บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

พลังงานแสงอาทิตย์เป็นแหล่งพลังงานอีกอย่างหนึ่งที่มนุษย์ให้ความสนใจ และเลือกมาใช้เป็นแหล่งพลังงานทดแทน เนื่องจากพลังงานดังกล่าวเป็นพลังงานที่ได้เปล่ามีจำนวนไม่จำกัด และปราศจากมลภาวะการนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ทำได้ประโยชน์ทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับผู้ใช้ว่ามีเทคโนโลยีและส่วนประกอบที่เหมาะสมกับวิธีใด

ระบบไฟฟ้า (Photovoltaic Power System) คือระบบไฟฟ้าที่ผลิตกระแสไฟฟ้าโดยตรงจากแสงอาทิตย์โดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์เป็นที่ทราบกันดีโดยทั่วไปว่าปัจจุบันเราแปรสภาพพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรงได้ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่เห็นใช้กันอยู่ทั่วไปเช่นเครื่องคำนวณอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งใช้พลังงานจากแสงไฟเพียงเล็กน้อยที่ผลิตไฟฟ้าใช้ในการคำนวณได้มีการนำเอาเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ในการเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ

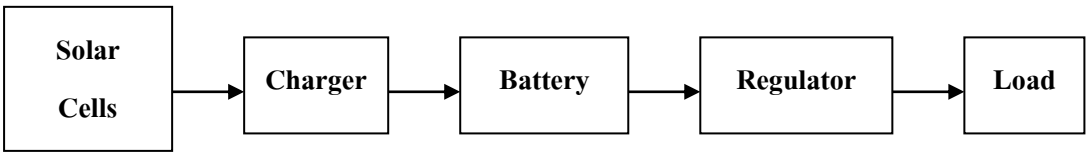
พลังงานจากแสงอาทิตย์นั้น จะมีประโยชน์ใช้กับสถานที่ห่างไกลความเจริญหรือในสถานที่ที่ไฟฟ้ายังเข้าไปไม่ถึง ดังนั้นในการจัดทำโครงงานนี้ โดยใช้เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาเพื่อทำให้ได้เรียนรู้ถึงวิธีการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่มีอยู่อย่างจำกัด ไปใช้งานในสิ่งที่จำเป็นให้มีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ให้ได้มากที่สุด อีกทั้งไฟฟ้าที่ผลิตได้นั้นยังไม่เพียงพอต่อความต้องการ ต้องใช้สายไฟมีความยาวมาก สิ้นเปลืองทั้งเวลาและพลังงานไฟฟ้าอีกทั้งทรัพย์สินอีกด้วย และในปัจจุบันประเทศไทยมีการผลิตไฟฟ้าจากพลังงานเชื้อเพลิงจากธรรมชาติ เช่น ถ่านหิน ก๊าซ และน้ำมัน เป็นต้น จึงทำให้เกิดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสภาวะเรือนกระจก อีกทั้งไฟฟ้าที่ผลิตได้นั้นยังไม่เพียงพอต่อความต้องการในพื้นที่ชนบท จึงทำให้เกิดปัญหาในด้านการศึกษาของเยาวชนในหมู่บ้านนั้นๆ เนื่องจากเยาวชนมีความจำเป็นต้องใช้แสงสว่างในการอ่านหนังสือในช่วงเวลากลางคืนหรือทำกิจกรรมต่างๆในช่วงเวลากลางคืน รวมไปถึงปัญหาด้านสุขภาพของผู้ที่ใช้ตะเกียงน้ำมันเนื่องจากการเผาไหม้ของไส้ตะเกียง เป็นต้น จากปัญหาดังกล่าวจึงได้เกิดแนวคิดที่จะสร้างโครงงานที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้กับโคมไฟ

จากวิธีที่ได้เสนอนี้พลังงานที่จ่ายให้กับหลอดไฟ LED อยู่ในชุดเดียวกันซึ่งสามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวกและติดตั้งง่าย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาหลักการผลิตกระแสไฟฟ้าด้วยพลังงานแสงสุริยะจากของแผงโซล่าเซลล์
2. เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องควบควบคุมการชาร์จประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่
3. เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องควบคุมการจ่ายแรงดันให้กับตะเกียง
4. เพื่อศึกษาการทำงานของการปรับระดับแสงสว่างของตะเกียง
5. เพื่อนำเอาพลังงานธรรมชาติมาใช้ให้เป็นประโยชน์

1.3โครงสร้างของโครงงาน



ภาพที่ 1.1 ภาพแสดงโครงสร้างของโครงงาน

1.4ขอบเขตของโครงงาน

1. ออกแบบและสร้างโครงสร้างสำหรับติดตั้งแผงโซล่าเซลล์
2. สร้างชุดวงจรควบคุมการชาร์จกระแสไฟฟ้าสำหรับตะเกียงไฟฟ้า
3. สร้างและดัดแปลงชุดตะเกียงไฟฟ้าหลอด LED จำนวน 4 โคม
4. ออกแบบและสร้างชุดควบคุมแรงดันไฟฟ้าเพื่อสัมพันธ์กับแสงที่ออกจากตะเกียง

1.5ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงงาน

1. เพื่อให้พื้นที่ที่ไฟฟ้าไม่สามารถเข้าถึงได้มีแสงสว่างใช้ในเวลากลางคืน
2. เพื่อลดปัญหาทางด้านมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมและต่อมนุษย์
3. เพื่อลดการใช้พลังงานเชื้อเพลิงที่มีอย่างจำกัดและนำพลังงานจากแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์

4. แสงสว่างที่ได้มีความสว่างและสามารถใช้งานได้นานกว่าแสงสว่างจากตะเกียงน้ำมัน
5. ทำให้การศึกษาของเด็กดีขึ้นเนื่องจากมีแสงสว่างเพียงพอต่อการอ่านหนังสือในเวลากลางคืน

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1ทฤษฎีของแสง[1]

2.1.1 สเปคตรัมของแสงอาทิตย์ แสงอาทิตย์ประกอบไปด้วยโฟตรอนที่มีพลังงานต่างๆกัน และมีการกระจายของโฟตรอนเหล่านี้ ตั้งแต่ช่วงคลื่นอุลตราไวโอเลตถึงอินฟราเรด แสงอาทิตย์ที่มีอยู่ในอวกาศจะมีสเปคตรัมใกล้เคียงกับวัตถุดำ แต่เมื่อแสงอาทิตย์ทะลุผ่านเข้ามาในชั้นบรรยากาศของโลก โฟตรอนบางส่วนจะถูกดูดกลืนหายไปเนื่องจากก๊าซ และไอน้ำที่มีอยู่อย่างกระจัดกระจายภายในบรรยากาศโลก ดังนั้นสเปคตรัมของแสงอาทิตย์ที่วัดได้บนพื้นผิวโลกจึงมีลักษณะที่ผิดแผกไปจากสเปคตรัมของแสงอาทิตย์ในอวกาศ และมีปริมาณรูปร่างที่แปรเปลี่ยนไปตามปริมาณความหนาแน่นของชั้นบรรยากาศของโลกนั้น จึงเรียกสเปคตรัมของแสงอาทิตย์นั้นว่าเป็นสเปคตรัมแบบ AM 0 (Air Mass Zero) ส่วนสเปคตรัมของแสงอาทิตย์บนพื้นโลกวัดที่บริเวณเส้นศูนย์สูตรที่ระดับน้ำทะเลในวันที่มีอากาศแจ่มใส และดวงอาทิตย์อยู่ตรงเหนือหัวเรียกว่าสเปคตรัมแบบ AM 1 (Air Mass One) หากเป็นการวัดในสภาพอากาศแบบอื่นๆ จะเรียกได้ว่าเป็นแบบ AM 2, AM 3,…. แล้วแต่ปริมาณของแสงอาทิตย์ และสภาพของบรรยากาศที่แสงเดินทางผ่านตลอดจนตำแหน่งการโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลก

2.1.2 ปริมาณเชิงความเข้มของแสงอาทิตย์ ความเข้มของแสงอาทิตย์ที่วัดในอวกาศ AM 0 มีค่าประมาณ 1367 w/m^2 แต่เมื่อแสงอาทิตย์ส่องผ่านชั้นบรรยากาศโลกเข้ามาจะทำให้ปริมาณความเข้มของแสงอาทิตย์ลดลงมาเป็นจำนวนหนึ่ง ซึ่งเมื่อทำการวัดจะมีค่าเหลือประมาณ 1000 w/m^2แต่ในกรณีของ AM 1 นี้ปริมาณความเข้มแสงจะน้อยกว่า1000 w/m^2

แต่อย่างไรก็ดี ค่าความเข้มแสงที่ได้รับจริงๆนั้น โดยเฉพาะกรุงเทพฯนี้จะมีความเข้มไม่ถึง 1000 w/m^2 เนื่องจากตำแหน่งที่ตั้งของกรุงเทพฯนั้นตั้งอยู่บนพิกัดที่เส้นรุ้ง 14 องศาเหนือ และเป็นบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง และทำการวัดค่าความเข้มของแสงอาทิตย์ในช่วงเดือนพฤศจิกายน และธันวาคม ซึ่งมีความชื้นสัมพัทธ์ต่ำจะได้ความเข้มของแสงอาทิตย์สูงสุดแค่ประมาณ 800 w/m^2และได้ค่าต่ำสุดประมาณ 600 w/m^2ในเดือนกุมภาพันธ์ ในด้านรูปแบบลักษณะของสเปคตรัมของแสงอาทิตย์ที่กรุงเทพฯ จะได้รูปแบบ AM 1.5 และแบบ AM 2.5 ตามแต่ฤดูกาลและสภาวะของภูมิอากาศนั้นๆ

2.1.3 ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เมื่อดวงอาทิตย์ส่องแสงลงมายังบนพื้นโลกซึ่งแสงจะต้องส่องผ่านชั้นบรรยากาศของโลก ส่วนหนึ่งของสเปคตรัมของแสงอาทิตย์จะถูกดูดไป จะทำให้เหลือแสงอินฟราเรดและแสงอุลตราไวโอเลตน้อย นอกจากนั้นอนุภาคต่างๆในชั้นบรรยากาศทำให้เกิดการกระจายของแสงอาทิตย์ จึงสามารถแบ่งแสงอาทิตย์ออกเป็นส่วนๆได้ 2 ส่วนคือ ส่วนที่แสงตรง (Direct Component) และในส่วนที่เป็นแสงกระจาย (Diffuse Component) อัตราส่วนของแสงทั้งสองประเภทนี้จะขึ้นอยู่กับสภาพของบรรยากาศและสถานที่ เช่น ในที่ที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงย่อมได้รับแสงส่วนที่เป็นแสงกระจายมาก แต่ในตรงกันข้ามในที่ที่มีอากาศแห้ง เช่น ในทะเลทรายจะได้รับแสงในส่วนที่เป็นแสงตรงมากกว่า แสงอาทิตย์ในฤดูฝนจะมีแสงกระจายมากกว่าในฤดูหนาว เป็นต้น แสงกระจายจะไม่ขึ้นกับตำแหน่งของดวงอาทิตย์ เพราะว่าแสงกระจายเป็นแสงที่สะท้อนมาจากท้องฟ้าแต่แสงตรงจะเป็นแสงที่ส่องโดยตรงจากดวงอาทิตย์ เนื่องจากตำแหน่งและทางโคจรของดวงอาทิตย์เมื่อเทียบกับโลกจะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามวัน เวลา และฤดูกาล ดังนั้นเราจึงควรทราบตำแหน่งของดวงอาทิตย์เพื่อให้สามารถเลือกทิศทางในการจัดวางตำแหน่งของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ได้รับแสงมากที่สุดและอย่างมีประสิทธิภาพ

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความเข้มและสเปคตรัมของแสงอาทิตย์**[2]**

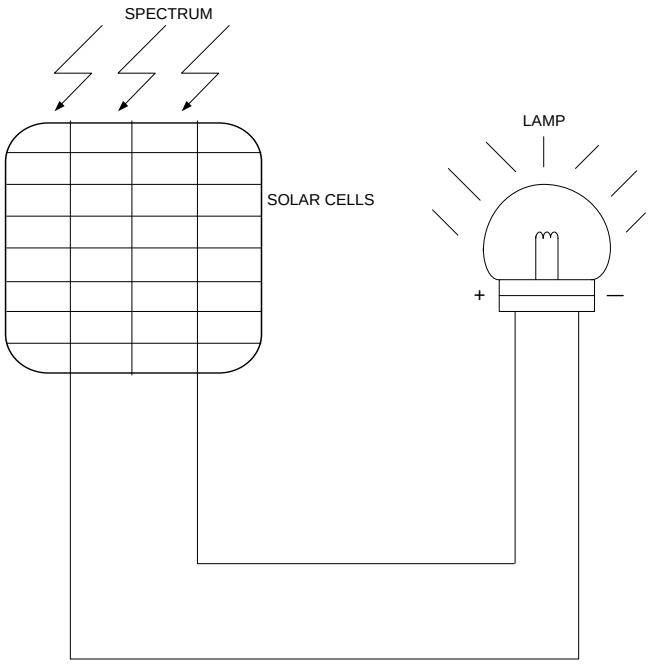
สเปคตรัม	**ความเข้มของแสง (w/m^2)**	**หมายเหตุ**
AM 0	1367	อวกาศ
AM 1	1000	เส้นศูนย์สูตร
AM 1.5	875	กรุงเทพฯ
AM 2	750	
AM 3	500	

2.1.4 การแผ่รังสีของแสงอาทิตย์ ปริมาณความเข้มและการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์จะเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่ง ในการที่จะนำมาประกอบพิจารณาในการกำหนดขนาดของอุปกรณ์หรือระบบการใช้พลังงานแสงอาทิตย์ ดังนั้นความถูกต้องของข้อมูลจึงมีอิทธิพลอย่างสูงต่อความเชื่อถือได้ของตัวระบบ แต่อย่างไรก็ตามความแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศอาจเกิดขึ้นเมื่อไรก็ได้ ดังนั้นในการออกแบบระบบจึงจำเป็นต้องคำนึงถึงความปลอดภัย โดยต้องคำนึงถึงการแปรปรวนของสภาพภูมิอากาศด้วย

2.2ทฤษฎีเซลล์แสงอาทิตย์

เซลล์แสงอาทิตย์เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางวิทยาศาสตร์ ที่ใช้เปลี่ยนแปลงพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ซึ่งจะให้ผลทางไฟฟ้าเป็นกระแสตรง (Direct Current) โดยที่ตัวเซลล์แสงอาทิตย์ไม่มีส่วนที่จะต้องเคลื่อนที่หรือต้องทำให้เกิดการร้อน โดยแสงอาทิตย์จะไปกระตุ้นให้อิเล็กตรอนในสารที่นำมาเป็นเซลล์แสงอาทิตย์มีพลังงานศักย์สูงขึ้นโดยตรง สสารที่ใช้ในการดูดกลืนโฟตรอนนี้จะประกอบด้วย หัวต่อของสสารที่มีคุณสมบัติทางอิเล็กทรอนิกส์ที่แตกต่างกัน เพื่อใช้แยกเอาอิเล็กตรอนที่มีพลังงานศักย์สูงนี้ออกมา เป็นผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าขึ้นระหว่างด้านบนและด้านล่างของสสารที่แตกต่างกัน สสารที่ทำการทดสอบแล้วพบว่าสามารถดัดแปลงพลังงานแสงอาทิตย์มาเป็นแรงดันไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง ได้แก่ สสารประเภทสารกึ่งตัวนำในบรรดาสารกึ่งตัวนำชนิดต่างๆ ที่นำมาทำการทดสอบนั้น ซิลิกอนเป็นสารกึ่งตัวนำที่ให้ผลการทดสอบได้ดีที่สุด สามารถสกัดออกมาได้จากทรายที่มีอยู่โดยทั่วไปเทคโนโลยีเกี่ยวกับซิลิกอนได้รับการพัฒนาต่อเนื่องกันมาเป็นเวลานาน เนื่องจากเป็นวัตถุดิบที่มีความสำคัญต่ออุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ จากเหตุผลดังกล่าวอาจสามารถคาดการณ์ในอนาคตได้ว่าซิลิกอนยังคงมีบทบาทที่สำคัญในเรื่องเซลล์แสงอาทิตย์ไปอีกนาน

2.2.1 ที่มาของทฤษฎีว่าด้วยการผลิตไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ อัลเบิร์ตไอนสไตน์ได้อธิบายเกี่ยวกับทฤษฎีนี้ไว้ว่าการผลิตพลังงานไฟฟ้าโดยแสงอาทิตย์เมื่อประมาณ 90 ปีที่ผ่านมาว่าแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบบนผิวโลหะ ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านโดยเกิดปฏิกริยาอิเลคตรอน วิ่งไหลจากอะตอม ซึ่งผลจากการอธิบายในทฤษฎีดังกล่าวทำให้ อัลเบิร์ตไอนสไตน์ ได้รับรางวัลโนเบล กล่าวคือแสงอาทิตย์ที่ส่องลงมายังพื้นโลกเป็นจำนวนมากมายมหาศาลนั้น มีคุณสมบัติที่เป็นคลื่นและอนุภาคเล็กๆซึ่งเรียกว่าโฟตรอนที่มีอยู่มากน้อยแตกต่างกันไปโฟตรอนที่มีพลังงานมากนั้นจะมีความยาวคลื่นสั้น ซึ่งจะมีแสงสีม่วง ส่วนโฟตรอนที่มีพลังงานน้อยกว่าจะมีความยาวคลื่นสั้นกว่าและมีแสงเป็นสีเหลือง เมื่อโฟตรอนกระทบผิวของซิลิกอนก็จะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกมาจากอะตอมของซิลิกอนซึ่งทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าได้ทันที



ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

2.2.2 ขั้นตอนการผลิตเซลล์แสงอาทิตย์ จะเห็นได้ว่าสสารประเภทสารกึ่งตัวนำได้ถูกนำมาใช้ในการผลิต หรือให้ผลดีในการทำเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งได้แก่ ซิลิกอน ซิลิกอนเป็นสารที่สกัดออกมาได้จากทรายที่มีอยู่ทั่วไปจะถูกนำมาหลอมด้วยอุณหภูมิสูง ในระหว่างการหลอมตัวของซิลิกอนจะมีการเติมสารโบรอนเข้าผสมสารโบรอนจะหลอมตัวผสมกับซิลิกอนและ ทำให้สารซิลิกอนที่ได้มีคุณสมบัติเป็นขั้วบวก หรือรอยต่อ P-N จากการทำหลอมซิลิกอนนั้น เราจะได้ซิลิกอนออกมาเป็นแท่งที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 4-5 นิ้ว จากนั้นแท่งซิลิกอนที่ได้จะถูกนำมาตัดให้เป็นแผ่นบางๆ (Wafers) แล้วถูกนำไปฉาบด้วยสารฟอสฟอรัส สารฟอสฟอรัสนี้จะผ่านอิเล็กตรอนไปยังแผ่นซิลิกอน ซึ่งจะทำให้สารซิลิกอนที่ได้มีคุณสมบัติเป็นขั้วบวกหรือรอยต่อ P-N เมื่อผ่านขั้นตอนดังกล่าว แล้วจะได้เซลล์แสงอาทิตย์ที่มีคุณสมบัติที่จะนำมาใช้ในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า

2.2.3 โครงสร้างของเซลล์แสงอาทิตย์ แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้กับระบบไฟกระแส ตรง DC 12 โวลต์ ประกอบด้วยแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์จำนวนตั้งแต่ 33 - 36 ชิ้น วางเรียงกันเป็นแถว 3 หรือ 4 แถว แผ่นเซลล์เหล่านี้ จะถูกผนึก (Encapsulant) อยู่ในสารป้องกันความชื้นทนต่ออุณหภูมิร้อนและเย็น ปกติสารที่ใช้ทำหน้าที่ Encapsulantมีอยู่ด้วยกัน 3 ชนิดคือ

- Silicone Rubber
- PolyvinilButamate
-EthylineVinil Acetate

สารผนึกดังกล่าวจะทำหน้าที่ป้องกันความชื้นและยึดเกาะกระจกชนิดแทมเปอร์แกรสด้านหน้าและยึดแผ่นสะท้อนแสงไวนิลสีขาวด้านหลังแผ่นกระจกด้านหน้าจะทำหน้าที่ป้องกันการกระทบกระแทกจากทราย หิน และฝุ่นละออง สามารถทำความสะอาดได้ง่าย เนื่องจากมีผิวเรียบช่วยสะท้อนแสงและสามารถทนต่อการบิด ซึ่งเป็นอันตรายต่อแผงเซลล์

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ PV มี 3 แบบคือ

1. แบบอะมอร์ฟัส(Amorphous)หรือ ฟิลม์บาง(Thinfilm)เป็นแผงชนิดเดียวกับที่อยู่ภายในเครื่องคิดเลข สีน้ำตาล แผงชนิดนี้ราคาถูก สามารถให้ไฟฟ้าออกได้แม้แสงแดดน้อย แต่แผงจะใหญ่ น้ำหนักมาก

ข้อดี คือ ไวแสง ผลิตพลังงานได้ง่ายเหมาะกับสถานที่ๆมีหมอกจัด หรือฝนตกชุก

ข้อเสียคือหาอุปกรณ์ต่อพ่วงยากและมีราคาแพง ไม่สามารถใช้ชาร์จเจอร์ตามท้องตลาดทั่วๆไปน้ำหนักมากกินพื้นที่มากแตกหักง่าย

2.แบบ ผลึกรวม (Multi Polycrystalline)แผงชนิดนี้เป็นแผงที่มีการใช้งานมากที่สุดในปัจจุบัน ให้กระแสไฟฟ้าออกได้ดีในช่วงที่มีแดดเข้ม แผงเล็ก และน้ำหนักเบากว่า

ข้อดี คือหาอุปกรณ์ต่อพ่วงได้ง่าย ราคาถูก อายุการใช้งานยาวนานกว่า 20 ปี ทนทาน ใช้พื้นที่น้อย น้ำหนักน้อย

ข้อเสีย คือ ทำงานได้ไม่ดีในสภาพอากาศปิด

3. แบบ ผลึกเดี่ยว (Single polycrystalline) เป็นแผงที่ให้ประสิทธิภาพการแปลงพลังงานไฟฟ้าดีที่สุด ในทั้ง 3 แบบ เปรียบเทียบพื้นที่รับแสงที่เท่ากัน แผงเล็กที่สุด แต่ราคาก็จะสูงที่สุด

ข้อดี คือ ไวแสงสูงมากๆ ผลิตพลังงานได้ง่ายเหมาะกับสถานที่ๆ มีหมอกจัดหรือฝนตกชุก ติดตั้งง่ายไปตามผิววัสดุได้ ขนส่งง่าย ยืดหยุ่นสูงม้วนได้ ทนต่อทุกสภาพอากาศ น้ำหนักน้อย อายุการใช้งานนานกว่า 20 ปี

ข้อเสีย คือ ราคาแพง โดยราคาจะสูงกว่าแบบทั่วๆไปราว 30-40%

แผงแบบ ผลึกเดี่ยว(Single polycrystalline) ประสิทธิภาพดีที่สุด รองลงมาคือ ผลึกรวม (Multi Polycrystalline)และ แบบอะมอร์ฟัส (Thin film)

โครงสร้างของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีหลายรูปแบบ เช่น ด้านหน้าและด้านหลังเป็นแผ่นกระจก วงจรของเซลล์อยู่ตรงกลางระหว่างชั้นสาร EthylineVinil Acetate หรือด้านหลังอาจปิดทับ

ด้วยแผ่นโพลิเมอร์ ซึ่งจะถูกเคลือบให้เป็นแผ่นเดียวกัน เพื่อป้องกันความชื้นด้านหลังของแผงจะใช้กระจกโดยตลอด เพราะทนต่อการขีดข่วนและแสงส่องแผ่นได้ดี นอกจากนี้ฝุ่นยังไม่สามารถจับติดได้ เนื่องจากผิวหน้ามีลักษณะที่เรียบลื่น สามารทำความสะอาดได้ง่าย

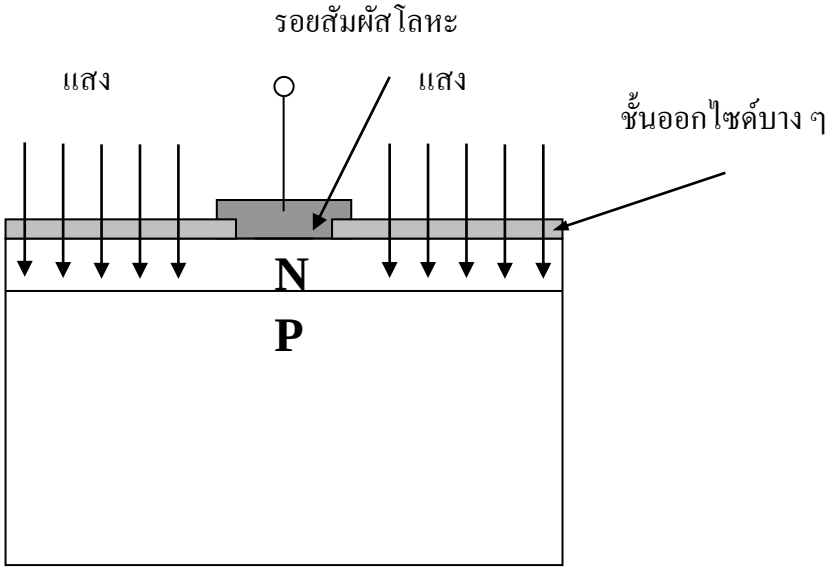
โครงสร้างของแผงเซลล์แสงอาทิตย์มีลักษณะที่นิยมใช้ทั่วไปมีรายละเอียดดังนี้

1.เซลล์แสงอาทิตย์จะเป็นชนิด Single Crystal Silicon ที่มีคุณสมบัติในการรับแสงอาทิตย์และเปลี่ยนให้เป็นพลังงานไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพสูง

2.ผิวหน้าของเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผ่นจะได้รับการเคลือบสารชนิดพิเศษ เพื่อป้องกันการสะท้อนกลับของแสง

3.แผ่นเซลล์แสงอาทิตย์แต่ละแผ่นจะให้แรงดันไฟฟ้าประมาณ 0.5 – 0.6 โวลต์

4.การต่อระบบเซลล์แสงอาทิตย์ภายใน จะขึ้นอยู่กับความต้องการที่จะใช้งาน สามารถต่อแผ่นเซลล์ได้แบบขนานหรืออนุกรม โดยส่วนใหญ่แล้วแผงเซลล์ที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปจะมีลักษณะการต่อแผงเซลล์เป็นแบบอนุกรม เนื่องจากต้องการไฟไปประจุแบตเตอรี่ โดยส่วนใหญ่แล้วแผงเซลล์ 1 แผง จะประกอบด้วยแผ่นเซลล์ไม่น้อยกว่า 30 แผ่น เพื่อให้มีกระแสไฟฟ้าพอมาประจุแบตเตอรี่



ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างภายในของเซลล์แสงอาทิตย์

5. การเชื่อมต่อวงจรระหว่างเซลล์ จะใช้แถบโลหะ 2 แถบคู่ขนาน เพื่อให้เซลล์แสงอาทิตย์มีประสิทธิภาพการทำงานอย่างต่อเนื่อง แม้เซลล์ใดเซลล์หนึ่งได้รับความเสียหายหรือเกิดความบกพร่องระหว่างการทำงาน

6. วงจรของเซลล์แสงอาทิตย์ จะถูกเคลือบอยู่ระหว่างชั้นของสาร EthylineVinil Acetate (EVA) เพื่อป้องกันความชื้น

7. ด้านหลังของแผงเซลล์รองรับด้วยแผ่นโพลิเมอร์(White Tedlar)เพื่อให้เกิดความทนทานต่อการขีดข่วนและฉีกขาด

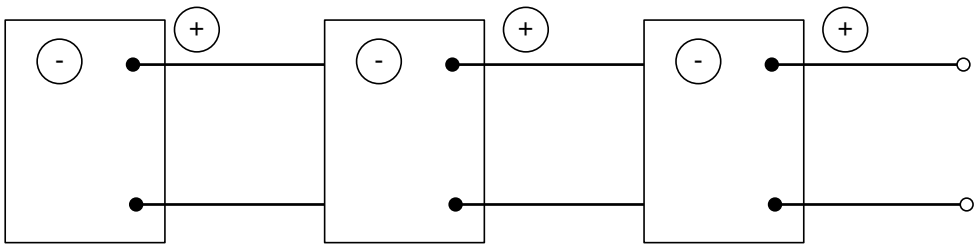
8. ด้านหน้าปิดทับด้วยกระจกชนิดแทมเปอร์ มีคุณสมบัติทนการกระแทก และมีประสิทธิภาพสูงในการให้แสงส่องผ่านและภายในผิวได้รับการออกแบบ เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการสะท้อนกลับของแสง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไฟฟ้า

9. ได้รับการเคลือบให้เป็นแผ่นเดียวกัน(Laminate) เพื่อป้องกันความชื้น

10. กรอบของเซลล์เป็นโลหะชนิดพิเศษ เป็นอลูมิเนียมเคลือบสารป้องกันสนิม ที่มีน้ำหนักเบาและทนทานไม่เป็นสนิม

11. ด้านหลังของแผงเซลล์มีกล่องรวมสายไฟ (Junction Box) เพื่อสะดวกในการต่อสายไฟ

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ดี ควรประกอบไปด้วยเซลล์ที่มีประสิทธิภาพหรือคุณภาพที่เท่าเทียมกัน โดยเฉพาะค่าของกระแสไฟฟ้าลัดวงจรและค่ากระแสไฟฟ้า ณ จุดทำงาน และหากว่าโหลดต้องการกำลังทางไฟฟ้ามากกว่า 1 แผงเซลล์เพื่อที่จะจ่ายให้เพียงพอ ก็สามารถที่จะนำเอาแผงเซลล์มาต่อขนานหรืออนุกรมเพิ่มขึ้นได้

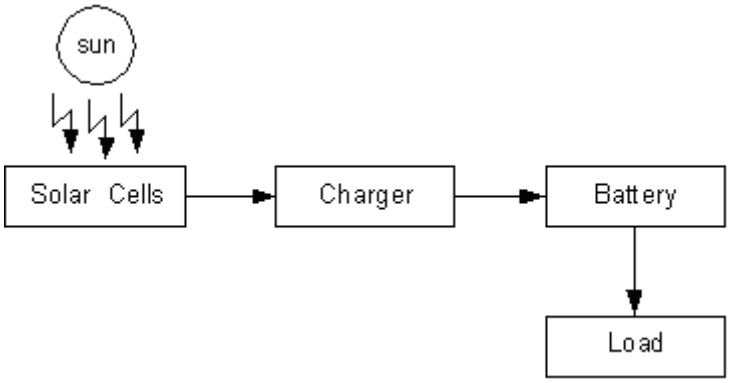


ภาพที่ 2.3 การต่อแผ่นเซลล์แบบอนุกรมของเซลล์แสงอาทิตย์

2.3 การออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ในการออกแบบระบบพลังงานไฟฟ้าที่ได้รับจากพลังงานจากแสงอาทิตย์ ลักษณะการออกแบบระบบไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์นั้น จำเป็นต้องหาค่าพลังงานที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่จะทำการออกแบบ โดยในการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์นั้น มีข้อพิจารณาที่สามารถแบ่งออกได้เป็นส่วนใหญ่ 3 ส่วน คือ

- การพิจารณาลักษณะของโหลด
- เลือกรูปแบบของระบบ
- กำหนดขนาดและองค์ประกอบของระบบ



ภาพที่ 2.4 แสดงแผนภาพการทำงานของระบบไฟฟ้าจากพลังงานแสงอาทิตย์

2.3.1 การพิจารณาลักษณะของโหลด การวิเคราะห์ลักษณะของโหลดจะเป็นจุดเริ่มต้นของการออกแบบระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โดยให้พิจารณาในลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

- ความต้องการพลังงานตลอดช่วงการใช้งานของโหลด
- แผนภูมิพลังงานเชิงฤดูกาลและเชิงชั่วโมงของโหลด
- ความต้องการของการใช้ระบบไฟฟ้าแบบ AC หรือ DC

2.3.2 การเลือกรูปแบบของระบบ การเลือกรูปแบบระบบมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการกำหนดองค์ประกอบระบบ ดังนั้นการเลือกรูปแบบจำเป็นต้องพิจารณาตามหลักการดังนี้

- โหลดเป็นระบบไฟฟ้ากระแสตรง DC จะต้องมีแรงดันไฟฟ้าเท่ากับแรงดันที่ได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ หรือแบตเตอรี่ เช่น 6 โวลต์ , 12โวลต์และ 24 โวลต์ซึ่งส่วนใหญ่มักจะเป็นระบบ 12 โวลต์ เนื่องจากอุปกรณ์หาได้ง่ายกว่า

- หน่วยเก็บสะสมพลังงาน การผลิตพลังงานไฟฟ้าของเซลล์แสงอาทิตย์ จะสามารถทำได้เฉพาะช่วงเวลามีแสงอาทิตย์เท่านั้น ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องมีระบบการเก็บสะสมพลังงานไว้ใช้ในช่วงเวลาไม่มีแสงอาทิตย์ด้วยเพราะฉะนั้นจึงต้องมีตัวเก็บสะสมพลังงานช่วงเวลาที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์ผลิตพลังงานไฟฟ้าออกมาตัวเก็บพลังงานนี้เรียกว่าแบตเตอรี่ (Battery)

2.3.3 การกำหนดขนาดและองค์ประกอบของระบบ เมื่อสามารถเลือกรูปแบบของระบบให้เหมาะสมกับการใช้งานได้แล้ว งานในการออกแบบมีลำดับขั้นตอนที่สำคัญ ได้แก่การกำหนดขนาด และองค์ประกอบของระบบ โดยอาศัยหลักการดังต่อไปนี้ คือ

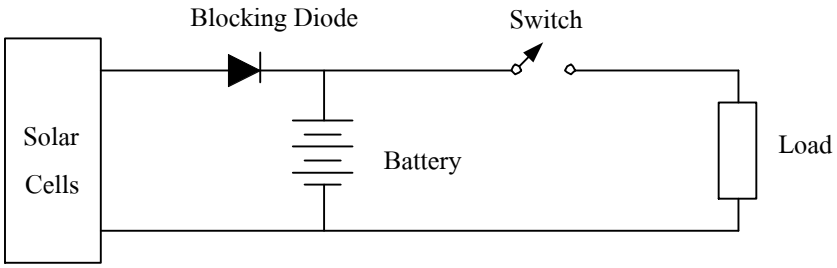
- การคำนวณหาจำนวนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในกรณีที่อุปกรณ์ไฟฟ้ากินกระแสไฟมากกว่ากระแสที่ได้จากแผงเซลล์แผงเดียว หรือแผงเซลล์แผงเดียวไม่สามารถประจุ (Charge) แบตเตอรี่ให้เพียงพอต่อการใช้งานได้ จึงต้องเพิ่มแผงมากขึ้นเพื่อให้ได้กระแสเพียงพอต่อการใช้งานในแต่ละวัน เช่น อุปกรณ์ไฟระบบ 12 โวลต์ ต้องการกระแสไฟฟ้ารวม 60 แอมป์ถ้าใช้แผงเซลล์ 1 แผงที่ให้กระแสไฟฟ้าประมาณ 3 แอมป์ เวลา 8 ชั่วโมงต่อวันจะให้กระแสวันละ 3 x 8 = 24 แอมป์ – ชั่วโมงซึ่งไม่เพียงพอ ต้องเพิ่มแผงเซลล์เป็น 3 แผง และต่อในลักษณะขนาน เพื่อให้ได้กระแสเพียงพอต่อการใช้งานในแต่ละวัน และเนื่องจากการต่อแผงเซลล์ในลักษณะขนานนี้ จะทำให้ค่าแรงดันเท่าเดิม

- ในกรณีที่ต้องการให้ได้ค่าแรงดันเพิ่มขึ้น ให้เพียงพอต่อความต้องการของอุปกรณ์ไฟฟ้าจึงต้องเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้เท่ากับแรงดันที่อุปกรณ์ไฟฟ้านั้นๆ ต้องการมีความจำเป็นต้องเพิ่มแผงเซลล์และต่อในลักษณะอนุกรม แต่ค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จะเท่าเดิม เช่น แผงเซลล์ใช้ในระบบ 12โวลต์ต่อ 1 แผง ถ้าต้องการ 24 โวลต์ต้องใช้ แผงเซลล์ต่อในลักษณะอนุกรม 2 แผง และถ้าต้องการ 36 โวลต์ก็ต่อ 3 แผง

- ความสัมพันธ์ของความเข้มแสงอาทิตย์และอุณหภูมิ เมื่อนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ได้รับการออกแบบให้มีการต่อที่เหมาะสม ในการที่จะนำไปใช้งาน จะต้องจัดตั้งในที่ไม่มีการบังแสงอาทิตย์ เพื่อป้องกันการเกิดจุดร้อน (Hot Spot) ขึ้นในแผง เนื่องจากผลจากการป้อนกลับของกำลังไฟฟ้าเป็นเหตุให้เกิดการร้อนไหม้ของเซลล์ที่ถูกเงาบังทับ ดังนั้นการใช้ (By-Pass Diode) ต่อคร่อมระหว่างแผง ซึ่งจะจัดให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไดโอดแทนการที่จะไหลผ่านเซลล์ที่ถูกเงาบังทับ ซึ่งไม่ให้เกิด Hot Spot ขึ้น

- เมื่อนำแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งาน และต้องการให้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมโหลดมีค่าคงที่ไม่แปรเปลี่ยนสภาพภูมิอากาศหรือสภาพแวดล้อม ในกรณีนี้ต้องต่อแบตเตอรี่ขนานไว้กับ

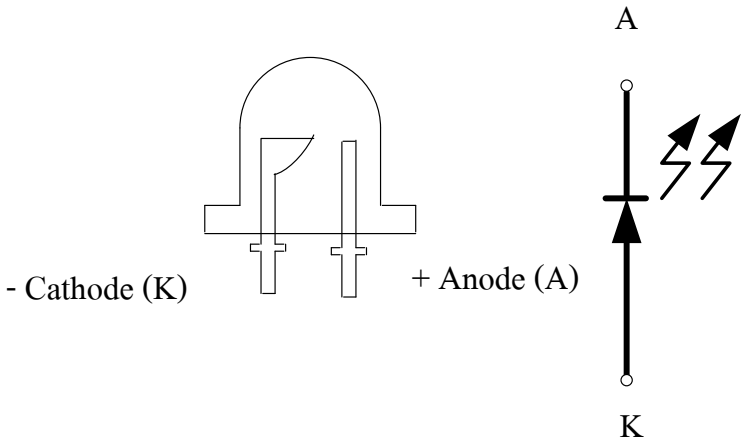
แผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยมีเงื่อนไขว่ากระแสจากแบตเตอรี่จะไม่ไหลกลับเข้าสู่แผงเซลล์ในขณะไม่มีแสงอาทิตย์ ทำได้โดยต่อไดโอดคั่นไว้ระหว่างแบตเตอรี่กับแผงเซลล์ ดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แสดงการต่อเข้ากับโหลดเพื่อใช้งานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

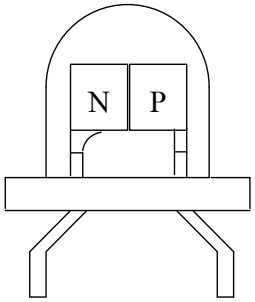
2.4 ไดโอดเปล่งแสง[3]

ไดโอดเปล่งแสง หรือ LED ย่อมาจาก Light Emitting Diode คือ ไดโอดชนิดที่เปล่งแสงออกมาได้เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน โดยแสงที่เปล่งออกมาประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียว และมีเฟสต่อเนื่องกัน ซึ่งต่างกับแสงธรรมดาที่ตาคนมองเห็นอันประกอบด้วยคลื่นซึ่งมีเฟสและมีความถี่ต่างๆกันมารวมกัน สัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสงและรูปร่าง ซึ่งมี 2 ขาเช่นเดียวกับไดโอดธรรมดา แอลอีดีจะใช้ในภาคแสดงผลของเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิกส์เช่น ตัวเลข 7 ส่วนในเครื่องคำนวณเครื่องรับวิทยุ นาฬิกาอิเล็กทรอนิกส์แบบตัวเลข และคอมพิวเตอร์ เป็นต้น



ภาพที่ 2.6 รูปร่างและสัญลักษณ์ของไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสงอาศัยหลักการทำงานของรอยต่อของพีเอ็นขณะที่มีแรงดันไปข้างหน้า คือ เมื่อเราให้ไบแอสไปหน้ารอยต่อพีเอ็นนั้น อิเล็กตรอนอิสระและโฮลบางตัวที่เคลื่อนที่ไปในเนื้อสารกึ่งตัวนำจะรวมตัวใหม่ อิเล็กตรอนอิสระตกจากระดับพลังงานในแถบนำไฟฟ้ากลับสู่แถบเวเลนซ์ และปล่อยพลังงานออกมา ถ้ารอยต่อพีเอ็นทำมากเจอร์แมเนียมและซิลิกอน พลังงานที่ถูกปล่อยออกมาจะอยู่ในรูปของความร้อน แต่ถ้ารอยต่อพีเอ็นทาจากสารกึ่งตัวนำพวกแกลเลียมอะลูมิเนียมอาร์-เซไนด์(GaAlAs) แกลเลียมอาร์เซไนด์ฟอสไฟด์(GaAsP) หรือ แกลเลียมฟอสไฟด์ (GaP) พลังงานที่ถูกปล่อยออกมาจะอยู่ในรูปของแสง ซึ่งรอยต่อพีเอ็นประเภทหลังนี้จึงทำหน้าที่เป็นตัวไดโอดเปล่งแสง



ภาพที่ 2.7 ลักษณะรอยต่อ พี – เอ็น ของไดโอดเปล่งแสง

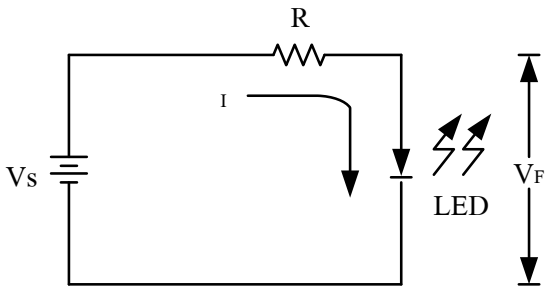
จากภาพที่ 2.7 เป็นภาพตัดด้านข้างแสดงโครงสร้างของไดโอดเปล่งแสง ซึ่งจะเห็นว่าเป็นลักษณะของรอยต่อพีเอ็นทั่วๆไป และเพื่อที่จะให้การแผ่กระจายของคลื่นแสงจากรอยต่อเป็นไปโดยสะดวก รอยต่อพีเอ็นจึงอยู่ใกล้กับผิวหน้าแผ่นผลึกมากๆ และยังมีการใช้เลนส์และสารป้องกันการสะท้อนกลับเข้าช่วยอีกด้วย

คุณสมบัติทางไฟฟ้าแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันของแอลอีดีในช่วงไบ-แอสไปหน้าแอลอีดีจะนำกระแสและมีแรงดันคร่อมตัวมัน ขนาดของแรงดันขึ้นอยู่กับสี และยี่ห้อของแอลอีดี ช่วงนี้แอลอีดีจะเปล่งแสงสว่างออกมาได้ ถ้าหากกระแสมีค่ามากขึ้นความสว่างก็จะเพิ่มขึ้นด้วยจนถึงจุดหนึ่งที่ความสว่างจะเริ่มคงที่ หรืออิ่มตัวที่จุดนี้และกระแสจะมีค่าประมาณ 15 มิลลิ-แอมแปร์ซึ่งอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่าก็แล้วแต่ยี่ห้อและคุณภาพของแอลอีดี เมื่อกระแสมีค่ามากกว่า 15 มิลลิแอมแปร์ แอลอีดีก็จะไม่สว่างขึ้นอีกหรือสว่างขึ้นอีกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และถ้ากระแสมีค่าเพิ่มขึ้นอีกเรื่อยๆ แอลอีดีอาจพังเสียหายได้ ดังนั้นการใช้งานตัวแอลอีดี มักจะกำหนดให้กระแสผ่านตัวมันประมาณ 15 มิลลิแอมแปร์

ในช่วงไบแอสผันกลับ แอลอีดีมีโอกาสเสียหายได้ง่ายถ้าหากแรงดันคร่อมตัวมันมีค่าเกินกว่า 5 โวลต์ ซึ่งจะทำให้เกิดแรงดันเบรกดาวน์จนไม่สามารถควบคุมกระแสที่ไหลผ่านตัวแอลอีดีได้

วงจรพื้นฐานซึ่งนิยมใช้ในการประกอบแอลอีดีเพื่อใช้งาน ดังภาพที่ 2.8 ค่าความต้านทานในวงจรเป็นตัวนำจำกัดกระแสซึ่งไหลในวงจร โดยสามารถคำนวณหาได้จากสมการ

$$R = \frac{V_S - V_F}{I} \qquad (2.1)$$



ภาพที่ 2.8 วงจรพื้นฐานของไดโอดเปล่งแสง

V_Sเป็นค่าแรงดันที่แหล่งจ่ายให้ V_F เป็นค่าแรงดันไบแอสที่ไปตกคร่อมไดโอด I คือค่ากระแสขณะที่ไดโอดได้รับการไบแอสไปหน้า ค่าของ V_Fและ I จะขึ้นอยู่กับชนิดและสีของแสงที่เปล่งออกมาจากไดโอด เช่น แอลอีดีที่ให้แสงสีแดงจะมีค่าประมาณ 1.6 – 2.5 โวลต์ และ 5 – 25 มิลลิ-แอมแปร์ ถ้าให้แสงสีเขียวและสีเหลืองจะอยู่ในช่วง 2.0 – 3.5 โวลต์ และ 10 – 40มิลลิแอมแปร์ โดยทั่วไปแรงดันไบแอสผันกลับซึ่งทำให้เกิดเบรกดาวน์ที่รอยต่อของแอลอีดีจะมีค่าประมาณ 3 – 11 โวลต์ จึงต้องระมัดระวังมิให้แอลอีดีเสียหาย ซึ่งวิธีหนึ่งที่ใช้ป้องกันมิให้แอลอีดีเสียหายเมื่อแรงดันไบแอสสูงกว่าปกติ โดยการใช้แอลอีดีธรรมดาต่อขนานคร่อมตัวแอลอีดี ถ้าหากว่าแอลอีดีได้รับแรงดันไบแอสผันกลับเกินกว่า 0.4 โวลต์ แล้วไดโอดซึ่งต่อคร่อมนี้จะทำงานยอมให้กระแสไหลผ่าน แอลอีดีจึงไม่เกิดการเสียหาย

ตัวไดโอดเปล่งแสง ไม่นิยมนำมาต่อขนานกันตรงๆ เพราะ V_F ของแอลอีดีแต่ละตัวมีค่าไม่เท่ากัน แรงดันที่ได้จากการขนานจะมีค่าเท่ากับแรงดันของตัวต่ำสุด และต้องคำนวณให้ R รับกระแสสูงขึ้น 2 เท่า (30 มิลลิแอมแปร์) เช่น แอลอีดี 2 ตัวมีค่า V_F = 1.8 โวลต์ และ 2 โวลต์ เป็นผลให้แรงดันที่ตกคร่อมแอลอีดีทั้งสองเหลือ 1.8 โวลต์ ผลที่ตามมาคือ แอลอีดีตัวที่ 2 จะไม่ค่อยสว่าง

หรือสว่างเพียงริบหรี่เท่านั้น และกระแสขนาด 2 เท่า (30 มิลลิแอมแปร์) จะไหลผ่านแอลอีดีตัวที่ 1 เพียงตัวเดียว ทางแก้ของการต่อขนานกัน ก็คือ ต้องต่อวงจรดังภาพที่ 2.8โดยใช้ความต้านทานแยกการจำกัดกระแสด้วยวิธีการนี้ถึงแม้ว่า V_F ของแอลอีดีแต่ละตัวไม่เท่ากันก็จะทำให้กระแสของแต่ละตัวต่างกันเล็กน้อยเท่านั้น และด้วยวิธีนี้แทนที่จะเป็นแอลอีดีตัวเดียว อาจใช้เป็นแอลอีดีหลายๆตัวต่ออนุกรมไปก่อนหลายๆชุด แล้วนำมาต่อขนานกันอีกครั้งหนึ่ง ก็จะเป็นการต่อแบบผสมซึ่งจะทำให้เกิดการสูญเสียที่ความต้านทานน้อยที่สุด และแรงดันที่ป้อนเข้าชุดแอลอีดีจะมีค่าไม่สูงนัก เป็นวิธีที่เหมาะสมสำหรับการต่อแอลอีดีจำนวนมากๆ

2.5 แบตเตอรี่ [4]

แบตเตอรี่จัดเป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากตัวหนึ่ง โดยทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานทางเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อจ่ายให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ แบตเตอรี่ที่เหมาะสมในการนำมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงจะต้องสามารถทำการอัดไฟและจ่ายไฟได้หลาย ๆ ครั้ง

เซลล์ของแบตเตอรี่ ประกอบด้วยแผ่นธาตุบวกแผ่นธาตุลบ และสารละลายที่เป็นของเหลวหรือวุ้น ที่เรียกว่า “อิเล็กโตรไลท์” เซลล์เหล่านี้อาจมีการหุ้มปิดสนิท หรือมีช่องให้สารละลายระเหยได้ แผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบจะวางคู่กันในเซลล์เสมอ แบตเตอรี่ลูกหนึ่ง ๆ จะมีแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบ หลาย ๆ ชุด วางขนานกันเป็นคู่ ๆ เพื่อให้กระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้สูงขึ้นแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบเหล่านี้ จะถูกแผ่นกั้นป้องกันไม่ให้มีส่วนที่สัมผัสกันได้ แต่ไอออนสามารถวิ่งจากแผ่นธาตุแผ่นหนึ่งผ่านสารละลายไปยังแผ่นธาตุอีกแผ่นหนึ่ง ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น

แบตเตอรี่ เป็นอุปกรณ์กำเนิดไฟฟ้าจากปฏิกิริยาทางเคมี ซึ่งหน่วยย่อยของแบตเตอรี่จะเรียกว่า เซลล์ เหมือนกัน การต่อเพื่อให้ได้กระแสและแรงดันที่สูงขึ้น ก็จะต้องมีการต่อเซลล์ในรูปแบบของการขนานหรืออนุกรมกัน ซึ่งปกติจะเป็น 12 โวลต์ หรือ 24 โวลต์ และบางระบบอาจจะถึง 250 โวลต์ เป็นต้น การจำแนกเซลล์อาจแบ่งออกเป็น เซลล์ปฐมภูมิ (แบบที่ใช้แล้วไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก) และแบบทุติยภูมิ (สามารถที่จะกลับมาใช้ใหม่ได้โดยการชาร์จใหม่)

2.5.1 ชนิดของแบตเตอรี่

- แบตเตอรี่ซึ่งใช้กรด

สารละลายในแบตเตอรี่นั้น จะต้องสามารถที่จะแตกตัวเป็นประจุได้ (เพื่อเป็นกระแส) ซึ่งในทางปฏิบัติก็คือ กรด หรือ ด่าง พวกที่ใช้กรดจะมีเพลท หรือขั้วไฟฟ้าเป็นตะกั่วเสมอ แต่เนื่องจากตะกั่วเป็นโลหะที่อ่อน ตะกั่วอัลลอยย์จึงได้มีการพัฒนาขึ้น เช่น การใช้ตะกั่ว 94 เปอร์เซ็นต์ และพลวง 6 เปอร์เซ็นต์ หรือในปี พ.ศ. 2473 ได้มีการพัฒนาโดยใช้ตะกั่ว และ แคลเซี่ยม0.05 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งทั้ง 2 ชนิดนี้ จะต้องใช้สารละลายเจือจางของกรดซัลฟูริคเป็นอิเลคโตรไลต์ แต่เนื่องจากการใช้ตะกั่ว-พลวง เป็นขั้วไฟฟ้านั้นทำให้แบตเตอรี่มีการสูญเสียโดยธรรมชาติ ที่สูงกว่าการใช้งานจึงจำเป็นต้องมีการชาร์จเพิ่มอย่างสม่ำเสมอ

- แบตเตอรี่ซึ่งใช้ด่าง

แบตเตอรี่ซึ่งใช้ด่างนั้น ที่พบเห็นกันบ่อยที่สุดคือ นิเกิล-แคดเมี่ยม ซึ่งใช้เพลท คือ นิเกิลและแคดเมี่ยม ส่วนอิเลคโตรไลต์ที่ใช้คือ แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์

2.5.2 ข้อพิจารณาในการใช้งานแบตเตอรี่

ในการใช้งานแบตเตอรี่คือ อุณหภูมิ เพราะอุณหภูมิจะมีผลโดยตรงกับความหนืดของอิเลคโตรไลต์ที่ใช้ ซึ่งการกำหนดอุณหภูมิใช้งานของแบตเตอรี่จะใช้หลักการเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ถ้าหากอุณหภูมิที่ใช้งานสูงขึ้นกระแสในการชาร์จปริมาณก๊าซและการเติมน้ำจะต้องเพิ่มขึ้น ขณะที่อายุการใช้งานของแบตเตอรี่จะต่ำลง

2.5.3 คุณสมบัติในการจ่ายกระแสของแบตเตอรี่

ปริมาณกระแสที่จ่ายออกมาได้ ซึ่งกำหนดได้โดยแรงดันแรกเริ่ม และแรงดันสุดท้าย ซึ่งถือว่าเป็นแรงดันต่ำสุดที่ยอมรับได้ในขณะที่เซลล์ยังคงจ่ายกระแสอยู่ โดยเฉลี่ยทั่วไปแล้วแรงดันแรกเริ่มจะมีค่าประมาณ 2.0 และ 1.2 โวลต์ต่อเซลล์ สำหรับ ลีค-แอซิด และ นิเกิล- แคดเมี่ยม ส่วนแรงดันสุดท้ายนั้นจะยอมรับให้มีค่าประมาณ 1.75 และ 1.0 โวลต์ต่อเซลล์ ของแบตเตอรี่แต่ละชนิดตามลำดับ

2.5.4 อัตราในการจ่ายกระแส

ความจุของแบตเตอรี่นั้นจะบอกในหน่วยของแอมป์ต่อชั่วโมง โดยใช้ฐาน 8 ชั่วโมงเป็นหลัก ซึ่งถ้าหากว่าไม่ทราบว่าใช้ฐานอะไรเป็นหลักแล้ว การรู้ความจุของแบตเตอรี่ก็ดูเหมือนจะไม่มีประโยชน์เท่าไรนัก คำอีกคำหนึ่งที่มักจะใช้อยู่เสมอในวงการแบตเตอรี่ก็คือ “ซีเรโช” หรือ คาปาซิตี้เรโชเป็นแบตเตอรี่ขนาด 120 แอมป์ต่อชั่วโมงการจ่ายกระแส 120 แอมป์ต่อชั่วโมง หรือ15 แอมป์ต่อชั่วโมง นั้นถือว่าคือ 1 ซี หรือถ้าจ่ายให้ 30 แอมป์ ก็หมายถึง 2 ซี เป็นต้น อีกประการหนึ่งตัวเลข 120 แอมป์ต่อชั่วโมง ที่กล่าวไปแล้วนั้นเป็นความจุของแบตเตอรี่ เมื่อให้จ่ายกระแสให้นาน 8 ชั่วโมง ถ้าหากว่าการให้แบตเตอรี่จ่ายพลังงานให้หมดในเวลายิ่งเร็วเท่าไรความจุของแบตเตอรี่ก็ยิ่งลดลงมากขึ้น เพราะว่าการดึงกระแสออกจากแบตเตอรี่ในอัตราที่มากขึ้นจะทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานมากขึ้นเพราะในตัวแบตเตอรี่เองจะมีความต้านทานภายในทำให้ค่า สูญเสียภายในมากขึ้น

2.5.5 การประจุแบตเตอรี่

การประจุไฟเข้าแบตเตอรี่ต้องใช้กระแสไฟตรง (DC) เท่านั้นการประจุไฟแบตเตอรี่อาจทำได้ทีละหลายๆ หม้อก็ได้โดยต่อกันได้ทั้งแบบอนุกรมและแบบขนาน การประจุไฟที่นิยมใช้กันมีอยู่ 3 วิธีคือ

1. การประจุไฟด้วยกระแสไฟคงที่ (Constant Current Charging)โดยการป้อนกระแสไฟเข้าสู่แบตเตอรี่ด้วยกระแสไฟคงที่ตลอด โดยใช้กระแสไม่เกิน 1/10 ของความจุแบตเตอรี่

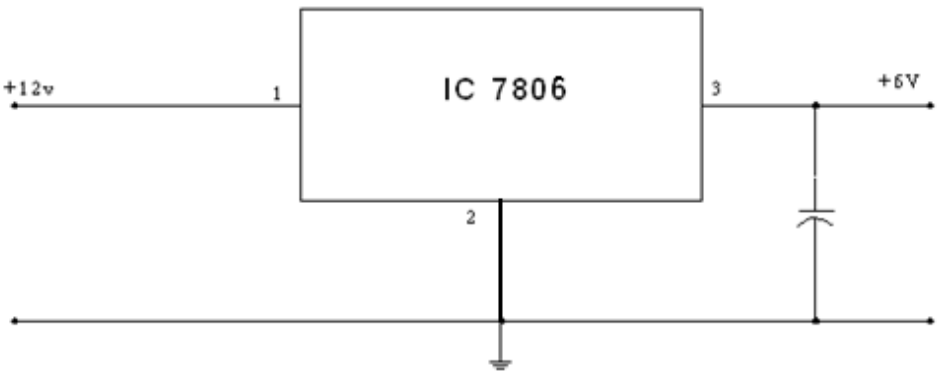
2.การประจุไฟด้วยแรงเคลื่อนคงที่ (Constant Voltage Charging) โดยการป้อนประจุเข้าสู่แบตเตอรี่ด้วยขนาดแรงเคลื่อนคง ที่ขนาดแรงเคลื่อนที่ใช้จะสูงกว่าแรงเคลื่อนของแบตเตอรี่ประมาณ0.5โวลต์เสมอ

3. การประจุไฟแบบเร็ว (Quick Charging) สามารถประจุไฟด้วยกระแสสูงๆ ได้แบตเตอรี่จะเต็มเร็วแต่จะมีโอกาสทำให้แบตเตอรี่เสียเร็วได้เช่นกันเหมาะสำหรับงานเร่งด่วนหรือเป็นแบตเตอรี่ใหม่ๆ สภาพดี ขณะประจุไฟแบตเตอรี่ด้วยวิธีนี้หากน้ำยาขุ่นควรลดกระแสไฟให้น้อยลงการขุ่นสืบเนื่องจากการร่วงของแผ่นธาตุอาจทำให้เสียหายได้

2.6 วงจรเรกกูเลเตอร์ [5]

2.6.1 วงจรปรับแต่งแรงดัน (Voltage Regulator)

เนื่องจากพลังงานที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ไม่คงที่ สาเหตุจากสภาพอากาศในแต่ละวัน ยังมีความแปรปรวน และแรงดันที่ได้จากแบตเตอรี่มีค่าอยู่ที่ 12 โวลต์ ดังนั้นจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ที่ช่วยในการปรับแต่งแรงดันได้คงที่ เนื่องจากอุปกรณ์ภายในระบบควบคุมสัญญาณไฟที่ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดที่ต้องการใช้ไฟเลี้ยงที่ 6 โวลต์ แรงดันในระดับคงที่โดยใช้วงจร (Voltage Regulator) ดังภาพที่ 2.9



ภาพที่ 2.9 แสดงวงจรวงจรปรับแต่งแรงดัน (Voltage Regulator)

2.7 การชาร์จแบตเตอรี่ตะกั่วกรด

การชาร์จประจุแบตเตอรี่ คือ การนำแหล่งจ่ายไฟ DC จากแหล่งจ่ายภายนอก เช่น เครื่องดีซีเจนเนอร์เรเตอร์เป็นต้น มาจ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ การชาร์จแบตเตอรี่มีอยู่ด้วยกัน 2 ชนิด ด้วยกัน คือ

2.7.1 การชาร์จแบบกระแสคงที่

การชาร์จแบบกระแสคงที่นับว่าเป็นการชาร์จที่มีประสิทธิภาพกว่าแบบโวลต์เตจคงที่ แต่การชาร์จแบบกระแสคงที่นี้จะใช้ระยะเวลาในการชาร์จนานกว่าการชาร์จแบบโวลต์แตจคงที่ทั้งนี้เพราะการชาร์จแบบกระแสคงที่นี้ จะถูกจำกัดปริมาณการชาร์จจากเครื่องชาร์จเข้าวงจรแบตเตอรี่

เป็นจำนวนแอมป์ต่อชั่วโมงดังนั้นแบตเตอรี่จะได้รับกระแสในการชาร์จเป็นไปอย่างตามที่กำหนด เมื่อเป็นเช่นนี้บางท่านอาจจะตั้งปัญหาถามว่าทำไมไม่ตั้งกระแสในการชาร์จให้สูงขึ้นถึงแม้แบตเตอรี่จะได้รับกระแสมากก็จริงอยู่ แต่ผลเสียหายจะเกิดขึ้น ตามปริมาณของกระแสที่ทำการชาร์จและในที่สุดแผ่นเพลทของแบตเตอรี่ที่เป็น Active Materalของเซลล์แบตเตอรี่จะเกิดการคดงอแตก หรือรอยร้าวอันเนื่องมาจากความร้อนในเซลล์สูงกว่ากำหนด จะทำให้เซลล์แบตเตอรี่นั้นๆ เกิดการระเบิดขึ้นได้ ส่วนการชาร์จกระแสคงที่มีข้อดีที่เกิดขึ้นกับแบตเตอรี่คือทำให้เซลล์ทุกเซลล์ทุกๆเซลล์ในชุดแบตเตอรี่ได้รับในการประจุกระแสในการชาร์จที่มีสัดส่วนเท่ากันทุกๆเซลล์ตลอดจนชุดแบตเตอรี่ซึ่งในการชาร์จด้วยกระแสคงที่นี้ทำให้การคำนวณหาค่าความจุของแบตเตอรี่ได้ง่ายและสะดวกเช่น เรานำแบตเตอรี่ที่มีค่าความจุขนาด 34 แอมแปร์หากเราจะใช้ระยะเวลาในการชาร์จ 5 ชั่วโมงเต็ม เราต้องใช้กระแสในการชาร์จแบตเตอรี่ เท่ากับ 6.5 แอมแปร์ต่อชั่วโมงดังนั้นค่าความจุของแบตเตอรี่จะเท่ากับ 5 คูณด้วย 6.8 เท่ากับ 34 แอมแปร์ดังนั้นเราจึงพอที่จะสรุปได้ว่า เหตุผลที่ทำให้การชาร์จแบบกระแสคงที่ใช้เวลานานหรือช้าด้วยเหตุผลดังนี้

- ขึ้นอยู่กับค่าความจุหรือขนาดของแบตเตอรี่ที่นำมาทำการชาร์จ
- ขึ้นอยู่กับปริมาณของกระแสที่ทำการชาร์จ
- ขึ้นอยู่กับสภาพของแบตเตอรี่ก่อนที่จะทำการชาร์จ

จากการชาร์จแบบกระแสคงที่ เราไม่ได้กล่าวถึงโวลต์เตจที่ชาร์จแบตเตอรี่เลย อย่างไรก็ตามในขณะที่เราทำการชาร์จแบตเตอรี่อยู่นั้น ระดับโวลต์ที่เซลล์ของแบตเตอรี่จะเริ่มจาก 2.00 โวลต์ต่อเซลล์ จนถึง 2.33 โวลต์ต่อเซลล์

2.7.2 การชาร์จแบบโวลต์เตจคงที่

จากที่เราได้ทราบมาแล้วว่าการชาร์จแบบกระแสคงที่เราจะทำการชาร์จอย่างรวดเร็วไม่ได้ ต่อไปนี้เราจะได้ศึกษาถึงการชาร์จแบบโวลต์เตจคงที่ ในการชาร์จแบบนี้จะใช้เวลาในการชาร์จน้อยกว่าการชาร์จในแบบแรกหรือทำการชาร์จได้อย่างรวดเร็วกว่านั้นเองระยะเวลาในการชาร์จจะเร็วกว่าเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับความสามารถของเครื่องชาร์จจะต้องจ่ายกระแสออกมาได้ 50% ของแบตเตอรี่มาทำการชาร์จ เช่น แบตเตอรี่ขนาด 100 แอมแปร์ต่อชั่วโมงจะใช้เวลาชาร์จเท่ากับ 2 ชั่วโมง

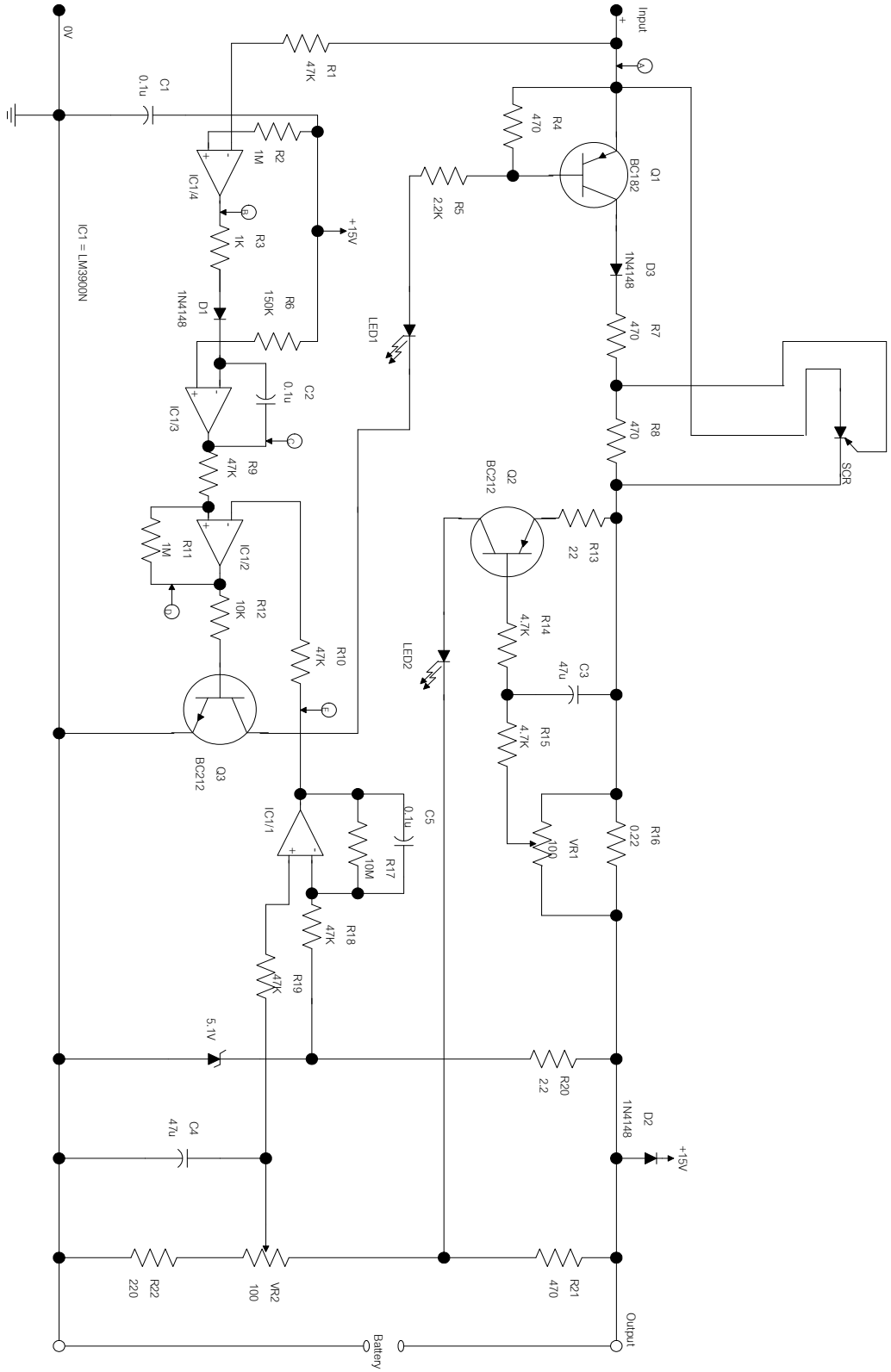
การชาร์จแบตเตอรี่เกิดจากเมื่อแบตเตอรี่ถูกนำเอาพลังงานออกมาไปใช้งานต้องมีการชาร์จหรือประจุไฟให้แบตเตอรี่มีประจุเต็มดังเดิม การชาร์จแบตเตอรี่โดยระบบโวลต์เตจคงที่ทำได้โดยการใช้เครื่องชาร์จ เป็นตัวกำเนิดโวลต์ขึ้นมาแล้วป้อนเข้าแบตเตอรี่ แต่การกำเนิดโวลต์จาก

เครื่องชาร์จ อาจจะมีโวลต์เตจที่ไม่คงที่และนับว่าเป็นวงจรที่สำคัญยิ่งสำหรับการชาร์จ ซึ่งตัวนี้เราเรียกกันทั่วไปว่า วงจรเรกกูเลเตอร์ ดังนั้นวงจรเรกกูเลเตอร์จะทำหน้าที่ให้แบตเตอรี่ได้รับการชาร์จที่คงที่และนับว่าเป็นวงจรที่สำคัญยิ่งสำหรับการชาร์จแบบโวลต์เตจคงที่และในทำนองเดียวกันถ้าหากวงจรเรกกูเลเตอร์นี้เสียจะทำให้แบตเตอรี่ ได้รับระดับโวลต์เตจในการชาร์จที่ไม่ถูกต้อง ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่ได้รับโวลต์เตจในการชาร์จมากหรือน้อยเกินไป ซึ่งระดับโวลต์เตจในการชาร์จโดยทั่วๆ ไปนั้นการตั้งโวลต์เตจเรกกูเลเตอร์จะมีค่าโวลต์เตจเท่าไรนั้นให้ดูคู่มือของแบตเตอรี่นั้นๆ เป็นหลักในกรณีที่ไม่มีหนังสือคู่มือให้ใช้หลักการดังนี้ ให้ใช้จำนวนโวลต์เตจในการชาร์จต่อเซลล์ต่อเซลล์คูณด้วยจำนวนโวลต์เตจในการชาร์จต่อเซลล์คูณด้วยจำนวนเซลล์ของแบตเตอรี่ที่ทำการชาร์จ เช่น แบตเตอรี่ 24 เซลล์จะปรับแต่งโวลต์เตจของเครื่องชาร์จเท่ากับ 2.15 คูณด้วย 24 เท่ากับ 51.6 V

2.7.3 วงจรและการทำงานของวงจร

จากภาพที่ 2.10 ไอซีออป-แอมป์ใช้เป็นแบบ นอร์ตัน ออป-แอมป์ ซึ่งโดยคุณลักษณะของออป-แอมป์แบบนี้ ค่าแรงดันเอาต์พุตจะถูกควบคุมโดยอินพุตที่อยู่ในรูปของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าทั้งขาอินเวอร์ติ้ง และขานอนอินเวิร์ตติ้ง ซึ่งแรงดันเอาต์พุต จะมีค่าเป็นผลคูณของ การขยายของออป-แอมป์ตามแต่การต่อวงจร กับผลต่างระหว่างกระแสอินพุตทั้ง 2 ด้าน ส่วนในวงจรชาร์จแบตเตอรี่เพื่อความเหมาะสมจะใช้ออป-แอมป์ซึ่งใช้แหล่งจ่ายแรงดันบวกและกราวด์ธรรมดา ที่ IC 1/4 เป็นการต่อแบบวงจรเปรียบเทียบ (Comparator) โดยที่ขา 8 ของ IC 1/4 ต่อกับแรงดันที่อินพุตของวงจร โดยผ่าน R1 และขา 13 ของ IC 1/4 ต่อกับแรงดันเอาต์พุตที่จ่ายให้กับแบตเตอรี่โดยผ่าน R2 ซึ่งจากแรงดันที่จุด A และที่จุดที่จะไปจ่ายให้กับแบตเตอรี่เกิดการเท่ากัน ทำให้กระแสที่ไหลเข้าขา 8, 13 ขึ้นอยู่กับ R1 และ R2 เนื่องจากแรงดันที่จ่ายมาเลี้ยงวงจรจะมีลักษณะเป็นรูปคลื่นซีกบวก ซึ่งเป็นรูปคลื่นที่จุด A แต่จากรูปแรงดันเอาต์พุต ส่วนว่างของสัญญาณจะมีค่าแรงดันสูงกว่าแรงดันอินพุตในช่วงเดียวกันทำให้ได้แรงดันเอาต์พุตของ IC 1/4 ขา 9 ที่จุด B

IC 1/3 ต่อเป็นตัวแปลงสัญญาณพัลส์ให้เป็นฟันเลื่อย โดยที่ขา 12 ของ IC 1/3 ต่อกับไฟบวกเอาต์พุต และขา 11 ของ IC 1/3 ต่อมาจากเอาต์พุตของ IC 1/4 โดยผ่าน R3 และ D1 ในขณะที่ขา 12 ของ IC 1/3 มีกระแสไหลเข้ามาทำให้เอาต์พุตของ IC 1/3 แสดงผลเป็นช่วงขึ้นของสัญญาณสามเหลี่ยม ซึ่งเป็นแรงดันที่จุด C และเมื่อมีกระแสไฟฟ้าที่ขา 11 ของ IC 1/3 (ในขณะที่มีผลลัพธ์ออกมาที่ขา 9 ของ IC 1/4 ซึ่งเป็นจังหวะเดียวกันกับที่แรงดันเอาต์พุตที่จ่ายให้แบตเตอรี่ลดลง) ซึ่งจะมีค่ามากกว่าขา 12 ของ IC 1/3 ทำให้เอาต์พุตของ IC 1/3 แสดงเป็นช่วงตกของสัญญาณสามเหลี่ยม ซึ่งเป็นรูปสัญญาณเอาต์พุตที่จุด C และนำสัญญาณที่ได้ไปยังขา 1 ของ IC 1/2 โดยผ่าน R9



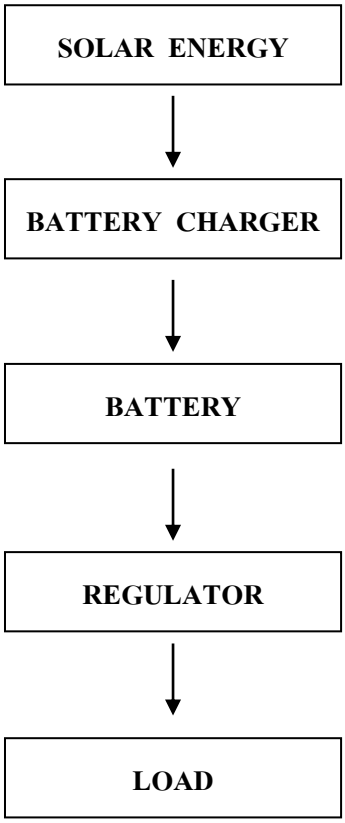
ภาพที่ 2.10 วงจรเครื่องชาร์จแบตเตอรี่

IC 1/1 ต่อเป็นวงจรขยายค่าผิดพลาด โดยที่ขา 2 ของ IC 1/1 จะต่อกับ VR2 ซึ่งต่อกับ R21, R22 เพื่อแบ่งแรงดันจากแรงดันเอาต์พุตที่จ่ายให้กับแบตเตอรี่ และนำไปเปรียบเทียบกับแรงดันที่ขา 3 ของ IC 1/1 ที่ต่อกับชุด R20 ZD1, R18 ซึ่งเป็นแรงดันที่ผ่านการเรกูเลตด้วยซีเนอร์ไดโอดแล้ว และอัตราการขยายแบบนี้จะมีค่าเป็นอัตราส่วนของ R17 ต่อ R18 ส่วน C5 เป็นตัวป้องกันความถี่ที่ไม่ต้องการ โดยเอาต์พุตของ IC 11 ที่ขา 4 จะเป็นสัญญาณไปตรงที่เปลี่ยนแปลงระดับแรงดันขึ้นลง จากการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าที่ VR2 ที่ผ่านการฟิลเตอร์โดย C4 แล้ว (จากแรงดันเอาต์พุตที่จ่ายให้แบตเตอรี่เป็นแบบลูกคลื่นพัลส์) และนำเอาต์พุตของ IC 1/1 ต่อกับขา 6 ของ IC 12 โดย IC 12 เป็นวงจรกำเนิดพัลส์โดยต่อแบบนอนอินเวอร์ติ้งแอมป์ทำให้ขณะที่ขา 1 ของ IC 1/2 มีระดับสูงกว่าขา 6 ทำให้ได้เอาต์พุตเป็นบวกสูงสุด ซึ่งเป็นรูปคลื่นที่จุด D สามารถเปรียบเทียบกับรูปคลื่นที่จุด D ได้ที่จุดตัดของรูปคลื่นที่ขา 6 และขา 1 ของ IC 1/2 จะทำให้รูปคลื่นของเอาต์พุตของ IC 1/2 นี้เปลี่ยนไป จากบวกเป็นศูนย์หรือจากศูนย์เป็นบวก และเอาต์พุตของ IC 1/2 นี้จะนำไปใช้ในการ “กระตุ้น” ที่ SCR โดยผ่าน Q3 ,LED1,D4,R7 และ R8 โดย R8 จะต่อคร่อมระหว่างเกตกับแคโทดและนำแรงดันที่คร่อม R8 นี้ใช้ในการกระตุ้น SCR ให้ทำการนำกระแสจ่ายแก่แบตเตอรี่R16 จะเป็นตัวต้านทานที่มีกระแสไหลผ่านไปยังแบตเตอรี่ จะใช้แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R16 ไปตรวจสอบขนาดกระแสไฟฟ้า โดยใช้ VR1 เป็นตัวปรับขนาดการตรวจจับกระแสที่ตกคร่อม R16 ผ่าน R15,R14 โดยมี C3 เป็นฟิลเตอร์ เพื่อทำให้ที่ขาเบส ของ Q2 เป็นระดับแรงดันไฟฟ้าที่เรียบขึ้น และ Q2 จะทำงานตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่ขาเบส คือ เมื่อแรงดันคร่อม R16 เพิ่มขึ้นจากการที่กระแสไหลมากขึ้นจะทำให้แรงดันที่ขาเบส ของ Q2 มีค่าบวกเพิ่มขึ้น ทำให้ Q2 นำกระแสมากขึ้น ระดับแรงดันที่แอโนดของ LED2 สูงขึ้น จนทำให้ LED2 สว่างขึ้นได้ (เมื่อตั้ง VR1 ให้แรงดันที่แอโนด และแคโทด ของ LED2 มีค่าเท่ากัน ขณะไปต่อแบตเตอรี่)

บทที่ 3
การออกแบบโครงงาน

การออกแบบโครงงานระบบผลิตไฟฟ้าจากแสงสุริยะสำหรับตะเกียงไฟฟ้าในหมู่บ้านที่ไม่มีไฟฟ้าใช้ โดยการออกแบบนี้เป็นการออกแบบโคมตะเกียง โดยมีการนำหลอด LED มาเป็นตัวหลักที่ให้แสงสว่าง โดยให้โซล่าร์เซลล์ตัวรับพลังงานแสงอาทิตย์แล้วแปลงเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยผ่านชุดชาร์จเจอร์เข้ามาไว้ในแบตเตอรี่ 12 โวลต์ ซึ่งอยู่ในรูปของแรงดันกระแสตรง ทำการปรับขนาดแรงดันกระแสตรงให้ลดลง ให้เหมาะสมกับการจ่ายหลอด LED

3.1 โครงสร้างของโครงงาน



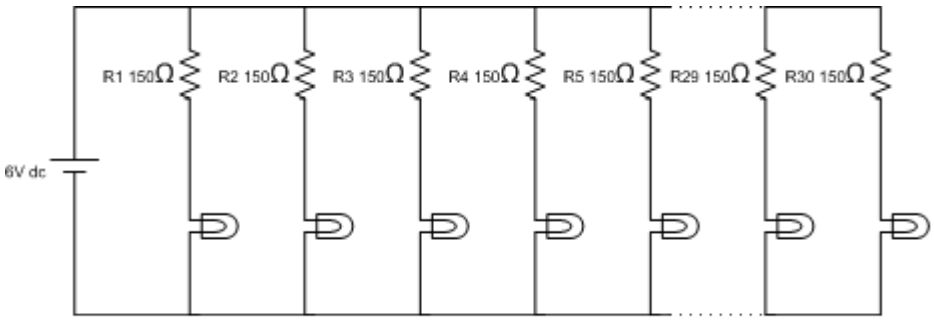
ภาพที่ 3.1 แผนภาพขั้นตอนการทำงานของระบบ

ในการออกแบบระบบพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์นั้น จำเป็นต้องหาค่าพลังงานไฟฟ้าที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่จะใช้ร่วมในการออกแบบเพื่อจะทำการคำนวณหาขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์ และขนาดความจุของแบตเตอรี่ โดยในขั้นตอนเริ่มแรกจะต้องกำหนดรูปแบบลักษณะของโหลด แต่เนื่องจากโครงงานนี้ได้นำเอาไดโอดเปล่งแสง (LED) มาเป็นตัวแสดงผลในรูปแสงสัญญาณไฟ ซึ่ง LED เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้รูปแบบพลังงานไฟฟ้าระบบกระแสตรง จึงทำให้ไม่ต้องมีการแปลงระบบกระแสไฟฟ้า อีกทั้ง LED ยังกินพลังงานทางไฟฟ้าน้อย

3.2 การคำนวณหาความต้องการพลังงานไฟฟ้าของโหลดในระบบ

3.2.1 คำนวณหาความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของโหลด

วงจรขับหลอด LED หลายตัวพร้อมกันแต่การต่อแบบนี้วงจรจะกินกระแสค่อนข้างสูง การนำหลอด LED หลาย ๆ ตัวมาใช้งานพร้อม ๆ กันอีกแบบหนึ่งก็คือการนำวงจรพื้นฐานจากรูปมาต่อขนานกันดังแสดงในรูปแต่การต่อวงจรแบบนี้ค่อนข้าง จะกินกระแสมาก คือเท่ากับผลรวม ของกระแสที่จ่ายให้แก่ หลอด LED แต่ละตัว



ภาพที่ 3.2 วงจรการต่อหลอด LED

- คำนวณค่าความต้านทาน

$$V = I \times R$$

จะได้ $$R = V / I$$

ถ้าใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 6 V และหลอด LED ใช้แรงดัน (V) =3.0 V และกระแส

(I) = 20 mA จะต้องใช้ค่าความต้านทานจากสูตร

R = (V แหล่งจ่ายไฟ – V ตกคร่อม) / I

= (6– 3) / 20 mA

= 150 โอห์ม

- คำนวณ LED ที่ใช้ในการแสดงผลสัญญาณ โดยที่ LED1 หลอดใช้แรงดัน (V) =3.0 V และ กระแส (I) = 20 mA

- โคมไฟสัญญาณ 1 ดวง ใช้หลอดLEDจำนวน 30หลอด

นำมาต่อขนานกัน ดังนั้นโคมไฟสัญญาณ 1 ดวง

จะใช้ I_1 = จำนวนหลอด x I

= (30)x (20 mA)

= 0.6 A

โคมไฟสัญญาณ 1 ดวง จะต้องใช้

P_1= V x I_1

= (3.0V) x (0.6 A)

= 1.8 W

I_1คือ กระแสที่ใช้กับหลอด LED จำนวน 30หลอด

P_1 คือ กำลังที่ใช้กับหลอด LED จำนวน 30หลอด

- ดังนั้นระบบมีความต้องการกระแสที่แรงดันแบตเตอรี่6 V

I_T = P_1 / V

= (1.8W) / (6 V)

= 0.3 A

ระบบต้องการ I_T = 0.3 A

I_T คือ กระแสรวมทั้งหมดของระบบโคมตะเกียงไฟฟ้าที่ต้องการ

จำนวนโคมตะเกียงไฟฟ้าทั้งหมดจำนวน 4 โคม

ดังนั้นกระแสรวมทั้งหมดของระบบโคมตะเกียงไฟฟ้าที่ต้องการคือ

= (4)x(0.3 A)

= 1.2 A

3.2.2 คำนวณหาขนาดแบตเตอรี่ และ แผงเซลล์แสงอาทิตย์

- แบตเตอรี่ต้องจ่ายกระแส ในช่วงเวลาไม่มีแสงอาทิตย์ เป็นเวลา 14 ชั่วโมง (17:00 – 7:00 น) จะได้ค่าCapacity ratio = (14hr) x (1.2 A)

= 16.8 A- hr

- เพื่อเป็นการถนอมอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ โดยกำหนดการคายประจุ 60% ดังนั้น จะได้ ค่า Capacity ratio = (16.8 A- hr) x (1.60)

= 26.88 A- hr

ดังนั้น โครงงานนี้เลือกใช้แบตเตอรี่ ที่ขนาดพิกัดความจุ ไว้ที่ 26 A- hrและหาซื้อได้ง่าย

- ในแต่ละวันแบตเตอรี่ ได้รับปริมาณกระแสจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เป็นเวลา 10 ชั่วโมง (07:00 – 17:00 น.)

I = (26.88 A- hr) / (10 hr)

= 2.688 A

- เนื่องจากการชาร์จแบตเตอรี่แรงดันที่แผงเซลล์ฯมีค่าแรงดัน มากกว่าแรงดันที่แบตเตอรี่ โดยกำหนดให้ 15% คิดที่แรงดันแบตเตอรี่มีค่าที่ 12.48 V

ดังนั้น แผงเซลล์ฯ จะต้องมีขนาดแรงดัน

V = (12.48 V) x (1.15)

= 14.352 V

คำนวณหาขนาดของโซลาร์เซลล์

กำหนดการใช้งานทั้งหมดในหนึ่งวัน 10 ชั่วโมง โดย $P_{load/day}$ คือ กำลังงานไฟฟ้าที่ใช้ต่อวัน

$P_{load/day}$ = (7.2) x (10)

= 72 W- hr

คิดที่โซลาร์เซลล์รับแสงแค่ 5 ชั่วโมง โดย $P_{load/day}$ คือ กำลังงานไฟฟ้าที่ต้องได้จากโซลาร์เซลล์

P_{out} = $P_{load/day}$ /5

= 72 W- hr/5

= 14.4 W

แต่ค่าที่ได้จากการคำนวณดังกล่าวยังไม่สามารถ นำไปใช้เลือกแผงที่ใช้ได้เนื่องจากค่าวัตต์ที่ต้องการได้จากแผง จะมีค่าน้อยกว่าพิกัดของแผงที่แจ้งในป้ายบอกพิกัดของอุปกรณ์ เนื่องจากป้ายที่บอกมากับแผงพลังงานที่ผลิตได้ที่ค่าความเข้มแสง 1,000 W / m^2 ที่อุณหภูมิ 25 C° ดังนั้นการคำนวณขนาดของแผงจะทำได้ดังนี้

$$P_{out}\,(new) = (1{,}000 \times P_{out})/ 600$$
$$= (1{,}000 \times 14.4\ W)\ / 600$$
$$= 24\ W$$

- เพื่อเป็นการถนอมอายุการใช้งานของแผงโซลาร์เซลล์ โดยกำหนดการคายประจุ 25% ดังนั้น จะได้ ค่า Capacity ratio $= (24\ W) \times (1.25)$

$$= 30\ W$$

ดังนั้น โครงงานนี้เลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์ ที่ขนาดพิกัดความจุ ไว้ที่ 30 W

โดยค่า 600 W / m^2 มาจากค่าความเข้มแสงโดยเฉลี่ยของประเทศไทย ดังนั้นเราจะได้พิกัดแผงอยู่ที่ 30 W จึงสามารถเลือกใช้แผงที่มีขนาดใหญ่กว่าก็ได้ แต่เนื่องจากผู้จัดทำโครงงานมีแผงโซลาร์เซลล์ขนาด 30 W อยู่แล้วจึงเลือกใช้ขนาดดังกล่าว

ภาพที่ 3.3 ลักษณะแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ใช้ในโครงงาน

- แผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่เลือกใช้ในโครงงานนี้

คุณลักษณะทางไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

Peak power	30	Wp
Current at max power (Imp)	1.7	Amps
Short circuitcurrent(Isc)	2.3	Amps
Voltage at max power (Vmp)	17.8	Volts
Open circuitvoltage(Voc)	21.2	Volts
Maximum system voltage	1,000	Volts
Dimensions	350 x675 x 35 (±2mm)	
Power tolerance ± 5%		

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ทดลองหาความสามารถในการจ่ายพลังงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

4.1.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อต้องการทราบแรงดันและกระแสสูงสุดที่แผงเซลล์แสงอาทิตย์สามารถจ่ายได้

2. เพื่อต้องการทราบถึงระยะเวลาในการชาร์จประจุเก็บในแบตเตอรี่ จนกว่าจะเต็ม ใช้เวลากี่ชั่วโมง

3. เพื่อต้องการทราบว่าแบตเตอรี่จ่ายไฟโหลดได้เป็นเวลากี่ชั่วโมง

4.1.2 ขั้นตอนการทดลอง

- วางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำมุมที่ 0 องศา , 15 องศา, 30 องศา , 45 องศา ในแนวระนาบ พร้อมทั้งวัดค่าและบันทึกค่าทุก ๆ 30 นาที

- นำค่าที่วัดได้ในแต่ละมุมมาเปรียบเทียบ เพื่อทำการหามุมที่ให้ค่าแรงดันมากที่สุด จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ผลการทดลองแสดงที่ ตารางที่ 4.1

- ผลที่ได้จากการวัด จะได้มุมที่ 15 องศา ที่ให้ค่าแรงดันมากที่สุด

- วางแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ 15 องศาในแนวระนาบทำการชาร์จแบตเตอรี่ พร้อมทั้งบันทึกค่ากระแส และแรงดันที่ชาร์จทุก ๆ 30 นาทีผลการทดลองแสดงที่ ตารางที่ 4.2

- ทดสอบการจ่ายพลังงานของแบตเตอรี่ (Discharge) โดยจ่ายแรงดันให้กับวงจรโดยแรงดันที่จ่ายจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ผ่านวงจรเรกกูเลตเตอร์ ไปที่แบตเตอรี่ 6 โวลต์ เพื่อทำการหาแรงดันที่ถ่ายเทจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ไปยัง แบตเตอรี่ 6 โวลต์ พร้อมทั้งบันทึกค่าเวลา และแรงดันที่ชาร์จทุก ๆ 30 นาทีผลการทดลองแสดงที่ ตารางที่ 4.3

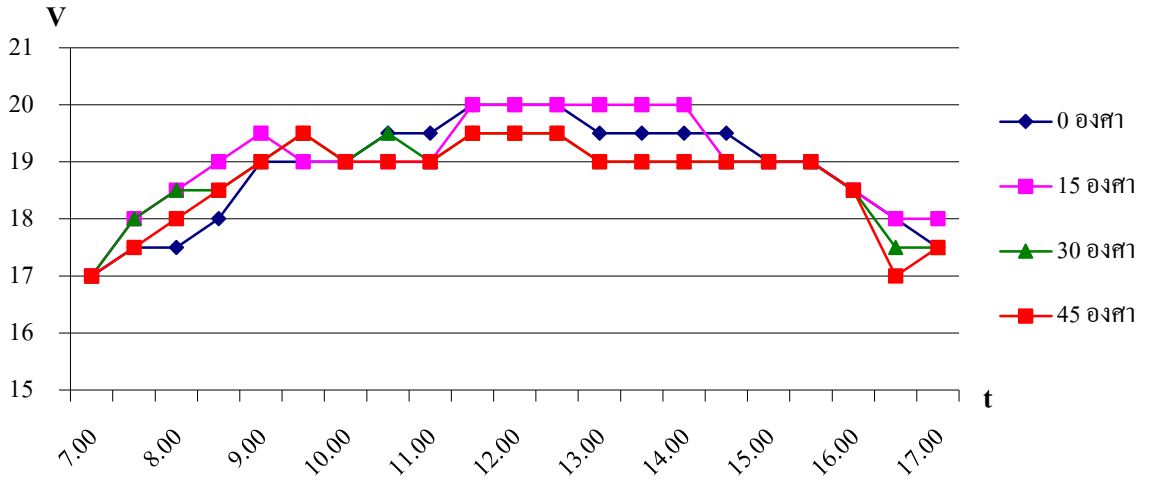
- ทดสอบการจ่ายพลังงานของแบตเตอรี่ (Discharge) และผลการทดสอบการวัดแสงจาก Lux meterในโคมตะเกียงไฟฟ้าโดยใช้โคมตะเกียงไฟฟ้า แรงดัน 6โวลต์ กระแส 0.3แอมป์เพื่อทำการหาแรงดันต่ำสุดของแบตเตอรี่ เพื่อให้ทราบถึงขีดความสามารถที่จะจ่ายพลังงานได้ในช่วงเวลาที่จะใช้งานจริง ผลการทดลองแสดงที่ ตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.1 ตารางผลการทดลองการจ่ายพลังงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่มุมต่าง ๆ

เวลา	0 องศา	15 องศา	30 องศา	45 องศา
	แรงดัน (Volt)	แรงดัน (Volt)	แรงดัน (Volt)	แรงดัน (Volt)
07.00	17.0	17.0	17.0	17.0
07.30	17.5	18.0	18.0	17.5
08.00	17.5	18.5	18.5	18.0
08.30	18.0	19.0	18.5	18.5
09.00	19.0	19.5	19.0	19.0
09.30	19.0	19.0	19.5	19.5
10.00	19.0	19.0	19.0	19.0
10.30	19.5	19.0	19.5	19.0
11.00	19.5	19.0	19.0	19.0
11.30	20.0	20.0	19.5	19.5
12.00	20.0	20.0	19.5	19.5
12.30	20.0	20.0	19.5	19.5
13.00	19.5	20.0	19.0	19.0
13.30	19.5	20.0	19.0	19.0
14.00	19.5	20.0	19.0	19.0
14.30	19.5	19.0	19.0	19.0
15.00	19.0	19.0	19.0	19.0
15.30	19.0	19.0	19.0	19.0
16.00	18.5	18.5	18.5	18.5
16.30	18.0	18.0	17.5	17.0
17.00	17.5	18.0	17.5	17.5
ค่าเฉลี่ย	18.86	19.02	18.76	18.67

(สถานที่ทดลอง ชั้นดาดฟ้า อาคาร 2 มหาวิทยาลัยศรีปทุม)

ผลที่ได้จากการวัด จะได้มุมที่ 15 องศา ที่ให้ค่าแรงดันมากที่สุด ดังกราฟแสดงในภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงผลการทดลองการจ่ายพลังงานของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ที่มุมต่าง ๆ

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองการเก็บประจุแบตเตอรี่จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

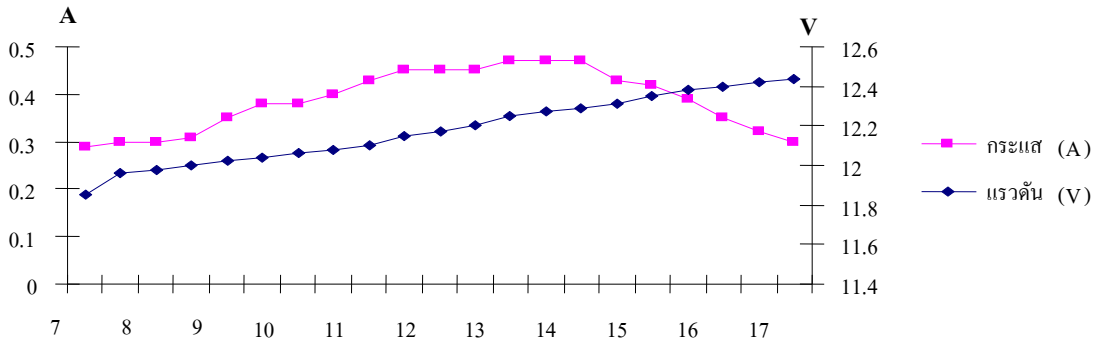
เวลา	ที่มุม 15 องศา	
	กระแส (Amp.)	แรงดันแบตเตอรี่ (Volt)
07.00	0.29	11.85
07.30	0.30	11.96
08.00	0.30	11.98
08.30	0.31	12.00
09.00	0.35	12.02
09.30	0.38	12.04
10.00	0.38	12.06
10.30	0.40	12.08
11.00	0.43	12.10
11.30	0.45	12.15

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

เวลา	ที่มุม 15 องศา	
	กระแส (Amp.)	แรงดันแบตเตอรี่ (Volt)
12.00	0.45	12.20
12.30	0.47	12.25
13.00	0.47	12.27
13.30	0.47	12.29
14.00	0.43	12.31
14.30	0.42	12.35
15.00	0.39	12.38
15.30	0.35	12.40
16.00	0.32	12.42
16.30	0.30	12.44
17.00	0.39	12.177

(สถานที่ทดลอง ชั้นดาดฟ้า อาคาร 2 มหาวิทยาลัยศรีปทุม)

ผลที่ได้จากการวัด ที่มุม 15 องศา ดังกราฟแสดงในภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 กราฟแสดงกระแสและแรงดันของการเก็บประจุแบตเตอรี่จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

4.2 ทดลองหาความสามารถในการจ่ายพลังงานของวงจรเรกกูเลเตอร์

4.2.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อต้องการทราบแรงดันที่วงจรเรกกูเลเตอร์จ่ายออกมา

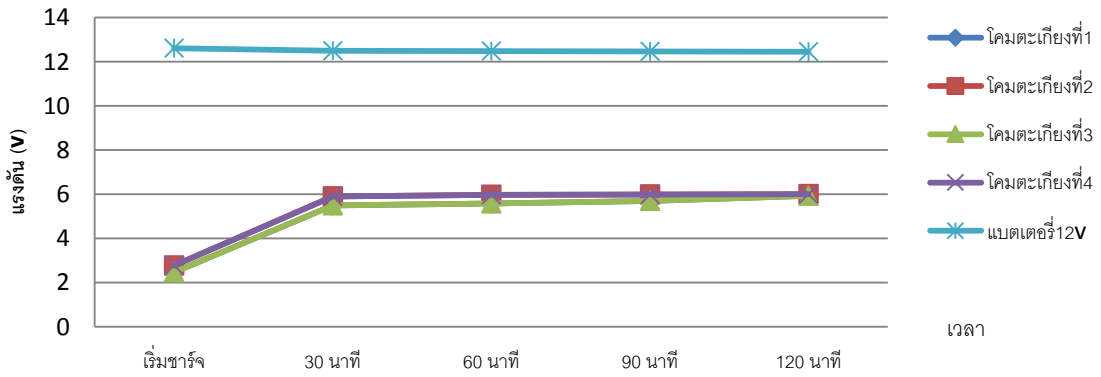
4.2.2 ขั้นตอนการทดลอง

- จ่ายแรงดันให้กับวงจรโดยแรงดันที่จ่ายแรงดันให้กับวงจรโดยแรงดันที่จ่ายเท่ากับ 12 โวลต์ผ่านวงจรเรกกูเลตเตอร์ ไปที่แบตเตอรี่ 6 โวลต์

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองการจ่ายแรงดัน

เวลาในการชาร์ตประจุ (นาที)	แรงดัน				
	12 V	6 V			
		โคมตะเกียงตัวที่ 1	โคมตะเกียงตัวที่ 2	โคมตะเกียงตัวที่ 3	โคมตะเกียงตัวที่ 4
เริ่มชาร์จ	12.61	2.47	2.77	2.47	2.77
30 นาที	12.49	5.5	5.9	5.5	5.9
60 นาที	12.48	5.58	5.98	5.58	5.98
90 นาที	12.46	5.7	5.99	5.7	5.99
120 นาที	12.45	5.93	6.001	5.93	6.00

ผลที่ได้จากการทดลองการจ่ายแรงดัน ดังกราฟแสดงในภาพที่ 4.3

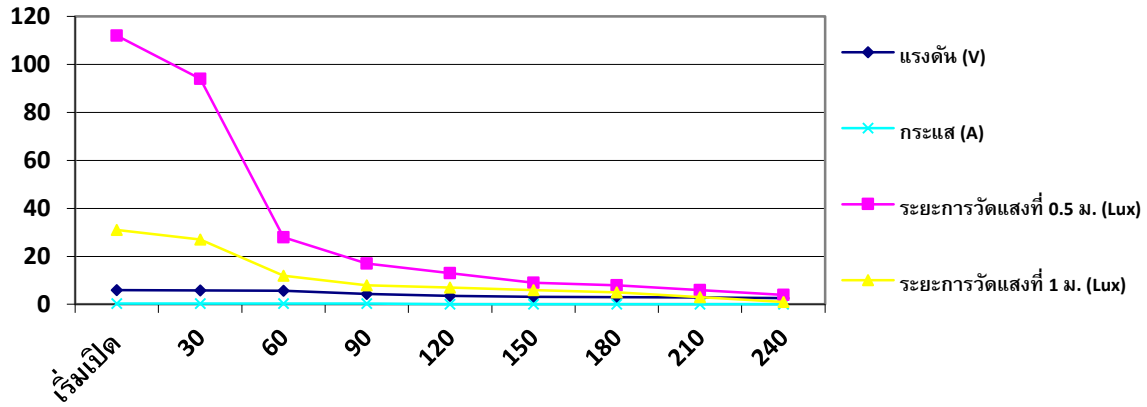


ภาพที่ 4.3 กราฟแสดงผลการทดลองการจ่ายแรงดันให้กับวงจรโดยแรงดันที่จ่ายเท่ากับ 12 โวลต์ ผ่านวงจรเรกกูเลตเตอร์ ไปที่แบตเตอรี่ 6 โวลต์

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการจ่ายพลังงานของแบตเตอรี่ (Discharge) และผลการทดสอบการวัดแสงจาก Lux meterในโคมตะเกียงไฟฟ้า

เวลาในการเปิดใช้งาน(นาที)	แรงดันของแบตเตอรี่ (โวลต์)	กระแส (แอมป์)	ระยะจากการวัดแสงและค่าแสงจาก Lux meter(ลักซ์)	
			0.5 เมตร	1 เมตร
เริ่มเปิด	6	0.358	112	31
30 นาที	5.86	0.356	94	27
60 นาที	5.66	0.325	28	12
90 นาที	4.38	0.302	17	8
120 นาที	3.48	0.130	13	7
150 นาที	3.11	0.078	9	6
180 นาที	3.03	0.066	8	5
210 นาที	2.90	0.056	6	3
240 นาที	2.60	0.029	4	1

ผลที่ได้จากการทดลองการจ่ายพลังงานของแบตเตอรี่ (Discharge) และผลการทดสอบการวัดแสงจาก Lux meterในโคมตะเกียงไฟฟ้า ดังกราฟแสดงในภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4กราฟแสดงผลการทดลองการจ่ายพลังงานของแบตเตอรี่ (Discharge) และผลการทดสอบการวัดแสงจาก Lux meterในโคมตะเกียงไฟฟ้า

ผลของการทดลอง

- จากการทดลองใช้เซลล์แสงอาทิตย์ ผลออกมาพบว่าพลังงานที่จ่ายออกมาในแต่ละวันเพียงพอกับการเก็บประจุของแบตเตอรี่

- ในช่วงเวลาไม่มีแสงอาทิตย์ พลังงานที่เก็บสะสมไว้ในตอนกลางวันสามารถจ่ายพลังงานให้กับโหลดได้อย่างต่อเนื่องและเพียงพอในใช้งาน

- ผลที่ได้จากการทดลองในการตรวจสอบความแสงสว่างโคมไฟตะเกียง โดยได้ใช้ไดโอดเปล่งแสงเป็นตัวแสดงผลโคมไฟตะเกียง สามารถที่จะมองเห็น และเพียงพอกับการนำไปใช้งานได้ในระดับที่น่าพอใจ

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

พลังงานจากแสงอาทิตย์นั้น จะมีประโยชน์ใช้กับสถานที่ห่างไกลความเจริญหรือในสถานที่ที่ไฟฟ้ายังเข้าไปไม่ถึง ดังนั้นในการจัดทำโครงงานนี้ โดยใช้เพื่อเป็นแนวทางการศึกษาเพื่อทำให้ได้เรียนรู้ถึงวิธีการนำพลังงานจากแสงอาทิตย์ที่มีอยู่อย่างจำกัด ไปใช้งานในสิ่งที่จำเป็นให้มีความคุ้มค่าทางด้านเศรษฐศาสตร์ให้ได้มากที่สุด จากปัญหาดังกล่าวจึงได้เกิดแนวคิดที่จะสร้างโครงงานที่ใช้พลังงานแสงอาทิตย์มาประยุกต์ใช้กับโคมตะเกียงไฟฟ้า

5.1 สรุป

โครงงานนี้จึงเลือกใช้พลังงานที่ได้จากธรรมชาติที่มากับแสงอาทิตย์อยู่ในรูปของความร้อน ซึ่งใช้แผงโซล่าที่แปลงรูปจากพลังงานแสงอาทิตย์มาอยู่ในรูปแรงดันไฟฟ้า ซึ่งก่อนอื่นต้องคำนึงก่อนว่าโหลดเราใช้พลังงานเท่าไหร่ ในโครงงานนี้เราใช้โหลดที่เป็นโคมตะเกียงไฟฟ้า ในโคมจะมีหลอดไฟ LED30 หลอด เนื่องจากที่ใช้หลอด LED ในโคมไฟเพราะ LED เป็นไฟที่มีการใช้ พลังงานต่ำ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน อีกทั้งยังให้ความเข้มของแสงสว่างเพียงพอที่สามารถนำมาใช้ให้ความสว่างในบริเวณที่ต้องการแสงสว่างเฉพาะแห่งได้ดี ดังนั้นในโครงงานนี้จึงเลือกใช้โหลดที่เป็นหลอด LED ซึ่งได้กำหนดไว้ในมาตรฐานของ Institute of Transportation Engineers (ITE) เป็นมาตรฐานสากล และในทางมาตรฐาน ITE นั้นแต่ละสีของหลอด LED ก็จะมีค่าความเข้มไม่เท่ากันดังนั้นเมื่อต้องการออกแบบโดยคำนึงถึงมาตรฐาน ITE จะต้องคำนวณจากความเข้มแต่ละสีที่กำหนดให้จากมาตรฐาน ITE ก็จะได้จำนวนหลอด LED ที่แน่นอนนำไปทดสอบโดยวัดค่าความเข้มจาก Lux meter อีกทั้งวงจรที่ใช้ในการต่อหลอดเป็นแบบขนาน ซึ่งจะทำให้แรงดันทุกหลอดเท่ากันหมด ดังนั้นเมื่อรู้ค่าแรงดันและกระแสที่แน่นอนก็นำมาคิดค่ากำลังงานของแต่ละโคมไฟได้ว่าใช้พลังงานเท่าไรจากสูตร P = IE จากนั้นก็นำค่ากระแสมาทำการหาขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้ในแต่ละวัน แสงอาทิตย์จะมีแสงแดดที่สามารถให้กำลังงานอยู่ในช่วง 07.00 – 17.00 น. ซึ่งก็คือ 14 ชั่วโมง หลังจากนี้ก็ต้องนำพลังงานจากแบตเตอรี่ไปใช้งาน และสามารถเลือกซื้อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้แล้วโดยคำนึงถึงช่วงเวลาที่แสงอาทิตย์ให้พลังงานได้เต็มที่ 10 ชั่วโมง จะต้องชาร์จไฟในแบตเตอรี่ให้เต็ม

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการทดลองของโครงงาน ในการเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์เพื่อที่จะนำไปใช้งานต่าง ๆ จำเป็นที่ต้องอาศัยช่วงเวลา สถานที่ สภาพภูมิอากาศ และฤดูกาลต่าง ๆ โดยพลังงานไฟฟ้าที่ผลิตจากพลังงานแสงอาทิตย์นั้นจะมีความไม่สม่ำเสมอ ทำให้การจัดเก็บพลังงานในบางครั้งไม่เต็มที่ในแต่ละวัน ดังนั้นการแก้ไขก็คือในการเลือกซื้อแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ควรจะคำนึงถึงโหลดที่แน่นอน แผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่สามารถชาร์จให้เต็มได้ภายใน 10 ชั่วโมง

จากการทดลองของโครงงาน มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. การนำเอาหลอดแอลอีดี มาใช้ในงานไฟฟ้าระบบแสงสว่างยังน้อยอยู่แต่มีแนวโน้มมากขึ้นเรื่อยๆในช่วงระยะเวลาไม่กี่ปีข้างหน้านี้ คาดว่าไฟฟ้าระบบแสงสว่างจะถูกเปลี่ยนมาใช้หลอดแอลอีดีมากขึ้น เนื่องจากมีขอเด่นในด้านการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

2. หลอดแอลอีดียังมีข้อด้อย ในเรื่องการกระจายของแสง ยังมีมุมของการส่องสว่างที่ยังแคบอยู่และระยะทางในการส่องสว่างไม่ไกลมากนัก ควรนำไปใช้กับโคมไฟฟ้าที่สะท้อนแสง

3. หลอดแอลอีดี สามารถนำมาใช้ให้ความสว่างในบริเวณที่ต้องการแสงสว่างเฉพาะแห่งได้ดี เช่น อ่านหนังสือ ไฟทางเดิน เป็นต้น

4. ควรศึกษาข้อมูลหลอดแอลอีดีรุ่นใหม่ๆ ที่มีคุณสมบัติที่ดีกว่า หรือรุ่นที่มีประสิทธิภาพสูงกว่าและมีราคาที่เหมาะสม เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่าง

เอกสารอ้างอิง

[1] สุรเชษฐ์ แซ่ชี ,สุรทินศิริสานต์ และ ศิวะ นิ่มมุกดา “ระบบควบคุมอุปกรณ์จากพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์” ปริญญานิพนธ์บัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาลัยศรีปทุม 2543

[2] http://sanluck.igetweb.com/index.php?mo=3&art=197361

[3] ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล “คู่มือนักอิเล็กทรอนิกส์” จัดพิมพ์และจำหน่ายโดยบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด (มหาชน) 2535

[4] สุจิตต์ สนองคุณ “ไฟฟ้ารถยนต์” จัดพิมพ์โดย เม็ดทรายพริ้นติ้ง 2542

[5] สมคิด วิริยประสิทธิ์ชัย , สมบูรณ์ มาลานนท์ “แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงแบบเชิงเส้น” จัดพิมพ์โดย หจก.สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ 2548

ภาคผนวก

Datasheet