

บทที่ 3

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

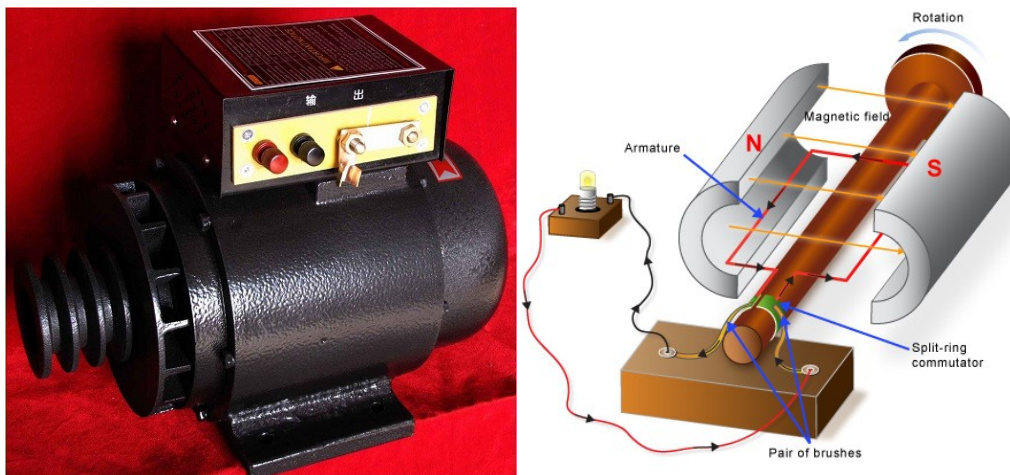
กระแสตรง

วัตถุประสงค์

1. บอกโครงสร้าง ส่วนประกอบและชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงได้
2. บอกชนิดของกำลังสูญเสียในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงได้
3. คำนวณเกี่ยวกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงได้

3.1 บทนำ

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง คือ เครื่องกลไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานกลให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ลักษณะของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงคล้ายกับมอเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3-1

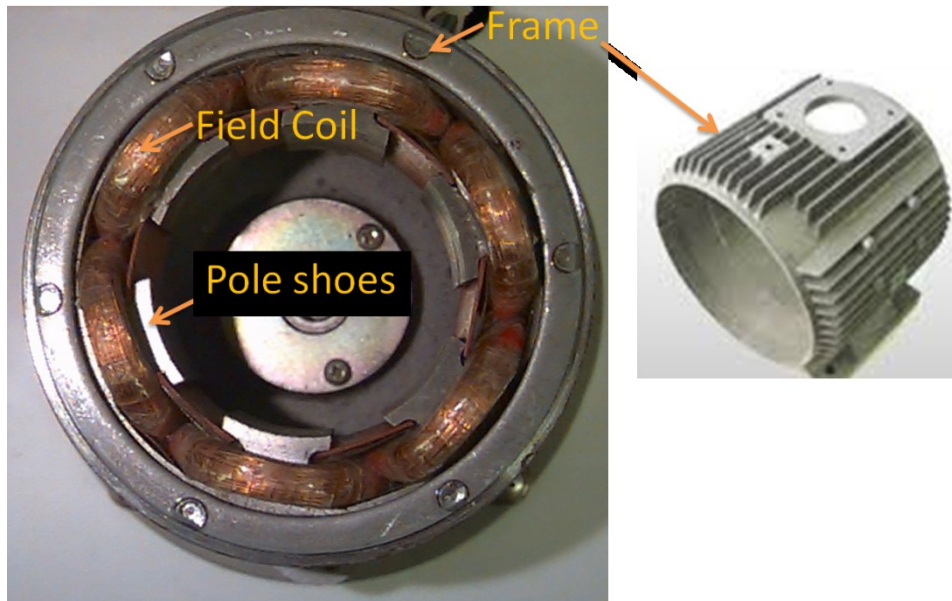


รูปที่ 3-1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

3.2 โครงสร้างและส่วนประกอบ

โครงสร้างและส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง โครงสร้างจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ (1) ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator Part) และ(2) ส่วนที่เคลื่อนที่ (Rotor part)

(1) ส่วนที่อยู่กับที่ ดังแสดงในรูปที่ 3-2



รูปที่ 3-2 ส่วนที่อยู่กับที่

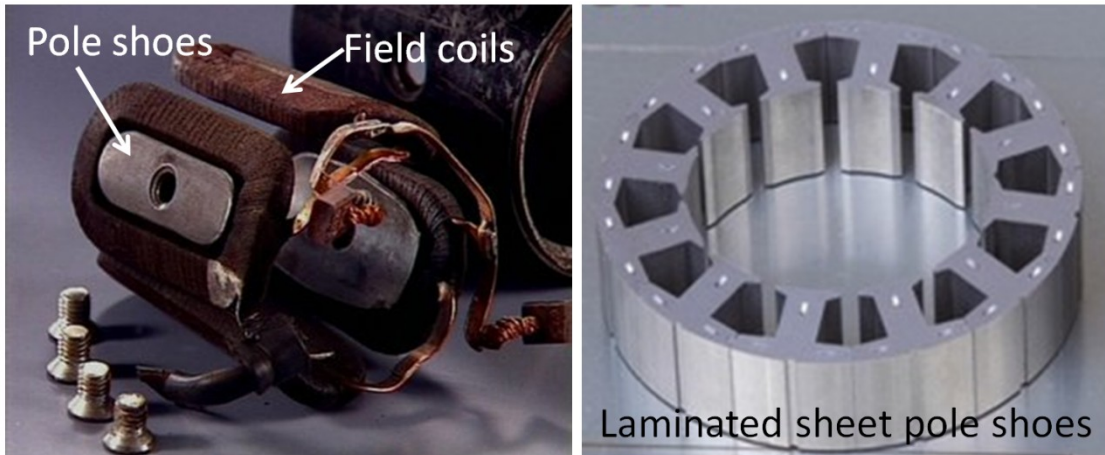
1) เปลือกหรือโครง (Frame or Yoke) ทำด้วยเหล็กหล่อ หรือสารแม่เหล็กทำหน้าที คือ ยึดขั้วแม่เหล็ก ส่วนประกอบทั้งหมด และเป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็ก

2) ขั้วแม่เหล็ก (Pole-Shoes) ทำมาจากแผ่นเหล็กบาง ๆ (Laminated sheet steel) วางอัดซ้อนเข้าด้วยกัน โดยแต่ละแผ่นจะเคลือบด้วยฉนวน ขั้วแม่เหล็กนี้จะนำไปยึดเข้ากับโครงดังรูปที่ 3-2

3) ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) หรือเรียกว่า ขดลวดฟิลด์คอยล์ เป็นลวดตัวนำพันไว้รอบขั้วแม่เหล็ก ทำหน้าที่สร้างเส้นแรงแม่เหล็ก ขดลวดสนามแม่เหล็กมี 2 ชนิด คือ

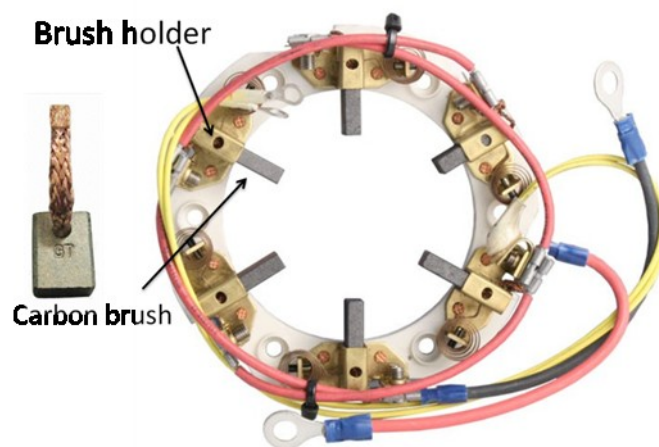
ก. ขดลวดชั้นฟิลด์ (Shunt field or Shunt winding) จะพันด้วยลวดเส้นเล็ก ความต้านทานจะสูง

ข. ขดลวดซีรี่ส์ฟิลด์ (Series field or Series winding) จะพันด้วยลวดเส้นโต ความต้านทานจะต่ำ ขดลวดทั้ง 2 ชุด จะต้องพันไปในทิศทางเดียวกัน



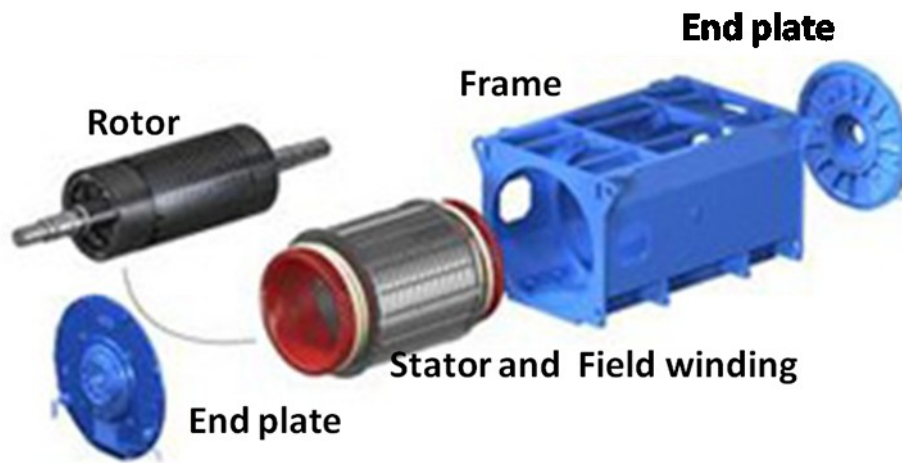
รูปที่ 3-4 ขดลวดสนามแม่เหล็กและขั้วแม่เหล็ก

4) แปรงถ่านและแบริ่ง (Brushes and Bearing) ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าจากคอมมิวเตเตอร์ ไปยังวงจรรภายนอก แปรงถ่านทำมาจากผงคาร์บอนอัดแน่นจะมีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าบรรจุอยู่ในช่องถ่านและถูกกดด้วยสปริงให้สัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลา และช่องถ่านจะถูกยึดกับฝาครอบ ส่วนแบริ่งกับลูกปืนนั้นจะเป็นตัวรับน้ำหนักทั้งหมดที่ได้รับจากตัวหมุน และช่วยลดแรงเสียดทานที่เพลลา ขณะที่อาร์เมเจอร์หมุน ปกติแล้วแบริ่งจะยึดติดกับฝาครอบทั้ง 2 ด้านของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง



รูปที่ 3-5 แปรงถ่านและช่องแปรงถ่าน

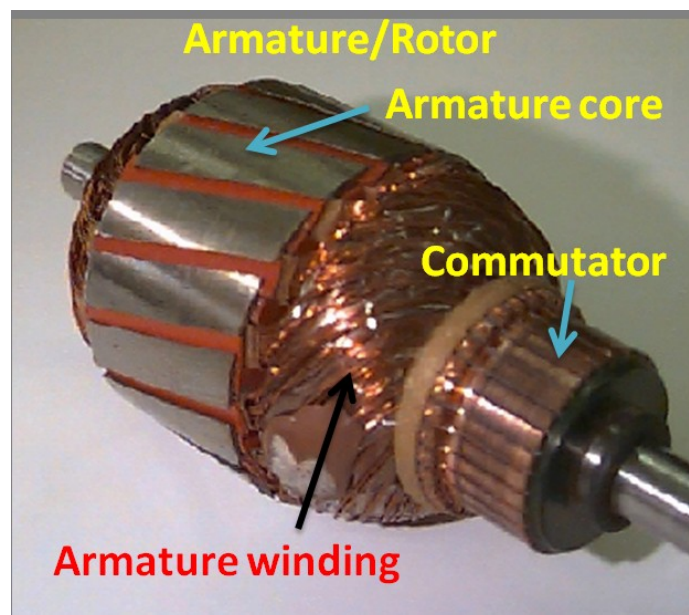
5) ฝาปิดหัวท้ายหรือฝาครอบ (End plate) ทำมาจากเหล็กหล่อเช่นเดียวกับโครง ทำหน้าที่รองรับเพลลาของส่วนหมุนและยึดช่องถ่าน



รูปที่ 3-6 ฝาปิดหัวท้ายหรือฝาครอบ

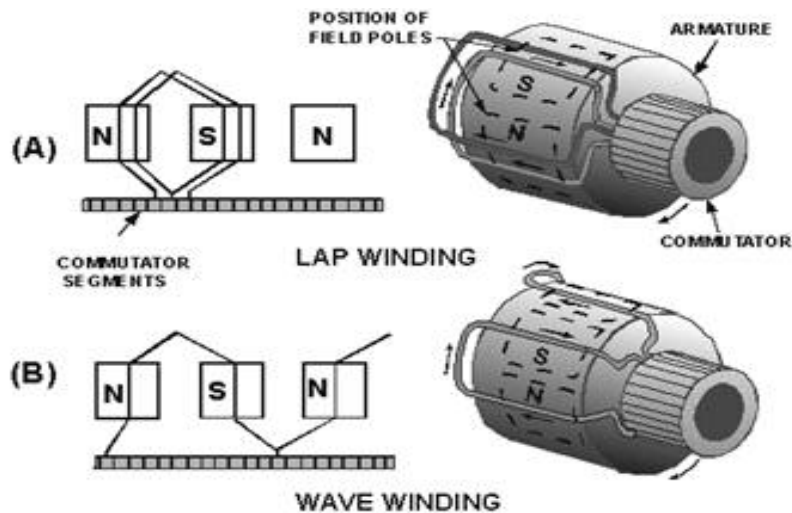
(2) ส่วนที่เคลื่อนที่ ประกอบด้วย

1) แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ (Armature core) เป็นที่สำหรับบรรจุขดลวดอาร์เมเจอร์ ทำมาจากแผ่นเหล็กบาง ๆ ที่ด้านหนึ่งฉาบด้วยฉนวนอัดซ้อนเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอกและทำเป็นช่อง(Slot)ไว้ และที่แกนเหล็กอาร์เมเจอร์นี้จะเจาะรูไว้ด้วยเพื่อช่วยในการระบายความร้อน



รูปที่ 3-7 อาร์เมเจอร์

2) ขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature winding) คือ ขดลวดที่บรรจุลงในช่อง
 สล็อตของแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ ซึ่งจะมีการพันเป็นแบบแลป (Lap) หรือ เวฟ (Wave)
 ปลายของขดลวดจะถูกนำไปต่อกับคอมมิวเตเตอร์



รูปที่ 3-8 ขดลวดอาร์เมเจอร์

3) คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับที่เกิดใน
 ขดลวดอาร์เมเจอร์ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง คอมมิวเตเตอร์ประกอบด้วยซี่ทองแดง
 หลาย ๆ ซี่ อัดเข้าด้วยกันเป็นรูปทรงกระบอก และระหว่างซี่ทองแดงแต่ละซี่จะคั่นไว้
 ด้วยฉนวน และยึดติดไว้บนเพลลาอันเดียวกันกับอาร์เมเจอร์ดังรูปที่ 3-7

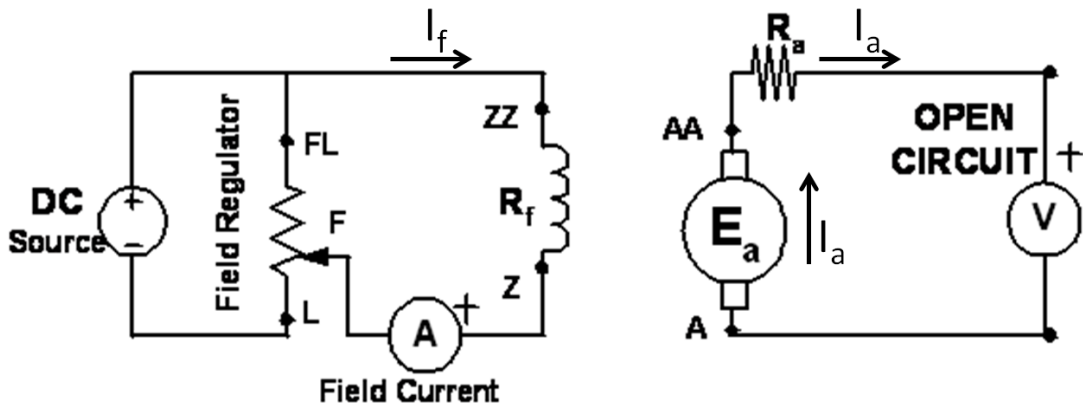
3-3 ชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง แบ่งตามลักษณะของการกระตุ้นขดลวด
 สนามแม่เหล็กได้เป็น 2 ชนิด คือ

- เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด Separately Excited
- เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิด Self Excited

1. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภท Separately Excited

ฟิลต์คอยล์ของเครื่องกำเนิดชนิดนี้ จะถูกกระตุ้นให้อำนาจแม่เหล็กโดยการใช้
 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจากภายนอกเป็นตัวกระตุ้น



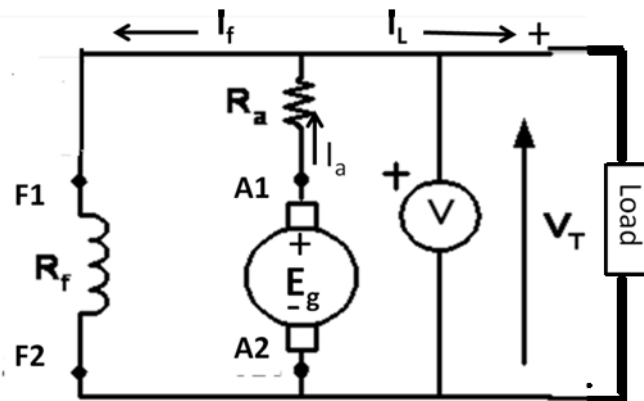
รูปที่ 3-9 Separately Excited Generators

2. เครื่องกำเนิดไฟฟ้าประเภท Self Excited

เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สร้างสนามแม่เหล็กๆได้ภายในตัวของมันเอง แบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

ก) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบขนาน(Shunt Generator)

เครื่องกำเนิดชนิดนี้ฟิลด์คอยล์จะต่อขนานอยู่กับอาร์เมเจอร์ เครื่องกำเนิดนี้จะให้แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายออกสูง



รูปที่ 3-10 Shunt Generators

จากรูปเมื่อใช้กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์(KCL) มาพิจารณาจะได้

$$I_a = I_f + I_L \quad (3-1)$$

$$I_a = \frac{V_t}{R_f} \quad (3-2)$$

$$E_g = V_t + I_a R_a \quad (3-3)$$

กำหนดให้

I_a = กระแสไฟฟ้าที่อาร์เมเจอร์ (Armature Current)

I_f = กระแสไฟฟ้าที่ขดลวดฟิลด์ (Field Current)

I_L = กระแสไฟฟ้าที่จ่ายโหลด (Load Current)

V_t = แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายโหลดหรือแรงดันไฟฟ้าที่ขั้ว (Terminal Voltage)

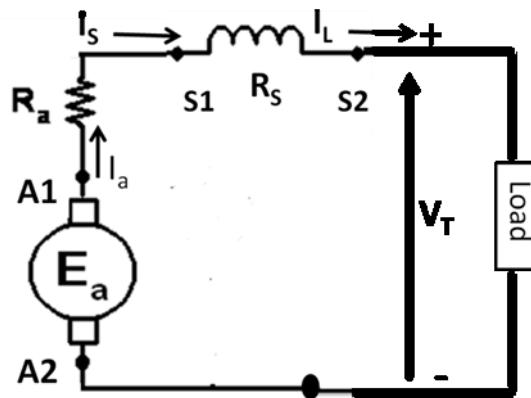
E_g = แรงดันไฟฟ้าที่ถูกสร้างขึ้นในอาร์เมเจอร์ทั้งหมด (Generated Voltage)

R_a = ความต้านทานของขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Resistance)

R_f = ความต้านทานของขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Resistance)

ข) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Generator)

เครื่องกำเนิดชนิดนี้ขดลวดฟิลด์คอยล์จะต่ออนุกรมอยู่กับอาร์เมเจอร์ เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ให้กระแสสูง ขดลวดฟิลด์คอยล์เป็นขดลวดเส้นใหญ่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้ไม่ค่อยนิยมแต่จะใช้ในงานที่มีลักษณะพิเศษเท่านั้น



รูปที่ 3-11 Series Generators

จากรูปเมื่อใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์มาพิจารณาจะได้

$$I_a = I_s = I_L \quad (3-4)$$

$$E_g = V_t + I_a R_a + I_s R_s \quad (3-5)$$

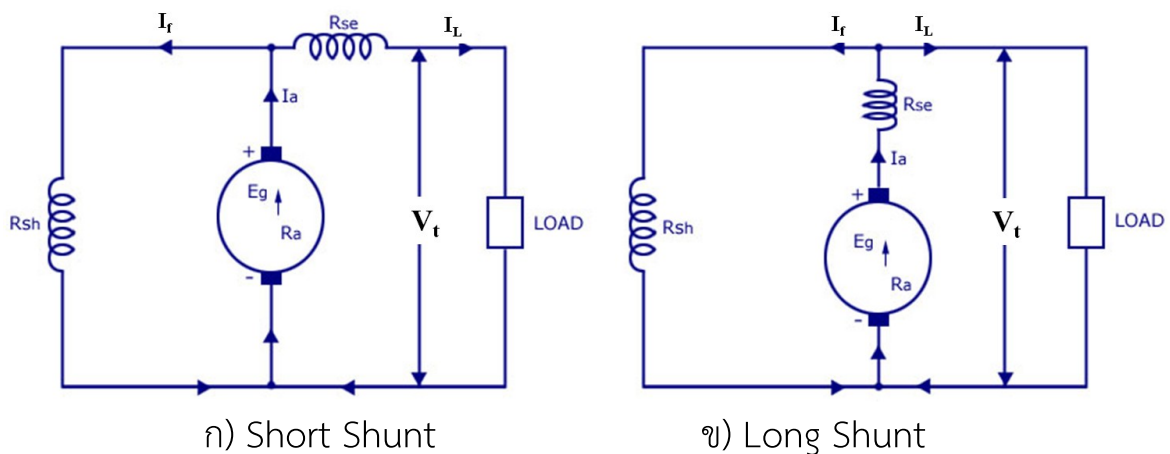
กำหนดให้

I_s = กระแสไฟฟ้าที่ขดลวดซีรีส์ฟิลด์

R_s = ความต้านทานของขดลวดซีรีส์ฟิลด์

ค) เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดผสม (Compound Generator)

เป็นเครื่องกำเนิดที่มีขดลวดฟิลด์ต่อทั้งแบบอนุกรมและแบบขนานกับอาร์เมเจอร์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดนี้ยังแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิด คือ (1) Short Shunt Compound Generator (2) Long Shunt compound Generator



รูปที่ 3-12 Compound Generators

ตารางที่ 3-1 สมการหาค่าต่าง ๆ ของ Compound Generator

Long Shunt	Short Shunt
$I_a = I_f + I_L$	$I_a = I_f + I_L$
$I_a = \frac{V_t}{R_f}$	$I_a = \frac{V_t}{R_f}$
$V_f = V_t$	$V_f = V_t + I_L R_s$
$E_g = V_t + I_a R_a + I_a R_s$	$E_g = V_t + I_a R_a + I_L R_s$

3-4 สมการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

1. สมการของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (E.M.F.equation)

กำหนดให้ ϕ = เส้นแรงแม่เหล็กต่อหนึ่งขั้วแม่เหล็ก

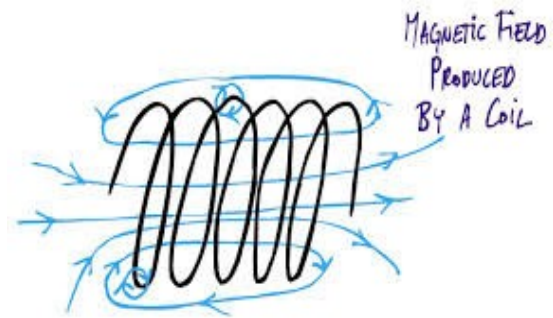
Z = จำนวนตัวนำทั้งหมดในอาร์เมเจอร์

P = จำนวนขั้วแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

A = จำนวนทางขนานในอาร์เมเจอร์

N = ความเร็วรอบของอาร์เมเจอร์

E = แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในแต่ละทางขนานของอาร์เมเจอร์



$$\text{แรงเคลื่อนไฟฟ้าเฉลี่ยที่เกิดขึ้น} = \frac{d\phi}{dt} \text{ โวลต์} \quad (3-6)$$

$$\text{จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่ตัดตัวนำหนึ่งตัวในหนึ่งรอบ} \quad d\phi = \phi P \text{ เวเบอร์} \quad (3-7)$$

$$\text{จำนวนรอบต่อวินาที} = N/60$$

$$\text{เวลาที่ใช้ไปในหนึ่งรอบ} \quad dt = 60/N \text{ วินาที} \quad (3-8)$$

จากกฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ แทนค่า $d\phi$ และ dt ลงในสมการ (3-6) จะได้

$$\begin{aligned} \text{แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นต่อหนึ่งตัวนำ} &= \frac{\phi P}{60/N} \\ E &= \frac{\phi P}{60/N} \end{aligned} \quad (3-9)$$

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่พันขดลวดอาร์เมเจอร์แบบเวฟ

$$\text{จำนวนทางขนาน} = 2$$

$$\text{จำนวนตัวนำที่ต่ออนุกรมกัน} = Z/2$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ / หนึ่งทางขนาน} &= \frac{\phi P N}{60} \times \frac{Z}{2} \\ E &= \frac{\phi Z P N}{120} \end{aligned} \quad (3-10)$$

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่พันขดลวดอาร์เมเจอร์แบบแลป

$$\text{จำนวนทางขนาน} = p$$

$$\text{จำนวนตัวนำที่ต่ออนุกรมกัน} = Z/p$$

$$\begin{aligned} \therefore \text{เคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ} / \text{หนึ่งทางขนาน} &= \frac{\phi PN}{60} \times \frac{Z}{P} \\ E &= \frac{\phi ZN}{60} \end{aligned} \quad (3-11)$$

ดังนั้น สูตรทั่วไปของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

$$E = \frac{\phi ZN}{60} \times \frac{P}{A} \quad (3-12)$$

กำหนดให้

$$A = 2 \text{ เมื่อเป็นแบบเวฟ}$$

$$A = P \text{ เมื่อเป็นแบบแลป}$$

2. ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Efficiency)

หมายถึง อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายออกมา (Output Power; P_o) ต่อกำลังไฟฟ้าที่จ่ายเข้าไปในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Input Power; P_i)

$$\text{ประสิทธิภาพ } (\eta) = \frac{P_o}{P_i} \times 100 \quad (3-13)$$

$$\text{กำหนดให้ } P_i = P_o + \text{losses}$$

3. การสูญเสียของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Losses)

การสูญเสียของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่สำคัญแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. Stray Power Losses (P_{stray})

Stray Power Losses เป็นกำลังไฟฟ้าที่สูญเสียขณะที่อาร์เมเจอร์หมุนแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

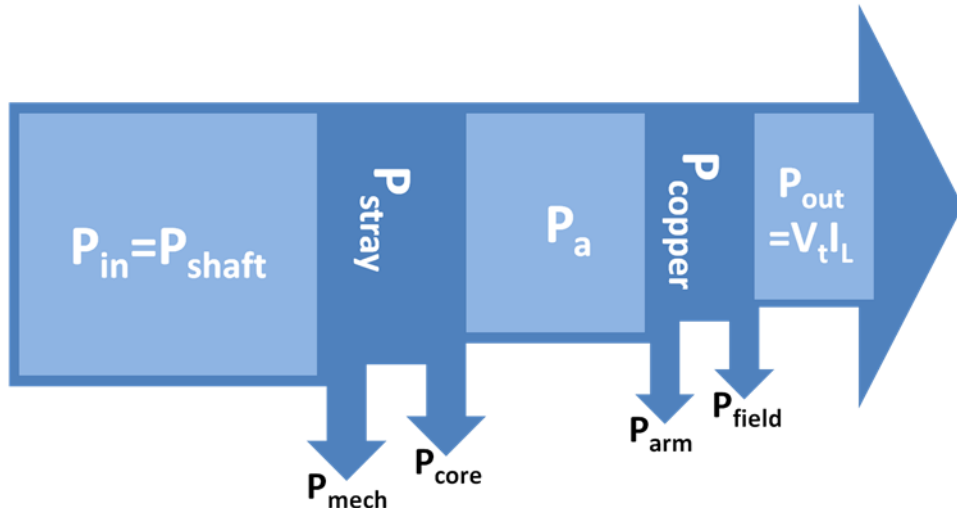
- การสูญเสียทางกล (P_{mech} , Mechanical Loss) ได้แก่ การสูญเสียเนื่องจากความฝืด (P_{friction} , Friction Loss) และการสูญเสียเนื่องจากแรงต้านของลม (P_{wind} , Wind age Loss)

- การสูญเสียในแกนเหล็ก (P_{core} , Core Loss) ได้แก่ การสูญเสียเนื่องจากฮิสเตอร์รีซิส (P_{hys} , Hysteresis Loss) และการสูญเสียเนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลวน (P_{eddy} , Eddy Current Loss)

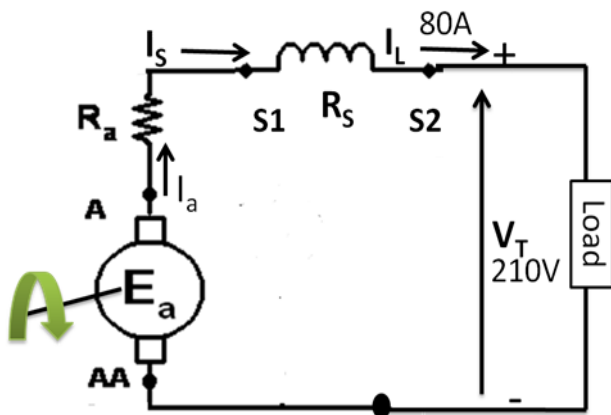
ข. Copper Losses (P_{copper})

ขณะที่อาร์เมเจอร์หมุนจะเกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้า และเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำ ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียในขดลวดตัวนำในรูปของความร้อน ซึ่งเราเรียกว่าการสูญเสียในขดลวดทองแดง

Copper loss เกิดได้ 2 ตำแหน่ง คือ (1) ในขดลวดอาร์เมเจอร์ (P_{arm}) (2) ในขดลวดสนามแม่เหล็ก (P_{field})



รูปที่ 3-14 ผังกำลังไฟฟ้าสูญเสียในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง



ตัวอย่างที่ 3-1 เครื่องกำเนิดแบบอนุกรมจ่ายกระแสให้โหลด 80A ที่แรงดัน 210 V ถ้าความต้านทานของซีรีส์ฟิลด์ 0.04 โอห์ม และความต้านทานของอาร์เมเจอร์มีค่า 0.2 โอห์ม จงคำนวณหาค่า

- ก) กระแสอาร์เมเจอร์ และกระแสที่ไหลผ่านซีรีส์ฟิลด์
- ข) แรงดันตก

คร่อมที่อาร์เมเจอร์ ค) แรงดันตกคร่อมที่ซีรี่ย์ฟิลต์ ง) แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น

วิธีทำ

(ก) กระแสอาร์เมเจอร์ $I_a = I_L = 80A$

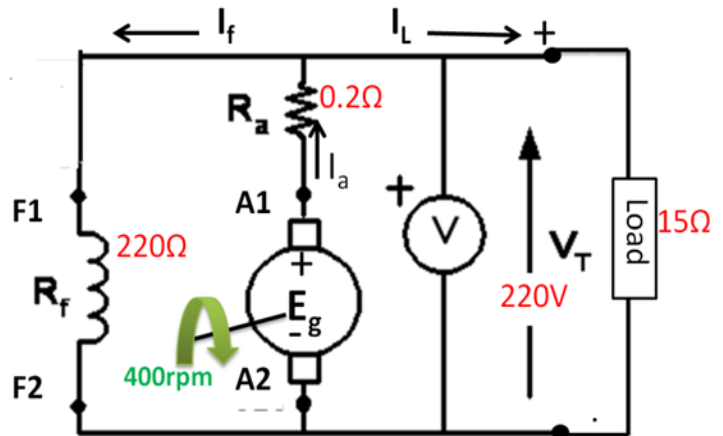
กระแสที่ไหลผ่านซีรี่ย์ฟิลต์ $I_s = I_a = I_L = 80A$

ข) แรงดันตกคร่อมที่อาร์เมเจอร์ $= I_a R_a$
 $= 80A \times 0.2\Omega$
 $= 16V$

ค) แรงดันตกคร่อมที่ซีรี่ย์ฟิลต์ $= I_s R_s$
 $= 80A \times 0.04\Omega$
 $= 3.2V$

ง) แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น $E = V_t + I_a R_a + I_s R_s$
 $= 210 + 16 + 3.2$
 $= 229.2V$

ตัวอย่างที่ 3-2 เครื่องกำเนิดแบบขนาน 4 ขั้วแม่เหล็ก พันขดลวดอาร์เมเจอร์แบบเวฟมี 378 ตัวนำ หมุนด้วยความเร็ว 400 รอบต่อนาที จ่ายโหลดที่มีความต้านทาน 15 Ω ด้วยแรงดันไฟฟ้าที่ขั้ว 220 V อาร์เมเจอร์ และ



ขดลวดสนามแม่เหล็กมีความต้านทาน 0.2 Ω และ 220 Ω ตามลำดับ จงหากระแสอาร์เมเจอร์ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำและเส้นแรงแม่เหล็กต่อขั้ว

วิธีทำ

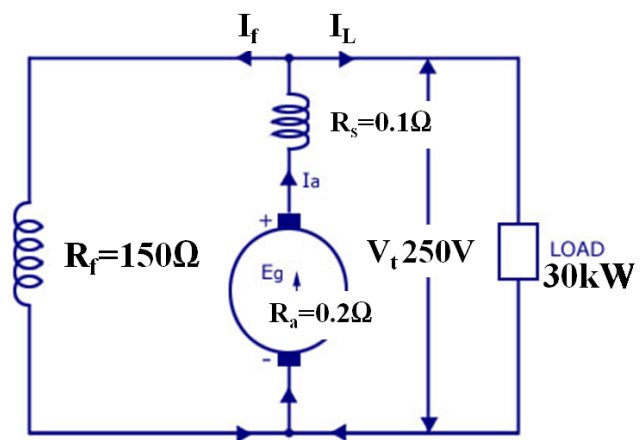
$$\begin{aligned} \text{กระแสโหลด } I_L &= \frac{V_t}{R_L} = \frac{220}{15} = 14.66 \text{ A} \\ \text{กระแสขั้วฟิลด์ } I_f &= \frac{V_t}{R_f} = \frac{220}{220} = 1 \text{ A} \\ \text{กระแสอาร์เมเจอร์ } I_a &= I_L + I_f = 14.66 + 1 = 15.66 \text{ A} \\ \text{แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ } E &= V_t + I_a R_a \\ &= 220 \text{ V} + (15.66 \text{ A} \times 0.2) = 223.13 \text{ V} \\ \text{จากสมการ } E &= \frac{\phi Z N}{60} \times \frac{P}{A} \\ 223.13 \text{ V} &= \frac{\phi \times 378 \times 400}{60} \times \frac{4}{2} \\ \phi &= 0.04 \text{ เวกเบอร์} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 3-3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

กระแสตรงแบบผสมต่อแบบ Long-Shunt มีพิกัด 30 kW 250 V ความต้านทานอาร์เมเจอร์ 0.2 Ω ความต้านทานของซีรีส์ฟิลด์ 0.1 Ω ความต้านทานของขั้วฟิลด์ 150 Ω ในขณะที่เครื่องกำเนิดจ่ายโหลดเต็มพิกัด

จงคำนวณหาค่า

- กระแสที่ไหลในอาร์เมเจอร์
- แรงดันตกคร่อมแปรงถ่าน
- แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น
- ค่ากำลังสูญเสียที่เกิดจากขดลวดทองแดงทั้งหมด



จ) ถ้าค่ากำลังสูญเสียในแกนเหล็กเท่ากับ 500 W และค่าสูญเสียทางกลเท่ากับ 746 W ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้เท่าไร

วิธีทำ

$$\text{ก) กระแสที่ไหลในอาร์เมเจอร์} \quad I_L = \frac{P_o}{V_t} = \frac{30\text{kW}}{250\text{V}} = 120\text{A}$$

$$I_f = \frac{V_t}{R_f} = \frac{250}{150} = 1.66\text{A}$$

$$I_a = I_L + I_f = 120 + 1.66 = 121.66\text{A} = 1.66\text{A}$$

$$\begin{aligned} \text{ข) แรงดันคร่อมแปรงถ่าน} &= V_t + I_a R_s \\ &= 250 + (121.66 \times 0.1) \\ &= 262.16\text{V} \end{aligned}$$

ค) แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น

$$\begin{aligned} E &= \text{แรงดันตกคร่อมแปรงถ่าน} + I_a R_a \\ &= 262.16 + (121.66 \times 0.2) \\ &= 286.49\text{V} \end{aligned}$$

ง) ค่า copper loss ที่อาร์เมเจอร์

$$\begin{aligned} P_{\text{arm}} &= I_a^2 R_a \\ &= (121.66)^2 \times 0.2 \\ &= 2,960.23\text{W} \end{aligned}$$

ค่า copper loss ที่ซีรีส์ฟิลด์

$$\begin{aligned} P_{\text{se}} &= I_s^2 R_s \\ &= (121.66)^2 \times 0.1 \\ &= 1,480.11\text{W} \end{aligned}$$

ค่า copper loss ที่ชั๊นท์ฟิลด์

$$P_{\text{sh}} = I_f^2 R_f$$

$$= (1.66)^2 \times 150$$

$$= 413.34W$$

ดังนั้น copper loss ทั้งหมด

$$P_{\text{copper}} = 2,960.23W + 1,480.11W + 413.34W$$

$$= 4,853.68W$$

จ) ถ้าค่าสูญเสียทั้งหมด

$$= 4,853.68W + 500W + 746W$$

$$= 6,099.68W \text{ หรือ } 6.09968 \text{ kW}$$

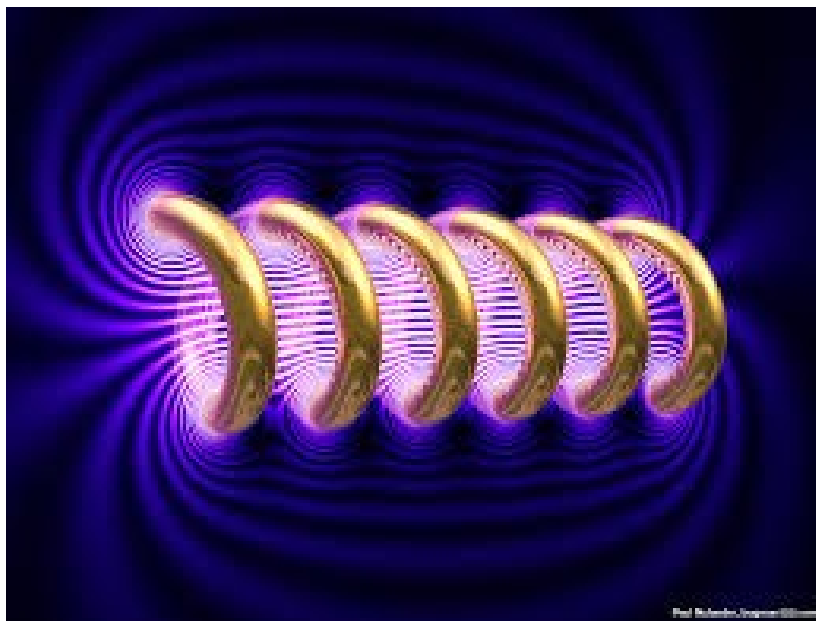
กำลังอินพุต

$$= \text{กำลังเอาต์พุต} + \text{ค่าสูญเสียทั้งหมด}$$

$$= 30kW + 6.09968 \text{ kW}$$

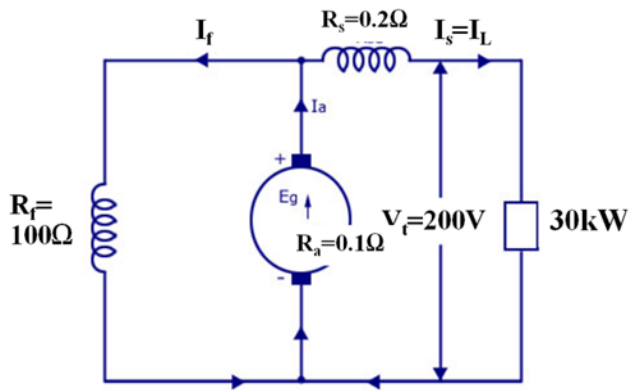
$$= 36.09968 \text{ kW}$$

$$\begin{aligned} \text{ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า } \eta &= \frac{P_o}{P_i} \times 100 \\ &= \frac{30kW}{36.09968 \text{ kW}} \times 100 \\ &= 83.10\% \end{aligned}$$



แบบฝึกหัดบทที่ 3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว



เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงแบบ
ผสมต่อแบบ Short-Shunt ขนาด 10
kW 200 V ความต้านทานอาร์เมเจอร์
0.1 โอห์ม ความต้านทานของซีรีส์
ฟิลด์ 0.2 โอห์ม ความต้านทานของ
ชั้นฟิลด์ 100 โอห์ม ถ้าค่าสูญเสียใน

แกนเหล็กเท่ากับ 650 W และค่าสูญเสียทางกลเท่ากับ 1000 W

จากโจทย์ด้านบน ใช้ตอบคำถามข้อ 1-6

- ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จ่ายโหลดเต็มพิกัด จงคำนวณหากระแสอาร์เมเจอร์

ก. 50A	ข. 51A	ค. 52A	ง. 54A
--------	--------	--------	--------
- ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จ่ายโหลดเต็มพิกัด จงคำนวณหาแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในอาร์เมเจอร์

ก. 215.21V	ข. 212.51V	ค. 225.21V	ง. 254V
------------	------------	------------	---------
- ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จ่ายโหลดเต็มพิกัด จงหาค่า Copper loss ที่อาร์เมเจอร์

ก. 277.24W	ข. 212.54W	ค. 225.21W	ง. 271.44W
------------	------------	------------	------------
- ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จ่ายโหลดเต็มพิกัด จงหาค่า Copper loss รวมทั้งหมด

ก. 2.77kW	ข. 1.21kW	ค. 2.22kW	ง. 2.12kW
-----------	-----------	-----------	-----------
- ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จ่ายโหลดเต็มพิกัด จงหาค่ากำลังสูญเสียรวมทั้งหมด

ก. 2.77kW	ข. 2.21kW	ค. 2.86kW	ง. 2.12kW
-----------	-----------	-----------	-----------

6. ถ้าเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้จ่ายโหลดเต็มพิกัด จงหาประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้

ก. 77.74%

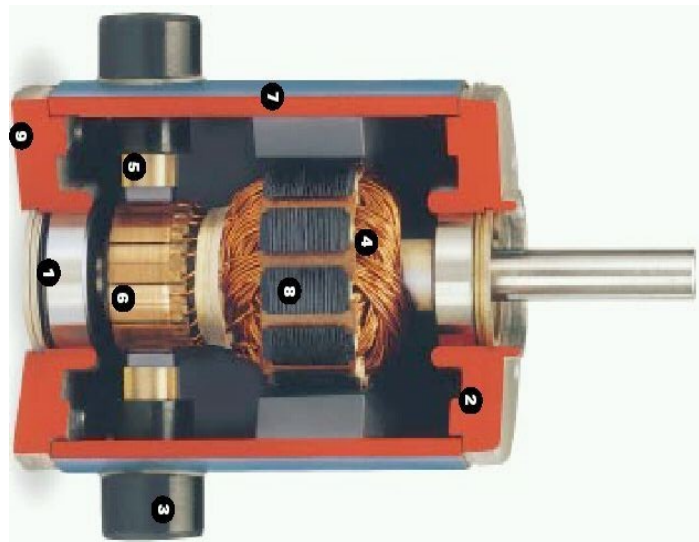
ข. 84.12%

ค. 78.65%

ง. 76.55%

จากรูปต่อไปนี้

ใช้ตอบคำถามข้อ 7-9



7. ข้อใดคือ คอมมิวเตเตอร์

ก. 1

ข. 5

ค. 6

ง. 4

8. ข้อใดคือ แปรรงถ่าน

ก. 4

ข. 5

ค. 6

ง. 7

9. ข้อใดคือ end plate

ก. 9

ข. 1

ค. 3

ง. 7

10. Copper losses คือข้อใด

ก. การสูญเสียเมื่ออาร์เมเจอร์หมุน

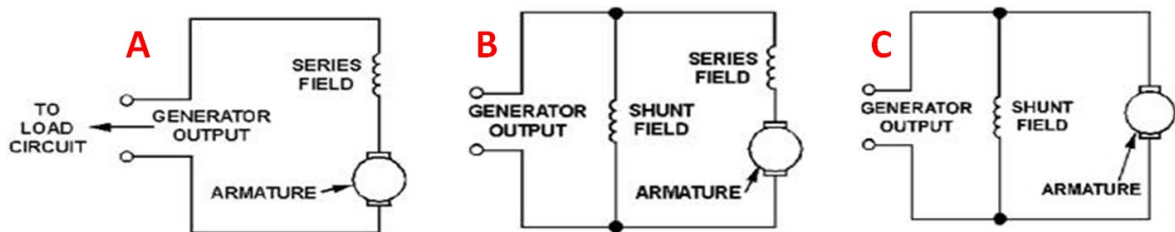
ข. การสูญเสียในขดลวดอาร์เมเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ค. การสูญเสียในแกนเหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ง. การสูญเสียในขดลวดทองแดงของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

11. คือข้อใด กำลังสูญเสียทางกลของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง
- การสูญเสียเนื่องจากความฝืดและแรงต้านของลม
 - การสูญเสียในขณะทีอาร์เมเจอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าหมุน
 - การสูญเสียในแกนเหล็กของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
 - การสูญเสียจากความร้อนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

จากรูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 12-13



12. ข้อใดคือวงจรเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบอนุกรม
- C
 - B
 - A
13. ข้อใดคือวงจรเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบขนาน
- C
 - B
 - A

