

สถานีอัดประจุแบตเตอรี่สำหรับรถไฟฟ้าด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์

Battery Charger Station for Electric Vehicles using Solar Cell

สรรรพพล คุ่มทรัพย์

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ
เลขที่ 2 ถนนนางลิ้นจี่ แขวงทุ่งมหาเมฆ เขตสาทร กรุงเทพมหานคร 10120 โทรศัพท์ +662-2879629
E-mail: kobmoo@hotmail.com

บทคัดย่อ

บทความนี้ออกแบบและสร้างเครื่องประจุแบตเตอรี่แบบกรตตะกั่วโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์นั้นไม่คงที่ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสงอาทิตย์และอุณหภูมิ ดังนั้นในการอัดประจุแบตเตอรี่จึงจำเป็นต้องใช้วงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่มีการควบคุมแรงดันไฟฟ้าสำหรับการอัดประจุ การออกแบบเครื่องประจุแบตเตอรี่จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จึงใช้วงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงแบบพุช-พูล ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมแรงดันและกระแสไฟฟ้าคงที่ในการประจุแบตเตอรี่ มีการแสดงผลด้วยจอกราฟฟิคแอลซีดีเพื่อแสดงสถานะการอัดประจุแบตเตอรี่ ผลการอัดประจุแบตเตอรี่แบบแรงดันคงที่ขนาด 12 V 45 Ah ใช้เวลาประจุประมาณ 5 ชั่วโมงเมื่อรับอินพุตจากแหล่งจ่ายไฟตรง และเมื่อรับอินพุตจากเซลล์แสงอาทิตย์จำนวน 2 แผง ขนาด 30 W สามารถอัดประจุแบตเตอรี่ได้ในระยะเวลาประมาณ 8 ชั่วโมง โดยเครื่องต้นแบบมีความสามารถใช้งานประจุแบตเตอรี่ในรถไฟฟ้าขนาดเล็กได้

คำสำคัญ: วงจรแปลงผันแบบพุช-พูล การอัดประจุแบตเตอรี่ และเซลล์แสงอาทิตย์

ABSTRACT

This article is designed and constructed a lead acid battery charger using electrical power from solar cells. The DC voltage from solar cells is not constant, depending on the intensity of sunlight and cell temperature. The battery charger is required to use a dc to dc converter with a control voltage for charging. The designed of battery charger used push-pull converter and microcontroller for controlling voltage and current in charging state and display by graphic LCD. The 12 V 45 Ah lead- acid battery is charged with a constant voltage about 5 hours with dc power supply. The battery charger input supplies from 30 W solar cell panel, the battery charger can charge the battery for 8 hours per day and apply for a small electric vehicles.

Keyword: Push-Pull converter, Battery Charger and Solar Cell

1. บทนำ

ในปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ยั่งยืน และเป็นพลังงานสะอาดอย่างแท้จริง ประเทศไทยรับแสงจากดวงอาทิตย์สูงเกือบตลอดทั้งปี ดังนั้นจึงมีศักยภาพที่จะใช้ประโยชน์จากพลังงานแสงอาทิตย์ได้เป็นอย่างดี มีความเหมาะสมที่จะนำพลังงานแสงอาทิตย์ใช้ประโยชน์ด้านต่าง ๆ โดยเฉพาะการผลิตไฟฟ้าจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งกำลังไฟฟ้าด้านนอกของเซลล์แสงอาทิตย์จะแปรผันตามความเข้มของแสงอาทิตย์ ที่ตกกระทบแผงและอุณหภูมิของแสงอาทิตย์ [1]

ผู้วิจัย J.P. Nelson และ W.D. Bolin [2] ได้นำเสนอระบบการอัดประจุแบตเตอรี่ สภาวะการอัดประจุ และผลของอุณหภูมิต่ออายุการใช้งานแบตเตอรี่ ผู้วิจัย E. Koutroulis และ K. Kalaitzakis [3] ได้นำเสนอการประยุกต์ระบบประจุแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ด้วยวงจรแปลงผันแบบบั๊กและอัลกอร์ที่ทำการอัดประจุแบตเตอรี่ ซึ่งมีข้อด้อยที่ไม่มีการแยกโหนดทางไฟฟ้าและอัตราการแปลงผันแรงดันที่ต่ำ รวมทั้งผู้วิจัย S. Duryea และคณะ [4] ได้นำพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มาใช้งานโดยมีระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าร่วมด้วย

ในบทความนี้จะใช้เซลล์แสงอาทิตย์มาเป็นแหล่งจ่ายในการอัดประจุแบตเตอรี่ให้มีประสิทธิภาพ โดยการใช้วงจรแปลงผันแบบพุช-พูล (Push-Pull Converter) และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการประจุแบตเตอรี่รวมถึงแสดงผลการอัดประจุที่จอกราฟฟิกแอลซีดี (Graphic LCD) เพื่อประยุกต์ใช้งานกับรถไฟฟ้าขนาดเล็กที่ใช้แบตเตอรี่แบบกรดตะกั่ว [5], [6] ภายใต้มหาวิทยาลัย เพื่อเป็นการส่งเสริมการใช้พลังงานสะอาดและยังเป็นการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในมหาวิทยาลัยได้อีกทางหนึ่ง

2. การออกแบบวงจรพุช-พูล

การทำงานของวงจรแปลงไฟฟ้าแบบพุช-พูลในรูปที่ 1 คือสวิตช์มอสเฟต S_{w1} และ S_{w2} จะสลับกันทำงานโดยผลัดกันนำกระแสในแต่ละครึ่งคาบเวลา ขณะที่ S_{w1} นำกระแสจะมีกระแส I_p ไหลผ่านขดปฐมภูมิ N_{p1} และไดโอด D_2 จะอยู่ในลักษณะถูกไบอัส

กลับ ส่วนไดโอด D_1 จะอยู่ในลักษณะไบอัสตรงทำให้มีกระแสไหลผ่านขดทุติยภูมิ N_{s2} ผ่านไดโอด D_1 และ L_x ไปยังตัวเก็บประจุและโหลดได้ ในช่วงเวลานี้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม S_{w2} จะมีค่าเท่ากับ $2V_s$ (จำนวนรอบ $N_{p1} = N_{p2}$ และ $N_{s1} = N_{s2}$) เช่นเดียวกันขณะที่ S_{w2} นำกระแส D_1 จะไม่นำกระแสเนื่องจากถูกไบอัสกลับ D_2 ซึ่งอยู่ในลักษณะถูกไบอัสตรงจะนำกระแสจากขดทุติยภูมิ ผ่าน L_x ไปยังตัวเก็บประจุและโหลด จะเห็นว่าในหนึ่งคาบเวลาการทำงาน ขดทุติยภูมิจะให้กระแสไหลผ่าน L_x ได้ถึงสองครั้ง จากการทำงานของวงจรแปลงผันแบบพุช-พูล [7] ได้สมการหาแรงดันไฟฟ้าด้านเอาต์พุตดังสมการที่ (1)

$$V_o = 2V_s \left(\frac{N_s}{N_p} \right) D \quad (1)$$

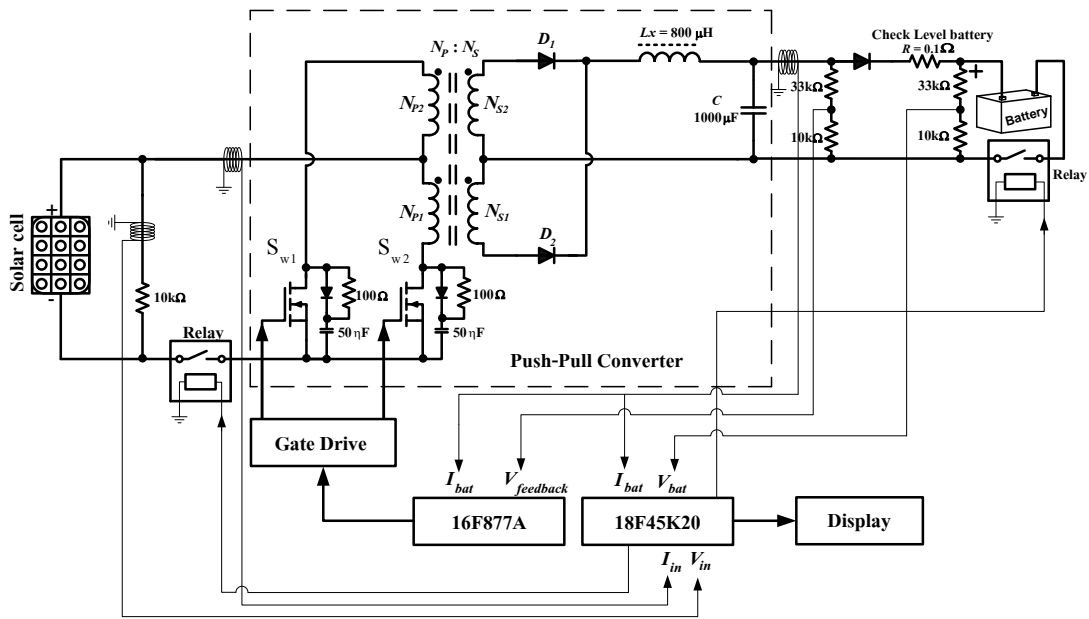
โดยที่ D คือค่าดิวตีไซเคิลของสวิตช์มีค่าสูงสุดได้ไม่เกิน 50 %

2.1 การออกแบบหม้อแปลงสวิตชิง

ออกแบบหม้อแปลงความถี่สูงแบบสวิตชิง โดยใช้ค่าพารามิเตอร์ในตารางที่ 1 ในการออกแบบดังนี้

ตารางที่ 1 พารามิเตอร์เพื่อออกแบบหม้อแปลงสวิตชิงและตัวเหนี่ยวนำ (L_x)

| | |
|---|-----------------------|
| แรงดันไฟฟ้าอินพุต (V_s) | 20-40 V |
| แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุต (V_o) | 14.5 V |
| แรงดันระลอกคลื่นเอาต์พุต (Δv_o) | 1 % |
| กระแสเอาต์พุต (I_o) | 5 A |
| ความถี่สวิตชิง (f_s) | 20 kHz |
| ประสิทธิภาพของหม้อแปลง | 80 % |
| Window utilization factor (K_w) | 0.4 |
| B_m | 0.2 Wb/m ² |
| ความหนาแน่นกระแส (J) | 3 A/mm ² |
| A_w | 250 mm ² |
| A_c | 353 mm ² |



รูปที่ 1 วงจรเครื่องประจุแบตเตอรี่โดยใช้วงจรแปลงผันแบบพช-พวล

แทนค่าและหาค่ากำลังไฟฟ้าด้านทุติยภูมิของหม้อแปลง

$$P_{o2} = (V_o + V_{rl} + V_D)I_o = 87.5 \text{ W} \quad (2)$$

การเลือกใช้แกนเฟอร์ไรท์หาได้จากสมการที่ (3)

$$A_p = A_c A_w = \frac{\sqrt{2} P_{o2} \left(1 + \frac{1}{\eta}\right)}{4 J K_w B_m f_s} \quad (3)$$

แทนค่าพารามิเตอร์จะได้ค่า $A_p = 23,135.6 \text{ mm}^4$

เลือกใช้แกนเหล็กเบอร์ ETD 49 เนื่องจากมีขายอยู่ในท้องตลาด และคำนวณหาจำนวนรอบด้านปฐมภูมิจากสมการที่ (4)

$$N_1 = \frac{V_{in(max)}}{4 A_c K_w f_s} \quad (4)$$

แทนค่าได้ $N_1 = 4.739 \approx 5$ รอบ

หาจำนวนรอบด้านทุติยภูมิจากสมการ

$$n = \frac{N_1}{N_2} = \frac{V'_o}{V_{in(min)} (2D_{max})} \quad (5)$$

คำนวณหาจำนวนรอบด้านทุติยภูมิได้ค่า $n = 0.969 \approx 1$

จะได้ $N_2 = nN_1 = 5$ รอบ

2.2 การออกแบบตัวเหนี่ยวนำ (L_x)

คำนวณโดยใช้สมการที่ (6)

$$L_x = \frac{V_o \left(\frac{1}{2} - D_{min}\right)}{\Delta i f_s} \quad (6)$$

แทนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ จะได้ค่าความเหนี่ยวนำ

$L_x = 522 \mu\text{H}$ แต่เลือกค่าเผื่อไว้ที่ $800 \mu\text{H}$ และเมื่อใช้สูตรผลคูณพื้นที่เพื่อหาจำนวนรอบที่พันจะได้ค่าจำนวนรอบเท่ากับ

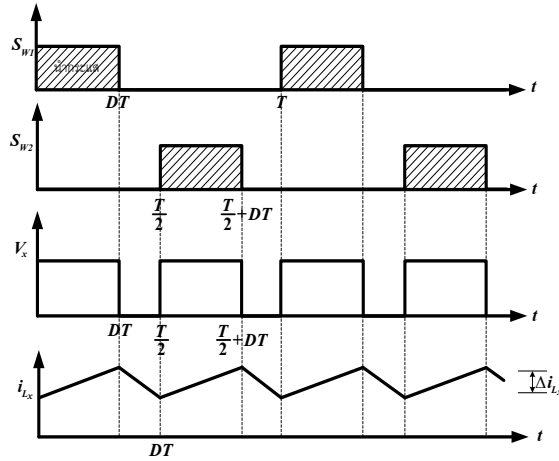
$$N = \frac{LI_m}{A_c B_m} \quad (7)$$

จะได้จำนวนรอบ 60 รอบพันบนแกนขนาด ETD49

2.3 การออกแบบตัวเก็บประจุด้านเอาต์พุตสามารถหาได้จากสมการที่ (8)

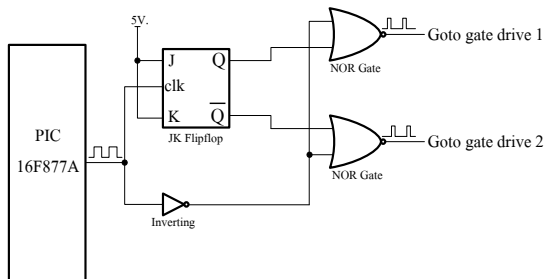
$$\frac{\Delta V_o}{V_o} = \frac{1 - 2D}{32DL_x f^2} \quad (8)$$

เลือกใช้ค่าตัวเก็บประจุด้านเอาต์พุต 1000 μF



รูปที่ 2 สัญญาณสวิตช์ S_{w1-2} แรงดัน V_x และกระแส i_{Lx}

3. การสร้างพัลส์สำหรับวงจรแปลงผันพุก-พูล



รูปที่ 3 วงจรสร้างพัลส์สำหรับขั้ววงจรพุก-พูล

การขับเคลื่อนวงจรแปลงผันแบบพุก-พูล ใช้ วงจรในรูปที่ 3 สร้างด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ 16F877A การสร้างพัลส์ 1 ลูกคลื่นที่ได้ออกมา นั้นจะต้องขั้วมอสเฟตได้ทั้งสองตัว โดยมอสเฟตทั้งสองตัวสลับกันทำงานและมีช่วงเวลาเฝ้า (Dead Time) ด้วย เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์สร้างสัญญาณพัลส์ออกมาแล้ว จะส่งไปยังฟลิปฟลอปแบบ JK ซึ่งต่อใช้งาน เป็นฟลิปฟลอปแบบ T จะทำงานเมื่อมีสัญญาณ นาฬิกาเข้ามาซึ่งพิจารณาที่ช่วงขอบขาขึ้นหรือขอบ ขาลงอย่างใดอย่างหนึ่ง จะทำให้สภาวะเอาต์พุต Q

เปลี่ยนเป็นลอจิกตรงกันข้าม จากนั้นเอาต์พุต Q และ \bar{Q} ของเป็นฟลิปฟลอปแบบ T ก็จะส่งไปที่เกต NOR ทั้งสองตัว และที่อินพุตของเกต NOR อีกขาหนึ่งจะต่อ จากเกต NOT ที่รับพัลส์ที่สร้างมาจาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงทำให้พัลส์ที่ได้จากเกตทั้งสอง ตัวนั้นจะเกิดขึ้นไม่พร้อมกันดังสัญญาณสวิตช์ในรูปที่ 2

4. อัลกอริทึมการอัดประจุแบตเตอรี่กรดตะกั่ว

การอัดประจุแบตเตอรี่แบบกรดตะกั่วด้วยวิธี ที่เหมาะสมมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่ออายุการใช้งาน และการสะสมพลังงานไฟฟ้า ซึ่งปัจจัยที่มีผลต่อการอัด ประจุคือแรงดันอัดประจุ อุณหภูมิของแบตเตอรี่ วิธี การอัดประจุแบตเตอรี่แบ่งได้สองวิธีดังนี้ [6]

4.1 การอัดประจุแบบมาตรฐาน

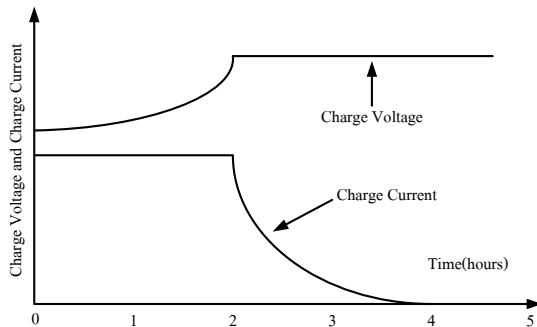
4.1.1 การอัดประจุด้วยแรงดันคงที่

การประจุแบตเตอรี่โดยการใช้แรงดันคงที่ ระหว่างช่วงข้อต่อ เมื่อแบตเตอรี่ถูกประจุด้วยแรงดัน 2.45 V ต่อเซลล์ที่อุณหภูมิห้อง 20 °C ถึง 25 °C การประจุ จะเสร็จสมบูรณ์เมื่อกระแสประจุคงที่ที่เวลา 3 ชั่วโมง แบตเตอรี่จะประจุเกินเมื่อไม่มีการควบคุมแรงดันให้ คงที่ เมื่อแบตเตอรี่ประจุเกิน น้ำในอิเล็กโทรไลต์ที่มี การสลายไปด้วยกระแสไฟฟ้าจะเกิดก๊าซออกซิเจน จำนวนมาก ก๊าซเหล่านี้จะถูกดูดซึมโดยขั้วลบ อิเล็ก โตรไลต์จะถูกเปลี่ยนเป็นก๊าซออกซิเจนและก๊าซ ไฮโดรเจนและหายไปจากระบบแบตเตอรี่ ปริมาณของ อิเล็กโทรไลต์จะลดลงเมื่อเกิดปฏิกิริยาทางเคมีของการ ประจุและการคายประจุผิดวิธีนั้นจะทำให้ประสิทธิภาพ ของแบตเตอรี่เสื่อมสภาพเร็ว ดังนั้นการควบคุม แรงดันไฟฟ้าที่แน่นอนและเวลาการประจุที่เหมาะสม [6] จึงมีความสำคัญอย่างมาก

4.1.2 การอัดประจุด้วยแรงดันและกระแส

คงที่ การประจุแบตเตอรี่โดยการใช้แรงดันคงที่ 0.4 A และควบคุมแรงดันที่ 2.45 V ต่อเซลล์แบตเตอรี่ ที่ อุณหภูมิห้อง 25 °C เวลาที่เหมาะสมคือ 6 -12 ชั่วโมง ซึ่งขึ้นอยู่กับอัตราการไหลของกระแสดังในรูปที่ 4 การ

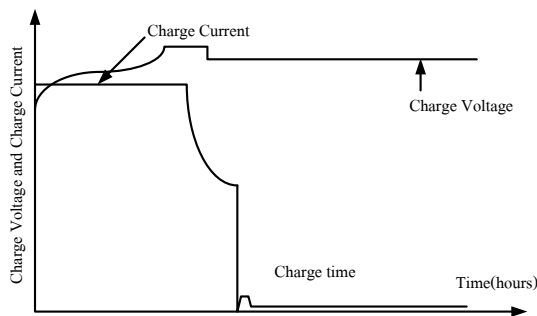
ประจุแบบนี้ทำให้อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ยาวนานขึ้น



รูปที่ 4 กราฟลักษณะการอัดประจุแบบแรงดันและกระแสคงที่

4.1.3 ใช้แรงดันคงที่สองค่า

ช่วงเริ่มประจุจะใช้แรงดันที่สูง ทำให้มีกระแสประจุสูงขึ้นตามไปด้วย เมื่อกระแสที่ประจุถึงค่าที่กำหนดไว้ ก็จะทำให้การอัดประจุขั้นที่สองจะประจุด้วยแรงดันต่ำเพื่อทำการประจุแบบแรงดันสองค่า(ทริกเกิล) ดังในรูปที่ 5



รูปที่ 5 กราฟลักษณะการประจุแบบแรงดันคงที่สองค่า

4.2 การอัดประจุแบบรวดเร็ว

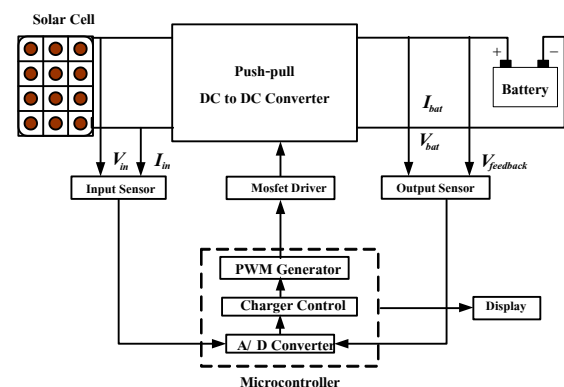
เมื่อต้องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็ว จะต้องใช้กระแสจำนวนมากเพื่อให้ระยะเวลาในการประจุน้อยลงในการประจุพลังงานให้เต็ม ดังนั้นต้องใช้การวัดที่เหมาะสม เช่น การควบคุมกระแสในการประจุเพื่อป้องกันการประจุเกินเมื่อประจุเต็ม พื้นฐานสำหรับการประจุอย่างรวดเร็วมีดังนี้

- 4.2.1 ควรประจุแบตเตอรี่ให้เต็มในเวลาที่เหมาะสมและเหมาะสม
- 4.2.2 ควบคุมกระแสการประจุโดยอัตโนมัติเพื่อป้องกันการประจุเกินเมื่อแบตเตอรี่เต็ม
- 4.2.3 แบตเตอรี่ควรจะประจุที่อุณหภูมิแวดล้อมที่ 0 °C - 40 °C
- 4.2.4 วัฏจักรของแบตเตอรี่ในการประจุและคายประจุควรมีความปลอดภัย

ในการอัดประจุแบตเตอรี่ด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ที่นำเสนอจะเลือกใช้การอัดประจุแบบปกติด้วยแรงดันและกระแสที่เนื่องจากข้อจำกัดของเซลล์แสงอาทิตย์และยึดอายุใช้งานของแบตเตอรี่ให้นานขึ้น

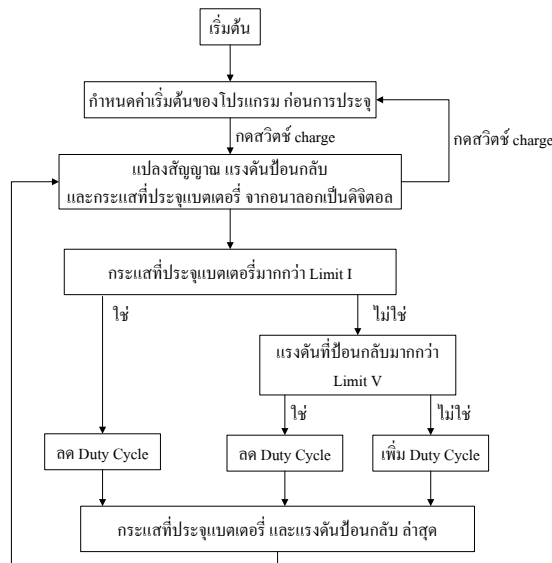
5. การออกแบบเครื่องอัดประจุด้วยแผงเซลล์แสงอาทิตย์

การออกแบบเครื่องประจุแบตเตอรี่ จะใช้วงจรแปลงผันแบบพุช-พูล ซึ่งจะเป็นการแยกจากกันทางไฟฟ้าระหว่างอินพุตและเอาต์พุตของวงจร และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ 16F877A ในการควบคุมแรงดันและกระแสเอาต์พุตโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ 18F45K20 ในการแสดงผลโดยผ่านจอกราฟฟิกแอลซีดี ดึงบล็อกไดอะแกรมในรูปที่ 6

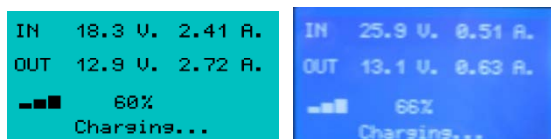


รูปที่ 6 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่

การควบคุมแรงดันและกระแสใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ 16F877 ในการสร้างสัญญาณพัลส์วิดมอดูเลชัน ส่งไปให้วงจรขับเกตของมอสเฟตในวงจรแปลงผัน และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ 18F45K20 ในการรับค่าแรงดันที่ขั้วแบตเตอรี่ และกระแสขณะประจุแบตเตอรี่มาแสดงที่จอกราฟฟิกแอลซีดี ซึ่งสามารถเขียนเป็นลำดับการทำงานและแบ่งออกเป็นสองชุดคือส่วนของชุดควบคุมแรงดันและกระแสในการอัดประจุ จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ 16F877A ดังลำดับการทำงานในรูปที่ 7 และส่วนการแสดงผลการอัดประจุใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC เบอร์ 18F45K20 ดังภาพจอแอลซีดีในรูปที่ 8 โดยใช้โปรแกรม Proteus 7 Professional มาช่วยในการจำลองการทำงานของกราฟฟิกแอลซีดี และใช้ลำดับการทำงานในรูปที่ 9



รูปที่ 7 ลำดับการทำงานของโปรแกรมควบคุมของ PIC เบอร์ 16F877A

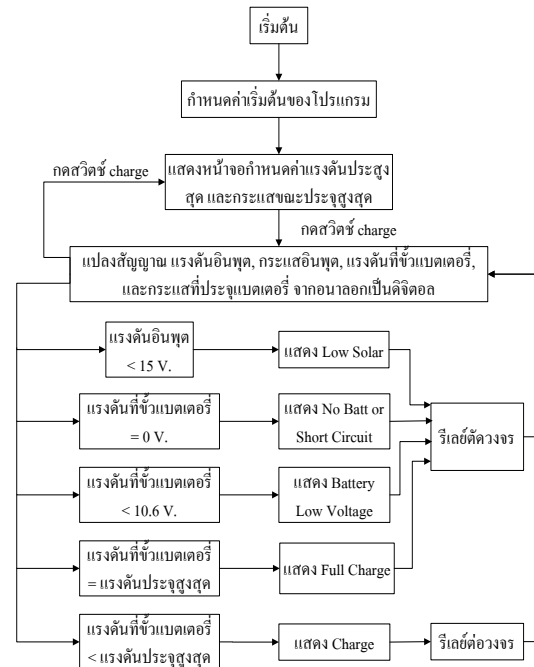


(ก)

(ข)

รูปที่ 8 (ก) จอแอลซีดีที่จำลองด้วยโปรแกรม Proteus

(ข) จอแอลซีดีขณะอัดประจุแบตเตอรี่



รูปที่ 9 ลำดับการทำงานของโปรแกรมแสดงผลด้วย PIC เบอร์ 18F45K20

6. ผลการทดลอง

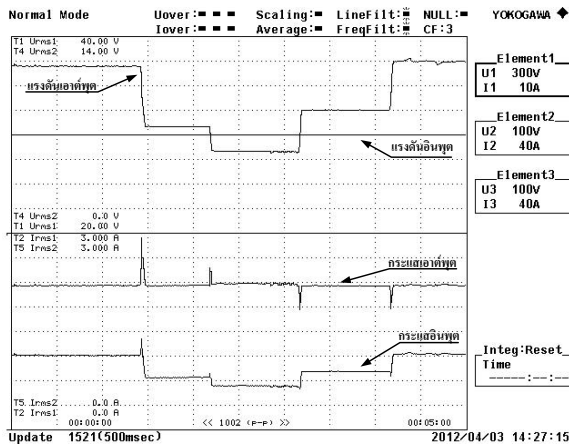
การทดสอบเครื่องอัดประจุแบตเตอรี่จะแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนดังนี้คือ

6.1 การทดสอบเครื่องประจุแบตเตอรี่ด้วยแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง

การทดสอบนี้จะทดสอบกระแสที่เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโหลดตัวต้านทานแบบขั้น และแรงดันเอาต์พุตคงที่ โดยป้อนแหล่งจ่ายอินพุตที่ 35 V และให้กระแสคงที่ 2.2 A



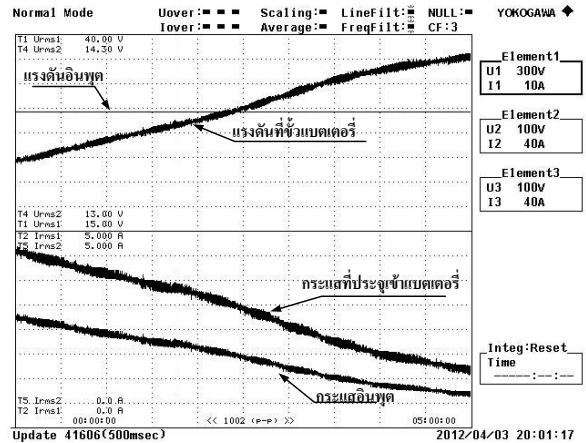
รูปที่ 10 การทดสอบเครื่องเมื่อใช้โหลดตัวต้านทาน



รูปที่ 11 กระแส และแรงดัน เมื่อมีการเปลี่ยนค่าตัว
ต้านทานแบบขั้นโดยกำหนดให้กระแสเอาต์พุตคงที่



รูปที่ 12 การทดลองประจุแบตเตอรี่โดยใช้แหล่งจ่าย
ไฟฟ้ากระแสตรงอัดประจุแบตเตอรี่ที่พิกัดกระแสใน
การอัดประจุสูงสุด 5 A แรงดัน 14.5 V



รูปที่ 13 แรงดันและกระแสไฟฟ้าขณะประจุแบตเตอรี่

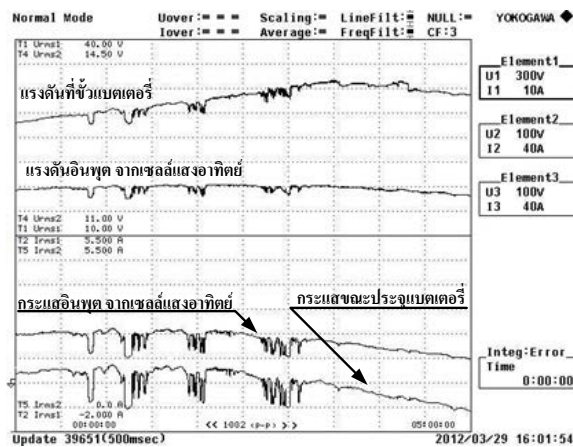
จากการทดสอบในรูปที่ 13 สังเกตได้ว่าในช่วงแรกจะรักษาระดับของกระแสเพื่อไม่ให้เกินค่าที่กำหนด เมื่อถึงแรงดันของขั้วแบตเตอรี่ถึงจุดที่แบตเตอรี่เริ่มเต็ม กระแสประจุแบตเตอรี่ก็จะลดลงเรื่อยๆ และแรงดันที่ขั้วแบตเตอรี่จะเพิ่มขึ้น เมื่อแรงดันของขั้วแบตเตอรี่เพิ่มขึ้นจนถึงแรงดันที่ตั้งค่าไว้ ก็จะทำให้ไม่มีกระแสไหลจากวงจรแปลงผันเข้าไปที่แบตเตอรี่

6.2 ทดสอบเครื่องประจุแบตเตอรี่โดยแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ในการทดสอบนี้จะใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟารุ่น WT500 ทำการวัดแรงดันและกระแสทั้งด้านอินพุตและเอาต์พุตของเครื่องประจุแบตเตอรี่ เพื่อที่จะทำให้เครื่องวัดอ่านค่าและทำการพล็อตกราฟแสดงผลค่าในทุกๆ ช่วงเวลา 500 ms โดยใช้การต่อวงจรวัดกำลังไฟฟ้าทั้งด้านอินพุตและเอาต์พุตและเปลี่ยนจากอินพุตจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเป็นแผงเซลล์แสงอาทิตย์ยี่ห้อ Sharp ขนาด 30 W จำนวน 2 แผงต่อแบบขนาน



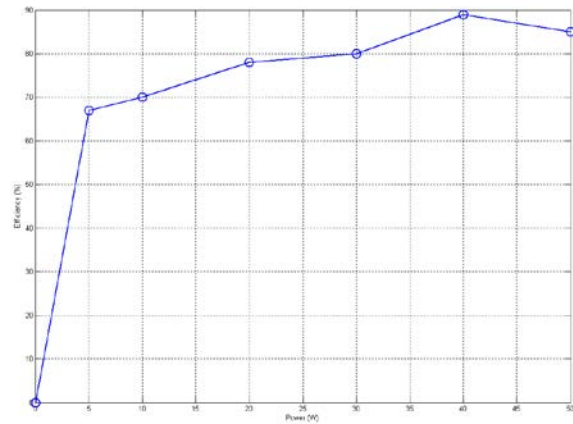
รูปที่ 14 การอัดประจุแบตเตอรี่โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 30 W จำนวน 2 แผงต่อแบบขนาน



รูปที่ 15 แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าขณะอัดประจุแบตเตอรี่โดยใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์

การทดสอบอัดประจุแบตเตอรี่ โดยตั้งค่าการอัดประจุไว้ที่กระแสสูงสุด 2.5 A เมื่อใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 30 W จำนวน 2 แผงต่อขนานกัน จากรูปที่ 15 จะเห็นว่ากำลังไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์นั้นไม่คงที่ขึ้นอยู่กับความเข้มแสงอาทิตย์และอุณหภูมิในแต่ละช่วงเวลา แรงดันที่ขั้วแบตเตอรี่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ

จนแบตเตอรี่เริ่มเต็ม แรงดันไฟฟ้าก็จะรักษาระดับให้คงที่ 12 V



รูปที่ 16 ประสิทธิภาพของวงจรแปลงผัน

การทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของวงจรแปลงผันในรูปที่ 10 ใช้การทดสอบด้วยโหลดตัวต้านทานดังในรูปที่ 10 โดยใช้เครื่องวัดกำลังไฟฟ้าจำนวน 2 ช่อง โดยใช้สมการที่ (9)

$$\eta = \frac{P_o}{P_{in}} 100\% \quad (9)$$

7. สรุปผล

การสร้างสถานีประจุแบตเตอรี่จากเซลล์แสงอาทิตย์ ได้นำหลักการของวงจรแปลงผันไฟตรงเป็นไฟตรงแบบแยกโดดทางไฟฟ้าโดยใช้วงจรแปลงผันไฟฟ้าแบบพุก-พูล การสร้างสถานีประจุแบตเตอรี่เพื่อติดตั้งใช้งานอัดประจุแบตเตอรี่สำหรับรถไฟฟ้าขนาดเล็กและศึกษาคุณลักษณะการประจุแบตเตอรี่แบบกรดตะกั่ว และนำลักษณะการประจุมาโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าในขณะอัดประจุแบตเตอรี่ แสดงผลที่จอแอลซีดีและสามารถตั้งค่าในการประจุแบตเตอรี่ได้ตามที่ต้องการ โดยสามารถตั้งกระแสประจุสูงสุดได้ที่ 5 A

ผลการดำเนินงานและการทดสอบงานวิจัยได้ใช้งานอัดประจุแบตเตอรี่ 12 V 45 Ah ได้ในระยะเวลา

ประมาณ 5 ชั่วโมง ทำให้มีประโยชน์ในการประหยัดค่าไฟฟ้าสำหรับการใช้งานรถไฟฟ้าขนาดเล็กและใช้งานในยามที่เกิดเหตุฉุกเฉินเช่น แผ่นดินไหวและน้ำท่วมได้

8. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนบทความขอขอบคุณ สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพที่ได้สนับสนุนเงินวิจัย และนักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า 2 ท่านคือนายวศิน สินธพ และนายตั้ม โพธิ์ขาว ที่ได้ติดตั้งและเก็บผลการทดลองขณะอัดประจุแบตเตอรี่ บริเวณสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

9. เอกสารอ้างอิง

- [1] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์. [online] Available : <http://www2.egat.co.th/re/solarcell/solarcell.htm>
- [2] J.P. Nelson and W.D. Bolin, "Basics and advances in battery systems," *Industry Applications, IEEE Transactions on*, Vol. 31, pp. 419–428, 1995.
- [3] E. Koutroulis and K. Kalaitzakis, "Novel battery charging regulation system for photovoltaic applications," *IEE Proc.-Elec. Power Appl.*, Vol.151, No. 2, pp.191-197, March, 2004.
- [4] S. Duryea, S. Islam, and W. Lawrance "A battery management system for stand-alone Photovoltaic," *IEEE. Industry Applications Magazine*, pp.67-72, May-June, 2001.
- [5] Y. Luk., W. E. Cheng and S. W. Zhao "Power battery charger for electric vehicles," *IET Power Electron.*, Vol.4, pp. 580–586, 2011.
- [6] Panasonic "Methods of Charging the Valve Regulated (Sealed) Lead-Acid Battery," [online] Available:<http://industrial.panasonic.com/www-data/pdf/ACD4000/ACD4000PE4.pdf>

- [7] N. Mohan, *First Course on Power Electronic and Drives.*, MNPERE, 2003