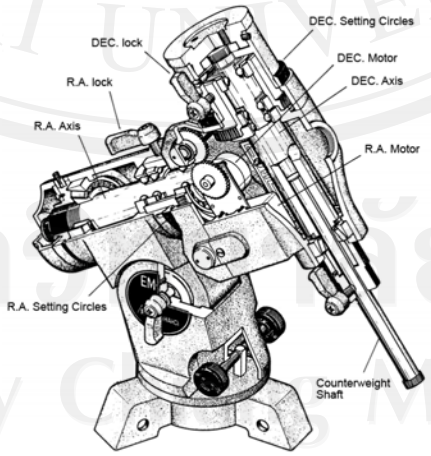
# บทที่3

# การออกแบบและสร้างอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิเควทอเรียล สำหรับถ่ายรูปทางดาราศาสตร์

อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิเควทอเรียล สำหรับถ่ายรูปทางดาราศาสตร์ที่ได้สร้างเป็นต้นแบบนี้ กำหนดขนาดโดยคำนึงถึงตัวสเต็ปมอเตอร์และขนาดของอุปกรณ์ถ่ายภาพที่นำมาใช้ในการสร้าง ในการออกแบบสร้างได้คำนึงถึงน้ำหนักให้มีน้ำหนักเบาที่สุดและมีขนาดกระทัดรัดที่สุด เพื่อผู้ใช้สามารถพกพาได้อย่างสะดวก

## 3.1 ฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์ชนิดอิเควทอเรียล

เนื่องจากรูปแบบและโครงสร้างของอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิเควทอเรียล สำหรับถ่ายรูปทางดาราศาสตร์ที่จะสร้างขึ้นนี้ ยังยึดหลักของฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์แบบอิเควทอเรียลที่นิยมใช้กันในหมู่นักดาราศาสตร์ขั้นนำของโลกเป็นหลักในการออกแบบ เพื่อง่ายต่อการใช้งานของผู้ที่เริ่มถ่ายภาพทางดาราศาสตร์หรือนักดาราศาสตร์ สมัครเล่น




**ภาพ3-1** โครงสร้างและรูปแบบภายในฐานตั้งกล้องชนิดอิเควทอเรียล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

จากภาพ 3-1 จะเห็นได้ว่าฐานตั้งกล้องโทรทรรศน์แบบอิเควทอเรียลจะมี 2 ส่วนหลักๆ นั้นคือ

1. แกนไรต์แอสเซนชัน (R.A.) เป็นแกนแนวราบ ทำหน้าที่หมุนอยู่ในช่วงระหว่างทิศตะวันออกไปยังทิศตะวันตกซึ่งอยู่ในช่วง +90 องศาถึง -90 องศา สเต็ปมอเตอร์ที่ใช้ขับในแกนนี้จะเรียกว่า มอเตอร์ไรต์แอสเซนชัน (R.A. Motor)

2. แกนเดคลิเนชัน (Dec) เป็นแกนแนวตั้ง ทำหน้าที่หมุนตัวกล้อง อยู่ในช่วง0 องศาถึง 360 องศา สเต็ปมอเตอร์ที่ใช้ขับในแกนนี้เรียกว่า มอเตอร์เดค (Dec Motor)

**3.2 ขนาดของอุปกรณ์ถ่ายภาพที่นำมาใช้ถ่ายภาพ**

กล้องดีเอสแอลอาร์ (D-SLR) คือกล้องสะท้อนภาพเลนส์เดี่ยวด้วยระบบดิจิตอลมีลักษณะเหมือนกล้องที่ใช้ฟิล์ม เพียงแต่ใช้เซ็นเซอร์ในการรับภาพแทนฟิล์ม ทางผู้จัดทำจะนำมาใช้ในการถ่ายภาพทางดาราศาสตร์ โดยขนาดของบอดี้ไม่เกิน 8 x 16 x 12 เซนติเมตรและมีน้ำหนักไม่เกิน 3 กิโลกรัม(รวมเลนส์) เนื่องด้วยน้ำหนักที่มีไม่มากผู้จัดทำจึง สามารถ ลดขนาดของสเต็ปมอเตอร์ ทำให้อุปกรณ์มีขนาดเล็กลงได้อีกด้วย

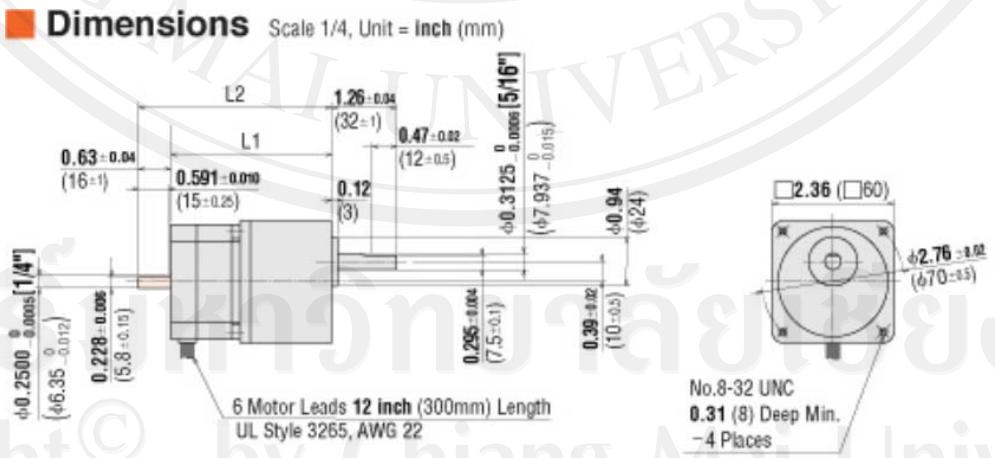
**ภาพ3-2** ขนาดของกล้องดิจิตอลดีเอสแอลอาร์(D-SLR)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**3.3 ขนาดของสเต็ปมอเตอร์ที่นำมาใช้ในการสร้าง**

สเต็ปมอเตอร์ที่ใช้มีขนาดเล็กแต่เนื่องจากมาพร้อมกับชุดเกียร์ทำให้มีแรงขับสูงสามารถรองรับน้ำหนักได้กว่า 10 กิโลกรัม ซึ่งเพียงพอที่จะรองรับชุดอุปกรณ์ถ่ายภาพทำให้ผู้จัดทำยกเลิกในส่วนการสร้างระบบเฟืองในตอนแรกที่ได้ออกแบบไว้ไป เปลี่ยนมาเป็นการขับจากสเต็ปมอเตอร์โดยตรง

**ภาพ3-3**สเต็ปมอเตอร์ที่ใช้ในการสร้าง




**ภาพ3-4**สเป็กขนาดของสเต็ปมอเตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**3.4 วัสดุที่ใช้ในการสร้าง**

เนื่องจากอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิเควทอเรียล สำหรับถ่ายรูปทางดาราศาสตร์ จำเป็นต้องมีน้ำหนักน้อยเพื่อที่จะสามารถอยู่บนขาตั้งกล้องแบบสามขา ดังภาพ 3-5 ผู้จัดทำจึงได้เลือกแผ่นอะครีลิคหนามาใช้ในการสร้าง โดยแผ่นอะครีลิคหนามีลักษณะแข็งและเบาเหมาะสำหรับใช้ในการนำมาสร้างอุปกรณ์นี้อย่างยิ่ง

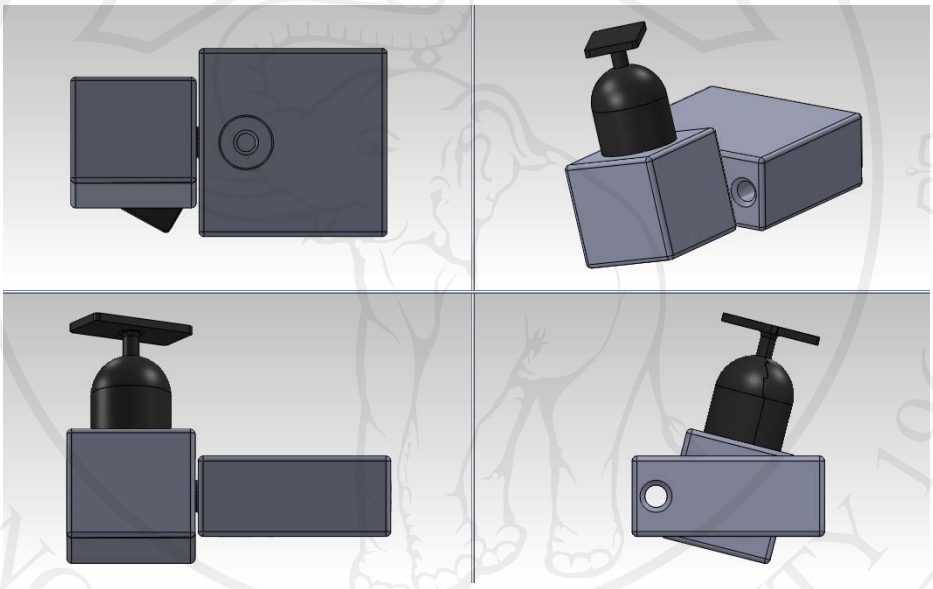
**ภาพ3-5**ขาตั้งกล้องแบบสามขา

**ภาพ3-6**แผ่นอะครีลิคหนาที่นำมาใช้ในการสร้างอุปกรณ์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

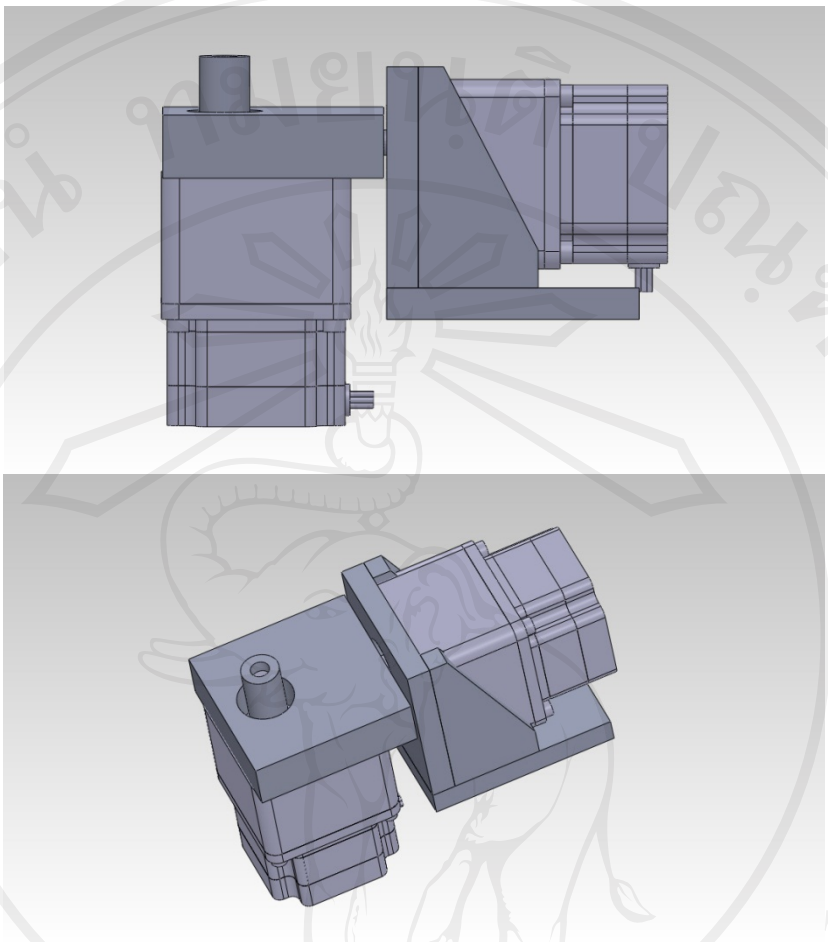
**3.5 การออกแบบอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า**

การออกแบบในครั้งแรกจะเห็นได้ว่าอุปกรณ์มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมสองกล่องติดเชื่อมด้วยแกนเดียวกันโดยแกนนั้นจะขับผ่านเฟืองทดที่อยู่ภายในกล่องอีกที ดังภาพ3.7 แต่เนื่องจากมอเตอร์มีขนาดใหญ่เกินกล่องที่มีจำหน่ายทั่วไป ทำให้ไม่สามารถหากล่องที่พอเหมาะกับมอเตอร์ได้ ผู้จัดทำจึงได้แก้ไขปัญหาโดยการจับมอเตอร์ยึดเฉพาะส่วนที่สำคัญๆ ด้วยแผ่นอะครีลิคหนาเท่านั้น ทั้งนี้เพื่อเป็นการลดน้ำหนักของตัวอุปกรณ์และลดปริมาณวัสดุที่ใช้ในการสร้างได้อีกด้วย



**ภาพ3-7** แบบจำลองอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



**ภาพ3-8**แบบจำลองอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าที่ใช้ในการสร้าง

จากภาพ3-8 จะเห็นว่ามีมอเตอร์สองตัวเชื่อมต่อกัน โดยมอเตอร์ที่อยู่ในแกนแนวราบเรียกว่า มอเตอร์ไรต์แอสเซนชัน (R.A Motor) และที่อยู่ในแกนตั้งเรียกว่า มอเตอร์เดคลิเนชัน(Dec Motor) เมื่อได้ออกแบบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้จัดทำจึงได้สร้างอุปกรณ์นี้ขึ้นมาด้วยการใช้เครื่อง CNC ทำชิ้นงานเพื่อความความแม่นยำในการเชื่อม ระหว่าง มอเตอร์กับฐานยึด

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**3.6 การทำงานของวงจรควบคุม**

เมื่ออุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าได้ติดตั้งบนขาตั้งกล้องเรียบร้อย ส่องกล้องไปยังวัตถุที่ต้องการถ่ายภาพ จากนั้นกดปุ่มเปิดการทำงานเพื่อให้ตัวอุปกรณ์เริ่มทำงาน โดยอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าจะเคลื่อนที่ไปตามอัตราการเคลื่อนที่ของโลก ซึ่งสามารถคำนวณได้ดังนี้

| | | |
|---|---|---|
| โลกหมุนรอบตัวเองใช้เวลา | 24 | ชั่วโมงจะเท่ากับ 360 องศา |
| ดังนั้นถ้าโลกหมุนรอบตัวเอง | 1 | ชั่วโมงจะเท่ากับ 15 องศา |

สเต็ปมอเตอร์ที่นำมาใช้มีเรทการหมุนอยู่ที่ 0.18 องศา ต่อ 1 สเต็ป หมายความว่า ถ้าป้อนสัญญาณเป็นพัลส์ ไป 1 พัลส์ มอเตอร์จะหมุนไป 0.18 องศา แต่ชุดขับมอเตอร์ที่มากับสเต็ปมอเตอร์นี้สามารถทำ Micro Step (1/16) ได้ และสเต็ปมอเตอร์มาพร้อมชุดเกียร์ทด 1/10 ทำให้สเต็ปมอเตอร์ที่ 0.18° / step เปลี่ยนเป็น 0.1125° / step ได้

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| สเต็ปมอเตอร์ที่นำมาใช้หมุนไป | 0.1125 | องศา ต่อ | 1 | สเต็ป |
| ดังนั้นถ้าต้องการให้สเต็ปมอเตอร์หมุน | 360 | องศา ต้องใช้ | 32,000 | สเต็ป |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| การหมุนไป | 88.8889สเต็ป | ใช้เวลา | 240 | วินาที |
| ดังนั้นถ้าต้องการหมุน | 1 สเต็ป | ต้องใช้เวลา | 2.7 | วินาที |

ดังนั้นในการทำงานของวงจรควบคุม จะสั่งให้ชุดควบคุมปล่อยสัญญาณเป็นพัลส์ให้กับสเต็ปมอเตอร์โดยจะปล่อยพัลส์ทุกๆ 2.7วินาทีเพื่อให้การหมุนของสเต็ปมอเตอร์มีค่าเท่ากับการความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุท้องฟ้า

**3.7 การออกแบบวงจรควบคุม**

การออกแบบวงจรควบคุมแบ่งการออกแบบหลักๆ เป็น 3 ส่วน ได้แก่ 1. การใช้ปุ่มควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า2. การควบคุมชุดขับสเต็ปมอเตอร์3. การรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ซึ่งในวงจรควบคุมนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR รุ่น ATMEGA328P เป็น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หัวใจสำคัญของวงจร ในวงจรนี้ได้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องแปลงไฟจาก 24 โวลต์ เป็น 5 โวลต์ ผ่านไอซีเร็กกูเลเตอร์เบอร์ 7805 โดยได้ออกแบบวงจรไว้ดังภาพ3-9และภาพ3-10

**1. การใช้ปุ่มควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า**

การใช้ปุ่มควบคุมจะทำให้อุปกรณ์สามารถไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ทำหน้าที่คล้ายเป็นรีโมตควบคุม เพื่อลดการสั่นไหวอันเนื่องมาจากการผู้ใช้แตะต้องกับตัวอุปกรณ์ ในวงจรนี้ได้ติดตั้งปุ่มควบคุมไว้ทั้งสิ้น 5 ปุ่ม ดังนี้

- ปุ่ม SW2 ทำหน้าที่ หมุนสเต็ปมอเตอร์แกน RA ไปในทิศทาง ทวนเข็มนาฬิกา
- ปุ่ม SW3 ทำหน้าที่ หมุนสเต็ปมอเตอร์แกน RA ไปในทิศทาง ตามเข็มนาฬิกา
- ปุ่ม SW4 ทำหน้าที่ หมุนสเต็ปมอเตอร์แกน DEC ไปในทิศทาง ทวนเข็มนาฬิกา
- ปุ่ม SW5 ทำหน้าที่ หมุนสเต็ปมอเตอร์แกน DEC ไปในทิศทาง ตามเข็มนาฬิกา
- ปุ่ม SW6 ทำหน้าที่ หมุนสเต็ปมอเตอร์แกน RA ทวนเข็มนาฬิกาโดยมีอัตราเคลื่อนที่เท่ากับวัตถุท้องฟ้า

**2. การควบคุมชุดขับสเต็ปมอเตอร์**

ชุดขับสเต็ปมอเตอร์ที่ใช้นี้เป็นชุดขับสำเร็จที่มาพร้อมกับตัวสเต็ปมอเตอร์ของ Vextaรุ่น Melec DB-2640 ใช้ไฟได้ทั้ง 12 , 24 โวลต์ และสามารถทำไมโครสเต็ปได้ถึง 1/16 ในการควบคุมชุดขับสเต็ปมอเตอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการป้อนสัญญาณไฟฟ้าแบบพัลส์ (Pulse) ให้กับชุดขับสเต็ปมอเตอร์ตามพอร์ต (J3 , J4) ตามภาพ3-9

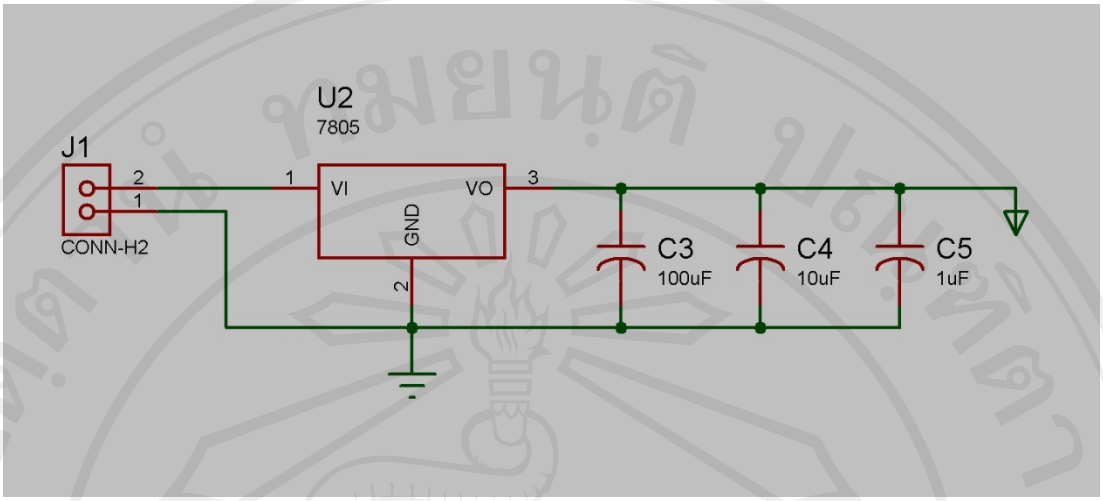
**3. การรับข้อมูลจากคอมพิวเตอร์**

ในส่วนนี้ได้ทำการเพิ่มขึ้นจากขอบเขตการทำวิจัย เพื่อสนับสนุนให้สามารถนำอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้านี้ไปพัฒนาต่อ ซึ่งให้ IC MAX232 ในการรับค่าจากอุปกรณ์ RS232 ซึ่งเป็นตัวแปลงข้อมูลจากสาย USB เป็น สาย RS232 โดยได้ออกแบบวงจรไว้ดังภาพ3-11

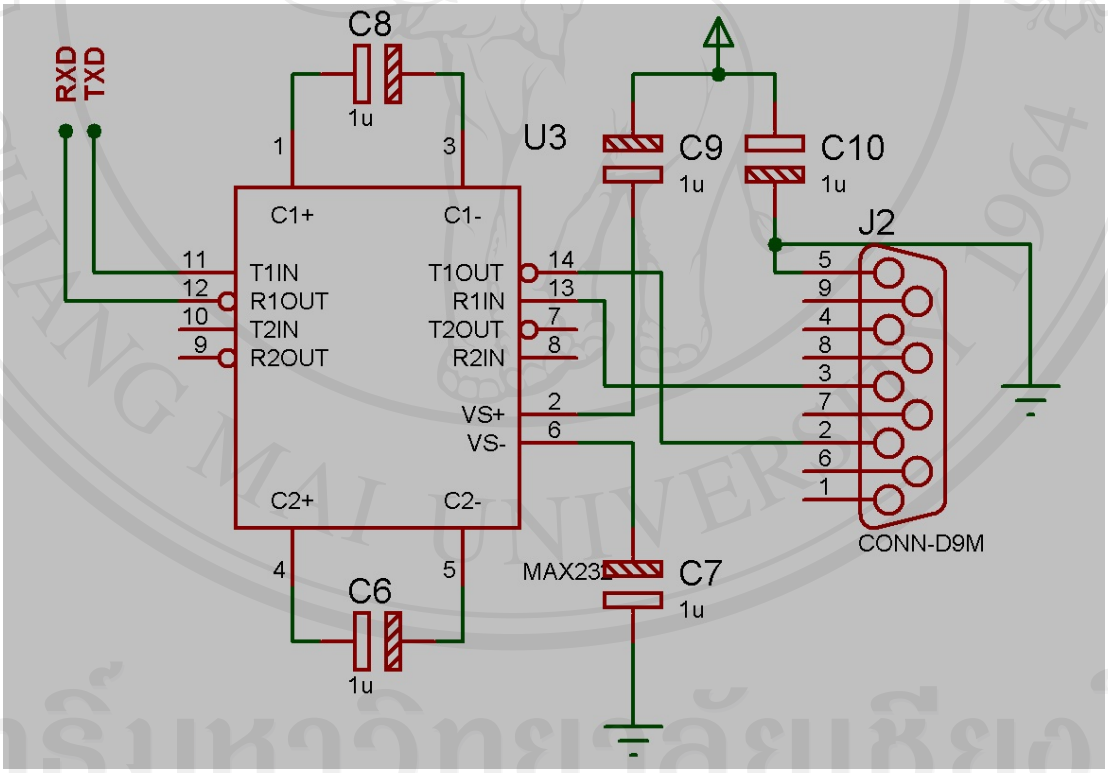
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปที่ 3-9 วงจรการต่อสวิตช์และตัวต้านทานแบบดึงขึ้นกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328P

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved




**ภาพ3-10**วงจรแปลงไฟโวลต์ผ่านไอซีเร็กกูเลเตอร์ (IC 7805)




**ภาพ3-11** วงจรแปลงสัญญาณคอมพิวเตอร์ผ่านสาย RS232

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

**3.8 การสร้างอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิเควทอเรียลสำหรับถ่ายรูปทางดาราศาสตร์**

**ภาพ3-12** อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิเควทอเรียล

**ภาพ3-13**อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิเควทอเรียลติดตั้งพร้อมกล้องดิจิตอล

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved