

108年公務、關務人員升官等考試、108年交通
事業郵政、公路、港務人員升資考試試題

等 級：簡任

類科(別)：電信工程

科 目：數位通信系統研究

考試時間：2小時

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(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。

(三)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、(一) 16-正交振幅調變 (16-Quadrature Amplitude Modulation, 16-QAM) 可以表示為兩正交載波信號的疊加 (superposition)，即

$$s(t) = I_n \cos 2\pi f_c t + Q_n \sin 2\pi f_c t$$

亦可表示成兩個四位元相位偏移調變訊號 (Quadrature Phase Shift Keying, QPSK) 的疊加，即

$$s(t) = G(A_n \cos 2\pi f_c t + B_n \sin 2\pi f_c t) + (C_n \cos 2\pi f_c t + D_n \sin 2\pi f_c t)$$

其中 $\{A_n\}$, $\{B_n\}$, $\{C_n\}$ 及 $\{D_n\}$ 為統計獨立的二元數列，其元素由集合 $\{+1, 1\}$ 組成； G 為振幅增益。請決定 I_n 及 Q_n (以 A_n, B_n, C_n 及 D_n 的形式表示) 並求出振幅增益 G 。(10分)

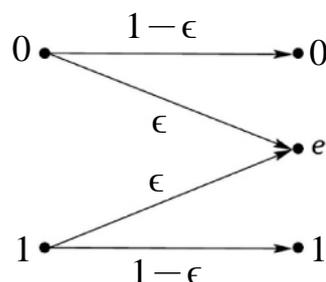
(二)請畫出 16-QAM 訊號的星座圖 (constellation)。(5分)

(三)請為此 16-QAM 訊號星座圖標示格雷碼 (Gray code)。(5分)

二、一個錯誤更正碼 (error-control code) 有一校驗矩陣 (parity-check matrix) 如下，試求其生成矩陣 (generator matrix) 並找出全部可能的生成碼字 (codewords)。(20分)

$$H = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

三、二元刪除通道 (Binary Erasure Channel, BEC) 模型如下圖所示，其中 e 為刪除符號 (erasure symbol)， ϵ 為位元無法判讀 (或稱刪除) 的機率，求其通道容量 (Channel Capacity)。(20分)



四、圖 1 及圖 2 顯示一對在時間區段 $[0, T]$ 正交 (orthogonal) 的脈衝 (pulses)。

(一)請分別決定脈衝 $s_1(t)$ 及 $s_2(t)$ 的匹配濾波器 (matched filter)。(10 分)

(二)將(一)小題求出的兩個匹配濾波器平行連接，組成一個二維匹配濾波器，如圖 3。請分別說明：

1. 當脈衝 $s_1(t)$ 進入此二維匹配濾波器，其中下面的匹配濾波器之響應為零的理由。(5 分)
2. 當脈衝 $s_2(t)$ 進入此二維匹配濾波器，其中上面的匹配濾波器之響應為零的理由。(5 分)

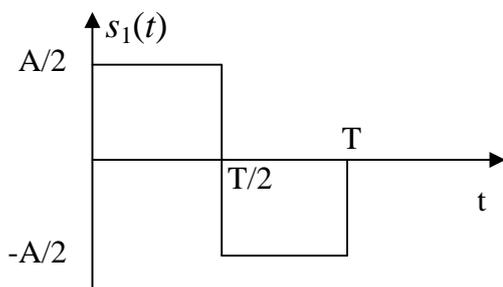


圖 1

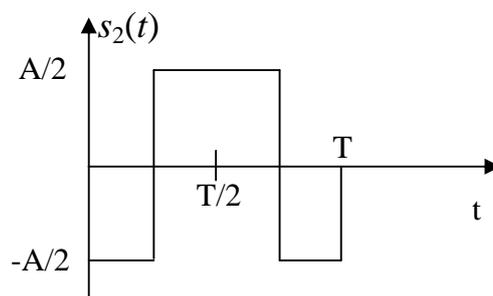
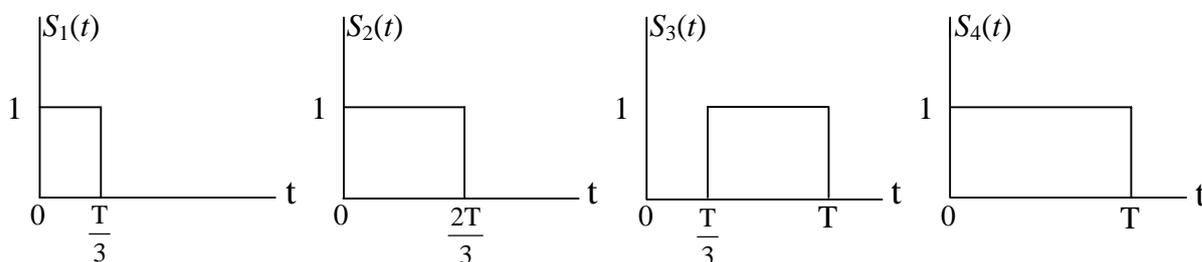


圖 2



圖 3

五、下圖顯示四個訊號 $S_1(t)$ 、 $S_2(t)$ 、 $S_3(t)$ 以及 $S_4(t)$ 的波形。



(一)利用格瑞姆—史密正交化 (Gram-Schmidt orthogonalization) 過程，在這些訊號所成的集合找出一個正規化正交基底 (orthonormal basis)。

(12 分)

(二)將四個訊號分別以正規化正交基底表示。(8 分)