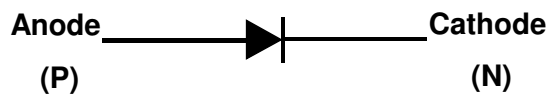


Chương 2

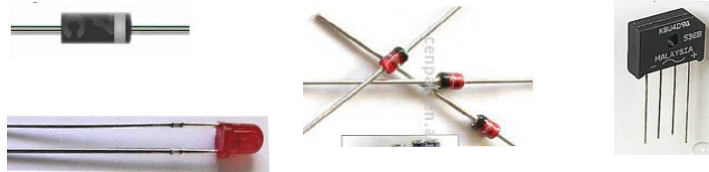
DIODE BÁN DẪN

2.1 Khái niệm

Diode là một linh kiện bán dẫn 2 cực, cấu tạo cơ bản dựa trên chuyển tiếp PN. Điện cực nối với bán dẫn P gọi là Anode (A), điện cực nối với bán dẫn N gọi là Cathode (K).



Ký hiệu của diode bán dẫn



Một số hình dáng của các loại diode

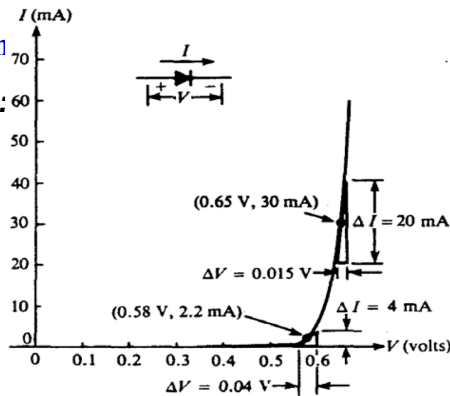
1

2.2 Các tham số của diode bán dẫn

1. Điện trở một chiều (điện trở tĩnh):

- Theo chiều thuận: $R_{th} = \frac{V_{th}}{I_{th}}$
(Có giá trị từ vài Ω đến vài chục Ω)

- Theo chiều ngược: $R_{ng} = \frac{V_{ng}}{I_{ng}}$
(Có giá trị rất lớn, hàng trăm $K\Omega$)



2. Điện trở xoay chiều (điện trở vi phân):

$$r_d = \frac{dV}{dI}$$

- Khi diode làm việc trên điểm gián đoạn: $r_D = \frac{V_T}{I} + r_B$ (Ω)

- Ở nhiệt độ phòng: $r_D = \frac{0.026}{I} + r_B$ (Ω)

- Khi diode làm việc với dòng cao thì có thể bỏ qua r_B .

2

2.2 Các tham số của diode bán dẫn

3. Điện dung tương đương:

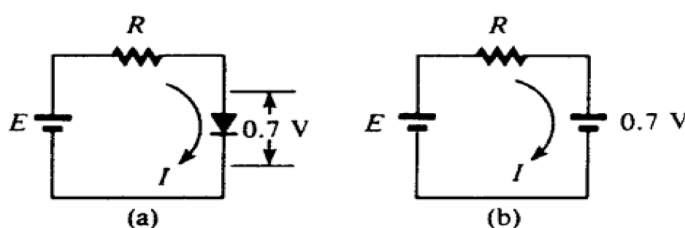
$$C_0 = C_{\text{hàng rào}} + C_{\text{khếch tán}}$$

4. Một vài tham số giới hạn khác:

- Điện áp ngược cực đại cho phép $V_{\text{ngược max}}$.
- Dòng điện thuận cực đại cho phép I_{max} .
- Công suất tiêu hao cực đại cho phép P_{max} .
- Tần số cực đại cho phép của tín hiệu xoay chiều F_{max} .

3

2.3 Phân tích mạch DC chứa diode



Giả sử là diode silicon được phân cực thuận sao cho có đủ dòng điện để điể làm việc nằm trên điể gián đoạn (*the knee*):

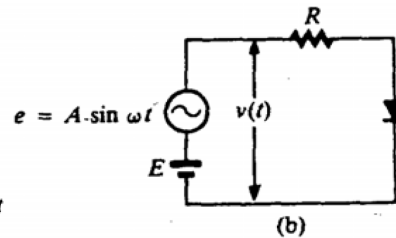
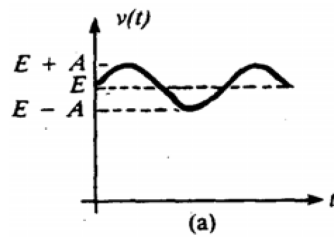
$$E = I.R + 0.7 \text{ (V)} \quad (V = 0.7 \text{ điể áp dẫ của diode } V\gamma)$$

$$\Rightarrow I = (E - 0.7)/R \text{ (A)}$$

4

2.4 Phân tích mạch tín hiệu nhỏ cho diode

Tín hiệu nhỏ được xem là đoạn làm việc của diode trên đặc tuyến đủ nhỏ để có thể xem là tuyến tính.



$$v(t) = E + A \sin \omega t$$

Áp dụng nguyên lý xếp chồng cho mạch tuyến tính:

$$i(t) = I + i = \frac{E - 0.7}{R} + \frac{A}{R + r_D} \sin \omega t$$

$$v_{(D)} = 0.7 + \frac{r_D A \sin \omega t}{R + r_D}$$

5

2.4 Phân tích mạch tín hiệu nhỏ cho diode

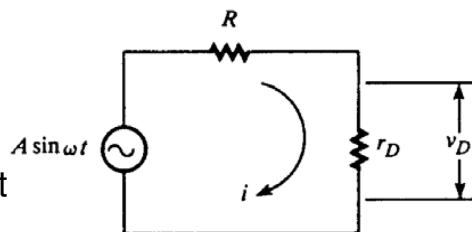
- Đối với nguồn DC:

$$I = (E - 0.7) / R \text{ (A)}$$

- Đối với nguồn AC:

$$r_D = \frac{0.026}{I} \text{ (}\Omega\text{)}$$

$$i = \frac{e}{R + r_D} = \frac{A}{R + r_D} \sin \omega t$$



- Tổng hợp:

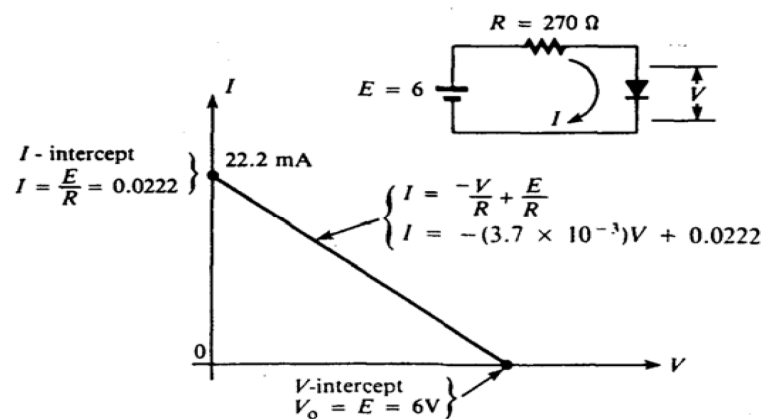
$$i(t) = I + i = \frac{E - 0.7}{R} + \frac{A}{R + r_D} \sin \omega t$$

$$v_{(D)} = 0.7 + \frac{r_D A \sin \omega t}{R + r_D}$$

6

2.5 Đường tải

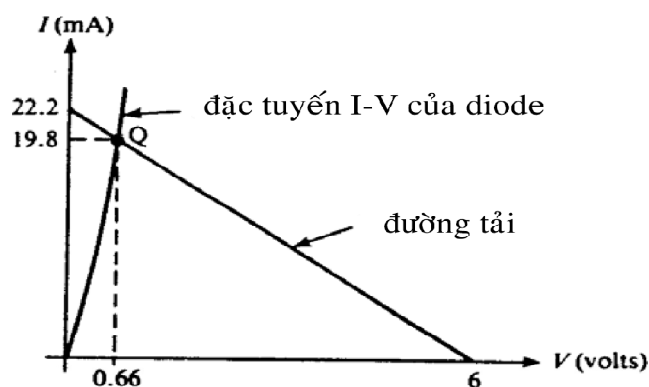
Phân tích tín hiệu nhỏ có thể sử dụng pp đồ thị: đường tải DC biểu diễn mối quan hệ của I, V trên diode khi có phân cực của điện áp DC.



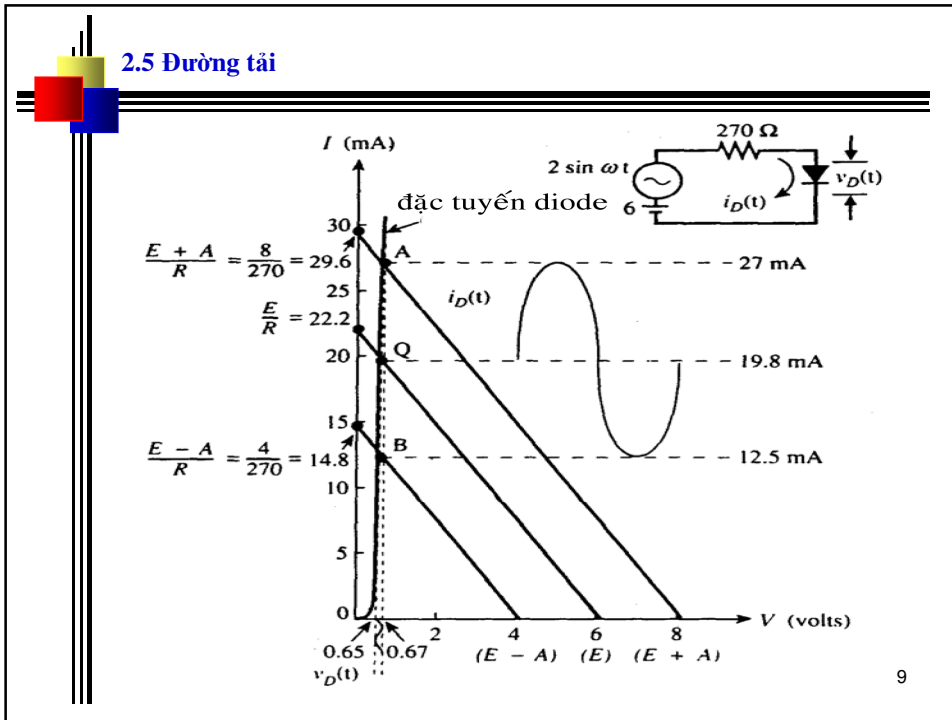
7

2.5 Đường tải

- Điểm làm việc của diode chính là giao điểm của đường tải và đặc tuyến.
- Giao điểm này được gọi là điểm làm việc tĩnh hay điểm phân cực, ký hiệu là Q.



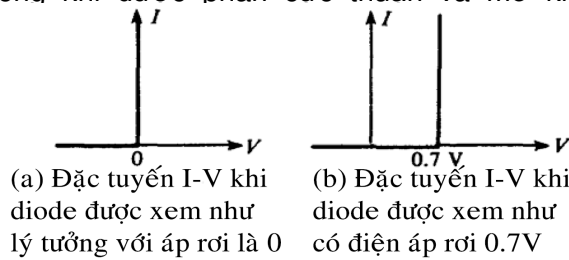
8



9

2.6 Phân tích tín hiệu lớn cho diode

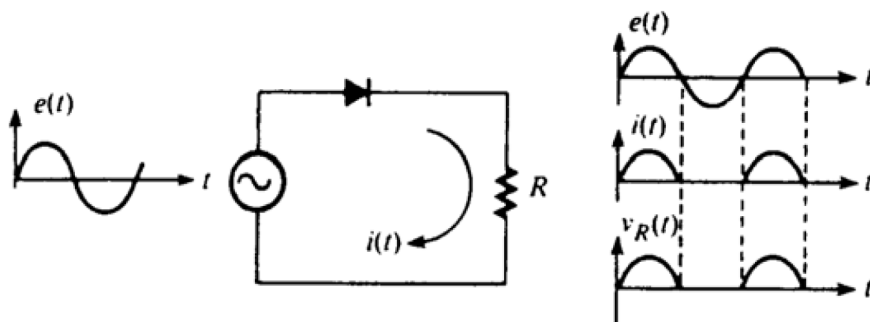
- Chế độ tín hiệu lớn khi sự thay đổi của dòng điện và điện áp của diode mở rộng ra trên toàn bộ đặc tuyến.
- Khi điện trở của một diode thay đổi từ rất nhỏ đến rất lớn, nó hoạt động giống như một công tắc (switch).
- Một công tắc lý tưởng có điện trở bằng không khi đóng và điện trở là vô cùng khi mở.
- Diode có thể được xem như một công tắc được điều khiển bằng điện áp: đóng khi được phân cực thuận và mở khi phân cực ngược.



10

2.7 Chỉnh lưu

- Mạch chỉnh lưu là mạch chỉ cho phép dòng điện chảy qua nó theo một chiều.
- Biến điện xoay chiều thành điện một chiều.

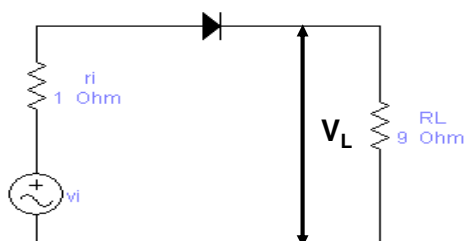


11

Ví dụ

Cho mạch điện như hình vẽ, diode Ge có $V_\gamma = 0.2V$, nội trở r_D không đáng kể. Tải $R_L = 9\Omega$, nguồn tín hiệu vào có $r_i = 1\Omega$.

1. Biết điện áp vào có dạng xung vuông hoặc hình sin, biên độ 10V. Hãy vẽ dạng sóng và xác định điện áp trên tải R_L .
2. Vẫn câu hỏi 1 nhưng khi $v_i(t)$ là hình sin có biên độ 1V. Xác định giá trị điện áp trên tải tại thời điểm $\omega t = \pi/2$.



12

Hướng dẫn

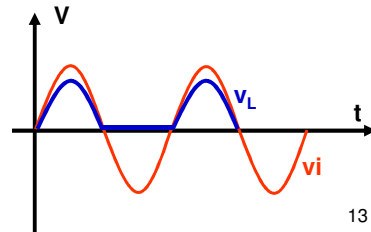
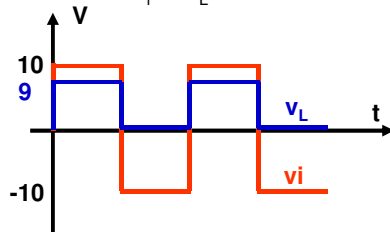
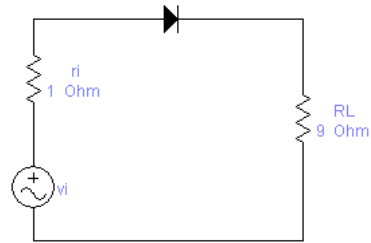
1. - Dòng qua tải R_L : $i_L = \frac{v_i - V_\gamma}{r_i + R_L}$

- Áp rơi trên tải:

$$v_L(t) = \frac{v_i - V_\gamma}{r_i + R_L} \times R_L$$

- Vì $V_\gamma \ll v_i$, nên có thể bỏ qua V_γ :

$$v_L(t) = \frac{v_i}{r_i + R_L} \times R_L = 0.9 v_i(t)$$

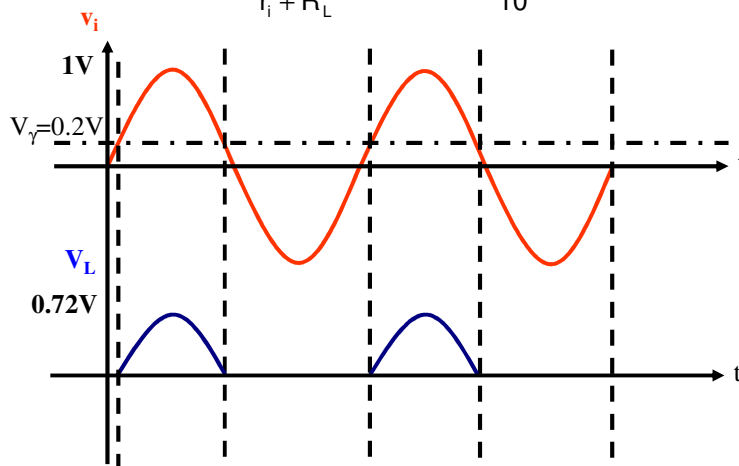


13

Hướng dẫn

2. Khi v_i nhỏ, không thể bỏ qua V_γ . Diode chỉ dẫn điện trong khoảng thời gian $v_i > V_\gamma$, tại $\omega t = \pi/2$:

$$v_L(t) = \frac{v_i - V_\gamma}{r_i + R_L} \times R_L = \frac{(\sin \omega t - 0.2)}{10} \cdot 9 = 0.72 V$$



14

2.8 Diode ổn áp (Zener)

Ký hiệu:

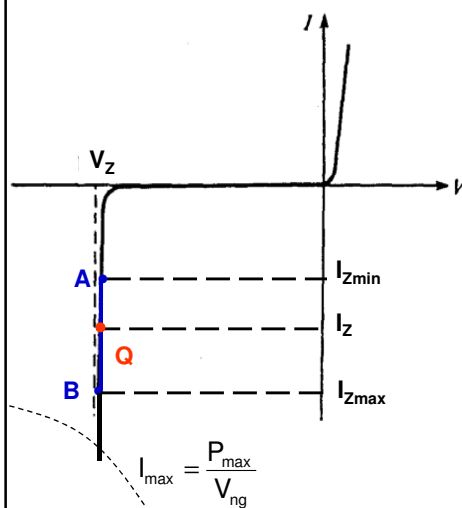


Đặc tính:

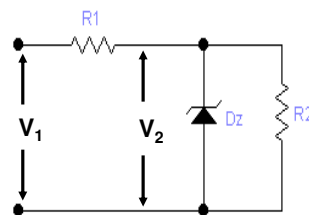
- Chế tạo bằng vật liệu chịu nhiệt và tỏa nhiệt tốt.
- Hoạt động ở chế độ phân cực ngược.
- Đoạn làm việc trên phần đặc tuyến song song với trục tung.

15

2.8 Diode ổn áp (Zener)



Đặc tuyến V-A của diode Zener



V1: điện áp 1 chiều chưa ổn định.

V2: điện áp lấy ra trên tải đã ổn định.

R1: điện trở hạn dòng cho diode, sao cho Q nằm trên đoạn AB.

16

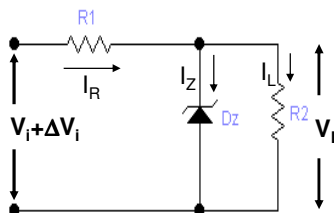
Ví dụ

Cho mạch điện như hình vẽ:

$R_1 = 300\Omega$; $R_2 = 1200\Omega$.

Xác định phạm vi thay đổi của V_i để có điện áp ra trên tải R_2 ổn định ở mức 10V.

(Chọn loại diode Zener có $V_Z = 10V$, $I_{Zmin} = 10mA$, $I_{Zmax} = 30mA$.)

**Hướng dẫn**

- Dòng qua tải: $I_L = \frac{V_L}{R_2} = 8.3 \text{ (mA)}$

- Áp dụng định luật Ohm:

$$V_i = I_R R_1 + V_Z = (I_Z + I_L) R_1 + V_Z$$

$$V_{imin} = 15.5V \quad ; \quad V_{imax} = 21.5V$$

17