ผลการประหยัดพลังงานจากการพัฒนาเรือรดน้ำไฟฟ้าเปรียบเทียบกับใช้เครื่องยนต์ดีเซล

Energy Saving Result of Electric Water Boat Development to Compare with using Diesel Engine

ธีระพล เหมือนขาว
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
39 ม.1 ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทร. 0-2549--3567 โทรสาร 0-2549-3422 E-mail mk_theerapol@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการเปรียบเทียบผลการประหยัดพลังงานระหว่างเรือรดน้ำไฟฟ้าและเรือรดน้ำที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล เรือรดน้ำไฟฟ้าประกอบด้วย ตัวเรือที่ทำจากสแตนเลส แบตเตอรี่ ปั๊มน้ำ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งถูกใช้เป็นเป็นตัวขับปั๊มน้ำและควบคุมทิศทางของเรือ กล่องควบคุม รีโมตและเซ็นเซอร์อัลตราโซนิค สำหรับการทำงานของเรือรดน้ำ มีการทำงาน 2 โหมด คือ การควบคุมระยะไกลและการควบคุมแบบอัตโนมัติ ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเรือรดไฟฟ้าที่ใช้มอเตอร์ขนาด 2.5 H.P ประหยัดพลังงานมากกว่า เรือที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลที่มีขนาด 18 HP และ 7 HP (ประมาณ 50%) ที่ระยะเดียวกันและปริมาณน้ำที่เท่ากัน

คำสำคัญ: ประหยัดพลังงาน เซ็นเซอร์อัลตราโซนิค

Abstract

This paper presents the comparison of energy saving result between electric water boat and diesel engine water boat. An electric water boat are consists of boat which made from stainless steel, battery, water pump, dc motor which used as power source to drive water pump and control the direction of boat, control box, remote control and ultrasonic sensor. For the operation of boat, there are two modes of operation: remote control and automatic control. The experimental result show that electric water boat with dc motor size 2.5 H.P save more energy than diesel engine water boat with size 18 H.P and 7 H.P (by about 50%) at the same distance and same water volume.

Keywords: Energy Saving, Ultrasonic Sensor

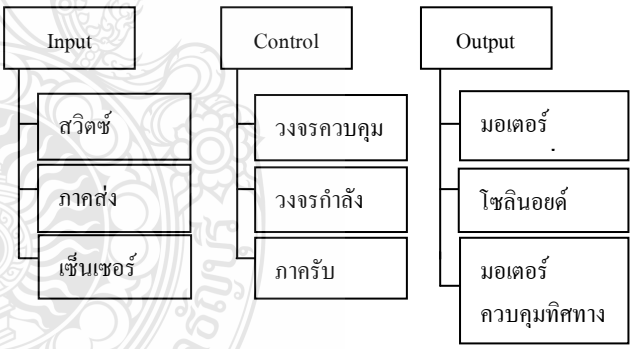
1. บทนำ

ในปัจจุบันความต้องการการใช้พลังงานน้ำมันมีแนวโน้มที่สูงขึ้น ทำให้น้ำมันมีราคาสูงขึ้นตามความต้องการ กลายเป็นภาระให้กับเกษตรกรที่ใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการสูบน้ำหรือปั๊มน้ำด้วยเครื่องยนต์ดีเซล ซึ่งการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงในการรดน้ำต้นไม้ จึงทำให้ต้องทนแบกรับภาระค่าใช้จ่ายที่สูงขึ้น ดังนั้นจึงต้องมีการใช้พลังงานไฟฟ้ามาทดแทนการใช้พลังงานน้ำมัน ก่อนหน้านี้ได้มีการพัฒนาเรือรดน้ำผักแบบอัตโนมัติ ซึ่งใช้แหล่งจ่ายจากแบตเตอรี่ผ่านอินเวอร์เตอร์เป็นไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อจ่ายพลังงานให้กับมอเตอร์ [2]

การพัฒนาเรือรดน้ำไฟฟ้าควบคุมระยะไกลและอัตโนมัติ เป็นการพัฒนาการควมคุมแบบ 2 ระบบ คือ สามารถควบคุมการทำงานโดยใช้รีโมทและแบบอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC 30F4011 เป็นตัวควบคุมการทำงาน รับคำสั่งมาจากรีโมทและอุลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ เช่น การบังคับเลี้ยว ซ้าย ขวา การขับมอเตอร์ของปั๊มน้ำ ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่าย มีความสะดวก มากยิ่งขึ้น

2. การออกแบบและพัฒนา

2.1 องค์ประกอบของเรือรดน้ำไฟฟ้า

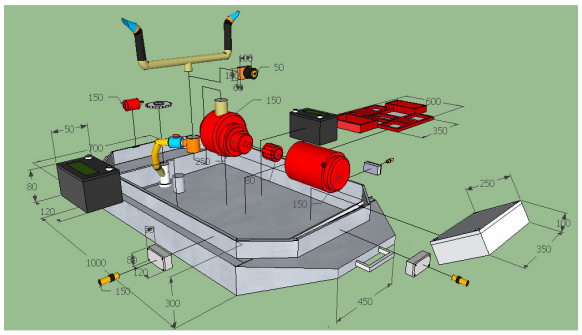


รูปที่ 1 องค์ประกอบของเรือรดน้ำไฟฟ้า ประกอบด้วย

1. Input คืออุปกรณ์ที่ส่งสัญญาณไปยังส่วนควบคุม ประกอบด้วย สวิตซ์ รีโมตคอนโทรล และเซ็นเซอร์
2. Control คือส่วนที่รับข้อมูลจากจากอินพุทแล้วส่งสัญญาณออกทางด้านเอาต์พุต
3. Output คือ ส่วนที่เป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนและทำงานทางกล ประกอบด้วย มอเตอร์ขับปั๊มน้ำ มอเตอร์ควบคุมทิศทาง และโซลินอยด์วาล์วใช้สำหรับเปิดปิดน้ำ

ชิ้นส่วนประกอบของเรือรดน้ำไฟฟ้าได้แสดงดังรูปที่ 2

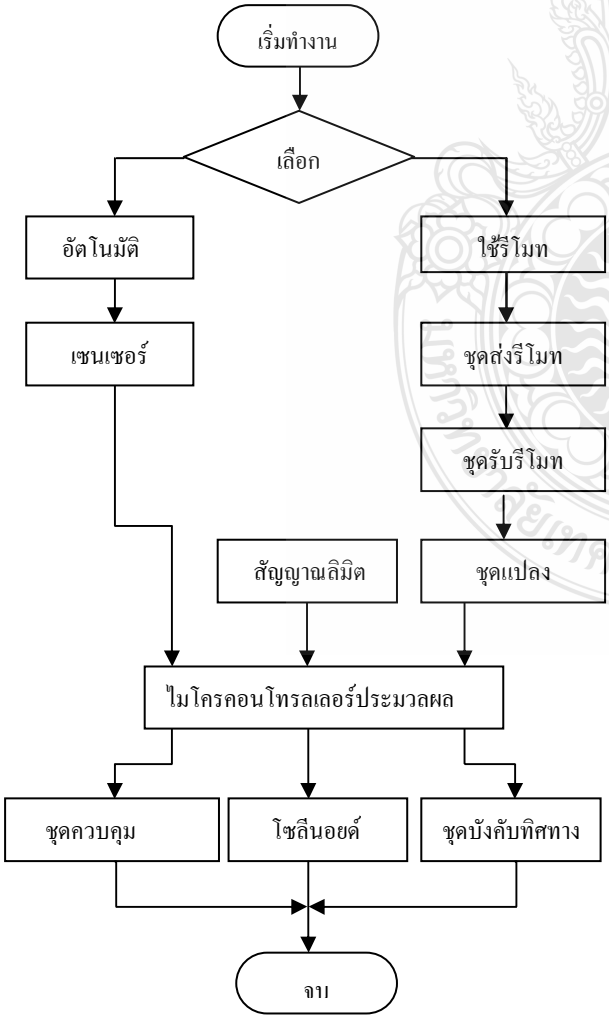
Go Back



รูปที่ 2 องค์ประกอบของเรือรดน้ำไฟฟ้า

2.2 การออกแบบระบบ

เริ่มต้นจากการการหาขนาดของปั๊มน้ำเพื่อให้เกิดความเหมาะสมกับปริมาณน้ำที่จะใช้ในการรดประมาณ 90- 120 ลิตร/นาที จึงออกแบบเลือกปั๊มที่ใช้มอเตอร์ขนาด 2.5 Hp แบตเตอรี่ขนาด 70 Ah 2 ลูก ตัวเรือทำด้วยสเตนเลส กว้าง 0.7 เมตร ยาว 1.2 เมตร ลึก 0.3 เมตร การควบคุมการทำงานของเรือรดน้ำไฟฟ้าสามารถเลือกการทำงานได้ 2 โหมด คือ แบบควบคุมด้วยมือหรือใช้รีโมต และแบบให้ทำงานเองโดยอัตโนมัติ แสดงดังรูปที่ 3



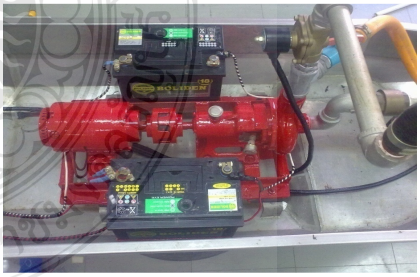
รูปที่ 3 แผนภาพการควบคุมของเรือรดน้ำไฟฟ้า

หลักการทำงานจะใช้ไมโครคอลโทรลเลอร์ dsPIC 30F4011 [1]เป็นตัวประมวลผล รับสัญญาณจาก รีเซฟเวอร์ของตัวรับรีโมต ผ่านวงจรขับของเซอร์โวมอเตอร์เป็นสัญญาณพัลล์ ช่วงบวกและช่วงลบ ต่อ 1 CH หลังจากนั้นนำสัญญาณที่ได้มาต่อผ่านโฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งจะใช้ 2 ตัวในการตัดสัญญาณซีกบวกและซีกลบต่อ 1 CH ซึ่งต้องใช้ทั้งหมด 4 CH ได้แก่ CH 1 เลี้ยวซ้าย-ขวา CH 2 เดินหน้า-ถอยหลัง CH 3 เปิด-ปิดโซลินอยด์ และ CH 4 ปรับความเร็วมอเตอร์ปั๊มน้ำ

แล้วนำสัญญาณที่ได้เข้าไมโครคอลโทรลเลอร์ สัญญาณอินพุตอีกส่วนหนึ่ง จะได้อัลตราโซนิคเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งไว้ทางด้านหน้าและด้านข้างทั้งสองข้าง เพื่อตรวจจับขอบตลิ่ง และส่งสัญญาณเข้าไมโครคอลโทรลเลอร์ เพื่อประมวลผล ใช้ Power MOSFET เบอร์ IRFP2907 เป็นตัวปรับความเร็วรอบมอเตอร์ โดยใช้สัญญาณ PWM ที่ duty cycle 3 ระดับเป็นสัญญาณทริกเกอร์ Power MOSFET [3]

2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลเรือรดน้ำโดยใช้น้ำมันดีเซล

เรือรดน้ำทางการเกษตรที่ได้ไปเก็บข้อมูลเพื่อนำมาเปรียบเทียบส่วนใหญ่ใช้น้ำมันดีเซล อาจจะด้วยเหตุผลทางเศรษฐศาสตร์ เมื่อเทียบกับน้ำมันเบนซิน ข้อมูลของเครื่องยนต์ที่ได้เก็บมานั้นขนาดพิกัดแรงม้าอาจจะไม่เท่ากับกับขนาดของมอเตอร์ไฟฟ้า มีขนาดเท่ากับ 7 และ 18 แรงม้า แน่นอนแรงม้ามากย่อมให้เอาต์พุตมาก แต่ในการเปรียบเทียบจะพิจารณาบนฐานอ้างอิงเดียวกันเพื่อหาผลประหยัด จากรูปที่ 4 แสดงเรือรดน้ำไฟฟ้าที่ได้พัฒนาขึ้นมา รูปที่ 5 เรือรดน้ำใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 7 แรงม้า และรูปที่ 8 เรือรดน้ำใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 18 แรงม้า



รูปที่ 4 แสดงเรือรดน้ำไฟฟ้า

รูปที่ 5 เรือรดน้ำใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 7 แรงม้า

Go Back

รูปที่ 6 เรือรดน้ำใช้เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 18 แรงม้า

ทดลองเก็บข้อมูลอัตราการไหลของน้ำในสถานที่จริง ของเรือที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลและเรือรดน้ำไฟฟ้า จะเห็นได้ว่า เครื่องยนต์ที่มีขนาดแรงม้าสูง ๆ จะให้เอาต์พุตหรือปริมาณน้ำที่ต้องการมากกว่าขนาดเล็ก แสดงดังตารางที่ 1 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพืชผลทางการเกษตรด้วยว่าต้องการปริมาณน้ำมากน้อยเพียงใด

ตารางที่ 1 ข้อมูลอัตราการไหลของน้ำ ของเครื่องยนต์ดีเซล

อัตราการไหลของน้ำเครื่องยนต์ดีเซล (ลิตร/นาที)			
ครั้งที่	เครื่องยนต์ 7 Hp	เครื่องยนต์ 18 Hp	มอเตอร์ไฟฟ้า 2.5 Hp
1	386	626	102
2	400	542	104
3	382	568	98
4	371	580	99.5
เฉลี่ย	**385**	**580**	**101**

ตารางที่2 ทดลองวัดระยะทางปริมาณน้ำและจับเวลากรณีใช้น้ำมัน 1 ลิตร

ระยะทาง ปริมาณน้ำและจับเวลากรณีใช้น้ำมัน 1 ลิตร			
	ระยะทาง (กิโลเมตร)	เวลา (นาที)	ปริมาณน้ำ (ลิตร)
7 Hp	3.2	50	19,230
18 Hp	2.6	35	20,118

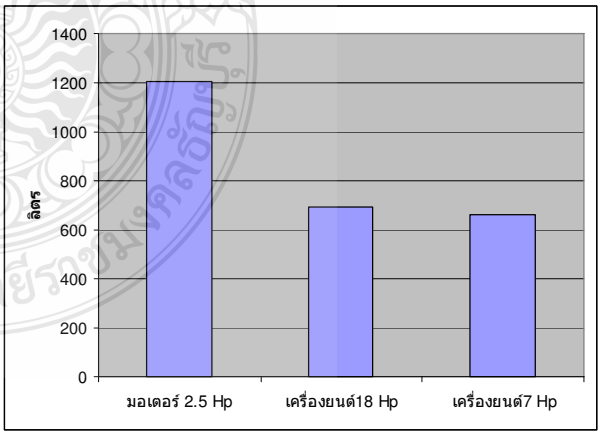
ตารางที่ 2 แสดงผลของการรดน้ำไปพร้อมกับการเคลื่อนที่ของเรือ ซึ่งได้วัดระยะทางและทำการจับเวลา ในกรณีที่ใช้น้ำมันดีเซล 1 ลิตร

3. การวิเคราะห์ผลประหยัดที่ได้จากการใช้เรือรดน้ำไฟฟ้า

การคำนวณเพื่อเปรียบเทียบผลประหยัด มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นค่าใช้จ่ายที่เกิดจากการชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งการชาร์จ 1 ครั้งใช้เวลา 6 ชั่วโมง ใช้พลังงาน 1.5 หน่วย คิดหน่วยละ 3.5 บาท ดังนั้น ชาร์จ 1 ครั้ง เสียค่าใช้จ่ายเท่ากับ 5.25 บาท โดยใช้งานในการรดน้ำได้ประมาณ 1 ชั่วโมง สำหรับเครื่องยนต์ดีเซลขนาด 18 แรงม้า เสียค่าใช้จ่าย 49.71 บาท/ชั่วโมง และ เครื่องยนต์ดีเซลขนาด 7 แรงม้า เสียค่าใช้จ่าย 34.8 บาท/ชั่วโมง นอกจากนี้สามารถเปรียบเทียบ ปริมาณน้ำที่ได้ต่อค่าใช้จ่าย ลิตร/บาท แสดงดังตารางที่ 3 และแสดงเป็นกราฟแท่งเปรียบเทียบทั้ง 3 ประเภท ดังรูปที่ 7

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับปริมาณน้ำที่ได้

การเปรียบเทียบ	ค่าใช้จ่ายการใช้พลังงาน		
	มอเตอร์ 2.5 Hp	เครื่องยนต์ 18 Hp	เครื่องยนต์ 7 Hp
ปริมาณน้ำ ลิตร/ชม.	6,206.4	34,488	23,076
ค่าใช้จ่าย บาท/ชม.	5.25	49.71	34.8
ปริมาณน้ำ ลิตร/บาท	1,205.83	693.72	663.10



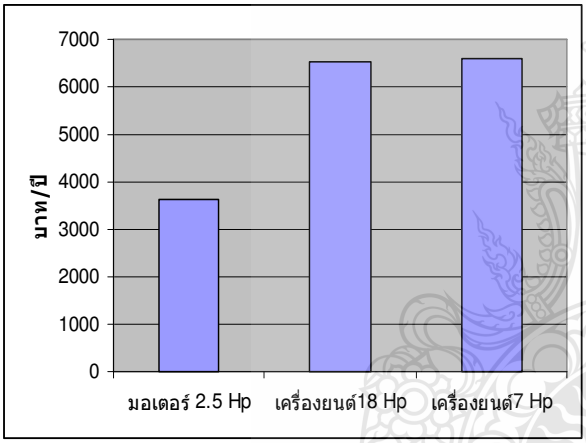
รูปที่ 7 เปรียบเทียบปริมาณน้ำต่อค่าใช้จ่าย(ลิตร/บาท)

ทดลองรดน้ำจริง ซึ่งขนาดของแปลงพืชผักผลไม้ จำนวน 7 ร่องน้ำ รวมระยะทางประมาณ 1.4 กิโลเมตร ทำการรดน้ำวันละ 2 ครั้ง คำนวณค่าใช้จ่ายต่อปีในการรดน้ำ โดยใช้ฐานในการคำนวณเดียวกัน คือปริมาณน้ำ

6,000 ลิตร/ครั้ง จากตารางที่ 4 จะเห็นได้ว่าการรดน้ำโดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ค่าใช้จ่ายต่อปีเท่ากับ 3,635.4 บาท สำหรับเครื่องยนต์ 18 Hp เท่ากับ 6,540.4 บาท และ เครื่องยนต์ 18 Hp เท่ากับ 6,602.8 บาท

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบค่าใช้จ่ายกับปริมาณน้ำที่ได้

ค่าใช้จ่ายต่อระยะทาง 1.4 กิโลเมตร (บาท)			
	มอเตอร์ 2.5Hp	เครื่องยนต์ 18 Hp	เครื่องยนต์ 7 Hp
ปริมาณน้ำ 6,000 ลิตร/ครั้ง	4.98	8.65	9.04
ค่าใช้จ่ายต่อวัน	9.96	17.29	18.08
ค่าใช้จ่ายต่อปี	3,635.4	6,540.4	6,602.8



รูปที่ 8 เปรียบเทียบปริมาณน้ำต่อค่าใช้จ่าย(ลิตร/บาท)

จากรูปที่ 8 แสดงผลการเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายที่ปริมาณเอาต์พุต (น้ำ 6000 ลิตร) เท่า ๆ กัน เมื่อคิดต่อปี เรือรดน้ำไฟฟ้าเสียค่าใช้จ่ายในด้านพลังงานถูกกว่าประมาณเกือบ 50 % ของเครื่องยนต์ดีเซล และจะเห็นได้ว่าเครื่องยนต์ดีเซลทั้ง 2 ขนาด เมื่อคำนวณค่าใช้จ่ายต่อปีแล้วมีค่าใช้จ่ายที่ใกล้เคียงกันมาก

4. สรุป

บทความนี้ได้นำเสนอการพัฒนาเรือรดน้ำไฟฟ้าสามารถทำงานได้ 2 โหมด คือแบบควบคุมด้วยรีโมตไร้สายและแบบทำงานเองโดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ การทำงานแบบอัตโนมัติจะใช้อัลตราโซนิคเซ็นเซอร์เป็นอุปกรณ์ตรวจจับเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเรือ ส่วนการควบคุมโดยใช้รีโมต ใช้คลื่นความถี่วิทยุเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของเรือ เปิด-ปิดวาล์วน้ำ และระดับน้ำ ซึ่งปรับได้ 3 ระดับ นอกจากนี้ได้เก็บข้อมูลการใช้พลังงานของเรือรดน้ำที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซลเพื่อเปรียบเทียบกับการใช้มอเตอร์ไฟฟ้า ผลที่ได้คือปริมาณน้ำ (ลิตร/บาท) เรือรดน้ำไฟฟ้าให้ปริมาณน้ำมากกว่าเครื่องยนต์ทั้ง 2 ขนาด และเมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายต่อปี จากเงื่อนไขที่เอาต์พุตหรือปริมาณน้ำที่เท่ากัน เรือรดน้ำไฟฟ้าเสียค่าพลังงานน้อยกว่าเกือบ 50% เมื่อเปรียบกับเรือรดน้ำที่ใช้เครื่องยนต์ดีเซล

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายธีระพงศ์ แดงด้วง นายทวีศักดิ์ บุญประเสริฐ นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ช่วยพัฒนาเรือรดน้ำไฟฟ้าและทดสอบการทำงาน และกลุ่มเกษตรกรชุมชนคลอง 6 ที่ให้ข้อมูลและให้ทดลองเรือรดน้ำเครื่องยนต์ดีเซล

เอกสารอ้างอิง

[1] ประจิน พลังสันติกุล “การเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC30F ด้วยคอมไพเลอร์ MPLAB C”, 2552

[2] เมธี ทรัพย์สูงเนิน, กมลชัย จันทร์อุ่น, บุญเติม แซ่ย้า “เรือรดน้ำผักอัตโนมัติ” ,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 2548

[3] วีรเชษฐ์ ขันเงิน และ วุฒิพล ธาราธีรเศรษฐ์, “อิเล็กทรอนิกส์กำลัง” พิมพ์ครั้งที่ 2 ม วี.เจ. พริ้นติ้ง, 2547

ประวัติผู้เขียนบทความ

ธีระพล เหมือนขาว สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี วศ.บ.(ไฟฟ้ากำลัง) จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ระดับปริญญาโท วศ.ม.(ไฟฟ้ากำลัง)จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปัจจุบันดำรงตำแหน่งเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี งานวิจัยด้านหุ่นยนต์ ระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ ระบบป้องกันไฟฟ้ากำลัง