

110 年公務人員高等考試三級考試試題

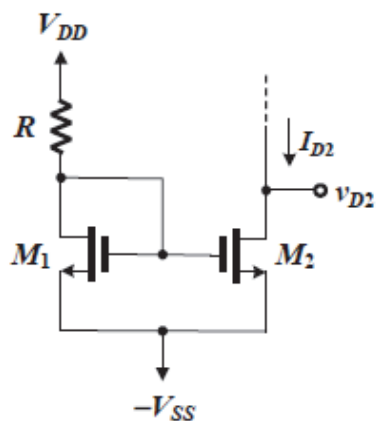
類 科：電力工程、電子工程、電信工程

科 目：電子學

考試時間：2 小時

鄭奇老師

一、下圖電路 $V_{DD}=V_{SS}=5V$ ， $I_{D2}=1mA$ ，電晶體 M_1 與 M_2 具有相同的長度 (L)，但其寬度比 $W_2/W_1=5$ ，電晶體參數： kn' (W/L) $_1=1mA/V^2$ ， $V_t=0.8V$ 。

(一) 求算 R 值。(10 分)(二) 當 M_2 操作於飽和區時，求算 v_{D2} 最小電壓。(10 分)

【解題關鍵】

《考題難易》：★★

《解題關鍵》：基本電流鏡分析

【擬答】

(一)

$$\frac{I_{D2}}{I_{D1}} = \frac{W_2}{W_1} \Rightarrow \frac{1m}{I_{D1}} = 5 \Rightarrow I_{D1} = 0.2mA$$

$$K_1 = \frac{1}{2} K_n' \left(\frac{W}{L}\right)_1 = \frac{1}{2} \times 1m = 0.5m \text{ A/V}^2$$

$$I_{D1} = K_1 (V_{GS1} - V_t)^2 \Rightarrow V_{GS1} = V_t + \sqrt{\frac{I_{D1}}{K_1}} = 0.8 + \sqrt{\frac{0.2m}{0.5m}} = 1.43V$$

$$V_{G1} = -V_{SS} + V_{GS1} = -5 + 1.43 = -3.57V$$

$$R = \frac{5 - V_{G1}}{I_{D1}} = \frac{5 - (-3.57)}{0.2} = 42.85K\Omega$$

(二)

$$V_{GD2} \leq V_t$$

$$\Rightarrow V_{G2} - V_{D2} \leq 0.8$$

$$\Rightarrow -3.57 - V_{D2} \leq 0.8$$

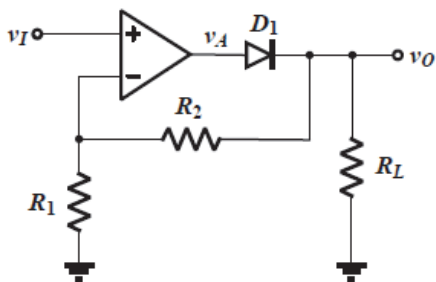
$$\Rightarrow V_{D2} \geq -4.37V$$

公職王歷屆試題 (110 高考)

二、下圖電路 $R_1=0.5k\Omega$ ， $R_2=0.5k\Omega$ ， $R_L=1k\Omega$ 。

(一) 假設運算放大器為理想，二極體 D_1 的電壓電流關係式為 $i = I_s(e^{v/V_T} - 1)$ ， $V_T=25.3mV$ ，且當 $1mA$ 流過 D_1 的跨壓為 $0.8V$ 。當 $v_I=2V$ ，求算 v_A 。(10分)

(二) 假設運算放大器增益為50，二極體跨壓為固定的 $0.8V$ ，當 $v_I=3V$ ，求算 v_O 。(10分)



【解題關鍵】

《考題難易》：★★★

《解題關鍵》：(1)理想 OPA 電路分析

(2)非理想 OPA 電路分析

【擬答】

(一)

$$V_O = (1 + \frac{R_2}{R_1})V_I = (1 + \frac{0.5}{0.5}) \times 2 = 4V$$

$$I_D = \frac{V_O}{R_1 + R_2} + \frac{V_O}{R_2} = \frac{4}{0.5 + 0.5} + \frac{4}{1} = 8mA$$

$$V_D = 0.8 + V_T \ln \frac{8m}{1m} = 2.879V$$

$$\therefore V_A = V_O + V_D = 4 + 2.879 = 6.879V$$

(二)

$$V_+ = 3V$$

$$V_- = (V_A - 0.8) \times \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{1}{2}(V_A - 0.8)$$

$$V_A = A_{vo}(V_+ - V_-)$$

$$= 50 \times \left[3 - \frac{1}{2}(V_A - 0.8) \right]$$

$$= 170 - 25V_A$$

$$\Rightarrow V_A = 6.54V$$

$$\therefore V_O = V_A - 0.8 = 5.74V$$

志光 學儒 保成

公職工科+國營事業

1+1 更有力 準備公職的同時，可報考國營事業考試，善用重疊考科，一次準備就能多次上榜！

上榜路徑大公開！一年內超過8次上榜機會！

初等考 1月 ●最容易上手的公職考試	關務特考 4月 ●考科少於同職等考試	鐵路特考 6月 (110年因疫情延至9月) ●佐級錄取率最高	高普考 7月 (110年因疫情延至10月) ●主流考試，缺額眾多	調查局特考 8月 (110年因疫情延至10月) ●三等月薪76,000起
地方特考 12月 ●考科同高普考	自來水評價人員 不定期舉辦 ●只考選擇題	台電考試 不定期舉辦 ●考科少、好準備	中油僱員 不定期舉辦 ●只考2科，多為選擇題	國營事業職員級 不定期舉辦 ●國營退休潮，缺額多，工科類科競爭者少

錄取率高

109年
 工科錄取率
 最高達**19.42%**

電力工程	電子工程	機械工程	資訊工程
高考 19.42% 普考 17.33%	高考 9.04% 普考 9.39%	高考 18.27% 普考 13.70%	高考 12.92% 普考 10.47%

志光 學儒 保成

工科人專屬學習規劃

精心安排完整豐富的上榜課程

工科考試所需要的資源，我們通通幫你準備好了

**法科
架構班**

學校沒教的，我們教給你！名師精解法科知識，結合實務例子，助你建構法科概念。

**扎實
正規班**

完整堂數規劃，循序漸進學習，讓您深度修習工科各專業學科知識。

**作文
實戰班**

作文再也不是理工人的痛！透過專業老師的輔導，快速強化您的寫作架構、邏輯概念。

**主題
題庫班**

主題式教學，搭配各類試題演練，進行考點分析及破題要點訓練，讓您短時間各科實力倍增。

**精華
總複習**

考前重點總複習，精準掌握重要考點，讓您考前實力突飛猛進。

**考前提要
關懷講座**

名師考前最終提點，穩定你累積許久的實力，讓你的觀念更加清晰。

**全國全真
模擬考**

檢視應考實力、訓練臨場反應、掌握最新考題趨勢，全程比照考試時程，模擬考場實戰氛圍，讓您能以平常心應考！

**工科
全科班**

公職+國營完善循環課程規劃，All in One課程一次到位，奠定穩固基礎、強化上榜實力。

109普考 電子工程 曾○維 一年考取

我是工科人，我工頂啦！

由於考試的題目非常靈活，參加題庫班，除了勤做考古題外，大量實作解說，很快速地強化我的考前記憶，每做一道題目馬上能判斷是在哪一章節，然後再進行解題。

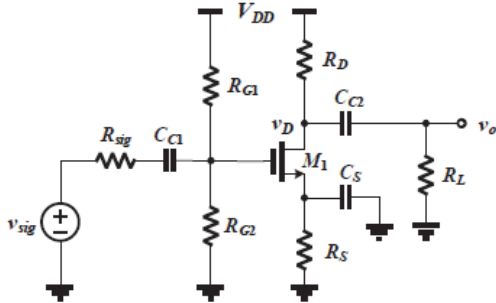
■完整課程資訊詳洽全國志光·學儒·保成門市■

公職王歷屆試題 (110 高考)

三、下圖電路 $R_{sig}=125k\Omega$ ， $R_{G1}=250k\Omega$ ， $R_{G2}=250k\Omega$ ， $R_D=4k\Omega$ ， $R_S=2k\Omega$ ， $R_L=4k\Omega$ ， $V_{DD}=5V$ ，電晶體參數： $V_T=1V$ ， $V_A=50V$ 。

(一)當電晶體 $I_D=0.5mA$ 及 V_{OV} (overdrive voltage) $=0.5V$ ，求算增益 $G_v=v_o/v_{sig}$ (僅直流分析時可忽略通道調變效應)。(8分)

(二)假設 v_{sig} 為弦波信號且電晶體操作於飽和區，求算 v_{sig} 可允許的最大峰值與相對應的 v_D 。(12分)



【解題關鍵】

《考題難易》：★★

《解題關鍵》：CS 放大器電路分析

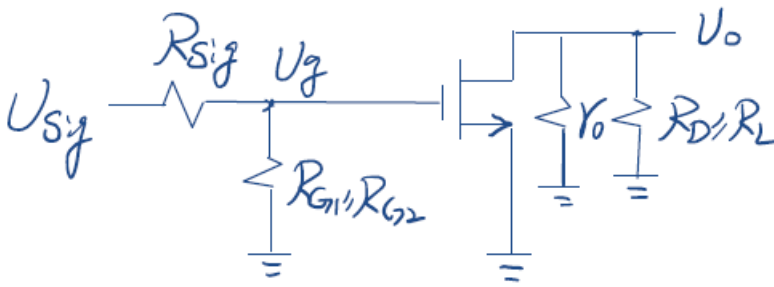
【擬答】

(一)

$$g_m = \frac{2I_D}{V_{OV}} = \frac{2 \times 0.5m}{0.5m} = 2m \text{ A/V}$$

$$r_o = \frac{V_A}{I_D} = \frac{50}{0.5m} = 100k\Omega$$

ac 分析



$$\begin{aligned} \frac{v_o}{v_{sig}} &= \frac{v_o}{v_g} \times \frac{v_g}{v_{sig}} = [-g_m (r_o // R_D // R_L)] \left[\frac{R_{G1} // R_{G2}}{R_{sig} + (R_{G1} // R_{G2})} \right] \\ &= [-2 \times (100 // 4 // 4)] \left[\frac{250 // 250}{125 + (250 // 250)} \right] = -1.96 \end{aligned}$$

(二)

$$V_G = V_{DD} \times \frac{R_{G2}}{R_{G1} + R_{G2}} = 2.5V$$

$$v_g = v_{sig} \times \frac{R_{G1} // R_{G2}}{R_{sig} + (R_{G1} // R_{G2})} = \frac{1}{2} v_{sig}$$

$$v_G = v_G + v_g = 2.5 + \frac{1}{2} v_{sig}$$

$$V_D = V_{DD} - I_D R_D = 5 - 0.5 \times 4 = 3V$$

$$v_d = -1.96 v_{sig}$$

$$v_D = 3 - 1.96 v_{sig}$$

$$v_{GD} = v_G - v_D = (2.5 + \frac{1}{2} v_{sig}) - (3 - 1.96 v_{sig}) \leq V_t$$

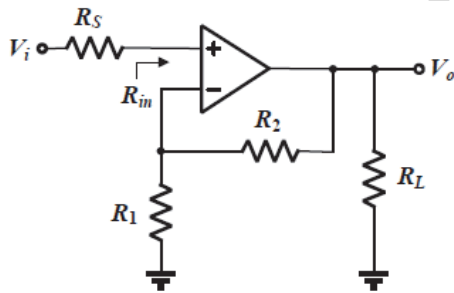
$$\Rightarrow v_{sig} \leq 0.61V$$

$$\text{且 } v_D = 3 - 1.96 \times 0.61 = 1.8044V$$

四、下圖電路 $R_S=10k\Omega$ ， $R_1=1k\Omega$ ， $R_2=1M\Omega$ ， $R_L=2k\Omega$ ，運算放大器參數：開路增益 $A_v=1000$ ，輸入差動阻抗 $R_{id}=100k\Omega$ ，輸出阻抗 $R_o=1k\Omega$ 。

(一)求算閉迴路增益 V_o/V_i 。(10分)

(二)求算 R_{in} 。(10分)



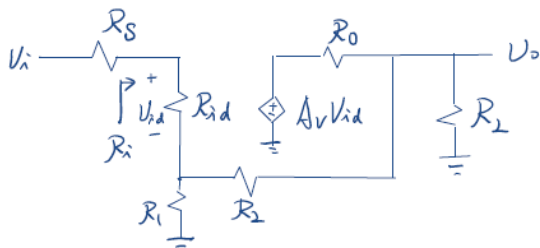
【解題關鍵】

《考題難易》：★★★

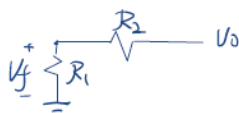
《解題關鍵》：負回授電路分析

【擬答】

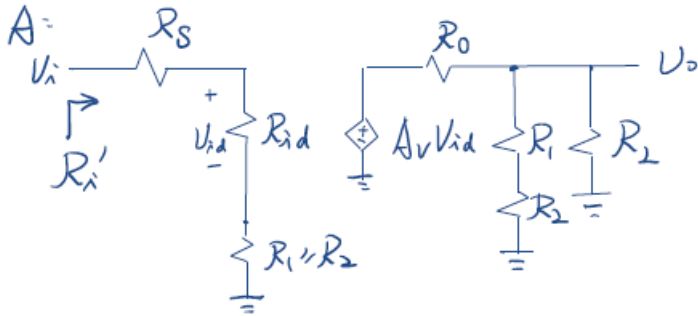
為串並回授



β :



$$\beta = \frac{V_f}{V_o} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{1}{1 + 100} = \frac{1}{1001}$$



$$A = \frac{v_o}{v_i} = \frac{R_{id}}{R_s + R_{id} + (R_1 // R_2)} \times A_v \times \frac{(R_1 + R_2) // R_L}{R_o + [(R_1 + R_2) // R_L]}$$

$$= \frac{100}{10 + 100 + (1 // 1000)} \times 1000 \times \frac{(1 + 1000) // 2}{1 + [(1 + 1000) // 2]}$$

$$= 0.9 \times 1000 \times 0.666 = 599.4$$

$$R'_i = R_s + R_{id} + (R_1 // R_2) = 111 \text{K}\Omega$$

(一)

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{A}{1 + \beta A} = \frac{599.4}{1 + \frac{1}{1001} \times 599.4} = 374.91$$

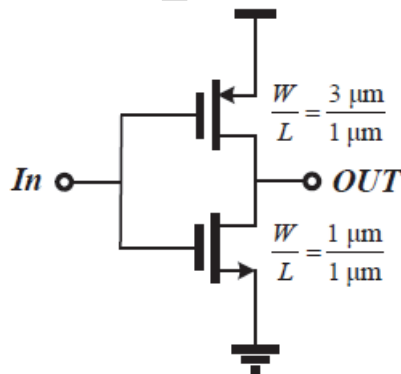
(二)

$$R_{if} = R'_i \times (1 + \beta A) = 111 \times (1 + \frac{1}{1001} \times 599.4) = 177.47 \text{K}\Omega$$

$$R_{in} = R_{if} - R_s = 167.47 \text{K}\Omega$$

五、(一) CMOS 邏輯包含上拉網路 (pull-up network) 與下拉網路 (pull-down network)，試畫出 CMOS 邏輯 $Y = \overline{D + A \cdot (B + C)}$ 之電路。(10 分)

(二) 下圖為一反相器電路的標準元件，若要求第(一)小題 CMOS 邏輯需與此標準反相器有相似的傳遞時間，請標示第(一)小題 CMOS 邏輯電路中每顆電晶體的寬長比 (W/L)。(10 分)



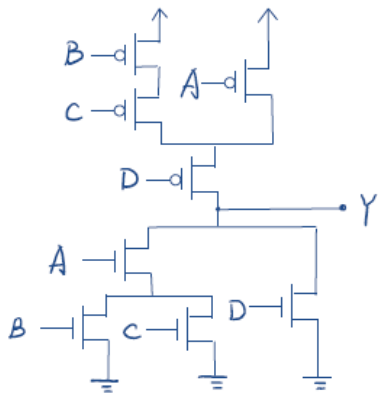
【解題關鍵】

《考題難易》：★★★★

《解題關鍵》：CMOS 邏輯電路設計與尺寸規劃

【擬答】

(一)



(二)

$$\frac{1}{K_{NA}} + \frac{1}{K_{NB}} = \frac{1}{K_N} \Rightarrow K_{NA} = K_{NB} = 2K_N$$

$$\Rightarrow \left(\frac{W}{L}\right)_{NA} = \left(\frac{W}{L}\right)_{NB} = 2\left(\frac{W}{L}\right)_N = \frac{2\mu\text{m}}{1\mu\text{m}}$$

$$\frac{1}{K_{NA}} + \frac{1}{K_{NC}} = \frac{1}{K_N} \Rightarrow \frac{1}{2K_N} + \frac{1}{K_{NC}} = \frac{1}{K_N} \Rightarrow K_{NC} = 2K_N$$

$$\Rightarrow \left(\frac{W}{L}\right)_{NC} = 2\left(\frac{W}{L}\right)_N = \frac{2\mu\text{m}}{1\mu\text{m}}$$

$$\frac{1}{K_{PB}} + \frac{1}{K_{PC}} + \frac{1}{K_{PD}} = \frac{1}{K_P} \Rightarrow K_{PB} = K_{PC} = K_{PD} = 3K_P$$

$$\Rightarrow \left(\frac{W}{L}\right)_{PB} = \left(\frac{W}{L}\right)_{PC} = \left(\frac{W}{L}\right)_{PD} = 3\left(\frac{W}{L}\right)_P = \frac{9\mu\text{m}}{1\mu\text{m}}$$

$$\frac{1}{K_{PA}} + \frac{1}{K_{PD}} + \frac{1}{K_P} \Rightarrow \frac{1}{3K_P} + \frac{1}{K_{PD}} = \frac{1}{K_P} \Rightarrow K_{PD} = \frac{3}{2}K_P$$

$$\Rightarrow \left(\frac{W}{L}\right)_{PD} = \frac{3}{2}\left(\frac{W}{L}\right)_P = \frac{9}{2}\frac{\mu\text{m}}{1\mu\text{m}}$$