**ภาคผนวก ค**

**บทความวิจัย**

**การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไร้สายสำหรับเครื่องตรวจวัดความชื้นในดิน**

**(Towards the Implementation of Wireless Technology for Soil Moisture)**

ชัยยา ชาญกิจกรรณ์, ศิริพร วงษ์น้อย และ บัญชา เหลือแดง

สาขาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ (ศาลายา)

96 หมู่ 3 ถนนพุทธมณฑลสาย 5 ต. ศาลายา อ.พุทธมณฑล จ. นครปฐม 73170 โทร. 02-8894585-7 ต่อ 2690

E-mail : bancha.lua&rmutr.ac.th

**บทคัดย่อ**

ปริญญาพิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไร้สายสำหรับเครื่องตรวจวัดความชื้นในดิน นำมาประมวลผลสัญญาณด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการเชื่อมต่อเทคโนโลยีไร้สายแบบ Access Point โดยแสดงผลผ่านจอ LCD ด้วยโปรแกรม LabVIEW ค่าความชื้นในดินที่วัดได้ จะแบ่งออกเป็น 3 สถานะด้วยกันคือ สีน้ำเงินแสดงถึงค่าความชื้นมาก ค่าที่อ่านได้จะอยู่ที่ >-0.20 Bar สีเขียวแสดงถึงค่าความชื้นปานกลาง ค่าที่อ่านได้จะอยู่ในช่วง -0.20 Bar ถึง -0.39 Bar และสีเหลืองแสดงถึงค่าความชื้นน้อย ค่าที่อ่านได้อยู่ที่ > -0.40 Bar นอกเหนือจากนี้เพื่อให้ค่าที่ได้จากการวัดมีความถูกต้องแม่นยำ เซนเซอร์ทุกตัวจะถูกสอบเทียบกับเกจวัดแบบ UCC โดยในการสอบเทียบจะปรับค่าความดันไว้ที่ 3 ระดับ คือ 0.00 -0.20 และ -0.40 Bar จากนั้นระบบที่ออกแบบถูกนำไปทดสอบในสวนบริเวณบ้าน โดยมีจุดติดตั้งอุปกรณ์ทั้งหมด 4 จุด ด้วยกันซึ่งแต่ละจุดห่างกัน 10 เมตร ผลที่ได้จากการวัดพบว่ามีความถูกต้องแม่นยำ สอดคล้องกับที่ออกแบบไว้

**คำสำคัญ**: การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไร้สาย, เครื่องตรวจวัดความชื้นในดิน, ไมโครคอนโทรลเลอร์, โปรแกรม LabVIEW

**Abstract**

This project presents the application of wireless technology for soil moisture detectors. The signal processing is evaluated using microcontroller with wireless access point technology through LCD display with LabVIEW program. Soil moisture content is divided into 3 states as follows, The 1st state, blue color represents the high humidity that readable value is > -0.20 bar. The 2nd state, green color represents the moderate humidity value. The readings range from -0.20 bar to -0.39 bar and the 3rd state, yellow color indicates the low humidity. The reading value is less than -0.40 bar. In addition, to achieve the accuracy of the measured values. All sensor nodes are calibrated with the UCC gauges. The calibration pressure is set at 3 levels of 0.00, 0.20 and -0.40 bar. For the practical, the prototype system is then tested in the home garden. There are 4 points of sensor nodes are installed. Each of client node was set up of 10 meters apart. The results of the measurement is accurate that consistent with the design.

**Keywords**: The application of wireless technology, Monitor the soil moisture, Microcontroller, LabVIEW program

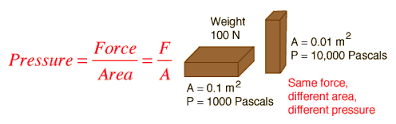
**1.คำนำ**

ในปัจจุบันเทคโนโลยีไร้สายมีประโยชน์มากสำหรับการถ่ายโอนข้อมูลสารสนเทศระหว่างจุดสองจุดหรือมากกว่า โดยไม่ได้เชื่อมต่อกันด้วยตัวนำไฟฟ้า การสื่อสารไร้สายถูกใช้กันทั่วไปในงานอุตสาหกรรม เช่น การควบคุมระยะใกล้ การควบคุมระยะไกล ในการถ่ายโอนข้อมูลโดยไม่ต้องใช้สาย ข้อมูลจะถูกถ่ายโอนในรูปของสัญญาณคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ทั้งในระยะทางใกล้และระยะทางไกล ผู้จัดทำได้นำเทคโนโลยีไร้สายมาประยุกต์ใช้งานกับเครื่องวัดความชื้นในดิน ซึ่งเครื่องวัดความชื้นในดิน จะวัดคุณสมบัติบางประการของดินที่สัมพันธ์กับปริมาณน้ำ เมื่อวัดด้วยเครื่องมือแล้วจึงนำมาเทียบหาปริมาณน้ำจากเส้นกราฟมาตรฐาน

**2. ทฎษฎีที่เกี่ยวข้อง**

**2.1 เทนซิโอมิเตอร์** เป็นเครื่องมือวัดความเครียดเมตริก (metric suction) ของความชื้นในดินเพื่อใช้กำหนดตารางการให้น้ำชลประทานแก่พืช ความเครียดเมตริกของความชื้นในดิน เกิดจาการที่อนุภาคของดินดูดยึดความชื้นไว้ที่ผิวของอนุภาคและในช่องว่างขนาดเล็กในดิน (capillary pores) จึงทำให้ความชื้นในดิน (ขณะที่ดินยังไม่อิ่มตัวด้วยน้ำ) อยู่ในสภาวะที่ไม่อิสระ ซึ่งจะมีผลถึงความยากง่ายในการที่รากพืชจะดูดน้ำไปใช้จากดินที่ระดับความชื้นหนึ่งๆ เทนซิโอมิเตอร์เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดแรงดึงความชื้นของดินที่อยู่ในภาวะสมดุลกับน้ำในกระเปาะพรุน เมื่อรู้ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดึงความชื้นของดิน และจำนวนความชื้นในดินตรงบริเวณจุดที่ตั้ง เทนซิโอมิเตอร์ก็จะทราบจำนวนความชื้นในดิน ณ จุดนั้น เครื่องมือชนิดนี้ประกอบด้วยหลอดแก้วหรือท่อพลาสติกใสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 2 เซนติเมตร ยาวประมาณ 15 ถึง 180 เซนติเมตร ขึ้นอยู่กับความลึกของดินที่ต้องการวัดความชื้น ปลายท่อนล่างจะมีกระเปาะพรุนซึ่งมีขนาดเดียวกับหลอดแก้วยาวประมาณ 6.5 เซนติเมตร สวมอยู่ ส่วนปลายท่อด้านบนจะมีฝาเกลียวซึ่งเปิดได้ บริเวณใกล้ๆฝาเกลียวจะมีเกจสุญญากาศหรือหลอดแก้วรูปตัวยูบรรจุปรอท ซึ่งเรียกว่า มาโนมิเตอร์เพื่อใช้วัดค่าสุญญากาศในหลอดแก้ว

**2.2 เซ็นเซอร์แรงดันสุญญากาศ (PRESSURE GAUGE AND VACUUM GAUGE)** แรงดัน (Pressure) คือ ปริมาณแรงกระทำที่ทำให้ของเหลวหรือก๊าซหยุดการขยายตัว และจัดอยู่ในเทอมของแรงต่อหน่วยพื้นที่



**ภาพที่ 1** เทอมของแรงต่อหน่วยพื้นที่

**2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 (NodeMCU)** คือ โมดูล WiFi จากจีนที่มีความพิเศษตรงที่ตัวมันสามารถโปรแกรม ลงไปได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เลย และมีพื้นที่โปรแกรมที่มากถึง 4MB ทำให้มีพื้นที่เหลือมากในการเขียนโปรแกรมลงไป ESP8266 เป็นชื่อของชิปไอซีบนบอร์ดของโมดูล ซึ่งไอซีนี้ไม่มีพื้นที่โปรแกรม (flash memory) ในตัว ทำให้ต้องใช้ไอซีภายนอก (external flash memory) ในการเก็บโปรแกรมที่ใช้ การเชื่อมต่อผ่านโปรโตคอล SPI ซึ่ง สาเหตุ นี้เองทำให้โมดูลนี้มีพื้นที่โปรแกรมมากกว่าไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์อื่นๆ

**ภาพที่ 2** Arduino ESP8266 (NodeMCU)

**2.4 ทฤษฎีระบบสื่อสารไร้สาย** ในการออกแบบระบบเครือข่ายจำเป็นต้องใช้ความรู้หลายอย่างในการวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้งาน ทั้งทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวกับระบบเครือข่าย เทคโนโลยีทางเครือข่ายใหม่ๆที่มีมากมาย มาตรฐานของระบบเครือข่ายไร้สาย ปัญหาต่างๆที่มีผลกระทบต่อการทำ งานของระบบเครือข่ายไร้สายรวมทั้งทฤษฎีของอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่ใช้ในการติดตั้ง



**ภาพที่ 3** ตัวอย่างการเชื่อมโยงระบบเครือข่ายไร้สาย

**2.5 โปรแกรม LabVIEW** เป็นโปรแกรมที่ใช้ติดต่อสื่อสารกับเครื่องมือต่างๆที่อยู่ภายนอกผ่านบอร์ด Data Acquisition ใชง้านเป็น monitoring หรือในการควบคุมการวัดค่าต่างๆเช่น Strain อุณหภูมิหรือสัญญาณอื่นๆโดยมีตัวเซ็นเซอร์รับสัญญาณเข้ามา โดยเอาต์พุตที่ได้จากเซนเซอร์เหล่านี้จะมีค่าเป็น แรงดันหรือกระแส ซ่ึงLabVIEW สามารถอ่านค่าที่ผ่านเข้ามาทาง DAQ Card แล้วบันทึกค่าเป็นไฟล์ข้อมูล

**3. ขั้นตอนการดำเนินงาน**

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไร้สายสำหรับเครื่องตรวจวัดความชื้นในดิน โดยใช้เซ็นเซอร์วัดความดันสูญกาศเป็นตัวบ่งบอกค่าให้ทราบว่าพื้นที่นั้นๆมีความชื้นมากน้อยเพียงใดมีการแสดงค่า 3 สถานะ คือ น้ำเงิน สีเขียว และสีเหลือง เราจึงพัฒนาชุดอุปกรณ์วัดความชื้นในดินเป็นการประยุกต์ใช้งานร่วมกับระบบสื่อไร้สารแบบ Access point โดยชุดทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนภาคส่ง (Transmitter) และ ส่วนภาครับ (Receiver)



**ภาพที่ 4** การออกแบบการควบคุมเครื่องตรวจวัดความชื้นในดิน

**3.1 การออกแบบโครงสร้าง**

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไร้สายสำหรับเครื่องตรวจวัดความชื้นในดินชุดทำงานจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนภาคส่ง (Transmitter) และ ส่วนภาครับ (Receiver) โดยส่วนภาคส่งสัญญาณจะถูกออกแบบโครงสร้างดังถาพที่ 5และส่วนภาครับสัญญาณจะถูกออกแบบโครงสร้างดังภาพที่ 6



**ภาพที่ 5** การออกแบบภาคส่งสัญญาณของเครื่องวัดความชื้นในดิน (Transmitter)

การออกแบบส่วนภาคส่ง (Transmitter) การทำงานในส่วนนี้เทนซิโอมิเตอร์จะทำงานร่วมกันเซนเซอร์วัดความดันสูญกาศ จากนั้นจะส่งค่ามาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 (NodeMCU) ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้จะมีคุณลักษณะในการปล่อยสัญญาณ Wi-Fi และถึงจะทำการส่งค่าความชื้นไปยังภาครับต่อไป



**ภาพที่ 6** การออกแบบภาครับสัญญาณของเครื่องวัดความชื้นในดิน (Receiver)

จากภพที่ 6 การออกแบบส่วนภาครับ (Receiver) ในส่วนนี้จะเป็นการรับสัญญาณของเครื่องวัดความชื้นในดิน และนำมาประมวลผลข้อมูลผ่านทางโปรแกรม LabVIEW

**4. ผลการทดลอง**

ผลการทดลองของการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไร้สายสำหรับเครื่องตรวจวัดความชื้นในดิน จะเป็นการวัดวามชื้นในดิน 3 ลักษณะ คือ ดินที่มีลักษณะมีความชื้นมาก ดินที่มีลักษณะมีความชื้นน้อย และดินที่มีลักษณะแห้งหรือไม่มีน้ำ โดยใช้เซ็นเซอร์แรงดันสุญญากาศ ในการวัดค่าความชื้นในดินโดยมีอุปกรณ์ต่อพวงเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ประมวลผลสัญญาณ โดยมีการแสดงค่าที่ประมวณผลได้ออกมาทางหน้าจอ LCD 16x2 ไฟแสดงสถานะ LED 3 สี คือ สีน้ำเงินเป็นค่าความชื้นมาก สีเขียวเป็นค่าความชื้นน้อย และสีเหลืองเป็นค่าความชื้นที่แห้งแล้ง และแสดงผลการทดลองด้วยโปรแกรม LabVIEW

**4.1 การแสดงผลด้วยโปรแกรม LabVIEW**

ในส่วนของโปรแกรมแสดงผลLabVIEW มีลักษณะดังภาพ 4-2 คือ มีการแสดงผลการทดลองของชุดทดลองจำนวน 4 ชุด โดยแต่ละชุดจะประกอบไปด้วยสเตตัสแสดงระดับความชื้นไฟแสดงสถานะ สีฟ้า สีเขียว สีเหลือง และแสดงค่าความชื้นมีหน่วยเป็นบาร์

**4.2 เก็บผลการทดลอง**

การทดลองนี้ใน 1 วันจะเก็บผลด้วยกัน 3 ครั้งคือช่วงเวลาเช้า กลางวัน และเย็น โดยมีเซ็นเซอร์วัดความชื้นในดินเป็นชุดจำลอง 4 ชุด

**C:\Users\user\Desktop\ProjectCode\ภาพผลการทดลอง\แลปวิว\new\6oct.emf**

**ภาพที่ 7** แสดงผลการทดลองวันที่ 6 ตุลาคม 2560

C:\Users\user\Desktop\ProjectCode\ภาพผลการทดลอง\แลปวิว\new\8oct.emf

**ภาพที่ 8** แสดงผลการทดลองวันที่ 8 ตุลาคม 2560

C:\Users\user\Desktop\ProjectCode\ภาพผลการทดลอง\แลปวิว\new\10oct.emf

**ภาพที่ 9** แสดงผลการทดลองวันที่ 10 ตุลาคม 2560

**4.3 การสอบเทียบเซ็นเซอร์**

ทำการสอบเทียบทั้งหมด 3 จุดคือ 0.00 -0.20 และ-0.40 หน่วยเป็นbar โดยทำการวัดทั้งหมด 5 ครั้ง ในการสอบเทียบใช้เกจวัดเป็นUUC เทียบกับเซ็นเซอร์ทั้ง 4 ตัว

**5. บทสรุป**

การประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไร้สายสำหรับเครื่องตรวจวัดความชื้นในดินมาประมวลผลสัญญาณด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีการเชื่อมต่อเทคโนโลยีไร้สายแบบ Access Point โดยแสดงผลผ่านจอ LCD และแสดงผลตอบสนองผ่านโปรแกรม LabVIEW นอกจากนั้นเครื่องตรวจวัดความชื้นในดินจะมี 3ลักษณะ ในการแสดง เช่น สีน้ำเงินจะแสดงเมื่อมีความชื้นระดับมากประมาณ (>-0.20 Bar) สีเขียวจะแสดงเมื่อมีความชื้นระดับปานกลางประมาณ (-0.20 Bar ถึง -0.39 Bar) และสีเหลืองจะแสดงเมื่อมีความชื้นระดับน้อยมาก (> -0.40 Bar) จากนั้นจะแสดงผลการทดลองที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ 1. การทดลองหาค่าความแม่นยำของเซ็นเซอร์ จากผลการทดลองพบว่าเซ็นเซอร์วัดแรงดันสูญกาศ มีการเปลื่ยนแปลงของค่าความคลาดเคลื่อนไปเล็กน้อย เพราะ พื้นที่ในการทดลองมีความชื้นมาก ส่งผลให้เกิดความปลื่ยนแปลงค่าความชื้นตามสภาพอากาศนั้น 2. การเก็บผลการทดลองที่แสดงผลด้วยโปรแกรม LabVIEW จากผลการทดลองพบว่าค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดความชื้นโดยใช้เซ็นเซอร์แรงดันสุญญากาศ ณ จุดนั้นๆ มีความเที่ยงตรงเมื่อเปรียบเทียบกับเกจวัดแรงดันสุญญากาศ จากการสังเกตผลการทดลองเครื่องวัดความชื้นในดินโดยใช้เซ็นเซอร์แรงดันสุญญากาศพบว่าเครื่องสามารถใช้ได้ดี มีความเที่ยงตรงและมีค่าความไม่แน่นอนทางสถิติที่ยอมรับได้จากนั้นจะแสดงผลการทดลองที่แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก คือ

1. การทดลองหาค่าความแม่นยำของเซ็นเซอร์

จากผลการทดลองพบว่าเซ็นเซอร์วัดแรงดันสูญกาศ มีการเปลื่ยนแปลงของค่าความคลาดเคลื่อนไปเล็กน้อย เพราะ พื้นที่ในการทดลองมีความชื้นมาก ส่งผลให้เกิดความปลื่ยนแปลงค่าความชื้นตามสภาพอากาศนั้น

2. การเก็บผลการทดลองที่แสดงผลด้วยโปรแกรม LabVIEW

จากผลการทดลองพบว่าค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัดความชื้นโดยใช้เซ็นเซอร์แรงดันสุญญากาศ ณ จุดนั้นๆ มีความเที่ยงตรงเมื่อเปรียบเทียบกับเกจวัดแรงดันสุญญากาศ จากการสังเกตผลการทดลองเครื่องวัดความชื้นในดินโดยใช้เซ็นเซอร์แรงดันสุญญากาศพบว่าเครื่องสามารถใช้ได้ดี มีความเที่ยงตรงและมีค่าความไม่แน่นอนทางสถิติที่ยอมรับได้

**5.1 ปัญหาและการแก้ปัญหา**

1. ถ้าสภาพอากาศเปลี่ยนแปลงจะทำให้เครื่องวัดความชื้นในดิน แสดงผลแค่ 1 ค่า เช่น ฤดูฝน และฤดูร้อน

2. เครื่องวัดความชื้นในดินใช้แหล่งจ่ายไฟคือ ถ่าน ไม่สามารถใช้งานได้ตลอดทั้งวัน จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนถ่านเมื่อแรงดันต่ำ

3. กล่องอุปกรณ์ไม่สามารถอยู่ในสภาพแวดล้อมที่มีอากาศครึ้มฟ้าครึ้มฝน เพราะจะให้อุปกรณ์ที่อยู่ในเครื่องชำรุดได้5.3 การนาไปใช้ประโยชน์/แนวทางการประยุกต์หรือพัฒนาต่อยอด

**5.2 การนำไปให้ประโยชน์**

1. สามารถนำไปใช้ประกอบในการทดลองการเรียนการสอนที่เกี่ยวข้องกับระบบไร้สายได้

2. สามารถช่วยลดต้นทุนในการทำเกษตรกรรมได้

3. สามารถทำให้เกษตรกรใช้ทรัพยากรน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังช่วยเพิ่มผลผลิตที่การเกษตรให้มากขึ้นอีกด้วย

**6.กิตติกรรมประกาศ**

ขอขอบพระคุณคณาจารย์สาขาวิศวกรรมการวัดคุมทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ทักษะ การปฏิบัติ คำแนะนำต่างๆ ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์บัญชา เหลือแดง อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ที่ให้ความช่วยเหลือคณะผู้จัดทำ ให้คำปรึกษาแนะนำ ให้ข้อคิด ช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ ดูแลการดำเนินการจัดทำตลอดจนตรวจสอบ และแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ ของปริญญานิพนธ์นี้ให้เสร็จสมบูรณ์ และผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านในสาขาที่ให้คำแนะนำ จนทำให้ปริญญานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์

**7.เอกสารอ้างอิง**

[1] สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ, บทเรียนมาตรวิทยา, ปทุมธานี : สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติกระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2553.

[2] กิจไพบูลย์ ชีวพันธุศรี, LabVIEW ซอฟต์แวร์เพื่อการพัฒนาระบบการวัดและควบคุม, กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) , 2554.

[3] ม.ป.ป, Tensiometer, ออนไลน์ [ตุลาคม 2558], สืบค้นจาก: http://kmcenter. rid.go.th/kmc16/Wichakarn/data

Wichakarn/data/tensiometer.htm.

[4] ม.ป.ป, ความชื้นของดิน, ออนไลน์ [ตุลาคม 2558], สืบค้นจาก: http://elearning.nsru.ac.th/ web\_elearning/soil/le

sson\_4\_4.php.

[5] ม.ป.ป, การใช้งาน LCD Display กับ Arduino, ออนไลน์ [ตุลาคม 2558], สืบค้นจาก: http://www. thaieasyelec com/article-wiki/review-product-article.

[6] ม.ป.ป, การเลือกใช้ Pressure Sensor, ออนไลน์ [ตุลาคม 2559], สืบค้นจาก: http://www.engine.erfriend.com/2012

/articles/pressure-sensor.

[7] ม.ป.ป, ความดัน, ออนไลน์ [พฤศจิกายน 2558], สืบค้นจาก: http://www.pballtechno.com/articcle/ความดัน -pressure.

[8] ม.ป.ป, Arduino mcu8266, ออนไลน์ [มีนาคม 2559], สืบค้นจาก: https://www.arduino.cc/ec/ Main/ArduinoBo

ardNano.

[9] ม.ป.ป, Development Kit MCU, ออนไลน์ [เมษายน 2559], สืบค้นจาก: https://www.nodemcu.com/index\_en

.html.

[10] ม.ป.ป, Basic TCP/IP Communication in LabVIEW, ออนไลน์ [เมษายน 2559], สืบค้นจาก: http://www.in.com/

white-paper/2710/en.