

101年特種考試地方政府公務人員考試試題

代號：34160 全一張
 34260 (正面)
 34360

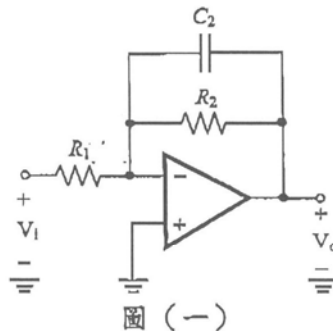
等 別：三等考試
 類 科：電力工程、電子工程、電信工程
 科 目：電子學
 考試時間：2小時

座號：

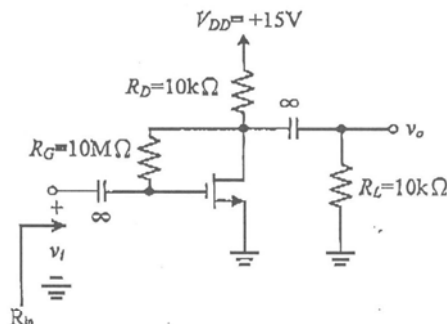
※注意：(一)可以使用電子計算器。

(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、圖(一)所示為一運算放大器電路，試求出(一)轉移函數 (transfer function)。(二)證明此轉移函數為一低通 (low-pass) 單一時間常數電路。(三)若此電路直流增益為 40dB，3-dB 頻率為 1kHz，輸入電阻為 1kΩ， $R_1 = 1k\Omega$ ，試求出 R_2 及 C_2 值。(20分)



- 二、圖(二)所示為一共源極 MOSFET 放大器，利用汲極至閘極電阻 R_G 作為偏壓。 v_i 為輸入訊號，經由一很大電容耦合至閘極。在汲極得到輸出訊號，經一很大電容耦合至負載電阻 R_L ，已知電晶體臨限電壓 (threshold voltage) 為 $V_t = 1.5V$ ，電晶體之互導參數為 $K_n = K_n' \left(\frac{W}{L} \right) = \mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L} \right) = 0.25mA/V^2$ ，其中 μ_n ， C_{ox} ， W ， L 各為表面通道 (channel) 電子之移動率、氧化層電容，通道寬度及通道長度，厄粒電壓 (Early voltage) 為 $V_A = 50V$ ，試求(一)偏壓電流 I_D 及偏壓電壓 V_{DS} 。(二)電晶體小訊號參數 g_m (互導) 及 r_o (輸出電阻)。(三)放大器的電壓增益 $A_v \equiv \frac{v_o}{v_i}$ 。(20分)



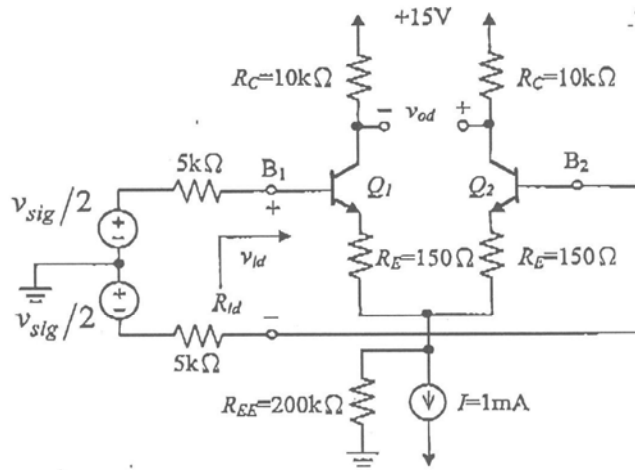
(請接背面)

101年特種考試地方政府公務人員考試試題

代號：34160 全一張
34260 (背面)
34360

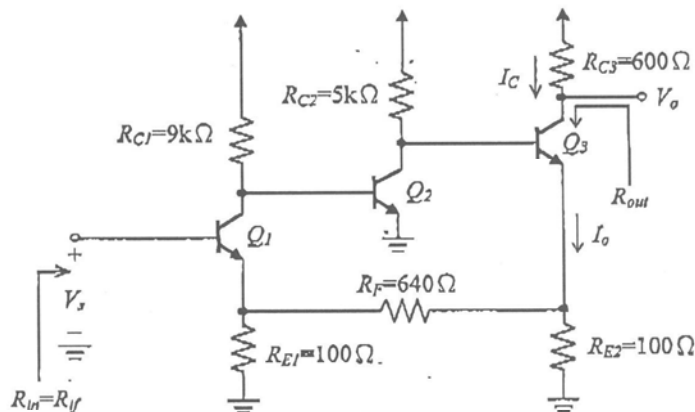
等 別：三等考試
類 科：電力工程、電子工程、電信工程
科 目：電子學

三、圖(三)所示為一差動放大器， $\beta = 100$ ， V_T 值為25mV，試計算(一)輸入差動電阻 R_{id} 。(二)總差動電壓增益 v_{od}/v_{sig} (忽略 r_o 效應)。(三)CMRR值(以dB表示)(Common-mode rejection ratio)(若 $\Delta R_C = 0.02R_C$)。(20分)



圖(三)

四、圖(四)所示為一串聯-串聯回授電路，試求出(一) β 值。(二)封閉回路增益 $A_f \equiv I_o/V_s$ 。(三) V_o/V_s 值。(20分)

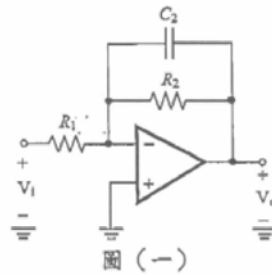


圖(四)

五、(一)試繪簡圖說明 CMOS 反相器 (CMOS Inverter) (5分)
(二)試說明 SR 正反器及列出其真值表 (5分)
(三)試說明 PROMS (Programmable ROMS) (5分)
(四)試說明 pseudo-NMOS (5分)

■ 解答

一、圖(一)所示為一運算放大器電路，試求出(一)轉移函數 (transfer function)。(二)證明此轉移函數為一低通 (low-pass) 單一時間常數電路。(三)若此電路直流增益為 40dB，3-dB 頻率為 1kHz，輸入電阻為 1kΩ， $R_1 = 1k\Omega$ ，試求出 R_2 及 C_2 值。(20 分)

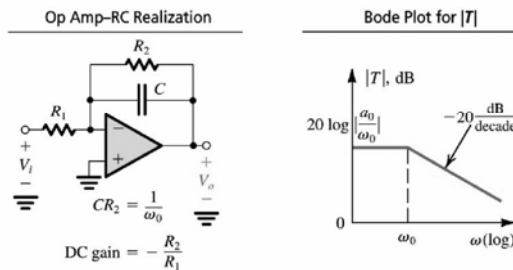


[Sol] :

(一)

$$\frac{V_o}{V_i}(S) = \frac{-\frac{R_2}{R_1}}{1 + SR_2C}$$

(二)



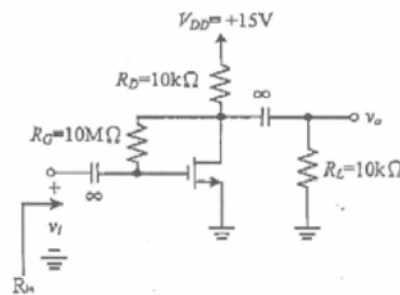
(三)

$$R_1 = R_1 = 1K\Omega$$

$$A_0 = 100 = \frac{R_2}{R_1} \rightarrow R_2 = 100K\Omega$$

$$f_{3dB} = 1K = \frac{1}{2\pi \times 100K \times C_2} \rightarrow C_2 = 1.59nF$$

二、圖(二)所示為一共源極MOSFET放大器，利用汲極至開極電阻 R_D 作為偏壓。 v_i 為輸入訊號，經由一很大電容耦合至開極。在汲極得到輸出訊號，經一很大電容耦合至負載電阻 R_L ，已知電晶體臨限電壓(threshold voltage)為 $V_t = 1.5V$ ，電晶體之互導參數為 $K_n = K_n' \left(\frac{W}{L}\right) = \mu_n C_{ox} \left(\frac{W}{L}\right) = 0.25mA/V^2$ ，其中 μ_n ， C_{ox} ， W ， L 各為表面通道(channel)電子之移動率、氧化層電容，通道寬度及通道長度，厄利電壓(Early voltage)為 $V_A = 50V$ ，試求(一)偏壓電流 I_D 及偏壓電壓 V_{DS} 。(二)電晶體小訊號參數 g_m (互導)及 r_o (輸出電阻)。(三)放大器的電壓增益 $A_v \equiv \frac{v_o}{v_i}$ 。(20分)



圖(二)

[Sol] :

(一)

$$\frac{15 - V_{GS}}{10} = 0.125(V_{GS} - 1.5)^2 \rightarrow V_{GS} = V_{DS} = 4.4V$$

$$\therefore I_D = \frac{15 - 4.4}{10} = 1.06mA$$

(二)

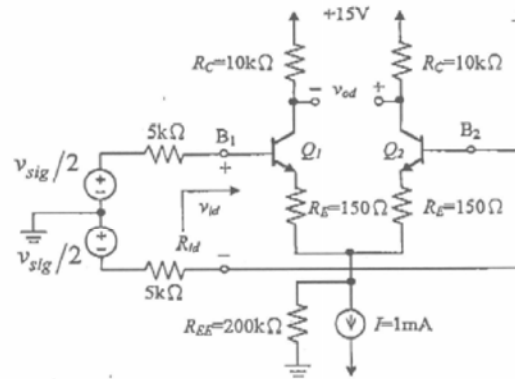
$$g_m = 2\sqrt{0.125 \times 1.06} = 0.73 \left(\frac{mA}{V}\right), r_o = \frac{50}{1.06} = 47.2K\Omega$$

(三)

$$\frac{v_i - v_o}{10000} = 0.73v_i + \frac{v_o}{47.2} + \frac{v_o}{10} + \frac{v_o}{10}$$

$$\rightarrow A_v = \frac{v_o}{v_i} \approx -0.73 \times (10 // 10 // 47.2) = -3.3$$

- 三、圖(三)所示為一差動放大器， $\beta = 100$ ， V_T 值為 25mV ，試計算(一)輸入差動電阻 R_{id} 。(二)總差動電壓增益 v_{od}/v_{sig} (忽略 r_o 效應)。(三)CMRR值(以dB表示)(Common-mode rejection ratio)(若 $\Delta R_C = 0.02R_C$)。(20分)



圖(三)

[Sol] :

$$I_{E1} = I_{E2} = 0.5\text{mA}, r_{\pi 1} = r_{\pi 2} = 5.05\text{K}\Omega$$

(一)

$$R_{id} = 2 \times (5.05 + 101 \times 0.15) = 40.4\text{K}\Omega$$

(二)

$$\frac{v_{od}}{v_{sig}} = 2 \times \left(\frac{1}{5 + 5.05 + 101 \times 0.15} \times 100 \times 10 \right) = 79.4$$

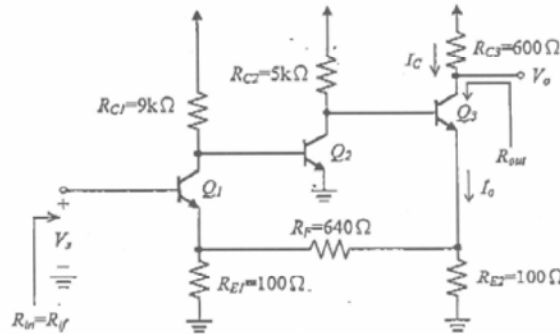
(三)

$$A_d = \frac{v_{od}}{v_{sig}} = \frac{1}{5 + 5.05 + 101 \times 0.15} \times 100 \times ((10 + 0.2) + 10) = 80.16$$

$$A_{cm} = \frac{v_{od}}{v_{cm}} = \frac{1}{5 + 5.05 + 101 \times (0.15 + 400)} \times 100 \times ((10 + 0.2) - 10) = 5 \times 10^{-4}$$

$$\therefore \text{CMRR} = 20 \log \frac{80.16}{5 \times 10^{-4}} = 104\text{dB}$$

四、圖(四)所示為一串聯-串聯回授電路，試求出(一) β 值。(二)封閉回路增益 $A_f \equiv I_o / V_s$ 。
(三) V_o / V_s 值。(20分)



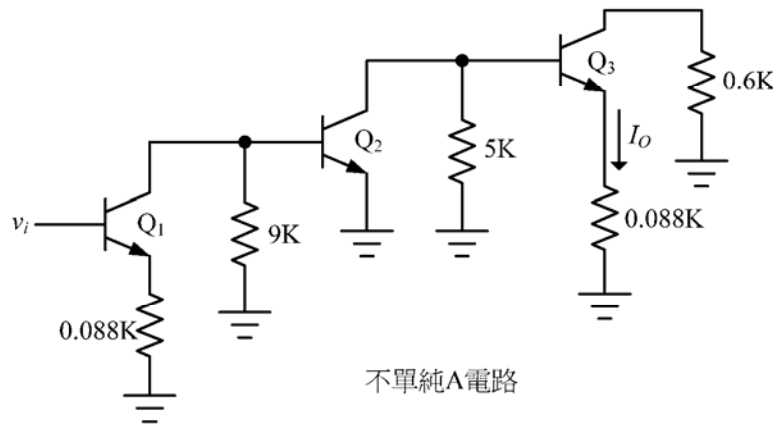
圖(四)

此題為 Smith 例題，但出題老師卻少給小訊號參數。
原題目 $\beta = 100$ 、 $r_{\pi 1} = 4.2K\Omega$ 、 $r_{\pi 2} = 2.5K\Omega$ 、 $r_{\pi 3} = 0.625K\Omega$

(一)

$$\beta = \frac{v_f}{I_o} = \frac{0.1}{0.1 + 0.64 + 0.1} \times 0.1 = 0.012 \left(\frac{V}{mA} \right)$$

(二)



不單純A電路

$$A = \frac{I_o}{v_i} = \frac{1}{4.2 + 101 \times 0.088} \times 100 \times \frac{9}{9 + 2.5} \times 100 \times \frac{5}{5 + 0.625 + 101 \times 0.088} \times 101 = 20807 \left(\frac{mA}{V} \right)$$

$$\therefore A_f = \frac{I_o}{v_s} = \frac{A}{1 + A\beta} = \frac{20807}{1 + 0.012 \times 20807} = 83 \left(\frac{mA}{V} \right)$$

(三)

$$\frac{v_o}{v_s} = \frac{-\alpha \times I_o \times 0.6}{v_s} = -0.99 \times 83 \times 0.6 = -49.3$$

五、(一)試繪簡圖說明 CMOS 反相器 (CMOS Inverter) (5 分)

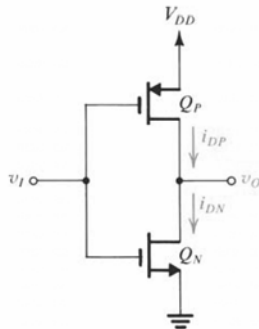
(二)試說明 SR 正反器及列出其真值表 (5 分)

(三)試說明 PROMS (Programmable ROMS) (5 分)

(四)試說明 pseudo-NMOS (5 分)

[Sol] :

(一)



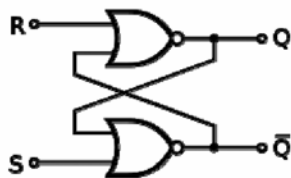
$V_i = \text{Low} \rightarrow V_o = \text{High}$

$V_i = \text{High} \rightarrow V_o = \text{Low}$

Qp 負責 Driving High

Qn 負責 Driving Low

(二)基本 RS 正反器又稱 SR 門鎖，是正反器中最簡單的一種，也是各種其他型別正反器的基本組成部分。兩個反及闌或反或闌的輸入端輸出端進行交叉耦合或首尾相接，即可構成一個基本 RS 正反器。



S	R	Q	\bar{Q}
1	0	1	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	0	0	1
1	1	0	0

Set state

Reset state

Undefined

(三)可編程式唯讀記憶體 (Programmable read-only memory)，縮寫為 **PROM**，是一種電腦存儲記憶晶片，每個位元都由熔絲或反熔絲的狀態決定資料內容。這種記憶體用作永久存放程式之用。常用於電子遊戲機、電子詞典等預存固定資料或程式的各式電子產品之上。PROM 與狹義的 ROM (Mask ROM) 的差別在於前者可在 IC 製造完成後才依需要寫入資料，後者的資料需在製造 IC 時一併製作在裡面。

(四)Pseudo NMOS 反相器是使用 1 個增強型 PMOS 當成負載所做成的反相器，電路圖與特性如下所示。

