RMUTP Research Journal, Vol. 8, No. 2, September 2014

ระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตามดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน
Automatic Watering System Using Solar PV Tracking

ปรีชา มหาไม้[1*] นำพร ปัญโญใหญ่[2] และ ภาสวรรธน์ วัชรดำรงศักดิ์[3]

[1]อาจารย์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดตาก 63000

[2]อาจารย์ สาขาวิศวกรรมเกษตร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ จังหวัดเชียงใหม่ 50290

[3]สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา จังหวัดเชียงใหม่ 50200

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการติดตามดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติสำหรับสวนผลไม้ในพื้นที่ไม่มีไฟฟ้าใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่เคลื่อนตามตำแหน่งดวงอาทิตย์ทั้งแนวอัลติจูดและแนวอะซิมุธเป็นแหล่งพลังงานให้ระบบ ใช้ลำไยในการทดสอบจำนวน 20 ต้น ใช้ชุดควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการประมวลผลสัญญาณสั่งให้มอเตอร์กระแสตรง หมุนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทั้ง 2 แนวแกน ไปยังจุดที่มีความเข้มแสงสูงสุด ระบบให้น้ำจะใช้เทคนิคการวัดความชื้นดินด้วยเซ็นเซอร์ $ECHO_2$-20 ทำการประมวลผลสัญญาณผ่านชุดควบคุมการให้น้ำโดยแสดงผลด้วยคอมพิวเตอร์แบบเวลาจริงพัฒนาด้วยโปรแกรม Visual Basic Studio ผลการทดสอบ พบว่า แบบที่มีการเคลื่อนที่ตามตำแหน่งดวงอาทิตย์ สามารถเก็บพลังงานได้มากกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งอยู่กับที่ คิดเป็นร้อยละ 17.72 และการให้น้ำจุดความชื้นดินที่เหมาะสมของลำไยจะอยู่ที่ร้อยละ 12 และหยุดให้น้ำที่จุดความชื้นดินร้อยละ 25 ส่งผลให้ผู้ดูแลสวนประหยัดเวลาและแรงงาน

Abstract

This paper presents the design of automatic watering system using sun tracking as an energy source. The objective is to design the automatic watering system for fruits grown in both areas without electricity. The solar panel can be moved along the direction of the sun cover an altitude - azimuth dual axis as an energy source of the system. The 20 longan trees are used in the experiment. The DC motors and the solar panel is controlled and rotated by the microcontroller to the position of the maximum light intensity. The watering system section will use a technique to measure the soil moisture sensors $ECHO_2$-20 with real time PC based monitor system by Visual Basic Studio. As for the experiment results, it was found that the energy stored by the developed solar tracker increased to 17.72 percent, in comparison to a solar panel fixed installation. The watering appropriate soil moisture content is 12 percent and stops at 25 percent, resulting for the garden moderators to save time and labor.

คำสำคัญ : ระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติ การติดตามดวงอาทิตย์ เซลล์แสงอาทิตย์

Keywords : Automatic Watering System, Solar Tracking, Solar Panel

** ผู้นิพนธ์ประสานงานไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ Nung_honda@hotmail.com โทร. 08 1207 4314*

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร

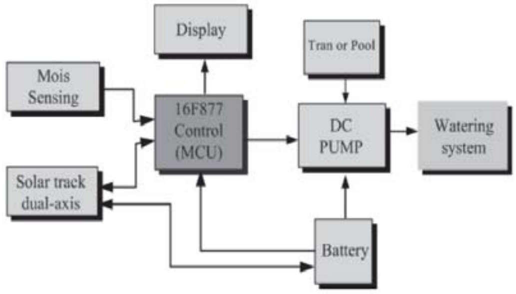
1. บทนำ

การใช้พลังงานในประเทศไทย มีอัตราการใช้พลังงานที่สูงขึ้นอย่างมาก แหล่งพลังงานเชื้อเพลิงที่ได้จากธรรมชาติ อันได้แก่ น้ำมันดิบ ลิกไนต์ และก๊าซธรรมชาตินั้น ในแต่ละปีจะต้องใช้งบประมาณหลายหมื่นล้านบาทที่สูญเสียไปกับค่าเชื้อเพลิงเหล่านี้และมีแนวโน้มว่าค่าใช้จ่ายจะต้องสูงขึ้นทุก ๆ ปี เพื่อรองรับกับความต้องการในยุคของความก้าวหน้าทางเศรษฐกิจและสภาพสังคมยุคสารสนเทศที่เปลี่ยนแปลงไปประกอบกับแหล่งพลังงานแบบ non-renewable ซึ่งมีอยู่อย่างจำกัดได้ลดลงไป มลพิษทางอากาศและปัญหาสิ่งแวดล้อมรวมไปถึงภาวะโลกร้อนเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นตามมา อันเป็นผลพวงจากการใช้พลังงานแบบ non-renewable แทบทั้งสิ้น การเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติมาเป็นพลังงานไฟฟ้าจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่สามารถนำเอาทรัพยากรธรรมชาติมาใช้ให้เกิดประโยชน์ได้มากที่สุดโดยอาศัยสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่เราเรียกว่า “เซลล์แสงอาทิตย์” เพื่อที่จะนำมาใช้เป็นแหล่งจ่ายพลังงานทดแทนแหล่งพลังงานอื่น ๆ ที่จะหมดไปในอนาคตอันใกล้ การประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์ที่มีอยู่ในธรรมชาติอย่างไม่จำกัดมาเป็นพลังงานไฟฟ้าต้นกำลังสำหรับใช้ในการเกษตรโดยเฉพาะลำไยที่เป็นผลไม้ทางเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศลำไย (longan) เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญประเภทหนึ่ง ซึ่งนิยมปลูกในเขตภาคเหนือตอนบนของประเทศไทย ได้แก่ จังหวัด เชียงใหม่ ลำพูน ลำปาง เชียงราย พะเยา แม่ฮ่องสอน เป็นต้น จากข้อมูลการผลิตลำไยของสำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร (2549) พบว่าประเทศไทยสามารถผลิตลำไยได้ประมาณปีละ 566,525 ตัน ในการผลิตลำไยจำเป็นต้องมีระบบการให้น้ำที่เหมาะสม โดยเฉพาะผลิตลำไยนอกฤดูกาลหากนำมาประยุกต์ใช้ได้จะเป็นประโยชน์มาก

1.1 วิเคราะห์ปัญหาและแนวทางวิจัย

เกษตรกรชาวสวนโดยส่วนใหญ่การให้น้ำ พ่นยา ใส่ปุ๋ย พลังงานที่ใช้หลักยังคงเป็นน้ำมันและไฟฟ้าประกอบกับการจ้างแรงงานที่มีราคาสูง เกษตรกรส่วนใหญ่จึงประสบปัญหาขาดทุน การหาวิธีการลดต้นทุนการผลิตจากปัญหาข้างต้นเป็นความสำคัญอันดับแรกของเกษตรกรปัญหาที่ตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ก็คือ พื้นที่สวนจะอยู่ตามเชิงเขาที่ไม่มีไฟฟ้าใช้หากต้องการไฟฟ้าต้องเสียค่าใช้จ่ายในการเดินระบบสูง ดังนั้น การประยุกต์ใช้เซลล์แสงอาทิตย์ในพื้นที่ดังกล่าวจึงน่าสนใจอย่างมากถ้าสามารถให้แผงรับเซลล์แสงอาทิตย์มีการติดตามดวงอาทิตย์ด้วยแล้ว จะสามารถจัดเก็บพลังงานได้มากกว่าการใช้เซลล์แสงอาทิตย์แบบติดตั้งอยู่กับที่ เซลล์แสงอาทิตย์แบบที่มีการติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 มิตินั้นเป็นเทคนิคใหม่ที่ทำได้ง่ายจะใช้หลักการตรวจจับความเข้มของแสงจากดวงอาทิตย์โดยใช้ตัวต้านทานแปรค่าตามแสงเป็นตัวเซ็นเซอร์ในการตรวจจับโดยวางตัวเซ็นเซอร์ไว้ที่ตรงกึ่งกลางของขอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์หลักจำนวน 4 ตัวโดยจะแยกการทำงานทีละคู่เพื่อเปรียบเทียบความเข้มของแสงที่มาตกกระทบแปรเป็นสัญญาณผลต่างจากนั้นจะส่งไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลเพื่อสั่งให้วงจรควบคุมการเคลื่อนให้เคลื่อนที่ในแนวอัลติจูดหรือแนวอะซิมุธหรือให้เคลื่อนที่ไปพร้อมกันส่วนของระบบการให้น้ำจะใช้วิธีการตรวจวัดความชื้นดินด้วยเซ็นเซอร์ $ECHO_2$-20 เป็นระบบที่ประเมินว่า

ดินยังมีปริมาณความต้องการน้ำหรือไม่ถ้าปริมาณน้ำเพียงพอก็ไม่จำเป็นต้องให้น้ำ ในขณะเดียวกันถ้ามีปริมาณที่ไม่เพียงพอก็สั่งให้ระบบให้น้ำโดยจะส่งสัญญาณกลับให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลเพื่อสั่งให้วงจรควบคุมระบบการให้น้ำ เปิด-ปิดปั๊มน้ำเพื่อให้น้ำลำไย ซึ่งจะเป็นแนวทางการให้น้ำที่ประหยัดและมีประสิทธิภาพ โครงสร้างแสดงดังรูปที่ 1

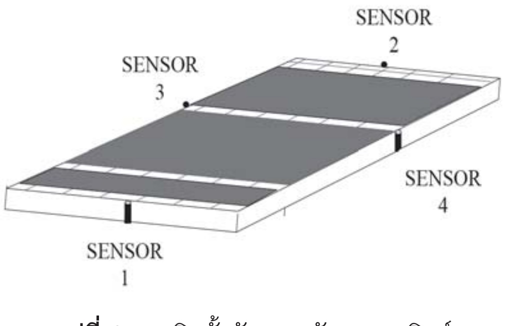


รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติ

1.2 การออกแบบระบบให้น้ำแบบอัตโนมัติ

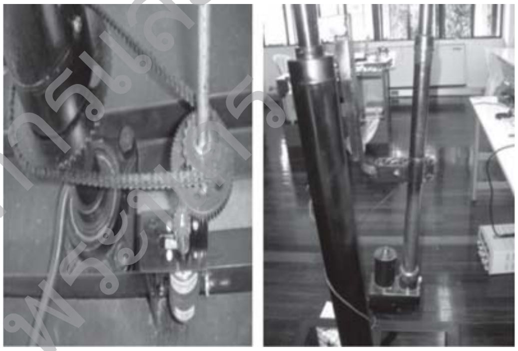
1.2.1 โครงสร้างของระบบติดตามดวงอาทิตย์แบ่งเป็น 3 ส่วน

1. ส่วนตรวจจับความเข้มแสงอาทิตย์เลือกใช้ตัวต้านทานแปรค่าตามแสงหรือแอลดีอาร์เป็นอุปกรณ์ตรวจจับความเข้มแสงโดยถูกวางอยู่ในท่อสีดำลึก 10 มิลลิเมตรโดยจะถูกติดตั้งอยู่ที่ขอบของแผงเซลล์แสงที่จุดกึ่งกลางทั้งสี่ด้าน ดังรูปที่ 2



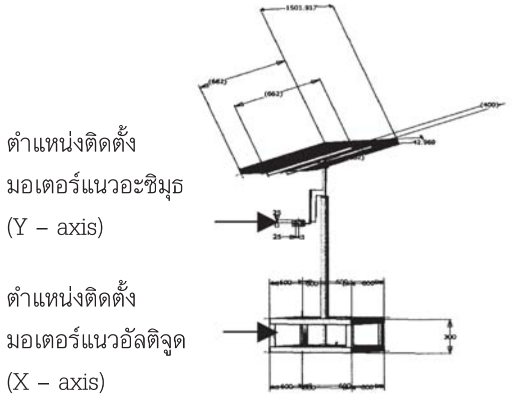
รูปที่ 2 การติดตั้งตัวตรวจจับแสงอาทิตย์

2. ปรับตำแหน่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ส่วนขับเคลื่อนของการปรับตำแหน่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นต้นกำลังทั้งสองแนวแกน ในแนวอัลติจูดจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์มีการทดรอบด้วยเกียร์เฮดที่ความเร็วรอบ 15 รอบต่อนาทีส่วนการขับเคลื่อนในแนวอะซิมุธจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระบอกเกลียวทดอัตรา 1:2 ขนาด 12 โวลต์เช่นเดียวกัน โดยมีวงจรควบคุมการขับเคลื่อนแนวอัลติจูดและวงจรขับเคลื่อนแนวอะซิมุธอยู่ในชุดเดียวกัน ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ส่วนขับเคลื่อนของการปรับตำแหน่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์

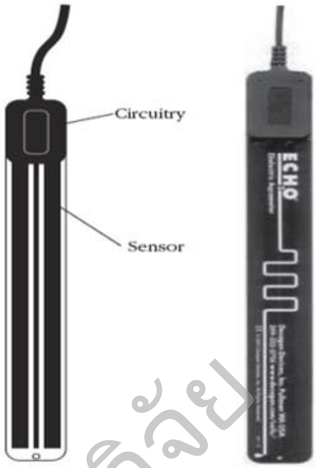
3. ส่วนรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์โครงสร้างทางกลของระบบติดตามดวงอาทิตย์ส่วนเคลื่อนที่แนวอัลติจูดจะใช้ท่อโลหะเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 นิ้ว ยึดติดกับเพลากลางพร้อมฐานเพลายึดติดกับตลับลูกปืนและเฟืองโซ่ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับโดยมีฟันเฟืองอัตราทด 1:2 ส่วนเคลื่อนที่แนวอะซิมุธใช้มอเตอร์กระแสตรงแบบกระบอกเกลียวทดในปลายยึดติดกับโครงเหล็กส่วนรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์สำหรับดึงหรือยกส่วนรองรับแผงเซลล์ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 โครงสร้างของส่วนรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์

1.2.2 ระบบการวัดความชื้นดิน

1. เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน การวัดค่าความชื้นในดินสำหรับการศึกษางานวิจัยนี้จะใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน ยี่ห้อ Decagon Devices รุ่น Echo Probe EC-20 มีความยาวของหัววัด 20 เซนติเมตร ดังรูปที่ 5 โดยมีหลักการทำงานแบบอัตราความจุกระแสไฟฟ้า (Dielectric Permittivity) ในดินหรือในวัสดุปลูกต่าง ๆ การวัดสามารถวัดค่าความชื้นได้โดยตรงจากสภาพเนื้อดิน ตั้งแต่ดินเหนียว (Clay Lome) จนถึงดินทราย (Loamy Sand) และมีความผิดพลาดต่ำในสภาพดินเค็ม (Soil Salinity) การอ่านค่าความชื้นของดินจะอยู่ในช่วง 0 จนถึงอิ่มตัวด้วยน้ำโดยปริมาตร (Saturated Volumetric Water Content) ค่าความแม่นยำของค่าที่วัดได้ขึ้นอยู่กับชนิดของดิน และปริมาณความชื้นในดินซึ่งมีค่า +3 เปอร์เซ็นต์ในดินทั่วไปและ +1 เปอร์เซ็นต์ในดินที่ปรับค่ามาตรฐานแล้ว (Soil Specific Calibration) โดยค่าสัญญาณเอาท์พุตแบบอนาลอกที่วัดได้มีค่าอยู่ในช่วง 375-1,000 มิลลิโวลต์ในดินแห้งและอยู่ในช่วง 255-260 มิลลิโวลต์ในอากาศ และมีช่วงเวลาในการอ่านค่า (Measurement Time) ไม่เกิน 10 มิลลิวินาที



รูปที่ 5 เซ็นเซอร์วัดความชื้นดิน Echo Probe EC-20

2. การสร้างกราฟมาตรฐาน ด้วยการทดสอบการวัดความชื้นของดินโดยวิธีการวัดโดยตรงเทียบกับการใช้เซ็นเซอร์วัดความชื้น เพื่อบอกความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณความชื้นจริงที่มีอยู่ในดินและค่าความชื้นที่อ่านได้จากเครื่องมือที่ใช้วัดมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

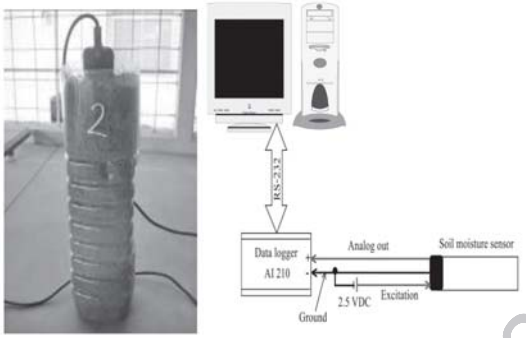
2.1 นำดินที่ใช้ในการทดสอบมาใส่ในกล่อง ดังรูปที่ 6 โดยที่มีพื้นที่หน้าตัดประมาณ 48 ตารางเซนติเมตร และสูง 24 เซนติเมตร โดยในแต่ละกล่องใส่ดินประมาณ 1 กิโลกรัม

รูปที่ 6 กล่องบรรจุดินชุดทดสอบสำหรับการสร้างกราฟมาตรฐาน

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร

2.2 เติมน้ำในกล่องแต่ละกล่องในอัตราส่วนที่แตกต่างกันไป โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์โดยน้ำหนักของดิน ดังนี้ 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 และ 50 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.3 นำเซ็นเซอร์วัดความชื้นดินเสียบลงไปในดินที่เตรียมไว้และอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากอุปกรณ์บันทึกข้อมูลที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การวัดความชื้นของดินชุดทดสอบ

2.4 นำค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากอุปกรณ์บันทึกข้อมูลมาคำนวณค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นจากสมการที่ 1

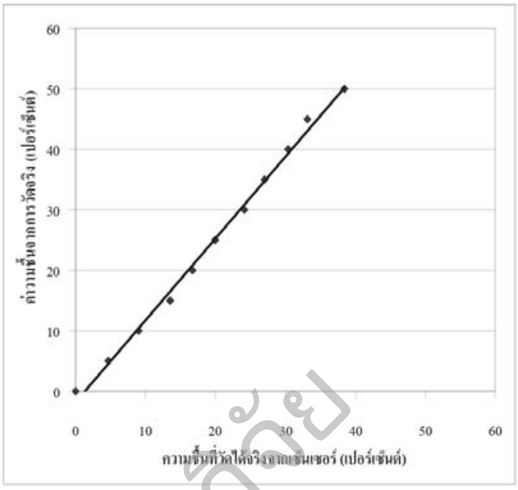
$$\theta\left(\frac{m^3}{m^3}\right) = 0.000695mV - 0.29 \quad (1)$$

คือ อัตราส่วนความชื้นโดยปริมาตรของดิน

คือ ค่าแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้จากอุปกรณ์ mV บันทึกข้อมูล (มิลลิโวลต์)

2.5 ทำการทดสอบซ้ำในข้อที่ 2.1-2.4 อีกจำนวน 3 ครั้ง

2.6 เปรียบเทียบค่าความชื้นของดินที่ได้จากการคำนวณในข้อ 2.4 กับค่าที่ทดสอบได้จริง โดยนำข้อมูลจากการทดสอบมาการสร้างกราฟมาตรฐาน ในรูปที่ 8



รูปที่ 8 กราฟค่าความชื้นดินที่วัดโดยตรงเทียบกับที่อ่านได้จากเซ็นเซอร์

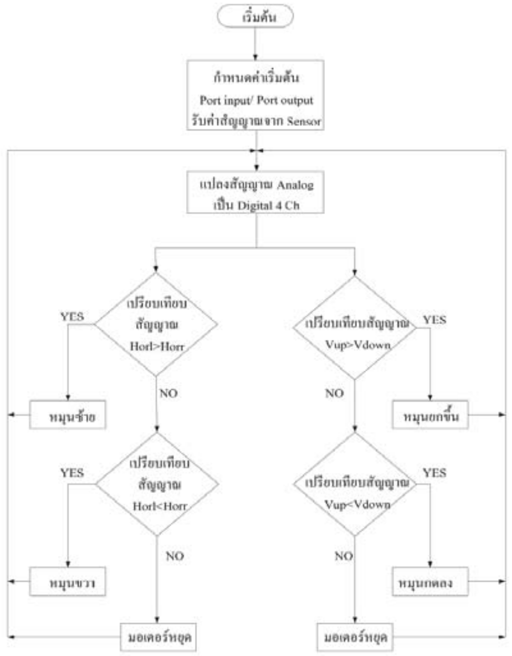
1.2.3 ชุดประมวลผล

การประมวลผลของระบบควบคุมทั้งหมดนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC16F877 มาประยุกต์ใช้งานโดยทำหน้าที่ประมวลผลกำหนดทิศทางการปรับตำแหน่งแผงเซลล์แสงอาทิตย์โดยจะรับสัญญาณเข้ามาผ่านทางพอร์ต RA0, RA1, RA2 และ RA3 ซึ่งสัญญาณดังกล่าวได้มาจากวงจรตรวจจับแสง จากนั้นได้นำสัญญาณมาประมวลผลเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิทัลด้วยภาค ADC ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์โดยวิธีการตรวจสอบบิตและถูกประมวลผลด้วยผังโปรแกรมการทำงานดังรูปที่ 9 แล้วส่งออกทางพอร์ต RD0, RD1, RD2 และ RD3 กำหนดให้พอร์ต RD0, RD1 ควบคุมแนวอัลติจูดหรือแนวเวลาหมุนส่วนรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไปในทิศทางทวนเข็มและตามเข็มนาฬิกา ส่วนพอร์ต RD2, RD3 ควบคุมแนวอะซิมุธหมุน ส่วนรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในแนวดิ่งหรือแนวฤดูกาลส่วนการตรวจวัด

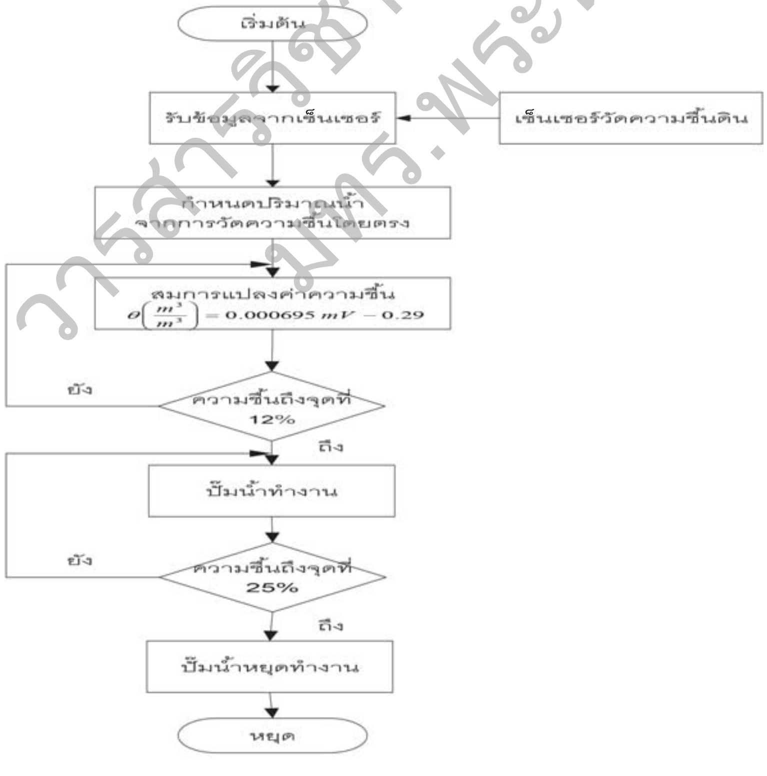
วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร

ค่าความชื้นดินที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ความชื้นผ่านทางพอร์ต RA4 จะถูกนำไปประมวลผลให้เป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นของดิน พร้อมกับเก็บบันทึกข้อมูลทุก ๆ 1 นาทีจากนั้นโปรแกรมจะทำการคำนวณหาปริมาณการใช้น้ำของลำไยที่จุดเหมาะสมตามผังการทำงานดังรูปที่ 10

เมื่อความชื้นดินถึงจุดที่เหมาะสมในการให้น้ำที่ 12 เปอร์เซ็นต์เนื่องจากเป็นพื้นที่เปิดชุดไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณควบคุมผ่านทางพอร์ต RD4, RD5 ไปควบคุมการเปิดชุดควบคุมปั๊มน้ำทำงานจ่ายระบบน้ำให้กับต้นลำไย และเมื่อความชื้นดินถึงจุดหยุดให้น้ำที่ความชื้นดิน 25 เปอร์เซ็นต์



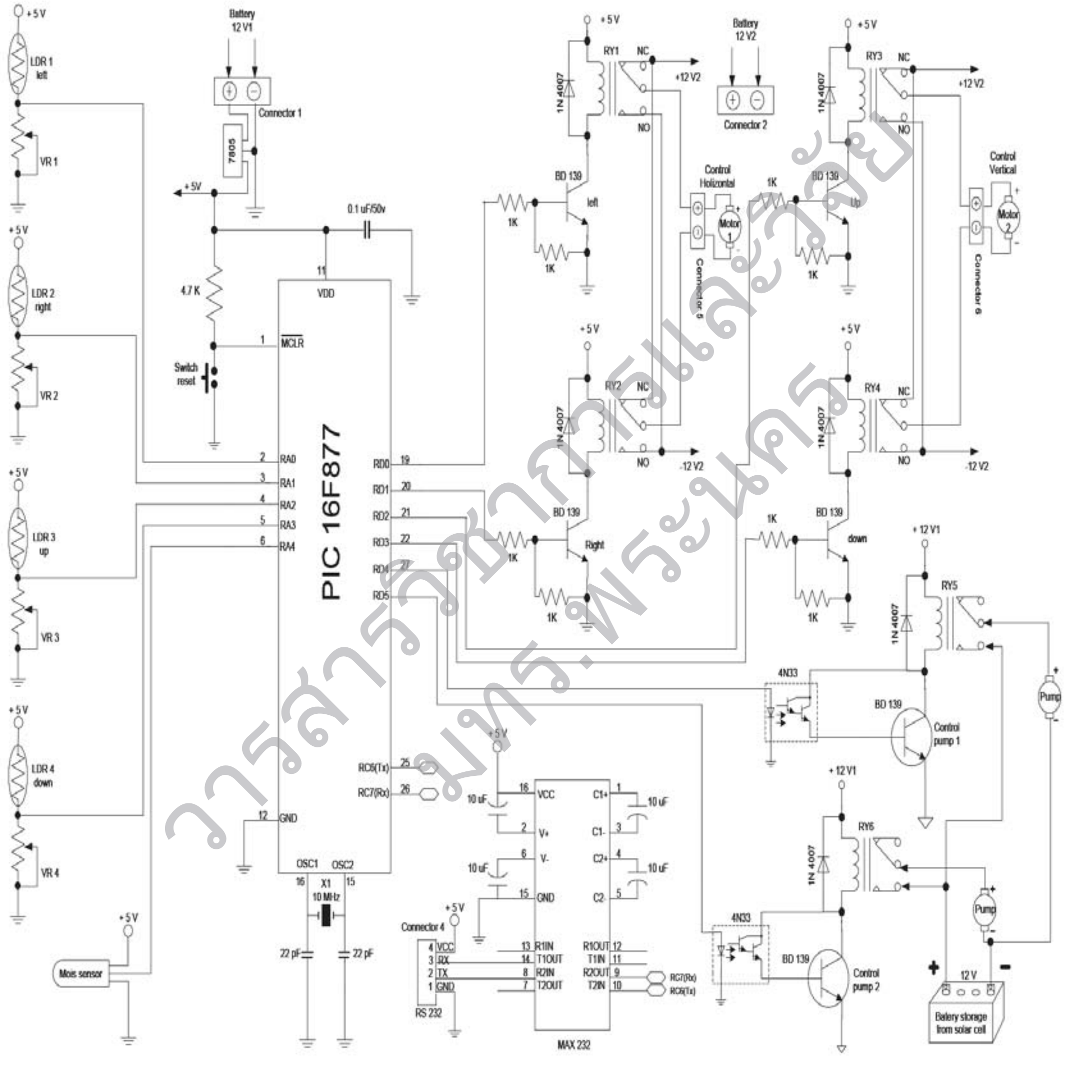
รูปที่ 9 ผังขั้นตอนการออกแบบโปรแกรมส่วนติดตามดวงอาทิตย์



รูปที่ 10 ผังโปรแกรมของระบบการให้น้ำลำไย

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณควบคุมผ่านทางพอร์ต RD4, RD5 เช่นเดียวกัน ไปควบคุมชุดควบคุมปั๊มน้ำ ให้หยุดจ่ายระบบน้ำให้กับต้นลำไย ระบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้สามารถเชื่อมต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล เพื่อโอนย้ายข้อมูลไปแสดงผลด้วยโปรแกรม Visual Basic Studio ผ่านพอร์ตอนุกรมภายใต้มาตรฐาน RS-232 ได้ วงจรการทำงานทั้งหมดแสดงดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 ชุดควบคุมระบบการให้น้ำลำไยแบบอัตโนมัติแบบการวัดความชื้นดินใช้ระบบติดตามดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงาน

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร

2. วิธีการทดลอง

ขั้นตอนในการดำเนินการ จะทำการประกอบและติดตั้งชุดติดตามดวงอาทิตย์ร่วมกับระบบควบคุมการให้น้ำลำไยจากการตรวจวัดความชื้นดิน ซึ่งประกอบด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ส่วนรองรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ชุดควบคุมการทำงานของระบบ และชุดควบคุมการให้น้ำ

2.1 เตรียมสถานที่ทดสอบในสวนใช้ลำไย 20 ต้นในการทดสอบ โดยติดตั้งระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์

2.2 ประกอบและติดตั้งชุดติดตามดวงอาทิตย์และชุดควบคุมการทำงานของระบบ

2.3 ติดตั้งชุดควบคุมการให้น้ำเข้ากับระบบการจ่ายน้ำ ซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องบันทึกและประมวลผลการให้น้ำต้นลำไย ปั๊มน้ำ และเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดิน

2.4 ดำเนินการทดสอบระบบติดตามดวงอาทิตย์และการให้น้ำลำไยแบบอัตโนมัติ

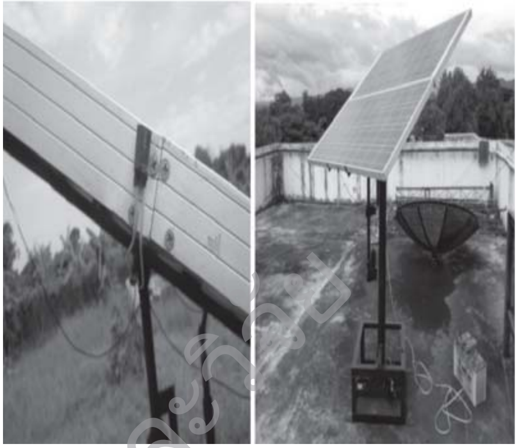
2.5 นำข้อมูลที่ได้ไปวิเคราะห์และประเมินผลการทำงานของระบบ

2.6 ปรับปรุงและแก้ไขระบบ ในกรณีที่ยังมีความผิดพลาด

3. ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

3.1 การทดสอบระบบติดตามดวงอาทิตย์

การทดสอบชุดปรับแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตามตำแหน่งดวงอาทิตย์โดยใช้ตัวต้านทานแปรค่าตามแสงตรวจจับความเข้มแสงติดตั้งทั้ง 4 ด้านที่ขอบแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตรงกึ่งกลางโดยประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ให้สั่งให้มอเตอร์ปรับทิศทางในแนวอัลติจูดและแนวอซิมุธ แสดงดังรูปที่ 13



รูปที่ 13 ตำแหน่งการติดตั้งตัวตรวจจับแสง

ทดสอบการตอบสนองในแนวอะซิมุธหรือแนวแกนฤดูกาลเนื่องจากในรอบปีวงโคจรของดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนไปการจำลองการทำงานโดยใช้หลอดไฟแทนดวงอาทิตย์โดยมีการเปลี่ยนที่ตำแหน่งมุมต่าง ๆ ตามการทดสอบดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ทดสอบการตอบสนองทางเวลาแนวอะซิมุธ

ตำแหน่งหลอดไฟ (องศา)	ผลตอบสนอง (วินาที)
30	0.8
45	2.2
60	3.45
75	4.7
90	5.92

3.2 การทดสอบการประจุแบตเตอรี่

การทดสอบใช้วิธีการประจุแบตเตอรี่จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ติดตั้งอยู่กับที่เปรียบเทียบกับการประจุแบตเตอรี่จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการเคลื่อนที่ตามตำแหน่งดวงอาทิตย์โดยทำการ

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร

ทดสอบเมื่อวันที่ 6 พฤษภาคม 2554 เวลา 8.00-18.00 น. ภายใต้สภาพอากาศแบบฟ้าโปร่งมีลมพัดเบา ๆ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ทดสอบพิกัดแรงดันเปิดวงจร 21.7 โวลต์ อัตรากระแส 7 แอมแปร์กำลังงานสูงสุด 120 วัตต์แบตเตอรี่แบบ Deep Cycle พิกัด 12 โวลต์ 135 แอมแปร์-ชั่วโมง ผลการทดสอบการประจุแบตเตอรี่แสดงดังตารางที่ 2 และ ตารางที่ 3

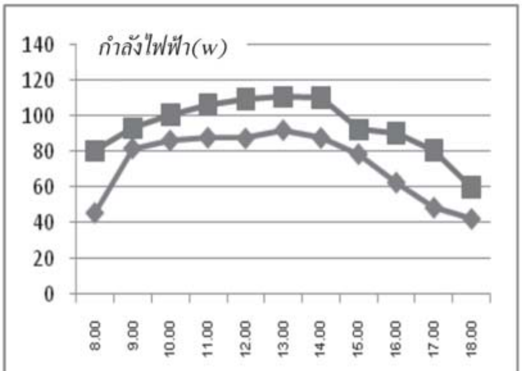
ตารางที่ 2 การประจุพลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขณะติดตั้งอยู่กับที่

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (C)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)
8.00	32	14.12	3.22	45.47
9.00	33	17.69	4.63	81.90
10.00	34.5	17.80	4.85	86.33
11.00	35.3	17.92	4.91	87.98
12.00	36	17.90	4.89	87.53
13.00	38	18.21	5.12	92.23
14.00	37.8	17.91	4.90	87.85
15.00	37	17.40	4.52	78.65
16.00	35	16.87	3.71	62.58
17.00	33.2	14.48	3.34	48.36
18.00	32	13.56	3.10	42.03
เฉลี่ย	34.9	16.71	4.29	72.81

จากผลการทดสอบการประจุพลังงานในตารางที่ 2 และตารางที่ 3 พบว่า ระบบประจุพลังงานแบบติดตั้งอยู่กับที่สามารถประจุกำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ย 72.81 วัตต์ ส่วนระบบประจุแบบมีการติดตามดวงอาทิตย์สามารถประจุกำลังไฟฟ้าได้เฉลี่ย 94.08 วัตต์ซึ่งสามารถสรุปได้ว่าระบบที่มีการติดตามดวงอาทิตย์สามารถเก็บพลังงานได้เพิ่มขึ้นคิดเป็นร้อยละ 17.72 ดังกราฟของกำลังงานไฟฟ้าแสดงในรูปที่ 14 เป็นผลมาจากระบบที่มีการติดตามดวงอาทิตย์ทำให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้รับความเข้มแสงอาทิตย์ที่จุดสูงสุดตลอดเวลา เมื่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุมตั้งฉากกับดวงอาทิตย์

ตารางที่ 3 การประจุพลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ขณะมีการติดตามดวงอาทิตย์

เวลา (ชม.)	อุณหภูมิ (C)	แรงดัน (V)	กระแส (A)	กำลังไฟฟ้า (W)
8.00	32	17.50	4.95	80.33
9.00	33	18.22	5.12	93.29
10.00	34.5	18.65	5.40	100.71
11.00	35.3	18.94	5.63	106.63
12.00	36	19.12	5.74	109.74
13.00	38	19.20	5.77	110.78
14.00	37.8	19.15	5.75	110.11
15.00	37	18.15	5.09	92.38
16.00	35	18.00	5.01	90.18
17.00	33.2	17.55	4.61	80.91
18.00	32	16.53	3.62	59.84
เฉลี่ย	34.9	18.35	5.17	94.08



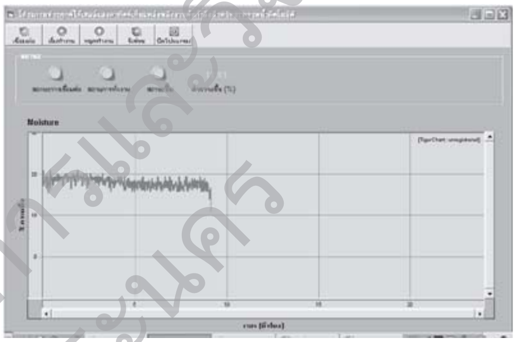
รูปที่ 14 กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้า

3.2 การทดสอบชุดตรวจวัดความชื้นดิน

ระบบควบคุมการให้น้ำที่พัฒนาขึ้นมีการทำงานตามการตั้งค่าในผังโปรแกรมประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อการส่งสัญญาณให้อุปกรณ์ควบคุมการเปิดและปิดการให้น้ำ โดยชุดควบคุมรับสัญญาณในรูปของแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินที่ฝังไว้ใต้ต้นลำไยมาประมวลค่าความชื้น เมื่อค่าความชื้นลดลงถึงจุดให้น้ำชุดควบคุมจึงจะสั่งให้ปั๊มน้ำทำงาน จ่ายน้ำผ่านระบบการให้น้ำแบบมินิสปริงเกอร์การทำงานของระบบแสดงในรูปที่ 15

รูปที่ 15 ชุดควบคุมระบบให้น้ำและระบบติดตามดวงอาทิตย์

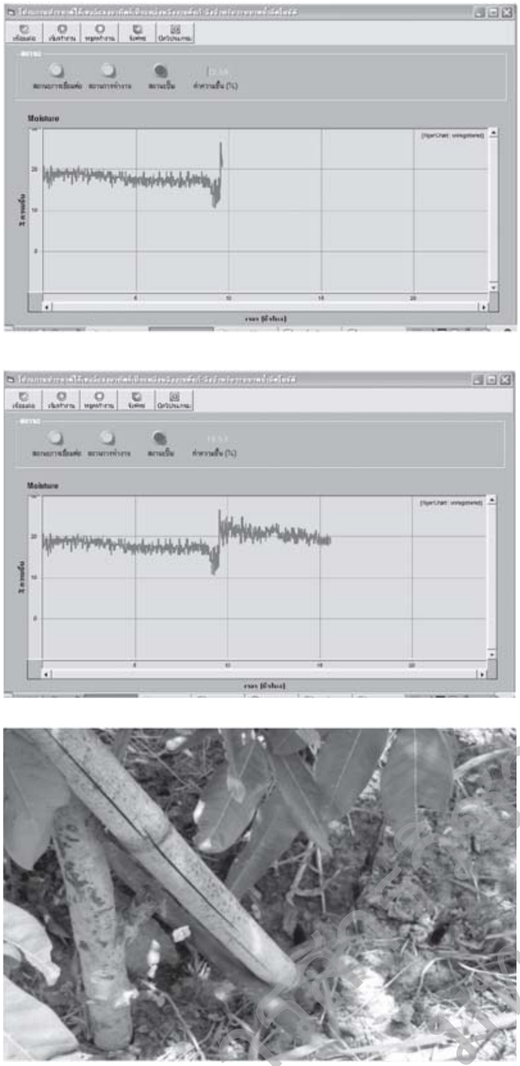
ชุดควบคุมค่าความชื้นและสถานะตัวตรวจวัดความเข้มแสงแสดงผลผ่านทางจอ LCD ขณะเดียวกันสามารถพล็อตกราฟแสดงผลค่าความชื้นในดินผ่านทางจอคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางพอร์ตสัญญาณ RS 232 จะมีการพล็อตกราฟทุก ๆ 1 นาทีด้วยคอนโทรลฟอร์มของโปรแกรม Visual Basic Studio ความสัมพันธ์ระหว่างเปอร์เซ็นต์ความชื้นในดินกับเวลาในการทดสอบ วันที่ 6 พฤษภาคม 2554 ทำการทดสอบเป็นเวลา 15 ชั่วโมง 24 นาที เริ่มต้นที่เวลา 20.30 น. ถึงเวลา 11.54 น. ของวันที่ 7 พฤษภาคม 2554 ระบบทำการรดน้ำต้นลำไยในช่วงเวลา 05.35-06.00 น. เป็นเวลา 25 นาทีใช้น้ำไปทั้งสิ้น 604 ลิตร ปั๊มน้ำทำการเปิดเพื่อทำการรดน้ำต้นลำไย โดยความชื้นลดลงถึงประมาณ 12 เปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 16



รูปที่ 16 สภาวะความชื้นถึงจุดการให้น้ำลำไย

และเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้นถึงประมาณ 25 เปอร์เซ็นต์ ปั๊มน้ำที่จ่ายระบบน้ำก็จะหยุดการให้น้ำ แสดงดังรูปที่ 17

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร



รูปที่ 17 สภาวะความชื้นถึงจุดการหยุดให้น้ำลำไย

3.4 อภิปรายผลการทดลอง

จากผลการทดลองชุดควบคุมระบบติดตามดวงอาทิตย์สามารถทำงานได้ตามผังการทำงานของโปรแกรมสามารถติดตามตำแหน่งการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ทั้งแนวแกนเวลาและแนวแกนฤดูกาล ผลการทดสอบการประจุพลังงานระบบที่มีการติดตามดวงอาทิตย์สามารถจัดเก็บพลังงานได้มากกว่าระบบที่ติดตั้งอยู่กับที่ แต่การจัดเก็บพลังงานที่จุดความเข้มแสงสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไม่สามารถจ่ายกำลังงานได้เต็มประสิทธิภาพ เนื่องมาจากสภาพภูมิอากาศในขณะทำการทดสอบและวัสดุที่ใช้ในการผลิตและชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ตลอดจนประสิทธิภาพการแปรผันพลังงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์เองยังมีประสิทธิภาพที่ต่ำ ดังนั้น ควรเลือกชนิดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ให้ประสิทธิภาพที่สูงขึ้นแต่ก็ต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายที่เพิ่มขึ้นตามมาตลอดจนจุดคุ้มทุนของการลงทุนด้วยส่วนระบบการให้น้ำด้วยวิธีการวัดความชื้นดินนั้นเป็นวิธีการวัดทางอ้อมโดยใช้เซ็นเซอร์แปรค่าความชื้นให้เป็นแรงดันไฟฟ้าแล้วนำไปคำนวณตามสมการของตัวเซ็นเซอร์เองผลการทดสอบด้วยการแสดงผลผ่านทางโปรแกรม Visual Basic Studio จะเห็นว่าค่าที่ได้ยังมีการแกว่งของสัญญาณเกิดขึ้นทำให้เกิดค่าคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยอันเนื่องมาจากการเดินสายของเซ็นเซอร์ในระยะทางไกลประกอบกับสภาพสิ่งแวดล้อมของดินและความลึกในการฝังเซ็นเซอร์เป็นปัจจัยสำคัญในการทดสอบ ดังนั้น จึงควรมีการพัฒนานำระบบการส่งสัญญาณแบบไร้สายมาใช้กับระบบให้สมบูรณ์ขึ้นในอนาคต และระบบการให้น้ำใช้ปั๊มน้ำไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวจ่ายน้ำ พบว่า อัตราการไหลที่ปลายสายยังต่ำเนื่องจากแรงอัดในการส่งน้ำไม่เพียงพอควรปรับใช้กับระบบปั๊มน้ำไฟฟ้ากระแสสลับ

4. สรุป

ระบบให้น้ำลำไยแบบอัตโนมัติโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ที่มีการติดตามดวงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานที่พัฒนาขึ้นสามารถจัดเก็บพลังงานได้มากขึ้นคิดเป็นร้อยละ 17.72 และการให้น้ำจุดความชื้นดินที่เหมาะสมของลำไยจะอยู่ที่ร้อยละ 12 และ

หยุดให้น้ำที่จุดความชื้นดินร้อยละ 25 ขึ้นอยู่กับสภาพของดินเพาะปลูก งานวิจัยนี้ทำให้เกษตรกรชาวสวนลำไยส่วนใหญ่พื้นที่อยู่ตามเชิงเขาหรือไม่มีไฟฟ้าเข้าถึงสามารถนำไปใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นการลดความยุ่งยากและค่าใช้จ่ายในการให้น้ำลำไยแต่ละครั้งการลงทุนครั้งแรกจะสูงแต่จะคุ้มทุนในระยะยาว

5. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนาที่ให้งบประมาณในการทำวิจัยโครงการดังกล่าวจนสำเร็จตามเป้าหมายการทำวิจัย

6. เอกสารอ้างอิง

สำนักงานเศรษฐกิจการเกษตร. 2549. **สถิติการเกษตรของไทย.** กระทรวงเกษตรและสหกรณ์. กรุงเทพมหานคร.

ปรีชา มหาไม้ นำพร ปัญโญใหญ่ และภาสวรรธน์ วัชรดำรงค์ศักดิ์. พฤษภาคม-สิงหาคม 2555. การประจุแบตเตอรี่ด้วยการติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกนแบบอัตโนมัติ. **วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม** ปีที่ 8 ฉบับที่ 2: 19-27.

Guanghui Li, Xinchun Shi and Chao Fu Guoliang Zhou. 2009. **Design and implementation of a novel MPPT controller based on sun tracking technology.** IEEE Transection on.

ณัฐวุฒิ ดุษฎี นำพร ปัญโญใหญ่ และพานิช อินต๊ะ. **การศึกษาระบบการให้น้ำลำไยจากการตรวจวัดความชื้นในดิน.** คณะผลิตกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้.

วารสารวิชาการและวิจัย มทร.พระนคร