



1

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều

Dùng để thay đổi trị hiệu dụng của điện áp xoay chiều ngõ ra

❑ Các ứng dụng:

- ✓ Điều khiển công suất các tải điện trở
- ✓ Điều khiển chiếu sáng
- ✓ Điều khiển tốc độ động cơ không đồng bộ 1 pha & 3 pha, động cơ vạn năng
- ✓ Dùng trong các hệ thống bù nhuyến.

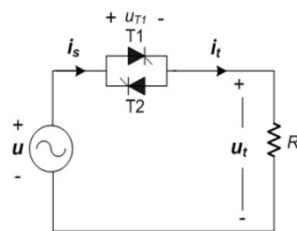
BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

2

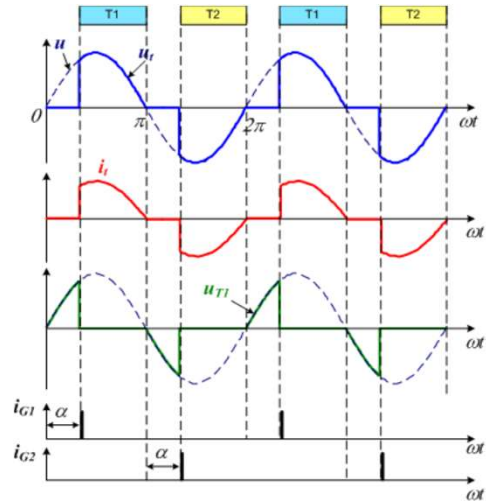
2

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha

Trường hợp tải thuần trở (tải R)



Góc kích: $0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$



BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

3

3

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha

Trường hợp tải thuần trở (tải R)

Trị hiệu dụng áp trên tải:

$$U_t = \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_t^2 dx \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$U_t = U \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Trị hiệu dụng dòng qua tải:

$$I_t = \frac{U_t}{R}$$

Hệ số công suất ngõ vào bộ biến đổi:

$$PF = \frac{P}{S} = \frac{U_t^2 / R}{U I_t} = \frac{U_t}{U} = \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Dòng trung bình qua SCR:

$$I_{VAV} = \frac{1}{2\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \frac{U_m}{R} \sin x dx = \frac{U_m}{2\pi R} (1 + \cos \alpha)$$

Dòng hiệu dụng qua SCR:

$$I_{VRMS} = \frac{I_t}{\sqrt{2}}$$

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

4

4

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha

Trường hợp tải thuần cảm (tải L)

- ✓ Với góc kích $\alpha \leq \pi/2$:
Điện áp tải = điện áp nguồn
→ Không thể điều khiển áp trên tải
- ✓ Với góc kích $\alpha > \pi/2$:
Điện áp ra thay đổi theo góc kích

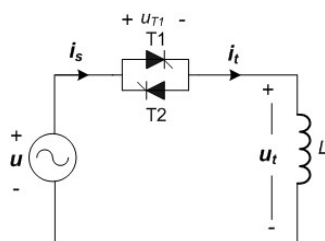
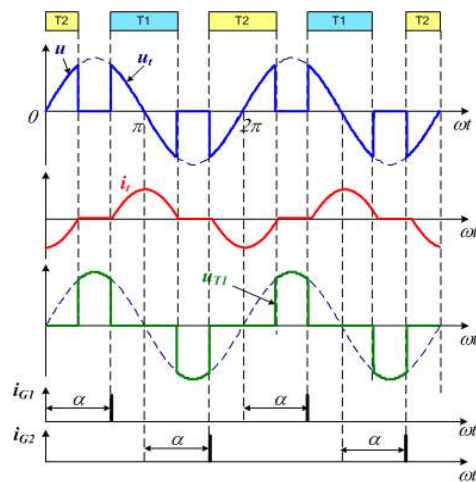
BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

5

5

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha

Trường hợp tải thuần cảm (tải L)

Góc kích: $\alpha \geq \pi/2$ 

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

6

6

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha

Trường hợp tải thuần cảm (tải L)

Với góc kích $\alpha > \pi/2$:

Trị hiệu dụng điện áp trên tải:

$$U_t = \left[\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{2\pi-\alpha} (U_m \sin \theta)^2 d\theta \right]^{\frac{1}{2}} = U_m \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right)^{\frac{1}{2}}$$

Trị hiệu dụng dòng qua tải:

$$I_t = \left(\frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{2\pi-\alpha} i_t^2 d\theta \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{U}{\omega L} \left[2 \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} \right) (1 + 2 \cos^2 \alpha) + \frac{3}{\pi} \sin 2\alpha \right]^{\frac{1}{2}}$$

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

7

7

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha

Trường hợp tải thuần cảm (tải L)

Trong ứng dụng với tải thuần cảm (L), thành phần hài cơ bản của dòng tải có ý nghĩa quan trọng & tính bởi công thức:

$$I_{L(1)m}(\alpha) = \frac{U_m}{\omega L} \left(2 - \frac{2}{\pi} \alpha + \frac{1}{\pi} \sin 2\alpha \right)$$

Với thành phần hài cơ bản, mạch hoạt động như một cảm kháng điều chỉnh được theo góc kích α :

$$X_L(\alpha) = \frac{U_m}{I_{L(1)m}(\alpha)} = \frac{\omega L}{\left(2 - \frac{2}{\pi} \alpha + \frac{1}{\pi} \sin 2\alpha \right)}$$

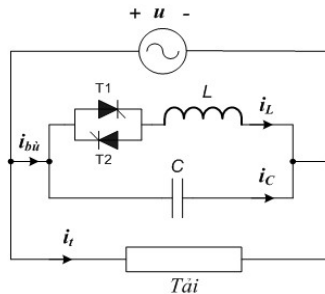
BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

8

8

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha

Trường hợp tải thuần cảm (tải L)



Ứng dụng:

BBĐĐAXC + tải L có thể được dùng với tụ C để hình thành bộ bù nhuyến (static compensator) như hình.

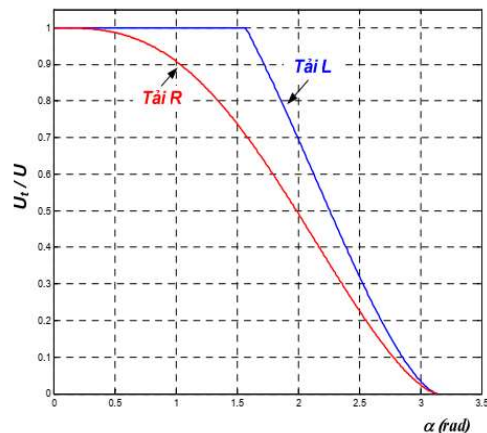
α thay đổi $\rightarrow I_{L(1)}$ thay đổi \rightarrow BBĐĐAXC + tải L tương đương với L thay đổi được \rightarrow dung lượng bù có thể được điều khiển qua góc kích α .

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

9

9

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha



Biến thiên áp ngõ ra theo góc kích

U_t : điện áp ngõ ra, U : điện áp ngõ vào, α : góc kích

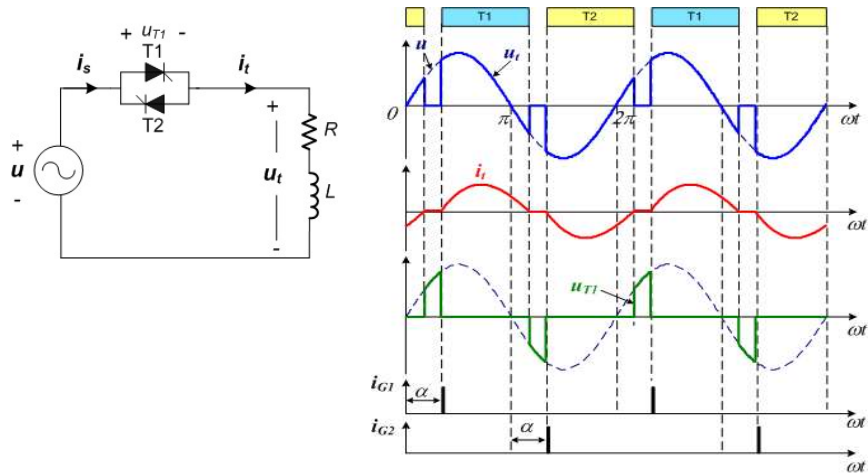
BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

10

10

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha

Trường hợp tải RL



BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

11

11

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha

Trường hợp tải RL

Với góc kích: $0 \leq \alpha \leq 180^\circ$

Gọi $\varphi = \arctan(\omega L/R)$: góc kích tới hạn

Với $\alpha > \varphi$: dòng tải gián đoạn & áp ngõ ra điều khiển được theo α

Với $\alpha < \varphi$: dòng tải liên tục & áp ngõ ra không điều khiển được

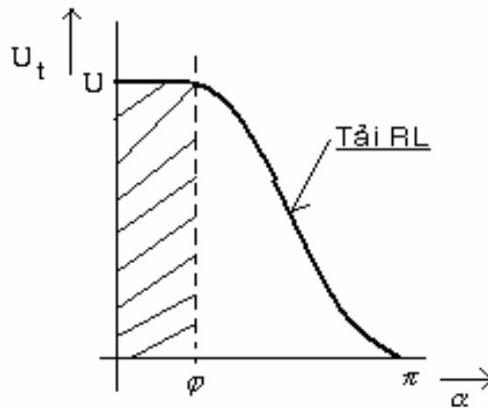
BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

12

12

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha

Trường hợp tải RL



Biến thiên áp ngõ ra theo góc kích

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

13

13

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha

STT	TẢI	PHẠM VI ĐIỀU KHIỂN	TRỊ HIỆU DUNG ÁP TẢI	TRỊ HIỆU DUNG DÒNG TẢI	HỆ SỐ CÔNG SUẤT	GHI CHÚ
01	R	$0 \leq \alpha < \pi$	$U \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$	$\frac{U}{R} \sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$	$\sqrt{1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}}$	
02	L	$\frac{\pi}{2} \leq \alpha < \pi$	$U \sqrt{2(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi})}$	$\frac{U}{\omega L} \sqrt{2(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}) + \frac{3}{\pi} \sin 2\alpha}$		$\varphi = \frac{\pi}{2}$
		$\frac{\pi}{2} \geq \alpha \geq 0$	U	$\frac{U}{\omega L}$	0	vùng không điều khiển được áp tải
03	RL	$\varphi \leq \alpha < \pi$	$U_r(\alpha, R, L)$	$I_r(\alpha, R, L)$	$PF(\alpha, R, L)$	$\varphi = \arctg \frac{\omega L}{R}$
		$\varphi \geq \alpha \geq 0$	U	$\frac{U}{\sqrt{R^2 + (\omega L)^2}}$	$\cos \varphi$	vùng không điều khiển được áp tải

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

14

14

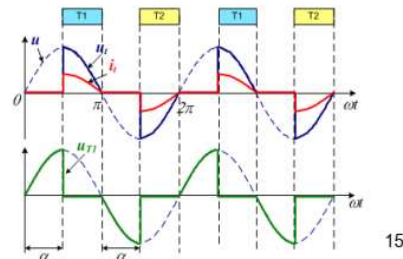
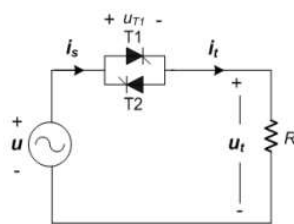
Ví dụ tính toán

Ví dụ 3.1:

Bộ biến đổi áp xoay chiều một pha cấp nguồn cho tải thuần trở $R=10\Omega$.

Nguồn xoay chiều có trị hiệu dụng bằng 220V, 50Hz. Góc điều khiển $\alpha = \frac{\pi}{2}$ [rad]

- Tính trị hiệu dụng áp tải
- Tính công suất tiêu thụ của tải
- Tính hệ số công suất
- Để đạt được công suất tải bằng 4 kW, tính độ lớn góc kích α
- Định mức linh kiện sử dụng



BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

15

15

Ví dụ tính toán

a. Trị hiệu dụng áp tải:

$$U_t = \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot U$$

$$= \left(1 - \frac{\frac{\pi}{2}}{\pi} + \frac{\sin\left(2 \cdot \frac{\pi}{2}\right)}{2\pi}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot 220 = 155,56 [V]$$

b. Công suất tiêu thụ trên tải:

$$P_t = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_t i_t dX = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \frac{u_t^2}{R} dX = \frac{1}{R} U_t^2$$

$$P_t = \frac{155,56^2}{10} = 2420 [W]$$

c. Hệ số công suất nguồn:

(Bỏ qua tổn hao trên SCR)

$$\lambda = PF = \frac{P_t}{S} = \frac{P_t}{U I} = \frac{P_t}{U I_t} = \frac{P_t}{U \cdot \frac{U_t}{R}}$$

$$\lambda = \frac{2420}{220 \cdot \frac{155,56}{10}} = 0,707$$

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

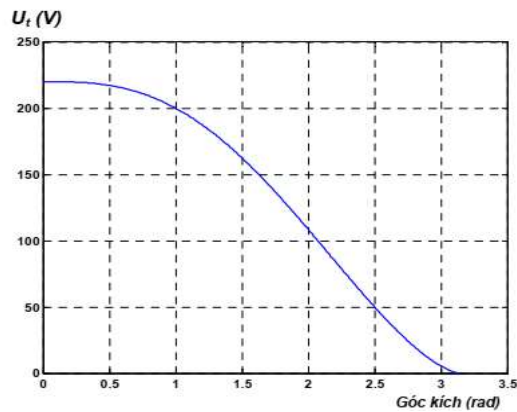
16

16

Ví dụ tính toán

d. Khi $P_t = 4\text{kW}$ ta có: $U_t = \sqrt{P_t \cdot R} = \sqrt{4000 \cdot 10} = 200[\text{V}]$.

Trên đặc tính $U_t(\alpha)$. Ta xác định góc α tương ứng $U_t = 200\text{V}$ là:
 $\alpha = 0,999799(\text{rad})$ hay $\alpha = 57,28^\circ$



BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

17

17

Ví dụ tính toán

e. Điện áp làm việc lớn nhất của SCR:

$$U_{DWM} = U_{RWM} = 220 \cdot \sqrt{2} = 311[\text{V}]$$

Chọn hệ số an toàn áp: $K_u = 2.5$

ta có tham số SCR cần chọn thỏa mãn điều kiện:

$$U_{DRM} = U_{RRM} > 2,5 \cdot 311 = 778(\text{V})$$

Trị trung bình dòng qua SCR ($\alpha=0$):

$$I_{VAV} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i_t \cdot dX = \frac{1}{2\pi} \int_0^{\pi} \frac{\sqrt{2} \cdot U \cdot \sin X}{R} \cdot dX$$

$$I_{VAV} = \frac{\sqrt{2}U}{\pi \cdot R} = \frac{\sqrt{2} \cdot 220}{\pi \cdot 10} = 9,9[\text{A}]$$

Trị hiệu dụng dòng qua SCR:

$$I_{RMS} = \left(\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left(\frac{\sqrt{2} \cdot U \cdot \sin X}{R} \right)^2 \cdot dX \right)^{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{2}U}{2R} = \frac{\sqrt{2} \cdot 220}{2 \cdot 10} = 15,55[\text{A}]$$

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

18

18

Ví dụ tính toán

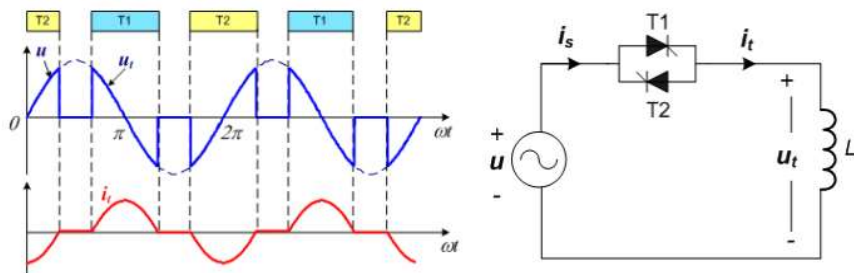
Ví dụ 3.3

Bộ biến đổi áp xoay chiều **một pha** mắc vào tải L .

Tính trị hiệu dụng áp và dòng tải khi $\alpha = \frac{2\pi}{3}$ [rad].

Tính công suất phản kháng của sóng hài cơ bản.

Cho biết $L=0,01\text{H}$, áp nguồn $U = 220\text{V}$, $\omega = 314 \text{ rad/s}$



19

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

19

19

Ví dụ tính toán

Giải:

Trị hiệu dụng áp tải theo công thức:

$$U_t = U \sqrt{2 \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} + \frac{\sin 2\alpha}{2\pi} \right)} = 220 \cdot \sqrt{2 \left(1 - \frac{\frac{2\pi}{3}}{\pi} + \frac{\sin 2 \cdot \frac{2\pi}{3}}{2\pi} \right)} = 137,566 [\text{V}]$$

Trị hiệu dụng dòng tải:

$$I_t = \frac{U}{\omega L} \sqrt{2 \left(1 - \frac{\alpha}{\pi} \right) \left(1 + 2 \cos^2 \alpha \right) + \frac{3}{\pi} \sin 2\alpha}$$

$$I_t = \frac{220}{314 \cdot 0,01} \cdot \sqrt{2 \left(1 - \frac{\frac{2\pi}{3}}{\pi} \right) \left(1 + 2 \cos^2 \frac{2\pi}{3} \right) + \frac{3}{\pi} \sin \left(2 \cdot \frac{2\pi}{3} \right)} = 29,142 [\text{A}]$$

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

20

20

Ví dụ tính toán

Công suất phản kháng của sóng hài cơ bản:

$$Q_{(1)} = U_S \cdot I_{t(1)} \text{ với :}$$

$$I_{t(1)} = \frac{U_S}{\pi \omega L} (2\pi - 2\alpha + \sin 2\alpha) \quad \frac{\pi}{2} < \alpha < \pi$$

$$I_{t(1)} = \frac{220}{\pi \cdot 314 \cdot 0,01} \left[2\pi - 2 \cdot \frac{2\pi}{3} + \sin \left(2 \cdot \frac{2\pi}{3} \right) \right]$$

$$I_{t(1)} = 27,395 \text{ (A)}$$

Ta thu được $Q_{t(1)} = 220 \cdot 27,397 = 6025,8 \text{ VAR}$

Ví dụ tính toán

Ví dụ 3.4

Mạch động lực của bộ bù nhiễu một pha như hình vẽ.

Dòng bù được điều khiển bằng cách thay đổi góc kích α trong khoảng $\left(\frac{\pi}{2}, \pi \right)$.

Áp nguồn xoay chiều có trị hiệu dụng $U = 220\text{V}$, $\omega = 314 \text{ rad/s}$.

Công suất bù của tụ $Q_C = 10 \text{ kVAR}$

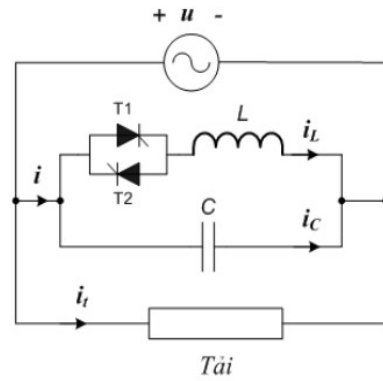
a/- Tính độ lớn cuộn kháng L để có thể bù công suất

với độ lớn thay đổi từ $Q_{\min} = 0$ đến $Q_{\max} = 10 \text{ kVAR}$.

b/- Với L tính được, xác định dòng bù tổng (hài cơ bản)

ứng với các trường hợp góc điều khiển $\alpha_1 = \frac{\pi}{2}; \alpha_2 = \frac{2\pi}{3}; \alpha_3 = \frac{5\pi}{6}; \alpha_4 = \pi$

Ví dụ tính toán



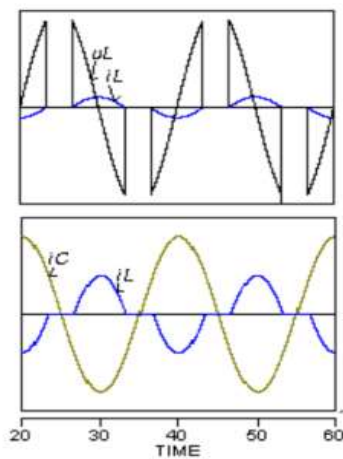
Mạch động lực bộ bù nhiễu một pha

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

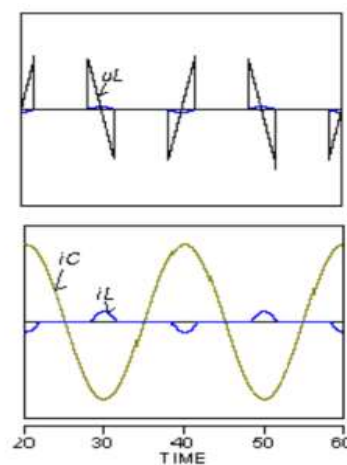
23

23

Ví dụ tính toán



$$a/- \quad \alpha = \frac{2\pi}{3}$$



$$b/- \quad \alpha = \frac{5\pi}{6}$$

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

24

24

Ví dụ tính toán

Giải:

a. Tính L để có thể bù từ $Q_{\min}=0$ đến $Q_{\max}=10\text{kVar}$:

Công suất bù của tụ:

$$Q_C = \frac{U^2}{X_C} = \omega C U^2$$

Công suất bù của cuộn kháng:

$$Q_L = \frac{U^2}{X_L} = \frac{U^2}{\omega L}$$

Để bù đến $\cos\varphi=1$, ta cần có $Q_C=Q_L$. Từ đó:

$$L = \frac{1}{\omega^2 C}$$

$$C = \frac{Q_C}{\omega U^2} = \frac{10.000}{314.220^2} = 657,99 \cdot 10^{-6} [F]$$

$$L = \frac{1}{314^2 (657,99 \cdot 10^{-6})} = 0,0154 [H]$$

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

25

25

Ví dụ tính toán

Giải:

b. Tính dòng bù tổng với các góc kích α khác nhau

Dòng bù tổng:

$$\vec{i}_{b\bar{u}} = \vec{i}_C + \vec{i}_{L(t)} = j \cdot C \cdot \omega U + \frac{\bar{U}}{j \cdot \omega L_t}$$

$$\text{với } \frac{U}{\omega L_t} = I_{L(t)} = \frac{U_S}{\pi \cdot \omega L} [2\pi - 2\alpha + \sin 2\alpha]$$

Ta có kết quả:

$$I_{b\bar{u}} \left(\alpha = \frac{\pi}{2} \right) = 45,45 - 45,45 = 0 \text{ A}$$

$$I_{b\bar{u}} \left(\alpha = \frac{2\pi}{3} \right) = 45,45 - 17,77 = 27,68 \text{ A}$$

$$I_{b\bar{u}} \left(\alpha = \frac{5\pi}{6} \right) = 45,45 - 2,62 = 42,83 \text{ A}$$

$$I_{b\bar{u}} (\alpha = \pi) = 45,45 - 0 = 45,45 \text{ A}$$

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

26

26

Ví dụ tính toán

Ví dụ 3.5:

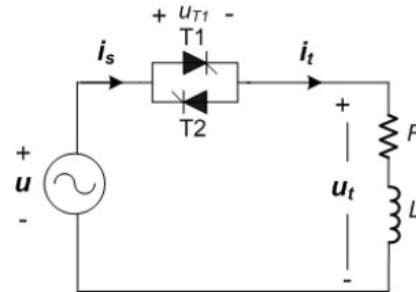
Cho bộ biến đổi điện áp xoay chiều một pha, tải RL,

Điện áp nguồn $U = 220V$, tần số nguồn ac $f=50Hz$.

Kết luận gì về tính liên tục của dòng tải trong các trường hợp sau:

a/- $R = 10 \Omega$; $L = 0,01H$; $\alpha = \frac{\pi}{6}$

b/- $R = 1 \Omega$; $L = 0,01 H$; $\alpha = \frac{\pi}{6}$



BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

27

27

Ví dụ tính toán

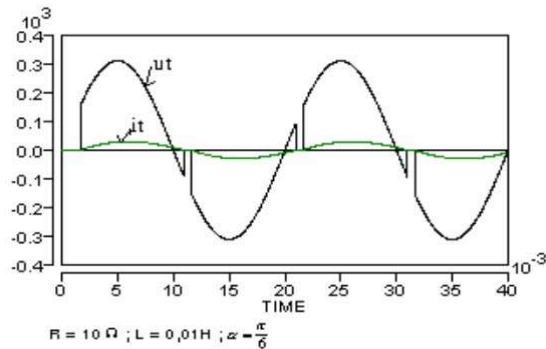
Giải:

a. $R=10\Omega$; $L=0,01H$; $\alpha=\pi/6$:

$$\varphi = \arctg \frac{\omega L}{R} = \arctg \frac{314 \cdot 0,01}{10} = 0,3042[rad]$$

$$\alpha = \frac{\pi}{6} = 0,523[rad] > \varphi$$

\Rightarrow Dòng gián đoạn



BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

28

28

Ví dụ tính toán

b. $R=1\Omega$; $L=0,01H$; $\alpha=\pi/6$:

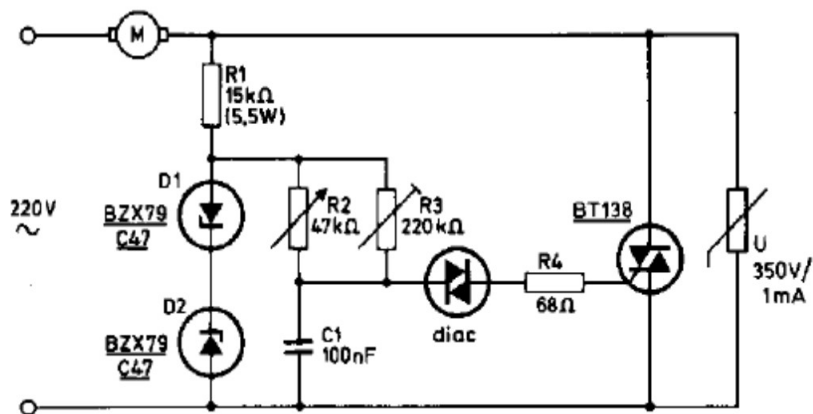
$$\varphi = \arctg \frac{\omega L}{R} = \arctg \frac{314 \cdot 0,01}{1} = 1,262[\text{rad}]$$

$$\alpha = \frac{\pi}{6} = 0,523[\text{rad}] < \varphi$$

\Rightarrow Dòng liên tục

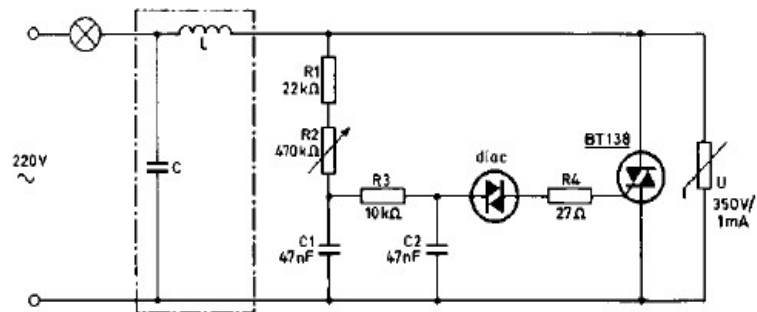
Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha

Mạch ứng dụng: Điều chỉnh tốc độ động cơ máy hút bụi



Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 1 pha

Mạch ứng dụng: Điều chỉnh độ sáng đèn



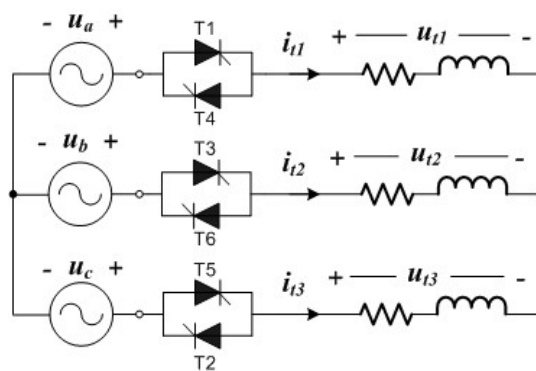
LC: mạch lọc; $L = 2.5\mu\text{H}$, $C = 0.15\mu\text{F}$

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

31

31

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha



Cấu hình bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha với tải đầu Y

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

32

32

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha

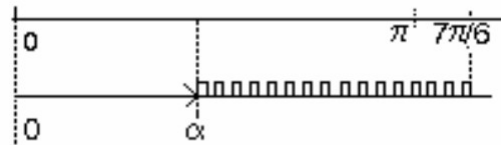
Phân tích hoạt động của BBD điện áp xoay chiều 3 pha khá phức tạp
→ thường sử dụng các chương trình mô phỏng.

Góc kích:

- Tải R: $0 \leq \alpha \leq 5\pi/6$
- Tải L: $\pi/2 \leq \alpha \leq 5\pi/6$
- Tải RL: $\arctan(\omega L/R) \leq \alpha \leq 5\pi/6$

Xung kích:

Để đảm bảo kích dẫn các SCR, xung kích cần kéo dài trong khoảng α
→ $7\pi/6$.



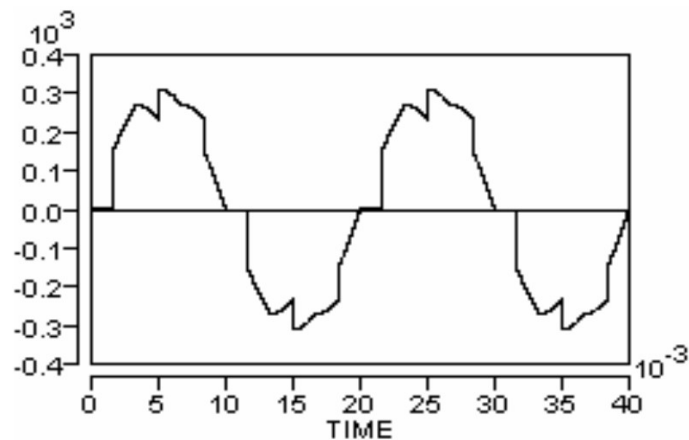
BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

33

33

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha

Tải R, góc kích $\alpha = 30^\circ$



Dạng sóng dòng, áp ngõ ra trên 1 pha

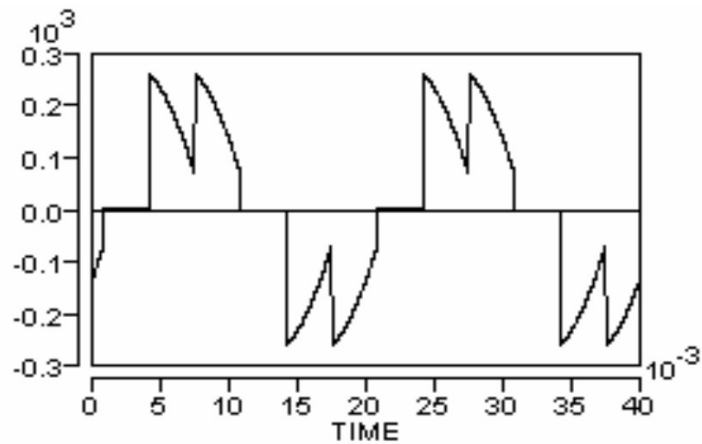
BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

34

34

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha

Tải R, góc kích $\alpha = 75^\circ$



Dạng sóng dòng, áp ngõ ra trên 1 pha

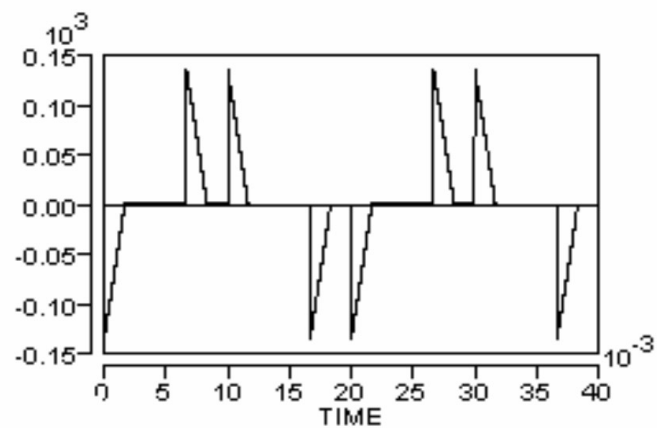
BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

35

35

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha

Tải R, góc kích $\alpha = 120^\circ$



Dạng sóng dòng, áp ngõ ra trên 1 pha

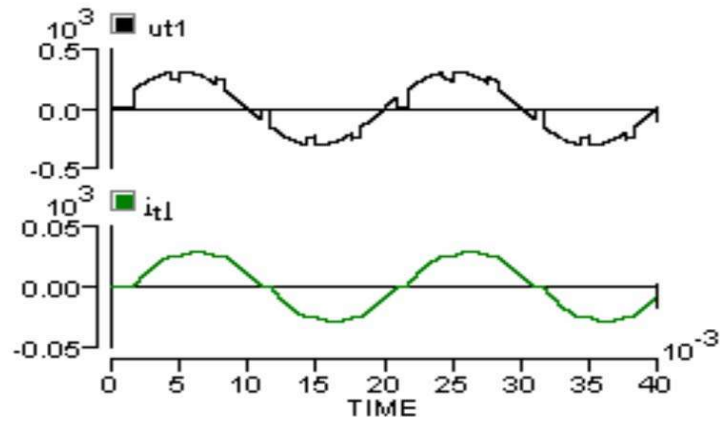
BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

36

36

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha

Tải $R=10\Omega$, $L = 10\text{mH}$, góc kích $\alpha = 30^\circ$



Dạng sóng dòng, áp ngõ ra trên 1 pha

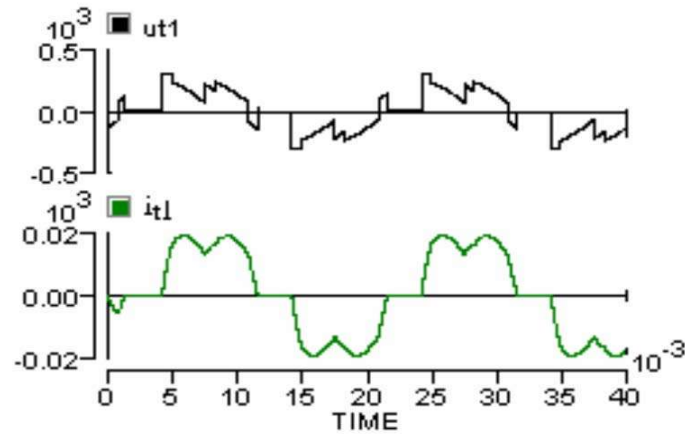
BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

37

37

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha

Tải $R=10\Omega$, $L = 10\text{mH}$, góc kích $\alpha = 75^\circ$



Dạng sóng dòng, áp ngõ ra trên 1 pha

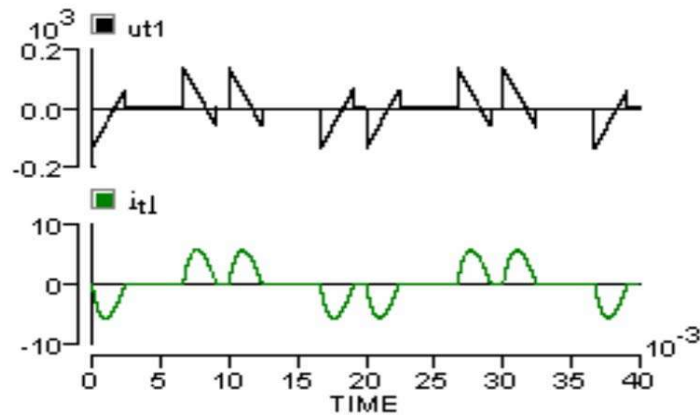
BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

38

38

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha

Tải $R=10\Omega$, $L = 10\text{mH}$, góc kích $\alpha = 120^\circ$



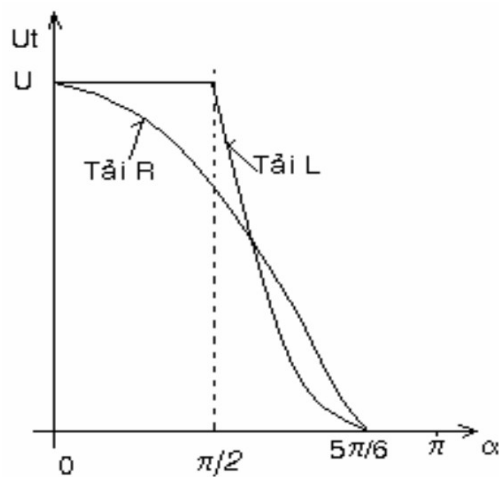
Dạng sóng dòng, áp ngõ ra trên 1 pha

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

39

39

Bộ biến đổi điện áp xoay chiều 3 pha



Biến thiên điện áp hiệu dụng ngõ ra với góc kích

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

40

40

Công tắc xoay chiều

Tên gọi tiếng Anh: Solid state relay, Semiconductor relay...

Có thể hoạt động với tần số cao, đáp ứng nhanh, không gây phóng điện

Có tổn hao trên linh kiện bán dẫn → Cần giải nhiệt.

Sử dụng trong: đóng ngắt động cơ, chuyển mạch nguồn cho lưới điện, chuyển mạch trong hệ thống UPS...



Công tắc xoay chiều 1 pha



Công tắc xoay chiều 3 pha

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

41

41

Công tắc xoay chiều

Điện áp nguồn

Dòng tải

Tín hiệu điều khiển

Thời điểm tắt dòng tải

Đóng cắt đồng bộ với thời điểm áp lưới qua zero

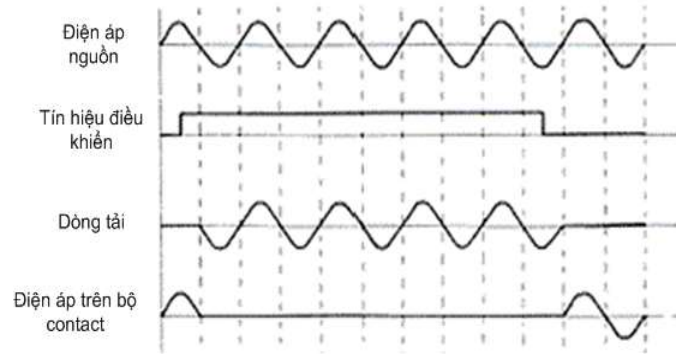
BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

42

42

Công tắc xoay chiều

Dạng sóng với tải thuần trở (tải R)



Dạng sóng khi làm việc của bộ contact xoay chiều

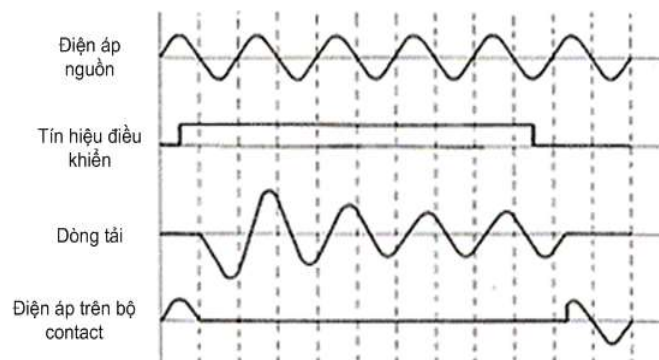
BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

43

43

Công tắc xoay chiều

Dạng sóng với tải có cảm kháng (tải R+L)



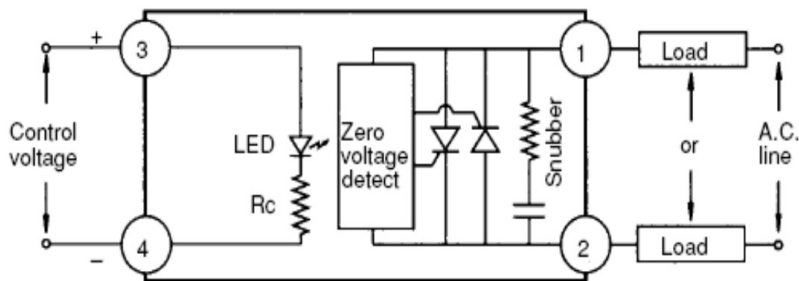
Dạng sóng khi làm việc của bộ contact xoay chiều

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

44

44

Công tắc xoay chiều 1 pha



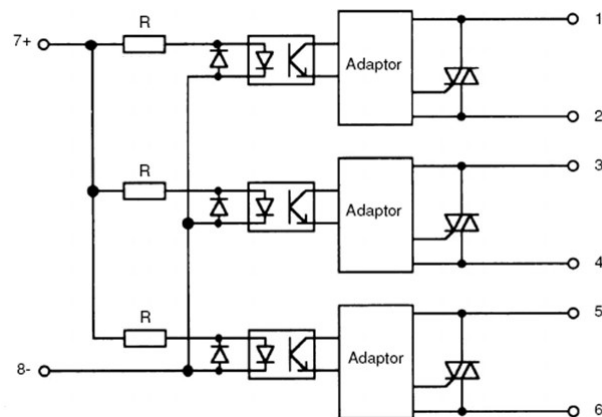
Cấu trúc một bộ công tắc xoay chiều 1 pha, có mạch điều khiển đóng cắt đồng bộ với thời điểm áp lưới qua zero

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

45

45

Công tắc xoay chiều 3 pha



Cấu trúc một bộ công tắc xoay chiều 3 pha

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

46

46

Điều khiển bộ biến đổi điện áp xoay chiều

Điều khiển pha:

- Phương pháp thông thường:
điều khiển kích dẫn theo góc kích $\alpha \rightarrow$ nhiều sóng hài điện áp
- Phương pháp chuyển mạch cưỡng bức:
 - Điều khiển kích dẫn & kích tắt
 - Điện áp ngõ ra có thể được điều khiển theo kiểu điều rộng xung \rightarrow giảm sóng hài
 - Cần sử dụng các linh kiện có thể kích tắt (transistor, GTO...) hoặc SCR với mạch tắt cưỡng bức

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

47

47

Điều khiển bộ biến đổi điện áp xoay chiều

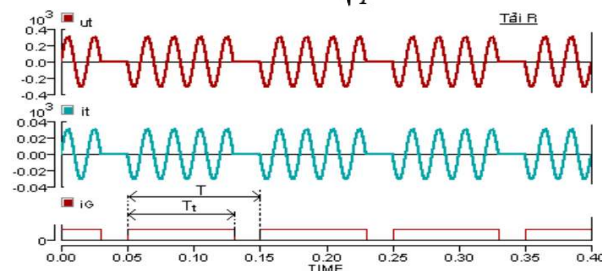
Điều khiển tỉ lệ thời gian (Time duty ratio control)

Sử dụng contact xoay chiều, đóng ngắt đồng bộ với thời điểm áp lưới qua zero.

Chu kỳ đóng ngắt công suất cho tải: $T = nT_s$ (T_s : chu kỳ áp lưới)

Kích đóng trong khoảng $T_t = mT_s$ ($T_t \leq T$)

Điện áp hiệu dụng trên tải: $U_t = U \sqrt{\frac{T_t}{T}}$



BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

48

48

Ví dụ tính toán

Ví dụ 3.2

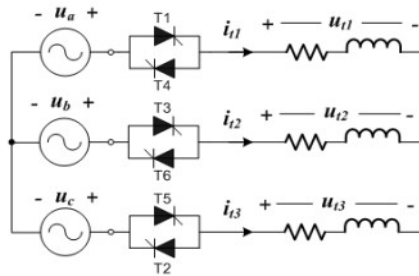
Công tắc xoay chiều ba pha dạng đầy đủ mắc vào tải theo cấu hình sao.

Công suất tải $P = 20\text{kW}$, hệ số công suất 0,707.

Tính định mức áp và dòng cho linh kiện. Áp nguồn có trị hiệu dụng áp dây 440V

Lưu ý: Khi tính chọn SCR cần biết:

- Điện áp ngược cực đại có thể đặt lên SCR,
- Dòng trung bình, hoặc dòng hiệu dụng qua SCR.



BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

49

49

Ví dụ tính toán

Giải:

Dòng điện qua mỗi pha có trị hiệu dụng:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} U_0 \cos \varphi} = \frac{20000}{\sqrt{3} \cdot 440 \cdot 0,707} = 37,119[\text{A}]$$

Dòng đỉnh qua SCR:

$$I_m = \sqrt{2} I = \sqrt{2} \cdot 37,119 = 52,5[\text{A}]$$

Dòng trung bình dòng qua SCR:

$$I_{AV} = \frac{I_m}{\pi} = \frac{52,5}{\pi} = 16,71[\text{A}]$$

Dòng hiệu dụng dòng qua SCR:

$$I_{RMS} = \frac{I_m}{2} = \frac{52,5}{2} = 26,25[\text{A}]$$

Điện áp đỉnh đặt lên SCR:

$$U_{DWM} = U_{RWM} = \sqrt{2} U = \sqrt{2} \cdot 440 = 622,3[\text{V}]$$

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

50

50

Ví dụ tính toán

Ví dụ 3.6

Bộ biến đổi áp xoay chiều một pha điều khiển theo phương pháp tỉ lệ thời gian.

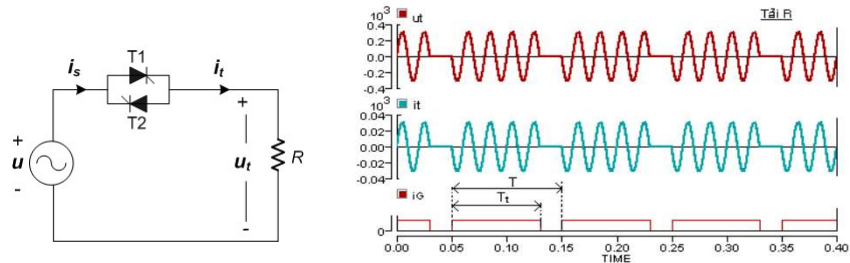
Áp nguồn xoay chiều $U = 220V$, $\omega = 314 \text{ rad/s}$.

Thời gian đóng $1s$, thời gian ngắt $0,5s$. Tải thuần trở $R = 50\Omega$

a/- Tính trị hiệu dụng điện áp tải và dòng tải

b/- Tính công suất tải

c/- Tính hệ số công suất nguồn



BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

51

51

Ví dụ tính toán

Giải:

a. Trị hiệu dụng áp tải:

$$U_t = U \sqrt{\frac{T_1}{T}} = 220 \sqrt{\frac{1}{1,5}} = 179,6[V]$$

Do tải R nên trị hiệu dụng dòng tải:

$$I_t = \frac{U_t}{R} = \frac{179,6}{50} = 3,592[A]$$

b. Công suất tải R:

$$P_R = \frac{U_t^2}{R} = \frac{179,6^2}{50} = 645,333[W]$$

c. Hệ số công suất nguồn:

$$\lambda = \frac{P_R}{S} = \frac{P_R}{U \cdot I_t} = \frac{645,333}{220 \cdot 3,592} = 0,8166$$

BÀI GIẢNG CƠ SỞ ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

52

52



53