



دستگاه‌های اندازه گیری دیجیتال

مقدمه

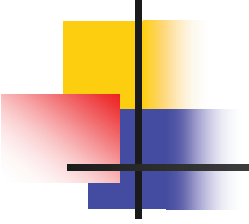
فرکانس متر دیجیتال

A/D و D/A

مولتیمتر دیجیتال



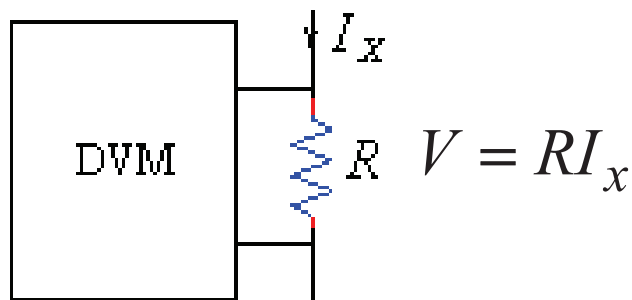
اسیلوسکوپ دیجیتال



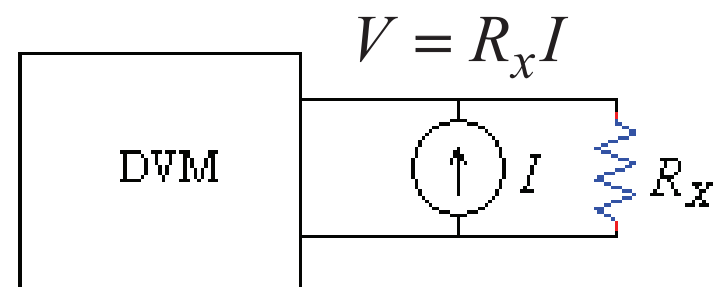
مولتی متر دیجیتال DMM

مولتی متر دیجیتال از سال 1958 به بازار آمد. اولین DMM سه رقمه با صحت 0.25% تمام مقیاس بود. امروزه مولتی متر با بیش از 8 رقم و صحت بهتر از 1 ppm موجود است.

در مولتی متر آنالوگ مبنا اندازه گیری جریان بود در حالی که در اینجا مبنا اندازه گیری ولتاژ است و لذا برای اندازه گیری جریان با عبور دادن آن از یک مقاومت دقیق آنرا به ولتاژ تبدیل میکنیم و برای اندازه گیری مقاومت با عبور دادن یک جریان دقیق ولتاژ را اندازه میگیریم (با تغییر جریان I رنج اهم متر تغییر میکند).

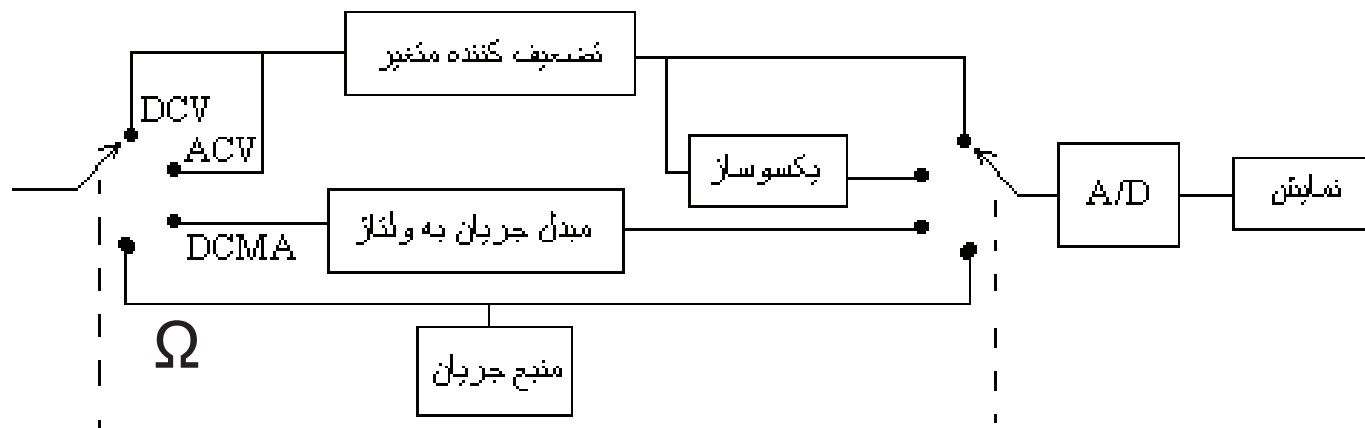


سنجش جریان



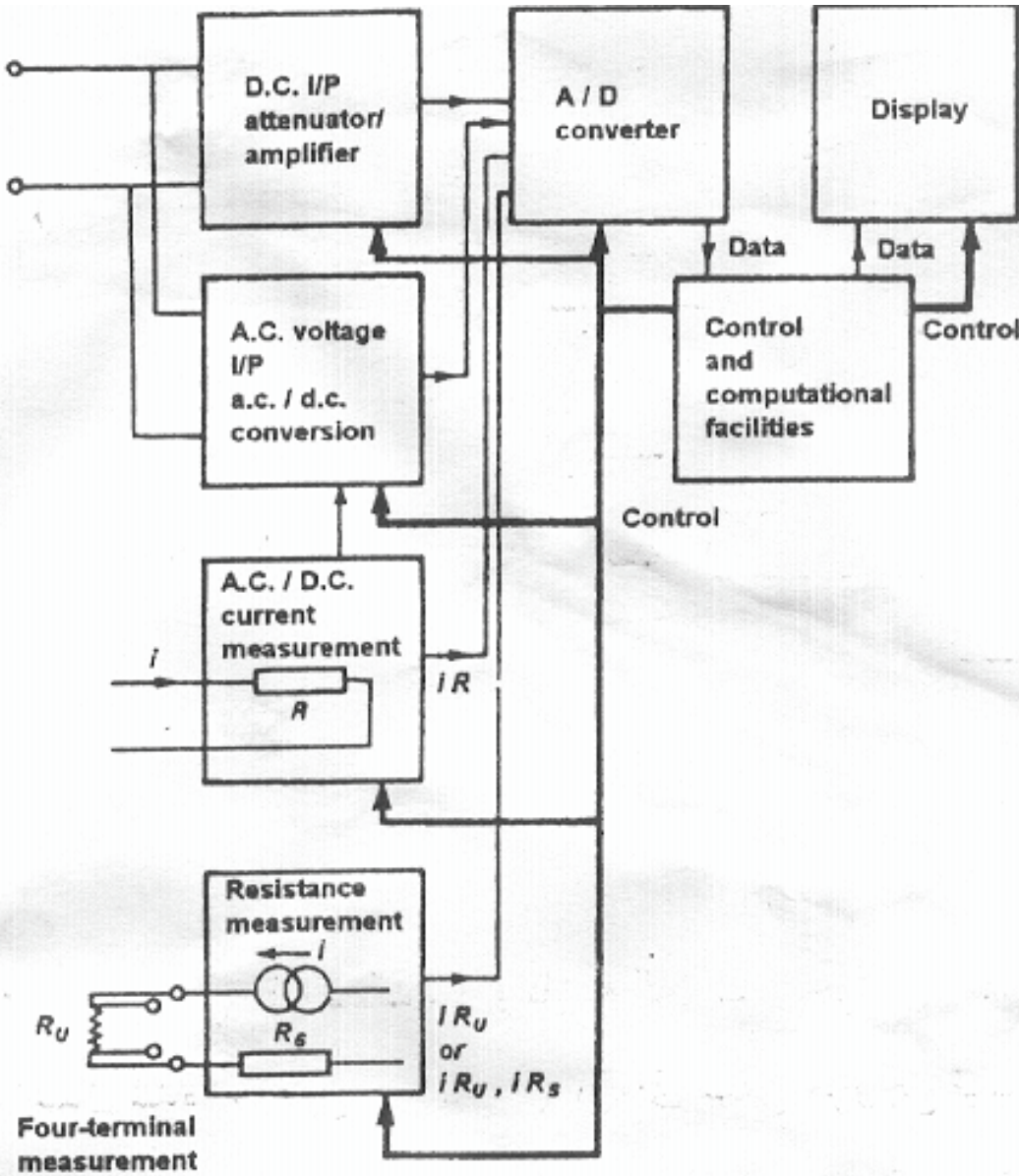
سنجش مقاومت

برای اندازه گیری ولتاژ AC از یکسوسازی استفاده میشود (یکسوسازی opamp). در این حالت بدلیل یکسوسازی صحت و دقت کمتری داریم البته در DMM های گرانیقیمت از rms to dc conv استفاده میشود $(\sqrt{\int v^2(t)dt})$

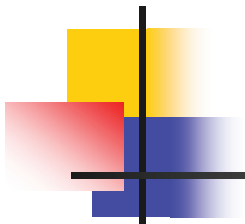


بلوک دیاگرام مولتی متر دیجیتال

یک قسمت کنترل هم وجود دارد که همه بخشهای فوق را تحت فرمان داشته و کنترل میکند .

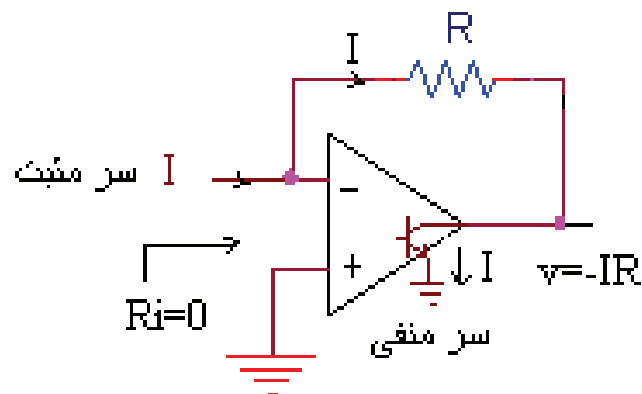


شکل ۳۰-۸. بلوک دیاگرام مولتی متر دیجیتالی

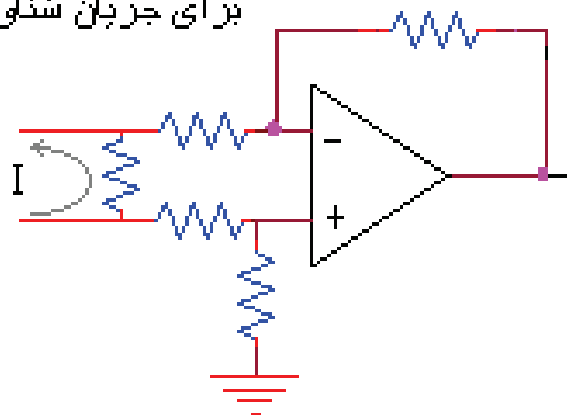


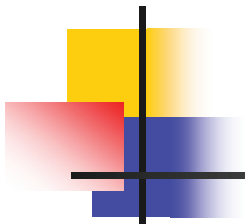
استفاده از روش نسبی در اندازه گیری مقاومت نیازی به دقت و ثبات I ندارد بلکه کافی است یک مقاومت دقیق داشته باشیم.

برای ساخت مبدل جریان به ولتاژ از مقاومت تنها نمیتوانیم استفاده کنیم چون به این ترتیب مقاومت ورودی آمپرترمان زیاد میشود لذا از مدار زیر استفاده میشود که در آن با سوئیچ کردن بین R های مختلف میتوان ضریب را تغییر داد.

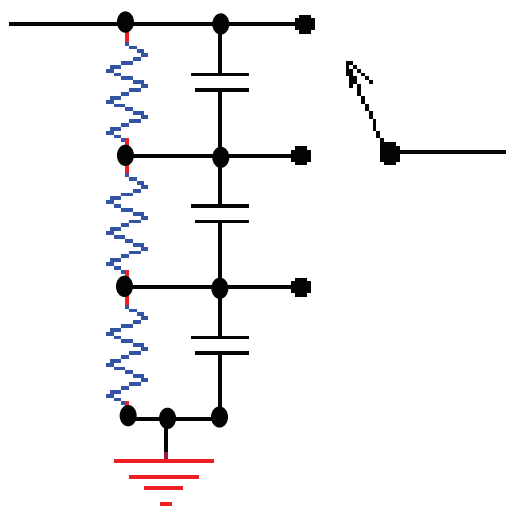


برای جریان شناور





برای تغییر رنج از تضعیف ولتاژ مقاومتی استفاده میکنیم (مشابه اسکوپ) البته سوئیچ بطور الکترونیکی کنترل میشود .





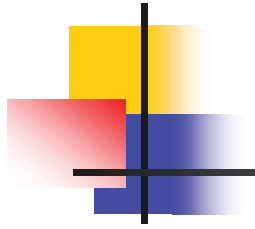
با استفاده از آی سی (ICL74106/7(LCD/LED) میتوان به سادگی یک ولتمتر دیجیتال ساخت .

مولتی مترهای دیجیتال در حالت auto ranging بطور اتوماتیک رنج مناسب را انتخاب میکند . بهترین رنج کوچکترین رنجی است که بزرگتر از مقدار مورد اندازه گیری باشد چون رنج کوچکتر ازین باعث overflow میشود و رنج بزرگتر ازین صحت و رزولوشن را کاهش میدهد.

علاوه بر auto ranging ، USER هم میتواند رنج را انتخاب کند چون تنظیم اتوماتیک زمان می برد .



رنجها ددهی هستند (در آنالوگ 1-3-10 یا 1.5-5-15) . auto ranging ابتدا از تضعیف زیاد شروع میکند (رنج زیاد) و تدریجا به رنج پائینتر میاید تا جایی که ولتاژ اندازه گیری از ولتاژ تمام مقیاس رنج بعدی بیشتر باشد (بیشترین تعداد رقم معنی دار ممکنه) . اگر در اثنای اندازه گیری نیز ، مثلا ولتاژ مورد اندازه گیری مثلا از رنج بیشتر شود ، دستگاه خودش رنج را بزرگتر میکند و به عکس در صورت لزوم رنج را کوچکتر می کند .



با توجه به اینکه رنجها دهنده‌ی هستند اگر مولتی‌متر 3 رقم داشته باشد و ولتاژ مورد اندازه‌گیری 0.999 ولت باشد 999. نشان داده می‌شود یعنی رزولوشن یک میلی‌ولت است. اما اگر این ولتاژ یک ولت بشود 1.00 نشان خواهد داد یعنی رزولوشن 10 میلی‌ولت خواهد بود لذا معمولاً مولتی‌مترهای دیجیتال رقم اضافه‌ای دارند که فقط میتواند 0 یا 1 باشد و به آن نصف رقم half digit می‌گویند. مثلاً در مولتی‌متر 3.5 رقمه در مثال فوق 999. و 1.000 خواهیم داشت. در واقع به این ترتیب 100 % over range را هم میتواند بخواند. بعضاً 200 % یا 300 % over range دارند. پس بهتر است بگوییم half digit رقمی است که گستره محدودی دارد.

مشخصات مولتی متر DT830 به قرار زیر است :

1. GENERAL

1-1 Superiority of Digital Function

- (1) Easy and correct read-out.
- (2) High accuracy in measuring.
- (3) High internal resistance assures minimum measuring error.
- (4) LSI-circuit use provides high reliability and durability.
- (5) Measurement possible even under strong magnetic field.
- (6) Over-input indication provided.

1-2 Features of Model DT-830

- (1) DT-830 is a 3 1/2 digit compact digital multimeter, featuring FE type LCD of large figures.
- (2) One rotary range switch allows fast & convenient operation.
- (3) 30 measurement ranges enable wider application.
- (4) Quick continuity check is available by buzzer.
- (5) hFE & Diode checks are equipped.
- (6) Indication of Low Battery Life appears on display.
- (7) Color-coded panel assures easy operation.
- (8) LCD use provides low power consumption and clear read-out even at bright place.

2. SPECIFICATIONS

2-1 General Specifications

Display:	LCD(Liquid Crystal, FE type) Max. Indication 1999 or -1999 Auto-zero & Auto-polarity.
Measurements:	DC V, AC V, DC A, AC A, Ω , hFE, Diode & Continuity
Over-input:	Indication of "1" or "-1"
Sampling Time:	0.4 second
Operating Temperature:	0°C to 40°C
Operating Humidity:	less than 80% R. H.
Power Requirement:	DC 9V, 006P battery

Battery Life: 200 hours typical
 Low Battery Indication: "⬢" mark appears on the display when the battery voltage drops below operating voltage
 Dimensions: 160(D) × 84(W) × 26(H) mm
 Weight: 200g, excluding battery
 Standard Accessories: Test Lead (red & black)1 pair
 Battery (006P, 9V)1 pce
 Spare Fuse (0.5A)1 pce
 Instruction Manual.....1 pce

2-2 Measurement Ranges

(1) DC Voltage

Range	Resolution	Accuracy (23°C ± 5°C)
200mV	0.1mV	± (0.5% of rdg + 2 dgt)
2V	1mV	
20V	10mV	± (0.8% of rdg + 2 dgt)
200V	100mV	
1000V	1V	

Max: Allowable Input: 1000V DC or AC peak at 200mV, 2V & 20V Ranges.
 1100V DC or AC peak at 200V & 1000V Ranges.

Input Impedance: 10MΩ.

(2) AC ~ Voltage

Range	Resolution	Accuracy (23°C ± 5°C, 45~500Hz)
200mV	0.1mV	± (1.0% of rdg + 5 dgt)
2V	1mV	
20V	10mV	
200V	100mV	
750V	1V	

Max. Allowable Input: 750V AC rms or 750V DC
 Input Impedance: 10MΩ in parallel with < 100pF

(3) DC ~ Current

Range	Resolution	Accuracy (23°C ± 5°C)	Maximum Voltage Burden
200μA	0.1μA	± (1.0% of rdg + 2 dgt)	250mV rms
2mA	1μA		
20mA	10μA		
200mA	100μA		
10A	10mA	± (2.0% of rdg + 2 dgt)	700mV rms

Overload Protection: 0.5A (250V) fast blow fuse

(4) AC ~ Current 45~500Hz

Range	Resolution	Accuracy (23°C ± 5°C)	Maximum Voltage Burden
200μA	0.1μA	± (1.2% of rdg + 5 dgt)	250mV rms
2mA	1μA		
20mA	10μA		
200mA	100μA		
10A	10mA	± (2.0% of rdg + 5 dgt)	700mV rms

Overload Protection: 0.5A (250V) fast blow fuse

Battery Life: 200 hours typical
 Low Battery Indication: "⬡" mark appears on the display when the battery voltage drops below operating voltage
 Dimensions: 160(D) × 84(W) × 26(H) mm
 Weight: 200g, excluding battery
 Standard Accessories: Test Lead (red & black) 1 pair
 Battery (006P, 9V) 1 pce
 Spare Fuse (0.5A) 1 pce
 Instruction Manual..... 1 pce

2-2 Measurement Ranges

(1) DC Voltage

Range	Resolution	Accuracy (23°C ± 5°C)
200mV	0.1mV	± (0.5% of rdg + 2 dgt)
2V	1mV	
20V	10mV	± (0.8% of rdg + 2 dgt)
200V	100mV	
1000V	1V	

Max: Allowable Input: 1000V DC or AC peak at 200mV, 2V & 20V Ranges.
 1100V DC or AC peak at 200V & 1000V Ranges.

Input Impedance: 10MΩ.

1. PANEL FUNCTIONS

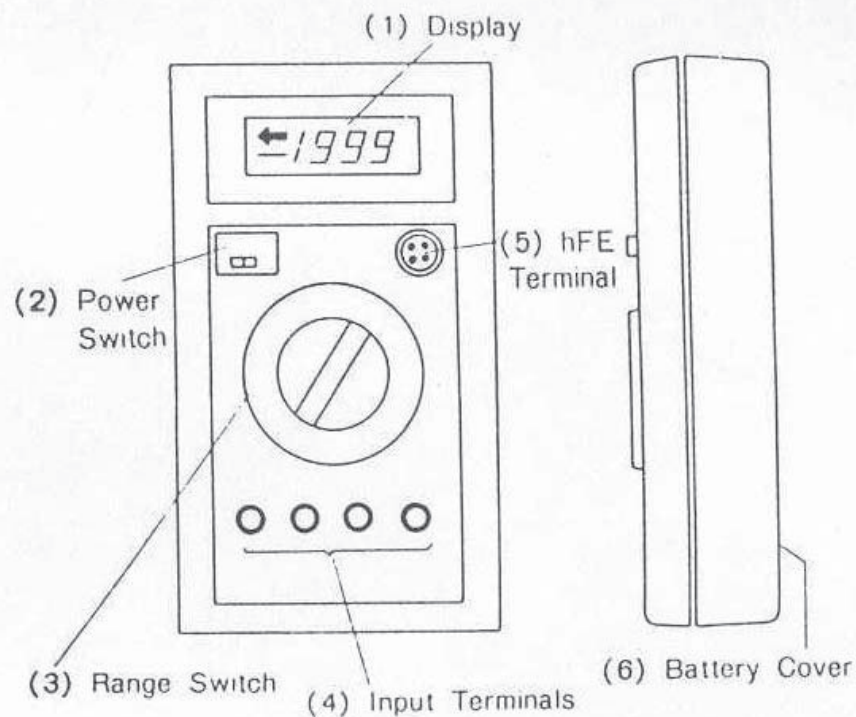


Fig. 1

3-1 Display

3 1/2 digit figures, decimal points, "—" mark & "↔" mark are displayed on LCD panel.

3-2 Power Switch

Power can be supplied when the switch is set "ON".
Be sure to set "OFF" position when non-using.

3-3 Range Switch

All measurement ranges of this instrument can be selected

only by this one rotary switch.

Set at the required position, in accordance with measurement range (signal under test).

Important: Set the RANGE switch always at the highest range and change it down till satisfactory reading is obtained, if the value of the signal under test is unknown.

3-4 Input Terminals

Input terminals are for test leads, depending on the measurement ranges.

- (1) Connect the black test lead, always to "COM" terminal.
- (2) When measuring DC V, AC V, RESISTANCE (Ω), DIODE ($\text{—}|<\text{—}$) & Continuity ($\bullet$)), connect the red test lead to "V- Ω " terminal.
- (3) When measuring DC & AC Current up to 200mA, connect the red test lead to "mA" terminal.
- (4) When measuring DC & AC Current over 200mA, connect the red test lead to "10A" terminal.

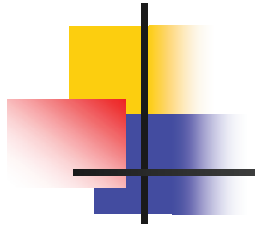
3-5 hFE Terminals

hFE terminals are to connect pins of transistor. Connect pins of BASE & COLLECTOR to "B" & "C" respectively and EMITTER to one of "E" terminals in accordance with the type of transistor under test.

Small type transistor can be measured by inserting pins to the terminals directly. In case of difficulty of connecting the transistor directly, use the optional hFE probe UP-11 designed for this purpose specially.

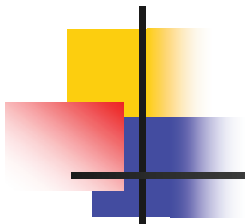
3-6 Battery Case

- (1) When connecting or replacing battery, remove the battery cover by pressing the part "OPEN" slightly.
- (2) When replacing the fuse, also remove the battery cover and insert 0.5A fuse ($0.5\text{mm}\phi \times 20\text{mm}$).



صحت دستگاه‌های دیجیتال معمولاً بصورت درصدی از قرائت (حدود 0.2% تا 0.002% در DCV) یا ترکیب درصدی از قرائت و درصدی از تمام مقیاس است، به علاوه خطای حداقل ± 1 شماره را هم داریم. به این دلیل بهتر است همواره قرائت نزدیک به تمام مقیاس باشد (auto ranging خودش این کار را میکند). صحت داده شده در کاتالوگ با فرض درجه حرارت خاص (معمولاً 25 درجه) نگذشتن مدتی از کالیبراسیون (سه ماه تا یک سال) و نیز غیر سینوسی نبودن در ac در مورد غیر true rms و خارج پهنای باند نبودن است.

مقاومت ورودی ولت‌متر دیجیتال معمولاً حداقل 10 مگا اهم (موازی 40pF) است. در انواع خیلی خوب آزمایشگاهی ممکن است 10 گیگا اهم باشد.



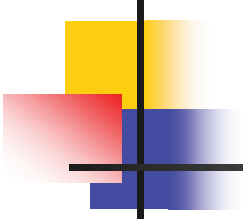
مثال :

مشخصات دو مولتیمتر 3.5 رقمی به قرار زیر است :

1-صحت: $\pm 0.05\%$ قرائت ± 2 رقم در 25 درجه سانتیگراد

2-صحت: $\pm 0.05\%$ قرائت $\pm 0.03\%$ تمام مقیاس ± 1 رقم در 25 درجه

در هر یک از این دو مولتی متر خطای ممکنه را وقتی که ولتاژ ورودی دقیقاً برابر 100 ولت باشد حساب کنید .



حل :

1) $0.05v + 0.2v = 0.25v$

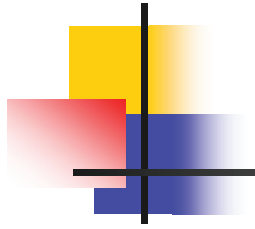
2) $0.05v + 0.06v + 0.1v = 0.21v$

پس دومی صحیحتر است.

مولتی مترهای دیجیتال دارای مود دیود تست برای تست دیود می باشند . در این مد از بالاترین جریان (1mA در DT830) برای اندازه گیری دیود استفاده میشود و ولتاژ فوروارد را مینویسد . همچنین مولتی مترهای دیجیتال دارای مد Cont. check برای تست اتصالات می باشند . در DT830 ترشلد بوق زدن و بوق نزدن 20Ω می باشد . بعضا مولتی مترهای دیجیتال دارای قابلیت سنجش بتای ترانزیستور نیز می باشند .

TABLE 7-2 TYPICAL VOLTAGE DROPS FOR FORWARD-BIASED DIODES.

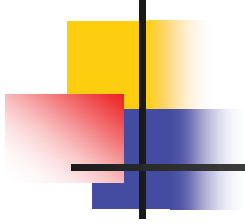
Diode Type	Forward Voltage
Germanium	0.25–0.4 volts
Standard silicon	0.60–0.7 volts
Schottky barrier	0.4–0.5 volts
Hot carrier	0.35–0.5 volts
Light emitting (LED)	1.5–2.5 volts



برخی مولتی مترهای دیجیتال دارای کانتر برای اندازه گیری هستند
فرکانس سیگنال ac (تا حداکثر چند صد کیلو هرتز).

برخی مولتی مترهای دیجیتال دارای قابلیت اندازه گیری خازن
هستند (صحت 1 تا 2 درصد).

برخی مولتی مترهای دیجیتال دارای قابلیت اندازه گیری حرارت به وسیله
پروب ترمستوری (-80° تا $+150^{\circ}$ با صحت یک درجه) یا
پروب ترموکوپلی (-260° تا $+260^{\circ}$ با صحت چند درجه) می
باشند .



در اندازه گیری ولتاژ ac باید توجه داشت که هر مولتی متر دیجیتالی یک پهنای باندی دارد که در آن محدوده ، صحیح نشان میدهد. بطور نوعی حد پایین 45 هرتز و حد بالای چیزی بین 0.5 کیلوهرتز تا 1 مگاهرتز است. (در حالت ac مقدار dc را حذف میکند).

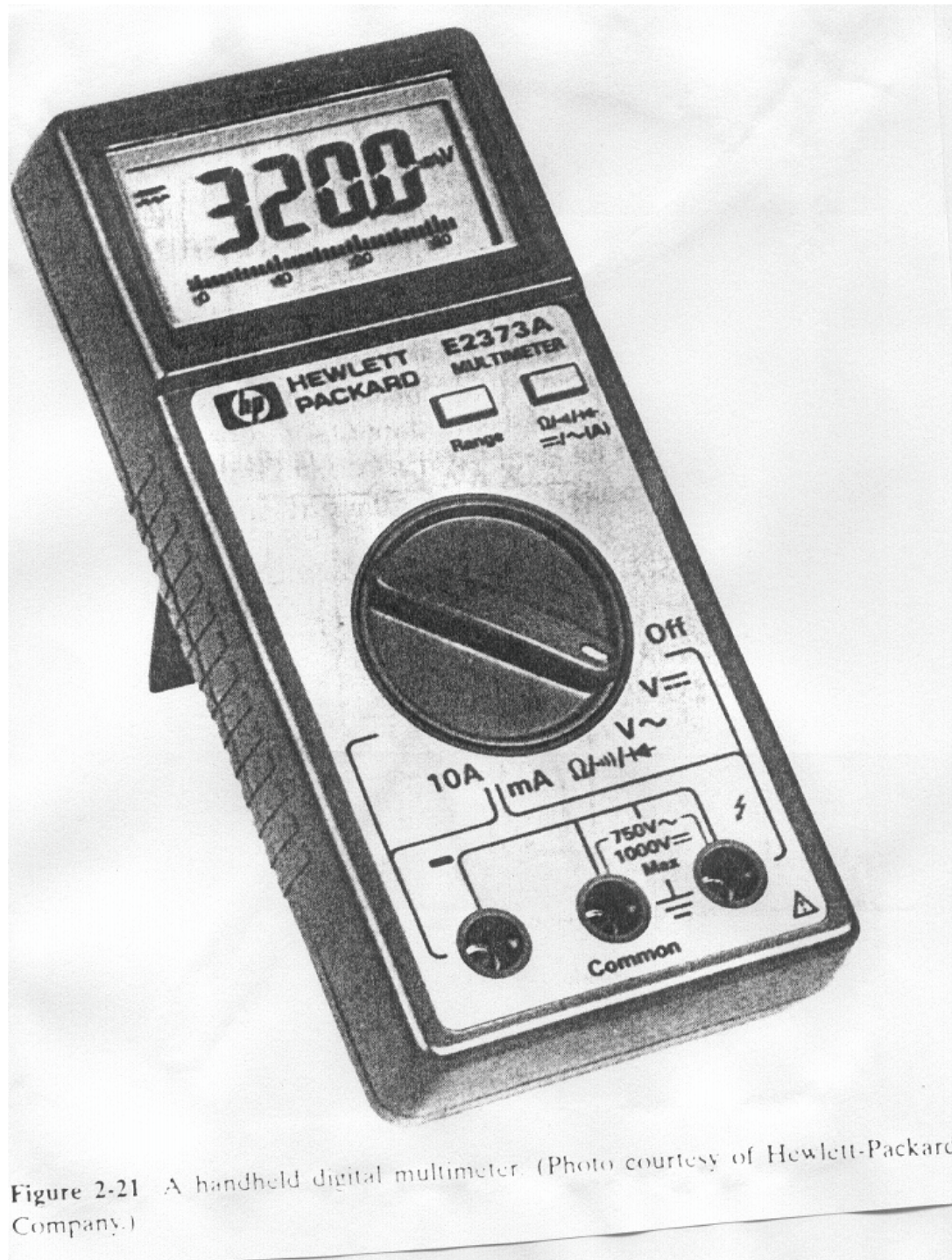


Figure 2-21 A handheld digital multimeter. (Photo courtesy of Hewlett-Packard Company.)

TABLE 2-1 ABBREVIATED SPECIFICATIONS OF A HANDHELD DIGITAL MULTIMETER.

Description: Handheld Digital Multimeter

DC volts

Ranges: 300 mV, 3 V, 30 V, 300 V, 1000 V

Accuracy: $\pm(0.7\%$ of reading + 1 count)

Input resistance: 10 M Ω minimum (depends on range)

AC volts

Ranges: 3 V, 30 V, 300 V, and 750 V

Accuracy: $\pm(1.2\%$ of reading + 4 counts); maximum frequency, 500 Hz

DC current

Ranges: 300 μ A, 3 mA, 30 mA, 300 mA, 10 A

Accuracy: $\pm(1.5\%$ of reading + 5 counts)

Resistance

Ranges: 300 Ω , 3 k Ω , 30 k Ω , 300 k Ω , 3 M Ω , 30 M Ω

Accuracy: $\pm(0.7\%$ of reading + 1 count); depends on range

در این مولتی 3200 Maximum count می باشد.
متر

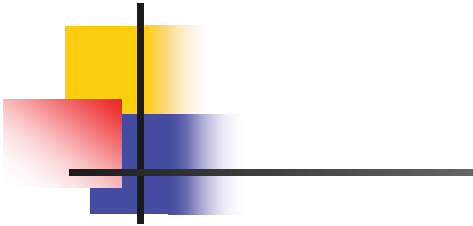




Table 2.1 Abbreviated Specifications of a Handheld Digital Multimeter

Specification	Value
Basic DC accuracy	0.025%
Basic AC accuracy	0.4%
Resolution	50,000 counts ($4\frac{1}{2}$ digits)
AC bandwidth	100 kHz
DC voltage ranges	50 mV to 1,000 V
DC current ranges	500 μ A to 10 A
AC voltage ranges	50 mV to 1,000 V
AC current ranges	500 μ A to 10 A
Resistance ranges	500 Ω to 500 M Ω

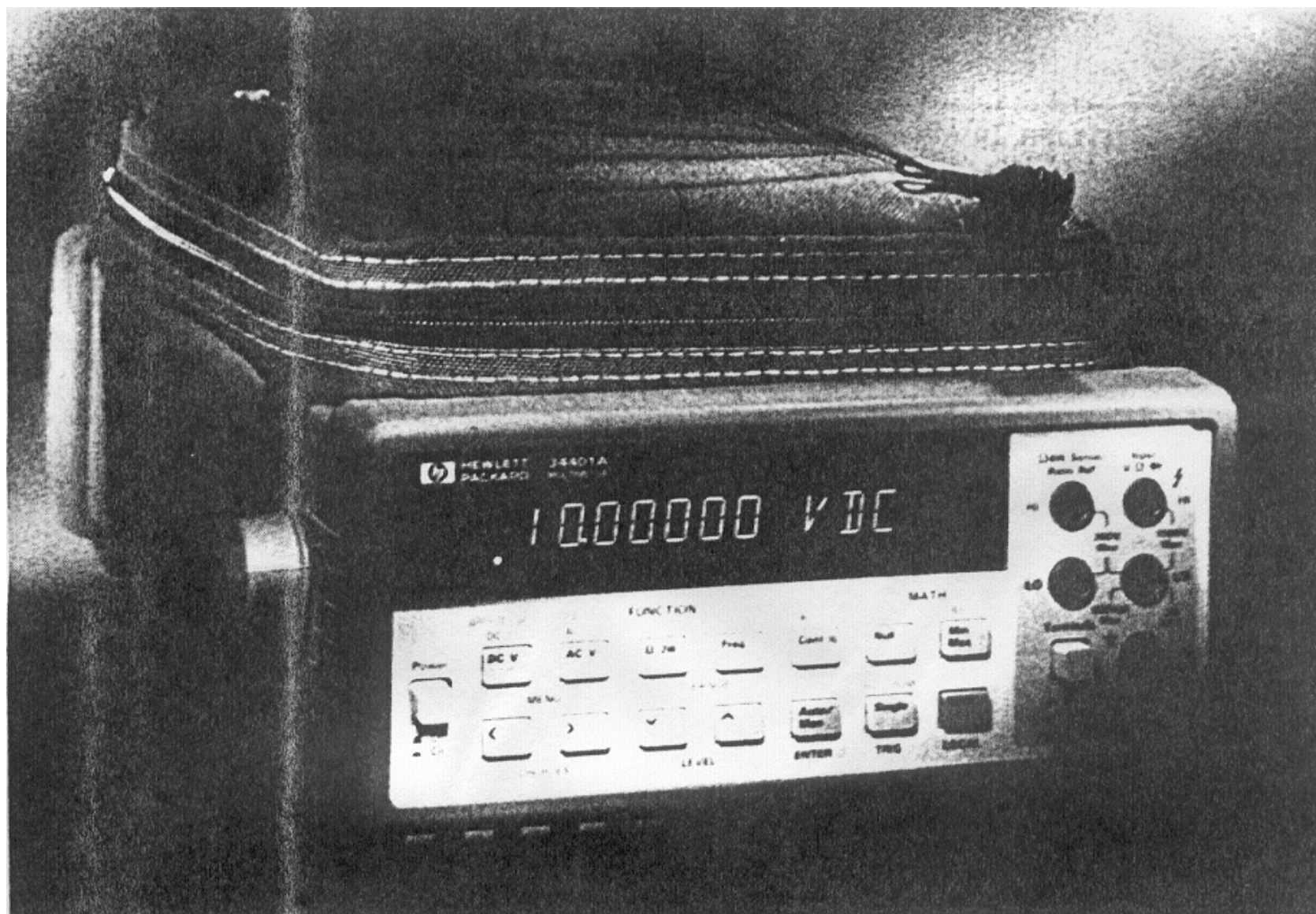


Figure 2-22. A bench top digital multimeter with true RMS detection. (Photo courtesy of Hewlett-Packard Company.)

TABLE 2-2 ABBREVIATED SPECIFICATIONS OF A BENCH DIGITAL MULTIMETER.

Description: 6 ½-Digit True RMS Autoranging Digital Multimeter

DC volts

Ranges: 0.1 V, 1 V, 10 V, 100 V, 1000 V

Accuracy: $\pm(0.005\%$ of input + 0.0035% of range); depends on range

Input resistance: 10 M Ω minimum

AC volts

Ranges: 0.1 V, 1 V, 10 V, 100 V, 750 V

Accuracy: $\pm(0.06\%$ of input + 0.03% of range), 10 Hz to 20 kHz; depends on range, other frequencies also specified

DC current

Ranges: 0.01 A, 0.1 A, 1 A, 3 A

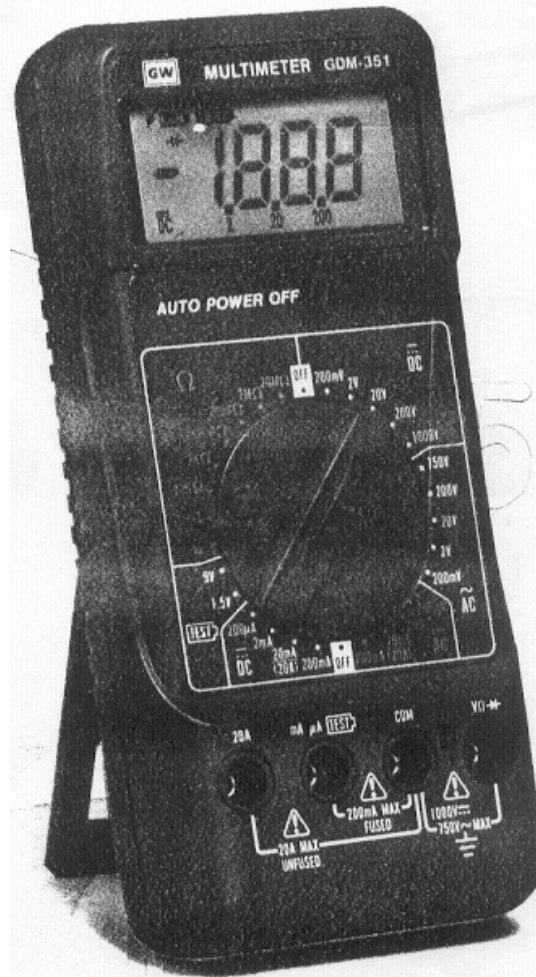
Accuracy: $\pm(0.1\%$ of input + 0.01% of range); depends on range

Resistance

Ranges: 100 Ω , 1 k Ω , 10 k Ω , 100 k Ω , 1 M Ω , and 10 M Ω

Accuracy: $\pm(0.01\%$ of input + 0.001% of range); depends on range

3 1/2 DIGIT MULTIMETERS



GDM-351

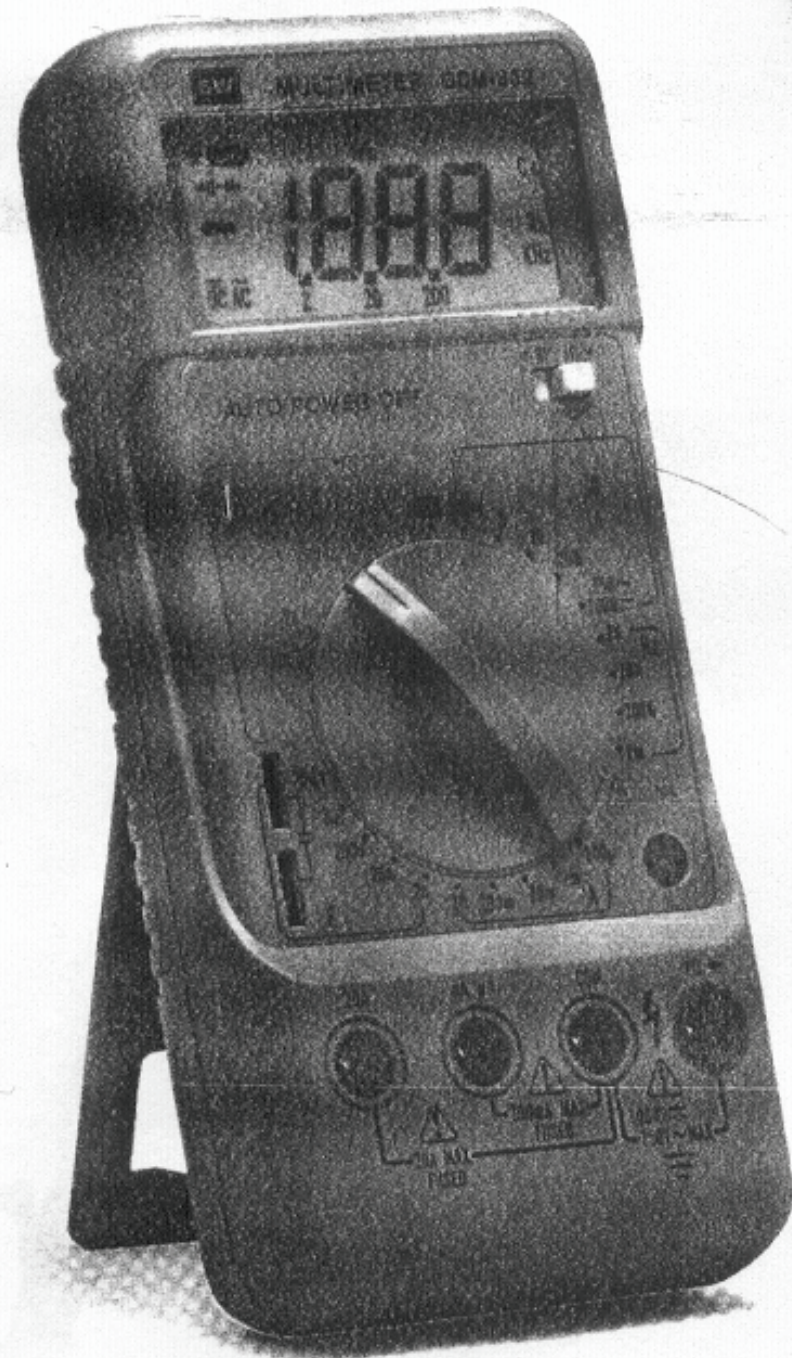
Features:

- Manual Ranging (30 ranges)
- Audible Continuity Check
- Precision Diode Test
- Auto Power Off
- Overload Protection
- International Safety Design
- Drop-proof up to 4 Feet
- Battery Check

GDM-352

Features:

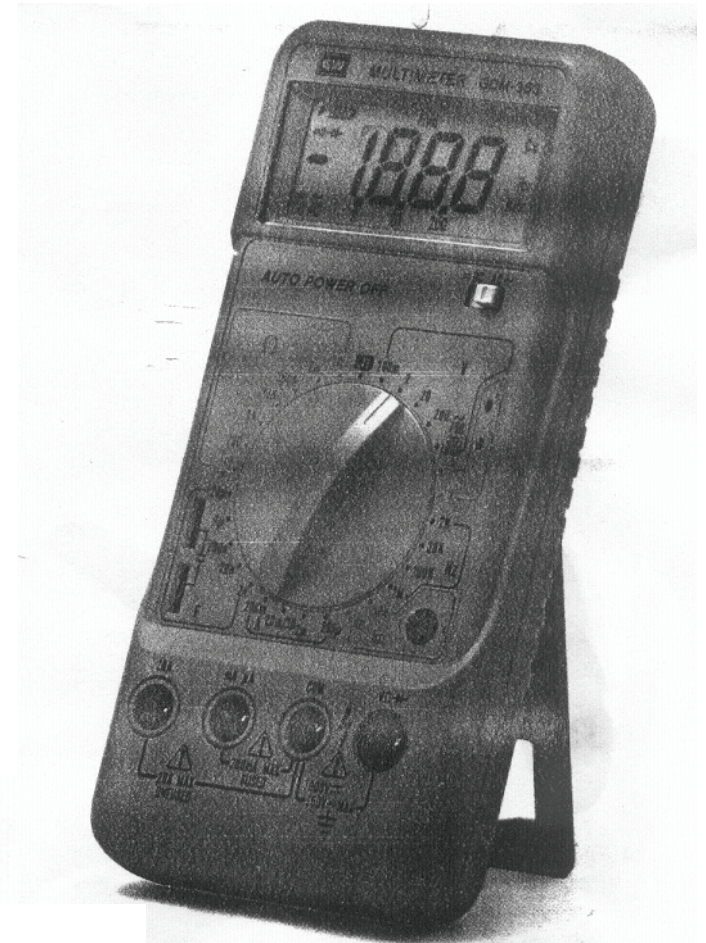
- Manual Ranging (39 ranges)
- Audible Continuity Check
- Precision Diode Test
- Auto Power Off
- Overload Protection
- International Safety Design
- Drop-proof up to 4 feet
- Capacitance Measurement
- Frequency Measurement up to 2MHz
- hFE Measurement
- Double High Energy fused (0.63A, 20A)



GDM-353

Features:

- Manual Ranging (40 ranges)
- Audible Continuity Check
- Precision Diode Test
- Auto Power Off
- Overload Protection
- International Safety Design
- Drop-proof up to 4 feet
- Capacitance Measurement
- Frequency Measurement up to 2MHz
- hFE Measurement
- Temperature Measurement



GW GOOD WILL

3 1/2 Digit DMMs

MODEL GDM-351

- Manual Ranging (30 ranges)
- Audible Continuity Check
- Precision Diode Test
- Auto Power Off
- Overload Protection
- International Safety Design
- Drop-proof up to 4 Feet
- Battery Check

MODEL GDM-352

- Manual Ranging (39 ranges)
- Audible Continuity Check
- Precision Diode Test
- Auto Power Off
- Overload Protection
- International Safety Design
- Drop-proof up to 4 Feet
- Capacitance Measurement
- Frequency Measurement Up to 2MHz
- hFE Measurement
- Double High Energy Fused (0.63A, 20A)

MODEL GDM-353

- Manual Ranging (40 ranges)
- Audible Continuity Check
- Precision Diode Test
- Auto Power Off
- Overload Protection
- International Safety Design
- Drop-proof up to 4 Feet
- Capacitance Measurement
- Frequency Measurement Up to 2MHz
- hFE Measurement
- Temperature Measurement

GENERAL SPECIFICATIONS

Display: 3-1/2 digit, "0.65" LCD. (1999 counts).
Sampling: 2.5 times / sec (nominal).
Temp. & Humidity Operation: 0 to 50°C., 0 - 70% R.H.
Temp. & Humidity Storage: - 20°C to 60°C.,
0° - 80% R.H. without battery
Power Requirements: Single 9V battery, NEDA 1604
Battery Life: Approx. 300 hours GDM-351
200 hours GDM-352, GDM-353, alkaline battery.
Dimensions (H x W x D): 187 x 88 x 44 mm
Weight: 340g (GDM-351),
380G (GDM-352, GDM-353) including battery.
Accessories: Test leads, instruction manual, battery

SPECIFICATIONS

(Accuracy specified at 23°C $\pm$ 5°C, 75% max. R.H.)

DC VOLTAGE

Range	Resolution	Accuracy
200mV	100 μ V	$\pm$ (0.5% + 1 dgt.)
2V	1mV	"
20V	10mV	"
200V	100mV	"
1000V	1V	$\pm$ (0.5% + 2 dgts.)

Input impedance: 10M Ω
Overload Protection: 1100 VDC or peak AC max. all ranges.
(500 VDC or peak AC, 200mV range)

AC VOLTAGE

Average responding reads rms value of sine wave.

Range	Resolution	Bandwidth
200mV	100 μ V	40Hz - 500Hz
2V	1mV	
20V	10mV	
200V	100mV	
750V	1V	

Accuracy: $\pm (1.2\% + 3 \text{ dgts})$ 750V $\pm (1.2\% + 4 \text{ dgts})$

Input Impedance: 10 M Ω < 100pF.

Overload Protection: Same as DC voltage.

DC CURRENT

Range	Resolution	Accuracy
200 μ A	100nA	$\pm (1.2\% + 1 \text{ dgt.})$
2mA	1 μ A	"
20mA	10 μ A	"
200mA	0.1mA	"
20A	10mA	$\pm (2.0\% + 3 \text{ dgts.})$

Overload Protection:

300mA/250V fast blow fuse, 20A range unfused

0.63A 500V High energy fuse (GDM-352)

20A RANGE: 20A 600V high energy fuse (GDM-352)

AC CURRENT

Range	Resolution	Accuracy
200 μ A	100nA	$\pm (1.5\% + 4 \text{ dgts})$
2mA	1 μ A	
20mA	10 μ A	
200mA	0.1mA	
20A	10mA	$\pm (2.5\% + 4 \text{ dgts})$

Overload Protection: Same as DC current.

RESISTANCE

Range	Resolution	Accuracy
200 Ω	0.1 Ω	$\pm(1.0\% + 4 \text{ dgts})$
2k Ω	1 Ω	GDM-351
20k Ω	10 Ω	$\pm(1.0\% + 1 \text{ dgt})$
200k Ω	100 Ω	GDM-352
2M Ω	1k Ω	$\pm(0.7\% + 1 \text{ dgt})$
20M Ω	10k Ω	$\pm(2.0\% + 4 \text{ dgts})$

Overload Protection: 500 VDC or Peak AC

AUDIBLE CONTINUITY CHECK

Buzzer threshold: Approx. less than 40 Ω .

PRECISION DIODE TEST

Display: Forward junction voltage
Accuracy: $\pm(1.0\% + 2 \text{ dgts.})$
Max. Test Current: 1.5mA
Input Voltage Protection: 500V DC or peak AC

CAPACITANCE (GDM-352, GDM-353 ONLY):

Test Frequency: 400Hz
Resolution: 2nF - 1pF, 20nF - 10pF, 200nF - 100pF,
2 μ F - 1nF, 20 μ F - 10nF
Accuracy: $\pm(2\% + 10 \text{ dgts.})$

FREQUENCY (GDM-352, GDM-353 ONLY):

Range: 10Hz to 2MHz
Resolution: 2KHz - 1Hz, 20KHz - 10Hz, 200KHz - 100Hz
2MHz - 1KHz.
Accuracy: $\pm(1.0\% + 4 \text{ dgts})$
Input Sensivity: 2KHz to 200KHz range: 1Vrms
2MHz Range: 2Vrms
Overload Protection: 500VDC or peak AC.

TRANSISTOR hFE TEST (GDM-352, GDM-353 ONLY)

Display: 1 - 1000 hFE for PNP or NPN Transistors
Test Condition: Base DC Current: 10 μ A, Vce: 3.5V

TEMPERATURE TEST (GDM-353 ONLY)

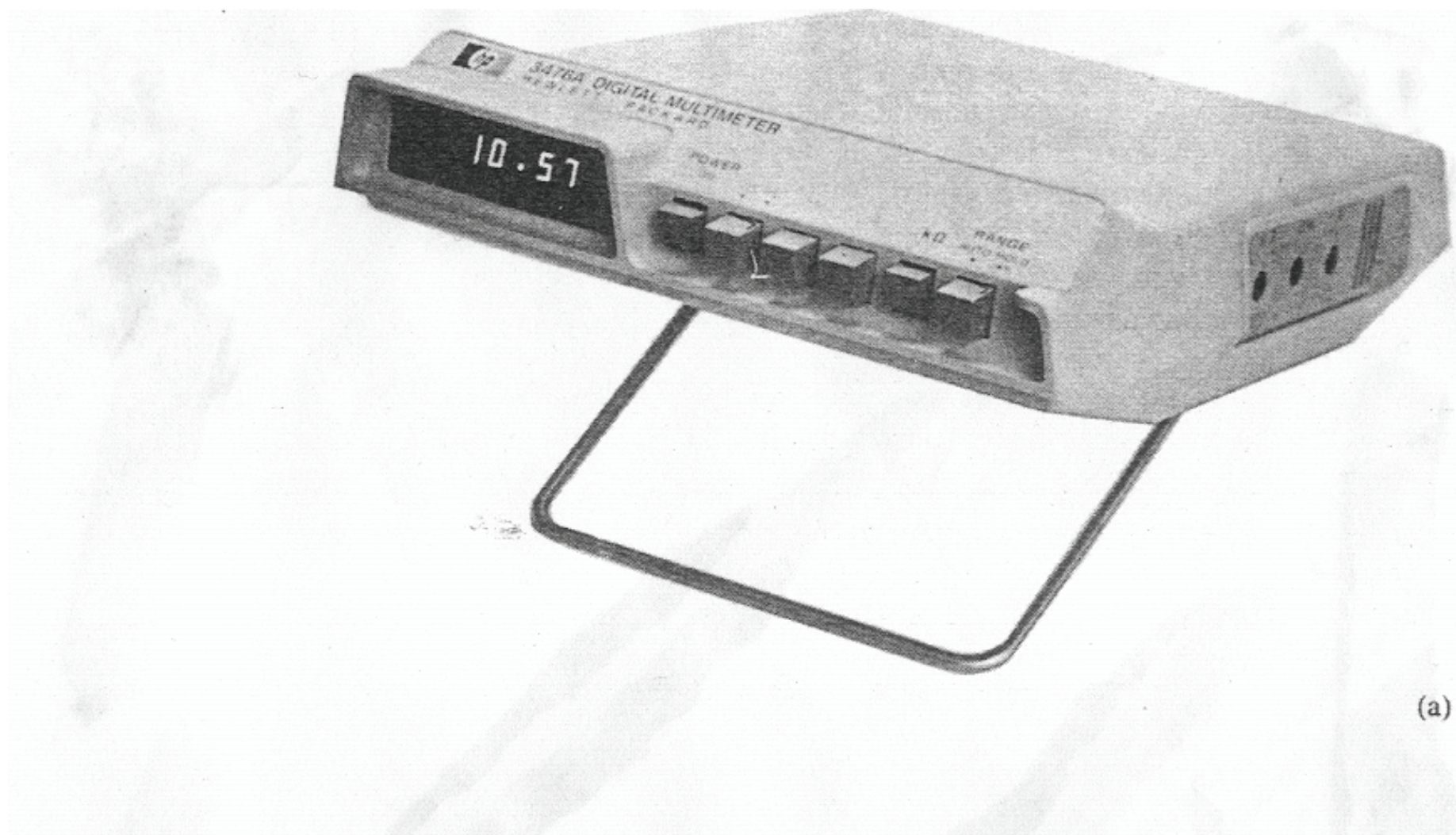
Type: K type
Range: $-50^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$ ($-58^{\circ}\text{C} \sim 1999^{\circ}\text{F}$)
Resolution: 1°C or 1°F
Accuracy: $0^{\circ}\text{C} \sim 500^{\circ}\text{C}$ ($-32^{\circ}\text{C} \sim 932^{\circ}\text{F}$) $\pm(1.2\% + 2\text{dgts})$
 $-50^{\circ}\text{C} \sim 0^{\circ}\text{C}$ ($-58^{\circ}\text{F} \sim 32^{\circ}\text{F}$) and
 $500^{\circ}\text{C} \sim 1300^{\circ}\text{C}$ ($932^{\circ}\text{F} \sim 1999^{\circ}\text{F}$) $\pm(2\% + 2\text{dgts})$

GW

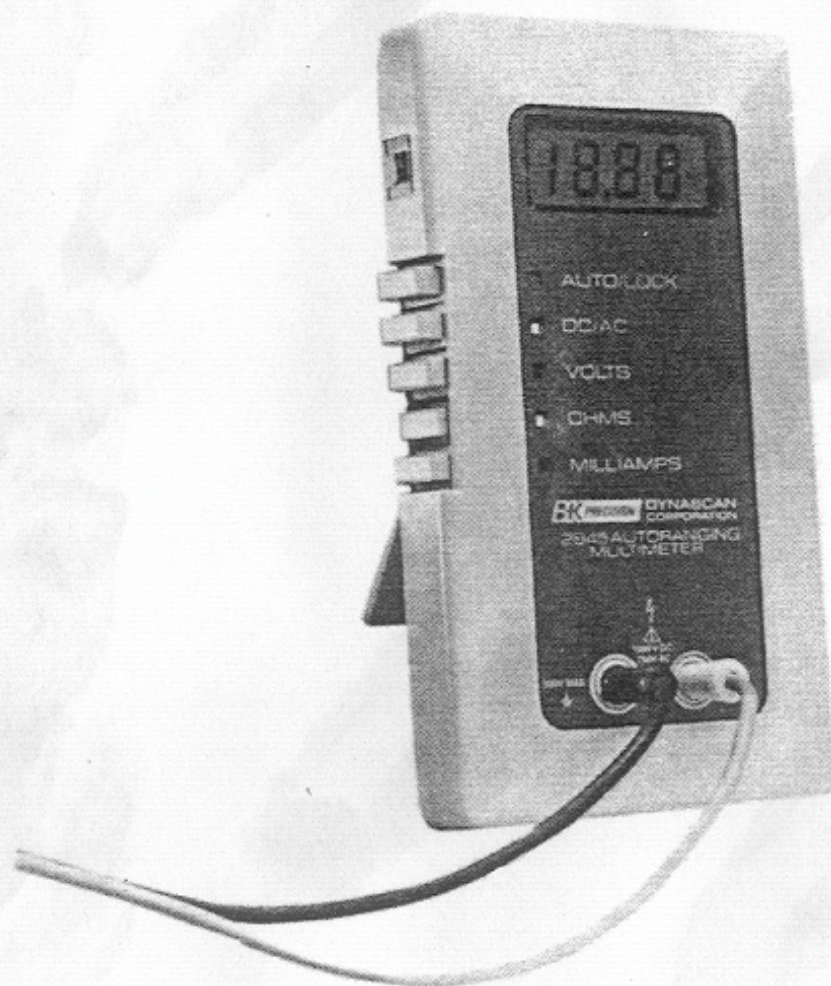
GOOD WILL INSTRUMENT CO., LTD.

NO.18, LANE 54, CHUNG CHENG ROAD., HSIN-TIEN CITY,
TAIPEI HSIEN TAIWAN, R.O.C.
TEL: (02)917-9188 (15 LINES)
FAX: 886-2-917-9189

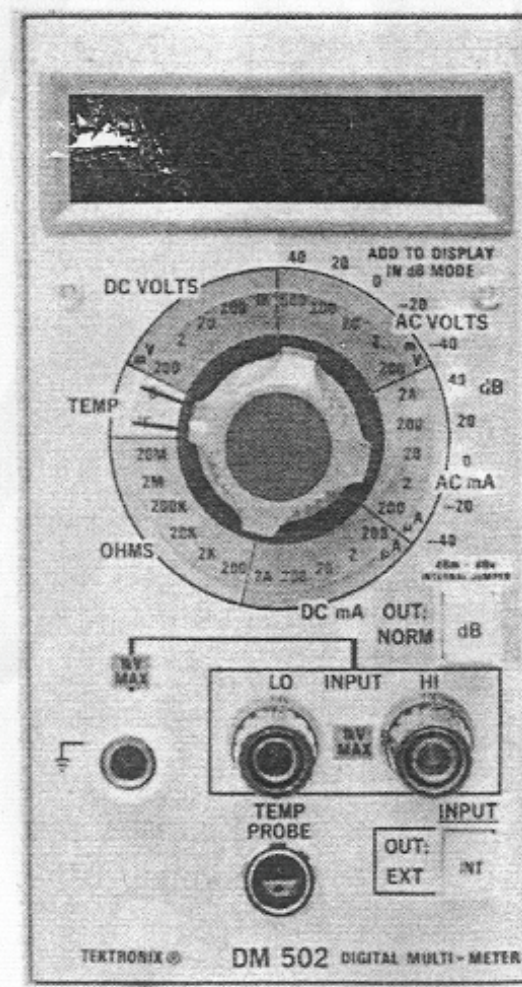
GI-DM-5-02 (93)



(a)



(b)



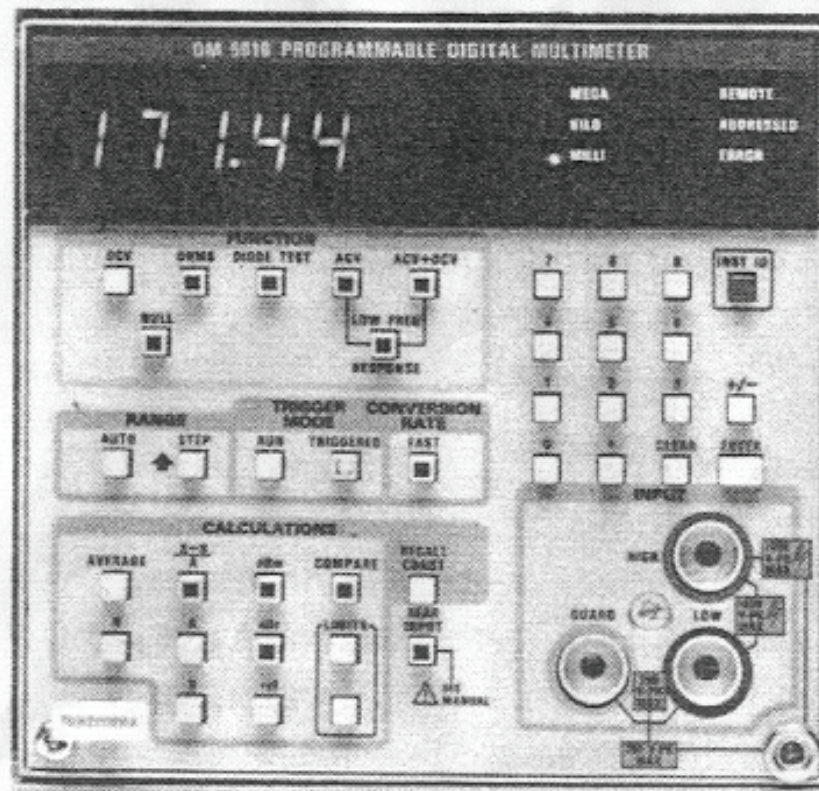
(c)

FIGURE 7-8

(a) Portable digital multimeter, (b) hand-held autoranging digital multimeter, (c) mainframe electronic digital multimeter [(a) courtesy of Hewlett-Packard, (b) courtesy of B&K Dynascan Corporation, (c) courtesy of Tektronix, Inc.].



(d)



(e)

FIGURE 7-8, continued

(d) Laboratory-grade electronic digital multimeter, (e) programmable digital multimeter [(d) courtesy of Hewlett-Packard, (e) courtesy of Tektronix, Inc.].