บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 งานบำรุงรักษา

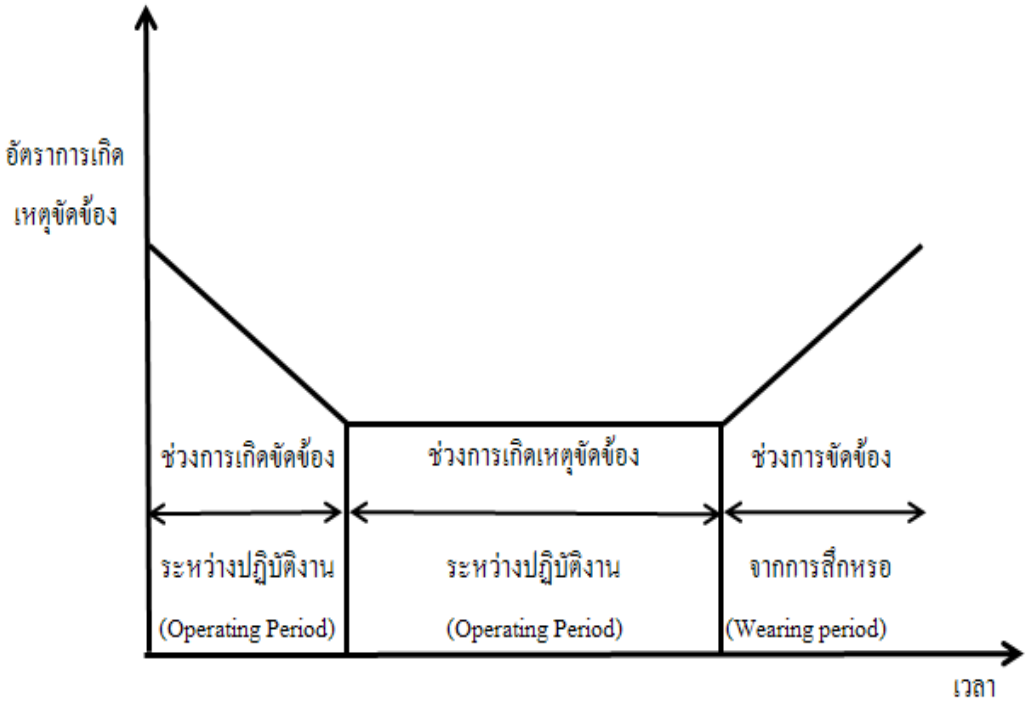
Shenoy and Bhadury (1998) ได้ให้นิยาม การบำรุงรักษาเครื่องจักรไว้ว่า การบำรุงรักษา (Maintenance) เป็นการสงวน หรือรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตให้เป็นไปตามคุณลักษณะเงื่อนไขการทำงาน ซึ่งการบำรุงรักษานี้สามารถ ครอบคลุมไปถึงกิจกรรมหรืองานที่มีความสัมพันธ์กับการสงวนรักษาเครื่องจักรอุปกรณ์ หรือเป็นการซ่อมเครื่องจักรอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในสภาพปกติ โดยกิจกรรมการซ่อมบำรุงรักษา จำเป็นต้องมีการใช้อะไหล่สำรอง (Spare Parts) กำลังคน (Manpower) เครื่องมือ หรืออุปกรณ์ (Tools) และสิ่งอำนวยความสะดวก (Facility) ซึ่งความพร้อม และการใช้งานของทรัพยากรเหล่านี้เป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนั้นยังมีการกำหนดงานรวมไปถึง การทำความสะอาด การหล่อลื่น การเฝ้าติดตาม การวางแผน และการจัดลำดับงาน

งานบำรุงรักษาอาคารสถานที่ เป็นงานด้านวิศวกรรมเกี่ยวกับระบบอาคาร ในการดำเนินการบำรุงรักษาระดับประสิทธิภาพของระบบประกอบอาคารให้มีความพร้อมใช้อยู่ตลอดเวลาทั้งในกรณีปกติ และกรณีเกิดหตุการณ์ฉุกเฉิน เป็นงานที่มีความสำคัญและจำเป็น ทั้งนี้หากอาคารขาดการบำรุงรักษาที่ดี จะนำมาซึ่งการสะดุด ติดขัด อาจทำให้ต้องมีการปรับเปลี่ยน ซ่อมแซม หรือเปลี่ยนทดแทน ก่อนช่วงเวลาที่ควรจะเป็น ทำให้เกิดผลกระทบ หรืออาจเป็นอันตรายต่อใช้ประโยชน์อาคารได้ อาทิเช่น เมื่อเกิดเพลิงไหม้ แต่เครื่องยนต์ฉุดปั้มน้ำดับเพลิงไม่ทำงาน เนื่องจากช่างอาคารไม่มีการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ ตามแผนงานซ่อมบำรุง (Preventive Maintenance) จะซ่อมก็ต่อเมื่อเสีย แต่เนื่องจากเครื่องยนต์ของระบบป้องกันอัคคีภัยของอาคารจะต้องมีความพร้อมในการใช้งานตลอดเวลา เพราะเราไม่อาจคาดเดาได้ว่าเหตุการณ์เพลิงไหม้จะเกิดขึ้นเมื่อใด ดังนั้นการบำรุงรักษาเครื่องยนต์ของระบบป้องกันอัคคีภัยจึงมีเป้าหมายเพื่อ

1. เครื่องยนต์ต้องสามารถทำงานได้ทันทีเมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน
2. เครื่องยนต์ต้องไม่หยุดชะงักขณะทำงาน
3. เครื่องยนต์ต้องสามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เพื่อความปลอดภัยต่อผู้ใช้ประโยชน์อาคาร
4. การซ่อมแซมบำรุงรักษาเครื่องจักร ต้องใช้เวลาน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้

2.2 อัตราความเสียหาย (Failure) ของเครื่องจักร

ช่วงอายุการใช้งานของเครื่องจักรจะสั้นหรือยาว สามารถประมาณได้จากอัตราความเสียหายของเครื่องจักรที่เกิดขึ้น (กาญจนา จิตรจุน, 2550: 19) อัตราความเสียหายมีความสำคัญมากสำหรับการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล รวมทั้งการบำรุงรักษา เนื่องจากค่าอัตราความเสียหายจะนำไปใช้ในการประมาณค่าช่วงเวลาการใช้งานก่อนที่ชิ้นส่วนหรือเครื่องจักรจะเสียหาย (Time To Failure: TTF) หรือค่าความพร้อมของระบบ (Availability) ซึ่งค่าอัตราความเสียหายที่เกิดขึ้นตลอดอายุการใช้งานของเครื่องจักรหรือชิ้นส่วน สามารถแสดงได้เป็นเส้นโค้งมีรูปทรงคล้ายอ่างน้ำ (Bath-Tub Curve)



รูปที่ 2.1 เส้นโค้งรูปอ่างอาบน้ำ

ที่มา: พูลพร แสงบางปลา (2538, น. 105)

ช่วงที่ 1: ช่วงการขัดข้องระยะเริ่มแรก

ในช่วงเวลาเริ่มแรก เครื่องจักรอาจมีค่าความเสี่ยงสูงที่จะเสียหาย ซึ่งค่าอัตราความเสียหายในช่วงเริ่มแรกนี้จะมีค่ามากแล้วค่อยๆ ลดลง เรียกช่วงนี้ว่าการเกิดความเสียหายในช่วงแรก (Early Failure Region หรือ Burn – in Period) ซึ่งความเสียหายในช่วงนี้จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายต่างๆ ที่ไม่จำเป็นในการซ่อมแซม โดยสาเหตุที่เป็นไปได้ก็อาจจะมาจาก

1. ความไม่ได้มาตรฐานในการผลิตหรือความผิดพลาดในการควบคุมคุณภาพ
2. ความผิดพลาดจากการออกแบบ
3. ความผิดพลาดที่เกิดจากการติดตั้ง (Installation)
4. ความผิดพลาดจากการใช้งานผิดประเภท

ช่วงที่ 2: ช่วงเวลาที่เกิดความเสียหายแบบคงที่

ช่วงเวลานี้เรียกว่าช่วงที่เกิดความเสียหายแบบคงที่ (Constant Failure Rate Region) เพราะว่าอัตราความเสียหายในช่วงนี้จะเกิดขึ้นในช่วงเวลาการใช้งาน ซึ่งข้อผิดพลาดอาจเกิดจากการใช้งานของพนักงานที่ขาดความระมัดระวัง หรือไม่มีความรู้ในการใช้งานอุปกรณ์

ช่วงที่ 3: ช่วงเวลาขัดข้องจากความสึกหรอ

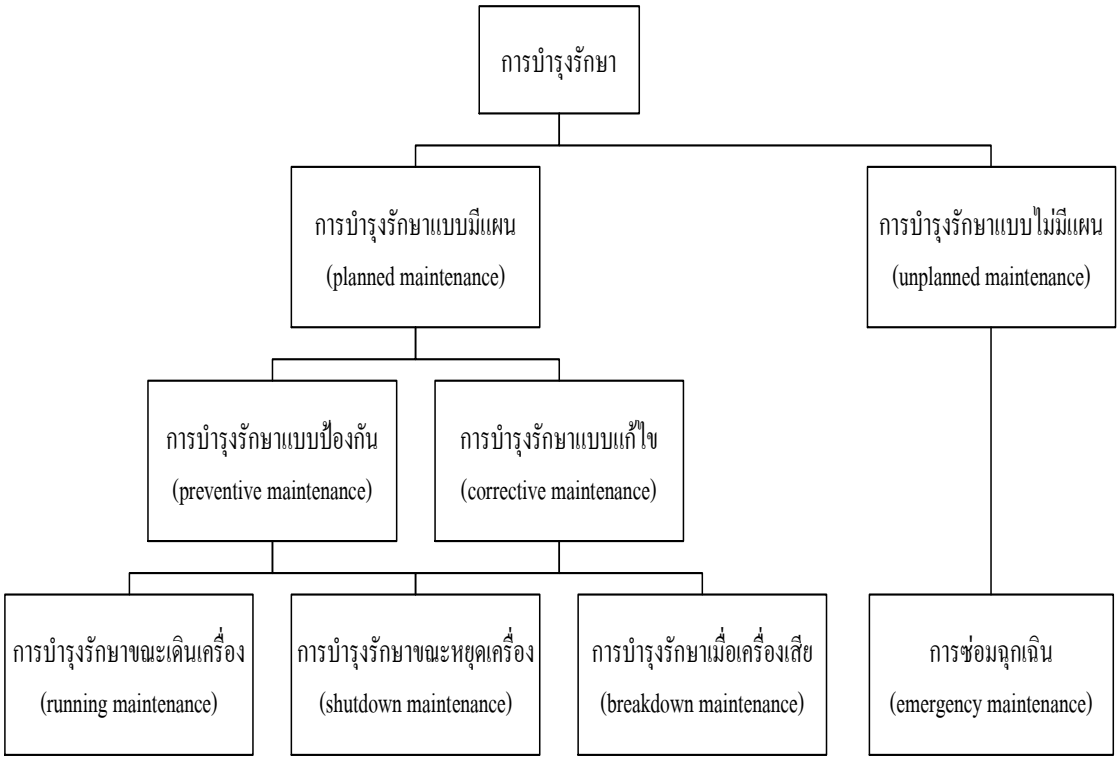
ช่วงเวลานี้เรียกว่าช่วงการสึกหรอ (Wear-out Region) ในช่วงเวลานี้อัตราความเสียหายจะไม่ได้เกิดขึ้นแบบสุ่ม (Random) แต่จะมีสาเหตุหลัก ๆ ดังนี้

1. อายุการใช้งาน
2. การสึกหรอของชิ้นส่วนต่าง ๆ

ค่าอัตราความเสียหายจะเพิ่มขึ้นอย่างมาก (Linearly Increasing Failure Rate) ในช่วงปลายอายุการใช้งาน หากต้องการที่จะลดผลกระทบของความเสียหายที่เกิดขึ้นในช่วงนี้ อาจจะทำได้โดยการวางแผนระบบการซ่อมบำรุงเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance) หรือการเปลี่ยนและทดแทนชิ้นส่วน (Replacement) เพื่อเป็นการเพิ่มอายุการใช้งานเครื่องจักร (สมภพ, 2550)

2.3 ประเภทของการบำรุงรักษา

ในอดีตการบำรุงรักษาโดยทั่วไปของหน่วยงานซ่อมบำรุง จะเป็นการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องจักรเกิดการชำรุดเสียหาย แต่ต่อมาวิวัฒนาของงานบำรุงรักษาได้มีการพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ มีการใช้หลักการทางด้านวิศวกรรมศาสตร์ วัสดุศาสตร์ และสถิติ เข้ามาใช้ในงานบำรุงรักษา การจัดประเภทของการบำรุงรักษาที่เป็นงานของหน่วยงานซ่อมบำรุงที่สามารถพบเห็นโดยทั่วไปมีโครงสร้างดังภาพที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ประเภทของการบำรุงรักษา

ที่มา: เธียรไชย จิตต์แจ้ง (2541, น. 705)

จากภาพที่ 2.2 จะเห็นว่าการบำรุงรักษามีด้วยกัน 2 รูปแบบด้วยกันคือ การบำรุงรักษาแบบมีแผนและการบำรุงรักษาแบบไม่มีแผนหรือการซ่อมฉุกเฉินนั่นเอง ซึ่งรายละเอียดของการบำรุงรักษาในแต่ละรูปแบบ มีดังนี้

2.3.1 การบำรุงรักษาแบบมีแผน (Planned Maintenance) การบำรุงรักษาแบบมีแผน จะหมายความรวมถึงการบำรุงรักษาแบบต่าง ๆ ทั้งหมดที่กระทำไปโดยมีการวางแผนล่วงหน้า มีการควบคุมและมีการบันทึกข้อมูลต่างๆ ไว้ ซึ่งอาจแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

1. การบำรุงรักษาแบบป้องกัน (Preventive Maintenance) หมายถึงงานบำรุงรักษามีแผนที่กระทำไปโดยมีจุดมุ่งหมายที่จะป้องกันมิให้เครื่องจักรชำรุด เช่นการตรวจสภาพเครื่องจักรตามจำนวนชั่วโมงการใช้งาน การทำความสะอาด การเปลี่ยนหัวเทียนตามระยะทางการใช้งาน เมื่อพิจารณาถึงวิธีปฏิบัติงานแล้ว อาจแบ่งย่อยลงไปได้อีก กล่าวคือการบำรุงรักษาแบบป้องกัน อาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

การบำรุงรักษาขณะเดินเครื่อง (Running Maintenance) ซึ่งหมายถึงงานบำรุงรักษาทำได้โดยไม่ต้องหยุดเครื่อง เช่น การเติมน้ำมันหล่อลื่นในกระบอกเติมที่เครื่องจักร การตรวจสอบการทำงานของฉนวนกันความร้อน

การบำรุงรักษาขณะหยุดเครื่อง (Shutdown Maintenance) ซึ่งเป็นการหยุดโดยมีแผนกำหนดไว้แน่นอน เช่น การเปลี่ยนชิ้นส่วน การตรวจสอบรอยร้าว

2. การบำรุงรักษาแบบแก้ไข (Corrective Maintenance) หมายถึงงานบำรุงรักษาที่มีแผนที่จะทำเพื่อแก้ไข ปรับยกสถานะ การปฏิบัติของเครื่องจักรให้คืนสู่สภาพปกติ เช่น การซ่อมใหญ่สำหรับการบำรุงรักษาแบบแก้ไข ก็อาจแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ เช่นกัน คือ

การบำรุงรักษาขณะหยุดเครื่อง (Shutdown Maintenance) โดยมีแผนที่กำหนดแน่นอน เช่น การซ่อมเครื่องจักรสำรองซึ่งเสียหายแต่ไม่จำเป็นต้องซ่อมในทันทีที่เครื่องเสีย จึงกำหนดแผนการซ่อม

การบำรุงรักษาเมื่อเครื่องเสีย (Breakdown Maintenance) ทั้งนี้ได้มีการเตรียมการไว้แล้วว่าเมื่อเครื่องเกิดเสียขึ้นจะมีวิธีปฏิบัติอย่างไร จึงจะดูแลแก้ไขให้คืนสู่สภาพเดิมได้เร็วที่สุด

2.3.2 การบำรุงรักษาแบบไม่มีแผน (Unplanned Maintenance) การบำรุงรักษาแบบไม่มีแผนนั้นก็คือ การซ่อมฉุกเฉินนั่นเอง จะต่างจากการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องเสีย ที่ว่าการซ่อมฉุกเฉินนั้นจะไม่มีการเตรียมงานไว้ล่วงหน้าก่อน เมื่อเครื่องจักรเกิดการชำรุดเสียหายขึ้น ฝ่ายซ่อมบำรุงรักษาจะดำเนินการแก้ไขซ่อมแซมความเสียหายตามสภาพที่เกิดขึ้น โดยขั้นแรกจะตรวจสอบว่ามีชิ้นส่วนใดเสียหาย จะเปลี่ยนทดแทนโดยอะไหล่จากคลังพัสดุ หากจำเป็นอาจต้องปรับแต่งเครื่อง งานต่างๆ ที่ต้องทำนี้เนื่องจากเป็นการซ่อมฉุกเฉิน ไม่มีการวางแผนไว้ก่อนจึงไม่สามารถบอกได้ล่วงหน้าว่าต้องทำอะไรบ้าง แต่สำหรับการบำรุงรักษาเมื่อเครื่องเสียนั้นจะมีการคาดคะเนไว้ล่วงหน้าก่อนเมื่อมีรายงานว่าเครื่องเสีย ส่วนใหญ่จะทราบได้ทันทีจากอาการที่เครื่องเสียว่าจะต้องปฏิบัติงานอะไรบ้าง ผู้ปฏิบัติงานสามารถที่จะเตรียมอุปกรณ์ อะไหล่ และเครื่องมือที่ต้องใช้และอาจสามารถประมาณการได้ว่าจะใช้เวลาปฏิบัติงานสักเท่าใดด้วย (teacher.snru.ac.th/mingsakul/admin/document/userfiles/11.doc)

2.4 นโยบายการบำรุงรักษา

เมื่อพิจารณาถึงความหมายของงานบำรุงรักษาในโรงงานอุตสาหกรรมทั่วๆ ไปอาจแยกเป็นนโยบายได้ 4 แนวทางดังนี้ (เธียรไชย จิตต์แจ้ง, 2541, น. 707-708)

2.4.1 การซ่อมเมื่อเครื่องเสีย ในลักษณะของการผลิตที่ไม่ต่อเนื่องจะมีเครื่องจักรที่ทำงานเป็นอิสระไม่ขึ้นกับเครื่องจักรอื่น ๆ อยู่เป็นจำนวนมาก ซึ่งในกรณีนี้เมื่อเครื่องจักรเครื่องใดเสีย จะไม่ทำให้เครื่องจักรอื่น ๆ ต้องหยุดทำงาน และอาจเป็นการประหยัดกว่าการปล่อยให้เดินเครื่องจักรไปจนกระทั่งชำรุดแล้วจึงทำการซ่อมแซม ทั้งนี้ในการป้องกันการชำรุดอาจจะเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าความสูญเสียที่เกิดขึ้นหากเครื่องชำรุด การบำรุงรักษาที่กระทำในลักษณะป้องกันจริงๆ จะมีเพียงเล็กน้อย เช่น การทำความสะอาด การใช้น้ำมันหล่อลื่น เท่านั้น

การบำรุงรักษาแบบนี้จะใช้ในโรงงานที่มีเครื่องจักรขนาดเล็กๆ ชนิดเดียวกันเป็นจำนวนมาก เช่น จักรเย็บผ้า ปล่อยให้เดินเครื่องใช้งานไปเรื่อยๆ จนกระทั่งเครื่องเสีย เมื่อเครื่องจักรเสียก็ทำการซ่อมแซมไปโดยที่อาจใช้เครื่องจักรอื่นที่มีอยู่ทำการผลิตต่อไปได้

2.4.2 การบำรุงรักษาแบบป้องกันในกรณีที่กรรมวิธีการผลิตเป็นแบบต่อเนื่อง เช่นอุตสาหกรรมเคมี เหล็กหรือการผลิตเป็นจำนวนมาก ความสูญเสียที่เกิดขึ้นหากเครื่องจักรชำรุดจะมีมาก เพราะหากส่วนใดส่วนหนึ่งของเครื่องจักรชำรุดไป ก็อาจทำให้โรงงานทั้งโรงงานหรือสายการผลิตทั้งหมดต้องหยุดงานลง หรือในบางกรณีเครื่องจักรบางเครื่องหากปล่อยให้ชำรุดเสียหายก็จะเป็นอันตรายต่อชีวิต ทรัพย์สินและสภาพแวดล้อม ดังนั้นจึงต้องทำการบำรุงรักษาเพื่อป้องกันมิให้เกิดการชำรุดขึ้น

การป้องกันมิให้เครื่องจักรเสียนั้น อาจกระทำได้ด้วยการตรวจสอบสภาพอุปกรณ์ชิ้นส่วนต่างๆ เป็นระยะ การเปลี่ยนทดแทนชิ้นส่วนที่มีการใช้งานครบกำหนด การบริการต่างๆ เช่น การทำความสะอาด การหล่อลื่น การตรวจการสั่นสะเทือน

2.4.3 การเปลี่ยนทดแทนเครื่องจักรในอุตสาหกรรมหลายๆ ประเภทใช้รูปแบบการบำรุงรักษาด้วยวิธีนี้ โดยการวางแผนให้มีการเปลี่ยนทดแทนใช้เครื่องจักรใหม่ ในกรณีที่เครื่องจักรที่ใช้อยู่เกิดชำรุดหรือจำเป็นต้องมีการบำรุงรักษาอย่างมากในระหว่างใช้งานก็มีการบำรุงรักษาเพียงเล็กน้อย เช่น การปรับแต่งทำความสะอาดประจำวันเท่านั้น โดยมากมักเป็นเครื่องจักรที่มีขนาดไม่ใหญ่เท่าไรนัก เช่น รถยนต์ เครื่องถ่ายเอกสาร เครื่องคอมพิวเตอร์ บริษัทบางแห่งจะซื้อของใหม่มาใช้เมื่อเครื่องจักรเริ่มเสื่อมสภาพก็จะขายไปแล้วซื้อเครื่องรุ่นใหม่มาใช้งานแทน นอกจากนี้รูปแบบการบำรุงรักษาแบบนี้จะเหมาะสำหรับเครื่องจักรอุปกรณ์ที่มีความเปลี่ยนแปลงทางเทคโนโลยีเร็วมาก ซึ่งจะช่วยให้หน่วยงานมีโอกาสได้ใช้เครื่องจักรใหม่ๆ ที่ทันสมัยอยู่เสมอ

2.4.4 การใช้งานโดยไม่บำรุงรักษา สำหรับอุปกรณ์ขนาดเล็กๆ ที่มีราคาไม่แพงนัก อาจพบว่าการซ่อมบำรุงรักษาจะเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าการซื้อของใหม่มาใช้ โดยเฉพาะในกรณีที่ค่าแรงงานในการซ่อมมีราคาแพง นอกจากนี้อุปกรณ์บางอย่างไม่ได้ถูกออกแบบให้สามารถซ่อมบำรุงได้เลย หรือซ่อมแล้วอาจไม่ดีเท่าของใหม่ เช่น คอมเพรสเซอร์ในตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศ ในกรณีเช่นนี้การบำรุงรักษาจึงไม่จำเป็นจะต้องปฏิบัติเลย

2.5 องค์ประกอบของการบำรุงรักษา

หลักการพื้นฐานขององค์ประกอบของการบำรุงรักษา (กาญจนา จิตรจุน, 2550) ประกอบไปด้วยหลัก 4 ประการดังนี้

2.5.1 การทำความสะอาดเครื่องจักร (Cleaning)

การทำความสะอาดเครื่องจักรและบริเวณโรงงาน ถือเป็นแม่บทสำคัญในการบำรุงรักษาซึ่งนอกจากเป็นเสมือนกระจกเงาที่ส่องสะท้อนให้เห็นภาพของการจัดการภายในโรงงานแล้ว ยังจะส่งผลสะท้อนต่อความรู้สึกของพนักงานด้วย ดังนั้นงานทำความสะอาดเครื่องจักร จึงนับเป็นงานก้าวแรกของงานบำรุงรักษาเชิงป้องกันเพราะว่า

1. ขณะที่ทำความสะอาดได้เห็นส่วนต่างๆ ของเครื่องจักรเป็นประจำจนสามารถทราบได้ว่า สภาพปกติของเครื่องจักรภายนอก สภาพเสียง ความสั่นสะเทือน ความร้อนที่เกิดขึ้นและอื่นๆ ขณะที่เปิดเครื่องใช้งานตามปกติอย่างไร และสังเกตเห็นสภาพผิดปกติแล้วก็สามารถรายงานเพื่อแก้ไขก่อนที่ปัญหาจะลุกลามได้

2. การกำจัดฝุ่นละอองหรือสิ่งสกปรกต่างๆ บนเครื่องจักรหรือบริเวณโรงงานสามารถช่วยลดความสึกหรอของเครื่องจักร และความผิดพลาดในการใช้งานของเครื่องจักรลงได้

3. ช่วยลดอุบัติเหตุของการปฏิบัติงาน เนื่องจากต้นเหตุของอุบัติเหตุ เช่น วัสดุหล่อลื่นหกเรี่ยราดบนพื้น ชิ้นส่วนหรือสิ่งเกะกะต่างๆ จะถูกขจัดออกไป อุบัติเหตุที่เกิดจากสิ่งเหล่านี้จึงไม่เกิดขึ้น

2.5.2 การหล่อลื่น (Lubrication)

การหล่อลื่นเป็นงานพื้นฐานในการป้องกันการชำรุดเสียหายและช่วยลดความสึกหรอ เนื่องจากวัสดุหล่อลื่นจะช่วยป้องกันมิให้ชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่เคลื่อนไหวสัมผัสกันโดยตรง (Metal to Metal Contact) นอกจากจะป้องกันความเสียหายแล้วยังช่วยลดความร้อนที่เกิดจาก การเสียดสีอีกด้วย ทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักรสูงขึ้นเพราะการเคลื่อนไหวมีความฝืดที่น้อยที่สุด

2.5.3 การตรวจสภาพ (Inspection)

การตรวจสภาพเครื่องจักรงานบำรุงรักษาเชิงป้องกัน มีเป้าหมายเพื่อค้นหาความบกพร่องขั้นต้น หมายถึง สภาพที่มีคุณลักษณะอุปกรณ์ของเครื่องจักรเปลี่ยนไปถึงขั้นที่ไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามที่ควรจะเป็น ซึ่งอาจจะนำไปสู่การขัดข้องของเครื่องจักรจนถึงขั้นที่ไม่สามารถทำหน้าที่ได้ตามควรจะเป็น ซึ่งอาจจะนำไปสู่การขัดข้องของเครื่องจักร จนถึงขั้นต้องหยุดเครื่องจักร (Failure) หมายถึง สภาพการณ์ที่อุปกรณ์ของเครื่องจักรเสื่อมสภาพลง จนเป็นเหตุให้เครื่องจักรสามารถทำงานตามข้อกำหนดได้ หรือต้องหยุดการทำงานโดยสิ้นเชิงในระยะต่อไป

2.5.4 การปรับแต่งและเปลี่ยนชิ้นส่วน (Adjustment and Part Replacement)

การใช้งานเครื่องจักรมีระบบหล่อลื่น หรือการตรวจสภาพที่ดีเพียงใด ความคลาดเคลื่อนจากความสึกหรอของชิ้นส่วนเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ การที่จะให้เครื่องจักรอยู่ในสภาพที่ปกติการปรับแต่ง และการเปลี่ยนชิ้นส่วนจึงเข้ามามีบทบาทในงานบำรุงรักษาด้วย ดังสามารถอธิบายได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. การปรับแต่งเป็นวิธีการที่ช่วยให้เครื่องจักรกลับเข้าสู่สภาพปกติที่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง ตามข้อกำหนดจะกระทำในหลายกรณี คือ

เมื่อเกิดการสึกหรอของชิ้นส่วนเครื่องจักร และการสึกหรอยังอยู่ในขีดจำกัดของการใช้งาน

เมื่อวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนเครื่องจักรเกิดความล้า (Fatigue) ในการปฏิบัติงาน แต่ยังอยู่ในขีดจำกัดของการใช้งาน

เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วนใหม่ โดยเฉพาะชิ้นส่วนที่ต้องมีการตั้งศูนย์ของระยะห่าง การเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่บางกรณีจำเป็นต้องมีการปรับแต่ง เพื่อให้เครื่องจักรทำงานอยู่ในขอบเขตที่กำหนดในเรื่องของความดัน อุณหภูมิ ความสั่นสะเทือน ฯลฯ

2. การเปลี่ยนชิ้นส่วนเป็นวิธีการที่ช่วยให้เครื่องจักรกลับสู่สภาพปกติในการทำงานได้อย่างถูกต้องตามข้อกำหนด ซึ่งดำเนินงานในกรณีต่อไปนี้ คือ

เมื่อชิ้นส่วนเป็นวิธีการที่ช่วยให้เครื่องจักรกลับสู่สภาพปกติในการทำงานได้อย่างถูกต้องตามข้อกำหนด ซึ่งดำเนินงานในกรณีต่อไปนี้ คือ

เมื่อชิ้นส่วนเกิดการชำรุดหรือเหตุขัดข้องจนไม่สามารถให้เครื่องจักรทำงานได้ตามข้อกำหนดหรือต้องหยุดลงโดยสิ้นเชิง

เมื่อชิ้นส่วนมีอายุการใช้งานเกินกำหนด ไม่ว่าการสึกหรอจะเกินขีดจำกัดหรือไม่ก็ตาม

เมื่อชิ้นส่วนมีอายุใกล้เคียงกับกำหนดเวลาการใช้งาน แต่เมื่อทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนอื่นไปแล้วก็ทำการเปลี่ยนชิ้นส่วนดังกล่าวไปด้วยการเปลี่ยนชิ้นส่วนเครื่องจักรจะดำเนินการเมื่อ

เครื่องจักรเกิดเหตุเสีย และต้องหยุดโดยทันที (Breakdown) หรือทำการซ่อมใหญ่ (Overhaul) ดังนั้น จึงควรคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนชิ้นส่วนให้กับเครื่องจักร เป็นสิ่งที่กระทบต่อค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษามากที่สุดการเปลี่ยนชิ้นส่วนอะไหล่บ่อยครั้งย่อมทำให้เหตุเสียลงได้ แต่ก็ทำให้ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูงขึ้นไปด้วย จึงจำเป็นต้องมีการศึกษารายละเอียดว่าเป็นจุด ที่เหมาะสมอยู่ที่ใด การเก็บสถิติการเปลี่ยนแปลงชิ้นส่วน และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น และทำการวิเคราะห์อย่างรอบคอบ

2.6 การวางแผนงานซ่อมบำรุงรักษา (Maintenance Planned)

ในการดำเนินงานธุรกิจใดๆ งานจะดำเนินไปด้วยดีสะดวกราบรื่นจำเป็นต้องมีแผนงานที่มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ ในงานบำรุงรักษาการวางแผนงานบำรุงรักษาก็อาศัยหลักการในการวางแผนงานเช่นเดียวกับกิจกรรมอื่นๆ โดยตอนต้นจะเป็นการกล่าวถึงหลักการในการวางแผนและจะเน้นถึงการนำหลักการวางแผนมาใช้ในการวางแผนการบำรุงรักษาในขั้นต่อไป (โกศล, 2547)

การวางแผนงาน คือ การวางแผนนั้น เป็นความพยายามที่จะให้ได้มาซึ่งแผน (PLAN) และการดำเนินการ เพื่อใช้เป็นแนวทางที่จะดำเนินการหรือดำเนินธุรกิจใดๆ ให้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ดังนั้นในการวางแผนจะได้สิ่งที่สำคัญสองประการคือ แผนและการดำเนินการ

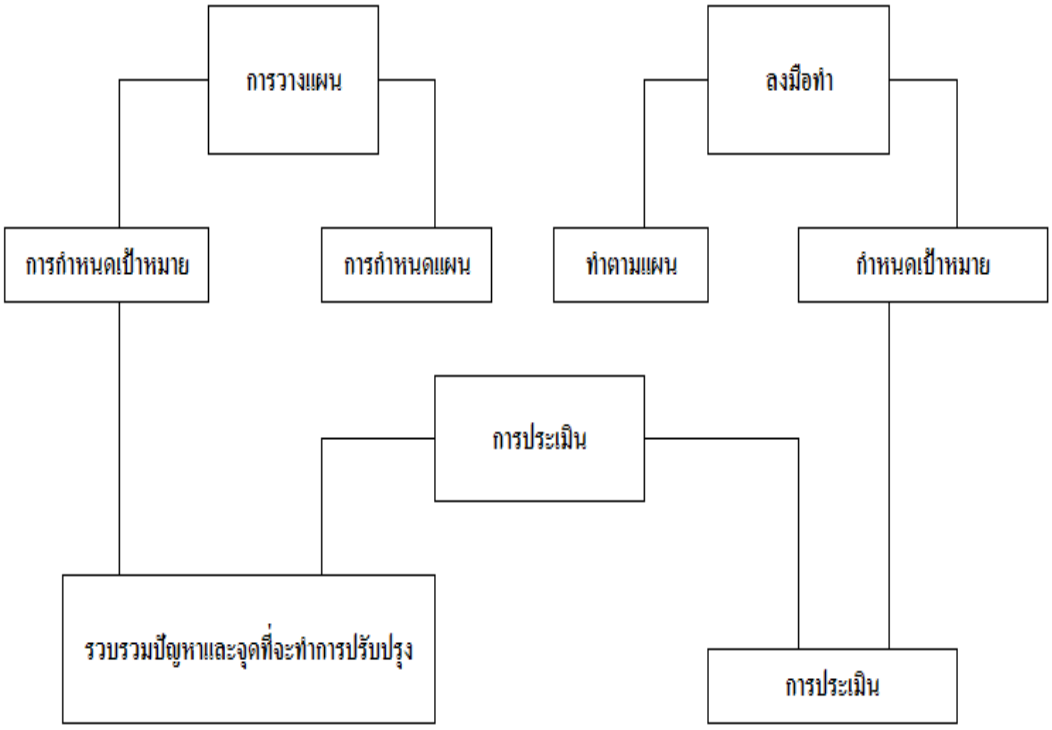
แผน คือ กระบวนการหรือขั้นตอนที่จะใช้การบริหารหรือดำเนินการให้สำเร็จลุล่วงตามจุดประสงค์หรือเป้าหมายและนโยบายที่ได้จัดตั้งไว้ โดยใช้ความรู้ทางวิชาการและ วิจารณญาณในการวิเคราะห์ วินิจฉัยถึงเหตุการณ์ในอนาคต และจึงกำหนดวิธีที่ถูกต้อง และมีเหตุผล เพื่อให้การให้การดำเนินตามแผนเป็นไปโดยเรียบร้อยสมบูรณ์และมีประสิทธิภาพสูงสุด แผนจึงจำเป็นที่จะต้องคิดหรือทำเกิดขึ้นก่อนจะดำเนินการหรือธุรกิจใดๆ

ในการปฏิบัติหรือดำเนินการใดๆ เมื่อได้กำหนดแผนพร้อมทั้งกำหนดแผนการดำเนินงานแล้ว จะมีขั้นตอนต่อไปคือ การทำตามแผน ดังนั้นขั้นตอนในการดำเนินงานที่มีประสิทธิภาพจะประกอบไปด้วย 3 ขั้นตอนคือ

1) ขั้นตอนการวางแผน (PLAN)

2) การลงมือหรือปฏิบัติตามแผน (DO)

3) ขั้นตอนการดำเนินผลการดำเนินการ (SEE) โดยการรวบรวมปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการดำเนินการ เพื่อเป็นแนวทางของการปรับปรุงแก้ไขไปใหม่ ขั้นตอนทั้ง 3 นี้เรียกว่า PLAN–DO–SEE อันเป็นหลักครบวงจรในการดำเนินกิจกรรมของธุรกิจดังแสดงไว้ในแผนภาพ



รูปที่ 2.3 แผนภูมิการวางแผน
ที่มา: กาญจนา จิตรจุน (2550, น. 52)

2.6.1 ประเภทการตรวจสอบตามแผนงานซ่อมบำรุงรักษา

การทำให้เครื่องจักรอุปกรณ์ทำงานในสภาพปกติ และในเวลาฉุกเฉินที่จำเป็นต้องใช้นั้น จะต้องมีการตรวจสอบตามแผนงานซ่อมบำรุงอย่างเคร่งครัด ไม่ใช่กำหนดกันขึ้นแล้วไม่ดำเนินการปฏิบัติตาม ผู้รับผิดชอบต้องมีความใส่ใจและควบคุมผู้มีหน้าที่ให้ปฏิบัติตามแผนงานซ่อมบำรุงที่วางไว้ โดยแผนการตรวจสอบสามารถกำหนดตามช่วงเวลาได้ดังนี้

1. การตรวจสอบประจำวัน
2. การตรวจสอบรายเดือน (ราย 1 เดือน ราย 3 เดือน และราย 6 เดือน)
3. การตรวจสอบรายปี

2.6.2 ขั้นตอนการวางแผนการตรวจสอบตามแผนงานซ่อมบำรุงรักษา

1. จะต้องทราบก่อนว่าเครื่องจักรที่เราจะต้องทำการตรวจสอบดูแลรักษามีอะไรบ้าง ซึ่งสามารถดำเนินการได้โดยการจัดทำประหวัดเครื่องจักร (Facility Register) โดยรายละเอียดที่ต้องระบุในแบบฟอร์มประวัติเครื่องจักรต้องประกอบด้วย

1) ระบุประเภทของระบบ
2) ระบุประเภทของเครื่องจักร
3) ระบุรายละเอียดของเครื่องจักร
4) ระบุจำนวน
5) ระบุสถานที่ติดตั้ง
6) แสดงภาพของเครื่องจักร

ตารางที่ 2.1 แบบฟอร์มการจัดทำประวัติเครื่องจักร

ลำดับ	ระบบ	ประเภท	รายละเอียด	จำนวน	สถานที่	ภาพประกอบ

2. กำหนดแบบฟอร์มการตรวจสอบตามแผนงานการซ่อมบำรุงรักษาเป็นช่วงเวลา ซึ่งในช่วงแรกอาจจะอาศัยการกำหนดข้อมูลจากคู่มือของเครื่องจักร และประสบการณ์ในการทำงาน การจัดทำระบบเอกสารในงานบำรุงรักษาเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะประสบการณ์ต่างๆ ในการทำงานบำรุงรักษาและคู่มือเครื่องจักรจะถูกบันทึกไว้ในเอกสารและโดยที่สภาพการทำงานผลิตในแต่ละโรงงานจะไม่เหมือนกัน จึงไม่สามารถกำหนดตารางการบำรุงรักษาที่เป็นมาตรฐานทั่วๆ ไปได้ ประสบการณ์ในการบำรุงรักษาจึงเป็นสิ่งสำคัญ ในตอนแรกเริ่มปฏิบัติงานอาจมีปัญหาบ้างแต่เมื่อเวลาผ่านพ้นไประยะหนึ่งประสบการณ์ที่บันทึกไว้ในประวัติเครื่องจักร (Plant History Card) จะช่วยให้การกำหนดตารางบำรุงรักษาถูกต้องมากยิ่งขึ้น (teacher.snru.ac.th/mingsakul/admin/document/userfiles/11.doc)

2.7 ประเภทของหลอดไฟ และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประกอบการทำงานของหลอดไฟ

2.7.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) ทำด้วยหลอดแก้วที่สูบอากาศออกจน หมดแล้ว บรรจุไอปรอทไว้เล็กน้อย มีไส้ที่ปลายหลอดทั้งสองข้าง หลอดเรืองแสงอาจทำเป็นหลอด ตรงหรือครึ่งวงกลมก็ได้ ส่วนประกอบและการทำงานของหลอดมีดังนี้

1. ตัวหลอด ภายในสูบอากาศออกจนหมดแล้วบรรจุไอปรอทและก๊าซอาร์กอนเล็กน้อย ผิวด้านในของหลอดเรืองแสงฉาบด้วยสารเรืองแสงชนิดต่างๆ แล้วแต่ความต้องการให้เรืองแสงเป็นสีใดเช่น ถ้าต้องการให้เรืองแสงสีเขียวต้องฉาบด้วยสารซิงค์ซิลิเคต แสงสีขาวแกมฟ้าฉาบด้วยแมกนีเซียม ทังสเตน แสงสีชมพูฉาบด้วยแคดเมียมบอเรต เป็นต้น

2. ไส้หลอด ทำด้วยทังสเตนหรือวุลแฟรมอยู่ที่ปลายทั้งสองข้าง เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดจะทำให้หลอดร้อนขึ้น ความร้อนที่เกิดขึ้นจะทำให้ไอปรอทที่บรรจุไว้ในหลอด กลายเป็นไอมากขึ้น แต่ขณะนั้นกระแสไฟฟ้ายังไม่ไหลผ่านไอปรอทไม่สะดวกเพราะปรอทยังเป็น ไอน้อย ทำให้ความต้านทานของหลอดสูง

รูปที่ 2.4 หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์แบบต่างๆ และไส้หลอด

3. สตาร์ทเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ไฟฟ้าอัตโนมัติของวงจรโดยต่อขนานกับหลอดทำ ด้วยหลอดแก้วภายในบรรจุก๊าซนีออนและแผ่นโลหะคู่ที่งอตัวได้เมื่อได้รับความร้อน เมื่อกระแสไฟฟ้าผ่านก๊าซนีออน ก๊าซนีออนจะติดไฟทำให้เกิดความร้อนขึ้น ทำให้แผ่นโลหะคู่งอจนแตะติดกันทำให้กลายเป็นวงจรปิดทำให้กระแสไฟฟ้าผ่ายโลหะได้ครบวงจร ก๊าซนิออนที่ติดไฟอยู่จะดับและเย็นลง แผ่นโลหะคู่จะแยกออกจากกันทำให้เกิดความต้านทานสูงขึ้นทันที ซึ่งขณะเดียวกันกระแสไฟฟ้าจะผ่านหลอดได้มากขึ้นทำให้ไส้หลอดร้อนขึ้นมาก ปรอทก็จะเป็นไอมากขึ้นจนพอที่จำนำกระแสไฟฟ้าได้

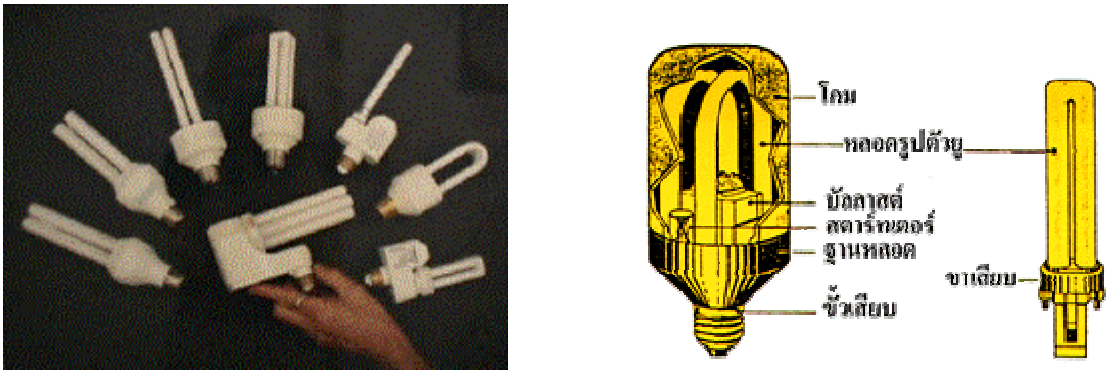
รูปที่ 2.5 อุปกรณ์สตาร์ทเตอร์

4. บัลลาสต์ เป็นขดลวดที่พันอยู่บนแกนเหล็ก ขณะกระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะเกิดการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น เมื่อแผ่นโลหะคู่ในสตาร์ทเตอร์แยกตัวออกจากกันจะเกิดวงจรเปิดชั่วขณะ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในบัลลาสต์จึงทำให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างไส้หลอดทั้งสองข้างสูงขึ้นเพียงพอที่จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไอ ปรอทจากไส้หลอดข้างหนึ่งไปยังไส้หลอดอีกข้างหนึ่งได้ แรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากบัลลาสต์จะทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำไหลสวนทางกับกระแสไฟฟ้า จากวงจรไฟฟ้าในบ้านทำ ให้กระแสไฟฟ้าที่เข้าสู่วงจรของหลอดเรืองแสงลดลง (http://www.thaigoodview.com/library/teachershow/bangkok/sudarat_n-ok/sec04p03.html)

รูปที่ 2.6 บัลลาสต์แกรนด์เหล็ก

2.7.2 หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp)

หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp) จำแนกตามลักษณะการติดตั้งบัลลาสต์ สามารถจำแนกได้ 2 ชนิด คือ



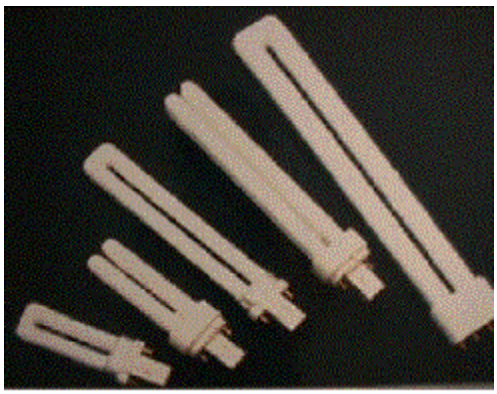
รูปที่ 2.7 หลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ (แบบมีบัลลาสต์ภายใน)

1. หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์ภายใน เป็นหลอดที่มีการออกแบบบัลลาสต์ให้มีลักษณะติดกับชุดหลอด โดยเลือกใช้อุปกรณ์ของบัลลาสต์ที่มีอายุการใช้งานใกล้เคียงกับอายุการใช้งานของหลอด

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์แกนเหล็กและสตาร์ตเตอร์อยู่ภายใน มีลักษณะขั้วหลอดเป็นเกลียวแบบ E27 ใช้เปลี่ยนแทนหลอดไส้ มีอายุการใช้งาน เช่น 8,000 ชม. การใช้งานเหมาะสำหรับการติดตั้งในโคมไฟที่มีช่องว่างอากาศมากพอ และติดตั้งในลักษณะหงายหลอดขึ้น เช่น โคมไฟรั้ว (หากติดตั้งแทนหลอดไส้ในโคมไฟส่องลงที่ไม่มีช่องระบายอากาศแล้วจะเกิดปัญหาการระบายความร้อนไม่เพียงพอ ที่อาจทำให้การเปล่งแสงลดลงประมาณ 40 – 80 % จากการเปล่งแสงที่ลดลงตามอุณหภูมิแวดล้อมที่สูงขึ้น และจากการบดบังช่องแสงจากน้ำยาเคลือบลวดของบัลลาสต์ที่หยดมาบังช่องแสงได้ และ อายุการใช้งานลดลงต่ำกว่า 8,000 ชม.) โดยทั่วไปมีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 45 lm/W

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีลักษณะเล็กกว่าแบบบัลลาสต์แกนเหล็ก มีน้ำหนักเบากว่า มีลักษณะขั้วหลอดแบบ E27, E14 การใช้งานเหมาะสำหรับการติดตั้งในโคมไฟที่มีช่องว่างอากาศมากพอ มีขายหลายรุ่นที่มีอายุการใช้งานแตกต่างกัน เช่น รุ่นอายุการใช้งาน 3,000 ชม 5,000 ชม 8,000 ชม. 10,000 ชม. 12,000 ชม. โดยทั่วไปมีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 54 lm/W

2. หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์ภายนอก สามารถเปลี่ยนเฉพาะตัวหลอดได้ในกรณีหลอดเสีย โดยไม่ต้องเปลี่ยนบัลลาสต์ หลอดจะมีขั้วหลอดแตกต่างกันหลายแบบ เช่นขั้วหลอดแบบ G23, 2G7, G24d-1, G24d-2, G24d-3, G24q-1, G24q-2, G24q-3, GX24d-1, GX24d-2, GX24d-3, GX24q-1, GX24q-2, GX24q-3, GR8, GR10, 2G11 โดยทั่วไปมีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างไม่น้อยกว่า40-45 lm/W (http://www.teenet.chula.ac.th/estuff/c_lamp.htm)



รูปที่ 2.8 หลอดคอมแพค ฟลูออเรสเซนต์ (แบบมีบัลลาสต์ภายนอก)

2.7.3 หลอดแสงจันทร์ (Murcury Lamp)

หลอดแสงจันทร์หรือหลอดไอปรอทความดันสูง (High Pressure Mercury Lamp) (หลอดแสงจันทร์) (HPM) เป็นหลอดความดันไอโซเดียมความดันสูง ชนิดแรกที่ถูกประดิษฐ์ขึ้น มีอายุการใช้งานเฉลี่ย12,000-24,000 ชั่วโมง ให้แสงสว่างที่ 40 ถึง 60 ลูเมนต่อวัตต์ มีขนาดตั้งแต่ 40 จนถึง 1,000 วัตต์ และมีทั้งชนิดที่ใช้กับบัลลาสต์และชนิดที่ไม่ใช้บัลลาสต์ อายุการใช้งานหากเป็นหลอดที่ใช้บัลลาสต์จะมีอายุประมาณ 24,000 ชั่วโมง แต่หากเป็นหลอดที่ไม่ใช้บัลลาสต์ อายุการใช้งานจะสั้นกว่า มีอายุการใช้งานประมาณ 16,000 ชั่วโมง

1. ส่วนประกอบของหลอดหลอดแสงจันทร์ที่สำคัญมีดังนี้

1) ขั้วหลอด (Base) เป็นส่วนที่ต่อกับวงจรไฟฟ้า โดยทั่วไปจะเป็นแบบเกลียวและมี 2 ขนาด คือ E27 และ E40

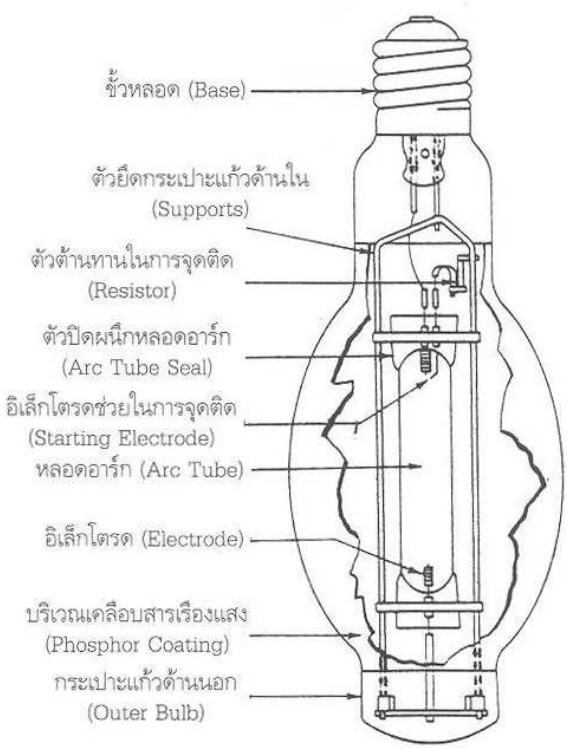
2) กระเปาะแก้วด้านนอก (Outer Buld) ทำหน้าที่เป็นตัวห่อหุ้มป้องกันหลอดแก้วชั้นในไม่ให้สัมผัสกับอากาศภายนอก หลอดแก้วทั้งสองถูกกั้นด้วย ไนโตรเจนหรือสุญญากาศและยังทำหน้าที่เป็นตัวดูดกลืนและป้องกันรังสีอัลตร้าไวโอเลตที่เกิดจากหลอดอาร์กภายในหลอด และรักษาอุณหภูมิภายในหลอดให้คงที่ ตลอดจนยังสามารถเคลือบสารเรืองแสง เพื่อให้มีการเปลี่ยนสีของแสงสว่างได้อีกด้วย หรือฉาบด้วยอลูมิเนียมบริสุทธิ์ เพื่อทำให้หลอดมีการสะท้อนแสงได้ เป็นต้น

3) หลอดอาร์ก (Arc Tube) เป็นหลอดแก้วด้านในของหลอด มีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกกลวงปิดหัวท้ายและทำมาจากแร่ควอตซ์ ซึ่งเป็นแร่หินที่มีคุณสมบัติทนอุณหภูมิได้สูงมาก ที่ปลายของกระเปาะแก้วด้านในด้านหนึ่งติดกับ อิเล็กโตรดหลัก (Main Electrode) และอีกด้านหนึ่งจะมีตัวต้านทานจุดติดต่ออนุกรมกับอิเล็กโตรดหลัก การต่อเชื่อมวงจรจะเชื่อมต่อกันด้วยก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในกระเปาะแก้ว ซึ่งก๊าซดังกล่าวได้แก่ ก๊าซอาร์กอน และไอปรอท

4) อิเล็กโตรด (Electrode) ในหลอดแสงจันทร์จะมีอิเล็กโตรด 2 ด้านคือ อิเล็กโตรดหลัก (Main Electrode) จะทำงานอยู่ตลอดเวลาและทำมาจากวัสดุพวกทังสเตน ซึ่งทำเป็นขดลวดเคลือบด้วยสารแบเรียมออกไซด์ หรือแบบอัดเรียบพันด้วยลวดทังสเตน และอิเล็กโตรดช่วยในการจุดติด (Starting Electrode) ทำหน้าที่เป็นอิเล็กโตรดในช่วงเริ่มต้นของการสตาร์ทหลอด

5) ตัวต้านทานในการจุดติด (Starting Resistor) จะทำงานในช่วงจุดไส้หลอดเพื่อทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าในตอนเริ่มต้นจุดไส้หลอด โดยปกติจะมีความต้านทานประมาณ 50,000 - 60,000 โอห์ม

6) ตัวยึดโครงสร้างภายในหลอดไฟ (Support) ใช้ยึดตัวกระเปาะแก้วด้านใน (Arc Tube) กับขั้วหลอด ทำหน้าที่เป็นตัวนำไฟฟ้าให้กระแสไฟฟ้าไหลไปยังขั้วอิเล็กโตรด บางหลอดจะมีสปริงติดอยู่เพื่อให้มีการยืดหยุ่นเมื่อเกิดการกระแทกในสภาวะการใช้งานที่มีการเคลื่อนที่ของหลอดตลอดเวลา



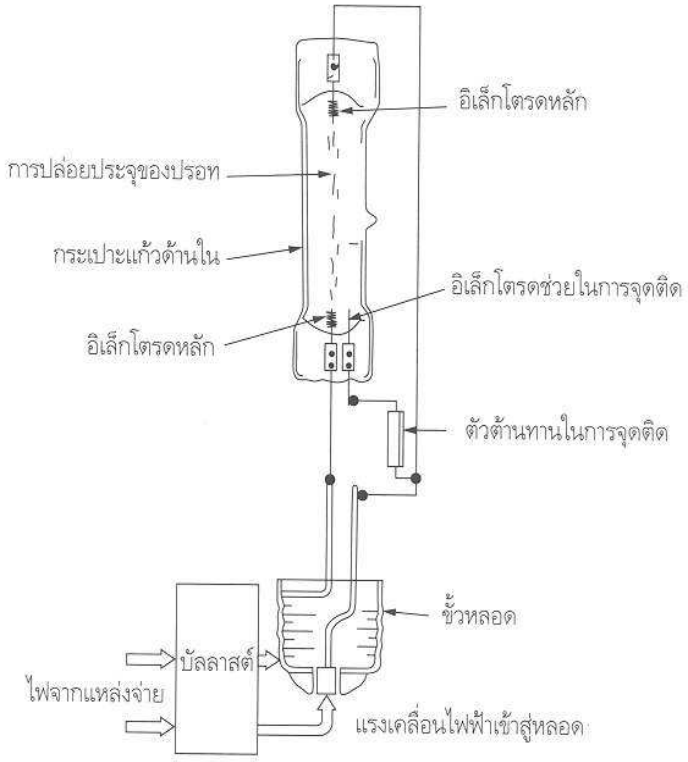
รูปที่ 2.9 รูปภาพหลอดแสงจันทร์และส่วนประกอบ

2. การทำงานของหลอดไอปรอทความดันสูง

เมื่อเริ่มป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับหลอด แรงดันไฟฟ้าจะตกคร่อมที่ขั้วอิเล็คโทรดหลัก (Main Electrode) และอิเล็คโทรดที่ใช้สำหรับการสตาร์ท (Starting Electrode) ซึ่งอยู่ที่ปลายด้านล่างของหลอดก่อน ทำให้เกิดการอาร์ก ของก๊าซอาร์กอนและเกิดความร้อนขึ้นตามลำดับ ความร้อนที่เกิดขึ้นนี้ทำให้ไอปรอทเกิดการแตกตัวออก ความต้านทานลดลงอย่างรวดเร็ว จนกระทั่งถึงจุดจุดหนึ่ง ซึ่งแรงดันของบัลลาสต์สามารถเอาชนะความต้านทานระหว่างปลายอิเล็คโทรดหลักได้ กระแสไฟฟ้าจะเริ่มไหลจากอิเล็คโทรดหลักข้างหนึ่งไปยังอีกข้างหนึ่งซึ่งอยู่ตรงข้ามได้ จากนั้นไอของปรอทจะเริ่มแตกตัวมากขึ้นจนถึงจุดอิ่มตัว ความต้านทานของหลอดจะมีค่าต่ำมากเมื่อเทียบกับ Starting resistor และหลังจากนี้ไปจะไม่มีไฟฟ้าไหลผ่านจากอิเล็กโตรดหลักที่ Staring electrode อีกเลย ระยะเวลาช่วงนี้นับตั้งแต่เริ่มจ่ายแรงดันให้กับหลอด จนถึงช่วงที่หลอดเปล่งแสงออกมาได้ถึง 80% ของความสว่างทั้งหมดเรียกช่วงเวลานี้ว่า “ช่วงอุ่นตัว” (Warm up Period) ซึ่งกินเวลาประมาณ 3-5 นาที (เวลาอุ่นไส้หลอด = เมื่อเปิดไฟแล้ว แสงที่ออกมาจากหลอดยังไม่สว่างเต็มที่ ต้องใช้เวลาตามชนิดของหลอดระยะหนึ่ง) หากไฟฟ้าเกิดดับลงหลอดแสงจันทร์จะไม่สามารถจุดติดได้ทันที ต้องรอเวลาเพื่อให้ความดันและอุณหภูมิภายในหลอดลดลงและรอให้ก๊าซต่างๆ ไอปรอทที่เกิดการ

แตกตัวกลับมารวมกันเป็นปกติเหมือนตอนเริ่มสตาร์ทจึงจะสามารถสตาร์ทหลอดใหม่ได้ ช่วงเวลานี้เรียกว่า ช่วงเวลาเริ่มสตาร์ทใหม่ (Restarting Time) หรือช่วงเวลาคืนตัว (Restrike Time)

หลอดแก้วชั้นนอกอาจจะเป็นหลอดแก้วชนิดใส หรืออาจจะเคลือบสารเรืองแสงด้านในก็ได้คุณสมบัติทางไฟฟ้าและลักษณะการทำงานไม่ได้แตกต่างกันเลยแต่สิ่งที่จะแตกต่างกันออกไปคือรูปแบบของการกระจายแสง หรือสีที่ออกมา จะแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องจากสารเรืองแสงที่เคลือบอยู่ภายใน จะเปลี่ยนรังสีอุลตร้าไวโอเลตไปเป็นแสงสีแดง ซึ่งจะให้แสงและสีที่ดีขึ้น



รูปที่ 2.10 การทำงานของหลอดแสงจันทร์

หลอดแสงจันทร์ที่นิยมใช้กันอีกชนิดหนึ่งก็คือ หลอดแสงจันทร์ชนิดที่ไม่ต้องใช้บัลลาสต์ สามารถใช้กับฐานขั้วหลอด Incandescent เพื่อเพิ่มความสว่างให้แก่สถานที่นั้น และเป็นการเพิ่มอายุการใช้งานของหลอดให้นานออกไปอีกด้วย แต่อย่างไรก็ตามหลอดแสงจันทร์ประเภทนั้นก็ยังคงมีข้อด้อยคือ ยังคงมีอายุการใช้งานเฉลี่ยสั้นกว่าหลอดแสงจันทร์ชนิดแรกมาก (http://montri.rmutl.ac.th/old/ee/04212209/L-03-3.pdf)

2.8 งานศึกษาที่เกี่ยวข้อง

วรรธนา แพงเพ็ง (2552) ได้ใช้โปรแกรม Microsoft Access มาใช้ในเก็บข้อมูลประวัติการซ่อมครุภัณฑ์ ของคณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น เนื่องจากมีปัญหาในการควบคุมดูแลค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมครุภัณฑ์ที่อยู่ในการดูแลของคณะเภสัชศาสตร์เป็นจำนวนมาก ซึ่งราคาเครื่องครุภัณฑ์แต่ละเครื่องมีราคาค่อนข้างสูง และมีค่าซ่อมแซมที่ต้องใช้งบประมาณต่อปีเป็นจำนวนเงินหลายบาท แต่ทั้งนี้ก่อนหน้าที่จะมีการนำโปรแกรม Microsoft Access มาใช้ระบบการบันทึกการซ่อมจะบันทึกลงในกระดาษ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาการผิดพลาดที่ซ้ำซ้อน และเสียเวลาในการค้นหาชื่อรายการและหมายเลขครุภัณฑ์ เป็นอย่างมาก เนื่องจากในเวลาแจ้งซ่อม แต่ละส่วนภาควิชา/หน่วยงาน เรียกชื่อของครุภัณฑ์ไม่เหมือนกัน ซึ่งต้องเสียเวลาในการค้นหาหมายเลขครุภัณฑ์เพื่อนำไปตรวจสอบเป็นรายการครุภัณฑ์ และหมายเลขครุภัณฑ์เดียวกันหรือไม่ เมื่อตรวจสอบถูกต้องตรงกันแล้วจึงค่อยนำไปลงบันทึกทะเบียนประวัติการซ่อมได้

ซึ่งหลังจากได้มีการนำโปรแกรม Microsoft Access มาใช้ในการจัดเก็บข้อมูลและรายงานผลแล้ว พบว่าสามารถประหยัดเวลาในการปฏิบัติงาน สามารถค้นหาข้อมูลประวัติการซ่อมครุภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็ว และสามารถรายงานผลการปฏิบัติงานด้านทะเบียนประวัติการซ่อมครุภัณฑ์ได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

วิชัย พยัคฆ์โส (2545) ได้ทำการศึกษาโดยการนำเทคโนโลยีระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้กับระบบบำรุงรักษา และการบริหารจัดการพัสดุคงคลังในการเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ทั้งด้านการซ่อมบำรุง ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลความขัดข้องของเครื่องจักร ข้อมูลเอกสารการแจ้งซ่อมของแผนกซ่อมบำรุงรักษา รายงานการขัดข้องของสายงานการผลิตของฝ่ายการผลิต หรือเวลาการหยุดของเครื่องจักรเป็นต้น และในด้านข้อมูลของพัสดุคงคลังนั้นก็มีการจัดเก็บรวบรวมข้อมูลต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น จำนวนของพัสดุคงคลัง รายละเอียดของพัสดุคงคลัง เช่น ราคา สถานที่จัดเก็บ หรือข้อมูลสถิติด้านการใช้งาน เป็นต้น ซึ่งจากผลการศึกษาพบว่าการสร้างโปรแกรมระบบการจัดการซ่อมบำรุงและการบริหารจัดการพัสดุคงคลังด้วยเครือข่ายคอมพิวเตอร์และนำมาใช้ สามารถช่วยในการจัดการระบบบำรุงรักษาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

วรรัตน์ เหนี่ยวบุปผา (2549) ได้ทำการศึกษาโดยการนำเทคโนโลยีสารสนเทศ มาใช้เพื่อลดความล่าช้าในงานซ่อมบำรุง และเพื่อทำการเปรียบเทียบต้นทุนของการนำระบบสารสนเทศเข้ามาใช้งาน โดยได้นำโปรแกรม Microsoft Office มาใช้งานในการสร้างโปรแกรมการออกใบสั่งงาน ทดแทนการการเขียนด้วยมือ หรือใช้เครื่องพิมพ์ดีด จึงทำให้ประสบปัญหาเรื่องความล่าช้า ในการซ่อมบำรุงเรือรบ ทำให้เรือรบไม่พร้อมที่จะออกใช้งาน และยังส่งผลไปถึงการจัดเตรียมวัสดุหรืออะไหล่ของเรือรบ เพื่อใช้ในการซ่อมบำรุงกรักษา

ซึ่งผลที่ได้จากศึกษาคือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อออกใบสั่งงาน สามารถประหยัดเวลาและออกใบสั่งงานได้มากกว่าการเขียนด้วยมือหรือการออกใบสั่งงานโดยใช้เครื่องพิมพ์ดีด และการใช้ระบบสารสนเทศเข้ามาช่วย ยังสามารถลดต้นทุนในการใช้กระดาษ การใช้กำลังคนได้มากกว่า ทำให้สามารถประหยัดงบประมาณได้หลายบาท