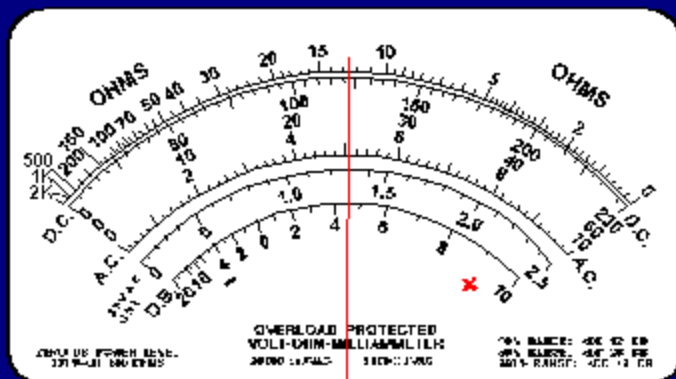

Lecture 5 Ohm Meter

Thawatchai Thongleam

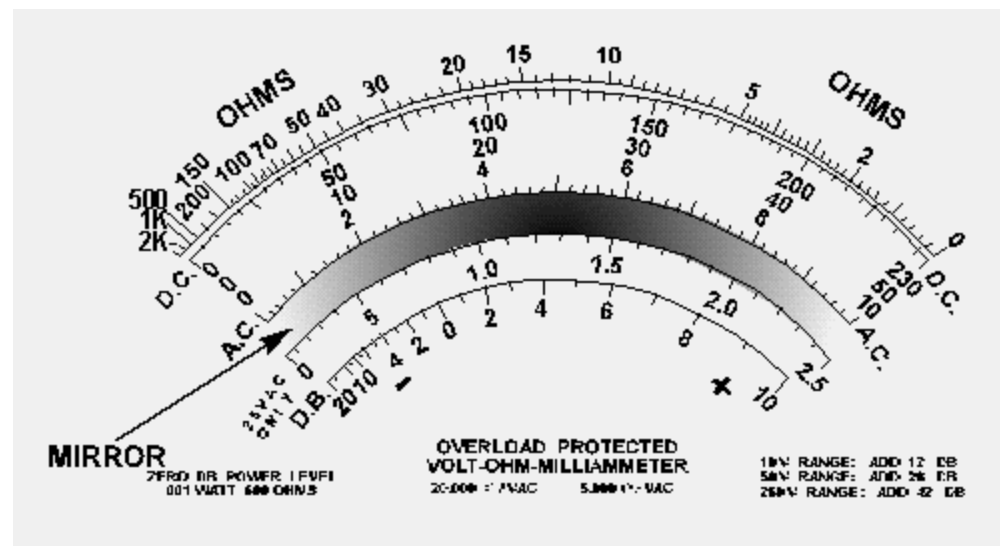
School of Electronics engineering

Faculty of Science and Technology

Nakhon Pathom Rajabhat University



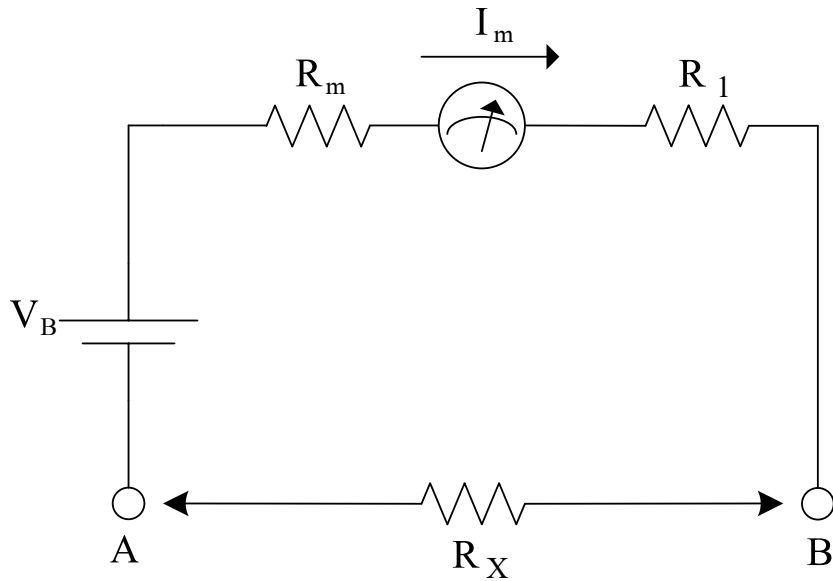
FUNCTION SWITCH	D.C./+D.C. A.C.	INDICATION
5000 V	+ d.c.	+ 2420.00V d.c.
1000 V	- d.c.	- 482.00V d.c.
250 V	+ d.c.	+ 121.00V d.c.
50 V	a.c.	24.90Va.c.
10 V	a.c.	4.99Va.c.
2.5 V	a.c.	1.28Va.c.
10 A	+ d.c.	4.82Ad.c.
500 mA	a.c.	249.00mA a.c.
100 mA	a.c.	49.90mA a.c.
10mA	+ d.c.	4.82mA d.c.
50μA	+ d.c.	24.20μA d.c.
R x 100	+ d.c.	1.27 kΩ



Outline

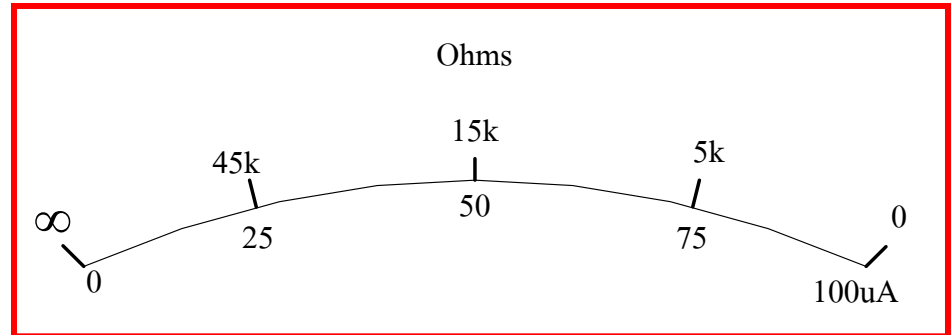
- โอห์มมิเตอร์ คือเครื่องมือวัดค่าความต้านทานของตัวต้านทาน สายไฟฟ้า
- โอห์มมิเตอร์มีโครงสร้างเบื้องต้น
 - ขดลวดเคลื่อนที่คาร์บอนวัล (PMMC)
 - แหล่งจ่ายไฟฟ้าภายใน (Internal Battery)
 - ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Variable Resistor)
- ชนิดของโอห์มมิเตอร์
 - โอห์มมิเตอร์แบบอนุกรม (Series Ohmmeter)
 - โอห์มมิเตอร์แบบขนาน (Shunt Ohmmeter)
 - โอห์มมิเตอร์แบบโปเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer Ohmmeter)

1. โอห์มมิเตอร์แบบอนุกรม (Series Ohmmeter)



- V_B คือแบตเตอรี่ภายใน (Internal Battery)
- R_1 คือตัวต้านทานมาตรฐานที่จำกัดกระแส
- R_X คือตัวต้านทานที่ไม่ทราบค่า

รูปที่ 5.1 วงจรพื้นฐานของโอห์มมิเตอร์แบบอนุกรม



รูปที่ 5.2 สเกลของโอห์มมิเตอร์แบบอนุกรมค่าความต้านทานไม่เป็นเชิงเส้น

■ การแบ่งสเกลของโอห์มมิเตอร์

- สเกลค่าความต้านทานในรูปที่ 5.1 จะไม่เป็นเชิงเส้น แต่สามารถคำนวณจากกระแสไฟฟ้าของวงจร โอห์มมิเตอร์แบบเป็นเชิงเส้น เมื่อต่อ R_x สามารถกำหนดสเกลได้ดังนี้
- เมื่อ $R_x = 0$ โดยลัดวงจรที่จุด A และ B และเลือกค่า $R_1 + R_m$ ให้ได้กระแสไฟฟ้าเต็มสเกล (FSD)

$$I_m = I_{fs} = \frac{V_B}{R_1 + R_m}$$

- เมื่อ $R_x = \infty$ โดยเปิดวงจรที่จุด A และ B จะไม่มีกระแสไฟฟ้า จะมจะอยู่ ∞
- เมื่อ $R_x =$ ค่าใดๆที่จุด A และจุด B จะมีค่ากระแสไฟฟ้ามีเตอร์ไหลมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับ R_x

$$I_m = \frac{V_B}{R_x + R_1 + R_m} = \frac{V_B}{R_x + R_T}$$

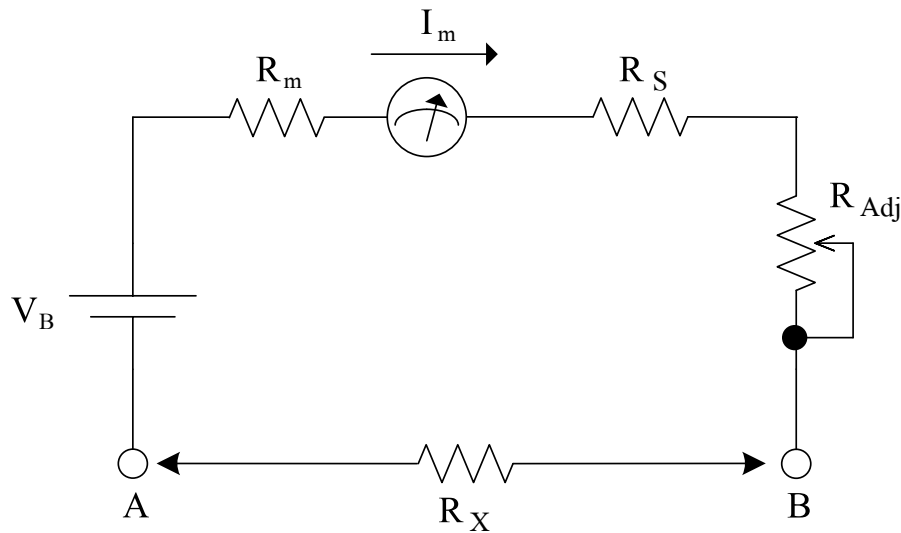
$$R_T = R_1 + R_m$$

2. โอห์มมิเตอร์แบบอนุกรมที่มีการปรับศูนย์ (Series Ohmmeter with Zero Adjust)

- โอห์มมิเตอร์แบบต่อตัวต้านทานปรับศูนย์อนุกรมกับขดลวด
 - โอห์มมิเตอร์แบบต่อตัวต้านทานปรับศูนย์ขนานกับขดลวด
 - โอห์มมิเตอร์แบบอนุกรมหลายย่านวัด (Multirange Series Ohmmeter)
-

2. โอห์มมิเตอร์แบบอนุกรมที่มีการปรับศูนย์ (Series Ohmmeter with Zero Adjust)

2.1. โอห์มมิเตอร์แบบต่อตัวต้านทานปรับศูนย์อนุกรมกับขดลวด



ภาพที่ 5.3 โอห์มมิเตอร์ต่อตัวต้านทานปรับศูนย์อนุกรมกับขดลวด

■ การกำหนดสเกลค่าความต้านทานจะทำแบบเดียวกับวงจร โอห์มมิเตอร์ที่ไม่มีการปรับศูนย์ เมื่อต่อ R_x สามารถกำหนดสเกลได้ดังนี้

□ เมื่อ $R_x = 0$ โดยลัดวงจรที่จุด A และ B แล้วปรับ R_{Adj} จนกระทั่งกระแสไฟฟ้าเต็มสเกล (FSD)

$$I_m = I_{fs} = \frac{V_B}{R_m + R_s + R_{Adj}}$$

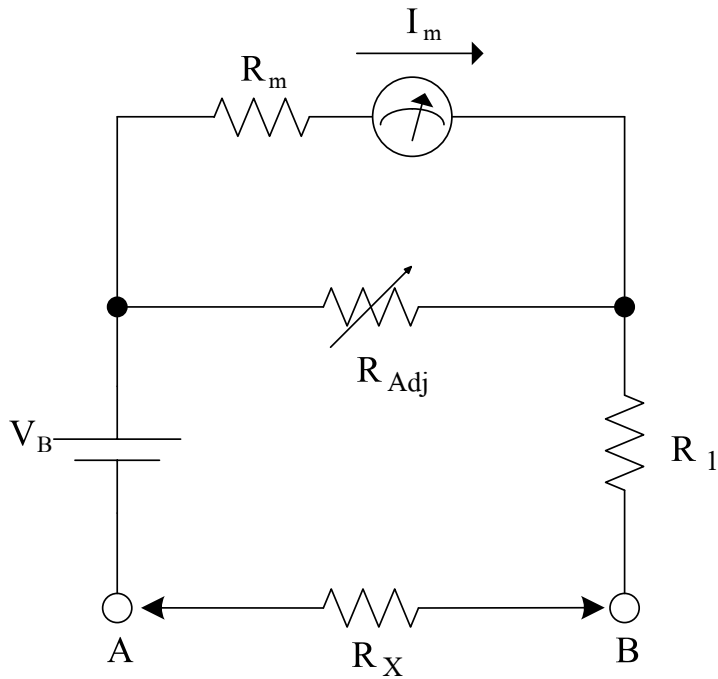
- เมื่อ $R_x = \infty$ โดยเปิดวงจรที่จุด A และ B จะไม่มีกระแสไฟฟ้า จะมจะอยู่ ∞
- เมื่อ $R_x =$ ค่าใดๆที่จุด A และจุด B จะมีค่ากระแสไฟฟ้ามีเตอร์ไหลมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ R_x

$$I_m = \frac{V_B}{R_m + R_S + R_{Adj} + R_x}$$

□ เมื่อ R_S คือตัวต้านทานจำกัดกระแสไฟฟ้า

R_{Adj} คือตัวต้านทานปรับศูนย์

2.2 โอห์มมิเตอร์แบบต่อตัวต้านทานปรับศูนย์ขนานกับขดลวด



รูปที่ 5.4 วงจรโอห์มมิเตอร์ที่มีการปรับศูนย์ด้วย R_{Adj}

- การปรับศูนย์กระทำโดยการต่อ R_{Adj} ขนานกับขดลวดเคลื่อนที่คาร์บอน
- เมื่อ $R_X = 0$ โดยลัดวงจรที่จุด A และ B แล้วปรับ R_{Adj} จนกระทั่งกระแสไฟฟ้าเต็มสเกล (FSD)

$$I_T = \frac{V_B}{R_1 + (R_{Adj} // R_m)}$$

□ ความต้านทานภายในคือ

$$R_{in} = R_1 + (R_{Adj} // R_m)$$

■ เมื่อ $R_x = R_{in}$ แล้ว $I_m = \frac{I_{fs}}{2}$

$$I_T = \frac{V_B}{R_x + R_1 + (R_{Adj} // R_m)}$$

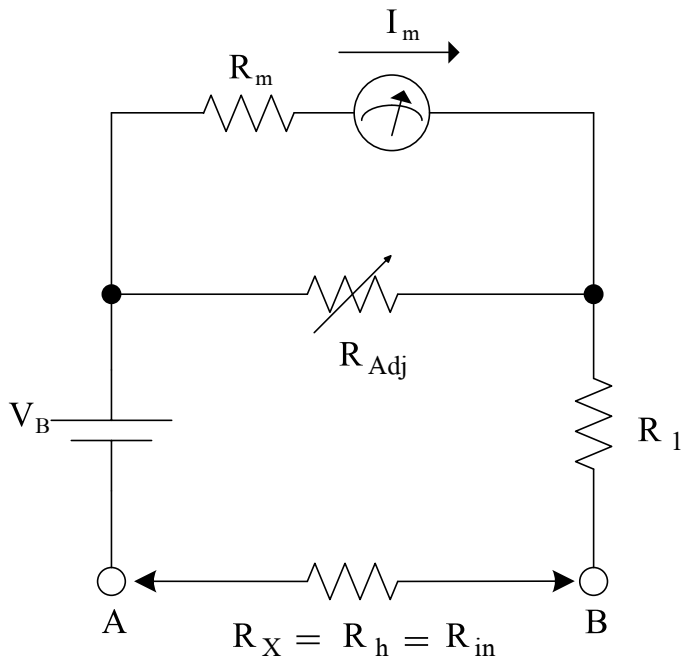
□ ถ้า $(R_{Adj} // R_m) \ll R_1$ แล้วจะได้

$$I_T \cong \frac{V_B}{R_x + R_1}$$

■ ดังนั้น สมการที่ได้คือ

$$I_m = \frac{V_m}{R_m} = \frac{I_T (R_{Adj} // R_m)}{R_m}$$

สมการการออกแบบวงจร



รูปที่ 5.5 วงจรโอห์มมิเตอร์ที่ต่อตัว
ต้านทานกึ่งกลางสเกล

- เมื่อตัวต้านทานกึ่งกลางสเกล

$$I_m = \frac{I_{fs}}{2}$$

- ดังนั้น จะได้ค่าความต้านทานกึ่งกลาง
สเกล

$$R_h = R_{in} = R_1 + \frac{R_{Adj} R_m}{R_{Adj} + R_m}$$

- จะได้กระแสไฟฟ้าที่กึ่งกลางสเกล

$$I_h = \frac{V_B}{R_h}$$

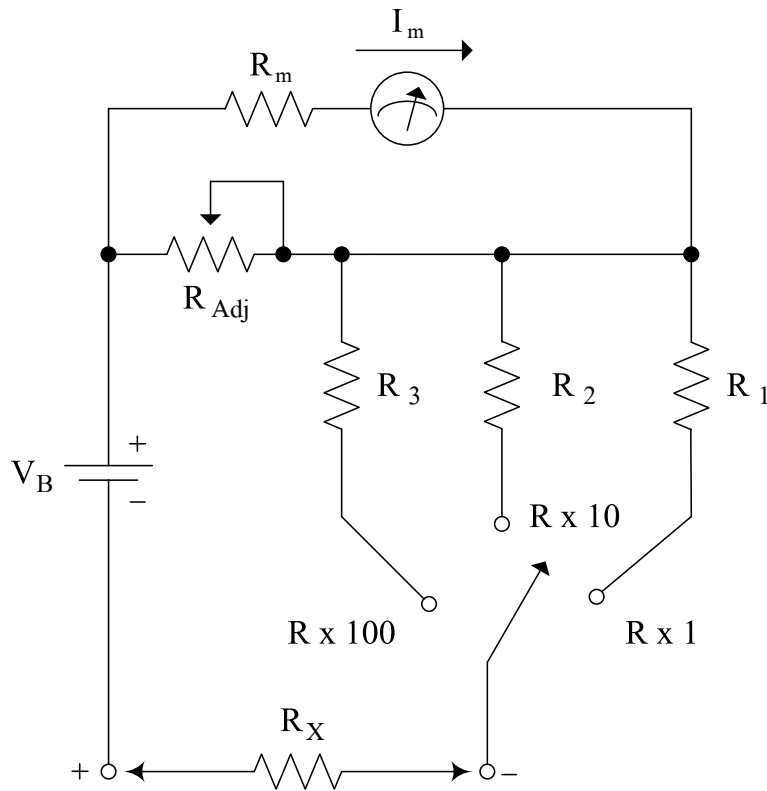
- ดังนั้น จะได้

$$R_{Adj} = \frac{V_m}{I_{Adj}} = \frac{I_{fs} R_m}{I_T - I_{fs}}$$

- ดังนั้นจะสามารถหาค่า จากสมการ

$$R_1 = R_h - \frac{I_{fs} R_m R_h}{V_B}$$

2.3. โอห์มมิเตอร์แบบอนุกรมหลายย่านวัด (Multirange Series Ohmmeter)



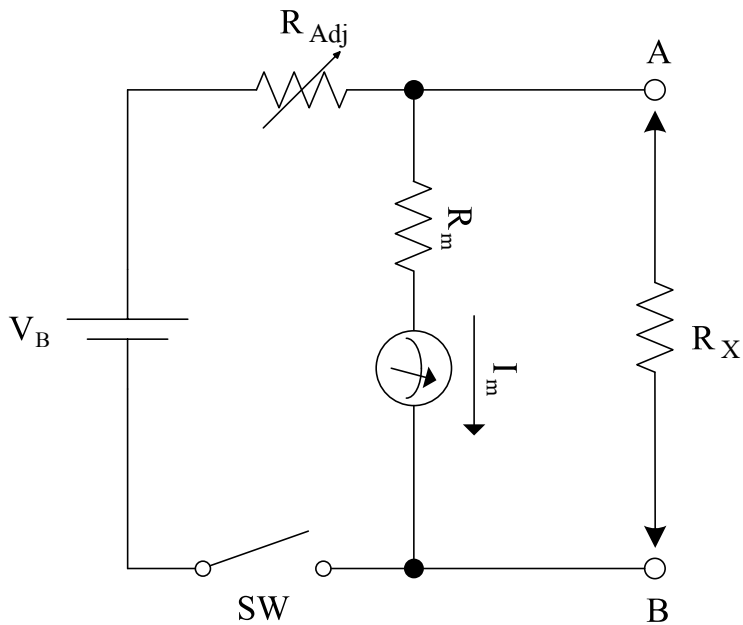
รูปที่ 5.6 โอห์มมิเตอร์แบบอนุกรมหลายย่านวัด

- ในการออกแบบจะกำหนดค่าค่าของย่านวัด $\times 1$ ก่อน จากสมการ

$$R_1 = R_h - \frac{I_{fs} R_m R_h}{V_B}$$

- แล้วย่านวัดต่อไป $\times 10$ แล้ว R_h จะเพิ่มขึ้นจาก $\times 1$ เป็น 10 เท่า ย่านวัดต่อไป $\times 100$ แล้ว R_h จะเพิ่มขึ้นจาก $\times 10$ เป็น 100 เท่า และ 1000 เท่า

3. โอห์มมิเตอร์แบบขนาน (Shunt Ohmmeter)



รูปที่ 5.7 วงจรโอห์มมิเตอร์แบบขนาน

- เมื่อ $R_x = 0$ โดยลัดวงจรที่จุด A และ B และกระแสไฟฟ้า $I_m = 0$
- เมื่อ $R_x = \infty$ โดยเปิดวงจรที่จุด A และ B กระแสไฟฟ้า I_m เท่ากับ

$$I_m = I_{fs} = \frac{V_B}{R_{Adj} + R_m}$$

$$R_{Adj} = \frac{V_B}{I_{fs}} - R_m$$

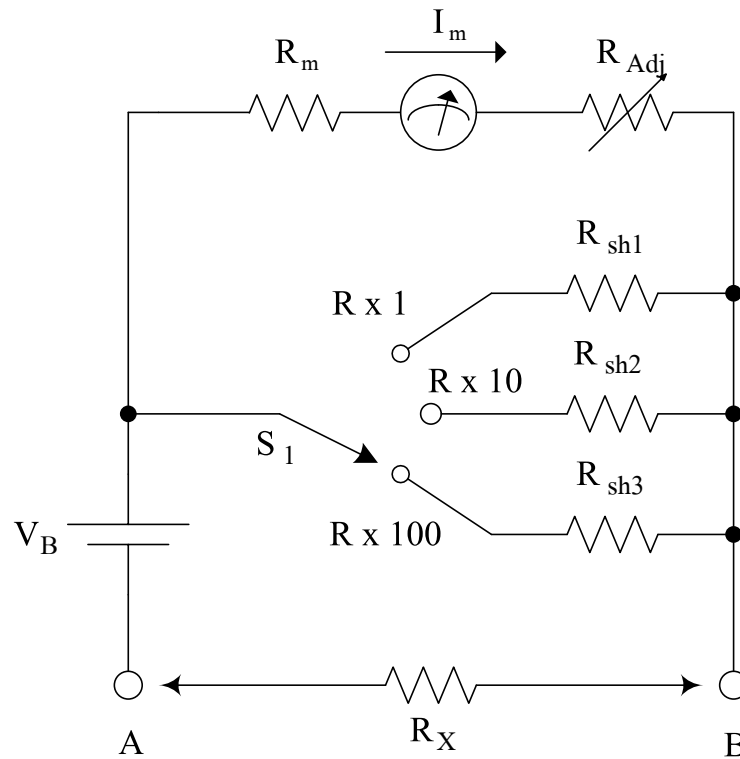
- เมื่อ R_x = ค่าใดๆ ที่จุด A และจุด B จะมีค่ากระแสไฟฟ้ามีเตอร์ไหลมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับ R_x

$$I_m = \frac{V_B R_x}{R_{Adj} R_m + R_x (R_{Adj} + R_m)}$$

การกำหนดสเกลของค่าความต้านทาน

- กำหนดให้ค่าของ R_x จากค่าน้อยไปมาก แล้วคำนวณค่ากระแสไฟฟ้ามิเตอร์ ด้วยสมการ
- แบ่งสเกลออกเป็น 10 ส่วน ให้เป็นสเกลของค่ากระแสไฟฟ้ามิเตอร์
- นำค่า R_x ที่กำหนดค่าไว้แล้ว และค่ากระแสไฟฟ้ามิเตอร์ที่คำนวณได้ นำไป เขียนสเกล

การออกแบบโอห์มมิเตอร์แบบขนาน



รูปที่ 5.8 วงจรโอห์มมิเตอร์แบบขนานแบบหลายย่านวัด

การออกแบบโอห์มมิเตอร์แบบขนาน

- เมื่อต่อ R_x เข้าที่วงจรแล้ว สามารถออกแบบสเกลได้ดังนี้
- กำหนดค่าความต้านทานกึ่งกลางสเกลของย่านวัด R_{x1}

$$R_{h1} = R_{in1} = (R_S + R_m + R_{Adj}) // R_{sh1}$$

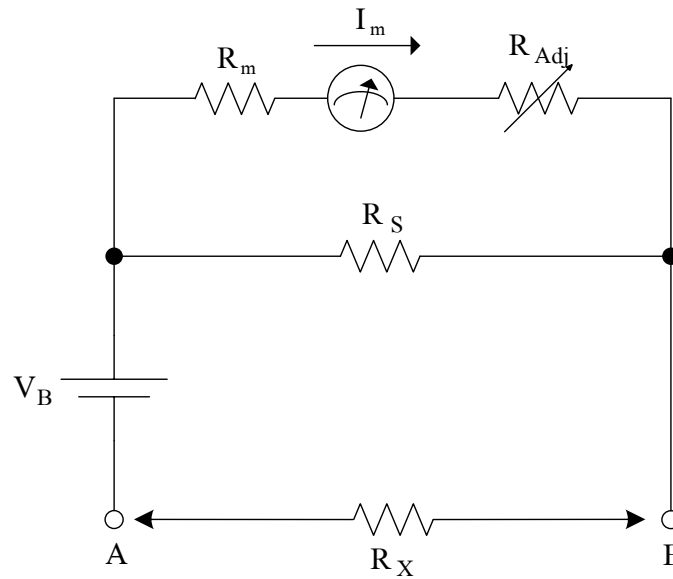
- ให้ค่าความต้านทานกึ่งกลางสเกลของย่านวัด R_{x10} จะเป็น 10 เท่าของย่านวัด R_{x1}

$$R_{h2} = 10R_{h1} = R_{in2} = (R_S + R_m + R_{Adj}) // R_{sh2}$$

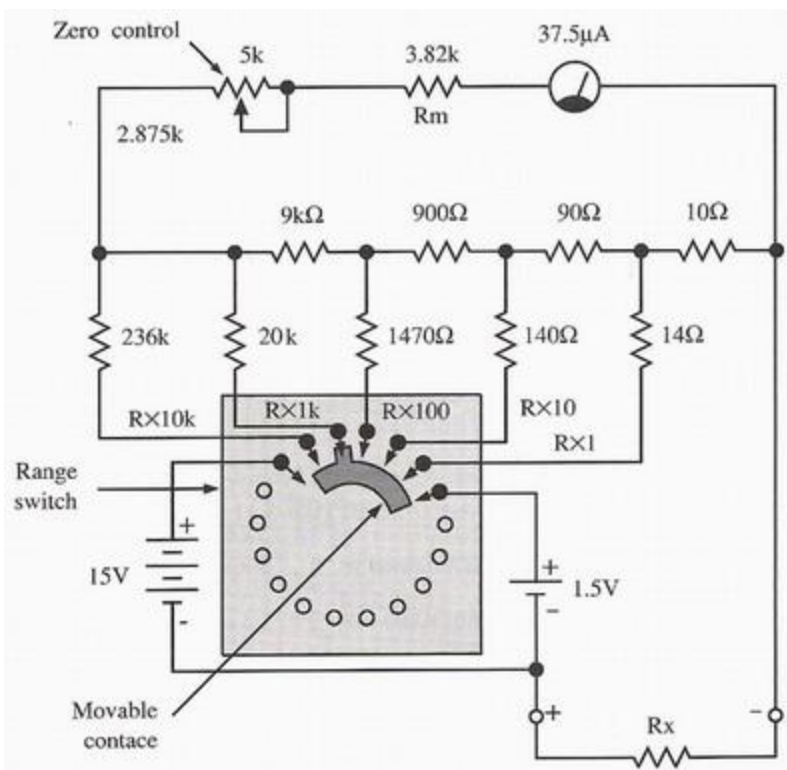
- ให้ค่าความต้านทานกึ่งกลางสเกลของย่านวัด R_{x100} จะเป็น 10 เท่าของย่านวัด R_{x10}

$$R_{h3} = 10R_{h2} = R_{in3} = (R_S + R_m + R_{Adj}) // R_{sh3}$$

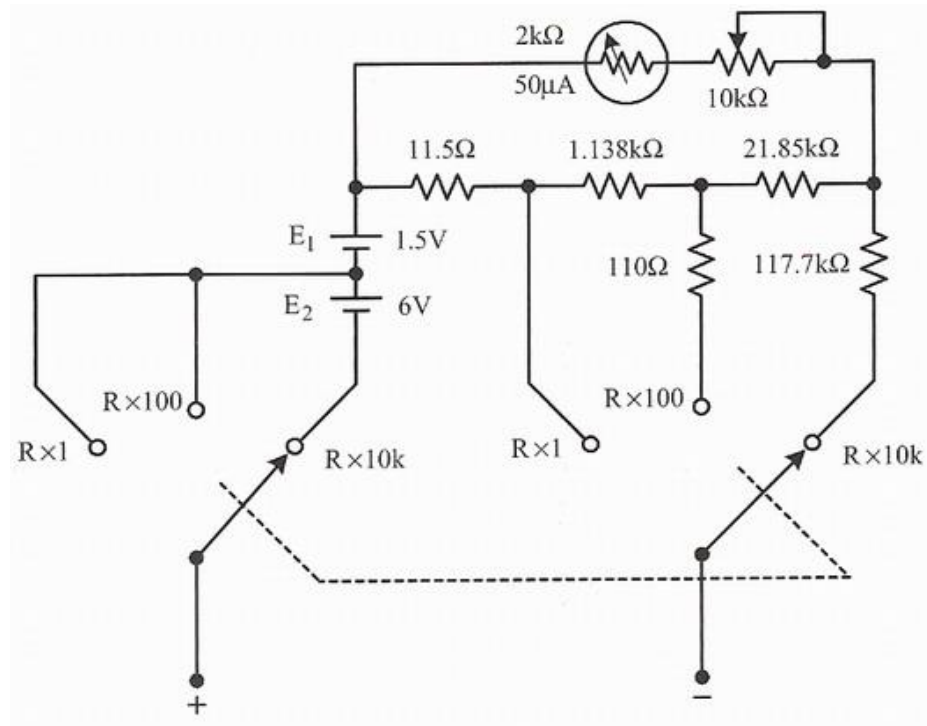
โอห์มมิเตอร์แบบโปเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer Ohmmeter)



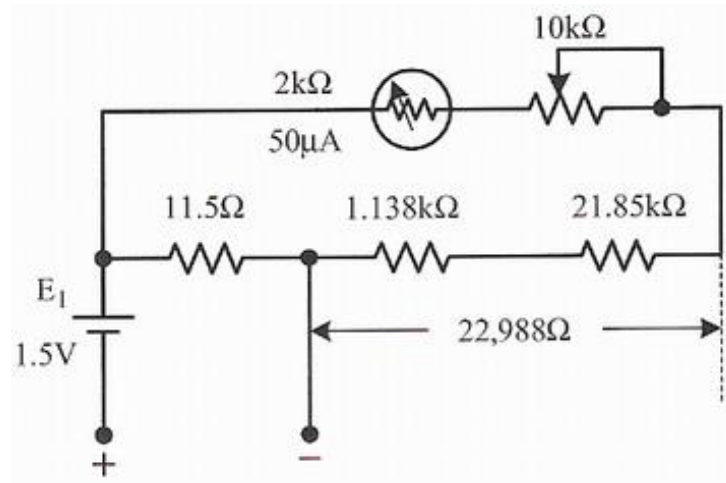
รูปที่ 5.9 วงจรพื้นฐานโอห์มมิเตอร์แบบโปเทนชิโอมิเตอร์



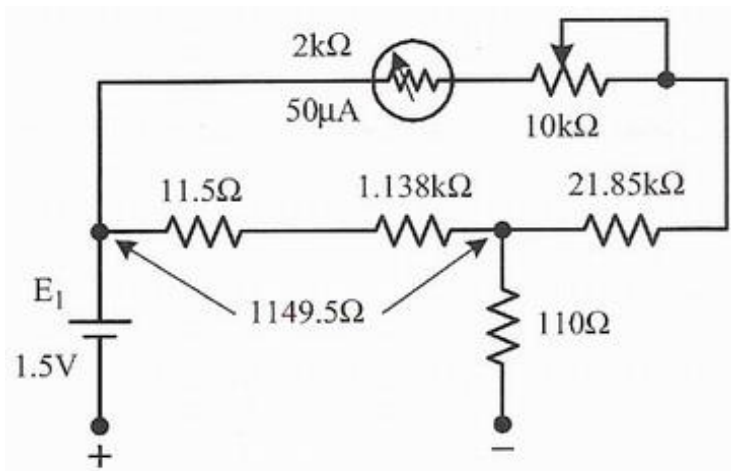
รูปที่ 5.10 โอห์มมิเตอร์แบบโปเทนชิโอ
มิเตอร์หลายย่านวัด



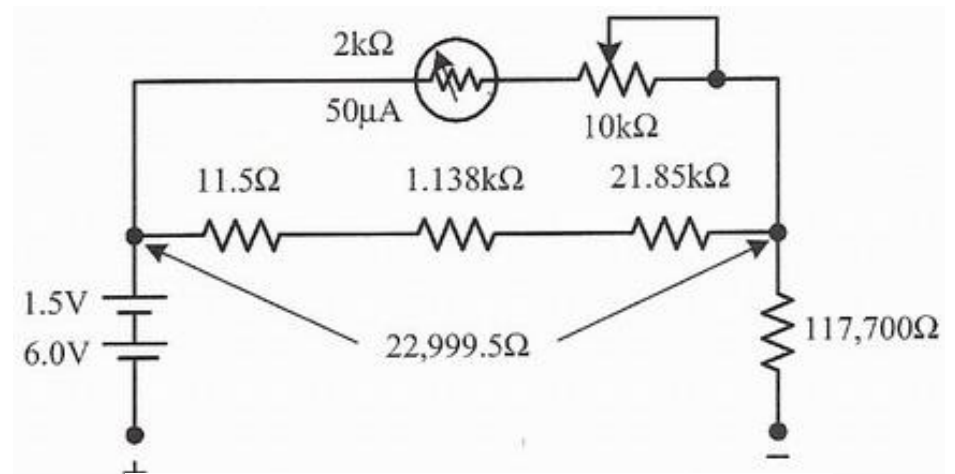
รูปที่ 5.12 วงจร โอห์มมิเตอร์ของบริษัท
Simpson Electric



รูปที่ 5.13 วงจรโอห์มมิเตอร์ย่านวัด งบประมาณ Simpson Electric



รูปที่ 5.14 วงจรโอห์มมิเตอร์ย่านวัด งบประมาณ Simpson Electric



รูปที่ 5.15 วงจรโอห์มมิเตอร์ย่านวัด งบประมาณ Simpson Electric

Ex จากวงจรในรูปที่ 5.4 ถ้าใช้แบตเตอรี่แห้งขนาด 1.5 V จงหา

- ค่าของ ที่ต้องการในการปรับศูนย์
- ค่าที่โอห์มมิเตอร์อ่าน ถ้า
- จงหาค่าในข้อ ก) และ ข) ถ้าแรงดันแบตเตอรี่ลดลงเหลือ 1.1 V

Ex คำนวณหากระแสมิเตอร์ และกระแสที่ไหลผ่าน Moving coil

เอกสารอ้างอิง (Reference)

1. Joseph J. Carr “Elements of Electronic Instrumentation and Measurement”
 2. David A. Bell “Electronic instrumentation and measurement”
 3. www.tpub.com/content/neets/14188/css/14188_94.htm
 4. ศักรินทร์ โสन्नันทะ “เครื่องมือวัดและการวัดทางไฟฟ้า”
-

Thank you
