

รายงานผลการวิจัย

เรื่อง

วงจรประจุแบตเตอรี่ที่ใช้หลักการ
หาจุดจ่ายกำลังสูงสุดสำหรับระบบจักรยานผลิตไฟฟ้า

**A Battery Charger with MPPT Feature
for Electric Generating Bicycle System**

โดย

นาย ปรีชา ศากระรังค์

มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

รายงานการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนจากมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์

พ.ศ. 2552

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ เป็นงานวิจัยที่พัฒนามาจากโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้าของนักศึกษาชั้นปีที่ 4 ที่ต้องทำก่อนจบการศึกษา ของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิต โดยทำการปรับปรุงในส่วนของการควบคุมการทำงานของวงจร SEPIC ให้เป็นไปตามหลักการหาจุดจ่ายกำลังสูงสุด

ถึงแม้ว่างานวิจัยชิ้นนี้จะเป็นการพัฒนาแบบต่อยอด แต่การทำงานก็ยังคงมีปัญหาในหลายส่วน ทั้งที่เคยพบเจอแล้วและยังไม่เคยพบเจอตอนเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้าดังกล่าว เช่น การวัดสัญญาณกระแสที่มีขนาดเล็ก การควบคุมวัฏจักรงานที่ค่าสูงๆ อย่างไรก็ตามทุกปัญหาก็สามารถแก้ไขคล่องไปได้ด้วยดี

ขอขอบคุณคณะผู้สร้างโปรแกรม Open Office 2.2 และ Scilab 4.1.2 ซึ่งผู้วิจัยใช้สำหรับการพิมพ์เอกสาร และวาดกราฟแสดงผลตามลำดับ

ขอขอบคุณนักศึกษาทุกคนที่ได้ร่วมทำโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า และขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกคนที่ช่วยสนับสนุนไม่ทางใดก็ทางหนึ่ง

ขอขอบคุณภรรยาที่ช่วยตรวจสอบไวยากรณ์ของบทความภาษาอังกฤษ และให้กำลังใจมาโดยตลอด ทั้งนี้รวมทั้งบุตรสาวที่ซุกซนด้วย

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตที่ให้ทุนอุดหนุนการทำวิจัย

3 สิงหาคม 2552

ปรีชา สาครรงค์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 ผลงานที่เกี่ยวข้องในอดีต	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงการ	3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 หลักการเบื้องต้น	
2.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าในรถยนต์	4
2.1.1 หลักการทำงานพื้นฐานของอัลเทอเนเตอร์	4
2.1.2 โครงสร้างทางกายภาพของอัลเทอเนเตอร์	5
2.1.3 วงจรแปลงผันกระแสตรง	6
2.1.4 วงจรรักษาระดับแรงดัน (Voltage regulator)	7
2.2 วงจรแปลงผันกระแสตรงแบบ SEPIC	8
2.2.1 การทำงานในโหมด CCM	9
2.2.2 การทำงานในโหมด DCM	11
2.3 แบตเตอรี่	13
2.3.1 แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด (lead-acid battery)	13
2.3.2 สถานะของการอัดประจุแบตเตอรี่	15
2.4 หลักการหาจุดจ่ายกำลังสูงสุด	15

บทที่ 3 การออกแบบโครงสร้างทางกล วงจรไฟฟ้า และการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์	
3.1 โครงสร้างทางกล	18
3.2 วงจรไฟฟ้า	20
3.3 โปรแกรม LabVIEW	24
บทที่ 4 ผลการทดลอง การวิเคราะห์ และการปรับปรุงวงจรไฟฟ้า	
4.1 การต่ออัลเตอเนเตอร์ตรงเข้ากับแบตเตอรี่	28
4.2 การต่อวงจรแปลงผันกระแสตรงแบบ SEPIC กึ่งกลาง ระหว่างอัลเตอเนเตอร์และแบตเตอรี่	29
4.3 การต่อวงจรแปลงผันกระแสตรงแบบ SEPIC กึ่งกลางระหว่าง ระบบจ่ายกำลังจากอัลเตอเนเตอร์ (รวมทั้งแบตเตอรี่) กับโหลด	30
4.4 สรุปผลการทดลอง	39
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	40
5.2 ประโยชน์ที่ได้รับ	40
5.3 ข้อเสนอแนะ	41
บรรณานุกรม	42

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่	
2.1 สมการแสดงแรงดันและกระแสของวงจรแปลงผันกระแสตรงแบบ SEPIC	11
3.1 การประมาณค่าของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าอย่างคร่าวๆ	22
3.2 ค่าของอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจร SEPIC	23

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่

1.1 (ที่มา http://www.windstreampower.com/Human_Power_Generator_Series.php)	2
1.2 (ที่มา http://www.econvergence.net/electroacc.htm)	2
1.3 (ที่มา http://pedalpowergenerator.com)	3
2.1 หลักการทำงานอย่างง่ายของอัลเตอเนเตอร์	5
2.2 แรงดันที่เหนี่ยวนำขึ้นในหนึ่งคาบเวลาของอัลเตอเนเตอร์ (ที่มีโรเตอร์สองขั้ว)	6
2.3 โครงสร้างทางกายภาพของอัลเตอเนเตอร์	6
2.4 อัลเตอเนเตอร์แบบสามเฟสที่ใช้วิธีการแปลงผันแบบเต็มวงคลื่น	7
2.5 ตัวอย่างวงจรควบคุมระดับแรงดัน	8
2.6 วงจรแปลงผันกระแสตรงแบบ SEPIC	9
2.7 วงจรแปลงผันกระแสตรงแบบ SEPIC เมื่อ S_1 ทำงานและ D_1 ไม่ทำงาน	9
2.8 วงจรแปลงผันกระแสตรงแบบ SEPIC เมื่อ S_1 ไม่ทำงานและ D_1 ทำงาน	9
2.9 สวิตช์ S_1 ปิด และไดโอด D_1 หยุดนำกระแส	12
2.10 สวิตช์ S_1 เปิด และไดโอด D_1 นำกระแส	12
2.11 สวิตช์ S_1 เปิด, ไดโอด D_1 หยุดนำกระแส และ $(I_1 = 0)$ และ $(I_2 = 0)$	12
2.12 โครงสร้างของแบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรดอย่างง่าย	14
2.13 แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรดที่มีการผลิตขายกัน	14
2.14 วงจรสมมูลอย่างง่ายของอัลเตอเนเตอร์ วงจรแปลงผันพลังงาน SEPIC และแบตเตอรี่	15
2.15 จุดจ่ายกำลังสูงสุดตามทฤษฎีถ่ายโอนกำลังสูงสุดของวงจร SEPIC	15
2.16 จุดจ่ายกำลังสูงสุดเมื่อโหลดตัวต้านทานเท่ากับ 33Ω	16
2.17 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม เมื่อ D คือค่าวัฏจักรงาน, I_C คือกระแสในคาบเวลาการทำงานปัจจุบัน และ I_P คือกระแสในคาบเวลาการทำงานก่อนหน้า	17
3.1 แบบการสร้างฐานโครงเหล็ก	19
3.2 โครงสร้างทางกลเมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เข้ากับฐานโครงเหล็ก	19

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.3 การต่ออัลเตอเนเตอร์ตรงเข้ากับแบตเตอรี่	20
3.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว, แรงดัน กระแส, กำลัง และเวลา ของวงจรการต่อดังรูปที่ 3.3	21
3.5 อุปกรณ์ที่ใช้วัดแรงดัน (หรือกระแส)	23
3.6 อุปกรณ์ที่ใช้วัดความเร็ว	24
3.7 อุปกรณ์เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์	24
3.8 บล็อกไดอะแกรมแสดงการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และวงจร SEPIC	24
3.9 ส่วนของ front panel	25
3.10 ส่วนของ block diagram	26
3.11 ส่วนรับส่งข้อมูลของโปรแกรมใน block diagram	27
3.12 ส่วนทำงานวนเป็นลูปของโปรแกรมใน block diagram	27
3.13 ส่วนบันทึกข้อมูลของโปรแกรมใน block diagram	27
4.1 การไหลของพลังงานเมื่อต่อตรง	28
4.2 การต่อวงจร SEPIC กึ่งกลางระหว่างอัลเตอเนเตอร์และแบตเตอรี่	29
4.3 การต่อวงจร SEPIC กึ่งกลางระหว่างระบบจ่ายกำลังจากอัลเตอเนเตอร์กับโหลด	30
4.4 การต่อระบบจ่ายกำลังจากอัลเตอเนเตอร์ตรงเข้าที่โหลด	30
4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา แรงดัน กระแส กำลัง และกำลังสูญเสียของการต่อ ระบบจ่ายกำลังจากอัลเตอเนเตอร์ตรงเข้าที่โหลดตัวต้านทาน (ดังรูปที่ 4.4)	31
4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว แรงดัน กระแส กำลัง และกำลังสูญเสียของ การต่อระบบจ่ายกำลังจากอัลเตอเนเตอร์ตรงเข้าที่โหลดตัวต้านทาน (ดังรูปที่ 4.4)	31
4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลา แรงดัน กระแส กำลัง และวัฏจักรงานของการต่อ ระบบจ่ายกำลังจากอัลเตอเนเตอร์ผ่านวงจร SEPIC เข้าที่โหลดตัวต้านทาน (ดังรูปที่ 4.3)	33
4.8 การต่อระบบจ่ายกำลังจากอัลเตอเนเตอร์ตรงเข้ากับโหลด (ที่เป็นแบตเตอรี่)	33

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา แรงดัน กระแส และกำลังของการต่อระบบจ่ายกำลังจากอัลเตอเนเตอร์ตรงเข้ากับโหลด (ที่เป็นแบตเตอรี่)	34
4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว แรงดัน กระแส และกำลังของการต่อระบบจ่ายกำลังจากอัลเตอเนเตอร์ตรงเข้ากับโหลด (ที่เป็นแบตเตอรี่)	34
4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา แรงดัน กระแส และกำลังของการต่อระบบจ่ายกำลังจากอัลเตอเนเตอร์ผ่านวงจร SEPIC เข้ากับโหลด (ที่เป็นแบตเตอรี่)	35
4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังเทียบกับเวลา และกำลังเทียบกับวัฏจักรงานเมื่อให้วัฏจักรงานเปลี่ยนแปลงในช่วง 5%	36
4.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกำลังเทียบกับเวลา และกำลังเทียบกับวัฏจักรงานเมื่อให้วัฏจักรงานเปลี่ยนแปลงในช่วง 1%	37
4.14 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็ว แรงดัน กระแส กำลัง และวัฏจักรงานของวงจรการต่อดังรูปที่ 4.3 เมื่อมีโหลดเป็นแบตเตอรี่	38
4.15 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลา แรงดัน กระแส กำลัง และวัฏจักรงานของการต่อระบบจ่ายกำลังจากอัลเตอเนเตอร์ผ่านวงจร SEPIC เข้าที่โหลดตัวต้านทาน (ดังรูปที่ 4.3)	38