บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

<u>ทฤษฎีที่นำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงาน</u>

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance)
2. ทฤษฎีที่เกี่ยวกับระบบนิวแมติก (Pneumatics system)

2.1 <u>ทฤษฎีที่เกี่ยวกับการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance)</u>

การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive maintenance) คือการบำรุงรักษาที่ดำเนินการเพื่อป้องกันการหยุดของเครื่องจักรโดยเหตุฉุกเฉิน สามารถทำได้โดยการตรวจสภาพเครื่องจักร การทำความสะอาดและการหล่อลื่นโดยถูกวิธี การปรับแต่งให้เครื่องจักรที่จุดทำงานตามคำแนะนำของคู่มือ รวมทั้งการบำรุงรักษาและเปลี่ยนอะไหล่ตามกำหนดเวลา

2.1.1 วิวัฒนาการของการบำรุงรักษา

ในการใช้เครื่องจักรแบบเก่ามักจะใช้จนกว่าเครื่องจักรนั้นจะเกิดการเสียหายก่อนจึงจะทำการซ่อมแซม จนถึงยุคของการปฏิวัติอุตสาหกรรมได้เริ่มมีการวางระบบการบำรุงรักษาเชิงป้องกันขึ้นเพื่อยืดอายุของเครื่องจักรและป้องกันไม่ให้เครื่องจักรเสียโดยกระทันหัน ต่อมาได้เริ่มวางระบบการบำรุงรักษาแบบทวีผลขึ้นในสหรัฐอเมริกา คือ มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันขณะเดียวกันก็ประเมินผลว่าค่าบำรุงรักษาคุ้มค่ากับผลที่เกิดขึ้น ส่วนการบำรุงรักษาทวีผลที่ทุกคนมีส่วนร่วมได้พัฒนาขึ้นในประเทศญี่ปุ่น โดยเพิ่มการพิจารณาไม่ให้เครื่องจักรเกิดเหตุขัดข้องได้เลย ซึ่งต้องอาศัยความร่วมมือจากทุกฝ่าย ตั้งแต่ผู้บริหาร ฝ่ายวางแผน ฝ่ายวิศวกรรม ฝ่ายบำรุงรักษา ฝ่ายจัดซื้อ และผู้ปฏิบัติงานทุกคนที่เกี่ยวข้องภายในองค์กร

วิวัฒนาการของการบำรุงรักษา

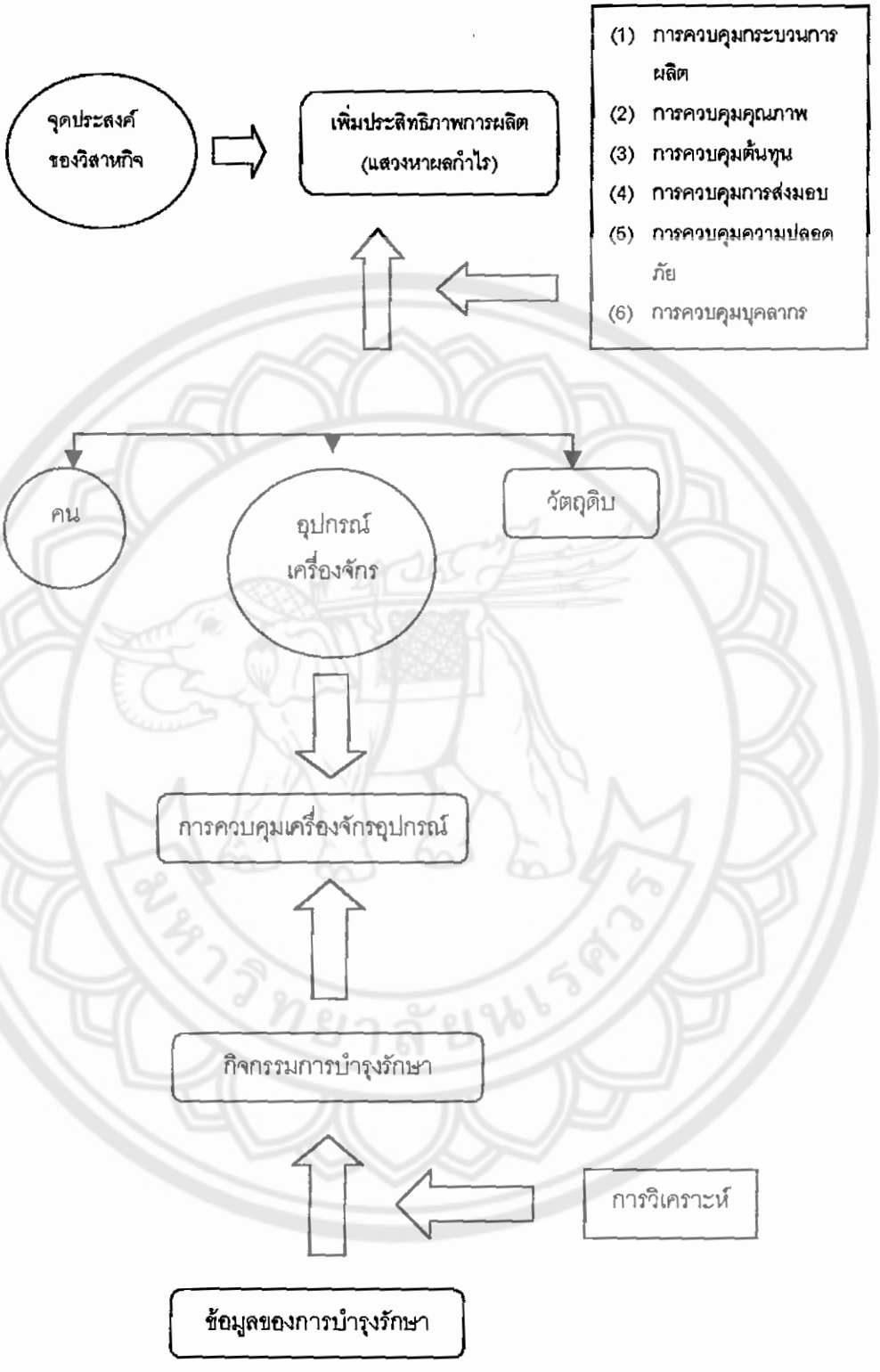
2.1.2 การเก็บข้อมูล

การเก็บข้อมูลเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่งในการบำรุงรักษาเพื่อไว้ใช้ในการวางแผนและวิเคราะห์เหตุขัดข้องที่เกิดขึ้น รวมถึงการพัฒนา ปรับปรุง แก้ไขเพื่อลดงานบำรุงรักษาลงไปด้วย การเก็บข้อมูลควรมีเป้าหมายและวัตถุประสงค์ที่ชัดเจน ควรเป็นแบบฟอร์มง่ายๆสำหรับผู้ปฏิบัติการทดลองการกรอกข้อมูลควรมีการตรวจสอบเพื่อความถูกต้องมิฉะนั้นหากนำข้อมูลที่ผิดมาใช้วางแผนจะทำให้เกิดผลเสียภายหลังได้ ในการเก็บข้อมูลการบำรุงรักษาหากมิได้นำมาใช้จะเสียเวลาเก็บข้อมูลโดยเปล่าประโยชน์ จึงควรมีการนำข้อมูลมาทำการวิเคราะห์และใช้งานอย่างน้อยปีละครั้งเพื่อการพัฒนางานบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2.1.3 ประโยชน์ของข้อมูลการบำรุงรักษา

1. กำหนดมาตราฐานของการบำรุงรักษา ซึ่งเป็นรากฐานของแผนการบำรุงรักษา
2. การช่วยเหลือแนะนำทางเทคนิคเพื่อการปฏิบัติการบำรุงรักษา
3. รวบรวมผลของการบำรุงรักษาเพื่อไปกำหนดแผนการปรับปรุง
4. ใช้แผนการปรับปรุง
5. กำหนดมาตราฐานใหม่

2.1.4 เป้าหมายการบำรุงรักษา



<u>รูปที่ 2.1</u> เป้าหมายในการรวบรวมข้อมูลการบำรุงรักษา

2.1.5 ประเภทของการรวบรวมข้อมูลการบำรุงรักษา

1. บันทึกรายวันสำหรับการบำรุงรักษา
2. ตารางควบคุมตรวจสอบประจำ
3. ตารางบันทึกข้อมูล EDPS (Electronic Data Processing System)
4. บันทึกประวัติการซ่อมบำรุงเครื่องจักร
5. ตารางบันทึกการบำรุงรักษา
6. การ์ดสำหรับงานบำรุงรักษา

2.1.6 วิธีการเก็บข้อมูล

การบันทึกเหตุขัดข้องเป็นการบันทึกที่มีความสำคัญ เพื่อประโยชน์ในการวางแผนปรับปรุงแก้ไข เพื่อการลดเหตุขัดข้องที่อาจจะเกิดขึ้นภายหลังหรือการซ่อมแซมแก้ไขเหตุขัดข้องให้ได้ภายในระยะเวลาอันสั้น สำหรับวิธีการบันทึกนั้นมีจุดที่ควรระวัง ดังนี้

1. เข้าใจในอาการของเหตุขัดข้องให้ถ่องแท้ อาการของเหตุขัดข้องก็คือ ลักษณะที่ปรากฏของเหตุขัดข้องและตำแหน่งตัวอย่าง เช่น บิดเบี้ยว สายขาด สาเหตุของเหตุขัดข้องนั้นจะถูกตีความจากอาการที่ปรากฏให้เห็นภายนอกเท่านั้น ซึ่งเป็นการยากที่จะบอกได้ว่า การตีความนั้นถูกต้อง 100% ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคิดแยกกันระหว่างสาเหตุที่ปรากฏนั้นให้ละเอียดที่สุดเท่าที่จะทำได้

2. เข้าใจถึงสภาพที่ผิดปกติ ที่จะทำให้เกดเหตุขัดข้อง เหตุขัดข้องนั้นถึงแม้ว่าอาจจะเกิดขึ้นได้ทุกเมื่ออย่างฉับพลันก็ตาม ก่อนที่จะเกิดขึ้นนั้นส่วนมากมักจะมีสิ่งบอกเหตุซึ่งเป็นความผิดปกติเกิดขึ้นมาก่อน เช่น เสียงที่ผิดปกติ อุณหภูมิที่สูงผิดปกติ หรือเกิดการสั่นสะเทือนที่ผิดปกติเกิดขึ้น ดังนั้นถ้าเราเข้าใจถึงสภาพเหล่านี้แล้ว การตีความหมายถึงสาเหตุของเหตุขัดข้องนี้ก็จะง่ายขึ้น ซึ่งจะเป็น Information ที่สำคัญในการป้องกันเหตุขัดข้องที่จะเกิดขึ้นได้

3. แสดงด้วยการ SKETCH เป็นการยากที่จะอธิบายถึงตำแหน่งที่เกิดเหตุขัดข้องนั้นด้วยข้อความ ดังนั้นการใช้ SKETCH ซึ่งเป็นการแสดงตำแหน่ง และลักษณะอาการของเหตุขัดข้องได้โดยง่ายและผู้ที่มาดูทีหลังก็สามารถเข้าใจได้ง่าย วิธีนั้นก็คือการ COPY ผังของอุปกรณ์นั้น จากนั้นก็บันทึกตำแหน่งและลักษณะเหตุขัดข้องลงไปและเป็นการสะดวกและเข้าใจง่ายต่อผู้ที่มาทีหลัง

2.1.7 การใช้ประโยชน์จากข้อมูล

PLAN - กำหนดมาตรฐานและแผนการบำรุงรักษา

DO - ซ่อมแซม ทำการปรับแต่ง ตรวจเติมน้ำมัน/ตรวจสอบ

CHECK - บันทึกและวิเคราะห์ผล

ACTION - ป้อนข้อมูลกลับ/ประยุกต์ข่าวสารข้อมูลในการวางแผนต่อไป

2.1.8 จุดมุ่งหมายของ PDCA

1. การป้องกันการเกิดซ้ำสอง การป้องกันการเกิดอุบัติเหตุทำนองเดียวกัน

2. รายงานถึงผู้เกี่ยวข้องและผู้บังคับบัญชา

3. หนังสือสั่งการจากผู้เกี่ยวข้องและผู้บังคับบัญชา

4. ข้อมูลการวิเคราะห์ระยะยาว

5. การส่งข่าวสารไปยังหน่วยออกแบบ

2.1.9 การวางแผนการบำรุงรักษา

งานจะดำเนินไปด้วยดีสะดวกราบรื่น จำเป็นต้องมีการวางแผนที่ดีเป็นปัจจัยสำคัญในการดำเนินงาน การทำงานโดยปราศจากการวางแผนหรือการวางแผนแต่เป็นการวางแผนที่ไม่มีประสิทธิภาพจะทำให้ผลงานนั้นๆไม่ประสบผลสำเร็จ อาจจะประสบกับความล้มเหลว หรือดำเนินงานอย่างไม่มีทิศทาง

การวางแผนงาน คือ เป็นการพยายามที่จะให้ได้มาซึ่งแผน (Plan) และการดำเนินงาน (Procedure) เพื่อใช้เป็นแนวทางที่จะใช้ในการดำเนินการให้ลุล่วงไปด้วยดี

ดังนั้นในการวางแผนจะได้สิ่งที่สำคัญสองประการ คือ "แผน" และ "แผนการดำเนินงาน"

1. แผนคืออะไร แผน คือ ขบวนการหรือขั้นตอนที่ใช้ในการบริหาร หรือดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายและนโยบายที่ได้วางไว้ โดยใช้ความรู้ทางวิชาการและวิจารณญาณในการวิเคราะห์ วินิจฉัยถึงเหตุการณ์ในอนาคต แล้วจึงกำหนดวิธีที่ถูกต้องและมีเหตุผลเพื่อให้การดำเนินการตามแผนเป็นไปโดยเรียบร้อยสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพสูงสุด แผนจึงเป็นสิ่งที่ต้องคิดหรือทำให้เกิดขึ้นก่อนจะดำเนินการหรือธุรกิจใดๆทั้งนี้เพื่อหวังให้เกิดผลดีในอนาคตแทนที่จะปล่อยให้การดำเนินการเป็นไปตามยถากรรม การกำหนดให้มีแผนเป็นการแสดงให้เห็นถึงการปรับสิ่งแวดล้อมให้เป็นประโยชน์แก่การดำรงชีวิต

2.ในการปฏิบัติงานหรือการดำเนินกิจการใดๆเมื่อได้กำหนดแผนการพร้อมทั้งกำหนดแผนการดำเนินงานแล้ว จะมีขั้นตอนต่อไปนี้

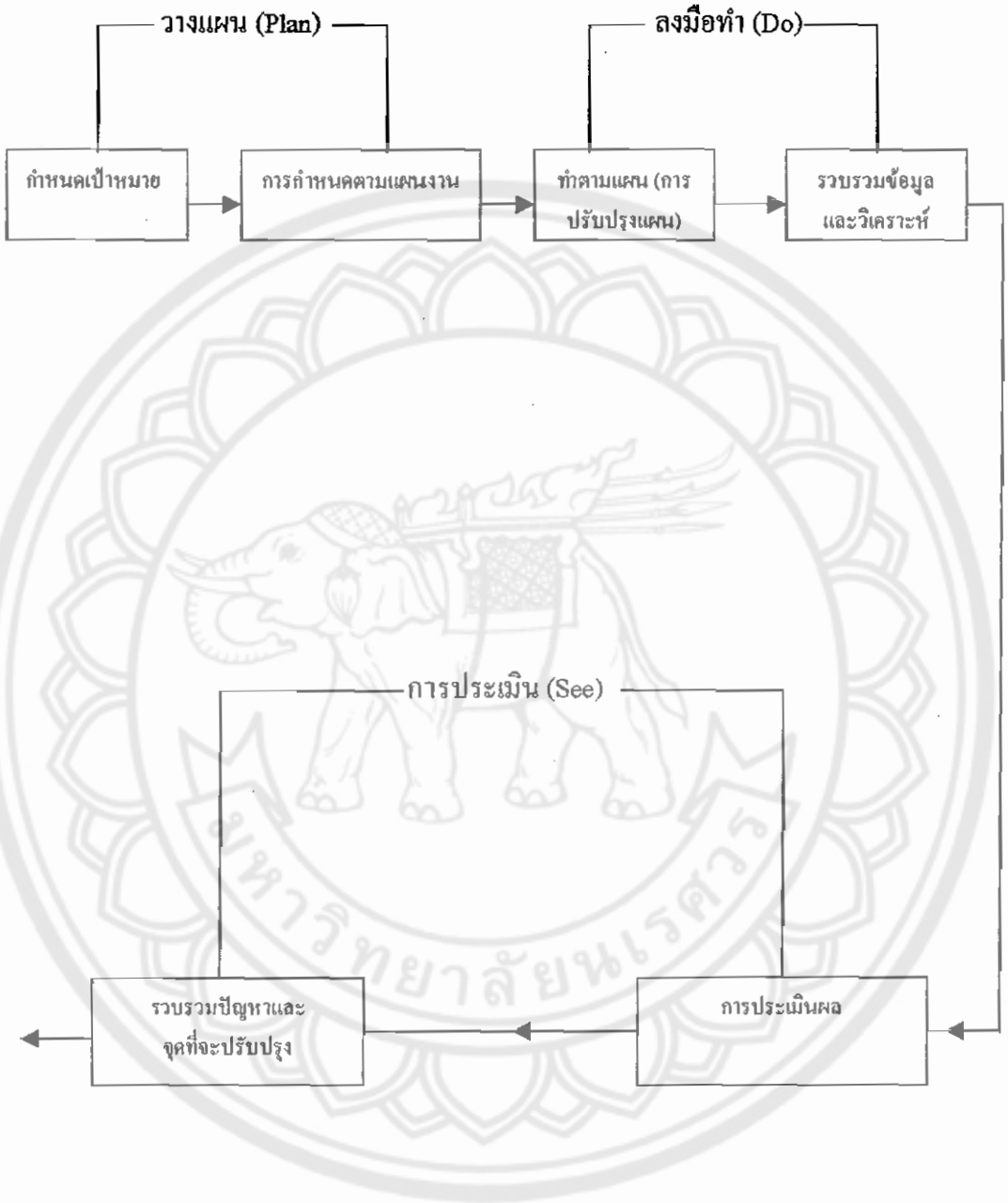
1.) ขั้นตอนการวางแผน (Plan)

2.) การลงมือทำหรือปฏิบัติตามแผน (Do)

3.) ขั้นตอนของการประเมินผลการดำเนินงาน (See)

โดยรวบรวมปัญหาต่างๆที่เกิดจากการดำเนินการ เพื่อเป็นแนวทางของการปรับปรุงแก้ไขป้อนกลับไปใหม่

ขั้นตอนทั้ง 3 นี้เรียกว่า Plan-Do-See อันเป็นหลักครบวงจรในการดำเนินกิจกรรมหรือทำธุรกิจดังแสดงไว้ใน รูปที่2.2



มหาวิทยาลัยนเรศวร

รูปที่ 2.2 แผนภาพ Plan-Do-See

2.1.10 อัตราการชำรุด

อัตราการชำรุด (Failure Rate) สำหรับอุปกรณ์หรือส่วนของอุปกรณ์ มีอายุการใช้งานและการเสื่อมคุณภาพซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น

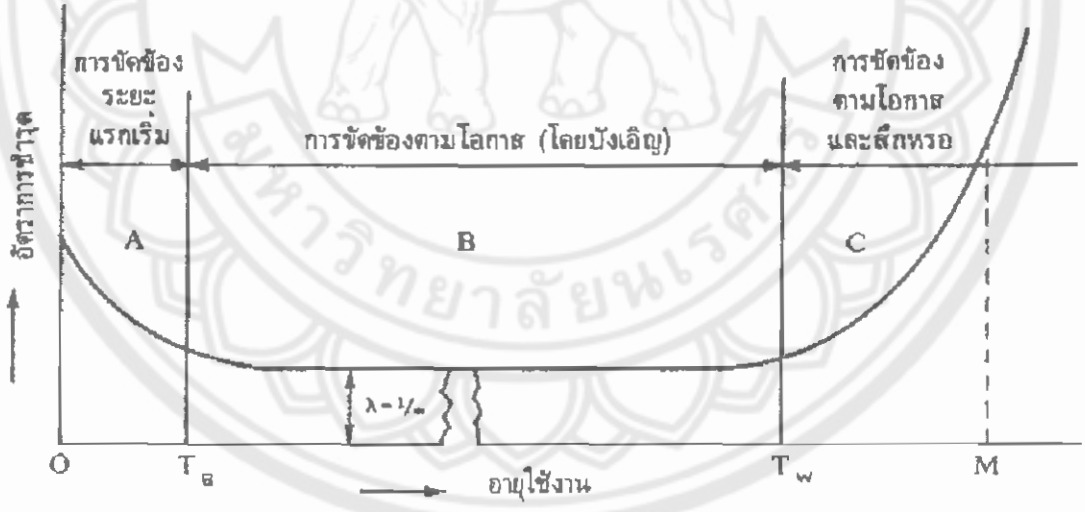
A คือ Early Failure Period หรือ Burn-in Period หมายถึง ในระยะเริ่มแรกการใช้งานนั้น อัตราการชำรุดจะมีโอกาสเกิดขึ้นได้มาก เช่น การใช้วัสดุไม่ถูกต้อง การออกแบบไม่ดีและการควบคุมคุณภาพไม่ดีพอ ฯลฯ เพราะฉะนั้น อัตราการชำรุดจึงมีโอกาสที่จะเกิดขึ้นได้สูงมาก

B คือ ระยะคงตัว (Life Time Period หรือ Useful Period) หมายถึงเมื่อผ่านการใช้งานในขั้น A คือ ช่วงที่มีการปรับแต่งหรือเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่ที่มีคุณภาพดีมาแล้ว อัตราการชำรุดจะไม่ค่อยมี แต่ในบางโอกาสก็จะเกิดขึ้นได้ (Chance Failure) และจะคงอยู่เช่นนั้นในช่วงระยะเวลาหนึ่ง

C คือ ช่วงระยะเวลาเสื่อมคุณภาพ (Wear-out Period) เมื่อผ่านช่วง B มาแล้ว อุปกรณ์นั้นๆ จะเริ่มเสื่อมคุณภาพ เช่น สึกหรอ หรือสึกกร่อน เมื่อเสื่อมมากขึ้นๆ อัตราการชำรุดก็จะมากหรือสูงขึ้นด้วย ซึ่งอัตราการชำรุด (Failure rate) หาได้จากสูตรดังนี้

$$\lambda = \frac{1}{m}$$ (ปกติจะมีค่าเป็นจุดทศนิยมของระยะเวลาที่นำมาคิด)

ซึ่ง m หมายถึง Mean Time Between Failure (MTBF) คือ เวลาเฉลี่ยระหว่างการชำรุดหนึ่งต่อการชำรุดหนึ่ง



รูปที่2.3 อัตราการชำรุดตามช่วงอายุการใช้งาน

ก่อนที่จะทำงานด้านการบำรุงรักษาก็ควรต้องรู้ว่าเครื่องหรืออุปกรณ์นั้นๆ มีอัตราการชำรุดในลักษณะดังกล่าวนี้ ฉะนั้นในบางครั้งที่ทางฝ่ายบำรุงรักษาได้ซ่อมไปแล้วเครื่องจักรจะยังเกิดขัดข้องได้อีก มักมีสาเหตุมาจากเพราะการที่ขาดการเอาใจใส่ในช่วงแรกที่ทำการซ่อมเสร็จใหม่ๆ

2.1.11 ปัญหาเกี่ยวกับการวางแผนการบำรุงรักษา

การวางแผนเป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งในการบริหารงาน หรือการดำเนินโครงการใดๆก็ตาม ปัจจุบันนี้ถึงจะมีการวางแผนการบำรุงรักษากันโดยทั่วไปทั้งในหน่วยงานของรัฐหรือเอกชนก็ตาม แต่การวางแผนการบำรุงรักษาก็ไม่ได้รับความสนใจและปฏิบัติกันอย่างจริงจัง ปัญหาที่เป็นอุปสรรคต่อการวางแผนการบำรุงรักษาพอสรุปได้ดังนี้

1. เกิดความยุ่งยากในการวบรวมข้อมูลและข้อเท็จจริงต่างๆ ข้อมูลไม่เพียงพอ ไม่มีการเก็บรวบรวมข้อมูล ฉะนั้นเมื่อมีข้อมูลไม่เพียงพอจึงเป็นการยากที่จะได้แผนงานที่ดี

2. ขาดความรู้ ความชำนาญในการวิเคราะห์ข้อมูล

3. ขาดความรู้หลักวิชาการ และประสบการณ์ที่เกี่ยวกับการวางแผน

4. การวางแผนจะต้องใช้ความพยายาม รวมทั้งต้องใช้เวลาในการทำมาก เป็นการเพิ่มภาระให้ผู้ปฏิบัติการวางแผนการบำรุงรักษา

5. บางหน่วยงานหรือบางองค์กรไม่ให้ความสำคัญต่อการวางแผนงาน

6. สภาพแวดล้อมของหน่วยงานทำให้ไม่เกิดความกะตือรือร้นหรือเอาจริงเอาจังกับงาน

7. แผนการบำรุงรักษานั้นๆขัดต่อผลประโยชน์ส่วนตัว

2.1.12 ประโยชน์ของการวางแผนการบำรุงรักษาที่ดี

1. ทำให้การปฏิบัติงานมีแนวทางหรือทิศทางเดียวกันที่แน่นอน ช่วยประหยัดเวลาในการทำงานไม่ทำให้เกิดการหยุดชะงัก ทุกคนทุกหน่วยงานรู้หน้าที่ของตนเกิดการประสานงานที่ดี

2. ทำให้หัวหน้าหน่วยงาน ได้ปรับปรุงงานของตนให้เข้ากับแผน

3.ช่วยให้การบริหารองค์กรมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เพราะในแผนงานการบำรุงรักษาจะระบุไว้ชัดเจนถึงวัตถุประสงค์ นโยบาย และการรับผิดชอบของแต่ละหน่วยงาน แต่ละบุคคล ทำให้ง่ายต่อการควบคุมงาน

4. การมีแผนการบำรุงรักษาจะช่วยเป็นแนวทางในการกำหนดลักษณะปัญหา หรืออุปสรรค สามารถเลือกวิธีการบริหารเพื่อขจัดปัญหาหรืออุปสรรคที่อาจเกิดขึ้นได้

2.2.13 โทษของการวางแผนการบำรุงรักษาที่ผิดพลาด

1. ทำให้เสียเวลา เสียเงิน เสียงานที่ทำประจำอยู่ แผนงานอาจมีรายละเอียดมากเกินความจำเป็น

2. เกิดความผิดพลาดในแผนงานและผู้ปฏิบัติยึดตามแผนงานนั้นเป็นหลัก ผลที่ได้จะผิดพลาดไม่ตรงตามเป้าหมาย

3.ในกรณีที่ผู้บริหารเป็นผู้วางแผนการบำรุงรักษาเอง ทำให้ผู้ใต้บังคับบัญชาไม่มีโอกาสได้แสดงความสามารถและไม่มีโอกาสร่วมรู้ในแผนงาน ทำให้ผู้บังคับบัญชาไม่มีโอกาสได้ความคิดริเริ่มและอาจไม่ให้ความร่วมมือในการปฏิบัติตามแผนจากพนักงาน

2.2.14 ความจำเป็นของแผนการบำรุงรักษา

แผนการบำรุงรักษา กำหนดขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ "ป้องกันความเสียหายของเครื่องจักร" แผนการบำรุงรักษา คือ สิ่งที่เป็นพื้นฐานที่ทำให้กิจกรรมการผลิตดำเนินไปด้วยดี โดยติดตามสภาพของเครื่องจักรอุปกรณ์อยู่เป็นประจำ ซึ่งจะเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษา บุคลากร วัสดุ เข้ากับเครื่องจักรและทำแผนการกิจกรรมการบำรุงรักษา วางมาตรฐานและเพิ่มประสิทธิภาพ ความดีและไม่ดีของของแผนการบำรุงรักษาจะเป็นสิ่งกำหนดระดับของกิจกรรมการบำรุงรักษา

2.2.15 วิธีการวางแผนการบำรุงรักษา

แผนการบำรุงรักษานั้นจะต้องเป็น "แนวทางของการบำรุงรักษา" ที่สนองวัตถุประสงค์ของบริษัทนั้นอยู่เสมอ ยกตัวอย่างเช่น จำเป็นต้องมีความยืดหยุ่นสามารถสนองรับได้ทันทีกับการเปลี่ยนแปลงการผลิต ระดับคุณภาพและการลดลงของค่าใช้จ่ายการบำรุงรักษา

ข้อควรคำนึงถึงในการวางแผนการบำรุงรักษา

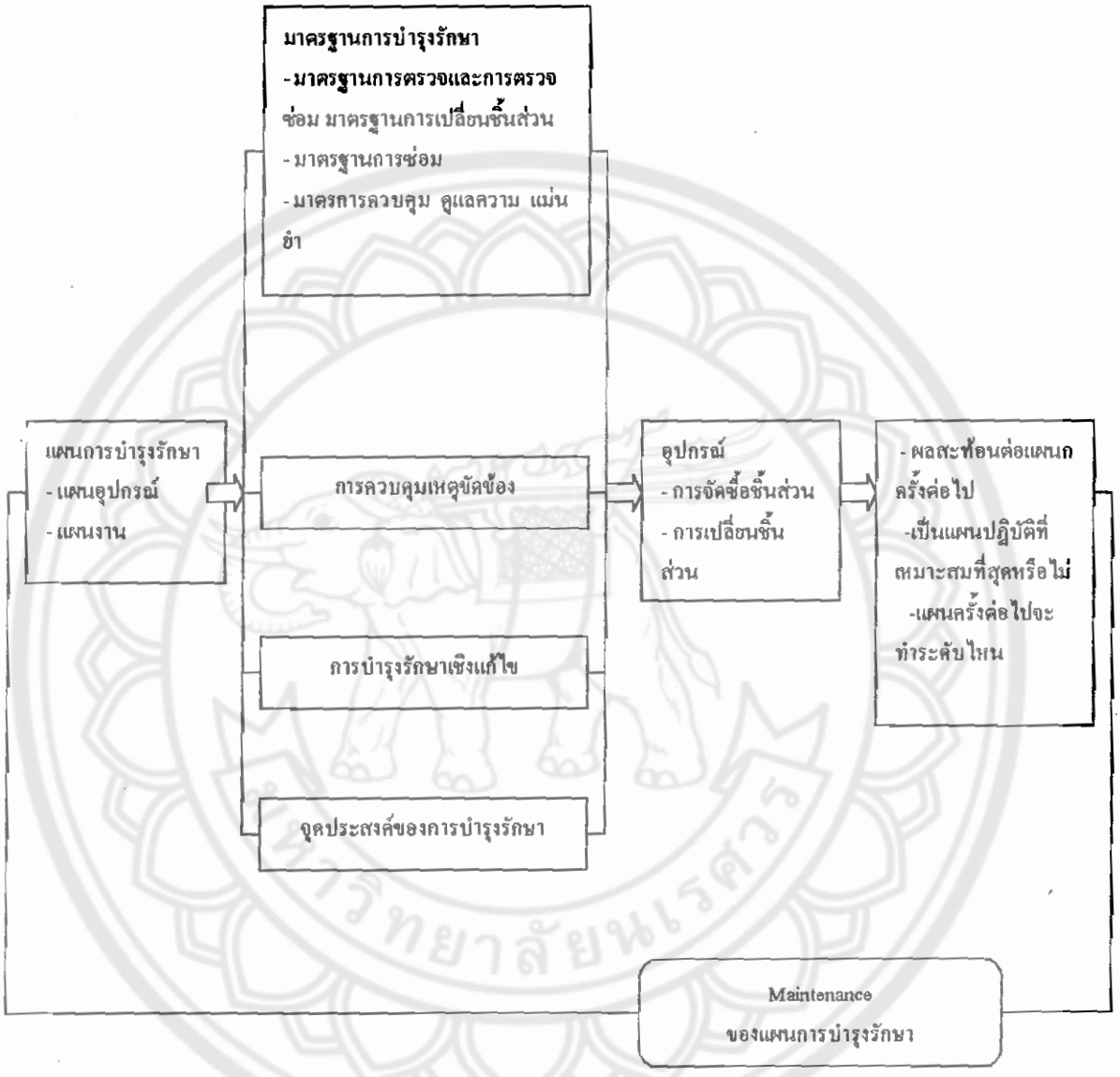
1. แบ่งเครื่องจักรอุปกรณ์ตามลำดับความสำคัญ (ให้ดูมาตรฐานการพิจารณาลำดับความสำคัญของเครื่องจักรอุปกรณ์) แบ่งแยกลำดับความสำคัญของเครื่องจักรอุปกรณ์ทั้งหมดในโรงงาน โดยดูว่าเครื่องจักรแต่ละชนิดจะมีผลต่อการผลิต (จำนวน คุณภาพ) มากน้อยเพียงไร

จากตำแหน่งลำดับความสำคัญที่แยกได้จะสามารถวางแผนเพิ่มประสิทธิภาพของกิจกรรมการบำรุงรักษาโดยแบ่งเป็นการบำรุงรักษาเชิงป้องกันและและการบำรุงรักษาหลังเหตุขัดข้องหรือว่าเปลี่ยนวงรอบของการตรวจและการตรวจซ่อมหรือเปลี่ยนแปลงวิธีการ

2. การกำหนดการเปลี่ยนแปลงวงรอบของการบำรุงรักษา

โดยทั่วไปวงรอบของการบำรุงรักษาจะยึดถือเวลาเดินเครื่องของโรงงาน ปริมาณการผลิตหรือปริมาณผลผลิตที่ออกมาเป็นแนวทางกำหนดการเปลี่ยนแปลงวงรอบของการบำรุงรักษาจะเป็นอย่างไร ภายใต้ระบบการทำงานและเงื่อนไขสภาพแวดล้อมของโรงงาน

แผนการบำรุงรักษา ปัจจุบัน | การทราบถึงสภาพ เครื่องจักรอุปกรณ์ | การปฏิบัติ | ผลสะท้อนต่อแผน ครั้งต่อไป



รูปที่2.4 โครงสร้างแผนการบำรุงรักษา

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบนิวแมติก (Pneumatics System)

เป็นเวลานานมาแล้วที่มนุษย์รู้จักการนำเอาลมอัดมาใช้งานให้เป็นประโยชน์ โดยที่ใช้แรงดันนี้มาดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ในกระบอกสูบได้ ผลออกมาจะได้กำลังงานจากลูกสูบมากขึ้น ในปัจจุบันได้พัฒนานำเอาลมอัดมาใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก เช่น เครื่องจักรในการประกอบในงานอุตสาหกรรม เครื่องจักรในการบรรจุหีบห่อ เครื่องจักรผลิตอาหาร เครื่องจักรงานไม้ เครื่องจักรในการขนย้ายวัสดุ เครื่องพิมพ์ และเครื่องมือเครื่องจักรอื่น ๆ อีกมากมาย

เหตุผลที่มีการนำลมอัดมาใช้อย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมที่เป็นระบบอัตโนมัติ เนื่องจากเป็นการประหยัดแรงงาน โครงสร้างของอุปกรณ์บังคับลมอัดเป็นแบบง่าย ๆ มีความปลอดภัยในการทำงานสูง เพราะมีอุณหภูมิในการทำงานต่ำ เครื่องจักรที่ใช้พลังงานลมอัดจะมีราคาถูกกว่าระบบอื่น ๆ มีการบำรุงรักษาและควบคุมง่าย นอกจากนั้นระบบลมอัดยังง่ายต่อการดัดแปลง เช่น สามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าในการบังคับจากระยะห่างได้ เป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ทันสมัย ในปัจจุบันระบบลมอัดที่ได้พัฒนามาใช้ในงานอุตสาหกรรมจึงได้ผลเป็นอย่างมาก ส่วนมากจะเรียกระบบลมอัดนี้ว่า *ระบบนิวแมติก*

สาเหตุสำคัญที่มีการนำเอาระบบนิวแมติกมาใช้ในงานอุตสาหกรรมเนื่องมาจาก

1. ระบบนิวแมติกที่ใช้งานทั่วไปไม่มีการระเบิดหรือลุกไหม้เป็นเปลวไฟ จึงประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการป้องกันความปลอดภัย
2. ความเร็วของเครื่องมือที่ใช้ระบบนิวแมติกให้ความเร็วในการทำงานสูง 1 ถึง 2 เมตรต่อวินาที แต่ถ้ามากกว่านี้ จะต้องใช้กระบอกสูบชนิดพิเศษ ซึ่งมีความเร็วถึง 10 เมตรต่อวินาที
3. ระบบนิวแมติกเมื่อใช้งานแล้วระบายทิ้งสู่บรรยากาศได้เลยทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย
4. ระบบนิวแมติกสามารถนำลมที่อัดตัวแล้วเก็บไว้ในถังและนำไปใช้งานได้เลย
5. อุปกรณ์ใช้งานในระบบนิวแมติกมีความปลอดภัยถ้าใช้งานเกินกำลัง
6. ระบบนิวแมติกสามารถปรับความเร็วในการทำงานได้โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็ว
7. สามารถปรับความดันลมอัด ให้มีค่าได้ตามต้องการโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความดัน
8. ความสะอาดของระบบนิวแมติกดีมาก เพราะมีชุดปรับคุณภาพลมก่อนนำไปใช้งาน
9. ระยะชักของก้านสูบสามารถปรับแต่งระยะชักให้สั้นหรือยาวได้ตามความต้องการ
10. สามารถทำงานได้ที่ระดับความแตกต่างของอุณหภูมิสูง

จะเห็นได้ว่าระบบนิวแมติกมีข้อดีอยู่หลายประการ แต่ในขณะเดียวกัน ระบบนิวแมติกก็มีข้อเสียอยู่ดังนี้

1. การเพิ่มอุปกรณ์นิวแมติกเข้ามาในวงจรโดยไม่คำนึงถึงความสามารถของเครื่องอัดลม ซึ่งอาจทำให้เครื่องจักรทำงานคลาดเคลื่อนได้ และถ้ากระบอกสูบอยู่ห่างจากอุปกรณ์ควบคุมเกินกว่า 5 เมตร จะทำให้เกิดปัญหาในการทำงานได้

2. ลมที่ได้มาจากการอัดตัวในระบบนิวแมติกจะมีความชื้นปนอยู่ และเมื่อความดันลดลงจะทำให้เกิดหยดน้ำขึ้นได้

3. การทำงานของระบบนิวแมติกมักจะมีเสียงดัง เพราะจะต้องมีการระบายลมทิ้งเนื่องจากลมที่ทิ้งปล่อยออกสู่บรรยากาศ จึงจำเป็นจะต้องมีท่อเก็บเสียง

4. ความดันของลมอัดในระบบนิวแมติกจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงความดันก็จะสูง และถ้าอุณหภูมิต่ำความดันก็จะต่ำลงด้วย

5. ถ้าต้องการแรงในการใช้งานมากเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบจะต้องมีขนาดโตขึ้นเพื่อที่จะให้ได้แรงตามความต้องการ ซึ่งกระบอกสูบในระบบนิวแมติกจะมีขีดจำกัดอยู่

2.2.1 คุณสมบัติของนิวแมติกเมื่อเปรียบเทียบกับไฮดรอลิก

เนื่องจากระบบนิวแมติกและระบบไฮดรอลิกมีความสัมพันธ์ซึ่งเป็นลักษณะของพลังงานของไหลเหมือนกัน เมื่อนำมาเปรียบเทียบกันจะมีข้อแตกต่างดังนี้

1. ความดันใช้งานของลมอัดในระบบนิวแมติกมีค่าอยู่ระหว่าง 6 ถึง 7 บาร์ แต่ถ้าต้องการความดันใช้งานสูงกว่านี้ก็ได้แต่ไม่เกิน 10 บาร์ ซึ่งน้อยกว่าความดันใช้งานของระบบไฮดรอลิกมาก จึงเหมาะกับการใช้งานเบา ๆ เท่านั้น

2. ลมอัดมีการขุบตัวมากกว่าน้ำมันในระบบไฮดรอลิก ดังนั้นเมื่อมีการหยุดค้างตำแหน่งในระหว่างระยะชักจึงไม่ดีเท่าที่ควร

3. ความต้านทานการไหลของลมอัดในท่อทางส่งมีค่าน้อยกว่าความต้านทานการไหลของน้ำมันในระบบไฮดรอลิก จึงสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า

4. ระบบนิวแมติกมีความสะอาดมากกว่าระบบไฮดรอลิกมาก เพราะระบบไฮดรอลิกมีการรั่วไหลของน้ำมันเกิดขึ้น และอาจเกิดอันตรายจากการติดไฟของน้ำมันได้

5. โดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมมักจะใช้ลมอัดกับงานประเภทอื่นอยู่แล้ว ดังนั้นจึงนำเอาระบบนิวแมติกมาใช้ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการเดินท่อส่งลมอัดมีราคาถูกกว่าไฮดรอลิก

6. ระบบนิวแมติกสามารถใช้งานในขณะที่อุณหภูมิของลมอัดสูงถึง 160 °C ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและอุปกรณ์ส่วนในระบบไฮดรอลิก น้ำมันที่ใช้จะมีอุณหภูมิสูงไม่เกิน 70 °C

2.2.2 การเปรียบเทียบระบบนิวแมติก กับระบบการทำงานอื่นๆ

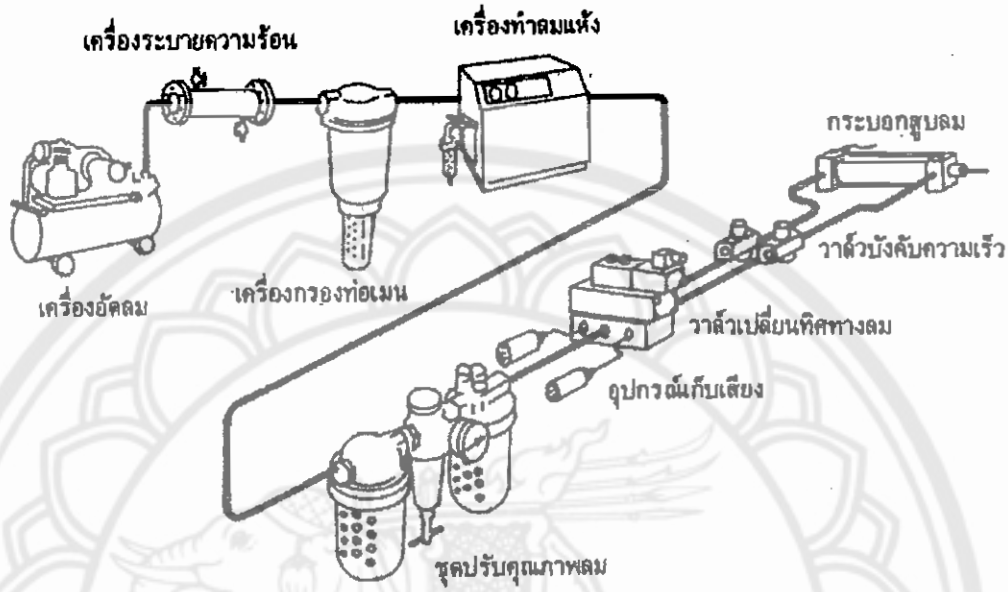
เนื่องจากในงานอุตสาหกรรมการบังคับการทำงานด้วยระบบกลไก ระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ระบบไฮดรอลิก และระบบนิวแมติก ซึ่งแต่ละระบบก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไป ดังรายละเอียดในตารางที่ 2.1

รายละเอียดของระบบ		บังคับการทำงานด้วยระบบ			
		กลไก	ไฟฟ้า / อิเล็กทรอนิกส์	ไฮดรอลิก	นิวแมติก
ระบบขับเคลื่อน	โครงสร้าง	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ง่าย
	ความสามารถ	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดีแต่ต้องระวัง
	เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง	ง่าย	ง่าย	ยาก	ง่าย
	เคลื่อนที่แบบหมุน	ง่าย	ง่าย	ค่อนข้างยาก	ค่อนข้างยาก
	กำลังขับ	น้อย - มาก	น้อย - มาก	กลาง - มากกว่า	น้อย - กลาง
	การปรับกำลังขับ	ยาก	ยาก	ง่าย	ง่าย
	การบำรุงรักษา	ง่าย	ใช้เทคโนโลยี	ค่อนข้างง่าย	ง่าย
	ความเร็วคงที่	ดีมาก	ดี	ดี	ไม่คงที่ ความดันต่ำ
	การรับภาระเกินกำหนด	ค่อนข้างยาก	ยาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
	การเลือกรูปแบบการติดตั้ง	น้อย	กลาง	มาก	มากกว่า
	การใช้อุปกรณ์ช่วยทำงานเมื่อขาดกระแสไฟฟ้า		ยาก		
ระบบการบังคับ	การส่งสัญญาณ	ยาก	ง่ายมาก	ค่อนข้างดีมาก	ง่าย
	การป้องกันการติดไฟ	ดี	ต้องใช้อุปกรณ์ช่วย	ดี	ดีมาก
	ความรู้สึกไวต่อความชื้น	น้อย	มาก	น้อย	ต้องระบายออก
	ความรู้สึกไวต่ออุณหภูมิ	น้อย	มาก	กลาง	น้อย
	การเลือกวิธีการบังคับ	น้อย	มากกว่า	น้อย	มาก
	การคำนวณในระบบ	น้อย	มาก	น้อย	กลาง
	การคำนวณความเร็ว	สูง	สูงมาก	กลาง	กลาง
	การคำนวณการบังคับ	อะนาลอก (ดิจิตอล)	ดิจิตอล (อะนาลอก)	อะนาลอก	ดิจิตอล (อะนาลอก)
	ข้อเสียเมื่อเกิดการสั่นสะเทือน	ปกติ	มีผลเสีย	ปกติ	ปกติ

<u>ตารางที่2.1</u> ตารางเปรียบเทียบการบังคับการทำงานด้วยระบบต่างๆ

2.2.3 อุปกรณ์พื้นฐานของระบบนิวแมติก

การทำงานของระบบนิวแมติกจะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 2.5 อุปกรณ์ของระบบนิวแมติก

1. เครื่องอัดลม (air compressor) คือ เครื่องที่เปลี่ยนพลังงานจากพลังงานไฟฟ้าเป็นลมอัด ทำให้มีความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศ แบ่งขนาดความสามารถของเครื่องอัดลมออกเป็น 3 ขนาด คือขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ดังแสดงในตารางที่ 1.2 ความสามารถของเครื่องอัดลมในการสร้างความดันลมอัดได้ถึง 10 บาร์ โครงสร้างของเครื่องอัดลมแบ่งออกเป็นแบบลูกสูบและแบบสกรู ฯลฯ

ขนาด	ระบบระบายความร้อน	กำลังเครื่องอัดลม
เล็ก	อากาศ	0.2 ถึง 7.5 กิโลวัตต์
กลาง	อากาศและน้ำ	7.5 ถึง 75 กิโลวัตต์
ใหญ่	น้ำ	75 กิโลวัตต์

ตารางที่ 2.2 ตารางขนาดและความสามารถของเครื่องอัดลม

2. เครื่องระบายความร้อนลมอัด (heat exchanger) เนื่องจากเครื่องอัดลมจะดูดเอาอากาศที่ความดันบรรยากาศด้วยปริมาตรประมาณ 8 ลูกบาศก์เมตรไปอัดให้มีความดันสูงขึ้น 7 ถึง10 บาร์ เหลือปริมาตรของอากาศประมาณ 1 ลูกบาศก์เมตร ดังนั้นอากาศที่มีความดันสูงนี้จะมีอุณหภูมิสูง ถ้าใช้ลมอัดนี้ไปใช้งานโดยตรงจะสร้างความเสียหายให้แก่ซีลต่าง ๆ ของอุปกรณ์ จึงจำเป็นจะต้องลดอุณหภูมิของลมอัดด้วยเครื่องระบายความร้อน

3. เครื่องกรองท่อเมน (main air filter) จะเป็นตัวกรองฝุ่นละออง สนิม และน้ำที่มีบ่ะปนมากับลมอัดให้สะอาดก่อนนำไปใช้งานและก่อนที่จะไปใช้กับเครื่องจักรในระบบนิวแมติก

4. เครื่องทำลมให้แห้ง (air dryer) ลมอัดที่ออกจากเครื่องอัดลมจะมีความชื้นปนอยู่มาก ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องทำลมอัดให้เย็นลงเพื่อจะดูดเอาความชื้นออกจากลมอัด หรืออาจจะใช้สารเคมีในการขับความชื้นออกจากลมอัดก็ได้ ความชื้นที่ถูกดูดออกมาจะกลั่นตัวเป็นน้ำ และถูกนำออกมาทิ้งจากระบบด้วยกับดักน้ำ (trap)

5. กรองลม (air filter) จะทำหน้าที่คล้ายกับเครื่องกรองลมในท่อเมนเพื่อป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์ที่ใช้ลม ในกรณีที่ไม่มีเครื่องทำลมให้แห้ง ตัวกรองลมนี้จะทำหน้าที่ดักน้ำที่ปนมากับลมด้วย

6. วาล์วลดความดัน (pressure reducing valve) เครื่องอัดลมจะทำหน้าที่อัดลมไว้ในถังพักให้มีค่าความดันค่าหนึ่ง ซึ่งค่าความดันนี้จะมีค่ามากกว่าค่าความดันใช้งานเล็กน้อย ดังนั้นในการใช้งานจึงจำเป็นจะต้องลดค่าความดันลงมาโดยใช้วาล์วความดันทำหน้าที่ดังกล่าว

7. อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น (oil lubricator) เนื่องจากในอุปกรณ์นิวแมติกส่วนใหญ่จะต้องมีการหล่อลื่นชิ้นส่วนภายใน จึงจำเป็นที่จะต้องให้มีน้ำมันหล่อลื่นปนไปกับลมอัดเพื่อทำการหล่อลื่น แต่ในงานบางประเภทของระบบนิวแมติกห้ามมีน้ำมันหล่อลื่นปนไปกับลมอัด เช่นงานด้านผลิตอาหาร หรืออุปกรณ์นิวแมติกบางประเภทก็ห้ามมีน้ำมันหล่อลื่นปนไปกับลมอัด

โดยปกติแล้ว กรองลม วาล์วลดความดัน และอุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่นมักจะรวมอยู่ในชุดเดียวกัน เรียกว่า *ชุดปรับคุณภาพลม (service unit)*

8. อุปกรณ์เก็บเสียง (air silencer) ลมอัดเมื่อถูกใช้งานแล้วจะระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศ โดยออกมาทางรูระบายอากาศ ถ้าไม่มีตัวเก็บเสียงมาติดตั้งที่รูระบายอากาศแล้ว เมื่อลมอัดถูกปล่อยทิ้งออกสู่บรรยากาศจะมีเสียงดังมาก

9. วาล์วเปลี่ยนทิศทางลม (air flow change valve) จะทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่อุปกรณ์การทำงานของระบบนิวแมติก เช่น กระบอกสูบนิวแมติกเลื่อนออกหรือเลื่อนเข้า มอเตอร์นิวแมติกหมุนทางซ้ายหรือหมุนทางขวา วิธีการบังคับเปลี่ยนทิศทางนั้นอาจจะใช้การป้อนสัญญาณไฟฟ้าหรือการป้อนลมอัด บังคับให้เคลื่อนที่เปลี่ยนทิศทางการไหลของลม

10. วาล์วบังคับความเร็ว (speed control valve) จะทำหน้าที่บังคับลมอัดให้เคลื่อนที่เร็วหรือช้าโดยการปรับปริมาณลมอัดให้ได้มากน้อยตามต้องการ ซึ่งมีผลทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออกเร็ว

หรือช้า รวมทั้งการหมุนของมอเตอร์นิวแมติกด้วย บางครั้งเรียกวาล์วประเภทนี้ว่า วาล์วควบคุมการไหล (flow control valve)

11. กระบอกสูบ (air cylinder) เป็นอุปกรณ์การทำงานของนิวแมติกชนิดหนึ่งในจำนวนหลายแบบ ตัวกระบอกสูบลมจะทำหน้าที่เปลี่ยนรูปของพลังงานลมอัดให้อยู่ในรูปของพลังงานกล โดยทั่วไปกระบอกสูบลมอัดมีอยู่หลายชนิด แต่ที่นิยมใช้มักจะเป็นกระบอกสูบทำงานแบบ 2 ทาง

2.2.4 กฎเบื้องต้นของระบบนิวแมติก

ในระบบนิวแมติกที่กล่าวถึงนี้จะมีความสัมพันธ์กันอยู่ระหว่าง แรง อุณหภูมิ ความดัน และปริมาตร ดังนั้นกฎเบื้องต้นของนิวแมติกจึงได้แก่ กฎการถ่ายความดันของปาสคาล (Pascal's Law) กฎปริมาตรและกฎความดันของบอยส์ (Boyle's Law) ก่อนที่จะกล่าวถึงกฎต่าง ๆ ใคร่จะขอกล่าวพื้นฐานทางฟิสิกส์ของระบบนิวแมติกเสียก่อน

ความดัน ความดันบรรยากาศในแต่ละแห่งของพื้นผิวโลก มีค่าแตกต่างกันตามสภาพของระดับความสูงและสภาพภูมิอากาศของแต่ละพื้นที่ แต่ปกติทั่วไปถือว่าความดันที่ระดับน้ำทะเลเป็นความดันบรรยากาศ การหาค่าความดันบรรยากาศเราสามารถหาได้จากเครื่องมือหลายชนิด เช่น เกจวัดความดัน บาโรมิเตอร์หรือแมนโนมิเตอร์

หน่วยวัดความดันในทางเทคนิคโดยทั่วไปคือ กิโลปอนด์/ตารางเซนติเมตร (kp/Cm^2) หรือวัดเป็นบรรยากาศทางเทคนิค (at)

$$1\ at = 1\ kp/cm^2 = 10\ m \text{ ความสูงของน้ำ}$$

แต่หน่วยความดันที่นิยมใช้ในระบบ SI มีหน่วยดังนี้

$$1\ Pa \text{ (ปาสคาล)} = 1\ N/m^2 = 10^{-5}\ bar$$

$$1\ at = 1\ kp/cm^2 = 1\ bar$$

เนื่องจากความสูงของระดับพื้นโลกในแต่ละท้องที่มีค่าไม่เท่ากัน หากวัดความดันจาก 0 at ไปจนถึงระดับความดันบรรยากาศ เรียกว่า*ความดันสูญญากาศ (vacuum)* และถ้าเหนือความดันบรรยากาศขึ้นไปเรียกว่า*ความดันเกจ (gauge pressure)*

ความดันสมบูรณ์ คือความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่สุญญากาศสัมบูรณ์ ใช้ตัวย่อ P_{abs}

ความดันบรรยากาศ คือค่าความดันที่บรรยากาศ มีค่า 1.013 บาร์ (ระบบ SI) 1.033 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร (ระบบเมตริก) และ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (ระบบอังกฤษ) ใช้ตัวย่อ P_{atm}

ความดันเกจ คือค่าความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่ความดันบรรยากาศ ใช้ตัวย่อ P_g

Pa	bar	Kgf/cm^2	atm	mm : H_2O	mm : Hg
1	1×10^{-5}	1.01972×10^{-6}	9.86923×10^{-6}	1.01972×10^{-1}	7.50062×10^{-3}
1×10^{5}	1	1.01972	9.86923×10^{-1}	1.01972×10^{4}	7.50062×10^{2}
9.80665×10^{4}	9.80665×10^{-4}	1	9.67841×10^{1}	1.00000×10^{4}	7.35559×10^{2}
1.01325×10^{5}	1.01325	1.03323	1	1.03323×10^{4}	7.60000×10^{2}
9.80665	9.80665×10^{-5}	1×10^{4}	9.67841×10^{-5}	1	7.35559×10^{-2}
1.33222×10^{2}	1.33222×10^{5}	1.35951×10^{3}	1.31579×10^{3}	1.35951×10	1

ตารางที่2.3 การเปรียบเทียบหน่วยวัดค่าความดัน

ความชื้น คือ จำนวนปริมาณของน้ำที่มีปะปนอยู่ในอากาศ จะสามารถรวมตัวและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำได้ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและสภาวะของอากาศในขณะนั้นๆ ค่าความชื้นจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลงและค่าความชื้นจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ค่าความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{\text{ค่าความชื้นที่วัดได้}}{\text{ค่าความชื้นสัมบูรณ์}}$$

โดยที่ ค่าความชื้นที่วัดได้ คือ การกลายเป็นไอของน้ำในปริมาตรและอุณหภูมิขณะนั้น มีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (g/m^3)

ค่าความชื้นสัมบูรณ์ คือ จำนวนสูงสุดของการกลายเป็นไอน้ำที่อากาศสามารถรับไว้ได้จนถึงจุดอิ่มตัว มีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (g/m^3)

อุณหภูมิ เป็นคุณสมบัติที่แสดงถึงความร้อนของสารตัวกลางที่สภาวะต่างๆ หน่วยของอุณหภูมิที่ใช้กันทั่วไปคือ ในระบบ SI อุณหภูมิสัมบูรณ์มีหน่วยเป็นองศาเคลวิน (Kelvin ; K)

$$K = {}^{\circ}C + 273$$

แรง จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

แรง α (มวลสาร) · (ความเร็ว)

แรง = (ค่าคงที่) · (มวลสาร) · (ความเร็ว)

ในระบบ SI ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 1

แรง = (มวลสาร) · (ความเร็ว)

ในระบบ SI หน่วยของแรงมีหน่วยเป็นนิวตัน ใช้ตัวย่อ N

$$1\,N = kg.m/sec^2$$

ในการคำนวณทางเทคนิคใช้ค่าประมาณ 1 kp = 10 N

หน่วย	สัญลักษณ์	หน่วยทางเทคนิค	หน่วยทาง SI
แรง	F	Kp	$1\,N = 1\,kgm/s^2$
พื้นที่	A	M	m^2
ปริมาตร	V	M	m^3
อัตราการไหล	Q	m^3/s	m^3/s
ความดัน	P	Kp/cm^2	Pa (Pascal) 1 Pa = 1 N $1\,Pa = 10^5$ bar

ตารางที่2.4 หน่วยต่างๆ ในระบบนิวแมติก

2.2.5 กฎเบื้องต้นของลมอัด

กฎเบื้องต้นของลมอัดได้แก่ กฎการถ่ายความดันของปาสคาส และกฎปริมาตรและความดันลมของบอยส์

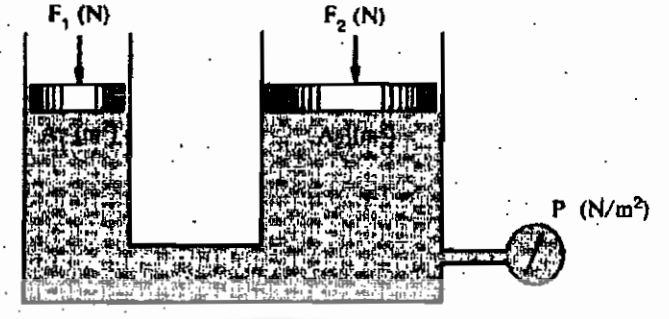
กฎของปาสคาล ที่กล่าวถึงการถ่ายเทความดันแบบไม่เคลื่อนที่ ซึ่งปาสคาลได้ทดลองพิสูจน์ให้เห็นจริง และได้สรุปเป็นกฎว่า *เมื่อทำให้เกิดความดันต่อของไหลที่อยู่ภายในภาชนะปิด จะเกิดแรงกระทำจากของไหลต่อทุกๆ ส่วนของผิวภาชนะในแนวตั้งฉาก*

กำหนดให้แรง F_1 กดลงบนลูกสูบซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A_1 จะเกิดการถ่ายแรง F_2ขึ้นที่ลูกสูบซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A_2 จะได้ว่า

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} = P \qquad N/m^3$$

นั่นคือ $F_1 = P \times A_1$ N

ถ้าพื้นที่หน้าตัด A_1 น้อยกว่า A_2 แรง F_1 จะน้อยกว่า F_2 ดังรูปที่ 2.6



รูปที่2.6 กฎของปาสคาล

จากกฎของปาสคาลแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 2.7 เมื่อผลักลูกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัด A_1 ทำให้ลูกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัด A_2 เคลื่อนที่

รูปที่2.7 การถ่ายทอดแรง

กฎของบอยส์ กฎนี้ได้กล่าวว่า ณ *อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรก๊าซจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดันก๊าซนั้น* ตามรูปที่ 2.8 แสดงถึงการกดลูกสูบของกระบอกสูบซึ่งมีก๊าซบรรจุภายในปริมาตรก๊าซจะลดลงในขณะที่ความดันเพิ่มขึ้น

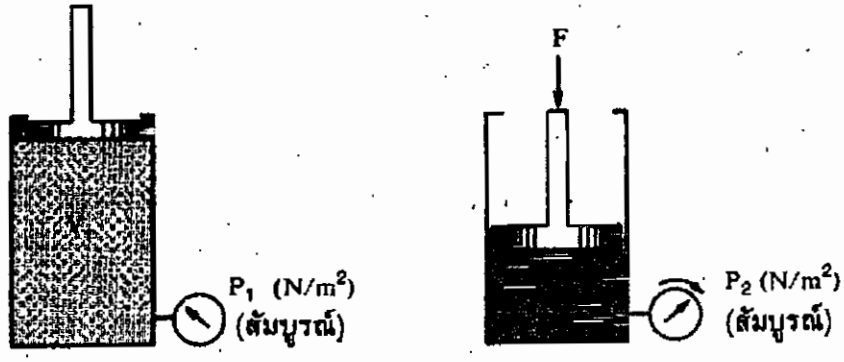
จะได้ $P_1V_1 = P_2V_2 =$ ค่าคงที่

โดยที่ P_1 คือ ความดันสัมบูรณ์เริ่มต้น (N/m^2)

P_2 คือ ความดันสัมบูรณ์สุดท้าย (N/m^2)

V_1 คือ ปริมาตรเริ่มต้น (m^3)

V_2 คือ ปริมาตรสุดท้าย (m^3)



รูปที่2.8 ปริมาตรและความดันตามกฎของบอยส์

กฎของเกย์ลูสแซก กล่าวไว้ว่า ถ้าปริมาตรคงที่ในขณะที่ก๊าซหรืออากาศจำนวนหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสภาพ ความดันจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ จะได้ } \Rightarrow \frac{T_1}{P_1} = \frac{T_2}{P_2}$$

$$\frac{T}{V} = \text{คงที่}$$

ถ้านำกฎของบอยส์และกฎของเกย์ลูสแซกรวมเข้าด้วยกัน สภาพของก๊าซหรืออากาศนี้เรียกว่าไอดีลก๊าซ ซึ่งเป็นการรวมสูตรของก๊าซโดยทั่วไป เขียนในรูปสมการได้ดังนี้

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\frac{PV}{T} = \text{ค่าคงที่}$$

$$\therefore PV = mRT$$

เมื่อ P คือความดันของอากาศ (bar)

V คือปริมาตรของอากาศ (m^3)

m คือมวลของอากาศ (kg)

R คือค่าคงที่ของก๊าซ (kj/kg K)

T คืออุณหภูมิของอากาศ (K)

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทำให้ปริมาตรของอากาศเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 K ปริมาตรของอากาศจะเปลี่ยนไป 1/273 เท่าของปริมาตรเดิม โดยมีเงื่อนไขว่าจะต้องมีความดันคงที่ สามารถสรุปเป็นสูตรได้ดังนี้

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1}{273}(T_2 - T_1)$$

V_1 คือปริมาตรของอากาศที่อุณหภูมิ T_1

V_2 คือปริมาตรของอากาศที่อุณหภูมิ T_2

อากาศในบรรยากาศมีสภาวะเป็นก๊าซ ประกอบไปด้วยก๊าซไนโตรเจนประมาณ 78% และก๊าซออกซิเจน 20% และอีก 2% เป็นพวกก๊าซเฉื่อย ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยปริมาตร อุณหภูมิแต่ละช่วงของบรรยากาศมีอิทธิพลต่อลมอัดมาก นอกจากนี้ความชื้นในบรรยากาศก็มีผลต่ออุปกรณ์ของลมอัดด้วยเช่นกัน

1100458
QC
161
W838
2543