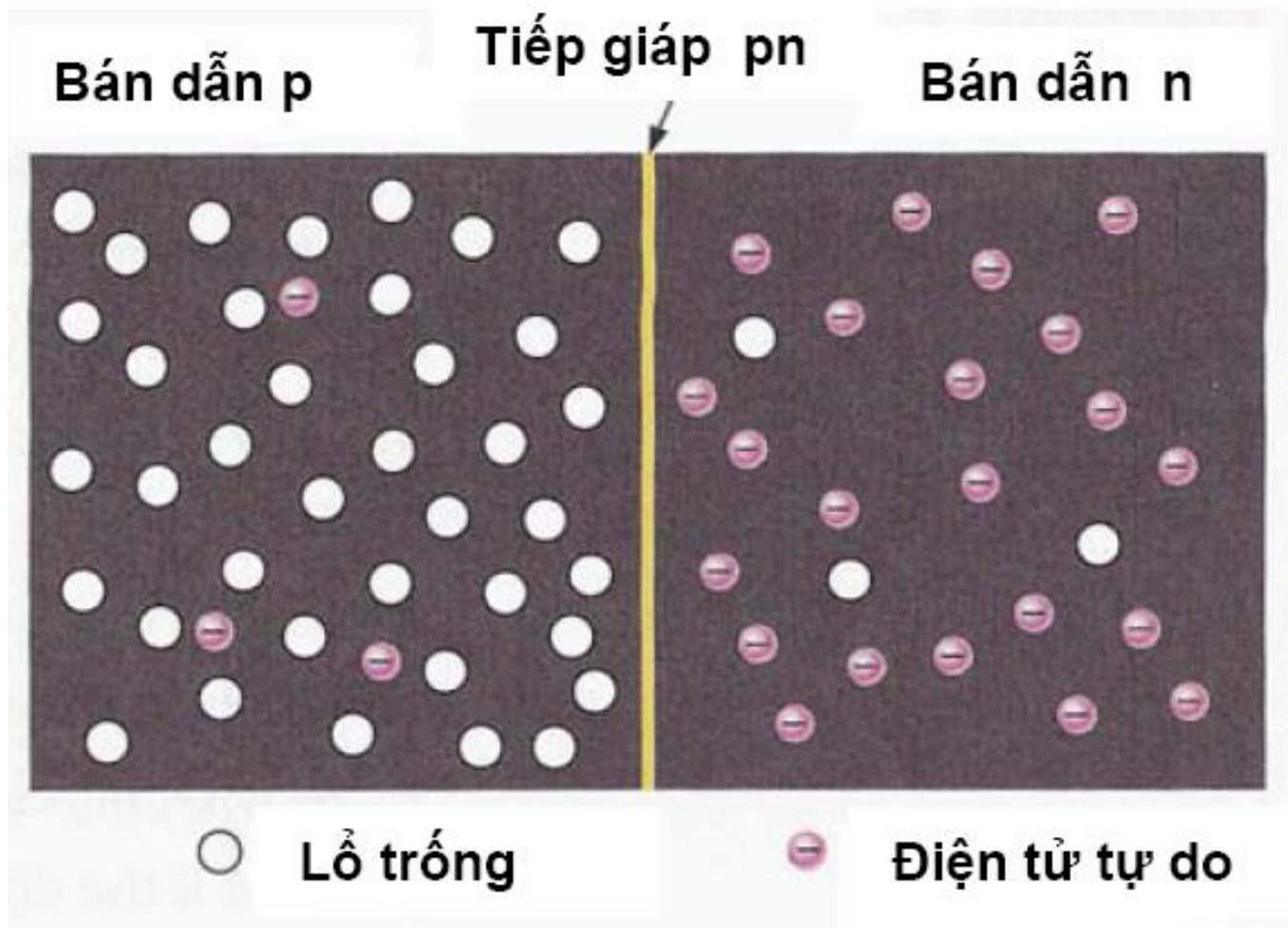


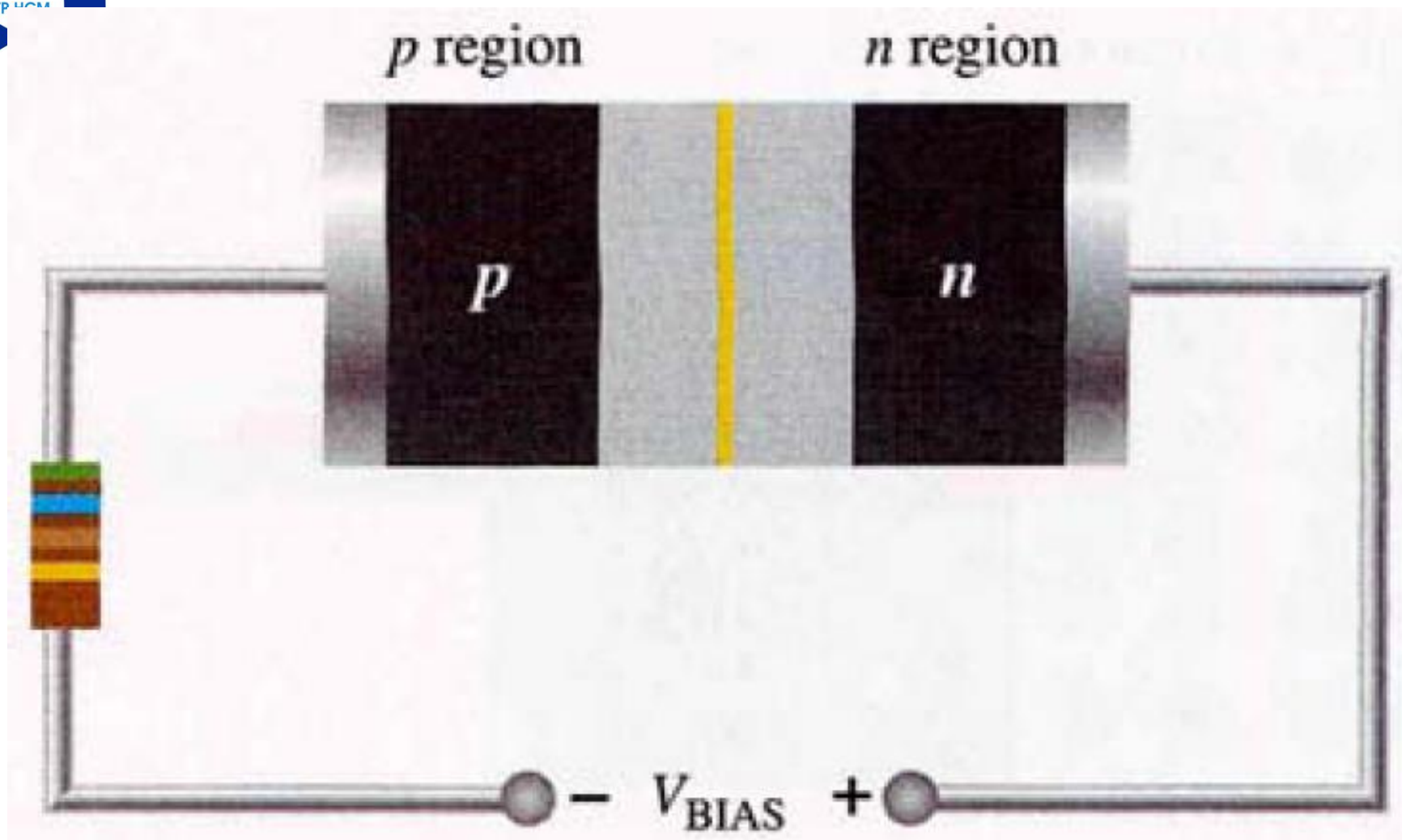


Kỹ thuật điện

Chương: Diode và các mạch ứng dụng

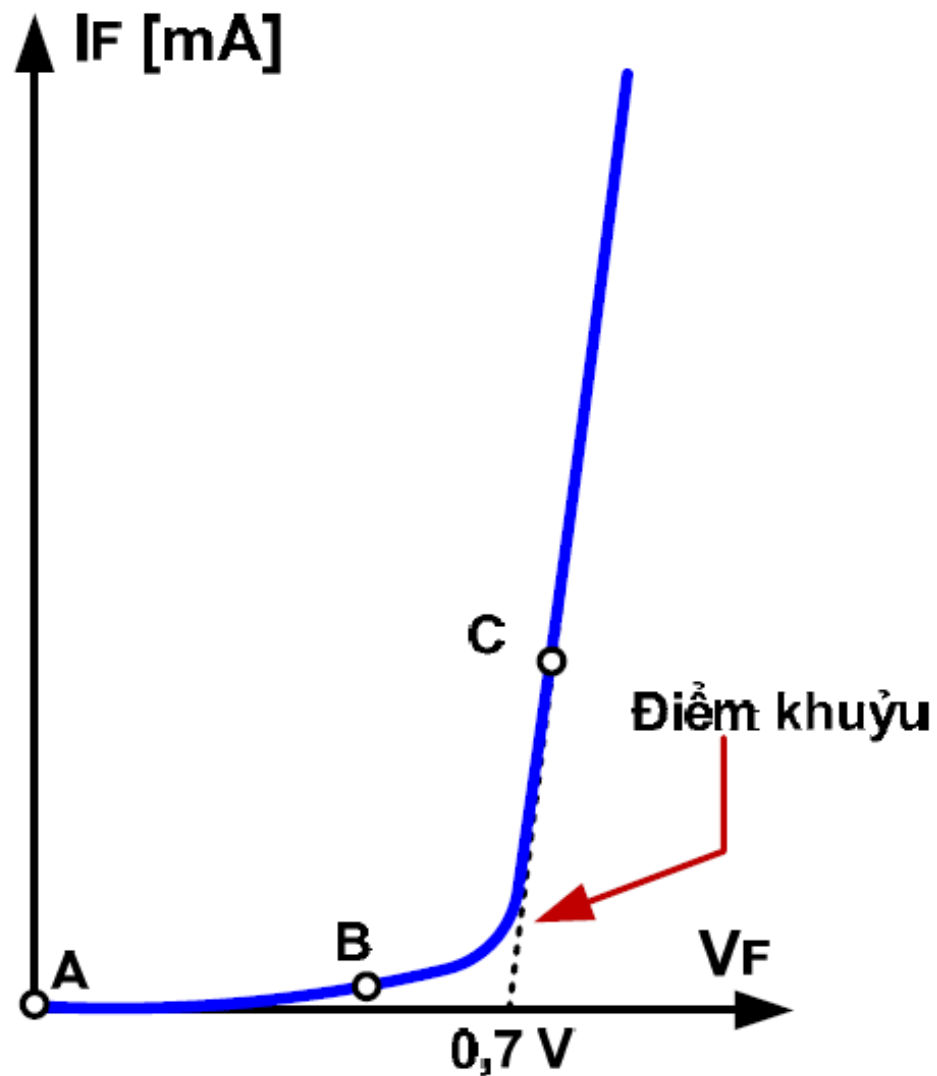
DIODE





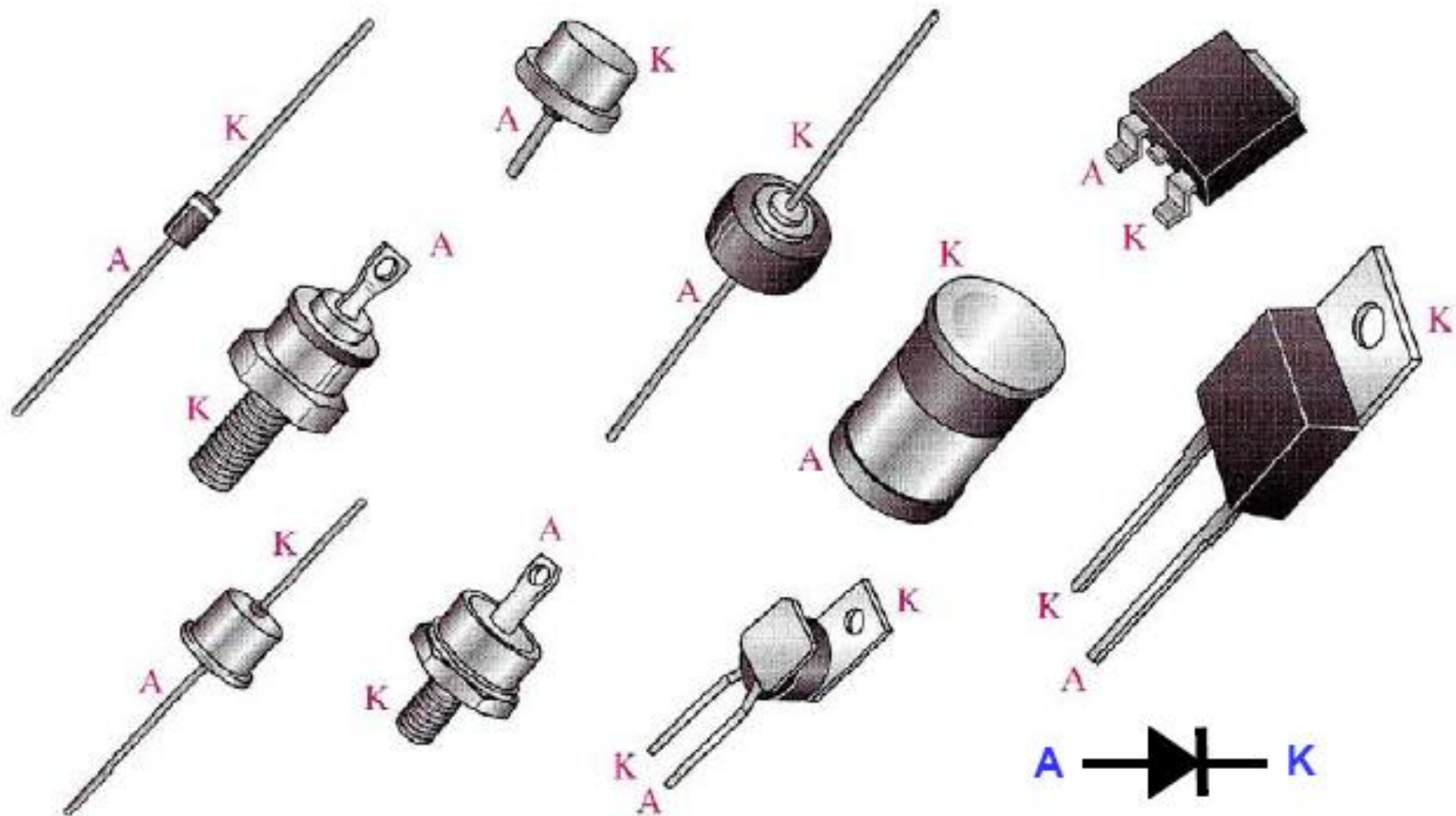


-  V_F : điện áp đặt ngang qua hai đầu diode lúc phân cực thuận.
-  V_{BIAS} : điện áp phân cực cấp vào mạch diode.
-  I_F : dòng điện qua diode lúc phân cực thuận.

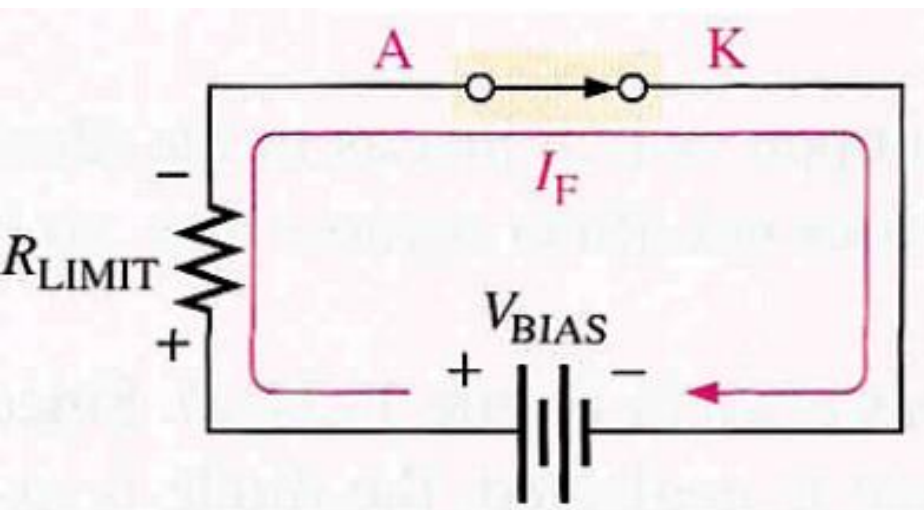


$$i_D = I_o \cdot \left(e^{\frac{V_D}{\eta \cdot V_T}} - 1 \right)$$
$$V_T = \frac{kT}{q} \text{ [V]} \quad k = 1,38 \cdot 10^{-23} \text{ [J/}^\circ\text{K]}$$

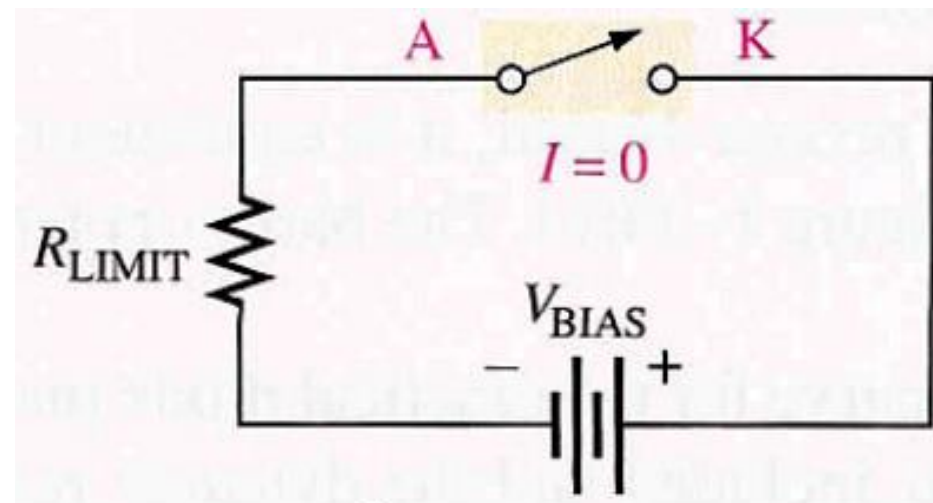
- i_D [A] : dòng tức thời qua diode.
 v_D [V] : điện áp tức thời đặt ngang qua hai đầu diode.
 q [C] : điện tích của electron (âm điện tử); $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.
 η : hằng số tới hạn ($\eta = 1$ cho Ge và $\eta = 2$ cho Si)
 I_o [A] : dòng điện bão hòa tại trạng thái phân cực nghịch.



MÔ HÌNH DIODE LÝ TƯỞNG



a./ Phân cực thuận diode

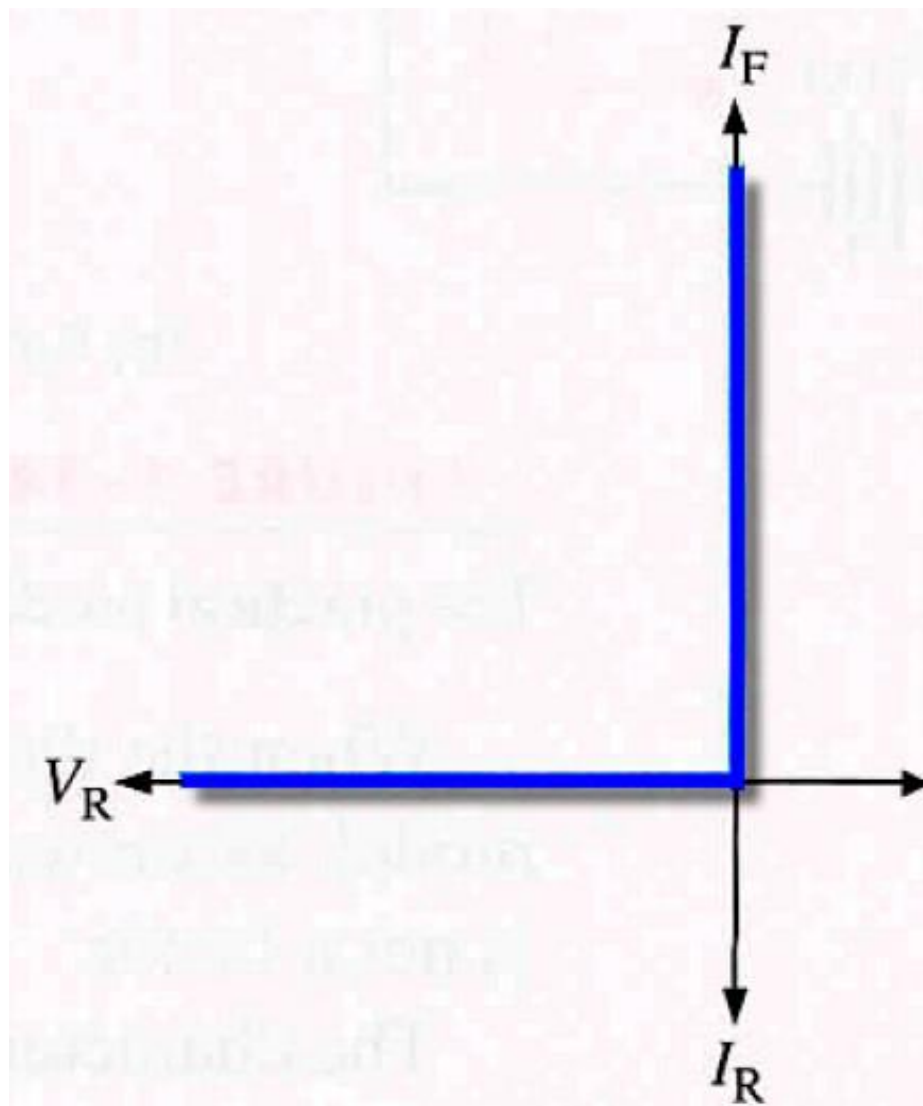


b./ Phân cực nghịch diode

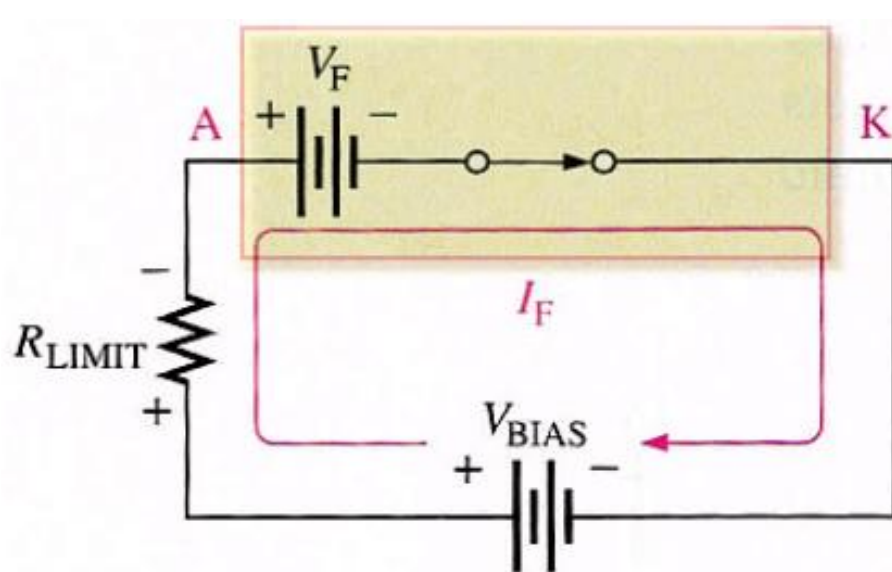
R_{LIMIT} : Điện trở giới hạn dòng trong mạch diode

$$V_F = 0V$$

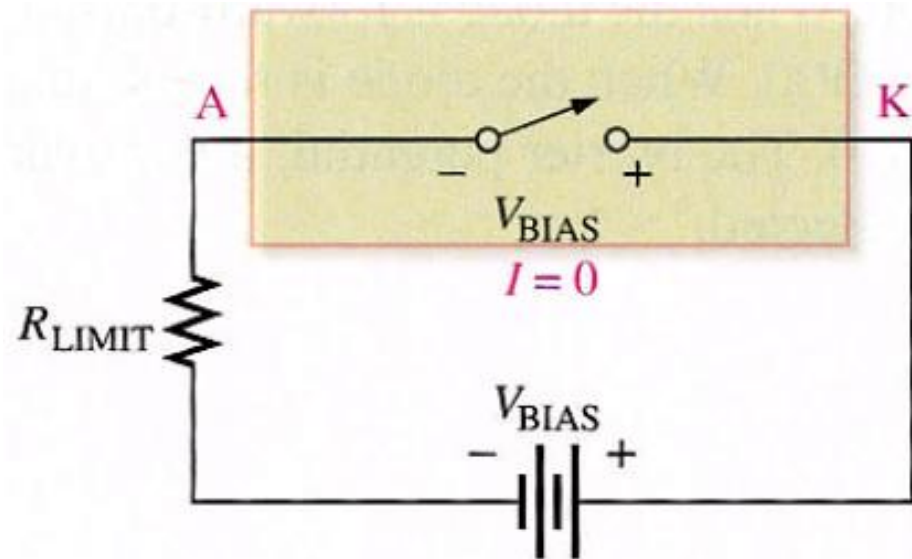
Dòng điện phân cực thuận $I_F = \frac{V_{BIAS}}{R_{LIMIT}}$



MÔ HÌNH THỰC NGHIỆM



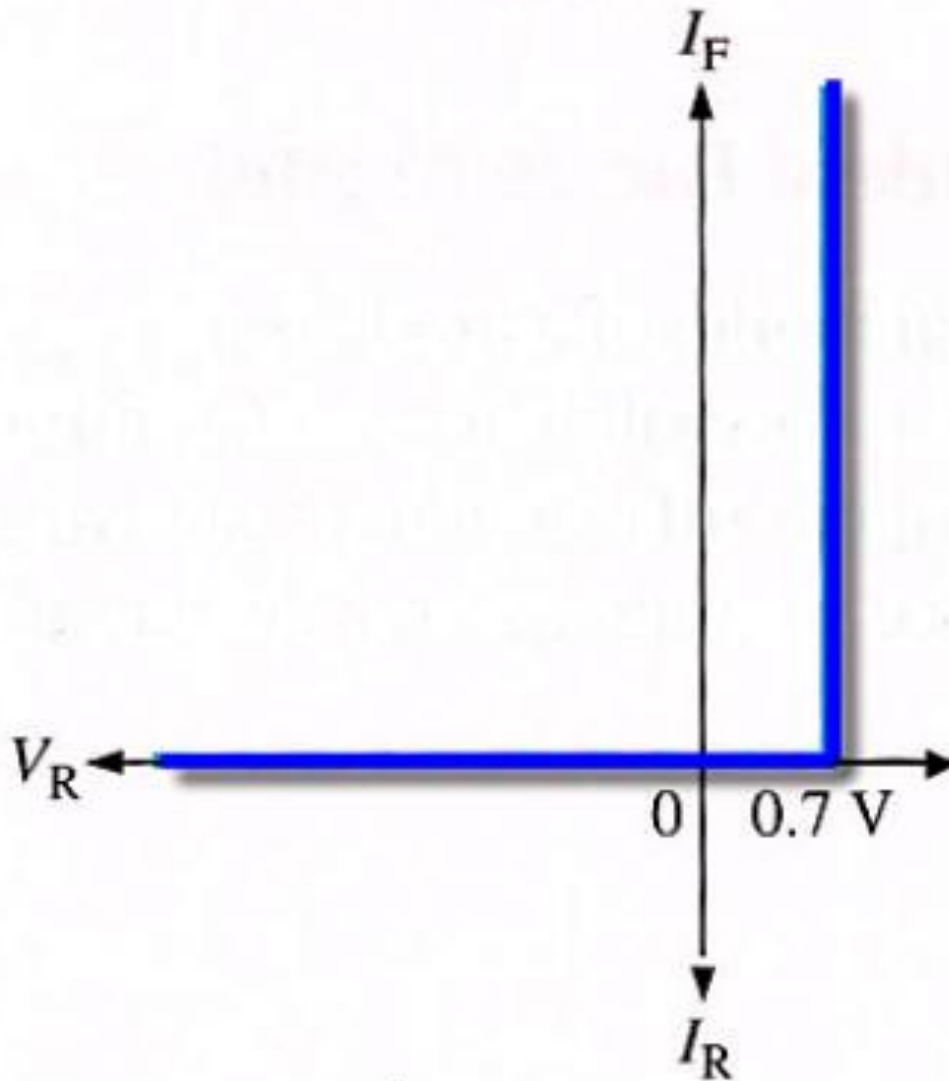
a./ Phân cực thuận diode



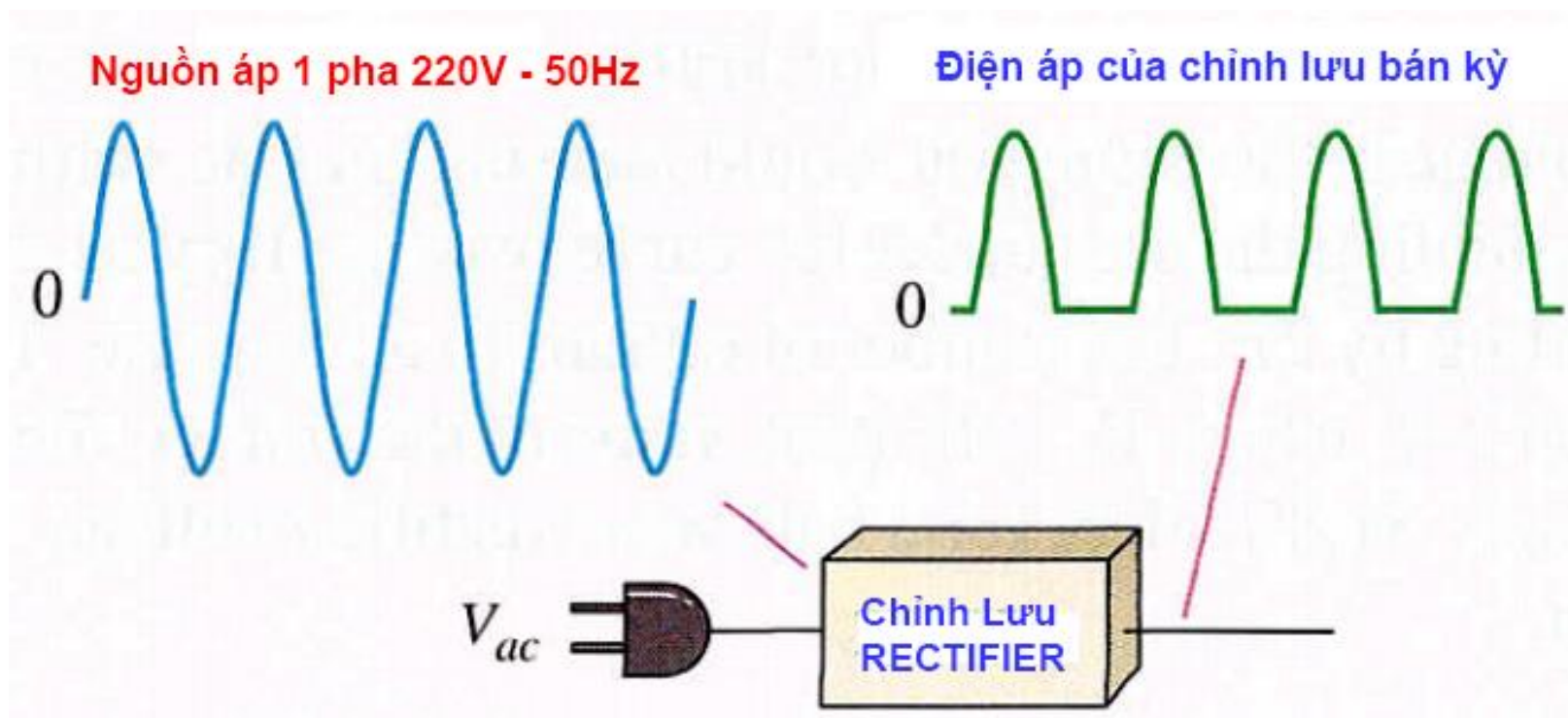
b./ Phân cực nghịch diode

$$V_{BIAS} = V_F + R_{LIMIT} \cdot I_F$$

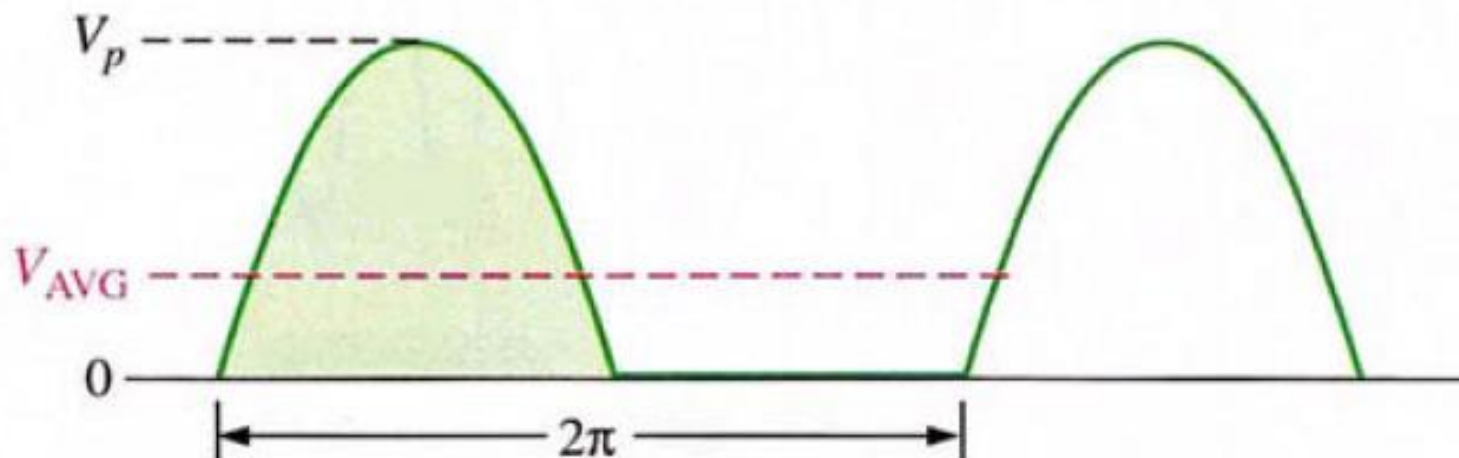
$$I_F = \frac{V_{BIAS} - V_F}{R_{LIMIT}}$$



CHỈNH LƯU BÁN KỲ



GIÁ TRỊ TRUNG BÌNH CỦA ÁP CHỈNH LƯU BÁN KỲ:



$$v(t) = V_{\max} \sin(\omega t) [V]$$

$$\begin{cases} v_{\text{out}}(t) = V_{\max} \cdot \sin(\omega t) & \text{khi } (0 \leq \omega t \leq \pi) \\ v_{\text{out}}(t) = 0 & \text{khi } (\pi \leq \omega t \leq 2\pi) \end{cases}$$

$$V_{AVG} = \frac{1}{T} \int_0^T v(t).dt$$

$$V_{AVG} = \frac{V_m}{\pi} = \frac{V_p}{\pi}$$

$$V_{AVG} = \frac{V_{RMS} \sqrt{2}}{\pi} = 0,45.V_{RMS}$$



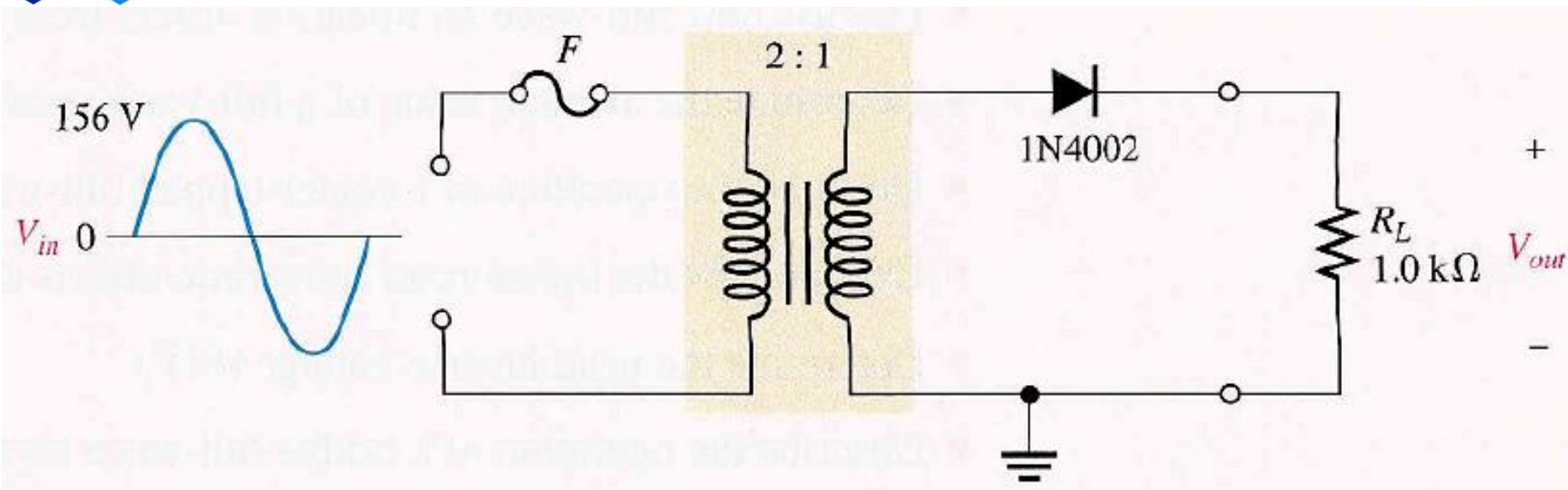
ĐIỀU ÁP NGƯỢC ĐỈNH TRÊN DIODE

Ký hiệu cho điện áp ngược đỉnh là **PIV**

$$v_{in}(t) = V_m \cdot \sin(\omega t) [V]$$

$$\boxed{PIV = V_m}$$

CHỈNH LƯU BÁN KỲ PHỐI HỢP VỚI BIẾN ÁP CÁCH LY GIẢM ÁP:



Theo giả thiết ta có tỉ số biến áp là : $K_{ba} = \frac{E_1}{E_2} \cong \frac{V_{1dm}}{V_{2dm}} = \frac{2}{1} = 2$

Biên độ áp ngõ vào biến áp :

$$V_{1m} = 156 \text{ V}$$

Biên độ áp ngõ ra thứ cấp:

$$V_{2m} = \frac{V_{1m}}{K_{ba}} = \frac{156}{2} = 78 \text{ V}$$



⚡ Điện áp trung bình trên tải:

$$V_{AVG} = \frac{V_{2m}}{\pi} = \frac{78}{\pi} \cong 24,83 \text{ V}$$

⚡ Dòng trung bình qua tải:

$$I_{AVG} = \frac{V_{AVG}}{R_L} = \frac{24,83 \text{ V}}{1\text{K}\Omega} = 24,83 \text{ mA}$$

⚡ Công suất DC tiêu thụ trên tải:

$$\begin{aligned} P_{DC} &= V_{AVG} \bullet I_{AVG} = 24,83 \bullet 0,02483 \\ &= 0,616 \text{ W} \end{aligned}$$

⚡ Điện áp ngược đỉnh trên diode:

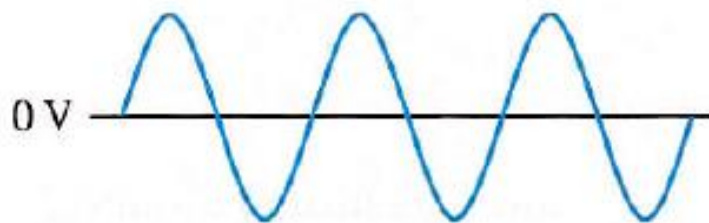
$$PIV = V_{2m} = 78 \text{ V}$$

CHỈNH LƯU TOÀN KỲ

$$v_{in}(t) = V_{max} \sin(\omega t) [V]$$

$$v_{out}(t) = V_{max} \sin(\omega t) [V]$$

$$0 \leq \omega t \leq \pi \quad \omega T = 2\pi$$



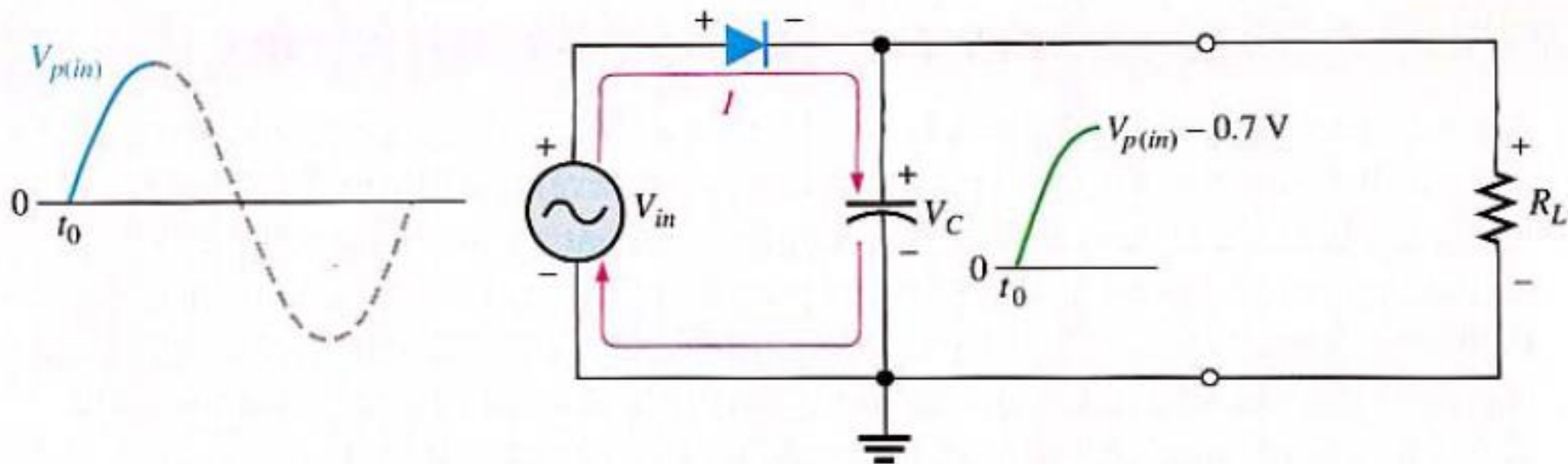


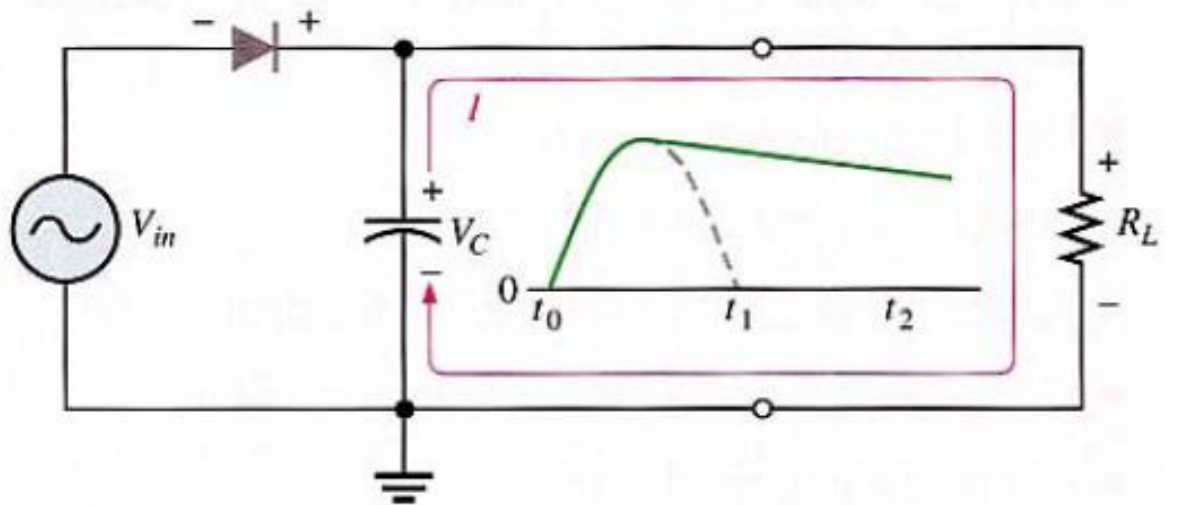
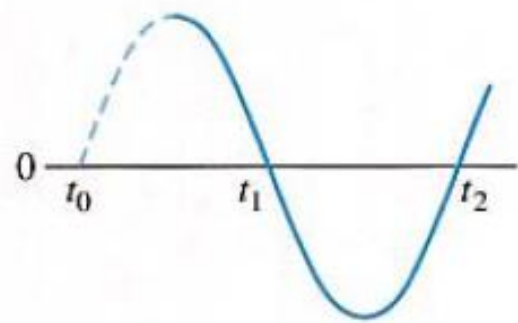
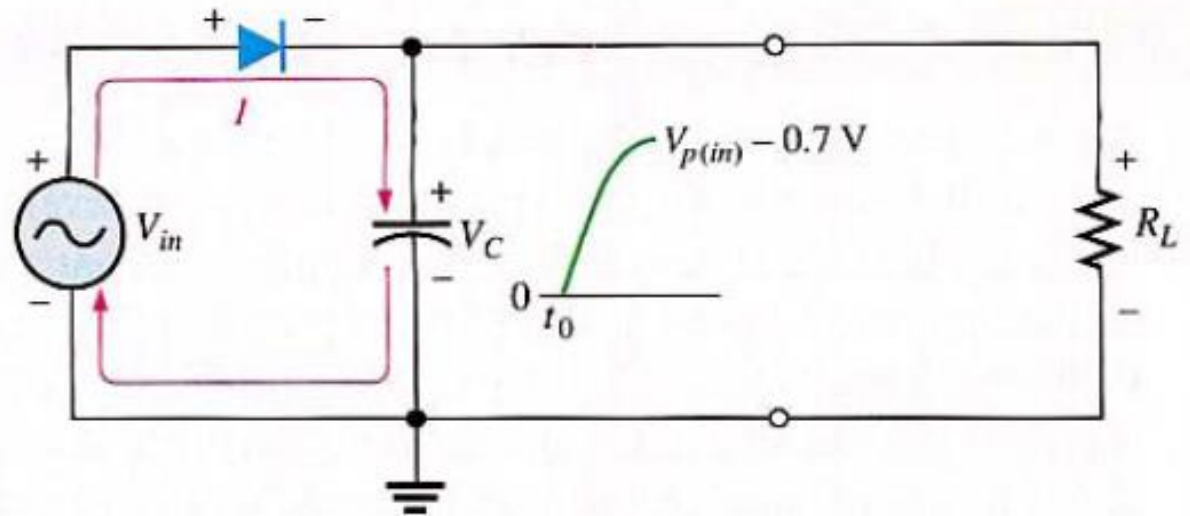
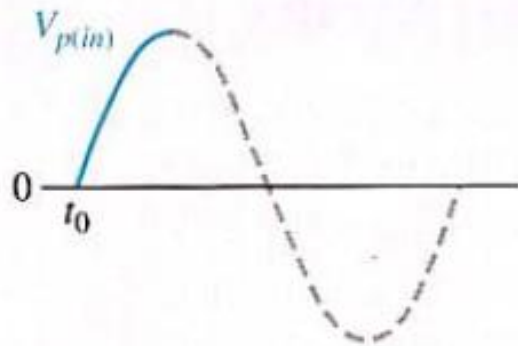
$$V_{AVG} = \frac{2V_m}{\pi}$$

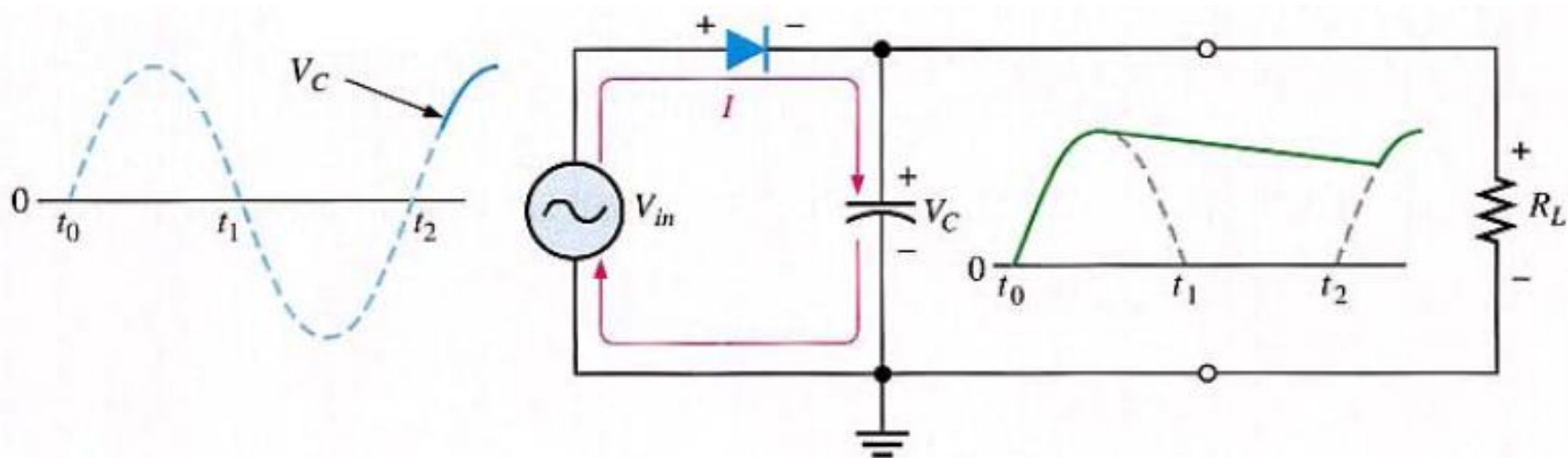
$$V_{AVG} = \frac{2\sqrt{2}.V_{RMS}}{\pi} = 0,9.V_{RMS}$$

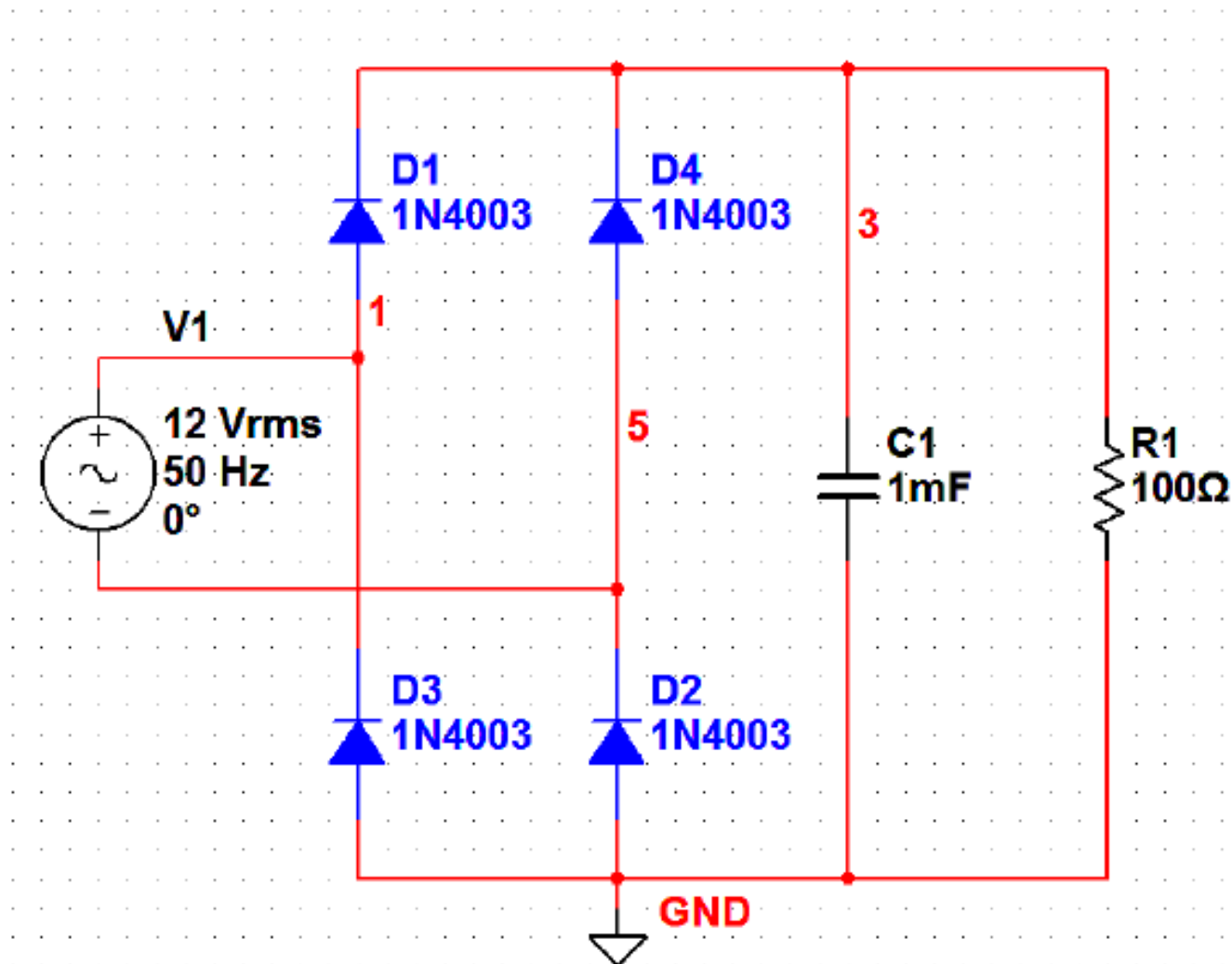
MẠCH LỌC (FILTER)

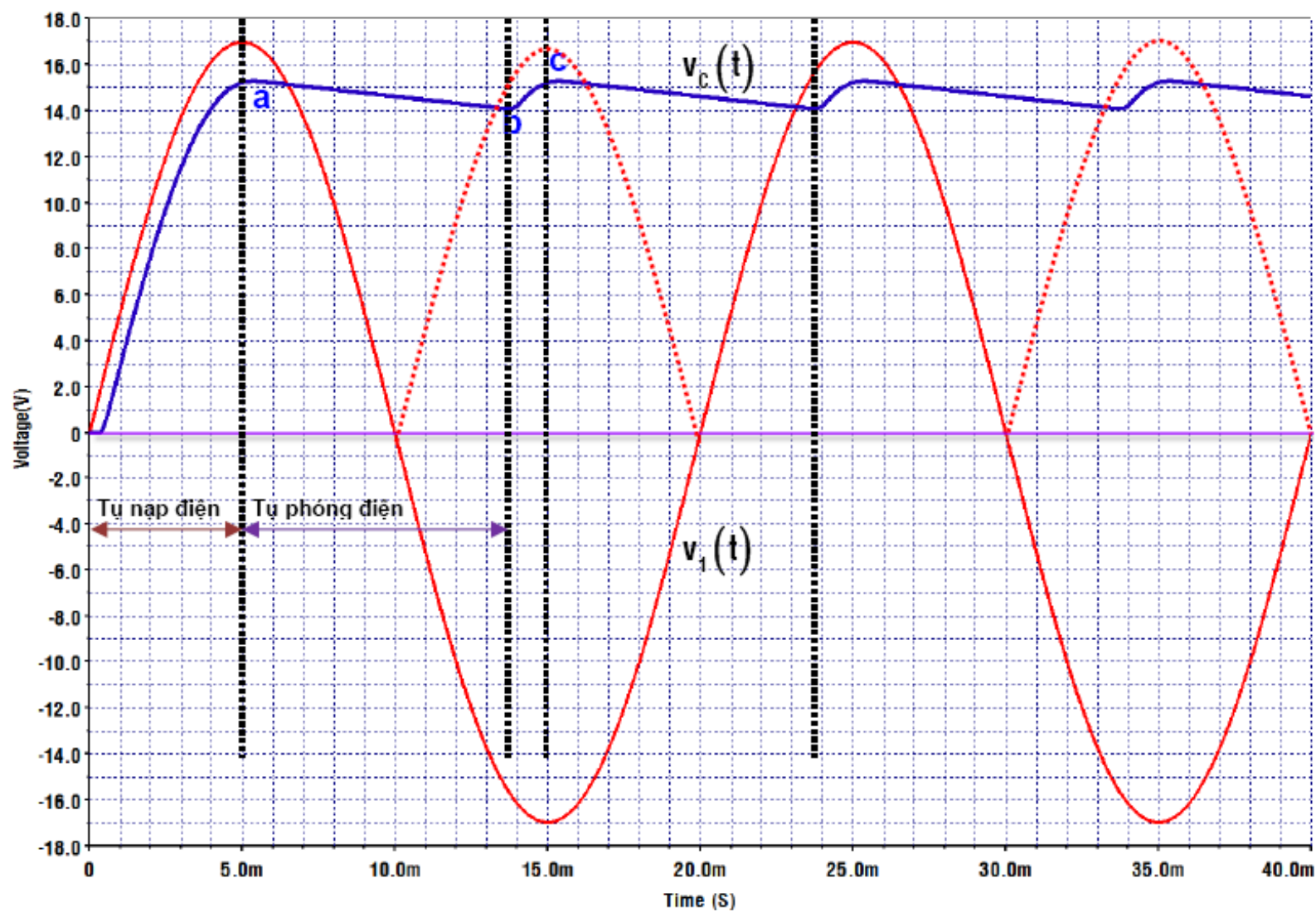
khử độ nhấp nhô trên áp ngõ ra





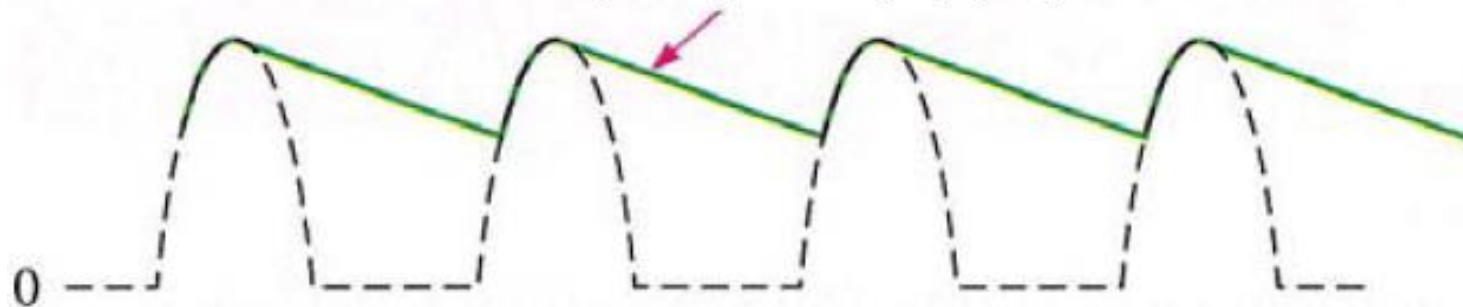






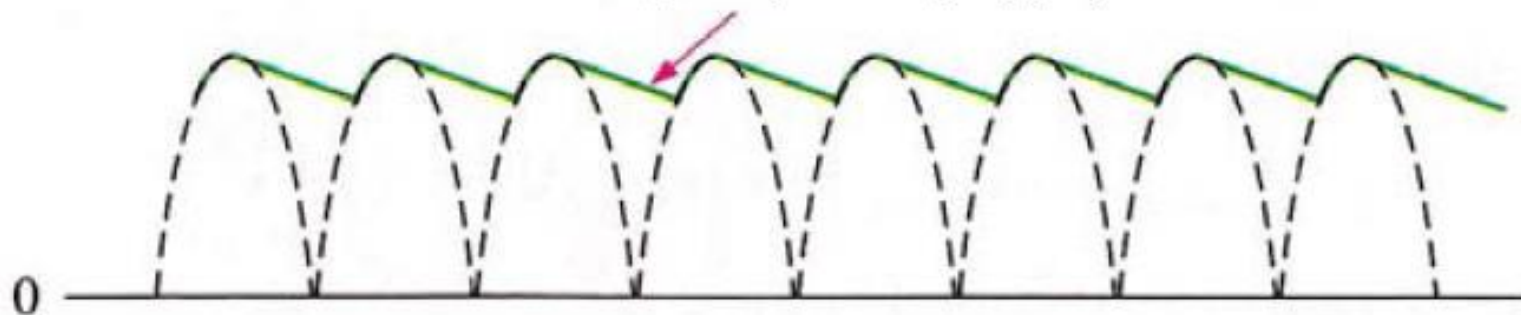
HỆ SỐ NHẮP NHÔ ĐIỆN ÁP TRÊN TẢI

Độ nhấp nhô (Ripple)

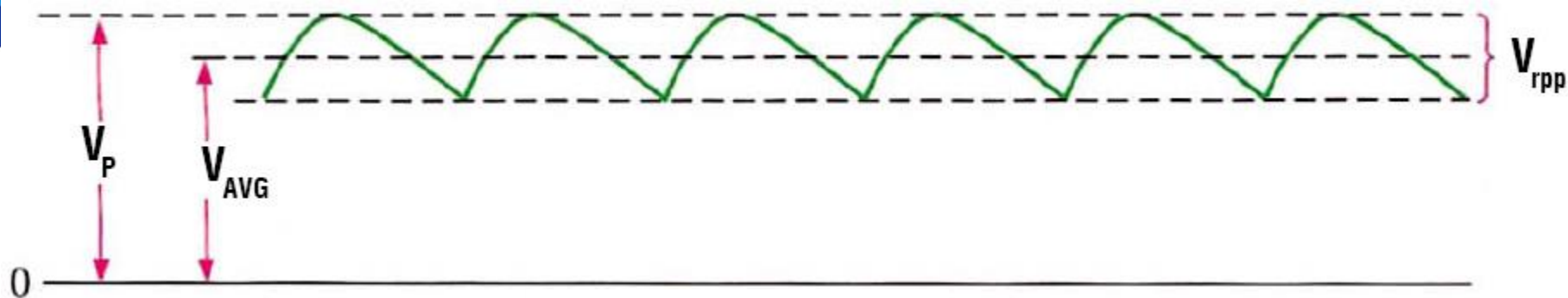


(a) Half-wave

Độ nhấp nhô (Ripple)

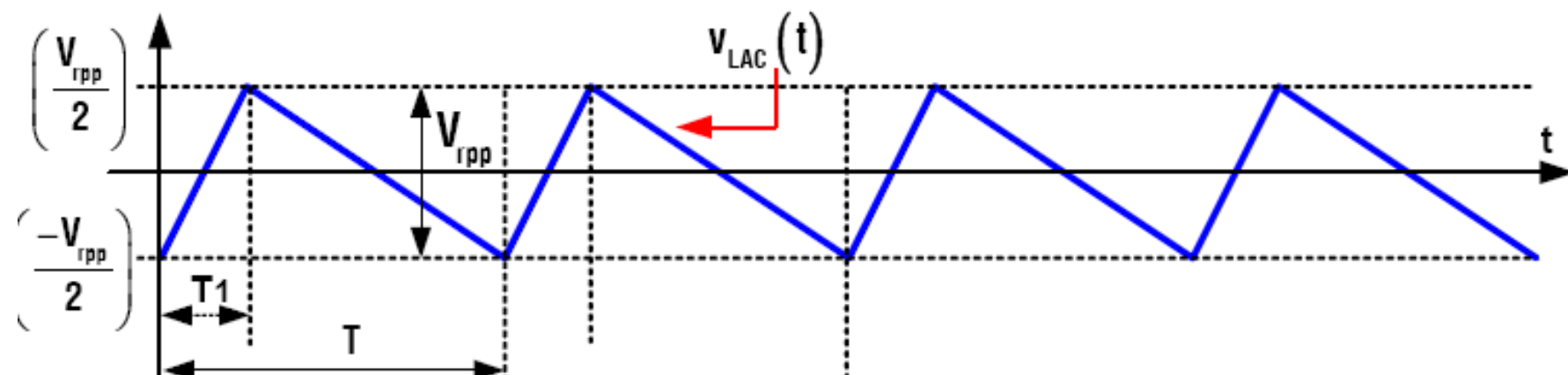


(b) Full-wave



hệ số nhấp nhô

$$r = \frac{\text{Giá trị hiệu dụng của các thành phần xoay chiều}}{V_{AVG}}$$





Chỉ số chỉnh lưu toàn kỳ

$$r = \frac{1}{4\sqrt{3}.f.R_L.C}$$

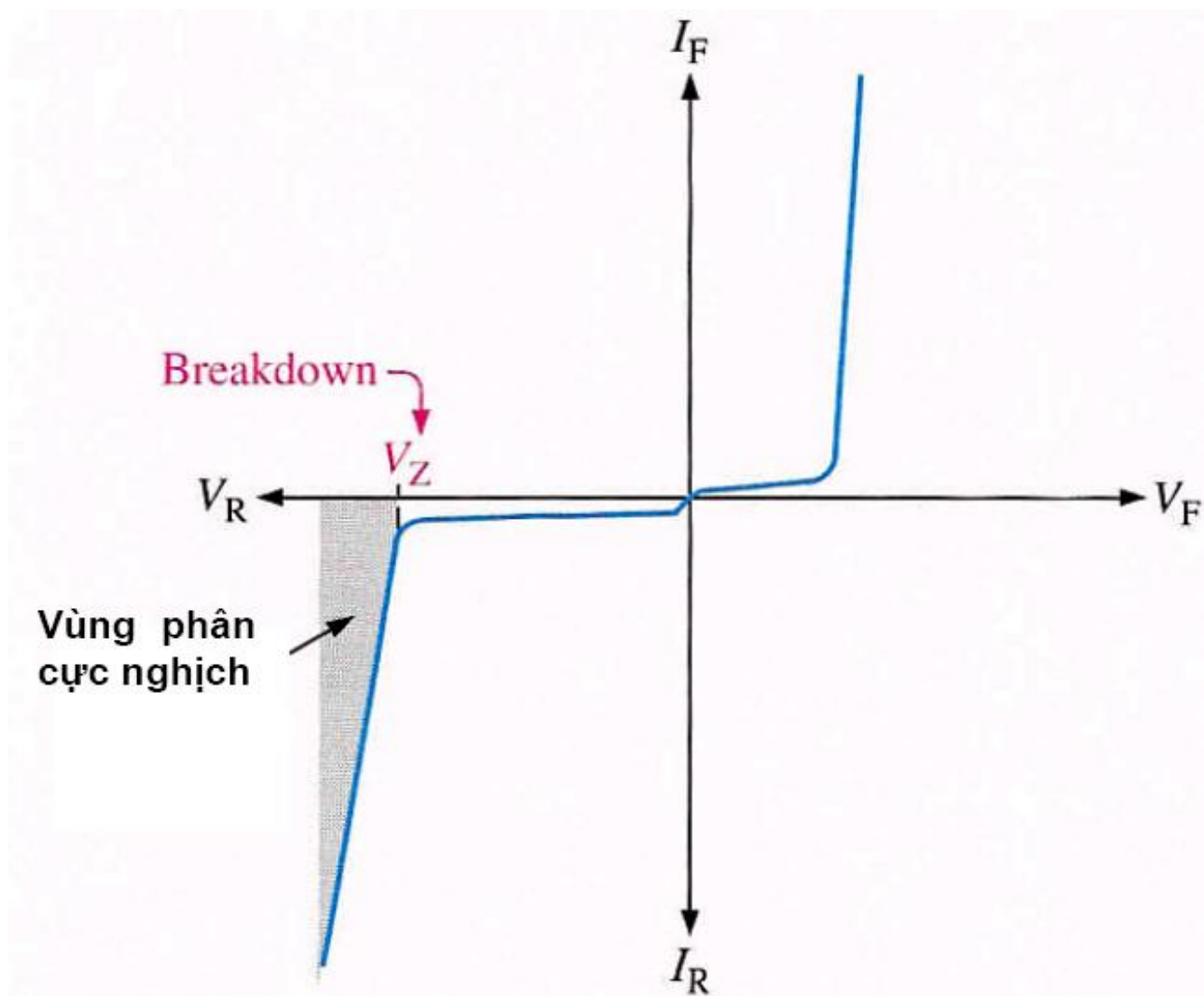
Chỉ số chỉnh lưu bán kỳ

$$r = \frac{V_{LAC}}{V_{AVG}} = \frac{1}{2\sqrt{3}.f.R_L.C}$$

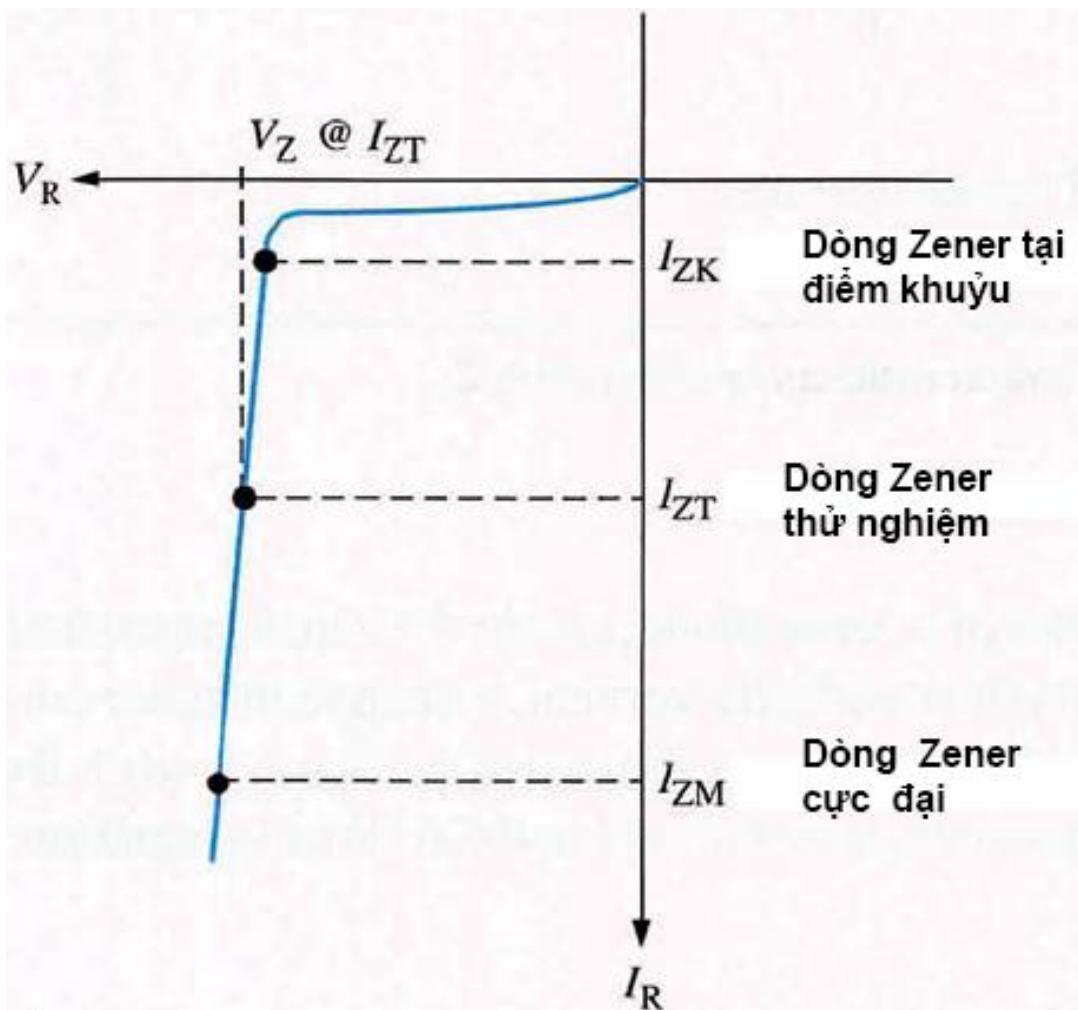


DIODE ZENER

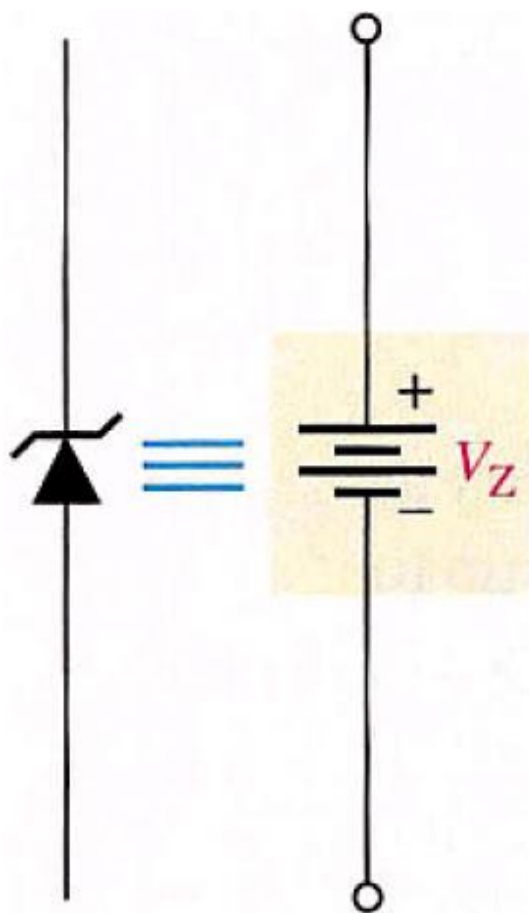




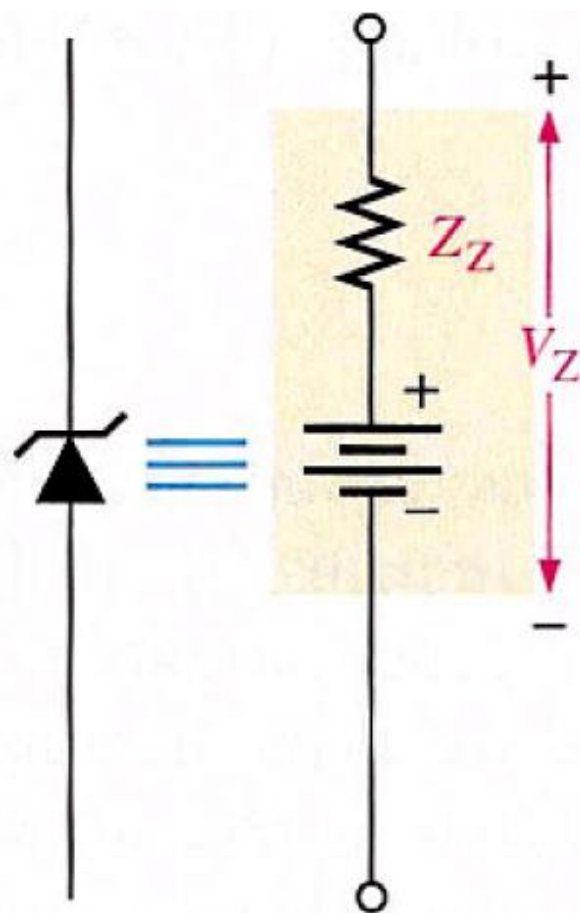
ĐẶC TUYẾN VOLT AMPERE PHÂN CỰC NGHỊCH CỦA DIODE ZENER:



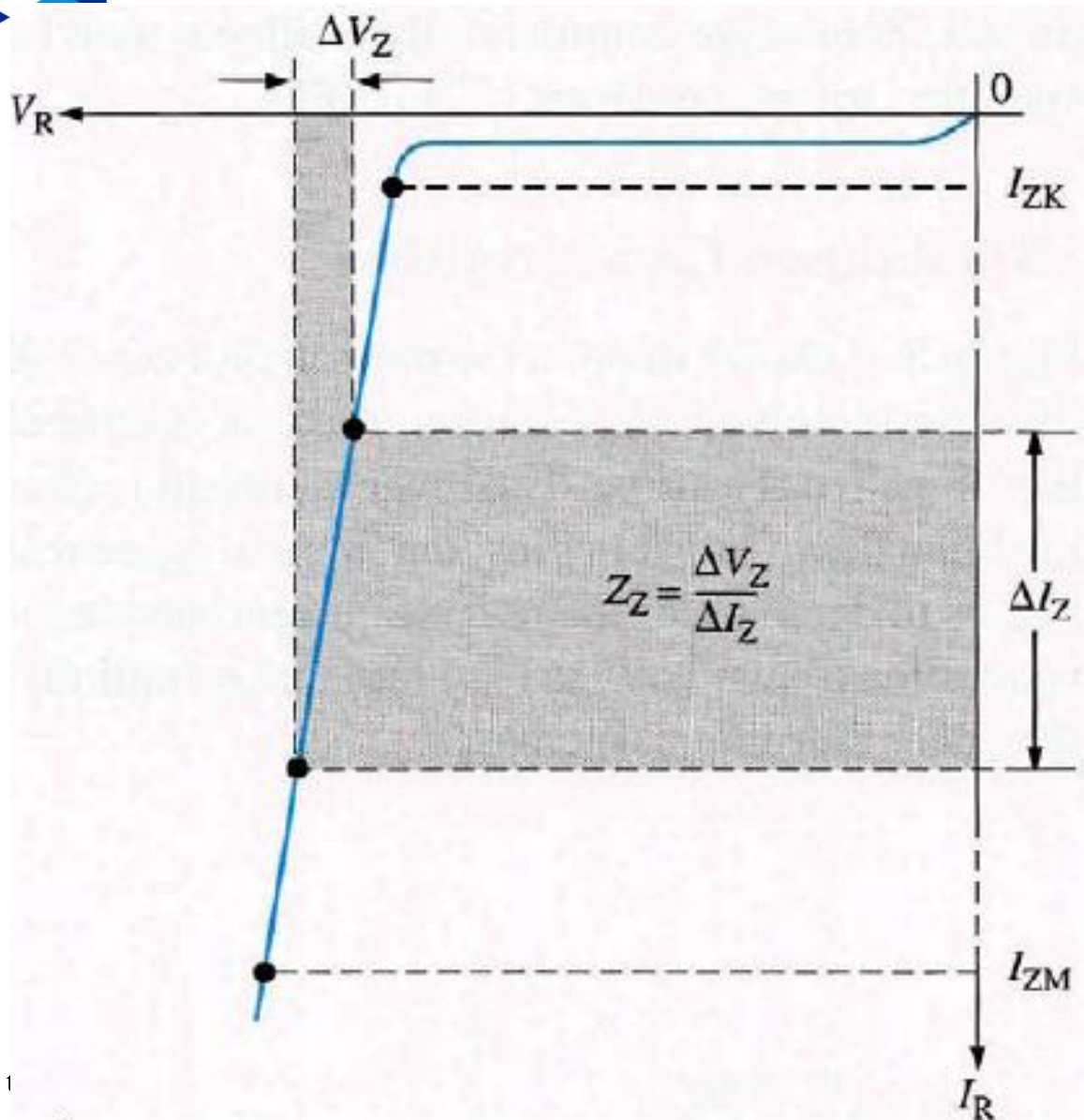
MACH TƯƠNG ĐƯƠNG CỦA DIODE ZENER



a./ Lý tưởng



b./ Thực nghiệm



$$Z_Z = \frac{V_Z}{I_Z}$$



Cho diode Zener **1N4736** có $Z_{ZT} = 3,5 \Omega$

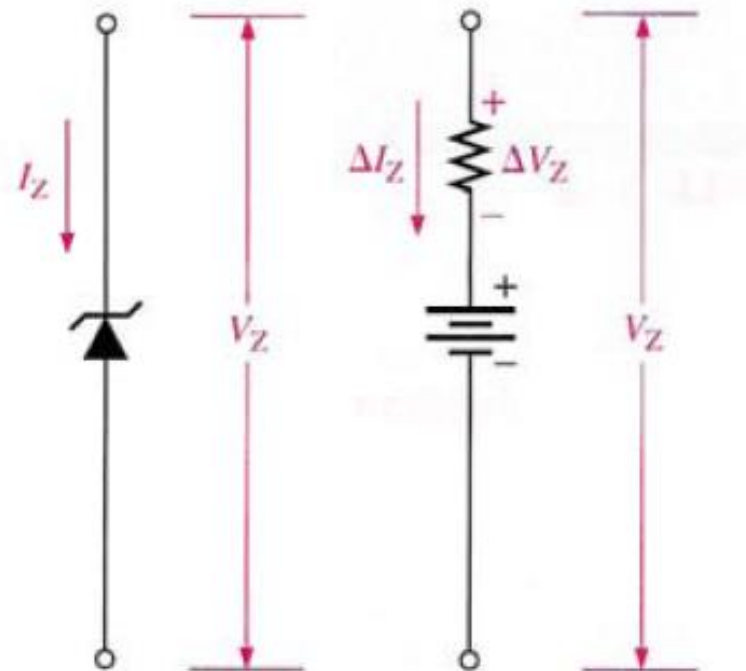
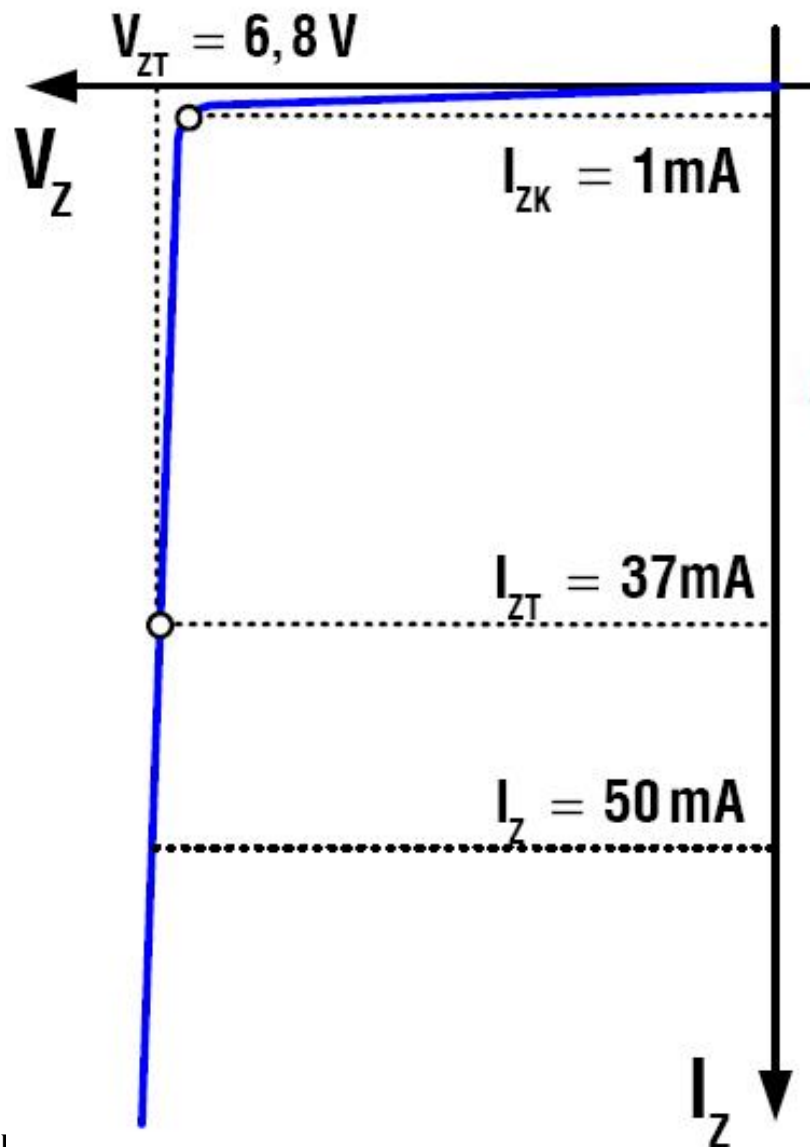
$V_{ZT} = 6,8 V$; $I_{ZT} = 37 mA$ và dòng $I_{ZK} = 1mA$

Xác định điện áp ngang qua hai đầu diode Zener

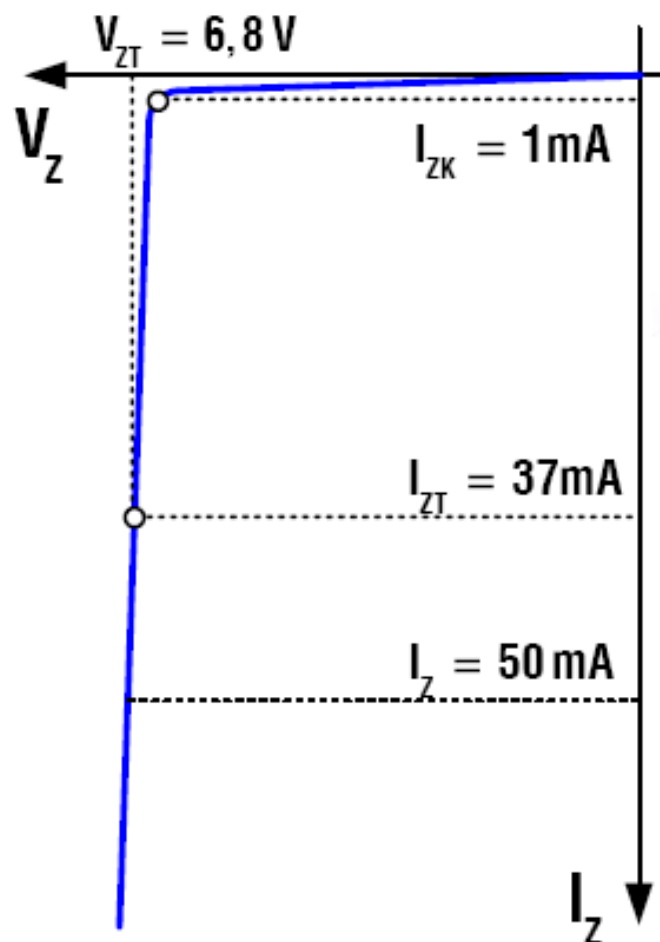
25 mA

dòng qua diode

50 mA



$$V_Z = V_{ZT} + \Delta V_Z$$



✚ Khi dòng qua diode $I_z = 50 mA$ giá trị này tăng cao hơn dòng $I_{zT} = 37 mA$ một khoảng là:

$$\Delta I_z = I_z - I_{zT} = 50 - 37 = 13 mA$$

$$\Delta V_z = Z_{zT} \cdot \Delta I_z = 3,5 \Omega \cdot 13 mA = 45,5 mV$$

$$V_z = V_{zT} + \Delta V_z = 6,8 + 0,0455 \cong 6,85 V$$

khi dòng qua diode zener là $I_z = 25 mA$

$$V_z = V_{zT} + Z_z \cdot (I_z - I_{zT})$$

$$= 6,8 + 3,5 \cdot (0,025 - 0,037) \cong 6,76 V$$



HỆ SỐ NHIỆT

Hệ số nhiệt được ký hiệu là **TC**

ΔV_Z là độ thay đổi áp V_Z là áp zener định mức

$$\Delta V_Z = V_Z \cdot TC \cdot \Delta T$$

$$[\Delta V_Z] = [V_Z] = [V]; [TC] = \left[\frac{\%}{^{\circ}\text{C}} \right]$$

$$\Delta V_Z = TC \cdot \Delta T$$

$$[TC] = \left[\frac{\text{mV}}{^{\circ}\text{C}} \right]$$

CÔNG SUẤT TIÊU TÁN

$$P_D = V_Z \cdot I_Z$$

Giá trị $P_{D\max}$ của mỗi diode zener **được xác định bởi nhà sản xuất**

giá trị $P_{D\max}$ cho phép **giảm khi nhiệt độ gia tăng**.

K_{DP} là hệ số giảm công suất tiêu tán $[K_{DP}] = \left[\frac{mW}{^{\circ}C} \right]$

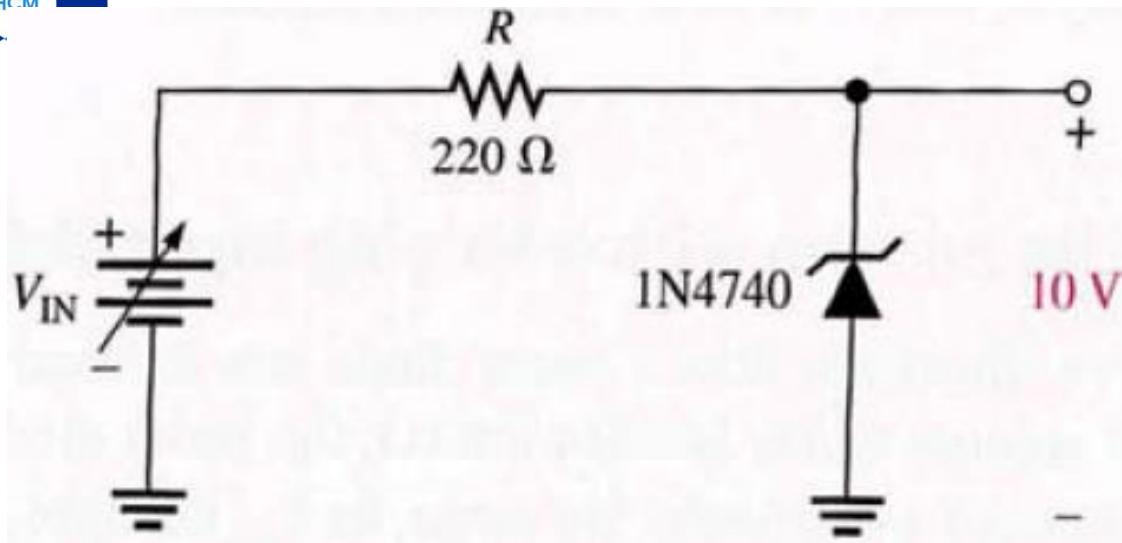
$$P_D|_{\Delta T} = P_D - K_{DP} \cdot \Delta T$$



$P_{D\max} = 400\text{ mW}$ tại 50°C , biết hệ số $K_{DP} = 3,2\text{ mW}/^{\circ}\text{C}$

tại nhiệt độ 90°C

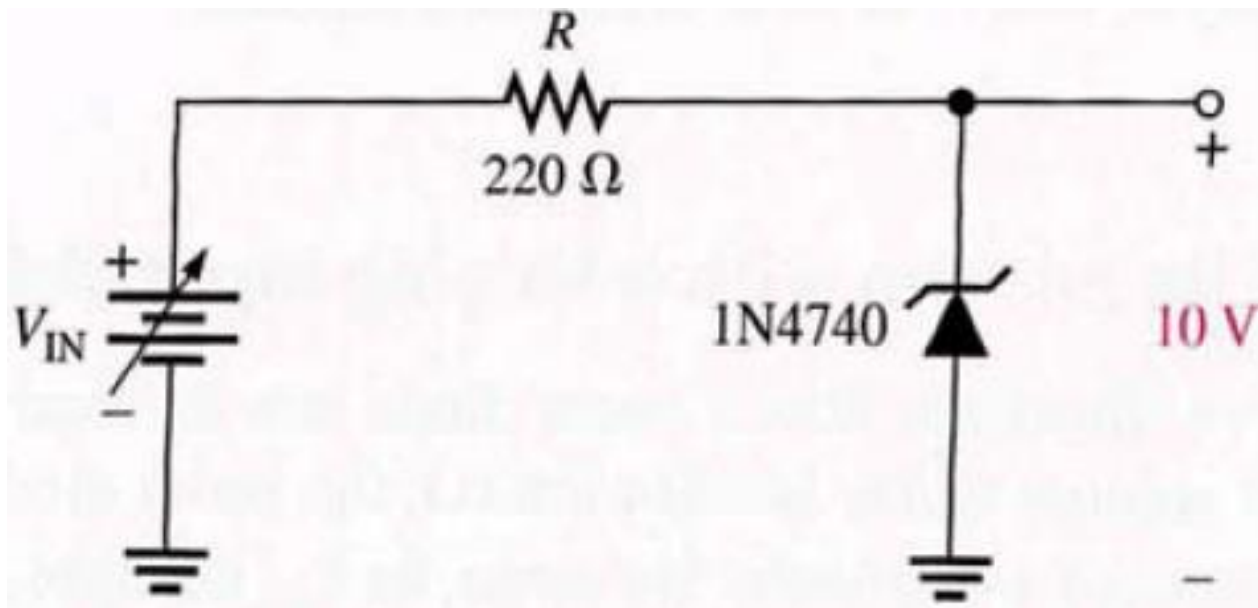
$$P_D|_{90^{\circ}\text{C}} = P_D|_{50^{\circ}\text{C}} - K_{DP} \cdot \Delta T = 400 - 3,2 \cdot (90 - 50) = 272\text{ mW}$$



$$I_{ZK} = 0,25 \text{ mA}$$

$$I_{ZM} = 100 \text{ mA}$$

$$P_{D\max} = 1W \text{ và } V_Z = 10V$$



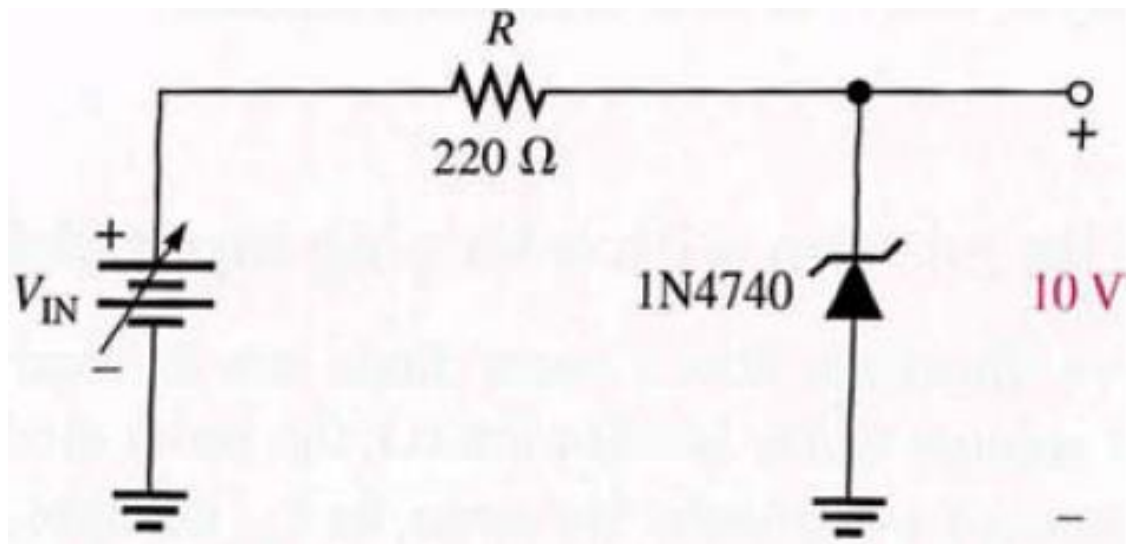
$$I_{ZM} = \frac{P_{Dmax}}{V_Z} = \frac{1 \text{ W}}{10 \text{ V}} = 0,1 \text{ A} = 100 \text{ mA}$$

Tương ứng với dòng nhỏ nhất qua diode zener

$$V_{Rmin} = R \cdot I_{ZK} = 220 \Omega \cdot 0,25 \text{ mA} = 55 \text{ mV}$$

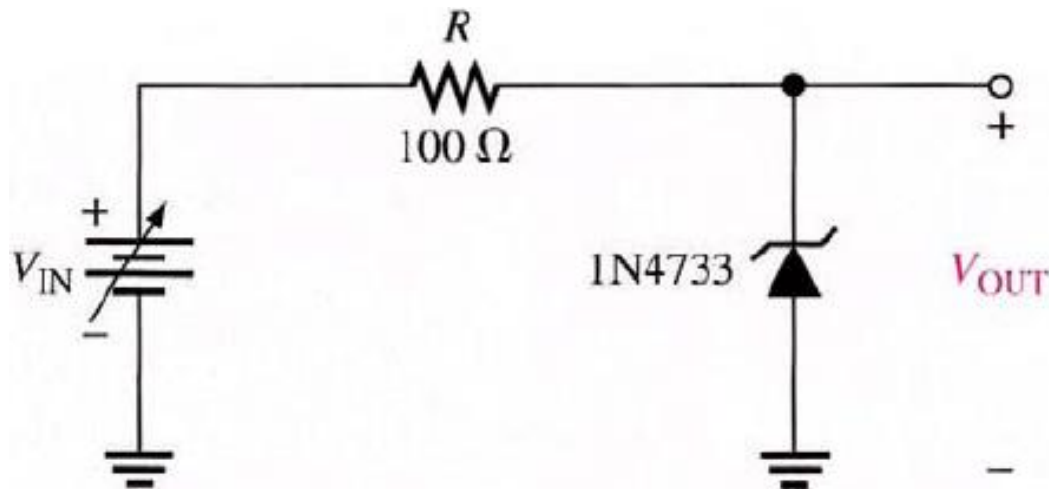
Giá trị thấp nhất của áp ngõ vào là :

$$V_{inmin} = V_{Rmin} + V_Z = 10 \text{ V} + 55 \text{ mV} = 10,055 \text{ V}$$

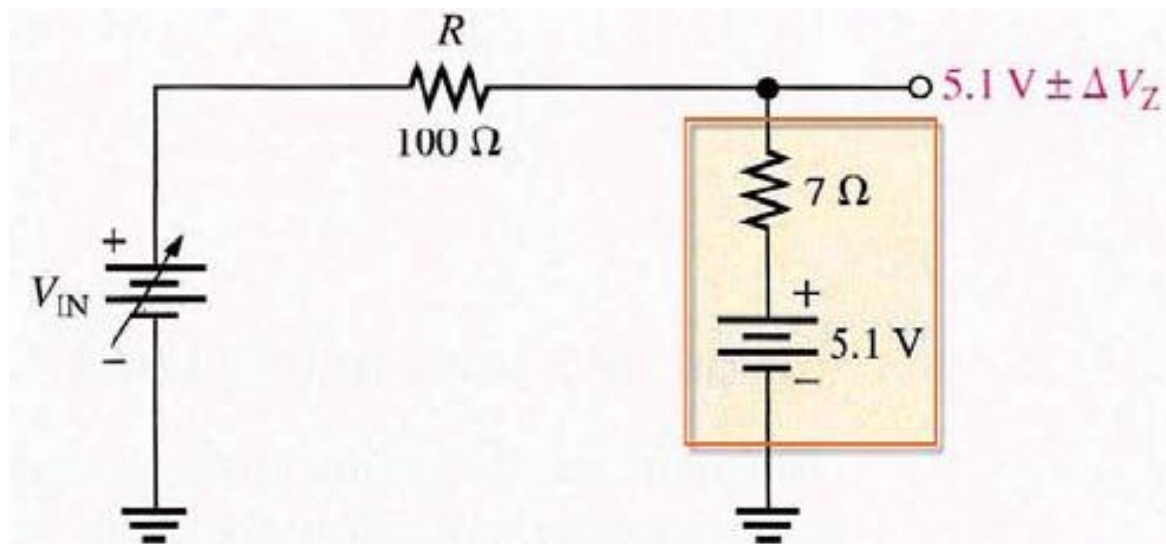
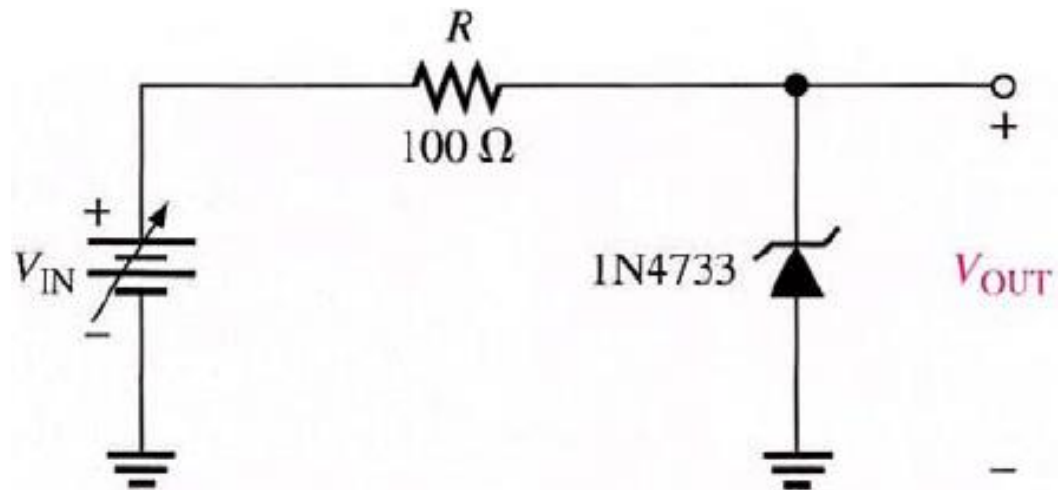


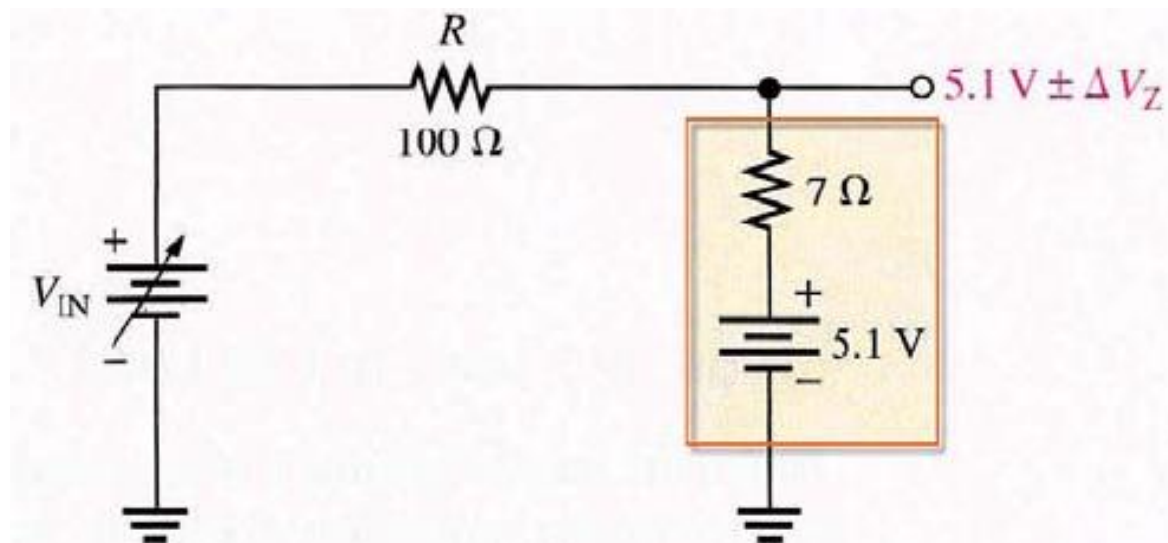
Giá trị cao nhất của áp ngõ vào là :

$$V_{in\max} = V_{R\max} + V_Z = 22\text{ V} + 10\text{ V} = 32\text{ V}$$



Cho mạch điều hòa điện áp dùng diode zener có mã số **1N4733**, xem hình **H8.62**. Từ tài liệu kỹ thuật ta có các thông số:
 $V_Z = 5,1V$; $I_{ZT} = 49\text{ mA}$; $I_{ZK} = 1\text{ mA}$;
 $P_{D\max} = 1W$ và $Z_Z = 7\Omega$. Xác định giá trị min và max của áp ngõ vào V_{in} để diode zener điều hòa điện áp trên ngõ ra.





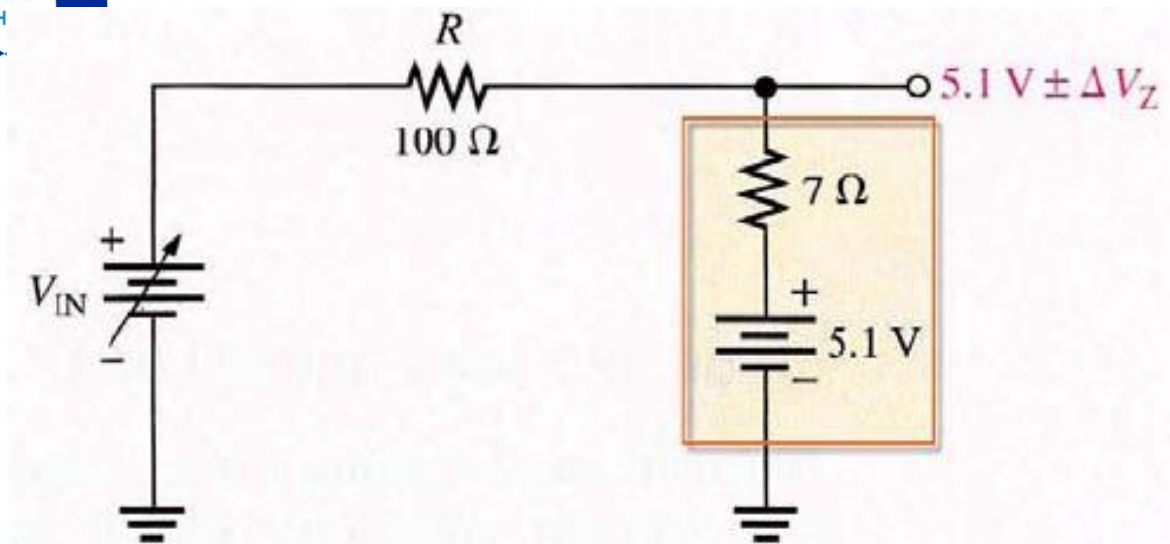
$$V_{OUT \min} = V_Z + Z_Z \cdot (I_{ZK} - I_{ZT}) = 5,1 + 7 \cdot (0,001 - 0,049) = 4,764 \text{ V}$$

Dòng tối đa cho phép qua diode zener:

$$I_{ZM} = \frac{P_{D \max}}{V_Z} = \frac{1}{5,1} = 0,196 \text{ A}$$

Áp V_{OUT} đo trên hai đầu diode zener lúc dòng I_{ZM} qua mạch:

$$V_{OUT \max} = V_Z + Z_Z \cdot (I_{ZM} - I_{ZT}) = 5,1 + 7 \cdot (0,196 - 0,049) = 6,129 \text{ V}$$

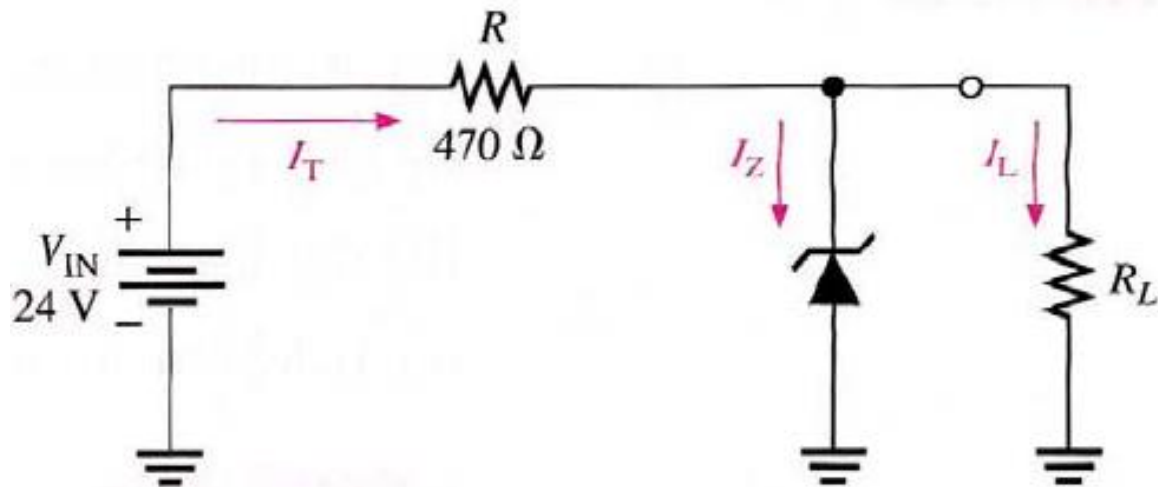


Áp V_{IN} trên ngõ vào lúc dòng qua mạch là I_{ZK} :

$$V_{INmin} = R \cdot I_{ZK} + V_{OUTmin} = 100 \cdot 0,001 + 4,764 = 4,964 \text{ V}$$

Áp V_{IN} trên ngõ vào lúc dòng qua mạch là I_{ZM} :

$$V_{INmax} = R \cdot I_{ZM} + V_{OUTmax} = 100 \cdot 0,196 + 6,129 = 25,729 \text{ V}$$



Xác định giá trị cực tiểu và cực đại của dòng qua tải khi diode zener trong hình H8.65 điều hòa điện áp. Xác định giá trị cực tiểu và cực đại của điện trở tải R_L được sử dụng. Cho $V_Z = 12\text{ V}$; $I_{ZK} = 1\text{ mA}$; $I_{ZM} = 50\text{ mA}$. Giả sử tổng trở nội của diode zener $Z_Z = 0\ \Omega$ và V_Z duy trì không đổi giá trị 12 V trong khoảng giá trị dòng qua zener nêu trên.

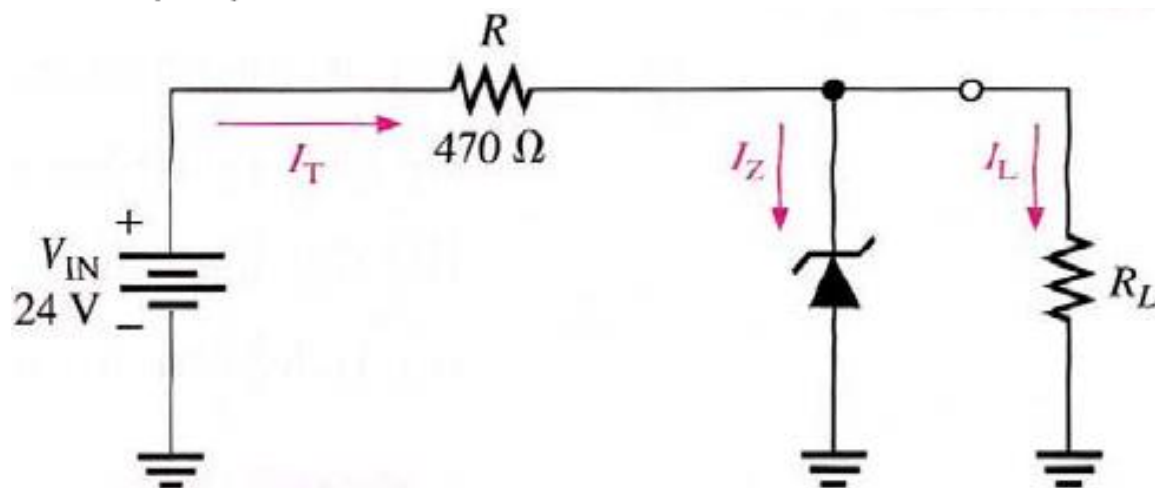
Khi dòng qua tải $I_L = 0 \text{ A}$; dòng qua diode zener đạt giá trị tối đa là $I_{Z(\max)}$:

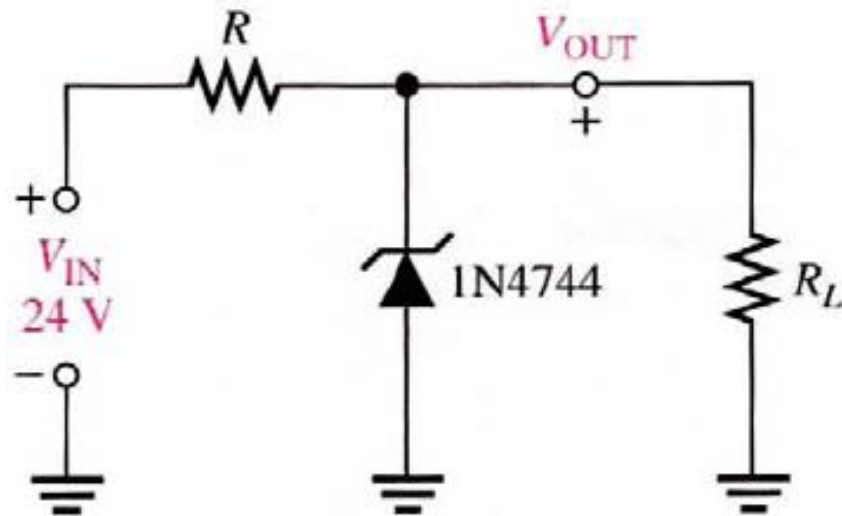
$$I_{Z(\max)} = \frac{V_{\text{in}} - V_Z}{R} = \frac{24 - 12}{470} = 0,02553 \text{ A} \cong 25,53 \text{ mA}$$

$$I_{L(\max)} = I_T - I_{ZK} = I_{Z(\max)} - I_{ZK} = 25,53 - 1 = 24,53 \text{ mA}$$

Giá trị cực tiểu của điện trở tải:

$$R_{L(\min)} = \frac{V_Z}{I_{L(\min)}} = \frac{12 \text{ V}}{24,53 \text{ mA}} = 0,48919 \text{ k}\Omega \cong 489,2 \Omega$$

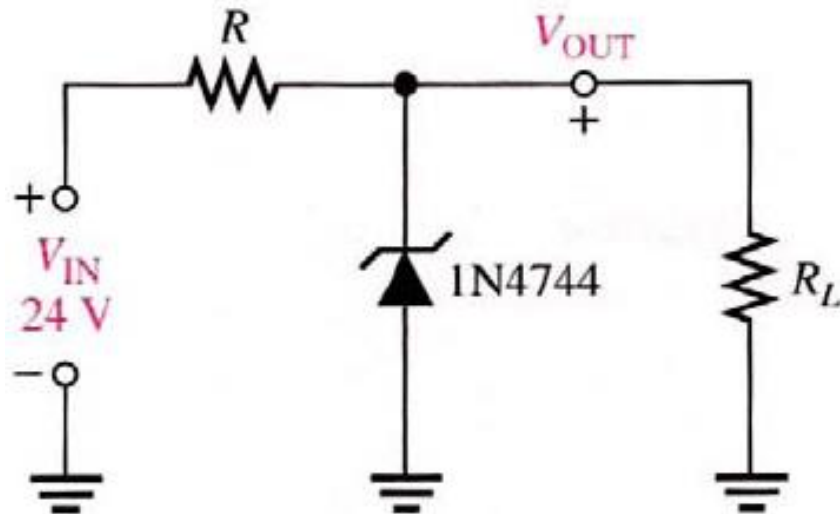




$$V_Z = 15 \text{ V}$$

$$I_{ZT} = 17 \text{ mA}; \quad I_{ZK} = 0,25 \text{ mA}; \quad Z_Z = 14 \Omega; \quad P_{D(\max)} = 1 \text{ W}$$

- Áp V_{OUT} tại dòng I_{ZK} và I_{ZM} .
- Giá trị điện trở giới hạn R .
- Giá trị cực tiểu của điện trở tải R_L .

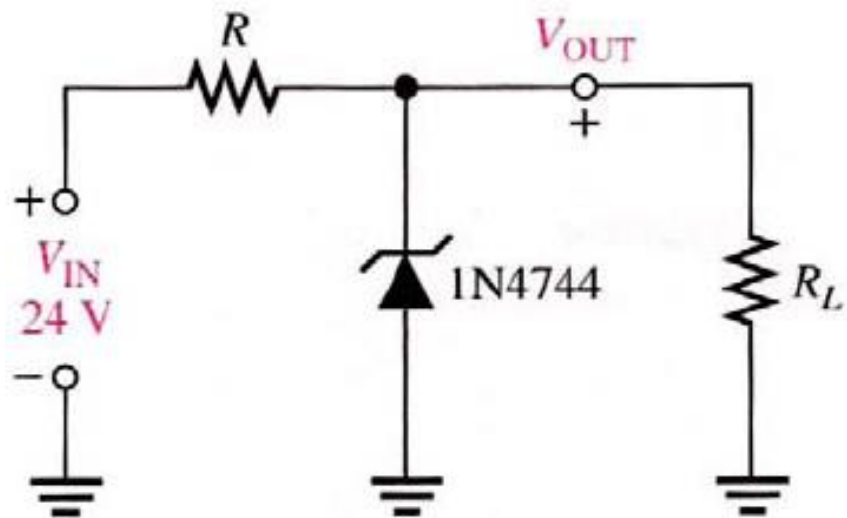


Áp V_{OUT} với dòng điện cực tiểu qua diode, ta có:

$$V_{OUT} = V_Z = V_{ZK} + Z_Z \cdot \Delta I_Z = 15 + 14 \cdot (0,00025 - 0,017) = 14,7655 \text{ V}$$

Dòng cực đại cho phép qua diode zener:

$$I_{ZM} = \frac{P_{D(max)}}{V_{ZT}} = \frac{1}{15} = 0,06667 \text{ A} = 66,67 \text{ mA}$$



Áp V_{OUT} với dòng điện cực đại qua diode :

$$V_{OUT} = V_Z = V_{ZK} + Z_Z \cdot \Delta I_Z = 15 + 14 \cdot (0,06667 - 0,017) = 15,695 \text{ V}$$

$$R = \frac{V_{IN} - V_{OUT \max}}{I_{ZM}} = \frac{24 - 15,695}{0,06667} \cong 124,57 \Omega$$



Dòng qua điện trở giới hạn **R** khi dòng qua diode zener có giá trị cực tiểu:

$$I_T = \frac{V_{IN} - V_{OUT(min)}}{R} = \frac{24 - 14,76}{130} = 0,071 \text{ mA}$$

Dòng qua điện trở tải **R_L** khi dòng qua diode zener có giá trị cực tiểu:

$$I_L = I_T - I_{ZK} = 0,071 - 0,00025 = 0,07075 \text{ A} = 70,75 \text{ mA}$$

Giá trị điện trở tải tối thiểu cho phép để áp ngõ ra được ổn định:

$$R_{Lmin} = \frac{V_{OUTmin}}{I_L} = \frac{14,76}{0,07075} = 208,62 \cong 209 \Omega$$