

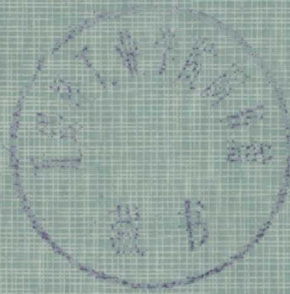
元美堂丁巳年印

閱 0393948

電子實習

第二冊

陳盛有編著



大中國圖書公司印行

電子實習

第二冊

陳盛有 編著

江南大学图书馆



91504784



大中國圖書公司印行

編輯大意

- 一、本書係遵照教育部於中華民國六十三年二月修訂頒布之高級工業職業學校課程標準編輯而成。
- 二、本書分一、二及三叁冊，除可供高級工業職業學校電子設備修護科第一、第二及第三學年教學之用外，亦可供五專電子工程科及電子工程從業人員之自修參考。
- 三、本書之取材，參酌國內外最新資料；內容新穎，觀念正確，結構嚴密，易學易做。
- 四、本書之編排，分實習目的、相關知識、相關實習及討論問題等四大項，深入淺出，簡明扼要。
- 五、本書所用名詞，均以教育部公布之電機工程名詞和電子工程名詞為準，並附英文原名，以資對照。
- 六、本書實用插圖特多且異常清晰，頗有助於學者之瞭解。
- 七、本書之成，每執筆於公餘課畢之隙，雖經多次核校，舛誤之處，在所難免，尚祈海內外先進及讀者，隨時惠予指正，俾再版時得加訂正是幸。

編者謹識

電子實習

第二冊 目次

實習一 電子儀表的使用	
1-1 低週信號產生器	1
1-2 高週信號產生器	3
1-3 電子電壓錶	4
1-4 示波器	6
1-5 阻抗電橋 (Impedance Bridge)	9
1-6 失真表 (Distortion Meter)	10
1-7 其 它	10
實習二 標準直流電源供給器的裝置與檢修	33
2-1 半波整流器	33
2-2 中心抽頭變壓器全波整流器	36
2-3 橋式全波整流器	38
2-4 濾波器	40
2-5 倍壓器	44
2-6 齊納二極體穩壓電路	46
2-7 電晶體穩壓電路	48
2-8 電晶體定值電流電源供給器	52
實習三 計數器的裝置與檢修	54
3-1 計數器的裝置	56
3-2 計數器的檢修	60
實習四 低週信號產生器的裝置與檢修	62
附錄一 HEATHKIT 弦波產生器線路圖	66
附錄二 電壓控制式韋恩電橋弦波產生器	67
附錄三 真空管式韋恩電橋弦波產生器	67

附錄四	HEATHKIT 電晶體式弦波及方波產生器	68
實習五	電子調光、調速器之裝置與檢修	69
實習六	簡單式電晶體電壓錶之檢修	79
實習七	計時器的裝置及檢修	82
實習八	其他工業電子應用電路裝置及檢修	86
8-1	AC變DC電力供給器	86
8-2	DC變AC電力供給器	90
8-3	DC變DC電力轉換器	92
8-4	無接點開關	93
8-4-1	直流無接點開關	94
8-4-2	交流無接點開關	96
8-5	汽車點火裝置 (Ignition System)	98
8-6	電池充電器	99
8-7	電子閃光器	101
8-8	溫度警報器	103
實習九	射極接地電晶體放大器之電壓、電流及電力增益測量	106
實習十	基極接地電晶體放大器之電壓、電流及電力增益測量	109
實習十一	集極接地電晶體放大器之電壓、電流及電力增益測量	111
實習十二	擴大機的特性測試	113
12-1	OTL功率放大器	113
12-2	OCL功率放大器	119
12-3	前置放大器	126
12-4	相位差的測試	133
12-5	擴大機失真的測試	136
12-6	信號與噪音比的測試	137
實習十三	微分積分波形觀測	140
實習十四	鋸齒波產生器	148

實習十五 各種振盪器之實驗	154
15-1 RC振盪器	155
15-1-1 RC相移振盪器	155
15-1-2 韋恩電橋振盪器	157
15-1-3 雙T型振盪器 (Twin-T Oscillator)	159
15-2 多諧振盪器 (Multivibrator)	160
15-2-1 非穩式多諧振盪器	160
15-2-2 雙穩式多諧振盪器	163
15-2-3 單穩式多諧振盪器	164
15-3 阻塞振盪器	166
15-4 晶體振盪器	168
實習十六 箝位器及比較器之測量	174
16-1 截波器 (Clipper)	175
16-2 RC積分與微分電路	180
16-3 二極體箝位器	183
實習十七 差動放大器的測量	186
實習十八 樞密特觸發電路之測量	194

電子實習

第二冊

實習一 電子儀表的使用

[實習目的]

1. 瞭解各種電子儀表的基本結構與原理。
2. 熟悉各種測試儀表的操作方法。

[相關知識]

電子儀表是每個實驗室、工廠及其它研究機構裡不可缺少的工具，是科學家們探索宇宙奧秘的耳目之一。電子儀表的種類很多，在電子實驗室及電子工廠中，較常見的有信號產生器、示波器、電子電壓表、阻抗電橋、失真表、三用電表、數位式電子儀表及其它。信號產生器分為兩大類；一為低頻信號產生器（Low Frequency Signal Generator）或低週信號產生器或聲頻信號產生器（Audio Frequency Signal Generator），另一為射頻信號產生器（Radio Frequency Signal Generator）或高週信號產生器；通常分別以 AF 信號產生器與 RF 信號產生器簡稱之。信號產生器，若以輸出信號的波形區分時，可分為正弦波產生器、方波產生器、鋸齒波產生器及脈波產生器等。

上述儀表中，三用電表已在第一冊中介紹，茲分別簡介其它儀表之基本結構與原理如下各節。

1-1 低週信號產生器

低週信號產生器為電子儀表中之一重要儀器，應用頗為廣泛；在實驗室中，常藉其輸出波形，如方形波，加於某一裝置或系統之輸入端點，以示波器觀測輸出端點之波形及波幅的變化來推斷與證實裝置或系統之特性或響應。低週信號產生器的基本結構如圖 1-1 所示，包括振盪器（Oscillator）、放大器、方波（Square Wave）產生器、定阻抗分壓器及電源供給器。振盪器藉正回授所產生之正弦波信號，輸送至放大器，此放大器含有阻抗匹配的作用，其輸出阻抗（Output Impedance）甚低。信號經由此放大器輸送至定阻抗分壓器，而輸出一大小可調整但輸出阻抗為一定之正弦波信號。振盪器所產生之正弦波亦同時輸送至方波產生器，再送到定阻抗分壓器而得到一大小可調但輸出阻抗亦為一定之方波信號。

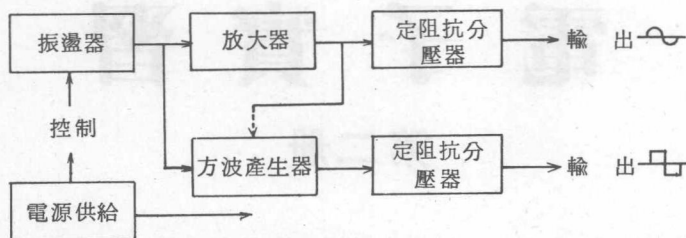


圖 1-1 低週信號產生器的基本結構方塊圖

在有效地使用低週信號產生器之前，必須先瞭解下列特性：

- (1) 頻率範圍 (Frequency Range)：即一信號產生器所能提供的最高及最低之頻率範圍。如 20Hz 至 200KHz 之信號產生器，最低之頻率為 20Hz ，最高為 200KHz 。
- (2) 有效的輸出電力與輸出電壓：一般實驗室中的信號產生器只能提供小電力之輸出。大多數之信號產生器均能作定壓及細調的。
- (3) 輸出阻抗：一般的信號產生器，其輸出阻抗皆為 600Ω ，如圖 1-2(a) 所示。如果需要較低的輸出阻抗時，可如圖 1-2(b) 的方式，在輸出端點並聯一較 600Ω 為低的阻抗；如果並聯 10Ω 時，則在輸出端點所看出來的阻抗 Z_{AB} 等於 10Ω 電阻與輸出阻抗 600Ω 之並聯值，約等於 10Ω 。然而此法將使輸出電壓大為降低，則為其缺點。

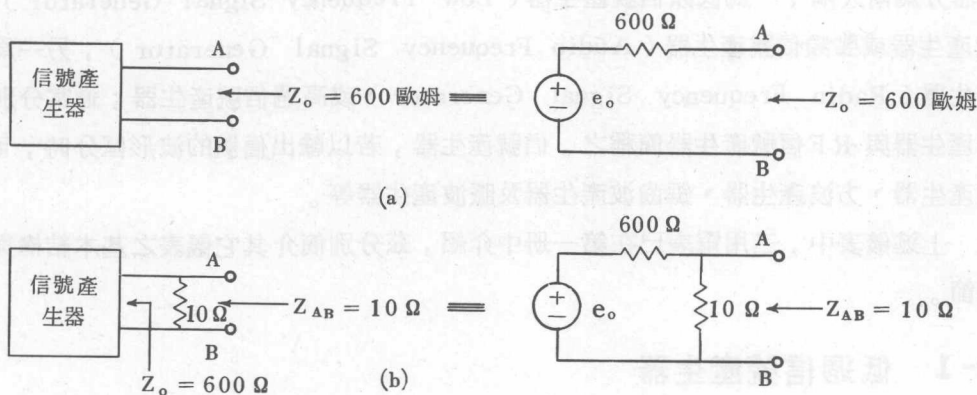


圖 1-2 輸出阻抗的降低方法

- (4) 輸出波幅的穩定性：信號產生器輸出波形的波幅在頻率變動時應與頻率固定時一樣，必須經常保持於某一定值，否則此產生器不可使用。
- (5) 失真 (Distortion)：信號產生器在實驗室中，常被視為一標準，故其輸出波形應合乎要求，即方波輸出波形應為確實的方波等。
- (6) 刻度盤 (Dial) 的解析 (Resolution) 與精密度：在正常之情況下，一般的信號產生器的輸出頻率，可由一刻度盤或其它顯示裝置指示出來，但指示裝置的讀數是否確為信號產生器之輸出頻率，至為重要，故在使用前，必須注意及此。

明瞭上述特性之後，讓我們來看看圖 1-3 正弦波及方波低週信號產生器的規格，即此儀表之特徵。

① 頻率範圍：

20 Hz 到 200 KHz，4 段。

精確度為 $\pm (30\% + 1 \text{ Hz})$ 或更低。

② 正弦波輸出：

輸出電壓：10 V_{rms} 或更多。 圖 1-3 200 KHz 低週信號產生器

頻率響應： $\pm 1 \text{ db}$ 以內。

失真：1% 或更低 (50 Hz ~ 50 KHz)。

2% 或更低 (20 Hz ~ 200 KHz)。

③ 方波輸出：

輸出電壓：30 V_{P-P} (峯對峯電壓) 或更高。

上升時間：在 20 KHz 時為 1 μsec 或更短。

④ 電源：50/60 Hz，110 V。

⑤ 大小及重量：175 (H) × 245 (W) × 145 (D) mm (公分)，4 公斤。

⑥ 標準附件：測試線及接地線各一。

⑦ 輸出阻抗：600 歐姆，20 Hz ~ 200 KHz。

由以上規格，我們很容易瞭解頻率範圍越大，誤差越小，失真小，上升時間越短，輸出阻抗越低之低週信號產生器之價格越高。圖 1-3 的信號產生器，常簡稱之為 200 KHz 低週信號產生器，因為規格裡之頻率範圍上限為 200 KHz。

圖 1-3 的面板上，具有下列開關，旋鈕及接端：

① FREQUENCY: 輸出頻率粗調，以 Hz 為單位。

② 輸出頻率細調，以 Hz 為單位。旋轉此鈕時指針⑥即隨之而動。

③ 電源開關及正弦波或方波選擇。

④ 輸出電壓大小的調整鈕。

⑤ 輸出接端，其中金屬接端為接地端點。

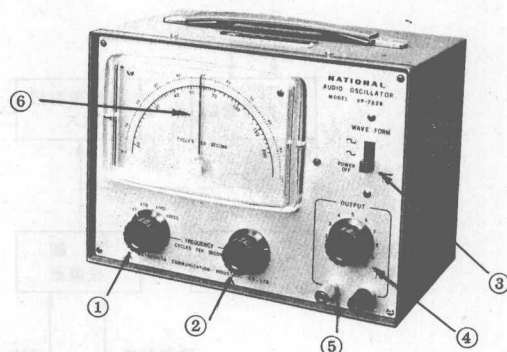


圖 1-3 200 KHz 低週信號產生器

1-2 高週信號產生器

圖 1-4 為高週信號產生器的基本結構方塊圖，其工作原理為：

- (1) RF 振盪電路：用以產生射頻 (Radio Frequency) 信號，其輸出為一等幅波。
- (2) 寬頻帶射頻放大器：用以放大射頻信號的放大器。
- (3) 輸出衰減器：此衰減器的輸出阻抗約為 50 歐姆；其主要功用在使射頻輸出信號可調至

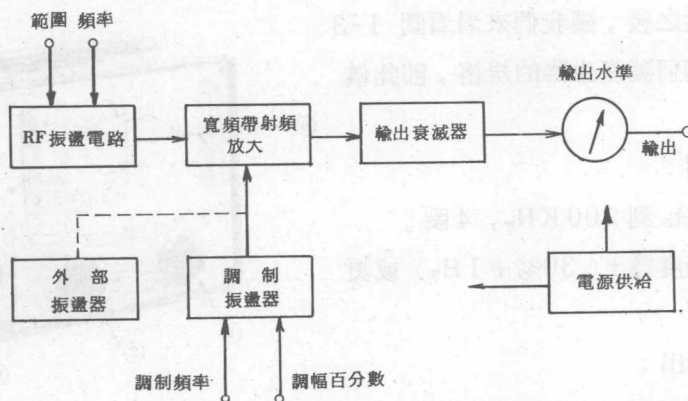


圖 1-4 高週信號產生器方塊圖

某一低壓輸出。

- (4) 輸出水準 (Level)：指示輸出大小的電表。
- (5) 調制振盪器，為一低週振盪器，頻率通常為 400Hz ，用以調變 (Modulate) 射頻輸出大小，以獲得調幅 (AM) 波。
- (6) 調制頻率：用以改變調制振盪器的頻率。
- (7) 調制百分數：控制調制信號振盪器的輸出大小，以控制輸出調幅信號之調幅度。
- (8) 電源供給：供給各電路所需之直流電壓。
- (9) 外部振盪器：此一振盪器不含於 RF 信號產生器中，此方塊只表示可以由外部加一信號來控制調幅。

高週信號產生器常用以校準收音機和電視機，使用時須先加溫二十分鐘以上，以確保其穩定性。一般 RF 信號產生器的控制旋鈕計有下列六種：

- ① POWER, ON-OFF：電源開關。
- ② BAND SELECTOR：為一頻寬 (Bandwidth) 選擇開關，用以選擇一適當的輸出頻率範圍。
- ③ FREQUENCY：頻率細調旋鈕，可調整各頻帶內之輸出頻率。
- ④ RF LEVEL：控制射頻信號之輸出大小。
- ⑤ FUNCTION SELECTOR：選擇等幅波或調幅波的開關。
- ⑥ AUDIO MOD：改變調幅度的旋鈕。

1-3 電子電壓錶

電子電壓錶，分真空電壓錶 (Vacuum Tube Voltmeter, VTVM) 及電晶體電壓錶 (Transistor Voltmeter, TVM) 二大類；前者以真空管為主，後者由電晶體及場效應電晶體為主要零件。

常見的三用電錶，因為表頭滿刻度電流之限制，致使電表之內阻較低，故在測量高阻抗電路之電壓時，發生負荷效應（Loading Effect），使誤差增高。因此，三用錶不宜用以測量高阻抗之電路。其次，三用錶面板之刻度均以正弦波為依據，因此不能以三用錶直接測量非正弦波之峯對峯值（Peak to Peak Value）電壓。最後，由於三用錶的指針轉動能量取自待測電路，測量毫伏（mv）或微伏（ μV ）時因能量不足，無法求出讀數。

基於上述三用錶之缺點而設計出一種內阻甚高及可測量低電壓之電錶，此類電錶，大都以真空管、電晶體及場效應電晶體組成，統稱之電子電壓錶。此類電錶指針之偏轉（Deflection）能量均取自電源供給器（Power Supply），故電表內阻較高；一般的VTVM約為 $10M\Omega$ 左右。若藉電子電路之轉換，這類電錶亦可用以測量峯對峯值電壓，以及電阻值。

真空管電壓錶的基本結構，分六大部份：(1)表頭，(2)電源供給部份，(3)輸入分壓電路，(4)整流部份，(5)平衡橋式直流放大器及(6)選擇開關。

圖 1-5 為 RCA（Radio Corporation of America）WV-98C VTVM 的實體圖，面板上之控制鈕及開關為：

- ① 作用開關：司電源開關，突出的指示板置於 OFF-TRANSIENT 處即表切斷電源，置於 AC（RMSV OR P-P）、-DC VOLTS、+DC VOLTS、及 R OHMS 時，分別表示測量交流有效值或峯對峯值、負直流電壓、正直流電壓及電阻。
- ② 範圍選擇開關：選擇測量電阻或電壓時之適當範圍。
- ③ 零控制：用於調整電表指針指於中心零點或零點。
- ④ 歐姆調整：用以調整測量歐姆時之零點及 ∞ 點。

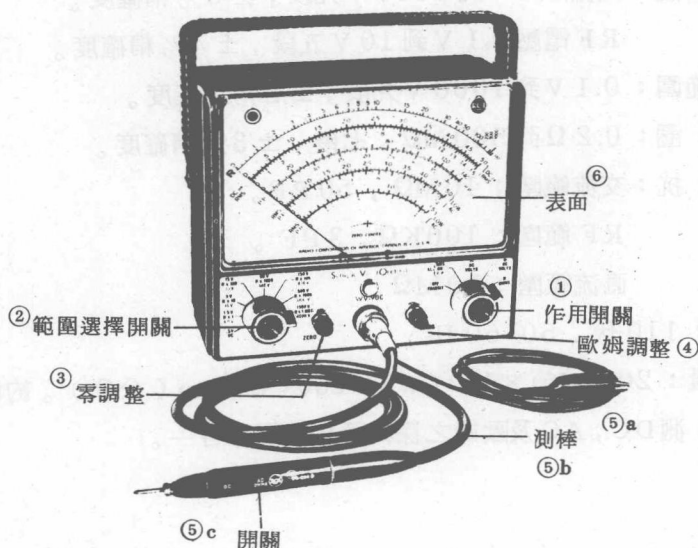


圖 1-5 RCA WV-98C 真空管電壓錶實體圖

- ⑤ 測棒(Probe)及開關: 5a 為接地線, 5b 為測棒, 5c 為測棒開關, 可 DC(直流)及 AC OHMS(交流及歐姆)測量時之切換。
- ⑥ 表面或面板刻度: 圖 1-6 為圖 1-5 的面板刻度。A 與 B 刻度可讀取直流電壓; A、B、E 及 G 用以讀取交流電壓; C、D、F 及 H 讀取峯對峯值電壓, 最上端的 R 刻度則用以讀出電阻值。

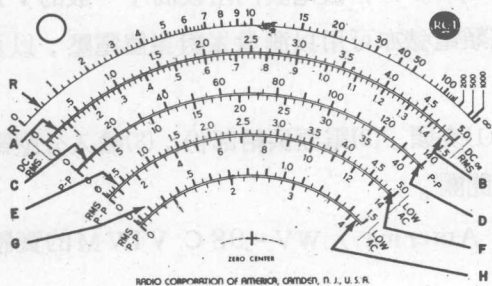


圖 1-6 圖 1-5 的面板刻度

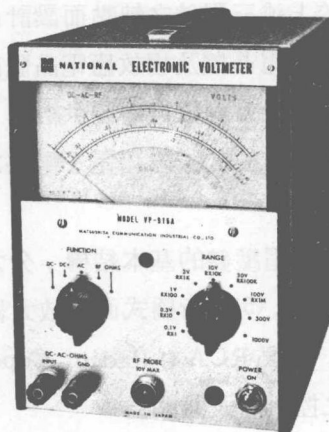


圖 1-7 電晶體電壓錶實體圖

電晶體電壓表中, 若使用場效應電晶體(FET), 可不需調整零調整旋鈕即可測量, 故有較佳之零穩定度(Stability)及較精確而容易操作之特性。圖 1-7 即為一電晶體電壓錶之實體圖, 其規格為:

① 測量範圍:

交流電壓範圍: 交流 0.1 V 到 1000 V 九段, $\pm 3\%$ 精確度。

RF 電壓 0.1 V 到 10 V 五段, $\pm 4\%$ 精確度。

直流電壓範圍: 0.1 V 到 1000 V 九段, $\pm 2\%$ 精確度。

電阻範圍: 0.2 Ω 到 500 M Ω , 七段, $\pm 3\%$ 精確度。

輸入阻抗: 交流範圍; 10 M Ω , 50 PF。

RF 範圍; 100 K Ω , 3 PF。

直流範圍; 10 M Ω 。

② 電源供給: 110 伏, 50/60 Hz。

③ 大小及重量: 200(H) $\times$ 150(W) $\times$ 250(D) mm(公分)。約四公斤重。

④ 標準附件: 測 DC, AC 及歐姆之探棒及高頻探棒各一。

1-4 示波器

示波器(Oscilloscope), 可提供一電路在任一時間定點上之信號的波幅(Amplitude)、頻率、相位及波形之變化的觀測, 故示波器為一有效之觀測儀器。圖 1-8 為示波器之基

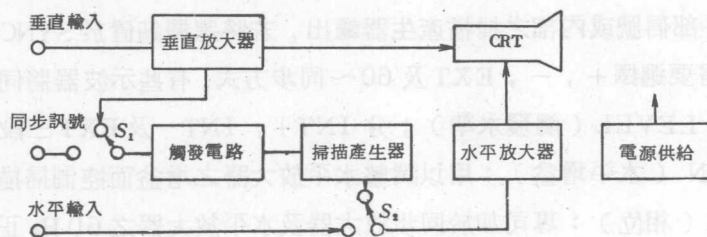


圖 1-8 示波器之基本結構方塊圖

本結構方塊圖。待測信號由垂直輸入端輸入，經一衰減開關送至垂直（Vertical）放大器之輸入端，垂直放大器的輸出信號加於陰極射線管（Cathod Ray Tube, CRT）的垂直偏向板上，使電子束（Electron Beam）作垂直上下的掃描。垂直放大器另一輸出送至觸發電路（Trigger Circuit），令此電路在適當的時間產生一觸發脈波送至掃描產生器，控制此產生器適時輸出一掃描信號，經 S_2 開關送到水平放大器，此放大器之輸出信號送至 CRT 的水平偏向板上，用以控制電子束作水平左右之掃描。CRT 之電子束因水平與垂直偏向的作用，而在螢光幕（Screen）上描繪出待測信號之波形變化。

S_1 開關置於圖 1-8 中所示位置時，同步信號來自垂直放大器之輸出，此種同步謂之內部觸發同步（Internal Trigger Synchronization）；若 S_1 置於圖中另一位置，同步信號取自外部信號，則稱之為外部（External）觸發同步或簡稱之外部同步（External Sync）。

水平信號可取自掃描產生器，亦可取自外部信號；通常 S_2 均置於圖中之位置以作一般波形之觀測。

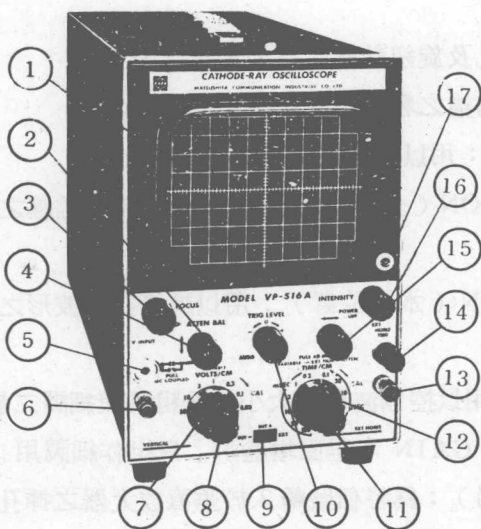
普及型示波器的面板上之開關，插孔及旋鈕計有：

- ① FOCUS（聚焦）：用以調節掃描之粗細。
- ② INTENSITY（強度或亮度）：用以控制掃描線之強弱。
- ③ $\updownarrow$ （上下）或 VERT POSITION（垂直位置）：用以調節掃描線之上或下（垂直）位置。
- ④ $\leftrightarrow$ （左右）或 HOR. POSITION（水平位置）：用以調節掃描波形之左右或水平位置。
- ⑤ VOLTS/DIV（伏特/格）：用以控制波形之大小；分粗調與細調二旋鈕。有些示波器將此類旋鈕標以 VERT GAIN（垂直增益），只能作細調用。
- ⑥ VERT INPUT（垂直輸入端）：為將信號輸入於垂直放大器之插孔。
- ⑦ AC/DC（交流或直流選擇開關）：專司輸入信號之交連方式。
- ⑧ SWEEP FREQ, SWEEP VERNIER（掃描頻率粗調與細調控制）：調整掃描頻率，使顯示於螢光幕之波形適合於觀測。有的示波器以 TIME/DIV 標之。

- ⑨ **HOR. SELECTOR**（水平選擇鈕）：用以選擇水平放大器之輸入信號。輸入信號可取自外部信號或內部之掃描產生器輸出。若將選擇鈕置於 SYNC（同步）位置處，可依需要選擇 +，-，EXT 及 60~ 同步方式。有些示波器將同步鈕標以 **TRIGGER LEVEL**（觸發水準）；分 INT+，INT- 及 EXT 三段。
- ⑩ **H. GAIN**（水平增益）：用以調整水平放大器之增益而控制掃描線之水平寬度。
- ⑪ **PHASE**（相位）：專司加於同步放大器及水平放大器之 60 Hz 正弦波電壓的相位之改變，因此，此鈕在 H-SELECTOR 置於 60~SYNC 及 60~AMP 處時才發生效用。
- ⑫ **CAL 1 V**（1 伏特峯對峯值校準電壓）：此端點可輸出峯對峯值 1 V 之方波電壓，供作校準之用。
- ⑬ **Z-MOD**，或 **Z-AXIS**：此端點連於 CRT 之陰極，可用以控制掃描波形之明暗。

圖 1-9 為 NATIONAL VP-516A 同步式示波器之實體外觀圖；其規格如下：

- ① 水平掃描範圍：100 m sec/cm 至 1 μ sec/cm，十一段。
- ② 頻率響應：0 至 300 KHz（水平）；0~3MHz DC，5Hz~3MHz AC（垂直）。
- ③ 垂直顯示範圍：0.03 VOLTS/CM 至 30 VOLTS/CM，七段。
- ④ 上升（RISE）時間：180 msec。



- ① 5" CRT, 8 × 10 DI
- ② 垂直位置調整
- ③ 聚焦控制
- ④ DC 直流平衡調整
- ⑤ 垂直輸入端
- ⑥ 接地端
- ⑦ 垂直粗調控制
- ⑧ 垂直細調控制兼輸入選擇 AC/DC
- ⑨ 觸發來源選擇
- ⑩ 觸發水準選定
- ⑪ 水平掃描頻率細調兼 × 5 水平擴展
- ⑫ 水平掃描頻率粗調
- ⑬ 接地端
- ⑭ 外加同步或外加水平輸入端
- ⑮ 水平位置調整
- ⑯ 電燈開發兼亮度控制
- ⑰ 指示燈

圖 1-9 NATIONAL VP-516A 示波器外觀圖

1-5 阻抗電橋 (Impedance Bridge)

阻抗電橋電錶為電阻電橋、電容電橋及電感電橋電錶之綜合，用以測量電阻值、電感量、電容量及Q值。圖1-10為一阻抗電橋之實際電路。圖中之G為一檢流計，用以指示電橋之平衡與否。測量電阻時，將待測電阻置於“Res”兩端，測量電感或電容量時，將電感器或電容器置於“LC”兩端。EXT. gen. 是接交流電源的。圖1-11為一阻抗電橋之外觀實體圖。

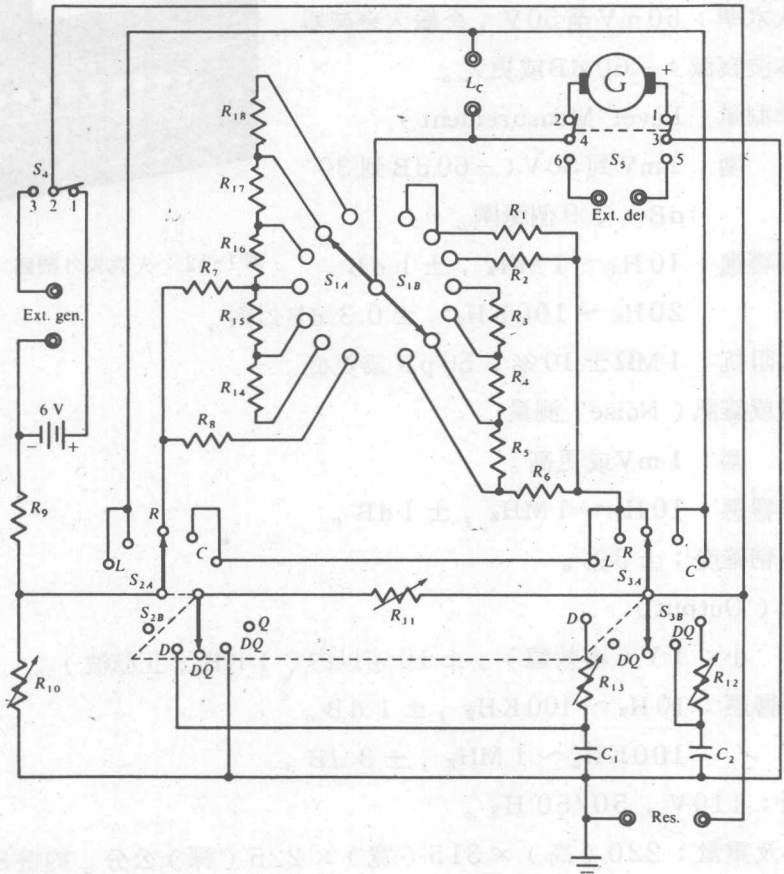


圖 1-10 阻抗電橋電錶電路圖

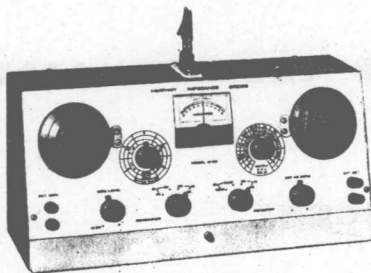


圖 1-11 阻抗電橋電錶實體圖

1-6 失真表 (Distortion Meter)

失真表可用以測量 FM, AM 接收機、立體放大器、錄音機等之失真度；大部份的失真表可兼作電壓錶用，圖 1-12 為 NATIONAL VP-772A 自動失真表之實體圖，其規格如下：

① 失真測量 (Distortion Measurement)

範圍：0.1% 至 100%，6 個範圍。
 頻率範圍：400 KHz, 1 KHz $\pm 10\%$ 。
 輸入水準：50 mV 至 50 V，含輸入衰减器。
 基本波衰减：-60 dB 或更大。

② 水準測量 (Level Measurement)

範圍：1 mV 到 30 V (-60 dB 到 30 dB)，9 個範圍。
 頻率響應：10 Hz $\sim$ 1 MHz， ± 1 dB。
 20 Hz $\sim$ 100 KHz， ± 0.3 dB 以內。

輸入阻抗：1 M Ω $\pm 10\%$ ，50 pF 或更低。

③ 噪音或雜訊 (Noise) 測量

範圍：1 mV 或更高。
 頻率響應：10 Hz $\sim$ 1 MHz， ± 1 dB。
 電表精確度： $\pm 3\%$ 。

④ 輸出 (Output)

大小：1 V (有效值)， $\pm 10\%$ 以內 (1 KHz，正弦波)。
 頻率響應：10 Hz $\sim$ 100 KHz， ± 1 dB。
 100 KHz $\sim$ 1 MHz， ± 3 dB。

⑤ 電源：110V，50/60 Hz。

⑥ 大小及重量：220 (高) $\times$ 315 (寬) $\times$ 225 (深) 公分。約重 8 公斤。

⑦ 標準附件：測試線及接地線各一條。



圖 1-12 失真表外觀圖

1-7 其它

其它常用之電子儀表，還有直流電源供給器、電晶體測試器及掃描產生器等。

[相關實習]

一、真空管電壓錶的操作(以 RCA WV-98C 為例)

(一) 直流電壓的測量：

1. 置作用開關 (Function Switch) 於“-”或“+”DC VOLTS處。
2. 估計待測電壓，置測試範圍開關 (Range Switch) 於適當範圍，通常都將開關置於較高一檔，以策安全。
3. 連接AC與DC共用測棒，即接地線。
4. 連接DC測棒於待測點。測棒上之開關必須置於DC處。
5. 依三用表之方法讀取電壓值。
6. 如果指針位於滿刻度處，將範圍開關置於更高一檔，重覆4及5程序。

(二) 正中零點指示 (Zero Center Indication)

1. 測正直流電壓時，將作用開關置於+ DC處，若測負直流電壓時，則置於- DC處。
2. 調零調整旋鈕，使指針位於刻度下方正中之零位置處。
3. 置範圍開關在大於待測電壓二倍以上之適當範圍處。
4. 測量完畢，停止使用時，須將指針歸零。

(三) 交流電壓的測量

1. 置作用開關於AC VOLTS處。
2. 將AC測棒與共同接地線短路，調零調整旋鈕，使指針指在零點位置。
3. 置範圍開關於較待測電壓為高之範圍。
4. 連接共用線 (接地線) 於電路之接地端點。
5. 接AC - OHMS 測棒於電路待測點上。此時測棒開關必須置於AC - OHMS處。

(四) 電阻值之測量 (測較低電阻時)

1. 置作用開關 (Function Switch) 於OHMS處。
2. 置範圍開關於適當範圍檔。
3. 測試棒開關置於AC - OHMS處。
4. 短路測試棒與共用線，調零點調整，使指針位於“0”處。
5. 分開測試棒與共用線，必要時旋轉OHMS調整旋鈕使指針於 ∞ (無限大處，即滿刻度處)。
6. 重覆4及5程序，使指針確為4及5之情況。
7. 連接共用線於待測電阻器之一端。
8. 連接AC - OHMS 測棒於待測電阻之另一端。
9. 記取讀數。
10. 測畢停用時，將範圍開關置於AC VOLTS位置。

(五) 高電阻值之測量 ($1000\text{M}\Omega$ 以上)

1. 置作用開關於+ DC VOLTS處。
2. 測圖1-13之A點及B點電壓。