ชนิดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

สมการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

1.**สมการแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ** เมื่อตัวนำทั้งหลายที่พันอยู่บนอาร์เมเจอร์เคลื่อนที่ตัดผ่านสนามแม่เหล็กหรือขั้วแม่เหล็กของเครื่องกำเนิดจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในตัวนำเหล่านั้น ถ้ากำหนดให้

n = ความเร็วของอาร์เมเจอร์ (รอบ/วินาที)

N = ความเร็วของอาร์เมเจอร์ (รอบ/นาที)

P = จำนวนขั้วแม่เหล็ก (ขั้ว)

Ø= สนามแม่เหล็กต่อขั้ว (เวเบอร์)

Z= จำนวนตัวนำทั้งหมดในอาร์เมเจอร์ (ตัว)

A= จำนวนทางขนานของอาร์เมเจอร์ (ทางขนาน)

E_g= แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำทั้งหมดในอาร์เมเจอร์ (โวลต์)

แรงเคลื่อนไฟฟ้าเฉลี่ยที่เกิดขึ้น = $\frac{d\phi}{dt}$ โวลต์

จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กที่ตัดตัวนำหนึ่งตัวในหนึ่งรอบ $d\phi = \phi P$ เวเบอร์

จำนวนรอบต่อวินาที = N/60

เวลาที่ใช้ไปในหนึ่งรอบ dt = 60/N วินาที

จากกฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์ แทนค่า และ ลงในสมการ dØ และ dt

แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นต่อหนึ่งตัวนำ = $\frac{\phi P}{60/N}$

$E = \frac{\phi P}{60/N}$

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่พันขดลวดอาร์เมเจอร์แบบเวฟ

จำนวนทางขนาน = 2

จำนวนตัวนำที่ต่ออนุกรมกัน = Z / 2

$\therefore$ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ / หนึ่งทางขนาน = $\frac{\phi PN}{60} \times \frac{Z}{2}$

$E = \frac{\phi ZPN}{120}$

เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่พันขดลวดอาร์เมเจอร์แบบแลป

จำนวนทางขนาน = p

จำนวนตัวนำที่ต่ออนุกรมกัน = Z / P

$$\therefore \text{เคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ / หนึ่งทางขนาน} = \frac{\phi PN}{60} \times \frac{Z}{P}$$

$$E = \frac{\phi ZN}{60}$$

ดังนั้น สูตรทั่วไปของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ

$$E = \frac{\phi ZN}{60} \times \frac{P}{A}$$

กำหนดให้

A = 2 เมื่อเป็นแบบเวฟ

A = P เมื่อเป็นแบบแลป

2. ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Efficiency)

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

$$\text{ประสิทธิภาพ } (\eta) = \frac{P_o}{P_i} \times 100$$

กำหนดให้ $P_i = P_o$ + losses

3. การสูญเสียของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator Losses)

การสูญเสียของเครื่องกาเนิดไฟฟ้าที่สาคัญแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

ก. Stray Power Losses (Pstray)

Stray Power Losses เป็นกาลังไฟฟ้าที่สูญเสียขณะที่อาร์เมเจอร์หมุนแบ่ง ได้เป็น 2 ชนิด คือ

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

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

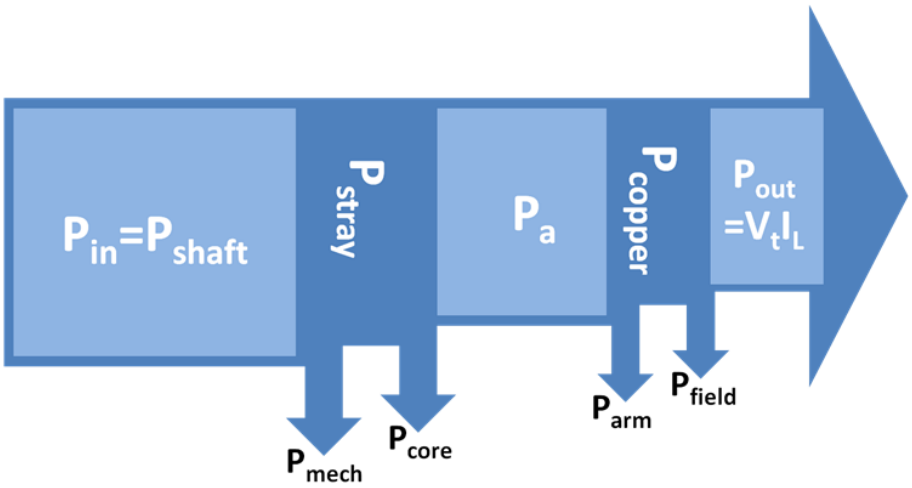
ข. Copper Losses (Pcopper)

ขณะที่อาร์เมเจอร์หมุนจะเกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้า และเกิดกระแสไฟฟ้าไหลในตัวนำ ซึ่งทำให้เกิดการสูญเสียในขดลวดตัวนำในรูปของความร้อน ซึ่งเราเรียกว่าการสูญเสียในขดลวดทองแดง

Copper loss เกิดได้ 2 ตำแหน่ง คือ

(1) ในขดลวดอาร์เมเจอร์(P_{arm})

(2) ในขดลวดสนามแม่เหล็ก(P_{field})



.....

ตัวอย่างที่ 3. เครื่องกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรงแบบผสมต่อแบบ Long- Shunt มีพิกัด 30 kW 250 V ความต้านทานอาร์เมเจอร์ 0.2 Ω ความต้านทานของซีรีส์ฟิลด์ 0.1 Ω ความต้านทานของชั้นท์ฟิลด์ 150 Ω ในขณะ ที่เครื่องกำเนิดจ่ายโหลดเต็มพิกัด จงคำนวณหาค่า

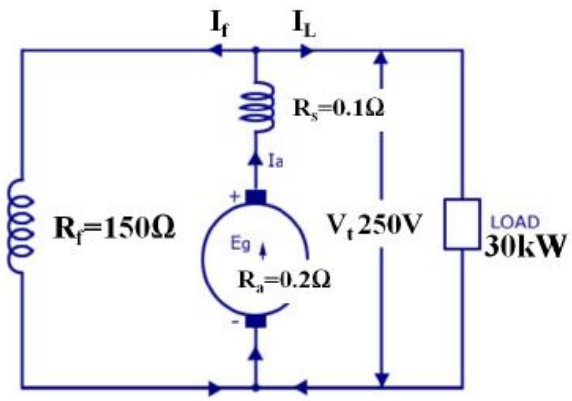
ก) กระแสที่ไหลในอาร์เมเจอร์

ข) แรงดันตกคร่อมแปรงถ่าน

ค) แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น

ง) ค่ากำลังสูญเสียที่เกิดจากขดลวดทองแดงทั้งหมด

จ) ถ้าค่ากาลังสูญเสียในแกนเหล็กเท่ากับ 500 W และค่าสูญเสียทางกลเท่ากับ 746 W ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านี้เท่าไร



วิธีทำ

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

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

$I_a = I_L + I_f = 120 + 1.66 = 121.66A = 1.66A$

ข) แรงดันคร่อมแปรงถ่าน $= V_t + I_s R_s$

$= 250 + (121.66 \times 0.1)$

$= 262.16V$

ค) แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น

E = แรงดันตกคร่อมแปรงถ่าน + $I_a R_a$

$= 262.16 + (121.66 \times 0.2)$

$= 286.49V$

ง) ค่า copper loss ที่อาร์เมเจอร์

$P_{arm} = I_a^2 R_a$

$= (121.66)^2 \times 0.2$

$= 2.960.23W$

ค่า copper loss ที่ซีรีส์ฟิลด์

$P_{se} = I_s^2 R_s$

$= (121.66)^2 \times 0.1$

$= 1,480.11W$

ค่า copper loss ที่ชั้นท์ฟิลด์

$P_{sh} = I_{sh}^2 R_{sh}$

$= (1.66)^2 \times 150$

$= 413.34W$

ดังนั้น copper loss ทั้งหมด

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

$= 4,853.68W$

จ) ถ้าค่าสูญเสียทั้งหมด $= 4{,}853.68W + 500W + 746W$

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

กำลังอินพุต = กำลังเอาต์พุต + ค่าสูญเสียทั้งหมด

$= 30kW + 6.09968\ kW$

$= 36.09968\ kW$

ประสิทธิภาพของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า $\eta = \frac{P_o}{P_i} \times 100$

$= \frac{30\text{kW}}{36.09968\,\text{kW}} \times 100$

$= 83.10\,\%$

.....