ใบรับรองวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง)

หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยี

พระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธศักราช 2544

โดย นายวิโชค พรหมดวง

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า

_____ คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)

21 พฤษภาคม 2550

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

_____ ประธานกรรมการ

(อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์)

_____ กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ดำรง จีนขาวขำ)

_____ กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วิบูลย์ ชื่นแขก)

_____ กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ อรรคทิบากูล)

การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธศักราช 2544

นายวิโชค พรหมดวง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ปีการศึกษา 2549
ลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

วพ
ทวิ
วิ๒๖๑ว
ค.3

ชื่อ : นายวิโชค พรหมดวง
ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธศักราช 2544
สาขาวิชา : ไฟฟ้า
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ
ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตย์วงษ์
รองศาสตราจารย์ดำรง จีนขาวขำ
ปีการศึกษา : 2549

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาชุดประลองวิชาประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธศักราช 2544

วิธีดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ซึ่งประกอบด้วย ชุดประลองพร้อมใบประลอง และแบบประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญ โดยนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 12 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มย่อย 4 กลุ่ม กลุ่มละ 3 คน ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้มาจากผลการประลองของนักศึกษากลุ่มตัวอย่าง และแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ที่สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรงเฉลี่ยร้อยละ 95.06 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

(วิทยานิพนธ์มีจำนวนทั้งสิ้น 195 หน้า)

คำสำคัญ : ชุดประลอง วงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

_____ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

Name : Mr. Wichok Promdaung

Thesis Title : Constructing and Finding an Efficiency of the Power Electronics Circuit I Laboratory Set Based on the Bachelor of Industrial Technology Program in Power Electronics Technology King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok, 2001

Major Field : Electrical Technology
King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok.

Thesis Advisors : Dr.Mongkol Wangsathitwong
Associate Professor. Damrong Gincaokhom

Academic Year : 2006

Abstract

The aim of this research was to construct and find out the efficiency Evaluation of Laboratory set for Power Electronics1, based on the Bachelor of Industrial Technology Program in Power Electronics Technology ,King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok. 2001

For the research procedure, the power electronics circuit I laboratory set, including with the worksheets were designed and constructed. The sampling groups of this research was selected in random. They were ten students from the first year Bachelor level of power electronics division, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok, This sampling group were divided into four groups of tree. The data useds were obtained from the results of the sampling groups. It was also gained from the opinion of the five experts who had examined and evaluated the efficiency of the power electronics training kit and the worksheets.

The result reveals that this power electronics circuit I laboratory set has 96.05 percent of validity which is higher than the limited criteria.

(Total 195 pages)

Key words : Laboratory set. Power Electronics Circuit I

Mongkol Wangsathitwong Advisor

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงด้วยดีได้ เพราะได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลือจากคณะกรรมการที่ปรึกษา ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตวงษ์ ประธานกรรมการที่ปรึกษา และรองศาสตราจารย์ดำรง จีนขาวขำ กรรมการที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำเกี่ยวกับการดำเนินการวิจัย ตรวจสอบความถูกต้อง ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด และทุนการวิจัยที่ได้รับจากทุนอุดหนุนการวิจัยของบัณฑิตวิทยาลัย จึงขอกราบขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัยที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

ขอกราบขอบพระคุณ คณาจารย์ของงานประลองไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือทุกท่านที่ได้เอื้อเฟื้อ อุปกรณ์ สถานที่ ตลอดจนนักศึกษากลุ่มตัวอย่างที่ให้ความร่วมมือในการทดลองเป็นอย่างดี และขอขอบคุณเจ้าหน้าที่บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ที่ได้ช่วยประสานงานในการสอบโครงการวิจัย และการขอรับทุนอุดหนุนการวิจัยของผู้วิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญซึ่งได้แก่ อาจารย์สันติ อัตถไพศาล หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถพล เข็มแดง หัวหน้างานประลองไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์ ผู้ช่วยผู้อำนวยการงานประกันคุณภาพการศึกษาวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม อาจารย์วิรัติ อัศวานุวัตร อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า อาจารย์ทงลานธานทอง อาจารย์ประจำแผนกช่างไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ วิทยาเขตพระนครเหนือ ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำและตรวจสอบชุดประลองพร้อมใบประลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

ขอขอบพระคุณ คุณแม่ปราณี คุณพ่อวิเจียร พี่ชาย น้องชาย ตลอดจนคุณรุจิรา และน้องชนิดาภา ที่คอยให้กำลังใจ สนับสนุน ส่งเสริมและรอคอยความสำเร็จของผู้วิจัยตลอดมา

ประโยชน์ อันใดที่พึงมีของงานวิจัยนี้ ขอมอบเป็นเกียรติแก่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วิโชค พรหมดวง

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่ 1. บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.5 คำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย	3
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 วิธีการสอนแบบประลอง	5
2.2 การสร้างชุดประลอง	7
2.3 การศึกษาเนื้อหาวิชาปฏิบัติวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1	9
2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	35
บทที่ 3.วิธีดำเนินการวิจัย	37
3.1 ทฤษฎีและวิเคราะห์หลักสูตร	43
3.2 เลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย	38
3.3 การสร้างชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง I	39
3.4 การทดลองและรวบรวมข้อมูล	50
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล	51

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4. ผลของการวิจัย	53
4.1 การวิเคราะห์แบบประเมินผลชุดประลองของผู้เชี่ยวชาญ	53
4.2 การวิเคราะห์แบบประเมินผลชุดประลองของกลุ่มตัวอย่าง	55
4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดประลอง	57
บทที่ 5. สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	59
5.1 สรุปผลการวิจัย	59
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	60
5.3 ข้อเสนอแนะ	60
บรรณานุกรม	63
ภาคผนวก ก	65
ใบลักษณะรายวิชา	66
ภาคผนวก ข	67
ตารางวิเคราะห์หัวข้อหลัก หัวข้อย่อย และจุดประสงค์เชิงพฤกติกรรม เรื่องการประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1	68
ภาคผนวก ค	85
ใบประลอง	86
ภาคผนวก ง	189
หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ	190
รายนามผู้เชี่ยวชาญ	191
แบบประเมินชุดประลอง	192
ประวัติผู้วิจัย	195

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4-1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ	54
4-2 การวิเคราะห์แบบประเมินผลชุดประลองของกลุ่มตัวอย่าง	55
4-3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1	57

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2-1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	11
2-2 รูปคลื่นของแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน	11
2-3 รูปคลื่นของแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	11
2-4 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงแทปกลาง	12
2-5 รูปคลื่นแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็ตัวต้านทาน	13
2-6 รูปคลื่นแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	13
2-7 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์	15
2-8 รูปคลื่นแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน	15
2-9 รูปคลื่นแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	15
2-10 วงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่น	16
2-11 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่จุดต่างๆของวงจร	17
2-12 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่จุดต่างๆของวงจร	17
2-13 วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่น	18
2-14 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่จุดต่างๆของวงจรเมื่อ โหลดเป็นตัวต้านทาน	19
2-15 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่จุดต่างๆของวงจรโหลดเป็นตัวต้านทานละตัวเหนี่ยวนำ	19
2-16 แผนภาพกรอบแสดงการแปลงผันไฟสลับเป็นไฟตรงชนิดควบคุมแรงดันได้	20
2-17 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นที่ควบคุมแรงดันได้	20
2-18 วงจรและรูปคลื่นกระแสและแรงดันที่โหลดเมื่อมุมจุดชนวนคือ แอลฟา(α)	21
2-19 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่น เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	22
2-20 รูปคลื่นกระแสและแรงดันส่วนต่างๆของวงจร	22
2-21 กราฟความสัมพันธ์ของ γ° และ α° เมื่อมุมต่างเฟส ϕ เปลี่ยนไป	23
2-22 กราฟความสัมพันธ์ $I_N = f(\alpha^\circ)$ เมื่อ $\phi = 0^\circ$ ถึง 90°	23
2-23 กราฟความสัมพันธ์ $I_{RN} = f(\alpha^\circ)$ เมื่อ $\phi = 0^\circ$ ถึง 90°	24
2-24 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์พร้อมรูปคลื่นสัญญาณ มีโหลดเป็นตัวต้านทาน	25
2-25 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ที่ควบคุมได้เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	27
2-26 วงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นแบบควบคุมได้	28

ภาพที่	หน้า
2-27 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่ไหลผ่านโหลดตัวทานด้าน ที่ $\alpha = 0^{\circ}$	28
2-28 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่ไหลผ่านโหลดตัวทานด้าน ที่ $\alpha = 30^{\circ}$	29
2-29 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่ไหลผ่านโหลดตัวทานด้านและตัวเหนี่ยวนำ ที่ $\alpha = 30^{\circ}$	30
2-30 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่ไหลผ่านโหลดตัวทานด้านและตัวเหนี่ยวนำ ที่ $\alpha = 90^{\circ}$	31
2-31 กราฟคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นควบคุมได้ โหลดเป็น ตัวต้านทาน และตัวต้านทานผสมตัวเหนี่ยวนำ	32
2-32 วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นควบคุมได้เต็มบริดจ์	32
2-33 รูปคลื่นแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและ $\alpha = 0^{\circ}$ 60° 90° และ 120°	33
2-34 รูปคลื่นแรงดันและกระแส เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำที่ $\alpha = 0^{\circ}$ 60° และ 90°	34
2-35 กราฟคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นควบคุมได้ เต็มบริดจ์เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน และตัวต้านทานผสมตัวเหนี่ยวนำ	35
3-1 ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อให้ได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	38
3-2 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1	39
3-3 แสดงขั้นตอนการออกแบบชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1	41
3-4 แสดงรายละเอียดการสร้างชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1	43
3-5 แท่นวางชุดประลอง	43
3-6 แบบหน้าปัดไดโอดและเอสซีอาร์	44
3-7 แบบหน้าปัดชุดกำเนิดสัญญาณทริกเกอร์ เฟสเดียว	45
3-8 แบบหน้าปัดชุดกำเนิดสัญญาณทริกเกอร์ สามเฟส	46
3-9 แบบหน้าปัดแรงดันอ้างอิง	47
3-10 วงจรกำเนิดสัญญาณทริกเกอร์เฟสเดียว	48
3-11 วงจรกำเนิดสัญญาณทริกเกอร์สามเฟส	48
3-12 ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1ที่ประกอบเสร็จแล้ว	49
3-13 ชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1	49

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหาที่ทำการวิจัย

งานอุตสาหกรรมทางด้านการควบคุมเครื่องจักรด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมหลักที่เกิดขึ้นมาซึ่งมีลักษณะที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปและลักษณะที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์กำลังสามารถที่จะแข่งกับนานาชาติได้เป็นอย่างดี ทั้งนี้เป็นเพราะประเทศไทยมีปัจจัยเกื้อหนุนต่ออุตสาหกรรมแขนงนี้เป็นอย่างมาก ไม่ว่าจะเป็นด้านเศรษฐกิจและพฤติกรรมทางการบริโภคใช้สอยผลิตภัณฑ์ ซึ่งล้วนแล้วแต่ส่งผลในเชิงบวกต่อการดำเนินการในอุตสาหกรรมแขนงนี้ และนับวันจะพบว่าผู้ประกอบการในอุตสาหกรรมแขนงนี้ได้มีการเร่งรัดและแข่งขันกันพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ๆเพื่อ สนองตลาดผู้บริโภคทั้งภายในและภายนอกประเทศกันอย่างรวดเร็ว โดยที่มีการผนวกเอาเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์กำลังมาใช้ประยุกต์กับผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะเอาใจผู้บริโภค ผลที่ตามมาจากการแข่งขันเหล่านี้ก็คือการที่มีอุปกรณ์ต่างๆ ที่มีเทคโนโลยีสูงและซับซ้อนมากขึ้น ซึ่งจะมีผลกระทบต่อบุคลากรที่ทำหน้าที่เกี่ยวกับบริการซ่อมบำรุงเครื่องมืออุปกรณ์ต่างๆที่เกี่ยวข้องทางด้านนี้ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมก็ตาม

ปัญหาของการเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วไม่เพียงส่งผลต่อบุคคลในส่วนงานบริการที่เกี่ยวข้องแล้วแต่ยังลุกลามเข้าไปในระบบการศึกษาทางด้านอาชีวศึกษา มีผลทำให้ไม่สามารถผลิตคนที่มีความรู้และทักษะตรงตามสภาพแวดล้อมทางการตลาดที่เปลี่ยนแปลงไปได้เพราะนอกจากเกิดช่องว่างทางเทคโนโลยีระหว่างผู้ผลิตกับผู้ประกอบการบริการและสถานศึกษาแล้ว ปัญหาการเกาะกลุ่มและการกระจุกตัวของเทคโนโลยีเหล่านี้ได้ถูกนำมาเป็นข้อได้เปรียบทางการค้ามากขึ้น ผลที่ติดตามมาทำให้ผู้ประกอบการด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังได้หันมาพึ่งตนเองโดยการผลิตบุคลากรและจัดตั้งโรงเรียนเอง ซึ่งสามารถแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าไปได้ในระยะหนึ่งเท่านั้นแต่ในระยะยาวแล้วปัญหาเหล่านี้อาจจะก่อให้เกิดวิกฤติทางภาคประกอบการมากขึ้นในระยะยาว เพราะบุคลากรที่ผ่านการฝึกอบรมนี้มาแล้ว ก็จะเกิดปัญหาด้านการล้าหลังทางเทคโนโลยีเมื่อทำงานได้ช่วงระยะเวลาหนึ่ง

จากการที่ผู้วิจัยได้เล็งเห็นความสำคัญในเรื่องนี้และต่างก็ตระหนักถึงการเปลี่ยนแปลงทางด้านเทคโนโลยีในบริบทของสังคมแวดล้อมปัจจุบันนี้ได้เป็นอย่างดี จึงได้มุ่งเน้นให้มีการออกแบบสื่อการเรียนการสอนที่ใช้ระบบของชุดฝึกมาช่วยในการจัดการเรียนการสอนให้มากยิ่งขึ้นโดยเฉพาะอย่างยิ่งการจัดการเรียนการสอนในสาขาวิชาช่างเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลังซึ่งเป็นวิชาที่มี การพัฒนาเทคโนโลยีอย่างก้าวกระโดดตลอดเวลา และมีการใช้สอยมากขึ้นและกว้างขวางขึ้นทุกวัน อีกทั้ง

แนวโน้มในการจัดการเรียนการสอนวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์กำลังในปัจจุบันนี้ได้แปรเปลี่ยนเข้าสู่การใช้งานในเชิงสหวิทยาการมากยิ่งขึ้นทำให้ความจำเป็นต้องมีสื่อประกอบการเรียนการสอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งในด้านงานควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังซึ่งมีเนื้อหาค่อนข้างยากและซับซ้อน ทำให้ความจำเป็นต่อการจัดให้เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ในวิชาดังกล่าวจึงต้องมุ่งเน้นมาใช้ชุดประลองเพื่อช่วยสร้างเสริมความเข้าใจและทักษะถูกต้องและสอดคล้องกับความต้องการและทันต่อเหตุการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียนในปัจจุบัน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสร้างชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง1 ขึ้นซึ่งมีประสิทธิภาพหรือคุณภาพใกล้เคียงกับชุดประลองจากต่างประเทศพร้อมทั้งใบประลอง มีหลักการใช้งานง่าย ไม่ซับซ้อน ใช้วัสดุที่หาซื้อได้ภายในประเทศและลดปัญหาการขาดแคลนชุดประลองดังกล่าว

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาชุดประลองวิชาปฏิบัติอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพทางด้านความเที่ยงตรงของชุดประลองที่สร้างขึ้น

1.3 สมมุติฐานของการวิจัย

1.3.1 ชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง1ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทางด้านความเที่ยงตรงเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ90

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 ชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ที่ผู้วิจัยที่สร้างขึ้น เพื่อใช้ในการเรียนการสอนภาคปฏิบัติเป็นส่วนหนึ่งของวิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลังภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีเนื้อหาการประลองแยกออกเป็น 4 เรื่องดังนี้

1.4.1.1 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวควบคุมไม่ได้ ซึ่งมีใบประลองดังนี้

ก) วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

ข) วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ค) วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลาง กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ง) วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

จ) วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

1.4.1.2 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบควบคุมไม่ได้ ซึ่งมีใบประลองดังนี้

ก) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

ข) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ค) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

ง) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

1.4.1.3 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบควบคุมได้ซึ่งมีใบประลองดังนี้

ก) วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ข) วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

1.4.1.4 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบควบคุมได้ ซึ่งมีใบประลองดังนี้

ก) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ข) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

ค) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและ ตัวเหนี่ยวนำ

1.4.2 สำหรับการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยทำชุดประลองเฉพาะหัวเรื่อง การวิเคราะห์การทำงานของวงจรเรียงกระแสระบบ 1 เฟส และ 3 เฟสรวมทั้งหมด 4 หัวเรื่อง

1.4.3 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง จำนวน 12 คน

1.5 คำจำกัดความในการวิจัย

1.5.1 ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 หมายถึง ชุดประลองและใบประลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นใช้กับการประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ตาม หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชา

เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1.5.2 ใบประลอง หมายถึงเอกสารที่ใช้ในการประกอบการฝึกของนักศึกษาคู่กับชุดประลองซึ่งใบประลองนั้นประกอบด้วยส่วนเนื้อหาโดยย่อ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วงจรการประลอง ขั้นตอนการประลองรวมทั้งคำถามท้ายการประลอง

1.5.3 ความเที่ยงตรง หมายถึง ค่าของแรงดันหรือความถี่ที่อ่านค่าได้จากการประลองเทียบกับค่าแรงดันหรือความถี่ที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี

1.5.4 ผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ผู้ที่มีประสบการณ์สอน การทำงาน ในเรื่องที่เกี่ยวกับงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลัง อย่างน้อย 5 ปี

1.5.5 ผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชา เทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549

1.5.6 ประสิทธิภาพของชุดประลอง หมายถึง คุณภาพของชุดประลองที่สร้างขึ้น โดยวัดจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยเป็นร้อยละ มากกว่าหรือเท่ากับเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.6.1 ได้ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลังที่มีประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรงเฉลี่ยไม่น้อยกว่าร้อยละ 90 ซึ่งในการใช้ชุดประลองที่มีประสิทธิภาพนั้น จะช่วยให้การดำเนินการสอนของอาจารย์เป็นไปในแนวทางเดียวกัน มีใบประลองประกอบการเรียนที่สมบูรณ์

1.6.2 ลดปัญหาการขาดแคลนชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

1.6.3 ลดการนำเข้าชุดประลองจากต่างประเทศ

1.6.4 เป็นแนวทางในการวิจัยสร้างชุดประลองในเรื่องอื่นๆของ วิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยอื่นๆที่เกี่ยวข้อง โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 วิธีการสอนแบบประลอง

2.2 การสร้างชุดประลอง

2.3 การศึกษาเนื้อหาวิชาปฏิบัติวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 วิธีการสอนแบบประลอง

การสอนนี้เกิดจากการศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยวิธีประลองในสาขาวิทยาศาสตร์ที่ต้องใช้สารเคมีในการตรวจสอบวิเคราะห์ ต่อมากลายเป็นกระบวนการสอนที่อาศัยการประลอง เครื่องมือและวัสดุต่าง ๆ ในปัจจุบันการสอนแบบประลองมิได้ใช้เฉพาะวิทยาศาสตร์เท่านั้น แต่ยังใช้ในวิชาคหกรรมศาสตร์ ศิลปะปฏิบัติ สังคมศาสตร์ ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ อาชีวศึกษา และธุรกิจศึกษาด้วย ซึ่งในการสอนแบบนั้น นักศึกษาทุกคนจะมีโอกาสได้ทำการประลองโดยทั่วถึงกันและสามารถหาข้อเท็จจริงได้ด้วยตนเอง

2.1.1 การสอนแบบประลอง หมายถึง กระบวนการสอนที่ใช้ประสบการณ์ตรงของนักศึกษาทำให้เกิดประสบการณ์ใหม่ ๆ จากผลผลิตหรือข้อเท็จจริง จากการสังเกตและการปฏิบัติการประลองเป็นรายบุคคล หรือเป็นกลุ่ม ในบางครั้งจะประลองเพื่อพิสูจน์กฎเกณฑ์ที่บุคคลอื่นค้นพบ และเป็นการศึกษาความเป็นไปได้ของกฎเกณฑ์นั้น (กาญจนา , 2524 :86) วิธีการสอนถือว่าเป็นส่วนสำคัญอย่างยิ่งส่วนหนึ่งของการศึกษา ถ้าผู้สอนรู้จักใช้วิธีการสอนที่ดีที่เหมาะสมแล้วย่อมจะทำให้ผู้เรียนได้ประโยชน์ดังนี้

2.1.1.1 ได้รับความรู้และความเข้าใจในบทเรียนที่ครูสอน

2.1.1.2 มีทัศนคติที่ดีต่อสิ่งที่เรียนรู้

2.1.1.3 มีความสามารถนำสิ่งต่างที่เรียนรู้ไปใช้ประโยชน์ได้

2.1.1.4 มีทักษะและความชำนาญในวิชาที่เรียนรู้และก่อให้เกิดความคิดใหม่ๆขึ้น

2.1.1.5 นำความรู้ที่เกิดขึ้นไปใช้แก้ปัญหาต่างๆในชีวิตประจำวันได้

2.1.1.6 นำความรู้ที่เกิดขึ้นไปพัฒนาเพื่อให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางมากขึ้น

ประโยชน์ดังกล่าวจึงถือว่าวิธีการสอนมีความหมายและมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อผู้เรียนที่จะส่งผลให้ให้ผู้เรียนได้รับประโยชน์กลับไปมากน้อยเพียงใด การสอนในแต่ละเรื่องแต่ละวิชานั้นต้องใช้วิธีการที่แตกต่างกัน ในการจะทำให้ประสบผลสำเร็จได้ ต้องเลือกวิธีการสอนที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งวิธีการสอนนั้นมีดังนี้ วิธีการสอนแบบสังเกต(Observe) ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากกว่าวิธีการบรรยาย(Lecture) หรือวิธีการฝึกหัด (Drill) แต่ในบางเรื่องก็ใช้วิธีการทดลอง (Experiment) และวิธีการสาธิต (Demonstration) จึงจะได้ผลดี (Harldy,1973 : 21)

2.1.2 นักวิชาการอาชีวศึกษามองเห็นและยอมรับว่า การฝึกฝนและการการฝึกทดลองนอกจากจะทำให้เกิดทักษะแล้ว ยังทำให้เกิดประสบการณ์ของการทำงานจากการเรียนรู้วิชาชีพด้วย ถ้าผู้เรียนได้รับการเทคนิคแล้ว และวิธีการปฏิบัติงานจากครูผู้สอน ผู้เรียนจะได้รับเฉพาะทฤษฎี และวิธีการเชิงปฏิบัติจากครูผู้สอนเท่านั้น ส่วนทักษะและประสบการณ์จะเกิดได้จากภาคปฏิบัติจริงเท่านั้น ซึ่งเห็นได้ว่าทักษะและประสบการณ์ เกิดขึ้นโดยตรงจากวิชาที่มีการทดลองการสอนในลักษณะการประลองมีส่วนที่เกี่ยวข้องหลายลักษณะด้วยกันดังนี้

2.1.2.1 ความสำคัญของการเรียนวิชาภาคปฏิบัติ เป็นการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนสามารถจำได้นานเมื่อผู้เรียนมีแรงจูงใจ มีความตั้งใจ และเกิดการกระทำแบบต่อเนื่อง หลักการดังกล่าวนี้เป็นที่ยอมรับกันในหมู่ผู้บริหารอาชีวศึกษาและวงการอุตสาหกรรม

2.1.2.2 จุดประสงค์ของการวิชาประลอง คือ การส่งเสริมให้นักศึกษามีความเข้าใจในหลักการของทฤษฎีและปฏิบัติ ด้วยการลงมือปฏิบัติจากของจริง รวมถึงการฝึกฝนเพื่อเพื่อให้เกิดทักษะจากการทดลองด้วย

2.1.3 การสอนด้วยวิธีการประลองมีข้อดีและข้อเสียดังนี้

2.1.3.1 ข้อดี ของการสอนแบบประลองสรุปเป็นข้อๆได้ดังนี้

ก) ทำให้ความคิดรวบยอดชัดเจนยิ่งขึ้น

ข) ช่วยให้ผู้เรียนมีทักษะในการใช้เครื่องมือ

ค) เป็นการเรียนรู้ด้วยการกระทำ

ง) เกิดสิ่งประทับใจที่ได้ จากการสัมผัสหลายๆทางช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

จ) วัสดุจริงช่วยกระตุ้นให้เกิดความสนใจ ทำให้การเรียนการสอนน่าสนใจยิ่งขึ้นและมีชีวิตชีวา เพราะทุกคนมีงานทำ

ฉ) การได้ลงมือปฏิบัติเป็นการสงเสริมให้เกิดประสบการจริง เป็นสิ่งที่ชัดเจนกว่า และสิ่งที่ได้เรียนรู้จากการประลองย่อมอยู่ในความส่งจำนานกว่า

2.1.3.2 ข้อเสีย ของการสอนแบบประลองพอสรุปเป็นข้อๆได้ดังนี้

ก) เปลืองเวลา

ข) ถ้าไม่รู้จักใช้เครื่องมือหรือสร้างเครื่องมือ ขึ้นมาใช้เอง จะทำให้สิ้นเปลือง

ค) นักศึกษาอาจจะสนุกกับการเล่นเครื่องมือ จนลืมหลักการที่ต้องการเรียนรู้

ง) มีขีดจำกัดที่ไม่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นต่ำๆ และเด็กเล็กมาก หรือผู้เรียนยังไม่มีประสบการณ์

จ) นักศึกษาที่ขาดความคิดเชิงวิทยาศาสตร์ และความคิดอย่างพินิจพิเคราะห์จะสร้างผลการปะลองหลอก ๆ ให้เหมือนกับผลลัพธ์ที่ต้องการ

2.2 การสร้างชุดประลอง

การทดลอง เป็นวิธีการสอนที่สำคัญวิธีหนึ่ง ในขบวนการเรียนการสอนภาคปฏิบัติของสถาบันอาชีวศึกษาเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถในการปฏิบัติงาน ด้านอุตสาหกรรมของนักศึกษา ฉะนั้นชุดประลองที่นักศึกษาทำการประลอง จะต้องมีประสิทธิภาพและ การสร้างชุดประลองให้มีประสิทธิภาพนั้นจะต้องเป็นระบบและมีความสอดคล้องในด้านต่างๆ อย่างสมบูรณ์

2.2.1 วิธีการสร้างชุดประลองมีลำดับขั้นในการสร้าง (สุรัตน์. 2529 : 66-71) กล่าวไว้เป็นข้อ ๆ ดังนี้

2.2.1.1 การหาขอบข่ายเนื้อหาวิชา การหาขอบขายเนื้อหาวิชา ต้องประกอบด้วยองค์ประกอบ 4 ประการ ที่ดำเนินควบคู่กันในการหาขอบข่ายเนื้อหาวิชา ต้องประกอบด้วยการศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชา การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตร การสำรวจโรงงาน และการสำรวจสถานศึกษา

ก) การศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชา มีจุดมุ่งหมายในอันที่จะฟื้นฟูความรู้สำหรับผู้ออกแบบสร้างชุดประลอง เพื่อการวางโครงร่างลำดับความสัมพันธ์ และแบ่งระดับความยาก-ง่ายของเนื้อหาวิชา ที่จะทำการออกแบบสื่อการสอนการศึกษาเชิงวิเคราะห์เนื้อหาวิชา กระทำโดยศึกษาจากตำรา เอกสารสัมมนา ปรึกษาผู้เชี่ยวชาญและศึกษางานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง

ข) การศึกษาเปรียบเทียบหลักสูตรมีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาความสอดคล้องความแตกต่างของหลักสูตร ที่ใช้เรียนของสถานศึกษาต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน ได้แก่ วิทยาลัยเทคนิคสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ผลจากการศึกษาจะช่วยในการกำหนดแนวทางในการสร้างชุดประลอง ให้สอดคล้องอย่างสูงกับหลักต่าง ๆ และความต้องการในโรงงานอุตสาหกรรม

ค) การสำรวจโรงงาน เป็นการศึกษาสภาพการทำงาน การใช้เครื่องมืออุปกรณ์และเทคนิคต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงาน ตามหัวข้อเรื่องของชุดประลอง เป้าหมายของการดำเนินการเพื่อจะกำหนดรายละเอียดของวิเคราะห์งาน (Job Analysis) ความสามารถในงาน (Job Competencies) ความรู้และทักษะที่ต้องการในงาน (Job Knowledge and Skilles)

ง) การสำรวจสถานศึกษา เป็นการเรียนรู้ระบบการจัดการเรียนการสอน วิธีการสอนความพร้อมของเครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์ สื่อการสอน สิ่งอำนวยความสะดวกและปัญหาอุปสรรคต่างๆที่เกิดขึ้นในแต่ละสถานศึกษา ข้อมูลและประสบการณ์จากการสำรวจจะช่วยให้การออกแบบสร้าง

ชุดประลอง มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นการสำรวจการศึกษา กระทำโดยการสอบถาม จากผู้ที่เกี่ยวข้องด้านการศึกษา การเยี่ยมชมสถานศึกษาด้านอาชีวศึกษา

2.2.1.2 การกำหนดเนื้อหาและวัตถุประสงค์ นอกเหนือจาก ข้อมูลความรู้ และประสบการณ์ จากการดำเนินงานต่าง ๆ แล้วเครื่องมืออันหนึ่งที่จะช่วยในการกำหนดและตัดสินใจเลือกเนื้อหาก็คือการวิเคราะห์กิจกรรม (TaskAnalysis) หัวข้อที่ได้รับการคัดเลือกแล้วจะถูกนำมาเขียนในรูปวัตถุประสงค์ทั่วไป วัตถุประสงค์เฉพาะและเขียนเป็นเนื้อหาซึ่งเนื้อหาวิชาดังกล่าวนำมาใช้สำหรับการสอนด้านประลอง

2.2.1.3 การออกแบบและสร้างชุดประลอง องค์ประกอบที่สำคัญ ในการออกแบบและสร้างชุดประลอง คือ กิจกรรมและเนื้อหาที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ซึ่งวัตถุประสงค์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว จะเป็นแนวทางในการออกแบบ และสร้างชุดประลอง (Experimental Kit) ใบเนื้อหา (Information sheet) และใบประลอง (Job Sheet) ต่อไป

ก) ชุดประลอง ใช้เป็นอุปกรณ์ในการทำกิจกรรมของนักศึกษา อุปกรณ์การสอนจึงมีความสำคัญมากต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา และความสามารถในการทำงานช่างอุตสาหกรรม จะเกิดขึ้นมากหรือน้อย ประการหนึ่งมาจากลักษณะของการทดลอง

ข) ใบเนื้อหา (Information Sheet) การเขียนใบเนื้อหาจะต้องคำนึงถึงวัตถุประสงค์เป็นหลัก โดยที่วัตถุประสงค์จะเป็นตัวบอกว่า ต้องการให้นักศึกษาเรียนรู้อะไร ใบเนื้อหาจะต้องครอบคลุมขอบเขตเนื้อหาอะไรบ้าง เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์นั้นๆ และต้องตรวจกลับไปกลับมา ระหว่างรายการวัตถุประสงค์และเนื้อหาวิชา เพื่อให้แน่ใจว่าได้เนื้อหาครอบคลุมทุกวัตถุประสงค์

ค) ใบประลอง (Job Sheet) เป็นการทำกิจกรรมของนักเรียนเพื่อให้ได้เนื้อหาความรู้ตามวัตถุประสงค์ โดยให้นักศึกษาร่วมกันคิดถกปัญหาในระหว่างการประลองหรือสำหรับวิเคราะห์หลังจากผ่านการประลองไปแล้วควรมีลักษณะดังนี้

- ข้อความแสดงจุดมุ่งหมายของการทดลองนั้น
- มีรูปแบบที่แน่นอน แสดงชื่อเรื่องรายละเอียดอื่นๆ
- มีรายการเครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์ที่ต้องใช้
- มีลำดับขั้นตอนการทำงานที่ต้องปฏิบัติตาม
- มีคำแนะนำเกี่ยวกับความปลอดภัยที่จำเป็นต้องระมัดระวัง
- มีคำถามบางอย่างที่กระตุ้นให้ใช้ความคิด
- มีรูปแบบและการทำงานหรือไดอะแกรมที่ใช้ประกอบการทดลอง
- มีหนังสืออ้างอิง และตำราอื่นๆ สำหรับตรวจสอบ และศึกษาต่อไป
- การพิมพ์ที่ไม่มีข้อผิดพลาด
- การสรุปท้ายการประลองเพื่อให้นักศึกษาได้หัดสรุปผลการประลอง

2.2.1.4 การทดลองใช้ ชุดประลองจะถูกนำไปใช้ในสถานศึกษา โดยผู้วิจัยเพื่อค้นหาข้อบกพร่องต่าง ๆ เช่น ความถูกต้อง ความเที่ยงตรง ความยาก ความซับซ้อน ความทนทาน และความสะดวก ในการลอกเลียนขึ้นมาใหม่

2.2.1.5 การปรับปรุง ข้อมูลและประสบการณ์ที่ได้จากการทดลองข้างต้น จะถูกนำมาใช้ในการปรับปรุงชุดประลองให้มีคุณภาพ เป็นที่ยอมรับได้

2.3 การศึกษาเนื้อหาวิชาปฏิบัติวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

ศึกษาตามหลักสูตรสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ได้แก่ การประลองเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง เช่น ไดโอด เอสซีอาร์ ทรานซิสเตอร์กำลัง มอสเฟสกำลัง จีทีโอและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์การทำงาน ของวงจรคอนเวอร์เตอร์ประเภทต่างๆ ทั้งในระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส การคอมมิ่วเตชั่น การควบคุมแรงดันไฟสลับ ดีซี-ชอปเปอร์ อินเวอทเตอร์แบบป้อนแรงดันและป้อนกระแส และไซโคลคอนเวอร์เตอร์ และผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากตำราและเอกสารทางวิชาการ ดังนี้

2.3.1 หนังสือ Power Electronics ของ M D Singh and K B Khanchandani ได้แบ่งเนื้อหาในส่วนของ Phase Controlled Rectifiers ไว้ดังนี้

2.3.1.1 Phase Angle Control

2.3.1.1 Single-phase Half-wave Controlled Rectifier

2.3.1.2 Single-phase Full-wave Controlled Rectifier

2.3.1.3 Single-phase Half-wave Controlled Bridge Rectifier

2.3.1.4 Three-phase Controlled Converters

2.3.1.5 Three-phase Fully-controlled Bridge Converters

2.3.1.6 Three-phase Half-controlled Bridge Converters

ในแต่ละหัวข้อจะกล่าวถึงการคำนวณและการออกแบบวงจร

2.3.2 หนังสือ Power Electronics (Hand Book) ของMuhammad H.Rashid ได้แบ่งเนื้อหาในส่วนของ Phase Controlled Rectifiers และ Diode Rectifiers ไว้ดังนี้

2.3.2.1 Single-phase Diode Rectifiers

2.3.2.2 Three-phase Diode Rectifiers

2.3.2.3 Single-phase Controlled Rectifiers

2.3.2.4 Three-phase Controlled Rectifiers

ในแต่ละหัวข้อนั้นจะกล่าวถึงหลักการทำงาน และวิธีการคำนวณหาค่าต่างๆในวงจร

2.3.3 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์กำลังของ ฝ่ายสื่อการเรียนการสอน สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา (หน้า 106-242) ได้แบ่งเนื้อหาในส่วนของวงจรAC to DC converter ไว้ดังนี้

2.3.3.1 วงจร Single phase half – wave rectifiers

2.3.3.2 วงจร Single phase full – wave center tap rectifiers

2.3.3.3 วงจร Single phase full – wave bridge rectifiers

2.3.3.4 วงจร Three phase half – wave rectifiers

2.3.3.5 วงจร Three phase full – wave rectifiers

2.3.3.6 วงจร Single phase half – wave controlled rectifiers

2.3.3.7 วงจร Single phase full – wave full - controlled center tap rectifiers

2.3.3.8 วงจร Single phase full – wave full - controlled bridge rectifiers

2.3.3.9 วงจร Single phase full – wave half - controlled bridge rectifiers

2.3.3.10 วงจร Three phase half– wave controlled rectifiers

2.3.3.11 วงจร Three phase full – wave full - controlled bridge rectifiers

2.3.3.12 วงจร Three phase full – wave half - controlled bridge rectifiers

ในแต่ละหัวข้อนั้นจะกล่าวถึงรูปแบบสูตรการคำนวณหาค่าต่างๆในวงจร

2.3.4 หนังสืออิเล็กทรอนิกส์กำลัง ของ รศ.ดร. วีระเชษฐ์ ชันเงิน กับ วุฒิพล ธาราธีรเศรษฐ์ (หน้า 183 -290)ได้แบ่งเนื้อหาในส่วนของวงจรเรียงกระแสไว้ดังนี้

2.3.4.1 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียว

ก) วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่น

ข) วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่น

2.3.4.2 วงจรเรียงกระแสสามเฟส

ก) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบไดโอด

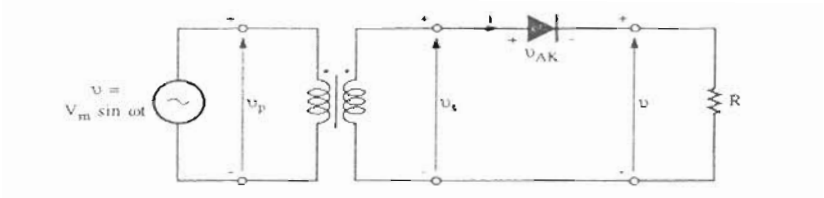
ข) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบควบคุมเฟส

ในส่วนนี้ได้กล่าวถึงการออกแบบวงจรและการคำนวณหาค่าต่างๆของวงจร

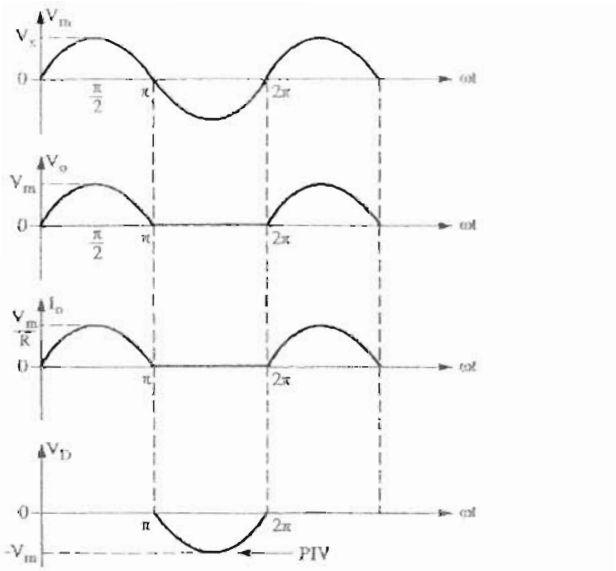
จากศึกษาเนื้อหาวิชาประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ตามหลักสูตรของวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธศักราช 2544 มีเนื้อหาเฉพาะส่วนของวงจรเรียงกระแสที่ใช้กับชุดประลองมีทั้งหมด 14 การประลอง

2.3.5 ทฤษฎีวงจรเรียงกระแส

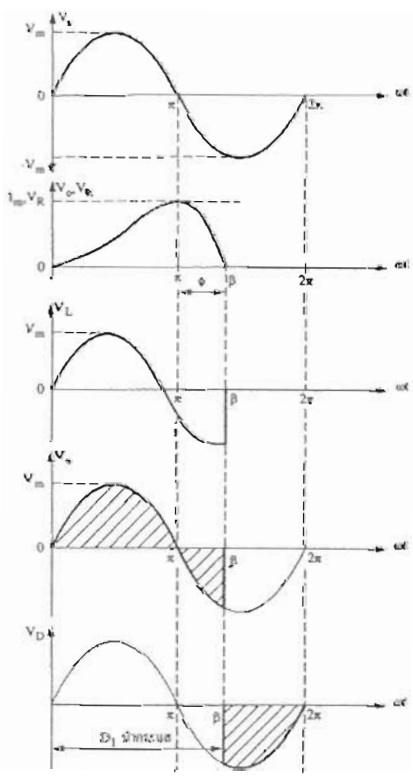
2.3.5.1 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่น วงจรดังกล่าวใช้ไดโอดเรียงกระแสเพียงตัวเดียวต่อวงจร ดังภาพที่ 2-1 โดยมีโหลดเป็นตัวต้านทาน ในการพิจารณาเพื่อวิเคราะห์ การทำงานของวงจร ควรพิจารณาโดยประมาณค่า นั่นคือ ไม่คิดแรงดันตกคร่อมไดโอดเมื่อได้รับไบแอสตรง และไม่คิดกระแสรั่วไหลผ่านรอยต่อของไดโอด เมื่อได้รับไบแอสกลับ สำหรับรูปคลื่นแรงดันคร่อมโหลด กระแสผ่านโหลดและแรงดันตกคร่อมไดโอด แสดงในภาพที่ 2-2 แต่เมื่อโหลดเป็นตัวต้านผสมตัวเหนี่ยวนำรูปคลื่นส่วนต่างๆของวงจรจะแสดงดังภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน



ภาพที่ 2-2 รูปคลื่นของแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน



ภาพที่ 2-3 รูปคลื่นของแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

สมการคำนวณค่าต่างๆที่สำคัญมีค่าดังต่อไปนี้
กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

$$V_{O(avg)} = \frac{V_m}{\pi} = 0.318V_m \quad (2\text{-}1)$$

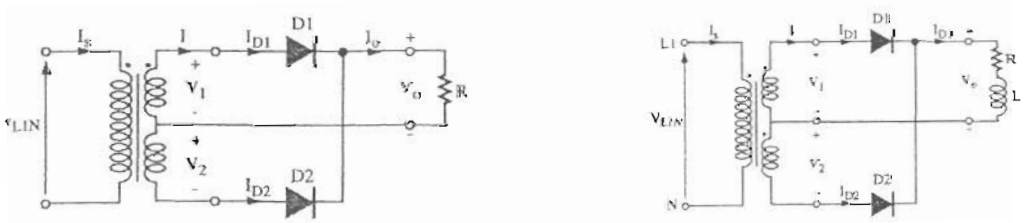
$$V_{O(avg)} = \frac{\sqrt{2}V}{\pi} = 0.45V_{rms} \quad (2\text{-}2)$$

$$V_{O(rms)} = \frac{V_m}{2} = 0.5V_m \quad (2\text{-}3)$$

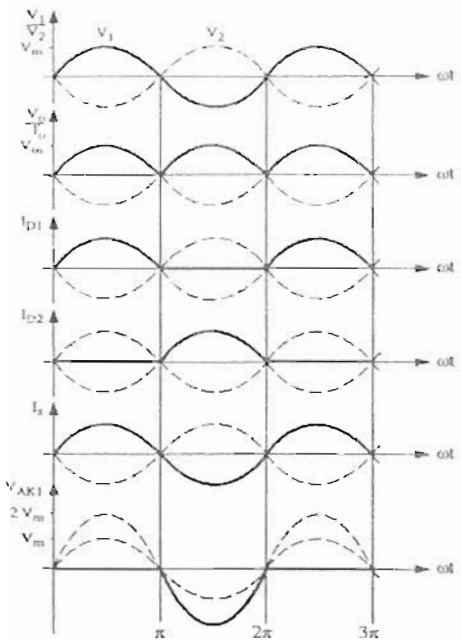
$$V_{O(rms)} = \frac{\sqrt{2}}{2}V_{rms} = 0.707V_{rms} \quad (2\text{-}4)$$

2.3.5.2 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่น มี 2 แบบ

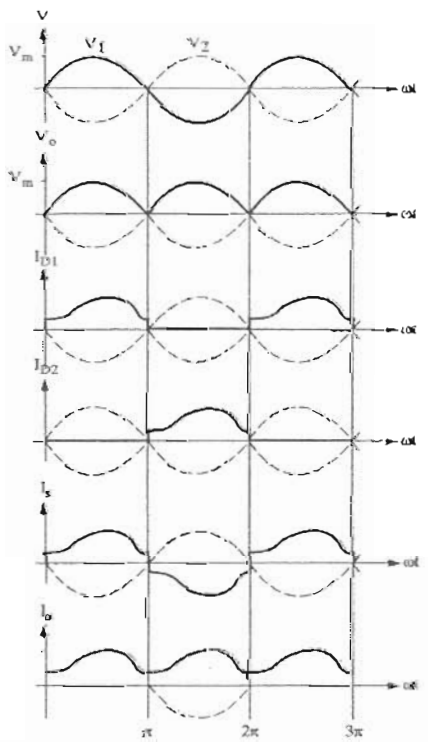
ก) วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงแทปกลางคือวงจรที่ใช้ไดโอด 2 ตัว ต่อด้านทุติยภูมิของหม้อแปลง โดยที่กระแสเฉลี่ยที่โหลดจะผ่านไดโอดตัวที่ 1 และตัวที่ 2 อย่างละครึ่งของค่ากระแสเฉลี่ยที่ผ่านโหลดทั้งหมดดังภาพที่ 2-4 ซึ่งพิจารณารูปคลื่นแรงดันและกระแสในวงจรเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานเพียงอย่างเดียว และรูปคลื่นแรงดันและกระแสในวงจรเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำแสดงในภาพที่ 2-5



ภาพที่ 2-4 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นที่ใช้หม้อแปลงแทปกลาง



ภาพที่ 2-5 รูปคลื่นแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน



ภาพที่ 2-6 รูปคลื่นแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

สมการการคำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยหาได้ดังนี้คือ

$$V_{O(avg)} = \frac{2}{2\pi}\int_{0}^{\pi} V_m \sin \omega t d\omega t \qquad (2\text{-}5)$$

$$V_{O(avg)} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636V_m \qquad (2\text{-}6)$$

หรือ

$$V_{O(avg)} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} V = 0.45V_{rms} \qquad (2\text{-}7)$$

สำหรับค่าสมการการคำนวณค่าแรงดันอาร์เอ็มเอสมีสมการดังนี้

$$V^2_{O(rms)} = \frac{2}{2\pi}\int_{0}^{\pi} V_m^2 \sin^2 \omega t dt \qquad (2\text{-}8)$$

$$V_{O(rms)} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707V_m \qquad (2\text{-}9)$$

$$V_{O(rms)} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} V_{O(rms)} = V_{rms} \qquad (2\text{-}10)$$

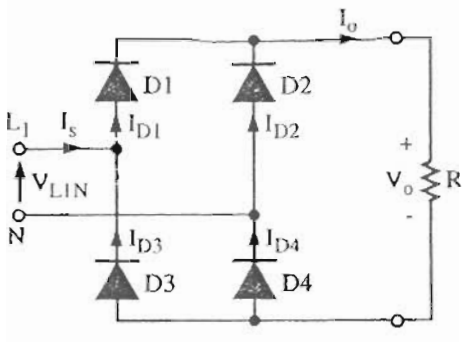
กระแสเฉลี่ยพิจารณาจากสมการดังนี้

$$I_{O(avg)} = \frac{V_m}{Z} \times I_N \qquad (2\text{-}11)$$

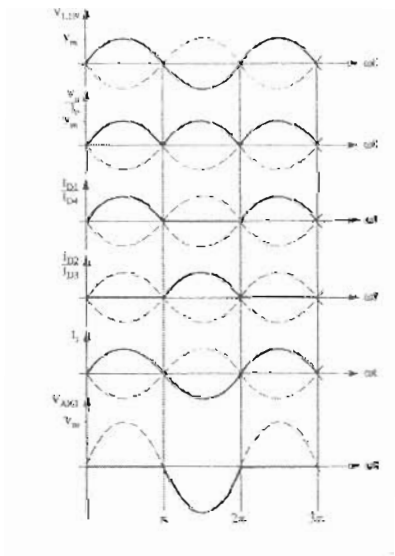
กระแสอาร์.เอ็ม.เอส พิจารณาจากสมการดังนี้

$$I_{O(rms)} = \frac{V_m}{Z} \times I_{RN} \qquad (2\text{-}12)$$

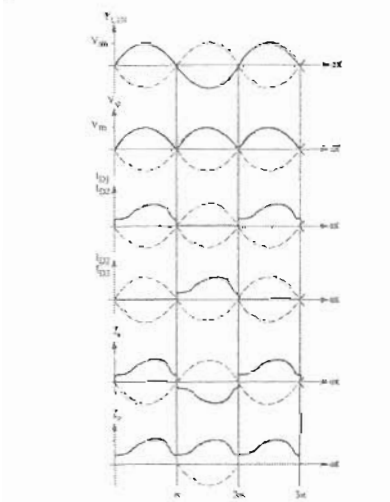
ข) วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ เมื่อต่อกับโหลดที่เป็นตัวต้านทานหรือมีตัวเหนี่ยวนำผสมอยู่ด้วยดังภาพที่ 2-7 จะมีรูปคลื่นของกระแสและแรงดันตกคร่อมโหลดดังภาพที่ 2-8 และภาพที่ 2-9 ลักษณะของวงจรบริดจ์จะใช้ไดโอดสี่ตัวต่อเพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันคงที่ การเรียงกระแสด้วยวงจรบริดจ์จะทำให้ไดโอดตัวที่ 1 และตัวที่ 4นำกระแสพร้อมกันในครึ่งวัฏจักรบวกของแหล่งจ่ายและไดโอดตัวที่ 2 และตัวที่ 3 ทำงานพร้อมกันในครึ่งวัฏจักรลบ โดยกระแสเฉลี่ยที่ผ่านไดโอดแต่ละตัวจะมีค่าเท่ากับครึ่งหนึ่งของกระแสเฉลี่ยผ่านโหลด



ภาพที่ 2-7 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์



ภาพที่ 2-8 รูปคลื่นแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน



ภาพที่ 2-9 รูปคลื่นแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

สมการสำหรับคำนวณค่าต่างๆ โหลดเป็นตัวต้านต้านและเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำมีดังนี้

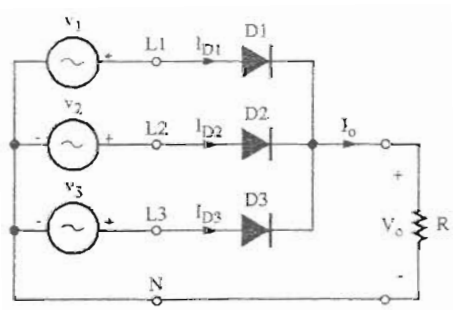
$$V_{O(avg)} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} V = 0.9V_{rms} \quad (2\text{-}13)$$

$$V_{O(rms)} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707V_m \quad (2\text{-}14)$$

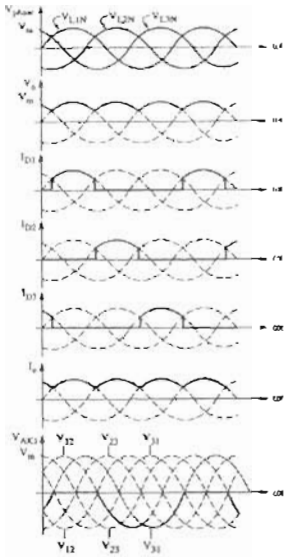
$$I_{O(avg)} = \frac{V_m}{Z} \times I_N \quad (2\text{-}15)$$

2.3.5.3 วงจรเรียงกระแสสามเฟส วงจรเรียงกระแสสามเฟสทำหน้าที่ แปลงผันพลังงานไฟสลับจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าสามเฟสให้เป็นไฟตรงที่เอาท์พุต โดยใช้ไดโอดเป็นตัวเรียงกระแสแบ่งออกเป็น 2 วงจร คือ วงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่น และวงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่น

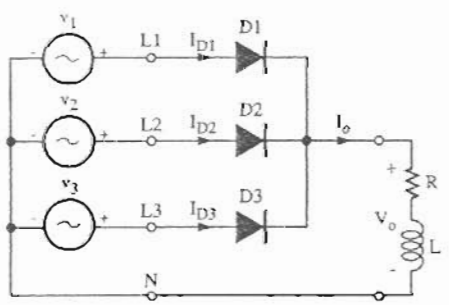
ก) วงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่น ใช้ไดโอดเรียงกระแส 3 ตัวต่อกับแหล่งจ่ายไฟสลับ 3 เฟส 4 สายและต่อกับโหลดดังภาพที่ 2-10 และรูปคลื่นแรงดันคร่อมโหลดทั้งกรณีที่โหลดเป็นตัวต้านทาน และเป็นตัวต้านทานผสมตัวเหนี่ยวนำมีรูปคลื่นเหมือนกัน แต่รูปคลื่นกระแสผ่านโหลดและกระแสผ่านไดโอดแต่ละตัวแตกต่างกันดังภาพที่ 2-11 และ ภาพที่ 2-12

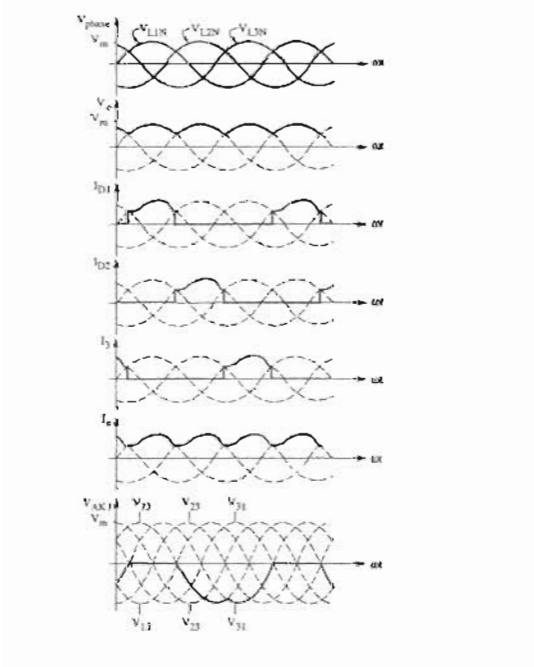


ภาพที่ 2-10 วงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่น



ภาพที่ 2-11 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่จุดต่างๆของวงจร





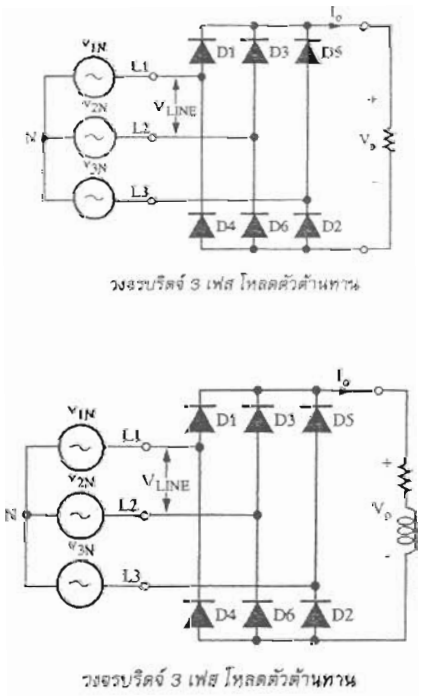
ภาพที่ 2-12 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่จุดต่างๆของวงจร

สมการสำหรับคำนวณค่าต่างๆมีดังต่อไปนี้เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและโหลดเป็นตัวต้านทานผสมตัวเหนี่ยวนำ

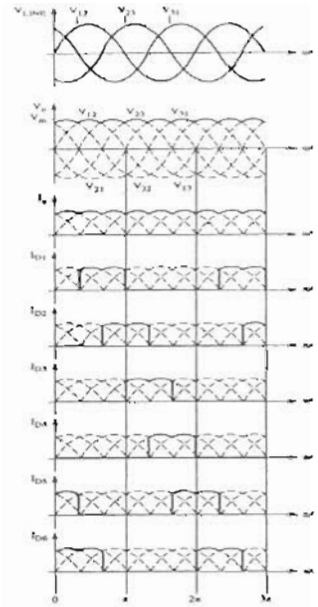
$$V_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi} = 0.827V_m \qquad (2\text{-}16)$$

$$V^2_{O(rms)} = 0.707V^2_m \qquad (2\text{-}17)$$

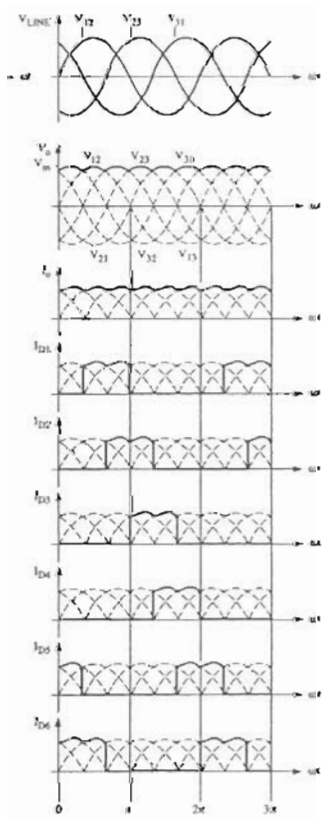
ข) วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่น ใช้ไดโอดเรียงกระแส 6 ตัววงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่น ใช้ไดโอดเรียงกระแส 3 ตัวต่อกับแหล่งจ่ายไฟสลับ 3 เฟส 4 สายและต่อกับโหลดดังภาพที่ 2-13 และรูปคลื่นแรงดันคร่อมโหลดจำนวน 6 พัลส์ใน 1วัฏจักรไฟสลับ ดังนั้นแรงดันพลิ้วจะต่ำลงมากเมื่อเทียบกับวงจรแบบครึ่งคลื่น มีรูปคลื่นแรงดันและกระแสส่วนต่างๆของวงจรเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานแสดงในภาพที่ 2- 14 และเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานผสมกับตัวเหนี่ยวนำดังภาพที่ 2-15



ภาพที่ 2-13 วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่น

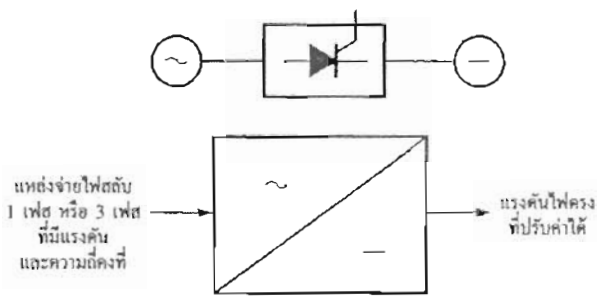


ภาพที่ 2-14 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่จุดต่างๆของวงจรเมื่อ โหลดเป็นตัวต้านทาน



ภาพที่ 2-15 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่จุดต่างๆของวงจร โหลดเป็นตัวต้านทานละตัวเหนี่ยวนำ

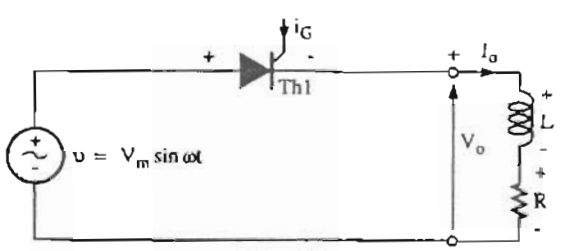
2.3.5.3 วงจรเรียงกระแสที่สามารถควบคุมได้แบบเฟสเดียว
วงจรเรียงกระแสที่สามารถควบคุมได้มักนิยมใช้ไทรริสเตอร์ เช่น เอส ซี อาร์มาเป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์กำลังแทนไดโอด ทำให้กำหนดมุมจุดชนวนเกตของไทริสเตอร์ได้ การควบคุมมุมจุดชนวนเกตของไทริสเตอร์นั้น จะเป็นผลให้เกิดการควบคุมกระแสที่ไหลผ่านโหลดได้นั้นคือสามารถควบคุมแรงดันที่โหลดได้



ภาพที่ 2-16 แผนภาพกรอบแสดงการแปลงผันไฟสลับเป็นไฟตรงชนิดควบคุมแรงดันได้

วงจรเรียงกระแสที่ควบคุมได้แต่ละวงจรมีลักษณะการต่อวงจรที่ต่างกันรวมทั้งวิธีการควบคุมคุมของไทริสเตอร์ก็แตกต่างกันด้วยโดยสามารถแยกวงจรออกได้ดังนี้

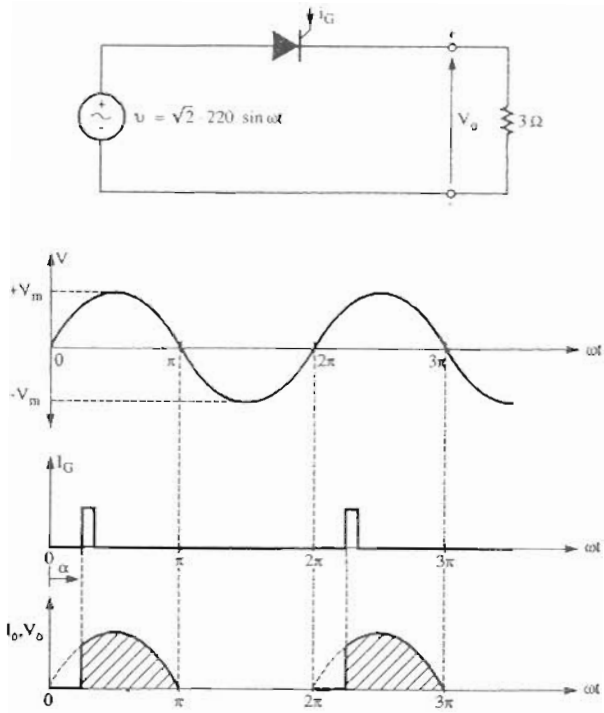
ก) วงจร Single-phase half-wave controlled rectifier อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังที่ใช้ในการควบคุมการแปลงผันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่โหลด ซึ่งสามารถปรับค่าแรงดันไฟตรงที่โหลดได้ ต้องใช้ไทริสเตอร์ เช่น เอส ซี อาร์แทนไดโอดในวงจรเฟสเดียวครึ่งคลื่นแสดงดังภาพที่ 2-17



ภาพที่ 2-17 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นที่ควบคุมแรงดันได้

การคุมไทริสเตอร์ในวงจรจะต้องควบคุมโดยการป้อนพัลส์จุดชนวนของไทริสเตอร์โดยวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์จุดชนวน ซึ่งสามารถควบคุมมุมจุดชนวนของเกตไทริสเตอร์ได้ระหว่างมุม 0° ถึง 180°ในการศึกษาคุณลักษณะของวงจรเรียงกระแสที่ควบคุมได้นี้กระแสและแรงดันที่เกิดขึ้นนี้จะขึ้นอยู่กับลักษณะของโหลด ว่าเป็นโหลดชนิดใด เช่นโหลดเป็นตัวต้านทาน ตัวเหนี่ยวนำ หรือตัวต้านทานและ

ตัวเหนี่ยวนำ ตัวอย่างกรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน ลักษณะของลูกคลื่นกระแสและแรงดันส่วนต่างๆ ของวงจรแสดงดังภาพที่ 2-18 โดยกำหนดมุมจุดชนวนเกตไทริสเตอร์ คือมุมแอลฟา



ภาพที่ 2-18 วงจรและรูปคลื่นกระแสและแรงดันที่โหลดเมื่อมุมจุดชนวนคือ แอลฟา(α)

เนื่องจากรูปคลื่นของแรงดันและกระแสร่วมเฟสกัน เพราะโหลดเป็นตัวต้านทานการคำนวณได้จากการหาค่าเฉลี่ยของพื้นที่ใต้รูปคลื่นไซน์ตามลิมิตของมุมจุดชนวน จนถึงมุมหยุดนำกระแส ดังสมการ

$$V_{O(avg)} = \frac{V_m}{2\pi}\left[1 + \cos\alpha\right] \tag{2-18}$$

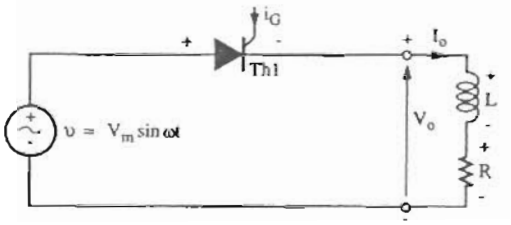
$$V_{O(avg)} = \frac{V_m}{2\sqrt{\pi}}\sqrt{\left(\pi - \alpha + \frac{\sin 2\alpha}{2}\right)} \tag{2-19}$$

และ

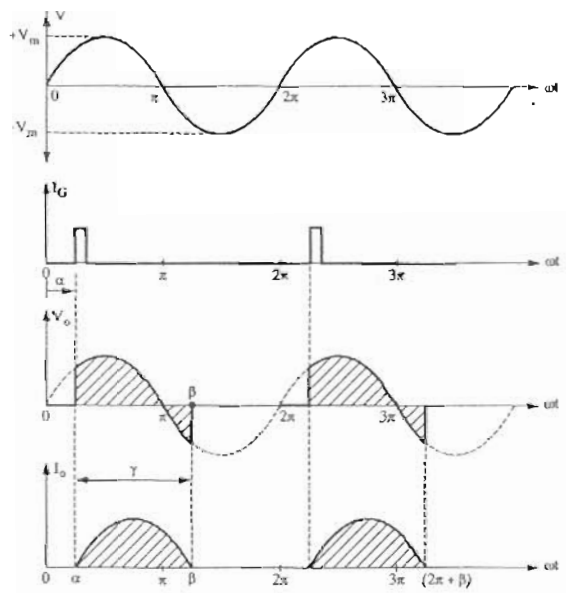
$$I_{O(avg)} = \frac{V_{O(avg)}}{R} \tag{2-20}$$

$$I_{O(rms)} = \frac{V_{O(rms)}}{R} \tag{2-21}$$

กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำลักษณะของวงจรแสดงในภาพที่ 2-19 ส่วนรูปคลื่นกระแสและแรงดันส่วนต่างๆของวงจรแสดงดังภาพที่ 2-20



ภาพที่ 2-19 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่น เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ



ภาพที่ 2-20 รูปคลื่นกระแสและแรงดันส่วนต่างๆของวงจร

กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ จะพบว่ามุมเริ่มนำกระแสของไทริสเตอร์เท่ากับมุมจุดชนวน เหมือนกรณีโหลดตัวต้านทานแต่มุมหยุดนำกระแสไม่เท่ากับมุม π เนื่องจากกระแสจะล้าหลังแรงดัน มุมหยุดนำกระแสจะเลยมุม π มาที่มุม β โดยกำหนดให้จำนวนมุมที่ไทริสเตอร์นำกระแสทั้งหมดคือมุม γ ความสัมพันธ์ระหว่างมุม α, β และ γ ดังสมการ

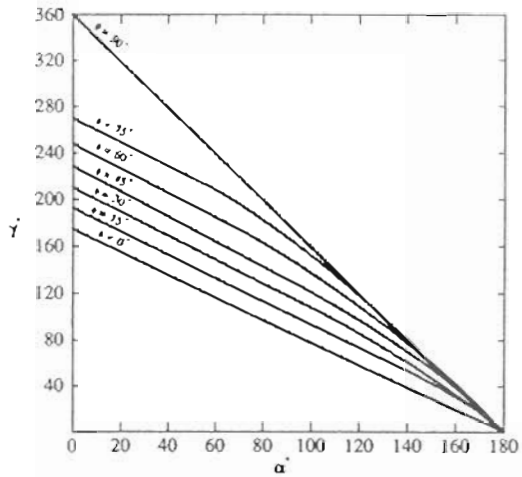
$$\beta = \gamma + \alpha \tag{2-22}$$

และค่าของ

$$Z = \sqrt{R^2 + \omega L^2} \tag{2-23}$$

$$\phi = \tan^{-1}\frac{\omega L}{R} \qquad (2\text{-}24)$$

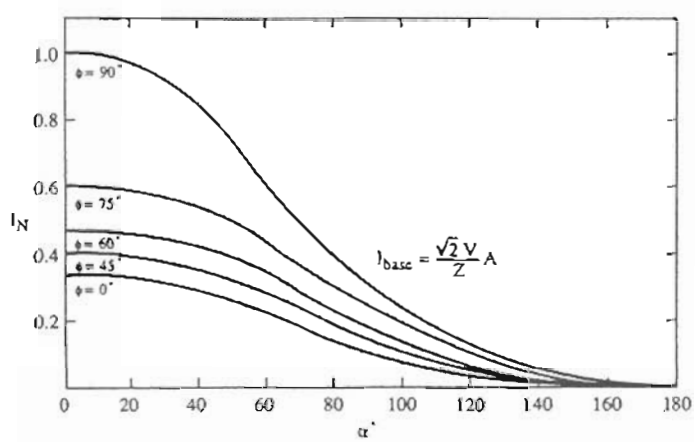
เมื่อนำความสัมพันธ์ของมุม γ° และ α° มาพล็อตกราฟเมื่อค่ามุมต่างเฟสเปลี่ยนไปจาก $\phi = 0^\circ$ จนถึง $\phi = 90^\circ$ จะได้กราฟความสัมพันธ์ดังภาพที่ 2-21



ภาพที่ 2-21 กราฟความสัมพันธ์ของ γ° และ α° เมื่อมุมต่างเฟส ϕ เปลี่ยนไป

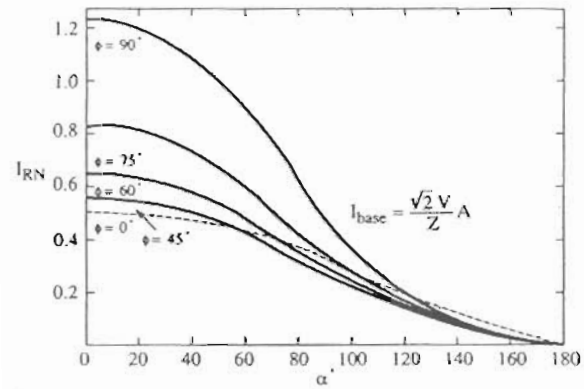
จากกราฟรูปที่ 2-21 เมื่อเราทราบค่ามุม จากอัตราส่วนของ Z เราสามารถรู้ค่าของแล γ° และ α° ใน ทำนองเดียวกันเราจะรู้ค่ามุมหยุดนำกระแสของไทริสเตอร์(β°)ได้เช่นกันเพราะ $\beta^\circ = \gamma^\circ + \alpha^\circ$

กรณีที่เป็นวงจรเรียงกระแสแบบควบคุมได้เฟสเดียวครึ่งคลื่น โดยที่โหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำเมื่อจะคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ผ่านโหลด($I_{o(avg)}$) โดยการแปรเป็นสมการ I_N โดยค่าของ I_N จะแปรไปตามค่าของ ϕ° และค่าของมุมจุดชนวนเกต α° เมื่อนำค่าของมุม ϕ ตั้งแต่ 0° จนถึง 90° มาแทนค่าจะได้ความสัมพันธ์ระหว่างค่า I_N และมุม α° ดังแสดงในกราฟที่ 2-22



ภาพที่ 2-22 กราฟความสัมพันธ์ $I_N = f(\alpha^\circ)$ เมื่อ $\phi = 0^\circ$ ถึง 90°

ในทำนองเดียวกันค่าของ $I_{O(rms)}$ ก็แปรเป็นสมการ I_{RN} โดยเมื่อนำค่าของ ϕ° ตั้งแต่0 $^\circ$ ถึง 90° และค่าของมุมจุดชนวน α° ตั้งแต่ 0 $^\circ$ ถึง 180° แทนค่าลงไปจะได้ค่า I_{RN} ตามกราฟภาพที่ 2-24



ภาพที่ 2-23 กราฟความสัมพันธ์ $I_{RN} = f(\alpha^\circ)$ เมื่อ $\phi = 0^\circ$ ถึง 90°

$$I_{O(avg)} = \frac{V_m}{Z} . I_N \tag{2-25}$$

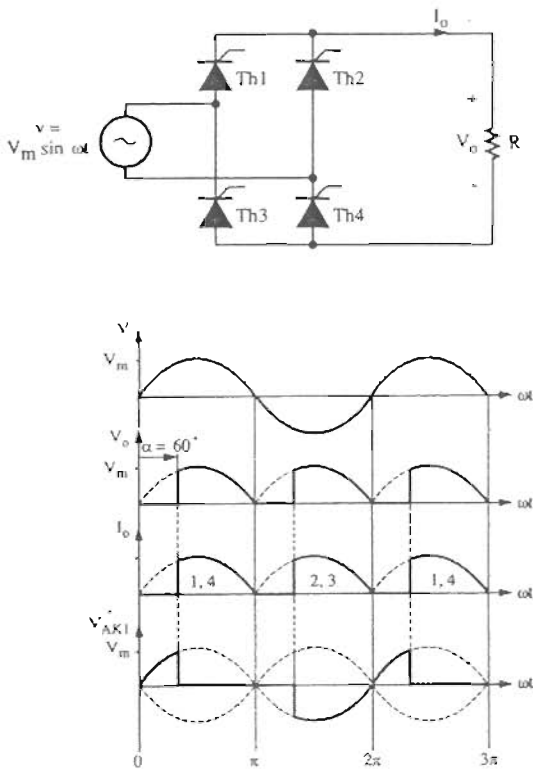
$$I_{O(rms)} = \frac{V_m}{Z} . I_{RN} \tag{2-26}$$

การคำนวณค่าแรงดันตกคร่อมโหลด เมื่อพิจารณาจากรูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลดตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

$$V_{O(avg)} = \frac{V_m}{2\pi}\left[\cos\alpha + \cos\beta\right] \tag{2-27}$$

$$V_{O(avg)} = \frac{V_m}{2\sqrt{\pi}}\sqrt{\beta - \alpha + \frac{1}{2}\left(\sin 2\alpha - \sin 2\beta\right)} \tag{2-28}$$

2. วงจร Single-phase full-wave controlled rectifier วงจรควบคุมเต็มบริดจ์ จะใช้ไทริสเตอร์ 4 ตัว โดยไม่ใช้หม้อแปลงแทปกลาง มีข้อดี คือสามารถจ่ายกำลังไฟฟ้าจำนวนมากๆให้กับโหลดได้เพราะไม่มีหม้อแปลงทำให้ลดค่าใช้จ่ายในส่วนของหม้อแปลงออกไป แต่ก็มีข้อเสียของวงจร คือการใช้ไดโอด ถึง 4 ตัว ทำให้การออกแบบวงจรควบคุมการชุดชนวน ซับซ้อนกว่าวงจรที่ใช้หม้อแปลงแบบมีแทปกลางเพราะต้องจุดชนวนเกตของไทริสเตอร์จำนวน 2 ตัวให้ทำงานพร้อมกัน ตัวอย่างวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ซึ่งมีโหลดเป็นตัวต้านทานแสดงในภาพที่ 2-24 พร้อมทั้งแสดงรูปคลื่นกระแสและแรงดัน



ภาพที่ 2-24 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์พร้อมรูปคลื่นสัญญาณ ซึ่งมีโหลดเป็นตัวต้านทาน

สมการคำนวณค่าแรงดันตกคร่อมโหลด คือแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยและแรงดันอาร์.เอ็ม.เอส หาได้จากสมการ ข้างล่าง การควบคุมมุมจุดชนวนจะควบคุมได้ตั้งแต่ $0° < \alpha < 180°$

$$V_{O(avg)} = \frac{V_m}{\pi}[1 + \cos\alpha] \tag{2-29}$$

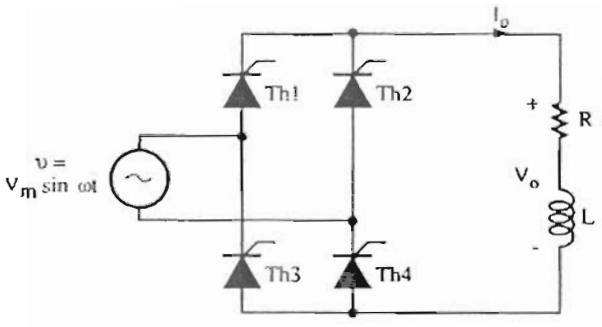
$$V_{O(rms)} = \frac{V_m}{\sqrt{2\pi}}\left(\pi - \alpha + \frac{1}{2}\sin 2\alpha\right) \tag{2-30}$$

สมการคำนวณค่ากระแสไฟฟ้าเฉลี่ย และกระแสอาร์.เอ็ม.เอส หาได้จากสมการ

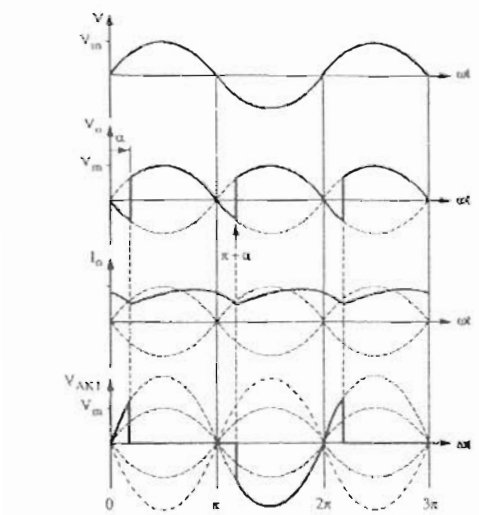
$$I_{O(avg)} = \frac{V_m}{\pi R}[1 + \cos\alpha\ ] \tag{2-31}$$

$$I_{O(rms)} = \frac{V_m}{\sqrt{2\pi R}}\left(\pi - \alpha + \frac{1}{2}\sin 2\alpha\right) \tag{2-32}$$

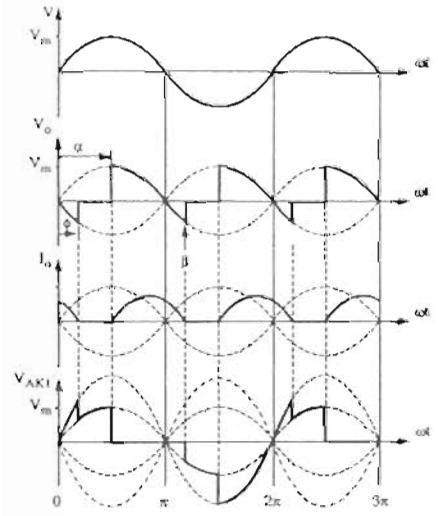
ตัวอย่างเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ การควบคุมวงจรนี้เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำจะควบคุมได้ 2 กรณี คือกรณีที่กระแสไหลต่อเนื่องเมื่อจุดชนวนมุม α น้อยกว่ามุมเฟสของโหลด($\alpha < \phi$) และกรณีที่กระแสไหลไม่ต่อเนื่องเมื่อมุมจุดชนวน α มากกว่ามุมเฟสของโหลด($\alpha > \phi$) ดังภาพที่ 2-25



(a) วงจรเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ



(b) เมื่อมุม ($\alpha < \phi$) (กระแสไหลอย่างต่อเนื่อง)



(c) เมื่อมุม ($\alpha > \phi$) (กระแสไหลอย่างไม่ต่อเนื่อง)

ภาพที่ 2-25 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ที่ควบคุมได้เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

การคำนวณค่าแรงดันตกคร่อมโหลดกรณีที่ 1 เมื่อมุม($\alpha < \phi$) กระแสไหลต่อเนื่อง สมการแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยและแรงดันไฟฟ้าใช้งานมีสมการดังนี้

$$V_{O(avg)} = \frac{2V_m}{\pi}(\cos\alpha) \qquad (2\text{-}33)$$

$$V_{O(rms)} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} \qquad (2\text{-}34)$$

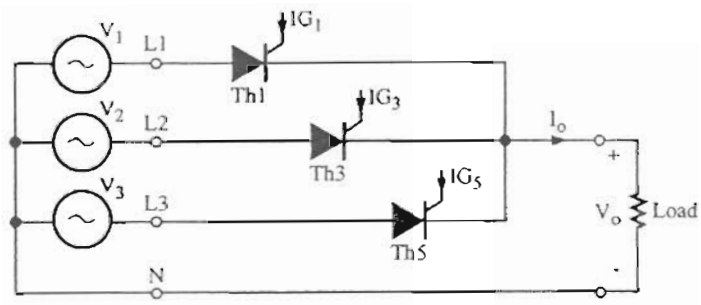
กรณีที่ 2 เมื่อมุม($\alpha > \phi$)กระแสไหลไม่ต่อเนื่อง สมการแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยและแรงดันไฟฟ้าใช้งานมีสมการดังนี้

$$V_{O(avg)} = \frac{V_m}{\pi}[\cos\alpha - \cos\beta] \qquad (2\text{-}35)$$

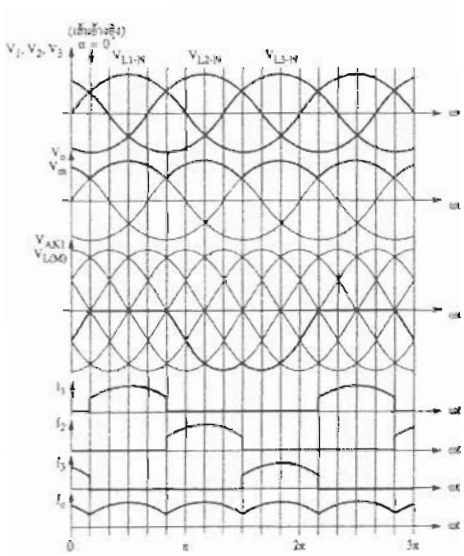
$$V_{O(avg)} = \frac{V_m}{2\sqrt{\pi}}\sqrt{\beta - \alpha - \frac{1}{2}(\sin 2\beta - \sin 2\alpha)} \qquad (2\text{-}36)$$

การคำนวณกระแสที่ไหลผ่านโหลด ใช้วิธีเดียวกับกับการใช้กราฟในการหาค่ากระแส I_N และI_{RN} จากนั้นนำไปคูณกับตัวคูณ 2 และ $\sqrt{2}$ จึงจะนำไปใช้แทนค่า

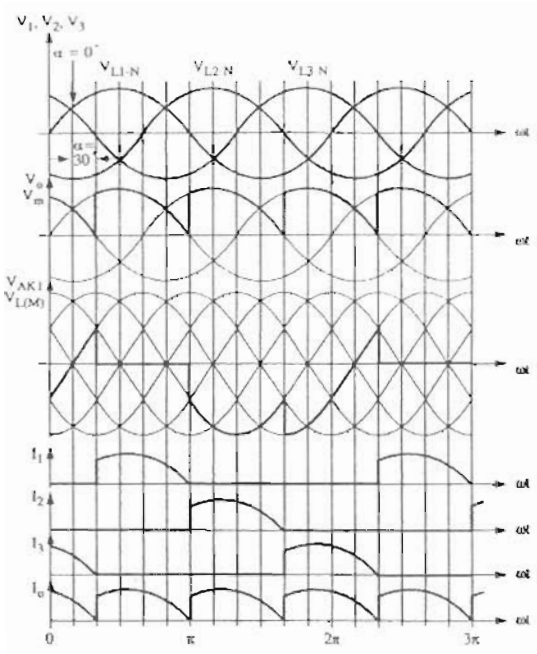
3. วงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นควบคุมได้ วงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นควบคุมได้ประกอบด้วยไทริสเตอร์ 3 ตัว ต่อด้านไฟสลับเฟสละ 1 ตัวและต่อขาแคโทดร่วมกัน กระแสผ่านไทริสเตอร์ทั้ง 3 ตัวนั้นรวมกันเข้าสู่โหลด และขั้วลบแรงดันคร่อมโหลดต่อกับขั้วนิวทรัลของแหล่งจ่ายไฟสลับ 3 เฟสดังภาพที่ 2-26 ในกรณีที่โหลดเป็นตัวต้านทาน เมื่อวงจรแรงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นควบคุมได้มีโหลดเป็นตัวทานด้านวงจรการทำงานมี 2 ลักษณะคือ เมื่อ $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ กระแสโหลดจะไหลไม่ต่อเนื่องและเมื่อ $30^\circ < \alpha < 150^\circ$ กระแสโหลดจะไหลไม่ต่อเนื่อง รูปคลื่นแรงดันคร่อมโหลด กระแสโหลดและกระแสผ่านไทริสเตอร์แต่ละตัวเมื่อ $\alpha = 0^\circ, 30^\circ$ (กระแสโหลดไหลต่อเนื่อง) แสดงดังภาพที่ 2-27 และเมื่อ $\alpha = 60^\circ$ 90°(กระแสโหลดไหลไม่ต่อเนื่อง) แสดงดังภาพที่ 2-28



ภาพที่ 2-26 วงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นแบบควบคุมได้



ภาพที่ 2-27 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่ไหลผ่านโหลดตัวทานด้าน ที่ $\alpha = 0^\circ$



ภาพที่ 2-28 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่ไหลผ่านโหลดตัวทานด้าน ที่ $\alpha = 30^\circ$

สมการคำนวณค่าแรงดันคร่อมโหลดตัวด้านทาน

กรณีกระแสโหลดไหลอย่างต่อเนื่อง เมื่อ $0^\circ < \alpha < 30^\circ$ จะได้ดังนี้

$$V_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi}(\cos\alpha) \tag{2-37}$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{3}V_m\sqrt{\left[\frac{1}{6} + \frac{\sqrt{3}}{8\pi}\cos\ 2\alpha\right]} \tag{2-38}$$

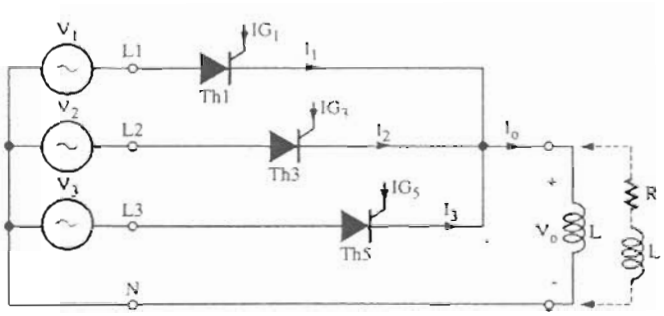
กรณีกระแสโหลดไหลไม่ต่อเนื่อง เมื่อ $30^\circ < \alpha < 150^\circ$ จะได้สมการดังนี้

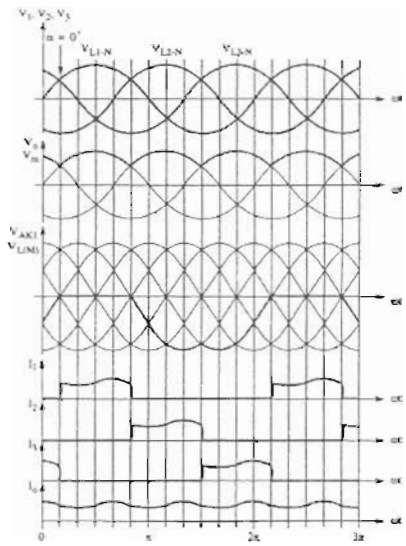
$$V_{O(avg)} = \frac{3V_m}{2\pi}\left[1 + \cos(\frac{\pi}{6} + \alpha)\right] \tag{2-39}$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{3}V_m\sqrt{\left[\frac{5}{24} - \frac{\alpha}{4\pi} + \frac{1}{8\pi}\sin(\frac{\pi}{3} + 2\alpha)\right]} \tag{2-40}$$

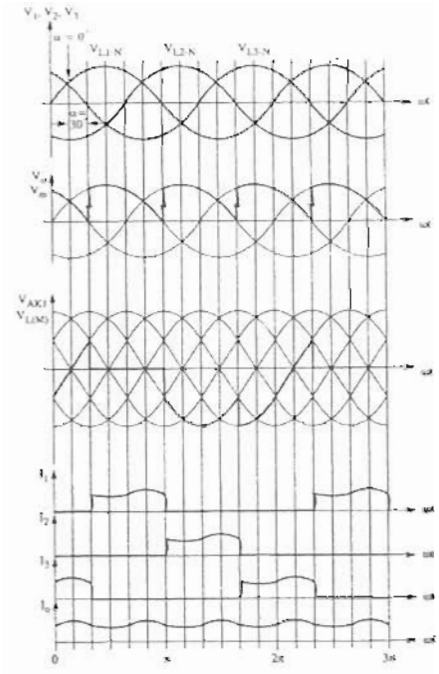
กรณีโหลดเป็นตัวด้านทานและตัวเหนี่ยวนำ เมื่อวงจรเรียงกระแสสามเฟส ครึ่งคลื่นควบคุมได้มีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำซึ่งกำหนดให้ $R << \omega L$ หรือในกรณีที่ $\phi \sim 90^\circ$ กรณีดังกล่าวนี้วงจรจะ

ทำงานได้ 2 ลักษณะคือ เมื่อ $0° < \alpha < 90°$ กระแสโหลดจะไหลอย่างต่อเนื่อง และเมื่อ $90° < \alpha < 150°$ กระแสโหลดจะไม่ไหลอย่างต่อเนื่อง รูปคลื่นแรงดันคร่อมโหลดกระแสโหลด และกระแสที่ผ่านไทริสเตอร์แต่ละตัวเมื่อ $\alpha = 30°$ (กระแสไหลอย่างต่อเนื่อง)แสดงในภาพที่ 2-29 และรูปคลื่นแรงดันคร่อมโหลดและกระแสส่วนต่างๆของวงจรเมื่อ $\alpha = 90°$ (กระแสโหลดไหลไม่ต่อเนื่อง) แสดงในภาพที่ 2-30





ภาพที่ 2-29 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่ไหลผ่านโหลดตัวทานด้านและตัวเหนี่ยวนำ ที่ $\alpha = 30°$



ภาพที่ 2-30 รูปคลื่นแรงดันและกระแสที่ไหลผ่านโหลดตัวทานต้านและตัวเหนี่ยวนำ ที่ $\alpha = 90^{\circ}$

สมการคำนวณค่าแรงดันคร่อมโหลดตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ เมื่อค่าของ R<<ωL มีดังนี้

กรณีกระแสโหลดไหลอย่างต่อเนื่อง เมื่อ $0^{\circ} < \alpha < 90^{\circ}$

$$V_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi}(\cos\alpha) \tag{2-41}$$

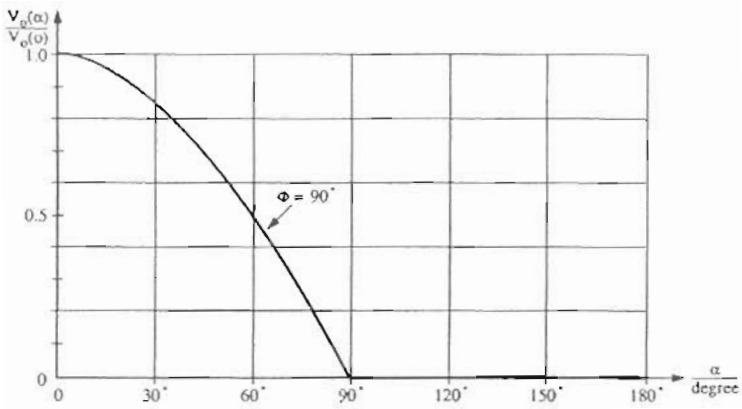
$$V_{O(rms)} = \sqrt{3}V_m\sqrt{\left[\frac{1}{6} + \frac{\sqrt{3}}{8\pi}\cos\ 2\alpha\right]} \tag{2-42}$$

กรณีกระแสโหลดไหลไม่ต่อเนื่อง เมื่อ $90^{\circ} < \alpha < 150^{\circ}$

$$V_{O(avg)} = 0 \tag{2-43}$$

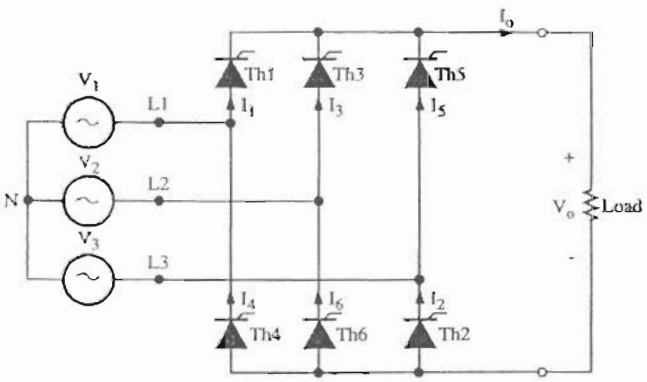
$$V_{O(rms)} = \sqrt{3}V_m\sqrt{\left[\pi - \frac{2\alpha}{4\pi} - \frac{1}{8\pi}(-\sqrt{3}.\cos\ 2\alpha - \sin\ 2\alpha\right]} \tag{2-44}$$

กราฟคุณลักษณะการควบคุมซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันเฉลี่ยคร่อมโหลดกับมุมจุดชนวนเกตของวงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นควบคุมได้ เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานจควบคุมได้ต่อเนื่องระหว่าง $0^{\circ} < \alpha < 150^{\circ}$ และเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ($R << \omega L$)จะควบคุมได้ต่อเนื่องระหว่าง $0^{\circ} < \alpha < 90^{\circ}$ ดังภาพที่ 2-31



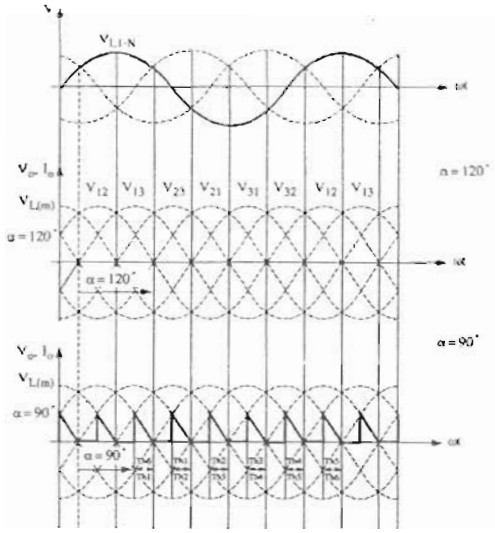
ภาพที่ 2-31 กราฟคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นควบคุมได้ โหลดเป็นตัวต้านทาน และตัวต้านทานผสมตัวเหนี่ยวนำ

วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นควบคุมได้เต็มบริดจ์ วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นควบคุมได้เต็มบริดจ์ ใช้ไทริสเตอร์ควบคุมจำนวน 6 ตัวโดยที่ไทริสเตอร์จะทำงานพร้อมกันช่วงละ 2 ตัว ตามลำดับการป้อนสัญญาณจุดชนวนเกตไทริสเตอร์ทั้ง 6 ตัวตามลำดับ ลักษณะวงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นควบคุมได้เต็มบริดจ์ แสดงดังภาพที่ 2-32



ภาพที่ 2-32 วงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นควบคุมได้เต็มบริดจ์

เมื่อพิจารณากรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน วงจรจะทำงานได้ 2 ลักษณะคือ $0° < \alpha < 60°$ กระแสโหลดจะไหลอย่างต่อเนื่อง และเมื่อ $60° < \alpha < 120°$ กระแสโหลดจะไหลไม่ต่อเนื่อง ซึ่งเป็นการทำงานในโมดเรียงกระแสทั้งลักษณะรูปคลื่นแรงดันคร่อมโหลดและกระแสโหลดที่มุม $\alpha = 0°$ $60°$ $90°$ และ $120°$ แสดงดังภาพที่ 2-33



ภาพที่ 2-33 รูปคลื่นแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและ $\alpha = 0^\circ$ 60° 90° และ 120°

สมการแรงดันตกคร่อมโหลดของวงจรเรียงกระแส สามเฟสเต็มคลื่นควบคุมได้เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน กรณีกระแสไหลต่อเนื่อง $0^\circ < \alpha < 60^\circ$

$$V_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{2}V_{12}}{\pi}(\cos\alpha) \tag{2-45}$$

$$= \frac{3\sqrt{2}V_m}{\pi}(\cos\alpha)$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{3}V_m\sqrt{\left[\frac{1}{2} + \frac{3\sqrt{3}}{4\pi}\cos\ 2\alpha\right]} \tag{2-46}$$

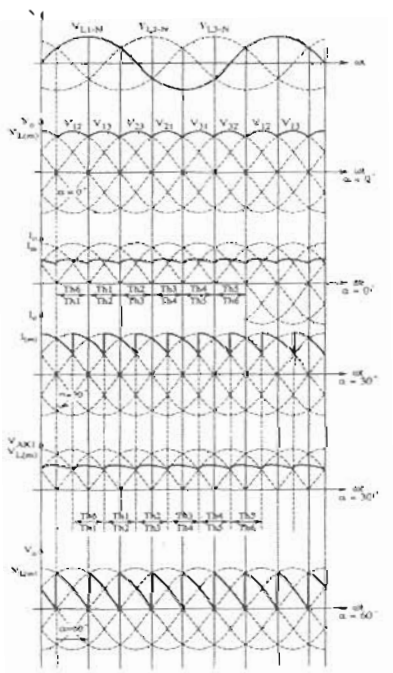
กรณีกระแสโหลดไหลไม่ต่อเนื่อง $60^\circ < \alpha < 120^\circ$

$$V_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{2}V_{12}}{\pi}[1 + \cos(\frac{\pi}{3} + \alpha)] \tag{2-47}$$

$$= \frac{3\sqrt{2}V_m}{\pi}[1 + \cos(\frac{\pi}{3} + \alpha)]$$

$$V_{O(rms)} = \frac{3V_m}{\sqrt{2\pi}}\sqrt{\frac{2\pi}{3} - \alpha + \frac{1}{4}\left[\sqrt{3}\cos 2\alpha + \sin 2\alpha\right]} \qquad (2\text{-}48)$$

กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งกำหนดให้ R<<ωL กรณีดังกล่าวนี้วงจรจะทำงานได้ 2 ลักษณะคือเมื่อ $0° < \alpha < 90°$ กระแสโหลดไหลต่อเนื่อง และเมื่อ $90° < \alpha < 120°$ จะเป็นสภาวะที่กระแสโหลดไหลไม่ต่อเนื่อง และแรงดันเฉลี่ยคร่อมโหลดมีค่าเป็นศูนย์ไม่สามารถนำไปใช้งานได้ รูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลดและกระแสโหลดที่มุม $\alpha = 0°$ $60°$ $90°$ แสดงในภาพที่ 2-34



ภาพที่ 2-34 รูปคลื่นแรงดันและกระแส เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำที่ $\alpha = 0°$ $60°$ และ $90°$

สมการแรงดันตกคร่อมโหลดของวงจรเรียงกระแส สามเฟสเต็มคลื่นควบคุมได้เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ มีดังนี้

กรณีกระแสโหลดไหลต่อเนื่อง $0° < \alpha < 90°$

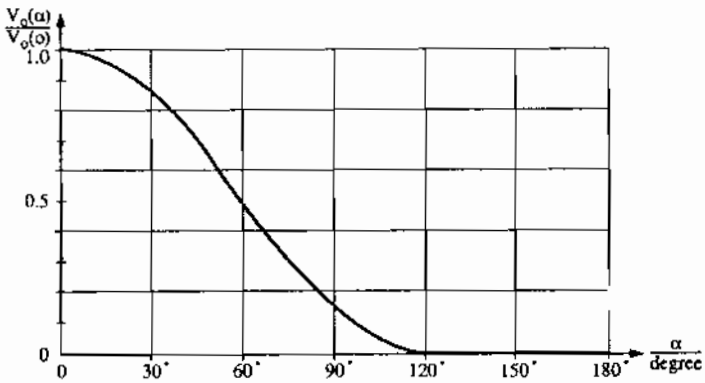
$$V_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi}(\cos\alpha) \qquad (2\text{-}49)$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{3}.V_m\sqrt{\left[\frac{1}{2} + \frac{3\sqrt{3}}{4\pi}\cos 2\alpha\right]} \qquad (2\text{-}50)$$

กรณีกระแสโหลดไหลไม่ต่อเนื่อง $60^\circ < \alpha < 120^\circ$

$$V_{O(avg)} = 0 \tag{2-51}$$

เมื่อพิจารณากราฟคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นควบคุมได้โหลดเป็นตัวต้านทานอย่างเดียวและโหลดเป็นตัวต้านทานผสมตัวเหนี่ยวนำที่มุม $\alpha = 0^\circ$ ถึง 120° ในย่านการควบคุมจะพบว่ากราฟแสดงในภาพที่ 2-35 เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน จะควบคุมแรงดันคร่อมโหลดได้ระหว่าง $\alpha = 0^\circ$ ถึง 120° และเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานผสมตัวเหนี่ยวนำ จะควบคุมแรงดันคร่อมโหลดได้ระหว่าง $\alpha = 0^\circ$ ถึง 90° เท่านั้น



ภาพที่ 2-35 กราฟคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นควบคุมได้เต็มบริดจ์เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน และตัวต้านทานผสมตัวเหนี่ยวนำ

2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลอง

ชุดประลองซึ่งนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อช่วยเพิ่ม ทักษะและประสิทธิภาพของผู้เรียนให้สูงขึ้น โดยผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลอง เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์ 1 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

นภัทร (2534:37-50) ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวงจรพัลซ์และสวิทชิ่งโดยนำชุดประลองมาใช้กับนักศึกษาแผนกไฟฟ้า วิทยาเขตนนทบุรี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สาขาไฟฟ้า ตามเกณฑ์ความเที่ยงตรงเฉลี่ยร้อยละ 90 ผลการวิจัยปรากฏว่า มีความเที่ยงตรงเฉลี่ยร้อยละ 90.10 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

ทง (2535 : 36-47) ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลังใช้กับนักศึกษาแผนกช่างไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือจำนวน 22 คน วิทยาเขตนนทบุรี จำนวน 10 คน และนักศึกษาแผนกช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ จำนวน 14 คน ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ผลการวิจัยปรากฏว่ามีความเที่ยงตรง ร้อยละ 90.33 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จตุรงค์ (2540 : 37-50) ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในงานควบคุมใช้กับนักศึกษา แผนกช่างไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 10 คน ผลการวิจัยปรากฏว่า ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในงานควบคุมที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพด้านทางความเที่ยงตรงเฉลี่ยร้อยละ 97.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้

พันสักดิ์(2540 :35-40) ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพ ชุดประลองวิชาการออกแบบวงจรขยายเชิงเส้น ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ใช้กับ นักศึกษาสาขาวิชาไฟฟ้าวิชาเอกเทคนิคไฟฟ้าสื่อสาร ระดับประกาศนียบัตรครูเทคนิคชั้นสูง วิทยาลัยช่างกลปทุมวัน จำนวน 21 คนผลการวิจัยในการหาประสิทธิภาพพบว่าชุดประลองวิชาการออกแบบวงจรขยายเชิงเส้นที่สร้างขึ้นมานั้นอยู่ในเกณฑ์ร้อยละ 83.33/84.54 ซึ่งเ ป็นไปตามสมมติฐานของการวิจัย

โกศล(2542 : 31 - 40)ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเครื่องมือและการวัดไฟฟ้าหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ใช้กับกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจงนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงสาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลวิทยาเขตพระนครเหนือ จำนวน 10 คน โดยแบ่งออกเป็นกลุ่มๆละ 2 คน ต่อ 1 ชุดประลอง ข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยได้มาจากผลการประลองของ นักศึกษากลุ่มตัวอย่างและแบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คนผลการวิจัยปรากฏว่าชุดประลองเครื่องมือ และการวัดไฟฟ้าที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพด้านความเที่ยงตรงเฉลี่ยร้อยละ 96.96

จากการศึกษาผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้น ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางเพื่อใช้ในการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลังเ ได้ดังนี้ การศึกษาข้อมูลรายละเอียดต่างๆและประเด็นปัญหาสามารถ นำมาสรุปเป็นแนวทางเพื่อใช้ในการวิจัยได้หลายประการดังนี้

1.จากการศึกษาจะเห็นได้ว่าชุดประลองที่สร้างขึ้นมานั้นจะต้องมีค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 และ สามารถใช้งานได้สะดวก

2. นำเอาหลักการและวิธีการต่างๆในการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมาเป็นแนวทางในการสร้างชุดประลอง

3. การเรียนการสอนโดยชุดทดลองนั้นสามารถทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาและมีทักษะเพิ่มขึ้น ทำให้เกิดผลสำฤทธิ์ทางการเรียนการสอน

4. การปฏิบัติการทดลองของนักศึกษาควรจัดให้เป็นกลุ่มๆละไม่เกิน 3 คนต่อชุดประลอง

5. สรุปโดยรวมจากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นในการสร้างชุดประลองจะต้องประกอบด้วยตัวเครื่อง (Hardware) กับเอกสารการประลอง (Software) คือใบประลอง การที่จะทำให้เกิดประโยชน์ได้นั้นจะต้องดำเนินการอย่างมีระบบถูกขั้นตอน

บทที่ 3
วิธีการวิจัย

การสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลองวิชาประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธศักราช 2544 ได้ดำเนินการดังนี้

3.1 ศึกษาทฤษฎีและวิเคราะห์หลักสูตร

3.2 เลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

3.3 สร้างชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

3.4 ทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

3.5 วิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ศึกษาทฤษฎีและวิเคราะห์หลักสูตร

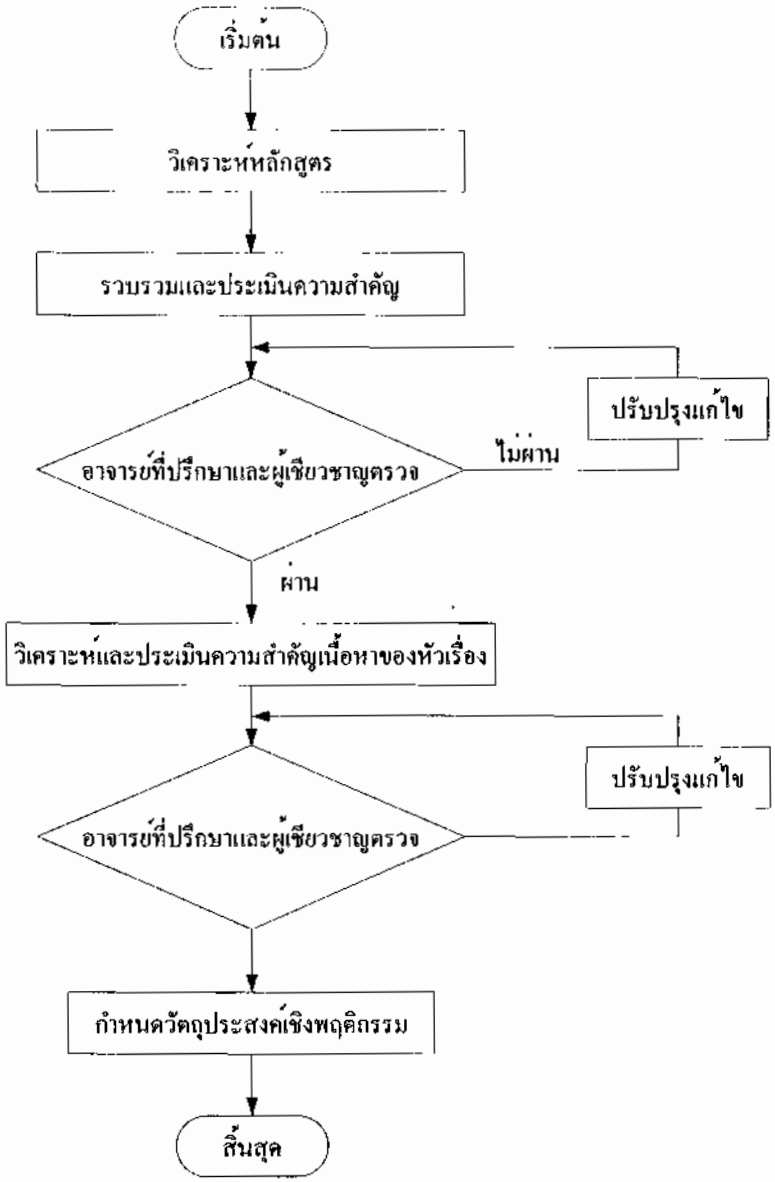
ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยโดยศึกษาเนื้อหาและวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชา เพื่อให้ได้หัวเรื่องและหัวเรื่องย่อยโดยพิจารณาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของหลักสูตรเป็นหลักการวิเคราะห์หลักสูตรรายวิชาดังแสดงในภาพที่ 3-1 ดังนี้

3.1.1 ศึกษารายละเอียดของหลักสูตรรายวิชา จากการศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตร พบว่าคำอธิบายรายวิชาที่เขียนไว้ค่อนข้างกว้างทำให้หลักสูตรมีรายละเอียดเกี่ยวกับหัวเรื่องไม่เพียงพอ(ดังภาคผนวก ก หน้า 64)

3.1.2 การรวบรวมและประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง ผู้วิจัยได้เรียบเรียงหัวเรื่อง โดยอาศัยข้อมูลจากแหล่งต่างๆ 1) คำอธิบายรายวิชา 2) เอกสารและตำรา 3) ผู้เชี่ยวชาญ หลังจากนั้นทำการประเมินความสำคัญของหัวข้อเรื่อง

3.1.3 วิเคราะห์รายละเอียดเนื้อหาของหัวเรื่อง เพื่อนำมาวิเคราะห์ออกเป็นหัวเรื่องย่อย เพื่อจะได้ทราบรายละเอียดของเนื้อหาแต่ละหัวเรื่อง

3.1.4 กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อได้รายละเอียดเนื้อหา ที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว ทำการเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยพิจารณาว่าต้องการให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหลังจากผ่านการเรียนแล้วเป็นอย่างไรบ้าง



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อให้ได้วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.2 เลือกกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

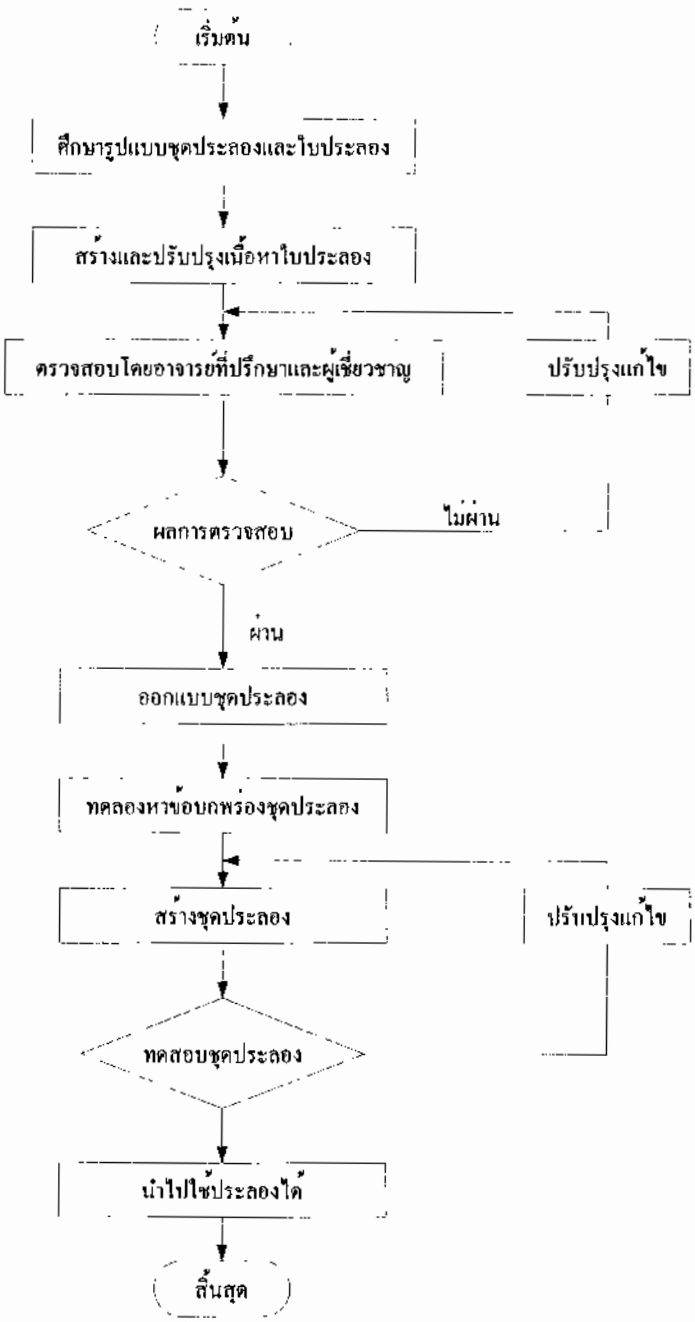
กลุ่มประชากรคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ลงทะเบียนเรียนวิชาประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ก ลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ผู้วิจัยได้เลือกด้วยวิธีเจาะจง (Purposive Sampling) มีจำนวน 12 คนโดยแบ่งเป็นกลุ่มๆละ 3 คนทั้งหมด 4 กลุ่ม

3.3 สร้างชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างชุดประลองจำนวน 4 ชุดประลอง พร้อมใบประลองและแบบประเมินผลผู้เชี่ยวชาญ

3.3.1 ชุดประลองพร้อมใบประลองผู้วิจัยได้ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนที่แสดงไว้ในภาพที่ 3-2



ภาพที่3-2 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

จากภาพที่ 3-2 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1.1 การสร้างใบประลอง ผู้วิจัยศึกษาหลักสูตรและเรื่องที่จะทำการประลองแบ่งออกได้เป็น 4 เรื่อง มีใบประลอง 14 ใบประลอง ได้แก่

ก) วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบควบคุมไม่ได้

- วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน
- วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ
- วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลาง กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ข) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบควบคุมไม่ได้

- วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวเหนี่ยวนำและตัวต้านทาน
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ค) วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบควบคุมด้

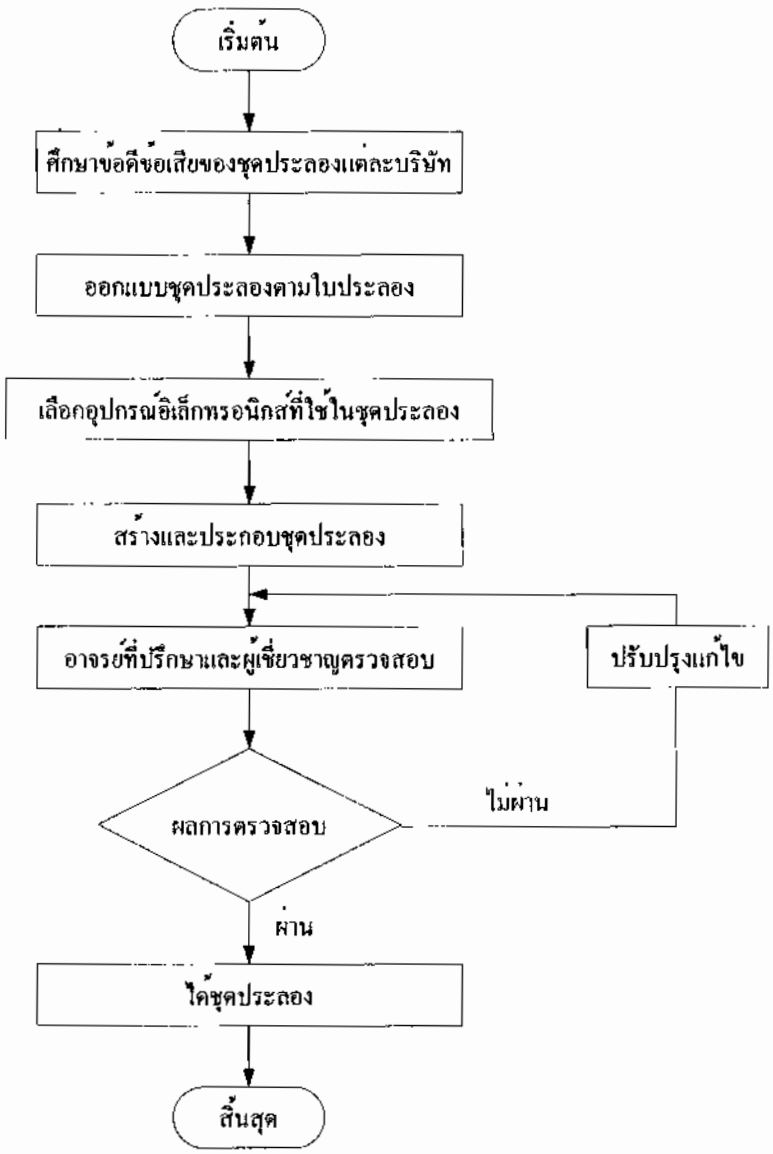
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ
- วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ง) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบควบคุมได้

- วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน
- วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษารายละเอียดในการเขียนใบประลองจากตำรา ใบประลองจากชุดประลองของบริษัทผู้ผลิตชุดประลองในเนื้อหาวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลังที่ใกล้เคียง ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งขอแนะนำจากผู้รู้และผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นจึงเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและเขียนใบประลอง ซึ่งแต่ละการประลองประกอบด้วยวัตถุประสงค์ ทฤษฎีโดยย่อ วงจรที่ใช้ในการประลอง ค่าที่ต้องหาจากการประลอง ลำดับการขั้นการประลอง อุปกรณ์และเครื่องมือที่ต้องใช้ ลำดับขั้นการปฏิบัติการและคำสั่งสรุปผลการทดลองและคำถามท้ายการทดลอง (รายละเอียดในภาคผนวก ค หน้า 83)

3.3.1.2 การออกแบบและสร้างตัวชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง I ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามภาพที่ 3-3 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



ภาพที่ 3-3 แสดงขั้นตอนการออกแบบชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง I

จากภาพที่ 3-3 แสดงลำดับขั้นตอนการออกแบบชุดประลองดังนี้

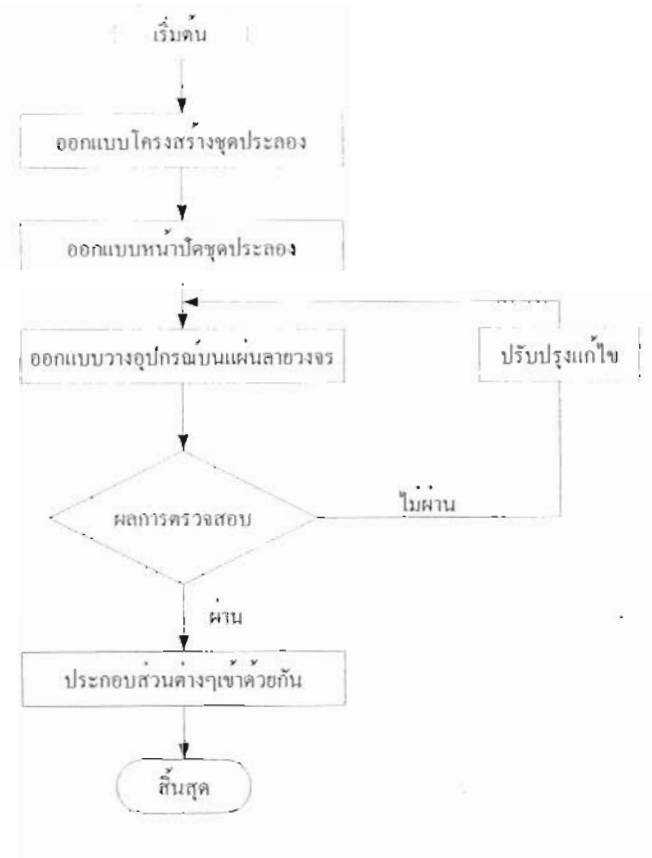
ก) ศึกษาข้อดี ข้อเสียของการสร้างชุดประลองที่มาจากต่างประเทศ ของบริษัท LAB VOLT เป็นแนวทางในการออกแบบชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

ข) การออกแบบชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎีวิชาอิเล็กทรอนิกส์กำลัง และลักษณะรายวิชาของหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ เพื่อวางแนวทางการออกแบบในรายละเอียดของแต่ละใบประลอง และคำนวณหาค่าต่างๆที่ใช้ในการประลอง จากนั้นนำค่าที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีขายตามท้องตลาด และทำการทดลองเพื่อหาค่าข้อผิดพลาดของวงจรจากอุปกรณ์จริงให้ได้ ความเที่ยงตรงใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณทางทฤษฎีมากที่สุดก่อนที่จะนำไปใช้ในแผ่นวงจรพิมพ์ ต่อจากนั้นนำวงจรที่ได้ปรับปรุงทั้งหมดมาประกอบลงบนแผ่นปริ้นซึ่งแผ่นปริ้นแผ่นที่ 1 เป็นวงจรจ่ายแรงดันอ้างอิงซึ่งใช้ประกอบใบประลองที่ 10 ถึง ใบประลองที่ 14 และแผ่นปริ้นแผ่นที่ 2 เป็นวงจรจุดชนวนเกต 1 เฟส ของ เอส ซี อาร์ ซึ่งใช้ประกอบใบประลองที่ 10 ถึง ใบประลองที่ 12 ส่วนปริ้นแผ่นที่ 3 เป็นวงจรจุดชนวนเกต 3 เฟส ของเอส ซี อาร์ ซึ่งใช้ประกอบใบประลองที่ 13 ถึงใบประลองที่ 14

ในการสร้างโครงเพื่อติดตั้งแผ่นปริ้นลายวงจรนั้น ผู้วิจัยได้ทำการยึดติดแผ่นลายวงจรติดกับหน้าปัดของกล่องชุดประลองซึ่งได้ทำการออกแบบไว้ แล้วประกอบเข้ากับตัวกล่องชุดประลอง

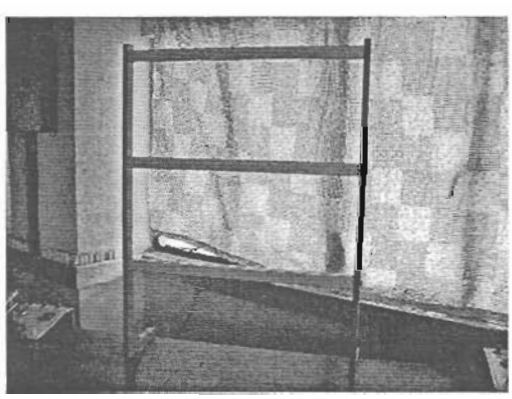
3.3.1.2 เลือกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ โดยคัดเลือกจัดหาอุปกรณ์ที่มีคุณภาพดี หาซื้อง่ายในท้องตลาด และมีค่าความผิดพลาดต่ำ

3.3.1.3 การสร้างชุดประลองผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้



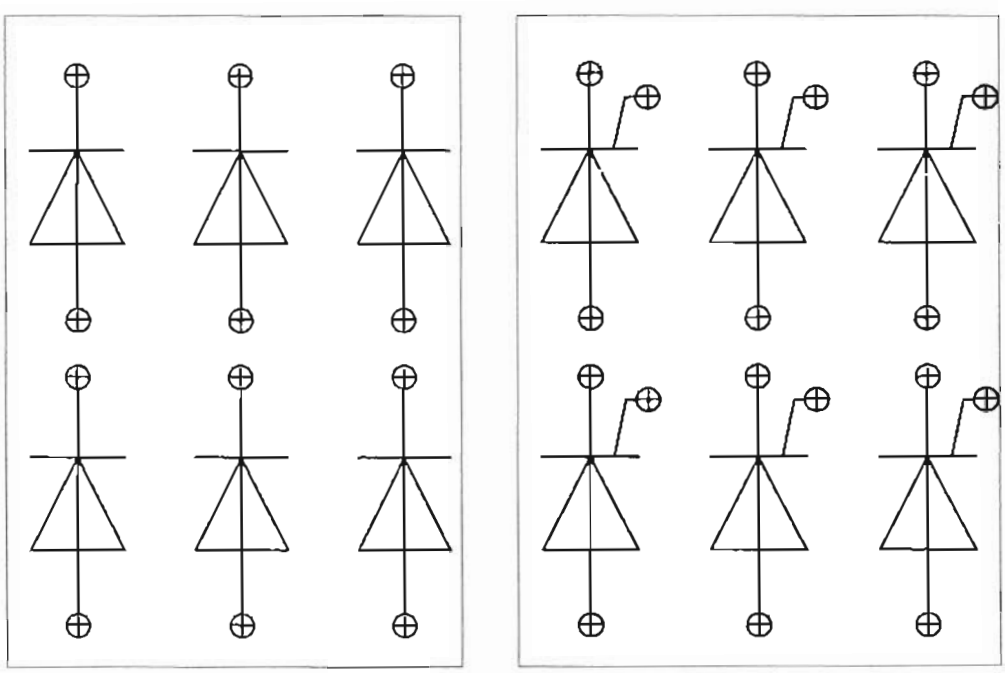
ภาพที่ 3-4 แสดงการสร้างชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

ก) ออกแบบโครงสร้างชุดประลอง แท่นว่างชุดประลองทำจากอลูมิเนียมกล่องมีร่องตรงกลางสำหรับเสียบชุดประลองดังภาพที่ 3- 5

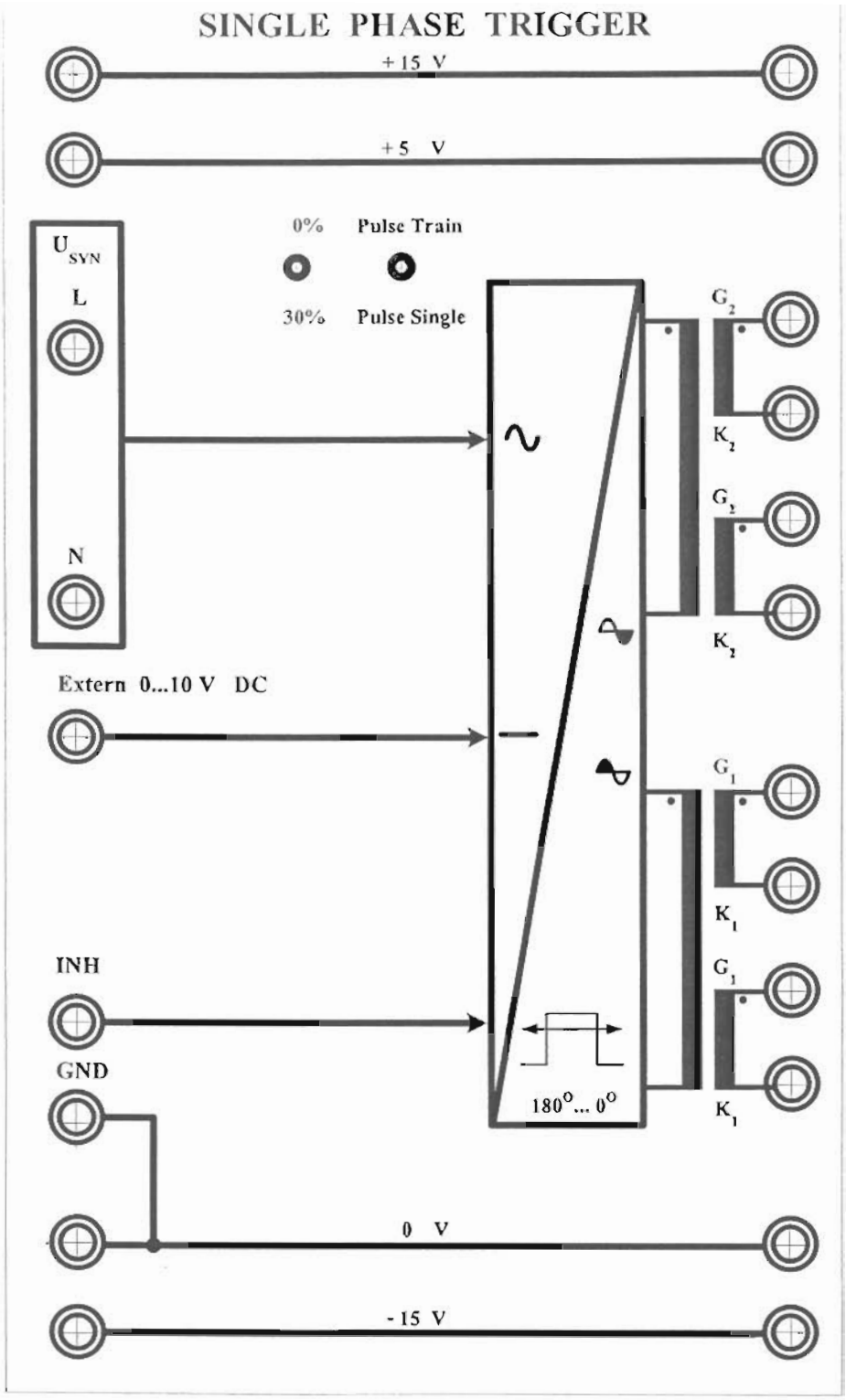


ภาพที่ 3-5 แท่นวางชุดประลอง

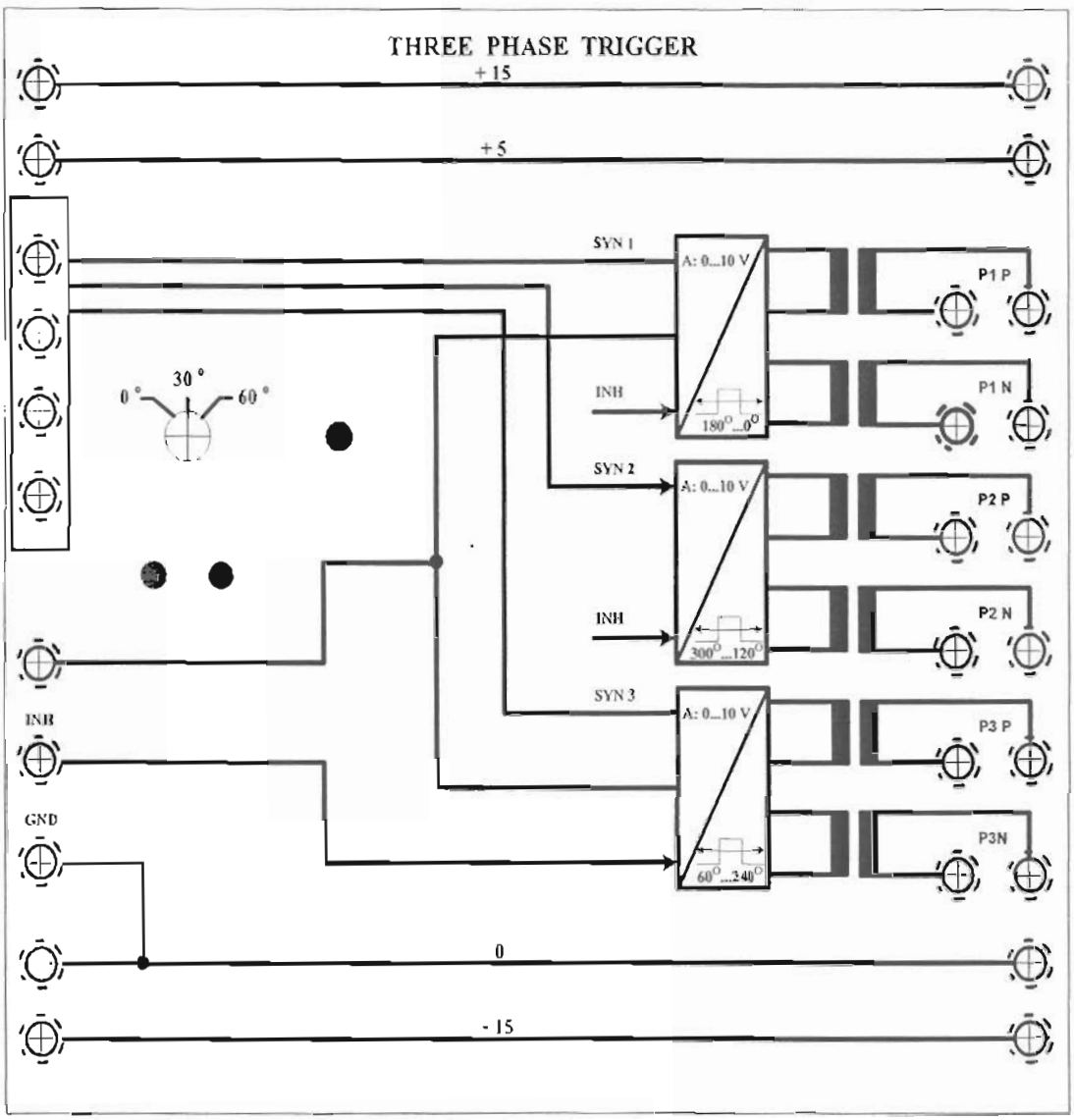
ออกแบบหน้าปัดของชุดประลอง ออกแบบโครงสร้างของชุดประลองซึ่งใช้แผ่นพลาสติกหนา 5 mm .ขนาดกว้าง 210 mm. และยาว ขนาด 297 mm. นำมาทำหน้าปัดของกล่องใส่ไดโอด (Diode) และเอส ซี อาร์ (SCR) ดังภาพที่ 3-6 และแผ่นพลาสติกขนาดกว้าง 160 mm. ยาว 297 mm . นำมาทำเป็นหน้าปัดของชุดจุดชนวนเกต 1เฟส (Trigger) ดังภาพที่ 3-7 และแผ่นพลาสติกขนาดกว้าง 250 mm. ยาว 297 mm. นำมาทำหน้าปัดของชุดจุดชนวนเกต 3 เฟส (Trigger) ดังภาพที่ 3- 8 และพลาสติกขนาดกว้าง 100 mm. ยาว 297 mm. นำมาทำหน้าปัดของชุดจ่ายแรงดันอ้างอิง (Voltage Reference) ดังภาพที่ 3-9



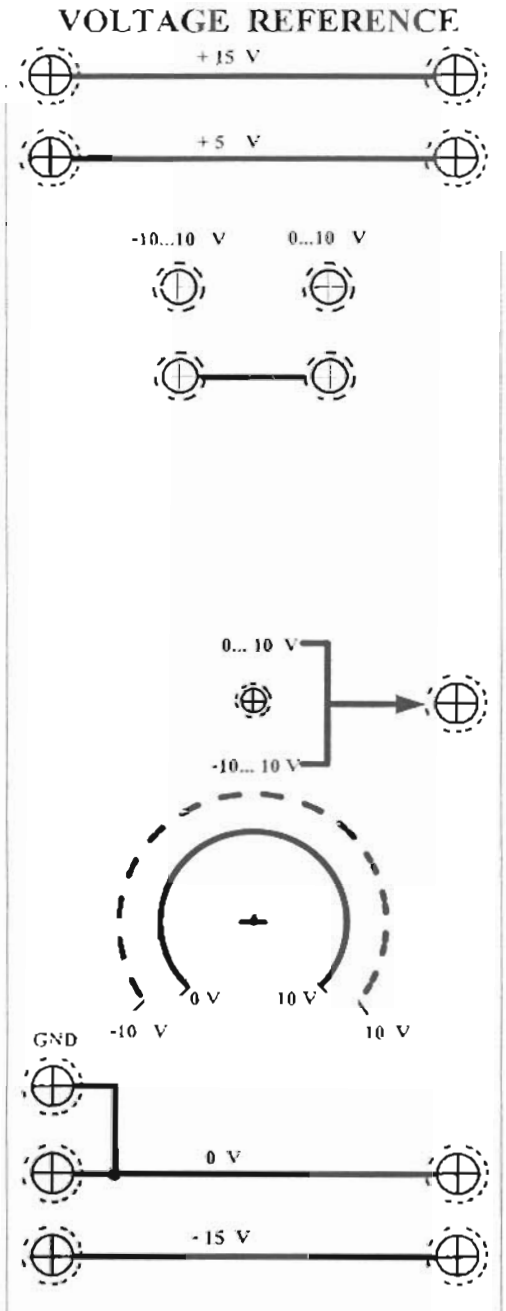
ภาพที่ 3-6 แบบหน้าปัดไดโอดและเอสซีอาร์



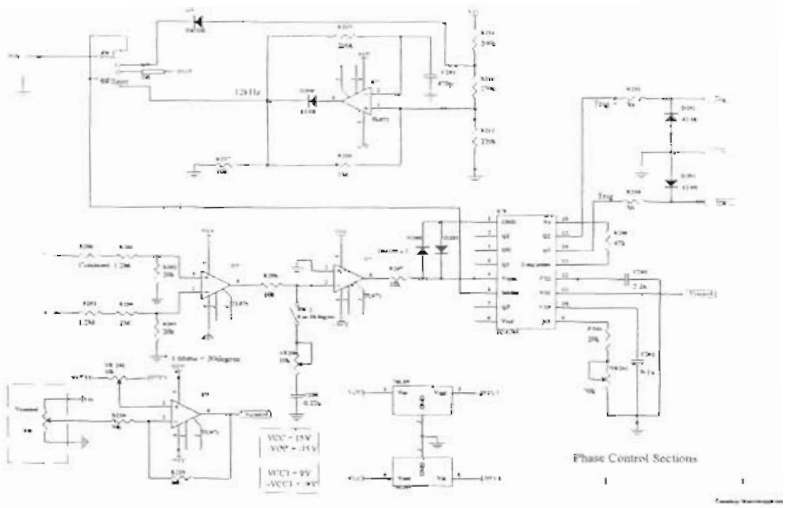
ภาพที่ 3-7 แบบหน้าปัดชุดกำเนิดสัญญาณทริกเกอร์ เฟสเดียว



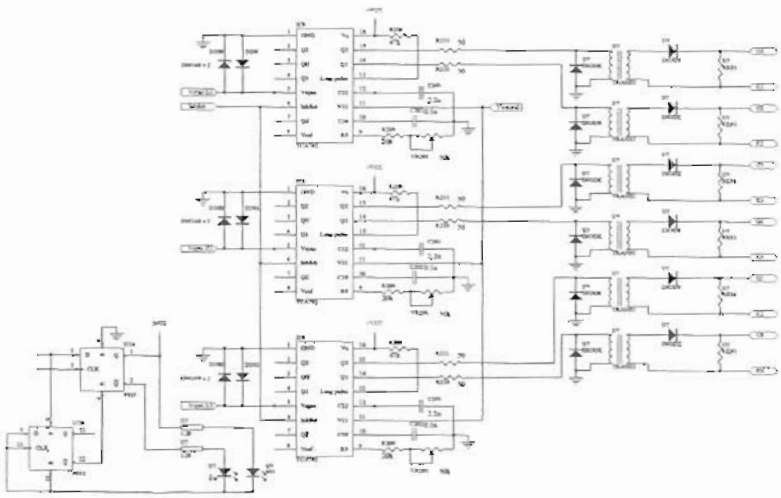
ภาพที่ 3-8 แบบหน้าปัดชุดกำเนิดสัญญาณทริกเกอร์ สามเฟส



ภาพที่ 3-9 แบบหน้าปัดแรงดันอ้างอิง



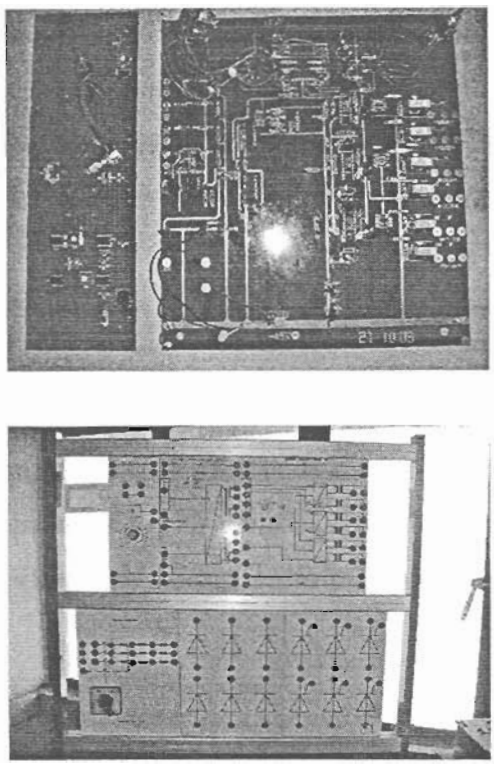
ภาพที่ 3-10 วงจรกำเนิดสัญญาณทริกเกอร์เฟสเดียว



ภาพที่ 3-11 วงจรกำเนิดสัญญาณทริกเกอร์สามเฟส

3. ออกแบบการวางอุปกรณ์บนแผ่นลายวงจร ซึ่งแผ่นลายวงจรนั้นมีอยู่ 3 ชุด ด้วยกัน คือ ก) แผ่นลายวงจรกำเนิดสัญญาณทริกเกอร์เฟสเดียว ข) แผ่นลายวงจรกำเนิดสัญญาณทริกเกอร์สามเฟส ค) แผ่นลายวงจรแรงดันอ้างอิง โดยที่อุปกรณ์ทั้งหมดนั้นให้ค่าผิดพลาดน้อยที่สุด

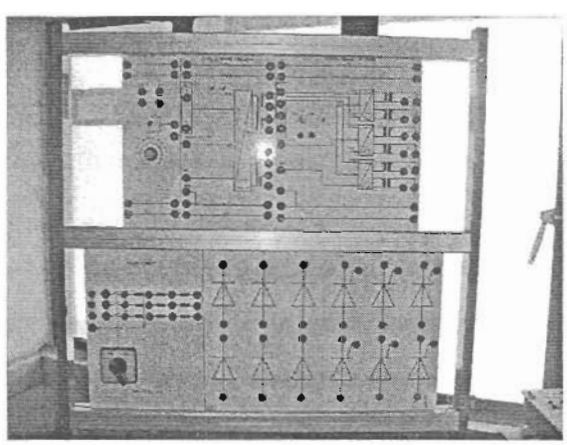
4. ประกอบส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เมื่อนำแผ่นลายวงจรที่ลงอุปกรณ์เรียบร้อยแล้วมาประกอบกับแผงหน้าปัดของแต่ละชุดก็จะได้ชุดประลองแต่ละชุดดังภาพที่ 3-12



ภาพที่ 3-12 ชุดทดลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1ที่ประกอบเสร็จแล้ว

การนำชุดประลองไปใช้ จะต้องมีสายต่อวงจร ตามใบประลองผู้วิจัยได้เลือกใช้ขั้วเสียบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 มิลลิเมตร แบบที่สามารถต่อท้ายหรือต่อข้างได้ ซึ่งจากการทดลองทั้งหมดทราบว่าจะต้องใช้สายต่อวงจร จำนวน 20 เส้น ต่อชุดประลอง 1 ชุด

อุปกรณ์ทั้งหมดสำหรับชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์ 1 ชุด ประกอบด้วยชุด Diole ชุด SCR ชุดกำเนิดสัญญาณทริกเกอร์เฟสเดียว และ 3 เฟส ชุดแหล่งจ่ายไฟ ดังภาพที่ 3- 13



ภาพที่ 3-13 ชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

เมื่อออกแบบและสร้างชุดประลองเสร็จสมบูรณ์แล้ว ก็นำชุดทดลองมาทำการทดลองตามใบประลองเพื่อหาค่าความเที่ยงตรง พร้อมทั้งแก้ไขปรับปรุงอุปกรณ์ในชุดประลองจนได้ค่าเที่ยงตรงเฉลี่ยไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 จากนั้นนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา และนำส่งให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน (ดังภาคผนวก ง หน้า 188) ตรวจสอบและประเมินคุณภาพชุดประลอง ใบประลอง โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความคิดเห็นแบบมาตราส่วน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เมื่อผ่านการตรวจสอบและแก้ไขแล้วจึงได้ชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ซึ่งพร้อม ที่จะนำไปหาประสิทธิภาพทางด้านความเที่ยงตรงต่อไป

3.3.1.4 การสร้างแบบประเมินผล แบบประเมินผลความคิดเห็นเกี่ยวกับชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ผู้วิจัยสร้างขึ้นโดยใช้หลักการประเมินผลสื่อการเรียนการสอนของ พิสิฐ และธีรพล (2529:171-173) โดยกำหนดสิ่งที่ต้องการเป็น 2 ด้าน คือด้านใบประลองและด้านชุดประลอง ซึ่งประกอบด้วยรายการประเมิน 22 รายการแบ่งเป็นประเมินทางด้านชุดประลอง 15 รายการ และด้านใบประลอง 7 รายการ (ดังรายละเอียดในภาคผนวก ง หน้า 189)

3.4 ทดสอบและการเก็บรวบรวมข้อมูลกับกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

3.4.1 แนะนำชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ที่สร้างขึ้นแก่นักศึกษาก่อนเริ่มการประลอง

3.4.2 นักศึกษาทำการประลอง ทั้งหมด 4 เรื่องมีใบประลองทั้งหมด 14 ใบประลอง ดังนี้

3.4.2.1 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบควบคุมไม่ได้ มีใบประลองดังนี้

ก) วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

ข) วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ค) วงจรเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลาง กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ง) วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

จ) วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

3.4.2.2 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบควบคุมไม่ได้

ก) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

ข) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวเหนี่ยวนำและตัวต้านทาน

ค) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

ง) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยว

ตัวเหนี่ยวนำ

3.4.2.3 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบควบคุมได้

ก) วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ข) วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

3.4.2.4 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบควบคุมได้

ก) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ข) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

ค) วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ผู้วิจัยได้นำชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 จำนวน 4 ชุด พร้อมกับใบประลองจำนวน 4 เรื่อง มีใบประลองทั้งหมด 14 การประลอง โดยให้นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 จำนวน 12 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มๆละ 3 คนเป็นผู้ที่ทำการประลองทั้ง 14 การประลอง โดยชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนตลอดจนการใช้ชุดประลอง ก่อนที่จะให้นักศึกษาทำการประลอง เมื่อนักศึกษาทำการประลองครบทุกใบประลองแล้วในต่ละกลุ่ม แล้วก็นำผลจากการประลองที่ได้นำมาวิเคราะห์ผลต่อไป

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

3.5.1 นำผลการทดลองจากใบประลองของนักศึกษาในแต่ละการประลองรวมทั้งหมด 14 ใบประลองมาวิเคราะห์ข้อมูล และคำนวณหาค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ยเป็นร้อยละของการวัดเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎี

3.5.2 ประเมินผลชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลังโดยให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีประสบการณ์เป็นผู้ตรวจชุดประลอง การออกแบบสอบถามตามวิธีประเมินค่าของ LIKERT โดยกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นมาตรฐานก่อนประเมินค่า ให้น้ำหนักคะแนนระดับความคิดเห็นเป็น 5 ระดับ คือ

ดีมาก / หรือมากที่สุด	ความสำคัญหรือน้ำหนักคะแนน	5
ดี / หรือมาก	ความสำคัญหรือน้ำหนักคะแนน	4
พอใช้ / หรือปานกลาง	ความสำคัญหรือน้ำหนักคะแนน	3
ต้องปรับปรุง / หรือน้อย	ความสำคัญหรือน้ำหนักคะแนน	2
ใช้ไม่ได้ / หรือน้อยที่สุด	ความสำคัญหรือน้ำหนักคะแนน	1

ในการวิเคราะห์ข้อมูลนั้นผู้วิจัยได้พิจารณาตั้งเกณฑ์การทดลองผลดังนี้ (ชูศรี 2527:85)

ค่าระหว่าง	1	ถึง	1.49	ใช้ไม่ได้
ค่าระหว่าง	1.5	ถึง	2.49	ควรปรับปรุง
ค่าระหว่าง	2.5	ถึง	3.49	พอใช้ได้
ค่าระหว่าง	3.5	ถึง	4.49	ดี
ค่าระหว่าง	4.5	ถึง	5	ดีมาก

3.5.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.5.3.1 ค่าเฉลี่ย (Mean) กระทำหลังจากรวบรวมแบบสอบถามแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) ที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินและตรวจสอบชุดประลองและใบประลองให้แล้วจากนั้นหาค่าเฉลี่ย (Mean) ของระดับความคิดเห็นจากสูตร (ล้วนและอังคณา,2538: 73)

$$\overline{X} = \frac{\sum X}{N} \qquad (3\text{-}1)$$

เมื่อ $\overline{X}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทน ผลรวมของข้อมูลทั้งหมด

N แทน จำนวนข้อมูล

3.5.3.2 .การหาค่าความเบี่ยงเบนมาตราฐาน (ล้วน และอังคณา สายยศ, 2538 : 79)

สูตร $$S.D. = \sqrt{\frac{\sum (X - \overline{X})}{N - 1}} \qquad (3\text{-}2)$$

เมื่อ S.D. แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตราฐานของข้อมูล

X แทน คะแนนแต่ละกลุ่มตัวอย่าง

$\overline{X}$ แทน คะแนเฉลี่ยของกลุมตัวอย่าง

N แทน จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างและหาประสิทธิภาพของ ชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง I หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตราบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี อิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธศักราช 2544 โดยมีผลการวิเคราะห์ข้มูลแสดงเป็นลำดับดังนี้

4.1 การวิเคราะห์แบบประเมินผลชุดประลองของผู้เชี่ยวชาญ

4.2 การวิเคราะห์แบบประเมินผลชุดประลองของกลุ่มตัวอย่าง

4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดประลอง

4.1 การวิเคราะห์แบบประเมินผลชุดประลองของผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์ผลของการแสดงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 ท่าน ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถพล เข็มแดง ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์ อาจารย์สันติ อัตถไพศาล อาจารย์วิรัติ อัศวานุวัตร อาจารย์ทง ลานทานทอง โดยมีความคิดเห็นต่อชุดประลองดังแสดงในตารางที่ 4-1

ตารางที่ 4-1 ผลการประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ข้อคำถามความคิดเห็น	$\overline{X}$	S.D.	แปลความ
ด้านชุดประลอง			
1. ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสมระดับใด	4.6	0.54	ดีมาก
2. รูปแบบของเครื่องทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4.2	0.44	ดี
3. ความสะดวกหรือง่ายในการต่อวงจรประลอง	4.2	0.44	ดี
4. ความเหมาะสมของการจัดตำแหน่งอุปกรณ์	4.2	0.83	ดี
5. ความแข็งแรงของชุดประลอง	4	0.70	ดี
6. หาอุปกรณ์มาทดแทนได้ง่าย	4.4	0.54	ดี
7. สีที่ใช้ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4	0.70	ดี
8. ความสะดวกในการจัดเตรียมการทดลอง	4	40.54	ดี
9. ความสะดวกในการถอดเพื่อซ่อมแซม	4	0	ดี
10. ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์	4	0	ดี
11. ความสะดวกในการจัดเก็บอุปกรณ์	4	0.70	ดี
12. ใช้ประลองได้ครบตามเนื้อหา	4.4	0.54	ดี
13. ความสัมพันธ์ของชุดทดลองต่อใบประลอง	4.2	0.44	ดี
14. คุณค่าทางวิชาการของชุดประลอง	4.4	0.54	ดี
15. ความปลอดภัยในขณะทำการประลอง	4.4	0.54	ดี
รวม	4.22	0.49	ดี
ด้านใบประลอง			
16. ความเหมาะสมของการประลองกับระดับผู้เรียน	4	0.70	ดี
17. เนื้อหาใบประลองครบถ้วน	4.4	0.54	ดี
18. ใบประลองมีเนื้อหาตรงกับวัตถุประสงค์	4.4	0.54	ดี
19. ความเข้าใจเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการทดลอง	4	0.70	ดี
20. รูปเล่มมีแรงจูงใจก่อให้เกิดการเรียนรู้	3.8	0.44	ดี
21. รูปแบบใบประลองง่ายต่อการใช้งาน	4	0	ดี
22. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและกราฟ	4	0	ดี
รวม	4.08	0.417	ดี

จากตารางที่ 4-1 แสดงให้เห็นว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็น ด้านชุดประลอง ด้านใบประลองมีความเหมาะสมอยู่ในระดับ ดี ชุดประลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาในแง่ของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งแสดงว่าชุดประลองนี้สามารถนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างได้ นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเกี่ยวกับชุดประลอง ซึ่งผู้วิจัยได้รวบรวมไว้ดังนี้

4.1.1 ด้านชุดประลองผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะว่า หน้าปัดของชุดประลองนั้นควรมีสีสันที่สามารถดึงดูดความสนใจของผู้เรียนและควรจะมีจุดต่อสำหรับทดสอบสัญญาณ

4.2.2 ด้านใบประลอง ผู้เชี่ยวชาญเสนอแนะว่า ในใบเนื้อหาควรเพิ่มรายละเอียดของเนื้อหาและคำอธิบายของวิธีการนำสมการต่างๆไปใช้คำนวณหาคำตอบของวงจรให้มีความละเอียดมากขึ้นและในส่วนของวงจรควรเพิ่มขนาดของเส้นให้หนามากขึ้นและตัวอักษรที่ระบุอยู่ในวงจรนั้นต้องชัดเจน

4.2 การวิเคราะห์แบบประเมินผลชุดประลองของกลุ่มตัวอย่าง

หลังจากให้กลุ่มตัวอย่างใช้ชุดประลองแล้ว ผู้วิจัยได้ให้กลุ่มตัวอย่างประเมินชุดประลอง เพื่อดูว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อชุดประลองอยู่ในระดับใดซึ่งผลการวิเคราะห์มีดังตารางที่ 4-2

ตารางที่ 4-2 การวิเคราะห์แบบประเมินผลชุดประลองของกลุ่มตัวอย่าง

ข้อคำถามความคิดเห็น	$\bar{X}$	S.D.	แปลความ
ด้านชุดประลอง			
1. ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสมระดับใด	4.42	0.51	ดีมาก
2. รูปแบบของเครื่องทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	4.42	0.51	ดี
3. ความสะดวกหรือง่ายในการต่อวงจรประลอง	4.42	0.51	ดี
4. ความเหมาะสมของการจัดตำแหน่งอุปกรณ์	4.08	0.29	ดี
5. ความแข็งแรงของชุดประลอง	4.33	0.49	ดี
6. หาอุปกรณ์มาทดแทนได้ง่าย	4.42	0.51	ดี
7. สีที่ใช้ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน	3.58	0.51	ดี
8. ความสะดวกในการจัดเตรียมการทดลอง	4.25	0.45	ดี
9. ความสะดวกในการถอดเพื่อซ่อมแซม	4	0	ดี
10. ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์	3.83	0.39	ดี
11. ความสะดวกในการจัดเก็บอุปกรณ์	4.16	0.39	ดี
12. ใช้ประลองได้ครบตามเนื้อหา	4.25	0.45	ดี
13. ความสัมพันธ์ของชุดทดลองต่อใบประลอง	4.16	0.39	ดี

ตารางที่ 4-2 (ต่อ)

14. คุณค่าทางวิชาการของชุดประลอง	4.58	0.51	ดี
15. ความปลอดภัยในขณะทำการประลอง	4.42	0.51	ดี
รวม	4.22	0.43	ดี
ด้านใบประลอง			
16. ความเหมาะสมของการประลองกับระดับผู้เรียน	4	0	ดี
17. เนื้อหาใบประลองครบถ้วน	4.42	0.51	ดี
18. ใบประลองมีเนื้อหาตรงกับวัตถุประสงค์	4.16	0.38	ดี
19. ความเข้าใจเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการทดลอง	4.42	0.51	ดี
20. รูปเล่มมีแรงจูงใจก่อให้เกิดการเรียนรู้	4	0	ดี
21. รูปแบบใบประลองง่ายต่อการใช้งาน	4.33	0.49	ดี
22. ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและกราฟ	4	0	ดี
รวม	4.19	0.27	ดี

จากตารางที่ 4-2 แสดงให้เห็นว่ากลุ่มตัวอย่าง จำนวน 12 คนมีความคิดเห็นต่อชุดประลองและใบประลอง มีความเหมาะสมอยู่ในระดับดี ซึ่งแสดงว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจต่อชุดประลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

4.3 การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดประลอง

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดประลองใช้เกณฑ์กำหนดความเที่งตรงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ผู้วิจัยได้นำชุดประลองที่สร้างขึ้นซึ่งประกอบด้วย ชุดประลองทั้งหมด 4 ชุดแต่ละชุดประกอบด้วยแผงทดลองย่อย 7 แผงทดลอง ใบประลอง มีทั้งหมด 4 เรื่องมีใบประลอง 14 เรื่อง ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 12 คน ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดประลองปรากฏดังตารางที่ 4-3

ตารางที่ 4-3 ผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

ใบประลอง	ชุดประลองที่ 1 (%)	ชุดประลองที่ 2 (%)	ชุดประลองที่ 3 (%)	ชุดประลองที่ 4 (%)	เฉลี่ย (%)
1	94.11	91.95	95.32	94.21	93.83
2	95.87	95.62	96.77	95.85	96.02
3	96.35	94.09	98.68	94.09	95.80
4	98.68	95.20	95.51	93.83	95.80
5	98.70	95.2	97.63	98.46	97.50
6	94.77	99.00	92.87	94.42	95.14
7	93.30	98.09	95.42	97.02	95.95
8	96.65	86.69	95.45	95.67	93.62
9	95.56	85.98	95.44	95.57	93.14
10	95.76	94.73	93.92	94.79	94.8
11	94.38	95.36	94.54	95.76	95.01
12	96.75	97.82	95.47	96.82	96.72
13	92.58	93.34	94.21	93.78	93.48
14	93.65	94.21	93.45	94.65	93.99
รวม	1337.06	1317.28	1334.68	1334.92	1330.98
เฉลี่ยรวม	95.50	94.09	95.33	95.35	**95.06**

จากตารางที่ 4-3 ปรากฏว่ากลุ่มตัวอย่างทำการประลองโดยใช้ชุดประลองที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น พบว่าชุดประลองที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้ โดยค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ยร้อยละ 95.06 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

บทที่ 5
สรุป อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ พุทธศักราช 2544 และเพื่อหาความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างลังจากใช้ชุดประลองแล้ว ซึ่งมีสมมติฐานว่าชุดประลองที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพทางด้านความเที่ยงตรงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 ซึ่งผู้วิจัยได้นำชุดประลองที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 จำนวน 12 คนเริ่มจากแบ่งกลุ่มนักศึกษา ออกเป็น 4 กลุ่ม ๆ ละ 3 คน จากนั้นก็อธิบายวิธีการใช้ชุดประลอง แล้วให้แต่ละกลุ่มทำการทดลองและเก็บผลการทดลอง จนครบทุกใบประลอง จากนั้นนำผลมาทำการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผลารวิจัย และให้ข้อเสนอแนะดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ที่สร้างขึ้นมานั้นมีค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ยร้อยละ 95.06 หรือมีค่าผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 4.94 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือไม่ต่ำกว่าร้อยละ 90 แสดงว่าชุดประลองที่สร้างขึ้นนี้มีประสิทธิภาพทางด้านความเที่ยงตรงที่กำหนด

5.1.2 ชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ที่สร้างขึ้นนั้นเพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนของนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมานั้น ซึ่งมีผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่านได้มีความเห็นโดยรวมตรงกันว่าชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 อยู่ในเกณฑ์ดีที่ระดับคะแนน 4.18 โดยได้แบ่งออกเป็นด้านๆ ดังนี้

5.1.2.1 ในด้านชุดประลอง มีความเหมาะสม อยู่ในเกณฑ์ดี ที่ระดับคะแนนเฉลี่ย 4.22

5.1.2.2 ในด้านใบประลองความเหมาะสมอยู่ในเกณฑ์ดีที่ระดับคะแนนเฉลี่ย 4.19

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

ผลการวิจัยค่าต่างๆ จากการประลอง 14 ใบประลอง โดยใช้ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 มีค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ยร้อยละ 95.06 โดยเทียบค่าจากทฤษฎีซึ่งชุดประลองที่ดีนั้นผลที่ได้จากการทดลองต้องมีค่าที่ใกล้เคียงกับค่าที่คำนวณได้ทางทฤษฎี ซึ่งชุดประลองที่ดีนั้นจะต้องมีค่าใกล้เคียงกับค่าทางทฤษฎี แต่ชุดประลองที่ผู้วิจัยได้พัฒนาขึ้นนั้นใช้อุปกรณ์ที่หาซื้อได้ภายในประเทศ เพื่อสร้างชุดประลองให้มีคุณภาพ

ผลจากการวิเคราะห์ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ยจากตารางที่ 4-3 ค่าความเที่ยงตรงเฉลี่ยของชุดประลองจะเห็นว่าชุดประลองที่ 2 นั้นใบประลองที่ 8 และการประลองที่ 9 นั้นได้ค่าความเที่ยงตรงต่ำที่สุดคือร้อยละ 86.69 และร้อยละ 85.98 เป็นความผิดพลาดของเครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าของแรงดันและอีกกรณีหนึ่งคือในวงจรได้ต่อตัวต้านทาน 1 โอมห์ไว้เพื่อทำการวัดกระแส จึงทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมขึ้นทำให้ค่าที่ได้มีความผิดพลาดจากค่าที่เป็นจริง ส่วนในการประลองที่ 5ของชุดประลองที่ 1 นั้นมีค่าความเที่ยงตรงสูงสุดคือร้อยละ 98.70 ซึ่งผลของการหาค่าความเที่ยงตรงของชุดประลองดังกล่าว ได้สอดคล้องกับวิทยานิพนธ์เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ซึ่งพบว่าชุดประลองที่สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพทางด้านความเที่ยงตรง ร้อยละ 90.33 (ทง ,2535) และวิทยานิพนธ์เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเครื่องมือและการวัดไฟฟ้าหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ซึ่งพบว่า ชุดประลองที่สร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพทางด้านความเที่ยงตรงร้อยละ 96.96(โกศล,2542) และวิทยานิพนธ์เรื่องการสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในงานควบคุม หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงซึ่งพบว่าชุดประลองที่สร้างนั้นขึ้นมีประสิทธิภาพ ทางด้านความเที่ยงตรงร้อยละ 97.38 (จตุรงค์,2540)

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.3.1.1 ควรส่งเสริมและสนับสนุนให้ครู-อาจารย์ ในสถานศึกษาสร้างชุดสื่อการเรียนการสอนประเภทชุดประลองให้มากขึ้น นำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาปฏิบัติต่างๆเพื่อก่อให้เกิดการพัฒนาทางด้านการเรียนการสอนเพิ่มขึ้น

5.3.1.2 การวิจัยเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 นี้เป็นเพียงชุดประลองที่สร้างขึ้นเพื่อการวิจัย ยังมีข้อบกพร่องอยู่บ้างซึ่งต้องทำการปรับปรุงแก้ไขให้ดียิ่งขึ้น หรืออาจทำการวิจัยเพิ่มเติมต่อไป เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาในด้านอาชีวศึกษาให้มากยิ่งขึ้นในอนาคต

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

5.3.2.1 ในการออกแบบใบประลองควรให้เป็นแบบที่นักศึกษาคิดประกอบหรือคิดอ้างอิงทฤษฎี

5.3.2.2 ในการออกแบบใบประลองควรจะเป็นแบบคำสั่งแล้วให้นักศึกษาคิดรูปแบบการทดลองเอง

5.3.2.3 ชุดประลองควรมีรูปแบบและสีสันให้ดึงดูดความสนใจและควรมีที่ตรวจสอบสัญญาณ ณ.จุดต่างๆ

5.3.2.4 ควรมีการวิจัยเพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองต่างๆเพื่อช่วยให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น

5.3.2.5 ควรมีการปรับปรุง ชุดประลองให้ทันกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

กาญจนา เกิดรติประวัติ .วิธีการสอนทั่วไปและทักษะการสอน.กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ วัฒนาพานิช จำกัด,2524.

โกศล นิธิโสภา. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองเครื่องมือและการวัดไฟฟ้า หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2542.

จตุรงค์ จตุรเชิดชัยสกุล. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในงานควบคุม หลักสูตร ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2540.

ชัยยงค์ แก้วมงคลและนภัทร วัจนเทพินทร์.อิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1(วงจรคอนเวอร์เตอร์).กรุงเทพฯ: บริษัทสยาม สปอร์ต ซินดิเคท จำกัด, 2540.

ชูเกียรติ พงษ์พานิช. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์ 2. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2541.

ทง ลานธานทอง. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง.วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2535.

นภัทร วัจนเทพินทร์. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวงจรพัลซ์และสวิทชิ่ง. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, 2533.

มงคล ทองสงคราม.อิเล็กทรอนิกส์กำลัง. กรุงเทพฯ:ห้างหุ้นส่วนจำกัดวี.เจ ปริ้นติ้ง, 2540.

ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ.เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา.พิมพ์ครั้งที่ 3 กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริม วิชาการ, 2536.

วีระเชษฐ์ ขันเงินและวุฒิพล ธาราธีรเศรษฐ์.อิเล็กทรอนิกส์กำลัง. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดวี.เจ ปริ้นติ้ง, 2547.

ภาษาอังกฤษ

M D SING and K B KHANCHANDANI.Power Electronics.New Delhi : Tata McGraw – Hill Publishing Company Limited, 1998.

Muhammad H. Rashid. Power Electronics.London : Aharcourt Science and Technology Company, 2001.

ภาคผนวก ก

ลักษณะรายวิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

ลักษณะรายวิชา

1. รหัสและชื่อรายวิชา	342331 การประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
2. สภาพวิชา	วิชาแกน หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง
3. ระดับวิชา	ภาคการเรียนที่ 1 และภาคการเรียนที่ 2 ชั้นปีที่ 1
4. หน่วยกิต	3 หน่วยกิต
5. คำอธิบายรายวิชา	การประลองเกี่ยวกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง เช่น ไดโอด เอสซีอาร์ ทรานซิสเตอร์กำลัง มอสเฟสกำลัง จีทีโอและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง การวิเคราะห์การทำงาน ของวงจรคอนเวอร์เตอร์ประเภทต่างๆ ทั้งในระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส การคอมมิ่วเตชั่น การควบคุมแรงดันไฟสลับ ดีซี-ชอปเปอร์ อินเวอทเตอร์แบบป้อนแรงดันและป้อนกระแส และไซโคลคอนเวอร์เตอร์

ภาคผนวก ข

ตารางวิเคราะห์หัวข้อหลัก หัวข้อย่อย และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

แบบประเมินการเลือกหัวข้อเรื่องประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

แบบประเมินผลชุดนี้ เป็นแบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์หัวข้อ ของชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 จำนวน 4 เรื่อง

1. วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบควบคุมไม่ได้
2. วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบควบคุมได้
3. วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบควบคุมไม่ได้
4. วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบควบคุมได้

คำชี้แจง

กรุณาใส่เครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความคิดเห็นที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน

การวิเคราะห์หัวข้อหลัก

รายการหัวข้องานหลัก เรื่อง ชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วงจรเรียงกระแส ในระบบ 1 เฟส และ 3 เฟส				
ลำดับที่	รายการหัวข้องานหลัก	แหล่งข้อมูล		
1.	วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบควบคุมไม่ได้	A	B	C
2.	วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวที่ควบคุมได้	✓	✓	✓
3.	วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบควบคุมไม่ได้	✓	✓	✓
4.	วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบควบคุมได้	✓	✓	✓

แหล่งข้อมูล

A = หลักสูตร

B = เอกสารหรือตำรา

C = ผู้เชี่ยวชาญ

การวิเคราะห์หัวข้อย่อยหัวข้อ วงจรเรียงกระแส เฟสเดียว แบบควบคุมไม่ได้

ลำดับที่	รายการหัวข้อย่อย	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
1.	การเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นที่โหลดเป็น R และ RL	✓		
2.	การเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นที่โหลดเป็น R และ RL	✓		
3.	การเรียงกระแสแบบบริดจ์ที่โหลดเป็น R และ RL	✓		
4.	การเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นโดยมีหม้อแปลงแทปกลางที่โหลดเป็น RL	✓		

1. เนื้อหาหลัก 2. เนื้อหารอง 3. เนื้อหาที่ควรรู้

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

การวิเคราะห์หัวข้อย่อยหัวข้อ วงจรเรียงกระแสเฟสเดียว แบบควบคุมได้

ลำดับที่	รายการหัวข้อย่อย	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
1.	การเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นที่โหลดเป็น R และ RL	✓		
2.	การเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นที่โหลดเป็น R และ RL	✓		
3.	การเรียงกระแสแบบบริดจ์ที่โหลดเป็น R และ RL	✓		
4.	การเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นโดยมีหม้อแปลงแทปกลางที่โหลดเป็น RL	✓		

1. เนื้อหาหลัก 2. เนื้อหารอง 3. เนื้อหาที่ควรรู้

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

การวิเคราะห์หัวข้อย่อยหัวข้อ วงจรเรียงกระแสสามเฟส แบบควบคุมไม่ได้

ลำดับที่	รายการหัวข้อย่อย	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
1.	การเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นที่โหลดเป็น R และ RL	✓		
2.	การเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นที่โหลดเป็น R และ RL	✓		

1. เนื้อหาหลัก 2. เนื้อหารอง 3. เนื้อหาที่ควรรู้

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

การวิเคราะห์หัวข้อย่อยหัวข้อ วงจรเรียงกระแสสามเฟส แบบควบคุมได้

ลำดับที่	รายการหัวข้อย่อย	ระดับความสำคัญ		
		1	2	3
1.	การเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นที่โหลดเป็น R และ RL	✓		
2.	การเรียงกระแสแบบเต็มคลื่นที่โหลดเป็น R และ RL	✓		

1. เนื้อหาหลัก 2. เนื้อหารอง 3. เนื้อหาที่ควรรู้

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวควบคุมไม่ได้ แบบครึ่งคลื่น

ลำดับที่	รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความรู้		
		R	A	T
1.	ต่อวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นได้	X		
2.	สามารถหาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นได้	X		
3.	วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียว แบบครึ่งคลื่นได้	X		
4.	คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้		X	
5.	คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว (Ripple Factor) ได้		X	

R = ฟื้นคืนความรู้ X = สำคัญมาก

A = ประยุกต์ความรู้ I = สำคัญ

T = ส่งถ่ายความรู้ O = ไม่สำคัญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวควบคุมไม่ได้ แบบเต็มคลื่นมีหม้อแปลงแทปกลาง

ลำดับที่	รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความรู้		
		R	A	T
1.	ต่อวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบมีหม้อแปลงแทปกลางได้	X		
2.	หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นมีหม้อแปลงแทปกลางได้	X		
3.	วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบมีหม้อแปลงแทปกลางได้	X		
4.	คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้		X	
5.	คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว (Ripple Factor) ได้		X	

R = ฟื้นคืนความรู้ X = สำคัญมาก

A = ประยุกต์ความรู้ I = สำคัญ

T = ส่งถ่ายความรู้ O = ไม่สำคัญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวควบคุมไม่ได้ แบบเต็มคลื่นแบบ บริดจ์

ลำดับที่	รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความรู้		
		R	A	T
1.	ต่อวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้	X		
2.	หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้	X		
3.	วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้	X		
4.	คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้		X	
5.	คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว (Ripple Factor) ได้		X	

R = ฟื้นคืนความรู้ X = สำคัญมาก

A = ประยุกต์ความรู้ I = สำคัญ

T = ส่งถ่ายความรู้ O = ไม่สำคัญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วงจรเรียงกระแสสามเฟสควบคุมไม่ได้ แบบครึ่งคลื่น

ลำดับที่	รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความรู้		
		R	A	T
1.	ต่อวงจรเรียงกระแส 3 เฟส แบบครึ่งคลื่นได้	X		
2.	สามารถหาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแส 3 เฟส แบบครึ่งคลื่นได้	X		
3.	วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแส 3 เฟส แบบครึ่งคลื่นได้	X		
4.	คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้		X	
5.	คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว (Ripple Factor) ได้		X	

R = ฟื้นคืนความรู้ X = สำคัญมาก

A = ประยุกต์ความรู้ I = สำคัญ

T = ส่งถ่ายความรู้ O = ไม่สำคัญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วงจรเรียงกระแสสามเฟสควบคุมไม่ได้ แบบบริดจ์

ลำดับที่	รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความรู้		
		R	A	T
1.	ต่อวงจรเรียงกระแส สามเฟส เต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้	X		
2.	หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแส สามเฟส เต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้	X		
3.	วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้	X		
4.	คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้		X	
5.	คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว (Ripple Factor) ได้		X	

R = ฟื้นคืนความรู้ X = สำคัญมาก

A = ประยุกต์ความรู้ I = สำคัญ

T = ส่งถ่ายความรู้ O = ไม่สำคัญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วงจรเรียงกระแสเฟสเดียว ควบคุมได้ แบบครึ่งคลื่น

ลำดับที่	รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความรู้		
		R	A	T
1.	ต่อวงจรเรียงกระแส 1 เฟส แบบครึ่งคลื่นได้	X		
2.	หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียว แบบครึ่งคลื่นได้	X		
3.	วัดรูปคลื่นของแรงดันเอาท์พุตของ เอส ซี อาร์ได้	X		
4.	วัดรูปคลื่นของแรงดันและกระแสของโหลดได้	X		
5.	เขียนกราฟคุณลักษณะของการควบคุมวงจรเรียงกระแส 1 เฟส แบบครึ่งคลื่นได้	X		
6.	เขียนกราฟความสำพันธ์ระหว่างมุมจุดชนวนเกตุกับแรงดันเอาท์พุตของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียว แบบครึ่งคลื่นได้		X	
7.	คำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นได้		X	

R = ฟื้นคืนความรู้ X = สำคัญมาก

A = ประยุกต์ความรู้ I = สำคัญ

T = ส่งถ่ายความรู้ O = ไม่สำคัญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วงจรเรียงกระแสเฟสเดียว ควบคุมได้ แบบบริดจ์

ลำดับที่	รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความรู้		
		R	A	T
1.	ต่อวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่น แบบบริดจ์ได้	X		
2.	หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียว เต็มคลื่น แบบบริดจ์ได้	X		
3.	วัดรูปคลื่นของแรงดันเอาท์พุตของ เอส ซี อาร์ได้	X		
4.	วัดรูปคลื่นของแรงดันและกระแสของโหลดได้	X		
5.	เขียนกราฟคุณลักษณะของการควบคุมวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้		X	
6.	เขียนกราฟความสำพันธ์ระหว่างมุมจุดชนวนเกตุกับแรงดันเอาท์พุตของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้		X	
7.	คำนวณหาแรงดันเฉลี่ยของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้		X	

R = ฟื้นคืนความรู้ X = สำคัญมาก

A = ประยุกต์ความรู้ I = สำคัญ

T = ส่งถ่ายความรู้ O = ไม่สำคัญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วงจรเรียงกระแสเฟสเดียว ควบคุมได้ แบบบริดจ์

ลำดับที่	รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความรู้		
		R	A	T
1.	ต่อวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่น แบบบริดจ์ได้	X		
2.	หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียว เต็มคลื่น แบบบริดจ์ได้	X		
3.	วัดรูปคลื่นของแรงดันเอาท์พุตของ เอส ซี อาร์ได้	X		
4.	วัดรูปคลื่นของแรงดันและกระแสของโหลดได้	X		
5.	เขียนกราฟคุณลักษณะของการควบคุมวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้		X	
6.	เขียนกราฟความสำพันธ์ระหว่างมุมจุดชนวนเกตุกับแรงดันเอาท์พุตของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้		X	
7.	คำนวณหาแรงดันเฉลี่ยของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้		X	

R = ฟื้นคืนความรู้ X = สำคัญมาก

A = ประยุกต์ความรู้ I = สำคัญ

T = ส่งถ่ายความรู้ O = ไม่สำคัญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วงจรเรียงกระแสสามเฟส ควบคุมได้ แบบครึ่งคลื่น

ลำดับที่	รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความรู้		
		R	A	T
1.	ต่อวงจรเรียงกระแสสามเฟส แบบครึ่งคลื่นได้	X		
2.	หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสสามเฟส แบบครึ่งคลื่นได้	X		
3.	วัดรูปคลื่นของแรงดันเอาท์พุตของ เอส ซี อาร์ได้	X		
4.	วัดรูปคลื่นของแรงดันและกระแสของโหลดได้	X		
5.	เขียนกราฟคุณลักษณะของการควบคุมวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นได้		X	
6.	เขียนกราฟความสำพันธ์ระหว่างมุมจุดชนวนเกตุกับแรงดันเอาท์พุตของ		X	
7.	วงจรเรียงกระแสสามเฟส แบบครึ่งคลื่นได้ คำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นได้		X	

R = ฟื้นคืนความรู้ X = สำคัญมาก

A = ประยุกต์ความรู้ I = สำคัญ

T = ส่งถ่ายความรู้ O = ไม่สำคัญ

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม วงจรเรียงกระแสสามเฟส ควบคุมได้ แบบบริดจ์

ลำดับที่	รายการวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ระดับความรู้		
			A	T
1.	ต่อวงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่น แบบบริดจ์ได้	X		
2.	หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสสามเฟส เต็มคลื่น แบบบริดจ์ได้	X		
	วัดรูปคลื่นของแรงดันเอาท์พุตของ เอส ซี อาร์ได้	X		
3.	วัดรูปคลื่นของแรงดันและกระแสของโหลดได้	X		
4.	เขียนกราฟคุณลักษณะของการควบคุมวงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็ม			
5.	คลื่นแบบบริดจ์ได้		X	
	เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างมุมจุดชนวนเกตุกับแรงดันเอาท์พุต			
6.	ของวงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่น แบบบริดจ์ได้		X	
	คำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยของวงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นแบบ		X	
	บริดจ์ได้			

R = ฟื้นคืนความรู้ X = สำคัญมาก

A = ประยุกต์ความรู้ I = สำคัญ

T = ส่งถ่ายความรู้ O = ไม่สำคัญ

ภาคผนวก ค

ใบประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

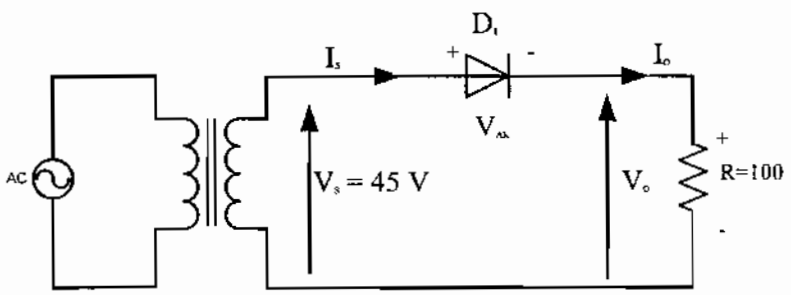
ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟส	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
1	เดียวกรณีโหลดเป็นความต้านทาน	1/8

วัตถุประสงค์เชิงพฤกติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแส เฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นได้
2. หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นได้
3. วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นได้
4. คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้
5. คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว(Ripple Factor) ได้

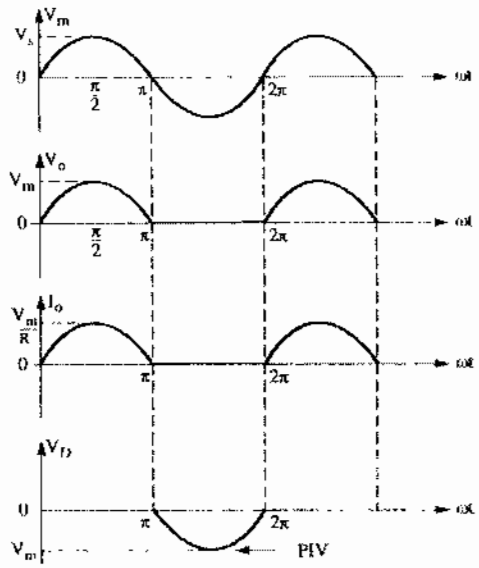
ทฤษฎีและคำแนะนำ

วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่น วงจรดังกล่าวใช้ไดโอดเรียงกระแสเพียงตัวเดียวต่อวงจรดังภาพที่ 1-1 โดยมีโหลดเป็นตัวต้านทาน ในการพิจารณาเพื่อวิเคราะห์ การทำงานของวงจร ควรพิจารณาโดยประมาณค่า นั่นคือ ไม่คิดแรงดันตกคร่อมไดโอดเมื่อได้รับไบแอสตรง และไม่คิดกระแสรั่วไหลผ่านรอยต่อของไดโอด เมื่อได้รับไบแอสกลับ สำหรับรูปคลื่นแรงดันคร่อมโหลด กระแสผ่านโหลดและแรงดันตกคร่อมไดโอด แสดงในภาพที่ 1-2



ภาพที่ 1-1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นความต้านทาน

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟส	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
1	เดียวกรณีโหลดเป็นความต้านทาน	2/8



ภาพที่ 1-2 รูปคลื่นของแรงดันและกระแสเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน

สมการคำนวณค่าต่างๆที่สำคัญมีค่าต่อไปนี้

ค่าแรงดันเฉลี่ย

$$V_{O(avg)} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} V_m \sin\omega t d\omega t \qquad (1\text{-}1)$$

$$= \frac{V_m}{2\pi}\left[-\cos\omega t\right]_0^{\pi}$$

$$= \frac{V_m}{2\pi}\left[-\cos\pi + \cos 0\right]$$

$$V_{O(avg)} = \frac{V_m}{\pi} = 0.318V_m \qquad (1\text{-}2)$$

$$V_{O(avg)} = \frac{\sqrt{2}V}{\pi} = 0.45V_{rms} \qquad (1\text{-}3)$$

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟส	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
1	เดียวกรณีโหลดเป็นความต้านทาน	3/8

ค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส

$$V_{O(rms)}^2 = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi} V_m^2 \sin^2 \omega t d\omega t \qquad (1\text{-}4)$$

$$= \frac{V_m^2}{2\pi}\left[-\frac{1}{2}\sin\omega t\cos\omega t + \frac{\omega t}{2}\right]_0^{\pi}$$

$$= \frac{V_m^2}{2\pi}\left[-\frac{1}{2}\sin\pi\cos\pi + \frac{\pi}{2} + \frac{1}{2}\sin 0\cos 0\right]$$

$$= \frac{V_m^2}{2\pi}\left[\frac{\pi}{2}\right]$$

$$V_{O(rms)} = \frac{V_m}{2} = 0.5V_m \qquad (1\text{-}5)$$

$$V_{O(rms)} = \frac{\sqrt{2}}{2}V_{rms} = 0.707V_{rms} \qquad (1\text{-}6)$$

ค่า Form Factor

$$FF = \frac{V_{O(rms)}}{V_{O(avg)}}$$

$$= \frac{\pi}{2}$$

$$FF = 1.57$$

ใบประลองที่ 1	เรื่อง วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นความต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 4/8

แรงดัน Ripple

$$V_{ripple} = \sqrt{V_{O(rms)}^2 + V_{O(avg)}^2} \tag{1-7}$$

ค่า Ripple Factor

$$\text{RF} = \frac{V_{ripple}}{V_{O(avg)}} = \frac{\sqrt{V_{O(rms)}^2 - V_{O(avg)}^2}}{V_{O(avg)}} \tag{1-8}$$

$$= \frac{\left[\left(1.57V_{O(avg)}\right)^2 - V_{O(avg)}^2\right]^{\frac{1}{2}}}{V_{O(avg)}}$$

$$= \frac{V_{O(avg)}\left[1.57^2 - 1^2\right]^{\frac{1}{2}}}{V_{O(avg)}}$$

$$\text{RF} = 1.21$$

ค่ากระแสเฉลี่ยของไดโอด

$$I_{FAV} = I_d \tag{1-9}$$

ค่ากระแสอาร์เอ็มเอสของไดโอด

$$I_{FRMS} = 1.57I_d \tag{1-10}$$

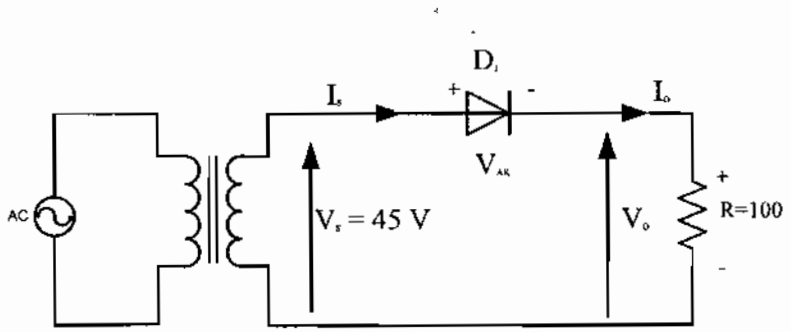
ใบประลองที่ 1	เรื่อง วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นความต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 5/8

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 1 ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล 1 เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์ 1 ชุด

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 1-3



ภาพที่ 1-3 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นความต้านทาน

2. วัดค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย และค่ากระแสต่างๆ ด้วยมัลติมิเตอร์

V_s =..... V

$V_{O(rms)}$ =..... V

$V_{O(avg)}$ = ... V

$I_{o(rms)}$ = ... A

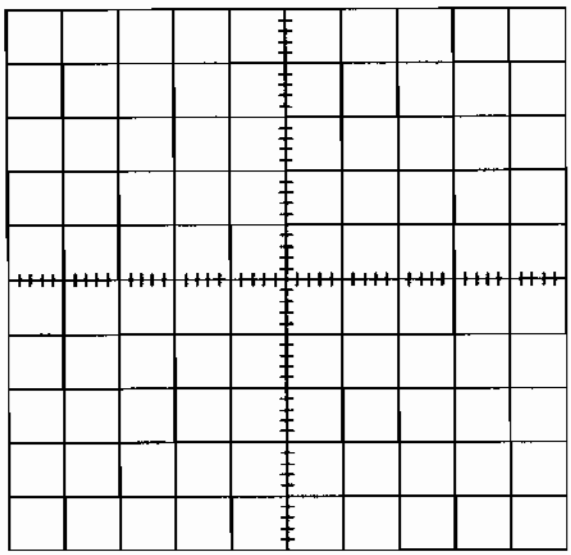
$I_{o(avg)}$ = ... A

ใบประลองที่ 1	เรื่อง วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นความต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 6/8

3.คำนวณหายัตราส่วน $V_{o(rms)} / V_{o(avg)}$ จะได้

$$V_{o(rms)} / V_{o(avg)} = \ldots\ldots\ldots\ldots$$

4.นำออสซิโลสโคปวัดแรงดันและกระแส ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด



ภาพที่ 1-4 รูปคลื่นV_S, V_O, V_{D1}

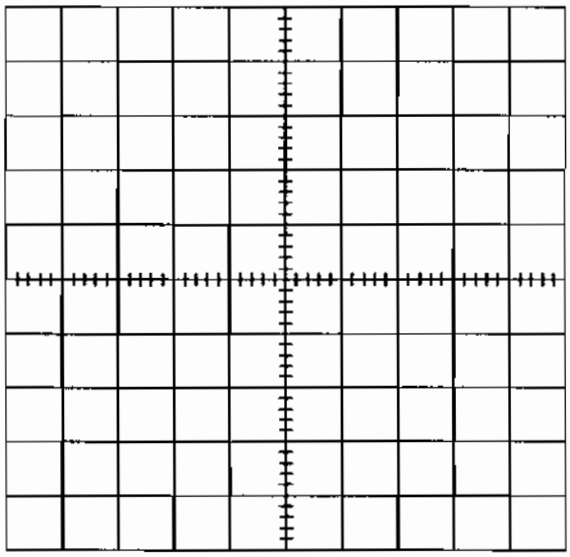
Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div..... แรงดัน V_S = ... V

Volt./Div..... แรงดัน V_o = ... V

Volt./ Div..... แรงดันV_{D1} = ... V

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟส	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
1	เดียวกรณีโหลดเป็นความต้านทาน	7/8



ภาพที่ 1-5 รูปคลื่น V_o, I_o

Time/Div..... ความถี่ของ V_s = ... Hz

Volt./ Div ของ V_o ..... แรงดัน V_o = ... V

5.คำนวณหาค่าแรงดันพลิ้ว (V_{ripple})

V_{ripple} = ... V

6. คำนวณตัวประกอบความพลิ้ว (W %)

W = ... %

7. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

ใบประลองที่ 1	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นความต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 8/8

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1. จงเขียนรูปวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นที่โหลดเป็นตัวต้านทานพร้อมทั้งเขียนรูปคลื่นแรงดันที่เกิดขึ้นจากวงจร
2. อธิบายคุณสมบัติของของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นที่โหลดเป็นตัวต้านทาน
3. จงคำนวณหาค่าแรงดันใช้งาน ($V_{O(rms)}$)และแรงดันเฉลี่ย ($V_{O(avg)}$) เมื่อค่าแรงดัน $V_m = 220V$

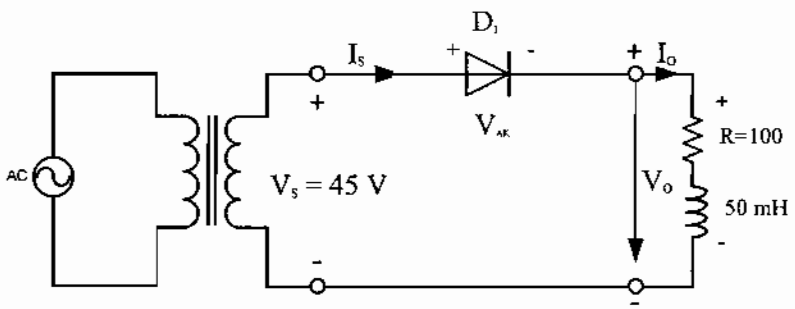
ใบประลองที่ 2	เรื่อง วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียว กรณีโหลดเป็นความต้านทาน และ ตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 1/7

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแส เฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นได้
2. หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นได้
3. วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นได้
4. คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้
5. คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว(Ripple Factor) ได้

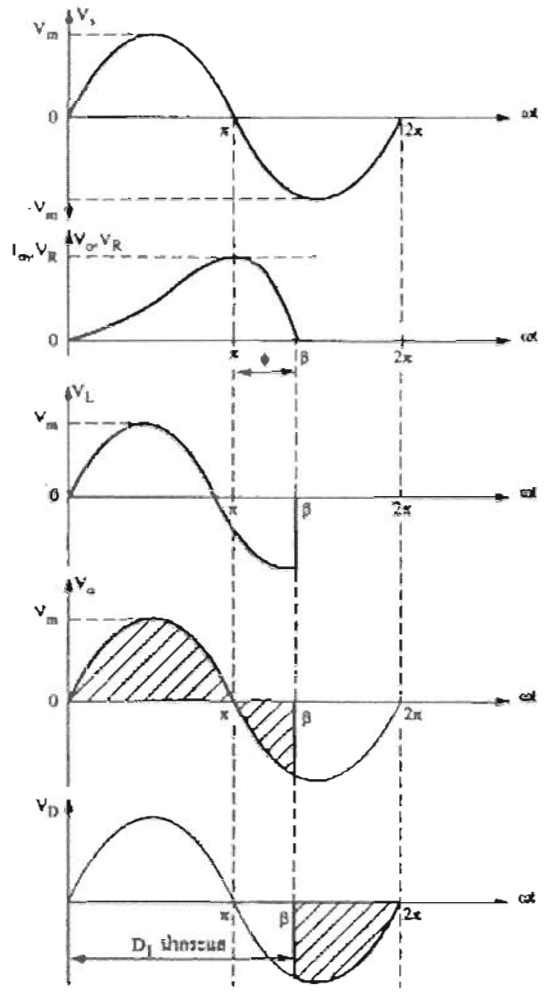
ทฤษฎีและคำแนะนำ

วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นวงจรดังกล่าวใช้ไดโอดเรียงกระแสเพียงตัวเดียวต่อวงจร ดังภาพที่ 2.1 โดยมีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ ในการพิจารณาเพื่อวิเคราะห์ การทำงานของวงจร ควรพิจารณาโดยประมาณค่า นั่นคือ ไม่คิดแรงดันตกคร่อมไดโอดเมื่อได้รับไบแอสตรง และไม่คิดกระแสรั่วไหลผ่านรอยต่อของไดโอด เมื่อได้รับไบแอสกลับ สำหรับรูปคลื่นแรงดันคร่อมโหลด กระแสผ่านโหลดและแรงดันตกคร่อมไดโอด แสดงในภาพที่ 2.2



ภาพที่ 2-1 วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียวกรณีโหลดเป็นความต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียว	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
2	กรณีโหลดเป็นความต้านทาน และ ตัวเหนี่ยวนำ	2/7



ภาพที่ 2-2 รูปคลื่นของแรงดันและกระแสต่างๆเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ในขณะที่V_S ไดโอดนำกระแสทำให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจร โดยที่ $I_s = I_o$ ที่ $\omega t = \pi$ แรงดันV_s ลดลงเป็นศูนย์แต่กระแสในวงจรยังไม่เป็นศูนย์เพราะการหน่วงกระแสของตัวเหนี่ยวนำ L ไดโอดยังคงนำกระแสจนกระทั่งเมื่อ $\omega t = \beta$ กระแส I_oลดลงเป็นศูนย์ไดโอดจึงหยุดนำกระแส

สมการคำนวณค่าต่างๆที่สำคัญมีค่าต่อไปนี้

ค่าแรงดันเฉลี่ย

$$V_{O(avg)} = \frac{V_m}{2\pi}(1 - \cos\beta) \qquad (2\text{-}1)$$

ใบประลองที่ 2	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นความต้านทาน และ ตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 3/7

ค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส

$$V_{O(rms)} = \frac{V_m}{2\sqrt{\pi}}\sqrt{\beta - \frac{1}{2}\sin 2\beta} \qquad (2\text{-}2)$$

ค่ากระแสเฉลี่ย

$$I_{O(avg)} = \frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi}\left[\frac{V_m}{Z}\left(\sin(\omega t-\phi)+(\sin\phi)-e^{-\left(\frac{R}{\omega L}\right)\omega t}\right)\right]d(\omega t) \qquad (2\text{-}3)$$

ค่ากระแสอาร์ .เอ็ม. เอส

$$I_{O(rms)} = \sqrt{\frac{1}{2\pi}\int_0^{\pi}\left[\frac{V_m}{Z}\left(\sin(\omega t-\phi)+(\sin\phi)e^{-\left(\frac{R}{\omega L}\right)\omega t}\right)^2 d(\omega t)\right]} \qquad (2\text{-}4)$$

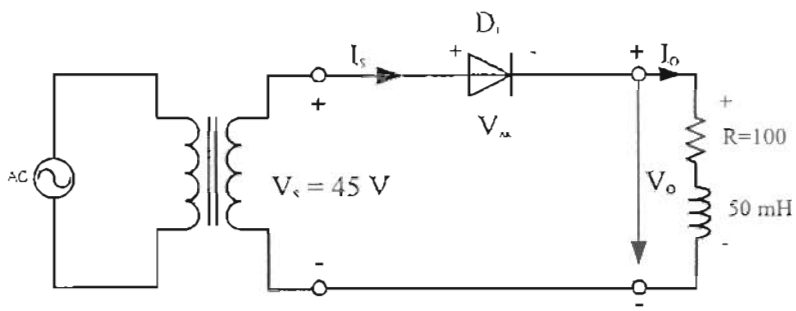
อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	1	ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล	1	เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์	1	ตัว

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่น	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง1
2	กรณีโหลดเป็นความต้านทาน และ ตัวหนี่ยวนำ	4/7

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 2-3



ภาพที่ 2-3 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นกรณีโหลดเป็นความต้านทาน และ ตัวเหนี่ยวนำ

2. วัดค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย และค่ากระแสต่างๆ ด้วยมัลติมิเตอร์

V_s =..... V

$V_{O(rms)}$ =..... V

$V_{O(avg)}$ = ... V

$I_{o(rms)}$ = ... A

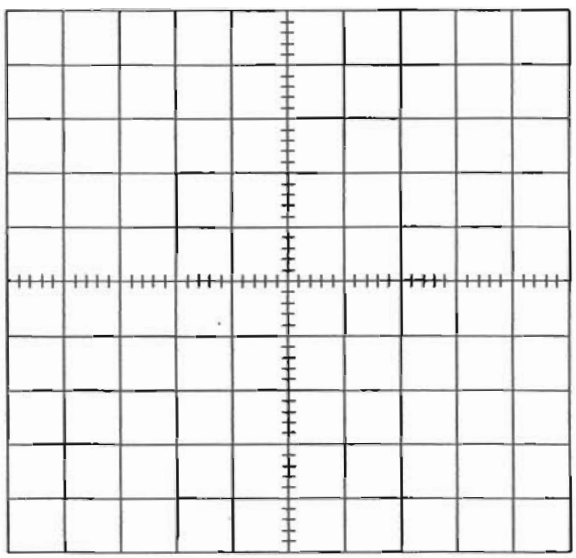
$I_{o(avg)}$ = ... A

3. คำนวณหาอัตราส่วน $V_{o(rms)} / V_{o(avg)}$ จะได้

$V_{o(rms)} / V_{o(avg)}$ = ...

ใบประลองที่ 2	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นความต้านทาน และ ตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 5/7

4.นำออสซิโลสโคปวัดแรงดันและกระแส ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด



ภาพที่ 2-4 รูปคลื่นV_S, V_O, V_{D1}

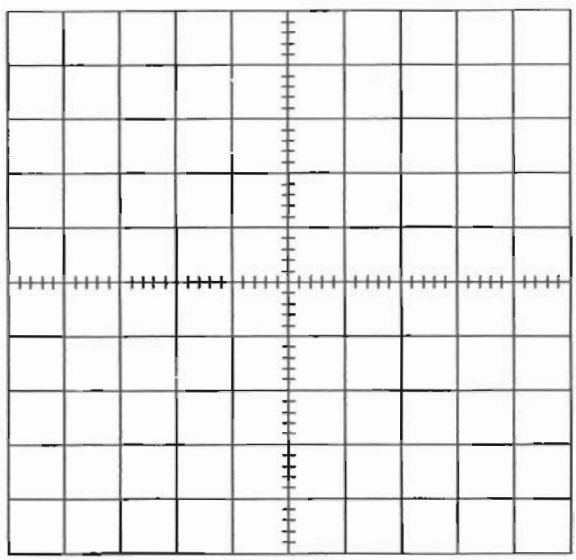
Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div..... .... แรงดันV_S = ... V

Volt./Div..... แรงดัน V_O = ... V

Volt./ Div..... แรงดันV_{D1} = ...V

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียว	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง I
2	กรณีโหลดเป็นความต้านทาน และ ตัวเหนี่ยวนำ	6/7



ภาพที่ 2-5 รูปคลื่น V_o, I_o

Time/Div..... ความถี่ของ V_s= ..... . Hz

Volt./ Div ของ V_o แรงดันV_o = ... V

5. คำนวณหาค่าแรงดันพลิ้ว (V_{ripple})

V_{ripple} = ... V

6. คำนวณตัวประกอบความพลิ้ว (W %)

W = ... %

7. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

ใบประลองที่ 2	เรื่อง วงจรเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่นเฟสเดียว กรณีโหลดเป็นความต้านทาน และ ตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 7/7

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1. จงอธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำมาพอเข้าใจ
2. จงเขียนเปรียบเทียบรูปคลื่นที่ได้จากการทดลองในใบประลองที่ 1 กับรูปคลื่นที่ได้ในใบประลองในใบประลองที่ 2 มีความแตกต่างกันอย่างไร

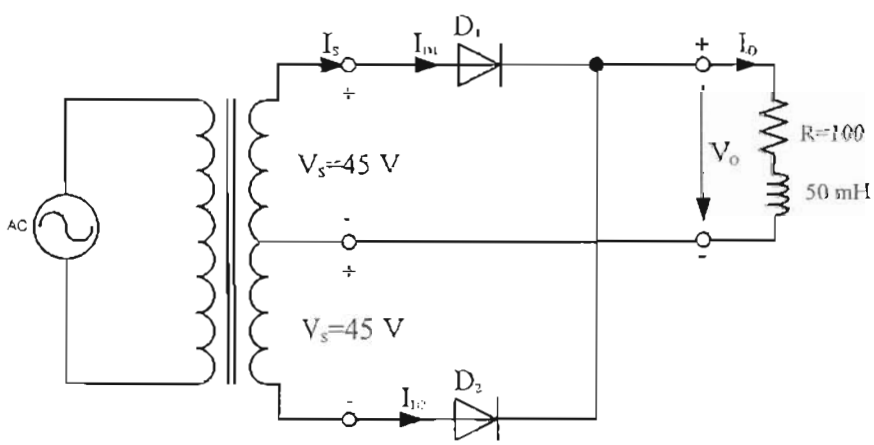
ใบประลองที่ 3	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลาง กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชาประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 1/7

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแส เฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลางได้
2. หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงได้
3. วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลางได้
4. คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้
5. คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว(Ripple Factor) ได้

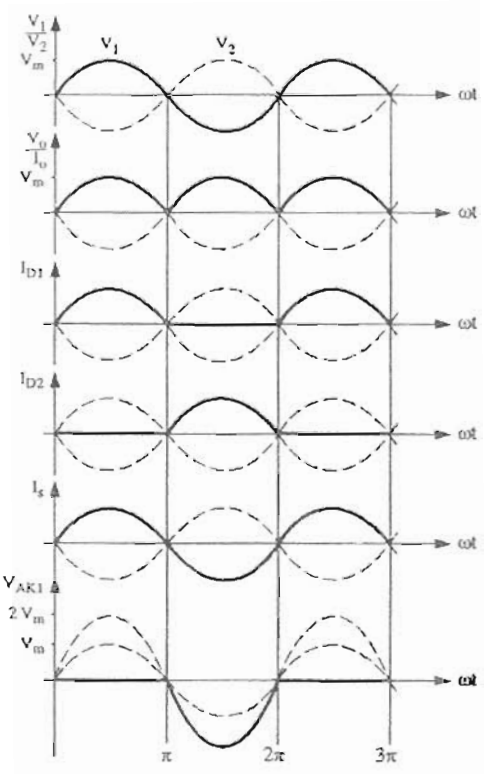
ทฤษฎีและคำแนะนำ

ในกรณีที่ต้องการแลงผันไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรงที่แรงดันคงที่และจ่ายภาระไฟฟ้าที่มีขนาดกำลังไฟไม่สูงมากนักจะใช้วงจรแบบหม้อแปลงมีแทปจะสะดวกกว่าที่ใช้ไดโอดสองตัวในการเรียงกระแสต่อวงจร ง่ายกว่าและมีขนาดเล็กแต่ถ้าต้องการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่โหลดสูงๆมาก ต้องใช้วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ไดโอดแทนได้ เพราะไม่ต้องใช้หม้อแปลงมีแทปทำให้ไม่สิ้นเปลืองแต่การต่อวงจรยากกว่าเพราะต้องใช้ไดโอดสี่ตัวเป็นตัวเรียงกระแสแทน แต่ข้อดีของไดโอดต่อแบบบริดจ์คือค่าแรงดันอาร์อาร์ของไดโอดมีค่าน้อยกว่าค่าอาร์อาร์เอ็มของไดโอดที่ต่อในวงจรมีแทปครึ่งหนึ่งดังนั้นไดโอดของวงจรแบบบริดจ์จึงไม่จำเป็นต้องมีพิกัดสูงมากนัก ดังภาพที่ 3-1



ภาพที่ 3-1 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลาง กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ใบประลองที่ 3	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลาง กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 2/7



ภาพที่ 3-2 รูปคลื่นของแรงดันและกระแสต่างๆ

สมการการคำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยหาได้ดังนี้คือ

$$V_{O(avg)} = \frac{2}{2\pi}\int_{0}^{\pi} V_m \sin \omega t d\omega t \qquad (3\text{-}1)$$

$$V_{O(avg)} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636V_m \qquad (3\text{-}2)$$

หรือ

$$V_{O(avg)} = \frac{\sqrt{2}}{\pi} V = 0.45V_{rms} \qquad (3\text{-}3)$$

ใบประลองที่ 3	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลาง กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 3/7

สำหรับค่าสมการการคำนวณค่าแรงดันอาร์เอ็มเอสมีสมการดังนี้

$$V_{O(rms)}^2 = \frac{2}{2\pi}\int_0^{\pi} V_m^2 \sin^2 \omega t d\omega t \qquad (3\text{-}4)$$

$$V_{O(rms)} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707V_m \qquad (3\text{-}5)$$

$$V_{O(rms)} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} V_{rms} = V_{rms} \qquad (3\text{-}6)$$

กระแสเฉลี่ยพิจารณาจากสมการดังนี้

$$I_{O(avg)} = \frac{V_m}{Z} \times I_N \qquad (3\text{-}7)$$

กระแสอาร์.เอ็ม.เอส พิจารณาจากสมการดังนี้

$$I_{O(rms)} = \frac{V_m}{Z} \times I_{RN} \qquad (3\text{-}8)$$

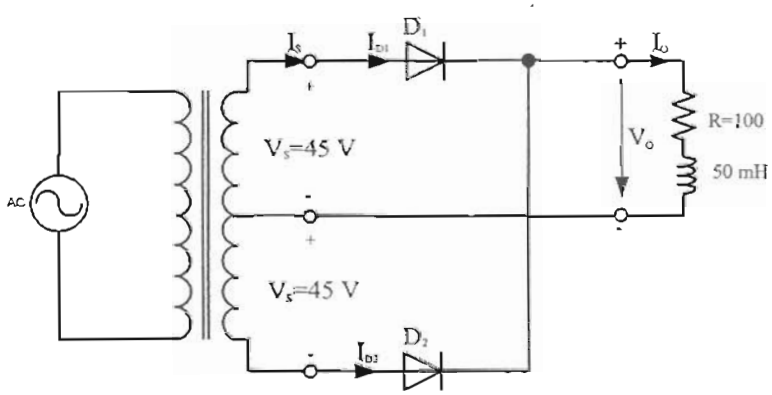
ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลาง กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
3		4/7

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1.ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	1	ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล	1	เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์	1	ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1.ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 3-3



ภาพที่ 3-3 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลาง กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

2. วัดค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย และค่ากระแสต่างๆ ด้วยมัลติมิเตอร์

V_s = ... V

$V_{O(rms)}$ = ... V

$V_{O(avg)}$ = ... V

$I_{o(rms)}$ = ... A

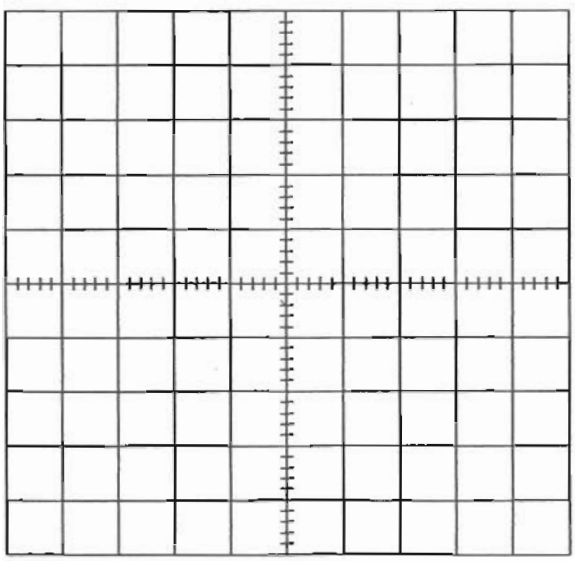
$I_{o(avg)}$ = ... A

3. คำนวณหาอัตราส่วน $V_{o(rms)} / V_{o(avg)}$ จะได้

$V_{o(rms)} / V_{o(avg)}$ = ...

ใบประลองที่ 3	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลาง กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 5/7

4. นำออสซิโลสโคปวัดแรงดันและกระแส ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด



ภาพที่ 3-4 รูปคลื่น V_S, V_O, V_{D1}

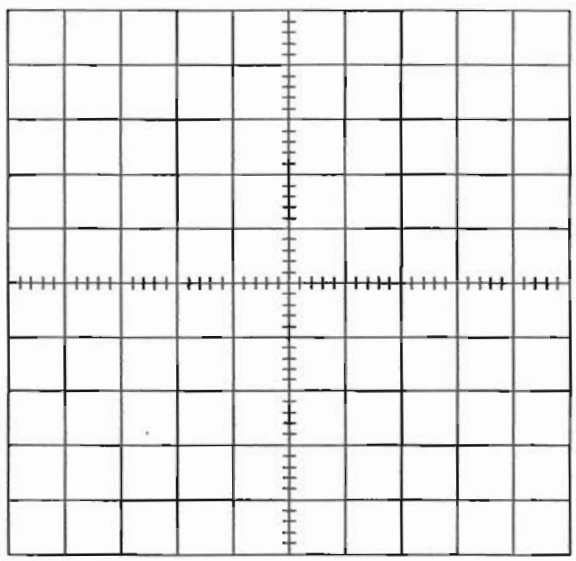
Time/Div..... .. ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div..... ..... แรงดัน V_S = ... V

Volt./Div..... แรงดัน V_O = ... V

Volt./ Div..... แรงดัน V_{D1} = ... V

ใบประลองที่ 3	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลาง กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 6/7



ภาพที่ 3-5 รูปคลื่น V_o, I_o

Time/Div..... ..... ความถี่ของ V_s = ... Hz

Volt./ Div ของ V_o แรงดัน V_o = ... V

5. คำนวณหาค่าแรงดันพลิ้ว (V_{ripple})

V_{ripple} = ... V

6. คำนวณตัวประกอบความพลิ้ว (W %)

W = ... %

7. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

....

....

....

....

....

ใบประลองที่ 3	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นใช้หม้อแปลงแทปกลาง กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 7/7

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1. อธิบายคุณสมบัติของวงจรมาพอเข้าใจ
2. จงแสดงการคำนวณ หาค่าของ $V_{O(rms)}$ โดยที่ แหล่งจ่าย มีค่า 220 /45 V 50 Hz

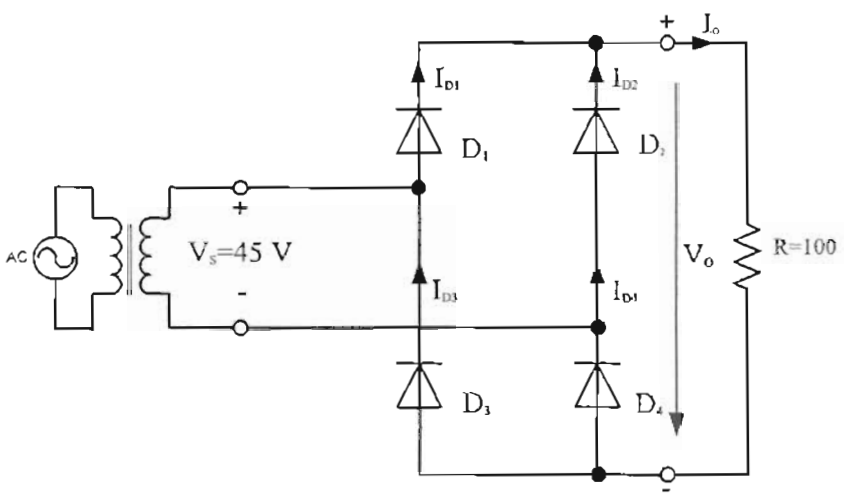
ใบประลองที่ 4	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 1/7

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแส เฟสเดียวแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
2. หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
3. วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
4. คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้
5. คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว(Ripple Factor) ได้

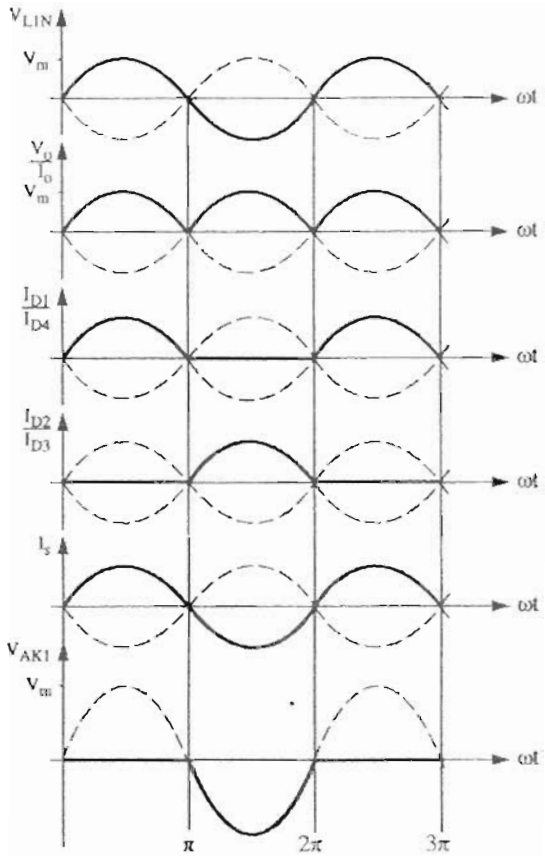
ทฤษฎีและคำแนะนำ

วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์เมื่อต่อกับโหลดที่เป็นตัวต้านทานจะมีรูปคลื่นของกระแสและแรงดันตกคร่อมโหลดดังภาพที่ 4-2 ลักษณะของวงจรบริดจ์จะใช้ไดโอดสี่ตัวต่อเพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันคงที่



ภาพที่ 4-1 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่น	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
4	แบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	2/7



ภาพที่ 4-2 รูปคลื่นแรงดันและกระแสของวงจร

$$V_{O(avg)} = \frac{2}{2\pi}\int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d\omega t \qquad (4\text{-}1)$$

$$V_{O(avg)} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636V_m \qquad (4\text{-}2)$$

หรือ

$$V_{O(avg)} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi}V = 0.9V_{rms} \qquad (4\text{-}3)$$

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่น	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
4	แบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	3/7

สำหรับค่าสมการการคำนวณค่าแรงดันอาร์เอ็มเอสมีสมการดังนี้

$$V_{O(rms)}^2 = \frac{2}{2\pi}\int_0^{\pi} V_m^2 \sin^2 \omega t d\omega t \qquad (4\text{-}4)$$

$$V_{O(rms)} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707V_m \qquad (4\text{-}5)$$

หรือ

$$V_{O(rms)} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} V_{rms} = V_{rms} \qquad (4\text{-}6)$$

ค่า Form Factor

$$FF = \frac{V_{O(rms)}}{V_{O(avg)}} \qquad (4\text{-}7)$$

ค่า Ripper factor

$$RF = \frac{V_{Ripper}}{V_{o(avg)}} \qquad (4\text{-}8)$$

$$V_{Ripper} = \frac{\sqrt{V^2{}_{O(rms)} - V_{O(avg)}^2}}{V_{O(avg)}} \qquad (4\text{-}9)$$

ค่ากระแส อาร์เอ็มเอส

$$I^2 R = I_{drms}^2 R \qquad (4\text{-}10)$$

$$I = \frac{V_{O(rms)}}{R} \qquad (4\text{-}11)$$

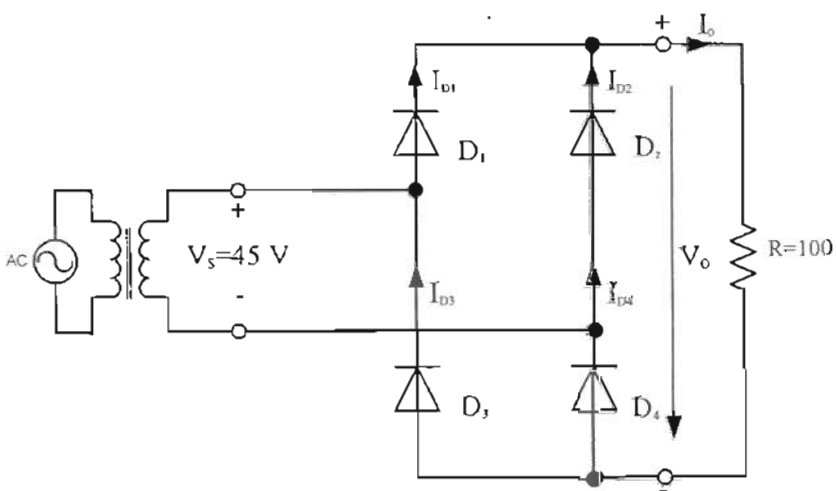
ใบประลองที่ 4	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่น แบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 4/7

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	1	ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล	1	เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์	1	ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1.ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 4-3



ภาพที่ 4-3 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ กับโหลดตัวต้านทาน

2. วัดค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย และค่ากระแสต่างๆ ด้วยมัลติมิเตอร์

V_s =..... V

$V_{O(rms)}$ =..... V

$V_{O(avg)}$ = ... V

$I_{o(rms)}$ = ... A

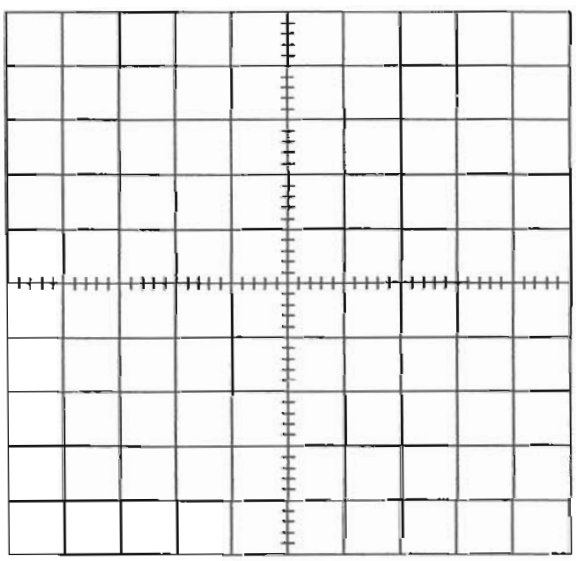
$I_{o(avg)}$ = ... A

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่น	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
4	แบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	5/7

3. คำนวณหาอัตราส่วน $V_{o(rms)} / V_{o(avg)}$ จะได้

$V_{o(rms)} / V_{o(avg)}$ = ...

4. นำออสซิโลสโคปวัดแรงดันและกระแส ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด



ภาพที่ 4-4 รูปคลื่น V_S, V_O, V_{D1}

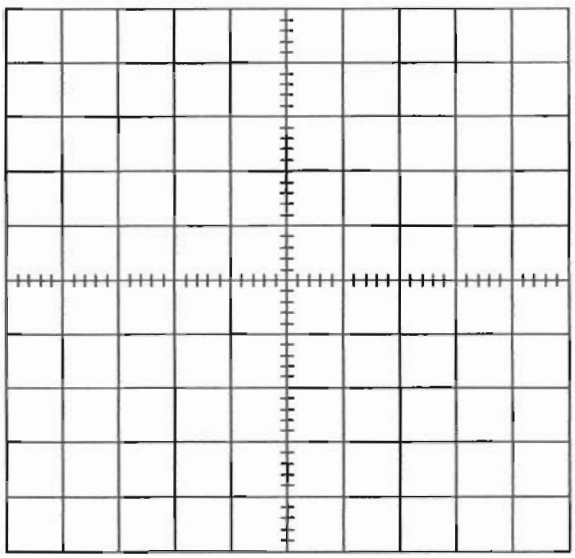
Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div..... ..... แรงดัน V_S = ... V

Volt./Div..... แรงดัน V_O = ... V

Volt./ Div..... .... แรงดัน V_{D1} = ... V

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่น	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
4	แบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	6/7



ภาพที่ 4-5 รูปคลื่น V_o, I_o

Time/Div..... ความถี่ของ V_s = ... Hz

Volt./ Div ..... แรงดัน V_o = ... V

5. คำนวณหาค่าแรงดันพลิ้ว (V_{ripple})

V_{ripple} = ... V

6. คำนวณตัวประกอบความพลิ้ว (W %)

W = ... %

7. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

....

....

....

....

.. ..

ใบประลองที่ 4	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่น แบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 7/7

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1.จงอธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานมาพอเข้าใจ

2. วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์มีโหลดเป็นตัวต้านทานมีค่า 10 โอห์มและค่า $V_S = 220\sqrt{2}\sin\omega t \quad f = 50Hz$ จงคำนวณหาค่า $V_{O(avg)}, V_{O(rms)}$

3. จากข้อที่ 2 จงหาค่าแรงดันRipper

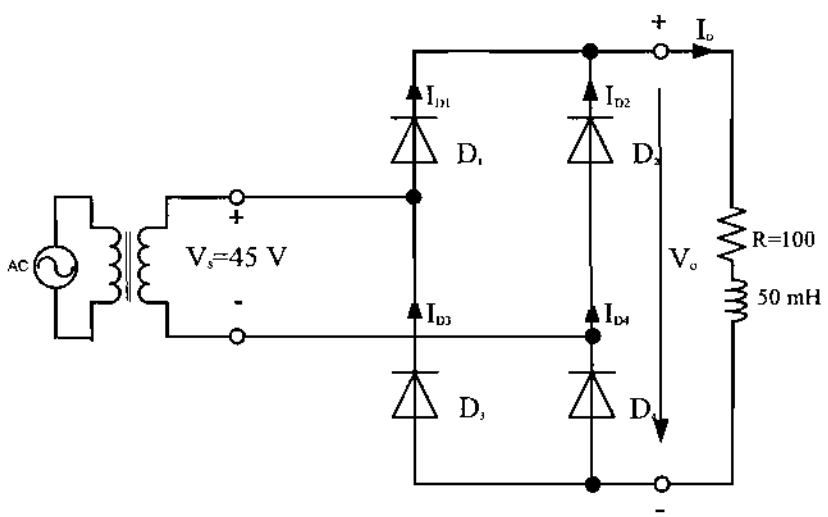
ใบประลองที่ 5	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนียวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 1/6

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแส เฟสเดียวแบบบริดจ์ได้
2. หาคุณสมบัติฯของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ได้
3. วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ได้
4. คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้
5. คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว(Ripple Factor) ได้

ทฤษฎีและคำแนะนำ

วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์เมื่อต่อกับโหลดที่เป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำจะมีรูปคลื่นของกระแสและแรงดันตกคร่อมโหลดดังภาพที่ 5.2 ลักษณะของวงจรบริดจ์จะใช้ไดโอดสี่ตัวต่อเพื่อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่มีแรงดันคงที่



ภาพที่ 5-1 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ค่าแรงดันเฉลี่ยหาได้จาก
สูตรดังนี้

$$V_{O(avg)} = \frac{2}{2\pi}\int_0^{\pi} V_m \sin \omega t d\omega t \qquad (5\text{-}1)$$

หรือ

$$V_{O(avg)} = \frac{2V_m}{\pi} = 0.636V_m \qquad (5\text{-}2)$$

ใบประลองที่ 5	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนียวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 2/6

$$V_{O(avg)} = \frac{2\sqrt{2}}{\pi} V = 0.9 V_{rms} \qquad (5\text{-}3)$$

สำหรับค่าสมการการคำนวณค่าแรงดันอาร์เอ็มเอสมีสมการดังนี้

$$V^2_{O(rms)} = \frac{2}{2\pi} \int_0^{\pi} V_m^2 \sin^2 \omega t d\omega t \qquad (5\text{-}4)$$

$$V_{O(rms)} = \frac{V_m}{\sqrt{2}} = 0.707 V_m \qquad (5\text{-}5)$$

หรือ

$$V_{O(rms)} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} V_{rms} = V_{rms} \qquad (5\text{-}6)$$

ค่ากระแสเฉลี่ยของวงจรพิจารณาจากสมการดังนี้

$$I_{O(avg)} = \frac{V_m}{Z} \times I_N \qquad (5\text{-}7)$$

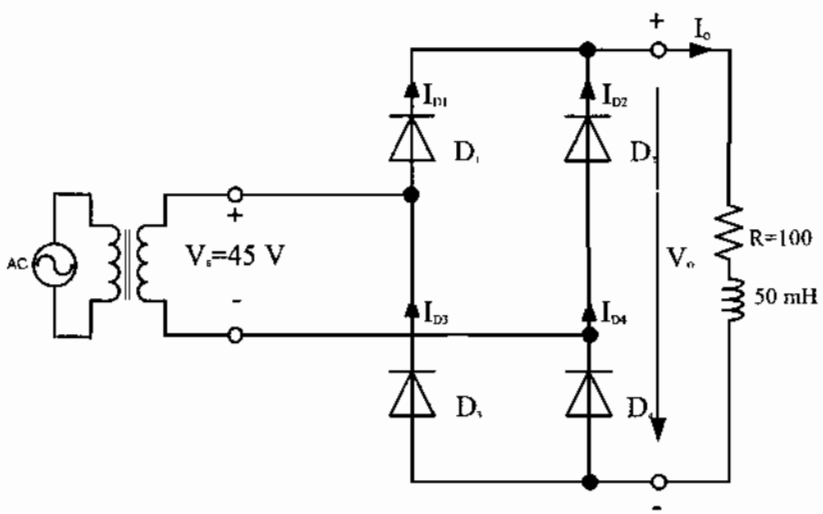
ใบประลองที่ 5	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนียวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 3/6

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล 1 เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์ 1 ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1.ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 5-3



ภาพที่ 5-3 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ กรณีโหลด ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

2. วัดค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย และค่ากระแสต่างๆ ด้วยมัลติมิเตอร์

ค่าที่วัดได้					
V_S (V)	$V_{O(rms)}$(V)	$V_{O(avg)}$(V)	V_{ripple}(V)	I_{rms}(A)	$I_{O(avg)}$(A)

ใบประลองที่ 5	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนียวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 4/6

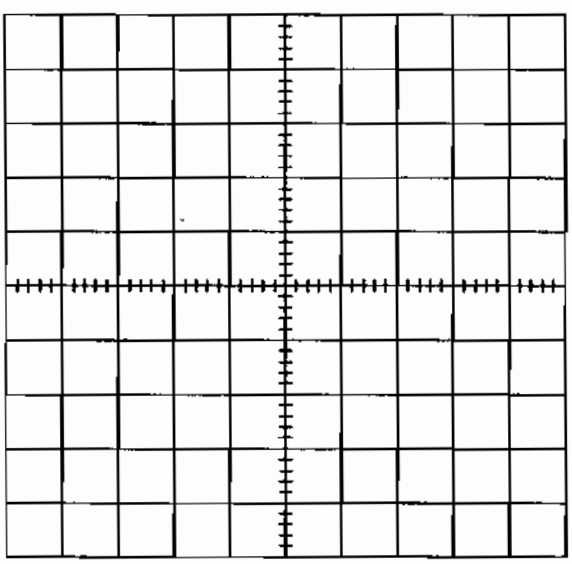
3. คำนวณค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย ค่าแรงดันRipple และค่ากระแสต่างๆ ของวงจรแล้ว บันทึกลงในตารางข้างล่าง

ค่าที่คำนวณ					
V_S (V)	$V_{O(rms)}$(V)	$V_{O(avg)}$(V)	V_{ripple}(V)	I_{rms}(A)	$I_{O(avg)}$(A)

4. คำนวณหาอัตราส่วน $V_{o(rms)} / V_{o(avg)}$ จะได้

$V_{o(rms)} / V_{o(avg)}$ = ...

5. นำออสซิโลสโคปวัดแรงดันและกระแส ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด



ภาพที่ 5-4 รูปคลื่นV_S, V_O, V_{D1}

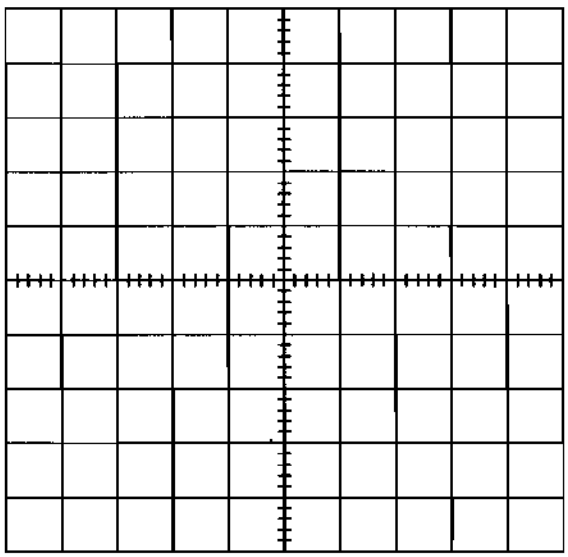
Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div..... แรงดัน V_S = ... V

Volt./Div..... แรงดัน V_O = ... V

Volt./ Div..... แรงดัน V_{D1} = ... V

ใบประลองที่ 5	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 5/6



ภาพที่ 5-5 รูปคลื่น V_o, I_o

Time/Div..... ความถี่ของ V_s = ... Hz

Volt./ Div ..... แรงดัน V_o= V

5. คำนวณหาค่าแรงดันพลิ้ว (V_{ripple})

V_{ripple} = ... V

6. คำนวณตัวประกอบความพลิ้ว (W %)

W = ... %

7. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
5	กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนียวนำ	6/6

คำถามท้ายการทดลอง

1. อธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำมาพอเข้าใจ

2. วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเมคลื่นแบบบริดจ์มีโหลดเป็นตัวต้านทาน 10 โอห์มและตัวเหนี่ยวนำมีค่า 58 mH ค่า ของแหล่งจ่าย $220\sqrt{2}\sin\omega t \quad f = 50Hz$ จงคำนวนหาค่า $V_{O(avg)}, V_{O(rms)}$

ใบประลองที่ 6	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 1/9

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแส สามเฟสแบบครึ่งคลื่นได้
2. หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นได้
3. วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นได้
4. คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้
5. คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว(Ripple Factor) ได้

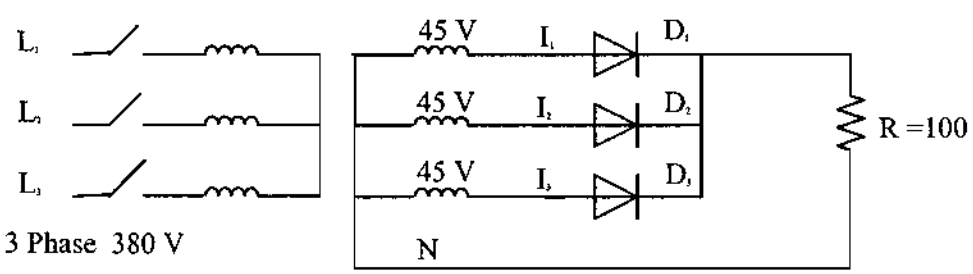
ทฤษฎีและคำแนะนำ

วงจรเรียงกระแส 3 เฟส แบ่งออกเป็น 2 วงจร คือวงจรเรียงกระแส 3 เฟส ครึ่งคลื่น และวงจรเรียงกระแส 3 เฟสเต็มคลื่นวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นเมื่อต่อกับโหลดที่เป็นตัวต้านทานจะประกอบไปด้วยไดโอดสามตัวคือ D_1 D_2 D_3 ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟสามเฟส L_1 L_2 L_3 ตามลำดับ ดังแสดงภาพที่ 6-1 ไดโอด แต่ละตัวทำหน้าที่แปลงไฟสลับครึ่งวัฏจักรบวกของแหล่งจ่าย 3 เฟส มาเรียงเป็นไฟตรง ดังนั้นจึงเกิดรูปคลื่นของแรงดันจำนวน 3 ลูกคลื่น ใน 1 วัฏจักร ดังแสดงในภาพที่ 6-2 สำหรับขั้วนิวตรอน (N) ของแหล่งจ่ายไฟสลับ ต่อเข้ากับขั้วลบของโหลด เพื่อเป็นทางเดินกระแสจากโหลดไปยังแหล่งจ่าย ไดโอดแต่ละตัวจะนำกระแสเพียง 120 องศาเท่านั้น กล่าวคือ

ไดโอด D_1 นำกระแสที่มุม = 30 องศา-150 องศา

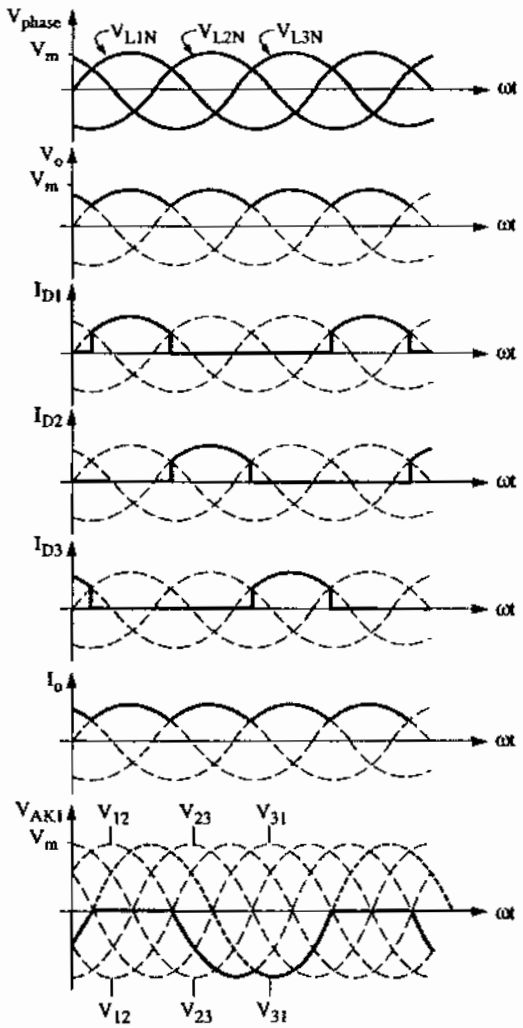
ไดโอด D_2 นำกระแสที่มุม = 150 องศา-270 องศา

ไดโอด D_3 นำกระแสที่มุม = 270 องศา-30 องศา



ภาพที่ 6-1 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นกรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

ใบประลองที่ 6	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 2/9



ภาพที่ 6-2 แสดงรูปคลื่นแรงดันและกระแสในส่วนต่างๆของวงจร

ใบประลองที่ 6	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 3/9

สมการการคำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยสามารถหาได้จากสมการดังนี้คือ

$$V_{O(avg)} = \frac{3}{2\pi}\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} V_m \sin \omega t d\omega t \tag{6-1}$$

$$V_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi} = 0.827V_m \tag{6-2}$$

สำหรับค่าสมการการคำนวณค่าแรงดันอาร์เอ็มเอสมีสมการดังนี้

$$V_{O(rms)}^2 = \frac{3V_m^2}{2\pi}\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \sin^2 \omega t d\omega t \tag{6-3}$$

$$V_{O(rms)}^2 = 0.707V_m^2 \tag{6-4}$$

หรือ

$$V_{O(rms)} = 0.84V_m \tag{6-5}$$

สมการการคำนวณหาค่ากระแสของโหลด เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานกระแสเฉลี่ยของโหลดจะมีค่าเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านไดโอดในแต่ละตัวรวมกันซึ่งสามารถหาได้จากสูตรข้างล่าง

$$I_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi R}V_m \tag{6-6}$$

และค่ากระแสใช้งานที่ผ่านไดโอด เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน

$$I_{O(rms)} = \frac{0.84}{R}V_m \tag{6-7}$$

ใบประลองที่ 6	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 4/9

สำหรับการคำนวณหาค่าของตัวประกอบความพลิ้ว และแรงดันพลิ้วนั้นสามารถหาได้จาก

$$V_{ripple} = \sqrt{V_{O(rms)}^2 - V_{O(avg)}^2} \qquad (6\text{-}8)$$

$$W = \frac{V_{ripple}}{V_{O(avg)}} \times 100\% \qquad (6\text{-}9)$$

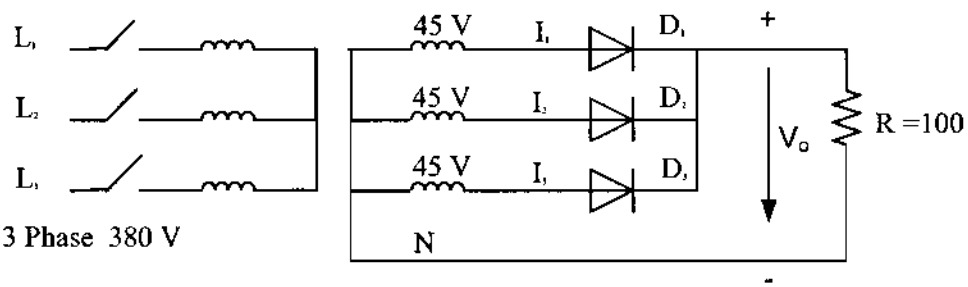
<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง</u>

1. ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	1	ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล	1	เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์	1	ตัว

ใบประลองที่ 6	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 5/9

<u>ลำดับขั้นการทดลอง</u>

1.ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 6-4



ภาพที่ 6-4 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นกรณีโหลด ตัวต้านทาน

2. วัดค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย และค่ากระแสต่างๆ ด้วยมัลติมิเตอร์

ค่าที่วัดได้					
V_S (V)	$V_{O(rms)}$(V)	$V_{O(avg)}$(V)	V_{ripple}(V)	I_{rms}(A)	$I_{O(avg)}$(A)

3.คำนวณค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย ค่าแรงดันRipple และค่ากระแสต่างๆ ของวงจรแล้วบันทึกลงในตารางข้างล่าง

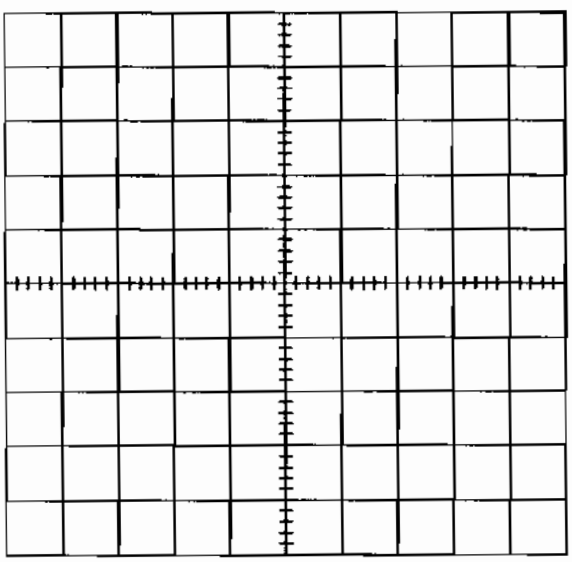
ค่าที่คำนวณ					
V_S (V)	$V_{O(rms)}$(V)	$V_{O(avg)}$(V)	V_{ripple}(V)	I_{rms}(A)	$I_{O(avg)}$(A)

ใบประลองที่ 6	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 6/9

4.คำนวณหาอัตราส่วน ของแรงดัน$V_{o(rms)} / V_{o(avg)}$ จะได้

$$V_{o(rms)} / V_{o(avg)} = \ldots\ldots\ldots\ldots$$

5.นำออสซิโลสโคปวัดแรงดันและกระแส ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด



ภาพที่ 6-5 รูปคลื่นV_S, V_O

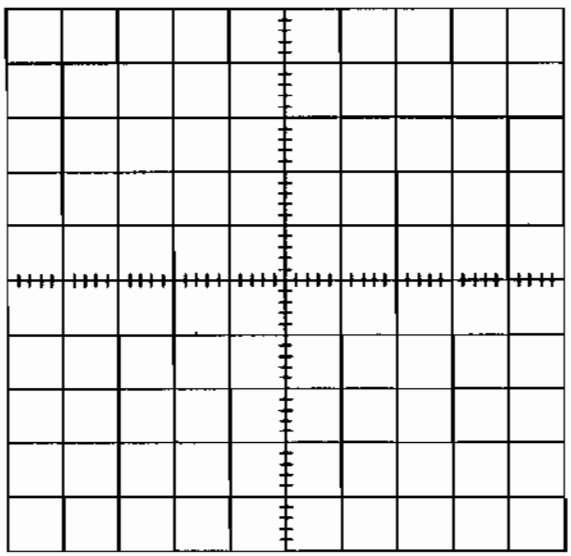
Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div..... แรงดันV_S = ... V

Volt./Div..... แรงดัน V_O = ... V

Volt./ Div..... แรงดันV_{D1} = ... V

ใบประลองที่ 6	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 7/9



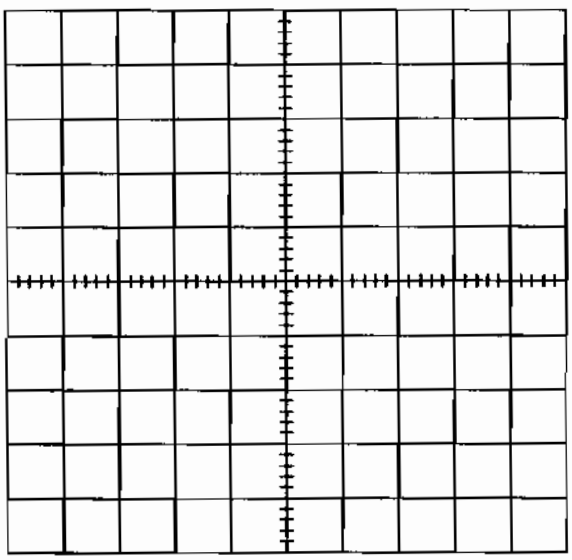
ภาพที่ 6-6 รูปคลื่น V_{L1-N} ,V_{L2-N}, V_{L3-N}

Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div .....

5.กระแสที่ไหลผ่านไดโอด D_1 ,D_2,D_3 โดยการวัดคร่อมตัวต้านทานค่า 1Ω 5% 5 W แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางข้างล่าง

ใบประลองที่ 6	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 8/9



ภาพที่ 6-7 รูปคลื่น I_O, I_{D1}, I_{D2}, I_{D3}

Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div .....

6. วัดค่ากระแสเฉลี่ย กระแสใช้งานที่ไหลผ่านไดโอด

ค่าที่วัดได้		ค่าที่คำนวณ	
$I_{D1(rms)}$ (A)	$I_{D1(avg)}$ (A)	$I_{D1(rms)}$ (A)	$I_{D1(avg)}$ (A)

7. คำนวณหาค่าแรงดันพลิ้ว (V_{ripple})

V_{ripple} = ... V

ใบประลองที่ 6	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 9/9

8. คำนวณตัวประกอบความพลิ้ว (W %)

W = ... %

9. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1. จงอธิบายการทำงานวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นที่โหลดเป็นตัวต้านทานพร้อมทั้งเขียนรูปคลื่นแรงดันที่เกิดขึ้นจากวงจรมาพอเข้าใจ
2. จงคำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยเมื่อ $V_S = 220V$ และค่าตัวต้านทาน $10\ \Omega$

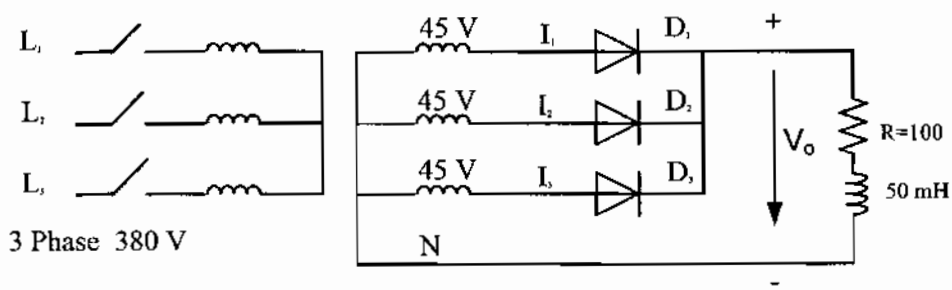
ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
7	กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน และตัวเหนี่ยวนำ	1/8

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแส สามเฟสแบบครึ่งคลื่นได้
2. หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นได้
3. วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นได้
4. คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้
5. คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว(Ripple Factor) ได้

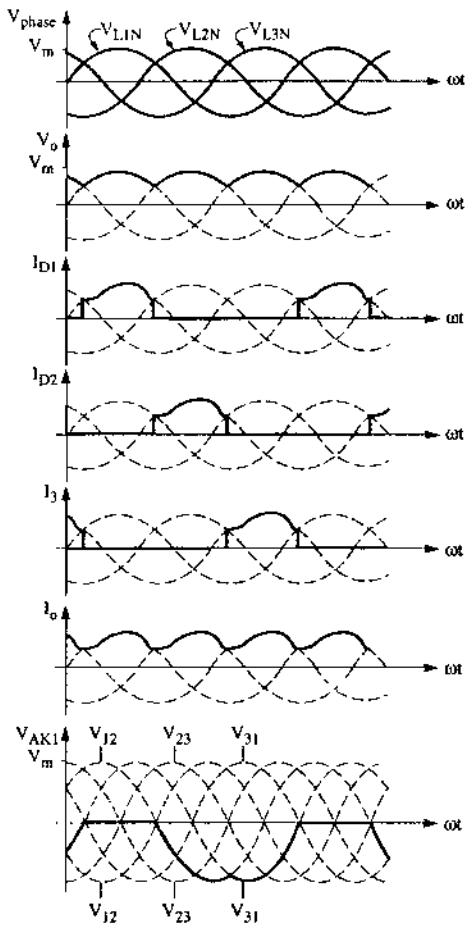
ทฤษฎีและคำแนะนำ

วงจรเรียงกระแส 3 เฟส แบ่งออกเป็น 2 วงจร คือวงจรเรียงกระแส 3 เฟสครึ่งคลื่น และวงจรเรียงกระแส 3 เฟสเต็มคลื่นวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นเมื่อต่อกับโหลดที่เป็นตัวต้านทานจะประกอบไปด้วยไดโอดสามตัวคือ D_1,D_2,D_3 ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟสามเฟส L_1,L_2,L_3 ตามลำดับ ดังแสดงในภาพที่ 7-1 ไดโอด แต่ละตัวทำหน้าที่แปลงไฟสลับครึ่งวัฏจักรบวกของแหล่งจ่าย 3 เฟส มาเรียงเป็นไฟตรง ดังนั้นจึงเกิดรูปคลื่นของแรงดันจำนวน 3 ลูกคลื่น ใน 1 วัฏจักร ดังแสดงในภาพที่ 7.2 สำหรับขั้วนิวตรอน (N) ของแหล่งจ่ายไฟสลับ ต่อเข้ากับขั้วลบของโหลด เพื่อเป็นทางเดินกระแสจากโหลดไปยังแหล่งจ่าย ไดโอดแต่ละตัวจะนำกระแสเพียง 120 องศาเท่านั้น กล่าวคือ ไดโอด D_1 นำกระแสที่มุม = 30 องศา-150 องศา ไดโอด D_2 นำกระแสที่มุม = 150 องศา-270 องศา ไดโอด D_3 นำกระแสที่มุม = 270 องศา-30 องศา



ภาพที่ 7-1 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
7	กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน และตัวเหนี่ยวนำ	2/8



ภาพที่ 7-2 แสดงรูปคลื่นแรงดันและกระแสในส่วนต่างๆของวงจร

สมการการคำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยสามารถหาได้จากสมการดังนี้คือ

$$V_{O(avg)} = \frac{3}{2\pi}\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} V_m \sin\omega t d\omega t \qquad (7\text{-}1)$$

$$V_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi} = 0.827V_m \qquad (7\text{-}2)$$

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
7	กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน และตัวเหนี่ยวนำ	3/8

สำหรับค่าสมการการคำนวณค่าแรงดันอาร์เอ็มเอสมีสมการดังนี้

$$V_{O(rms)}^2 = \frac{3V_m^2}{2\pi}\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \sin^2 \omega t d\omega t \qquad (7\text{-}3)$$

$$V_{O(rms)}^2 = 0.707V_m^2 \qquad (7\text{-}4)$$

หรือ

$$V_{O(rms)} = 0.84V_m \qquad (7\text{-}5)$$

สมการการคำนวณหาค่ากระแสของโหลด เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานกระแสเฉลี่ยของโหลดจะมีค่าเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านไดโอดในแต่ละตัวรวมกันซึ่งสามารถหาได้จากสูตรข้างล่าง

$$I_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi R}V \qquad (7\text{-}6)$$

และค่ากระแสใช้งานที่ผ่านไดโอด เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน

$$I_{O(rms)} = \frac{0.84}{R}V_m \qquad (7\text{-}7)$$

สำหรับการคำนวณหาค่าของตัวประกอบความพลิ้ว และแรงดันพลิ้วนั้นสามารถหาได้จาก

$$V_{ripple} = \sqrt{V_{O(rms)}^2 - V_{O(avg)}^2} \qquad (7\text{-}8)$$

$$W = \frac{V_{ripple}}{V_{O(avg)}} \times 100\% \qquad (7\text{-}9)$$

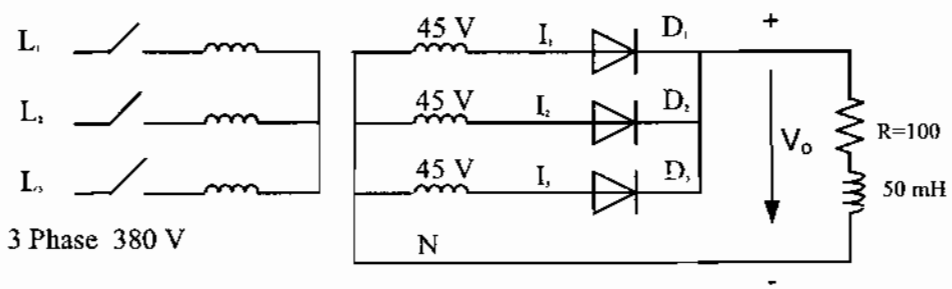
ใบประลองที่ 7	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน และตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 4/8

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	1	ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล	1	เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์	1	ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1.ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 7-3



ภาพที่ 7-3 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นกรณีโหลด ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

2. วัดค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย และค่ากระแสต่างๆ ด้วยมัลติมิเตอร์

ค่าที่วัดได้					
V_S (V)	$V_{O(rms)}$(V)	$V_{O(avg)}$(V)	V_{ripple}(V)	I_{rms}(A)	$I_{O(avg)}$(A)

ใบประลองที่ 7	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน และตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 5/8

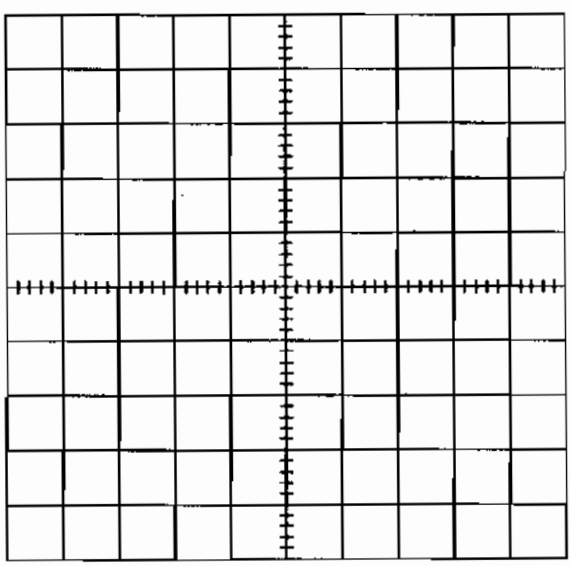
3. คำนวณค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย ค่าแรงดัน Ripple และค่ากระแสต่างๆ ของวงจรแล้วบันทึกลงในตารางข้างล่าง

ค่าที่คำนวณ					
V_S (V)	$V_{O(rms)}$(V)	$V_{O(avg)}$(V)	V_{ripple}(V)	I_{rms}(A)	$I_{O(avg)}$(A)

4. คำนวณหาอัตราส่วน ของแรงดัน$V_{o(rms)} / V_{o(avg)}$ จะได้

$$V_{o(rms)} / V_{o(avg)} = \text{.....}$$

5. นำออสซิโลสโคปวัดแรงดันและกระแส ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด



ภาพที่ 7-4 รูปคลื่นV_S, V_O

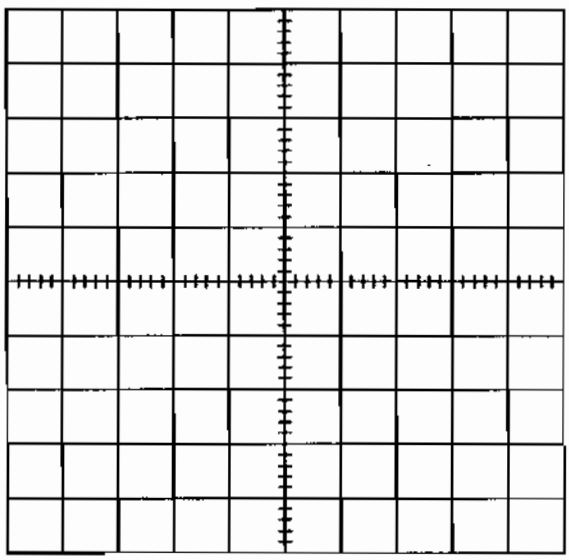
ใบประลองที่ 7	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน และตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 6/8

Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div..... แรงดัน V_S = ... V

Volt./Div..... แรงดัน V_O = ... V

Volt./ Div..... แรงดัน V_{D1} = ... V



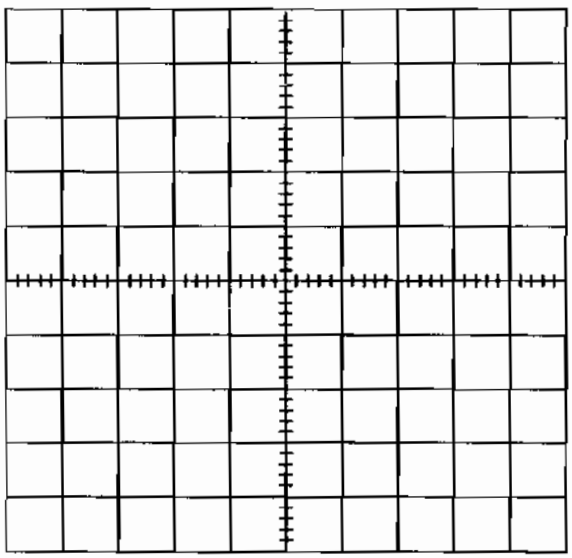
ภาพที่ 7-5 รูปคลื่น $V_{L1\text{-}N}$,$V_{L2\text{-}N}$, $V_{L3\text{-}N}$

Time/Div..... ความถี่ของ Vs = ... Hz

Volt./ Div .....

6. กระแสที่ไหลผ่านไดโอด D_1 ,D_2 ,D_3 โดยการวัดคร่อมตัวต้านทานค่า 1Ω 5% 5 W แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางข้างล่าง

ใบประลองที่ 7	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน และตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 7/8



ภาพที่ 7-6 รูปคลื่น I_O, I_{D1}, I_{D2}, I_{D3}

Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div .....

7. วัดค่ากระแสเฉลี่ย กระแสใช้งานที่ไหลผ่านไดโอด

ค่าที่วัดได้		ค่าที่คำนวณ	
$I_{D1(rms)}$ (A)	$I_{D1(avg)}$ (A)	$I_{D1(rms)}$ (A)	$I_{D1(avg)}$ (A)

8. คำนวณหาค่าแรงดันพลิ้ว (V_{ripple})

V_{ripple} = ... V

9. คำนวณตัวประกอบความพลิ้ว (W %)

W = ... %

ใบประลองที่ 7	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน และตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 8/8

10. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1.วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำแล้วคำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ย และกระแสเฉลี่ย เมื่อกำหนดให้ค่า ความต้านทาน 10 Ω ตัวเหนี่ยวนำมีค่า 5 mH และแรงดัน 220 V

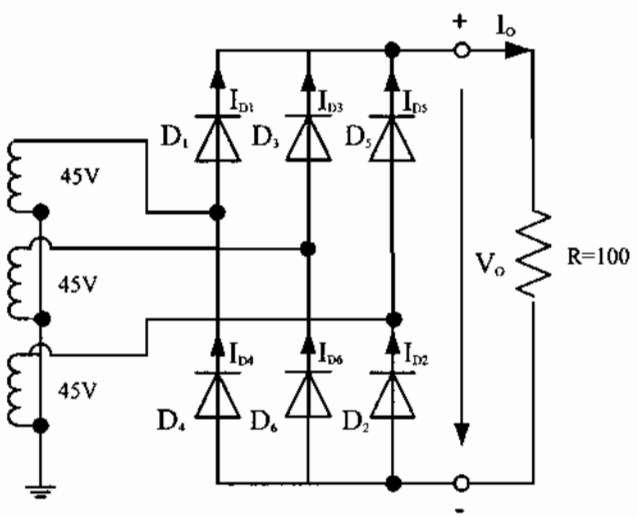
ใบประลองที่ 8	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 1/8

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแส สามเฟสแบบบริดจ์ได้
2. หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ได้
3. วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ได้
4. คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้
5. คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว(Ripple Factor) ได้

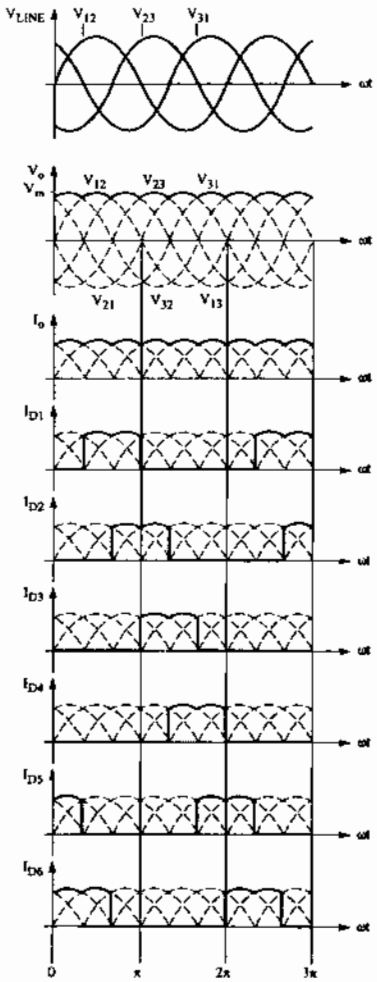
ทฤษฎีและคำแนะนำ

วงจรเรียงกระแส 3 เฟส แบ่งออกเป็น 2 วงจร คือวงจรเรียงกระแส 3 เฟสครึ่งคลื่น และวงจรเรียงกระแส 3 เฟสเต็มคลื่นวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นเมื่อต่อกับโหลดที่เป็นตัวต้านทานจะประกอบไปด้วยไดโอดหกตัวคือ D_1,D_2,D_3,D_4,D_5,D_6 ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟสามเฟส L_1 L_2 L_3 ตามลำดับ การเรียงกระแสเต็มคลื่น จะได้รูปคลื่นแรงดันคร่อมโหลดจำนวน 6 พัลส์ ใน 1 วัฏจักรไฟสลับดังนั้นแรงดันพลิ้วจะต่ำลงมากเมื่อเทียบกับแบบครึ่งคลื่นรูปคลื่นแรงดันและกระแสส่วนต่างๆของวงจรเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน



ภาพที่ 8-1 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นกรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
8	กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	2/8



ภาพที่ 8-2 แสดงรูปคลื่นแรงดันและกระแสในส่วนต่างๆของวงจร

ใบประลองที่ 8	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง I 3/8

สมการการคำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยสามารถหาได้จากสมการตัวนี้คือ

$$V_{O(avg)} = \frac{3}{2\pi}\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} V_m \sin\omega t d\omega t \qquad (8\text{-}1)$$

$$V_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{3}V_m}{2\pi} = 0.827V_m \qquad (8\text{-}2)$$

สำหรับค่าสมการการคำนวณค่าแรงดันอาร์เอ็มเอสมีสมการดังนี้

$$V_{O(rms)}^2 = \frac{3V_m^2}{2\pi}\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{5\pi}{6}} \sin^2\omega t d\omega t \qquad (8\text{-}3)$$

$$V_{O(rms)}^2 = 0.707V_m^2 \qquad (8\text{-}4)$$

หรือ

$$V_{O(rms)} = 0.84V_m$$

สมการการคำนวณหาค่ากระแสของโหลด เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานกระแสเฉลี่ยของโหลดจะมีค่าเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านไดโอดในแต่ละตัวรวมกันซึ่งสามารถหาๆด้จากสูตรข้างล่าง

$$I_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi R}V \qquad (8\text{-}5)$$

และค่ากระแสใช้งานที่ผ่านไดโอด เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน

$$I_{O(rms)} = \frac{0.84}{R}V_m \qquad (8\text{-}6)$$

สำหรับการคำนวณหาค่าของตัวประกอบความพลิ้ว และแรงดันพลิ้วนั้นสามารถหาได้จาก

$$V_{ripple} = \sqrt{V_{O(rms)}^2 - V_{O(avg)}^2} \qquad (8\text{-}7)$$

ใบประลองที่ 8	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 4/8

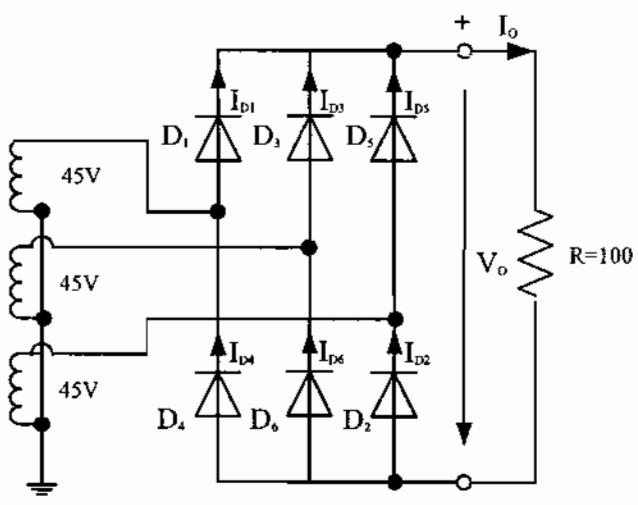
$$W = \frac{V_{ripple}}{V_{O(avg)}} \times 100\% \qquad (8\text{-}8)$$

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล 1 เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์ 1 ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1.ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 8-3



ภาพที่ 8-3 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นกรณีโหลด ตัวต้านทาน

2. วัดค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย และค่ากระแสต่างๆ ด้วยมัลติมิเตอร์

ค่าที่วัดได้					
V_S (V)	$V_{O(rms)}$(V)	$V_{O(avg)}$(V)	V_{ripple}(V)	I_{rms}(A)	$I_{O(avg)}$(A)

ใบประลองที่ 8	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 5/8

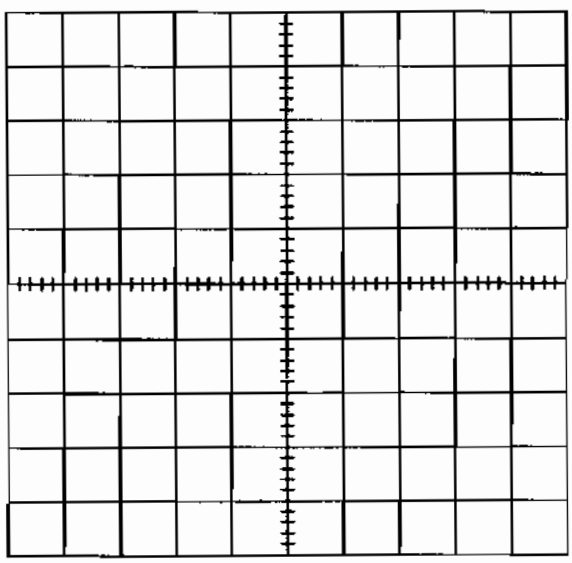
3.คำนวณค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย ค่าแรงดันRipple และค่ากระแสต่างๆ ของวงจรแล้ว บันทึกลงในตารางข้างล่าง

ค่าที่คำนวณ					
V_S (V)	$V_{O(rms)}$(V)	$V_{O(avg)}$(V)	V_{ripple}(V)	I_{rms}(A)	$I_{O(avg)}$(A)

4. คำนวณหาอัตราส่วน ของแรงดัน$V_{o(rms)} / V_{o(avg)}$ จะได้

$$V_{o(rms)} / V_{o(avg)} = \ldots\ldots\ldots\ldots$$

5.นำออสซิโลสโคปวัดแรงดันและกระแส ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด



ภาพที่ 8-4 รูปคลื่นV_S, V_O

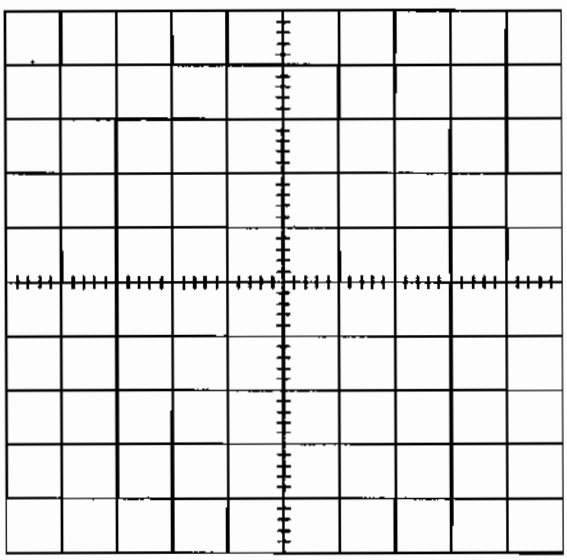
ใบประลองที่ 8	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 6/8

Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div..... แรงดัน V_S = ... V

Volt./Div..... แรงดัน V_O = ... V

Volt./ Div..... แรงดัน V_{D1} = ... V



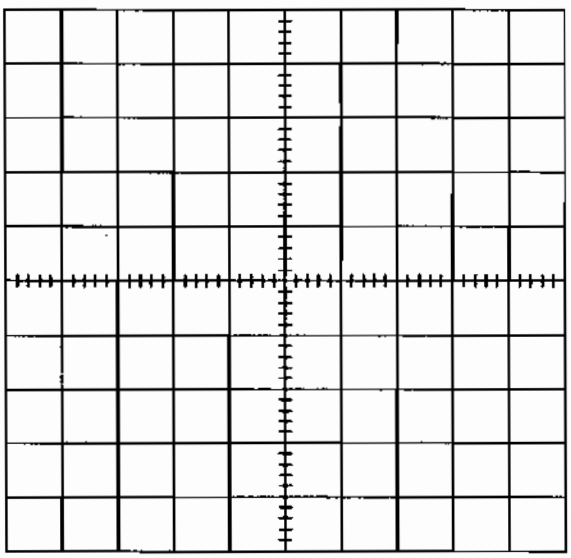
ภาพที่ 8-5 รูปคลื่น V_{L1-N} ,V_{L2-N}, V_{L3-N}

Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div .....

4. กระแสที่ไหลผ่านไดโอด D_1 ,D_2 ,D_3, D_4,D_5 ,D_6 โดยการวัดคร่อมตัวต้านทานค่า 1Ω 5% 5 W แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางข้างล่าง

ใบประลองที่ 8	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 7/8



ภาพที่ 8-6 รูปคลื่น I_O, I_{D1}, I_{D2}, I_{D3}, I_{D4}, I_{D5}, I_{D6}

Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div .....

6. วัดค่ากระแสเฉลี่ย กระแสใช้งานที่ไหลผ่านไดโอด

ค่าที่วัดได้		ค่าที่คำนวณ	
$I_{D1(rms)}$ (A)	$I_{D1(avg)}$ (A)	$I_{D1(rms)}$ (A)	$I_{D1(avg)}$ (A)

7.คำนวณหาค่าแรงดันพลิ้ว (V_{ripple})

V_{ripple} = ... V

8. คำนวณตัวประกอบความพลิ้ว (W %)

W = ... %

ใบประลองที่ 8	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 8/8

9. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1.ถ้าเปลี่ยนไดโอดเป็นตัวต้านทานที่ไดโอดตัวใดตัวหนึ่งแล้วจะมีผลเป็นอย่างไรอธิบายพร้อมเขียนรูปคลื่นประกอบมาพอเข้าใจ

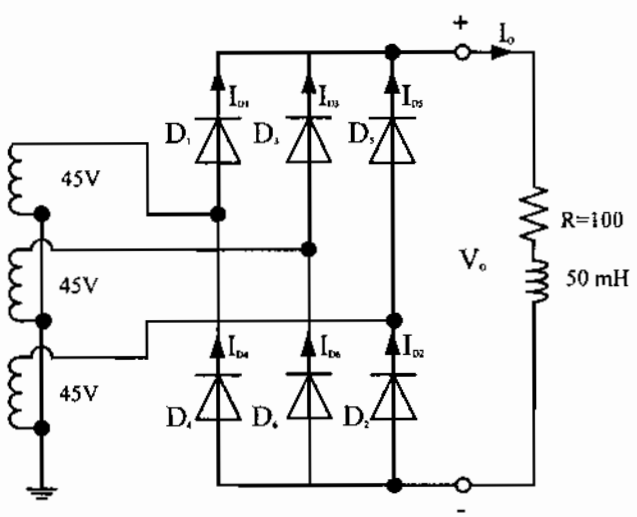
ใบประลองที่ 9	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 1/9

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแส สามเฟสแบบบริดจ์ได้
2. หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ได้
3. วัดรูปคลื่นของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ได้
4. คำนวณหาค่า แรงดันใช้งาน และแรงดันเฉลี่ยได้
5. คำนวณหาค่าตัวประกอบความพลิ้ว(Ripple Factor) ได้

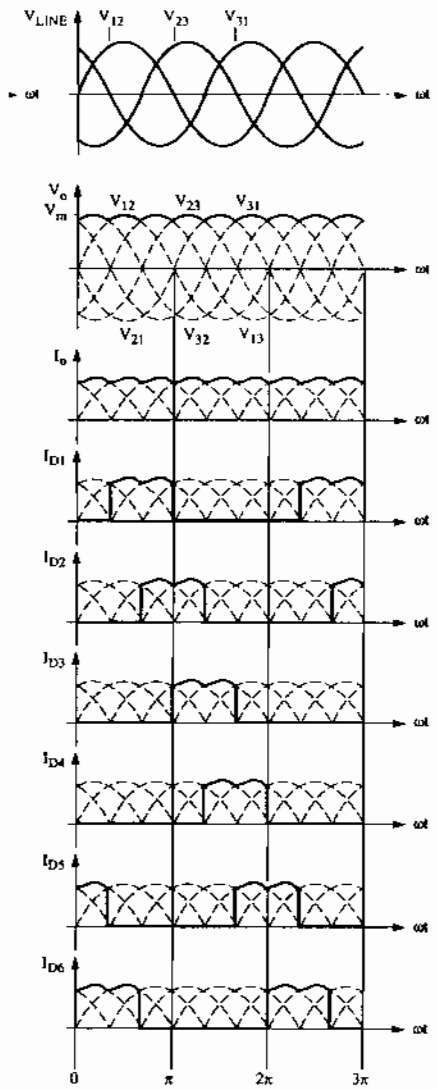
ทฤษฎีและคำแนะนำ

วงจรเรียงกระแส 3 เฟส แบ่งออกเป็น 2 วงจร คือวงจรเรียงกระแส 3 เฟสครึ่งคลื่น และวงจรเรียงกระแส 3 เฟสเต็มคลื่นวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นใช้ไดโอดเรียงกระแส 6ตัว ต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 3 สายและต่อกับโหลดดังแสดงในภาพที่ 9-1 การเรียงกระแสเต็มคลื่นในวงจร 3 เฟสนั้นจะได้รูปคลื่นแรงดันตกคร่อมโหลดจำนวน 6 พัลส์ ใน 1 วัฏจักรไฟฟ้ากระแสสลับดังนั้นแรงดันพลิ้วจะต่ำลงมากเมื่อเปรียบเทียบกับวงจรแบบครึ่งคลื่นรูปคลื่นแรงและกระแสในส่วนต่างๆของวงจรเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานต่อกับตัวเหนี่ยวนำ



ภาพที่ 9-1 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่น	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
9	กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	2/9



ภาพที่ 9-2 รูปคลื่นแรงดันและกระแสในส่วนต่างๆของวงจร

ใบประลองที่ 9	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 3/9

สมการการคำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยสามารถหาได้จากสมการตัวนี้คือ

$$V_{O(avg)} = \frac{6}{2\pi}\int_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{2\pi}{3}} V_{mL}\sin\omega t d\omega t \tag{9-1}$$

$$V_{O(avg)} = \frac{3}{\pi}\sqrt{2}V_{mL} = 1.35V_{mL} \tag{9-2}$$

สำหรับค่าสมการการคำนวณค่าแรงดันอาร์เอ็มเอสมีสมการดังนี้

$$V^2_{O(rms)} = \frac{6}{2\pi}\int_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{2\pi}{3}} V_{mL}\sin^2\omega t d\omega t \tag{9-3}$$

$$V_{O(rms)} = 0.956V_{mL} \tag{9-4}$$

สมการการคำนวณหาค่ากระแสของโหลด เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนียวนำกระแสเฉลี่ยของโหลดจะมีค่าเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านไดโอดในแต่ละตัวรวมกันซึ่งสามารถหาได้จากสูตรข้างล่าง

$$I_{F(avg)} = 0.333I_d \tag{9-5}$$

และค่ากระแสใช้งานที่ผ่านไดโอด เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

$$I_{F(rms)} = 0.577I_d \tag{9-6}$$

สำหรับการคำนวณหาค่าของตัวประกอบความพลิ้ว และแรงดันพลิ้วนั้นสามารถหาได้จาก

$$V_{ripple} = \sqrt{V^2_{O(rms)} - V^2_{O(avg)}} \tag{9-7}$$

$$W = \frac{V_{ripple}}{V_{O(avg)}} \times 100\% \tag{9-8}$$

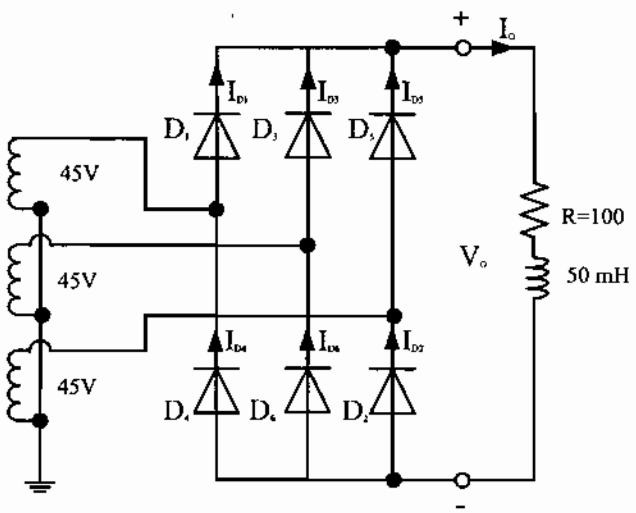
ใบประลองที่ 9	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง I 4/9

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล 1 เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์ 1 ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 9-3



ภาพที่ 9-3 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นกรณีโหลด ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

2.วัดค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย และค่ากระแสต่างๆ ด้วยมัลติมิเตอร์

ใบประลองที่ 9	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 5/9

ค่าที่วัดได้					
V_S (V)	$V_{O(rms)}$(V)	$V_{O(avg)}$(V)	V_{ripple}(V)	I_{rms}(A)	$I_{O(avg)}$(A)

3.คำนวณค่าแรงดันอาร์เอ็มเอส ค่าแรงดันเฉลี่ย ค่าแรงดันRipple และค่ากระแสต่างๆ ของวงจรแล้วบันทึกลงในตารางข้างล่าง

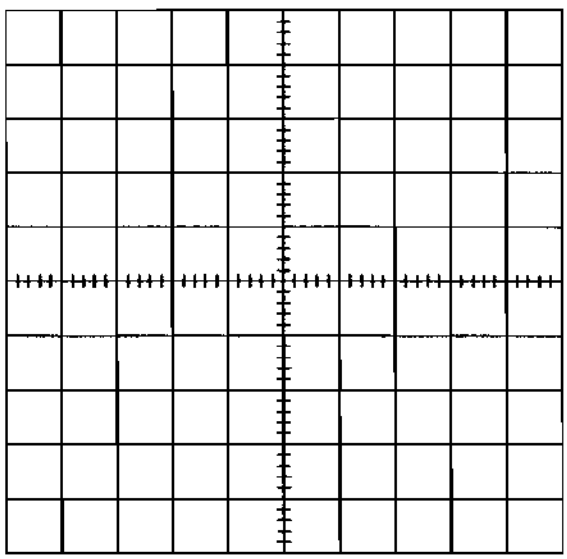
ค่าที่คำนวณ					
V_S (V)	$V_{O(rms)}$(V)	$V_{O(avg)}$(V)	V_{ripple}(V)	I_{rms}(A)	$I_{O(avg)}$(A)

4.คำนวณหาอัตราส่วน ของแรงดัน$V_{o(rms)}$ / $V_{o(avg)}$ จะได้

$V_{o(rms)}$ / $V_{o(avg)}$ = ...

5.นำออสซิโลสโคปวัดแรงดัน ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด

ใบประลองที่ 9	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 6/9



ภาพที่ 9-4 รูปคลื่นV_S, V_O

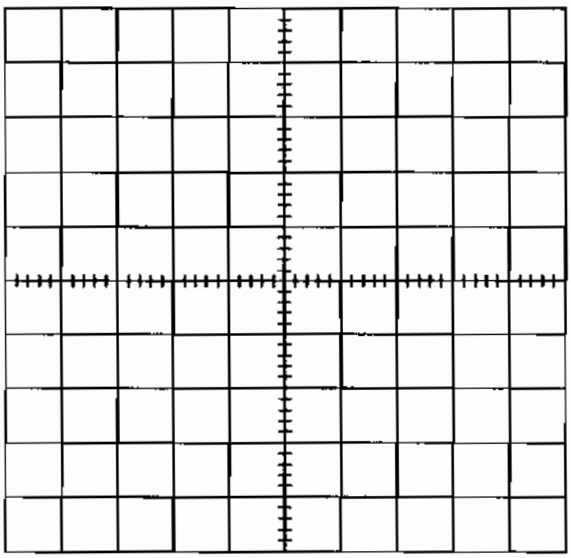
Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div..... แรงดัน V_S = ... V

Volt./Div..... แรงดัน V_O = ... V

Volt./ Div..... แรงดัน V_{D1} = ... V

ใบประลองที่ 9	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 7/9



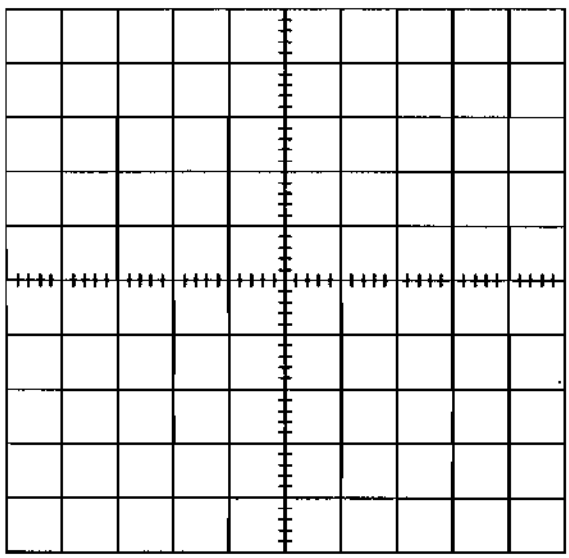
ภาพที่ 9-5 รูปคลื่น V_{L1-N} ,V_{L2-N}, V_{L3-N}

Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div .....

5.กระแสที่ไหลผ่านไดโอด D_1 ,D_2 ,D_3, D_4,D_5,D_6 โดยการวัดคร่อมตัวต้านทานค่า 1Ω 5% 5 W แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางข้างล่าง

ใบประลองที่ 9	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 8/9



ภาพที่ 9-6 รูปคลื่น I_O, I_{D1}, I_{D2}, I_{D3},I_{D4},I_{D5},I_{D6}

Time/Div..... ความถี่ของ V_S = ... Hz

Volt./ Div .....

6. วัดค่ากระแสเฉลี่ย กระแสใช้งานที่ไหลผ่านไดโอด

ค่าที่วัดได้		ค่าที่คำนวณ	
$I_{D1(rms)}$ (A)	$I_{D1(avg)}$ (A)	$I_{D1(rms)}$ (A)	$I_{D1(avg)}$ (A)

7.คำนวณหาค่าแรงดันพลิ้ว (V_{ripple})

V_{ripple} = ... V

8. คำนวณตัวประกอบความพลิ้ว (W %)

W = ... %

ใบประลองที่ 9	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่น กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 9/9

9. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1. จงเปรียบเทียบวงจรเรียงกระแสสามแบบเต็มคลื่นกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำกับโหลดเป็นตัวต้านทานอย่างเดียวว่าแตกต่างกันอย่างไร
2. คำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยโดยที่กำหนดให้ แหล่งจ่าย 380 V และโหลดมีค่า ตัวต้านทาน 20 Ω และตัวเหนี่ยวนำมีค่า 10 mH

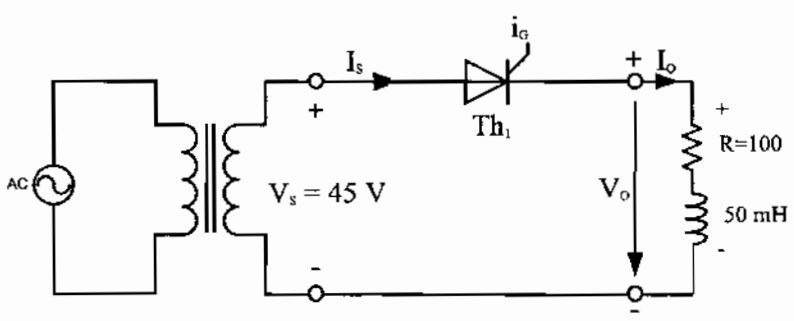
ใบประลองที่ 10	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่น ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 1/7

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแส เฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นได้
2. สามารถหาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นได้
3. วัดรูปคลื่นของแรงดันและกระแสของโหลดได้
4. วัดรูปคลื่นของแรงดันเอาท์พุตของเอสซีอาร์ได้
5. เขียนกราฟคุณลักษณะของการควบคุมวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นได้
6. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างมุมจุดชนวนเกตุกับแรงดันเอาท์พุตของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นได้
7. คำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นได้

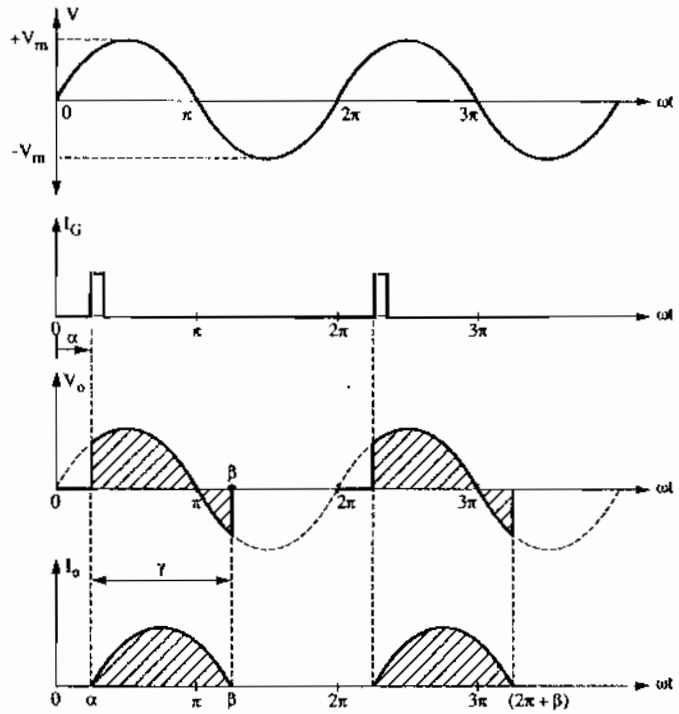
ทฤษฎีและคำแนะนำ

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังที่ใช้ในการควบคุมการแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสสลับ ไปเป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่โหลด ซึ่งสามารถปรับค่าแรงดันที่โหลดได้ ต้องใช้ไทริสเตอร์ เช่น เอสซีอาร์ แทนไดโอดในวงจร 1 เฟส ครึ่งคลื่น แสดงในภาพที่ 10-1 การควบคุมไทริสเตอร์ในวงจรจะต้องควบคุมโดยการป้อนพัลส์ จุดชนวนเกตของไทริสเตอร์ โดยวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์จุดชนวน ซึ่งสามารถควบคุมมุมจุดชนวนเกตของไทริสเตอร์ ได้ระหว่างมุม 0 ° ถึง 180 °กรณีโหลดตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ ลักษณะของรูปคลื่นกระแส และแรงดันส่วนต่าง ๆ ของวงจร แสดงในภาพที่ 10-2 โดยกำหนด ให้มุมจุดชนวนของเกตไทริสเตอร์ คือมุมแอลฟา (α) สมการของแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยที่ตกคร่อมโหลดตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำคือ



ภาพที่ 10-1 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำแบบควบคุมได้

ใบประลองที่ 10	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่น ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 2/7



ภาพที่10-2 รูปคลื่นของแรงดันและกระแส

สมการของแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตกคร่อมโหลดตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

$$V_{O(avg)} = \frac{1}{2\pi}\int_{\alpha}^{\pi} V_m \sin \omega t d\omega t \qquad (10\text{-}1)$$

$$V_{O(avg)} = \frac{V_m}{2\pi}(1+\cos\alpha) \qquad (10\text{-}2)$$

มุมนำกระแส

$$\theta = \pi - \alpha \qquad (10\text{-}3)$$

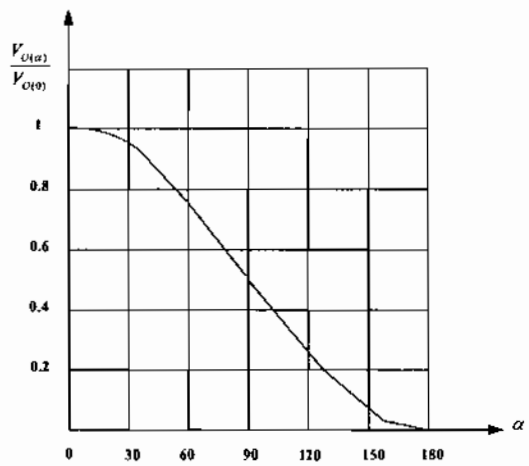
เมื่อ α มีค่าเป็นเรเดียล

$$\theta = 180^0 - \alpha \qquad (10\text{-}4)$$

เมื่อ α มีเป็นองศา

ใบประลองที่ 10	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่น ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 3/7

เมื่อนำความสัมพันธ์ระหว่างมุมจุดชนวนเกตของ เอสซีอาร์ระหว่าง 0° ถึง 180° กับแรงดันคร่อมโหลด เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวต้านทานผสมตัวเหนี่ยวนำแสดงดังกราฟคุณลักษณะการควบคุมดังรูป



ภาพที่ 10.3 กราฟคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นแบบควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

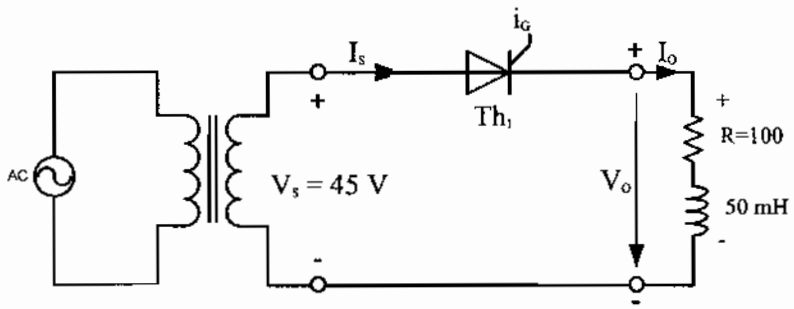
<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง</u>

1. ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	1	ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล	1	เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์	1	ตัว

ใบประลองที่ 10	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่น ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 4/7

ลำดับขั้นการทดลอง

1.ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 10-4



ภาพที่ 10-4 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นกรณีโหลด ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

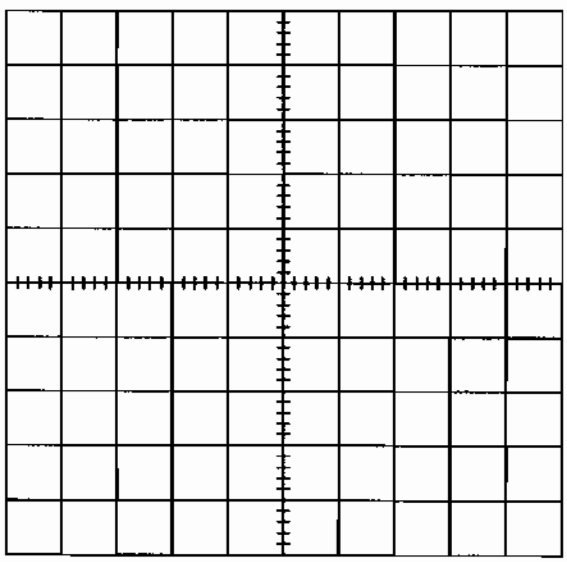
2. ป้อนสัญญาณพัลส์โดยการปรับปุ่มเริ่มนำกระแส (α) ที่มุมเริ่มนำกระแส 0° ,30°, 60°, 90°, 120°, 150°และ 180°แล้วบันทึกค่าต่างๆที่วัดได้ลงในตารางพร้อมกับค่าที่คำนวณ

	ค่าที่วัดได้			ค่าที่คำนวณ
α (องศา)	V_S(V)	$V_{O(avg)}$(V)	V_{ripple}	$V_{O(avg)}$
0				
30				
60				
90				
120				
150				
180				

ใบประลองที่ 10	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่น ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 5/7

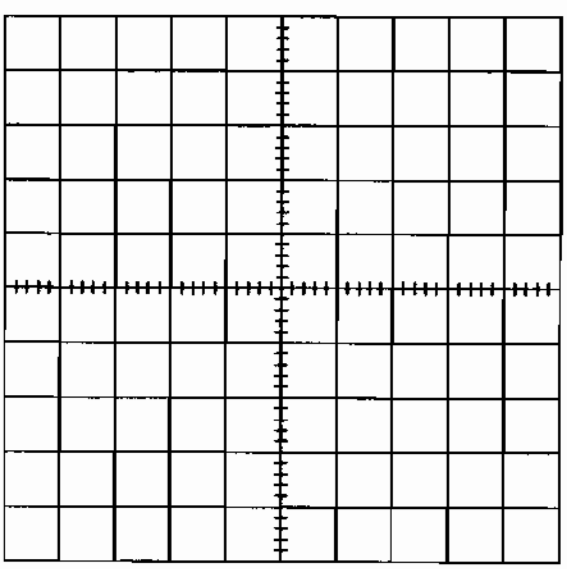
3.นำออสซิโลสโคปวัดแรงดันและกระแส ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด เมื่อ α เท่ากับ 60 °

Time/Div..... Volt./ Div.....



ภาพที่ 10-5 รูปคลื่น V_o , V_{AK1}

Time/Div..... Volt./ Div .....

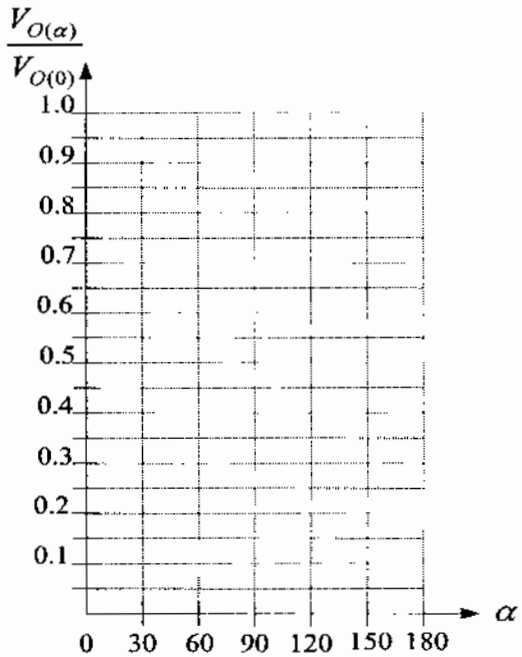


ภาพที่10-6 กราฟผลการวัดรูปคลื่น I_o

ใบประลองที่ 10	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่น ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง I 6/7

4. คำนวณหาค่า $\frac{V_{O(\alpha)}}{V_{O(0)}}$ แล้วนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นแบบควบคุมได้ตามฟังก์ชั่น $V_{O(\alpha)} = f(\alpha)$ เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

	α	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
โหลด RL	V_O							
	$\frac{V_{O(\alpha)}}{V_{O(0)}}$							



ภาพที่10-7 กราฟแสดงคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นแบบควบคุมได้

ใบประลองที่ 10	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่น ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 7/7

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1.วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบครึ่งคลื่นควบคุมได้โหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำที่มุม ทริก 60° จงเขียนรูปคลื่นของแรงดันและกระแสของวงจร

2. กำหนดให้ค่า V_S= 220 V R = 10 Ω L = 10 mH ที่มุม α = 60 °จงคำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ย

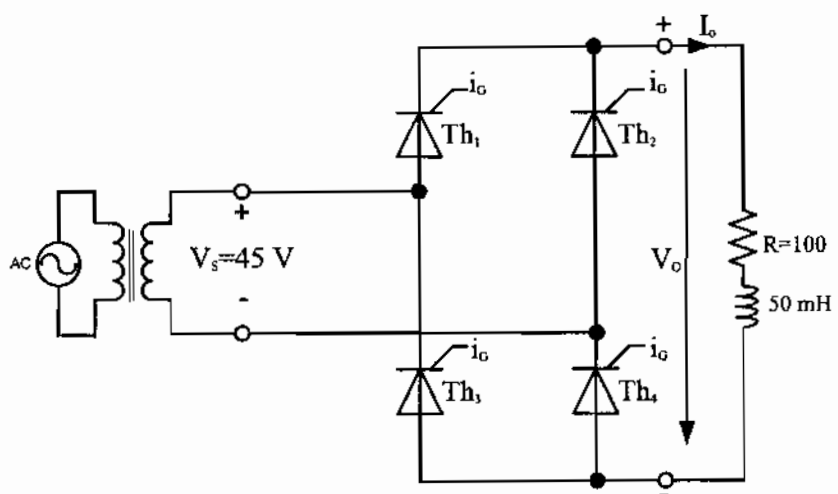
ใบประลองที่ 11	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและ ตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 1/6

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแส เฟสเดียวแบบบริดจ์ได้
2. หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ได้
3. วัดรูปคลื่นของแรงดันและกระแสของโหลดได้
4. วัดรูปคลื่นของแรงดันเอาท์พุตของเอสซีอาร์ได้
5. เขียนกราฟคุณลักษณะของการควบคุมวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ได้
6. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างมุมจุดชนวนเกตุกับแรงดันเอาท์พุตของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ได้
7. คำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ได้

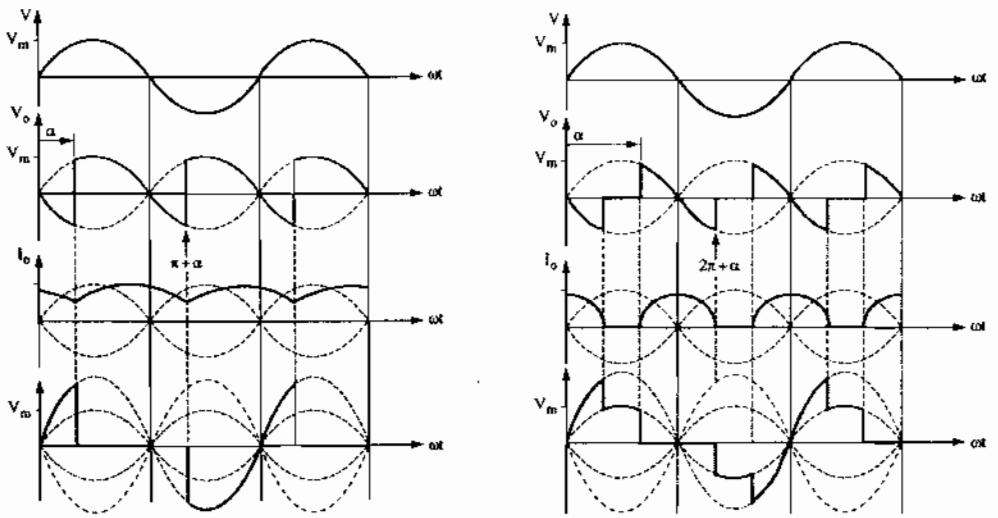
ทฤษฎีและคำแนะนำ

วงจรควบคุมเฟสแบบควบคุมเฟสเดียว เป็นการควบคุมวงจรเต็มคลื่นด้วยวงจรบริดจ์ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับหนึ่งเฟสประกอบด้วย เอส ซี อาร์ 4 ตัว ทำงานทีละคู่นั้นคือ เอส ซี อาร์ตัวที่ 1 กับตัวที่ 4 ทำงานที่มุม 0° ถึง 180 ° และเอส ซี อาร์ตัวที่ 2 กับ ตัวที่ 3ทำงานที่มุม180° ถึง 360° ซึ่งแสดงในภาพที่ 11-1 ซึ่งลักษณะของสัญญาณรูปคลื่นต่างๆเป็นไปตามโหลดทางไฟฟ้าคือกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ



ภาพที่ 11-1 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ควบคุมได้กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ใบประลองที่ 11	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียว แบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 2/6



ภาพที่ 11-2 รูปคลื่นของแรงดันและกระแสเมื่อ $\alpha < \phi$ และ $\alpha > \phi$

สมการของแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยตกคร่อมโหลดตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวมี 2 กรณีคือกระแสโหลดไหลไม่ต่อเนื่อง กับ กรณีกระแสโหลดไหลต่อเนื่อง

กรณีที่ 1 กระแสโหลดไหลไม่ต่อเนื่อง

$$V_{O(avg)} = \frac{1}{\pi}\int_{\alpha}^{\beta} V_m \sin\omega t d\omega t \qquad (11\text{-}1)$$

$$V_{O(avg)} = \frac{V_m}{\pi}\left(\cos\alpha + \cos\beta\right) \qquad (11\text{-}2)$$

กรณีกระแสโหลดไหลต่อเนื่อง

$$V_{O(avg)} = \frac{1}{\pi}\int_{\alpha}^{\pi+\alpha} V_m \sin\omega t d\omega t \qquad (11\text{-}3)$$

$$V_{O(avg)} = \frac{2V_m}{\pi}\left(-\cos\alpha\right) \qquad (11\text{-}4)$$

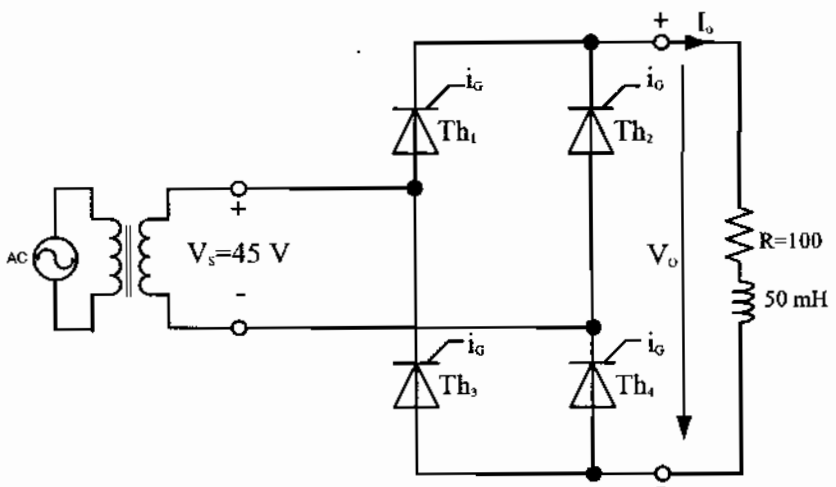
ใบประลองที่ 11	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียว แบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 3/6

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล 1 เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์ 1 ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1.ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 11-3



ภาพที่ 11-3 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์กรณีโหลด ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

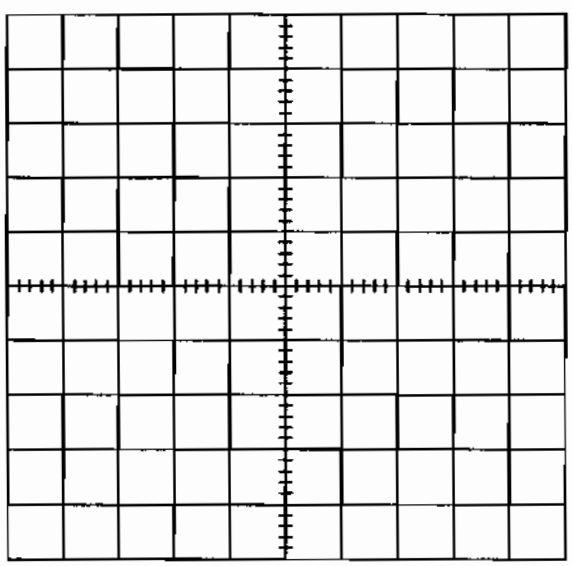
2. ป้อนสัญญาณพัลส์โดยการปรับปุ่มมุมเริ่มนำกระแส (α) ที่มุมเริ่มนำกระแส 0° ,30°, 60°, 90°, 120°, 150°และ 180°แล้วบันทึกค่าต่างๆที่วัดได้ลงในตารางพร้อมกับค่าที่คำนวณ

ใบประลองที่ 11	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียว แบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 4/6

	ค่าที่วัดได้			ค่าที่คำนวณ		
α (องศา)	V_S(V)	$V_{O(avg)}$(V)	I_O (A)	$V_{O(avg)}$ (V)	$V_{O(avg)}$(V)	I_O (A)
0						
30						
60						
90						
120						
150						
180						

3.นำออสซิโลสโคปวัดแรงดัน ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด เมื่อ α เท่ากับ 60 องศา

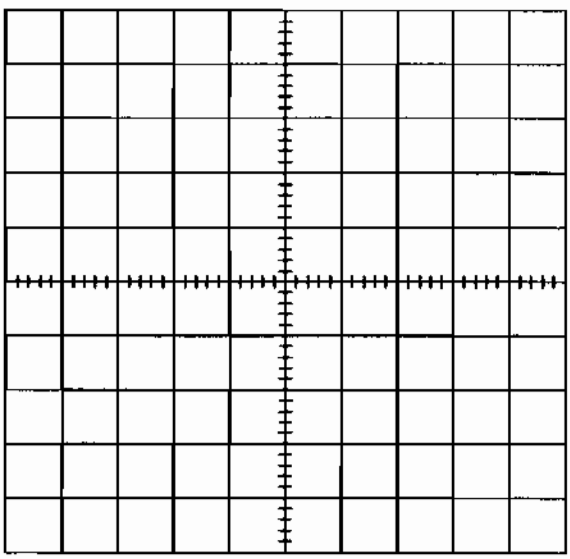
Time/Div..... Volt./ Div.....



ภาพที่ 11-4 รูปคลื่น V_O , V_{AK1}

ใบประลองที่ 11	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียว แบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 5/6

Time/Div..... Volt./ Div .....

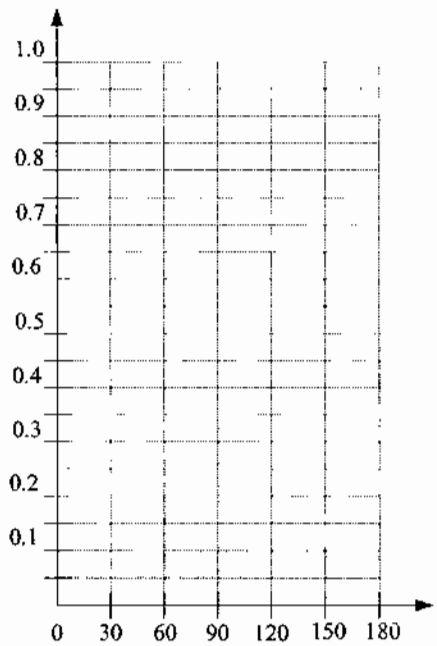


ภาพที่ 11-5 รูปคลื่น I_O,I_{T1},I_{T4},I_{T2},I_{T3}

4. คำนวณหาค่า $\frac{V_{O(\alpha)}}{V_{O(0)}}$ แล้วนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นแบบควบคุมได้ตามฟังก์ชั่น $V_{O(\alpha)} = f(\alpha)$ เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

	α	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
โหลด RL	V_O							
	$\frac{V_{O(\alpha)}}{V_{O(0)}}$							

ใบประลองที่ 11	เรื่อง วงจรเรียงกระแสเฟสเดียว แบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 6/6



ภาพที่ 11-6 กราฟแสดงคุณลักษณ์การควบคุมของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบบริดจ์ควบคุมได้

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1.จงอธิบายการทำงานของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำที่ $\alpha = 120^\circ$ และเขียนรูปคลื่นของวงจร

2.วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ ซึ่งมีค่าของ $R = 100\ \Omega$ $L = 10$ mH $V_S = 45$ V จงคำนวณหาค่าแรงดัน $V_{O(avg)}$ ที่ $\alpha = 90^\circ$

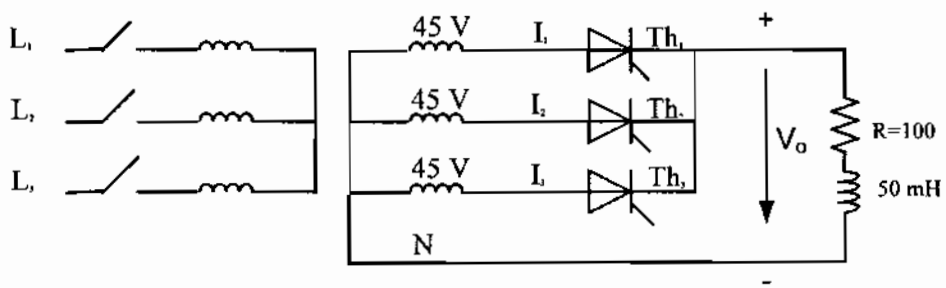
ใบประลองที่ 12	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 1/6

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแสสาม เฟสแบบครึ่งคลื่นได้
2. หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นได้
3. วัดรูปคลื่นของแรงดันเอาท์พุตของเอสซีอาร์ได้
4. วัดรูปคลื่นของแรงดันและกระแสของโหลดได้
5. เขียนกราฟคุณลักษณะของการควบคุมวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นได้
6. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างมุมจุดชนวนเกตุกับแรงดันเอาท์พุตของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นได้
7. คำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นได้

ทฤษฎีและคำแนะนำ

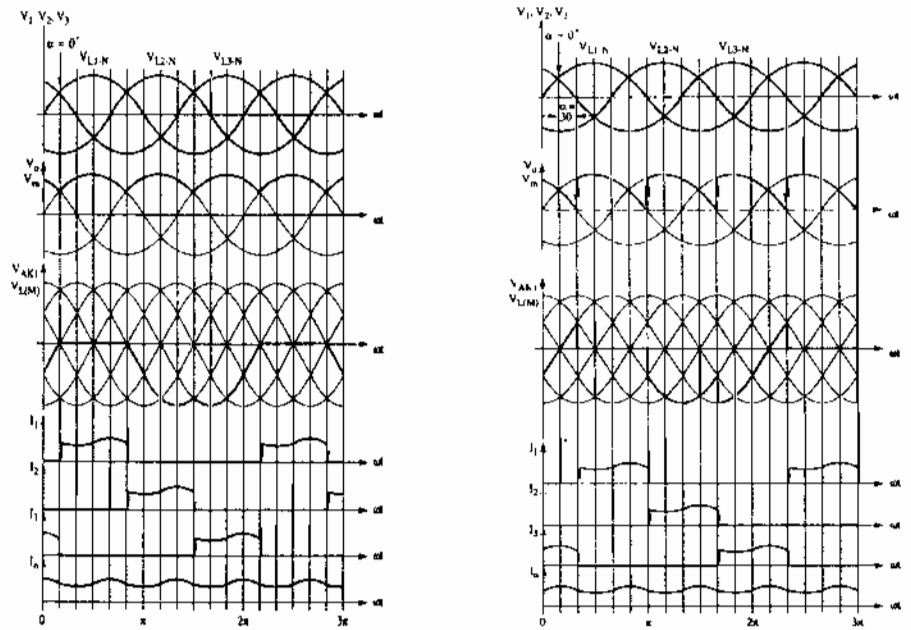
วงจรเรียงกระแสแบบสามเฟสครึ่งคลื่นแบบควบคุมได้เป็นการควบคุมวงจรแปรผันไฟฟ้ากระแสสลับในระบบสามเฟสให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงที่ควบคุมแรงดันได้ประกอบด้วยเอสซีอาร์ 3 ตัว แต่ละตัวถูกควบคุมให้ทำงานต่างเฟสกัน120 องศาซึ่งทำงานเรียงกันตามสัญญาณแรงดันที่แหล่งจ่าย



ภาพที่ 12-1 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำแบบควบคุมได้

จากรูปวงจรเอสซีอาร์Th_1 นำกระแสเฉพาะครึ่งคลื่นด้านบวกของแรงดันเฟส L_1 โดยมีสัญญาณจุดชนวนเกตควบคุมได้ระหว่าง 0 – 180 องศาสำหรับเอสซีอาร์Th_2 จะนำกระแสเฉพาะคลื่นบวกของแรงดันเฟส L_2 และเอสซีอาร์ Th_3 ก็เช่นกันจะนำกระแสเฉพาะครึ่งคลื่นด้านบวกของเฟส L_3 โดยมีวงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์จุดชนวนเกตที่ 0- 180 องศา จำนวน 3 ชุดเพื่อจุดชนวนเกตของ Th_1 ,Th_2 ,Th_3 ซึ่งลักษณะของสัญญาณรูปคลื่นต่างๆของโหลดตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำจะเป็นดังนี้เมื่อมุมนำกระแส (α) เท่ากับ($0^\circ < \alpha < 30^\circ$) จะเกิดการไหลของกระแสอย่างต่อเนื่องพิจารณาจากภาพที่ 12-2

ใบประลองที่ 12	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 2/6



ภาพที่ 12-2 รูปคลื่นของแรงดันและกระแสในส่วนต่างๆของวงจรที่มุม 0° และ 30°

เมื่อทำการควบคุมมุมนำกระแสของวงจรในระหว่าง($150° < \alpha < 180°$)แรงดันตกคร่อมโหลดจะมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นสมการของแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยคร่อมโหลดที่ควรพิจารณามีอยู่สองกรณี

กรณีกระแสโหลดไหลต่อเนื่อง($0° < \alpha < 90°$)

$$V_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} V_{mp} \cos\alpha \qquad (12\text{-}1)$$

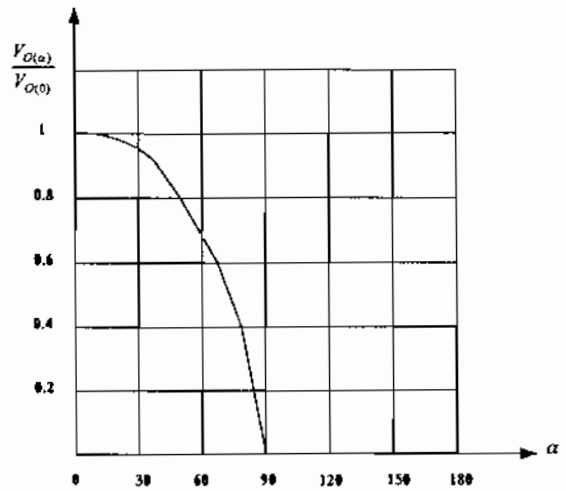
$$V_{O(avg)} = \frac{3}{2\pi} \int_{\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{5\pi}{6}+\alpha} V_m \sin\omega t d\omega t \qquad (12\text{-}2)$$

กรณีกระแสโหลดไหลไม่ต่อเนื่อง ($90° < \alpha < 150°$)

$$V_{O(avg)} = 0 \qquad (12\text{-}3)$$

กราฟคุณลักษณะการควบคุมซึ่งแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันเฉลี่ยคร่อมโหลดกับมุมจุดชนวนเกตของวงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นเมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำจะควบคุมได้ต่อเนื่องระหว่าง($0° < \alpha < 90°$) แสดงดังภาพที่12-4

ใบประลองที่ 12	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 3/6



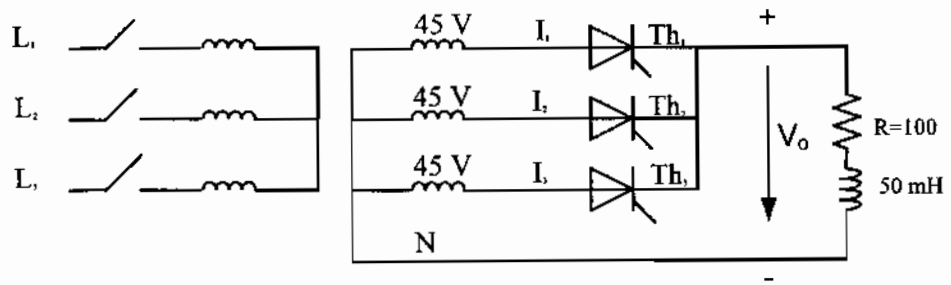
ภาพที่ 12-4 กราฟคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นควบคุมได้โหลดเป็นตัวต้านทานและ ตัวเหนี่ยวนำ

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ชุดประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	1 ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล	1 เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์	1 ตัว

ลำดับขั้นการทดลอง

1.ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 12-5



ภาพที่ 12-5 วงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นกรณีโหลด ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำแบบคุมได้

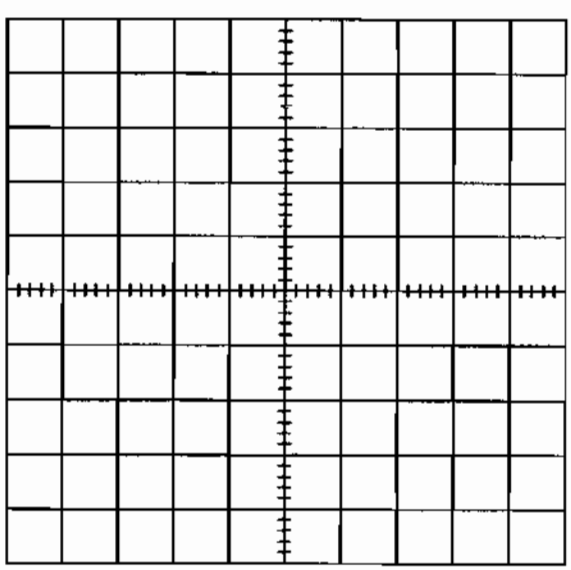
ใบประลองที่ 12	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 4/6

2. ป้อนสัญญาณพัลส์โดยการปรับปุ่มเริ่มนำกระแส(α)ที่มุมเริ่มนำกระแส 0 ,30, 60, 90, 120, 150และ 180แล้วบันทึกค่าต่างๆที่วัดได้ลงในตารางพร้อมกับค่าที่คำนวณ

	ค่าที่วัดได้			ค่าที่คำนวณ		
α (องศา)	V_S(V)	$V_{O(avg)}$(V)	I_O(A)	V_S (v)	$V_{O(avg)}$	I_O(A)
0						
30						
60						
90						
120						
150						
180						

3.นำออสซิโลสโคปวัดแรงดันและกระแส ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด เมื่อ α เท่ากับ 60 องศาโดยตั้งค่า

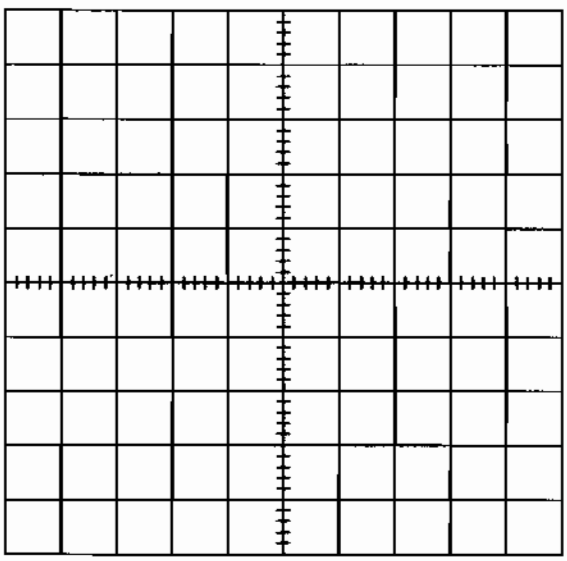
Time/Div..... Volt./ Div .....



ภาพที่ 12-6 รูปคลื่น V_O , V_{AK1}

ใบประลองที่ 12	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 5/6

Time/Div..... Volt./ Div .....

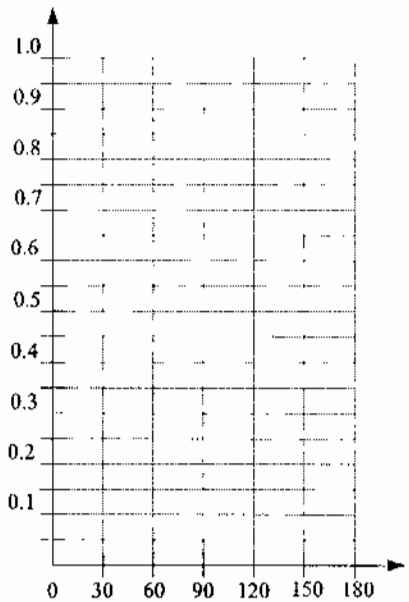


ภาพที่ 12-7 รูปคลื่น I_o

4. คำนวณหาค่า $\frac{V_{O(\alpha)}}{V_{O(0)}}$ แล้วนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวครึ่งคลื่นแบบควบคุมได้ตามฟังก์ชั่น $V_{O(\alpha)} = f(\alpha)$ เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

	α	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
โหลด RL	V_o							
	$\frac{V_{O(\alpha)}}{V_{O(0)}}$							

ใบประลองที่ 12	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 6/6



ภาพที่ 12-8 กราฟแสดงคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสสามเฟสครึ่งคลื่นแบบควบคุมได้ โหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1. จากวงจรการทดลองที่12 เมื่อกำหนดมุมนำกระแส 60°จงเขียนรูปคลื่นแรงดัน V_oและกระแส I_oที่ได้จากวงจร พร้อมทั้งอธิบายผลที่เกิดขึ้น

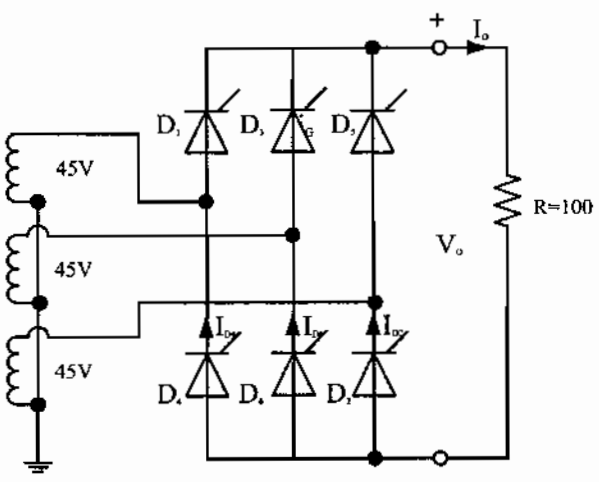
ใบประลองที่	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1
13		1/7

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
2. หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
3. วัดรูปคลื่นของแรงดันเอาท์พุตของเอสซีอาร์ได้
4. วัดรูปคลื่นของแรงดันและกระแสของโหลดได้
5. เขียนกราฟคุณลักษณะของการควบคุมวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
6. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างมุมจุดชนวนเกตุกับแรงดันเอาท์พุตของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
7. คำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบบริดจ์ได้

ทฤษฎีและคำแนะนำ

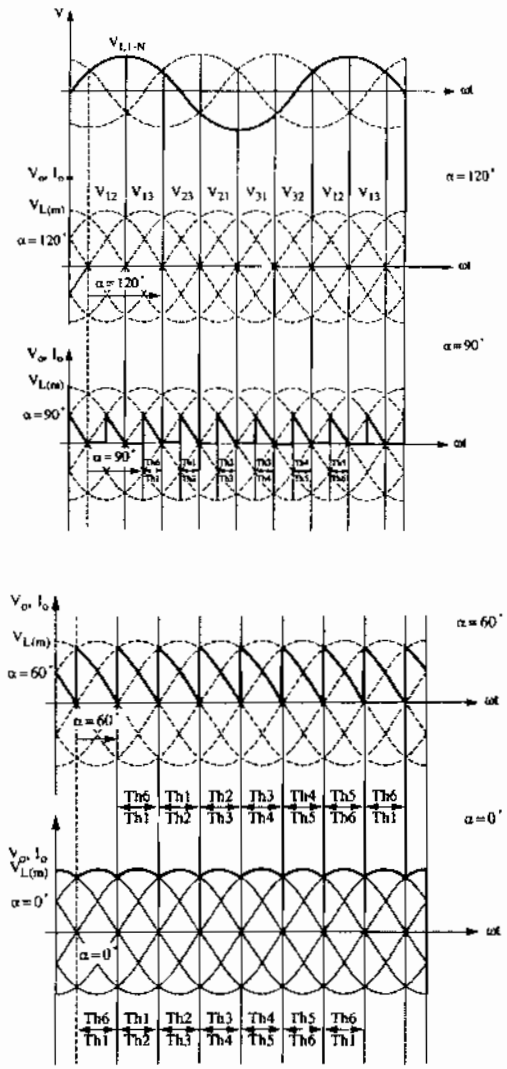
วงจรเรียงกระแสแบบสามเฟสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้ใช้เอสซีอาร์จำนวน 6 ตัวโดยที่เอสซีอาร์จะทำงานพร้อมกันช่วงละ 2 ตัว ตามลำดับการป้อนสัญญาณจุดชนวนเอสซีอาร์จะทำงานทั้ง 6 ตัวตามลำดับ ลักษณะวงจรเรียงกระแสสามเฟส เต็มคลื่นคุมควบได้เต็มบริดจ์ แสดงในภาพที่ 13-1 วงจรที่ควบคุมได้เต็มบริดจ์นี้เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานจะทำงานได้ในโหมดเรียงกระแสเดียวเท่านั้น



ภาพที่ 13-1 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบต็มคลื่นกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานแบบควบคุมได้

ใบประลองที่ 13	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 2/7

ลักษณะของรูปคลื่นต่างๆของวงจรในกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานแสดงในภาพที่ 13.2



ภาพที่ 13-2 รูปคลื่นของแรงดันโหลดและกระแสที่ไหลผ่านโหลด

สมการของแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยคร่อมโหลดมี 2 กรณีคือ

กรณีที่กระแสไหลต่อเนื่อง ($0° < \alpha < 60°$)

$$V_{O(avg)} = \frac{3}{\pi}\int_{\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} V_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{6}) d\omega t \qquad (13\text{-}1)$$

ใบประลองที่ 13	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 3/7

จะได้

$$V_{O(avg)} = \frac{3V_m}{\pi}\cos\alpha \qquad (13\text{-}2)$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{3}V_m\sqrt{\left[\frac{1}{2}+\frac{3\sqrt{3}}{4\pi}\cos 2\alpha\right]} \qquad (13\text{-}3)$$

กรณีกระแสไหลไม่ต่อเนื่อง($60^\circ<\alpha<120^\circ$)

$$V_{O(avg)} = \frac{3}{\pi}\int_{\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{5\pi}{6}+\alpha} V_m \sin(\omega t+\frac{\pi}{6})d\omega t \qquad (13\text{-}4)$$

จะได้

$$V_{O(avg)} = \frac{3V_m}{\pi}\left[1+\cos(\frac{\pi}{6})+\alpha\right] \qquad (13\text{-}5)$$

$$V_{O(rms)} = \frac{3V_m}{\sqrt{2\pi}}\sqrt{\left[\frac{2\pi}{3}-\alpha+\frac{1}{4}\left[\sqrt{3}\cos 2\alpha+\sin 2\alpha\right]\right]} \qquad (13\text{-}6)$$

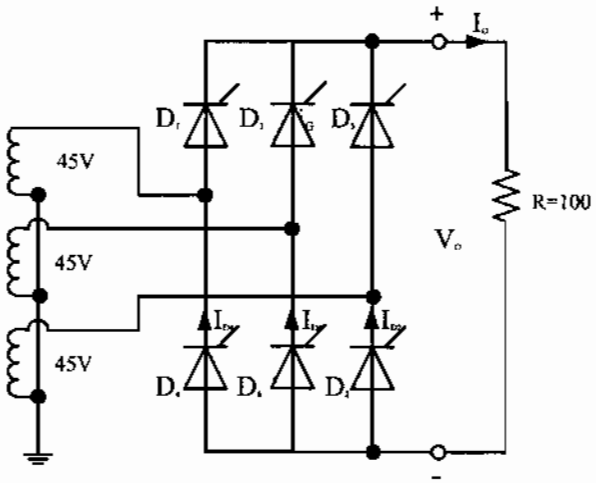
<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง</u>

1.ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	1	ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล	1	เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์	1	ตัว

ใบประลองที่ 13	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่น แบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 4/7

ลำดับขั้นการทดลอง

1.ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 13-3



ภาพที่ 13-3 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์กรณีโหลด ตัวต้านทาน

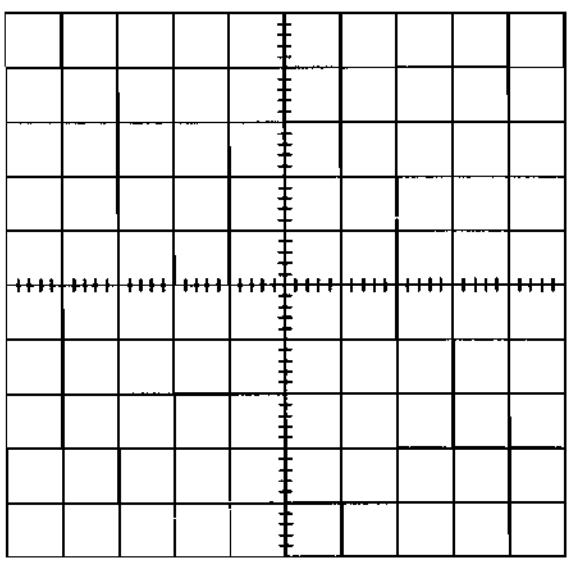
2. ป้อนสัญญาณพัลส์โดยการปรับปุ่มเริ่มนำกระแส(α)ที่มุมเริ่มนำกระแส 0° , 30°, 60°, 90°, 120 ° 150°, 180° แล้วบันทึกค่าต่างๆที่วัดได้ลงในตารางพร้อมกับค่าที่คำนวณ

	ค่าที่วัดได้			ค่าที่คำนวณ		
α (องศา)	V_S(V)	$V_{O(avg)}$(V)	I_O (A)	V_S (V)	$V_{O(avg)}$ (V)	I_O(A)
0						
30						
60						
90						
120						
150						
180						

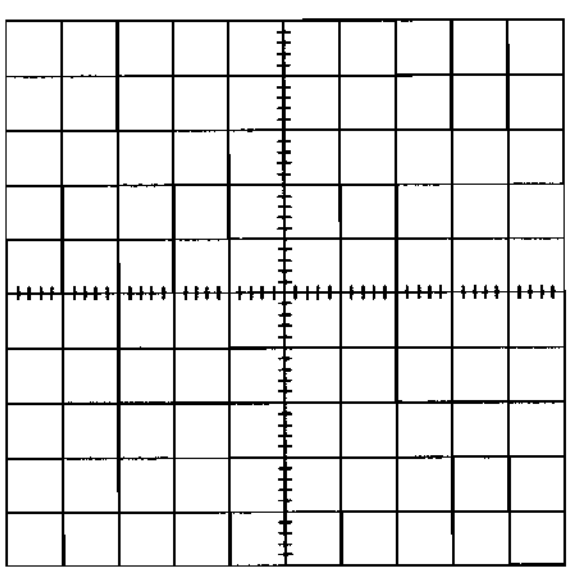
ใบประลองที่ 13	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 5/7

3.นำออสซิโลสโคปวัดแรงดัน ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด เมื่อ α เท่ากับ 60 องศา

Time/Div..... Volt./ Div.....



ภาพที่ 13-4 รูปคลื่น V_O , V_{AK1}

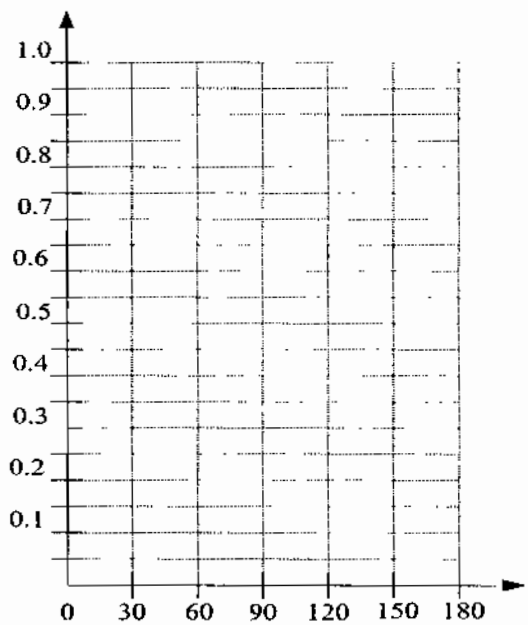


ภาพที่ 13-5 รูปคลื่น I_O

ใบประลองที่ 13	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 6/7

3. คำนวณหาค่า $\frac{V_{O(\alpha)}}{V_{O(0)}}$ แล้วนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้ตามฟังก์ชั่น $V_{O(\alpha)} = f(\alpha)$ เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทาน

	α	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
โหลด R	V_O							
	$\frac{V_{O(\alpha)}}{V_{O(0)}}$							



ภาพที่13-6 กราฟแสดงคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นแบบควบคุมได้

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

ใบประลองที่ 13	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทาน	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 7/7

คำถามท้ายการทดลอง

1.จากวงจรการทดลองที่ 13.3 เมื่อกำหนดให้มุมนำกระแส 90° จงเขียนรูปคลื่นแรงดัน V_o และกระแส I_oที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งอธิบายมาพอเข้าใจ

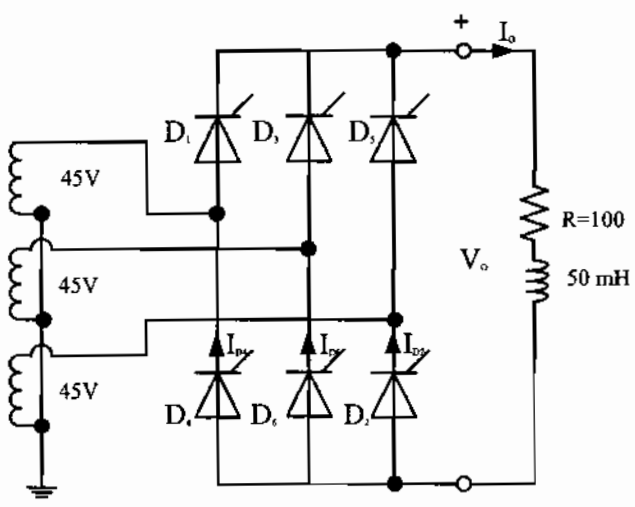
ใบประลองที่ 14	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 1/7

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อวงจรเรียงกระแสสาม เฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
2. หาคุณสมบัติของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
3. วัดรูปคลื่นของแรงดันเอาท์พุตของเอสซีอาร์ได้
4. วัดรูปคลื่นของแรงดันและกระแสของโหลดได้
5. เขียนกราฟคุณลักษณะของการควบคุมวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
6. เขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างมุมจุดชนวนเกตุกับแรงดันเอาท์พุตของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ได้
7. คำนวณหาค่าแรงดันเฉลี่ยของวงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบครึ่งคลื่นได้

ทฤษฎีและคำแนะนำ

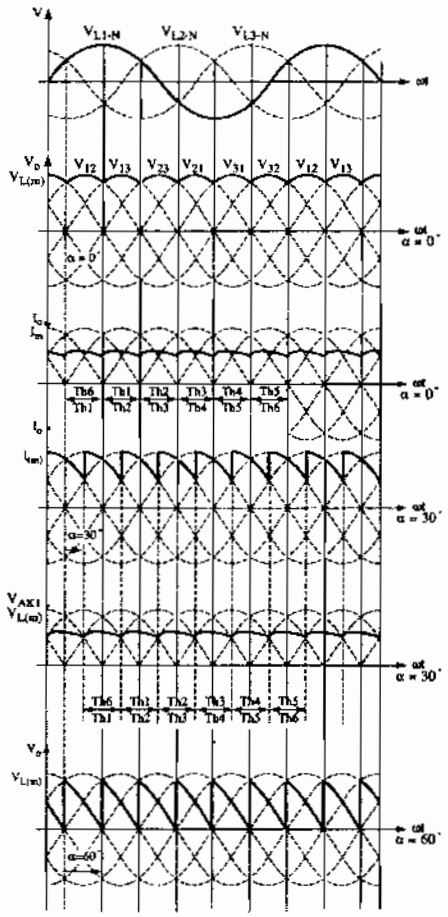
วงจรเรียงกระแสแบบสามเฟสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ควบคุมได้ใช้เอสซีอาร์จำนวน 6 ตัวโดยที่เอสซีอาร์จะทำงานพร้อมกันช่วงละ 2 ตัว ตามลำดับการป้อนสัญญาณจุดชนวนเอสซีอาร์จะทำงานทั้ง 6 ตัว ตามลำดับ ลักษณะวงจรเรียงกระแสสามเฟส เต็มคลื่นคุมควบได้เต็มบริดจ์ แสดงในภาพที่ 14-1 วงจรที่ควบคุมได้เต็มบริดจ์นี้เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานจะทำงานได้ในโหลดเรียงกระแสเดียวเท่านั้น



ภาพที่ 14-1 วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบต็มคลื่นกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำแบบควบคุมได้

ใบประลองที่ 14	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 2/7

ลักษณะของรูปคลื่นต่างๆของวงจรในกรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำในสภาวะที่กระแสไหลได้อย่างต่อเนื่องและในสภาวะที่กระแสไหลไม่ต่อเนื่องแสดงในภาพที่ 14-2



ภาพที่ 14-2 รูปคลื่นของแรงดันและกระแสในส่วนต่างๆของวงจร

ใบประลองที่ 14	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 3/7

สมการของแรงดันไฟฟ้าเฉลี่ยคร่อมโหลดมี 2 กรณีคือ

กรณีที่กระแสไหลต่อเนื่อง ($0° < \alpha < 90°$)

$$V_{O(avg)} = \frac{3}{\pi}[\int_{\frac{\pi}{6}+\alpha}^{\frac{\pi}{2}+\alpha} \sqrt{3}V_m \sin(\omega t + \frac{\pi}{6}) d\omega t] \qquad (14\text{-}1)$$

จะได้

$$V_{O(avg)} = \frac{3\sqrt{3}V_m}{\pi}\cos\alpha \qquad (14\text{-}2)$$

$$V_{O(rms)} = \sqrt{3}V_m\sqrt{\frac{1}{2} + \frac{3\sqrt{3}}{4\pi}\cos 2\alpha} \qquad (14\text{-}3)$$

กรณีกระแสไหลไม่ต่อเนื่อง($90° < \alpha < 180°$)

$$V_{O(avg)} = 0 \qquad (14\text{-}4)$$

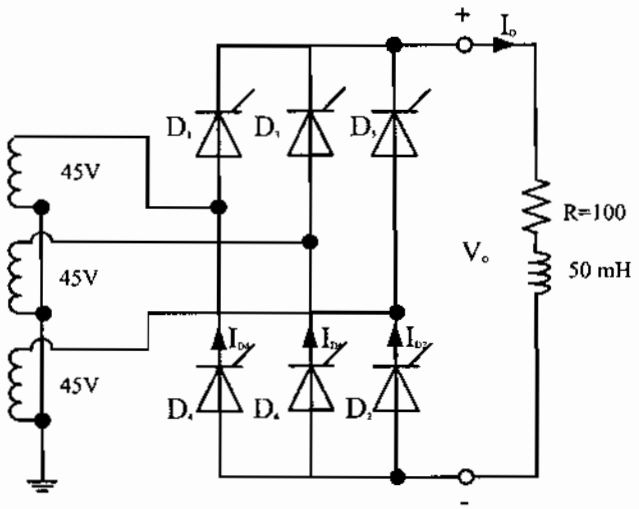
<u>อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง</u>

1. ชุดทดลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง	1	ชุด
2. ออสซิโลสโคป 2 แชนแนล	1	เครื่อง
3. มัลติมิเตอร์	1	ตัว

ใบประลองที่ 14	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 4/7

ลำดับขั้นการทดลอง

1. ต่อวงจรการทดลองตามภาพที่ 14-3



ภาพที่ 14-3 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์กรณีโหลด ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

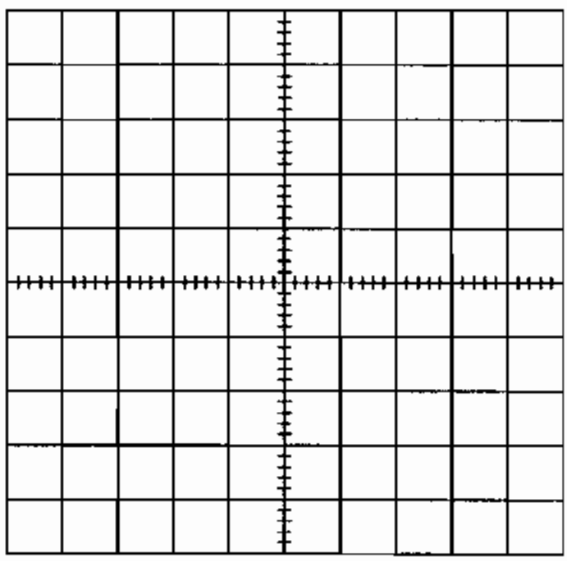
2. ป้อนสัญญาณพัลส์โดยการปรับปุ่มเริ่มนำกระแส(α)ที่มุมเริ่มนำกระแส 0° ,30°, 60°, 90°, 120° 150°,180°แล้วบันทึกค่าต่างๆที่วัดได้ลงในตารางพร้อมกับค่าที่คำนวณ

	ค่าที่วัดได้			ค่าที่คำนวณ		
α (องศา)	V_S(V)	$V_{O(avg)}$(V)	I_o (A)	V_S (V)	$V_{O(avg)}$(V)	I_O(A)
0						
30						
60						
90						
120						
150						
180						

ใบประลองที่ 14	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 5/7

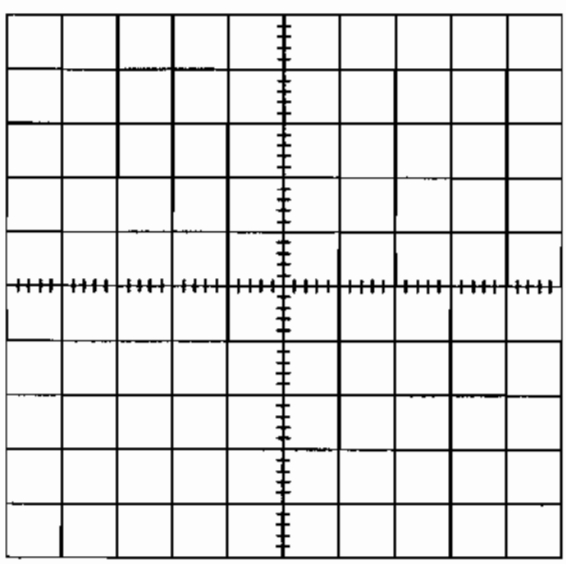
3.นำออสซิโลสโคปวัดแรงดันและกระแส ณ.จุดต่าง ๆ แล้วบันทึกรูปคลื่นลงในตารางที่กำหนด เมื่อ α เท่ากับ 60 องศาโดยที่

Time/Div..... Volt./ Div.....



ภาพที่ 14-4 รูปคลื่น V_o , V_{AK1}

Time/Div..... Volt./ Div.....

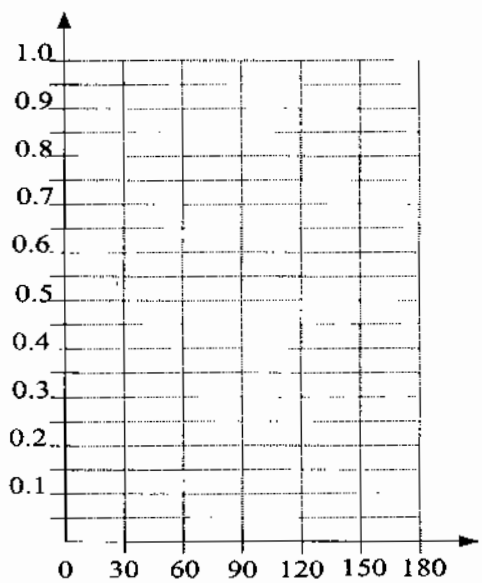


ภาพที่ 14-5 รูปคลื่น I_o

ใบประลองที่ 14	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 6/7

4. คำนวณหาค่า $\frac{V_{O(\alpha)}}{V_{O(0)}}$ แล้วนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นแบบควบคุมได้ตามฟังก์ชั่น $V_{O(\alpha)} = f(\alpha)$ เมื่อโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

	α	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°
โหลด RL	V_O							
	$\frac{V_{O(\alpha)}}{V_{O(0)}}$							



ภาพที่ 14-6 กราฟแสดงคุณลักษณะการควบคุมของวงจรเรียงกระแสสามเฟสเต็มคลื่นแบบควบคุมได้ กรณีโหลดเป็นตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ

ใบประลองที่ 14	เรื่อง วงจรเรียงกระแสสามเฟสแบบเต็มคลื่นแบบบริดจ์ ควบคุมได้ กรณีโหลดเป็น ตัวต้านทานและตัวเหนี่ยวนำ	วิชา ประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 7/7

5. สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

<u>คำถามท้ายการทดลอง</u>

1.จากวงจรการทดลองที่ 14-3 เมื่อกำหนดให้มุมนำกระแส 90° จงเขียนรูปคลื่นแรงดัน V_o และกระแส I_oที่เกิดขึ้นพร้อมทั้งอธิบายมาพอเข้าใจ

ภาคผนวก ง

- หนังสือแต่งตั้งผู้เชี่ยวชาญ
- รายนามผู้เชี่ยวชาญ
- แบบสอบถามประเมินชุดประลอง

190

ที่ ศธ 0525.3(2)/2

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม. 10800

15 มกราคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดประลอง

เรียน

ด้วยนายวิโชค พรหมดวง นักศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ได้รับอนุมัติให้ทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลอง วิชาประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ โดยมีคณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คือ อาจารย์ ดร.มงคล หวังสถิตวงษ์ เป็นประธานกรรมการ และ รองศาสตราจารย์คำรง จีนขาวขำ กรรมการ

ในการนี้ นักศึกษามีความประสงค์ใคร่จะขอความอนุเคราะห์ท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญประเมินชุดประลอง เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์เรื่องดังกล่าว ทั้งนี้เพื่อประโยชน์สูงสุดทางการศึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ด้วย จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(อาจารย์ขจร อินวงษ์)
หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า

ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า
โทร/โทรสาร 0-2587-8255

รายนามชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรรถพล เข็มแดง
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุริโยทัย สุปัญญาพงศ์
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

3. อาจารย์สันติ อัตถไพศาล
ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

4. อาจารย์วิรัติ อัศวานุวัตร
ภาควิชาครุศาสตรไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

5. อาจารย์ทง ลานธานทอง
ภาควิชาไฟฟ้า แผนกไฟฟ้ากำลัง
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร วิทยาเขตพระนครเหนือ

แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

ต่อใบประลองและชุดทดลอง วิชาประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

คำชี้แจง

แบบประเมินใบประลองและชุดประลอง วิชาประลองอิเล็กทรอนิกส์กำลัง1 ผู้วิจัยทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อขอรับความคิดเห็นและข้อเสนอแนะ เกี่ยวกับใบประลองและชุดทดลองซึ่งใช้เป็นอุปกรณ์การเรียนการสอนในภาคปฏิบัติของนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลังภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

นายวิโชค พรหมดวง

ผู้วิจัย

ข้อแนะนำในการตอบแบบประเมิน

1.อ่านคำแนะนำในการตอบแบบประเมินอย่างละเอียด

2.ให้ขีดเครื่องหมายถูก(✓)ลงในมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ด้านขวามือให้ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีระดับคะแนนดังนี้

ดีมาก	เท่ากับ	5 คะแนน
ดี	เท่ากับ	4 คะแนน
พอใช้	เท่ากับ	3 คะแนน
ปรับปรุง	เท่ากับ	2 คะแนน
ใช้ไม่ได้	เท่ากับ	1 คะแนน

ตัวอย่าง

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับการประเมิน				
		5	4	3	2	1
0	ท่านสนใจที่จะสร้างชุดประลอง		✓			

จากตัวอย่างข้อที่ 0 หมายความว่า ท่านสนใจที่จะสร้างชุดประลองมาก (4) แต่ถ้าสนใจที่จะสร้างชุดประลองมากกว่านี้ ให้ขีดเครื่องหมายถูก(✓) ที่หมายเลข 5 และถ้าสนใจที่จะสร้างชุดประลองน้อยลง ให้ขีดเครื่องหมายถูก(✓) ที่หมายเลข 3, 2 ,1 ตามลำดับ

แบบใบประเมินผล ชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1

ลำดับที่	รายการประเมินผลชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1	ระดับการประเมิน				
		5	4	3	2	1
	ก. ด้านชุดประลอง					
1	ขนาดของเครื่องมีความเหมาะสมระดับใด					
2	รูปแบบของเครื่องทำให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน					
3	ความสะดวกหรือง่ายในการต่อวงจรประลอง					
4	ความเหมาะสมของการจัดตำแหน่งอุปกรณ์					
5	ความแข็งแรงของชุดประลอง					
6	หาอุปกรณ์มาทดแทนได้ง่าย					
7	สีที่ใช้ก่อให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน					
8	ความสะดวกในการจัดเตรียมการทดลอง					
9	ความสะดวกในการถอดเพื่อซ่อมแซม					
10	ความสะดวกในการดูแลรักษาอุปกรณ์					
11	ความสะดวกในการจัดเก็บอุปกรณ์					
12	ใช้ประลองได้ครบตามเนื้อหา					
13	ความสัมพันธ์ของชุดประลองต่อใบประลอง					
14	คุณค่าทางวิชาการของชุดประลอง					
15	ความปลอดภัยในขณะทำการประลอง					
	ข. ด้านใบประลอง					
16	ความเหมาะสมของการประลองกับระดับผู้เรียน					
17	เนื้อหาใบประลองครบถ้วน					
18	ใบประลองมีเนื้อหาตรงกับวัตถุประสงค์					
19	ความเข้าใจเกี่ยวกับลำดับขั้นตอนการประลอง					
20	รูปเล่มมีแรงจูงใจก่อให้เกิดการเรียนรู้					
21	รูปแบบใบประลองง่ายต่อการใช้งาน					
22	ความชัดเจนเหมาะสมของขนาดรูปภาพและกราฟ					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะอื่นๆ

ความคิดเห็น.....

.....

.....

.....

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ : นายวิโชค พรหมดวง

ชื่อวิทยานิพนธ์ : การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดประลองวงจรอิเล็กทรอนิกส์กำลัง 1 หลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์กำลัง ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ พุทธศักราช 2544

สาขาวิชา : ไฟฟ้า

ประวัติ

ประวัติส่วนตัว เกิดวันที่ 21 เมษายน 2517 อายุ 33 ปี ภูมิลำเนาเดิมบ้านเลขที่ 195 ม.3 ต.เกาะแต้ว อ.เมือง จ.สงขลา เป็นบุตรคนที่ 2 ในจำนวน 3 คน ปัจจุบันอยู่บ้านเลขที่ 60/24 หมู่บ้านพฤกษา 14 ต.บางคูรัด อ.บางบัวทอง จ.นนทบุรี

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2536 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาไฟฟ้า จากวิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่ พ.ศ. 2538 สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีชั้นสูง(ปวส.) สาขาไฟฟ้า จากมหาวิทยาลัยสยาม พ.ศ. 2543 สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีจาก ภาควิชาไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตนนทบุรี

ประวัติการทำงาน พ.ศ. 2538 -2539 ทำงานบริษัทซิโนไทย พ.ศ. 2540- ปัจจุบัน ช่างเทคนิค ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ