

107年公務人員特種考試外交領事人員及外交行政人員、
國際經濟商務人員、民航人員及原住民族考試試題

考試別：民航人員考試

等別：三等考試

類科組：航空通信

科目：通信原理

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)請以黑色鋼筆或原子筆在申論試卷上作答。

(四)本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、調頻通訊之訊號可表示為

$$s(t) = A_c \cos\left(2\pi f_c t + 2\pi k_f \int_0^t m(\tau) d\tau\right)$$

其中 f_c 代表載波頻率 (carrier frequency)， k_f 代表頻率靈敏度 (frequency sensitivity)， $m(t)$ 代表訊息訊號 (message signal)。

(一)求出 $s(t)$ 之瞬時頻率 (instantaneous frequency)。(5 分)

(二) $s(t)$ 可表示為

$$s(t) = A_c \cos(2\pi f_c t) \cos\left(2\pi k_f \int_0^t m(\tau) d\tau\right) - A_c \sin(2\pi f_c t) \sin\left(2\pi k_f \int_0^t m(\tau) d\tau\right)$$

假設 $2\pi k_f \int_0^t m(\tau) d\tau$ 很小，即可將 $s(t)$ 近似為窄頻調頻 (narrowband FM)，

求該近似解。(5 分)

(三)繪出該窄頻調頻器方塊圖。(5 分)

二、假設 $N(t)$ 為零平均白色雜訊 (zero-mean white noise) 隨機訊號，其功率頻譜密度 (power-spectral density) 為 $N_0/2$ 。今將 $N(t)$ 進行相關運算得

$$N_1 = \int_0^T (1 + N(t)) \cos(2\pi f_c t) dt$$

$$N_2 = \int_0^T (1 + N(t)) \sin(2\pi f_c t) dt$$

其中 $f_c = n/T$ ， n 為整數。

(一)求 $E[N_1 N_2]$ 。(10 分)

(二)求 N_1 的變異量 (variance)。(10 分)

(三)若 $N(t)$ 為高斯隨機程序 (Gaussian random process)，試寫出 N_1 的機率密度函數 (probability density function)。(5 分)

三、一通訊系統使用以下的訊號傳送 0 與 1 的訊息，當要傳送符元 0 時，則傳送訊號為

$$s(t) = \sqrt{\frac{2E}{T}} \sin\left(\pi \frac{t}{T}\right) \equiv s_0(t)$$

當要傳送符元 1 時，則傳送訊號為

$$s(t) = \sqrt{\frac{2E}{T}} \cos\left(\pi \frac{t}{T}\right) \equiv s_1(t)$$

其中 E 代表傳送訊號功率， T 代表傳送每個位元之符元區間 (symbol interval)。接收訊號可表示為 $r(t) = s(t) + n(t)$ ，其中 $n(t)$ 為白色高斯雜訊 (white Gaussian noise)，功率頻譜密度為 $N_0/2$ 。

(一)繪出 $s_0(t)$ 與 $s_1(t)$ 之波形。(5 分)

(二)假設 0 及 1 發生的機率一樣。使用相關器 (correlator)，畫出最佳解調器方塊圖。(15 分)

(三)請算出此系統之錯誤機率。(15 分)

四、一個無線通訊系統之接收功率可表示為

$$P_R = \frac{P_T G_T G_R}{(4\pi d / \lambda)^2}$$

其中 P_T 代表傳送功率 (瓦特(W), watt)， G_T 代表傳送天線增益， G_R 代表接收天線增益， d 代表傳送天線與接收天線間的距離 (公尺, meter)， λ 代表波長 (公尺, meter)。已知在距離 10 公尺處測得接收功率為 -50dBW。

(一)求 100 公尺處之接收功率為多少 dBW？(10 分)

(二)若接收機可正常運作之最低接收功率為 -110dBW，則此接收機可正常運作之最大距離為多少公尺？(10 分)

(三)若提高訊號頻率 10 倍，也就是波長縮短 10 倍，則此接收機可正常運作之最大距離為多少公尺？(5 分)