

# 通話錄音 (有線電視) 能力評估訓練教材 認識頻譜分析儀

編號：SEC-CTV0307

編者：呂海涵

審稿者：莊謙本

主辦單位：行政院勞工委員會職業訓練局

刊製單位：中華人民職業訓練研究發展中心

印製日期：九十年十一月

## 單元 SEC-CTV0307 學習指引

在學習通信電子課程時，將會接觸到許多的量測儀器，因此本單元將教你認識頻譜分析儀，讓你懂得頻譜分析儀的操作，使你在做頻譜的相關量測時能夠輕鬆地操作。

## 引言

當我們測量一信號的頻譜，例如：量測信號位準、失真（交互調變、諧波）、頻寬、頻率及電視系統相關的特性量測...等等。這些測量如使用頻譜分析儀來幫助我們量測，是最佳的量測儀器。如能夠懂得操作頻譜分析儀，將會帶給你很多的方便。因此本單元你將學習使用頻譜分析儀的相關操作。

## 定義

### 頻譜分析儀

係指信號的表示是以波形的頻率的方式來表示，它是頻率的函數，稱為頻率頻域，頻域所表示的信號稱為頻譜。其功能是在頻域裡顯示輸入信號的特性，諧波成份如諧波失真、信號調變如三次交互調變(Third-order intermodulation)以及頻率分佈(spectral occupancy)，而在頻率頻域表示及量測是以頻譜分析儀為最佳的儀器。

## 學習目標

- 一、在沒有人的指導下，你能夠熟悉頻譜分析儀的各項特性。
- 二、在沒有人的指導下，你能夠懂得頻譜分析儀的功能及按鍵基本操作。
- 三、在沒有人的指導下，你能夠學習如何利用頻譜分析儀來量測信號。

## 學習活動

本單元之學習活動包括相關知識及實際操作，你對頻譜分析儀的認識與學習可以由下列之二條途徑去學習求知。

- 一、閱讀本教材。
- 二、閱讀下列參考書籍：
  - （一）林崧銘編著，1995年，有線電視實習，全華科技圖書股份有限公司，3-2頁~3-22頁。
  - （二）8591C的使用手冊。

## 本教材的第一個學習目標是

熟悉頻譜分析儀的各項特性。

---

假如你認為能夠勝任上述目標之要求，請翻至第 15 頁做學習評量。假如你需要更多學習的話，請翻到下一頁。

## 頻譜分析儀

頻譜分析儀依照信號的處理方式的不同，其種類有三種類型：(一)即時頻譜分析儀(Real time spectrum analyzer)、(二)傅立葉轉換頻譜分析儀(Fourier transform spectrum analyzer)、(三)掃描調諧式頻譜分析儀(Swept tuned spectrum analyzer)，最常用的頻譜分析儀是掃描調諧式頻譜分析儀又稱超外差式頻譜分析(Superheterodyne spectrum analyzer)為最普遍，其因在考慮頻率解析度，速度，加強感度和頻率範圍以及價格上較為優。

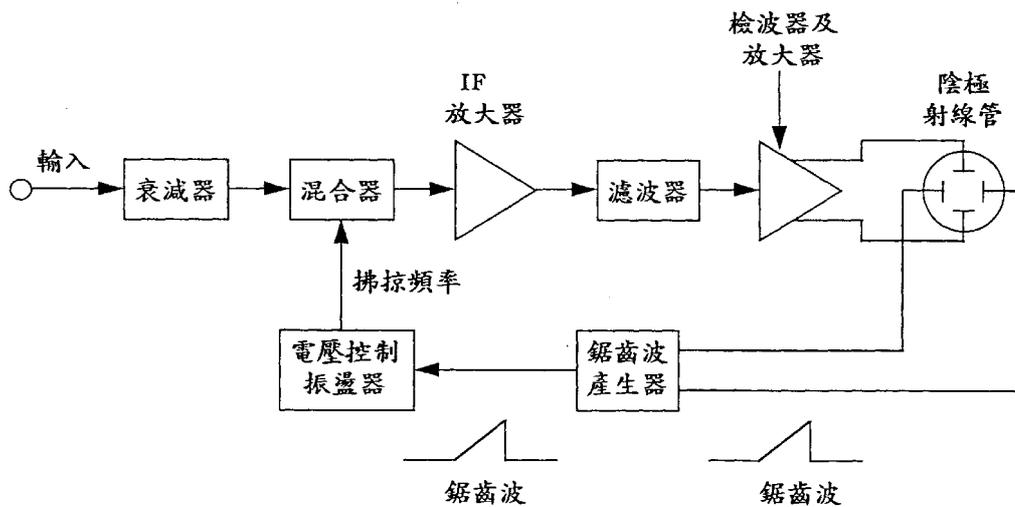


圖 1 頻譜分析儀之方塊圖

圖 1 頻譜分析儀之方塊圖，從圖中得知輸入信號經由衰減器接至混波器(MIXER)，電壓控制振盪器(本地振盪)經與 CRT (陰極射線管) 同步的鋸齒波產生器產生隨時間作線性變化的振盪信號，經混波器與輸入信號混波後的中頻信號再傳送到 CRT (陰極射線管) 的垂直方向板，因在此 CRT (陰極射線管) 的水平軸顯示信號振幅與頻率的對應關係，輸入信號、本地振盪器輸出信號與中頻信號三者的頻率數學關係式子如下：

$$f_{\text{signal}} = f_{\text{Local}} + f_{\text{IF}}$$

其中  $f_{\text{signal}}$  = 輸入信號的頻率(Hz)

$f_{\text{Local}}$  = 本地振盪器的輸出信號的頻率(Hz)

$f_{\text{IF}}$  = 中頻放大器的頻率(Hz)

一般本地振盪器輸出信號的頻率均高於中頻放大器的頻率，本地振盪器輸出信號的頻率可被調整在諧振波的頻率，亦即

$$f_{\text{signal}} = n f_{\text{Local}} \pm f_{\text{IF}} \quad \text{其中 } n = 1, 2, 3, \dots$$

請翻到下一頁。

因混波器(Mixer)是一非線性裝置，它的輸出不僅是 $f_{\text{Local}}$ 與 $f_{\text{IF}}$ 信號之差，同時還有它的和信號以及原頻率的各種諧波成份，故在 IF 放大器之後加上一個帶通濾波器(BPF)以濾掉( $f_{\text{Local}} \pm f_{\text{IF}}$ )以外的信號。

頻譜分析儀的顯示部份，其垂直軸是表示波幅的大小。一般的刻度有線性(Linear)或對數(log)兩種表示，在線性刻度是校準於電壓(Volts)，而對數刻度校準於 dB，一般單位多使用 dBm 或 CATV 目前常用的 dBmV 或 dB $\mu$ V。

今日的頻譜分析儀有內建微電腦(Microprocessor)可允許在線性或對數刻度上選擇任何波幅單位 dBm、dBmV、dB $\mu$ V 或 Volts、Watts，沒有內建微電腦者，它只能提供 1 種單位，標準為 dBm。

### dB, dBmV & dBm

$$\bullet \text{ dB} = 10 \log \frac{P_1}{P_2} = 10 \log \frac{\frac{V_1^2}{R}}{\frac{V_2^2}{R}} = 10 \log \frac{V_1^2}{V_2^2} = 20 \log \frac{V_1}{V_2}$$

• 0dBmV：跨越75 $\Omega$ 之參考信號位準，其電壓為1mV

• 0dBm：參考信號位準其功率為1mW

$$\bullet 0\text{dBmV} = \frac{V^2}{R} = \frac{(0.001)^2}{75} = 0.0133\mu\text{W}$$

$$\text{dBmV} = 10 \log \frac{P(\text{measured})}{0.0133\mu\text{W}} = 20 \log \frac{V(\text{measured})}{1\text{mV}}$$

$$0\text{dBm} = 10 \log \frac{0.001\text{W}}{0.0133\mu\text{W}} = 48.76\text{dBmV}$$

e.g. 10dBmV + 20dB = 30dBmV

5dBmV - 10dBmV = -5dB

-10dBm = (-10 + 48.76)dBmV = 38.76dBmV

一、面板特性：

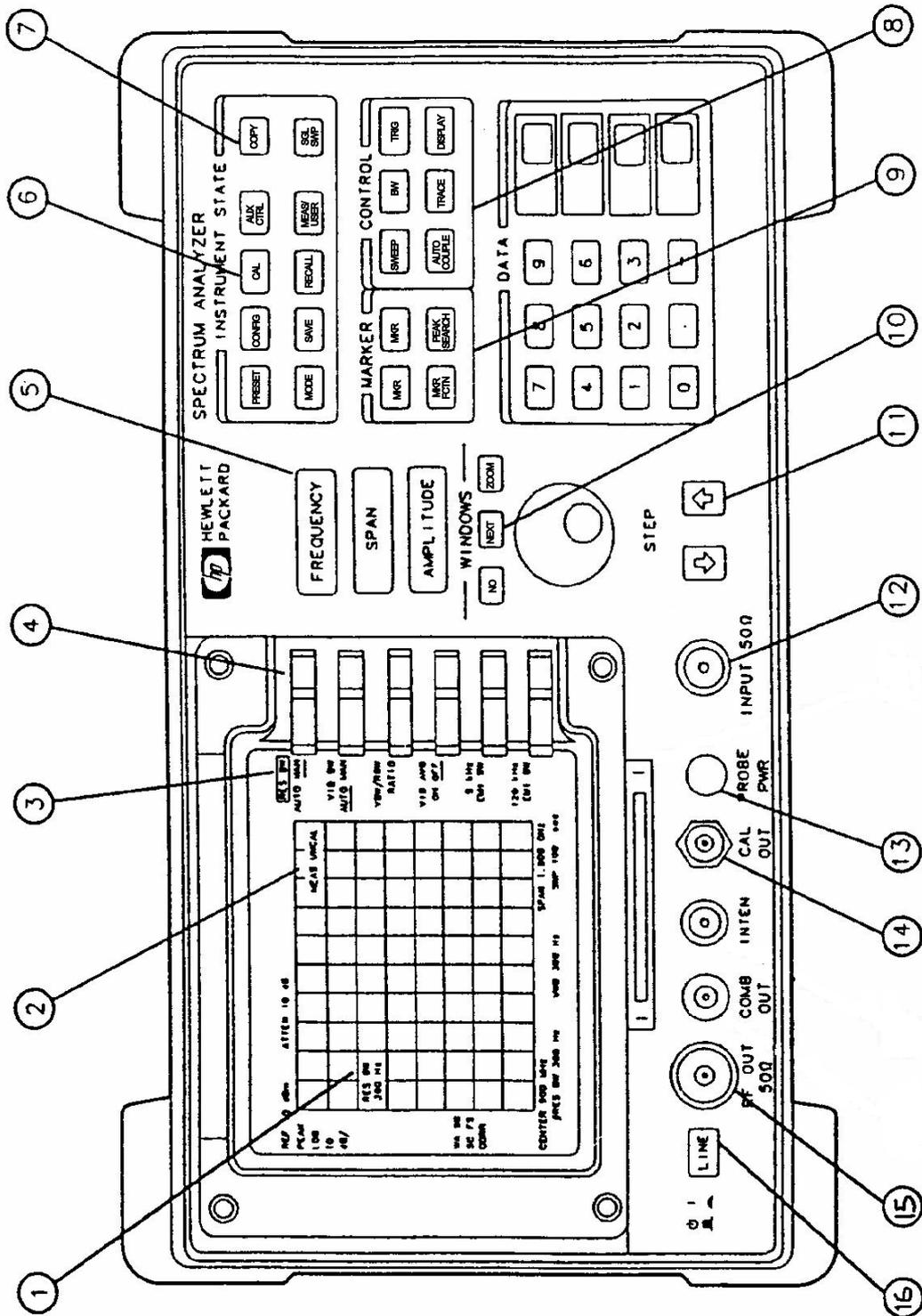


圖 2 面板

## ◆ 面板

- (1) 使用中功能區塊是螢幕上的空間，可顯示目前使用中的功能。
- (2) 訊息區塊在螢幕上會出現 **MEAS UNCAL** 和星號 ( \* ) 的空間，如果出現星號的話，表示螢幕上的功能正在進行。
- (3) 軟鍵標記是位於螢幕上無標註按鍵旁邊的註解。在頻譜分析儀的面板上，大部分加上標註的按鍵（也稱為面板按鍵）可以取得相關軟鍵的功能表。
- (4) 軟鍵是鄰接在螢幕旁邊沒有標註的按鍵。
- (5) **FREQUENCY**、**SPAN** 和 **AMPLITUD** 為啟動頻譜分析儀基本功能的三個大型黑灰色按鍵，按下按鍵可以取得個別的功能表。
- (6) INSTRUMENT STATE 功能會影響整部頻譜分析儀的狀態。透過這些按鍵，可以取得自我校驗例行程式和特殊功能的功能表。以下我們將對各鍵稍作解說：綠色的 **PRESET** 鍵可以將頻譜分析儀重設為已知狀態 **MODE** 鍵除了可以取得頻譜分析儀目前的操作模式外，還可讓您變更頻譜分析儀的狀態，進入任何可用的操作模式。**SAVE** 和 **RECALL** 可儲存或重取記憶卡的軌跡、狀態、限制線表、振幅修正因數與程式。
- (7) **COPY** 按鍵可列印或繪製螢幕上的資料。
- (8) **CONTROL** 功能，可以取用功能表，讓您調整解析頻寬、掃描時間，儲存或操縱軌跡資料，並且控制儀器的顯示器。
- (9) **MARKER** 功能可用來控制游標。隨著頻譜分析儀的軌跡，可讀出頻率和振幅自動定出最高振幅的訊號，並保持此訊號在螢幕中央的游標位置。（在第 23 頁中將有較詳細介紹）
- (10) **WINDOWS** 鍵可用來啟動視窗顯示模式。
- (11) **DATA** 鍵、**STEP** 鍵和旋鈕可讓您改變執行功能的數值設定。
- (12) **INPUT 75 Ω** 是頻譜分析儀的信號輸入端。
- (13) **PROBE PWR** 可提供高阻抗交流電測試棒或其他的附件的電源。
- (14) **CAL OUT** 可在 -20dBm 狀況下提供 300MHz 的校準信號。
- (15) **RFOUT 75 Ω** 可作為內置式追蹤信號產生器的來源輸出。
- (16) **LINE** 可開啟或關閉儀器。儀器接上電源之後，請讓儀器的溫度維持穩定，以得到最佳的量測結果。

二、背板特性：

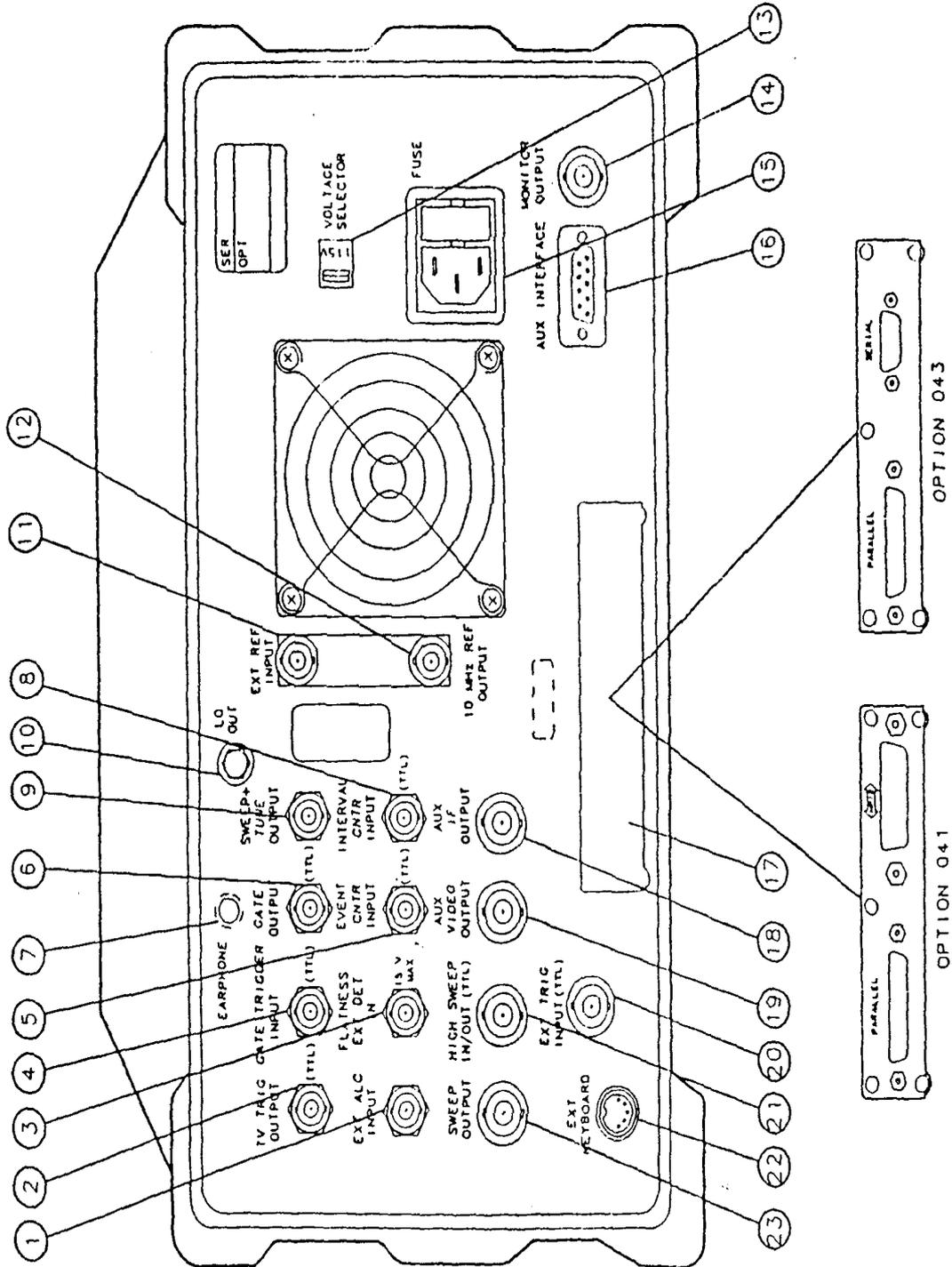


圖3 背板

**◆背板**

- (1)~(8) 依據各家使用者所須之功能，而給予裝置。
- (9) SWEEP + TUNE OUTPUT 提供一個電壓斜坡而此數據與頻譜分析儀展頻 (0 到 10V) 加上 LO 調頻電壓的總和成比例。
- (10) LO OUT 提供第一級 LO 的輸出；而此輸出與頻譜分析儀調制的頻率成正比。
- (11) EXT TRIG INPUT(TTL)可接收外部電壓輸入的正邊緣狀況，此外部電壓可以觸發頻譜分析儀內部的掃描源。
- (12) 10MHz REF OUTPUT 可提供 10MHz 極小值 0dBm，並以時間為基礎的參考為準。
- (13) VOLTAGE SELECTOR 選擇所使用的電源；115V 或 230V。
- (14) MONITOR OUTPUT 可利用 15.7KHz 水平同步速率的信號來驅動外部的監視器。另外，選擇可以切換成 NTSC 的格式輸出，此種格式與 VHS 錄影機的格式相容；或著，切換成與 PAL/SCAM 錄影機相容的 PAL 格式。
- (15) 功率輸入是電源線的來源輸入。請確定電源線的插座具備保護用的接地接觸。
- (16) AUX INTERFACE 提供九針的“D”超小型接頭，以控制外部的元件。  
注意：再將 AUX INTERFACE 接頭連接到外部元件之前，請關閉頻譜分析儀，如果沒有遵照這項規定，可能會造成出廠修正常數的消失。再使用接頭時請不要超過+5V 供電的電流限制。切勿將 AUX INTERFACE 作為視頻監視器的介面使用。
- (17) 介面接頭，為選擇性介面裝置。
- (18) AUX IF OUTPUT 為 75Ω；21.4MHz IF 輸出，這個輸出視頻譜分析儀射頻輸入的下變頻訊號(down-converted signal)。振幅修正因素並未應用到信號上。
- (19) AUX VIDEO OUPUT 提供與垂直軌跡偏移成比例的檢測視頻輸出(在類比轉換數位之前)。輸出從 0V 到 1V 不等。另外，振幅修正因素並未應用到信號上。
- (20) EXT TRIG INPUT (TTL) 可接受外部電壓輸入的正緣狀況，此外部電壓可以觸發頻譜分析儀內部的掃描源。
- (21) HIGH SWEEP IN/OUT(TTL)可用來指出頻譜分析儀何時進行掃描，或著何時接地已停止掃描。
- (22) EXT KEYBOARD 接頭，隨選項的介面接頭一起附上。
- (23) SWEEP OUT 是用來提供與掃描合頻譜分析儀展頻(0~10V)成比例的電壓諧波。

三、螢幕註解：

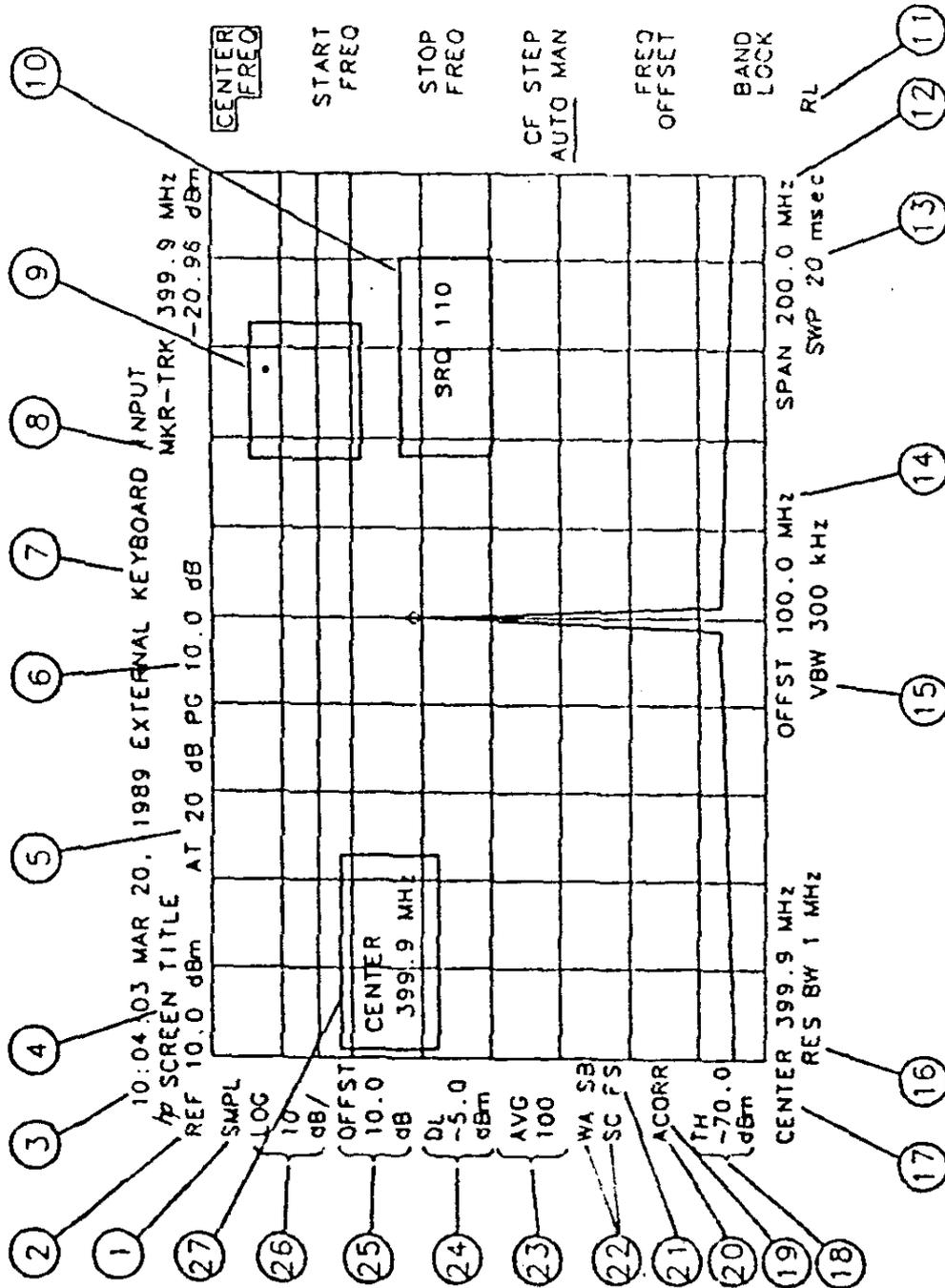


圖 4 螢幕註解圖

表一 為螢幕註解

項目	說明	功能鍵
1	檢波器模式	DETCOR SMP PK
2	參考位準	REF LVL
3	顯示時間和日期	Time Date
4	螢幕標題	Change Title
5	射頻衰減	ATTEN AUTO
6	前置放大器的增益	EXTERNAL PREAMPG
7	外部鍵盤項目	
8	游標讀數	<b>MKR</b> 、 <b>MKR-&gt;</b> 、 <b>MKR FCTN</b> 或 <b>PEAK SEARCH</b>
9	未校準的量測或正在執行功能的訊息	<b>AUTO COUPLE</b>
10	請求服務	
11	遠程操作	
12	頻率跨距或中止頻率	<b>SPAN</b> 、STOP FREQ
13	掃描時間	SWP TIME AUTO MAN
14	頻率偏移	FREQ OFFSET
15	視訊頻寬	VID BW AUTO MAN
16	解析頻寬	RES BW AUTO MAN
17	中心頻率或起始頻率	CENTER FREQ、START FREQ
18	臨限	THRESHLD ON OFF
19	修正因素	CORRECT ON OFF
20	振幅修正因素	
21	觸發器	<b>TRIG</b>
22	軌跡模式	<b>TRACE</b>
23	視訊均化	VID AVG ON OFF
24	顯示線	DSP LINE ON OFF
25	振幅偏移	REF LVL OFFSET
26	振幅比例	SCALE LOG LIN
27	使用中功能區塊	

備註：

在表一中，第 21 項為觸發器和頻譜分析儀的掃描模式。第一個文字(“F”)指出頻譜分析儀處於自發觸發模式(free-run trigger mode)。第二個文字(“S”)指出頻譜分析儀處於單一掃描模式。

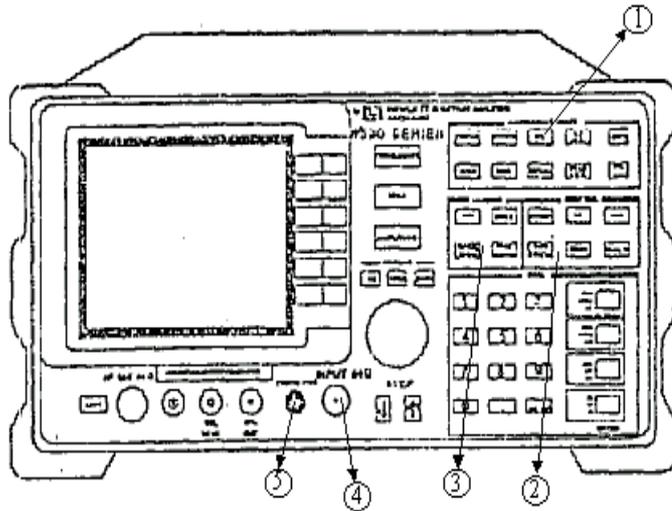
第 22 項為頻譜分析儀軌跡模式。第一個文字(“W”)指出頻譜分析儀位於清除寫入模式(clear-write mode)。第二個文字(“A”)代表軌跡 A。軌跡 B 的軌跡模式以”SB”表示，指出軌跡 B(“B”)處於儲存空白(store-blank)模式(“S”)。軌跡 C 的軌跡模式註解則顯示在軌跡 A 的模式註解下。軌跡 C 的軌跡模式為”SC”，表示軌跡 C(“C”)位於儲存空白模式(“S”)。

**學習評量一**

請不要參閱資料或書籍，在下列各題前之空格寫出正確的答案。

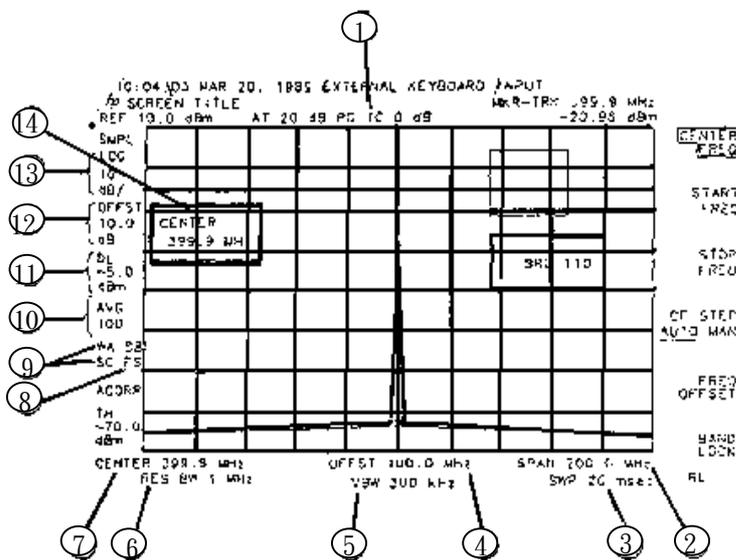
一、簡答題：

(一) 請敘述面板中的各項功能：(44%)



- ① INSTRUMENT STATE 功能區
- ② CONTROL 功能區
- ③ MARKER 功能區
- ④ INPUT 75Ω
- ⑤ PROBE PER

(二) 請敘述螢幕註解中的各項功能：(56%)



螢幕註解圖

- ① PG 10.0 dB
- ② SPAN 200.0 MHz
- ③ SWP 20 msec
- ④ OFFST 100.0 MHz
- ⑤ VBW 300 kHz
- ⑥ RES BW 1 MHz
- ⑦ CENTER 399.9 MHz
- ⑧ Sa FS
- ⑨ WA SC
- ⑩ AVG 100
- ⑪ DL -5.0 dBm
- ⑫ OFFST 10.0 dB
- ⑬ LOG 10 dB
- ⑭ CENTER 399.9 MHz

CENTER  
399.9 MHz

## 學習評量一答案

### 一、簡答題：

(一) 請敘述面板中的各項功能：(44%)

- 答：1. **INSTRUMENT STATE** 功能會影響整部頻譜分析儀的狀態。透過這些按鍵，可以取得自我校驗例行程式和特殊功能的功能表。以下我們將對各鍵稍作解說：綠色的 **PRESET** 鍵可以將頻譜分析儀重設為已知狀態 **MODE** 鍵除了可以取得頻譜分析儀目前的操作模式外，還可讓您變更頻譜分析儀的狀態，進入任何可用的操作模式。**SAVE** 和 **ERCALL** 可儲存或重取記憶卡的軌跡、狀態、限制線表、振幅修正因數與程式。
2. **CONTROL** 功能，可以取用功能表，讓您調整解析頻寬、掃描時間，儲存或操縱軌跡資料，並且控制儀器的顯示器。
3. **MARKER** 功能可用來控制游標。隨著頻譜分析儀的軌跡，可讀出頻率和振幅自動定出最高振幅的訊號，並保持此訊號在螢幕中央的游標位置。
4. **INPUT 75 Ω** 是頻譜分析儀的信號輸入端。
5. **PROBE PWR** 可提供高阻抗交流電測試棒或其他的附件的電源。

(二) 請敘述螢幕註解中的各項功能：(56%)

- 答：1. 前置放大器的增益
2. 頻率跨距或中止頻率
3. 掃描時間
4. 頻率偏移
5. 視訊頻寬
6. 解析頻寬
7. 中心頻率或起始頻率
8. 觸發器
9. 軌跡模式
10. 視訊均化
11. 顯示線
12. 振幅偏移
13. 振幅比例
14. 使用中功能區塊

恭喜你，在你熟悉了頻譜分析儀的各項特性後，而且能確定地知道面板上所有按鍵的初步概念，再下一個學習目標我們將告訴你，各按鍵的基本功能和操作。

### **本教材的第二個學習目標是**

懂得頻譜分析儀的功能及按鍵基本操作。

---

假如你認為能夠勝任上述目標之要求，請翻至第 25 頁做學習評量。假如你需要更多學習的話，請翻到下一頁。

## 功能表與軟鍵

標註為 FREQUENCY、CAL 和 MKR 的鍵都是屬於面板的按鍵。按下面板的按鍵，大都可以顯示在螢幕右邊的功能表。這些功能表稱為軟鍵功能表。

軟鍵功能表所列的功能是無法直接從面板按鍵取得的功能。如要啟動軟鍵功能表上的功能。請按下螢幕註解右邊未加標記的按鍵。這些位於顯示螢幕註解旁邊未加標記的按鍵，我們稱之為軟鍵。

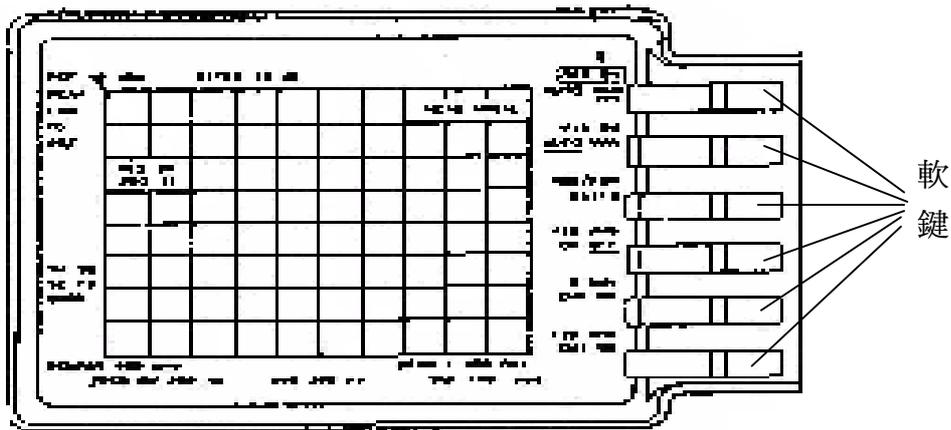


圖 5 軟鍵圖

### 一、軟鍵功能：

面板的按鍵的表示方式是在按鍵周圍以框線框住，如：AMPLITUDE

至於軟鍵，則是在按鍵標記上以陰影方式顯示，如：REF LVL。所顯示的軟鍵決定於你所按的面板按鍵，以及啟動的功能表層次。

如果軟鍵的功能值可以改變，則稱為使用中功能。使用中的功能標記會以反白方式顯示。如：按下AMPLITUDE之後，螢幕上將會出現與振幅功能有關的軟鍵功能表。請注意以反白標示的 REF LVL 功能。此外，REF LVL 也會出現在使用中的功能區塊內，表示它是使用中的振幅功能，而且可以藉由任一資料項控制方式改變功能。

軟鍵如有標有 ON 和 OFF 記號，則你可以使用該軟鍵啟動或關閉選定的功能。如需開啟功能，請按下軟鍵，則 ON 字上會出現底線。如需關閉功能，請按下軟鍵，則 OFF 字上會出現底線。如：將示範 ON 或 OFF 軟鍵的功能如何加上註解：VID AVG\_ON OFF (ON)。

標有 AUTO 或 MAN 記號功能，可自動耦合或手動方式改變數值。透過軟鍵使 MAN 字樣加上底線後，表示功能數值設定可以透過人工方式進行，這時就可以利用數字輔助鍵組、旋鈕或不進按鍵設定資料。若需自動耦合功能，請按軟鍵，則 AUTO 字上會出現底線。如：將示範 AUTO 或 MAN 軟鍵的功能如何加上註解：ATTEN AUTO MAN (AUTO)。

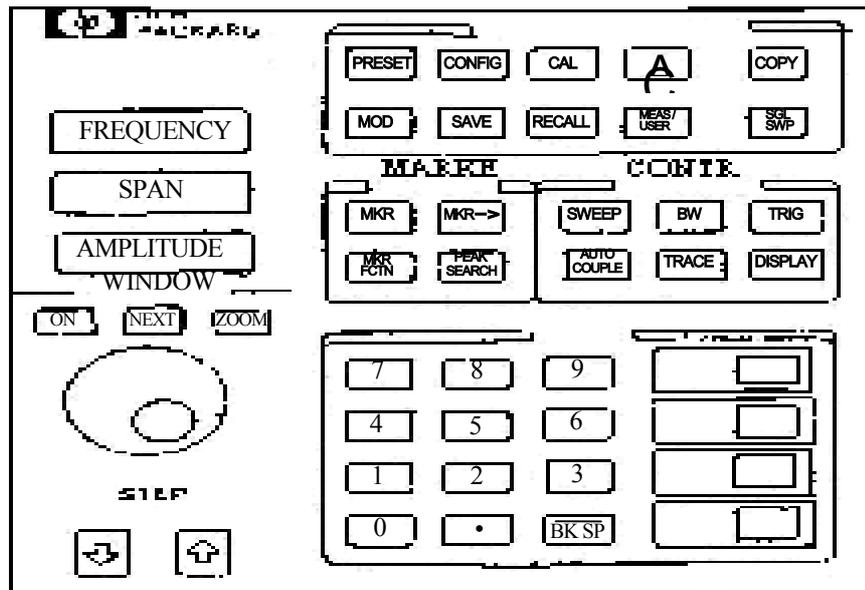


圖 6 硬鍵圖

## 二、硬鍵功能：

### ◎頻率控制(Frequency Control)

**FREQUENCY** 鍵，通常決定掃描頻率範圍的中心，視為頻率的中心頻率(center frequency)，作為參考點，同時也可以設定頻率掃描的起始點，以螢幕左下角(橫軸)為起始點，稱為起始頻率(starting frequency)。

按下 **FREQUENCY** 鍵。CENTER 將出現在螢幕的左邊，表示中心頻率的功能正在使用中。CENTER FREQ 軟鍵標記呈反白顯示，表示中心頻率為使用中的功能。使用中的功能區塊是螢幕上方格之內的空间，而中心頻率的訊息就出現在這個方格內。所以出現在這個區域內的功能表示目前正在使用：您將可以透過旋鈕、步進按鍵或數字/單位鍵盤來改變數值。利用 DATA 按鍵按 300**MHZ**，將中心頻率設定為 300MHz。當然，您可以使用旋鈕或步進按鍵設定此中心頻率。

## ◎展頻控制(Span Control)

**SPAN** 鍵，是調整頻譜的寬度，而它是藉由控制本地振盪器掃描的寬度來達成，就以設定水平軸為多少 KHz或多少 MHz 的間隔以決定整個頻率擴展，假若你設定 Span/div 為 6MHz/div，則螢幕掃描的頻譜即為  $10\text{div} \times 6\text{MHz} = 60\text{MHz}$ ，且依據中心頻率的設定值，如設 321MHz，則頻譜分析儀將從 318MHz 掃描至 324MHz。按下 **SPAN** 鍵。此時，使用中的功能區塊將出現 SPAN 字樣，而 SPAN 軟鍵的標記將以反白方式顯示，表示該功能正在使用中。請您利用旋鈕、**↓** 鍵或 **20MHz** 等方式，將展頻降低為 20MHz。

## ◎振幅控制(Amplitude Control)

**AMPLITUDE** 鍵，是決定掃描振幅的範圍(Ref Amplitude)作為參考位準，同時也可以設定振幅掃描的起始點，以螢幕左下角(縱軸)為起始點(scale log)。當信號的峰值沒有出現在螢幕上時，就可能需要調整螢幕上的振幅位準。請按下 **AMPLITUDE** 鍵。REF LEVEL 0 dBm 將出現在使用中的功能區塊內。REV LEVEL 軟鍵標記會呈反白顯示，表示目前使用的功能為參考位準。參考位準為顯示幕頂端的方格線，設定為 0.0dBm。改變了參考位準的數值就等於改變了頂部方格線的振幅位準。

## ◎解析頻寬控制(RES BW Control)

**BW** 鍵，RES BW 是解析信號的頻寬，也決定分析儀對脈衝狀信號對雜音的響應，理想情況，RBW 濾波器必須非常窄以便忠實地描繪信號頻譜形狀和分解間隔非常靠近的信號；為了保持合理的掃描速度，解析頻寬(RBW)必須跟著 Span 增加而增加，除非特別需求而有例外，解析頻寬(RBW)應保持在 Span 之 1/50 至 1/10 倍。影像濾波器控制(Video Filter Control)是一個檢波之後的濾波器(又稱為雜音平均化濾波器)，主要是用於降低顯示頻譜雜音至它的平均值，當影像濾波控制(Video Control)與解析頻率(RBW)和掃描空間配合時，許多分析儀能自動地選擇影像濾波器的頻寬，AUTO 是為此控制而正常設定的。

例如：以 100kHz 的分頻解析兩個等振幅的信號

- (一) 若要以 100kHz 的分頻解析兩個信號，請將校準信號和信號源連接到頻譜分析儀的輸入端，如圖下所示。(如果可以的話，可使用兩個信號源)。

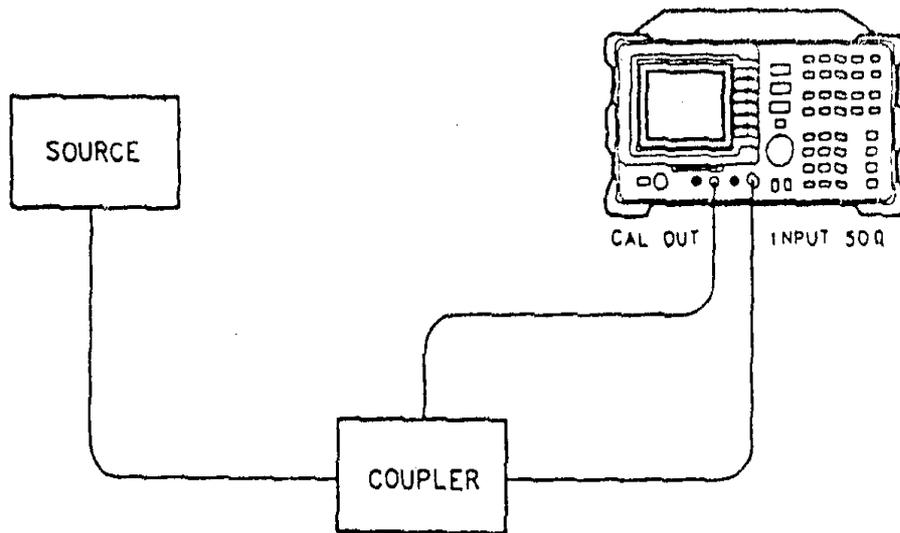


圖 7 得到兩個信號的設定方法

- (二) 如果您要使用 300MHz 校準信號，請設定來源頻率為 100kHz，大於校準信號(亦即 300.1MHz)。兩個信號的振幅應大約為-20dBm。
- (三) 按下頻譜分析儀的 **PRESET**。並按 **FREQUENCY** 300 **MHz**、**SPAN** 2 **MHz** 和 **BW** 300 **KHz**，將中心頻率設定為 300MHz，展頻為 2MHz，以及解析頻寬為 300kHz。此時可看到一個單信號峰值。
- (三) 因為解析頻寬必須小於或等於兩個信號的分頻，所以必須使用 100kHz 的解析頻寬。按下 **BW** 100 **KHz**，將解析頻寬改為 100kHz。此時可看到兩個信號，如圖下所示。使用旋鈕或步進按鍵，以進一步減少解析頻寬，並獲得更好的解析效果。

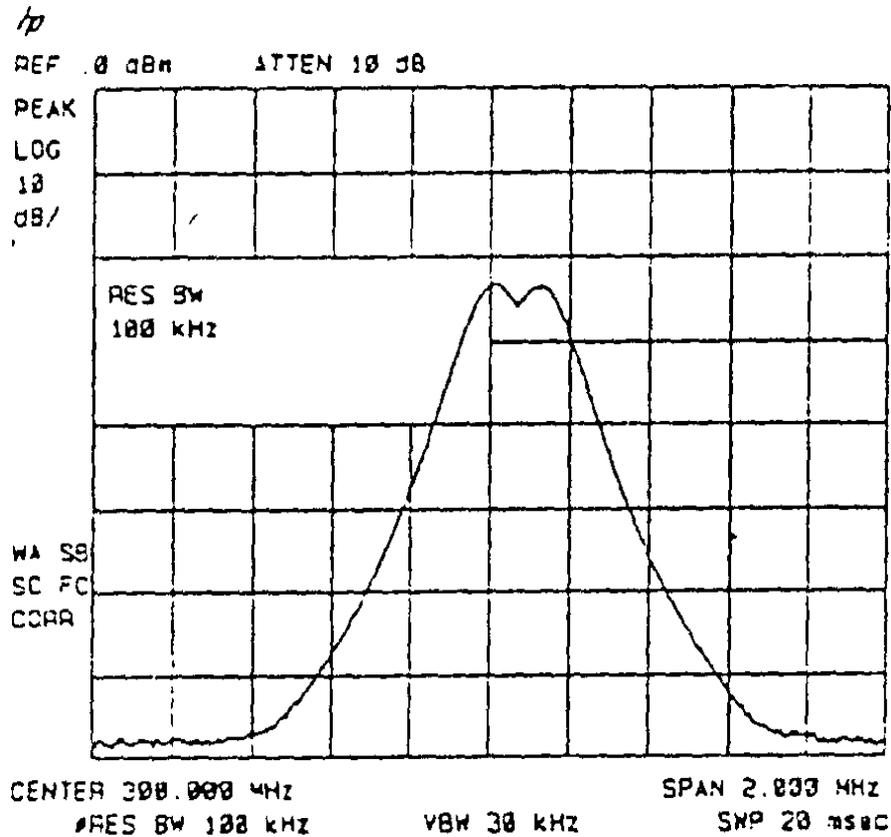


圖 8 解析等振幅的信號  
(出處：頻譜分析儀使用手冊)

當解析頻寬減少時，個別信號的解析度將獲得改善，而掃描時間也會增加。若要獲得最快的量測時間，請儘可能使用最寬的解析頻寬。在預設情況之下，解析頻寬將「耦合」(或連結)到展頻。

因為解析頻寬的連接值已經改變，螢幕左小角 RES BW 旁邊將出現“#”記號，這表示解析頻寬尚未耦合。

### ◎掃描控制(Sweep Control)

**SWEEP** 鍵，掃描控制是分析儀器與顯示時，選擇掃描速度，掃描速度單位是 time/division，標準值為 20 msec/div。分析儀一般可自動地選擇最佳掃描速度，AUTO 正常是為掃描控制而設定。若你改以手動(MAN)選擇掃描速度，改變的掃描速率就會水平地擴展或壓縮時間領域信號的顯示。

### ◎游標控制(Marker Control)

您可以將（鑽石形◆）游標放在信號的峰值處，找到信號的頻率和振幅。

如需啟動游標設定，請按 **MKR** 鍵（在面板的 MARKER 區內）。按下按鍵後，MARKER NORMAL 標記將呈反白，表示游標功能正在使用中。這時，您就可以透過旋鈕將游標放在信號的峰值處；頻譜分析儀最多可提供 4 個游標。

另外，您也可以使用 **PEAK SEARCH** 鍵自動將游標定在軌跡的最高點。

接下來，您就可以在使用中功能區塊與顯示幕右上角中（◆），得到游標該處振幅和頻率的讀值。請注意決定信號振幅的游標讀值。即使啟動了另外一項功能，螢幕右上角的游標讀值能仍可表示頻率和振幅兩項資料。

### ◎視窗控制(Window Control)

**WINDOW** 顯示模式可將螢幕分割成兩個個別的顯示視窗。不過，一次只可以使用一個顯示視窗，以實線表示出來，而以虛線表示另外一個視窗。

### ◎保持鍵

這個位於 **DISPLAY** 按鍵下方的 **HOLD** 鍵可以停止功能的執行。如果您是使用 HP 8590L 或 HP 8592L，則這項功能可由面板的 **HOLD** 鍵取得。如果使用中功能的讀值變成空白，則即使您不小心動到旋鈕、步進按鍵或鍵盤，也不會變更任何資料項。（按下功能鍵則可恢復資料控制狀態）。

### ◎旋鈕

旋鈕可讓您連續變更功能的數值，如中心頻率、參考位準和游標位置等。同時，它也可以只以增量的方式改變功能的數值。將旋鈕順時旋轉即可增加數值。在連續變更的狀況下，每次變更的程度由量測範圍的大小決定；因此，旋轉按鈕的速度並不會影響數值改變的速率。

旋鈕可以讓您改變中心頻率、起始或終止頻率，或是在平滑捲動下的參考位準。平滑捲動的特性就是讓您在轉動旋鈕時，可以將軌跡顯示移動到最近的功能數值。進行中心頻率或參考位準的調整時，在執行新的掃描之前，信號將隨著旋鈕的轉動上下左右偏移。訊息區塊(頻譜分析儀顯示器的右上角)將出現一個星號，表示螢幕上的資料並非目前所設定的資料。

#### ◎數字/單位鍵盤

數字/單位鍵盤可讓您直接對頻譜分析儀的功能輸入精確的數值。您可以將小數點包括在數字中。或者，將小數點放在數字的結尾。

如果輸入的是數值資料，則最後必須以單位鍵結束。單位鍵對執行功能的改變方式，由使用中的功能預先決定。例如，頻率跨距的單位鍵是 **GHz**、**MHz**、**KHz** 和 **Hz**，而參考位準的單位鍵則為 **+dBm**、**-dBm**、**mV** 和 **μV**。

#### ◎步進按鍵

步進按鍵讓您可以增減使用中功能的數值。每次增減的多寡將視頻譜分析儀的量測範圍或預設值而定。每按下一次按鍵，就會進行一次步進變更。對於某些已具固定值的參數，使用步進按鍵可以將數值設定成下一個固定值。在這種情況下，每次變更的結果都是可以預期的，而且可以設定為一些功能。因此，使用這些步進按鍵，便不會有超過範圍或超出序列之數值的情況發生。

## 學習評量二

在不參考任何書籍，而能確實作答。

### 一、是非題：(36%)

- ( ) 1. 按下硬鍵後，顯示在螢幕右邊的功能表，稱為“硬鍵功能表”。
- ( ) 2. 位於顯示幕註解旁未加標記的按鍵，稱微軟鍵，位於面板上的按鍵稱為硬鍵。
- ( ) 3. **REF LEVEL** (參考位準) 功能，參考位準為顯示幕底端的方格線。
- ( ) 4. 解析頻寬 (RBW) 應保持在展頻之 1/50 至 1/10 倍。

### 二、選擇題：(24%)

- ( ) 1. 頻譜分析儀最多可以提供 (1) 2 (2) 4 (3) 6 (4) 8 游標。
- ( ) 2. 將螢幕分割成兩個個別的顯示視窗，是何種硬鍵模式下功能?  
(1) **DISPLAY** (2) **SWEEP** (3) **WINDOW** (4) **SPAN**。
- ( ) 3. 解析頻寬控制是何種硬鍵模式下的功能? (1) **SWEEP** (2) **BW**  
(3) **CAL** (4) **RECAL**

### 三、填充題：將下列各硬鍵的功能依其意義填入下面的括弧中。(40%)

**FREQUENCY** **SPAN** **AMPLITUDE** **BW** **SWEEP** **MKR**  
**PEAK SEARCH** **WINDOW** **DISPLAY** **CAL** **MODE**

- (1) 解析頻寬控制 ( )
- (2) 游標控制 ( )
- (3) 展頻控制 ( )
- (4) 自動將游標定在最高點 ( )
- (5) 頻率控制 ( )
- (6) 視窗控制 ( )
- (7) 振幅控制 ( )
- (8) 掃描控制 ( )

## 學習評量二答案

### 一、是非題：36%

1. ( × ) 軟鍵
2. ( ○ )
3. ( × ) 頂端
4. ( ○ )

### 二、選擇題：24%

1. ( 2 )
2. ( 3 )
3. ( 2 )

### 三、填充題：40%

- (1) BW
- (2) MKR
- (3) SPAN
- (4) PEAK SEARCH
- (5) FREQUENCY
- (6) WINDOW
- (7) AMPLITUDE
- (8) SWEEP

當你清楚地了解頻譜分析儀任何一個功能鍵的正確使用方法，不在對它有任何疑問，且熟悉每個軟鍵或硬鍵的操作方法，而後的第三個學習目標將帶你實際地測試信號，以確定自己是否真正了解。

### 本教材的第三個學習目標是

學習如何利用頻譜分析儀來量測信號。

## 一、AM / FM 的測量：

## (一) 振幅調變(AM)測量

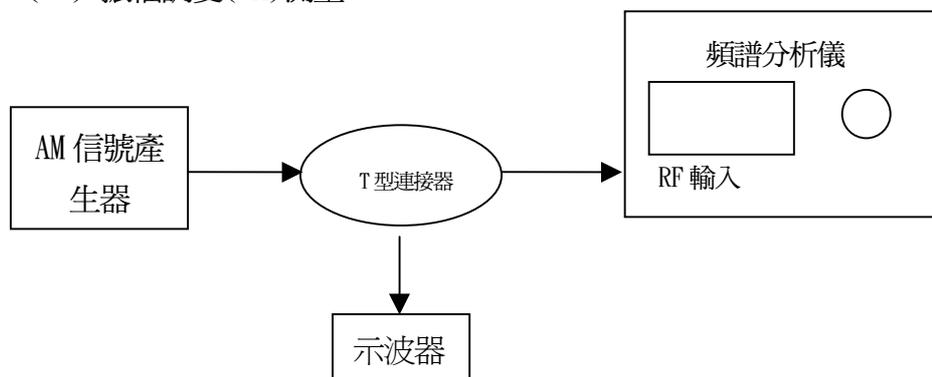


圖 9 AM 測試接圖

振幅調變(Amplitude Modulation; AM)：載波振幅隨著調變信號振幅大小而改變。在頻譜分析儀上 AM 有三種特殊的振幅調變：

1. 雙旁波帶—抑制載波調變(Double Sideband-Suppressed Carrier Modulation; DSB-SC)可改善功率效應。
2. 單旁波帶—抑制載波調變(Single Sideband with Suppressed Carrier Modulation; SSB-USB or SSB-LSB)功率及傳輸頻寬均為原來的一半。
3. 殘旁波調變—(Vestigial Sideband Modulation)將雙旁波帶中下旁波超過 0.75MHz 的信號濾除，電視信號即利用此方式調變後傳送出去。

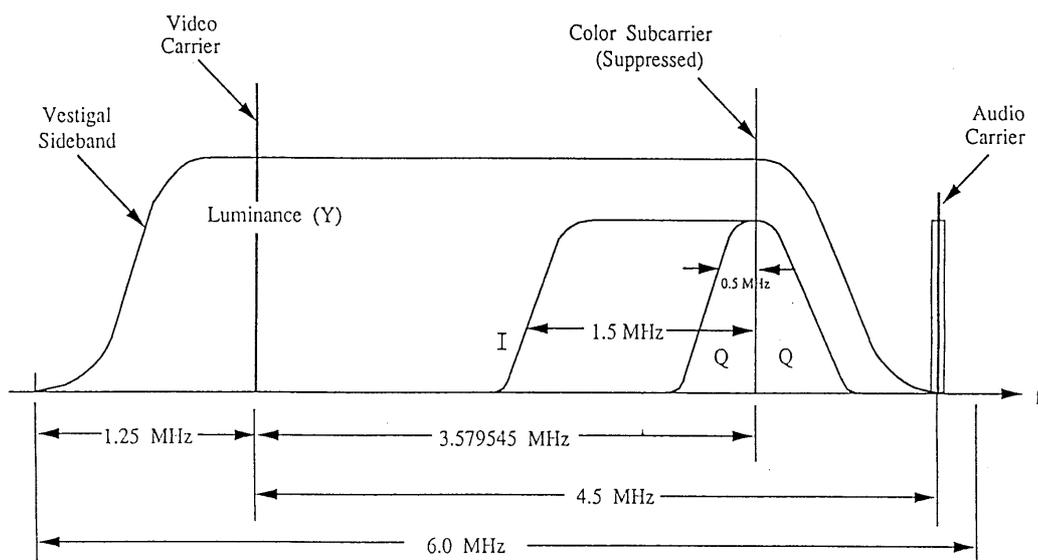


圖 10 彩色電視訊號經 AM-VSB 調變後之頻譜

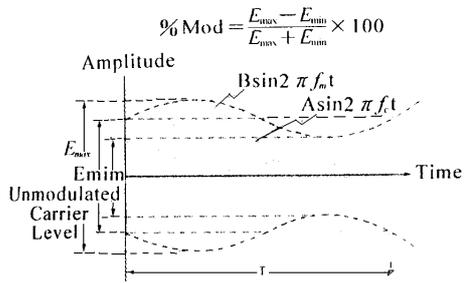


圖 11(a) 振幅調變波形

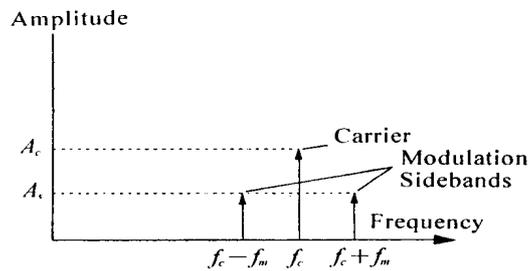


圖 11(b) AM 波的頻域波形

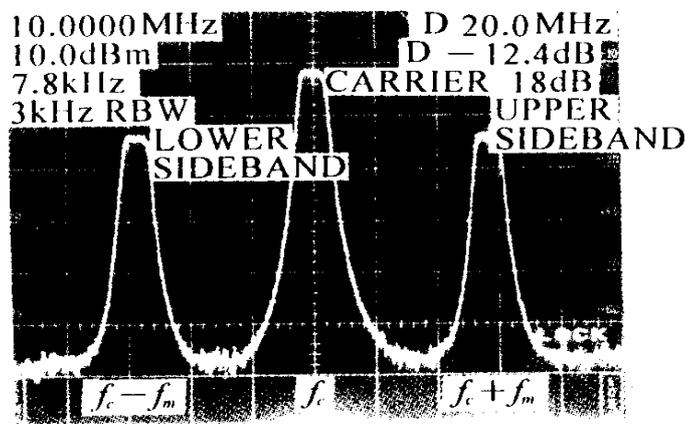


圖 11(c) 以頻譜測試的實際 AM 波形

在頻譜上看到的 AM 波包含著三個正弦波，其中間正弦波表示載波，其兩側的正弦波為調變旁波帶 (Modulation Sidebands)，所產生的頻率為  $f_c \pm f_m$  的和與差之頻率處，且兩者為對稱。

**測試步驟：**

1. 將 AM 信號產生器輸出頻率調至 10MHz，在調變輸入端加上 20 KHz 的調變信號，使其產生 AM 波形。
2. 將頻譜分析儀的中心頻率調至 10MHz，參考位準設於 10dBm，RBW 設於 3KHz。
3. 接上 AM 波至頻譜分析儀。
4. 使用 (Marker) 至於其中的旁波帶的頂上，將旁波帶移至中央位置，測量其頻率及波幅。

## (二) 頻率調變(FM)測量

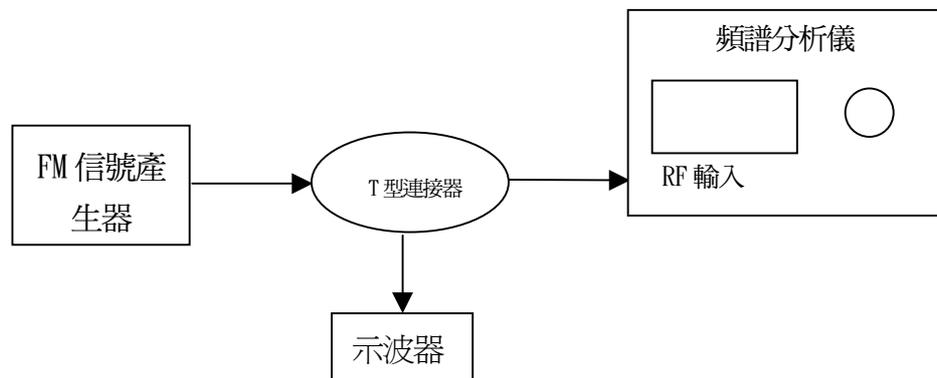


圖 12 FM 測試接圖

頻率調變 (Frequency Modulation ; FM) : 載波頻率隨著調變信號振幅大小而改變。調變深度為瞬時頻率偏移量與最大可能偏移量之比。在任何瞬間時刻被調變信號頻率稱為瞬時頻率 (Instantaneous Frequency) , 此瞬時頻率之值僅依調變信號波幅而非其頻率而定, 調變信號頻率是決定瞬時頻率變化的快慢。在瞬時頻率與載波頻率兩者間最大差頻稱為頻率偏移 (Frequency Deviation) , 是當調變信號為最大額定振幅時產生瞬間頻率與載波之差異來表示。

**測量步驟 :**

1. 調頻譜分析儀的中頻率至與電台載波頻率相同, 設展頻為 20KHz/div , RBW 為 3KHz 。
2. 連接天線或 CATV 信號原至頻譜 RF 輸入端。
3. 調參考位準使頻譜顯示能夠很清楚看到的頻率範圍內。

**AM/FM 的優點 :**

1. 較少信號干擾
2. 在相同或相鄰頻道頻率, 接收機對其他信號有較佳的抑制能力
3. 需要較小的發射功率

AM/FM 之比較：

AM	FM
載波振幅改變	載波振幅不變
載波頻率不變	載波頻率改變
調變信號振幅決定載波振幅變化量	調變信號振幅決定載波頻率偏移量
電視頻道影像信號頻寬為 6MHz	電視頻道聲音載波頻率最大頻率偏移量為 0.25MHz
同頻信號干擾不易消除	同頻信號干擾易消除
需要較大的發射功率	需要較小的發射功率

二、載波雜訊比(CNR)：

頻譜分析儀在 CATV 系統中，對於信號的量測是不可缺少的電子設備。因為要確保信號傳輸的品質，所以，根據“有線電視工程技術管理規則”所規定，對 CATV 系統作相關的信號量測。

下面我們則教你有線電視 (CATV) 雜訊比的量測：

**載波雜訊比(C/N)：** ★量測時須關掉調變信號

雜訊位準 (Noise Level) 係指 4MHz 電視信號頻寬內，阻抗為 75Ω 情況下，所量測得之隨機雜訊均方根值。載波雜訊比 (Carrier to Noise Ratio; CNR) 指載波位準與雜訊位準之比值，其單位為 dB。

訂戶終端之載波雜訊比的主要雜訊來源：頭端調變與信號結合 (Combiner) 設備；同軸電纜與分配器材；多級放大器串接累加。

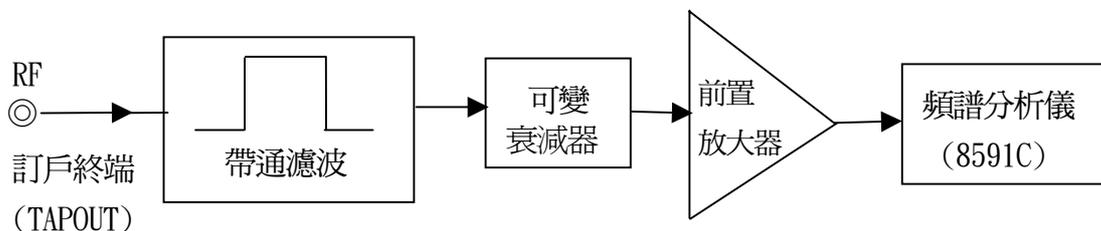


圖 13 CNR 測試裝置方塊圖

## 測量步驟：

1. 測量之前需測量溫度
2. 調整頻譜分析儀—解析頻寬：300KHz  
視頻頻寬：100Hz（不得超過 300MHz）  
垂直尺度：每隔 10dB  
水平尺度：每隔 1MHz  
掃瞄時間：設定為自動
3. 在沒有輸入之情況下，調整頻譜分析儀之輸入衰減，使得雜訊鄰限比最上刻度線低 70dB 以上。
4. 規範值為： $\geq 43$  dB。
5. 假如頻道具調變時，則調整頻譜分析儀—解析頻寬：1MHz 或 3MHz  
視頻頻寬：10KHz  
垂直尺度：每隔 2dB  
展頻範圍：10KHz  
掃瞄時間：設定為自動
6. 調整帶通濾波器，並微調頻譜分析儀，以獲取影像載波最大讀值。
7. 調整可變衰減器，以使影像載波峰值落在頻譜分析儀之最大刻度線上，此線即為測試之參考線，並重新調整頻譜分析儀如步驟 3。
8. 調整頻譜分析儀，使影像載波峰值位於螢幕中央，關掉待測頻道或至少移走調變信號（本測試物選擇用於自動增益控制或自動斜率控制之載波）。
9. 在大於影像載波頻率處，選擇一點其能量在頻譜分析儀上最小值，此點通常約略在影像載波右邊 2~3MHz 處，並調整可調帶通濾波器之中心頻率到此點，記錄此點與最上刻度線之 dB 差值。
10. 上述記錄值加上頻譜分析儀校正因子，得載波雜訊比。

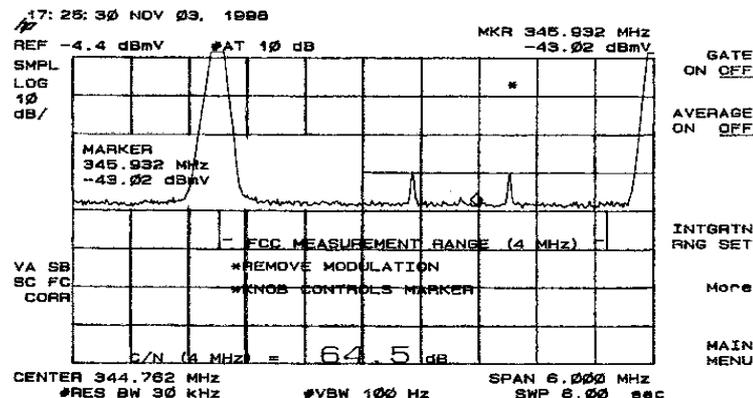


圖 14 載波雜訊比（干擾性查驗）

1. 【系統雜訊值 — 儀器雜訊值】 $<1\text{dB}$ 時，信號須加前置放大器。(增加接收信號靈敏度，Spectrum Analyzer Sensitivity)。
2. 正確量測方法須將頭端待測頻道調變信號關掉。(干擾性查驗；正式查驗)
3. 快速量測載波雜訊比方法：(非干擾性查驗；平常維護)
  - (1) 不需關掉頭端待測頻道調變信號。
  - (2) 雜訊 Marker 點(◆)取低殘波帶( Lower VSB)區域。載波雜訊比【太低】將使電視機接收畫面出現「雪花」，降低畫面解析度與對比。  
載波雜訊比【越高】則電視機接收畫面品質越佳。

### 學習評量三

請不要參閱資料或書籍，請寫出正確的答案。

#### 一、選擇題：（50%）

- 1. FM 是以下列何種方式做調變（1）相移調變（2）振幅調變（3）頻率調變。
- 2. AM 電視頻道影像信號頻寬為（1）4MHz（2）5MHz（3）6MHz。
- 3. 載波雜訊比其單位為（1）dB（2）dBm（3）dBmV。
- 4. 在量測載波雜訊比應（1）關掉調變訊號（2）關掉載波（3）調變、載波都關。
- 5. FM 調變的特性（1）需要較大的發射功率（2）同頻信號干擾易消除（3）振幅調變。

#### 二、問答題：（50%）

（一）訂戶終端之載波雜訊比的主要雜訊來源為何？請簡述之。（25%）

（二）在頻譜分析儀上 AM 有哪三種特殊的振幅調變？請簡述之。（25%）

## 筆記欄

**學習評量三答案**

## 一、選擇題：(50%)

- ( 3 ) 1. FM 是以下列何種方式做調變 (1) 相移調變 (2) 振幅調變 (3) 頻率調變。
- ( 3 ) 2. AM 電視頻道影像信號頻寬為 (1) 4MHz (2) 5MHz (3) 6MHz。
- ( 1 ) 3. 載波雜訊比其單位為 (1) dB (2) dBm (3) dBmV。
- ( 1 ) 4. 在量測載波雜訊比應 (1) 關掉調變訊號 (2) 關掉載波 (3) 調變、載波都關。
- ( 2 ) 5. FM 調變的特性 (1) 需要較大的發射功率 (2) 同頻信號干擾易消除 (3) 振幅調變。

## 二、問答題：(50%)

(一) 訂戶終端之載波雜訊比的主要雜訊來源為何？請簡述之。(25%)

答：1. 頭端調變與信號結合設備。

2. 同軸電纜與分配器材。

3. 多級放大器串接累加。

(二) 在頻譜分析儀上 AM 有哪三種特殊的振幅調變？請簡述之。(25%)

答：1. 雙旁波帶—抑制載波調變可改善功率效應。

2. 單旁帶—抑制載波調變功率及傳輸頻寬均為原來的一半。

3. 旁殘帶調變—將雙旁帶中下旁帶超過 0.75MHz 的信號濾除，電視信號即利用此方式調變後傳送出去。

## 學後評量

請不要參閱資料或書籍，寫出正確的答案。

### 一、選擇題：(20%)

- ( ) 1. 頻譜分析儀最多可以提供 (1) 2 (2) 4 (3) 6 (4) 8 游標。
- ( ) 2. 解析頻寬控制是何種硬鍵模式下的功能? (1)  SWEEP (2)  BW  
(3)  CAL (4)  RECAL
- ( ) 3. 頻譜分析儀的解析頻寬(RBW)須要保持在展頻的(1) 1~1/10 倍 (2) 1/10~1/50 倍 (3) 1/50~1/100 倍 (4) 1/100~1/1000 倍。
- ( ) 4. 將螢幕分割成兩個個別的顯示視窗，是何種硬鍵模式下功能?  
(1)  DISPLAY (2)  SWEEP (3)  WINDOW (4)  SPAN。

### 二、填充題：(40%)

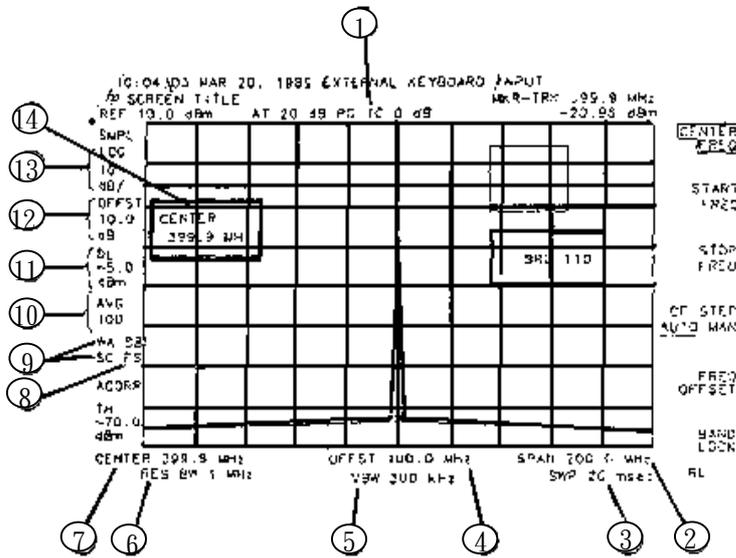
將下列各硬鍵的功能依其意義填入下面的括弧中。

FREQUENCY  SPAN  AMPLITUDE  BW  SWEEP  MKR  
 PEAK SEARCH  WINDOW  DISPLAY  CAL  MODE

- (1) 解析頻寬控制 ( )
- (2) 振幅控制 ( )
- (3) 展頻控制 ( )
- (4) 自動將游標定在最高點 ( )
- (5) 游標控制 ( )
- (6) 頻率控制 ( )
- (7) 掃描控制 ( )
- (8) 視窗控制 ( )

三、簡答題：(40%)

請敘述螢幕註解中的各項功能：



螢幕註解圖

- ① PG 10.0 dB
- ② SPAN 200.0 MHz
- ③ SWP 20 msec
- ④ OFFST 100.0 MHz
- ⑤ VBW 300 kHz
- ⑥ RES BW 1 MHz
- ⑦ CENTER 399.9 MHz
- ⑧ Sa FS
- ⑨ WA SC
- ⑩ AVG 100
- ⑪ DL -5.0 dBm
- ⑫ OFFST 10.0 dB
- ⑬ LOG 10 dB
- ⑭

CENTER  
399.9 MHz

## 學生自我評量

### 一、我對我學後評量之評分

(一) 筆試：是非每題 3%，選擇每題 5%，共 60%，總得分\_\_\_\_\_分

(二) 實做：自我評量— 40%，總得分\_\_\_\_\_分

自我評量表：請在下表評分內容，通過者打(✓)

操作項目	評分內容	得分
頻譜分析儀 (每項 20%)	( ) (1) 量測方法是否正確。 ( ) (2) 量測數據是否正確。	
		/ 40

A=90 分以上

B=80 分以上

C=70 分以上

D=60 分以上

E=60 分以下

學後評量評分=筆試+實做=\_\_\_\_\_分，屬於\_\_\_\_等

## 教師評量

### 一、學後評量評分：

(一) 筆試得分\_\_\_\_\_分

(二) 實做得分\_\_\_\_\_分

實做評量項目：請在下表評分內容，通過者打(✓)

操作項目	評分內容	得分
頻譜分析儀 (每項 20%)	( ) (1) 測量方法是否正確。 ( ) (2) 測量數據是否正確。	
		/ 40

A=90 分以上

B=80 分以上

C=70 分以上

D=60 分以上

E=60 分以下

學後評量得分\_\_\_\_\_分，屬於\_\_\_\_\_等。

## 二、安全習慣評分

安全習慣評量表

安全習慣評量項目	是	否
1. 使用合於規定的工具，不任意替代	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. 工具及材料置於正確位置並擺放整齊	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. 獨立操作儀器，集中精神，不玩笑嬉鬧	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. 儀器測量時，不擅離工作崗位	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. 工作環境周圍保持整齊、清潔、光線足夠	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. 儀器使用後妥當放置原位	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. 依規定清潔及保養儀器	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
實 得 總 分		

\* 每一項為 ”是” 者得 10 分，”否” 者得 0 分

A=90 分以上

B=80 分以上

C=70 分以上

D=60 分以上

E=60 分以下

我的安全習慣得分\_\_\_\_\_分，屬於\_\_\_\_\_等。

## 三、學習態度評分

學習態度評量表

學習態度評量項目	分					數 劣 0
	優 10	良 8	中 6	可 4	差 2	
1. 言行舉止合宜，服裝儀容整齊	<input type="checkbox"/>					
2. 準時上、下課，不遲到早退	<input type="checkbox"/>					
3. 守秩序，不喧嘩吵鬧	<input type="checkbox"/>					
4. 服從教師指導，進行學習	<input type="checkbox"/>					
5. 上課專心認真	<input type="checkbox"/>					
6. 愛惜教材教具及設備	<input type="checkbox"/>					
7. 有疑問時主動要求協助	<input type="checkbox"/>					
8. 閱讀教材外的講義及參考資料	<input type="checkbox"/>					
9. 參與班級教學的討論活動	<input type="checkbox"/>					
10. 將學習內容與工廠環境配合	<input type="checkbox"/>					
實 得 總 分						

A=90 分以上

B=80 分以上

C=70 分以上

D=60 分以上

E=60 分以下

我的學習態度得分\_\_\_\_\_分，屬於\_\_\_\_\_等。

四、總評量表

評分項目	單項得分	單項等第	比率(%)	單項分數	總分	等第
1. 作業部分			40%			<input type="checkbox"/> A
2. 安全習慣			30%			<input type="checkbox"/> B
3. 學習態度			30%			<input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E
總 評	<input type="checkbox"/> 合 格 <input type="checkbox"/> 不合格					
備 註						

A=90 分以上

B=80 分以上

C=70 分以上

D=60 分以上

E=60 分以下

總評量得分\_\_\_\_\_分，屬於\_\_\_\_\_等。