การออกแบบและสร้างไซโคลคอนเวอร์เตอร์

3 เฟส 5 เควีเอ ควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

นาย อรุณ บูรณะนิตย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

ISBN 974-576-159-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015721

i10303340

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A 3-PHASE 5-kVA MICROPROCESSOR-CONTROLLED CYCLOCONVERTER

Mr. ARUN BURANANIT

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1989

ISBN 974-576-159-1

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและสร้างไซโคลคอนเวอร์เตอร์
3 เฟส 5 เควีเอ ควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

โดย นาย อรุณ บูรณะนิตย์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา ศ. มงคล เดชนครินทร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รศ. สัณห์ ศิวรัตน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ศ.ดร. มงคล เดชนครินทร์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(ศ. วิชัย ศังขจันทรานนท์)

..... กรรมการ

(รศ.ดร. โคทม อารียา)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อรุณ บูรณะนิตย์ : การออกแบบและสร้างไซโคลคอนเวอร์เตอร์ ๓ เฟส ๕ เควีเอ ควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ (DESIGN AND CONSTRUCTION OF A 3-PHASE 5-kVA MICROPROCESSOR-CONTROLLED CYCLOCONVERTER) อ.ที่ปรึกษา : ศ. ดร. มงคล เดชนครินทร์, ๑๒๔ หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการออกแบบ สร้าง และทดลองระบบไซโคลคอนเวอร์เตอร์สามเฟสเครื่องหนึ่ง ซึ่งรับกำลังจากแหล่งจ่ายกระแสสลับสามเฟส ความถี่ ๕๐ เฮิรตซ์ แล้วจ่ายแรงดันออกกระแสสลับสามเฟส ความถี่ ๕ - ๑๖.๖๗ เฮิรตซ์ ระบบไซโคลคอนเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้นนี้ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นอุปกรณ์หลักในการควบคุมมุมจุดชนวนของไทริสเตอร์ เพื่อแปรค่าแรงดันและความถี่ด้านออกของไซโคลคอนเวอร์เตอร์ จากการทดลองใช้ระบบที่สร้างขึ้นนี้ขับมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบสามเฟส ปรากฏว่ามอเตอร์หมุนที่ความเร็วต่ำสอดคล้องกับความถี่ในช่วง ๕ - ๑๖.๖๗ เฮิรตซ์ ตามต้องการ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา ๒๕๓๑

ลายมือชื่อนิสิต .....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ARUN BURANANIT : DESIGN AND CONSTRUCTION OF A 3-PHASE 5-kVA MICRO-PROCESSOR-CONTROLLED CYCLOCONVERTER. THESIS ADVISOR : PROF. MONGKOL DEJNAKARINTRA, Ph.D. 124 PP.

This thesis presents design, construction, and test of a three-phase cycloconverter system which is fed from a 3-phase ac source at 50 Hz and gives a 3-phase output voltage at 5 - 16.67 Hz. The system uses the micro-processor Z-80 as the main device for controlling the firing angles of the thyristors so that the output voltage and the output frequency can be varied. Test of the cycloconverter system, by using it to drive a 3-phase induction motor, shows that the motor runs at slow speeds in correspondence with frequencies in the re-uired range of 5 - 16.67 Hz.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา ๒๕๓๑ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ศาสตราจารย์ มงคล เดชนครินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และศาสตราจารย์ วิชัย ศังขจันทรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยมาด้วยดีตลอด ตลอดจนถึงกรรมการวิทยานิพนธ์ คือ รศ.สัณห์ ศิวารัตน์ และ รศ.ดร. โคทม อารียา ซึ่งได้ให้ข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์แก่งานวิจัยนี้

ทุนวิจัยครั้งนี้บางส่วนได้รับมาจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

อรุณ บูรณะนิตย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ญ

สารบัญภาพ..... ฎ

บทที่

1. บทนำ..... 1

2. หลักการทำงานของไซโคลคอนเวอร์เตอร์..... 4

2.1 คำนำ..... 4

2.2 หลักการเบื้องต้นของไซโคลคอนเวอร์เตอร์แบบควบคุมเฟส..... 6

2.2.1 ไซโคลคอนเวอร์เตอร์แบบเข้าเฟสเดียวออกเฟสเดียว..... 6

2.2.2 ไซโคลคอนเวอร์เตอร์แบบเข้าสามเฟสออกเฟสเดียว..... 16

2.2.3 ไซโคลคอนเวอร์เตอร์แบบเข้าสามเฟสออกสามเฟส..... 24

2.3 ไซโคลคอนเวอร์เตอร์แบบให้แรงดันรูปเอนเวโลป..... 29

2.4 การใช้งานไซโคลคอนเวอร์เตอร์..... 31

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.4.1 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสสลับ..... 31
2.4.2 การควบคุมการคงค่าความถี่ของแรงดันด้านออก..... 33
2.4.3 การระบายความร้อนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
แบบซิงโครนัส..... 34

3. ไซโคลคอนเวอร์เตอร์ต้นแบบ..... 35
3.1 คำนำ..... 35
3.2 หม้อแปลงสามเฟส..... 36
3.3 วงจรเรียงกระแสและวงจรสนับเบอร์..... 38
3.4 ชุดวงจรจุดชนวนไทริสเตอร์..... 40
3.5 วงจรตรวจสัญญาณสามเฟส..... 43
3.6 วงจรตรวจสถานะกระแสโหลด..... 46
3.7 วงจรสวิตช์ควบคุมการทำงาน..... 47
3.8 วงจรอินเตอร์เฟซ..... 48
3.9 ไมโครโปรเซสเซอร์..... 51
3.10 วงจรลดสัญญาณรบกวนในสายด้านเข้า..... 56
3.11 แผนผังของเครื่องไซโคลคอนเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้น..... 58

4. สมรรถนะของไซโคลคอนเวอร์เตอร์ต้นแบบ..... 62
4.1 คำนำ..... 62
4.2 ชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง..... 62
4.3 ตัวอย่างผลการทดลองเมื่อใช้ตัวต้านทานเป็นโหลด..... 63
4.4 ตัวอย่างผลการทดลองเมื่อใช้ตัวต้านทานต่ออนุกรมกับตัวเหนี่ยวนำ
เป็นโหลด..... 67
4.5 ผลการทดลองเมื่อใช้มอเตอร์เหนี่ยวนำเป็นโหลด..... 69

หน้า

5. สรุป วิจารณ์ และข้อเสนอแนะ..... 89
5.1 คำนำ..... 89
5.2 สรุป..... 89
5.3 ปัญหาทางเทคนิคและการแก้ปัญหา..... 89
5.3.1 ปัญหาในวงจรตรวจสัญญาณสามเฟส..... 90
5.3.2 ปัญหาในวงจรตรวจสถานะของกระแสโหลด..... 90
5.3.3 ปัญหาในไมโครโปรเซสเซอร์..... 90
5.4 วิจารณ์และข้อเสนอแนะ..... 91
5.4.1 การเปลี่ยนการควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 มาใช้ดีเอสพี..... 91
5.4.2 การเปลี่ยนวงจรจุดชนวนมาใช้เป็นวงจรควบคุมทางแสง..... 91
5.4.3 การเพิ่มขนาดกำลังของระบบไซโคลคอนเวอร์เตอร์..... 92
5.4.4 การใช้ระบบควบคุมแบบปิด..... 92

เอกสารอ้างอิง..... 93

ภาคผนวก..... 95

ภาคผนวก 1 ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีเบอร์ 7400..... 95
ภาคผนวก 2 ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีเบอร์ LM339..... 96
ภาคผนวก 3 ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีเบอร์ 74121..... 100
ภาคผนวก 4 ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีเบอร์ LM311..... 101
ภาคผนวก 5 ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีเบอร์ 8255..... 105
ภาคผนวก 6 ข้อมูลเกี่ยวกับไอซีเบอร์ 74138..... 110
ภาคผนวก 7 ข้อมูลบางส่วนเกี่ยวกับไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80..... 111

ประวัติผู้เขียน..... 124

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	.....	10
2	.....	11
3	.....	20
4	.....	71
5	.....	72
6	.....	82
7	.....	83

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1	5
2	6
3	7
4	8
5	12
6	12
7	18
8	19
9	20
10	23
11	24
12	26
13	26
14	27
15	28
16	30
17	32
18	32
19	33
20	37
21	37
22	41
23	42
24	44
25	45
ผ7-1	119

รูปที่	หน้า
26	46
27	48
28	49
29	54-55
30	56
31	59-61
32	63
33	64
34	65
35	66
36	68
37	69
38	70
39	73
40	74
41	76
42	77
43	78
44	79
45	80
46	84
47	85
48	86
49	87
50	88
51	92
ผ7-2	119

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย