

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)可以使用電子計算器。

(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)本科目得以本國文字或英文作答。

一、假設  $g_{p1}(t)$  和  $g_{p2}(t)$  是具有相同週期 ( $T_0$ ) 的兩個週期性訊號，其相關函數 (Correlation function) 定義如下：
$$R_{12}(\tau) = \frac{1}{T_0} \int_{-T_0/2}^{T_0/2} g_{p1}(t) g_{p2}^*(t-\tau) dt$$
。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)求週期性訊號  $g_{p1}(t)$  和  $g_{p2}(t)$  的個別傅立葉級數展開 (Fourier series expansion) 式。

(二)求相關函數  $R_{12}(\tau)$  的傅立葉轉換 (Fourier transform)。

二、假設  $m(t) = A_m \cos(2\pi f_m t)$  為所欲傳送之訊號，以傳統類比調頻 (FM) 式調變，調頻調變後的輸出訊號可以寫成：
$$s(t) = A_c \cos[2\pi f_c t + 2\pi k_f \int_0^t m(\tau) d\tau]$$
。其中，瞬間頻率 (Instantaneous frequency) 可以寫成：
$$f_i(t) = f_c + k_f m(t) = f_c + \Delta f \cos(2\pi f_m t)$$
， $k_f$  為調頻指數，而  $\Delta f$  則為頻率偏移 (Frequency deviation)。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)當調變指數 (Modulation index)  $\beta = \Delta f / f_m \ll 1$  時，請以非直接法產生 (Indirect generation) 此類比窄頻調頻 (Narrowband FM) 的調變訊號  $s(t)$ 。

(二)利用卡爾森法則 (Carson's rule) 決定類比窄頻調頻系統的傳輸頻寬。

三、考慮單脈衝傳輸 (single-pulse transmission) 系統，接收端所收到的訊號  $r(t)$ ，有兩種可能，即脈衝訊號傳送  $r(t) = s(t) + w(t)$  或不傳送  $r(t) = w(t)$ ， $0 < t \leq T$ 。其中， $w(t)$  為背景雜訊，其為零均值 (zero-mean) 變異數 (Variance) 為  $\sigma_w^2 = N_o/2$  的白高斯雜訊 (White Gaussian noise)。最佳接收器 (Optimum detector) 是採用接收器的輸出訊號具有最大訊號雜訊比 (Maximize signal-to-noise ratio, SNR)，簡稱 (SNR)<sub>o</sub> 的設計，假設最佳接收器的脈衝響應  $g(t)$ ，為線性非時變 (Linear time-invariant) 且 
$$\int_0^T |g(t)|^2 dt = \epsilon_s$$
，而  $y(t)$  為輸出訊號。

(一)若輸出訊號中雜訊部分為  $n(t)$  (為隨機變數)，求其均值和變異數？(15 分)

(二)接收器輸出訊號的最大訊號雜訊比 (SNR)<sub>o</sub> 為何？(10 分)

四、請說明在開放系統連接 (Open Systems Interconnection) 協定架構中，網際網路 (Internet) 所對應的層級架構，其所包含的三個功能區塊為何？(15 分)

五、考慮一個頻寬為 4k 赫茲 (Hz) 的有限頻寬 (band-limited) 信號源，具有 8 個量化階位 (Quantized level)，稱之為  $s_1$ 、 $s_2$ 、 $s_3$ 、 $s_4$ 、 $s_5$ 、 $s_6$ 、 $s_7$ 、 $s_8$ 。其對應的機率值分別為 0.25、0.2、0.2、0.1、0.1、0.05、0.05、0.05。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)求解此信號源之平均消息量 (Entropy)。

(二)如果此信號源之取樣率 ( $f_s$ ) 為 8k 赫茲，求解消息率 (Rate of information)。