ระบบเฝ้าระวังความแรงสัญญาณการออกอากาศวิทยุกระจายเสียงต้นทุนต่ำ

Low-cost Monitoring System of Radio Broadcast Signal Strength

อัครเดช แย้มคลี่ [1,3]

จิรวัฒน์ พงษ์พานิช [1,4]

ธนภัทร หอมทรงทรัพย์ [1]

เพชร นันทิวัฒนา [1]

เติมพงษ์ ศรีเทศ [1]

ปรีชา กอเจริญ [2]

[1]ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ประยุกต์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม

[2]คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีจิตรลดา

[3]สำนักส่งเสริมและพัฒนางานเทคนิค กรมประชาสัมพันธ์

[4]ฝ่ายควบคุมโครงข่าย ส่วนปฏิบัติการควบคุมโครงข่าย บริษัท กสท โทรคมนาคมจำกัด (มหาชน)

E-mail: petch.na@spu.ac.th

บทคัดย่อ

เครื่องรับวิทยุเอฟเอ็มเป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความจำเป็นในการรับฟังข่าวสาร คุณภาพของการรับฟังขึ้นอยู่กับระดับความแรงของสัญญาณที่แพร่ออกมา เพื่อเป็นการตรวจสอบประสิทธิภาพระบบการแพร่กระจายสัญญาณวิทยุของสถานีในแต่ละพื้นที่ให้บริการ การตรวจวัดระดับความเข้มของสัญญาณวิทยุในแต่ละพื้นที่จึงมีความจำเป็น ระบบเฝ้าระวังความแรงสัญญาณการออกอากาศวิทยุกระจายเสียงต้นทุนต่ำจึงถูกพัฒนาขึ้น โดยมีความคลาดเคลื่อนในการวัดเมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐานที่ใช้งานอยู่ต่ำกว่า 7 % เท่านั้น จึงสามารถที่จะนำมาใช้ในการประเมินความแรงของสัญญาณออกอากาศในเบื้องต้นทดแทนการส่งบุคลากรออกทำการวัดในแต่ละพื้นที่ได้

คำสำคัญ: ระบบเฝ้าระวังความแรงสัญญาณ การออกอากาศวิทยุกระจายเสียง อุปกรณ์ไอโอทีต้นทุนต่ำ

ABSTRACT

FM radio receiver is an electronic device which is necessary to listen to news and entertainments. The quality of sound from the receiver depends on the received signal strength. In order to verify the effectiveness of the radio broadcasting system, measuring the strength of the radio signal in each area is needed. The low-cost monitoring system of radio broadcast signal strength was developed. The accuracy of the developed system is compared to the standard measuring tool which error is less than 7% . Therefore, it might be used to be a

monitoring system to assess in each area instead of sending personnel out to measure the strength of the broadcast signal.

KEYWORDS: Monitoring system, Radio Broadcasting, Low-cost IoT

1. บทนำ

การตรวจวัดเขตพื้นที่ให้บริการสัญญาณวิทยุกระจายเสียงเป็นสิ่งจำเป็นที่จะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพระบบการกระจายสัญญาณวิทยุของสถานีในเครือข่ายของสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย กรมประชาสัมพันธ์ ตามมาตรฐานการรับฟังวิทยุกระจายเสียง ค่าความเข้มของสัญญาณวิทยุต่ำสุดที่เครื่องรับวิทยุกระจายเสียงของผู้ฟังทั่วไปสามารถรับฟังได้ อย่างชัดเจน มีความต่อเนื่อง ไม่มีสัญญาณรบกวน ซึ่งกำหนดโดยมาตรฐาน ITU-R BS.412 [1] ให้วัดสัญญาณที่ระดับความสูง 10 เมตร เหนือพื้นดิน สัญญาณวิทยุกระจายเสียงที่รับฟังได้ดีในเขตเมืองใหญ่ต้องมีขนาดไม่ต่ำกว่า 70 dBμV/m เนื่องจากมีสัญญาณรบกวนจากสิ่งแวดล้อม เยอะมาก ส่วนนอกเมืองหรือชนบทที่ไม่แออัดขนาดสัญญาณที่รับฟังได้ดีควรให้มีค่าอย่างน้อย 48 dBμV/m เพื่อการรับฟังได้อย่างชัดเจน การแพร่กระจายคลื่นวิทยุ คลื่นวิทยุที่แพร่กระจายออกจากสายอากาศนั้น จะมีการแพร่กระจายออกไปในทุกทิศทาง และจะถูกลดทอนตามสภาพภูมิประเทศของแต่ละพื้นที่ ซึ่งจะมีค่าแตกต่างกันมาก ไม่สามารถคำนวณค่าระดับความเข้มได้อย่างแม่นยำในแต่ละพื้นที่ของการรับสัญญาณเพราะฉะนั้น การลงพื้นที่ตรวจวัดเขตพื้นที่บริการสม่ำเสมอจะทำให้ทราบถึงประสิทธิภาพระบบการกระจายสัญญาณวิทยุของสถานีวิทยุกระจายเสียงได้เป็นอย่างดี แต่ต้องใช้งบประมาณค่าใช้จ่ายและบุคลากรในการดำเนินงานสูง อีกทั้งการตรวจวัดอาจประสบปัญหาเรื่อง ของสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยทำให้เกิดความยากลำบากในการตรวจวัดค่าความเข้มสัญญาณวิทยุกระจายเสียง คณะผู้วิจัยจึงเสนอระบบเฝ้าระวังความแรงสัญญาณการออกอากาศวิทยุกระจายเสียงผ่านไอโอทีต้นทุนต่ำเพื่อใช้แก้ปัญหาในด้านการเฝ้าระวังค่าระดับความแรงของสัญญาณการออกอากาศในพื้นที่ต่าง ๆ โดยมีต้นทุนอุปกรณ์ต่ำ สามารถจัดเก็บข้อมูลค่าความแรงสัญญาณวิทยุและสามารถนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลัง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประเมินค่าประสิทธิภาพการทำงานของระบบวิทยุกระจายเสียงในเครือข่ายของสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย กรมประชาสัมพันธ์ได้ต่อไป

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบวิทยุ

ระบบวิทยุกระจายเสียงโดยทั่วไปมีการสื่อสารทางเดียวจากเครื่องส่งไปยังเครื่องรับเท่านั้น ส่วนประกอบสำคัญคือ เครื่องส่ง เครื่องรับสายอากาศและสัญญาณข่าวสาร สัญญาณข่าวสารถูกป้อนเข้าที่สู่เครื่องส่งซึ่งทำหน้าที่มอดูเลตสัญญาณข่าวสารลงบนสัญญาณพาหะความถี่สูง สัญญาณพาหะที่ถูกมอดูเลตแล้วจะต้องไปผ่านการขยายให้มีกำลังมากขึ้นแล้วจึงป้อนแก่สายอากาศเพื่อแผ่กระจายสัญญาณให้สามารถส่งไปได้ไกล เมื่อสัญญาณแพร่มาถึงเครื่องรับ คลื่นที่รับได้จากสายอากาศจะถูกแปลงโดยเครื่องรับซึ่งจะเลือกรับเฉพาะคลื่นที่ต้องการเท่านั้น การกู้คืนสัญญาณข่าวสารกลับคืนออกมาเป็นเสียงพูดหรือเสียงดนตรีให้กับผู้ใช้งานจะทำโดยวงจรดีมอดูเลต สำหรับช่วงแถบความถี่ที่ใช้สำหรับการรับส่งวิทยุเอฟเอ็ม (Frequency modulation, FM) อยู่

ในแถบความถี่สูงมาก (Very high frequency, VHF) คลื่นในแถบความถี่นี้มีระยะการรับส่งที่ให้ผลในการรับที่ดีในระยะห่างจากสถานีแพร่กระจายคลื่นประมาณไม่เกินระยะ 50 กิโลเมตร และอาจรับได้ในระยะทางมากขึ้นถ้ามีการติดตั้งสายอากาศชนิดจำกัดทิศทางหรือสายอากาศที่มีอัตราการขยายสูง แถบความถี่ที่ใช้ในประเทศมีค่าความถี่อยู่ระหว่าง 88 – 108 MHz

2.2 ทฤษฎีพื้นฐานสายอากาศ

สายอากาศเป็นอุปกรณ์สำหรับรับและส่งคลื่นความถี่วิทยุ ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเพื่อแพร่กระจายคลื่นในฝั่งวงจรส่ง และในทางกลับกันก็ทำหน้าที่เปลี่ยนคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพลังงานไฟฟ้าเช่นกันในฝั่งวงจรรับ สายอากาศมีหลายขนาดและรูปแบบ ขึ้นอยู่กับการใช้งาน เช่น สายอากาศสำหรับเครื่องรับโทรทัศน์ในบ้าน ส่วนใหญ่เป็นสายอากาศชนิด ยากิ-อุดะ มักติดตั้งไว้บนหลังคา ทำด้วยอะลูมิเนียม เพราะน้ำหนักเบาและทนต่อสภาพอากาศได้ดีกว่าโลหะทั่วไป สายอากาศของไมค์ลอย เป็นเพียงสายไฟสั้น ๆ มีความยาวเป็นสัดส่วนกับค่าความถี่คลื่นพาห์ที่ใช้ สายอากาศแบบโอมนิ (Omni-direction) เป็นสายอากาศอากาศที่กระจายสัญญาณรอบทิศทาง โดยมากใช้ติดตั้งไว้นอกอาคารตรงกลาง เพื่อให้กระจายสัญญาณได้ครอบคลุมพื้นที่นั้นๆ สายอากาศแบบไดเรกชันชนิดยากิ-อุดะ (Yaki-Uda) โดยนำสายอากาศไดโพลมาปรับปรุงแบบรูปการแพร่กระจายคลื่นให้มีทิศทางเดียว ช่วยลดโลบด้านหลัง (Back lobe) ทำให้ลดโอกาสรับสัญญาณจากด้านหลังสายอากาศ สามารถเข้ากับไดโพลได้พอดีกับสัญญาณรับทางด้านหน้า ตัวสะท้อนคลื่น (Reflector) ช่วยสะท้อนคลื่นทำให้สายอากาศชี้ทิศทาง

2.3 สมการการส่งผ่าน

สมการการส่งผ่าน (Friis transmission formula) แสดงดัง (2.1) ใช้ในการคำนวณหากำลังงานที่ได้รับ P_R จากเครื่องส่งผ่านสายอากาศฝั่งส่งที่มีค่ากำลังงานส่ง P_T มีค่าอัตราการขยายของสายอากาศฝั่งส่ง G_T และสายอากาศฝั่งรับ G_R มีระยะห่างระหว่างสายอากาศทั้งสองที่ระยะทาง R ทำงานที่ความถี่คลื่นพาห์ f และความเร็วของแสง c

$$P_R = \frac{P_T G_T G_R c^2}{(4\pi R f)^2} \qquad (2.1)$$

2.4 โพรโตคอลเอ็มคิวทีที

โพรโตคอลเอ็มคิวทีที (Message Queuing Telemetry Transport, MQTT) เป็นโพรโตคอลที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบอุปกรณ์กับอุปกรณ์ (Machine to Machine, M2M) เพื่อใช้ในการพัฒนาเทคโนโลยีไอโอที (Internet of Things, IoTs) ที่เป็นเทคโนโลยีที่ทำให้อินเทอร์เน็ตสามารถเชื่อมโยงสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ โทรทัศน์ ตู้เย็น เชื่อมโยงการสื่อสารเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโปรโตคอลเอ็มคิวทีทีมีการใช้ทรัพยากรระบบน้อย ออกแบบมาเพื่อใช้งานกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก การรับส่งข้อมูลในเครือข่ายที่มีขนาดเล็ก แบนด์วิธต่ำ ใช้หลักการแบบ Publisher /Subscriber คล้ายกับหลักการที่ใช้ใน เว็บเซอร์วิสที่ต้องใช้ เว็บเซิร์ฟเวอร์ เป็นตัวกลางระหว่างคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ แต่ MQTT จะใช้ตัวกลางที่เรียกว่า Broker เพื่อทำหน้าที่ จัดการคิว รับ - ส่ง ข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ และทั้งในส่วนที่เป็น Publisher และ Subscriber

3. วิธีดำเนินงาน

3.1 การตรวจสอบประสิทธิภาพการแพร่กระจายสัญญาณ

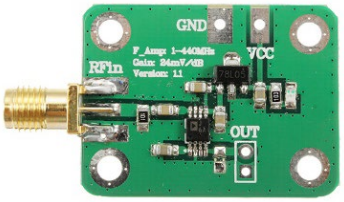
เดิมวิธีการตรวจสอบประสิทธิภาพระบบการแพร่กระจายสัญญาณวิทยุของเครือข่ายสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย กรมประชาสัมพันธ์ในแต่ละพื้นที่ ดำเนินการโดยทำการจัดสรรเจ้าหน้าที่ออกทำการตรวจวัดระดับความแรงของสัญญาณวิทยุในแต่ละพื้นที่ให้บริการด้วยเครื่องมือวัดยี่ห้อ Anritsu รุ่น ML524B ใช้ร่วมกับสายอากาศไดโพล ทำการวัดในพื้นที่ต่าง ๆ โดยเฉพาะที่ที่ห่างไกลจากเครื่องส่งสัญญาณวิทยุ ผลที่ได้จากการสำรวจถูกนำมาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของระบบวิทยุกระจายเสียง และเพื่อที่จะได้ทำการแก้ไขปัญหาพื้นที่อับสัญญาณ ซึ่งการดำเนินการดังกล่าวจะมีค่าใช้จ่ายด้านบุคลากรค่อนข้างสูง และเป็นค่าใช้จ่ายทุก ๆ ครั้งที่มีการตรวจสอบการแพร่กระจายสัญญาณ ซึ่งจะต้องดำเนินการตรวจสอบอยู่เป็นระยะ ๆ ดังนั้นเพื่อเป็นการประหยัดงบประมาณค่าใช้จ่ายและเวลาในการลงพื้นที่ การจัดทำระบบตรวจวัดค่าความแรงของสัญญาณวิทยุ โดยนำอุปกรณ์ไปติดตั้งตามพื้นที่ให้บริการบริเวณต่าง ๆ และอุปกรณ์ที่นำไปติดตั้งนี้ทำการส่งค่าที่วัดได้ผ่านระบบโทรคมนาคมกลับมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ที่กรมประชาสัมพันธ์โดยอัตโนมัติจึงเป็นแนวทางที่สามารถจะลดค่าใช้จ่ายได้

3.2 การสร้างระบบตรวจวัดค่าความแรงของสัญญาณวิทยุ

การสร้างระบบตรวจวัดค่าความแรงของสัญญาณวิทยุที่จะนำไปติดตั้งตามพื้นที่ให้บริการบริเวณต่าง ๆ ต้องทำการออกแบบให้มีต้นทุนต่ำ และสามารถให้ค่าการวัดที่มีความคลาดเคลื่อนจากเครื่องมือวัดที่ใช้อยู่ไม่มากนัก เพื่อจะสามารถนำไปใช้เป็นการคัดกรองเบื้องต้น ซึ่งเมื่อตรวจสอบพบปัญหาที่บริเวณใด จึงจะดำเนินการส่งเจ้าหน้าที่เพื่อทำการวัดและตรวจสอบด้วยเครื่องมือวัดมาตรฐานอีกครั้ง

3.2.1 ไอซีขยายสัญญาณแบบลอการิทึม AD8310

ไอซี AD8310 ดังแสดงในภาพที่ 1 เป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณแบบลอการิทึมสามารถตรวจวัดสัญญาณความถี่ช่วงของ DC ถึง 440 MHz สามารถตรวจวัดค่าความแรงของสัญญาณในช่วง – 91 dBV ถึง +4 dBV ให้ค่าเอาท์พุทการวัดเป็นแรงดันไฟฟ้าค่อนข้างเป็นเชิงเส้นในช่วงแรงดัน 0.35V ถึง 2.5V ทั้งนี้การตอบสนองต่อความถี่ของไอซีนี้จะตอบสนองในช่วงกว้างมากดังนั้นในวงจรแมชชิ่งเพื่อให้สามารถใช้งานในย่านการวัดคลื่นเอฟเอ็มที่เหมาะสมจะต้องเลือกค่าอุปกรณ์พาสซีฟให้สามารถตอบสนองย่านการวัดที่แคบลง โดยเลือกให้วงจรแมชชิ่งในย่านความถี่ 100 MHz [2]



ภาพที่ 1 บอร์ดวงจรขยายสัญญาณแบบลอการิทึมที่ใช้ไอซี AD8310

3.2.2 เครื่องมือวัดยี่ห้อ Anritsu รุ่น ML524B

เครื่องมือวัดยี่ห้อ Anritsu รุ่น ML524B ดังแสดงในภาพที่ 2 สามารถตรวจจับความถี่ในช่วง 25 – 1000 MHz และสามารถวัดความแรงของสัญญาณได้ 0 – 114 dBμV/m (สำหรับความถี่ 25 – 300 MHz) และ 114 – 120 dBμV/m (สำหรับความถี่ 300 – 1000 MHz) ใช้งานร่วมกับสายอากาศไดโพลแบบครึ่งความยาวคลื่น (Half-Wave) เป็นเครื่องมือวัดมาตรฐานที่เครือข่ายสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย กรมประชาสัมพันธ์ใช้ในการวัดค่าความแรงของสัญญาณในพื้นที่ให้บริการต่าง ๆ

ภาพที่ 2 เครื่องมือวัดยี่ห้อ Anritsu รุ่น ML524B

3.2.3 ราสเบอรี่ไพล์

บอร์ดคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ มี CPU GPU และ RAM อยู่ภายในชิปเดียวกัน มีจุดเชื่อมต่อ GPIO ให้ผู้ใช้สามารถนำไปใช้ควบคุมอุปกรณ์อุปกรณ์ต่อพ่วงอื่น ๆ ได้ ถูกนำมาใช้ในโครงการนี้เพื่อเป็นโนดการวัด และเป็นเซอร์ฟเวอร์เพื่อรับข้อมูลการวัดที่ถูกส่งผ่านมาทางอินเตอร์เนต ทำให้สามารถวัดความแรงของสัญญาณการแพร่กระจายคลื่นได้ในบริเวณที่มีการให้บริการของผู้ให้บริการเครือข่ายโทรคมนาคม ส่วนการเก็บข้อมูลสามารถติดตั้งได้ที่กรมประชาสัมพันธ์ และสามารถเรียกดูข้อมูลได้ทั้งบนคอมพิวเตอร์และบนสมาร์ทโฟน การควบคุมการทำงานของราสเบอรี่ไพสามารถติดต่อกับเว็ปเบราเซอร์ และอุปกรณ์อื่น ๆ ใช้โนดเรด (Node-RED) เป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาโดยเป็นการพัฒนาโปรแกรมแบบโฟลเบส (Flow Based Programming)

3.3 ทดสอบอุปกรณ์เปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดที่ใช้งาน

การดำเนินการสร้างเครื่องมือวัดความแรงของการแพร่สัญญาณนี้เลือกใช้อุปกรณ์ที่มีต้นทุนต่ำ เพื่อจะสามารถทำการติดตั้งได้จำนวนมากในพื้นที่ให้บริการบริเวณต่าง ๆ ในงบประมาณที่ไม่สูงมาก แต่ข้อจำกัดคือความแม่นยำในการวัดจะไม่สูงมากและจะมีสัญญาณรบกวนจากคลื่นสัญญาณที่ถูกส่งมาจากแหล่งกำเนิดอื่น ๆ ได้ ดังนั้นการปรับแต่งให้เหมาะสมกับความถี่ที่ต้องการวัดและให้เหมาะกับแต่ละพื้นที่ในการติดตั้งจึงมีความจำเป็น โดยต้องมีการปรับแต่งค่าการวัดเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐานที่เครือข่ายสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย กรมประชาสัมพันธ์ใช้งานอยู่ ในทุก ๆ พื้นที่ที่นำเครื่องมือวัดที่สร้างขึ้นไปติดตั้ง เช่นการติดตั้งที่จังหวัดเพชรบุรี มีสถานีวิทยุกระจายเสียงระบบเอฟเอ็มความถี่ 95.75 MHz และมีสถานีวิทยุที่ใช้งานความถี่ข้างเคียงค่อนข้างน้อย โดยทำการเลือกใช้สายอากาศชนิดยากิเพื่อลดผลจากคลื่นความถี่ข้างเคียงที่อาจแพร่มารบกวน และทำการหันสายอากาศไปยังสถานีเพื่อทำการตรวจวัด โดยทีมวิจัยได้ทำการลงพื้นที่เมื่อวันที่ 27 พฤศจิกายน 2560 ดังแสดงในภาพที่ 3 เพื่อทำการทดสอบอุปกรณ์วัดความแรงสัญญาณวิทยุ โดยสถานีดังกล่าวมี

เสาส่งสัญญาณตั้งอยู่บนเขาบันไดอิฐ ถนนเพชรเกษม อำเภอเมืองเพชรบุรี จังหวัดเพชรบุรี ละติจูด 13.1129 องศา ลองติจูด 99.9347 องศา การสอบเทียบทำโดยเทียบวัดสัญญาณทั้งหมด 10 จุด กระจายตามระยะห่างจากสถานีส่ง และทำการสอบเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐานที่เครือข่ายสถานีวิทยุกระจายเสียงแห่งประเทศไทย กรมประชาสัมพันธ์ใช้ จุดที่ดำเนินการวัดสัญญาณและผลการวัดแสดงดังตารางที่ 1 ระยะใกล้สุดที่ทำการวัดคือระยะห่าง 450 เมตร ส่วนระยะไกลสุดคือ 19 กิโลเมตร ค่าที่ได้จากการวัดของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐานมีแนวโน้มและทิศทางไปทางเดียวกัน จึงสามารถนำอุปกรณ์ที่สร้างนี้เพื่อนำไปพัฒนาต่อเป็นระบบเฝ้าระวังค่าความแรงของสัญญาณได้ ต่อไป

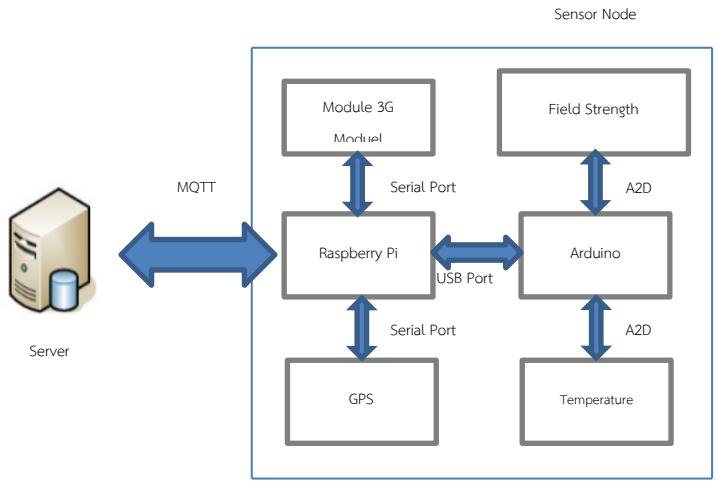
ภาพที่ 3 การลงพื้นที่เพื่อตรวจวัดค่าความแรงของการแพร่สัญญาณ

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบความเข้มสัญญาณวิทยุอุปกรณ์ AD8310 และ เครื่องมือวัด Anritsu รุ่น ML524B

จุด	ระยะทาง (กิโลเมตร)	พิกัด ละติจูด, ลองติจูด	ความเข้มสัญญาณวิทยุ (dBμV/m)	
			Anritsu	AD8310
1	0.45	13.1068, 99.9317	90	88.66
2	1.3	13.1061, 99.9291	63	68.66
3	1.7	13.1138, 99.9393	74	83.66
4	2.7	13.1053, 99.9286	85	89.49
5	3.4	13.1237, 99.9501	80	83.24
6	4.5	13.1271, 99.9563	68	70.74
7	5	13.1305, 99.9603	82	85.74
8	5.2	13.1236, 99.8843	67	72.41
9	9.7	13.1503, 99.8521	60	64.07
10	19	13.2425, 99.8239	45	50.74

3.4 การสร้างระบบเซนเซอร์โนดและการแสดงผล

ทำการติดตั้งเซอร์ฟเวอร์เพื่อสร้างเป็นแม่ข่ายของระบบติดตั้งไว้ที่กรมประชาสัมพันธ์ใช้ระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi Kernel V4.9, MQTT Service, Node Red Service, Apache Web Service V2.4.25, My SQL V10.1.26 และ PHP My Admin V4.6.6 DEB4 โครงสร้างของระบบเฝ้าระวังค่าความแรงของสัญญาณแสดงดังภาพที่ 4 ภายในอุปกรณ์เซนเซอร์โนดประกอบด้วยโมดูล AD8310, Arduino, Raspberry Pi และ 3G Communication module



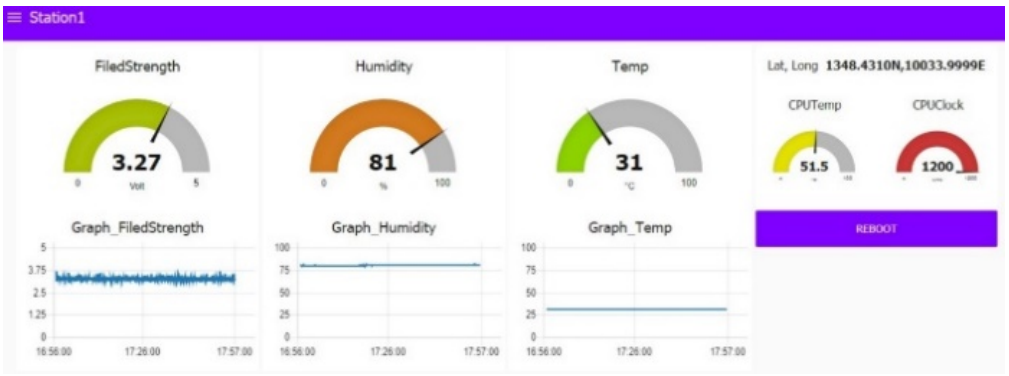
ภาพที่ 4 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบเซนเซอร์การเฝ้าระวังฯ

4. ผลการทดสอบ

หลังจากทำการสร้างระบบเสร็จพร้อมการปรับแต่งค่าการวัดให้มีค่าใกล้เคียงกับเครื่องมือวัดมาตรฐานแล้วจึงทำการนำเซนเซอร์โนดติดตั้งเพื่อทำการทดสอบจำนวน 3 จุด ณ จังหวัดเพชรบุรี ผลการวัดแสดงดังตารางที่ 2 อุปกรณ์วัดสัญญาณเซนเซอร์โนดจะทำการวัดค่าสัญญาณและส่งต่อค่าการวัดไปยังเซอร์ฟเวอร์ที่ติดตั้งไว้ที่กรมประชาสัมพันธ์ ตำแหน่งการติดตั้งอยู่ในระยะห่าง 9.5 กิโลเมตร ถึง 25 กิโลเมตร การแสดงผลการวัดสามารถเรียกดูได้ผ่านสมาร์ทโฟนและเว็ปเบราซ์เซอร์ดังแสดงตัวอย่างในภาพที่ 5 ซึ่งสามารถเรียกดูค่าได้ในเวลาจริง

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลการวัดของอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นกับเครื่องมือวัดมาตรฐานจำนวน 5 จุดวัด

จุด	ระยะห่าง (กิโลเมตร)	ความเข้มสัญญาณวิทยุ (dBμV/m)		ความแตกต่าง
		เครื่องมือวัดมาตรฐาน	อุปกรณ์ที่สร้างขึ้น	
1	9.5	52.7	56	6.3 %
2	19	66.4	68	2.4 %
3	25	64.7	65	0.5 %



ภาพที่ 5 ตัวอย่างแสดงผลการวัดค่าที่เรียกดูในเวลาจริง

5. สรุป

ระบบเฝ้าระวังความแรงสัญญาณการออกอากาศวิทยุกระจายเสียงต้นทุนต่ำนี้ได้มีการจัดทำขึ้นเพื่อลดงบประมาณดำเนินการและกำลังเจ้าหน้าที่ในการตรวจวัดค่าความแรงของสัญญาณการออกอากาศ โดยมีต้นทุนในการสร้างโนดชุดละไม่เกิน 2,000 บาทเท่านั้น โดยต้นแบบระบบนี้แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนโนดวัดสัญญาณจำนวน 3 ชุด เมื่อนำค่าที่ได้จากอุปกรณ์ที่สร้างขึ้นทำการสอบเทียบกับเครื่องมือวัดมาตรฐานที่ใช้งาน ผลการวัดมีค่าความแตกต่าง อยู่ระหว่าง 0.5% – 6.3% ส่วนเซอร์ฟเวอร์ที่ติดตั้งไว้ที่กรมประชาสัมพันธ์ทำหน้าที่เพื่อเก็บค่าที่ได้จากการวัด เมื่อต้องการดูผลการวัดสามารถเรียกดูข้อมูลจากในฐานข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ และสามารถดูข้อมูลในเวลาจริงได้ทั้งจากสมาร์ทโฟนและจากคอมพิวเตอร์ ทางคณะผู้วิจัยคาดหวังว่าระบบต้นแบบนี้จะสามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อลดค่าใช้จ่ายภายในการดำเนินการตรวจวัดของกรมประชาสัมพันธ์และหน่วยงานอื่น ๆ ได้ต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ITU-R BS.412-9, Planning standards for terrestrial FM sound broadcasting at VHF.

[2] Analog Devices, "Datasheet: AD8310 Fast, Voltage-Out, DC to 440 MHz, 95 dB Logarithmic Amplifier Rev. F," One Technology Way, 2010.