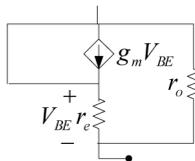


電子學大意 試題解析範例

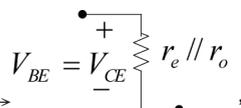
1. () 在積體電路內要將一個雙極性接面電晶體 (BJT) 接成一個二極體來使用，通常係如何達成？ (A) 將基極接集極 (B) 將基極接射極 (C) 將集極接射極 (D) 將集極開路

解答 (A)

由於集極和基極相接 $V_{BC} = 0V$ ，BJT 操作在主動作用區， $V_{BE} = 0.7V$ 。



其等效電路為→

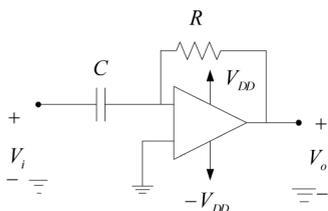


由於基極電位和集極電位相同，可視為短路，則電路變為→

可看成一二極體，當集-射端跨壓（類似PN接面跨壓）為 $0.7V$ 時，則電晶體會導通，因為電晶體操作在主動作用區，故可以提供一穩定且很大的電流；若跨壓小於 $0.7V$ ，則電晶體截止，不導通電流，相當於二極體截止。

2. () 如圖所示的運算放大器應用電路，其輸出電壓， $v_o(t) = ?$ (A) $RC \frac{dvi(t)}{dt}$ (B) $-RC \frac{dvi(t)}{dt}$ (C) $\frac{1}{RC} \int vi(t) dt$ (D) $-\frac{1}{RC} \int vi(t) dt$

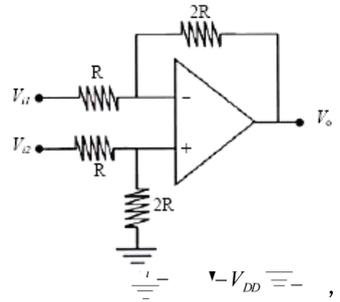
解答 (B)



由輸出和輸入電壓來判定電路的功能→由虛接地性質可知， $V_- = V_+ = 0V$ ，且OP輸入端不能有電流，故流經電容的電流會直接流經電阻R→流經電容的電流為 $I_C = C \frac{dV_C}{dt} = C \frac{d}{dt}(V_i - V_-) = C \frac{dV_i}{dt}$ ，流經電阻R的電流為 $I_R = \frac{V_- - V_o}{R} = \frac{0 - V_o}{R} = -\frac{V_o}{R}$ ，兩電流相等→ $I_C = I_R \Rightarrow C \frac{dV_i}{dt} = -\frac{V_o}{R} \Rightarrow V_o = -RC \frac{dV_i}{dt}$ 。

此電路進行微分運算，故此電路為一微分器。

3. () 若右圖理想運算放大器電路之輸入電壓： $V_{i1} = 1V$, $V_{i2} = 2V$ ，則輸出電壓為： (A) $1V$ (B) $2V$ (C) $-2V$ (D) $-4V$



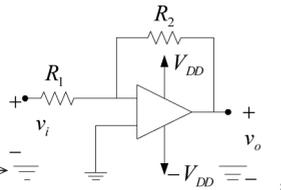
解答 (B)

此電路為一線性電路，故可使用重疊原理，即一次只開一個輸入訊號（其它關掉），得出其輸出電壓，最後再將其全部加起來。

- (i) 關掉 V_1 , $V_1 = 0V$ 則 V_1 接地，電路可簡化成非反相放大器 →

$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + \frac{2}{1} = 3, \text{ 且 } \frac{V'_i}{V_2} = \frac{2R}{R+2R} = \frac{2}{3}, \text{ 故 } A_v = \frac{V_{o2}}{V_2} = \frac{V_o}{V'_i} \times \frac{V'_i}{V_2}$$

$$\Rightarrow V_{o2} = 3 \times \left(\frac{2}{3}\right) V_2 = 2V_2 = 4V$$



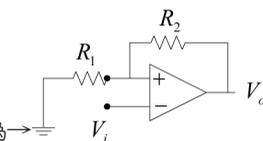
- (ii) 關掉 V_2 , $V_2 = 0V$ 則電路可簡化成 →

$$A_v = \frac{V_{o1}}{V_1} = -\frac{R_2}{R_1} = -2 \Rightarrow V_{o1} = -2V_1 = -2V$$

由(i)(ii)可知 $\rightarrow V_o = V_{o1} + V_{o2} = -2V + 4V = 2V$

4. () 有關運算放大器的應用，下列那個電路使用正回授電路？ (A) 反相放大器 (B) 非反相放大器 (C) 電壓隨耦器 (D) 史密特觸發電路 (Schmitt trigger circuit)

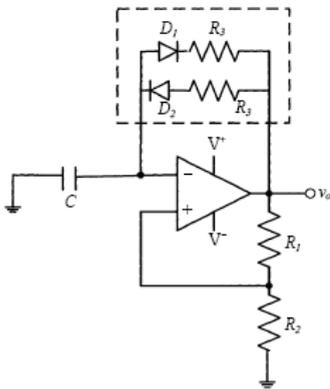
解答 (D)



史密特觸發電路圖示為 →
 假設OP有正負輸出飽和電壓 L_+ , L_-

此電路為史密特觸發電路。假設一開始 $V_+ > V_-$ ，則輸出電壓 $V_0 = L_+$ ， $V_+ = \beta L_+$ ，其中 L_+ 為OP的正飽和電壓10V， $\beta = \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ ，當輸入電壓 $V_i = V_-$ 越來越大時，一瞬間 $V_+ = \beta L_+ < V_- = V_i$ 時，輸出電壓 $V_0 = A_v (V_+ - V_-) = L_-$ 馬上就飽和成OP的負飽和電壓 L_- ，由以上討論知電路有兩個穩態，即正負輸出飽和電壓 L_+ ， L_- ，為雙穩態電路，輸出波形為方波，方波之上下限即為OP的正負輸出飽和電壓 L_+ ， L_- 。史密特觸發電路是利用電路的正回授原理使電路產生振盪，答案選（D）。

5. () 如右圖所示的振盪器電路，其中虛線所標示之電路的主要功能為何？(A) 改變輸出信號電壓的振幅 (B) 改變輸出信號的相位 (C) 改變輸出信號的責任週期 (duty cycle) (D) 改變輸出信號的電流



解答 (C)

假設今電路有一瞬間 $V_+ > V_-$ ，使得OP輸出電壓為正飽和電壓，即 $v_0 = L_+$ ，則此輸出電壓會透過回授電路分壓而回授至OP的正輸入端，即 $V_+ = L_+ \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ ，同時二極體 D_2 會導通，使得RC電路充電，直到電容充電 $V_- > V_+$ 時，OP的輸出電壓會反轉，使得OP輸出電壓為負飽和電壓，即 $v_0 = L_-$ 則此輸出電壓會透過回授電路分壓而回授至OP的正輸入端，即 $V_+ = L_- \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ ，同時二極體 D_1 會導通，使得RC電路放電，直到電容充電 $V_+ > V_-$ 時，OP的輸出電壓又會反轉，就這樣一直持續下去，則此電路最後輸出一方波（其峰值分別為正負飽和電壓 L_+ ， L_- ）。

設輸出方波週期為 $T = T_H + T_L$ ，其中 T_H, T_L 分別為輸出邏輯1（本例為 L_+ ）和輸出邏輯0（本例為 L_- ）所佔的時間，振盪器責任週期的定義為 \rightarrow duty cycle $\equiv \frac{T_H}{T_H + T_L}$ ，故

可知為輸出邏輯1所佔總週期的比例。

由於二極體導通需要一跨壓，則會使得方波的 T_H, T_L 改變，進而造成整個信號的責任週期改變，答案選（C）。