บทที่ 2

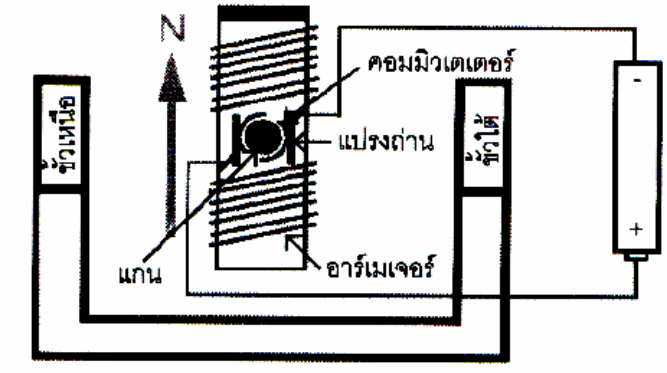
ทฤษฎีมอเตอร์กระแสตรงและการควบคุม

ระบบควบคุมในงานวิจัยนี้ เป็นการควบคุมการเสริมกำลังของเครื่องจักรกลที่ประกอบด้วยมอเตอร์สองตัว ใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์และพลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้าตามลำดับ ระบบจะต้องใช้พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์เป็นหลัก ถ้าพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ไม่เพียงพอจะใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาใช้กับมอเตอร์อีกตัวที่ทำหน้าที่ในการเสริมกำลัง ดังนั้นในบทนี้จะประกอบไปด้วยเนื้อหาที่เกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในงานวิจัยนี้ และหลักการควบคุมมอเตอร์กระแสตรง

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นเครื่องจักรกลที่ทำหน้าที่แปลงรูปพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างแพร่หลาย ตั้งแต่ระบบควบคุมการเคลื่อนที่ขนาดเล็กๆ ในของเล่น อุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้ในชีวิตประจำวันไปจนถึงการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม ข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง คือ ให้แรงบิดตอนเริ่มสตาร์ทสูง และสามารถควบคุมได้ในช่วงกว้าง วิธีในการควบคุมความเร็วง่ายและราคาถูกกว่าการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (วัชรชัย สิทธิพันธ์, 2548)

โครงสร้างอย่างง่ายของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐาน คือ สเตเตอร์ (Stator) โรเตอร์ (Rotor) แปรงถ่าน (Carbon Brush) และคอมมิวเตอเตอร์ (Commutator)



ภาพประกอบ 2-1 แสดงมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบมีแปรงถ่าน 2 ขั้ว

สเตเตอร์ เป็นส่วนที่อยู่กับที่ทำหน้าที่สร้างแม่เหล็กรอบๆ โรเตอร์ โดยที่แม่เหล็กอาจถูกสร้างจากแม่เหล็กถาวรหรือขดลวดสนามแม่เหล็ก

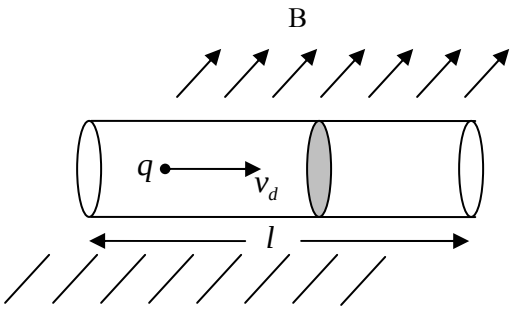
โรเตอร์ หรืออาจเรียกว่า อาร์เมเจอร์ (Armature) เมื่อมีการจ่ายพลังงานให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์จะทำให้เกิดแม่เหล็กขึ้น และเนื่องจากขั้วแม่เหล็กในส่วนของสเตเตอร์ ทำให้เกิดแรงกระทำต่อขดลวดอาร์เมเจอร์ทำให้มอเตอร์สามารถหมุนได้

แปรงถ่านและคอมมิวเตเตอร์ ในการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์จะผ่านซี่ทองแดงที่เรียกว่าคอมมิวเตเตอร์ซึ่งอยู่บนแกนมอเตอร์ ในขณะที่มอเตอร์หมุน แปรงถ่านที่เป็นคาร์บอนจะสัมผัสกับคอมมิวเตเตอร์ทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถผ่านไปยังขดลวดอาร์เมเจอร์ แปรงถ่านกับคอมมิวเตเตอร์เป็นส่วนที่สัมผัสและเสียดสีกันตลอดเวลาจึงต้องคอยดูแลรักษาเนื่องจากการสึกหรอ

หลังจากที่เราได้ทำความรู้จักส่วนประกอบพื้นฐานของมอเตอร์แล้วในหัวข้อต่อไปจะเป็นทฤษฎีต่างๆ ที่ทำให้เกิดแรงบนขดลวดอาร์เมเจอร์ที่ทำให้มอเตอร์หมุนและการควบคุมความเร็วของมอเตอร์

2.2 แรงกระทำต่อตัวนำที่มีกระแสไหล

เมื่อมีตัวนำวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก ถ้าไม่มีกระแสไหลก็จะไม่เกิดแรงกระทำต่อตัวนำนั้น อิเล็กตรอนอิสระในตัวนำจะเคลื่อนที่แบบสุ่ม แรงลัพธ์ที่กระทำต่ออิเล็กตรอนเหล่านี้จะมีค่าเท่ากับศูนย์ แต่ถ้ามีกระแสไหลในตัวนำอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วลอยเลื่อน (Drift Velocity, v_d) โดยมีทิศตรงข้ามกับสนามไฟฟ้าภายในตัวนำ และทำให้เกิดแรงแม่เหล็กกระทำต่ออิเล็กตรอน



ภาพประกอบ 2-2 ตัวนำที่มีกระแสไหล (ที่มา: Serway, 1990)

ให้ n เป็นจำนวนอิเล็กตรอนอิสระต่อหน่วยปริมาตร

A เป็นพื้นที่หน้าตัดของตัวนำ

l เป็นความยาวของตัวนำ

แรงแม่เหล็กที่กระทำต่ออิเล็กตรอนหนึ่งตัว คือ

$$\vec{F} = q\vec{v}_d \times \vec{B} \tag{2.1}$$

แรงแม่เหล็กทั้งหมดที่กระทำกับตัวนำ

$$\vec{F} = (q\vec{v}_d \times \vec{B})nAl \tag{2.2}$$

แต่เนื่องจาก $I = nqv_d A$ สามารถเขียนสมการใหม่เป็น

$$\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B} \tag{2.3}$$

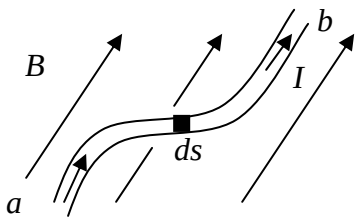
หรือ

$$F = IlB\sin\theta \tag{2.4}$$

โดยที่เวกเตอร์ l มีทิศเดียวกับกระแส I และ $_q$ เป็นมุมระหว่าง l กับ B

ในกรณีที่ลวดตัวนำไม่เป็นเส้นตรงดัง ภาพประกอบ 2-3 แรงแม่เหล็กที่กระทำกับตัวนำสามารถหาได้จากแรงที่เกิดความยาวส่วนเล็กๆ ds คือ

$$d\vec{F} = Id\vec{s} \times \vec{B} \tag{2.5}$$



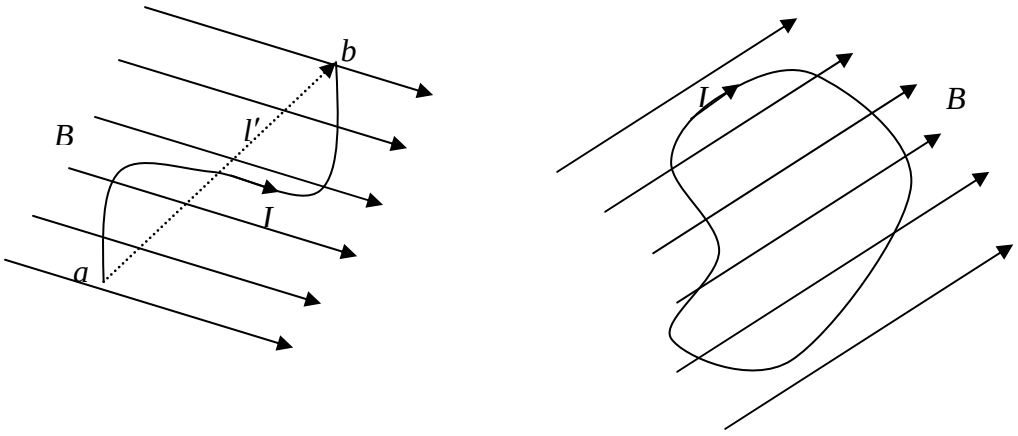
ภาพประกอบ 2-3 แรงแม่เหล็กที่เกิดบนลวดตัวนำที่ไม่เป็นเส้นตรง (ที่มา: Serway, 1990)

โดยสามารถคำนวณแรงทั้งหมดบนตัวนำโดยการอินทิกรัลสมการ (2.5) จะได้

$$\vec{F} = I\int_{a}^{b} d\vec{s} \times \vec{B} \qquad (2.6)$$

เมื่อ a และ b เป็นจุดเริ่มต้นละจุดปลายของตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็ก

ถ้าพิจารณาการใช้สมการ(2.6) เมื่อ B มีขนาดและทิศทางคงที่ จะแบ่งได้เป็นสองกรณี คือ



(ก) (ข)

ภาพประกอบ 2-4 แสดงตัวนำที่มีวงเปิดและแบบวงปิดที่อยู่ในสนามแม่เหล็กคงที่

(ที่มา: Serway, 1990)

<u>กรณีที่ 1</u>

จากภาพประกอบ 2-4 (ก) ลวดโค้งมีกระแสไหล I วางอยู่ในสนามเหล็ก $\vec{B}$ แรงที่กระทำต่อตัวนำคือ

$$\vec{F} = I(\int_{a}^{b} d\vec{s}) \times \vec{B} \qquad (2.7)$$

แต่ $\int_{a}^{b} ds$ คือ ผลผลบวกทางเวกเตอร์ของการกระจัดจาก a ไป b จะมีค่าเท่ากับ l' จะได้สมการ (2.7) เป็น

$$\vec{F} = I\vec{l}' \times \vec{B} \qquad (2.8)$$

<u>กรณีที่2</u>

จากภาพประกอบ 2-4 (ข) ตัวนำมีลักษณะเป็นวงปิด (Close Loop) มีกระแสไหล I วางอยู่ในสนามเหล็ก $\vec{B}$ แรงที่กระทำต่อตัวนำ คือ

$$\vec{F} = I(\oint d\vec{s}) \times \vec{B} \tag{2.9}$$

แต่ $\oint d\vec{s} = 0$ ฉะนั้น

$$F = 0 \tag{2.10}$$

นั่นคือ วงปิดที่มีกระแสที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็กจะมีแรงลัพธ์เท่ากับศูนย์

2.3 กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์

เมื่อตัวนำเคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็ก หรือตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กที่มีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าในตัวนำ เรียกกระแสนี้ว่า กระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ(Induce Current) และเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเรียกว่า แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ (Induce EMF) โดยขนาดของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะขึ้นกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของฟลักซ์แม่เหล็ก ดังสมการ

$$E = -\frac{d\phi}{dt} \tag{2.11}$$

เมื่อ E เป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำหน่วยเป็นโวลต์ (Volt)

ถ้าขดลวดมี N รอบจะได้

$$E = -N\frac{d\phi}{dt} \tag{2.12}$$

จาก $\phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{A} = BA\cos\theta$ จะได้สมการ (2.12)

$$E = -N\frac{d(BA\cos\theta)}{dt} \tag{2.13}$$

เมื่อ θ คือมุมระหว่าง B กับ dA

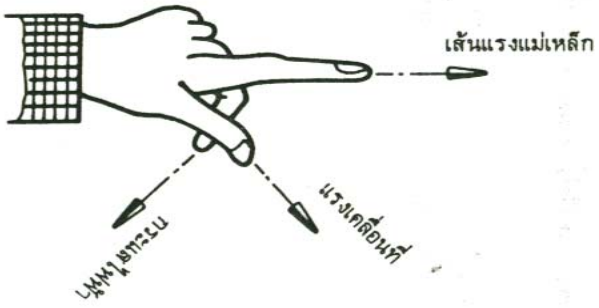
จากสมการ (2.13) จะเห็นว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำสามารถเกิดขึ้นได้จากเงื่อนไขข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

1. การเปลี่ยนแปลงขนาดสนามแม่เหล็กกับเวลา
2. การเปลี่ยนแปลงขนาดพื้นที่กับเวลา
3. การเปลี่ยนแปลงมุมระหว่าง $\vec{B}$ กับ $d\vec{A}$
4. รวมทั้งสามข้อที่ผ่านมา

เครื่องหมายลบในสมการ (2.13) หมายถึง ทิศของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้น ซึ่งเลนซ์ (Lenz) ได้ตั้งกฎของเลนซ์ (Lenz's Law) ดังนี้ "แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำจะมีทิศที่ทำให้เกิดการต่อต้านการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็กที่ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ"

2.4 หลักการทำงานของมอเตอร์กระสตรง

มอเตอร์กระแสตรง คือ อุปกรณ์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล การทำงานของมอเตอร์ คือ เมื่อตัวนำที่มีกระแสไหลอยู่ในสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงกระทำต่อตัวนำนั้น ซึ่งสามารถหาทิศทางได้โดยใช้กำมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Flemming's Left-hand Rule)



ภาพประกอบ 2-5 แสดงการใช้กฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (ที่มา: ศุภชัย สุรินทร์วงศ์, 2536)

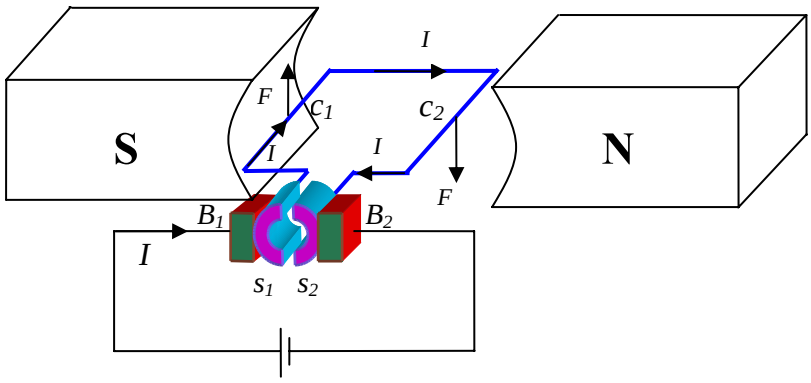
$$\vec{F} = I\vec{l} \times \vec{B} \tag{2.14}$$

เมื่อ $\vec{F}$ คือแรงที่เกิดขึ้น มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

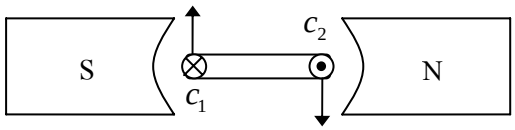
$\vec{B}$ คือความหนาแน่นของสนามแม่เหล็กมีหน่วยเป็นเวเบอร์ต่อตารางเมตร (Wb/m^2)

I คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวนำมีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A)

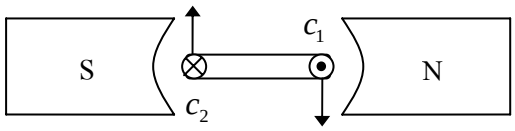
$\vec{l}$ คือความยาวของตัวนำที่อยู่ในสนามแม่เหล็กมีหน่วยเป็นเมตร (m)



(ก)



(ข)



(ค)

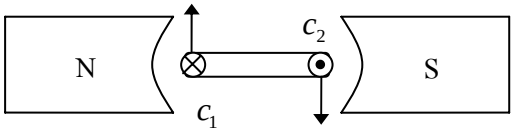
ภาพประกอบ 2-6 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

เมื่อขดลวดหมุนจากตำแหน่งเดิมไปเป็นมุม 90 องศา ลวดตัวนำ c_1 จะอยู่ด้านบนสุดโดยที่ซี่คอมมิวเตเตอร์ s_2 ของขดลวดตัวนำ c_2 จะเริ่มเลยจากแปรงถ่าน B_2 และหลังจากนั้นจะเริ่มแตะกับแปรงถ่าน B_1 ทำให้กระแสเริ่มไหลกลับทิศโดยไหลจากแปรงถ่าน B_1 ผ่านซี่คอมมิวเตเตอร์ s_2 มาออกที่คอมมิวเตเตอร์ s_1 ผ่านแปรงถ่าน B_2 ทำให้ครบวงจร กระแสในขดลวดตัวนำ c_1 จะมีทิศทางเช่นนี้ไปเรื่อยๆ ดังภาพประกอบ 2-6 (ค) จนกระทั่ง c_1 อยู่ในตำแหน่งที่ต่ำสุด เมื่อเลยตำแหน่งนี้ไปกระแสในลวดตัวนำ c_1 จะไหลกลับทิศอีกครั้งโดยมีทิศทางดังภาพประกอบ 2-6 (ข) และจะคงทิศทางนี้ไปเรื่อยๆ จนถึงตำแหน่งที่ c_1 อยู่สูงสุด จะเห็นว่าลวดตัวนำที่อยู่ด้านแม่เหล็กขั้วเหนือไหลในทิศพุ่งออก ขณะที่ขดลวดตัวนำที่อยู่ด้านแม่เหล็กขั้วใต้มีทิศพุ่งเข้าเสมอ นั่นคือขณะที่

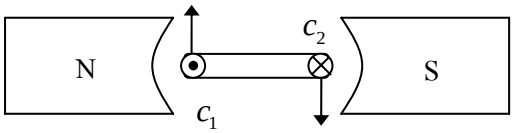
ลวดตัวนำเคลื่อนที่ไปแม้จะอยู่ที่ตำแหน่งใดก็ตามทิศทางสัมพัทธ์ระหว่างกระแสและเส้นแรงแม่เหล็กไม่เปลี่ยนแปลง แรงที่กระทำต่อขดลวดจะมีทิศทางที่เสริมไปในทิศทางเดียวกันเสมอ

2.5 แรงเคลื่อนไฟฟ้ากลับ

เมื่อมอเตอร์หมุน ลวดตัวนำเคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็กทำให้แม่เหล็กมีการเปลี่ยนแปลงและเกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำ ซึ่งสามารถหาทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำได้จากกฎมือขวาของเฟลมมิ่ง นิ้วชี้จะชี้ไปในทิศทางของสนามแม่เหล็ก นิ้วกลางแสดงทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำและ หัวแม่มือแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของตัวนำ โดยที่นิ้วทั้งสามจะต้องตั้งฉากกันซึ่งจะได้ทิศทางแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำสวนกับทิศทางของกระแสที่ป้อนให้กับมอเตอร์ ดังภาพประกอบ 2-7 ทำให้ในมอเตอร์เรียกแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำว่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ากลับ (Back EMF)



(ก) ทิศทางแรงเคลื่อนไฟฟ้ากลับของอาร์เมเจอร์



(ข) ทิศทางกระแสของอาร์เมเจอร์

ภาพประกอบ 2-7 ทิศทางของแรงเคลื่อนไฟฟ้ากลับ

โดยแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำมีค่าดังสมการ(2.15)

$$E_b = \frac{d\phi}{dt} \tag{2.15}$$

โดยที่ $d\phi$ คือ ฟลักซ์แม่เหล็กต่อตัวนำใน 1 รอบ

จากสมการ(2.15) ค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้ากลับขึ้นกับค่าต่างๆ ของมอเตอร์ซึ่งสามารถเขียนสมการใหม่ได้เป็น

$$E_b = P\phi\left(\frac{n}{60}\right)\left(\frac{z}{a}\right) \tag{2.16}$$

เมื่อ

ϕ คือ จำนวนเส้นแรงแม่เหล็กต่อหนึ่งขั้วแม่เหล็ก

z คือ จำนวนเส้นลวดตัวนำทั้งหมดบนอาร์เมเจอร์

P คือ จำนวนขั้วแม่เหล็ก

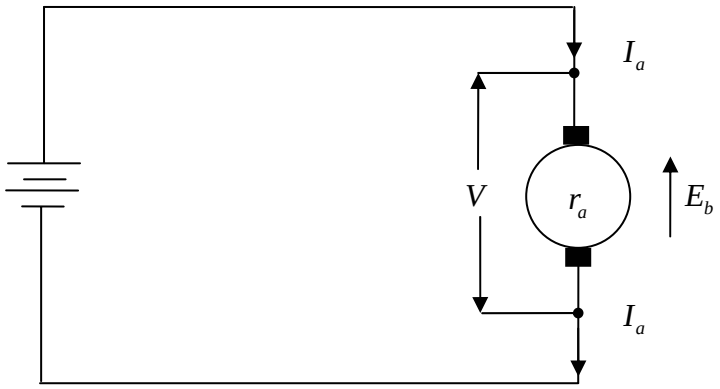
a คือ จำนวนวงจรขนานระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ

n คือ จำนวนรอบที่หมุนต่อนาที

เนื่องจากมอเตอร์ซึ่งสร้างสำเร็จรูปค่า $\frac{P}{a}$ และค่า z จะเป็นค่าคงที่จึงสามารถเขียนสมการ(2.16) ใหม่เป็น

$$E_b = Kn\phi \tag{2.17}$$

โดยที่ K เป็นค่าคงที่ของมอเตอร์แต่ละตัว



ภาพประกอบ 2-8 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้ากลับกับกระแสที่ป้อนให้กับมอเตอร์

หากพิจาณาความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้ากลับกับกระแสที่ป้อนให้กับมอเตอร์จาก ภาพประกอบ 2-8 จะได้ว่า

$$I_a = \frac{V - E_a}{r_a} \tag{2.18}$$

$$V = E_b + I_a r_a$$

หรือ

$$E_b = V - I_a r_a \tag{2.19}$$

ขณะที่มอเตอร์หยุดหมุน

$$I_s = \frac{V}{r_a} \tag{2.20}$$

โดย I_s คือ กระแสตอนมอเตอร์เริ่มหมุน

จากสมการ(2.18) และ(2.20) สามารถอธิบายได้ว่าขณะที่จะสตาร์ตมอเตอร์จะมีกระแสมากไหลในขดลวดอาร์เมเจอร์ มอเตอร์จะหมุนด้วยความเร็วสูงทันทีทำให้ E_b มีค่าสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้กระแสในอาร์เมเจอร์มีค่าลดลงเรื่อยๆ จนมีค่าคงที่ในที่สุด

สมการเอาต์พุตของอาร์เมเจอร์

จากสมการ(2.19) เมื่อเอา I_a คูณตลอดจะได้

$$VI_a = E_b I_a + I_a{}^2 r_a$$

หรือ

$$E_b r_a = VI_a - I_a{}^2 r_a$$

โดยที่

VI_a คือ กำลังไฟฟ้าทางด้านอินพุตที่ป้อนให้กับอาร์เมเจอร์

$I_a{}^2 r_a$ คือ การสูญเสียจากความต้านทานของลวดตัวนำอาร์เมเจอร์

$E_b I_a$ คือ กำลังไฟฟ้าส่วนที่เปลี่ยนไปเป็นกำลังกลภายในอาร์เมเจอร์

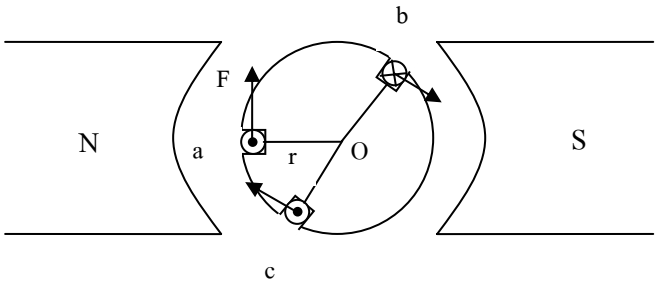
กำหนดให้ $E_b I_a$ เป็น P_{ar} ดังนั้นจะได้

$$P_{ar} = E_b I_a \tag{2.21}$$

ในความเป็นจริงกำลังกลภายในอาร์เมเจอร์บางส่วนจะสูญเสียไปในรูปของการสูญเสียทางกล และการสูญเสียในแกนเหล็ก จากสมการ(2.17) เมื่อคูณ I_a ตลอดจะได้

$$E_b I_a = Kn\phi I_a = P_{ar} \tag{2.22}$$

2.6 แรงบิด (Torque)



ภาพประกอบ 2-9 แรงบิดลวดตัวนำอาร์เมเจอร์กระทำรอบจุดศูนย์กลาง

แรงที่กระทำบนลวดตัวนำ a ซึ่งห่างจากจุดศูนย์กลาง O เป็นระยะ r ในทิศทางสัมผัสกับเส้นรอบวงของแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ ที่ตำแหน่งนี้กำหนดให้มีค่า F นิวตัน ดังนั้นแรงที่กระทำบนลวดตัวนำนี้จะมีแรงบิดเท่ากับ Fr แต่เนื่องจากในแกนเหล็กอาร์เมเจอร์มีสล็อตเป็นจำนวนมาก และแต่ละสล็อตก็มีลวดตัวนำจำนวนมาก ดังนั้นแรงที่กระทำบนลวดตัวนำทั้งหมดนี้เข้าด้วยกัน จะได้ผลรวมของแรงบิด ดังนี้

$$T_a = (Fr + F'r + F''r + ...) \tag{2.23}$$

โดยที่ T_a คือ แรงบิดที่เกิดขึ้น

จากภาพประกอบ 2-9 กำลังกลของลวดตัวนำ a จะมีค่าเท่ากับแรงบิดที่เกิดขึ้นในช่วงเวลา 1 วินาทีจะได้

$$P_a = 2\pi\left(\frac{n}{60}\right)Fr$$

แต่เนื่องจาก $\frac{2\pi r}{60} = \omega$ จะได้

$$P_a = \omega Fr$$

ดังนั้นผลรวมของกำลังกลที่เกิดขึ้นของขดลวดตัวนำทั้งหมดเป็น

$$\begin{aligned} P_{ar} &= P_a + P_b + P_c + \ldots \\ &= (\omega Fr) + (\omega F'r) + (\omega F''r) + \ldots \\ &= \omega(Fr + F'r + F''r + \ldots) \end{aligned}$$

ดังนั้น

$$P_{ar} = \omega T_a$$

จากสมการ(2.22) ได้ว่า

$$Kn\phi I_a = P_{ar}$$

ดังนั้น

$$Kn\phi I_a = \omega T_a$$

แทนค่า $K = \left(\frac{P}{a}\right)\left(\frac{z}{60}\right)$ และ $\omega = 2\pi\frac{n}{60}$ จะได้

$$\frac{nPz\phi I_a}{60a} = 2\pi\left(\frac{n}{60}\right)T_a$$

ดังนั้น

$$T_a = \frac{Pz\phi I_a}{2\pi a} \tag{2.24}$$

สามารถเขียนสมการ(2.24) ใหม่เป็น

$$T_a = K'\phi I_a \tag{2.25}$$

โดยที่ $K' = \frac{Pz}{2\pi a}$

นั่นคือ แรงบิดของมอเตอร์กระแสตรงจะแปรผันโดยตรงกับผลคูณระหว่างจำนวนเส้นแรงแม่เหล็กกับกระแสอาร์เมเจอร์

2.7 การควบคุมความเร็วมอเตอร์

จากสมการ(2.17)และสมการ(2.19) จะได้

$$\begin{aligned} K\phi n &= V - I_a r_a \\ n &= \frac{V - I_a r_a}{K\phi} \end{aligned} \tag{2.26}$$

ดังนั้นในการปรับความเร็วมอเตอร์จึงสามารถทำได้โดยการปรับ V , $I_a r_a$ หรือ ϕ อย่างใดอย่างหนึ่ง การปรับความเร็วจึงสามารถแบ่งคร่าวๆ ออกเป็น 3 ชนิดคือ

1. การปรับวงจรสนาม เป็นวิธีการปรับความเร็วโดยการปรับกระแสของสนามแม่เหล็ก
2. การปรับความต้านทาน เป็นวิธีการปรับความเร็วโดยการปรับค่าความต้านทาน R ซึ่งต่ออนุกรมอยู่กับอาร์เมเจอร์เพื่อเปลี่ยนค่าแรงดันตกคร่อม $I_a R$
3. การปรับแรงดัน เป็นวิธีการปรับความเร็วโดยการปรับแรงดันของแหล่งจ่าย