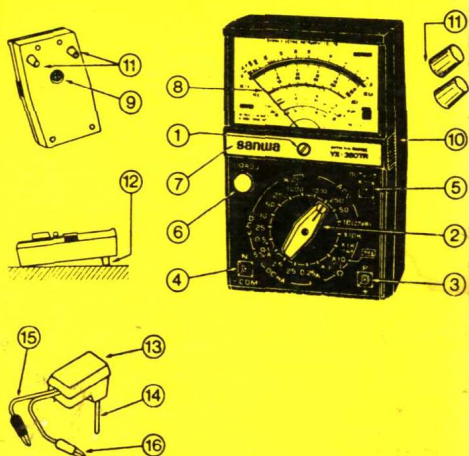
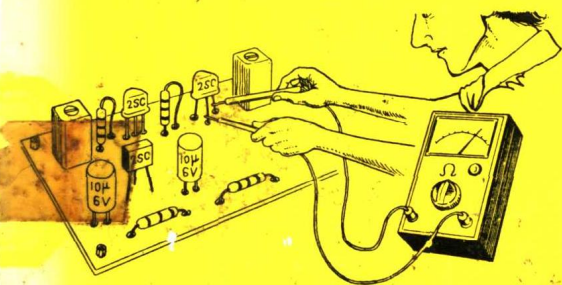
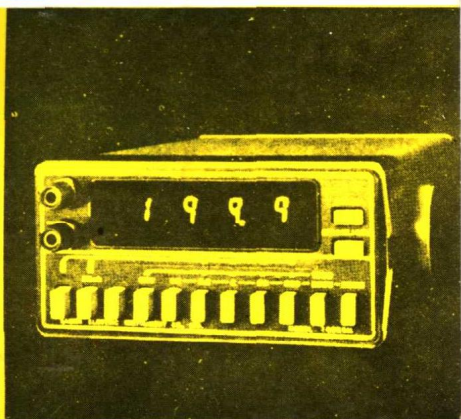


三用電表

數位三用電表

原理、構造、測量

林益海 編著



羅拔書局印行

三用電表 數位三用電表

原理、構造、測量

林益海 編著

羅拔書局印行

三用電表與數位三用電表

編著者：林 益 海
出版兼：羅 拔 書 局
發行

澳門大馬路 381 號二樓 E 座

印刷者：振興印刷公司
澳門龍崙街 152 號地下

定價：H. K. \$ 15.00

編輯大意

- 一、三用電表是電機、電子工程者應熟悉操作及應用之最重要的電錶表。
- 二、近年來數位式電表之發展，使數位三用電表 DMM 更趨普遍，本書參考各大廠商之產品數十多種 DMM，是能趕得上時代的書本。
- 三、本書適用於電機、電子系做課本或參考書，亦適合一般從事電機及電子工程的技術員、工程師作為進修及參考之用。
- 四、本書之編著，多於公餘課畢之暇，雖經多次校訂，錯誤之處在所難免，尚祈先進，隨時予以指正。
- 五、本書之出版，承歐文雄、胡阿火、呂學成諸先生之幫忙，一併致謝。

目 次

第一章 三用電表

一、電工用三用電表.....	1
二、三和 360-YTR 三用電表.....	2
三、三和 YX-360TR 三用電表.....	5
四、三和 TR-700 三用電表.....	10
五、夾式電表.....	12
六、數字式夾式電表.....	14

第二章 三用電表構造原理

一、直流基本電表.....	17
二、三用電表構造原理.....	18
〔 1 〕三用電表原理.....	18
〔 2 〕佛來明左手定則.....	19
〔 3 〕三用電表各部份構造.....	19
〔 4 〕電表之符號及誤差.....	21
三、直流電壓表 (三用電表 DCV).....	22
〔 1 〕倍率電阻.....	22
〔 2 〕實用三用電表 DCV 範圍電路.....	23
〔 3 〕負載效應.....	25
四、直流電流表 (三用電表 DCmA).....	27
〔 1 〕分流電阻.....	27

〔 2 〕實用三用電表 DCmA 範圍電路	29
〔 3 〕電流表使用應注意事項	31
五、歐姆表 (三用電表 Ω)	31
〔 1 〕串聯式歐姆表	31
〔 2 〕歐姆表內電阻設計	32
〔 3 〕歐姆表刻度	34
六、交流電壓表 (三用電表 ACV)	35
〔 1 〕整流電路	35
〔 2 〕三用電表之整流電路	36
〔 3 〕測量波形之影響	37

第三章 三用電表基本測量

一、直流電壓測量	40
〔 1 〕電池電壓測量	41
〔 2 〕串聯電池電壓之測量	41
〔 3 〕直流電路電壓之測量	42
〔 4 〕串聯電路電壓測量	42
〔 5 〕整流電路直流電壓測量	42
〔 6 〕汽車蓄電池電壓測量	43
〔 7 〕電子電路電壓測量	43
〔 8 〕DCV 刻度之閱讀	44
〔 9 〕真空管屏極電壓之測量	44
〔 10 〕線路壓降之計算及測量	45
〔 11 〕DCV 範圍之靈敏度	45
二、直流電流測量	45
〔 1 〕電池電流測量	46

〔 2 〕電晶體收音機等電路電流測量·····	46
三、電阻測量·····	47
〔 1 〕人體電阻測量·····	48
〔 2 〕舌頭對電流之感覺·····	48
〔 3 〕金屬電阻之測量·····	48
〔 4 〕電燈電阻測量·····	49
〔 5 〕電熱器電阻測量·····	50
〔 6 〕電阻器測量·····	51
〔 7 〕電路中電阻測量·····	53
〔 8 〕可變電阻測量·····	54
四、交流電壓測量·····	54
〔 1 〕屋內電壓測量·····	55
〔 2 〕變壓器電壓測量·····	55
〔 3 〕分壓器電壓測量·····	56
〔 4 〕測量變壓器電壓應注意事項·····	56

第四章 三用電表檢修家庭電器

一、日光燈檢修·····	57
二、電烙鐵檢修·····	60
三、收音機、電視機修理·····	61
四、電視機天線、饋送線之檢修·····	63
五、烤麵包機修理·····	65
六、果汁機修理·····	66
七、電熱風之檢修·····	69
八、家電設備故障檢修表·····	71

第五章 三用電表之應用測量

一、輸出 (out) 的測定	85
二、紋波電壓 (ripple voltage 測量)	85
三、放大器及收音機低頻輸出測定	86
四、電容器測量	87
1. 好壞判定	88
2. 電解電容器極性之判定	89
3. 電解電容器之測量	90
4. 電容量測定 (有電容 C 之刻度者)	90
5. 電容量測定 (無電容 C 之刻度者)	91
6. 電解電容器之電容量測量	92
7. 電容量換算刻度曲線之製作	93
8. 大電容簡易測定法	95
9. Hioki 電容量計測量電容量	96
10. 電容之串並聯計算	98
五、變壓器與線圈好壞測量	100
1. 線圈好壞測量	101
2. 線圈電感測量	101
3. 計算方法求 L 電感	102
4. 電感之串並聯	104
六、高電阻 ($M\Omega$) 測量	106
七、交流電流測量	107
八、分貝之測量	107
九、分貝刻度求頻率響應	108
十、高壓測量	109

十一、喇叭測試.....	111
十二、電子溫度計製作.....	112
十三、照度計製作.....	114

第六章 三用電表測量半導體

一、二極體測量.....	115
1. 二極體好壞測量.....	115
2. LI、LV 刻度之應用測量二極體.....	117
3. 齊納二極體測量.....	119
二、熱敏電阻測量.....	120
三、橋式整流器測試.....	121
四、 C_dS 光敏電阻測試.....	122
五、電晶體測量.....	123
1. 漏電流 I_{CEO} 測量.....	127
2. 電晶體做為二極體測量.....	128
3. 銻電晶體測量.....	129
4. 矽電晶體測量.....	129
5. 電晶體直流放大率 β 之測量.....	130
6. 矽電晶體利用附件連接器測量 H_{FE}	131
六、場效電晶體 FET 測量.....	131
1. JFET 測試.....	131
2. MOS FET 之測試.....	133
七、SCR 測試.....	135
1. SCR 特性.....	136
2. SCR 測量.....	138
3. SCR 測試器.....	140

八、TRIAC 測試	141
1. TRIAC 特性	141
2. TRIAC 測試	142
九、DIAC測試	144
十、UJT 測試	145
十一、PUT 測試	147

第七章 三用電表保養、修理

一、三用電表正確使用及保養方法	151
二、三用電表故障修理	153
1. 整流二極體不良	154
2. 保護用二極體短路	155
3. 歐姆檔故障	155
4. 旋轉開關不良	156
5. 電表指針平衡不良	156
三、三用電表之校正	157
1. 交流電壓表之校正	158
2. 直流電流表之校正	158
3. 歐姆表校正	159

第八章 數位三用電表(DMM)

一、數位電表原理	160
1. 數位式電表之優點	160
2. 數位電表的種類	160
3. 數位電壓表之作用原理	161
(1) 昇波式 DVM	161

(2) 雙斜率積分器 DVM	162
(3) 脈衝調變式 DVM	164
(4) 電壓頻率變換式 DVM	165
二、數位三用電表 DMM	167
1 FLUKE 數位三用電表 8000 A	167
(1) 主要特點	167
(2) 規格	170
(3) 面板說明	172
(4) 測量方法	174
(5) 操作原理	176
(6) 電路圖	183
2 FLUKE 8100 A DMM	191
3 FLUKE 8020 A DMM	191
4 SANWA DMT/4200 DMM	192
5 SANWA 8022、8020、8021 DMM	193
6 SANWA 7000 SM DMM	194
7 理研 DMM TR-6320	195
8 理研 DMM TR-6875, TR-2112, 2113	196
9 SEIF DM-2000 DMM	200
10 ASAHI MV-570 DMM	201
11 LEADER LDM-851 DMM	203
12 WEL 公司 VAOM-1 DMM	205
13 Schlumberge SM-4440, SM-1242 DMM ...	206
14 國洋 DMM	206
15 日置 HIOKI DMM	207
16 TRIO DMM	210

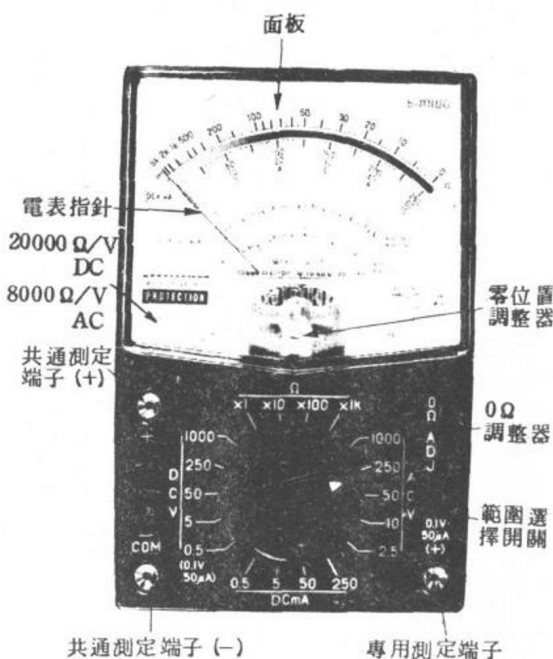
17	國際牌 DMM	211
18	TEKELEC DMM	212
19	YAESU DMM	213

第一章 三用電表

三用電表是應用最普遍價格最低廉的測試儀表，它有三個主要測量用途，即測量電阻、電壓、電流，尚可做下列測量：

- ① 測量電容量
- ② 測量電晶體
- ③ 測量電感量
- ④ 測量分貝 dB

三用電表又稱為“萬用電表”或“複用電表 (Multimeter)”。現在的三用電表價格低廉使用者不一定是電子電機技術員、工程師，一般家庭用電設備簡單修理亦使用三用電表。



一、電工用三用電表

電工用三用電表，無 LV、LI、 h_{FE} 等測量半導體特性部份刻度，其主要部份為電流表頭、電阻、



圖 1-1 三用電表

電流、電壓選擇開關，電表探棒十一插孔，零歐姆調整等，如圖 1 所示為三和（SANWA）產品。

二、三和 360-YTR 三用電表

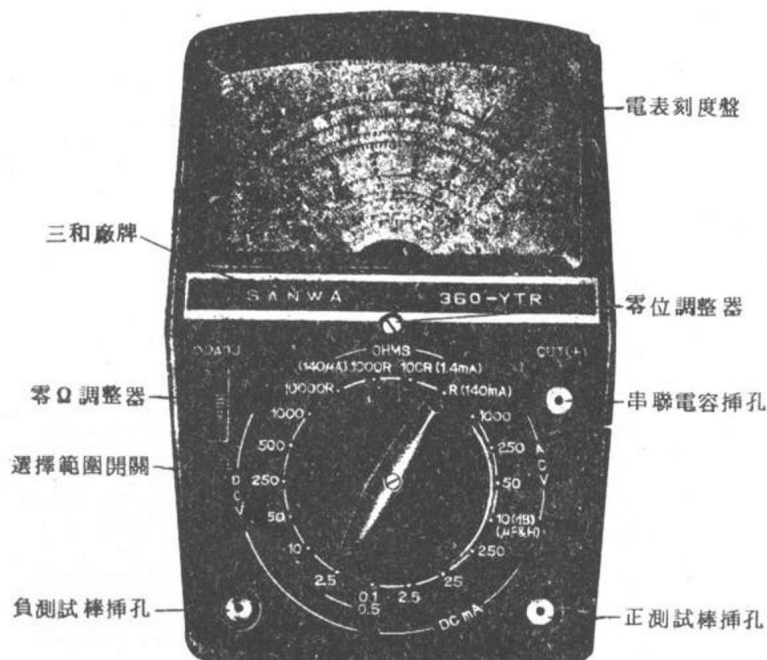


圖 1-2 三用電表外觀

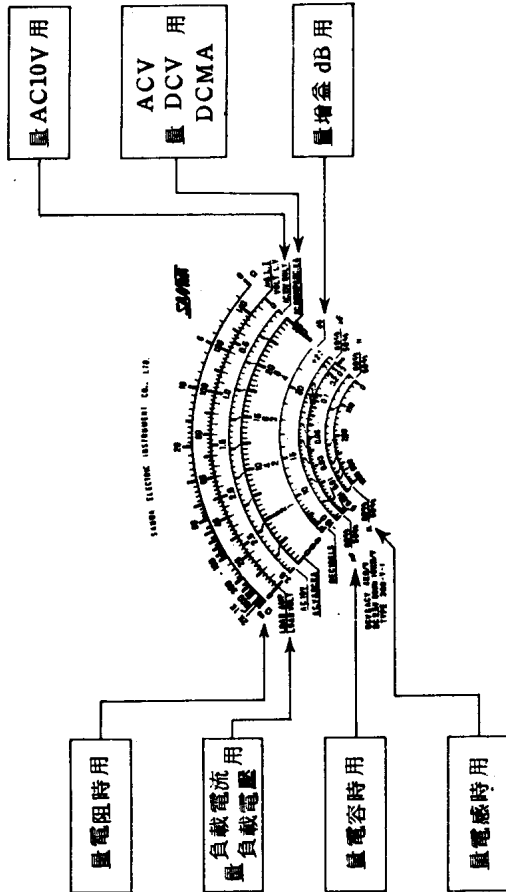


圖 1-5 面板刻度之用途

三、三和 YX-360TR 三用電表

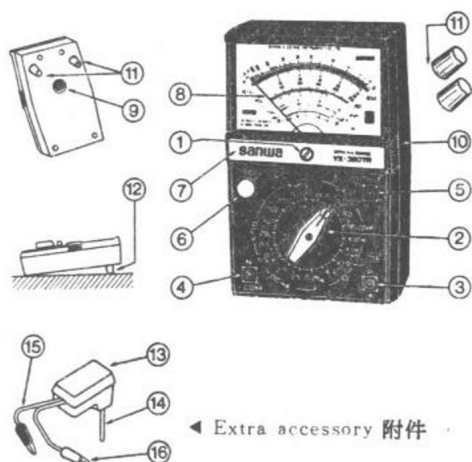


圖 1-6 YX-360TR 三用電表

- | | |
|---|--|
| ① 指針歸零調整鈕
Indicator zero corrector | ⑧ 指 針
Indicator pointer |
| ② 範圍選擇旋鈕
Range selector switch knob | ⑨ 後蓋螺釘
Rear case bolt |
| ③ 測量插孔“+”
Measuring terminal + | ⑩ 後 蓋
Rear case |
| ④ 測量插孔“-COM”
(交流, 直流共用端)
Measuring terminal-COM
(common) | ⑪ 防滑動橡皮墊
Non-skid rubbers |
| ⑤ 輸出插孔(串聯電容器)
Output (Series capacitor)
terminal | ⑫ 橡皮墊組立
Rubbers fitted |
| ⑥ Ω 調整鈕
Ω adjusting knob | ⑬ h_{FE} 測試之聯接器
Connector for h_{FE} test |
| ⑦ 銘 板
Name plate | ⑭ 連接銷
Connection pin to tester |
| | ⑮ 電晶體基極夾子(黑色)
Transistor base clip |
| | ⑯ 電晶體集極夾子(紅色)
Transistor collector clip |