

110年公務人員特種考試司法人員、法務部調查局
調查人員、海岸巡防人員、移民行政人員考試及110年
未具擬任職務任用資格者取得法官遴選資格考試試題

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。

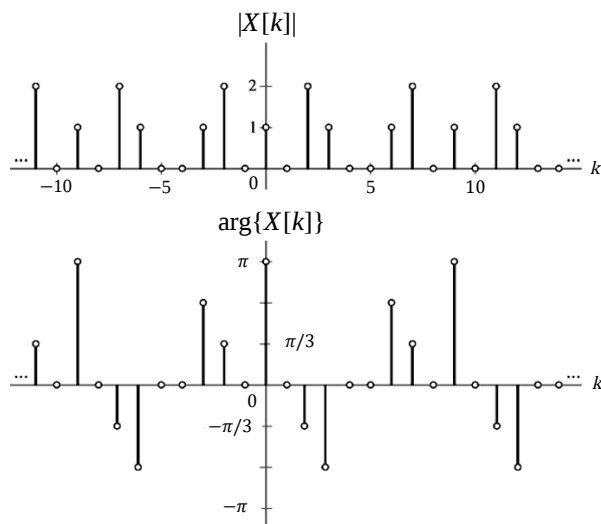
(二)不必抄題，作答時請將試題題號及答案依照順序寫在試卷上，於本試題上作答者，不予計分。

(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、已知一週期為 N 之數位訊號 $x[n]$ 的 Discrete-Time Fourier Series (DTFS)

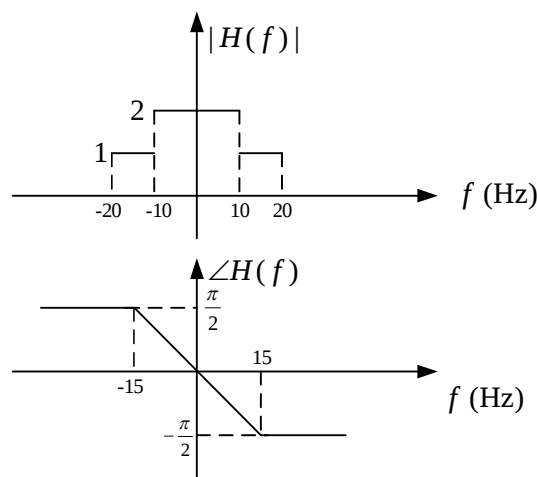
定義為 $x[n] = \sum_{k=0}^{N-1} X[k] e^{jk\Omega_0 n}$ ，其中 $X[k] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-jk\Omega_0 n}$ ， $\Omega_0 = \frac{2\pi}{N}$ 。假設

一數位訊號 $x[n]$ 的 DTFS 之振幅 (Magnitude) 與相位 (Phase) 圖如下所示：



請求該數位訊號 $x[n]$ 。(15 分)

二、假設一線性非時變 (Linear Time-Invariant, LTI) 系統之頻率響應 $H(f)$ 的振幅 (Magnitude) 與相位 (Phase) 圖如下所示：

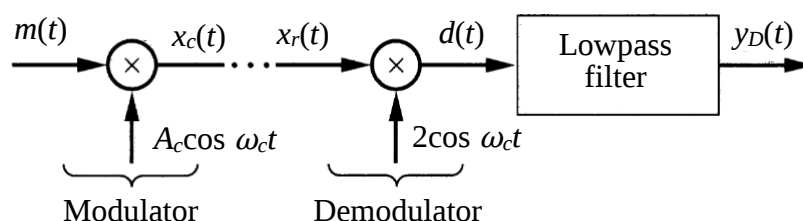


根據以下不同輸入訊號 $x_i(t)$ ，請求出 $x_i(t)$ 經過該 LTI 系統的輸出訊號 $y_i(t)$ 。

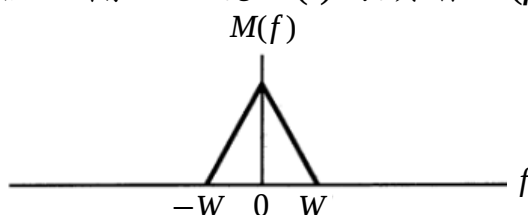
(一) $x_1(t) = \cos(10\pi t) + \cos(26\pi t)$ (10 分)

(二) $x_2(t) = \cos(12\pi t) + \cos(34\pi t)$ (10 分)

三、調變 (Modulation) 是一種將一個或多個載波 (Carrier) 混入想傳送訊號的技術。透過調變技術，我們可將訊號的頻譜移到所預想的位置，不僅有利訊號的傳送，同時可使頻譜資源得到充分的利用。一種常見之雙邊頻帶 (Double-Sideband, DSB) 調變之調變器 (Modulator) 與解調器 (Demodulator) 架構圖如下所示：



其中 $m(t)$ 為傳送訊號、 $A_c \cos \omega_c t = A_c \cos(2\pi f_c t)$ 為載波、 $x_c(t)$ 為傳送訊號；另一方面， $x_r(t)$ 為接收訊號、 $d(t)$ 與 $y_D(t)$ 分別為低通濾波器 (Lowpass filter) 的輸入與輸出訊號。假設輸入訊號 $m(t)$ 的頻譜 $M(f)$ 如下圖所示：



其中 W 為輸入訊號的頻寬 (Bandwidth)，且 $W \ll f_c$ 。假設在完全沒有損失與干擾的環境下，亦即 $x_r(t) = x_c(t)$ ，

(一) 請描繪出 $x_c(t)$ 的頻譜圖。(5 分)

(二) 請描繪出 $d(t)$ 的頻譜圖。(5 分)

(三) 請設計一合適之低通濾波器規格，使得 $y_D(t) = m(t)$ 。(10 分)

四、(一) 請說明何謂匹配濾波器 (Matched Filter)？(5 分)

(二) 一基本矩形脈波 (Unit Rectangular Pulse) $\Pi(t)$ 的定義如下：

$$\Pi(t) = \begin{cases} 1, & |t| \leq \frac{1}{2} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}.$$

考慮以下兩個矩形脈波 $g_1(t)$ 以及 $g_2(t)$ ，其中

$$g_1(t) = A\Pi\left(\frac{t-t_0}{T}\right) \text{ 以及 } g_2(t) = B\cos\left(\frac{2\pi(t-t_0)}{T}\right)\Pi\left(\frac{t-t_0}{T}\right).$$

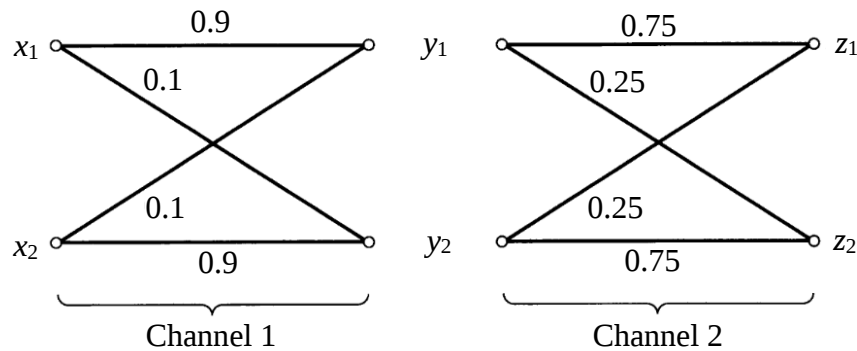
觀察 $g_1(t)$ 以及 $g_2(t)$ 之匹配濾波器的輸出。假設兩個匹配濾波器的輸出有相同的訊號雜訊比 (Signal-to-Noise Ratio, SNR)，若 $B = 5\sqrt{2}$ ，請問 $A = ?$ (10 分)

五、(一)一 M 階 (M -ary) 數位通訊系統每秒可傳送 30000 符元 (Symbols)。

假設 $M = 16$ ，請問該數位通訊系統的位元速率 (bps) 為何？(5 分)

(二)假設有一多路徑衰退通道 (Multipath Fading Channel)，在該多路徑通道中傳送 500 kbps 數據其延遲擴展 (Delay Spread) 為 $5 \mu\text{s}$ 。請設計一多載波調變 (Multiple Carrier Modulation, MCM) 系統，假設每個子載波使用 QPSK 調變。為了避免多路徑通道造成的符元間干擾 (Inter-symbol interference, ISI) 問題，假設該 MCM 系統的符元週期 (symbol period) 最少必須為延遲擴展的 10 倍。如果我們使用 Radix-2 Inverse Fast Fourier Transform (IFFT) 來實現該 MCM 系統，請問所需的 IFFT 點數最少為何？(10 分)

六、假設有兩個二元對稱通道 (Binary Symmetric Channel, BSC)，如下圖所示：



(一)請計算 Channel 1 以及 Channel 2 的通道容量 (Channel Capacity) 為何？(5 分)

(二)將 Channel 1 以及 Channel 2 串接 (Cascade)，請計算串接後該通道的容量為何？(5 分)

(三)比較(一)與(二)的結果，請說明兩個二元對稱通道串接後的通道容量是否等於個別之通道容量的總和？請做合理的解釋。(5 分)