

110年專門職業及技術人員高等考試建築師、
24類科技師(含第二次食品技師)、大地工程技師
考試分階段考試(第二階段考試)、公共衛生師
考試暨普通考試不動產經紀人、記帳士考試試題

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。

(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、試說明下列相對應的通訊技術：

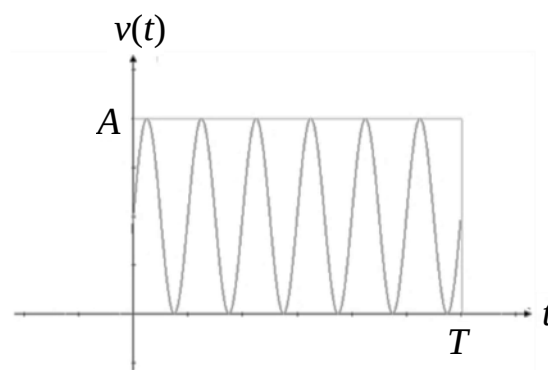
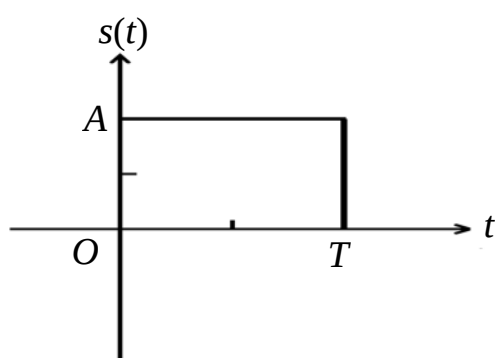
- (一)振幅調變 (Amplitude Modulation, AM)，頻率調變 (Frequency Modulation, FM) 與相位調變 (Phase Modulation, PM)。(3 分)
- (二)單旁帶調變 (Single-Sideband, SSB)，雙旁帶調變 (Double-Sideband, DSB)，與殘旁帶調變 (Vestigial-Sideband, VSB)。(3 分)
- (三)分時多工 (Time-Division Multiplexing, TDM)，分頻多工 (Frequency-Division Multiplexing, FDM) 與分碼多工 (Code-Division Multiplexing, CDM)。(4 分)

二、一個中心頻率為 $f_c = 1 \text{ MHz}$ 以及偏差敏感度 (deviation sensitivity) 為 $k_o = 3 \text{ kHz/V}$ 之壓控振盪器 (VCO)，蒙受 $V_m = 2 \text{ V}$ 電壓及 $f_m = 4 \text{ kHz}$ 頻率之正弦波調變信號 $v_m(t) = 2\cos(2\pi f_m t)$ 的頻率調變 (FM)，試回答下列問題：

- (一)頻率調變之後，最大載波頻率偏移量 (frequency deviation) $\Delta f_c = k_o V_m$ 以及調變指數 $m_f = \Delta f_c / f_m$ 分別為多少？(5 分)
- (二)當調變信號電壓增為兩倍時， $v_m(t) = 4\cos(2\pi f_m t) \text{ V}$ ，調變指數 m_f 將為多少？(5 分)
- (三)當調變信號頻率增為兩倍時， $v_m(t) = 2\cos[2\pi(2f_m)t] \text{ V}$ ，調變指數 m_f 將變為多少？(5 分)

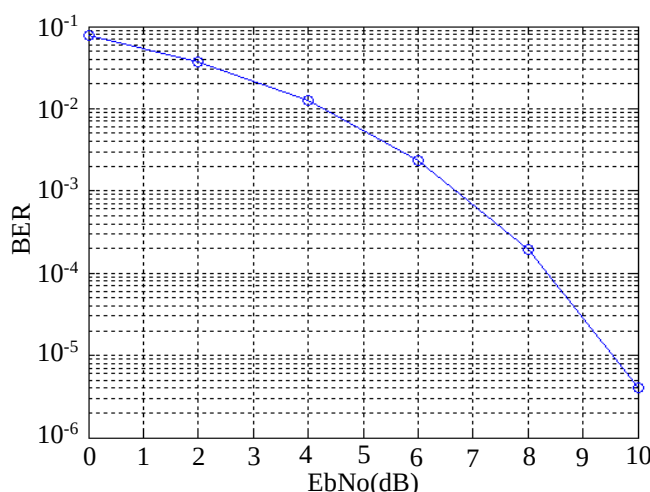
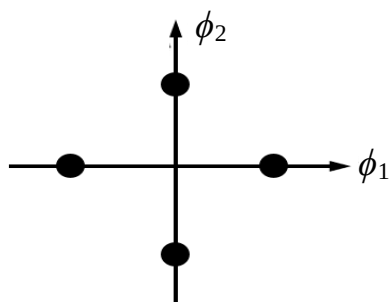
三、考慮一振幅為 A 以及時寬為 T 之脈衝信號 $s(t)$ 與其正弦調變波 $v(t) = (A/2)[1 + \sin(\omega_c t)]$, $\omega_c = 6 \text{ cycle/s}$, 如下圖所示:

- (一) 根據傅立葉轉換對 $v(t) \leftrightarrow (1/2)[V(\omega - \omega_c) + V(\omega + \omega_c)]$, 試繪出調變波 $v(t)$ 之頻譜分布圖。(5 分)
- (二) 輸入信號 $s(t)$ 之最佳匹配濾波器的脈衝響應 (impulse response) 為 $s(T-t)$, 試繪出匹配於正弦調變波 $v(t)$ 之最佳匹配濾波接收器的脈衝響應 $h_{opt}(t)$ 。(5 分)
- (三) 輸入調變波 $v(t)$ 通過最佳匹配濾波器 $h_{opt}(t)$ 後, 匹配濾波器之輸出信號波形 $y(t) = v(t) * h_{opt}(t)$ 將變為如何? (5 分)



四、相位平移鍵控 (Phase-Shift Keying, PSK) 和正交振幅調制 (Quadrature Amplitude Modulation, QAM) 之區別:

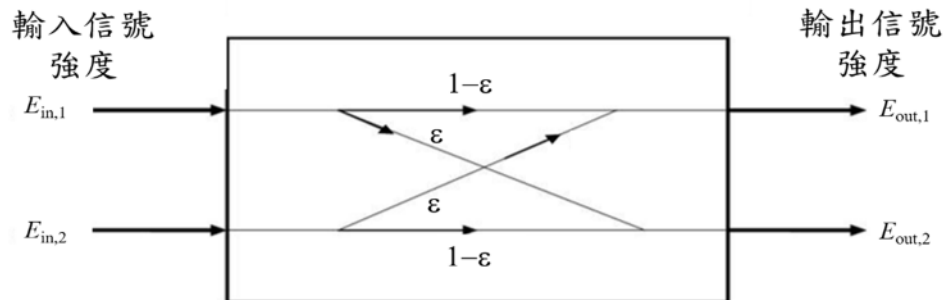
- (一) 4-PSK (QPSK) 和 8-QAM 之位元速率 (bit rate) R_b 與鮑率 (Baud rate) R_s 之關係分別為何? (4 分)
- (二) 參考左下圖之 QPSK 符號星座圖 (constellation diagram), 請繪出 8-PSK 以及 8-QAM 調變可能輸出符號的符號星座圖。(8 分)
- (三) 參考右下圖之 QPSK 錯誤率曲線圖, 請於同一坐標圖上清楚標繪出 QPSK、8-PSK、16-PSK、8-QAM 以及 16-QAM 的錯誤率和訊雜比的函數關係曲線。(8 分)



五、考慮下圖之 2×2 信號傳輸耦合裝置，此裝置係以散射矩陣

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} \sqrt{1-\varepsilon} & j\sqrt{\varepsilon} \\ j\sqrt{\varepsilon} & \sqrt{1-\varepsilon} \end{bmatrix} \text{ 來連結輸入信號強度矩陣 } \mathbf{E}_{in} = [E_{in,1} \ E_{in,2}] \text{ 與輸出信號強度矩陣 } \mathbf{E}_{out} = [E_{out,1} \ E_{out,2}] : \mathbf{E}_{out} = \mathbf{S}\mathbf{E}_{in} ;$$

其間第 1 與第 2 輸入埠信號各有 $(1-\varepsilon)$ 的比率平行耦合到第 1 與第 2 輸出埠，也各有 ε 的比率交叉耦合到第 2 與第 1 輸出埠：



- (一) 當耦合比為 $\varepsilon = 1/2$ 時，若輸入信號功率為 $E_{in,1}^2 = P_0$ 以及 $E_{in,2}^2 = 0$ ，試求輸出至第 1 輸出埠與第 2 輸出埠的信號功率。(6 分)
- (二) 當耦合比為 $\varepsilon = 1/3$ 時，在上述的輸入信號功率情況下，輸出至第 1 與第 2 輸出埠的信號功率將為如何？(6 分)
- (三) 若輸入功率為 $P_0 = E_{in,1}^2 = 200 \mu\text{W}$ 和 $E_{in,2}^2 = 0 \mu\text{W}$ ，而輸出功率為 $P_1 = E_{out,1}^2 = 90 \mu\text{W}$ 和 $P_2 = E_{out,2}^2 = 85 \mu\text{W}$ ，計算出此一傳輸耦合裝置之穿透率 (transmissivity) $T_r = P_1/P_0$ ，超額損耗 (excess loss) $E_L = 10\log[P_0/(P_1+P_2)]$ dB 以及耦合比 $\varepsilon = P_2/(P_1+P_2)$ 分別為多少？(8 分)

六、區塊碼(block code)的信息數據(message) $m(X)$ 乘上產生多項式(generator polynomial) $g(X)$ 將編碼出對應之碼字(codeword) $V(X) = g(X) m(X)$ 。另一種方式是置入 $m(X)$ 為位移置數器(shift-register)初始狀態，連結置數器對應於同位元查核多項式(parity-check polynomial) $h(X) = (1+X^n)/g(X)$ 之線性回授機制來產生：

- (一) 一個 $(n = 7, k = 3)$ 區塊碼之產生多項式為 $g(X) = 1+X+X^2+X^4$ ，請解出其對應之產生矩陣(generator matrix) G 。(6 分)
- (二) 上述 $(n = 7, k = 3)$ 區塊碼之同位元查核多項式(parity-check polynomial) 為 $h(X) = (1+X^7)/g(X) = 1+X+X^3$ ，請解出其對應之同位元查核矩陣(parity-check matrix) H 。(6 分)
- (三) 對應同位元查核多項式 $h(X) = 1+X^4+X^5$ 至下圖所示位移置數器(shift-register)之線性回授機制，試繪出連結線性位移置數器之適當反饋接點(feedback tap)以產生 $(n = 31, k = 5)$ 最大長度序碼 $V = (v_0, v_1, \dots, v_{30})$ 。(8 分)

