

รหัสโครงการ 53EE109

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอดไฟถนน

Electronic Ballast for Street Lighting

บทคัดย่อ (Abstract)

โครงการนี้เป็น การนำเสนอกำหนดแบบและสร้างบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ภาคเดียว สำหรับหลอดโซเดียมความดันสูง 150 วัตต์ โดยใช้วงจรจุดหลอดภายในแบบแอลซีซี ที่มีการควบคุมกำลังไฟฟ้าที่หลอดไฟที่จุดประสงค์หลักของโครงการนี้เน้นที่การออกแบบและวิเคราะห์ การจุดไส้หลอดโซเดียมความดันสูง ซึ่งในวงจรจุดหลอดภายในแบบแอลซีซี โดยใช้หลักการเรโซแนนซ์ร่วมในการวิเคราะห์ และการควบคุมกำลังไฟฟ้าที่หลอดไฟที่ทำการทำงานของระบบมีเสถียรภาพจาก หลักการที่ได้นำเสนอซึ่งง่ายต่อการออกแบบและสามารถนำไปใช้งานได้ ภายใต้พื้นฐานการทำงานของสวิตช์แรงดันศูนย์ สามารถที่จะลดจำนวนอุปกรณ์สวิตช์ลงได้ โดยการใช้อุปกรณ์สวิตช์ของวงจรถืออินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์ให้ทำงานร่วมกับวงจรเรียงกระแสสำหรับการแก้ไขค่าตัวประกอบกำลัง โดยวงจรต้นแบบทดลองกับหลอดโซเดียมความดันสูง 150 วัตต์

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการเล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ อันเนื่องมาจากการถ่ายทอดความรู้และการให้คำแนะนำที่ดีจากท่าน ดร.นิมิต บุญภิรมย์ ซึ่งท่านเป็นที่ปรึกษาโครงการ รวมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าทุกท่านเจ้าหน้าที่และเพื่อนๆที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในทุกๆเรื่องที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงการนี้ ซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ดร.นิมิต บุญภิรมย์ และมหาวิทยาลัยศรีปทุมเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

คุณความดีสิ่งใดที่บังเกิดขึ้นจากโครงการนี้ ผู้จัดทำขออุทิศให้กับบิดามารดาและบูรพคณาจารย์สืบต่อไป

คณะผู้จัดทำ

ปีการศึกษา 2553

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของ โครงการที่กำลังจะศึกษาและวิจัย	1
1.2 ความสำคัญของปัญหา	1
1.3 วัตถุประสงค์ของ โครงการ	1
1.4 ขอบเขตของ โครงการ	2
1.5 ประโยชน์ของ โครงการ	2
1.6 โครงสร้างของ โครงการ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 หลอดโซเดียมแรงดันสูง	4
2.2 บัลลาสต์	9
2.3 หลักการทำงานของวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์อนุกรม-ขนานคาสดี	11
2.4 การสูญเสียจากการจับขาคัด	15
2.5 หม้อแปลงไฟฟ้า	16
2.6 วงจรเรียงกระแส	22
2.7 วงจรทระดับแรงดันไฟฟ้าหรือวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์	24

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.8 คอนเวอร์เตอร์แบบเรโซแนนท์	32
2.9 อินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบอนุกรม	33
บทที่ 3 ทฤษฎีและการออกแบบวงจร	
3.1 ส่วนประกอบของวงจรอิเล็กทรอนิกส์	36
3.2 วงจรเรียงกระแส	37
3.3 วงจรแปลงผันเรโซแนนซ์อนุกรม-ขนานดี	37
3.4 วงจรชอปเปอร์	39
3.5 การออกแบบวงจรสร้างสัญญาณ Pulse Width Modulation	43
3.6 วงจรขับขากะพ	45
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
4.1 การทดลองวงจรเรียงกระแส เต็มคลื่นแบบบริดจ์ไดโอด	46
4.2 วงจรกำเนิดสัญญาณ Pulse Width Modulation	48
4.3 วงจรขับกะพ และ ผลการทดลอง	50
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	52
เอกสารอ้างอิง	
ภาคผนวก	

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 อัตราขยายแรงดันวงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์เมื่อมีการปรับค่า D

หน้า

28

สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 โครงสร้างของโซเดียมแรงดันสูง	5
ภาพที่ 2.2 สีและการกระจายพลังงานทางสเปกตรัมของหลอดโซเดียมแรงดันสูง	6
ภาพที่ 2.3 หลอดโซเดียมแรงดันสูง	6
ภาพที่ 2.4 แสดงการกระจายพลังงานของหลอดโซเดียมแรงดันสูง	7
ภาพที่ 2.5 การเสื่อมของหลอดโซเดียมแรงดันสูงต่อชั่วโมงการใช้งาน	8
ภาพที่ 2.6 เปอร์เซ็นต์ของหลอดโซเดียมแรงดันสูงที่ยังไม่ขาดต่อชั่วโมงการใช้งาน ขนาด 1 วัตต์	8
ภาพที่ 2.7 แถบของปฏิกิริยาอะคูสติกรีโซแนนซ์ของหลอดโซเดียมความดันสูง และหลอดเมทัลฮาไลด์	10
ภาพที่ 2.8 ย่านความถี่ที่มีผลต่อปฏิกิริยาอะคูสติกรีโซแนนซ์	11
ภาพที่ 2.9 วงจรแปลงผันเรโซแนนซ์อนุกรม-ขนานคลาสดี	12
ภาพที่ 2.10 วงจรสมมูลของวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์อนุกรม-ขนานคลาสดี	14
ภาพที่ 2.11 รูปคลื่นการทำงานของวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์อนุกรม-ขนานคลาสดี	14
ภาพที่ 2.12 ตัวเก็บประจุแฝงในสวิตช์กำลัง	16
ภาพที่ 2.13 โครงสร้างของหม้อแปลง	16
ภาพที่ 2.14 อิมพีแดนซ์ในวงจรหม้อแปลง	18
ภาพที่ 2.15 วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อแยกพารามิเตอร์ออก	19
ภาพที่ 2.16 วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อย้ายพารามิเตอร์ทางขดลวดทุติยภูมิมาได้	19
ภาพที่ 2.17 วงจรสมมูลของหม้อแปลงไฟฟ้าเมื่อไม่คิดกระแสขณะไร้ภาระ	19
ภาพที่ 2.18 เวกเตอร์ของกระแสและแรงดันของหม้อแปลงไฟฟ้าขณะไร้โหลด	20

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 2.19 แผนผังการศึกษาวงจรเรียงกระแส	23
ภาพที่ 2.20 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ไดโอดพร้อมตัวกรองความถี่ ด้วยตัวเก็บประจุ	24
ภาพที่ 2.21 วงจรบูสต์คอนเวอร์เตอร์	25
ภาพที่ 2.22 วงจรสมมูลเมื่อสวิตช์นำกระแส	26
ภาพที่ 2.23 วงจรสมมูลเมื่อสวิตช์ไม่นำกระแส	26
ภาพที่ 2.24 ความสัมพันธ์ระหว่างอัตราขยายแรงดันกับ D	29
ภาพที่ 2.25 กระแสที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุ	31
ภาพที่ 2.26 แผนผังวงจรคอนเวอร์เตอร์แบบเรโซแนนซ์	32
ภาพที่ 2.27 วงจรอินเวอร์เตอร์เรโซแนนซ์แบบอนุกรม	34
ภาพที่ 3.1 ส่วนประกอบของวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	36
ภาพที่ 3.2 วงจรเรียงกระแส	37
ภาพที่ 3.3 การทำงานของวงจรแปลงผันอนุกรม-ขนานเรโซแนนซ์คลาสดี ช่วงก่อนและหลังจุดโหลด	39
ภาพที่ 3.4 วงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสตรงพื้นฐาน	40
ภาพที่ 3.5 วงจรสมมูลของสวิตช์	40
ภาพที่ 3.6 แรงดันไฟด้านออก	41
ภาพที่ 3.7 วงจรภายในของ IC TL494	43

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.8 การกำหนดความถี่ของสัญญาณ	44
ภาพที่ 3.9 วงจรสร้างสัญญาณ	45
ภาพที่ 3.10 วงจรขับขานเกท	45
ภาพที่ 4.1 วงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ไดโอดพร้อมตัวเก็บประจุ	46
ภาพที่ 4.2 อุปกรณ์ที่สร้างจากการออกแบบวงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ไดโอด	47
ภาพที่ 4.3 สัญญาณวงจรเรียงกระแสเฟสเดียวเต็มคลื่นแบบบริดจ์ไดโอดในกรณีที่ ต่อตัวเก็บประจุ	47
ภาพที่ 4.4 วงจรสร้างสัญญาณ	48
ภาพที่ 4.5 สัญญาณฟันเลื่อย	49
ภาพที่ 4.6 สัญญาณจริงและสัญญาณ Invert ของสัญญาณจริง	49
ภาพที่ 4.7 การต่อวงจรขับเกท	50
ภาพที่ 4.8 สัญญาณเอาต์พุต A และ B	50
ภาพที่ 4.9 สัญญาณ V_{DS}	51
ภาพที่ 4.10 สัญญาณ V_{DS} เปรียบเทียบกับสัญญาณ V_{GS}	51
ภาพที่ 4.11 สัญญาณแรงดันไฟฟ้าด้านออกที่เป็นรูปคลื่นไซน์	52