รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์

LED Street Lighting Solar Energy.

โดย

นายสุชาติ เขียวนอก

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณบำรุงการศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ปีการศึกษา 2556

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์

โดย

นายสุชาติ เขียวนอก

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากงบประมาณบำรุงการศึกษา

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ปีการศึกษา 2556

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับความอนุเคราะห์จากหลายฝ่าย ขอบพระคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สำหรับทุนสนับสนุนที่ใช้ในงานวิจัย ขอขอบคุณคณะกรรมการตรวจประเมินงานวิจัยทุก ๆ ท่าน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะ ตลอดจนแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ อันเป็นประโยชน์ต่องานวิจัยนี้ ขอบพระคุณครูอาจารย์ทุกท่านที่อบรมสั่งสอน ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ รวมทั้งอาจารย์สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในการใช้สถานที่ อุปกรณ์การทดลอง ประโยชน์อันใดที่เกิดจากการวิจัยนี้ ย่อมเป็นผลมาจากความกรุณาของท่านดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง

ผู้วิจัยจึงขอขอบคุณทุกท่านมา ณ โอกาสนี้

สุชาติ เขียวนอก

หัวข้อวิจัย : ชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์
ชื่อผู้วิจัย : **นายสุชาติ เขียวนอก**
มหาวิทยาลัย : **มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์**
ปีการศึกษา : **2556**

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและทดสอบชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์ พร้อมกับวิเคราะห์ความคุ้มทุนในการเปลี่ยนโคมส่องสว่างถนนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์มาใช้โคมหลอดแอลอีดี โดยการทดสอบมีรายละเอียดดังนี้

1.การทดสอบทดสอบระยะเวลาในการชาร์จประจุเข้าแบตเตอร์รี่ในแต่ละวัน โดยเริ่มเปิดการทำงานของเครื่องในขณะที่แบตเตอรี่ไม่มีประจุไฟฟ้าแล้วสังเกตการณ์ชาร์จประจุ ในสภาวะท้องฟ้ามีเมฆบดบังโดยได้ค่าเฉลี่ยรวม 6 ชั่วโมง 12 นาที และในสภาวะท้องฟ้าไม่มีเมฆบดบังโดยได้ค่าเฉลี่ยรวม 4 ชั่วโมง 43 นาที

2. การทดสอบทดสอบระยะเวลาในการทำงานของระยะเวลาในการทำงานของหลอดแอลอีดีในช่วงกลางคืน เปิดการทำงานของหลอดแอลอีดี โดยดูจากการทำงานของสถานะการทำงาน ผลปรากฏว่า รวมเวลาเฉลี่ย 6ชั่วโมง 9 นาที

3.ทดลองค่าความส่องสว่างของโคมแอลอีดี ได้ค่าความส่องสว่างที่ 120 ลักซ์ ที่ระยะความสูง 3 เมตร

4.วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อเทียบกับโคมส่องสว่างถนนหลอดฟลูออเรสเซนต์แลมป์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทั่วไป พบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายที่ชำระเป็นค่าไฟฟ้าได้ถึง 30957 บาทต่อปี และระยะเวลาการคืนทุน 0.12 ปี

ชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์ ได้ทำการทดสอบการใช้งานและติดตั้งอยู่หน้าอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม ซึ่งสามารถใช้งานจริงได้ เป็นต้นแบบที่จะนำไปพัฒนาปรับปรุงเพื่อที่จะนำไปใช้งานแทนโคมส่องสว่างถนนหลอดฟลูออเรสเซนต์หรือหลอดแสงจันทร์ที่มีค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าที่สูงกว่าหลอดแอลอีดีมาก

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ช
บทที่1 บทนำ.....	1
ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
ขอบเขตของการวิจัย.....	2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่2 ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	3
แผงโซล่าเซลล์.....	3
เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ.....	6
แบตเตอรี่.....	16
โคมถนนแบบ LED.....	18
พลังงานแสงอาทิตย์.....	20
บทที่3 วิธีการดำเนินงานวิจัย.....	23
ผังขั้นตอนการดำเนินงาน.....	23
การสร้าง.....	24
บทที่4 การทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง.....	29
ทดสอบระยะเวลาในการชาร์จประจุเข้าแบตเตอร์รี่.....	29

ทดสอบระยะเวลาในการทำงานของระยะเวลาในการทำงานของหลอดแอลอีดี... 30
การทดสอบค่าความส่องสว่างของโคมแอลอีดี..... 30
วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุน..... 31
บทที่ 5 สรุปผล ปัญหา การแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ..... 32
สรุปผล..... 32
ปัญหาและการแก้ไขปัญหา..... 32
ข้อเสนอแนะ..... 32

บรรณานุกรม..... 33
ภาคผนวก..... 34
ภาคผนวก ก..... 35
การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์..... 36

สารบัญ(ต่อ)

ภาคผนวก ข..... 37
เนื้อหาที่ให้ความรู้กับนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
ในรายวิชาอนุรักษ์และการจัดการพลังงานไฟฟ้า..... 38
ภาคผนวก ค..... 42
ประวัติผู้วิจัย..... 43

สารบัญตาราง

ตารางที่	**หน้า**
2.1 ตารางแผงโซล่าเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดต่างๆ.....	6
2.2 ตารางการเกิดผลต่อมอเตอร์.....	13
4.1 ตารางผลทดสอบระยะเวลาในการชาร์จประจุเข้าแบตเตอร์รี่.....	29
4.2 ตารางการทดสอบระยะเวลาในการทำงานของหลอดแอลอีดีในช่วงกลางคืน.....	30
4.3 ตารางการทดลองค่าความส่องสว่างของโคมแอลอีดี.....	30

สารบัญภาพ

ภาพที่	**หน้า**
2.1 แผงโซล่าเซลล์.....	3
2.2 การทำงานของเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ.....	7
2.3 อินเวอร์เตอร์.....	7
2.4 การแปลงไฟกระแสตรงตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ.....	9
2.5 การแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง.....	9
2.6 การเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้าสลับ.....	10
2.7 มอเตอร์.....	10

2.8 โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์..... 11
2.9 การต่อสวิตช์..... 12
2.10 รูปแบบควบคุมการเปิด-ปิดสวิตช์ 3 แบบ..... 13
2.11 การเปิดสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์เป็นครั้งแรก..... 14
2.12 แบตเตอรี่..... 16
2.13 โคมถนนแบบ LED..... 18
2.14 หลอด LED..... 19
2.15 การทดลองสร้างโรงไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์..... 20
2.16 ระยะของแสง..... 21
2.17 มวลอากาศ..... 22
2.18 รูปการตัดท่อแบบเฉียง 45 องศา..... 24
2.19 รูปการเจาะรูยึดของแผงโซล่าเซลล์..... 24
2.20 การเจาะรูยึดตัวแผงโซล่าเซลล์..... 25
2.21 การเชื่อมเสาติดกับฐานเหล็ก..... 25
2.22 การทำขาจับตู้ควบคุม..... 26
2.23 การทำฐานที่ยึดเสาไฟ..... 26
2.24 การยึดสกรูเสาไฟ..... 27
2.25 อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน..... 27
2.26 โคมไฟส่องสว่างถนนแอลอีดีที่เสร็จสมบูรณ์..... 28
ก-1 แสดงชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์
ติดตั้งที่อาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม..... 36

บทที่1
บทนำ

1.ความสำคัญและที่มาของปัญหาที่ทำการวิจัย

เนื่องด้วยปัจจุบันการใช้พลังงานในองค์กรของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์มีปริมาณเพิ่มมากขึ้น และได้ใช้พลังงานไฟฟ้าจากโคมไฟถนนในแต่ละวันไม่ต่ำกว่าวันละ8 ชั่วโมง ทำให้องค์กรต้องนำงบประมาณมาเสียค่าใช้จ่ายในแต่ละปีเป็นจำนวนมาก โคมไฟส่องสว่างถนนโดยใช้โซล่าร์เซลล์ในปัจจุบันเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับองค์กรขนาดใหญ่และมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ยังเป็นองค์กรด้านนวัตกรรมและเทคโนโลยี จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะเป็นองค์กรนำร่องด้านเทคโนโลยี และต้นแบบการอนุรักษ์พลังงาน รวมถึงการเป็นตัวอย่างที่ดีของหน่วยงานของภาครัฐในการอนุรักษ์พลังงาน และเป็นการตอบสนองนโยบายของรัฐ กระทรวงพลังงาน) ในด้านการอนุรักษ์พลังงาน และลดค่าใช้จ่าย จากการทำวิจัยขององค์กรพลังงานนานาชาติ (International Energy Agency, IEA) ได้ทำการสำรวจการใช้แสงสว่างและค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นทั่วโลก พบว่า ระบบแสงสว่างนับเป็นปัจจัยหลักของการใช้พลังงานไฟฟ้าทั่วโลก กระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้ทั่วโลกประมาณร้อยละ 19 ถูกนำไปใช้กับการให้แสงสว่าง หากเปรียบเทียบกันแล้ว พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ให้แสงสว่างมีมากกว่าพลังงานที่ผลิตได้จากสถานีไฟฟ้านิวเคลียร์หรือสถานีไฟฟ้าพลังน้ำ หรือเทียบเท่ากับพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตได้จากก๊าซธรรมชาติเลยทีเดียว

ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาค้นคว้าชุดโคมไฟส่องสว่างถนนพลังงานแสงอาทิตย์ตัวต้นแบบ ตัวโคมหลอดส่องสว่างทำมาจาก ไดโอดเปล่งแสง (light-emitting diode) เรียกย่อๆ ว่า LED ซึ่งตัวไดโอดเปล่งแสงใช้แรงดันเพียง 5 โวลท์ในการให้ความสว่าง ซึ่งหลอด LED จะใช้พลังงานน้อยมาก และใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์ซึ่งเป็นพลังงานสะอาด ชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์ จะติดตั้งตามถนนที่มีความมืดและสามารถเปิด ปิดได้เองอัตโนมัติซึ่งจะเป็นทางเลือกที่จะประหยัดพลังงานไฟฟ้าในการให้แสงสว่างอีกต่อไปได้ในอนาคต

2.วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

2.1 เพื่อสร้างชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์ 1 ชุด

2.2 เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาต้นแบบและพัฒนาการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดของนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

3.ขอบเขตของโครงการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยบรรลุตามวัตถุประสงค์ คณะผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตไว้ดังนี้

สร้างชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน1 ชุดโดยมีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

3.1 ขอบเขตงาน

3.1.1 ออกแบบและสร้างชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์ 1 ชุด

3.1.2 ออกแบบให้ สามารถเปิด ปิดเองได้อัตโนมัติ

3.1.3 ออกแบบให้ชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ระบบไฟฟ้ากระแสตรง

3.2 ส่วนประกอบของชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์

3.2.1 ดวงหลอด LED Ultra Bright ชนิดสว่างพิเศษ มุมกระจายแสง 120 ° / จำนวน 240 หลอด1 ชุด

3.2.2 แบตเตอรี่ชนิด Seal Lead Acid (Free Maintenance) 12V/17AH 1 ชุด

3.2.3 แผงSolar Cellขนาด 20 วัตต์ แบบPoly or Mono Crystalline 1 ชุด

3.2.4 ชุดอุปกรณ์ ปิด เปิด ไฟฟ้าอัตโนมัติ 1 ชุด

3.2.5 ชุดควบคุมระบบการชาร์จแบบ PWM

3.2.6 เสาสูง 4 เมตรทำจากเหล็กชุบ Zinc หรือ Hot-Dip Galvanized พร้อมตู้ควบคุมการทำงาน

4.ประโยชน์ที่คาดว่าจะ

4.1 ได้ชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 1 ชุด

4.2 เป็นแนวทางในการศึกษาต้นแบบและพัฒนาการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างประหยัดของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์และนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

บทที่ 2
ทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการทำวิจัยครั้งนี้ผู้ดำเนินการได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและสร้างโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์ดังนี้

2.1แผงโซล่าเซลล์

2.2เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ

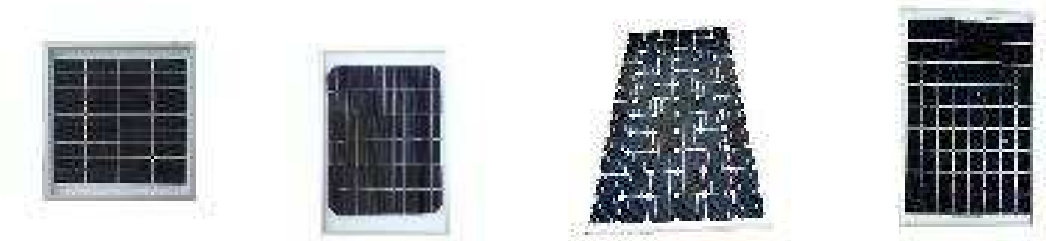
2.3แบตเตอรี่

2.4โคมถนนแบบ LED

2.5พลังงานแสงอาทิตย์

2.1 แผงโซล่าเซลล์ (Solar Cell)

แผงโซล่าเซลล์ คือ โซล่าเซลก็คือเครื่องชาร์จแบตเตอรี่นั่นเอง แผงโซล่าเซลวัตต์สูงชาร์จเร็ว วัตต์ต่ำชาร์จช้า โดยใช้แสงอาทิตย์เป็นตัวกำเนิดพลังงานไฟฟ้า



ภาพที่ 2-1 แผงโซล่าเซลล์

ชนิดของแผงโซล่าเซลล์

แผงโซล่าเซลล์ มีการผลิตออกมาหลายแบบหลักการต่อไปนี้คือการนำเอาส่วนผสมของการผลิตเป็นหลักสามารถแบ่งออกได้ 2ลักษณะคือ

2.1.1แบ่งตามวัสดุที่ใช้ทำ

สารกึ่งตัวนำที่นิยมนำมาผลิตเป็น Solar Cell ได้แก่ ซิลิคอนที่มีรูปผลึกและไม่มีรูปผลึก (Crystalline และ Amorphous Silicon) แกลเลี่ยม อาเซไนด์ (Gallium Arrsenide) อินเดียม ฟอสไฟด์ (Indium Phosphide) แคดเมียม เทลเลอไรด์ (Cadmium Telluride) และคอปเปอร์ อินเดียม ไดเซเลไนด์ (Copper Indium Diselenide CIS) เป็นต้น การค้นพบการตอบสนองทางไฟฟ้าเมื่อมีแสงตกกระทบบนวัตถุถูกค้นพบโดยนักวิทยาศาสตร์ชื่อ Edmond Becquerel ในปี ค.ศ. 1839 เขาได้สังเกตุเห็นว่าเมื่อมีแสงตกกระทบบนด้านหนึ่งของ Electrochemical Cell แล้วจะมีการผลิตกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้น ต่อจากนั้นยังได้มีการผลิต Selenium Photovoltaic Cell ขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1883 ในปี ค.ศ. 1905 มีการค้นพบว่าจำนวนระดับพลังงานของอิเล็กตรอนของวัสดุที่มีความไวต่อแสงจะเปลี่ยนแปลงไปตามความเข้มและที่ความยาวคลื่นของแสงที่จะตกกระทบบนวัสดุนั้น ๆ การทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

วัสดุชนิดอื่นที่สามารถนำมาผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ได้ เช่น แกลเลียม อาเซไนด์ หรือแคดเมียม เทลเลอไรด์ แต่ยังมีราคาค่อนข้างสูงหรือยังไม่มีการพิสูจน์ว่าสามารถใช้งานได้นานกว่า 20 ปี ข้อเสียของเซล์แสงอาทิตย์แบบซิลิคอน คือ กรรมวิธีการเตรียมให้บริสุทธิ์และอยู่ในรูปของสารที่พร้อมทำเซลล์แสงอาทิตย์ยังมีราคาแพงและแตกหักได้ง่าย เมื่อถึงขั้นตอนสุดท้าย เซลล์แสงอาทิตย์ซิลิคอนที่ให้ประสิทธิภาพสูงสุด คือ อะตอมเรียงกัน เป็นแบบผลึกเดี่ยว (Single Crystal) หรือที่รู้จักกันในชื่อ (Monoceystalling) การเตรียมสารซิลิคอนชนิดนี้เริ่มต้นจากนำสารซิลิคอนมาหลอมละลายแล้วทำให้เกิดการจับตัวกันเป็นผลึกเล็ก ๆ จากนั้นจะขยายขนาดขึ้นเรื่อย ๆ จนเป็นแท่งผลึก นำแท่งผลึกมาตัดให้เป็นแผ่นบาง ๆ ด้วยเลื่อยตัดเพชรจากนั้นเป็นขบวนการทำให้ผิวให้เรียบโดยใช้สารละลายอัลคาไล การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์อีกวิธีหนึ่งที่มีค่าใช้จ่ายถูกกว่าวิธีแรกคือการเทสารละลายซิลิคอนลงในแบบพิมพ์ เมื่อสารละลายซิลิคอนแข็งตัวก็จะได้เป็นแท่งซิลิคอนแบบผลึกรวม (Polycrystalline) ความแตกต่างระหว่างแบบผลึกเดี่ยวและแบบผลึกรวมสังเกตได้จากแบบผลึกรวมจะเห็นหน้าผลึกหลาย ๆ หน้าในแผ่นเซลล์ ในขณะที่แบบผลึกเดี่ยวจะเห็นเป็นสีเดียว คือ สีน้ำเงินเข้ม เซลล์แสงอาทิตย์ซิลิคอนแบบผลึกรวมนี้ จะให้ประสิทธิภาพต่ำกว่าแบบผลึกเดี่ยว อย่างไรก็ตาม เซลล์ทั้ง 2 ชนิดมีข้อเสีย คือแตกหักง่าย

การผลิตเซลล์แสงอาทิตย์อีกชนิดหนึ่งคือ การนำเทคนิคการเคลือบสารซิลิคอนที่เป็นพิล์มบาง (Thin film) บนแผ่นแก้วหรือแผ่นโลหะสารซิลิคอนที่ใช้เป็นแบบไม่มีรูปผลึกหรืออะมอฟัส (Amorphous) ซึ่งมีประสิทธิภาพในการเปลี่ยนรูปพลังงานต่ำกว่า 2 แบบแรก แต่ปัจจุบันได้มีการนำเทคโนโลยีสมัยใหม่มาใช้ในการผลิตทำให้สามารถลดต้นทุนการผลิตลงและเพิ่มประสิทธิภาพขึ้นด้วย เช่น เซลล์แสงอาทิตย์แบบฟิล์มบางที่

มีโครงสร้างเป็นหลายชั้น (Triple junction structure) เป็นต้น ข้อดีของเซลล์แบบอะมอฟัส คือ มีน้ำหนักเบา สามารถบิดงอได้โดยไม่แตกหัก ในมุมมองของสถาปนิกยังให้ความสำคัญต่อความสวยงามของวัสดุที่ทำเซลล์อีกด้วย เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยวจะเป็นสีน้ำเงิน และเป็นเนื้อเดียวกันแบบผลึกรวมมีสีน้ำเงินเหมือนกัน แต่ต่างกันที่ลวดลายบนหน้าผลึก ส่วนเซลล์แบบแผ่นบางไม่มีรูปผลึกจะมีสีน้ำตาลเหมือนกับที่ใช้ในเครื่องคิดเลข จากข้อจำกัดเหล่านี้ผู้ผลิตบางรายได้พยายามที่จะเปลี่ยนสีของเซลล์นั้นอาจทำให้เกิดการสะท้อนกลับของแสงที่ตกกระทบสูงขึ้นมีผลให้ประสิทธิภาพการผลิตไฟฟ้าลดลง แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Modules) แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ผลิตขึ้นจากเซลล์เซลล์เดี่ยวจะมีค่าต่ำมากการนำมาใช้งานจะต้องนำเซลล์หลาย ๆ เซลล์มาต่อกันแบบอนุกรม เพื่อเพิ่มค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าให้สูงขึ้น เซลล์ที่นำมาต่อกันในจำนวนและขนาดที่เหมาะสมเรียกว่าแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้ดีและยังเป็นเกราะป้องกันแผ่นเซลล์อีกด้วยแผงเซลล์จะต้องมีการป้องกันความชื้นที่ดีมากเพราะ จะต้องอยู่กลางแดดกลางฝนเป็นเวลายาวนานในการประกอบจะต้องใช้วัสดุที่มีความคงทนและป้องกันความชื้นที่ดีเช่น ซิลิโคน และอีวีเอ (Ethelene Viny 1 Acetate) เป็นต้นเพื่อเป็นการป้องกันแผ่นกระจกด้านบนของแผงเซลล์จึงต้องมีการทำกรอบด้วยวัสดุที่ทน มีความแข็งแรงแต่บางครั้งก็ไม่มีความจำเป็นถ้ามีการเสริม ความแข็งแรงของแผ่นกระจกให้เพียงพอซึ่งก็ที่จะมีสามารถทดแทนการทำกรอบได้เช่นกันดังนั้นแผงเซลล์จึงมีลักษณะเป็นแผ่นเรียบ (Laminate)ซึ่งสะดวกใน การติดตั้ง เซลล์แสงอาทิตย์ 1 เซลล์จะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าได้ 0.5 โวลต์ (DC) โดยไม่ขึ้นกับขนาดของเซลล์ส่วนกระแสที่ผลิตได้จะขึ้นอยู่กับขนาดของเซลล์ เช่น เซลล์ที่มีพื้นที่ 4 X 4 ตารางนิ้วจะให้กระแสประมาณ 3 แอมแปร์ กำลังผลิตประมาณ 15 วัตต์ ในกรณีที่ต้องการให้แรงเคลื่อนไฟฟ้าสูงขึ้นทำได้โดยการต่อเซลล์กันแบบอนุกรม (ขั้วบวกต่อเข้ากับขั้วลบของอีกเซลล์หนึ่ง) แต่ถ้าต้องการเพิ่มกระแสต้องต่อกันแบบขนาน (ขั้วบวกต่อกับขั้วบวกของอีกเซลล์) เซลล์ภายในแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะมีขั้วต่อที่เป็นขั้วบวกและขั้วลบต่อกับแบบอนุกรมแล้วต่อรวมออกมานอกแผงเซลล์ (รูปที่ 4) โดยทั่วไปแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีขายในท้องตลาดจะมีแรงเคลื่อนสูงสุดประมาณ 21-22 โวลต์ รูปที่ 4 โครงสร้างของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ แบบผลึกซิลิกอน ชุดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ (PV Array) สิ่งหนึ่งที่น่าสนใจของเซลล์แสงอาทิตย์ก็คือกำลังผลิตที่สามารถเพิ่มโดยการต่อแผงเซลล์แสงอาทิตย์เข้าด้วยกันเป็นชุดหรือแถว (Array) ภายในชุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ มีหลักการต่อ 2 วิธีคือ ต้องการเพิ่มแรงเคลื่อนไฟฟ้าต้องต่อแบบอนุกรมต้องการเพิ่มกระแสให้ต่อแบบขนาน ในกรณีของโครงการระบบผลิต และจำหน่ายไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์บนหลังคาบ้าน 10 หลังแรกของประเทศไทยออกแบบระบบไว้ดังนี้

- กำหนดแรงเคลื่อน (Rated Voltage) ที่ 255 โวลต์กระแสตรงใช้แผงเซลล์ต่ออนุกรมชุดละ 15 แผง ใช้ 2 ชุด ต้องใช้แผงทั้งหมด 30 แผง - แผงเซลล์แต่ละแผงมีกำลังผลิตสูงสุด 75 วัตต์กำลังผลิตสูงสุด 2,250 กิโลวัตต์

- แผงหันไปทางทิศใต้ทำมุมเอียง 15-45 องศากับแนวนอนขึ้นอยู่กับบ้านแต่ละหลัง

- ความเข้มแสงอาทิตย์เฉลี่ยต่อวันใน 1 ปี 4.5 กิโลวัตต์-ชั่วโมง ต่อรางเมตร - พลังงานไฟฟ้าที่คาดว่าจะผลิตได้ปีละ 2,800 3,600 กิโลวัตต์-ชั่วโมง

- ขนาดของแผงแต่ละแผง 1.20X0.527 เมตรแต่ละชุดมีพื้นที่เฉลี่ย 20 ตารางเมตร ร่มเงามีผลอย่างไรต่อการผลิตกระแสไฟฟ้า บ้านพลังแสงอาทิตย์ 10 หลังแรกของประเทศไทยก็เหมือนกับติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์โดยทั่วไปกล่าวคือ ชุดแผงเซลล์

2.1.2 รุ่นของแผงโซ่ล่าเซลล์

แผงโซล่าเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดต่างๆ

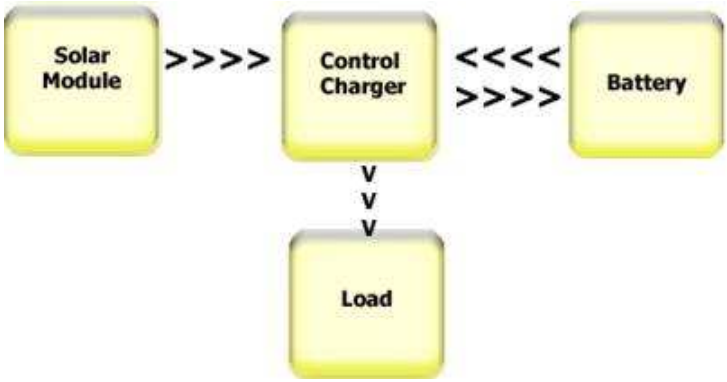
Model	Electricity Performance Parameter					Module size	Weight
	Power (W)	Vmp (V)	Imp (A)	Isc (A)	Voc (V)	L x Wx H (mm)	(Kg.)
S-5W	5	18.0	0.28	0.31	21.6	205x290x28	≈1.0
S-6W	6	17.1	0.36	0.48	21.3	287x276x21	≈1.2
S-10W	10	18	0.56	0.62	22	356x301x25	≈1.4
S-15W	15	17.20	0.90	1.30	21.0	335x405x35	≈1.6
S-20W	20	17.5	1.14	1.26	21.5	536x340x28	≈2.0
S-30W	30	18.36	1.63	1.77	22.3	536x450x28	≈3.0
S-40W	40	17.93	2.23	2.42	21.82	630x580x28	≈4.0
S-50W	50	17.28	2.90	3.16	21.25	780×535×28	≈5.4
S-60W	60	17.00	3.54	4.05	21.00	782x672x35	≈6.0
S-65W	65	16±0.5	4.12±0.20	4.54±0.20	20±0.5	1176x531x35	≈5.0
S-68W	68	16±0.5	4.13	5.10	23.10	2849x394x4	≈6.0
S-80W	80	17.93	4.46	4.84	2.82	1197×535×48	≈7.0
S-90W	90	18.36	4.90	5.31	22.03	1197×535×48	≈7.0
S-120W	120	17.35	6.92	7.92	21.60	1481x666x48	≈14.0
S-130W	130	17.82	7.30	8.05	22.10	1481x666x48	≈14.0

ตารางที่ 2.1แผงโซล่าเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดต่างๆ

2.2 เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ (Solar Charge Controller)

2.2.1 หลักการทำงานของเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ

เครื่องควบคุมการชาร์จประจุ Solar Charge Controller หรือ Regulator จัดเป็นมันสมองของระบบโซล่าเซลล์เลยทีเดียว กล่าวคือถ้าเราได้ชาร์จเจอร์ที่ดีการทำงานของระบบก็จะราบรื่น หลักการทำงานของไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์นั้นจะเป็นตามดังภาพ



ภาพที่ 2-2 การทำงานของเครื่องควบคุมการชาร์จประจุ

โซล่าจะแปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าไปเก็บไว้ที่ แบตเตอรี่ โดยผ่านชาร์จเจอร์ และ เมื่อจะจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ไปที่หลอดก็ต้องผ่านชาร์จเจอร์ จะเห็นได้ว่าถ้าชาร์จเจอร์เสียแล้วละก็ ระบบจะรวนไปทั้งระบบและไฟจะไม่ติดแน่นอนชาร์จเจอร์ที่ดี จึงสำคัญมากๆๆ คุณสมบัติที่กล่าวมาเป็นเพียงคุณสมบัติพื้นฐานเท่านั้น สำหรับระบบไฟถนนแล้วยังต้องมีคุณสมบัติด้านอื่นอีก คือ จะต้องเป็นชาร์จเจอร์ที่ควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ซึ่งสามารถกำหนดโลจิกส์การทำงานได้ เพื่อให้เปิด-ปิดไฟเองอัตโนมัติในเวลากลางวัน-กลางคืน ชาร์จเจอร์จะต้องรู้เวลาที่จะเปิดปิดด้วยตัวมันเองโดยไม่ต้องพึ่งพาสวิทช์แสงซึ่งเป็นเทคโนโลยี่ที่ล้าสมัยไปแล้ว อีกประการหนึ่งของชาร์จเจอร์ที่ดี ถ้ามีระบบ PWM ได้จะช่วยให้การเก็บพลังงานสมบูรณ์แบบมากขึ้นไปอีก ทำให้แน่ใจได้ว่าไฟถนนของท่านจะติดตลอดทั้งคืน 12 ชั่วโมง อย่างแน่นอนแม้วันฟ้าปิด หรือพายุเข้า ก็มีการสำรองไฟที่ดี และถ้าต้องการไฟฟ้า 220V.เราจำเป็นต้องมีตัวแปลงไฟฟ้า นั่นก็คือ อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

2.2.2 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

ภาพที่ 2-3 อินเวอร์เตอร์

คือเครื่องแปลงไฟแบตเตอรี่รถยนต์ 12V.เป็นไฟบ้าน 220V. อินเวอร์เตอร์มีวัตต์หลายขนาด ตั้งแต่ 75วัตต์ จนถึง 2400วัตต์ ซึ่งแล้วแต่เครื่องใช้ไฟฟ้าของท่านกินกำลังไฟฟ้าเท่าไร

- เช่น บางท่านเอาไปใช้งานเกี่ยวกับอุปกรณ์กู้ภัยใช้ 800วัตต์ พวกหลอดไฟฟ้าส่องทางเวลาเกิดไฟไหม้

- สว่านไฟฟ้า เครื่องตัดไฟฟ้า หินเจียร เป็นต้น

- เอาไปใช้เที่ยวป่า หุงข้าว ทำอาหาร

- สูบน้ำจากลำธาร

- ดูทีวี ใช้พัดลม

- เอาไปใช้กับอุปกรณ์ Computer เช่น Notebook PC Printer ต่างๆ แล้วไปจอดรถหน้าห้างสรรพสินค้าทั่วไป รับจ้าง ทำนามบัตร ถ่ายรูปด่วน ส่ง Fax เล่นอินเตอร์เน็ท ส่งอีเมล์ ก็ยังมีเห็นมีอยู่บ่อยๆเลย หรือ หรืออีกที บางหน่วยงาน

-ไปใช้ร่วมกับโซล่าเซลบาง บางหน่วยงานรถไฟฟ้าใต้ดิน นำแบตเตอรี่มาพ่วงกับอินเวอร์เตอร์แล้วใส่รถเข็นไปไปบนรางรถไฟนำอุปกรณ์ ขุด ตัด ต่อ เจียร มาต่อเครื่องนี้ได้ทุกที่ๆเข็นรถคันนี้ไป ไม่ต้องโยงสายไฟฟ้าให้เกะกะ หรือยาวมากๆซึ่งสินเปลืองค่าสายไฟฟ้ามากกว่าใช้อินเวอร์เตอร์นี้ ตกตอนเย็นก็นำแบตเตอรี่มาชาร์ตใหม่ ตอนเช้าก็เข็นไปบนรางรถไฟและใช้ได้เหมือนเดิม

- บางร้านค้า หรือบ้านที่อยู่อาศัย ก็นำไปใช้เป็นไฟฟ้าฉุกเฉินได้สบายโดยต่อเครื่องนี้กับแบตเตอรี่อีกเช่นกัน เวลาไฟฟ้าดับ ก็สับคัทเอาท์ไฟฟ้าออก หาปลั๊กไฟฟ้าตัวผู้ 2หัว มาต่อเข้ากับเครื่องนี้ 1หัว ส่วนอีก 1หัวเสียบเข้ากับปลั๊กไฟฟ้าเดิมที่บ้านท่าน ท่านก็จะมีไฟฟ้าใช้ปกติเช่นเดิม เวลาไฟฟ้าของการไฟฟ้ามา ท่านก็ดึงปลั๊กที่เสียบปลั๊กไฟฟ้าเดิมของบ้านท่านออก แล้วสับคัทเอาท์ขึ้น ท่านก็ยังใช้ไฟฟ้าของการไฟฟ้าได้เหมือนเดิมตามปกติและโปรดจำไว้เสมอว่า ถ้าท่านยังไม่ปิดสวิทช์ที่อินเวอร์เตอร์แสดงว่าปลั๊กไฟฟ้าตัวผู้ 2หัวเส้นนั้นยังมีไฟฟ้า 220โวลต์ทอยู่พึงระวังไว้เสมอ

- ตัวอย่างการใช้งาน โดยหาแบตเตอรี่ 12โวลต์มาต่อพ่วงกับอินเวอร์เตอร์

- Notebook ทั่วไปตัวมันกินไฟฟ้าพร้อมชาร์ตแบตเตอรี่ของเครื่อง ก็ใช้ 75วัตต์

- ทีวีสี 14-20นิ้ว หลังทีวีนั้นมีบอกกินไฟฟ้า 70วัตต์

- ทีวีสี 25-29นิ้ว ใช้ 200วัตต์

- มีเครื่องเล่น VCD DVD รวมด้วยใช้ 400วัตต์

- พัดลม 12นิ้วใช้ 75วัตต์

กรณีใช้อินเวอร์เตอร์เป็นไฟสำรองฉุกเฉิน

- บ้าน ร้านอาหารต่างๆ เดี๋ยวนี้เขาใช้อินเวอร์เตอร์เป็นเครื่องสำรองไฟฟ้าใช้กันแล้ว พอไฟฟ้าดับ อินเวอร์เตอร์ก็ทำงานอัตโนมัติ เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆก็ทำงานได้ปกติ พอไฟฟ้ามา ก็มีเครื่องชาร์ตแบตเตอรี่ชาร์ตให้แบตเตอรี่เต็มตลอดเวลาใช้ในครั้งต่อไป

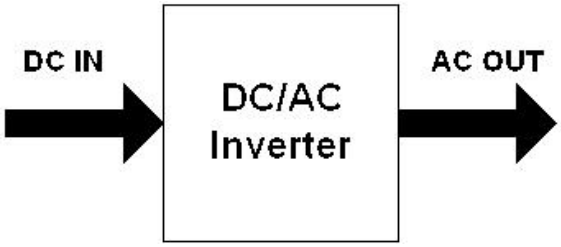
-ถ้าใช้เกี่ยวกับอุปกรณ์การเลี้ยงปลาก็หาที่ชาร์จแบตเตอรี่มาต่อร่วมเวลาไฟดับอุปกรณ์นั้นยังทำงานตลอดข้อควรคิด"ท่านต้องคิดเสมอว่าการที่จะให้อินเวอร์เตอร์ทำงานนานๆหรือให้กำลังไฟฟ้าวัตต์สูงๆ (2400วัตต์) ท่านต้องมีแบตเตอรี่จ่ายไฟให้เหมาะสมหรือหลายลูก ไม่ใช่มีแบตเตอรี่เล็กๆลูกเดียวแล้วท่านจะใช้ได้นานๆหรือวัตต์สูงๆ ถ้าเป็นเช่นนั้นผมคงขายไฟฟ้าแข่งกับการไฟฟ้าฝ่ายผลิตด้วยแบตเตอรี่เล็กๆลูกเดียวดีกว่ามาขายอินเวอร์เตอร์แล้วครับ ต้องคำนวณให้เหาะสมกับการใช้งาน เช่น 75วัตต์กินไฟฟ้าแบตเตอรี่รถกระบะได้ประมาณ 16 ชั่วโมง แต่ถ้า 2400วัตต์ก็ประมาณ 30นาที ที่Loadสูงสุดครับ"

รายละเอียดของเครื่องใช้ไฟฟ้า

สูตร: Watts หาร 220V. = Amps..... Amps คูณ 220V. = Watts

2.2.3หลักการทำงานของ(Inverter)

Inverter เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่ใช้สำหรับเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ไฟฟ้ากระแสตรงที่จะ นำมาทำการเปลี่ยนนั้นมาจาก แบตเตอรี่ เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง หรือแผงโซล่าเซลล์ก็ได้ ไฟฟ้ากระแสสลับที่ได้มานั้น จะเหมือนกับไฟฟ้าที่ได้จากปลั๊กไฟ ตามผนังบ้านทุกอย่าง โดย inverter ทำให้อุปกรณ์ต่างๆ เช่น มอเตอร์, พัดลม หรืออุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถใช้ได้กับไฟฟ้ากระแสตรง

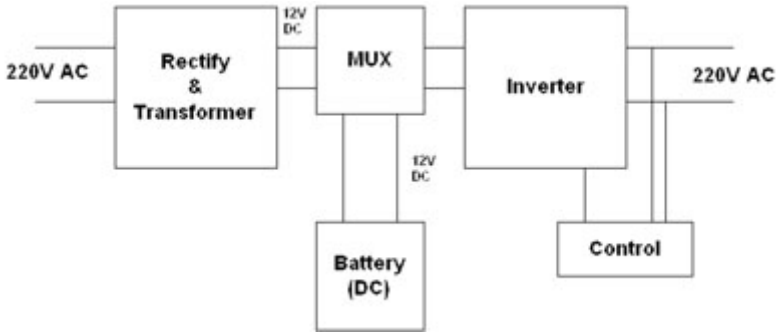


ภาพที่ 2-4 การแปลงไฟกระแสตรงตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ

Converter เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้า ที่ใช้สำหรับเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยไฟฟ้า กระแสสลับที่จะ นำมาทำการเปลี่ยนนั้น มาจากแหล่งกำเนิด ไฟฟ้ากระแสสลับทั่วไป

ภาพที่ 2-5 การแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

เนื่องจากในปัจจุบัน กระแสไฟฟ้าที่ใช้อยู่ไม่มีความแน่นอน และในอุปกรณ์ ที่ใช้ในธุรกิจที่สำคัญๆ จึงต้องการการป้องกันจาก ความผิดปกติของ กระแสไฟฟ้า ซึ่งทำให้เกิดความเสียหาย ต่องานนั้นๆได้ UPS (Uninterruptible Power Supply) จึงเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อ แก้ปัญหาเหล่านี้อย่าง เช่น ไฟเกิน, ไฟตก, ไฟดับ, คลื่นรบกวน ฮลฮ โดยจะทำงานร่วมกับ แบตเตอรี่ที่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าสำรองทันที ที่ไฟฟ้าเกิดดับ ซึ่งแบตเตอรี่นี้จะจ่ายไฟฟ้า ที่เพียงพอที่จะทำให้มีเวลาในการรักษาข้อมูลและรักษาระบบโดยมีหลักการทำงานดังรูป



ภาพที่ 2-6 การเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้าสลับ

จากรูป กระแสไฟฟ้า 220 V AC จะจ่ายเข้าไปยังส่วน rectify และ transformer ในส่วนนี้จะทำการเปลี่ยนแปลงจาก ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง แล้วลดระดับแรงดันไฟฟ้ามาให้เท่ากับแรงดันของแบตเตอรี่ โดยจะมี multiplexer ซึ่ง ที่สภาวะปกติ mux ตัวนี้ จะสวิทช์ให้ไฟจาก rectify ผ่านออกไปยังอินเวอร์เตอร์ แต่ถ้ากระแสไฟฟ้าดับ mux จะทำ การสวิทช์มาใช้ไฟจากแบตเตอรี่โดยทันที ต่อจากนั้นไฟฟ้ากระแสตรงจะเข้าสู่อินเวอร์เตอร์โดยอินเวอร์เตอร์ก็จะเปลี่ยน ไฟกระแสตรงนั้นให้เป็นไฟกระแสสลับซึ่งปรับความถี่ได้โดยไฟกระแสสลับที่ออกมาจากอินเวอร์เตอร์ก็จะป้อนสู่เครื่อง ไฟฟ้าทั่วไปโดยที่ไฟกระแสสลับที่ได้ออกมาจะถูกนำไปป้อนกลับมาทำการเปรียบเทียบกับความถี่อ้างอิงค่าหนึ่งแล้วนำ ผลจากการเปรียบเทียบไป

ควบคุมการกำเนิดความถี่ของอินเวอร์เตอร์เพื่อให้ได้ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่คงที่และถูกต้อง ตามที่เครื่องใช้ไฟฟ้ากระแสสลับต้องการ

2.2.3.1Motor Control

ภาพที่ 2-7 มอเตอร์

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ใช้ในการแปลงพลังงานไฟฟ้า ไปเป็นพลังงานกล โดยนำพลังงานที่ได้นี้ไปทำ การขับเคลื่อนเครื่องจักร อื่นๆต่อไป ความเร็วของมอเตอร์ สามารถกำหนดได้โดย

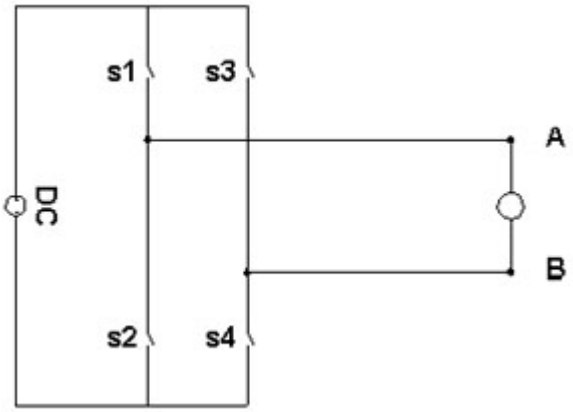
1. แรงบิดของโหลด
2. จำนวนขั้วของมอเตอร์
3. ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟที่ใช้กับมอเตอร์
4. แรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์

ความเร็วของมอเตอร์สามารถหาได้จากสูตร ดังต่อไปนี้

ความเร็วรอบ N = {[120 * ความถี่ f (Hz)] / จำนวนขั้ว P} * (1-S)

โดยเทอม 1-S กำหนดโดยโหลด

จากสูตรข้างต้นจะพบว่า ถ้าความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ เปลี่ยนแปลงไปก็มีผลทำให้มอเตอร์ มีความเร็วเปลี่ยนแปลงได้ด้วยแต่เมื่อทำการเปลี่ยนความถี่โดยให้แรงดันคงที่ จะมีผลทำให้เกิดฟลักส แม่เหล็กเพิ่มมากขึ้นจนอิ่มตัว ซึ่งอาจทำให้มอเตอร์ ร้อนจนเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องทำการเปลี่ยน แรงดันควบคู่ไปกับความถี่ด้วย และการที่จะเปลี่ยนแปลงความถี่ของแหล่งจ่ายไฟสามารถทำได้โดยการใช้อินเวอร์เตอร์ ซึ่งมีหลักในการทำงานดังรูป



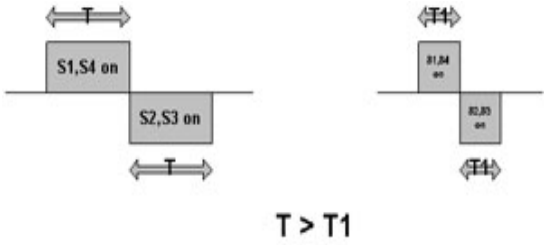
ภาพที่ 2-8 โครงสร้างของอินเวอร์เตอร์

จากรูปข้างต้น แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ จ่ายไฟฟ้ากระแสสลับไปยังคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง แล้วนำไฟฟ้ากระแสตรง ที่ได้ต่อเป็นอินพุตเข้าไปในวงจรอินเวอร์เตอร์ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงนี้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถเลือกความถี่ได้เพื่อไปควบคุมมอเตอร์ ให้มีความเร็วตามต้องการได้

หลักการทำงานของส่วนอินเวอร์เตอร์ และคอนเวอร์เตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

2.2.3.2ส่วนอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์จะเปลี่ยนไฟฟ้า กระแสตรงเป็นกระแสสลับ โดยจะนำไฟฟ้ากระแสตรงต่อ เข้ากับสวิตช์ 4 ตัว และทำการเปิด-ปิด สวิตช์ทั้ง 4 เป็นจังหวะทำให้ เกิดไฟฟ้ากระแสสลับ ดังรูป



ภาพที่ 2-9 การต่อสวิตช์

จากรูป

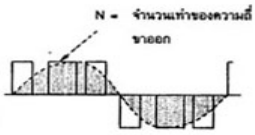
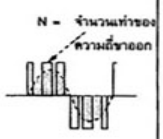
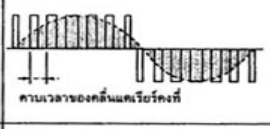
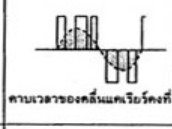
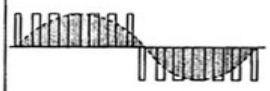
- เมื่อปิดสวิตช์ S1 และ S4 ทำให้เกิดกระแสไหลในทิศทางจากจุด A ไปยังจุด B
- เมื่อปิดสวิตช์ S2 และ S3 ทำให้เกิดกระแสไหลในทิศทางจากจุด B ไปยังจุด A

ดังนั้นถ้าเปิด - ปิดสวิตช์ S1 และ S4 สลับกับสวิตช์ S2 และ S3 จะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นนั่นเอง โดยถ้ามีการควบคุมเวลา ในการเปิด-ปิดสวิตช์ ที่ต่างกัน ก็จะได้ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่แตกต่าง

กันไปการเปลี่ยนขนาดแรงดัน ของอินเวอร์เตอร์ตามความถี่ โดยวิธีการแปรรูปคลื่นของแรงดัน สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

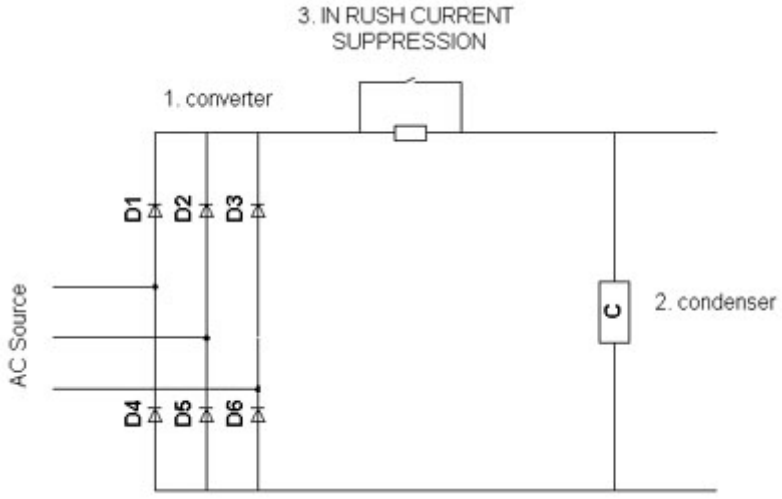
1. วิธีแปรขนาดแรงดันของไฟตรง (PAM : Pulae Amplitute Modulation)
2. วิธีแปรความกว้างของพัลส์ที่ใช้เปิด-ปิดทรานซิสเตอร์ (PWM : Pulae Width Modulation)
   - เป็น Square Wave
   - เป็น Sine Wave

โดยแต่ละวิธีจะทำให้เกิดผลต่อมอเตอร์ดังตาราง

รูปแบบการควบคุม		ความถี่ต่ำ	ความถี่สูง	จุดเด่น
แบบซิงโครนัส (SYNCHRONEOUS)	ความถี่แคเรียร์ แปรตามความถี่ขาออก			- สามารถควบคุมฮาร์-โมนิคได้ - แรงดันขาออกสูงสุดเกือบเท่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ
แบบอะซิงโครนัส (ASYNCHRONEOUS)	ความถี่แคเรียร์คงที่ ไม่สัมพันธ์กับความถี่ขาออก			- เสียงรบกวนจากมอ-เตอร์ จะเป็นเสียงเดียว ไม่น่ารำคาญ
แบบผสม	ย่านความถี่ต่ำเป็น อะซิง-โครนัส และ ย่านความถี่สูงเป็นซิงโครนัส			- สามารถควบคุมได้ดีทั้งย่านความถี่ต่ำ ตลอดจนถึงความถี่สูง

ภาพที่ 2-10 ตารางการเกิดผลต่อมอเตอร์

วิธี PWM แบบ Sine Wave นั้นจะมีการเปิด-ปิดทรานซิสเตอร์หลายๆครั้งในหนึ่งไซเคิล และการเปิด-ปิดในแต่ละครั้งจะใช้เวลาไม่เท่ากัน จำนวนการเปิด-ปิดใน 1 วินาที เรียกว่าความถี่เคลีย (Carrier Frequency) ซึ่งวิธี PWM แบบ Sine Wave มีรูปแบบควบคุมการเปิด-ปิดสวิตช์ 3 แบบ ดังตาราง

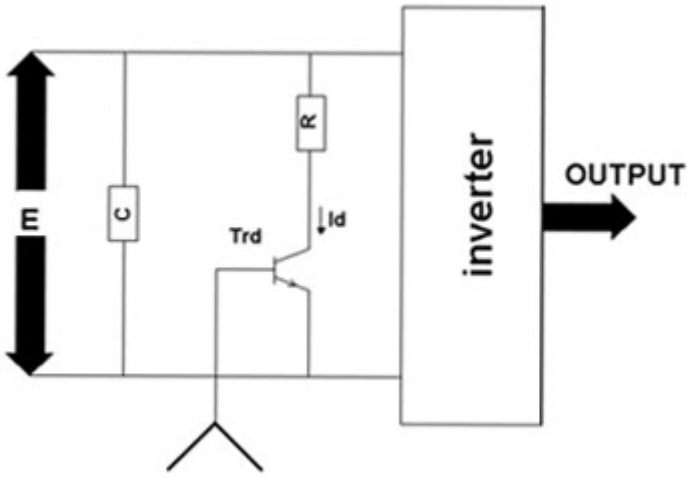


ภาพที่ 2-11 รูปแบบควบคุมการเปิด-ปิดสวิตช์ 3 แบบ

2.2.3.3 ส่วนคอนเวอร์เตอร์

คอนเวอร์เตอร์จะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบไปด้วย

1. ส่วนของคอนเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้าจากกระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยกลุ่มของไดโอด
2. ส่วนของคอนเดนเซอร์ ทำหน้าที่กรองกระแส(ลด ripple) โดยใช้ตัวเก็บประจุ
3. วงจรจำกัดกระแสอินรัช(IN RUSH CURRENT SUPPRESSION) ทำหน้าที่จำกัดกระแส ขณะที่มีการเปิดสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์เป็นครั้งแรก ดังรูป



ภาพที่ 2-12 การเปิดสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์เป็นครั้งแรก

2.2.3.4 การควบคุมมอเตอร์

1. การสตาร์ท ทำได้โดยให้สัญญาณตั้งความถี่แก่อินเวอร์เตอร์ด้วยความถี่สตาร์ท มอเตอร์ก็จะผลิตแรงบิด จากนั้นอินเวอร์เตอร์จะค่อย ๆ เพิ่มความถี่ขึ้นไป จนกระทั่งแรงบิดของมอเตอร์สูงกว่าแรงบิดของโหลด มอเตอร์จึงเริ่มหมุน

2. การเร่งความเร็วและการเดินเครื่องด้วยความเร็วคงที่ หลังจากสตาร์ทอินเวอร์เตอร์และมอเตอร์แล้ว ความถี่ขา ออกจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น จนถึงความถี่ที่ต้องการ ช่วงเวลาในการเพิ่มความถี่นี้คือเวลาการเร่งความเร็ว และเมื่อความ ถี่ขาออกเท่ากับความถี่ที่ต้องการ การเร่งความเร็วก็จบ อินเวอร์เตอร์จะเข้าสู่การทำงานในช่วงเวลาการเดินเครื่อง ด้วยความเร็วคงที่

3. การลดความเร็ว ทำได้โดยตั้งความถี่ให้ต่ำกว่าความถี่ขาออก อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงมาเรื่อย ๆ ตามช่วง เวลาการลดความเร็วที่ได้ตั้งไว้ ในขณะลดความถี่ ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่ามากกว่าความถี่ขาออกของอินเวอร์เตอร์ มอเตอร์จะทำงาน เหมือนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผลิตไฟจ่ายกลับไปให้อินเวอร์เตอร์ (regeneration) ทำให้แรงดันไฟตรง (แรงดัน คร่อม คอนเดนเซอร์) มีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นภายในอินเวอร์เตอร์จะมีวงจรที่ทำหน้าที่รับพลังงานที่เกิดจากการ regeneration ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการเบรกมอเตอร์ วงจรนี้เรียกว่า วงจรเบรกคืนพลังงาน

พลังงานที่เกิดจากการ regeneration จะป้อนกลับมาชาร์จประจุที่คอนเดนเซอร์ C ทำให้แรงดัน E มีค่าสูงขึ้น ถ้าแรงดันสูงกว่าค่าที่กำหนด ทรานซิสเตอร์ T ในวงจรเบรกจะทำงาน ทำให้มีกระแส I ไหล ผ่านตัวต้านทานเบรกR ทำให้ตัวต้านทานร้อน เป็นการเผาผลาญพลังงานที่เกิดจากการ regeneration และพลังงานที่เก็บสะสมใน คอนเดนเซอร์ C ก็จะถูกคายออกมาด้วย ทำให้แรงดัน E มีค่าลดลง เมื่อลดลงต่ำกว่าค่าที่กำหนดทรานซิสเตอร์Tจะหยุดทำงานกระแสะเบรกก็จะหยุดไหล

ในช่วงการลดความเร็วจะทำงานในลักษณะนี้หลาย ๆ ครั้ง ถ้าพลังงานมีค่าน้อย (แรงบิดที่จำเป็นสำหรับการลด ความเร็วมีขนาดเล็ก)อัตราการใช้งานวงจรเบรกก็จะต่ำ บางครั้งอาจจะไม่ทำงานเลยก็มี อัตราการใช้งานวงจรเบรกนี้ ได้รับการออกแบบโดยการพิจารณาในแง่ของการระบายความร้อนไว้ที่ 2-3 % เท่านั้น ถ้ามีการใช้เบรกบ่อย หรือใช้เบรกนานเกินจะทำให้เกิดปัญหาการระบายความร้อนของตัวต้านทานและอาจทำให้ทรานซิสเตอร์เสื่อมได้

4. การหยุด อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงจนถึงระดับหนึ่ง และจะผลิตไฟตรงเข้าไปในมอเตอร์เพื่อทำงานเป็นเบรก จนมอเตอร์หยุด เรียกว่า การเบรกด้วยไฟตรง แนวคิดในการเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์ ถ้าคิดว่าอินเวอร์เตอร์เหมือนกับแหล่งจ่ายไฟที่ใช้จ่ายพลังงานเพื่อขับมอเตอร์ก็จะคิกว่ายิ่งเลือกอินเวอร์เตอร์ ขนาดยิ่งใหญ่เท่าใดก็ยิ่งดี สามารถติดตั้งสวิทช์ ที่เอาท์พุตของอินเวอร์เตอร์ เพื่อเปิดปิดจ่ายกระแส ให้มอเตอร์ได้

ทันทีเหมือนกับแหล่งจ่ายไฟแต่แนวความคิดนี้ไม่ถูกต้องเนื่องจาก ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง และอินเวอร์เตอร์มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น

ในการเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์ ให้เหมาะสมกับมอเตอร์ จะต้องคำนึงถึงข้อต่างๆ ต่อไปนี้

1. ความสามารถใน การขับมอเตอร์ขณะเร่งความเร็วและ ความเร็วรอบคงที่ ต้องพิจารณาว่าอินเวอร์เตอร์สามารถจ่ายกระแสที่มอเตอร์ต้องการได้หรือไม่

2. ความสามารถในการขับมอเตอร์ขณะลดความเร็ว ในขณะที่ลดความเร็วมอเตอร์จะทำงานเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและคืนพลังงาน กลับไปให้อินเวอร์เตอร์ ดังนั้น อินเวอร์เตอร์ต้องมีความสามารถในการรับคืนและใช้พลังงานนี้ให้หมดไป

3. การเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์ โดยดูจากขนาดและจำนวนมอเตอร์นั้น ให้เลือกอินเวอร์เตอร์ที่มีกระแสพิกัดมากกว่าผลรวมของกระแสมอเตอร์ทุกตัว

จุดเด่นของอินเวอร์เตอร์อีกอย่างหนึ่งคือสามารถขับมอเตอร์หลาย ๆ ตัวด้วยอินเวอร์เตอร์เพียงตัวเดียว แต่วิธีการ เดินเครื่องบางแบบอาจต้องเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์ที่มีขนาดใหญ่มาก จึงไม่เป็นการประหยัดและเกิดการผิดพลาด ในการเลือกขนาดได้ง่ายด้วย อินเวอร์เตอร์ที่ทำงานในโหมดการควบคุมฟลักซ์เวกเตอร์ ไม่สามารถขับมอเตอร์ ได้หลายตัวพร้อมกันจะต้องเปลี่ยนโหมดการควบคุมไปเป็นแบบแรงดันต่อความถี่เท่านั้น จึงจะขับมอเตอร์ได้หลายตัว

2.3 แบตเตอรี่

ภาพที่ 2-13 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่สะสมและจ่ายไฟฟ้าโดยปฏิกิริยาทางเคมีไฟฟ้า มันสะสมพลังงานเคมีและถูกนำไปใช้ในรูปของพลังงานไฟฟ้า เมื่อแบตเตอรี่ถูกต่อวงจรเข้ากับอุปกรณ์ที่ใช้งานเช่น สตาร์ทเตอร์พลังงานเคมีถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าและกระแสไฟผ่านวงจร

2.3.1การทำงานของแบตเตอรี่

เมื่อโลหะต่างชนิด 2 ชนิด เช่น แผ่นธาตุบวกและลบ จุ่มอยู่ในสารละลายไฟฟ้า (กรดซัลฟูริคเอซิค) ประกอบกันขึ้นเป็นแบตเตอรี่และให้แรงดันไฟฟ้า ซึ่งแบตเตอรี่รถยนต์โดยทั่วไปมีแรงดันไฟฟ้าต่อเซล 2.1 โวลต์ พลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้นโดยปฏิกิริยาทางเคมีระหว่างโลหะทั้งสองและสารละลายไฟฟ้าปฏิกิริยาดังกล่าวจะเกิดขึ้นและมีกระแสไหลเมื่อมีวงจรต่อระหว่างขั้วบวกและลบ (เช่น ไฟหน้ารถ เมื่อต่อเข้ากับแบตเตอรี่) การทำงานของแบตเตอรี่รถยนต์ ประกอบด้วย 3 องค์ประกอบ คือ

1. Lead dioxide (PbO_2) ลีดไดอ๊อกไซด์บนแผ่นธาตุบวก
2. Sponger lead (Pb) ฟองตะกั่วบนแผ่นธาตุลบ
3. Sulphuric acid (H_2SO_4) สารละลายไฟฟ้า

2.3.1.1 จุดประสงค์ของการใช้แบตเตอรี่

ประโยชน์ของแบตเตอรี่รถยนต์มี 3 ประการ

1. จ่ายพลังงานให้สตาร์ทเตอร์และระบบจุดระเบิดของเครื่องยนต์ เพื่อให้เครื่องยนต์ทำงาน
2. จ่ายพลังงานส่วนเกินให้กับรถยนต์เมื่อการใช้ไฟฟ้าในรถยนต์เกินปริมาณที่ระบบชาร์จไฟในรถยนต์สามารถผลิตได้
3. รักษาระดับโวลต์เตจของระบบไฟฟ้าในรถยนต์ให้คงที่ ช่วยป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ให้เกิด ความเสียหาย

2.3.2 แบตเตอรี่แห้ง

แบตเตอรี่แห้ง หรือที่คนทั่วไปเรียกว่าถ่านไฟฉาย เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลงพลังงานเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า แบ่งออกเป็นเซลล์เปียกหรือโวลต์ตาอิดเซลล์ ซึ่งอยู่ในถ่ายไฟฉายรุ่นเก่าและเซลล์แห้ง ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

2.3.2.1แบตเตอรี่แห้งแบ่งออกเป็นประเภทได้ดังนี้

2.3.2.1.1แบบคาร์บอน-สังกะสี ประกอบด้วย กล่องสังกะสีทรงกระบอก ซึ่งเป็นขั้วลบและเป็นที่บรรจุอิเล็กโตรไลท์ อิเล็กโทรไลท์ (Electrolyte) เป็นน้ำยาที่ทำปฏิกิริยาเคมีกับอิเล็กโทรดที่จุ่มอยู่ อาจเป็นเกลือ (Salt) กรด หรือด่าง (Alkaline) ก็ได้

2.3.2.1.2 แบบอัลคาไลน์ เซลล์ไฟฟ้าแบบนี้เหมาะสมดีทุกอย่างยกเว้นราคา เพราะให้กระแสไฟฟ้าสูงและทำงานได้ดีที่อุณหภูมิปกติสามารถเก็บไว้ได้นานอยู่ได้นานเฉลี่ยนานกว่าห้าปี

2.3.2.1.3แบบซิลเวอร์ออกไซด์ใช้ในงานสำรวจพื้นผิวดวงจันทร์ มีอายุการใช้งานนานกว่าอัลคาร์ไลน์ถึง 3 เท่า ถ้าใช้กับไฟฉายจะไม่หรี่เลยจนกว่าเซลล์จะหมดอายุไปโดยสิ้นเชิง แต่ค่าใช้จ่ายก็ต้องสูงด้วยคือประมา200บาทต่อชั่วโมง

2.3.2.1.4แบบเมอร์คิวรี่ เซลล์ไฟฟ้าแบบนี้ใช้กันอย่างแพร่หลายในเครื่องใช้ที่ใช้เซลล์แบบกระดุมแต่ราคาเซลล์แบบเมอร์คิวรี่จะถูกกว่าซิลเวอร์ออกไซด์ครึ่งหนึ่งข้อที่แตกต่างกันคือแรงดันไฟฟ้าโดยเมอร์คิวรี่มีแรงดันไฟฟ้าเซลล์ละ1.35-1.4โวลต์ส่วนซิลเวอร์ออกไซด์มีแรงดันไฟฟ้าเซลล์ละ1.5โวลต์

2.3.2.1.5 แบบนิกเกิลแคดเมียมเซลล์ไฟฟ้าที่กล่าวมาทั้งหมด เป็นชนิดที่เมื่อใช้จนกระแสไฟฟ้าหมดแล้วก็ต้องทิ้งไป แต่เซลล์แบบนิกเกิลแคดเมียม สามารถชาร์จไฟเข้าไปใหม่ได้ เซลล์หนึ่งๆ สามารถชาร์จไฟได้ไม่น้อยกว่า 1,000 ครั้ง แบตเตอรี่ชนิดนี้มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพียง 1.25 โวลต์ เซลล์แห้งแบบนิกเกิลแคดเมียมเป็นที่นิยมใช้กันมาก เพราะใช้จนไฟหมดสามารถประจุไฟได้ ทั้งยังมีน้ำหนักเบา และจ่ายกระแสไฟได้สูง จึงนิยมใช้กับเครื่องคิดเลข ไฟแฟลชถ่ายภาพ นาฬิกาอิเล็กทรอนิกส์ ตลอดจนอุปกรณ์ต่างๆ แต่ไม่ว่าแบตเตอรี่แบบใดก็ล้วนมีโลหะหนักที่เป็นอันตรายเป็นองค์ประกอบ เช่น แคดเมียม ตะกั่ว ลิเทียม แมงกานีสไดออกไซด์ ปรอทนิกเกิล เงิน และสังกะสี แคดเมียมเป็นโลหะหนักมีอยู่ในธรรมชาติ แต่เป็นจำนวนน้อย หากถูกทิ้งหรือปนเปื้อนในดิน น้ำ หากคน สัตว์ หรือพืช รับเข้าไป จากการหายใจ กิน ดื่ม จะเกิดพิษทีละน้อย จนที่สุดอาจทำให้เกิดระบบหายใจผิดปกติ ไตอักเสบ ไตวาย ข้อเสื่อม ถุงลมโป่งพอง และมะเร็งในอวัยวะหลายชนิดนอกจากนั้นแล้วยังมีโลหะหนักอื่นๆที่เป็นอันตรายเป็นองค์ประกอบ เช่น ตะกั่ว ลิเทียม แมงกานีสไดออกไซด์ ปรอทนิกเกิลเงินและสังกะสี หากไม่เก็บทิ้งอย่างถูกต้องจะก่อให้เกิดอันตรายหรือแม้แต่ทิ้งลงที่ฝังขยะ โลหะหนักเหล่านี้ก็อาจรั่วไหลลงสู่แหล่งน้ำใต้ดิน แต่ถ้านำไปเผาก็จะปล่อยก๊าซออกมาอีกทั้งขี้เถ้าจากการเผาขยะก็ยังคงมีพิษต่อสิ่งมีชีวิตอยู่ ในต่างประเทศมีการแยกขยะประเภทนี้ไว้เพื่อการรีไซเคิลโดยเฉพาะ เพื่อกำจัดโลหะหนักที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อมแต่ในประเทศไทยยังไม่มีการรีไซเคิลขยะประเภทนี้ รวมทั้งยังไม่ได้ใส่ใจเกี่ยวกับอันตรายของขยะชนิดนี้ และก่อนที่จะเป็นขยะพิษ ผู้ปกครองที่มี

เด็กเล็กอยู่ในบ้านก็ควรให้ความใส่ใจเป็นพิเศษ ไม่ให้เด็กนำแบตเตอรี่ทุกชนิดไปอมเล่น หรือกลืนลงคอเพราะหากไม่ขับถ่ายออกมาตามปกติแล้ว โลหะหนักเหล่านี้จะรั่วซึมออกมาก่อให้เกิดอันตรายถึงชีวิตได้

2.4 โคมถนนแบบ LED

LED Ultra Bright สี Cool / Warm White
จำนวน 240 หลอด อายุการใช้งาน 100,000 ชั่วโมง

ภาพที่ 2-14 โคมถนนแบบ LED

สำหรับไฟถนนชนิดใหม่จะเป็นแบบ LED ซึ่งเป็นเทคโนโลยีใหม่ ไฟถนน led กินไฟน้อยทนทานให้ความสว่างสูงส่วนแต่ละค่ายก็อาจจะทำLEDออกมาต่างๆกัน สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการเลือกซื้อโคมถนนแบบLEDนี้คือ

ความสว่างของLED ควรทราบว่าLEDนั้นมีหลายเกรด บางทีโคมยี่ห้อหนึ่งมีจำนวน100หลอดLED แต่อาจสว่างกว่าอีกยี่ห้อที่มี 200 หลอดLED ก็เป็นได้ ราคาของเม็ดLEDมันต่างกันครับ

มุมกระจายของแสง อันนี้สำคัญมากควรทราบว่าธรรมชาติของLEDนั้นพุ่งตรงก็แบบที่นำมาทำไฟฉายนั่นล่ะครับ คือพุ่งแต่ไม่กระจาย ดังนั้นเวลาไปใช้ทำไฟทางจริงๆจะสว่างแค่เป็นกระจุก เรื่องกระจายแสงนี้บางทีอาจจะสำคัญกว่าความสว่างที่จุดใดจุดหนึ่งของLED เสียอีก

การกินไฟ ผมได้รับคำถามบ่อยๆว่า LED กี่วัตต์ พอตอบว่ากินไฟ3วัตต์ ก็จะได้รับการตอบกลับจากผู้ถามว่า แล้วมันจะสว่างเหรอ กินไฟเท่านั้น? จริงหรือ? ผมอยากได้LEDสัก12วัตต์ มีไหมครับ, 20W, ล่ะ? ที่จริงแล้วนั่นเป็นความเข้าใจผิดของผู้ซื้อเองถ้าเป็นหลอดไฟทั่วๆไปเวลาเราพูดถึงการกินไฟเท่าไหร่ นั่นหมายถึงมันยิ่งสว่าง แต่ถ้าเป็นLEDแล้วละก็ เทคโนโลยีด้านนี้ไปเร็วมากๆครับ ทุกๆเดือนที่ผ่านไปต้องประเมินกันใหม่ LEDที่ผลิตออกมานั้นมีแนวโน้มที่จะสว่างขึ้นแต่กินไฟน้อยลงไปเรื่อยๆ นี่คือเทคโนโลยีเพื่อการประหยัดพลังงานเป็นเทคโนโลยีเพื่ออนาคตอย่างแท้จริง ดังนั้นผมสรุปได้เลยว่า LED ที่กินไฟมากคือLEDที่ล้าสมัย และส่วนใหญ่คือมันจะเป็น LEDที่ซื้อมาในราคาถูกจากบ้านหม้อหรือคลองถมเท่านั้น ราคาLEDนั้นอาจจะต่างกันมากๆในแบบต่างๆ โดยราคาจะเริ่มที่ราคาเม็ดละไม่ถึง 1 บาท จนกระทั่งเม็ดละ10กว่าบาท หรืออาจจะเม็ดละกว่าร้อยบาทถ้าเป็นLEDแบบ High Power

ความทนทานและความเสื่อม LED บางชนิดนั้นต้องบอกเลยครับว่าดูดี แต่ไม่ทน เนื่องจากข้อจำกัดของLEDเอง หลอดไฟทุกชนิดเมื่อใช้ไปเรื่อยๆแสงสว่างจะลดลงเรื่อยๆ สังเกตดูว่าเวลาเราเปลี่ยนหลอดไฟใหม่ๆจะสว่างมากๆ พอใช้ไปเรื่อยๆจะลดลง LEDก็เช่นกัน แถมยังลดลงมากกว่าหลอด Flourescent อีกด้วย แต่LEDที่ดีปัญหาตรงนี้จะเกิดขึ้นน้อยกว่ามาก

2.4.1 หลอด LED

LED ย่อจาก Light emiiting diodes มีให้เห็นได้ทั่วไปในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ บางครั้งคุณเห็นได้ในนาฬิกาดิจิตอล รีโมทคอนโทล หน้าปัดอุปกรณ์ไฟฟ้า โทรทัศน์จัมโบ้ หรือแม้แต่ไฟจราจรตามสี่แยกเป็นต้น

ภาพที่ 2-15 หลอด LED

ที่จริงแล้วหลอด LED คือหลอดไฟขนาดเล็ก แต่มีหลักการทำงานแตกต่างจากหลอดไฟมีไส้ เพราะว่าไม่มีการเผาไส้หลอด ด้งนั้น หลอด LED จึงไม่เกิดความร้อน แสงสว่างเกิดขึ้นจากการเคลื่อนของอิเล็กตรอนภายในสารกึ่งตัวนำ ซึ่งเป็นวัสดุแบบเดียวกับที่ใช้ในการทำทรานซิสเตอร์

2.4.2 คุณสมบัติของหลอด LED

-หลอด LED ที่ให้แสงสีแดงผลิตจากสาร AllnGaP (Aluminium Indium Gallium Phosphide) และหลอด LED ที่ให้แสงสีเขียวผลิตจากสาร InGaN (Indium Gallium Nitride)

-อุณหภูมิการทำงานของหลอด LED อยู่ระหว่าง - 40 o C ถึง + 7 0 o C

-หลอด LED ต้องมีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 100 , 000 ชั่วโมง

-ความยาวคลื่นแสงที่อุณหภูมิ Ta = 25 o C ณ กระแสปกติหลอด LED แต่ละสีต้องอยู่ในช่วงต่าง ๆ

-สีแดง ที่ 615 – 650 นาโนเมตร (nm)

-สีเหลือง ที่ 585 – 597 นาโนเมตร (nm)

-สีเขียว ที่ 500 – 509 นาโนเมตร (nm)

-วัสดุที่ห่อหุ้มตัวกำเนิดแสงของหลอด LED เป็นวัสดุที่ทำจาก Optical grade epoxy ชนิดป้องกันแสง UV จากแสงอาทิตย์

2.5 พลังงานแสงอาทิตย์

ภาพที่ 2-16 การทดลองสร้างโรงไฟฟ้าพลังแสงอาทิตย์

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานแผ่รังสีจากดวงอาทิตย์ พลังงานนี้เป็นต้นกำเนิดของวัฏจักรของสิ่งมีชีวิต ทำให้เกิดการหมุนเวียนของน้ำและธาตุต่างๆ เช่น คาร์บอน พลังงานแสงอาทิตย์จัดเป็นหนึ่งในพลังงานทดแทนที่มีศักยภาพสูง ปราศจากมลพิษ อีกทั้งเกิดใหม่ได้ไม่สิ้นสุด

รูปแบบการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้งาน

-พลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์

-พลังงานความร้อนจากแสงอาทิตย์ เช่น เตาแสงอาทิตย์ เครื่องทำน้ำร้อนแสงอาทิตย์

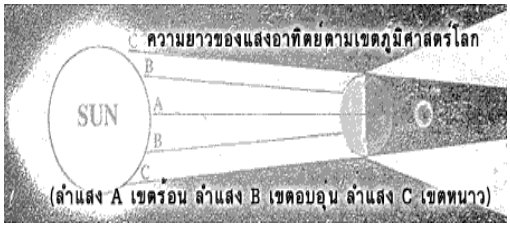
-พลังงานความร้อนสูงแสงอาทิตย์

หากสนใจรูปแบบเตาแสงอาทิตย์ที่ร้อนทันใจใช้ได้ในชีวิตจริง ทำได้เองด้วยต้นทุนที่ไม่แพงเชิญดูรายละเอียดได้ที่ www.travelandgetrich.wordpress.com มีหลากหลายรูปแบบ พลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ พลังงานไฟฟ้าแสงอาทิตย์ เป็นการแปลงพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell หรือ Photovoltaic) ซึ่งถูกผลิตครั้งแรกในปี พ.ศ. 2426 โดย ชาร์ล ฟริทท์ โดยใช้ธาตุ ซีลีเนียมในปี พ.ศ. 2484 เป็นการเริ่มต้นของการผลิตแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยธาตุ ซิลิกอน โมเลกุลเดี่ยว ด้วยต้นทุนการผลิตที่ค่อนข้างสูง การใช้งานของแผงเซลแสงอาทิตย์ในช่วงแรก เน้นไปที่การใช้งานในอวกาศ เช่น ใช้กับดาวเทียม [1]

หลังจากประสบกับปัญหาน้ำมันแพง ใน พ.ศ. 2516 และ 2522 กลุ่มประเทศพัฒนาแล้วจึงหันมาให้ความสนใจในพลังงานแสงอาทิตย์และเริ่มมีการพัฒนาอย่างจริงจังมากขึ้น หลังจากการตีพิมพ์ข้อมูลโลกร้อนของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ การติดตั้งแผงพลังงานแสงอาทิตย์มีปริมาณเพิ่มขึ้น 10-20% ทุกปี ในประเทศไทยการติดตั้งยังมีอยู่น้อย

ดวงอาทิตย์เป็นศูนย์กลางของสุริยะจักรวาล โลกเป็นดาวเคราะห์ดวงหนึ่ง ซึ่งเป็นบริวารของดวงอาทิตย์ดวงอาทิตย์มีอิทธิพลต่อโลกและความเป็นอยู่ของมนุษย์มาก ที่สำคัญ ๆ คือ ดวงอาทิตย์ทำให้สภาพภูมิศาสตร์ของโลกแตกต่างกันคือ เขตร้อน เขตอบอุ่นเขตหนาว ดวงอาทิตย์ทำให้เกิดการหมุนเวียนของกระแสอากาศที่สำคัญคือ ลม การหมุนเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทร คือกระแสน้ำอุ่น กระแสน้ำเย็น นอกจากนั้น ดวงอาทิตย์ทำให้เกิด วัฏจักรของน้ำซึ่งมีผลต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม ดวงอาทิตย์นอกจากจะให้แสงสว่างแก่โลกเราแล้วยังกระจายรังสีออกมาด้วย ซึ่งมีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต อิทธิพลของดวงอาทิตย์ต่อโลกเรานั้นมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

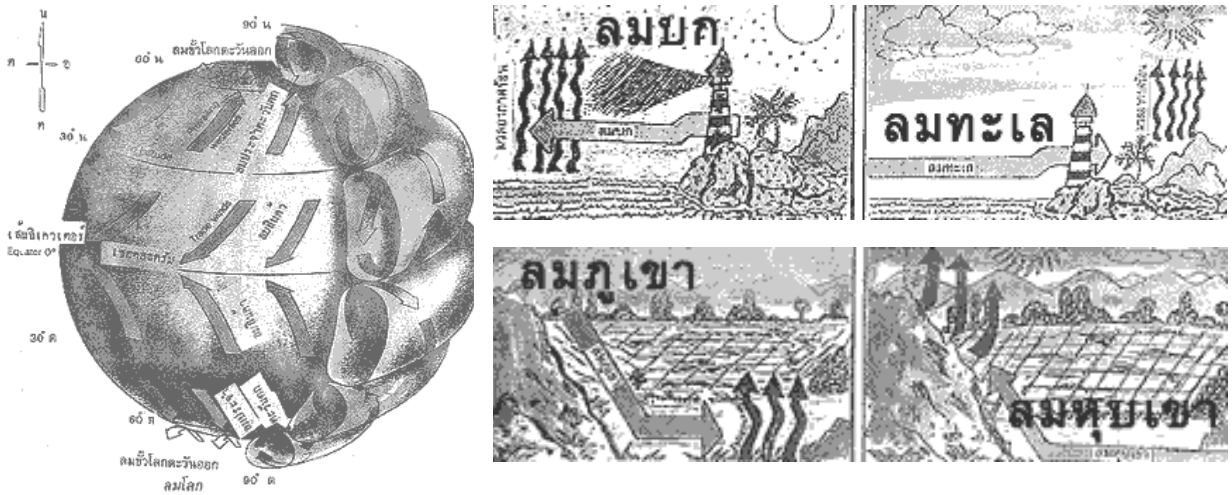
ดวงอาทิตย์ทำให้สภาพภูมิอากาศของโลกแตกต่างกัน เขตต่างๆ ของโลกที่สำคัญๆ คือ เขตร้อน เขตอบอุ่น และเขตหนาว เพราะเขตร้อนได้รับแสงจากดวงอาทิตย์ที่มีระยะทางสั้นที่สุด จึงทำให้ร้อนที่สุด ส่วนเขตอบอุ่น เขตหนาว ระยะของแสงจะยาวขึ้นไปตามลำดับ



ภาพที่ 2-17 ระยะของแสง

ดวงอาทิตย์ทำให้เกิดการหมุนเวียนของกระแสอากาศ ในเวลาเดียวกันแต่ละเขตแต่ละถิ่นจะได้รับแสงอาทิตย์ไม่เท่ากันและระบายความร้อนไม่เท่ากับ เมื่ออากาศ ณ ที่แห่งหนึ่งได้รับความร้อนจากดวงอาทิตย์จะมีคุณสมบัติเบาขยายตัวลอยสูงขึ้น ณ ที่อีกแห่งหนึ่งมวลอากาศเย็น ซึ่งมีความหนาแน่นมากกว่าเคลื่อนตัวเข้ามาแทนที่ ขณะที่มวลอากาศที่เย็นกว่าเคลื่อนตัวมาแทนที่ เราเรียกว่า “ลม” หรือการหมุนเวียนของกระแสอากาศ และแต่ละแห่งของโลกจะมีอุณหภูมิแตกต่างกันตามเขตร้อน เขตอบอุ่น เขตหนาว จะมีลมประจำปีคือ ลมมรสุม ลมตะวันตก ลมขั้วโลก ตามสถานที่เฉพาะถิ่นจะมีลมบก ลมทะเล

ลมว่าว ลมตะเภา เป็นต้น แต่ลมภูเขา ลมบก ลมทะเล เกิดจากการรับความร้อนและการคายความร้อนไม่เท่ากัน คุณสมบัติของน้ำจะรับความร้อนช้าคายความร้อนเร็ว คุณสมบัติของดินจะรับความร้อนเร็วกว่าน้ำ คายความร้อนช้ากว่าน้ำคุณสมบัติของหินภูเขา จะรับความร้อนเร็วกว่าดินคายความร้อนเร็วกว่า



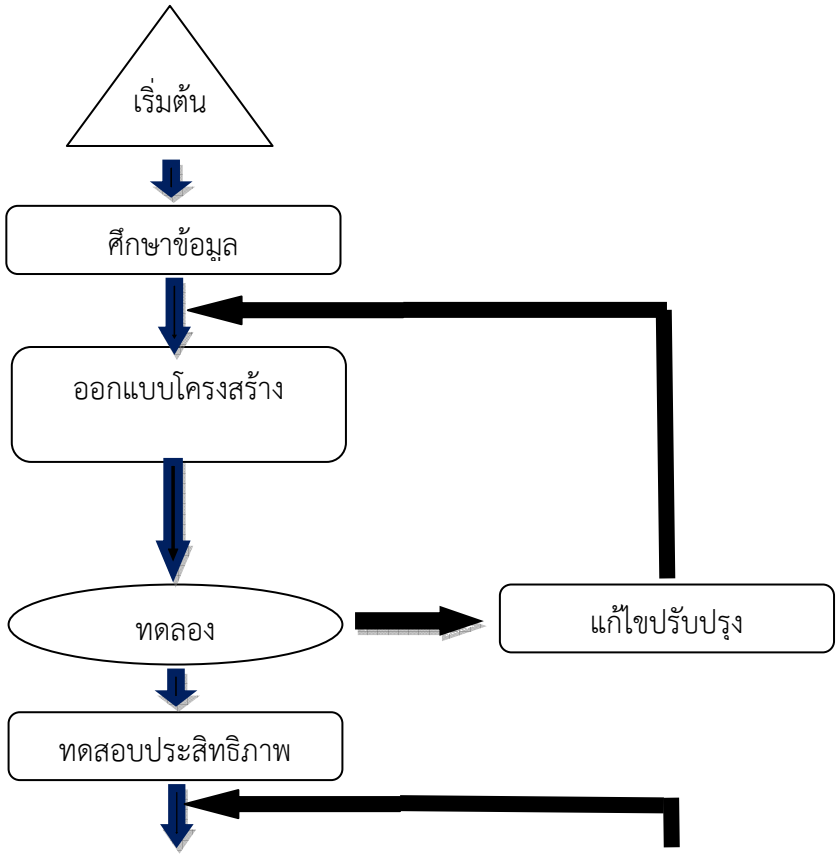
ภาพที่ 2-19 มวลอากาศ

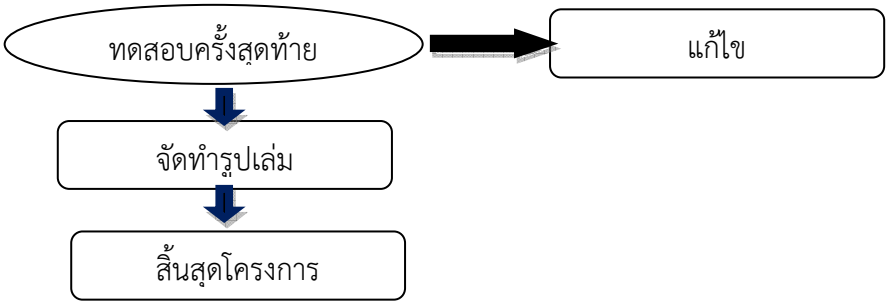
การหมุนเวียนของกระแสน้ำในมหาสมุทร เกิดจากอิทธิพลของลมและอิทธิพลของการรับความร้อนมากน้อยของกระแสน้ำในมหาสมุทร จะทำให้เกิดกระแสน้ำเย็นไหลมายังเขตอบอุ่นและเขตร้อน และกระแสน้ำร้อนไหลจากเขตร้อนไปยังเขตอากาศเย็น เช่น กระแสน้ำอุ่นกัลฟสตรีม กระแสน้ำเย็นแลบราดอร์ เป็นต้น

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในการดำเนินการจัดทำโครงงานเรื่องโคมไฟถนนพลังงานแสงอาทิตย์คณะผู้จัดทำได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

3.1 ขั้นตอนการดำเนินการ





3.2 ขั้นตอนการสร้าง

3.2.1 นำท่อเหล็กขนาด 1x1/4 นิ้ว ยาว 30 เซนติเมตร มาตัดทำเป็นขาของแผงโซล่าเซลล์

ภาพที่ 3-1 รูปการตัดท่อแบบเฉียง 45 องศา

3.2.2 นำท่อเหล็กน้ำที่ตัดไว้มาเจาะรูจำนวน 2 รู เพื่อไว้ใส่สกรูยึดขาแผงไว้กับเสาไฟ

ภาพที่ 3-2 รูปการเจาะรูยึดของแผงโซล่าเซลล์

3.2.3 การเจาะรูไว้เพื่อยึดสกรูของแผงโซล่าเซลล์ เพื่อกันไม่แผงโซล่าเซลล์หลุดออกได้

ภาพที่ 3-3 การเจาะรูยึดตัวแผงโซล่าเซลล์

3.2.4 นำท่อเหล็กน้ำขนาด 2 นิ้วที่ตัดไว้แล้วนำมาเชื่อมติดกับแผ่นเหล็กขนาด 25x25 เซนติเมตร โดยการเชื่อมด้วยตู้เชื่อมไฟฟ้า

ภาพที่ 3-4 การเชื่อมเสาติดกับฐานเหล็ก

3.2.5 นำแผ่นเหล็กที่มีความกว้างขนาด 4 เซนติเมตร ยาวขนาด 27 เซนติเมตรจำนวน 2 ชิ้นมาเชื่อมติดกับเสา โดยสูงจากพื้น 150 เซนติเมตร มาเชื่อมติดโดยการเชื่อมตู้เชื่อมไฟฟ้า

ภาพที่ 3-5 การทำขาจับตู้ควบคุม

3.2.6 นำสกรูขนาด M10 จากการไฟฟ้า จำนวน 4 ตัววัดระยะห่าง 21 เซนติเมตรต่อตัวโดยทำเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยกว้าง 21x21 เซนติเมตรจากนั้นทำเป็นกล่องขึ้นมาโดยเว้นเกลียวสกรูประมาณ 4 เซนติเมตร

ภาพที่ 3-6 การทำฐานที่ยึดเสาไฟ

3.2.7 การติดตั้งเสาไฟฟ้า โดยการยึดสกรูให้ครบทั้งหมด 4 ตัว

ภาพที่ 3-7 การยึดสกรูเสาไฟ

3.2.8 ประกอบอุปกรณ์การควบคุมใส่ตู้ควบคุม

ภาพที่ 3-8 อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน

3.2.9 การติดตั้งที่เสร็จสมบูรณ์

ภาพที่ 3-9 โคมไฟส่องสว่างถนนแอลอีดีที่เสร็จสมบูรณ์

ฃ

บทที่ 4

การทดลองและการวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากขั้นตอนและการดำเนินงานจัดทำ โคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์ที่กล่าวมาในบทที่ 3 ในบทนี้จะขอนำเสนอผลการทดลองระยะเวลาในการชาร์จประจุเข้าแบตเตอร์รี่ ระยะเวลาในการทำงานของหลอดแอลอีดีในช่วงกลางคืน ค่าความส่องสว่างของโคมแอลอีดี และวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อเทียบกับโคมส่องสว่างถนนหลอดฟลูออเรสเซนต์แลมป์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทั่วไป

4.1 ตารางผลทดสอบระยะเวลาในการชาร์จประจุเข้าแบตเตอร์รี่

ครั้ง	วัน....เดือน....พ.ศ.	ท้องฟ้ามีเมฆบดบัง	ท้องฟ้าไม่มีเมฆบดบัง
		ใช้เวลาในการชาร์จ (ชั่วโมง /นาที)	
1.	17 มกราคม 2557	6 ชั่วโมง 19 นาที	
2.	21 มกราคม 2557	7 ชั่วโมง 25 นาที	
3.	7 กุมภาพันธ์ 2557		4 ชั่วโมง 39 นาที

4.	28 กุมภาพันธ์ 2557		5 ชั่วโมง 49 นาที
ค่าเฉลี่ยรวม		6 ชั่วโมง 12 นาที	4 ชั่วโมง 43 นาที

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบระยะเวลาการชาร์จประจุแบตเตอรี่ โดยเริ่มเปิดการทำงานของเครื่องในขณะที่แบตเตอรี่ไม่มีประจุไฟฟ้าแล้วสังเกตการณ์ชาร์จประจุ ในสภาวะท้องฟ้ามีเมฆบดบังโดยได้ค่าเฉลี่ยรวม 6 ชั่วโมง 12 นาทีและเมื่อพิจารณาเป็นรายวันจะพบว่าในวันที่ 21 มกราคม 2557 ใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรรี่มากที่สุดเป็นเวลา 7 ชั่วโมง 25 นาทีและในวันที่ 17 มกราคม 2557 ใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรรี่น้อยที่สุดเป็นเวลา 6 ชั่วโมง 19 นาที

ในสภาวะท้องฟ้าไม่มีเมฆบดบังโดยได้ค่าเฉลี่ยรวม 4 ชั่วโมง 43 นาทีและเมื่อพิจารณาเป็นรายวันจะพบว่าในวันที่ 28 กุมภาพันธ์ 2557 ใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรรี่มากที่สุดเป็นเวลา 5 ชั่วโมง 49 นาทีและในวันที่ 7 กุมภาพันธ์ 2557 ใช้เวลาในการชาร์จแบตเตอรรี่น้อยที่สุดเป็นเวลา 4 ชั่วโมง 43 นาที

ชุดควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่มีควบคุมแรงดันไม่ให้ชาร์จเกิน 13.5 โวลต์ เมื่อแรงดันไฟฟ้าเกินชุดควบคุมการชาร์จก็จะหยุดการส่งแรงดันไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่และหยุดการชาร์จ การชาร์จประจุจะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศช่วงเวลาท้องฟ้ามีเมฆบดบังและท้องฟ้าไม่มีเมฆบดบัง การชาร์จจะใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของแสงอาทิตย์ที่กระทบแผงโซล่าเซลล์และสภาพอากาศในช่วงเวลานั้น

4.2 ตารางการทดสอบระยะเวลาในการทำงานของหลอดแอลอีดีในช่วงกลางคืน

ครั้ง	วันที่...เดือน...พ.ศ.....	สถานะหลอดแอลอีดี		รวมเวลา (ชั่วโมง/นาที)
		เริ่มการทำงาน (เวลา)....น.	หยุดการทำงาน (เวลา)....น.	
1.	วันที่ 3 มีนาคม 2557	เวลา 19.00 น.	เวลา 02.12 น.	6ชั่วโมง 12นาที
2.	วันที่ 4 มีนาคม 2557	เวลา 19.20 น.	เวลา 02.10 น.	6ชั่วโมง 10นาที
3.	วันที่ 5 มีนาคม 2557	เวลา 19.10 น.	เวลา 02.15 น.	6ชั่วโมง 5นาที
ค่าเฉลี่ยรวม				6ชั่วโมง 9นาที

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระยะเวลาในการทำงานของระยะเวลาในการทำงานของหลอดแอลอีดี ในช่วงกลางคืน เปิดการทำงานของหลอดแอลอีดี โดยดูจากการทำงานของสถานะการทำงาน ผลปรากฏว่า รวมเวลาเฉลี่ย 6ชั่วโมง 9 นาที

4.3 การทดลองค่าความส่องสว่างของโคมแอลอีดี

หลอดไฟ	LED Ultra Bright ชนิดสว่างพิเศษ มุมกระจายแสง 120˚ / จำนวน 240 หลอด อายุการใช้งาน 100,000 ชั่วโมง
แบบโคม	รูปทรงโคมกลมแบบโคมมาตรฐาน 20 W. LED
ความเข้มแสงที่ระยะความสูง 3 เมตร	120 LUX วัดที่ระยะความสูง 3 เมตร
พื้นที่ความสว่าง	2.5 x 2.5 ตารางเมตร
ระยะเวลาการใช้งาน	6 ชั่วโมงตลอดคืน
กรณีที่ไม่มีแสงอาทิตย์	ไม่สามารถสำรองไฟได้

จากตารางที่ 4.3 การทดลองค่าความส่องสว่างของโคมแอลอีดี โดยใช้ลักซ์มิเตอร์ ผลการทดสอบได้ค่าความส่องสว่างที่ 120 ลักซ์ ที่ระยะความสูง 3 เมตร ซึ่งถือว่าเพียงพอตามหลักวิศวกรรมในการส่องสว่างถนนภายใน

4.4 วิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อเทียบกับโคมส่องสว่างถนนหลอดฟลูออเรสเซนต์แลมป์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทั่วไป

วิธีการคำนวณผลการอนุรักษ์พลังงาน

จำนวนหลอดส่องสว่างถนนเดิมที่ยังไม่ปรับปรุง n36 จำนวน 50 โคม

หลอดฟลูออเรสเซนต์ 2X36 วัตต์ (บวกบัลลาสต์20 วัตต์) W1 96 วัตต์/โคม

หลอดแอลอีดี 20 วัตต์ (อิเลคทรอนิกส์)	W2	20 วัตต์/โคม
ชั่วโมงการทำงาน	hr	6 ชั่วโมง
วันทำงาน	D	365 วัน/ปี
คิดเปอร์เซ็นต์การใช้เฉลี่ย	%	100%
ค่าไฟฟ้าเฉลี่ย	CE	3.72บาท/KWH

กำลังไฟฟ้าที่ลดลง dl w1-w2 (96-20)= 76 W/โคม

พลังไฟฟ้าที่ประหยัดได้ Psave=n36×(dl/1000)

= 50×(76/1000)

= 3.8 KW

พลังงานไฟฟ้าที่ประหยัดได้ Esave = Psave× D× hr ×(%/100)

= 3.8×365×6×(100/100)

= 8322 Kw/ปี

ค่าไฟฟ้าที่ประหยัดได้ Msave=CE× Esave

=3.72×8322

=30957 บาท/ปี

การลงทุนโคมหลอดแอลอีดี C = 3800 บาท

ระยะเวลาในการคืนทุน PB = C/Msave

=3800/30975

=0.12 ปี

จากผลการวิเคราะห์ความคุ้มทุนพบว่าถ้าปรับปรุงระบบส่องสว่างถนนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดแอลอีดีจะพบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายที่ชำระเป็นค่าไฟฟ้าได้ถึง 30957 บาทต่อปี และระยะเวลาการคืนทุน 0.12 ปี

บทที่ 5

สรุปผล ปัญหา การแก้ไขปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลการทดสอง ผลการทดลองระยะเวลาในการชาร์จประจุเข้าแบตเตอร์รี่ ระยะเวลาในการทำงานของหลอดแอลอีดีในช่วงกลางคืน ค่าความส่องสว่างของโคมแอลอีดี และวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนเมื่อเทียบกับโคมส่องสว่างถนนหลอดฟลูออเรสเซนต์แลมป์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้าทั่วไป สามารถสรุปผลได้ดังนี้

5.1.1 ชุดควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่มีควบคุมแรงดันไม่ให้ชาร์จเกิน 13.5 โวลต์ เมื่อแรงดันไฟฟ้าเกินชุดควบคุมการชาร์จก็จะหยุดการส่งแรงดันไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่และหยุดการชาร์จ การชาร์จประจุจะขึ้นอยู่กับสภาพอากาศช่วงเวลาท้องฟ้ามีเมฆบดบังและท้องฟ้าไม่มีเมฆบดบัง การชาร์จจะใช้เวลามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับช่วงเวลาของแสงอาทิตย์ที่กระทบแผงโซล่าเซลล์และสภาพอากาศในช่วงเวลานั้น

5.1.2 ระยะเวลาในการทำงานของหลอดแอลอีดีในช่วงกลางคืน เปิดการทำงานของหลอดแอลอีดีโดยดูจากการทำงานของสถานะการทำงาน ผลปรากฏว่า รวมเวลาเฉลี่ย 6ชั่วโมง 9 นาที

5.1.3 ค่าความส่องสว่างที่ 120 ลักซ์ ที่ระยะความสูง 3 เมตร ซึ่งถือว่าเพียงพอตามหลักวิศวกรรมในการส่องสว่างถนนภายใน

5.1.4 ระบบส่องสว่างถนนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดแอลอีดีจะพบว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายที่ชำระเป็นค่าไฟฟ้าได้ถึง 30957 บาทต่อปี แต่ต้องมีระยะเวลาในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง

5.2 ปัญหาและการแก้ไขปัญหา

สภาพปัญหาของโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์ แนวทางในการแก้ปัญหามีดังนี้

5.2.1.ปัญหาที่เกิดขึ้นกับโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์

5.2.1.1 ในกรณีที่เป็นฤดูฝนที่ก้อนเมฆบดบังแสงอาทิตย์ทำให้แผงโซล่าร์เซลล์ไม่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้และทำให้ชาร์จพลังงานเข้าแบตเตอร์รี่ได้ไม่เต็มที่

5.2.1.2 แบตเตอร์รี่ที่ใช้มีขนาดแอมป์เปอร์ชั่วโมงที่ต่ำทำให้เก็บพลังงานได้น้อยและอินเวอร์เตอร์ที่นำมาใช้เป็นอินเวอร์เตอร์ที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามารักษาการทำงานทำให้ต้องแบ่งพลังงานไฟฟ้ามาจ่ายให้กับอินเวอร์เตอร์จึงทำงานได้ไม่ถึง 8 ชั่วโมง

5.2.2.แนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นกับโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์

5.2.2.1 ควรเลือกออกแบบแผงโซล่าร์เซลล์ให้มีขนาดวัตต์ที่สูงขึ้นลดเวลาในการชาร์จประจุลดลง

5.2.2.2 ควรเลือกออกแบบใช้แบตเตอร์รี่ที่มีแอมป์เปอร์ชั่วโมงที่มากขึ้นเพื่อเก็บไฟฟ้าได้มากขึ้นและเปลี่ยนอินเวอร์เตอร์รุ่นที่ใช้พลังงานไฟฟ้ารักษาการทำงานให้น้อยลงและให้มีขนาดวัตต์ที่มากขึ้น

ข้อเสนอแนะ

ควรออกแบบให้แผงโซล่าร์เซลล์หมุนตามทิศทางการหมุนของดวงอาทิตย์แบบอัตโนมัติ

บรรณานุกรม

พิบูลย์ ดิฐอุดม.สจธ.2528 ; **การออกแบบระบบส่องสว่าง** ; ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า.

ศุลี บรรจงจิตร.สจล.2527 ; **หลักการและเทคนิคการออกแบบระบบไฟฟ้ากำลัง** ; คณะวิศวกรรมศาสตร์.

มาตรฐาน วสท.พ.ศ. 2554 ; **มาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้า** .

สสท.พ.ศ. 2524 ; **อุปกรณ์ไฟฟ้า.**

ชัยยะ แช่มช้อย.พฤศจิกายน 2540;**การประหยัดพลังงานไฟฟ้า**;สำนักงานพลังงานแห่งชาติ กระทรวงพลังงาน.

เครื่องวัดทางไฟฟ้า.(2554 มีนาคม 16). Available URL :
http://rtc.ac.th/electronic/meaus/ac_voltmeter.html

ไชยชาญ หินเกิด.**2542). ; เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง**. กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

พลังงานแสงอาทิตย์ .(2554 มีนาคม 10) Available URL :
http://www2.egat.co.th/re/egat_wind/pdf_wind/wind_energy.pdf

มนตรี ศิริปรัชญานันท์.**(2548). ; การออกแบบแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้**า.นนทบุรี: มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

รีเลย์ . (2554 มีนาคม 20). Available URL :
http://www.st.kmutt.ac.th/~s5400211/module4/contactor1.html

ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.**(2538) ; เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพมหานคร : สำนักพิมพ์สุวีริยาสาส์น.

อนุตร จำลองกุล.(2545). **; พลังงานหมุนเวียน.** กรุงเทพฯ : โอเอสพริ้นติ้งเฮ้าส์

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์.(2554 มีนาคม 11). Available URL :
http://acept.la.asu.edu/courses/phs110/expmts/exp13a.html

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก
การนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

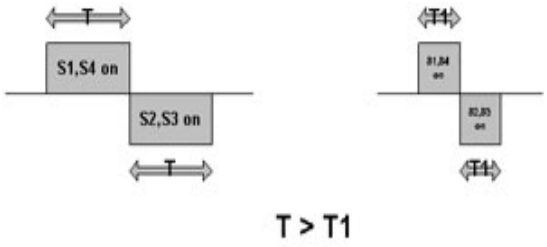
ภาพที่ ก-1 แสดงชุดโคมไฟส่องสว่างถนนหลอดแอลอีดีพลังงานแสงอาทิตย์ติดตั้งที่อาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

ภาคผนวก ข
เนื้อหาที่ให้ความรู้กับนักศึกษา
สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
ในรายวิชาอนุรักษ์และการจัดการพลังไฟฟ้า

หลักการทำงานของส่วนอินเวอร์เตอร์ และคอนเวอร์เตอร์ มีรายละเอียดดังนี้

ส่วนอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์จะเปลี่ยนไฟฟ้า กระแสตรงเป็นกระแสสลับ โดยจะนำไฟฟ้ากระแสตรงต่อ เข้ากับสวิตช์ 4 ตัว และทำการเปิด-ปิด สวิตช์ทั้ง 4 เป็นจังหวะทำให้ เกิดไฟฟ้ากระแสสลับ ดังรูป



ภาพที่ ข-1 การต่อสวิตช์

จากรูป

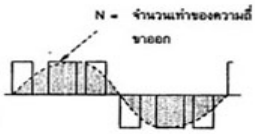
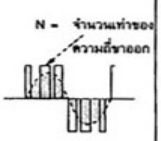
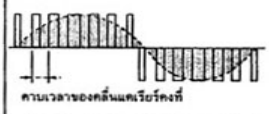
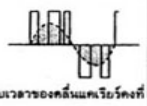
- เมื่อปิดสวิตช์ S1 และ S4 ทำให้เกิดกระแสไหลในทิศทางจากจุด A ไปยังจุด B
- เมื่อปิดสวิตช์ S2 และ S3 ทำให้เกิดกระแสไหลในทิศทางจากจุด B ไปยังจุด A

ดังนั้นถ้าเปิด - ปิดสวิตช์ S1 และ S4 สลับกับสวิตช์ S2 และ S3 จะทำให้เกิดไฟฟ้ากระแสสลับขึ้นนั่นเอง โดยถ้ามีการควบคุมเวลา ในการเปิด-ปิดสวิตช์ ที่ต่างกัน ก็จะได้ไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่แตกต่างกันไปการเปลี่ยนขนาดแรงดัน ของอินเวอร์เตอร์ตามความถี่ โดยวิธีการแปรรูปคลื่นของแรงดัน สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1. วิธีแปรขนาดแรงดันของไฟตรง (PAM : Pulae Amplitute Modulation)
2. วิธีแปรความกว้างของพัลส์ที่ใช้เปิด-ปิดทรานซิสเตอร์ (PWM : Pulae Width Modulation)

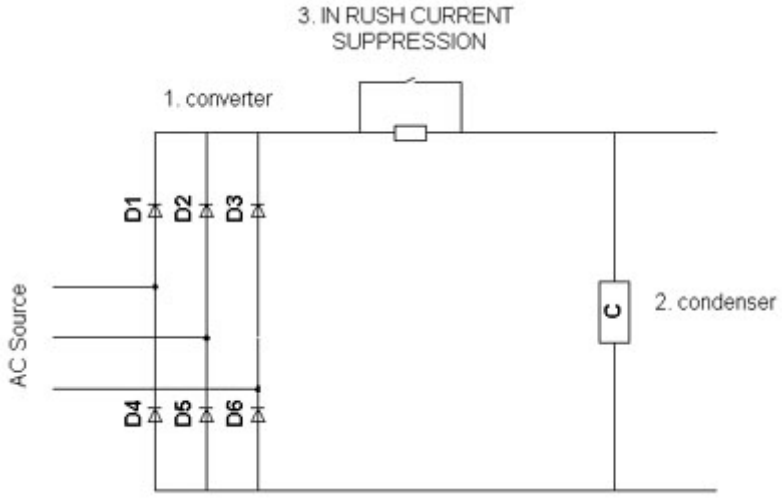
- เป็น Square Wave
- เป็น Sine Wave

โดยแต่ละวิธีจะทำให้เกิดผลต่อมอเตอร์ดังตาราง

รูปแบบการควบคุม		ความถี่ต่ำ	ความถี่สูง	จุดเด่น
แบบซิงโครนัส (SYNCHRONEOUS)	ความถี่แคเรียร์ แปรตามความถี่ขาออก			- สามารถควบคุมฮาร์-โมนิคได้ - แรงดันขาออกสูงสุดเกือบเท่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ
แบบอะซิงโครนัส (ASYNCHRONEOUS)	ความถี่แคเรียร์คงที่ ไม่สัมพันธ์กับความถี่ขาออก			- เสียงรบกวนจากมอ-เตอร์ จะเป็นเสียงเดียว ไม่น่ารำคาญ
แบบผสม	ย่านความถี่ต่ำเป็น อะซิง-โครนัส และ ย่านความถี่สูงเป็นซิงโครนัส			- สามารถควบคุมได้ดีทั้งย่านความถี่ต่ำ ตลอดจนถึงความถี่สูง

ภาพที่ ข-2 ตารางการเกิดผลต่อมอเตอร์

วิธี PWM แบบ Sine Wave นั้นจะมีการเปิด-ปิดทรานซิสเตอร์หลายๆครั้งในหนึ่งไซเคิล และการเปิด-ปิดในแต่ละครั้งจะใช้เวลาไม่เท่ากัน จำนวนการเปิด-ปิดใน 1 วินาที เรียกว่าความถี่เคลีย (Carrier Frequency) ซึ่งวิธี PWM แบบ Sine Wave มีรูปแบบควบคุมการเปิด-ปิดสวิตช์ 3 แบบ ดังตาราง

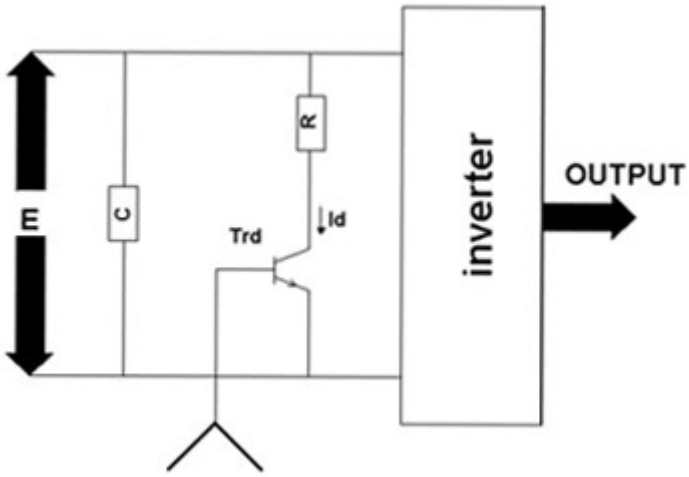


ภาพที่ ข-3 รูปแบบควบคุมการเปิด-ปิดสวิตช์ 3 แบบ

2.2.3.3 ส่วนคอนเวอร์เตอร์

คอนเวอร์เตอร์จะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบไปด้วย

1. ส่วนของคอนเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้าจากกระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยกลุ่มของไดโอด
2. ส่วนของคอนเดนเซอร์ ทำหน้าที่กรองกระแส(ลด ripple) โดยใช้ตัวเก็บประจุ
3. วงจรจำกัดกระแสอินรัช(IN RUSH CURRENT SUPPRESSION) ทำหน้าที่จำกัดกระแส ขณะที่มีการเปิดสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์เป็นครั้งแรก ดังรูป



ภาพที่ ข-4 การเปิดสวิตช์ของอินเวอร์เตอร์เป็นครั้งแรก

2.2.3.4 การควบคุมมอเตอร์

1. การสตาร์ท ทำได้โดยให้สัญญาณตั้งความถี่แก่อินเวอร์เตอร์ด้วยความถี่สตาร์ท มอเตอร์ก็จะผลิตแรงบิด จากนั้นอินเวอร์เตอร์จะค่อย ๆ เพิ่มความถี่ขึ้นไป จนกระทั่งแรงบิดของมอเตอร์สูงกว่าแรงบิดของโหลด มอเตอร์จึงเริ่มหมุน

2. การเร่งความเร็วและการเดินเครื่องด้วยความเร็วคงที่ หลังจากสตาร์ทอินเวอร์เตอร์และมอเตอร์แล้ว ความถี่ขา ออกจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น จนถึงความถี่ที่ต้องการ ช่วงเวลาในการเพิ่มความถี่นี้คือเวลาการเร่งความเร็ว และเมื่อความ ถี่ขาออกเท่ากับความถี่ที่ต้องการ การเร่งความเร็วก็จบ อินเวอร์เตอร์จะเข้าสู่การทำงานในช่วงเวลาการเดินเครื่อง ด้วยความเร็วคงที่

3. การลดความเร็ว ทำได้โดยตั้งความถี่ให้ต่ำกว่าความถี่ขาออก อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงมาเรื่อย ๆ ตามช่วง เวลาการลดความเร็วที่ได้ตั้งไว้ ในขณะลดความถี่ ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่ามากกว่าความถี่ขาออกของอินเวอร์เตอร์ มอเตอร์จะทำงาน เหมือนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผลิตไฟจ่ายกลับไปให้อินเวอร์เตอร์ (regeneration) ทำให้แรงดันไฟตรง (แรงดัน คร่อม คอนเดนเซอร์) มีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นภายในอินเวอร์เตอร์จะมีวงจรที่ทำหน้าที่รับพลังงานที่เกิดจากการ regeneration ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการเบรกมอเตอร์ วงจรนี้เรียกว่า วงจรเบรกคืนพลังงาน

พลังงานที่เกิดจากการ regeneration จะป้อนกลับมาชาร์จประจุที่คอนเดนเซอร์ C ทำให้แรงดัน E มีค่าสูงขึ้น ถ้าแรงดันสูงกว่าค่าที่กำหนด ทรานซิสเตอร์ T ในวงจรเบรกจะทำงาน ทำให้มีกระแส I ไหล ผ่านตัวต้านทานเบรกR ทำให้ตัวต้านทานร้อน เป็นการเผาผลาญพลังงานที่เกิดจากการ regeneration และพลังงานที่เก็บสะสมใน คอนเดนเซอร์ C ก็จะถูกคายออกมาด้วย ทำให้แรงดัน E มีค่าลดลง เมื่อลดลงต่ำกว่าค่าที่กำหนดทรานซิสเตอร์Tจะหยุดทำงานกระแสะเบรกก็จะหยุดไหล

ในช่วงการลดความเร็วจะทำงานในลักษณะนี้หลาย ๆ ครั้ง ถ้าพลังงานมีค่าน้อย (แรงบิดที่จำเป็นสำหรับการลด ความเร็วมีขนาดเล็ก)อัตราการใช้งานวงจรเบรกก็จะต่ำ บางครั้งอาจจะไม่ทำงานเลยก็มี อัตราการใช้งานวงจรเบรกนี้ ได้รับการออกแบบโดยการพิจารณาในแง่ของการระบายความร้อนไว้ที่ 2-3 % เท่านั้น ถ้ามีการใช้เบรกบ่อย หรือใช้เบรกนานเกินจะทำให้เกิดปัญหาการระบายความร้อนของตัวต้านทานและอาจทำให้ทรานซิสเตอร์เสื่อมได้

4. การหยุด อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงจนถึงระดับหนึ่ง และจะผลิตไฟตรงเข้าไปในมอเตอร์เพื่อทำงานเป็นเบรก จนมอเตอร์หยุด เรียกว่า การเบรกด้วยไฟตรง แนวคิดในการเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์ ถ้าคิดว่าอินเวอร์เตอร์เหมือนกับแหล่งจ่ายไฟที่ใช้จ่ายพลังงานเพื่อขับมอเตอร์ก็จะคิกว่ายิ่งเลือกอินเวอร์เตอร์ ขนาดยิ่งใหญ่เท่าใดก็ยิ่งดี สามารถติดตั้งสวิทช์ ที่เอาท์พุตของอินเวอร์เตอร์ เพื่อเปิดปิดจ่ายกระแส ให้มอเตอร์ได้

ทันทีเหมือนกับแหล่งจ่ายไฟแต่แนวความคิดนี้ไม่ถูกต้องเนื่องจาก ต้องสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายสูง และอินเวอร์เตอร์มีขนาดใหญ่เกินความจำเป็น

ในการเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์ ให้เหมาะสมกับมอเตอร์ จะต้องคำนึงถึงข้อต่างๆ ต่อไปนี้

1. ความสามารถใน การขับมอเตอร์ขณะเร่งความเร็วและ ความเร็วรอบคงที่ ต้องพิจารณาว่าอินเวอร์เตอร์สามารถจ่ายกระแสที่มอเตอร์ต้องการได้หรือไม่

2. ความสามารถในการขับมอเตอร์ขณะลดความเร็ว ในขณะที่ลดความเร็วมอเตอร์จะทำงานเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าและคืนพลังงาน กลับไปให้อินเวอร์เตอร์ ดังนั้น อินเวอร์เตอร์ต้องมีความสามารถในการรับคืนและใช้พลังงานนี้ให้หมดไป

3. การเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์ โดยดูจากขนาดและจำนวนมอเตอร์นั้น ให้เลือกอินเวอร์เตอร์ที่มีกระแสพิกัดมากกว่าผลรวมของกระแสมอเตอร์ทุกตัว

จุดเด่นของอินเวอร์เตอร์อีกอย่างหนึ่งคือสามารถขับมอเตอร์หลาย ๆ ตัวด้วยอินเวอร์เตอร์เพียงตัวเดียว แต่วิธีการ เดินเครื่องบางแบบอาจต้องเลือกขนาดอินเวอร์เตอร์ที่มีขนาดใหญ่มาก จึงไม่เป็นการประหยัดและเกิดการผิดพลาด ในการเลือกขนาดได้ง่ายด้วย อินเวอร์เตอร์ที่ทำงานในโหมดการควบคุมฟลักซ์เวกเตอร์ ไม่สามารถขับมอเตอร์ ได้หลายตัวพร้อมกันจะต้องเปลี่ยนโหมดการควบคุมไปเป็นแบบแรงดันต่อความถี่เท่านั้น จึงจะขับมอเตอร์ได้หลายตัว

ภาคผนวก ค
ประวัติผู้วิจัย

ประวัติผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ นายสุชาติ เขียวนอก ที่อยู่ปัจจุบัน 185/2 หมู่ 6 ตำบลชอนไพร อำเภอเมืองเพชรบูรณ์ จังหวัดเพชรบูรณ์ 67110 เบอร์โทรศัพท์ 086-0244281

ประวัติการศึกษา

ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนชุมพวงศึกษา พ.ศ. 2533
ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ พ.ศ. 2536

ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยเทคโนโลยีปทุมธานี พ.ศ. 2544
ระดับปริญญาตรี อุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า (อส.บ.)
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี พ.ศ.2549
ระดับปริญญาโท ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี พ.ศ.2555 (คอ.ม.)

ประวัติการทำงาน

บริษัท ไทยโตชิบาไลท์ติ้ง จำกัด (ช่างฝีมือ, โฟร์แมน,
ซุปเปอร์ไวน์เซอร์,วิศวกร)พ.ศ.2537- 2550
วิทยาลัยเทคนิคเพชรบูรณ์(ครูอัตราจ้าง) พ.ศ.2550-2555

สถานที่ทำงานปัจจุบัน

อาจารย์ สังกัด สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม (ไฟฟ้าอุตสาหกรรม)
คณะเทคโนโลยีการเกษตรมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ พ.ศ.2555-ปัจจุบัน Tel. 0-5673-7060 ต่อ 1702
e-mail : chartkmutt.pbntc@gmail.com