บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของการศึกษา

ในในปัจจุบันและอนาคตวิกฤตด้านพลังงานเชื้อเพลิงมีความรุนแรงเพิ่มสูงขึ้น อันเนื่องมาจากแหล่งน้ำมันดิบที่มีอยู่อย่างจำนวนจำกัด จึงทำให้ราคาน้ำมันมีแนวโน้มที่จะเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ และส่งผลให้ค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานเชื้อเพลิงสำหรับการใช้ยานยนต์เพิ่มขึ้นตามไปด้วย ดังนั้นจึงได้มีการวิจัยและพัฒนายานยนต์พลังงานทางเลือกมาเพื่อแก้ปัญหาวิกฤตดังกล่าว เช่น พลังงานดีเซลชีวภาพหรือไบโอดีเซล (Biodiesel), น้ำมันแก๊สโซฮอล์ (Gasohol), แก๊สปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas: LPG), ก๊าซธรรมชาติสำหรับยานยนต์ (Natural Gas for Vehicles: NGV) เป็นต้น โดยการขับเคลื่อนยานพาหนะด้วยระบบไฟฟ้าก็ถือว่าเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการเข้ามาแก้ปัญหาวิกฤตด้านพลังงาน รวมไปถึงการแก้ปัญหาจากการใช้ยานพาหนะในเขตเมืองและชุมชนใหญ่ๆ ที่นับวันได้เพิ่มมลภาวะทางด้านสิ่งแวดล้อมมากยิ่งขึ้น ตลอดจนแก้ปัญหาในระบบขนส่งมวลชน ดังนั้นจึงได้มีการวิจัยและพัฒนายานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า โดยใช้แบตเตอรี่เป็นแหล่งพลังงานเพื่อเป็นการทดแทนการใช้พลังงานเชื้อเพลิงแบบเดิม

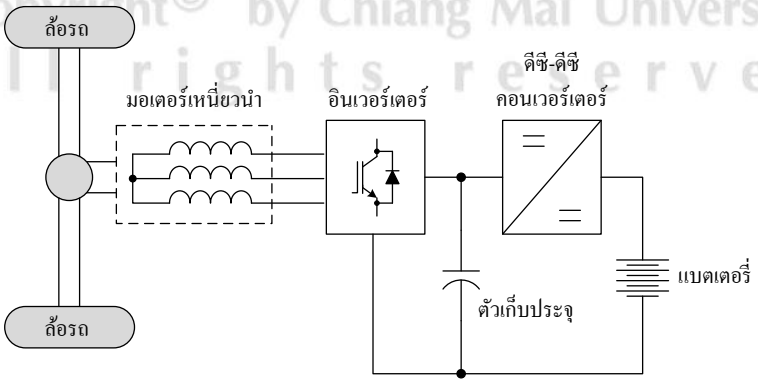
ยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าหรือเรียกว่ารถไฟฟ้าจะมีการขับเคลื่อนโดยอาศัยมอเตอร์ไฟฟ้า แทนการใช้เครื่องยนต์ที่ต้องการน้ำมันเชื้อเพลิงในการเผาไหม้สันดาปภายใน ซึ่งโครงสร้างของรถไฟฟ้าจะมีส่วนประกอบหลักอยู่ 4 ส่วนคือ 1) แบตเตอรี่ทำหน้าที่ในการเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้า 2) เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ทำหน้าที่ป้อนพลังงานไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ในการเก็บสะสมพลังงาน 3) มอเตอร์ไฟฟ้าทำหน้าที่ในการส่งผ่านพลังงานไฟฟ้าไปยังเพลาเพื่อขับเคลื่อนยานพาหนะ และ 4) ระบบควบคุมทำหน้าที่ประสานการทำงานเพื่อให้รถไฟฟ้าสามารถตอบสนองตามความต้องการของผู้ใช้งานได้อย่างเหมาะสม โดยแบตเตอรี่ถือเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า เมื่อแบ่งชนิดของแบตเตอรี่ตามลักษณะการใช้งานจะสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดคือ 1) แบตเตอรี่ชนิดปฐมภูมิ เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้งานจนหมดแล้ว จะไม่สามารถนำกลับมาใช้งานได้อีก 2) แบตเตอรี่ชนิดทุติยภูมิ เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้งานจนหมดแล้ว ก็ยังสามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อใช้งานใหม่ได้ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์หรือรถจักรยานยนต์ แบตเตอรี่มือถือ เป็นต้น จากข้อดีที่สามารถนำกลับมาชาร์จและใช้งานใหม่ได้ จึงทำให้แบตเตอรี่ชนิดทุติยภูมิเป็นแบตเตอรี่ที่มีการใช้งานในยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าอย่างแพร่หลาย โดยแบตเตอรี่จะมีผลต่อ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

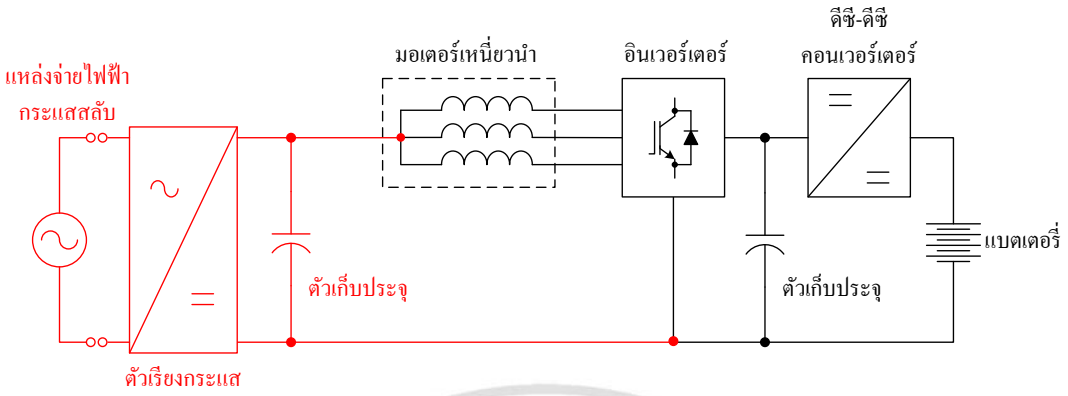
ต้นทุนและน้ำหนักของยานพาหนะ ตลอดจนความน่าเชื่อถือและขีดจำกัดด้านระยะทางยังได้รับอิทธิพลมาจากคุณสมบัติของแบตเตอรี่ ดังนั้นแบตเตอรี่จึงจำเป็นต้องมีการจัดระบบทำงานอย่างเหมาะสม โดยเฉพาะในส่วนของระบบชาร์จจะต้องมีประสิทธิภาพสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่อย่างถูกต้องและเหมาะสม เพื่อประโยชน์สำหรับการใช้งานแบตเตอรี่ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ความปลอดภัยและยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ให้ยาวนานขึ้น ซึ่งเครื่องชาร์จแบตเตอรี่สามารถแบ่งตามลักษณะการติดตั้งได้เป็น 2 รูปแบบคือ เครื่องชาร์จแบตเตอรี่แบบออนบอร์ด (On-Board Charger) เป็นการติดตั้งวงจรชาร์จแบตเตอรี่ไว้กับวงจรหลักของรถไฟฟ้า และเครื่องชาร์จแบตเตอรี่แบบออฟบอร์ด (Off-Board Charger) เป็นการติดตั้งวงจรชาร์จแบตเตอรี่ไว้ภายนอกตัวรถไฟฟ้าหรือมีการติดตั้งโดยแยกจากวงจรหลักของรถไฟฟ้า [1], [2] โดยระบบชาร์จแบตเตอรี่ที่จะนำมาใช้กับรถไฟฟ้านั้นต้องคำนึงถึงค่าความสูญเสียทางไฟฟ้า พิจารณาถึงค่าตัวประกอบกำลังและความปลอดภัยของระบบชาร์จ [3], [4]

รูปแบบการทำงานของระบบชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าสามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบคือ การชาร์จแบตเตอรี่แบบออฟไลน์ (Offline Charge) เป็นการชาร์จแบตเตอรี่ในขณะที่ระบบกำลังและระบบไฟของรถไฟฟ้าไม่มีการทำงาน กล่าวคือเมื่อมีการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่จนหมดหรือพลังงานลดต่ำลง และมีความต้องการชาร์จแบตเตอรี่เข้าไปใหม่ จะต้องหยุดการทำงานของรถไฟฟ้าเพื่อทำการชาร์จแบตเตอรี่จนเต็ม จึงจะสามารถนำรถไฟฟ้ากลับออกมาใช้งานได้ตามปกติ ส่วนการชาร์จแบตเตอรี่อีกรูปแบบคือ การชาร์จแบตเตอรี่แบบออนไลน์ (Online Charge) จะเป็นการประจุไฟฟ้าให้กับแบตเตอรี่ในขณะเดียวกับที่ระบบกำลังของรถไฟฟ้ากำลังทำงานอยู่ แต่การชาร์จแบตเตอรี่แบบออนไลน์จะไม่สามารถยกระดับของกระแสที่จ่ายให้กับแบตเตอรี่ได้สูงเท่ากับการชาร์จแบตเตอรี่แบบออฟไลน์ ที่สามารถยกระดับการประจุกระแสให้กับแบตเตอรี่ในระดับแรงดันสูงได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมระบบกำลังของรถไฟฟ้า



ภาพที่ 1.2 บล็อกไดอะแกรมการบูรณาการเครื่องชาร์จสำหรับรถไฟฟ้า

ในภาพที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมระบบกำลังของรถไฟฟ้าซึ่งประกอบด้วย ต้นแหล่งพลังงานคือแบตเตอรี่ที่ทำหน้าที่ในการเก็บและส่งถ่ายพลังงานให้กับระบบการทำงานของรถไฟฟ้า โดยการส่งพลังงานไฟฟ้าไปยังส่วนของดีซี-ดีซีคอนเวอร์เตอร์สำหรับทำหน้าที่ในการแปลงผันระดับพลังงานไฟฟ้าและส่งต่อพลังงานที่ได้ไปยังอินเวอร์เตอร์สามเฟส เพื่อทำการแปลงผันพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับในการขับมอเตอร์ ซึ่งในปัจจุบันได้มีการบูรณาการเครื่องชาร์จแบตเตอรี่สำหรับรถไฟฟ้าที่ทำงานในโหมดออฟไลน์ โดยการใช้วงจรกำลังของรถไฟฟ้ามาเป็นส่วนประกอบสำหรับการชาร์จดังแสดงในภาพที่ 1.2 โดยระบบดังกล่าวได้มีการเพิ่มตัวเรียงกระแสเข้ามาในระบบ ทำให้สามารถต่อสายชาร์จเพื่อรับพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งจ่ายในครัวเรือนทั่วไป และใช้ตัวเหนี่ยวนำที่มีอยู่ภายในมอเตอร์ไฟฟ้ามาเป็นส่วนประกอบในการแปลงผันพลังงานไฟฟ้าสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ แต่อย่างไรก็ตามระบบชาร์จแบตเตอรี่ดังกล่าวมีการใช้อุปกรณ์จำพวกอุปกรณ์สวิตชิ่งและมีการใช้ไดโอดซึ่งมีคุณสมบัติที่ไม่เป็นเชิงเส้น จึงทำให้เกิดความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกของกระแสสูง ซึ่งกระแสฮาร์มอนิกนี้เป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่างๆตามมา เช่น รูปคลื่นแรงดันผิดเพี้ยน ความร้อนในระบบที่มีค่ามาก และส่งผลให้ค่าตัวประกอบกำลังของระบบต่ำลง [5], [6]

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

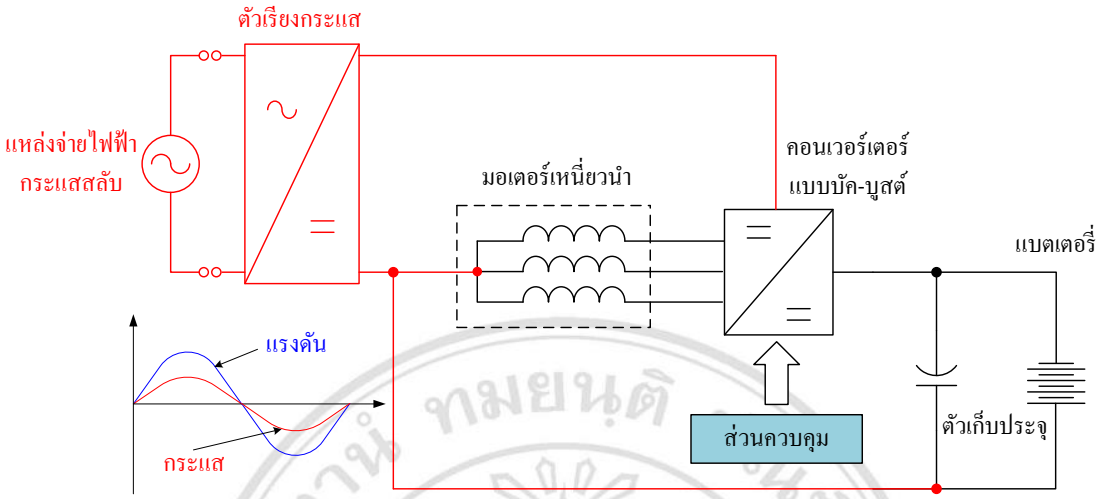
จากที่ได้กล่าวไปข้างต้น จะเห็นว่าการปรับแก้ตัวประกอบกำลังเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของระบบชาร์จแบตเตอรี่ถือเป็นเรื่องที่สำคัญ ในงานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปในส่วนของการปรับแก้ตัวประกอบกำลังของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ เนื่องจากคุณภาพของการชาร์จจะส่งผลโดยตรงกับประสิทธิภาพการทำงานของแบตเตอรี่ ทั้งยังส่งผลไปถึงคุณภาพการทำงานของรถไฟฟ้า กล่าวคือความสัมพันธ์ระหว่างการชาร์จแบตเตอรี่กับตัวแบตเตอรี่ จะมีผลต่อระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ รวมไปถึงขนาดและน้ำหนักของแบตเตอรี่ที่ใช้ในรถไฟฟ้า และส่งผลต่อขีดจำกัดด้านระยะทางของ

รถไฟฟ้า ซึ่งจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพของการชาร์จแบตเตอรี่ถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญ ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการใช้หลักการแปลงผันพลังงานไฟฟ้าด้วยอิเล็กทรอนิกส์กำลังมาใช้ในการควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่สำหรับรถไฟฟ้า เช่น ในงานวิจัย [7] ได้นำเสนอการชาร์จแบตเตอรี่ที่มีการปรับแก้ตัวประกอบกำลังในโหมดการชาร์จแบบออฟไลน์สำหรับรถสกู๊ตเตอร์ไฟฟ้า โดยใช้โครงสร้างเป็นดีซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์แบบบูสต์ ซึ่งโครงสร้างของระบบดังกล่าวจะประกอบด้วย แหล่งจ่ายกระแสสลับ, ตัวเรียงกระแส, ดีซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์แบบบูสต์, มอเตอร์กระแสสลับ และชุดแบตเตอรี่ โดยการทำงานของระบบชาร์จแบตเตอรี่ดังกล่าว เมื่อได้รับแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายกระแสสลับ พลังงานไฟฟ้าที่เข้ามาในระบบจะถูกส่งไปยังระบบกำลังของรถไฟฟ้าซึ่งได้ถูกบูรณาการให้มีการทำงานในลักษณะเป็นคอนเวอร์เตอร์แบบบูสต์เพื่อยกระดับแรงดันให้สูงขึ้น และใช้เทคนิคการมอดูเลตความกว้างพัลส์ในการควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่และปรับแก้ตัวประกอบกำลัง อย่างไรก็ตามระบบชาร์จแบตเตอรี่ดังกล่าวจะทำงานในลักษณะที่ยกระดับแรงดันการชาร์จให้สูงขึ้นเท่านั้น หากต้องการการชาร์จในระดับที่ต่ำลงจะไม่สามารถที่จะลดระดับของแรงดันให้ต่ำลงได้ ในงานวิจัย [8] ได้นำเสนอระบบควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้เอซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์แบบบูสต์ชนิดสามเฟสและมีรูปแบบการชาร์จแบบออฟไลน์ ซึ่งโครงสร้างของระบบดังกล่าวจะประกอบด้วย แหล่งจ่ายกระแสสลับชนิดสามเฟส ชุดตัวกรองความถี่แอลซีแอล และเอซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์ชนิดสามเฟสที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มแรงดันและกระแสสำหรับควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งวงจรดังกล่าวมีขนาดที่ใหญ่เนื่องจากขนาดของตัวกรองความถี่และหม้อแปลงไฟฟ้าในภาคอินพุตสำหรับการรับเข้าแรงดันสามเฟส จึงเป็นต้องมีการติดตั้งอยู่ในสถานที่ที่แน่นอน แต่ระบบดังกล่าวจะสามารถยกระดับแรงดันและกระแสสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ได้สูงหรือที่เรียกว่าระดับการชาร์จแบบรวดเร็วได้

1.2 แนวทางการวิจัย

แนวทางการวิจัยนี้ได้นำเสนอการปรับแก้ตัวประกอบกำลังของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ที่มีรูปแบบการชาร์จในโหมดออฟไลน์ โดยอ้างอิงจากการบูรณาการระบบชาร์จแบตเตอรี่สำหรับรถไฟฟ้าที่ได้กล่าวไปในส่วนของที่มาและความสำคัญ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างในส่วนของอินเวอร์เตอร์โดยการปรับเปลี่ยนโหมดการทำงานให้ทำงานในลักษณะเป็นคอนเวอร์เตอร์แบบบัค-บูสต์และเทคนิคการมอดูเลตความกว้างพัลส์ในการควบคุมพลังงานไฟฟ้าสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่และปรับแก้ตัวประกอบกำลังในภาคอินพุต สำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ขนาดแรงดัน 48 โวลต์ ซึ่งคอนเวอร์เตอร์ของระบบชาร์จแบตเตอรี่ที่นำเสนอจะใช้ตัวเหนี่ยวนำที่อยู่ภายในมอเตอร์มาเป็นส่วนประกอบในการแปลงผันพลังงานไฟฟ้า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



ภาพที่ 1.3 บล็อกไดอะแกรมการปรับแก้ตัวประกอบกำลังของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ โดยใช้คอนเวอร์เตอร์แบบบัค-บูสต์

จากภาพที่ 1.3 ได้แสดงไดอะแกรมการปรับแก้ตัวประกอบกำลังของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่สำหรับรถไฟฟ้า ซึ่งโครงสร้างของระบบดังกล่าวประกอบไปด้วย แหล่งจ่ายกระแสสลับ, ตัวเรียงกระแส, มอเตอร์เหนี่ยวนำ, ดีซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์แบบบัค-บูสต์, และชุดแบตเตอรี่ โดยการทำงานของระบบชาร์จแบตเตอรี่ดังกล่าวเริ่มจาก แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ด้านอินพุตจะถูกแปลงผันด้วยตัวเรียงกระแสให้เป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็นคลื่นไซน์สัมบูรณ์ จากนั้นแรงดันที่ผ่านตัวเรียงกระแสจะถูกส่งต่อไปยังวงจรกำลังของรถไฟฟ้า ซึ่งถูกใช้ในการแปลงผันพลังงานไฟฟ้าโดยจะใช้ตัวเหนี่ยวนำที่อยู่ภายในมอเตอร์มาเป็นส่วนประกอบของดีซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์ที่มีคุณสมบัติลดหรือเพิ่มแรงดัน และใช้เทคนิคการมอดูเลตความกว้างพัลส์สำหรับทำหน้าที่ควบคุมพลังงานไฟฟ้าและปรับแก้ตัวประกอบกำลังสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งในที่นี้จะทำการชาร์จสำหรับแบตเตอรี่ที่มีขนาดแรงดัน 48 โวลต์ กล่าวคือระบบจะทำงานแบบบัคเพื่อทอนระดับของแรงดันให้ต่ำลงตามระดับที่ต้องการ หากเกิดกรณีที่การเปลี่ยนแปลงขนาดของพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายกระแสสลับลดลงหรือเกิดภาวะแรงดันตก วงจรควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่จะมีการปรับให้ระบบชาร์จทำงานแบบบูสต์เพื่อยกระดับแรงดันให้สูงขึ้นเพื่อรักษาระดับแรงดันและกระแสตามความต้องการสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ที่ได้กำหนดไว้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.3 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาค้นคว้าเอกสารและบทความต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย จะพบว่ามีการนำเสนอโครงสร้างของระบบชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าหรือสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ในระบบอื่นๆอยู่หลายโครงสร้าง ซึ่งสามารถสรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้องได้ดังต่อไปนี้

Haghbin และคณะ [1] ได้นำเสนอวิธีการชาร์จแบตเตอรี่รูปแบบใหม่และยกตัวอย่างที่แตกต่างกันของวงจรชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าและยานพาหนะระบบไฮบริด โดยได้วิเคราะห์และอธิบายโครงสร้างของวงจรชาร์จแบตเตอรี่รูปแบบต่างๆเช่น วงจรชาร์จแบตเตอรี่ที่มีพื้นฐานจากคอนเวอร์เตอร์แบบบูสต์ วงจรชาร์จแบตเตอรี่ที่ใช้อินเวอร์เตอร์และมอเตอร์ 4 ชุด วงจรการชาร์จแบตเตอรี่ที่ใช้การทำงานร่วมกันระหว่างเอซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์สำหรับการชาร์จแบตเตอรี่และใช้ดีซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์ในการส่งถ่ายพลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปยังมอเตอร์ไฟฟ้า เป็นต้น จากนั้นทางผู้เขียนและคณะได้นำเสนอวงจรชาร์จแบตเตอรี่แบบเฟสเดียวสำหรับรถไฟฟ้าบนพื้นฐานของซิงโครนัสรีลักแตนซ์มอเตอร์ที่มีขดลวดเพิ่มเติมเข้าไปในส่วนของสเตเตอร์ ในกรณีนี้ส่วนของสเตเตอร์จะมีขดลวดที่ไม่สมมาตรและมอเตอร์ทำหน้าที่เหมือนเป็นช่องว่างอากาศของหม้อแปลงจึงทำให้ไม่มีการหมุนเกิดขึ้นในระหว่างรอบของการชาร์จ จากนั้นแรงดันไฟฟ้าจะถูกส่งไปยังเอซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์แบบบูสต์ในการทำหน้าที่ควบคุมพลังงานไฟฟ้าสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ แต่ระบบดังกล่าวยังมีข้อด้อยคือการชาร์จสามารถทำได้ในระดับเดียวเท่านั้น หากต้องการชาร์จในระดับแรงดันอื่นจะต้องมีการปรับขนาดของขดลวดเพิ่มเติมเพื่อให้ได้ค่าแรงดันตามความต้องการของระบบ

Yilmaz และ Philip [4] ได้เสนอการดำเนินการและวิเคราะห์สถานการณ์ปัจจุบันของระบบชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบฟ้าและยานพาหนะระบบไฮบริด ซึ่งเครื่องควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ แบตเตอรี่ชนิดออนบอร์ดและแบตเตอรี่ชนิดออฟบอร์ด โดยเครื่องชาร์จชนิดออฟบอร์ดสามารถยกระดับการชาร์จในอัตราสูงโดยมีข้อจำกัดที่ขนาดและน้ำหนัก ส่วนเครื่องชาร์จแบบออนบอร์ดทั่วไปจะให้กำลังไฟฟ้าที่ไม่สูงมากเพราะข้อจำกัดด้านน้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและต้นทุน ในการพัฒนาเครื่องชาร์จแบตเตอรี่รูปแบบใหม่ ขดลวดของมอเตอร์ไฟฟ้าจะถูกใช้สำหรับเป็นตัวเหนี่ยวนำสำหรับคอนเวอร์เตอร์และจะทำหน้าที่เป็นคอนเวอร์เตอร์แบบสองทิศทาง การทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โดยการใช้ระบบกำลังในส่วนขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้าถูกพัฒนาให้มีน้ำหนักที่ลดลง ลดปริมาตรและต้นทุนของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ โดยผู้เขียนได้รวบรวมและทำการเปรียบเทียบโครงสร้างของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ และได้ประเมินผลจากต้นทุนการผลิต น้ำหนัก ปริมาตร การตั้งค่าและปัจจัยอื่นๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Lee และคณะ [8] ได้นำเสนอเทคนิคการชาร์จแบตเตอรี่แบบเร็วสำหรับเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ในยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า โดยใช้เอซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์แบบสามเฟส ซึ่งโครงสร้างของระบบดังกล่าวประกอบด้วย วงจรกรองความถี่แอลซีแอลที่ทำหน้าที่ในการกรองสัญญาณกระเพื่อมจากแหล่งจ่ายแรงดันกระแสสลับ จากนั้นแรงดันที่ผ่านการกรองความถี่ จะถูกส่งต่อไปยังเอซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์ที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มแรงดันและกระแส สำหรับการทำหน้าที่ควบคุมพลังงานไฟฟ้าและเพิ่มระดับแรงดันสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ ซึ่งวงจรดังกล่าวมีขนาดใหญ่เนื่องมาจากขนาดของตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุสำหรับวงจรกรองความถี่จึงทำให้ต้องมีการติดตั้งเครื่องชาร์จในสถานที่ที่แน่นอนเพราะระบบต้องการแรงดันไฟเข้าแบบสามเฟส ซึ่งในงานวิจัยดังกล่าวจะเน้นไปที่การชาร์จในระดับแรงดันสูงเท่านั้น หากต้องการที่จะทำการชาร์จในระดับแรงดันต่ำก็จะไม่สามารถทำการลดระดับของการชาร์จลงมาได้

Musavi และคณะ [9] ได้นำเสนอโครงสร้างของวงจรชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฮบริด โดยการใช้เอซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์แบบบูสต์และมีการปรับแก้ตัวประกอบกำลังเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของระบบชาร์จ ซึ่งโครงสร้างของระบบดังกล่าวจะเป็นโครงสร้างคอนเวอร์เตอร์แบบบูสต์ที่ประกอบไปด้วย แหล่งจ่ายกระแสสลับ ดีซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์แบบบูสต์และโหลดของระบบ การทำงานของวงจรเมื่อทำการชาร์จไฟให้กับโหลด วงจรจะได้รับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งจ่ายระบบผ่านดีซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์ที่มีคุณสมบัติในการเพิ่มแรงดัน ซึ่งแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจะถูกทำให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่มีลักษณะเป็นคลื่นไซน์สัมบูรณ์และใช้การสวิตชิ่งของสวิตซ์กำลังในการทำหน้าที่ควบคุมพลังงานไฟฟ้าและเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานในการป้อนพลังงานไฟฟ้าให้กับโหลด แต่อย่างไรก็ตามในวงจรชาร์จแบตเตอรี่ดังกล่าวมีการใช้สวิตซ์กำลังสำหรับการควบคุมพลังงานไฟฟ้า 4 ตัวและมีการป้อนสายสำหรับจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ระบบถึง 4 เส้น จึงทำให้การสร้างสัญญาณสำหรับการขับนำสวิตซ์กำลังและการออกแบบตัวเหนี่ยวนำสำหรับระบบดังกล่าวสามารถทำได้ยากและขนาดของวงจรค่อนข้างมีขนาดใหญ่

Chae และคณะ [10] ได้นำเสนอเครื่องชาร์จแบตเตอรี่แบบออนบอร์ดขนาด 3.3 กิโลวัตต์ สำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า ซึ่งโครงสร้างของระบบดังกล่าวประกอบด้วย แหล่งจ่ายกระแสสลับ ตัวเรียงกระแส วงจรแอลแอลซีแปลงผันจังหวะแบบเต็มบริดจ์ วงจรเรียงกระแสซิงโครนัสแบบเต็มบริดจ์หรือครึ่งบริดจ์ และคอนเวอร์เตอร์แบบบูสต์ โดยการทำงานของระบบจะเริ่มจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ได้รับมาจากแหล่งจ่ายกระแสสลับ จะถูกทำให้เป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็นคลื่นไซน์สัมบูรณ์ด้วยตัวเรียงกระแส จากนั้นแรงดันดังกล่าวจะถูกส่งไปยังวงจรแปลงผันจังหวะและเปลี่ยนความถี่การสวิตซ์ให้คงที่เพื่อลดความสูญเสียที่เกิดจากการสวิตชิ่งและ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

วงจรเรียงกระแสซิงโครนัสทางด้านทุติยภูมิจะทำหน้าที่ลดการสูญเสียในตัวเหนี่ยวนำ สำหรับการควบคุมพลังงานไฟฟ้าที่ส่งออกไปยังแบตเตอรี่จะใช้คอนเวอร์เตอร์แบบบูสต์ในการทำหน้าที่ควบคุมพลังงานไฟฟ้าและยกระดับของแรงดันสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ แม้ว่าวงจรดังกล่าวจะไม่ต้องใช้วงจรกรองความถี่ในการลดสัญญาณกระเพื่อมจากแหล่งจ่ายกระแสสลับ แต่เนื่องจากส่วนประกอบของระบบที่นำเสนอมีหลายส่วน จึงทำให้ขนาดของระบบมีขนาดใหญ่และส่งผลให้น้ำหนักของระบบชาร์จแบตเตอรี่หรือน้ำหนักของรถไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามไปด้วย

Feng และคณะ [11] ได้นำเสนอวิธีดำเนินการและการตรวจสอบคอนเวอร์เตอร์แบบบัค–บูสต์ของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่สำหรับการเก็บพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ โดยได้แสดงแนวคิดที่ว่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์มักมีความไม่คงที่ แต่ในขณะที่การชาร์จแบตเตอรี่นั้นมีความจำเป็นที่จะต้องมีการชาร์จที่คงที่เพื่อประสิทธิภาพของการทำงานและรักษาคุณภาพของแบตเตอรี่ไว้ จึงได้ทำการวิเคราะห์การทำงานและโครงสร้างของคอนเวอร์เตอร์ โดยแยกการวิเคราะห์ตามโครงสร้างของการทำงาน กล่าวคือจะทำการวิเคราะห์การทำงานเมื่อใช้โครงสร้างเป็นคอนเวอร์เตอร์แบบบัค ทำการวิเคราะห์เมื่อใช้โครงสร้างเป็นคอนเวอร์เตอร์แบบบูสต์ และทำการวิเคราะห์เมื่อใช้โครงสร้างคอนเวอร์เตอร์แบบบัค–บูสต์ จากนั้นได้เสนอข้อสรุปที่ว่าคอนเวอร์เตอร์แบบบัค–บูสต์มีความเหมาะสมที่สุดต่อโปรแกรมประยุกต์ที่ใช้ในการเก็บพลังงานจากเซลล์แสงอาทิตย์ เนื่องจากคอนเวอร์เตอร์แบบบัค–บูสต์ สามารถตอบสนองต่อความเปลี่ยนแปลงของระดับแรงดันไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ที่ไม่คงที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

Cui และคณะ [14] ได้นำเสนอเครื่องชาร์จแบตเตอรี่สำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าที่ให้แรงดันเอาท์พุตหลายระดับ เพื่อตอบสนองความต้องการในระดับการชาร์จที่แตกต่างกันของรถไฟฟ้า โดยโครงสร้างของระบบดังกล่าวประกอบด้วย แหล่งจ่ายกระแสสลับ เอซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์ ดีซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์ และส่วนเอาท์พุตสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ โดยจะแยกระดับของเอาท์พุตออกเป็น 13 ส่วนและแต่ละส่วนให้ค่าแรงดันเอาท์พุตที่ต่างกัน เมื่อแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งจ่ายเข้าสู่วงจร แรงดันดังกล่าวจะถูกทำให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในระดับแรงดันค่าหนึ่ง แรงดันค่านี้จะถูกส่งไปในส่วนเอาท์พุตสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ และอีกส่วนจะถูกส่งต่อไปยังดีซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์เพื่อทำหน้าที่ควบคุมพลังงานไฟฟ้าให้ได้แรงดันสำหรับการชาร์จแบตเตอรี่ในระดับต่างๆ กล่าวคือระบบนี้จะสามารถใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าเพียงแหล่งจ่ายเดียว แต่สามารถตอบสนองความต้องการที่แตกต่างกันของยานพาหนะได้หลายระดับ

Shunxiang และ Nam [15] ได้เสนอการวิเคราะห์และการออกแบบดีซี-ดีซี คอนเวอร์เตอร์ สำหรับระบบควบคุมการชาร์จแบตเตอรี่ของยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า โดยโครงสร้างของ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ระบบดังกล่าวประกอบไปด้วย คอนเวอร์เตอร์ที่มีตัวเหนี่ยวนำ 4 ตัวสำหรับลดการกระเพื่อมของกระแสเอาท์พุต โดยขดลวดตัวเหนี่ยวนำจะถูกดัดแปลงในการใช้เป็นหม้อแปลง 2 ตัวเพื่อติดตั้งแบบอนุกรมอยู่ทางด้านปฐมภูมิและอีก 2 ตัวจะถูกติดตั้งอยู่ทางด้านทุติยภูมิเพื่อใช้ในการกลับอัตราส่วนของหม้อแปลง และวงจรจะใช้การสวิตซ์แรงดันระดับที่ศูนย์สำหรับการสวิตซ์ทั้งหมดของวงจร และเพื่อการเก็บสะสมพลังงานในตัวเหนี่ยวนำรั่วไหลและภายในตัวเหนี่ยวแม่เหล็กของหม้อแปลงทั้งคู่ จากนั้นแรงดันไฟฟ้าที่ได้จะถูกส่งต่อไปยังโหลดของระบบ แต่เนื่องจากลักษณะการทำงานของคอนเวอร์เตอร์ดังกล่าวมีขนาดใหญ่และมีการสูญเสียภายในหม้อแปลงไฟฟ้า จึงได้ค่าประสิทธิภาพของระบบที่ค่อนข้างต่ำ

1.4 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.4.1 เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การปรับแก้ตัวประกอบกำลังของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้คอนเวอร์เตอร์แบบบัค-บูสต์ สำหรับยานพาหนะไฟฟ้า

1.4.2 เพื่อออกแบบและสร้างแบบจำลองเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ที่มีการปรับแก้ตัวประกอบกำลังโดยใช้คอนเวอร์เตอร์แบบบัค-บูสต์สำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า โดยมีการทำงานที่ขนาดพิกัดเครื่องชาร์จ 1 กิโลวัตต์และใช้แบตเตอรี่ขนาด 48 โวลต์

1.4.3 เพื่อวิเคราะห์ผลของการปรับแก้ตัวประกอบกำลังของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้คอนเวอร์เตอร์แบบบัค-บูสต์ สำหรับยานพาหนะไฟฟ้า

1.5 ขอบเขตของการศึกษา

1.5.1 ออกแบบและสร้างแบบจำลองการทำงานของวงจรการปรับแก้ตัวประกอบกำลังของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้คอนเวอร์เตอร์แบบบัค-บูสต์ สำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า โดยใช้การจำลองบนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

1.5.2 ออกแบบและสร้างแบบจำลองการทำงานของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ที่มีการปรับแก้ตัวประกอบกำลังโดยใช้คอนเวอร์เตอร์แบบบัค-บูสต์ สำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า โดยมีการทำงานที่ขนาดพิกัดเครื่องชาร์จ 1 กิโลวัตต์และใช้แบตเตอรี่ขนาด 48 โวลต์

1.5.3 วิเคราะห์ผลการปรับแก้ตัวประกอบกำลังของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้คอนเวอร์เตอร์แบบบัค-บูสต์ สำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า

1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการศึกษา เชิงทฤษฎี และ/หรือเชิงประยุกต์

1.6.1 ได้ผลการศึกษาและวิเคราะห์การทำงานของวงจรการปรับแก้ตัวประกอบกำลังของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้คอนเวอร์เตอร์แบบบัค-บูสต์ สำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้า

1.6.2 ได้ระบบการจำลองเครื่องชาร์จแบตเตอรี่ที่มีการปรับแก้ตัวประกอบกำลังโดยใช้คอนเวอร์เตอร์แบบบัค-บูสต์สำหรับยานพาหนะไฟฟ้า โดยมีการทำงานที่ขนาดพิกัดของเครื่องชาร์จ 1 กิโลวัตต์และใช้แบตเตอรี่ขนาด 48 โวลต์

1.6.3 ได้ผลการวิเคราะห์ผลของการปรับแก้ตัวประกอบกำลังของเครื่องชาร์จแบตเตอรี่โดยใช้คอนเวอร์เตอร์แบบบัค-บูสต์ สำหรับยานพาหนะที่ขับเคลื่อนด้วยระบบไฟฟ้าและสามารถนำไปพัฒนาเป็นเครื่องต้นแบบได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved