

**Chú ý:** Tất cả các câu hỏi trong đề thi, các mạch điện tử công suất đều được xét ở trạng thái xác lập và được bỏ qua mọi tổn thất trong mạch. Đối với các câu vẽ hình, đề nghị anh/ chị vẽ đúng theo thông số của đề bài.

**Câu 1.** (1,5 điểm)

So sánh sự khác biệt về nguyên lý làm việc và ứng dụng giữa Thyristor (SCR) và TRIAC.

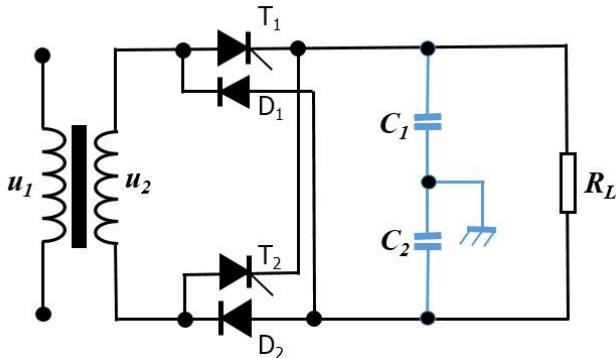
**Câu 2.** (2,5 điểm)

Cho một bộ chỉnh lưu hình tia/ sao 3 pha không điều khiển cấp dòng cho điện trở  $R = 5 \Omega$ . Điện áp pha của nguồn xoay chiều 3 pha có trị hiệu dụng  $U = 110 \text{ V}$ , tần số nguồn xoay chiều  $f = 50 \text{ Hz}$ , thứ cấp nguồn mắc hình sao (Y)

- Vẽ sóng dạng điện áp (trước và sau chỉnh lưu), dòng điện trên tải theo thông số của đề bài. Từ đó nhận định về sóng dạng điện áp sau chỉnh lưu (biên độ, tần số chỉnh lưu)
- Tính trị trung bình điện áp trên tải  $U_d$ , dòng điện qua tải  $I_d$ , dòng qua một diode  $I_D$
- Nếu ghép nối tiếp 2 sơ đồ chỉnh lưu này lại với nhau để tăng điện áp và **tần số** chỉnh lưu, giải thích lý do phải chọn máy biến áp để 2 điện áp xoay chiều cần chỉnh lưu lệch pha nhau một góc định trước. Cụ thể, khi ghép 2 sơ đồ chỉnh lưu 3 pha cầu, kiểu nối sơ - thứ 2 máy biến áp như thế nào? ( $\Delta$  hay Y)

**Câu 3.** (2 điểm)

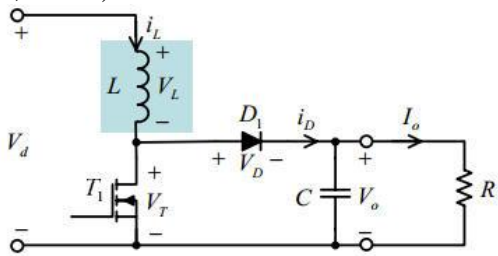
Cho mạch chỉnh lưu 1 pha có điều khiển mắc vào tải  $R_L = 10 \Omega$  như sơ đồ trên hình 1. Biết  $u_2 = 24\sqrt{2} \cdot \sin 100\pi t$ , góc kích cho 2 SCR  $T_1$  và  $T_2$  là  $\alpha = 90^\circ$ .



**Hình 1**

- Vẽ sóng dạng điện áp và dòng điện trên tải khi không có 2 tụ  $C_1, C_2$ . Từ đó nhận định về mạch chỉnh lưu (biên độ, tần số điện áp chỉnh lưu và đây là mạch chỉnh lưu tên gì trong các dạng mạch chỉnh lưu đã học)
- Tính trị trung bình của điện áp chỉnh lưu, dòng điện qua tải khi chưa có 2 tụ  $C_1, C_2$
- Giải thích chức năng của 2 tụ  $C_1$  và  $C_2$  khi thay tải  $R_L$  bằng tải yêu cầu dùng nguồn đôi ( $+V_{cc}, \text{GND}, -V_{cc}$ ). Khi sử dụng với phụ tải yêu cầu nguồn đôi, theo Anh/ Chị giá trị của các tụ này lớn hay nhỏ, vì sao?

**Câu 4.** (1,5 điểm)



**Hình 2**

Cho một thiết bị chuyển đổi DC – DC dạng sơ đồ Buck như hình 2 có điện áp ngõ vào  $V_d = 24 \text{ V}$  và ngõ ra  $V_o = 12 \text{ V}$ , tần số điều chế xung  $10 \text{ KHz}$ , dòng ra định mức  $10 \text{ A}$ .

- Giả sử mạch được thiết kế làm việc ở chế độ liên tục, dựa vào đồ thị sóng dạng điện áp điển tả quan hệ giữa điện áp ngõ vào ( $V_d$ ) và điện áp ngõ ra ( $V_o$ ) tìm ra mối quan hệ giữa điện áp ngõ vào và điện áp ngõ ra (tính dựa vào định luật Bảo toàn năng lượng)

- b) Tìm thời gian dẫn và dòng điện qua transistor  $T_1$  trong một chu kỳ điều chế  
 c) Khi thay đổi giá trị của điện cảm L mạch sẽ chuyển đổi qua lại giữa chế độ liên tục hay chế độ gián đoạn. Giải thích cơ chế trên

**Câu 5.** (1 điểm)

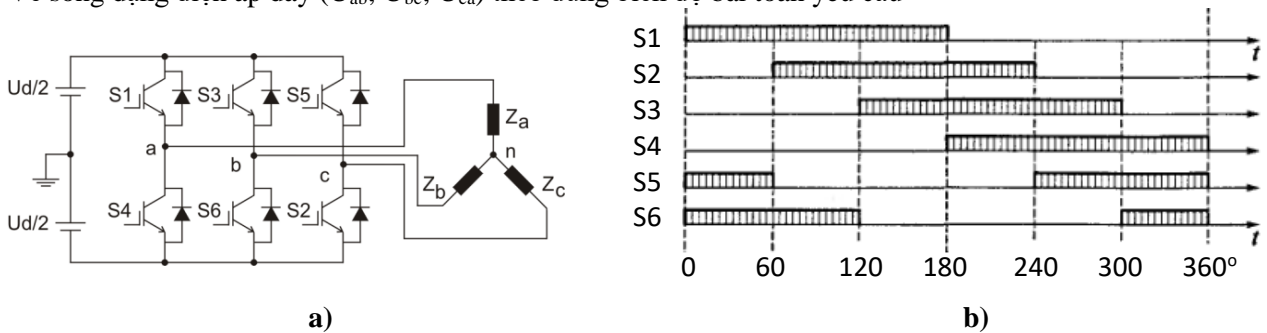
Cho một bộ chuyển đổi điện áp AC – AC sử dụng 2 SCR mắc song song và ngược chiều nối nối tiếp với tải R để điều khiển điện áp. Hãy:

- a) Nêu ưu nhược điểm mạch điện trên so với khi dùng duy nhất một TRIAC nối nối tiếp với tải R.  
 b) Vẽ sóng dạng **điện áp trên 2 SCR** khi nối vào nguồn điện áp xoay chiều 1 pha có  $u_{AC} = 220\sqrt{2} \cdot \sin 100\pi t$ . Góc kích cho mỗi SCR  $\alpha = 90^\circ$ .

**Câu 6.** (1,5 điểm)

Cho mạch nghịch lưu áp 3 pha như hình 3a được điều khiển theo phương pháp điều khiển theo biên độ (bộ nghịch lưu áp kiểu sáu bước), điện áp nguồn một chiều  $U_d = 12VDC$ , tải 3 pha có  $Z_a = Z_b = Z_c = Z$ . Xung kích các linh kiện trong một chu kỳ điều khiển có dạng như hình 3b (Biên độ xung áp đủ lớn để kích dẫn các van từ S1 đến S6).

- a) Hãy vẽ sơ đồ tương đương của mạch và tìm giá trị điện áp các pha  $U_{an}$ ;  $U_{bn}$ ;  $U_{cn}$  khi góc kích từ  $120^\circ$  đến  $180^\circ$  trên hình 3 (yêu cầu tính ra những giá trị cụ thể)  
 b) Tìm thời gian mỗi bước điều khiển khi tần số điện áp ngõ ra trên tải 3 pha là 50 Hz  
 c) Vẽ sóng dạng điện áp dây ( $U_{ab}$ ;  $U_{bc}$ ;  $U_{ca}$ ) theo đúng biên độ bài toán yêu cầu



**Hình 3**

**Ghi chú: Cán bộ coi thi không được giải thích đề thi**

Chuẩn đầu ra MH		Mô tả (Sau khi học xong môn học này, người học có thể)	Chuẩn đầu ra CTĐT	Trình độ năng lực	Nội dung kiểm tra
G1	G1.2	Trình bày được cấu trúc và giải thích được sơ đồ nguyên lý của các mạch biến đổi điện tử công suất	1.2.1	3.5	Câu 1, Câu 2, Câu 3
G2	G2.1	Các khái niệm, định nghĩa, hệ thức cơ bản: sự cần thiết chuyển đổi năng lượng điện, các ứng dụng, các bộ biến đổi công suất, các hệ số phẩm chất và mô phỏng bộ chuyển đổi công suất.	2.1.1 2.1.2	3.5 3.5	Câu 4, Câu 5, Câu 6
G3	G3.1	Làm việc trong các nhóm để thảo luận và giải quyết các vấn đề liên quan đến ĐTCS	3.1.2	3	Câu 2, Câu 3
	G3.3	Đọc hiểu các tài liệu chuyên ngành bằng tiếng Anh dùng trong các mạch biến đổi ĐTCS	3.3.1	3	Câu 6

Tp. HCM, Ngày 10 tháng 07 năm 2020  
 Thông qua Bộ môn  
 (ký và ghi rõ họ tên)

*(Signature)*  
 T.S. Nguyễn Thị Lương

(ký và ghi rõ họ tên)

## Đáp án môn Điện tử Công suất

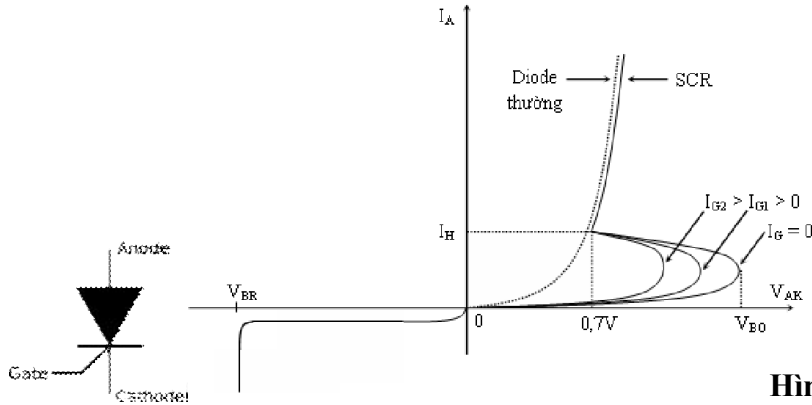
Ngày thi: 17/7/2020

-8080302-

**Câu 1:** So sánh theo 3 ý độc lập nhau, mỗi ý 0,5đ

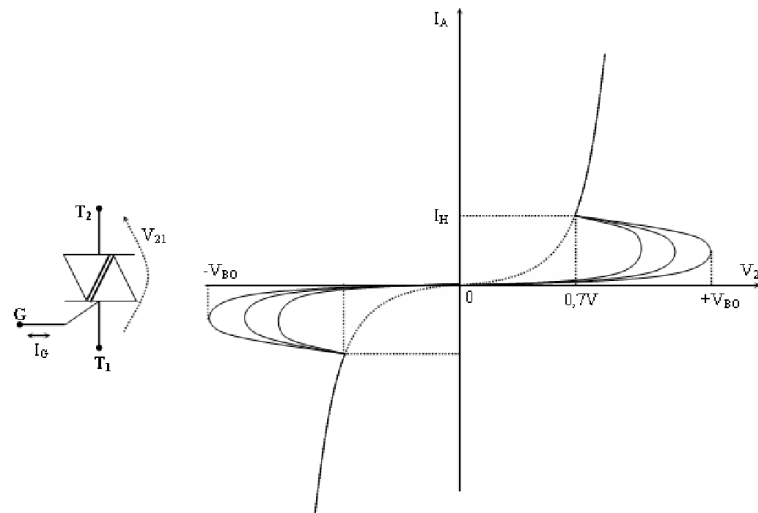
**a. Đặc tuyến V - A (0.5 điểm)**

**SCR**



**Hình 1**

**TRIAC**



**Hình 2**

Dựa vào đặc tuyến V-A, bản chất SCR là diode nhưng ở góc phần tư thứ I có khác ở dòng kích  $I_G$  và dòng duy trì  $I_H$ . TRIAC là 2 SCR mắc song song và ngược chiều nhau.

**b. Điều kiện dẫn dòng (0.5 điểm)**

- SCR: Phân cực thuận Anode và Cathode + dòng kích  $I_G$  vào chân G đủ lớn.
- TRIAC: Hiện hữu điện áp giữa  $T_1$  và  $T_2$ . Dòng kích vào chân G đủ lớn.

**c. Phạm vi ứng dụng (0.5 điểm)**

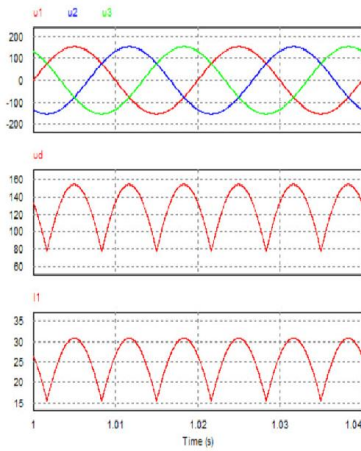
- SCR: Điều khiển điện áp cho tải DC thông qua thay đổi góc kích  $\alpha$ .
- TRIAC: Điều khiển điện áp cho tải AC thông qua thay đổi góc kích  $\alpha$ .

**Câu 2 :**

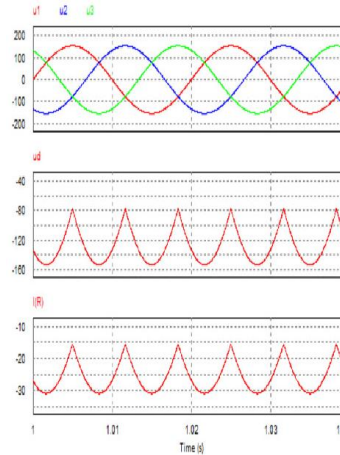
**a. Sóng dạng điện áp trước và sau chỉnh lưu**

**(1 điểm)**

Có 2 dạng hình tia 3 pha: anod chung (3a) và cathode chung (3b). **Chỉ cần vẽ đúng một trong hai trường hợp là đủ điểm phần này.**



**Hình 3a**



**Hình 3b**

Nhận xét:

- Điện áp chỉnh lưu cao hơn sơ đồ tia một pha
- Tần số chỉnh lưu gấp 3 lần tia 1 pha (có thể so sánh với sơ đồ khác cũng được)

Mạch chỉnh lưu nhiều pha có thể chỉnh lưu ra điện áp cao hơn, ít nhấp nhô hơn chỉnh lưu 1 pha mà không cần dùng mạch lọc thụ động. Do đó cải thiện rất nhiều về hiệu suất: mạch lọc làm giảm hiệu suất, tăng điện áp chỉnh lưu cũng giúp giảm tổn hao khi truyền dẫn đi xa.

**b. Điện áp trung bình trên tải (0.5 điểm)**

$U_d$  - trị số trung bình của điện áp chỉnh lưu;

$U_2$  - trị số hiệu dụng của điện áp pha cuộn thứ cấp biến áp nguồn;

$$U_d = 1.17 \cdot U_2 = 1.17 \cdot 110 = 128.7V$$

**Dòng qua tải:**  $I_d = U_d/R = 128.7/5 = 25.74A$  (0.25 điểm)

**Dòng qua diode:**  $I_D = I_d/3 = 25.74/3 = 8.58A$  (0.25 điểm)

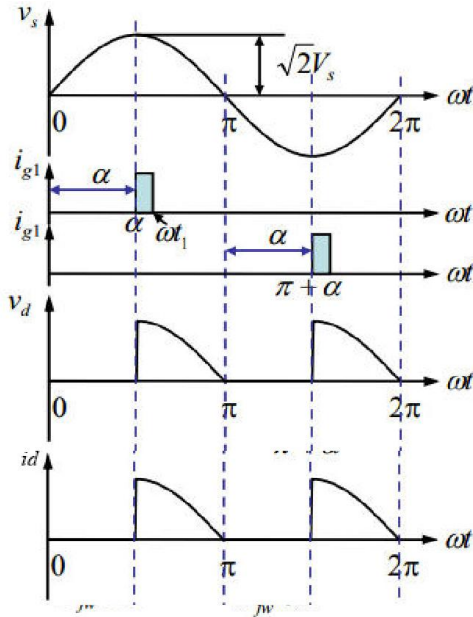
**c. Giải thích góc lệch pha:** Điện áp ngõ ra của hai phần thứ cấp MBA phải lệch để khi cộng 2 điện áp lại với nhau sẽ có áp tổng nhân đôi tần số chỉnh lưu. (0.25 điểm)

**Chọn kiểu nối dây 2 MBA khi ghép 2 sơ đồ chỉnh lưu 3 pha cầu:** MBA1 nối cùng kiểu Y-Y thì MBA2 nối khác kiểu giữa sơ và thứ như  $\Delta$ -Y hay Y- $\Delta$  để thứ cấp của 2 MBA lệch pha 30 độ (0.25 điểm)

**Câu 3:**

**a. Sóng dạng (1,25 điểm)**

**Bản chất đây là chỉnh lưu cầu 1 pha có điều khiển**, khi không có tụ sóng dạng dòng ( $i_d$ ) và áp ( $u_d$ ) trên tải theo  $u_2$  (là  $v_s$  trong hình) như hình 4



Hình 4

Nhận xét :

- Điện áp ngõ ra thay đổi theo góc kích  $\alpha$ .
- Tần số chỉnh lưu gấp đôi sơ đồ chỉnh lưu có điều khiển tia 1 pha (có thể so sánh với sơ đồ khác cũng được)

Mạch có thể ứng dụng trong điều khiển điện áp DC thông qua việc thay đổi góc kích dẫn SCR. Chỉnh lưu cầu có thể có tần số chỉnh lưu gấp đôi hình tia (nếu số pha lẻ)

**b. Tính  $U_d, I_d$  khi chưa có tụ**

**(0.5 điểm)**

$$\begin{aligned}
 U_{d\alpha} &= \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} u_d(\theta) d\theta = \frac{1}{\pi} \int_{\alpha}^{\pi} \sqrt{2}U_2 \sin \theta d\theta = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} U_2 \frac{(1 + \cos \alpha)}{2} \\
 &= U_{d0} \frac{(1 + \cos \alpha)}{2} \\
 &= 0.9 \cdot 24 \cdot (1/2) = 10.8\text{VDC}
 \end{aligned}$$

Hay tính theo công thức :

$$U_d = 2 \cdot \frac{1}{T} \int_0^{T/2} u(t) \cdot dt = \frac{1}{2\pi} \cdot 2 \int_{\alpha}^{\pi} u(\theta) \cdot d\theta = \frac{V_m}{\pi} \cdot (1 + \cos \alpha) = U_d \cdot \frac{1}{2} \cdot (1 + \cos \alpha)$$

Dòng ra tải :  $I_d = U_d / R = 10.8 / 10 = 1.08\text{A}$

Chấp nhận sai số 0,1 đơn vị khi tính theo công thức qua bài toán trung gian chỉnh lưu có điều khiển 1 pha 1 bán kỳ

**c. Giải thích chức năng của 2 tụ**

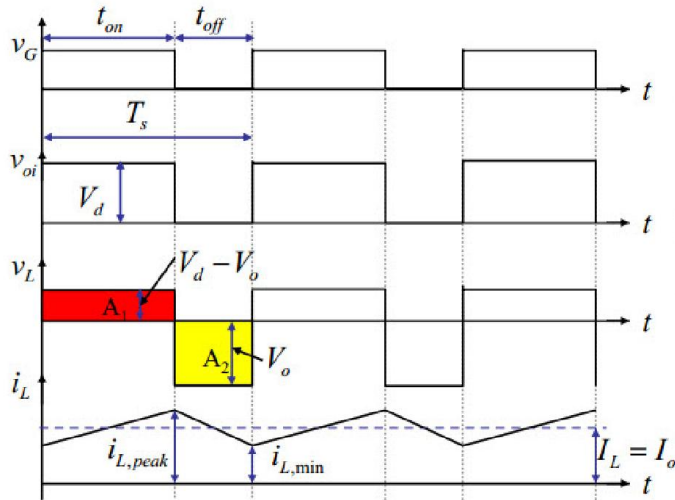
**(0.25 điểm)**

Khi phụ tải yêu cầu nguồn đôi (+V<sub>cc</sub>, GND, -V<sub>cc</sub>) nhưng máy biến áp không phải dạng máy biến áp điểm giữa (2 cuộn dây phía thứ cấp quấn đối xứng), người ta thường nối nguồn như trên. Mạch này thường dùng cho bộ nguồn đôi cung cấp nguồn nuôi OP-AMPS. Hai tụ điện giữ chức năng cầu phân áp tạo điểm đất giả (virtual earth) cho mạch nguồn đôi. Về mặt lý thuyết, 2 tụ này có giá trị càng lớn càng tốt!

**Câu 4: Do đề bài vẽ nhầm hình mạch điện của sơ đồ Boost nên câu nào liên quan đến hình sẽ có 2 đáp án (câu 4c).** Tuy nhiên, nội dung hỏi vẫn rất rõ là sơ đồ Buck.

**a. Dựa vào sóng dạng điện áp tìm ra mối quan hệ giữa  $V_d$  và  $V_o$  (0.5 điểm)**

Sóng dạng



**Hình 5**

Dựa vào hình 5, ta có:

$$\text{Area } A_1 = \text{Area } A_2.$$

$$\rightarrow (V_d - V_o)t_{on} = V_o t_{off} = V_o (T_s - t_{on})$$

$$\rightarrow V_o = V_d D$$

Do đó, sơ đồ này có khả năng giảm điện áp (cụ thể trong đề từ 24VDC  $\rightarrow$  12VDC).

**b. Tìm tr và I<sub>T</sub> (0.5 điểm)**

Với T : transistor, D : diode . I : dòng định mức ngõ ra

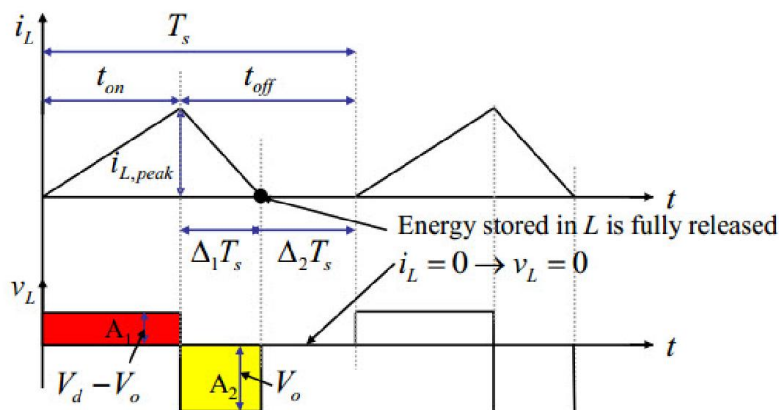
Ta có :  $I_D = (1-D).I$  (sách thầy Văn)

$$\Rightarrow I_D = (D).I = (1/2).10 = 5A$$

**c. Giải thích ảnh hưởng của L lên chế độ làm việc của mạch (0.5 điểm)**

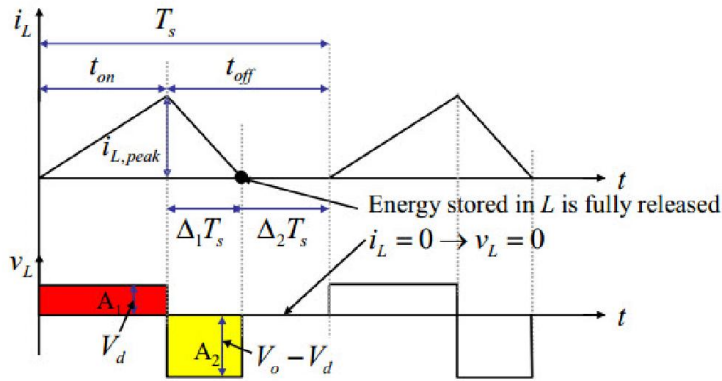
Có thể dùng công thức hay đồ thị sóng dạng để giải thích. Dưới đây đáp án khi dùng đồ thị.

Sơ đồ Buck



**Hình 6**

Sơ đồ Boots



**Hình 7**

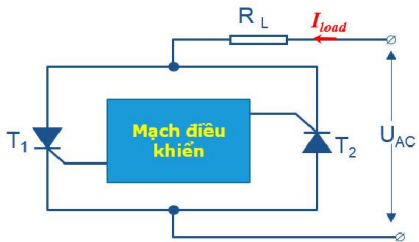
Dù Buck hay Boots, khi điện cảm nhỏ  $\Rightarrow$  không đủ năng lượng để lấp đầy khoản trống  $\Rightarrow$  dòng điện qua L không liên tục  $\Rightarrow$  chế độ làm việc của mạch là không liên tục/ gián đoạn

**Câu 5:**

a. So sánh mạch dùng 2 SCR và mạch dùng 1 TRIAC (0.5 điểm)

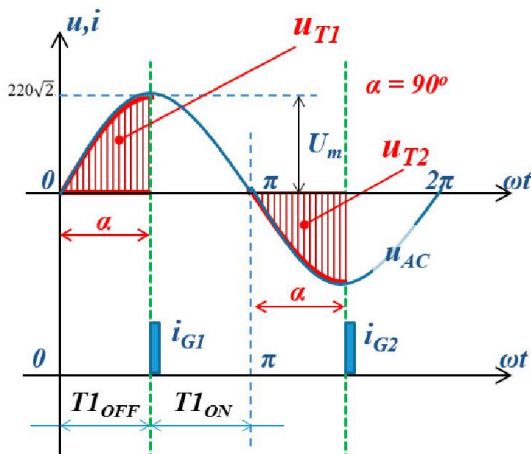
Mạch dùng 2 SCR	Mạch dùng 1 TRIAC
<ul style="list-style-type: none"> <li>* Công suất lớn</li> <li>* Dễ dẫn đến điều khiển bất đối xứng giữa 2 bán kỳ trong một chu kỳ điều khiển (mạch điều khiển hay SCR không đều nhau)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Công suất nhỏ</li> <li>* Điều khiển đối xứng 2 bán kỳ trong một chu kỳ điều khiển dễ dàng</li> </ul>

b. Sóng dạng điện áp trên SCR (0.5 điểm)



**Hình 8a**

Hình 8a có thể không cần vẽ vẫn có điểm



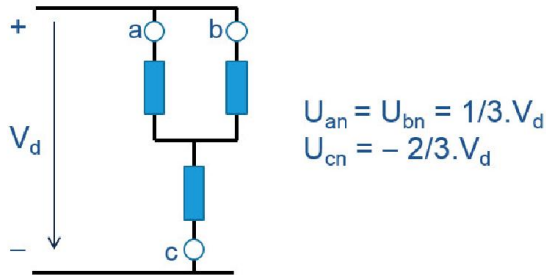
**Hình 8b**

*Vẽ nhầm* sóng dạng trên tải sẽ không có điểm

**Câu 6:**

**Vẽ sơ đồ tương đương mạch: S1, S2, S3 ĐÓNG**

**(0.5 điểm)**



**Hình 9**

Cụ thể:

$$U_{an} = U_{bn} = 1/3 \cdot 12 = 4V$$

$$U_{cn} = -2/3 \cdot 12 = -8V$$

**b. Khoảng thời gian một bước điều khiển ( $T_{step}$ ) khi  $f$  ngõ ra 50Hz**

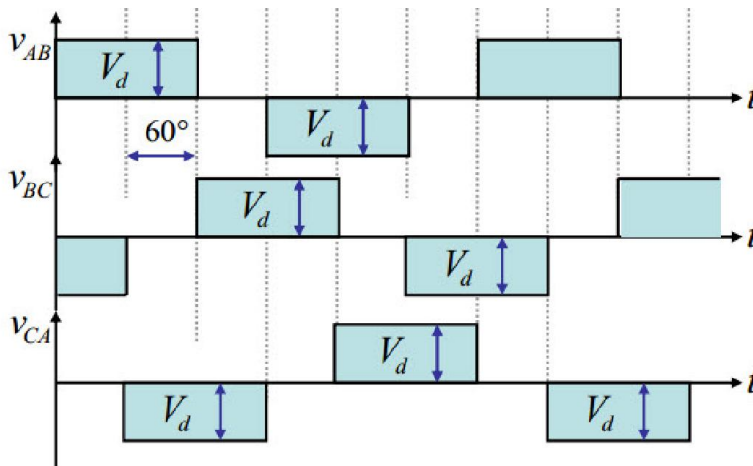
**(0.25 điểm)**

$$T_{step} = T_{50} / 6 = (1/50) \cdot (1/6) s = (1/300) s \approx 0.0033s$$

**Chấp nhận sai số 0.0001s, để nguyên (1/300)s cũng có trọn 0.25 điểm**

**c. Sóng dạng điện áp dây. Với  $V_d = 12VDC$**

**(0.75 điểm)**



**Đúng một pha được 0.25 điểm**