

รายงานโครงการสะสมเต็มศึกษา

เรื่อง มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ ( Smart Meter )

โดย

1. นายเกียรติศักดิ์ บัวงาม
2. นายภูวิศ เชื้อชม
3. นายภคพงษ์ อรรคบุตร

ครูที่ปรึกษา

1. นายสิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์
2. นายเจตนิพิฐ แทนทอง

โรงเรียนศรีสะเกษวิทยาลัย สังกัด สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 28

รายงานนี้เป็นส่วนประกอบของโครงการสะสมเต็มศึกษา

ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 - 6

เนื่องในการจัดกิจกรรม Thailand STEM Festival 2016 ภาคตะวันออกเฉียงเหนือตอนล่าง 2

ระหว่างวันที่ 13 – 15 กันยายน พ.ศ.2560

## เรื่อง มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ ( Smart Meter )

โดย

1. นายเกียรติศักดิ์ บัวงาม
2. นายภูวิศ เชื้อชม
3. นายภคพงษ์ อรรคบุตร

ครูที่ปรึกษา

1. นายสิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์
2. นายเจตนิพัทธ์ แทนทอง

### บทคัดย่อ

ชื่อโครงการ	มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ ( Smart Meter )
ชื่อนักเรียน	นายเกียรติศักดิ์ บัวงาม นายภูวิศ เชื้อชม นายภักพงษ์ อรรคบุตร
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	นายสิทธิศักดิ์ จินดาวงศ์ นายเจตนิพิฐ แท่นทอง
โรงเรียน	ศรีสะเกษวิทยาลัย

โครงการมิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ ( Smart Meter ) มีวัตถุประสงค์เพื่อประดิษฐ์อุปกรณ์ที่จะช่วยในการตรวจสอบปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ และสามารถคำนวณเป็นค่าไฟฟ้าโดยประมาณได้ โดยแสดงผลผ่านเว็บไซต์ เพื่อให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกในการตรวจสอบปริมาณดังกล่าวได้ทุกที่ทุกเวลา ซึ่งนำไปสู่การตระหนักถึงการใช้พลังงานไฟฟ้า และช่วยในการวางแผนจัดการการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพได้

โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้คือ 1) ออกแบบองค์ประกอบในการทำงานของอุปกรณ์ 2) จัดหาชิ้นส่วนฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในการประดิษฐ์อุปกรณ์ 3) เชื่อมต่อชิ้นส่วนฮาร์ดแวร์ต่างๆเข้าด้วยกัน 4) เขียนชุดคำสั่งเพื่อควบคุมชิ้นส่วนฮาร์ดแวร์ให้ทำงานตามที่ออกแบบไว้ 5) จัดทำเว็บไซต์สำหรับการแสดงผลของอุปกรณ์ 6) ทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์

การทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์แบ่งเป็น 3 ตอนได้แก่ 1) การทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่ากระแสไฟฟ้าเทียบกับดิจิตอลมิเตอร์แบบคล่องสายยี่ห้อ KYORITSU รุ่น KEW SNAP 200 จากผลการทดสอบพบว่า อุปกรณ์มีค่าความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดอ้างอิง 2) การทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมงเทียบกับมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมงยี่ห้อ SAM SIAM รุ่น IPGM03 จากการทดสอบพบว่า อุปกรณ์มีค่าความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดอ้างอิง 3) การทดสอบด้านการแสดงผลของเว็บไซต์ จากการทดสอบพบว่า เว็บไซต์สามารถแสดงผลค่าต่างๆได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
สารบัญ.....	ข
สารบัญตาราง.....	ค
สารบัญรูปภาพ.....	ง
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1.ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2.วัตถุประสงค์.....	2
1.3.สมมุติฐาน.....	2
1.4.ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.5.ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2 แนวคิดที่เกี่ยวข้อง.....	3
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน.....	10
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....	14
บทที่ 5 สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	17
5.1.สรุปผลการดำเนินงาน.....	17
5.2.อภิปรายผลการดำเนินงาน.....	17
5.3.ข้อเสนอแนะ.....	17
บรรณานุกรม.....	18
ภาคผนวก.....	20

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 4.1 ตารางการหาค่าความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่ากระแสไฟฟ้าเทียบกับดิจิตอลมิเตอร์ แบบคล้องสายยี่ห้อ KYORITSU รุ่น KEW SNAP 200.....	15
ตารางที่ 4.2 ตารางการหาค่าความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมงเทียบกับมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมงยี่ห้อ SAM SIAM รุ่น IPGM03.....	16
ตารางที่ 4.3 ตารางรายงานการแสดงผลของเว็บไซต์ผ่าน BrowserและPlatform ต่างกัน.....	16

## สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ	หน้า
รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงการออกแบบระบบการทำงานของอุปกรณ์.....	11
รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงการออกแบบการเชื่อมต่อของฮาร์ดแวร์.....	11
รูปที่ 3.3 แผนผังแสดงการออกแบบการทำงานของโปรแกรมควบคุมฮาร์ดแวร์.....	12
รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงการออกแบบการทำงานของเว็บไซต์.....	14
รูปที่ ก.2 อุปกรณ์มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ.....	21
รูปที่ ก.2 มิเตอร์วัดค่าไฟฟ้ามาตรฐาน.....	21
รูปที่ ก.3 หน้าเข้าสู่ระบบ.....	21
รูปที่ ก.4 หน้าลงทะเบียน.....	21
รูปที่ ก.5 หน้ารอบเดือนปัจจุบัน.....	22
รูปที่ ก.6 หน้าตั้งค่าการบัญชี.....	22
รูปที่ ก.7 หน้าสถิติการใช้งาน.....	22
รูปที่ ก.8 หน้าตั้งค่าการใช้งาน.....	22

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

พลังงานไฟฟ้า ถือเป็นปัจจัยที่สำคัญอย่างหนึ่งในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน ทั้งด้านการคมนาคม การสื่อสาร การศึกษา การพัฒนาเศรษฐกิจ และด้านอื่นๆอีกมากมาย พลังงานไฟฟ้านั้น มีทั้งส่วนที่ผลิตจากเชื้อเพลิงชนิดสิ้นเปลือง และ ส่วนที่ผลิตจากเชื้อเพลิงชนิดทดแทน ประเทศไทย ผลิตพลังงานไฟฟ้ารวม 103,165 ล้านหน่วย จากแหล่งผลิตก๊าซธรรมชาติร้อยละ 68.2 น้ำมันเตาร้อยละ 2.9 น้ำมันดีเซลร้อยละ 0.2 ถ่านหินลิกไนต์ร้อยละ 16.8 ถ่านหินน้ำเขาร้อยละ 2.4 พลังน้ำร้อยละ 6.1 ชีวมวล ร้อยละ 2.8 และพลังงานหมุนเวียนอื่นร้อยละ 0.5 จะเห็นว่าจากข้อมูลดังกล่าวการผลิตไฟฟ้าจะมีสัดส่วนที่ผลิตจากเชื้อเพลิงสิ้นเปลืองมากกว่าที่ผลิตจากเชื้อเพลิงหมุนเวียนเป็นอย่างมาก ดังนั้นเชื้อเพลิงเหล่านี้ย่อมมีโอกาสหมดไป และแนวโน้มของความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของมนุษย์ ยิ่งเพิ่มสูงขึ้นในทุกปี หากเราไม่ใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัด อาจทำให้ปริมาณพลังงานไฟฟ้าไม่เพียงพอต่อการใช้งานได้ในอนาคต

และปัจจุบันมีนวัตกรรมที่ชื่อว่า internet of things (IoT) ซึ่งถือว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีความทันสมัย โดยเป็นเทคโนโลยีที่จะทำการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เครื่องปรับอากาศ โทรทัศน์ โทรศัพท์มือถือ และอื่นๆ ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ที่ทำการเชื่อมต่อนั้น สามารถสื่อสารกันผ่านระบบอินเทอร์เน็ต ทำให้สามารถสั่งการอุปกรณ์ต่างๆได้ แม้ไม่ได้สั่งจากตัวอุปกรณ์โดยตรงหรือไม่ได้อยู่ในบริเวณนั้น เช่น การสั่งให้เปิดปิดไฟที่บ้านจากที่ทำงาน การสั่งให้เครื่องถ่ายเอกสารทำงาน แม้เราไม่ได้ไปสั่งการเครื่องถ่ายเอกสารเอง ซึ่งถือว่าเป็นเทคโนโลยีที่มีความสะดวกสบายมาก

ดังนั้นคณะผู้จัดทำเล็งเห็นถึงความสำคัญพลังงานไฟฟ้า และประโยชน์ของเทคโนโลยีinternet of things ในการจัดการงานต่างๆให้ง่ายและสะดวกยิ่งขึ้น จึงตัดสินใจทำโครงการนี้ขึ้นเพื่อประยุกต์นวัตกรรมดังกล่าวในการจัดทำมิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะขึ้น เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการค่าไฟฟ้าและความสะดวกสบายในการตรวจสอบของผู้ใช้งานแม้ไม่ได้อยู่ในบริเวณนั้น

## 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อประดิษฐ์มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ( Smart Meter ) ที่สามารถแสดงปริมาณค่าไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายผ่านเว็บแอปพลิเคชันได้

## 1.3 สมมติฐาน

มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ( Smart Meter )มีความคลาดเคลื่อนไม่เกิน 20 % เมื่อเทียบกับมิเตอร์ปกติที่ผลิตจากโรงงาน และเว็บไซต์สามารถแสดงผลข้อมูลได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

## 1.4 ขอบเขตของโครงการ

เขียนชุดคำสั่งลงในอุปกรณ์ โดยใช้ภาษา c++ เพื่อให้อุปกรณ์สามารถวัดปริมาณค่าไฟฟ้า และ สร้างเว็บโดยใช้ภาษา html php และ css เพื่อสร้างเว็บที่แสดงผลปริมาณค่าไฟฟ้าที่วัดได้ และ คำนวณเป็นค่าใช้จ่าย

## 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้เกิดความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้งานในการตรวจปริมาณค่าไฟฟ้าและสามารถทราบถึงค่าใช้จ่ายที่ต้องจ่าย ทำให้สามารถจัดการค่าไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ
2. ได้รับความรู้เกี่ยวกับภาษา c++ html php css และความรู้เรื่องพลังงานไฟฟ้า และความรู้เรื่องการเชื่อมต่อวงจร



## บทที่ 2

### แนวคิดที่เกี่ยวข้อง

#### 1. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

##### 1.1 พลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) คือพลังงานที่ใช้ไปหรือสร้างขึ้นใหม่จากกำลังไฟฟ้าที่ส่งเข้ามาหรือส่งออกไป โดยมีความสัมพันธ์กับเวลา มีหน่วยใช้แสดงพลังงานเป็นจูล (J) พลังงานไฟฟ้าใช้สัญลักษณ์ตัว "W" สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$W = Pt$$

เมื่อ  $W$  = พลังงานไฟฟ้าหน่วยจูล (J)  
 $P$  = กำลังไฟฟ้าหน่วยวัตต์ (W)  
 $t$  = เวลาหน่วยวินาที (s)

ไฟฟ้ากระแสสลับที่ถูกลำมาใช้งานในชีวิตประจำวัน เราต้องซื้อมาจากหน่วยงานที่ผลิตกระแสไฟฟ้าออกจำหน่าย เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิต การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และการไฟฟ้านครหลวง เป็นต้น พลังงานไฟฟ้าเหล่านี้มีได้ถูกคิดออกมาเป็นจูล (J) แต่จะคิดออกมาเป็นกิโลวัตต์ - ชั่วโมง (Kilowatt-houre, kWh) ไม่ได้จัดเป็นหน่วย SI แต่มีความสัมพันธ์กับหน่วยระบบ SI โดยคิดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้เป็นกิโลวัตต์ (kW) คิดในเวลาเป็นชั่วโมง (h) เขียนสมการออกมาได้ดังนี้

$$W(kWh) = P(kW) \times t(h)$$

##### 1.2 Internet of things

แนวคิด Internet of Things

แนวคิด Internet of Things ถูกคิดค้นขึ้นโดย Kevin Ashton ในปี 1999 ซึ่งเริ่มต้นจากโครงการ “Auto-ID Center” ในมหาวิทยาลัย Massachusetts Institute of Technology จากเทคโนโลยี RFID ย่อมาจากคำว่า Radio Frequency Identification เป็นระบบที่นำเอาคลื่นวิทยุมาใช้ในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์สองชนิด ซึ่งเป็นการสื่อสารแบบไร้สาย ต่อมาในยุคหลังปี 2000 เทคโนโลยีต่างๆ ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว เริ่มมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกมาเป็นจำนวนมาก และยังมีการใช้คำว่า Smart เกิดขึ้นเช่น Smart grid, Smart home, Smart device, Smart network เป็นต้น สิ่งเหล่านี้สามารถเชื่อมต่อกับโลกอินเทอร์เน็ตได้ ทำให้อุปกรณ์ดังกล่าวสามารถสื่อสารแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยอาศัยตัว Sensor ในการสื่อสารถึงกัน โดย Kevin ได้ให้นิยามไว้ว่า “Internet-like” ต่อมาคำว่า “Things” เข้ามาแทนอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

Internet of Things คืออะไร

IoT : Internet of Things (บางทีเรียก IoE : Internet of Everything) หรือ “อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง” หมายถึง การที่สิ่งต่างๆ ถูกเชื่อมโยงทุกอย่างสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องมือทางการเกษตร อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่างๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

IoT มีชื่อเรียกอีกอย่างว่า M2M ย่อมาจาก Machine to Machine คือเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตที่เชื่อมต่ออุปกรณ์กับเครื่องมือต่างๆ เข้าไว้ด้วยกัน

เทคโนโลยี IoT มีความจำเป็นต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ประเภท RFID และ Sensors ซึ่งเปรียบเสมือนการเติมสมองให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ขาดไม่คือการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต เพื่อให้อุปกรณ์สามารถรับส่งข้อมูลถึงกันได้ เทคโนโลยี IoT มีประโยชน์ในหลายด้าน แต่ก็มาพร้อมกับความเสี่ยง เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์ และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ ก็อาจทำให้มีผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามาขโมยข้อมูลหรือละเมิดความเป็นส่วนตัวของเราได้ ดังนั้นการพัฒนา IoT จึงจำเป็นต้องพัฒนามาตรการและระบบรักษาความปลอดภัย ใที่ควบคู่กันไปด้วย

### 1.3 ภาษา C++

C++ คืออะไร

C++ คือ ภาษา C programming language รุ่นใหม่ เป็นภาษาในการเขียนโปรแกรม ถูกพัฒนาโดย Dr.Bjarne Stroustrup ซึ่งเป็นนักวิจัยอยู่ที่ห้องปฏิบัติการ Bell Labs ประเทศสหรัฐอเมริกาในระหว่างปี พ.ศ. 2525-2528 ภาษา C++ เกิดจากแนวคิดในการเพิ่มประสิทธิภาพ ภาษา CC โดยได้นำความสามารถของ ภาษา C มาพัฒนา ให้เป็นโปรแกรมภาษาที่มีความเป็น Object Oriented Programming (โปรแกรมเชิงวัตถุ) และนี่เองคือที่มาของภาษา C++ จากการพัฒนานี้ทำให้ทุกสิ่งทีภาษา C ทำได้ ภาษา C++ ก็จะสามารถทำได้ แต่สิ่งที่ภาษา C++ ทำได้ ภาษา C อาจจะทำไม่ได้

ภาษา C++ ถูกออกแบบมาสำหรับการทำงานภายใต้สิ่งแวดล้อมระบบปฏิบัติการ UNIX ด้วย ภาษา C++ ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น นอกจากนี้การเขียนโปรแกรมเพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่ (reusability) ก็สามารถทำได้ง่ายขึ้น

### 1.4 ภาษา HTML

HTML คืออะไร

HTML ย่อมาจาก Hyper Text Markup Language คือภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการแสดงผลของเอกสารบน website หรือที่เราเรียกกันว่าเว็บเพจ ถูกพัฒนาและกำหนดมาตรฐานโดย

องค์กร World Wide Web Consortium (W3C) และจากการพัฒนาทางด้าน Software ของ Microsoft ทำให้ภาษา HTML เป็นอีกภาษาหนึ่งที่ใช้เขียนโปรแกรมได้ หรือที่เรียกว่า HTML Application

HTML เป็นภาษาประเภท Markup สำหรับการการสร้างเว็บเพจ โดยใช้ภาษา HTML สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรม Text Editor ต่างๆ เช่น Notepad, Editplus หรือจะอาศัยโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้างเว็บเพจ เช่น Microsoft FrontPage, Dream Weaver ซึ่งอำนวยความสะดวกในการสร้างหน้า HTML ส่วนการเรียกใช้งานหรือทดสอบการทำงานของเอกสาร HTML จะใช้โปรแกรม web browser เช่น IE Microsoft Internet Explorer (IE), Mozilla Firefox, Safari, Opera, และ Netscape Navigator เป็นต้น

### 1.5 ภาษา PHP

PHP คืออะไร

PHP ย่อมาจาก PHP Hypertext Preprocessor แต่เดิมนำมาจาก Personal Home Page Tools

PHP คือภาษาคอมพิวเตอร์จำพวก scripting language ภาษาจำพวกนี้คำสั่งต่างๆจะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่า script และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปต์เช่น JavaScript , Perl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language นั่นคือในทุกๆ ครั้งก่อนที่เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งให้บริการเป็น Web server จะส่งหน้าเว็บเพจที่เขียนด้วย PHP ให้เรา มันจะทำการประมวลผลตามคำสั่งที่มีอยู่ให้เสร็จเสียก่อน แล้วจึงค่อยส่งผลลัพธ์ที่ได้ให้เรา ผลลัพธ์ที่ได้นั้นก็คือเว็บเพจที่เราเห็นนั่นเอง ถือได้ว่า PHP เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ช่วยให้เราสามารถสร้าง Dynamic Web pages (เว็บเพจที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีลูกเล่นมากขึ้น

PHP เป็นผลงานที่เติบโตมาจากกลุ่มของนักพัฒนาในเชิงเปิดเผยรหัสต้นฉบับ หรือ OpenSource ดังนั้น PHP จึงมีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และแพร่หลายโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อใช้ร่วมกับ Apache Web server ระบบปฏิบัติการอย่างเช่น Linux หรือ FreeBSD เป็นต้น ในปัจจุบัน PHP สามารถใช้ร่วมกับ Web Server หลายๆตัวบนระบบปฏิบัติการอย่างเช่น Windows 95/98/NT เป็นต้น

### 1.6 ภาษา javascript

JavaScript คืออะไร

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ตที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง Java JavaScript เป็น ภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ (ที่เรียกกันว่า "สคริปต์")

(script) ซึ่งในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์ (ใช้ร่วมกับ HTML) เพื่อให้เว็บไซต์ของเราดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะ "แปลความและดำเนินงานไปทีละคำสั่ง" (interpret) หรือเรียกว่า อ็อบเจ็กต์โอเรียนเตด (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ โดยทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และ ภาษา Java ได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

JavaScript ถูกพัฒนาขึ้นโดย เน็ตสเคปคอมมิวนิเคชันส์ (Netscape Communications Corporation) โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape Navigator2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสเคปจึงได้ร่วมมือกับ บริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ ปรับปรุงระบบของบราวเซอร์เพื่อให้สามารถติดต่อกับภาษาจาวาได้ และได้ปรับปรุง LiveScript ใหม่เมื่อ ปี 2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า JavaScript JavaScript สามารถทำให้การสร้างเว็บเพจ มีลูกเล่น ต่าง ๆ มากมาย และยังสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้อย่างทันที เช่น การใช้เมาส์คลิก หรือ การกรอกข้อความในฟอร์ม เป็นต้น

เนื่องจาก JavaScript ช่วยให้ผู้พัฒนา สามารถสร้างเว็บเพจได้ตรงกับความต้องการ และมีความน่าสนใจมากขึ้น ประกอบกับเป็นภาษาเปิด ที่ใครก็สามารถนำไปใช้ได้ ดังนั้นจึงได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง มีการใช้งานอย่างกว้างขวาง รวมทั้งได้ถูกกำหนดให้เป็นมาตรฐานโดย ECMA การทำงานของ JavaScript จะต้องมีการแปลความคำสั่ง ซึ่งขั้นตอนนี้จะถูกจัดการโดยบราวเซอร์ (เรียกว่าเป็น client-side script) ดังนั้น JavaScript จึงสามารถทำงานได้ เฉพาะบนบราวเซอร์ที่สนับสนุน ซึ่งปัจจุบันบราวเซอร์เกือบทั้งหมดก็สนับสนุน JavaScript แล้ว อย่างไรก็ตาม สิ่งที่ต้องระวังคือ JavaScript มีการพัฒนาเป็นเวอร์ชันใหม่ๆออกมาด้วย (ปัจจุบันคือรุ่น 1.5) ดังนั้น ถ้านำโค้ดของเวอร์ชันใหม่ ไปรันบนบราวเซอร์รุ่นเก่าที่ยังไม่สนับสนุน ก็อาจจะทำให้เกิด error ได้

## 1.7 MySQL

MySQL คืออะไร มาเรียนรู้กัน

MySQL คือ Open Source Relational Database Management System (RDBMS) ซึ่งตอนแรก MySQL นั้นเป็นของบริษัท MySQL AB แต่ในปัจจุบันผู้ที่เป็นเจ้าของ MySQL คือ บริษัท Oracle โดย MySQL นั้นถือว่าเป็นฐานข้อมูลที่ได้รับความนิยมในการนำมาใช้งานบน Web Application เป็นอย่างมาก ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในสิ่งที่เรียกว่า LAMP (Linux, Apache, MySQL และ PHP) โดยตัวอย่าง Web Application ที่มีการใช้ MySQL เช่น TYPO3, Joomla, WordPress, phpBB, MyBB, Drupal รวมไปถึงเว็บไซต์ขนาดใหญ่ที่มีการใช้ MySQL ในส่วนหนึ่งของ Production เช่น Wikipedia, Google (ไม่ใช่ส่วนของการค้นหา), Facebook, Twitter, Flickr, Nokia.com และ YouTube เป็นต้น

### ด้านกราฟฟิก (Graphical)

MySQL รองรับการทำงานด้านกราฟฟิก (GUI) ด้วยโดยมีโปรแกรมต่าง ๆ ที่ให้การสนับสนุน MySQL อย่างมากมายเช่น phpMyAdmin, Navicat, OpenOffice.org, SQLBuddy, Sequel Pro, SQLYog, Toad for MySQL, Adminer, DaDaBIK และอื่น ๆ อีกมากมายที่ไม่ได้กล่าวถึง

### การเขียนโปรแกรม (Programming)

MySQL รองรับ และสนับสนุนการทำงานบนหลาย ๆ ระบบ เช่น AIX, BSDi, FreeBSD, HP-UX, eComStation, i5/OS, IRIX, Linux, Mac OS X, Microsoft Windows, NetBSD, Novell NetWare, OpenBSD, OpenSolaris, OS/2 Warp, QNX, Solaris, Symbian, SunOS และอื่น ๆ อีกมาย

## 2. อุปกรณ์ที่ใช้

### 2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Nodemcu 1.0

NodeMCU คือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจกต์ Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lua ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตนั่นเอง ตัวโมดูล ESP8266 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชันแรกที่เป็น ESP-01 ไล่ไปเรื่อยๆ จนถึงปัจจุบันมีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ใน NodeMCU version แรกนั้นก็จะเป็น ESP-12 แต่ใน version 2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมากนัก NodeMCU นี้มีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output built-in ในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ NodeMCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้เราสามารถใช้งานมันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น NodeMCU ตัวนี้สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมากโดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT ไม่ว่าจะเป็นการทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน WiFi และอื่นๆ อีกมากมาย

### 2.2 MicroSD Card Adapter v1.1 (Catalex)

โมดูลสำหรับบันทึกข้อมูลลง Micro SD Card , Micro SD Card Module ยี่ห้อ Catalex สำหรับเพิ่มความสามารถในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ จากบอร์ด Arduino ลงบน Micro SD Card

มีอินเทอร์เฟซแบบ SPI ใช้งานง่าย มีไลบรารีสำเร็จรูปให้พร้อมใช้งาน มีวงจรเรกูเลต 3.3V มาให้ในตัวบอร์ด สามารถใช้ไฟได้ในช่วง 4.5V - 5.5V

## 2.3 Real Time Clock DS3231

เป็นไอซีประเภท RTC (Real-Time Clock) ของบริษัท Dallas Semiconductor / Maxim ทำหน้าที่เป็นระบบฐานเวลา (ทำหน้าที่เป็นเสมือนนาฬิกาของระบบ) เก็บข้อมูลอย่างเช่น วินาที นาที ชั่วโมง (แบบ 12 หรือ 24) วันเดือนและปีในปัจจุบัน เชื่อมต่อสื่อสารแบบบัส I2C ได้

ข้อมูลเชิงเทคนิคที่สำคัญของไอซี DS3231

- ใช้แรงดันไฟเลี้ยง (VCC) ในช่วง +2.5V .. +5.5V (+3.3V typ.)
- ใช้แบตเตอรี่สำรองได้ แรงดันในช่วง (VBAT) +2.5V .. +5.5V (+3V typ.)
- ใช้พลังงานต่ำ (Low-Power Consumption) ดังนั้นเมื่อปิดแรงดันไฟเลี้ยง VCC
- สามารถทำงานต่อเนื่องได้โดยใช้แรงดันไฟเลี้ยง VBAT ได้โดยอัตโนมัติ
- ใช้ตัวถังแบบ SO (Small Outline) จำนวน 16 ขา
- เชื่อมต่อแบบบัส I2C (สัญญาณ SDA และ SCL) และใช้ความเร็วได้ถึง 400kHz
- ภายในมีวงจรสร้างสัญญาณ clock (crystal oscillator) ความถี่ 32kHz
- มีความแม่นยำ (Accuracy)  $\pm 2\text{ppm}$  ในช่วงอุณหภูมิ  $0^{\circ}\text{C}..+40^{\circ}\text{C}$  และ  $\pm 3.5\text{ppm}$  สำหรับ  $-40^{\circ}\text{C}..+85^{\circ}\text{C}$
- สามารถตั้งค่าการแจ้งเตือนหรือ Alarm เลือกได้จาก 2 ชุด และสร้างสัญญาณอินเทอร์รัพท์ได้ (Interrupt)
- สามารถเลือกสร้างสัญญาณเอาต์พุตได้ (Programmable Square-Wave Output) ที่ขา #INT/SQW
- สามารถวัดค่าอุณหภูมิได้ ให้ข้อมูลดิจิทัลแบบ 10 บิต (2's complement) ความละเอียด  $0.25^{\circ}\text{C}$  แต่มีความแม่นยำ  $\pm 3^{\circ}\text{C}$

## 2.4 Non-invasive current sensor (10A max) - Voltage Output

Non-invasive current sensor เป็นเซ็นเซอร์วัดกระแสสำหรับวัดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) แบบ แคลมป์คล้องสายจากผู้ผลิต SeeedStudio สามารถวัดแรงดันไฟบ้านขนาด 220 V ได้ สามารถวัดกระแสได้สูงสุด 10 A ให้เอาต์พุตเป็นแรงดันผ่านคอนเน็คเตอร์แจ็คแบบหูฟังขนาด 3.5 mm โดยให้ค่าแรงดันสูงสุดที่ 1 V เมื่อวัดกระแสได้ 10A ในการใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องต่อผ่าน วงจรขยายแรงดันก่อนต่อเข้าอ่านค่าด้วย Analog Input สามารถใช้งานได้ในสภาพแวดล้อมที่มี อุณหภูมิ -25 ถึง 70 องศาเซลเซียส เหมาะกับการนำไปใช้ตรวจสอบป้องกันมอเตอร์กระแสสลับ อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบส่องสว่างหรือเครื่องปรับอากาศ

## 2.5 TRRS 3.5mm Jack Breakout

บอร์ดแยกสัญญาณเสียง สามารถแยกสัญญาณจากรูแบบเดียวกับหูฟังได้ (3.5mm) แบ่งเป็น สัญญาณ Gnd , Mic, Left Sound , Right Sound

## 2.6 400 point White BreadBoard (ProtoBoard)

BreadBoard หรือ ProtoBoard ขนาด 8.2x6.2x1cm มีทั้งหมด 4 Bus line ตลอดความยาวของบอร์ด (1 Bus line มี 25 รู) และมีรูอีกจำนวน 30 แถว (แถวละ 10 รู) เพียงพอต่อการเสียบ IC ที่มีขา 14 ขา จำนวน 4 ตัว หรือ IC ที่มีขา 16 ขา จำนวน 3 ตัว โดยแต่ละแถวจะมีตัวหนังสือกำกับไว้ให้ชัดเจนเพื่อป้องกันการอ้างอิง ในกรณีที่มีอุปกรณ์ต่ออยู่จำนวนมาก หรือเพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ดอื่นๆ

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินงาน

ในการจัดทำโครงงาน มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Meter) คณะผู้จัดทำมีวิธีการดำเนินงานดังนี้

### 3.1 อุปกรณ์

#### 3.1.1 ซอฟต์แวร์

- 3.1.1.1 โปรแกรม Arduino IDE เวอร์ชัน 1.6.10
- 3.1.1.2 โปรแกรม Geany เวอร์ชัน 1.23.1
- 3.1.1.3 โปรแกรม Chrome เวอร์ชัน 60.0.3112.90
- 3.1.1.4 โปรแกรม AppServ เวอร์ชัน 8.6.0

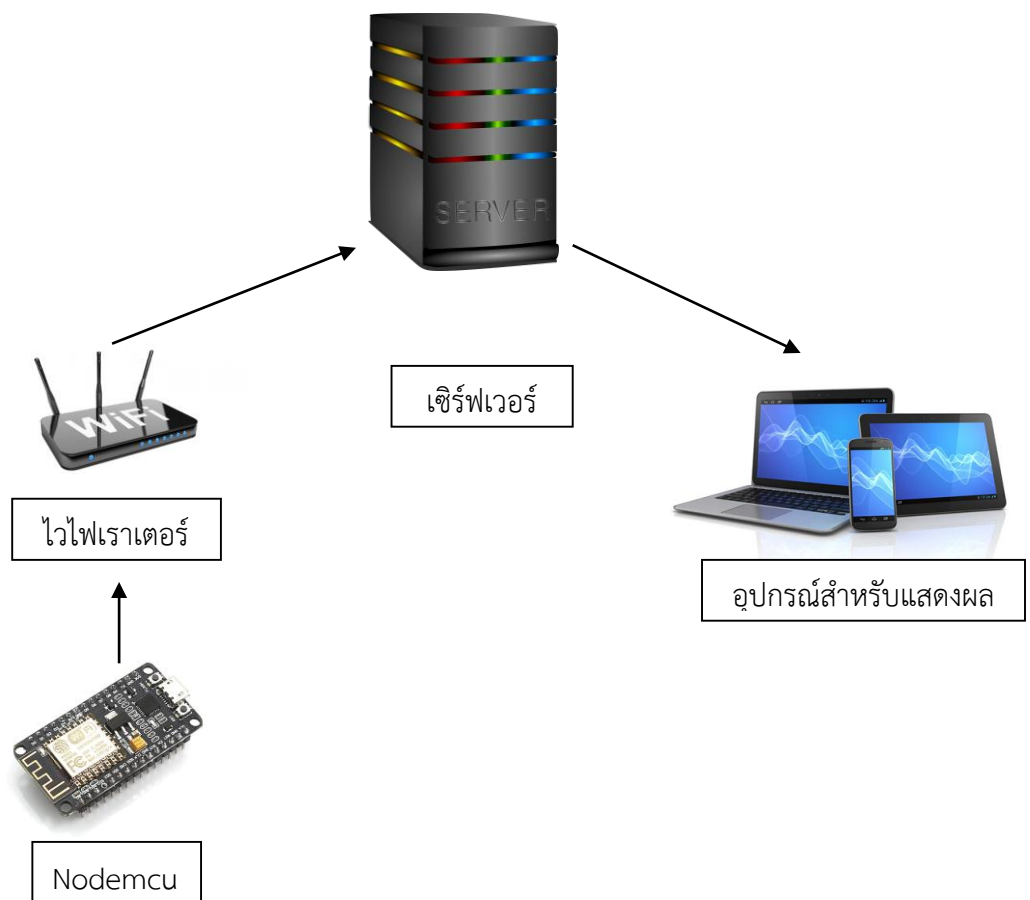
#### 3.1.2 ฮาร์ดแวร์

- 3.1.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Nodemcu 1.0
- 3.1.2.2 MicroSD Card Adapter v1.1 (Catalex)
- 3.1.2.3 Real Time Clock DS3231
- 3.1.2.4 Non-invasive current sensor (10A max) - Voltage Output
- 3.1.2.5 TRRS 3.5mm Jack Breakout
- 3.1.2.6 400 point White BreadBoard (ProtoBoard)
- 3.1.2.7 คอมพิวเตอร์พร้อมติดตั้งระบบปฏิบัติการ Windows 7 64bit

### 3.2 วิธีการดำเนินงาน

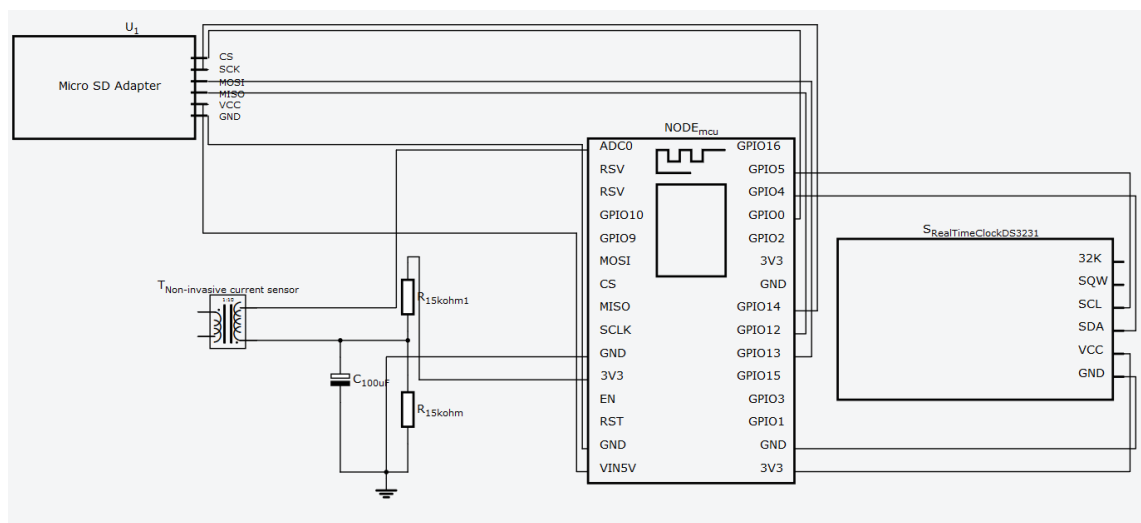
- 3.2.1 ศึกษาข้อมูลการใช้งานของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์จากอินเทอร์เน็ต
- 3.2.2 ออกแบบระบบการทำงานของอุปกรณ์





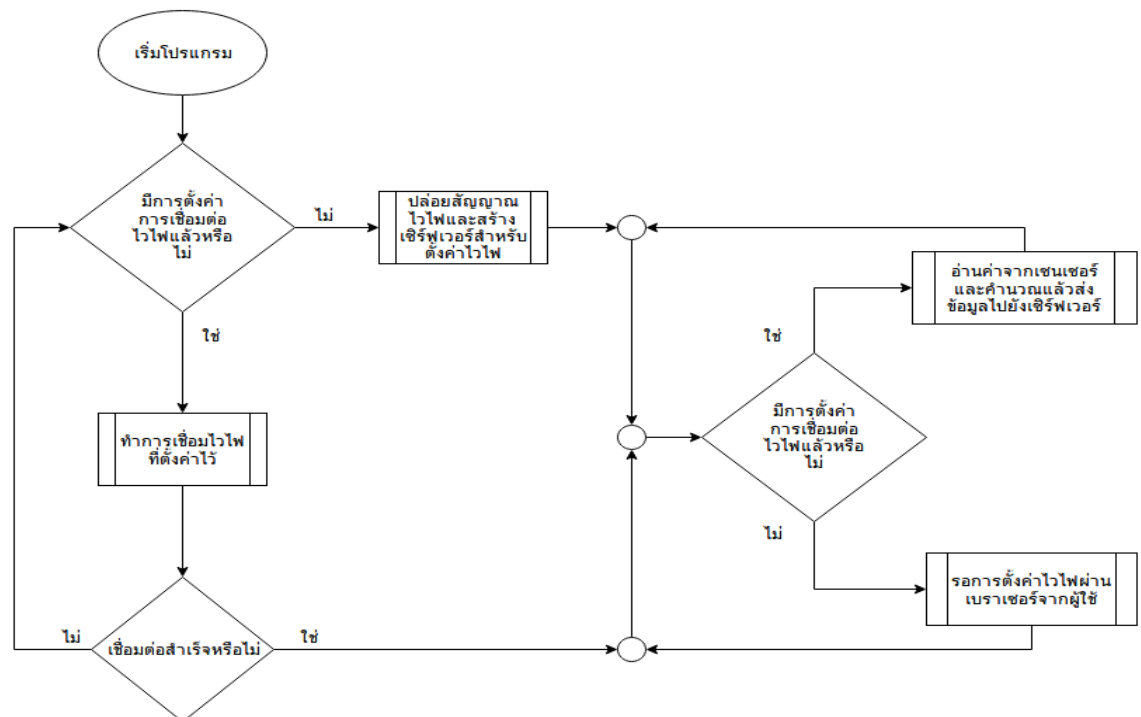
รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงการออกแบบระบบการทำงานของอุปกรณ์

### 3.2.3 ออกแบบการเชื่อมต่อของฮาร์ดแวร์ และเชื่อมต่อฮาร์ดแวร์ตามที่ออกแบบไว้



รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงการออกแบบการเชื่อมต่อของฮาร์ดแวร์

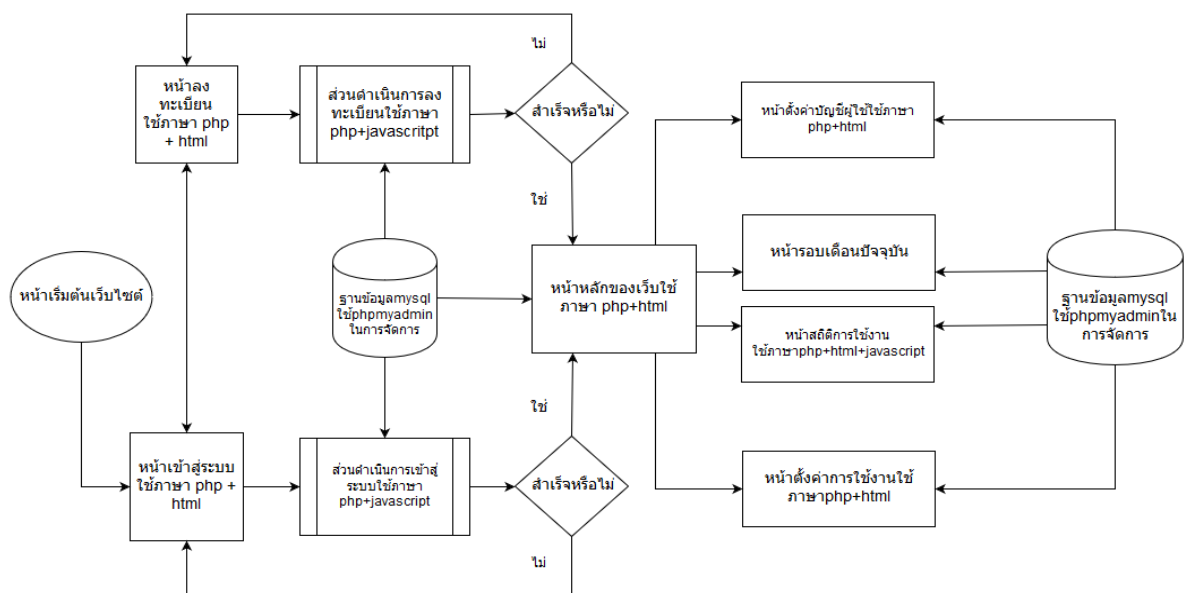
### 3.2.4 ออกแบบการทำงานของโปรแกรมควบคุมฮาร์ดแวร์ และเขียนโปรแกรมตามทีออกแบบไว้



รูปที่ 3.3 แผนผังแสดงการออกแบบการทำงานของโปรแกรมควบคุมฮาร์ดแวร์

### 3.2.5 ทดสอบและแก้ไขโปรแกรมควบคุมฮาร์ดแวร์ให้ทำงานให้ถูกต้อง

### 3.2.6 ออกแบบการทำงานของเว็บไซต์ และเขียนโปรแกรมสร้างเว็บไซต์ตามทีออกแบบไว้



รูปที่ 3.4 แผนผังแสดงการออกแบบการทำงานของเว็บไซต์

3.2.7 ทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่ากระแสไฟฟ้าเทียบกับดิจิตอลมิเตอร์แบบ คล้องสายยี่ห้อ KYORITSU รุ่น KEW SNAP 200

3.2.8 การทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมง เทียบกับมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมงยี่ห้อ SAM SIAM รุ่น IPGM03

3.2.9 การทดสอบด้านการแสดงผลของเว็บไซต์

3.2.10 จัดทำรายงานโครงการเพื่อเผยแพร่โครงการต่อไป

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงาน

การจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ เรื่อง มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ( Smart Meter ) มีจุดประสงค์เพื่อสร้างอุปกรณ์ที่ทำให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบค่าไฟฟ้าได้อย่างสะดวกสบาย โดยมีการแสดงผลผ่านทางเว็บไซต์ ทำให้ง่ายต่อการตรวจสอบ ซึ่งมีผลการทดลองดังนี้

#### 4.1 ทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่ากระแสไฟฟ้าเทียบกับดิจิตอลมิเตอร์แบบคล้องสายยี่ห้อ KYORITSU รุ่น KEW SNAP 200

เมื่อทดลองนำค่าที่วัดได้จากมิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะไปเทียบกับเครื่องมือวัดอ้างอิง จากนั้นจึงนำมาคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน จากผลการทดสอบพบว่า อุปกรณ์มีค่าความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยร้อยละ 16 เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดอ้างอิง

#### 4.2 การทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมงเทียบกับมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมงยี่ห้อ SAM SIAM รุ่น IPGM03

เมื่อทดลองนำค่าที่วัดได้จากมิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะไปเทียบกับเครื่องมือวัดอ้างอิง จากนั้นจึงนำมาคำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อน จากผลการทดสอบพบว่า อุปกรณ์มีค่าความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยร้อยละ 5 เมื่อเทียบกับเครื่องมือวัดอ้างอิง

#### 4.3 การทดสอบด้านการแสดงผลของเว็บไซต์

เมื่อทดลองโดยการเปิดผ่านเว็บเบราว์เซอร์ต่างชนิดกัน และเปิดผ่านอุปกรณ์ต่างชนิดกัน ผลการทดลองพบว่า เว็บไซต์สามารถแสดงผลบนคอมพิวเตอร์และมือถือได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

ตารางที่ 4.1 ตารางการหาค่าความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่ากระแสไฟฟ้าเทียบกับดิจิตอลมิเตอร์  
แบบคล้องสายยี่ห้อ KYORITSU รุ่น KEW SNAP 200

ค่าอ้างอิง(A)	0.22	0.35	0.53	0.57	1.47	6.09
ค่าที่ วัดได้(A) ค่าที่	ครั้งที่1	ครั้งที่2	ครั้งที่3	ครั้งที่4	ครั้งที่5	ครั้งที่6
1	0.321441	0.442278	0.592013	0.61749	1.345095	5.518173
2	0.30947	0.427194	0.590154	0.608805	1.333626	5.540245
3	0.301782	0.424683	0.578559	0.607118	1.311856	5.547911
4	0.302717	0.440715	0.577965	0.606319	1.312529	5.544536
5	0.317395	0.448548	0.575827	0.604605	1.314762	5.497713
6	0.306354	0.435247	0.574401	0.614225	1.314265	5.471489
7	0.304366	0.436015	0.583642	0.607582	1.317888	5.453477
8	0.300101	0.43327	0.579815	0.603907	1.330378	5.464375
9	0.300101	0.425788	0.574918	0.610357	1.338421	5.492343
10	0.3081	0.423713	0.581902	0.626744	1.33265	5.533133
ค่าเฉลี่ย	0.3071827	0.4337451	0.5809196	0.6107152	1.325147	5.5063395
ค่าความคลาดเคลื่อน	39.6285	23.92717	9.607472	7.143018	9.853946	9.583916

ตารางที่ 4.2 ตารางการหาค่าความคลาดเคลื่อนในการอ่านค่าพลังงานไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมง  
เทียบกับมิเตอร์วัดพลังงานไฟฟ้าในหน่วยกิโลวัตต์ชั่วโมงยี่ห้อ SAM SIAM รุ่น IPGM03

ครั้งที่	ค่าอ้างอิง(kWh)	ค่าที่วัด(kWh)
1	0.1	0.100496
2	0.1	0.11146
3	0.1	0.169816
4	0.1	0.090013
5	0.1	0.092621
6	0.1	0.097965
7	0.1	0.107044
8	0.1	0.108953
9	0.1	0.090746
10	0.1	0.084936
เฉลี่ย	0.1	0.105405

ตารางที่ 4.3 ตารางรายงานการแสดงผลของเว็บไซต์ผ่าน BrowserและPlatform ต่างกัน

หน้า Browser\Platform	หน้าเข้าสู่ ระบบ	หน้า ลงทะเบียน	หน้าตั้งค่า บัญชี	หน้ารอบเดือน ปัจจุบัน	หน้าสถิติการ ใช้งาน	หน้าตั้งค่าการ ใช้งาน
Google Chrom บน Computer	/	/	/	/	/	/
Mozilla Firefox บน Computer	/	/	/	/	/	/
Google Chrom บน Smart Phone	/	/	/	/	/	/
Mozilla Firefox บน Smart Phone	/	/	/	/	/	/

/= แสดงผลถูกต้องสมบูรณ์

X = มีข้อบกพร่อง

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

จากการจัดทำโครงการคอมพิวเตอร์ เรื่อง มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ( Smart Meter) สามารถสรุปผลการดำเนินการดังนี้

#### 5.1 สรุปผล

5.1.1 ความคลาดเคลื่อนที่วัดได้จากอุปกรณ์ เมื่อเทียบกับอุปกรณ์อ้างอิง โดยมีการวัด 2 ค่า คือ ค่ากระแสไฟฟ้า กับค่ากำลังไฟฟ้า ได้ค่าความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยร้อยละ 16และ 5 ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.1.2 เว็บไซต์สามารถแสดงผลข้อมูลจากการเปิดผ่านเว็บเบราว์เซอร์ต่างชนิดกันบนคอมพิวเตอร์ และผ่านโทรศัพท์ได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์

#### 5.2 อภิปรายผล

5.2.1 จากการนำค่าที่วัดได้จากอุปกรณ์ ไปหาค่าความคลาดเคลื่อน โดยเทียบกับอุปกรณ์อ้างอิง โดยมีการวัด 2 ค่า คือ ค่ากระแสไฟฟ้า กับค่ากำลังไฟฟ้า พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ยร้อยละ 16และ 5 ตามลำดับ โดยสาเหตุของความคลาดเคลื่อนมาจากส่วนที่เป็นเซนเซอร์ที่ใช้วัดค่า ซึ่งอาจจะเกิดจากส่วนประกอบที่ไม่มีประสิทธิภาพเทียบเท่าอุปกรณ์อ้างอิง และตัวแปลงสัญญาณจากแอนะล็อกเป็นดิจิทัล ที่อาจจะทำให้ค่าเกิดความคลาดเคลื่อนจากการแปรค่า

5.2.2 จากการทดสอบการแสดงผลของเว็บไซต์ โดยเปิดผ่านเบราว์เซอร์และอุปกรณ์ต่างชนิดกัน พบว่า สามารถแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ได้อย่างถูกต้องและบนโทรศัพท์มือถือได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์เนื่องจากได้เขียนเว็บไซต์ให้รองรับหลายอุปกรณ์

#### 5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรมีการเพิ่มงบประมาณ เพื่อจัดซื้อเซนเซอร์วัดค่าที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อให้ค่าความคลาดเคลื่อนลดลง

5.3.2 ควรมีการบันทึกปริมาณการใช้ไฟฟ้าเป็นรายชั่วโมงเพื่อให้สะดวกในการตรวจสอบ ช่วงเวลาที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้ามากที่สุด

### บรรณานุกรม

- Top\_Apichat. (15 ก.ย. 2559). *Internet of Things (IoT) คืออะไร*. เข้าถึงได้จาก  
www.mcuthailand.com: <http://www.mcuthailand.com/articles/iot/IOT.html>.  
สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2560
- C++ คืออะไร. (14 มีนาคม 2559). เข้าถึงได้จาก mindphp: <http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2183-c-คืออะไร.html>. สืบค้นเมื่อ 20 มกราคม 2560
- DS3231 RTC. (9 ตุลาคม 2557). เข้าถึงได้จาก cpre.kmutnb:  
<http://cpre.kmutnb.ac.th/esl/learning/index.php?article=ds3231-i2c-rtc>. สืบค้น  
เมื่อ 20 มกราคม 2560
- PHP คืออะไร. (14 มี.ค. 2559). เข้าถึงได้จาก www.mindphp.com:  
<http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2127-php-คืออะไร.html>. สืบค้นเมื่อ  
22 มกราคม 2560
- HTML คืออะไร. (23 พฤษภาคม 2559). เข้าถึงได้จาก www.mindphp.com:  
<http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2026-html-คืออะไร.html>. สืบค้นเมื่อ  
22 มกราคม 2560
- Non-invasive current sensor (30A max) - Voltage Output*. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก  
thaieasyelec: <http://www.thaieasyelec.com/products/sensors/non-invasive-current-sensor-30a-max-voltage-output-detail.html>. สืบค้นเมื่อ 22 มกราคม 2560
- กฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า*. (มปป.). เข้าถึงได้จาก www.rmutphysics.com:  
<http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/electric4/topweek7.htm>. สืบค้น  
เมื่อ 23 มกราคม 2560
- JavaScript คืออะไร. (14 มี.ค. 2559). เข้าถึงได้ www.mindphp.com:  
<http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2187-java-javascript-คืออะไร.html>.  
สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2560



โมดูล *Micro SD Card Micro SD Card Module MicroSD Card Adapter (Catalex)*. (ม.ป.ป.).

เข้าถึงได้จาก arduinoall: <https://www.arduinoall.com/product/557/โมดูล-micro-sd-card-micro-sd-card-module-microsd-card-adapter-catalex> .สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2560

*400 point White BreadBoard (ProtoBoard)*. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก thaieasyelec:

<http://www.thaieasyelec.com/prototyping/breadboard/400-point-white-breadboard-protoboard-detail.html> .สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2560

*TRRS 3.5mm Jack Breakout บอร์ดแยกสัญญาณจาก Jack หูฟัง*. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก

arduinoall: <https://www.arduinoall.com/product/1037/trrs-3-5mm-jack-breakout-บอร์ดแยกสัญญาณจาก-jack-หูฟัง> .สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2560

*MySQL คืออะไร มาเรียนรู้กัน*. (21 มี.ค. 2556). เข้าถึงได้ [www.amplysoft.com](http://www.amplysoft.com):

<http://www.amplysoft.com/knowledge/what-is-mysql.html> .สืบค้นเมื่อ 23 มกราคม 2560

ภาคผนวก

## วัสดุและอุปกรณ์

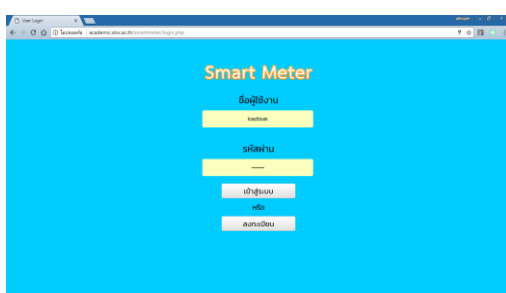


รูปที่ ก.2 อุปกรณ์มิเตอร์ไฟฟ้าอัจฉริยะ

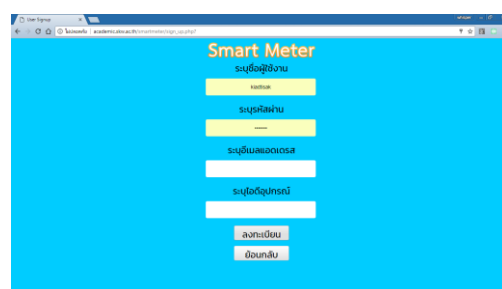


รูปที่ ก.2 มิเตอร์วัดค่าไฟฟ้ามาตรฐาน

## ภาพของเว็บไซต์



รูปที่ ก.3 หน้าเข้าสู่ระบบ



รูปที่ ก.4 หน้าลงทะเบียน

