

101年公務人員普通考試試題

代號：43960
44060
44160全一張
(正面)

類 科：電力工程、電子工程、電信工程

科 目：電子學概要

考試時間：1小時30分

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、一個pn接面其摻雜濃度為 $N_A = N_D = 10^{16}/\text{cm}^3$ ，接面的截面積為 $100 \mu\text{m}^2$ ，假設本質濃度 $n_i = 10^{10}/\text{cm}^3$ 。

(一)計算接面的內建電壓 (built-in voltage)。(5分)

(二)當未加外加電壓時，求空乏區寬度 (W_{dep})，以及它伸展入 p 區及 n 區的寬度。(5分)

(三)求儲存在接面任一邊的電荷大小。(5分)

(四)計算接面電容 C_j 。(5分)(註：矽材料之介電係數為 $11.7\epsilon_0 = 1.04 \times 10^{-12} \text{F/cm}$ ， $V_T = kT/q = 0.025\text{V}$)

二、考慮圖1之FET放大器，若 $V_{t(\text{on})} = 2\text{V}$ ， $k'_n(W/L) = 1 \text{mA/V}^2$ ， $V_{GS} = 4\text{V}$ ， $V_{DD} = 10\text{V}$ ，且 $R_D = 3.6 \text{k}\Omega$ 。

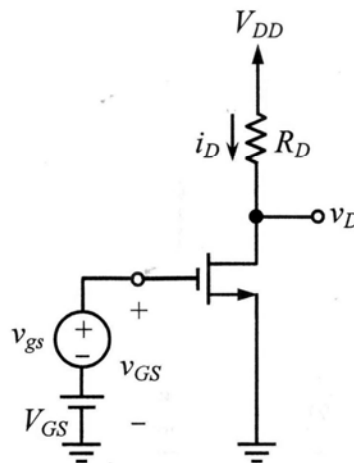
(一)求直流偏壓 I_D 與 V_D 。(5分)(二)計算在偏壓點之互導 g_m 值。(5分)(三)計算電壓增益值 v_d/v_{gs} 。(5分)(四)若 FET 之 $\lambda = 0.01\text{V}^{-1}$ ，求偏壓點之 r_o 並計算電壓增益。(5分)

圖 1

101年公務人員普通考試試題

43960
代號：44060
44160全一張
(背面)類 科：電力工程、電子工程、電信工程
科 目：電子學概要

- 三、(一)將圖 2 電路的 v_O 表示成 v_1 與 v_2 的函數。(5 分)
 (二)由 v_1 看到的輸入電阻為何?(5 分)
 (三)由 v_2 看到的輸入電阻為何?(5 分)
 (四)由連接在兩個輸入端之間的信號源看到的輸入電阻為何?(5 分)

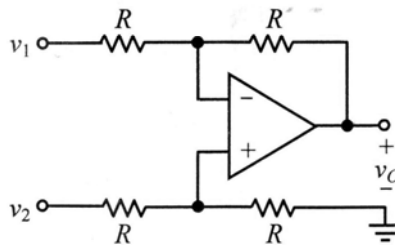


圖 2

- 四、邏輯反相器的電壓轉移特性用三條直線來近似，如圖 3 所示。若 $V_{IL} = 1.5V$ ， $V_{IH} = 2.5V$ ， $V_{OL} = 0.5V$ ，且 $V_{OH} = 4V$ ，求：
 (一)雜訊邊限 NM_H 與 NM_L 。(7 分)
 (二) $v_O = v_I$ 時的 v_I 值。(7 分)
 (三)轉態區的電壓增益。(6 分)

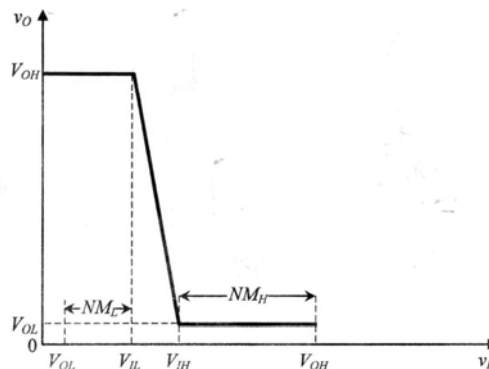


圖 3

- 五、一功率電晶體之 $T_{Jmax} = 180^\circ C$ ，於外殼溫度 $50^\circ C$ 時可散逸 $50W$ 。
 (一)若使用絕緣套環將之接到散熱器，其熱阻為 $0.6^\circ C/W$ ，散熱器溫度須為多少才能保證在 $30W$ 安全操作?(7 分)
 (二)若環境溫度為 $39^\circ C$ ，所需的散熱器熱阻為多少?(7 分)
 (三)若一特別的鋁散熱器在停滯的空氣下每 cm 長的熱阻為 $4.5^\circ C/W$ ，需要的散熱器長度為何?(6 分)

□ 申論題解答

一、

[Ans] :

(一)

$$V_j = V_T \ln \frac{N_A N_D}{n_i^2} = 0.025 \times \ln \frac{10^{16} \times 10^{16}}{10^{10} \times 10^{10}} = 0.025 \times \ln \frac{10^{32}}{10^{20}} = 0.69V$$

(二)

$$W_{dep} = \sqrt{\frac{2\varepsilon}{q} \left(\frac{1}{N_D} + \frac{1}{N_A} \right) V_j} = \sqrt{\frac{2 \times 1.04 \times 10^{-12}}{1.6 \times 10^{-19}} \times \left(\frac{1}{10^{16}} + \frac{1}{10^{16}} \right) \times 0.69} = 4.24 \times 10^{-5} \text{ cm}$$

$$= 4.24 \times 10^{-7} \text{ m} = 0.424 \times 10^{-6} \text{ m} = 0.424 \mu\text{m}$$

$$\therefore W_p = W_n = \frac{1}{2} \times 0.424 = 0.212 \mu\text{m}$$

(三)

$$Q_j = q \frac{N_A N_D}{N_A + N_D} A W_{dep} = 1.6 \times 10^{-19} \times \frac{10^{16} \times 10^{16}}{10^{16} + 10^{16}} \times 100 \times 10^{-8} \times 4.24 \times 10^{-5}$$

$$= 3.392 \times 10^{-14} \text{ C}$$

(四)

$$C_j = \frac{\varepsilon A}{W_{dep}} = \frac{1.04 \times 10^{-12} \times 100 \times 10^{-8}}{4.24 \times 10^{-5}} = 2.45 \text{ fF}$$

二、

[Ans] :

$$K = \frac{1}{2} \times 1 = 0.5 \text{ mA/V}^2$$

$$(一) I_D = 0.5 \times (4 - 2)^2 = 2 \text{ mA}, V_D = 10 - 2 \times 3.6 = 2.8V$$

$$(二) g_m = 2 \times \sqrt{0.5 \times 2} = 2 \text{ mA/V}$$

$$(三) \frac{v_d}{v_{gs}} = -2 \times 3.6 = -7.2$$

$$(四) r_o = \frac{100}{2} = 50 \text{ K}\Omega, A_v = \frac{v_d}{v_{gs}} = -2 \times (50 // 3.6) = -6.72$$

三、

[Ans] :

$$(一) v_o = v_1 \times \left(-\frac{R}{R}\right) + v_2 \times \left(\frac{R}{R+R}\right) \times \left(1 + \frac{R}{R}\right) = -v_1 + v_2$$

$$(二) R_{i,v_1} = R$$

$$(三) R_{i,v_2} = R + R = 2R$$

$$(四) R_{i,v_1v_2} = R + R = 2R$$

四、

[Ans] :

$$(一) NM_H = V_{OH} - V_{IH} = 4 - 2.5 = 1.5V, NM_L = V_{IL} - V_{OL} = 1.5 - 0.5 = 1V$$

$$(二) \begin{cases} v_o = -3.5v_i + 9.25 \\ v_o = v_i \end{cases} \Rightarrow v_o = v_i = 2.056V$$

$$(三) A_v = \frac{\Delta v_o}{\Delta v_i} = \frac{V_{OL} - V_{OH}}{V_{IH} - V_{IL}} = \frac{0.5 - 4}{2.5 - 1.5} = -3.5$$

五、

[Ans] :

$$\theta_{JC} = \frac{180 - 50}{50} = 2.6^\circ C/W$$

$$(一) T_{sink} = 180 - 30 \times (2.6 + 0.6) = 84^\circ C$$

$$(二) \theta_{SA} = \frac{180 - 39}{30} - 2.6 - 0.6 = 4.7 - 2.6 - 0.6 = 1.5^\circ C/W$$

$$(三) \text{所需的散熱座長度} = \frac{4.5}{1.5} = 3cm$$