

等 別：高等考試
類 科：電子工程技師
科 目：通訊系統
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、隨機程序 $X(t)$ 之功率頻譜密度函數 (Power Spectral Density, PSD)， $S_X(f)$ 。

(一)請定義 $X(t)$ 與 $S_X(f)$ 之關係？此函數之主要特性為何？(3 分)

又依據 PSD 函數特性判斷下列之函數是否符合 PSD 的特性，請說明判斷依據：

(二) $S_X(f) = \delta(f) + (\cos 2\pi f)^2$ (3 分)

(三) $S_X(f) = 10 + \delta(f - 10)$ (3 分)

(四) $S_X(f) = e^{(-2\pi|f-10|)}$ (3 分)

二、二位元通訊系統之傳送信號為 $s_i(t)$, ($i=1,2$)，經由雜訊通道所接收之信號其判斷式可表示為 $z(T) = s_i(T) + n_0$ ， $s_1(T) = +1$ ， $s_2(T) = -1$ ，其中 n_0 為均勻分布之雜訊，其判斷結果之條件機率如下：

$$p(z | s_1) = \begin{cases} \frac{1}{2}, & \text{for } 0.2 \leq z \leq 1.8 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases},$$

$$p(z | s_2) = \begin{cases} \frac{1}{2}, & \text{for } -1.8 \leq z \leq -0.2 \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

假設 s_1 及 s_2 的傳送機率均等，且為最佳化判斷，請問此系統之位元錯誤機率為何？
(20 分)

三、AM 調變器其輸出訊號為：

$$u(t) = 5 \cos 1800\pi t + 20 \cos 2000\pi t + 5 \cos 2200\pi t$$

(一)請求出訊息信號 $m(t)$ 與載波訊號 $c(t)$ 分別為何？(4 分)

(二)請問調變因數 (modulation factor) 為何？(4 分)

(三)請問載波 (carrier) 與旁波帶 (sidelobe) 之功率比值為何？(4 分)

(請接背面)

等 別：高等考試
類 科：電子工程技師
科 目：通訊系統

四、在數位通訊系統中會使用循環冗餘檢查 (Cyclic Redundancy Check, CRC) 與自動重傳要求 (Automatic repeat request, ARQ) 來確保資料傳輸的成功率。

(一)請輔以系統方塊圖說明該如何結合 ARQ 與 CRC 技術來確認資料傳輸是否有錯誤？
(8 分)

(二)請說明 Go-Back-N ARQ 及 Selective Repeat ARQ 機制之異同。(8 分)

(三)二進位資料序列 1101011 若以生成多項式為 $G(x) = x^4 + x^3 + 1$ 之 CRC 編碼，請問在輸出端其序列為何才是正確？(8 分)

五、正交分頻多工 (OFDM) 技術為多項新型通訊系統所採用：

(一)請說明其原理與優缺點。(8 分)

(二)假設一 OFDM 系統使用 64 個子載波，但只有 48 個子載波放資料，其他為導引信號或保護頻段，假設子載波的頻率間距為 312.5 kHz，每個資料子載波使用相同的 QPSK 調變與 1/2 的編碼率，且為了克服符際干擾 (Inter-symbol Interference, ISI) 使用了 OFDM 資料訊框長度的 1/4 時間當保護區間 (Guard Interval, GI)，請計算此 OFDM 系統的資料傳輸率為何？(5 分)

(三)延續(二)，若為了提升資料傳輸率，將調變改為 64QAM，編碼率提升到 3/4，並用了 52 個子載波來傳送資料，且 GI 縮短為 OFDM 資料訊框長度的 1/8，且同時在接收與發射端各用兩根天線做獨立的收發 (不考慮天線間的干擾)，請問調整後之 OFDM 系統的資料傳輸率可提升為何？(5 分)

六、在定軌道衛星系統中若地面接收站的功率要達到 $P_r = -110$ dBW，假設 $G_t = 30$ dB， $G_r = 30$ dB， $f_c = 10$ GHz，此外會有額外 5 dB 的損耗：

(一)試求離地表 36000 公里之衛星上所需等效發射功率 EIRP (Equivalent Isotropically Radiated Power) 為幾瓦？(7 分)

(二)若系統之溫度為 300°K，頻寬為 10 kHz，請計算此系統之 C/N 為多少 dB？(7 分)
〔波茲曼常數 $k = 1.38 \times 10^{-23}$ J/°K = -228.6 dBW/°K/Hz〕