

102年公務人員特種考試警察人員考試、
102年公務人員特種考試一般警察人員考試及
102年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

代號：20240

全一張
(正面)

等 別：二等一般警察人員考試
類 科：刑事警察人員電子監察組
科 目：電子學
考試時間：2 小時

座號：_____

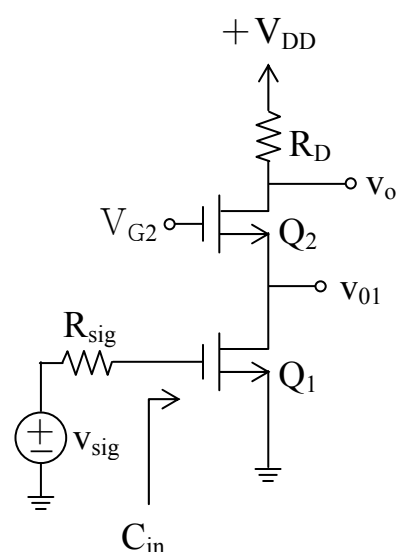
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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、如圖一所示電路為由一 CS (共源) 放大器串接一 CG (共閘) 放大器所構成的疊接 (Cascode) 放大器，其偏壓電路略去未繪。設各電晶體具相同特性，其 $g_m = 1 \text{ mA/V}$ ， $r_o \rightarrow \infty$ ；又 $R_{\text{sig}} = 10 \text{ k}\Omega$ ， $R_D = 20 \text{ k}\Omega$ 。

(一)求此放大器之 $A_{V1} \equiv v_{o1}/v_{\text{sig}}$ ， $A_{V2} \equiv v_o/v_{o1}$ 及 $A_V \equiv v_o/v_{\text{sig}}$ 之值。(12 分)

(二)若電晶體 Q_1 之極間電容 $C_{gs1} = 20 \text{ fF}$ ， $C_{gs2} = 5 \text{ fF}$ ，其他之極間電容效應略去不計。試求呈現在輸入端的輸入電容 C_{in} 有多大？若此 C_{in} 形成此放大器之主要極點頻率 (Dominant pole frequency)，試求此放大器之高 3-dB 頻率 f_H 之值。(1 fF = 10^{-15} F) (8 分)



圖一

二、NMOS 之汲極電流 I_D 式如下：

1. 三極體區 (Triode region) 時： $I_D = k'_n \left(\frac{W}{L}\right) [(V_{GS} - V_t)V_{DS} - \frac{1}{2}V_{DS}^2]$

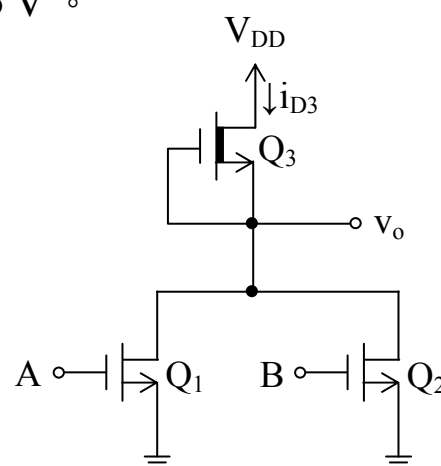
2. 飽和區 (Saturation region) 時： $I_D = \frac{1}{2}k'_n \left(\frac{W}{L}\right) (V_{GS} - V_t)^2$

如圖二所示為一兩輸入之 NMOS NOR 閘，設各電晶體具有相同的 k'_n 值 $50 \mu\text{A/V}^2$ ，而 $(\frac{W}{L})_1 = (\frac{W}{L})_2 = 4$ ， $V_{t1} = V_{t2} = 0.8 \text{ V}$ ， $V_{t3} = -1 \text{ V}$ ， $V_{DD} = 5 \text{ V}$ 。

(一)當兩輸入 A、B 均為 5 V 時，若要輸出 v_o 之值為 0.1 V，求 $(\frac{W}{L})_3$ 應多大？此時 i_{D3} 有多大？(8 分)

(二)若 $(\frac{W}{L})_3 = 4$ ，則當輸入 A 為 5 V，輸入 B 為 0 V 時，其輸出 v_o 之值為多大？ i_{D3} 有多大？(8 分)

(三)當兩輸入 A、B 均為 0 V 時，此時輸出 v_o 之值為多大？ i_{D3} 有多大？(4 分)



圖二

(請接背面)

102年公務人員特種考試警察人員考試、
102年公務人員特種考試一般警察人員考試及
102年特種考試交通事業鐵路人員考試試題

代號：20240

全一張
(背面)

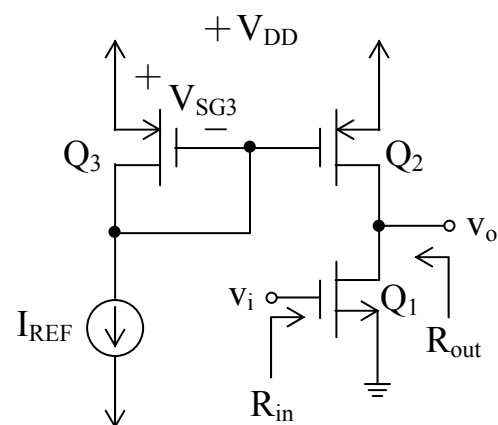
等 別：二等一般警察人員考試
類 科：刑事警察人員電子監察組
科 目：電子學

三、如圖三所示為一 CMOS 共源 (CS) 放大器，設各電晶體均偏壓於飽和區。電晶體 Q_1 之汲極飽和電流可示為 $I_D = 1 \times (V_{GS1} - V_{tn})^2 (\text{mA})$ ，式中 V_{tn} 為 Q_1 之臨界電壓，其值為 $V_{tn} = 0.6 \text{ V}$ ；電晶體 Q_2 與 Q_3 具相同特性，其飽和 I_D 式為 $I_D = 400 \times (V_{SG3} - |V_{tp}|)^2 (\mu\text{A})$ ，其 $V_{tp} = -0.6 \text{ V}$ 為 Q_2 、 Q_3 之臨界電壓。又 $I_{REF} = 100 \mu\text{A}$ ，

(一) 求 V_{SG3} 之值；(4 分)

(二) 若各電晶體之厄列電壓 (Early voltage) $V_{An} = |V_{AP}| = 20 \text{ V}$ ，求此 CS 放大器之輸入電阻 R_{in} 及輸出電阻 R_{out} 之值；(8 分)

(三) 求此 CS 放大器之電壓增益 $A_V = v_o/v_i$ 之值。(8 分)



圖三

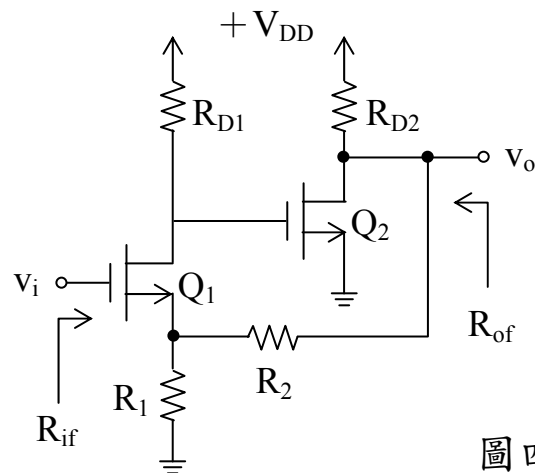
四、如圖四所示電路，電晶體 Q_1 、 Q_2 具相同特性，其 $g_{m1} = 4 \text{ mA/V}$ ， $g_{m2} = 8 \text{ mA/V}$ ， $r_{o1} \rightarrow \infty$ ， $r_{o2} \rightarrow \infty$ ； $R_{D1} = R_{D2} = 10 \text{ k}\Omega$ ， $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ ， $R_2 = 9 \text{ k}\Omega$ 。求此放大器電路的：

(一) 輸入電阻 $R_{if} = ?$ (4 分)

(二) 輸出電阻 $R_{of} = ?$ (8 分)

(三) 電壓增益 $v_o/v_i = ?$ (8 分)

(提示：此電路為一串-並之負回授放大器)

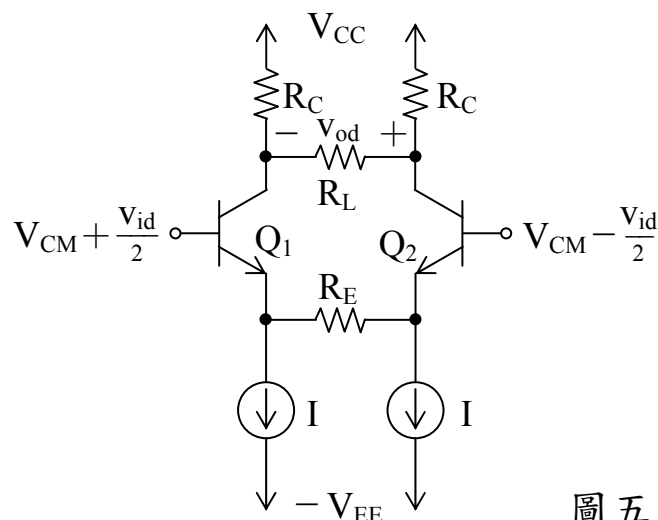


圖四

五、如圖五所示的差動放大器，電晶體 Q_1 、 Q_2 具相同特性，其 $\beta = 100$ ， $r_o \rightarrow \infty$ ； $R_C = 10 \text{ k}\Omega$ ， $R_L = 20 \text{ k}\Omega$ ， $R_E = 200 \Omega$ ， $I = 1 \text{ mA}$ ；熱電壓 $V_T = 25 \text{ mV}$ 。

(一) 求差動增益 $A_d = v_{od}/v_{id}$ 及差動輸入電阻 R_{id} 之值。(10 分)

(二) 若電流源 I 之輸出電阻為 $250 \text{ k}\Omega$ ，試繪此差動放大器的共模半電路，並求此共模半電路的共模增益。(10 分)



圖五