บทที่ 1

บทนำ

1. ความเบื้องต้น

ปัจจุบันอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ จะมีส่วนประกอบของวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง เช่นวงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรงหรือวงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟสลับฯลฯ อยู่เป็นจำนวนมาก และอุปกรณ์ดังกล่าวมีแนวโน้มที่จะถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลาย อย่างไรก็ตามวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังส่วนใหญ่ จะใช้วงจรเรียงกระแสที่มีตัวเก็บประจุเป็นตัวกรองแรงดัน เป็นแหล่งจ่ายไฟตรง วงจรเรียงกระแสแบบที่ใช้ตัวเก็บประจุเป็นตัวกรองแรงดันนี้ จะก่อให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกในสายกำลังอย่างมีนัยสำคัญคือจะเข้าไปรบกวนการทำงานของอุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้สายกำลังร่วมกัน

ในทางทฤษฎี วงจรเรียงกระแส 1 เฟสแบบที่ใช้ตัวเก็บประจุเป็นตัวกรองแรงดัน จะกำเนิดกระแสฮาร์มอนิกอันดับต่าง ๆ[1] ดังแสดงในตารางที่ 1.1 ซึ่งกระแสฮาร์มอนิกดังกล่าวจะทำให้ตัวประกอบกำลังมีค่าต่ำ

ตารางที่ 1.1 ค่าแบบอย่างของฮาร์มอนิกอันดับต่าง ๆ (h) เมื่อเทียบกับองค์ประกอบหลักมูลของกระแสสายกำลัง (I_h/I_1) ของวงจรเรียงกระแส 1 เฟส แบบที่ใช้ตัวเก็บประจุเป็นตัวกรองแรงดัน

h	3	5	7	9	11	13	15	17
I_h/I_1 (%)	73.2	36.6	8.1	5.7	4.1	2.9	0.8	0.4

ได้มีผู้คิดวิธีการแก้ปัญหาดังกล่าวไว้หลายวิธี วิธีหนึ่งคือการใช้วงจรกรอง LC[2] เพื่อที่จะกรองกระแสฮาร์มอนิกออกไปจากระบบ แต่วงจรกรอง LC ก็เป็นอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่ และหนัก อีกวิธีหนึ่งคือใช้วงจรเรียงกระแสแบบวิธีสวิตช์(switchmode rectifier)[3,4] อย่างไรก็ดีการใช้วงจรเรียงกระแสแบบวิธีสวิตช์เป็นการดัดแปลงวงจรเรียงกระแสที่มีอยู่เดิมหรือไม่ก็ต้องออกแบบวงจรใหม่หมด วิธีแก้ปัญหากระแสฮาร์มอนิกอีกวิธีหนึ่งเป็นการต่อเครื่องแก้ตัวประกอบกำลัง

เพิ่มเข้าไปจากภายนอกโดยไม่ต้องดัดแปลงวงจรเรียงกระแสเดิม ได้มีบทความกล่าวถึงการใช้หลักการวัดกำลังไฟฟ้าที่โหลด ดูว่ามีกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟอยู่เท่าไร ก็สั่งให้เครื่องแก้ตัวประกอบกำลังจ่ายกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟนั้น สายกำลังจึงทำหน้าที่จ่ายเฉพาะกำลังไฟฟ้าจริงเท่านั้น ตัวประกอบกำลังรวมจึงมีค่าสูง[5] ในวิทยานิพนธ์นี้จะได้เสนอวิธีการแก้ปัญหาโดยการจ่ายกำลังไฟฟ้ารีแอกตีฟเช่นกัน แต่ใช้หลักการควบคุมกระแสที่สายกำลังให้มีรูปคลื่นใกล้เคียงไซน์ที่มีเฟสตรงกับแรงดันสายกำลัง ทำให้ตัวประกอบกำลังมีค่าใกล้เคียงหนึ่ง การใช้เครื่องแก้ตัวประกอบกำลังเช่นนี้ มีข้อได้เปรียบการใช้วงจรเรียงกระแสแบบวิธีสวิตช์คือ ไม่ต้องดัดแปลงวงจรที่มีอยู่เดิม และไม่ลดความเชื่อถือได้ของวงจรเดิม คือแม้เครื่องแก้ตัวประกอบกำลังจะเกิดขัดข้อง ก็ยังสามารถจ่ายกำลังให้แก่วงจรเรียงกระแสตามปกติได้

2. วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

เพื่อศึกษาค้นคว้า ออกแบบ สร้าง และทดสอบเครื่องแก้ตัวประกอบกำลังแบบ 3 เฟส สำหรับโหลดเรียงกระแสที่สามารถควบคุมกระแสของสายกำลัง ให้มีรูปคลื่นใกล้เคียงไซน์ที่มีเฟสตรงกับแรงดันสายกำลัง

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 เครื่องแก้ตัวประกอบกำลังที่สร้างขึ้น สามารถควบคุมให้กระแสของสายกำลังมีรูปคลื่นใกล้เคียงไซน์ที่มีเฟสตรงกับแรงดันสายกำลังได้เมื่อกำลังที่โหลดมีค่าไม่เกิน 850 วัตต์

3.2 เครื่องแก้ตัวประกอบกำลังใช้กับระบบไฟสามเฟสสี่สายที่มีแรงดันสาย 180 โวลต์

3.3 เครื่องแก้ตัวประกอบกำลัง สามารถแก้ตัวประกอบกำลังให้มีค่าสูงกว่า 0.95

3.4 เครื่องแก้ตัวประกอบกำลัง สามารถลดความเพี้ยนเชิงฮาร์มอนิกรวม (THD) ให้เหลือน้อยกว่า 5%

4. ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

4.1 ศึกษาข้อมูลในการทำวิทยานิพนธ์

4.2 พัฒนาแบบจำลองและเกณฑ์การออกแบบ

4.3 จำลองระบบโดยคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษาและวิเคราะห์การทำงาน

4.4 ออกแบบ สร้าง และทดสอบวงจรในแต่ละส่วน

4.5 นำวงจรแต่ละส่วนมาประกอบเข้าด้วยกัน และทดสอบผลการทำงาน

4.6 ประเมินผลและสรุปผลรายงาน

4.7 เขียนและพิมพ์วิทยานิพนธ์

5. ประโยชน์ที่จะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์

5.1 ได้เรียนรู้เทคนิคการปรับปรุงตัวประกอบกำลังแบบต่าง ๆ

5.2 ผลการศึกษา วิจัย และพัฒนาสามารถนำไปใช้งานได้

6. ข้อกำหนดในการออกแบบ

สำหรับการออกแบบเครื่องแก้ตัวประกอบกำลัง มีข้อกำหนดซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในการคำนวณหาขนาดอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับวงจรภาคกำลัง ข้อกำหนดในการออกแบบแสดงในตารางที่ 1.2

ตารางที่ 1.2 ข้อกำหนดในการออกแบบเครื่องแก้ตัวประกอบกำลัง

รายการ (item)		ข้อกำหนด (specification)
พิกัด (rating)	ขนาด (capacity) (kW)	0.85
ด้านเข้า (input)	Power factor	>0.95
	แรงดันสายด้านเข้า (V)	3 phase AC 180 V
	ความถี่ด้านเข้า(Hz)	50
	THD	<5%
ประสิทธิภาพที่ภาวะโหลดเต็ม	เปอร์เซ็นต์ (%)	>80