



# 稽納二極體

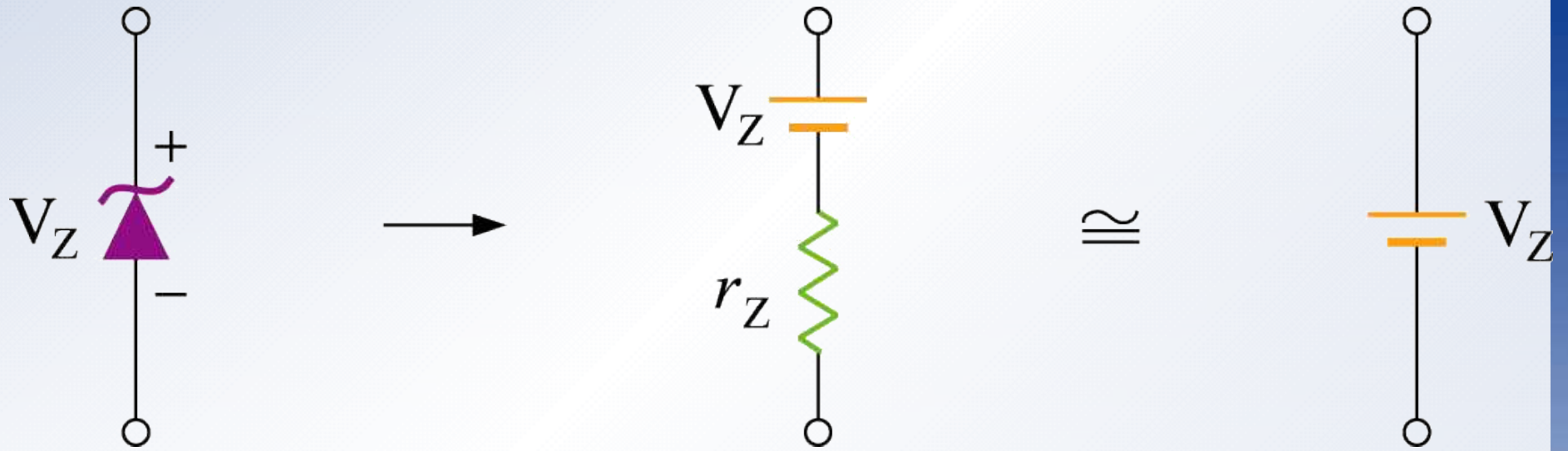
2007-09-30

翁崧駢  
松山工農  
電子科

# 稽納二極體

- 亦稱為崩潰二極體
- 目的是要充分利利用稽納區
- 改變摻雜程度即可控制稽納區的位置
- 摻雜濃度增加，稽納電位隨之降低
- 一般稽納二極體採用矽的原因是：矽在電流和溫度方面容許量較大

# 稽納二極體

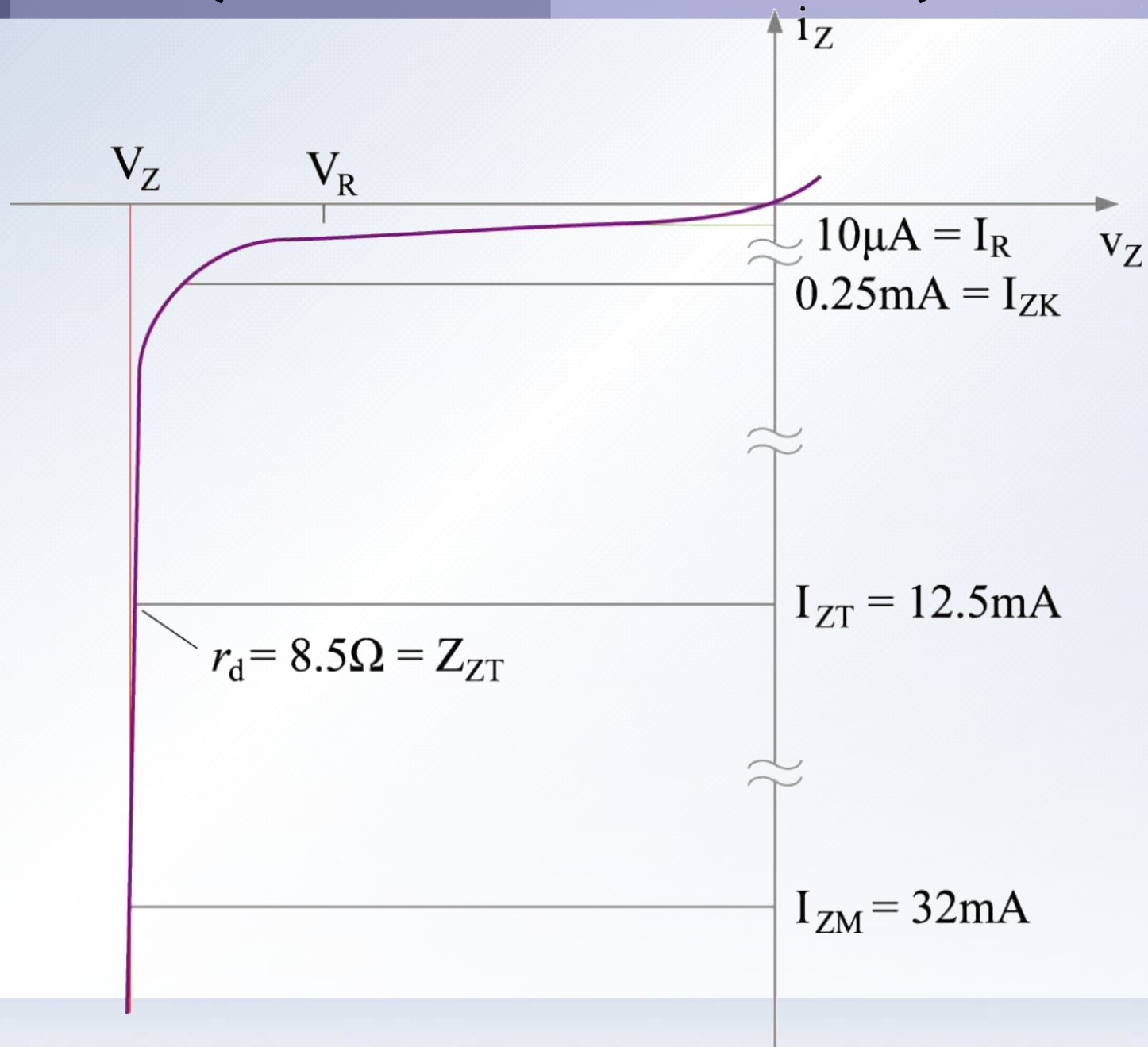


# 特性

- 順向特性
  - 其性質與一般二極體無異
- 逆向特性
  - 偏壓小於崩潰電壓時，產生微量的逆向飽和電流
  - 偏壓達到崩潰電壓時後，逆向電流增大，但兩端電壓維持此一電壓不變，此一電壓亦稱為稽納電壓 ( $V_Z$ )

# 稽納二極體的測試特性

( Fairchild IN961 )



# 溫度係數

- 指溫度每變化  $1^{\circ}\text{C}$  時，所對應的稽納電壓百分比變化
- 當一溫度係數為  $0.072\%$  的  $10\text{V}$  的稽納二極體，當接面溫度升高攝氏  $1^{\circ}\text{C}$  時， $V_Z$  將增加  $0.0072\text{V}$
- $V_Z > 7\text{V}$ ，為累增崩潰，溫度係數為正。
- $V_Z < 5\text{V}$ ，為稽納崩潰，溫度係數為負。
- $5\text{V} < V_Z < 7\text{V}$  則兩種崩潰效應皆有。

- $$TC = \frac{\Delta V_Z}{V_Z \Delta T} \times 100$$

一稽納二極體，其溫度係數 TC 為  $0.1\%/^{\circ}\text{C}$ ，崩潰電壓  $V_Z=20\text{V}$ ，試問當溫度升高  $1^{\circ}\text{C}$  時，崩潰電壓會增加多少？

$$\Delta V_Z = V_Z \times \Delta T \times TC = 20\text{V} \times 1^{\circ}\text{C} \times 0.1\%/^{\circ}\text{C} = 0.02\text{V}$$

某 10V 稽納二極體 (25°C 時 10V) ，其溫度係數為正 0.072% ，求 80 °C 時的稽納電壓

$$\Delta V_Z = \frac{T_C V_Z}{100} (T_1 - T_0) = \frac{0.072 \times 10}{100} (80 - 25)$$

$$= 0.0072 \times 55 = 0.396\text{V}$$

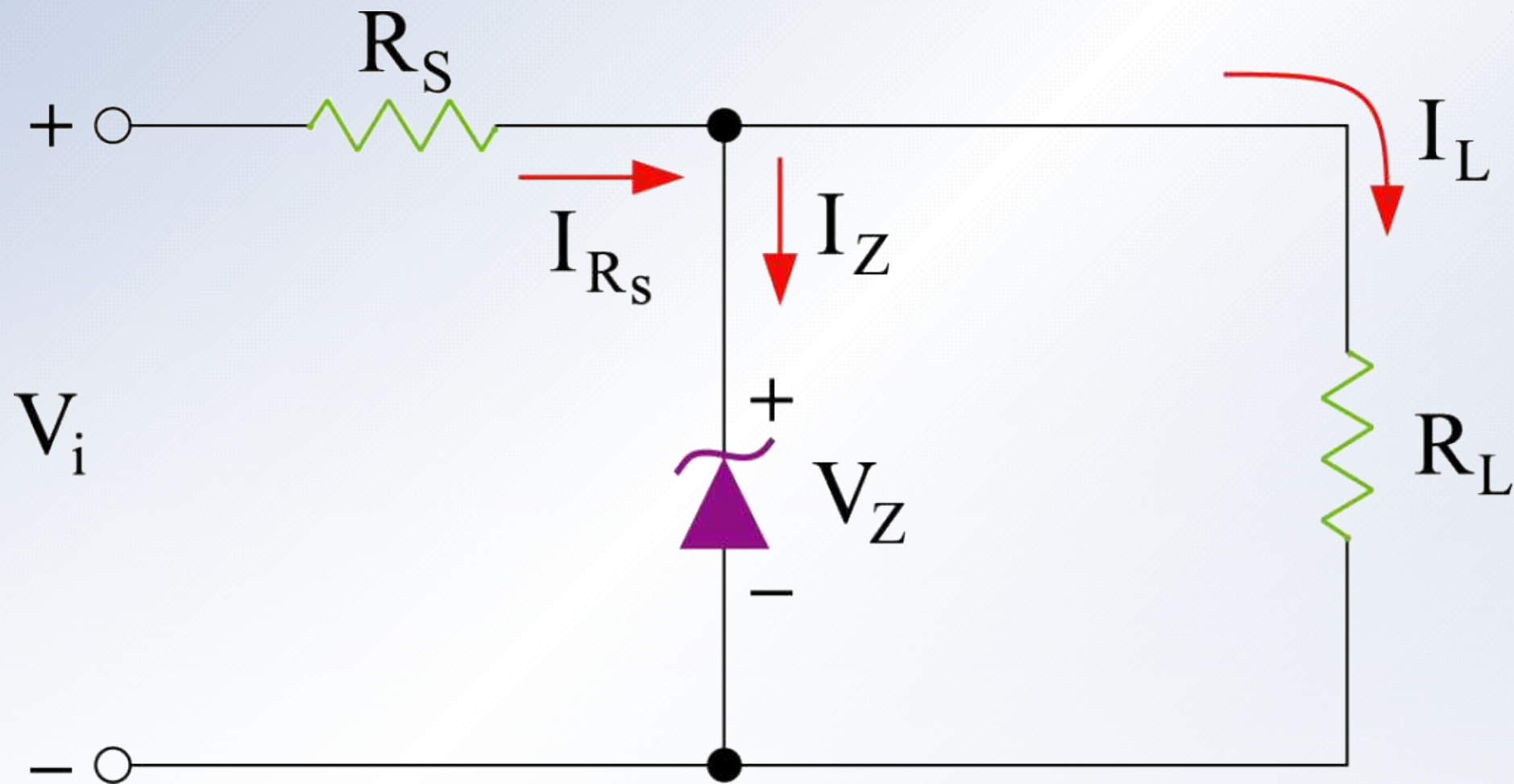
$$V_Z + \Delta V_Z = 10 + 0.396 = 10.396\text{V}$$



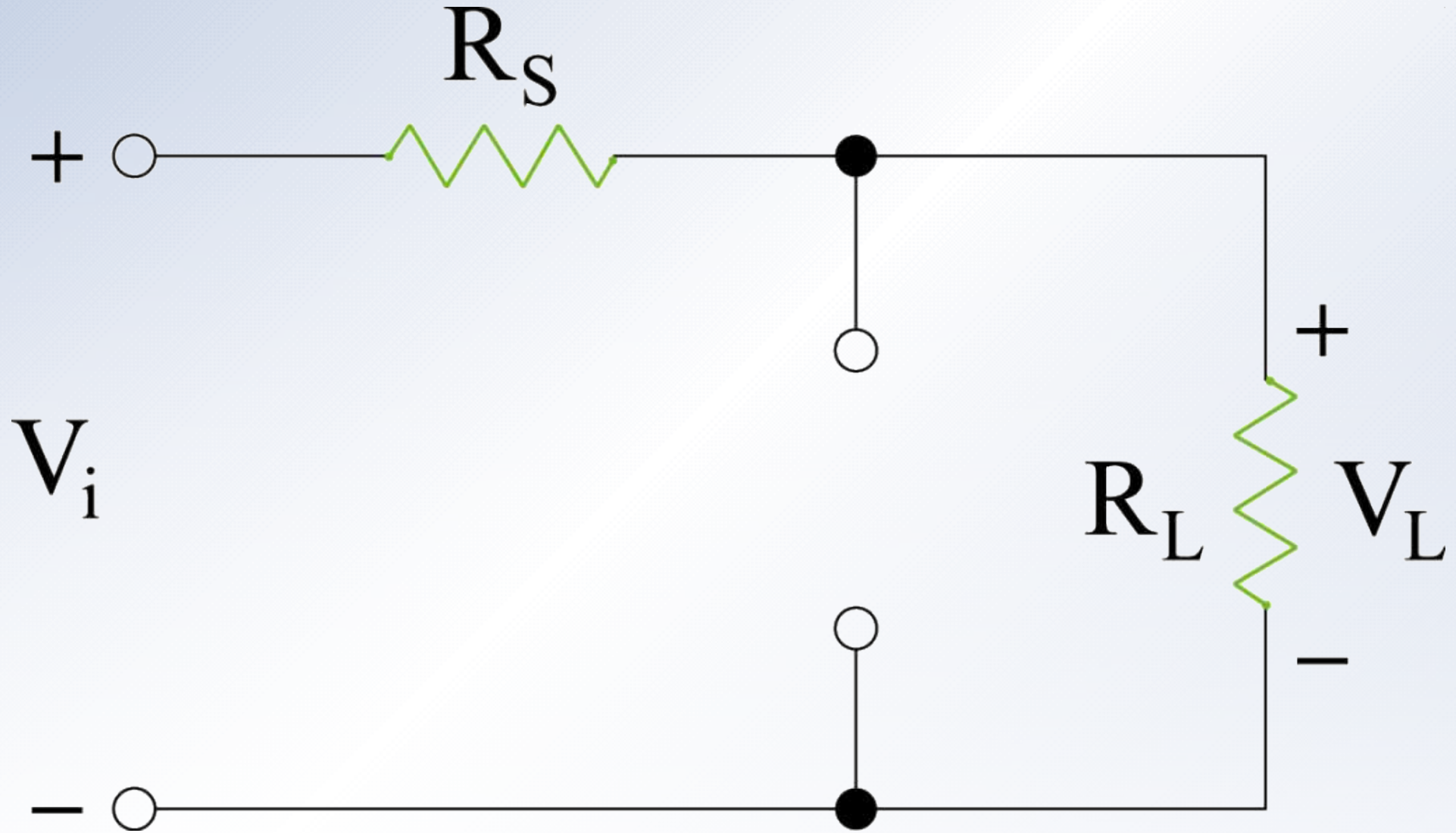
# 可變負載的電壓調整

- 當負載變動時，由於稽納二極體與負載相並聯，具有分流作用
- 流經稽納二極體的電流在額定範圍內，就能使負載兩端電壓保持定值
- 負載有最大值及最小值的限制

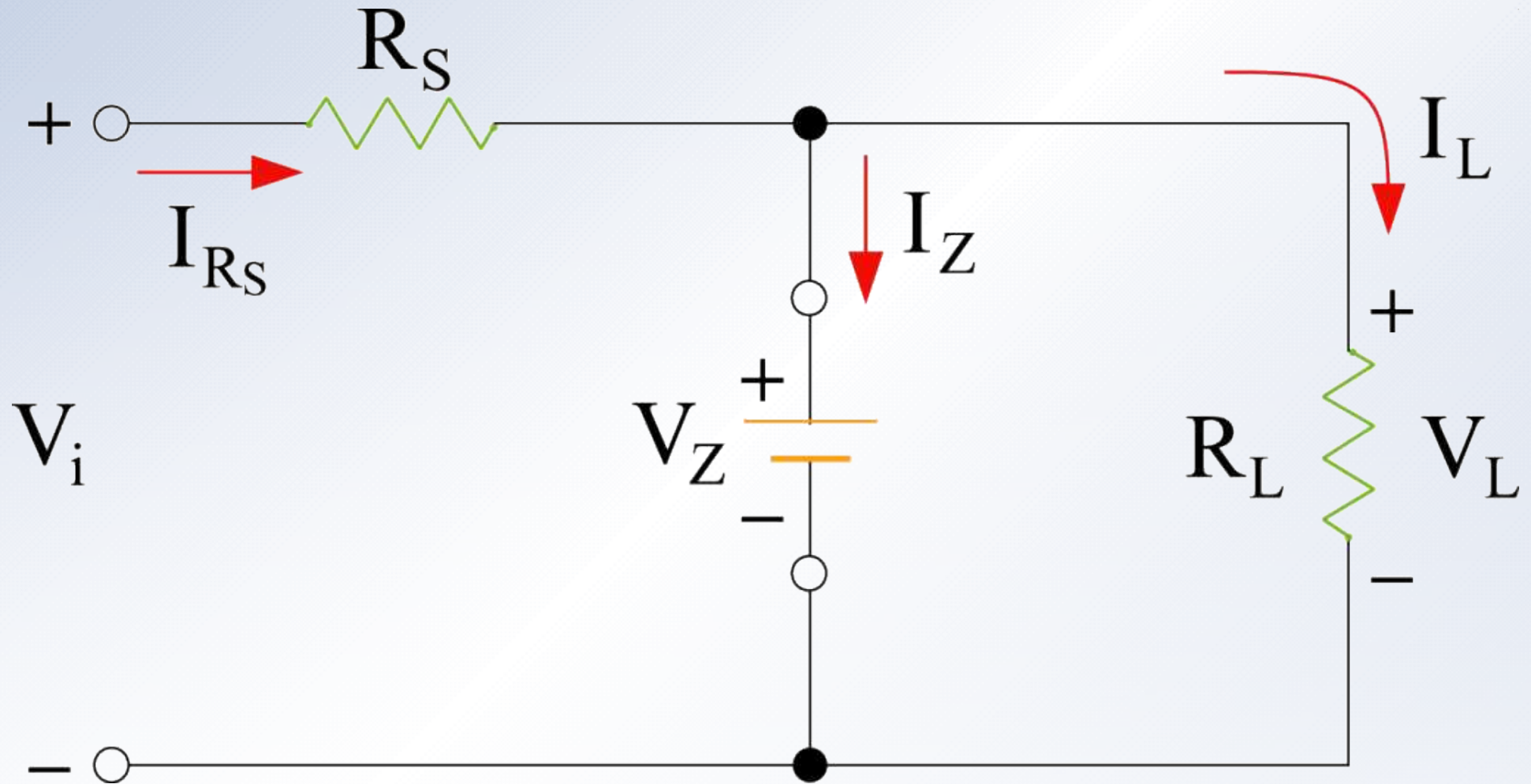
# 可變負載的電壓調整器



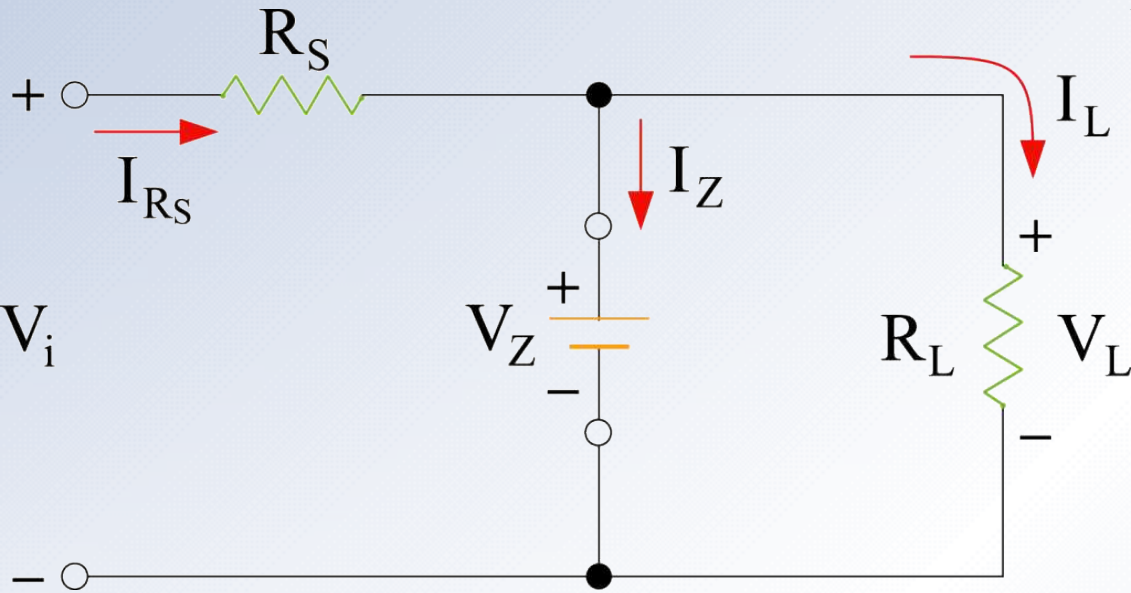
去掉稽納二極體以求取  $R_{L(\min)}$



# 用 $V_Z$ 電源來等效稽納二極體



如圖，若  $R_S = 1\text{K}\Omega$ ,  $V_Z = 10\text{V}$ ,  $I_{ZK} = 1\text{mA}$ ,  $I_{ZM} = 15\text{mA}$ ,  $R_L = 500\Omega$ ,  
求輸入電壓所能調整的範圍為何？(不考慮稽納電阻)



流過負載電阻  $R_L$  的電流：

$$I_L = \frac{V_Z}{R_L} = \frac{10\text{V}}{500\Omega} = 20\text{mA}$$

(1) 考慮最小電流時

$$I_Z = I_{ZK} = 1\text{mA}$$

$$I_S = I_L + I_Z = 20\text{mA} + 1\text{mA} = 21\text{mA}$$

限流電阻  $R_S$  的壓降為：

$$V_R = I_S R_S = 21\text{mA} \times 1\text{K}\Omega = 21\text{V}$$

$$V_i = V_R + V_Z = 21 + 10 = 31\text{V}$$

(2) 考慮最大電流時

$$I_Z = I_{ZM} = 15\text{mA}$$

$$I_S = I_L + I_Z = 20\text{mA} + 15\text{mA} = 35\text{mA}$$

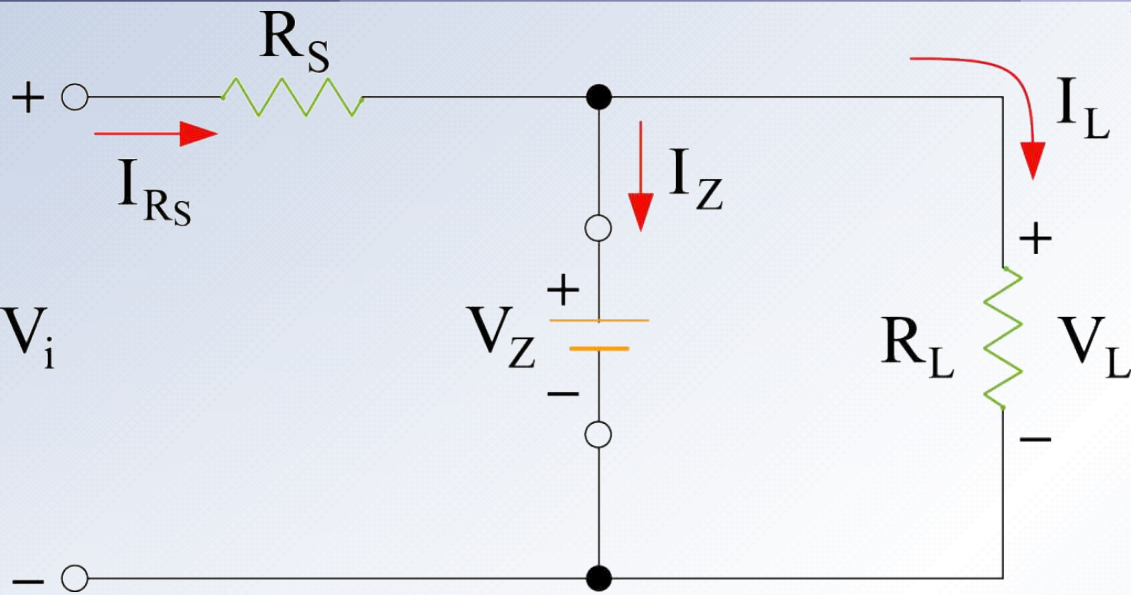
限流電阻  $R_S$  的壓降為：

$$V_R = I_S R_S = 35\text{mA} \times 1\text{K}\Omega = 35\text{V}$$

$$V_i = V_R + V_Z = 35 + 10 = 45\text{V}$$

所以輸入電壓範圍在  $31\text{V} \sim 45\text{V}$

如圖，若  $V_i=20V$ ,  $R_s=1K\Omega$ ,  $V_z=10V$ ,  $I_{zK}=1mA$ ,  $I_{zM}=15mA$ ,  $R_L=500\Omega$ , 求負載電流  $I_L$  的上下限為何？(不考慮稽納電阻)



流過限流電阻  $R_s$  的電流：
$$I_s = \frac{V_i - V_z}{R_s} = \frac{20 - 10}{1K\Omega} = 10 \text{ mA} (< I_{zM})$$

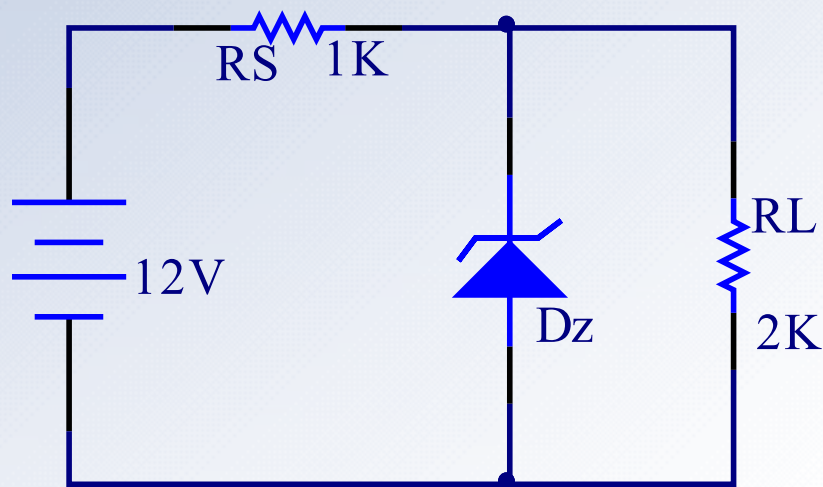
因為  $I_L = I_s - I_z$ , 當  $I_z = I_s$  時 (即  $R_L = \infty$ ), 負載電流有最小值,

$$I_{L(\min)} = 10 \text{ mA} - 10 \text{ mA} = 0 \text{ mA}$$

因為  $I_L = I_s - I_z$ , 當  $I_z$  為最小值時 (即  $I_z = I_{zK}$ ), 負載電流有最大值,

$$I_{L(\max)} = 10 \text{ mA} - 1 \text{ mA} = 9 \text{ mA}$$

如圖，若稽納二極體  $D_Z$  之  $V_Z=6V$ ,  $r_Z=20\Omega$ , 求輸出電壓  $V_O$ 。



$$V = V_i \frac{R_L}{R_S + R_L} = 12 \frac{2K}{1K + 2K} = 8V > V_Z$$

$\Rightarrow D_Z$  導通

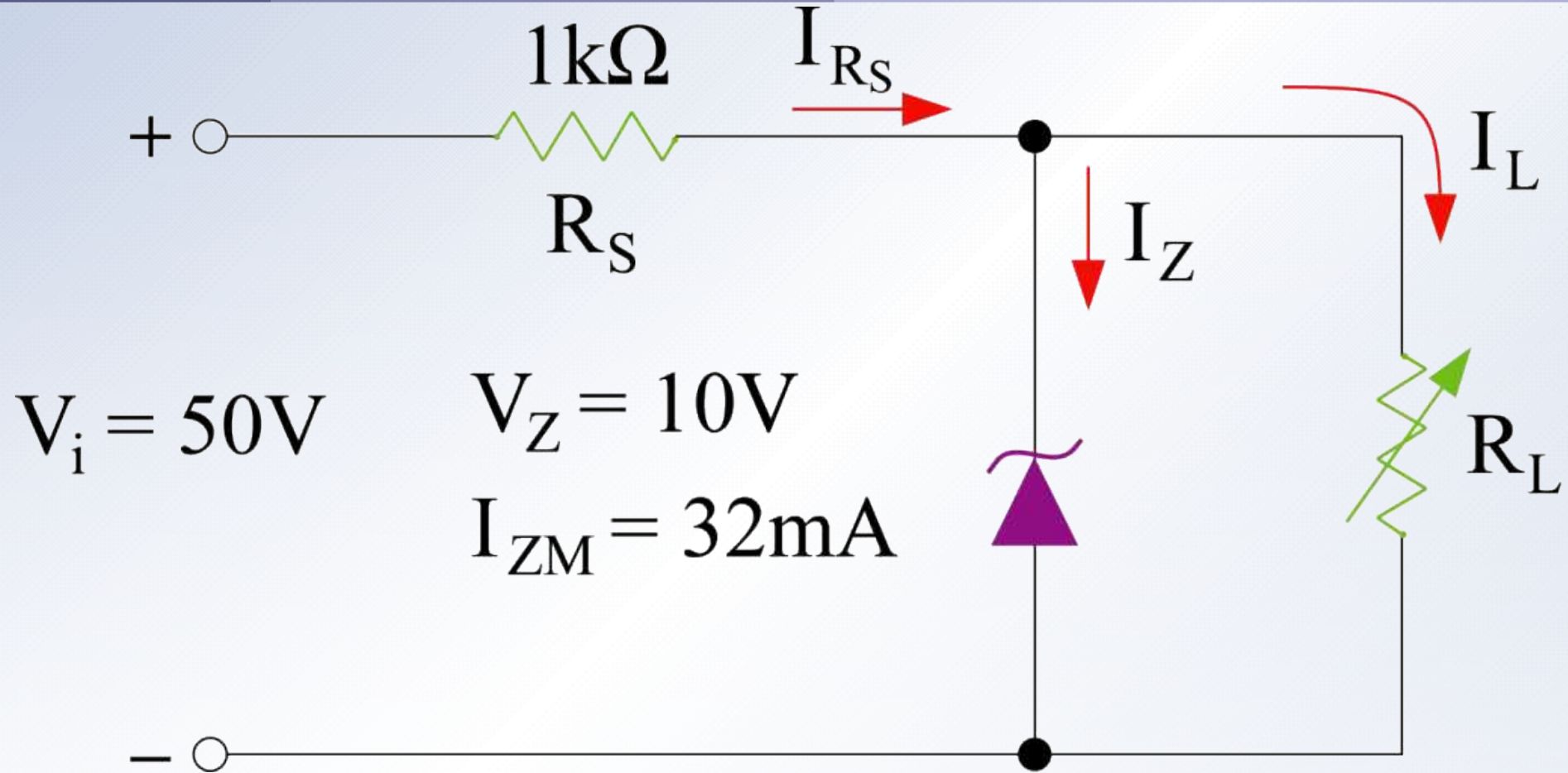
$$I_S = I_Z + I_L$$

$$\frac{V_i - V_O}{R_S} = \frac{V_O - V_Z}{r_Z} + \frac{V_O}{R_L}$$

$$\frac{12 - V_O}{1K} = \frac{V_O - 6}{20} + \frac{V_O}{2K}$$

$$V_O = \frac{624}{1.3} V \approx 480V$$

(1) 求  $R_L$  與  $I_L$  的範圍，但需將  $V_R$  保持在  $10V$ 。(2) 求稽納二極體最大額定功率





$$V_L = V_Z = V_I \times \frac{R_L}{R_L + R_S}$$

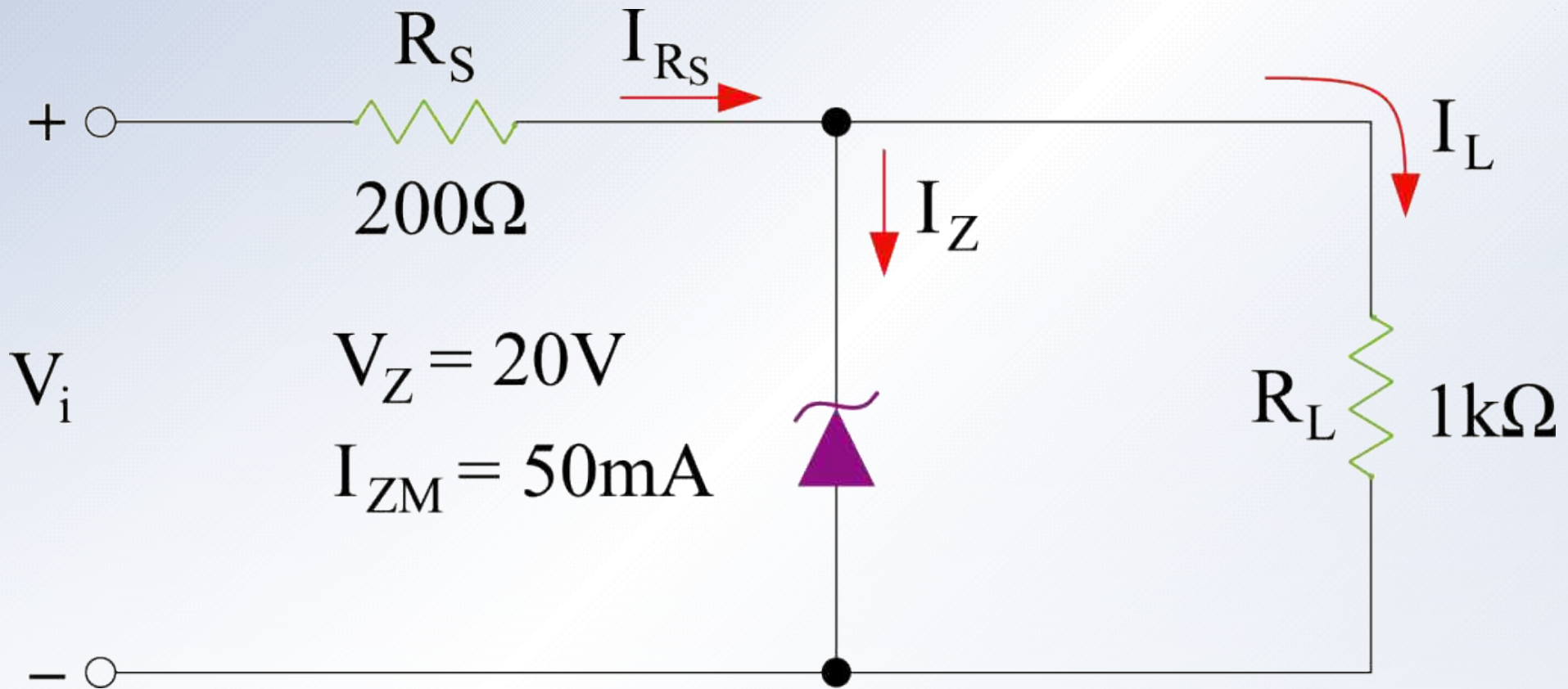
$$10 = 50 \times \frac{R_L}{R_L + 1\text{K}}, R_{L(\min)} = 250 \Omega$$

$$I_{R_S} = \frac{50 - 10}{1\text{K}} = 40\text{mA}$$

$$R_{L(\max)} = \frac{10\text{V}}{40\text{mA} - 8\text{mA}} = 1.25\text{K} \Omega$$

$$P_{MAX} = 32\text{mA} \times 10\text{V} = 320\text{mW}$$

求出  $V_i$  值的範圍，使稽納二極體保持在導通狀態

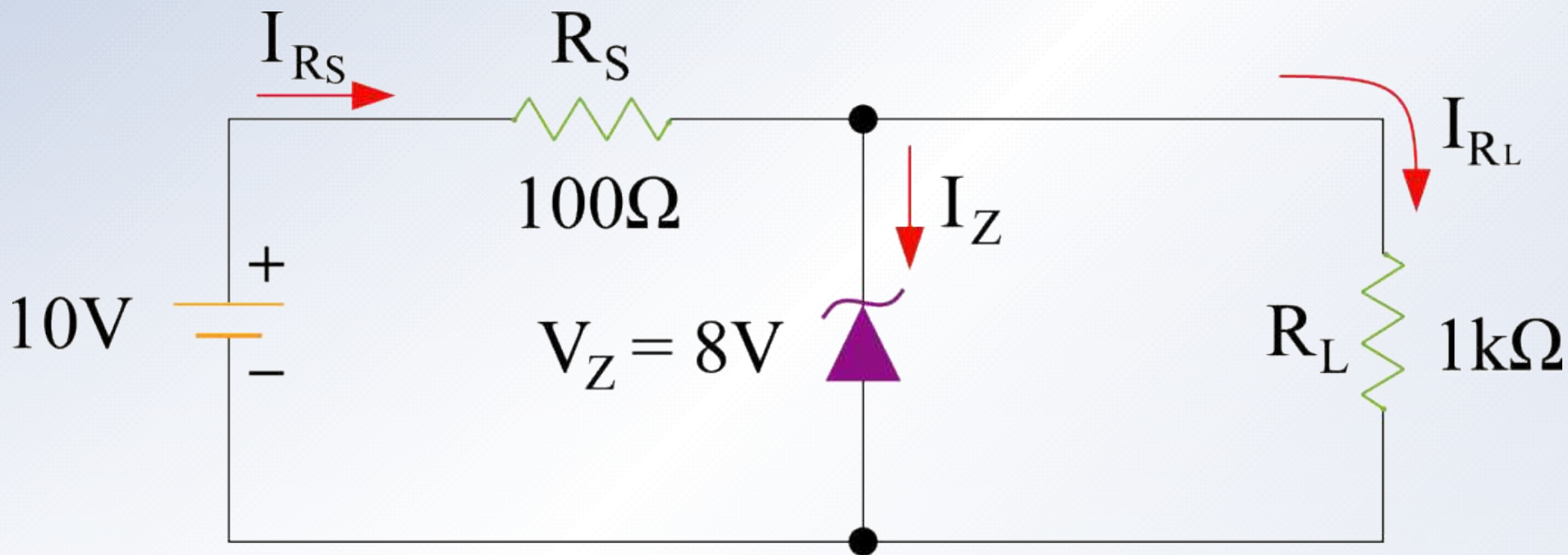


$$20 = \frac{1\text{K}}{200 + 1\text{K}} \times V_{I(\min)}, V_{I(\min)} = 24\text{V}$$

$$I_{R_L} = \frac{20}{1\text{K}} = 20\text{mA}$$

$$V_{I(\min)} = (20\text{mA} + 50\text{mA}) \times 200\ \Omega + 20\text{V} = 34\text{V}$$

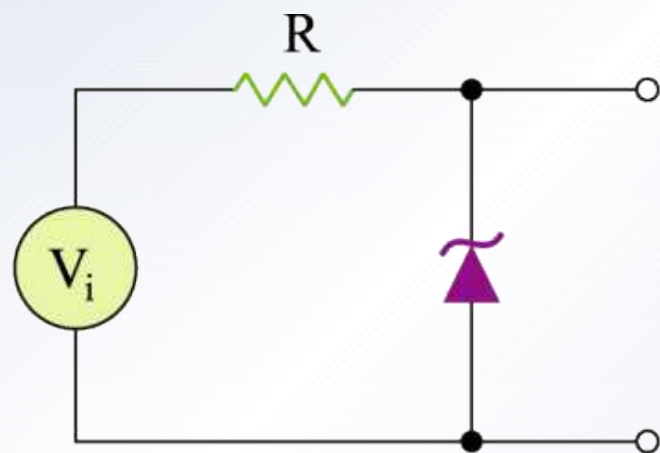
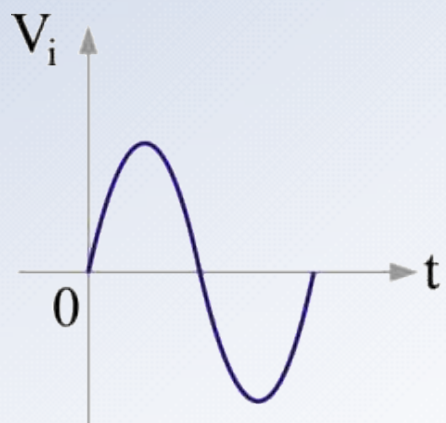
# 圖 2-32 電壓調整電路



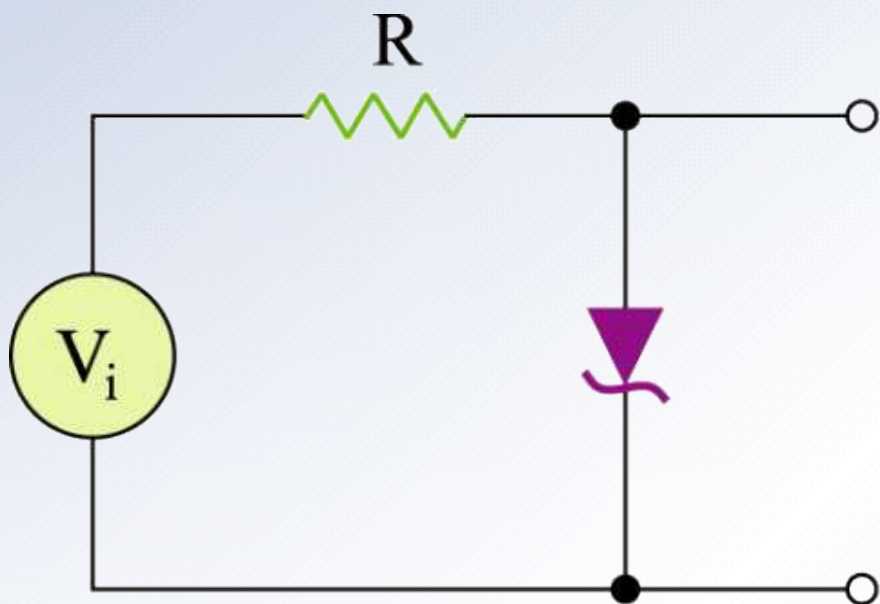
# 稽納限幅

- 用來將輸入訊號電壓某一特定位準以上或以下的部分截掉

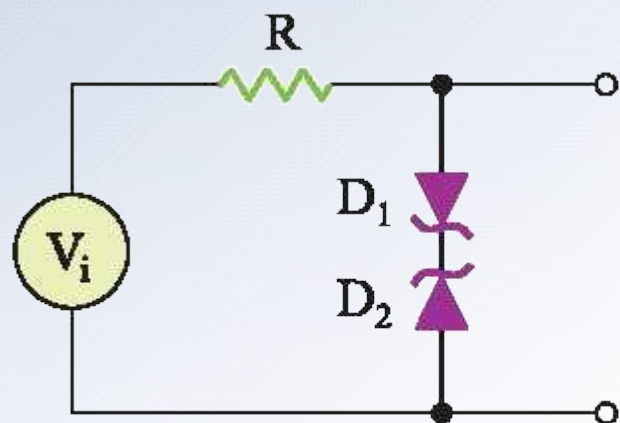
# 稽納二極體對正弦波電壓的限幅作用



# 稽納二極體對正弦波電壓的限幅作用



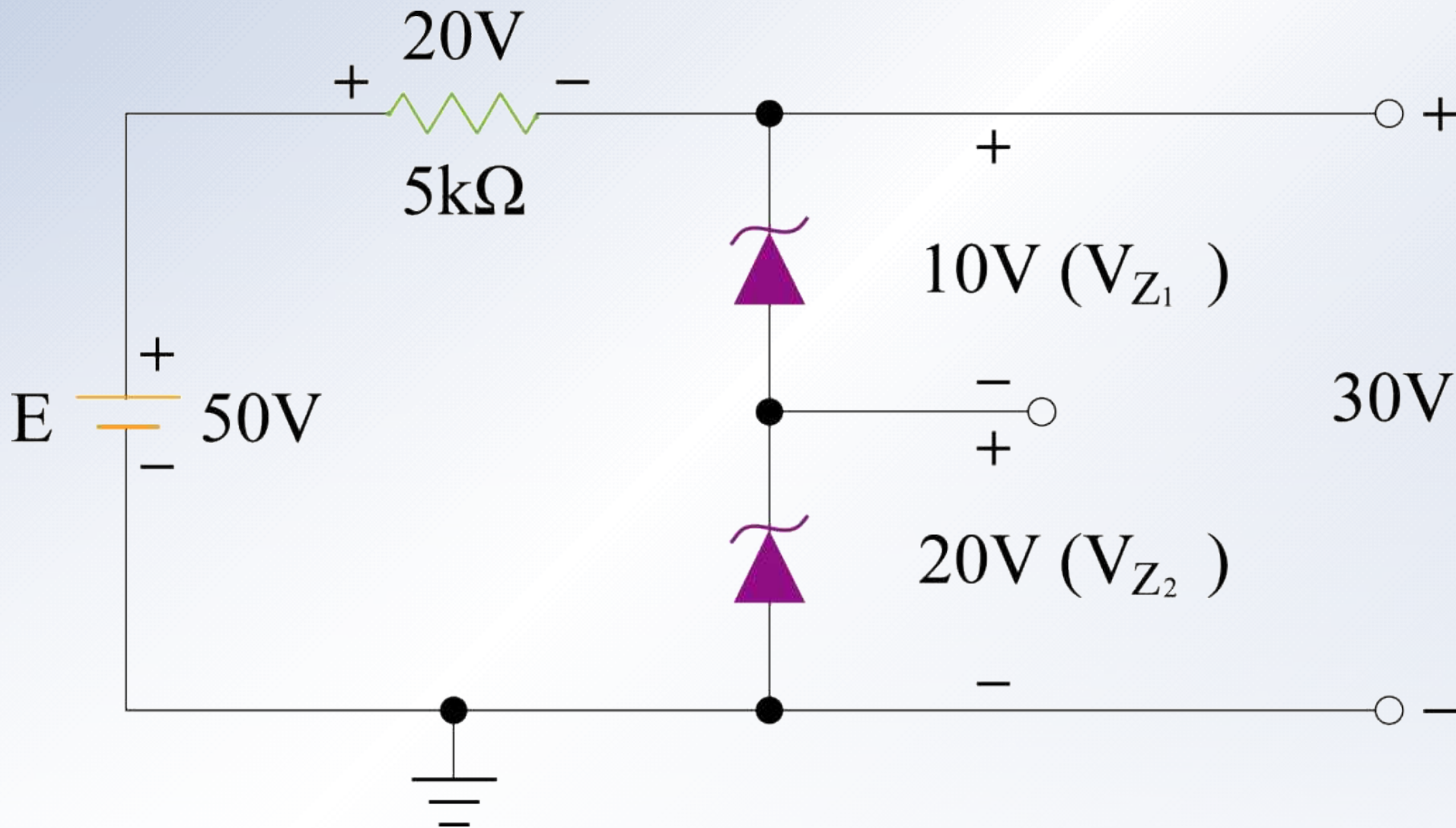
# 稽納二極體對正弦波電壓的限幅作用



(c)



# 不同的三種參考電壓



求出每個稽納限幅器的輸出電壓

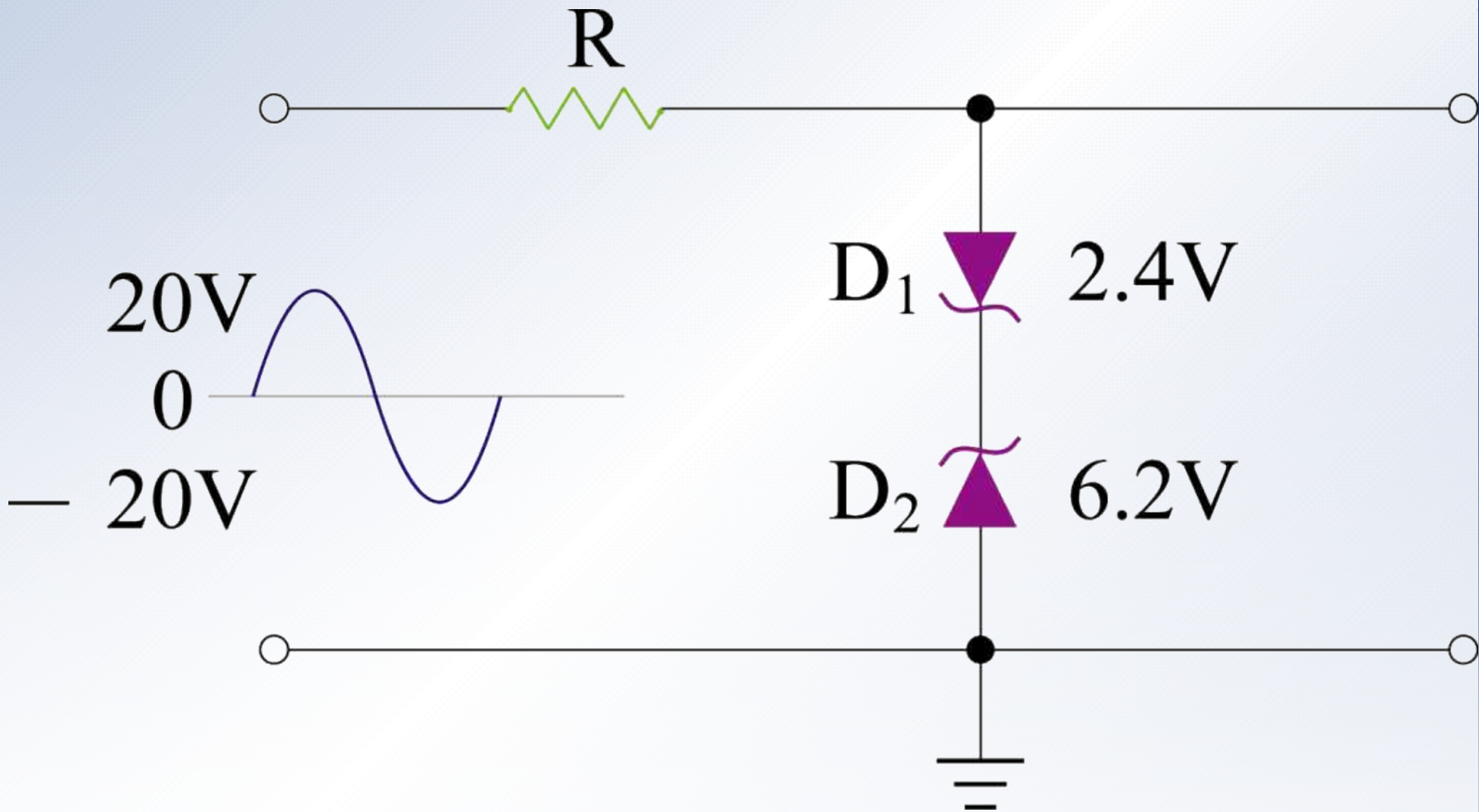


圖 2-36 用稽納二極體組成的限幅電路

