代號：30230
頁次：2－1

115年公務人員特種考試警察人員、一般警察人員、國家安全局國家安全情報人員及移民行政人員考試試題

考 試 別：一般警察人員考試
等　　別：二等考試
類科組別：刑事警察人員電子監察組
科　　目：通訊概論
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。
㈢本科目除專門名詞或數理公式外，應使用本國文字作答。

一、一個長度為M的韓恩視窗（Hann window），其時域序列$w_H[n]$定義為：（每小題 10 分，共 30 分）

$$w_H[n]=\begin{cases}0.5\left[1-\cos(\dfrac{2\pi n}{M-1})\right] & 0\le n\le M-1\\ 0 & else\end{cases}$$

㈠當$M=9$，請在二維平面上，以n為x軸，$w_H[n]$為y軸作圖。

㈡若一個長度為M的矩形視窗（rectangular window），其時域序列$w_R[n]$除了在$0\le n\le M-1$有值外，其餘值為 0，請問$w_R[n]$之離散時間傅立葉轉換（discrete-time Fourier transform）$W_R(\omega)$為何？

㈢請以$W_R(\omega)$表示$w_H[n]$之離散時間傅立葉轉換$W_H(\omega)$。

二、在高速晶片晶片間（chip-to-chip）或背板（backplane）通訊中，由於平行總線受限於印刷電路板（Printed Circuit Board, PCB）走線的空間與時脈偏差量（clock skew），通常會採用序列器/解除序列器（Serializer/Deserializer, SerDes）技術進行高速串列傳輸。一個典型的 SerDes 系統包含傳送端、傳輸通道以及接收端。請回答下列問題：

㈠若平行時脈頻率（clock frequency）$f=250$ MHz，且平行字組（word）大小為 16 位元，請問序列資料的位元速率為何？（5 分）

㈡當高速訊號抵達接收端時，我們常用眼圖（eye diagram）來評估信號完整性。請說明時脈抖動（clock jitter）會直接造成眼圖在幾何特徵上（如：眼高、眼寬）的何種影響？此種影響會產生什麼問題？（10 分）

㈢高頻訊號在 PCB 走線傳輸時，會因為趨膚效應（skin effect）與介電質損耗（dielectric loss）等原因，發生傳送符號相互干擾（InterSymbol Interference, ISI）。為了去除 ISI，在接收端可以加入決策回饋等化器（Decision Feedback Equalizer, DFE）。請說明 DFE 之基本原理，及其一項優點和一項缺點。（10 分）

三、在數位通訊系統中：

㈠我們常聽到「I 訊號（同相）」與「Q 訊號（正交）」。請用最簡單的話說明，為什麼通訊系統要同時使用這兩種訊號來傳送？（5 分）

㈡傳送端運用反極訊號（antipodal signals）分別代表 0（正值）和 1（負值）兩種位元值，在經過加成性白高斯雜訊（Additive White Gaussian Noise, AWGN）通道後，若接收端收到的訊號為：

$$r = \pm\sqrt{E_b} + n$$

其中 E_b 是傳送一個位元的能量，n 是均值為零，變異數為 $N_0/2$，高斯分布（Gaussian distributed）之雜訊。接收端最佳的位元偵測方法為何？得到的位元錯誤率為何？請以 Q 函數表示此位元錯誤率，其中 Q 函數之定義為：

$$\mathrm{Q}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}}\int_x^{\infty} e^{-t^2/2}dt$$（10 分）

㈢承上兩小題，若傳送端以兩個位元為一個符號（symbol），分別運用 I 訊號及 Q 訊號來傳送如第㈡小題之反極訊號，接收端收到的訊號，以複數方式來表示為：

$$r = (\pm\sqrt{E_b} \pm j\sqrt{E_b}) + (n_I + jn_Q)$$

其中 n_I、n_Q 皆是均值為零，變異數為 $N_0/2$，高斯分布之雜訊。接收端最佳的位元偵測方法為何？得到的位元錯誤率為何？（10 分）

四、某正交分頻多工（Orthogonal Frequency-Division Multiplexing, OFDM）通訊系統設計參數如下：子載波（subcarrier）數 $N = 1024$，子載波間距 $\Delta f = 15\,\mathrm{kHz}$，循環前綴（Cyclic Prefix, CP）長度 $N_{\mathrm{CP}} = 128$，調變方式為 QPSK（Quadrature Phase-Shift Keying）：（每小題 5 分，共 20 分）

㈠請說明 CP 的作用。

㈡請計算不含 CP 的 OFDM 符號持續時間（symbol duration）。

㈢請計算含 CP 的 OFDM 符號持續時間。

㈣請計算淨資料速率（net data rate）（需考慮 CP）。