บทที่ 4 DC Voltmeter

ผู้สอน

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วทัญญู มีศรีสุข

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม

DC Voltmeter

โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Voltmeter) จัดเป็นเครื่องมือวัดแบบอะนาลอก โดยใช้ขดลวดแบบดาร์สันวัลในการทำให้เข็มชี้ค่าสเกล

การต่อ โวลต์มิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ต้องต่อแบบขนานกับวงจรที่ต้องการวัดเท่านั้น

DC Voltmeter

ความไวกระแสไฟฟ้า (S)

ขดลวดแบบดาร์สันวัลจะมีความต้านทานภายในขดลวด R_m และมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจนเข็มมิเตอร์เบี่ยงเบนเต็มสเกล FSD จะเรียกว่ากระแสไฟฟ้าเต็มสเกล I_{fs} หรือกระแสขดลวด I_m และเกิดแรงดันไฟฟ้าขดลวดเต็มสเกล V_{fs} หรือแรงดันไฟฟ้าคร่อมขดลวด V_m

ค่ากระแสไฟฟ้าเต็มสเกลของขดลวดเคลื่อนที่นี้จะเป็นส่วนกลับของความไวกระแสไฟฟ้า ซึ่งมีหน่วยเป็น โอห์ม/โวลต์

$$S = \frac{1}{I_{fs}} = \frac{1}{I_m} = \frac{R_m}{V_m} = \frac{R_m}{V_{fs}} = \frac{\Omega}{V}$$

DC Voltmeter

ตัวอย่างที่ 4.1 มิเตอร์เครื่องหนึ่งมีแรงดันไฟฟ้าเต็มสเกล 50V กระแสไฟฟ้าเต็มสเกล 50μA จะมีความไวกระแสไฟฟ้าและความต้านทานขดลวดเท่าไหร่

วิธีทำ หาความไวกระแสไฟฟ้า

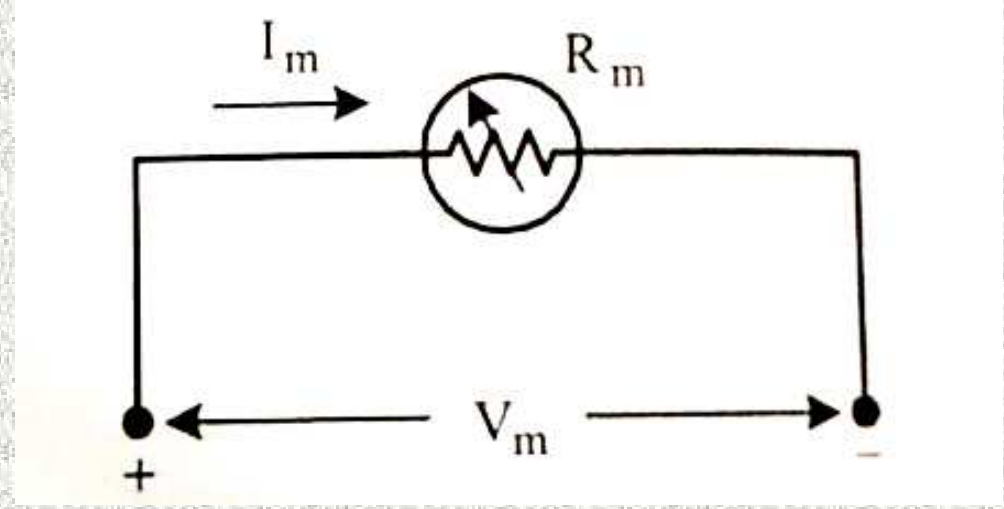
$$S = \frac{1}{I_{fs}} = \frac{\ldots\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots\ldots}$$

หาความต้านทานขดลวด

$$S = \frac{R_m}{V_m}$$

DC Voltmeter

วงจรเทียบเท่าของขดลวดเคลื่อนที่



$$V_m = I_m R_m = I_{fs} R_m$$

DC Voltmeter

การขยายย่านวัดของโวลต์มิเตอร์
มีด้วยกัน 2 วิธี

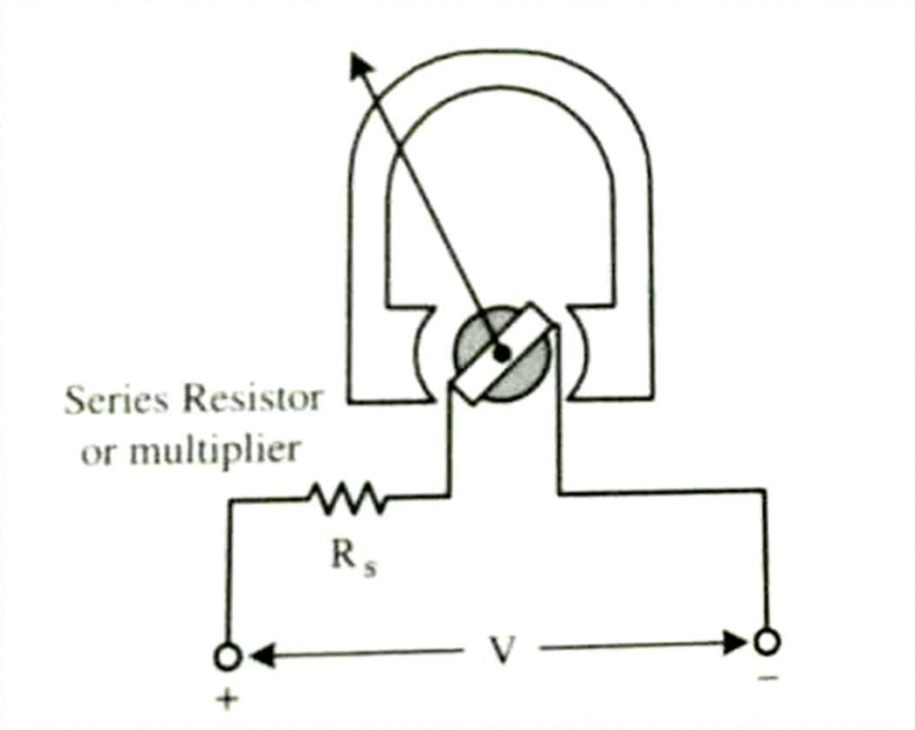
1.การขยายย่านวัดแบบ Single Type หรือ Individual Type

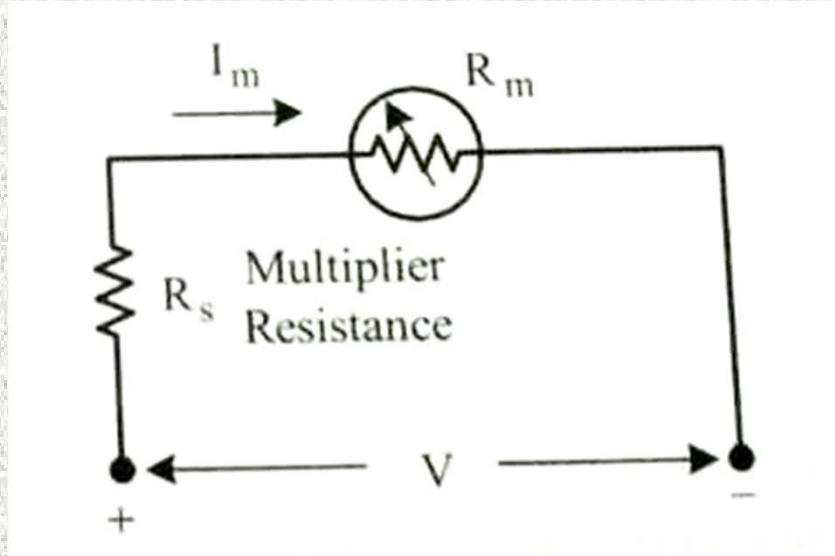
2. การขยายย่านวัดแบบ Universal Type

การขยายย่านวัดแบบ Single Type หรือ Individual Type

เป็นการขยายย่านวัด โดยใช้ตัวต้านทานคูณ (Multiplier resistor) หรือตัวต้านทานอนุกรม (Series resistor : Rs) มาต่ออนุกรมกันกับขดลวดเคลื่อนที่ เพื่อลดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมขดลวดให้ได้กระแสไฟฟ้าเต็มสเกลเท่าเดิม

การขยายย่านวัดแบบ Single Type หรือ Individual Type





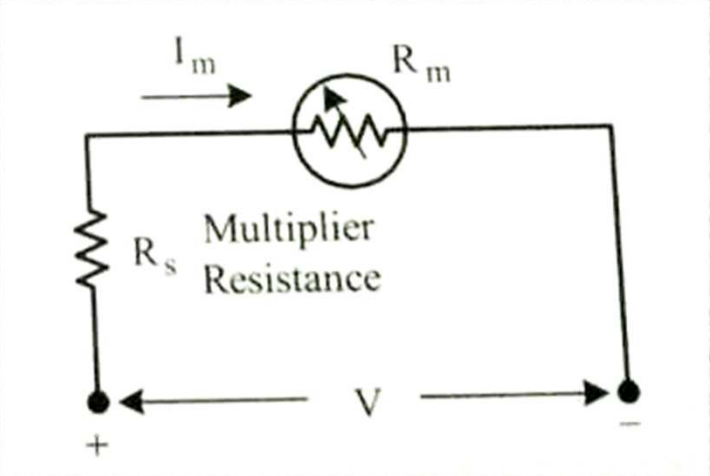
การขยายย่านวัดแบบ Single Type หรือ Individual Type

สรุป

$$R_s = \frac{V}{I_m} - R_m$$

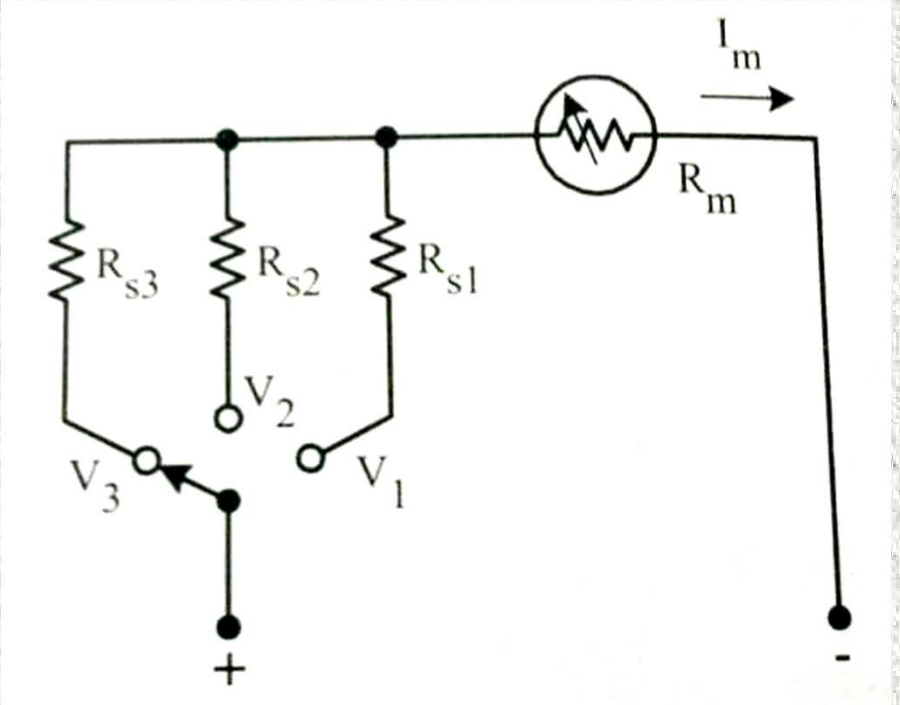
$$R_s = \frac{Range}{I_m} - R_m$$

$$R_s = SxRange - R_m$$



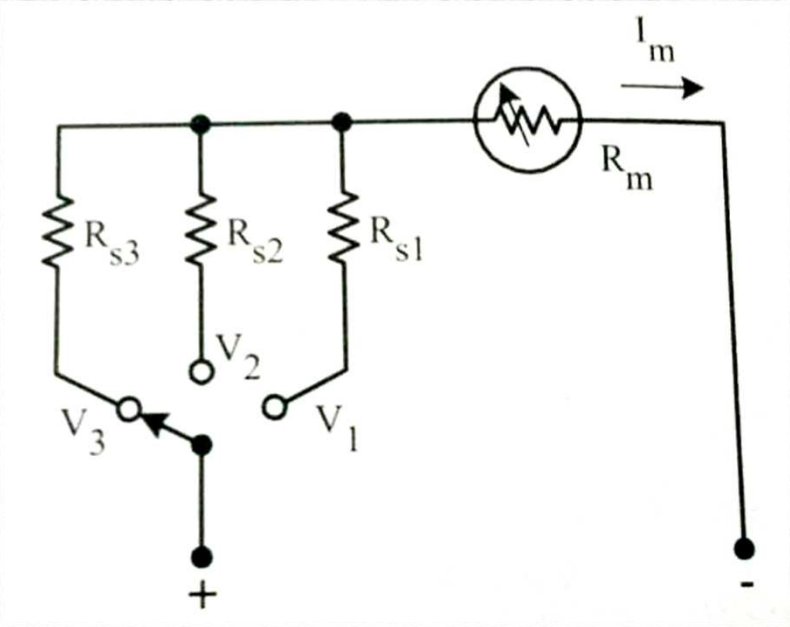
การขยายย่านวัดแบบ Single Type หรือ Individual Type

ตัวอย่างที่ 4.2 จงหาตัวต้านทานอนุกรมของย่านวัด $V_1 = 3V$, $V_2 = 10V$, $V_3 = 30V$ ของดีซีโวลท์มิเตอร์ ขดลวดเคลื่อนที่มีตัวต้านทาน 1kΩ กระแสไฟฟ้าเต็มสเกล 50μA



การขยายย่านวัดแบบ Single Type หรือ Individual Type

ตัวอย่างที่ 4.2 (ต่อ)



หาความไวกระแสไฟฟ้า

$$S = \frac{1}{I_{fs}} = \frac{\ldots\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots\ldots}$$

ย่านวัด V_1 =3V หา R_{s1}

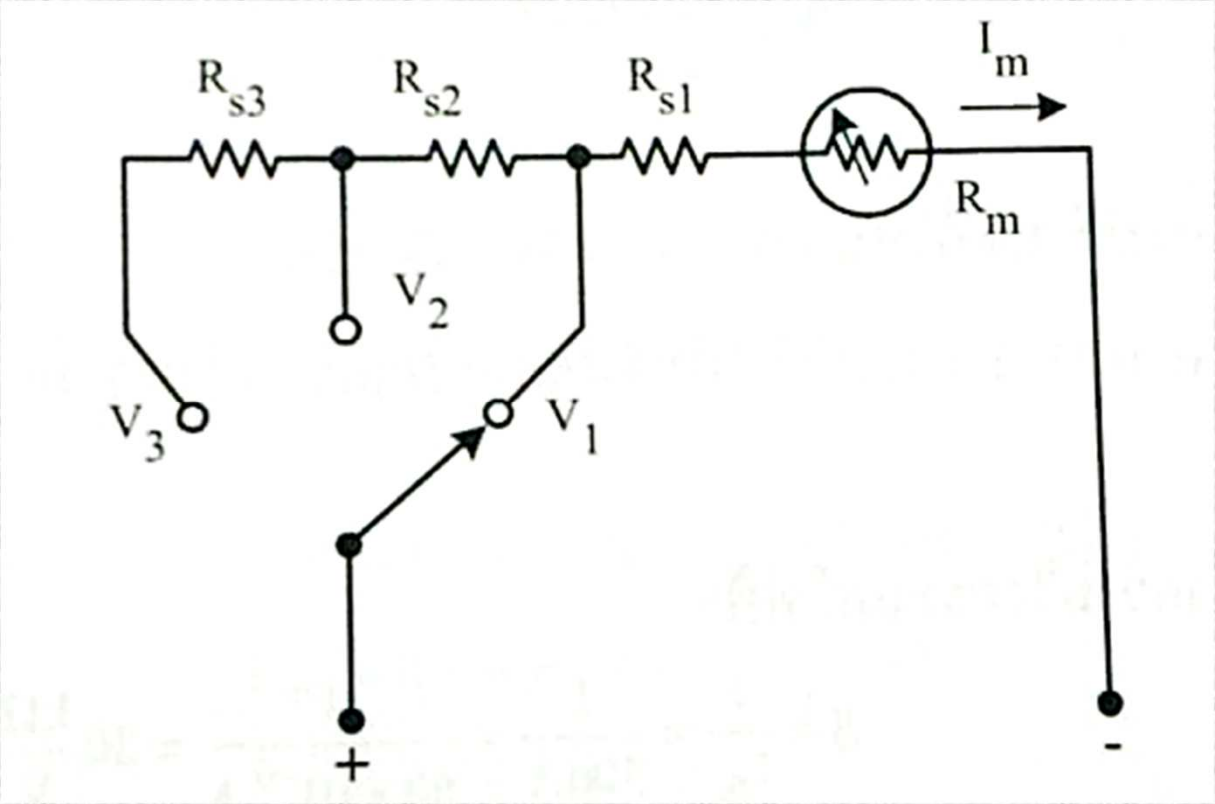
$$R_{s1} = SxRange - R_m$$

ย่านวัด V_2 =10V หา R_{s2}

ย่านวัด V_3 =30V หา R_{s3}

Please solve by your self

การขยายย่านวัดแบบ Universal Type

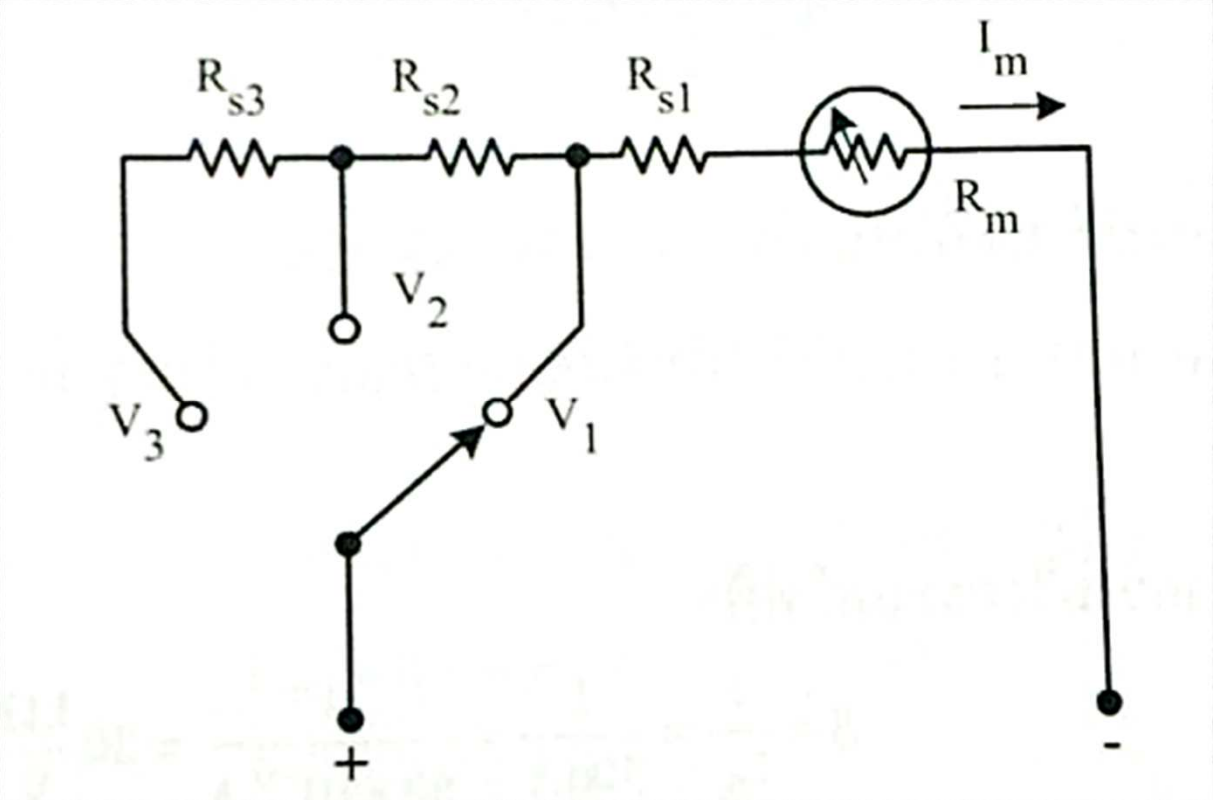


สรุปสมการออกแบบ $R_{s1} = S \times Range - R_m$ $R_{s2} = S \times Range - (R_{s1} + R_m)$

$$R_{s3} = S \times Range - (R_{s2} + R_{s1} + R_m)$$

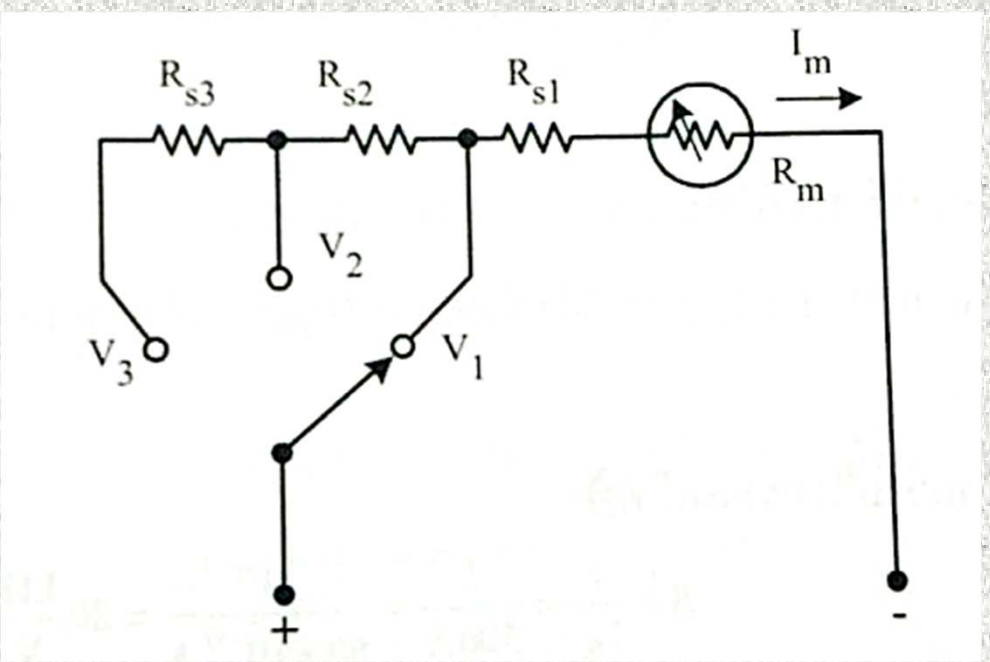
การขยายย่านวัดแบบ Universal Type

ตัวอย่างที่ 4.3 กำหนดให้ V_1=3V, V_2=10V, V_3 = 30V ขดลวดที่มีความต้านทาน 1kΩ กระไฟฟ้าเต็มสเกล 50 μA จงคำนวณหา R_{s1} R_{s2} และ R_{s3}



การขยายย่านวัดแบบ Universal Type

ตัวอย่างที่ 4.3 (ต่อ)



หาความไวกระแสไฟฟ้า

$$S = \frac{1}{I_{fs}} = \frac{\ldots\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots\ldots}$$

ย่านวัด V_1 =3V หา R_{s1}

$$R_{s1} = S \times Range - R_m$$

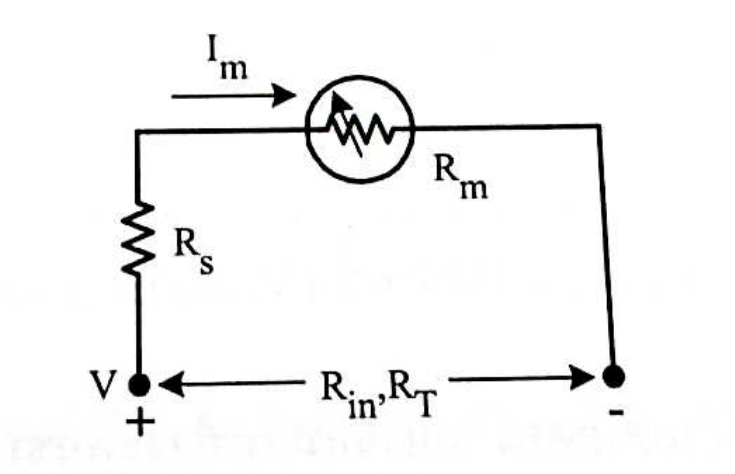
ย่านวัด V_2 =10V หา R_{s2}

ย่านวัด V_3 =30V หา R_{s3}

Please solve by your self

ความต้านทานภายในโวลต์มิเตอร์

ความต้านทานอินพุตของโวลต์มิเตอร์จะเป็นความต้านทานรวม (Total Resistance : R_T) ของแต่ละย่านวัด



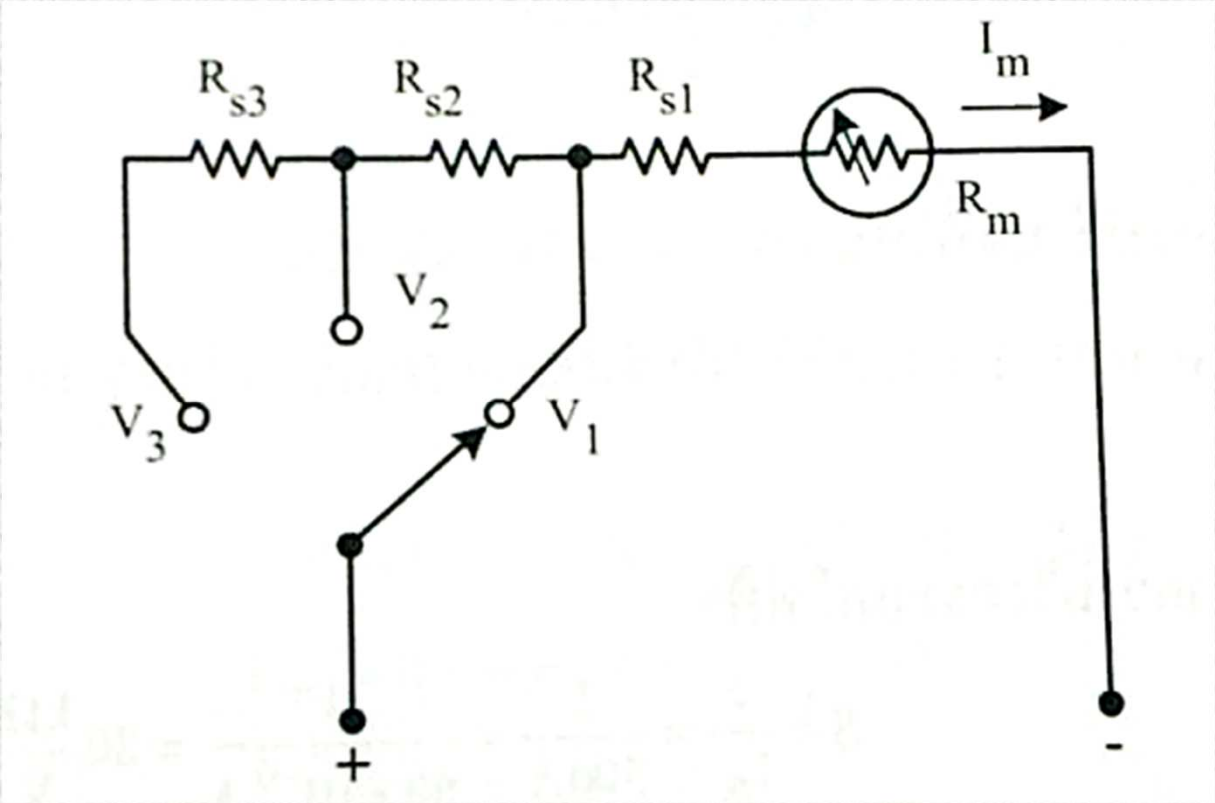
สรุปการออกแบบ

$$R_{in} = R_T = R_s + R_m = \frac{1}{I_m} \times V = \frac{1}{I_m} \times \text{Range}$$

$$R_{in} = R_T = S \times \text{Range}$$

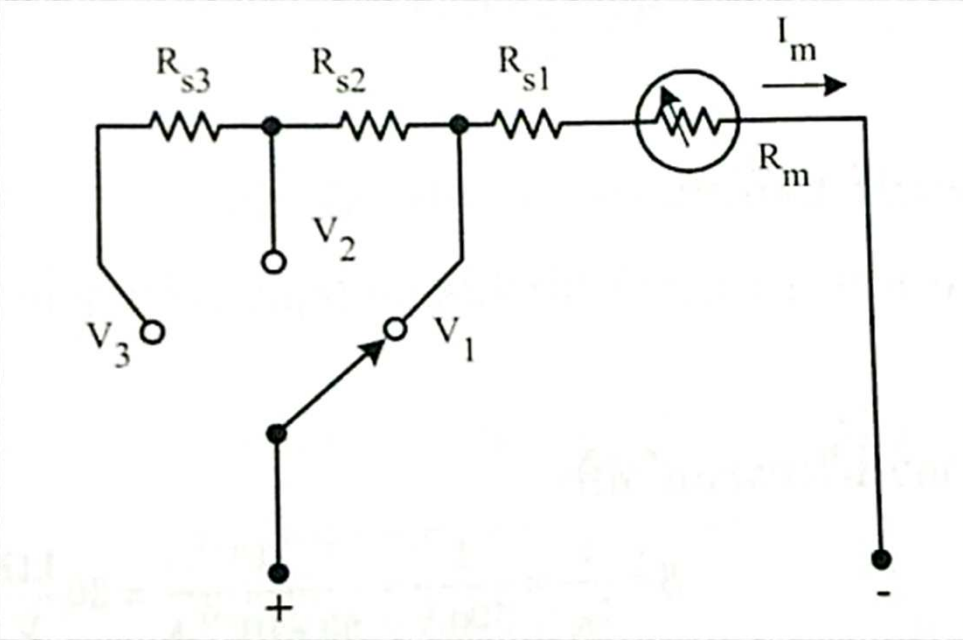
ความต้านทานภายในโวลต์มิเตอร์

ตัวอย่างที่ 4.4 จากตัวอย่าง 4.3 กำหนดให้ V_1=3V, V_2=10V, V_3 = 30V ขดลวดที่มีความต้านทาน 1k**Ω** กระไฟฟ้าเต็มสเกล 50 μA จงคำนวณหา Rin ของแต่ละย่านวัด



ความต้านทานภายในโวลต์มิเตอร์

ตัวอย่างที่ 4.4 (ต่อ)



หาความไวกระแสไฟฟ้า

$$S = \frac{1}{I_{fs}} = \frac{\ldots\ldots\ldots\ldots}{\ldots\ldots\ldots\ldots}$$

ย่านวัด V_1 =3V หา R_{in}

$$R_{in} = S \times Range$$

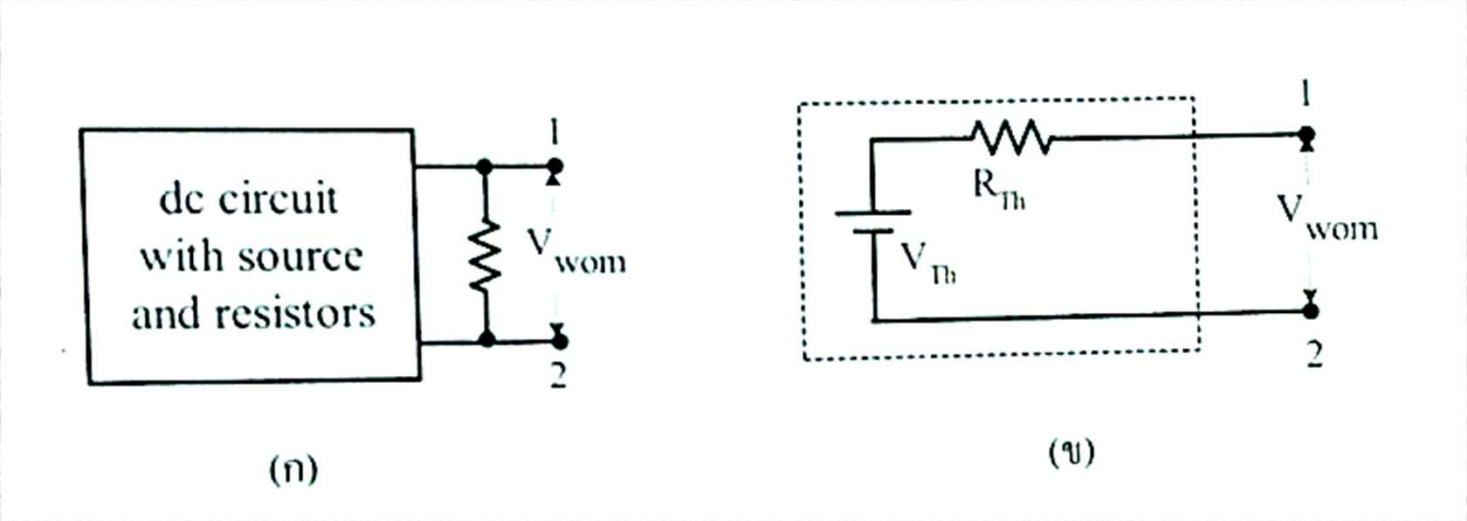
ย่านวัด V_2 =10V หา R_{in}

ย่านวัด V_3 =30V หา R_{in}

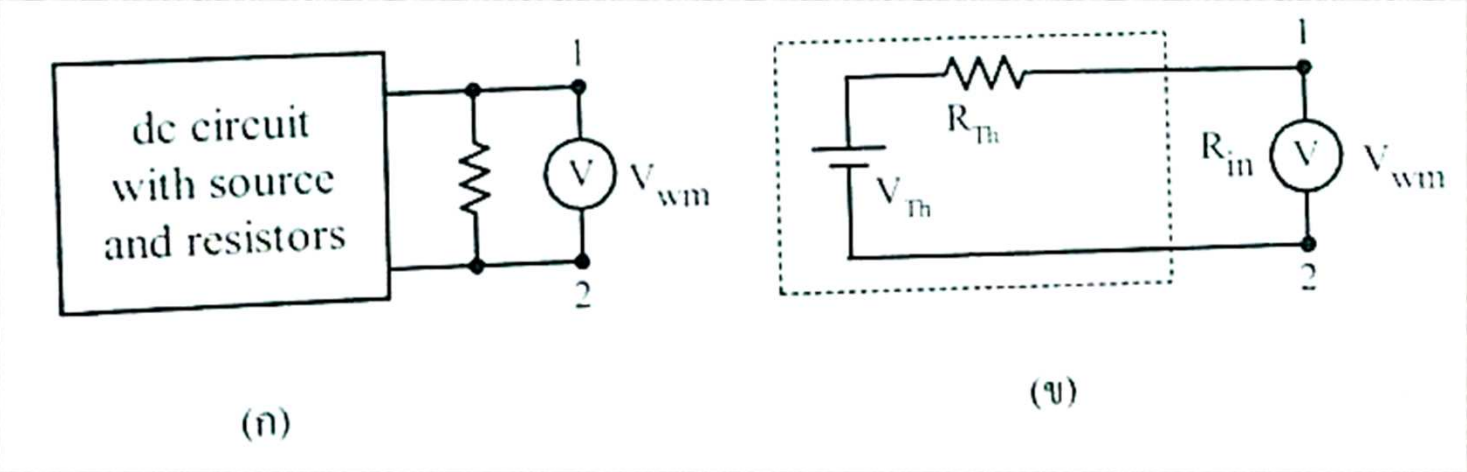
Please solve by your self

DC Voltmeter Loading Effects

การคำนวณหาค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาด



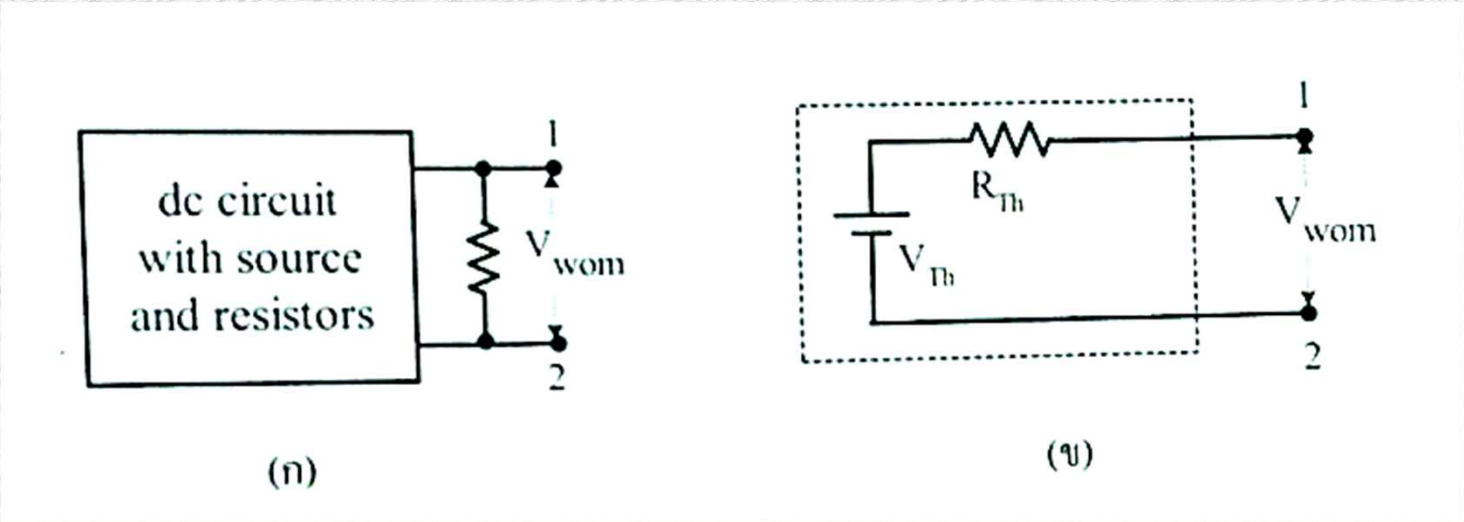
ไม่ต่อมิเตอร์



ต่อมิเตอร์

DC Voltmeter Loading Effects

การคำนวณหาค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาด



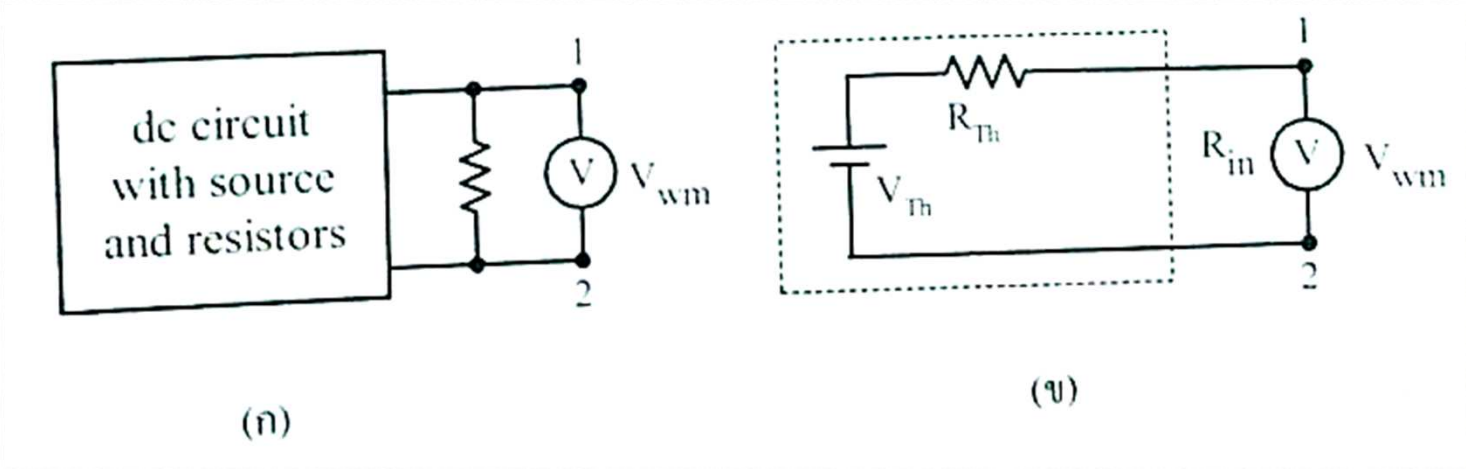
ไม่ต่อมิเตอร์

กรณีไม่ต่อมิเตอร์ สามารถหาค่าแรงดัน V_{wom}

$$V_{wom} = V_{Th}$$

DC Voltmeter Loading Effects

การคำนวณหาค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาด



ต่อมิเตอร์

กรณีต่อมิเตอร์ สามารถหาค่าแรงดัน V_{wm}

$$V_{wm} = \frac{V_{Th}}{R_{Th} + R_{in}} \times R_{in}$$

DC Voltmeter Loading Effects

การคำนวณหาค่าความถูกต้องและค่าความผิดพลาด

ค่าความถูกต้องหาจาก

$$\text{Accuracy} = \frac{V_{wm}}{V_{wom}} = \frac{R_{in}}{R_{Th} + R_{in}}$$

คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง

$$\%\,\text{Acc} = \frac{V_{wm}}{V_{wom}} \times 100\% = \frac{R_{in}}{R_{Th} + R_{in}} \times 100\%$$

ค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

$$\%\,\text{Error} = [1 - \text{Acc}] \times 100\% = \left| \frac{V_{wom} - V_{wm}}{V_{wom}} \right| \times 100\%$$

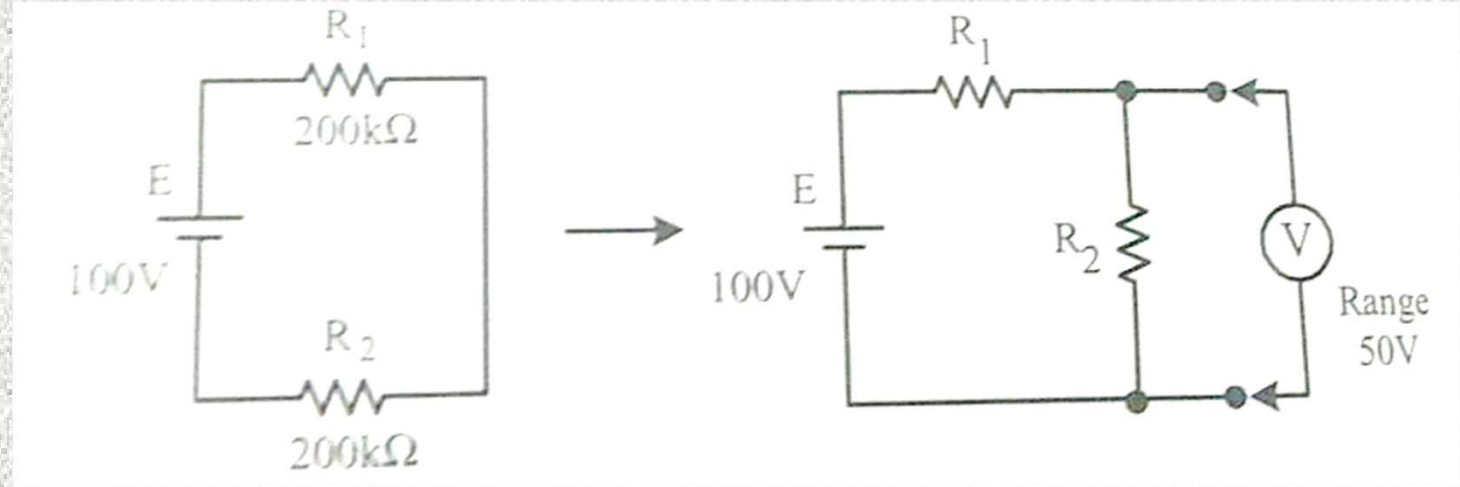
DC Voltmeter Loading Effects

ตัวอย่างที่ 4.5 โวลต์มิเตอร์มีความไวกระแสไฟฟ้า 20 k**Ω/V** ตั้งย่านวัด **50V** วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม $\mathbf{R_2}$ ในวงจร จงคำนวณหา

ก) แรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้

ข) ค่าความถูกต้องจากการวัด

ค) ค่าความผิดพลาดจากการวัด



Thank you