

บทที่ 1

บทนำ

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันพลังงานมีค่าและราคามีแนวโน้มสูงเพิ่มขึ้นทุกปี ประเทศไทยต้องมีการนำเข้าพลังงานมากกว่าครึ่งของพลังงานที่ใช้ทั้งหมด โดยส่วนใหญ่นำเข้าพลังงานมาในรูปของก๊าซธรรมชาติ, น้ำมันดิบ และกระแสไฟฟ้าจากประเทศเพื่อนบ้าน จากนั้นการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย จะทำหน้าที่กระจายผ่านระบบสายส่งที่กระจายเป็นใยแมงมุมไปทั่วประเทศ โดยเฉพาะในภาคอุตสาหกรรมนั้นมีความต้องการการใช้ไฟฟ้าสูงสุด รองลงมาคือภาคธุรกิจ และภาคครัวเรือนตามลำดับ โดยภาพรวมแล้วผู้ประกอบการ โดยเฉพาะอุตสาหกรรม เจ้าของกิจการหรือผู้บริหารองค์กรเห็นความสำคัญและมีการส่งเสริมให้มีการประหยัดหรือการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งผลตอบแทนโดยตรงที่ได้คือ สามารถลดต้นทุนการผลิตสินค้า ลดค่าความเสื่อมสภาพที่เกิดจากพลังงานสูญเสีย เช่น ความร้อนส่วนเกิน, การสั่นสะเทือนของเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพต่ำ ส่งผลให้องค์กรธุรกิจนั้นๆ มีผลประกอบการที่สูงขึ้นได้ และสามารถส่งผลโดยรวมถึงการลดลงของการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศได้

ดังนั้นการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ จึงมีความสำคัญและหมายถึงการใช้พลังงานในลักษณะที่ก่อให้เกิดการสูญเสีย(Loss)น้อยที่สุดซึ่งการสูญเสียที่เกิดขึ้นนี้อาจเกิดจากตัวเครื่องจักรหรืออุปกรณ์, ลักษณะการใช้งาน, กระบวนการที่ไม่ถูกต้อง หรือมีการใช้งานที่เกินจุดพอเหมาะ การอนุรักษ์พลังงานหรือการใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ นั้นมี 3 ลักษณะหรือแนวปฏิบัติ คือ มีการตรวจดูแลอย่างดี(Good Housekeeping) , มีการปรับปรุงระบบเล็กน้อย(Retrofitting) และ มีการปรับเปลี่ยนกระบวนการหรือเทคโนโลยีที่ใหม่และทันสมัย (Process Modification or Technology Change)

ระบบปั๊ม(pump-systems)เป็นระบบทางวิศวกรรมที่ช่วยให้มนุษย์หรืออุตสาหกรรมสามารถส่งของเหลวเช่นน้ำจากแหล่งกำเนิดหรือแหล่งกักเก็บไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งที่ใช้งานอาจอยู่ไกลหรืออยู่สูงกว่าในระยะทางที่ไกลออกไป ในปัจจุบันเป็นระบบที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์เป็นอย่างมาก โดยเฉพาะในงานอุตสาหกรรม เพื่อช่วยจัดส่งน้ำหรือของเหลวเพื่อใช้ในการผลิต และ

การเกษตร การอุปโภค บริโภคในภาคครัวเรือน ตลอดจนระบบการบำบัดน้ำเสียเพื่อรักษาภาวะแวดล้อมที่ดีให้กับมนุษย์ ซึ่งวิวัฒนาการของระบบปั้มน้ำในปัจจุบันได้เปลี่ยนไปจากเดิมที่ใช้พลังงานจากสัตว์เลี้ยงและธรรมชาติมาเป็นเครื่องจักรไฟฟ้า เช่นมอเตอร์ไฟฟ้า เนื่องจากสะดวกต่อการใช้งาน ปั้มน้ำในปัจจุบัน แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ ตามลักษณะการเพิ่มพลังงานหรืออัตราการไหลให้ของเหลว , โรตารี , ลูกสูบชัก ซึ่งทำให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้าในสัดส่วนที่สูงขึ้น

จากข้างต้นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่น่าสนใจมาประกอบการทำงานกับปั้มน้ำ คือมอเตอร์ไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ขับปั้มน้ำ ซึ่งทางด้านวิศวกรรมมักใช้เป็นระบบเกี่ยวเนื่องกัน หรือเป็นชุดหรือ มีการทำงานหลายลักษณะขึ้นอยู่กับลักษณะการออกแบบ การใช้พลังงานไฟฟ้าในส่วนมอเตอร์ไฟฟ้านี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งหากมีการบริหารจัดการพลังงานเพื่อลดการใช้พลังงานในส่วนนี้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านมาตรการ หรือ ระบบควบคุม จะสามารถเกิดการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและเกิดการอนุรักษ์พลังงานได้ในระดับหนึ่ง

ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีแนวคิดสร้างแบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อการศึกษาการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า โดยแบบจำลอง สามารถปรับรูปแบบการใช้งานของปั้มน้ำได้ และมีการออกแบบให้มีรูปแบบการต่อวงจรสตาร์ทและรันได้ทั้งตรงและสตาร์ท-เคลด้า และทำการ วัดค่าทางไฟฟ้า เพื่อเป็นเครื่องมือประกอบการออกแบบมาตรการในการอนุรักษ์และจัดการพลังงานของระบบปั้มน้ำ และสามารถนำมาสาธิตประกอบการเรียนการสอนในรายวิชา การอนุรักษ์และจัดการพลังงานในสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าได้ด้วย

2.วัตถุประสงค์

2.1 ศึกษาออกแบบและสร้างแบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อศึกษาการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า

2.2 ผลการประเมินสมรรถนะและคุณภาพแบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อศึกษาการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้าจากผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า

3. ขอบเขตของโครงการวิจัย

ขอบเขตของงานวิจัยประกอบด้วย

3.1 แบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อการศึกษาการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า 1 ชุด

3.2 ระบบปั้มน้ำอาคารสูงที่สามารถปรับรูปแบบการทำงานและฝึกต่อวงจรไฟฟ้าได้

3.3 แบบจำลองปั๊มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้าสามารถทำงานได้เสมือนจริง

3.4 ทดสอบงานวิจัย โดยผู้วิจัย และ ผู้เชี่ยวชาญ ทางวิศวกรรมไฟฟ้า หรือการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า

3.5 ประเมินผลงานวิจัย โดยผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรมไฟฟ้า , การอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า

4. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

4.1 ใช้ประกอบการสาธิตประกอบการสอนในรายวิชาการอนุรักษ์และจัดการพลังงานปีการศึกษา 2/2556 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

4.2 สามารถนำผลงานวิจัยไปศึกษาหรือจัดทำแผนและมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการใช้ระบบปั๊มน้ำอาคารสูงประกอบการออกแบบและติดตั้งทางวิศวกรรมไฟฟ้า

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการวิจัยในเล่มนี้ ได้กล่าวถึงเนื้อหา และทฤษฎีต่างๆที่จะนำไปประกอบการสร้างเครื่องมือวิจัยคือแบบจำลองระบบปั๊มน้ำอาคารสูง เพื่อใช้ในการงานวิจัยและเป็นชุดฝึกและสถานการณ์จำลอง ประกอบการสอนของสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ชุดฝึก

ชุดฝึกเป็นองค์ประกอบที่สำคัญอย่างหนึ่งในการศึกษาหรือการเรียนการสอนซึ่งทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ได้ง่ายยิ่งขึ้น ดังนั้นชุดฝึกจึงเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ เพราะผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้มากขึ้น โดยเสียเวลาน้อยลง การได้เห็นและ ได้ยินช่วยให้เกิดความเข้าใจและเกิดความคิดรวบยอดได้ง่าย ทั้งยังช่วยเหลือในการศึกษาได้ในทุกระดับ ความสามารถ ,ชั้นเรียน และสาขาวิชาด้วย

(สุภาพัญญ จริยะเศรษฐ์, 2542, หน้า 189)

1.1 ความหมายของชุดฝึก

ชุดฝึก หมายถึง วัสดุ อุปกรณ์ หรือวิธีการใดๆ ที่ตามที่เป็นตัวกลางหรือพาหนะในการถ่ายทอดความรู้ ทักษะและประสบการณ์ไปสู่ผู้เรียน ชุดฝึกแต่ละชนิดจะมีคุณสมบัติพิเศษและมีคุณค่าในตัวเองในการเก็บและแสดงความหมายที่เหมาะสมกับเนื้อหาและเทคนิควิธีการใช้อย่างมีระบบ

(สุภาพัญญ จริยะเศรษฐ์, 2542, หน้า 189)

1.2 คุณสมบัติของชุดฝึก

ชุดฝึกมีคุณสมบัติพิเศษ 3 ประการ คือ

2.1. สามารถจับยึดประสบการณ์กิจกรรมและการกระทำต่างๆไว้ได้อย่างคงทนถาวรไม่ว่าจะเป็นเหตุการณ์ในอดีตหรือปัจจุบัน ทั้งในลักษณะเสียง รูปภาพ และสัญลักษณ์ต่างๆสามารถนำไปใช้ได้ตามความต้องการ

2.2. สามารถจัดการและปรุงแต่งประสบการณ์ต่างๆ ให้ได้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน เพราะชุดฝึกบางชนิด สามารถใช้เทคนิคพิเศษเพื่อเอาชนะข้อจำกัด ในด้านขนาด ระยะทาง เวลา และความเป็นนามธรรมของประสบการณ์ตามธรรมชาติได้

2.3. สามารถแจกจ่ายและขยายข่าวสารออกเป็นหลายฉบับเพื่อเผยแพร่สู่คนจำนวนมาก และสามารถชี้ซ้ำได้หลายครั้งทำให้สามารถแก้ปัญหาในการเรียน การสอนต่างๆทั้งการศึกษาในระบบโรงเรียนและนอกระบบโรงเรียนได้เป็นอย่างดี(สุภาพีญ จริยะเศรษฐ์,2542,หน้า 189)

1.3 สถานการณ์จำลอง

สถานการณ์จำลอง เป็นการจัดสภาพแวดล้อม เลียนแบบของจริงให้ใกล้เคียงสภาพความเป็นจริงให้มากที่สุด เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกหัดแก้ปัญหาและตัดสินใจจากสถานการณ์ที่เขากำลังเผชิญอยู่นั้นแล้วนำประสบการณ์แห่งความสำเร็จไปเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาจริงๆต่อไป การจัดการเรียนการสอนโดยใช้สถานการณ์จำลองจึงต้องจัดประสบการณ์และกิจกรรมในลักษณะการสร้างสถานการณ์เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและแก้ปัญหา ได้มีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้เพิ่มความสัมพันธ์ระหว่างครูกับนักเรียน หรือนักเรียนกับนักเรียนให้มากขึ้นด้วย (สุภาพีญ จริยะเศรษฐ์, 2542,หน้า 193)

1.4 ใบงาน

ใบงาน หมายถึง ใบบอกรายการขั้นตอนการทำงานตั้งแต่เริ่มต้น จนสำเร็จงานเพื่อให้ทำงานได้จริง โดยใบงานจะมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1. ชื่อเรื่อง ลำดับใบงาน ระดับชั้น
2. จุดมุ่งหมาย
3. วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. รายการสอน
5. รายการเครื่องมือและอุปกรณ์
6. ขั้นตอนการทำงาน
7. ข้อควรระวังในการทำงานและข้อเสนอแนะ

(สุภาพีญ จริยะเศรษฐ์, 2542,หน้า 193)

จากความหมายของชุดฝึกและสถานการณ์จำลองดังและใบงานข้างเสนอไว้ข้างต้น สามารถกล่าวได้ว่าการออกแบบและสร้างแบบจำลองระบบป้อนน้ำอาคารสูงสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนในสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมได้ และประกอบกับสามารถทำได้เหมือนจำลองสถานการณ์จริงเพื่อให้นักศึกษาได้คิดและแก้ปัญหา ผ่านใบงาน เมื่อเรียนในรายวิชา การอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้าของ สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม และวิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้ามหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. ปั๊มน้ำ (Pump)

ปั๊มน้ำ เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยส่งผ่านพลังงานจากแหล่งต้นกำเนิดไปยังของเหลว เพื่อให้ของเหลวเคลื่อนที่จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่งที่อยู่สูงกว่า หรือในระหว่างทางที่ไกลออกไป โดยจุดเริ่มต้นของเครื่องปั๊มน้ำนี้มีประวัติศาสตร์ที่ยาวนานกว่า 2,000 ปีก่อนคริสตศักราช ซึ่งในช่วงเริ่มแรกมีการใช้พลังงานที่ได้จากมนุษย์ สัตว์ ต่อมาจึงได้ใช้พลังงานจากธรรมชาติ เช่น พลังงานจากลมและน้ำเป็นแหล่งต้นกำเนิด ซึ่งในช่วงแรกเพียงเพื่อการอุปโภคบริโภคและทำการเกษตรเท่านั้น

ในปัจจุบันเครื่องปั๊มน้ำจัดเป็นอุปกรณ์เครื่องมืออีกชนิดหนึ่งที่มีความเกี่ยวข้องกับชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์อย่างมาก เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยจัดส่งน้ำเพื่อการอุปโภค บริโภค การเกษตร คมนาคม อุตสาหกรรม ตลอดจนการบำบัดน้ำเสีย เพื่อรักษาสภาวะแวดล้อมที่ดีให้กับมนุษย์ ซึ่งวิวัฒนาการของเครื่องปั๊มน้ำในปัจจุบันได้เปลี่ยนไปจากเดิม ที่ใช้พลังงานจากแหล่งธรรมชาติมาเป็นการใช้พลังงานจากไอน้ำ จากเครื่องยนต์ และที่นิยมกันมากคือ การใช้พลังงานไฟฟ้า เนื่องจากความสะดวกและง่ายต่อการใช้งาน

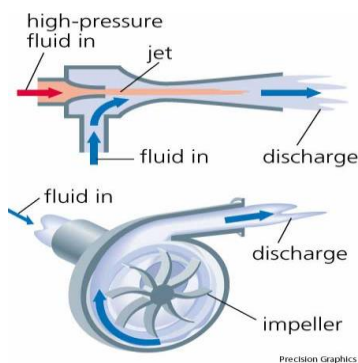
2.1 ประเภทของปั๊มน้ำ (Type of Pump)

ปัจจุบันมีการจัดแบ่งประเภทของปั๊มน้ำหลายรูปแบบ และมีการเรียกชื่อแตกต่างกันออกไป

มากมาย ดังนั้นจึงมีการจัดหมวดหมู่ออกได้เป็น 2 แบบคือ

2.1.1 แยกตามลักษณะการเพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลว หรือการไหลของของเหลวในปั๊ม ได้แก่

(1) ประเภทปั๊มแรงเหวี่ยง หรือปั๊มเหวี่ยง (Centrifugal) เพิ่มพลังงานให้แก่ของเหลวโดยอาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางที่ปั๊มแบบนี้นี้บางครั้งเรียกว่าแบบ Rotor – dynamic

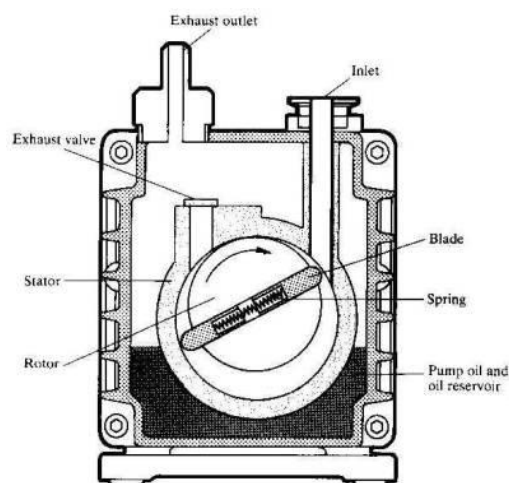


ภาพที่ 2.1 หลักการทำงานของปั๊มน้ำเหวี่ยง

(online .<http://www.scphub.ac.th/LessonLearn/unit4.htm>. 5 สิงหาคม 2556)

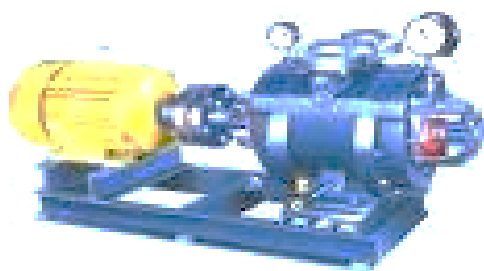
(2) ประเภทโรตารี (Rotary) เพิ่มพลังงานโดยอาศัยการหมุนของฟันเฟืองรอบ

แกนกลาง



ภาพที่ 2.2 หลักการทำงานของปั๊มโรตารี

(online. <http://www.scphub.ac.th/LessonLearn/unit4.htm>. 5 สิงหาคม, 2556)

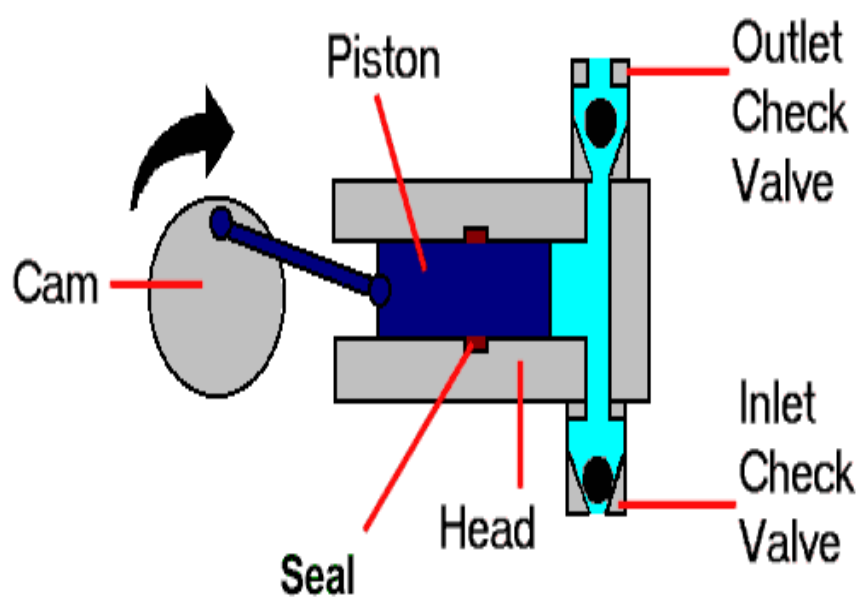


ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างโรตารีปั๊ม

(online: <http://www.scphub.ac.th/LessonLearn/unit4.htm> . 5 สิงหาคม 2556)

(3) ประเภทลูกสูบชัก (Reciprocating) เพิ่มพลังงานโดยอาศัยการอัดโดยตรงใน

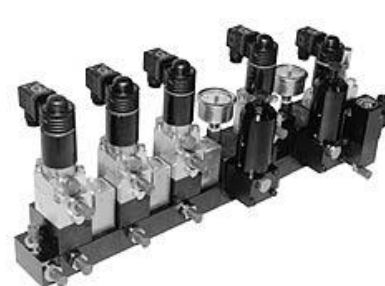
กระบอกสูบ



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างปั๊มลูกสูบชัก

(online. <http://www.scphub.ac.th/LessonLearn/unit4.htm>. 5 สิงหาคม 2556)

(3)ประเภทพิเศษ (Special) เป็นปั๊มที่มีลักษณะพิเศษ ไม่สามารถจัดอยู่ในทั้งสามประเภทที่กล่าวไว้



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างปั๊มแบบพิเศษ

(online. <http://www.scphub.ac.th/LessonLearn/unit4.htm>. 5 สิงหาคม 2556)

2.1.2 แยกตามลักษณะการขับเคลื่อนของเหลวในปั๊ม แบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

(1) ประเภททำงานโดยไม่อาศัยหลักการแทนที่ของเหลว (Dynamic) เป็นปั๊มประเภท

อาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางและแบบพิเศษ

(2) ประเภททำงานโดยอาศัยหลักการแทนที่ของเหลว (Positive Displacement) คือการเคลื่อนที่โดยอาศัยชิ้นส่วนของเครื่องสูบ ปั๊มประเภทนี้จะรวมเอาแบบโรตารีและแบบลูกสูบชักเข้าอยู่ในกลุ่มเดียวกันนอกจากการแบ่งเป็นสองแบบตามที่กล่าวมาแล้ว ยังอาจแบ่งปั๊มตามวัตถุประสงค์การใช้งานของแต่ละชนิดด้วยเช่น ปั๊มดับเพลิง ปั๊มลม ปั๊มสุญญากาศ ปั๊มน้ำบาดาล เป็นต้น

2.2 การเลือกปั๊มน้ำ

การเลือกเครื่องปั๊มน้ำสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วน คืออาคารขนาดใหญ่หรือโรงงาน

อุตสาหกรรม และบ้านพักอาศัย ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.2.1 การเลือกเครื่องปั๊มน้ำสำหรับอาคารขนาดใหญ่หรือโรงงานอุตสาหกรรม เครื่องปั๊มน้ำสำหรับอาคารขนาดใหญ่หรือโรงงานอุตสาหกรรมนั้น จำเป็นต้องพิจารณาให้ละเอียด เนื่องจากมีขนาดใหญ่และมีเรื่องราคาและค่าบำรุงรักษาเข้ามาเกี่ยวข้อง ข้อมูลที่จำเป็นต้องทราบก่อนที่จะทำการเลือกเครื่องปั๊มน้ำมีดังนี้

- (1) ชนิดของของเหลวที่ต้องการสูบ อุณหภูมิ ความหนืด ความหนาแน่น
- (2) อัตราการสูบ (Flow rate) ที่ต้องการ
- (3) ความดัน หรือความสูงที่ต้องยกของเหลวขึ้น ๆ ขึ้นไป หรือที่เรียกว่า เฮด (Head)
- (4) ความเร็วรอบของปั๊มที่เป็นไปได้
- (5) ลักษณะของระบบท่อที่มีอยู่และข้อมูลต่าง ๆ จากผู้แทนจำหน่ายเกี่ยวกับเครื่องปั๊ม

2.2.2 การเลือกเครื่องปั๊มน้ำสำหรับบ้านพักอาศัย

เครื่องปั๊มน้ำสำหรับบ้านพักอาศัยส่วนใหญ่จะเป็นชนิดสำเร็จรูป ประกอบด้วยตัวปั๊มและถังความดัน ซึ่งจะมีอยู่หลายรูปแบบเช่น แบบที่เป็นตัวปั๊มเกาะอยู่บนถังความดัน และมีฝาท่อที่เรียกว่า “ปั๊มกระป๋อง” ตัวปั๊มจะควบคุมการทำงานด้วยสวิตช์ความดัน (Pressure Switch) ซึ่งจะมีการทำงานอัตโนมัติเมื่อมีการเปิดใช้น้ำในบ้าน ความดันในท่อจะลดลงจนถึงค่าที่ตั้งไว้ ปั๊มก็จะทำงานจ่ายน้ำเข้าเส้นท่อ เมื่อหยุดหรือปิดอุปกรณ์ ความดันจะเพิ่มสูงขึ้นจนถึงค่าที่ตั้งไว้ ปั๊มก็จะหยุดทำงาน เครื่องปั๊มน้ำแบบนี้มักมีขนาดเล็กให้เลือกไม่มากนัก เพราะผลิตมาเพื่อใช้ในครัวเรือนขนาดเล็ก ๆ จนถึงขนาดกลาง ถ้าเป็นบ้านหรืออาคารขนาดใหญ่ ต้องใช้ชุดเครื่องปั๊มน้ำแบบที่จ่ายน้ำได้มากและสามารถเลือกความดันได้หลายระดับ ในการเลือกปั๊มน้ำใช้ในบ้านพักอาศัยควรพิจารณาดังนี้

(1) ควรเลือกปั๊มที่มีถึงความดันประกอบสำเร็จเป็นชุด เพราะถึงความดันจะเก็บน้ำช่วยรักษาความดันภายในท่อส่งน้ำ และมีผลให้ในขณะที่ใช้งานปั๊มน้ำไม่ต้องทำงานตลอดเวลา จึงช่วยประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้า และปั๊มน้ำจะมีอายุการใช้งานนานขึ้นด้วย

(2) อุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องประกอบกันมาอย่างดี มีความคงทน ไม่เป็นสนิมง่าย และมีตัวป้องกันมอเตอร์ไหม้

(3) เลือกกำลังมอเตอร์ของปั๊มให้เหมาะสมกับการใช้งาน เช่น ไม่เลือกขนาดกำลังมอเตอร์ที่เล็กเกินไป เพราะจะทำให้ปั๊มทำงานบ่อย สิ้นเปลืองไฟฟ้า

(4) การเลือกกำลังมอเตอร์ของปั๊ม หรือการเลือกขนาดของปั๊มนั้น จะเลือกซื้อตามลักษณะการออกแบบของผู้ผลิต ซึ่งจะออกแบบตามหลักเกณฑ์ดังนี้

(4.1) ออกแบบตามระยะความสูงของท่อที่จะต่อจากระดับพื้นดินถึงจุดจ่ายน้ำสูงที่สุดของตัวบ้านหรืออาคาร

(4.2) ออกแบบตามจำนวนก๊อกน้ำที่อาจมีการเปิดใช้น้ำพร้อมกัน เช่น ชักผ้า อาบน้ำ รดต้นไม้ ล้างรถยนต์ ประกอบอาหาร ล้างจาน ฯลฯ

2.3 การใช้งานปั๊มน้ำ

เมื่อติดตั้งปั๊มน้ำและระบบท่อเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนใช้ปั๊มน้ำควรปฏิบัติดังนี้

2.3.1 ปิดวาล์วของท่อด้านส่งน้ำ ปิดอุปกรณ์ใช้น้ำและปิดก๊อกน้ำให้สนิท

2.3.2 ถอดลูกเติมน้ำของตัวปั๊มน้ำ

2.3.3 เติมน้ำให้เต็มจนมีน้ำล้น

2.3.4 ปิดลูกให้แน่น

2.3.5 ต่อระบบไฟฟ้า ให้ปั๊มทำงาน

2.3.6 เมื่อปั๊มน้ำทำงานแล้ว ให้เปิดวาล์วของท่อด้านส่งน้ำ หรืออุปกรณ์ใช้น้ำทีละน้อย แต่ถ้าปั๊มน้ำทำงานแล้วมีน้ำออกน้อยหรือน้ำไม่ไหล อาจเป็นเพราะว่าครั้งแรกเติมน้ำน้อยเกินไป ให้เติมน้ำใหม่อีกครั้ง

2.4 การบำรุงรักษาปั๊มน้ำ

เมื่อต้องการให้ปั๊มน้ำมีประสิทธิภาพทำงานที่ดี ต้องมีการบำรุงรักษาปั๊มน้ำและอุปกรณ์นั้นตรวจสอบและฟังเสียง ต้องระวังอย่าให้เกิดรอยรั่วของเส้นท่อ ตามข้อต่อไม่ว่าท่อทางดูดหรือทางส่ง เพราะจะมีผลการทำงานของประสิทธิภาพของปั๊ม จะทำให้มีอากาศเกิดขึ้นในท่อ น้ำจะไหลอ่อน ตรวจเช็คทำความสะอาดหน้าสัมผัสสวิตซ์ความดันโดยใช้ลมเป่า

ตารางที่ 2.1 การบำรุงรักษาปั้มน้ำ

ดูบน้ำขึ้น แต่มีอาการดังนี้	สาเหตุ	วิธีแก้ไข
1. มอเตอร์ทำงาน(ไม่หยุด)	สวิตซ์ความดันเสีย	ซ่อม หรือเปลี่ยนใหม่
2. ก๊อกน้ำปิด แต่ปั้มทำงาน	1.ท่ออุดหรือท่อส่งรั่ว 2.น้ำรั่วจากชิ้นส่วนกันการรั่วซึม 3.การปิดตัวของเช็ควาล์วไม่สนิท	1.ซ่อมแซม 2.เปลี่ยนใหม่ 3.ทำความสะอาดเช็ควาล์ว
3.ปั้มบ้อยเกินไปทำงาน	1.สวิตซ์ความดันเสีย 2.อากาศในถังมีไม่เพียงพอ 3.ปริมาณการใช้น้ำมากและบ่อย	1.เช็คสวิตซ์ความดันหรือเปลี่ยนใหม่ 2.ถ่ายน้ำออกจากถังให้หมดและทำความสะอาดหน้าสัมผัสสวิตซ์ความดัน 3.ปิดก๊อกน้ำให้สนิท
4. น้ำไหลช้า	1.ท่อด้านส่งมีการอุดตัน 2.น้ำทางด้านสูบน้ำน้อยหรือไม่มี	1.แก้ไขซ่อมแซมหรือเปลี่ยนใหม่
5. มอเตอร์ไม่ทำงาน	1.ปลั๊กไฟหลวม 2.สวิตซ์หลักONหรือฟิวส์ขาด 3.ขดลวดในมอเตอร์หรือสวิตซ์ความดันเสีย	1.เสียบปลั๊กให้แน่น 2.ตรวจสอบสวิตซ์และเปลี่ยนฟิวส์ 3.ซ่อมมอเตอร์หรือสวิตซ์ความดัน
6. มอเตอร์ทำงานผิดปกติ	1.อากาศเข้าไปในท่ออุด 2.ตัวอัดอากาศอัตโนมัติเสีย 3.น้ำที่ใช้ล่อไม่เพียงพอ 4.ท่อทางดูดตัน	1.เช็ครอยต่อของท่อและซ่อม 2.เปลี่ยนตัวใหม่ 3.ปิดเครื่องแล้วเติมน้ำล่อใหม่ 4.เช็คและทำความสะอาดท่อ
7. มอเตอร์ทำงานมีเสียงดังผิดปกติ มี 2 กรณี - มอเตอร์ร้อนจัด - ความเร็วรอบของมอเตอร์ลดลง	1.ใบพัดล๊อคเกิดจากสนิมหรือทราย 2.ลูกปืนเสีย 3.ตัวเก็บประจุรั่วหรือละลาย 4.แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าปกติใช้งาน	1.เปิดฝาท่อปั้มและทำความสะอาดใบพัด 2.เปลี่ยนใหม่ 3.ปรึกษาการไฟฟ้าในเขตพื้นที่นั้นๆ

(online. <http://www.scphub.ac.th/LessonLearn/unit4.htm>. 7 สิงหาคม2556)

3. มอเตอร์ (Motor)

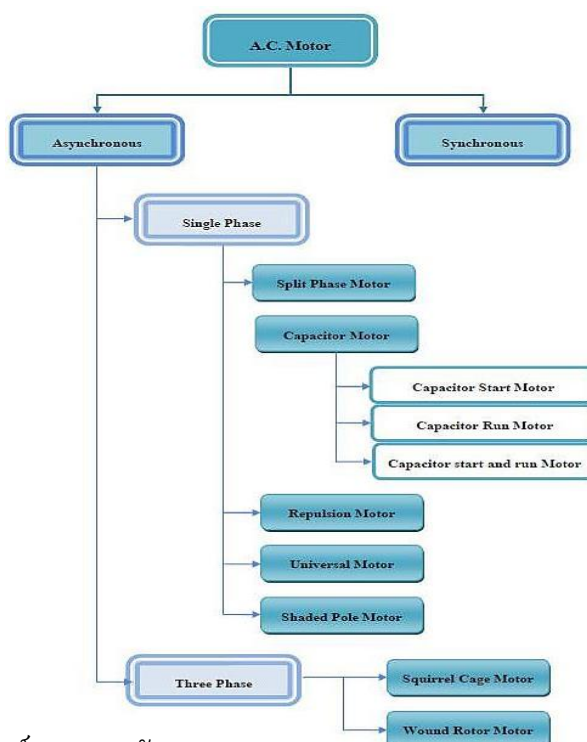
มอเตอร์ เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ประกอบด้วยขดลวดที่พันรอบแกนโลหะที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก โดยเมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่อยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก จะเกิดการเหนี่ยวนำทำให้เกิดการหมุนของอาร์เมเจอร์ที่ติดอยู่กับแกนหมุนหรือเพลลาซึ่งอาจติดตั้งฟูล ไรพด ฯ ขึ้นอยู่กับการใช้งาน มอเตอร์ มี 2 ประเภท คือ มอเตอร์กระแสตรง และ มอเตอร์กระแสสลับ

3.1 มอเตอร์กระแสตรง เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงผ่านเข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์เพื่อทำให้เกิดการดูดและผลักกันของแม่เหล็กถาวรกับแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากขดลวดมอเตอร์จึงหมุนได้

3.2 มอเตอร์กระแสสลับ เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้หลักการดูดและผลักกันของแม่เหล็กถาวรกับแม่เหล็กไฟฟ้าจากขดลวดมาทำให้เกิดการหมุนของมอเตอร์

3.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor)หรือเรียกว่ามอเตอร์ไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำ โดยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลัก ๆ ได้แก่

- (1) ซิงโครนัสมอเตอร์ (Synchronous Motor)
- (2) อะซิงโครนัสมอเตอร์ (Asynchronous Motor)



ภาพที่ 2.6 การแบ่งมอเตอร์กระแสสลับ

(online. <http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa> . 7 สิงหาคม 2556)

จากภาพที่ 2.6 จะเห็นว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC. Motor) สามารถที่จะแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ อะซิงโครนัสมอเตอร์ (Asynchronous) และซิงโครนัสมอเตอร์ (Synchronous) ซึ่งที่กล่าวในโมดูลนี้จะเป็นมอเตอร์อะซิงโครนัส หรือที่เรียกว่ามอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำ (Induction Motor) ซึ่งขนาดตั้งแต่เล็ก ๆ ไปจนถึงขนาดหลายร้อยแอมป์ มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำมีทั้งที่เป็นมอเตอร์ชนิด 1 เฟส (Single Phase) และชนิดที่เป็นมอเตอร์ 3 เฟส (Three Phase) มอเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำนั้นส่วนมากแล้วจะหมุนด้วยความเร็วคงที่แต่ก็มีบางชนิดที่สามารถเปลี่ยนแปลงความเร็วได้ เช่น มอเตอร์สลิปริงหรือมอเตอร์ชนิดขดลวดพัน ซึ่งจะเป็นมอเตอร์ชนิด 3 เฟส สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟสยังสามารถที่จะแบ่งออกได้เป็น 5 ชนิดคือ สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split Phase Motor) คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor) รีพัลชันมอเตอร์ (Repulsion Motor) ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor) และ เซ้ดเค็ดโพลมอเตอร์ (Shaded Pole Motor) และในส่วนของมอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์ยังสามารถแบ่งได้อีก 3 ชนิด ได้แก่ มอเตอร์คาปาซิเตอร์สตาร์ท (Capacitor Start Motor) มอเตอร์คาปาซิเตอร์รัน (Capacitor Run Motor) และมอเตอร์คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรัน (Capacitor Start and Run Motor) ในส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้า กระแสสลับชนิด 3 เฟส เมื่อแบ่งตามลักษณะของโรเตอร์ (Rotor) สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ แบบสคิวเรลเคจโรเตอร์ (Squirrel Cage Motor) และแบบวาวด์โรเตอร์ หรือมอเตอร์ชนิดขดลวดพัน (Wound Rotor)

3.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส (Single Phase Motor)

(1) สปลิตเฟสมอเตอร์ (Split phase motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสไฟฟ้าสลับชนิดเฟสเดียวแบบสปลิตเฟสมอเตอร์มีขนาดแอมป์ขนาดตั้งแต่ 1/4 แอมป์ , 1/3 แอมป์, 1/2 แอมป์จะมีขนาดไม่เกิน 1 แอมป์ บางทีนิยมเรียกสปลิตเฟสมอเตอร์นี้ว่า อินดักชั่นมอเตอร์ (Induction motor) มอเตอร์ชนิดนี้นิยมใช้งานมากในตู้เย็น เครื่องสูบน้ำขนาดเล็ก



ภาพที่ 2.7 แสดงลักษณะสปลิตเฟสมอเตอร์

(online. http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar.7 สิงหาคม)



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างภายในของสปลิตเฟสมอเตอร์

(online. http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar.7 สิงหาคม 2556)

(2) คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor Motor) คาปาซิเตอร์มอเตอร์เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟสที่มีลักษณะคล้ายสปลิตเฟสมอเตอร์มาก ต่างกันตรงที่มีคาปาซิเตอร์เพิ่มเข้ามาทำให้มอเตอร์แบบนี้มีคุณสมบัติพิเศษกว่าสปลิตเฟสมอเตอร์ คือมีแรงบิดขณะสตาร์ทสูงใช้กระแสขณะสตาร์ทน้อยมอเตอร์ชนิดนี้มีขนาดตั้งแต่ 1/2 แรงม้าถึง 10 แรงม้ามอเตอร์นี้นิยมใช้งานเกี่ยวกับ ปั๊มน้ำ เครื่องอัดลม ตู้แช่ ตู้เย็น ฯลฯ

(3) คาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์ (Capacitor start motor) ลักษณะโครงสร้างทั่วไปของคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์เหมือนกับสปลิตเฟสแต่วงจรขดลวดสตาร์ทพันด้วยขดลวดใหญ่ขึ้นกว่าสปลิตเฟส และพันจำนวนรอบมากขึ้นกว่าขดลวดชุดอื่น แล้วต่อตัวคาปาซิเตอร์ (ชนิดอิเล็กโทรไลต์) ดังแสดงในภาพที่ 2.10 อนุกรมเข้าในวงจรขดลวดสตาร์ท มีสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางตัดตัวคาปาซิเตอร์และขดลวดสตาร์ทออกจากวงจรในวงจร



ภาพที่ 2.9 แสดงลักษณะคาปาซิเตอร์สตาร์ทมอเตอร์

(online. <http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file.7> สิงหาคม 2556)



ภาพที่ 2.10 แสดงลักษณะของคาปาซิเตอร์ ชนิดอิเล็กทรอนิกส์

(online. http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar.7 สิงหาคม 2556)



ภาพที่ 2.11 แสดงลักษณะคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์

(online. http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar.7 สิงหาคม 2556)



ภาพที่ 2.12 แสดงลักษณะของคาปาซิเตอร์ ที่ใช้กับคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์

(online. http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar/a2857626.7 สิงหาคม 2556)

(4) คาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ (Capacitor starts and run motor)

ลักษณะโครงสร้างของคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์ชนิดนี้จะมีคาปาซิเตอร์ 2 ตัวคือคาปาซิเตอร์สตาร์ทกับคาปาซิเตอร์รัน คาปาซิเตอร์สตาร์ทต่ออนุกรมอยู่กับสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางหรือเรียกว่าเซ็นติฟูกัลสวิตช์ ส่วนคาปาซิเตอร์รันจะต่ออยู่กับวงจรตลอดเวลา คาปาซิเตอร์ทั้งสองจะต่อขนานกัน ซึ่งค่าของคาปาซิเตอร์ทั้งสองนั้นมีค่าแตกต่างกัน



ภาพที่ 2.13 แสดงลักษณะคาปาซิเตอร์สตาร์ทและรันมอเตอร์

(online.http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar/a2857626.7 สิงหาคม 2556)

(5) รีพัลชันมอเตอร์ (Repulsion Motor) เป็นมอเตอร์ที่มีขดลวดโรเตอร์

(Rotor) จะต่อเข้ากับคอมมิวเตเตอร์และมีแปรงถ่านเป็นตัวต่อลัดวงจร จึงทำให้ปรับความเร็วและแรงบิดได้ โดยการปรับตำแหน่งแปรงถ่าน สเตเตอร์ (Stator) จะมีขดลวดพันอยู่ในร่องเพียงชุดเดียวเหมือนกับขดลวดของสปลิตเฟสมอเตอร์ เรียกว่า ขดลวดเมน (Main winding) ต่อกับแหล่งจ่ายไฟโดยตรง แรงบิดเริ่มหมุนสูง ความเร็วคงที่มีขนาด 0.37-7.5 กิโลวัตต์ (10 แรงม้า) ใช้กับงาน ปั่นคอมเพลสเซอร์ ปั่นลม ปั่นน้ำขนาดใหญ่



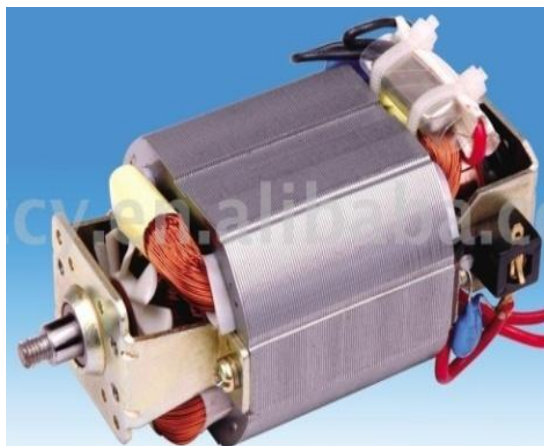
ภาพที่ 2.14 แสดงลักษณะรีพัลชันมอเตอร์

(online. http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar/a2857626.7 สิงหาคม 2556)

(6) ยูนิเวอร์แซลมอเตอร์ (Universal Motor) เป็นมอเตอร์ขนาดเล็กมีขนาด

กำลังไฟฟ้าตั้งแต่ 1/200 แรงม้าถึง 1/30 แรงม้า นำไปใช้ได้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และใช้ได้

กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส มอเตอร์ชนิดนี้มีคุณสมบัติที่โดดเด่น คือให้แรงบิดเริ่มหมุนสูง นำไปปรับความเร็วได้ ทั้งปรับความเร็วได้ง่ายทั้งวงจรลดแรงดันและวงจรควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ นิยมนำไปใช้เป็นตัวขับเคลื่อนใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน เช่น เครื่องบดและผสมอาหาร มีดโกนหนวดไฟฟ้า เครื่องนวดไฟฟ้า มอเตอร์จักรเย็บผ้า สว่านไฟฟ้า เป็นต้น



ภาพที่ 2.15 แสดงลักษณะของยูนิเวอร์แซลมอเตอร์

(online.http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar/a2857626.7 สิงหาคม 2556)

3.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส (Three Phase Motor)

3.3.1 สคิเวลเคจโรเตอร์มอเตอร์ (Squirrel Cage Rotor Motor)



ภาพที่ 2.16 ลักษณะสคิเวลเคจโรเตอร์มอเตอร์

(online. http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar/a2857626.7 สิงหาคม 2556)

อันดับชั้นมอเตอร์สามเฟส แบบสคิเวลเคจโรเตอร์เป็นโรเตอร์ที่ให้กำลังแรงม้าต่ำ เมื่อเทียบกับมอเตอร์แบบอื่นๆ แต่จะมีข้อดีคือจะมีความเร็วรอบการทำงานคงที่ในโหลดที่มีขนาด

ต่างๆ กัน และการบำรุงรักษามอเตอร์แบบนี้ไม่ยุ่งยาก จึงทำให้อินดักชันมอเตอร์สามเฟสแบบสลิปเรลเคจโรเตอร์ เป็นที่นิยมใช้อย่างแพร่หลาย



ภาพที่ 2.17 ลักษณะของโรเตอร์แบบสลิปเรลเคจ

(online.http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar/a.8สิงหาคม2556)

3.3.2 วาวด์โรเตอร์มอเตอร์ (Wound Rotor)



ภาพที่ 2.18 ลักษณะวาวด์โรเตอร์มอเตอร์

(online. http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar/8สิงหาคม2556)

มอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์ (Wound-rotor) หรือแบบ Slip-ring จะมีแกนหมุนพันขดลวดที่มีตัวนำไฟฟ้านำไปสู่ Slip Rings เพื่อสอดแทรกตัวความต้านทานไว้เพิ่มแรงบิดในขณะสตาร์ท มอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์ อาจจะใช้เป็นมอเตอร์ความเร็วคงที่ หรือเป็นมอเตอร์ปรับความเร็วได้ทั้ง 2 แบบ มอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์ สามารถควบคุมแรงบิดในช่วงเวลาการสตาร์ทได้โดยการเพิ่มความต้านทานภายนอก



ภาพที่ 2.19 ลักษณะของมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์

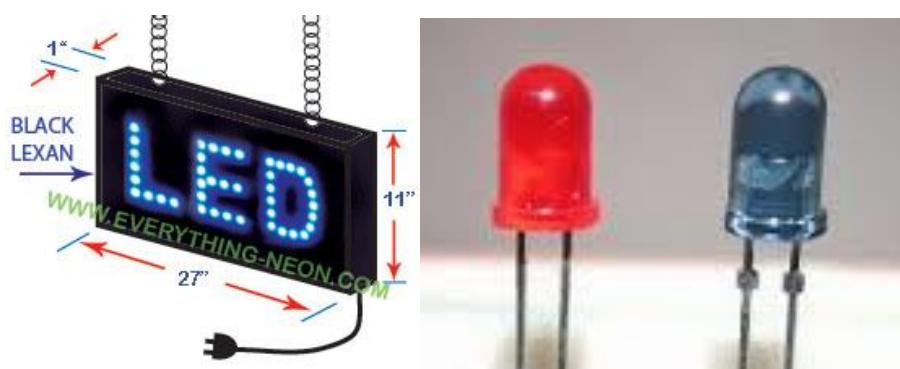
(online.http://www.lamptech.ac.th/webprg/vitsawa/file_ar.7 สิงหาคม 2556)

4. อุปกรณ์ประกอบทางไฟฟ้า

อุปกรณ์ประกอบทางไฟฟ้าหมายถึง อุปกรณ์ประกอบของ ปั๊มน้ำที่อยู่ภายนอกที่สามารถจับต้องได้ และยังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อควบคุม อุปกรณ์ป้องกันและแสดงการทำงานของระบบปั๊มน้ำ

4.1 หลอด แอลอีดี

ลักษณะของหลอด แอลอีดี ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร และเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร แคโอดสั้นกว่าด้านแอนโอดแบบ ใช้ในการบอกว่าเป็นด้านแคโอดเช่นเดียวกับไดโอดชนิดอื่น ๆ แอลอีดี ต้องมีการต่อขั้วให้ถูกต้องใช้แสดงผลการทำงานของ มอเตอร์ ปั๊มน้ำ หรือสถานะอื่นๆ



ภาพที่ 2.20 ลักษณะของหลอด แอล

(online.[www. http://www.industrial.hidofree.com.8](http://www.industrial.hidofree.com.8) สิงหาคม 2556)

4.2 ฟิวส์

แบ่งตามลักษณะการใช้งานได้ 2 อย่าง คือ ฟิวส์ที่ใช้กับแรงดันต่ำ (Low Voltage Fuse) และฟิวส์ที่ใช้กับแรงดันสูง ประเภทของฟิวส์ที่แรงดันต่ำคือใช้กับแรงดันไม่เกิน 600 โวลต์ ได้แก่ ฟิวส์เส้น ปลั๊ก ฟิวส์ และคาร์ทริดจ์ฟิวส์ดังแสดงในภาพที่ 2.21



ภาพที่ 2.21 ฟิวส์ชนิดต่าง ๆ

(online.<http://www.lucas-nuelle.com/index.php/fuseaction.8> สิงหาคม 2556)

ซึ่งสามารถแบ่งชนิดของฟิวส์ชนิดต่างๆ ได้ดังนี้

- 4.2.1 ขนาดของฟิวส์ที่ใช้ตามบ้านเรือน ได้แก่ 10, 15 และ 30 แอมแปร์
- 4.2.2 ฟิวส์เส้นลวด ใช้กับสะพานไฟ ที่แขงไฟตามบ้านเรือนทั่วๆ ไป
- 4.2.3 ฟิวส์หลอด ใช้ในวงจรไฟฟ้าในเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น วิทยุ โทรทัศน์ เครื่องขยายเสียง
- 4.2.4 ฟิวส์ขวดกระเบื้อง เป็นฟิวส์ที่ใช้กับแขงไฟในบ้าน

4.2.5 ฟิวส์ก้ามปู เป็นฟิวส์แบน ปลายทั้งสองข้างเป็นขอทำด้วยทองแดง ใช้กับแผงไฟในอาคารใหญ่ เช่น โรงงาน โรงแรม โรงพยาบาล โรงเรียน เป็นต้น

4.2.6 ฟิวส์อัตโนมัติ เป็นฟิวส์ที่มีสวิตช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ เช่น มีกระแสไหลผ่านอาคารมากเกินไป หรือเมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจร แต่สามารถใช้ได้อีกโดยไม่ต้องเปลี่ยนฟิวส์

4.2.7 ประเภทของฟิวส์ (ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน)
(สุวรรณ บุญทิพย์, 2542 หน้า 118)

4.3 สวิตช์ (Switch)

สวิตช์ คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวตัดต่อไฟเข้าวงจรหรือส่วนต่างๆ ของวงจร ซึ่งมีรูปร่างต่างๆ และสัญลักษณ์ (สมคิด วิริยะประสิทธิ์ชัยและอรรถพล มณีโชติ, 2544, 35)

4.3.1 สวิตช์ปุ่มกดแบบธรรมดาที่ใช้งาน Start หรือ Stop มีทั้งแบบเดี่ยว แบบติดฝาตู้และเป็นกล่อง

4.3.2 สวิตช์ปุ่มกดหัวเห็ด (Giant head push button) เป็นสวิตช์ปุ่มกดหัวใหญ่กว่าธรรมดา เพื่อให้มีพื้นที่ในการทำกดหรือสัมผัสมากเหมาะสำหรับใช้งานเป็น Emergency Switch เช่น ต้องการให้วงจรหยุดการทำงานทันทีทันใดเมื่อเกิดอุบัติเหตุหรือเกิดการผิดปกติของการทำงานของวงจร

4.3.3 สวิตช์ปุ่มกดพร้อมหลอดไฟสัญญาณ (Illuminated Push Button) เป็นสวิตช์ปุ่มกดที่มีหลอดไฟสัญญาณติดอยู่เมื่อกดสวิตช์ปุ่มกดให้ทำงานหลอดสัญญาณจะสว่าง

4.3.4 สวิตช์ปุ่มกดแบบเท้าเหยียบ (Foot push button Switch) เป็นสวิตช์ปุ่มกดที่ใช้เท้าเหยียบเหมาะสำหรับใช้งานอุตสาหกรรม



ภาพที่ 2.23 รูปร่างและสัญลักษณ์ของสวิตช์ (online.<http://www.lucas-nuelle.com/index.php/fuseaction.8> สิงหาคม 2556)

5. ระบบปั๊มน้ำ

5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างความพลังงานต่อปริมาณน้ำ

จุดเริ่มต้นของการประเมินระบบปั๊มน้ำ คือการหาความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานและความต้องการปริมาณน้ำ ซึ่งพลังงานที่ระบบต้องการ (E) สามารถหาได้จากสมการ ดังนี้

$$E = \rho * g * v_h * HT \quad (2.1)$$

เมื่อ E คือ พลังงานที่ระบบปั๊มน้ำต้องการ (J)

ρ คือ ความหนาแน่นของน้ำ (1,000 kg/m³)

g คือ ความโน้มถ่วงของโลก (9.81 m/s²)

v_h คือ ปริมาณน้ำที่ต้องการ (m³)

HT คือ ปริมาณเสดรวม (m)

5.2 กำลังงาน

กำลังที่ต้องการใช้ในการยกระดับปริมาณน้ำขึ้นอยู่กับระยะเวลาที่ใช้ โดยเราสามารถหาได้จาก

$$P = \rho * g * Q * h \text{ Watt} \quad (2.2)$$

เมื่อ Q คือ อัตราการไหลของน้ำ (m³/s)

ρ คือ ความหนาแน่นของน้ำ (1,000 kg/m³)

g คือ ความโน้มถ่วงของโลก (9.81 m/s²)

HT คือ ปริมาณเสดรวม (m)

6. รูปแบบการใช้งานของระบบปั๊มน้ำ

ระบบปั๊มน้ำโดยมากกำลังที่ใช้งานจะประมาณ 200-300 Watt ซึ่งโดยมากจะสามารถเลือกมาประยุกต์ใช้ตามลักษณะของการนำระบบปั๊มไปใช้งาน ได้แก่

6.1 การเกษตรเพื่อการเกษตร

ลักษณะการใช้งานจะเปลี่ยนแปลงปริมาณความต้องการน้ำค่อนข้างมากในแต่ละเดือน อาจะสูงสุดที่ 100 ลบ.ม./วัน/ไร่ และอาจต่ำสุดที่ 0 ลบ.ม./วัน/ไร่ ในบางเดือน โดยทั่วไปการใช้น้ำ

เพื่อการเกษตรจะไม่ยกกระต๊บน้ำให้สูงมากนัก เพราะการยกกระต๊บน้ำให้สูงขึ้นจะทำให้ค่าใช้จ่ายสูงขึ้น ซึ่งบางครั้งอาจจะไม่คุ้มต่อผลผลิตต่อไร่

6.2 การจ่ายน้ำในหมู่บ้าน

จะมีลักษณะการใช้งานค่อนข้างคงที่ในแต่ละเดือน โดยระบบทั่วไปมักจะมีถังเก็บน้ำ โดยการบริโภคน้ำจะประมาณ 40 ลิตร/วัน/คน ระยะเสศรวมของระบบจะสูงกว่าน้ำเพื่อการเกษตรอาจประมาณ 20 m ความต้องการพลังงานประมาณ 4 MJ (1.1 kWh) และถ้าช่วงเวลาทำงาน 8 ชั่วโมงจะต้องการกำลังไฟฟ้าประมาณ 140 Watt

6.3 การจ่ายน้ำเพื่อการปศุสัตว์

ในประเทศที่กำลังพัฒนาส่วนใหญ่ขนาดของฟาร์มจะอยู่ระหว่าง 0.5 – 2.0 ไร่ ซึ่งมีความต้องการน้ำอยู่ระหว่าง 20 – 80 ลบ.ม./วัน/ไร่ และระยะเสศรวมอยู่ระหว่าง 5 – 10 m และต้องการพลังงาน 1 – 8 MJ/ไร่ ถ้าต้องการจัดเตรียมน้ำไว้ใช้งานมากกว่า 8 ชั่วโมง กำลังเฉลี่ยจะอยู่ในช่วง 35 – 280 W/ไร่ น้ำเพื่อการจ่ายในหมู่บ้านหรือปศุสัตว์

6.4 การหาระดับความสูงการติดตั้งถังพักน้ำ

เราสามารถหาระดับความสูงการติดตั้งถังพักน้ำ ได้จากการคำนวณหาค่าความเสียดทานในท่อส่งจ่ายน้ำ ดังนี้

$$H_f = f * \frac{L_{tube}}{D} * \frac{v^2}{g}$$

เมื่อ

H_f คือ ระยะเสศที่เกิดจากความฝืดในระบบท่อ (m)

f คือ สัมประสิทธิ์ความฝืดในท่อ หาได้จากค่า Red (แสดงในภาคผนวก ค)

L_{tube} คือ ความยาวของท่อ (m)

v คือ ความเร็วของน้ำในท่อ (m/s)

D คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของท่อ (m)

g คือ ความโน้มถ่วงของโลก (9.81 m/s²)

v คือ ความเร็วของน้ำในท่อ (m/s) หาได้จาก

$$v = \frac{4 * Q}{\pi * D^2 * hr * 3600}$$

(วัชรกร ชมชื่นชมวงศ์, 2546, หน้า 52-53)

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบงานวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบปั้มน้ำอาคารสูงจำลองเพื่อใช้ประกอบการวิจัยระบบปั้มน้ำอาคารสูง เพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นผู้วิจัยจึงออกแบบวิธีการดำเนินการวิจัยเป็น 3 ขั้นตอน

1. ออกแบบและสร้างเครื่องมือวิจัยแบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูง

โครงสร้างและอุปกรณ์ทางไฟฟ้าของปั้มน้ำอาคารสูงจำลองในการวิจัยครั้งนี้ทำการสร้างขึ้นโดยนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม โดยประกอบขึ้นจากเหล็กกล่อง เชื่อมต่อกับเหมือนลักษณะตู้ โดยใช้ระบบปั้มน้ำ 1 ชุด โดยแบ่งเป็น 2 ชั้นเพื่อจำลองให้เป็นระบบน้ำอาคารสูง ดังแสดงในภาพ



ภาพที่3.1 แสดงระบบปั้มน้ำอาคารสูงด้านข้าง



ภาพที่3.2 แสดงโครงสร้างระบบปั้มน้ำอาคารสูงและอุปกรณ์ควบคุมด้านหน้า



ภาพที่3.3 แสดงโครงสร้างปั้มน้ำอาคารน้ำอาคารสูงด้านหลังประกอบเครื่องสูบน้ำ

รายละเอียดประกอบแบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงที่มีผู้วิจัยออกแบบและสร้างดังนี้

1.1 โครงสร้างและอุปกรณ์ประกอบ

1.1.1 ขนาดและมิติของเครื่องมือวิจัยแบบจำลองระบบปั้มน้ำอาคารกว้าง 90cm. เมตร ยาว 120cm. สูง 170 cm.

1.1.2 ภาชนะบรรจุน้ำชั้นล่างรูปสี่เหลี่ยมมีมิติขนาด 80cm. x 80cm. x 90cm. เพื่อเป็นถังกักเก็บน้ำตั้งต้นสำหรับการทดลองครั้งนี้ซึ่งออกแบบให้จุน้ำได้ 576 ลิตร

1.1.3 ภาชนะบรรจุบนรูปรางเป็นสี่เหลี่ยมมีมิติขนาด 70cm.x120cm.x90cm. เพื่อเป็นถังรับน้ำสามารถรับน้ำได้มากกว่าถึงด้านล่างหรือประมาณ 756 ลิตร

1.2 ระบบปั้มน้ำ

1.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้าขับปั้มน้ำขนาดกำลังไฟฟ้า 150 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ์

1.2.2 ปั้มน้ำอาคารสูง ระยะสูงไม่เกิน 9 เมตร ความสูงท่อส่งน้ำไม่ต่ำกว่า 8 เมตร ปริมาณการส่งน้ำไม่ต่ำกว่า 16 ลิตร/นาที

1.2.3 สวิตช์ความดัน ปิด ไม่ต่ำกว่า 1.5kg/cm^2 และ เปิด ไม่ต่ำกว่า 0.9kg/cm^2

1.2.4 ระบบท่อส่งน้ำและดูดน้ำ เส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{3}{4}$ นิ้ว พร้อมอุปกรณ์ประกอบ



ภาพที่ 3.4 แสดงระบบปั้มน้ำแบบปั้มน้ำอาคารสูง



ภาพที่ 3.5 แสดงแบบจำลองระบบท่อส่งน้ำอาคารสูง

3. ระบบควบคุม และเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่



ภาพที่ 3.6 แสดงระบบควบคุมและเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

ระบบควบคุมและเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าผู้วิจัยได้ออกแบบระบบควบคุมและเครื่องมือวัดทางไฟฟ้าออกเป็นส่วนๆสามารถถอดในแต่ละส่วนได้ติดตั้งบนกระดาน โดยมีรางรองรับทั้งบน และล่าง

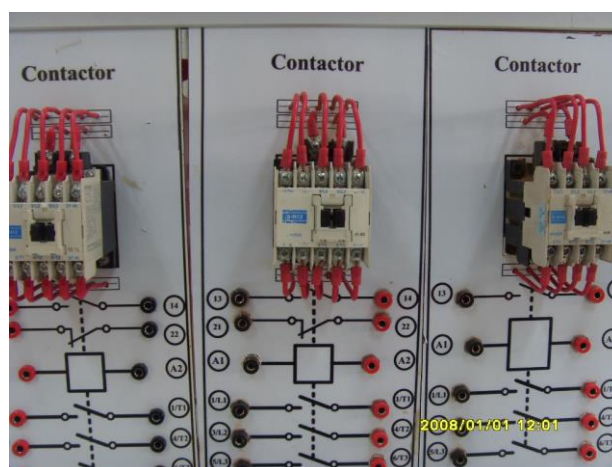
เชื่อมต่อระบบด้วยสายตัวนำที่ใช้ฝึกทางไฟฟ้าเพื่อสามารถใช้ในการประกอบการสอนและสาธิตได้ โดยส่วนประกอบหลักมีดังนี้

3.1 ชุดเมนเบรกเกอร์ Main Breaker ใช้เป็นสวิตช์เปิดและป้องกันสายเมนดังแสดงในภาพที่ 3.7 ขนาดไม่ต่ำกว่า 80 AT ต้องคิดกระแสช่วงสตาร์ทมอเตอร์ประมาณ 8 เท่าด้วย



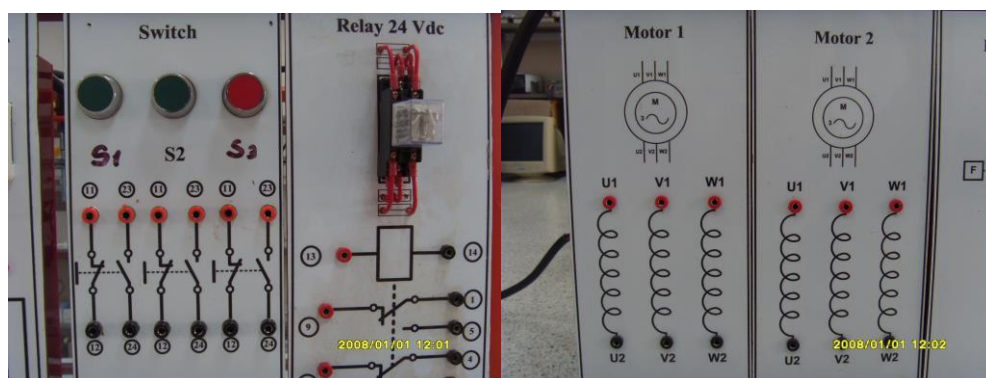
ภาพที่ 3.7 เมนเบรกเกอร์ และอุปกรณ์ป้องกัน

3.2 ชุดสตาร์ทมอเตอร์ ผู้วิจัยออกแบบให้สามารถสตาร์ทได้ 2 แบบ คือ Direct Start และ Star-Delta start ดังแสดงในภาพที่ 3.8



ภาพที่ 3.8 ชุดสตาร์ทมอเตอร์เครื่องมือวิจัยในระบบปั้มน้ำอาคารสูง

3.3 อุปกรณ์ประกอบทางไฟฟ้า

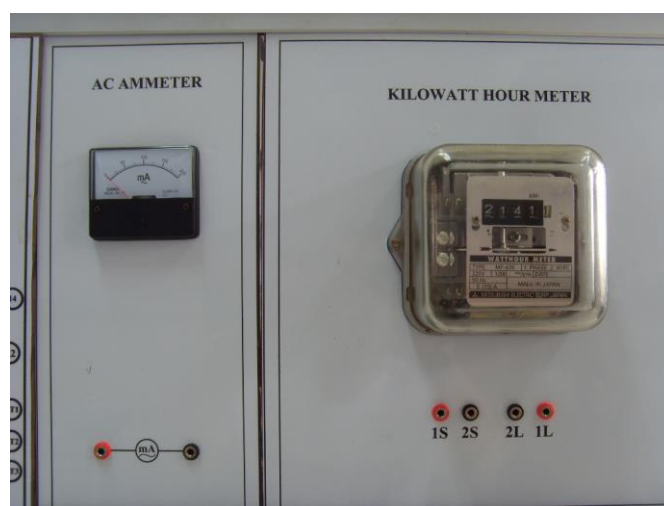


ภาพที่ 3.9 แสดงอุปกรณ์ประกอบทางไฟฟ้าชุดปั้มน้ำอาคารสูง

อุปกรณ์ไฟฟ้าดังแสดงในภาพที่ 3.9 ประกอบด้วย Push bottom switch ,Relay , และแผงการต่อวงจรสตาร์ทมอเตอร์ เพื่อใช้ในการเดินระบบสูบน้ำอาคารสูง

3.4 เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

ประกอบไปด้วย AC มิเตอร์เพื่อใช้สังเกตค่าแรงดันไฟฟ้า และ กิโลวัตต์ชั่วโมงมิเตอร์ (kilowatt Hour Meter) เพื่อแสดงการใช้พลังงานของระบบปั้มน้ำอาคารสูง



ภาพที่ 3.10 แสดงเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า

3.5 ระบบปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อใช้เป็นเครื่องมือวิจัย

ระบบปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อใช้ศึกษาการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า



ภาพที่3.10 แสดงเครื่องมือวิจัยระบบปั้มน้ำอาคารสูง

2. ประเมินสมรรถนะเครื่องมือวิจัยโดยผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรมไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบเพื่อ ทดสอบและแสดงสมรรถนะการใช้งานของระบบปั้มน้ำอาคารสูง โดยรวมแล้ว ประกอบไปด้วย 3 ตอนดังนี้

2.1 สมรรถนะด้านระบบการปั้มน้ำ

2.2 สมรรถนะด้านระบบไฟฟ้า

จากสมรรถนะทั้ง 3 ส่วนดังกล่าวข้างต้นสามารถ สร้างแบบประเมินสมรรถนะของระบบปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อเป็นเครื่องมือวิจัย ในการศึกษาวิจัย ระบบปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า ดังนี้แสดงในแบบประเมิน

แบบประเมินสมรรถนะ

แบบจำลองระบบปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า

คำชี้แจง : - แบบประเมินเฉพาะผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรมไฟฟ้าและพลังงาน ประเมินโดยให้ผู้ประเมิน สังเกตและ เลือกประเมินใน 5 ระดับดังนี้

ระดับที่	5	ประเมินสมรรถนะในระดับ	ดีเยี่ยม
ระดับที่	4	ประเมินสมรรถนะในระดับที่	ดี และเหมาะสม
ระดับที่	3	ประเมินสมรรถนะในระดับที่	พอใช้ ควรปรับแก้ให้เหมาะสม
ระดับที่	2	ประเมินสมรรถนะในระดับที่	ควรพิจารณาแก้ไข
ระดับที่	1	ประเมินสมรรถนะในระดับที่	แย่ ควรเปลี่ยนหรือปรับเปลี่ยนใหม่

ตอนที่ 1.1 ประเมินระบบโดยรวมปั้มน้ำอาคารสูง

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับสมรรถนะจากผู้เชี่ยวชาญ				
		ระดับ (5)	ระดับ (4)	ระดับ (3)	ระดับ (2)	ระดับ (1)
1	ชนิดของปั้มน้ำ และมอเตอร์					
2	ระบบสูบ-จ่ายน้ำและการทำงาน					
3	ระบบการควบคุมการทำงาน					
4	ถังสำหรับกักเก็บน้ำ					
5	การเดินระบบท่อน้ำ					
6	ระดับเสด					
7	ปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดลอง					
8	การทำงานของระบบที่ต่อเนื่อง					
9	การติดตั้งและการใช้งาน					
10	เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า					

ตอนที่1.2 ประเมินสมรรถนะด้านระบบไฟฟ้า

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับสมรรถนะจากผู้เชี่ยวชาญ				
		ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1	อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งโดยรวม					
2	ระบบป้องกันทางไฟฟ้ากำลัง					
3	ระบบPower line และอุปกรณ์ตัดตอน					
4	พิกัดกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ					
5	ค่าแรงดันไฟฟ้า					
6	ระบบตัวนำหรือสายไฟฟ้า					
7	ระบบการสตาร์ทและหยุด มอเตอร์					
8	การแสดงผลระบบ ไฟฟ้า					
9	ความปลอดภัยทางวิศวกรรมไฟฟ้า					
10	มาตรฐานการติดตั้งทางวิศวกรรมไฟฟ้า					

ลงลายมืออาจารย์ผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรมไฟฟ้า

3. ประเมินคุณภาพระบบปั๊มน้ำอาคารสูง

ผู้วิจัยนำผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงและดำเนินการเพิ่มสมรรถนะจนได้ผลประเมินอยู่ในระดับที่ไม่ต่ำกว่า 3.00 หรือใช้ช่วงสมรรถนะปานกลางขึ้นไป แล้วนำมาประเมินคุณภาพจากสถิติการใช้งาน ดังแบบประเมินนี้

แบบประเมินคุณภาพภาพการใช้งาน

แบบจำลองระบบปั๊มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า

คำชี้แจง : - ทดสอบโดยผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรมไฟฟ้าและผู้วิจัย โดยให้ทดสอบใช้งานทำการเดินเครื่อง และประเมินผลภายในเวลา 4 ชั่วโมง แบบต่อเนื่องและประเมินใน 5 ระดับดังนี้

ระดับที่	5	คุณภาพในระดับ	ดีเยี่ยม
ระดับที่	4	คุณภาพในระดับที่	ดี
ระดับที่	3	คุณภาพในระดับที่	พอใช้ได้
ระดับที่	2	คุณภาพในระดับที่	ต้องปรับปรุง
ระดับที่	1	คุณภาพในระดับที่	แย่มากหรือควรแก้ไข

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ระดับคุณภาพ				
		ระดับ 5	ระดับ 4	ระดับ 3	ระดับ 2	ระดับ 1
1	การเปิด/ปิด วาล์วของระบบ					
2	อัตราการไหลของระบบน้ำ					
3	การทำงานของมอเตอร์และปั๊มน้ำ					
4	การทำงานของเครื่องมือวัดกระแส					
5	การทำงานของ Watt-hour Meter					
6	อัตราการไหลของน้ำที่ท่อส่ง					
7	การติดตั้งและ Set up ระบบ					
8	ความต่อเนื่องของการทำงาน					
9	การทำงานของระบบ Direct Start					
10	การทำงานของระบบ Star-Delta start					

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรมไฟฟ้า

บทที่ 4

ผลการวิจัย

รายงานการวิจัยในบทนี้แสดงถึงผลการวิจัยแบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้าที่ได้ออกแบบและสร้างตามกระบวนการทางวิศวกรรมและการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. ผลการวิจัย

จากการวิจัย ออกแบบสร้าง แบบจำลองปั้มน้ำอาคารอาคารสูงในบทที่ 3 ได้แบบจำลองระบบปั้มน้ำอาคารสูงดังแสดงในภาพที่ 4.1 ถึง 4.4 ดังนี้

1.1 แบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงฯ ด้านหน้า



ภาพที่ 4.1แสดงภาพด้านหน้าแบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงฯ

จากผลการวิจัยได้ทำการติดตั้งระบบควบคุมและระบบไฟฟ้าโดยติดตั้งไว้ด้านหน้าของแบบจำลองเพื่ออำนวยความสะดวก และการสาธิตประกอบการต่อวงจรไฟฟ้า ซึ่งสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบ จุดเด่นคือผู้วิจัยจัดทำอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นแผง ถอดเข้า-ออกเพื่อซ่อมบำรุง และจัดวางอุปกรณ์ได้ตามจินตนาการหรือตามการออกแบบของเข้ามาผู้ศึกษาในแต่ละครั้ง

1.2 แบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงาน ด้านข้าง

จากผลการวิจัยได้แสดงด้านข้างของแบบจำลองฯซึ่งแสดงให้เห็นการจัดวางระบบถึงน้ำทั้ง 2 ส่วนแบ่งเป็น ส่วนล่างซึ่งคือแหล่งน้ำ และส่วนบนคือส่วนใช้ประโยชน์ รวมถึงการเดินระบบท่อน้ำ และวาล์ว เพื่อสร้างสถานการณ์ต่างๆ เช่น การรั่วซึม ท่อแตกชำรุด



ภาพที่ 4.2 แสดงแบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงฯด้านข้าง

1.3 แบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงฯด้านหลัง



ภาพที่ 4.3 แสดงแบบจำลองระบบปั้มน้ำอาคารสูงๆด้านหลัง

1.4 ระบบปั้มน้ำและมอเตอร์ พร้อมระบบส่งน้ำ



ภาพที่ 4.4 ระบบมอเตอร์และปั้มน้ำ และท่อส่งน้ำ

2. ผลการประเมินสมรรถนะและคุณภาพ แบบจำลองระบบปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินเพื่อ ประเมินการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรมไฟฟ้าการใช้งานของแบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยรวมแล้ว ประกอบไปด้วย

2.1 ผลการประเมินสมรรถนะระบบการปั้มน้ำอาคารสูงฯ

2.1.1 ผลการประเมินสมรรถนะระบบโดยรวมแบบจำลองระบบปั้มน้ำอาคารสูงฯ จากผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่าน ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการประเมินระบบโดยรวมของแบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูง

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน	
		คะแนน	ระดับ
1	ชนิดของปั้มน้ำ และมอเตอร์	4	ดีและเหมาะสม
2	ระบบสูบ-จ่ายน้ำและการทำงาน	4.5	ดีและเหมาะสม
3	ระบบการควบคุมการทำงาน	4	ดีและเหมาะสม
4	ถังสำหรับกักเก็บน้ำ	4	ดีและเหมาะสม
5	การเดินระบบท่อน้ำ	5	ดีเยี่ยม
6	ระดับเสด	5	ดีเยี่ยม
7	ปริมาณน้ำที่ใช้ในการทดลอง	3.5	พอใช้ควรแก้ไขให้เหมาะสม
8	การทำงานของระบบที่ต่อเนื่อง	5	ดีเยี่ยม
9	การติดตั้งและการใช้งาน	5	ดีเยี่ยม
10	เครื่องมือวัดทางไฟฟ้า	4.5	ดีและเหมาะสม
	โดยรวมมีค่าเฉลี่ย	4.45	ดีและเหมาะสม

2.1.2 ผลประเมินสมรรถนะระบบไฟฟ้าแบบจำลองระบบปั๊มน้ำอาคารสูงฯ ดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินสมรรถนะระบบไฟฟ้าแบบจำลองระบบปั๊มน้ำอาคารสูงฯ

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน	
		ค่าเฉลี่ย	ระดับ
1	อุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่นำมาติดตั้งโดยรวม	4	ดีและเหมาะสม
2	ระบบป้องกันทางไฟฟ้ากำลัง	4.5	ดีและเหมาะสม
3	ระบบ Power line และอุปกรณ์ตัดตอน	4.5	ดีและเหมาะสม
4	พิกัดกำลังไฟฟ้าของมอเตอร์เครื่องสูบน้ำ	4	ดีและเหมาะสม
5	ค่าแรงดันไฟฟ้า	5	ดีเยี่ยม
6	ระบบตัวนำหรือสายไฟฟ้า	5	ดีเยี่ยม
7	ระบบการสาร์ทและหยุด มอเตอร์	4	ดีและเหมาะสม
8	การแสดงผลระบบไฟฟ้า	5	ดีเยี่ยม
9	ความปลอดภัยทางวิศวกรรมไฟฟ้า	5	ดีเยี่ยม
10	มาตรฐานการติดตั้งทางวิศวกรรมไฟฟ้า	4.5	ดีและเหมาะสม
	ผลการประเมินเฉลี่ย	4.50	ดีและเหมาะสม

จากผลการประเมินสมรรถนะ แบบจำลองปั๊มน้ำอาคารสูงฯ โดยผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยใช้แบบประเมินสมรรถนะเบื้องต้นที่ควรต้องมีในระบบปั๊มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้าได้ผลดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1 และ 4.2 โดยผลจากตารางที่ 4.1 ประเมินสมรรถนะโดยรวม ผลคือมีสมรรถนะในระดับ ดีและเหมาะสม = 4.45 เมื่อค่าสูงสุดเท่ากับ 5 และค่าต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 3.5 แบ่งการประเมินเป็น 5 ระดับได้ผลดังนี้ คือ 4.50 ซึ่งอยู่ในระดับ ดีและเหมาะสม ซึ่งได้คะแนนประเมินที่สามารถนำไป สาธิตและประเมินคุณภาพได้ต่อไป

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการประเมินระบบไฟฟ้าของแบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงฯ ผลจากการประเมิน ที่ได้มีสมรรถนะในระดับ ดี= 4.55 เมื่อค่าสูงสุดเท่ากับ 5 และค่าต่ำสุดมีค่าเท่ากับ 4 แบ่งการประเมินเป็น 5 ระดับได้ผลดังนี้ คือ 4.3 ถึง 4.5 ซึ่งอยู่ในระดับ พอใช้หรือมาตรฐาน ซึ่งได้คะแนนประเมินมากกว่า 3.00 ซึ่งสามารถนำไป สาธิตและประเมินคุณภาพได้ต่อไป

3. ผลประเมินคุณภาพระบบปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า

ผู้วิจัยนำผลการประเมินสมรรถนะจากผู้เชี่ยวชาญมาปรับปรุงและดำเนินการเพิ่มสมรรถนะจนได้ผลประเมินอยู่ในระดับที่ไม่ต่ำกว่า 3.00 หรือในช่วงสมรรถนะระดับปานกลางขึ้นไป แล้วนำมาประเมินคุณภาพ จากสาธิตการใช้งาน ได้ผลการประเมินดังแสดงในตารางที่ 4.3 นี้

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการประเมินแบบจำลองระบบปั้มน้ำอาคารสูงฯ

ลำดับ ที่	รายการประเมิน	ผลการประเมิน	
		ค่าเฉลี่ย	ระดับ
1	การเปิด/ปิด วาล์วของระบบ	3.5	พอใช้
2	อัตราการไหลของระบบน้ำ	4	ดี
3	การทำงานของมอเตอร์และปั้มน้ำ	4.5	ดี
4	การทำงานของเครื่องมือวัดกระแส	4.5	ดี
5	การทำงานของ Watt-hour Meter	4.5	ดี
6	อัตราการไหลของน้ำที่ท่อส่ง	3.5	พอใช้
7	การติดตั้งและ Set up ระบบ	5	ดีเยี่ยม
8	ความต่อเนื่องของการทำงาน	5	ดีเยี่ยม
9	การทำงานของระบบ Direct Start	5	ดีเยี่ยม
10	การทำงานของระบบ Star-Delta start	5	ดีเยี่ยม
	ผลการประเมินเฉลี่ย	4.45	ดี

จากผลการประเมินคุณภาพแบบจำลองปั๊มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า ในตารางที่ 4.3 ได้ผลการประเมินอยู่ในระดับ 4.45 หรือในระดับที่ดี แต่ต้องปรับปรุงในเรื่องของระบบ วาล์ว และ อัตราการไหลที่ท่อส่ง ซึ่งมีอัตราการไหลที่แรงเกินไป เนื่องจากระบบท่อส่งสั้น ต้องออกแบบ ให้ยาวกว่าเดิมเพื่อให้ระบบปั๊มน้ำอาคารสูง สมจริงมากยิ่งขึ้น และควรใช้ระบบวาล์วที่ควบคุมด้วยไฟฟ้า เนื่องจากวาล์วที่ควบคุมด้วยมือชำรุดเนื่องจากการใช้งานง่าย และควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลในระบบได้ ค่าใช้จ่ายเล็กน้อย

บทที่ 5

สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

โครงการวิจัยแบบจำลองปั๊มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบและสร้าง จนมาถึงทดสอบและประเมินผลโดยผู้เชี่ยวชาญ และได้สรุปผลการวิจัยดังนี้

1. สรุปผล

ผู้วิจัยได้สร้างแบบจำลองปั๊มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า โดยมีผลการวิจัย ดังนี้

1.1 โครงสร้างและอุปกรณ์ประกอบ

1.1.1 ขนาดและมิติของเครื่องมือวิจัยแบบจำลองระบบปั๊มน้ำอาคารกว้าง 90cm. เมตร ยาว 120cm. สูง 170 cm.

1.1.2 ภาชนะบรรจุน้ำชั้นล่างรูปสี่เหลี่ยมมีมิติขนาด 80cm. x 80cm. x 90cm. เพื่อเป็นถังกักเก็บน้ำตั้งต้นสำหรับการทดลองครั้งนี้ซึ่งออกแบบให้น้ำได้ 576 ลิตร

1.1.3 ภาชนะบรรจุบนรูปรางเป็นสี่เหลี่ยมมีมิติขนาด 70cm.x120cm.x90cm. เพื่อเป็นถังรับน้ำสามารถรับน้ำได้มากกว่าถึงด้านล่างหรือประมาณ 756 ลิตร

1.2 ระบบปั๊มน้ำ

1.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้าขับปั๊มน้ำขนาดกำลังไฟฟ้า 150 วัตต์ แรงดันไฟฟ้า 220 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ์

1.2.2 ปั๊มน้ำอาคารสูง ระยะสูงไม่เกิน 9 เมตร ความสูงท่อส่งน้ำไม่ต่ำกว่า 8 เมตร ปริมาณการส่งน้ำไม่ต่ำกว่า 16 ลิตร/นาทึ

1.2.3 สวิตช์ความดัน ปิด ไม่ต่ำกว่า 1.5kg/cm^2 และ เปิด ไม่ต่ำกว่า 0.9kg/cm^2

1.2.4 ระบบท่อส่งน้ำและคูدنน้ำ เส้นผ่านศูนย์กลาง $\frac{3}{4}$ นิ้ว พร้อมอุปกรณ์ประกอบ

1.3 ผลการประเมินสมรรถนะแบบจำลองปั๊มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า ดังนี้

1.3.1 ผลการประเมินสมรรถนะโดยทั่วไปของแบบจำลองปั๊มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่านจาก วิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ได้คะแนนประเมิน 4.45 อยู่ในระดับ ดี สามารถใช้งานปั๊มน้ำได้เสมือนจริงและมีรูปแบบการทำงานที่หลากหลาย และวัดค่าการใช้พลังงานได้ ด้วยกิโลวัตต์ชั่วโมง

1.3.2 ผลการประเมินระบบไฟฟ้าแบบจำลองปั๊มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้าโดยผู้เชี่ยวชาญ 2 ท่านจาก วิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ได้คะแนนประเมิน 4.55 อยู่ในระดับ ดี ได้มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า สามารถทำงานได้อย่างดี และมีระบบป้องกันไฟฟ้าเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน

1.4 ผลการประเมินคุณภาพแบบจำลองปั๊มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

ผลการประเมินอยู่ในระดับ 4.45 หรือในระดับที่ ดี แต่ต้องปรับปรุงในเรื่องของระบบวาล์วและ อัตราการไหลที่ท่อส่ง ซึ่งมีอัตราการไหลที่แรงเกินไป เนื่องจากระบบท่อส่งสั้น ต้องออกแบบให้ยาวกว่าเดิมเพื่อให้ระบบปั๊มน้ำอาคารสูง สมจริงมากยิ่งขึ้น และควรใช้ระบบวาล์วที่ควบคุมด้วยไฟฟ้า เนื่องจากวาล์วที่ควบคุมด้วยมือชำรุดเนื่องจากการใช้งานง่าย และควบคุมปริมาณน้ำที่ไหลในระบบได้ล่าช้าเล็กน้อย

2. อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยแบบจำลองปั๊มน้ำอาคารสูงสำหรับอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้าที่ ผู้วิจัยมีจุดมุ่งหมายเพื่อ ศึกษาออกแบบ สร้างแบบจำลองปั๊มน้ำอาคารสูงเพื่อศึกษาการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้า และ ประเมินสมรรถนะและคุณภาพแบบจำลองปั๊มน้ำอาคารสูงเพื่อศึกษาการอนุรักษ์และจัดการพลังงานไฟฟ้าจากผู้เชี่ยวชาญด้านวิศวกรรมไฟฟ้า จากผลการวิจัยที่ได้ดังที่ได้รายงานไว้ในข้างต้น

เป็นไปตามจุดหมายของการวิจัยทุกประการโดย ผู้วิจัยได้ ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับระบบปั้มน้ำอาคารสูง และระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ประกอบรวมถึงเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า และทำการสร้างแบบจำลองระบบปั้มน้ำ จนสำเร็จ และได้้นำมาทดลองใช้งานโดยผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทางวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ใน 2 หัวข้อที่สำคัญคือสมรรถนะและคุณภาพของแบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า ซึ่งผลที่ได้นั้นอยู่ในระดับที่ ดี ทั้ง 2 ด้าน ผลสรุปของการวิจัยครั้งนี้สามารถบอกได้ว่าแบบจำลองปั้มน้ำอาคารสูงเพื่อการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้านั้น ทำงานได้ในระดับที่ดี และมีคุณภาพค่อนข้างสูง เหมาะสมกับการนำไปใช้ประกอบการศึกษา การอนุรักษ์พลังงานและจัดการไฟฟ้า รวมถึงสามารถสาธิตการทำงานของต่อนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และผู้สนใจได้

จากการผลการวิจัยผู้เชี่ยวชาญมีข้อเสนอแนะและต้องปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ผลงานวิจัยมีสมรรถนะและคุณภาพดียิ่งขึ้นคือ ต้องแก้ไขระดับหัวน้ำให้สมจริง หรือสูงมากกว่าเดิม ระบบมอเตอร์และปั้มน้ำความสามารถถอดแยกออกจากกันได้ หรือมีมากกว่า 2 ชุด เพื่อการศึกษาได้หลากหลายมากขึ้น ระบบท่อน้ำ ควรมีระบบอินเตอร์ล๊อค หรือบายพาสเพิ่มอีกหนึ่งชุด ซึ่งผู้วิจัยจะนำไปเพื่อพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นในโอกาสต่อไป

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

3.1 สามารถใช้ประกอบการสาธิตประกอบการสอนในรายวิชาการอนุรักษ์และจัดการพลังงาน ปีการศึกษา 2/2556 สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

3.2 สามารถนำผลงานวิจัยไปศึกษาหรือจัดทำแผนและมาตรการที่มีประสิทธิภาพในการใช้ระบบปั้มน้ำอาคารสูงประกอบการออกแบบและติดตั้งทางวิศวกรรมไฟฟ้า