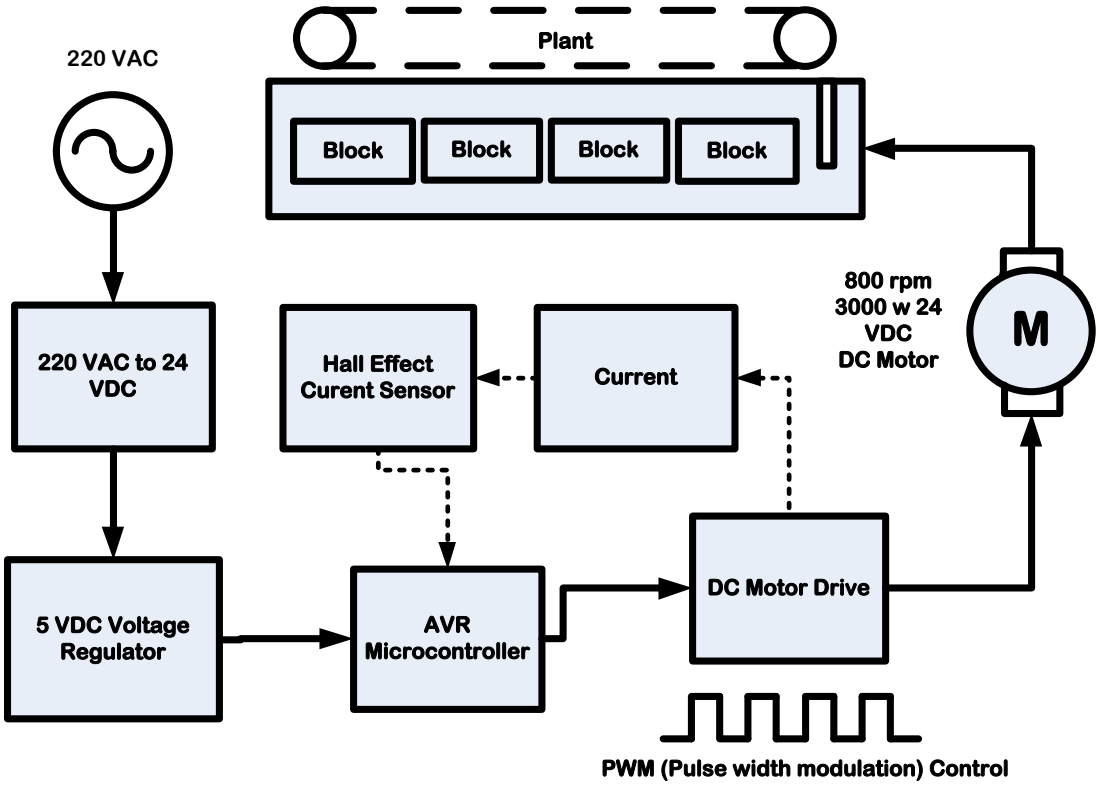
บทที่ 2
หลักการทำงานและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

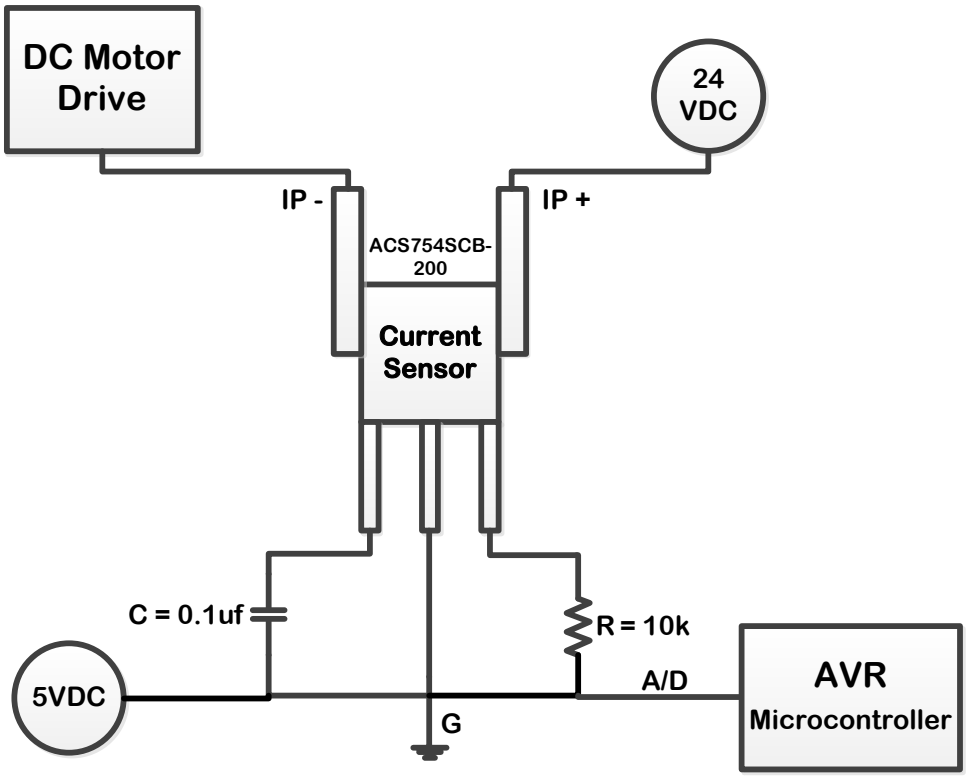
เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพระบบควบคุมการลำเลียงอิฐมวลเบาโดยใช้เทคนิคการปรับเลื่อนเวลาแบบพลวัตบนหุ่นยนต์สร้างกำแพงอัตโนมัติ ใช้ ไมโครคอนโทลเลอร์ ตระกูล AVR ขนาด 8 บิต เป็นส่วนควบคุมการทำงานของระบบลำเลียงอิฐมวลเบา ในการศึกษาครั้งนี้ทางผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเพื่อนำมาใช้สำหรับการกำหนดกรอบแนวคิด หลักการ ทฤษฎี เครื่องมือ การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์และการอภิปรายผลการศึกษา ซึ่งประกอบไปด้วยเนื้อหา ดังต่อไปนี้

หลักการทำงานของระบบควบคุมการลำเลียงอิฐมวลเบาโดยใช้เทคนิคการปรับเลื่อนเวลาแบบพลวัตบนหุ่นยนต์สร้างกำแพงอัตโนมัติ



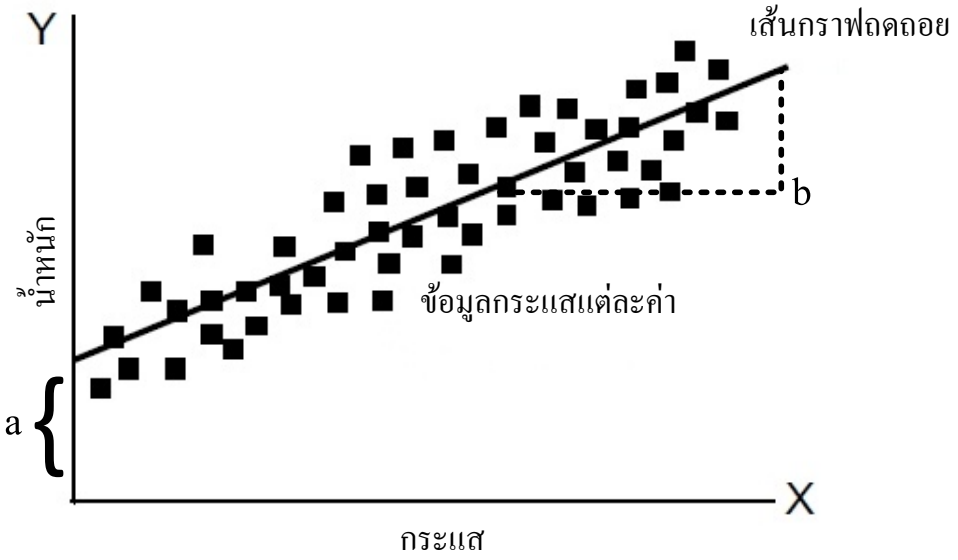
รูปที่ 2.1 ไดอะแกรมระบบควบคุมการลำเลียงอิฐมวลเบา

รูปที่ 2.1 หลักการทำงานของเทคนิคเพิ่มประสิทธิภาพระบบควบคุมการลำเลียงอิฐมวลเบา โดยใช้เทคนิคการปรับเลื่อนเวลาแบบพลวัตบนหุ่นยนต์สร้างกำแพงอิฐมวลเบาแบบอัตโนมัติ เมื่อทำการป้อนแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220โวลต์ เข้าไปในระบบจะทำการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจาก 220 โวลต์ เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ โดยใช้วงจรเรียงกระแส (Rectifier) เพื่อจ่ายกำลังงานให้กับระบบขับเคลื่อนทั้งหมดและจะทำการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงจาก 24 โวลต์ เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ เพื่อเป็นแหล่งจ่ายกำลังงานให้กับหน่วยประมวลผลกลางไมโครคอนโทลเลอร์ เมื่อมีการเริ่มต้นการทำงาน ระบบจะทำการวัดค่าปริมาณกระแสของมอเตอร์ลำเลียงอิฐมวลเบาด้วย วงจรตรวจวัดกระแส (Hall Effect Current Sensor) โดยทำการจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์ เข้าทางขา (IP+) และไหลผ่านไปยัง (IP-) เมื่อมีปริมาณของการแสเนื่องมาจากการทำงานของมอเตอร์ลำเลียงวงจรตรวจวัดกระแส (Hall Effect Current Sensor) จะทำการเหนี่ยวนำและแปลงค่าปริมาณกระแสให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งมีค่าตั้งแต่ 0 ถึง 5 โวลต์ และเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อทำการอ่านค่าและประมวลผล ดังรูปที่ 2.2 แสดงการต่อวงจรตรวจวัดกระแส (Hall Effect Current Sensor) ร่วมกับไมโครคอนโทรเลอร์



รูปที่ 2.2 วงจรตรวจวัดกระแส (Hall Effect Current Sensor)

สภาวะเริ่มต้นในขณะที่มอเตอร์ลำเลียงไม่มีภาระโหลดจะมีค่ากระแสไฟฟ้าที่ทำการอ่านค่าได้เท่ากับ 0.56 แอมป์ และเมื่อนำค่าของกระแสคำนวณในสมการที่ 1 ของสมการความสัมพันธ์จะสามารถหาค่าของน้ำหนักของอิฐมวลเบาที่ได้เนื่องจากค่าปริมาณของกระแสมีความสัมพันธ์กันกับค่าน้ำหนักของอิฐมวลเบาและมีรูปแบบที่เป็นเชิงเส้นแสดงในกราฟรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสกับน้ำหนักของอิฐมวลเบา

$$Y = a + bX \quad (1)$$

Y คือ ค่าน้ำหนักของอิฐมวลเบา

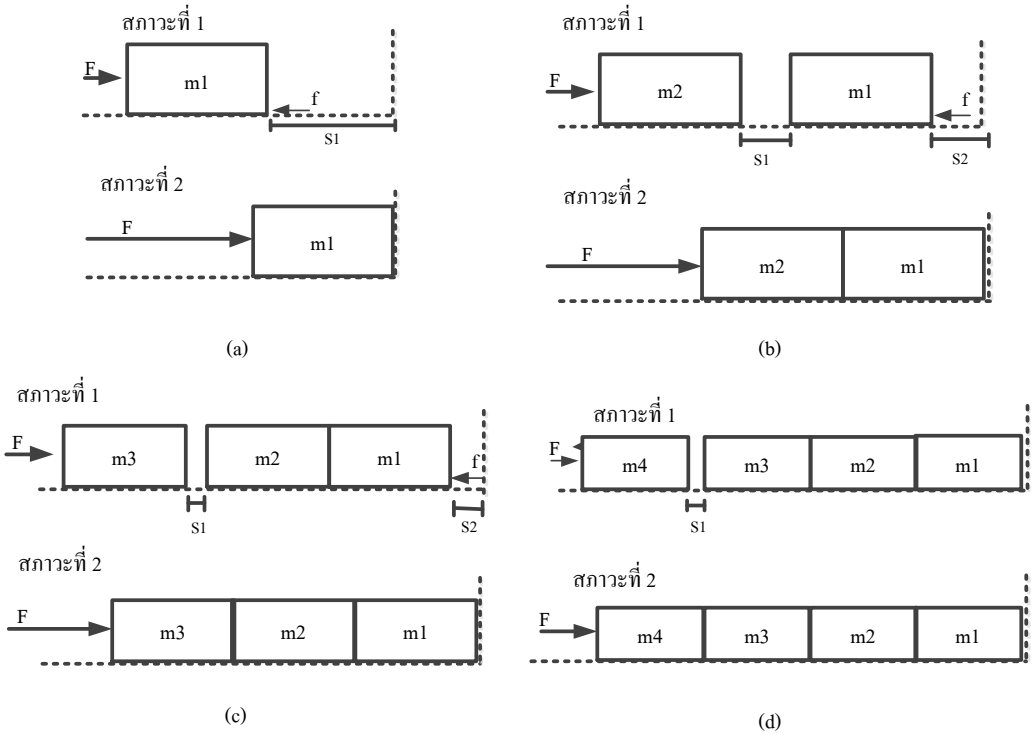
X คือ ค่าปริมาณของกระแสที่มอเตอร์กินกำลังงาน

a คือ ค่าคงที่เป็นค่าที่ตัดแกน y

b คือ ค่าความชันของเส้นกราฟ

เมื่อทำการเริ่มต้นกระบวนการลำเลียงอิฐมวลเบาปริมาณค่าของกระแสไฟฟ้าที่มอเตอร์ลำเลียงอิฐมวลเบากินกระแส จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีอิฐมวลเบาที่มีจำนวนมากขึ้นตามลำดับและเมื่อระบบทำการอ่านค่าปริมาณของกระแสที่มอเตอร์ลำเลียงกินกำลังงานผ่านทางช่องแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล(Analog to Digital Converter : A/D) ของไมโครคอนโทรเลอร์ และทำการ

เปลี่ยนค่าปริมาณของกระแสเป็นค่าน้ำหนักของอิฐมวลเบา โดยไมโครคอนโทรเลอร์จะทำการนำค่าน้ำหนักของอิฐมวลเบาที่คำนวณได้ทำการประมวลผลด้วยสมการทางคณิตศาสตร์เพื่อทำการหาค่าเวลาที่ใช้ในการลำเลียงอิฐมวลเบาในแต่ละก้อน ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 (a) สภาวะการลำเลียงอิฐมวลเบาก้อนที่ 1 (b) สภาวะการลำเลียงอิฐมวลเบาก้อนที่ 2 (c) สภาวะการลำเลียงอิฐมวลเบาก้อนที่ 3 (d) สภาวะการลำเลียงอิฐมวลเบาก้อนที่ 4

จากรูปที่ 2.4 แสดงการลำเลียงอิฐมวลเบาบนหุ่นยนต์สร้างกำแพงอัตโนมัติโดยพารามิเตอร์ประกอบไปด้วย f เป็นแรงเสียดทานสามารถหาได้จากสมการที่ 2

$$f = \mu N \tag{2}$$

f คือ แรงเสียดทานของอิฐมวลเบา

μ คือ สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน โลหะกับอิฐมวลเบา มีค่าเท่ากับ 0.8

N คือ แรงกระทำต่อวัตถุในแนวตั้งฉาก มีค่าเท่ากับ 9.81 (แรงดึงดูดของโลก)

ในการคำนวณเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 250 วัตต์ และมีค่าความเร็วรอบรวมอัตราทดเกียร์เท่ากับ 5.5 รอบต่อวินาที และสามารถหาค่าแรงบิดของมอเตอร์ลำเลียงได้จากสมการที่ 3

$$T = \frac{P}{2\pi_n} \tag{3}$$

T คือ แรงบิดของมอเตอร์ดันอิฐมวลเบา

P คือ ค่ากำลังของมอเตอร์ มีหน่วยเป็นวัตต์

n คือ ความเร็วรอบรวมอัตราทดเกียร์ของมอเตอร์

โดยที่ค่ารัศมีของฟันเฟือง (Gear) ที่ใช้มีค่าเท่ากับ 0.03 สามารถหาค่าของแรงกระทำที่ได้จากมอเตอร์ลำเลียงได้จากสมการที่ 4

$$F = \frac{T}{r} \tag{4}$$

F คือ แรงกระทำที่ได้จากมอเตอร์ดันอิฐมวลเบา

T คือ แรงบิดของมอเตอร์ดันอิฐมวลเบา

r คือ รัศมีของฟันเฟือง (Gear) ที่ติดกับมอเตอร์ดันอิฐมวลเบา

เมื่อทำการหาค่าแรงกระทำที่ได้จากมอเตอร์ดันอิฐมวลเบา (F) จากสมการที่ 4 จะมีค่าเท่ากับ 241 นิวตัน และทำการหาค่าความเร่งที่เกิดขึ้นจากอิฐมวลเบา ได้จากสมการที่ 5

$$a = \frac{\sum F}{m} \tag{5}$$

a คือ ความเร่งในการเคลื่อนที่ของอิฐมวลเบา

m คือ มวลน้ำหนักของอิฐมวลเบา

$\sum F$ คือ ผลรวมของแระกระทำจากมอเตอร์ดันอิฐมวลเบา

ค่าความเร่งที่เกิดขึ้นจากอิฐมวลเบาที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 26.61 เมตร/วินาที^{2} และสามารถหาค่าเวลาที่ใช้ในการลำเลียง t_n ได้จากสมการที่ 6

$$t_n = \sqrt{\frac{2s_n}{a_n}} \tag{6}$$

t_n คือ เวลาในการเคลื่อนที่ของอิฐมวลเบา
s_n คือ ระยะทางการเคลื่อนที่ของอิฐมวลเบา
a_n คือ ความเร่งในการเคลื่อนที่ของอิฐมวลเบา

จากการคำนวณสามารถหาค่าเวลาที่ใช้ในการลำเลียงอิฐมวลเบาก้อนที่ 1 เท่ากับ 0.23 วินาที และจากสมการทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสามารถคำนวณหาค่าเวลาที่ใช้ในการลำเลียงอิฐมวลเบาที่เหมาะสม และหาค่าเวลาการเคลื่อนที่ของอิฐมวลเบาของระบบรวมทั้งหมดได้จากสมการที่ 7

$$t_{total} = t_n + t_{n+1} + t_{n+2} + t_{n+3} \tag{7}$$

t_{total} คือ เวลารวมในการเคลื่อนที่ของอิฐมวลเบาทั้งหมด
t_n คือ เวลาในการเคลื่อนที่ของอิฐมวลเบา

ทฤษฎีกฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน

มนุษย์มีความพยายามที่จะอธิบายความสัมพันธ์ของแรงกระทำและการเคลื่อนที่ของวัตถุมาเป็นระยะเวลานานมาแล้ว อย่างไรก็ตามการอธิบายกฎการเคลื่อนที่ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์หรือหลักทางกายภาพ ได้เริ่มมีขึ้นอย่างเป็นรูปธรรมในช่วง ศตวรรษที่ 16 โดย กาลิเลโอได้ทำการทดลองการเคลื่อนที่ของลูกตุ้มและการตกอย่างอิสระของวัตถุ ซึ่งก็ได้ผลสรุปเป็นกฎคร่าวๆ ที่เชื่อมโยงผลของแรงที่กระทำที่มีต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุ อย่างไรก็ตามกฎการเคลื่อนที่ที่สามารถใช้ได้กับวัตถุในสภาพทั่วไปนั้น ได้เป็นที่ยอมรับกันว่าได้กำหนดขึ้นโดย Sir Isaac Newton ซึ่งได้นำเสนอกฎการเคลื่อนที่ของวัตถุในปี ค.ศ. 1687 โดยกฎการเคลื่อนที่ทั้งสามข้อมีดังนี้

กฎข้อที่ 1 วัตถุถ้าหากว่ามีสภาพหยุดนิ่งหรือเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงด้วยความเร็วคงที่ มันยังจะคงสภาพเช่นนี้ต่อไป หากไม่มีแรงที่ไม่สมดุลจากภายนอกมากระทำ

กฎข้อที่ 2 ถ้าหากมีแรงที่ไม่สมดุลจากภายนอกมากระทำต่อวัตถุ แรงที่ไม่สมดุลนั้นจะเท่ากับอัตราการเปลี่ยนแปลงโมเมนต์ตัมเชิงเส้นของวัตถุ

กฎข้อที่ 3 ทุกแรงกริยาที่กระทำ จะมีแรงปฏิกิริยาที่มีขนาดที่เท่ากันแต่มีทิศทางตรงกันข้ามกระทำตอบเสมอ

กฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 1 และข้อที่ 3 เราได้ใช้ในการศึกษาในวิชาสถิตยศาสตร์ มาแล้ว สำหรับในการศึกษาพลศาสตร์ เราจึงสนใจในกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองมากกว่า
กฎข้อที่สองของนิวตันกล่าวถึงความสัมพันธ์ของโมเมนต์ตัม ซึ่งคือผลคูณของมวลของวัตถุกับความเร็วของวัตถุ หรือ

$$Momentum = mass \times velocity \tag{8}$$

โดยนิวตันกำหนดว่าถ้ามีแรงมากระทำ ขนาดและทิศทางของแรงนั้นจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงขนาดและทิศทางของโมเมนต์ตัม นั่นคือ

$$\vec{F} = \frac{d(m\vec{v})}{dt} \tag{9}$$

และในเมื่อในกลศาสตร์ เรามักจะพิจารณาระบบที่มีมวลคงที่ ดังนั้นเราจะได้ว่า

$$\vec{F} = m\frac{d\vec{v}}{dt} = m\vec{a} \tag{10}$$

ซึ่งเป็นสมการที่เราพบเห็นตั้งแต่เราเรียนกลศาสตร์พื้นฐานแล้ว สมการ

$$\vec{F} = m\vec{a} \tag{11}$$

เรานิยมเรียก สมการการเคลื่อนที่ (Equation of Motion) โดยสมการการเคลื่อนที่เป็นที่ยอมรับและใช้กันอย่างกว้างขวางในเวลาต่อมา เราต้องขอย้ำว่ากฎการเคลื่อนที่ทั้งสามที่นิวตันกำหนดมานี้ มีพื้นฐานมาจากการสังเกต และการทดลองทางวิทยาศาสตร์ เป็นหลัก ไม่ได้มาจากการใช้หลักการพื้นฐานอื่นใดมาช่วยเลย หรืออาจกล่าวว่าเรายืนยันว่ากฎการเคลื่อนที่ของนิวตันนี้ถูกต้อง เพราะไม่มีการทดลองใดที่แสดงให้เห็นได้ว่ากฎของนิวตันนี้ไม่เป็นจริง อย่างไรก็ตามในต้นศตวรรษที่ 20 เราก็ได้ข้อจำกัดของกฎการเคลื่อนที่นี้ โดยในปี ค.ศ. 1905 Albert Einstein ได้สร้างทฤษฎีสัมพันธ์ภาพ (Relative Theory) และได้ชี้ให้เห็นว่ากฎการเคลื่อนที่ของนิวตันนั้นมีข้อจำกัด โดยได้มีการทำการทดลองและชี้ให้เห็นว่า เวลา ไม่ใช่ปริมาณที่สัมบูรณ์แต่เปลี่ยนไปตามจุดที่สังเกตเวลา ซึ่งขัดแย้งกับนิยามพื้นฐานของกฎการเคลื่อนที่ของนิวตันที่กล่าวว่า เวลา เป็นปริมาณสัมบูรณ์ ซึ่งยังผลให้กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันเกิดความผิดพลาดขึ้นในการใช้อธิบายการเคลื่อนที่ของอนุภาค โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่ออนุภาคนั้นมีความเร็วเข้าสู่ความเร็วของแสง

ทฤษฎีสมการแบบถดถอย (Regression)

เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างลักษณะหรือปัจจัยที่แทนด้วยตัวแปรตั้งแต่สองตัวแปรขึ้นไป เพื่อทำให้ทราบถึงความสัมพันธ์ ทิศทางความสัมพันธ์ และลักษณะความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปร หรือเป็นการวิเคราะห์โดยอาศัยค่าที่ทราบจากตัวแปรหนึ่ง แล้วนำไปพยากรณ์ ค่าของอีกตัวแปรหนึ่ง ว่ามีความแปรผันในสัดส่วนเท่าใดหรือในระดับใด

สัมประสิทธิ์การถดถอย (Regression Coefficient) หรือสัมประสิทธิ์การพยากรณ์ เป็นค่าของ b ที่เป็นความชันของกราฟเส้นตรง ที่เกิดจากสมการเชิงเส้น ถ้าทราบค่าของ b และค่าของ a แล้ว ก็จะสามารถพยากรณ์ค่าของตัวแปร Y ได้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

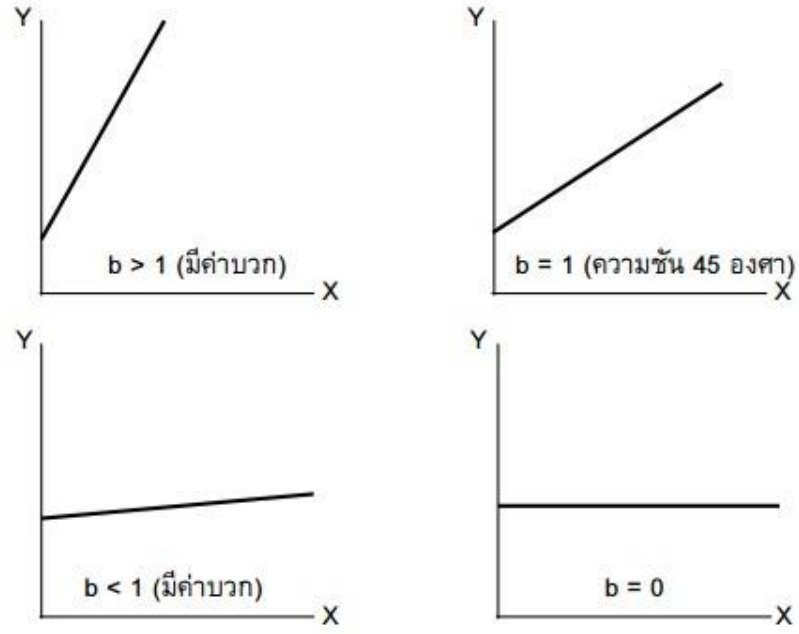
1. ถ้า b > 0 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันในทิศทางเดียวกัน คือ ถ้า X มีค่าสูงขึ้น ค่าของ Y จะมีค่าสูงขึ้น

2. ถ้า b < 0 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันในทิศทางตรงกันข้าม คือ ถ้า X มีค่าสูงขึ้นค่าของ Y จะมีค่าต่ำลง

3. ถ้า b มีค่าใกล้ 0 แสดงว่า X และ Y มีความสัมพันธ์กันน้อย

4. ถ้า b = 0 แสดงว่า X และ Y ไม่มีความสัมพันธ์กันเลย เส้นกราฟที่ได้จะเป็นเส้นตรง ค่าของ Y จะมีค่าเท่ากับค่าคงที่ a

5. ถ้า b = 1 แสดงว่า ความชันของเส้นกราฟมีค่าเท่ากับ 45 องศา ค่า X และ Y จะมีค่าเท่ากัน ในกรณีที่ค่าคงที่ a เท่ากับศูนย์



รูปที่ 2.5 สมการเส้นตรงของการถดถอยเมื่อ b มีค่าแตกต่างกัน

ลักษณะของเส้นกราฟถดถอย มีดังนี้

1. ค่า a เป็นค่าคงที่ จะมีค่าเป็นบวก เมื่อเส้นกราฟตัดกับแกน Y เหนือเส้นแกน X ขึ้นไป หากกเส้นกราฟตัดที่จุดกำเนิดหรือจุดกำเนิด (0,0) ค่า a จะมีค่าเป็นศูนย์ ณ จุดนี้ค่า Y จะขึ้นอยู่กับผลของค่า X กับสัมประสิทธิ์การถดถอยเท่านั้น แต่ถ้าเส้นกราฟตัดกับแกน Y ต่ำกว่าแกน X ค่า a จะมีค่าเป็นลบ

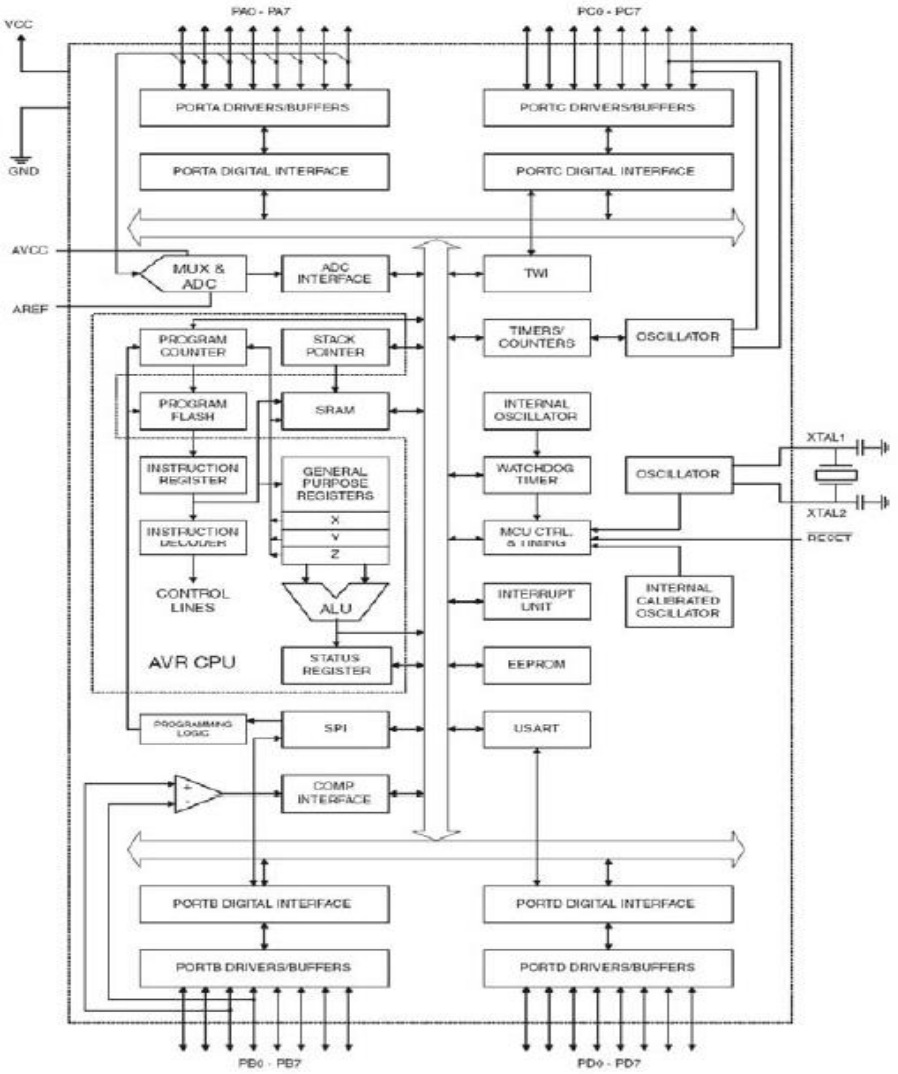
2. ค่า b ที่เป็นค่าสัมประสิทธิ์การถดถอยเป็นความชันของเส้นกราฟ เป็นค่าที่แสดงถึงการเปลี่ยนแปลงของเส้นกราฟ เมื่อตัวแปรอิสระหรือตัวแปรต้น X เปลี่ยนแปลงไปหนึ่งหน่วยจะทำให้ตัวแปร Y เปลี่ยนแปลงไป b หน่วย ถ้าเส้นกราฟมีความชันมาก การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร X จะทำให้ค่าของ Y เปลี่ยนแปลงไปเป็นจำนวนมาก แต่ถ้าความชันมีค่าเท่ากับ 1 การเปลี่ยนแปลงของตัวแปร X จะส่งผลให้ค่าของ Y เปลี่ยนแปลงไปเป็นจำนวนที่สัดส่วนกับค่า X และถ้าความชันมีค่าต่ำ ($b < 1$) จะทำให้ค่าของ Y เปลี่ยนแปลงไปเป็นจำนวนน้อยกว่าค่าของ X

3. ในกรณีที่ a มีค่าเป็นศูนย์ และ b มีค่าเท่ากับ 1 เส้นกราฟจะผ่านจุดกำเนิดและความชันเป็น 45 องศา ซึ่งทำให้ค่าของ X และ Y มีค่าเท่ากัน

4. ถ้าเป็นกราฟชี้ไปทางควอแดรนท์ที่ 1 (Q1) ค่า b จะมีค่าเป็นบวก แต่ถ้าเส้นกราฟชี้ไปทางควอแดรนท์ที่ 2 (Q2) ค่า b จะมีค่าเป็นลบ

AVR Microcontroller

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เป็นส่วนหนึ่งของไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ผลิตโดยบริษัท ATMEL AVR จัดเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลใหม่จาก ATMEL จะมีสถาปัตยกรรมแบบ RISC (Advanced RISC Architecture) จะเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีประสิทธิภาพและความสามารถสูง แบ่งออกเป็นหลายอนุกรม ในแต่ละอนุกรมยังแบ่งออกเป็นหลายเบอร์เพื่อรับรองความต้องการที่แตกต่างของผู้ใช้งานในขณะที่ยังคงความประสิทธิภาพที่เท่ากัน สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์AVR ที่นำเสนอนี้จะเป็นเบอร์ ATmega16 รายละเอียดและคุณสมบัติภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ Atmega16 แสดงดังภาพที่ 2.6

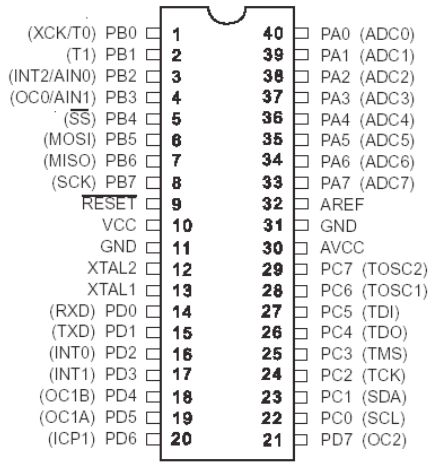


ภาพที่ 2.6 บล็อกไดอะแกรม ATMega16

คุณสมบัติที่สำคัญของ AVR Microcontroller

- สถาปัตยกรรมภายในเป็นแบบ Advanced RISC (Reduce Instruction Set Computer)
- มีคำสั่งควบคุมการทำงานมากกว่า 100 คำสั่ง โดยมีความเร็วในการประเมินผล 1 คำสั่ง ต่อ 1 สัญญาณนาฬิกา (1MIP/1MHz)
- มีรีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไปขนาด 8 บิต จำนวน 32 ตัว
- ความเร็วในการทำงาน 1MIPS ต่อ 1MHz และมากถึง 16 MIPS เมื่อใช้ความถี่ที่ 16 MHz
- หน่วยความจำ ROM แบบ Flash (มีโหมดป้องกันหน่วยความจำ) ขนาด 16 กิโลไบต์
- หน่วยความจำข้อมูลแบบ EEPROM (มีโหมดป้องกันหน่วยความจำ) ขนาด 51 กิโลไบต์
- หน่วยความจำข้อมูลแบบ SRAM 1 กิโลไบต์
- ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ทั้งแบบ 8 บิต และ 16 บิต พร้อมปรีสเกลเลอร์
- มีระบบตรวจสอบความผิดพลาดในการทำงานของซอฟแวร์ (Watchdog Timer with On-Chip Oscillator)
- โมดูลสร้างสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulator) มีจำนวน 4 ช่อง
- มีโมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล (ADC) ขนาด 10 บิต มากถึง 8 ช่อง
- โมดูลเปรียบเทียบแรงดันอะนาลอก (Analog Comparator)
- การสื่อสารข้อมูลอนุกรมมีทั้งแบบ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitters) หรือแบบ RS232 , SPI (Serial Peripheral Interface) และแบบ I ยกกำลัง2 C เป็นต้น
- พอร์ตอินพุตเอาต์พุตขึ้นอยู่กับเบอร์ AVR ที่เลือกใช้งานมีตั้งแต่ 8 ขา จนมากกว่า 100 ขา พอร์ต (ATmega16 มีขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต 32 ขา)
- แรงดันไฟเลี้ยงและความเร็วในการทำงานขึ้นอยู่กับเบอร์ AVR ที่เลือกใช้งานขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของ AVR Microcontroller

ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega16 มีจำนวน 40 ขา โดยแบ่งเป็นขา อินพุตเอาต์พุตอิสระ จำนวน 32 ขา ประกอบไปด้วย PA , PB , PC , PD ขนาด 8 บิต และขาพอร์ตที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณอนาลอกจำนวน 2 ขาพอร์ต คือ AREF และ AVCC รายละเอียดขาพอร์ตทั้งหมดแสดงดังภาพที่ 2.7



ภาพที่ 2.7 ขาพอร์ต AVR (ATMega16) ตัวถังแบบ PDIP

รายละเอียดในแต่ละขาพอร์ต AVR (ATMega16) มีดังนี้

VC ขาแรงดันไฟตรง

GND ขากราวด์

Port A (PA0 - PA7) ขาพอร์ตเป็นอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล ที่กำหนดการพูลอัพภายในขาพอร์ตได้ (internal pull-pu register) และสามารถกำหนดใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตสัญญาณอะนาลอก (A/D Converter) ได้

Port B (PB0 - PB7) เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล กำหนดการพูลอัพภายในขาพอร์ต (internal pull-pu register) และเป็นขาพอร์ตหน้าที่พิเศษอีกด้วย เช่น ขาสำหรับการโปรแกรมชิพ ขาป้อนสัญญาณนาฬิกาภายนอก เป็นต้น

Port C (PC0 - PC7) นอกจากเป็นพอร์ตขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล ที่กำหนดการพูลอัพภายในขาพอร์ตได้ (internal pull-pu register) แล้วเป็นขาพอร์ตหน้าที่พิเศษ เช่น ขาเชื่อมต่อกับดีบักและโปรแกรมด้วยการเชื่อมต่อแบบ JTAG เป็นต้น

Port D (PD0 - PD7) เป็นพอร์ตขาอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล ที่กำหนดการพูลอัพภายในขาพอร์ตได้ (internal pull-pu register) และเป็นขาพอร์ตหน้าที่พิเศษ เช่น ขาเชื่อมต่อพอร์ต อนุกรม ขาอินเตอร์รัปต์เนื่องจากสัญญาณภายนอก เป็นต้น

RESET ขารีเซตจงจร

XTAL1 ขาต่อคริสตอลออสซิเลเตอร์ ช่องที่ 1 ด้านอินพุต

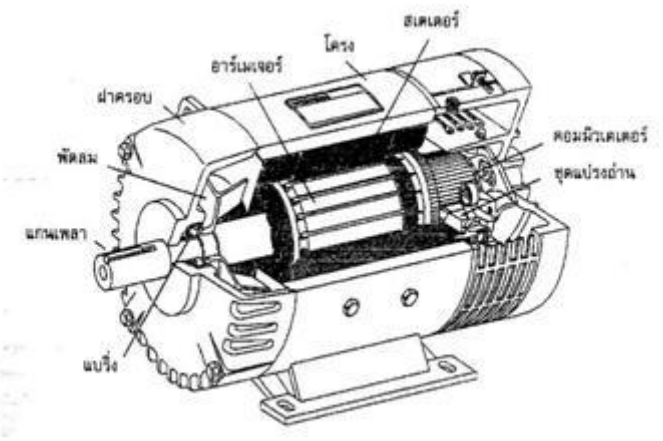
XTAL2 ขาต่อคริสตอลออสซิเลเตอร์ ช่องที่ 2 ด้านเอาต์พุต

AVCC ขาแรงดันสำหรับพอร์ต A และโมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล

AREF ขาแรงดันอะนาลอกอ้างอิงสำหรับโมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอล

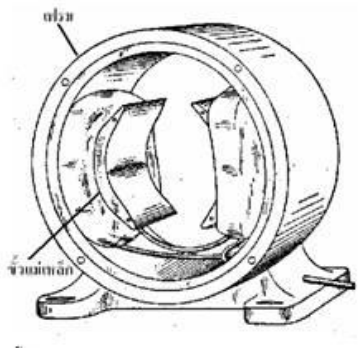
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)

มอเตอร์คือเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลมอเตอร์จะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทที่ใหญ่ ๆ คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) และ มอเตอร์ ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor) ในที่นี่จะกล่าวถึงเฉพาะ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เท่านั้น มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นจะใช้ในงานในด้านการขับเคลื่อนในแบบต่างๆ ที่มีอัตราเร็วไม่สูงมากนัก เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นมีแรงบิดเริ่มต้นที่สูง (Starting Torque) สามารถควบคุมควบคุมอัตราเร็วได้ค่อนข้างง่ายแต่มีข้อเสีย คือ มีโครงสร้างที่ค่อนข้างซับซ้อนมากจึงไม่เหมาะที่จะใช้ในงานที่มีอัตราเร็วสูง ดังรูปที่ 2.8



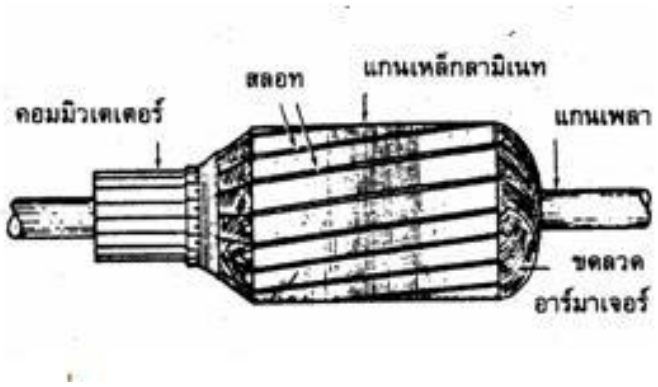
ภาพที่ 2.8 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Motor) ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนที่อยู่กับที่ และ ส่วนที่เคลื่อนที่ เฟรม เป็นโครงสร้างภายนอก ที่เรามองเห็นเป็นตัวมอเตอร์ จะทำหน้าที่เป็นเส้นทางเดินของสนามแรงแม่เหล็ก และเป็นที่ยึดส่วนต่าง ๆ ให้แข็งแรง ขั้วแม่เหล็ก จะประกอบด้วย แกนขั้วแม่เหล็ก ส่วนนี้จะติดอยู่กับเฟรมและขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) ที่พันรอบ ๆ แกนขั้วแม่เหล็ก จะทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอก และสร้างสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดแรงบิดขึ้น (Torque) ดังรูปที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 ขั้วแม่เหล็กและขดลวดแม่เหล็กที่ยึดติดกับเฟรม

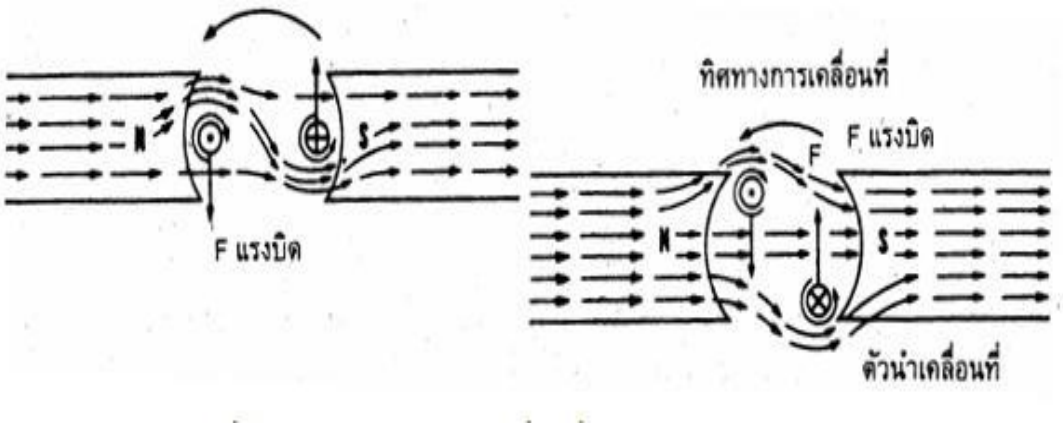
ส่วนที่เคลื่อนที่หรือโรเตอร์ (Rotor) จะมีขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature Winding) ที่พันอยู่บนแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ (Armature Core) และมีคอมมิวเตเตอร์ยึดติดอยู่ที่ปลายของขดลวดอาร์เจอร์ ดังภาพที่ 2.10



ภาพที่ 2.10 โรเตอร์ของมอเตอร์กระแสตรง

ซึ่งในส่วนนี้ คอมมิวเตเตอร์จะทำหน้าที่ในการสัมผัสกับแปรงถ่านคาร์บอน (Carbon Brushes) ที่อยู่ในมอเตอร์เพื่อที่จะให้มีกระแสไหลผ่านไปยังขดลวดอาร์เมเจอร์ ทำให้เกิดการสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นเพื่อให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกันกับสนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแม่เหล็ก ซึ่งจะทำให้มอเตอร์หมุนได้ หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (D.C. Motor) เมื่อมีกระแสไหลผ่านเข้าไปในมอเตอร์กระแสจะแบ่งออกไป 2 ทาง คือ ส่วนที่หนึ่งจะผ่านเข้าไปที่ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นและอีกส่วนหนึ่งจะผ่านแปลงถ่านคาร์บอนและผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นเช่นกัน ซึ่งทั้งสองสนามจะเกิดขึ้นขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กแล้วจะไม่มีการตัดกัน จะมี

แต่การหักล้างและการเสริมกัน ซึ่งทำให้เกิดแรงบิดในอาร์เมเจอร์ ทำให้อาร์เมเจอร์หมุนซึ่งในการหมุนนั้นจะเป็นไปตามกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming's Left Hand Rule) ดังภาพที่ 11



ภาพที่ 2.11 ทิศทางการเคลื่อนที่ของอาร์เมเจอร์ (โรเตอร์)

รายละเอียดพื้นฐานของมอเตอร์ มีอยู่ 4 อย่าง คือ แรงดันไฟฟ้า (Voltage) การไหลของกระแส (Current Dawn) ความเร็ว (Speed) แรงบิด (Torque) แรงดันไฟฟ้า (Voltage) มอเตอร์ทุกตัวจะมีแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานที่แตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัวที่ผู้ผลิตกำหนดมา เช่น มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ เป็นต้น สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นสามารถใช้ไฟกระแสตรงหรือกระแสสลับก็ได้ แต่ถ้าเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับจะใช้ไฟกระแสสลับเท่านั้น และแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์จะมีผลต่ออัตราเร็วและแรงบิดของมอเตอร์คือ ถ้าหากแรงดันไฟฟ้ามากอัตราเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ก็จะมากด้วย การไหลเวียนของกระแส ในการไหลของกระแสนั้นจะกล่าวถึงในกรณีของมอเตอร์ได้รับกระแสจากแหล่งจ่าย ในกรณีที่มอเตอร์ไม่ได้ต่อกับโหลดใด ๆ นั้นจะมีกระแสไหลผ่านน้อย แต่ในกรณีที่มีการใช้งานต่อกับโหลดจะมีปริมาณกระแสที่เพิ่มมากขึ้น การไหลของกระแสนั้นมีความจำเป็นเพราะถ้าหากกระแสไม่พอแล้วมอเตอร์ก็จะไม่มีกำลังเพียงพอสำหรับการขับโหลดและกระแสไฟฟ้า ที่จ่ายให้กับมอเตอร์จะมีผลต่ออัตราเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ด้วย คือ ถ้าหากจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์มากอัตราเร็วและแรงบิดของมอเตอร์ก็จะมากด้วย อัตราเร็วส่วนใหญ่มอเตอร์กระแสตรงจะมีอัตราเร็วปกติที่ 4000-7000 รอบต่อนาที ซึ่งอัตราเร็วของมอเตอร์สามารถลดลงหรือเพิ่มขึ้นได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ถ้าหากต้องการใช้งานที่ต้องการความเร็วมากก็ต้องเลือกมอเตอร์ที่มีอัตราเร็วสูง เป็นต้น

แรงบิด เป็นแรงที่มอเตอร์กระทำกับโหลดในการพิจารณาเลือกมอเตอร์นั้นถ้าหากมีแรงบิดน้อยจะใช้งานได้กับโหลดที่ไม่หนักมากแต่ถ้ามีแรงบิดมากสามารถใช้งานกับโหลดที่มีน้ำหนักมากได้

ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Driver Dc Motor)

ภาพที่ 2.12 ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

ทำหน้าที่ขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ในสิ่งประดิษฐ์โดยจะรับคำสั่งจากไมโครคอนโทรเลอร์แล้วทำการควบคุมกำลังขับเคลื่อนและทิศทางการหมุนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีขนาด 24 โวลท์ 80 แอมป์แปร์ สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ด้วยการปรับความกว้างของสัญญาณพัลส์จากเทคนิคการควบคุมความเร็วของมอเตอร์แบบพัลส์วิทมอดูเลเตอร์(PWM)

แบตเตอรี่(Battery)

ภาพที่ 2.13 แบตเตอรี่ (Battery)

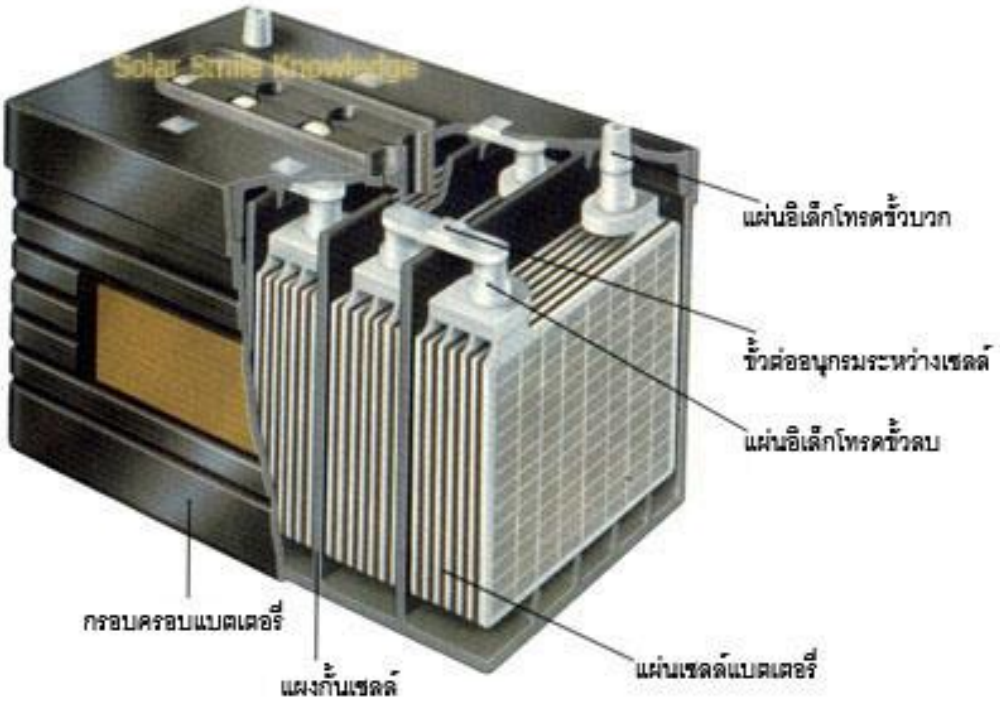
โดยทั่วไป แบตเตอรี่จะแบ่งเป็นสองกลุ่มใหญ่ด้วยกัน ได้แก่ แบตเตอรี่ที่ทำการชาร์จจนเต็มมาจากโรงงาน เช่นแบตเตอรี่นาฬิกา(ถ่านนาฬิกา), แบตเตอรี่ไฟฉาย(ถ่านไฟฉาย)เป็นต้น ซึ่งเมื่อใช้ไฟในแบตเตอรี่จนหมดแล้วก็หมดเลยไม่สามารถกลับนำมาใช้ใหม่ได้ เราเรียกแบตเตอรี่นี้ว่า แบตเตอรี่ปฐมภูมิ (Primary Battery) แบตเตอรี่ที่ทำการชาร์จใหม่ได้เมื่อแบตเตอรี่มีไฟที่อ่อนลง เช่นแบตเตอรี่รถยนต์ เราเรียกแบตเตอรี่นี้ว่า แบตเตอรี่ทุติยภูมิ (Secondary Battery)

ในระบบผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์นั้นจะใช้แบตเตอรี่แบบทุติยภูมิซึ่งสามารถชาร์จได้ใหม่เมื่อแบตเตอรี่มีกำลังไฟที่อ่อนลง ในระบบแบตเตอรี่จะทำงานเก็บพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากแผงโซล่าเซลล์เข้ามาไว้ แล้วปล่อยกำลังไฟฟ้าออกไปให้กับโหลดในเวลาที่ไม่มีแสงอาทิตย์ เช่น ในช่วงเวลากลางคืนหรือเมฆครึ้มตลอดวัน รถยนต์ที่เราใช้งานอยู่ทุกวันเมื่อเปิดวิทยุหรือพัดลมในรถยนต์โดยที่เราไม่สตาร์ทเครื่องยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้าเหล่านั้นก็ทำงานได้ปกติ แต่เมื่อเปิดไปนานๆ จนไฟในแบตเตอรี่เริ่มหมดลง แรงดันในแบตเตอรี่ก็จะเหลือน้อยลง ต้องทำการชาร์จแบตเตอรี่ใหม่ การชาร์จประจุของแบตเตอรี่ในรถยนต์ทำได้โดยการสตาร์ทเครื่องยนต์รถ เพื่อจะทำให้เพลาขับไปหมุนเอาเตอเนเตอร์ผลิตไฟกระแสตรงชาร์จให้กับแบตเตอรี่ต่อไป จนแบตเตอรี่กลับมามีแรงดันไฟฟ้าที่เต็มเหมือนเดิม ซึ่งเวลาเครื่องยนต์กำลังทำงานอยู่เราก็สามารถเปิดวิทยุและพัดลมได้เหมือนเดิม เพราะว่าทุกอย่างไม่ว่าจะเป็นแบตเตอรี่ โหลด เครื่องยนต์ และเอาเตอเนเตอร์ต่อทำงานร่วมกันอยู่ในระบบ ถ้าเปรียบเทียบหน้าที่การทำงานของแบตเตอรี่ของระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์ก็คล้ายกับแบตเตอรี่ในรถยนต์นั่นเอง เพียงแต่ไฟฟ้าที่นำมาชาร์จประจุจะผลิตจากแผงโซล่า

เซลล์โดยผ่านเครื่องควบคุมการชาร์จ ส่วนโหลดอาจจะเป็นโหลดไฟฟ้ากระแสตรง หรือถ้าต้องการใช้งานกับโหลดไฟฟ้ากระแสสลับก็ต้องต่อผ่านอินเวอร์เตอร์อีกทีหนึ่ง แบตเตอรี่ที่ใช้กับระบบผลิตไฟฟ้าจากโซล่าเซลล์จะมีหลายชนิด เช่น ลีดเอซิด (Lead-Acid Battery), อัลคาไลน์ (Alkaline), นิคเกิลแคดเมียม (Nickel-Cadmium) แต่ที่นิยมใช้กันมากที่สุดก็คือ แบตเตอรี่ลีดเอซิด เพราะมีอายุการใช้งานที่ยืนยาวและมีการปล่อยประจุ (กระแสไฟฟ้า) ที่สูง

โครงสร้างภายในของแบตเตอรี่แบบลีดเอซิด (Lead-Acid Battery)

ภายในลีดเอซิดแบตเตอรี่จะประกอบด้วยเซลล์อยู่ภายในโดยต่อกันแบบอนุกรม จำนวนเซลล์ก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบแบตเตอรี่นั้นๆว่าให้มีค่าแรงดันใช้งานที่เท่าไร โดยทั่วไปหนึ่งเซลล์มีแรงดันประมาณ 2 โวลท์ ตัวอย่างเช่นแบตเตอรี่รถยนต์มีแรงดันใช้งานที่ 12 โวลท์ ดังนั้นข้างในแบตเตอรี่จะประกอบด้วยเซลล์ 6 เซลล์ต่ออนุกรมกันอยู่ ดังรูปที่ 2.14



ภาพที่ 2.14 ส่วนประกอบของแบตเตอรี่