เครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

วิศิษฏ์ มหานิล[1,*], อภิชญา ศรีชัยกูล[2] และ อุมาพร พิพิธทอง[2]
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์
[2]หลักสูตรครุศาสตร์บัณฑิตสาขาวิชาฟิสิกส์ คณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและสร้างเครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต รวมถึงการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตกับเครื่องมือมาตรฐาน จากการสอบเทียบสัญญาณที่แปลงจากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (จำนวนบิต) กับค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมมีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นได้สมการในการสอบเทียบ คือ $y = 0.0237x + 0.0242$ มีค่า $R^2 = 1$ และจำนวนบิตกับค่ากระแสไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นได้สมการในการสอบเทียบ คือ $y = 0.238x + 0.2767$ มีค่า $R^2 = 1$ นำสมการทั้งสองมาเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ผลการทดสอบในภาคสนามเป็นเวลา 3 วัน เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับเครื่องมือมาตรฐาน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมเฉลี่ยเท่ากับ 0.73% และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 3.08% ถือว่าค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้มีความใกล้เคียงกับเครื่องมือมาตรฐาน

***ผู้เขียนหลัก** : wisit_new@hotmail.com
คำสำคัญ : เครื่องบันทึกข้อมูล, เซลล์แสงอาทิตย์, อินเตอร์เน็ต, ไมโครคอนโทรลเลอร์

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

Electrical Data Logger of Solar Cell and Data Transmission on Internet System

Wisit Mahanil [1,*], Apichaya Srichaikul[2] and Umaporn Phiphittong[2]

[1]Faculty of Science and Technology Uttaradit Rajabhat University

[2]Bachelor of Education Program in Physics ,Faculty of Education Uttaradit Rajabhat University

Abstract

This research aims to design and create an Electrical Data Logger of Solar and Data Transmission on Internet System. In addition, data obtained from this system were compared with those obtained from standard tools.The signals was converted from analog signals to digital signals.The bit with the voltage have a linear equation of calibration as $y = 0.0237x + 0.0242$ with a value is $R^2 = 1$. The bit with the current have a linear the equation of calibration as $y = 0.238x + 0.2767$ with a value is $R^2 = 1$. These equations were then applied to microcontroller programming. The results of 3-days field evaluation revealed that average percentage discrepancy of voltage and current from Electrical Data Logger of Solar Cell and Data Transmission on Internet System and standard tools were 0.73% and 3.08%, respectively. Overall, it is considered that voltage and current from this tool were compatible to those obtained from standard tools.

***Corresponding Author** : wisit_new@hotmail.com

Keywords : data logger, solar cell, Internet, microcontroller

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

1. บทนำ

เนื่องจากปัจจุบันพลังงานทางเลือกได้ถูกนำมาใช้ทดแทนการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากฟอสซิลมีมากขึ้น เซลล์แสงอาทิตย์เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า[1-3] ด้วยกระบวนการโฟโตโวทาอิก(photovoltaic)[1] การผลิตกระแสไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์จะนิยมใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งในปัจจุบัน วัสดุและอุปกรณ์มีราคาถูกลง ซึ่งสมรรถนะในการผลิตกระแสไฟฟ้าจะขึ้นอยู่กับตัวแปรต่างๆ เช่นความเข้มรังสีแสงอาทิตย์ อุณหภูมิของโมดูล[4] การศึกษาสมรรถนะเป็นสิ่งจำเป็นในการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ดังนั้นในภาคสนามจึงมีการเก็บข้อมูลด้วยเครื่องบันทึกข้อมูล(data logger)[4-7] แต่เนื่องจากเครื่องบันทึกข้อมูลที่ใช้ในการเก็บข้อมูลในภาคสนาม มีราคาแพงและมีขนาดใหญ่เคลื่อนย้ายลำบาก[8]

วุฒิไกร จำรัสแนว[9] ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับ ระบบตรวจวัดเซลล์แสงอาทิตย์ผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต ผลการทดลองหาความคลาดเคลื่อนพบว่าระบบตรวจวัดเซลล์แสงอาทิตย์ผ่านเครือข่ายอินทราเน็ตนี้มีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยกว่า 5% เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน

ผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างเครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต โดยเครื่องมือที่สร้างขึ้นประกอบด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ร่วมกับโมดูลสำหรับเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ต และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการออกคำสั่ง และประมวลผลข้อมูล เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องมือที่สร้างขึ้นจะทำการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ทุกๆ 30 นาที แล้วส่งข้อมูลไปยังระบบอินเตอร์เน็ต และทำการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับเครื่องมือวัดทางไฟฟ้ามาตรฐาน

2. วิธีดำเนินการ

1. ทำการศึกษาและสร้างเครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต (EDTI) ประกอบด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino Mega 2560) ตระกูล AVR โมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า (Voltage Sensor Module) โมดูลนาฬิกา โมดูลสำหรับการเชื่อมต่อระบบอินเตอร์เน็ต (Ethernet Shield W5100) จอแสดงผลแอลซีดี

2. ทำการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino Mega 2560) ตระกูล AVR ให้สามารถรับข้อมูลจากโมดูลวัดแรงดันไฟฟ้า (Voltage Sensor Module) ซึ่งทำการวัดแรงดันไฟฟ้าคร่อมตัวต้านทานขนาด 100 โอห์ม สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้ในช่วง 0 V ถึง 24 V (ซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อก) ดังแสดงในภาพที่ 1 ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถอ่านค่าได้ในลักษณะของสัญญาณบิต (จำนวนบิต) 0 บิต ถึง 1023 บิต (ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอล) และ จำนวนบิตที่วัดได้จะถูกนำมาคำนวณเป็นแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและกระแสไฟฟ้า มีแนวคิดของการออกแบบดังต่อไปนี้

2.1 แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม (V) เกิดจากการสอบเทียบแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม (ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าปรับค่าไฟฟ้าได้ ทดแทนเซลล์แสงอาทิตย์) กับจำนวนบิตด้วยกราฟในภาพที่ 2 เพื่อทำการสอบเทียบ มีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้น ได้สมการเชิงเส้นดังนี้

$$y = 0.0237x + 0.0242 \quad (1)$$

$$R^2 = 1$$

y คือ แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม

x คือ จำนวนบิต

สมการที่ 1 คือ สมการคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายความผันแปร โดยค่า จำนวนบิต สามารถพยากรณ์ค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมได้ถูกต้อง 100% (R^2=1) ดังนั้นกล่าวได้ว่าได้ว่า จำนวนบิต สามารถแปลงเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมได้ (V = IR = จำนวนบิต)

2.2 กระแสไฟฟ้า (I) เกิดจากสอบเทียบกระแสไฟฟ้า (ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าปรับค่าไฟฟ้าได้ ทดแทนเซลล์แสงอาทิตย์) กับจำนวนบิตด้วยกราฟในภาพที่ 3 เพื่อทำการสอบเทียบ มีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้น ได้สมการเชิงเส้นดังนี้

$$y = 0.238x + 0.2767 \quad (2)$$

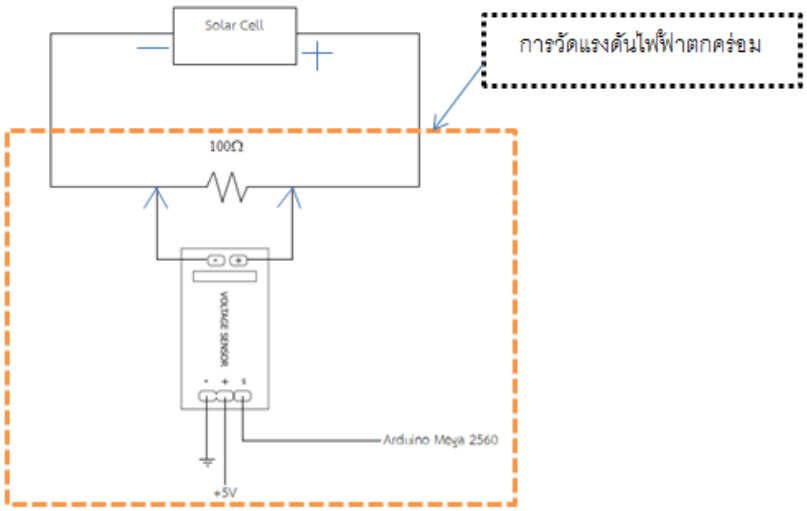
$$R^2 = 1$$

y คือ กระแสไฟฟ้า

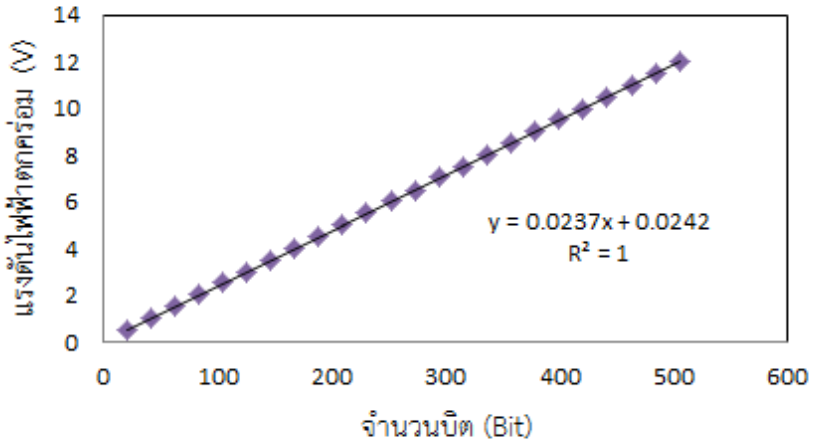
x คือ จำนวนบิต

สมการที่ 2 คือสมการคณิตศาสตร์ที่สามารถอธิบายความผันแปร โดยค่า จำนวนบิต สามารถพยากรณ์ค่ากระแสไฟฟ้าได้ถูกต้อง 100% (R^2=1) ดังนั้นกล่าวได้ว่าได้ว่า จำนวนบิตสามารถแปลงเป็นค่ากระแสไฟฟ้าได้ (I = V/R = จำนวนบิต)

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY

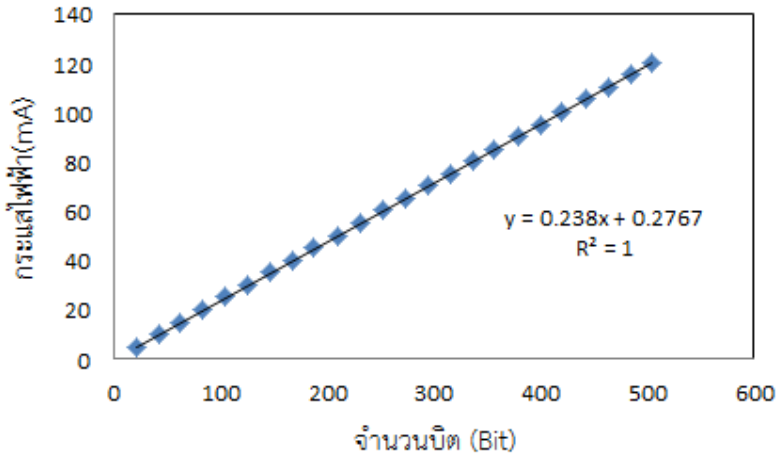


ภาพที่ 1 การใช้โมดูลวัดแรงดันไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์



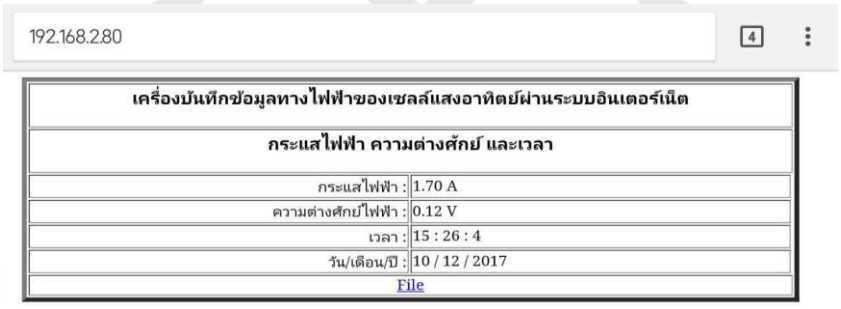
ภาพที่ 2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมกับจำนวนบิตที่วัดโดย EDTI

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY



ภาพที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับจำนวนบิตที่วัดโดย EDTI

3. ทำการเขียนโปรแกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้เครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต (EDTI) สามารถแสดงผลและเก็บข้อมูล ค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า โดยการแสดงผลผ่านจอแสดงผลแอลซีดี เก็บข้อมูลไว้ในหน่วยความจำ (SD Card) และส่งข้อมูลผ่านเร้าท์เตอร์ (รุ่น BR-6228nS V3 ยี่ห้อ Edimax) สำหรับปล่อยสัญญาณไวไฟเชื่อมต่ออินเตอร์เน็ตเพื่อส่งข้อมูลไปที่เว็บ เซิร์ฟเวอร์ ซึ่งจะแสดงข้อมูล เวลา, วันเดือนปี, ค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม และค่ากระแสไฟฟ้า ดังภาพที่ 4 และสามารถกดปุ่ม File เพื่อดาวน์โหลดข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ในหน่วยความจำ (SD Card) เพื่อนำมาใช้งานโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แสดงข้อมูลภาพที่ 5 และมีผังการทำงานของเครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต (EDTI) ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 4 การแสดงผลผ่านอินเตอร์เน็ต

	A	B	C	D
1	8:00:01	14/12/2017	5.76	58.11
2				
3	8:30:01	14/12/2017	8.98	90.71
4				
5	9:00:01	14/12/2017	13.43	135.46
6				
7	9:30:01	14/12/2017	17.39	175.2
8				
9	10:00:01	14/12/2017	17.65	177.82
10				
11	10:30:01	14/12/2017	17.63	177.58

ภาพที่ 5 ไฟล์ข้อมูล

4. ทำการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าที่วัดได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ ระหว่างเครื่องมือมาตรฐาน (ดิจิตอลมัลติมิเตอร์รุ่นUT30B ยี่ห้อ UNI-T) กับเครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต (EDTI)

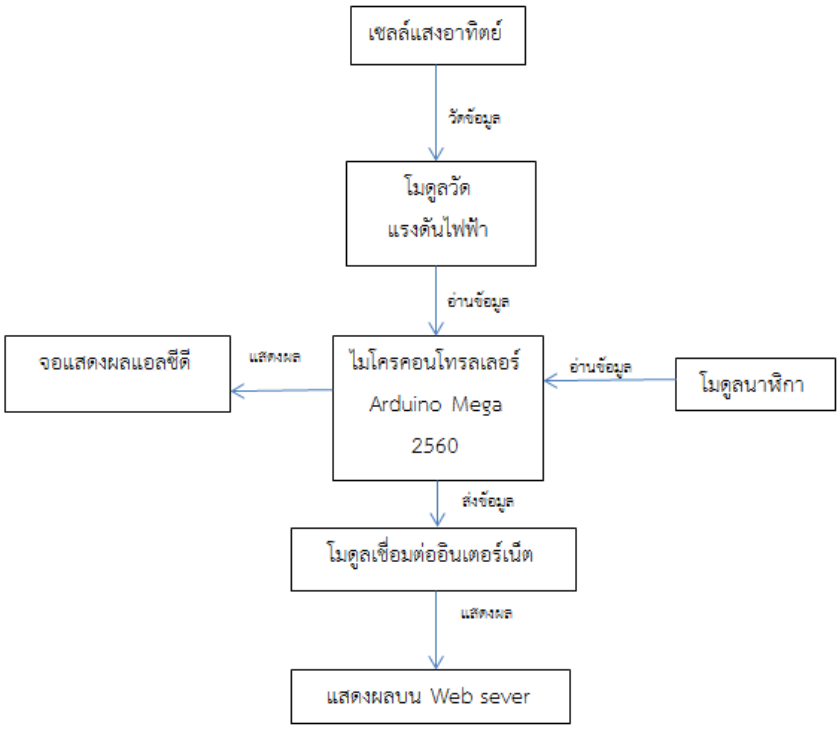
5. เซลล์แสงอาทิตย์ ที่ใช้ในการทดสอบมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังนี้

กำลังสูงสุด	คือ	10 W
แรงดันไฟฟ้าสูงสุด	คือ	18 V
กระแสไฟฟ้าสูงสุด	คือ	0.56 A
แรงดันไฟฟ้าวงจรเปิด	คือ	21.6 V
กระแสไฟฟ้าลัดวงจร	คือ	0.62 A

6. ทำการทดสอบภาคสนามเป็นเวลา 3 วัน ในวันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2560, วันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2560 และ วันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2560 ตั้งแต่ เวลา 8.00 น. ถึง 16.30 น. (ทุกๆ 30 นาที) ณ สนามด้านหลัง มหาวิทยาลัยราชภัฏอุตรดิตถ์

7. วิเคราะห์ผลการทดสอบเครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตที่สร้างขึ้น (EDTI) กับเครื่องมือวัดทางไฟฟ้ามาตรฐานดังภาพที่ 7

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY



ภาพที่ 6 ผังการทำงานของเครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต (EDTI)

ภาพที่ 7 การทดสอบเครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตที่สร้างขึ้น (EDTI) กับเครื่องมือวัดทางไฟฟ้ามาตรฐานในภาคสนาม

3. ผลการวิจัย

ผลการทดสอบในภาคสนามเป็นเวลา 3 วัน เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต (EDTI) ที่สร้างขึ้น กับเครื่องมือวัดไฟฟ้ามาตรฐาน มีผลดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม

วันที่	แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม (V)		ค่าความคลาดเคลื่อน	%ความคลาดเคลื่อน
	เครื่องมือมาตรฐาน*	เครื่อง EDTI**		
14/12/60	13.27	13.28	0.04	0.30
16/12/60	15.87	15.89	0.09	1.00
17/12/60	15.96	15.95	0.07	0.90
เฉลี่ย	15.03	15.04	0.07	0.73

* เครื่องมือวัดไฟฟ้ามาตรฐาน คือ ดิจิตอล มัลติมิเตอร์ รุ่น UT30B ยี่ห้อ UNI-T

** เครื่อง EDTI คือ เครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

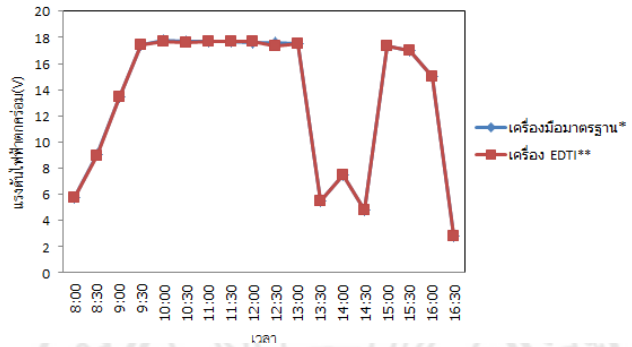
ตารางที่ 2 แสดงค่าเฉลี่ยของกระแสไฟฟ้า

วันที่	กระแสไฟฟ้า (A)		ค่าความคลาดเคลื่อน	%ความคลาดเคลื่อน
	เครื่องมือมาตรฐาน*	เครื่อง EDTI**		
14/12/60	0.13	0.14	0.00389	3.64
16/12/60	0.16	0.16	0.00222	2.08
17/12/60	0.16	0.16	0.00389	3.52
เฉลี่ย	0.15	0.15	0.01	3.08

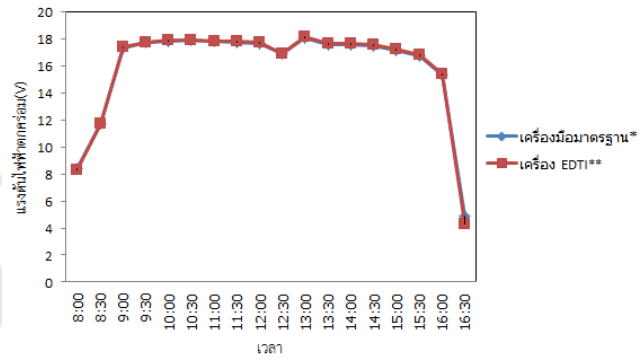
* เครื่องมือวัดไฟฟ้ามาตรฐาน คือ ดิจิตอล มัลติมิเตอร์ รุ่น UT30B ยี่ห้อ UNI-T

** เครื่อง EDTI คือ เครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต

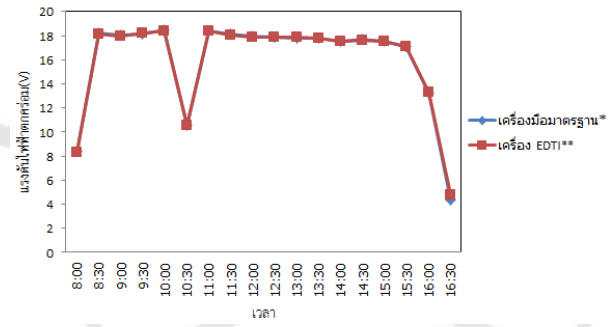
เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต (EDTI)ที่สร้างขึ้นกับเครื่องมือวัดไฟฟ้ามาตรฐาน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมเฉลี่ยเท่ากับ 0.73% และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 3.08%



(ก) วันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2560



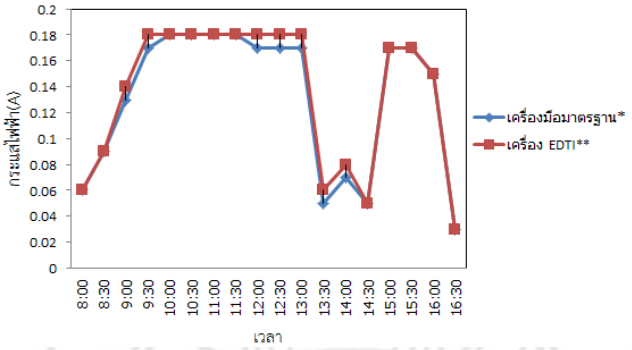
(ข) วันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2560



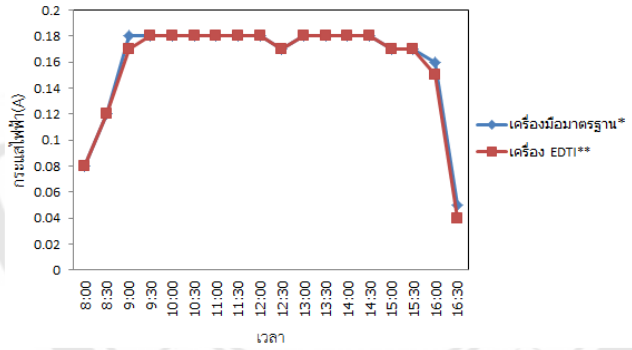
(ค) วันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2560

ภาพที่ 8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมของเครื่องมือมาตรฐาน* และเครื่อง EDTI**

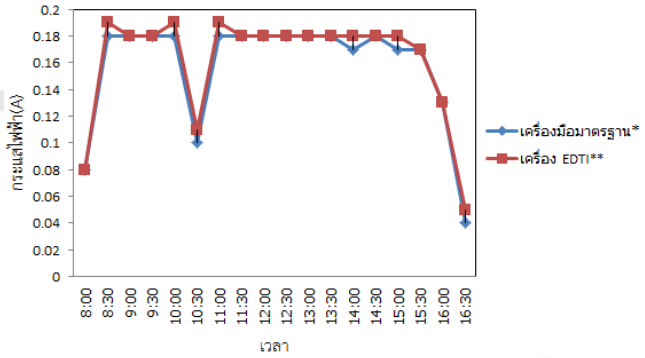
SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY



(ก) วันที่ 14 ธันวาคม พ.ศ. 2560



(ข) วันที่ 16 ธันวาคม พ.ศ. 2560



(ค) วันที่ 17 ธันวาคม พ.ศ. 2560

ภาพที่ 9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบการวัดกระแสไฟฟ้าของเครื่องมือมาตรฐาน* และเครื่อง EDTI**

จากภาพที่ 8 และ 9 แสดงผลการเปรียบเทียบการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม และกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ทำการวัดโดยเครื่องมือวัดไฟฟ้ามาตรฐาน และเครื่อง EDTI พบว่าบางช่วงเวลาค่า

แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและกระแสไฟฟ้าของเครื่องมือวัดทั้งสองลดลงเนื่องจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ทำการวัดถูกเมฆบัง ทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าลดลง

เมื่อทำการคำนวณค่าความไว[10] ของเครื่อง EDTI โดยให้ ข้อมูลเอาต์พุตสูงสุด และเอาต์พุตต่ำสุด คือข้อมูลเครื่อง EDTI (ข้อมูลจากภาพที่ 8 และ9) ข้อมูลอินพุตสูงสุด และอินพุตต่ำสุด คือข้อมูลของเครื่องมือวัดไฟฟ้ามาตรฐานมีผลการคำนวณดังนี้

ความไวของเครื่อง EDTI ในการวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมมีค่าเท่ากับ 0.9968 กล่าวคือ เครื่องมือวัดไฟฟ้ามาตรฐานวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมได้ 1 V เครื่อง EDTI วัดแรงดดันไฟฟ้าตกคร่อมได้ในช่วง 0.9968 V ถึง 1 V ในกรณีที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมอย่างรวดเร็ว

ความไวของเครื่อง EDTI ในการวัดกระแสไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 1.0667 กล่าวคือ เครื่องมือวัดไฟฟ้ามาตรฐานวัดกระแสไฟฟ้าได้ 1 A เครื่อง EDTI วัดกระแสไฟฟ้าได้ในช่วง 1A ถึง 1.0667 A ในกรณีที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์มีการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟฟ้าอย่างรวดเร็ว

กล่าวได้ว่า เครื่อง EDTI สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ใกล้เคียงเครื่องมือวัดไฟฟ้ามาตรฐานมากกว่า การวัดกระแสไฟฟ้า

4. อภิปรายผล

การออกแบบและสร้างเครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ต และเพื่อเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากเครื่องบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์และส่งข้อมูลผ่านระบบอินเตอร์เน็ตกับเครื่องมือวัดทางไฟฟ้ามาตรฐาน จากการสอบเทียบสัญญาณที่แปลงจากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (จำนวนบิต) กับค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมมีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นได้สมการในการสอบเทียบ คือ $y = 0.0237x + 0.0242$ มีค่า $R^2 = 1$ และจำนวนบิตกับค่ากระแสไฟฟ้ามีความสัมพันธ์กันแบบเชิงเส้นได้สมการในการสอบเทียบ คือ $y = 0.238x + 0.2767$ มีค่า $R^2 = 1$ นำสมการทั้งสองมาเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

ผลการทดสอบในภาคสนามเป็นเวลา 3 วัน เมื่อทำการเปรียบเทียบค่าที่ได้จากเครื่องมือที่สร้างขึ้นกับเครื่องมือมาตรฐาน พบว่า เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมเฉลี่ยเท่ากับ 0.73% และเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของกระแสไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 3.08% ถือว่าค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้ มีความใกล้เคียงกับเครื่องมือมาตรฐาน

แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมและกระแสไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ ที่ได้จากการวัดของเครื่อง EDTI เมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดไฟฟ้ามาตรฐาน พบว่าเครื่อง EDTI สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมมีเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนน้อยกว่าการวัดกระแสไฟฟ้า เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงต่อความเข้มรังสีแสงอาทิตย์อย่างรวดเร็ว (ขณะที่ถูกบังด้วยเมฆ)ขณะที่แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย และเครื่อง EDTI มีความล่าช้าทำให้การวัดกระแสไฟฟ้าได้คลาดเคลื่อนมากกว่าการวัดแรงดันไฟฟ้า

ตกคร่อม สอดคล้องกับ สมเกียรติ สุทธิยาพิวัฒน์[2] กล่าวว่า เมื่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับค่ารังสีดวงอาทิตย์มากมีผลทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตกำลังไฟฟ้าได้มากขึ้น กระแสไฟฟ้า เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสงสูง กระแสไฟฟ้าที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าจะไม่แปรตามความเข้มแสงมากนัก และวุฒิไกร จำรัสแนว[9] ได้กล่าวว่าการบันทึกข้อมูลของเซลล์แสงอาทิตย์ควรเริ่มทำการบันทึกข้อมูลพร้อมกันเนื่องจากผลจากการบดบังแสงอาจทำให้ผลการทดลองเกิดการผิดพลาดได้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ คุณสมพงษ์ โตโหมด ที่ให้ความกรุณาช่วยเหลือให้คำปรึกษาให้ความรู้ทางการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

เอกสารอ้างอิง

[1] หทัยชนก ทวิชัย, ปุณยภัทร ภูมิภาค. การหาค่าพารามิเตอร์วงจรสมมูลแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสซิลิกอนโดยใช้การหาค่าเหมาะสมแบบกลุ่มอนุภาค ร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียม. วิศวสารลาดกระบัง ปีที่ 34 ฉบับที่ 1 เลขหน้า1-8 . 2560

[2] สมเกียรติ สุทธิยาพิวัฒน์.การสร้างและหาประสิทธิภาพเครื่องปรับองศาแผงเซลล์แสงอาทิตย์ควบคุมด้วย PLC. วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ปีที่ 8 ฉบับที่ 3 เลขหน้า 89-98 . 2559

[3] สมภพ ผดุงพันธ์. เครื่องขับเคลื่อนแผงโซล่าเซลล์ตามแสงอาทิตย์อัตโนมัติ.วารสารมหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 เลขหน้า 81-91 . 2558

[4] อรรถกร อาสนคำ, อิสระพงศ์ กันธิยะ, ทนงเกียรติ เกียรติศิริโรจน์.การทำนายสมรรถนะโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดโพลีคริสตัลไลน์ภายใต้การทำงานจริง. วารสารวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีที่ 22 ฉบับที่ 3 เลขหน้า 87-93 . 2558

[5] ศศิวิมล ทรงไตร, พีระวุฒิ ชินวรรังสี, อัศวิน หงษ์สิงห์ทอง, ณัฐกานต์ อุดมเดชาณัติ, ทรงเกียรติ กิตติสนธิรักษ์, ทวีวัฒน์ กระจ่างสังข์, จรัญ ศรีธาราธิคุณ, กอบศักดิ์ ศรีประภา.การประเมินสมรรถนะ และความคุ้มค่าในการลงทุนติดตั้งระบบ ผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบมีระบบติดตามดวงอาทิตย์ และแบบมุมรับแสงคงที่ในประเทศไทย. วิศวสารลาดกระบัง ปีที่ 33 ฉบับที่ 1 เลขหน้า 48-53 . 2559

[6] ธนณัฏฐ์ ลังกาดี, อรรถกร อาสนคำ.การประเมินสมรรถนะโมดูลเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งบนหลังคาในกรณีที่มีและไม่มีการระบายความร้อนด้วยอากาศ . วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ปีที่ 23 ฉบับที่ 3 เลขหน้า 130-141 . 2559

[7] พีระวุฒิ ชินวรรังสี, ศศิวิมล ทรงไตร, ณัฐกานต์ อุดมเดชาณัติ, ทรงเกียรติ กิตติสนธิรักษ์, อัศวิน หงส์สิงห์ทอง, ทวีวัฒน์ กระจ่างสังข์, จรัญ ศรีธาราธิคุณ, กอบศักดิ์ ศรีประภา.การประเมินสมรรถนะและความคุ้มค่าของระบบผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายเทคโนโลยีที่ติดตั้งบนหลังคาในประเทศไทย. วิศวสารลาดกระบัง ปีที่ 32 ฉบับที่ 2 เลขหน้า 19-24 . 2558

[8] พิชยธิดา เกิดปานทองและวสุ พันไพศาล.ระบบวัดและบันทึกผลค่าอุณหภูมิโดยการใช้เทอร์โมคับเปิล 4 ตัว. สืบค้นเมื่อวันที่ 3 กันยายน พ.ศ 2561 จาก https://www.sci.nu.ac.th/spc2018/upload_file/paper_file/popc245@gmail.com-p-1524117200.pdf

[9] วุฒิไกร จารัสแนว.(2553). ระบบตรวจวัดเซลล์แสงอาทิตย์ผ่านเครือข่ายอินทราเน็ต. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

[10] วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์. เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์:ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้ในระบบการวัดและระบบควบคุม.- -กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี(ไทย-ญี่ปุ่น) , 2548 . 292 หน้า.

SCIENCE AND TECHNOLOGY
UTTARADIT RAJABHAT UNIVERSITY