

99年特種考試地方政府公務人員考試試題

代號：34160

全一張
(正面)

等 別：三等考試
類 科：電力工程
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、如圖 1 所示的運算放大器整流電路，假設熱電壓 (Thermal voltage) $V_T = 25 \text{ mV}$ ，電阻 $R = 2 \text{ k}\Omega$ ，二極體在電流為 1 mA 時的壓降為 0.7 V ，試回答下列問題：

(一)畫出 $v_I - v_O$ 電壓轉換特性 (Voltage transfer characteristics)。(5 分)

(二)當 $v_I = 2 \text{ V}$ ，求 v_O 與 v_A 分別為何？(5 分)

(三)當 $v_I = 20 \text{ mV}$ ，求 v_O 與 v_A 分別為何？(5 分)

(四)說明此電路與傳統二極體半波整流電路比較，有何不同？(5 分)

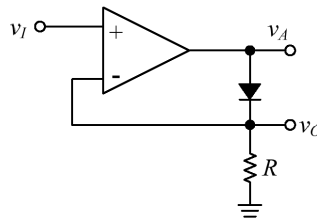


圖 1

二、一內部補償 (Internally compensated) 之運算放大器 (OPA) 具有下列之增益函數

$$A(s) = \frac{10^5}{1 + \frac{s}{2\pi \times 10^3}}$$

(一)試利用此 OPA 組成一直流增益為 10 V/V 之非反相放大器 (假設目前手邊只有 $2 \text{ k}\Omega$ ， $5 \text{ k}\Omega$ ， $8 \text{ k}\Omega$ ， $12 \text{ k}\Omega$ ， $15 \text{ k}\Omega$ 及 $18 \text{ k}\Omega$ 的電阻器各一個)，畫出其電路圖。(5 分)

(二)試估計上述放大器之截止頻率 (Cutoff frequency) 及單一增益頻率 (Unity-gain frequency)。(5 分)

(三)畫出上述放大器 V_O/V_I (增益 gain) 之振幅響應圖 (Magnitude response) 與相位響應圖 (Phase response)。(10 分)

三、如圖 2 所示之 MOSFET 電路，若忽略 Q_1 ， Q_2 ， Q_3 之 r_o 電阻，試繪出此電路之小訊號等效電路。(10 分) 若 Q_3 之尺度比 (W_3/L_3) 為 Q_2 尺度比 (W_2/L_2) 的 2 倍， $R_L = 1 \text{ k}\Omega$ ，且 Q_1 之導納 (Transconductance) $gm_1 = 2 \text{ mA/V}$ ，求 v_o/v_i 。(5 分) 說明輸出電壓 v_o 必須滿足何種條件，才能讓此電路正常地工作在放大器模式。(5 分)

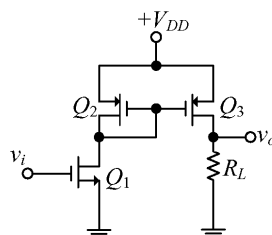


圖 2

99年特種考試地方政府公務人員考試試題

代號：34160

全一張
(背面)

等 別：三等考試
類 科：電力工程
科 目：電子學

四、如圖 3 所示為一以二個 CMOS 反相器所組成之無穩態多諧振盪器 (Astable multivibrator)，試畫出 v_{o1} 、 v_{o2} 與 v_{i1} 之波形 (10 分)，並說明該電路之工作原理。(10 分)

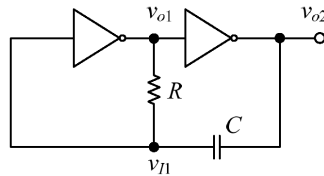
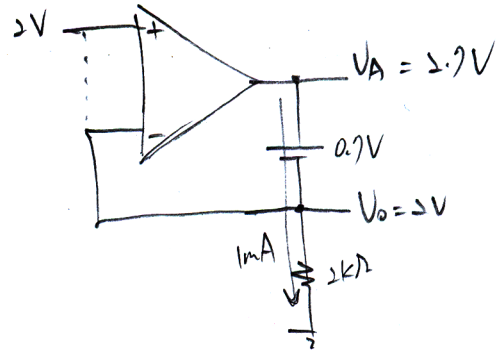
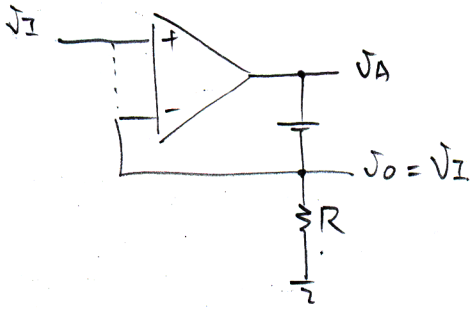


圖 3

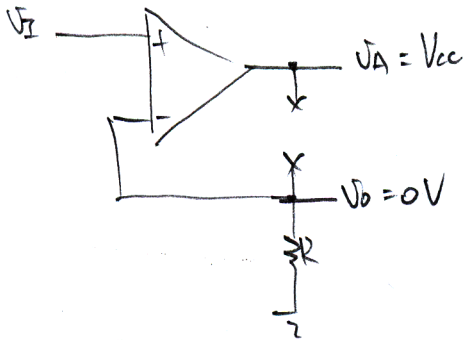
五、試畫出以一個 PMOS 當作負載，以 NMOS 當作輸入 (亦即 Pseudo-NMOS 邏輯電路)，可分別實現 (一) $Y = \overline{AB} + \overline{A}B$ (二) $Y = (A+B)C$ 布林函數之二個邏輯電路。說明這樣的電路與以 CMOS 技術實現的相同邏輯電路比較，具有那些優點？(20 分)

一、
答：

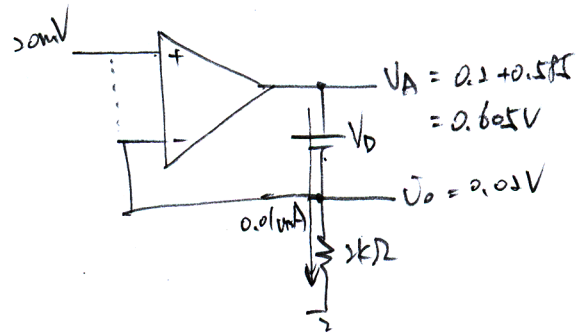
(一) ① $V_I > 0$ 時，負回授成立 \Rightarrow 虛短路成立 (二)



② $V_I < 0$ 時

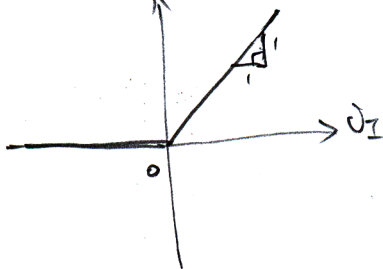


(三)



$$V_D = 0.7 + 0.025 \ln \frac{0.01}{1} \approx 0.585V$$

綜合 ①+② V_O

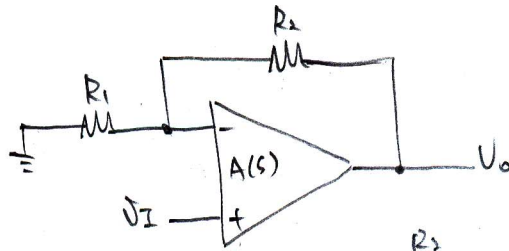


(四)

Diode 半波整流會有 1 段 Dead-Band，其因 Diode 有內建電壓，此電路為 OPA + Diode 稱 Super Diode，可消除 Dead Band。

二、
答：

(-)



$$A_f(s) = \frac{V_o}{V_i}(s) = \frac{1 + \frac{R_2}{R_1}}{1 + \frac{R_2}{R_1 A(s)}}$$

$$A_f(0) = \frac{1 + \frac{R_2}{R_1}}{1 + \frac{R_2}{R_1 \cdot 10^5}} = 10$$

$$\Rightarrow 1 + \frac{R_2}{R_1} = 10$$

$$\Rightarrow \frac{R_2}{R_1} = 9$$

故選擇 $R_1 = 2k\Omega$, $R_2 = 18k\Omega$

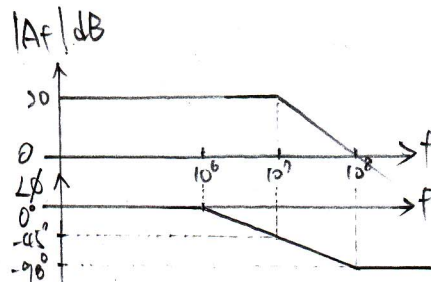
(=)

$$A_f(s) = \frac{V_o}{V_i(s)} = \frac{10}{1 + \frac{10}{A(s)}} = \frac{10}{1 + \frac{5}{2\pi \times 10^8 / 10}} = \frac{10}{1 + \frac{5}{2\pi \times 10^7}}$$

$$f_{3dB}(\text{非反相放大器}) = 10^7 \text{ Hz}$$

$$f_T(\text{非反相放大器}) = 10 \times 10^7 = 10^8 \text{ Hz}$$

(≡)



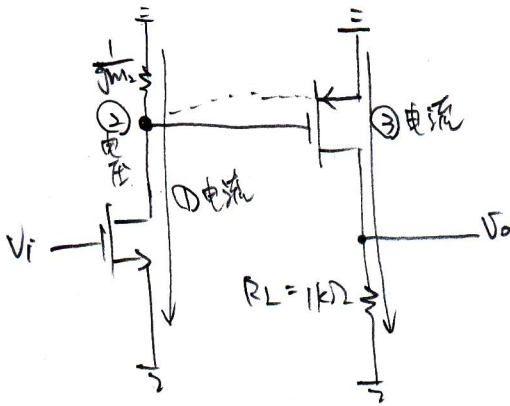
三、
答：

$$(1) r_{ds} \\ \therefore \frac{K_3}{K_2} = \frac{I_{D3}}{I_{D2}} = 2$$

$$\therefore I_{D3} = 2I_{D2}, \quad g_{m3} = 2g_{m2}$$

$$I_{D1} = I_{D2} \text{ 若 } K_1 = K_2$$

$$\Rightarrow g_{m1} = g_{m2}$$



$$A_v = \frac{V_o}{V_i} = g_{m1} \times \frac{1}{g_{m2}} \times g_{m3} \times R_L \\ = 2g_{m1} \times R_L = 4$$

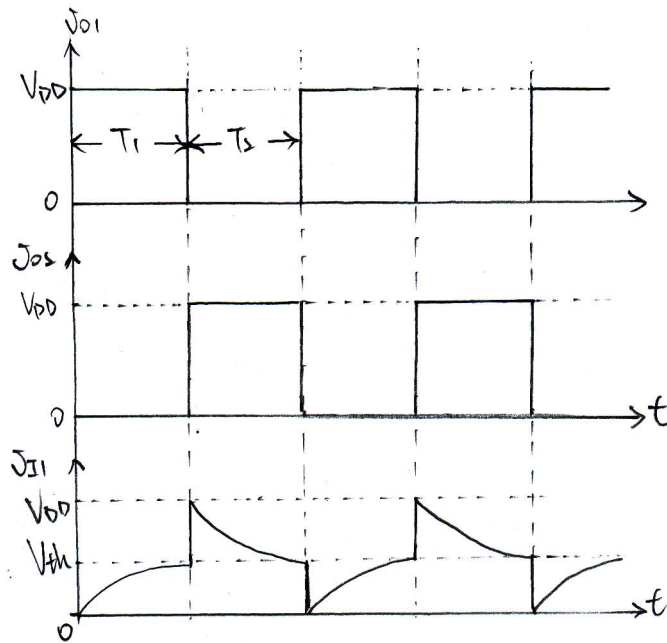
(2) D_3 維持“飽和”

$$V_{SD} > V_{SG3} - |V_{tp}|$$

$$\Rightarrow V_{DD} - V_o > V_{SG3} - |V_{tp}|$$

$$\Rightarrow V_{DD} - V_{SG3} + |V_{tp}| > V_o$$

四、
答：



T_1 時間：

$$V_{th} = V_{DD} + (0 - V_{DD})e^{-\frac{T_1}{RC}}$$

$$\Rightarrow V_{th} - V_{DD} = -V_{DD}e^{-\frac{T_1}{RC}}$$

$$\Rightarrow T_1 = RC \ln \frac{V_{DD}}{V_{DD} - V_{th}}$$

T_2 時間：

$$V_{th} = 0 + (V_{DD} - 0)e^{-\frac{T_2}{RC}}$$

$$\Rightarrow T_2 = RC \ln \frac{V_{DD}}{V_{th}}$$

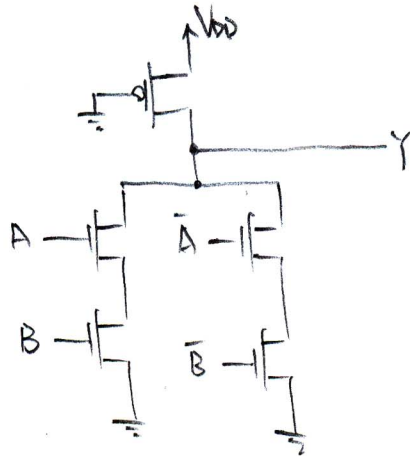
方波週期 = $T_1 + T_2$

方波頻率 = $\frac{1}{T_1 + T_2}$

五、
答：

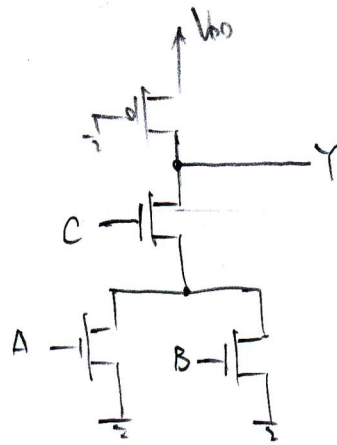
(一)
$$Y = A\bar{B} + \bar{A}B = A \oplus B$$

$$\Rightarrow \bar{Y} = \overline{A \oplus B} = AB + \bar{A}\bar{B}$$



(二)
$$Y = \overline{(A+B)C}$$

$$\Rightarrow \bar{Y} = (A+B)C$$



- (三)
- ① 電晶體數量較少，較省晶片面積
 - ② 製作簡單
 - ③ 散入較低