



การพัฒนาประจําสถานีประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสานขนาดเล็กสำหรับรถจักรยานไฟฟ้า

Development of Small Size Hybrid Charging Station System for Electrical Vehicle

พลากร พรหมเมศร์¹, วสันต์ พลาชัย¹

Palakorn Prommet¹, Wasan Palasai¹

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการพัฒนาประจําสถานีประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสานขนาดเล็กสำหรับรถจักรยานไฟฟ้า โดยรับพลังงานจาก 2 แหล่ง คือ พลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 100 วัตต์ ร่วมกับระบบไฟฟ้าที่ขนาดแรงดัน 220 โวลต์ ที่ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ ภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ เพื่อประจุแบตเตอรี่สำหรับรถจักรยานไฟฟ้าที่มีขนาดพิกัดแรงดัน 48 โวลต์ ในการทดสอบวงจรประจุแบตเตอรี่ซึ่งเป็นแบบจำกัดขนาดแรงดันที่ 48 โวลต์ โดยจะทำการทดสอบการประจุด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ สามารถให้แรงดันในการประจุที่ 20 โวลต์ ในกรณีดังกล่าวจึงไม่สามารถประจุแบตเตอรี่ได้พร้อมกันทั้งหมด 4 ก้อน ซึ่งในการประจุด้วยเซลล์แสงอาทิตย์จะทำการประจุพลังงานแบตเตอรี่ครั้งละ 1 ก้อน โดยใช้เวลาก่อนละ 2 ชั่วโมง ซึ่งรถจักรยานไฟฟ้าสามารถวิ่งได้เป็นระยะทาง 18.8 กิโลเมตร

คำสำคัญ: เซลล์แสงอาทิตย์ สถานีประจุแบบผสมผสาน

Abstract

This (research article) paper aimed to study the development of small size hybrid charging station for electrical vehicles whose power was from two sources, a 100 watt solar panels and 220-volt electrical system at 50 hertz, within the Faculty of Engineering, Princess of Naradhiwas University. The purpose of this development was intended to charge 48-volt electric bicycles' batteries. The study found that solar cell panels can be charged at 20 volts. This means that all four electric bicycle batteries cannot be charged in the same time. In the same vein, solar cell panels can be used to charge only one battery. This was two-hour charging that makes the electric bicycles 18.8 kilometres.

Keywords: Solar Cell, Hybrid Charging Station

¹ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

¹ Faculty of Engineering, Princess of Naradhiwas University



บทนำ

จากปัญหาค่าน้ำมันเชื้อเพลิงที่เพิ่มสูงขึ้น และประเด็นของความปลอดภัยในระยะยาวของพลังงานสะอาด เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลมและพลังงานความร้อนใต้พิภพ ทำให้มนุษย์มีความคาดหวังอย่างสูงที่จะให้พลังงานสะอาดรูปแบบต่างๆ นำมาใช้งานร่วมในกระบวนการผลิตในภาคอุตสาหกรรม และภาคการขนส่ง ในอนาคต (Srinivasaraghavan & Khaligh, 2011) โดยเฉพาะการขยายตัวและความต้องการพลังงานในภาคขนส่ง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับจะมีการใช้พลังงานสูงเท่ากับภาคอุตสาหกรรม (กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน, 2555) ในขณะที่ภาคการขนส่งทางถนนนับเป็นภาคการขนส่งที่มีการใช้พลังงานสูงสุด โดยส่วนใหญ่จะใช้เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน (Internal Combustion Engine, ICE) โดยจะใช้พลังงานจากน้ำมันเชื้อเพลิงเป็นแหล่งพลังงานในการขับเคลื่อน ซึ่งมีประสิทธิภาพการใช้พลังงานอยู่ในช่วง 30 - 40 เปอร์เซ็นต์ และมีการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกที่มีผลต่อภาวะวิกฤตโลกร้อน (Global Warming Crisis) ดังนั้น จึงได้มีการพัฒนาพลังงานทดแทน หรือเทคโนโลยีที่มีประสิทธิภาพสูง และมีการปลดปล่อยมลพิษต่ำอย่างต่อเนื่อง (ยศพงษ์ ลออนวล และคณะ, 2558) เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า เป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถประยุกต์ใช้กับภาคการขนส่งทางถนน มีแนวโน้มที่เทคโนโลยีจะขยายตัวอย่างสูงในอนาคตอันใกล้

อย่างไรก็ดี ข้อจำกัดทางด้านเทคโนโลยีแบตเตอรี่ที่เกี่ยวข้องกับความหนาแน่นของพลังงาน ทั้งความหนาแน่นของพลังงานต่อมวล (Energy Density by Weight) และความหนาแน่นของพลังงานต่อหน่วยปริมาตร (Energy Density by Volume) ทำให้รถยนต์ไฟฟ้า และจักรยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบัน อาจไม่ได้กล่าวถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าในการขับเคลื่อนโดยตรงเพียงอย่างเดียว โดยอาจมีการพึ่งพาเครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน ในการขับเคลื่อน และผลิตพลังงานไฟฟ้ามาใช้ร่วมกัน หรือเทคโนโลยีของการใช้ไฮโดรเจนในการผลิตพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์เชื้อเพลิงในการเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อน ซึ่งถือว่าเป็นยานยนต์ไฟฟ้าด้วยเช่นกัน ในการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในภาคการขนส่งให้มีประสิทธิภาพ จำเป็นต้องมีการพัฒนาสถานีหรือระบบการประจุแบตเตอรี่ ยานยนต์ไฟฟ้าให้เพียงพอต่อความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งอาจจะต้องมีการติดตั้งระบบดังกล่าว ในพื้นที่สาธารณะ เช่น ลานจอดรถสาธารณะ สวนสาธารณะ ศูนย์การค้า หรือสถานีบริการน้ำมัน (Ahmad, Luke & Adel, 2013) การประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันสามารถใช้ได้กับทั้งระบบที่เป็นไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ โดยทั่วไปต้องการกำลังไฟฟ้าสูงสุดประมาณ 100 กิโลวัตต์ ต่อคันในระบบอัดประจุเร็ว (Quick Charge) และใช้เวลาในการชาร์จประมาณ 20 นาที และสูงสุดที่ประมาณ 20 กิโลวัตต์ ต่อคันในระบบประจุแบบธรรมดา (Normal Charge) ซึ่งจะใช้เวลาในการชาร์จประมาณ 5 - 8 ชั่วโมง ดังนั้น ปัจจัยที่สำคัญ คือ โครงสร้างพื้นฐานของระบบไฟฟ้าในประเทศต้องมีไฟฟ้าเพียงพอให้สามารถรองรับการประจุแบตเตอรี่ให้กับยานยนต์ไฟฟ้าในปริมาณมากๆ ได้ หรืออาจมีการพัฒนาระบบพลังงานทดแทนรูปแบบต่างๆ มาใช้งานร่วมกันด้วยได้

อย่างไรก็ตาม การพัฒนาสถานีหรือระบบการประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้ายังเป็นเรื่องที่ใหม่มาก ด้วยเหตุนี้จึงเป็นที่มาของการศึกษาการพัฒนาประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสานขนาดเล็กสำหรับจักรยานไฟฟ้า โดยรับพลังงานจาก 2 แหล่ง คือ พลังงานเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 100 วัตต์ ร่วมกับระบบไฟฟ้าที่ขนาดแรงดัน 220 โวลต์ ที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์ เพื่อประจุแบตเตอรี่สำหรับจักรยานไฟฟ้าที่มีขนาดพิกัดแรงดันแบตเตอรี่ 48 โวลต์ โดยทำการทดสอบวงจรโดยการจำลองเสมือนจริง (Simulation) ด้วยโปรแกรม PSIM6 โดยทดลองเปลี่ยนค่าแรงดันระดับต่างๆ ที่จ่ายเข้าวงจร รวมทั้งทำการจ่ายค่าแรงดันเข้าสู่วงจรเสมือนจริง เพื่อทำการทดสอบและหาประสิทธิภาพในการประจุแบตเตอรี่ให้กับจักรยานไฟฟ้า

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาการพัฒนาประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสานขนาดเล็กสำหรับจักรยานไฟฟ้า และประเมินความเป็นไปได้ในการจัดตั้งสถานีชาร์จประจุทั้งในรูปแบบอิสระ และแบบเชื่อมต่อกับระบบจำหน่าย ภายในอาคารคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์

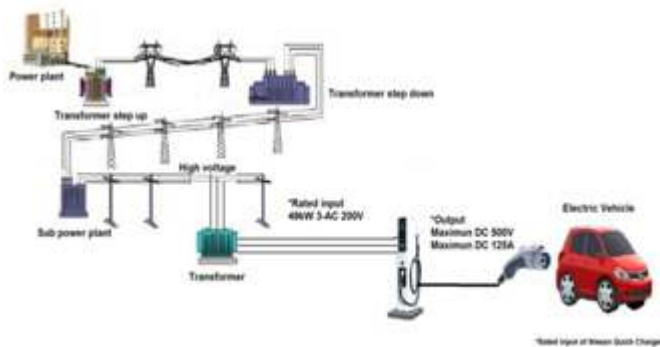
ระเบียบวิธีวิจัย

1. ระบบการประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า

1.1 โครงสร้างพื้นฐานของการประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า (Recharging Infrastructure and Facilities Requirement)

โครงสร้างพื้นฐานของระบบไฟฟ้าในประเทศต้องมีไฟฟ้าเพียงพอให้สามารถรองรับการประจุแบตเตอรี่ให้กับยานยนต์ในจำนวนมากๆ ได้ ปัจจุบันการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย มีกำลังการผลิตไฟฟ้าสูงสุดที่ 31,525 เมกกะวัตต์ ในขณะที่ความต้องการไฟฟ้าในเดือนเมษายน 2555 มีความต้องการสูงสุดถึง 26,774 เมกกะวัตต์ ณ วันที่ 26 เมษายน 2555 และมีแนวโน้มสูงขึ้นทุกปี โดยเฉพาะอย่างยิ่งภาคขนส่งที่มีแนวโน้มที่จะต้องการไฟฟ้าสูงขึ้นในระยะ 15 ปี เนื่องจากโครงการพัฒนาระบบยานยนต์ไฟฟ้าหลายโครงการที่กำลังดำเนินงานอยู่ และกำลังจะเกิดขึ้นใหม่ในระยะเวลาอันใกล้

หากพิจารณาเฉพาะความต้องการไฟฟ้าในกรณีของการประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าชนิดประจุเร็ว จำนวน 20 คันพร้อมกันจำเป็นจะต้องมีพลังงานไฟฟ้า ขนาด 100 กิโลวัตต์ x 20 คัน = 2 เมกกะวัตต์ หากพิจารณาจากตัวอย่างกรณีเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โรงจักรไฟฟ้าพระนครเหนือชุดที่ 1 ซึ่งมีขนาด 700 เมกกะวัตต์ สามารถรองรับการประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าแบบเร็วได้ จำนวนทั้งสิ้นไม่เกิน 700 เมกกะวัตต์/100 กิโลวัตต์ x 0.8 (Safety Factor) = 5,600 คันในช่วงเวลาเดียวกัน ดังนั้น การจัดเตรียมพลังงานไฟฟ้าเพื่อรองรับการขยายตัวการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าเป็นสิ่งจำเป็น ที่ต้องวางแผนพิจารณาเป็นอันดับต้นๆ ส่วนระบบอื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น ระบบส่งจ่าย ระบบจำหน่าย สามารถพัฒนาไปพร้อมกับการเพิ่มขึ้นของปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้ อย่างไรก็ตามการบริหารระบบไฟฟ้าแบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) จะสามารถช่วยลดความต้องการของไฟฟ้าที่ต้องเพิ่มขึ้นได้ ดังภาพที่ 1 (ยศพงษ์ ลออนวล และคณะ, 2558)



ภาพที่ 1 โครงสร้างระบบการประจุแบตเตอรี่

ที่มา: ยศพงษ์ ลออนวล และคณะ (2558)

1.2 เทคโนโลยีของการประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า (Charging Technology)

เทคโนโลยีการประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ การประจุแบตเตอรี่โดยตรง (Direct Charger) และการประจุแบตเตอรี่แบบอาศัยการเหนี่ยวนำ (Inductive Charger) โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1.2.1 การประจุแบตเตอรี่โดยตรง (Direct Charging)

เทคโนโลยีการประจุแบตเตอรี่โดยตรงจะทำการประจุแบตเตอรี่เป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าโดยตรงผ่านการเสียบปลั๊กของยานยนต์ไฟฟ้าหรือเรียกว่าระบบปลั๊กอิน (Plug-in) ซึ่งการประจุแบตเตอรี่โดยตรงสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภทหลักๆ คือ การประจุแบตเตอรี่แบบปกติ (Normal Charge) ด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ และการประจุแบตเตอรี่แบบเร็ว (Quick Charge) ด้วยไฟฟ้ากระแสตรง โดยในแบบปกตินี้จะเหมาะสำหรับการติดตั้งเพื่อ



ประจุแบตเตอรี่ที่บ้านที่สามารถประจุแบตเตอรี่ทิ้งไว้ในระยะเวลานานๆ ได้ ดังภาพที่ 2 แต่เนื่องจากการประจุแบตเตอรี่แบบปกติจำเป็นต้องใช้ระยะเวลานานในการประจุแบตเตอรี่จนเต็ม จึงได้มีการพัฒนาระบบประจุแบตเตอรี่แบบเร็ว (Fast Charge) ซึ่งจะใช้เวลาในการประจุแบตเตอรี่ประมาณ 15 - 20 นาที และสามารถประจุได้ที่ระดับ 80 เปอร์เซนต์ ซึ่งเหมาะสำหรับการตั้งเป็น สถานีชาร์จ (Charging Station) ดังภาพที่ 3 ซึ่งเปรียบเทียบได้กับสถานีบริการน้ำมัน



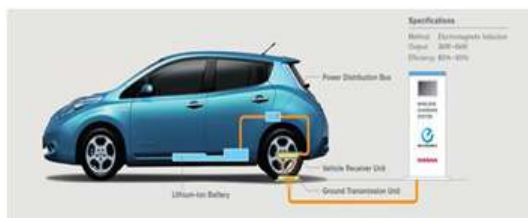
ภาพที่ 2 การประจุแบตเตอรี่แบบปกติที่มีการติดตั้งภายในบ้านพักอาศัย
ที่มา: ยศพงษ์ ลอนวล และคณะ (2558)



ภาพที่ 3 การประจุแบตเตอรี่แบบประจุเร็วในรูปแบบสถานีประจุแบตเตอรี่
ที่มา: ยศพงษ์ ลอนวล และคณะ (2558)

1.2.2 การประจุแบตเตอรี่แบบอาศัยการเหนี่ยวนำ (Inductive Charger)

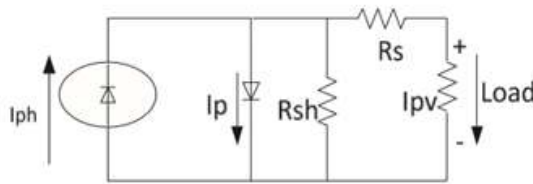
เทคโนโลยีการประจุแบตเตอรี่ประเภทนี้มีข้อดีในเรื่องความสะดวกและปลอดภัยในการประจุแบตเตอรี่ เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเสียบปลั๊กเหมือนระบบประจุแบตเตอรี่โดยตรง ดังภาพที่ 4 เทคโนโลยีนี้จะอาศัยการเหนี่ยวนำไฟฟ้าจากตัวส่งซึ่งติดตั้งอยู่บนพื้นไปสู่ตัวรับซึ่งติดตั้งอยู่ที่ตัวยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับระยะเวลาในการประจุแบตเตอรี่ยังคงขึ้นอยู่กับกระบวนการออกแบบระบบภายในซึ่งยังคงเหมือนกับระบบประจุแบตเตอรี่โดยตรง ดังตัวอย่าง บริษัทนิสสันได้ออกแบบให้กำลังไฟฟ้าในการประจุแบตเตอรี่อยู่ระหว่าง 3 - 6 กิโลวัตต์ และมีประสิทธิภาพสูงสุดระหว่าง 80 - 90 เปอร์เซนต์ เป็นต้น



ภาพที่ 4 ระบบประจุแบตเตอรี่แบบอาศัยการเหนี่ยวนำ
ที่มา: ยศพงษ์ ลอนวล และคณะ (2558)

2. แบบจำลองเซลล์แสงอาทิตย์

วงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์ แสดงดังภาพที่ 5 กำหนดให้มีลักษณะเหมือนกับแหล่งจ่ายกระแส โดยที่ I_{ph} คือ ค่ากระแสโฟโต้ R_{sh} และ R_s คือ ค่าความต้านทานภายในของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต่อในลักษณะขนานและอนุกรม ตามลำดับ โดยปกติค่าความต้านทานที่ต่อขนาน (R_{sh}) จะต้องมีค่าสูง และค่าความต้านทานที่ต่ออนุกรม (R_s) จะมีค่าต่ำซึ่งไม่จำเป็นต้องนำมาใช้ในการพิจารณาเพื่อลดความซับซ้อนในการวิเคราะห์วงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์ ในการเชื่อมต่อเซลล์แสงอาทิตย์ ให้เป็นกลุ่มขนาดใหญ่ซึ่งอาจจะมีลักษณะการต่อแบบขนานหรืออนุกรม ซึ่งขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานของผู้ใช้ ซึ่งสามารถเขียนความสัมพันธ์ ดังสมการที่ 1 ถึง 4 (Ramos, 2010)



ภาพที่ 5 วงจรสมมูลของเซลล์แสงอาทิตย์

สมการความสัมพันธ์ของค่ากระแสโฟโต้ (I_{ph}) คือ

$$I_{ph} = [I_{sr} + K_i(T - 298)] \times \frac{\lambda}{1000} \quad (1)$$

สมการความสัมพันธ์ของค่ากระแสอิ่มตัวย้อนกลับ (I_{rs}) คือ

$$I_{rs} = \left[\frac{I_{scr}}{e^{\frac{qV_{rs}}{N_s kAT}} - 1} \right] \quad (2)$$

สมการความสัมพันธ์ของค่ากระแสอิ่มตัวที่เกิดจากผลของอุณหภูมิ (I_o) คือ

$$I_o = I_{rs} \left[\frac{T}{T_r} \right] e^{\frac{qV_{rs}}{N_s kAT} \left(\frac{1}{T_r} - \frac{1}{T} \right)} \quad (3)$$

สมการความสัมพันธ์ของค่ากระแสทางด้านออกของเซลล์แสงอาทิตย์ (I_{pv}) คือ

$$I_{pv} = N_p \times I_{ph} - N_p \times I_o \left[e^{\left\{ \frac{V_{pv} + I_{pv} R_s}{N_s kAT} \right\}} - 1 \right] \quad (4)$$

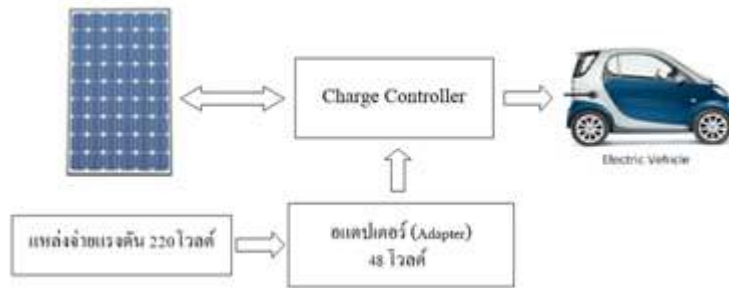
เมื่อ $V_p = V_{oc}$, $N_p = 1$ และ $N_s = 75$ คือ ค่าการกำลังสองเฉลี่ยประสิทธิภาพ (RMS) ของแรงดันและกระแสไฟฟ้า และค่ากระแสอิ่มตัวของเซลล์แสงอาทิตย์ (I_o) (Pandirarajan & Ranganat, 2011)

3. การพัฒนาระบบประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสาน

จากการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง ในการออกแบบและสร้างระบบประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสาน โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อที่สามารถประจุแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าได้ตลอด 24 ชั่วโมง โดยกำหนดให้ช่วงเวลา 9.30 ถึง 15.30 น. ให้ใช้ระบบประจุแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ดังภาพที่ 6 ส่วนในช่วงเวลาที่นอกเหนือจากช่วงเวลาที่กล่าวข้างต้นให้ใช้แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าหลักจากอาคาร การทำงานของระบบประจุแบตเตอรี่จะเป็นแบบผสมผสาน โดยเลือกใช้งานการประจุ 2 รูปแบบ



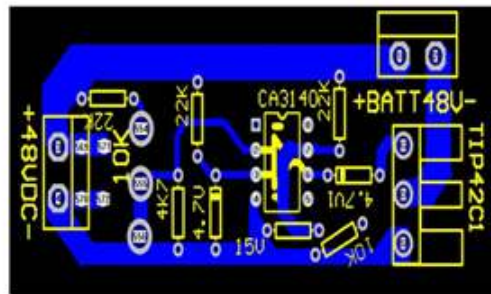
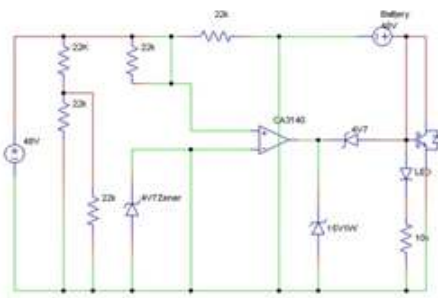
คือ การอัดประจุจากแหล่งพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ และการอัดประจุจากแหล่งพลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ที่ระดับแรงดัน 220 โวลต์ เพื่อประจุเข้าแบตเตอรี่รถจักรยานไฟฟ้าโดยตรงและเมื่อมีขนาดแรงดันถึง 48 โวลต์ วงจรก็จะตัดการทำงานทันที ดังภาพที่ 7



ภาพที่ 6 ไลอะแกรมระบบประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสาน

3.1 วงจรประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสาน

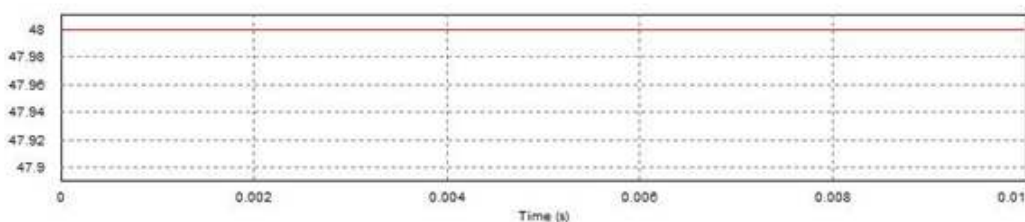
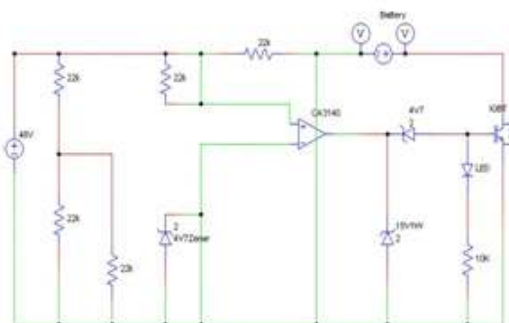
วงจรประจุแบตเตอรี่ ขนาด 48 โวลต์ ชนิดตัดวงจรเมื่อแรงดันถึง 48 โวลต์ ในการสร้างวงจรประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสานโดยในส่วนของวงจรประจุแบตเตอรี่สามารถทำงานได้ทั้ง 2 ระบบ โดยสามารถเลือกแหล่งพลังงานที่ใช้ในการประจุได้โดยใช้สวิตซ์เลือก โดยวงจรสามารถต่อเข้ากับเซลล์แสงอาทิตย์ ขนาด 100 วัตต์ ได้โดยตรงเพื่อประจุแบตเตอรี่ หากแต่ในกรณีการรับพลังงานไฟฟ้ามาจากไฟฟ้าภายในอาคาร 220 โวลต์ ต้องผ่านอะแดปเตอร์ 48 โวลต์ ให้เหลือแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 48 โวลต์ ดังภาพที่ 7 เพื่อที่จะสามารถประจุแบตเตอรี่ได้



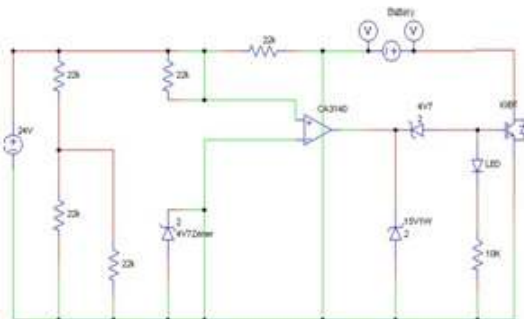
ภาพที่ 7 ส่วนประกอบวงจรประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสาน 48 โวลต์

3.2 การออกแบบสถานีประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสาน

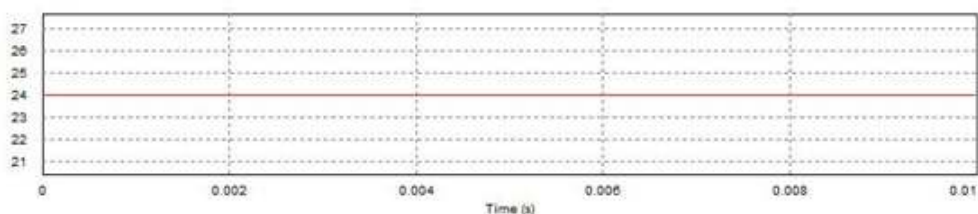
ในการออกแบบสถานีประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสาน คำนึงถึงการใช้งานสะดวก วัสดุอุปกรณ์สามารถหาได้ง่ายในพื้นที่ และสามารถพัฒนาได้ในอนาคต โดยทำการจำลองแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูปโซลิดเวิร์ค (Solidworks) โดยออกแบบสถานีประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสานให้ได้ขนาดตามที่ต้องการเพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดเมื่อทำการสร้างสถานีประจุแบตเตอรี่จริง สำหรับติดตั้งสถานีประจุแบบผสมผสานที่สร้างขึ้น จะติดตั้งบริเวณสวนหย่อมหน้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนราธิวาสราชนครินทร์ เนื่องจาก สามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้ตลอดทั้งวันโดยไม่มีสิ่งก่อสร้างหรือต้นไม้มาบดบังเพื่อให้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ทำงานได้เต็มประสิทธิภาพตลอดทั้งวัน ดังภาพที่ 8



4.2 จำลองวงจรโดยจ่ายแรงดัน 24 โวลต์ เข้าสวิตช์ประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสาน

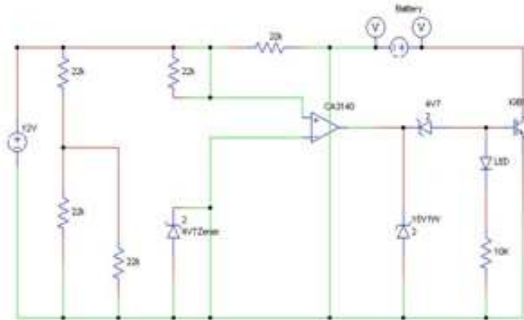


ภาพที่ 11 วงจรจำลองเมื่อจ่ายแรงดันทางด้านเข้า 24 โวลต์

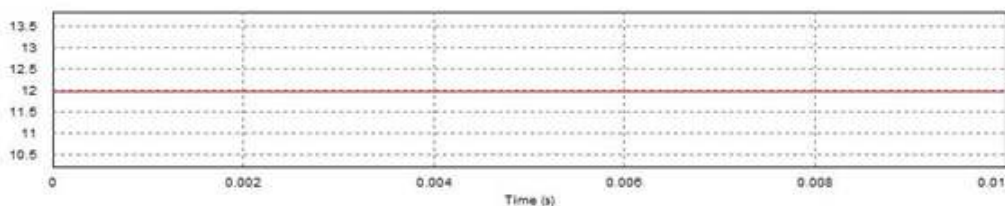


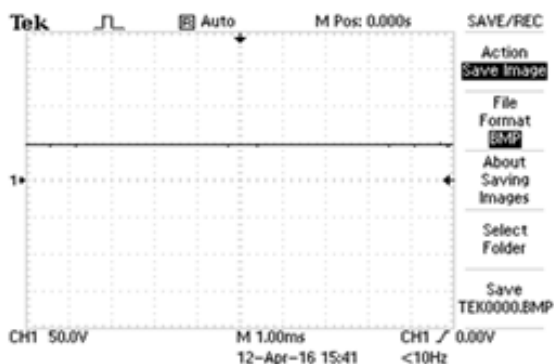
ภาพที่ 12 ผลการจำลองวัดแรงดันทางด้านออกเมื่อจ่ายแรงดันด้านเข้า 24 โวลต์

4.3 จำลองวงจรโดยจ่ายแรงดัน 12 โวลต์ เข้าสู่วงจรประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสาน

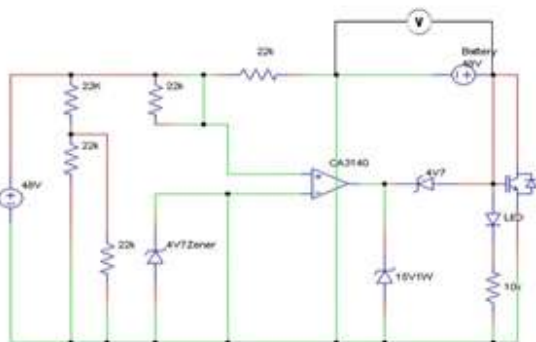


ภาพที่ 13 วงจรจำลองเมื่อจ่ายแรงดันทางด้านเข้า 12 โวลต์

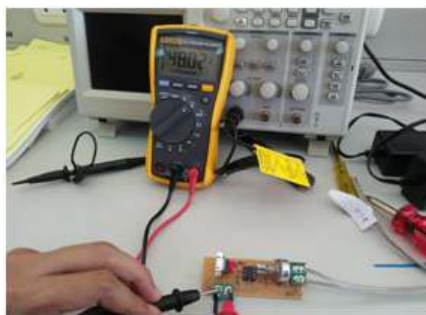




ภาพที่ 16 วัดสัญญาณแรงดันทางด้านออกโดยใช้ออสซิลโลสโคป



ภาพที่ 17 วงจรสมมูลการวัดแรงดันโดยใช้โวลต์มิเตอร์



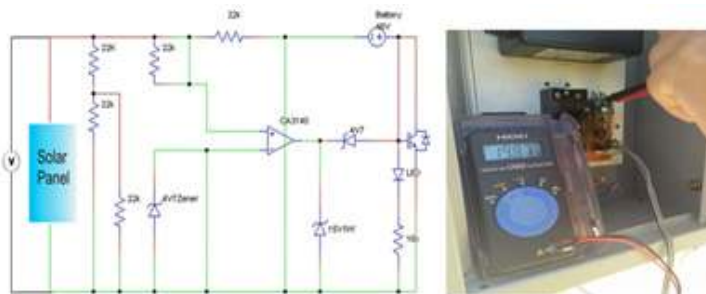
ภาพที่ 18 การวัดแรงดันไฟฟ้าโดยใช้โวลต์มิเตอร์

จากภาพที่ 15 ทำการทดสอบวงจรประจุแบตเตอรี่โดยการวัดแรงดันทางด้านขาออกของวงจรกระจายแรงดันจริง ที่ขนาดแรงดัน 48 โวลต์ จะได้แรงดันทางด้านออกที่วัดด้วยออสซิลโลสโคปมีค่า 48 โวลต์ ดังภาพที่ 16 จากภาพที่ 17 ทำการทดสอบวงจรประจุแบตเตอรี่โดยการวัดแรงดันทางด้านขาออกของวงจรกระจายแรงดันจริง ที่ขนาดแรงดัน 48 โวลต์ เช่นกัน หากแต่รับพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารโดยผ่านหม้อแปลงปรับค่าได้ (Variable Transformer) ซึ่งผลที่ได้จากการวัดด้วยโวลต์มิเตอร์จะมีขนาดแรงดันทางด้านออกที่ 48.02 โวลต์

5.2 ผลการทดลองวงจรโดยรับพลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

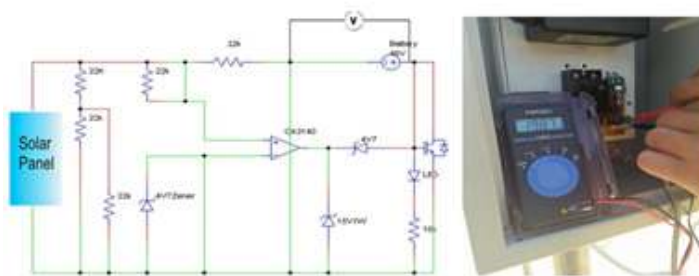
สำหรับการทดสอบวัดแรงดันของวงจรที่รับพลังงานมาจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยจะทำการวัดแรงดันทางด้านเข้า และแรงดันทางด้านออกของวงจร ซึ่งในการทดลองจะใช้แผงเซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 100 วัตต์ ในการวัดแรงดันจะใช้โวลต์มิเตอร์ในการวัด และวัดในช่วงเวลาที่เซลล์แสงอาทิตย์ทำงานได้ดีที่สุด คือ ที่เวลา 10.30 น. โดยการทดสอบได้ผลดังต่อไปนี้

5.2.1 ผลการทดสอบวัดค่าแรงดันทางด้านเข้าของวงจร



ภาพที่ 19 วงจรสมมูลการวัดแรงดันทางด้านเข้าโดยใช้โวลต์มิเตอร์กรณิรับพลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

5.2.2 ผลการทดสอบวัดค่าแรงดันทางด้านออกของวงจร



ภาพที่ 20 วงจรสมมูลการวัดแรงดันทางด้านออกโดยใช้โวลต์มิเตอร์กรณิรับพลังงานจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ในการทดลองจะนำโวลต์มิเตอร์ไปวัดแรงดันทางด้านเข้าของวงจรประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสาน ดังภาพที่ 19 และวัดแรงดันทางด้านออกของวงจร ดังภาพที่ 20 ในช่วงเวลา 10.30 น. ผลที่ได้จากการวัดทางด้านเข้าและทางด้านออกของวงจรที่รับแหล่งพลังงานมาจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ในช่วงเวลา 10.30 น. ได้จะแรงดันที่ 19.87 โวลต์ เนื่องจากแรงดันที่เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตได้สูงสุดอยู่ที่ 22.5 โวลต์

ตารางที่ 2 ค่าแรงดันก่อน และหลัง ประจุที่รับพลังงานมาจากเซลล์แสงอาทิตย์

จำนวนแบตเตอรี่	เวลาในการอัดประจุ (ชั่วโมง)	แรงดันก่อนอัดประจุ (โวลต์)	แรงดันหลังอัดประจุ (โวลต์)
1	2	11.11	12.23
2	2	11.18	12.45
3	2	11.74	12.73
4	2	12.07	13.07



ตารางที่ 3 ระยะทางที่จักรยานไฟฟ้าขับเคลื่อนแบตเตอรี่หมดกรณีประจุแบตเตอรี่ที่รับพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์

เวลาในการอัดประจุรวม (ชั่วโมง)	แรงดันก่อนอัดประจุ	แรงดันหลังอัดประจุ	ระยะทางที่ขี่ขี่ (กิโลเมตร)	เวลาใช้งานจนแบตเตอรี่ หมด (นาที)
8	46.10	50.48	18.80	54.33

จากตารางที่ 2 และ 3 เป็นการทดสอบการอัดประจุของวงจรที่ทำการศึกษา โดยให้จักรยานไฟฟ้าในส่วนของแหล่งพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์สามารถวัดแรงดันทางด้านออกได้เพียง 19 - 20 โวลต์ ดังนั้น จึงทำการอัดประจุแบตเตอรี่ได้เพียงครึ่งละ 1 ก้อน ก่อนละ 2 ชั่วโมง ซึ่งสามารถขี่จักรยานไฟฟ้าได้คิดเป็นระยะทาง 18.80 กิโลเมตร โดยใช้เวลารับขี่ตั้งแต่เริ่มต้นจนแบตเตอรี่หมด ใช้เวลาทั้งสิ้น 54.33 นาที

สรุปและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองประจุแบตเตอรี่กับเซลล์แสงอาทิตย์ จะให้แรงดันที่ 19 -20 โวลต์ จึงไม่สามารถอัดประจุได้ครึ่งละ 4 ก้อน ในการอัดประจุจึงสามารถทำการอัดประจุแบตเตอรี่ได้ครึ่งละ 1 ก้อน ก่อนละ 2 ชั่วโมง จากการศึกษางจรอัดประจุแบตเตอรี่แบบผสมผสาน จะทำงานที่ระดับแรงดัน 47.50 - 48.00 โวลต์ ซึ่งเมื่อแรงดันเพิ่มถึง 48 โวลต์ วงจรจะอัดประจุได้ช้ามาก ซึ่งโดยปกติแบตเตอรี่ของจักรยานไฟฟ้า เมื่อพิจารณาแรงดันที่แบตเตอรี่ในกรณีประจุเต็ม จะอยู่ที่ประมาณ 50 โวลต์ ในกรณีใช้แหล่งพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ ซึ่งในกรณีนี้สามารถอัดประจุได้ที่ระดับแรงดัน 12 โวลต์ หากแต่ต้องทำการประจุครึ่งละ 1 ลูก จึงทำให้เกิดความยุ่งยากในการดำเนินการ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ นายกัมพล เสาร์ศรีน้อย และนายภาณุวัฒน์ เจริญพานิช นักศึกษาสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์ ที่ให้ข้อมูลในการดำเนินการวิจัย และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏวราชนครินทร์ที่สนับสนุนงบประมาณในการทำวิจัย ประจำปีงบประมาณ 2559

รายการอ้างอิง

- กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน กระทรวงพลังงาน. (2555). **สถิติพลังงานของประเทศไทย (เบื้องต้น) ปี 2555**. สืบค้นเมื่อ 11 มิถุนายน พ.ศ. 2556, จาก <http://www.dede.go.th>.
- ยศพงษ์ ลออนวล, ถิวดา มณีวรรณ, สโรช ไทรมเม, คมกฤตย์ ชมสุวรรณ, อนวัช แสงสว่าง, ชวิน จันทระเสนาวงศ์, ..., พีรพล ตั้งประยูรเลิศ. (2558). **การศึกษากการพัฒนาของเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าและผลกระทบที่เกิดขึ้นสำหรับประเทศไทย**. โปรแกรมร่วมสนับสนุนทุนวิจัยและพัฒนา กฟผ. - สวทช. ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ (MTEC) และมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.).
- Ahmad,. H, Luke, W & Adel, N., (2013). EV Charging Station Integrating Renewable Energy and Second-Life Battery. **International Conference on Renewable Energy Research and Applications**, Madrid, Spain, 20-23 October 2013, 1217-1221.
- Pandirarajan, N & Rangana, M., (2011). Mathematical Modelling of Photovoltaic Module with Simulink. **International Conference on Electrical Energy Syste**. ICEES, Newport Beach January, 3-5.
- Ramos H., (2010).Modelling of Photovoltaic Module. **International Conference on renewable Energies Power quality ICREPQ** Granada, Spain. 2010.
- Srinivasaraghavan, S. & Khaligh, A, (2011).Time Management. **Power and Energy Magazine IEEE**, 9(4), 46-53