



การวัดความเข้มแสงเพื่อปรับมุมที่เหมาะสมในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ ของตำบลนาจั่วในจังหวัดเพชรบูรณ์ด้วยเครื่องวัดความเข้มแสงราคาถูก จากอาร์ดูโน

Measurement of Light Intensity to Adjust The Proper Angle for Installing Solar Cells in Na Ngua Sub-District, Phetchabun Province with a Cheap Light Intensity Meter from Arduino

ศานิตย์ สุวรรณวงศ์^{1*}, อาทิตย์ หุเต๋ม² และเจษฎาพร ปาคำวัง³

Sanit Suwanwong^{1*}, Artit Hutem² and Jetsadaporn Pakamwang³

¹สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

²สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

³สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

¹Division of Physics, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University

²Division of science education, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University

³Division of computer science, Faculty of Science and Technology, Phetchabun Rajabhat University

*Corresponding author E-mail: sanit.suw@pcru.ac.th โทร. 087-0115315

บทคัดย่อ

จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัดที่มีผลผลิตทางการเกษตรที่หลากหลาย ในการทำเกษตรกรรมนั้นมีการใช้ไฟฟ้าการทำสวนและทำไร่ ซึ่งมีพื้นที่ห่างจากการไฟฟ้าเข้าถึง พลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการเป็นพลังงานทดแทน ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อประดิษฐ์เครื่องวัดความเข้มแสงราคาถูกจากบอร์ด Arduino และสำรวจมุมที่เหมาะสมในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ตำบลนาจั่ว อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการวัดความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตำบลนาจั่ว จังหวัดเพชรบูรณ์ ด้วยการประดิษฐ์เครื่องวัดความเข้มแสงราคาถูกจากบอร์ด Arduino Mega ใช้เซนเซอร์แสง LDR ซึ่งวัดค่าได้ต่ำสุดเป็น 16 (เทียบกับเครื่องวัดความเข้มแสง Solar Power Meter พบว่าช่วงความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุดระหว่าง 945 - 1180 W/m²) และค่าจากเซนเซอร์แสงวัดได้สูงสุดเป็น 40 (ความเข้มแสงอาทิตย์ต่ำสุดระหว่าง 110 - 122 W/m²) จากนั้นทำการศึกษาเพิ่มเติมด้วยการใช้เซนเซอร์ LDR 4 อัน ปรับให้มีมุมเมื่อเทียบกับแนวราบหันไปทางทิศใต้เป็นมุม 0 องศา 16.0 องศา 16.5 องศา และ 17.0 องศา พบว่า มุมเอียง 16.5 องศาให้ค่าที่วัดจาก LDR ต่ำสุด (ความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุด) ซึ่งสอดคล้องกับพื้นที่ตำบลนาจั่ว จังหวัดเพชรบูรณ์ที่มีละติจูดที่ 16.52

คำสำคัญ: ความเข้มแสงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์ ตำบลนาจั่ว Arduino LDR

Abstract

Phetchabun is a province with abundant agricultural products. Farming is electrified, gardening and farming. There is an area away from access to electricity. Solar energy is a suitable alternative to renewable energy. The researcher aimed to fabricate a cheap light intensity meter from an Arduino board and explored the appropriate angle to install solar cells in Na Ngua sub-district, Mueang District, Phetchabun Province. In measuring the sunlight intensity by inventing a light intensity meter that is priced as low from the Arduino Mega board can use a light sensor LDR as low as 16 (compared to Solar Power Meter found that the maximum solar intensity range

between $945 - 1180 \text{ W/m}^2$) and a maximum light sensor as 40 (minimum solar intensity between $110 - 122 \text{ W/m}^2$). Four LDR sensors were then adjusted so that the angles relative to the horizontal facing south were 0° , 16.0° , 16.5° and 17.0° . It was found that the inclination angle of 16.5° gave the lowest value (maximum solar intensity), which corresponds to the Na Ngua sub-district area Phetchabun Province with a latitude of 16.52.

Keywords: Light Intensity, Solar Cell, Na Ngua Sub-District, Arduino, LDR

บทนำ

จังหวัดเพชรบูรณ์เป็นจังหวัดที่มีผลผลิตทางการเกษตรอย่างมากมาย ได้แก่ ข้าว มะขาม ยาสูบ กะหล่ำ เป็นต้น ในการทำเกษตรกรรมนั้นมีการใช้ไฟฟ้าในการที่จะต้องใช้ปั๊มน้ำเพื่อสูบน้ำจากแหล่งน้ำบาดาลหรือบ่อกักเก็บน้ำโดยนำมาใช้ในการรดน้ำพืชผลทางการเกษตร ใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อให้ความสว่างจากหลอดไฟในตอนกลางคืนใช้ในการทำสวนและทำไร่ ซึ่งมีพื้นที่ห่างจากการไฟฟ้าเข้าถึง จากปัญหานี้เกษตรกรจะต้องใช้เครื่องปั่นไฟ ทำให้ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายจากค่าน้ำมันเป็นเชื้อเพลิง ฉะนั้นพลังงานแสงอาทิตย์จึงเป็นทางเลือกที่เหมาะสมในการเป็นพลังงานทดแทน ซึ่งไม่มีหมดสิ้น โดยสามารถใช้ตลอดเวลาที่มีแสงอาทิตย์ในตอนกลางวัน สำหรับในเวลากลางวันใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่ได้จากการกักเก็บจากเซลล์แสงอาทิตย์ ดังนั้น ผู้วิจัยจึงสนใจสำรวจการติดตั้งพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมกับการใช้งานโซลาร์เซลล์ ในตำบลนาจั่ว อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ณ ถนน รัตนกร และชลธี โพธิ์ทอง, 2564 ได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (microcontroller) จาก อาร์ดูโน (arduino) รุ่น Mega 2560 ด้วยการเขียนโค้ดบนโปรแกรม Arduino IDE โดยใช้ภาษา C++ โดยการเขียนโปรแกรมควบคุมเซนเซอร์วัดความเข้มแสงเพื่อวัดความเข้มแสง Mandal, S. and Singh, D., 2017 ได้ใช้เซนเซอร์แสงจาก LDR ในการตรวจวัดความเข้มแสง Setya, W. et al., 2019 และ Rath, D.K., 2016 แสดงให้เห็นว่าเมื่อแสงตกกระทบบน LDR จะทำให้ความต้านทานไฟฟ้าลดลง และมีแรงดันไฟฟ้าเปลี่ยนแปลง Pradeep, K.P.J. et al., 2014 ตรวจสอบความเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าจาก arduino โดยต่อที่ขา Analog ที่ให้ค่า 1024 ค่า (ตั้งแต่ 0 - 1023)

ในงานวิจัยนี้ได้ประดิษฐ์เครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ราคาถูกจากเซนเซอร์ LDR แล้วส่งผล analog มายังบอร์ด Arduino Mega ซึ่งมีราคาโดยรวมประมาณ 1,000 บาท เพื่อวัดความเข้มแสงอาทิตย์ โดยเปรียบเทียบกับเครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ (Solar Power Meter) จากนั้นทำศึกษาเพิ่มเติม โดยการวัดมุมที่เหมาะสมต่อการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยการใช้เซนเซอร์ LDR 4 อัน ปรับมุมเอียงในแนวทิศเหนือ-ใต้ ทั้ง 4 มุม ได้แก่ 0° , 16.0° , 16.5° , 17.0° องศา ซึ่งสอดคล้องกับพื้นที่ในตำบลนาจั่ว จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่อยู่ในพิกัดละติจูดที่ 16.52 เพื่อแสดงมุมที่ทำให้มีความเข้มแสงสูงสุดที่เหมาะสมในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในตำบลนาจั่ว จังหวัดเพชรบูรณ์

วัตถุประสงค์

1. เพื่อประดิษฐ์เครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ที่ราคาถูกด้วยอาร์ดูโน
2. เพื่อแสดงมุมที่เหมาะสมในการวางติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ที่ตำบลนาจั่ว จังหวัดเพชรบูรณ์ จากเซนเซอร์แสง LDR ของบอร์ดอาร์ดูโน

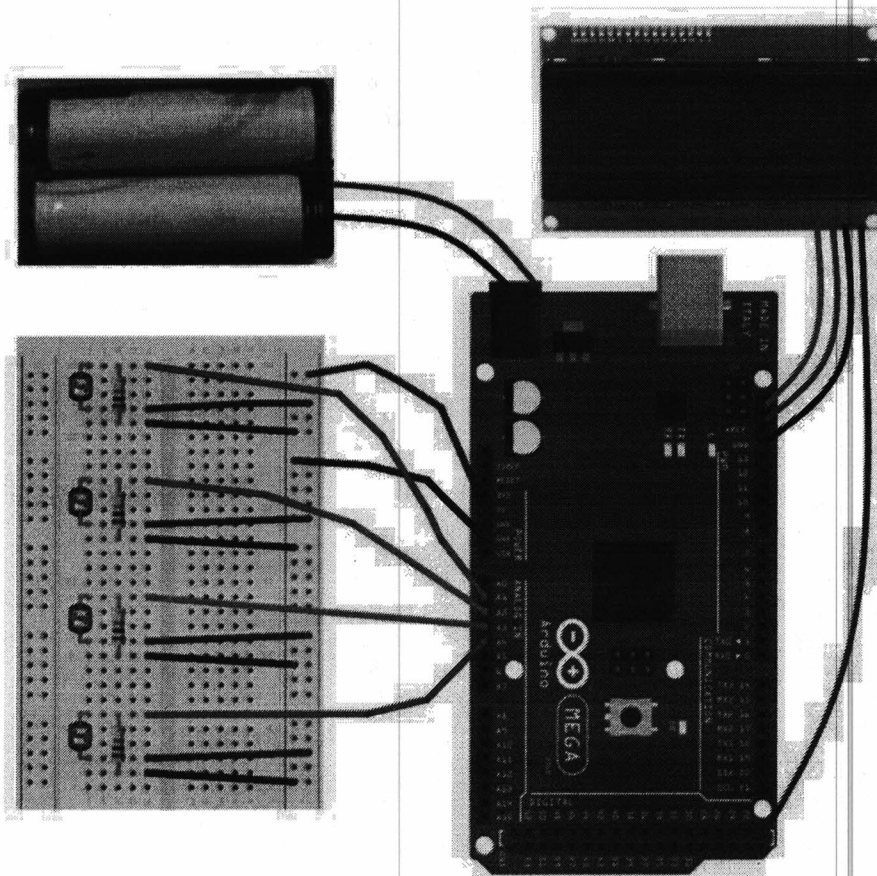
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวัดมุมที่ได้รับพลังงานแสงอาทิตย์ที่เหมาะสมในการติดตั้งโซลาร์เซลล์นั้น จะต้องวางแผงโซลาร์เซลล์ในแนวทิศเหนือ-ใต้ โดยทำมุมกับแนวราบลาดเอียงทางทิศเหนือเอียงไปทางทิศใต้เป็นมุมที่เหมาะสมซึ่งแตกต่างกันในแต่ละพื้นที่ ในงานวิจัยนี้ใช้อุปกรณ์ดังจรรยาบรรณภาพที่ 1 ประกอบไปด้วยบอร์ด Arduino รุ่น Mega เซนเซอร์แสง LDR แบตเตอรี่ลิเทียม บอร์ดทดลอง จอ LCD และเครื่องวัดความเข้มแสง Solar Power Meter รุ่น SM206-SOLAR ดังภาพที่ 2 ผู้วิจัยได้ใช้พื้นที่ในตำบลนาจั่ว จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งตั้งอยู่ในพิกัดละติจูดที่ 16.52 จึงได้ใช้

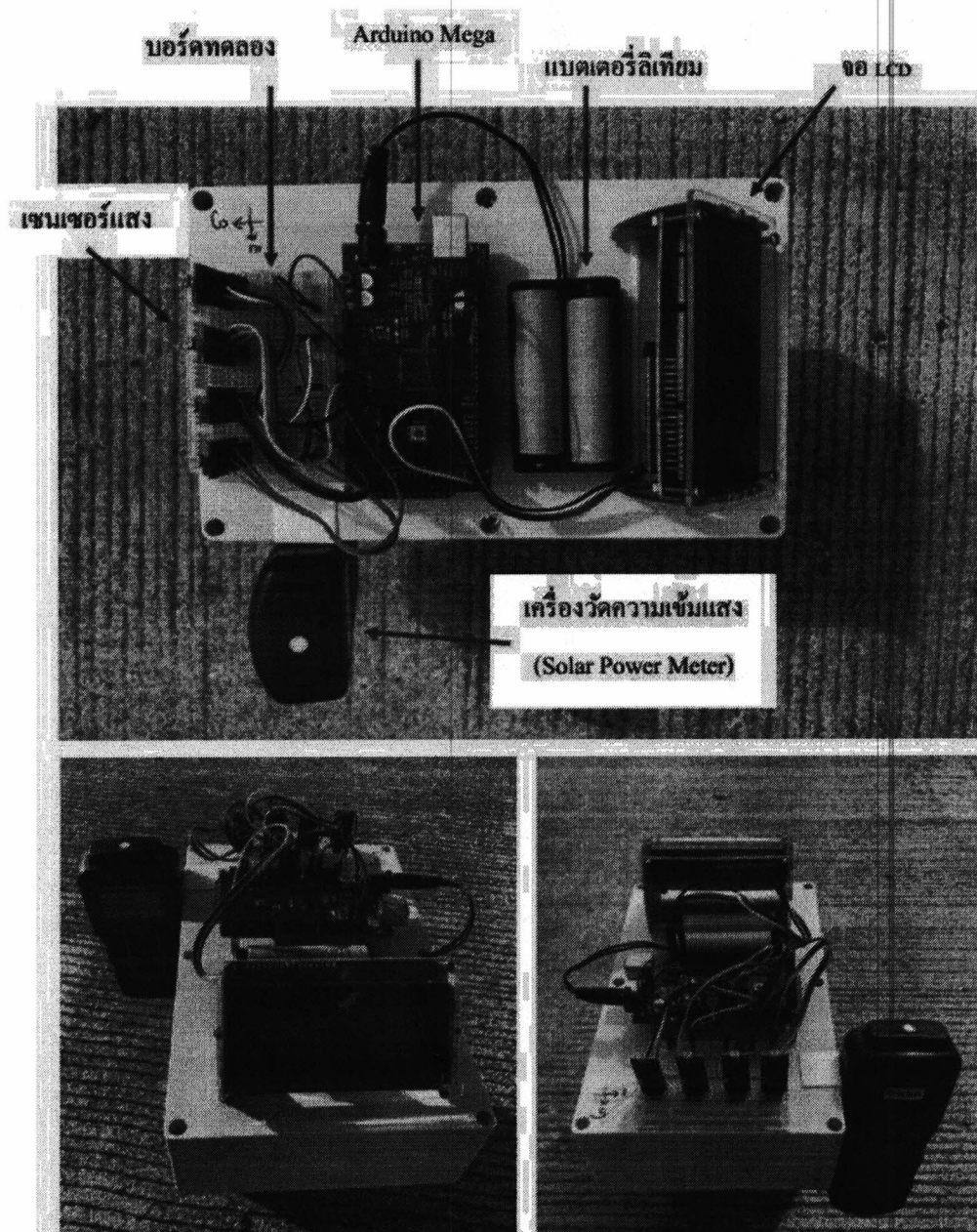
เซนเซอร์แสง LDR จำนวน 4 อัน ต่อเข้ากับขา analog ของบอร์ด Arduino ซึ่งสามารถให้ค่าออกมาได้ 1024 ค่า โดยมีหลักการทำงานคือเมื่อได้รับแสงอาทิตย์ที่มีความเข้มแสงสูงจะทำให้ความต้านทานลด (ค่า analog ลดลง) และความเข้มแสงลดลงจะทำให้ค่าความต้านทานสูงขึ้น (ค่า analog มีค่าสูง) จากตารางที่ 1 นำ LDR ปรับทำมุมกับแนวราบเป็นมุม 0 องศา (ขา Analog A1) มุม 16.0 องศา (ขา Analog A2) มุม 16.5 องศา (ขา Analog A3) และมุม 17.0 องศา (ขา Analog A4) ในงานวิจัยนี้มีการวัดความเข้มแสงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

1. วัดความเข้มแสงอาทิตย์จากเครื่อง Solar Power Meter เปรียบเทียบกับจากเซนเซอร์แสง LDR ส่งข้อมูลมายังบอร์ด Arduino Mega โดยการเขียนโค้ดบนโปรแกรม Arduino IDE โดยการแสดงผลเป็นค่า analog เมื่อแสงตกกระทบ LDR จะทำค่าความต้านทานไฟฟ้าลดลง จึงทำให้ค่า analog ลดลง พร้อมกับบันทึกค่าความเข้มแสงของเครื่อง Solar Power Meter ในหน่วยวัดเป็น W/m^2 และค่าความเข้มแสงอาทิตย์จากเซนเซอร์แสง LDR ของบอร์ด Arduino Mega

2. วัดความเข้มแสงอาทิตย์จากเซนเซอร์แสง LDR ทั้ง 4 มุม ดังนี้ 0 16.0 16.5 17.0 องศา โดยส่งข้อมูลมายังบอร์ด Arduino Mega โดยการเขียนโค้ดบนโปรแกรม Arduino IDE เพื่อตรวจสอบหามุมที่ทำให้ความเข้มแสงสูงสุดซึ่งส่งผลที่เหมาะสมต่อพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อใช้ในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์



ภาพที่ 1 วงจรของเครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ด้วยอาร์ดุยโน



ภาพที่ 2 เครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ด้วยอาร์ดุยโน

ตารางที่ 1 มุมที่ใช้วัดความเข้มแสงของเซนเซอร์แสง LDR

เซนเซอร์แสง	มุมที่ปรับจากแนวราบ	ขา Analog
0d	0 องศา	A1
16.0d	16.0 องศา	A2
16.5d	16.5 องศา	A3
17.0d	17.0 องศา	A4

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบค่าความเข้มแสงจากเครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter) กับเซนเซอร์แสง LDR จาก Arduino Mega

ช่วงความเข้มแสง (W/m^2)	ค่าจากเซนเซอร์แสง LDR
945 - 1180	16
910 - 921	17
890 - 900	18
729 - 889	19
666 - 722	20
650 - 660	21
631 - 649	22
563 - 630	23
520 - 543	24
331 - 346	25
319 - 322	26
303 - 313	27
298 - 299	28
260 - 276	29
230 - 259	30
212 - 229	31
183 - 211	32
178 - 182	33
162 - 177	34
150 - 161	35
110 - 122	40

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบค่าความเข้มแสงจากเครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter) กับเซนเซอร์แสง LDR จาก Arduino Mega ที่มุมต่างๆ

เวลา	ความเข้มแสง (W/m^2)	มุมเอียงของเซนเซอร์แสง LDR			
		0 องศา	16.0 องศา	16.5 องศา	17.0 องศา
9:00	204	33	40	32	40
10:00	276	30	36	29	37
11:00	889	22	24	20	29
12:00	1181	18	20	16	25
13:00	888	23	25	21	30
14:00	729.5	20	22	18	25
15:00	346.7	28	31	25	33

ผลการวิจัย

1. ผลการวัดความเข้มแสงอาทิตย์จากเครื่องวัดความเข้มแสงกับจากเซนเซอร์แสง LDR

ในการวัดความเข้มแสงอาทิตย์ที่ตำบลนางั่ว อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยใช้เครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter) โดยเปรียบเทียบกับเซนเซอร์แสง LDR ส่งค่าเป็น analog ไปยังบอร์ด Arduino Mega แสดงผลผ่านหน้าจอ LCD 2004 แบบ 4 แถว 20 ตัวอักษร แสดงผลในตารางที่ 2 พบว่า มีช่วงความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุดระหว่าง $945 - 1180 \text{ W/m}^2$ อ่านค่าจากเซนเซอร์แสงได้ต่ำสุดเป็น 16 และมีช่วงความเข้มแสงอาทิตย์ต่ำสุดระหว่าง $110 - 122 \text{ W/m}^2$ อ่านค่าจากเซนเซอร์แสงได้สูงสุดเป็น 40

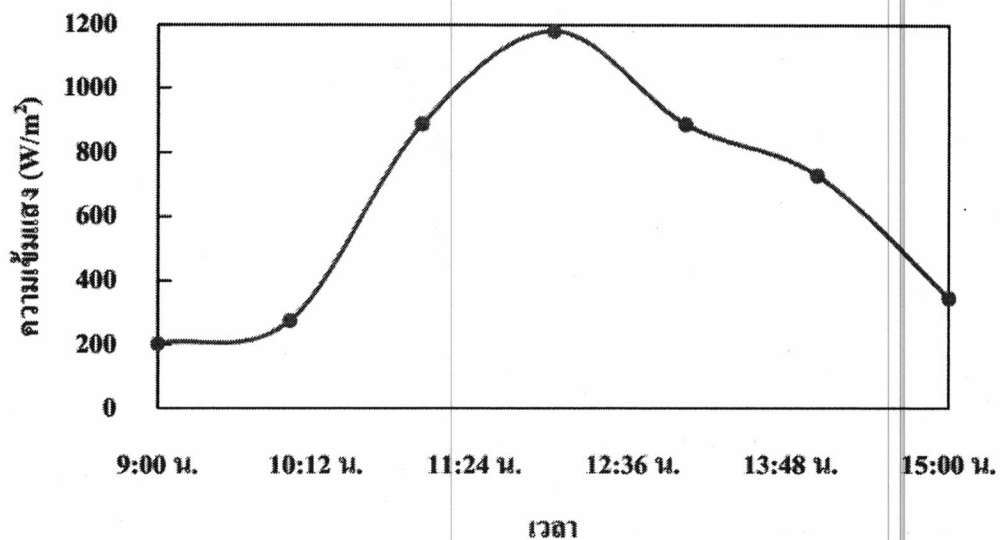
2. ผลการวัดความเข้มแสงอาทิตย์จากเซนเซอร์แสงเทียบกับมุมต่างๆ

ที่ตำบลนางั่ว อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ ตั้งอยู่ที่ละติจูดที่ 16.52 ผู้วิจัยจึงได้ทำการต่อระบบเครื่องวัดความเข้มแสงด้วยเซนเซอร์ LDR จำนวน 4 อัน เข้ากับบอร์ด Arduino โดยที่เซนเซอร์แสงทั้ง 4 อัน ปรับให้มีมุมเมื่อเทียบกับแนวราบหันไปทางทิศใต้เป็นมุม 0 องศา (0d), มุม 16.0 องศา (16.0d), มุม 16.5 องศา (16.5d) และมุม 17.0 องศา (17.0d) ดังตารางที่ 3 พบว่า ช่วงเวลาตั้งแต่ 9:00 – 12:00 น. ความเข้มแสงอาทิตย์เพิ่มขึ้น จนถึง 12:00 น. ดังรูปภาพที่ 2 (มีค่าจากเซนเซอร์แสง LDR มีค่าต่ำสุด ดังรูปภาพที่ 3) และช่วงเวลาตั้งแต่ 12:00 – 15:00 น. ความเข้มแสงอาทิตย์ลดลง จนถึง 15:00 น. ดังรูปภาพที่ 3 (มีค่าจากเซนเซอร์แสง LDR มีค่าสูงขึ้น ดังรูปภาพที่ 4) ดังนั้น ที่เวลา 12:00 น. ที่มุมเอียง 16.5 องศาจากแนวราบ มีค่าจากเซนเซอร์แสง LDR มีค่าต่ำสุด ซึ่งทำให้มีค่าความเข้มแสงจากเครื่องวัดความเข้มแสงมีค่าสูงสุดทุกช่วงเวลาที่วัดพลังงานแสงอาทิตย์ จึงสอดคล้องกับพื้นที่ตำบลนางั่ว จังหวัดเพชรบูรณ์ที่มีพิกัดละติจูดที่ 16.52

อภิปรายผล

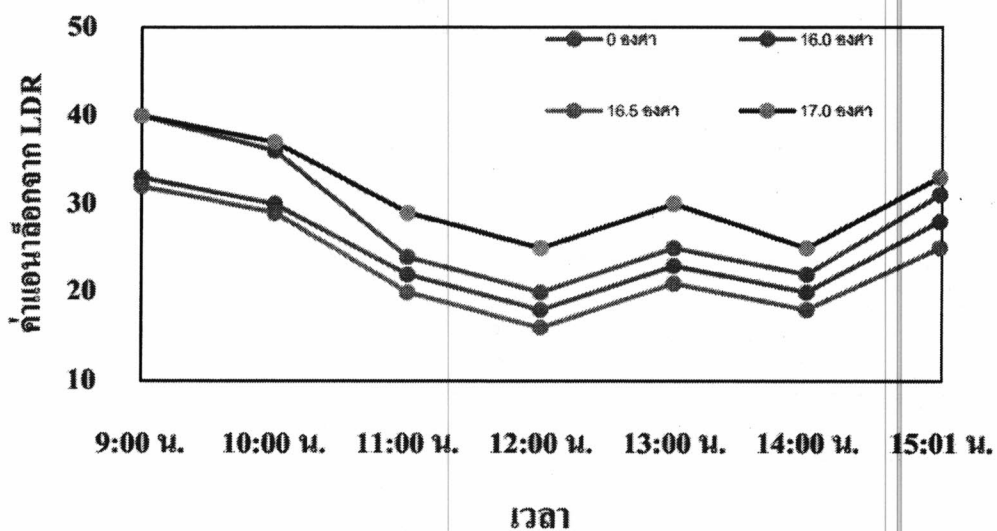
ในการวัดความเข้มแสงจากเครื่องวัดความเข้มแสง (Solar Power Meter) โดยเปรียบเทียบกับเซนเซอร์แสง LDR ส่งค่าเป็น analog ไปยังบอร์ด Arduino Mega พบว่า มีช่วงความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุด ซึ่งอ่านค่าจากเซนเซอร์แสงได้ต่ำสุด และมีช่วงความเข้มแสงอาทิตย์ต่ำสุด อ่านค่าจากเซนเซอร์แสงได้สูงสุด แสดงให้เห็นว่าเซนเซอร์แสง LDR ที่ใช้กับบอร์ด Arduino Mega สามารถใช้แทนเครื่องวัดความเข้มแสง Solar Power Meter ได้ และมีราคาที่ถูกกว่า จากการศึกษาเพิ่มเติม ผู้วิจัยจึงได้ประดิษฐ์เครื่องวัดความเข้มแสงด้วยเซนเซอร์ LDR จำนวน 4 อัน เข้ากับบอร์ด Arduino โดยปรับมุมทั้ง 4 อันเมื่อเทียบกับแนวราบหันไปทางทิศใต้ พบว่า ที่มุมเอียง 16.5 องศาจากแนวราบ มีค่าจากเซนเซอร์แสง LDR มีค่าต่ำสุด ซึ่งให้ค่าความเข้มแสงสูงสุดทุกช่วงเวลาที่วัดพลังงานแสงอาทิตย์ จึงสอดคล้องมุมที่ใช้ติดตั้งโซลาร์เซลล์กับพื้นที่ตำบลนางั่ว จังหวัดเพชรบูรณ์ ซึ่งตั้งอยู่ละติจูดที่ 16.52 ดังนั้น มุมที่เหมาะสมในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ตำบลนางั่ว อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ คือมุม 16.5 องศาที่เทียบกับแนวราบ และเอียงไปทางทิศใต้ ซึ่งสามารถใช้เครื่องวัดความเข้มแสงอาทิตย์ราคาถูกด้วยอาร์ดุยโนในการวัดความเข้มแสงจากมุมเอียงต่างๆ เพื่อแสดงมุมที่เหมาะสมในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์

ตัวอย่างการวัดความเข้มแสง วันที่ 23 พ.ย. 2565



ภาพที่ 3 ตัวอย่างวัดความเข้มแสงอาทิตย์ด้วยเครื่องวัดความเข้มแสง

ตัวอย่างการวัดความเข้มแสง วันที่ 23 พ.ย. 2565



ภาพที่ 4 ตัวอย่างวัดความเข้มแสงอาทิตย์ด้วยเซนเซอร์แสง LDR จาก Arduino Mega

สรุป

ในการวัดความเข้มแสงจากเซนเซอร์แสง LDR ด้วยบอร์ด Arduino Mega เมื่อ LDR กระทบกับแสงอาทิตย์จะมีค่า analog ลดลง (มีช่วงความเข้มแสงอาทิตย์สูงสุด) ตามปริมาณความเข้มแสงที่ตรงกระทบ ซึ่ง สามารถแทนเครื่องวัดความเข้มแสง Solar Power Meter ได้ และมีราคาที่ถูกลงกว่า

จากนั้นประดิษฐ์เครื่องวัดความเข้มแสงด้วยเซนเซอร์ LDR จำนวน 4 อัน พบว่า ที่มุมเอียง 16.5 องศาจากแนวนราบ มีค่าจากเซนเซอร์แสง LDR มีค่าต่ำสุด ซึ่งให้ความเข้มแสงสูงสุดทุกช่วงเวลาที่วัดพลังงานแสงอาทิตย์ จึงสอดคล้องมุมที่ใช้ติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์กับพื้นที่ตำบลนางัว จังหวัดเพชรบูรณ์ ที่มีพิภคละติจูด 16.52 เทียบกับแนวนราบ และเอียงไปทางทิศใต้

องค์ความรู้ใหม่และผลที่เกิดต่อสังคม ชุมชน ท้องถิ่น

ในงานวิจัยนี้ บุคคลทั่วไปสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการจัดการพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อติดตั้งนำไปใช้งานเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้า อีกทั้งพลังงานแสงอาทิตย์ยังเป็นพลังงานสะอาดไม่ก่อให้เกิดมลภาวะเป็นพิษต่อสังคม ชุมชนและท้องถิ่น

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ได้รับการสนับสนุนจากสาขาวิชาฟิสิกส์ งานศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี และสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ซึ่งได้รับทุนอุดหนุนงานวิจัย งบประมาณเงินรายได้ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประเภทโครงการทุนอุดหนุนงานวิจัยการจัดการความรู้และการถ่ายทอดเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาชุมชน ท้องถิ่นและสังคม ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2565

เอกสารอ้างอิง

- ณัฏฐ์ รัตนกร และชลธิ์ โพธิ์ทอง. (2564). ระบบตรวจวัดความเข้มรังสีอาทิตย์ราคาประหยัดด้วยเทคนิคการประมาณค่าจากเซนเซอร์วัดความสว่าง. *วารสารวิจัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย*, 13(2), 382-392.
- Mandal, S. and Singh, D. (2017). Real time data acquisition of solar panel using arduino and further recording voltage of the solar panel. *International Journal of Instrumentation and Control Systems*, 7(3), 15-25.
- Pradeep, K.P.J., Sai Prasad Reddy, K., Chandra Mouli, C., Nagabhushan Raju, K. (2014). Development of dual-axis solar tracking using arduino with lab view. *International Journal of Engineering Trends and Technology*, 17(7), 321-324.
- Rath, D.K. (2016). Arduino based: Smart light control system. *International Journal of Engineering Research and General Science*, 4(2), 784-790.
- Setya, W., Ramadhana, A., Restu Putri, H., Santoso, A., Malik, A. and Chusni, M. (2019). Design and development of measurement of measuring light resistance using Light Dependent Resistance (LDR) sensors. *Journal of Physics: Conference Series*, 1402, 044102.
- Tan, N.D., Lee, J., Yazid, M.R., Wajdi Othman, W.A.F. (2019). Mechatronic system: Automated window curtain using LDR. *International Journal of Engineering Creativity and Innovation*, 1(2), 1-7.