สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ค
กิตติกรรมประกาศ ง
สารบัญ จ
รายการตาราง ซ
รายการรูปประกอบ ฌ

บทที่

1. บทนำ **1**
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง **3**
2.1 เซลแสงอาทิตย์ (Solar cell) 3
2.2 ทฤษฎีการโคจรของโลกเบื้องต้น 10
2.3 พลังงานแสงอาทิตย์ 11
2.4 รังสีแสงอาทิตย์ 12
2.5 ระบบควบคุมการติดตามดวงอาทิตย์ 14
2.6 โครงสร้างของระบบติดตามดวงอาทิตย์ 14
2.7 ตัวต้านทานไวแสงหรือแอลดีอาร์(LDR) 16
2.8 สเต็ปมอเตอร์ 18
2.9 การส่งกำลังด้วยเฟือง 26

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.10 บอลสกรู 28

2.11 ไมโครคอลโทรลเลอร์ ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega) และการ ทำงาน 29

2.12 ซอฟแวร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน การพัฒนาและประยุกต์ใช้งาน 36

2.13 รายงานการค้นคว้า การศึกษาและการวิจัยที่เกี่ยวข้อง 38

2.14 คำจำกัดความ 51

3. วิธีการดำเนินการวิจัย 53

3.1 ขั้นตอนดำเนินการศึกษาวิจัย 53

3.2 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น 55

3.3 การออกแบบและสร้างเครื่องมือในการวิจัย 55

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล 73

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล 74

3.6 สถิติที่ใช้ในการวิจัย 74

4. ผลการทดลองและการวิเคราะห์ผล 75

4.1 วิเคราะห์เปรียบเทียบประสิทธิภาพของทั้ง 2 ระบบ 75

5. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 84

5.1 สรุปผลการทดลอง 84

5.2 ข้อเสนอแนะ 86

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง 87

ภาคผนวก

ก. รูปภาพที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย 90

ข. วงจรภายในไมโครคอนโทรเลอร์ ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega) 93

ค. โปรแกรมควบคุม (Source Code) 95

ประวัติผู้วิจัย 106

รายการตาราง

ตาราง **หน้า**

2.1	การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเตป 1 เฟส	23
2.2	การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเตป 2 เฟส	24
2.3	การกระตุ้นเฟสแบบครึ่งสเตป	24
2.4	การทดลองวัดค่ารังสีแสงอาทิตย์	41
2.5	การทดลองเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้าของ 2 ระบบในเวลา 1 ปี ที่เมือง Mugla	45
3.1	การทำงานของเซนเซอร์แนวแกนนอน	65
3.2	การทำงานของเซนเซอร์แนวแกนตั้ง	67
4.1	เปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าของทั้ง 2 ระบบ	75
4.2	เปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าของทั้ง 2 ระบบ	78
4.3	เปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าของทั้ง 2 ระบบ	80

รายการรูปประกอบ

รูป		หน้า
2.1	แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิดต่างๆ	5
2.2	การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์	5
2.3	อุปกรณ์สำคัญของระบบการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์	7
2.4	วงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์	10
2.5	มุมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับมุมตกกระทบของรังสีตรง	13
2.6	รังสีที่กระทบกับพื้นผิวระนาบ	14
2.7	ส่วนประกอบของตัวต้านทานไวแสง	14
2.8	ความไวต่อแสงของ LDR ที่ความยาวคลื่นต่างๆ	15
2.9	การวัดความต้านทานของ LDR	18
2.10	สเต็ปมอเตอร์	19
2.11	ส่วนประกอบต่างๆ ของสเต็ปมอเตอร์	19
2.12	การพันขดลวดของสเต็ปมอเตอร์	20
2.13	การหาสายเฟสและสาย Common(1)	21
2.14	การหาสายเฟสและสาย Common(2)	22
2.15	การควบคุมสเต็ปมอเตอร์	23
2.16	ตัวควบคุมสเตปมอเตอร์ STK 672	25
2.17	เฟืองตรง	26
2.18	ลักษณะการส่งกำลังของเฟืองตรง	27
2.19	การส่งกำลังด้วยอัตราทดชั้นเดียว	27
2.20	บอลสกรู	28
2.21	ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega)	29
2.22	ขนาด ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega)	31
2.23	โครงสร้าง ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega)	31
2.24	Jumper สำหรับเลือกวิธีการโปรแกรม	32
2.25	ขั้วต่อ AVRISP ใช้สำหรับ Download Code	33
2.26	ขั้วต่อสัญญาณสำหรับเชื่อมต่อกับจอแสดงผล LCD	33
2.27	ตัวอย่างการเชื่อมต่อกับจอแสดงผล LCD	34
2.28	สวิตรีเซต	35

รายการรูปประกอบ(ต่อ)

รูป		หน้า
2.29	ตัวอย่างโปรแกรม Arduino 0023	37
2.30	ตัวอย่างโปรแกรม Blender	37
2.31	แผนผังแสดงประเภทของระบบ Solar Tracking	38
2.32	แผนผังแสดงประเภทการทำงานของระบบ Solar Tracking	39
2.33	ตัวอย่างของระบบ Passive Solar Tracking	39
2.34	การทำงานของระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบ 2 แกนควบคุมโดยใช้ PLC	40
2.35	ระบบติดตามดวงอาทิตย์และระบบติดตั้งคงที่ที่ใช้ในการทดลองที่เมือง Elazig	41
2.36	กราฟเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าในวันที่มีแสงแดดดี	42
2.37	กราฟเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าในวันที่มีแสงแดดดี	42
2.38	กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าในวันที่มีแสงแดดดี	43
2.39	กราฟเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าในวันที่มีแสงแดดผสมกับมีเมฆ	43
2.40	กราฟเปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าในวันที่มีแสงแดดผสมกับมีเมฆ	44
2.41	กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าในวันที่มีแสงแดดผสมกับมีเมฆ	44
2.42	ระบบติดตามดวงอาทิตย์ที่ใช้ในการทดลองที่เมือง Mugla	45
2.43	กราฟเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้ในเวลา 1 ปี	46
2.44	กราฟเปรียบเทียบการผลิตไฟฟ้าของทั้ง 2 ระบบในฤดูร้อนและฤดูหนาว	47
2.45	ระบบติดตามดวงอาทิตย์แบบถ่วงน้ำหนัก	48
2.46	วงจรเปลี่ยนความเข้มแสงเป็นแรงดัน	50
2.47	วงจรตรวจจับความเข้มแสง	51
3.1	แผนผังแสดงขั้นตอนการดำเนินงาน	53
3.2	การออกแบบโครงสร้างด้านหน้า	56
3.3	การออกแบบโครงสร้างด้านข้าง	56
3.4	การออกแบบโครงสร้างด้านบน	57
3.5	การออกแบบการวางมอเตอร์แกนนอน	57
3.6	การออกแบบการวางมอเตอร์แกนตั้ง	58
3.7	แรงที่กระทำที่ใช้ในการคำนวณแรงบิดของบอลสกรู	59
3.8	แรงที่กระทำที่ใช้ในการคำนวณแรงบิดของมอเตอร์แกนตั้ง	60
3.9	โครงสร้างของระบบ	61

รายการรูปประกอบ(ต่อ)

รูป		หน้า
3.10	โครงสร้างของระบบเมื่อติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์และมอเตอร์	62
3.11	มอเตอร์ควบคุมการหมุนแกนตั้ง	62
3.12	มอเตอร์ควบคุมการหมุนแกนนอน	63
3.13	คานที่เอียงแผงโซลาร์เซลล์	63
3.14	การออกแบบส่วนรับแสงแนวนอน	65
3.15	ส่วนรับแสงแนวนอน	66
3.16	การออกแบบส่วนรับแสงแนวตั้ง	67
3.17	ส่วนรับแสงแนวตั้ง	68
3.18	การออกแบบวงจรชุดรับแสง	69
3.19	การออกแบบวงจรชุดควบคุม	71
3.20	วงจรชุดควบคุม	71
3.21	ขั้นตอนการปฏิบัติการของโปรแกรม	72
3.22	วงจรของแผงโซลาร์เซลล์ที่ใช้ในการทดลอง	73
4.1	กราฟเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าของระบบทั้ง 2 ระบบ	77
4.2	กราฟเปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าของระบบทั้ง 2 ระบบ	79
4.3	กราฟเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าของระบบทั้ง 2 ระบบ	82
ก.1	สมบัติของแผงโซลาร์เซลล์	91
ก.2	วัสดุอุปกรณ์	91
ก.3	ประกอบโครงสร้าง	92
ก.4	ระบบโซลาร์เซลล์เคลื่อนที่ได้ 2 แกนสำหรับใช้ควบคุมแผงโซลาร์เซลล์มากกว่าหนึ่งแผง	92
ข.1	วงจรภายในไมโครคอนโทรเลอร์ ET-EASY MEGA1280 (Duino Mega)	94