

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)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、一正弦波信號 $x(t) = \sin(60t)$ ，其中 t 代表時間，單位為秒，以下皆同。
(每小題 5 分，共 25 分)
- (一)請問此一正弦波頻率為何？
- (二)請在時域中（時間 t 為橫軸，訊號 $x(t)$ 值為縱軸），從 $t = 0$ 開始，畫出此一正弦波一周期。請標出 t 的起始值、結束值以及相對應的 $x(t)$ 值。
- (三) $x(t)$ 經傅立葉轉換後，得到 $X(f)$ 。請問 f 等於多少時， $X(f) \neq 0$ ？
- (四)若 $y(t) = x(t) + \sin(20t)$ ，且 $y(t)$ 經傅立葉轉換後，得到 $Y(f)$ 。請問 f 等於多少時， $Y(f) \neq 0$ ？
- (五)若 $z(t) = x(t)\sin(20t)$ ，且 $z(t)$ 經傅立葉轉換後，得到 $Z(f)$ 。請問 f 等於多少時， $Z(f) \neq 0$ ？
- 二、要從一訊號 $y(t) = \sin(20t) + \sin(60t)$ 中（ t 代表時間，單位為秒，以下皆同），藉由將 $y(t)$ 通過一濾波器 $h(t)$ 後，以獲得 $x(t) = \sin(60t)$ 。若分別使用下列不同種類之濾波器，請在頻域中（頻率 f 為橫軸， $H(f)$ 的值為縱軸，其中 $H(f)$ 為 $h(t)$ 經傅立葉轉換之函數），在坐標軸右半平面 ($f \geq 0$) 畫出此一濾波器之 $H(f)$ ，並標示出其截止頻率。（每小題 5 分，共 15 分）
- (一)理想高通濾波器。
- (二)理想帶通濾波器。
- (三)理想帶拒濾波器。
- 三、有 10 個使用者彼此間要透過網路線傳接送資料。（每小題 5 分，共 20 分）
- (一)若兩兩使用者之間都要有專有的網路線，請問共需幾條網路線？
- (二)若每個使用者都可以幫其他使用者轉傳資料，且知道其他使用者所在位置，但每個使用者最多可連接兩條網路線，請問至少需要幾條網路線？
- (三)承(二)，請畫出這 10 個使用者的網路架構圖。
- (四)承(三)，從一個使用者傳資料到另一個使用者，都是經過最少網路線之路徑，若兩兩使用者之間要傳送的資料筆數皆相同，則平均每筆資料要經過幾條網路線？

四、對一訊號 $y(t) = \sin(20t)$ (t 代表時間，單位為秒，以下皆同)，在時間 $t_i = \frac{\pi}{40}i$ ， i 為整數，做取樣，得到的取樣值為 y_i 。(每小題 5 分，共 20 分)

(一) y_0 、 y_1 、 y_2 、 y_3 及 y_4 的值分別為何？

(二) 可否從 y_i 還原 $y(t)$ ？為什麼？

(三) 若取樣時間改為 $t_i = \frac{\pi}{40}i + \frac{\pi}{10}$ ，可否從所得到的取樣值還原 $y(t)$ ？為什麼？

(四) 若取樣時間改為 $t_i = \frac{\pi}{20}i$ ，可否從所得到的取樣值還原 $y(t)$ ？為什麼？

五、令 x 是經過取樣後的訊號值， $-1 \leq x \leq 1$ ， y 是 x 經過量化的訊號值， $d = |x - y|$ 為量化誤差絕對值，且 x 與 y 的關係如下所示：

$$y = \begin{cases} 0.75 & 0.5 \leq x \leq 1 \\ 0.25 & 0 \leq x < 0.5 \\ -0.25 & -0.5 \leq x < 0 \\ -0.75 & -1 \leq x < -0.5 \end{cases}$$

也就是說，在 -1 與 1 之間的四個量化間隔是相等的。(每小題 5 分，共 20 分)

(一) 請問 d 的值最大為何？

(二) 若 x 的值在 -1 與 1 之間是等機率密度，則 d 的期望值 E 為何？

(三) 承(二)，若 x 值在 -1 與 0 之間的分布是等機率密度 p_1 ，在 0 與 1 之間的分布也是等機率密度 p_2 ，且 $p_1 \gg p_2$ ，請問 d 的期望值 E' 為何？

(四) 承(三)，若要降低 E' ，請問該如何調整 x 與 y 的關係？