

類 科：電信工程

科 目：通信系統概要

考試時間：1 小時 30 分

座號：_____

※注意：(一)禁止使用電子計算器。

(二)須詳列推導過程。

(三)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。

(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、非週期性類比信號 $x(t)$ 之傅立葉轉換 $X(f)$ 及相對之反向轉換為

$$X(f) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)e^{-j2\pi ft} dt$$

$$x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} X(f)e^{j2\pi ft} df$$

符號可表示為 $x(t) \xleftrightarrow{F} X(f)$ 。

(一)證明雷利能量定理 (Rayleigh's energy theorem)：

$$\int_{-\infty}^{\infty} |x(t)|^2 dt = \int_{-\infty}^{\infty} |X(f)|^2 df \quad (10 \text{ 分})$$

(二)假如

$$x(t) \xleftrightarrow{F} X(f)$$

證明

$$X(t) \xleftrightarrow{F} x(-f) \quad (5 \text{ 分})$$

(三)求

$$\int_{-\infty}^{\infty} \left| 40 \frac{\sin(20\pi t)}{20\pi t} \right|^2 dt \quad (5 \text{ 分})$$

二、一個信號 $m(t)$ 其頻譜 $M(f)$ 為

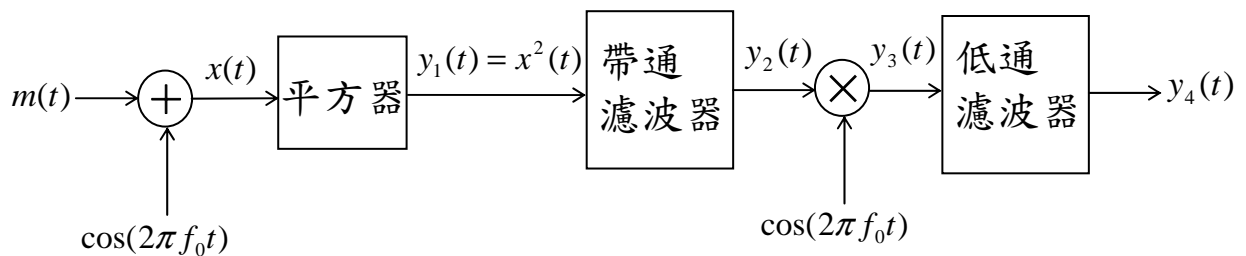
$$M(f) = \begin{cases} A \frac{W - |f|}{W}, & -W \leq f \leq W \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

現其通過如下圖之系統，其中帶通濾波器之中心頻率為 f_0 、頻寬為 $2W$ ，而低通濾波器之頻寬為 W ， $f_0 > 3W$ 。

(一)求 $x(t)$ 、 $y_1(t)$ 、 $y_2(t)$ 、 $y_3(t)$ 及 $y_4(t)$ 之頻譜表示式。(10分)

(二)繪製各信號之頻譜圖。(5分)

(三)求各信號之頻寬。(5分)



三、角度類比調變一般可分為相位調變和頻率調變，其系統輸出可表示為

$$s(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + \phi(t)]$$

(一)如輸入之基頻信號為 $m(t)$ ，對相位調變和頻率調變，其 $\phi(t)$ 表示式各為何？(5分)

(二)如

$$m(t) = \begin{cases} t, & t \geq 0 \\ 0, & t < 0 \end{cases}$$

分別繪製相位調變波 $s_p(t)$ 及頻率調變波 $s_f(t)$ 。(5分)

(三)如現有一個相位調變器，以方塊圖說明如何產生一個頻率調變信號。(5分)

(四)如現有一個頻率調變器，以方塊圖說明如何產生一個相位調變信號。(5分)

四、一台接收器收到如下之頻率調變信號：

$$s(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + 2\pi f_d \int_0^t m(\tau) d\tau]$$

其中

$$m(t) = m_L(t) + m_R(t) + [m_L(t) - m_R(t)] \cos(4\pi f_c t) + \cos(2\pi f_c t)$$

假設 $f_c = 19 \text{ kHz}$ ， $m_L(t)$ 之傅立葉轉換為

$$M_L(f) = \begin{cases} 1, & |f| \leq 15 \text{ kHz} \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

$m_R(t)$ 之傅立葉轉換為

$$M_R(f) = \begin{cases} \frac{15 - |f|}{15}, & |f| \leq 15 \text{ kHz} \\ 0, & \text{其它} \end{cases}$$

(一) 求 $m(t)$ 之傅立葉轉換 $M(f)$ 之表示式。(5 分)

(二) 繪製 $m(t)$ 之傅立葉轉換 $M(f)$ 。(5 分)

(三) 繪製該台接收器之系統方塊圖，以各別恢復 $m_L(t)$ 及 $m_R(t)$ 。(10 分)

五、一個 TDM 多工傳輸系統有四個輸入信號： $m_1(t) = \cos(2\pi f_0 t)$ 、 $m_2(t) = 0.5 \cos(2\pi f_0 t)$ 、 $m_3(t) = 2 \cos(4\pi f_0 t)$ 、 $m_4(t) = \cos(8\pi f_0 t)$ 。

(一) 若每個信號均以相同的速率被取樣，則最小的取樣速率為何？(2 分)

(二) 換向器 (commutator) 每秒之轉速為何？(2 分)

(三) 設計一個換向器使得四個輸入信號中的每個信號被取樣的速率不超過各信號相對之尼奎氏速率 (Nyquist rate)。此時，換向器每秒之轉速為何？(6 分)

六、(一) 在語音信號脈碼調變 (PCM) 系統中，分別以方塊圖說明傳送器、傳輸通道、接收器相關處理機制。(6 分)

(二) 壓展器 (compander) 經常應用於語音信號脈碼調變系統中，為何要在語音信號脈碼調變系統中加入壓展器？其在傳送端與接收端各進行何種機制？(4 分)