



การออกแบบสถานีวัดอากาศขนาดเล็กไร้สายโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
Design of the Wireless Micro-Weather Station based on Microcontroller

นักัทร วังนเทพินทร์^{1*} ไชยยันต์ บุญมี¹

¹ ศูนย์วิจัยและถ่ายทอดเทคโนโลยีพลังงานแสงอาทิตย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิอินทบุรี 11000 Email: ¹ watjanatepin@rmutsb.ac.th ² yantnong@yahoo.com

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาสถานีวัดอากาศขนาดเล็กเป็นระบบไร้สายมีการรับส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุที่ความถี่ 433 MHz โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 45mW เป็นตัวตรวจวัดความเข้มแสงอาทิตย์ และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 16 บิตเป็นตัวควบคุมการรับส่งข้อมูลผลการวิจัยพบว่าสถานีวัดอากาศขนาดเล็กทำงานได้ดีสามารถวัดสภาวะอากาศได้ 5 ค่า คือ ค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเร็วลม ทิศทางลม และค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ การรับ-ส่งข้อมูลแบบไร้สายระหว่างชุดเซ็นเซอร์ และชุดแสดงผลไม่มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น และระยะทางไกลที่สุดในที่โล่ง ที่สถานีวัดอากาศขนาดเล็กทำงานได้คือ 145 เมตร

คำสำคัญ: สถานีวัดอากาศขนาดเล็ก, โปรแกรมสถานีวัดอากาศขนาดเล็ก, อุณหภูมิ, ความชื้นสัมพัทธ์, ความเข้มของแสงอาทิตย์

1. บทนำ

สถานีวัดอากาศเป็นเครื่องมือวัดที่มีความจำเป็นและมีความสำคัญมากในโลกปัจจุบัน ซึ่งมีความเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อมอย่างมาก จนมนุษย์ทั่วไปคาดไม่ถึง สถานีวัดอากาศใช้ในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับอากาศ และนำข้อมูลมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง เช่น ใช้ในการพยากรณ์อากาศเพื่อให้ประชาชนได้รู้ข้อมูลล่วงหน้า เกี่ยวกับสภาวะอากาศ ฝน ทึ่มะ อุณหภูมิ แร้งลม ฯลฯ เพื่อเตรียมความพร้อมในการดำเนินชีวิตประจำวัน หรือเพื่อแจ้งเตือนภัยพิบัติทางธรรมชาติ เช่น ภัยน้ำท่วม ภัยแผ่นดินไหว หรือ ภัยจากพายุฝน และพายุทึ่มะ เป็นต้นนอกจากนี้แล้วยังมีการใช้สถานีวัดอากาศเพื่อการเก็บข้อมูลของสภาวะอากาศในแต่ละพื้นที่ที่มีการติดตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน โดยเฉพาะอย่างยิ่งระบบผลิตไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์ และพลังงานลม ข้อมูลของ ความเข้มแสงอาทิตย์ ความเร็วลมและทิศทางลม อุณหภูมิสิ่งแวดล้อม และความชื้นสัมพัทธ์ จะใช้ในการประเมินค่ากำลังผลิตไฟฟ้าและสมรรถนะของระบบผลิตไฟฟ้าดังกล่าว[1] นอกจากนี้แล้วยังมีการนำสถานีวัดอากาศไปใช้ในการเกษตร เช่นงานฟาร์ม และเกษตรกรรมอย่างกว้างขวาง เช่น โรงงุ่นเพื่อผลิตไวน์คุณภาพสูง ไร่มะนาว ไร่มันสำปะหลัง ไร่มันฝรั่ง ไร่ข้าวโพดและแปลงเกษตรชนิดอื่นๆ รวมทั้งในสถานีวิจัยทางการเกษตร[2][3] ซึ่งจะต้องมีเซ็นเซอร์ที่วัดค่าอื่นๆได้มากกว่าเช่น วัดความชื้นในดิน วัดปริมาณน้ำฝน ความดันอากาศ และอาจมีระบบกล้องเพื่อตรวจดูสภาพแวดล้อมอื่นๆ ได้อีกด้วย สถานีวัดอากาศโดยทั่วไป มี 2 ลักษณะ คือ แบบมีสาย และแบบไร้สาย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสถานที่ติดตั้ง ในโครงการนี้จะกล่าวเฉพาะระบบการวัดสภาวะอากาศแบบที่ส่งข้อมูลไร้สาย ที่วัดตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับการประเมินสมรรถนะของระบบ ผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์เท่านั้น สถานีวัดสภาวะอากาศนั้นจะใช้ เซ็นเซอร์หลายชนิดในการวัดพารามิเตอร์ต่างๆ และนำค่าที่วัดได้จะเก็บไว้ในดาต้าล็อกเกอร์ หรือส่งไปที่คอมพิวเตอร์เก็บข้อมูลโดยระบบการสื่อสารข้อมูลแบบใดแบบหนึ่ง [4][5]สถานีวัดอากาศที่กล่าวมานั้นประกอบไปด้วยเซ็นเซอร์ตัวแปลงสัญญาณ ตัวส่งสัญญาณไร้สายผ่านคลื่นวิทยุแหล่งจ่ายไฟและแบตเตอรี่ อุปกรณ์ดังกล่าวล้วนแต่เป็นเครื่องมือวัดที่มีราคาค่อนข้างสูง โดยเฉพาะราคาของเซ็นเซอร์วัดความเข้มของแสงอาทิตย์ เช่น ผลิตภัณฑ์ของ Kipp&Zonen, Novalynx หรือ DAVIS instruments ที่มีคุณภาพดีจะมีราคาสูงมาก และต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ผู้วิจัยจึงมีแรงจูงใจที่จะพัฒนาระบบที่มีราคาถูกลง โดยใช้โซลาร์เซลล์ขนาดเล็กเป็นเซ็นเซอร์วัดแสงอาทิตย์ ทดแทนเซ็นเซอร์วัดความเข้มของแสงอาทิตย์ที่นำเข้าจากต่างประเทศและพัฒนาวงจรอินเตอร์เฟซให้มีค่าผิดพลาดจากการวัดต่ำเป็นค่าที่ยอมรับได้ในการใช้งานและต่อร่วมกับวงจรขยายแบบที่มีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง เช่น วงจรขยายอินสตรูเมนต์ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ M.Benghanem [6] , และการทดลองของ M.A. Muñoz-García [7] และผู้วิจัยจะเลือกใช้ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ที่มีในประเทศราคาไม่สูง และเลือกเซ็นเซอร์วัดความเร็วและทิศทางลมที่เหมาะสมมาใช้ร่วมกัน และพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำหน้าที่ควบคุม เก็บข้อมูล และรับส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุในย่านความถี่ 433 MHzและทดลองการทำงานของระบบดังกล่าวว่าใช้งานได้หรือไม่ ได้อย่างไร ทั้งนี้เพื่อประโยชน์ในการเก็บข้อมูลและการประยุกต์ใช้งานอื่นๆ ต่อไป

2. อุปกรณ์และวิธีการ

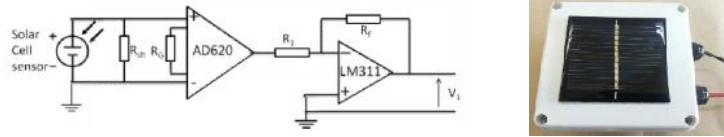
2.1 เซ็นเซอร์วัดแสงอาทิตย์

พัฒนาขึ้นโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ชนิดผลึกเดี่ยว ขนาด 5x5 cm 0.5V 90mA และใช้ R_{sh} ค่า 0.01Ω ต่อขนานกับเซลล์แสงอาทิตย์ และนำไปทดลองวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์(W/m^2) เพื่อลดค่าใช้จ่ายของระบบลง หลักการคือ ค่ากระแส I_{sc} จะแปรผันตรงกับค่าความเข้มแสงอาทิตย์ (Irradiances, W/m^2) และค่าแรงดันที่ตกคร่อม R_{sh} โดยใช้หลักการวัดค่ากระแสเสถียรของเซลล์แสงอาทิตย์ตามสมการ(1)อย่างไรก็ตามแรงดันที่ได้ออกมาจะมีค่าน้อยมากจึงใช้อินสตรูเมนต์แอมป์ไฟร์เบอร์ AD620ที่มีอิมพีแดนซ์อินพุตสูงมากเพื่อขยายสัญญาณดังรูปที่ 1 เซลล์แสงอาทิตย์ที่นำมาใช้นี้มีค่า Calibration factor เท่ากับ $67 \text{ mA} / \frac{kW}{m^2}$ ค่านี้ได้มาจากการทดลอง

$$I_{sc} = K H_i \quad (1)$$

เมื่อ K คือ Calibration factor

H_i คือค่าความเข้มแสงอาทิตย์



รูปที่ 1 วงจรเซ็นเซอร์วัดแสงอาทิตย์

2.1 เซ็นเซอร์วัดลม ผู้วิจัยเลือกใช้เซ็นเซอร์วัดความเร็วลมและทิศทางลม รุ่น 7911, ผลิตภัณฑ์ของ DAVIS Instruments มีค่าเอาต์พุตคือ ความเร็วลม 1600 rev/hour = 1 mph และทิศทางลมเป็นตัวต้านทานปรับค่าได้ระหว่าง 0 - 20K Ω ; 10K Ω = south, 180 $^\circ$ ดังรูปที่ 2

2.1 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ ผู้วิจัยเลือกใช้เซ็นเซอร์แบบติดตั้งภายนอกทนต่อสภาพแวดล้อมและฝุ่นละออง รุ่น PMHM-005-01 ของ PRIMUS เซ็นเซอร์ตัวนี้สามารถวัดความชื้นและอุณหภูมิได้ในตัวเดียวกันดังรูปที่ 2 วงจรเซ็นเซอร์ความชื้นสัมพัทธ์ 0-100%RH และอุณหภูมิ 0-100 องศาเซลเซียส เป็นสัญญาณ 4-20mA/0-10V/RS-485



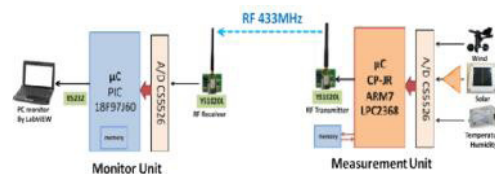
รูปที่ 2 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ และเซ็นเซอร์วัดลม

2.1 โมดูลสื่อสารไร้สาย D-YS1020L เป็นตัวรับส่งข้อมูล ทำหน้าที่แปลงข้อมูลจาก RS232 หรือ RS485 เป็นคลื่นวิทยุความถี่ 433MHz ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 1,200-19,200 bps สามารถเลือกช่องความถี่ได้ 8 ช่อง ระยะทางการรับส่ง 200 เมตรในทึ่โล่งมีพอร์ตเชื่อมต่อ 1 ช่อง สำหรับต่อกับคอมพิวเตอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ลักษณะของโมดูล YS1020L แสดงในรูปที่ 3



รูปที่ 3 โมดูลรับ-ส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุ รุ่น YS1020L

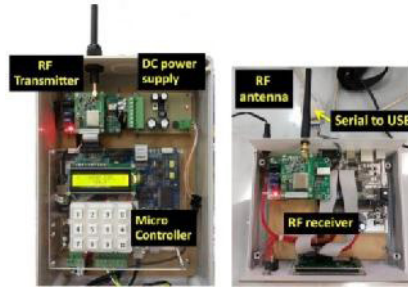
2.1 การออกแบบระบบไดอะแกรมการออกแบบระบบสถานีวัด อากาศขนาดเล็กไร้สายในบทความนี้แสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 ระบบสถานีวัดอากาศขนาดเล็กไร้สาย

2.1.1 Measurement Unit จะนำสัญญาณจากเซ็นเซอร์ชนิดต่างๆ คือ เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ ตัววัดความเร็วและทิศทางลม เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น ผ่านตัวแปลงสัญญาณ A/D เบอร์ C55526 ของบริษัท CIRRUS LOGIC เป็น A/D Converter ,16-bit รองรับ อินพุต 4-20mA 4 ช่อง, 0-10VDC 2 ช่อง มีวงจรขยาย 2 ช่อง (ระดับ mV) ใช้ MCU ARM7 TDMI-S เบอร์ LPC2368 ของบริษัท PHILIPS บนบอร์ดของ ETT ควบคุมการรับส่งสัญญาณ A/D converter ตั้งค่าผ่าน Keypad ขนาด 8x4 ได้แสดงผลผ่านจอ LCD 2 บรรทัด 16 ตัวอักษร Logger ค่าที่วัดได้ลงใน SD CARD ตามเวลาที่กำหนด (อย่างน้อย 5 วินาที) รับส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมโดยใช้ตัวแปลงสัญญาณโมดูลสื่อสารไร้สาย YS1020L เป็น RF Module ดังรูปที่ 5

2.1.2 Monitor Unit ใช้โมดูลสื่อสารที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลเบอร์เดียวกัน นำสัญญาณที่รับได้ผ่าน A/D และส่งเข้า MCU ตระกูล PIC เบอร์ 18F97J60 ของบริษัท MICROCHIP และมี SD card สำหรับบันทึกค่าข้อมูลและสามารถแสดงผลได้บนจอ LCD ที่เครื่องรับ และสามารถต่อ serial port เข้าสู่ คอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผล และด้วยโปรแกรม Lab VIEW ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 Measurement Unit and Monitor Unit

2.1.3 การสอบเทียบ เมื่อพัฒนาสถานีวัดอากาศขนาดเล็กไร้สายเสร็จแล้วผู้วิจัยได้นำมาสอบเทียบกับสถานีวัดอากาศมาตรฐาน ในโครงการนี้ใช้ สถานีวัดอากาศผลิตภัณฑ์ของ DAVIS Instruments รุ่น Vantage Pro II โดยสอบเทียบเฉพาะการวัดค่าความเข้มแสงอาทิตย์เท่านั้น เพราะว่า เซ็นเซอร์วัดลม และ วัดอุณหภูมิได้มีการสอบเทียบจากบริษัทผู้ผลิตมาแล้ว

3. วิธีการทดลอง

1. ติดตั้งสถานีวัดอากาศขนาดเล็กไร้สายที่นักวิจัยพัฒนาขึ้นบริเวณนอกอาคารดังรูปที่ 8 ดำเนินการทดลองวัดและเก็บข้อมูลสภาวะอากาศ ในวันที่ 20 พฤษภาคม พ.ศ.2557 ระหว่างเวลา 09.00น.-10.00 น. โดยตั้งค่าเวลาสุ่มตัวอย่างของเครื่องวัดเท่ากับ 10 วินาทีโดยระยะทางระหว่างตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณที่ใช้ในการทดลองเท่ากับ 20 เมตร ดังรูปที่ 6
2. ติดตั้ง ชุด Monitor ในห้องปฏิบัติการ และต่อสาย USB เข้ากับคอมพิวเตอร์ ที่ติดตั้งโปรแกรมอ่านค่าข้อมูล ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้โปรแกรม LabVIEW เพื่ออ่านค่าข้อมูลสภาวะอากาศที่วัดได้
3. อ่านค่าและบันทึกผลการวัดค่าความชื้นสัมพัทธ์ อุณหภูมิ ความเร็วลม ทิศทางลม และค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ จากจอภาพของ ชุด Measurement เทียบกับค่าที่อ่านได้จากชุด Monitor (หน้าจocomพิวเตอร์)ดังรูปที่ 7
4. ทำการทดลองตามข้อ 3 ซ้ำจำนวน 5 ครั้ง



รูปที่ 6 สถานีวัดอากาศที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น



รูปที่ 7 การอ่านค่าผลการทดลอง

5. ทดลองหาระยะทางที่ไกลที่สุดโดยติดตั้งชุดสถานีวัดอากาศขนาดเล็กภายนอกอาคาร และติดตั้งชุด Monitor ในแนวตรงที่สามารถมองเห็นกันได้ ไม่มีอาคารมาบังการรับ-ส่ง สัญญาณ โดยใช้บริเวณถนนภายในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ศูนย์นนทบุรี เขตใต้ บริเวณข้างอาคาร 16 และอาคารราชมงคล 36 สังเกตและบันทึกผล

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการทดสอบการทำงานผลการวัดค่าสภาวะอากาศทั้ง 5 ค่า คือ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ ความเร็วลม ทิศทางลม และความเข้มของแสงอาทิตย์ ที่วัดได้จากชุดสถานีวัดอากาศขนาดเล็กไร้สายที่นักวิจัยพัฒนาขึ้น จำนวน 5 ครั้ง พบว่าข้อมูลที่วัดได้จากชุด Measurement มีค่าตรงกันกับข้อมูลที่อ่านได้จากชุด Monitor ทุกครั้งดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการทำงานของสถานีวัดอากาศขนาดเล็กไร้สาย(31 พฤษภาคม 2557)

ครั้งที่	เวลา	ค่าที่อ่านได้	ความชื้นสัมพัทธ์	อุณหภูมิ	ความเร็วลม	ทิศทางลม	ความเข้มแสงอาทิตย์
			RH(%)	Degree C	m/s	Degree	W/m ²
1	9:19	Measurement	57.8	26.6	0.0	288.3	385.1
	9:19	Monitor	57.8	26.6	0.0	288.3	385.1
2	9:23	Measurement	59.2	26.9	0.0	288.3	405.5
	9:23	Monitor	59.2	26.9	0.0	288.3	405.5
3	9:29	Measurement	58.7	27.3	0.0	270.6	409.7
	9:29	Monitor	58.7	27.3	0.0	270.6	409.7
4	9:31	Measurement	57.0	27.4	0.0	272.0	423.9
	9:31	Monitor	57.0	27.4	0.0	272.0	423.9
5	9:34	Measurement	54.6	27.2	0.0	271.6	448.9
	9:34	Monitor	54.6	27.2	0.0	271.6	448.9

4.2 ผลการวัดระยะทางการรับ-ส่ง สัญญาณที่ไกลที่สุดผลการทดลองพบว่า ระยะไกลที่สุดที่มีการรับ-ส่งสัญญาณด้วยคลื่นวิทยุที่ความถี่ 433 MHz มีระยะทาง 145 เมตร เมื่อทดสอบในท้องโล่ง ดังตารางที่ 1 และเมื่อทดสอบในที่ที่มีอุปสรรคกีดขวางโดยการติดตั้งตัวรับ(ชุด Monitor)ไว้ในอาคาร และตัวส่ง(ชุด Measurement) อยู่นอกอาคารพบว่า ระยะทางที่รับ-ส่งสัญญาณได้ไกลที่สุดคือ 70 เมตร

ตารางที่ 2 ผลการทดลองของระยะการรับ-ส่ง ข้อมูลไกลที่สุดในท้องโล่ง

ระยะทาง (เมตร)	การทดลองรับ - ส่ง ข้อมูลครั้งที่				
	1	2	3	4	5
80	Y	Y	Y	Y	Y
100	Y	Y	Y	Y	Y
120	Y	Y	Y	Y	Y
145	Y	Y	Y	Y	Y
150	N	N	N	N	N

5. สรุปและวิจารณ์

จากผลการทดสอบการสถานีวัดอากาศขนาดเล็กไร้สายที่พัฒนาขึ้นนี้ พบว่าทำงานได้ถูกต้อง การรับ-ส่ง ข้อมูลระหว่างชุด Measurement และชุด Monitor ผ่านโมดูลการสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุ รุ่นYS1020L ทำได้ดี มีความถูกต้องทุกครั้ง และทำงานได้ระยะไกล 145 เมตร ในท้องโล่ง และระยะทาง 70 เมตรในที่ที่มีสิ่งกีดขวาง สามารถประยุกต์ใช้ได้ในงานด้านฟาร์มอัจฉริยะ และงานภาคสนามอื่นๆ ถ้าได้พัฒนาโปรแกรม Monitor ให้มีความสมบูรณ์ จะสามารถใช้ได้กับงานประยุกต์ที่กว้างขวางขึ้น เช่น โรงไฟฟ้าพลังงานทดแทน โรงไฟฟ้าแบบผสมผสาน โรงไฟฟ้าพลังงานลม และสถานีวัดอากาศ เป็นต้น อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้ทำให้เห็นว่าเครื่องมือวัดสภาวะอากาศที่ใช้เซ็นเซอร์ความเข้มแสงอาทิตย์ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นเองนี้ ส่งผลให้ราคาของสถานีวัดอากาศขนาดเล็กมีราคาลดลงเพราะไม่ต้องนำเข้าเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสงอาทิตย์ที่จากต่างประเทศในอนาคตควรวินิจฉัยและพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น เช่น การป้องกันน้ำและอุณหภูมิในการนำไปใช้งานภาคสนามการเพิ่มระยะของการส่งสัญญาณที่ไกลขึ้น และความผิดพลาดจากการวัดให้มีค่าลดลง และเพื่อจะได้ประยุกต์ใช้ในเชิงพาณิชย์ได้ในอนาคต

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ ที่สนับสนุนงบประมาณการวิจัย



7.เอกสารอ้างอิง

- [1] N. Watjanatepin and C. Boonmee“**Development of LabVIEW Monitoring System for the Hybrid PV-Wind Energy System**”, Tech Connect World Conference and Expo 2010. June 21-25, 2010, Anaheim, California, USA.
- [2]http://www.smartfarmthailand.com/granmonte/Micro_Climate_Station.htm(online access on 30 December 2013)
- [3] NattapongTongrod, KrisanadejJaroensutasinee, AdisornTuantranont andTeerakiatKerdcharoen**Information Technology for Smart Vineyard** World conference on agricultural information and IT, IAALD AFITAWCCA 2008, TokyoUniversity of Agriculture, Tokyo, Japan, 24 - 27 August, 2008
- [4] Prodata, Affordable automatic Weather Station, <http://www.weatherstation.cu.uk/> (Online)
- [5]ศิวาพรเหมียตไธสง และคณะระบบตรวจวัดสภาพแวดล้อมด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ ไร้ สายสำหรับพื้นที่เพาะปลูกมะนาว5thECTI-CARD2013, 8-10 May 2013, Suranaree University of Technology, Thailand
- [6] M. Benganem, **Measurement of meteorological data based on wireless data M acquisition systemmonitoring**, Applied Energy, Volume 86, Issue 12, December 2009, Pages 2651-2660, ISSN 0306-2619,
- [7]M.A. Muñoz-García, A. Melado-Herreros, J.L. Balenzategui, and P. Barrerio**Low-cost Irradiance sensors for Irradiation AssessmentsInside Tree Canopies**, Solar EnergyVolume 103, May 2014, Pages 143–153