**สารบัญ**

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ข

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค

กิตติกรรมประกาศ ง

สารบัญตาราง ช

สารบัญภาพ ซ

บทที่ 1 บทนำ 1

* 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
  2. วัตถุประสงค์ของการจัดทำโครงงานพิเศษ 1
  3. ขอบเขตของการทำโครงงานพิเศษ 1/2558 2
  4. ขอบเขตของการทำโครงงานพิเศษ 2/2558 3
  5. วิธีดำเนินการจัดทำโครงงานพิเศษ 3
  6. กิจกรรมและตารางเวลาในการจัดทำโครงงานพิเศษ 4
  7. ทรัพยากรที่ต้องใช้ในการจัดทำโครงงานพิเศษ 6
  8. ผลที่คาดว่าจะได้รับ 7

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 8

2.1 Arduino 8

2.2 Ethernet Shield 10

2.3 NodeMCU 11

2.4 Sensor วัดกระแสไฟฟ้า ACS712 12

2.5 รีเลย์ (Relay) 13

2.6 กำลังไฟฟ้า 16

2.7 พลังงานไฟฟ้า 17

2.8 ภาษา C 19

2.9 ภาษา HTML 20

2.10 Switching Power Supply 20

2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 21

บทที่ 3 ออกแบบและพัฒนา 22

3.1 ภาพรวมของระบบ 22

**สารบัญ (ต่อ)**

หน้า

3.2 การศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเบรกเกอร์ 23

3.3 เชื่อมต่ออุปกรณ์ทุกอย่างเข้าด้วยกันและขั้นตอนการทำงานในส่วนต่าง ๆ ของระบบ 25

3.4 แผนภาพ Flowchart และ Diagram แสดงขั้นตอนกระบวนการทำงานของระบบ 26

3.5 การออกแบบหน้าจอ 30

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 31

4.1 หน้าเว็บบราวเซอร์สำหรับควบคุมระบบและแสดงผล 31

4.2 จัดทำชุดอุปกรณ์เพื่อเปรียบเทียบการทำงาน 33

4.3 เชื่อมต่อชุดทดลองเข้ากับระบบไฟฟ้าที่มีอยู่ 37

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน 42

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 42

5.2 ปัญหาและอุปสรรคและแนวทางแก้ปัญหา 44

5.3 ข้อเสนอแนะ 46

5.4 สิ่งที่ได้รับจากการทำโครงงานพิเศษ 48

บรรณานุกรม 49

ภาคผนวก ก 50

ภาคผนวก ข 53

ภาคผนวก ค 63

ภาคผนวก ง 72

**สารบัญตาราง**

ตารางที่ หน้า

1-1 แสดงแผนกิจกรรมและตารางเวลาในการจัดทำภาคการศึกษาที่ 1/2558 4

1-2 แสดงแผนกิจกรรมและตารางเวลาในการจัดทำภาคการศึกษาที่ 2/2558 5

2-1 แสดงการอธิบายขาสัญญาณรีเลย์ 16

2-2 แสดงตัวอย่างการใช้กำลังไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชนิด 18

4-1 แสดงผลการเปรียบเทียบการทำงาน Arduino Mega กับ NodeMCU 36

5-1 แสดงผลการเปรียบเทียบการทำงาน 43

5-2 แสดงผลการเปรียบเทียบคุณสมบัติระหว่าง Arduino Uno R3 และ Arduino Mega

2560 R3 44

**สารบัญภาพ**

ภาพที่ หน้า

2-1แสดงตัวอย่าง Arduino Mega 2560 R3 8

2-2แสดงโครงสร้างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 R39

2-3แสดงตัวอย่าง Ethernet shield 10

2-4 แสดงรายละเอียดของ Ethernet Shield 5100 10

2-5 แสดงตัวอย่าง NodeMCU 11

2-6 แสดงตัวอย่าง Sensor ACS712 12

2-7 แสดงรายละเอียด Sensor ACS712 12

2-8 แสดงตัวอย่างรีเลย์ 13

2-9 แสดงสัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าของรีเลย์ 13

2-10 แสดงหน้าสัมผัสแบบ A 14

2-11 แสดงหน้าสัมผัสแบบ B 14

2-12 แสดงหน้าสัมผัสแบบ C 14

2-13 แสดงRelay สภาวะปกติ 15

2-14 แสดง Relay สภาวะจ่ายกระแสไฟ 15

2-15 แสดงขาสัญญาณรีเลย์ 15

2-16 แสดง Switching Power Supply 12 Volt 100 Watt 20

3-1แสดงตัวอย่างเบรกเกอร์ของระบบปัจจุบัน(1) 23

3-2แสดงตัวอย่างเบรกเกอร์ของระบบปัจจุบัน (2) 23

3-3 แสดงตัวอย่างวงจรเบรกเกอร์ของระบบปัจจุบัน 24

3-4 แสดงตัวอย่างวงจรเบรกเกอร์ของระบบใหม่ 24

3-5 แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ 25

3-6 แสดงลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบโดยรวม 26

3-7 แสดง Flowchart การเริ่มต้นการทำงานของระบบ 27

3-8 แสดง Flowchart การทำงานของ Sensor ACS712 28

3-9 แสดง Flowchart การทำงานของ Relay 28

3-10 แสดง Flowchart การทำงานของหน้าเว็บ 29

3-11 แสดงหน้าจอของหน้าเว็บบราวเซอร์ 30

4-1 แสดงหน้าเว็บบราวเซอร์สำหรับควบคุมและแสดงผล 31

**สารบัญภาพ (ต่อ)**

ภาพที่ หน้า

4-2 แสดงหน้าจอส่วนของการ Monitor 32

4-3 แสดงหน้าจอส่วนของ Timer 33

4-4 แสดงตัวอย่างชุดทดลองการควบคุมระบบโดยใช้ Arduino Mega 2560 R3 33

4-5 แสดงการวางตัวอุปกรณ์บรรจุภายในกล่อง 34

4-6 แสดงตัวอย่างชุดทดลองการควบคุมระบบโดยใช้ NodeMCU 35

4-7 แสดงการวางตัวอุปกรณ์บรรจุภายในกล่อง 36

4-8 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายในกล่อง 37

4-9 แสดงอุปกรณ์ภายในกล่อง (1) 38

4-10 แสดงอุปกรณ์ภายในกล่อง (2) 39

4-11 แสดงอุปกรณ์ภายในกล่อง (3) 40

4-12 แสดงภาพรวมของระบบ 41

5-1 แสดงการทำลองการต่อวงจรอย่างง่าย 46

5-2 แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรมอย่างง่าย 47

ก-1 แสดง Typical Application ของ Sensor ACS712 51

ก-2 แสดง Pin-out Diagram และ Terminal List Table ของ Sensor ACS712 51

ก-3 แสดง Functional Block Diagram ของ Sensor ACS712 52

ก-4 แสดง Typical Application 4 รูปแบบ ของ Sensor ACS712 52

ข-1 แสดงหน้าจอดาวน์โหลดโปรแกรม Arduino IDE 54

ข-2 แสดงการเลือกโปรแกรมให้ตรงตามความต้องการของระบบ 54

ข-3 แสดงวิธีการ Download Arduino IDE 55

ข-4 แสดงวิธีการติดตั้ง Driver Arduino (1) 55

ข-5 แสดงวิธีการติดตั้ง Driver Arduino (2) 56

ข-6 แสดงวิธีการติดตั้ง Driver Arduino (3) 56

ข-7 แสดงวิธีการติดตั้ง Driver Arduino (4) 57

ข-8 แสดงวิธีการติดตั้ง Driver Arduino (5) 57

ข-9 แสดงวิธีการติดตั้ง Driver Arduino (6) 58

ข-10 แสดงวิธีการติดตั้ง Driver Arduino (7) 58

ข-11 แสดงวิธีการติดตั้ง Driver Arduino (8) 59

**สารบัญภาพ (ต่อ)**

ภาพที่ หน้า

ข-12 แสดงวิธีการติดตั้ง Driver Arduino (9) 59

ข-13 แสดงการเชื่อมต่อบอร์ด Arduino เข้ากับคอมพิวเตอร์ 60

ข-14 แสดงการเลือกไฟล์ตัวอย่าง 60

ข-15 แสดงการเลือกรุ่นบอร์ดที่เชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ 61

ข-16 แสดงการเลือก port 61

ข-17 แสดงการ Compile โปรแกรม 62

ข-18 แสดงการ Upload โปรแกรมไปยังบอร์ด 62

ค-1 แสดงตัวอย่างโปรแกรม Sublime Text 64

ค-2 แสดงการดาวน์โหลดโปรแกรม Sublime Text 65

ค-3 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Sublime Text (1) 65

ค-4 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Sublime Text (2) 66

ค-5 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Sublime Text (3) 66

ค-6 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Sublime Text (4) 67

ค-7 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Sublime Text (5) 67

ค-8 แสดงการติดตั้งโปรแกรม Sublime Text (6) 68

ค-9แสดงการติดตั้ง Package Control บนโปรแกรม Sublime Text (1) 68

ค-10แสดงการติดตั้ง Package Control บนโปรแกรม Sublime Text (2) 69

ค-11แสดงการติดตั้ง Package Control บนโปรแกรม Sublime Text (3) 69

ค-12 แสดงการติดตั้ง Package บนโปรแกรม Sublime Text 70