

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

考試別：鐵路人員考試

等 別：高員級考試

類 科(別)：電力工程、電子工程

科 目：電子學

考試時間：2 小時

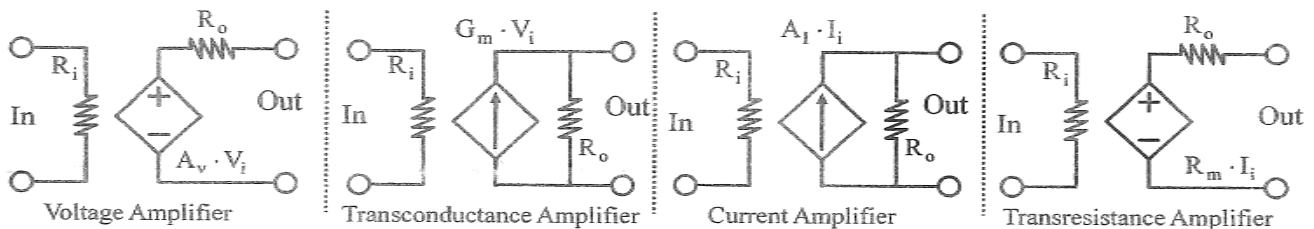
一、一個放大器均可以使用下圖所示的四個基本的放大器模型來描述：

(一)以 A_i 、 R_i 、 R_o 為參數，推導出 A_v 。

(二)以 G_m 、 R_i 、 R_o 為參數，推導出 A_i 。

(三)以 R_m 、 R_i 、 R_o 為參數，推導出 G_m 。

(四)以 A_v 、 R_i 、 R_o 為參數，推導出 R_m 。



【擬答】：

(一) 為 Current Amplifier，假設有接負載 R_L ，則

$$A_v = \frac{V_{Out}}{V_{In}} = \frac{A_i \times I_i \times (R_o // R_L)}{I_i \times R_i} = A_i \times \frac{R_o // R_L}{R_i}$$

(二) 輸出部分需要接上負載 R_L ，則

$$I_o = G_m \times V_i \times \frac{R_o}{R_o + R_L} = G_m \times (I_{in} \times R_i) \times \frac{R_o}{R_o + R_L}$$

$$\text{所以 } A_i = \frac{I_o}{I_{in}} = G_m R_i \times \frac{R_o}{R_o + R_L}$$

(三) 輸出部分需要接上負載 R_L ，則

$$G_m = \frac{I_o}{V_{In}} = \frac{\frac{R_m I_i}{R_o + R_L}}{I_i \times R_i} = \frac{R_m}{(R_o + R_L) \times R_i}$$

(四) 輸出部分需要接上負載 R_L ，則

$$R_m = \frac{V_{Out}}{I_{In}} = \frac{A_v \times V_i \times \frac{R_L}{R_o + R_L}}{I_{In}} = \frac{A_v \times (I_{in} R_i) \times \frac{R_L}{R_o + R_L}}{I_{in}} = A_v \times R_i \times \frac{R_L}{R_o + R_L}$$

志光學儒

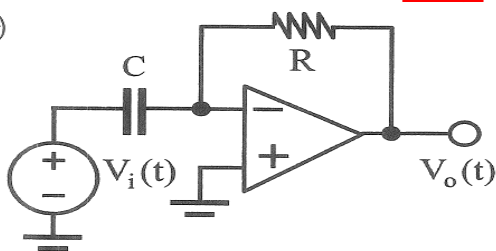
熱門類科推薦

郵局 考試	專業職(二) 內勤	1.國文及英文 2.企業管理大意 3.郵政三法大意 (含郵政法、郵政儲金匯兌法、簡易人壽保險法)
	專業職(二) 外勤	1.國文 2.企業管理大意 3.郵政法大意及交通安全常識 (備註:外勤今年 不考英文 了喔!)
國營 事業	企管	1. 國文(論文寫作)、※英文(測驗題型) 2. ※專業A: 企業概論+法學緒論 3. 專業B: 管理學+經濟學

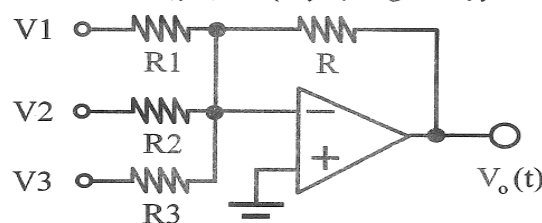


二、針對下圖電路，推導出輸出電壓與輸入信號的關係。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)



(二)



【擬答】：

$$(一) V_o(t) = -V_R(t) = -I_C(t) \times R = -C \frac{d}{dt} V_i(t) \times R = -RC \times \frac{d}{dt} V_i(t)$$

$$(二) V_o(t) = -V_R(t) = -I \times R = -\left(\frac{V_1}{R_1} + \frac{V_2}{R_2} + \frac{V_3}{R_3}\right) \times R$$

三、下圖電路為電流鏡電路 (Current Mirror)， $I_{ref}=1mA$ 、 $\mu_n C_{ox} = 250 \mu A/V^2$ 、 $V_A = V'_A \times L$ 、 $V'_A = 20V/\mu m$ 、 $V_{tn} = 1V$ 。回答下列問題：(每小題 5 分，共 20 分)

(一) $I_0 = ?$

(二) $R_0 = ?$

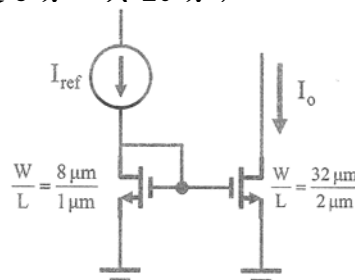
(三) $V_{GS} = ?$

(四) $V_{OMIN} = ?$ (輸出最低電壓)

【擬答】：

$$(一) I_0 = \frac{1}{2} \times 250 \mu \times \frac{32 \mu}{2 \mu} \times (1.874 - 1)^2 \left(1 + \frac{1}{40} V_{0(MIN)}\right)$$

則



$$I_o = \frac{1}{2} \times 250\mu \times \frac{32\mu}{2\mu} \times (1.874 - 1)^2 \left(1 + \frac{1}{40} \times 0.874 \right) = 1.56\text{mA}$$

$$(二) R_o = \frac{V_A}{I_D} = \frac{40}{1.56\text{mA}} = 25.64\text{k}\Omega$$

$$(三) I_{ref} = 1\text{mA} = \frac{1}{2} \times 250\mu \times \frac{8\mu}{1\mu} \times (V_{GS} - 1)^2 \left(1 + \frac{1}{20} V_{DS} \right)$$

因為 $V_{DS} = V_{GS}$

則

$$I_{ref} = 1\text{mA} = \frac{1}{2} \times 250\mu \times \frac{8\mu}{1\mu} \times (V_{GS} - 1)^2 \left(1 + \frac{1}{20} V_{GS} \right)$$

$$(V_{GS} - 1)^2 \left(1 + \frac{1}{20} V_{GS} \right) = 1 \Rightarrow \frac{1}{20} V_{GS}^3 + V_{GS}^2 - \frac{41}{20} V_{GS} = 0$$

因此

$$V_{GS}^2 + 20V_{GS} - 41 = 0 \Rightarrow V_{GS} = \frac{-20 \pm \sqrt{400 + 164}}{2} \Rightarrow V_{GS} = 1.874\text{V}$$

(四) 需確定 MOSFET 位於夾止區，則

$$1.874 - V_o \leq 1 \Rightarrow -V_o \leq -0.874 \Rightarrow V_o \geq 0.874\text{V}$$

所以

$$V_{O(MIN)} = 0.874\text{V}$$



感謝眾多學員的肯定

志光 學儒

輔導用心

補習班給考生除了課程師資之外，就是心理上的支持，我想說，還好來到志光。

鄭揚仁

104鐵路佐級事務管理

師資專業

特別感謝老師，幫考生建立了清楚完整的法學架構體系表，解題時快速抓到方向。

王子豪

104鐵路佐級事務管理

教材精準

課本讀起來讓人很快進入狀況並打好基處，我是把課本細讀後，再針對重點部分加強記憶。

蔡宛錚

104鐵路佐級運輸營業

資料豐富

志光擁有豐富資料庫及考古題解析，讓我能夠隨時補充運用。

蔡孟玲

104鐵路高員級運輸營業

四、下圖為一簡化的放大電路，其電路參數為 $I_o = 1\text{mA}$ 、 $\mu_n C_{ox} = 250 \mu \text{A/V}^2$ 、 $V_A = \infty$ 、 $\frac{W}{L} = \frac{8\mu\text{m}}{1\mu\text{m}}$ 、

$R_L = 10\text{k}\Omega$ 、 $C_L = 0.1\mu\text{F}$ ，回答下列問題：（每小題 4 分，共 20 分）

(一) 求電晶體的 g_m 、 r_o 。

(二) 求本電路的直流增益 AV 。

(三)求本電路的 3dB 極點 ω_p

(四)求本電路的 Unity-Gain Bandwidth ω_T

(五)寫出本電路的輸出入轉換函數 $A_v(s) = V_o(s) / V_i(s)$

【擬答】：

$$(一) g_m = 2 \times \sqrt{\frac{1}{2} \times 250 \mu \times \frac{8 \mu}{1 \mu}} \times \sqrt{1m} = 2mA/V$$

$$r_o = \frac{V_A}{I_D} \rightarrow \infty \Omega$$

$$(二) A_{v(mid)} = -g_m \times R_L = -2m \times 10k = -20$$

$$(三) \text{高頻主極點為 } \omega_p = \frac{1}{R_L C_L} = \frac{1}{10k \times 0.1 \mu} = 10^3 rad/s$$

(四) 增益頻寬積不變，則

$$\omega_T = 10^3 \times 20 = 2 \times 10^4 rad/s$$

(五) 輸出入轉換函數為

$$A_v(s) = -g_m \times R_L \times \frac{1}{1 + \frac{s}{\omega_p}} = -20 \times \frac{\omega_p}{s + \omega_p} = -20 \times \frac{10^3}{s + 10^3}$$

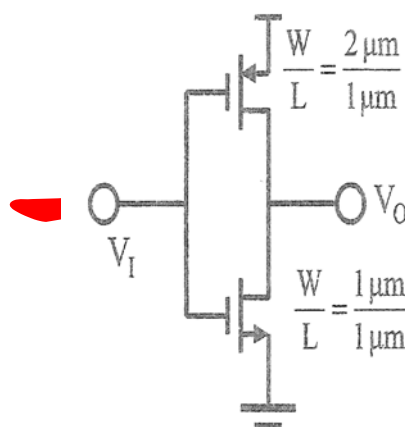
五、下圖為一反相器電路的標準元件，若要求下列的邏輯閘需與此一標準反相器有相同的電流驅動能力，請繪出該邏輯閘的電路圖，並且標示每一顆電晶體的長寬比 $\frac{W}{L}$ ：（每小題 5 分，共 20 分）

$$(一) F = \overline{A+B}。$$

$$(二) F = \overline{A \bullet B \bullet C}。$$

$$(三) F = \overline{AB+CD} \text{（以 Complex Gate 方式設計）}。$$

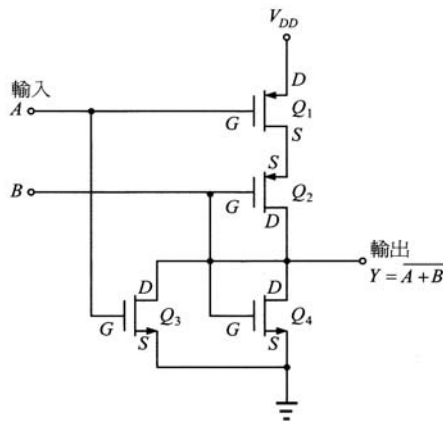
$$(四) F = \overline{A \bullet (B+C \bullet (D+E))} \text{（以 Complex Gate 方式設計）}。$$



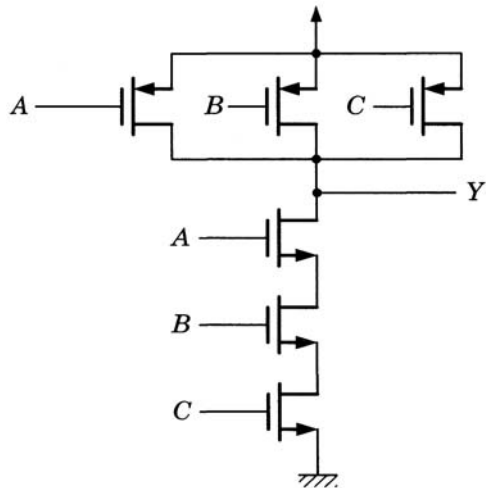
【擬答】：

CMOS 所用的 PMOS 為 $\frac{W}{L} = \frac{2 \mu m}{1 \mu m}$ ；NMOS 為 $\frac{W}{L} = \frac{1 \mu m}{1 \mu m}$

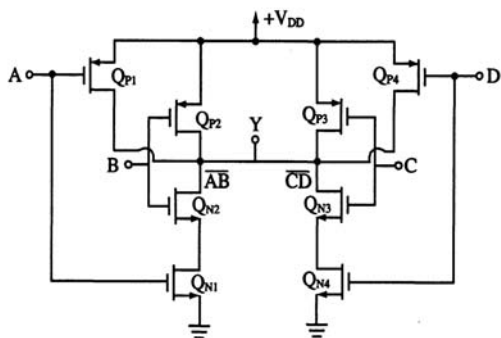
(一)邏輯電路圖如下： $F = \overline{A+B}$



(二) 邏輯電路圖如下： $F = A \cdot B \cdot C$



(三) 邏輯電路圖如下： $F = \overline{AB} + CD$



(四) 邏輯電路圖如下： $F = A \cdot (B + C \cdot (D + E)) = \overline{AB + ACD + ACE}$

使用 Domino CMOS Logic 電路

