

บทที่ 1

บทนำ

ความสำคัญและที่มาของปัญหา

การเติบโตทางเทคโนโลยีที่รวดเร็วแบบก้าวกระโดดทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดใหม่ ๆ จำเป็นต้องใช้พลังงานที่สูงขึ้นในการประมวลผล นอกจากนี้แล้วอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพาและในโรงงานอุตสาหกรรมหรือแม้กระทั่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานตามบ้าน จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์สำรองไฟฟ้าที่สามารถเก็บประจุไฟฟ้าในปริมาณที่สูงขึ้นเพื่อยืดอายุการใช้งานที่นาน ทำให้ตัวเก็บประจุไฟฟ้าทั่วไปมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอสำหรับการใช้งาน แบตเตอรี่ก็เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน แบตเตอรี่เข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตของเราโดยไม่รู้ตัว จะเห็นได้ว่าแบตเตอรี่ถูกนำมาใช้ในอุปกรณ์ต่างๆมากมายอาทิเช่น แบตเตอรี่ไฟฉาย แบตเตอรี่ในรีโมทคอนโทรล แบตเตอรี่ของโทรศัพท์มือถือ แบตเตอรี่ของคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก แบตเตอรี่ในรถยนต์และ แบตเตอรี่ที่ใช้ในระบบพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น ซึ่งแบตเตอรี่ยังถูกนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานกับอุปกรณ์ประเภทอื่นๆ ได้อีกมากมาย โดยแบตเตอรี่มีความสำคัญอย่างยิ่งในระบบการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์เพราะไม่ว่าจะเป็นระบบเซลล์แสงอาทิตย์ใดก็ตามหากต้องการจัดเก็บพลังงานที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้ต่อไปจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ทำหน้าที่เก็บพลังงานที่ได้ไว้ แบตเตอรี่จึงเป็นส่วนหนึ่งของระบบการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ และยังใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าของรถยนต์ด้วย โดยมีหน้าที่ในการป้อนกระแสไฟฟ้าให้อุปกรณ์ต่างๆของเครื่องยนต์เพื่อใหทำงานได้ เช่น มอเตอร์สตาร์ท ระบบจุดระเบิด ในขณะที่สตาร์ทเครื่องยนต์ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ป้อนพลังงานให้กับอุปกรณ์อำนวยความสะดวกหลาย ๆ อย่าง เช่น ระบบไฟส่องสว่าง เครื่องเสียง เป็นต้น แบตเตอรี่ยังเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนารถยนต์ประหยัดพลังงานหรือรถไฟฟ้าระบบไฮบริด (Hybrid) อีกด้วย

การใช้แบตเตอรี่นั้นมีข้อจำกัดมากมาย ก็เพราะแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานเพื่อไว้ใช้ต่อไปถือเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานทางเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แต่แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าเท่านั้นไม่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ด้วยตัวของมันเอง เมื่อใช้พลังงานไฟฟ้าจนหมดจะต้องทำการเก็บประจุไฟฟ้าเข้าไปยังแบตเตอรี่ใหม่อีกครั้งหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเก็บประจุไฟฟ้านี้จะต้องใช้เวลาในการเก็บประจุที่นานหลาย

ชั่วโมงในการเก็บประจุแต่ละครั้ง โดยผลที่ได้รับจากการเก็บประจุนั้นจะไม่เต็มประสิทธิภาพ 100% จะอยู่ที่ประมาณ 60% โดยวิธีการเก็บประจุหรือชาร์จ มีทั้งแบบเก็บประจุช้าและเก็บประจุแบบเร็ว โดยที่การเก็บประจุแบบเร็ว นั้นประสิทธิภาพที่ได้จะไม่ถึง 60% และทำให้อายุในการใช้งานสั้นลงด้วย ซึ่งเกิดจากการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปในรูปความร้อนและปฏิกิริยาทางเคมีจากการเก็บประจุและคายประจุของแบตเตอรี่ ซึ่งเกิดจากการที่ใช้เวลาในการเก็บประจุและคายประจุในระยะเวลาที่นานเกินไปจนทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานขึ้น และยังคงชาร์จทิ้งไว้ประมาณ 5-10 ชั่วโมง ขึ้นกับขนาดความจุกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ทั้งนี้ก็เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ สำหรับแบตเตอรี่ทั่วไปที่ใช้ในการสตาร์ทเครื่องยนต์ถูกออกแบบให้จ่ายพลังงานสูงในช่วงเวลาสั้นๆ ถ้าใช้ไฟฟ้ามามากกว่า 20-30% ของพลังงานที่เก็บอยู่ จะทำให้อายุการใช้งานสั้นลงได้ เมื่อต้องทำการเก็บประจุไฟฟ้าก็จะเป็นการเสียเวลาอย่างมากจากประสิทธิภาพที่ได้มานั้นก็จะด้อยลงไปตามของจำนวนครั้งที่ทำการประจุพลังงานใหม่ แบตเตอรี่ที่ถูกเก็บไว้เป็นเวลานานก่อนที่จะนำไปใช้นั้นระดับของพลังงานที่ได้นั้นเมื่อนำมาใช้จะไม่เต็มประสิทธิภาพไม่เท่าเดิม เนื่องจากเกิดการคายประจุพลังงานไฟฟ้าในระดับอุณหภูมิต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดข้อจำกัดในการเก็บรักษาพลังงานในแบตเตอรี่ และในการเลือกใช้แบตเตอรี่ให้ตรงตามระดับแรงดันหรือระดับกระแสไฟฟ้าที่ต้องการ ถ้าต้องการระดับแรงดันที่สูงขึ้นหรือระดับกระแสไฟฟ้าที่มากขึ้นจำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่จำนวนมากกว่าหนึ่งลูกมาต่ออนุกรมหรือขนานตามลำดับ หรือใช้แบตเตอรี่ที่ออกแบบมาเฉพาะทาง ซึ่งมีราคาสูงทำให้เกิดข้อจำกัดในการใช้แรงดันและระดับกระแส แบตเตอรี่ยังจัดเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงและเสียหายได้ง่ายหากดูแลรักษาไม่ดีเพียงพอหรือใช้งานผิดวิธีรวมถึงอายุการใช้งานของแบตเตอรี่นั้นแต่ละชนิดก็จะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับวิธีการใช้การบำรุงรักษา การเก็บประจุไฟฟ้า การคายประจุไฟฟ้าและอุณหภูมิที่ใช้งานอีกด้วย

ตัวเก็บประจุไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงหรือตัวเก็บประจุไฟฟ้าแบบที่มีการเรียงตัวของประจุแบบสองชั้น (electrochemical double-layer capacitors, EDLCs) หรือ อัลตราคาปาซิเตอร์ (Ultracapacitor) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ (Supercapacitor; SC) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาใช้งานร่วมกับแบตเตอรี่ในการประจุพลังงานไฟฟ้า ด้วยคุณสมบัติของซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ที่สามารถเก็บประจุ (Charge) ได้อย่างรวดเร็วนี้จะนำมาใช้เก็บประจุไฟฟ้าแทนแบตเตอรี่เพื่อลดระยะเวลาในการประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่และจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้สูงขึ้นด้วย เนื่องจากใช้เวลาในการเก็บประจุเพียง 1-5 นาที ขึ้นกับกระแสในการชาร์จ และยังทำให้การเกิดความ

ร้อนต่ำ ซึ่งทำให้การสูญเสียพลังงานลดลง อีกทั้งยังช่วยยืดอายุการใช้งานให้ยาวนานกว่าแบตเตอรี่อีกด้วย

สถานประกอบการในจังหวัดสมุทรปราการและจังหวัดใกล้เคียง ที่มีพื้นที่มากกว่า 100-300 ไร่ และมีอาคารประกอบการหรือจุดทำการอยู่ห่างกันแต่ละอาคารไม่เกิน 1 กิโลเมตร ทำให้การเดินทางไปมาระหว่างอาคารไม่สะดวก ประกอบกับรถกอล์ฟไฟฟ้าที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันเกิดปัญหาที่ต้องใช้เวลาชาร์จแบตเตอรี่ไม่น้อยกว่า 5 ชั่วโมงต่อครั้ง ซึ่งทำให้การใช้งานไม่เต็มประสิทธิภาพ และมีการเปลี่ยนแบตเตอรี่ทุกๆ 1-2 ปี ซึ่งในการเปลี่ยนแบตเตอรี่แต่ละครั้งต้องใช้เงินไม่น้อยกว่า 80,000 บาท นั้นทำให้ต้องสูญเสียรายได้ในส่วนของรถกอล์ฟเป็นเงินจำนวนมาก การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาการเก็บพลังงานและการคายพลังงานของซูเปอร์คาปาซิเตอร์ช่วงชะลอเบรกและช่วงเบรก และทำการศึกษาการเก็บพลังงานและการคายพลังงานของซูเปอร์คาปาซิเตอร์ที่ใช้งานกับยานพาหนะไฟฟ้า (รถกอล์ฟไฟฟ้า) และเหมาะสำหรับการใช้ยานพาหนะไฟฟ้าสำหรับวิ่งไป-กลับระหว่างอาคารได้ โดยการใช้ยานพาหนะไฟฟ้าที่ใช้พลังงานจากซูเปอร์คาปาซิเตอร์ วิ่งจากอาคารหนึ่งไปยังอีกอาคารหนึ่งนั้น ซึ่งสามารถทำการชาร์จพลังงานได้เพียง 1 นาที ที่ตึกหรืออาคารจะติดตั้งสถานีชาร์จ (ระบบเก่าแบตเตอรี่ใช้เวลาชาร์จ 5-10 ชั่วโมง) และสามารถวิ่งกลับมามายังตึกหรืออาคารได้ และทำการชาร์จพลังงานที่ตึกหรืออาคารได้เพียง 1 นาที ก็สามารถชาร์จพลังงานได้เต็มพิกัด และในขณะที่ยานพาหนะเคลื่อนที่ไปในช่วงชะลอเบรกพลังงานจะถูกเก็บไว้ที่ซูเปอร์คาปาซิเตอร์อีกด้วย ซึ่งมีลักษณะการใช้งานดังที่กล่าวมาข้างต้นนี้มากกว่า 1,000,000 ครั้ง หรือมากกว่า 10 ปี และงานวิจัยนี้ยังนำไปสู่การพัฒนากระบวนการเก็บพลังงานต้นแบบ และยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้งานของยานพาหนะไฟฟ้าให้มีประสิทธิภาพการใช้งานสูงขึ้นตามความต้องการใช้งานของสถานประกอบการประเภทสนามกอล์ฟและรีสอร์ทอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเก็บพลังงานและคายพลังงานของซูเปอร์คาปาซิเตอร์
2. เพื่อศึกษาพฤติกรรมการเก็บพลังงานในช่วงชะลอเบรกและช่วงเบรก
3. เพื่อหาประสิทธิภาพของซูเปอร์คาปาซิเตอร์สำหรับการขับเคลื่อนยานพาหนะไฟฟ้า

ขอบเขตของการวิจัย

1. ออกแบบสร้างชุดซูเปอร์คาปาซิเตอร์

- 1.1 ซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ ยี่ห้อ Maxwell รุ่น BMOD0165P048 BXX, 165F, 48V จำนวน 2 ลูก ต่อขนานกันจะได้ขนาดพิกัดรวมเป็น 330F 48V จำนวน 1 ชุด
 - 1.2 วงจรป้องกันซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ใช้งานแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 30 โวลต์ และประจุไฟฟ้าเกิน (Over voltage)
 - 1.3 ไดซาร์จสำหรับอัดประจุไฟฟ้าช่วงเบรกและชะลอเบรก
2. ยานพาหนะไฟฟ้า (Vehicle) ขนาด 4 ที่นั่ง 4 ล้อ ขนาดน้ำหนักรวม 400 กิโลกรัม (รวมน้ำหนักผู้โดยสาร)
 - 2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม ขนาด 2,000W 48 V
 - 2.2 วิ่งทดสอบจากอาคารเรียนรวม 4 ไปยังอาคารหอสมุด ระยะทาง 505 เมตร ระยะทางไป กลับ 1010 เมตร

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ (Supercapacitors, SC) หมายถึง ตัวเก็บประจุยิ่งยวดหรือตัวเก็บประจุไฟฟ้าแบบที่มีการเรียงตัวของประจุแบบสองชั้น (Electrochemical Double-Layer Capacitors: EDLCs) หรืออัลตราคาปาซิเตอร์ (Ultracapacitor: UC) ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละประเทศนั้น ๆ แต่ก็ยังคงมีความหมายคือตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพความจุสูง ตัวเก็บประจุยิ่งยวดจึงเป็นเทคโนโลยีใหม่ ที่มาช่วยลดช่องว่างของการเก็บสะสมพลังงาน ซึ่งสามารถเก็บพลังงานได้มากกว่าตัวเก็บประจุแบบเดิมและสามารถจ่ายกำลังงานได้สูงกว่าแบตเตอรี่ โดยที่ตัวเก็บประจุยิ่งยวดมีจำนวนครั้งในการประจุ (Charge) และการปล่อยประจุ (Discharge) ได้ถึงหนึ่งล้านวัฏจักร และใช้เวลาในการประจุได้รวดเร็วขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสที่ใช้ในการประจุ

การเก็บสะสมพลังงาน (Energy Storage) หมายถึง การเก็บประจุไฟฟ้าหรือเก็บพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงไว้ในตัวซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ ที่ได้รับพลังงานจากการประจุจากเครื่องชาร์จและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้จำนวนหลาย ๆ วัฏจักร

จำนวนครั้งของวัฏจักร (Cycle of Number) หมายถึง การนำซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ไปประจุ (Charge) จนเต็มพิกัด แล้วนำกลับมาใช้โดยการปล่อยประจุ (Discharge) ให้กับมอเตอร์ไฟฟ้าสำหรับขับเคลื่อนยานพาหนะไฟฟ้าจนประจุหมดซึ่งถือเป็น 1 วัฏจักร และสามารถนำกลับมาใช้ได้หนึ่งล้านวัฏจักร

ยานพาหนะไฟฟ้า (Electric Vehicle, EV) หมายถึง ยานพาหนะไฟฟ้าขนาด 4 ที่นั่ง โดยใช้ชุดมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้เป็นตัวส่งกำลังไปที่ล้อยานพาหนะไฟฟ้า

ช่วงเบรกและชลอเบรก (Regenerative and Braking) หมายถึง ในระหว่างการขับยานพาหนะไฟฟ้า จะมีการเบรกและชะลอจากสิ่งกีดขวางหรือจากสภาพถนนที่ขรุขระ ซึ่งชุดมอเตอร์ไฟฟ้าจะได้รับการประจุแรงดันในช่วงเบรกและชะลอเบรก

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้ ความเข้าใจกับคุณสมบัติของชุดมอเตอร์ไฟฟ้า
2. ได้แนวทางในการนำชุดมอเตอร์ไฟฟ้าไปใช้งานร่วมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าและโหลดทางไฟฟ้าอื่นๆ
3. ได้เผยแพร่หลักการและความรู้ที่ได้รับจากการวิจัยเกี่ยวกับการนำชุดมอเตอร์ไฟฟ้าไปใช้งานร่วมกับยานพาหนะไฟฟ้าได้
4. เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าจากชุดมอเตอร์ไฟฟ้าจากการนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่ได้ไม่ต่ำกว่า 1,000, 000 ครั้ง (อายุการใช้งานชุดมอเตอร์ไฟฟ้ามากกว่า 10 ปี)
5. นำความรู้ที่ได้มาพัฒนาระบบการประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในหน่วยงาน
6. ได้องค์ความรู้จากพลังงานที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หลายๆครั้ง
7. เป็นแหล่งเรียนรู้การเรียนการสอนในรายวิชา การขับเคลื่อนด้วยไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์กำลัง เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง
8. ลดค่าใช้จ่ายส่วนของพลังงานที่ต้องเปลี่ยนแบตเตอรี่ทุกๆ 1-2 ปี เป็นจำนวนเงินสูงกว่า 80,000 บาท
9. ลดมลพิษจากการใช้งานของน้ำกรดในแบตเตอรี่