

# Điện tử công suất

Mã số: EE3147

Ts. Trần Trọng Minh  
Bộ môn Tự động hóa,  
Khoa Điện, ĐHBK Hà nội  
Hà nội, 9 - 2010

## Chương 9 NGHỊCH LƯU CỘNG HƯỞNG

Khái niệm về nghịch lưu CỘNG HƯỞNG

Các bộ nghịch lưu cộng hưởng nguồn dòng, nguồn áp

NLCH thyristor nguồn dòng

NLCH nguồn áp thyristor

NLCH nguồn áp tranzitor

## Chương 9

### Nghịch lưu cộng hưởng

- IX.1 Những vấn đề chung
  - IX.1.1 Khái niệm về NLCH
  - IX.1.2 Ứng dụng của nghịch lưu cộng hưởng
  - IX.1.3 Phân loại NLCH
- IX.2 Nghịch lưu cộng hưởng song song thyristor
  - IX.2.1 Sơ đồ
  - IX.2.2 Tính toán NLCH song song
  - IX.2.3 Hệ thống điều khiển
- IX.3 Nghịch lưu cộng hưởng nối tiếp thyristor
  - IX.3.1 Sơ đồ
  - IX.3.2 Phân tích sơ đồ
- IX.4 Nghịch lưu cộng hưởng nối tiếp tranzitor
  - IX.4.1 Sơ đồ
  - IX.4.2 Các đặc điểm
- IX.5 Nhận xét chung về NLCH

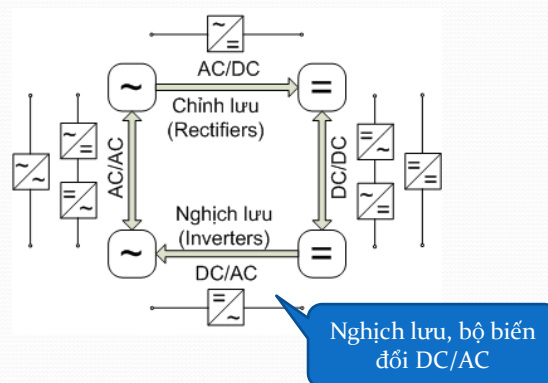
10/22/2010

3

### IX.1 Những vấn đề chung

#### IX.1.1 Khái niệm về nghịch lưu cộng hưởng

- NLCH: bộ biến đổi DC/AC, tải có tính chất là mạch vòng dao động RLC. Khác với các BBĐ cộng hưởng DC-DC khi mạng dao động là cố định, là phần được thiết kế, không phải là tải.



10/22/2010

4

## IX.1 Những vấn đề chung

### IX.1.1 Khái niệm về nghịch lưu cộng hưởng

- Nguồn điện tần số cao được xây dựng từ các bộ nghịch lưu cộng hưởng (NLCH). Đặc điểm cơ bản của NLCH là có phụ tải là một mạch vòng dao động với dòng điện hoặc điện áp có dạng hình sin, van có thể chuyển mạch tự nhiên khi dòng qua nó về bằng không hoặc khi điện áp giữa anôt-catôt trở nên âm, tổn thất trong quá trình chuyển mạch nhỏ, van có thể đóng cắt với tần số cao. NLCH thường được dùng để tạo dòng điện, điện áp gần sin với tần số tương đối cao (từ vài trăm Hz đến vài trăm kHz).
- Van khóa lại khi dòng qua nó về bằng không gọi là chuyển mạch dòng về không: Zero Current Switching – ZCS;
- Van mở ra khi điện áp trên nó bằng không gọi là chuyển mạch áp bằng không: Zero Voltage Switching – ZVS.
- Chuyển mạch trong các điều kiện ZCS hoặc ZVS có tổn thất do chuyển mạch nhỏ. Đây là điều kiện rất quan trọng để van có thể đóng cắt ở tần số cao hoặc rất cao, khi tổn thất trong bộ biến đổi sẽ chủ yếu là tổn thất do chuyển mạch.

10/22/2010

5

## IX.1 Những vấn đề chung

### IX.1.2 Ứng dụng của nghịch lưu cộng hưởng

- Các thiết bị nung nóng cảm ứng (Induction Heating) yêu cầu nguồn điện tần số cao, tạo nên dòng điện cảm ứng trong các vật liệu sắt từ, cung cấp năng lượng làm tăng nhiệt độ của vật, không cần đến sự tiếp xúc giữa nguồn nhiệt với vật bị nung nóng.
- NLCH có ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực gia nhiệt, nấu luyện thép cảm ứng. NLCH chính là nguồn cấp năng lượng với hiệu suất cao trong các thiết bị tôi cao tần, lò nấu thép cảm ứng, các nguồn hàn tần số cao... NLCH cũng được dùng trong các thiết bị quấy thép đang nóng chảy, các thiết bị gia nhiệt không tiếp xúc trong lắp ráp, gia công cơ khí.
- NLCH có ứng dụng ngày càng quan trọng trong các bộ biến đổi nguồn DC – DC có khâu trung gian tần số cao DC – AC – DC. Khâu biến đổi tần số cao với dòng hình sin hoặc áp hình sin làm giảm kích thước các phần tử phản kháng L, C, và các máy biến áp, thường được dùng khi hệ số biến đổi nguồn lớn.

10/22/2010

6

## IX.1 Những vấn đề chung

### IX.1.3 Phân loại nghịch lưu cộng hưởng

- Quá trình điện từ trong NLCH khá phức tạp vì thông số của phụ tải thay đổi trong một phạm vi rộng. NLCH được phân chia làm hai loại chính:
  - NLCH nguồn dòng song song,
  - NLCH nguồn áp nối tiếp.
- Theo van bán dẫn phân loại thành:
  - NLCH tiristo, nguồn áp hay nguồn dòng,
  - NLCH tranzito, nguồn áp hay nguồn dòng.
- Các sơ đồ dùng tiristo khi tần số yêu cầu tương đối thấp, từ vài trăm Hz đến 2 kHz, nhưng công suất lớn và rất lớn, từ vài trăm kW đến vài MW.
- IGBT được sử dụng khi tần số yêu cầu cao, từ 10 kHz đến 50 kHz, công suất cỡ vài kW đến 300 kW.
- MOSFET được sử dụng ở dải tần số cao hơn, đến 300 kHz, và công suất nhỏ hơn, vài trăm watt đến 3 kW.

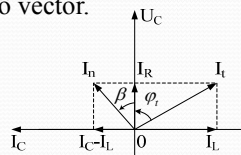
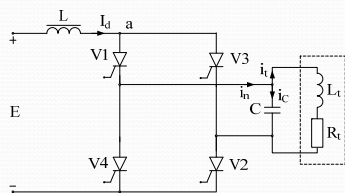
10/22/2010

7

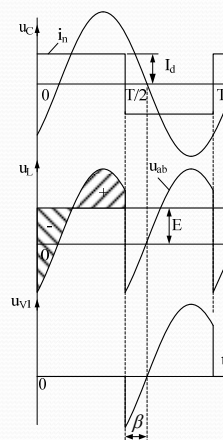
## IX.2 Nghịch lưu cộng hưởng song song thyristor

### IX.2.1 Sơ đồ

- Sơ đồ
- Nguyên lý hoạt động thể hiện qua đồ thị dạng dòng điện, điện áp.
- Phân tích chế độ xác lập qua biểu đồ vector.



- Đồ thị dạng dòng, áp



- $\beta$ : Góc khóa của van.

10/22/2010

8



## IX.2 Nghịch lưu cộng hưởng song song thyristor

### IX.2.2 Tính toán sơ đồ

- Tính toán chế độ xác lập:

- Từ đồ thị vector  $\tan \beta = \frac{Q_c - Q_l}{P}$
- Điện áp trung bình trên cuộn cảm L phải bằng 0.

$$U_{ab} = \frac{2U_c^m}{\pi} \cos \beta$$

- $E = U_{ab}$
- Bỏ qua tổn thất trên sơ đồ:  $P_d = E \cdot I_d = P_t$
- Dòng một chiều bằng:

$$I_d = \frac{P_t}{E} = \frac{P_t}{U_{ab}}$$

- Chế độ tối ưu về truyền công suất  $\beta = \beta_{min} = \omega t_r$ .

- Ưu điểm của sơ đồ:

- Tụ C nối song song với phụ tải, có tác dụng bù công suất phản kháng của tải.
- Hiệu quả cao khi làm việc với tải hệ số công suất thấp như các thiết bị nung nóng cảm ứng.
- Nguồn dòng đầu vào nên dễ dàng điều chỉnh công suất, an toàn khi hoạt động.

- Nhược điểm:

- Khởi động khá phức tạp,
- Chế độ làm việc tối ưu khá phức tạp.

10/22/2010

9

## IX.2 Nghịch lưu cộng hưởng song song thyristor

### IX.2.3. Hệ thống điều khiển

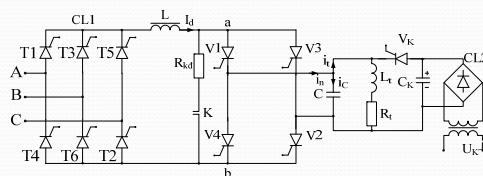
- Hệ thống điều khiển:

xem trong tài liệu  
Giáo trình ĐTCS.

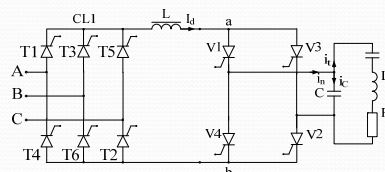
- Giải quyết hai vấn đề:

- Khởi động,
- Điều chỉnh công suất.

- Sơ đồ nguyên lý.



- Sơ đồ nâng cao hiệu quả NLCH



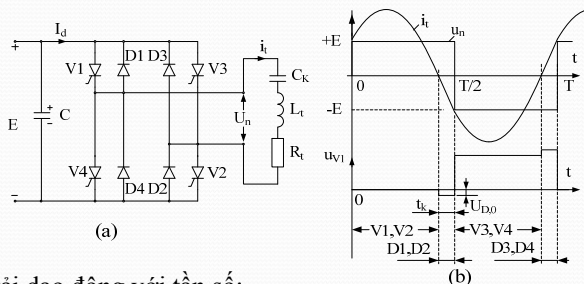
10/22/2010

10

## IX.3 Nghịch lưu cộng hưởng nối tiếp thyristor

### IX.3.1 Sơ đồ

- Sơ đồ và đồ thị dạng dòng, áp.



- Mạch tải dao động với tần số:

$$\omega_0 = \omega_k \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}$$

- Trong đó:  $\omega_k = \sqrt{\frac{1}{LC}}; Q = \omega_k \frac{L}{R}$

Mạch hoạt động hiệu quả nhất nếu:

$$\omega < \omega_0 < 2\omega \quad T > T_0 > \frac{T}{2}$$

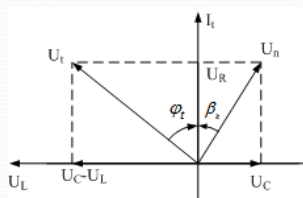
10/22/2010

11

## IX.3 Nghịch lưu cộng hưởng nối tiếp thyristor

### IX.3.2 Phân tích sơ đồ

- Trong dải tần số làm việc hiệu quả có thể dùng phương pháp sóng hài bậc nhất, với công cụ là biểu đồ vector để tính toán. (Sửa lại biểu đồ vector trong GT ĐTCS).



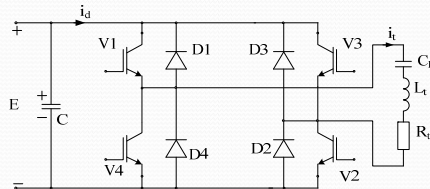
- Đặc điểm:
- Dòng phải vượt trước điện áp nghịch lưu, nghĩa là tải phải mang tính dung.
- Van tự khóa lại khi dòng bằng 0, gọi là Zero Current Switching – ZCS.
- Khởi động dễ dàng bằng cách tăng dần tần số lên.

10/22/2010

12

## IX.4 Nghịch lưu cộng hưởng nối tiếp tranzitor

### IX.4.1 Sơ đồ

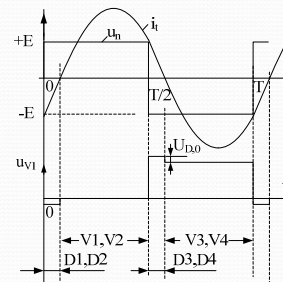


- Chế độ làm việc, theo đồ thị hình bên, tương ứng với tính chất của mạch tải là trở cảm, nghĩa là dòng tải chậm pha so với điện áp ra nghịch lưu, ngược với tính chất của sơ đồ dùng tiristo.

- Chỉ làm việc tốt khi:

$$\omega \geq \omega_0, T \leq T_0$$

- Đồ thị dòng, áp NLCH tranzitor



- Đặc trưng bởi Zero Voltage Switching – ZVS. Trước khi van dẫn dòng thì điện áp trên nó bằng không, tổn thất giảm.
- ZVS đặc biệt tốt cho MOSFET.

10/22/2010

13

## IX.5 Nhận xét chung về NLCH

- Ở đây giới thiệu chủ yếu các dạng NLCH ứng dụng trong các thiết bị nung nóng cảm ứng như: lò nấu thép trung tần, lò tôi cao tần, máy hàn tần số cao, ...
- NLCH còn có mảng ứng dụng rất quan trọng trong các bộ biến đổi DC-AC-DC làm các bộ nguồn một chiều chất lượng cao, kích thước nhỏ, hiệu suất cao. Trong khuôn khổ chương trình chưa có điều kiện giới thiệu, đề nghị tự nghiên cứu.
- Khái niệm về ZCS, ZVS có ý nghĩa quan trọng cung cấp giải pháp chuyển mạch mềm (Soft Switching) trong các BBD công suất lớn, điện áp cao, dòng điện lớn. Trong đó chuyển mạch nặng (Hard Switching) sẽ gây những tổn thất không thể chấp nhận được.

10/22/2010

14