

---

# Lecture 4 Electrical Ampere Instrument

---

Thawatchai Thongleam

School of Electronics engineering

Faculty of Science and Technology

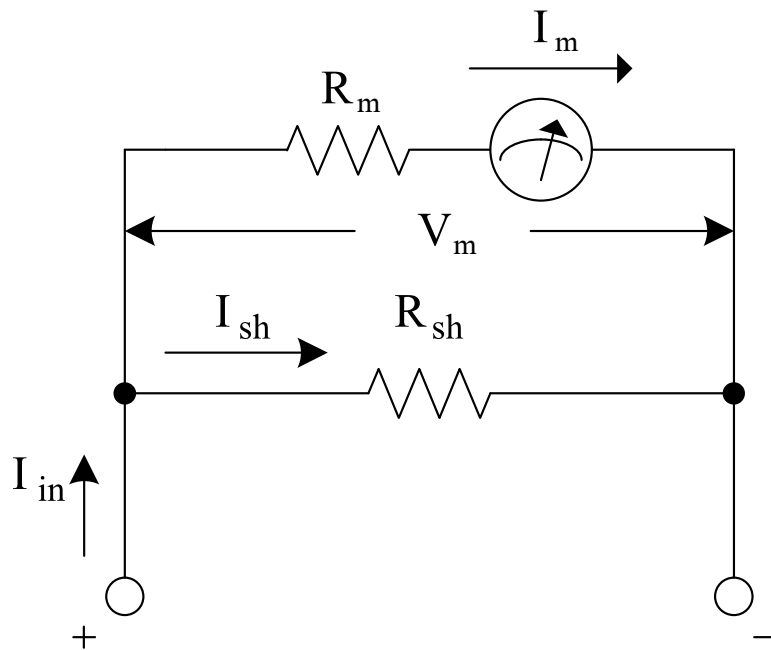
Nakhon Pathom Rajabhat University

---

# Outline

- การขยายย่านวัดของแอมมิเตอร์แบบซิงเกิลชั๊นท์ (Single shunt type ammeter)
  - การขยายย่านวัดของแอมมิเตอร์แบบอาร์ตันชั๊นท์ (Ayrton shunt type ammeter)
  - ผลของโหลดของแอมป์มิเตอร์
  - การเลือกแอมป์มิเตอร์ให้ได้ค่าที่ถูกต้องสูงสุด
-

# 1. การขยายย่านวัดของแอมมิเตอร์แบบซิงเกิลชันท (Single Shunt Type of Ammeter)



ภาพที่ 4.1 วงจรคี่ซีแอมมิเตอร์

จากวงจรขนาน

$$R_{sh} = \frac{I_{fs} R_m}{I_{sh}} = \frac{I_{fs} R_m}{I_{in} - I_{fs}}$$

เมื่อ

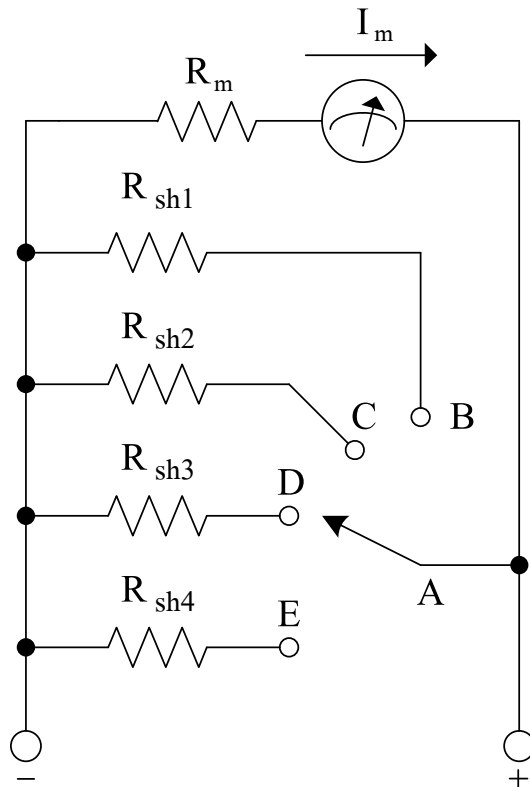
- $R_{sh}$  คือตัวต้านทานชันท
- $I_{IN}$  คือกระแสไฟฟ้าย่านวัด
- $I_{sh}$  คือกระแสไฟฟ้าชันท

โอม์

แอมป์แปร์

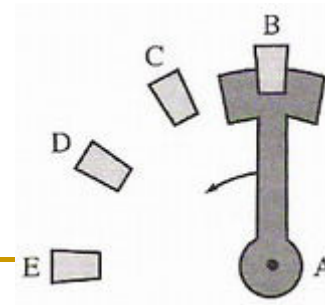
แอมป์แปร์

# Single Shunt Type Multi-Rang of Ammeter

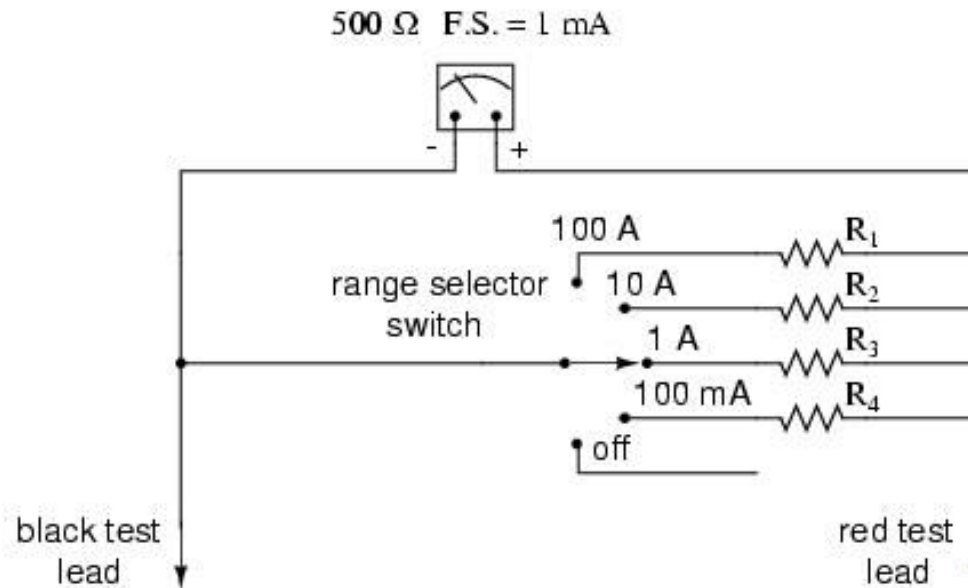


ภาพที่ 4.4 วงจรคี่ซีแอมมิเตอร์

- แต่ละย่านวัดมีตัวต้านทานชั้นที่แยกอิสระ โดยใช้สวิตช์เลือก
- ข้อเสีย
  - ขณะที่ยังทำการวัดกระแสไฟฟ้าแล้วเปลี่ยนย่านวัด จะยังมีกระแสไหลผ่านขดลวด ทำให้ขดลวดอาจจะเกิดความเสียหายได้
- แก้ปัญหาโดยใช้สวิตช์ต่อก่อนตัด (Make before Break)

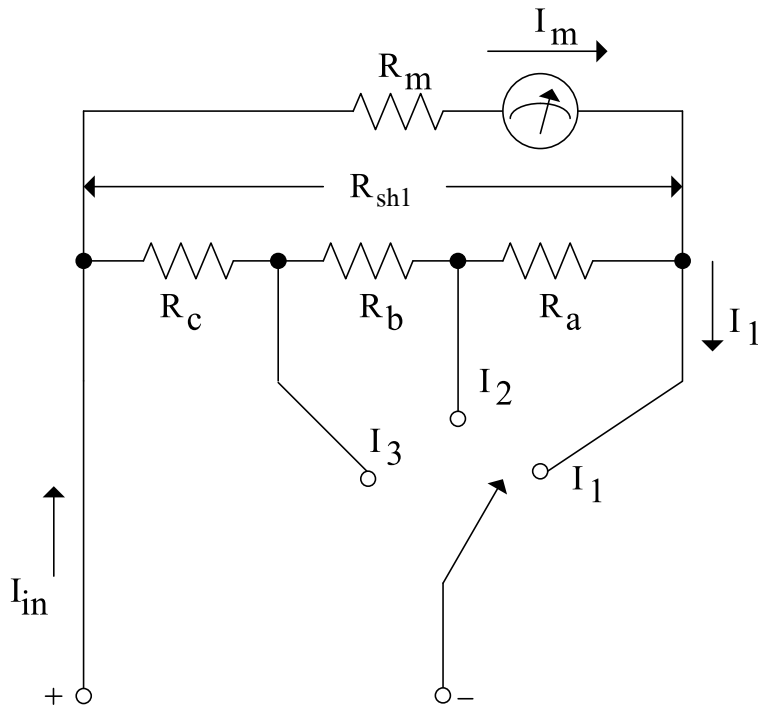


Ex1 Ammeter moving coil resistance  $500 \Omega$  and  $I_{fs} = 1 \text{ mA}$   
Find  $R_1$ ,  $R_2$ ,  $R_3$  and  $R_4$



ภาพที่ 4.5 วงจรคี่ซีแอมมิเตอร์

## 2. การขยายย่านวัดของแอมมิเตอร์แบบอาร์ตันชั้น (Ayrton shunt type ammeter)



ภาพที่ 4.6 วงจรคี่ซีแอมมิเตอร์แบบอาร์ตันชั้น

ที่ย่านวัด  $I_1$

$$R_{sh} = \frac{I_{fs} R_m}{I - I_{fs}}$$

$$R_{sh1} = R_a + R_b + R_c = \frac{I_{fs} R_m}{I_1 - I_{fs}}$$

ที่ย่านวัด  $I_2$

$$R_{sh2} = R_b + R_c = \frac{I_{fs} (R_m + R_a)}{I_2 - I_{fs}}$$

$$R_a = R_{sh1} - R_{sh2}$$

$$R_{sh2} = \frac{I_{fs} (R_m + R_{sh1})}{I_2}$$

ที่ย่านวัด  $I_3$

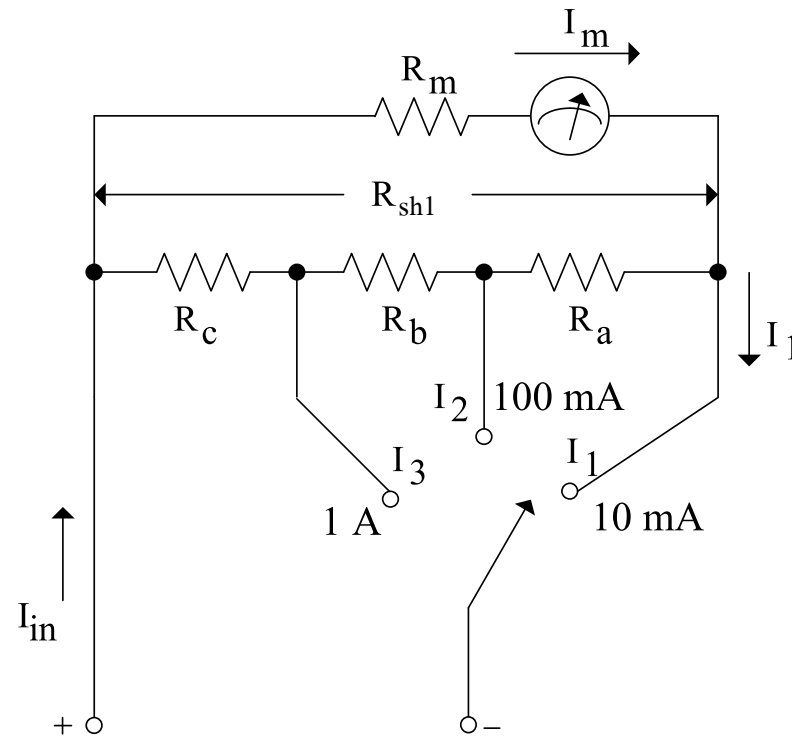
$$R_{sh3} = R_c = \frac{I_{fs} (R_m + R_a + R_b)}{I_3 - I_{fs}}$$

$$R_b = R_{sh2} - R_{sh3}$$

$$R_{shn} = \frac{I_{fs} (R_m + R_{sh1})}{I_n}$$

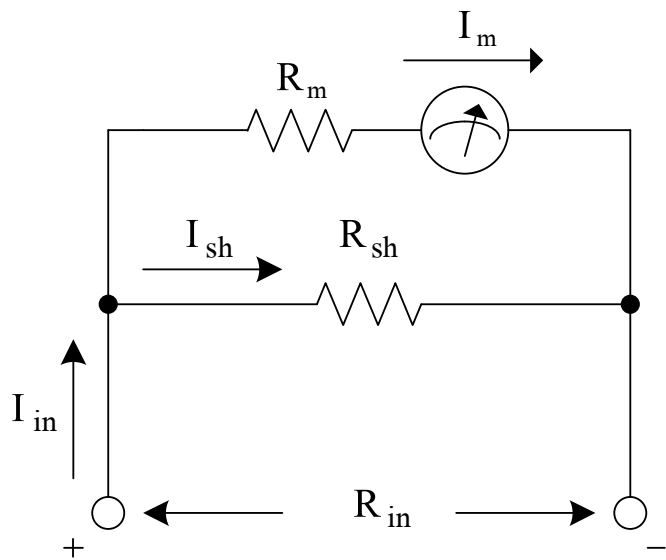
$$R_{sh3} = \frac{I_{fs} (R_m + R_{sh1})}{I_3}$$

Ex2 Ammeter moving coil resistance  $500 \Omega$  and  $I_{fs} = 1 \text{ mA}$   
 Find  $R_a$ ,  $R_b$  and  $R_c$



ภาพที่ 4.7 วงจรคี่ซีแอมมิเตอร์แบบอาร์ตันชั้นท์

### 3. ความต้านทานภายในของแอมมิเตอร์ (Internal Ammeter Resistance : $R_{in}$ )



ภาพที่ 4.8 ความต้านทานภายในแอมมิเตอร์

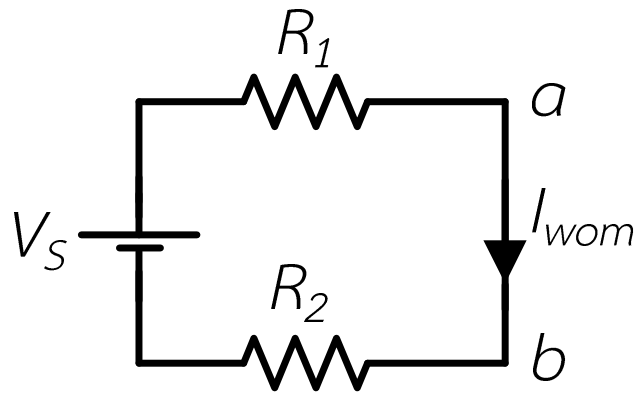
ความต้านทานภายในของแอมมิเตอร์

$$R_{in} = R_m // R_{sh} = \frac{R_m R_{sh}}{R_m + R_{sh}}$$

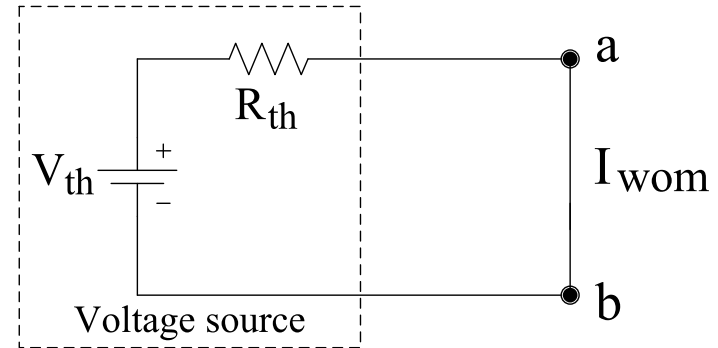
$$R_{in} = \frac{V_m}{I_{range}} = \frac{I_{fs} R_m}{I_{range}}$$



#### 4. ผลของโหลดของแอมป์มิเตอร์



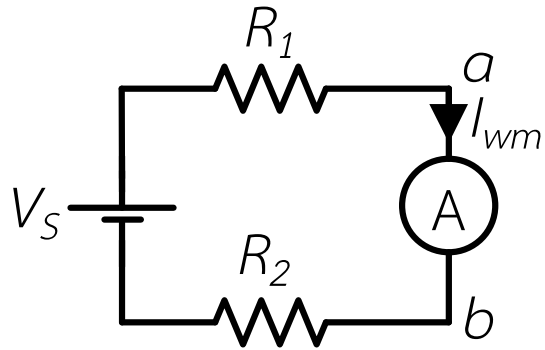
(ก)



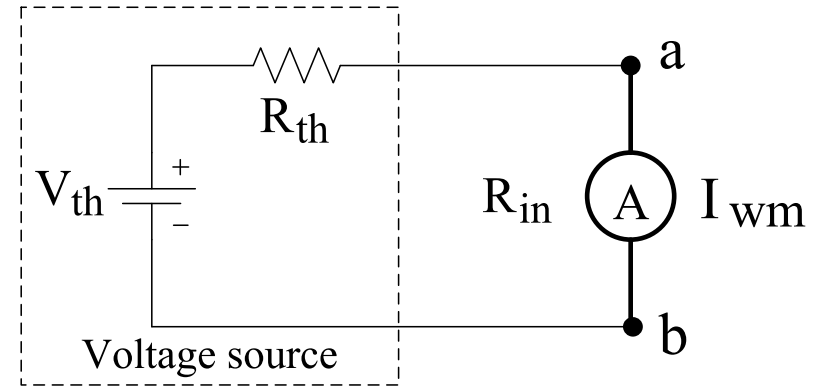
(ข)

ภาพที่ 4.9 วงจรเทียบเท่าเทวินินเมื่อไม่มีแอมป์มิเตอร์

$$I_{wom} = \frac{V_{th}}{R_{th}}$$



(ก)



(ข)

ภาพที่ 4.10 วงจรเทียบเท่าเทวินินเมื่อมีแอมป์มิเตอร์

$$I_{wm} = \frac{V_{th}}{R_{th} + R_{in}}$$

$$Accuracy = \frac{I_{wm}}{I_{wom}} = \frac{R_{th}}{R_{th} + R_{in}}$$

$$\%Acc = \frac{I_{wm}}{I_{wom}} \times 100 = \frac{R_{th}}{R_{th} + R_{in}} \times 100$$

$$\%Error = 1 - \%Acc = \left| \frac{X_t - X_m}{X_t} \right| \times 100$$

$$\%Error = \left| \frac{I_{wom} - I_{wm}}{I_{wom}} \right| \times 100$$

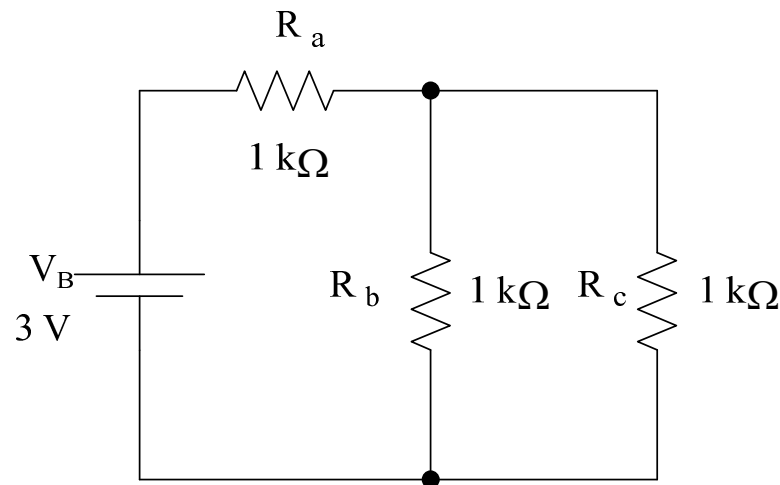
- เมื่อ Accuracy คือความถูกต้อง

Error คือความผิดพลาดจากการวัด

$I_{wom}$  คือกระแสไฟฟ้าเมื่อไม่ได้วัดแอมป์มิเตอร์

$I_{wm}$  คือกระแสไฟฟ้าเมื่อวัดด้วยแอมป์มิเตอร์

Ex4 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีค่าความต้านทานภายใน  $78 \Omega$  ใช้วัดกระแสไฟฟ้าของ  $R_b$  จงคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดจากโหลดของแอมมิเตอร์



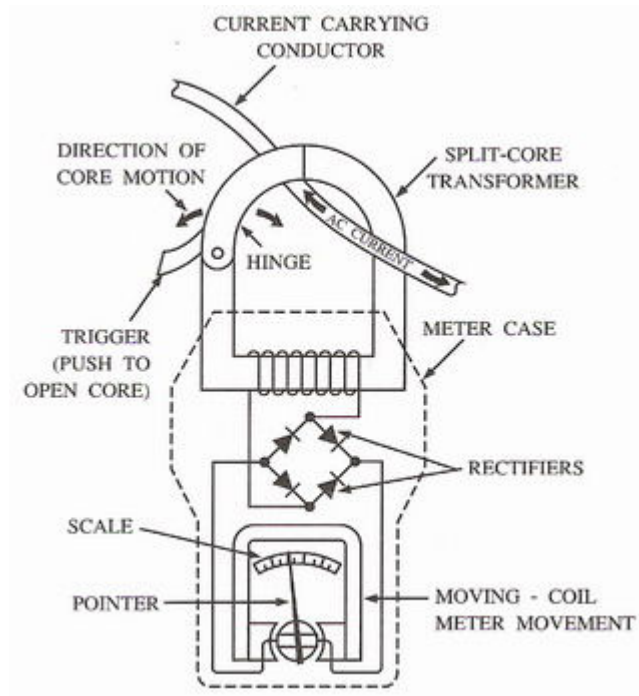
ภาพที่ 4.11

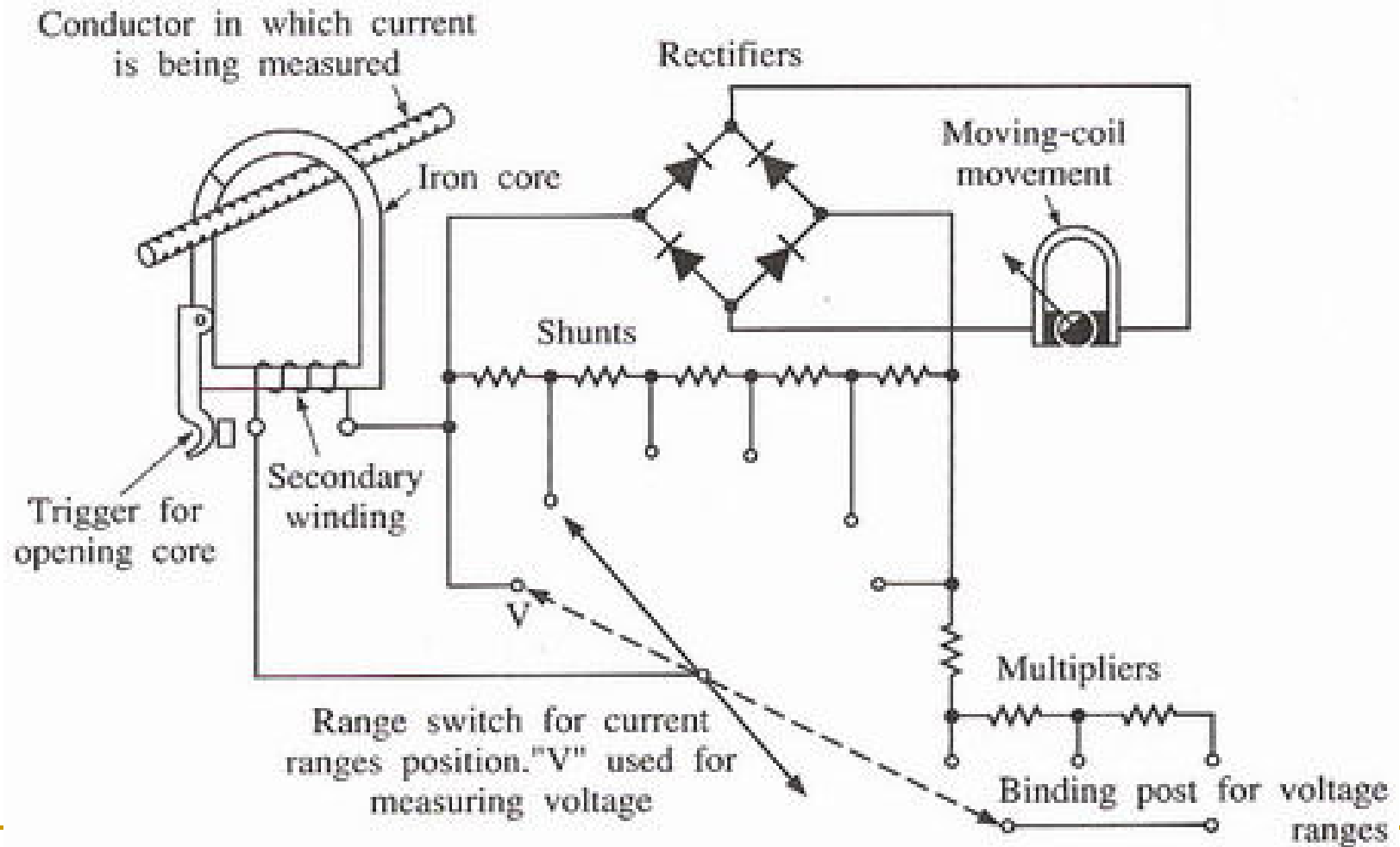
---

Ex5 จงคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_b$  เมื่อวัดด้วย  
แอมมิเตอร์ที่มีค่าความต้านทานภายใน  $2k$  **ไม่สมบูรณ์**

- ก) จะอ่านค่ากระแสไฟฟ้าได้เท่าไร
  - ข) ถ้าต้องการวัดกระแสข้อ ก) ให้มีความถูกต้อง 99% แอมมิเตอร์ต้องมีค่าความต้านทานภายในเท่าไร
-

## 5. เอซีแอมมิเตอร์แบบแคลมป์ออน (Clamp on AC Ammeter)





---

## เอกสารอ้างอิง (Reference)

1. Joseph J. Carr “Elements of Electronic Instrumentation and Measurement”
  2. David A. Bell “Electronic instrumentation and measurement”
  3. Robert B. Northrop “Introduction to instrumentation and measurement”
  4. ศักกรินทร์ โสन्नันทะ “เครื่องมือวัดและการวัดทางไฟฟ้า”
-



---

Thank you

---