

等 別：四等考試  
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。

一、考慮一個週期性 (periodic) 連續時間訊號 (continuous-time signal)  $x(t)$ ，其週期 (period) 為  $T$ 。它的傅立葉級數展開式 (Fourier-series expansion) 可以寫成如下的型式：

$$x(t) = A + \sum_{k=1}^{\infty} (a_k \cos(k\omega_0 t) + b_k \sin(k\omega_0 t))$$

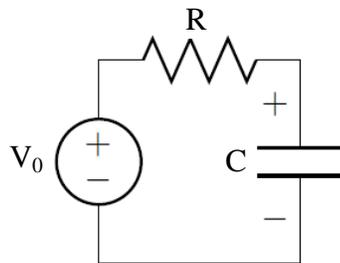
(一) $\omega_0 = ?$  (請寫出 $\omega_0$ 與 $T$ 之間的關聯) (5分)

(二)請寫出從 $x(t)$ 求出 $A$ 的計算式。(5分)

(三)請寫出從 $x(t)$ 求出 $a_k$ 的計算式。(5分)

(四)考慮下列敘述：「若是 $x(t)$ 為偶函數 (even function，亦即 $x(-t) = x(t)$ )，則 $a_k = 0, \text{ for } k = 1, 2, 3, \dots$ 」。請問此敘述是否正確？(5分)

二、考慮下圖所示的電路圖，其中 $V_0$ 為輸入電壓，跨在電容器 (capacitor) 上面的電壓為輸出電壓。本圖中，電阻值為 $R$ ，電容值為 $C$ 。



(一)當輸入 (也就是 $V_0$ ) 為直流電壓 (亦即等於某常數值) 時，輸出電壓為何？(請將答案以 $V_0$ 、 $R$ 、 $C$ 等(未必全部都要用到)表示出來) (5分)

(二)此電路算是下列選項中的那一種濾波器 (filter)：①高通 (high-pass)、②低通 (low-pass)、③帶通 (band-pass)、④帶拒 (band-reject)？(5分)

(三)已知此電路的脈衝響應 (impulse response) 為

$$h(t) = \begin{cases} \frac{1}{RC} \times e^{-t/RC}, & \text{if } t > 0 \\ 0, & \text{if } t < 0 \end{cases}$$

在此假設 $RC = 1$ 。若是以 $y(t)$ 來代表當輸入電壓為

$$V_0 = \begin{cases} e^{-2t}, & \text{if } t > 0 \\ 0, & \text{if } t < 0 \end{cases}$$

時所對應的輸出電壓，而且將 $y(t)$ 寫成如下的形式：

$$y(t) = A + Be^{-t} + Ce^{-2t} + De^{-3t}$$

則其中的 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 之值各為何？(註：答案必須四者全對才有得分) (10分)

(請接第二頁)

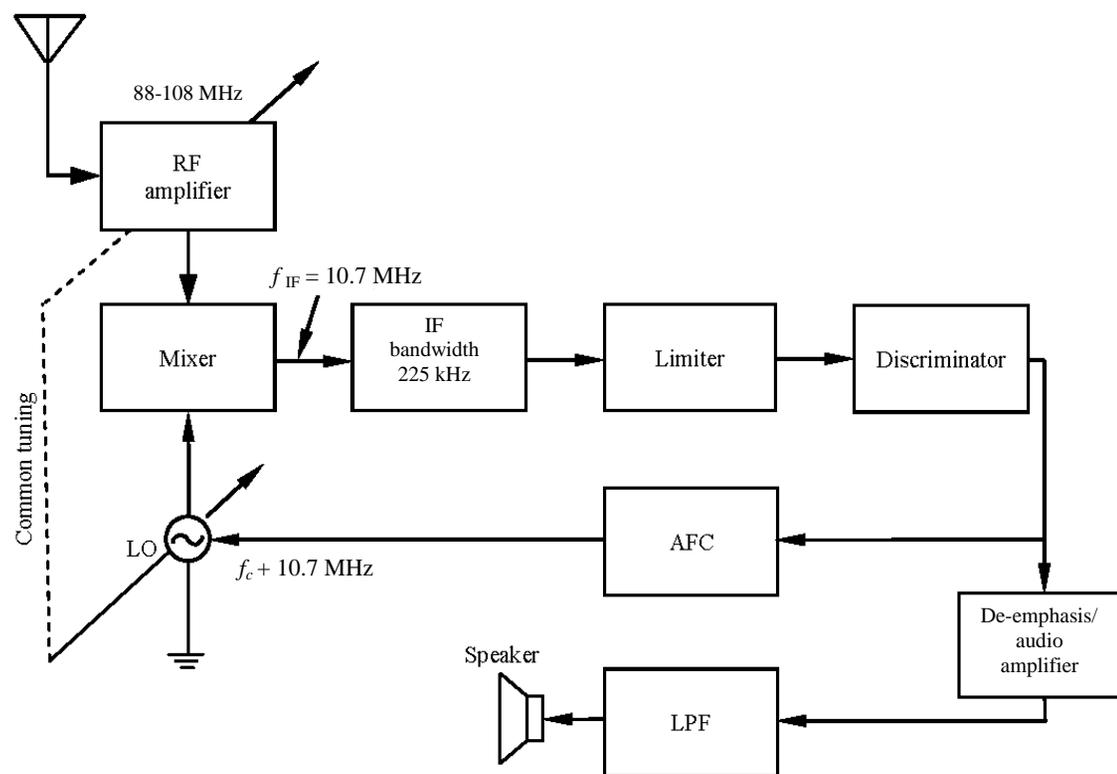
等 別：四等考試  
類 科：電信工程  
科 目：通信系統概要

三、假設  $x(t)$  為一基頻訊號 (baseband signal)，其頻寬 (bandwidth) 為  $W$ 。考慮以下訊號：

$$s(t) = A_c \times (1 + \mu x(t)) \times \cos(\omega_c t) \quad (\text{假設 } \omega_c \gg W)$$

- (一) 從  $x(t)$  轉換成  $s(t)$  其實是一種調變 (modulation)，請問這是何種調變？(5分)
- (二)  $\mu$  稱為調變指數 (modulation index)，是一個正數。假設  $|x(t)|$  (亦即  $x(t)$  的絕對值) 的最大值為  $M$ 。若是希望  $s(t)$  可以用包封偵測器 (envelope detector) 來作解調 (demodulation)，則  $\mu$  應小於某一門檻值 (threshold)；請問此門檻值的數值為何？(請將答案以  $W$ 、 $A_c$ 、 $\omega_c$ 、 $M$  等(未必全部都要用到)表示出來) (5分)
- (三) 請問  $s(t)$  的頻寬有多大？(請將答案以  $W$ 、 $A_c$ 、 $\omega_c$ 、 $M$  等(未必全部都要用到)表示出來) (5分)

四、如圖所示乃是一個超外差接收機 (superheterodyne receiver)，它是一個常見的解調器 (demodulator)。



- (一) 圖中的「Mixer」方塊，實際上乃是針對輸入此方塊的兩個訊號作下列那一種運算：①相加 (addition)、②相乘 (multiplication)、③低通濾波 (low-pass filtering)、④相位移 90 度 (phase shift by 90 degrees)？(5分)
- (二) 此解調器是用來解調下列選項中的那一種訊號：①調幅 (AM，亦即 amplitude modulation)、②調頻 (FM，亦即 frequency modulation)、③脈碼調變 (pulse code modulation)、④脈幅調變 (pulse amplitude modulation)？(5分)

(請接第三頁)

等 別：四等考試  
類 科：電信工程  
科 目：通信系統概要

五、根據取樣定理 (sampling theorem)，對一個基頻訊號 (baseband signal) 作取樣時，取樣頻率 (sampling frequency) 至少須大於某一門檻值 (threshold)，才有可能從取樣值 (sampled values) 重建原來的基頻訊號，此門檻值稱為奈奎斯特取樣速率 (Nyquist sampling rate)。在此假設有兩個基頻訊號  $x(t)$  與  $y(t)$ ，其中  $x(t)$  的頻寬 (bandwidth) 為 30 KHz、 $y(t)$  的頻寬為 50 KHz。

(一)  $x(t)$  的奈奎斯特取樣速率為何？(5分)

(二)  $x(t) + y(t)$  的奈奎斯特取樣速率為何？(5分)

(三)  $x(t) \times y(t)$  的奈奎斯特取樣速率為何？(5分)

(四) 若  $z(t)$  為  $x(t)$  與  $y(t)$  的旋積分 (convolution)，亦即

$$z(t) = \int_{-\infty}^{\infty} x(\tau)y(t - \tau)d\tau$$

則  $z(t)$  的奈奎斯特取樣速率為何？(5分)

六、國際標準組織 (International Standards Organization) 的開放系統連接 (Open Systems Interconnection) 參考模型，簡稱 ISO OSI Reference Model，其中規定電腦網路 (computer networks) 的運作分為七層，分別為：第一層.實體層 (physical layer)、第二層.資料連結層 (data link layer)、第三層.網路層 (network layer)、第四層.轉埠層 (transport layer)、第五層.會議層 (session layer)、第六層.呈報層 (presentation layer)、第七層.應用層 (application layer)。

(一) 調變 (modulation) 是屬於那一層裡面的工作 (task)？(5分)

(二) 媒介取用控制 (medium access control, 簡稱 MAC) 是屬於那一層裡面的工作？(5分)

(三) 當我們使用電子郵件軟體 (e-mail software, 例如 Gmail、hotmail、outlook 等) 來傳送電子郵件時，身為使用者 (users) 的我們，是在那一層下達傳送郵件的指令 (instruction)？(5分)