

บทที่ 2

เอกสารและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

2.1 ประเภทของขาตั้งกล้องโทรทรรศน์

แบ่งเป็น 2 ประเภทได้แก่

2.1.1 ขาตั้งแบบอัลตาซิมูธ (Alt-azimuth Mount)

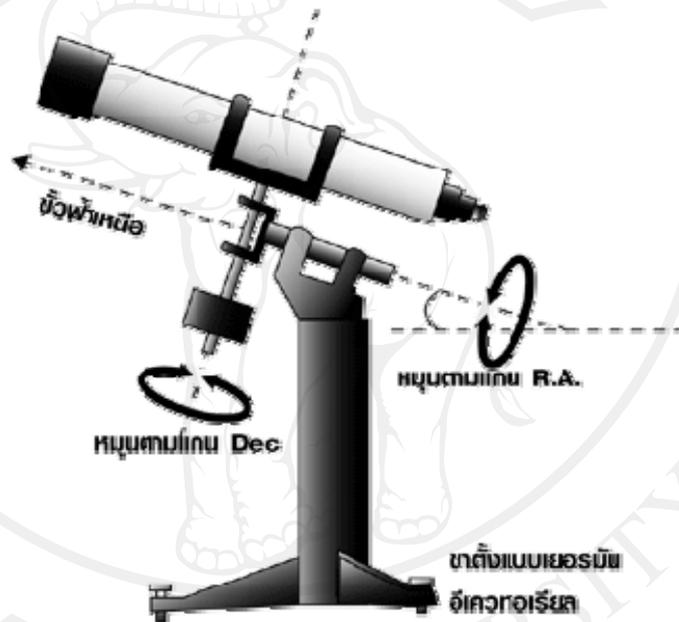
ขาตั้งแบบอัลตาซิมูธ เป็นขาตั้งกล้องแบบพื้นฐาน ซึ่งหันกล้องได้ 2 แกน คือ หันตามแนวราบทางข้าง และกระดกขึ้นลงในแนวตั้ง ขากล้องชนิดนี้เหมาะสำหรับการใช้งานดูวิวทั่วไป ดูนก หรือดูดาว ซึ่งไม่ใช่กำลังขยายสูง โดยทั่วไปจะพบเห็นใน 2 ลักษณะคือ แบบสามขา (Tripod) และแบบด็อบโซเนียน (Dobsonian) ซึ่งใช้กับกล้องโทรทรรศน์แบบสะท้อนแสง



ภาพ 2-1 ขาตั้งกล้องแบบอัลตาซิมูธ (ด็อบโซเนียน)

2.1.2 ขาตั้งแบบอีควาทอเรียล(Equatorial Mount)

เป็นขาตั้งซึ่งมีแกนเอียงขนานกับแกนของโลก แกนนี้จะเล็งไปยังตำแหน่งขั้วฟ้า (ใกล้ดาวเหนือ) และหมุนด้วยความเร็วเท่ากับโลกหมุนรอบตัวเอง ทำให้ลำกล้องชี้ไปยังดาวที่ต้องการตลอดเวลา (เรามองเห็นดาวบนฟ้าเคลื่อนที่เนื่องจากโลกหมุนรอบแกนของตัวเอง) ขากล้องชนิดนี้เหมาะสำหรับการดูดาวที่ต้องใช้กำลังขยายสูงและงานถ่ายภาพทางดาราศาสตร์แต่ไม่เหมาะสำหรับการส่องดูวิบนพื้นโลก เนื่องจากแกนหมุนของกล้องเอียง ทำให้การกวาดกล้องไปตามขอบฟ้าทำได้ยากลำบาก นอกจากนั้นขาตั้งกล้องแบบนี้ ยังมีน้ำหนักและราคาสูงมาก



ภาพ2-2ขาตั้งกล้องแบบอีควาทอเรียล

2.2 ทฤษฎีหลักการทำงานของสเต็ปมอเตอร์

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (STEPPER MOTOR) เป็นมอเตอร์ที่มีการหมุนเป็นสเต็ป (STEP) เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์ (stator) ในลักษณะเป็นพัลส์ (Pulse) ในกรณีที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดขดนั้นของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตลอดเวลา ก็จะเกิดการหมุนเพียงหนึ่งสเต็ปเท่านั้นซึ่งต่างจาก DC มอเตอร์เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ ก็จะหมุนตามจนกว่าจะหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้

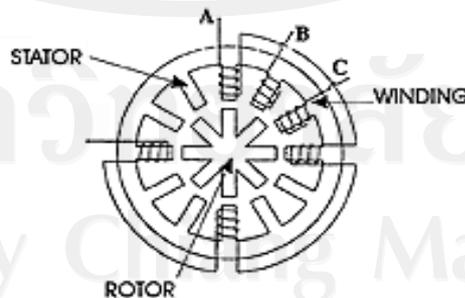
ข้อดีของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เมื่อเปรียบเทียบกับ DC มอเตอร์

1. สามารถใช้ในงานควบคุมตำแหน่งในลักษณะวงจรถูกควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control) ได้ โดยที่ไม่ต้องการสัญญาณป้อนกลับ (FeedBack signal) แต่อาศัยการนับจำนวนของพัลส์ที่ส่งไปควบคุมการหมุนแทน
2. ไม่มีส่วนของแปรงถ่านที่จะสึกหรอและไม่เกิดการสปาร์คที่แปรงถ่านซึ่งอาจก่อให้เกิดสัญญาณรบกวน

2.2.1 ประเภทของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

1. วารีเอเบิลรีลักแตนซ์ (Variable Reluctance : VR)

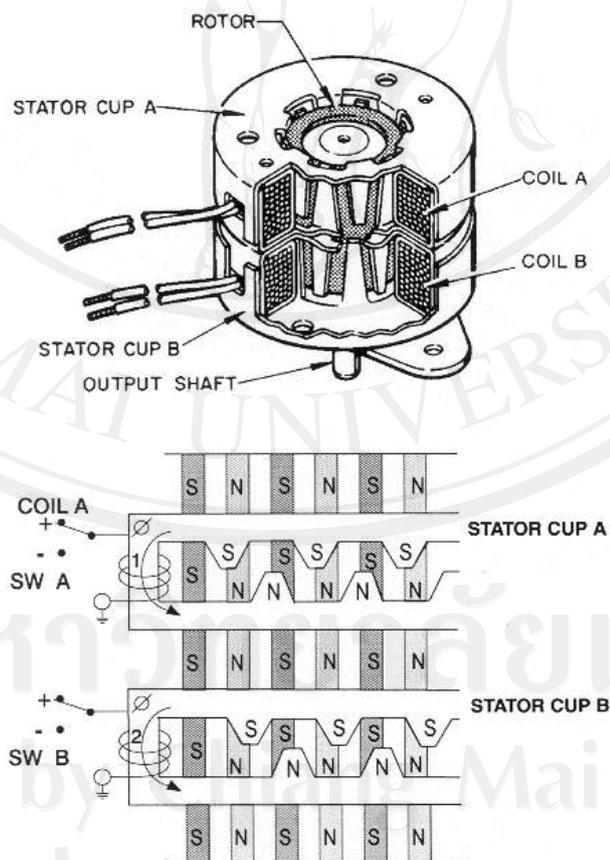
โรเตอร์ (Rotor) ทำด้วย เหล็กอ่อน รูปทรงกระบอกและทำเป็นลักษณะฟัน (teeth) สเตเตอร์ (Stator) จะมีลวดพัน และจะทำเป็นลักษณะของฟันเช่นกัน เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดที่สเตเตอร์จะเกิดเป็นขั้วแม่เหล็กที่ฟันของสเตเตอร์และเหนี่ยวนำให้ฟันของโรเตอร์เกิดเป็นขั้วแม่เหล็กที่มีขั้วตรงกันข้ามกับสเตเตอร์ทำให้เกิดดึงดูดกันเกิดการหมุนของโรเตอร์ขึ้น มอเตอร์ชนิดนี้โดยปกติจะมีขนาด 3 เฟส ในบางครั้งอาจพบถึง 4 เฟส มอเตอร์ชนิดนี้ถ้าไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดบนสเตเตอร์ ตัวโรเตอร์จะไม่เกิดแรงดึงดูดกับ สเตเตอร์ มอเตอร์ชนิดนี้ไม่นิยมนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมแต่จะถูกนำไปใช้กับงานที่มีขนาดเล็กเช่น Micro-positioning table เป็นต้น เพราะไม่มีส่วนที่เป็นแม่เหล็กถาวรดังนั้น ในขณะที่ไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดที่สเตเตอร์จึงไม่เกิดแรงดึงดูด วิธีการขับ (Driving) หรือการกระตุ้นเฟส (Phase Excitation) จะทำดังนี้คือ ต่อปลายด้าน common เข้า กับแหล่งจ่ายไฟขั้วบวก (+) แล้วทำการสวิตช์ให้ปลายด้าน A , B , C ต่อลงกราวด์ (Ground) ตามลำดับ ทีละปลายแล้วทำ เช่นนี้เรื่อยไป แต่ถ้าต้องการให้หมุนกลับก็สวิตช์ย้อนกลับ



ภาพ 2-3 โครงสร้างสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดวารีเอเบิลรีลักแตนซ์และสัญลักษณ์

2. แบบแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet : PM)

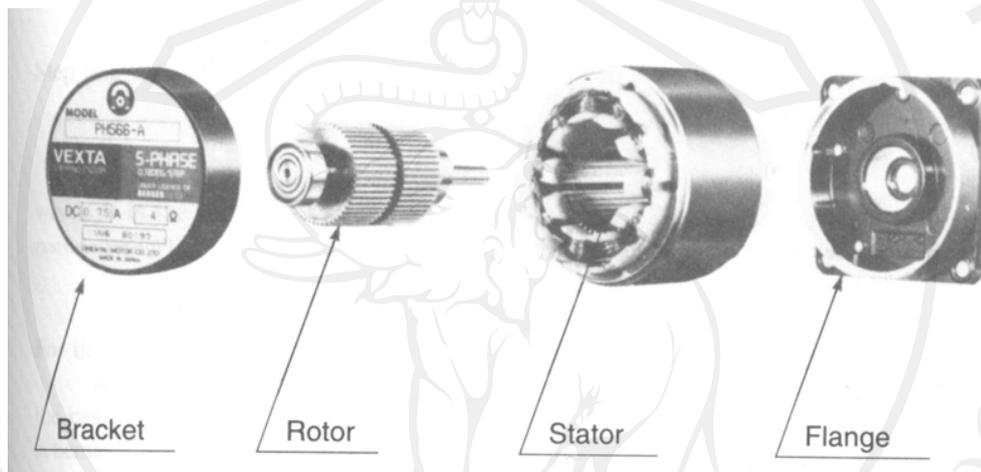
โรเตอร์ (Rotor) ทำด้วยแม่เหล็กถาวรรูปทรงกระบอกเรียบสเตเตอร์ (Stator) จะมีขดลวด พัน และก็จะทำเป็นฟัน เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดที่สเตเตอร์จะเกิดเป็นขั้วแม่เหล็กที่ฟันของสเตเตอร์และจะดึงดูดกับขั้วของแม่เหล็กถาวรที่โรเตอร์ทำให้เกิดการหมุนของโรเตอร์ขึ้นมอเตอร์ชนิดนี้โดยจะมีตั้งแต่ขนาด 2 เฟสขึ้นไปมอเตอร์ชนิดนี้ไม่นิยมนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมแต่จะถูกนำไปใช้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เช่นตัวขับเคลื่อนที่ใช้หมุนเพื่อเลื่อนกระดาดของเครื่องพิมพ์ เป็นต้น เพราะความเร็วต่ำ แรงบิดต่ำ และนอกจากนี้ด้วยโครงสร้างของมอเตอร์ชนิดนี้ทำให้มุมที่หมุนไปแต่ละสเต็ป (Step Angle) ไม่ละเอียดเช่น สเต็ปละ 3.6 , 7.5 , 15 , 18 องศา เป็นต้น มอเตอร์ชนิดนี้ถึงไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดบนสเตเตอร์ (Stator) ตัวโรเตอร์จะเกิดแรงดึงดูดกับสเตเตอร์ซึ่งเกิดจากอำนาจของแม่เหล็กถาวรที่โรเตอร์ทำให้หมุนได้ยาก จำนวนขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์สามารถนับได้จากจำนวนขั้วแม่เหล็กที่จะเกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่สเตเตอร์ชุดใดชุดหนึ่ง



ภาพ 2-4 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต

3. แบบผสม (Hybrid : HB)

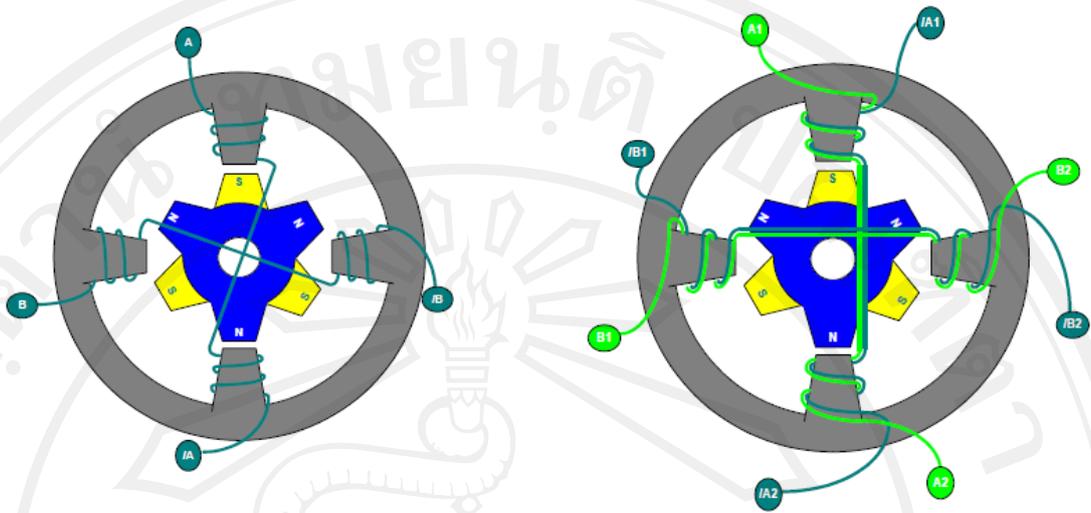
ใช้หลักการทำงานของทั้งสองแบบมาออกแบบโดยที่สเตเตอร์จะคล้ายกับแบบVR ส่วนโรเตอร์จะคล้ายแบบPM แต่จะทำเป็นฟัน มอเตอร์แบบนี้นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเพราะแรงบิดสูงความละเอียดของสเต็ปในการหมุนสูง , ความเร็วสูงกว่าสองแบบที่กล่าวมาแล้ว มอเตอร์ชนิดนี้โดยปกติจะมีขนาด 2 เฟส ถึง 5 เฟส และมอเตอร์ชนิดนี้ได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเหนือกว่าเดิมไปอีกโดยให้ชื่อว่า “Enhanced Hybrid”



ภาพ2-5สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริดขนาด 5 เฟส

เฟสของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor Phase) หมายถึง จำนวนขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์ซึ่งแยกออกจากกันอย่างอิสระ ภาพ2-3 แสดงตัวอย่างมอเตอร์ขนาด 3 เฟส ในกรณีของมอเตอร์แบบยูนิโพลาร์ 2 เฟสนั้นมักถูกจะเรียกเป็นมอเตอร์ขนาด 4 เฟสก็เพราะขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์แต่ละขดจะมี 2 ขด จึงเข้าใจว่ามี 4 ขดลวด แต่ถ้าพิจารณากันจริงๆ จะพบว่าขดลวดทั้งสองนั้นเป็นขดลวดขดเดี่ยวแต่มีจุดต่อตรงกลางขดเท่านั้นดังแสดงในภาพ2-8 การพันลวดบนสเตเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบ่งออกได้ 2 แบบคือ

- 1.การพันแบบใช้ลวดเส้นเดียว (Unifilar)
- 2.การพันแบบใช้ลวด 2 เส้นพันไปด้วยกัน (Bifilar)



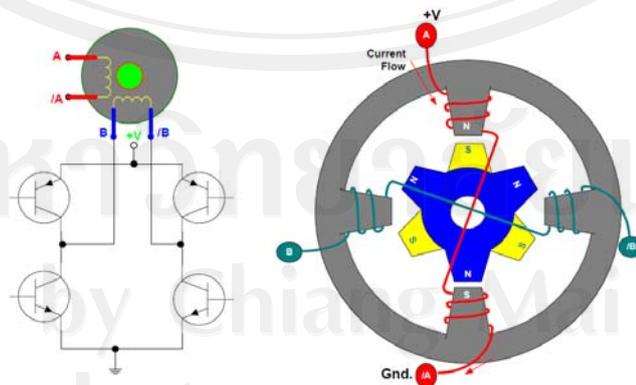
ภาพ 2-6 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์

2.2.2 ชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

แบ่งตามลักษณะสายที่ใช้ต่อกับวงจรขับเคลื่อนออกได้ 2 แบบคือ

1.แบบไบโพลาร์ (Bipolar)

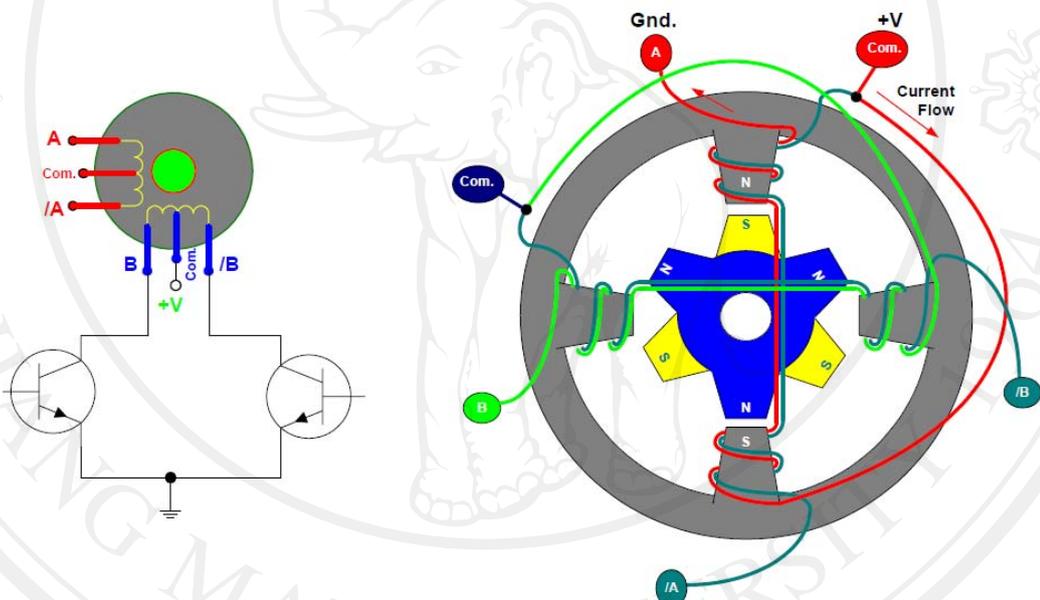
ขดลวดที่สเตเตอร์แต่ละชุดจะไม่มีจุดร่วมการต่อเข้ากับวงจรขับเคลื่อนจะใช้ปลายทั้งสองของขดลวดแต่ละชุด การทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ทำได้โดย การจ่ายกระแสไฟจากปลายด้านหนึ่งไปยังปลายอีกด้านหนึ่งของขดลวดและการเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ชุดเดียวกันนี้ก็ทำได้โดยสลับทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้านั้นเอง ดังนั้นวงจรขับเคลื่อนที่ใช้จึงจำเป็นต้องสามารถกลับทิศทางการไหลของกระแสได้ กรณีเป็นมอเตอร์ 2 เฟสจะมีสายที่ใช้ต่อกับวงจร 4 สาย



ภาพ 2-7 ลักษณะ, โครงสร้างและวงจรขับที่ใช้กับมอเตอร์แบบไบโพลาร์ 2 เฟส

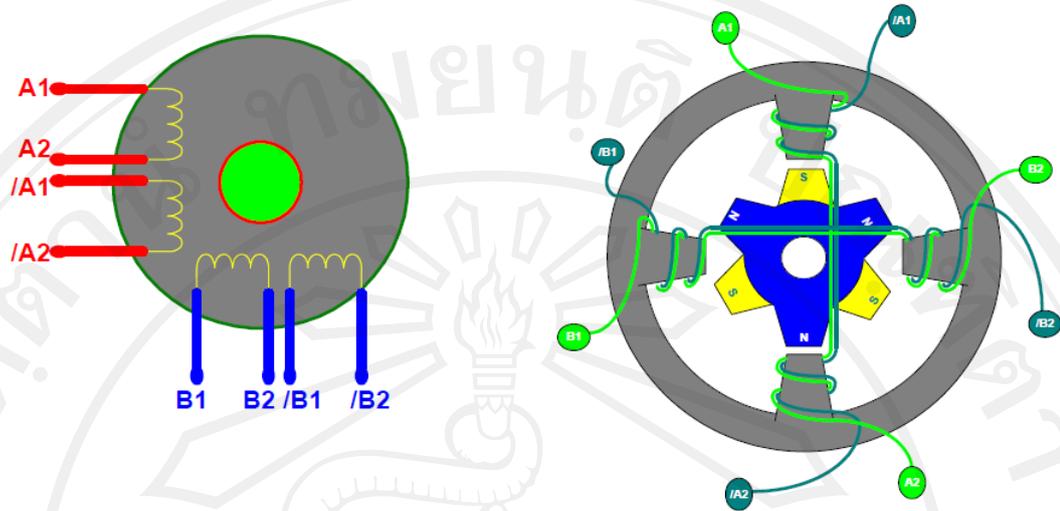
2.แบบยูนิโปลา (Unipolar)

ขดลวดที่สเตเตอร์แต่ละชุดจะมีจูดร่วม การพันขดลวดจะพันในแบบ Bifilar การต่อเข้ากับวงจรขับจะใช้ปลายของขดลวดแต่ละด้านต่อเข้ากับวงจรขับและใช้จูดร่วมต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟ การทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ทำได้โดยการจ่ายกระแสไฟให้ไหลจากจูดร่วมลงกราวด์มาครบวงจรที่ปลายด้านหนึ่งของขดลวด การเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ชุดเดียวกันนี้ก็ได้โดยเปลี่ยนการจ่ายกระแสไฟจากขดหนึ่งไปยังอีกขดหนึ่งของขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์ชุดเดียวกัน ดังนั้นวงจรขับจึงเป็นวงจรสวิตซ์เพื่อทำให้จ่ายกระแสไฟที่ผ่านขดลวดครบวงจรเท่านั้นกรณีเป็นมอเตอร์ 2 เฟสจะมีสายที่ใช้ต่อเข้ากับวงจร 5 หรือ 6 สาย



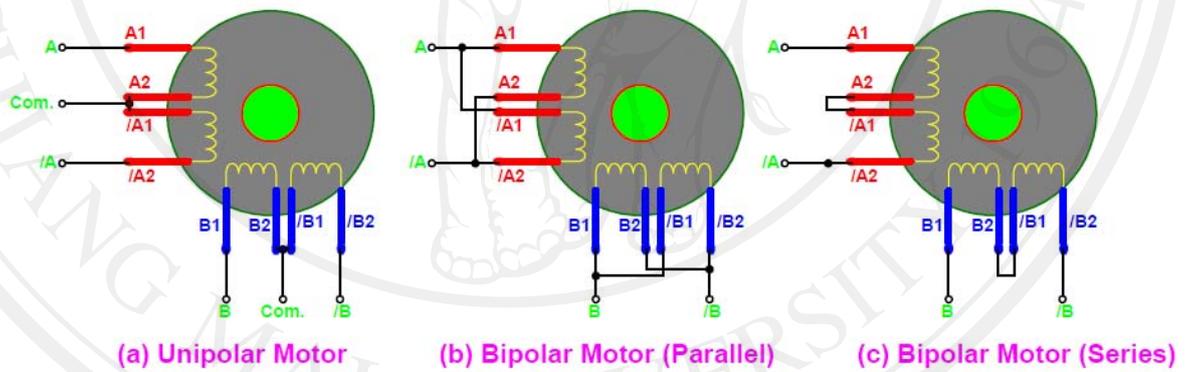
ภาพ 2-8 สัญลักษณ์, โครงสร้างและวงจรขับที่ใช้กับมอเตอร์แบบยูนิโปลา 2 เฟส

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ 2 เฟสที่มีการพันขดแบบไบฟีลาและแยกปลายแต่ละขดออกจากกัน ดังนั้นสามารถเลือกต่อเป็นแบบต่างๆได้ดังนี้



ภาพ 2-9 สัญลักษณ์, โครงสร้างมอเตอร์ 2 เฟสที่พันลวดแบบไบโพลาร์และแยกปลายของแต่ละขด

ตัวอย่างการต่อสาย



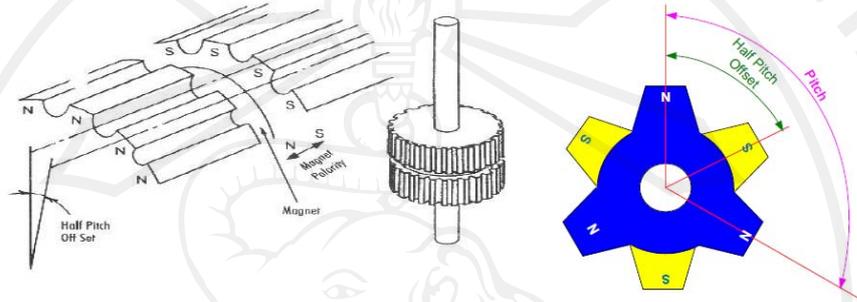
ภาพ 2-10 สัญลักษณ์การต่อสายแบบต่างๆ

มอเตอร์ที่ผลิตออกมาจำหน่ายและมีการพันลวดแบบไบโพลาร์บางรุ่นให้ผู้ใช้เลือกต่อเองเป็นแบบต่างๆแต่บางรุ่นก็ต่อภายในมาให้เสร็จ

2.2.3 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งพื้นที่โรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด

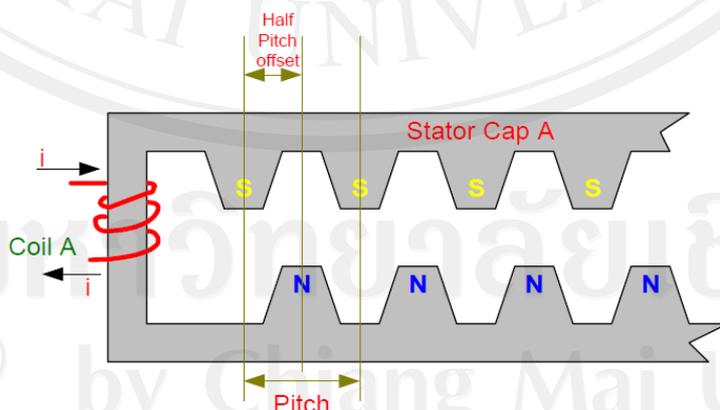
โครงสร้างของโรเตอร์จะประกอบด้วยแม่เหล็กถาวรรูปทรงกระบอกทำเป็นฟันแบ่งออกเป็น 2 ชั้นคือชั้นของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือ(North Pole : N) และชั้นของแม่เหล็กถาวรขั้วใต้(South Pole : S) โดยการวางตำแหน่งฟันของแม่เหล็กถาวรขั้วใต้จะอยู่ที่ตำแหน่งครึ่งพิช

(Pitch)ของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือ และการวางตำแหน่งฟันของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือก็จะอยู่ที่ตำแหน่งครึ่งพิช(Pitch) ของแม่เหล็กถาวรขั้วใต้เช่นกัน พิช (Pitch) หมายถึง ระยะห่างจากยอดฟันเฟือง 1 ไปยังยอดฟันเฟืองตัวถัดไปโดยการวัดจะวัดจากขอบไปยังขอบหรือจุดกึ่งกลางไปจุดกึ่งกลางก็ได้ พิชมีหน่วยเป็นองศา(มุม)หรือมีหน่วยเป็นมิลลิเมตร,นิ้ว(ความยาว)



ภาพ 2-11 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่โรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ตตัวโรเตอร์เป็นรูปทรงกระบอกเรียบแต่ที่สเตเตอร์จะเป็นลักษณะของฟัน เพื่อทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กเหนือและใต้โดยแบ่งออกเป็นสองชุด การวางตำแหน่งฟันของขั้วแม่เหล็กชุดใด ๆ จะมีลักษณะดังนี้คือตำแหน่งฟันแม่เหล็กถาวรขั้วใต้จะอยู่ที่ตำแหน่งครึ่งพิช(Pitch) ของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือและการวางตำแหน่งฟันของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือก็จะอยู่ที่ตำแหน่งครึ่งพิช(Pitch) ของแม่เหล็กถาวรขั้วใต้เช่นกัน



ภาพ 2-12 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่สเตเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิทัลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิทัลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิปจะมีหน่วยความจำ, Port อยู่ในชิปเพียงตัวเดียวซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ชิปเดี่ยว ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น ไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโพรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ, ส่วนอินพุต/เอาต์พุต บางส่วนเข้าไปในตัว ไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้งานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา, วงจรการสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิทัล เป็นต้น สรุปคือ Microcontroller = Microprocessor + Memory + I/O

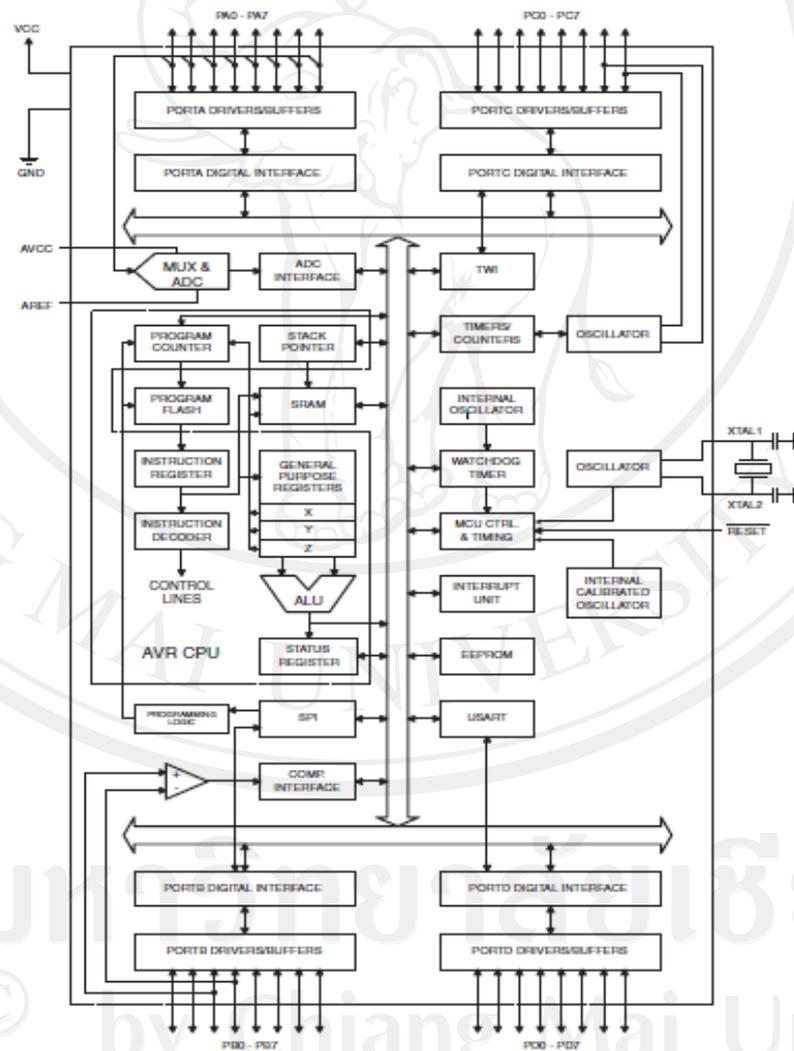
ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ (Embedded Systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์, เตารีดไมโครเวฟ, เครื่องปรับอากาศ, เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้งานควบคุมหลายประการ เช่น

- ชิพไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิพไมโครโพรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูล และหลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละเบอร์ก็จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกันทำให้เลือกใช้กับงานได้อย่างเหมาะสม

2.3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR

ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เป็นหนึ่งในไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ผลิตโดยบริษัท ATMEL (ผู้นำทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51) AVR ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลใหม่ จากATMEL มีสถาปัตยกรรมแบบคือหนึ่งคำสั่งทำงานโดยใช้สัญญาณนาฬิกาเพียง 1 ลูก เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีประสิทธิภาพและความสามารถสูงแบ่งออกเป็นหลายอนุกรม ในแต่ละอนุกรมยังแบ่งออกเป็นหลายเบอร์ เพื่อรองรับความต้องการที่แตกต่างของผู้ใช้งาน ในขณะที่ยังมีประสิทธิภาพเท่ากันรายละเอียดและคุณสมบัติภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega 32 แสดงในไดอะแกรมภาพ2-13



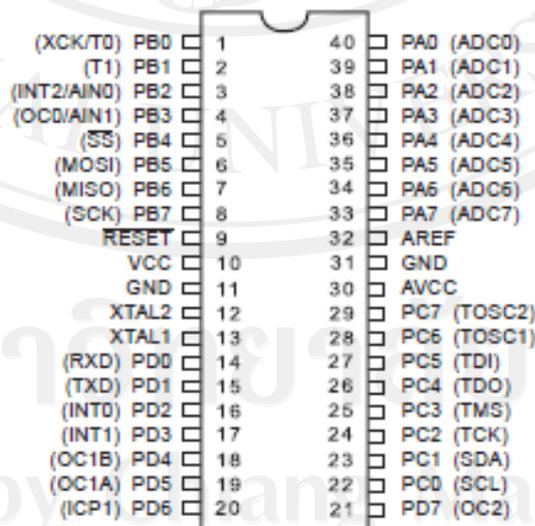
ภาพ2-13บล็อกไดอะแกรม AVR (ATmega 32)

2.3.2 คุณสมบัติที่สำคัญ

สถาปัตยกรรมนี้เป็นแบบ Advanced RISC (Reduce Instruction Set Computer) มีคำสั่งควบคุมการทำงานมากกว่า 131 คำสั่งโดยมีความเร็วในการประมวลผล 1 คำสั่งต่อ 1 สัญญาณนาฬิกา มีรีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไปขนาด 1 บิต จำนวน 32 ตัว ความเร็วในการประมวลผล 1 MIPS ต่อ 1MHZ และมากถึง 16 MIPS เมื่อใช้ความถี่ 16 MHZ หน่วยความจำ ROM แบบ flash ขนาด 32 กิโลไบต์ หน่วยความจำแบบ EEPROM ขนาด 1024 กิโลไบต์ หน่วยความจำแบบ SRAM ขนาด 2 กิโลไบต์ ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ทั้งแบบ 8 บิต และ 16 บิต มีระบบตรวจสอบความผิดพลาดในการทำงานของซอฟต์แวร์ (Watch Dog Timer with On-Chip Oscillator) มีโมดูลสร้างสัญญาณ PWM(Pulse Width Modulator) มี 4 ช่อง มี โมดูลแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิทัล (ADC) ขนาด 10 บิต มากถึง 8 ช่อง การสื่อสารข้อมูลอนุกรมมีทั้งแบบ UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter)หรือ ระบบ Rs232,SPI และแบบ i2c พอร์ตอินพุตเอาต์พุต 4 พอร์ต

2.3.3 ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุต

ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega32 มีจำนวน 40 ขา โดยแบ่งเป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตจำนวน 32 ขา ประกอบไปด้วย PA,PB ,PC,PD และขาพอร์ตที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณอะนาลอกจำนวน 2 ขาพอร์ต คือ AREF และ AVCC รายละเอียดทั้งหมดแสดงดังภาพ2-14



ภาพ2-14 ขาพอร์ต AVR(ATmega 32)

ตารางที่ 2-1 แสดงรายละเอียดขาพอร์ตต่างๆ

ชื่อพอร์ต	รายละเอียด
VCC	ขาแรงดันไฟตรง
GND	ขากราวด์
PortA (PA0 - PA7)	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิทัล และสามารถกำหนดการใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตสัญญาณอะนาล็อก(A/D Converter)ได้
PortB (PB0 - PB7)	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิทัลและยังมีหน้าที่พิเศษอีกด้วยเช่น ขาสำหรับการโปรแกรมชิพ ขาป้อนสัญญาณนาฬิกาภายนอก
PortC (PC0 - PC7)	ขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิทัลและยังมีหน้าที่พิเศษ เช่น ขาเชื่อมต่อกับดีบั๊กและโปรแกรมด้วยการเชื่อมต่อแบบ JTAG
PortD (PD - PD7)	เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตดิจิทัล และขาพอร์ตทำหน้าที่พิเศษเช่น ขาเชื่อมต่อแบบอนุกรม และ ขาอินเตอร์รัปต์เนื่องจากสัญญาณภายนอก
RESET	ขารีเซตวงจร
XTAL1XTAL 2	ขาต่อคริสตัลออสซิลเลเตอร์ ช่องที่ 1 ด้านอินพุตขาต่อคริสตัลออสซิลเลเตอร์ ช่องที่ 2 ด้านเอาต์พุต
AVCC	ขาแรงดันสำหรับพอร์ต A และ โมดูลแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล
AREF	ขาอะนาล็อกอ้างอิงสำหรับโมดูลแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิทัล

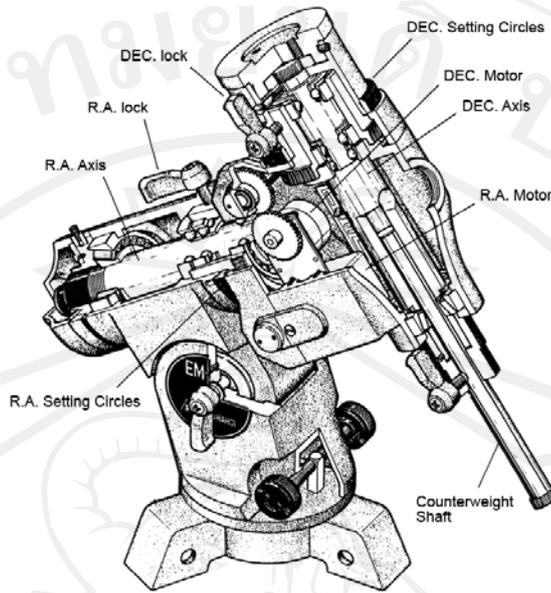
2.4 อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าที่มีในปัจจุบัน

อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าในปัจจุบันได้พัฒนาไปมาก อุปกรณ์ชิ้นส่วนต่างๆ ได้นำเอาระบบคอมพิวเตอร์มาดัดแปลงติดตั้งในตัวอุปกรณ์ เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้ที่สนใจถ่ายภาพทางดาราศาสตร์ได้มากที่สุด ทั้งรูปแบบและ โครงสร้างนั้นทำด้วยวัสดุที่มีน้ำหนักมาก ทนทาน และสามารถตอบสนองการใช้งานกับผู้ใช้งาน ได้อย่างดี อย่างไรก็ตามอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าทั่วไป ผู้ที่ถ่ายภาพทางดาราศาสตร์จะต้องมีความรู้ในการใช้งานเป็นอย่างดี และเข้าใจในระบบพิกัดท้องฟ้า รวมถึงการควบคุมตัวอุปกรณ์ด้วย ส่วนใหญ่จะเป็นผู้ที่มีประสบการณ์การใช้อุปกรณ์มาพอสมควร

อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิมัลชันเคมิลูกจะอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานมากที่สุด ระบบต่างๆ ต้องเป็นไปโดยง่ายต่อการควบคุม แต่ราคาของอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้านี้มีราคาแพงมาก ในประเทศไทยยังไม่ค่อยมีการพัฒนาถึงขั้นนี้



ภาพ2-15 อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิมัลชันเคมิลูกจากต่างประเทศ



ภาพ2-16 โครงสร้างและรูปแบบภายในฐานตั้งกล้องชนิดอิกวาทอเรียลจากต่างประเทศ

Vacation Special Deal

only £769/\$1192/€884
(MSRP GBP price exc. vat, USD & EUR prices subject to exchange rates & exclude sales tax. Offer excludes camera and lens)

Your camera

Manfrotto 496 RC2 ball head

Manfrotto 055XPROB tripod

AstroTrac TT320X-AG

Polar scope

Manfrotto 410 geared head

8AA battery holder

ORDER NOW for delivery in time for your vacation!

ภาพ2-17 อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดต่างๆ จากต่างประเทศ



ภาพ2-18อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดต่างๆ จากต่างประเทศ



ภาพ2-19อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดต่างๆ จากต่างประเทศ

จะเห็นได้ว่า การพัฒนาของอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า นั้น ในปัจจุบันได้เอาเทคโนโลยีล้ำยุคมาใช้มาก วัสดุที่ใช้มีน้ำหนักค่อนข้างหนัก ทนทาน รูปแบบได้พัฒนาไปไกลมาก อย่างไรก็ตาม อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าที่ผลิตขึ้นมา นั้น ขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น ลักษณะการใช้งานของผู้ใช้ อุปกรณ์ที่รองรับในการใช้งาน ตลอดจนปัจจัยอื่นๆ จึงมีความจำเป็น ที่จะต้องศึกษารูปแบบของอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้า เพื่อให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานนั้นๆ ตลอดจนการใช้งานที่เอื้ออำนวยต่อผู้ใช้งานให้มากที่สุด

ในประเทศไทยที่ผ่านมา อุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าจะนำเข้ามาจากต่างประเทศ จึงไม่มีรูปแบบและโครงสร้างที่แน่นอน หรือมีผู้จัดทำสร้างขึ้นมาเฉพาะผู้ใช้งานบางกลุ่มเท่านั้น ไม่ได้ทำขึ้นเพื่อจำหน่ายเป็นการค้า จากการศึกษาในหน่วยงานของผู้ที่จะต้องใช้งานอุปกรณ์นี้ เช่น สถาบันวิจัยดาราศาสตร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) อุปกรณ์ที่ทำขึ้นมา นั้น มีจำนวนน้อยมาก หรือไม่มี ที่มีอยู่นั้นนำเข้ามาจากต่างประเทศ ฉะนั้นรูปแบบและโครงสร้างของอุปกรณ์จึงมีรูปแบบแตกต่างจากอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ เพราะชิ้นส่วน ส่วนใหญ่ไม่มีจำหน่ายในประเทศไทย เช่น ชุดขับเคลื่อน ชุดเฟืองต่างๆ และอื่นๆ บางชิ้นส่วนเราไม่สามารถจะตัดแปลง หรือทำขึ้นได้

การพัฒนาแบบของอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าชนิดอิกเวทอเรียลขึ้นนี้ ได้คำนึงถึงพื้นฐานของอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้าทั่วไป แต่จะมีการปรับแต่งอุปกรณ์บางอย่างเพื่อให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานเบื้องต้น เช่น อุปกรณ์ของชุดขับเคลื่อน สามารถปรับแต่งเปลี่ยนแปลงได้ง่าย ขนาดและน้ำหนักของตัวอุปกรณ์ ที่มีขนาดเล็กลงเพื่อให้สามารถตั้งอยู่บนขาตั้งกล้องแบบสามขาได้ การตัดแปลงชุดสแตปมอเตอร์เป็นอุปกรณ์ติดตามท้องฟ้านี้ ทำได้ง่าย และไม่ยุ่งยาก รูปแบบของอุปกรณ์ติดตามวัตถุท้องฟ้ายังไม่เปลี่ยน โครงสร้างมากนัก