ระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมอุณหภูมิด้วยพีแอลซี
Solar Hot Water System Controlled Temperature by PLC

วิโรจน์ บัวงาม*, เทียนชัย บุญเจริญ และกฤษฎา สุดสวาท

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
**rotnaja@yahoo.com*

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมด้วยพีแอลซี ระบบที่ออกแบบสามารถผลิตน้ำร้อนโดยใช้แผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นตัวรับพลังงานความร้อนขนาด 2 ตารางเมตร การควบคุมการทำงานของระบบโดยการอุณหภูมิด้วยระบบพีแอลซี นอกจากนั้นใช้จอสัมผัสสำหรับการปรับตั้งค่าและแสดงผลกราฟิกอุณหภูมิของระบบ โดยการควบคุมอุณหภูมิจะทำการวัดอุณหภูมิ 2 จุด คือที่แผงรับรังสีแสงอาทิตย์และที่ถังเก็บน้ำ โดยพีแอลซีเป็นตัวประมวลผลในการทำงานของปั๊มควบคุมการไหลเวียนน้ำในระบบ

ผลการทำงานของระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมด้วยพีแอลซีพบว่าระบบสามารถผลิตน้ำร้อนได้อุณหภูมิสูงสุด 54 องศาเซลเซียส ที่ช่วงเวลา 13.15 – 13.25 นาฬิกา นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมอุณหภูมิด้วยพีแอลซีโดยสามารถปรับอุณหภูมิอัตโนมัติและแสดงผลภาพกราฟิกการทำงานบนหน้าจอสัมผัส

คำสำคัญ: แผงรับรังสีอาทิตย์, พีแอลซี, ระบบควบคุมอัตโนมัติ

Abstract

This paper presents solar hot water system controlled by PLC. The system was designed to produce hot water using flat plate solar collector with a size 2 square meters. Control of the system is controlled by a PLC. In addition, the touch screen is also applied for configuration and graphical display of the system temperature. Temperature control temperature measurements second point is that solar panels and a water tank. The process uses a PLC processor in the operation of the pump controls the flow of water in the system.

The performance of a solar hot water system controlled by a PLC system that can produce hot water at temperatures up to 54 degrees Celsius at the time 13:15 to 13:25 o'clock. Also, it can be controlled by the PLC can adjust the temperature automatically and display graphics on the touch screen.

Keywords: solar collector, PLC, automatic system

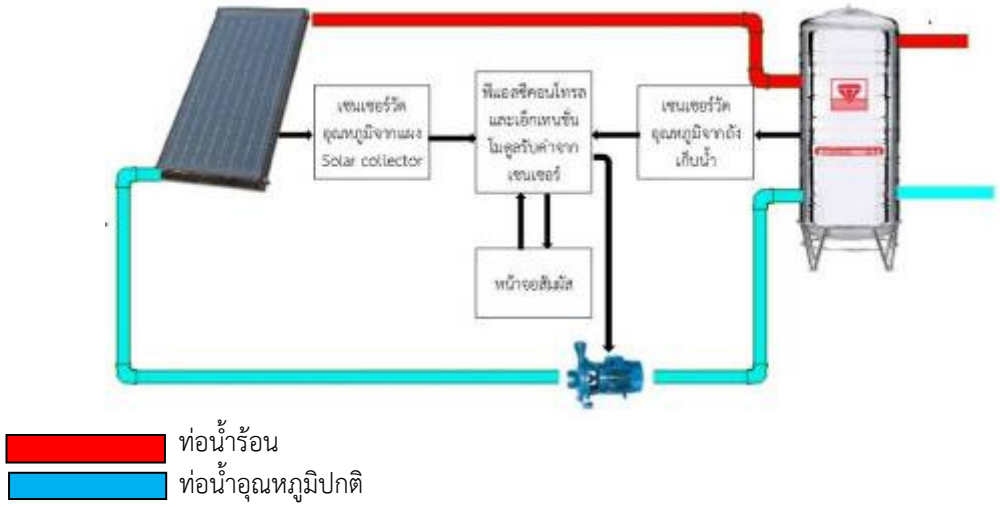
1. บทนำ

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานหมุนเวียน (renewable energy) สามารถนำมาใช้ได้อย่างไม่สิ้นสุดและมีลักษณะกระจายไปถึงผู้ใช้โดยตรงอีกทั้งยังเป็นแหล่งพลังงานที่สะอาดปราศจากมลพิษต่อสิ่งแวดล้อม มนุษย์ได้นำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันเป็นระยะเวลานาน ปัจจุบันเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ได้รับการพัฒนาสามารถนำมาใช้งานได้จริงทั้งในชีวิตประจำวันและในงานอุตสาหกรรม อย่างไรก็ตามการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้อย่างมีประสิทธิภาพจำเป็นต้องทราบศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของบริเวณที่จะใช้งานด้วยโดยแต่ละพื้นที่ของประเทศมีค่าพลังงานความร้อนไม่

เท่ากัน โดยทั่วไปศักยภาพพลังงานแสงอาทิตย์ของแต่ละพื้นที่จะมีค่าสูงหรือต่ำไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบพื้นที่นั้น โดยบริเวณที่ได้รับรังสีดวงอาทิตย์มากก็จะมีศักยภาพในการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้สูง อย่างไรก็ตามสำหรับการใช้พลังงานแสงอาทิตย์จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์รวมแสงเราจำเป็นต้องทราบสัดส่วนของรังสีรวมต่อรังสีกระจายด้วย

หลักการทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์นี้ ใช้หลักการทางธรรมชาติ โดยใช้พลังงานแสงอาทิตย์อยู่ในรูปของพลังงานความร้อน มีองค์ประกอบ 2 ส่วนประกอบด้วย ส่วนแรกตัวรับรังสีดวงอาทิตย์ (solar collector) เป็นตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์และทำหน้าที่ถ่ายเทพลังงานความร้อน โดยที่น้ำร้อนจะดันขึ้นด้านบนของแผง ส่วนที่สองคือถังเก็บน้ำร้อน (water storage) ทำหน้าที่เป็นตัวเก็บน้ำร้อนจากแผงรับรังสีดวงอาทิตย์และเก็บน้ำเพื่อรอนำไปใช้งานต่อไป หลักการทำงานของเครื่องทำน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์มีหลักการคือน้ำเย็นจะไหลลงข้างล่างน้ำเย็นในส่วนล่างของถังเก็บน้ำจะไหลลงสู่ส่วนล่างของแผงรับแสงอาทิตย์ น้ำเย็นเหล่านี้จะได้รับความร้อนจากพลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบกับแผง เมื่อน้ำร้อนมีอุณหภูมิสูงก็จะลอยตัวขึ้นไปตามท่อทองแดงที่อยู่ในแผง ไหลกลับเข้าไปสู่ถังเก็บน้ำและลอยตัวขึ้นไปสู่ส่วนบนของถังเก็บน้ำร้อน เป็นน้ำร้อนที่พร้อมจะนำไปใช้ได้

ในปัจจุบันได้มีการนิยมใช้พลังงานทดแทนกันอย่างแพร่หลาย หนึ่งในนั้นคือพลังงานแสงอาทิตย์ดังนั้นผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้เพื่อเป็นการลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงและพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นงานวิจัยนี้ได้นำเสนอระบบทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่สามารถควบคุมและปรับอุณหภูมิตามความต้องการของผู้ใช้งานน้ำร้อนโดยการใช้โปรแกรมเมเบลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) หรือ พีแอลซี (PLC) เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบผลิตน้ำร้อน อีกทั้งสามารถแสดงผลและควบคุมอุณหภูมิการทำงานด้วยจอแสดงผลแบบสัมผัสโดยแสดงดังรูปภาพที่ 1



รูปภาพที่ 1 ระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 องค์ประกอบของระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์

2.1.1 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ (solar collectors) ตัวรับรังสีดวงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

1) ตัวเก็บรังสีอาทิตย์แบบแผ่นเรียบ (flat plate collector) สามารถทำน้ำร้อนมีอุณหภูมิประมาณ 40-90 ^{o}C โครงสร้างประกอบด้วยกระจกเป็นตัวช่วยรับแสง และเกิดการถ่ายเทความร้อนมายังสังกะสี เคลือบสีดำและถ่ายเทความร้อนมาที่ท่อทองแดงที่แนบอยู่กับสังกะสีซึ่งถ้าท่อทองแดงแนบกับสังกะสี โดยจำนวนท่อทองแดงมากจะทำให้มีการถ่ายเท่ความร้อนนั้นดียิ่งขึ้น นอกจากนั้นยังมีฉนวนกันความร้อนรองอยู่ใต้ท่อทองแดงอีกชั้นหนึ่งเพื่อเก็บความร้อนไม่ให้ความร้อนออกมาทางข้างหลังแผงตัวเก็บรังสีอาทิตย์ ขนาดของแผงโซล่าคอลเลคเตอร์นั้นขนาดมาตรฐานจะมีขนาด 2 เมตร x 1 เมตร

รูปภาพที่ 2 ตัวเก็บรังสีอาทิตย์ (sola collector)

2) ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบท่อสุญญากาศ (vacuum-tube collector) สามารถทำอุณหภูมิน้ำร้อนได้สูงถึง 200 ^{o}C โครงสร้างประกอบด้วยท่อแก้วสุญญากาศ ทำหน้าที่รับแสง โดยพื้นที่ของท่อทำหน้าที่ดูดซับพลังงานแสงอาทิตย์นอกจากนั้นภายนอกท่อถูกล้อมด้วยสุญญากาศทำหน้าที่ป้องกันการสูญเสียความร้อน

3) ตัวรับรังสีแสงอาทิตย์แบบ Integral Collector เป็นตัวรับรังสีแสงอาทิตย์และเก็บน้ำร้อนรวมอยู่ในตัวเดียวกันเรียกว่า Integral Collector Storage (ICS) โครงสร้างทำจากท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 4 นิ้ว ต่ออนุกรมกัน ตัวถังเก็บน้ำถูกเคลือบด้วยสารทำหน้าที่ดูดซับความร้อน

การคำนวณประสิทธิภาพของตัวเก็บรังสีอาทิตย์ $\left(\eta_c\right)$ ภายใต้เงื่อนไขสภาวะคงที่ตามมาตรฐาน ASHRAE STANDARD 93-77 แสดงความสัมพันธ์ดังสมการที่ 1

$$\eta_c = \frac{\dot{m} C_p \left(T_{co} - T_{ci}\right)}{G_T A_c} \qquad (1)$$

โดยที่

$\dot{m}$ คือ อัตราการไหลเชิงมวลของไหล , $\left(kg/s\right)$

C_p คือ ค่าความร้อนจำเพาะของของไหล , $\left(J/kg\,K\right)$

T_{co} คือ อุณหภูมิของไหลขาออก $\left(^{\circ}C\right)$

T_{ci} คือ อุณหภูมิของไหลขาเข้า $\left(^{\circ}C\right)$

G_T คือ ค่าความเข้มรังสีรวมที่ตกกระทบบนตัวเก็บรังสีอาทิตย์ $\left(W/m^2\right)$

A_c คือ พื้นที่รับรังสีแสงอาทิตย์ของตัวเก็บรังสี $\left(m^2\right)$

2.1.2 ถังเก็บน้ำร้อน (storage tanks) ทำจากเหล็กเคลือบภายในด้วยสารป้องกันการกัดกร่อนและมีฉนวนหุ้มภายนอก นอกจากนั้นภายในมีขดลวดความร้อนเสริมอยู่ภายใน ถังเก็บน้ำร้อนมีอยู่ 2 รูปแบบคือ ถังแบบตั้งและถังแบบนอน

2.1.3 ระบบควบคุม (controller) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบโดยทำการตรวจสอบอุณหภูมิของน้ำในถังน้ำมีอุณหภูมิตามผู้ใช้ต้องการ โดยระบบควบคุมแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1) ตัวควบคุมแบบผลต่าง (differential) การทำงานจะทำการตรวจวัดอุณหภูมิโดยใช้เซนเซอร์ 2 จุดติดตั้งที่ด้านออกของแผงเก็บรังสีอาทิตย์และที่ถังเก็บน้ำร้อน ถ้าอุณหภูมิของทั้ง 2 จุดมีอุณหภูมิต่างกัน 2-5 องศาเซียลเซียส ระบบจะสั่งงานให้ปั๊มหมุนเวียนน้ำร้อน

2) ตัวควบคุมแบบ photovoltaic (PV) controller การทำงานของระบบจะติดตั้งแผลเซลล์แสงอาทิตย์ทำหน้าที่ผลิตพลังงานไฟฟ้าจ่ายให้กับปั๊มน้ำเพื่อหมุนเวียนน้ำในระบบผลิตน้ำร้อน

3) ตัวควบคุมแบบใช้ไทเมอร์ (timer) การทำงานของระบบควบคุมจะใช้การไทม์เมอร์ตั้งเวลาการทำงานของปั๊มในช่วงเวลามีแสงแดด เช่น ช่วงเวลาทำงานอยู่ในช่วง 9.30-16.30 น

2.1.3 อุปกรณ์ประกอบอื่นๆ อุปกรณ์ประกอบอื่นสำหรับระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์คือ ระบบท่อ (piping) ฉนวน (insulator) เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อน (heat exchangers) ระบบวาล์ว เกจ และอุปกรณ์ตรวจวัดต่างๆ ของระบบ

2.2 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม พีแอลซีประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม หน่วยความจำของพีแอลซีประกอบด้วย หน่วยความจำชนิดแรม (RAM) และรอม (ROM) หน่วยความจำชนิดแรมทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี ส่วนรอมทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี โดยที่พีแอลซีขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซีจะรวมกันเป็นโมดูล แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ

นอกจากนั้นพีแอลซียังมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถเชื่อมต่อกับตัวตรวจจับหรือสวิตช์ต่างๆ โดยจะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมายที่ต้องการควบคุม การควบคุมอุปกรณ์ภายนอกนั้นต้องเขียนโปรแกรมคำสั่งเข้าไปในพีแอลซี เช่น ภาษาแลดเดอร์ ฟังก์ชันชาร์ต เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านรหัสแท่ง (barcode) เครื่องพิมพ์ (printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่องพีแอลซีจะใช้งานแบบเดี่ยว แล้วยังสามารถต่อพีแอลซีหลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งานพีแอลซีมีความยืดหยุ่นมาก

2.3 ระบบจอสัมผัส

ระบบจอสัมผัสหรือ Human-Machine Interface (HMI) บางครั้งเรียกว่า Touch Screen เป็นระบบที่ใช้สำหรับในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างผู้ปฏิบัติการกับระบบอัตโนมัติ เพื่อให้ระบบอัตโนมัติทำงานตามที่เขียนโปรแกรม การประยุกต์ใช้ระบบจอสัมผัส เช่น การสร้างภาพเสมือนจริงเกี่ยวกับกระบวนการในการทำงานในโรงงานอุตสาหกรรม

ระบบจอสัมผัสจะทำหน้าที่คล้ายๆ กับคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่สื่อสารกับพีแอลซีหรือมีลักษณะเป็นอุปกรณ์หลัก โดยที่พีแอลซีมีหน้าที่ตอบสนองสิ่งที่ระบบจอสัมผัสส่งสัญญาณออกมา ดังนั้นจอสัมผัสจะเพื่อทำหน้าในการประสานการทำงานระหว่างผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักร โดยมีหน้าที่หลักในการแสดงผลต่างๆ การตั้งค่าข้อมูล และการสั่งการระบบจอสัมผัสมีขนาดให้เลือกใช้งานตามความเหมาะสม รวมทั้งมีระบบสื่อสารกับพีแอลซีได้หลายรูปแบบ เช่น พอร์ทอนุกรม และ Ethernet เป็นต้น

2.4 เซนเซอร์ วัดอุณหภูมิ

เซนเซอร์วัดอุณหภูมิชนิดพีที 100 (PT100) โดยวัสดุใช้วัดอุณหภูมิทำจากวัสดุชนิดแพลททินั่ม มีค่าความต้านทานมาตรฐานเท่ากับ 100 โอห์มที่อุณหภูมิ 0°C นิยมใช้งานในย่านการวัดอุณหภูมิ 0 - 400°C โดยย่านการวัดของอาร์ทีดีชนิดแพลททินั่มอยู่ในช่วงอุณหภูมิ -40°C ถึง 1200°C มีค่าความถูกต้องอยู่ในช่วง 0.2% ถึง 1.2% โดยทั่วไป RTD PT100 ที่นำไปใช้งานอยู่ในปลอกโลหะหรือโพรบ (temperature probe) โดยนำแกนที่พันด้วยเส้นลวดมาติดตั้งที่บริเวณปลายของโพรบวัดอุณหภูมิหรือเทอร์โมเวลล์ เพื่อใช้สัมผัสกับตัวกลางใดๆ ที่ต้องการวัดอุณหภูมิโดยไม่เกิดการเสียหาย อุปกรณ์เพิ่มเติมสำหรับการติดตั้งอาร์ทีดีเพื่อวัดอุณหภูมิในกระบวนการ

3. การออกแบบเครื่องทำน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

3.1 โครงสร้างของแผงเก็บรังสีอาทิตย์

แผงตัวเก็บรังสีอาทิตย์สำหรับงานวิจัยเป็นแบบแผ่นเรียบ แสดงดังรูปภาพที่ 3 โครงสร้างประกอบไปด้วย อลูมิเนียม ท่อทองแดง แผ่นสังกะสี และฉนวนกันความร้อน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1) แผงเก็บรังสีอาทิตย์มีขนาดกว้าง 1 เมตร และยาว 2 เมตร

2) ท่อทองแดงที่ใช้ในแผง ใช้ขนาด 6/8 นิ้ว ยาว 1 เมตร 20 เซนติเมตร จำนวน 2 เส้น เพื่อให้น้ำไหลเข้าและให้น้ำไหลออก และท่อขนาด 3/8 นิ้ว ยาว 1 เมตร 80 เซนติเมตร จำนวน 8 เส้น ใช้สำหรับให้น้ำไหลจากด้านล่างขึ้นด้านบน

3) กรอบของแผงรอบด้าน จำนวน 4 ชิ้น ยาว 2 เมตร กว้าง 1 เมตร ทำจากอลูมิเนียม และใช้อลูมิเนียมฉาก จำนวน 8 ชิ้น เพื่อปิดมุมและด้านข้างของแผงให้ปิดสนิทกัน

4) ฝาหลังของแผง ทำจากแผ่นสังกะสีแบบเรียบ ยาว 2 เมตร กว้าง 1 เมตร

5) แผ่นสังกะสีแบบลอน จำนวน 2 แผ่น ใช้สำหรับปิดท่อทองแดงเพื่อให้ช่วยดูดความร้อน

6) ฉนวนกันความร้อน ยาว 2 เมตร จำนวน 2 แผ่น ไว้ด้านล่างสุดของแผง (ใต้ท่อทองแดง)

7) เส้นลวด ใช้สำหรับมัดให้สังกะสีและท่อทองแดงให้ติดกัน

8) กระจกใส ยาว 1 เมตร 90 เซนติเมตร กว้าง 90 เซนติเมตร ใช้สำหรับรับความร้อนและช่วยป้องกันความร้อนที่มีอยู่ไม่ให้ถูกระบายออกไปนอกแผง

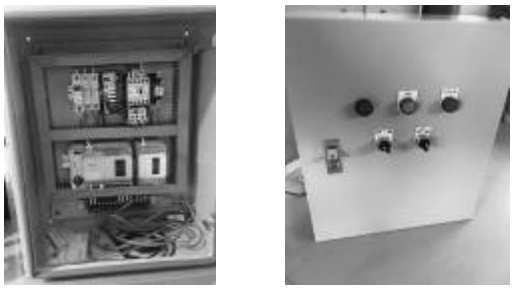
9)

รูปภาพที่ 3 แผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์

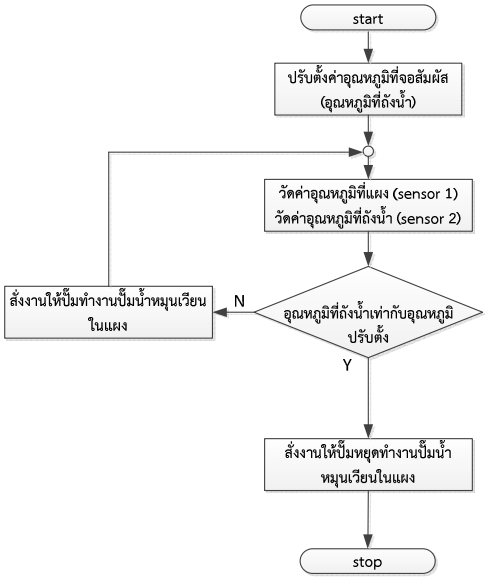
3.2 โครงสร้างระบบควบคุม

ระบบควบคุมการทำงานของระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ถูกควบคุมด้วยพีแอลซี ระบบจะเริ่มปรับตั้งอุณหภูมิที่ถังเก็บน้ำร้อนผ่านหน้าจอสัมผัส นอกจากนั้นระบบการทำงานของระบบยังสามารถแบ่งเป็นสองระบบ คือ ระบบสั่งงานด้วยมือ และระบบอัตโนมัติ ด้วยการเลือกระบบการทำงานสามารถเลือกได้จากสวิตซ์หน้าตู้ระบบควบคุมแสดงดังรูปภาพที่ 4

การควบคุมการทำงานของพีแอลซีแสดงดังรูปภาพที่ 5 ระบบจะทำการรับค่าจากเซนเซอร์ตรวจสอบอุณหภูมิจากบนแผงทำน้ำร้อนและในถังที่เก็บน้ำ ถ้าอุณหภูมิที่ถังเก็บน้ำต่ำกว่าค่าที่ปรับตั้งระบบจะสั่งงานให้ปั๊มน้ำทำงานโดยจะควบคุมน้ำให้หมุนเวียนในระบบจนกว่าอุณหภูมิของน้ำในถังเท่ากับค่าอุณหภูมิที่ปรับตั้งและระบบจะงานให้ปั๊มหยุดทำงาน



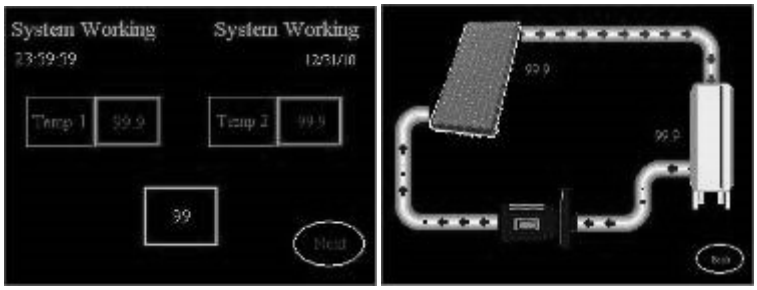
รูปภาพที่ 4 ตู้ระบบควบคุม



รูปภาพที่ 5 ไดอะแกรมการทำงานของระบบ

3.4 การออกแบบจอแสดงผลจอสัมผัส

จอสัมผัสทำหน้าที่แสดงอุณหภูมิโดยระบบจะทำการวัดอุณหภูมิ 2 จุด คืออุณหภูมิที่แผงทำน้ำร้อนและอุณหภูมิที่ถังน้ำใช้เพื่อเปรียบเทียบอุณหภูมิที่แผงกับถังน้ำใช้แสดงดังรูปภาพที่ 11 แสดงการทำงานโดยรวมของระบบ และมีช่องสำหรับป้อนค่าอุณหภูมิที่ต้องการ สำหรับจอแสดงผลแบบสัมผัสที่ใช้ รุ่น PV035-TST เป็นจอแบบสัมผัส ขนาด 3.5 นิ้ว



รูปภาพที่ 6 หน้าจอแสดงอุณหภูมิละป้อนค่าอุณหภูมิที่ต้องการ

4. ผลการทดลอง

4.1 การทดสอบผลการค่าอุณหภูมิ

ผลการวัดอุณหภูมิของระบบการทดสอบความถูกต้องของอุณภูมิที่ระบบทำการวัดเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากเทอร์โมมิเตอร์พบว่าระบบสามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ถูกต้องแสดงดังรูปภาพที่ 7

รูปภาพที่ 7 แสดงอุณหภูมิของน้ำร้อนระหว่างพีที100กับเทอร์โมมิเตอร์

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพแผง

การทดสอบประสิทธิภาพการทำความร้อนของแผงโดยทดสอบความสามารถการทำความร้อนของแผงโดยควบคุมให้ปั๊มน้ำหมุนเวียนน้ำเข้าไปในแผงเก็บรังสีแสงอาทิตย์โดยช่วงเวลาที่ทำการทดสอบคือช่วงเวลา 10.45 -14.25 น. พบว่าแผงเก็บรังสีอาทิตย์สามารถผลิตน้ำร้อนที่แผงได้อุณหภูมิสูงสุด 93.3 องศาเซลเซียส ที่ช่วงเวลา 13:15 - 13:25 น. แสดงดังตารางที่ 1

4.3 ผลการทดสอบประสิทธิการผลิตน้ำร้อนของระบบ

การทดสอบการผลิตน้ำร้อนของระบบโดยทดสอบความสามารถการความร้อนที่ถังเก็บน้ำของระบบโดยให้ระบบทำงานแบบอัตโนมัติพบว่าความสามารถของระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตน้ำร้อนมีค่าอุณหภูมิได้สูงสุดที่อุณหภูมิ 54 องศาเซลเซียสในช่วงเวลา 13:15 - 13:25 น.

ตารางที่1 แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของแผง

ช่วงเวลาที่ทดลอง	อุณหภูมิที่วัดได้ (องศาเซลเซียส)
10:45 - 10:55	40.0
11:00 - 11:20	47.0
11:25 - 11:55	49.2
12:00 - 12:10	63.2
12:15 - 12:35	88.0
12:40 - 13:10	92.0
13:15 - 13:25	93.3
13:30 - 13:50	92.4
13:55 - 14:25	90.4

5. บทสรุป

ระบบผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมด้วยพีแอลซีสามารถผลิตน้ำร้อนได้ โดยระบบที่ออกแบบสามารถผลิตน้ำร้อนโดยใช้แผงรับรังสีแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบเป็นตัวรับพลังงานความร้อนขนาด 2 ตารางเมตร การควบคุมการทำงานและอุณหภูมิด้วยพีแอลซี การควบคุมอุณหภูมิจะทำการวัดอุณหภูมิ 2 จุด คือที่แผลรับรังสีแสงอาทิตย์และที่ถังเก็บน้ำและใช้พีแอลซีเป็นตัวประมวลผลในการทำงานของปั๊มควบคุมการไหลเวียนน้ำในระบบ จากผลการทดลองการทำงานของระบบผลิตน้ำร้อนพบว่าระบบสามารถผลิตน้ำร้อนได้อุณหภูมิสูงสุด 47 องศาเซลเซียส

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอคุณสำนักวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม โดยงานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนงบประมาณรายได้ จากมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐมปีงบประมาณ 2558 ปี พ.ศ. ที่วิจัยสำเร็จ 2558 ภายใต้โครงการวิจัยบูรณาการนักศึกษาและอาจารย์เพื่อการพัฒนาท้องถิ่นและความเป็นเลิศทางวิชาการ

7. เอกสารอ้างอิง

[1] มารีนา มะหนิ (2542). วิศวกรรมพลังงานแสงอาทิตย์, คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
[2] สกนต์ คล่องบุญจิต (2552). ความรู้พื้นฐานระบบน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ในอุตสาหกรรม, คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
[3] Felix A. Peuser, Karl-Heinz Remmers, Martin Schnauss (2554), การออกแบบและติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนรังสีอาทิตย์, กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน
[4] ข้อแนะนำเพื่อการติดตั้งระบบผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์ (2556), กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน
[5] จรุวัตร์ คชรินทร์ ทวีวัฒน์ สุภารส สุจินต์ จิระชีวะนันท์ และมานนท์ สังข์กลิ่นหอม “เครื่องผลิตน้ำร้อนพลังงานแสงอาทิตย์แบบแผ่นเรียบโดยใช้เอทานอลเป็นสารแลกเปลี่ยนความร้อน” การประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยกรุงเทพ