

等別(級)：薦任

類科(別)：電力工程、電子工程、電信工程

科目：電子學

考試時間：2小時

座號：_____

※注意：(一)可以使用電子計算器。

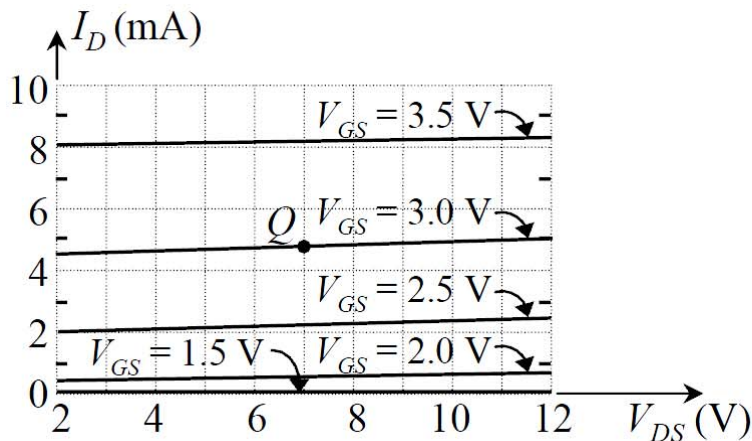
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

一、NMOS 電晶體的 I_D - V_{DS} 特性曲線如圖一(a)，工作點位於 Q 點。

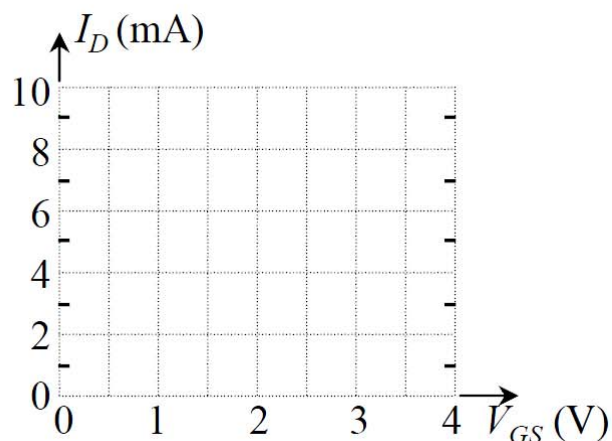
(一)由特性曲線估算電晶體在 Q 點之小訊號輸出電阻 r_o 值，並說明估算方式。(5分)

(二)由圖一(a)，忽略 r_o ，繪出此電晶體 I_D - V_{GS} 轉換曲線如圖一(b)，先標出 $V_{GS} = 0, 0.5, 1, 1.5, \dots, 3.5$ V 時之 I_D 值，再以曲線連結。(5分)

(三)由圖一推導 I_D - V_{GS} 關係式，忽略 r_o ，估算此 NMOS 電晶體在 Q 點之小訊號轉導 (transconductance) g_m 值。(10分)

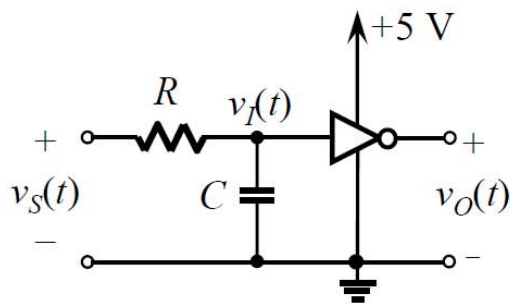


圖一(a)

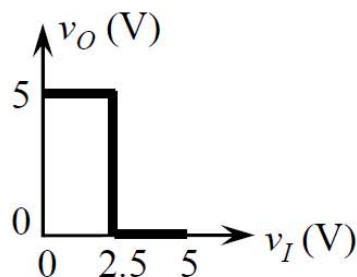


圖一(b)

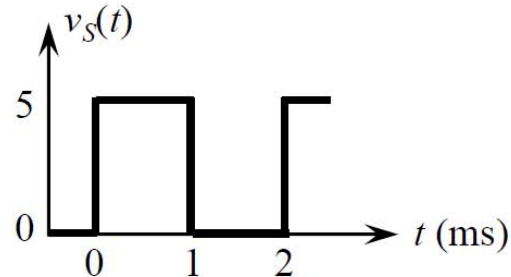
二、圖二(a)電路中 $R = 1$ k Ω ， $C = 0.5$ μ F，邏輯閘反相器(inverter)之輸入電阻無窮大，圖二(b)為其輸出與輸入電壓轉換特性，圖二(c)為從 $t = -\infty$ 開始之週期性信號 $v_S(t)$ ，求算反相器之輸出反應延遲之時間。(20分)



圖二(a)



圖二(b)



圖二(c)

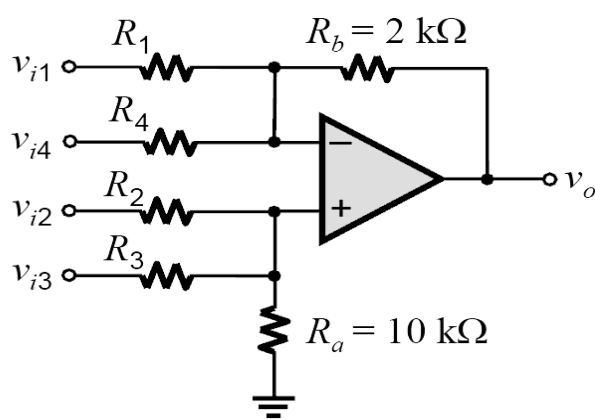
(請接背面)

等別(級)：薦任

類科(別)：電力工程、電子工程、電信工程

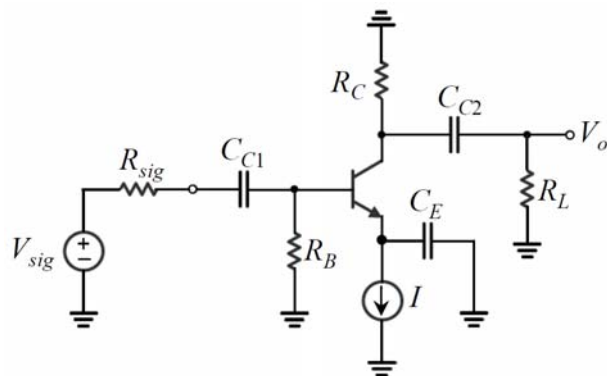
科目：電子學

三、求算圖三之理想運算放大器 (operational amplifier) 電路之 R_1 、 R_2 、 R_3 以及 R_4 ，使輸出信號為 $v_o = -2 \times v_{i1} + 1.6 \times v_{i2} + 0.8 \times v_{i3} - 0.2 \times v_{i4}$ ，說明所使用計算式之原理。(20分)



圖三

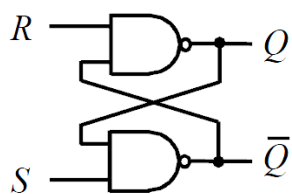
四、圖四放大器之電晶體以直流電源 I 偏壓，其他部分偏壓電路業經省略。電路元件與電晶體小訊號參數： $R_B = 10 \text{ k}\Omega$ ， $R_C = 20 \text{ k}\Omega$ ， $R_{sig} = 0.5 \text{ k}\Omega$ ， $R_L = 10 \text{ k}\Omega$ ， $C_E = 20 \mu\text{F}$ ， $C_{C1} = C_{C2} = 2 \mu\text{F}$ ， $r_\pi = 2.5 \text{ k}\Omega$ ， $g_m = 25 \text{ mA/V}$ ， $r_o = 20 \text{ k}\Omega$ ， $C_\pi = 10 \text{ pF}$ ， $C_\mu = 1 \text{ pF}$ 。求算放大器之低頻電壓增益 $A_v(s) = V_o/V_{sig}$ 頻率響應，含各極點 (pole) 頻率以及遠離極點之中頻增益 A_M 。(20分)



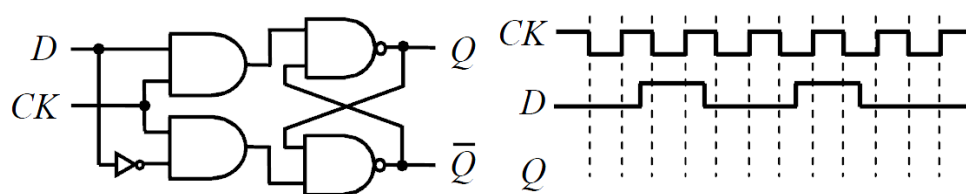
圖四

五、(一)列表並說明圖五(a)數位電路輸出信號 Q (0 或 1) 與輸入信號 S 、 R (0 或 1) 之間的關係。(10分)

(二)圖五(b)電路之輸入信號 D 、 CK 如圖五(c) (高、低電位分別代表 1 與 0) 所示，繪出對應的 Q 波形，並說明其原理，無說明者本小題不計分。(10分)



圖五(a)



圖五(b)

圖五(c)