

105年公務人員特種考試司法人員、法務部
調查局調查人員、國家安全局國家安全情報
人員、海岸巡防人員及移民行政人員考試試題

代號：40850

全一張
(正面)

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。

一、立體多工 (stereo multiplexing) 為經由一載波傳送二道信號之分頻多工 (FDM) 的形式，主要應用於 FM 立體聲無線廣播系統。設 $m_l(t)$ 與 $m_r(t)$ 分別表示在系統傳送端左邊與右邊之麥克風傳送的信號，經多工處理後得如下之多工信號：

$$m(t) = [m_l(t) + m_r(t)] + [m_l(t) - m_r(t)] \cos(4\pi f_c t) + K \cos(2\pi f_c t)$$

其中包含一 $f_c = 19 \text{ kHz}$ 之 pilot signal 以提供接收端同調檢測之基準。

(一)繪製傳送端立體多工器之方塊圖。(10分)

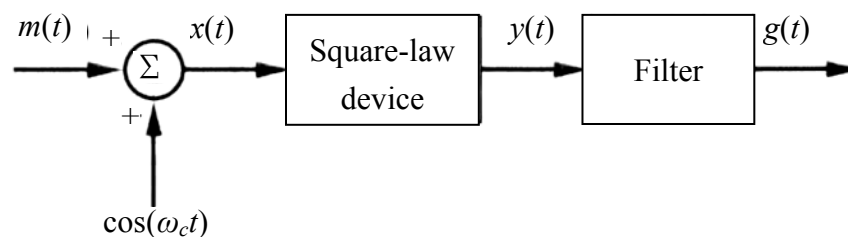
(二)繪製接收端立體解多工器之方塊圖，其中並繪出單音收音機之接收端點。(10分)

二、如下圖，假設 $m(t)$ 之平均值為零，頻寬為 W ，且 $|m(t)|$ 之最大值為 M 。另假設平方律元件 (square-law device) 輸出入之關係式為 $y(t) = 4x(t) + 2x^2(t)$ 。

(一)求方程式 $y(t)$ ，並繪製其約略之頻譜圖。(10分)

(二)如欲產生一 AM 調變波 $g(t)$ ，推導並說明濾波器之型式及相關頻率為何？(5分)

(三)什麼樣的 M 值會使得調變指數 (modulation index) 為 0.1？(5分)



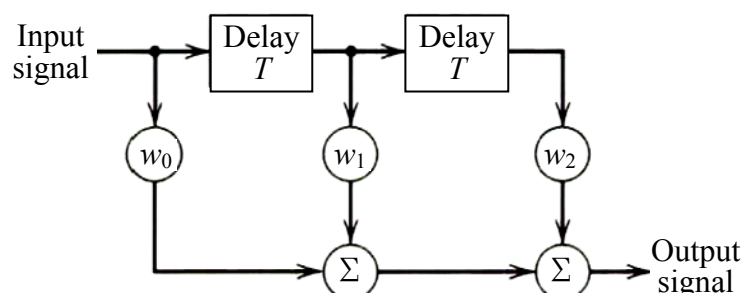
三、在無線通訊系統中，發射器與接收器之間往往存在超過一條的傳播路徑，因而造成多徑失真 (multipath distortion)，欲用分接延遲線濾波器 (tapped-delay-line filter) 來解決這個問題。

(一)假設信號 $s(t)$ 經多徑傳輸至接收端收到之信號為 $x(t) = a_1 s(t - t_{01}) + a_2 s(t - t_{02})$ ，其中 a_1, a_2 為常數，且 t_{01} 及 t_{02} 代表傳輸延遲時間。求該多徑傳輸通道之轉移函數 (transfer function)。(5分)

(二)今如欲以如下圖之三參數分接延遲線濾波器來解決(一)之多徑失真，假設 $a_1 \gg a_2$ 且 $t_{01} < t_{02}$ ，求該分接延遲線濾波器之參數 w_0, w_1, w_2 。(15分)

提示：如 $|x| < 1$

$$\frac{1}{1+x} = \sum_{n=0}^{\infty} (-x)^n$$



(請接背面)

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

四、在同調 FSK 接收器系統中，代表數位信號 1 與 0 之調變波分別為 $s_1(t)$ 與 $s_0(t)$ ，其數學表示式如下：

$$s_1(t) = A_c \cos \left[2\pi \left(f_c + \frac{\Delta f}{2} \right) t \right], \quad 0 \leq t \leq T_b$$

$$s_0(t) = A_c \cos \left[2\pi \left(f_c - \frac{\Delta f}{2} \right) t \right], \quad 0 \leq t \leq T_b$$

(一) 假設 $f_c > \Delta f$ ，證明 $s_1(t)$ 與 $s_0(t)$ 之相關係數 (correlation coefficient) 為

$$\rho = \frac{\int_0^{T_b} s_1(t)s_0(t)dt}{\left[\int_0^{T_b} s_1^2(t)dt \right]^{1/2} \left[\int_0^{T_b} s_0^2(t)dt \right]^{1/2}} \cong \text{sinc}(2T_b\Delta f) \quad (10 \text{ 分})$$

(二) 會使 $s_1(t)$ 與 $s_0(t)$ 成正交之最小平移頻率 Δf 為何？ (10 分)

五、在數位通訊系統中，信號源之熵 (entropy) 被定義為 $H(X) = \sum_k p_k \log_2 \left(\frac{1}{p_k} \right)$ ，其值意為每個信號源符號所包含的平均量，或為度量確定通道輸出前通道輸入之不確定性。

另條件熵 (conditional entropy) 被定義為 $H(X|Y) = \sum_k \sum_j p(x_k, y_j) \log_2 \left[\frac{1}{p(x_k | y_j)} \right]$ ，其表示

當輸出信號確定時，對於輸入信號不確定性的度量。上述兩者之差 $I(X;Y) = H(X) - H(X|Y)$ ，稱為 mutual information，意在度量透過觀察通道輸出而所消除通道輸入之不確定性。同理， $H(Y)$ 及 $H(Y|X)$ 亦可被類似定義，而下式亦成立： $I(X;Y) = H(Y) - H(Y|X)$ 。下圖為一個非對稱二元通道示意圖，請證明下式：

$I(X;Y) = \Omega[\beta + (1-\alpha-\beta)p] - p\Omega(\alpha) - (1-p)\Omega(\beta)$ ，其中 $\Omega(p) = p \log_2 \frac{1}{p} + (1-p) \log_2 \frac{1}{1-p}$ 。(20 分)

