

บทที่ 2

มัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก



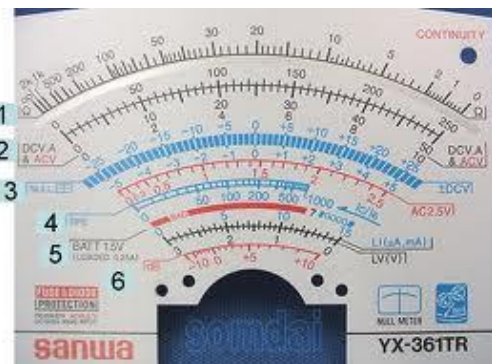
วัตถุประสงค์

1. เข้าใจเรื่องเกี่ยวกับมัลติมิเตอร์แบบ PMMC
2. รู้คุณลักษณะและการใช้งานมัลติมิเตอร์รุ่น YX360TRD
3. ใช้มัลติมิเตอร์แบบแอนะล็อกวัดค่าต่างๆ ได้อย่างถูกต้อง

1.1 บทนำ

เครื่องมือวัดที่เรียกว่า มัลติมิเตอร์ (Multimeter) หมายถึงเครื่องมือวัดที่สามารถวัดปริมาณไฟฟ้าได้หลาย ๆ อย่าง หรือเป็นเครื่องมือวัดอเนกประสงค์ เช่น สามารถวัดกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความต้านทานได้จากเครื่องมือวัดเพียงเครื่องเดียว เครื่องมือวัดลักษณะนี้จึงเรียกว่า มัลติมิเตอร์ ในปัจจุบันเมื่อแบ่งตามลักษณะ โครงสร้างภายในที่สำคัญแล้ว แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ

1. มัลติมิเตอร์แบบ PMMC
2. มัลติมิเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์แอนะล็อก
3. มัลติมิเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ดิจิทัล



1.2 มัลติมิเตอร์แบบ PMMC

มัลติมิเตอร์แบบ PMMC หมายถึง มิเตอร์ที่มีโครงสร้างเป็นขดลวดเคลื่อนที่แม่เหล็กถาวร (PMMC) และสามารถวัดแรงดันไฟตรงได้หลายย่านวัด โดยใช้วงจรมัลติพลาย และมีสวิทช์เลือกย่านวัด อีกทั้งยังวัดแรงดันไฟสลับได้โดยใช้วงจรรีเลย์กระแสร่วมกับวงจรมัลติพลาย โดยที่สเกลของแรงดันไฟสลับเป็นสัดส่วนเท่ากับค่าฟอร์มแฟกเตอร์เมื่อเทียบกับแรงดันไฟตรง และยังสามารถวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงได้ด้วยวงจรรันท์แบบอาร์ตอน และวัดค่าความต้านทานได้เพราะภายในมีวงจรอห์มมิเตอร์แบบอนุกรมต่ออยู่ด้วย มัลติมิเตอร์แบบ PMMC มีใช้มานานเพราะว่าโครงสร้างง่าย ราคาถูก แต่ค่าความถูกต้องในการชี้

ค่าจะมีค่าประมาณ $\pm 3\%$ เมื่อเทียบกับค่าเต็มสเกล ซึ่งเป็นมิเตอร์ชนิดคุณภาพปานกลาง มัลติมิเตอร์แบบ PMMC ที่มีชื่อเสียงทั่วโลกคือมัลติมิเตอร์ซิมป์สัน รุ่น 260 (Simpson Model 260) ซึ่งเป็นมัลติมิเตอร์รุ่นเก่า ปัจจุบันไม่มีใช้แล้ว ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 มัลติมิเตอร์ซิมป์สัน รุ่น 260

(สำหรับรายละเอียดของมัลติมิเตอร์แบบ PMMC ผลิตภัณฑ์ของซิมป์สัน รุ่น 260 หากต้องการทราบรายละเอียดให้ศึกษาข้อมูลได้จาก รศ.ดร.เอก ไชยสวัสดิ์ : การวัดและเครื่องวัดไฟฟ้า หน้า 194-209)

1.2.1 มัลติมิเตอร์ซันวา รุ่น YX-360TRD

ในปัจจุบันมัลติมิเตอร์แบบ PMMC ที่มีใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในประเทศไทย คือ มัลติมิเตอร์ผลิตภัณฑ์ของ SANWA Electric Instrument ประเทศญี่ปุ่น คือ มัลติมิเตอร์ซันวา รุ่น YX-360 ซึ่งเป็นมัลติมิเตอร์แบบ PMMC ที่มีราคาถูก ทนทาน เนื่องจากขดลวดเคลื่อนที่ที่ถูกแขวนอยู่บนแถบตึง (Taut Band) มัลติมิเตอร์ซันวา รุ่น YX-360TRD แสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 มัลติมิเตอร์ซันวา รุ่น YX-360TRD (ผลิตภัณฑ์ : SANWA Electric Instrument)

ในบทนี้จะใช้ตัวอย่างมัลติมิเตอร์แบบ PMMC ของยี่ห้อ รุ่น YX-360TRD เป็นหลัก ในการอธิบาย และผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบกับมัลติมิเตอร์รุ่นอื่น ๆ ที่มีโครงสร้างแบบ PMMC เหมือนกันได้ เนื่องจากจะมีหลักการทำงานและการนำไปใช้งานที่ใกล้เคียงกัน

1. คุณสมบัติทั่วไป มัลติมิเตอร์ยี่ห้อ รุ่น YX-360TRD มีคุณสมบัติทั่วไปที่สำคัญ คือ ขดลวดเคลื่อนที่แขวนไว้ด้วยแถบดึง จึงป้องกันการสั่นสะเทือนและแรงกระแทก จากการตกได้ดียิ่งขึ้นและมีวงจรป้องกันเมื่อนำไปวัดแรงดันเกินกว่า $230V_{AC}$ ทุกย่านวัด โดยจะตัดวงจรภายใน 5 วินาที ภายในเครื่องวัดแบตเตอรี่ UM-3 ขนาด 1.5 V 2 ก้อน มาตรฐานการปรับเทียบที่อุณหภูมิ $23 \pm 2^{\circ}C$ และทำงานได้ในอุณหภูมิ ระหว่าง $0-40^{\circ}C$ พลาสติกที่ใช้ห่อหุ้มโครงสร้างมิเตอร์ทนแรงดันสูงได้ $3,000 V_{AC}$ ใน 1 นาที น้ำหนักประมาณ 320 กรัม มีฝาปิดเปิดป้องกันการกระแทก และช่องเก็บสายมิเตอร์ติดกับตัวเครื่อง และฝาเปิดสามารถใช้เป็นแท่นวางมิเตอร์ได้ ดังรูป ที่ 2.3 (ก) และ (ข)



รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะภายนอกของมัลติมิเตอร์ยี่ห้อ รุ่น YX-360TRD

2. พิสัยการวัดและความแม่นยำ พิสัยการวัด (Measurement Range) หมายถึง ย่านวัดที่มัลติมิเตอร์นี้สามารถวัดได้ เนื่องจากมัลติมิเตอร์ยี่ห้อ รุ่น YX-360TRD มีฟังก์ชันการวัด 7 ฟังก์ชันคือ
 1. วัดแรงดันไฟตรง (DCV)
 2. วัดแรงดันไฟสลับ (ACV)
 3. วัดกระแสไฟตรง (DCA)
 4. วัดความต้านทาน (Ω)
 5. วัดความจุไฟฟ้า (C)
 6. วัดเดซิเบล (dB)

7. วัดอัตราขยายของทรานซิสเตอร์ (h_{fe})

ซึ่งแต่ละฟังก์ชันจะมีย่านวัดที่แตกต่างกัน และแต่ละย่านวัดจะมีค่าความแม่นยำ (Accuracy) ที่แตกต่างกันด้วย ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงค่าพิสัยการวัดและความแม่นยำของมัลติมิเตอร์รุ่น YX-360TRD

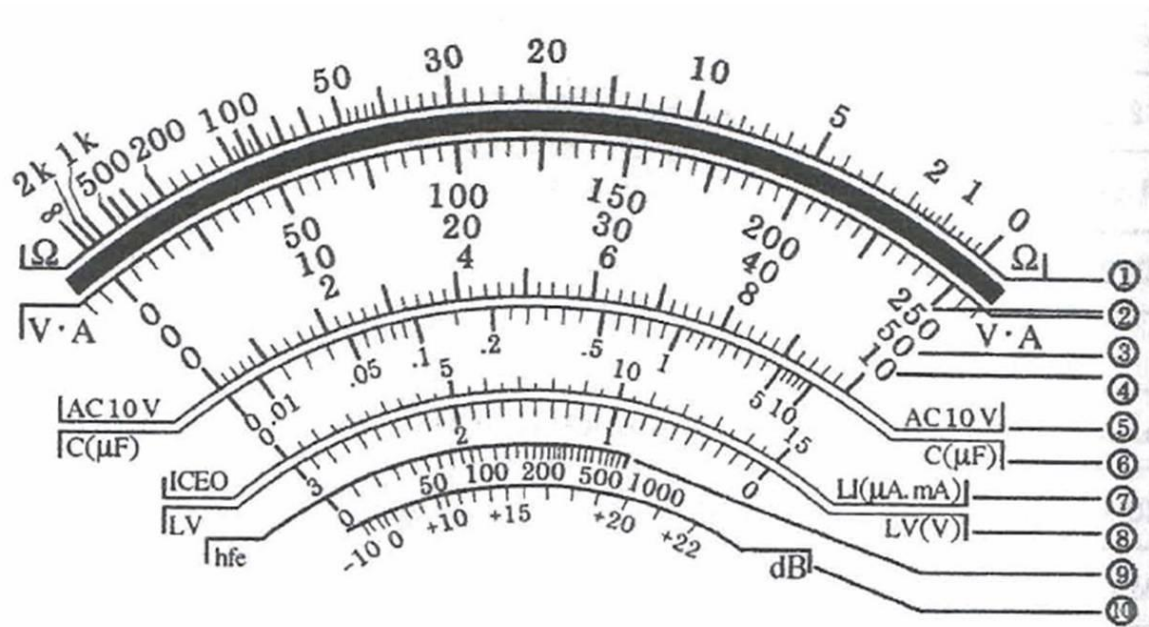
ฟังก์ชัน	ค่าเต็มสเกล	ความแม่นยำ	หมายเหตุ
DCV	0.1	$\pm 5\%$ จากค่าเต็มสเกล	มีความต้านทานอินพุต $20 \text{ k}\Omega/\text{V}$
	0.25/2.5/10/50	$\pm 3\%$ จากค่าเต็มสเกล	
	250/1,000	$\pm 3\%$ จากค่าเต็มสเกล	
ACV	10/50/250/1,000	$\pm 4\%$ จากค่าเต็มสเกล	ค่าความต้านทานอินพุต $9 \text{ k}\Omega/\text{V}$ 30 Hz ~100kHz
DCA	50 μ	$\pm 3\%$ จากค่าเต็มสเกล	มีแรงดันตก 0.1 V
	2.5 m/25 m/0.25	$\pm 3\%$ จากค่าเต็มสเกล	มีแรงดันตก 0.25 V
Ω	2 k/20 k/2 M (x1/x10x1k)	$\pm 3\%$	ค่าครึ่งสเกล 20Ω
	200 M (x 100 k)	$\pm 5\%$	ค่าเต็มสเกล $2 \text{ k}\Omega$
dB	-10 dB ~ + 22 dB	-	ความต้านทานอินพุต $9 \text{ k}\Omega/\text{V}$
C	10 μF	-	
h_{fe}	1,000 ที่ x 10 (พิสัย)		ใช้ร่วมกับ โพรบรุ่น h_{fe} -6T

สำหรับสวิตช์เลือกพิสัยการวัดที่ติดตั้งอยู่ด้านหน้าของมัลติมิเตอร์รุ่น YX-360TRD นั้นประกอบไปด้วย ตัวอักษรสีขาวแสดงพิสัยของ DCV และ DCA ตัวอักษรสีส้มแสดงพิสัยของ ACV และ C(μF) สำหรับตัวอักษรสีฟ้าแสดงพิสัยการวัดของย่าน Ω และ h_{fe} ดังรูปที่ 2.4 ลักษณะของสวิตช์เป็นแบบโรตารี บิดหมุนได้ทั้งตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา เมื่อไม่ใช้งานให้บิดไปตำแหน่ง OFF



รูปที่ 2.4 สวิตช์เลือกพิสัยการวัดของ มัลติมิเตอร์รุ่น YX-360TRD

3. สเกลและการอ่านค่าบนสเกล สเกลสำหรับอ่านค่าปริมาณไฟฟ้าที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์รุ่น YX-360TRD แบ่งออกเป็นสเกลสำคัญได้ 10 ส่วนตามลำดับหมายเลข ①-⑩ ดังรูปที่ 2.5



รูป 2.5 สเกลบนหน้าปัดของมัลติมิเตอร์รุ่น YX.360TRD

จากรูปที่ 2.5 แต่ละหมายเลขมีรายละเอียดของสเกลดังนี้

- หมายเลข ① สเกลโอห์มระหว่างค่า 0 Ω ถึง 2 k Ω
- หมายเลข ② , ③ สเกล DCV ACV และ DCA ระหว่างค่า 0-250 และ 0-50
- หมายเลข ④ , ⑤ สเกล DCV และ ACV
- หมายเลข ⑥ สเกลค่าตัวเก็บประจุ C(μF) ระหว่างค่า 0-10 μF
- หมายเลข ⑦ สเกลค่า LI ระหว่างค่า 0-15 (μA , mA)
- หมายเลข ⑧ สเกลค่า LV ระหว่างค่า 3-0 (V)
- หมายเลข ⑨ สเกลค่า hfe ระหว่างค่า 0-1,000
- หมายเลข ⑩ สเกลค่า dB ระหว่างค่า -10 ถึง +22 (dB)

สำหรับการอ่านค่าบนสเกลต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมานั้น ต้องใช้ค่าตัวคูณคูณกับค่าที่เข็มชี้บนสเกลก่อนจึงจะเป็นค่าจริง ดังนั้นตารางค่าตัวคูณบนสเกลที่พิสัยการวัดต่าง ๆ แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงพิสัยการวัดและตัวคูณที่ใช้ในการอ่านค่าที่วัดได้
สำหรับมัลติมิเตอร์รุ่น YX-360TRD

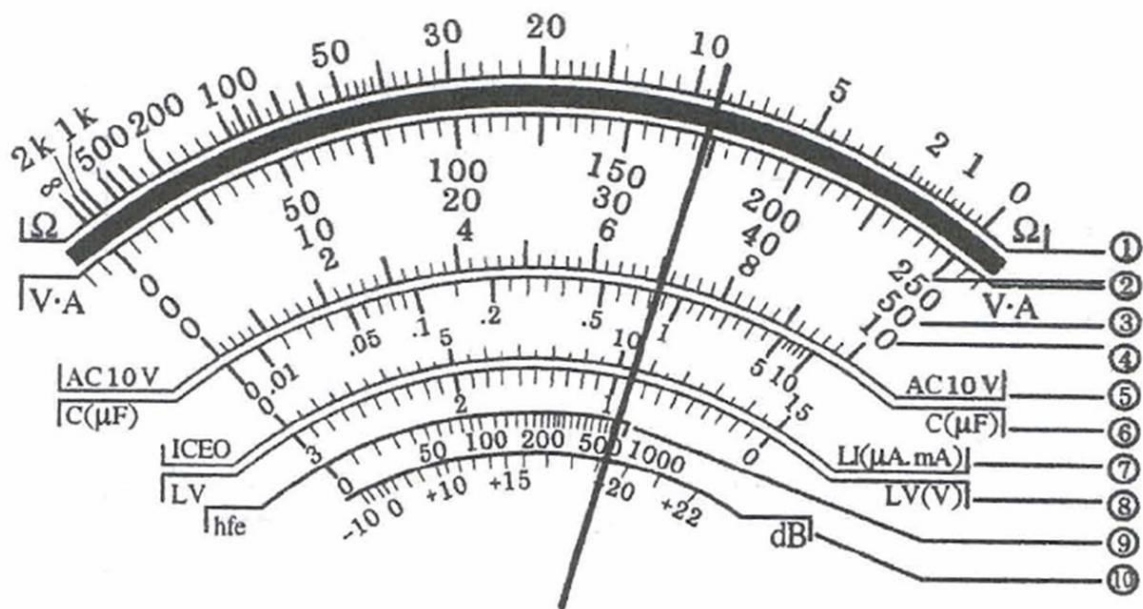
ตำแหน่งบนสเกล	พิสัยการวัด	ค่าตัวคูณ	ตำแหน่งบนสเกล	พิสัยการวัด	ค่าตัวคูณ
①	Ω x 100k	x 100k	④	DCV 10	x 1
	x 1 k	x 1 k		DCV 1,000	x 100
	x 10	x 10		ACV 1,000	x 100
	x 1	x 1	⑤	ACV 10	x 1
②	DCV 250	x 1	⑥	C(μ F)	x 1
	DCV 2.5	x 0.01	⑦	150 mA at x 1	x 10 (mA)
	DCV 0.25	x 0.001		15 mA at x 10	x 1 (mA)
	ACV 250	x 1		150 μ A at x 1k	x 10 (μ A)
	DCA 0.25	x 0.001		1.5 μ A at x 100k	x 0.1 (μ A)
	DCA 25 m	X 0.1	⑧	LV	x 1
	DCA 2.5 m	x 0.01	⑨	hfe	x 1
③	DCV 50	x 1	⑩	ACV 10	x 1
	ACV 50	x 1		ACV 50	14 dB added
	DCA 50 μ	x 1		ACV 250	28 dB added
④	DCV 0.1	x 0.01		ACV 1,000	40 dB added

เนื่องจากมัลติมิเตอร์รุ่นนี้ไม่มีขั้วต่อสายโพรบสำหรับวัดภายนอก ดังนั้นจึงไม่ต้องระวังเรื่องการต่อสาย แต่ผู้วัดต้องรู้วิธีการต่อมิเตอร์เพื่อวัดแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า และการวัดค่าความต้านทานจะต้องวัดเมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าจ่ายในอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการวัดอย่างไรก็ตามการอ่านค่าที่วัดได้จากมัลติมิเตอร์รุ่น YX-360TRD นี้จะต้องใช้ประกอบกับค่าตัวคูณในตารางที่ 2.2 เสมอ ตัวอย่างการอ่านค่าที่วัดได้มีดังต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 2.1 หากเข็มชี้บนหน้าปัดของมัลติมิเตอร์รุ่น YX-360TRD ดังรูปที่ 2-6 จงตอบคำถามต่อไปนี้

- ที่พิสัย Ω x 1 k อ่านค่าได้เท่าไร
- ที่พิสัย DCV 2.5 อ่านค่าได้เท่าไร
- ที่พิสัย DCA 2.5 m อ่านค่าได้เท่าไร

- ง. ที่พิสัย ACV 10 อ่านค่าได้เท่าไร
- จ. ที่พิสัย C(10 μ F) อ่านค่าได้เท่าไร



รูปที่ 2.6

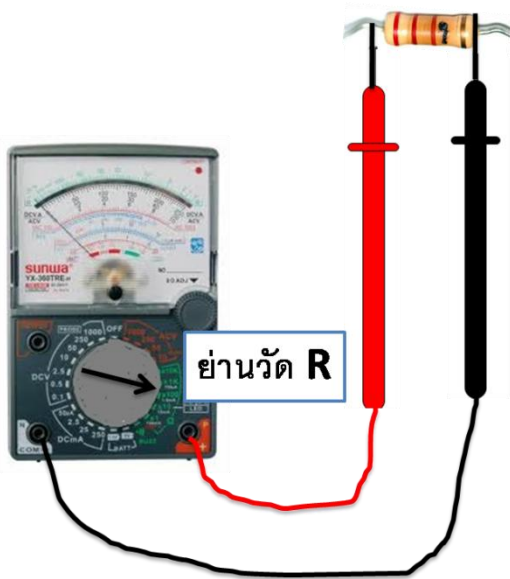
- วิธีทำ
- ก. ที่พิสัย $\Omega \times 1 \text{ k}$ คูสเกล ① คูณด้วย 1k
ค่าที่อ่านได้คือ $9 \text{ k}\Omega$
 - ข. ที่พิสัย DCV 2.5 คูสเกล ② คูณด้วย 0.01
ค่าที่อ่านได้คือ $174 \times 0.01 = 1.74 \text{ V}$
 - ค. ที่พิสัย DCA 2.5 m คูสเกล ② คูณด้วย 0.01
ค่าที่อ่านได้คือ $174 \times 0.01 = 1.74 \text{ mA}$
 - ง. ที่พิสัย ACV 10 คูสเกล ⑤ คูณด้วย 1
ค่าที่อ่านได้คือ $7.05 \times 1 = 7.05 \text{ V}$
 - จ. ที่พิสัย C(μ F) คูสเกล ⑥ คูณด้วย 1
ค่าที่อ่านได้คือ $0.84 \times 1 = 0.84 \mu\text{F}$

1.2.2 การใช้งานมัลติมิเตอร์รุ่น YX-360TRD

การวัดค่าความต้านทาน

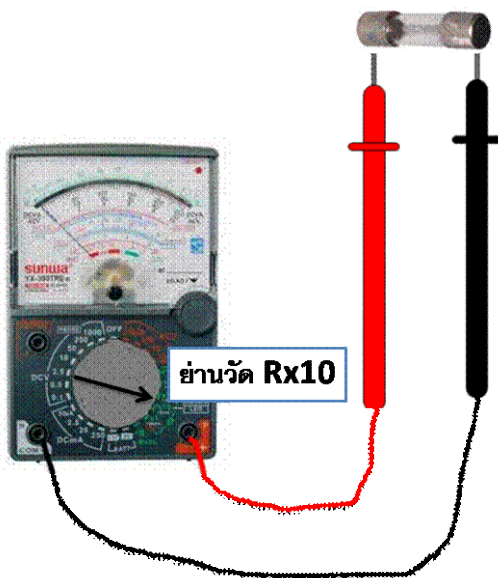
มัลติมิเตอร์ รุ่น นี้ จะมีย่านการวัดทั้งหมด 5 ย่าน คือ x1, x10, x100, x1k และ x10k อ่านค่าความต้านทานได้ตั้งแต่ 2 กิโลโอห์ม ถึง 20 เมกกะโอห์ม

ลำดับขั้นตอนการใช้โอห์มมิเตอร์



1. ตั้งย่านใช้งานของมิเตอร์ที่ย่านโอห์ม
2. ใช้สายวัดสีแดงเสียบเข้าที่ขั้วต่อขั้วบวก (+) และสายวัดสีดำเสียบเข้าที่ขั้วต่อขั้วลบ(-) หรือ(COM)
3. ปรับสวิตช์เลือกฟังก์ชันการวัดให้ถูกต้อง
- 2 ก่อนการนำโอห์มมิเตอร์ไปใช้วัดทุกครั้ง และทุกย่าน จะต้องทำการปรับ 0 โอห์ม (Zero ohm adjust) ก่อนนำไปวัดเสมอ
5. ถ้าจะนำโอห์มมิเตอร์ไปวัดค่าความต้านทานในวงจรต้องแน่ใจว่าปิด (OFF) สวิตช์ไฟ ทุกครั้ง

การวัดฟิวส์

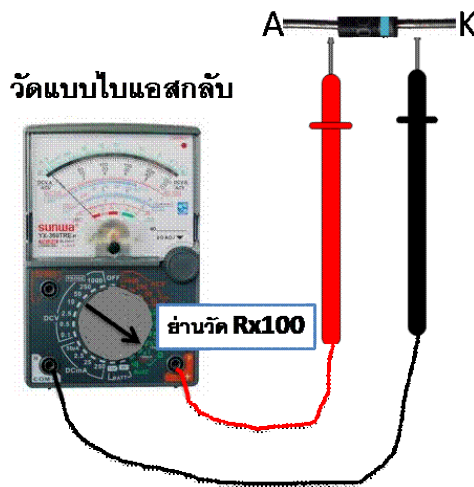


ตั้งมัลติมิเตอร์ เพื่อวัดค่าความต้านทาน ที่ย่านวัด x10 วัดฟิวส์ดังรูป

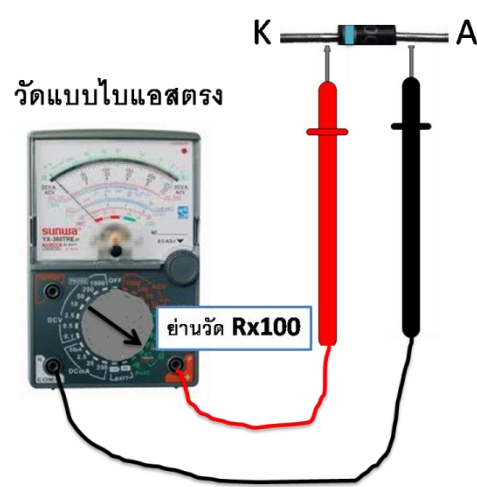
1. วัดแล้ว ได้ค่าอนันต์(∞) คือ Infinity หรือหมายความว่า วงจรเปิดนั่นเองแสดงว่า ฟิวส์นี้ขาดต้องเปลี่ยนใหม่
2. ถ้าวัดแล้วได้ค่าน้อยมาก เช่น 0.05 Ω หรือ ต่ำกว่า แสดงว่า ฟิวส์นี้ปกติ

การวัดไดโอด

ด้วยมัลติมิเตอร์รุ่น YX-360TRD สามารถวัดได้ทั้งกรณีไดโอดดีหรือเสีย และวัดได้ทั้งไดโอดเปล่งแสง โดยตั้งสวิตช์เลือกฟังก์ชันการวัดที่ $\Omega \times 1$ (150 mA) ถึง $\Omega \times 100 \text{ k}$ (1.5 μA) การวัดกระแสไบแอสตรง ดังรูปที่ 2.7 (ข) และการวัดกระแสไบแอสกลับ ดังรูปที่ 2.7 (ก)



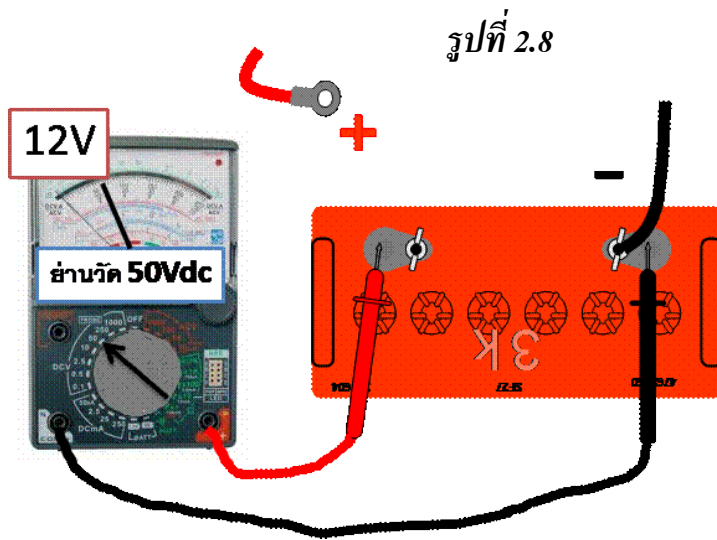
รูปที่ 2.7 (ก)



รูปที่ 2.7 (ข)

1. วัดแบบไบแอสกลับ แล้ว ได้ค่าอนันต์(∞) คือ Infinity และวัดแบบไบแอสตรง ได้ค่าความต้านทานต่ำๆ ไม่เกิน 100Ω หมายความว่า ไดโอดปกติ
2. วัดแบบไบแอสกลับ แล้ว ได้ค่าอนันต์(∞) คือ Infinity และวัดแบบไบแอสตรง ได้ค่าอนันต์(∞) หมายความว่า ไดโอดเสีย เปิดวงจร หรือ ไดโอดขาด
3. วัดแบบไบแอสกลับ แล้ว ได้ค่า 0Ω และวัดแบบไบแอสตรง ได้ค่า 0Ω หมายความว่า ไดโอดเสีย ลัดวงจร หรือ ไดโอดช็อต

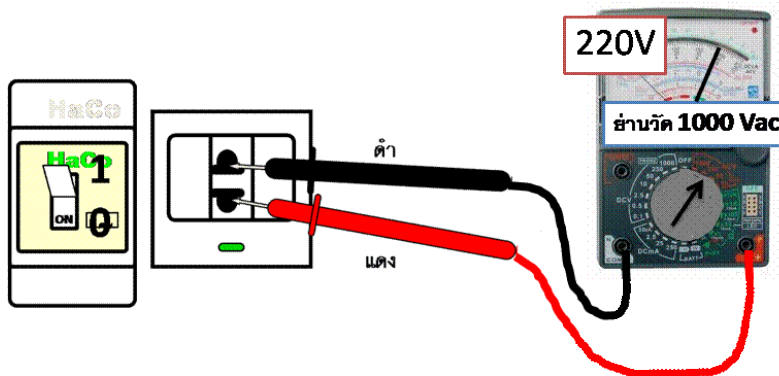
การวัดแบตเตอรี่



โดยตั้งสวิตช์เลือกพิสัยการวัดที่ 50Vdc ใช้สายสีแดง เสียบขั้วบวก สายสีดำเสียบขั้วลบของมิเตอร์ และวัดที่ขั้วแบตเตอรี่ โดยใช้โปรบสีแดงวัดที่ขั้วบวก สายโปรบสีดำวัดที่ขั้วลบ ดังรูปที่ 2.8 อ่านค่าได้ 12 Vdc แสดงว่าแบตเตอรี่นี้มีระดับแรงดันไฟฟ้าปกติ

การวัดโวลต์ เอ.ซี.

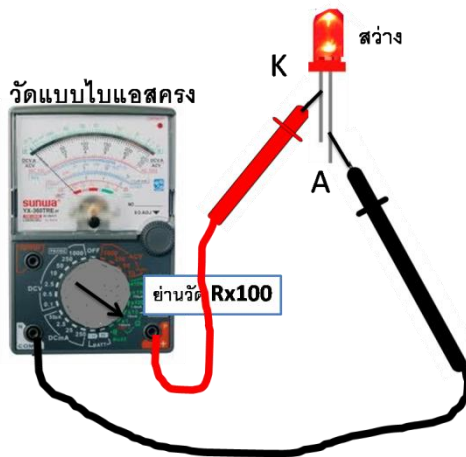
โดยตั้งสวิตช์เลือกพิสัยการวัดที่ 1000Vac ใช้สายสีแดง เสียบขั้วบวก สายสีดำเสียบขั้วลบของมิเตอร์ และวัดที่เต้ารับไฟฟ้า โดยใช้โปรบสีแดง วัดที่เต้ารับ สายโปรบสีดำวัดที่เต้ารับ ดังรูปที่ 2.9 อ่านค่าได้ 220Vac แสดงว่าไฟฟ้ากระแสสลับ ที่เต้ารับนี้มีระดับแรงดันไฟฟ้าปกติ



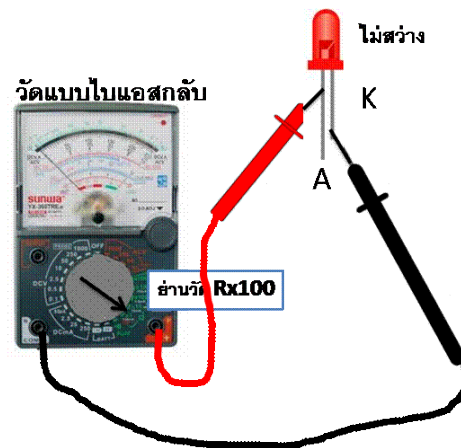
รูปที่ 2.9 การวัดแรงดันไฟฟ้า เอ.ซี.

การวัดไดโอดเปล่งแสง(แอล.อี.ดี)

มัลติมิเตอร์รุ่น YX-360TRD สามารถวัดไดโอดเปล่งแสง ได้ โดยตั้งสวิตช์เลือกฟังก์ชันการวัดที่ $\Omega \times 100$ การวัดกระแสไบแอสตรง ดังรูปที่ 2.10 แอล.อี.ดี จะติดสว่าง (ก) และการวัดกระแสไบแอสกลับแอล.อี.ดี จะดับ ดังรูปที่ 2.10 (ข) แสดงว่า แอล.อี.ดี. นี้ ปกติ



รูปที่ 2.10 (ก)



รูปที่ 2.10 (ข)

แบบฝึกหัด เรื่อง มัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก

จงวงกลมล้อมรอบข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

- ข้อใดไม่ใช่ มัลติมิเตอร์แบบ PMMC
 - มัลติมิเตอร์ชนิดเข็มรุ่น 260
 - มัลติมิเตอร์ชนิดเข็มรุ่น 360
 - มัลติมิเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์ดิจิทัล
 - มัลติมิเตอร์ ชนิดเข็ม รุ่น 360 TR
- มัลติมิเตอร์ชนิดเข็ม รุ่น YX-360TRD วัดข้อใดต่อไปนี้ไม่ได้
 - วัดแรงดันไฟตรง (DCV)
 - วัดความต้านทาน (Ω)
 - วัดความจุไฟฟ้า (C)
 - วัดค่าอิมพีแดนซ์(Z)
- มัลติมิเตอร์ชนิดเข็ม รุ่น YX-360TRD วัดค่าแรงดันดีซี ได้สูงสุดเท่าไร

ก. 50V	ข. 150V
ค. 250V	ง. 1000V
- มัลติมิเตอร์ชนิดเข็ม รุ่น YX-360TRD วัดค่าตัวเก็บประจุ ได้เท่าไร

ก. 0-10 μ F	ข. 10-100 μ F
ค. 0-20 μ F	ง. 0-100 μ F
- มัลติมิเตอร์ชนิดเข็ม รุ่น YX-360TRD ตั้งย่านวัด R x 100 ไปวัดฟิวส์ดังรูป อ่านค่าได้ $\infty \Omega$ หมายความว่าอย่างไร

ก. ฟิวส์ปกติ	ข. ฟิวส์ขาด
ค. ฟิวส์เสื่อม	ง. ฟิวส์กลับขั้ว

