98年公務人員特種考試外交領事人員及國際新聞人員考試、
98年公務人員特種考試法務部調查局調查人員考試、98年公務人員特種考試國家安全局國家安全情報人員考試試題　代號：70750　全一張（正面）

考 試 別：國家安全情報人員
等　　別：三等考試
組　　別：電子組（外國文選試英文）
科　　目：通訊系統
考試時間：2 小時　　座號：＿＿＿＿＿＿＿＿

※注意：㈠可以使用電子計算器。
㈡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、若訊息訊號（message signal）為 $m(t)=\cos(2\pi f_m t)$，使用下列不同的調變方式去傳送訊息訊號，其載波頻率為 $f_c(f_c \gg f_m)$，請寫出其對應的調變波訊號（modulating signal）$s(t)$，並計算其功率及使用傳輸頻寬。

㈠使用 DSL-LC 調變，其調變係數（modulation index）$m=0.5$，載波振幅為 A。（6 分）

㈡使用 DSB-SC 調變，同時滿足 $\max|s(t)|=A$。（6 分）

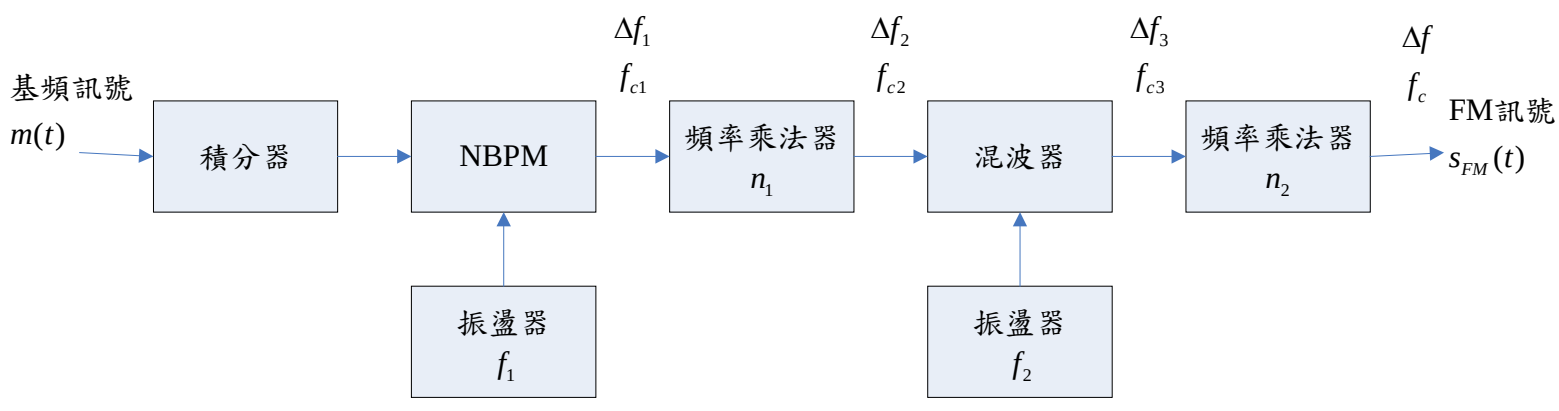
㈢使用上旁波（upper sideband）SSB-SC 調變，同時滿足 $\max|s(t)|=A$。（8 分）

二、一個 FM 系統如圖所示，其送的基頻訊號（baseband signal）為一振幅 1V，頻率 200Hz 的正弦波。NBPM（narrowband phase modulator）使用的載波為 $f_1=0.1\,\text{MHz}$，其相位敏感係數（phase sensitivity, or phase deviation constant）為 $k_p=0.1$ radian/V。混波器（mixer）所使用的震盪器頻率為 $f_2=6\,\text{MHz}$。最後輸出 FM 訊號其中心載波及最大頻率偏移（peak frequency deviation）分別被設計在 $f_c=100\,\text{MHz}$ 和 $\Delta f=10\,\text{kHz}$。

㈠請找出 NBPM 輸出訊號的載波頻率 f_{c1} 及最大頻率偏移 Δf_1。（6 分）

㈡請決定兩個頻率乘法器（frequency multiplier）的乘法倍數 n_1 和 n_2。（6 分）

㈢請分別找出在混波器的輸入端及輸出端的載波頻率 f_{c2}, f_{c3} 及最大頻率偏移 $\Delta f_2, \Delta f_3$。（8 分）



圖

（請接背面）

考 試 別：國家安全情報人員
等　　別：三等考試
組　　別：電子組（外國文選試英文）
科　　目：通訊系統

三、請解釋多工（multiplexing）的意思，並舉出三個不同的多工技術，同時解釋其多工的原理。（20 分）

四、$\phi_1(t)$ 和 $\phi_2(t)$ 為兩個在 $[0,T]$ 區間的正規化正交訊號（orthonormal signal）。$n(t)$ 為一平均值為零的白高斯雜訊，其功率頻譜密度（power spectral density）為 $N_0/2$。

㈠請證明 $n_1=\int_0^T n(t)\phi_1(t)dt$ 和 $n_2=\int_0^T n(t)\phi_2(t)dt$ 為兩個獨立的高斯隨機變數，且其平均值為零，變異數（variance）為 $N_0/2$。（6 分）

㈡在一個二位元數位通訊系統中，若接收訊號為 $x(t)=\begin{cases}\phi_1(t)+n(t) & \text{傳送符號 1}\\ -\phi_1(t)+n(t) & \text{傳送符號 0}\end{cases}$ $0\le t\le T$，傳送符號 1 的機率為 2/3。若 λ 為接收端判別傳送符號 1 的門檻值，其判別法則如下：

$y=\int_0^T x(t)\phi_1(t)dt>\lambda \Rightarrow$ 判定為符號 1

$y=\int_0^T x(t)\phi_1(t)dt<\lambda \Rightarrow$ 判定為符號 0

請找出下列兩個條件錯誤機率 $p_{1/0}=P$（$y>\lambda|$符號 0 被傳送）和 $p_{0/1}=P$（$y<\lambda|$符號 1 被傳送）。答案請以 erfc 函數或 Q 函數及 λ 表示，中間推導過程必須清楚（$\mathrm{erfc}(x)\triangleq\frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_x^\infty e^{-z^2}dz, Q(x)\triangleq\frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_x^\infty e^{-\frac{z^2}{2}}dz$）。（8 分）

㈢請找出在㈡部分中讓系統位元錯誤率最小的門檻值 λ_{opt}，推導過程必須清楚。（6 分）

五、考慮一個同調（coherent）QPSK 系統。

㈠請畫出其傳送器系統方塊圖。（10 分）

㈡請畫出其接收器系統方塊圖。（10 分）