

คาบที่ 8 เรื่องที่สอน โหม้มมิเตอร์
โดยนายรุ่งโรจน์ หนูขลิบ

จุดประสงค์

เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอธิบายหรือบอกรายละเอียดเนื้อหาแต่ละหัวข้อดังต่อไปนี้ได้

- 1.1. เพื่อเข้าใจหลักการทงงานของโหม้มมิเตอร์
- 1.2. เพื่อศึกษาโครงสร้างของโหม้มมิเตอร์
- 1.3. เพื่อศึกษาการใช้งานโหม้มมิเตอร์
- 1.4. เพื่อศึกษาวิธีอ่านค่าความต้านทานจากโหม้มมิเตอร์
- 1.5. เพื่อศึกษาข้อควรระวังในการใช้โหม้มมิเตอร์

สาระการเรียนรู้

โหม้มมิเตอร์ เป็นเครื่องมือวัดค่าความต้านทานที่ไม่ทราบค่า เนื่องจากวิธีการหาค่า ความต้านทาน โดยใช้หลักการโวลต์ แอมมิเตอร์ทำให้ยุ่งยาก จึงมีการสร้างโหม้มมิเตอร์ขึ้นมาใช้งาน โดยไม่ต้องคำนวณค่าจากกระแสและแรงดัน โดยใช้หลักการจ่าย แรงดันค่าคงที่ เข้าในความต้านทานที่ต้องการทราบค่ากระแสที่ไหลในวงจรทำให้เกิดการบายเบนเข็มของเครื่องวัดมากหรือน้อยขึ้นกับกระแสที่ไหลผ่านความต้านทาน

สมรรถนะที่พึงประสงค์ (Competency)

1. ด้านความรู้

1. อธิบายหลักการทงงานของโหม้มมิเตอร์ได้ถูกต้อง
2. อธิบายถึงโครงสร้างของโหม้มมิเตอร์ได้อย่างชัดเจน
3. อ่านค่า ค.ต.ท. จากสเกลของโหม้มมิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง
4. อ่านค่า ค.ต.ท. หลาย ๆ ค่าจากโหม้มมิเตอร์ได้อย่างแม่นยำ
5. บอกถึงข้อควรระวังในการใช้โหม้มมิเตอร์ได้

2. ด้านทักษะและกระบวนการ

1. มีทักษะในการต่อใช้งานโหม้มมิเตอร์ได้
2. มีทักษะในการอ่านค่าสัญลักษณ์บนหน้าปัดของเครื่องวัดไฟฟ้า
3. นำความรู้เรื่องหลักการเบื้องต้นของเครื่องวัดไฟฟ้าไปประยุกต์ใช้ในวิชาอื่นได้

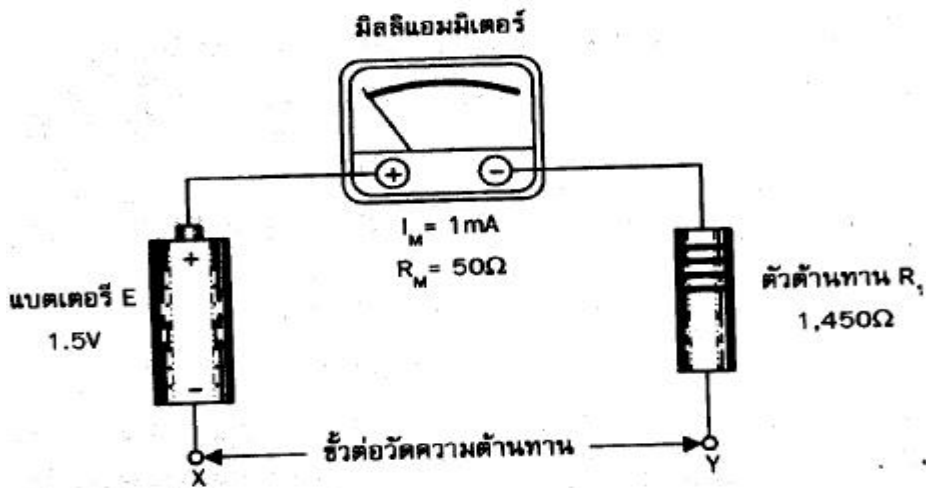
3. ด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

- | | | |
|-------------------|------------------|------------------------------------|
| 1. ความมีวินัย | 2. ความรับผิดชอบ | 3. ความซื่อสัตย์สุจริต |
| 4. ความสนใจใฝ่รู้ | 5. การประหยัด | 6. การละเว้นสิ่งเสพย์ติดและการพนัน |

โหม้มมิเตอร์

โครงสร้างโอห์มมิเตอร์

จากความยุ่งยากในการวัดและคำนวณค่าด้วยกฎของโอห์ม เพื่อหาค่าความต้านทานดังกล่าวมาแล้ว จึงได้มีการ คัดแปลง มิเตอร์ให้สามารถวัดค่าความต้านทานออกมาได้โดยตรง เรียกมิเตอร์นี้ว่า โอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter) โดยการตัดแปลงจากแอมมิเตอร์ให้สามารถวัดค่าและแสดงค่าออกมาเป็นค่าความต้านทานได้โดยตรง เพราะคุณสมบัติของค่าความต้านทาน จะคอยต้านการไหลของ กระแส ในวงจร เมื่อความต้านทานในวงจรแตกต่างกัน ย่อมทำให้กระแสไหลผ่านวงจรแตกต่างกัน ความต้านทานในวงจรมากกระแสไหลผ่านวงจรมาก และความต้านทานใน วงจรมากกระแสไหลผ่านวงจรมน้อ สถานะกระแสที่ไหลผ่านแอมมิเตอร์แตกต่างกัน ทำให้เข็มชี้ของแอมมิเตอร์บ่ายเบน ไปแตกต่างกัน เมื่อปรับแต่งสเกลหน้าปัดจากสเกลกระแสมาเป็นสเกลความต้านทานก็สามารถ นำแอมมิเตอร์นั้น มาวัดความต้านทาน โดยทำเป็นโอห์มมิเตอร์ได้



จากรูปที่ เป็นวงจรเบื้องต้นของ โอห์มมิเตอร์ ประกอบด้วยแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง (แบตเตอรี่ 1.5V) ต่ออันดับกับมิลลิแอมมิเตอร์วัดกระแสไฟตรงได้เต็มสเกล 1mA มีค่าความต้านทานภายในมิลลิแอมมิเตอร์ 50 โอห์ม และต่ออันดับกับตัวต้านทาน R1 มีค่า 1,450 โอห์ม ตัวต้านทาน R1 ทำหน้าที่จำกัดกระแส ไม่ให้ไหล ผ่านมิลลิแอมมิเตอร์ มาก เกินกว่าค่าสูงสุดที่มิลลิแอมมิเตอร์ทนได้คือ 1mA ขั้วต่อ x-y เป็นขั้วต่อสำหรับ ต่อวัดตัวต้านทานที่ต้องการวัดค่า และปรับแต่งสเกลหน้าปัดของ มิลลิแอมมิเตอร์ให้เป็นโอห์มมิเตอร์ขณะช้อตจุด x-y เข้าด้วยกัน จะต้องมิกระแสไหล ผ่านมิลลิแอมมิเตอร์เต็มสเกลพอดีสามารถคำนวณ หาค่ากระแสผ่าน มิลลิแอมมิเตอร์ได้โดยใช้กฎของโอห์ม ดังนี้

$$I = \frac{E}{R}$$

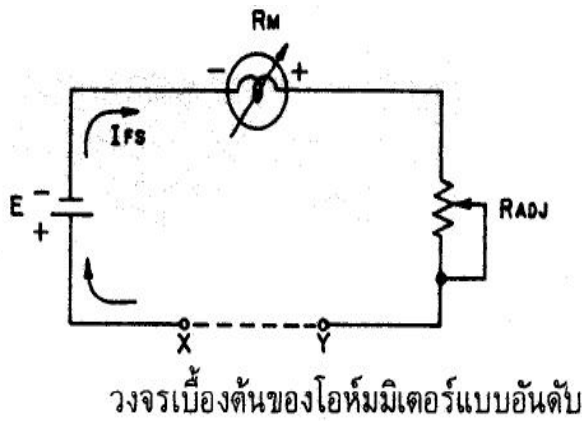
$$I_M = \frac{E}{R_M + R_1}$$

เมื่อ $I_M = ?$
 $E = 1.5V$
 $R_M = 50\Omega$
 $R_1 = 1,450\Omega$

แทนค่า $I_M = \frac{1.5V}{50\Omega + 1,450\Omega} = 1 \text{ mA}$

โอห์มมิเตอร์แบบอันดับ

โอห์มมิเตอร์แบบอันดับ คือโอห์มมิเตอร์ที่มีขั้วต่อวัดความต้านทานที่ไม่ทราบค่า ต่ออันดับกับคาร์สันวา มิเตอร์ โครงสร้างเบื้องต้นของโอห์มมิเตอร์แบบอันดับ ประกอบด้วยคาร์สันวา มิเตอร์ ต่ออันดับกับ แบตเตอรี่ (ถ่าน ไฟฉาย) ค่าต่ำ ต่ออันดับกับตัวต้านทานปรับค่าได้ (VARIABLE RESISTOR) และต่อ อันดับกับขั้วต่อตัวต้านทานที่ไม่ทราบค่า ดังรูปที่ 1



จากรูปที่ 1 เป็นวงจรเบื้องต้นของโอห์มมิเตอร์แบบอันดับ โดยมีจุด X, Y เป็นจุดต่อวัดตัวต้านทานที่ไม่ทราบค่า ก่อนการวัดตัวต้านทานที่ไม่ทราบค่าจะต้องช้อตจุด X, Y เข้าด้วยกัน และปรับแต่งที่ R_{ADJ} จนทำให้เข็ม มิเตอร์ชี้ที่ตำแหน่งเต็มเกลพอคือตำแหน่ง 0 โอห์ม เป็นการปรับแต่งโอห์มมิเตอร์ก่อนการใช้งาน เมื่อปลดจุด X, Y ออก เข็ม มิเตอร์จะเคลื่อนกลับไปสู่ตำแหน่งซ้ายมือสุดเมื่อปรับแต่งโอห์มมิเตอร์แบบอันดับพร้อมใช้งานแล้ว นำตัวต้านทานที่ไม่ทราบค่า (R_x) มาต่อที่จุด X, Y ก่อนต่อ R_x จะมีกระแสไฟตรงไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่ของมิเตอร์เต็มสเกล (I_{FS}) เมื่อนำ R_x มาต่อร่วมในวงจรทำให้ค่าความต้านทานรวมในวงจรเพิ่มขึ้น ด้านการไหลของกระแสไฟตรง ในวงจรให้ไหลน้อยลงเหลือเพียง I_x กระแส I_x จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความต้านทาน R_x ที่ต่อร่วม ถ้า R_x มีค่าความต้านทานต่ำ I_x จะไหลมากขึ้น จนเมื่อ R_x เป็น 0 โอห์ม I_x จะเท่ากับ I_{FS} และถ้า R_x มีค่าความต้านทานมากขึ้น I_x จะไหลน้อยลง จนเมื่อ R_x เป็นค่าอนันต์ I_x จะไม่ไหล คือเป็นศูนย์นั่นเองจากรูปจะได้สมการดังนี้

$$I_{FS} = E / R_M + R_{ADJ}$$

จากรูปที่ 2 จะได้สมการดังนี้

$$I_X = E / R_M + R_{ADJ} + R_X$$

เมื่อ I_{FS} = กระแสไฟตรงเต็มสเกล หน่วยแอมแปร์ (A)

I_X = กระแสไฟตรงไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่เมื่อต่อตัวต้านทานไม่ทราบค่า หน่วยแอมแปร์ (A)

E = แรงดันไฟตรงจากแบตเตอรี่ในวงจร หน่วยโวลต์ (V)

R_M = ความต้านทานเดิมของมิเตอร์ หน่วยเป็น โอห์ม (W)

R_{ADJ} = ความต้านทานปรับค่าได้ใช้จำกัดกระแส หน่วยโอห์ม (W)

R_X = ความต้านทานไม่ทราบค่า หน่วยโอห์ม (W)

โอห์มมิเตอร์แบบอันดับ คือโอห์มมิเตอร์ที่มีตัวต้านทานไม่ทราบค่าที่ต้องการ วัดต่อเป็นอันดับกับขดลวดเคลื่อนที่ของมิเตอร์ สถานะการบายเบนของเข็มมิเตอร์จะขึ้นอยู่กับขนาดของความต้านทานที่ไม่ทราบค่า ถ้าขนาดความต้านทานไม่ทราบค่าสูง จะจำกัดกระแสให้ผ่านขดลวดเคลื่อนที่น้อย ถ้าขนาดความต้านทานไม่ทราบค่าต่ำ จะจำกัดกระแสให้ผ่านขดลวดเคลื่อนที่มาก ผลดังกล่าวเข็มมิเตอร์จะชี้ค่าความต้านทานออกมา การเปลี่ยนสเกลหน้าปัดของมิเตอร์ให้เป็นหน้าปัดของมิเตอร์ให้เป็นสเกลของโอห์มมิเตอร์ทำได้โดยใช้ตัวต้านทานมีค่าความต้านทานต่างๆ แทนค่าลงในสมการ คำนวณค่าออกมาเป็นกระแสในค่าต่างๆ กำหนดค่าความต้านทานลงตาม กระแสที่คำนวณได้ ก็จะได้สเกลของโอห์มมิเตอร์แบบอันดับตามที่ต้องการ

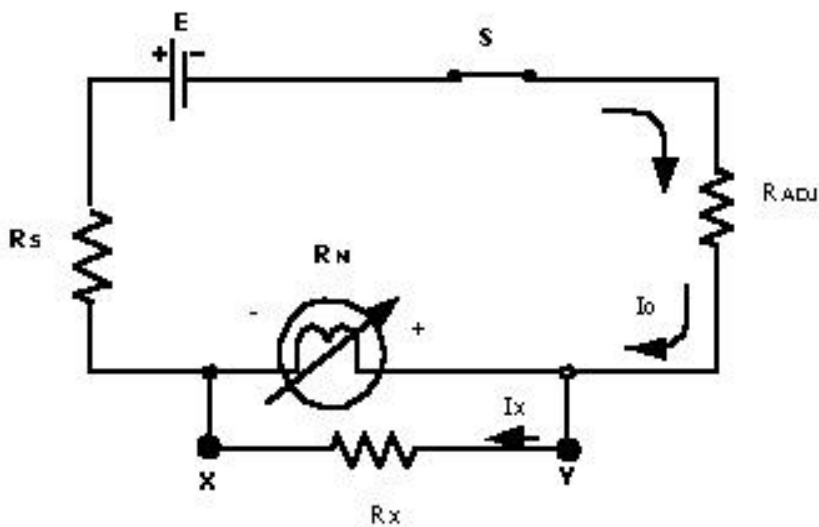
โอห์มมิเตอร์แบบขนาน

โอห์มมิเตอร์แบบอันดับเป็นการนำหลักการของกระแสผ่านแอมมิเตอร์ และจำกัดกระแสให้ผ่านพอดิ โดยตัวต้านทานปรับค่าได้ เมื่อนำตัวต้านทานที่ไม่ทราบค่ามาต่ออันดับ ทำให้ค่าความต้านทานในวงจร โอห์มมิเตอร์อันดับ เพิ่มขึ้นกระแสจะไหลผ่านมิเตอร์ลดลง เมื่อปรับแต่งหน้าปัดให้เป็นสเกลโอห์ม ก็สามารถอ่านค่าความต้านทาน ที่วัดออกมา ได้เป็นโอห์ม แต่โอห์มมิเตอร์แบบอันดับจะมีข้อเสียคือ วัดค่าความต้านทานต่ำๆ ได้ไม่ดี เพราะการอ่านค่าได้ไม่ละเอียด จะวัดค่าได้ดีเฉพาะความต้านทานปานกลาง และความต้านทานสูง

จากข้อเสียของโอห์มมิเตอร์แบบอันดับตรงที่วัดค่าความต้านทานต่ำไม่ได้ เพราะจากค่าความต้านทานของขดลวด เคลื่อนที่ของ มิเตอร์มีค่าความต้านทานสูง จึงทำให้นำไปวัดค่าความต้านทานต่ำๆ ไม่ได้ ดังนั้นการดัดแปลงให้โอห์มมิเตอร์วัด ค่าความต้านทานต่ำได้ จึงต้องทำให้ค่าความต้านทานของขดลวดต่ำลง การทำโดยหาค่าตัวต้านทานทราบค่ามีความต้านทานต่ำลง จึงสามารถนำไปวัดค่าความต้านทานต่ำได้ โอห์มมิเตอร์แบบนี้เรียกว่า โอห์มมิเตอร์แบบปรับแบ่งแรงดัน หรือแบบโพเทนทิโอมิเตอร์ การปรับเปลี่ยนย่านการวัดค่าความต้านทาน ทำได้โดยเปลี่ยนค่าความต้านทานมาต่อขนาน กับขดลวดเคลื่อนที่ของมิเตอร์

โอห์มมิเตอร์ชนิดที่สามารถวัดค่าความต้านทานได้หลายย่านวัด เป็นโอห์มมิเตอร์ที่ดัดแปลงมาจากโอห์มมิเตอร์แบบ ปรับแบ่งแรงดันนั่นเอง โดยเพิ่มค่าความต้านทานค่าต่างๆ เข้าไป และเลือกย่านวัดด้วยขีเล็กเตอร์สวิทช์

โอห์มมิเตอร์แบบขนาน คือโอห์มมิเตอร์ที่มีขั้วต่อวัดความต้านทานที่ไม่ทราบค่า ต่อขนานกับคาร์สันวาล์มมิเตอร์ โครงสร้างเบื้องต้นของโอห์มมิเตอร์แบบขนาน ประกอบด้วยคาร์สันวาล์มมิเตอร์ ต่ออันดับกับแบตเตอรี่ (ถ่านไฟฉาย) ค่าต่ำ ต่ออันดับกับตัวต้านทานปรับค่าได้ ต่ออันดับกับตัวต้านทานคงที่ช่วยป้องกันขลวดเคลื่อนที่ของมิเตอร์ชำรุด และคาร์สันวาล์มมิเตอร์ จะต่อขนานกับตัวต้านทานไม่ทราบค่า แสดงวงจรดังรูป



จากรูป เป็นวงจรเบื้องต้นของโอห์มมิเตอร์แบบขนาน มีจุดต่อ X , Y เป็นจุดต่อไว้วัดตัวต้านทานไม่ทราบค่า ก่อนการวัดตัวต้านทานที่ไม่ทราบค่า จะต้องปรับแต่งให้โอห์มมิเตอร์พร้อมใช้งาน โดยเปิดจุด X , Y ออกปรับตัวต้านทาน ปรับค่าได้จนเข็มมิเตอร์ชี้ที่ตำแหน่งค่าอนันต์พอดี เพราะขณะเปิดจุด X , Y หมายถึงตัวต้านทานที่ไม่ทราบค่า จะทำการวัดมีค่าความต้านทานป้อนอนันต์ จากรูปข้างบน เป็นการนำโอห์มมิเตอร์แบบขนาน ไปต่อวัด ความต้านทาน ไม่ทราบค่า (R_x) ซึ่งก่อนการต่อ R_x จะมีกระแสไหลผ่านขลวดเคลื่อนที่ของมิเตอร์เต็มสเกล เมื่อต่อ R_x เข้าไปทำให้ค่า ความต้านทานรวมที่จุด X , Y (R_M // R_x) เปลี่ยนแปลง มีกระแสไหลผ่านขลวดเคลื่อนที่ของมิเตอร์เป็น I₀ และกระแสไหลผ่าน R_x เป็น I_x ทำให้เข็มมิเตอร์ชี้ค่าเปลี่ยนแปลง ตามค่ากระแสที่ไหลผ่านขลวดเคลื่อนที่ของมิเตอร์ และถ้าขั้วต่อจุด X , Y เข้าด้วยกัน จะไม่มีกระแสไหลผ่านขลวดเคลื่อนที่ของมิเตอร์เลยจากรูปจะได้สมการดังนี้

$$I_{FS} = E / R_M + R_S + R_{ADJ} \dots\dots\dots \text{สมการที่ (1)}$$

จากรูปที่ 2 จะได้สมการดังนี้

$$R_{XY} = R_M // R_x = (R_M \times R_x) / (R_M + R_x) \dots\dots\dots \text{สมการที่ (2)}$$

$$I_0 = E / (R_S + R_{ADJ} + R_{XY})$$

เมื่อ I_{FS} = กระแสไฟตรงเต็มสเกล หน่วยแอมแปร์ (A)

I_o = กระแสไฟตรงไหลผ่านมิเตอร์ขณะต่อ R_x หน่วยเป็นแอมแปร์ (A)

E = แรงดันไฟตรงจากแบตเตอรี่ในวงจร หน่วยเป็นโวลต์ (V)

R_M = ความต้านทานเดิมของมิเตอร์ หน่วยเป็นโอห์ม (W)

R_S = ความต้านทานอันดับป้องกันกระแสจำนวนมากผ่านมิเตอร์ หน่วยเป็น โอห์ม (W)

R_{ADJ} = ความต้านทานปรับค่าได้ใช้จำกัดกระแส หน่วยเป็นโอห์ม (W)

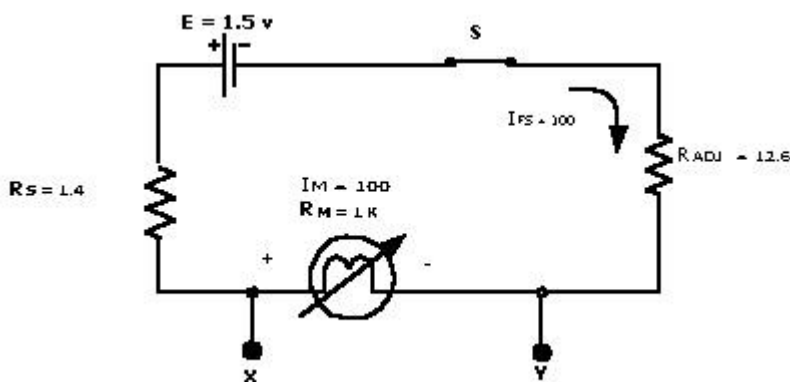
R_x = ความต้านทานไม่ทราบค่า หน่วยเป็นโอห์ม (W)

สเกลหน้าปัดโอห์มมิเตอร์แบบขนาน

การเปลี่ยนสเกลหน้าปัดของมิเตอร์ให้เป็นสเกลของโอห์มมิเตอร์แบบขนานทำได้โดยใช้หลักการหาตำแหน่ง

คล้ายกับการหาสเกลหน้าปัดของโอห์มมิเตอร์แบบอันดับนั่นเอง แตกต่างกันตรงสมการที่ใช้ต่างกัน โอห์มมิเตอร์แบบขนานจะใช้สมการที่ 2 หาค่ากระแสผ่านขดลวดเคลื่อนที่ของมิเตอร์ ในขณะที่ตัวต้านทานที่จะมาต่อเข้าที่จุด X , Y ถูกกำหนดค่าจากค่าน้อยไปหาค่ามากเป็นลำดับ ได้แล้วนำค่าความต้านทานต่างๆ ที่คำนวณค่าได้กำหนดลงในตารางแทนค่ากระแส ถ้าคำนวณอย่างละเอียด ก็จะได้สเกลของโอห์มมิเตอร์แบบขนานละเอียด ความแตกต่างของสเกลระหว่างโอห์มมิเตอร์แบบอันดับกับโอห์มมิเตอร์แบบอันดับกับโอห์มมิเตอร์แบบขนาน ตรงที่ตำแหน่งค่าความต้านทานที่แสดงบนสเกลจะตรงข้ามกัน โอห์มมิเตอร์แบบอันดับ 0 โอห์มมิเตอร์ อยู่ทางขวามือ ส่วนอินฟินิตี้โอห์ม อยู่ทางซ้ายมือ แต่สำหรับโอห์มมิเตอร์แบบขนาน 0 โอห์ม จะอยู่ทางซ้ายมือ ส่วน อินฟินิตี้โอห์ม จะอยู่ทางขวามือ สามารถได้ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ต่อไปนี้เป็นรูปวงจรตัวอย่างจากรูป จะต้องทำการคำนวณก่อน จากสูตรที่ให้ไปข้างบน แล้วจึงจะได้รูปหน้าปัดสเกล ของ โอห์มมิเตอร์แบบขนาน



จากรูปวงจรต่อไปนี้อาจเขียนเป็นหน้าปัดสเกลของโอห์มมิเตอร์แบบขนาน โดยจะต้องทำการคำนวณก่อนโดยใช้สูตรที่ให้ไว้ข้างต้น และหน้าปัดสเกลจะออกมาเป็นดังรูปข้างล่างนี้