โครงงาน
กังหันน้ำเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
(Air fill Water Turbine With Solar Energy)

จัดทำโดย

นรจ.พฤพล	**คิมประเสริฐ**
นรจ.ภูตะวัน	**พรมเทพ**
นรจ.จตุพร	**แสงทองดี**
นรจ.ธนฐา	**ศรีทองคำ**
นรจ.ธิติพันธ์	**จันทรโชติวงษ์**
นรจ.เรืองเดช	**กว้างสวาสดิ์**
นรจ.ชัยวัฒน์	**วราห์คำ**

โครงงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลัก สูตรนักเรียนจ่าทหารเรือ
พรรค พิเศษ เหล่า ทหารช่างยุทธโยธาไฟฟ้า
โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ
ปีการศึกษา 2561

หัวข้อโครงงาน	กังหันน้ำเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	
ผู้จัดทำ	นรจ.พฤพล	คิมประเสริฐ
	นรจ.จตุพร	แสงทองดี
	นรจ.ภูตะวัน	พรหมเทพ

	นรจ.ธนฐา	ศรีทองคำ
	นรจ.ธิติพันธ์	จันทรโชติวงษ์
	นรจ.เรืองเดช	กว้างสวาสดิ์
	นรจ.ชัยวัฒน์	วราห์คำ
ครูที่ปรึกษา	ว่าที่ น.ต.เสน่ห์	มหาสุข
	ว่าที่ ร.ท.อนุชัย	โพธิสาร
	พ.จ.ต.สุทธิเกียรติ	บุญชู
	จ.อ.ปฐมพงษ์	ทองมาก
พรรค	พิเศษ	
เหล่า	ทหารช่างยุทธโยธาไฟฟ้า	
ปีการศึกษา	2561	

บทคัดย่อ

ปัจจุบันการนำกังหันน้ำเติมอากาศจากพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียตามแหล่งน้ำต่างๆ การจัดทำโครงงานสิ่งประดิษฐ์ ประจำปีการศึกษา 2561 นักเรียนจ่าพรรคพิเศษเหล่ายุทธโยธาไฟฟ้ากลุ่มที่ 16 ได้ศึกษาเกี่ยวกับกังหันน้ำเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่ใช้บำบัดน้ำเสีย

กลุ่มของกระผมหวังอย่างยิ่งว่าโครงงานสิ่งประดิษฐ์คงเป็นประโยชน์ไม่มากก็น้อยสำหรับนักเรียนจ่าและทุกคนที่สนใจ

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี โดยการให้คำปรึกษาของที่ปรึกษาโครงงานและความปรารถนา ดีจาก น.ท.สมศักดิ์ ประยงค์กุล ว่าที่น.ต.เสน่ห์ มหาสุข ว่าที่ร.ท.อนุชัย โพธิสาร

ขอขอบพระคุณ คุณครูแผนกวิทยาการ โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ที่ให้การสนับสนุนในด้านคำแนะนำและความรู้ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ ตลอดจนให้การสนับสนุนเครื่องมือในการทำโครงงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ คุณครูแผนกสนับสนุน โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ ที่ให้การสนับสนุนในด้านการจัดทำเอกสารที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้

ขอขอบพระคุณ คุณครูประจำห้องสมุด ที่อำนวยการด้านการค้นคว้าหาข้อมูล ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ ตลอดจนโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำให้เกิดโครงงานนี้ขึ้นมา

ความดีและประโยชน์ขอมอบให้กับครูอาจารย์ทุกๆท่าน ที่ให้การสนับสนุนและประสิทธิ์ประสาท วิชาต่างๆจนทำให้นักเรียนจ่า มีความรู้ความเข้าใจ และความรู้ที่ได้มานี้ ก็ส่งผลทำให้การทำโครงงานชิ้นนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

นรจ.พฤพล คิมประเสริฐ
นรจ.จตุพร แสงทองดี
นรจ.ภูตะวัน พรหมเทพ
นรจ.ธนฐา ศรีทองคำ
นรจ.ธิติพันธ์ จันทรโชติวงษ์
นรจ.เรืองเดช กว้างสวาสดิ์
นรจ.ชัยวัฒน์ วราห์คำ

คำนำ

ในการจัดทำโครงงานสิ่งประดิษฐ์ครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อฝึกฝนและสร้างความเข้าใจในการใช้พลังงานแสงอาทิตย์จากแผงโซล่าเซลล์ ที่สอดคล้องกับหลักสูตรนักเรียนจ่า ชั้นปีที่ 2 พรรคพิเศษ เหล่าทหารช่างยุทธโยธาไฟฟ้า ของโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการ กรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ

โครงงานสิ่งประดิษฐ์นี้ประกอบไปด้วยการนำแผงโซลล่าเซลล์มาใช้งานในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ขับมอเตอร์กระแสตรง 24 V ให้หมุนกังหันเติมอากาศ โดยโครงงานนี้สามารถนำไปใช้งานได้จริง

คณะผู้จัดทำ

นรจ.พฤพล	คิมประเสริฐ
นรจ.จตุพร	แสงทองดี
นรจ.ภูตะวัน	พรหมเทพ
นรจ.ธนฐา	ศรีทองคำ
นรจ.ธิติพันธ์	จันทรโชติวงษ์
นรจ.เรืองเดช	กว้างสวาสดิ์
นรจ.ชัยวัฒน์	วราห์คำ

สารบัญ

บทที่1 1
บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1
1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ 1
บทที่2 3
ทฏษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 แผงโซล่าเซลล์ (Solar cell panel) 3
2.2 ผลึกซิลิคอน Crystalline Silicon (c-Si) คือ 4
2.3 ชนิดของแผงโซล่าเซลล์หรือเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด 5
2.4 คอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์ (Solar Charge Controller) 8
2.6 ดิจิตอลไทม์เมอร์ดีซี 24 V (Digital Timer DC 24V) 14
2.7 สปีดคอนโทรลมอเตอร์ดีซี (Speed Control Motor Dc) 16
2.8 มอเตอร์กระแสตรง 24v 350w (Dc Motor 24V 350W) 18
2.9 ซีเล็คเตอร์สวิทช์ 22
2.10 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ 23
บทที่ 3 27
วิธีการดำเนินงาน 27
3.2 วัสดุและอุปกรณ์ 28
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน 30
3.4 รูปภาพแสดงวิธีการดำเนินงาน 30
บทที่ 4 ..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดบุ๊กมาร์ก**
4.1 หลักการทำงาน ..... **ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดบุ๊กมาร์ก**
บทที่ 5 39
5.1 สรุปผล 39
5.2 ข้อเสนอแนะ 39
ภาคผนวก 40

กังหันน้ำมอเตอร์ 40
บรรณานุกรม 43
ประวัติผู้ศึกษาค้นคว้า 44

บทที่1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบันโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ ในปัจจุบันมีสระน้ำด้านข้างโรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ มีน้ำค่อนข้างเน่าเสียพอสมควรได้รับการปรับปรุงคุณภาพของน้ำให้ดีขึ้นโดยการใช้กังหันน้ำบำบัดน้ำเสียที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ที่ไม่มีผลกระทบกับสิ่งแวดล้อม

ดังนั้นการใช้กังหันน้ำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ในการบำบัดน้ำเสียนั้นเป็นการใช้ความรู้ในด้านไฟฟ้าและพลังงานทดแทนที่เป็นพลังงานที่ใช้แล้วไม่หมดไปสามารถนำมาใช้ได้ทุกวันเป็นการประหยัดค่าไฟฟ้าและไม่เกิดผลเสียกับสิ่งแวดล้อม

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งานในรูปแบบต่างๆ
1.2.2 เพื่อศึกษาและพัฒนาการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการไฟฟ้า
1.2.3 เพื่อที่จะนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ขับมอเตอร์เพื่อหมุนกังหันน้ำ
1.2.4 เพื่อที่จะให้ผู้ที่เข้ามาศึกษาโครงงานสามารถนำไปต่อยอดได้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 นำเสนอโครงงาน
1.3.2 จัดเตรียมอุปกรณ์
1.3.3 ประกอบอุปกรณ์
1.3.4 ทดสอบและแก้ไข
1.3.5 สรุปผล

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ทักษะในสาระโครงการวิชาชีพผ่านโครงงานสิ่งประดิษฐ์ (3RS) Reading (อ่าน) (W)ritin (เขียน) (A)rithemetics (คิดเลขเป็น)
1.4.2 ทักษะการเรียนรู้และการจัดทำโครงงานสิ่งประดิษฐ์ (8cs)
1.4.3 ทำให้น้ำใสสะอาดขึ้นลดกลิ่นเหม็นลงได้มาก
1.4.4 เพิ่มปริมาณออกซิเจนในน้ำ
1.4.5 ช่วยลดการใช้ไฟฟ้า

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

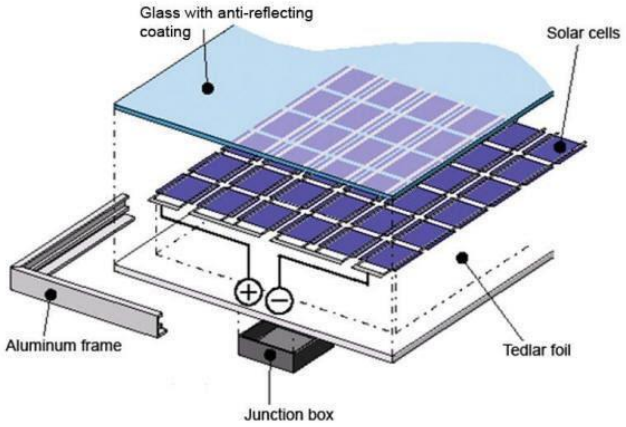
Solar Charge คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์คุณสมบัติเพียงเพื่อคอยควบคุมการชาร์จไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลลงสู่แบตเตอรี่ ของระบบโซล่าเซลล์เพื่อเก็บกระแสไฟเพื่อนำมาใช้งานตามที่เราออกแบบไว้ จะมีหลักการทำงานหรือหน้าที่ จ่ายกระแสไฟเมื่อแรงดันแบตเตอรี่ และทำการตัดการจ่ายกระแสไฟเพื่อไปประจุยังแบตเตอรี่เมื่อแรงดันของแบตเตอรี่อยู่ในระดับที่สูง เพื่อป้องกันการ Over Charge ซึ่งจะทำให้แบตเกิดความเสียหายและเสื่อมสภาพ

บทที่2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักการเบื้องต้นของการทำงานกังหันน้ำเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์และไทม์เมอร์จำเป็นต้องศึกษาหลักการทำงานของแผงโซล่าเซลล์ โซล่าชาร์จเจอร์ แบตเตอรี่ ไทม์เมอร์ สปีดคอนโทรล และ มอเตอร์ ทราบค่า แรงดัน กระแส ความเร็วรอบมอเตอร์ กำลังไฟฟ้าที่ใช้ เพื่อให้เข้าใจถึงหลักการวิเคราะห์และการดำเนินงาน

2.1 แผงโซล่าเซลล์ (**Solar cell panel**)



รูปที่ 2.1 Solar cell panel

โซล่าเซลล์ Solar Cell หรือเซลล์แสงอาทิตย์ Solar Cell เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ ซึ่งสามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง และไฟฟ้าที่ได้นั้นจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง Direct Current จัดว่าเป็นแหล่งพลังงานทดแทนชนิดหนึ่ง Renewable Energy สะอาดและไม่สร้างมลภาวะใด ๆ ขณะใช้งาน

ความหมายของโซล่าเซลล์

แผงโซล่าเซลล์ (Photovoltaic/PV) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสงแดดให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ก่อนจะตัดสินใจเลือกขนาดของแผงโซล่าเซลล์จำเป็นต้องทราบก่อนว่าคุณต้องการผลิตกระแสไฟฟ้ามากน้อยเพียงใด และขนาดกำลังวัตต์ไหนจึงจะเหมาะสม ในท้องตลาดมีแผงโซล่าเซลล์จำหน่ายตั้งแต่ขนาด 10 - 285 วัตต์ การเลือกแผงโซล่าเซลล์ควรเลือกให้มีกำลังไฟมากกว่าขนาดอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างน้อย 20 เปอร์เซนต์ เพราะอาจเกิดการสูญเสียกำลังไฟในระบบได้ ยังเป็นการรักษาให้แบตเตอรี่ให้มีอายุการใช้งานที่ยาวขึ้นไม่ต้องชาร์ตแบตทุกวัน แผงโซล่าเซลล์จะมีอายุการใช้งานนานถึง 25 ปี แต่เมื่อเวลาผ่านไป 10 ปี ประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์จะลดลงประมาณ 90 % และเมื่อ 25ปี จะลดลงเหลือ 80 % แผงโซล่าเซลล์นั้นมีหลายขนาดเราต้องเลือกให้เหมาะสมกับการใช้งาน

เซลล์แสงอาทิตย์หรือโซล่าเซลล์ คือ สิ่งประดิษฐ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ เช่น ซิลิคอน Silicon,แกลเลี่ยม อาร์เซไนด์ Gallium Arsenide, อินเดียม ฟอสไฟด์ Indium Phosphide, แคดเมียม เทลเลอไรด์ Cadmium Telluride และ คอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ Copper Indium Diselenide เป็นต้น ซึ่งเมื่อได้รับแสงอาทิตย์

โดยตรงก็จะเปลี่ยนเป็นตัวนำไฟฟ้า และจะถูกแยกเป็นประจุไฟฟ้าบวกและลบเพื่อให้เกิดแรงดันไฟฟ้าที่ขั้วทั้งสองของเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อนำขั้วไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรง กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้าสู่อุปกรณ์เหล่านั้น ทำให้สามารถทำงานได้

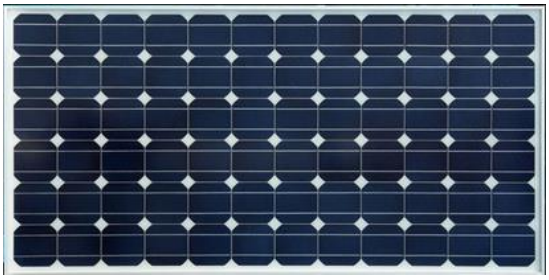
2.2 ผลึกซิลิคอน Crystalline Silicon (c-Si) **คือ**

ในทุกวันนี้ เกือบ 90% ของแผงโซล่าเซลล์ นั้นทำมาจาก ซิลิคอน (Silicon) ซึ่งซิลิคอนนี้อาจจะอยู่ในรูปต่างๆกันไป และ 95% ของแผงโซล่าเซลล์ ที่มีใช้ตามบ้านเรือนนั้น เป็นซิลิคอนที่อยู่ในรูปของ ผลึกซิลิคอน หรือ crystalline Silicon ความบริสุทธิ์ของเนื้อซิลิคอน เป็นคุณสมบัติสำคัญที่สุด ที่ทำให้รูปแบบของซิลิคอนที่นำมาใช้ทำโซล่าเซลล์ มีความแตกต่างกันออกไป ด้วยคุณสมบัติและองค์ประกอบทางเคมีแล้ว ซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์กว่า จะมีโมเลกุลจัดเรียงตัวดีและเป็นระเบียบกว่า และทำให้มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้าได้มากกว่านั่นเอง ดังนั้น ประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์จึงขึ้นอยู่กับความบริสุทธิ์ของซิลิคอน แต่กระบวนการที่จะทำให้ซิลิคอนมีความบริสุทธิ์นั้นยุ่งยาก มีขั้นตอนที่ซับซ้อน และมีต้นทุนสูงประสิทธิภาพของแผงโซล่าเซลล์ จึงไม่ใช่สิ่งแรกที่เราต้องคำนึงถึง แต่อาจเป็นเรื่องของราคาต้นทุน ความคุ้มค่าในการลงทุนหรือจุดคืนทุน ประสิทธิภาพต่อพื้นที่ และขนาดพื้นที่ที่คุณมีอยู่ต่างหากที่จะต้องมาก่อนผลึกซิลิคอนใน แผงโซล่าเซลล์ มี 2 รูปแบบหลักๆ ได้แก่ ผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว หรือ โมโนคริสตัลไลน์ซิลิคอน (monocrystalline Silicon) และ ผลึกซิลิคอนเชิงผสม หรือ โพลีคริสตัลไลน์ซิลิคอน (polycrystalline Silicon

2.3 ชนิดของแผงโซล่าเซลล์หรือเซลล์แสงอาทิตย์ แบ่งออกเป็น 3 ชนิด

2.3.1 แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ (Monocrystalline Silicon Solar Cells)

แผงโซล่าเซลล์ ชนิดที่ทำมาจาก ผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว (mono-Si) หรือบางทีก็เรียกว่า single crystalline (single-Si) สังเกตุค่อนข้างง่ายกว่าชนิดอื่น เพราะจะเห็นแต่ละเซลล์ลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุม และมีสีเข้ม แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ นั้น เป็นชนิดที่ทำมาจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูง โดยเริ่มมาจากแท่งซิลิคอนทรงกระบอก อันเนื่องมาจาก เกิดจากกระบวนการ กวนให้ผลึกเกาะกันที่แกนกลาง ที่เรียกว่า Czochralski process จึงทำให้เกิดแท่งทรงกระบอก จากนั้นจึงนำมาตัดให้เป็นสี่เหลี่ยม และลบมุมทั้งสี่ออก เพื่อที่จะทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และลดการใช้วัตถุดิบโมโนซิลิคอนลง ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์หน้าตาเป็นอย่างที่เห็นในแผงโซล่าเซลล์



รูปที่ 2.3.1 Single Crystalline Silicon Solar Cell

ขั้นตอนการผลิตของแผงโซล่าเซลล์ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์

1.นำซิลิคอนที่ถลุงได้มาหลอมเป็นของเหลวที่อุณหภูมิประมาณ 1400 °C แล้วดึงผลึกออกจากของเหลว โดยลดอุณหภูมิลงอย่างช้าๆ จนได้แท่งผลึกซิลิคอนเป็นของแข็ง แล้วนำมาตัดเป็นแว่นๆ

2.นำผลึกซิลิคอนที่เป็นแว่น มาแพร่ซึมด้วยสารเจือปนต่างๆ เพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นภายในเตาแพร่ซึมที่มีอุณหภูมิประมาณ 900-1000 °C แล้วนำไปทำชั้นต้านการสะท้อนแสงด้วยเตาออกซิเดชั่นที่มีอุณหภูมิสูง

3.ทำขั้วไฟฟ้าสองด้านด้วยการฉาบไอโลหะภายใต้สุญญากาศ เมื่อเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องนำไปทดสอบประสิทธิภาพด้วยแสงอาทิตย์เทียม และวัดหาคุณสมบัติทางไฟฟ้า

ข้อดีของแผงโซล่าเซลล์ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์

1.แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพสูงสุด เพราะผลิตมาจาก ซิลิคอนเกรดดีที่สุด โดยมีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 15-20%

2.แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่สูงสุด เพราะว่าให้กำลังสูงจึงต้องการพื้นที่น้อยที่สุดในการติดตั้งแผงโซลล่าเซลล์ชนิดนี้ โมโนคริสตัลไลน์ สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้เกือบ 4 เท่าของชนิด ฟิล์มบางหรือ thin film

3.แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีอายุการใช้งานยาวนานที่สุด โดยเฉลี่ยแล้วประมาณ 25 ปีขึ้นไป

4.แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ ผลิตกระแสไฟฟ้าได้มากว่าชนิด โพลีคริสตัลไลน์ เมื่ออยู่ในภาวะแสงน้อย

ข้อเสียของแผงโซล่าเซลล์ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์

1.แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ เป็นชนิดที่มีราคาแพงที่สุด ในบางครั้งการติดตั้งด้วย แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ หรือชนิด thin film อาจมีความคุ้มค่ามากกว่า

2.ถ้าหากแผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ มีความสกปรกหรือถูกบังแสงในบางส่วนของแผง อาจทำให้วงจรหรือ inverter ไหม้ได้ เพราะอาจจะทำให้เกิดโวลต์สูงเกินไป

2.3.2 แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ (Polycrystalline Silicon Solar Cells)

แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ เป็นแผงโซล่าเซลล์ชนิดแรก ที่ทำมาจากผลึกซิลิคอน โดยทั่วไปเรียกว่า โพลีคริสตัลไลน์(polycrystalline,p-Si) แต่บางครั้งก็เรียกว่า มัลติ-คริสตัลไลน์ (multi-crystalline.mc-Si) โดยในกระบวนการผลิต สามารถที่จะนำเอา ซิลิคอนเหลว มาเทใส่โมลด์ที่เป็นสี่เหลี่ยมได้เลย ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นบางอีกที จึงทำให้เซลล์แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ไม่มีการตัดมุม สีของแผงจะออก น้ำเงิน ไม่เข้มมาก

รูปที่ 2.3.2 Polycrystalline Silicon Solar Cells

ขั้นตอนการผลิตของแผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์

1.นำซิลิคอนที่ถลุงและหลอมละลายเป็นของเหลวแล้วมาเทลงในแบบพิมพ์ เมื่อซิลิคอนแข็งตัว จะได้เป็นแท่งซิลิคอนเป็นแบบผลึกรวม แล้วนำมาตัดเป็นแว่นๆ

2.จากนั้นนำมาแพร่ซึมด้วยสารเจือปนต่างๆ และทำขั้วไฟฟ้าสองด้านด้วยวิธีการเช่นเดียวกับที่สร้างเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากซิลิคอนชนิดผลึกเดี่ยว

ข้อดีของแผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์

1.แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีขั้นตอนกระบวนการผลิตที่ง่าย ไม่ซับซ้อน จึง ใช้ปริมาณซิลิคอน ในการผลิตน้อยกว่า เมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์

2.แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพในการใช้งาน ในที่อุณหภูมิสูง ดีกว่า ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ เล็กน้อย

3.แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีราคาถูกกว่าเมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์

ข้อเสียของแผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์

1.แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 13-16% ซึ่งต่ำกว่า เมื่อเทียบกับชนิด โมโนคริสตัลไลน์

2.แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำกว่าชนิด โมโนคริสตัลไลน์

3.แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ มีสีน้ำเงิน ทำให้บางครั้งอาจดูไม่สวยงาม เมื่อเทียบกับ ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ และชนิด thin film ที่มีสีเข้ม เข้ากับสิ่งแวดล้อม เช่น หลังคาบ้านได้ดีกว่า

2.3.3 แผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cells)

หลักการโดยทั่วไปของการผลิต โซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบาง (Thin Film Solar Cell, TFSC) คือ การนำเอาสารที่สามารถแปลงพลังงานจากแสงเป็นกระแสไฟฟ้า มาฉาบเป็นฟิล์มหรือชั้นบางๆ ซ้อนกันหลายๆชั้น จึงเรียก โซล่าเซลล์ชนิดนี้ว่า ฟิล์มบาง หรือ thin film ซึ่งสารฉาบที่ว่านี้ก็มีด้วยกันหลายชนิด ชื่อเรียกของแผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบางจึงแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับชนิดวัสดุที่นำมาใช้ ได้แก่ อะมอร์ฟัส Amorphous silicon (a-Si),Cadmium telluride (CdTe),Copper indium gallium selenide (CIS/CIGS) และ Organic photovoltaic cells (OPC)

ด้านประสิทธิภาพของ แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบางนั้น มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 7-13% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นฟิล์มฉาบ แต่สำหรับบ้านเรือนโดยทั่วไปแล้ว มีเพียงประมาณ 5% เท่านั้น ที่ใช้แผงโซล่าเซลล์ ที่เป็นแบบชนิดฟิล์มบาง

รูปที่ 2.3.3 Thin Film Solar Cells

ขั้นตอนการผลิตของแผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง

1.ทำการแยกสลายก๊าซไซเลน (Silane Gas) ให้เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอน โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า เครื่อง Plasma CVD (Chemical Vapor Deposition) เป็นการผ่านก๊าซไซเลนเข้าไปในครอบแก้วที่มีขั้วไฟฟ้าความถี่สูง จะทำให้ก๊าซแยกสลายเกิดเป็นพลาสมา และอะตอมของซิลิคอนจะตกลงบนฐานหรือสแตนเลสสตีลที่วางอยู่ในครอบแก้ว เกิดเป็นฟิล์มบางขนาดไม่เกิน 1 ไมครอน (0.001 มม.)

2.ขณะที่แยกสลายก๊าซไซเลน จะผสมก๊าซฟอสฟีนและไดโบเรนเข้าไปเป็นสารเจือปน เพื่อสร้างรอยต่อพีเอ็นสำหรับใช้เป็นโครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์

3.การทำขั้วไฟฟ้า มักใช้ขั้วไฟฟ้าโปร่งแสงที่ทำจาก ITO (Indium Tin Oxide)

ข้อดีของแผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง

1.แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบาง มีราคาถูกกว่า เพราะสามารถผลิตจำนวนมากได้ง่ายกว่า ชนิดผลึกซิลิคอน

2.ในที่อากาศร้อนมากๆ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีผลกระทบน้อยกว่า

3.ไม่มีปัญหาเรื่อง เมื่อแผงสกปรกแล้วจะทำให้วงจรไหม้

4.ถ้าคุณมีที่เหลือเฟือ แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง ก็เป็นทางเลือกที่ดี

ข้อเสียของแผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง

1.แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่ำ

2.แผงโซล่าเซลล์ ชนิด ฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพต่อพื้นที่ต่ำ

3.สิ้นเปลืองค่าโครงสร้างและอุปกรณ์อื่นๆ เช่น สายไฟ

4.ไม่เหมาะนำมาใช้ตามหลังคาบ้าน เพราะมีพื้นที่จำกัด

5.การรับประกันสั้นกว่าชนิด ผลึกซิลิคอน

2.4 คอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์ (Solar Charge Controller)

รูปที่ 2.4 Solar Charge Controller

2.4.1 ความหมายคอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณสมบัติเพียงเพื่อคอยควบคุมการชาร์จไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลลงสู่แบตเตอรี่ของระบบโซล่าเซลล์เพื่อเก็บกระแสไฟเพื่อนำมาใช้งานตามที่เราออกแบบไว้ ซึ่งคอนโทรลชาร์จ หรือ

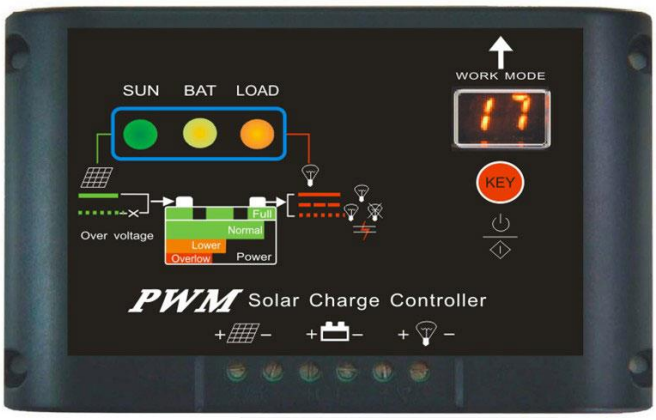
โซล่าชาร์จเจอร์ทั่วไป จะมีหลักการทำงานหรือหน้าที่ จ่ายกระแสไฟเมื่อแรงดันแบตเตอรี่อยู่ในระดับต่ำ ตามที่แต่ละยี่ห้อตั้งค่ามา และทำการตัดการจ่ายกระแสไฟเพื่อไปประจุยังแบตเตอรี่เมื่อแรงดันของแบตเตอรี่อยู่ในระดับที่สูงตามที่ได้กำหนดไว้เหมือนกัน เพื่อป้องกันการ Over Charge ซึ่งจะทำให้แบตเกิดความเสียหายและเสื่อมอายุก่อนวัยอันควร ทำให้ใช้งานได้ไม่คุ้มค่าค่าตัวของมัน และคุณสมบัติของคอนโทรลชาร์จโซล่าเซล หรือโซล่าชาร์จเจอร์โดยทั่วไปในช่วงเวลากลางคืนยังหน้าตาของ คอนโทรลชาร์จโซล่าเซล(solar charge controller)คอยปกป้องไม่ให้ไฟจากแบตเตอรี่ย้อนขึ้นไปยังตัวแผงโซล่าเซลซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อตัวแผงโซล่าเซลล์ และเป็นสวิตซ์อัตโนมัติที่ใช้จ่ายไฟให้โหลดเวลาที่ไม่มีแสงมากระทบแผงโซล่าเซลล์

คอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์ จะต่อระหว่างแผงโซล่าเซลล์กับแบตเตอรี่และโหลด ทำงานโดยจะดูว่าแรงดันไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่อยู่ในระดับใด ถ้าอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าที่ตั้งไว้ ตัวเครื่องควบคุมการชาร์จจะทำการปลดโหลดออกจากระบบโดยทันที (Load disconnect) เพื่อป้องกันการคลายประจุของแบตเตอรี่ที่มากเกินไปและอาจทำให้แบตเตอรี่เสื่อมเร็วขึ้น ส่วนใหญ่จะตั้งค่าแรงดันการปลดโหลดไว้ที่ประมาณ 11.5 โวลท์สำหรับแรงดันระบบที่ 12 โวลท์ นอกจากนี้เครื่องควบคุมการชาร์จก็จะต่อการทำงานของโหลดใหม่(Load reconnect) ถ้าแบตเตอรี่มีค่าแรงดันที่เพิ่มขึ้นตามที่ตั้งไว้ เช่นค่าจะตั้งไว้ที่ 12.6โวลท์สำหรับแรงดันระบบ 12 โวลท์เป็นต้น

ส่วนแรงดันในการชาร์จแบตเตอรี่โดยทั่วไป(Regulation Voltage)จะมีค่า 14.3 โวลท์สำหรับระบบ 12 โวลท์ เมื่อแบตเตอรี่ชาร์จจนเต็ม ถ้าปล่อยแบตเตอรี่ทิ้งไว้แรงดันของแบตเตอรี่จะลดลง ดังนั้นเครื่องควบคุมการชาร์จจะชาร์จรักษาระดับแรงดันในแบตเตอรี่ให้คงที่อยู่เสมอ(Float Voltage) มีค่า 13.7 โวลท์ สำหรับระบบ 12 โวลท์

2.4.2 คอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์ solar charge controller แบ่งเป็น 2 ประเภทตามลักษณะหลักการทำงาน

1.PWM (Pulse Width Modulation) หลักการทำงาน ก็คือ ควบคุมความถี่ของคลื่นไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ให้คงที่ ด้วยระบบดิจิทัล (Digital) เพื่อให้ประหยัดพลังงาน และสามารถควบคุมการประจุไฟเข้าสู่แบตเตอรี่ได้เป็นอย่างดี ทำให้แบตเตอรี่ไม่เสื่อมเร็ว มีฟังก์ชั่นไฟแสดงสถานะการทำงานที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น การทำงานของแผงโซล่าเซลล์/ ระดับการเก็บประจุของแบตเตอรี่ (ไฟเต็ม/ ไฟกลาง/ ไฟน้อย หรือใกล้หมด) / การจ่ายไฟ DC ให้เครื่องใช้ไฟฟ้าDC ที่กำลังต่อเชื่อมวงจร มีระบบการตัดไฟอัตโนมัติ ในกรณีไฟแบตเตอรี่ใกล้หมด เพื่อป้องกันแบตเตอรี่เสีย/ เสื่อมสภาพ เนื่องจากการใช้ไฟเกินกำลัง (Over Charge/ Over Discharge Protection) มี PWM Solar Charge Controller ขนาดต่างๆ ตามความต้องการใช้งานตามระดับปริมาณกระแสไฟใช้งาน ดังต่อไปนี้ 10A 20A 30A 40A 50A 60A และเลือกตามแรงดัน Input ได้แก่ 12V 24V 48V หรือ 96V



รูป PWM Solar Charge Controller

2.MPPT (Maximum Power Point Tracking) หลักการทำงานของตัวนี้ ก็คือ มีระบบไมโครโพรเซสเซอร์ หรือตัวจับสัญญาณ คอยควบคุมดูแลสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากแผงโซล่าเซลล์ เปรียบเทียบกับแรงดันกระแสในแบตเตอรี่ และเลือกสัญญาณไฟฟ้าที่สูงที่สุดจากแผงเพื่อประจุลงในแบตเตอรี่ให้เต็มที่ตลอดเวลา ดังนั้นจึงหมดห่วงเมื่อใช้อุปกรณ์ชนิดนี้ ขณะที่สภาพแสงแดดภายนอกไม่คงที่ แสงแดดอ่อนๆ ในช่วงเช้า/ ช่วงเย็น หรือตอนครึ้มๆ ก่อน/หลังฝนตก มี MPPT Solar Charge Controller ขนาดต่างๆ ตามความต้องการใช้งานตามระดับปริมาณกระแสไฟใช้งาน ดังต่อไปนี้ 10A 20A 30A 40A 50A 60A และเลือกตามแรงดัน Input ได้แก่ 12V 24V 48V หรือ 96V

รูป MPPT Solar Charge Controller

ข้อควรระวังในการเลือกซื้อคอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์

1.ไม่ควรเลือกขนาดของคอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์ใหญ่เกินกว่าที่ระบบต้องการ เพราะต้องเสียเงินซื้อเครื่องควบคุมการชาร์จราคามากเกินความจำเป็นด้วย เนื่องจากตัวคอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์ กระแสสูงๆ จะแพงกว่า ตัวกระแสต่ำ

2.ควรเลือกคอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์ ให้รองรับกับแรงดันระบบที่เลือกใช้เช่น แรงดันระบบ 24 V ควรเลือกเครื่องความคุมการชาร์จที่รองรับแรงดัน 24 V แต่ปัจจุบันได้มีรุ่นที่ออกแบบมาสำหรับ 12 V และ 24 V ในตัวเดียวกันมาจำหน่ายกันแล้ว

3.ควรเลือกขนาดกระแสของคอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์ให้เหมาะสมกับขนาดรวมของแผงโซล่าเซลล์ มิฉะนั้นอาจทำให้เครื่องควบคุมการชาร์จหรือแบตเตอรี่เสียหายได้ เช่น คอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์ จะมีค่าจำกัดอยู่ว่ายอมให้กระแสผ่านได้เท่าไหร่ เช่น คอนโทรลชาร์จโซล่าเซลล์ 12V./10A. หมายความว่า ชาร์จลงแบต 12V. ส่วน 10A. นั้นไม่ใช่ขนาดแบตฯ แต่เป็นขนาดโซล่าร์ที่ใช้ได้ แผงโซล่าร์แต่ละขนาดจะมีค่า Imp บอกที่ฉลากอยู่แล้วว่าเท่าไหร่ ถ้าค่า Imp นั้นไม่เกิน 10A. ก็เป็นใช้ได้ ถ้าเกินก็ต้องใช้รุ่น 20A. เช่นนี้เป็นต้น

2.5 แบตเตอรี่ deep cycle (Battery deep cycle)

แบตเตอรี่ deep cycle ถูกออกแบบมาให้สามารถคายประจุได้ถึง 45-80% ของพลังงานที่เก็บสะสมอยู่ โดยสามารถคายประจุได้มากกว่าแบตเตอรี่รถยนต์ทั่วไป มีลักษณะเป็นถังกักเก็บพลังงาน เพื่อนำไว้ใช้เมื่อระบบโซล่าเซลล์ หรือ ระบบกังหันลม ไม่สามารถผลิตกระแสไฟฟ้าได้ แม้ว่าจะไม่สามารถเก็บไฟได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ แต่ก็มีพลังงานไว้ใช้อย่างเพียงพอในยามฉุกเฉิน ซึ่งการมีแบตเตอรี่ชนิดนี้ไว้ จะช่วยเพิ่มความเสถียรภาพให้กับระบบมากยิ่งขึ้น อีกทั้งยังถูกออกแบบให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น โดยการเพิ่มขนาดของ

แผ่นตะกั่วให้มีความหนากว่าเดิม และใช้พื้นผิวสัมผัสตะกั่วกับสารละลายให้น้อยลง จึงทำให้การชาร์จและคายการประจุใช้เวลานานกว่า ปล่อยกระแสไฟฟ้าออกมาน้อยกว่าแบตเตอรี่รถยนต์ ที่จ่ายกระแสไฟฟ้าสูงขณะสตาร์ทเครื่องยนต์ อันเป็นสาเหตุให้แบตเตอรี่มีอายุสั้นลง

รูปที่ 2.5 Battery deep cycle

2.5.1 การทำงานของ battery deep cycle

การทำงานของแบตเตอรี่ชนิดนี้ จะใช้หลักการของปฏิกิริยาทางเคมี ที่เกิดจาก แผ่นตะกั่วจุ่มอยู่ในสารละลายกรดซัลฟิวริก โดยจะมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ขั้วบวกและขั้วลบ เพื่อการชาร์จและการคายประจุ ซึ่งหากต้องการให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ใช้งานได้ยาวนานขึ้น จำเป็นที่จะต้องเพิ่มแผ่นตะกั่วที่ขั้วบวกของแบตเตอรี่ให้หนาขึ้น เมื่อใช้ร่วมกับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ จะทำการเก็บประจุไฟฟ้าไว้ในถังแบตเตอรี่ ช่วยให้จ่ายไฟได้ต่อเนื่องและยาวนานกว่าเดิม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ทำหน้าที่เหมือนเป็นพลังงานสำรอง เมื่อการผลิตไฟฟ้าจากแผงโซล่าเซลล์ หยุดการทำงานลง

2.5.2 battery deep cycle มี 2 ชนิด

1.แบตเตอรี่ deep cycle ชนิดน้ำ (Flooded type deep cycle battery) ถือได้ว่าเป็นแบตเตอรี่ที่เหมาะแก่การใช้งานกับระบบโซล่าเซลล์และคุ้มค่ากับการลงทุนมากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกันต่อ Ah แล้ว สำหรับแบตเตอรี่ชนิดนี้ ต้องติดตั้งในพื้นที่ที่มีอากาศถ่ายเท และวางลักษณะตั้งขึ้นเท่านั้น และจำเป็นบำรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ แต่หากไม่ต้องการบำรุงรักษา ให้ใช้แบตเตอรี่ชนิดน้ำแบบ maintenance free ซึ่งถูกออกแบบให้มีอายุการใช้งานสั้นลง

รูป Flooded type deep cycle battery

2.แบตเตอรี่ deep cycle ชนิดแห้ง หรือ ชนิดมีวาล์วปรับแรงดันภายใน (VRLA) โดยไม่จำเป็นต้องบำรุงรักษาเพราะเป็นแบตเตอรี่ที่มีโครงสร้างระบบปิด แบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

รูป แบตเตอรี่ deep cycle ชนิดแห้ง (VRLA)

2.1แบตเตอรี่ deep cycle ชนิด AGM เป็นแบตเตอรี่ที่ภายในเป็นน้ำกรด แต่จะถูกซับด้วยวัสดุที่คล้ายใยแก้ว ไม่ให้เคลื่อนไหวหรือระเหยออกจากตำแหน่งแผ่นขั้วบวกและลบ โดยแบตเตอรี่ชนิดนี้จะมีราคาถูกจำหน่ายตามท้องตลาดทั่วไป เอาไว้ใช้สำรองไฟฟ้าแต่ไม่เน้นอายุการใช้งานที่ยาวนาน ข้อเสียของแบตเตอรี่ชนิดนี้คือ ถ่ายเทความร้อนได้ไม่สะดวก เนื่องจากน้ำกรดไม่ได้กระจายตัวไปทั้งลูก

รูป แบตเตอรี่ deep cycle ชนิด AGM

2.2แบตเตอรี่ deep cycle ชนิด GEL เป็นแบตเตอรี่ที่อยู่ในรูปของแข็งคล้ายเจล ซึ่งทำมาจาก Silicon Dioxide โดยภายในจะมีน้ำกรดที่อยู่ตามช่องว่างของเจล ถ่ายเทความร้อนได้ดี เพราะเจลจะกระจายไปทั่วแบตเตอรี่ทั้งลูก ช่วยแก้ปัญหาแบตเตอรี่เสื่อมเร็ว มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า ถือได้ว่าเป็นแบตเตอรี่ที่มีคุณภาพสูง เหมาะสำหรับระบบที่ต้องการความแน่นอนในการสำรองไฟฟ้า

รูปที่ 2.5.2 แบตเตอรี่ deep cycle ชนิด GEL

สรุปข้อดีของการใช้แบตเตอรี่ deep cycle

1.มีความสามารถในการเก็บประจุไฟฟ้า และสามารถจ่ายไฟได้มาก อย่างต่อเนื่องยาวนาน

2.เหมาะสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์ เช่น โซล่าเซลล์ ระบบไฟฟ้า 12/24V หรืออุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าต่อเนื่อง

3.แผ่นตะกั่ว ทั้งขั้วบวกและลบ หนากว่าแบตเตอรี่รถยนต์ จึงสามารถจ่ายไฟได้ดี

4.มีอายุการใช้งานยาวนานกว่า

2.6 ดิจิตอลไทม์เมอร์ดีซี 24 V (Digital Timer DC 24V)

รูปที่ 2.6 Digital Timer DC 24V

เครื่องทามเมอร์ใช้ตั้งเวลาเปิดปิดไฟ ใช้กับไฟ DC 24V สามารถรับโหลดได้16A ใช้ตั้งเวลาเปิดปิดไฟ ตั้งเวลาสั่งการใช้งานเปิดปิดมอเตอร์ เปิดปิดปั้มน้ำ ผู้ใช้สามารถนำไปใช้สั่งเปิดปิดไฟกับเครื่องไฟฟ้าได้มากมาย เครื่องสามารถตั้งเวลาใช้งานได้17โปรแกรม/วัน การทำงานเที่ยงตรง (ตั้งเวลาโปรแกรมให้ทำงานอย่างน้อยสุดได้1นาที)

การใช้งานเครื่องตั้งเวลาเปิดปิดไฟ 24V 16A THC15A

1.ปุ่มP เป็นปุ่มโปรแกรมใช้สำหรับตั้งโปรแกรม เครื่องสามารถตั้งโปรแกรมเปิดปิดได้17โปรแกรม

2.ปุ่มD+ คือปุ่มตั้งวัน จันทร์-อาทิตย์

3.ปุ่มH+ คือ ตั้งเวลาชั่วโมง 0-23

4.ปุ่มM+ คือตั้งเวลาเป็นนาที 00-59

5.ปุ่มclock ใช้สำหรับตั้งเวลานาฬิกา เมื่อกดปุ่มนาฬิกาค้างแล้วกดปุ่ม D+ H+ M+ จะเป็นการตั้งวัน-เวลา

6.ปุ่มรีเซ็ต ใช้กดเพื่อล้างเคลียค่าในหน่วยความจำออกทั้งหมด

7.ปุ่มแมนนวล ใช้สำหรับตั้งการทำงาน

- On สั่งให้สวิทช์ทำงานทันที
- Auto สั่งให้ทำงานตามโปรแกรมที่ตั้งไว้
- Off สั่งให้หยุดการใช้งานทามเมอร์

การต่อใช้งาน ให้ใช้งานกับแรงดันไฟ 24V เท่านั้น

1.ช่องหมายเลข1 ต่อไฟ +24V

2.ช่องหมายเลข2 ต่อไฟ -24V

3.ช่องหมายเลข3 เป็นแบบปกติปิด(NC Normally Close) คือสวิทช์จากขา4สับมาขา3 ขานี้จะมีไฟ (เอาไว้สำหรับต่อขั้วบวกของโหลด นิยมเอาไปต่อหลอดไฟแสดงผลสีแดง เอาไว้ติดตู้คอนโทรลเพื่อบ่งบอกสถานะการทำงานของทามเมอร์ ถ้าเราไม่ติดตั้งหลอดไฟ ขา3นี้ไม่ต้องใช้งานก็ได้)

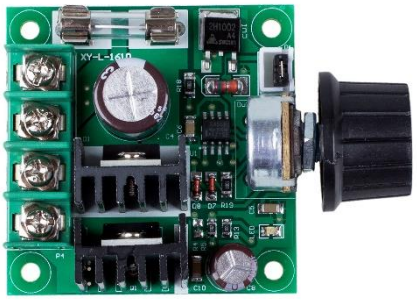
4.ช่องหมายเลข 4 ช่องนี้ (C คอมมอน) ให้ต่อไฟDC 24V (นำสายไฟมาเชื่อมต่อขา1 จั๊มสายเข้าขา4 เพื่อให้ขา4มีไฟ)

5.ช่องหมายเลข5 เป็นแบบปกติเปิด(NO Mormally Open) สวิทช์จะยังไม่ทำงาน(เปิดอยู่) รอจนกว่าทามเมอร์จะสั่งงานสับสวิทช์ (ต่อขั้วบวกของโหลด อุปกรณ์ไฟฟ้า24V ที่เราต้องการสั่งให้ทำงาน)

6.ขั้วลบของโหลดอุปกรณ์ไฟฟ้า ให้ต่อเข้ากับไฟ -24V (ต่อเข้าขา2)

รูป การต่อใช้งานกับแรงดันไฟ 24V

2.7 สปีดคอนโทรลมอเตอร์ดีซี (Speed Control Motor Dc)



รูปที่ 2.7 Speed Control Motor Dc 12V

วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ เป็นวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ให้หมุนตามความเร็วจะใช้โวลุ่มเป็นตัวปรับความเร็ว นอกจากนั้นยังสามารถปรับความถี่ เพื่อให้เหมาะสมกับมอเตอร์อีกด้วย

ข้อมูลทางด้านเทคนิค

-ใช้ไฟเลี้ยงวงจร 12-50 โวลท์ดีซี (ขึ้นอยู่กับจั๊มเปอร์และมอเตอร์)

-สามารถควบคุมมอเตอร์ดีซีขนาด 12-50 โวลท์กระแสสูงสุด 5 แอมป์

-สามารถปรับวามเร็วมอเตอร์ได้ตั้งแต่ 0-100%

-สามารถปรับความถี่ได้ 3 ช่วง (ขึ้นอยู่กับจั๊มเปอร์)

ช่วงที่ 1 ความถี่ตั้งแต่ 50 เฮิร์ต - 1 กิโลเฮิร์ต

ช่วงที่ 2 ความถี่ตั้งแต่ 240 เฮิร์ต – 13.84 กิโลเฮิร์ต

ช่วงที่ 3 ความถี่ตั้งแต่ 1.9 กิโลเฮิร์ต – 100 –กิโลเฮิร์ต

-ขนาดแผ่นวงจรพิมพ์ : 3.01 * 1.83 นิ้ว

การทำงานของวงจร

IC1 ทำหน้าที่กำเนิดความถี่ โดยขึ้นอยู่กับ R1,R2,VR1 และ C3 สำหรับ VR1 จะทำหน้าที่ปรับความถี่ให้ได้ตามต้องการ ค่าพัลส์ที่ได้จะถูกส่งเข้าขา 3 ของ IC2/1เพื่อทำการปรับค่าพัลส์ช่วงบวกและช่วงลบ ให้กว้างและแคบตามต้องการเป็นผลให้ความเร็วมอเตอร์หมุนเร็วแล้วช้าตามการปรับ VR2 ถ้าพัลส์ช่วงบวกกว้างกว่าช่วงลบ มอเตอร์จะหมุนเร็ว แต่ถ้าพัลส์ช่วงบวกน้อยกว่าช่วงลบมอเตอร์จะหมุนช้า พัลส์ที่ถูกปรับแต่งจะถูกส่งไปเข้า TR1 และ TR2 เพื่อทำการขับตัวมอสเฟต เพื่อให้มอสเฟตขับมอเตอร์ต่อไป

จั๊มเปอร์ JF1 และ JF2 ทำหน้าที่ในการเลือกช่วงความถี่และจั๊มเปอร์ J1-J4 ทำหน้าที่เลือกแรงดันที่ใช้จ่ายไฟเข้าวงจรและใช้เลี้ยงวงจร

การประกอบวงจร

รูปการลงอุปกรณ์แสดงไว้ในรูปที่ 2 ในการประกอบวงจรควรจะเริ่มจากอุปกรณ์ที่มีความสูงที่น้อยที่สุดก่อน เพื่อความสวยงามและการประกอบที่ง่าย โดยให้เริ่มจากไดโอดตามด้วยตัวต้านทานและไล่ความสูง

ไฟเรื่อยๆ สำหรับอุปกรณ์ที่ขั้วต่างๆควรใช้ความระมัดระวังในการประกอบวงจร ก่อนการใส่อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องใช้ขั้วที่แผ่นวงจรพิมพ์กับตัวอุปกรณ์ให้ตรงกัน เพราะถ้าหากใส่กลับขั้วแล้ว อาจจะทำให้อุปกรณ์หรือวงจรเสียหายได้ วิธีการดูขั้วและการใส่อุปกรณ์นั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 3 แล้วในการบัดกรี ให้ใช้หัวแร้งขนาดไม่เกิน 40 วัตต์ และใช้ตะกั่วบัดกรีที่มีอตราส่วนของดีบุกและตะกั่วอยู่ระหว่าง 60/40 รวมทั้งจะต้องมีน้ำยาประสานอยู่ภายในตะกั่วด้วย หลังจากที่ได้ใส่อุปกรณ์และบัดกรีเรียบร้อยแล้วให้ทำการตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง แต่ถ้าเกิดใส่อุปกรณ์ผิดตำแหน่ง ควรใช้ที่ดูดตะกั่วหรือลวดซับตะกั่ว เพื่อป้องการความเสียหายที่อาจจะเหิดกับลายวงจรพิมพ์

<u>การใช้งาน</u>

ให้ต่อมอเตอร์เข้าที่จุด M+ และ M- โดยต่อขั้วบวกและขั้วลบให้ถูกต้องสำหรับแหล่งจ่ายไฟที่ใช้ ให้ทำการเลิกจั๊มเปอร์ J1-J4 ให้ตรงกับขนาดแรงดันที่ใช้กับมอเตอร์

โดยสามารถเลือกได้ 4 ระดับ คือ J1 เลือกใช้ 12 โวลท์ J2 เลือกใช้ 24 โวลท์ J3 เลือกใช้ 30 โวลท์ และ J4 เลือกใช้ 50 โวลท์

จากนั้นเลือกช่วงความถี่ที่ต้องการ โดยสามารถเลือกได้จากตัวจั๊มเปอร์ JF2 J และ F2 ดังนี้จั๊มเฉพาะ JF2 เป็นช่วงความถี่ 20 เฮิร์ต – 1 กิโลเฮิร์ต จั๊มเฉพาะ JF21 เป็นช่วงความถี่ 240 เฮิร์ต – 13.84 กิโลเฮิร์ต และไม่จั๊มทั้ง JF1 และ JF2 เป็นช่วงความถี่ 1.9 กิโลเฮิร์ต – 100 กิโลเฮิร์ต

สำหรับ VR1 ใช้ในการปรับความถี่ และ VR2 ใช้ในการปรับความเร็ว

<u>หมายเหตุ</u>

-ความถี่ทีแนะนำในการใช้งานทั่วไป คือ 50-200 เฮิร์ต

-หากมอเตอร์กินกระแสตั้งแต่ 1 แอมป์ ขึ้นไปให้ใส่แผ่นระบายความร้อนแก่ตัวมอสเฟต รวมทั้งควรใช้พัดลมระบายความร้อนด้วย

<u>ข้อควรระวัง</u> : ก่อนใช้งาน จะต้องเลือกจั๊มเปอร์ J1-J4 ให้ตรงกับแรงดันที่จ่ายให้กับวง

2.8 มอเตอร์กระแสตรง 24v 350w (Dc Motor 24V 350W)

รูปที่ 2.7 Dc Motor 24V 350W

2.8.1 ความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในโรงงานต่างเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆในงานอุตสาหกรรมมอเตอร์มีหลายแบบหลายชนิดที่ใช้ให้เหมาะสมกับงานดังนั้นเราจึงต้องทราบถึงความหมายและชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าตลอดคุณสมบัติการใช้งานของมอเตอร์แต่ละชนิดเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการใช้งานของมอเตอร์นั้นๆและสามารถเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับงานออกแบบระบบประปาหมู่บ้านหรืองานอื่นที่เกี่ยวข้องได้

รูปที่ 2.7.1 Motor

1.1 ความหมายของมอเตอร์และการจำแนกชนิดของมอเตอร์

มอเตอร์ไฟฟ้า (MOTOR) หมายถึงเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกลมีทั้งพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับและพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง

1.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าแบ่งออกตามการใช้ของกระแสไฟฟ้าได้ 2 ชนิดดังนี้

1.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternating Current Motor) หรือเรียกว่าเอ.ซี มอเตอร์ (A.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับแบ่งออกได้ดังนี้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งออกเป็น3 ชนิดได้แก่

1.มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส หรือเรียกว่าซิงเกิลเฟสมอเตอร์ (A.C. Sing Phase)

- สปลิทเฟส มอเตอร์(Split-Phase motor)
- คาปาซิเตอร์มอเตอร์ (Capacitor motor)
- รีพัลชั่นมอเตอร์ (Repulsion-type motor)
- ยูนิเวอร์แวซลมอเตอร์ (Universal motor)
- เช็ดเดดโพล มอเตอร์ (Shaded-pole motor)

2.มอเตอร์ไฟฟ้าสลับชนิด 2 เฟสหรือเรียกว่าทูเฟสมอเตอร์ (A.C.Two phas Motor)

3.มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟสหรือเรียกว่าทีเฟสมอเตอร์ (A.C. Three phase Motor)

1.2.2.มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือเรียกว่าดี.ซี มอเอตร์ (D.C. MOTOR) การแบ่งชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกได้ดังนี้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่

1.มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor)

2.มอเตอร์แบบอนุขนานหรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor)

3.มอเตอร์ไฟฟ้าแบบผสมหรือเรียกว่าคอมเปาวด์มอเตอร์ (Compound Motor)

2.มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีคุณสมบัติที่ดีเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่นโรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโลหะหรือให้ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า เป็นต้นในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จัก อุปกรณ์ต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่าง ๆ

2.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนดังนี้

1 ส่วนที่อยู่กับที่หรือที่เรียกว่าสเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย

เฟรมหรือโยค (Frame Or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนื้อไปขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่นๆให้แข็งแรงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอก

ขั้วแม่เหล็ก (Pole) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือแกนขั้วแม่เหล็กและขดลวด

ส่วนแรกแกนขั้ว (Pole Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ กั้นด้วยฉนวนประกอบกันเป็นแท่งยึดติดกับเฟรม ส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้งนั้นเพื่อโค้งรับรูปกลมของตัวโรเตอร์เรียกว่าขั้วแม่เหล็ก (Pole Shoes) มีวัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและโรเตอร์ใกล้ชิดกันมากที่สุดเพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุดจะมีผลให้เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยังโรเตอร์มากที่สุดแล้วทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของโรเตอร์มากเป็นการทำให้มอเตอร์มีกำลังหมุน (Torque)

ส่วนที่สอง ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะพันอยู่รอบๆแกนขั้วแม่เหล็กขดลวดนี้ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้น และเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของอาเมเจอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น

2 ตัวหมุน (Rotor) ตัวหมุนหรือเรียกว่าโรเตอร์ตัวหมุนนี้ทำให้เกิดกำลังงานมีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน (Ball Bearing) ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์

ตัวโรเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1.แกนเพลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Croe) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์แกนเพลานี้จะวางอยู่บนแบริ่ง เพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวนิ่งไม่มีการสั่นสะเทือนได้

2. แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน (Laminated Sheet Steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด (Torque)

3. คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่แต่ละซี่มีฉนวนไมก้า (mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์ จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสาย ของขดลวดอาร์มาเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลา เป็นรูปกลมทรงกระบอก มีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน (Carbon Brushes) เพื่อรับกระแสจากสายป้อนเข้าไปยัง ขดลวดอาร์มาเจอร์เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วน ซึ่งเกิดจากขดลวดขั้วแม่เหล็ก ดังกล่าวมาแล้วเรียกว่า ปฏิกิริยามอเตอร์ (Motor action)

4. ขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสลอท (Slot) ของแกนอาร์มาเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่างๆ ที่ต้องการ ควรศึกษาต่อไปในเรื่องการพันอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) ในโอกาสต่อไป

แปรงถ่าน (Brushes)

ทำด้วยคาร์บอนมีรูปร่างเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าในซองแปรงมีสปิงกดอยู่ด้านบนเพื่อให้ถ่านนี้สัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลาเพื่อรับกระแส และส่งกระแสไฟฟ้าระหว่างขดลวดอาร์มาเจอร์ กับวงจรไฟฟ้าจากภายนอก คือถ้าเป็นมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรงจะทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเข้าไปยังคอมมิวเตเตอร์ให้ลวดอาร์มาเจอร์เกดแรงบิดทำให้มอเตอร์หมุนได้

2.2 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง (Motor Action)

หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Motor Action) เมื่อเป็นแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะ แปรงถ่านผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้น และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้น จะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรง แม่เหล็ก จะไม่ตัดกันทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกัน และทิศทางเดียวจะเสริมแรงกัน ทำให้เกิดแรงบิดในตัวอาร์มาเจอร์ ซึ่งวางแกนเพลาและแกนเพลานี้สวมอยู่กับตลับลูกปืนของมอเตอร์ ทำให้อาร์มาเจอร์นี้หมุนได้ ขณะที่ตัวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่าตัวหมุน การที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิกิริยาต่อกัน ทำให้ขดลวดอาร์มาเจอร์ หรือโรเตอร์หมุนไปนั้นเป็นไปตามกฎซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming’left hand rule)

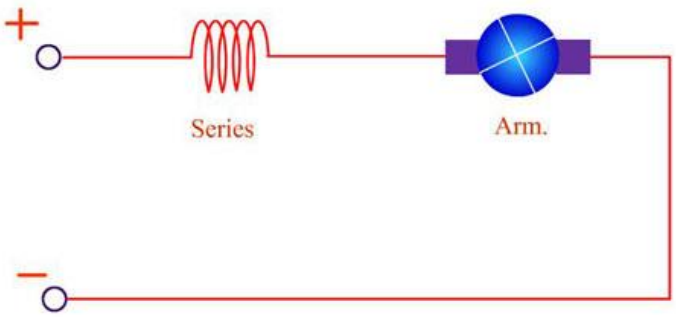
ชนิดของมอเตอร์

3.ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

3.1 มอเตอร์แบบอนุกรม (Series Motor)

คือมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ว่า ซีรีสฟิลด์ (Series Field) มีคุณลักษณะที่ดีคือให้แรงบิดสูงนิยมใช้เป็นต้นกำลังของรถไฟฟ้ารถยกของเครนไฟฟ้า ความเร็วรอบของมอเตอร์อนุกรมเมื่อไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมากแต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็ว ก็จะลดลงตามโหลด โหลดมากหรือทำงานหนักความเร็วลดลง แต่ขดลวด ของมอเตอร์ ไม่เป็นอันตราย จากคุณสมบัตินี้จึงนิยมนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ในบ้านหลายอย่าง เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้า เครื่องเป่าผม มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม ใช้งานหนักได้ดีเมื่อใช้งานหนักกระแสจะมากความเร็วรอบ จะลดลงเมื่อไม่มี

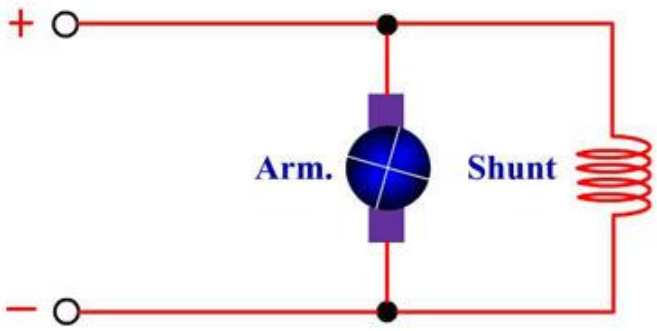
โหลดมาต่อความเร็วจะสูงมากอาจเกิดอันตรายได้ดังนั้นเมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรมจึงต้องมีโหลดมาต่ออยู่เสมอ



รูป (Series Motor)

3.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)

หรือเรียกว่าชันท์มอเตอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้ ขดลวดสนามแม่เหล็กจะต่อ (Field Coil)จะต่อขนานกับขดลวด ชุดอาเมเจอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้มีคุณลักษณะ มีความเร็วคงที่ แรงบิดเริ่มหมุนต่ำแต่ความเร็วรอบคงที่ ชันท์มอเตอร์ส่วนมากเหมะกับงานดังนี้พัดลมเพราะพัดลมต้องการความเร็วคงที่และต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ง่าย



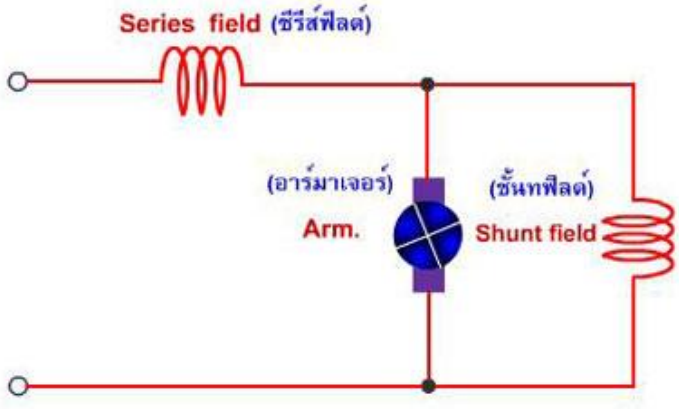
รูป (Shunt Motor)

3.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)

หรือเรียกว่าคอมเปาว์ดมอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้ จะนำคุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบขนาน และแบบอนุกรมมารวมกัน มอเตอร์แบบผสม มีคุณลักษณะพิเศษคือมีแรงบิดสูง (High staring torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ ตั้งแต่ยังไม่มีโหลดจนกระทั้งมีโหลดเต็มที่

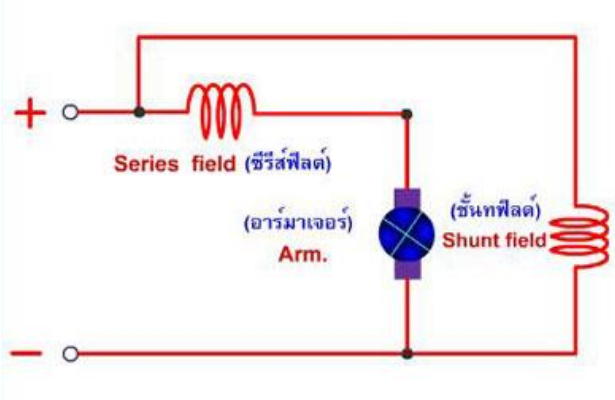
มอเตอร์แบบผสมมีวิธีการต่อขดลวดขนานหรือขดลวดชันท์อยู่ 2 วิธี

วิธีหนึ่งใช้ต่อขดลวดแบบชันท์ขนานกับอาเมเจอร์เรียกว่า ชอทชันท์ (Short Shunt Compound Motor)ดังรูปวงจร



รูป (Short Shunt Compound Motor)

อีกวิธีสองคือต่อขดลวด ขนานกับขดลวดอนุกรมและขดลวดอาเมเจอร์เรียกว่าลองชั้นท์คอมเปาวด์มอเตอร์ (Long shunt motor) ดังรูปวงจร



รูป (Long shunt motor)

2.9 ซีเล็คเตอร์สวิทช์

รูปที่ 2.8

หลักการทำงานของ ซีเล็คเตอร์สวิทช์

ซีเล็คเตอร์สวิตท์นั้นจะทำงานโดยอาศัยการบิดด้วยมือเพื่อให้หน้า Contact ที่อยู่ภายในตัวซีเล็คเตอร์สวิตท์เปลี่ยนสถานะการทำงานในแต่ละตำแหน่ง

ซึ่งลักษณะการบิดซีเล็คเตอร์มีอยู่ 2 แบบ

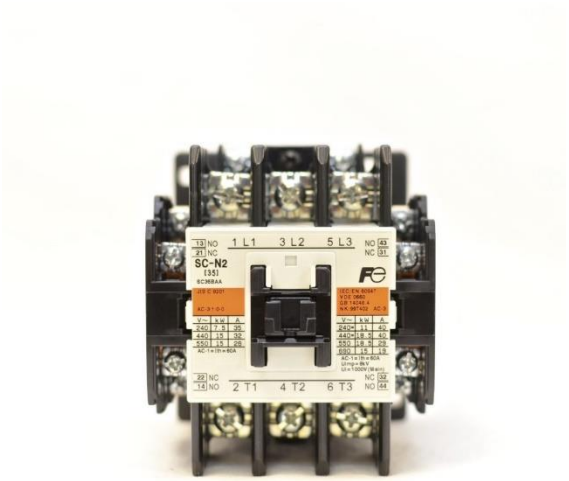
1. บิดค้าง เหมาะสำหรับงานที่ใช้การทำงานเป็นระยะเวลานานๆ เช่น บิดเพื่อทำการเปิดไฟแสดงสถานะ

ทำงานของเครื่องจักร เป็นต้น

2. บิดเด้งกลับ (spring return) เหมาะสำหรับใช้ในการจูนตำแหน่งการทำงาน (จะแม่นกว่า) เช่น การทำงานของเครน เป็นการทำงานไม่ซับซ้อน จะใช้สั่งการทำงานในระยะเวลาสั้นๆ

3. มีกุญแจ และแบบ เลือกตามลักษณะการทำงาน และ ที่ถูกออกแบบมา สามแบบนี้ นั้น มาเพื่อความปลอดภัย

2.10 แมกเนติกคอนแทคเตอร์

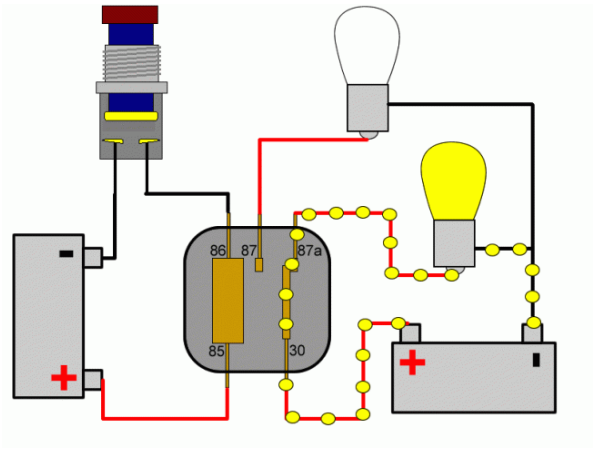


รูปที่ 2.10

แมกเนติกคอนแทคเตอร์ คือ อุปกรณ์สวิทช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อการเปิด-ปิด ของหน้าสัมผัส (Contact) ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส ในการตัดต่อวงจรไฟฟ้า เช่น เปิด-ปิด การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ นิยมใช้ในวงจรของระบบแอร์ , ระบบควบคุมมอเตอร์ หรือใช้ในการควบคุมเครื่องจักรต่างๆ โดยแมกเนติกคอนแทคเตอร์นั้น จะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่อการทำงาน ได้แก่ แกนเหล็ก (Core) ,ขดลวด (Coil) ,หน้าสัมผัส (Contact) และสปริง (Spring)

หลักการทำงานแมกเนติก คอนแทคเตอร์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กที่อยู่ขากลางของแกนเหล็ก ขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กที่แรงสนามแม่เหล็กชนะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่ (Stationary Core) เคลื่อนที่ลงมาในสภาวะนี้ (ON) คอนแทคทั้งสองชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงานคือ คอนแทคปกติปิดจะเปิดวงจรจุดสัมผัสออก และคอนแทคปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กคอนแทคทั้งสองชุดจะกลับไปสู่สภาวะเดิม

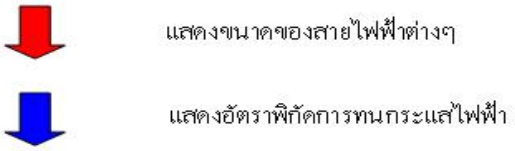


การเลือกขนาดสายไฟฟ้าให้เหมาะสมกับการใช้งาน

ในการเลือกขนาดสายไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานนั้นเราจะดูที่ พิกัดการทนกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าเป็นสำคัญ กล่าวคือถ้าอุปกรณ์ไฟฟ้ากินกระแสไฟฟ้ามากเราก็ต้องเลือกใช้ขนาดสายไฟฟ้าใหญ่ ถ้าอุปกรณ์ไฟฟ้ากินกระแสไฟฟ้าน้อยเราก็ใช้สายไฟฟ้าที่มีขนาดเล็กลงมา โดยดูได้จากตารางแสดงดังนี้

Conductor		Thickness of insulation	Thickness of sheath	Overall diameter		Current rating in air
Nominal cross-sectional area sq.mm	No.& dia. of wires No./mm	mm	mm	lower limit mm	upper limit mm	A
0.5	1/0.80	0.6	0.9	3.6 x 5.6	4.4 x 6.8	7
1	1/1.13	0.6	0.9	4.0 x 6.2	4.8 x 7.4	11
1	7/0.40	0.6	0.9	4.0 x 6.4	5.0 x 7.8	11
1.5	1/1.38	0.6	1.2	4.8 x 7.2	5.8 x 8.6	16
1.5	7/0.50	0.6	1.2	4.9 x 7.4	6.0 x 9.2	16
2.5	1/1.78	0.7	1.2	5.4 x 8.4	6.4 x 10.0	21
2.5	7/0.67	0.7	1.2	5.6 x 8.8	6.8 x 10.5	21
4	1/2.25	0.8	1.2	6.0 x 9.8	7.2 x 11.5	29
4	7/0.85	0.8	1.2	6.2 x 10.0	7.6 x 12.0	29
6	7/1.04	0.8	1.2	6.8 x 11.0	8.2 x 13.5	36
10	7/1.35	0.9	1.2	8.0 x 13.5	9.4 x 16.0	51
16	7/1.70	1.0	1.2	9.2 x 16.0	11.0 x 18.5	67
25	7/2.14	1.2	1.4	11.0 x 19.5	13.0 x 22.5	91
35	19/1.53	1.2	1.4	12.0 x 22.0	14.5 x 25.0	111

จะใช้ตารางด้านบน เพื่อเลือกขนาดสายไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมกับการใช้งานแบบง่ายๆ โดยให้ดู 2 ช่องหลักดังแสดงด้วยลูกศรแดงกับน้ำเงินดังนี้



ยกตัวอย่าง สายไฟฟ้าชนิด VAF ขนาด 2.5sq.mm จะมีพิกัดการทนกระแสไฟฟ้าได้ 21 แอมป (A) หรือ สายไฟฟ้าขนาด 25 sq.mm จะมีพิกัดการทนกระแสไฟฟ้าได้ 91 A จะเห็นได้ว่า ขนาดของสายไฟฟ้ายิ่งมากเท่าไหร่ อัตราพิกัดการทนกระแสไฟฟ้าก็จะยิ่งมากขึ้นเท่านั้น ดังนั้นเราจะต้องเลือกใช้ขนาดของสายไฟฟ้าให้เหมาะสมกับขนาดของโหลดอุปกรณ์ไฟฟ้า

<u>ขั้นตอนในการหาขนาดของสายไฟฟ้าให้มีความเหมาะสมกับอุปกรณ์ไฟฟ้า มีดังนี้</u>

1. ต้องรู้ค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า สำหรับค่ากระแสไฟฟ้านั้นหาได้จากแผ่นป้ายที่ติดอยู่ที่โครงอุปกรณ์ไฟฟ้า

หมายเหตุ ในกรณีที่แผ่นป้ายของอุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆไม่บอกค่ากระแสไฟฟ้ามา มีวิธีคำนวณเพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าด้วยวิธีง่ายๆ คือ นำค่ากำลังไฟฟ้า(วัตต์,w) หารด้วย ค่าแรงดันไฟฟ้า (โวลท์ , V) ถ้าเขียนเป็นสูตรก็จะได้ว่า

$$I = P / U$$

กำหนดให้ I = ค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็น แอมป์(A)
P = ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)
U = ค่าแรงดันไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าใช้งาน มีหน่วยเป็น โวลท์(V)

2 . เผื่อค่ากระแสไฟฟ้า อีก 25 % โดยทั่วไปวัสดุและอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อทำงานติดต่อกันเกินกว่า 3 ชั่วโมงขึ้นไปประสิทธิภาพการทำงานจะลดลงเหลือประมาณ 80 % ดังนั้น สายไฟฟ้าที่เราจะนำมาใช้งานก็เช่นเดียวกันเมื่อใช้งานติดต่อกันเกินกว่า 3 ชั่วโมงประสิทธิภาพในการทนกระแสก็จะลดลงเหลือประมาณ 80 % เพื่อเป็นการชดเชยประสิทธิภาพในการทนกระแสไฟฟ้าของสายไฟฟ้าในส่วนที่หายไป ก็เลยต้องมีการเผื่อค่ากระแสไฟฟ้าเพิ่มอีก 25 % ก่อน แล้วนำค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้นำไปหาขนาดสายไฟฟ้าในขั้นตอนต่อไป

3 .นำค่ากระแสไฟฟ้าเปิดตารางหาขนาดสายไฟฟ้า เราจะนำค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้ทำการเผื่อไว้แล้ว 25 % หรือพูดอีกแบบหนึ่งก็คือค่ากระแสไฟฟ้าที่ 125 % ทั้งนี้เนื่องจากสายไฟฟ้า มีอัตราพิกัดการทนกระสไฟฟ้าได้มากกว่าค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลจริงในวงจร จะทำให้สายไฟฟ้าไม่ร้อน และเกิดอุบัติเหตุอัคคีภัยได้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

3.1 แผนการดำเนินงาน

รายการปฏิบัติ	ต.ค. 61				พ.ย.61				ธ.ค.61				ม.ค. 62				ก.พ. 62				มี.ค. 62			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ขอครูเป็นที่ปรึกษา																								
ค้นคว้าหาข้อมูล																								
เสนอชื่อโครงงานกับครูที่ปรึกษา																								
กลั่นกรองโครงงาน																								
เสนอรายการอุปกรณ์																								
ขออนุมัติจัดทำโครงงาน																								
จัดทำโครงงาน																								
จัดทำเอกสารโครงงาน																								
นำเสนอโครงงาน																								
ส่งโครงงาน-เอกสารโครงงาน																								
จัดนิทรรศการโครงงาน																								

ขั้นเตรียมการ 1 ต.ค. 61 – 22 ม.ค. 61 ขั้นดำเนินการจัดทำโครงงาน 23 ม.ค. 62 – 15 ม.ค. 62

ตารางที่ 3.1.1 ตารางแผนการดำเนินงาน

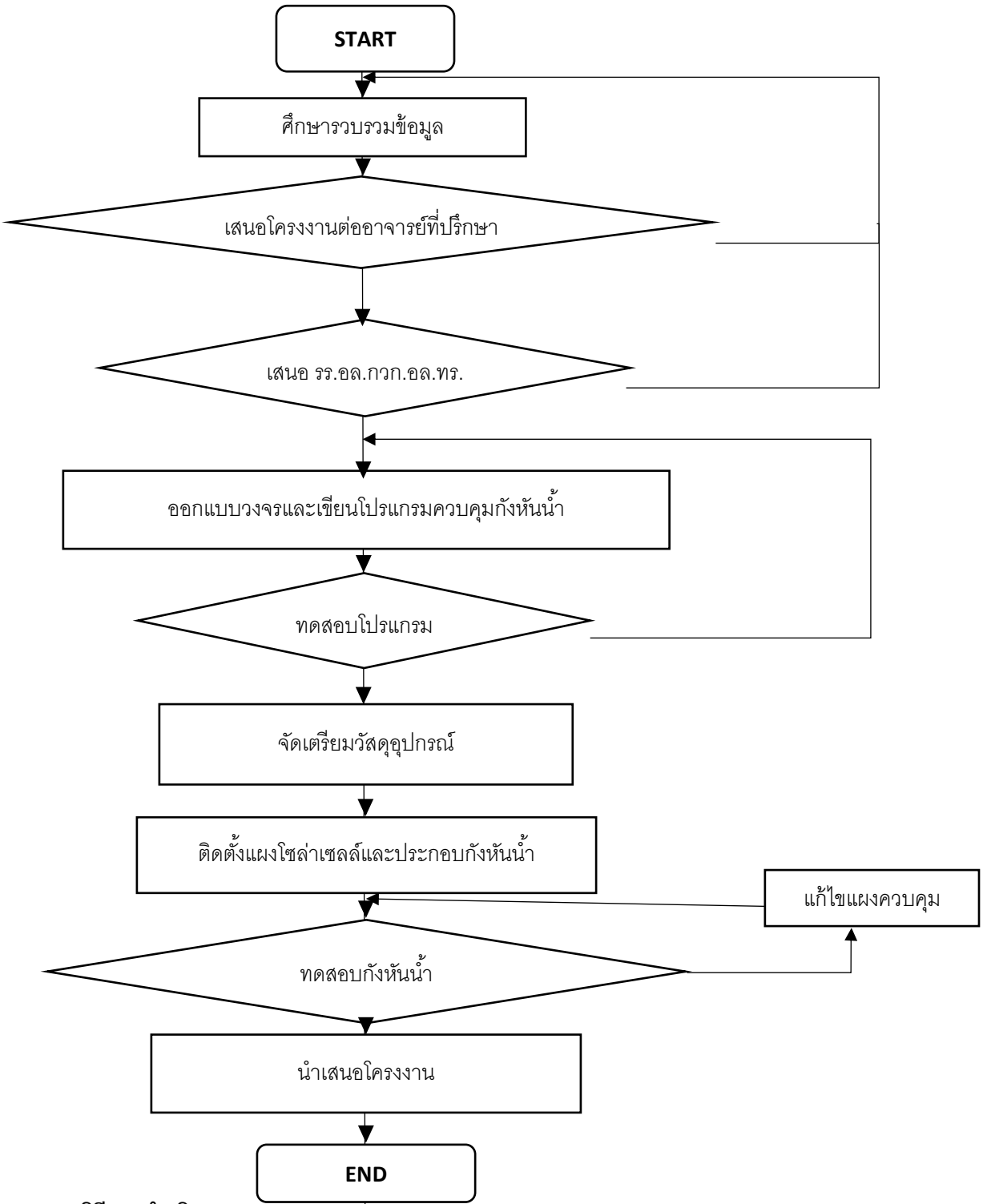
3.2 วัสดุและอุปกรณ์

ลำดับ	รายการ	จำนวน	หน่วย	ราคา/หน่วย	รวม(บาท)
1	แผงโซลาเซลล์แบบ Poly Crystalline ขนาด 315 W 24 V	1	แผง	6,200	6,200
2	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24 V 450W	1	ตัว	1,890	1,890
3	ท่อ PVC 5 นิ้ว	2	ท่อ	650	1,300
4	ข้องอ 90 องศา 5 นิ้ว	4	อัน	510	2,040
5	สามทาง 5 นิ้ว	2	อัน	720	1,440
6	น้ำยาประสานท่อ PVC กาวทาท่อ PVC 500 กรัม	1	กระป๋อง	240	240
7	วงล้อตีน้ำ พลาสติก 8 ใบ บูช ขนาด 25.5 mm	2	ชุด	450	900
8	ตลับลูกปืนตุ๊กตายึดสกรูตัวหนอน	3	อัน	300	900
9	เพลาขาว 25มม.x6.6 ม.	1	เส้น	660	660
10	โซ่เบอร์ 25 ยาว 1เมตร	2	เส้น	190	380
11	เฟืองโซ่ เบอร์ 25 ขนาด 18 ฟัน แกนยึด 10 มม.	2	อัน	170	340
12	เฟืองโซ่ เบอร์ 25 ขนาด 27 ฟัน แกนยึด 10 มม.	2	อัน	220	440
13	รางยึดแผงโซล่าเซล SLT24 solar cell alu standard Rail ยาว 4.2 เมตร	2	เส้น	950	1,900

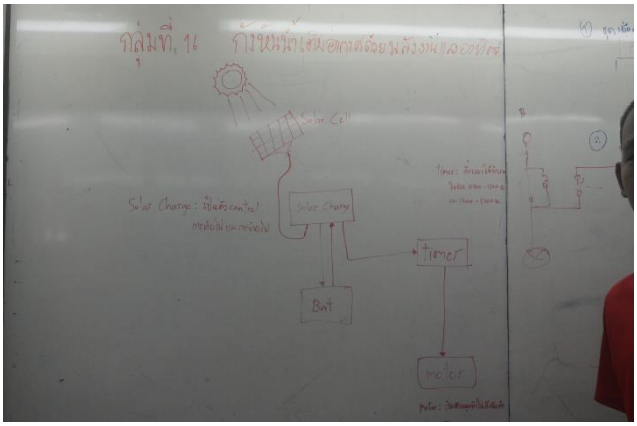
14	solar cell End clamp adjustable 35 - 50 mm.	24	อัน	35	840
15	solar cell Middle clamp 50 mm.	12	อัน	25	300
16	อุปกรณ์จับยึดแผงโซล่าเซลกับโครงหลังคา SLT013	10	อัน	20	2,000
17	PWM Solar Charger 12/24 V. 30 A	1	อัน	790	790
18	แบตเตอรี่ Deep Cycle 12 V. 80 AH	2	ลูก	4,400	8,800
19	Digital Timer DC 24V 16A THC15A	1	อัน	360	360
20	ตัวควบคุมความเร็วมอเตอร์ DC24VPWMhhoRC	1	อัน	359	359
21	สีสเปย์	5	กระป๋อง	70	350
	รวม				35,125
	VAT 7%				2,458
	รวมเป็นเงิน				37,583

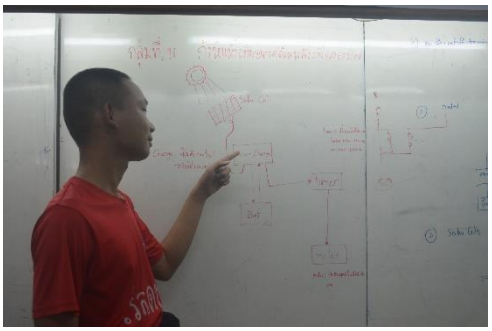
ตารางที่ 3.1.2 ตารางรายการวัสดุและอุปกรณ์

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน



3.4 รูปภาพแสดงวิธีการดำเนินงาน



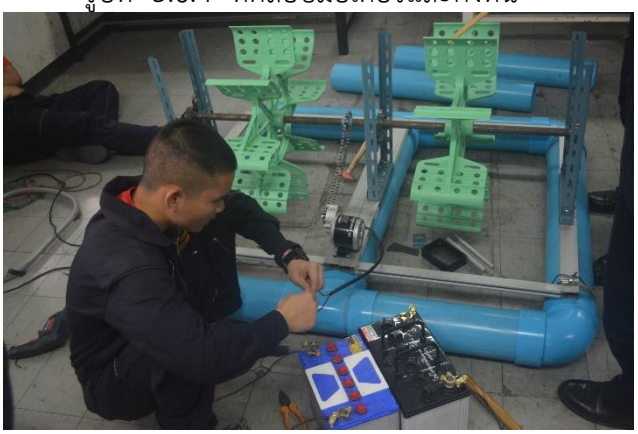


รูปที่ 3.6.1 เขียน Block Diagram

รูปที่ 3.6.2 ออกแบบกังหัน

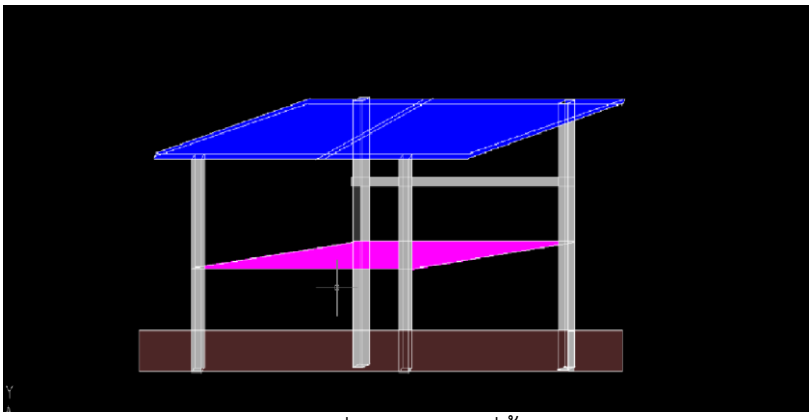
รูปที่ 3.6.3 ทดสอบนำโครงลอยน้ำ

รูปที่ 3.6.4 ทดสอบมอเตอร์และกังหัน



รูปที่ 3.6.5 ทดสอบการทำงาน

รูปที่ 3.6.6 ออกแบบภายนอกและภายในตู้คอลโทรล



รูปที่ 3.6.7 แบบที่ตั้งแผงโซล่าเซลล์

รูปที่ 3.6.8 ติดตั้งแผงโซล่าเซลล์

รูปที่ 3.6.9 ประกอบชิ้นส่วนต่างๆเข้าด้วยกัน

บทที่ 4

4.1 หลักการทำงาน

แผงโซล่าเซลล์

ซีเล็คเตอร์สวิทช์

ชาจเจอร์

เซอร์กิตเบรกเกอร์ DC

แมกเนติก
คอนแทรกเตอร์

แบตเตอรี่

Speed control

Timer

แมก

เนติกคอนแทรกเตอร์

LOAD

4.2 ผลการดำเนินงาน

จากโครงงานเราได้นำมาทดลองติดตั้งจริงบริเวณหน้า รร.อล.กวก.อล.ทร. โดยนำกังหันน้ำไปลอยในน้ำ

4.2.1 ตารางการวิเคราะห์ปริมาณออกซิเจนในน้ำ

ตารางที่ 1 Solubility of Oxygen in Water Exposed to Water-Saturated Air at Atmospheric Pressure (101.3 Kpa)

Temperature	Oxygen Solubility (mg/L)					
(°C)	Chlorinity: 0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0
0.0	14.621	13.728	12.888	12.097	11.355	10.657
1.0	14.216	13.356	12.545	11.783	11.066	10.392
2.0	13.829	13.000	12.218	11.483	10.790	10.139
3.0	13.460	12.660	11.906	11.195	10.526	9.897
4.0	13.107	12.335	11.607	10.920	10.273	9.664
5.0	12.770	12.024	11.320	10.656	10.031	9.441
6.0	12.447	11.727	11.046	10.404	9.799	9.228
7.0	12.139	11.442	10.783	10.162	9.576	9.023
8.0	11.843	11.169	10.531	9.930	9.362	8.826
9.0	11.559	10.907	10.290	9.707	9.156	8.636
10.0	11.288	10.656	10.058	9.493	8.959	8.454
11.0	11.027	10.415	9.835	9.287	8.769	8.279
12.0	10.777	10.183	9.621	9.089	8.586	8.111
13.0	10.537	9.961	9.416	8.899	8.411	7.949
14.0	10.306	9.747	9.218	8.716	8.242	7.792
15.0	10.084	9.541	9.027	8.540	8.079	7.642
16.0	9.870	9.344	8.844	8.370	7.922	7.496
17.0	9.665	9.153	8.667	8.207	7.770	7.356
18.0	9.467	8.969	8.497	8.049	7.624	7.221
19.0	9.276	8.792	8.333	7.896	7.483	7.090
20.0	9.092	8.621	8.174	7.749	7.346	6.964
21.0	8.915	8.456	8.021	7.607	7.214	6.842
22.0	8.743	8.297	7.873	7.470	7.087	6.723
23.0	8.578	8.143	7.730	7.337	6.963	6.609
24.0	8.418	7.994	7.591	7.208	6.844	6.498
25.0	8.263	7.850	7.457	7.083	6.728	6.390

Temperature	Oxygen Solubility (mg/L)					
(°C)	Chlorinity: 0	5.0	10.0	15.0	20.0	25.0
26.0	8.113	7.711	7.327	6.962	6.615	6.285
27.0	7.968	7.575	7.201	6.845	6.506	6.184
28.0	7.827	7.444	7.079	6.731	6.400	6.085
29.0	7.691	7.317	6.961	6.621	6.297	5.990
30.0	7.559	7.194	6.845	6.513	6.197	5.896
31.0	7.430	7.073	6.733	6.409	6.100	5.806
32.0	7.305	6.957	6.624	6.307	6.005	5.717
33.0	7.183	6.843	6.518	6.208	5.912	5.631
34.0	7.065	6.732	6.415	6.111	5.822	5.546
35.0	6.950	6.624	6.314	6.017	5.734	5.464
36.0	6.837	6.519	6.215	5.925	5.648	5.384
37.0	6.727	6.416	6.119	5.835	5.564	5.305
38.0	6.620	6.316	6.025	5.747	5.481	5.228
39.0	6.515	6.217	5.932	5.660	5.400	5.152
40.0	6.412	6.121	5.842	5.576	5.321	5.078
41.0	6.312	6.026	5.753	5.493	5.243	5.005
42.0	6.213	5.934	5.667	5.411	5.167	4.933
43.0	6.116	5.843	5.581	5.331	5.091	4.862
44.0	6.021	5.753	5.497	5.252	5.017	4.793
48.0	5.654	5.408	5.172	4.947	4.730	4.523
49.0	5.565	5.324	5.094	4.872	4.660	4.457
50.0	5.477	5.242	5.016	4.799	4.591	4.392

4.2.2 ตารางบันทึกผลการทดลองปริมาณการเพิ่มออกซิเจนในน้ำ

วัน/เดือน/ปี	ช่วงเวลาที่ทดสอบ	อุณหภูมิ (C°)	ขณะที่เครื่องยังไม่ทำงาน(mg/L)	หลังเครื่องทำงาน (mg/L)
12 มี.ค. 62	0730-0830	30	3	3.2
	1200-1300	40	3.2	3.4
	1600-1700	37	3.5	3.6
13 มี.ค. 62	0730-0830	30	3.1	3.3
	1200-1300	40	3.2	3.4
	1600-1700	37	3.6	3.7

ตารางการทดลองแผงโซล่าเซลล์

ผลการทดลอง			
เวลา (T)	อุณหภูมิ (C°)	กระแส (I)	แรงดัน (V)
0600-0700	29	10.15	32
0700-0800	30	8.78	37
0800-0900	32	8.78	37
0900-1000	38	8.55	38
1000-1100	39	8.55	38
1100-1200	40	8.33	39
1200-1300	40	8.33	39
1300-1400	39	8.33	39
1400-1500	39	8.33	39
1500-1600	38	8.33	39
1600-1700	37	8.78	37
1700-1800	34	9.28	35

ผลการทดลอง

ซึ่งจากกลุ่มที่ 16 ได้ดำเนินการหาปริมาณอากาศในน้ำโดยการเปิด-ปิดระบบรดน้ำอัตโนมัติโดยมีรูปแบบการทดลอง ดังนี้

1.ทดสอบกังหันน้ำโดยการนำพลังงานจากแผงโซล่าเซลล์ และ ทดสอบกังหันน้ำโดยการนำพลังงานจากแบตเตอรี่

2. ติดตั้งระบบการเปิดปิดอัตโนมัติโดยกำหนดเวลาในการทำงานเป็น 3 ช่วงๆละ 1 ชั่วโมง

3. การทดลองการเปิด-ปิดระบบกังหันน้ำอัตโนมัติโดยกำหนดเวลาในการทำงานช่วงเช้าตั้งแต่เวลา 07.30น. – 08.30 น. ช่วงบ่าย 12.00 น. – 13.00 น. และช่วงเย็นตั้งแต่เวลา 16.30 น. - 17.00 น.

4. ทดสอบสลับการใช้พลังงานระหว่างแผงโซล่าเซลล์และแบตเตอรี่ ซึ่งพบว่าการทดลองทั้ง 2 แบบนี้สามารถทำตามรูปแบบการทดลองได้ครบถ้วน

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

1. จากการทดสอบกังหันน้ำเติมอากาศด้วยพลังงานแสงอาทิตย์หลังการทำงานพบว่า ปริมาณออกซิเจนในน้ำมีปริมาณเพิ่มขึ้น

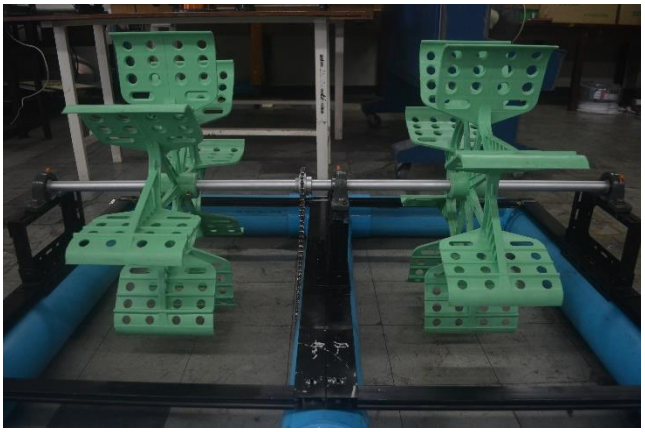
2. จากการทดสอบแผงโซล่าเซลล์พบว่าแรงดันที่อ่านค่าได้จากโซล่าชาร์จเจอร์จะเพิ่มตามปริมาณของแสงอาทิตย์ที่มีในแต่ล่ะช่วงเวลา ซึ่งช่วงที่แรงดันมากที่สุด คือ 11.00 น.- 16.00 น.

5.2 ข้อเสนอแนะ

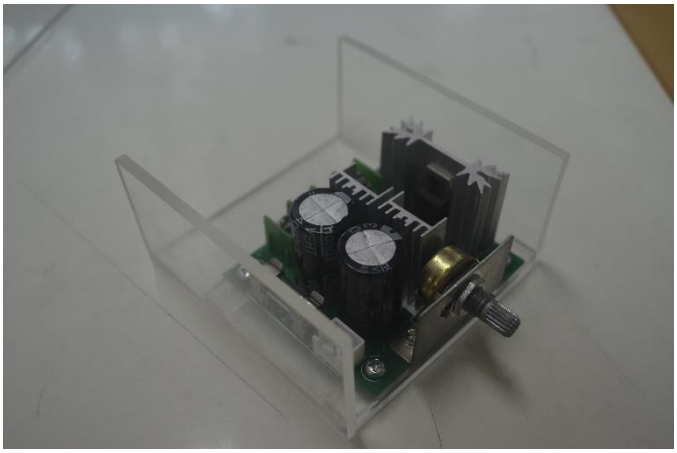
การทำโครงงานครั้งนี้ผู้ทำโครงงานควรมีพื้นฐาน การคำนวณหาโหลดที่ใช้และควรมีฐานข้อมูลที่สามารถสืบค้นได้สะดวกรวดเร็ว และควรมีความพร้อมทางด้านอุปกรณ์เครื่องมือและงบประมาณ ในการทำโครงงานที่เพิ่มขึ้น เพื่อให้โครงงานออกมสมบูรณ์มากที่สุด และสามารถนำโครงงานนี้ไปเป็นสื่อการเรียนการศึกษารวมทั้งสามารถติดตั้งและนำไปใช้บำบัดน้ำเสียได้จริงให้กับหน่วยงานต่างๆในกองทัพเรือ หรือหน่วยงานนอกได้

ภาคผนวก

กังหันน้ำ



มอเตอร์



สปีดคอนโทล

timer

ไขควง

โซล่าชาร์จเจอร์

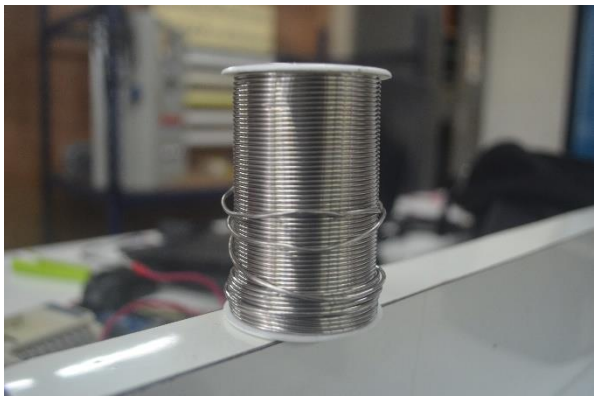
ท่อ

สายรัดท่อ

แบตเตอรี่

camp on

สาย VSF



ตะกั่วบัดกรี

หัวแร้ง

MARKER

บรรณานุกรม

- https://solarcellthailand96.com/design-calculator/buy-solar-cell/
- https://www.sunnergytech.com/category/65
- https://solarsmileknowledge.com/battery
- https://mall.factomart.com/principle-of-timer-relay/
- https://www.orientalmotor.co.th/products/sc/

ประวัติผู้ศึกษาค้นคว้า

ชื่อ นรจ.พฤพล คิมประเสริฐ

วันเกิด ๑๖ กรกฎาคม ๒๕๔๑

ที่อยู่ ๕๓/๒ หมู่ ๑ ต.ทรงคะนอง อ.สามพราน จ.นครปฐม

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.๒๕๕๙ มัธยมศึกษาชั้นปีที่ ๖ โรงเรียนวัดไร่ขิง

พ.ศ.๒๕๖๐ นักเรียนจ่าทหารเรือชั้นปีที่ ๑ โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการกรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

ชื่อ นรจ.ภูตะวัน พรมเทพ

วันเกิด ๓๐ ธันวาคม ๒๕๔๑

ที่อยู่ ๗๗ หมู่ ๕ บ้านโนนสวรรค์ ต.บ้านด่าน อ.บ้านด่าน จ.บุรีรัมย์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.๒๕๕๙ มัธยมศึกษาชั้นปีที่ ๖ โรงเรียนบุรีรัมย์พิทยาคม

พ.ศ.๒๕๖๐ นักเรียนจ่าทหารเรือชั้นปีที่ ๑ โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการกรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

ชื่อ นรจ.จตุพร แสงทองดี

วันเกิด ๗ มิถุนายน ๒๕๔๑

ที่อยู่ ๓๘๘ หมู่ ๒ ต.ช่องด่าน อ.บ่อพลอย จ.กาญจนบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.๒๕๕๙ มัธยมศึกษาชั้นปีที่ ๖ โรงเรียนบ่อพลอยรัชดาภิเษก

พ.ศ.๒๕๖๐ นักเรียนจ่าทหารเรือชั้นปีที่ ๑ โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการกรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

ชื่อ นรจ.ธนฐา ศรีทองคำ

วันเกิด ๒ มกราคม ๒๕๔๑

ที่อยู่ ๑๙ หมู่ ๔ ต.เกาะแก้ว อ.เมือง จ.ภูเก็ต

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.๒๕๕๘ มัธยมศึกษาชั้นปีที่ ๖ โรงเรียนภูเก็ตวิทยาลัย

พ.ศ.๒๕๖๐ นักเรียนจ่าทหารเรือชั้นปีที่ ๑ โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการกรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

ชื่อ นรจ.ธิติพันธ์ จันทรโชติวงษ์

วันเกิด ๒๑ กรกฎาคม ๒๕๔๑

ที่อยู่ ๒๖/๖ ถ.เทศบาลบำรุง๒ ต.บ้านเหนือ อ.เมือง จ.กาญจนบุรี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.๒๕๕๙ มัธยมศึกษาชั้นปีที่ ๖ โรงเรียนวิสุทธรังษี

พ.ศ.๒๕๖๐ นักเรียนจ่าทหารเรือชั้นปีที่ ๑ โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการกรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

ชื่อ นรจ.เรืองเดช กว้างสวาสดิ์

วันเกิด ๖ เมษายน ๒๕๔๒

ที่อยู่ ๑๕๐/๑ บ้านกุดตอแก่น อ.เขาวง จ.กาฬสินธุ์

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.๒๕๕๙ มัธยมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนเขาวงพิทยาคาร

พ.ศ.๒๕๖๐ นักเรียนจ่าทหารเรือชั้นปีที่ ๑ โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการกรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ

ชื่อ นรจ.ชัยวัฒน์ วราห์คำ

วันเกิด ๒๗ เมษายน ๒๕๔๑

ที่อยู่ ๘๓ หมู่ ๑๕ บ้านสร้างถ่อ อ.เขื่องใน จ.อุบลราชธานี

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.๒๕๕๙ มัธยมศึกษาปีที่ ๖ โรงเรียนเขื่องในพิทยาคาร

พ.ศ.๒๕๖๐ นักเรียนจ่าทหารเรือชั้นปีที่ ๑ โรงเรียนอิเล็กทรอนิกส์ กองวิทยาการกรมอิเล็กทรอนิกส์ทหารเรือ อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ