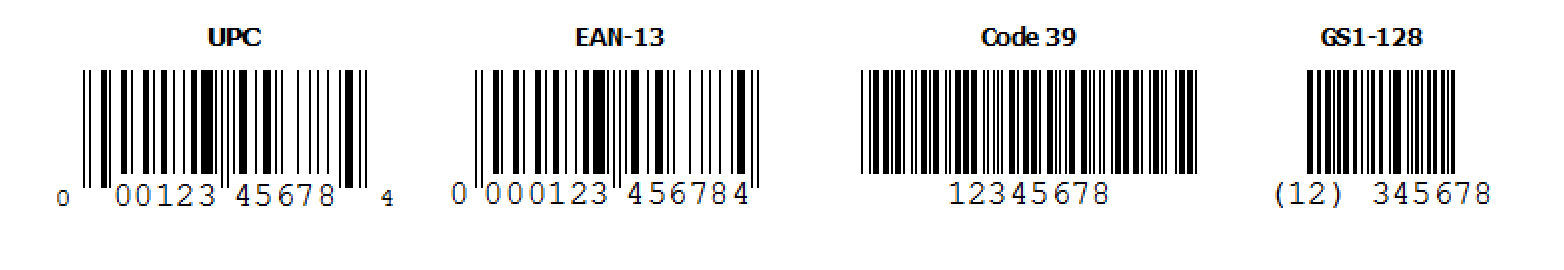
**2.1.1 บาร์โค้ด 1 มิติ (1 Dimension Barcode)**

บาร์โค้ด 1 มิติมีลักษณะเป็นแถบประกอบด้วยเส้นสีดำสลับกับเส้นสีขาว ใช้แทนรหัสตัวเลขหรือตัวอักษรโดยสามารถบรรจุข้อมูลได้ประมาณ 20 ตัวอักษร การใช้งานบาร์โค้ดมักใช้ร่วมกับฐานข้อมูลคือเมื่ออ่านบาร์โค้ดและถอดรหัสแล้วจึงนำรหัสที่ได้ใช้เรียกข้อมูลจากฐานข้อมูลอีกต่อหนึ่ง บาร์โค้ด 1 มิติมีหลายชนิด เช่น UPC EAN-13 หรือ ISBN ดังภาพที่ 1 เป็นต้น ซึ่งบาร์โค้ด 1 มิติเหล่านี้สามารถพบได้ตามสินค้าทั่วไปในซูเปอร์มาร์เก็ตหรือห้างสรรพสินค้า



**ภาพที่ 2-1** **บาร์โค้ด 1 มิติ**

**2.1.1.1 ระบบ UPC (Universal Product Code)** แบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก คือ

**1.** แบบ UPC-A ซึ่งเป็นแบบที่นิยมใช้อยู่ทั่วไป พบมากในธุรกิจค้าปลีกของประเทศสหรัฐอเมริกา และแคนนาดา รหัสบาร์โค้ดที่ใช้เป็นแบบ 12 หลัก หลักที่ 1 เป็นหลักที่ระบุประเภทผลิตภัณฑ์ และตัวที่ 12 เป็นหลักที่แสดงตัวเลขที่ใช้ตรวจสอบความถูกต้องของบาร์โค้ด

2. แบบ UPC-E เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก ถูกพัฒนามาจากบาร์โค้ดแบบ UPC-A โดยจะตัดเลข 0 ออกทั้งหมด บาร์โค้ด UPC-E สามารถพิมพ์ออกมาได้ขนาดเล็กมาก ไว้ใช้สำหรับป้ายขนาดเล็กที่ติดบนตัวผลิตภัณฑ์

**2.1.1.2 ระบบ EAN (European Article Numbering)** แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. **แบบ EAN-13** เป็นแบบบาร์โค้ดที่ได้รับการยอมรับมากที่สุดในโลก โดยบาร์โค้ดประเภทนี้จะมีลักษณะเฉพาะของชุดตัวเลขจำนวน 13 หลัก ซึ่งมีความหมายดังนี้

- ตัวเลข 3 หลักแรก  คือ รหัสของประเทศที่ผลิตสินค้านั้น ๆ

- ตัวเลข 4 หลักถัดมา คือ รหัสโรงงานที่ผลิต

- ตัวเลข 5 หลักถัดมา คือ รหัสของผลิตภัณฑ์

- ตัวเลขในหลักสุดท้าย คือ รหัสตรวจสอบความถูกต้องของบาร์โค้ด

2. แบบ **EAN-8** เป็นบาร์โค้ดที่เหมาะสมหรับผลิตภัณฑ์ขนาดเล็ก ใช้หลักการคล้ายกันกับบาร์โค้ดแบบ EAN-13 แต่จำนวนหลักน้อยกว่า คือ

- ตัวเลข 2 หรือ 3 หลักแรก คือ รหัสของประเทศที่ผลิตสินค้านั้น ๆ

- ตัวเลขหลักที่ 4 หรือ 5 คือ รหัสของผลิตภัณฑ์

- ตัวเลขหลักสุดท้าย คือ รหัสตรวจสอบความถูกต้องของบาร์โค้ด

รหัสบาร์โค้ด ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. ส่วนลายเส้นซึ่งเป็นลายเส้นสีขาว (โปร่งใส) และสีดำ มีขนาดความกว้างของลายเส้นตามมาตรฐานแต่ละชนิดของบาร์โค้ด

2. ส่วนข้อมูลตัวอักษรเป็นส่วนที่แสดงความหมายของข้อมูลและลายเส้นสำหรับให้อ่านเข้าใจได้

3. ส่วนสุดท้ายแถบว่าง (Quiet Zone) เป็นส่วนที่เครื่องอ่านบาร์โค้ดใช้กำหนดขอบเขตของบาร์โค้ดและกำหนดค่าให้กับ สีขาว (ความเข้มของการสะท้อนแสงในสีของพื้นผิวแต่ละชนิดที่ใช้แทนสีขาว) โดยแต่ละเส้นจะมีความยาวเท่ากันเรียงตามลำดับในแนวนอนจากซ้ายไปขวา ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Scanner) ในการอ่านข้อมูลที่บันทึกไว้

**2.1.2 บาร์โค้ด 2 มิติ (2 Dimension Barcode)**

บาร์โค้ด 2 มิติเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาเพิ่มเติมจากบาร์โค้ด 1 มิติ โดยออกแบบให้บรรจุได้ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน ทำให้สามารถบรรจุข้อมูลมากได้ประมาณ 4,000 ตัวอักษรหรือประมาณ 200 เท่าของบาร์โค้ด 1 มิติในพื้นที่เท่ากันหรือเล็กกว่า ข้อมูลที่บรรจุสามารถใช้ภาษาอื่นนอกจากภาษาอังกฤษได้ เช่น ภาษาญี่ปุ่น จีน หรือเกาหลี เป็นต้นและบาร์โค้ด 2 มิติสามารถถอดรหัสได้แม้ภาพบาร์โค้ดบางส่วนมีการเสียหาย อุปกรณ์ที่ใช้อ่านและถอดรหัสบาร์โค้ด 2 มิติมีตั้งแต่เครื่องอ่านแบบซีซีดีหรือเครื่องอ่านแบบเลเซอร์เหมือนกับของบาร์โค้ด 1 มิติจนถึงโทรศัพท์มือถือแบบมีกล้องถ่ายรูปในตัวซึ่งติดตั้งโปรแกรมถอดรหัสไว้ ในส่วนลักษณะของบาร์โค้ด 2 มิติมีอยู่อย่างมากมายตามชนิดของบาร์โค้ด ลักษณะของบาร์โค้ด 2 มิติมีอยู่มากมายตามชนิดของบาร์โค้ด เช่น วงกลม สี่เหลี่ยมจตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้าคล้ายกันกับบาร์โค้ด 1 มิติ



**ภาพที่ 2-2** บาร์โค้ด 2 มิติ

**บาร์โค้ด 2 มิติ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท**

1. บาร์โค้ด 2 มิติ แบบสแต๊ก (Stacked Barcode)

บาร์โค้ดแบบสแต๊กมีลักษณะคล้ายกับการนำบาร์โค้ด 1 มิติมาวางซ้อนกันหลายแนว มีการทำงานโดยอ่านภาพบาร์โค้ดแล้วปรับความกว้างของบาร์โค้ดก่อนทำการถอดรหัส ซึ่งการปรับความกว้างนี้ทำให้สามารถถอดรหัสจากที่เสียหายบางส่วนได้ โดยส่วนที่เสียหายนั้นต้องไม่เสียหายเกินขีดจำกัดหนึ่งที่กำหนดไว้ การอ่านบาร์โค้ดแบบสแต๊กสามารถอ่านได้ทิศทางเดียว เช่น อ่านจากซ้ายไปขวา หรือขวาไปซ้าย และการอ่านจากด้านบนลงล่างหรือจากด้านล่างขึ้นด้านบน  ตัวอย่างบาร์โค้ดแบบสแต๊ก คือ บาร์โค้ดแบบ PDF417 (Portable Data File)

2. บาร์โค้ด 2 มิติ แบบเมตริกซ์ (Matrix Codes)

บาร์ โค้ดแบบเมตริกซ์มีลักษณะหลากหลายและมีความเป็นสองมิติมากกว่าบาร์โค้ดแบบ สแต๊กทีเหมือนนำบาร์โค้ด 1 มิติไปซ้อนกัน ลักษณะเด่นของบาร์โค้ดแบบเมตริกซ์คือมีรูปแบบค้นหา (Finder Pattern) ทำหน้าที่เป็นตัวอ้างอิงตำแหน่งในการอ่านและถอดรหัสข้อมูล ช่วยให้อ่านข้อมูลได้รวดเร็วและสามารถอ่านบาร์โค้ดได้แม้บาร์โค้ดเอียง หมุน หรือกลับหัว ตัวอย่างของบาร์โค้ดแบบแมตริกซ์ คือ บาร์โค้ดแบบ MaxiCode , บาร์โค้ดแบบ Data Matrix ,บาร์โค้ดแบบ QR Code

**ปัจจุบันนี้ได้เริ่มมีการนำบาร์โค้ด 2 มิติมาใช้กันอย่างแพร่หลาย** เนื่องจากบาร์โค็ด 2 มิติ มีคุณสมบัติเด่นแตกต่างจากบาร์โค้ดแบบ 1 มิติ ในหลายๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นความสามารถในการบรรจุข้อมูลมาก บาร์โค้ดที่มีขนาดเล็ก สามารถประมวลผลได้หลายประเภท และความสามารถในการกู้คืนข้อมูลที่เสียหายได้ การนำเทคโนโลยีบาร์โค้ดแบบ 2 มิติไปใช้งานนั้น ขึ้นอยู่กับลักษณะประเภทของงาน เช่น ถ้าต้องการนำบาร์โค้ด 2 มิติไปใช้กับงานที่มีพื้นที่จำกัด หรือต้องการบาร์โค้ดมีขนาดเล็ก ควรเลือกใช้บาร์โค้ดแบบ Data Matrix หรือถ้าต้องการนำไปใช้กับลักษณะงานที่ต้องการความละเอียดมากควรเลือกใช้บาร์โค้ดแบบ PDF417 เป็นต้น

**2.1.3 กระบวนการอ่านบาร์โค้ด**

อุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านบาร์โค้ดเรียกว่า  เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Bar Code Scanner)  เครื่องอ่านบาร์โค้ด อาศัยคลื่นแสงโดยการส่งคลื่นแสงไปยังแถบบาร์โค้ด ในระหว่างการอ่านแถบบาร์โค้ดคลื่นแสงไม่สามารถที่จะเคลื่อนย้ายออกจากแถบบาร์โค้ดได้  ดังนั้น เมื่อมีการเพิ่มความยาวของบาร์โค้ดขนาดความสูงของเครื่องอ่านบาร์โค้ดก็จำเป็นต้องเพิ่มขึ้นตามไปด้วย เพื่อที่จะให้คลื่นแสงสามารถที่จะครอบคลุมแถบบาร์โค้ดทั้งหมดได้ระหว่างการอ่าน เครื่องอ่านจะทำการวัดลำแสงที่สะท้อนกลับมาจากแถบสีดำและบริเวณสีขาว ของแถบบาร์โค้ด  โดยที่แถบสีดำจะดูดซับคลื่นแสง ในขณะที่บริเวณสีขาวจะทำการสะท้อนคลื่นแสง อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ เรียกว่า   Photodiode  หรือ Photocell  จะทำการแปลงคลื่นแสงที่ได้รับเป็นคลื่นไฟฟ้า หลังจากนั้น ก็จะทำการแปลงคลื่นไฟฟ้าเป็นข้อมูล  Digital  ข้อมูลที่ได้รับจะเป็นภาพรหัส  ASCII



**ภาพที่ 2-3** เครื่องอ่านบาร์โค้ด

**เครื่องอ่านบาร์โค้ดสามารถแบ่งได้  4  ประเภท**

**1. เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบปากกา :**เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบนี้ มีลักษณะคล้ายปากก โดยมีแสงอยู่ที่ปลายในช่วงการอ่านแถบบาร์โค้ดต้องถูกคลื่นแสงส่องตลอดเวลา

- จุดดีของเครื่องอ่านแบบ คือ ราคาไม่แพง และมีน้ำหนักเบา

- จุดเสียของเครื่องอ่านแบบ คือ หากแถบบาร์โค้ดติดอยู่บนพื้นผิวที่ไม่เรียบทำให้ เครื่องอ่านไม่สามารถอ่านได้ถูกต้อง

**2. เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบเลเซอร์ :** เครื่องอ่านแบบเป็นเครื่องอ่านที่มีการใช้แพร่หลายมากที่สุด

- จุดดีของเครื่องอ่านแบบ คือ สามารถที่จะอ่านแถบบาร์โค้ดได้ถึงแม้ว่าจะติดอยู่บนพื้นผิวที่ไม่เรียบ เครื่องอ่านจะประกอบด้วย ลำแสงเลเซอร์จำนวนมาก  เลเซอร์แต่ละลำแสงสามารถที่จะอ่านแถบบาร์โค้ดได้ด้วยความเร็ว  40 – 800 ครั้งต่อวินาที  เครื่องอ่านแบบนี้จะนำมาใช้งานกันอย่างแพร่หลายในภาคอุตสาหกรรม

**3. เครื่องอ่านแบบ CCD :** เครื่องอ่านบาร์โค้ดแบบนี้ใช้วิธีการจับภาพแถบบาร์โค้ด หลังจากการจับภาพของแถบบาร์โค้ด เครื่องอ่านก็จะทำการปรับภาพดังกล่าว เป็นข้อมูลที่เป็นแบบดิจิตอลเหมือน เช่น บาร์โค้ดแบบเลเซอร์

- จุดเสียของเครื่องอ่านบาร์โค้ด คือ เครื่องอ่านแบบนี้ไม่สามารถอ่านแถบบาร์โค้ดที่มีความยาวมากได้ เนื่องจากข้อจำกัดในการจับภาพ

**4. เครื่องอ่านแบบกล้อง :** กล้องขนาดเล็กที่ซ่อนอยู่ในเครื่องอ่านกล้องขนาดเล็กนี้จะทำการจับภาพบาร์โค้ดและทำการประมวลผล  แต่เครื่องอ่านแบบนี้จะอ่อนไหวต่อคุณภาพของแถบบาร์โค้ดอย่างมาก  เช่น  แถบบาร์โค้ดควรจะมีความแตกต่างสีขาวและดำอย่างชัดเจน  ห้ามมีจุดดำอื่นใดบนแถบบาร์โค้ด

**2.2 ระบบนิวเมติกส์**

ลมหรืออากาศเป็นสารที่ไม่มีกลิ่น ไม่มีรส มองไม่เห็น อัดตัวได้ ไม่ติดไฟ ไม่ระเบิด และไม่เป็นพิษ ลมมีน้ำหนักและความดัน เป็นแหล่งสะสมความชื้นด้วย เนื่องจากการอัดตัวของลมนี่เองทำให้สามารถกักเก็บลมไว้เพื่อนำออกมาใช้ได้ในทันทีเมื่อต้องการ ลมเป็นของไหลที่แตกต่างจากไฮดรอลิก เพราะลมอัดตัวได้และเป็นไปตามกฎของแก๊สสมบูรณ์ ฉะนั้นในการนำลมมาใช้จะต้องไม่ลืมถึงคุณสมบัตินี้ด้วย ความดันของลมที่ใช้ในอุตสาหกรรมโดยทั่วไปจะอยู่ในช่วง 6-8 บาร์ และเนื่องจากลมอัดมีการเคลื่อนที่ที่เร็วมาก ฉะนั้นในอุตสาหกรรมการผลิตจึงมักใช้ลมอัดในการจับยึดงาน งานเจียระไน และงานประกอบ เป็นต้น

นิวเมติกส์ คือการนำเอาอากาศมาเป็นวัสดุใช้งานในงานทางอุตสาหกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านการขับเคลื่อน หรือควบคุมเครื่องจักร และ อุปกรณ์เครื่องช่วยต่างๆ ส่วนในทางวิศวกรรม หมายถึง ระบบการส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทางโดยอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลังและควบคุมการทำงานด้วยระบบลม ส่วนนิวเมติกส์ไฟฟ้า หมายถึง ระบบส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทางโดยอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลังและควบคุมการทำงานด้วยระบบลมผสมไฟฟ้า อุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

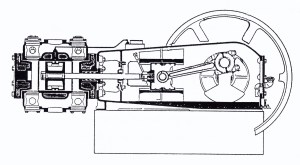
**2.2.1 ชุดต้นกำลัง**

ชุดต้นกำลัง จะทำหน้าที่ผลิตลมให้มีความดันให้สูงตามความต้องการของปริมาณลมอัดให้เพียงพอ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องอัดลมและระบบควบคุมความดันลม นอกจากนี้ท่อทางลมจะต้องมีหลักการออกแบบให้มีความเหมาะสมกับรูปแบบการใช้งานด้วย

**2.2.1.1 เครื่องอัดลม**

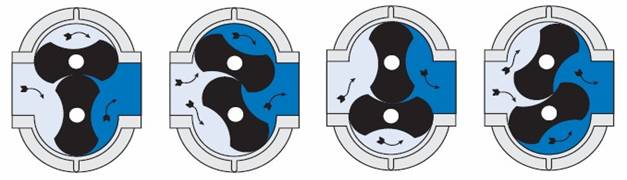
เป็นเครื่องที่ใช้การดูดปั๊มอัดลมอิสระที่ความดันหนึ่ง และส่งลมอัดที่ความดันสูงระหว่าง 3-15 บาร์ โดยทั่วไปใช้ 7.5-10 บาร์ เข้าสู่ระบบโดยที่ความดันใช้งานอุปกรณ์ลมเกือบทุกชนิดอยู่ที่ 6 บาร์ ชนิดของเครื่องอัดลมโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 กลุ่ม

- เครื่องอัดลมแบบลูกสูบหรือปั๊มชัก เป็นเครื่องอัดลมอัดที่มีใช้กันทั่วไปมากที่สุด เพราะราคาถูก จะมีใช้กันตั้งแต่ขนาดเล็กสุดไม่กี่ลิตร/นาที ไปจนถึงขนาดมากกว่า 500 ม3/นาที การอัดจังหวะเดียว (Single Stage) จะให้ความดันได้ระหว่าง 6-10 บาร์ สำหรับเครื่องอัดลมสองจังหวะ (Two Stage) จะให้ความดันได้สูงถึง 15 บาร์ หลักการทำงานเครื่องอัดลมลูกสูบ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังมาขับเคลื่อนลูกสูบให้เคลื่อนที่ขึ้นลง ทำให้เกิดแรงดูดเเละอัดลมภายในกระบอกสูบ โดยมีวาล์วทางด้านดูดและวาล์วทางออกทำงานสัมพันธ์กัน แสดงลักษณะภายในเครื่องอัดลมแบบลูกสูบ ดังภาพที่ 2-4



**ภาพที่ 2-4** แสดงลักษณะภายในเครื่องอัดลมแบบลูกสูบ

- เครื่องอัดลมแบบโรตารี่ จะมีทั้งแบบใบพัด และแบบสกรู ข้อดีชองเครื่องอัดลมโรตารี่ก็คือ การวิ่งเรียบ เสียงเงียบกว่าและการจ่ายลมอัดเป็นไปอย่างสม่ำเสมอเกือบจะคงที่ให้ความดันได้ 4-10 บาร์ และความสามารถในการอัดลมจะมีตั้งแต่ขนาดเล็ก 0.151 ม3/นาที ไปจนถึงขนาดใหญ่ 300 ม3/นาที

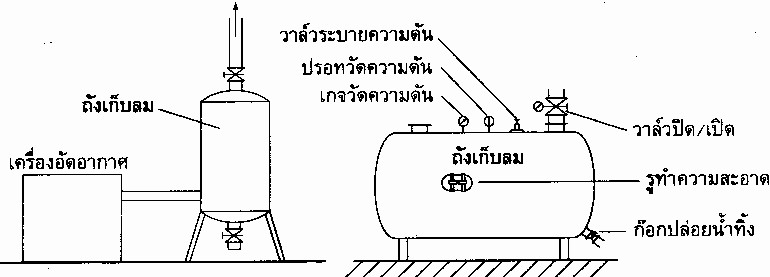


**ภาพที่ 2-5** แสดงลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมโรตารี่แบบสกรู

ในการเลือกเครื่องอัดลมและถังเก็บลมสำหรับใช้งานนั้นชึ้นอยู่กับปริมาณของลมอัดที่ต้องการและขึ้นอยู่กับชนิดของการติดตั้ง เช่น ลักษณะการติดตั้งแบบถาวรและแบบเคลื่อนย้ายได้ ความดันใช้งานปกติ (Working Pressure) สำหรับงานทั่วไปมีค่าประมาณ 6 บาร์ แบ่งเป็น 2 แบบหลัก ดังต่อไปนี้

1. แบบเคลื่อนย้ายได้ เครื่องอัดลมและถังเก็บลมและอุปกรณ์ช่วยอื่นๆ ถูกออกแบบรวมเป็นชุดเดียว หรือติดตั้งภายในเครื่องจักรที่สามารถย้ายได้ ปริมาณการผลิตลมอัดมีขีดจำกัด เพื่อให้ขนาดชุดผลิตลมอัดมีขนาดเล็กและสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก

2. แบบติดตั้งถาวร เมื่อต้องการปริมาณการจ่ายลมอัดปริมาณมากและคงที่ สำหรับใช้งานในจุดต่างๆ ของโรงงาน โรงงานผลิตลมอัดจะมีขนาดใหญ่พอแล้วควรมีห้องต่างหากโดยเฉพาะที่มีอากาศแห้ง สะอาด ปราศจากฝุ่นละออก และมีการถ่ายเทอากาศที่ดีซึ่งจะช่วยให้เกิดการระบายความร้อนได้ดี นอกจากนั้นถังเก็บลมต้องมีขนาดเพียงพอที่จะสำรองลมอัดสำหรับจ่ายให้กับอุปกรณ์ในโรงงาน เพื่อให้เครื่องอัดลมทำงานไม่บ่อยครั้งเกินไป



**ภาพที่ 2-6** เครื่องอัดลมลักษณะการติดตั้งแบบถาวร

**2.2.1.2 ถังเก็บลม**

ถังเก็บลม ใช้เก็บลมที่ถูกอัดตัวไว้ โดยส่วนใหญ่จะติดตั้งไว้ที่ทางออกของเครื่องอัดลมอาจจะอยู่รวมกับเครื่องอัดลม หรือติดตั้งอีกตัวหนึ่งนอกเครื่องอัดลมก็ได้ ซึ่งหน้าที่ของของถังเก็บลมอัดมีดังนี้

- กักเก็บลมอัดที่เครื่องอัดลมผลิตออกมา

- รักษาปริมาณลมอัดให้เพียงพอกับการใช้งาน

- จ่ายลมอัดออกไปใช้งานด้วยความดันสม่ำเสมอ

- ระบายความร้อนให้กับลมอัด

- ป้องกันการลดลงของความดันลมอัดอย่างรวดเร็วจากการใช้งาน ภายในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ

- แยกไอน้ำบางส่วนที่ปะปนมากับลมซึ่งกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ เมื่ออุณหภูมิลดลง

ขนาดของถังเก็บลมเป็นสิ่งสำคัญกับระบบนิวเมติกส์เป็นอย่างมาก ถ้าเลือกใช้ถังเก็บลมที่มีขนาดเล็กเกินไปก็จะทำให้ปริมาณลมที่จ่ายให้กับระบบไม่เพียงพอ ทำให้การทำงานของเครื่องจักรผิดพลาดไป แต่ถ้าเลือกใช้ถังเก็บลมที่มีขนาดใหญ่เกินไป ก็จะทำให้เกิดการสิ้นเปลืองในการลงทุน เพราะถังลมที่มีขนาดใหญ่จะมีราคาแพง และจากการที่ถังเก็บลมมีขนาดใหญ่ พื้นที่ผิวของถังเก็บลมจีงมีมาก จึงเกิดการส่งผ่านความร้อนของแรงดันไปยังบรรยากาศภายนอกอย่างรวดเร็ว เมื่ออากาศแรงดันมีอุณหภูมิลดลง ไอน้ำที่ติดมากับอากาศแรงดันบางส่วนจึงกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

**2.2.1.2 ท่อส่งอัดลม**

ท่อส่งอัดจะทำหน้าที่ลำเลียงลมอัดที่ได้จากการปั๊มอัดของเครื่องอัดลมซึ่งโดยทั่วไปจะออกแบบให้สามารถอัดลมให้มีความดัน 7.5-10 บาร์ ความดันสูงระดับนี้ถ้านำไปใช้งานโดยตรงจะเป็นอันตรายต่ออุปกรณ์ลมและคนได้ จึงต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์ปรับลดความดันให้อยู่ที่ความดันใช้งานและอุปกรณ์ลมโดยทั่วไปจะออกแบบให้ใช้งานได้อย่างปลอดภัยที่ความดัน 6 บาร์เท่านั้น ลมอัดจะถูกส่งผ่านไปยังระบบนิวเมติกส์ตามท่อส่งลมชนิดแข็ง ท่อส่งลมชนิดอ่อน และข้อต่อต่างๆ ท่อส่งลมอัดในระบบจะมีขนาดต่างๆ กัน ขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของลมอัดที่ต้องการ ในระบบจะประกอบไปด้วยท่อเมนและกิ่งก้านท่อเล็กต่างๆ นอกจากนี้ยังมีกับดักน้ำซึ่งจะมีทั้งชนิดปล่อยน้ำทิ้งอัตโนมัติ และแบบธรรมดาซึ่งจะเก็บกักน้ำที่หลงเหลืออยู่ในระบบและพามากับลมอัดเพื่อระบายทิ้งออกจากระบบ และมีชุดปรับสภาพลมทำหน้าที่ทำให้ลมอัดมีความดันที่ถูกต้องและคงที่ ในการไหลของลมอัดผ่านท่อทางต่างๆ จะมีแรงเสียดทานเกิดขึ้นและส่งผลที่ตามมาก็คือ ความดันของลมอัดจะตก ซึ่งทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์นิวเมติกส์ตกตามไปด้วย หรือบางทีอาจทำงานผิดหน้าที่หรือไม่สามารถทำหน้าที่ของมันได้

**2.2.1.3 ชุดปรับสภาพลม**

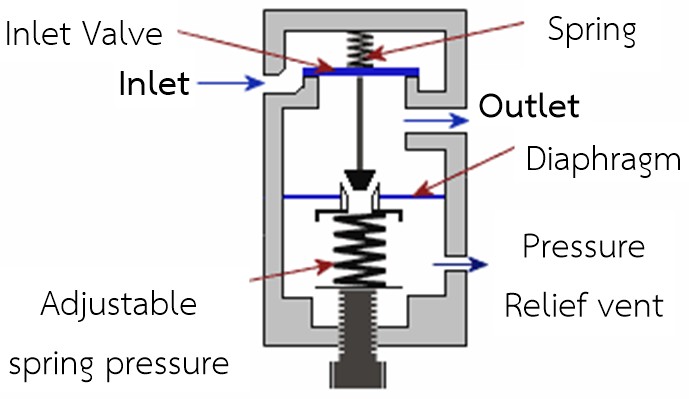
ชุดปรับปรุงคุณภาพลม เป็นส่วนหนึ่งที่ช่วยทำความสะอาดลมก่อนที่ลมจะเข้าไปยังระบบวงจรนิวเมติกส์ ชุดปรับปรุงคุณภาพลมแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. ตัวกรองลม (Filter) มีหน้าที่ดักสิ่งสกปรก เศษฝุ่นละออง และละอองไอน้ำกลั่นตัวที่ติดเข้ามากับอากาศจากเครื่องอัดลม ในขณะที่อากาศแรงดันไหลเข้าไปในชุดของตัวกรองลม ก่อนจะเข้าไปในลูกถ้วย จะต้องผ่านแผ่นบังคับกระแสการไหล ซึ่งแผ่นบังคับกระแสการไหลนี้จะทำเป็นช่องๆ ซึ่งมีมุมปิด จะทำให้อากาศแรงดันเกิดการหมุนวน หลังจากผ่านช่องมุมปิดนี้ละอองน้ำและสิ่งสกปรกขนาดใหญ่ จะได้รับแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางเนื่องจากอากาศหมุนวน และถูกเหวี่ยงเข้าไปปะทะกับผนังของลูกถ้วยแก้ว แล้วไหลตามผนังลูกถ้วยลงสะสมที่ก้นลูกถ้วย หลังจากนั้นอากาศจะผ่านตัวกรองลมซึ่งมีขนาดต่างกัน จะทำให้กำจัดสิ่งสกปรกที่ไม่สามารถกำจัดได้ด้วยแรงเหวี่ยงออกจากอากาศแรงดัน ตัวตัวกรองลมสามารถถอดออกมาทำความสะอาดได้ และควรจะทำความสะอาดหรือเปลี่ยนใหม่ตามระยะเวลาอันสมควรขึ้นอยู่กับความสกปรกของอากาศแรงดัน อากาศแรงดันที่ผ่านตัวกรองลมแล้วจะไหลผ่านตัวปรับแรงดันลมและตัวจ่ายน้ำมันหล่อลื่น ไปยังเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ทำงาน น้ำที่กลั่นตัวและถูกกักเอาไว้ในลูกถ้วยของตัวกรองลมตัวแรก จะต้องรักษาไม่ให้สูงเกินกว่าขีดสูงสุดที่กำหนดไว้ที่ตัวลูกถ้วย โดยการปล่อยให้ระบายออกด้วยการหมุนสกรูระบาย ถ้าปริมาณน้ำที่เกิดในลูกถ้วยมีจำนวนมากควรจะติดตัวระบายน้ำอัตโนมัติ



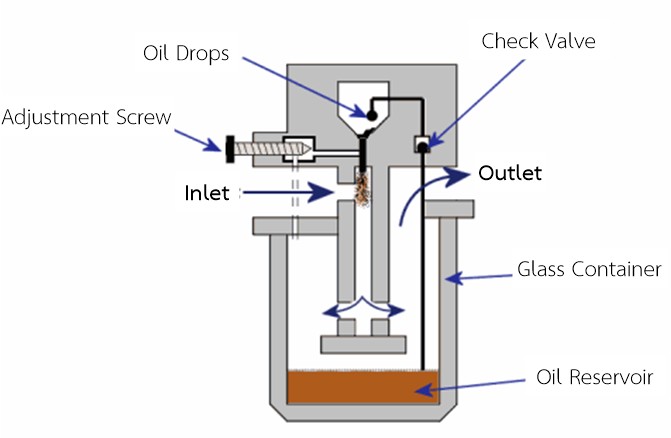
**ภาพที่ 2-7** ชุดปรับสภาพของลม

2. ตัวควบคุมแรงดันลม (Pressure Regulator) มีหน้าที่ในการปรับความดันใช้งานให้คงที่และเหมาะสมกับความดันของระบบและปรับความดันต้นทางให้สูงกว่าความดันปลายทางแบ่งออกเป็น 2 ชนิดย่อย คือ ชนิดไม่มีการระบายความดันออกสู่บรรยากาศและชนิดมีการระบายความดันออกสู่บรรยากาศเมื่อความดันลมออกมาจากอุปกรณ์กรองลมอัด จะต่อเข้าวาล์วควบคุมความดัน เพื่อทีจะปรับความดันลมให้มีความดันคงที่อยู่ที่ ความดันลมจะผ่านบ่าวาล์วและไหลออกที่ทางออกเพื่อใช้งานต่อไป บริเวณช่องทางออกของลมอัดจะมีช่องออริฟีช (Orifice) ที่ต่อระหว่างช่องทางออกกับห้องใต้แผ่นไดอะแฟรม ถ้าความดันลมที่ออกนี้มีความดันสูงกว่าค่าของสปริง (ตัวบน) ก็จะดันแผ่นไดอะแฟรมให้ยกขึ้น เป็นผลให้ก้านของพอพเพตซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับชุดของแผ่นไดอะแฟรมถูกยกขึ้นตาม ทำให้บ่าวาล์วปิดทางลมที่เข้าวาล์ว ดังนั้น ค่าของสปริงจะเป็นตัวกำหนดค่าความดันลมที่ออกจากวาล์วนั้นเอง โดยปกติมักปรับอยู่ที่ประมาณ 3-5 บาร์



**ภาพที่ 2-8** แสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ควบคุมแรงดันลม

3. ตัวส่งน้ำมันหล่อลื่น (Lubricator) มีหน้าที่จะจ่ายสารหล่อลื่นให้กับอุปกรณ์นิวแมติกส์ให้พอเพียงซึ่งสารหล่อลื่นเหล่านี้จะใช้เพื่อลดการสึกหรอของส่วนที่เคลื่อนที่ ลดความฝืดของอุปกรณ์ และป้องกันการเกิดสนิมในอุปกรณ์ ตัวส่งน้ำมันหล่อลื่นส่วนมากจะงานตามหลักการของแรงดันแตกต่างจากหลักการของช่องแคบความแตกต่างของแรงดัน ระหว่างแรงดันก่อนตัวหัวฉีด และแรงดันที่หัวฉีดบริเวณช่องแคบจากหลักการดังกล่าวนำมาใช้กดของเหลว (Oil) จากถังเข้าไปยังหัวฉีดให้น้ำมันผสมกับอากาศ ตัวส่งน้ำมันหล่อลื่นจะเริ่มต้นทำงานก็ต่อเมื่อมีอัตราการไหลผ่านของอากาศพอเพียง ถ้าปริมาณอากาศไหลผ่านน้อยจะทำให้ความเร็วบริเวณของแคบต่ำ จึงไม่ทำให้เกิดแรงดันแตกต่างเพียงพอ ทำให้ไม่เกิดการผลักดันน้ำมันหล่อลื่นเข้าไปยังหัวฉีดได้



**ภาพที่ 2-9** แสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ตัวส่งน้ำมันหล่อลื่น

**2.2.1.4 เครื่องทำลมแห้ง**

เครื่องทำลมแห้ง (Air Dryers) เนื่องจากอากาศมีความชื้นอยู่ เมื่อเครื่องอัดลมดูดเอาอากาศที่มีความชื้นเข้าไปอัด ความชื้นก็จะอยู่ในลมอัดเท่ากับปริมาณที่ดูดเข้าไป และที่ความดันและอุณหภูมิสูงก็สามารถซับความชื้นไว้ได้มากขึ้น แต่เมื่อลมอัดวิ่งไปตามต่อทางและเย็นตัวลง ลมอัดก็ไม่สามารถดูดซับความชื้นไว้ไม่ได้มากเหมือนเดิม ไอน้ำก็จะกลั่นตัวเป็นน้ำ ไหลไปตามท่อทางและเข้าสู่อุปกรณ์ลมซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ลมเสียหายได้ ฉะนั้นเพื่อป้องกันปัญหาที่มาจากน้ำในระบบนิวเมติกส์ ลมอัดที่ถูกปล่อยเข้าสู่ระบบจึงต้องควรทำให้แห้งเสียก่อนด้วยการติดตั้งเครื่องทำลมแห้งดังภาพที่ 2-10 เครื่องทำลมแห้งจะกำจัดความชื้นออกไปจากอากาศอัดได้อย่างมาก จะทำให้ไอน้ำที่อยู่ในลมอัดไม่อิ่มตัวไหลเข้าสู่ระบบและจะไม่ถึงจุดควบแน่น ทำให้ไม่กลายมาเป็นน้ำอยู่ในระบบที่จะมาสร้างปัญหาให้กับการทำงานของระบบนิวเม-ติกส์ได้ เครื่องทำลมแห้งมี 3 ชนิดคือ

1. ชนิดใช้สารเคมี (Chemical or Adsorption) ความชื้นจะถูกดูดซํบด้วยสารเคมีเช่น แคลเซี่ยมคลอไรด์ เป็นต้น เกินกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางเคมีได้ของเหลวหรือน้ำไหลออกจากระบบ จะต้องมีแผนกำหนดการเปลี่ยนเม็ดสารเคมีและถือปฏิบัติโดยเคร่งครัดถึงจะได้ผล

2. ชนิดใช้การดูดซับ (Absorption) ใช้การดูดซับความชื้น เช่น ผงอลูมิน่า (Activated Alumina) ซิลิก้าเหลว (Silica gel) วิธีนี้เป็นกระบวนการทางกลเป็นการจับความชื้นโดยการใช้วัสดุที่มีรูพรุน จะต้องมีการกำหนดการเปลี่ยนสารเช่นกัน หรือทำการกระตุ้นใหม่โดยใช้ความร้อนหรือแก๊สทำให้แห้ง

3. ชนิดทำให้เย็นลง (Refrigeration) ลมอัดจะไหลผ่านอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนซึ่งมีคอยล์เย็นทำให้ลมอัดเย็นลง (Heat Exchanger) เครื่องทำลมแห้งจะทำให้จุดน้ำค้าง (Dew Point) ต่ำลงมาก ลมที่ออกมาจึงแห้งกว่าอีก 2 วิธี เครื่องทำลมแห้งขนาดเล็กและขนาดกลาง จะให้ลมอันไหลผ่านคอยล์เย็นโดยตรง แต่เครื่องทำลมแห้งขนาดใหญ่ซึ่งมักเรียกกันว่า ชิลเลอร์ดรายเออร์ (Chiller Dryer) จะใช้น้ำเย็นไหลผ่านคอลย์ที่ลมไหลผ่าน

**2.2.2**  **วาล์วในระบบนิวเมติกส์**

วาล์วในระบบนิวเมติกส์ คือ ส่วนประกอบในการทำงานของระบบนิวเมติกส์จะประกอบไปด้วย ชุดต้นกำลังซึ่งทำหน้าที่ส่งลมอัดให้กับอุปกรณ์ทั้งหมด อุปกรณ์ให้สัญญาณ อุปกรณ์ควบคุม และอุปกรณ์ทำงาน การที่อุปกรณ์ทำงาน เช่น กระบอกสูบ จะเคลื่อนที่เข้าออกได้ตามความต้องการก็ต้องอาศัยอุปกรณ์ให้สัญญาณและอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งได้แก่วาล์วต่าง ๆ วาล์วมีอยู่หลายชนิดด้วยกันแต่ละชนิดก็มีหน้าที่แตกต่างกันออกไป เช่น ควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงาน ควบคุมปริมาณการไหลของลมอัด ควบคุมความดันที่ใช้ ควบคุมการเริ่มและหยุดการทำงานของวงจรนิวเมติกส์ เป็นต้นซึ่งวาล์วในระบบนิวเมติกส์ชนิดต่าง ๆ แสดงได้ดังภาพที่ 2-10

|  |
| --- |
|  |

**ภาพที่ 2-7** วาล์วในระบบนิวเมติกส์

**2.2.2.1 วาล์วควบคุมทิศทาง**

วาล์วควบคุมทิศทางจะทำหน้าที่เปิด ปิด และทำการเปลี่ยนทิศทางการไหลของลมอัดในการควบคุมลูกสูบในกระบอกสูบให้เดินหน้าและถอยหลัง วาล์วควบคุมทิศทางที่ใช้กันทั่วไปจะเป็นแบบแกนลูกสูบเลื่อน (Spool) แบบแผ่นปิด (Poppet) และแบบจาน (Disc)

วาล์วควบคุมทิศทางอาจจำแนกออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้2 ประเภท คือ วาล์วตำแหน่งเดียว (Mono Stable Valves) และวาล์วสองตำแหน่ง (Bi-Stable Valves) วาล์วตำแหน่งเดียวจะมีทั้งแบบปกติเปิดและปกติปิด ซึ่งต้องระบุให้จัดเชนในการสั่งซื้อ ถ้าไม่ระบุก็จะเป็นที่เข้าใจว่าปกติปิด ในการกำหนดหรือระบุวาล์วควบคุมทิศทางที่ต้องการ โดยทั่วไปจะอิงตามมาตรฐาน SI โดยจะระบุ

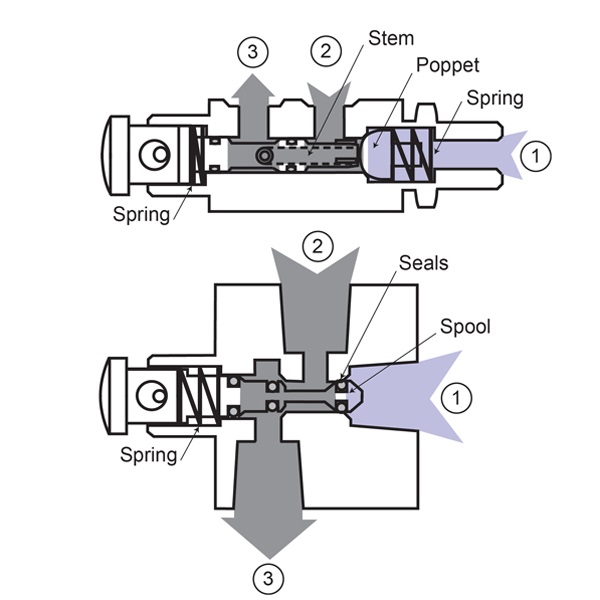
1. จำนวนรูทางเข้า-ออก หรือพอร์ท

2. จำนวนตำแหน่งที่ควบคุมทิศทาง

3. ลักษณะของการทำให้เปลี่ยนทิศทาง

4. หลักการออกแบบ จะเป็นแบบแกนลูกสูบเลื่อน วาว์ลแบบแผ่นปิด วาล์วแบบจาน

5. ขนาด



**ภาพที่ 2-11** แสดงวาล์วแบบแกนลูกสูบเลื่อนและวาว์ลแบบแผ่นปิด

วาล์วควบคุบทิศทางที่ใช้กันมากในระบบนิวเมติกส์จะมีวาล์ว 2/2, 3/2, 4/2, 5/2, 4/3 และ 5/3

- วาล์ว 2/2 หรือวาล์วเปิด-ปิด มีรูทางลมเข้าออก 2 รู และเลื่อนวาล์วได้สองตำแหน่ง เป็นวาล์วที่ใช้ในการเปิดหรือปิดเพื่อให้ลมอัดผ่านหรือไม่ให้ผ่านเข้าระบบ เช่น บอล์วาล์ว เกทวาล์ว โรลเลอร์วาล์ว เป็นต้น

- วาล์ว 3/2 จะมีรูลมทางเข้าออก 3 รู คือ รูลมอัดเข้า รูมอัดออก และภาพล่อยลมทิ้ง และเลื่อนวาล์วได้สองตำแหน่ง วาล์วชนิดนี้จะใช้ในการควบคุมการทำงานของกระบอกสูบทางเดียวที่ต้องการแรงต้านด้านเดียว โดยที่การถอยกลับของลูกสูบจะถอยกลับด้วยแรงสปริง นอกจากนี้ยังใช้เป็นรีเลย์วาล์ว วาล์วตัวจำ วาล์วส่งสัญญาณ และสวิทซ์ เช่น โรลเลอร์วาล์ว และ สวิทซ์ปิด-เปิด เป็นต้น

- วาล์ว 4/2 จะมีรูทางลมเข้าออก 4 รู คือ รูทางลมเข้า 1 รู ทางลมออก 2 รู และอีก 1 รู สำหรับปล่อยลมทิ้ง วาล์วมีสองตำแหน่งเช่นเดียวกัน ใช้ในการควบคุมการทำงานของกระบอกสูบสองทางและใช้เป็นรีเลย์วาล์ว และวาล์วตัวจำ (Memory Valves) เช่นเดียวกับวาล์ว 5/2

- วาล์ว 5/2 จะมีรูทางลมออก 5 รู คือ รูทางลมเข้า 1 รู ทางลมออก 2 รู และภาพล่อยลมทิ้งอีก 2- รู วาล์วมีสองตำแหน่ง ใช้งานเช่นเดียวกับวาล์ว 4/2 คือ ใช้ในการควบคุมการทำงานของกระบอกสูบสองทาง ใช้เป็นรีเลย์วาล์ว และวาล์วตัวจำ

- วาล์ว 4/3, 5/3 เป็นวาล์วที่มีรูทางลมเข้าออก 4, 5 รูเหมือนกันแต่ตำแหน่งของวาล์วสามารถกำหนดได้ 3 ตำแหน่ง/ทิศทาง โดยตำแหน่งกลางจะเป็นตำแหน่งที่จะปิดลมอัดหรือตัดลมอัดออกจากระบบเพื่อมิให้มีการทำงานเกิดขึ้น ส่วนอีก 2 ตำแหน่งจะเป็นตำแหน่งที่มีการสั่งให้ทำงานเหมือนปกติ

**2.2.2.1.1 การเรียกชื่อวาล์วควบคุมทิศทาง**

การเรียกชื่อวาล์วควบคุมทิศทางในระบบนิวเมติกส์จะเรียกชื่อโดยเรียกทางต่อลมก่อนแล้วตามด้วยตำแหน่งการทำงานของวาล์ว แสดงได้ดังตารางที่ 2-1

**ตารางที่ 2-1** สัญลักษณ์และการเรียกชื่อวาล์วควบคุมทิศทาง

|  |  |
| --- | --- |
| **สัญลักษณ์** | **ความหมาย** |
|  | วาล์วควบคุม 2 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง แบบปกติปิด |
|  | วาล์วควบคุม 2 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง แบบปกติเปิด |
|  | วาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง แบบปกติปิด |
|  | วาล์วควบคุม 4 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง แบบปกติเปิด |
|  | วาล์วควบคุม 4 ทิศทาง 3 ตำแหน่ง |
|  | วาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง |
|  | วาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 3 ตำแหน่ง |
|  | วาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 4 ตำแหน่ง |

**2.2.2.1.2 วิธีการทำให้วาล์วเปลี่ยนทิศทาง**

การทำให้วาล์วควบคุมทิศทางเปลี่ยนตำแหน่งนั้นอาจกระทำได้โดย

1. ใช้มือกด โยก หรือเท้าเหยียบ (Manual) ดังภาพที่ 2-12

2. ใช้กลไก (Cams or Rollers) เช่น ลูกล้อ ลูกเบี้ยว เป็นต้น

3. ใช้ลมอัด (Air or Pilot)

4. ใช้ไฟฟ้า (Solenoid)

5. ใช้สปริง (Spring)

|  |
| --- |
| asdasdsdvalve 32 manual(2)m3_150x150    (A) วาล์วสวิทซ์กด 3/2 (B) วาล์วมือโยก 3/2 (C) วาล์วเท้าเหยียบ 4/2 |

**ภาพที่ 2-12** วาล์วควบคุมทิศทางแบบ Manual

**2.2.2.1.3 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)**

 วาล์วที่ใช้ควบคุมการเปิด-ปิด โดยใช้ระบบโซลินอยด์ หรือก็คือการใช้ระบบแม่เหล็กไฟฟ้านั่นเอง ซึ่งโซลินอยด์คืออุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่ทำหน้าที่คล้ายกับรีเลย์ คือใช้ในการเปิด หรือ ปิด โดยภายในโซลินอยด์จะประกอบด้วย ขดลวดที่พันอยู่รอบๆ แท่งเหล็ก โดยมีแท่งเหล็กทั้งหมด 2 ชุดคือ แท่งเหล็กชุดบน และแท่งเหล็กชุดล่าง โดยเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านเข้าไปในขดลวดจะทำให้เกิดอำนาจเหนี่ยวนำขึ้น ทำให้แท่งเหล็กทั้งสองเกิดการดึงดูดซึ่งกัน และกัน ทำให้ระบบทำงานครบวงจร และเมื่อตัดกระแสไฟฟ้า อำนาจแม่เหล็กเหนี่ยวนำก็จะหมดไป ทำให้แท่งเหล็กกลับสู่ตำแหน่งเดิม จากหลักการที่ได้กล่าวมาข้างต้น จึงเกิดการนำไปใช้งานในระบบการเลื่อนลิ้นวาล์วในระบบนิวเมติกส์

- โซลินอยด์วาล์ว 3/2 ทางโซลินอยด์วาล์ว แบบ 3 รูใช้งาน 2 ตำแหน่ง ลักษณะวาล์วเป็นทรงสี่เหลี่ยมมีคอยด์อยู่ด้านใดด้านหนึ่งของวาล์ว และมีสปูนอยู่ภายในวาล์วประกอบไปด้วยรู P จ่ายลม (Port P) รู A ใช้งาน (Port A) รู R ระบายลม (Port R) ส่วนใหญ่จะนิยมใช้โซลินอยด์วาล์วกับงานนิวเมติกส์เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อื่นๆ เช่น กระบอกลม วาล์วลูกสูบแบบปกติปิด เป็นต้น การทำงานของโซลินอยด์วาล์วแบบ 3/2 ทางแบบปกติปิด ตำแหน่งเริ่มต้นของวาล์ว Port P อยู่ในสถานะปิด เมื่อจ่ายไฟ สปูนจะเลื่อนและต้านแรงสปริงเพื่อเปลี่ยนทิศทางวาล์ว ลมจะไปที่ Port A เมื่อหยุดจ่ายไฟ สปริงจะดันส-ปูนกลับให้มาอยู่ตำแหน่งเริ่มต้น และลมจาก Port A จะระบายทิ้งที่ Port R

- โซลินอยด์วาล์ว 5/2 ทางโซลินอยด์วาล์ว 5/2 ทาง หรือโซลินอยด์วาล์วแบบ 5 รูใช้งาน 2 ตำแหน่ง ลักษณะการทำงานวาล์วคล้ายกับโซลินอยด์วาล์วแบบ 3/2 ทาง แต่มีรูใช้งานเพื่มขึ้นประกอบด้วย ด้วย Port P จ่ายลม Port AและB ใช้งาน Port R, S ระบายลม โซลินอยด์วาล์ว 5/2 ทาง แบ่งตามการควบคุมวาล์วได้ 2 แบบ คือ

1. โซลินอยด์วาล์ว 5/2 ทาง โดยการสั่งงานด้วยขดลวดไฟฟ้า 1 ข้าง (Single coil)

2. โซลินอยด์วาล์ว 5/2 ทาง โดยการสั่งงานด้วยขดลวดไฟฟ้า 2 ข้าง (Double coils)

- โซลินอยด์วาล์ว 5/3 ทาง โซลินอยด์วาล์วแบบ 5 รูใช้งาน 3 ตำแหน่ง โซลินอยด์วาล์ว 5/3 ทาง ทำงานโดยการสั่งงานด้วยขดลวดไฟฟ้า 2 ข้าง โซลินอยด์วาล์วแบบ5/3ทาง แบ่งตามสถานะเริ่มต้นของวาล์วได้ 3 แบบ คือ

1. โซลินอยด์วาล์ว 5/3 ทาง ตำแหน่งกลางปิด (Close Center)

2. โซลินอยด์วาล์ว 5/3 ทาง ตำแหน่งกลางระบายออก (Exhaust Center)

3. โซลินอยด์วาล์ว 5/3 ทาง ตำแหน่งกลางจ่ายลม (Pressure Center)

**2.2.3**  **กระบอกสูบลม**

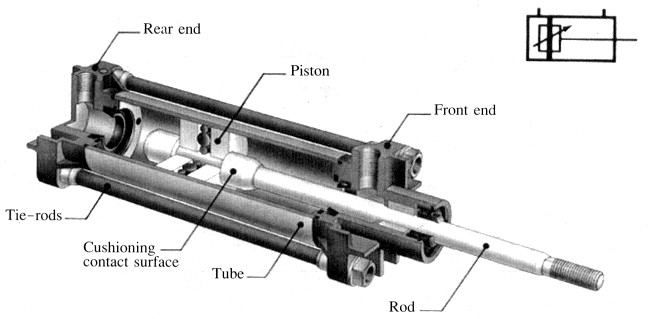
กระบอกสูบลมจะเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ทำให้เกิดแรงที่มีการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงหรือกรณีพิเศษจะทำเกิดการหมุนกลับไปกลับมา กระบอกสูบลมที่ใช้กันโดยทั่วไปมักจะให้ทำหน้าที่ในการจับ ยึด ดัน และป้อนงาน ข้อดีของกระบอกสูบลมนั้นมีมากมายเป็นต้นว่า สามาเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงมาก นำไปใช้งานในบริเวณที่มีอุณหภูมิได้ถึง 260 องศาเซลเซียส ช่วยทำให้การออกแบบชิ้นส่วนกลไกได้ง่ายขึ้น เพราะไม่ต้องใช้เฟืองและเพลาในการขับเคลื่อน การควบคุมขนาดของแรงที่เกิดขึ้นสามารถทำได้ง่ายด้วยการควบคุมความดันที่ใช้ การควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ก็สามารถทำได้ง่ายเช่นเดียวกันด้วยการควบคุมอัตราการไหลของลมอัดที่ไหลเข้ากระบอกสูบ หรือที่ไหลออกจากกระบอกสูบ สำหรับข้อเสียของกระบอกสูบลมที่นำมาใช้ก็คือ การกำหนดตำแหน่งของลูกสูบจะกำหนดได้แน่นอนที่สุดช่วงชักทั้งขาเข้าและขาออกเท่านั้น การกำหนดให้หยุดที่กลางช่วงชักที่ตำแหน่งที่แน่นอนนั้นเป็นไปได้ยาก จะเป็นไปได้เฉพาะเมื่อมีอุปกรณ์มาบังคับไว้เท่านั้น

**2.2.3.1 การติดตั้งกระบอกสูบ**

การติดตั้งหรือจับยึดกระบอกสูบในลักษณะต่างๆ สามารถทำให้เกิดการเคลื่อนที่ทางกลที่ต้องการได้ การเลือกลักษณะการติดตั้งกระบอกสูบ นอกจากจะต้องดูการเคลื่อนที่ทางกลที่ต้องการแล้ว ยังจะต้องดูว่าเมื่อมีการทำซ่อมเกิดขึ้นจะสามารถหากระบอกสูบมาทดแทนได้หรือไม่ ความเสียหายของกระบอกสูบอาจเกิดขึ้นได้จากการติดตั้งกระบอกสูบไม่ได้อยู่ในแนวของการเคลื่อนที่และห้อยตัวไม่ได้ จึงเกิดการงัดกันขึ้น ทำให้กระบอกสูบเสียหายและยังเป็นอันตรายต่อคนใช้งาน ฉะนั้นควรคำนึงถึงลักษณะการติดตั้งกระบอกสูบจะช่วยให้การออกแบบกลไกได้ดีขึ้น ง่ายขึ้น และไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับกระบอกสูบลมได้ง่าย ลักษณะการติดตั้งหรือการจับยึดกระบอกสูบแบ่งออกได้เป็นสองชนิดใหญ่ๆ คือ ชนิดติดตั้งกระบอกสูบอยู่กับที่/ตายตัว จะมีการใช้กับอย่างกว้างขวางเมื่อต้องการให้เกิดการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงอันเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ถ้าต้องการให้มีการเคลื่อนที่แนวเส้นโค้ง ก็ต้องใช้การติดตั้งชนิดให้หมุนได้ (Pivot Mounting)

**2.2.3.2 การกันการกระแทก**

การกันกระแทกของกระบอกสูบ จะเป็นการควบคุมอัตราความเร็วของลูกสูบที่สุดช่วงชักให้ลดลงและหยุดในที่สุด เพื่อไม่ให้ลูกสูบที่วิ่งมาด้วยความเร็วสูงกระแทกกับฝาปิดกระบอกสูบอันจะทำให้เกิดความเสียหายกับกระบอกสูบได้ ฉะนั้นลูกสูบที่รับน้ำหนักมากหรือวิ่งมาด้วยความเร็วสูงจึงมักมีระบบการกันกระแทกไว้ให้ด้วย แต่อย่างไรก็ตามกระบอกสูบลมที่ผลิตขายกันส่วนมากจะมีระบบกันกระแทกไว้ให้ด้วย ภาพที่ 2-13 เป็นภาพแสดงองค์ประกอบภายในของกระบอกสูบสองทางที่มีระบบกันกระแทกที่สามารถปรับรับแรงกระแทกได้ ทั้งนี้เนื่องจากลมอัดที่อยู่ในห้องกันกระแทกยังมีความดันสูงอยู่ จะดันให้ลูกสูบวิ่งกลับ และแรงดันในกระบอกสูบถ้ามีอยู่ก็จะดันลูกสูบให้วิ่งออกไปข้างหน้าอีกทำให้เกิดอาการกระตุกขึ้น เพื่อหลีกเลี่ยงอาการเช่นนี้ จึงต้องมีวาล์วเข็มกันกระแทก เพื่อปล่อยให้ลมหนีออกจากกระบอกสูบจนถึงระดับที่จะทำให้อาการกระตุกของลูกสูบหายไป



**ภาพที่ 2-13** แสดงองค์ประกอบภายในของกระบอกสูบสองทางที่มีระบบกันกระแทก

**2.2.3.3 ชนิดของกระบอกสูบลม**

กระบอกสูบลมที่มีการใช้งานในแนวเส้นตรง สามารถแบ่งออกเป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ กระบอกสูบลมทางเดียว และกระบอกสูบลมสองทาง นอกจากนี้ยังมีกระบอกสูบลมชนิดพิเศษต่างๆ อีกมากมาย ขนาดของกระบอกสูบที่มีใช้กันจะมีตั้งแต่ความโต 6 ม.ม. ไปจนถึง 320 ม.ม. และความยาวช่วงชักจะมีตั้งแต่ 10 ม.ม ถึง 2000 ม.ม.

**2.2.3.3.1 กระบอกสูบทางเดียว**

กระบอกสูบลมทางเดียวที่มีใช้กันโดยทั่วไปมีสองชนิด คือชนิดที่ใช้ลูกสูบและชนิดที่ใช้แผ่นยางหรือไดอะแฟรม กระบอกสูบลมชนิดที่ใช้ลูกสูบจะมีใช้กันมากกว่า และเมื่อต้องการให้เกิดช่วงชักยาว ส่วนกระบอกสูบลมชนิดที่ใช้แผ่นไดอะแฟรมจะมีใช้น้อยกว่า และใช้เมื่อต้องการให้เกิดช่วงชักสั้นๆ เช่น ในการจับงาน เป็นต้น กระบอกสูบลมทางเดียวจะมีแรงให้ใช้ได้ในทิศทางเดียว ในช่วงลูกสูบเดินถอยกลับจะถอยกลับด้วยแรงสปริงหรือน้ำหนักที่กดลงบนลูกสูงเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ไม่มีแรงพอที่จะเอามาใช้งานได้ ฉะนั้น จะเห็นได้ว่าการใช้กระบอกสูบลมทางเดียวจะใช้งานได้เฉพาะทิศทางเดียวเท่านั้น

|  |
| --- |
|  |

**ภาพที่ 2-14** โครงสร้างของกระบอกสูบลมทางเดียว

1. กระบอกสูบลมทางเดียวชนิดไดอะแฟรม กระบอกสูบลมชนิดนี้จะใช้แผ่นไดอะแฟรม ซึ่งทำด้วยยาง พลาสติกหรือโลหะ ทำหน้าที่แทนลูกสูบ จะมีช่วงชักของลูกสูบสั้น แรงเสียดทานนั้นน้อยมากจนไม่คำนึงถึง เหมาะสำหรับการทำงานที่ความดันต่ำและมักใช้ในการจับงาน สำหรับความยาวช่วงชักของกระบอกสูบชนิดนี้จะมีตั้งแต่ไม่กี่มิลลิเมตรไปจนกระทั่งถึง 50 ม.ม. ถ้าความยาวช่วงชักสั้นมากการถอยหลังกลับของลูกสูบก็อาศัยแรงจากแผ่นไดอะแฟรมเพียงอย่างเดียว แต่ถ้าความยาวช่วงชักมากขึ้น แรงจากแผ่นไดอะแฟรมเพียงอย่างเดียวจะไม่เพียงพอที่จะทำให้ลูกสูบถอยหลังกลับได้ตามต้องการ จึงต้องอาศัยแรงสปริงช่วยในการดันกลับ

2. กระบอกสูบลมทางเดียวชนิดไดอะแฟรมม้วนได้ กระบอกสูบชนิดนี้ก็เหมือนกับกระบอกสูบลมทางเดียวชนิดไดอะแฟรมที่กล่าวมาข้างต้น แต่แตกต่างกันตรงที่ แผ่นไดอะแฟรมของกระบอกสูบชนิดนี้จะม้วนตัวเรียบไปกับผนังของกระบอกสูบเมื่อมีแรงดันลมผ่านเข้ามาในกระบอกสูบทำให้ก้านสูบวิ่งได้ระยะทางที่ยาวกว่า คือระยะช่วงชักจะอยู่ระหว่าง 50-80 ม.ม. ข้อควรระวังในการใช้กระบอกสูบชนิดนี้ก็คือระวังอย่าให้มีเศษโลหะที่คมเข้าไปอยู่ในกระบอกสูบ เพราะจะไปทำให้เกิดความเสียหายแก่แผ่นไดอะแฟรมได้ คืออาจทำให้แผ่นไดอะแฟรมมีรอยฉีกและรั่วในที่สุด

**2.2.3.3.2 กระบอกสูบลมสองทาง**

เป็นกระบอกสูบที่มีประโยชน์มากและใช้กันแพร่หลายมากที่สุด สามารถควบคุมความเร็วและกำลังของลูกสูบทั้งในจังหวะดึงและดันหรือผลักได้โดยง่าย กระบอกสูบจะมีความกระทัดรัดกว่า เพราะไม่ต้องมีสปริงอยู่ภายในกระบอกสูบดังเช่นกระบอกสูบทางเดียว กระบอกสูบชนิดนี้ลมอัดจะเข้าสู่กระบอกสูบได้ทั้งหน้าและด้านหลังของกระบอกสูบ ภายในกระบอกสูบจะมีการขัดให้ได้ความเรียบสูงมาก อาจถึง 0.5 ไมครอน และบางครั้งอาจต้องชุบเคลือบผิวภายในด้วยโครเมียมแข็งเพื่อใช้งานพิเศษบางอย่าง นอกจากนี้จะมีแหวนกวาดฝุ่น (Wiper Ring) ที่ส่วนหัวของกระบอกสูบเพื่อกันไม่ให้ฝุ่นแม้แต่ฝุ่นที่จับบนก้านสูบเข้าสู่ภายในกระบอกสูบได้ การใช้กระบอกสูบสองทางนั้นจะสิ้นเปลืองลมอัดมากกว่ากระบอกสูบทางเดียวเกือบเท่าตัว แต่สามารถใช้งานได้ทั้งสองทิศทาง ขนาดของกระบอกสูบสองทางที่ผลิตขายกันมีขนาดต่างๆ ตั้งแต่ขนาดเล็กไปจนถึงขนาดใหญ่ กระบอกสูบขนาดใหญ่จะสิ้นเปลืองลมอัดมาก สำหรับความยาวช่วงชักของลูกสูบนั้นไม่ควรยาวเกิน 2000 ม.ม. ความยาวช่วงชักของลูกสูบที่ผลิตจำหน่ายของแต่ละผู้ผลิตจะเหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมาก

|  |
| --- |
|  |

**ภาพที่ 2-15** โครงสร้างของกระบอกสูบลมสองทาง

**2.2.3.3.3 กระบอกสูบชนิดพิเศษ**

นอกจากกระบอกสูบทางเดียวและกระบอกสูบสองทางซึ่งใช้กันมากที่สุดตามที่แนะนำมาแล้วนั้น ยังมีกระบอกสูบชนิดพิเศษต่างๆ ที่อาจนำไปใช้ได้ในบางโอกาศ

1. กระบอกสูบสองทางชนิดชนิดมีก้านสูบสองด้าน กระบอกสูบชนิดนี้จะมีก้านสูบยื่นออกจากกระบอกสูบทั้งสองด้าน

2. กระบอกสูบสองทางชนิดแทนเดม เป็นกระบอกสูบที่นำเอากระบอกสูบสองทางสองกระบอกต่อกันเข้าด้วยกัน ทำให้ได้แรงเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่า เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบอีก 1 ลูกสูบ ทำให้ไม่ต้องเพิ่มขนาดของกระบอกสูบในกรณีที่ต้องการแรงเพิ่มแต่ไม่มีพื้นที่ใหญ่พอที่จะให้ติดตั้งกระบอกสูบที่มีขนาดใหญ่ได้

3. กระบอกสูบดูเพล็ก ถ้านำเอาก้านสูบของกระบอกสูบสองทางสองกระบอกต่อกันเข้าด้วยกัน จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ได้ถึงสี่ตำแหน่ง

4. กระบอกสูบสองทางชนิดให้เกิดการบิดหรือหมุน (Rotary Cylinder) กระบอกสูบชนิดนี้จะอาศัยเฟืองตรงบนก้านสูบขับล้อเฟืองที่จะทำให้เกิดการหมุนขึ้น เมื่อมีลมอัดมาดันให้เกิดการเคลื่อนที่ของเฟือง การหมุนนี้อาจให้หมุนได้ถึง 360 องศา แต่โดยทั่วไปจะออกแบบให้น้อยกว่า เช่น 180 หรือ 290 องศา เป็นต้น

5. กระบอกสูบชนิดตั้งได้หลายตำแหน่ง (Multi Position Cylinders) กระบอกสูบชนิดนี้ จะเป็นการต่อกันของกระบอกสูบสองทางอย่างน้อยสองกระบอกให้เป็นกระบอกสูบเดียวโดยที่มีลูกสูบและก้านสูบอยู่ตรงข้ามกัน ทำให้สามารถชักได้สี่ตำแหน่ง

6. กระบอกสูบชนิดกระแทก (Impact Cylinder) เป็นกระบอกสูบที่ลูกสูบวิ่งด้วยความเร็วสูงมาก ทำให้เกิดกำลังงานสูงมากในการกระแทก ความเร็วของลูกสูบนั้นจะขึ้นอยู่กับความดันที่ก่อตัวขึ้นที่ห้องก่อความดันซึ่งสามารถทำให้ลูกสูบวิ่งด้วยความเร็วสูงถึง 6 เมตรต่อวินาทีได้ และพลังงานศักดิ์ที่เกิดขึ้นจะได้ถึง 50 กก./ม การทำงานของกระบอกสูบชนิดนี้คือ เมื่อลมอัดได้ไหลเข้ามาในห้องในห้องก่อความดันจนกระทั่งถึงความดันจุดๆ หนึ่ง ลิ้นวาล์วก็จะเปิด ทำให้ความดันที่มีอยู่สูงกว่าวิ่งดันลูกสูบในทันที งานหลักที่นำกระบอกสูบชนิดกระแทกไปใช้งานได้แก่ งานปั๊มตัด งานขึ้นรูป งานย้ำหมุด งานเจาะ เป็นต้น

7. กระบอกสูบชนิดก้านสูบอยู่กับที่ (Rod-less Cylinders) กระบอกสูบชนิดนี้จะมีลักษณะดังภาพที่ 2-16 ปลายก้านสูบทั้งสองด้านจะถูกยึดอยู่กับที่ เมื่อมีลมอัดไหลเข้ากระบอกสูบ ตัวกระบอกสูบจะเป็นตัวเคลื่อนที่ไป กระบอกสูบแบบนี้จะมีแม่เหล็กถาวรติดอยู่กับลูกสูบที่เคลื่อนที่ เมื่อต่อแรงดันลมเข้าด้านรู 1 จะทำให้แรงดันลม ดันให้แม่เหล็กเคลื่อนที่และตัวแม่เหล็กนี้จะดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไปด้วย โดยจะเคลื่อนที่ไปทางขวามือ ส่วนรู 2 เป็นรูระบายลม เหมาะสำหรับงานที่ต้องการช่วงชักที่ยาวกว่าปกติ คือ ยาวกว่า 2000 ม.ม เช่น ในการตัดวัสดุโดยใช้ใบมีดหมุนตัดติดบนกระบอกสูบ

นอกจากกระบอกสูบลักษณะพิเศษต่างๆ ที่กล่าวมาข้างต้น ยังมีการออกแบบกระบอกสูบที่ใช้ในสภาวะต่างๆ อีกด้วย เช่น กระบอกสูบที่มีก้านสูบรับน้ำหนักได้มากขึ้น ก้านสูบทนการกัดกร่อนของกรด กระบอกสูบที่มีซีลทนความร้อนได้ถึง 200 องศาเซลเซียส กระบอกสูบที่ทนต่อกรด เป็นต้น

**ตารางที่ 2-2** สัญลักษณ์กระบอกสูบชนิดต่าง ๆ

|  |  |
| --- | --- |
| **สัญลักษณ์** | **ชนิด** |
|  | กระบอกสูบชนิดทำงานทางเดียว ชนิดที่มีสปริง |
|  | กระบอกสูบชนิดทำงานสองทาง ชนิดมีก้านสูบข้างเดียว |
|  | กระบอกสูบชนิดทำงานสองทาง ชนิดมีก้านสูบทั้งสองข้าง |
|  | กระบอกสูบชนิดมีตัวกันกระแทก |
|  | กระบอกสูบชนิดไม่มีลูกสูบ |
|  | กระบอกสูบชนิดมีผลต่างของลูกสูบ |
|  | กระบอกสูบชนิดแผ่นไดอะแฟรม |

**2.2.3.4 ความสามารถในการทำงานของกระบอกสูบ**

**1. แรงของกระบอกสูบ**

แรงของกระบอกสูบสามารถคำนวณได้จากขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ เส้นผ่านศูนย์กลางของก้านสูบ และความดันลมอัด ได้จากสมการ

 (2-1)

 (2-2)

เมื่อ  = แรงของกระบอกสูบในจังหวะดัน (กิโลกรัมแรง)

 = แรงของกระบอกสูบในจังหวะดึง (กิโลกรัมแรง)

 = ความดันลมอัด (กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร)

 = เส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ (เซนติเมตร)

 = เส้นผ่านศูนย์กลางของก้านสูบ (เซนติเมตร)

 = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานในจังหวะดัน

 = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานในจังหวะดึง

สัมประสิทธิ์ความเสียดทานจะแปรผันตรงกับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ ความต้านทานการเคลื่อนที่ของซีลและความต้านทานการเคลื่อนที่ของก้านสูบโดยปกติจะตั้งไว้ที่ 0.5 – 0.7

**2. ปริมาณลมที่ใช้**

อัตราการใช้ลมที่ต้องใช้ทำให้กระบอกสูบทำงาน สามารถคำนวณได้จากปริมาตรของกระบอกสูบและปริมาตรของท่อ ปริมาตรของท่อจะแตกต่างกันตามวิธีการเดินท่อ ดังนั้นจึงสามารถคำนวณปริมาณลมที่ใช้จากปริมาตรชองกระบอกสูบ ได้จากสมการ

 (2-3)

เมื่อ  = ปริมาณลมที่ใช้ (ลิตร)

 = ช่วงชักของกระบอกสูบ (เซนติเมตร)

 = พื้นที่ลูกสูบด้านลูกสูบ (ตารางเซนติเมตร)

 = พื้นที่ลูกสูบด้านก้านสูบ (ตารางเซนติเมตร)

 = ความดันลม (กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร)

 = จำนวนครั้งที่ลูกสูบเคลื่อนที่ไป-กลับ

 = **** (2-4)

 = **** (2-5)

เมื่อ  = เส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบ (เซนติเมตร)

 = เส้นผ่านศูนย์กลางของก้านสูบ (เซนติเมตร)

**3. การคำนวณหาค่าแรงของกระบอกสูบ**

แรงของกระบอกสูบคำนวณหาได้จากความดันลมอัด ขนาดพื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบและแรงเสียดทานของกระบอกสูบ โดยมีแรงของกระบอกสูบทางทฤษฎีมีค่าเป็น

 (2-6)

เมื่อ  = แรงที่คำนวณได้จากทฤษฎี (นิวตัน)

 = พื้นที่หน้าตัดชองกระบอกสูบ (ตารางเซนติเมตร)

 = ความดันลมอัด (บาร์)

ในทางปฏิบัติ แรงที่เกิดขึ้นจริงจะมีค่าน้อยกว่าแรงที่คำนวณทางทฤษฎี เพราะสูญเสียไปเนื่องจากแรงเสียดทาน แรงเสียดทานจะมีค่าเป็น 3-20% ของแรงที่คำนวณได้ทางทฤษฎีและจะต้องนำค่านี้ไปคำนวณด้วย ดังนั้น

ถ้าเป็นกระบอกสูบทางเดียว สามารถคำนวณหาค่าแรงที่เกิดขึ้นจริง ได้จากสูตร

 (2-7)

ถ้าเป็นกระบอกสูบสองทางสามารถคำนวณหาค่าแรงที่เกิดขึ้นจริงในขณะลูกสูบเคลื่อนที่ออก ได้จากสูตร

 (2-8)

และแรงที่เกิดขึ้นจริงในขณะลูกสูบเคลื่อนที่กลับ ได้จากสูตร

 (2-9)

หรือ  (2-10)

เมื่อ  = พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ – พื้นที่หน้าตัดของก้านสูบ



 =  (2-11)

 =  (2-12)

= **** (2-13)

เมื่อ  = แรงที่คำนวณได้จากทฤษฎี (นิวตัน)

 = แรงที่เกิดขึ้นจริง (นิวตัน)

 = พื้นที่หน้าตัดลูกสูบ (ตารางเมตร)

 = พื้นที่หน้าตัดก้านสูบ (ตารางเมตร)

 = พื้นที่หน้าตัดวงแหวน (ตารางเมตร)

 = ความดันใช้งาน (บาร์, นิวตัน)

 = แรงเสียดทาน (นิวตัน)

(มีค่า 3-20% ของแรงที่คำนวณทางทฤษฎี)

 = แรงต้านเนื่องจากสปริง (นิวตัน)

 = เส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบ (มิลลิเมตร, เมตร)

 = เส้นผ่านศูนย์กลางก้านสูบ (มิลลิเมตร, เมตร) [6]

**2.3 เซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่ง**

เซนเซอร์ (sensor) คือ อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุ และการตรวจสอบขนาดรูปร่างของวัตถุแล้วส่งสัญญาณทางไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่ต่อร่วมกันภายในระบบทำงานในขั้นตอนต่อไป เซนเซอร์ในระบบไฟฟ้าจะแบ่งออกเป็น 4 ชนิดคือ

- เซนเซอร์เหนี่ยวนำ (inductive sensor) ใช้ในการตรวจเช็คสารหรือวัตถุที่เป็นโลหะ การทำงานจะอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่า Inductive

- เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะ (capacitive sensor) ใช้ในการตรวจเช็คสารหรือวัตถุที่เป็นโลหะ และอโลหะ การทำงานจะอาศัยการเปลี่ยนแปลงค่า Capacitive

- เซนเซอร์แสง (Photoelectric **Sensor**) ใช้แสงตรวจจับชิ้นงาน ตัวรับและตัวส่งอยู่คนละที่เซนเซอร์ ประเภทนี้เหมาะกับการตรวจจับวัตถุ หรือชิ้นงานที่ระยะทางค่อนข้างไกล

- เซนเซอร์วัดสนามแม่เหล็ก (magnetic sensor) นิยมใช้ติดกับกระบอกสูบ ที่มีแม่พิมพ์อยู่ที่ก้านสูบ เซนเซอร์ชนิดนี้มีขนาดค่อนข้างเล็ก

**2.2.4 การบำรุงรักษาระบบนิวเมติกส์**

ในระบบนิวเมติกส์ที่จะต้องมีการบำรุงรักษาอย่างดีเพื่อลดปัญหาการเสียของอุปกรณ์ในระบบ ซึ่งจะประกอบไปด้วย ปั๊มลมและอุปกรณ์ประกอบ ระบบท่อต่างๆ กระบอกลมและวาล์วลมต่างๆ

**2.2.4.1 ปั๊มลมและอุปกรณ์ประกอบ**

การบำรุงรักษาปั๊มลมจะต้องเป็นไปตามข้อแนะนำของผู้ผลิตปั๊มลมนั้นๆ ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามชนิดของปั๊มลม สิ่งสำคัญที่จะต้องตรวจสอบและบำรุงรักษาเป็นประจำเพื่อให้ปั๊มลมทำงานได้ตามปกติก็คือ น้ำมันหล่อลื่น ไส้กรองอากาศและน้ำตกค้างในถังพักลม

1. ปั๊มลมที่ใช้น้ำมันหล่อลื่น จะต้องมีการตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นและจำนวนชั่วโมงการใช้น้ำมันหล่อลื่นของเครื่องปั๊มลมนั้น ดังนั้นจึงควรบันทึกเวลาการทำงานของเครื่องปั๊มลมเองไม่ควรใช้วิธีการเดา เพราะถ้าผิดพลาดไปอาจทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับเครื่องปั๊มลมได้ หรืออาจสังเกตุดูสีของน้ำมันหล่อลื่นที่หน้าปัทม์ ถ้าสีเริ่มเปลี่ยนไปจากเดิมก็ให้รีบเปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นทันที การตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นก็มีความสำคัญอย่างมากเพราะน้ำมันหล่อลื่นอาจหนีไปกับลมที่ปั๊มจนระดับน้ำมันหล่อลื่นลดลงต่ำกว่าที่กำหนดได้ ซึ่งถ้าน้ำมันหล่อลื่นไม่ได้ระดับตามที่กำหนด ก็จะทำให้เครื่องปั๊มลมเสียหายได้ความเสียหายในลักษณะเดียวกันก็อาจเกิดขึ้นได้กับเครื่องปั๊มลมเก่าเมื่อมีน้ำมันไหลออกมาพร้อมกับลมอัดเพราะเครื่องหลวม ฉะนั้นควรมีการตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นเป็นประจำ แต่สำหรับเครื่องปั๊มลมบางยี่ห้อ บางรุ่น ได้มีการออกแบบเพื่อป้องกันความเสียหายอันเกิดจากการที่ไม่มีน้ำมันหล่อลื่นเพียงพอ โดยที่เครื่องจะหยุดการทำงานทันทีที่ระดับน้ำมันหล่อลื่นต่ำกว่าที่กำหนด นอกจากนี้ยังมีเครื่องบางรุ่นที่ออกแบบมาให้มีการทำงานโดยไม่ใช้น้ำมันหล่อลื่นเลย

2. ทำความสะอาดไส้กรองอากาศ การตรวจสอบและทำความสะอาดไส้กรองนั้นขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมคือ ถ้าปั๊มลมตั้งอยู่ในบริเวณที่มีฝุ่นมากก็อาจทำการตรวจสอบและทำความสะอาดไส้กรองอากาศสัปดาห์ละ 2 ครั้ง แต่ถ้าปั๊มลมตั้งอยู่ในบริเวณที่มีสภาพแวดล้อมที่ดีกว่าการตรวจสอบและทำความสะอาดไส้กรองอากาศสัปดาห์ละ 1 ครั้งหรืออาจนานกว่านั้น

3. การปล่อยน้ำในถังเก็บลม น้ำที่มากับลมที่ปั๊มได้จะตกค้างอยู่ในถังพักลมซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการจึงต้องทำการปล่อยน้ำนี้ทิ้ง ถ้าเป็นไปได้การปล่อยน้ำทิ้งที่ถังเก็บลมหรือจุดต่างๆ ควรเป็นไปโดยอัตโนมัติ อาจใช้วาล์วปล่อยน้ำทิ้งอัตโนมัติแบบลมหรือแบบวาล์วไฟฟ้าตั้งเวลาก็ได้ หรืออาจใช้วาล์วปล่อยน้ำทิ้งชนิดธรรมดาก็ได้ แต่ควรใช้แบบชนิดอัตโนมัติ เพราะจะขจัดปัญหาเรื่องการลืมปล่อยน้ำทิ้งไปได้ ในกรณีที่ใช้วาล์วปล่อยน้ำชนิดธรรมดา จะต้องทำการปล่อยน้ำทิ้งอย่างน้อยวันละ 2 ครั้ง

4. อุปกรณ์ที่ให้ความปลอดภัย เช่น วาล์วปลดความดันที่ถังเก็บลมอัดจะต้องมีการตรวจสอบดูการทำงานว่ายังทำงานอยู่ดีหรือไม่ โดยการดึงกระเดื่องเพื่อให้วาล์วทำงาน ถ้าดึงแล้วไม่ขยับเขยื้อนก็ต้องทำการซ่อมหรือเปลี่ยนเพื่อรักษาสภาพการทำงานของมันไว้เสมอ

**2.2.4.2 กระบอกสูบลม**

โดยปกติแล้วลมอัดที่ใช้ในระบบนิวเมติกส์ จะได้รับการปรับคุณภาพลมให้เหมาะกับการใช้งานดีอยู่แล้วโดยมีชุดปรับคุณภาพลมซึ่งมีตัวกรอง อุปกรณ์จ่ายน้ำมันหล่อลื่นและวาล์วปรับความดัน ซึ่งโดยปกติจะติดใกล้กับอุปกรณ์ใช้งาน ทำหน้าที่ให้การบำรุงรักษาอุปกรณ์ต่างๆ อยู่และไม่จำเป็นต้องบำรุงรักษากระบอกสูบลม แต่อย่างไรก็ตามการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบลมจะมีการสึกหรอจากการใช้งานเมื่อเวลาผ่านไปจะต้องมีการตรวจสอบและเปลี่ยนใหม่ตามระยะเวลาที่ใช้งาน กระบอกสูบลมที่เกิดความเสียหายขึ้นจะมีแรงทำงานไม่เต็มที่ และถ้ามีการรั่วเกิดขึ้นจะมีเสียงดัง จะต้องรีบเปลี่ยนโดยทันทีเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายอีกต่อไปได้ ในกรณีของกระบอกสูบทางเดียง ถ้ามีการทำงานที่ไม่สุดช่วงชัก ก็อาจเนื่องจากมาจากสปริงที่อยู่ภายในกระบอกเกิดขาด จำต้องมีการถอดเปลี่ยนทดแทนใหม่ นอกจากนี้ข้อต่อที่เป็นทางลมเข้ากระบอกสูบก็จะต้องตรวจสอบการรั่วอยู่เป็นประจำและเปลี่ยนใหม่เมื่อมีการรั่วของลมเกิดขึ้น การรั่วของลมจะเป็นการสิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็นทำให้กระบอกสูบลมทำงานไม่เต็มที่ด้วย

**2.2.4.3 วาล์วลม**

ลมที่ได้รับการปรับคุณภาพอย่างดีแล้ว จะไม่ทำให้เกิดความเสียหายกับวาล์วควบคุมต่างๆ ผงสนิม สะเก็ดเชื่อม และสิ่งสกปรกอื่นๆ จะต้องมีการกรองดักออกเสียก่อนที่จะไปเข้าสู่วาล์ว ถ้ามีการรั่วไหลเข้าไปในวาล์ว ก็จะทำให้มีการรั่วไหลของลมไปในที่ทางออกที่ไม่ต้องการได้ จะต้องรีบเปลี่ยนวาล์วหรือทำการซ่อมแซมให้เรียบร้อย ไม่ควรปล่อยทิ้งไว้ เพราะการสูญเสียในระยะยาวจะมีมากกว่าการเปลี่ยนวาล์วใหม่เสียอีก โดยปกติผู้ผลิตอุปกรณ์ลม จะให้แนวทางการบำรุงรักษาไว้ให้ถือปฏิบัติ และอาจมีตารางเวลาตรวจสอบให้ด้วย เช่น จะมีการกำหนดจุดเฉพาะที่จะใส่น้ำมันหล่อลื่น แนะนำชนิดจารบีและน้ำมันหล่อลื่นที่ควรใช้ และแนะนำวิธีตรวจสอบและทำความสะอาด เป็นต้น โดยปกติการบำรุงรักษาระบบนิวเมติกส์ จะทำควบคู่ไปกับการบำรุงรักษาระบบอื่นๆ เช่นระบบไฟฟ้า ระบบไฮดรอลิก และระบบแมคคานิก เป็นต้น ผู้ซ่อมบำรุงควรมีความเชี่ยวชาญ เพราะงานซ่อมบำรุงรักษาเป็นงานละเอียดอ่าน ถ้าผู้ทำการซ่อมบำรุงรักษาไม่มีความเชี่ยวชาญพอ ผลเสียที่ตามมาอย่างมากเนื่องจากอุปกรณ์เสียก่อนกำหนด ทำให้ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์ และจะให้เกิดความเสียหายกับการผลิตอย่างมากเพราะผลิตไม่ได้

**2.4** **เครื่องควบคุมแบบตรรกที่สามารถโปรแกรมได้**

เครื่องควบคุมแบบตรรกที่สามารถโปรแกรมได้ (Programmable Logic Controller : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด (barcode reader) เครื่องพิมพ์ (printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (stand-alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

**2.4.1 โครงสร้างของ PLC**

|  |
| --- |
|  |

**ภาพที่ 2-4** โครงสร้างพื้นฐานของ PLC

เครื่องควบคุมแบบตรรกที่สามารถโปรแกรมได้ เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรในอุตสาหกรรม PLC มีโครงสร้างภายในประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับ - ส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็ก ส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆได้ หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC แสดงดังภาพที่ 2-4

**2.4.2 ส่วนประกอบของ PLC**

ภายใน เครื่องควบคุมแบบตรรกที่สามารถโปรแกรมได้จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ จำนวน 5 ส่วนเข้าด้วย แต่ละส่วนมีหน้าที่และความสำคัญดังนี้

**1. หน่วยอินพุต (input unit)**

หน่วยอินพุตทำหน้าที่รับสัญญาณอุปกรณ์อินพุตเข้ามาและต่อไปยังหน่วยประมวลผล (CPU) เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป ซึ่งสามารถรับสัญญาณได้ทั้งสัญญาณในรูปแบบ ON/OFF และสัญญาณ Analog ที่เป็นสัญญาณมาตรฐานต่างๆ เช่น 4-20mA, 1-5V หรือ 0-10V ซึ่งอุปกรณ์อินพุตที่ให้สัญญาณได้แก่ Switch Proximity, Switch Photo Sensor, Encoder Pressure Sensor, Thumbwheel Switch และ Temperature Sensor เป็นต้น

**2. หน่วยประมวลผล (CPU)**

หน่วยประมวลผลทำหน้าที่ควบคุมและจัดการระบบการทำงานทั้งหมดภายในระบบ PLC เช่นการสั่งให้ระบบ PLC ทำงานตามคำสั่งที่ถูกโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำ CPU หน่วยความจำ ภาคอินพุตและเอาต์พุตเป็นต้น

**3. หน่วยความจำ (memory)**

หน่วยความจำทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงานโดยขนาดของหน่วยความจำถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูลภายในหน่วยความจำ 1 บิตก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำ 2 ชนิด RAM และ ROM

**-** RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้ และข้อมูลในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภทนี้จะต้องมีแบตเตอรี่เล็กๆ เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับการอ่านและเขียนข้อมูลทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขอยู่บ่อยๆ

**-** ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะสำหรับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม EPROM เป็นรูปแบบของหน่วยความจำที่ได้รับการพัฒนาให้มีความสามารถที่ดีขึ้น คือ สามารถเขียน และอ่านข้อมูลได้โดยใช้สัญญาณไฟฟ้าเท่านั้น ในขณะเดียวกันก็สามารถเก็บข้อมูลครั้งล่าสุดได้โดยไม่จำเป็นต้องใช้ไฟเลี้ยง จึงเหมาะสำหรับเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมการควบคุมของ PLC

**4. หน่วยเอาต์พุต (output unit)**

หน่วยเอาต์พุตทำหน้าที่รับข้อมูลจาก CPU และส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่ต่อร่วมภายนอก ในส่วนของอุปกรณ์เอาต์พุตเป็นอุปกรณ์ทีต้องทำการขยายสัญญาณก่อนที่จะต่อใช้งานกับอุปกรณ์ในการทำงานหรือโหลดที่ต้องใช้กำลังไฟฟ้าสูงๆ เช่น มอเตอร์ ฮีทเตอร์ กระบอกสูบในระบบนิวเมติกส์ เนื่องจากในส่วนเอาต์พุตของ PLC ไม่ว่าจะแบบรีเลย์ หรือทรานซิสเตอร์นั้นมีความสามารถที่จะจ่ายหรือทนกระแสไฟฟ้าได้น้อย ดังนั้นจึงต้องมีการนำอุปกรณ์เอาต์พุตมาต่อใช้งานร่วมด้วย ได้แก่ รีเลย์กำลังหน้าสัมผัสเตอร์ โซลินอยด์วาล์ว หลอดไฟ และคอนโทรลวาล์ว เป็นต้น

**5. แหล่งจ่ายไฟ (power supply)**

แหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟตรงให้กับ CPU หน่วยความจำ และหน่วยอินพุต/เอาต์พุต

**2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์**

ไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นอุปกรณ์ชิปไอซีพิเศษชนิดหนึ่ง ที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อ  
ควบคุมการทำงานตามที่ต้องการได้ เป็นอุปกรณ์ควบคุมที่มีขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาหน่วยประมวลผล, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในโมดูลเดียวกัน เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์มีขนาดเล็กยืดหยุ่น และความสามารถสูงจึงนิยมฝังไว้ในอุปกรณ์ทางไฟฟ้าหรือ อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ มีด้วยกันหลายประเภท ซึ่งจะแบ่งประเภทตามสถาปัตยกรรมการผลิต กระบวนการทำงานระบบการประมวลผล โครงสร้างภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์

|  |
| --- |
|  |

**ภาพที่ 2-19** โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์

**2.5.1 โครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์**

จากภาพที่ 2-19 แสดงโครงสร้างของไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบไปด้วย 5 ส่วนสำคัญ ดังนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU: central processing unit) ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาทำการ ประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผล

2. หน่วยความจำ (memory) แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ หน่วยความจำเก็บโปรแกรม (processing memory) ทำหน้าที่คล้ายกับฮาร์ดดิสก์ในคอมพิวเตอร์ข้อมูลไม่สูญหายแม้ไม่มีไฟเลี้ยงและหน่วยความจำข้อมูล (data memory) ใช้เป็นเหมือนกระดาษทดในการคำนวณของซีพียูและเป็นพักข้อมูลในการทำงานชั่วคราว ข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยงคล้ายกับหน่วยความจำแรม (Ram) ในคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นแบบอีอีพรอม (EEPROM : erasable electrically programmable read-only memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

3. ส่วนติดต่ออุปกรณ์ภายนอกหรือเรียกว่าพอร์ต (port) มีด้วยกัน 2 ลักษณะคือ พอร์ตรับสัญญาณ หรือพอร์ตอินพุต (input port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ทเอาต์พุต (output port) ส่วนนี้มีความสำคัญมาก เนื่องจากใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก และ อุปกรณ์ภายนอกเหล่านั้นนั่นเอง ที่เป็นสื่อกลางในการติดต่อกับมนุษย์ ยกตัวอย่างพอร์ตอินพุตใช้ต่อกับสวิตช์เพื่อรับข้อมูลที่ผู้ใช้งานกดป้อนเข้ามา ซึ่งเหมือนกับการใช้คีย์ (key) บอร์ดในการป้อนข้อความ เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ พอร์ตเอาต์พุตใช้ต่อกับลำโพงเพื่อขับเสียง ต่อกับหลอดไฟเพื่อแสดงผลต่อกับมอเตอร์เพื่อควบคุมการหมุน ต่อกับหน่วยความจำเพื่อเพิ่มพื้นที่ในการเก็บข้อมูลหากเปรียบเทียบกับคอมพิวเตอร์ พอร์ตเอาต์พุตก็คือส่วนที่ต่อกับเครื่องพิมพ์สำหลับพิมพ์ข้อมูลออกมาและส่วนที่ต่อกับจอมอนิเตอร์เพื่อแสดงภาพเป็นต้น

4. ส่วนทางสัญญาณหรือบัส (bus) การติดต่อแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียูหน่วยความจำและพอร์ต จะกระทำบนสายสัญญาณจำนวนมาก เรียกว่า เส้นทางสัญญาณหรือบัสโดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (data but), บัสแอดเดรส (address bus) และบัสควบคุม (control bus) บัสข้อมูลเป็นสายสัญญาณที่บรรจุข้อมูล สำหรับการประมวลผลทั้งหมดขนาดของบัสจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการประมวลผลของซีพียู และเทคโนโลยีของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นๆ สำหรับในงานทั่วไป ขนาดของบัสข้อมูลคือ 8 บิต และในปัจจุบันมีการพัฒนาไปถึง 16, 32 และ 64 บิต และบัสแอดเดรสเป็นสายสัญญาณที่บรรจุค่าตำแหน่งของหน่วยความจำ โดยการติดต่อกับหน่วยความจำนั้น ซีพียูต้องกำหนดตำแหน่งที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน ซึ่งก็คือการกำหนดค่าแอดเดรส จำนวนสายสัญญาณของบัสแอดเดรสจึงต้องมีจำนวนมาก และถ้ายิ่งมีมากเท่าใดจะเป็นการแสดงถึงความจุของหน่วยความจำ ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นสามารถติดต่อได้สามารถคำนวณได้จากจำนวนแอดเดรสของหน่วยความจำเท่ากับ 2n โดยที่ n คือจำนวนสายสัญญาณ

5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา เป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานทั้งหมดในไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะโดยใช้สัญญาณนาฬิกาหากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะในการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะถี่และมีมากตาม ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

**2.5.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887**

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 คือ อุปกรณ์ที่สามารถสร้างระบบควบคุมได้ โดยเป็นอุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำที่มีการรวมเอาฟังก์ชั่นการทำงานต่าง ๆ มารวมไว้ในตัวเดียวกัน ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งในที่นี้หมายถึงอุปกรณ์ภายในที่ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลางและพอร์ต ในการเชื่อมต่อแบบต่างๆ พื้นฐานการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ ระบบดิจิตอลโดยค่าเอาต์พุตที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์จะเป็น 0 กับ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นระบบที่รวบรวมอุปกรณ์ต่างๆ อยู่ภายใน เพื่อความสะดวกในการใช้งาน โดยโครงสร้างและสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887 แสดงดังภาพที่ 2-20

|  |
| --- |
|  |

**ภาพที่ 2-20** โครงสร้างและสถาปัตยกรรมภายในของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC16F887

**2.5.3 คุณสมบัติของ PIC16F887**

• มีคำสั่งภาษาแอสเซมบลี 35 คำสั่ง

• มีการทำงานแบบ RISC การประมวลผล 1 คำสั่งใช้เวลาทำงาน 1-2 Cycle

• ทำงานสูงสุดที่สัญญาณนาฬิกาตั้งแต่ไฟตรงจนถึงความถี่ 20 MHz

• มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช มีขนาด 8 KWord (1 word = 14 bit)

• มีหน่วยความจำข้อมูล ขนาด 368 Bytes

• มีหน่วยความจำข้อมูลแบบอีอีพรอม ขนาด 256 Bytes

• มีการขัดจังหวะ อินเตอร์รัพท์ (interrupt) ได้ 17 แหล่ง

• มีระบบ Code Protection ป้องกันการคัดลอก

• มีวงจร POR (power-on reset) และ มีวงจร WDT (watchdog timer)

• มีวงจร PWRT (power-up timer) และวงจร OST (oscillator start-up timer)

• มีโหมดประหยัดพลังงาน (sleep mode)

• การต่อสัญญาณนาฬิกา สามารถเลือกต่อได้หลายแบบ เช่นใช้ RC หรือ XTAL ก็ได้

• สามารถโปรแกรมด้วยไฟ +5VDC ได้

• ใช้การโปรแกรม แบบ In-Circuit Debugger

• ทำงานที่ไฟเลี้ยง 2VDC ถึง 5.5VDC

• Current Sink และ Current Source อยู่ที่ 25 mA

• มีTimer/Counter 3 ตัว คือ Timer0,2 ขนาด 8 Bit และ Timer1 ขนาด 16 Bit

• มีโมดูล CCP (capture/compare/PWM) 2 ชุด คือ CCP1 และ CCP2

• มีวงจร A/D converter ขนาด 10 Bit อยู่ 14 ช่อง

• มีวงจรเปรียบเทียบแรงดันอนาล็อก 2 ชุด

• มีระบบ USART รองรับการสื่อสารแบบ RS-485 RS-232 และ LIN 2.0

• มีวงจรอุปกรณ์อนุกรม แบบ SPI และแบบ I2C

|  |
| --- |
|  |

**ภาพที่ 2-21** แสดงขาของ PIC16F887

(แหล่งที่มา http://www.bilbaoelectronics.com)

**2.5.4 หน้าที่ของพอร์ต PIC16F887**

พอร์ต คือ ช่องทางการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นอินพุต เอาต์พุตภายนอก โดยแต่ละพอร์ตจะมีหลักการใช้งานที่แตกต่างกัน สำหรับ PIC16F887 จะมีพอร์ตให้ใช้งานอยู่ทั้งหมด 5 พอร์ต แต่ละพอร์ตจะมีตำแหน่งขาการใช้งาน รายละเอียดคุณสมบัติ แสดงดังภาพที่ 2-34

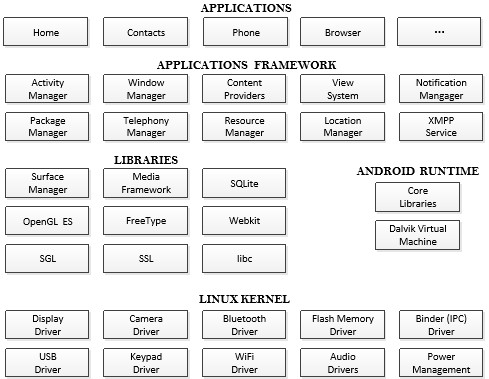
**2.6 ระบบปฏิบัติการ ANDROID**

อุปกรณ์มือถือ และอุปกรณ์พกพาได้รับความนิยมจากผู้ใช้งานเป็นจำนวนมาก โดยอุปกรณ์ส่วนใหญ่ที่มีอยู่ในท้องตลาด จะมีระบบปฏิบัติการเป็นของตัวเอง ที่ไม่เหมือนกับระบบปฏิบัติการที่อยู่บนคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC : Personal Computer) ส่งผลให้แนวทางในการพัฒนาโปรแกรม เพื่อนำไปใช้งานบนอุปกรณ์เหล่านั้นยุ่งยาก และหลากหลายขึ้น ระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์ดังกล่าว มีอยู่หลายตัวเช่น Android, iOS, Windows Phone, BlackBerry, Symbian, webOS, MeeGo และ QNX เป็นต้น โดยลักษณะของระบบปฏิบัติการข้างต้น ส่วนมากจะเป็นประเภทไม่เปิดเผยซอร์ฟแวร์ต้นฉบับ (Closed Source) ซึ่งหมายความว่า ระบบปฏิบัติการดังกล่าว ไม่สามารถนำมาศึกษา ดัดแปลงการทำงานของระบบปฏิบัติการเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้ ทำให้เกิดความไม่สะดวกในการพัฒนา และการพัฒนาจะถูกกำหนดทิศทางโดยบริษัทเจ้าของลิขสิทธิ์

ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เป็นระบบปฏิบัติการที่พัฒนามาจากการนำเอา แกนกลางของระบบปฏิบัติการลินุกซ์ (Linux Kernel) ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการที่ออกแบบมาเพื่อทำงานเป็นเครื่องให้บริการ (Server) มาพัฒนาต่อ เพื่อให้กลายเป็นระบบปฏิบัติการบนอุปกรณ์พกพา (Mobile Operating System) ต่อมาเมื่อเดือน พฤศจิกายน ปี พ.ศ 2550 บริษัทกูเกิ้ล ได้ทำการก่อตั้งสมาคม OHA (Open Handset Alliance) เพื่อเป็นหน่วยงานกลางในการกำหนดมาตรฐานกลาง ของอุปกรณ์พกพาและระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยมีสมาชิกในช่วงก่อนตั้งจำนวน  34 รายเข้าร่วม ซึ่งประกอบไปด้วยบริษัทชั้นนำที่ดำเนินธุรกิจด้านการสื่อสาร เช่น โรงงานผลิตอุปกรณ์พกพา, บริษัทพัฒนาโปรแกรม, ผู้ให้บริการสื่อสาร และผู้ผลิตอะไหล่อุปกรณ์ด้านสื่อสารหลังจากนั้น เมื่อเดือนตุลาคม ปี พ.ศ 2551 บริษัท กูเกิ้ล ได้เปิดตัวมือถือตัวแรกที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์คือ HTC Dream โดยใช้แอนดรอยด์รุ่น 1.1 และหลังจากนั้น ได้มีการปรับพัฒนาระบบปฏิบัติการเป็นรุ่นใหม่ มาเป็นลำดับ

แอนดรอยด์ (Android) คือระบบปฏิบัติการแบบเปิดเผยซอร์ฟแวร์ต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัท กูเกิ้ลที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับ หลายราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอ และความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกได้ตามต้องการและหากมองในทิศทางสำหรับนักพัฒนาโปรแกรม (Programmer) แล้วนั้น การพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ไม่ใช่เรื่องที่ยาก เพราะมีข้อมูลในการพัฒนารวมทั้ง Android SDK (Software Development Kit) เตรียมไว้ให้กับนักพัฒนาได้เรียนรู้ และเมื่อนักพัฒนาต้องการจะเผยแพร่หรือจำหน่ายโปรแกรมที่พัฒนาแล้วเสร็จ แอนดรอยด์ก็ยังมีตลาดในการเผยแพร่โปรแกรม ผ่าน Android Market แต่หากจะกล่าวถึงโครงสร้างภาษาที่ใช้ในการพัฒนานั้น สำหรับ Android SDK จะยึดโครงสร้างของภาษาจาวา (Java language) ในการเขียนโปรแกรม เพราะโปรแกรมที่พัฒนามาได้จะต้องทำงานอยู่ภายใต้ Dalvik Virtual Machine เช่นเดียวกับโปรแกรมจาวา ที่ต้องทำงานอยู่ภายใต้ Java Virtual Machine เปรียบได้กับสภาพแวดล้อมที่โปรแกรมทำงานอยู่

**2.6.1 โครงสร้างของแอนดรอยด์**

****

**ภาพที่ 2-23** โครงสร้างของแอนดรอยด์

การทำความเข้าใจโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ถือว่าเป็นสิ่งสำคัญเพราะถ้านักพัฒนาโปรแกรม สามารถมองภาพโดยรวมของระบบได้ทั้งหมด จะให้สามารถเข้าใจถึงกระบวนการทำงานได้ดียิ่งขึ้น และสามารถนำไปช่วยในการออกแบบโปรแกรมที่ต้องการพัฒนา เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน

จากโครงสร้างของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ในภาพที่ 2-23 มีการแบ่งออกมาเป็นส่วนๆ ที่มีความเกี่ยวเนื่องกัน โดยส่วนบนสุดจะเป็นส่วนที่ผู้ใช้งานทำการติดต่อโดยตรงซึ่งก็คือส่วนของ (Applications) จากนั้นก็จะลำดับลงมาเป็นองค์ประกอบอื่นๆตามลำดับ และสุดท้ายจะเป็นส่วนที่ติดต่อกับอุปกรณ์โดยผ่านทาง Linux Kernel โครงสร้างของแอนดรอยด์ พอที่จะอธิบายเป็นส่วนๆได้ดังนี้

- Applications   ส่วน Application หรือส่วนของโปรแกรมที่มีมากับระบบปฏิบัติการ หรือเป็นกลุ่มของโปรแกรมที่ผู้ใช้งานได้ทำการติดตั้งไว้ โดยผู้ใช้งานสามารถเรียกใช้โปรแกรมต่างๆได้โดยตรง ซึ่งการทำงานของแต่ละโปรแกรมจะเป็นไปตามที่ผู้พัฒนาโปรแกรมได้ออกแบบและเขียนโค้ดโปรแกรมเอาไว้

- Application Framework  เป็นส่วนที่มีการพัฒนาขึ้นเพื่อให้นักพัฒนาสามารถพัฒนาโปรแกรมได้สะดวก และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น โดยนักพัฒนาไม่จำเป็นต้องพัฒนาในส่วนที่มีความยุ่งยากมากๆ เพียงแค่ทำการศึกษาถึงวิธีการเรียกใช้งาน Application Framework ในส่วนที่ต้องการใช้งาน แล้วนำมาใช้งาน ซึ่งมีหลายกลุ่มด้วยกัน

- Activities Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จัดการเกี่ยวกับวงจรการทำงานของหน้าต่างโปรแกรม

- Content Providers เป็นกลุ่มของชุดคำสั่ง ที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลของโปรแกรมอื่น และสามารถแบ่งปันข้อมูลให้โปรแกรมอื่นเข้าถึงได้

- View System เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับการจัดการโครงสร้างของหน้าจอที่แสดงผลในส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface)

- Telephony Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่ใช้ในการเข้าถึงข้อมูลด้านโทรศัพท์ เช่นหมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น

- Resource Manage r เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งในการเข้าถึงข้อมูลที่เป็น ข้อความ, รูปภาพ

- Location Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่เกี่ยวกับตำแหน่งทางภูมิศาสตร์ที่ระบบปฏิบัติการได้รับค่าจากอุปกรณ์

- Notification Manager เป็นกลุ่มของชุดคำสั่งที่จะถูกเรียกใช้เมื่อโปรแกรม ต้องการแสดงผลให้กับผู้ใช้งาน ผ่านทางแถบสถานะ(Status Bar) ของหน้าจอ

  - Libraries เป็นส่วนของชุดคำสั่งที่พัฒนาด้วย C/C++ โดยแบ่งชุดคำสั่งออกเป็นกลุ่มตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน เช่น Surface Manage จัดการเกี่ยวกับการแสดงผล, Media Framework จัดการเกี่ยวกับการการแสดงภาพและเสียง, Open GL | ES และ SGL จัดการเกี่ยวกับภาพ 3 มิติ และ 2มิติ, SQLlite จัดการเกี่ยวกับระบบฐานข้อมูล เป็นต้น

- Android Runtime จะมี Darvik Virtual Machine ที่ถูกออกแบบมา เพื่อให้ทำงานบนอุปกรณ์ที่มี หน่วยความจำ, หน่วยประมวลผลกลางและพลังงานที่จำกัด ซึ่งการทำงานของ Darvik Virtual Machine จะทำการแปลงไฟล์ที่ต้องการทำงาน ไปเป็นไฟล์ .DEX ก่อนการทำงาน เหตุผลก็เพื่อให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นเมื่อใช้งานกับ หน่วยประมวลผลกลางที่มีความเร็วไม่มาก ส่วนต่อมาคือ Core Libraries ที่เป็นส่วนรวบรวมคำสั่งและชุดคำสั่งสำคัญ โดยถูกเขียนด้วยภาษาจาวา

- Linux Kernel เป็นส่วนที่ทำหน้าที่หัวใจสำคัญ ในจัดการกับบริการหลักของระบบปฏิบัติการ เช่น เรื่องหน่วยความจำ พลังงาน ติดต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ความปลอดภัย เครือข่าย โดยแอนดรอยด์ได้นำเอาส่วนนี้มาจากระบบปฏิบัติการลินุกซ์ รุ่น 2.6 (Linux 26. Kernel) ซึ่งได้มีการออกแบบมาเป็นอย่างดี

**2.6.2 จุดเด่นของระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์**

1. ด้านของการพัฒนาโปรแกรม ทางบริษัท Google ได้มีการพัฒนา Application Framework ไว้สำหรับนักพัฒนาใช้งาน ได้อย่างสะดวก และไม่เกิดปัญหาเมื่อนำชุดโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นมา ไปใช้กับอุปกรณ์ที่มีคุณลักษณะต่างกัน เช่นขนาดจออุปกรณ์ ไม่เท่ากัน ก็ยังสามารถใช้งานโปรแกรมได้เหมือนกัน เป็นต้น

2. ด้านของกลุ่มผลิตภัณฑ์ บริษัทที่มีการพัฒนาผลิตภัณฑ์รุ่นใหม่ ได้มีการนำเอาระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ไปใช้ในสินค้าของตนเอง พร้อมทั้งยังมีการปรับแต่งให้ระบบปฏิบัติการมีความสามารถ การจัดวาง โปรแกรม และลูกเล่นใหม่ๆ ที่แตกต่างจากคู่แข่งในท้องตลาด ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์มีการเจริญเติบโตอย่างรวดเร็ว และมีส่วนแบ่งตลาดของอุปกรณ์ด้านนี้ ขึ้นทุกขณะ ทำให้กลุ่มผู้ใช้งาน และกลุ่มนักพัฒนาโปรแกรม ให้ความสำคัญกับระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์เพิ่มมากขึ้น