

พัฒนาระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าสำหรับอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก

The implementation of Electrical Measurement system for small apartment



พัฒนาระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าสำหรับอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก

The implementation of Electrical Measurement system for small apartment



การค้นคว้าอิสระเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ
มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
ปีการศึกษา 2560



© 2561

ญาณพล กลับเจริญ

สงวนลิขสิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ
อนุมัติให้การค้นคว้าอิสระเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ

เรื่อง พัฒนาระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าสำหรับอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก

ผู้วิจัย ญาณพล กลับเจริญ

ได้พิจารณาเห็นชอบโดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.ฉิรพล วงศ์สะอาดสกุล)

ผู้เชี่ยวชาญ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิงกาญจน์ สุขคณาภิบาล)

(ดร.สุชาดา เจริญพันธุ์ศิริกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

7 มีนาคม 2561

ญาณพล กลับเจริญ. ปรินญาวิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ, มีนาคม 2564, บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.

พัฒนาระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าสำหรับอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก (41 หน้า)

อาจารย์ที่ปรึกษา: ดร.ฉัตรพล วงศ์สอาดสกุล

บทคัดย่อ

อพาร์ทเมนต์ขนาดเล็กหรือห้องพักส่วนใหญ่มีการก่อตั้งมาเป็นระยะเวลานาน เป็นเหตุให้ระบบต่างๆ หรือสายไฟฟ้ามีการเสื่อมสภาพลงตามกาลเวลา ก่อให้เกิดกระแสไฟฟ้ารั่วไหลที่อาจเป็นอันตรายต่อผู้พักอาศัย อีกทั้งยังเป็นเหตุให้เลขมิเตอร์ตรวจวัดไม่ตรงกับการใช้งาน ทำให้ผู้พักอาศัยมีภาระค่าใช้จ่ายที่มากขึ้น ระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าจะช่วยให้เจ้าของธุรกิจสามารถดูปริมาณไฟฟ้าที่ถูกใช้ในแต่ละห้องพักได้ และผู้พักอาศัยสามารถดูค่าไฟที่เกิดขึ้นได้อีกด้วย อีกทั้งหากมีห้องพักว่างแต่มีปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องจะสามารถทำให้ตรวจสอบได้อย่างรวดเร็ว บทความนี้ได้นำเสนอการสร้างระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าโดยใช้อาδυโน้ และศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้พักอาศัยในอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก จากผลการทดลองหากผู้พักอาศัยสามารถตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเองทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้พักอาศัยลดน้อยลง 0.66 หน่วยต่อวัน หรือ 26%

คำสำคัญ: อาδυโน้, พลังงานไฟฟ้า, พฤติกรรมการใช้ไฟฟ้า

Klubcharoen, Y. I.T.M. (Information Technology and Management), March 2018,
Graduate School, Bangkok University.

The implementation of Electrical Measurement system for small apartment (41 pp.)

Advisor: Thirapon Wongsardsakul, Ph.D.

ABSTRACT

Nowadays, there are more population in the city because of relocation or move for working but the problem is the revenue is not enough for living cost in the present so small apartment or renting room is a good choice to save the cost and become famous.

This kind of residence is quite old already which cause the leakage of electricity that can be harm to the resident, the meter is not match to the real usage and cost more in electricity fee because the old system of electricity and deterioration of the wire. However, power monitoring system helps the owner and the resident to check the usage of each room and check quickly about the leakage of electricity if there is the electricity use but the room is vacancy.

This article is present creating power monitoring system from 'Arduino' and researching of the electricity use behavior of the resident in small apartment. From the experiment, we've learnt that if the resident is able to check the electricity usage by themselves then they can calculate and control more on their expense which affect the reduction of electricity use 0.66 unit per day or 26%

Keywords: Arduino, Electricity, Behavior of Electricity Use

กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระฉบับนี้ได้สำเร็จเป็นที่เรียบร้อยเนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจาก ดร.ฉิรพล วงศ์สอาดสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ และผศ.ดร.กิงกาญจน์ สุขคนาภิบาล ผู้เชี่ยวชาญสาขา เป็นอย่างมากที่ให้ความรู้ และคำปรึกษาตลอดการทำงานค้นคว้าอิสระ

ขอขอบคุณ นายสุนทรกลับเจริญ ที่อนุเคราะห์สถานที่อพาร์ทเมนต์ขนาดเล็กในการทดสอบ อุปกรณ์ และเก็บข้อมูลพฤติกรรมผู้พักอาศัย ทำให้งานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ญาณพล กลับเจริญ



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญภาพ	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 อพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก	4
2.2 ระบบไฟฟ้าและการเชื่อมต่อของระบบไฟฟ้าภายในอพาร์ทเมนต์	5
2.3 อุปกรณ์อาตุยโน้ และการเชื่อมต่อ	7
2.4 การใช้บอร์ดอาตุยโน้สำหรับตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก	21
2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	21
บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย	
3.1 วิเคราะห์ปัญหา	23
3.2 การออกแบบ	23
3.3 การพัฒนาระบบ	28
3.4 การสร้างเซิร์ฟเวอร์ออนไลน์	32
3.5 การวัดผล	33
บทที่ 4 ผลการวิจัย	
4.1 ผลการพัฒนาระบบตรวจสอบการใช้ปริมาณไฟฟ้า	34
4.2 ผลการศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้พักอาศัย	35
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	
5.1 สรุปผลการวิจัย	38
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	39

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 (ต่อ) สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	
5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต	39
บรรณานุกรม	40
ประวัติผู้เขียน	41
เอกสารข้อตกลงว่าด้วยการขออนุญาตให้ใช้สิทธิ์ในรายงานการค้นคว้าอิสระ	



สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1: อาศัยโน้ตบอร์ด	7
ภาพที่ 2.2: ตัวอย่างการเชื่อมต่ออินพุตกับเอาต์พุต	8
ภาพที่ 2.3: การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอาศัยโน้ต	9
ภาพที่ 2.4: หน้าจอโปรแกรม ArduinoIDE	10
ภาพที่ 2.5: เลือกบอร์ด Arduino ที่ต้องการ Upload และเลือกหมายเลข COM port ของบอร์ด	10
ภาพที่ 2.6: Layout & Pin out Arduino Board (Model: Arduino UNO R3)	11
ภาพที่ 2.7: NodeMCU Pin Functions	12
ภาพที่ 2.8: ตัวอย่างการต่อ NodeMCU ESP8266	13
ภาพที่ 2.9: ตัวอย่างการเชื่อมต่อมอเตอร์	14
ภาพที่ 2.10: ภาพแสดงวงจรเบื้องต้น การวัดกระแสโดยใช้ R Shunt	15
ภาพที่ 2.11: ภาพแสดงวงจรเบื้องต้น การวัดกระแสโดยใช้ Hall effect sensor	15
ภาพที่ 2.12: ภาพแสดงเซ็นเซอร์ Hall effect ภายในชิปตระกูล ACS	16
ภาพที่ 2.13: ภาพแสดงหลักการทำงานของกระแสโดยใช้ Current transformer	16
ภาพที่ 2.14: ตัวอย่างการใช้โค้ด WiFi	18
ภาพที่ 2.15: หน้าจอแสดงตัวอย่าง Done uploading	19
ภาพที่ 2.16: หน้าจอเลือก Preferences	19
ภาพที่ 2.17: ตัวอย่างการเชื่อมต่อ Current sensor ACS712	20
ภาพที่ 3.1: Arduino Uno R3	24
ภาพที่ 3.2: Breadboard	24
ภาพที่ 3.3: Current Sensor ACS712	25
ภาพที่ 3.4: Module WiFi ESP8266	25
ภาพที่ 3.5: รูปแบบการเชื่อมต่ออาศัยโน้ต	26
ภาพที่ 3.6: รูปแบบการเชื่อมต่ออาศัยโน้ต	27
ภาพที่ 3.7: สถาปัตยกรรมระบบ	28
ภาพที่ 3.8: ตัวอย่างการโค้ดดึงเชื่อมต่อ	29
ภาพที่ 3.9: กระบวนการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้า	3
ภาพที่ 3.10: ภาพวงจรตัววัดปริมาณไฟฟ้า	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.11: ตัวอย่างหน้าจอแสดงผล	32
ภาพที่ 4.1: กราฟเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้า	35
ภาพที่ 4.2: เข้าร่วมงานประชุมวิชาการ	37



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ไฟฟ้าเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน ผู้ที่เลือกพักอาศัยในอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็กส่วนใหญ่จะทำงานในโรงงานเป็นกลุ่มคนที่มีรายได้ต่ำ ภาระค่าใช้จ่ายต่างๆในการดำรงชีวิตในปัจจุบันเป็นภาระอย่างมากแก่ผู้พักอาศัย โดยเฉพาะค่าไฟฟ้า โดยมีเตอร์ที่ถูกใช้ในการติดตั้งเพื่อวัดปริมาณไฟฟ้าส่วนใหญ่คือมิเตอร์ไฟฟ้าที่จะทำการเก็บข้อมูลในทุกๆครั้งที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้า จะทำให้จานหมุนบนมิเตอร์หมุนและตัวเลขบนหน้าปัดเพิ่มขึ้นโดยมีจุดทศนิยม 2 ตำแหน่ง (นาย รุ่งโรจน์ หนูชลี, 2560) มิเตอร์ไฟฟ้ามีการเสื่อมสภาพลงตามกาลเวลาอีกทั้งการตรวจสอบจะต้องปีนขึ้นไปอ่านค่าจากมิเตอร์ที่ติดตั้งอยู่บนหน้าห้องพัก ทำให้ผู้พักอาศัยไม่สนใจที่จะทำการตรวจสอบดูปริมาณการใช้ไฟฟ้าของตน เจ้าของอพาร์ทเมนต์ยังมีค่าใช้จ่ายในส่วนของบริษัทดูแลที่จะทำการจดบันทึกมิเตอร์ไฟฟ้าในแต่ละเดือน อีกทั้งยังมีโอกาสที่จะผิดพลาดสูง ระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเพิ่มความสะดวกรวดสบายในการตรวจสอบปริมาณการใช้งานพลังงานไฟฟ้า และส่งข้อมูลไปเก็บในฐานข้อมูลเพื่อนำไปคำนวณค่าไฟที่เกิดขึ้นและแสดงบนเว็บแอปพลิเคชัน

ผู้พักอาศัยบางรายได้นำเซนเซอร์วัดปริมาณไฟฟ้ามาติดตั้งใช้งานเองแต่เป็นในรูปแบบครอบ เนื่องจากมีการติดตั้งที่ง่ายกว่าการต่อเซนเซอร์วัดกระแสแบบต่อตรง ปัญหาของเซนเซอร์แบบครอบนั้นคือผู้ใช้จะต้องมีความเข้าใจในเรื่องกระแสไฟฟ้าระดับหนึ่ง เนื่องจากตัววัดกระแสไฟฟ้าแบบครอบจะทำการวัดคลื่นแม่เหล็กที่ไหลออกจากสายไฟฟ้า ควบคุมได้ยาก ไม่สามารถใช้งานได้กับวงจรกระแสสลับ และหากมีกระแสน้อยเกินไปจะไม่สามารถตรวจวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาได้

ผู้พักอาศัยบางรายได้นำเซนเซอร์วัดปริมาณไฟฟ้ามาใช้วัดไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก โดยคำนวณแยกเป็นแต่ละชิ้นว่าใช้กระแสไฟเท่าใด มีแรงดันเท่าใด แต่ไม่ได้วัดกระแสไฟฟ้าทั้งหมดจากมิเตอร์ไฟฟ้าทำให้ค่าไฟทั้งหมดไม่เที่ยงตรง

บทความนี้จะนำเสนอการพัฒนาระบบตรวจสอบปริมาณใช้ไฟฟ้า เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการจดมิเตอร์ไฟฟ้าในแต่ละห้องให้แก่เจ้าของอพาร์ทเมนต์ในการตรวจสอบดูแลการใช้ไฟฟ้า และศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้พักอาศัยก่อนจะใช้ระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้า และหลังติดตั้งระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าและให้ความรู้ด้านการตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าผ่านเว็บแอปพลิเคชันช่วยให้ผู้พักอาศัยมีพฤติกรรมประหยัดไฟมากยิ่งขึ้นโดยใช้วิธีการเก็บข้อมูลในทุกๆชั่วโมง ตัววัดปริมาณไฟฟ้าที่จัดทำขึ้นสามารถวัดกระแสไฟฟ้าจากมิเตอร์โดยตรง จากการใช้ Current sensor ACS712 วัดปริมาณกระแสไฟฟ้ากระแสตรง ทำให้มีค่าความแม่นยำที่สูง มีราคาถูก และเหมาะสมกับ

พาทเมนต์ขนาดเล็ก จากผลการทดลองหลังจากใช้งานระบบ ช่วยให้เจ้าของพาร์ทเมนต์ระยะเวลาในการไปจดบันทึกโดยการดูข้อมูลผ่านเว็บแอปพลิเคชัน และผู้พักอาศัยสามารถตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเองทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าของผู้พักอาศัยลดน้อยลง 0.66 หน่วยต่อวัน หรือร้อยละ 26

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 ศึกษาและพัฒนาระบบตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้า โดยใช้อาδυโนมาตรวจสอบดูแลปริมาณการใช้ไฟฟ้า และลดค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานจดบันทึก

1.2.2 ศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้พักอาศัยก่อนและหลังใช้งานระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1.3.1 พัฒนาระบบตรวจสอบและวัดปริมาณไฟฟ้าของอพาร์ทเมนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ 18/8 หมู่4 ตำบลสำโรงใต้ อำเภอพระประแดง 10130 ด้วยอุปกรณ์อาδυโน

1.3.2 วัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสไฟที่ถูกใช้งานในช่วงเวลานั้นๆผ่านเว็บแอปพลิเคชัน

1.3.3 พัฒนาเว็บแอปพลิเคชันเพื่อส่งกระแสไฟจากระยะไกล

1.3.4 ใช้ภาษา C++ ในการสั่งการอาδυโน เนื่องจากมีความยืดหยุ่นของภาษา

1.3.5 ใช้ภาษา PHPและ ฐานข้อมูล MySQL ในการจัดเก็บข้อมูล

1.3.6 ไฟฟ้าภายในอพาร์ทเมนต์ 20(30)A

1.3.7 ระยะเวลา 40 วัน โดยแบ่งเป็นส่วนละ 20 วัน

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การพัฒนาระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าโดยการบันทึกลงในฐานข้อมูลและแสดงข้อมูลบนเว็บแอปพลิเคชัน ส่วนที่ 2 คือการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงานการใช้ไฟฟ้าหลังจากที่ผู้พักอาศัยสามารถตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเองตลอดเวลา

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 อุปกรณ์สามารถวัดกระแสไฟที่ถูกใช้ได้อย่างถูกต้องแล้วแม่นยำ

1.5.2 ผู้พักอาศัยสามารถตรวจสอบค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้ไฟฟ้าได้ด้วยตนเอง

1.5.3 ผู้พักอาศัยสามารถลดภาระค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้า

1.5.4 ผู้ทำวิจัยได้รับความรู้ ความเข้าใจในเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตฟติงมากขึ้น



บทที่ 2

ทฤษฎีและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยในหัวข้อ “พัฒนาระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าสำหรับอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก” ผู้วิจัยได้ศึกษาปณทวทงในการปรับปรุงระบบไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพ และศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าที่ลดลงหลังจากการใช้ระบบ โดยมีแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้ อพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก ระบบไฟฟ้าและการเสื่อมสภาพของระบบไฟฟ้าภายในอพาร์ทเมนต์ บอร์ดอาดยโน โมดูลและเซ็นเซอร์ และการเชื่อมต่ออาดยโนกับอุปกรณ์

2.1 อพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก

ในปัจจุบันมีประชากรที่ต้องการเข้ามาใช้ชีวิตในเมืองหลวงเป็นจำนวนมาก แต่เนื้อที่ภายในกรุงเทพมหานครมีจำกัด จึงเป็นเหตุให้ในเมืองหลวงมีประชากรจำนวนมากกว่ที่พักอาศัยโดย สาเหตุที่มี การย้ายถิ่นฐานเกิดจากการเปลี่ยนแปลงในด้านเศรษฐกิจ การว่างงาน ค่าครองชีพ ปัญหา อาชญากรรม ความหนาแน่นของประชากร มีที่อยู่อาศัยที่ตื้น ด้านคุณภาพการบริการทางสังคม การศึกษา

การย้ายเข้ามาอยู่อาศัยภายในเมืองส่วนใหญ่เพื่อเข้ามาหางานภายในเมืองจึงเป็นปัญหาอย่างมากเนื่องจากปริมาณประชากรที่มากขึ้นแต่ที่พักอาศัยมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ ทำให้เกิดธุรกิจรูปแบบอพาร์ทเมนต์ บ้านจัดสรร หรือคอนโดมิเนียมจำนวนมาก ในช่วงแรกธุรกิจจำพวกห้องเช่า หรืออพาร์ทเมนต์จึงเกิดขึ้นเป็นจำนวนมากและเป็นที่ยอมรับ เนื่องจากสามารถหาได้ง่ายและมีราคาถูก อีกทั้งยังมีสิ่งจำเป็นต่อการดำเนินชีวิตเกือบจะครบถ้วน

คอนโดมิเนียมเป็นอาคารที่อยู่อาศัยที่มีหลายๆห้องในอาคารเดียวกันหรือเรียกว่าอาคารชุด พัฒนามาจากอพาร์ทเมนต์ที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกเต็มที่ และผู้ที่พักอาศัยมีสถานะเป็นเจ้าของร่วมในส่วนกลาง และมีนิติบุคคลที่จัดตั้งขึ้นเพื่อดูแลทรัพย์สินส่วนกลางมีหลากหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นอาคารขนาดเล็กไม่ความสูงไม่เกิน 8 ชั้นหรืออาคารสูงเกิน 8 ชั้นจนถึง 21 ชั้นตามที่ออกแบบ และมี พรบ.อาคารชุดในการควบคุม อาคารชุดเริ่มจากสหรัฐอเมริกาและแคนาดา ธนิตา กิตติอดิสร จากราชบัณฑิตยสถานระบุว่า คำว่าคอนโดมิเนียมในภาษาอังกฤษหมายถึงการถือกรรมสิทธิ์ร่วมกันในอาคารขนาดใหญ่ที่แบ่งซอยเป็นส่วนต่างๆ ให้คนต่างครอบครัวพักอยู่ ต่อมามีความหมายถึง อาคารที่อยู่อาศัย อาคารสำนักงาน หรืออาคารอื่น ที่บุคคลสามารถแยกการถือกรรมสิทธิ์ออกได้เป็นส่วน ๆ โดยแต่ละส่วนประกอบด้วยกรรมสิทธิ์ในทรัพย์สินส่วนบุคคลและกรรมสิทธิ์ร่วมในทรัพย์สินส่วนกลาง

ต่อมาคือแฟลตเป็นรูปแบบการสร้างที่อยู่อาศัยเพื่อทดแทนสลัมเป็นการยกระดับฐานะชีวิตของคนในสลัม และแก้ปัญหาเรื่องที่อยู่อาศัยของชนชั้นแรงงาน รูปแบบสถาปัตยกรรมก็ไม่ซับซ้อน มี

ขนาดไม่เกิน 8 ชั้น โดยส่วนมากจะมีความสูงเพียง 4 ชั้นเท่านั้นแต่ช่วงหลังๆ ก็จะได้รับคามนิยมลดน้อยลง อย่างสุดท้ายที่จะนำเสนอคือแมนชั่น หรืออพาร์ทเมนต์ เป็นรูปแบบที่พัฒนาแล้วของแฟลตมี การเพิ่มเติมสิ่งอำนวยความสะดวกเข้าไปให้ดียิ่งขึ้น อาคารในรูปแบบนี้กรรมสิทธิ์เป็นของเจ้าของแต่เพียงผู้เดียวแล้วเอามาปล่อยเช่า ในรูปแบบรายวัน หรือรายเดือน ผู้พักอาศัยจะอยู่ในฐานะผู้เช่าเท่านั้น และที่ผู้ทาวิจัยต้องการนำเสนอคืออพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก

อพาร์ทเมนต์ขนาดเล็กเป็นอาคารที่พักอาศัยขนาด 1-2 ชั้น มีห้องพักจำนวน 5-20 ห้องเท่านั้น ห้องพักมีขนาด 20 ตร.ม. ภายในห้องพักมีห้องน้ำในตัว แต่ละห้องมีมิเตอร์วัดไฟฟ้าแยกของแต่ละห้องเอง เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในห้องจะมีเพียงอุปกรณ์เพื่อใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวันเช่น พัดลม ตู้เย็น หรือกระติกน้ำร้อนเท่านั้น กลุ่มเป้าหมายของที่พักในรูปแบบนี้คือพนักงานโรงงาน ที่เข้ามาทำงานในตัวเมืองแต่มีรายได้ไม่สูงมากนัก คนที่เดินทางเข้ามาเที่ยวที่ต้องการที่พักรายวันในราคาถูก หรือคนที่เดินทางมาเยี่ยมญาติพี่น้อง

2.2 ระบบไฟฟ้าและการเสื่อมสภาพของระบบไฟฟ้าภายในอพาร์ทเมนต์

มาตรฐานการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า มีความสำคัญยิ่ง ทั้งนี้ เพื่อความปลอดภัย คงทนถาวร และเพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่ใช้อยู่ในระบบให้ยาวนานยิ่งขึ้น การติดตั้งระบบไฟฟ้า มีมาตรฐานกำหนดที่แน่นอน และมีหลายหน่วยงาน เช่น กรมพัฒนาและส่งเสริมพลังงาน สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ (วสท.) การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และหน่วยงานจากต่างประเทศที่ประเทศไทยนำมายึดถือ เช่น มาตรฐานในการออกแบบและติดตั้งไฟฟ้า (NEC) สถาบันมาตรฐานชั่งอเมริกา (ANSI) และมาตรฐานการออกแบบไฟฟ้า (IEC) เป็นต้น และจะต้องมีหน่วยงานที่มารองรับมาตรฐานอุปกรณ์ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ คือ สำนักผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม มอก.

ศัพท์เฉพาะที่ควรทราบก่อนศึกษาระบบไฟฟ้าได้แก่ ระบบไฟฟ้าแรงสูง เป็นระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าเกิด 1,000 โวลต์ ระบบไฟฟ้าแรงต่ำ เป็นระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลต์ (Volt.) คือ หน่วยวัดแรงดันไฟฟ้า แอมแปร์ (Amp.) เป็นหน่วยวัดกระแสไฟ วัตต์ (Watt.) เป็นหน่วยของกำลังไฟฟ้าที่ใช้จริง สุดท้ายคือ หน่วย (Unit) คือ หน่วยของกำลังไฟฟ้าที่ใช้ ต่อชั่วโมง มีอุปกรณ์ที่ใช้วัด คือ กิโลวัตต์ฮอตมิเตอร์ (Kwh)

ระบบไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 เฟส โดยแบ่งได้ตามนี้ ระบบ 1 เฟส จะมี 2 สายในระบบ ประกอบด้วยสาย LINE (มีไฟ) 1 เส้น และสาย Neutral (ไม่มีไฟ) 1 เส้นมีแรงดันไฟฟ้า 220 – 230 โวลต์ มีความถี่ 50 เฮิรซ์ (Hz) อย่างถัดมาระบบ 3 เฟส จะมี 4 สายในระบบ ประกอบด้วย สายไลน์ (มีไฟ) 3 เส้น และสายนิวตรอน (ไม่มีไฟ) 1 เส้น มีแรงดันไฟฟ้า ระหว่าง สายไลน์ กับไลน์ 380 – 400 โวลต์ และแรงดันไฟฟ้าระหว่างสายไลน์ กับ Neutral 220 – 230 โวลต์ และมีความถี่ 50

เฮิร์ซ (Hz) เช่นเดียวกัน อย่างสุดท้ายสายดินมีทั้ง 2 ระบบ ติดตั้งเข้าไปในระบบเพื่อความปลอดภัยของระบบ สายดินจะต้องต่อเข้าไปกับพื้นโลกตามที่มาตรฐานกำหนด

เพาเวอร์แฟกเตอร์ คือ อัตราส่วน ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่ใช้จริงมีหน่วยเป็นวัตต์ กับ กำลังไฟฟ้าปรากฏ หรือกำลังไฟฟ้าเสมือนซึ่งค่าที่ดีที่สุด คือ มีอัตราส่วนที่เท่ากันจะมีค่าเป็นหนึ่งแต่ในทางความเป็นจริงไม่สามารถทำได้ซึ่งค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์เปลี่ยนแปลงไปตามการใช้โหลด ซึ่ง โหลดทางไฟฟ้ามีอยู่ 3 ลักษณะ อย่างแรกคือโหลดประเภท Resistive หรือ ความต้านจะมีเพาเวอร์แฟกเตอร์เป็นหนึ่ง เช่น หลอดไฟฟ้าแบบไส้ เตาไรต์ไฟฟ้า หม้อหุงข้าว เครื่องทำน้ำอุ่น เป็นต้น ถ้าหน่วยงานหรือองค์กรมีโหลดประเภทนี้เป็นจำนวนมากก็ไม่จำเป็นต้องปรับปรุ้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ อย่างถัดมาโหลดประเภท Inductive หรือความเหนี่ยวนำจะมีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ไม่เป็นหนึ่ง อันได้แก่ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ขดลวด เช่น มอเตอร์ เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น หน่วยงานหรือองค์กรส่วนใหญ่จะหลีกเลี่ยงโหลดประเภทนี้ไม่ได้ และมีเป็นจำนวนมากซึ่งจะทำให้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ไม่เป็นหนึ่ง และโหลดประเภทนี้จะทำให้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ล้าหลัง จำเป็นที่จะต้องปรับปรุ้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ โดยการนำโหลดประเภทให้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ มาต่อเข้าในวงจรไฟฟ้าของระบบ เช่น การต่อชุด Capacitor Bankเข้าไปในชุดควบคุมไฟฟ้า สุดท้ายโหลดประเภท Capacitive หรือ โหลดที่มีตัวเก็บประจุเป็นองค์ประกอบ โหลดประเภทนี้มีใช้น้อยมาก มีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ไม่เป็นหนึ่ง โหลดประเภทนี้จะทำให้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์เป็นตัวนำ คือกระแสจะนำหน้าแรงดัน จึงนิยมนำโหลดประเภทนี้มาปรับปรุ้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ของระบบที่มีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ล้าหลัง เพื่อให้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์มีค่าใกล้เคียงหนึ่ง การปรับปรุ้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์มีข้อดีคือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรไฟฟ้าลดลง หม้อแปลง และกระแสไฟฟ้าสามารถรับ Load เพิ่มได้มากขึ้น ลดกำลังงานสูญเสียไฟฟ้าลง ลดแรงดันไฟฟ้าตก และเพิ่มประสิทธิภาพไฟฟ้าทั้งระบบ

หน่วยงานที่รับผิดชอบด้านการผลิตและจำหน่ายไฟฟ้าในปัจจุบัน คือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย การไฟฟ้านครหลวง การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค โดยการไฟฟ้าฝ่ายผลิต เป็นผู้ผลิตไฟฟ้าให้ การไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคไปจำหน่าย การไฟฟ้านครหลวง จะจำหน่ายไฟฟ้าให้ กรุงเทพฯและปริมณฑล ส่วนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจะจำหน่ายไฟฟ้าให้กับต่างจังหวัดของทุกภาคในประเทศไทย ระบบไฟฟ้าในภาคใต้การไฟฟ้าฝ่ายผลิตจะผลิตไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้า แล้วแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงถึง 230 กิโลโวลต์ (KV.) แล้วส่งไปตามเมืองต่างๆ เข้าที่สถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค สถานีไฟฟ้าย่อยจะปรับลดแรงดันไฟฟ้าเหลือ 33 กิโลโวลต์ แล้วจ่ายเข้าในตัวเมือง และผู้ใช้ไฟฟ้าต้องติดตั้งหม้อแปลง เพื่อลดแรงดันไฟฟ้าให้เป็นแรงต่ำ เพื่อนำมาใช้งานต่อไปกำลังไฟฟ้ามีด้วยกัน 3 อย่างคือ กำลังไฟฟ้าจริง มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt), กำลังไฟฟ้าแฝงมีหน่วยเป็น วาร์ (VAR) และ กำลังไฟฟ้าปรากฏมีหน่วยเป็น โวลท์แอมป์ (VA)

หม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับแปลงแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้นหรือต่ำลง เพื่อให้เหมาะสมกับงานที่จะใช้ งานบางอย่างต้องการใช้แรงดันสูง เช่น การส่งพลังงานไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้ามายังสถานีย่อย ต้องใช้หม้อแปลงแรงไฟฟ้าแรงสูง แต่การใช้ในบ้านเรือน หรือโรงงานต้องใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแรงต่ำ ซึ่งหม้อแปลงมีหลายชนิดหลายขนาดเลือกใช้ตามความเหมาะสมของงาน

ระบบไฟฟ้าในอาคารที่เน้นที่ขนาดเล็กมีความซับซ้อนไม่มากนักมีกำลังไฟ 220V แต่อาคารที่บางแห่งมีการก่อตั้งมาเป็นระยะเวลานานแล้ว ระบบไฟฟ้าอาจจะยุ่งเหยิงเกินกว่าจะทำการแก้ไข

การเสื่อมสภาพของระบบไฟฟ้าแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะได้แก่แบบค่อยๆ เสื่อมสภาพลงไปตามอายุการใช้งาน พบว่าอัตราการเสื่อมสภาพของระบบและอุปกรณ์ไฟฟ้าจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับหลายปัจจัย เช่น การออกแบบ การเลือกวัสดุ การติดตั้ง ความชื้นภายในโครงข่ายกระแสไฟฟ้า การจัดสรรสายไฟที่ไม่มีประสิทธิภาพ และการเปราะเปื้อนที่ผิวฉนวนเป็นต้น การเสื่อมสภาพเช่นนี้ มักจะมีการแสดงบอกล่วงหน้า ในระยะแรกค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงจะไม่สูงมากนักจนนานวันขึ้นจะเสื่อมสภาพมากขึ้นจนไม่คุ้มค่าซ่อมแซม หรือจนกระทั่งไม่สามารถใช้งานได้จึงต้องเลิกใช้งาน และเสื่อมสภาพแบบทันที การชำรุดหรือเสื่อมสภาพเช่นนี้อาจจะไม่มีอาการแสดงออกมาให้เห็นและไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้า ประสิทธิภาพไม่ได้ลดน้อยลงหรือแสดงอาการชำรุดให้ทราบ เช่น มีการใช้งานหรือซ่อมบำรุงอย่างไม่ถูกต้อง ฉนวนชำรุดหรือเสื่อมสภาพก่อนเวลาอันควร เป็นต้น จะทราบต่อเมื่อระบบไฟฟ้าหยุดทำงานแล้ว

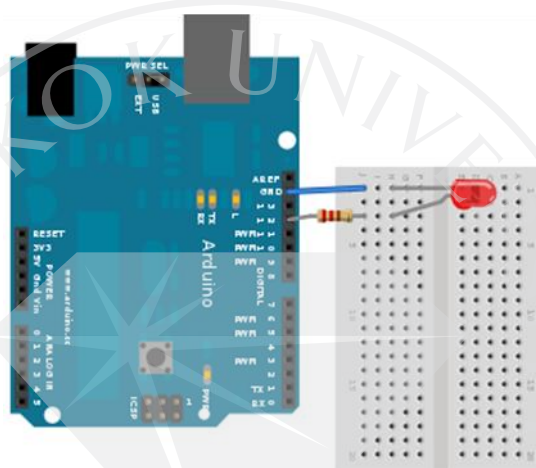
2.3 อุปกรณ์อาδυโน และการเชื่อมต่อ

ภาพที่ 2.1: อาδυโนบอร์ด



Arduino อ่านว่า อาดูยโนเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Software และ Hardware ตัวบอร์ดอาดูยโนถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ความง่ายของบอร์ดอาดูยโนในงานเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ คือผู้ใช้สามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ดดังรูปที่ 2.2 หรือบอร์ดเสริมประเภทต่างแล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้

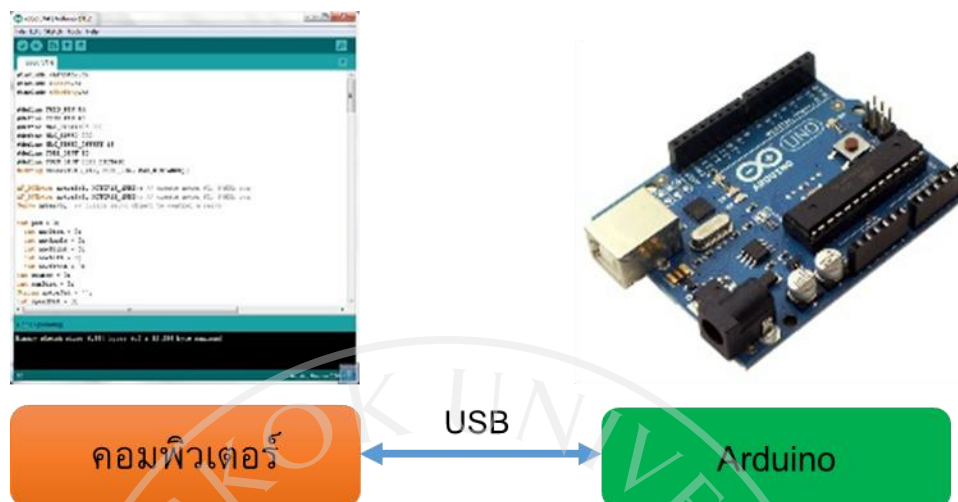
ภาพที่ 2.2: ตัวอย่างการเชื่อมต่ออินพุตกับเอาต์พุต



ที่มา: แนะนำเพื่อนใหม่ที่ชื่อ Arduino. (2560). สืบค้นจาก www.thaieasyelec.com/images/basic-electronics/.

จุดเด่นของบอร์ดอาดูยโนง่ายต่อการพัฒนา ใช้ภาษา C ในการเขียนโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นสูง มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐานไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น อีกทั้งยังเป็น Open Hardware ที่เปิดกว้างในการพัฒนาทำให้ผู้ใช้นำบอร์ดไปต่อยอดใช้งานได้หลายด้านราคาถูกสามารถ Cross Platforms ไปพัฒนาโปรแกรมบน OS ใดก็ได้

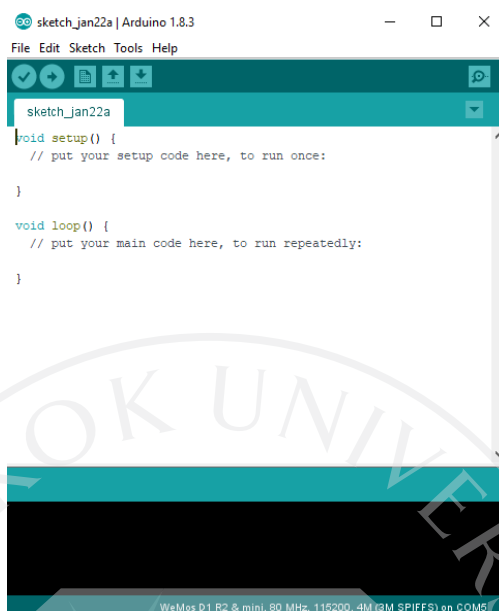
ภาพที่ 2.3: การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับอาduino



ที่มา: *แนะนำเพื่อนใหม่ที่ซื้อ Arduino*. (2560). สืบค้นจาก www.thaieasyelec.com/images/basic-electronics/.

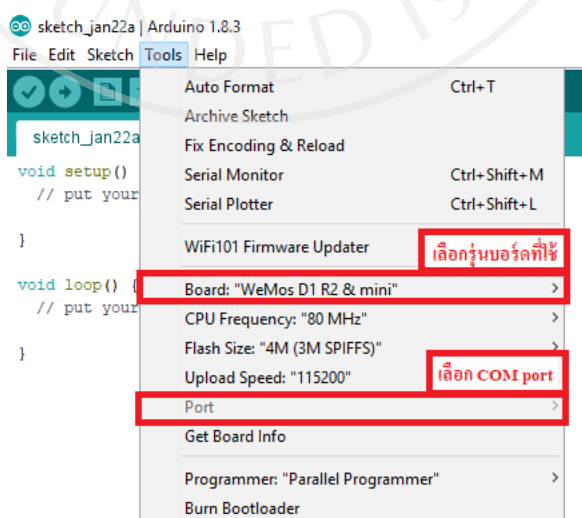
ภาพที่ 2.3 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบนอาduino ใช้โปรแกรม ArduinoIDE ในการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งการบอร์ดอาduinoให้ทำงาน ตัวบอร์ดจำเป็นต้องมีไฟเลี้ยงโดยการเสียบอแดปเตอร์ หรือเสียบสาย USB ไว้กับคอมพิวเตอร์เพื่อให้บอร์ดทำงาน อีกทั้งยังจำเป็นในการอัปเดตโค้ดลงอาduino

ภาพที่ 2.4: หน้าจอโปรแกรม ArduinoIDE



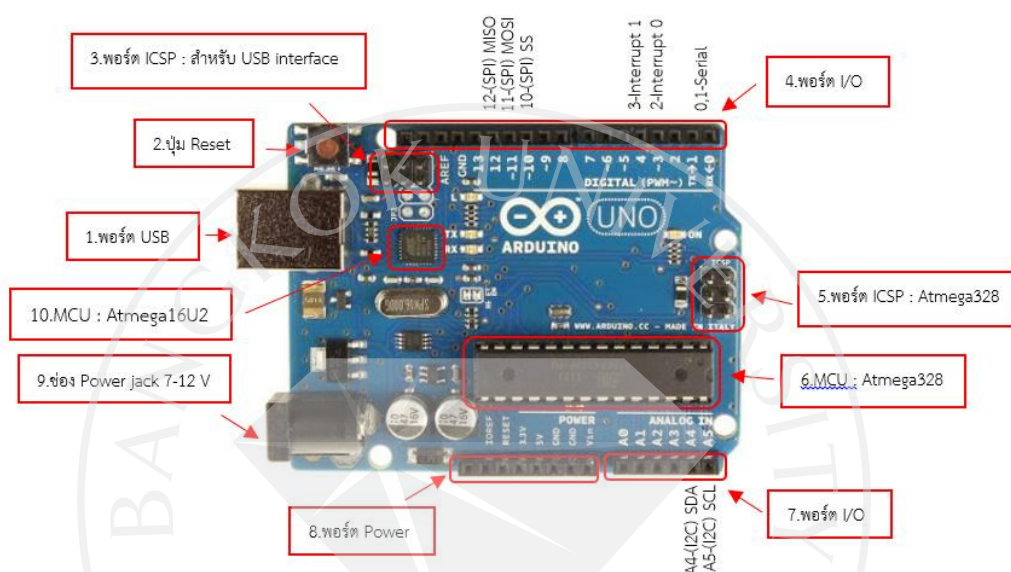
หลังจากเขียนคำสั่งที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว ให้ผู้ใช้ทำการเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้ แล้วหมายเลข Serial port หรือ COM port เพื่อให้โปรแกรมอัปโหลดคำสั่งลงบอร์ดได้อย่างถูกต้อง ดังรูปที่ 2.5

ภาพที่ 2.5: เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ Upload และเลือกหมายเลข COM port ของบอร์ด



กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และ Compile โค้ด จากนั้นกดปุ่ม Upload โปรแกรมไปยังบอร์ด Arduino ผ่านสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้วจะแสดงข้อความ “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามคำสั่งที่ถูกอัปโหลดไว้

ภาพที่ 2 6: Layout & Pin out Arduino Board (Model: Arduino UNO R3)



ที่มา: แนะนำเพื่อนใหม่ที่ซื้อ Arduino. (2560). สืบค้นจาก www.thaieasyelec.com/images/basic-electronics/.

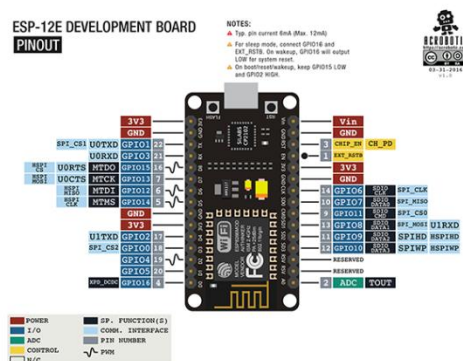
จากรูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของบอร์ดอาดูยโน้อย่างแรก USBPort ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออัปโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด เพื่อให้ตัวบอร์ดสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี อย่างที่ 2 Reset Button เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่ หรือมีการอัปโหลดคำสั่งใหม่ลงไปบนบอร์ดและต้องการให้บอร์ดทำการรันคำสั่งนั้น หรือรูปแบบการแสดงผลตามที่ต้องการ อย่างที่ 3 ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2 อย่างที่ 4 I/O Port: Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin0,1 เป็นขา Tx,Rx Serial, Pin3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM อย่างที่ 5 ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Bootloader อย่างที่ 6 MCU Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino อย่างที่ 7 I/O Port: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5 หรือเป็น

ช่องทางที่บอร์ดอาδυโนใช้ในการรับข้อมูลจากโมดูล หรือเซ็นเซอร์ต่างๆ อย่างที่ 8 Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin อย่างที่ 9 Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V และ อย่างสุดท้ายอย่างที่ 10 MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega 328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2 โดยผู้วิจัยนำโมดูลและเซ็นเซอร์เข้ามาใช้ประกอบด้วย NodeMCU ESP8266 และ Current sensor ACS712

ESP8266 เป็นชื่อเรียกของชิพโมดูล สำหรับติดต่อสื่อสารบนมาตรฐาน WiFi ติดต่อในรูปแบบการเขียนโค้ดโปรแกรมลงไปในชิพ โดยใช้ ArduinoIDE คล้ายกับการใช้งานอาδυโนบอร์ดโมดูล ESP8266 มีขาที่ใช้งานและมีหน้าที่ดังนี้

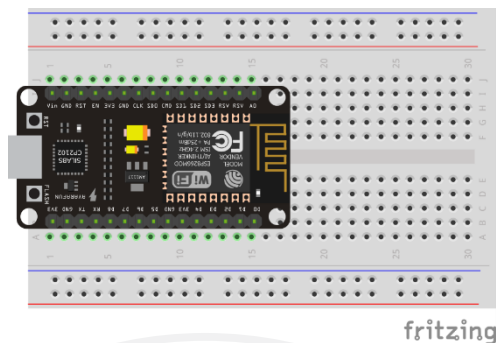
1. GPIO0 เป็นขาสำหรับเลือกโหมด โดยเมื่อต่อกับ GND จะเข้าโหมดโปรแกรม เมื่อต้องการให้ทำงานปกติก็ไม่ต้องต่อ
2. GPIO15 เป็นขาที่ต้องต่อลง GND เพื่อให้โมดูลทำงาน
3. CH_PD หรือ EN เป็นขาที่ต้องต่อไฟ VCC เพื่อ pull up สัญญาณ ให้โมดูลทำงาน โมดูลบางรุ่นไม่มีขา Reset มาให้ เมื่อต้องการรีเซ็ต ให้ต่อขา CH_PD กับ GND
4. Reset ต่อกับไฟ VCC เพื่อ pull up สัญญาณ โดยเมื่อต้องการรีเซ็ต ให้ต่อกับไฟ GND
5. VCC เป็นขาสำหรับจ่ายไฟเลี้ยง ใช้ไฟเลี้ยง 3.0-3.6V
6. GND ต่อกับไฟ 0V
7. GPIO เป็นขาดิจิตอล INPUT/OUTPUT ทำงานที่ไฟ 3.3V
8. ADC เป็นขา Analog INPUT รับแรงดันสูงสุด 1V ความละเอียด 10bit หรือ 1024 ค่า

ภาพที่ 2.7: NodeMCU Pin Functions



ที่มา: *Arduino ESP8266 IOT*. (2018). Retrieved from www.arduinoall.com/article/30.

ภาพที่ 2.8: ตัวอย่างการต่อ NodeMCU ESP8266



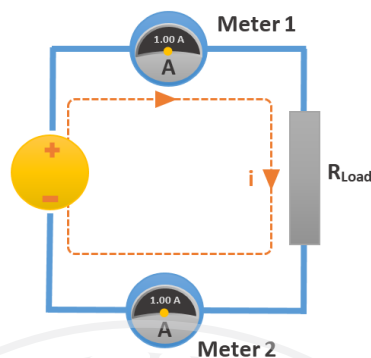
ที่มา: เชื่อมต่อ ESP8266 เพื่อรับสัญญาณ Wi-Fi. (2560). สืบค้นจาก medium.com/@mintkhwan.

Current Sensor คือโมดูลวัดกระแสไฟฟ้าที่จะต้องเชื่อมต่อกับบอร์ดอาดุยโนในช่องอนาล็อกเพื่ออ่านค่ากระแสที่ไหลผ่าน โดยอาศัยไอซี ACS712 วัดกระแสโดยใช้หลัก Hall effect ใช้ได้ทั้งการวัดเพื่องานทางระบบอิเล็กทรอนิกส์ วัดกำลังไฟฟ้า

โดยมีคุณสมบัติดัง

1. วัดกระแสได้ในย่าน -20 ถึง +20A (วัดได้ทั้งกระแส AC และ DC)
2. ใช้แหล่งจ่ายไฟ 5V
3. Sensitivity 100 mV/A
4. 80 kHz bandwidth

ภาพที่ 2.9: ตัวอย่างการเชื่อมต่อมิเตอร์



ที่มา: ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Current Sensor. (2560). สืบค้นจาก

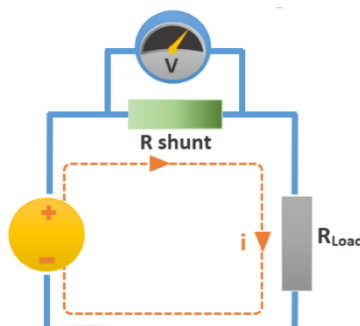
<http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ-current-sensor-เซ็นเซอร์วัดกระแส.html>.

สมมุติมีวงจรหนึ่งดังภาพที่ 2.9 ประกอบด้วยแหล่งจ่ายไฟ และโหลด (R_{Load}) กระแส (I) จะไหลจากขั้วบวกของแหล่งจ่าย ผ่านโหลดและไปยังขั้วลบของแหล่งจ่าย ถ้าต้องการทราบกระแส (I) ที่ไหลผ่านโหลด (R_{Load}) วิธีที่ง่ายที่สุดคือใช้สูตร $I = V/R$ คือต้องทราบแรงดันแหล่งจ่าย (V) ค่าความต้านทานโหลด (R) ก็จะทราบกระแส (I) ที่ไหลผ่านโหลด (R_{Load}) หรือใช้ Multimeter ต่ออนุกรมกับโหลด (R_{Load}) ซึ่งสามารถวัด ก่อนเข้าโหลด (Meter1) หรือหลังโหลด (Meter2) ดังภาพ Meter ทั้งสองจะอ่านกระแสได้เท่ากัน

รูปแบบการวัดกระแสสามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภทได้แก่

1. Current Sensing Resistors

ภาพที่ 2.10: ภาพแสดงวงจรเบื้องต้น การวัดกระแสโดยใช้ R Shunt



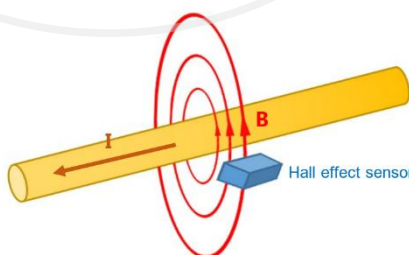
ที่มา: ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Current Sensor. (2560). สืบค้นจาก
<http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ-current-sensor-เซ็นเซอร์วัดกระแส.html>.

การวัดกระแสโดยใช้ R Shunt โดยอาศัยหลักการคือ วัดแรงดันที่ตกคร่อม R คำน้อยๆ ซึ่งต่ออนุกรมกับ R_{Load} เรียกว่า R_{shunt} และ คำนวณกลับเป็นกระแส โดยจากสูตร

$$I = V_{shunt} / R_{shunt} \text{ และสามารถวัดได้ทั้งไฟ DC และ AC}$$

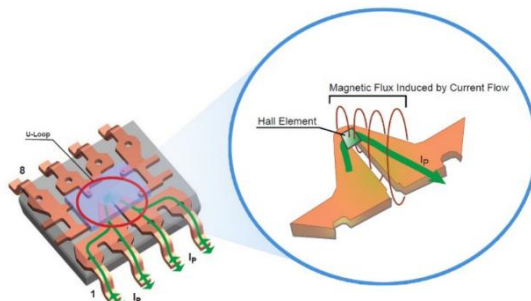
2. Hall Effect Sensor

ภาพที่ 2.11: ภาพแสดงวงจรเบื้องต้น การวัดกระแสโดยใช้ Hall effect sensor



ที่มา: ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Current Sensor. (2560). สืบค้นจาก
<http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ-current-sensor-เซ็นเซอร์วัดกระแส.html>.

ภาพที่ 2.12: ภาพแสดงเซ็นเซอร์ Hall effect ภายในชิปตระกูล ACS



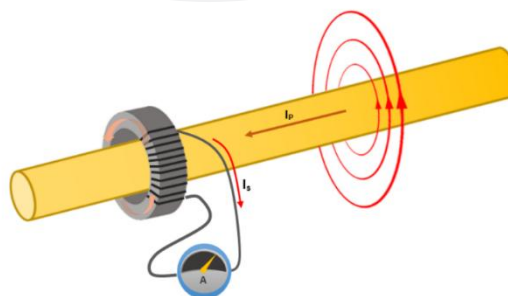
ที่มา: ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Current Sensor. (2560). สืบค้นจาก

<http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ-current-sensor-เซ็นเซอร์วัดกระแส.html>.

Hall effect sensor เป็นการวัดกระแสทางอ้อม เมื่อเราจ่ายกระแสไฟฟ้าทั้ง DC และ AC จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบสายไฟ เมื่อเซ็นเซอร์ Hall effect อยู่ในบริเวณสนามแม่เหล็กของสายไฟ จะส่งสัญญาณออกมา ตามระดับสนามแม่เหล็กที่วัดได้

2. Current Transformer

ภาพที่ 2.13: ภาพแสดงหลักการวัดกระแสโดยใช้ Current transformer



ที่มา: ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Current Sensor. (2560). สืบค้นจาก

<http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ-current-sensor-เซ็นเซอร์วัดกระแส.html>.

Current Transformer เป็นการวัดกระแสไฟฟ้าทางอ้อมเช่นกัน โดยใช้หลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กเหมือนกับหม้อแปลงไฟฟ้า แต่เปลี่ยนให้ฝั่ง Primary เป็นสายไฟที่ต้องการวัดกระแสแทน และมีเพียงขดลวดฝั่ง Secondary เรียกว่า **Current Transformer** เมื่อเราจ่ายกระแสไฟฟ้าสลับไหลผ่านสายไฟ จะทำให้เกิดเส้นสนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลงไปมา และไปตัดกับขดลวดที่พันรอบแกน Inductive Sensor ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นเมื่อต่อกับโหลด ซึ่งจะวัดได้เฉพาะกระแสไฟฟ้า AC เท่านั้น กรณีที่จ่ายกระแสไฟฟ้า DC เข้าไปในสายไฟ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงของสนามแม่เหล็ก ซึ่งจะไม่เกิดการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็ก หลักการนี้สามารถนำไปใช้กับ Clampmeter

การเชื่อมต่อบอร์ดอาดูโนกับ NodeMCU/ESP8266 นั้นตัวอุปกรณ์จะมีสายอากาศในตัว จึงทำให้สามารถเชื่อมต่อไวไฟได้โดยไม่ต้องต่ออุปกรณ์หรือสายอากาศเพิ่มเติม และคุณสมบัติทางเทคนิค ตัวโมดูลWiFiมีคุณสมบัติดังนี้คือสามารถรองรับมาตรฐาน IEEE802.11 b/g/n สามารถรองรับการทำงานแบบ WiFi Direct หรือ P2P(Peer to Peer) ส่งข้อมูลแบบTCP/IP วงจรบริหารกำลังไฟฟ้าและวงจรควบคุมไฟเลี้ยงคงที่ เพื่อช่วยให่วงจร WiFi ใช้กำลังได้อย่างเหมาะสม โดยปกติต้องการกระแสไฟฟ้า 0.9 mA ในขณะสแตนด์บาย, 135-215 mA ขณะส่งข้อมูล, 60 mA เมื่อรับข้อมูล, 1 mA ในโหมดประหยัดพลังงาน และ 0.5 μ A ในขณะปิด โดยการเขียนคำสั่งเพื่อให้บอร์ดอาดูโนสามารถเชื่อมต่อ WiFi ได้มีโค้ดดังนี้

ภาพที่ 2.14: ตัวอย่างการใช้โค้ด WiFi

```
#include <ESP8266WiFi.h>
const char* ssid = "Your WiFi SSID";
const char* password = "Your Password";

void setup()
{
  Serial.begin(115200);
  Serial.println("Starting...");

  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
  {
    delay(250);
    Serial.print(".");
  }

  Serial.println("WiFi connected");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}

void loop()
{
}
```

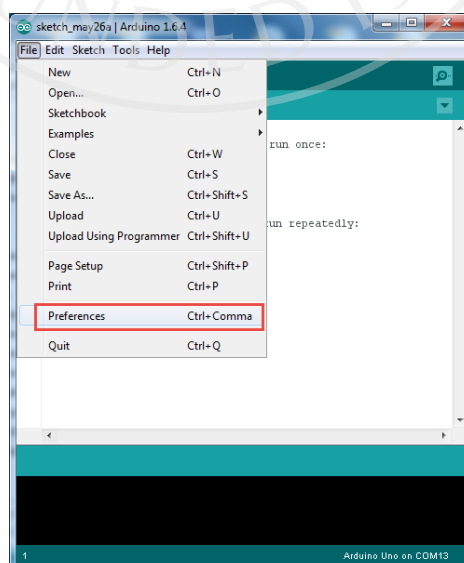
ส่วนแรกคือ #include เป็นการประกาศเรียกใช้ไลบรารี WiFi ของ ESP8266 (ESP8266WiFi.h) แล้วกำหนดค่า SSID และรหัสผ่านของเครือข่าย WiFi ที่ต้องการเชื่อมต่อเก็บไว้ที่ตัวแปร ssid และ password ตามลำดับ ส่วนภายในฟังก์ชัน setup() เริ่มจากการตั้งค่าความเร็วเริ่มต้นของ Serial ที่ 115,200 bits/s เมื่อตั้งความเร็วสายแล้ว ส่งพิมพ์คำว่า Starting... ออกที่หน้าจอคอมพิวเตอร์ และเริ่มทำการเชื่อมต่อเครือข่าย WiFi ด้วยการใช้คำสั่ง WiFi.begin จากนั้นคอยวนตรวจสอบว่าเชื่อมต่ออยู่หรือไม่ด้วยคำสั่ง WiFi.status หากยังไม่เชื่อมต่อให้หน่วงเวลา 250 ms และแสดงจุดออกมาที่หน้าจอคอมพิวเตอร์หากมีการเชื่อมต่อแล้ว ให้แสดงคำว่า WiFi connected และแสดงหมายเลข IP Address ของ NodeMCU/ESP8266 ที่ได้รับมาโดยใช้คำสั่ง WiFi.localIP

ภาพที่ 2.15: หน้าจอแสดงตัวอย่าง Done uploading



หลังจากเสร็จสิ้นให้ทำการอัปโหลดเมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะปรากฏข้อความ “Done uploading” ขึ้นดังภาพที่ 2.15 แต่หากในกรณีที่ยังไม่สามารถอาจมีสาเหตุมาจากไม่รู้จัก Package สามารถโหลดได้จาก Menu File >> Preferences ดังภาพที่ 2.16

ภาพที่ 2.16: หน้าจอเลือก Preferences



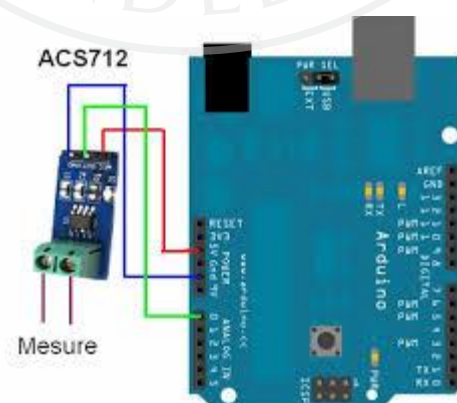
จากนั้นใส่ URL ลงใน Addition Board Manager URLs: ดังนี้

http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json

จากนั้นไปที่ Menu Tools >> Boards >> Board Manager และค้นหา ESP8266 เพื่อดาวน์โหลด เมื่อทำการติดตั้งเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ทำการปิดโปรแกรม ArduinoIDE ก่อน แล้วจึงเปิดขึ้นมาใหม่เมื่อเข้า Tools >> Boards จะพบเมนูบอร์ดใหม่ให้เลือก 3 รายการ ได้แก่ Generic ESP8266 Module >> บอร์ด ESP8266 ทั้งไปไม่เจาะจง หรือ บอร์ดที่สร้างขึ้นเอง Olimex MOD-WIFI-ESP8266 >> บอร์ด ESP8366 ที่บริษัท Olimex เป็นผู้สร้าง NodeMCU (ESP8266 ESP12) >> บอร์ด ESP8266 ที่เป็นบอร์ด NodeMCU ที่เราจะใช้งานนั่นเอง แต่ในกรณีที่บอร์ด ESP8266 ESP12-E จะยังไม่สามารถใช้งานได้เราต้องการทำงาน Add บอร์ด NodeMCU V2 ลงไปก่อนโดยมีวิธีการติดตั้งดังนี้ ไปที่ Menu File >> Preferences เลือก Path ของ More preferences be edited directory in the file จะปรากฏหน้าต่างของ Folder ที่ใช้ติดตั้งบอร์ดของ ESP8266 ให้เปิด File boards.txt ซึ่งอยู่ใน Folder >> \packages\esp8266\hardware\esp8266\1.6.4-673-g8cd3697 ขึ้นมา จากนั้นเพิ่ม Script สำหรับบอร์ด NodeMCU V2 ต่อจากบรรทัดสุดท้ายลงไปดังรูปที่ 2.17

การเชื่อมต่อบอร์ดอาดุโน้กับเซ็นเซอร์วัดกระแส เซ็นเซอร์วัดกระแสแต่ละตัวจะมีค่า VSensitivity มีค่าต่างกันดังนี้ ACS712-5A VSensitivity = 185 mA, ACS712-20A VSensitivity = 100 mA, ACS712-30A VSensitivity = 66mA และจะมีสูตรคำนวณในการหาหน่วยต่างๆ ต่างกันตามที่ใช้งานต้องการ มีวิธีการเชื่อมต่อสายดังนี้

ภาพที่ 2.17: ตัวอย่างการเชื่อมต่อ Current sensor ACS712



โดยจะเชื่อมต่อพอร์ต Gnd กับ พอร์ต Gnd ถัดมาจะเชื่อมต่อพอร์ต Vcc กับพอร์ต 5V เพื่อส่งไฟเลี้ยงให้เซ็นเซอร์ สุดท้ายคือพอร์ต OUT กับ พอร์ต A(1-5) ใช้ในการส่งข้อมูลในรูปแบบอนาล็อก

2.4 การใช้บอร์ดอาduinoโน้สำหรับตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าพาร์ทเม้นขนาดเล็ก

ห้องพักแต่ละห้องมีฮาวมิเตอร์แยกออกมาจากมิเตอร์หลักห้องละหนึ่งตัวโดยจะทำการเชื่อมต่อฮาวมิเตอร์แต่ละตัวเข้ากับเซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้าเพื่อทำการตรวจสอบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องพักแต่ละห้อง เริ่มจากส่วนของการตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าจะใช้ Current sensor เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino ตัวบอร์ดจะทำการรับค่ากระแสจากเซ็นเซอร์มาคำนวณเป็นค่ากระแส ปริมาณไฟฟ้า และปริมาณไฟฟ้าที่ถูกใช้ต่อชั่วโมง ส่วนที่สองคือการเชื่อมต่อตัวบอร์ด Arduino กับเครือข่ายไร้สาย ใช้ Module WiFi เชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด ส่วนที่สามบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล หลังจากเชื่อมต่อบอร์ด Arduino เข้ากับเครือข่ายไร้สายแล้วจะสามารถเก็บข้อมูลที่รับจากเซ็นเซอร์ลงในฐานข้อมูลผ่านทาง URL โดยใช้การเพิ่มข้อมูล Insert ส่วนที่สี่นำข้อมูลในฐานข้อมูลมาแสดงบนเว็บแอปพลิเคชัน โดยแสดงข้อมูลปริมาณการใช้ไฟฟ้าของแต่ละห้อง และค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นให้ผู้ใช้ทราบ

2.5 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชिरากร ชิโฮ่ (2558) ได้เสนอบทความศึกษาการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Current Transformer ที่สร้างขึ้นเทียบกับดิจิตอลแคลมป์มิเตอร์เป็นกรณีการใช้ใช้ Current sensor รูปแบบครอบโดยการพันสายทองแดงรอบเซ็นเซอร์ จากนั้นเซ็นเซอร์จะทำการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าที่แผ่ออกรอบๆสายไฟ โดยเปรียบเทียบกับดิจิตอลแคลมป์มิเตอร์ ในอัตราส่วน 2/1A มีค่ากระแสไฟฟ้าใกล้เคียงกัน โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

รุ่งโรจน์ สงวนวัฒนา และพินิจ กำ หอม (2560) ได้นำเสนอบทความระบบตรวจนับและตรวจสอบเครื่องมือด้วยเครือข่ายเซ็นเซอร์ไร้สายโดยใช้เซ็นเซอร์วัดกระแสในรูปแบบ Hall effect ในการวัดกระแสโดยใช้มอเตอร์แบบ 1 เฟสเป็นโหลดทางไฟฟ้าโดยตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าแต่ละชนิดขณะเปิดใช้งาน ระบบตรวจสอบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและแม่นยำ แต่ระยะการส่งข้อมูลไร้สายต่ำกว่าคุณสมบัติที่ผลิตภัณฑ์ระบุไว้

“ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ” (2560) ผู้พักอาศัยบางรายได้นำเซ็นเซอร์วัดปริมาณไฟฟ้ามาติดตั้งใช้งานเองแต่เป็นในรูปแบบครอบ เนื่องจากมีการติดตั้งที่ง่ายกว่าการต่อเซ็นเซอร์วัดกระแสแบบต่อตรง ปัญหาของเซ็นเซอร์แบบครอบนั้นคือผู้ใช้งานจะต้องมีความเข้าใจในเรื่องกระแสไฟฟ้าระดับหนึ่ง เนื่องจากตัววัดกระแสไฟฟ้าแบบครอบจะทำการวัดคลื่นแม่เหล็กที่ไหลออกจากสายไฟฟ้า ควบคุมได้

ยาก ไม่สามารถใช้งานได้กับวงจรกระแสสลับ และหากมีกระแสไฟฟ้าน้อยเกินไปจะไม่สามารถตรวจวัดคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่ออกมาได้

“การใช้งาน Acs712-30A” (2560) ผู้พักอาศัยบางรายได้นำเซนเซอร์วัดปริมาณไฟฟ้ามาใช้วัดไฟฟ้าจากเครื่องใช้ไฟฟ้าขนาดเล็ก โดยคำนวณแยกเป็นแต่ละชิ้นว่าใช้กระแสไฟเท่าใด มีแรงดันเท่าใด แต่ไม่ได้วัดกระแสไฟฟ้าทั้งหมดจากมิเตอร์ไฟฟ้า ทำให้ค่าไฟทั้งหมดไม่เที่ยงตรง

โครงการชิ้นนี้นำเสนอผลงานระบบตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าสำหรับสำหรับอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก และศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้พักอาศัยหากสามารถตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ด้วยตนเองจะมีการจัดสรรการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ลดน้อยลงเพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายของผู้พักอาศัย โดยตัวระบบสามารถเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของแต่ละห้องตามที่อยู่ปรณติดตั้งไว้ในทุกๆ ชั่วโมง และจะเก็บข้อมูลเข้าฐานข้อมูลเพื่อนำเป็นแสดงบนเว็บแอปพลิเคชัน บนเว็บแอปพลิเคชันจะแสดงวันที่ใช้ และปริมาณไฟฟ้าที่ถูกใช้ อีกทั้งยังช่วยคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นให้ผู้พักอาศัยสามารถตรวจสอบได้ด้วยตนเอง

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

จากการศึกษาระบบไฟฟ้าภายในอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็กเพื่อพัฒนาระบบตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าภายในอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก และศึกษาพฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนให้ความรู้ผู้พักอาศัย และหลังจากให้ความรู้ในการใช้ระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าแก่ผู้พักอาศัย มีความเปลี่ยนแปลงอย่างไร ผู้วิจัยได้มีแนวทางในการวิจัย 4 ขั้นตอน ดังนี้ วิเคราะห์ปัญหา ออกแบบระบบ การพัฒนาระบบ และการวัดผล

3.1 วิเคราะห์ปัญหา

ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามปัญหาจากเจ้าของอพาร์ทเมนต์ในด้านการดูแล การตรวจสอบมิเตอร์ไฟฟ้า และภาระค่าใช้จ่ายต่างๆของผู้พักอาศัย ที่บางรายมีการค้างค่าเช่าเป็นเวลาหลายเดือน โดยมุ่งเน้นปัญหาในด้านกระแสไฟฟ้า และค่าไฟฟ้าที่เกิดขึ้นของผู้พักอาศัยในแต่ละเดือน ผู้วิจัยพบว่าปัญหาส่วนใหญ่คือปัญหาด้านกระแสไฟฟ้าที่ไม่สามารถใช้งานได้ ไฟฟ้ารั่วไหลที่เกิดจากการเสื่อมสภาพตามระยะเวลา รวมไปถึงการที่ผู้พักอาศัยไม่สามารถตรวจสอบ และวางแผนในการใช้ไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมเป็นเหตุให้เกิดภาระค่าใช้จ่ายเกินความจำเป็น อีกทั้งในส่วนของผู้เช่าจะมีภาระค่าใช้จ่ายในส่วนของการจ้างพนักงานดูแล ความผิดพลาดจากการจดเลขมิเตอร์ และคำนวณค่าไฟด้วยมือมีความเสี่ยงที่จะทำให้เกิดความผิดพลาดมากขึ้น หรือการสูญหายของข้อมูล ในด้านส่วนของผู้พักอาศัยส่วนใหญ่จะเกิดจากภาระค่าใช้จ่ายที่ไม่สามารถคำนวณได้อย่างเช่น การใช้ไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในแต่ละเดือนจะสามารถทราบได้ต่อเมื่อถึงเวลาสิ้นเดือน หรือมีบิลล์เรียกเก็บค่าใช้จ่ายประจำเดือนมาถึง

3.2 การออกแบบ

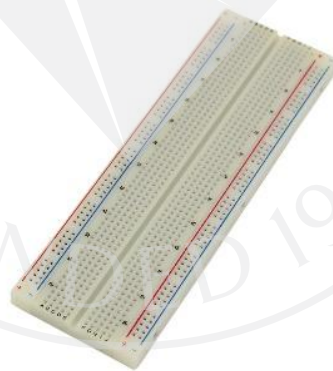
อุปกรณ์ที่ใช้จะประกอบไปด้วย

ภาพที่ 3.1: Arduino Uno R3



อย่างแรก Arduino Compatible Board ใช้เป็นรุ่น Arduino Uno R3 ดังภาพที่ 3.1 เป็นบอร์ดที่มีราคาถูกและเป็นที่นิยม เพราะสามารถรองรับคำสั่งพื้นฐานได้เยอะ และมีรูปแบบตัวอย่างโค้ดให้เลือกใช้ได้สะดวกสบาย มีพอร์ตสำหรับใช้งานอนาได้ 6 พอร์ต(A0-5) สามารถรับไฟได้ทั้งทาง USB พอร์ตและทางอแดปเตอร์

ภาพที่ 3.2: Breadboard



จากภาพที่ 3.2 Breadboard หรือบอร์ดทดลอง ใช้รุ่น 830 Point ที่มีการแบ่งช่องเชื่อมต่ออย่างชัดเจน และเข้าใจง่าย มีขนาดปานกลาง เหมาะที่จะใช้กับบอร์ดที่ต้องการเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์จำนวนไม่เยอะมาก

ภาพที่ 3.3: Current Sensor ACS712



จากภาพที่ 3.3 เซ็นเซอร์วัดกระแสหรือ Current sensor ใช้ ACS712-20A ใช้การวัดในรูปแบบ Hall effect โดยส่งข้อมูลในรูปแบบสัญญาณอนาล็อก มีรูปแบบในการส่ง 10bit หรือมีค่า 0-1023

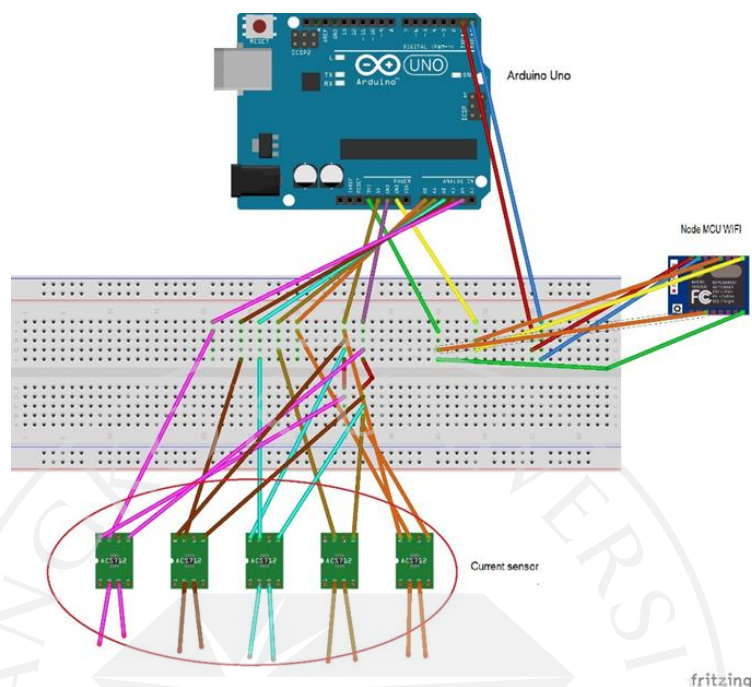
ภาพที่ 3.4: Module WiFi ESP8266



ที่มา: *Arduino ESP8266 IOT*. (2018). Retrieved from www.arduinoall.com/article/30.

จากภาพที่ 3.4 ใช้ในการช่วยให้บอร์ดอาดุยโน่เชื่อมต่อกับระบบไร้สายหรือ WiFi ได้

ภาพที่ 3.5: รูปแบบการเชื่อมต่ออาดุยโน



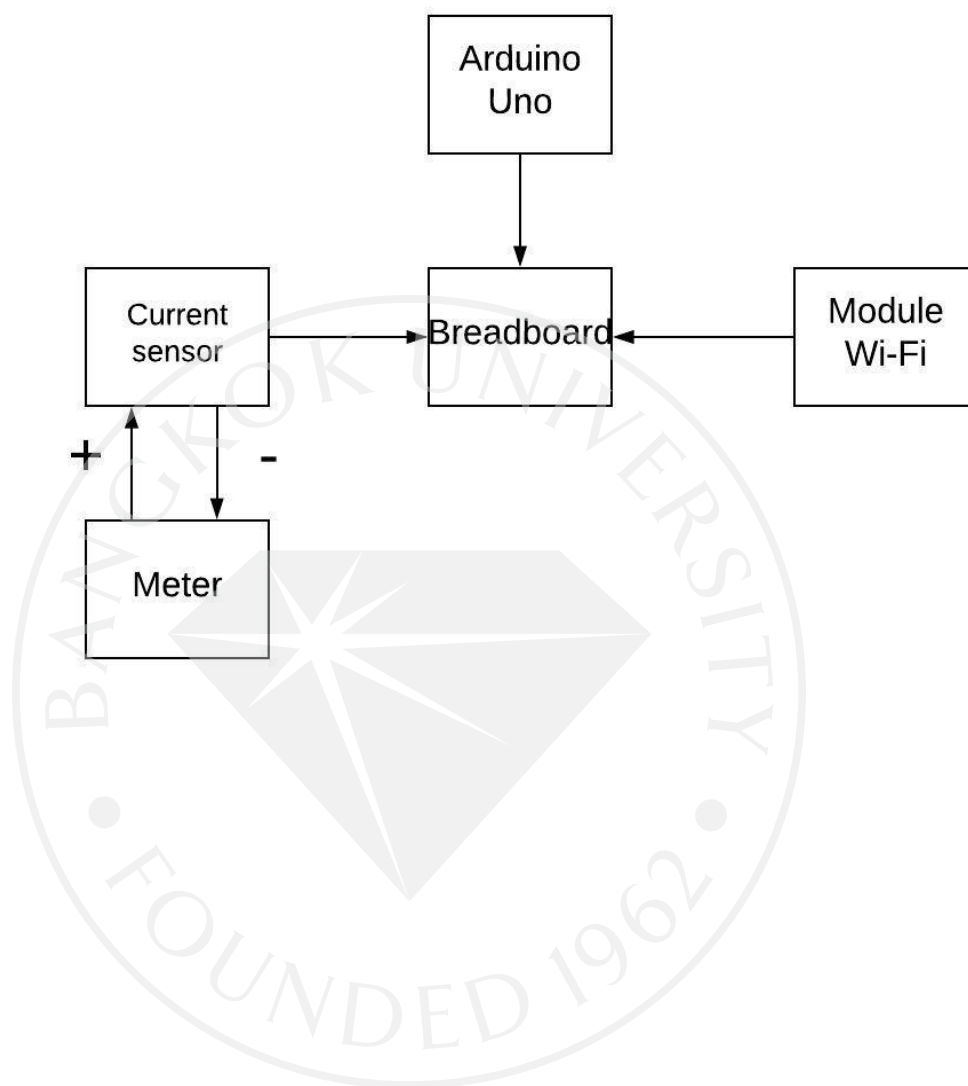
จากภาพที่ 3.5 การเชื่อมต่อบอร์ดอาดุยโนกับอุปกรณ์ที่ใช้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของโมดูลเชื่อมต่อ WiFi และส่วนที่เชื่อมต่อเซ็นเซอร์วัดปริมาณไฟฟ้า Current sensor การเชื่อมต่ออุปกรณ์อาดุยโนกับMCU Wifi Module ESP8266 มีการเชื่อมต่อขาค้างนี้

- Vcc-3.3V
- Gnd-Gnd
- GPIO-Gnd
- OUT-A(0)
- RX-RX(ขา0)
- TX-TX(ขา1)

ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์อาดุยโนกับ Current Sensor ACS712 มีการเชื่อมต่อขาค้างนี้

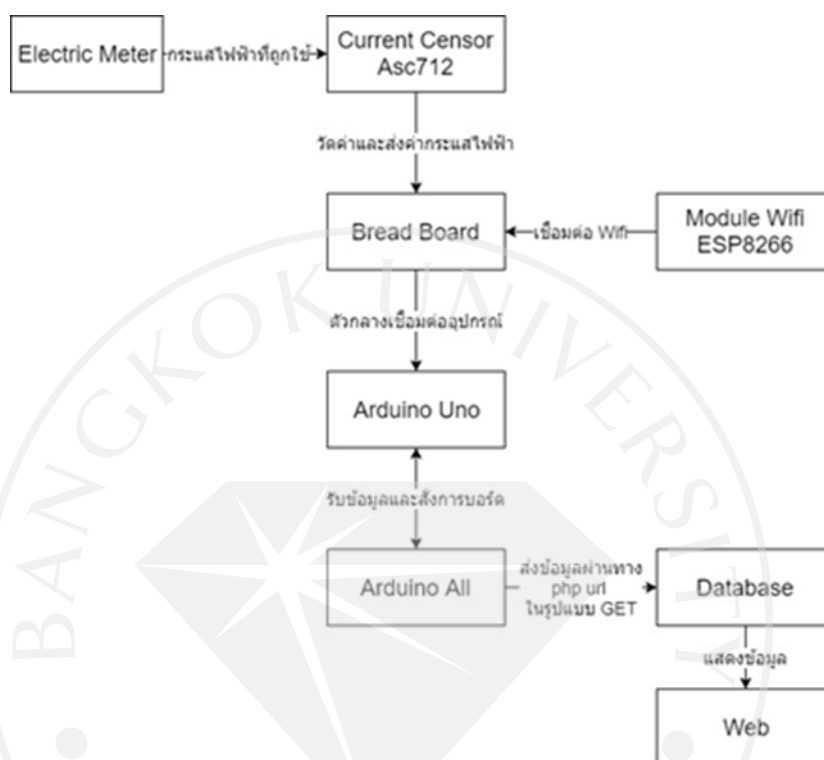
- Gnd-Gnd
- Vcc-5V
- OUT-A(1-5)
- (IP+)-(2L)ของมิเตอร์ไฟฟ้า
- (IP-)-(2S)ของมิเตอร์ไฟฟ้า

ภาพที่ 3.6: รูปแบบการเชื่อมต่ออาduino



3.3 การพัฒนาระบบ

ภาพที่ 3.7: สถาปัตยกรรมระบบ



จากภาพที่ 3.7 สถาปัตยกรรมระบบจะประกอบด้วยอาตูดุโน (Arduino) เป็นตัวสั่งการควบคุมการทำงานทั้งหมดสำหรับโมดูลไวไฟ (Module WIFI) ช่วยให้บอร์ดอาตูดุโนสามารถเชื่อมต่อกับระไรสาย เซนเซอร์จับกระแส (ACS712-20A) จะทำการวัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกจากมิเตอร์ไฟฟ้าจากการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าโดยค่ากระแสที่วัดได้จะอยู่ที่ 510-518 เนื่องจากบอร์ดอาตูดุโนจะอ่านค่าสัญญาณอนาล็อก จากขาADC (A0-A5) โดยความละเอียดของ ADC จะอยู่ที่10 บิต (1024ค่า, 0-1023) ค่ากระแสไฟฟ้า 1 แอมป์ มีแรงดันไฟฟ้า 0.066 โวลต์ ตัววัดกระแสจะมีค่า Output error อยู่ที่ 1.5% ส่งไปยังอาตูดุโนเพื่อ จากนั้นจะนำมาเข้าสมาการเพื่อหากระแสไฟฟ้าที่ถูกใช้งานจริงสมาการที่ (1) เพื่อแปลงค่าจากเซนเซอร์เป็นค่าพลังงานที่ถูกใช้ value คือค่าที่เซนเซอร์วัดได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 510-518 นำมาลบกับ 514 เพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงกับ 0 มากที่สุด จากนั้นคูณด้วย 5 เนื่องจากบอร์ดอาตูดุโนสามารถวัดแรงดันไฟฟ้าได้มากที่สุด 5 โวลต์ จากนั้นหารด้วย 0.066 (ค่ากระแส 1 แอมป์มีค่าเท่ากับ 0.066 โวลต์) จะได้ค่ากระแสไฟฟ้าที่ถูกใช้

$$Amps = \frac{\left(\frac{(value-514)*5}{1023}\right)}{0.066} \quad (1)$$

สมการที่ (2) ค่าวัตต์(Watt)สามารถคำนวณได้จากนำค่าพลังงานไฟฟ้าจากมิเตอร์220โวลต์ คูณค่าแอมป์

$$W = (220 * Amp) \quad (2)$$

สมการที่ (3) ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้(kilos)สามารถคำนวณได้โดย นำค่าวัตต์คูณด้วย60 จำนวน2ครั้ง คือ 60ครั้งแรกคือหน่วยนาทีก และ 60 ครั้งที่คือหน่วยวินาที และคูณด้วย 1000 คือ หน่วยเสี้ยววินาที

$$kilos = kilos + (watt * \left(\frac{60}{60}\right) \frac{60}{1000}) \quad (3)$$

จากนั้นนำค่าที่คำนวณได้ทั้ง 3 ค่าบันทึกลงในฐานข้อมูลซึ่งฐานข้อมูลจะทำหน้าที่ในการจัดเก็บข้อมูลที่ได้รับจากอาดุยโน โดยจะเก็บตามชื่อแอททริบิวต์ที่ตั้งค่าทำให้เข้าใจง่าย และง่ายต่อการเรียกใช้งาน จากนั้นจะนำไปแสดงบนเว็บเซิร์ฟเวอร์ โดยเว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำหน้าที่เป็นปลายทางของข้อมูล เว็บเซิร์ฟเวอร์จะทำการดึงข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่ในฐานข้อมูล ขึ้นมาแสดงบนหน้าต่างเว็บไซต์ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถดูค่าในฐานข้อมูลได้สะดวกยิ่งขึ้น

ภาพที่ 3.8: ตัวอย่างการโค้ดติดตั้งเชื่อมต่อ



```

sketch_jan22a | Arduino 1.8.3
File Edit Sketch Tools Help

sketch_jan22a.g
#include <ESP8266WiFi.h>

const char* ssid = "XXXXXX"; // WiFi User
const char* password = "XXXXXX"; // Password WiFi

const char* host = "192.168.1.100"; // IP WiFi
const char* variable = "50";

const int sensorIn = A0;
void setup() {
  delay(10);
  Serial.println();
  Serial.println();
  Serial.print("Connecting to ");
  Serial.println(ssid);

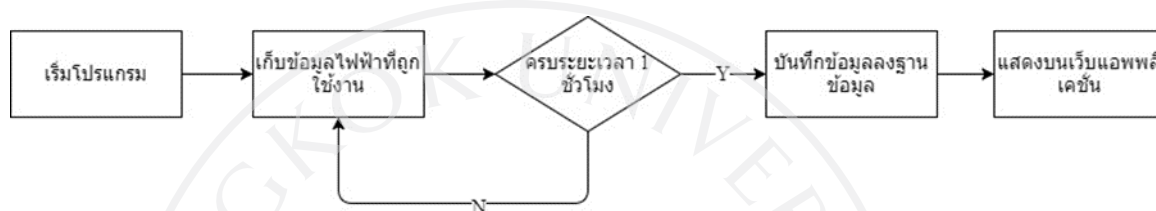
  WiFi.begin(ssid, password);

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }

  Serial.println("");
  Serial.println("WiFi connected");
  Serial.println("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());
}
  
```

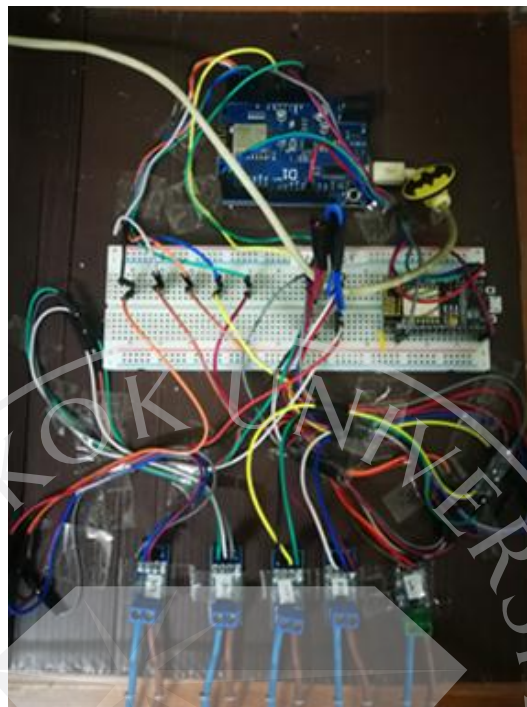
เป็นการโค้ดดิ้งการเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่างบอร์ด Arduino กับ Module WiFi เพื่อให้บอร์ดสามารถเชื่อมต่อกับระบบไร้สาย และฐานข้อมูลได้โดยผู้วิจัยตั้งใจที่จะทำให้บอร์ดอาศัยโน้ตส่งข้อมูลไปเก็บในฐานข้อมูล ใช้โปรแกรมของ XAMPP ในรูปแบบ GET ระบบจะฝากข้อมูลที่ต้องการเก็บในรูปแบบ URL และทำการ Insert ข้อมูลผ่านไฟล์ .PHP โดยบอร์ดจะทำการเข้าไปถึงโฮสต์ตามหมายเลข IP ตามที่กำหนดไว้ และจะส่งข้อมูลเป็นพารามิเตอร์ไปตามลิงค์ที่ระบุไว้

ภาพที่ 3.9: กระบวนการเก็บข้อมูลการใช้ไฟฟ้า



ระบบมีการแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือการตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้า และการบันทึกข้อมูลลงฐานข้อมูล เมื่อเริ่มโปรแกรมระบบจะทำการเก็บข้อมูลโดยการสแตคค่าไปเรื่อยๆ จนกว่าจะครบระยะเวลาหนึ่งชั่วโมง หรือตัวเลขนาฬิกาเท่ากับ 0 (MM = 00) ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล และฐานข้อมูลจะทำการติด Timestamp หรือเวลาที่ข้อมูลนี้ถูกอัปเดตลงในฐานข้อมูลโดยดึงข้อมูลวันเวลาจากเครื่องเซิร์ฟเวอร์หลังจากบันทึกข้อมูลเสร็จสิ้นแล้วระบบจะกลับไปเก็บข้อมูลต่อ จากนั้นจะวนกลับไปเก็บข้อมูลพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ต่อหากเลขนาฬิกาที่มากกว่า 00 จะวนกลับไปเก็บข้อมูลต่อ ยกตัวอย่างเช่นเวลาบนเครื่อง เป็นเวลาเที่ยงตรง 12:00 (HH:MM) ระบบจะทำการบันทึกข้อมูลในช่วงเวลานั้นๆลงในฐานข้อมูล และฐานข้อมูลจะทำการติด Timestamp ช่วงเวลาที่ทำการบันทึกข้อมูล

ภาพที่ 3.10: ภาพวงจรตัววัดปริมาณไฟฟ้า



จากรูปที่ 3.10 แสดงให้เห็นถึงวงจรที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์อาδυโนกับบอร์ดทดลอง เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อโมดูลและเซ็นเซอร์ที่มากขึ้นอีกทั้งยังสะดวกในการแก้ไข หรือเปลี่ยนสายเชื่อมต่อ

ในส่วนของคำสั่งสั่งการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูลจะใช้การ Loop ในรูปแบบ Multiloop เนื่องจากบอร์ดจะไม่สามารถวน Loop จำนวนมากๆได้หรืออาจจะรันเพียงแค่ Loop แรกเท่านั้น จึงต้องใช้ Multiloop โดยจะแบ่งออกเป็นคำสั่ง 2 ประเภทคือ Loop ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลและสแตกข้อมูลไปเรื่อยๆจนกว่าจะตรงกับเงื่อนไขของ Loop ที่ 2 คือครบระยะเวลา 1ช.ม. Loop จะทำการบันทึกข้อมูลลงในฐานข้อมูล และนำไปแสดงบนเว็บแอปพลิเคชัน

ภาพที่ 3.11: ตัวอย่างหน้าจอแสดงผล

Electric meter

Room No.

วันที่	Amps	Watt/hr
2560-12-11	0.15	32.22
2560-12-12	0.15	33.61
2560-12-13	0.15	35.39
2560-12-14	0.15	36.88
2560-12-15	0.15	39.04

ค่าไฟ

รวม บาท

จากรูปที่ 3.11 แสดงตัวอย่างหน้าจอแสดงผลการใช้ไฟฟ้าของห้องที่ถูกเลือก โดยในส่วนของ Room No. สามารถเลือกห้องที่ต้องการดูข้อมูลและกดปุ่ม Submit ระบบจะทำการแสดงข้อมูล การใช้พลังงานไฟฟ้า และค่าไฟของห้องที่ถูกเลือกทราบ วันที่คือวันที่หลังสุด 5 วันในฐานข้อมูล Amps คือพลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ในชวงเวลานั้นๆ Watt/hr. คือหน่วยปริมาณไฟฟ้าที่ถูกใช้ ค่าไฟรวม แสดงค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฟฟ้าของห้องนั้นๆ

3.4 การสร้างเซิร์ฟเวอร์ออนไลน์

โปรแกรม Ngrok จะช่วยให้ localhost ที่ถูกใช้งานภายในเครื่องเซิร์ฟเวอร์ออนไลน์ขึ้นมาได้ สามารถเรียก local ได้จากภายนอกโดยไม่จำเป็นต้องอยู่ในวง local เดียวกัน โปรแกรม Ngrok จะทำการเชื่อม Mapping Port กับ Ngrok ที่พอร์ต 80 หรือผู้ใช้สามารถตั้งค่าได้เองจากนั้น Ngrok จะทำการสร้าง url แบบสุ่มขึ้นมา ยกตัวอย่างเช่น <http://<random>.ngrok.io> จากนั้นผู้ใช้จะสามารถเรียกดูเว็บไซต์เราจากที่ไหนก็ได้ตามที่ต้องการ ได้ทั้งจากสมาร์โฟน หรือทีวีส่วนตัวทุกชนิด ดับบูสเซอร์ที่ใช้เป็นระดับ Basic มีค่าใช้จ่ายอยู่ที่ 190 บาทต่อเดือนสามารถสร้าง Domain ของตนเองได้ โดยใช้ชื่อว่า klubmeter.ngrok.io ผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานพร้อมกันได้หลายยูสเซอร์ หากเข้าไปตามยูสเซอร์ดังกล่าวระบบจะนำทางไปสู่หน้าจอแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของห้องพักห้องที่ 1 หากต้องการไปหน้าถัดไปให้เพิ่ม /<หมายเลขห้อง> หรือเลือกเปลี่ยนที่ Room No. และกด Submit ระบบจะนำทางผู้ใช้ไปยังห้องที่ต้องการ

3.5 การวัดผล

ผู้วิจัยจะทำการวัดผลโดยแบ่งเป็น 2 ส่วนคือระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าสามารถทำงานได้ถูกต้อง และมีประสิทธิภาพตามความต้องการ มีการส่งข้อมูลที่ครบถ้วน สามารถแสดงผลการคำนวณค่าใช้จ่ายต่างๆได้ถูกต้อง และพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้พักอาศัยก่อนและหลังจากให้ความรู้ในการใช้ระบบตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ด้วยตนเอง ใช้เวลาในการเก็บข้อมูล 40 วัน โดยแบ่งออกเป็นก่อนการให้ข้อมูลในการใช้ระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าเป็นเวลา 20 วัน และหลังจากให้ความรู้วิธีการใช้ระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้า โดยการอธิบายให้ผู้พักอาศัยเข้าใจที่ละห้อง มีการสอนและให้ทดลองใช้ระบบผ่านโทรศัพท์มือถือของผู้พักอาศัย และจะทำการเปรียบเทียบความเปลี่ยนแปลงของผู้พักอาศัยว่ามีพฤติกรรมการวางแผนการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นหรือลดน้อยลงมากน้อยเพียงใด



บทที่ 4

ผลการวิจัย

ผู้ทำวิจัยได้ทดสอบระบบภายในอพาร์ทเมนต์ในจังหวัดสมุทรปราการ 18/8 หมู่4 ตำบล
สำโรงใต้ อำเภอพระประแดง 10130 ห้องพักมีขนาด 20 ตร.ม. ประกอบไปด้วย 1 ห้องนอน และ 1
ห้องน้ำภายในห้อง อุปกรณ์ไฟฟ้าประกอบไปด้วยหลอดไฟ 40วัตต์ 1ดวง หลอดไฟ 20 วัตต์ 2ดวง พัด
ลม 1ดวง และตู้เย็น 1เครื่อง ผู้พักอาศัยส่วนใหญ่จะพักอาศัยอยู่ตัวคนเดียว และเป็นพนักงานโรงงาน
ที่ทำงานในบริเวณนั้น หรือผู้ประกอบการร้านค้าในบริเวณนั้น มีการบวกรับในการดูแลอพาร์ทเมนต์
ดังนี้ ในทุกๆเดือนผู้พักอาศัยจะต้องชำระค่าที่พักและสาธารณูปโภคต่างๆภายในวันที่ 5ของทุกเดือน
หรือการเช่าในรูปแบบรายวันจะต้องทำการจ่ายเงินมัดจำล่วงหน้าก่อนเข้าพัก ทางอพาร์ทเมนต์จะมี
ผู้ดูแล 2คนทำหน้าที่ในการทำความสะอาด รับแจ้งปัญหา และจัดบันทึกมิเตอร์ที่เกิดขึ้น โดยได้รับ
ค่าจ้างเดือนละ 9,000 บาทต่อคน เมื่อจดมิเตอร์แล้วจะทำการบันทึกลงในสมุดบันทึกเพื่อไว้ใช้ในการ
อ้างอิงการเรียกเก็บเงินค่าเช่า โดยค่าไฟที่เกิดขึ้นจะเก็บหน่วยละ 7 บาท และค่าน้ำจะเก็บในรูปแบบ
เหมาจ่าย

จากการพัฒนาระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าสำหรับอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก และศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้พักอาศัยหากสามารถตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ ดังนี้

4.1 ผลการพัฒนาระบบตรวจสอบการใช้ปริมาณไฟฟ้า

ผู้วิจัยได้ดำเนินการปรับปรุงตัววัดปริมาณไฟฟ้าฮาวมิเตอร์โดยการเพิ่มบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ติดตั้งเซ็นเซอร์วัดกระแส Current sensor ACS712 และโมดูล Wi-Fi ESP8266 เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลไปเก็บในฐานข้อมูล ซึ่งระบบสามารถใช้งานได้ตรงตามความต้องการของผู้ทำวิจัย มีErrorหรือความคลาดเคลื่อนของการวัดอยู่ที่ 1.5% อุปกรณ์มีราคาถูกกว่ามิเตอร์ดิจิทัลที่มีราคาสูง มีการใช้งานที่ค่อนข้างง่าย และสะดวกสบายในการใช้งาน

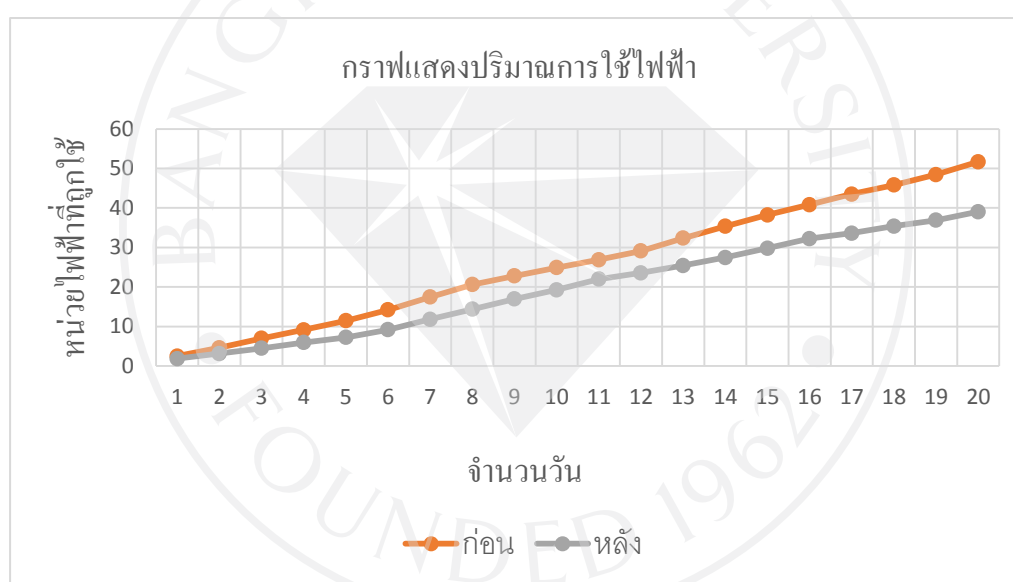
ในส่วนของผู้เช่า ระบบจะช่วยให้สามารถคำนวณค่าไฟที่เกิดขึ้นได้อย่างรวดเร็ว และลดภาระค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานจดบันทึกเลขมิเตอร์ในแต่ละเดือน ความผิดพลาดในการใช้บุคคลในการจดบันทึกจะน้อยลง เนื่องจากใช้เทคโนโลยีเข้ามาทดแทน

ในส่วนของผู้พักอาศัย จากการสอบถามผู้พักอาศัยสามารถเข้าสู่ปริมาณการใช้ไฟฟ้าของห้องตนเองได้โดยผ่านทางเว็บแอปพลิเคชันช่วยเพิ่มความสะดวกสบาย อีกทั้งช่วยให้ตัดสินใจลดการใช้ไฟฟ้าบางชนิดลงเพื่อลดภาระค่าใช้จ่ายในการใช้ไฟฟ้า

4.2 ผลการศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้พักอาศัย

การศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้พักอาศัยจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าก่อนที่จะใช้ระบบตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้า และพฤติกรรมหลังจากใช้ระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้า ในระยะเวลา 40 วัน แบ่งเป็นก่อนจะให้ความรู้เกี่ยวกับระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าให้ผู้พักอาศัยทราบ 20 วัน และหลังจากให้ความรู้ในการใช้ระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าให้ผู้พักอาศัย 20 วัน ในส่วนของการอธิบายการใช้งานผู้ทำวิจัยจะทำการอธิบายและสาธิตให้ผู้พักอาศัยเข้าใจถึงการใช้งานระบบที่ละห้อง และจะให้ผู้พักอาศัยลองเข้าและใช้งานตาม URL ที่กำหนดไว้ในโปรแกรม โดยใช้ดีไวซ์ของผู้พักอาศัยเองเพื่อให้สะดวกในการใช้งาน

ภาพที่ 4.1: กราฟเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้า



จากภาพที่ 4.1 กราฟเปรียบเทียบปริมาณการใช้ไฟฟ้าแกน X แสดงจำนวนวันที่ทำการวิจัยจำนวน 20 วัน แกน Y แสดงจำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ถูกใช้ในแต่ละวัน แสดงให้เห็นถึงการใช้งานพลังงานไฟฟ้าลดลงจาก 12.67 หน่วย กราฟเส้นสีส้มแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าก่อนจะอธิบายการใช้งานระบบตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้า มีปริมาณการใช้ไฟฟ้า 20 วัน 51.71 หน่วย เส้นสีเทาแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าหลังจากอธิบายการใช้งานระบบตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้า มีปริมาณการใช้ไฟฟ้า 20 วัน 39.04 หน่วย หากผู้พักอาศัยสามารถตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้า และทราบถึงรายการที่เกิดขึ้นได้ด้วยตนเอง ปริมาณการใช้ไฟฟ้าลดลง 12.67 หน่วย แสดงให้เห็นว่าระบบช่วยให้ผู้พักอาศัยมีการใช้ไฟฟ้าน้อยลง

เปรียบเทียบราคาอุปกรณ์ Arduino กับ Digital Meter โดยตัว Digital Meter มีราคาตั้งแต่ 1,800 บาท ถึง 16,500 บาท ต่อมิเตอร์ 1 ตัว แต่อุปกรณ์ Arduino มีอุปกรณ์ที่ใช้ดังนี้ Arduino Uno R3 ราคา 270 บาท จำนวน 1 ตัว Breadboard ขนาดกลางราคา 80 บาท สายไฟจัมเปอร์ 2 ชุด ชุดละ 50 บาท NodeMCU V2 LUA based ESP8266-12E ราคา 280 บาท และ Current Sensor Module 20A (ACS712-20A) ราคา 120 บาท จำนวน 5 ตัว รวมทั้งสิ้นเป็นเงิน 1,330 บาท หากคิดเป็นราคาต้นทุนอุปกรณ์ต่อห้องที่ทำการติดตั้งจะมีราคาอยู่ที่ 266 บาทต่อห้องถูกกว่า Digital Meter 1,534 บาท

จากการสอบถามผู้พักอาศัยถึงการใช้งบระบบได้รับการตอบรับว่าหลังจากใช้ระบบสามารถวางแผนการลดอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในห้องลง ช่วยให้มีการระมัดระวังค่าใช้จ่ายน้อยลง อีกทั้งยังช่วยให้วางแผนในการใช้จ่ายได้ดียิ่งขึ้น ในช่วงแรกผู้ใช้กล่าวว่ามีการเข้าสู่ข้อมูลถึงวันละ 5-6 รอบต่อวัน เพราะอยากรู้อะไรระบบใช้งานอย่างไร และมีประโยชน์จริงหรือไม่ หลังจากนั้นการเข้าใช้ระบบเพื่อเช็คปริมาณการใช้ไฟฟ้าน้อยลง เพราะข้อมูลใหม่จะถูกเพิ่มทุกชั่วโมงจึงจำเป็นต้องรอเป็นระยะเวลานาน แต่ผู้ใช้กล่าวว่าตัวระบบช่วยให้สามารถลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฟฟ้าลงได้จริง

งานวิจัยนี้ได้ถูกรับเลือกให้นำเสนอในงานประชุมวิชาการระดับชาติราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง ครั้งที่ 6 “การเกษตรก้าวไกล สังคมไทยยั่งยืน”

ภาพที่ 4.2: เข้าร่วมงานประชุมวิชาการ



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

ผลการวิจัย การพัฒนาระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าสำหรับอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก และศึกษาพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้พักอาศัยหากสามารถตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในปัจจุบันมีประชากรเดินทางเข้ามาภายในตัวเมืองมากขึ้นการหาที่อยู่อาศัยจึงเป็นเรื่องจำเป็นอีกทั้งการหางานก็ยากมากขึ้น เป็นเหตุให้ผู้ที่ย้ายเข้ามาหางานต้องวางแผนการใช้จ่ายใช้สอยอย่างระมัดระวังการเลือกที่พักก็เป็นหนึ่งในทางเลือกที่ช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายลง อพาร์ทเมนต์ขนาดเล็กจึงสามารถช่วยตอบปัญหานี้ได้เนื่องจากมีค่าเช่าที่ถูก และหาได้ใกล้ๆกับแหล่งโรงงานต่างๆ แต่อพาร์ทเมนต์ขนาดเล็กส่วนใหญ่นั้นมีการก่อตั้งมาเป็นระยะเวลานานทำให้ระบบไฟฟ้าหรือน้ำประปามีปัญหา แต่ปัญหาหลักๆจะมาจากระบบไฟฟ้าที่เก่าและเสื่อมสภาพลงตามกาลเวลา ผู้วิจัยจึงได้นำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์เข้ากับอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่แล้วคือการนำบอร์ดอาδυโนกับเซ็นเซอร์วัดกระแสเชื่อมต่อเข้ากับมิตเตอร์เพื่อสร้างระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าสำหรับอพาร์ทเมนต์ขนาดเล็ก

ตัวระบบจะทำการแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ส่วนแรกคือฮาร์ดแวร์ประกอบไปด้วยบอร์ดอาδυโนเชื่อมต่อกับโมดูลไวไฟเพื่อให้ตัวบอร์ดสามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายระบบไร้สายได้ และเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์วัดกระแสเพื่อตรวจวัดกระแสไฟที่ไหลผ่านเซ็นเซอร์ ส่วนที่สองคือส่วนของซอฟต์แวร์เมื่อเริ่มโปรแกรมตัวระบบจะทำการเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายหากไม่สามารถเชื่อมต่อได้ระบบจะทำการเชื่อมต่อไปเรื่อยๆจนกว่าจะเชื่อมต่อระบบได้สำเร็จจากนั้นระบบจะทำการคำนวณค่ากระแสที่ได้รับจากเซ็นเซอร์ออกมาเป็นค่ากระแส ปริมาณไฟฟ้าที่ถูกใช้ในช่วงเวลานั้น และปริมาณไฟฟ้าที่ถูกใช้ตลอดเวลาโดยข้อมูลนั้นจะถูกบันทึกไปเรื่อยๆภายในโปรแกรมจนครบระยะเวลา 1 ชม.ระบบจะทำการเพิ่มข้อมูลลงในฐานข้อมูล และจะมีการเพิ่มข้อมูลใหม่ลงฐานข้อมูลทุกๆ 1 ชม. ฐานข้อมูลจะทำการติด Timestamp ทุกๆครั้งที่มีการเพิ่มข้อมูลใหม่ลงไป และสุดท้ายจะนำข้อมูลที่ได้ออกมาแสดงบนเว็บแอปพลิเคชันพร้อมทั้งคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้น

ผู้วิจัยได้แบ่งการสรุปผลออกเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกการใช้ระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าสามารถช่วยให้เจ้าของอพาร์ทเมนต์สามารถดูแลอพาร์ทเมนต์ได้อย่างทั่วถึง สะดวกสบาย และลดค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงานดูแล การคำนวณค่าไฟมีความสะดวกมากขึ้น ไม่จำเป็นต้องไปเดินจดมิเตอร์ที่หน้าห้องพักที่ละห้อง แต่สามารถดูค่าไฟผ่านเว็บแอปพลิเคชันส่วนถัดมาคือพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าของผู้พักอาศัย ผู้พักอาศัยหลังจากสามารถตรวจสอบปริมาณการใช้ไฟฟ้าด้วยตัวเอง จะเห็นว่ามิ

หน่วยการใช้ไฟฟ้าน้อยลง ช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายของผู้พักอาศัยลง

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ผู้วิจัยขาดความรู้ในด้านไฟฟ้า และอุปกรณ์อาดยโน้ทำให้เลือกอุปกรณ์วิจัยที่ผิดพลาด ทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหายหลายครั้ง สายไฟไม่สามารถต้านทานกระแสไฟได้ ทำให้สายไหม้และอุปกรณ์เซ็นเซอร์เสียหาย

5.2.2 การติดตั้งทดลองใช้งานมีระยะเวลานานในการเก็บข้อมูล หากโปรแกรม หรืออุปกรณ์ทำงานผิดพลาดจะทำให้ข้อมูลส่วนใหญ่หายไปต้องทำการรอผลการทดลองใหม่

5.2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ส่วนใหญ่จะถูกนำเข้ามาในปริมาณที่จำกัดทำให้บางครั้งไม่สามารถหาอุปกรณ์ได้ในบางช่วงเวลา หรือต้องรอเป็นระยะเวลานาน

5.2.4 ศึกษาความรู้ในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้เข้าใจ หรือสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ในด้านนั้นๆ

5.3 ข้อเสนอแนะสำหรับงานวิจัยในอนาคต

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย คือ เพิ่มเซ็นเซอร์วัดแรงดันไฟฟ้า เพื่อให้ข้อมูลที่ได้รับความแม่นยำมากยิ่งขึ้น มีระบบการชำระค่าบริการผ่านธุรกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มีระบบแจ้งเตือนหากมีปริมาณไฟฟ้าถูกใช้ไปเกินค่าระบบที่ตั้งไว้ ซัพพอร์ทการดูแลในโมบายดีไวซ์ มีการคำนวณ Power Factor เพื่อให้ทราบค่า error ที่แน่นอนยิ่งขึ้น ศึกษาพฤติกรรมผู้พักอาศัยนอกเหนือจากกลุ่มพนักงานโรงงาน

บรรณานุกรม

- การใช้งาน *Acs712-30A Current Sensor Module*. (2560). สืบค้นจาก <http://arduino-projects.in.th: http://arduino-projects.in.th/การใช้งาน-ac712-30a-current-sensor-module/>.
- เกียรติศักดิ์ สงแสง, ณัฐภูมิ ใจเที่ยง และ สุวิทย์ เหมือนคล้าย. (2558). *มาตรวัดพลังงานไฟฟ้า ความคุมและแสดงผลผ่านทางโทรศัพท์ด้วยระบบแอนดรอยด์*. สืบค้นจาก <https://prezi.com: https://prezi.com/hqed8kptsgjh/presentation/>.
- ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ *Current Sensor*. (2560). สืบค้นจาก <http://www.thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ-current-sensor-เซ็นเซอร์วัดกระแส.html>.
- เชื่อมต่อ *ESP8266* เพื่อรับสัญญาณ *Wi-Fi*. (2560). สืบค้นจาก medium.com/@mintkhwan.
- ผดุง กิจแสง. (2559). ระบบเตือนภัยอันตรายจากกระแสไฟฟ้ารั่วบริเวณหม้อแปลงจำหน่ายแบบ เวลาจริงประมวลผลแบบดิจิทัล. *วารสารวิชาการเทคโนโลยีอุตสาหกรรม*, 12(3).
- รุ่งโรจน์ หนูชลี. (2560). *กิโสด์ฮาร์ดแวร์. เอกสารประกอบการสอน*. สืบค้นจาก <http://edltv.thai.net/vocation/courses/32/10110046.pdf>.
- Arduino ESP8266 IOT*. (2018). Retrieved from www.arduinoall.com/article/30.
- Gubbietal, J. (2013). Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. *Future Generation Computer System*, (29)1645–1660.

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	ญาณพล กลับเจริญ
วันเดือนปี	21 พฤศจิกายน 2536
ที่อยู่ปัจจุบัน	30/7 ถนนรามคำแหง ซอยรามคำแหง 21 แขวง 4 เขตวังทองหลาง แขวง พลับพลา กรุงเทพมหานคร 10310
วุฒิการศึกษา	ปริญญาตรี สาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจ มหาวิทยาลัยกรุงเทพ มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี) มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนบดินทรเดชา(สิงห์ สิงหเสนี) ประถมศึกษา โรงเรียนอุดมศึกษา

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

ข้อตกลงว่าด้วยการอนุญาตให้ใช้สิทธิในวิทยานิพนธ์/สารนิพนธ์

วันที่ 24 เดือน เมษายน พ.ศ. 2561

ข้าพเจ้า (นาย/นาง/นางสาว) ญาณพล กลิ่นศรี อยู่บ้านเลขที่ 30/7

ซอย รามคำแหง 21 เขต 4 ถนน รามคำแหง ตำบล/แขวง พลับพลา

อำเภอ/เขต วัฒนา จังหวัด กรุงเทพมหานคร รหัสไปรษณีย์ 10310

เป็นนักศึกษาของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ รหัสประจำตัว 7540700113

ระดับปริญญา ☐ ตรี ☒ โท ☐ เอก

หลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ

คณะ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งต่อไปนี้เรียกว่า “ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิ” ฝ่ายหนึ่ง และ

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ ตั้งอยู่เลขที่ 119 ถนนพระราม 4 แขวงพระโขนง เขตคลองเตย

กรุงเทพมหานคร 10110 ซึ่งต่อไปนี้เรียกว่า “ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิ” อีกฝ่ายหนึ่ง

ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิ และ ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิ ตกลงทำสัญญากันโดยมีข้อความดังต่อไปนี้

ข้อ 1. ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิขอรับรองว่าเป็นผู้สร้างสรรค์และเป็นผู้มีสิทธิแต่เพียงผู้เดียวในงานสารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์หัวข้อ พัฒนาการของระบบการไฟฟ้าส่งแรงดันไฟฟ้าแรงดันสูง

ซึ่งถือเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยกรุงเทพ (ต่อไปนี้เรียกว่า “สารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์”)

ข้อ 2. ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิตกลงยินยอมให้ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิโดยปราศจากค่าตอบแทนและไม่มีกำหนดระยะเวลาในการนำสารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์ ซึ่งรวมถึงแต่ไม่จำกัดเพียงการทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ ต่อสาธารณชน ให้เข้าต้นฉบับหรือสำเนา งาน ให้ประโยชน์อันเกิดจากลิขสิทธิ์แก่ผู้อื่น อนุญาตให้ผู้อื่นใช้สิทธิโดยจะกำหนดเงื่อนไขอย่างหนึ่งอย่างใดด้วยหรือไม่ก็ได้ ไม่ว่าทั้งหมดหรือเพียงบางส่วน หรือการกระทำอื่นใดในลักษณะทำนองเดียวกัน

ข้อ 3. หากกรณีมีข้อขัดแย้งในปัญหาสิทธิในสารนิพนธ์/วิทยานิพนธ์ระหว่างผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิกับบุคคลภายนอกก็ดี หรือระหว่างผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิกับบุคคลภายนอกก็ดี หรือมีเหตุขัดข้องอื่นๆ เกี่ยวกับลิขสิทธิ์ อันเป็นเหตุให้ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิไม่สามารถนำงานนั้นออกทำซ้ำ เผยแพร่ หรือโฆษณาได้ ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิยินยอมรับผิดชอบและชดเชยค่าเสียหายแก่ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิในความเสียหายต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นแก่ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิทั้งสิ้น

สัญญาฉบับนี้ทำขึ้นสองฉบับ มีข้อความเป็นอย่างเดียวกัน คู่สัญญาได้อ่านและเข้าใจข้อความในสัญญาฉบับนี้โดยละเอียดแล้ว จึงได้ลงลายมือชื่อไว้เป็นสำคัญต่อหน้าพยาน และเก็บรักษาไว้ฝ่ายละฉบับ

ลงชื่อ.....ผู้อนุญาตให้ใช้สิทธิ
(ญาณฉล กว้างเจริญ)

ลงชื่อ.....ผู้ได้รับอนุญาตให้ใช้สิทธิ
(อาจารย์อภิญญา จุลพิสิฐ)
ผู้อำนวยการสำนักหอสมุดและพื้นที่การเรียนรู้

ลงชื่อ.....พยาน
(ดร.สุชาดา เจริญพันธุ์ศิริกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ลงชื่อ.....พยาน
(ดร.กิตติภักดิ์ เสวตรัตนกร)
ผู้อำนวยการหลักสูตร/ ผู้รับผิดชอบหลักสูตร