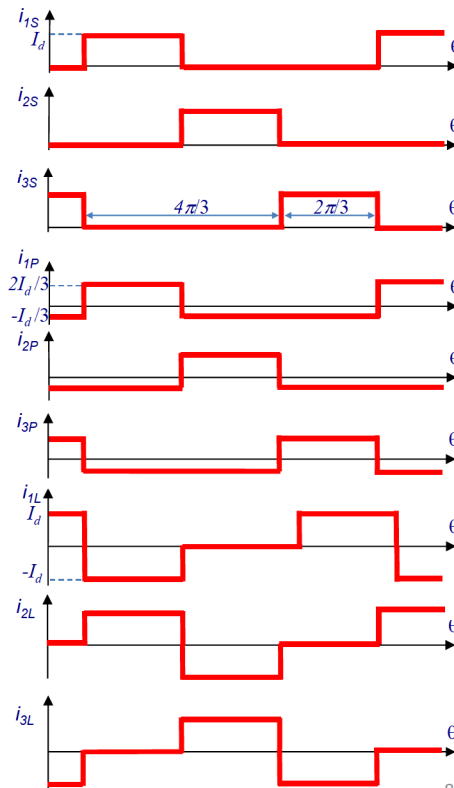
$$I_S = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi/3} I_d^2 d\theta} = \frac{I_d}{\sqrt{3}}$$

$$I_P = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \left(\int_0^{4\pi/3} \left(-\frac{I_d}{3} \right)^2 d\theta + \int_{4\pi/3}^{2\pi} \left(\frac{2I_d}{3} \right)^2 d\theta \right)} = \frac{\sqrt{2}}{3} I_d$$

$$N_s = N_p \Rightarrow U_s = U_p = U$$

Trị hiệu trung bình điện áp chỉnh lưu:

$$U_{di0} = \frac{3\sqrt{6}}{2\pi} U$$



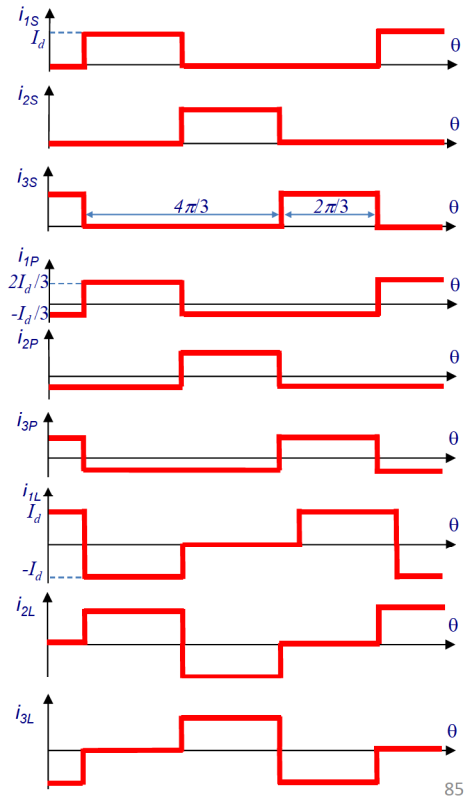
84

$$S_s = \frac{\sqrt{2}}{3} \pi U_{di0} I_{dN} = \frac{\sqrt{2}}{3} \pi P_{dN}$$

$$S_p = \frac{2\pi}{3\sqrt{3}} U_{di0} I_{dN} = \frac{2\pi}{3\sqrt{3}} P_{dN}$$

$$S_{tN} = \frac{\frac{\sqrt{2}}{3} \pi + \frac{2\pi}{3\sqrt{3}}}{2} P_{dN} = 1.35 P_{dN}$$

$$\Rightarrow k_t = 1.35$$



85

	U_{do}	I_V	U_{RVmax}	$I_{RMS/s}$	$I_{RMS/p}$	S_{ba}	m_{dm}
Một pha một nửa chu kỳ	$0,45U_{2f}$	I_d	$1,14U_2$	$1,57I_d$	$1,21I_d k_{ba}$	$3,09P_d$	1
Một pha có điểm giữa	$0,9U_{2f}$	$I_d/2$	$2,83U_2$	$0,58I_d$	$1,11I_d k_{ba}$	$1,48P_d$	2
Một pha sơ đồ cầu	$0,9U_{2f}$	$I_d/2$	$1,41U_2$	$1,11I_d$	$1,11I_d k_{ba}$	$1,23P_d$	2
Ba pha hình tia	$1,17U_{2f}$	$I_d/3$	$2,45U_2$	$0,58I_d$	$0,47I_d k_{ba}$	$1,35P_d$	3
Ba pha sơ đồ cầu	$2,34U_{2f}$	$I_d/3$	$2,45U_2$	$0,816I_d$	$0,816I_d k_{ba}$	$1,05P_d$	6
Sáu pha hình tia	$1,35U_{2f}$	$I_d/6$	$2,83U_2$	$0,29I_d$	$0,58I_d k_{ba}$	$1,56P_d$	6
Sáu pha có cuộn kháng cân bằng	$1,17U_{2f}$	$I_d/6$	$2,45U_2$	$0,29I_d$	$0,41I_d k_{ba}$	$1,26P_d$	6

86