

TRƯỜNG CAO ĐẲNG LÝ TỰ TRỌNG KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ



HỌC PHẦN :

ĐIỆN TỬ CÔNG SUẤT

Mục tiêu và yêu cầu của môn học

* Mục tiêu:

- Nắm được các kiến thức cơ bản về quá trình biến đổi năng lượng điện dùng các bộ biến đổi bán dẫn công suất cũng như những lĩnh vực ứng dụng tiêu biểu của biến đổi điện năng.
- Có hiểu biết về những đặc tính của các phần tử bán dẫn công suất lớn.
- Có các khái niệm vững chắc về các quá trình biến đổi xoay chiều – một chiều (AC – DC), xoay chiều – xoay chiều (AC – AC), một chiều – một chiều (DC – DC), một chiều – xoay chiều (DC – AC) và các bộ biến tần.

Mục tiêu và yêu cầu của môn học

* Mục tiêu:

- Sau môn học này người học có khả năng tính toán, thiết kế những bộ biến đổi bán dẫn trong những ứng dụng đơn giản.

* Yêu cầu:

- Nghe giảng và đọc thêm các tài liệu tham khảo
- củng cố kiến thức bằng cách tự làm các bài tập trong sách bài tập.

Điện tử công suất là gì?

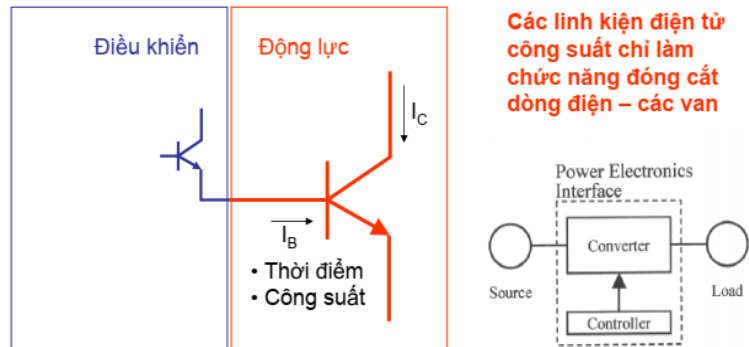
Điện tử công suất là một chuyên ngành của kỹ thuật điện tử.

Điện tử công suất nghiên cứu và ứng dụng các phần tử **bán dẫn công suất** trong các **bộ biến đổi**, nhằm biến đổi và khống chế nguồn năng lượng điện với các **thông số không thay đổi được** thành nguồn năng lượng điện với các **thông số có thể thay đổi được**, cung cấp cho các phụ tải điện khác nhau.

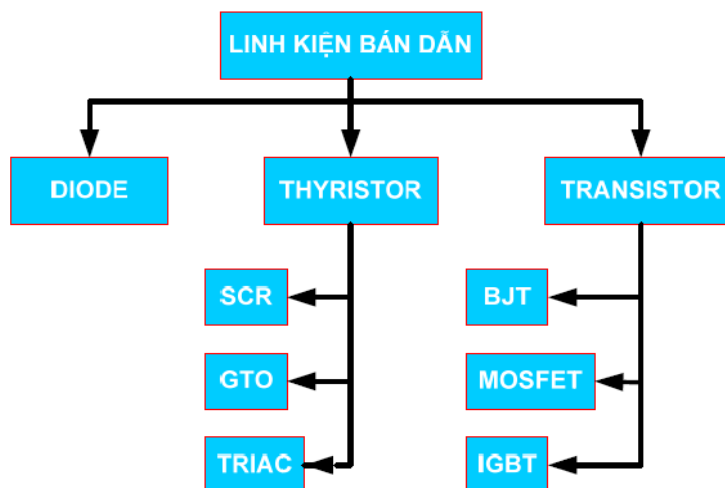
Các linh kiện ĐTCS chỉ làm chức năng **đóng cắt** và cho dòng điện tải qua....

Sự khác nhau giữa các linh kiện điện tử ứng dụng
(điện tử điều khiển) và điện tử công suất

- Công suất: nhỏ – lớn
- Chức năng: điều khiển – đóng cắt dòng điện công suất lớn



Phân loại linh kiện bán dẫn theo khả năng điều khiển



Lĩnh vực ứng dụng của ĐTCS

1. Các thiết bị gia dụng

- Tủ lạnh, tủ đông
- Gia nhiệt, sưởi
- Hệ thống điều hòa không khí
- Lò nấu
- Chiếu sáng
- Các thiết bị điện tử dân dụng (TV, máy tính, các thiết bị nghe nhìn, giải trí...)

2. Trang thiết bị cho cao ốc

- Các hệ thống sưởi, thông gió, điều hòa
- Hệ thống điều hòa trung tâm
- Máy tính và các thiết bị văn phòng
- UPS (Uninterruptible Power Supply)
- Thang máy

3. Công nghiệp

- Bơm
- Máy nén
- Quạt gió
- Máy công cụ
- Lò nấu hồ quang, Lò nấu cảm ứng
- Gia nhiệt cảm ứng (tôi cao tần...)
- Máy hàn điện

4. Giao thông vận tải

- Điều khiển động cơ xe hơi điện
- Nạp acquy xe hơi điện
- Các hệ thống tàu điện, tàu điện ngầm

5. Hệ thống điện

- Truyền tải điện DC cao áp (HVDC)
- Bộ bù tĩnh
- Hệ thống máy phát dùng nguồn năng lượng tái sinh (renewable energy): năng lượng mặt trời, năng lượng gió...
- Các hệ thống tích trữ năng lượng (energy storage systems)

6. Hàng không

- Hệ thống điện tàu con thoi
- Hệ thống điện của các vệ tinh
- Hệ thống điện máy bay

7. Viễn thông

- Bộ nạp bình acquy
- Bộ nguồn (DC, UPS)

7

Xu hướng phát triển và phạm vi ứng dụng ĐTCS

* **Xu hướng phát triển**: dải công suất trải rộng, từ nhỏ (vài W đến vài trăm W), thành phần chính trong các hệ thống điều khiển công suất của các thiết bị nhỏ, đến lớn và rất lớn (vài trăm KW đến vài chục MW).

* **Ứng dụng**: rộng khắp, từ các thiết bị cầm tay, dân dụng đến các hệ thống thiết bị công nghiệp.

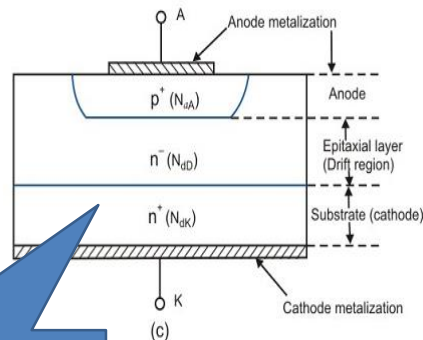
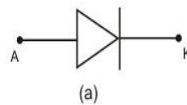
Đặc biệt: tham gia vào điều khiển trong hệ thống năng lượng.

Chương 1: CÁC LINH KIỆN BÁN DẪN CÔNG SUẤT

1.1/ Diode công suất và ứng dụng:

1.1.1- Tổng quan về diode:

- Đặc điểm cấu tạo của điốt công suất (Power diode)
- + Phải cho dòng điện lớn chạy qua (cỡ vài nghìn ampe), phải chịu được điện áp ngược lớn (cỡ vài nghìn volt);
- + Vì vậy cấu tạo đặc biệt hơn là một tiếp giáp bán dẫn p-n thông thường. Trong lớp bán dẫn n có thêm lớp nghèo điện tích n^-

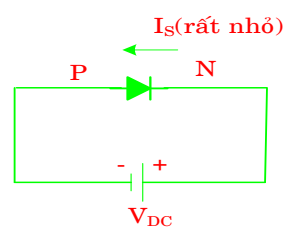
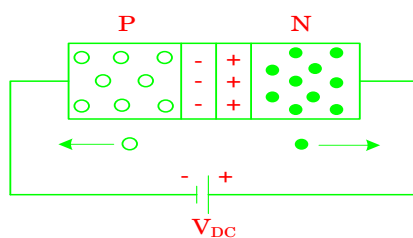


Vùng nghèo n^- , làm tăng khả năng chịu điện áp ngược, nhưng cũng làm tăng sụt áp khi dẫn dòng theo chiều thuận

1.1.2- Hình dạng DIODE công suất:



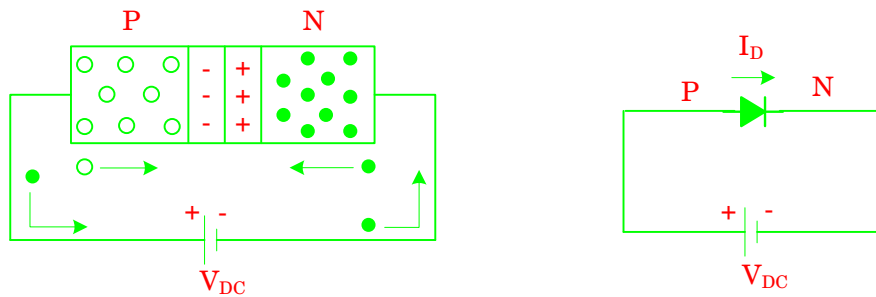
* Điều kiện phân cực: Phân cực ngược:



Diode không dẫn điện

Khi phân cực ngược $U_D < 0V$ thì $e^{\frac{V_D}{26mV}} \ll 1$ nên $I_D \sim I_S$ (I_S : dòng điện bão hoà ngược)

Phân cực thuận:



Diode dẫn điện

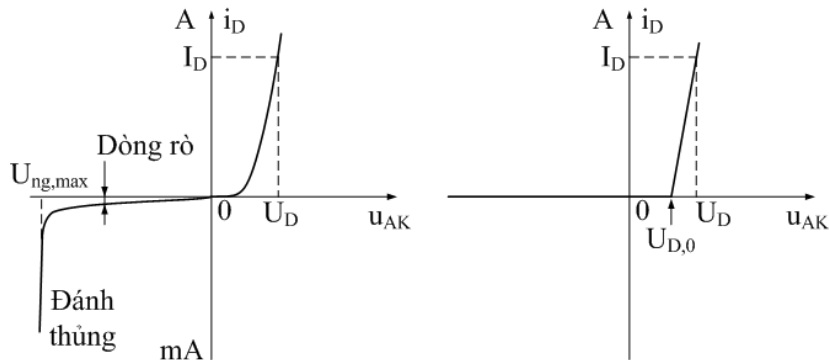
$$I_D = I_S \cdot e^{\frac{V_D}{26\text{mV}}}$$

Gọi V_γ là ngưỡng dẫn Diode

- $V_\gamma = 0,5$ đến $0,6\text{v}$; $U_{D\text{max}} = 0,8$ đến $0,9\text{v}$
(chất Si)
- $V_\gamma = 0,15$ đến $0,2\text{v}$; $U_{D\text{max}} = 0,4$ đến $0,5\text{v}$
(chất Ge)
- Thông thường người ta chọn
 $U_D = 0,7\text{v}$ (chất Si)
 $U_D = 0,3\text{v}$ (chất Ge)

1.1.3- Đặc tính vôn-ampe của diode:

- Giúp giải thích chế độ làm việc thực tế của diode
- Tính toán chế độ phát nhiệt (tổn hao trên diode) trong quá trình làm việc.



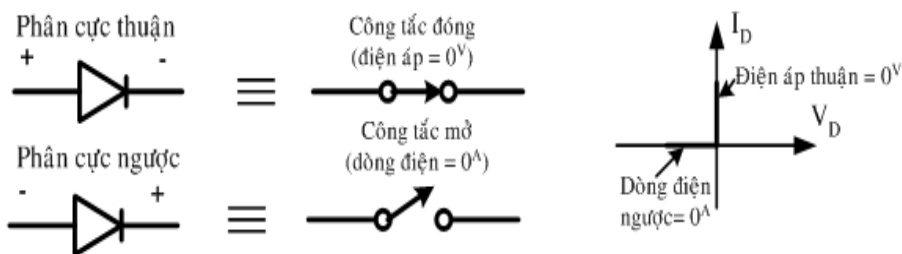
Đặc tính Vôn-ampe thực tế của diode

Đặc tính tuyến tính hóa:

$$u_D = U_{D,0} + r_D \cdot i_D; r_D = \Delta U_D / \Delta I_D$$

Các mô hình gần đúng của diode

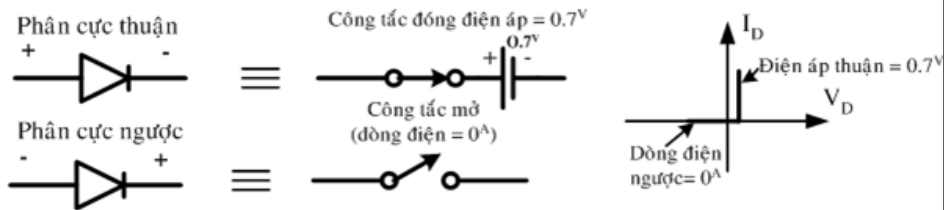
Mô hình gần đúng thứ nhất:



Xét trên cơ sở mạch, diode lý tưởng hoạt động tương tự như một công tắc. Khi phân cực thuận diode tương đương với công tắc đóng (điện áp = 0). Nếu diode phân cực ngược, đó là công tắc mở (dòng điện = 0).

Các mô hình gần đúng của diode

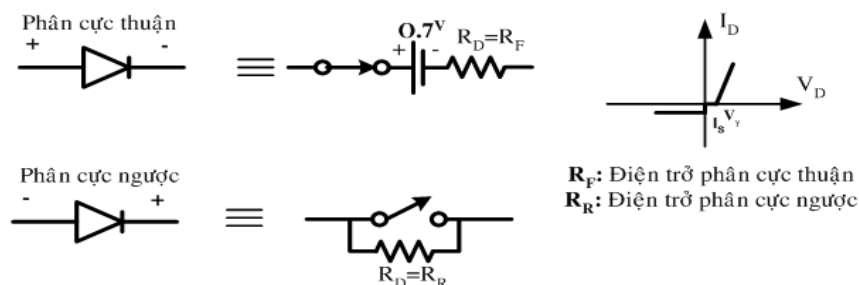
Mô hình gần đúng thứ 2:



Điện áp phân cực của diode phải ở mức $0,7^V$ đối với diode Si (và ở $0,4^V$ đối với diode Ge), thì diode mới thực sự dẫn điện tốt. Với điện áp nguồn lớn, $0,7^V$ ($0,4^V$) này quá nhỏ không ảnh hưởng gì. Thế nhưng, khi điện áp nguồn không lớn lắm, chúng ta phải xét đến điện áp phân cực thuận của 2 đầu diode.

Các mô hình gần đúng của diode

Mô hình gần đúng thứ 3:

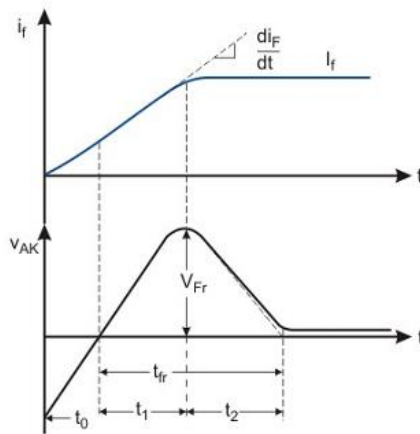


Mô hình này là một công tắc mắc nối tiếp với nguồn pin $0,7^V$ (Si) và điện trở toàn khối r_D . Sau khi điện áp nguồn vượt khỏi điện thế rào, dòng điện qua diode gây sụt áp một khoảng $I_D \cdot r_D$ ngang qua điện trở toàn khối. Do đó tổng điện áp qua diode Si bằng:

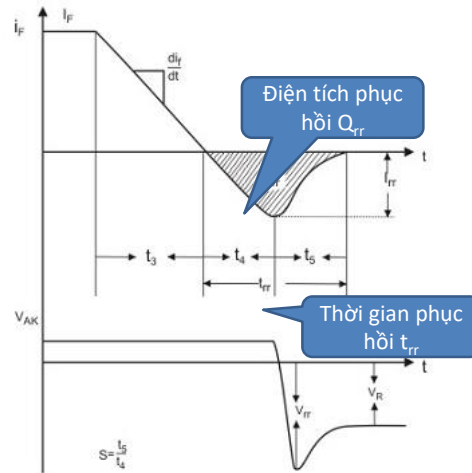
$$V_T = V_D = 0,7 + I_D \cdot r_D$$

1.1.4- Đặc tính đóng cắt của diode:

- Đặc tính động $u_D(t)$, $i_D(t)$,



Khi mở: điện áp u_{Fr} lớn lên đến vài V trước khi trở về giá trị điện áp thuận cỡ 1 – 1,5V do vùng n- còn thiếu điện tích



Khi khóa: dòng về đến 0, sau đó tiếp tục tăng theo chiều ngược với tốc độ di_F/dt đến giá trị I_r rồi về bằng 0.

1.1.5- Các thông số cơ bản của diode:

- Giá trị dòng trung bình cho phép chạy qua điôt theo chiều thuận: I_D (A)



Tại sao lại là dòng trung bình?

- Liên quan đến quá trình phát nhiệt.
- Ví dụ: $I_D = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} i_D(t) dt$

- Giá trị điện áp ngược lớn nhất mà điôt có thể chịu đựng được U_{ngmax} (V)



Khả năng chịu điện áp: 3 giá trị

- Repetitive peak reverse voltages, U_{RRM}
điện áp ngược đỉnh lặp lại
- Non repetitive peak reverse voltages, U_{RSM}
điện áp ngược đỉnh không lặp lại
- Direct reverse voltages, U_R
điện áp ngược đỉnh trực tiếp

1.1.5- Các thông số cơ bản của diode:

- Tần số f (Hz)



Khi tần số tăng lên tổn thất do quá trình đóng cắt sẽ đóng vai trò chính chứ không phải là tổn thất khi dẫn.

- Thời gian phục hồi t_{rr} (μs) và điện tích phục hồi Q_{rr} (C)



Có 3 loại diode công suất chính:

1. Loại thường, dùng ở tần số 50, 60 Hz: không cần quan tâm đến t_{rr} .

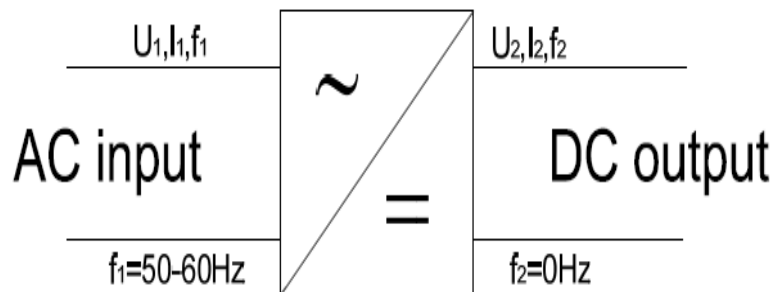
2. Loại nhanh: fast diode, ultrafast diode.

3. Schottky Diode: không phải là loại có tiếp giáp p-n. Sụt áp khi dẫn rất nhỏ, cỡ 0,4 – 0,5 V; có thể đến 0,1 V. Dùng cho các ứng dụng tần số cao cần dòng lớn, điện áp nhỏ, tổn thất rất nhỏ. Chỉ chịu được điện áp thấp, dưới 100 V.

Ứng dụng của diode

Diode dùng để chỉnh lưu 1 pha , 3 pha AC thành DC

Bộ chỉnh lưu (rectifier): biến đổi U, I xoay chiều thành một chiều (AC/DC)

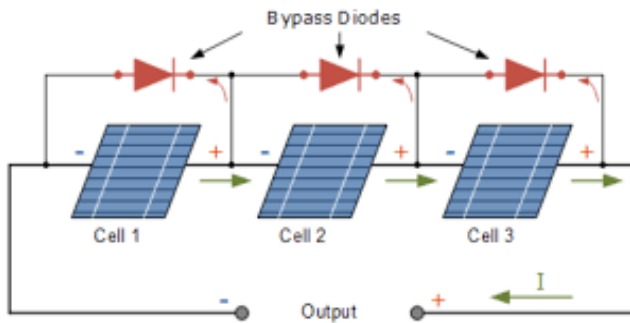


MỘT SỐ MẠCH ỨNG DỤNG THỰC TẾ CỦA DIODE

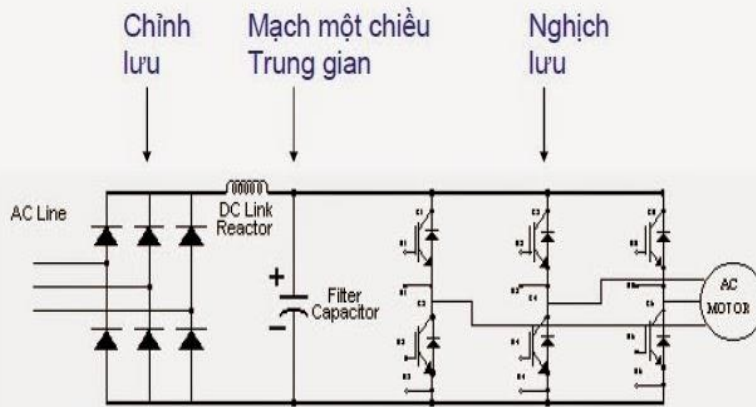
Mạch DIODE chỉnh lưu 3 pha bên trong tủ điện



Mạch DIODE cầu dẫn cho các tấm pin năng lượng mặt trời



Mạch DIODE thực hiện phân chỉnh lưu trong thiết bị biến tần



Tài liệu tham khảo

- 1. Điện tử cơ bản;** Khoa Điện - Điện Tử trường Cao đẳng Lý Tự Trọng.
- 2. Giáo trình điện tử công suất;** Trần Trọng Minh; NXB Giáo dục, 2009.
- 3. Phân tích và giải mạch điện tử công suất;** Phạm Quốc Hải, Dương Văn Nghi; NXB KH&KT, 1999.