

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| กิตติกรรมประกาศ | ก |
| บทคัดย่อภาษาไทย | ง |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ | จ |
| สารบัญตาราง | ช |
| สารบัญภาพ | ญ |
| บทที่ 1 บทนำ | |
| 1.1 ที่มาของปัญหาที่นำไปสู่การค้นคว้าวิจัยและแนวทางการแก้ปัญหา | 1 |
| 1.1.1 ที่มาและปัญหาของการศึกษา | 1 |
| 1.2 หลักการและเหตุผล | 3 |
| 1.2.1 แนวทางการแก้ไขปัญหา | 3 |
| 1.3 วัตถุประสงค์ของการศึกษา | 4 |
| 1.4 ขอบเขตการทำวิจัย | 5 |
| บทที่ 2 เอกสารและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง | |
| 2.1 ประเภทของขาตั้งกล้องโทรทรรศน์ | 6 |
| 2.1.1 ขาตั้งแบบอัลตาซิมูธ (Alt-azimuth Mount) | 6 |
| 2.1.2 ขาตั้งแบบอีควาโทเรียล (Equatorial Mount) | 7 |
| 2.2 ทฤษฎีหลักการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ | 7 |
| 2.2.1 ประเภทของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ | 8 |
| 2.2.2 ชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ | 11 |
| 2.2.3 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่โรเตอร์ ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด | 13 |
| 2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) | 15 |
| 2.3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR16 | 15 |
| 2.3.2 คุณสมบัติที่สำคัญ | 17 |
| 2.3.3 ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต | 17 |

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|---|------|
| 2.4 อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าที่มีในปัจจุบัน | 18 |
| บทที่ 3 การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิกเวทอเรียล สำหรับ ถ่ายภาพทางดาราศาสตร์ | |
| 3.1 ฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ชนิดอิกเวทอเรียล | 23 |
| 3.2 ขนาดของอุปกรณ์ถ่ายภาพที่นำมาใช้ถ่ายภาพ | 24 |
| 3.3 ขนาดของสเต็ปมอเตอร์ที่นำมาใช้ในการสร้าง | 25 |
| 3.4 วัสดุที่ใช้ในการสร้าง | 26 |
| 3.5 การออกแบบอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า | 27 |
| 3.6 การทำงานของวงจรควบคุม | 29 |
| 3.7 การออกแบบวงจรควบคุม | 29 |
| บทที่ 4 ผลการทดลอง | |
| 4.1 การใช้เครื่องวัดมุมหาองศาที่เปลี่ยนไปในช่วงเวลาหนึ่ง | 34 |
| 4.2 การถ่ายภาพกลุ่มดาวด้วยเลนส์ที่มีทางยาวโฟกัสมากๆ | 35 |
| บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง | 37 |
| 5.1 ข้อเสนอแนะการออกแบบสร้างอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิกเวทอเรียล | 39 |
| 5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการออกแบบสร้างอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า ชนิดอิกเวทอเรียล | 40 |
| เอกสารอ้างอิง | 41 |
| ภาคผนวก | 42 |
| ภาคผนวก ก ตัวอย่างของอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า | 43 |
| ภาคผนวก ข การใช้งานอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า | 48 |
| ภาคผนวก ค การตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า | 51 |
| ประวัติผู้เขียน | 54 |

สารบัญตาราง

| ตาราง | หน้า |
|---|------|
| 2.1 แสดงรายละเอียดขาพอร์ดต่างๆ | 18 |
| 5.1 เปรียบเทียบคุณสมบัติอุปกรณ์ที่นิยมใช้ในการถ่ายภาพดาราศาสตร์ | 37 |

สารบัญภาพ

| รูป | หน้า |
|--|------|
| 1.1 ตัวอย่างอุปกรณ์ติดตามวัตถุบนท้องฟ้าจากต่างประเทศ | 2 |
| 1.2 แบบจำลองอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอวกาศที่เคลื่อนที่ออกไปเบื้องต้น | 3 |
| 2.1 ขาดังกล้องแบบอัลตาซิมูธ (ต้อบโซเนียน) | 6 |
| 2.2 ขาดังกล้องแบบอ็ิวทอเรียล | 7 |
| 2.3 โครงสร้างสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดวาริเอเบิลลิคเตนซ์และสัญลักษณ์ | 8 |
| 2.4 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดเพอร์มานেন্টแมกเน็ต | 9 |
| 2.5 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริดขนาด 5 เฟส | 10 |
| 2.6 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์ | 11 |
| 2.7 สัญลักษณ์ , โครงสร้างและวงจรขับที่ใช้กับมอเตอร์แบบไบโพลาร์ 2 เฟส | 11 |
| 2.8 สัญลักษณ์ , โครงสร้างและวงจรขับที่ใช้กับมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ 2 เฟส | 12 |
| 2.9 สัญลักษณ์ , โครงสร้างมอเตอร์ 2 เฟสที่พันลวดแบบไปฟิลาและแยกปลายของแต่ละขด | 13 |
| 2.10 สัญลักษณ์การต่อสายแบบต่างๆ | 13 |
| 2.11 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่โรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด | 14 |
| 2.12 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่สเตเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดเพอร์มานेंटแมกเน็ต | 14 |
| 2.13 บล็อกไดอะแกรม AVR (ATmega32) | 16 |
| 2.14 ขาพอร์ต AVR(ATmega 32) | 17 |
| 2.15 อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอวกาศที่เคลื่อนที่จากต่างประเทศ | 19 |
| 2.16 โครงสร้างและรูปแบบภายในฐานตั้งกล้องชนิดอวกาศที่เคลื่อนที่จากต่างประเทศ | 20 |
| 2.17 อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดต่างๆ จากต่างประเทศ | 20 |
| 2.18 อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดต่างๆ จากต่างประเทศ | 21 |
| 2.19 อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดต่างๆ จากต่างประเทศ | 21 |
| 3.1 โครงสร้างและรูปแบบภายในฐานตั้งกล้องชนิดอวกาศที่เคลื่อนที่ | 23 |
| 3.2 ขนาดของกล้องดิจิทัลดีเอสแอลอาร์(D-SLR) | 24 |
| 3.3 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่ใช้ในการสร้าง | 25 |

สารบัญภาพ (ต่อ)

| รูป | หน้า |
|---|------|
| 3.4 สเป็กขนาดของสเต็มมอเตอร์ | 25 |
| 3.5 ขาดั่งกล่องแบบสามขา | 26 |
| 3.6 แผ่นอะคริลิกหนาที่นำมาใช้ในการสร้างอุปกรณ์ | 26 |
| 3.7 แบบจำลองอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า | 27 |
| 3.8 แบบจำลองอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าที่ใช้ในการสร้าง | 28 |
| 3.9 วงจรควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า | 31 |
| 3.10 วงจรแปลงไฟโวลต์ผ่านไอซีเร็กกูเลเตอร์ (IC 7805) | 32 |
| 3.11 วงจรแปลงสัญญาณคอมพิวเตอร์ผ่านสาย RS232 | 32 |
| 3.12 อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิกเวทอเรียล | 33 |
| 3.13 อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิกเวทอเรียลติดตั้งพร้อมกล่องคิเจตอล | 33 |
| 4.1 สเต็มมอเตอร์เปลี่ยนไป 15 องศาเมื่อเวลาผ่านไป 1 ชั่วโมง | 34 |
| 4.2 กลุ่มดาวนายพรานถ่ายด้วยความเร็วชัตเตอร์ 5 นาที่ขณะเปิดอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า | 35 |
| 4.3 ภาพขยายเฉพาะส่วนของเนบิวลาในกลุ่มดาวนายพราน | 36 |
| 4.4 กลุ่มดาวนายพรานถ่ายด้วยความเร็วชัตเตอร์ 5 นาที่ขณะปิดอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า | 36 |
| 5.1 Orion's Belt in the constellation of Orion | 38 |
| 5.2 Full Moon | 39 |