

# 113 年特種考試地方政府公務人員考試試題

考試別：地方政府公務人員考試

等 別：四等考試

類 科：電信工程

科 目：通信系統概要

伍霖老師

一、已知訊號  $g(t) = \begin{cases} \cos\left(\frac{\pi t}{T}\right) & -\frac{T}{2} \leq t \leq \frac{T}{2} \\ 0, & \text{其他} \end{cases}$ 。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)請畫出訊號時域波形。

(二)計算其傅立葉轉換。

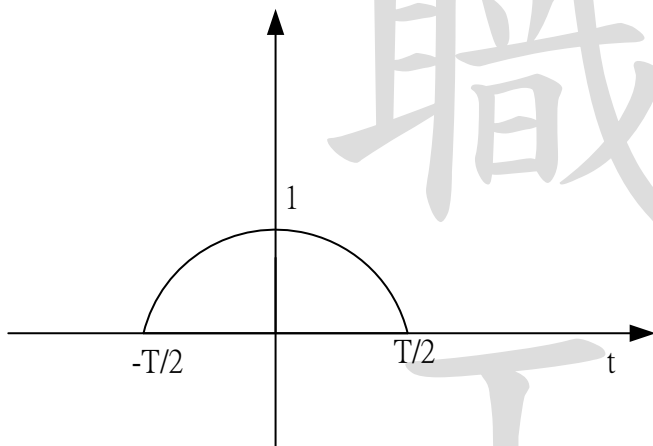
1. 《考題難易》★★★：普通

2. 《破題關鍵》：富利葉轉換之重要性質

3. 《使用法條》or《學說文章》or《重要爭點》： $\mathfrak{F}\{x(t)\cos(2\pi at)\} = \frac{1}{2}[X(f-a) + X(f+a)]$

【擬答】

(一)



(二)

$$g(t) = \cos\left(\frac{\pi t}{T}\right) \text{rect}\left(\frac{t}{T}\right)$$
$$\Rightarrow G(f) = \frac{T}{2} \left[ \text{sinc}\left(T\left(f - \frac{1}{2T}\right)\right) + \text{sinc}\left(T\left(f + \frac{1}{2T}\right)\right) \right]$$

二、考慮一 AM 調變器的輸出為  $s(t) = 3(1 + k_a \times m(t))\cos(2\pi f_c t)$ ，其中  $f_c = 10^9$ ，輸入訊號為  $m(t) = \cos(10^6 \pi t) + 1.5\cos(2 \times 10^6 \pi t)$ ， $k_a = 0.25$  為調變器的振幅靈敏度 (amplitude sensitivity)。(每小題 5 分，共 20 分)

(一)計算此系統之「調變百分率」為何？

(二)計算  $s(t)$  的頻譜。

(三)計算  $m(t)$  的頻寬。

(四)計算  $s(t)$  的傳輸頻寬。

1. 《考題難易》★★★：普通
2. 《破題關鍵》：AM 調變器的振幅靈敏度 (amplitude sensitivity) 與 調變百分率之關係, AM 信號的頻譜
3. 《使用法條》 or 《學說文章》 or 《重要爭點》：

$$(1) s(t) = [1 + k_a m(t)] A_c \cos(2\pi f_c t)$$

$$(2) S(f) = \frac{A_c}{2} [\delta(f - f_c) + \delta(f + f_c)] + \frac{k_a A_c}{2} [M(f - f_c) + M(f + f_c)]$$

$$(3) B_T = 2W$$

【擬答】

(一) 調變百分率 =  $|k_a m(t)|_{\max} \times 100\% = 0.25 \times 2.5 \times 100\% = 62.5\%$

(二)

$$M(f) = \frac{1}{2} [\delta(f - 5 \times 10^5) + \delta(f + 5 \times 10^5)] + \frac{3}{4} [\delta(f - 10^6) + \delta(f + 10^6)]$$

$$S(f) = \frac{A_c}{2} [\delta(f - f_c) + \delta(f + f_c)] + \frac{k_a A_c}{2} [M(f - f_c) + M(f + f_c)]$$

$$A_c = 3, f_c = 10^9, k_a = 0.25$$

(三)  $10^6$  Hz

(四)  $2 \times 10^6$  Hz



志光 學儒 保成

# 站上工科巔峰

電力工程 電子工程  
機械工程 電信工程

👑 112高普考&111地方特考 TOP10 強勢上榜 👑

狀元	榜眼	探花
高考 電力工程 許○軒 高考 電子工程 郭○瑞	普考 電力工程 許○軒 地特三等(台北市) 電子工程 郭○瑞 地特四等(台北市) 電力工程 張○境	普考 電力工程 呂○勳 地特四等(台北市) 電子工程 楊○榮 地特四等(高雄市) 電子工程 何○宇

【全國第四】 普考 電力工程 林○彬

【全國第五】 普考 電力工程 莊○鈞

【台北市第五】 地特三等 電子工程 薛○文

【全國第六】 普考 電信工程 朱○萱

【全國第七】 普考 電子工程 王○延

【全國第八】 高考 電力工程 林○彬

【全國第八】 高考 電子工程 黃○源

【全國第八】 普考 電子工程 黃○軒

【全國第十】 高考 機械工程 徐○甫

👑 優秀考取 菁英薈萃 👑

高考 電力工程 孫○勝； 高考 電力工程 陳○文； 普考 電力工程 蔡○穎； 高考 電子工程 林○陞； 高考 機械工程 翁○駿； 普考 機械工程 翁○駿  
 高考 電力工程 呂○勳； 高考 電力工程 汪○懷； 普考 電力工程 王○宏； 普考 電子工程 鄭○榮； 高考 機械工程 賴○儒； 普考 機械工程 徐○甫  
 高考 電力工程 郭○謙； 高考 電力工程 蔡○穎； 普考 電力工程 賴○允； 普考 電子工程 蔡○恩； 高考 機械工程 張○傑； 普考 機械工程 陳○昇  
 高考 電力工程 林○佑； 高考 電力工程 羅○璋； 普考 電力工程 蔡○翰； 普考 電子工程 林○仁； 普考 機械工程 余○緯； 普考 機械工程 高○倫  
 高考 電力工程 許○騰； 普考 電力工程 郭○宗； 普考 電力工程 陳○萱； 普考 電子工程 郭○謙； 普考 機械工程 官○麟； 普考 機械工程 應○宏  
 高考 電力工程 莊○鈞； 普考 電力工程 孫○勝； 高考 電子工程 蔡○典； 普考 電子工程 賴○憲； 普考 機械工程 廖○瑄； 普考 機械工程 黃○吉  
 高考 電力工程 王○宏； 普考 電力工程 蔡○祐； 高考 電子工程 周○明； 普考 電子工程 林○陞； 普考 機械工程 陳○宏； 普考 機械工程 盧○方  
 普考 電力工程 蔡○祐； 普考 電子工程 周○明； 普考 電子工程 林○陞； 普考 機械工程 賴○儒； 普考 機械工程 張○傑

版面有限 無法一一刊登

三、在無線數位通訊系統傳送數位訊息，一般多將訊息透過調變 (modulation) 成為符元 (symbol) 再做傳送。(每小題 10 分，共 20 分)

(一) 試說明何謂訊號調變？

(二)試說明為何一般數位通訊系統對訊息要做調變至載波中後再做傳送？

1. 《考題難易》★★：簡單
2. 《破題關鍵》：調變 (modulation)
3. 《使用法條》or 《學說文章》or 《重要爭點》：What and why modulate?

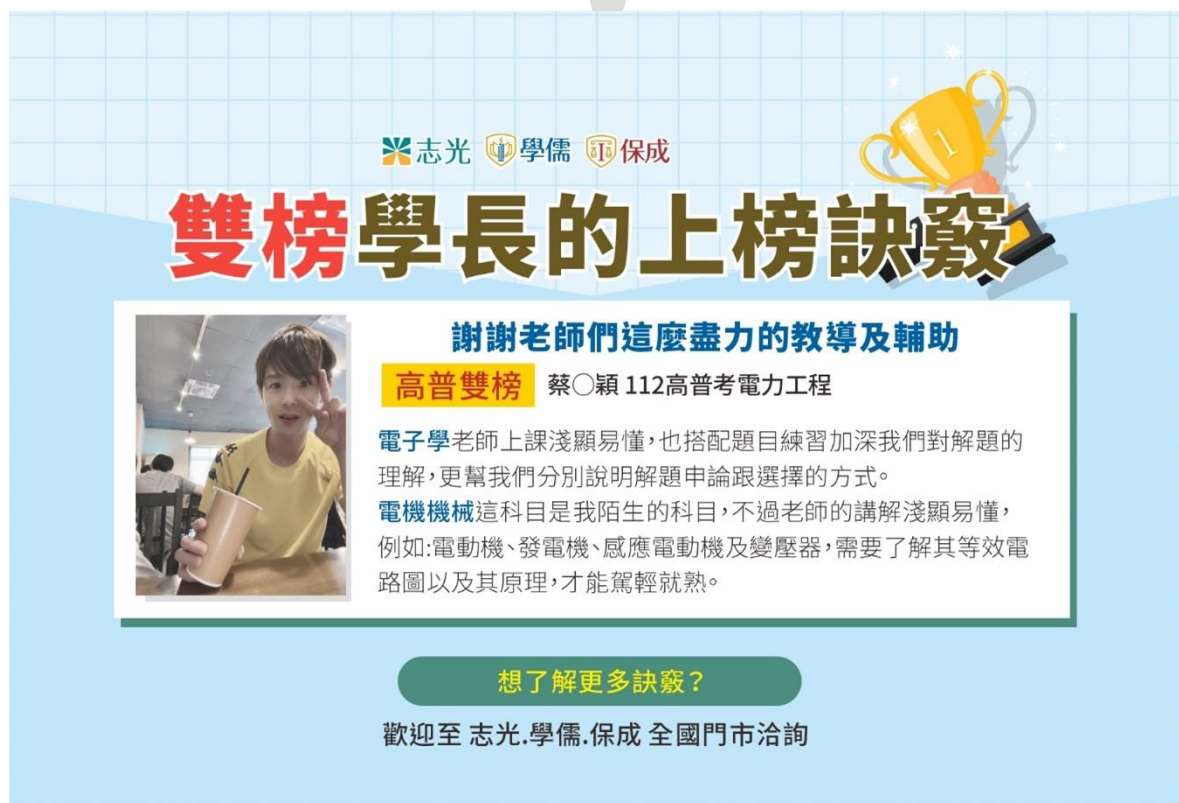
【擬答】

(一)調變器位於通信系統的發射部分，會有載波(Carrier)信號加入，載波信號是頻率極高的連續波 (continuous wave, 簡稱 CW)，其任務在於攜帶所欲傳送之訊息。訊息本身通常並不適合在通道中傳送，調變(Modulation)即是一種讓訊息適合於在通道中傳送的過程，執行調變工作的裝置則稱為調變器，信息經過調變之後稱為已調變信號(Modulated signal)。

(二)由電波理論可知，當頻率愈高時信號衰減的愈劇烈，換言之，若兩個基地台發射相同功率的信號，但使用不同頻率的載波，則頻率高者其涵蓋範圍愈小。因此不禁要問：為何要如此麻煩進行調變？為何不直接傳送基頻訊號？其理由歸納如下：

1. 天線尺寸的考量：

根據天線理論，天線尺寸應與電波之波長相當，才能有效的發射與接收電波，因此當載波頻率愈高所需之天線尺寸愈小( $c = f\lambda = 3 \times 10^8 \text{ m/sec}$ )，若以基頻訊號傳送所需之天線將大到無法實現。



志光 學儒 保成

## 雙榜學長的上榜訣竅

謝謝老師們這麼盡力的教導及輔助

**高普雙榜** 蔡○穎 112高普考電力工程

電子學老師上課淺顯易懂，也搭配題目練習加深我們對解題的理解，更幫我們分別說明解題申論跟選擇的方式。

電機機械這科目是我陌生的科目，不過老師的講解淺顯易懂，例如：電動機、發電機、感應電動機及變壓器，需要了解其等效電路圖以及其原理，才能駕輕就熟。

想了解更多訣竅？

歡迎至 志光.學儒.保成 全國門市洽詢

2. 硬體的限制

信號之低頻與高頻的比值愈小，則硬體愈易實現，且品質愈好，舉例而言，語音訊號之範圍為 300~3000Hz，則其比值為 1：10，若將信號調變至一般行動通訊 800MHz 之載波上，則其範圍變為  $8 \times 10^8 + 300 \sim 8 \times 10^8 + 3000 \text{ Hz}$ ，其比值約為 1：1。

3. 性能的考量

若我們發現在某段頻譜之雜訊或干擾信號之功率較低，則可將訊號搬移到此頻段，亦即使用此頻段作為載波之頻率進行調變，如此可使得訊雜比(Signal-to-noise power ratio, 簡稱 SNR)增加，錯誤率降低

4. 多工(multiplexing)的考量

在現今通訊環境中，通訊負荷日益加重，為增加系統之容量(capacity)以及避免不同用戶之間互相干擾，可將不同用戶的信號放在不同的載波上(分頻多工，FDMA)

四、給定一調頻調變器 (FM Modulator) 輸出訊號為  $x(t) = 2\cos(2\pi f_c t + \varphi(t))$ ，其中  $\varphi(t) = 2\pi f_d \int_0^t m(\alpha) d\alpha$ ， $f_d = 50\text{HZ/V}$ 。

假設輸出訊號  $m(t) = \begin{cases} 0.25, & 3.5 \leq t \leq 4.5 \\ 0, & \text{其他時刻} \end{cases}$ 。(每小題 5 分，共 20 分)

- (一)請計算出相位偏移 (Phase Deviation) 以弧度 (Radians) 表示。
- (二)以赫茲 (Hertz) 計算出頻率偏移 (Frequency Deviation)。
- (三)以赫茲表示出峰值頻率偏移 (Peak Frequency Deviation)。
- (四)計算出此調變器的輸出功率。

1. 《考題難易》★★★：普通
2. 《破題關鍵》：相位偏移，頻率偏移
3. 《使用法條》or《學說文章》or《重要爭點》：

(1)  $\varphi(t) = 2\pi f_d \int_0^t m(\tau) d\tau$

(2)  $\Delta f = \frac{1}{2\pi} \frac{d\varphi(t)}{dt}$

【擬答】

(一)相位偏移 =  $\varphi(t) = 2\pi f_d \int_0^t m(\tau) d\tau = 2\pi 50 \int_{3.5}^{4.5} 0.25 d\tau = 25\pi$  radian

(二)頻率偏移 =  $\Delta f = \frac{1}{2\pi} \frac{d\varphi(t)}{dt} = f_d m(t)$  Hz

(三) Peak Frequency Deviation = 12.5 Hz

(四)  $P_r = \frac{1}{2} A_c^2 \sum_{n=-\infty}^{\infty} J_n^2(\beta) \approx \frac{1}{2} A_c^2 = 2W$

志光 學儒 保成

# 工科上榜養成規劃

- 法科架構班**  
結合實務例子  
建構法科概念
- 扎實正規班**  
完整堂數  
循序漸進
- 獨家 進階課程**  
圖解階段複習  
解題技巧灌輸
- 工科全科班**  
公職+國營  
一次到位
- 主題題庫班**  
主題教學  
考點分析
- 精華總複習**  
掌握考點  
增強實力
- 全真模擬考**  
比照真實考試  
檢視應考實力
- 考前關懷講座**  
名師最終提點  
觀念更加清晰

詳細課程內容，歡迎至志光學儒保成全國門市洽詢

五、無線通訊系統傳送基頻訊號透過射頻無線電波之載波在大氣中來傳送。(每小題 10 分，共 20 分)

(一)考慮電磁波衰減的特性，若要達到相同的通訊品質，則比較高頻載波發射系統或低頻載波發射系統，何者需要較多的發射能量？

(二)考慮多天線陣列的天線單元間距，比較高頻載波發射系統或低頻載波發射系統，何者需要的天線單元間距較小？

1. 《考題難易》★★★：普通

2. 《破題關鍵》：電磁波衰減，多天線陣列，取樣定理

3. 《使用法條》or《學說文章》or《重要爭點》：

$$\begin{aligned} PL(\text{in dB}) &= 10\log_{10}\left(\frac{P_t}{P_r}\right) = 20\log_{10}\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) = 20\log_{10}\left(\frac{4\pi df}{c}\right) \\ (1) \quad &= 92.45 + 20\log_{10} d(\text{Km}) + 20\log_{10} f(\text{GHz}) \\ &= 32.45 + 20\log_{10} d(\text{Km}) + 20\log_{10} f(\text{MHz}) \end{aligned}$$

$$(2) \quad d \leq \frac{\lambda}{2}$$

【擬答】

(一)由電波理論可知，當頻率愈高時信號衰減的愈劇烈，自由空間之路徑損失為：

$$\begin{aligned} PL(\text{in dB}) &= 10\log_{10}\left(\frac{P_t}{P_r}\right) = 20\log_{10}\left(\frac{4\pi d}{\lambda}\right) = 20\log_{10}\left(\frac{4\pi df}{c}\right) \\ &= 92.45 + 20\log_{10} d(\text{Km}) + 20\log_{10} f(\text{GHz}) \\ &= 32.45 + 20\log_{10} d(\text{Km}) + 20\log_{10} f(\text{MHz}) \end{aligned}$$

換言之，若要達到相同的通訊品質，則比較高頻載波發射系統需要較多的發射能量。

(二)由(空間)取樣定理可知天線陣列的天線單元間距  $d$ ，必須小於  $\frac{\lambda}{2}$ 。再由  $c = f\lambda = 3 \times 10^8 \text{ m/sec}$  可知比較高頻載波發射系統需要的天線單元間距較小

志光×學儒×保成 穩佔高普 穩穩上榜 做你的神兵利器

## 高普考進階課程

階梯式課程設計 鞏固考取實力

### ■ 理論建構縱向連貫

- 01 基礎班
- 02 考前總複習班
- 03 多循環正規班

### ■ 知識運用橫向整合

- 04 申論作答班
- 05 測驗常考易錯

依各區規劃為主，請洽全國門市

志光 學儒 保成

高普考 雙榜學長高分上榜的秘密

# 工科題庫班

**解析** 題目觀念  
精選易錯題型  
加強觀念解析

**強化** 解題技巧  
以題目授課  
加強應考實力

**增快** 答題速度  
加強快速審題  
增加取分機會



電子學考題的多樣性太過豐富,因此讓我慶幸有**題庫班**的存在。當讀完課程並複習完後初次寫電子學考古題仍舊讓我難以著手,透過**題庫班**的課程整理出各單元的解題方式才稍微能夠下筆。

許O軒 112高考電力工程 全國狀元 | 112普考電力工程 全國榜眼

# 職王