บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน [6]

2.1.1 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 1

วัตถุจะรักษาสภาพนิ่งหรือเคลื่อนที่สม่ำเสมอในแนวตรงนอกจากจะมีแรงลัพธ์ซึ่งมีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำจะได้สมการการเคลื่อนที่เป็น $\sum_{i=1}^{x} \vec{F} = 0$ (บางครั้งเรียกว่า กฎแห่งความเฉื่อย)

2.1.2 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 2

ถ้ามีแรงลัพธ์ซึ่งมีขนาดไม่เป็นศูนย์มากระทำต่อวัตถุ วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่งในทิศทางเดียวกับแรงลัพธ์ที่มากระทำขนาดของความเร่งจะแปรโดยตรงกับแรงลัพธ์ และแปรผกผันกับมวลของวัตถุนั้นจะได้ สมการของการเคลื่อนที่เป็น $\vec{F} = m\vec{a}$

2.1.3 กฎการเคลื่อนที่ของนิวตันข้อที่ 3

เมื่อมีแรงกิริยา ย่อมมีแรงปฏิกิริยาซึ่งมีขนาดเท่ากันและมีทิศทางตรงกันข้ามเรียกแรงกิริยาและแรงปฏิกิริยาคู่ใด ๆ ว่า แรงคู่ปฏิกิริยา แรงคู่ปฏิกิริยาใดมีสมบัติ 3 ประการคือ

1. เกิดขึ้นพร้อมกัน
2. มีขนาดเท่ากัน
3. ทำซึ่งกันและกัน

2.2 แรงที่เกี่ยวข้องกับกลศาสตร์

2.2.1 แรงโน้มถ่วงของโลก (Gravitational force : $\vec{w} = m\vec{g}$) คือ แรงที่โลกกระทำต่อมวลของวัตถุทำให้ วัตถุมีน้ำหนัก

2.2.2 แรงตึงในเส้นเชือก (Tension force) คือแรงที่เกิดขึ้นในเส้นเชือกที่ถูกขึงตึง โดยที่ ในเส้นเชือกเดียวกันย่อมมีแรงตึงเท่ากันทุกจุด และทิศทางของแรงตึง มีทิศทางอยู่ในแนวของเส้นเชือก

2.2.3 แรงต้านของอากาศ (Air resistance force) คือแรงที่อากาศต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุแรงต้านของอากาศจะมีขนาดแปรโดยตรงกับอัตราเร็วของวัตถุยกกำลังต่าง ๆ และมีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุ

2.2.4 แรงหนืด (Viscosity force) คือแรงที่ ของเหลวต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ สำหรับวัตถุทรงกลม รัศมี r เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร็ว v ในของเหลวหรือก๊าซ ที่มีความหนืด

2.2.5 แรงเสียดทาน (Friction force) คือแรงที่ต่อต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดขึ้น ระหว่างผิวสัมผัสของวัตถุ กับพื้นผิวใด ๆ มี 2 ประเภทคือ

- แรงเสียดทานสถิต (Static friction : $\vec{f}_s$) เกิดขึ้นในวัตถุที่หยุดนิ่ง ในขณะที่วัตถุเริ่มเคลื่อนที่ แรงเสียดทานสถิต จะมีค่าสูงสุดเรียกว่า starting friction or limiting friction
- แรงเสียดทานจลน์ (Kinetic friction : $\vec{f}_k$) เกิดขึ้นในวัตถุที่มีการเคลื่อนที่ แบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

  - sliding friction เกิดจากการไถลของวัตถุชนิดหนึ่งบนวัตถุอีกชนิดหนึ่ง

  - rolling friction เกิดจากการกลิ้งไปของวัตถุชนิดหนึ่งบนวัตถุอีกชนิดหนึ่ง

2.3 กฎของแรงเสียดทาน

- มีทิศทางตรงข้ามกับการเคลื่อนที่ของวัตถุที่ผิวสัมผัส
- ขนาดของแรงขึ้นกับชนิดของคู่ผิวสัมผัสนั้น ๆ
- ขนาดของแรงไม่ขึ้นอยู่กับพื้นที่ผิวสัมผัสหรือรูปร่างของวัตถุในระหว่างผิวสัมผัสคู่ใด ๆ
- ขนาดของแรงเสียดทานจะแปรผันตรงกับแรงปฏิกิริยาที่ตั้งฉากกับผิวสัมผัส

2.3.1 สัมประสิทธิ์ของแรงเสียดทาน

คือ อัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานต่อแรงปฏิกิริยาที่ตั้งฉากกับผิวสัมผัส มี 2 ชนิด

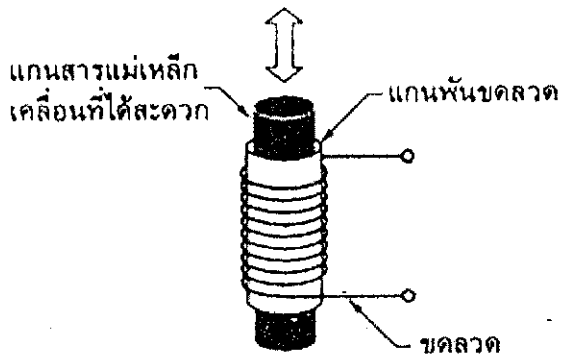
- สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานสถิต $\mu_s = \frac{f_s}{N}$
- สัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจลน์ $\mu_k = \frac{f_k}{N}$

2.3.2 สมบัติสัมประสิทธิ์ของความเสียดทาน

- เป็นอัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานต่อแรงปฏิกิริยา
- ไม่ขึ้นกับขนาดของพื้นที่ผิวสัมผัส
- ขึ้นอยู่กับชนิดของวัตถุที่เป็นคู่ผิวสัมผัส
- ขึ้นกับลักษณะของคู่ผิวสัมผัส
- ขึ้นกับอุณหภูมิของผิวสัมผัส ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นสัมประสิทธิ์ของความเสียดทานจะลดลง

2.4 โซลินอยด์ [5]

รากศัพท์ของโซลินอยด์น่าจะมาจากคำว่า โซเลน (Solen) ซึ่งมี ความหมายทางแพทย์เป็นคล้ายๆ เฝือกหุ้มอวัยวะที่ได้รับบาดเจ็บ ซึ่งก็อาจจะอยู่ในลักษณะของปลอกแขนหรือปลอกขา เมื่อมี ประดิษฐ์กรรมตัวนี้เกิดขึ้น ซึ่งโครงสร้างของมันก็คือ ขดลวดพันรอบๆ แกนสารแม่เหล็ก (ดังเช่น รูปที่ 2.1) นั้นเอง ลักษณะก็ เป็นคล้ายๆ ทรงกระบอก เช่นกัน



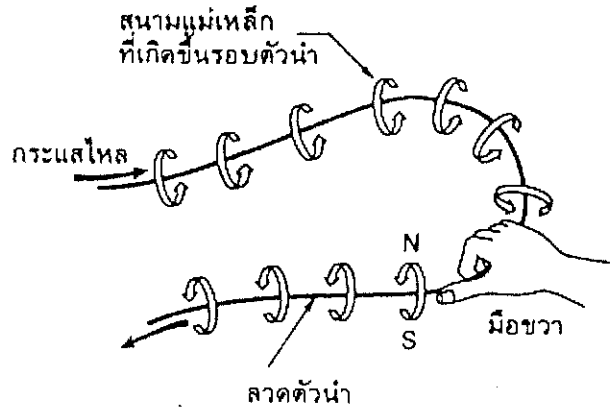
รูปที่ 2.1 โครงสร้างพื้นฐานของโซลินอยด์

เราใช้โซลินอยด์มาประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการเชื่อมโยงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกลโดยตรง โดยสัญญาณไฟฟ้า ที่ป้อนเข้ามาทางขดลวด จะทำให้แกนสารแม่เหล็กของโซลินอยด์เกิดการเคลื่อนที่ขึ้น การเคลื่อนที่นี้เองที่เรานำไปใช้ประโยชน์ เช่น ขัดกลอนประตูเอาไว้ ไปถีบกระเดื่องทำให้

กลไกทำงาน หรือ หยุดทำงาน ฯลฯ เราจะมาศึกษาโซลินอยด์ที่ใช้กันซึ่งมีทั้ง ชนิดใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ และไฟฟ้ากระแสตรง

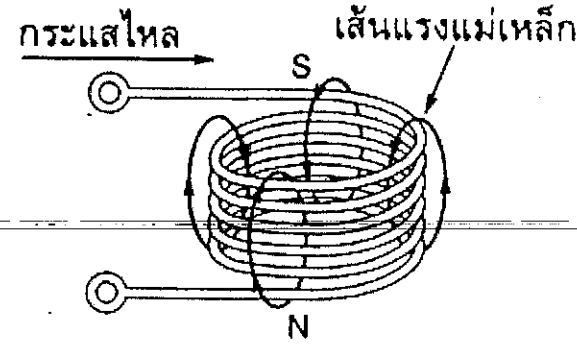
2.4.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์

คุณ เออร์สเตด เป็นผู้ตั้งกฎ (ตามหลักความเป็นจริงที่ค้นพบ) ว่า เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดตัวนำใดๆ ก็ตามจะ เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆตัวนำนั้น (ดูรูปที่ 2.2) และแกยังออกกฎมือขวามาให้ดูทิศทางเส้นแรงแม่เหล็กด้วย คือ ถ้าเอามือขวากำรอบเส้นลวด โดยนิ้วหัวแม่มือแทนทิศทางกระแสไหล นิ้วที่เหลือทั้งหมด (ซึ่งมี 4 นิ้ว และ จะหันไปทางเดียวกัน) จะแสดงทิศทางเส้นแรง แม่เหล็กจากขั้วใต้ไปขั้วเหนือ



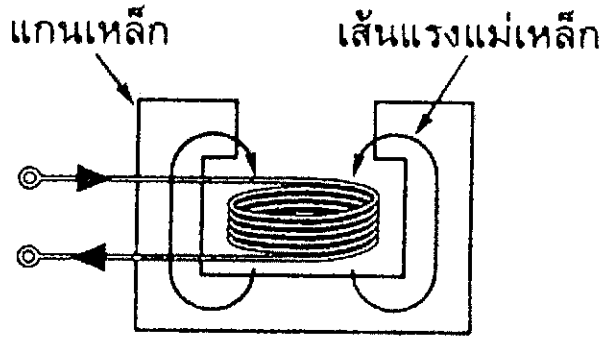
รูปที่ 2.2 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวด

เมื่อเราเอาเส้นลวดแบบตะกี้นี้แต่ยาวกว่าหน่อยมาขดเป็นวงๆ หลายๆ วง ก็จะเกิดลักษณะของขดลวดขึ้น ดังรูปที่ 2.3 สนาม แม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแต่ละขดจะอยู่ใน ทิศทางเสริมกัน และ ก่อกำเนิดเป็นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กถาวรแท่งหนึ่ง ซึ่ง พร้อมที่จะดูดสารแม่เหล็กทันที แต่เนื่องจากสภาพรอบๆ ขดลวดอาจเป็นอากาศ เส้นแรงแม่เหล็กจึงไม่เข้มข้นมากนัก



รูปที่ 2.3 ทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล

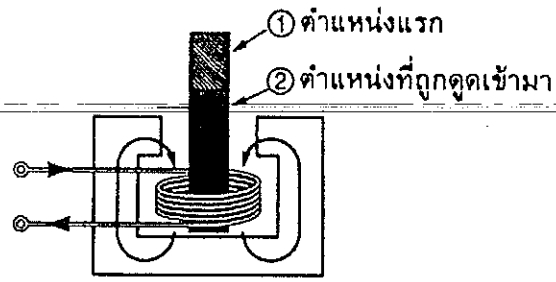
เพื่อที่จะไม่ให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจาย เขาจึงใส่แกนเหล็กอ่อนรูปตัว C เข้ามารอบๆ ขดลวด เพื่อให้สนาม แม่เหล็กมากขึ้นดังรูปที่ 2.4 ถ้าเอาแกนกระทุ้ง (plunger) มาใส่เข้าไปตรงกลางขดลวดในตำแหน่งที่ 1 แกนกระทุ้งจะถูกดูด ให้ลึกเข้ามาจนสนิทในตำแหน่งที่ 2 ยิ่งระยะทางใกล้มากเท่าไร แรงดูดก็จะมากขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 2.4 การเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก

มีข้อแตกต่างอยู่ระหว่างโซลินอยด์ไฟตรง และโซลินอยด์ไฟสลับ คือ ในโซลินอยด์ไฟตรง กระแสที่ไหลในขดลวด จะค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าแกนกระทุ้งจะอยู่ในตำแหน่งใดก็ตาม แต่โซลินอยด์ไฟสลับ กระแสในขณะที่แกนกระทุ้ง อยู่นอกขดลวดจะมีค่าสูง และเมื่อแกนกระทุ้งถูกดูดเข้ามาจนสุดขดลวด กระแสจะลดต่ำลง. ลักษณะแบบนี้นี่เองที่ทำให้เราต้อง ระวังอย่าให้เกิดการกระทุ้งในโซ

ลินอยด์ไฟสลับ เพราะจะทำให้เกิดกระแสมากๆ ไหลค้างอยู่ ทำให้ขดลวดร้อนขึ้น และ อาจจะไหม้เสียหายได้



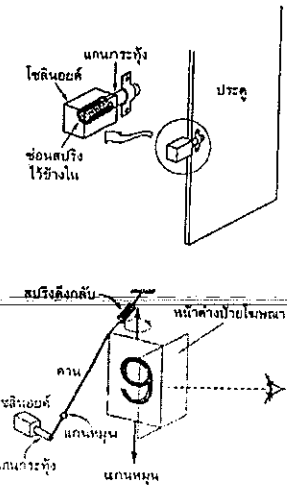
รูปที่2.5 การเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง

ในโครงสร้างของโซลินอยด์แบบไฟสลับนั้น จะต้องพันขดลวด shaded coil หรือ แหวน (ring) ซึ่งเป็นลวดพัน รอบแกนเหล็กเพียงรอบเดียว หรือไม่กี่รอบลัดวงจรเอาไว้เลย จุดประสงค์ที่พันไว้เพราะในไฟสลับ กระแสจุลดลงมาเป็นศูนย์ นี้เองทำให้แรงดูดแม่เหล็กลดลง และ ทำให้เกิดเสียงหึ่งๆ ขึ้น และการดูดก็ไม่แน่นแฟ้น ขดลวดแหวนที่เพิ่มเติมเข้าไปนี้ จะทำ ให้วงจรแม่เหล็กเกิดเป็นสภาพ 2 เฟส คือ แม้ในขณะที่กระแสเป็นศูนย์ ก็ตาม. ขดลวดแหวนซึ่งมีกระแสที่เกิดจากการเหนี่ยว นำกับสนามแม่เหล็ก จะยังคงมีแรงแม่เหล็กมาเสริมการดูดในช่วงนี้ได้ แต่ก็จะทำให้เกิดการสูญเสีย (loss) ของความร้อนในขดลวดบ้างเป็นข้อแลกเปลี่ยน

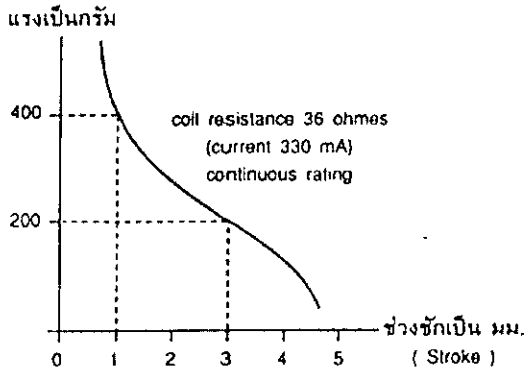
2.4.2 ขั้นตอนการเลือกใช้โซลินอยด์

เราจะคำนึงถึงหลักใหญ่ๆ คือ

1. แรงดันใช้งานไม่ว่าจะเป็นไฟตรงหรือไฟสลับ ถ้าเป็นไฟสลับก็ต้องดูความถี่ใช้งานให้ตรงตามต้องการด้วย
2. ช่วงชักใช้งาน (operating stroke) ของโซลินอยด์จะต้องเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าใด (จะกำหนดเป็นมิลลิเมตร)
3. ขนาดของโหลด ว่าต้องใช้แรงขนาดเท่าใด มักจะบอกเป็นกรัม
4. ใช้งานต่อเนื่องหรือไม่การใช้งานต่อเนื่อง (continuous) หมายถึง เราอาจจะใส่แรงดันไฟเข้าขดลวดค้างไว้ได้เลย โดยขดลวดไม่ไหม้ หรือ เป็นแบบจังหวะๆ (intermitent duty)



รูปที่2.6 ตัวอย่างการนำโซลินอยด์ที่แรงดึงไม่มากนักไปใช้งาน



รูปที่ 2.7 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงกับระยะช่วงชักของโซลินอยด์ไฟตรง 12 V ยี่ห้อโคอิเกะรุ่น SB-102

ในรูปที่ 2.7 เป็นตัวอย่างกราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงกับระยะช่วงชักของโซลินอยด์ จะเห็นว่าช่วงชักไกลๆจะมีแรงน้อยมากและที่ระยะใกล้เข้ามาแรงก็จะมากขึ้นเป็นทวีคูณในกรณีนี้โซลินอยด์จะให้แรงดูด 200 กรัม ที่ระยะช่วงชัก 3 มม. และ จะให้แรงถึง 400 กรัมในช่วงชักสั้นๆ ขนาด 1 มม.

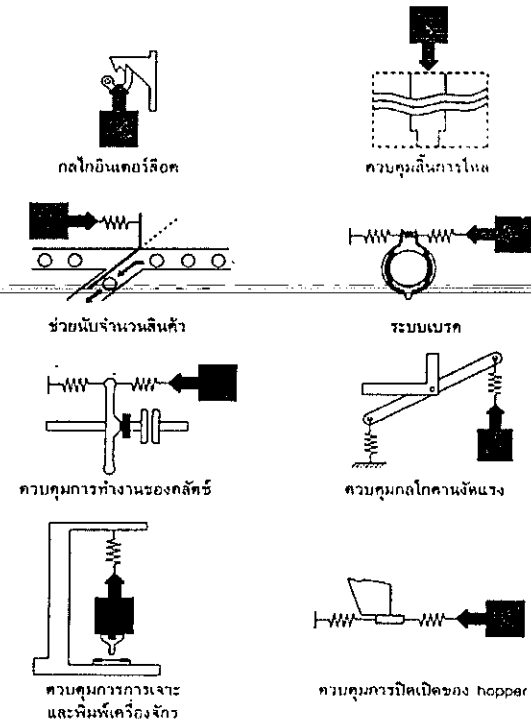
2.4.3 แนวความคิดในการนำเอาโซลินอยด์ไปประยุกต์ใช้

สำหรับโซลินอยด์ที่แรงดึงไม่มากนัก

- ทำเป็นกลอนล็อกประตู เมื่อมีแรงดันมาที่ขอลวด โซลิ นอยด์ก็จะดึงแกนกระทุ้งกลับ เป็นการปลดล็อก
- ชูป้ายโฆษณา (display) ในกรณีนี้ถ้าโซลินอยด์ยังไม่ทำงาน สปริงจะดึงป้ายให้ตั้งฉากกับหน้าต่างป้ายทำให้เรา ไม่เห็นตัวหนังสือ แต่ถ้าโซลินอยด์ ได้รับแรงดันเข้ามา แกนกระทุ้งจะถูกดูดทำให้คานดีดงัด หน้าป้ายโฆษณาออกมา ให้เราเห็นได้
- ใช้กับกลไกของเล่นที่ทำด้วยอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น หุ่นยนต์ รถยนต์ และ อื่นๆ อีกมาก

สำหรับโซลินอยด์ที่มีแรงดึงมาก (เช่นในงานอุตสาหกรรม)

- กลไกอินเตอร์ล็อก ใช้กับพวกเครื่องหยอดเหรียญต่างๆ , เครื่องเล่นทางอิเล็กทรอนิกส์ , กระเดื่องทริป ของเซอกิตเบรกเกอร์,ฯลฯ
- ควบคุมลิ้นของไหล พวกลิ้นปิดเปิดทางเดินของลม หรือ น้ำมันในระบบนิวแมติก และ ไฮโดรลิกส์ , ควบคุมลิ้นทิ้งน้ำของ เครื่องซักผ้า
- ช่วยในการนับจำนวนสินค้า โดยวงจรนับจะส่งแรงดันมาที่โซลิ นอยด์ เป็นช่วงเวลาที่จะได้จำนวนตามต้องการ.โซลิ นอยด์ จะดูด และ เบนทิศทางสินค้าไปลงหีบห่อ ตามจำนวนที่ถูกต้อง
- ระบบเบรก ใช้ควบคุมระบบเบรกในเครื่องจักรกล , เครื่องมือช่างไม้ , ลิฟท์ , รอก ฯลฯ
- ควบคุมการทำงานของคลัทช์ โดยการดึงให้หน้าคลัตช์เข้ามาแตะกันเป็นการถ่ายทอดกำลังผ่านไปได้
- ควบคุมกลไกคานงัดแรง ในเครื่องมือสำนักงาน , เครื่องเล่นอิเล็กทรอนิกส์ , เครื่องบันทึกสัญญาณ
- ควบคุมการเจาะและพิมพ์ของเครื่องจักร ก็โดยการดัดแปลงติดตั้งหัวเจาะ และ พิมพ์เข้าบนแกนของโซลินอยด์
- ควบคุมการปิดเปิดของฮอปเปอร์ (hopper - คล้ายกับปากกรวย มีหน้าที่เป็นทางไหลของวัตถุที่อยู่ในโซโล)



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการนำโซลินอยด์ที่มีแรงดึงมากไปใช้งาน

2.5 สายโอเวอร์เฮดกราวนด์ [1]

นอกจากบนเสาจะมีสายไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้าแล้วยังมีสายตัวนำซึ่งทำหน้าที่ป้องกันสายไฟฟ้ามิให้เสียหายเนื่องจากถูกฟ้าผ่า สายนี้จะขึงอยู่เหนือเสาไฟฟ้าบนยอดเสามีสายต่อลงดินตามลักษณะการออกแบบ การติดตั้งสายโอเวอร์เฮดกราวน์จะต้องครอบคลุมสายไฟฟ้าทุกเส้นได้ทั้งหมดดังจะเห็นว่าเสาบางแบบจะมีสายโอเวอร์เฮดกราวน์เพียงสายเดียว บางแบบมีสองเส้นทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการป้องกันฟ้าผ่าสายไฟฟ้าและเนื่องจากสายโอเวอร์เฮดกราวน์เป็นเหล็กจึงมีปัญหาเรื่องการเกิดสนิมซึ่งเป็นอันตรายต่อสายมากจึงป้องกันโดยการใช้สายเหล็กอาบสังกะสีหรืออาบอลูมิเนียมเพื่อป้องกันสนิมดังกล่าว

สายโอเวอร์เฮดกราวน์โดยทั่วไปจะประกอบด้วยเหล็ก 7 เส้น มีใช้หลายขนาด เช่นขนาด38 ตารางมิลลิเมตร ,50 ตารางมิลลิเมตร และ 55 ตารางมิลลิเมตร

โดยทั่วไปสายโอเวอร์เฮดกราวน์แบ่งออกได้เป็น 3 ชนิด คือ สายเหล็กตีเกลียวอาบสังกะสี (Galvanized Steel Wire Strand) ,สายเหล็กตีเกลียวอาบอลูมิเนียม (Aluminium Steel Wire Strand),สายเหล็กตีเกลียวเคลือบอลูมิเนียม(Aluminium Clad Steel Wire)

2.5.1 อุปกรณ์สำหรับสายโอเวอร์เฮดกราวน์

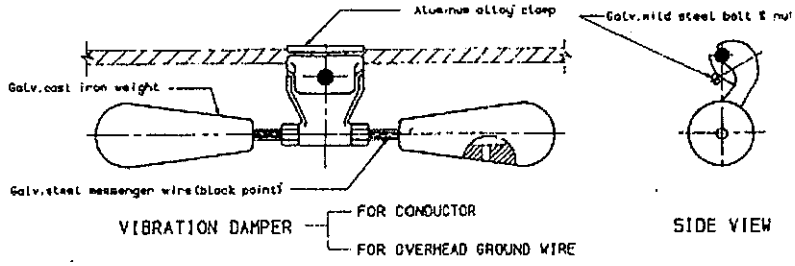
ที่ปลายสุดของเสาไฟฟ้าจะมีสายโอเวอร์เฮดกราวนด์เพื่อป้องกันฟ้าผ่าอุปกรณ์ของสายส่งที่อยู่ด้านล่าง ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้ขนาด 3/8"(3 หุน) เป็นสายเหล็กอาบสังกะสีตีเกลียว 7 เส้น ส่วนชุดอุปกรณ์ต่อแยกได้เป็น 2 ชนิด คือแบบชนิดแขวน (Suspension Type) และแบบชนิดแรงดึง (Tension Type)

2.5.1.1 ไวเบรชั่นแดมเปอร์ (Vibration Damper)

ใช้ยึดติดกับเสาไฟฟ้าหรือสายโอเวอร์เฮดกราวนด์ตรงบริเวณที่ใกล้กับแคลมป์ เพื่อใช้ในการลดแรงสั่นสะเทือนในสายอันเกิดจากแรงลมพัดซึ่งถ้าเกิดให้สายนั้นแกว่งโดยปราศจากการลดแรงสั่นสะเทือนแล้ว สายตรงจุดที่ติดกับซัสเปนชันแคลมป์ชำรุดได้การติดแดมเปอร์จะติดออกจากจุดกึ่งกลางของซัสเปนชันแคลมป์ไปทั้งสองข้าง ส่วนระยะ ขนาด และจำนวนขึ้นอยู่กับขนาดของสายไฟฟ้าและความยาว

2.5.1.2อุปกรณ์คั่นสาย (Spacer)

สำหรับสายไฟฟ้าสองเส้นเป็นชนิดบาร์ฮิงค์ (Bar Hing) ซึ่งสามารถขยับตัวตามสบายได้และชนิด ริกิด (Rigid)ซึ่งมีลักษณะยึดแน่นและแข็งแรง สำหรับชุดจัมเปอร์ลูป(Jumper Loop) หน้าที่ของสเปซเซอร์ใช้ยึดสายเพื่อไม่ให้สายพันกัน ดังนั้นนอกจากจะมีความแข็งแรงแล้ว สเปซเซอร์ต้องมีความนำไฟฟ้าที่ดีด้วย



รูปที่ 2.9 ไวเบรชั่นแดมเปอร์ (Vibration Damper)

อุปกรณ์คั่นสายสำหรับสายสองเส้นจะใช้ชนิด Barsocket หรือ Hing Type และ ชนิด Rigid Type สำหรับ Jumper Loop ตาม Specification No. C-2 Revision 5 สำหรับงานก่อสร้างสายส่ง ซึ่งจัดทำโดย ฝวศ. กำหนดไว้ดังนี้

1. Spacer ซึ่งยึดกับสายสองเส้นเรียงกันในแนวราบ เพื่อไม่ให้สายแตะกันในขณะใช้งานปกติ จะติดทุกความยาว 80 เมตร

2. Spacer นี้จะต้องทนต่อแรงกด แรงดัน ซึ่งจะเกิดขึ้นขณะใช้งานปกติ และเมื่อเกิด Fault ในสายส่ง และจะต้องไม่ทำให้สายเสียหายได้

3. Spacer จะต้องยึดกับสายได้แน่นพอ โดยที่เมื่อเกิดการหมุนหรือบิดตัวแล้ว Spacer ยังคงยึดอยู่กับสายเดิมโดยไม่เสียรูป ระยะห่างระหว่างสายยังคงเดิมคือ 40 เซนติเมตร

4. เมื่อสายมีการแกว่งในแนวดิ่ง Spacer ต้องไม่ทำอันตรายต่อสาย และตัวของ Spacer เองจะต้องไม่เสียหาย

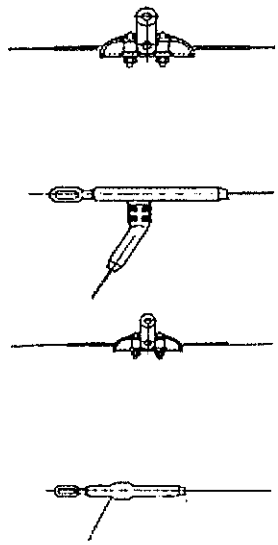
5. Spacer จะต้องต้านทานการหมุนของสายในแนวดิ่งได้ เพื่อป้องกันการตีเกลียว

6. Spacer จะต้องทำให้ไม่เกิดโคโรน่า และคลื่นวิทยุรบกวน

7. Spacer จะต้องเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เพื่อไม่ให้เกิดการ Spark เมื่อมีการถ่ายเทกระแสระหว่างสาย

8. Spacer จะต้องมีโครงสร้างง่าย ๆ สะดวกต่อการติดตั้งกระแส พร้อมทั้งสามารถติดตั้งและถอดโดยวิธี Hot Line ได้ด้วย

9. Spacer จะทำด้วยวัสดุที่คงทน ใช้งานได้ในสภาวะอากาศเลวร้ายมีมลภาวะส่วนที่มีการสัมผัสทางไฟฟ้าจะต้องทำด้วยอลูมิเนียม



รูปที่ 2.10 อุปกรณ์การต่อสาย Suspension Overhead Ground ในแบบต่างๆ

2.6 รีเลย์ [2]

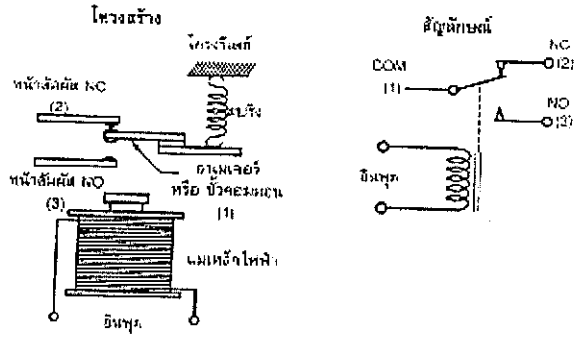
รีเลย์ (RELAY) คืออุปกรณ์ที่นำมาใช้งานเพื่อถ่ายทอดกำลัง เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้า เพียงเล็กน้อยก็สามารถที่จะควบคุมวงจรกำลังสูงๆ ที่ต่ออยู่กับหน้าสัมผัส (คอนแทกต์) ของรีเลย์ได้

รีเลย์ ภายในจะประกอบไปด้วยหน่วนสร้างสนามแม่เหล็ก หรือคอยล์ของรีเลย์ เมื่อเราป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าไปในหน่วยสร้างสนามแม่เหล็ก จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กดูดหน้าสัมผัสของรีเลย์ให้แตะติดกัน เมื่อหยุดป้อนกระแสไฟฟ้า หน้าสัมผัสดังกล่าว ก็จะกลับคืนสู่ตำแหน่งเดิมด้วยแรงหดตัวของสปริง

หน้าสัมผัสของรีเลย์จะเรียกว่าขั้ว (pole) หน้าสัมผัสรีเลย์ที่เมื่อได้รับกระแสแล้วดูดติดกันจะเรียกว่าหน้าสัมผัสแบบ normally open (NO) ส่วนหน้าสัมผัสที่สภาวะปกติแตะกันอยู่ เมื่อได้รับกระแสไฟฟ้าป้อนให้ถึงจะแยกจากกัน เรียกหน้าสัมผัสแบบnormally closed (NC)

2.6.1 ข้อดีของรีเลย์

1) สามารถรับโหลด(LOAD)ได้มาก(ปิดเปิดวงจรที่มีกระแสมากได้)
2) ทนภาวะโหลดเกิน (OVERLOAD CAPACITY) ได้มาก
3) มีเสถียรภาพมากต่อสัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า (ELECTRIAL NOISE)
4) คุณสมบัติเกี่ยวกับอุณหภูมิดีมาก
5) สามารถแยกอินพุตและเอาท์พุตออกจากกันได้อย่างเด็ดขาด
6) สามารถตรวจเช็คสภาพการทำงาน (หน้าสัมผัสปิดหรือเปิด) ได้โดยง่าย



รูปที่ 2.11 โครงสร้างรีเลย์

2.6.2ข้อเสียของรีเลย์

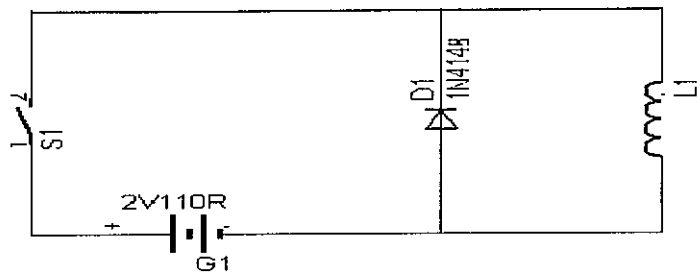
1) สิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้ามาก
2) เนื่องจากหน้าสัมผัสจะสึกกร่อนทำให้อายุการใช้งานจำกัด
3) การทำงานช้า

4) อาจจะทำงานผิดพลาดถ้าได้รับการสั่นสะเทือน-เชิงกล(MECHANICAL VIBRATION) หรือ กระแทกเชิงกล (MECHANICAL SHOCK)
5) มีข้อจำกัดในการทำให้ขนาดอุปกรณ์เล็กลง
6) ในขณะรีเลย์ทำงาน คือขณะเปิดหรือปิดหน้าสัมผัส ในช่วงขณะนั้นจะทำให้เกิดสัญญาณรบกวนไปที่บอร์ดควบคุมได้

2.6.3 การป้องกันหน้าสัมผัส

การสวิตชิ่งโหลดที่อินดักทีฟจะเป็นตัวสร้างปัญหาเป็นอย่างมากเพราะกระแสไหลผ่านขดลวดนั้นไม่สามารถที่จะหยุดได้ทันทีทันใด โดยถ้าขดลวดถูกเปิดออกทันที ขณะที่มีกระแสไหลอยู่ก็จะเกิดสนามแม่เหล็กยุบตัวอย่างรวดเร็ว ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นอย่างสูง(BACK E.M.F) โดยมีขั้วเช่นเดียวกับกระแสที่ไหลซึ่งจะเป็นต้นเหตุให้หน้าสัมผัสพังได้เนื่องจากเกิดการอาร์คอย่างรุนแรง เราจึงต้องทำให้กระแสที่ไหลเมื่อเลิกจ่ายไฟให้ขดลวดไหลไปทิศทางอื่น โดยสามารถทำได้ดังนี้

ต่อไดโอด BIAS กลับเมื่อโหลดเป็นแบบไฟฟ้ากระแสตรงโดยไดโอดควรจะทนแรงดันที่จ่ายให้ขดลวดอีก 50 เปอร์เซ็นต์ และอัตราทนกระแสจะต้องมากกว่าค่าของกระแสที่ไหลผ่านโหลดยามปกติ



รูปที่ 2.12 การต่อDIODE ป้องกันหน้าสัมผัส

2.7 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051 [2]

ไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล MCS-51 ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรเลอร์หลายรุ่น (version) ซึ่งมีสถาปัตยกรรมพื้นฐานที่เหมือนกัน เพียงแต่มีขนาดหรือจำนวนของหน่วยทำงานภายในที่แตกต่างกันออกไป เพื่อ ความเหมาะสมในงานประยุกต์ต่าง ๆ ตามความต้องการ ดังแสดงให้เห็นในตารางของรูปที่ 2.13 โดยมีทั้งลักษณะที่ใช้เทคโนโลยีการผลิตไอซีวงจรรวมความจุสูงมาก (LSI) แบบ HMOS หรือ

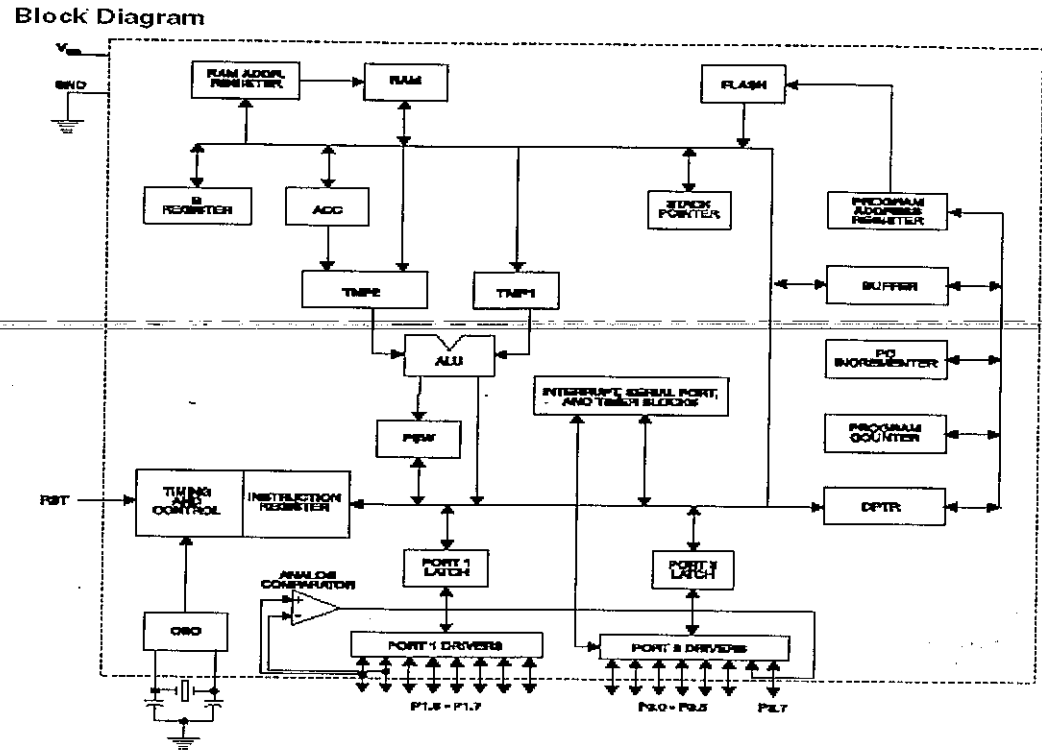
CHMOS ซึ่งมีคุณลักษณะที่สูงมากขึ้นและสิ้นเปลืองกำลังไฟฟ้าน้อยกว่ามาก อย่างไรก็ตามการอ้างถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในที่นี้จะเรียกรวมกันว่า 8051 แทน

2.7.1 คุณลักษณะพื้นฐานของ 8051

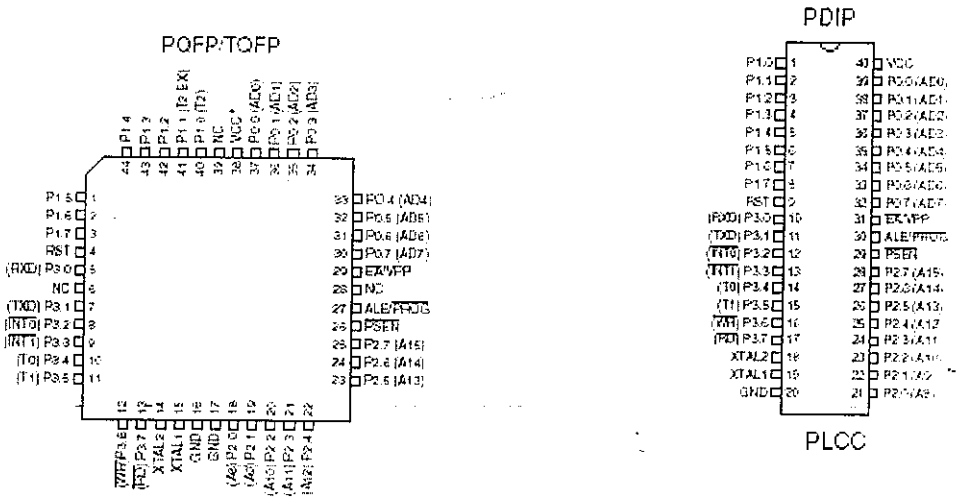
จากแผนภาพในรูปที่2.13 แสดงให้เห็นถึงหน่วยการทำงานพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ต่าง ๆ ที่จัดอยู่ภายในตระกูล MCS-51 นี้ประกอบด้วย

- หน่วยประมวลผลกลางขนาด 8 บิต
- หน่วยประมวลผลสำหรับข้อมูลแบบบิต (Boolean Processor)
- ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำโปรแกรม 64 กิโลไบต์
- ความสามารถในการอ้างตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูล 64 กิโลไบต์
- หน่วยความจำโปรแกรมภายในขนาด 4 กิโลไบต์ แบบอีพรอม (EPROM) เบอร์ 8751 หรือแบบรอม (ROM) เบอร์ 8051
- พอร์ตอินพุต/เอาท์พุตแบบขนานจำนวน 32 เส้นซึ่งสามารถแยกทำงานได้อย่างอิสระ
- วงจรนับ/จับเวลาขนาด 16 บิต จำนวน 2 วงจร
- วงจรสื่อสารแบบอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex)วงจรควบคุมการอินเตอร์รัปต์จากแหล่งกำเนิดสัญญาณ 6 ประเภท พร้อมการกำหนดลำดับความสำคัญได้สองระดับ
- วงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน

โดยมากแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้ มักจะมีรูปร่างของไอซีเป็นแบบ DIP ขนาด 40 ขา ดังแผนภาพในรูปที่2.14 ซึ่งแต่ละขาสัญญาณจะมีหน้าที่ที่ระบุชัดเจนตามสัญลักษณ์ชื่อย่อที่กำกับในแต่ละขา อย่างไรก็ตามจะมีบางขาสัญญาณที่อาจจะมีหน้าที่ได้มากกว่าหนึ่งอย่าง (ซึ่งเขียนกำกับไว้ว่า Alternate Functions ในรูป) ซึ่งจะไม่สามารถใช้งานในเวลาเดียวกันได้ ตัวอย่างเช่น ขาสัญญาณบิต 0 ของพอร์ต 3 (ใช้ตัวย่อ P3.0) อาจจะใช้เป็นสัญญาณขาเอาท์พุต/อินพุต ตามปกติ หรืออาจจะทำหน้าที่เป็นสัญญาณขาอินพุตของข้อมูลสื่อสารแบบอนุกรม (R x D) ให้กับวงจรสื่อสารแบบอนุกรมของ 8051 ได้ ซึ่งการกำหนดว่าจะทำงานในลักษณะใดก็ขึ้นอยู่กับการเชื่อมต่อวงจรเข้ากับขาสัญญาณและโปรแกรมควบคุมของระบบนั้น



รูปที่2.13 แผนภาพบล็อกแสดงหน่วยทำงานพื้นฐานของ MCS-51



รูปที่2.14 ขาและหน้าที่ของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

2.7.2 ขาและหน้าที่ของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

VCC ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5V

GND เป็นขากราวด์สำหรับต่อกราวด์ของระบบ

พอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7)และข้อมูล (D0-D7) โดยการ Multiplex สลับการทำงานเป็นทั้งขาติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

พอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าต้องการให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถได้โดยเขียนข้อมูล"1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อ

พอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าต้องการให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถได้โดยเขียนข้อมูล"1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ขาพอร์ตนั้นจะมีสถานะปล่อยลอย นอกจากนั้นขาพอร์ตนี้จึงถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก

พอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าต้องการให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถได้โดยเขียนข้อมูล"1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ขาพอร์ตนั้นจะมีสถานะปล่อยลอย (Float)จึงมีอินพุตอิมพีแดนส์สูง สามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้นขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{\text{INT0}}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{\text{INT1}}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	$\overline{\text{WR}}$ (external data memory write strobe)
P3.7	$\overline{\text{RD}}$ (external data memory read strobe)

รีเซต(Reset) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยในการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชีนไซเคิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างเป็นปกติ

XTAL 1 และ XTAL 2 เป็นขาสำหรับต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

PSEN(Program Store Enable) เป็นขาที่ส่งสัญญาณออกจะแอกทีฟเมื่อต้องการอ่าน code โปรแกรมภายนอก

ALE(Address Latch Enable) จะใช้ Multiplex สัญญาณ Address Bus ของพอร์ต 0

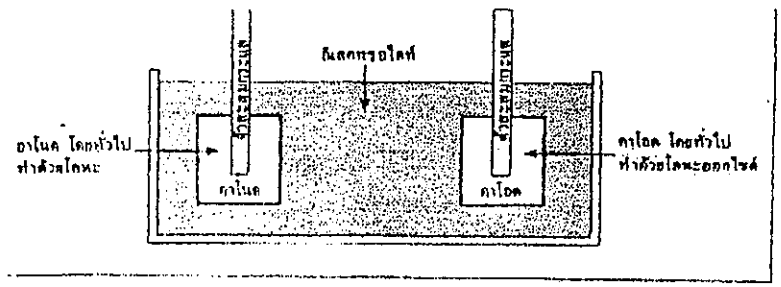
EA(External Access) ใช้กำหนดว่าจะอ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือภายใน

2.8 แบตเตอรี่ [6]

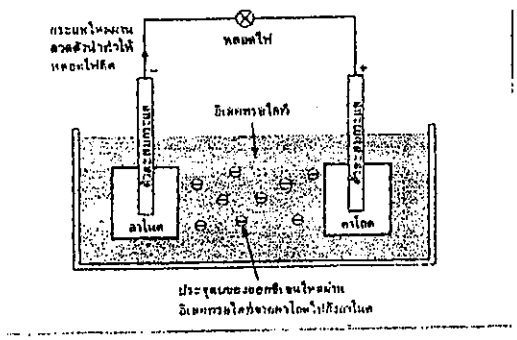
2.8.1. การทำงานของเซลไฟฟ้า

เซลไฟฟ้านั้นสร้างขึ้นโดยการนำเอาแท่งตัวนำหรือเรียกว่า แท่งอิเล็กโทรด (electrode) สองแท่งมาจุ่มลงไปในสารละลายที่เรียกว่า อิเล็กทรอไลต์ (electrolyte) แท่งอิเล็กโทรดแท่งหนึ่งจะเรียกว่าอาโนด ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโลหะ ส่วนอีกแท่งหนึ่งเรียกว่า คาโทด ซึ่งส่วนใหญ่จะทำมาจากออกไซด์ของโลหะ

โลหะที่ใช้เป็นอาโนดนั้นจะเลือกให้มีความสามารถในการรวมตัวกับออกซิเจนได้ดีกว่าโลหะที่ใช้เป็นคาโทดถ้านำเอาคาโทดและอาโนดมารวมไว้ด้วยกันอาโนดจะดึงเอาออกซิเจนออกจากออกไซด์ของโลหะซึ่งเป็นคาโทดและทิ้งแท่งคาโทดไว้เป็นโลหะ



รูปที่ 2.15 เซลล์แบบพื้นฐานแสดงถึงอาโนด คาโทด และอิเล็คทรอไลต์



รูปที่ 2.16 การทำงานของเซลล์แบบพื้นฐานในกรณีนี้ใช้ทำให้หลอดไฟสว่าง

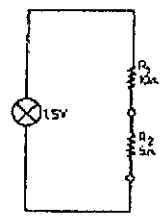
เนื่องจากการใช้อิเล็กทรอไลต์ ต่างกัน ตลอดจนใช้อาโนด และคาโทดที่ต่างกันทำให้สามารถผลิตเซลล์ต่าง ซึ่งมีราคาและคุณสมบัติที่แตกต่างกัน

การสูญเสียอาจจะอยู่ในรูปของความร้อนเนื่องมาจากความต้านทานภายในเซลล์ ตัวเซลล์จะอุ่นขึ้น ซึ่งจะเป็นการเพิ่มค่าความต้านทานภายในขึ้นอีกมีผลทำให้ ค่าแรงดันที่ตกคร่อมความต้านทานภายในเพิ่มขึ้น ทำให้ไปเพิ่มค่ากำลังงานและค่าแรงดันไฟที่ตกคร่อมขึ้นอีก วนเวียนกันเป็นวัฏจักรไปเรื่อยๆ ซึ่งเป็นกรณีที่เลวร้าย ทำให้วงจรภายนอกที่นำมาต่อมีกระแสไฟไม่พอเลี้ยงวงจรให้ทำงานต่อไปได้ พลังงานที่สูญเปล่านี้ก็จะไปลดอายุการใช้งานของเซลล์ลงได้

2.8.2 กำลังงานต่อชั่วโมง

คุณลักษณะสำคัญอันหนึ่งของเซลล์ไฟฟ้านั่นคือ ค่าความจุของเซลล์ (cell capacity) ซึ่งก็คือปริมาณของกระแสไฟฟ้า ซึ่งเซลล์หนึ่งๆ สมารถจ่ายออกไปได้ภายในช่างระยะเวลาหนึ่ง ยกตัวอย่างเช่น เซลล์ไฟฟ้าหนึ่งมีความจุ 1000 มิลลิแอมป์-ชั่วโมง หมายความว่า เซลล์นี้สามรถจ่ายกระแสได้ 1000 มิลลิแอมป์ เป็นระยะเวลา 1 ชั่วโมง หรือจ่ายกระแสได้ 20 มิลลิแอมป์เป็นระยะเวลา 50 ชั่งโมง เป็นต้น

แต่ถ้ากล่าวถึงความจุของกระแสของเซลล์ในรูปมิลลิแอมป์-ชั่งโมง โดยลำพังไม่ได้หมายถึงความจุทั้งหมดของเซลล์ บางครั้งเราจะคำนึงถึงค่าแรงดันของเซลล์ส่วนเป็นหนึ่งของค่าความจุของเซลล์ด้วย ซึ่งทำให้การคูณค่าความจุของกระแสเซลล์ด้วยค่าแรงดันเซลล์จากตัวอย่างแรงดันของเซลล์เท่ากับ1.5 โวลต์ ดังนั้นมันจะมีความจุพลังงานทั้งหมดอยู่ในหน่วยของมิลลิวัตต์-ชั่วโมง เช่น 1000*1.5 = 1500 mWh

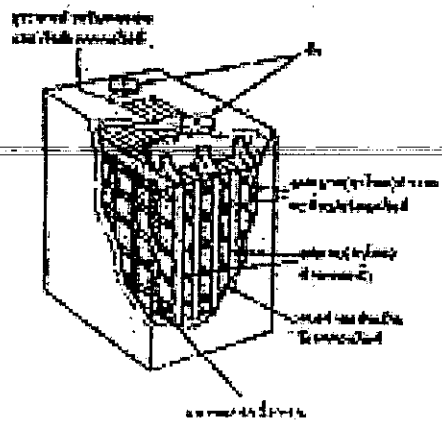


รูปที่ 2.17 ผลของความต้านทานภายในซึ่งมีผลกระทบต่อการทำงานของวงจรที่ภาวะกระแสสูงๆ

2.8.3 เซลล์แบบตะกั่วกรด (lead acid cell)

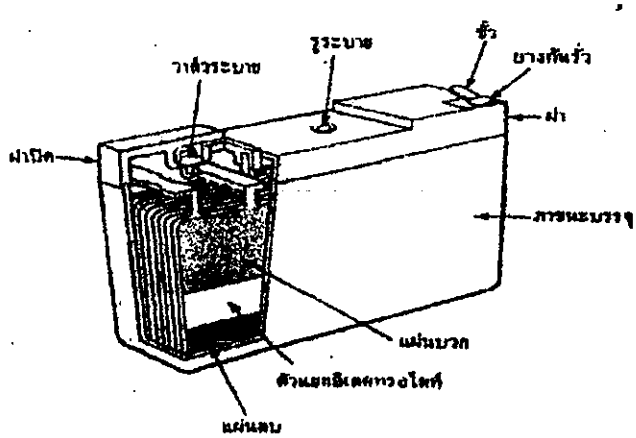
เซลล์ชนิดนี้จัดอยู่ในเซลล์แบบที่สามารถประจุไฟฟ้ากลับเข้าไปไหม่ได้ ตัวอย่างเซลล์ชนิดนี้แสดงดังรูปที่ 18 ซึ่งเซลล์จะประกอบไปด้วยแผ่นคาโทดและแผ่นอาโนดวางสลับกันจุ่มลงในอิเล็กทรอไลต์ที่ทำจากสารละลายกรดกำมะถัน แผ่นเพลทจะวางสลับกันเพื่อให้มี พื้นที่ผิวสำผัสกับอิเล็กทรอไลต์ได้

มากขึ้น ในขณะที่รักษาปริมาตรให้น้อยลงที่สุดเท่าจะเป็นไปได้ การที่มีพื้นที่ผิวสำผัสระหว่างแผ่นอิเล็กโทรด และอิเล็กทรอไลต์มากเท่าไร ปฏิกิริยาเคมีก็จะเกิดขึ้นมากเท่านั้น



รูปที่ 2.18 โครงสร้างของแผ่นตะกั่วกรด แผ่นอาโนด และคาโทด
จะวางสลับกันเพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวระหว่างกัน

ที่คาโถดตะกั่วเปอร์ออกไซด์จะแตกตัวเป็นไอออนของตะกั่วซึ่งมีประจุบวกสูง และเป็นไอออนที่มีประจุลบสูง ไอออนของตะกั่วที่มีประจุบวกสูงจะดึงเอาอิเล็กตรอนจากวงจรที่ต่ออยู่ภายนอกเพื่อรวมตัวกลายเป็นไอออนตะกั่วที่มีประจุบวก ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับที่อาโนดทำให้เกิดกระแสไหลจากคาโทดไปยังวงจรภายนอก



รูปที่ 2.19 โครงสร้างแบตเตอรี แบบตะกั่ว-กรดที่มีการปิดผนึก

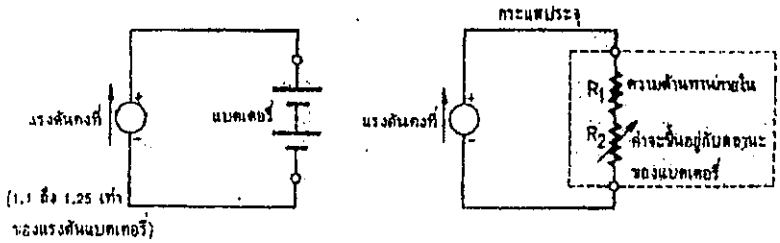
ไอออนของตะกั่วจากแผ่นอิเล็กโทรดทั้งสองจะทำปฏิกิริยากับกรดกำมะถันซึ่งเป็นอิเล็กทรอไลต์กลายเป็นตะกั่วซัลเฟต (ซึ่งจะเห็นเป็นตะกอนสีขาวเกาะอยู่ที่อิเล็กโทรดทั้งสอง) และก๊าซไฮโดรเจนซึ่งจะรวมกับไอออนของออกซิเจนจากคาโทดกลายเป็นน้ำสามารถเขียนสูตรสำหรับปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

$$PbO_2 + Pb + 2H_2SO_2 \rightleftharpoons 2PbSO_4 + 2H_2O$$

ซึ่งแสดงโดยลูกศรสองทิศทางว่าเป็นปฏิกริยาที่ผกผันได้ ดังนั้นจึงสามารถที่จะประจุเซลล์ใหม่ได้โดยการต่อวงจรซึ่งจะขับอิเล็กตรอนให้ไหลจากคาโทดไปยังอาโนด

2.8.4 การประจุไฟกลับเข้าไปใหม่

การประจุเซลล์แบบตะกั่ว-กรดนั้นสามารถทำได้ง่ายโดยการป้อนกระแสกลับทางเข้าไปในแบตเตอรีเพื่อบังคับให้ปฏิกิริยาเคมีที่เกิดขึ้น เกิดจากทางขวาไปทางซ้ายมือ ซึ่งจะเปลี่ยนตะกั่วซัลเฟตให้กลับมาเป็นตะกั่วและกรดกำมะถันดังเดิม



รูปที่ 2.20 การประจุแบตเตอรีแบบตะกั่ว-กรด โดยใช้แหล่งจ่ายไฟที่มีแรงดันคงที่ขนาด 1.1-1.25 เท่า ของแรงดัน ปกติของแบตเตอรี

2.8.4.1 การประจุทีละน้อย (trickle Recharge)

ถ้ากระแสในวงจรถูกรักษาไว้ที่อัตราเท่ากับ C/10 (10% ของความจุ) เซลล์ที่หมดประจุอย่างสมบูรณ์สามารถที่จะประได้อย่างสมบูรณ์ได้ภายใน 10 ชั่วโมง แต่ความเป็นจริงจะใช้เวลามากกว่าเป็นจริง โดยเผื่อการสูญเสียไว้บ้าง จะใช้เวลาประจุประมาณ 12 – 14 ชั่วโมง การประจุทีละน้อยด้วยอัตราขนาดนี้ สามารถประจุทิ้งไว้ค้างคืนได้ ประโยชน์อีกข้อหนึ่งของการประจุเซลล์ขนาดเท่านี้ก็คือ ถึงแม้ว่าเซลล์จะถูกประจุเต็มแล้วก็ตาม ก็ไม่จำเป็นต้องนำเซลล์ออก เนื่องจากถ้าเราประจุต่อไปก็จะไม่ทำความเสียหายแก่เซลล์ เนื่องจากกาซออกซิเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่ขั้วบวกจะรวมตัวกับขั้วลบ ยกตัวอย่างเช่น

เซลล์ที่มีความจุ 500 มิลลิแอมป์-ชั่โมง ถ้าประจุด้วยอัตรา C/10 ก็เท่ากับ 10 % ของความจุคือ 50มิลลิแอมป์

2.8.4.2 การประจุอย่างรวดเร็ว (Fast Recharge)

เซลล์แบบนิแคดนี้สามารถประจุด้วยอัตราที่สูงขึ้นกว่าได้ เช่นด้วยอัตรา C/3 (33% ของความจุ)ถึง C/5 (20% ของความจุ) โดยจะต้องเตรียมการตัดการประจุ เมื่อเซลล์ได้รับการประจุเต็มที่แล้ว ซึ่งจะสามารถทำได้อย่างอัตโนมัติโดยใช้วงจรการตรวจจับแรงดัน ซึ่งจะใช้ตัดกระแสที่ใช้ในการประจุออกเมื่อแรงดันของเซลล์เพิ่มขึ้นเกินกว่าค่าปัจจุบัน การเปลี่ยนแปลงเวลาของเซลล์กับเวลาที่อัตราประจุเท่ากับ C/4 (25%ของความจุ) วิธีการนี้สามารถใช้ได้เฉพาะ ถ้าสามารถวัดแรงดันได้อย่างเที่ยงตรงและว่องไว สามารถตัดกระแสที่ใช้ประจุออกก่อนที่จะเกิดความเสียหายขึ้น ปัญหาในการใช้การประจุแบบนี้คือถ้ากระแสที่ใช้ในการประจุมีค่าสูงๆ นี้ไม่ได้ถูกตัดออกอย่างทันทีเมื่อเซลล์ได้รับการประจุจนเต็มที่แล้วก๊าซออกซิเจนที่เกิดขึ้นมากเกินจากขั้วบวกนี้ไม่สามารถรวมกันที่ขั้วลบในปริมาณที่เพียงพอ ความดันจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและเซลล์จะระบายกาซออกซิเจนออกไปโดยที่ รูระบายที่ปิดไว้จะเปิดออกและปล่อยกาซออกซิเจนกับอิเล็กทรอไลต์บางส่วนออกมา เนื่องจากมีอิเล็กทรอไลต์สูญเสียออกมาจากเซลล์แล้วก็ไม่สามารถเติมกลับเข้าไปได้ดังนั้นความจุของเซลล์จะลดลงอย่างถาวรก็คือเซลล์นั้นจะมีความจุน้อยลงตลอดไป

2.8.4.3 การประจุอย่างรวดเร็ว (Super-Fast Rechage)

มีบางสิ่งที่ผู้ใช้ต้องการที่จะประจุเซลล์ภายในเวลาเพียง 2-3 นาที ยกตัวอย่างเช่นเครื่องบินเล็กที่ใช้แบตเตอรีเป็นตัวจ่ายกำลังจะต้องการประจุเซลล์ที่หมดประจุเพื่อนำเครื่องบินนี้บินขึ้นสู่อากาศอีกครั้งโดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้

เป็นไปได้ที่จะประจุเซลล์อย่างเร่งด่วน ด้วยอัตราการประถึง 4C (4 เท่าของความจุ) หรือมากว่านี้ โดยวิธีการต่อไปนี้ คือวัดแรงดันของเซลล์และตัดกระแสที่ใช้ประจุออกเมื่อแรงดันของเซลล์สูงขึ้นถึงค่าที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามวิธีที่ง่ายกว่า แล้วก็เที่ยงตรงด้วยโดยหลักความจริงที่ว่าเซลล์ได้หมดประจุอย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะทำการประจุมันใหม่ ให้ประจุไฟเข้าโดยกำหนดค่าประจุกระแสคงที่ในการประจุตามที่ต้องการ เช่นหลังจากเซลล์หมดประจุแล้ว กระแสที่ใช้ในการประจุขนาด 3C (3 เท่าของความจุ) จะถูกป้อนเป็นเวลา 20 นาทีหรือจะใช้กระแสในการประจุเป็น 5 C (5 เท่าของความจุ) ป้อนเข้าไปเป็นเวลา 12 นาที เป็นต้น แม้ว่าวิธีการนี้จะเป็นวิธีการที่ดี เช่น สำหรับนักเล่นเครื่องบินจำลองที่มีแต่เพียงแหล่งจ่ายไฟเป็นแบตเตอรีก็ตาม ก็เป็นสิ่งที่ควรระวังไว้เนื่องจากการประจุมากเกินไปเพียง 2-3 วินาทีอาจทำให้เกิดการรั่วของเซลล์ได้ กล่าวคือเมื่อใช้วิธีการนี้เซลล์จะต้องหมดประจุอย่างเต็มที่ และกระแสในการประจุค่าที่แน่นอนเป็นระยะเวลาที่ถูกต้อง

ป
TJ
211
ส465ม
2545

สำนักหอสมุด
4640104
13 มิ.ย. 2546

2.9 มอเตอร์กระแสตรง (DC motor) [4]

มอเตอร์กระแสตรง คือ เครื่องจักรไฟฟ้าที่จ่ายพลังงานออกมา เมื่อป้อนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงเข้าเครื่องจักรไฟฟ้าพลังงานกลที่ได้รับจะอยู่ในรูปการหมุนของโรเตอร์(rotor)ซึ่งทำให้เกิดแรงดันเหนี่ยวนำอาร์เมเจอร์ (armeture) E_a = แรงบิดแม่เหล็กไฟฟ้า T_e บน อาร์เมเจอร์ ดังสมการ

$$E_a = k\phi\omega \quad -----(2.1)$$

$$T_e = k\phi I_e \quad ------(2.2)$$

โดย

$$E_a = V_t - I_a R_a \quad -----(2.3)$$

$$T_e = T_m - T_f \quad -----(2.4)$$

นั่นคือ เมื่อมอเตอร์กระแสตรงทำงาน E_a V_t และ T_e T_mการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง กำหนดโดย ความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด ความเร็ว และกระแสอาร์เมเจอร์ดังสมการ ต่อไปนี้

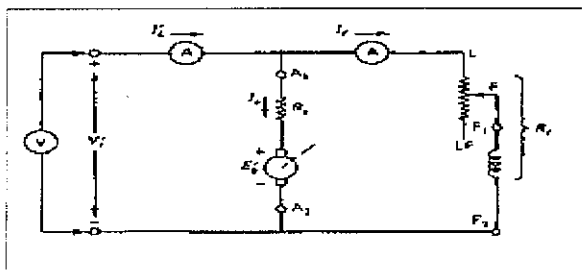
$$\omega = (V_t - I_a R_a) / kO \quad -----(2.5)$$

$$T_e = I_a E_a \quad -----(2.6)$$

สมการ(2.6)คือกำลังที่สร้างขึ้นโดยขดลวดอาร์เมเจอร์ ของมอเตอร์

2.10 มอเตอร์แบบต่อขนาน(shunt motor)

มอเตอร์แบบต่อขนาน คือ มอเตอร์ที่ขดลวดสนามต่อขนานกับวงจรขดลวดอาร์เมเจอร์



รูปที่ 2.21 มอเตอร์แบบต่อขนาน

$$I_l = I_a + I_f \quad --------(2.7)$$

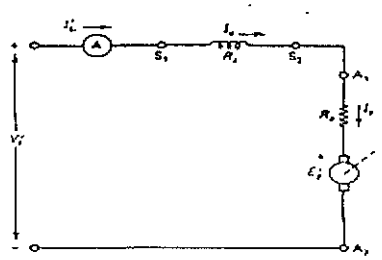
สำหรับมอเตอร์แบบต่อขนาน ถ้าแรงดันขั้ว(V_t) ป้อนมีค่าคงที่ กระแสสนาม และ ฟลักซ์แม่เหล็กจะคงที่

$$T_e = k\phi I_a = k'I_a \quad \text{--------(2.8)}$$

$$\omega = (V_t - I_a R_a)/k\phi = k''(V_t - I_a R_a) \quad \text{--------(2.9)}$$

2.11 มอเตอร์แบบต่ออนุกรม (series mortor)

มอเตอร์แบบต่ออนุกรม คือ มอเตอร์ที่ขดลวดต่ออนุกรมกับวงจรขดลวดอาร์เมเจอร์ ดังรูปที่2.21



รูปที่ 2.22 มอเตอร์แบบต่ออนุกรม

เนื่องจากขดลวดสนามของมอเตอร์แบบต่ออนุกรม ต่ออนุกรมกับขดลวดอาร์เมเจอร์ดังนั้นกระแสสนามจึงแปรตามกระแสอาร์เมเจอร์ นั่นคือ ฟลักซ์แม่เหล็กต่อขั้วเป็นฟังก์ชั่นของกระแสอาร์เมเจอร์ในช่วงที่วงจรแม่เหล็กของมอเตอร์ยังไม่อิ่มตัว ฟลักซ์แม่เหล็กต่อขั้วเพิ่มเท่ากับอัตราการเพิ่มของกระแสอาร์เมเจอร์ ดังนั้น

$$T_e = k\phi I_a = k'I_a^{\,2} \quad \text{----------(2.10)}$$

$$\omega = (V_t - R_a)/k'I_a - (R_a - R_f)/K' \quad \text{----------(2.11)}$$

ความสัมพันธ์ของมอเตอร์แบบต่ออนุกรมตามสมการ 2.10 และ 2.11 สำหรับช่วงที่วงจรแม่เหล็กของมอเตอร์เริ่มอิ่มตัวหรืออิ่มตัวแล้ว ฟลักซ์แม่เหล็กต่อขั้วเพิ่มขึ้นในอัตราที่ต่ำกว่ากระแสอาร์เมเจอร์หรือเกือบมีค่าคงที่ นั่นคือแรงบิด และความเร็วของมอเตอร์แบบอนุกรมจะเข้าใกล้การทำงานของมอเตอร์แบบต่อขนาน เมื่อวงจรแม่เหล็กของมอเตอร์เกิดการอิ่มตัว

สมการ 2.11 พบว่า ที่แรงบิดโหลดต่ำ ฟลักซ์แม่เหล็กต่อขั้วจะต่ำและความเร็วมอเตอร์จะสูงมากจนอาจถึงขีดอันตราย ดังนั้นมอเตอร์แบบต่ออนุกรมจะต้องมีโหลดต่ออยู่เสมอ แรงบิด สตาร์ทของมอเตอร์แบบต่ออนุกรมจะมีค่าสูงตามสมการ 2.10 เพราะขณะสตาร์ทกระแสอาร์เมเจอร์จะสูงและฟลักซ์แม่เหล็กต่อขั้วจะสูงด้วย ดังนั้นมอเตอร์แบบต่ออนุกรมจึงเหมาะสำหรับงานที่ต้องการแรงบิดส

ตาร์ทสูง ไม่ต้องการความเร็วคงที่ และภายใต้การทำงานปกติจะโหลดต่ออยู่ด้วยเสมอ เช่น งานลาก จูง เครน รถไฟฟ้า เป็นต้น

2.11.1 ข้อดีของมอเตอร์แบบต่อนุกรม

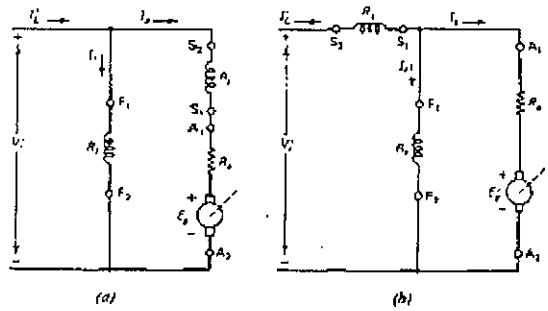
คือให้ความเร็วที่ค่อนข้างคงที่ และแรงบิดขณะเริ่มเดินไม่สูงเมื่อเทียบกับมอเตอร์แบบอนุกรม

2.11.2 ข้อดีของมอเตอร์แบบต่อขนาน

คือ ให้แรงบิดขณะเริ่มเดินสูง และมีความเร็วรอบต่ำ เมื่อโหลดมากๆ และให้ความเร็วรอบสูง เมื่อโหลดน้อยๆ ซึ่งอาจจะทำให้มอเตอร์ได้รับอันตรายได้ จึงควรต่อ(Coupling) โดยตรงกับโหลด

2.12 มอเตอร์ชนิดคอมปาวด์ (Compound Motor)

มอเตอร์ชนิดคอมปาวด์เหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าชนิดคอมปาวด์ คือ มีทั้งขดลวดฟิลด์แบบต่อขนาน และต่ออนุกรม ต่อได้ทั้งแบบขนานสั้นและแบบขนานยาวเช่นกันดังรูป 2.22



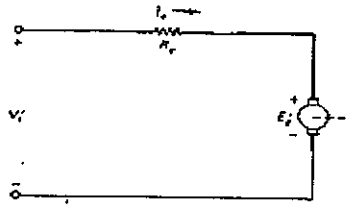
รูปที่ 2.23 มอเตอร์ชนิดคอมปาวด์ (Compound Motor)

2.12.1 ข้อดีของมอเตอร์ชนิดคอมปาวด์

คือ เป็นการนำมอเตอร์แบบอนุกรมและขนาน มารวมไว้ในตัวเดียวกัน จึงทำให้คุณสมบัติของมอเตอร์แบบนี้อยู่ระหว่างมอเตอร์ทั้งสองแบบ

2.13 มอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร(Permanent-Magnet Motor) [3]

เป็นมอเตอร์ที่ไม่ต้องใช้การกระตุ้นเพื่อให้เกิดสนามแม่เหล็กเนื่องจากมีแกนขั้ว (Core)ทำด้วยอัลลอยซึ่งสามารถรักษาคุณสมบัติความเป็นแม่เหล็กเอาไว้ได้นาน



รูปที่ 2.24 วงจรเทียบเคียงของมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร

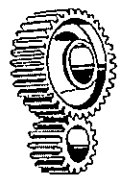
2.13.1 ข้อดีของมอเตอร์ชนิดแม่เหล็กถาวร

คือ มอเตอร์ชนิดนี้มีประสิทธิภาพสูงกว่ามอเตอร์ชนิดชันท์หรือมอเตอร์คอมปาวด์ที่มีพิกัดเท่ากัน นอกจากนั้นยังควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนได้ง่าย โดยการกำหนดขนาดและขั้วของแรงดันที่ขั้ว(V_t')ซึ่งหมายความว่า ถ้ากลับขั้วของ(V_t')จะทำให้ทิศทางของกระแสที่อาร์เมเจอร์เปลี่ยนแปลงไปเพียงอย่างเดียวเท่านั้น แต่ไม่ทำให้ฟลักเปลี่ยนแปลง

2.14 เฟือง (Gear) [5]

2.14.1 เฟืองตรงธรรมดา

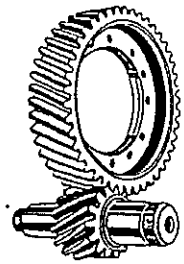
เฟืองตรงจะนำมาใช้ส่งถ่ายโมเมนต์หมุนของเพลาไปยังอีกเพลาหนึ่งที่วางขนานกันเฟืองตรงจะนำมาใช้ในงานที่ความเร็วรอบไม่เกิน 20 m/s และที่ความเร็วรอบปานกลาง นิยมใช้งานในกระปุกเกียร์แบบคันโยก ข้อดีของเฟืองตรง คือ ประสิทธิภาพดีและมีการสึกหรอน้อย แต่มีข้อเสียคือเสียงดังมาก



รูปที่ 2.25 เฟืองตรงธรรมดา

2.14.2 เฟืองตรงฟันเฉียง

จะมีการขบของฟันเฟืองหลายๆฟันในขณะเดียวกัน เนื่องจากหลายฟันไม่สามารถขบกันเต็มหน้ากว้างในเวลาเดียวกันได้ จึงทำให้เฟืองตรงฟันเฉียงส่งกำลังถ่ายได้เงียบกว่าเฟืองตรงธรรมดา และส่งถ่ายโมเมนต์ได้มากกว่าด้วย ฟันเฉียงนี้ทำให้เกิดแนวแรงตามแกนเพลาจะรับแรงนี้ไว้เสมอเพื่อไม่ให้แรงตามแนวแกนมากเกินไป ความเอียงของฟันควรอยู่ระหว่าง 8 องศา ถึง 20 องศา เฟืองตรงฟันเฉียง

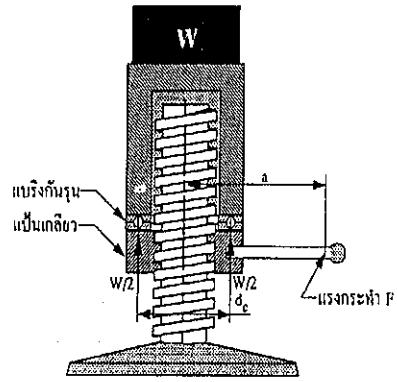


รูปที่2.26 เฟืองตรงฟันเฉียง

2.15 สกรูส่งกำลังไวเบรชั่นแดมเปอร์

2.15.1 สกรูส่งกำลัง

สกรูส่งกำลังใช้สำหรับเปลี่ยนการเคลื่อนที่เชิงเส้นของชิ้นส่วนไปตามแนวสกรู ในหลายกรณี มีวัตถุประสงค์เพื่อความได้เปรียบเชิงกลในการยกน้ำหนัก ดังรูปที่ 25 แสดงแบบอย่างง่ายของแม่แรงยกน้ำหนักแบบสกรู โดยใช้มือหมุนในการเคลื่อนที่เพื่อส่งถ่ายแรงตามแนวแกนจากชิ้นส่วนที่ไม่หมุนดังรูปที่2.26



รูปที่ 2.27 แม่แรงยกน้ำหนัก

จากหลักการและทฤษฎีดังที่กล่าวมานี้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบ และเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการประดิษฐ์หุ่นยนต์ ดังจะกล่าวต่อไปในบทที่ 3