**สารบัญ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  | | หน้า |
| บทคัดย่อภาษาไทย  บทคัดย่อภาษาอังกฤษ  กิตติกรรมประกาศ  สารบัญตาราง  สารบัญภาพ  สารบัญกราฟ  บทที่ 1 บทนำ | | | ข |
| ค |
| ง |
| ซ |
| ฌ |
| ฏ |
| 1 |
|  | 1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน | | 1 |
|  | 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน | | 1 |
|  | 1.3 ขอบเขตของโครงงาน | | 1 |
|  | 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน | | 2 |
| บทที่ 2 ทฤษฎีที่สำคัญและโครงงานที่เกี่ยวข้อง 3 | | | 3 |
|  | 2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง | | 4 |
|  |  | 2.1.1 ระบบเครือข่ายไร้สาย | 4  7  9  11 |
|  | 2.1.2 โอเอสไอโมเดล (OSI Model) |
|  | 2.1.3 มอดบัส โปรโตคอล (Modbus Protocol) |
|  | 2.1.4 เมช เน็ตเวิร์ค (Mesh Network) |
|  |  | 2.1.5 เอ็มคิวทีที โปรโตคอล (MQTT Protocol) | 14  15  18 |
|  | 2.1.6 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง |
|  | 2.1.7 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง |
|  | 2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง | | 18 |
|  |  | 2.2.1 งานวิจัยการพัฒนาระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า | 18  19  19 |
|  | 2.2.2 การออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้าด้วย  เครือข่ายไร้สาย  2.2.3 บ้านอัจฉริยะ |

**สารบัญ (ต่อ)**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | | | หน้า |
| บทที่ 3 รายละเอียดของโครงงาน | | | 21 |
|  | 3.1 ภาพรวมของโครงงาน | | 22 |
|  | 3.2 ชุดอุปกรณ์วัดค่าทางไฟฟ้าและความปลอดภัย | | 25 |
|  |  | 3.2.1 การออกแบบอุปกรณ์วัดค่าทางไฟฟ้าและระบบความปลอดภัย | 25  25  27 |
|  | 3.2.2 การเลือกอุปกรณ์สำหรับชุดอุปกรณ์วัดค่าทางไฟฟ้า |
|  | 3.2.3 การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับการวัดค่าทางไฟฟ้าและความปลอดภัย |
|  | 3.3 ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสถาปัตยกรรมอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง | | 29 |
|  |  | 3.3.1 ออกแบบสถาปัตยกรรมอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง | 29  31  33  35 |
|  | 3.3.2 การออกแบบโปรแกรมในการรับส่งข้อมูล |
|  | 3.3.3 การต่อใช้งานอุปกรณ์ในเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง |
|  | 3.3.4 ออกแบบและสร้างเซิร์ฟเวอร์ |
|  | 3.4 การวางแผนติดตั้งอุปกรณ์ | | 37 |
|  |  | 3.4.1 แบบจำลองการติดตั้งโครงงานชั้น 6-7 ตึก 89 | 37  38  40 |
|  | 3.4.2 ระยะของการติดตั้งชิ้นงาน |
|  | 3.4.3 การทดสอบระยะการกระจายสัญญาณ |
| บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดลอง | | | 43 |
|  | การทดลองที่ 1 การทดสอบการรับข้อมูลแสดงผล  การทดลองที่ 2 การทดลองระยะการทำงานของเครือข่าย  การทดลองที่ 3 การทดลองป้อนค่า Registers  การทดลองที่ 4 การทดลองระยะเวลาการใช้พลังงานแบตเตอรี่  การทดลองที่ 5 การทดลองการเก็บฐานข้อมูล | | 44  46  48  55  58 |
| บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ | | | 62 |
|  | 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน | | 62  63 |
|  | 5.2 ปัญหาของโครงงาน | |
|  | 5.3 แนวทางแก้ไข | | 63  63 |
| 5.4 ข้อเสนอแนะ | |

**สารบัญ (ต่อ)**

|  |  |
| --- | --- |
|  | หน้า |
| เอกสารอ้างอิง | 64 |
| ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุมการทำงาน | 65 |
| ภาคผนวก ข การออกแบบวงจรควบคุมการทำงาน | 87 |
| ประวัติผู้แต่ง | 90 |