

รหัสโครงการ 53EE105

เครื่องกำเนิดแรงดันฮาร์มอนิก

Harmonic Generator

บทคัดย่อ (Abstract)

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างเครื่องกำเนิดแรงดันฮาร์มอนิก เนื้อหาประกอบด้วย รายละเอียดพื้นฐานของคุณภาพไฟฟ้าและฮาร์มอนิก ตัวกรองฮาร์มอนิก การออกแบบและการจำลองสัญญาณฮาร์มอนิกด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ วัตถุประสงค์ของโครงการนี้ต้องการศึกษา การเกิดฮาร์มอนิกและสร้างเครื่องกำเนิดแรงดันฮาร์มอนิกลำดับที่ 1-15 ลำดับที่ เพื่อใช้เป็นสื่อการเรียนรู้สำหรับผู้สนใจและสามารถใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการทดลองในการวิเคราะห์ฮาร์มอนิก ได้ ซึ่งในส่วนของทดลองและออกแบบจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 สร้างวงจรกำเนิด สัญญาณไซน์โดยมีความถี่พื้นฐาน 50 เฮิรตซ์ และมีลำดับฮาร์มอนิก 8 ลำดับ คือ 1-15 ลำดับที่ ซึ่ง ค่าความถี่จะมีค่าเป็นจำนวนเท่าของความถี่พื้นฐานส่วนที่ 2 เป็นการนำเอาสัญญาณไซน์ที่ได้ในส่วน ที่ 1 มาขยายแรงดันเพื่อให้ได้แรงดันที่เหมาะสมตามอัตราส่วนของลำดับฮาร์มอนิก ส่วนที่ 3 เป็นการรวมสัญญาณของสัญญาณไซน์ที่ได้จากส่วนที่ 1 และ ส่วนที่ 2 และส่วนที่ 4 เป็นการขยายกำลัง เอาท์พุทให้ได้ 100 วัตต์ ซึ่งผลการทดลองเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้และสามารถนำไปเป็น แนวทางในการศึกษาและพัฒนาให้ดียิ่งขึ้นไปสำหรับผู้สนใจ

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการเล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้ อันเนื่องจากการถ่ายทอดความรู้และการให้คำแนะนำที่ดีจากท่าน ดร. นิमित บุญภิรมย์ ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ รวมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่าน เจ้าหน้าที่และเพื่อน ๆ ที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในทุก ๆ เรื่องที่เกี่ยวข้องกับโครงการนี้ ซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่าน ดร. นิमित บุญภิรมย์ และมหาวิทยาลัยศรีปทุมเป็นอย่างสูง มา ณ ที่นี้ด้วย

คุณความดีสิ่งใดที่บังเกิดขึ้นจากโครงการนี้ ผู้จัดทำขออุทิศให้กับ บิดา มารดา และ บุรพคณาจารย์สืบต่อไป

คณะผู้จัดทำ
ปีการศึกษา 2553

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 โครงสร้างของโครงการ	2
1.5 ประโยชน์ของโครงการ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีเกี่ยวข้อง	
2.1 นิยามของฮาร์โมนิก	3
2.2 อนุกรมฟูรีเยร์	6
2.3 ประเภทของฮาร์โมนิก	7
2.4 ส่วนประกอบฮาร์โมนิก	9
2.5 แหล่งกำเนิดฮาร์โมนิก	13
2.6 ขนาดและการลำดับการเกิดฮาร์โมนิก	14
2.7 ผลกระทบของฮาร์โมนิก	15
2.8 แนวทางในการแก้ปัญหาฮาร์โมนิก	21

สารบัญ (ต่อ)

2.9	วิธีการป้องกันฮาร์มอนิก	24
2.10	ตัวกรองฮาร์มอนิก	24
2.11	ออปแอมป์	26
2.12	ทรานซิสเตอร์	28
บทที่ 3 การออกแบบโครงงาน		
3.1	การออกแบบวงจรระบบไฟฟ้าจำลองโดยโปรแกรม MATLAB	39
3.2	การออกแบบโครงสร้างของโครงงาน	49
3.3	การออกแบบวงจรกำเนิดความถี่	50
3.4	การออกแบบวงจรขยายสัญญาณ	54
3.5	การออกแบบวงจรรวมสัญญาณ	55
3.6	การออกแบบวงจรขยายกำลังด้วยทรานซิสเตอร์	56
บทที่ 4 ผลการทดลอง		
4.1	การทดลองวงจรกำเนิดความถี่และวงจรขยายแรงดัน	58
4.2	การทดลองการรวมสัญญาณของแรงดันฮาร์มอนิก	62
ขณะจับเคลื่อนเอาท์พุท 100 W		
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ		
	สรุปและข้อเสนอแนะ	64
	เอกสารอ้างอิง	65
	ภาคผนวก	66

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 ค่าแรงดันและความถี่ของฮาร์โมนิกลำดับต่างๆ	40
ตารางที่ 3.2 ค่าของตัวเก็บประจุที่ใช้ในแต่ละย่านความถี่ของวงจรกำเนิดสัญญาณไซน์	53
ตารางที่ 3.3 ค่าแรงดันและความถี่ของฮาร์โมนิกลำดับต่างๆ	55

สารบัญภาพ

ภาพที่ 1.1 แผนภูมิของเครื่องกำเนิดแรงดันฮาร์มอนิก	2
ภาพที่ 2.1 คลื่นของแรงดันและกระแสแบบรูปไซน์	3
ภาพที่ 2.2 คลื่นของแรงดันแบบสี่เหลี่ยม	4
ภาพที่ 2.3 คลื่นแบบไซน์ที่ความถี่ต่างกัน 3 เท่า	5
ภาพที่ 2.4 คลื่นส่วนประกอบของฮาร์มอนิกอันดับที่ 3 และอันดับที่ 5	9
ภาพที่ 2.5 เฟสเซอร์ไดอะแกรมที่ใช้ในการหา Power Factor	20
ภาพที่ 2.6 วงจรกรองความถี่และการทำงานของวงจรกรองความถี่	25
ภาพที่ 2.7 การตอบสนองของวงจรกรองแถบความถี่	26
ภาพที่ 2.8 สัญลักษณ์ของออปแมป์	26
ภาพที่ 2.9 วงจรขยายกลับเฟส	27
ภาพที่ 2.10 วงจรขยายรวมสัญญาณ	28
ภาพที่ 2.11 ทรานซิสเตอร์ชนิดต่างๆ	28
ภาพที่ 2.12 ทรานซิสเตอร์แบบ ก.พี.เอ็น.พี. ข.เอ็น.พี.เอ็น.	29
ภาพที่ 2.13 รอยต่อของทรานซิสเตอร์แบบพีเอ็นพีซึ่งได้รับการไบแอสแบบฟอร์เวิร์ด	30
ภาพที่ 2.14 รอยต่อของทรานซิสเตอร์แบบพีเอ็นพีที่ถูกไบแอสแบบรีเวิร์ด	30
ภาพที่ 2.15 การไหลของพาหะ majority และ minority ในทรานซิสเตอร์แบบพีเอ็นพี	30
ภาพที่ 2.16 เครื่องหมายและสัญลักษณ์ที่ใช้กับการต่อแบบเบสร่วม	31
ภาพที่ 2.17 คุณลักษณะจุดอินพุตสำหรับตัวขยายแบบทรานซิสเตอร์ซิกอนที่ต่อแบบเบสร่วม	32
ภาพที่ 2.18 คุณลักษณะด้านเอาต์พุตสำหรับตัวขยายแบบทรานซิสเตอร์ต่อแบบเบสร่วม	33
ภาพที่ 2.19 แบบจำลองเทียบเคียงที่ถูกนำมาใช้แทน ขาเบส-อิมิตเตอร์ของตัวขยายในย่านไฟตรง	34
ภาพที่ 2.20 เครื่องหมายและสัญลักษณ์ซึ่งใช้สำหรับการต่อแบบอิมิตอร์ร่วม	34
ภาพที่ 2.21 คุณลักษณะของทรานซิสเตอร์ซิกอนในการต่ออิมิตอร์ร่วม	35
ภาพที่ 2.22 เครื่องหมายและสัญลักษณ์ซึ่งใช้กับการต่อแบบคอลเล็กเตอร์ร่วม	36

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ 3.1	วงจรแบบจำลองแหล่งจ่ายแรงดันฮาร์มอนิกในลำดับที่ 1	41
ภาพที่ 3.2	สัญญาณกระแสและแรงดันของฮาร์มอนิกลำดับที่ 1	41
ภาพที่ 3.3	วงจรแบบจำลองแหล่งจ่ายแรงดันฮาร์มอนิกในลำดับที่ 3	42
ภาพที่ 3.4	สัญญาณกระแสและแรงดันของฮาร์มอนิกลำดับที่ 3	42
ภาพที่ 3.5	วงจรแบบจำลองแหล่งจ่ายแรงดันฮาร์มอนิกในลำดับที่ 5	43
ภาพที่ 3.6	สัญญาณกระแสและแรงดันของฮาร์มอนิกในลำดับที่ 5	43
ภาพที่ 3.7	วงจรแบบจำลองแหล่งจ่ายแรงดันฮาร์มอนิกในลำดับที่ 7	44
ภาพที่ 3.8	สัญญาณกระแสและแรงดันของฮาร์มอนิกในลำดับที่ 7	44
ภาพที่ 3.9	วงจรแบบจำลองแหล่งจ่ายแรงดันฮาร์มอนิกในลำดับที่ 9	45
ภาพที่ 3.10	สัญญาณกระแสและแรงดันของฮาร์มอนิกในลำดับที่ 9	45
ภาพที่ 3.11	วงจรแบบจำลองแหล่งจ่ายแรงดันฮาร์มอนิกในลำดับที่ 11	46
ภาพที่ 3.12	สัญญาณกระแสและแรงดันของฮาร์มอนิกในลำดับที่ 11	46
ภาพที่ 3.13	วงจรแบบจำลองแหล่งจ่ายแรงดันฮาร์มอนิกในลำดับที่ 13	47
ภาพที่ 3.14	สัญญาณกระแสและแรงดันของฮาร์มอนิกในลำดับที่ 13	47
ภาพที่ 3.15	วงจรแบบจำลองแหล่งจ่ายแรงดันฮาร์มอนิกในลำดับที่ 15	48
ภาพที่ 3.16	สัญญาณกระแสและแรงดันของฮาร์มอนิกในลำดับที่ 5	48
ภาพที่ 3.17	แผนภูมิของเครื่องกำเนิดแรงดันฮาร์มอนิก	49
ภาพที่ 3.18	โครงสร้างของ ICL 8038	50
ภาพที่ 3.19	วงจรกำเนิดสัญญาณไซน์ที่มีความถี่ต่างๆ	51
ภาพที่ 3.20	ตำแหน่งการปรับ Duty cycle ความถี่และความเพี้ยนของสัญญาณ	53
ภาพที่ 3.21	วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส	54
ภาพที่ 3.22	วงจรรวมสัญญาณ	55
ภาพที่ 3.23	วงจรขยายกำลังด้วยทรานซิสเตอร์ MJ15003	56

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ 4.1 สัญญาณไซน์ที่มีความถี่ 50 Hz 5.00 V _{p-p}	58
ภาพที่ 4.2 สัญญาณไซน์ที่มีความถี่ 150 Hz 1.67 V _{p-p}	58
ภาพที่ 4.3 สัญญาณไซน์ที่มีความถี่ 250 Hz 1.00 V _{p-p}	59
ภาพที่ 4.4 สัญญาณไซน์ที่มีความถี่ 350 Hz 0.71 V _{p-p}	59
ภาพที่ 4.5 สัญญาณไซน์ที่มีความถี่ 450 Hz 0.55 V _{p-p}	59
ภาพที่ 4.6 สัญญาณไซน์ที่มีความถี่ 550 Hz 0.45 V _{p-p}	59
ภาพที่ 4.7 สัญญาณไซน์ที่มีความถี่ 650 Hz 0.38 V _{p-p}	60
ภาพที่ 4.8 สัญญาณไซน์ที่มีความถี่ 750 Hz 0.33 V _{p-p}	60
ภาพที่ 4.9 เฟสสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 และ 3	60
ภาพที่ 4.10 เฟสสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 และ 5	60
ภาพที่ 4.11 เฟสสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 และ 7	61
ภาพที่ 4.12 เฟสสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 และ 9	61
ภาพที่ 4.13 เฟสสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 และ 11	61
ภาพที่ 4.14 เฟสสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 และ 13	61
ภาพที่ 4.15 เฟสสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 และ 15	61
ภาพที่ 4.16 การรวมสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 และ 3	62
ภาพที่ 4.17 การรวมสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 3 และ 5	62
ภาพที่ 4.18 การรวมสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 3 5 และ 7	62
ภาพที่ 4.19 การรวมสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 3 5 7 และ 9	62
ภาพที่ 4.20 การรวมสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 3 5 7 9 และ 11	63
ภาพที่ 4.21 การรวมสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 3 5 7 9 11 และ 13	63
ภาพที่ 4.22 การรวมสัญญาณไซน์ระหว่างลำดับที่ 1 3 5 7 9 11 13 และ 15	63