



บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แบบหรี่ไฟได้

Dimmable Electronic Ballast

นายณัฐชัย	ชาติสุวรรณ	รหัส 46361622
นายพันธ์ศักดิ์	มาก่อกุล	รหัส 46363354
นางสาวพิลาวรรณ	อ่อนรัมย์	รหัส 46363347

๗

ห้องสมุดเทคโนโลยีการเกษตร	การเกษตร
รับ	7 พ.ย. 2550
เลขทะเบียน	5000100
เลขเรียกหนังสือ	ม.ร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ๕๖28	

150815p3 c.2

๕๖๒๙

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2549



ใบรับรองโครงการวิศวกรรม

หัวข้อโครงการ	บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แบบหรีไฟฟ้าได้		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายณัฐชัย	ชาติสุวรรณ	รหัส 46361622
	นายพันธ์ศักดิ์	มาก่อกุล	รหัส 46363354
	นางสาวพิลาวรรณ	อ่อนริ้ว	รหัส 46363347
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปิยदनัย ภาชนะพรรณ์		
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2549		

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครพนม อนุมัติให้โครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะกรรมการสอบโครงการวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ
(อาจารย์ปิยदनัย ภาชนะพรรณ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุชาติ เข้มเม่น)

.....กรรมการ
(ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล)

หัวข้อโครงการ	บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แบบหรีไฟได้		
ผู้ดำเนินโครงการ	นายณัฐชัย	ชาติสุวรรณ	รหัส 46361622
	นายพันธ์ศักดิ์	มาก่อกุล	รหัส 46363354
	นางสาวพิลาวรรณ	อ่อนรัมย์	รหัส 46363347
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ปิยคนัย	ภาชนะพรรณณ์	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2549		

บทคัดย่อ

ประโยชน์ของฉบับนี้เป็นการออกแบบและสร้างบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรีไฟ โดยใช้ไอซี สำหรับหรีแสงไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์ เบอร์ IR2153 ของบริษัท International Rectifier ที่ สามารถหรีแสงหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 1 หลอด โดยใช้วงจรเรียงกระแส แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงส่งให้ไอซี IR2153 เพื่อให้ไอซีทำงานร่วมกับวงจรภาค อินเวอร์เตอร์เพื่อขับหลอดให้จุดติดสว่าง ในการควบคุมการหรีแสงของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะ ควบคุมความถี่ โดยสามารถหรีแสงได้ช่วง 951 – 663 ลักซ์ ที่ความถี่ 35 - 200 กิโลเฮิร์ตซ์

Project Title Dimmable Electronic Ballast
Name Mr. Natthachai Chatsuwan ID. 46361622
Mr. Pansak Makokool ID. 46363354
Miss. Pilawan Onrua ID. 46363347

Project Advisor Mr. Piyadanai Pachanapan
Major Electrical Engineering.
Department Electrical and Computer Engineering.
Academic Year 2006

ABSTRACT

The purpose of this project is to design and build a dimming electronic ballast for 36 Watt fluorescent lamp, by IC IR2153. The lamp is ignited when mosfets are supplied DC voltage from bridge rectifier circuit. Inverter circuit is designed by using power mosfets and it is controlled by IC IR2153 to ignite lamp and to control luminance. The ballast dimming controlled by frequency. Therefore the range of dimming is between 951-663 lux and frequency range is between 35 - 200 kHz.

กิตติกรรมประกาศ

การทำปฏิญานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางผู้จัดทำใคร่ขอแสดงความ
ขอบพระคุณเป็นอย่างสูงต่ออาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ อาจารย์ปิยนัย ภาชนะพรรณิ และอาจารย์
ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรทุกท่าน
ที่ได้กรุณาให้แนวความคิดด้านต่าง ๆ ซึ่งแนะแนวทางในการทำโครงการ ให้ข้อมูลในการทำโครงการ
ตลอดจนเอื้อเฟื้ออุปกรณ์และเอกสารต่าง ๆ และสถานที่ที่ใช้ปฏิบัติเกี่ยวกับโครงการนี้ ทำให้เป็น
ประโยชน์ต่อการทำโครงการของผู้จัดทำเป็นอย่างมาก

ขอบคุณเพื่อน ๆ นิสิตภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าชั้นปีที่ 4 ทุกท่านที่ได้ให้ความช่วยเหลือทุก
ด้านเสมอมา

ท้ายนี้ผู้จัดทำโครงการขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ที่คอยสนับสนุนในด้านการเงินและให้
กำลังใจแก่ผู้จัดทำจนสำเร็จการศึกษา

คณะผู้จัดทำโครงการ

นายณัฐชัย

ชาติสุวรรณ

นายพันธ์ศักดิ์

มาก่อกุล

นางสาวพิลาวรรณ

อ่อนรั้ว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ(ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบข่ายโครงการ.....	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 งบประมาณที่ใช้.....	2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 วงจรทริก.....	3
2.2 สีและการกระจายพลังงานทางสเปกตรัม.....	3
2.3 หลอดฟลูออเรสเซนต์.....	4
2.4 Electronic Ballast.....	4
2.5 ข้อดีและข้อเสียของหลอดฟลูออเรสเซนต์.....	6
2.6 วงจรกรองแรงดัน.....	6
2.7 วงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์ (Bridge rectifier).....	6
2.8 วงจรเรโซแนนซ์คอนเวอร์เตอร์.....	7
2.10 วงจรสมมูลทางไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์.....	12

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 แบบจำลองวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรีไฟ	
3.1 ออกแบบวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง	14
3.2 ออกแบบวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์.....	15
3.3 ไอซีสำหรับหรีไฟของหลอดฟลูออเรสเซนต์ IR2153.....	15
3.4 หลักการทำงานของไอซีเบอร์ IR2153	16
3.5 ออกแบบบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรีไฟ.....	17
3.6 กำหนดค่าต่างๆของอุปกรณ์.....	19
บทที่ 4 แบบจำลองบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรีไฟ	
4.1 ออกแบบวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง	21
4.2 ออกแบบวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์.....	24
บทที่ 5 ผลการดำเนินงาน	
5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและวัดผล	29
5.2 ผลการทดลองของวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....	30
5.3 ผลการวัดปริมาณทางไฟฟ้าตามจุดต่างๆ ของวงจร.....	39
บทที่ 6 สรุปผลการดำเนินงาน	
6.1 สรุปผลการทดลอง.....	40
6.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น	40
6.3 แนวทางแก้ไข	40
6.3 ข้อเสนอแนะ	40
เอกสารอ้างอิง	41
ภาคผนวก.....	42
ประวัติผู้เขียนโครงการ	59

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 เปรียบเทียบบัลลาสต์	5
3.1 แสดงรายละเอียดของไอซี IR2153.....	15
5.1 ผลการวัดค่าต่างๆ ของวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไฟ	38



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....	4
2.2 วงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์.....	7
2.3 กลิ่นวงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์.....	7
2.4 วงจรเรโซแนนซ์คอนเวอร์เตอร์.....	10
2.5 ปรับความถี่สวิตช์ซึ่งมากกว่าความถี่เรโซแนนซ์.....	11
2.6 ปรับความถี่สวิตช์ซึ่งเท่ากับความถี่เรโซแนนซ์.....	12
2.7 เมื่อปรับความถี่สวิตช์ซึ่งมากกว่าความถี่เรโซแนนซ์.....	12
3.1 วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง.....	14
3.2 วงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์.....	15
3.3 ไอซีเบอร์ IR2153.....	16
3.4 แผนผังภาพบล็อกไดอะแกรมของไอซี IR2153.....	17
3.5 วงจรกรองและวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์.....	18
3.6 วงจรควบคุม IR2153 และวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์.....	18
3.7 การเลือกหา R และ C ที่ใช้ในการควบคุมวงจร.....	19
4.1 วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง.....	22
4.2 ผลการวัดแรงดันขาออกจากการจำลองจากโปรแกรม PSIM ของวงจรเรียงกระแส.....	23
4.3 วงจรแปลงผันเรโซแนนซ์.....	24
4.4 แสดงผลการวัดแรงดันขาออกโดยการซิมูเลชันจาก PSIM ของวงจรเรโซแนนซ์ที่ความถี่ 30 kHz.....	25
4.5 แสดงผลการวัดกระแสขาออกโดยการซิมูเลชันจาก PSIM ของวงจรเรโซแนนซ์ที่ความถี่ 30 kHz.....	25
4.6 แสดงผลการวัดแรงดันขาออกโดยการซิมูเลชันจาก PSIM ของวงจรเรโซแนนซ์ที่ความถี่ 40 kHz.....	26
4.7 แสดงผลการวัดกระแสขาออกโดยการซิมูเลชันจาก PSIM ของวงจรเรโซแนนซ์ที่ความถี่ 40 kHz.....	26
4.8 แสดงผลการวัดแรงดันขาออกโดยการซิมูเลชันจาก PSIM ของวงจรเรโซแนนซ์ที่ความถี่ 50 kHz.....	27

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
4.9 แสดงผลการวัดกระแสขาออกโดยการชั่งน้ำหนักจาก PSIM ของวงจรเรโซแนนซ์ที่ความถี่ 50 kHz.....	27
5.1 รูปการทดลองและการวัดผล.....	29
5.2 แรงดันจากแหล่งจ่าย 220 โวลต์.....	30
5.3 สัญญาณเมื่อผ่านวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์.....	31
5.4 ตัวอย่างสัญญาณพัลส์ได้จากไอซี IR2153 ขา 7 ก่อนเข้ามอสเฟต G1.....	31
5.5 ตัวอย่างสัญญาณพัลส์ได้จากไอซี IR2153 ขา 5 ก่อนเข้ามอสเฟต G2.....	32
5.6 วงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไฟ.....	32
5.7 เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 33 kHz รูปที่ ก.....	33
5.7 เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 33 kHz รูปที่ ข.....	33
5.7 กระแสก่อนเข้าวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไฟที่ความถี่ 33 kHz รูปที่ ค.....	34
5.7 เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 33 kHz รูปที่ ง.....	34
5.8 เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 45 kHz รูปที่ ก.....	35
5.8 เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 45 kHz รูปที่ ข.....	35
5.8 กระแสก่อนเข้าวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไฟที่ความถี่ 33 kHz รูปที่ ค.....	36
5.8 เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 45 kHz รูปที่ ง.....	36
5.9 เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 43 kHz รูปที่ ก.....	37
5.9 เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 43 kHz รูปที่ ข.....	37
5.9 กระแสก่อนเข้าวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไฟที่ความถี่ 33 kHz รูปที่ ค.....	38
5.9 เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 43 kHz รูปที่ ง.....	38

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ในยุคนี้พลังงานนับว่าเป็นสิ่งสำคัญอันดับต้น ๆ ของคนทั้งโลก และจะทวีความสำคัญมากขึ้นในอนาคต ดังนั้น พลังงานที่มีอยู่บนโลกนับวันก็จะเหลือน้อยลงเรื่อย ๆ สำหรับการประหยัดพลังงานนั้นมีหลายวิธี บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ประหยัดไฟซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ประหยัดพลังงาน หลักการของบัลลาสต์หรือไฟที่ได้อาศัยคือการแปลงแรงดันกระแสสลับเป็นแรงดันกระแสตรง เพื่อที่ความต้องการแรงดันกระแสตรงไปขับไอซี และได้สัญญาณพัลส์ออกมาที่ทรินคอสเฟตต่อไป เมื่อทรินคอสเฟตแล้วจึงส่งสัญญาณไปยังวงจรรีโซแนนซ์เพื่อให้หลอดจุดติด โดยการควบคุมที่ความถี่ต่าง ๆ ก่อนทำการทรินคอสเฟตส่งผลให้แรงดันด้านขาออกและกระแสด้านขาออกมีค่าเปลี่ยนแปลงตามความถี่ ในการปรับความถี่ที่ค่าต่าง ๆ มีผลทำให้หลอดสว่างมากน้อยไม่เท่ากัน เมื่อสามารถรีไฟได้จึงเป็นเหตุผลทำให้ประหยัดพลังงานได้อีกวิธีหนึ่ง

ประโยชน์ของการมีบัลลาสต์หรือไฟก็คือ ช่วยประหยัดพลังงานได้ เพราะที่ปัจจุบันนี้มีพลังงานเหลืออยู่เต็มที่แล้ว จึงควรที่จะช่วยกันลดการใช้พลังงาน ก่อนที่จะไม่มีพลังงานให้ใช้ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

ศึกษา และ ออกแบบสร้างบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไฟได้

1.3 ขอบข่ายโครงการ

1. สร้างบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แบบหรือไฟได้ สำหรับหลอดไฟฟลูออโรเรสเซนต์
2. ช่วงความถี่ของการทำงาน 33 – 47 กิโลเฮิร์ต (kHz)
3. อุณหภูมิขณะทำงานประมาณ 25 – 40 °C

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ลำดับการทำงาน	พ.ย.49	ธ.ค.49	ม.ค.50	ก.พ.50	มี.ค.50	เม.ย.50	พ.ค.50
1. ศึกษาค้นหาข้อมูล ทั่วไป	←	→					
2. ออกแบบวงจร			←	→			
3. ทดสอบการทำงาน ปรับปรุงแก้ไข				←	→		
4. ทดสอบการใช้งาน จริง					←	→	
5. จัดทำรายงานปริญญานิพนธ์					←	→	→

1.7 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้ในการประยุกต์ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์
2. ได้บัลลาสต์ที่ประหยัดพลังงานไฟฟ้า
3. เป็นแนวทางในการพัฒนางานด้านการประยุกต์ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ ได้

1.8 งบประมาณที่ใช้

ค่าอุปกรณ์	2,000 บาท (สองพันบาท)
ค่าถ่ายเอกสาร	1,000 บาท (หนึ่งพันบาท)
รวม	3,000 บาท (สามพันบาท)

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการทำงานของบัลลาสต์หลอดไฟ

บัลลาสต์หลอดไฟนั้นจะใช้การควบคุม โดยการควบคุมสัญญาณขาเข้าก่อนส่งไปยังมอสเฟต โดยปรับความถี่ของสัญญาณ ซึ่งความถี่จะมีผลต่อวงจรเรโซแนนซ์ของวงจร เมื่อมีความถี่มากทำให้แรงดันขาออกลดลงด้วยทำให้หลอดสว่างลดลง แต่เมื่อลดความถี่ลงทำให้แรงดันขาเพิ่มขึ้นจึงทำให้หลอดมีความสว่างเพิ่มขึ้น

2.1 วงจรทรานซิสเตอร์

มอสเฟตกำลังเป็นสวิตช์ที่ควบคุมด้วยแรงดัน (voltage-controlled) ทำให้ง่ายต่อการควบคุม ให้เริ่มนำกระแสหรือเริ่มหยุดนำกระแส ซึ่งจะเป็นข้อดีที่เหนือกว่ากรณีของทรานซิสเตอร์กำลังจะนำกระแสก็ต่อเมื่อแรงดันตกคร่อมขาเกตเทียบกับขาซอส (V_{GS}) มีค่าสูงกว่าค่าแรงดันขีดเริ่มเปลี่ยน (threshold voltage) และเมื่อระดับแรงดัน V_{GS} สูงกว่าแรงดันขีดเริ่มเปลี่ยน จะเป็นผลทำให้มอสเฟตกำลังเข้าสู่การทำงานในโหมดโอห์มมิก (ohmic region) ซึ่งโดยทั่วไปแล้ว แรงดัน V_{GS} เพื่อให้สวิตช์เริ่มนำกระแสจะมีค่าอยู่ระหว่าง 10 ถึง 20 โวลต์ และเพื่อให้สวิตช์ไม่นำกระแสสามารถกระทำได้โดยทำให้แรงดัน V_{GS} มีค่าต่ำกว่าแรงดันขีดเริ่มเปลี่ยน และในขณะที่สวิตช์นำกระแสและไม่นำกระแสความเร็วในการเก็บประจุและคายประจุของค่าตัวเก็บประจุแฝงด้านเข้าของมอสเฟตกำลัง (parasitic input capacitance) ซึ่งตัวเก็บประจุแฝงจะต้องทำการสะสมประจุเพื่อให้สวิตช์นำกระแส และจะต้องทำการคายประจุเพื่อให้สวิตช์ไม่นำกระแส

2.2 สีและการกระจายพลังงานทางสเปกตรัม

การกระจายแสงสีทางสเปกตรัมของหลอดฟลูออโรเรสเซนต์นั้น ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการกระจายพลังงานที่เรียบและต่อเนื่องซึ่งได้จากการเปล่งแสงของสารเรืองแสง และส่วนที่สองเป็นพลังงานแถบแคบๆ ที่เกิดจากการปลดปล่อยพลังงานแสงของไอปรอท โดยมีความยาวคลื่น 365, 404.7, 435.8, 546.1 และ 587 นาโนเมตร ดังนั้นส่วนที่เกิดจากการเปล่งแสงของสารเรืองแสง จะสามารถเปลี่ยนแปลงให้มีสีต่างกัน ได้จากการใช้สารเรืองแสงที่แตกต่างกันดังนี้

สีขาว	ใช้สารเรืองแสง	แคลเซียมฮาโลฟอสเฟต
สีชมพู	ใช้สารเรืองแสง	แคลเซียมโบเรต
สีส้ม	ใช้สารเรืองแสง	สตรอนเตียมอโทฟอสเฟต
สีน้ำเงิน	ใช้สารเรืองแสง	แคลเซียมทังสเตต
สีแดง	ใช้สารเรืองแสง	แมกนีเซียมเฮอมาเนต

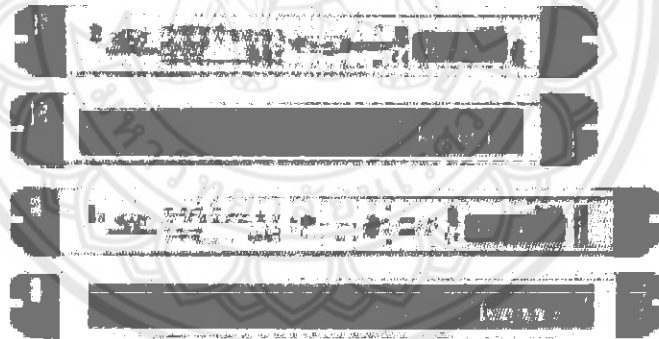
สีเขียว	ใช้สารเรืองแสง	ชิงซ์ซิลิเกต
สีเขียวอ่อน	ใช้สารเรืองแสง	สตรอนเดียมฮาโลฟอสเฟต

สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ให้สีส้มต่าง ๆ นี้ยังไม่ได้เปิดใช้งานสีของหลอดก็ยังคงเป็นสีขาว
ขุ่น เหมือนหลอดสีขาวทั่วไป ยกเว้นหลอดที่ให้สีน้ำเงิน สีทอง สีแดง หลอดเหล่านี้จะนามมีดสี
เอาไว้ภายในหลอดแก้วก่อนที่จะเคลือบสารเรืองแสงอีกชั้นหนึ่ง

2.3 หลอดฟลูออเรสเซนต์

เป็นหลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำ สีของหลอดมี 3 แบบคือ daylight cool white และ warm
white ชนิดของหลอดชนิดนี้ที่ใช้งานกันทั่วไปคือแบบ Linear ขนาด 18 และ 36 วัตต์ และ Circular 22
32 และ 40 วัตต์ และมีประสิทธิภาพประมาณ 50-80 ลูเมนต่อวัตต์ ถือว่าสูงพอสมควรและประหยัดค่า
ไฟฟ้าเมื่อเทียบกับหลอดอินแคนเดสเซนต์ซึ่งมีค่าประมาณ 10-15 ลูเมนต่อวัตต์ และมีอายุการใช้งาน
9,000-12,000 ชม.

2.4 Electronic Ballast



รูปที่ 2.1 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ปัจจุบันนี้มีการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มากขึ้นเพื่อการประหยัดพลังงาน การเลือกใช้งาน
อาจพิจารณาจากข้อมูลเบื้องต้น คือ

1. ตัวประกอบกำลังของวงจรมากกว่า 0.9
2. มีอายุการใช้งานไม่น้อยกว่า 5 ปี
3. มีการป้องกันการรบกวนจากคลื่นวิทยุ หรือคลื่นรบกวน
4. ความถี่บัลลาสต์อยู่ระหว่าง 20 - 50 kHz. เพื่อป้องกันการรบกวนระบบอื่น
5. ปริมาณฮาร์โมนิกให้เป็นไปตามที่มาตรฐาน มอก. กำหนด

องค์ประกอบอื่นในการพิจารณาบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1. อายุการใช้งานของหลอด การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ให้คิดอายุเฉลี่ยของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบยาวตรงที่ 8000 ชม. ถึงแม้บางยี่ห้ออาจทำให้หลอดมีอายุไม่ต่ำกว่า 10000 ชม. ก็ตาม
2. วงจรที่ใช้งานมีผลต่ออายุของหลอด ซึ่งพบว่าการใช้หลอดแบบ soft start จะทำให้หลอดมีอายุมากกว่าการใช้หลอดแบบ instant start
3. คุณภาพของวัสดุที่ใช้ทำบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
4. บัลลาสต์มีอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จและมีฟิลเตอร์ภายในหรือไม่ เพราะถ้าไฟตก, ไฟเกิน, ไฟกระชากจะไม่ทำให้บัลลาสต์เสียหาย

ข้อดี - ข้อเสีย

1. กำลังไฟฟ้าสูญเสียของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ต่ำมาก เมื่อเทียบกับบัลลาสต์แบบแกนเหล็ก ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบบัลลาสต์

ชนิดบัลลาสต์	วัตต์หลอด	วัตต์สูญเสียของบัลลาสต์	วัตต์รวม
แกนเหล็กธรรมดา	36	10 - 12	46 - 48
แกนเหล็กความสูญเสียต่ำ	36	4 - 6	40 - 42
อิเล็กทรอนิกส์	32	4	36

2. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ดี อาจทำให้หลอดมีอายุการใช้งานนานกว่าบัลลาสต์แกนเหล็ก
3. อายุของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์บางผลิตภัณฑ์ สั้นมากเนื่องจากไม่สามารถทนเสิร์จได้
4. การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์กับแหล่งจ่ายที่ไม่ได้มีการควบคุมคุณภาพไฟฟ้าจะทำให้อายุของบัลลาสต์สั้นลง
5. การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีระดับฮาร์โมนิกส์สูงจะรบกวนระบบสื่อสาร, คอมพิวเตอร์, อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ความไวสูง เช่นในห้องผ่าตัด เป็นต้น

ข้อควรระวัง

1. ไม่ควรใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ เพราะจะทำให้อายุการใช้งานสั้นลง
2. การเดินสายจากบัลลาสต์ไปหาหลอดให้เดินสั้นที่สุด และไม่ควรเดินขนานไปกับสายไฟของแหล่งจ่าย

ส่วนบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบมีหลักการคือ สร้างแรงดันไฟฟ้าสูงเพื่อการจุดหลอดในสภาวะแรก และจำกัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดในสภาวะอยู่ตัว ซึ่งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะ

ใช้หลักการเปลี่ยนจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ ด้านเข้าให้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงประมาณ 25 ถึง 50 กิโลเฮิร์ตซ์ เพื่อจับหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยใช้วงจรเรียงกระแสชนิดบริดจ์แปลงจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับด้านเข้าให้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง และใช้ตัวเก็บประจุขนาดใหญ่เพียงพอเพื่อลดการกระเพื่อมของแรงดันไฟตรง จากนั้นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกเปลี่ยนเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับรูปคลื่นไซน์ความถี่สูงเพื่อใช้ในการจับหลอด โดยใช้หลักการของวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์ ซึ่งวงจรมีประสิทธิภาพการสูญเสียเนื่องจากการเปิด-ปิด ของสวิตช์ (Switching loss) ได้โดยใช้เทคนิคการสวิตช์ที่แรงดันเป็นศูนย์ (Zero – Voltage – Switching: ZVS)

2.5 ข้อดีและข้อเสียของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ข้อดีของการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ในการให้แสงสว่าง

- ก. ให้แสงสว่างมากประมาณ 75 ถึง 80 ลูเมนต่อวัตต์
- ข. อายุการใช้งานยาวนาน 15,000 ถึง 20,000 ชั่วโมง
- ค. กินไฟน้อยให้แสงสว่างมากเป็นการประหยัดไฟฟ้า
- ง. หลอดให้ความร้อนต่ำ ไม่เป็นการสิ้นเปลืองเมื่อมีการใช้เครื่องปรับอากาศ

ข้อเสียของการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ในการให้แสงสว่าง

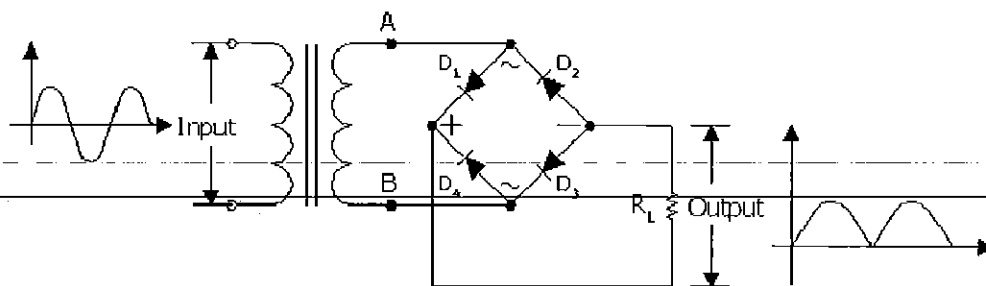
- ก. ราคาแพงกว่าหลอดไส้
- ข. ต้องมีอุปกรณ์ประกอบ เช่น บัลลาสต์ และ สตาร์ทเตอร์

2.6 วงจรกรองแรงดัน

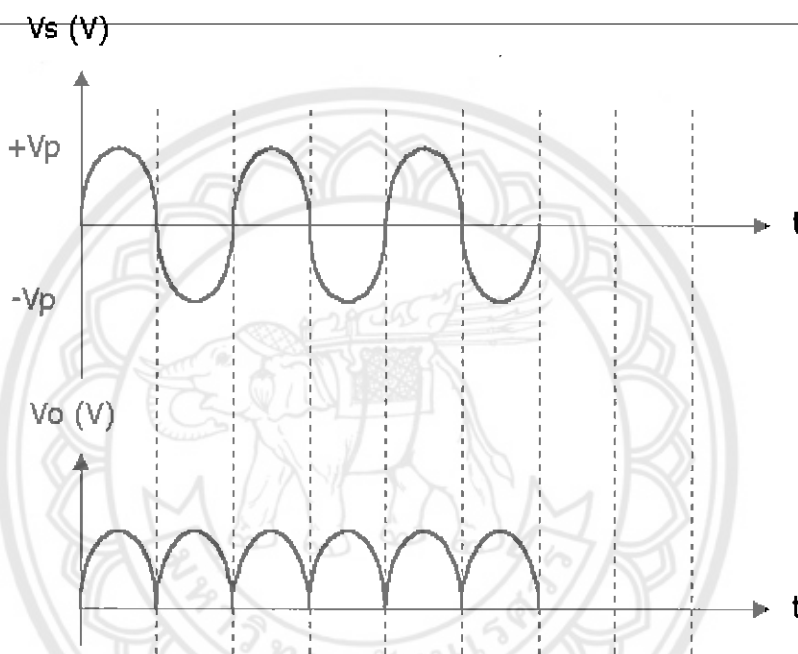
วงจรกรองเป็นวงจรที่ใช้กรองสัญญาณที่เข้ามารบกวนทำให้ได้สัญญาณที่จะออกไปสู่ภายนอกออกมาเรียบขึ้น โดยที่ใช้ตัว C กับ L เป็นตัวกรองสัญญาณ วงจรกรองแรงดันในวงจรอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ ทำหน้าที่กรองแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ได้จากแหล่งจ่ายเข้ามาให้มีความบริสุทธิ์จริง ๆ

2.7 วงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์ (Bridge rectifier)

วงจรเรกติไฟเออร์เป็นวงจรที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง วงจรที่ให้สัญญาณออกเป็นรูปเมฆรูปคลื่น (full wave) อีกแบบหนึ่งคือวงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์ แต่ที่ต่างกันคือในวงจรบริดจ์จะใช้ไดโอด 4 ตัวและหม้อแปลงจะเป็นแบบไม่มีเซ็นเตอร์แท็ป



รูปที่ 2.2 วงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์



รูปที่ 2.3 กราฟของวงจรบริดจ์เรกติไฟเออร์

จากรูปเมื่อมีสัญญาณไฟซีกบวกเข้ามาที่จุด A จะทำให้ที่ D2 และ D4 ได้รับไบแอสตรง กระแสไฟจะไหลผ่าน D2 ไหลด RL และ D4 ครบวงจรที่จุด B ในขณะเดียวกันที่ D1 และ D3 จะได้รับไบแอสกลับ ทำให้ไดโอดไม่นำกระแส และเมื่อที่จุด B มีสัญญาณไฟซีกบวกเข้ามา กระแสจะไหลผ่าน D3 ไหลด RL และ D1 ครบวงจรที่จุด A แต่ในขณะเดียวกันที่ D2 และ D4 จะไม่นำกระแส วงจรบริดจ์จะให้สัญญาณเอาต์พุตเหมือนกับวงจรฟูลเวฟ

2.8 วงจรเรโซแนนซ์คอนเวอร์เตอร์

สำหรับการออกแบบวงจร ที่มีการสวิตซ์ซึ่งที่ความถี่สูงมากขึ้นและด้วยการทำงานที่ความถี่สูงดังกล่าวจะทำให้เกิดผลเสียจากกำลังไฟฟ้าสูญเสียขณะเกิดการสวิตซ์ (หรือที่เรียกว่าขณะสวิตซ์) ทั้งในขณะเริ่มนำกระแสและเริ่มหยุดนำกระแสสำหรับกรณีวงจรมีการสวิตซ์ที่ขั้วแรงดันและกระแสมีค่า

ไม่เป็นศูนย์ ผลคูณของแรงดันและกระแสไฟฟ้า คือ กำลังไฟฟ้าสูญเสียขณะเกิดการสวิตช์ มีผลทำให้คอนเวอร์เตอร์มีคุณภาพต่ำ จึงได้มีการพัฒนาขึ้นมาคือการทำให้แรงดันหรือกระแสไฟฟ้ามามีค่าเป็นศูนย์ขณะเกิดการสวิตช์ ทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียขณะเกิดการสวิตช์มีค่าเข้าใกล้ศูนย์ ที่จะมีผลทำให้คอนเวอร์เตอร์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น การสวิตช์ในวงจรสวิตซ์แบบเรโซแนนซ์จะเกิดขึ้นเมื่อแรงดันและ/หรือกระแสค่าเป็นศูนย์ การสวิตช์แบบนี้อาจจะเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า การสวิตช์แบบนุ่มนวล (soft switching)

หลักการของคอนเวอร์เตอร์ก็คือแปลงกำลังจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับดังรูปที่ 2.4

(ก) ซึ่งจะเรียกว่าเป็นวงจรเรโซแนนซ์แบบอนุกรมเพราะมีตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุวางอนุกรมกันกับโหลดความต้านทาน การสวิตช์จะทำให้เกิดแรงดันรูปคลื่นสี่เหลี่ยม โดยที่ตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุ (C) จะทำให้เกิดความถี่เรโซแนนซ์ซึ่งจะมีค่าเท่ากับความถี่สวิตซ์ซึ่ง

ขั้นตอนการวิเคราะห์ มีดังนี้

1. พิจารณาผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจร $R-L-C$ ดังแสดงในรูปที่ 2.4 (ข) จะได้อัตราขยายแรงดันของวงจรซึ่งมีความสัมพันธ์ ดังนี้

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{R}{\sqrt{R^2 + \left(\omega L - \frac{1}{\omega C}\right)^2}}$$

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{\omega L}{R} + \frac{1}{\omega RC}\right)^2}}$$

(2-1)

เมื่อ V_o คือ แรงดันเอาต์พุตของวงจรเรโซแนนซ์

เมื่อ V_i คือ แรงดันอินพุตของวงจรเรโซแนนซ์

เมื่อ R คือ ค่าความต้านทาน

เมื่อ L คือ ค่าความเหนี่ยวนำ

เมื่อ C คือ ค่าตัวเก็บประจุ

2. ความถี่เรโซแนนซ์จะมีค่าเท่ากับ

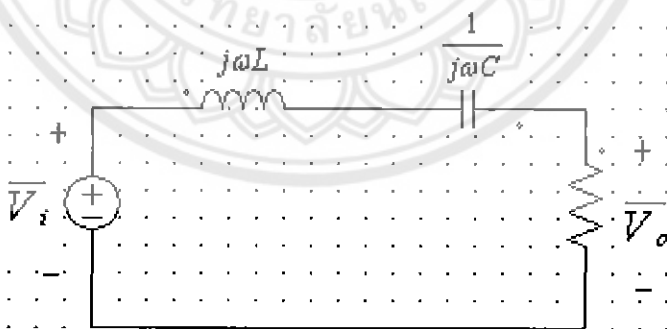
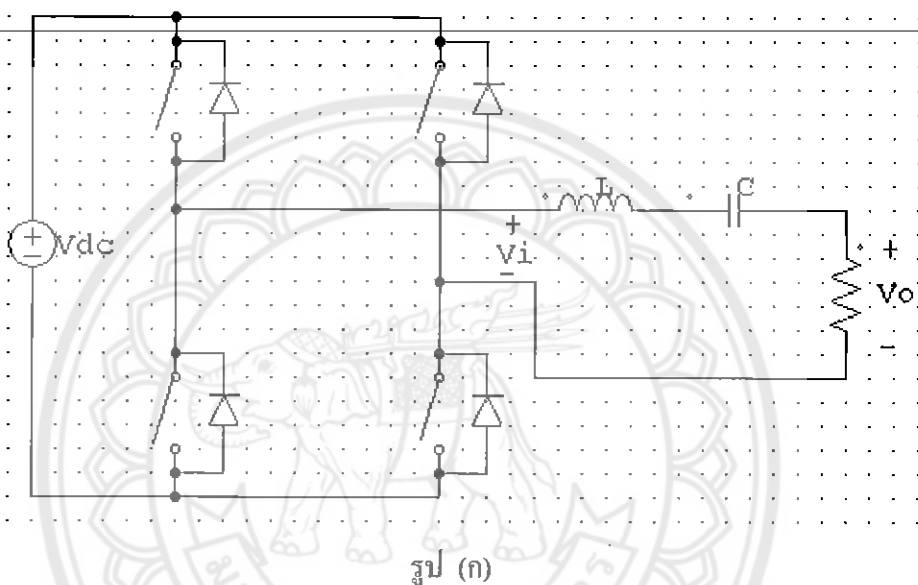
$$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

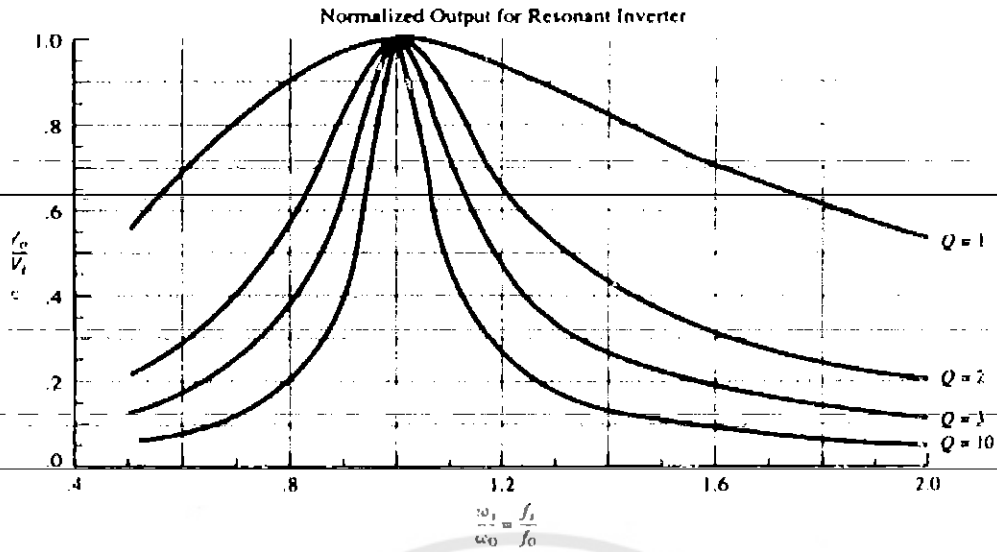
$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (2.2)$$

เมื่อ f_o คือ ค่าความถี่เรโซแนนซ์

ที่ความถี่เรโซแนนซ์ ค่าอิมพีแดนซ์ของตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุจะหักล้างกัน จึงมองเห็นเป็นโหลดมีค่าเฉพาะความต้านทานเท่านั้น

เมื่อแรงดันไฟฟ้าด้านออกเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่ความถี่ f_o ผลของ $L-C$ จะทำหน้าที่คล้ายเป็นตัวกรองความถี่ คือทำให้ความถี่หลักมูลผ่านไป และจะลดขนาดสัญญาณของฮาร์มอนิกลำดับต่าง ๆ ทำให้รูปคลื่นแรงดันตกคร่อมความต้านทานเป็นรูปคลื่นไซน์ ที่มีความถี่เดียวกับความถี่ของรูปคลื่นสี่เหลี่ยม





รูป (ค)

รูปที่ 2.4 วงจรเรโซแนนซ์คอนเวอร์เตอร์

3. ขนาดของแรงดันความถี่หลักมูลของสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม $\pm V_{dc}$ จะมีขนาดเท่ากับ

$$V_1 = \frac{4V_{dc}}{\pi} \quad (2-3)$$

เมื่อ V_1 คือ แรงดันความถี่หลักมูลฐาน

เมื่อ V_{dc} คือ แรงดันไฟฟ้าก่อนเข้าวงจรเรโซแนนซ์

4. ผลตอบสนองเชิงความถี่ของวงจรรองความถี่จะแสดงในพจน์ของแบนด์วิดท์ โดยแสดงในรูปตัวประกอบคุณภาพ (quality factor: Q) ดังนี้

$$Q = \frac{\omega_o L}{R} = \frac{1}{\omega_o RC} \quad (2-4)$$

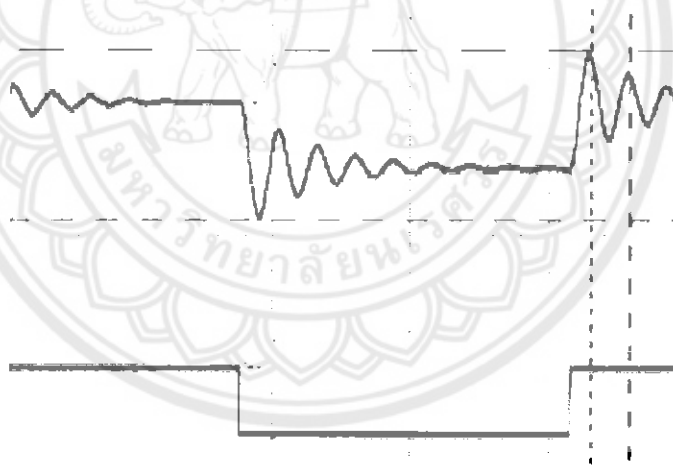
เมื่อ Q คือ ตัวประกอบคุณภาพ

5. อัตราขยายแรงดันในสมการที่ (2-1) สามารถแสดงในพจน์ของ ω_o และ Q ดังนี้

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{1}{\sqrt{1+Q^2\left(\frac{\omega}{\omega_o}-\frac{\omega_o}{\omega}\right)^2}} \quad (2-5)$$

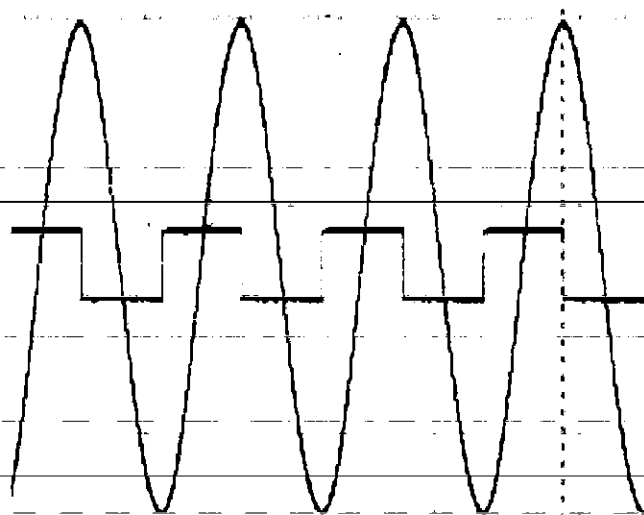
6. ผลตอบสนองเชิงความถี่แสดงในรูปที่ 2.5 อัตราขยายแรงดันของผลตอบสนองเชิงความถี่บรรทัดฐาน (Normalized frequency: f_s/f_o) ที่ค่า Q ต่าง ๆ ซึ่งจะเห็นได้ว่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานจะลดลงเมื่อค่า Q มีค่าสูงขึ้น ขณะที่การเพิ่มค่า L และลดค่า C จะมีผลทำให้ Q มีค่าสูงขึ้นเช่นกัน

ดังนั้นกำลังไฟฟ้าที่โหลดความต้านทานจะถูกควบคุมด้วยความถี่สวิตชิง ควรจะควบคุมให้ความถี่สวิตชิงปรับเปลี่ยนให้มีค่าใกล้เคียงกับความถี่เรโซแนนซ์ เพราะจะทำให้หลอดนั้นสว่างมากที่สุดและเมื่อเราปรับความถี่ให้มากกว่าความถี่เรโซแนนซ์มีผลทำให้หลอดสว่างลดลง เพราะจะย้ายฮาร์มอนิกความถี่สูงของรูปคลื่นสี่เหลี่ยมออกไป ทำให้การกรองความถี่ดีและง่ายขึ้น แต่หากเลื่อนความถี่ให้ต่ำกว่าความถี่เรโซแนนซ์จะย้ายฮาร์มอนิกลำดับต่าง ๆ โดยอาจจะทำให้ฮาร์มอนิกลำดับที่ 3 เข้าใกล้เรโซแนนซ์ จะทำให้สัญญาณด้านออกมีขนาดเพิ่มขึ้นได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.5 ถึง รูปที่ 2.7

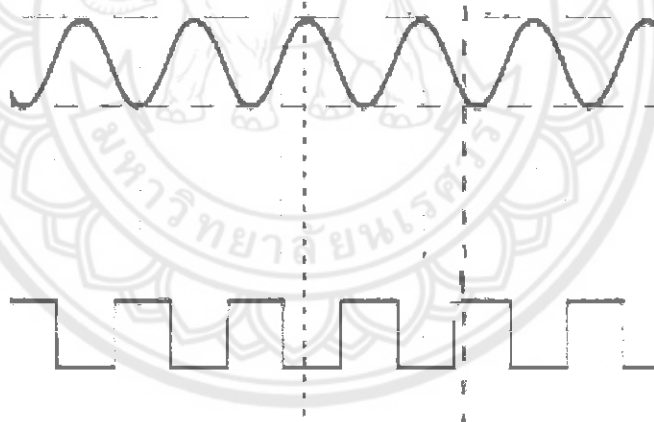


รูปที่ 2.5 ปรับความถี่สวิตชิงน้อยกว่าความถี่เรโซแนนซ์

(จาก <http://webhost.wu.ac.th/magnetism/paper3.pdf>)



รูปที่ 2.6 ปรับความถี่สวิตซ์เท่ากับความถี่เรโซแนนซ์
(จาก <http://webhost.wu.ac.th/magnetism/paper3.pdf>)



รูปที่ 2.7 เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ซึ่งมากกว่าความถี่เรโซแนนซ์
(จาก <http://webhost.wu.ac.th/magnetism/paper3.pdf>)

2.9 วงจรสมมูลทางไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์

วงจรสมมูลทางไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ มีวงจรกรองแรงดันหลังจากได้รับแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ เมื่อผ่านวงจรกรองมาแล้ว จึงมาเข้าวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เพื่อที่ที่ต้องการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไปไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแล้วส่งไปให้ โอิซีทำงาน เมื่อโอซีทำงานก็จะได้สัญญาณพัลส์ออกมาแล้ว

ส่งไปให้มอสเฟดเพื่อที่ทำหน้าที่จับวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์ วงจรแปลงผันเรโซแนนซ์ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟกระแสตรงให้เป็นไฟกระแสสลับในความถี่สูงเพื่อใช้ในการขับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ติด โดยที่เราสามารถปรับความถี่เพื่อให้ความสว่างของหลอดลดลง การปรับหลอดก็จำเป็นที่ต้องปรับความถี่สวิตซ์ให้มากกว่าความถี่เรโซแนนซ์เพราะว่ากระแสที่ไหลในวงจรจะน้อยกว่าช่วงความถี่ต่ำกว่าความถี่เรโซแนนซ์

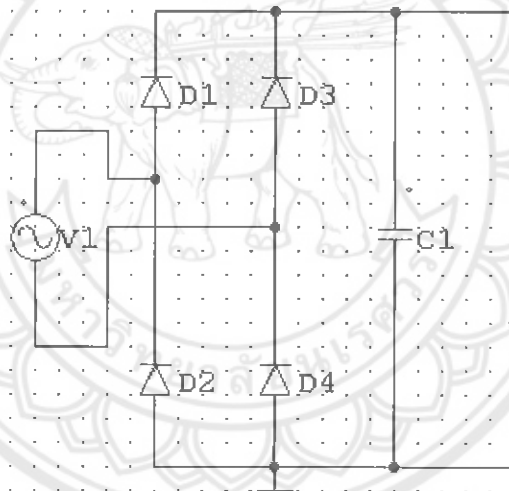


บทที่ 3

ออกแบบสร้างวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไฟ

วงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไฟสามารถแบ่งออกเป็นส่วนใหญ่ ๆ ได้สองส่วนด้วยกันคือ ส่วนของวงจรเรียงกระแสซึ่งทำหน้าที่แปลงผันแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง และ ส่วนของไอซีสำเร็จรูปของ International Rectifier คือ ไอซี IR2153 ทำหน้าที่สร้างสัญญาณพัลส์ให้ไปขับมอสเฟสเบอร์ IRFP 450 เพื่อไปจุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ติดสว่างและทำหน้าที่หรี่แสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยนำสองส่วนนี้มาประกอบกันก็จะเป็นวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหรือไฟสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

3.1 ออกแบบวงจรแปลงผันแรงดันไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

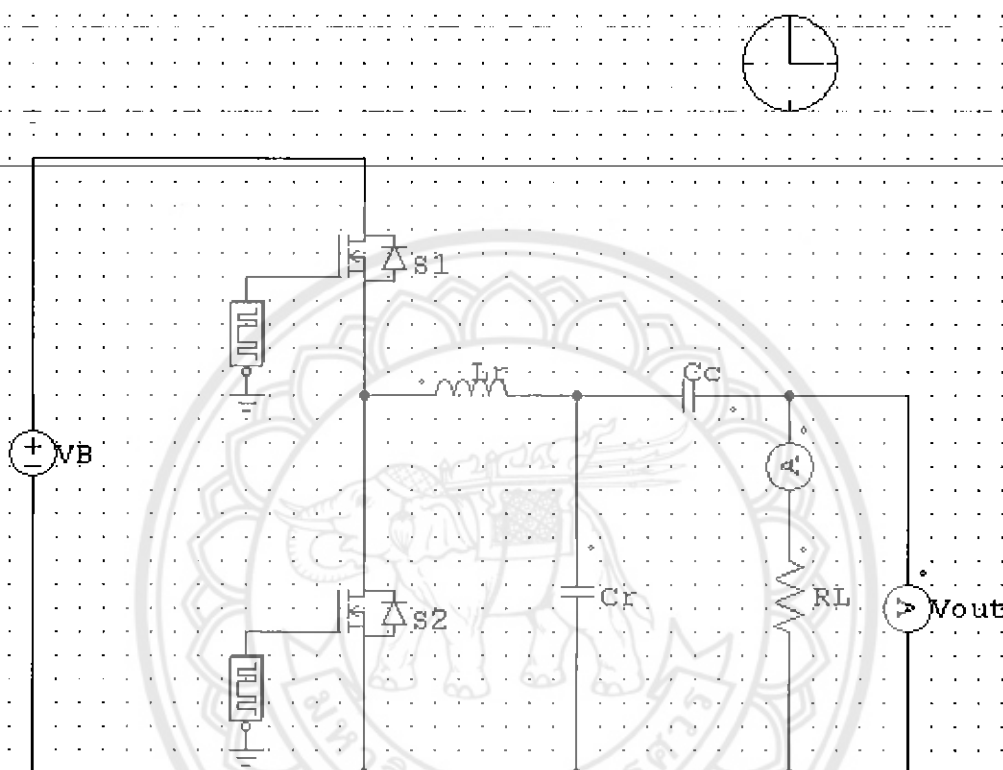


รูปที่ 3.1 วงจรแปลงผันแรงดันไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

วงจรบัลลาสต์หรือไฟที่ออกแบบได้มีวงจรแปลงผันแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง—เพราะว่าต้องแปลงจากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับไปเป็นกระแสตรงเพื่อที่จะได้สัญญาณกระแสตรงส่งไปยังไอซี IR2153 เพราะไอซี IR2153 จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อได้รับสัญญาณกระแสตรงมาใช้ขับ เมื่อไอซี IR2153 สร้างสัญญาณพัลส์ออกมาแล้วก็ส่งเข้ามอสเฟตได้โดยไม่ต้องผ่านวงจรใด ๆ อีก

3.2 ออกแบบวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์

วงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์นี้เป็นส่วนที่รับสัญญาณขาออกจากมอสเฟตเบอร์ IREP 450 โดยมอสเฟตเบอร์นี้ทนความถี่สวิดซึ่งที่ 1 MHz ทนกระแสได้ 14 A และทนแรงดันได้ 500V จึงออกแบบวงจรเรโซแนนซ์ ดังรูปที่ 3.2

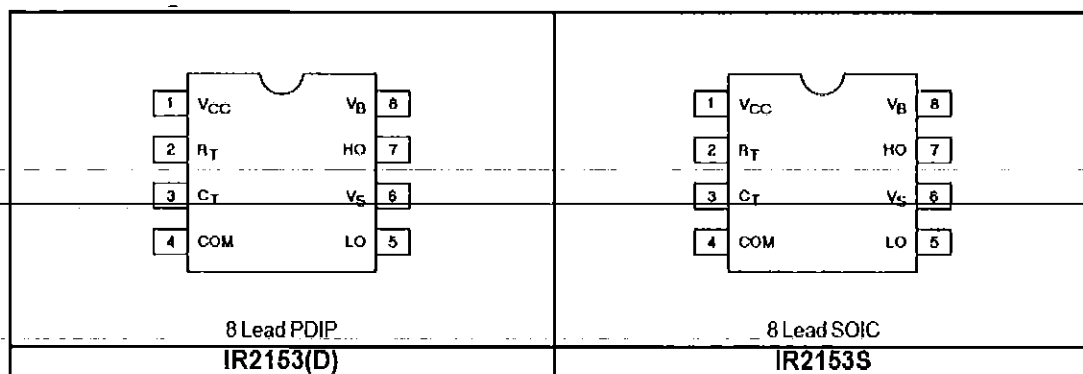


รูปที่ 3.2 วงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์

หลักการทํางานของวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์ที่ได้ออกแบบคือ สร้างสัญญาณพัลส์ให้แก่มอสเฟตเบอร์ IREP 450 เป็นการทริกมอสเฟตให้ทํางานแล้วส่งสัญญาณออกไปยังวงจรเรโซแนนซ์ที่ต่อด้วย $R-L-C$ ต่อแบบผสม เพื่อที่จะสามารถจุดหลอดได้ติด โดยการต่อด้วย $R-L-C$ ทำหน้าที่แปลงแรงดันกระแสตรงให้เป็นกระแสสลับเพื่อที่จะจุดหลอดได้

3.3 ไอซีสำหรับหรี่ไฟของหลอดฟลูออเรสเซนต์ IR2153

วงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับหรี่ไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์นี้ ปัจจุบันมีไอซีสำเร็จรูปสำหรับใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยเฉพาะ คือ ไอซี IR2153 ของบริษัท International Rectifier ได้ผลิตไอซีออกมาเพื่อใช้สำหรับหรี่แสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ประมาณ 95 % จากความสว่างของหลอด โดยใช้แรงดัน 0-5 โวลต์ ในการควบคุมการหรี่



รูปที่ 3.3 ไอซีเบอร์ IR2153

ตารางที่ 3.1 แสดงรายละเอียดของไอซี IR2153

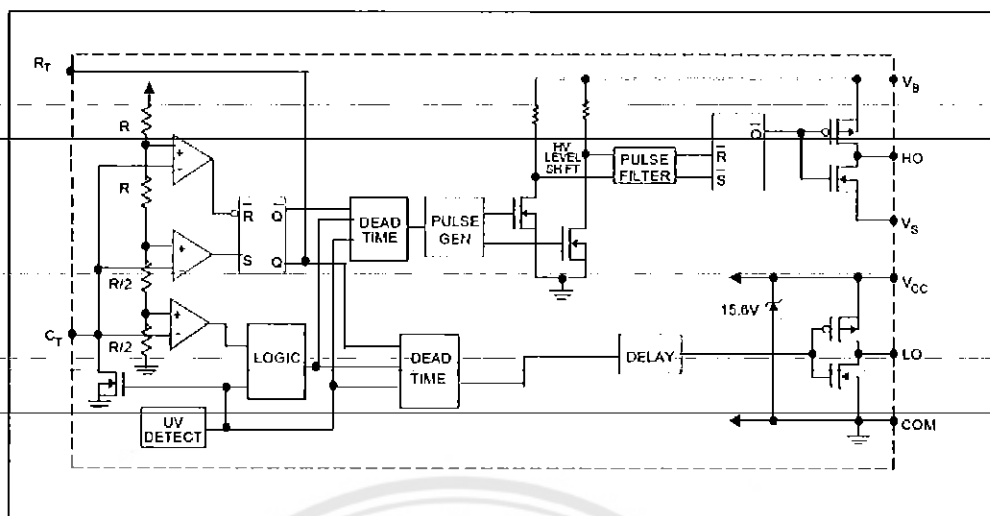
Symbol	Description
V _{CC}	Logic and internal gate drive supply voltage
R _T	Oscillator timing resistor input
C _T	Oscillator timing capacitor input
COM	IC power and signal ground
LO	Low side gate driver output
V _S	High voltage floating supply return
HO	High side gate driver output
V _B	High side gate driver floating supply

3.4 หลักการทำงานของไอซีเบอร์ IR2153

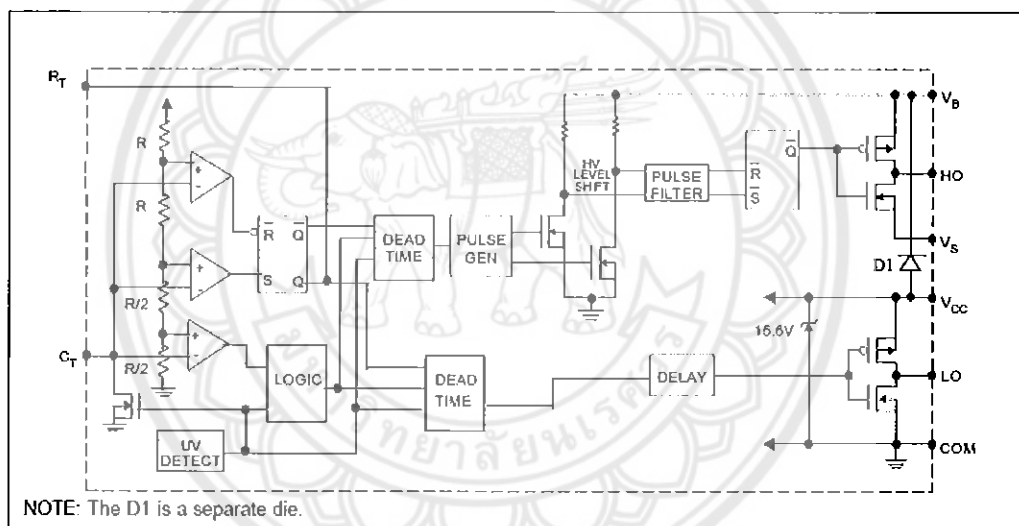
ไอซี IR2153 ถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับงานบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์โดยตรง ซึ่งอาศัยหลักการสร้างกราวด์เสมือนเพื่อขับสวิตช์ด้านสูงของวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์ สำหรับการทำงานของแต่ละขาของไอซีสามารถอธิบายได้ ดังนี้คือ

- ขา 1 เป็นอินพุต ทำหน้าที่รับ ไฟเลี้ยง
- ขา 2 เป็นอินพุต ทำหน้าที่รับค่าต้านทานคงที่ สำหรับกำหนดความถี่ของวงจรออสซิลเลเตอร์
- ขา 3 เป็นขาอินพุต ทำหน้าที่รับตัวเก็บประจุค่าคงที่สำหรับกำหนดความถี่วงจรออสซิลเลเตอร์
- ขา 4 เป็นขาอินพุต ทำหน้าที่ต่อกับกราวด์
- ขา 5 เป็นขาเอาต์พุต ทำหน้าที่จ่ายสัญญาณขับซึ่งสามารถขับมอสเฟตได้โดยตรง (Low side)
- ขา 6 เป็นขาเอาต์พุต ทำหน้าที่เป็นกราวด์เสมือนสำหรับสัญญาณขับ
- ขา 7 เป็นขาเอาต์พุต ทำหน้าที่จ่ายสัญญาณขับซึ่งสามารถขับมอสเฟตได้โดยตรง (High side)
- ขา 8 เป็นขาอินพุต ทำหน้าที่รับไฟเลี้ยงสำหรับชุดสัญญาณขับด้าน (High side)

Functional Block Diagram for IR2153(S)



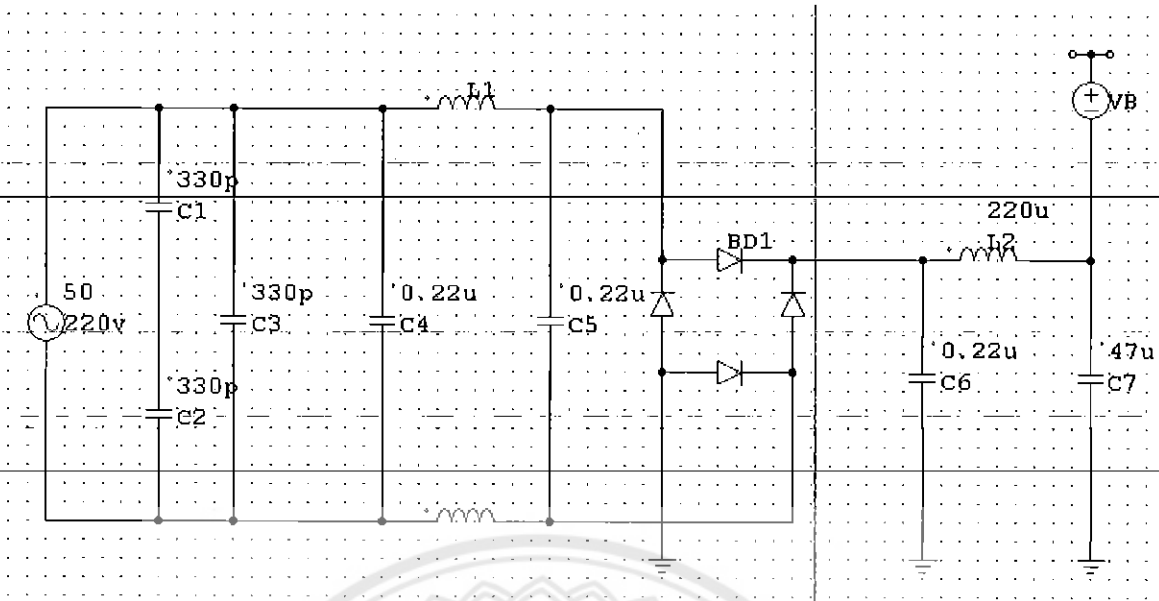
Functional Block Diagram for IR2153D



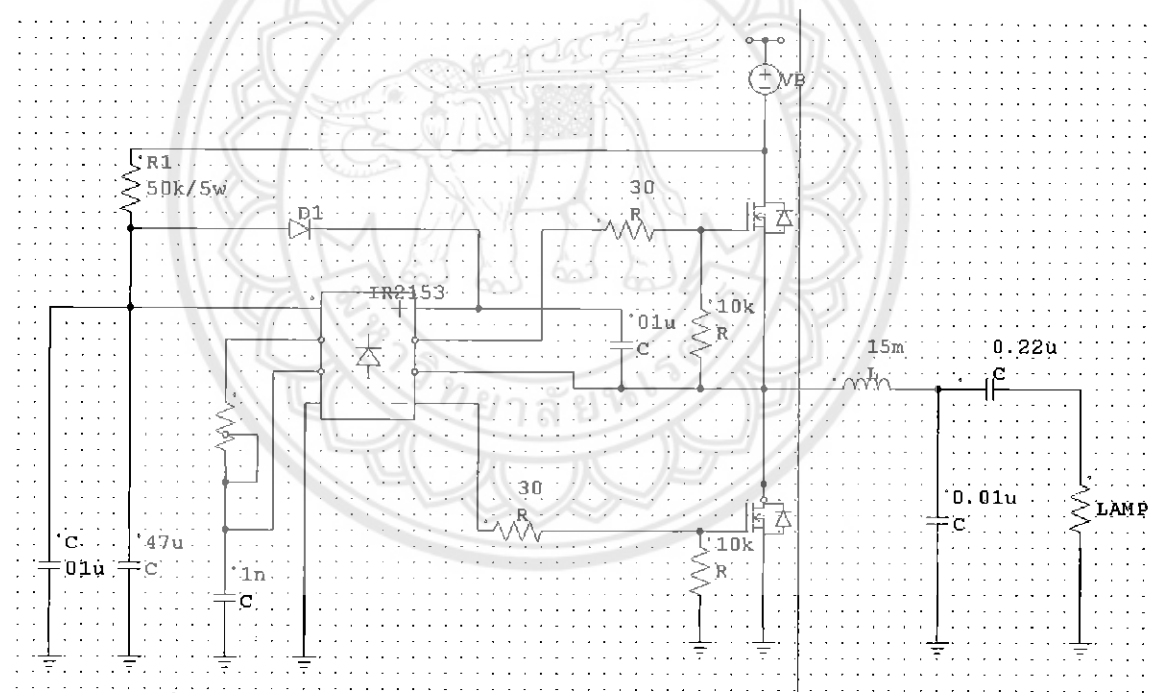
รูปที่ 3.4 แผนผังภาพบล็อกไดอะแกรม ของไอซี IR2153

3.5 การออกแบบบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไฟ

การออกแบบวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไฟได้สำหรับหลอดฟลูออโรเรสเซนต์ จะประกอบด้วยวงจรต่าง ๆ คือวงจรกรองแรงดัน มีหน้าที่ป้องกันสัญญาณรบกวนเพื่อที่จะได้สัญญาณที่เรียบขึ้น วงจรเรียงกระแสมีหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง วงจร Voltage-Divider มีหน้าที่ควบคุมแรงดันให้ลดลงเพื่อป้อนให้กับตัวไอซี IR2153 และวงจรภาคขับหลอดให้จุดติดสว่างคือวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์

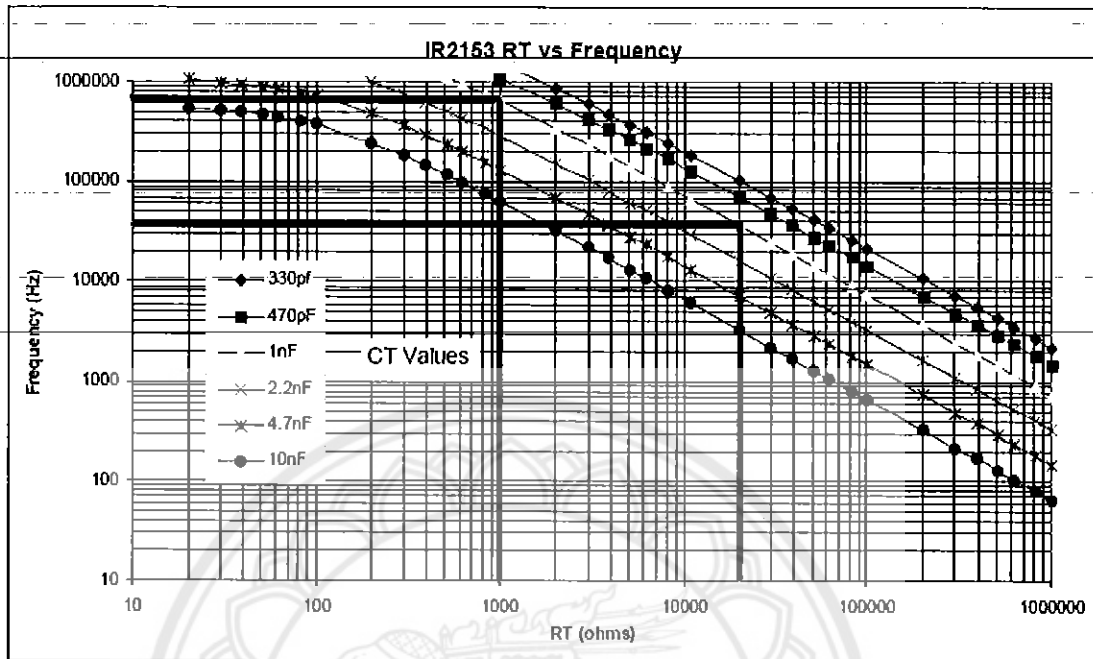


รูปที่ 3.5 วงจรกรองและวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์



รูปที่ 3.6 วงจรควบคุมไอซี IR2153 และวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์

3.6 กำหนดค่าต่างๆของอุปกรณ์



รูปที่ 3.7 การเลือกหา R และ C ที่ใช้ในการควบคุมวงจร

จากกราฟ IR2153 RT VS Frequency สามารถเลือก CT และ RT เพื่อเป็นตัวควบคุมหรือปรับความถี่ของสัญญาณ ซึ่งมีผลต่อความสว่างของหลอดไฟซึ่งจะกำหนดช่วงความถี่ที่ให้อยู่ในช่วง 35 kHz – 200 kHz และเลือกตัว CT ตามกราฟ IR2153 RT VS Frequency ซึ่งตัว CT ดังกล่าวมีค่ามาตรฐานที่สามารถหาได้ทั่วไป จากนั้นก็ลากเส้นจากความถี่ที่ 35 kHz – 200 kHz ไปตัดเส้นกราฟตัว CT 1nF (ดังเส้นสีชมพู) ซึ่งเป็นค่าได้เลือกไว้จากนั้นลากเส้นจากจุด CT ไปตัดค่า RT (ดังเส้นสีชมพู) ซึ่งจะได้ค่า RT สองค่าซึ่งจากกราฟได้ค่าประมาณ 1 k – 20 k ซึ่งค่า RT และ CT ที่ได้กราฟจะใช้ปรับไอซี IR2153 เพื่อให้ได้ความถี่ตามต้องการ ซึ่งจะมีผลต่อสัญญาณที่จะต้องจ่ายออกไปควบคุม

การออกแบบบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ซึ่งทำงานในสภาวะอยู่ตัว แรงดันตกคร่อมหลอด $V_L = 100$ โวลต์ ความถี่สวิตซ์ 40 kHz และกระแสไหลผ่านหลอด $I_L = 0.36$ แอมป์ ได้มาจาก

$$P = IV \quad (3-1)$$

$$P = 36 \text{ วัตต์}, V = 100 \text{ โวลต์} \quad (3-2)$$

$$I = \frac{P}{V} = 36/100 = 0.36 \text{ แอมป์} \quad (3-3)$$

เมื่อ P คือ กำลังไฟฟ้า

เมื่อ V คือ แรงดันไฟฟ้า

เมื่อ I คือ กระแสไฟฟ้า

ดังนั้นสามารถหาความต้านทานของโหลดได้โดย $R_L = \frac{V_L}{I_L} = 278$ โอห์ม และกำลังไฟฟ้าขาออกมีค่าเท่ากับ 36 วัตต์ และออกแบบตัวเก็บประจุ C มีค่าสูงมากในทางปฏิบัติ เพราะฉะนั้นความสัมพันธ์ของค่าตัวประกอบคุณภาพโหลด Q_L บัสแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง V_B และ แรงดันตกคร่อมโหลดฟลูออเรสเซนต์ V_L ได้โดย

$$Q_L = \frac{\pi V_L}{\sqrt{2} V_B} = \frac{\pi \times 100}{\sqrt{2} \times 311} = 0.714 \quad (3-4)$$

อิมพีแดนซ์ลักษณะ Z_0

$$Z_0 = \frac{R_L}{Q_L} = \frac{278}{0.714} = 389.35 \Omega \quad (3-5)$$

ตัวเหนี่ยวนำเรโซแนนซ์ L_r

$$L_r = \frac{Z_0}{\omega_0} = \frac{389.35}{2 \times \pi \times 40 \times 10^3} = 1.5 \text{mH} \quad (3-6)$$

ตัวเก็บประจุเรโซแนนซ์ C_r

$$C_r = \frac{1}{\omega_0 Z_0} = \frac{1}{2 \times \pi \times 40 \times 10^3 \times 389.35} = 10.22 \text{nF} \quad (3-7)$$

เลือกตัวเก็บประจุมาตรฐาน $C_r = 10$ นาโนฟารัด

เมื่อ Q_L คือ ตัวประกอบคุณภาพโหลด

เมื่อ Z_0 คือ อิมพีแดนซ์

เมื่อ L_r คือ ตัวเหนี่ยวนำ

เมื่อ C_r คือ ตัวเก็บประจุ

บทที่ 4

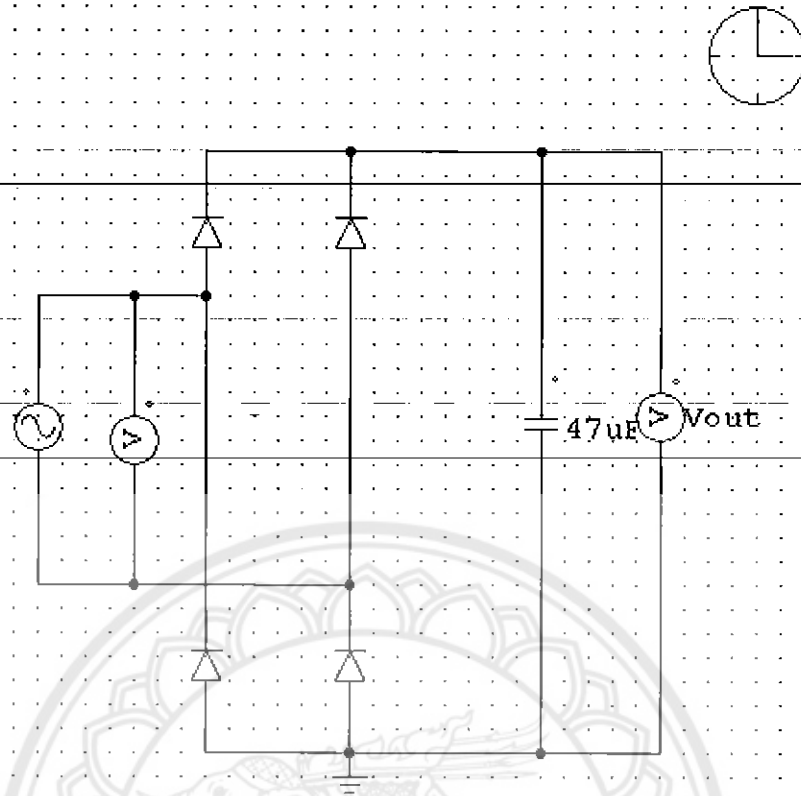
แบบจำลองวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับไฟ

แนวคิดของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีหน้าที่ไม่แตกต่างกับบัลลาสต์แบบขดลวดแกนเหล็กธรรมดา แต่แทนที่จะใช้ที่ใช้แกนเหล็กพันขดลวดธรรมดา ก็เปลี่ยนมาใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์แทนบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีหน้าที่สร้างแรงดันสูงเพื่อจุดหลอดในสภาวะแรก และจำกัดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดในสภาวะอยู่ตัว ซึ่งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะใช้หลักการเปลี่ยนจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ ด้านเข้าให้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงประมาณ 25 ถึง 50 กิโลเฮิร์ตซ์ เพื่อขับหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยใช้วงจรเรียงกระแสชนิดบริดจ์แปลงจากแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับด้านเข้าให้เป็นแหล่งไฟฟ้ากระแสตรงและใช้ตัวเก็บประจุขนาดเพียงพอเพื่อลดการกระเพื่อมของแรงกระแสตรง จากนั้นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับรูปคลื่นไซน์ความถี่สูง เพื่อใช้ในการขับหลอด โดยใช้หลักการของวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์ ซึ่งวงจรดังกล่าวสามารถลดการสูญเสียเนื่องจากการ เปิด-ปิด สวิตช์ได้โดยใช้เทคนิคการสวิตช์ที่แรงดันเป็นศูนย์

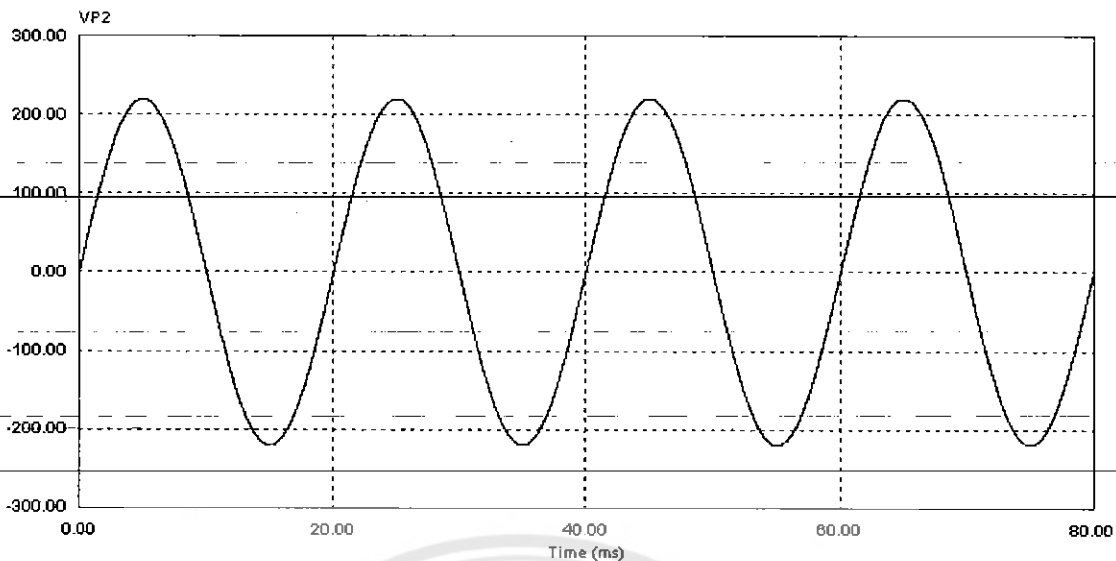
4.1 ออกแบบวงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง

การออกแบบวงจรไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรงนั้น ทำได้โดยใช้วงจรเรียงกระแสเพื่อเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงโดยใช้ไดโอด 4 ตัว ต่อ เป็นวงจรบริดจ์ (Bridge rectifier) ร่วมกับตัวเก็บประจุ C จะทำหน้าที่กรองแรงดันและกระแสให้เรียบยิ่งขึ้น ถ้าใช้ตัวเก็บประจุที่มีค่าน้อย จะทำให้แรงดันไฟตรงที่ได้มีค่าน้อยตามไปด้วย จะมีผลทำให้ช่วงการทำงานของวงจรอินเวอร์เตอร์แคบลง ส่วนการใช้ตัวเก็บประจุมีค่ามากพอ จะทำให้การกระเพื่อมของแรงดันไฟตรงน้อยลง แสดงดังรูปที่ 4.1

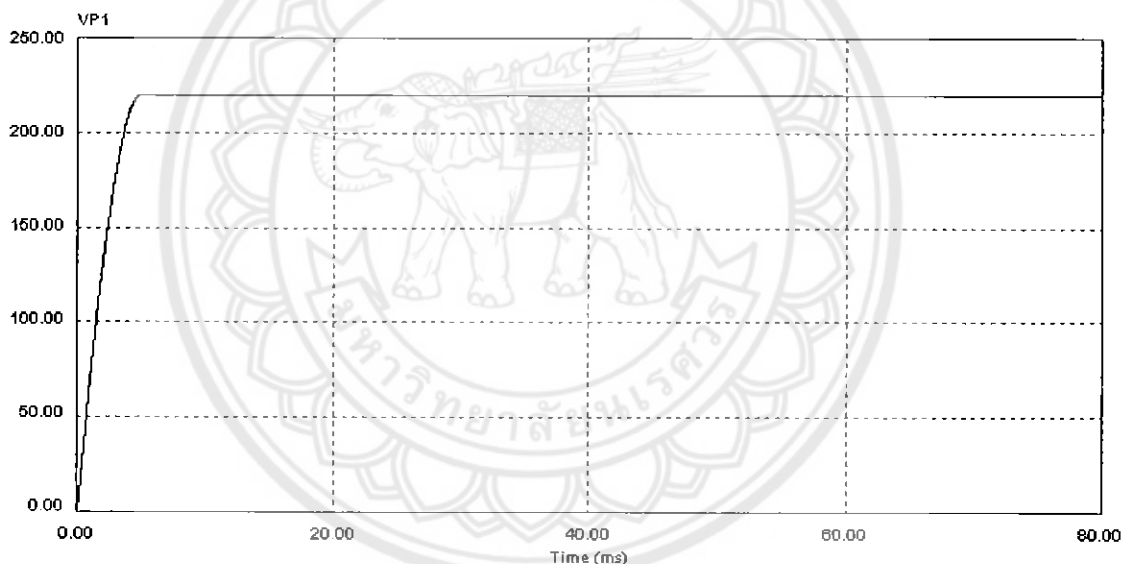


รูปที่ 4.1 วงจรแปลงไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นกระแสตรง

จากรูปที่ 4.1 ให้ V_1 เท่ากับ 220 โวลต์ ขนาดตัวเก็บประจุ C มีขนาด $47 \mu F$ การเลือกกระแสพิกัดของไดโอดต้องพิจารณากระแสขณะที่เริ่มเปิดวงจรด้วย เนื่องจากขณะเปิดไฟนั้นตัวเก็บประจุจะมีลักษณะลัดวงจร ซึ่งจะทำให้มีกระแสไหลผ่านไดโอดนั้นมีค่าสูง เนื่องจากอิมพีแดนซ์ของวงจรมีค่าน้อย ขนาดของกระแสตอนเริ่มต้นเปิดไฟจะขึ้นอยู่กับเฟสของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับตอนเริ่มต้นเปิดไฟด้วย กรณีที่เฟสของกระแสไฟฟ้ากระแสสลับอยู่ที่ตำแหน่ง 90 องศา ช่วงนี้จะเป็นช่วงที่มีแรงดันสูงสุด ประกอบกับเป็นช่วงที่เริ่มเปิดไฟจะทำให้มีกระแสผ่านไดโอดของวงจรเรียงกระแสมากที่สุด แต่โดยทั่วไปแล้วไดโอดจะสามารถทนกระแสกระชากได้ประมาณ 7–10 เท่า ของกระแสพิกัดปกติ ดังนั้นการเลือกใช้ไดโอดเรียงกระแสของวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดทรีไฟฟ์ได้ใช้เพียง 1 A 1000 V เมื่อทำการจำลองจากโปรแกรม PSIM ได้กราฟ ดังรูปที่ 4.2



รูป (ก) แรงดันขาเข้าของวงจรเรียงกระแสจากการซิมูเลชัน จาก PSIM



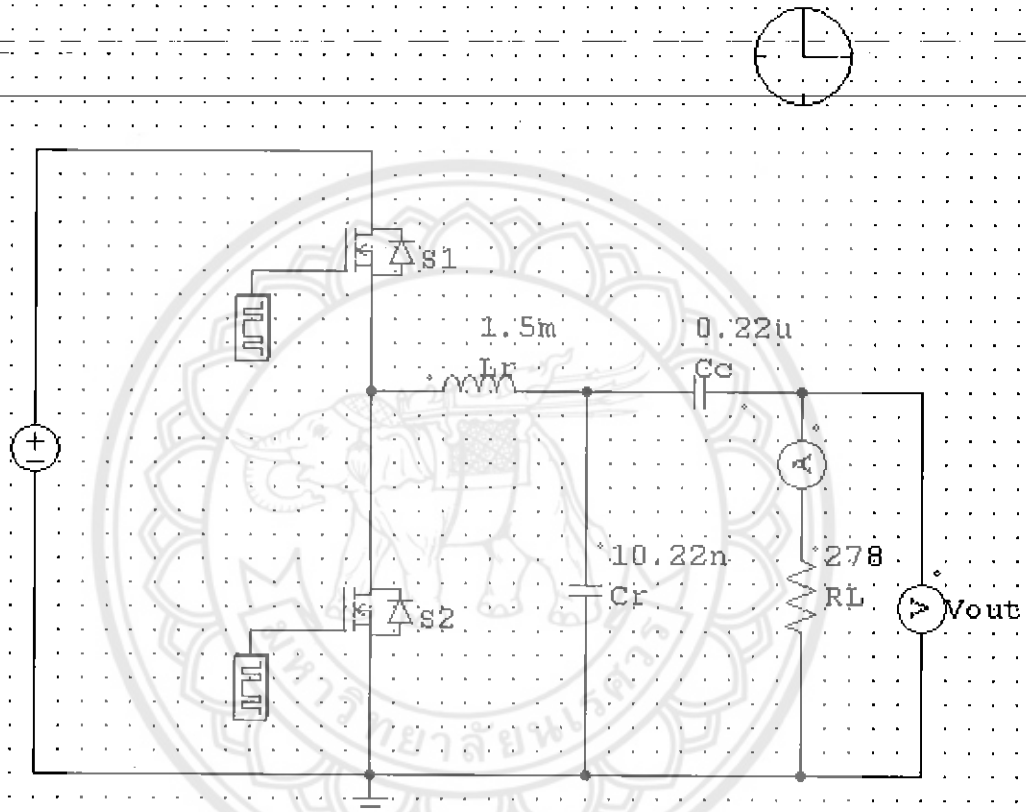
รูป (ข) แรงดันขาออกจากรวมวงจรเรียงกระแสจากการซิมูเลชัน PSIM

รูปที่ 4.2 ผลการวัดแรงดันขาออกจากการจำลองจากโปรแกรม PSIM ของวงจรเรียงกระแส

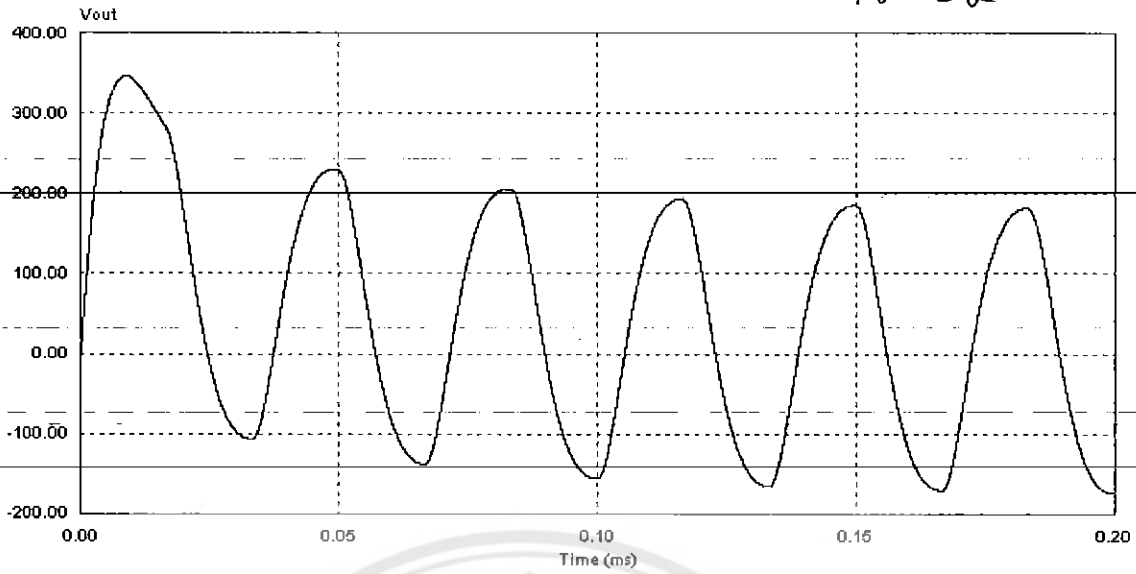
จากรูปที่ 4.2 รูป (ก) แสดงผลการวัดสัญญาณแรงดันขาเข้าของวงจรเรียงกระแส รูปที่ 4.2 รูป (ข) แสดงผลการวัดสัญญาณแรงดันขาออกของวงจรเมื่อมีวงจรมีตัวเก็บประจุต่อขนานเพื่อกรองกระแสและแรงดัน จะสังเกตเห็นว่าแรงดันขาเข้าซึ่งเมื่อเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ จะเป็นกราฟรูปไซน์ แต่เมื่อผ่านวงจรเรียงกระแสสัญญาณแรงดันขาออกเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

4.2 ออกแบบวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์

จากการออกแบบวงจรในหัวข้อที่ 3.2 และ 3.6 คำนวณค่าต่างๆ ของวงจรได้คือ ค่า L_r 1.5 mH , ค่า C_r 10.22 nF , ค่า C_c $0.22 \text{ }\mu\text{F}$, ค่า R_L $278 \text{ }\Omega$ วัดแรงดันด้านขาออก ครอบคลุมตัวต้านทาน และวัดกระแสขณะมีโหลดคต่อยู่ โดยทำการซิมูเลชันจาก PSIM โดยทำการทดสอบที่ความถี่ 30 kHz, 40 kHz และ 50 kHz ได้ผลดังรูปต่อไปนี้

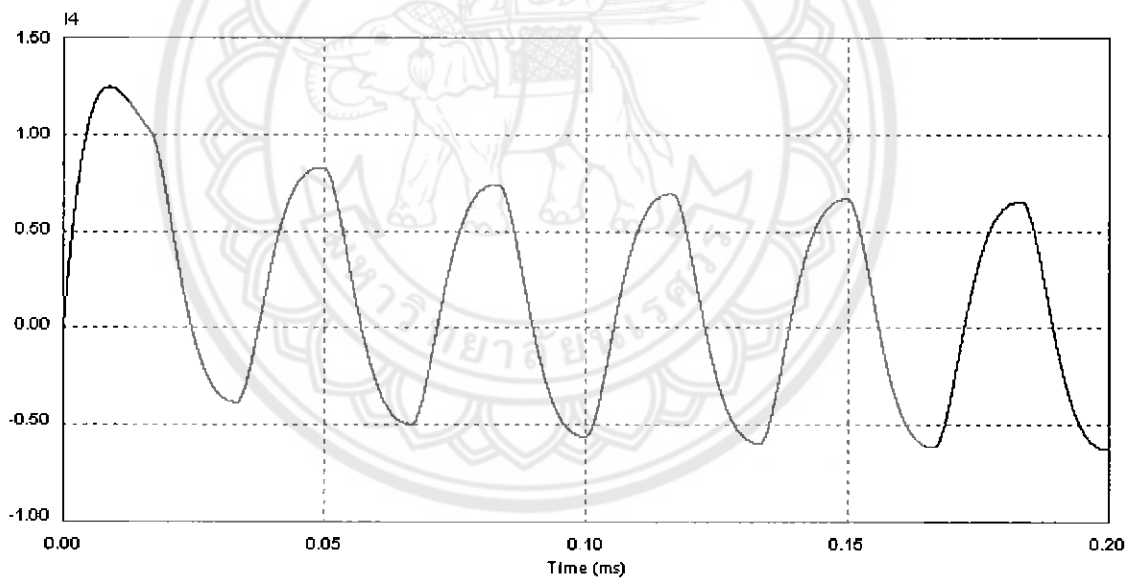


รูปที่ 4.3 วงจรแปลงผันเรโซแนนซ์

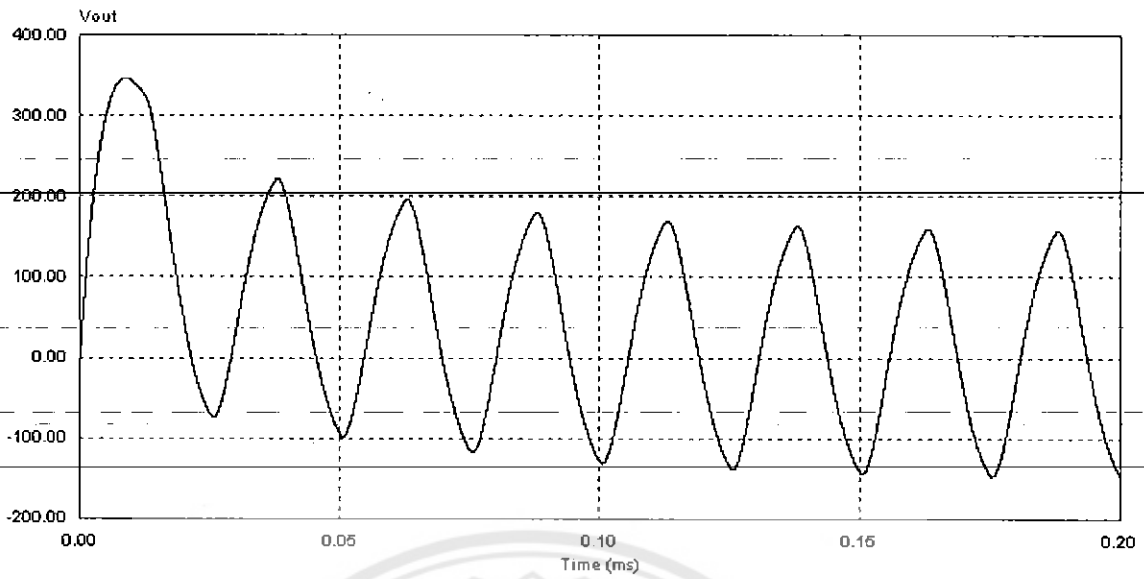


รูปที่ 4.4 แสดงผลการวัดแรงดันขาออกโดยการซิมูเลชันจาก PSIM ของวงจรเรโซแนนซ์ที่
ความถี่ 30 kHz

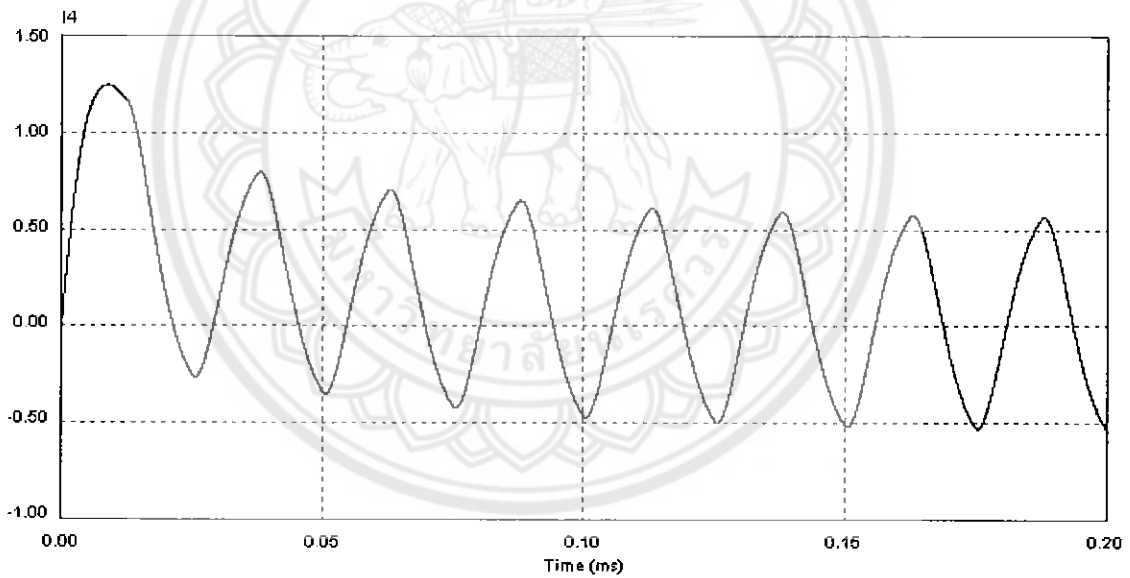
รศ,
ณิชา 2821
2569.



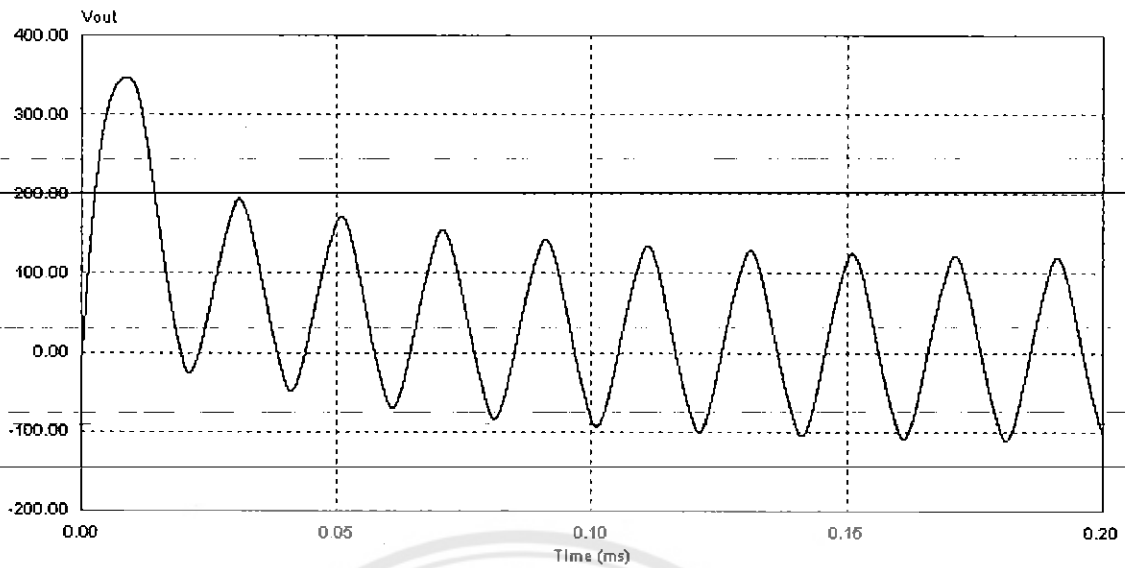
รูปที่ 4.5 แสดงผลการวัดกระแสขาออกโดยการซิมูเลชันจาก PSIM ของวงจรเรโซแนนซ์ที่
ความถี่ 30 kHz



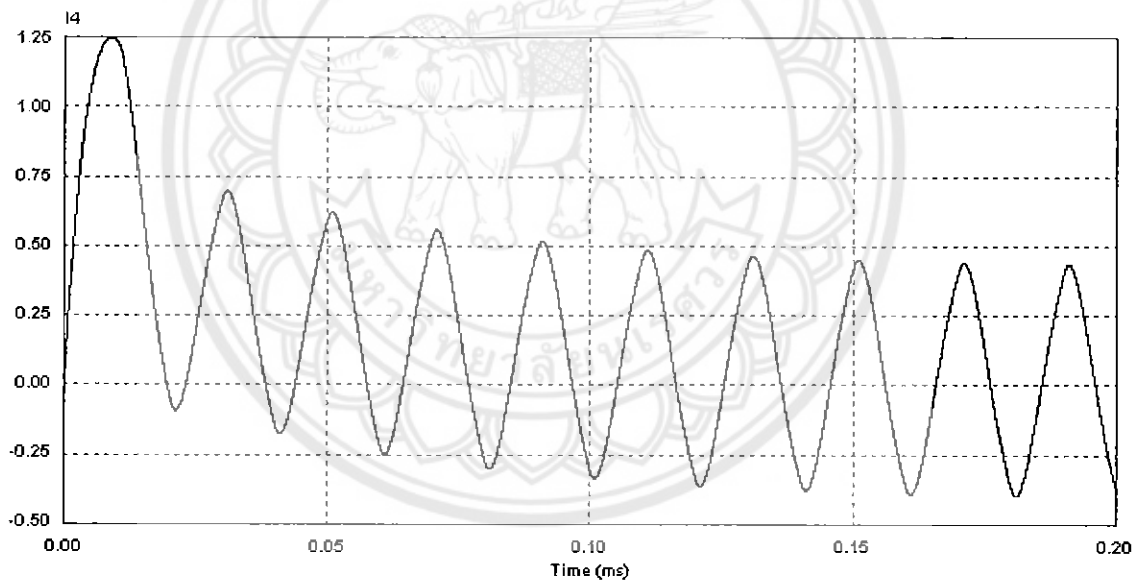
รูปที่ 4.6 แสดงผลการวัดแรงดันขาออกโดยการซิมูเลชันจาก PSIM ของวงจรเรโซแนนซ์ที่
ความถี่ 40 kHz



รูปที่ 4.7 แสดงผลการวัดกระแสขาออกโดยการซิมูเลชันจาก PSIM ของวงจรเรโซแนนซ์ที่
ความถี่ 40 kHz



รูปที่ 4.8 แสดงผลการวัดแรงดันขาออกโดยการซิมูเลชันจาก PSIM ของวงจรเรโซแนนซ์ที่
ความถี่ 50 kHz



รูปที่ 4.9 แสดงผลการวัดกระแสขาออกโดยการซิมูเลชันจาก PSIM ของวงจรเรโซแนนซ์ที่
ความถี่ 50 kHz

ผลจากการซิมูเลชันได้แรงดันและกระแสดังรูปที่ 4.4 ถึงรูปที่ 4.9 ตามความถี่ต่างๆที่ 30 kHz 40 kHz และ 50 kHz ตามลำดับ ผลที่ได้คือ เมื่อปรับความถี่ที่ 30 kHz แรงดันขาออกมีค่าประมาณ 190 โวลต์ กระแสมีค่าประมาณ 0.7 แอมป์ เมื่อปรับความถี่ที่ 40 kHz แรงดันขาออกมีค่าประมาณ 185 โวลต์ กระแสมีค่าประมาณ 0.6 แอมป์ และเมื่อปรับความถี่ที่ 50 kHz แรงดันขาออกมีค่าประมาณ 120 โวลต์ กระแสมีค่าประมาณ 0.4 แอมป์ จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการปรับความถี่มากขึ้น

ทำให้แรงดันขาออกและกระแสขาออกมีค่าลดลง จากวงจรแปลงผันเรโซแนนซ์ หลักการของคอนเวอร์เตอร์ก็คือแปลงกำลังจากไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสสลับ ซึ่งจะเรียกว่าเป็นวงจรเรโซแนนซ์แบบผสมเพราะมีตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุวางอนุกรมและตัวเก็บประจุต่อขนานกันกับโหลดความต้านทาน การสวิตช์จะทำให้เกิดแรงดันรูปคลื่นสี่เหลี่ยมโดยที่ตัวเหนี่ยวนำและตัวเก็บประจุ (C) จะทำให้เกิดความถี่เรโซแนนซ์ซึ่งจะมีค่าเท่ากับความถี่สวิตช์

หาความถี่ที่เรโซแนนซ์จากสมการที่ (2.2) จะได้ $f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$

$$f_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{1.5m \times 10\eta}} = 41 \text{ kHz}$$

เมื่อแรงดันไฟฟ้าด้านออกเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่ความถี่ f_o ผลของ $L-C$ จะทำหน้าที่คล้ายเป็นตัวกรองความถี่ คือทำให้ความถี่หลักมูลผ่านไป และจะลดขนาดสัญญาณของฮาร์โมนิกลำดับต่าง ๆ ทำให้รูปคลื่นแรงดันตกคร่อมความต้านทานเป็นรูปคลื่นไซน์ ที่มีความถี่เดียวกันกับความถี่ของรูปคลื่นสี่เหลี่ยม

บทที่ 5

ผลการดำเนินงาน

การสร้างบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรีไฟ โดยใช้ไอซี IR2153 ในการควบคุมการทำงานและควบคุมการหรีแสงไฟของบัลลาสต์จะถูกควบคุมการหรีโดยการปรับค่าตัว R และ C เข้าที่ขาของไอซีสามารถหรีแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ จำนวน 1 หลอด ทำให้ได้ผลการทดลองต่อไปนี้

5.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองและวัดผล

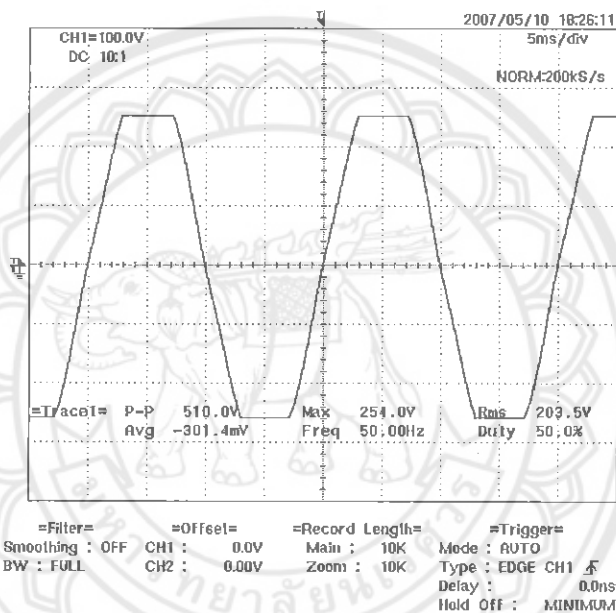
1. ออสซิลโลสโคป (OSCILLOSCOPE)
2. ดิจิตอล ออสซิลโลสโคป (DIGITAL OSILLOSCOPE)
3. มัลติมิเตอร์ (MULTIMETER)
4. วัตต์มิเตอร์ (WATT METER)
5. แหล่งจ่ายกระแสตรง (SUPPLY DC)
6. แหล่งจ่ายกระแสสลับ (SUPPLY AC)
7. ลักซ์มิเตอร์ (LUX METER)



รูปที่ 5.1 รูปการทดลองและการวัดผล

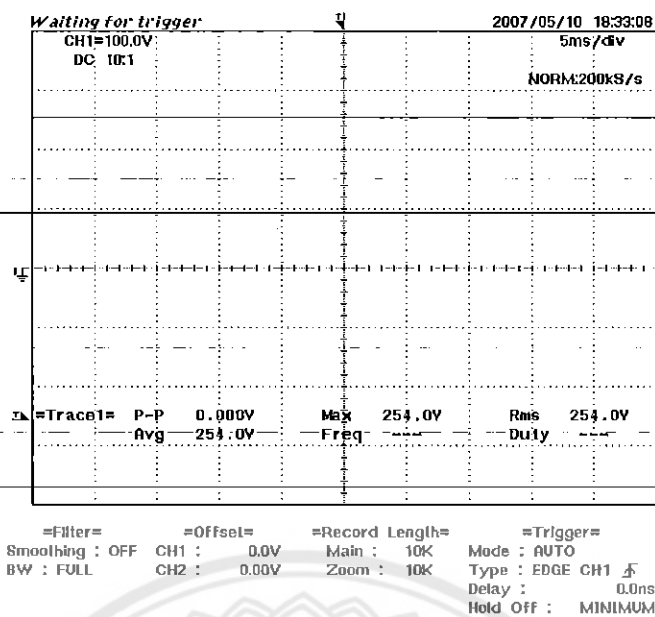
5.2 ผลการทดลองของวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไฟ

เมื่อเริ่มการทำงานของวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไฟสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์ เมื่อจ่ายไฟ 220 โวลต์ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ ดังรูปที่ 5.2 แล้วแรงดันโหลผ่านวงจรเรียงกระแส จะทำการแปลงผันแรงดันได้เป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ดังรูปที่ 5.3 จากนั้น ไฟกระแสตรงก็ผ่านไฟเลี้ยงตัวไอซี IR2153 เพื่อไอซี IR2153 จะได้สร้างสัญญาณพัลส์ออกมา ดังรูปที่ 5.4 และรูปที่ 5.5 เพื่อที่จะทรานซิสเตอร์ให้ทำงานสลับกันจากนั้นแรงดันขาออกจากมอสเฟตก็ผ่านเข้าวงจรเรโซแนนซ์และสัญญาณที่ออกมาจากวงจรเรโซแนนซ์เข้าที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ต้องเป็นสัญญาณชานี่ วงจรเรโซแนนซ์จึงสามารถจุดหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ติด



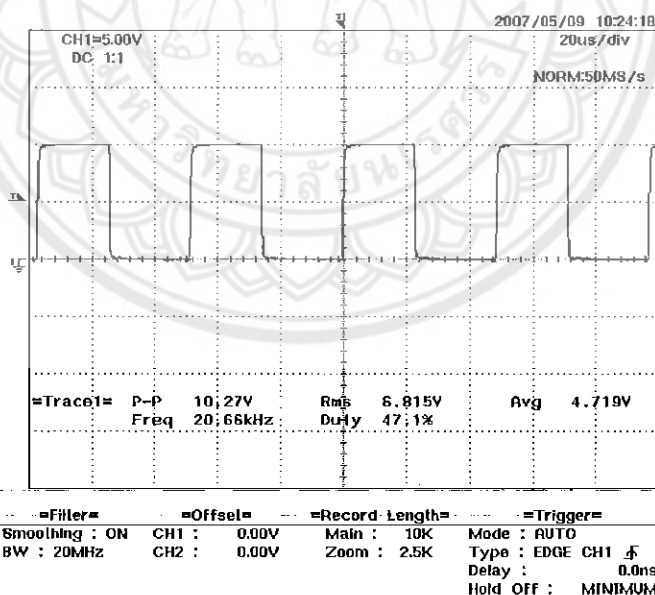
รูปที่ 5.2 แรงดันจากแหล่งจ่าย 220 โวลต์

จากรูปที่ 5.2 เมื่อจ่ายแรงดันกระแสสลับให้วงจรอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์หรือไฟ ได้ทำการวัดแรงดันไฟฟ้าที่ก่อนจะเข้าวงจรได้ประมาณ 220 โวลต์ เป็นกระแสสลับ ที่ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ ได้รูปสัญญาณคล้าย ๆ กับสัญญาณชานี่



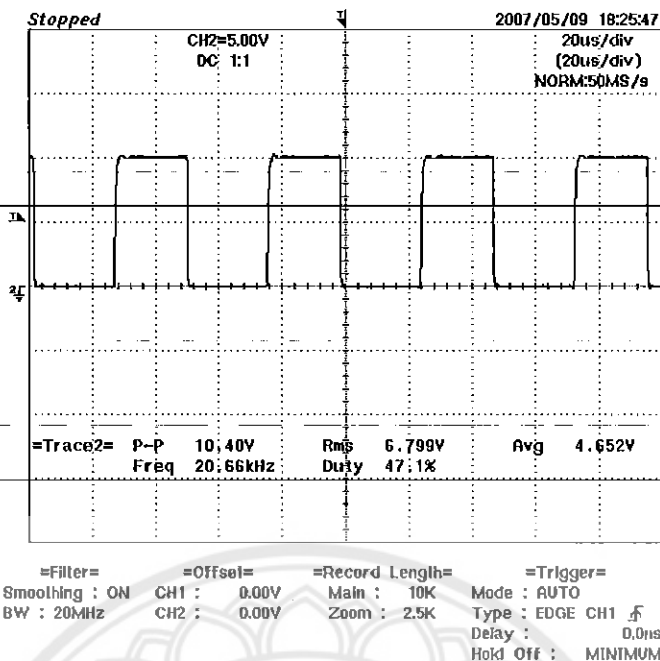
รูปที่ 5.3 สัญญาณเมื่อผ่านวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์

จากรูปที่ 5.3 เมื่อรับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ แล้วผ่านวงจรกรองแรงดันเพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้าที่เป็นขาคันมากขึ้น และมาเข้าวงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เพื่อต้องการให้เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรงและนำสัญญาณกระแสตรงไปขับไอซี IR2153 ต่อไป



รูปที่ 5.4 ตัวอย่างสัญญาณพัลส์ที่ได้จากไอซี IR2153 ขา 7 ก่อนเข้ามอสเฟต G1

จากรูปที่ 5.4 เป็นสัญญาณพัลส์ที่ได้จากไอซี IR2153 ขา 7 เพื่อนำไปทริกที่มอสเฟตตัวที่ 1 เพื่อเปรียบเสมือนว่ามอสเฟตเป็นสวิตช์ ก่อนที่จ่ายแรงดันให้กับวงจรขับหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ติด



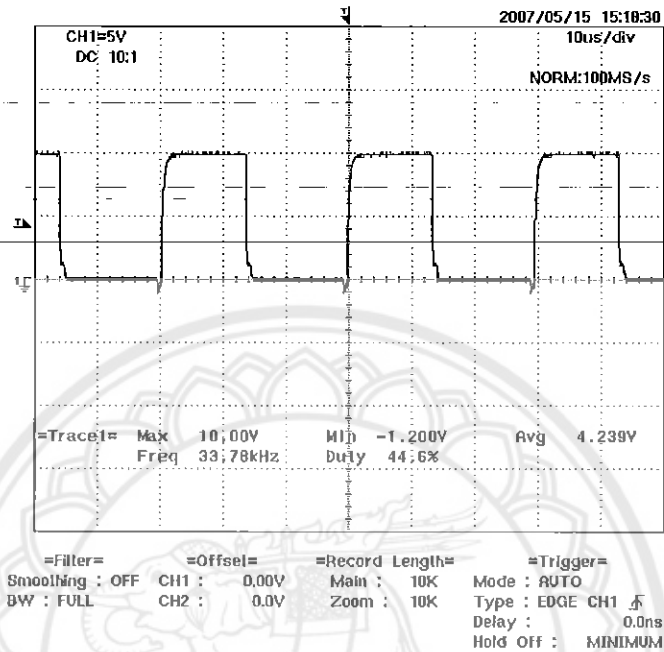
รูปที่ 5.5 ตัวอย่างสัญญาณพัลส์ที่ได้จากไอซี IR2153 ขา 5 ก่อนเข้ามอสเฟต G2

จากรูปที่ 5.5 เป็นสัญญาณพัลส์จากไอซี IR2153 ขา 5 เพื่อนำไปทริกที่มอสเฟตตัวที่ 2 เพราะวามอสเฟตทำหน้าที่เปรียบเสมือนสวิตช์ ก่อนที่จะจ่ายแรงดันให้กับวงจรต่อไป

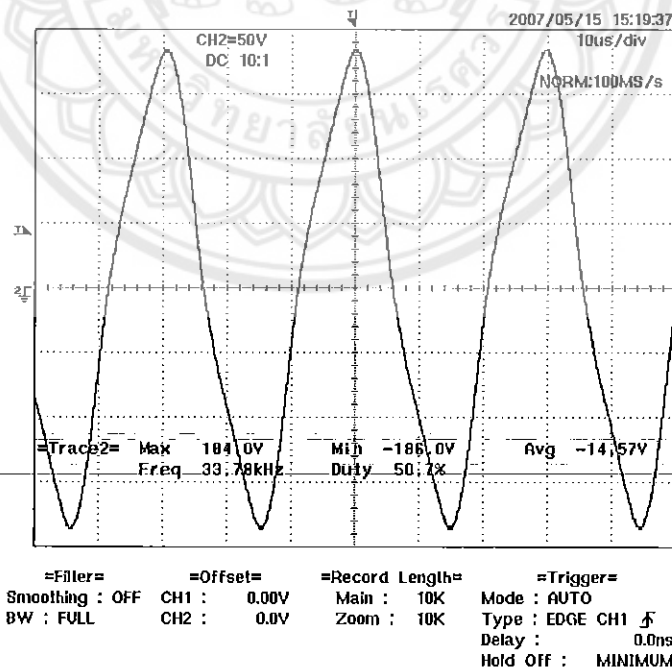


รูปที่ 5.6 วงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือไฟ

วงจรบัลลาสต์หรีไฟที่ออกแบบได้และสร้างเป็นวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรีไฟได้ดังรูปที่ 5.6 ในวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์นี้จะประกอบไปด้วย วงจรกรอง วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ และวงจรเรโซแนนซ์แบบกึ่งบริดจ์ ทั้งหมดรวมกันทำจุดหลอดให้ติดได้แล้วก็สามารถหรีไฟได้

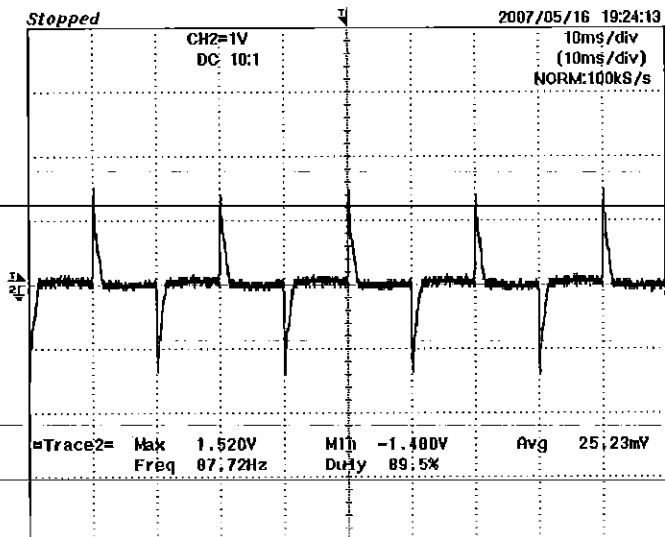


รูปที่ ก สัญญาณพัลส์ที่ออกจากไอซี IR2153 ที่ความถี่ 33 kHz



รูปที่ ข สัญญาณขาออกโดยวัตร้อมโหลดที่ 33 kHz

รูปที่ 5.7 เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 33 kHz



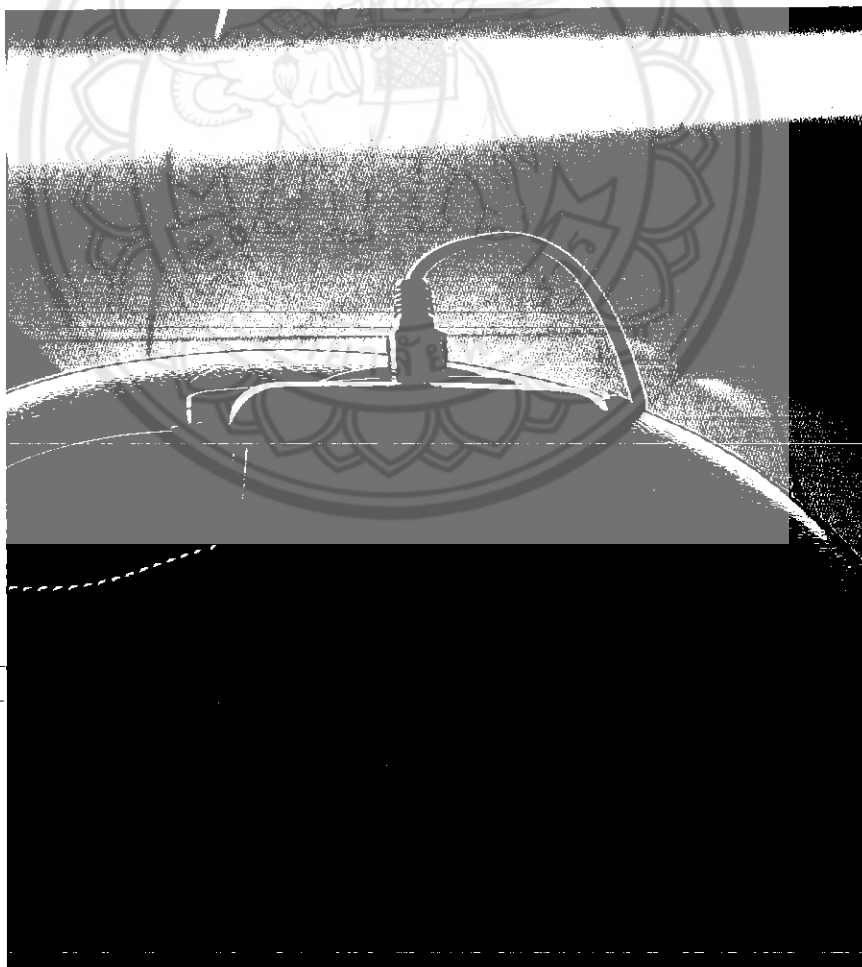
=Filter=
Smoothing : OFF
BW : FULL

=Offset=
CH1 : 0.00V
CH2 : 0.00V

=Record Length=
Main : 10K
Zoom : 10K

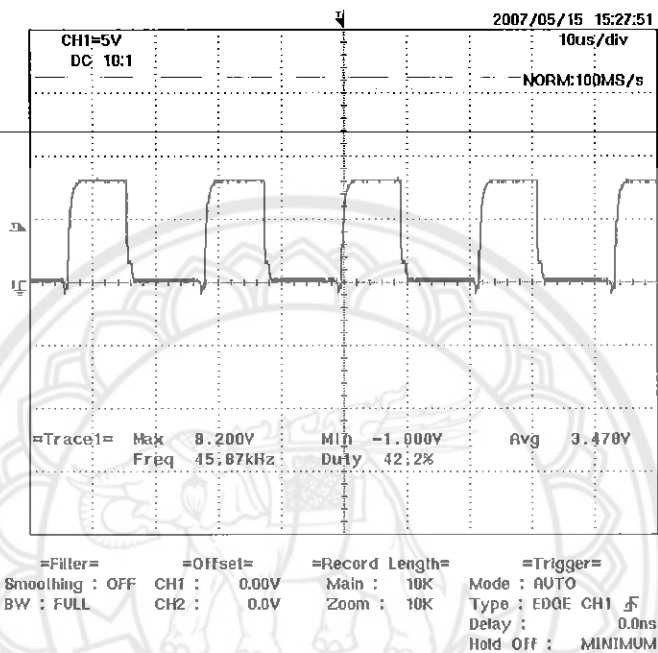
=Trigger=
Mode : AUTO
Type : EDGE CH2 \uparrow
Delay : 0.0ns
Hold Off : MINIMUM

รูปที่ ค กระแสก่อนเข้าวงจรบัลลาสต์ต่ออิเล็กทรอนิกส์ที่ไฟที่ความถี่ 33 kHz

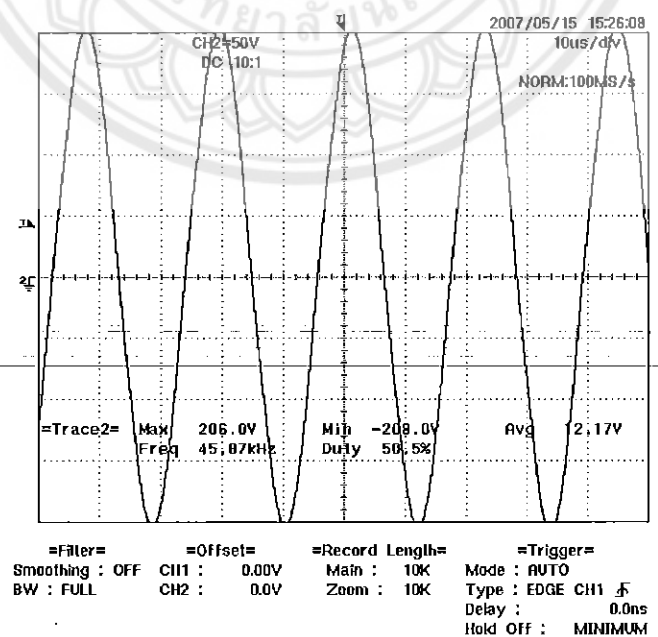


รูปที่ ง วัดความสว่างของหลอดไฟจากลักซ์มิเตอร์
รูปที่ 5.7(ต่อ) เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 33 kHz

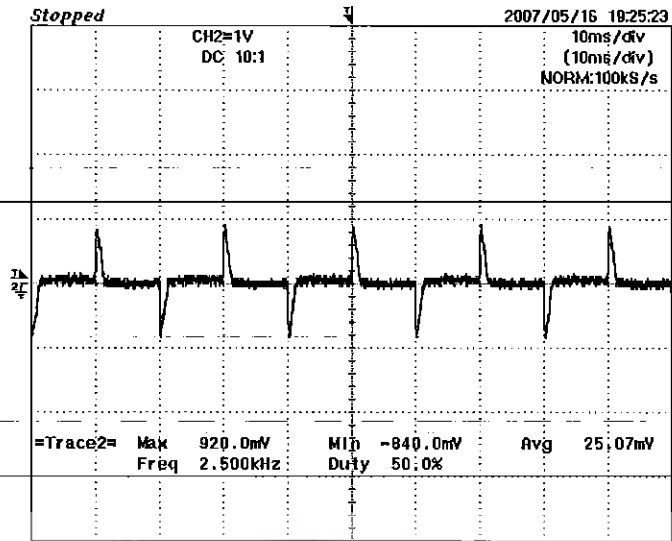
เมื่อทำการปรับความถี่สวิทซ์ที่เท่ากับ 33 kHz ได้สัญญาณพัลส์ แรงดันขาออกของวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรีไฟ กระแสขาเข้าวงจร และความสว่างของหลอดไฟโดยวัดจากลักซ์มิเตอร์ ดังรูปที่ 5.7 จะเห็นได้ว่าที่ความถี่ 33 kHz หลอดมีความสว่างเท่ากับ 951 ลักซ์ แรงดันขาออกประมาณ 184 โวลต์ แต่เมื่อดูสัญญาณของกระแสจะเห็นว่าไม่เป็นรูปชานจ์จึงส่งผลให้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์มีค่าต่ำมากประมาณ 0.3



รูปที่ ก สัญญาณพัลส์ที่ออกจากไอซี IR2153 ที่ความถี่ 45 kHz

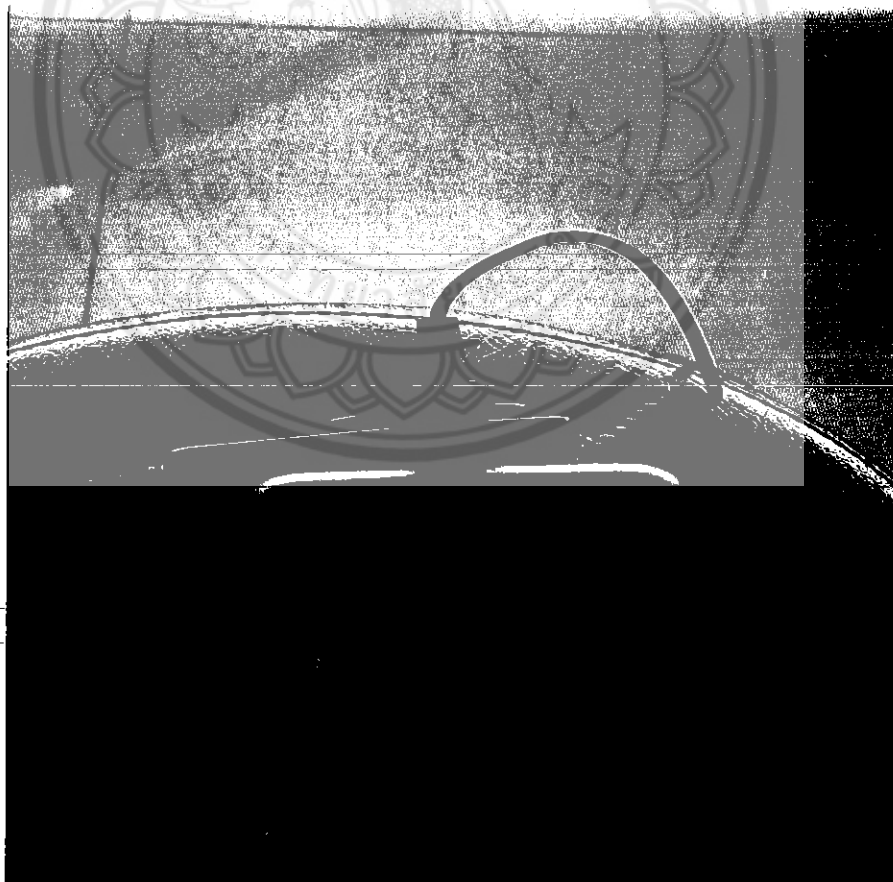


รูปที่ ข สัญญาณขาออกจากวงจรโดยวัดคร่อมหลอดที่ความถี่ 45 kHz
รูปที่ 5.8 เมื่อปรับความถี่สวิทซ์ที่ความถี่ 45 kHz



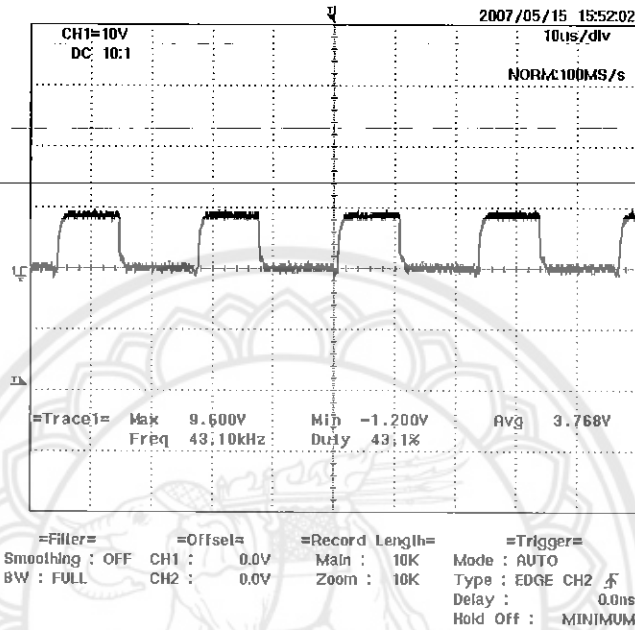
=Filler= =Offset= =Record Length= =Trigger=
Smoothing : OFF CH1 : 0.00V Main : 10K Mode : AUTO
BW : FULL CH2 : 0.00V Zoom : 10K Type : EDGE CH2 \neq
Delay : 0.0ns
Hold Off : MINIMUM

รูปที่ ค กระแสก่อนเข้าวงจรบัลลาสต์ต่ออิเล็กทรอนิกส์สำหรับไฟที่ความถี่ 45 kHz

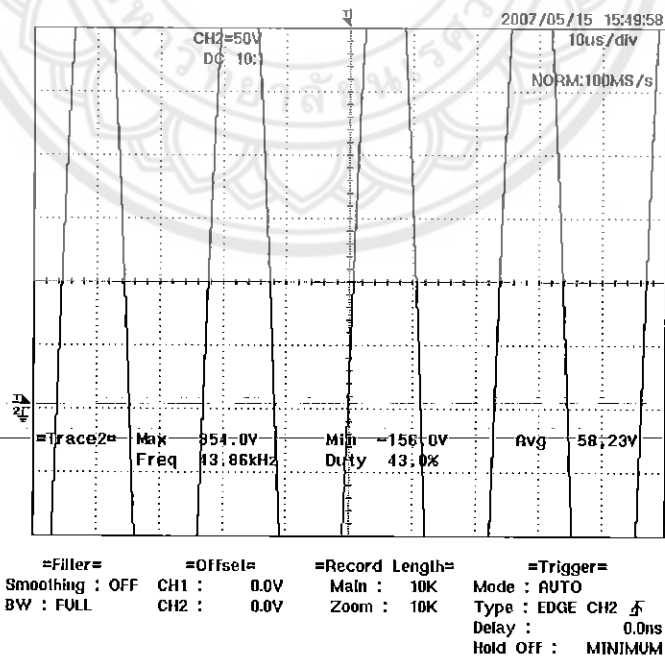


รูปที่ ง วัดความสว่างของหลอดไฟจากลักซ์มิเตอร์
รูปที่ 5.8(ต่อ) เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 45 kHz

จากรูปที่ 5.8 เป็นการวัดแรงดันขาออกของวงจร สัญญาณพัลส์ กระแสขาเข้าวงจร และการวัดความสว่างของหลอดโดยวัดจากลักซ์มิเตอร์ ได้ความสว่าง 663 ลักซ์ แรงดันที่ขาออกประมาณ 206 โวลต์ ที่ความถี่ 45 kHz และสัญญาณของกระแสก่อนเข้าวงจรยังไม่เป็นรูปชายน้เหมือนกันที่ความถี่ 33 kHz จึงส่งผลให้ค่าเพาเวอร์ของวงจรต่ำลงอีก จนมีค่าประมาณ 0.2

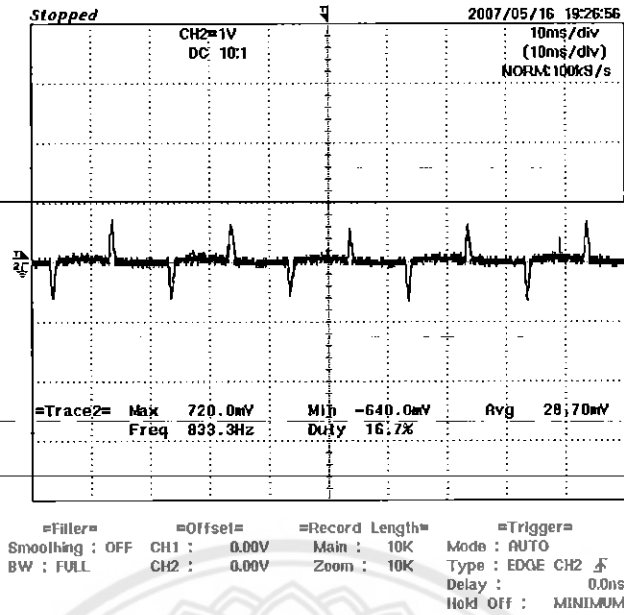


รูปที่ ก สัญญาณพัลส์ที่ออกจากไอซี IR2153 ที่ความถี่ 43 kHz



รูปที่ ข สัญญาณขาออกของวงจรโดยวัดพร้อมหลอดที่ความถี่ 43 kHz

รูปที่ 5.9 เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 43 kHz



รูปที่ ค กระแสก่อนเข้าวงจรบัลลาสต์ต่อเด็กทรานซิสเตอร์ไฟที่ความถี่ 43 kHz



รูปที่ ง วัดความสว่างของหลอดไฟจากลักซ์มิเตอร์
รูปที่ 5.9(ต่อ) เมื่อปรับความถี่สวิตซ์ที่ 43 kHz

เมื่อทำการปรับความถี่ที่ทำให้หลอดมีความสว่างน้อยที่สุดจนเกือบจะดับทำให้ได้สัญญาณพัลส์ แรงดันขาออกจางจร กระแสขาเข้าวงจร และวัดความสว่างของหลอดจากลักซ์มิเตอร์ ดังรูปที่ 5.9 ได้ความสว่าง 89 ลักซ์ แต่ความถี่ประมาณที่ 43 kHz และแรงดันมีค่าประมาณ 254 ที่ได้ความถี่ 43 kHz ก็เพราะว่าได้ปรับความถี่จากหลอดที่ดับเพื่อให้มีความสว่าง แต่มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งต่างจากการปรับความถี่จากหลอดที่สว่างมากที่สุดมาให้น้อยที่สุด ส่วนสัญญาณของกระแสยังคงคล้ายกับช่วงที่ปรับความถี่ 33 kHz และ 45 kHz ก็ไม่เป็นขานน์ ทำให้ได้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ประมาณ 0.13

5.3 ผลการวัดปริมาณทางไฟฟ้าตามจุดต่างๆ ของวงจร

ตารางที่ 5.1 ผลการวัดค่าต่างๆ ของวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรีไฟ

	หลอดสว่างที่ 100%	หลอดสว่างที่ 70%	หลอดสว่างที่ 10%
	951 LUX	663 LUX	89 LUX
แรงดันขาเข้า(V)	220	220	220
กระแสขาเข้า(A)	0.36	0.27	0.16
แรงดันที่หลอด(V)	100	100	100
กระแสที่หลอด(A)	0.38	0.28	0.18
แรงไฟตรงด้านเข้า(V)	320	320	322
กำลังไฟฟ้าที่ขาเข้า(W)	32	20	11
ความถี่(Hz)	33	45	43
P.F.	0.3	0.2	0.13

จากผลการทดลองวงจรทำให้ทราบว่าความถี่เรโซแนนซ์ของวงจรนี้คือ 33 kHz เพราะว่เมื่อทำการปรับความถี่ที่ 33 kHz ทำให้ความสว่างของหลอดมีค่ามากที่สุดที่ 951 ลักซ์ เมื่อทำการเพิ่มความถี่ให้กับวงจรที่ความถี่ 45 kHz ทำให้ความสว่างของหลอดมีค่าลดลงที่ 663 ลักซ์ ซึ่งต่างจากความสว่างมากที่สุดประมาณ 300 ลักซ์ เมื่อปรับความถี่ให้มากขึ้นอีกทำให้หลอดดับทันที แต่เมื่อปรับความถี่จากจุดที่ทำให้หลอดดับแล้วลดความถี่ลงหลอดก็สว่างมากขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อช่วงที่หลอดเริ่มติดทำการวัดความสว่างได้ค่าประมาณ 89 ลักซ์ ที่ความถี่ 43 kHz เพราะว่ทำการปรับจากสภาวะต่างกันจึงไม่ตรงตามทฤษฎีของวงจรเรโซแนนซ์

บทที่ 6

สรุปผลการดำเนินงาน

6.1 สรุปผลการทดลอง

จากการศึกษาและทดลองกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรีไฟโดยไอซี IR2153 สามารถใช้ได้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด 36 วัตต์ได้ โดยการลดและเพิ่มความเร็วให้กับวงจร ถ้าต้องการหรีแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ทำได้โดยปรับความเร็วให้มากกว่าความเร็วโซแนนซ์ที่สามารถทำให้ความสว่างลดลง แต่เมื่อปรับความเร็วการสวิตชิ่งใกล้เคียงกับความเร็วโซแนนซ์จะทำให้หลอดสว่างมากที่สุด โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ให้กับวงจร การหรีไฟเป็นประหยัดพลังงานเพราะว่ากำลังไฟฟ้าด้านขาออกของวงจรมีค่าลดลง จึงถือว่าเป็นการประหยัดพลังงานอีกวิธีหนึ่ง และส่วนใหญ่จะนิยมใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์อยู่แล้วจึงเป็นการดีที่จะเปลี่ยนมาใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แบบหรีไฟได้ เพราะว่าจะเน้นเรื่องของการประหยัดพลังงาน

6.2 ปัญหาที่เกิดขึ้น

จากการทดลองได้พบปัญหาคือ การเลือกตัวเหนี่ยวนำและค่าตัวเก็บประจุให้เหมาะสมกับวงจรเรโซแนนต์ เพราะว่าถ้าเลือกค่าที่น้อยไปก็อาจจะไม่สามารถทำจุดหลอดให้ติดได้ และก็มีปัญหาที่ตัว C เพราะว่าหาซื้อตามท้องตลาดตามที่ได้กำหนดไม่ได้จึงต้องหาค่าที่ใกล้เคียงเลยทำให้ทำงานไม่ดีเท่าที่ควร วงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรีไฟที่ทำการออกแบบมีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำมาก หลอดไฟที่ความถี่สูงจะกระพริบ และช่วงการหรีไฟแคบ

6.3 แนวทางแก้ไข

สำหรับการเลือกตัวเหนี่ยวนำต้องเลือกตัวเหนี่ยวนำที่มีค่ามาก ๆ เพื่อป้องกันการลัดวงจรและการจุดติดหลอด สำหรับตัว C หาค่าที่ใกล้เคียงกับที่กำหนดให้ได้มากที่สุดเพื่อที่จะได้ผลอย่างถูกต้อง การแก้ไขสำหรับค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ที่มีค่าน้อยคือต่อตัว C ให้เหมาะสมต่อขนานกับวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรีไฟ สำหรับช่วงของการหรีไฟแคบแก้ไขโดยการออกแบบตัว CT และ RT ของไอซี IR2153

6.3 ข้อเสนอแนะ

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยังไม่เป็นที่นิยมเท่าที่ควร และยังมีราคาที่ยังสูงกว่าบัลลาสต์แกนเหล็กและแบบขดลวด

บรรณานุกรม

- [1] รศ.ดร. วีระเชษฐ ชันเงิน / วุฒิพล ชาราธิ์เศรษฐ์. อิเล็กทรอนิกส์กำลัง. กรุงเทพมหานคร :
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2547.
- [2] ชัยนรินทร์ อัครวโรดม. เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์ฉบับที่-297. กรุงเทพมหานคร:
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2550.





IR2153(D) (S)

SELF-OSCILLATING HALF-BRIDGE DRIVER

Features

- Integrated 600V half-bridge gate driver
- 15.6V zener clamp on Vcc
- True micropower start up
- Tighter initial deadline control
- Low temperature coefficient deadline
- Shutdown feature (1/6th Vcc) on CT pin
- Increased undervoltage lockout Hysteresis (1V)
- Lower power level-shifting circuit
- Constant LO, HO pulse widths at startup
- Lower di/dt gate driver for better noise immunity
- Low side output in phase with RT
- Internal 50nsec (typ.) bootstrap diode (IR2153D)
- Excellent latch immunity on all inputs and outputs
- ESD protection on all leads

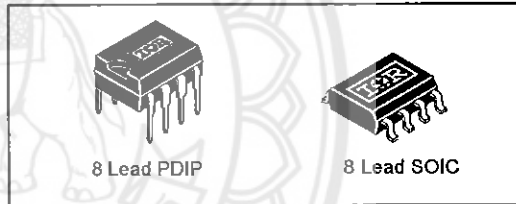
Product Summary

V _{OFFSET}	600V max.
Duty Cycle	50%
T _r /T _p	80/40ns
V _{clamp}	15.6V
Deadtime (typ.)	1.2 μs

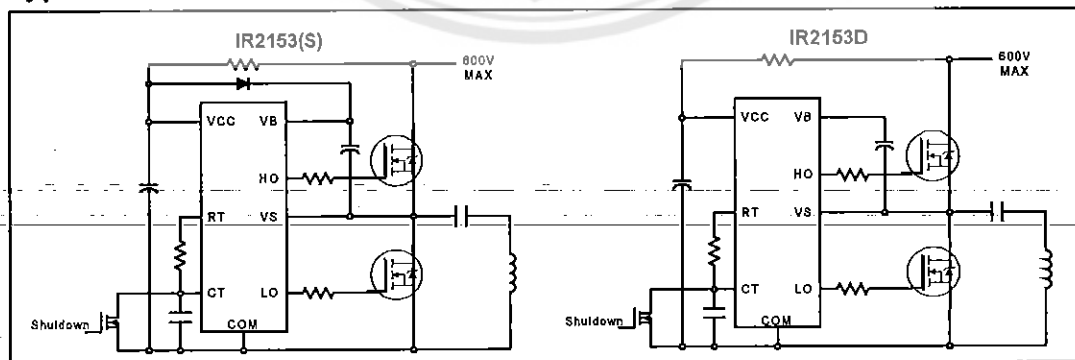
Description

The IR2153(D)(S) are an improved version of the popular IR2155 and IR2151 gate driver ICs, and incorporate a high voltage half-bridge gate driver with a front end oscillator similar to the industry standard CMOS 555 timer. The IR2153 provides more functionality and is easier to use than previous ICs. A shutdown feature has been designed into the CT pin, so that both gate driver outputs can be disabled using a low voltage control signal. In addition, the gate driver output pulse widths are the same once the rising undervoltage lockout threshold on V_{CC} has been reached, resulting in a more stable profile of frequency vs time at startup. Noise immunity has been improved significantly, both by lowering the peak di/dt of the gate drivers, and by increasing the undervoltage lockout hysteresis to 1V. Finally, special attention has been paid to maximizing the latch immunity of the device, and providing comprehensive ESD protection on all pins.

Packages



Typical Connections



IR2153(D) (S)

International
IR Recifier

Absolute Maximum Ratings

Absolute maximum ratings indicate sustained limits beyond which damage to the device may occur. All voltage parameters are absolute voltages referenced to COM, all currents are defined positive into any lead. The thermal resistance and power dissipation ratings are measured under board mounted and still air conditions.

Symbol	Definition	Min.	Max.	Units	
V _B	High side floating supply voltage	-0.3	625	V	
V _S	High side floating supply offset voltage	V _B - 25	V _B + 0.3		
V _{HO}	High side floating output voltage	V _S - 0.3	V _B + 0.3		
V _{LO}	Low side output voltage	-0.3	V _{CC} + 0.3		
V _{RT}	R _T pin voltage	-0.3	V _{CC} + 0.3		
V _{CT}	C _T pin voltage	-0.3	V _{CC} + 0.3		
I _{CC}	Supply current (note 1)	—	25	mA	
I _{RT}	R _T pin current	-5	5		
dV _S /dt	Allowable offset voltage slew rate	-50	50	V/ns	
P _D	Maximum power dissipation @ T _A ≤ +25°C	(8 Lead DIP)	—	1.0	W
		(8 Lead SOIC)	—	0.625	
R _{thJA}	Thermal resistance, junction to ambient	(8 Lead DIP)	—	125	°C/W
		(8 Lead SOIC)	—	200	
T _J	Junction temperature	-55	150	°C	
T _S	Storage temperature	-55	150		
T _L	Lead temperature (soldering, 10 seconds)	—	300		

Recommended Operating Conditions

For proper operation the device should be used within the recommended conditions.

Symbol	Definition	Min.	Max.	Units
V _{BS}	High side floating supply voltage	V _{CC} - 0.7	V _{CLAMP}	V
V _S	Steady state high side floating supply offset voltage	-3.0 (note 2)	600	
V _{CC}	Supply voltage	10	V _{CLAMP}	
I _{CC}	Supply current	(note 3)	5	mA
T _J	Junction temperature	-40	125	°C

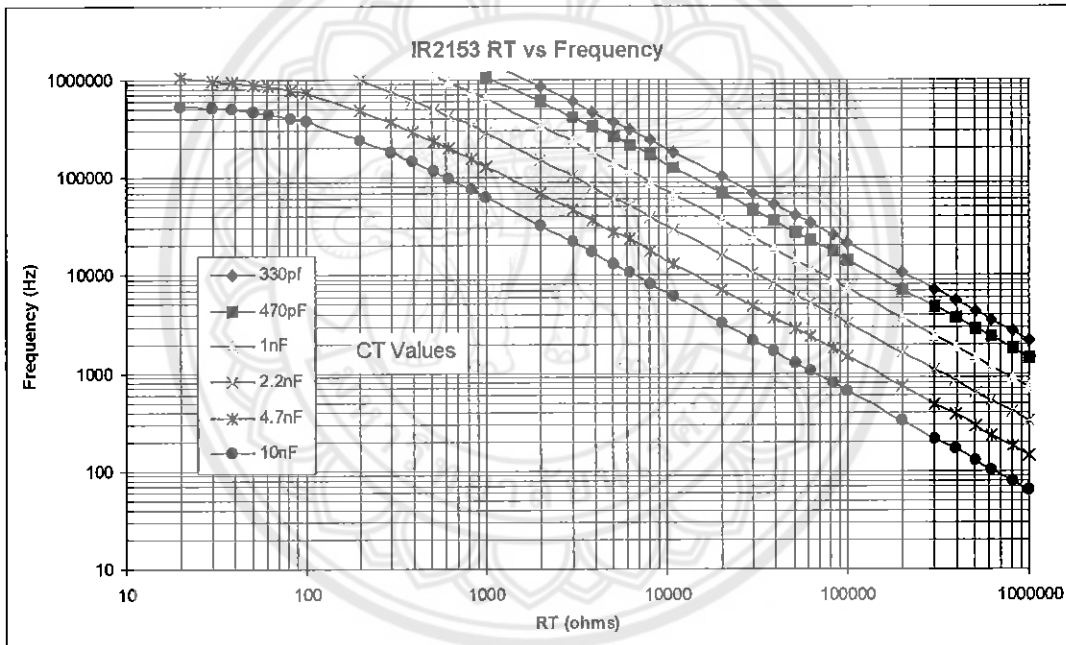
Note 1: This IC contains a zener clamp structure between the chip V_{CC} and COM which has a nominal breakdown voltage of 15.6V. Please note that this supply pin should not be driven by a DC, low impedance power source greater than the V_{CLAMP} specified in the Electrical Characteristics section.

Note 2: Care should be taken to avoid output switching conditions where the V_S node flies inductively below ground by more than 5V.

Note 3: Enough current should be supplied to the V_{CC} pin of the IC to keep the internal 15.6V zener diode clamping the voltage at this pin.

Recommended Component Values

Symbol	Component	Min.	Max.	Units
R _T	Timing resistor value	10	—	k
C _T	C _T pin capacitor value	330	—	pF



IR2153(D) (S)

International
IR Rectifier

Electrical Characteristics

V_{BIAS} (V_{CC}, V_{BS}) = 12V; C_L = 1000 pF; C_T = 1 nF and T_A = 25°C unless otherwise specified. The V_{IN}, V_{TH} and I_{IN} parameters are referenced to COM. The V_O and I_O parameters are referenced to COM and are applicable to the respective output leads: HO or LO.

Low Voltage Supply Characteristics						
Symbol	Definition	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
V _{CCUV+}	Rising V _{CC} undervoltage lockout threshold	8.1	9.0	9.9	V	
V _{CCUV-}	Falling V _{CC} undervoltage lockout threshold	7.2	8.0	8.8		
V _{CCUVH}	V _{CC} undervoltage lockout Hysteresis	0.5	1.0	1.5		
I _{CCUV}	Micropower startup V _{CC} supply current	—	75	150	A	V _{CC} ≤ V _{CCUV-}
I _{QCC}	Quiescent V _{CC} supply current	—	500	950		
V _{CLAMP}	V _{CC} zener clamp voltage	14.4	15.6	16.8	V	I _{CC} = 5mA
Floating Supply Characteristics						
Symbol	Definition	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
I _{QBSUV}	Micropower startup V _{BS} supply current	—	0	10	A	V _{CC} ≤ V _{CCUV-}
I _{QBS}	Quiescent V _{BS} supply current	—	30	50		
V _{BSMIN}	Minimum required V _{BS} voltage for proper functionality from R _T to HO	—	4.0	5.0	V	V _{CC} = V _{CCUV+} + 0.1V
I _{LK}	Offset supply leakage current	—	—	50	A	V _B = V _S = 600V
V _F	Bootstrap diode forward voltage (IR2153D)	0.5	—	1.0	V	I _F = 250mA
Oscillator I/O Characteristics						
Symbol	Definition	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
f _{osc}	Oscillator frequency	19.4	20	20.6	kHz	R _T = 36.9k
		94	100	106		
d	R _T pin duty cycle	48	50	52	%	f _o < 100kHz
I _{CT}	C _T pin current	—	0.001	1.0	uA	
I _{CTUV}	UV-mode C _T pin pulldown current	0.30	0.70	1.2	mA	V _{CC} = 7V
V _{CT+}	Upper C _T ramp voltage threshold	—	8.0	—	V	
V _{CT-}	Lower C _T ramp voltage threshold	—	4.0	—		
V _{CTSD}	C _T voltage shutdown threshold	1.8	2.1	2.4		
V _{RT+}	High-level R _T output voltage, V _{CC} - V _{RT}	—	10	50	mV	I _{RT} = 100 A
		—	100	300		I _{RT} = 1mA
V _{RT-}	Low-level R _T output voltage	—	10	50		I _{RT} = 100 A
		—	100	300		I _{RT} = 1mA
V _{RTUV}	UV-mode R _T output voltage	—	0	100		V _{CC} ≤ V _{CCUV-}
V _{RTSD}	SD-Mode R _T output voltage, V _{CC} - V _{RT}	—	10	50		I _{RT} = 100 A, V _{CT} = 0V
		—	10	300		I _{RT} = 1mA, V _{CT} = 0V

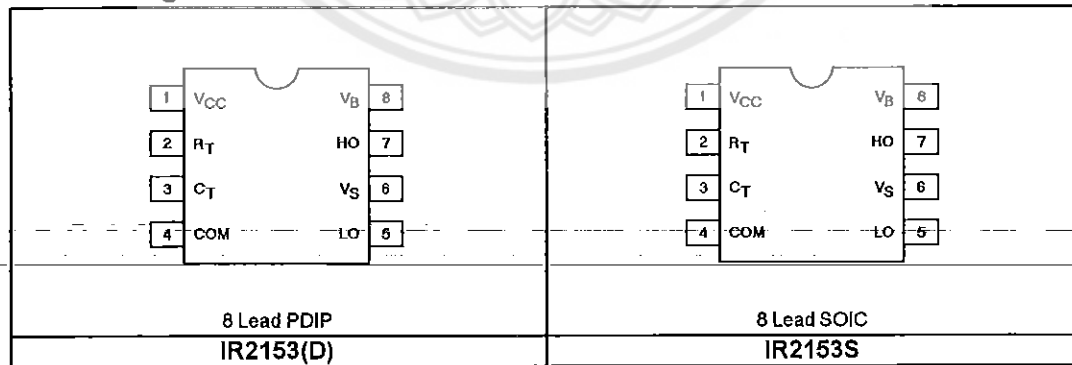
Electrical Characteristics (cont.)

Gate Driver Output Characteristics						
Symbol	Definition	Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
V _{OH}	High level output voltage, V _{BIAS} -V _O	—	0	100	mV	I _O = 0A
V _{OL}	Low-level output voltage, V _O	—	0	100		I _O = 0A
V _{OL_UV}	UV-mode output voltage, V _O	—	0	100		I _O = 0A V _{CC} ≤ V _{CCUV}
t _r	Output rise time	—	80	150	nsec	
t _f	Output fall time	—	45	100		
t _{sd}	Shutdown propagation delay	—	660	—	sec	
t _d	Output deadtime (HO or LO)	0.75	1.20	1.65		

Lead Definitions

Symbol	Description
V _{CC}	Logic and internal gate drive supply voltage
R _T	Oscillator timing resistor input
C _T	Oscillator timing capacitor input
COM	IC power and signal ground
LO	Low side gate driver output
V _S	High voltage floating supply return
HO	High side gate driver output
V _B	High side gate driver floating supply

Lead Assignments

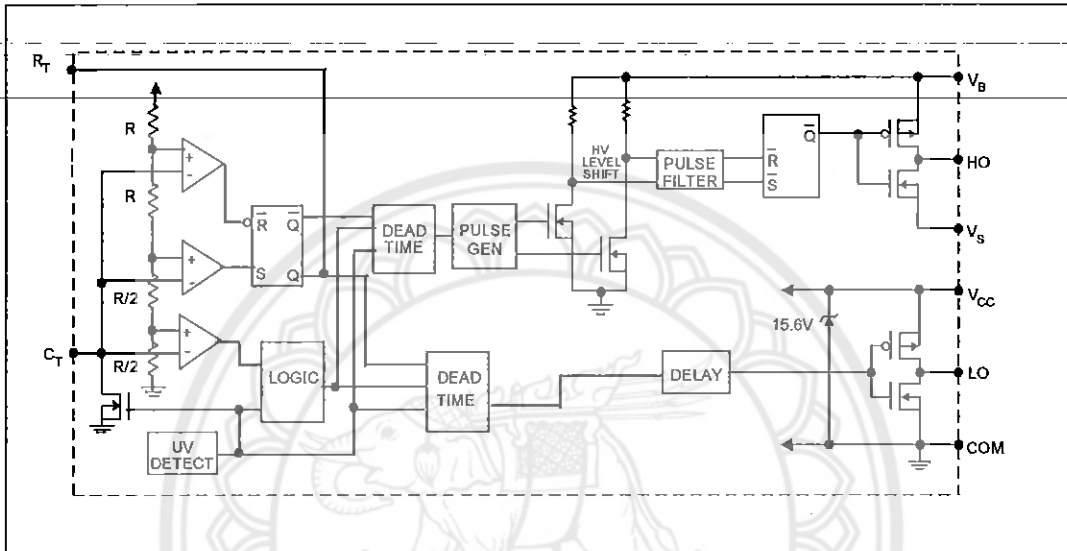


NOTE: The IR2153D is offered in 8 lead PDIP only.

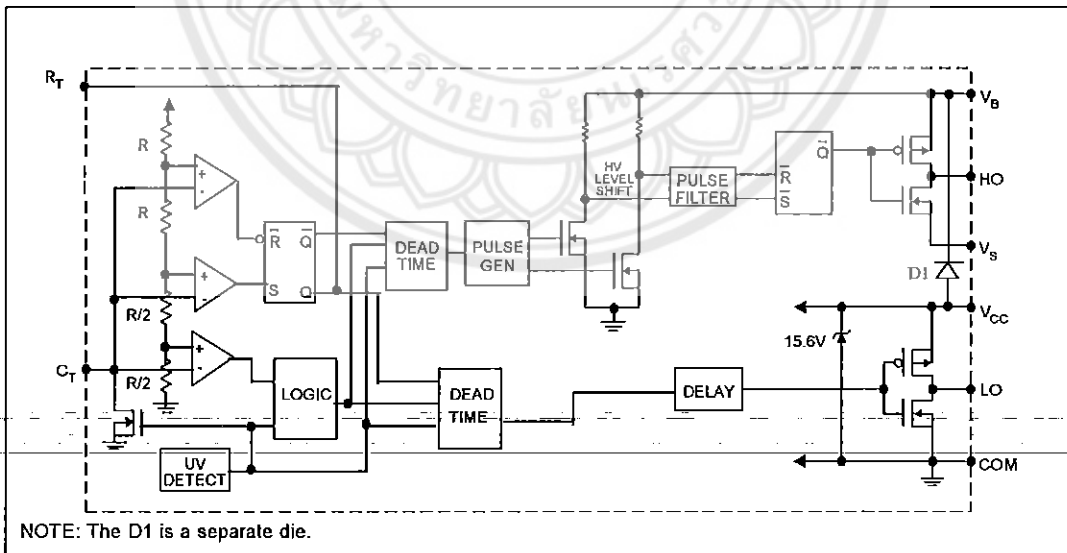
IR2153(D) (S)

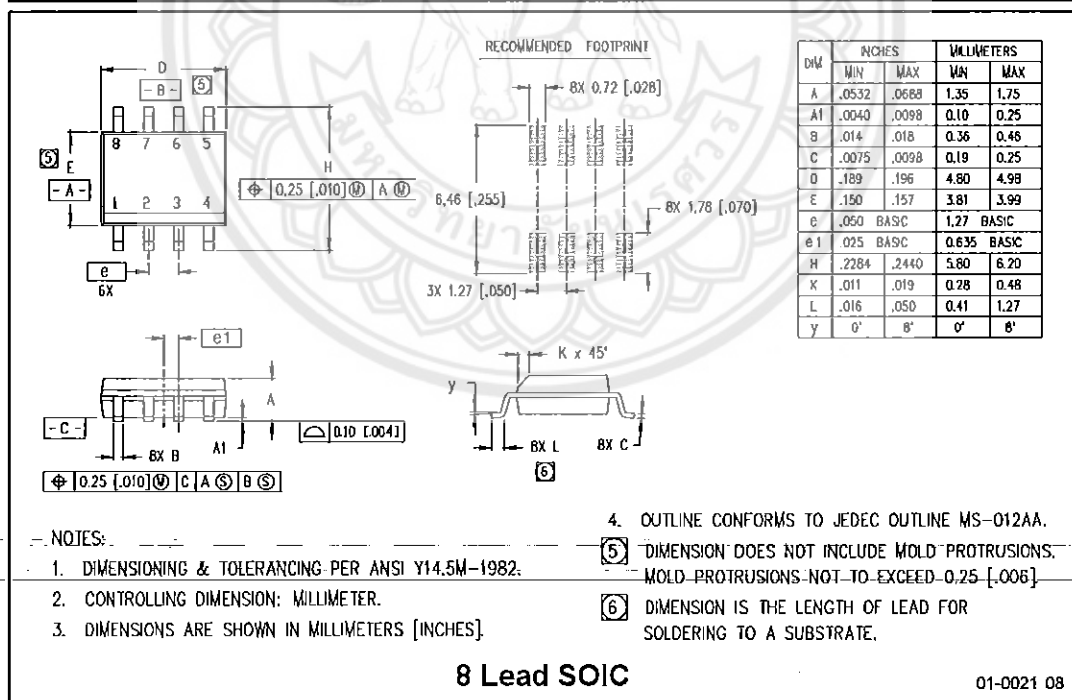
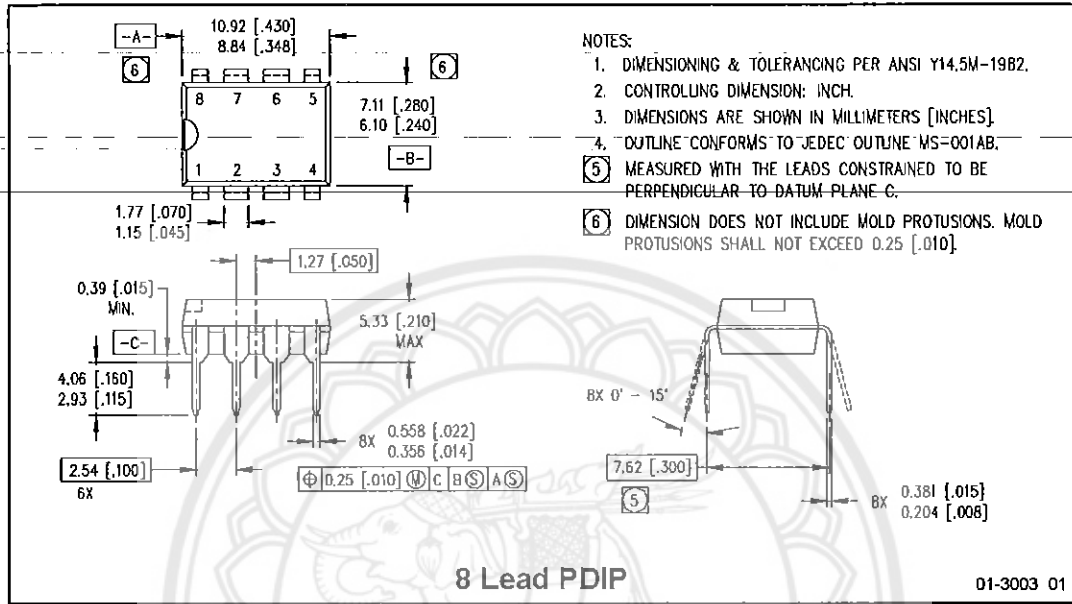
International
IR Rectifier

Functional Block Diagram for IR2153(S)



Functional Block Diagram for IR2153D





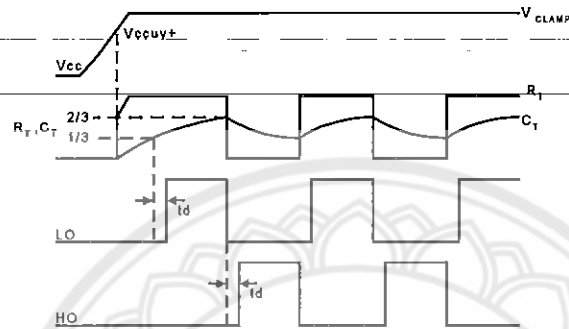


Figure 1. Input/Output Timing Diagram

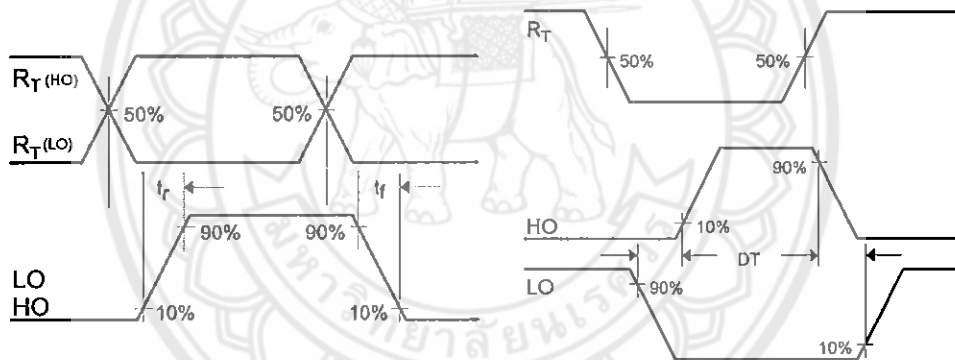


Figure 2. Switching Time Waveform Definitions

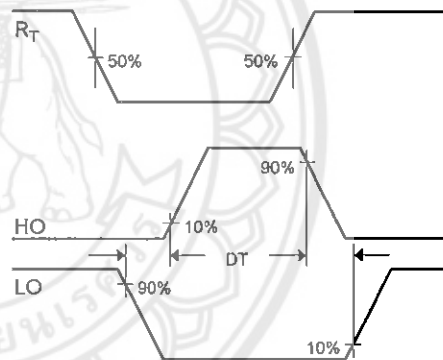


Figure 3. Deadtime Waveform Definitions

International
IR Rectifier

SMPS MOSFET

IRFP450N

HEXFET® Power MOSFET

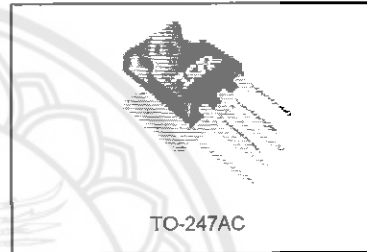
Applications

- Switch Mode Power Supply (SMPS)
- Uninterruptible Power Supply
- High Speed Power Switching

V_{DSS}	$R_{ds(on) \max}$	I_D
500V	0.37	14A

Benefits

- Low Gate Charge Q_g results in Simple Drive Requirement
- Improved Gate, Avalanche and Dynamic dv/dt Ruggedness
- Fully Characterized Capacitance and Avalanche Voltage and Current
- Effective C_{oss} Specified (See AN 1001)

**Absolute Maximum Ratings**

	Parameter	Max.	Units
$I_D @ T_C = 25^\circ\text{C}$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10\text{V}$	14	A
$I_D @ T_C = 100^\circ\text{C}$	Continuous Drain Current, $V_{GS} @ 10\text{V}$	8.8	
I_{DM}	Pulsed Drain Current $\text{\textcircled{D}}$	56	
$P_D @ T_C = 25^\circ\text{C}$	Power Dissipation	200	W
	Linear Derating Factor	1.6	$\text{W}/^\circ\text{C}$
V_{GS}	Gate-to-Source Voltage	± 30	V
dv/dt	Peak Diode Recovery dv/dt $\text{\textcircled{D}}$	5.0	V/ns
T_J	Operating Junction and	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage Temperature Range		
	Soldering Temperature, for 10 seconds		
	Mounting torque, 6-32 or M3 screw	10 lbf·in (1.1N·m)	

Typical SMPS Topologies

- Two transistor Forward
- Half Bridge and Full Bridge
- PFC Boost

Notes $\text{\textcircled{1}}$ through $\text{\textcircled{5}}$ are on page 8www.irf.com

IRFP450N

International
IR Rectifier

Static @ $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
$V_{(BR)DSS}$	Drain-to-Source Breakdown Voltage	500	—	—	V	$V_{GS} = 0V, I_D = 250\mu A$
$V_{(BR)DSS}/T_J$	Breakdown Voltage Temp. Coefficient	—	0.59	—	—	$V/^\circ\text{C}$ Reference to $25^\circ\text{C}, I_D = 1\text{mA}$
$R_{DS(on)}$	Static Drain-to-Source On-Resistance	—	—	0.37	—	$V_{GS} = 10V, I_D = 8.4A$ Ⓣ
$V_{GS(th)}$	Gate Threshold Voltage	3.0	—	5.0	V	$V_{DS} = V_{GS}, I_D = 250\mu A$
I_{DSS}	Drain-to-Source Leakage Current	—	—	25	μA	$V_{DS} = 500V, V_{GS} = 0V$
		—	—	250		$V_{DS} = 400V, V_{GS} = 0V, T_J = 125^\circ\text{C}$
I_{GSS}	Gate-to-Source Forward Leakage	—	—	100	nA	$V_{GS} = 30V$
	Gate-to-Source Reverse Leakage	—	—	-100		$V_{GS} = -30V$

Dynamic @ $T_J = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise specified)

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
g_{fs}	Forward Transconductance	7.9	—	—	S	$V_{DS} = 50V, I_D = 8.4A$
Q_g	Total Gate Charge	—	—	77	nC	$I_D = 14A$
Q_{gs}	Gate-to-Source Charge	—	—	26		$V_{DS} = 400V$
Q_{gd}	Gate-to-Drain ("Miller") Charge	—	—	34		$V_{GS} = 10V$, See Fig. 6 and 13 Ⓣ
$t_{d(on)}$	Turn-On Delay Time	—	20	—		$V_{DD} = 250V$
t_r	Rise Time	—	63	—	ns	$I_D = 14A$
$t_{d(off)}$	Turn-Off Delay Time	—	29	—		$R_\theta = 6.2$
t_f	Fall Time	—	25	—		$V_{GS} = 10V$, See Fig. 10 Ⓣ
C_{iss}	Input Capacitance	—	2260	—	pF	$V_{GS} = 0V$
C_{oss}	Output Capacitance	—	210	—		$V_{DS} = 25V$
C_{res}	Reverse Transfer Capacitance	—	14	—		$f = 1.0\text{MHz}$, See Fig. 5
C_{oss}	Output Capacitance	—	2410	—		$V_{GS} = 0V, V_{DS} = 1.0V, f = 1.0\text{MHz}$
C_{oss}	Output Capacitance	—	59	—		$V_{GS} = 0V, V_{DS} = 400V, f = 1.0\text{MHz}$
$C_{oss\ eff.}$	Effective Output Capacitance	—	110	—		$V_{GS} = 0V, V_{DS} = 0V \text{ to } 400V$ Ⓣ

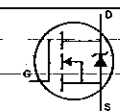
Avalanche Characteristics

	Parameter	Typ.	Max.	Units
E_{AS}	Single Pulse Avalanche EnergyⓉ	—	170	mJ
I_{AR}	Avalanche CurrentⓉ	—	14	A
E_{AR}	Repetitive Avalanche EnergyⓉ	—	20	mJ

Thermal Resistance

	Parameter	Typ.	Max.	Units
$R_{\theta JC}$	Junction-to-Case	—	0.64	$^\circ\text{C/W}$
$R_{\theta CS}$	Case-to-Sink, Flat, Greased Surface	0.24	—	
$R_{\theta JA}$	Junction-to-Ambient	—	40	

Diode Characteristics

	Parameter	Min.	Typ.	Max.	Units	Conditions
I_S	Continuous Source Current (Body Diode)	—	—	14	A	MOSFET symbol showing the integral reverse p-n junction diode. 
I_{SM}	Pulsed Source Current (Body Diode) Ⓣ	—	—	56		
V_{SD}	Diode Forward Voltage	—	—	1.4	V	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_S = 14A, V_{GS} = 0V$ Ⓣ
t_{rr}	Reverse Recovery Time	—	430	650	ns	$T_J = 25^\circ\text{C}, I_F = 14A$
Q_{rr}	Reverse Recovery Charge	—	3.7	5.6	μC	$di/dt = 100A/\mu\text{s}$ Ⓣ
t_{on}	Forward Turn-On Time	Intrinsic turn-on time is negligible (turn-on is dominated by $L_S + L_D$)				

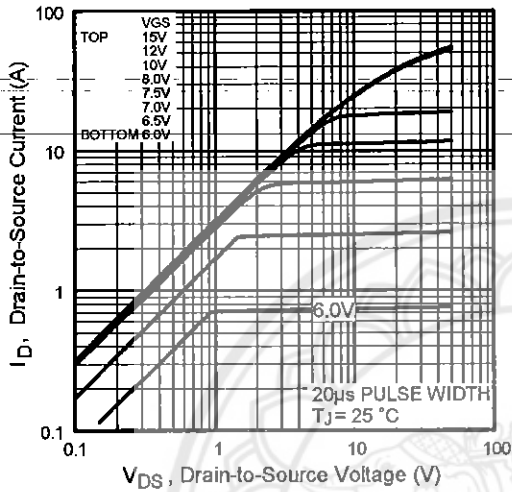


Fig 1. Typical Output Characteristics

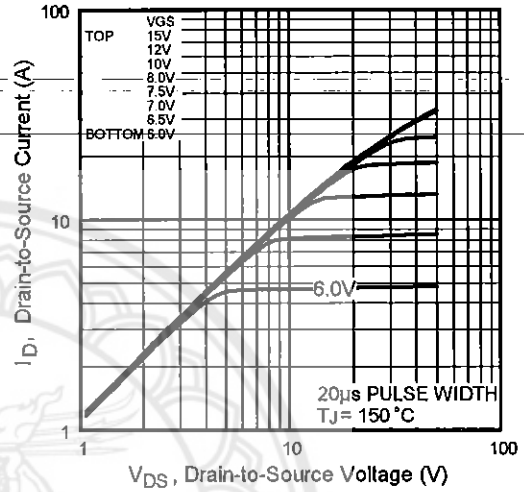


Fig 2. Typical Output Characteristics

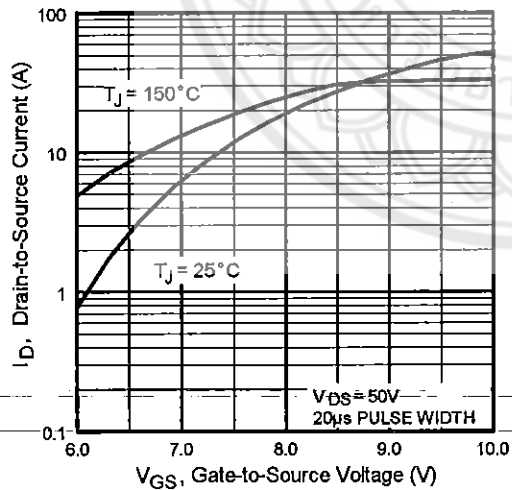


Fig 3. Typical Transfer Characteristics

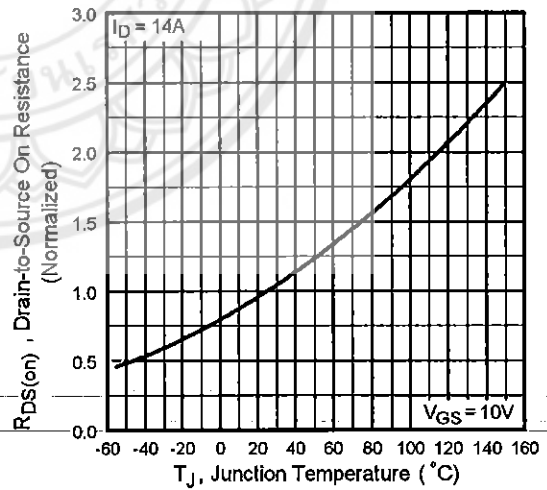


Fig 4. Normalized On-Resistance Vs. Temperature

IRFP450N

International
IR Rectifier

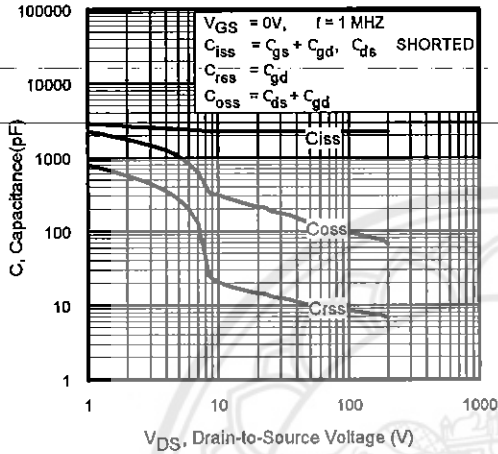


Fig 5. Typical Capacitance Vs. Drain-to-Source Voltage

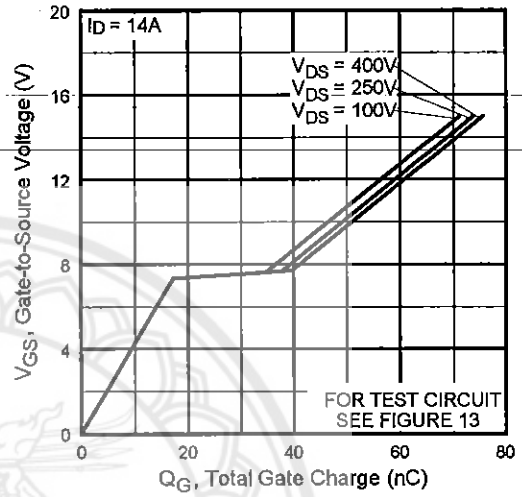


Fig 6. Typical Gate Charge Vs. Gate-to-Source Voltage

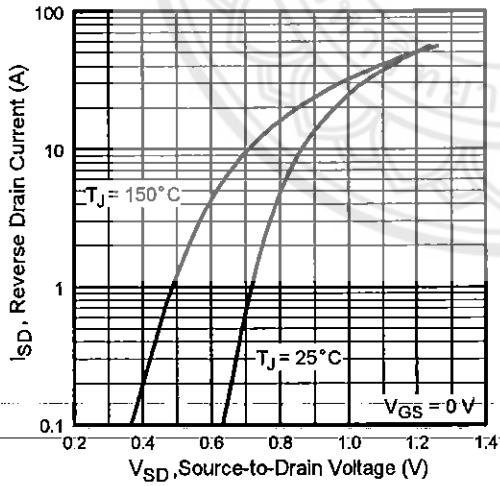


Fig 7. Typical Source-Drain Diode Forward Voltage

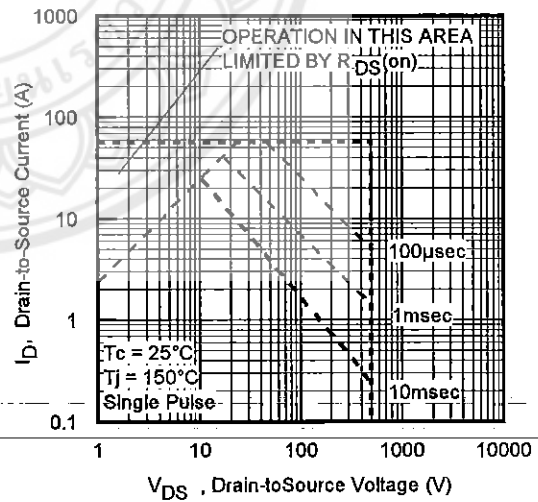


Fig 8. Maximum Safe Operating Area

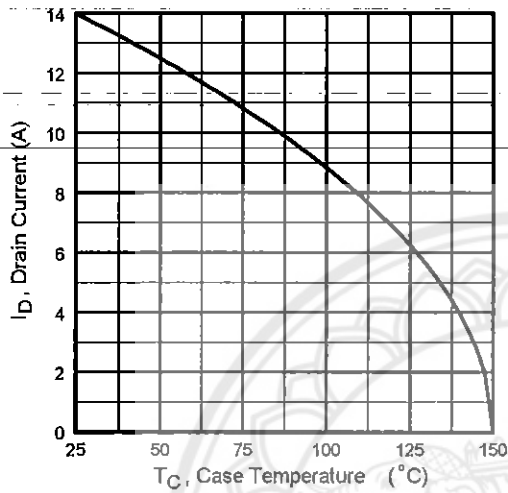


Fig 9. Maximum Drain Current Vs. Case Temperature

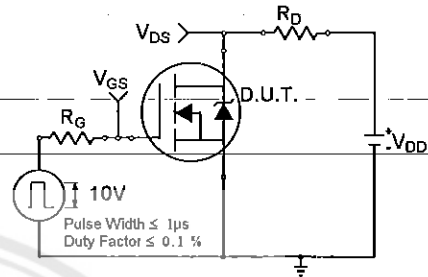


Fig 10a. Switching Time Test Circuit

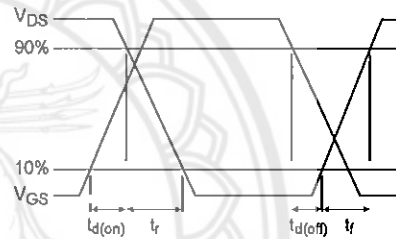


Fig 10b. Switching Time Waveforms

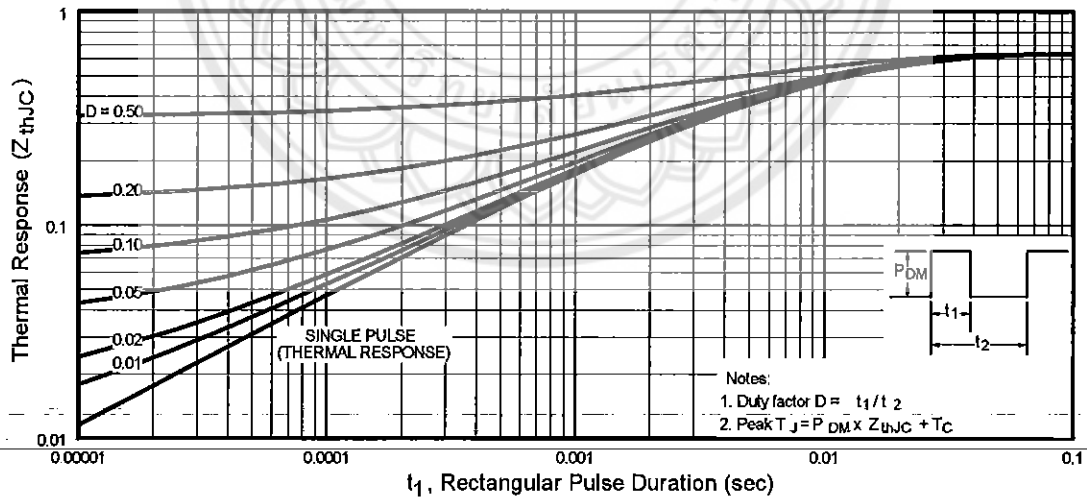


Fig 11. Maximum Effective Transient Thermal Impedance, Junction-to-Case

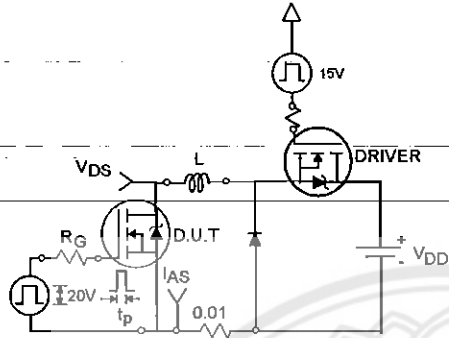


Fig 12a. Unclamped Inductive Test Circuit

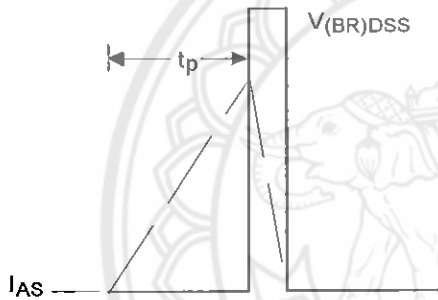


Fig 12b. Unclamped Inductive Waveforms

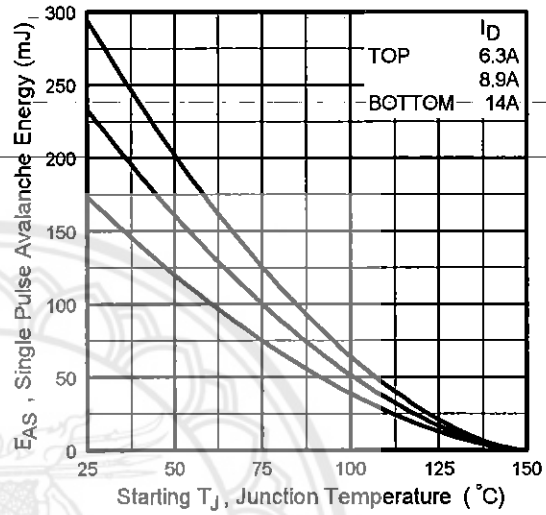


Fig 12c. Maximum Avalanche Energy Vs. Drain Current

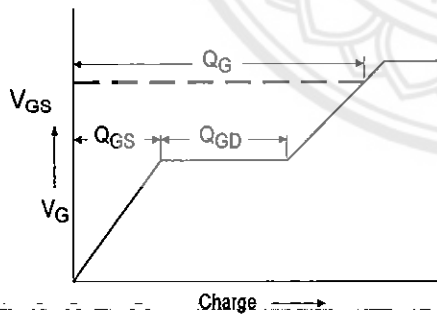


Fig 13a. Basic Gate Charge Waveform

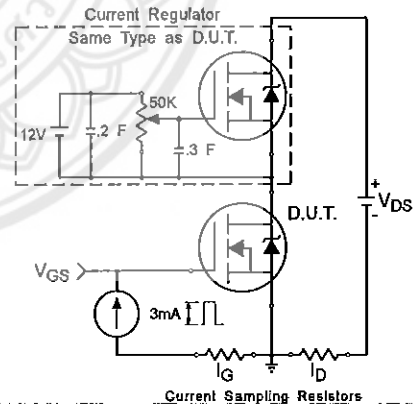
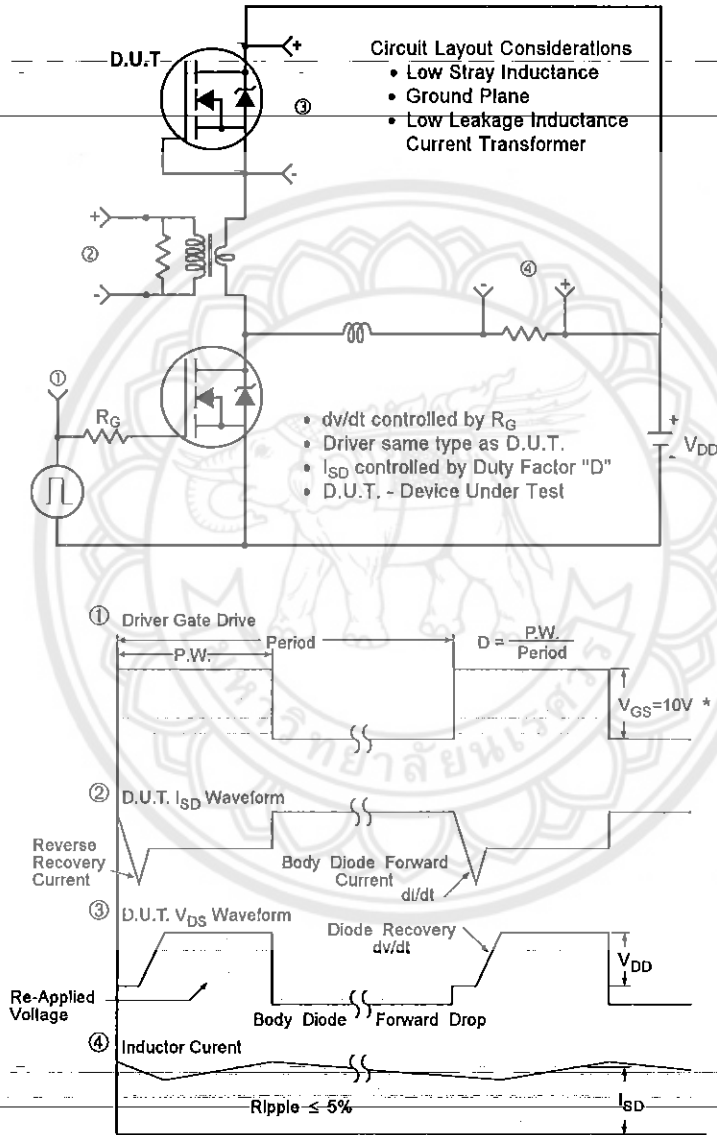


Fig 13b. Gate Charge Test Circuit

Peak Diode Recovery dv/dt Test Circuit



* $V_{GS} = 5V$ for Logic Level Devices

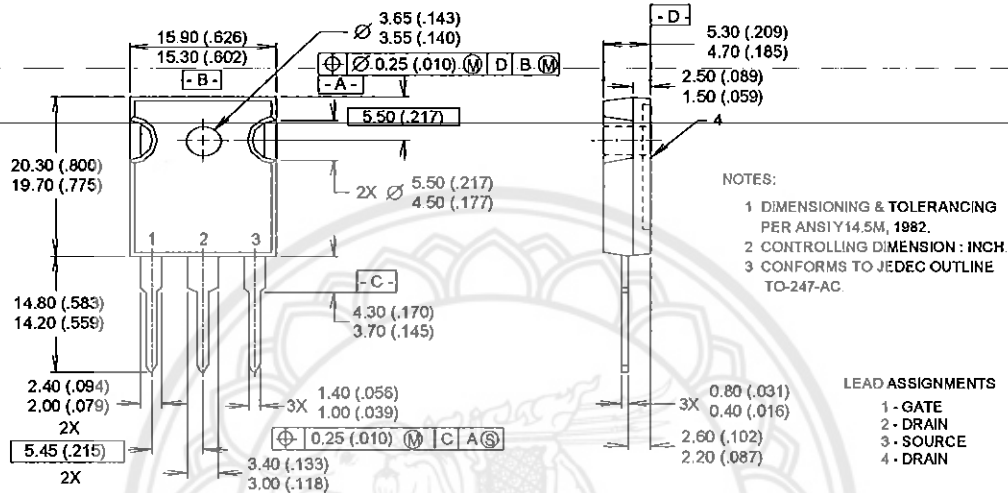
Fig 14. For N-Channel HEXFETS

IRFP450N

International
IR Rectifier

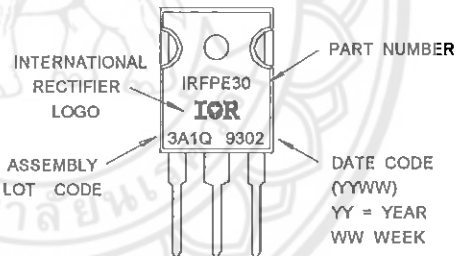
TO-247AC Package Outline

Dimensions are shown in millimeters (inches)



TO-247AC Part Marking Information

EXAMPLE: THIS IS AN IRFPE30 WITH ASSEMBLY LOT CODE 3A1Q



Notes:

- ① Repetitive rating; pulse width limited by max. junction temperature. (See fig. 11)
- ② Starting $T_J = 25^\circ\text{C}$, $L = 1.7\text{mH}$
 $R_G = 25 \Omega$, $I_{AS} = 14\text{A}$. (See Figure 12)
- ③ $I_{SD} \leq 14\text{A}$, $di/dt \leq 510\text{A}/\mu\text{s}$, $V_{DD} \leq V_{(BR)DSS}$,
 $T_J \leq 150^\circ\text{C}$
- ④ Pulse width $\leq 400\mu\text{s}$; duty cycle $\leq 2\%$.
- ⑤ $C_{oss\ eff.}$ is a fixed capacitance that gives the same charging time as C_{oss} while V_{DS} is rising from 0 to 80% V_{DSS}

Data and specifications subject to change without notice.
 This product has been designed and qualified for the Automotive [Q101] market.
 Qualification Standards can be found on IR's Web site.

International
IR Rectifier

IR WORLD HEADQUARTERS: 233 Kansas St., El Segundo, California 90245, USA Tel: (310) 252-7105
 TAC Fax: (310) 252-7903

Visit us at www.irf.com for sales contact information. 1/02

www.irf.com

ประวัติผู้เขียนโครงการ



ชื่อ นายณัฐชัย ชาติสุวรรณ

ภูมิลำเนา 7/14 ต.ท่าอิฐ อ.เมือง จ.อุตรดิตถ์ 53000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนอุตรดิตถ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : poikilothermic_20@hotmail.com



ชื่อ นายพันธ์ศักดิ์ มาก่อกุล

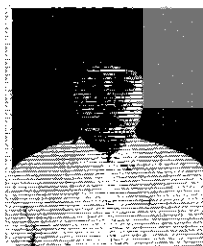
ภูมิลำเนา 53/2 ม.5 ต.ฝายหลวง อ.ลับแล จ.อุตรดิตถ์

53130

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนอุตรดิตถ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : baby_jumbo_993@hotmail.com



ชื่อ นางสาวพิลาวรรณ อ่อนร้ว

ภูมิลำเนา 338/3 ต.บึงพระ อ.เมือง จ.พิษณุโลก

65000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนจ่านกร้อง
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : pilawan_onrua@hotmail.com