

คอนเวอร์เตอร์ที่มีการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์สำหรับระบบการต่อใช้งานร่วมกันของ
แหล่งจ่ายดีซีเข้ากับไลน์การไฟฟ้า

**A CONVERTER WITH POWER FACTOR CORRECTION FOR UTILITY
INTERACTIVE DC-SOURCE SYSTEM**

นายภาณุพงศ์ ชัชวาลวรวิทย์
นายพิพัฒน์ แสงโสภณ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสยาม
พุทธศักราช 2556

คอนเวอร์เตอร์ที่มีการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์สำหรับระบบการต่อใช้งานร่วมกัน
ของแหล่งจ่ายดีซีเข้ากับไลน์การไฟฟ้า

A CONVERTER WITH POWER FACTOR CORRECTION FOR UTILITY
INTERACTIVE DC-SOURCE SYSTEM

นายภาณุพงศ์ ชัชวาลวรวิทย์

นายพัฒน์ แสงโสภณ

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสยาม

พุทธศักราช 2556

คณะกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นารายณ์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ วิภาวัลย์ นาคทรัพย์)

..... กรรมการ
(อาจารย์ วินัย ศีลารวม)

.....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยงยุทธ นารายณ์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ทรายวณิช วรรณรัตน์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

หัวข้อปริญญานิพนธ์	คอนเวอร์เตอร์ที่มีการปรับปรุ่ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์สำหรับระบบการ ต่อใช้งานร่วมกันของแหล่งจ่ายดีซีเข้ากับไล่น์การไฟฟ้า		
หน่วยกิต	3 หน่วยกิต		
จัดทำโดย	นายภาณุพงศ์ ชัชวาลวรวิทย์	5204200036	
	นายพิพัฒน์ แสงโสภณ	5204200010	
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ยงยุทธ นารายณ์		
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์		
พุทธศักราช	2556		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการศึกษาเกี่ยวกับคอนเวอร์เตอร์ที่มีการปรับปรุ่ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์สำหรับระบบการต่อใช้งานร่วมกันของแหล่งจ่ายดีซีเข้ากับไล่น์การไฟฟ้า คอนเวอร์เตอร์ที่ทำการศึกษานี้ใช้สำหรับต่อระหว่างแหล่งจ่ายดีซี 12-24 V เข้ากับแหล่งจ่ายเอซี 150-220 V คอนเวอร์เตอร์ที่นำเสนอประกอบด้วยวงจรพุก-พุลอินเวอร์เตอร์ วงจรไดโอดบริดจ์เร็กติไฟเออร์ วงจรฟิลเตอร์และวงจรอินเวอร์เตอร์แบบเต็มบริดจ์ หลักการทำงานของแต่ละส่วนของระบบถูกนำเสนอไว้อย่างละเอียดในลำดับแรก จากนั้นผลการทดลองของคลื่นแรงดันและกระแสของแต่ละส่วนของระบบตลอดจนค่ากำลังไฟฟ้าของอินเวอร์เตอร์ (P_o) ค่ากำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายเอซี (P_s) และค่ากำลังไฟฟ้าของโหลด (P_L) ถูกนำเสนอ ยืนยันความถูกต้องของหลักการของระบบที่นำเสนอด้วยผลการทดลองซึ่งได้นำเสนอไว้ในปริญญานิพนธ์นี้

คำสำคัญ : คอนเวอร์เตอร์ / การปรับปรุ่ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ / ไล่น์การไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา

.....
(ผศ.ดร.ยงยุทธ นารายณ์)

...../...../.....

Project Title	A Converter with Power Factor Correction for Utility Interactive DC-Source System
Project Credit	3 Units
By	Mr.Panupong Chatchawanvorawit 5204200036 Mr.Piphat Sangsopa 5204200010
Project Advisor	Asst.Prof.Dr.Yongyuth Naras
Degree	Bachelor of Engineering
Major	Electrical Engineering
Faculty of	Engineering
Year	2013

Abstract

This thesis presents the study of a single-phase converter with power factor correction for a utility interactive dc-source system. The converter, that connects the 12 - 24 V dc-source with the 150 - 220 V ac-source is studied. The proposed converter includes push-pull inverter circuit, diode bridge rectifier circuit, filter circuit and full bridge inverter circuit. The operating principle of each part of the system are first present in detail. The experimental results of voltage and current waveforms of each part of the system as well as inverter power (P_o), ac source power (P_s) and load power (P_L) are then presented. The principle of the proposed system is verified by its suitable experimental results, which are presented in this thesis.

Keywords : Converter / Power Factor Correction / Utility Line

Project Advisor:

.....

(Asst.Prof.Dr.Yongyuth Naras)

...../...../.....

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะไม่สำเร็จลุล่วงตามจุดประสงค์ได้ ถ้าหากไม่ได้รับความอนุเคราะห์ ความช่วยเหลือและเอื้อเฟื้อจากท่าน ผศ.ดร.ยงยุทธ นารายณ์ และอาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่านที่คอยช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาแนะนำแนวทางที่ถูกต้อง ซึ่งส่งผลทำให้ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ได้ดำเนินตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้อย่างสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำจึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณทุกท่านไว้ ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะมีประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจไม่มากนักน้อย หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นายภาณุพงศ์ ชัชวาลวรวิทย์
นายพิพัฒน์ แสงโสภา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	I
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ	2
1.5 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	4
2.1 อินเวอร์เตอร์แบบพุ่ม-พุล	4
2.1.1 หลักการทำงานอินเวอร์เตอร์แบบพุ่ม-พุล	4
2.1.2 ข้อดีของวงจรอินเวอร์เตอร์แบบพุ่ม-พุล	5
2.2 วงจรเรียงกระแส (Rectifier)	6
2.2.1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น	6
2.2.2 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น	9
2.3 อินเวอร์เตอร์เฟสเดียว	16
บทที่ 3 การออกแบบและการดำเนินการสร้าง	17
3.1 วงจรพุ่ม-พุลอินเวอร์เตอร์	18
3.2 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์และ L ฟิลเตอร์	21
3.3 อินเวอร์เตอร์แบบบริดจ์	22

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การทดลองและผล	24
4.1 สัญญาณควบคุมมอเตอร์ในวงจรพวง-พูลอินเวอร์เตอร์	24
4.2 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์	29
4.3 วงจรอินเวอร์เตอร์	31
4.4 การทดลองการจ่ายกำลังไฟฟ้าให้แก่โหลด	43
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	46
5.1 สรุปผล	46
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	46
เอกสารอ้างอิง	47
ภาคผนวก	
- ดาต้าชีท (Data Sheet)	
- ประวัติผู้จัดทำ	

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 วงจรพวง-พวง อินเวอร์เตอร์	4
2.2 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น	6
2.3 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นบวก	7
2.4 รูปคลื่นแรงดันไฟตรงเมื่อใช้ตัวเก็บประจุกรองแรงดัน	8
2.5 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นลบ	8
2.6 รูปคลื่นเมื่อใช้ตัวเก็บประจุเป็นวงจรกรอง	9
2.7 กระแสเต็มคลื่นวงจรเรียงกระแส	9
2.8 การทำงานของกระแสแบบเต็มคลื่นวงจรเรียงกระแส	10
2.9 วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นใช้ตัวเก็บประจุ	11
2.10 รูปสัญญาณวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นก่อนและหลังใส่ตัวเก็บประจุ	11
2.11 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นลบ	12
2.12 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์	12
2.13 ไดโอด D1 และ D2 ได้รับไบอัสตรงและรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลด	13
2.14 ไดโอด D3 และ D4 ได้รับไบอัสตรงและรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลด	13
2.15 รูปคลื่น V_{out} เปรียบเทียบกับ V_{in} ของวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์	13
2.16 ค่าแรงดันไฟตรงกับแรงดันไฟสูงสุด V_p ของวงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่น	14
2.17 ค่าแรงดันสูงสุดด้านกลับที่เกิดกับวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์	14
2.18 อินเวอร์เตอร์เฟสเดียวแบบฮาล์ฟบริดจ์และแบบฟูลบริดจ์	16
3.1 ระบบการต่อใช้งานร่วมกันของแหล่งจ่ายดีซีเข้ากับไลน์การไฟฟ้า	17
3.2 วงจรแปลงแรงดันกระแสตรงเป็นกระแสสลับโดยใช้วงจรพวง-พวงอินเวอร์เตอร์	18
3.3 วงจรพวง-พวงอินเวอร์เตอร์ 1 ชุด	19
3.4 สัญญาณควบคุมมอสเฟต S_{A1} , S_{A2} และแรงดันเอาต์พุต V_{OA}	19
3.5 สัญญาณแรงดันที่ขาเกตและเดรน	20
3.6 สัญญาณขับมอสเฟต	20
3.7 วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์	21
3.8 วงจรอินเวอร์เตอร์	22
3.9 สัญญาณแรงดันของวงจรอินเวอร์เตอร์	23
3.10 สัญญาณขับมอสเฟตของวงจรอินเวอร์เตอร์	23
4.1 แผนภูมิลัก จุดที่ทำการวัดสัญญาณเกต G_{A1} และ G_{A2}	24
4.2 สัญญาณขับขาเกต G_{A1} และ G_{A2}	25

สารบัญรูป (ต่อ)

4.3 จุดที่ทำการวัดสัญญาณเกิด G_{A1} และ G_{B1}	25
4.4 สัญญาณขั้วขาเกิดของ G_{A1} และ G_{B1}	26
4.5 จุดที่ทำการวัดสัญญาณเกิด G_{A1} และ D_{A1}	27
4.6 สัญญาณควบคุมที่เกิดของ S_{A1} และคลื่นแรงดันแตรน-ซอร์สของสวิตช์ S_{A1}	27
4.7 จุดที่ทำการวัดคลื่นแรงดัน V_{ABC}	28
4.8 ลักษณะคลื่นของแรงดันเอาต์พุทของหม้อแปลง V_{ABC}	28
4.9 จุดที่ทำการวัดคลื่นแรงดัน	29
4.10 คลื่นแรงดันเอาต์พุทของวงจรรีกติไฟเออร์ V_{dc2}	29
4.11 จุดที่ทำการวัดคลื่นแรงดัน V_{dc3}	30
4.12 คลื่นแรงดันด้านดีซีของอินเวอร์เตอร์แบบบริดจ์ V_{dc3}	30
4.13 การทำงานของสวิตช์มอสเฟท S_1 และ S_4 ในครึ่งไซเคิลบวก	31
4.14 การทำงานของสวิตช์มอสเฟท S_2 และ S_3 ในครึ่งไซเคิลลบ	32
4.15 จุดที่ทำการวัดสัญญาณเกิดและคลื่นแรงดันที่ขาแตรนของมอสเฟท S_1	32
4.16 สัญญาณควบคุมที่เกิดของ S_1 และคลื่นแรงดันคร่อมแตรน-ซอร์สของสวิตช์ S_1	33
4.17 จุดที่ทำการวัดสัญญาณเกิด G_{s1} และ G_{s1}	33
4.18 สัญญาณควบคุมที่เกิดของสวิตช์ S_1 และ S_2	34
4.19 จุดที่ทำการวัดคลื่นแรงดัน V_{DS3} และ V_{DS4}	34
4.20 คลื่นแรงดันคร่อมแตรน-ซอร์สของสวิตช์ S_3 และ S_4	35
4.21 จุดที่ทำการวัดคลื่นแรงดัน V_s และ i_s	36
4.22 รูปคลื่นกระแสและแรงดันของไลน์การไฟฟ้า จำนวนหลอดไฟ 1 หลอด จ่าย 0 W	36
4.23 รูปคลื่นกระแสและแรงดันของไลน์การไฟฟ้า จำนวนหลอดไฟ 2 หลอด จ่าย 45 W	37
4.24 รูปคลื่นกระแสและแรงดันของไลน์การไฟฟ้า จำนวนหลอดไฟ 3 หลอด จ่าย 90 W	37
4.25 จุดที่ทำการวัดคลื่นแรงดัน V_L และ i_L	38
4.26 รูปคลื่นแรงดันและกระแสของโหลด จำนวนหลอดไฟ 1 หลอด รับ 45 W	39
4.27 รูปคลื่นแรงดันและกระแสของโหลด จำนวนหลอดไฟ 2 หลอด รับ 90 W	39
4.28 รูปคลื่นแรงดันและกระแสของโหลด จำนวนหลอดไฟ 3 หลอด รับ 134 W	40
4.29 จุดที่ทำการวัดคลื่นแรงดัน V_o และ i_o	41
4.30 รูปคลื่นแรงดันและกระแสของอินเวอร์เตอร์จำนวนหลอดไฟ 1 หลอด จ่าย 46 W	41
4.31 รูปคลื่นแรงดันและกระแสของอินเวอร์เตอร์จำนวนหลอดไฟ 2 หลอด จ่าย 46 W	42
4.32 รูปคลื่นแรงดันและกระแสของอินเวอร์เตอร์จำนวนหลอดไฟ 3 หลอด จ่าย 46 W	42
4.33 ลักษณะการไหลของกำลังไฟฟ้า	43

สารบัญรูป (ต่อ)

4.34 กราฟกำลังไฟฟ้าที่อินเวอร์เตอร์จ่าย	44
4.35 กราฟกำลังที่จ่ายให้แก่โหลด	45
4.36 กราฟกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้ไลน์การไฟฟ้า	45

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 กำลังไฟฟ้า P_O , P_L และ P_S ขณะเพิ่มโหลด	44