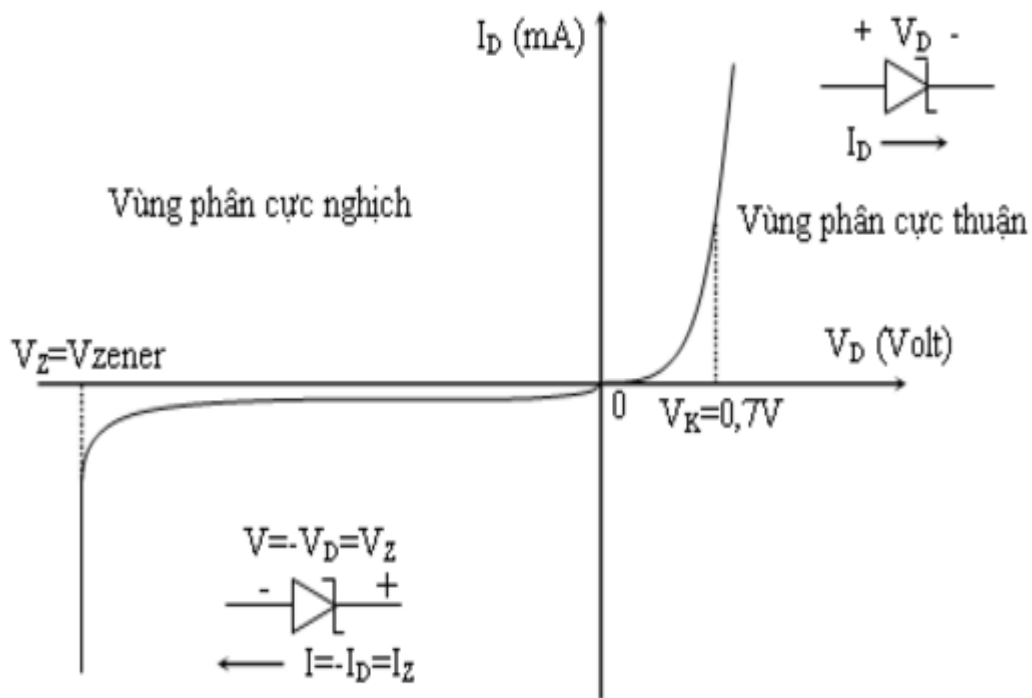


Bài 3 Đặc Tính I-V Của Nối p-n (Diode)

(p-n characteristics)

3.1 Đặc Tính I-V

Vẽ theo công thức $I_D = I_S (e^{\frac{qV_d}{kT}} - 1)$



Hình 3.1

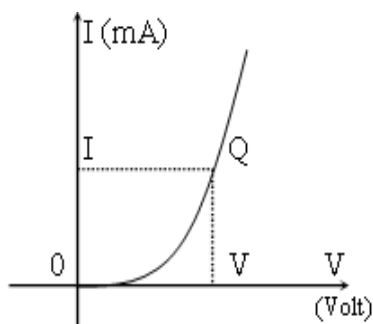
3.2 Điện Trở Của Nối p-n (diode)

3.2.1 Điện trở tĩnh của diod (static resistance)

Tại điểm hoạt động trên đặc tuyến kỹ thuật điện trở tĩnh của diode được tính theo công thức

$$R_s = R_{DC} = \frac{V_D}{I_D} \Omega$$

Ở điểm Q ta có $V_D = 0.8 \text{ V}$ và $I_D = 20 \text{ mA}$, điện trở tĩnh của diode ở Q là



Hình 3.2

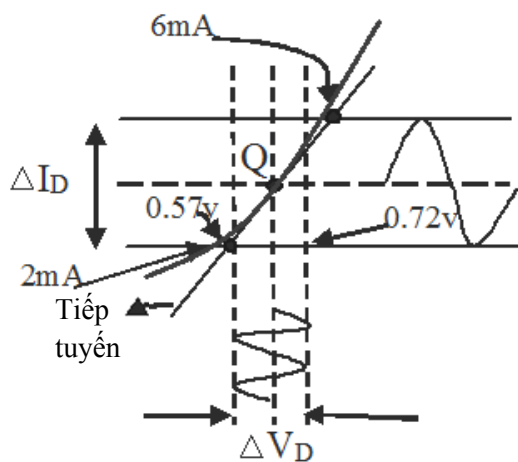
$$R_S = \frac{0.8 \text{ V}}{1.2 \text{ mA}} = 40 \text{ } \Omega$$

$$\text{Tại Q'}, R_S = \frac{0.5 \text{ V}}{2 \text{ mA}} = 250 \text{ } \Omega$$

$$\text{Tại Q'', } R_S = \frac{-10 \text{ V}}{-2 \text{ } \mu\text{A}} = 5 \text{ } \Omega$$

3.2.2 Điện trở động (dynamic resistance)

Thay vì áp vào điện 1 chiều V_D , lại áp vào tín hiệu xoay chiều hình sine, sự thay đổi của tín hiệu làm Q di chuyển trong một tầm rộng chung quanh điểm Q di chuyển trong một tầm rộng xung quanh điểm Q ban đầu, tiếp tuyến với đặc tuyến vẽ tại Q xác định vùng hoạt động và định sự biến thiên ΔV và ΔI điện trở động được tính theo công thức sau:



Hình 3.3

$$R_D = \frac{\Delta V_D}{\Delta I_D} = \frac{0.72 - 0.57 \text{ V}}{6 \text{ mA} - 2 \text{ mA}} = 37.5 \text{ } \Omega$$

Nếu ΔV_D và ΔI_D tiến về 0, theo định nghĩa, với mức biến thiên thật nhỏ về tín hiệu xoay chiều điện trở động của diode ở Q là:

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

$$\text{Từ } I_D = I_S \left(e^{\frac{qV_D}{kT}} \right) \quad 1) \text{ ta suy ra: } \frac{dI_D}{dV_D} = I_S \times e^{\frac{qV_D}{kT}} \times \frac{q}{kT}$$

Lấy ngược lại:
$$\frac{dV_D}{dI_D} = \frac{KT}{q} \times \frac{1}{I_S \times e^{\frac{qV_D}{kT}}} \approx \frac{KT}{q} \times \frac{1}{I}$$

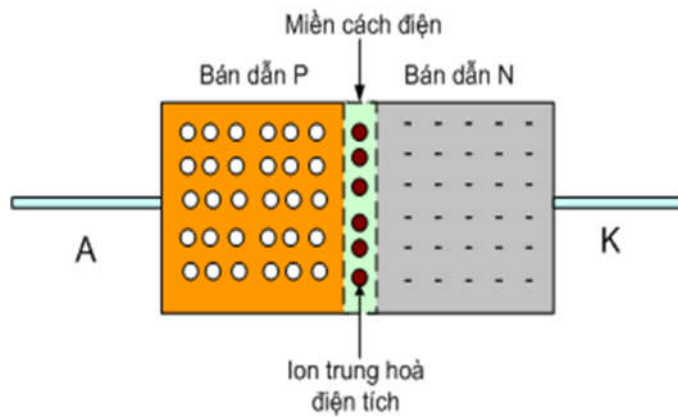
Vậy $r_D = \frac{dV_D}{dI_D} \approx \frac{KT}{q} \times \frac{1}{I} = \frac{0.026 V}{I_D}$ với $\frac{KT}{q} = 0.026$ ở $T=300^0K$

$$r_D = \frac{26 mV}{I_D mA}$$

3.3 Tụ của nối P-N

3.3.1 Tụ của diode phân cực ngược

Trong vùng phân cực ngược, sự hiện diện của các ion dương và âm của vùng hiếm với bề rộng vùng hiếm là W xác định một tụ gọi là tụ c ở vùng chuyển tiếp C_T (T: transistor)



Hình 3.3

Công thức tính tụ:

$$C_T = \frac{\epsilon A}{w}$$

Với chất bán dẫn Si

$$\epsilon = \epsilon_0 \times 11.7 \text{ (Si)}$$

$$\epsilon = \epsilon_0 \times 15.8 \text{ (Ge)}$$

$$\text{Và } \epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$$

A là tiếp diện của nối p-n,

w : độ rộng vùng hiếm,

w_n là độ rộng vùng n,

w_p là độ rộng vùng p.

Phân linh kiện học cho các công thức sau: (để tham khảo)

$$w_P = \left[\frac{\epsilon N_d}{q N_a (N_d + N_a)} \right]^{\frac{1}{2}} (V_B - V_D)^{\frac{1}{2}}$$

$$w_n = \left[\frac{\epsilon Na}{qNd(Nd+Na)} \right]^{\frac{1}{2}} (V_B - V_D)^{\frac{1}{2}}$$

với V_B : rào điện thế của nối p-n

V_D : hiệu thế áp vào nối p-n

$$\text{Suy ra } w = w_p + w_n = \left[\frac{2\epsilon}{q} \left(\frac{1}{Nd} + \frac{1}{Na} \right) \right]^{\frac{1}{2}} (V_B - V_D)^{\frac{1}{2}}$$

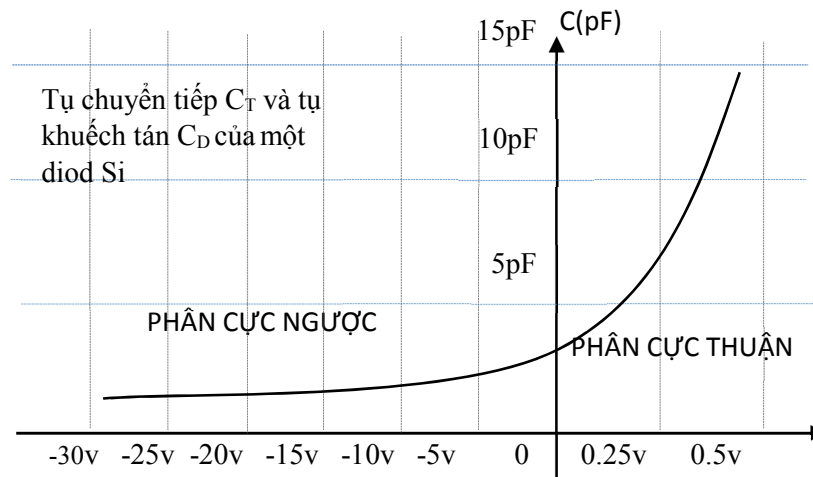
3.3.2 Tụ của diode phân cực thuận

Khi đó, trong vùng hiếm có những biến thiên về điện lượng dQ do biến thiên về hiệu áp gây ra dV , hiệu ứng điện dung xảy ra:

$$C_D = \frac{dQ}{dV}$$

với C_D là tụ khuếch tán

Đặc tuyến sau minh họa cụ thể hai loại tụ của nối p-n (diode)



Hình 3.4 Đặc tuyến của diode tụ C_T và C_D

BÀI 4 CÁC LOẠI DIODE CHỈNH LƯU, ZENER, BIẾN DUNG (VARICAP), QUANG DIODE (LED)

4.1 Diode chỉnh lưu (rectifier diode)

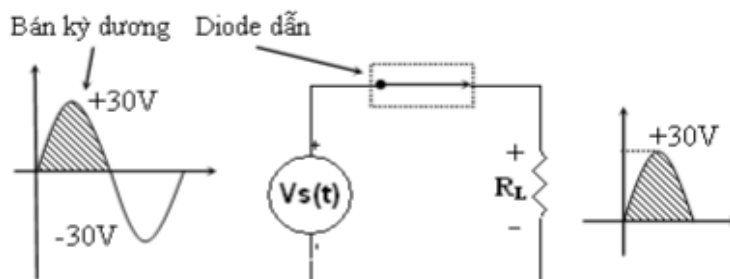
4.1.1 Chỉnh lưu: đổi dòng xoay chiều sang dòng một chiều.

4.1.2 Các thông số cần lưu ý: V_F (max) điện thế áp thuận tối đa (định dòng và định nhiệt), I_F (max) dòng thuận tối đa (ở nhiệt độ định trước), I_R (max) dòng nghịch tối đa (ở nhiệt độ định trước), PRV (peak reverse voltage) điện áp ngược tối đa còn viết là PIV hay $V(BR)$, công suất tiêu thụ tối đa:

$$P_D = V_D \cdot I_D$$

4.1.3 Mạch chỉnh lưu

a. Chỉnh lưu bán kỳ: Từ hiệu thế xoay chiều của khu vực điện 220 V hay thấp hơn (qua biến thế hạ thế), dùng diode với tính chất bán dẫn điện một hướng để đổi điện (half wave rectifier).



Hình 4.1

***Công thức tính điện thế trung bình:**

Từ điện thế khu vực $v = V_m \sin \omega t$ với V_m là biên độ đỉnh (tối đa), $\omega = 2\pi f$ với $f = 50\text{Hz}$, ta lấy điện thế trung bình trong một chu kỳ T là:

$$V_{tb} = \frac{1}{T} \int_0^T V_m \sin \omega t dt$$

Đặt $\theta = \omega t$ suy ra $d\theta = \omega dt$, tức là $dt = \frac{d\theta}{\omega}$ với $\omega T = 2\pi$, đổi giới hạn tích phân:

$$V_{tb} = \frac{1}{\frac{2\pi}{\omega}} \int_0^{2\pi} V_m \sin\theta d\theta \times \frac{1}{\omega}$$

$$V_{tb} = \frac{\omega}{2\pi} \times \frac{1}{\omega} \times V_m \int_0^{2\pi} \sin\theta d\theta = \frac{V_m}{2\pi} \left[\int_0^{\pi} \sin\theta d\theta + 0 \right]$$

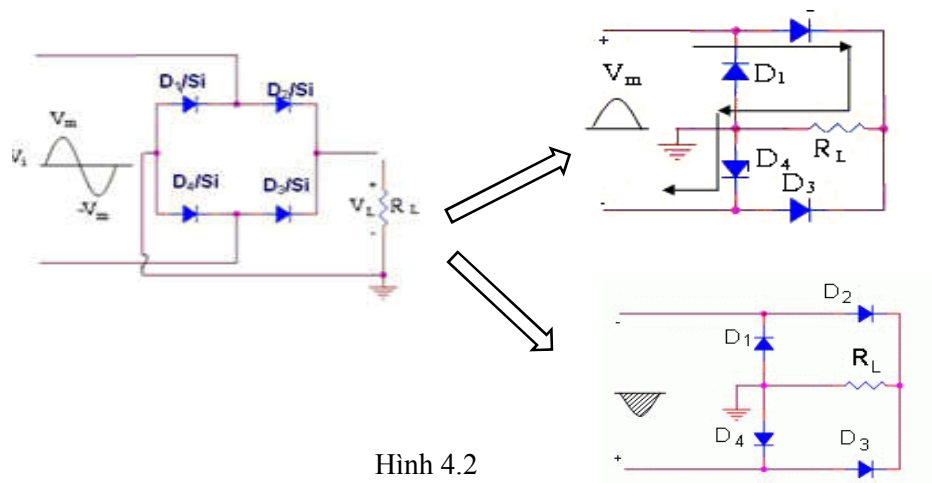
Do ở bán kỳ âm diode không dẫn điện

$$V_{tb} = \frac{V_m}{2\pi} \left[\cos\theta \right] = \frac{V_m}{2\pi} \times 2 = \frac{V_m}{\pi} \Rightarrow V_{tb} = 0.318 V_m$$

b. Chỉnh lưu toàn kỳ

Có những cơ cấu nhiều diode sắp xếp để có thể dẫn điện ở cả hai bán kỳ.

Cơ cấu cầu bốn diode:



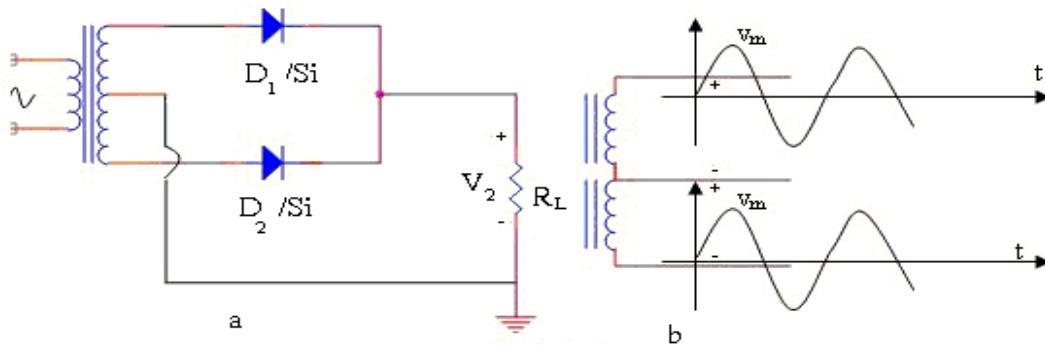
Hình 4.2

Xét phân cực các diode trong hai bán kỳ, dòng điện chạy cùng chiều trong R_L , dòng tăng gấp đôi, nên:

$$V_{tb} = 2 \times \frac{V_m}{\pi} = 0.636 V_m$$

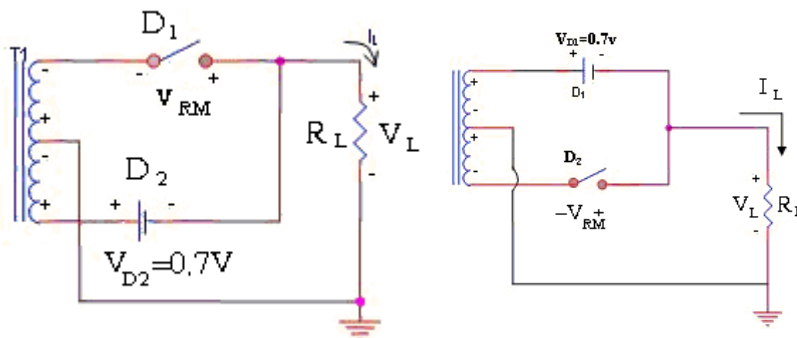
Chỉnh lưu toàn kỳ 2 diode:

a. Biến thế đổi điện có chấu giữa



Hình 4.3

Xét mạch qua 2 bán kỳ



Hình 4.4

b. Kết quả

Ta vẫn có: $V_{tb} = 2 \times \frac{V_{2m}}{\pi} = 0.636 \times V_{2m}$

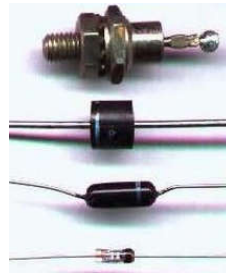
$$V_{tb} = 0.636 \times V_{2m}$$

Với

$$v_2 = v_1 \frac{n_2}{n_1}$$

4.2 Diode Zener (sử dụng hiệu ứng zener của nối p-n phân cực ngược)

4.2.1 Ký hiệu

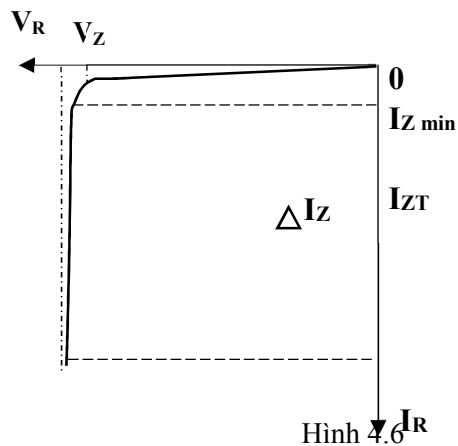


Hình 4.5

4.2.2 Thông số của diode Zener

Diode Zener được đặc trưng bởi công suất tiêu tán nhiệt tối đa:

$$P_d = V_Z \cdot I_{ZM} = P_{ZM}$$



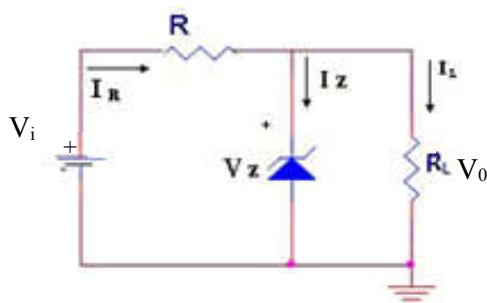
Hình 4.6

V_Z là hiệu thế Zener; I_{ZM} là dòng tối đa mà diode chịu đựng được; I_{ZK} là dòng điện khuỷu khơi mào hiệu ứng Zener (tối thiểu để diode Zener hoạt động). (k= knee: khuỷu đầu gối)

I_{ZT} = dòng qua diode Zener với công suất tiêu tán bằng $\frac{1}{4}$ công suất tối đa P_d

(P_{ZM}).

4.2.3 Mạch diode Zener

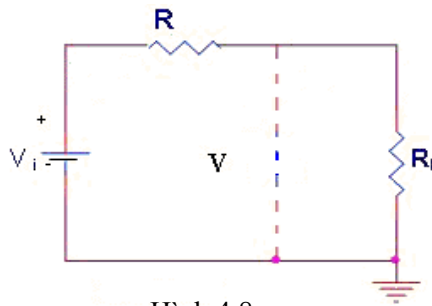


Hình 4.7

a. Mạch diode Zener được khảo sát trong hai trường hợp, hiệu áp V_{DC} không đổi và tải R_L không đổi.

Từ mạch dự trữ: V_{DC} hiệu áp một chiều, R để bảo vệ diode Zener, R_L là tải lấy điện.

Đầu tiên tháo diode Zener để xem hiệu điện thế phân bố V ở chỗ 2 đầu diode là bao nhiêu? Cầu phân thế cho: $V_D = V_{DC} \times \frac{R_L}{R+R_L}$

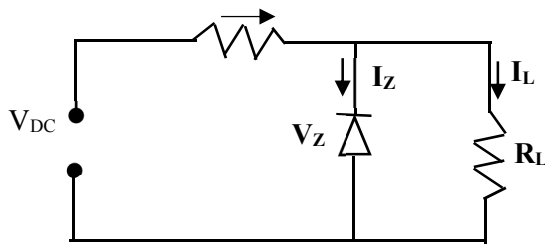


Hình 4.8

Nếu thấy $V > V_{DZ}$ thì khi gắn diode Zener vào diode có thể hoạt động được nếu $I_Z > I_{ZK}$

Còn nếu $V < V_Z$ thì khi gắn diode Zener vào diode không hoạt động được.

Giai đoạn 2: nếu thấy $V > V_Z$, ráp diode vào, vẽ mạch tương đương và tính các dòng:



Hình 4.9

$$I_R = I_L + I_Z$$

$$I_R = \frac{V_{DC} - V_Z}{R}$$

$$I_L = \frac{V_Z}{R_L} \text{ suy ra } I_Z = I_R - I_L$$

Kiểm soát xem $P_d = V_Z \times I_Z$ có vượt qua P_{ZM} không và I_Z có vượt qua I_{ZM} không?

b. Hiệu áp V_{DC} không đổi, R_L thay đổi.

Chúng ta tìm trị tối thiểu của R_L để diode Zener còn hoạt động.

$$V_L = V_Z = \frac{R_L}{R + R_L} \times V_{DC}$$

$$R_{L(MIN)} = \frac{R V_Z}{V_{DC} - V_Z}$$

Điều này cũng xác định trị tối đa của I_L :

$$I_{L(MAX)} = \frac{V_L}{R_L} = \frac{V_Z}{R_{L(MIN)}}$$

Chỉ cần chọn $R_L > R_{L \min}$ là diode Zener có thể hoạt động tốt.

c. Chúng ta cũng cần khảo sát trường hợp R_L không thay đổi, cần thay đổi V_{DC} .