

考試別：調查人員
等 別：三等考試
類 科 組：電子科學組
科 目：通信與系統
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、有一個系統 (system)，我們稱之 $T(\cdot)$ ；我們以 $x(t)$ 代表它的輸入訊號、以 $y(t)$ 代表它的輸出訊號。(每小題 5 分，共 15 分)

(一)假設輸入訊號 $x_1(t)$ 所對應的輸出為 $T(x_1(t)) = y_1(t)$ 、輸入訊號 $x_2(t)$ 所對應的輸出為 $T(x_2(t)) = y_2(t)$ 。請描述在合乎什麼條件之下， $T(\cdot)$ 便是一個線性 (linear) 系統。

(二)請描述在合乎什麼條件之下， $T(\cdot)$ 便是一個非時變 (time-invariant) 系統。(你的答案中應該會用到類似這樣的符號：如果給定一個訊號 $s(t)$ ，那麼 $s(t-\tau)$ 就是 $s(t)$ 延遲了 τ 時間之後的訊號)。

(三)請描述在合乎什麼條件之下， $T(\cdot)$ 便是一個線性非時變 (linear time-invariant) 系統。

二、有一個線性非時變 (linear time-invariant) 系統，其脈衝響應 (impulse response) 為

$$h(t) = \begin{cases} e^{-t}, & t \geq 0; \\ 0, & t < 0. \end{cases}$$

當輸入訊號為

$$x(t) = \begin{cases} e^{-2t}, & t \geq 0; \\ 0, & t < 0. \end{cases}$$

時，此系統產生的輸出訊號為何？(15 分)

三、在本問題中，我們考慮某一種振幅調變 (amplitude modulation, 簡稱 AM)。假設訊息訊號 (message signal) 為 $m(t)$ ，而且 $|m(t)| < M$ 。在傳送端傳送出去的 AM 訊號為 $s(t) = A \cdot (M + m(t)) \cdot \cos(\omega_0 t)$ ，其中 M 、 A 及 ω_0 均為實數。

- (一) 請問本調變方式是屬於單邊頻帶 (single-sideband) 還是雙邊頻帶 (double-sideband) 的調變方式？(5 分)
- (二) 與其他的 AM 調變方式相比，本 AM 調變方式的優缺點為何？(5 分)
- (三) 在接收端收到的訊號可以用封包檢測器 (envelope detector) 來做解調 (demodulation)。請畫出封包檢測器的電路圖。(10 分)

四、在本問題中，我們探討數位調變 (digital modulation) 之中的移頻鍵控 (frequency-shift keying, 簡稱 FSK) 技術。

- (一) 使用 FSK 調變技術的時候，傳送端如何傳送訊號來分別代表 0 和 1？請將你的答案以數學式的方式表示，而且在式中應該會帶有訊息以及載波的部分。(5 分)
- (二) 針對 FSK 訊號做解調 (demodulation) 的時候，有兩種方式可以選擇，分別是同調解調 (coherent demodulation) 以及非同調解調 (non-coherent demodulation)。請指出這兩種方式，在做法上面主要的不同是在那裡？及各自的優缺點是什麼？(10 分)

五、假設在做數位調變 (digital modulation) 時我們將四個訊符 (symbol) 分別對應到訊號空間 (signal space, 亦稱為星座圖 (constellation diagram)) 的四個位置，分別是： $(+A, +A)$ 、 $(-A, +A)$ 、 $(-A, -A)$ 、 $(+A, -A)$ 。這種調變方式，其實便是所謂的 QPSK (quadrature phase-shift keying)。

(每小題 5 分，共 15 分)

- (一) 請在星座圖上面針對四個訊符做格雷編碼 (Gray coding)，其中每個訊符都是包含了兩個位元。
- (二) QPSK 與 BPSK (binary phase-shift keying) 比較起來，優點為何？
- (三) 在假設載波同步 (carrier synchronization) 可以完美達成的條件之下，在同樣的訊雜比 (signal-to-noise ratio) 之下，QPSK 的錯誤率比起 BPSK 的錯誤率何者較大？或者是兩者相等？

六、在本題目中，我們考慮以漢明碼 (Hamming code) 來做錯誤更正碼 (error correcting code)。如下所示為(7, 4)漢明碼的校對檢測矩陣 (parity check matrix)：

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

- (一)請找出與H對應的生成矩陣 (generator matrix)。(10分)
- (二)請列出所有的碼字 (codewords)。(5分)
- (三)本(7, 4)漢明碼的最小距離 (minimum distance) 為何？(5分)