บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเติบโตทางเทคโนโลยีที่รวดเร็วแบบก้าวกระโดดทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดใหม่ ๆ จำเป็นต้องใช้พลังงานสูงขึ้นในการประมวลผล นอกจากนี้แล้วอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบพกพาและในโรงงานอุตสาหกรรมหรือแม้กระทั้งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้งานตามบ้าน จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์สำรองไฟฟ้าที่สามารถเก็บประจุไฟฟ้าในปริมาณที่สูงขึ้นเพื่อยืดอายุการใช้งานที่นาน ทำให้ตัวเก็บประจุไฟฟ้าทั่วไปมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอสำหรับการใช้งาน แบตเตอรี่ก็เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีส่วนสำคัญเป็นอย่างยิ่งในชีวิตประจำวัน แบตเตอรี่เข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตของเราโดยไม่รู้ตัว จะเห็นได้ว่าแบตเตอรี่ถูกนำมาใช้ในอุปกรณ์ต่างๆมากมายอาทิเช่น แบตเตอรี่ไฟฉาย แบตเตอรี่ในรีโมทคอนโทน แบตเตอรี่ของโทรศัพท์มือถือ แบตเตอรี่ของคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก แบตเตอรี่ในรถยนต์ และแบตเตอรี่ที่ใช้ในระบบพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น ซึ่งแบตเตอรี่ยังถูกนำไปใช้เป็นแหล่งพลังงานกับอุปกรณ์ประเภทอื่นๆ ได้อีกมากมาย โดยแบตเตอรี่มีความสำคัญอย่างยิ่งในระบบการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์เพราะไม่ว่าจะเป็นระบบเซลล์แสงอาทิตย์ใดก็ตามหากต้องการจัดเก็บพลังงานที่ผลิตได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์ไว้ใช้ต่อไปจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีอุปกรณ์ทำหน้าที่เก็บพลังงานที่ได้ไว้ แบตเตอรี่จึงเป็นส่วนหนึ่งของระบบการผลิตพลังงานจากแสงอาทิตย์ และยังใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าของรถยนต์ด้วยโดยมีหน้าที่ในการป้อนกระแสไฟฟ้าให้อุปกรณ์ต่างๆของเครื่องยนต์เพื่อให้ทำงานได้ เช่น มอเตอร์สตาร์ท ระบบจุดระเบิด ในขณะที่สตาร์ทรถยนต์ นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ป้อนพลังงานให้กับอุปกรณ์อำนวยความสะดวกหลายๆอย่าง ด้วย เช่น ระบบไฟส่องสว่าง เครื่องเสียง เป็นต้น แบตเตอรี่ยังเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนารถยนต์ประหยัดพลังงานหรือรถไฟฟ้าระบบไฮบริด (Hybrid) อีกด้วย

การใช้แบตเตอรี่นั้นมีข้อจำกัดมากมาย ก็เพราะแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานเพื่อไว้ใช้ต่อไปถือเป็นอุปกรณ์ที่สามารถเปลี่ยนพลังงานทางเคมีให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง แต่แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บพลังงานไฟฟ้าเท่านั้นไม่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้ด้วยตัวของมันเอง เมื่อใช้พลังงานไฟฟ้าจนหมดจะต้องทำการเก็บประจุไฟฟ้าเข้าไปยังแบตเตอรี่ใหม่อีกครั้งหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเก็บประจุไฟฟ้านี้จะต้องใช้เวลาในการเก็บประจุที่นานหลายชั่วโมงในการเก็บประจุแต่ละครั้ง โดยผลที่ได้รับจากการเก็บประจุนั้นจะไม่เต็มประสิทธิภาพ 100% จะอยู่ที่ประมาณ 80% โดยวิธีการเก็บประจุหรือชาร์จ มีทั้งแบบเก็บประจุช้าและเก็บประจุแบบเร็ว โดยที่การเก็บประจุแบบเร็วนั้นประสิทธิภาพที่ได้จะไม่ถึง 80% และทำให้อายุในการใช้งานสั้นลงด้วยซึ่งเกิดจากการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปในรูปความร้อนและปฏิกิริยาทางเคมีจากการเก็บประจุและปล่อยประจุของแบตเตอรี่ ซึ่งเกิดจากการที่ใช้เวลาในการเก็บประจุและปล่อยประจุในระยะเวลาที่นานเกินไปจนทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานขึ้น และยังต้องทิ้งไว้ประมาณ 5-10 ชั่วโมง โดยเฉพาะในการเปลี่ยนแบตเตอรี่ลูกใหม่ทั้งนี้ก็เพื่อยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่และสำหรับแบตเตอรี่ทั่วไปที่ใช้ในการสตาร์ทเครื่องยนต์ถูกออกแบบให้จ่ายพลังงานสูงในช่วงเวลาสั้นๆ ถ้าใช้ไฟฟ้ามากกว่า 20-30% ของพลังงานที่เก็บอยู่ จะทำให้อายุการใช้งานสั้นลงได้ เมื่อต้องทำการเก็บประจุไฟฟ้าจะเป็นการ

เสียเวลาอย่างมากจากประสิทธิภาพที่ได้มานั้นจะด้อยลงไปตามจำนวนครั้งที่ทำการประจุพลังงานใหม่ แบตเตอรี่ที่ถูกเก็บไว้เป็นเวลานานก่อนที่จะนำไปใช้นั้นระดับของพลังงานที่ได้เมื่อนำมาใช้จะไม่เต็มประสิทธิภาพไม่เท่าเดิม เนื่องจากเกิดการปล่อยประจุพลังงานไฟฟ้าในระดับอุณหภูมิต่างๆ ซึ่งทำให้เกิดข้อจำกัดในการเก็บรักษาพลังงานในแบตเตอรี่ และในการเลือกใช้แบตเตอรี่ให้ตรงตามระดับแรงดันหรือระดับกระแสที่ต้องการ ถ้าต้องการระดับแรงดันไฟฟ้าสูงขึ้นหรือระดับกระแสที่มากขึ้นจำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่จำนวนมากกว่าหนึ่งลูกมาต่ออนุกรมหรือขนานตามลำดับ หรือใช้แบตเตอรี่ที่ออกแบบมาเฉพาะทางซึ่งมีราคาสูงกว่า ทำให้เกิดข้อจำกัดในการใช้แรงดันและระดับกระแส แบตเตอรี่ยังจัดเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพงและเสียหายได้ง่ายหากดูแลรักษาไม่ดีเพียงพอหรือใช้งานผิดวิธี รวมถึงอายุการใช้งานของแบตเตอรี่นั้นแต่ละชนิดก็จะแตกต่างกันออกไป ขึ้นอยู่กับวิธีการใช้การบำรุงรักษา การเก็บประจุไฟฟ้า การปล่อยประจุไฟฟ้าและอุณหภูมิที่ใช้งานอีกด้วย การใช้งานแบตเตอรี่เพื่อจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองช่วงไฟฟ้าดับ ที่ติดตั้งมากับเครื่องสำรองไฟฟ้านั้นจะมีอายุการใช้งานอยู่ระหว่าง 3-4 ปี หรือถ้าปล่อยประจุ 50% อายุการใช้งาน 500-600 วัฏจักร (Telepart. 2015) และเมื่อเสื่อมหรือหมดอายุการใช้งานต้องทำการเปลี่ยนแบตเตอรี่ใหม่เพื่อให้เครื่องสำรองไฟฟ้าใช้งานได้เป็นปกติ

ตัวเก็บประจุไฟฟ้าประสิทธิภาพสูงหรือตัวเก็บประจุไฟฟ้าแบบที่มีการเรียงตัวของประจุแบบสองชั้น (electrochemical double-layer capacitors, EDLCs) หรืออัลตร้าคาปาซิเตอร์ (Ultracapacitor) หรือที่เรียกอีกอย่างหนึ่งว่าซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ (Supercapacitor ; SC) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาใช้งานร่วมกับแบตเตอรี่ในการประจุพลังงานไฟฟ้าด้วยคุณสมบัติของซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ที่สามารถเก็บประจุ (Charge) และปล่อยประจุ (Discharge) ได้อย่างรวดเร็วนี้จะนำมาใช้รวมกับการเก็บประจุพลังงานไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่เพื่อลดระยะเวลาในการประจุพลังงานไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่และจะช่วยเพิ่มประสิทธิการเก็บพลังงานของแบตเตอรี่ด้วย เนื่องจากใช้ระยะเวลาในการเก็บประจุพลังงานที่สั้น ทำให้การเกิดความร้อนต่ำซึ่งนำไปสู่การสูญเสียพลังงานลดลงและยังช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่อีกด้วย ในรายงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาการเก็บประจุและการปล่อยประจุโดยใช้ซุปเปอร์คาปาซิเตอร์เป็นแหล่งจ่ายพลังงาน โดยทำการศึกษาการเก็บประจุและปล่อยประจุของซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาระบบประจุไฟฟ้าแทนแบตเตอรี่และนำไปสู่ระบบไฟฟ้าสำรองข้อมูลคอมพิวเตอร์ให้สามารถใช้งานได้กรณีเกิดไฟฟ้าดับ สำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้าชั่วคราว นอกจากนี้ซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ยังมีอายุการใช้งานมากกว่าหนึ่งล้านวัฏจักร (Ultracapacitor cell integration kit, 2013) สามารถใช้งานยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของคอมพิวเตอร์ให้สามารถใช้งานได้อย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพอีกด้วย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาการเก็บพลังงานและปล่อยพลังงานของซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ร่วมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับและคอมพิวเตอร์
2. เพื่อหาประสิทธิภาพการทำงานของซุปเปอร์คาปาซิเตอร์
3. เพื่อศึกษาการจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองจากซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์
4. เพื่อหาประสิทธิผลของชุดไฟฟ้าสำรองด้วยพลังงานจากซุปเปอร์คาปาซิเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร

ขอบเขตของการวิจัย

การออกแบบไฟสำรองข้อมูลคอมพิวเตอร์ขนาด 500 โวลต์แอมป์ โดยใช้ซุปเปอร์คาปาซิเตอร์เป็นแหล่งจ่ายพลังงานในครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้เครื่องมือและอุปกณ์ดังนี้

เครื่องสำรองไฟฟ้าขนาดจ่ายกำลังไฟ : 850VA/325W

ออกแบบซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ขนาด 500F 16.2V

วงจรชาร์จขนาด 15V 2A

วงจรเปรียบเทียบแรงดันกรณีที่ชาร์จแรงดันให้ซุปเปอร์คาปาซิเตอร์เต็ม 15 V วงจรจะหยุดจ่ายแรงดันให้กับซุปเปอร์คาปาซิเตอร์

คำนิยามศัพท์เฉพาะ

ซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ (Supercapacitors: SC) หมายถึง ตัวเก็บประจุยิ่งยวดหรือตัวเก็บประจุไฟฟ้าแบบที่มีการเรียงตัวของประจุแบบสองชั้น (Electrochemical Double-Layer Capacitors: EDLCs) หรืออัลตร้าคาปาซิเตอร์ (Ultracapacitor: UC) ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละประเทศนั้น ๆ แต่ก็ยังคงมีความหมายคือตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพความจุสูง ตัวเก็บประจุยิ่งยวดจึงเป็นเทคโนโลยีใหม่ ที่มาช่วยลดช่องว่างของการเก็บสะสมพลังงาน ซึ่งสามารถเก็บพลังงานได้มากกว่าตัวเก็บประจุแบบเดิมและสามารถจ่ายพลังงานได้สูงกว่าแบตเตอรี่ โดยที่ตัวเก็บประจุยิ่งยวดมีจำนวนครั้งในการเก็บปะจุ (Charge) การปล่อยประจุ (Discharge) ได้มากกว่าและเวลาในการเก็บประจุการปล่อยประจุได้เร็วกว่าแบตเตอรี่

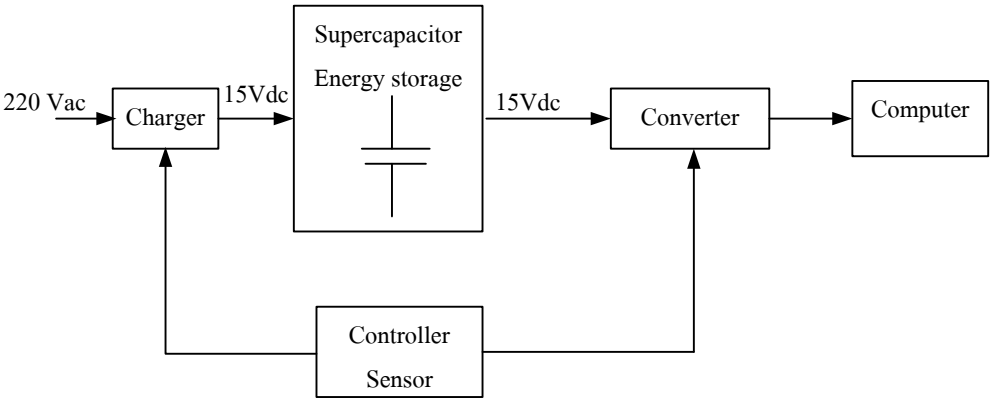
การเก็บสะสมพลังงาน (Energy Storage) หมายถึง การเก็บประจุไฟฟ้าหรือเก็บพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงไว้ในตัวซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ ที่ได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ในตอนกลางวันมาเก็บไว้ใช้งานในเวลากลางคืนหรือช่วงที่จำเป็นและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้จำนวนหลาย ๆ วัฏจักร

จำนวนครั้งของวัฏจักร (Cycle of Number) หมายถึง การนำซุปเปอร์คาปาซิเตอร์หรือแบตเตอรี่ไปเก็บประจุ (Charge) จนเต็มพิกัด แล้วนำกลับมาใช้โดยปล่อยประจุ (Discharge) ให้กับหลอดแอลอีดีจนประจุหมดซึ่งถือเป็น 1 วัฏจักร

ทฤษฎีหรือกรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การใช้พลังงานไฟฟ้าจากซุปเปอร์คาปาซิเตอร์สามารถลดค่าใช้จ่ายพลังงานไฟฟ้าได้ 50 เปอร์เซ็นต์ จากค่าพลังงานไฟฟ้าเดิมที่ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี



ภาพที่ 1.1 กรอบแนวคิดของการวิจัย

จากภาพที่ 1.1 เมื่อระบบไฟฟ้าเกิดขัดข้อง (กรณีไฟฟ้าดับ) คอนโทรลเลอร์เซนเซอร์จะสั่งงานซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ที่เก็บสะสมพลังงานไว้จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับไฟสำรองเพื่อจ่ายให้คอมพิวเตอร์ และเมื่อระบบไฟฟ้าใช้งานได้ตามปกติ คอนโทรลเลอร์เซนเซอร์จะสั่งให้ระบบไฟฟ้าชาร์จไฟให้กับซุปเปอร์คาปาซิเตอร์อีกครั้ง

ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ได้นวัตกรรมไฟฉุกเฉินที่ใช้ซุปเปอร์คาปาซิเตอร์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงาน

2. ได้รับความรู้ ความเข้าใจคุณสมบัติของซุปเปอร์คาปาซิเตอร์

3. ได้แนวทางในการนำซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ไปใช้งานร่วมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าและโหลดทางไฟฟ้าประเภทต่างๆ

4. ได้เผยแพร่หลักการและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการนำซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ไปใช้งานร่วมกับโหลดทางไฟฟ้าได้

5. เพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าจากซุปเปอร์คาปาซิเตอร์จากการนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่

6. สามารถนำซุปเปอร์คาปาซิเตอร์ไปทดแทนแบตเตอรี่ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าชั่วขณะได้ลดต้นทุนจากค่าใช้จ่ายของแบตเตอรี่ทุกๆ 2 ปี

7. นำความรู้ที่ได้มาพัฒนาระบบการประหยัดพลังงานภายในหน่วยงานของมหาวิทยาลัยและของรัฐ

8. ซุปเปอร์คาปาซิเตอร์มีอายุการใช้งานนานกว่า 10 ปี หรือ (1,000,000 cycles) ไม่ต้องเปลี่ยนเหมือนแบตเตอรี่ทุก 2 ปี

มหาวิทยาลัยราชภัฏธนบุรี