สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง วิทยาเขตระยอง

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

BALLAST ELECTRONIC

นาย สุรชาติ สอนสุจิตรา

นาย อุดมศักดิ์ รัตนเมธาโกศล

.b.....

.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การประหยัดพลังงาน
BALLAST ELECTRONIC

โดย

นาย สุรชาติ สอนสุจิตรา 40013315
นาย อุดมศักดิ์ รัตนเมธาโกศล 40013321

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ เรืองศักดิ์ เจริญผ่อง

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังอนุมัติให้นับปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต
คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )
.....กรรมการ
( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

นักศึกษา นาย สุรชาติ สอนสุจิตรา 40013315
นาย อุดมศักดิ์ รัตนเมธาโกศล 40013321
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ เรืองศักดิ์ เจริญผ่อง
ปีการศึกษา 2542

บทคัดย่อ

จากวิกฤตการณ์พลังงานที่ผ่านมาได้ส่งผลกระทบต่อความเจริญก้าวหน้าทางด้านอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก จนทำให้โรงงานอุตสาหกรรมและธุรกิจต่าง ๆ จำเป็นต้องหามาตราการประหยัดพลังงานมาใช้ เพื่อลดการใช้พลังงานที่มีจำกัดและมีแนวโน้มที่จะมีราคาสูงขึ้นเรื่อย ๆ ประเทศไทยเป็นประเทศที่ประสบปัญหาโดยตรงเนื่องจากการผลิตพลังงานไฟฟ้าส่วนใหญ่ต้องใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงซึ่งส่วนใหญ่ต้องซื้อจากต่างประเทศ ดังนั้นในการทำปริญญานิพนธ์ประกอบการทำโครงงาน Ballast Electronic จึงได้อธิบายหลักการทำ Ballast Electronic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BALLAST ELECTRONIC

BY Mr. Surachat Sornsuchitra

Mr. Udomsak Rattanametagosol

Advisor Ruangsak Chareanpong

Year 1999

ABTRACT

The problem of energy crisis has effectd industrial development very much. This makes industrial plants and aeveral kinds of business have to look for energy saving method to reduce energy utilization. Now the energy is limited and tends to have hihger and hihger price. Thailand is the country that encounter this problem directly. Due to electrical energy production have touseoil to be fuel and most oil must be imported from foreign country therefor this thesis compose of project. Ballast electronic which explain principle of Ballast electronic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จขึ้นได้ด้วยความร่วมมือจากหลาย ๆ ฝ่าย ทางคณะผู้จัดทำจึงขอขอบคุณ อาจารย์ เรืองศักดิ์ เจริญผ่อง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้คำแนะนำรวมทั้งข้อมูลต่าง ๆ เป็นอย่างดี ท้ายสุดนี้ผู้จัดทำขอขอบคุณเพื่อน ๆ ทุกคนที่ให้คำแนะนำจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุรชาติ สอนสุจิตรา
อุดมศักดิ์ รัตนเมธาโกศล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ(ภาษาไทย)

บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ)

กิตติกรรมประกาศ

บทที่ 1 (บทนำ) 1

1.1 ความเป็นมา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 1

1.3 วิธีดำเนินงาน 1

1.4 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1

บทที่ 2 (ทฤษฎีระบบไฟฟ้าแสงสว่าง)

2.1 ทฤษฎีระบบไฟฟ้าแสงสว่าง 2

2.2 ส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์ 3

2.3 บัลลาสต์ 4

2.4 สตาร์เตอร์ 6

บทที่ 3 (ทฤษฎีวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์)

3.1 วงจรเรกติไฟเออร์ 8

3.2 RFI อินพุตฟิลเตอร์ 15

3.3 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา 16

3.4 วงจรสนับเบอร์ 19

3.5 ฟาสต์-รีคัฟเวอร์รีไดโอด 20

3.6วงจรขับด้วยมอสเฟต 23

บทที่ 4 การทดลอง 30

สรุป

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ 2.1	ส่วนประกอบภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์	3
รูปที่ 2.2	ลักษณะโครงสร้างของอินดักเตอร์บัลลาสต์	5
รูปที่ 2.3	การต่อวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์	7
รูปที่ 3.1	ส่วนประกอบภายในบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	8
รูปที่ 3.2	แสดงค่าแรงดันไฟตรงเฉลี่ยเอาต์พุตของวงจรเรกติไฟเออร์ ที่ได้ที่โหลดและตัวต้านทานจำกัดกระแส Rs ค่าต่าง ๆ	9
รูปที่ 3.3 ก	แสดงค่ากระแส RMS ที่ผ่านเรกติไฟเออร์เมื่อเปรียบเทียบกับ ค่าประสิทธิผล Ie ต่อกำลังงานที่เรกติไฟเออร์ต้องจ่ายออกไป ให้อินเวอร์เตอร์ (คิดเป็นเปอร์เซนต์สูงสุด) ที่ค่า Rsf ต่าง ๆ กัน	10
รูปที่ 3.3 ข	แสดงค่ากระแสระลอก(RMS) ที่ ตัวเก็บประจุฟิลเตอร์เมื่อเปรียบเทียบกับ ค่าประสิทธิผล Ie ต่อกำลังงานที่เรกติไฟเออร์ต้องจ่ายออกไปให้ อินเวอร์เตอร์ (คิดเป็นเปอร์เซนต์สูงสุด) ที่ค่า Rsf ต่าง ๆ กัน	11
รูปที่ 3.3 ค	แสดงค่ากระแสสูงสุด ที่ผ่าน ตัวเก็บประจุเมื่อเปรียบเทียบกับ ค่าประสิทธิผล Ie ต่อกำลังงานที่เรกติไฟเออร์ต้องจ่ายออกไปให้ อินเวอร์เตอร์ (คิดเป็นเปอร์เซนต์สูงสุด) ที่ค่า Rsf ต่าง ๆ กัน	11
รูปที่ 3.4	การต่อวงจร LC ฟิลเตอร์เพื่อลดสัญญาณรบกวน RFI	15
รูปที่ 3.5	ลักษณะรูปร่าง และการจัดขาของ IR2155	16
รูปที่ 3.6	บล๊อคไดอะแกรมภายในของ IR2155	18
รูปที่ 3.7	พื้นฐานวงจรประยุกต์ใช้งานเบื้องต้น	19
รูปที่ 3.8	วงสนับเบอร์ที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน และตัวเก็บประจุ	20
รูปที่ 3.9	แสดงการเปรียบเทียบการโดปสารกึ่งตัวนำ	21
รูปที่ 3.10	ขั้นตอนการสร้างฟาส-รีคัฟเวอรีไดโอด	22
รูปที่ 3.11	การเปรียบเทียบวิธีขับทรานซีสเตอร์และ มอสเฟต	23
รูปที่ 3.12	คุณสมบัติการสกัดกั้นกระแสเดรนและซอร์ส	24
รูปที่ 3.13	การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเอาต์พุตของมอสเฟตกำลัง และไบโพล่าร์ทรานซีสเตอร์	25
รูปที่ 3.14	วงจรทดสอบเวลาในการสวิทช์	27
รูปที่ 3.15	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการสวิทช์และแรงดันเกต(IRF330)	27
รูปที่ 3.16	ความสัมพันธ์ระหว่างเวลา การสวิทช์และ ความต้านทานของวงจรเกต(IRF330)	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.17 วงจรสมบูรณ์ของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 29
รูปที่ 4.1 วงจรทดสอบบัลลาสต์ 30
รูปที่ 4.2 วงจรทดสอบบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ค่าความถี่ต่างๆ 31
รูปที่ 4.3 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 1 ที่ความถี่ 85.543 kH_z 31
รูปที่ 4.4 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 1 ที่ความถี่ 70.372 kH_z 32
รูปที่ 4.5 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 1 ที่ความถี่ 58.783 kH_z 32
รูปที่ 4.6 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 1 ที่ความถี่ 47.147 kH_z 32
รูปที่ 4.7 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 1 ที่ความถี่ 35.448 kH_z 33
รูปที่ 4.8 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 1 ที่ความถี่ 32.247 kH_z 33
รูปที่ 4.9 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 2 ที่ความถี่ 85.543 kH_z 34
รูปที่ 4.10 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 2 ที่ความถี่ 70.372 kH_z 34
รูปที่ 4.11 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 2 ที่ความถี่ 58.783 kH_z 34
รูปที่ 4.12 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 2 ที่ความถี่ 47.147 kH_z 35
รูปที่ 4.13 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 2 ที่ความถี่ 32.247 kH_z 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างอัตราทนกระแสระลอกสูงสุดของตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กทรอไลท์ที่ค่าความจุและอัตราทนแรงดันขนาดต่าง ๆ 12

ตารางที่ 3.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของฟาส-รีคัฟเวอรีไดโอด 23

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของมอสเฟตตัวต่าง ๆ 26

ตารางที่ 4.1 แสดงการวัดค่าต่าง ๆ 30

ตารางที่ 4.2 แสดงถึงค่าต่าง ๆ เมื่อได้เปลี่ยนความถี่ 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา

ในปัจจุบันประเทศไทยของเราได้มีการรณรงค์เกี่ยวกับการประหยัดพลังงานเพื่อลดรายจ่ายของประเทศซึ่งก็รวมไปถึงการประหยัดพลังงานทางไฟฟ้าด้วย เช่นฉลากประหยัดไฟเบอร์ 5 หรืออีกอื่น ๆ สำหรับปริญญานิพนธ์เล่มนี้จะขอกล่าวถึงการประหยัดพลังงานในระบบไฟฟ้าส่องสว่างโดยการนำบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มาแทนบัลลาสต์แบบขดลวดเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการทำงานที่สูงกว่าบัลลาสต์แบบเดิม เช่น การให้แสงที่นิ่งกว่าคือการกระพริบของแสงจนเรารู้สึกไม่ได้ การกินกระแสน้อยกว่าซึ่งก็เท่ากับว่าประหยัดกว่า โดยปริญญานิพนธ์เล่มนี้ได้เน้นศึกษาไปที่อุปกรณ์ไฟฟ้าประหยัดพลังงานคือบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อที่เปรียบเทียบกับบัลลาสต์แบบขดลวดเป็นสำคัญ

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาถึงอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลดีของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์กับบัลลาสต์แบบขดลวด

1.3 วิธีการดำเนินงาน

โดยการศึกษาถึงประเภทของอุปกรณ์ประหยัดพลังงานบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์กับบัลลาสต์ แบบขดลวด โดยทำการเปรียบเทียบบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์กับบัลลาสต์แบบขดลวด โดยที่วิธีการดำเนินงานคือการสร้างตัวบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาเพื่อทำการวัดค่าของกระแส ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ ค่าความเข้มของแสง เป็นต้น

1.4 ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้รู้ถึงความประหยัดที่เกิดขึ้นกับบัลลาสต์ทั้งสองแบบ

1.4.2 ช่วยลดการกระพริบของแสงทั้งยังช่วยถนอมสายตาของผู้ใช้

1.4.3 ลด Power Losses ที่เกิดจากบัลลาสต์แบบขดลวด (Choke Type) และลดความต้องการพลังงานของหลอดเพื่อให้ได้ระดับแสงสว่างที่ต้องการ

1.4.4 หลอดจะติดเร็วกว่าใช้บัลลาสต์แบบขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

2.1 ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง

ในการประกอบกิจการใด ๆ ก็ตามแสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็นต่อกิจการนั้น ๆ ดังนั้นการใช้ไฟฟ้าเพื่อให้แสงสว่างจึงถือว่าเป็นค่าใช้จ่ายอย่างหนึ่งที่เราสามารถที่จะประหยัดได้ การใช้พลังงานไฟฟ้าในการให้แสงสว่างอย่างไม่มีประสิทธิภาพจะก่อให้เกิดความสูญเสียทางด้านพลังงานโดยเปล่าประโยชน์

สำหรับระบบไฟฟ้าแสงสว่างนั้นสิ่งที่สำคัญที่สุดก็คงจะเป็นหลอดไฟฟ้า โดยหลอดไฟฟ้าที่ผลิตออกมาจำหน่ายเพื่อใช้ในการให้แสงสว่างทั่ว ๆ ไปมีอยู่หลายชนิดแต่ในที่นี้จะขอกล่าวถึงชนิดที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์

2.2 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดที่ใช้กันมากในปัจจุบันนี้เพราะเป็นหลอดที่มีประสิทธิภาพสูง ประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์มีประมาณ 72 ลูเมนต่อวัตต์ เมื่อเทียบกับหลอดอินแคนเดสเซนต์ 100 วัตต์ซึ่งมีประสิทธิภาพเพียง 17.5 ลูเมนต่อวัตต์ นอกจากนี้อายุการใช้งานของหลอดนานถึง 20,000 ชั่วโมง ความจ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ก็ลดลงความร้อนที่เกิดขึ้นในขณะทำงานก็น้อยกว่าแต่มีการใช้อุปกรณ์ประกอบมากกว่า

การทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์จะอาศัยพลังงานจากแสงอัลตร้าไวโอเลตซึ่งเกิดขึ้นจากไอปรอทที่บรรจุในก๊าซเฉื่อย เช่น ก๊าซอาร์กอน คริปตอน หรือนีออน ที่ความดันต่ำ ๆ ไอปรอทจะได้รับพลังงานจากแหล่งปลดปล่อยพลังงาน หรือกระตุ้นให้ไอปรอทปลดปล่อยพลังงานออกมาซึ่งแสงอัลตราไวโอเลตที่เปล่งออกมาจากไอปรอทนี้จะกระทบเข้ากับผิวในของหลอดแก้วซึ่งฉาบไว้ด้วยสารเรืองแสงที่เรียกว่า ฟอสเฟอร์ (Phosphor) หรือ Fluorescent materia ตัวสารเรืองแสงนี้ก็จะทำหน้าที่เปลี่ยนแสงอัลตราไวโอเลตซึ่งไม่สามารถมองเห็นให้กลายเป็นแสงสว่างที่ปรากฏแก่สายตาของคนเราได้

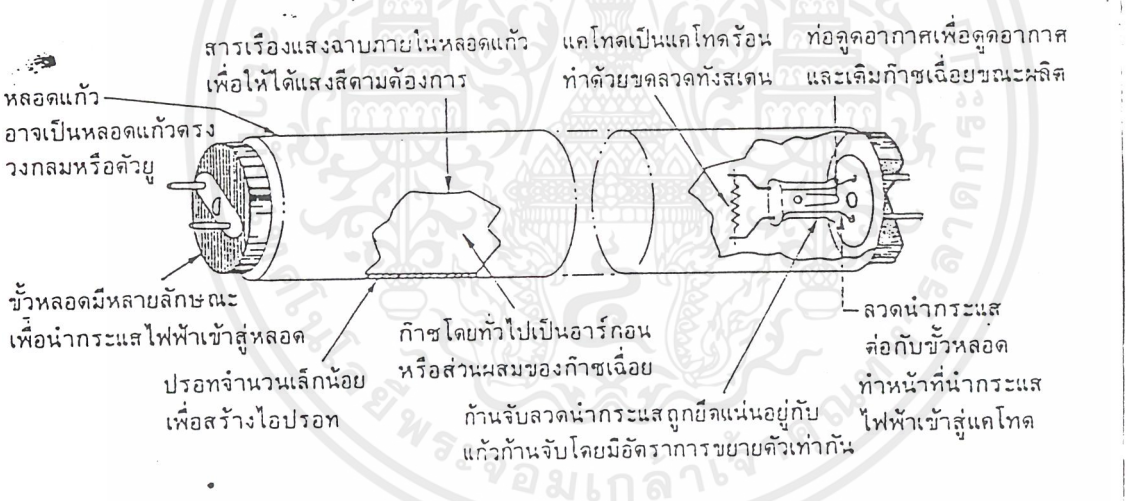
ตัวหลอดไฟฟ้านั้น จริง ๆ แล้วก็คือหลอดแก้วที่ภายในฉาบด้วยสารเรืองแสง จากนั้นก็จะถูกดูดเอาอากาศออกและไอปรอทจำนวนเล็กน้อยและก๊าซเฉื่อยไว้ภายใน ที่ปลายทั้งสองข้างของหลอดแก้วจะมีขั้วไฟฟ้าที่ เรียกว่า อีเล็กโทรด (Electrode) เมื่อเปิดสวิทช์ให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดฟลูออเรสเซนต์ ทางเดินของกระแสไฟฟ้าผ่านขั้วอีเล็กโทรดจะทำให้ขั้วอีเล็กโทรดร้อนและปล่อยอีเล็กตรอนออกมา ซึ่งอีเล็กตรอนนี้จะออกมาจากสารปล่อยอีเล็กตรอน (Emissive material) ซึ่งเคลือบไว้บนไส้หลอด นอกเหนือจากอีเล็กตรอนที่ปล่อยออกมาโดยความร้อนก็ยังมีอีเล็กตรอนที่ถูกปล่อยออกมา เนื่องจากความแตกต่างของค่าแรงดันระหว่าง ขั้วอีเล็กตรอนทั้งสองอีเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงจากขั้วอีเล็กโทรดหนึ่งไปยังขั้วอีเล็กโทรดอีกขั้วหนึ่ง ก่อให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกิดลำอีเล็กตรอนหรืออาร์คซึ่งเคลื่อนที่ผ่านไอของปรอททำให้ปรอทได้รับพลังงานจากอีเล็กตรอน และทำให้หลอดได้รับความร้อนและเพิ่มค่าแรงดันของไอปรอทจนถึงจุดที่หลอดจะมีประสิทธิภาพสูงที่สุด

สภาวะที่เกิดขึ้นภายในหลอดแก้วนี้จะมีคุณสมบัติที่ขึ้นอยู่กับค่าความดันของก๊าซที่อยู่ภายในและค่าความต่างศักย์ระหว่างขั้วอีเล็กโทรดทั้งสอง คุณสมบัติที่สำคัญก็คือ การก่อให้เกิดแสงที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และเสงอัลตร้าไวโอเลตเมื่ออีเล็กตรอนที่เคลื่อนที่เข้าชนกับอะตอมของไอปรอทและทำให้อีเล็กตรอนของไอปรอทกระเด็นออกจากวงโคจรของมันอีเล็กตรอนที่กระเด็นออกมาเหล่านี้จะพยายามที่จะกลับคืนเข้าสู่วงโคจรเดิม ดังนั้นมันจะปล่อยพลังงานที่ได้รับออกมาก่อนที่จะกลับเข้าสู่สถานะเดิม พลังงานที่ปล่อยออกมานี้ส่วนใหญ่แล้วจะเป็นแสงอัลตร้าไวโอเลตที่มีความยาวคลื่น 253.7 นาโนมิเตอร์ แสงอัลตร้าไวโอเลตนี้จะถูกเปลี่ยนเป็นแสงที่ตาสามารถมองเห็นได้ โดยสารเรืองแสงซึ่งจะมีคุณสมบัติในการดูดกลืนแสงอัลตราไวโอเลตเอาไว้และปล่อยแสงที่มีความยาวคลื่นมากกว่าซึ่งตาคนเราสามารถมองเห็นได้

<u>โครงสร้างของหลอดฟลูออเรสเซนต์</u>



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบภายในของหลอดฟลูออเรสเซนต์

<u>ตัวหลอด</u> ขนาดและรูปร่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์จะได้รับการกำหนดโดยรหัสที่ประกอบด้วยตัว T (หมายความว่า หลอดกลม T มาจากคำว่า Tubular) จากนั้นจะตามด้วยตัวเลขซึ่งตามด้วยเส้นผ่าศูนย์กลางของหลอด สำหรับขนาดความยาวโดยทั่วไป จะแตกต่างกันโดยมีตั้งแต่ 6-69 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคลือบแสง สีของแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะอยู่กับส่วนประกอบทางเคมีของสารเรืองแสงที่ใช้ฉาบภายในของหลอดแก้ว โดยใช้ส่วนผสมที่แตกต่างกันไปจะทำให้หลอดมีสีสันที่แตกต่างกันออกไป

ขั้วอาโนด ขั้วอีเล็กโทรดที่ตอนปลายของหลอดจะเป็นขดลวดทังสเตนทีนำมาขดซ้อน ๆ กันและฉาบด้วยสารชนิดที่จะปลดปล่อยอีเล็กตรอนออกมา ซึ่งอาจได้แก่ แบเรียม แคลเซียมออกไซด์ สารที่กล่าวมานี้จะปลดปล่อยอีเล็กตรอนออกมาเมื่อได้รับความร้อนถึงจุดทำงานของมันที่จะตกประมาณ 950 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมินี้อีเล็กตรอนจะถูกปลดปล่อยออกมาอย่างอิสระโดยมีจำนวนเพียงเล็กน้อยเท่านั้นที่สูญเสียไปที่คาโถด การปลดปล่อยอีเล็กตรอนออกมานี้เรียกว่า Thermionic emission เนื่องจากความร้อนเป็นตัวที่ทำให้เกิดการปลดปล่อยอีเล็กตรอนมากกว่าแรงดันไฟฟ้า คาโถดชนิดนี้เรียกว่า คาโถดร้อน (Hot cathode) ซึ่งจะต้องการแรงดันไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดลำอีเล็กตรอนภายในหลอดไม่มากนัก

ขั้วหลอด ขั้วของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดพรีฮีตและแรพอิดสตาร์จะต้องการขั้ว 2 ขั้วที่แต่ละข้างของหลอด

ขั้นตอนการจุดติดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ซึ่งพอจะแบ่งได้ 4 ระยะคือ

1.การเบรคดาวน์

2.การโกลว์

3.การเปลี่ยนจากการโกลว์ไปสู่การอาร์ก

4.การอาร์ก

วิธีการก่อนที่หลอดไฟสว่าง

1.เมื่อได้รับกระแสไฟฟ้าไส้หลอดทังสเตนจะร้อนแดงจะปล่อยกลุ่มอิเล็กโทรดหัว-ท้าย

2.อิเล็กตรอนจะวิ่งไปมาระหว่างอิเล็กโทรดหัวท้ายเพราะมีก๊าซเป็นตัวนำกลุ่มอิเล็กตรอนกระทบกับอะตอมของไอปรอทและก๊าซอาร์กอนทำให้เกิดแสงอัลตร้าไวโอเลตซึ่งเรามองเห็น

3.แสงอัลตร้าไวโอเลตจะไปกระทบผงฟลูออเรสเซนต์ที่ทำจากสารฟอสเฟอร์เป็นวัตถุเรืองแสงที่เคลือบภายในหลอดแก้วและเกิดแสงสว่างขึ้นหลังจากการเปิด1-5วินาที

2.3 บัลลาสต์ (Ballast)

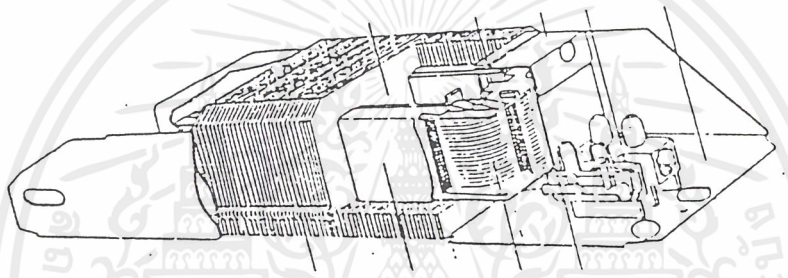
บัลลาสต์จะทำหน้าที่ควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้า บัลลาสต์จะต่ออนุกรมเข้ากับหลอดและสตาร์ทเตอร์ บัลลาสต์ทำด้วยลวดพันรอบแกนเหล็กที่ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ วางเรียงซ้อนกันหลายๆรอบทำให้เกิดการเหนี่ยวนำ (Self Inductance) เมื่อคอนแทคของสตาร์ทเตอร์แยกออกจากกันทำให้เกิดความต่างศักย์ทางไฟฟ้าสูงตกคร่อมหลอดทันที ซึ่งนำไปสู่ขั้นตอนการจุดติดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว นอกจากการสตาร์ทแล้วบัลลาสต์ยังทำหน้าที่อีกอย่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนึ่งเป็น Safety Device คือทำหน้าที่จำกัดไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดมากเกินไปและทำให้กระแสคงที่ ในที่นี้จะขอกล่าวถึงบาลลาสต์ชนิดอินดักเตอร์

2.3.1 อินดักเตอร์บัลลาสต์

โครงสร้างและส่วนประกอบของบัลลาสต์อินดักเตอร์มีลักษณะดังรูปที่ 2.2 ส่วนประกอบหลักของบัลลาสต์ประกอบด้วยแกนเหล็กบาง (Laninatd iron) ลวดทองแดงอาบน้ำยา (Enamelled Copperwire) และการฉนวน (Insulation) ซึ่งส่วนประกอบดังกล่าวทั้งหมดจะเป็นตัวกำหนดคุณภาพและสมรรถนะของบัลลาสต์โดยตรง บัลลาสต์ที่ออกแบบสิ่งแรกที่ควรจะคำนึงถึงคือ ควรมีค่ากำลังสูญเสียไป ค่าสูญเสียที่เกิดขึ้นจะเกิดจากความต้านทานของขดลวดที่ใช้พันซึ่งจะเพิ่มขึ้นตามอุณหภูมิที่ใช้งานของตัวบัลลาสต์จะยังเกิดจากค่าฮีสเตอร์รีซีส (Hysteresis) และกระแสไหลวนในแกนเหล็ก (Eddy Current)



รูปที่ 2.2 ลักษณะโครงสร้างของอินดักเตอร์บัลลาสต์

บัลลาสต์ชนิดนี้ประกอบด้วยลวดทองแดงชนิดที่เคลือบด้วยสารที่ทำหน้าที่เป็นฉนวนไฟฟ้าพันบนแกนเหล็กชนิดที่มีค่าความซึมซาบของสนามแม่เหล็ก (Permibility) สูงซึ่งส่วนใหญ่หรือทั้งหมดจะทำจากซิลิกอน แล้วรีดให้เป็นแผ่นบาง (Laminated Silicon Iron) การที่เลือกใช้ซิลิกอนนั้นเพราะว่าค่าสูญเสียเมื่อเทียบกับต้นทุนการผลิตอยู่ในเกณฑ์ที่เหมาะสม เหล็กซิลิกอนแต่ละแผ่นจะฉาบหรือคั่นด้วยฉนวนไฟฟ้าเพื่อเป็นการลดค่าสูญเสียเนื่องจากกระแสไหลวน นอกจากนั้นจำเป็นต้องมีช่องอากาศ (Air gap) เพื่อป้องกันการอิ่มตัวของเส้นแรงแม่เหล็ก (Flux Saturation) และอาจจำเป็นต้องอาบด้วยวานิส (Varnish) น้ำยาคอมบาวด์ (Compound) หรือเรซิน (Rasin) เพื่อเป็นการป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจจะเกิดขึ้นได้

ลักษณะการพันของขดลวดอาจเป็นแบบเชลล์ (Shell Type) หรือแบบคอร์ (Core Type) ส่วนการพันตามแนวยาวหรือแนวขวางขึ้นอยู่กับลักษณะของบัลลาสต์ที่ออกแบบขดลวดจะพันอยู่กับบอบบิ้น (Bobbins) ที่ทำด้วยพลาสติกฉนวนที่เคลือบด้วยลวดทองแดงจะถูกกำหนดให้ใช้งานที่อุณหภูมิค่าหนึ่ง (Opertring Temperature) ซึ่งค่านี้จะเป็นตัวกำหนดคุณภาพของบัลลาสต์เพราะอายุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานของบัลลาสต์จะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่ขดลวดสามารถรับได้หากเลือกขดลวดที่สามารถรับอุณหภูมิได้สูงก็จะทำให้อายุการใช้งานนานขึ้น

สรุปหน้าที่ของบัลลาสต์

1.ทำหน้าที่เป็นตัวหน่วงแรงดันไฟฟ้าให้พอดีตามขนาดของไส้หลอด เพราะไส้หลอดบอบบางมากไม่สามารถรับแรงดันไฟฟ้าได้โดยตรง

2.ทำหน้าที่เป็นตัวจำกัดกระแสไฟฟ้าในขณะที่หลอดจุดติดแล้ว ทั้งนี้เพราะเมื่อหลอดติดสว่างก๊าซที่อยู่ภายในหลอดจะมีอุณหภูมิเพิ่มขึ้นทำให้ค่าความต้านทานภายในหลอดต่ำลง

3.ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันในขณะจุดไส้หลอดเพราะว่าเมื่อหลอดยังไม่สว่าง ความต้านทานของหลอดจะมีค่าสูงเนื่องจากหลอดมีความยาวดังนั้นบัลลาสต์จึงทำหน้าที่เพิ่มแรงดันขณะเริ่มต้น

2.4 <u>สตาร์ทเตอร์</u> (Starter)

สตาร์ทเตอร์ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปเป็นแบบโกลว์ (Glow Type) ประกอบด้วยคอนแทคที่เคลื่อนที่ (Movable Contact) และคอนแทคที่อยู่กับที่ (Fixed Contact) คอนแทคทั้งสองประเภทนี้บรรจุอยู่ในขั้วหลอดแก้วเล็กๆภายในบรรจุด้วยก๊าซอาร์กอน

คอนแทคที่เคลื่อนที่ติดอยู่กับ Bimetal Strip (แผ่นโลหะที่มีสารสองอย่างซึ่งมีการขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนต่างกัน) โดยปกติคอนแทคทั้งสองจะไม่แตะกันแต่เมื่อเราเปิดไฟให้วงจรทำงานจะทำให้มีศักย์ไฟฟ้า 220 โวลต์

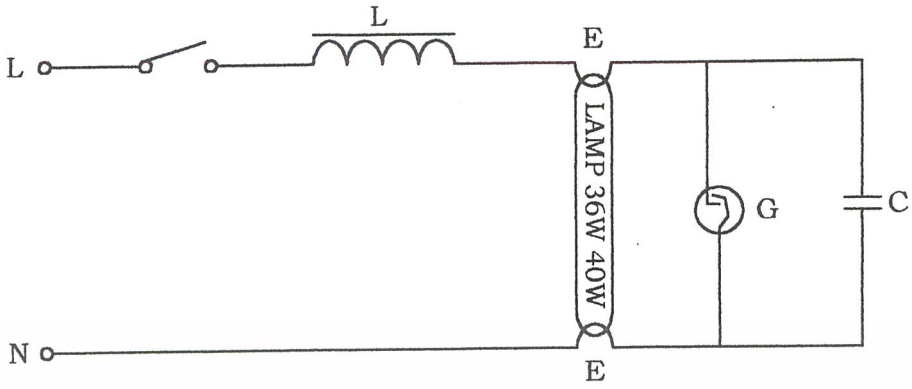
ตกคร่อมคอนแทคทั้งสองนี้จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าเพียงเล็กน้อยไหลผ่านก๊าซอาร์กอนโดยการอาร์คและกระแสที่ไหลผ่านคอนแทคจะทำให้ Bimetal Strip ร้อนและแตะถึงกัน

ขณะเดียวกันกระแสจำนวนนี้จะวิ่งผ่านไส้หลอดทำให้ไส้หลอดร้อนและก๊าซในหลอดจะแตกตัวเป็นไอออน (Ion)

ทำให้เกิดการจุดติดของหลอด เมื่อหลอดติดสว่างกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหน้าคอนแทคจะลดลง ทำให้สตาร์ทเตอร์เย็นตัวลงและตัดวงจรสตาร์ทเตอร์ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 2.3 การต่อวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์

การต่อหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วไปแสดงดังรูป 2.2 ประกอบด้วยบัลลาสต์ L และสตาร์ทเตอร์ G โดยมีตัวเก็บประจุ C ทำหน้าที่จำกัดสัญญาณรบกวนจากความถี่วิทยุ

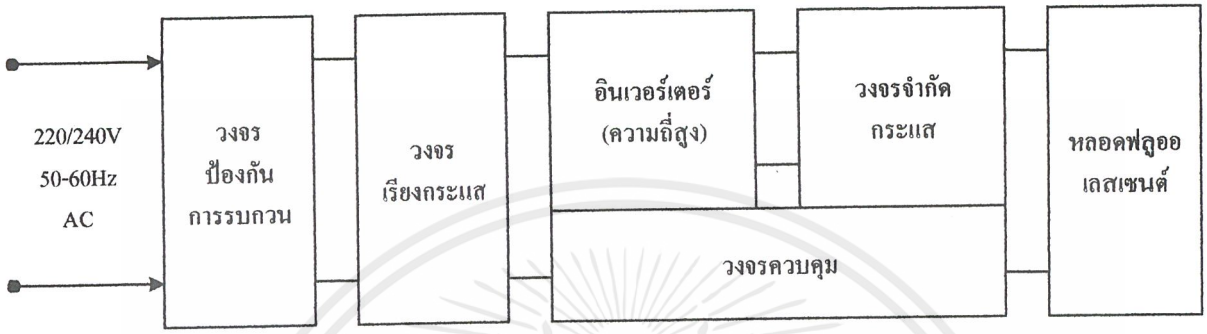
เมื่อยังไม่ได้เปิดสวิตซ์ก๊าซอาร์กอนและไอปรอทในหลอดยังไม่แตกตัวเป็นอิออนเพื่อนำกระแสดังนั้นที่ขั้วหลอดระหว่าง E-E จึงมีความต้านทานสูงมาก ส่วนสตาร์ทเตอร์ G นั้นโดยปกติหน้าคอนแทคของสตาร์ทเตอร์จะไม่ต่อถึงกัน

เมื่อเปิดสวิตซ์จ่ายไฟ 220 โวลท์ ผ่านบัลลาสต์ L มาตกคร่อมสตาร์ทเตอร์ G 220 โวลท์ทำให้คอนแทคของสตาร์ทเตอร์ร้อนและต่อถึงกัน ในขณะนี้จะมีกระแสจำนวนมากไหลผ่านบัลลาสต์ L และไส้หลอด E-E ซึ่งกระแสที่ไหลผ่านจะถูกกำหนดโดยบัลลาสต์ L ตามขนาดวัตต์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นผลทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้นมาจำนวนหนึ่ง และพอหน้าคอนแทคของสตาร์ทเตอร์กลับสู่สภาพเดิม คือเปิดหน้าคอนแทคออกเหตุนี้กระแสที่ไหลผ่านบัลลาสต์ L จึงลดลงอย่างกระทันหันทำให้บัลลาสต์คายพลังงานออกมาในรูปของแรงดัน (แรงดันทรานเซียล) ซึ่งเมื่อรวมกับไฟสลับ 220 โวลท์ ทำให้ก๊าซอาร์กอน และปรอทแตกตัวเป็นอิออน อิเล็กตรอนอิสระที่ไส้หลอด E-E จึงสามารถวิ่งผ่านถึงกันได้จะทำให้มีกระแสไหลผ่านตลอดและเมื่อหลอดสว่างแรงดันตกคร่อมหลอดจะลดลง ประมาณ 100 โวลท์ ซึ่งมีค่าไม่เพียงพอให้หน้าคอนแทคของสตาร์ทเตอร์ต่อถึงกันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีวงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ส่วนใหญ่ โดยหลักๆแล้วจะประกอบด้วยวงจรภายในส่วนต่างๆ ดังรูป



รูปที่3.1 ส่วนประกอบภายในของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

วงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 6 ส่วน

1.เรกติไฟเออร์(Rectifier)

2.RFI ฟิลเตอร์

3.วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

4.วงจรสนับเบอร์(Snubber)

5.ฟาสต์-รีคัฟเวอร์ไดโอด(Fast Recovery Diode)

6.วงจรขับด้วยมอสเฟต

3.1 เรกติไฟเออร์ (Rectifier)

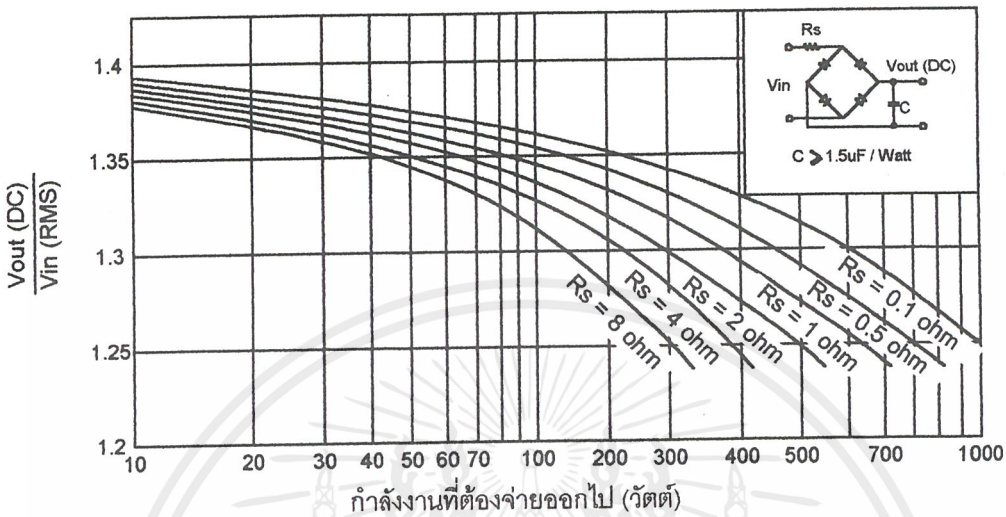
เรกติไฟเออร์นับเป็นส่วนสำคัญที่สุดของวงจรในส่วนอินพุตของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ และเป็นตัวกำหนดค่าอัตราทนกระแสของฟิวส์และ RFI ฟิลเตอร์ เรกติไฟเออร์จะประกอบด้วยอุปกรณ์สำคัญ 3 ตัวคือ ตัวต้านทานจำกัดกระแส R_s ตัวเก็บประจุฟิลเตอร์ และไดโอดเรกติไฟเออร์ มีหน้าที่หลักคือ เปลี่ยนแรงดันไฟสลับให้เป็นไฟตรงเพื่อเป็นแรงดันอินพุตให้กับวงจรต่อไป

3.1.1.<u>ตัวต้านทานจำกัดกระแส R_s</u>

ตัวต้านทานจำกัดกระแส R_S จะเป็นตัวจำกัดกระแสกระชากที่เกิดขึ้นในวงจร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเวลาเริ่มเปิดเครื่องให้ทำงาน ตัวเก็บประจุขณะชาร์จจะเหมือนมีการลัดวงจรขึ้น ถ้าค่าตัวเก็บประจุสูงก็จะทำให้เกิดกระแสกระชากสูงด้วย การกำหนดค่าความต้านทานจำกัดกระแส R_s จะทำให้การไหลของกระแสขณะเปิดเครื่องเป็นไปอย่างช้าๆ และลดกระแสกระชาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อตัวต้านทานจำกัดกระแส R_S จะทำให้ประสิทธิภาพของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ลดลงเนื่องจากการเกิดการสูญเสียในตัวต้านทาน ค่าของแรงดันที่ได้ของวงจรจะขึ้นกับค่าของ R_S และกำลังงานที่ต้องจ่ายออกไป



รูปที่3.2 ค่าแรงดันไฟตรงเฉลี่ยเอาท์พุตของวงจรเรดติไฟเออร์ที่ได้ที่โหลดและตัวต้านทานจำกัดกระแส Rs ค่าต่าง ๆ

3.1.2.<u>ตัวเก็บประจุฟิลเตอร์ C</u>

ตัวเก็บประจุฟิลเตอร์ C จะเป็นตัวกรองแรงดันไฟตรงที่ได้จากการเรียงกระแสของไดโอด $D_1 - D_4$ ให้มีค่าเรียบมากขึ้น และช่วยให้กระแสที่ได้มีค่าเพียงพอตามที่วงจรต้องการ

การพิจารณาเลือกตัวเก็บประจุฟิลเตอร์ C

1.อัตราทนกระแสระลอกของตัวเก็บประจุ (RMS Rippie Current Rating)

2.ค่าแรงดันกระเพื่อมที่เอาท์พุตของวงจรเรกติไฟเออร์ (Ripple Voltage)

3.ช่วงเวลาโฮลอัพที่ต้องการ (Holdup Time)

4.อัตราทนแรงดันของตัวเก็บประจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. อัตราทนกระแสระลอก

อัตราทนกระแสระลอกในตัวเก็บประจุฟิลเตอร์เกิดจากการชาร์จและคายประจุของตัวเก็บประจุเองค่ากระแสระลอกของตัวเก็บประจุฟิลเตอร์อาจหาได้จากค่ากระแสประสิทธิผล I_e ของวงจรเรกติไฟเออร์ และกราฟในรูปที่ 3.3

$$Ie = \frac{P_{in}}{V_{in\max}} \qquad \text{.....(3.1)}$$

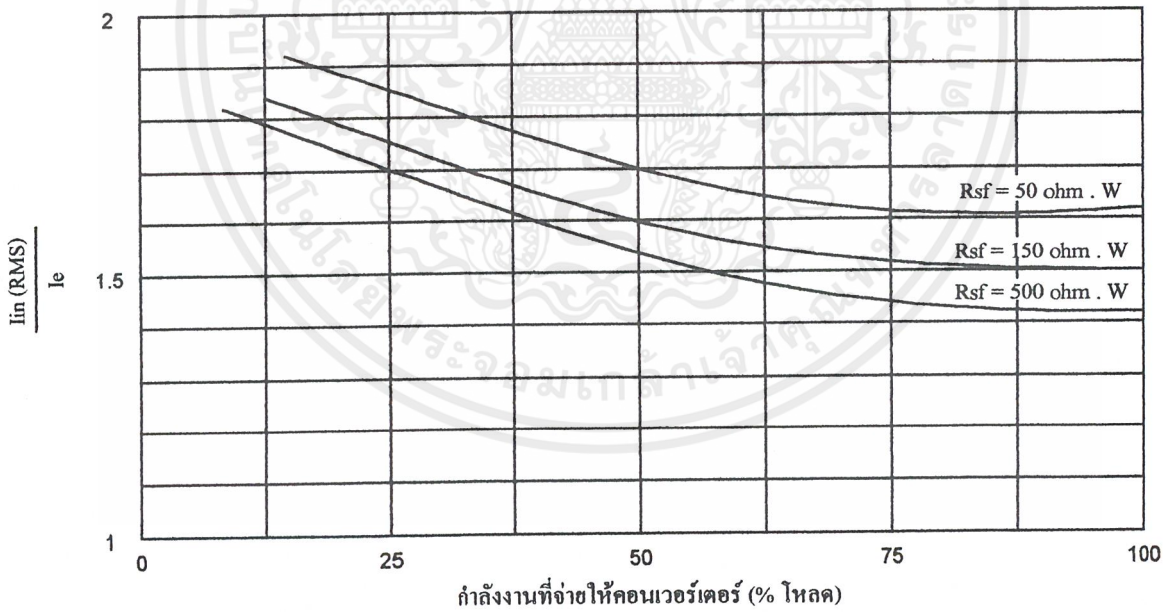
เมื่อ Ie คือ ค่ากระแสประสิทธิผลที่อินพุต เป็นอาร์เอ็มเอสแอมป์

P_{IN} คือ กำลังที่จ่ายเข้าทางด้านอินพุต เป็นวัตต์

V_{INrms} คือ ค่าแรงดันอาร์เอ็มเอสที่อินพุต เป็นอาร์เอ็มเอสโวลท์

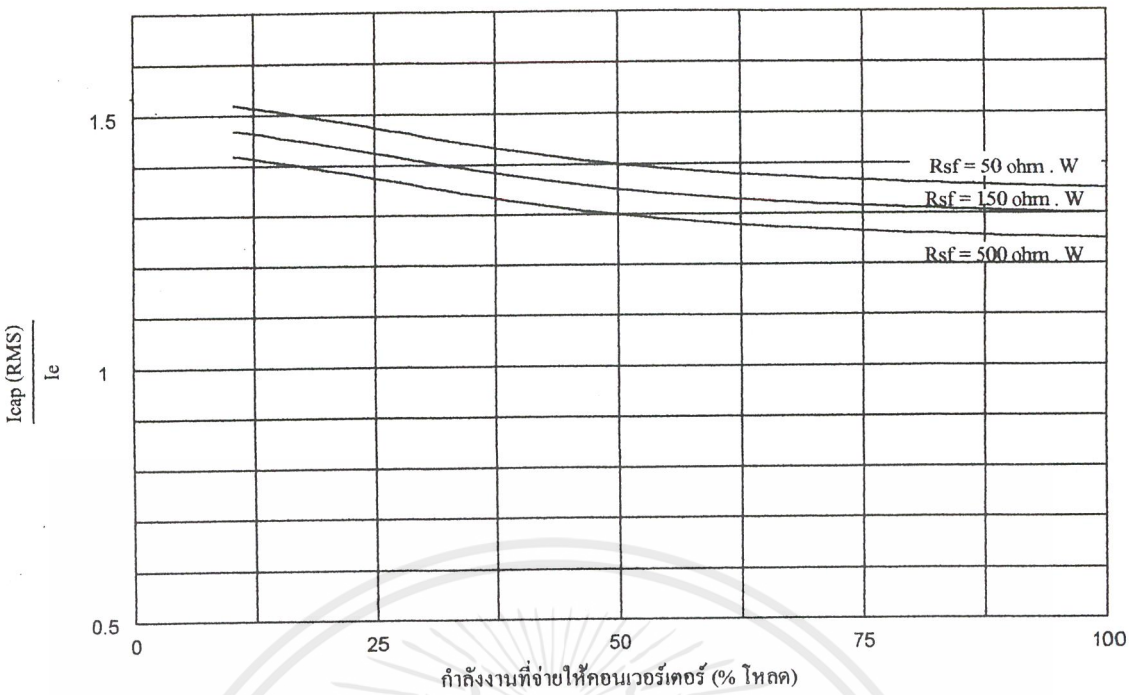
ส่วน R_{sf} คือค่าแฟกเตอร์ของตัวต้านทาน R_S หาได้จาก

$$R_{sf} = R_S P_{IN} \qquad \text{.....(3.2)}$$

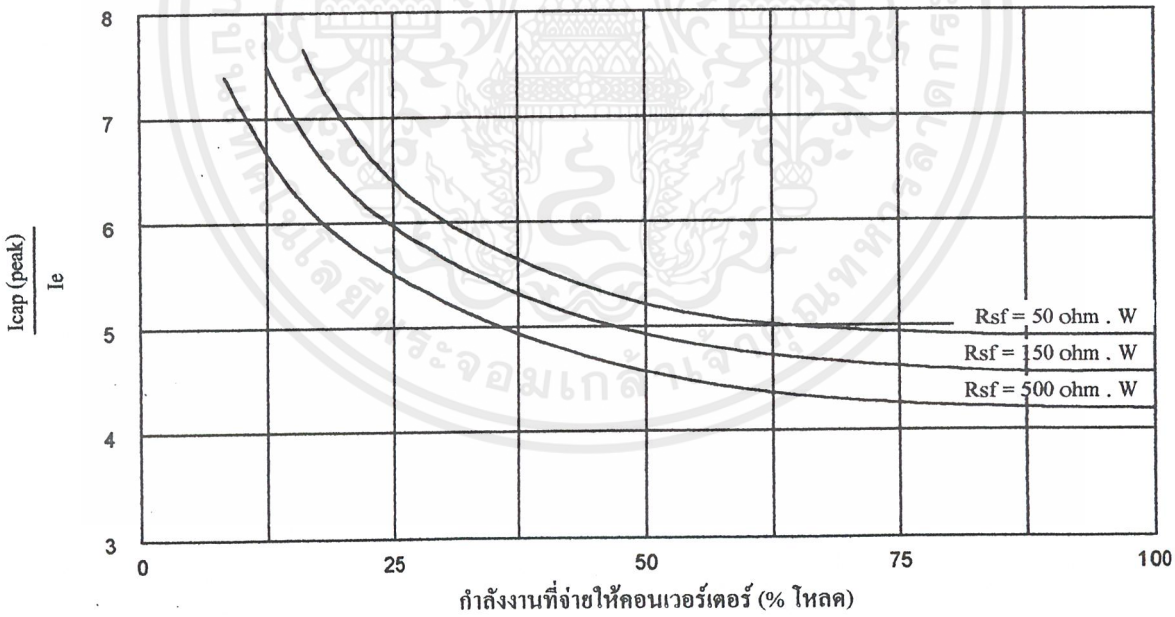


รูปที่ 3.3 ก แสดงค่ากระแส RMS ที่ผ่านเรกติไฟเออร์เมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิผล Ieต่อกำลังงานที่เรกติไฟเออร์ต้องจ่ายออกไปให้อินเวอร์เตอร์ (คิดเป็นเปอร์เซนต์สูงสุด) ที่ค่า Rsf ต่าง ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ข ค่ากระแสระลอก (RMS) ที่ตัวเก็บประจุฟิลเตอร์เมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิผล Ieต่อกำลังงานที่เรกติไฟเออร์ต้องจ่ายออกไปให้อินเวอร์เตอร์ (คิดเป็นเปอร์เซนต์สูงสุด) ที่ค่า Rsf ต่าง ๆ กัน



รูปที่ 3.3 ค ค่ากระแสสูงสุดที่ผ่านตัวเก็บประจุฟิลเตอร์เมื่อเปรียบเทียบกับค่าประสิทธิผล Ieต่อกำลังงานที่เรกติไฟเออร์ต้องจ่ายออกไปให้อินเวอร์เตอร์ (คิดเป็นเปอร์เซนต์สูงสุด) ที่ค่า Rsf ต่าง ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสระลอกในตัวเก็บประจุจะทำให้ตัวเก็บประจุร้อนและลดอายุการใช้งานของตัวเก็บประจุลงได้ ตัวอย่างค่าอัตราทนกระแสระลอกของตัวเก็บประจุดูได้ในตารางที่ 3.1

VDC / UF	63	80	100	160	200	250	315	350	400	450
0.1										
0.22										
0.33										
0.47			9							
0.68			13							
1.0			17		20		23	24	26	29
1.5			22							
2.2			27		30	32	38	38	43	48
3.3			44	45	47	47	53	57	65	71
4.7	35		50	55	55	55	61	71	80	88
6.8	48		75	72	70	78	77	88	105	121
10	60		100	89	90	100	107	124	153	175
15	90	120	135	132	125	145	143	161	196	220
22	120		170	175	175	180	200	225	262	288
33	155	160	210	220	220	235	265	296	315	
47	210	220	320	295	300	330	343	357		
68	275	290	400	400	380	440				
100	340	360	470	505	520	550				

ตาราง 3.1 ตัวอย่างอัตราทนกระแสระลอกสูงสุดของตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กทรอไลท์ที่ค่าความจุและอัตราทนแรงดันขนาดต่าง ๆ

2.แรงดันกระเพื่อมที่เอาท์พุตของเรกติไฟเออร์

การกระเพื่อมของแรงดันที่เอาท์พุตของเรกติไฟเออร์จะมีผลโดยตรงต่อการทำงานของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ในส่วนของอินเวอร์เตอร์จะลดความสามารถในการคงค่าแรงดันที่เอาท์พุตของอินเวอร์เตอร์ลงไป และทำให้ช่วงแรงดันไฟสลับแคบลง ปกติการออกแบบบัลลาสต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กทรอนิกส์จะยอมให้เรกติไฟเออร์มีค่าแรงดันกระเพื่อมได้ไม่เกิน 10% ของค่าแรงดันเอาท์พุตที่ได้จากรูปที่ 3.2

ค่าของตัวเก็บประจุฟิลเตอร์ C คำนวณได้โดย

$$C = \frac{I_e . \Delta t_{ms}}{\Delta V_{ripple}} \qquad \text{.....(3.3)}$$

เมื่อ I_e คือ ค่ากระแสประสิทธิผลของวงจรเรกติไฟเออร์

Δt คือ ช่วงเวลาที่ C คายประจุ

ΔV_{ripple} คือ ค่ายอดถึงยอดของแรงดันกระเพื่อมที่เอาท์พุต

3.ช่วงเวลาโฮลด์อัพ

ช่วงเวลาโฮลด์อัพ เป็นช่วงเวลาที่บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยังสามารถคงค่าแรงดันที่เอาท์พุตได้ตามปกติที่โหลดสูงสุดเมื่อมีการหยุดจ่ายแรงดันไฟสลับต่ำกว่ากำหนด และเพื่อให้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีค่าเวลาโฮลด์อัพ ตัวเก็บประจุฟิลเตอร์จะต้องมีค่ามากพอเพื่อจ่ายกระแสให้กับอินเวอร์เตอร์เมื่อมีการหยุดจ่ายแรงดันไฟสลับ ค่าของ C เพื่อให้เกิดช่วงเวลาโฮลด์อัพหาได้จาก

$$C = \frac{2P_o t_H}{\eta(V_s^2 - V_f^2)} \qquad \text{.....(3.4)}$$

เมื่อ P_o คือ ค่ากำลังงานสูงสุดที่เอาท์พุตของอินเวอร์เตอร์

η คือ ค่าประสิทธิภาพของอินเวอร์เตอร์

V_s คือ ค่าแรงดันที่ตัวเก็บประจุฟิลเตอร์ก่อนหยุดจ่ายแรงดันไฟสลับ

V_f คือ ค่าแรงดันที่ตัวเก็บประจุฟิลเตอร์หลังหยุดจ่ายแรงดันไฟสลับ

t_H คือ ค่าช่วงเวลาโฮลด์อัพที่ต้องการ(โดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ 20×10^{-3} วินาที ถึง 50×10^{-3} วินาที

4.อัตราทนแรงดัน

ตัวเก็บประจุฟิลเตอร์ต้องทนแรงดันได้อย่างต่ำที่ค่าแรงดันไฟตรงเอาท์พุตของเรกติไฟเออร์ แต่เพื่อความปลอดภัยควรเผื่อค่าอัตราทนแรงดันของตัวเก็บประจุฟิลเตอร์ไว้อย่างน้อยที่ค่าแรงดันไฟตรงสูงสุดที่เป็นไปได้ของอินเวอร์เตอร์ เช่น บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีแรงดันไฟสลับอินพุต 187-264 โวลท์ ตัวเก็บประจุฟิลเตอร์ควรมีอัตราทนแรงดันอย่างต่ำที่ 385 โวลท์ หรือ 400 โวลท์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3. ไดโอดเรกติไฟเออร์

การเลือกใช้ไดโอดเรกติไฟเออร์มีข้อควรพิจารณาดังต่อไปนี้

1. ค่ากระแสกระชาก I_{SFM} (Maximum Surge Current)

กระแสกระชากสูงสุดที่ผ่านไดโอดจะเกิดขึ้นขณะเปิดเครื่องเมื่อตัวเก็บประจุฟิลเตอร์ยังไม่มีประจุสะสมอยู่ ค่ากระแสกระชากสูงสุดคำนวณได้จาก

$$I_{SFM} = \frac{V_{peak}}{R_S + ESR} \qquad \text{.....(3.5)}$$

เมื่อ V_{peak} คือ แรงดันยอดสูงสุดของไฟสลับอินพุต

ESR คือ ค่าความต้านทานแฝงในตัวเก็บประจุค่าต่ำสุด

R_S ค่าของตัวต้านทานจำกัดกระแส

โดยทั่วไปแล้วไดโอดเรกติไฟเออร์จะมีค่าอัตราทนกระแสกระชาก I_{FSM} ประมาณ 20-30 เท่าของอัตราทนกระแสเฉลี่ยขณะถูกไบอัสตรงของมัน ไดโอดเรกติไฟเออร์ที่ใช้จะต้องมีอัตราทนกระแสกระชากมากกว่าที่คำนวณได้จากสมการที่ 3.5

2. ค่ากระแสสูงสุดเมื่อถูกไบอัสตรง I_{FRM} (Maximum Forward Current)

ค่ากระแสสูงสุดที่เกิดขึ้นในวงจรเรกติไฟร์ จะเกิดขึ้นในจังหวะที่ตัวเก็บประจุฟิลเตอร์มีการเก็บประจุอีกครั้งหลังจากคายประจุออกไปให้โหลด ค่ากระแสสูงสุดเมื่อถูกไบอัสตรงของไดโอดเรกติไฟร์ I_{FRM} จึงหาได้จากค่ากระแสสูงสุดของตัวเก็บประจุฟิลเตอร์จากกราฟในรูปที่ 3.3(ค) นั้นเอง

3. ค่ากระแสเฉลี่ยเมื่อถูกไบอัสตรง I_{FM} (Maximum Average Forward Current)

เป็นค่ากระแสเฉลี่ยสูงสุดที่ไดโอดเรกติไฟร์จะได้รับขณะทำงาน การพิจารณาค่า I_{FM} อาจทำได้โดยใช้กราฟในรูปที่ 3.3(ก) ในการปฏิบัติควรเผื่อค่ากระแสเฉลี่ยสูงสุด I_{FM} ของไดโอดไว้ที่ประมาณ 1.5-2 เท่า จากที่คำนวณได้ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและเพิ่มอายุการใช้งาน

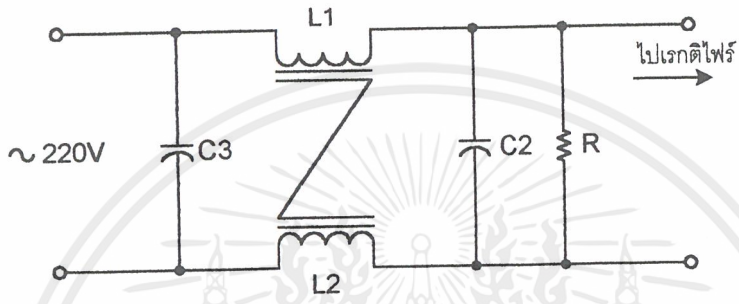
4. อัตราทนแรงดันไบอัสกลับสูงสุด V_{RRM}

ในบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ปกติเรกติไฟเออร์ต้องต่อเข้ากับแรงดันไฟสลับ 220 โวลท์ ดังนั้นอัตราทนแรงดันไบอัสกลับสูงสุดของไดโอด V_{RRM} จึงต้องมีค่าไม่ต่ำกว่าค่ายอดสูงสุดของแรงดันไฟสลับ อย่างไรก็ตาม ควรพิจารณาเผื่อค่าแรงดันไบอัสกลับ ให้มากกว่าแรงดันยอดสูงสุดของแรงดันไฟสลับเอาไว้ด้วย สำหรับกรณีที่อาจเกิดทรานเซียนต์ขึ้นได้ในสายไฟสลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 RFI อินพุตฟิลเตอร์

การทำงานของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เป็นการทำงานในลักษณะ การการเปลี่ยนแปลงของกระแสอย่างฉับพลันที่ค่ากระแสสูงๆ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จึงเป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวน RFI ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องมีวงจรฟิลเตอร์เพื่อลดสัญญาณรบกวนที่จะออกไปภายนอก ให้อยู่ในระดับที่ยอบรับได้ วิธีการลดสัญญาณรบกวน RFI ที่ใช้กันโดยทั่วไปในบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ก็คือ การต่อ LC ฟิลเตอร์คั่นที่อินพุตกับระบบแรงดันไฟสลับเพื่อลดสัญญาณ RFI การต่อวงจร LC ฟิลเตอร์อาจทำได้ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 การต่อวงจร LC ฟิลเตอร์เพื่อลดสัญญาณรบกวน RFI

วงจร RFI ฟิลเตอร์ในรูปที่ 2.4 ควรกำหนดค่าของตัวเก็บประจุและค่าของตัวเหนี่ยวนำให้มีค่าดังต่อไปนี้

C_1 , C_2 = 0.1 ถึง 2μF

L_1 , L_2 = 1.8mH ที่ 25mA ถึง 47mA ที่ 0.3A

การกำหนดค่าอุปกรณ์ต้องให้แน่ใจว่า ความถี่เรโซแนนซ์ต้องมีค่าน้อยกว่าค่าความถี่การทำงานของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ประสิทธิภาพในการลดสัญญาณรบกวนของวงจร LC ฟิลเตอร์จะขึ้นอยู่กับค่าความแตกต่างของอิมพีแดนซ์ระหว่างอินพุตของฟิลเตอร์และแหล่งจ่ายไฟสลับ และค่าความแตกต่างของอิมพีแดนซ์ระหว่างเอาท์พุตของฟิลเตอร์กับอินพุตของอินเวอร์เตอร์ โดยค่าความแตกต่างของอิมพีแดนซ์มีค่ามาก อัตราลดทอนสัญญาณรบกวน RFI จะเป็นไปได้มากด้วย

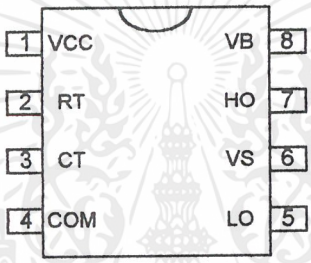
ปกติอินเวอร์เตอร์จะมีอิมพีแดนซ์ต่ำ ส่วนแหล่งจ่ายแรงดันไฟสลับมักมีค่าอิมพีแดนซ์สูง ดังนั้นค่าอิมพีแดนซ์ของวงจร RFI ฟิลเตอร์ที่อินพุตต้องมีอิมพีแดนซ์ต่ำๆ และเอาท์พุตของวงจร RFI ฟิลเตอร์ต้องมีอิมพีแดนซ์สูงๆ การต่อ L1 และ L2 จะทำให้อิมพีแดนซ์ที่เอาท์พุตของวงจร RFI ฟิลเตอร์ C ที่อยู่ในวงจรจะมีผลในการลดทรานเซียนต์ โดย C1 จะลดทรานเซียนต์ที่เกิดในสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สลับไม่ให้ผ่านเข้าหาอินเวอร์เตอร์ ส่วน C2 จะลดทรานเซียนต์ที่เกิดจากอินเวอร์เตอร์ไม่ให้ผ่านไปยังสายไฟสลับได้

3.3 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

ในบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีความจำเป็นต้องใช้วงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงไฟตรงให้เป็นความถี่สูงประมาณ 60KHz ที่มีแรงดันสูง เพื่อที่จะนำไปใช้ในการป้อนให้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ จึงต้องการวงจรออสซิลเลตที่มีความเที่ยงตรงและสามารถกำหนดค่าความถี่ออสซิลเลตได้ , ค่าระดับแรงดันออฟเซตของไอซีที่สูงและความสามารถในการขับอุปกรณ์เพาเวอร์สวิตชิ่งภายนอกได้อย่างมีประสิทธิภาพ ,อัตราการสูญเสียไอซีที่ต่ำ และค่าเวลาหน่วงของสัญญาณเอาท์พุตทั้งด้านบวกและด้านลบที่เป็นพัลส์จะต้องน้อยมาก เราจึงได้นำเอาไอซีเบอร์ IR2155 เป็นไอซีกำเนิดสัญญาณนาฬิกา



รูปที่ 3.5 ลักษณะรูปร่างและการจัดขาของ IR2155

<u>คุณสมบัติเด่นของ IR2155 ที่พอจะกล่าวถึงมีดังนี้</u>

- ในเอาท์พุตแต่ละขา (ที่เอาท์พุตขา High และ Low) ถูกออกแบบมาให้สามารถทำงานได้ในลักษณะบูสต์แทร็ปที่มีความกว้างในการทำงานทางด้านแรงดัน เต็มที่ถึง +600 โวลต์ โดยยอมให้มีระดับแรงดันทรานเซียนต์ด้านลบ (dv/dt) ที่อยู่ในย่านปลอดภัย
- จะทำการหยุดการทำงานหากแรงดันไฟเลี้ยงลดต่ำลงกว่าระดับที่สามารถทำงานได้
- สามารถเลือกค่าและกำหนดค่าความถี่ในการออสซิลเลตได้จากสมการ

$$f = \frac{1}{1.4 \times (R_T + 150\Omega) \times C_T} \qquad \text{.....(3.6)}$$

- ค่าการหน่วงเวลาของสัญญาณทางเอาท์พุตทั้งด้าน High และ Low มีความสมดุลกัน
- ที่เอาท์พุตด้าน Low จะมีเฟสสัญญาณเดียวกันกับที่ตำแหน่งของ RT
- ค่าแรงดันออฟเซตสูงสุด 600 โวลต์
- ค่าดิวตี้ไซเกิล 50%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง วิทยาเขตระยอง

- ค่ากระแสเอาท์พุตทางด้านบวก 100 มิลลิแอมป์และด้านลบ 210 มิลลิแอมป์
- ค่าแรงดันขับเอาท์พุตสำหรับไบอัสเกตของเพาเวอร์มอสเฟตเท่ากับ 10-20 โวลต์

ลักษณะและหน้าที่ของขาใช้งานแต่ละขามีหน้าที่ดังต่อไปนี้

ขา VCC (ขา 1) เป็นขารับแรงดันไฟเลี้ยงวงจรภายในตัวไอซี และเป็นขารับแรงดันสำหรับขับออกทางเอาท์พุตด้านต่ำ(Low) และจะต้องมีแรงดันที่คงที่

ขา RT (ขา 2) เป็นขาอินพุตสำหรับตัวต้านทาน เพื่อกำหนดค่าเวลาในการออสซิลเลต ซึ่งมีเฟตสัญญาณที่เหมือนกันกับขา HO (ขา 7) เมื่อไอซีถูกจัดการทำงานในรูปแบบปกติ

ขา CT (ขา 3) เป็นขาอินพุตสำหรับต่อตัวเก็บประจุเพื่อกำหนดค่าเวลาในการออสซิลเลต

$$f = \frac{1}{1.4 \times (R_T + 150\Omega) \times C_T}$$

โดยที่ค่าความถี่ในการออสซิลเลตสามารถกำหนดค่าได้ตามการคำนวณในสมการ

โดยที่ค่า 150 Ω เป็นค่าอิมพีแดนซ์ประสิทธิผลของ R_T ในส่วนของเอาท์พุต

ขา COM (ขา 4) เป็นขารับแรงดันย้อนกลับด้านต่ำของชุดสัญญาณเอาท์พุต(LO)

ขา LO (ขา 5) เป็นขาเอาท์พุตสำหรับจ่ายสัญญาณพัลส์ออกไปกระตุ้นหรือขับเกตของเพาเวอร์มอสเฟตและ IGBT

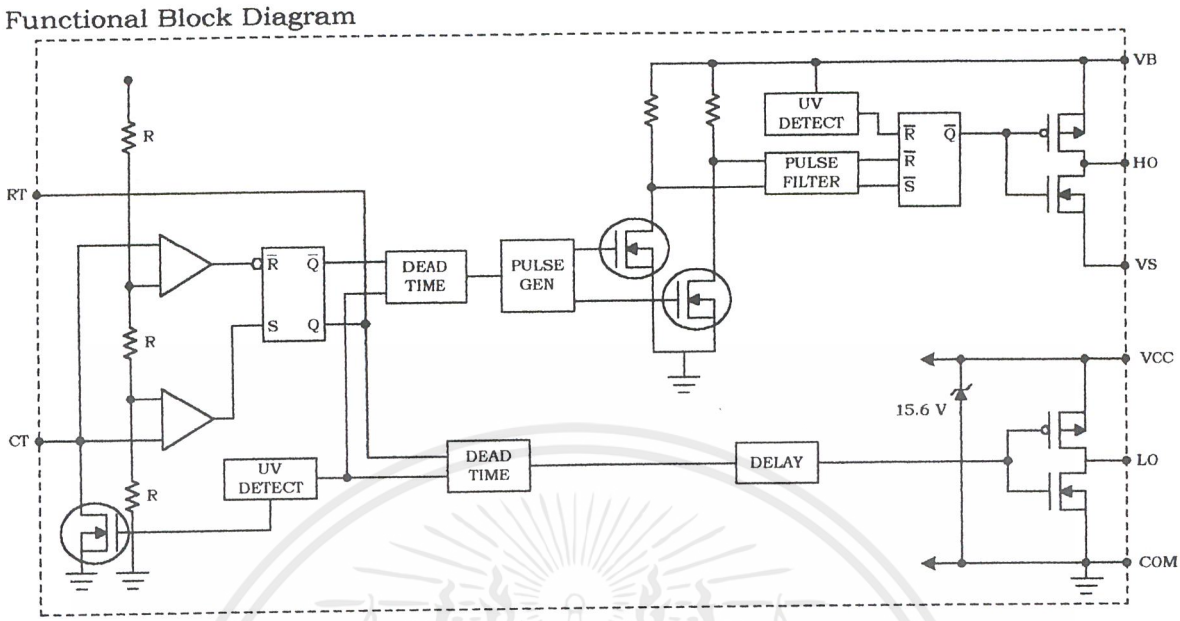
ขา VS (ขา 6) เป็นขารับแรงดันย้อนกลับด้านสูงของชุดสัญญาณเอาท์พุตด้านสูง (HO)

ขา HO (ขา 7) เป็นขาเอาท์พุตสำหรับจ่ายสัญญาณพัลส์ออกไปกระตุ้นหรือขับเกตของเพาเวอร์มอสเฟตและ IGBT

ขา VB (ขา 8) เป็นขารับแรงดันสำหรับออกเอาท์พุตด้านสูง ซึ่งสามารถรองรับแรงดันได้สูง แต่ต้องผ่านตัวต้านทานลดแรงดันร่วมกับไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของ IR2155

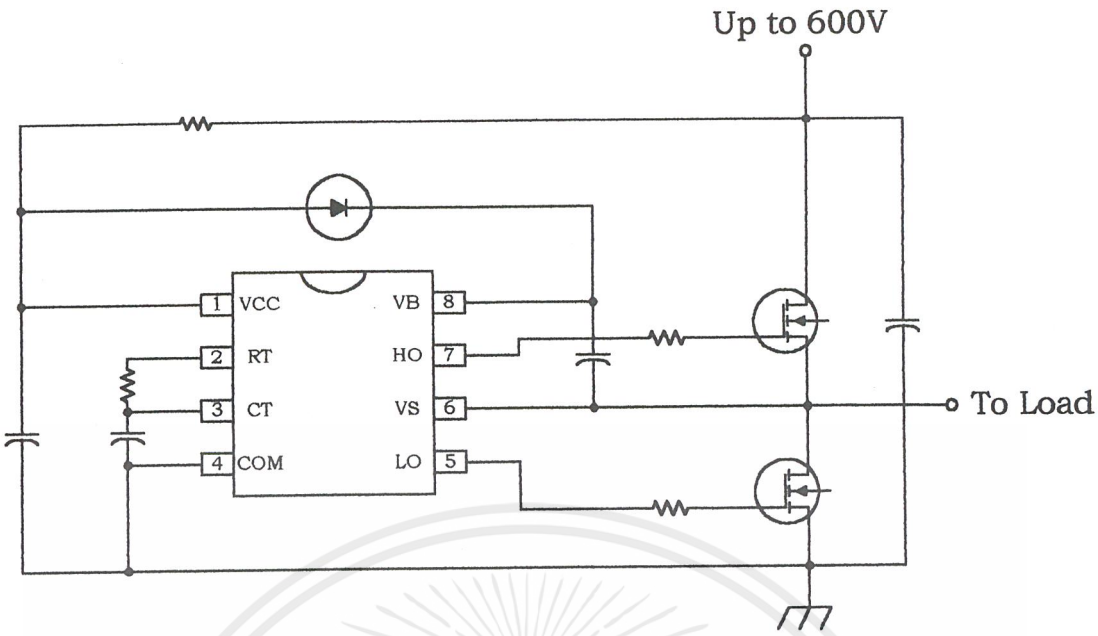


รูปที่ 3.6 บล็อกไดอะแกรมภายในของ IR2155

ในส่วนแรกคือส่วนที่ทำหน้าที่กำเนิดความถี่ออสซิลเลเตอร์ มีลักษณะและการทำงานคล้ายกับไอซีไทเมอร์เบอร์ 555 ในส่วนของวงจรขับทางเอาท์พุตจะให้พัลส์ที่มีค่ากระแสสูงพอที่จะขับมอสเฟตหรือ IGBT ได้อย่างสบาย โดยยังมีวงจรบัฟเฟอร์เป็นตัวผ่านพัลส์ที่จะขับออกทางเอาท์พุตก่อน มีส่วนการทำงานภายในที่กำหนดจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของคาบเวลาพัลส์เอาท์พุตได้อย่างเที่ยงตรงและแน่นอนยิ่งขึ้น เพื่อเป็นการป้องกันไม่ให้วงจรขับเพาเวอร์มอสเฟตทางเอาท์พุตทำงานพร้อมกันในช่วงจังหวะจุดสิ้นสุดกับจุดเริ่มต้นระหว่างพัลส์ขับด้าน High กับ Low ซึ่งอาจมีช่วงคาบเวลาที่คาบเกี่ยวกันอยู่ หรือหากมีก็ให้น้อยที่สุด ซึ่งการหน่วงเวลาของพัลส์เอาท์พุตของทั้งสองเอาท์พุตจะสมดุลย์กัน โดยกำหนดค่าดิวตี้ไซเกิลที่ 50%

เนื่องจากการประยุกต์ใช้งานของ IR2155 จะถูกใช้งานในระบบแหล่งจ่ายที่เป็นไลน์หรือมีแรงดันไฟในระบบที่มีค่าสูง ดังนั้นไฟเลี้ยงวงจรภายในตัวไอซีจึงจำเป็นต้องอาศัยซีเนอร์ไดโอดเพื่อเรกูเลตแรงดันให้คงที่และลดแรงดันให้ต่ำลง ซึ่งไดโอดแคลมป์นี้ก็ถูกต่อไว้เรียบร้อยแล้วภายในตัวไอซีซึ่งจะตกคร่อมอยู่ระหว่างขา Vcc กับ COM ภายใน ค่าแรงดันเบรคดาวน์ของซีเนอร์ไดโอดจะเท่ากับ 15.6 โวลท์ ในกรณีที่ใช้แรงดันไฟเลี้ยงไอซีจากไลน์ไฟเมนของระบบจะต้องมีตัวต้านทานค่าสูงๆต่ออนุกรมมาจากชุดเรกติไฟเออร์ โดยมีตัวเก็บประจุทำหน้าที่กรองแรงดันและลดแรงดันริปเปิล ก่อนที่แรงดันจะถูกจ่ายเข้าขา Vcc เพื่อใช้เลี้ยงตัวไอซีเทียบกับขา COM ลักษณะการต่อของอุปกรณ์ดังกล่าวเป็นดังรูปที่ 3.7 ซึ่งเป็นรูปการต่อวงจรเบื้องต้นและเป็นพื้นฐานที่จะนำไปใช้งานจริงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 พื้นฐานวงจรประยุกต์ใช้งานเบื้องต้น

3.4 วงจรสนับเบอร์ (Snubber)

เมื่อมอสเฟตถูกประกอบลงในวงจรเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่ต้องระวังก็คือ แรงดันสไปค์ (Spike) ที่จะเข้ามาตกคร่อมเกตและซอร์ส ถ้าสูงเกินไปจะทำให้ผนังที่กั้นระหว่างเกตและซอร์สทะลุและเสียหายได้ แต่นอกจากมอสเฟตจะเสียหายได้โดยตรงจากแรงดันทางเกต-ซอร์สแล้ว การเปลี่ยนแปลงแรงดันตกคร่อมเดรน-ซอร์สอย่างกระทันหัน ก็ยังเป็นสาเหตุให้เกิดแรงดันสไปค์ขึ้นที่เกต-ซอร์สด้วย และวงจรสนับเบอร์เป็นวงจรที่เป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งในการสวิทชิ่งความถี่สูง เนื่องจากการสวิทชิ่งที่ความถี่สูงในช่วงแรงดันสูงจะเกิด สไปค์โวลต์เตจ(Spike Voltage)หรือกระแสสไปค์(Spike Current) ทำให้อัตราการเพิ่มแรงดันต่อเวลา (dv/dt) และอัตราการเพิ่มของกระแสต่อเวลา (di/dt) เพิ่มขึ้นสูงอย่างมาก ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความเสียหายให้แก่มอสเฟตในวงจรได้ จึงต้องมีการนำเอาวงจรสนับเบอร์มาใช้เพื่อที่จะลดค่าของ (dv/dt) และ (di/dt) ให้มีค่าน้อยลงพอที่วงจรจะทำงานได้โดยมอสเฟตไม่เกิดความเสียหาย ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$C_1 = \frac{I_{p(PK)} \times t_{OFF}}{2V_{in}} \qquad \text{.....(3.7)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R_1 = \frac{t_{ON(min)}}{2.3C_1} \qquad \text{.....(3.8)}$$

$$P_D = \frac{C_1(2V_{in})^2}{2T} \qquad \text{.....(3.9)}$$

เมื่อ $I_{P(PK)}$ คือ ค่ากระแสสูงสุดขณะเริ่มหยุดนำกระแส

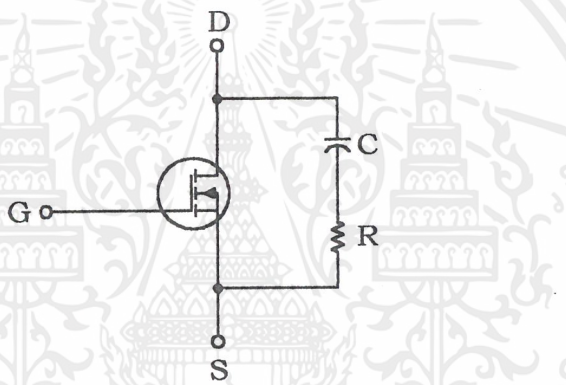
V_{in} คือ ค่าแรงดันอินพุตของอินเวอร์เตอร์

T_{ON} คือ ช่วงเวลานำกระแสของมอสเฟต

T_{OFF} คือ ช่วงเวลาหยุดนำกระแสของมอสเฟต

P_D คือ กำลังสูญเสียในตัวต้านทาน

T คือ คาบเวลาการทำงานของมอสเฟต



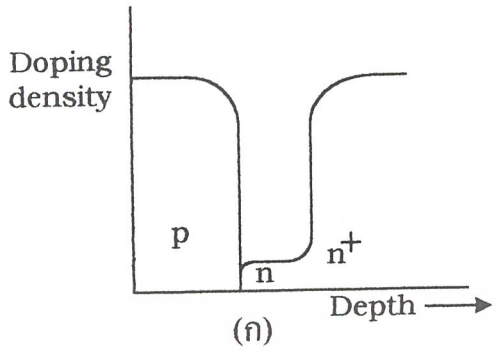
รูปที่ 3.8 วงจรสนับเบอร์ที่ประกอบด้วยตัวต้านทายและตัวเก็บประจุ

3.5 ฟาสต์-รีคัฟเวอร์รี่ไดโอด

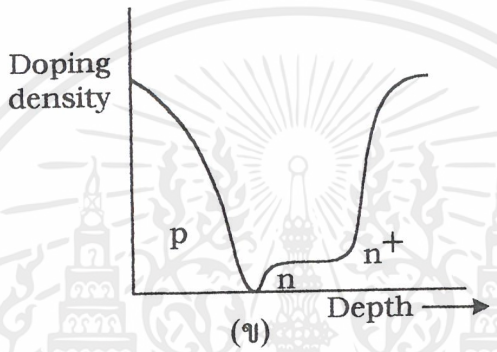
ไดโอดเป็นอุปกรณ์ตัวหนึ่งที่จำกัดประสิทธิภาพของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ข้อแรกก็คือความเร็ว ไดโอดที่ใช้งานประเภทนี้ต้องมีความเร็วสูง วงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์นี้ทำงานที่ความถี่สูงประมาณ 25-60 KHz ข้อที่สองก็คือ แรงดันตกคร่อมไดโอดขณะนำกระแสจะต้องต่ำ เพราะกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านไดโอดขณะนำกระแสมีค่าสูงมาก ถ้าแรงดันตกคร่อมไดโอดมีค่าสูงจะทำให้มีการสูญเสียสูงตามไปด้วย ดังนั้นเพื่อประสิทธิภาพที่ดีของภาคสวิทชิ่ง การศึกษาในเรื่องของไดโอดจึงเป็นสิ่งสำคัญ ในรูปที่ 3.9 เป็นกราฟเปรียบเทียบการโด๊ปสารกึ่งตัวนำระหว่าง ฟาสต์-รีคัฟเวอร์รี่ไดโอดชนิดเอปปิตาเชียล และไดโอดชนิด ดับเบิล-ดิฟฟิวส์ ไดโอดที่ใช้เทคโนโลยีแบบเอปปิตาเชียลในการสร้าง ซึ่งมีข้อดีกว่าวิธีการสร้างไดโอด ด้วยกรรมวิธี ดับเบิล-ดิฟฟิวส์ (Double-Diffused) โดยเทคโนโลยีแบบเอปปิตาเชียลจะควบคุมวัสดุที่ใช้อย่างละเอียด โดยเฉพาะตรงรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสาร ความลึกและความหนาของสารชั้นรองจะถูกควบคุมเพื่อให้ได้ไดโอดที่มีประสิทธิภาพ และมีความเร็วสูงด้วย



(ก)



(ข)

รูป 3.9 การเปรียบเทียบการโด๊ปสารกึ่งตัวนำระหว่าง
ก. ฟาสต์-รีคัฟเวอร์รี่ไดโอดชนิด เอปปิตาเชียล
ข. ไดโอดชนิดดับเบิล-ดิฟฟิวส์

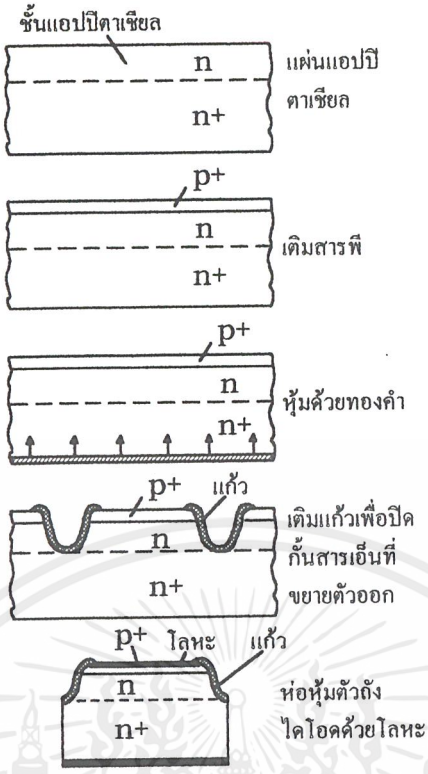
จากรูปที่ 3.10 เป็นขั้นตอนการผลิตฟาสต์-รีคัฟเวอร์รี่ไดโอดชนิดเอปปิตาเชียล ที่รอยต่อของไดโอดจะเติมแก้วเพื่อปิดสารเอ็นที่ยืดขยายออก แก้วที่เติมลงไปนี้มีข้อดีคือ

ประการแรก ขอบรอยต่อจะถูกป้องกันไม่ให้มีผลกระทบจากรอยต่อที่ติดกัน

ประการที่สอง สามารถที่จะนำอุปกรณ์นี้ไปทดสอบได้โดยไม่ต้องไปห่อหุ้มก่อน

ประการสุดท้ายก็คือจากการทดสอบเป็นเวลานานพบว่าอุปกรณ์ที่เติมแก้วลงไปให้ผลคงที่มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการสร้างฟาสต์-รีคัฟเวอร์รี่ไดโอดชนิดเอปปิตาเชียล

ฟาสต์-รีคัฟเวอร์รี่ไดโอดชนิดเอปปิตาเชียล ยังมีลักษณะเด่นคือ โลหะที่ห่อหุ้มตัวถังซึ่งต่อกับสารตัวนำภายนอก จะไม่ห่อหุ้มสารซิลิกอนโดยตรง แต่จะมีทองคำห่อหุ้มผสมกับซิลิกอนชั้นหนึ่งก่อน ข้อดีของวิธีนี้คือ ทำให้ความต้านทานระหว่างโลหะตัวนำกับซิลิกอนลดลง

ความต้านทานนี้จะเป็นตัวกำเนิดความร้อน (Thermal Resistance) แต่เนื่องจากทองคำที่หุ้มซิลิกอนมีสมรรถภาพการนำความร้อนดีกว่าการใช้ตัวนำดีบุกหลอมที่ใช้กับไดโอดทั่วไป เมื่อผลจากอุณหภูมิลดลงจะทำให้การทำงานของอุปกรณ์มีประสิทธิภาพและอายุการใช้งานสูงขึ้น

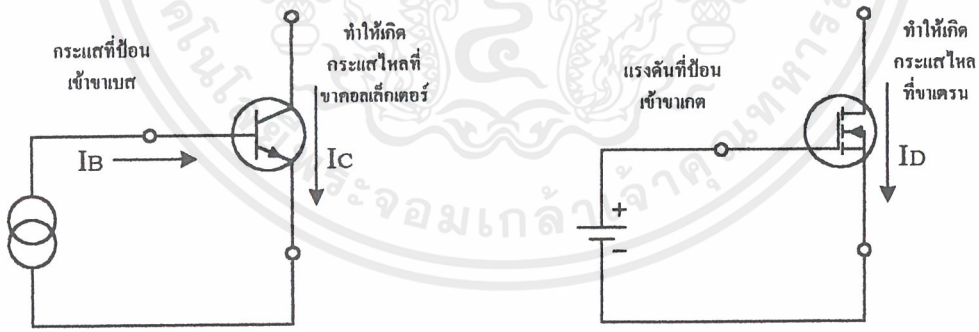
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	11DF1 11DF2	11DF3 11DF4	31DF1 31DF2		Units
Io	1.0		3.0		A
I_{FSM} @50Hz @60Hz	30 31.4		60 62.8		A
I^2t @50Hz @60Hz	4.5 4.1		18 16.4		A^2S
trr Range	35	30	35		nS
Tj Range	-40~+150		-40~+150		°C
VRRM Range	100 & 200	300 & 400	100 & 200	300 & 400	V

ตาราง 3.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของฟาสต์-รีคัฟเวอร์รี่ไดโอด

3.6 วงจรขับด้วยมอสเฟต(Mosfet)

มอสเฟตเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีการไบอัสและขับแตกต่างไปจากไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์มากดังแสดงความแตกต่างนี้ดังรูปที่ 3.11



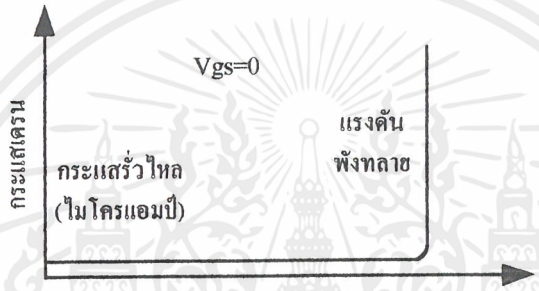
(ก) ไบโพล่าร์ทรานซิสเตอร์ (ข) มอสเฟต

รูปที่ 3.11 การเปรียบเทียบวิธีการขับทรานซิสเตอร์และมอสเฟต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าต้องการให้กระแสไหลในขาคอลเล็กเตอร์ ต้องป้อนกระแสเข้าทางขาเบสของทรานซิสเตอร์ แต่ถ้าต้องการให้มีกระแสในขาเดรนต้องป้อนแรงดันเข้าทางขาเกต โดยที่ปริมาณของกระแสที่ไหลทางเอาท์พุตเป็นสัดส่วนกับกระแสและแรงดันทางอินพุตตามลำดับและที่สำคัญก็ยังขึ้นกับอัตราขยายของวงจรทั้งสองด้วย สำหรับมอสเฟต แรงดันที่ป้อนเข้าทางขาเกตและซอร์สจะมีกระแสไหลน้อยมาก เพราะมีฉนวนออกไซด์กั้นอยู่ จึงมีกระแสไหลผ่านชั้นฉนวนเพียงไม่กี่นาโนแอมป์เท่านั้น แต่ทำให้ได้กระแสเดรนหลายๆแอมแปร์ ดังนั้นอัตราขยายกระแสจึงสูงมากๆ

และในขณะที่ไม่มีแรงดันป้อนให้กับขั้วเกตและซอร์ส อิมพีแดนซ์ระหว่างซอร์สและเดรนก็สูงมาก จะมีกระแสรั่วไหลเป็นไมโครแอมป์เท่านั้น จากรูปที่ 2.12 เป็นกราฟแสดงแรงดันพังทลายของมอสเฟต



รูปที่ 3.12 คุณสมบัติการสกัดกั้นกระแสของเดรนและซอร์ส

เมื่อป้อนแรงดันให้กับขาเกตและซอร์สจะเกิดสนามไฟฟ้าขึ้นในตัวมอสเฟต สนามไฟฟ้านี้จะไปเปลี่ยนค่าความต้านทานระหว่างเดรนและซอร์ส ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านเดรนและซอร์สจึงขึ้นอยู่กับค่าแรงดันที่ตกคร่อมเกตและซอร์ส

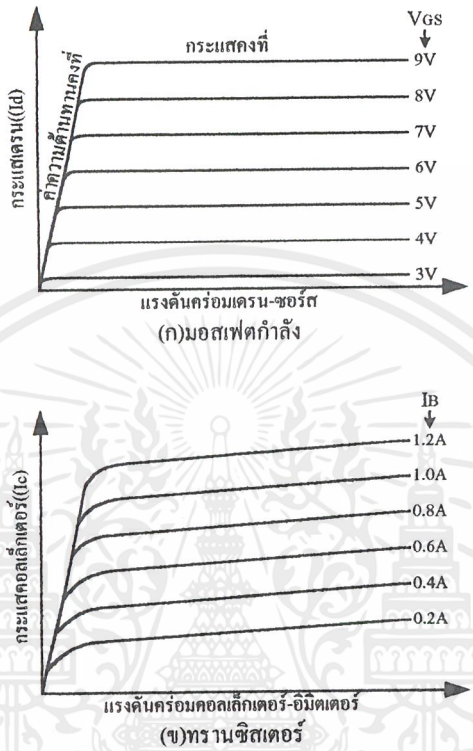
เนื่องจากมอสเฟตกินกระแสทางเกตต่ำมาก ดังนั้นอัตราขยายกระแสจึงสูงมากประมาณ 10^9 จึงทำให้พารามิเตอร์ตัวนี้ไม่มีความหมายสำหรับมอสเฟต แต่พารามิเตอร์ที่สำคัญเป็นค่าทรานสคอนดักแตนซ์ (Tranconductance) คืออัตราการเปลี่ยนแปลงของกระแสเดรนเมื่อแรงดันเกตเปลี่ยนไป 1 โวลท์

ด้วยคุณสมบัติที่ดีในด้านอัตราการขยายนี้เอง ทำให้เราสามารถขับมอสเฟตกำลังได้โดยตรงจากไอซีชนิดทีทีแอลหรือซีมอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางสแตติก

คุณสมบัติในการทำงานด้านเดรน-ซอร์สของมอสเฟต แสดงดังรูปที่ 3.13 โดยรูปที่ 3.13 (ก) เป็นของมอสเฟต และรูปที่ 3.13(ข) เป็นคุณสมบัติทางคอลเล็กเตอร์-อิมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์



รูปที่ 3.13 การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางเอาท์พุตของมอสเฟสกำลังและไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์

จากรูปที่ 3.13(ก) จะเห็นว่าคุณสมบัติทางเอาท์พุตของมอสเฟตเหมือนกับความต้านทานคงที่ เพราะเมื่อเราเพิ่มแรงดันคร่อมเดรนและซอร์ส กระแสเดรนก็จะเพิ่มขึ้นอย่างเป็นสัดส่วนกัน

ในการทำงานด้านสวิทชิ่งของมอสเฟต ค่าความต้านทานขณะนำกระแสหรือ $R_{DS(ON)}$ ของมอสเฟตกำลังเป็นค่าที่สำคัญมาก เพราะจะเป็นตัวบอกถึงกำลังงานการสูญเสียที่ทนได้ในขณะจ่ายกระแสเดรน มอสเฟตที่มีความต้านทานขณะนำกระแสต่ำจะสามารถจ่ายกระแสได้สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะเฉพาะของมอสเฟต

	Data Sheet PD9.302				Data Sheet PD9.304				Data Sheet PD9.303				Data Sheet PD9.305			
	IRF 330	IRF 331	IRF 332	IRF 333	IRF 350	IRF 351	IRF 352	IRF 353	IRF 130	IRF 131	IRF 132	IRF 133	IRF 150	IRF 151	IRF 152	IRF 153
VDS แรงดันเดรน-ซอร์ส (สูงสุด) V	400	350	400	350	400	350	400	350	100	60	100	60	100	60	100	60
ID กระแสเดรนต่อเนื่อง (สูงสุด) A	4		3.5		11		10		12		10		28		24	
IDM กระแสพัลส์เดรน (สูงสุด) A	8		7		25		20		30		25		70		60	
RDS(on) ค่าความต้านทานเดรน-ซอร์ส (สูงสุด) ohm	1		1.5		0.3		0.4		0.18		0.25		0.055		0.08	
PD การกระจายกำลัง (สูงสุด) W	75				150				75				150			
gfs ค่าฟอร์เวิร์ดทรานคอนดักแตนซ์ (ปกติ) mo	3.5				9				5				10			
Td(on) ค่าของการหน่วงเวลาก่อนนำกระแส(ปกติ) ns	50				60				50				60			
Tr เวลาขาขึ้น (ปกติ) ns	100				150				150				200			
Td(off) การหน่วงเวลาก่อนหยุดนำกระแส (ปกติ) ns	100				400				100				300			
Tr เวลาขาลง (ปกติ) ns	100				150				150				200			
Ciss ค่าความจุอินพุต (สูงสุด) pf	1000				4000				1000				4000			

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของมอสเฟตเบอร์ต่างๆ

กระแสเดรนจะไหลได้ที่แรงดันคร่อมเดรน-ซอร์สต่ำกว่า 10 โวลท์ แรงดัน $V_{GS(th)}$ คือแรงดันเทรดโฮลด์ซึ่งจะสูงกว่า 1 โวลท์เสมอ ในการหยุดการนำกระแสก็กระทำได้โดยไม่ต้องไบอัสกลับ และยังทำงานได้ดีที่อุณหภูมิ ณ รอยต่อภายใน (Junction) สูงสุด 150 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างเช่น IRF150 ขนาด 100 โวลท์, 28 แอมป์ต่อเนื่อง, 70 แอมป์พัลส์ มีค่าความต้านทานขณะนำกระแสต่ำเพียง 0.055 โอห์ม(สูงสุด) แสดงว่าจะมีแรงดันตกคร่อมเดรนและซอร์ส 0.1 โวลท์ ที่กระแส 20 แอมป์

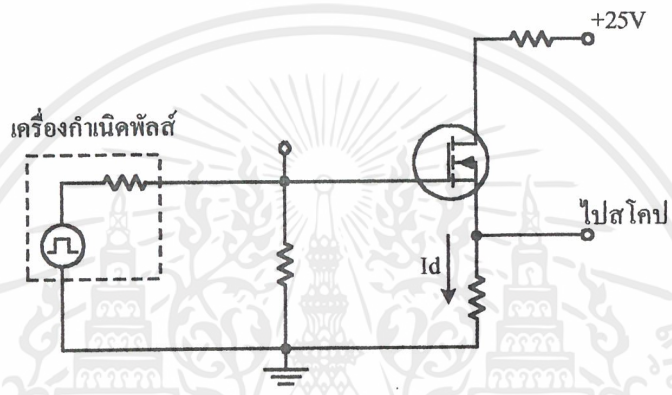
จากตาราง 2.3 IRF350 เป็นชนิดแรงดันสูง ซึ่งมีขนาดของชิ้นซิลิกอนเท่ากับเบอร์ IRF150 (รุ่นแรงดันต่ำ) โดย IRF350 มีอัตราทนแรงดัน 400 โวลท์ และทนกระแสต่อเนื่อง 11 แอมป์, 25 แอมป์พัลส์ มีความต้านทานขณะนำกระแสสูงสุด 0.3 โอห์ม ดังนั้น IRF350 จึงสามารถสวิทชิ่งวงจรที่ใช้กำลังสูงถึง 4.4 กิโลวัตต์ต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

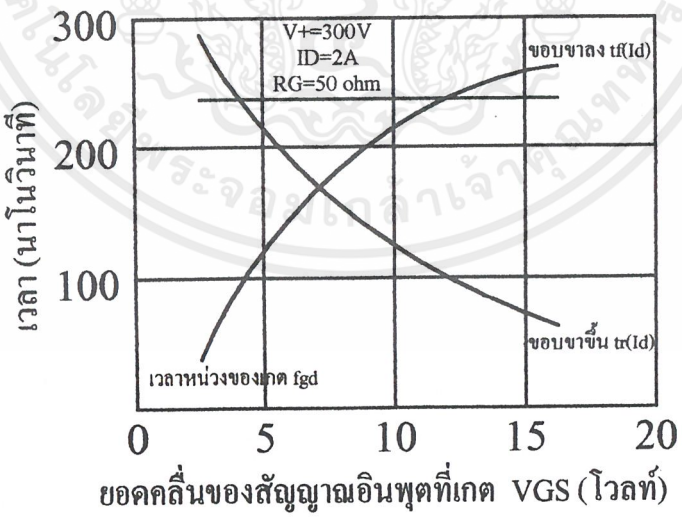
เวลาที่ใช้ในการสวิตซ์

มอสเฟตกำลังมีความเร็วสูงกว่าทรานซิสเตอร์กำลังในขนาดเดียวกัน เพราะมอสเฟตไม่มีเวลาหน่วงของพาหะอิเล็กตรอนภายใน ความเร็วของมอสเฟตจึงขึ้นอยู่กับค่าความจุภายในและเวลาในการเคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนข้ามชิ้นซิลิกอน

ค่าความจุอินพุตหรือ C_{iss} เป็นตัวการสำคัญในการทำให้มอสเฟตมีความเร็วมากน้อยแค่ไหน แม้ว่ามอสเฟตจะใช้กระแสจำนวนน้อยมากๆเพื่อขับเกต แต่ช่วงเวลาในการประจุและคายประจุของตัวเก็บประจุ C_{iss} ที่ยาวนานก็จะเป็นผลให้ความเร็วในการสวิทซ์ลดลง ดังนั้นจึงต้องพิจารณาค่าความจุนี้กับค่าความต้านทานภายในของแหล่งจ่ายสัญญาณเพื่อให้รู้ค่าคงที่เวลา (Times Constant)



รูปที่ 3.14 วงจรทดสอบเวลาในการสวิทซ์



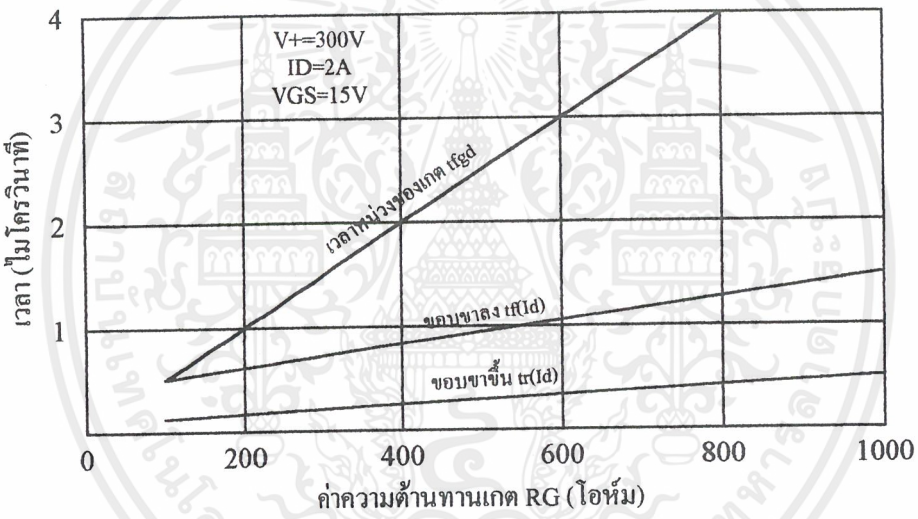
รูปที่ 3.15 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาที่ใช้ในการสวิทซ์และแรงดันเกต(IRF 330)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.15 แสดงความสัมพันธ์ของยอดคลื่นแรงดันที่ป้อนให้เกต, ช่วงเวลาหน่วงการหยุดนำกระแส, เวลาขอบขาลงและขอบขาขึ้นของกระแสเดรน โดยมีส่วนรับวงจรขับเป็นตัวต้านทาน ดังรูปที่ 3.14

ช่วงเวลาหน่วงการหยุดนำกระแสจะเพิ่มขึ้นเมื่อเพิ่มแรงดันเกต แต่ช่วงเวลาขอบขาขึ้นจะลดลงเมื่อเพิ่มแรงดันเกตเพราะสัญญาณที่เข้ามาขับเกตยิ่งสูงยิ่งทำให้แรงดันคร่อมเกตและซอร์สถึงจุดควบคุมกระแสเดรนได้เร็วขึ้น แต่ขอบขาลงของกระแสเดรนจะไม่ได้รับผลจากการเปลี่ยนแปลงแรงดันเกตเลย เพราะการลดลงของแรงดันเกตลงเร็วกว่ากระแสเดรน ณ บริเวณที่แรงดันเกตควบคุมกระแสเดรนได้(ช่วง t_f)

ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างช่วงเวลาการสวิทซ์และความต้านทานของวงจรเกต แสดงในรูปที่ 3.16 จะเห็นว่าความต้านทานของวงจรเกตที่สูงขึ้นจะได้เวลาการสวิทซ์ที่นานขึ้น เนื่องจากค่าคงที่เวลาของ $R_G C_{iss}$



รูปที่ 3.16 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการสวิทซ์และความต้านทานของวงจรเกต(IRF 330)

<u>หลักการทำงานของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์</u>

ในวงจรประกอบด้วยส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนเรกติไฟเออร์และฟิลเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่กรองกระแสและฮาโมนิกส์ โดยการต่อพาสสีฟฟิลเตอร์แบบ LC ตัววงจรเรกติไฟเออร์เป็นวงจรเรียงกระแสแบบฟลูเวฟทำหน้าที่โดย D1-D4 ไฟดีซีแรงดันสูงจะผ่านเข้าไปยังตัวเก็บประจุฟิลเตอร์ C4,C5 แรงดันไฟตรงที่ได้จะถูกส่งไปยังส่วนออสซิเลเตอร์ความถี่สูงเพื่อขับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งถือว่าเป็นหัวใจของบัลลาสต์นี้ โดยใช้ไอซีทำหน้าที่เฉพาะงานจาก IR เบอร์ IR2155 ซึ่งไอซีตัวนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

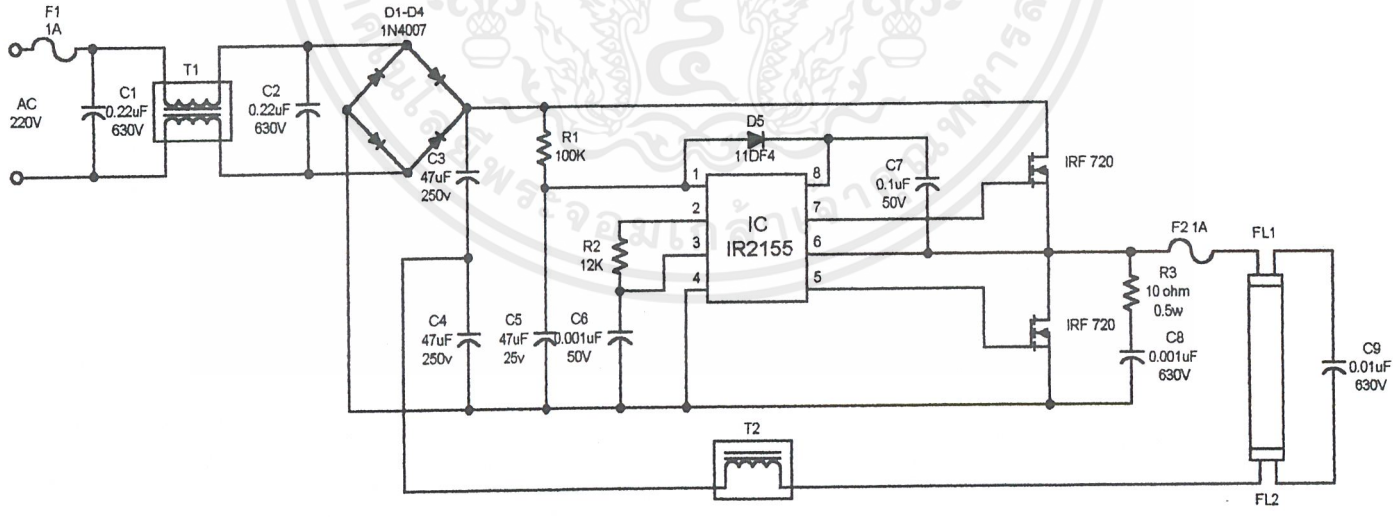
มีคุณสมบัติเด่น ๆ คือ ร่วมวงจรขับด้านแรงดันสูงซึ่งสามารถที่จะขับเกตของมอสเฟตได้โดยตรง บล๊อกไดอะแกรมวงจรภายในของตัวไอซีแสดงในรูป 3.6

ซึ่งวงจรภายในจะมีวงจรเรกูเลเตอร์แบบชันต์ ซึ่งจะควบคุมแรงดันเพื่อเลี้ยงตัวไอซีให้มีค่าประมาณ 15 โวลต์ จากแหล่งจ่ายแรงดันสูงโดยตรง ตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมกับตัวไอซีเพื่อควบคุมแรงดันสามารถที่จะใช้ตัวต้านทานที่ทนวัตต์ต่ำ ๆ ได้ เพราะไอซีภายในเป็นซีมอส ซึ่งกินกระแสไฟน้อย อีกทั้งให้แรงดันเอาต์พุตเพื่อขับเกตของมอสเฟตเป็นคลื่นสี่เหลี่ยมที่สมบูรณ์ มีเวลาขาขึ้นและขาลงของพัลซ์เร็ว ทำให้กำลังงานสูญเสียเนื่องจากการสวิตต์น้อยลง จึงทำให้สามารถที่จะลดขนาดอัตราการทนกำลังของมอสเฟต หรือลดขนาดของแผ่นระบายความร้อนให้มีขนาดเล็กลงได้

ความถี่ในการทำงานออกแบบไว้ที่ 60 KH_z ดิวตี้ไซเกิล 50 % ซึ่งความถี่นี้สามารถกำหนดได้ โดยค่าคงที่เวลาของ RC ซึ่งตัวไอซีนี้การจัดวงจรของส่วนออสซิลเลเตอร์ภายในคล้ายการจัดการวงจรของไอซี 555 ที่รู้จักดีความถี่ทางเอาต์พุตสามารถคำนวนได้ จากวงจรมีค่าเท่ากับ

$$f = \frac{1}{1.4(R_2 + 150\Omega)C_6}$$

วงจรจริงได้ความถี่เอาต์พุตออกมาประมาณ 57 KH_z ที่สวิตซ์ส่งแรงดันไปยังเกตของ Q1,Q2 เพาเวอร์มอสเฟตเบอร์ IRF720 ก่อนที่จะขับไปสู่หลอดต่อไป โดยผ่านทางตัวเก็บประจุเรโซแนนซ์ C9 0.01 ไมโครฟารัดร่วมกับหม้อแปลงเพาเวอร์โช้ค T2 โดยวงจรรูปที่ 3.17 จะให้ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์มากกว่า 0.95



รูปที่3.17 วงจรสมบูรณ์ของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

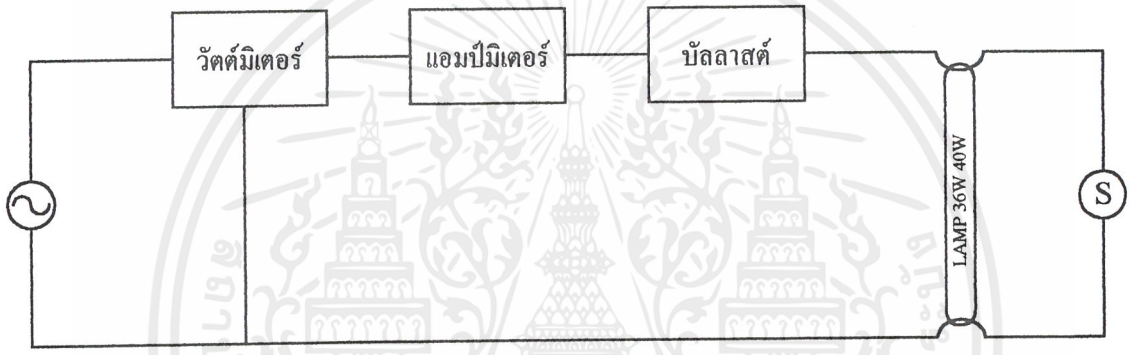
การทดลอง

4.1 <u>การเปรียบเทียบบัลลาสต์แมกเนติกส์ กับ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์</u>

ในการนำเอาบัลลาสต์แมกเนติกส์ กับ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้งานนั้นเราจะต้องรู้ถึงคุณสมบัติของบัลลาสต์แต่ละชนิดว่ามีความเหมาะสมกับงานมากน้อยเพียงใด เพราะบัลลาสต์แต่ละชนิดมีการกินกระแสที่ไม่เท่ากัน ดังนั้นการเลือกใช้จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่ง เราจึงต้องมีการศึกษาทดลองเปรียบเทียบบัลลาสต์แต่ละชนิดกัน

<u>ลำดับขั้นการทดลอง</u>

1.ทำการต่อวงจรตามรูป



รูปที่ 4.1 วงจรทดสอบบัลลาสต์

2.ทำการวัดค่าต่าง ๆ

ค่าที่ทำการวัด	บัลลาสต์แมกเนติกส์	บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
V_i	220 V	220 V
V_o	125 V	120 V
W	45 W	27 W
I	205 mA	122 mA
ลักซ์มิเตอร์	950 lm/ฟุต	934 lm/ฟุต

ตารางที่ 4.1 แสดงการวัดค่าต่าง ๆ

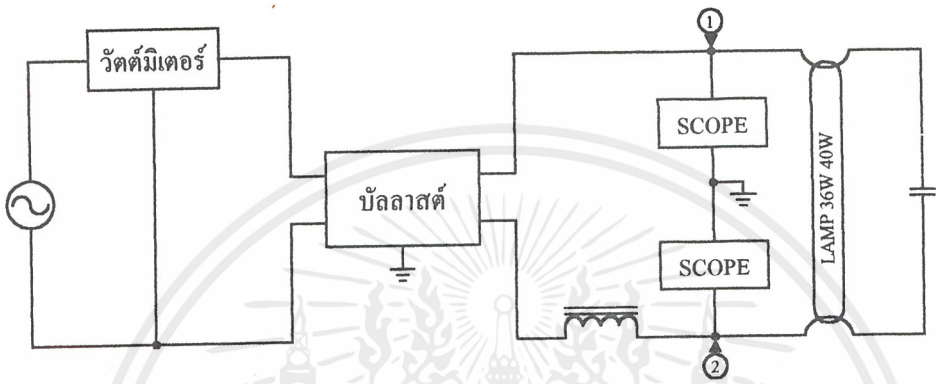
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองโดยการเปลี่ยนค่าความถี่

ในการทดลองเปลี่ยนค่าความถี่นี้ จุดประสงค์คือต้องการรู้การเปลี่ยนแปลงของตัวบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ว่าจะมีความเปลี่ยนแปลงเป็นเช่นไร โดยเปลี่ยนความถี่ได้ที่ค่าความต้านทาน R_2 ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติของตัวไอซี IR 2155 ซึ่งมีสมการดังนี้

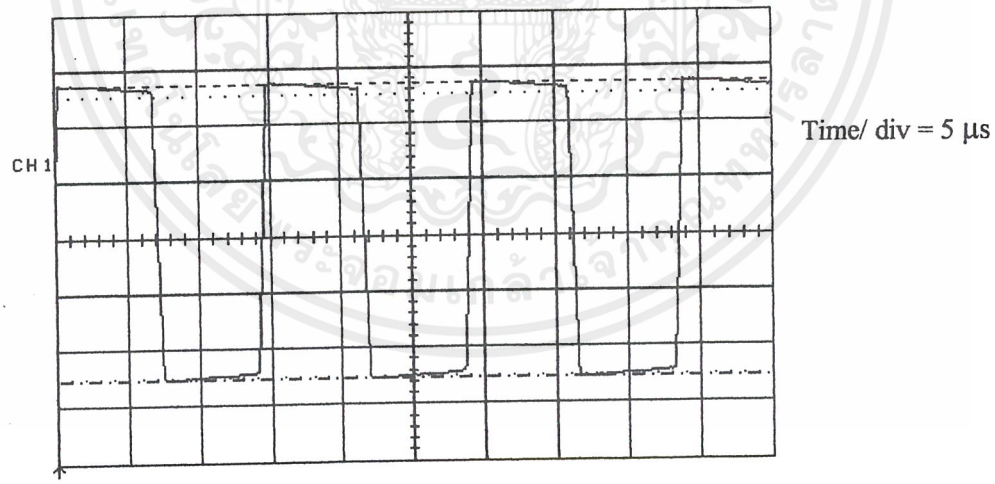
$$f = \frac{1}{1.4 \times (R_T + 150\Omega) \times C_T}$$

1.ทำการต่อวงจรตามรูปที่ 4.2



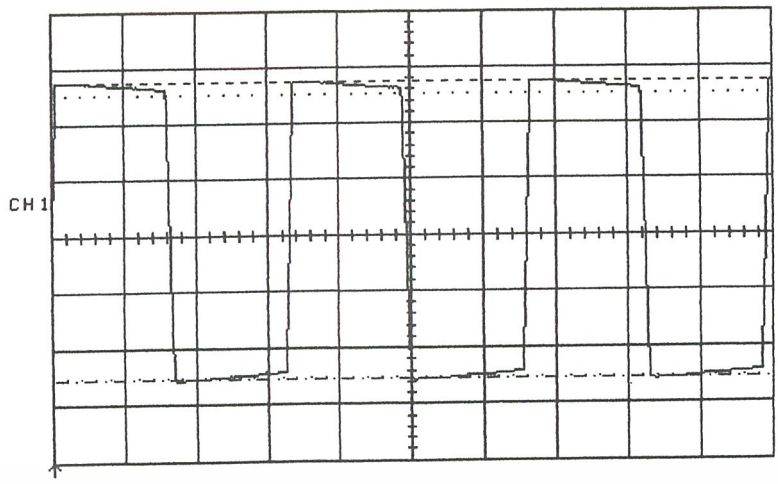
รูปที่ 4.2 วงจรทดสอบบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ค่าความถี่ต่างๆ

เมื่อต่อวงจรตามรูปแล้ว จากนั้นทำการวัดค่าต่าง ๆ จะได้ดังนี้

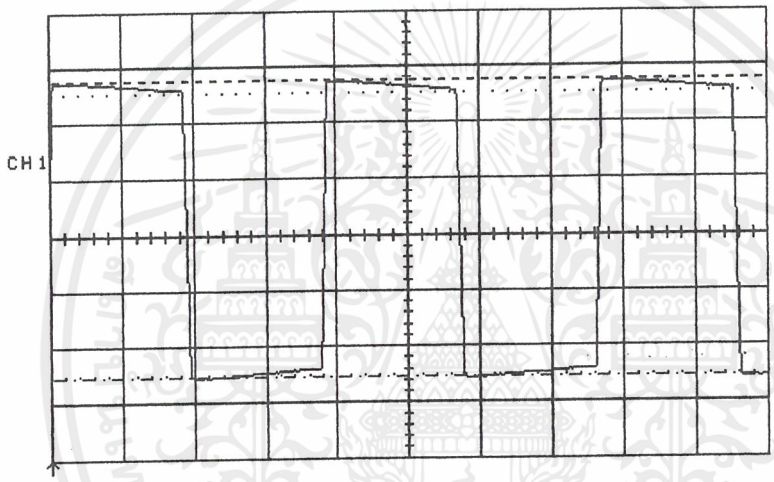


รูปที่ 4.3 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 1 ที่ความถี่ 85.543 kH_z

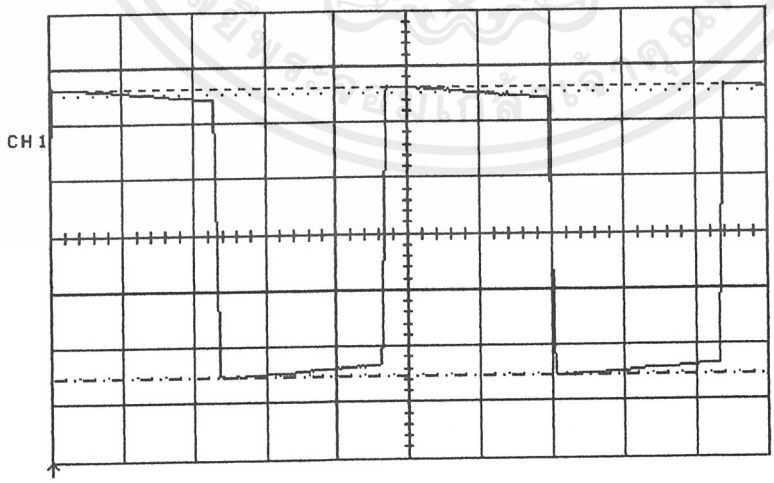
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 1 ที่ความถี่ 70.372 kH_z

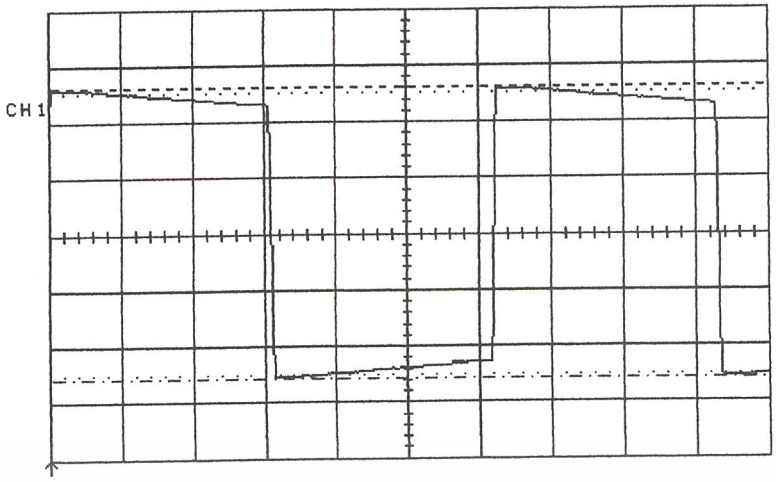


รูปที่ 4.5 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 1 ที่ความถี่ 58.783 kH_z

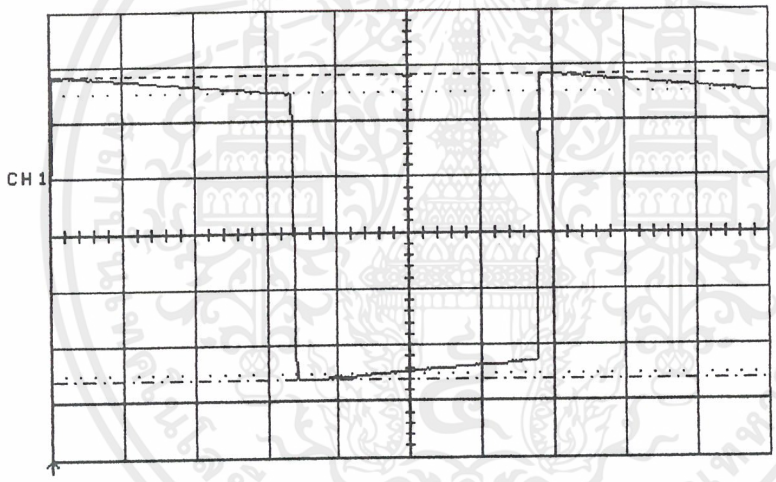


รูปที่ 4.6 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 1 ที่ความถี่ 47.147 kH_z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

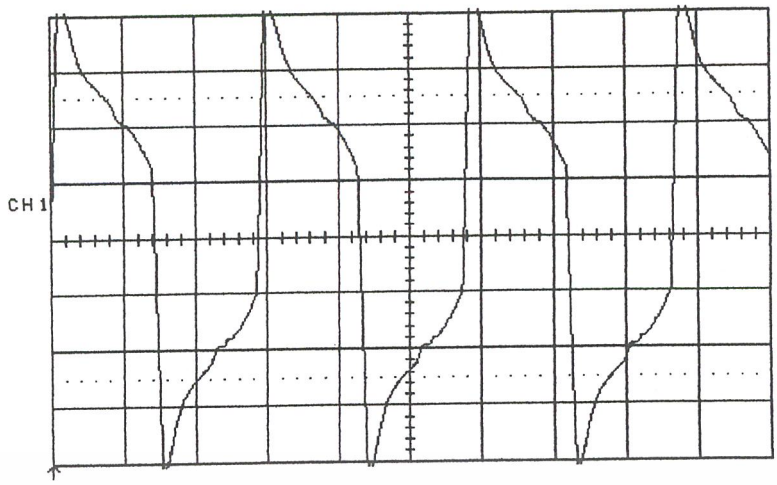


รูปที่ 4.7 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 1 ที่ความถี่ 35.448 kH_z

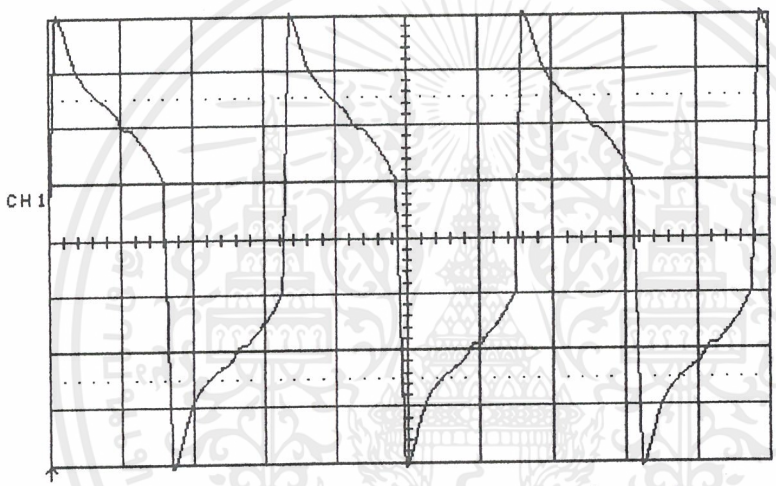


รูปที่ 4.8 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 1 ที่ความถี่ 32.247 kH_z

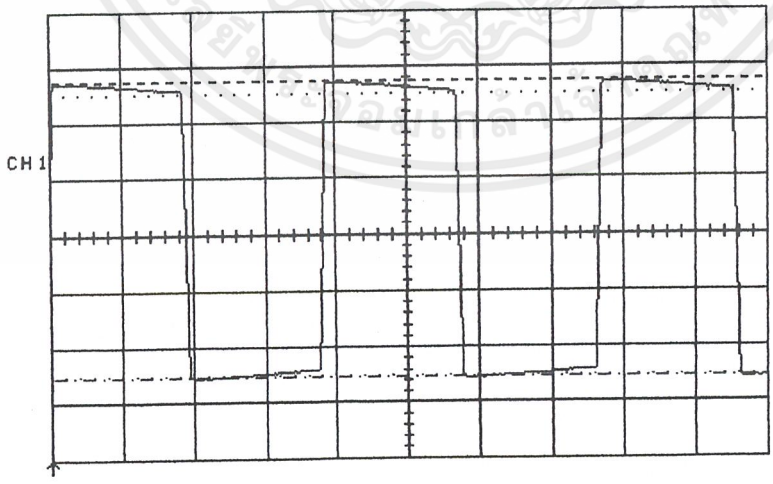
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 2 ที่ความถี่ 85.543 kH_z

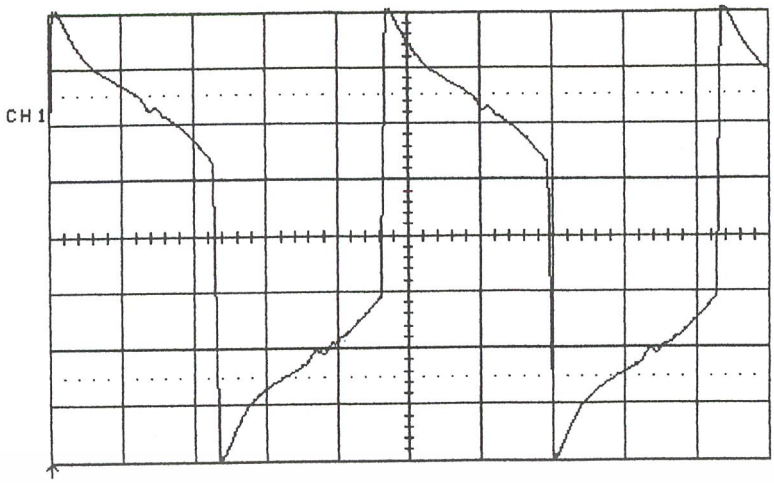


รูปที่ 4.10 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 2 ที่ความถี่ 70.372 kH_z



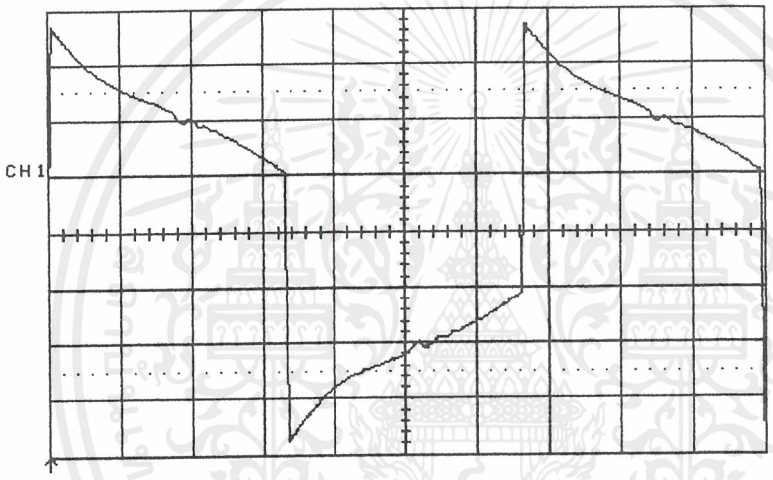
รูปที่ 4.11 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 2 ที่ความถี่ 58.783 kH_z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Time/ div = 5 μs

รูปที่ 4.12 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 2 ที่ความถี่ 47.147 kH_z



Time/ div = 5 μs

รูปที่ 4.13 สัญญาณแรงดันเอาท์พุทจุด 2 ที่ความถี่ 32.247 kH_z

ค่า R (K)	ความถี่ที่คำนวณ (kH_z)	ความถี่ที่วัดได้ (kH_z)	V_O (V)	ลักซ์มิเตอร์ (lm/ฟุต)	W (w)
8.2	85.543	68	150	819	24
10	70.372	60.60	139	867	26
12	58.783	52.13	120	934	27
15	47.147	42.69	103	1023	30
20	35.448	32.12	82	1140	34
22	32.247	29.45	68	1165	36

ตารางที่ 4.2 แสดงถึงค่าต่าง ๆ เมื่อได้เปลี่ยนความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองจะเห็นว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์กินกำลังงานน้อยกว่า บัลลาสต์แมกเนติกส์นั่นก็หมายถึงการกินกระแสน้อยกว่าด้วย และยังทำให้ประหยัดพลังงานลงไปได้อีกทั้งยังประหยัดค่าไฟฟ้าลงไปด้วย ส่วนการที่เราทำการเปลี่ยนค่าความถี่จะทำให้เห็นว่าเมื่อความถี่สูงขึ้นจะทำให้กำลังวัตต์ลดลงไป ส่วนความถี่ต่ำจะทำให้กำลังวัตต์เพิ่มมากขึ้น แต่ในวงจรที่เราใช้อยู่นั้นจะใช้ความถี่ที่ 58.783 kH_z ซึ่งเป็นความถี่ที่เหมาะสมที่สุด ถึงแม้มันจะได้วัตต์เพียง 27 W ก็ตาม ส่วนความถี่ที่สูงกว่านี้ถึงแม้จะให้วัตต์ที่น้อยลงแต่ก็มีข้อเสียอยู่บ้างคือ หลอดจะติดช้ากว่าส่วนความถี่ที่ต่ำกว่า 58.783 kH_z จะติดช้ามาก ยิ่งความถี่ต่ำลงเท่าไรหลอดไฟก็จะยิ่งติดได้ช้า

ข้อดี ข้อเสียของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์และบัลลาสต์แมกเนติกส์

ข้อดีของบัลลาสต์แมกเนติกส์

1. ใช้ทนนาน บัลลาสต์แมกเนติกส์ได้รับการยอมรับถึงการทำงานที่เชื่อถือได้ อายุการใช้งานยาวนาน
2. ราคาถูก หาซื้อง่าย
3. สามารถใช้งานได้ในสถานที่ต่าง ๆ เช่น
   - ในสถานที่ที่มีอุณหภูมิสูง
   - ในสถานที่ที่มีความชื้นสูง

ข้อเสียของบัลลาสต์แมกเนติกส์

1. แสงสว่างไม่สม่ำเสมอ หลอดฟลูออเรสเซนต์มีการกระพริบของแสง
2. ตัวบัลลาสต์แมกเนติกส์มีน้ำหนักมาก
3. ประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอดมีค่าต่ำ
4. ขณะใช้งาน บัลลาสต์แมกเนติกส์จะร้อนมากซึ่งจะทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานมากขึ้น
5. ใช้เวลาจุดหลอดนาน

ข้อดีของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1. แสงมีความสม่ำเสมอมากขึ้น
2. การจุดหลอดไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์และไม่มีปัญหาเรื่องสตาร์ทเตอร์เสีย เพราะไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์
3. ยืดอายุการใช้งานของหลอดให้ยาวนานขึ้น
4. การใช้ความถี่สูงจะลดการเกิดแสงกระพริบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. มีน้ำหนักเบา
6. ช่วยประหยัดพลังงานได้ เพราะพลังงานที่สูญเสียในบัลลาสต์มีค่าลดลง
7. หลอดจุดติดเร็ว
8. ลดภาระของเครื่องปรับอากาศ ช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศได้เพราะบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีการสูญเสียในตัวบัลลาสต์น้อยกว่า

<u>ข้อเสียของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์</u>

1. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะสร้างแรงดันสูงหากไม่มีการป้องกันที่ดีผู้ใช้อาจถูกไฟดูดได้
2. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อาจรบกวนการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่นได้ เช่น เครื่องคอมพิวเตอร์ วิทยุ การรบกวนอาจเกิดขึ้นได้ 3 ทางคือ
   - การแผ่คลื่นผ่านอากาศสู่อุปกรณ์
   - การแผ่คลื่นผ่านอากาศจากสายไฟที่ติดกับอุปกรณ์
   - การย้อนกลับจากอุปกรณ์กลับเข้าไปยังแหล่งจ่ายโดยผ่านสายไฟ
3. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีอายุการใช้งานสั้นกว่าบัลลาสต์แมกเนติกส์ เพราะต้องขึ้นอยู่กับความชื้น อุณหภูมิ
4. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะมีการทำงานและอายุการใช้งานที่ไวต่อแรงดันที่ไม่คงที่มากกว่า บัลลาสต์แมกเนติกส์
5. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้ได้ในบางสถานที่

<u>สรุปผล</u>

จากข้อดีขอเสียของบัลลาสต์ทั้งสองแบบ ท่านสามารถพิจารณาตัดสินใจเลือกใช้บัลลาสต์โดยดูจากลักษณะการใช้งานของท่านเป็นหลัก บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีคุณสมบัติที่ดีแต่มีปัญหาว่าราคาแพงจะใช้เวลานานกว่าจะคุ้มทุนและก็มีความเสี่ยงว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อาจจะเสียก่อนคุ้มทุนก็ได้ หรือหากบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีคุณภาพที่ไม่ดีอาจจะรบกวนการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดอื่น ๆ อย่างไรก็ดีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ได้คุณภาพก็มีคุณสมบัติเด่นเหมาะกับการใช้งาน

สำหรับผู้ใช้บางรายที่ไม่ใส่ใจถึงระยะเวลาคืนทุนอาจจะเลือกซื้อบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้แม้ว่าอาจจะไม่คุ้มทุนหรือระยะคืนทุนอาจจะนานเกินไป แต่ก็ด้วยเจตนาที่ดีที่ต้องการช่วยประหยัดพลังงาน พลังงานไฟฟ้าที่ช่วยกันประหยัดได้จะมีค่าเสมือนมีโรงไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเพราะพลังงานไฟฟ้าที่เราประหยัดได้นั้นผู้อื่นสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. การออกแบบระบบแสงสว่าง, พิบูลย์ ดิษฐ์อุดม
2. การออกแบบแสงสว่าง, ธนบูลย์ ศศิภานุเดช
3. ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า เล่ม 3, ไมตรี วรวุฒิ จรรยากุล
4. เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับบัลลาสต์, บริษัท แอดวานซ์ อิเล็กทริก แอนด์ อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด
5. 51 เรื่องน่ารู้เทคนิคไฟฟ้า, วารสารเทคนิค
6. แหล่งจ่ายไฟสำหรับนักอิเล็กทรอนิกส์ชุดสวิตชิ่งซัพพลาย, บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด
7. เทคนิคและการออกแบบสวิตชิ่ง เพาเวอร์ซัพพลาย, สุวัฒน์ ดั่น
8. แหล่งจ่ายไฟแบบสวิตชิ่ง, สมบูรณ์ มาลานนท์ สมคิด วิริยประสิทธิ์ชัย
9. IR 2155, เศกสิทธิ์ คำชมภู
10. ฟาสต์-รีคัฟเวอรี่ไดโอด, ชูเกียติ วัฒนากูล
11. หยิบมอสเฟตมาใช้งาน ตอนที่ 1 และ 2, วิโรจน์ แซ่โซว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ
สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนซ์
เฉพาะด้านความปลอดภัย

มอก.885-2532
พิมพ์เพิ่มเติมครั้งที่2 พ.ศ.2536 จำนวน 300 เล่ม

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
กระทรวงอุตสาหกรรม ถนนพระรามที่ 6 กรุงเทพฯ 10400
โทรศัพท์ 2461175

ประกาศในราชกิจจานุเบกษา เล่ม 106 ตอนที่ 159
วันที่ 21 กันยายน พุทธศักราช 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะกรรมการวิชาการคณะที่ 12

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

ประธานคณะกรรมการ

นาย ประโมทย์ อุณห์ไวทยะ	ผู้แทนคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

กรรมการ

นาย ทอง หล่อพุ่มกลิ่น	ผู้แทนสำนักงานพลังงานแห่งชาติ
ร.อ.หิรัญ บริบูรณ์หิรัญสาร	ผู้แทนกรมโยธาธิการ
นาย สุรพล วัฒนวงศ์	ผู้แทนสถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
นาย สมบัติ โสภาวนิตย์	ผู้แทนการไฟฟ้านครหลวง
นาย ประโมธ ศิริปุณย์	ผู้แทนการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค
นางสาว อารมย์ ไชยโชติ	
นาย วัฒนะ เจ้าเจริญกุล	ผู้แทนการเคหะแห่งชาติ
นาย บุญจิตร โลห์ วงศ์วัฒน	
นาย ชีวิน จิตตินันท์	ผู้แทนสภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย
นาย พัลลภ นวพันธ์พิพัฒน์	ผู้แทนบริษัทไฟฟ้าฟิลิปส์แห่งประเทศไทยจำกัด
นาย ทรงศักดิ์ วรรณนิธิกุล	
นาย บุญเลิศ รุจิเรขเสรีกุล	ผู้แทนบริษัทพี.อี.ดับบลิวจำกัด
นาย พิทักษ์ สุขุตมตันติ	ผู้แทนห้างหุ้นส่วนสามัญนิติบุคคลบี.กริมแอนโก
นาย พิชัย เบญจพัฒนมงคล	ผู้แทนห้างหุ้นส่วนจำกัดเบญจมงคลอีเลคทริคเวิร์คส

กรรมการและเลขานุการ

นาย ศิริชัย คัณธมาส	ผู้แทนสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันได้มีการนำวงจรอิเล็กทรอนิกส์มาใช้แทนบัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ในระบบไฟฟ้ากระแสสลับทำให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าลงไปได้ดังนั้นเพื่อประโยชน์ของผู้ใช้และเพื่อส่งเสริมอุตสาหกรรมประเภทนี้จึงกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์เฉพาะด้านความปลอดภัยขึ้น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฉพาะด้านความปลอดภัยนี้กำหนดขึ้นโดยอาศัยเอกสารต่อไปนี้เป็นแนวทาง

DRAFT IEC Publication 000 AC Supplied Eletronic Ballasts for tubular Fluorescent Lamps General and Safety Requirements

คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้พิจารณามาตรฐานนี้แล้วเห็นสมควรเสนอรัฐมนตรีประกาศตามมาตรา15แห่งพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรม พ.ศ. 2511

ปลอดภัย มาตรฐานเลขที่ มอก. 885-2532 ไว้ดังมีรายละเอียดต่อท้ายประกาศนี้

ประกาศ ณ วันที่ 1 กันยายน พ.ศ. 2532

บรรหาร ศิลปอาชา

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอก. 885-2532

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรม
บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ
สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนซ์
เฉพาะด้านความปลอดภัย

1.ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฉพาะด้านความปลอดภัยนี้กำหนดประเภทคุณลักษณะที่ต้องการเครื่องหมายและฉลากการซกตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินและการทดสอบบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กับกระแสไฟฟ้าสลับสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนซ์

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรมเฉพาะด้านความปลอดภัยนี้ครอบคลุมเฉพาะบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนซ์ซึ่งใช้กับระบบแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไม่เกิน1000โวลต์ความถี่50แฮรตซ์หรือ60แฮรตซ์และหลอดฟลูออเรสเซนซ์ที่กำหนดในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรมหลอดฟลูออเรสเซนซ์มาตรฐานเลขที่มอก.236

1.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุสาหกรรมนี้ไม่ครอบคลุมถึงบัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนซ์ซึ่งมีประกาศกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไว้ต่างหากโดยเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. บทนิยาม

ความหมายที่ใช้ในมาตราฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 บัลลาสต์ (ballast) หมายถึงอุปกรณ์ซึ่งอยู่ระหว่างแหล่งจ่าย (supply) กับหลอดฟลูออเรสเซนซ์หลอดเดียว หรือหลายหลอด และอาจมีส่วนประกอบส่วนเดียวหรือหลายส่วนโดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อควบคุมกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดให้มีค่าตามที่ต้องการและอาจรวมจุดประสงค์ดังต่อไปนี้คือ

(1) เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าตากแหล่งจ่ายให้พอที่จะจุดและเผาไส้ให้หลอดติดได้

(2) เพื่อป้องกันมิให้หลอดทำงานก่อนมีการเผาไส้ (cold starting)

(3) เพื่อลดผลทางสโตรโบสกอปิก (stroboscopic effect)

(4) เพื่อปรับตัวประกอบกำลังและ/หรือลดการรบกวนคลื่นวิทยุ

2.2 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนซ์ซึ่งต่อไปนี้มาตรฐานนี้จะเรียกว่า "บัลลาสต์" หมายถึงอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยอินเวอร์เตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (a.c.inverter) กับอุปกรณ์ทำให้เสถียร (stabilizing element) เพื่อจุดหลอดฟลูออเรสเซนซ์หลอดเดียวหรือหลายหลอดซึ่งปกติทำงานที่ความถี่สูง

2.3 บัลลาสต์ติดภายในหมายถึงบัลลาสต์ที่ถูกออกแบบโดยเฉพาะสำหรับติดตั้งภายในดวงโคมกล่องเปลือกหุ้มหรือสิ่งอื่นที่คล้ายกัน

2.4 แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่าย (supply voltage) หมายถึงแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจรหลอดและบัลลาสต์

2.5 แรงดันไฟฟ้าใช้งาน (working voltage) หมายถึงแรงดันไฟฟ้าค่ารากของกำลังสองเฉลี่ยค่าสูงสุดคร่อมระหว่างฉนวนที่จุดใดๆซึ่งอาจเกิดขึ้นขณะวงจรเปิดหรือขณะหลอดทำงานตามปกติแต่ไม่รวมภาวะขณะชั่วครู่ (transient)

2.6 กระแสไฟฟ้าของแหล่งจ่าย (supply cerrent) หมายถึงกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจรหลอดและบัลลาสต์

2.7 ส่วนที่มีไฟฟ้า (live part) หมายถึงส่วนที่นำไฟฟ้าที่อาจก่อให้เกิดไฟฟ้าช็อตในการใช้งานตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ปรากฏการณ์การเกิดกระแสตรง (rectifying effect) หมายถึงปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นเมื่อกระแสอาร์ก (arc cerrent) ในครึ่งวัฏจักรที่ต่อเนื่องกันของรูปคลื่นกระแสไฟฟ้ามีปริมาณไม่เท่ากันเนื่องจากไส้หลอดข้างใดข้างหนึ่งขาดหรือเสื่อมประสิทธิภาพในการปล่อยประจุอิเล็กตรอน ปรากฏการณ์นี้อาจเกิดขึ้นแก่หลอดเมื่อจะหมดอายุการใช้งาน

2.9 อุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของผิวนอกของบัลลาสต์ (rated maximum operating temperature of a ballast case,to) หมายถึงอุณหภูมิสูงสุดที่ยอมให้เกิดขึ้นที่ผิวนอกของบัลลาสต์หรือจุดใดจุดหนึ่งที่แสดงไว้ (ถ้ามี) ในภาวะการทำงานปกติที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดหรือค่าสูงสุดของช่วงแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

3. ประเภท

3.1 บัลลาสต์มีประเภทเดียวคือบัลลาสต์ติดภายใน

4.คุณลักษณะที่ต้องการ

4.1 ความคงทนของเครื่องหมาย

เครื่องหมายตามข้อ5.ต้องคงทนและเห็นได้ชัดเจน

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ7.2

4.2 ขั้วต่อสาย

ถ้ามีขั้วต่อสายต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้

4.2.1 ขั้วต่อสายตองมีขนาดเหมาะสำหรับต่อกับสายไฟฟ้าที่ตัวนำมีพื้นที่หน้าตัดตามตารางที่1

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจการวัดและโดยการต่อสายที่มีพื้นที่หน้าตัดเล็กสุดและใหญ่สุดตามที่กำหนดในตารางที่1เข้ากับขั้วต่อสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่1พื้นที่หน้าตัด

(ข้อ 4.2.1)

กระแสไฟฟ้าที่กำหนด แอมแปร์	พื้นที่หน้าตัดของตัวนำ ตารางมิลลิเมตร
ไม่เกิน 3	0.5 ถึง 1.0
เกิน 3 ถึง 6	0.75 ถึง 1.75
เกิน 6 ถึง 10	1.0 ถึง 2.5
เกิน 10 ถึง 16	2.5 ถึง 4.0

4.2.2 ขั้วต่อสายแบบต่อด้วยหมุดเกลียวและแบบไม่ใช้หมุดเกลียวให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมดวงโคมไฟฟ้าติดประจำที่สำหรับจุดประสงค์ทั่วไป (ในกรณีที่ยังไม่มีการประกาศกำหนดมาตรฐานดังกล่าวให้เป็นไปตาม IEC 598-1)

4.3 การต่อลงดิน

4.3.1 การต่อลงดินเพื่อความปลอดภัยให้แสดงด้วยสัญลักษณ์ ขั้วต่อสายดินให้เป็นไปตามข้อ 4.2 และต้องมีตัวจับยึดเพื่อป้องกันไม่ให้ตัวนำหลวมคลอนและต้องไม่สามารถคลายออกโดยไม่ใช้เครื่องมือถ้าเป็นขั้วต่อสายที่ไม่มีหมุดเกลียวจะต้องไม่หลุดหลวมโดยไม่จงใจกระทำ

การต่อบัลลาสต์ลงดินโดยการติดตั้งบัลลาสต์เข้ากับส่วนโลหะที่มีการต่อลงดินไว้แล้ว ถือว่าเป็นการต่อบัลลาสต์ลงดิน ถ้าบัลลาสต์มีขั้วต่อสายดินให้ใช้ขั้วต่อสายดินนี้สำหรับต่อบัลลาสต์ลงดินเท่านั้น

ทุกส่วนของขั้วต่อสายดินจะต้องมีลักษณะที่มีการกัดกร่อนน้อยซึ่งเป็นผลมาจากการสัมผัสระหว่างโลหะต่างชนิดกัน หมุดเกลียวหรือส่วนของขั้วต่อสายดินควรทำด้วยทองเหลืองหรือวัสดุที่มีผิวหน้าไม่เกิดสนิมและผิวสัมผัสต้องเป็นเนื้อโลหะ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและโดยการทดสอบเช่นเดียวที่กำหนดในข้อ 4.2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การต่อลงดินตามหน้าที่ให้แสดงด้วยสัญลักษณ์ ⏚ ขั้วต่อสายดินตามหน้าที่เป็นขั้วสำหรับต่อส่วนต่างๆที่อาจจำเป็นต้องต่อลงดินด้วยเหตุผลอื่นนอกเหนือจากความปลอดภัย

หมายเหตุ ในกรณีส่วนที่ช่วยในการจุดหลอดที่อยู่ประชิดกับหลอดต่อเข้ากับขั้ว หนึ่งของขั้วต่อสายด้านจ่ายไฟออกแต่ไม่จำเป็นต้องต่อลงดินด้านเดียวกับแหล่งจ่ายไฟ

4.4 ตัวโครง (frame or chassis) ให้แสดงด้วยสัญลักษณ์ ⏚

4.5 ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ ต้องไม่ต่ำกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 2

การทดสอบให้ปฏิบัติโดยการวัด ด้วยเครื่องมือที่วัดได้ละเอียดถึง 0.5 มิลลิเมตร

สำหรับบัลลาสต์ที่ปิดหุ้มอย่างสนิทจนไม่มีระยะห่างในอากาศ เช่น โดยการบรรจุสารประกอบที่แข็งตัวเองให้เต็ม ไม่ต้องทดสอบตามข้อนี้

แผ่นอัดทองแดงสำหรับวงจรพิมพ์ไม่ต้องทดสอบตามข้อนี้

ระยะห่างตามผิวฉนวนของร่องใดๆ ซึ่งมีความกว้างน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ให้ถือความกว้างของร่องเป็นระยะห่างตามผิวฉนวนตวน โดยไม่ต้องคำนึงถึงความลึกของร่องนั้น

ตารางที่ 2 ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ

(ข้อ 4.5 ข้อ 7.5.1.1(1) และข้อ 7.5.1.1(3))

แรงดันไฟฟ้าใช้งาน	ไม่เกิน 34 โวลต์	เกิน 34 โวลต์ แต่ไม่เกิน 250 โวลต์	เกิน 250 โวลต์ แต่ไม่เกิน 500 โวลต์	เกิน 500 โวลต์ แต่ไม่เกิน 750 โวลต์	เกิน 750 โวลต์ แต่ไม่เกิน 1000โวลต์
1. ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ					
1.1 ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าที่มีศักดิ์ต่างกัน	2	3(2)	4(2)	5(3)	6(4)
1.2 ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับส่วนที่เป็นโลหะที่แตะถึงซึ่งยึดกับบัลลาสต์อย่างถาวรรวมทั้งหมุดเกลียวหรือเครื่องยึดฝาครอบหรือเครื่องยึดบัลลาสต์กับที่รองรับ	2	4(2)	5(3	6(4)	6(4)
2. ระยะห่างในอากาศ					
2.1 ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับผิวของรองรับที่มีลักษณะแบนหรือฝาครอบที่เป็นโลหะซึ่งถอดได้ (ถ้ามี) ในเมื่อไม่แน่ใจว่าการทำจะสามารถคงค่าในข้อ 1.2 ข้างต้นได้ในกรณีที่ให้ผลเลวที่สุด	2	6	8	10	10

หมายเหตุ ค่าที่กำหนดในวงเล็บ ใช้กับกรณีที่มีการป้องกันฝุ่นหรือน้ำเป็นอย่างดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่องว่างใดที่มีระยะห่างในอากาศน้อยกว่า 1 มิลลิเมตร ไม่ต้องนำมาใช้ในการหาผลรวมของระยะห่างในอากาศ ถ้าระยะห่างตามผิวฉนวนหรือระยะห่างในอากาศ ระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้ากับเปลือกนอกที่เป็นโลหะ มีระยะน้อยกว่าที่ได้กำหนดไว้ในตารางที่ 2 ให้บุด้านในของเปลือกนอกที่เป็นโลหะนั้นด้วยฉนวน

หมายเหตุ ระยะห่างตามผิวฉนวน ให้วัดตามผิวนอกของฉนวน

4.6 การป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญกับส่วนที่มีไฟฟ้า

4.6.1 บัลลาสต์ติดภายใน ที่เชื่อถือไม่ได้ว่ามีการป้องกันไฟฟ้าช็อตเมื่อติดตั้งในการใช้งานปกติ จะต้องมีการป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญกับส่วนที่มีไฟฟ้า การเคลือบด้วยแลกเกอร์หรือสีเคลือบ ไม่ถือว่าเป็นการป้องกันหรือเป็นฉนวนที่เพียงพอ

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.3

4.6.2 ส่วนต่างๆ ที่ใช้ป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญ ต้องมีความแข็งแรงตามกลเพียงพอ ไม่หลุดหลวมได้ง่ายในขณะใช้งานตามปกติ และถอดไม่ออกถ้าไม่ใช้เครื่องมือ

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัลลาสต์สำหรับหลอดฟูออเรสเซนต์ มาตรฐานเลขที่ มอก.23

4.6.3 บัลลาสต์ที่ตัวเก็บประจุซึ่งมีค่าความความจุเกิน 0.5 ไมโครฟารัดติดตั้งอยู่ด้วย เมื่อตัดแหล่งจ่ายที่มีแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของบัลลาสต์แล้วเป็นเวลา 1 นาที แรงดันไฟฟ้าที่ขั้วต่อสายสัมผัสได้ด้วยนิ้วทดสอบ ต้องไม่เกิน 50 โวลต์

การทดสอบให้ปฏิบัติโดยการวัดด้วยโวลต์มิเตอร์ที่มีความแม่นที่ผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 0.5 ของค่าเต็มสเกล

4.7 การป้องกันไฟฟ้าช็อก

4.7.1 แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ขณะวงจรเปิด ที่ขั้วต่อสายของบัลลาสต์ด้านจ่ายไฟฟ้าให้หลอด ทั้งที่มีและไม่มีตัวต้านทานแทนที่ไส้หลอด จะต้องไม่เกิน 1500 โวลต์ (ค่ายอด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7.2 แรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ระหว่างขั้วต่อสายด้านจ่ายไฟฟ้าให้หลอดกับสายกลางหรือกับดิน เมื่อต่อวงจรหรือเริ่มจุดหลอด ต้องลดลงเหลือน้อยกว่า 700 โวลต์ (ค่ายอด) ภายใน 5 วินาที ทั้งในภาวะปกติและผิดปกติ

การทดสอบให้ปฏิบัติโดยการวัดด้วยโวลต์มิเตอร์ที่มีความแม่นที่ผิดพลาดไม่เกินร้อยละ 0.5 ของค่าเต็มสเกล

4.8 ความทนความชื้น ความต้านทานของฉนวน และความทนแรงดันไฟฟ้า

4.8.1 บัลลาสต์ต้องมีความทนความชื้นโดยเมื่อทดสอบตาม มอก.23 แล้ว ต้องไม่พบความเสียหายที่ปรากฏชัด

4.8.2 บัลลาสต์ต้องมีความต้านทานของฉนวนระหว่างขั้วต่อสายด้านไฟเข้าและขั้วต่อสายด้านไฟออกที่ต่อรวมกัน กับส่วนโลหะที่แตะถึงทั้งหมดไม่น้อยกว่า 2 เมกะโอห์ม

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอกก.23 โดยวัดระหว่างขั้วต่อสายด้านไฟเข้าและขั้วต่อสายด้านไฟออกที่ต่อรวมกันกับส่วนโลหะที่แตะถึงทั้งหมด

4.8.3 บัลลาสต์ต้องมีความทนแรงดันไฟฟ้า โดยเมื่อทดสอบตาม มอก.23 แล้วต้องไม่เกิดการวาบไฟตามผิวหรือเสียสภาพฉับพลัน

4.9 ภาวะผิดปกติ (abnormal condition)

เมื่อทดสอบตามข้อ 7.4 ในภาวะผิดปกติที่แรงดันไฟฟ้าระหว่างร้อยละ 90 กับร้อยละ 110 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดของแหล่งจ่าย บัลลาสต์ต้องไม่เสียหายในลักษณะที่ทำให้ความปลอดภัยลดลง โดยค่าความต้านทานของฉนวนต้องไม่ต่ำกว่า 2 เมกะโอห์ม และไม่เกิดควัน

4.10 ภาวะผิดพร่อง (fault condition)

4.10.1 ต้องออกแบบบัลลาสต์ให้ใช้งานในภาวะผิดพร่องได้ โดยต้องไม่ติดไฟหรือเกิดก๊าซที่ติดไฟได้ และยังคงมีคุณลักษณะการป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญ

การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 7.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.10.2 ในกรณีที่เป็นบัลลาสต์ติดภายในและมีสัญลักษณ์ ที่ขั้วต่อสายสำหรับติดตั้งในตวงโคมซึ่งมีสัญลักษณ์ เมื่อทดสอบตามข้อ 7.5 อุณภูมิที่ผิวนอกบัลลาสต์ที่อยู่ในภาวะเสถียรต้องไม่เกิน 135 องศาเซลเซียส และเมื่ออุปกรณ์ป้องกันความร้อน (thermal protector) ต่อวงจรอีกครั้ง อุณหภูมิจะต้องไม่เกิน 110 องศาเซลเซียส

ในระหว่างวัฏจักรการทำงาน ของอุปกรณ์ป้องกันความร้อน อุณหภูมิที่ผิวนอกบัลลาสต์อาจเกิน 135 องศาเซลเซียสได้ แต่ระยะเวลาที่ยอมให้อุณหภูมิที่ผิวนอกบัลลาสต์ขึ้นถึงค่าสูงสุด ต้องไม่เกินเวลาที่กำหนดในตารางที่ 3

หมายเหตุ ความหมายของสัญลักษณ์ และสัญลักษณ์ ให้เป็นไปตาม IEC 82 และ IEC 598-1

ตารางที่ 3 ระยะเวลาที่ยอมให้อุณหภูมิที่ผิวนอกบัลลาสต์ขึ้นถึงค่าสูงสุด

(ข้อ 10.4.2)

อุณหภูมิสูงสุดที่ผิวนอกบัลลาสต์ องศาเซลเซียส	ระยะเวลาที่ยอมให้อุณหภูมิที่ผิวนอกบัลลาสต์ขึ้นถึงค่าสูงสุด (เริ่มจาก 135 องศาเซลเซียส) นาที
เกิน 180	
175 ถึง 180	15
170 ถึง 175	20
165 ถึง 170	25
160 ถึง 165	30
155 ถึง 160	40
150 ถึง 155	50
145 ถึง 150	60
140 ถึง 145	90
135 ถึง 140	12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.11 ส่วนที่มีไฟฟ้าและการต่อสาย

4.11.1 การต่อทางไฟฟ้า ต้องออกแบบให้แรงกดสัมผัสไม่ส่งผ่านไปยังวัสดุฉนวนที่ไม่ใช่เซรามิก หรือไมกา หรือวัสดุอื่นที่มีสมบัติเหมาะสมทัดเทียมกัน เว้นแต่จะมีส่วนโลหะซึ่งมีความหยุ่นตัว(resilience) เพียงพอเพื่อชดเชยการหดตัวหรือการเสียรูปของวัสดุฉนวน

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

4.11.2 หมุนเกลียวหยาบ (spaced threaded screw) ต้องไม่ใช้สำหรับส่วนที่มีการต่อกระแสไฟฟ้า นอกจากใช้ส่วนที่มีไฟฟ้านั้นโดยตรง และมีวิธีการล็อกที่เหมาะสมเพื่อป้องกันการคลายตัวของหมุด

หมุดเกลียวหยาบอาจใช้เพื่อการต่อลงดินได้ ถ้าไม่ถูกรบกวนในการใช้งานตามปกติ และต้องใช้หมุดเกลียวหยาบอย่างน้อย 2 ตัว ในการต่อแต่ละจุดเพื่อความปลอดภัย

หมุดเกลียวปล่อย (thread-cutting screw) อาจใช้ต่อส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าที่ต่อถึงกันได้ถ้าส่วนนั้นไม่เป็นโลหะ เช่น สังกะสี หรืออลูมิเนียม ซึ่งอ่อนหรือครากได้

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

4.11.3 หมุดเกลียวและหมุดย้ำที่ใช้ต่อทั้งทางไฟฟ้าและทางกล ต้องยึดแน่นเพื่อป้องกันการคลายตัว อาจใช้แหวนรองแบบสปริง (spring washer) เพื่อป้องกันการคลายตัวของหมุดเกลียว ส่วนหมุดย้ำอาจใช้หมุดย้ำที่มีก้านคอ (shank) ไม่กลมหรือมีร่องบาก (notch) เพื่อป้อองกันการหลวม ส่วนที่มีต่อด้วยหมุดเกลียวที่ไม่ได้รับแรงบิดในการใช้งานตามปกติ อาจปิดผนึกด้วยสารปิดผนึกซึ่งอ่อนตัวเมื่อได้รับความร้อน เพื่อป้องกันการคลายตัวของหมุดเกลียว

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและ/หรือด้วยมือ

4.11.4 ส่วนที่สีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านต้อองทำด้วยทองแดง ถ้าเป็นโลหะเจือต้องมีทองแดงอย่างน้อยร้อยละ 50 หากเป็นโดลหะอื่นต้องมีความทนทานต่อการกัดกร่อนและมีสมบัติทางกลเทียบเท่าโลหะดังกล่าว

คุณลักษณะที่ต้องการนี้ไม่ใช้กับหมุดแกลียวที่ไม่เป็นส่วนนำกระแสไฟฟ้าที่สำคัญ เช่น หมุดเกลียวข้อต่อสาย

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และ/หรือการวิเคราะห์ทางเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.11.5 หมุดเกลียวและส่วนที่ต่อทางกลใดๆ ซึ่งหากชำรุดแล้วจะทำให้บัลลาสต์ไม่ปลอดภัย ต้องทนความเค้นทางกลซึ่งเกิดขึ้นในการใช้งานปกติได้

หมุดเกกลียวที่ส่งแรงกดสัมผัสซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระบุน้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ต้องข้นเข้าหากัยโลหะ

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ และทดสอบตาม มอก.23 การส่งแรงกดสัมผัสของหมุดเกลียว

4.12 ความทนความร้อนและไฟ

4.12.1 ส่วนต่างๆที่ทำด้วยวัสดุฉนวนที่ใช้ยึดส่วนที่มีกระแสไฟฟ้าให้อยู่กับที่ต้องทนความร้อนได้อย่างเพียงพอ

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แผ่นอัดทองแดงสำหรับวงจรพิมพ์ :กระดาษเซลลูโลส -อิพอกไซด์เรซิล มาตรฐานเลขที่ มอก.704 ยกเว้นเซรามิก ไม่ต้องทดสอบ

4.12.2 ส่วนภายนอกที่ทำด้วยวัสดุฉนวนที่ใช้ป้องกันไฟฟ้าช็อกและส่วนต่างๆ ขององวัสดุฉนวนที่ยึดส่วนที่มีไฟฟ้า ต้องทนไฟได้อย่างเพียงพอ

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IEC 695-1 ใช้วิธีทดสอบด้วยลวดความร้อน (glow wire) ที่อุณหภูมิ 650 องศาเซลเซียส โดยใช้บัลลาสต์ตัวอย่าง 1 ตัว ยกเว้นเซรามิก ไม่ต้องทดสออบ

ส่วนแผ่นอัดทองแดงสำหรับวงจรพิมพ์ไม่ต้องทดสอบตามข้อกำหนดนี้ แต่ให้ทดสอบการติดไฟตาม มอก.704

4.12.3 ส่วนต่างๆที่ทำด้วยวัสดุฉนวนที่ใช้ยึดส่วนที่มีไฟฟ้าให้อยู่กับที่ต้องทนไฟได้

การทดสอบให้ปฏิบัติตาม IEC 695-2 โดยใช้วิธีทดสอบแบบเปลวไฟรูปเข็ม (needle flame) และมีข้อกำหนดการทดสอบตามข้อต่อไปนี้ ยกเว้นเซรามิก ไม่ต้องทดสอบ

(1) ตัวอย่างทดสอบต้องเป็นบัลลาสต์ที่สมบูรณ์ 1 ตัวอย่าง ถ้าจำเป็นต้องถอดชิ้นส่วนของบัลลาสต์เพื่อการทดสอบ ต้องแน่ใจว่าภาวะการทดสอบจะไม่แตกต่างตามภาวะการใช้งานตามปกติมากนักอย่างนัยสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) การทดสออบเปลวไฟ (flame test) ให้จ่อเปลวไฟทดสอบที่ตรงกกลางพื้นผิวทดสอบ

(3) ระยะเวลาทดสออบ 10 วินาที

(4) หลังจากเอาเปลวไฟทดสอบออกแล้ว เปลวไฟที่ติดวัสดุฉนวนต้องดับได้เองภายใน 30 วินาที ลูกไฟที่ตกบนกระดาษทิชชู ซึ่งวางซ้อนกัน 5 ชั้น และวางอยู่ใต้ตัวออย่างทดสออบ ต้อองไม่ทำให้เกิดเผาไหม้ลุกลามไปตามแนวราบเป็นระยะเกิน 200 มิลลิเมตร

4.13 การป้องกันสนิม

ส่วนที่เป็นเหล็ก ซึ่งเมื่อเกิดสนิมแล้วอาจเป็นสาเหตุให้บัลลาสต์ไม่ปลอดภัย ต้องมีการป้องกันการเป็นสนิมอย่างเพียงพอ การป้อองกันสนิมของผิวนอกขอองบัลลาสต์ โดยการหาวาร์นิชถือว่าเพียงพอแล้ว การทดสอบทำโดยการตรวจพินิจ

5.เครื่องหมายและฉลาก

5.1 ที่บัลลาสต์ทุกตัว อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และถาวร

(1) แรงดันไฟฟ้าที่กำหนด

(2) ใช้งานสูงสุดที่กำหนดของผิวนอกกระแสไฟฟ้าที่กำหนด และความถี่ที่กำหนด

(3) กำลังไฟฟ้าที่กำหนด และถ้าจำเป็น ต้องแจ้งแบบของหลอดซึ่งเหมาะกับบัลลาสต์นั้นด้วย หากบัลลาสต์สามารถใช้กับหลอดได้หลายหลอด ต้องแจ้งจำนวนหลอดและกำลังไฟฟ้าของหลอดแต่ละหลอดด้วย

(4) ระหัสรุ่นที่ทำหรือเดือน ปีที่ทำ

(5) แผนวงจรไฟฟ้า ที่แสดงตำแหน่งการต่อสายอย่างสมบูรณ์ในกรณีที่บัลลาสต์ไม่มีขั้วต่อสาย ต้องแสดงเครื่องหมายสำหรับการต่อสายให้เห็นชัดเจนในแผนวงจรไฟฟ้า

(6) ถ้ามีขั้วต่อสายดิน ต้องมีสัญลักษณ์ ⏚

(7) อุณหภูมิของบัลลาสต์ (tc)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ให้ระบุตำแหน่งที่วัด ที่ตัวบัลลาสต์หรือแสดงไว้ในเอกสารแนะนำของผู้ทำ

(8) ระดับการป้องกันฝุ่นและน้ำ

(9) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

(10) ประเทศที่ทำ

5.2 ผู้ทำผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เป็นไปตามมาตรฐานนี้ จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัย กับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนั้นได้ ต่อเมื่อได้รับใบอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแล้ว

6.การชักตัวอย่างและเกณฑ์การตัดสิน

6.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง บัลลาสต์ที่ทำขึ้นในภาวะเดียวกัน ช่วงเวลาเดียวกัน และจากโรงงานเดียวกัน หรือที่ซื้อขายหรือส่งมอบในระยะเวลาเดียวกัน

6.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

6.2.1 การชักตัวอย่าง

ให้ชักตัวอย่างโดยวิธีสุ่มจากรุ่นเดียวกัน 1 ตัว

6.2.2 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างบัลลาสต์ต้องเป็นไปตามข้อ 4. ทุกรายการ จึงจะถือว่าบัลลาสต์รุ่นนั้น เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฉพาะด้านความปลอดภัยนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.การทดสอบ

7.1 ข้อกำหนดทั่วไป

7.1.1 ลำดับการทดสอบ

ให้ทดสอบบัลลาสต์ตัวอย่างตามลำดับราบการที่กำหนดดังนี้

(1) ความคงทนของเครื่องหมาย

(2) ขั้วต่อสาย

(3) การต่อลงดิน

(4) ระยะห่างตามผิวฉนวนและระยะห่างในอากาศ

(5) การป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญกับส่วนที่มีไฟฟ้า

(6) การป้องกันไฟฟ้าช็อก

(7) ความทนความชื้น ความต้านทานของฉนวน และความทนแรงดันไฟฟ้า

(8) ภาวะผิดปกติ

7.1.2 ภาวะทดสอบ

หากมิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่น การทดสอบให้กระทำที่อุณหภูมิโดยรอบในช่วง 20 ถึง 40 องศาเซลเซียส

7.1.3 เครื่องวัดทางไฟฟ้า

ให้ใช้เครื่องวัดทางไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่มีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 0.5 ของค่าเต็มสเกล

7.2 การทดสอบความคงทนของเครื่องหมาย

ให้ทดสอบโดยใช้ผ้าชุ่มน้ำถูเครื่องหมายบนบัลลาสต์ตัวอย่างเบาๆ เป็นเวลา 15 วินาทีทิ้งไว้ให้แห้ง แล้วใช้ผ้าที่ชุ่มด้วยปิโตรเลียมสปิริต เช่น เฮกเซน ถูซ้ำเป็นเวลาอีก 15 วินาที

7.3 การทดสอบการป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญกับส่วนที่มีไฟฟ้าที่อาจก่อให้เกิดไฟฟ้าช็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.3.1 ป้อนแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดและความถี่ที่กำหนดให้บัลลาสต์ วัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านระหว่างส่วนที่กำหนดกับดิน โดยใช้วงจรทดสอบที่มีความต้านทานซึ่งไม่มีความเหนี่ยวนำ 2000 โอห์ม ถ้ามีกระแสไฟฟ้ามากกว่า 0.7 มิลลิแอมแปร์ (ค่ายอด) แล้วแต่ค่าใดจะน้อยกว่า ให้ใช้ค่านั้นเป็นค่าจำกัด

7.3.2 วัดแรงดันไฟฟ้าระหว่างส่วนที่ทดสอบกับส่วนที่แตะถึงได้ โดยใช้วงจรทดสอบที่มีความต้านทาน ซึ่งไม่มีความเหนี่ยวนำ 50000 โอห์ม ถ้าค่าของแรงดันไฟฟ้าสูงกว่า 34 โวลต์ (ค่ายอด) แสดงว่าส่วนที่ทดสอบนั้นเป็นส่วนที่มีไฟฟ้า

หมายเหตุ ในการทดสอบดังกล่าวข้างต้น ให้ต่อขั้วใดขั้วหนึ่งของแหล่งจ่ายไฟฟ้าลงดินเพื่อความปลอดภัย

7.4 การทดสอบภาวะผิดปกติ

ให้ทดสอบทีละภาวะ ภาวะละ 1 ชั่วโมง ดังแสดงในข้อ (1) ถึง ข้อ (4) ในการทดสอบให้ติดตั้งใช้งานตามที่ผู้ทำระบุ

(1) ไม่ได้ต่อหลอด หรือต่อหลอดไม่ครบทุกหลอด

(2) ไส้หลอดข้างใดข้างหนึ่งขาด

(3) หลอดไม่ติดสว่างถึงแม้ว่าวงจรไส้หลอดเป็นปกติ แต่ไส้หลอดเสื่อมคุณภาพ

(4) หลอดติดสว่าง แต่ไส้หลอดข้างใดข้างหนึ่งขาดหรือเสื่อมคุณภาพ ทำให้มีปรากฏการณ์การเกิดกระแสตรง

(5) เกิดการลัดวงจรที่สตาร์ตเตอร์ (ถ้ามี)

7.4.1 ในกรณีของการทดสอบกับหลอดที่เสื่อมคุณภาพ ให้ใช้ตัวต้านทานต่อแทนไส้หลอดแต่ละไส้ ค่าความต้านทาน (R) หาได้จากกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดที่ระบุใน มอก.236 แล้วแทนค่าลงในสูตร

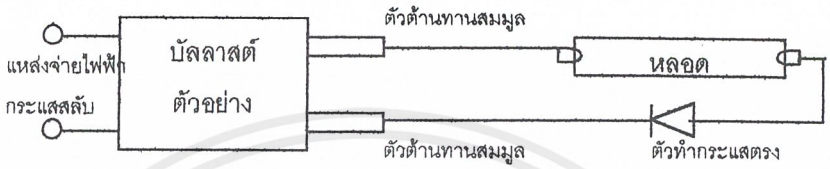
$$R = \frac{11.0}{2.1\,In}$$

เมื่อ In คือกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดที่ระบุ

หมายเหตุ ส่วนหลอดที่ไม่เป็นไปตาม มอก.236 ให้ใช้กระแสไฟฟ้าผ่านหลอดที่ระบุตามที่ผู้ทำกำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.4.2 ในการทดสอบปรากฏการณ์การเกิดกระแสตรง ให้ใช้วงจรดังตัวอย่างในรูปที่ 1 ต่อหลอดเข้ากับจุดกึ่งกลางของตัวต้านทานสมมูลที่เหมาะสม เลือกใช้ขั้วของตัวทำกระแสตรงที่ทำให้เกิดภาวะที่ไม่พึงประสงค์ที่สุด ถ้าจำเป็นให้จุดหลอดด้วยอุปกรณ์จุดหลอดที่เหมาะสม



รูปที่ 1 ตัวอย่างวงจรทดสอบของปรากฏการณ์การเกิดกระแสตรง
(ข้อ 7.4.2)

คุณลักษณะของตัวทำกระแสตรงต้องเป็นดังนี้

(1) แรงดันไฟฟ้าผกผันสูงสุด (peak inverse voltage) ไม่น้อยกว่า 3000 โวลต์

(2) กระแสไฟฟ้ารั่วผันกลับ (reverse leakage current) ไม่เกิน 10 ไมโครแอมแปร์

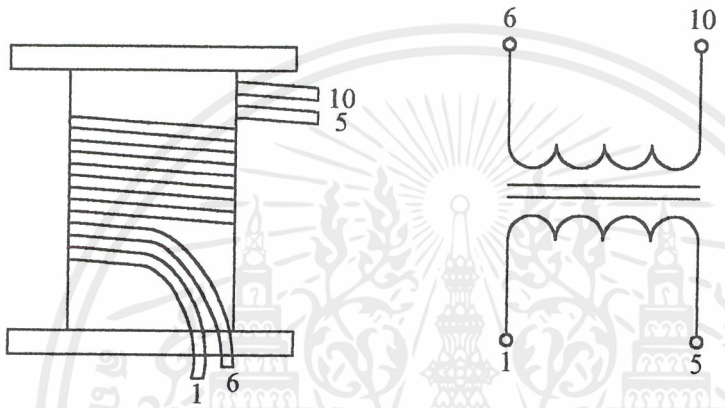
(3) กระแสไฟฟ้าไปหน้า (forward current) ไม่น้อยกว่า 3 เท่าของกระแสไฟฟ้าผ่านหลอดระบุ

(4) เวลาแปรเปลี่ยน (transition time) ไม่เกิน 500 นาโนวินาที

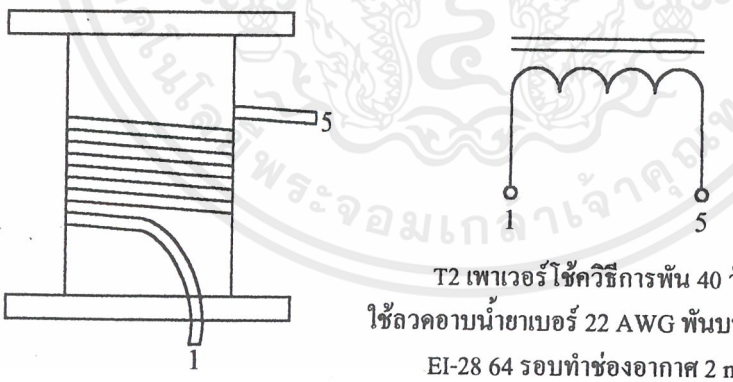
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพันหม้อแปลง T1,T2

ชุดบอบบิ้นและแกนเฟอร์ไรต์ของหม้อแปลง T1 และ T2 เราใช้ขนาดเดียวกันคือขนาดมาตราฐาน EI-28 T1 ใช้ลวดเบอร์ 18 AWG พันลวด 2 ขดเรียงพร้อมกันไปจำนวน 18 รอบ ก่อนนำไปใช้งานควรวัดดูว่าขดทั้งสอง มีกระแสรั่วไหลถึงกันหรือเปล่า T2 กรณีใช้กับหลอด 40 วัตต์ ใช้ลวดอาบน้ำยาเบอร์ 22 AWG พันเรียงเส้น 64 รอบทำช่องอากาศขนาด 2 มิลลิเมตร และกรณีใช้หลอดไฟ 13-18 วัตต์ ให้ใช้ลวดอาบน้ำยาเบอร์ 26 AWG พันเรียงเส้น 80 รอบทำช่องอากาศ 1 มิลลิเมตร การสร้างให้ดูได้ดังรูปต่อไปนี้



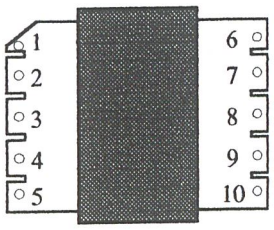
T1 ใช้ลวดอาบน้ำยาเบอร์ 18 AWG พันบนบอบบิ้น
EI-28 โดยพัน 2 เส้นคู่กัน(ขดละ) 18 รอบ



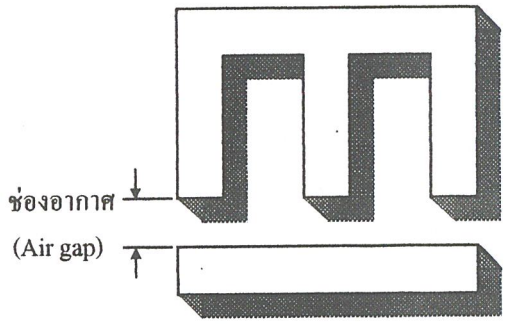
T2 เพาเวอร์โช้ควิธีการพัน 40 วัตต์
ใช้ลวดอาบน้ำยาเบอร์ 22 AWG พันบนบอบบิ้น
EI-28 64 รอบทำช่องอากาศ 2 mm.
กรณีใช้กับหลอด 13-18 วัตต์ ใช้ลวดอาบน้ำยาเบอร์
26 AWG พันบนบอบบิ้น EI-28 80 รอบ
ทำช่องอากาศ 1 mm.

วิธีการพันหม้อแปลง T1,T2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การจัดขาด้านบนของบอบบิ้น EI-28



รูปร่างของบอบบิ้น EI-28 และวิธีการทำช่องอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

International
IOR Rectifier

Data Sheet No. PD60029I

IR2155 (NOTE: For new designs, we recommend IR's new products IR2153 and IR21531)

SELF-OSCILLATING HALF-BRIDGE DRIVER

Features

- Floating channel designed for bootstrap operation
  Fully operational to +600V
  Tolerant to negative transient voltage
  dV/dt immune
- Undervoltage lockout
- Programmable oscillator frequency

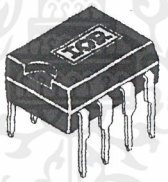
$$f = \frac{1}{1.4 \times (R_T + 150\Omega) \times C_T}$$

- Matched propagation delay for both channels
- Micropower supply startup current of 125 µA typ.
- Low side output in phase with R_T

Product Summary

V_{OFFSET}	600V max.
Duty Cycle	50%
$I_{O+/-}$	210 mA / 420 mA
V_{OUT}	10 - 20V
Deadtime (typ.)	1.2 µs

Package

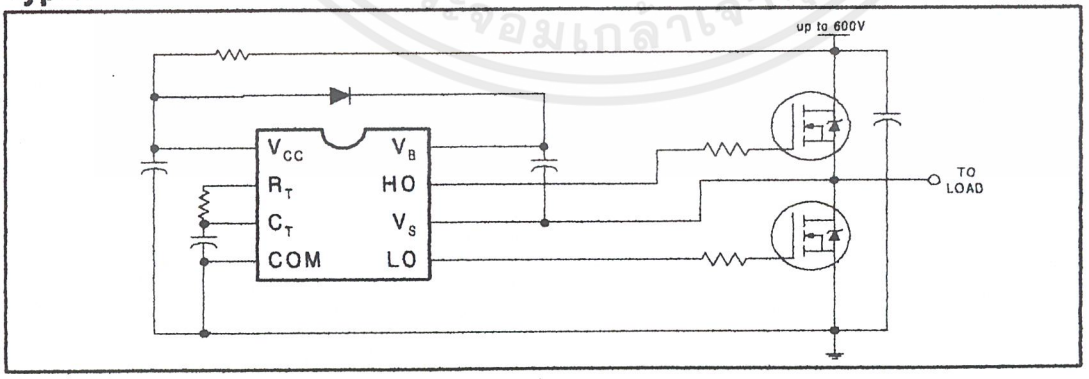


8 Lead PDIP

Description

The IR2155 is a high voltage, high speed, self-oscillating power MOSFET and IGBT driver with both high and low side referenced output channels. Proprietary HVIC and latch immune CMOS technologies enable ruggedized monolithic construction. The front end features a programmable oscillator which is similar to the 555 timer. The output drivers feature a high pulse current buffer stage and an internal deadtime designed for minimum driver cross-conduction. Propagation delays for the two channels are matched to simplify use in 50% duty cycle applications. The floating channel can be used to drive an N-channel power MOSFET or IGBT in the high side configuration that operates off a high voltage rail up to 600 volts.

Typical Connection



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. The Thermal Resistance and Power Dissipation ratings are measured under board mounted and still air conditions.

Parameter			Value		
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 Voltage		-0.3	V_{CC} + 0.3	
V_{CT}	C_T Voltage		-0.3	V_{CC} + 0.3	
I_{CC}	Supply Current (Note 1)		—	25	mA
I_{RT}	R_T Output Current		-5	5	
dV_s/dt	Allowable Offset Supply Voltage Transient		—	50	V/ns
P_D	Package Power Dissipation @ $T_A \leq +25°C$	(8 Lead DIP)	—	1.0	W
		(8 Lead SOIC)	—	0.625	
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	(8 Lead DIP)	—	125	°C/W
		(8 Lead SOIC)	—	200	
T_J	Junction Temperature		—	150	°C
T_S	Storage Temperature		-55	150	
T_L	Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)		—	300	

Recommended Operating Conditions

The Input/Output logic timing diagram is shown in Figure 1. For proper operation the device should be used within the recommended conditions. The V_S offset rating is tested with all supplies biased at 15V differential.

Parameter		Value		
Symbol	Definition	Min.	Max.	Units
V_B	High Side Floating Supply Absolute Voltage	V_S + 10	V_S + 20	V
V_S	High Side Floating Supply Offset Voltage	—	600	
V_{HO}	High Side Floating Output Voltage	V_S	V_B	
V_{LO}	Low Side Output Voltage	0	V_{CC}	
I_{CC}	Supply Current (Note 1)	—	5	mA
T_A	Ambient Temperature	-40	125	°C

Note 1: Because of the IR2155's application specificity toward off-line supply systems, this IC contains a zener clamp structure between the chip V_{CC} and COM which has a nominal breakdown voltage of 15.6V. Therefore, the IC supply voltage is normally derived by forcing current into the supply lead (typically by means of a high value resistor connected between the chip V_{CC} and the rectified line voltage and a local decoupling capacitor from V_{CC} to COM) and allowing the internal zener clamp circuit to determine the nominal supply voltage. Therefore, this circuit should not be driven by a DC, low impedance power source of greater than V_{CLAMP}.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dynamic Electrical Characteristics

V_{BIAS} (V_{CC}, V_{BS}) = 12V, C_L = 1000 pF and T_A = 25°C unless otherwise specified.

Symbol	Parameter Definition	Value Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
t_r	Turn-On Rise Time	—	80	120	ns	
t_f	Turn-Off Fall Time	—	40	70		
DT	Deadtime	0.50	1.20	2.25	µs	
D	R_T Duty Cycle	48	50	52	%	

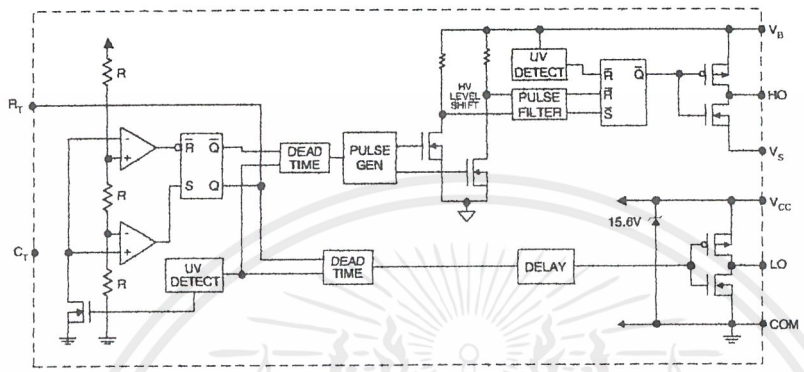
Static Electrical Characteristics

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.

Symbol	Parameter Definition	Value Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
f_{OSC}	Oscillator Frequency	19.4	20.0	20.6	kHz	R_T = 35.7 kΩ
		94	100	106		R_T = 7.04 kΩ
V_{CLAMP}	V_{CC} Zener Shunt Clamp Voltage	14.4	15.6	16.8		I_{CC} = 5 mA
V_{CT+}	2/3 V_{CC} Threshold	7.8	8.0	8.2	V	
V_{CT-}	1/3 V_{CC} Threshold	3.8	4.0	4.2		
V_{CTUV}	C_T Undervoltage Lockout	—	20	50	mV	2.5V < V_{CC} < V_{CCUV}
V_{RT+}	R_T High Level Output Voltage, V_{CC} - R_T	—	0	100		I_{RT} = -100 µA
		—	200	300		I_{RT} = -1 mA
V_{RT-}	R_T Low Level Output Voltage	—	20	50		I_{RT} = 100 µA
		—	200	300		I_{RT} = 1 mA
V_{RTUV}	RT Undervoltage Lockout, V_{CC} - R_T	—	0	100		2.5V < V_{CC} < V_{CCUV}
V_{OH}	High Level Output Voltage, V_{BIAS} - V_O	—	—	100		I_O = 0A
V_{OL}	Low Level Output Voltage, V_O	—	—	100		I_O = 0A
I_{LK}	Offset Supply Leakage Current	—	—	50	µA	V_B = V_S = 600V
I_{QBS}	Quiescent V_{BS} Supply Current	—	70	150		
I_{QBSUV}	Micropower V_{BS} Supply Startup Current	—	55	125		
I_{QCC}	Quiescent V_{CC} Supply Current	—	500	1000		
I_{QCCUV}	Micropower V_{CC} Supply Startup Current	—	70	150		
I_{CT}	C_T Input Current	—	0.001	1.0		
V_{BSUV+}	V_{BS} Supply Undervoltage Positive Going Threshold	7.7	8.4	9.2	V	
V_{BSUV-}	V_{BS} Supply Undervoltage Negative Going Threshold	7.3	8.1	8.9		
V_{BSUVH}	V_{BS} Supply Undervoltage Lockout Hysteresis	100	400	—	mV	
V_{CCUV+}	V_{CC} Supply Undervoltage Positive Going Threshold	7.7	8.4	9.2	V	
V_{CCUV-}	V_{CC} Supply Undervoltage Negative Going Threshold	7.4	8.1	8.9		
V_{CCUVH}	V_{CC} Supply Undervoltage Lockout Hysteresis	200	400	—	mV	
I_{O+}	Output High Short Circuit Pulsed Current	210	250	—	mA	V_O = 0V
I_{O-}	Output Low Short Circuit Pulsed Current	420	500	—		V_O = 15V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

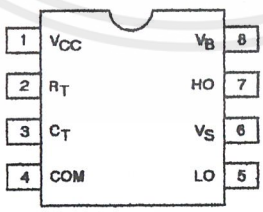
Functional Block Diagram



Lead Definitions

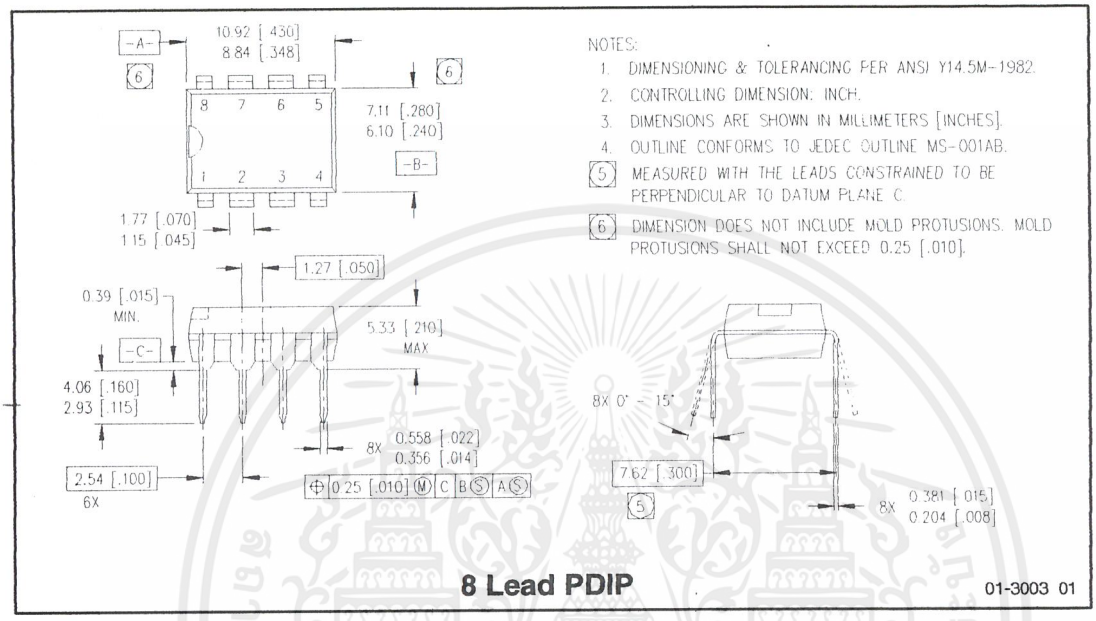
Lead Symbol	Description
R_T	Oscillator timing resistor input,in phase with LO for normal IC operation
C_T	Oscillator timing capacitor input, the oscillator frequency according to the following equation: $f = \frac{1}{1.4 \times (R_T + 150\Omega) \times C_T}$ where 150Ω is the effective impedance of the R_T output stage
V_B	High side floating supply
HO	High side gate drive output
V_S	High side floating supply return
V_{CC}	Low side and logic fixed supply
LO	Low side gate drive output
COM	Low side return

Lead Assignments



8 Lead DIP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

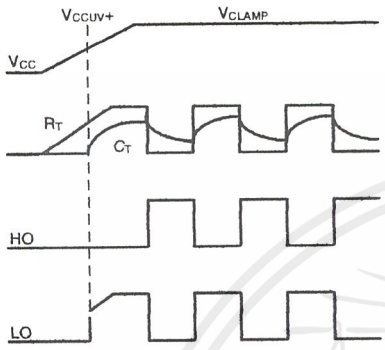


Figure 1. Input/Output Timing Diagram

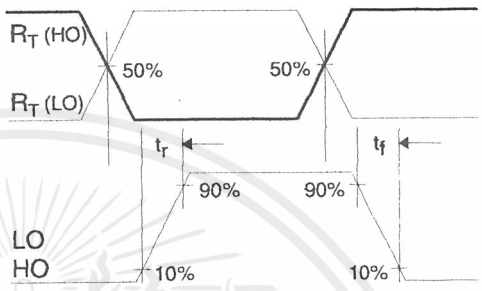


Figure 2. Switching Time Waveform Definitions

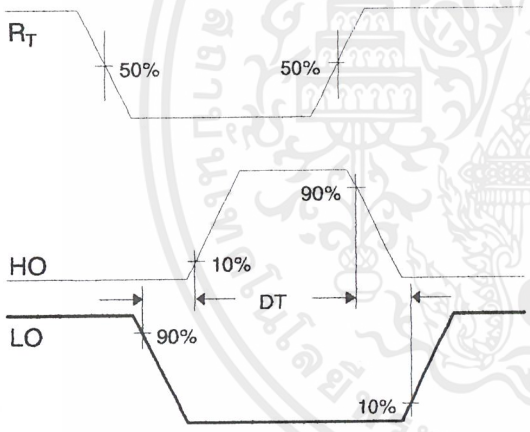


Figure 3. Deadtime Waveform Definitions

International
IOR Rectifier

WORLD HEADQUARTERS: 233 Kansas St., El Segundo, California 90245 Tel: (310) 322 3331
IR GREAT BRITAIN: Hurst Green, Oxted, Surrey RH8 9BB, UK Tel: ++ 44 1883 732020
IR CANADA: 15 Lincoln Court, Brampton, Ontario L6T 3Z2 Tel: (905) 453-2200
IR GERMANY: Saalburgstrasse 157, 61350 Bad Homburg Tel: ++ 49 6172 96590
IR ITALY: Via Liguria 49, 10071 Borgaro, Torino Tel: ++ 39 11 451 0111
IR FAR EAST: K&H Bldg., 2F, 30-4 Nishi-Ikebukuro 3-Chome, Toshima-Ku, Tokyo, Japan 171 Tel: 81 3 3983 0086
IR SOUTHEAST ASIA: 1 Kim Seng Promenade, Great World City West Tower, 13-11, Singapore 237994 Tel: 65 838 4630
IR TAIWAN: 16 Fl. Suite D..207, Sec.2, Tun Haw South Road, Taipei, 10673, Taiwan Tel: 886-2-2377-9936
http://www.irf.com/

Data and specifications subject to change without notice. 3/1/99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3A, 400V, 1.800 Ohm, N-Channel Power MOSFET

This N-Channel enhancement mode silicon gate power field effect transistor is an advanced power MOSFET designed, tested, and guaranteed to withstand a specified level of energy in the breakdown avalanche mode of operation. All of these power MOSFETs are designed for applications such as switching regulators, switching convertors, motor drivers, relay drivers, and drivers for high power bipolar switching transistors requiring high speed and low gate drive power. These types can be operated directly from integrated circuits.

Formerly developmental type TA17404.

Features

- 3.3A, 400V
- $r_{DS(ON)} = 1.800\Omega$
- Single Pulse Avalanche Energy Rated
- SOA is Power Dissipation Limited
- Nanosecond Switching Speeds
- Linear Transfer Characteristics
- High Input Impedance
- Related Literature
  - TB334 "Guidelines for Soldering Surface Mount Components to PC Boards"

Ordering Information

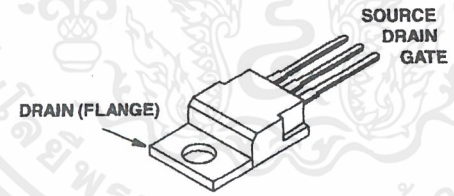
PART NUMBER	PACKAGE	BRAND
IRF720	TO-220AB	IRF720

NOTE: When ordering, use the entire part number.

Symbol

Packaging

JEDEC TO-220AB



CAUTION: These devices are sensitive to electrostatic discharge; follow proper ESD Handling Procedures.
http://www.intersil.com or 407-727-9207 | Copyright © Intersil Corporation 1999

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings $T_C = 25^oC$, Unless Otherwise Specified

		IRF720	UNITS
Drain to Source Voltage (Note 1)	V_{DS}	400	V
Drain to Gate Voltage (R_{GS} = 20kΩ) (Note 1)	V_{DGR}	400	V
Continuous Drain Current	I_D	3.3	A
$T_C = 100^oC$	I_D	2.1	A
Pulsed Drain Current (Note 3)	I_{DM}	13	A
Gate to Source Voltage	V_{GS}	±20	V
Maximum Power Dissipation	P_D	50	W
Linear Derating Factor		0.4	W/^{o}C
Single Pulse Avalanche Energy Rating (Note 4)	E_{AS}	190	mJ
Operating and Storage Temperature	T_J, T_{STG}	-55 to 150	^{o}C
Maximum Temperature for Soldering			
Leads at 0.063in (1.6mm) from Case for 10s	T_L	300	^{o}C
Package Body for 10s, See Techbrief 334	T_{pkg}	260	^{o}C

CAUTION: Stresses above those listed in "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress only rating and operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of this specification is not implied.

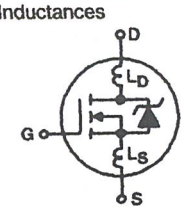
NOTE:

1. $T_J = 25^oC$ to 125^oC.

Electrical Specifications $T_C = 25^oC$, Unless Otherwise Specified

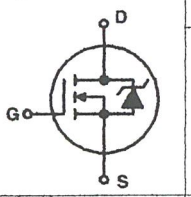
PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Drain to Source Breakdown Voltage	BV_{DSS}	I_D = 250µA, V_{GS} = 0V, (Figure 10)	400	-	-	V
Gate Threshold Voltage	$V_{GS(TH)}$	$V_{DS} = V_{GS}$, I_D = 250µA	2.0	-	4.0	V
Zero Gate Voltage Drain Current	I_{DSS}	V_{DS} = Rated BV_{DSS}, V_{GS} = 0V	-	-	25	µA
		V_{DS} = 0.8 x Rated BV_{DSS}, V_{GS} = 0V, $T_J = 125^oC$	-	-	250	µA
On-State Drain Current (Note 2)	$I_{D(ON)}$	$V_{DS} > I_{D(ON)} \times r_{DS(ON)MAX}$, V_{GS} = 10V (Figure 7)	3.3	-	-	A
Gate to Source Leakage Current	I_{GSS}	V_{GS} = ±20V	-	-	±100	nA
Drain to Source On Resistance (Note 2)	$r_{DS(ON)}$	I_D = 1.8A, V_{GS} = 10V, (Figures 8, 9)	-	1.5	1.8	Ω
Forward Transconductance (Note 2)	g_{fs}	$V_{DS} \geq 10V$, I_D = 2.0A, (Figure 12)	1.7	2.7	-	S
Turn-On Delay Time	$t_{d(ON)}$	V_{DD} = 200V, $I_D \approx$ 3.3A, R_{GS} = 18Ω, V_{GS} = 10V, R_L = 59Ω MOSFET Switching Times are Essentially Independent of Operating Temperature	-	10	15	ns
Rise Time	t_r		-	14	21	ns
Turn-Off Delay Time	$t_{d(OFF)}$		-	30	45	ns
Fall Time	t_f		-	13	20	ns
Total Gate Charge (Gate to Source + Gate to Drain)	$Q_{g(TOT)}$	V_{GS} = 10V, I_D = 3.3A, V_{DS} = 0.8 x Rated BV_{DSS} $I_{G(REF)}$ = 1.5mA, (Figure 14) Gate Charge is Essentially Independent of Operating Temperature	-	12	20	nC
Gate to Source Charge	Q_{gs}		-	2.0	-	nC
Gate to Drain "Miller" Charge	Q_{gd}		-	6.0	-	nC
Input Capacitance	C_{ISS}	V_{DS} = 25V, V_{GS} = 0V, f = 1MHz, (Figure 10)	-	360	-	pF
Output Capacitance	C_{OSS}		-	55	-	pF
Reverse Transfer Capacitance	C_{RSS}		-	20	-	pF
Internal Drain Inductance	L_D	Measured From the Contact Screw on Tab to Center of Die	-	3.5	-	nH
		Measured From the Drain Lead, 6mm (0.25in) From Package to Center of Die	-	4.5	-	nH
Internal Source Inductance	L_S	Measured From the Source Lead, 6mm (0.25in) from Header to Source Bonding Pad	-	7.5	-	nH
Thermal Resistance, Junction to Case	$R_{\theta JC}$		-	-	2.5	^{o}C/W
Thermal Resistance, Junction to Ambient	$R_{\theta JA}$	Free Air Operation	-	-	80	^{o}C/W

Modified MOSFET Symbol Showing the Internal Device Inductances



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source to Drain Diode Specifications

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Continuous Source to Drain Current	I_{SD}	Modified MOSFET Symbol Showing the Integral Reverse P-N Junction Rectifier 	-	-	3.3	A
Pulse Source to Drain Current (Note 3)	I_{SDM}		-	-	13	A
Source to Drain Diode Voltage (Note 2)	V_{SD}	$T_J = 25^oC$, $I_{SD} = 3.3A$, $V_{GS} = 0V$, (Figure 13)	-	-	1.6	V
Reverse Recovery Time	t_{rr}	$T_J = 25^oC$, $I_{SD} = 3.3A$, $dI_{SD}/dt = 100A/\mu s$	120	-	600	ns
Reverse Recovery Charge	Q_{RR}	$T_J = 25^oC$, $I_{SD} = 3.3A$, $dI_{SD}/dt = 100A/\mu s$	0.64	-	3.0	µC

NOTES:

2. Pulse test: pulse width ≤ 300µs, duty cycle ≤ 2%.
3. Repetitive rating: pulse width limited by maximum junction temperature. See Transient Thermal Impedance curve (Figure 3).
4. $V_{DD} = 50V$, starting $T_J = 25^oC$, $L = 31\mu H$, $R_{GS} = 25\Omega$, peak $I_{AS} = 3.3A$.

Typical Performance Curves Unless Otherwise Specified

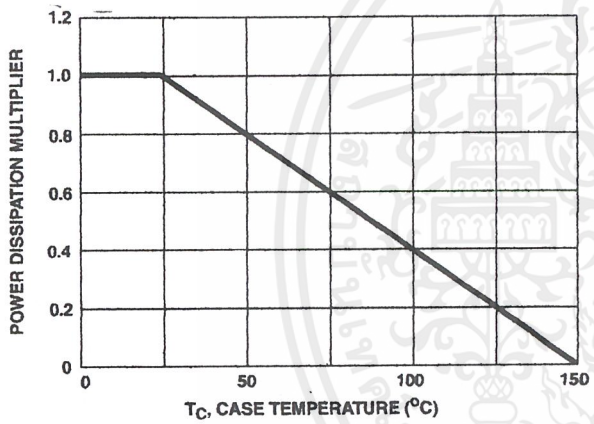


FIGURE 1. NORMALIZED POWER DISSIPATION vs CASE TEMPERATURE

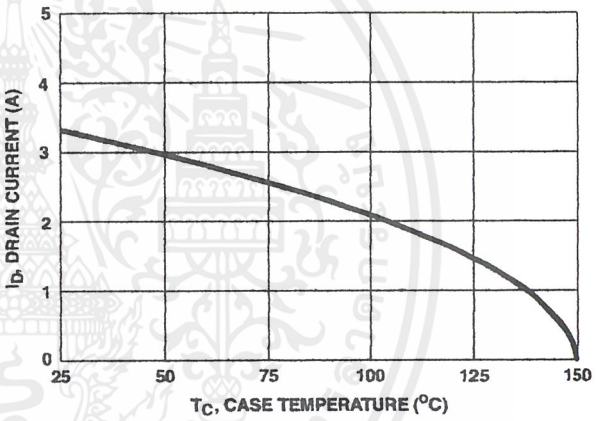


FIGURE 2. MAXIMUM CONTINUOUS DRAIN CURRENT vs CASE TEMPERATURE

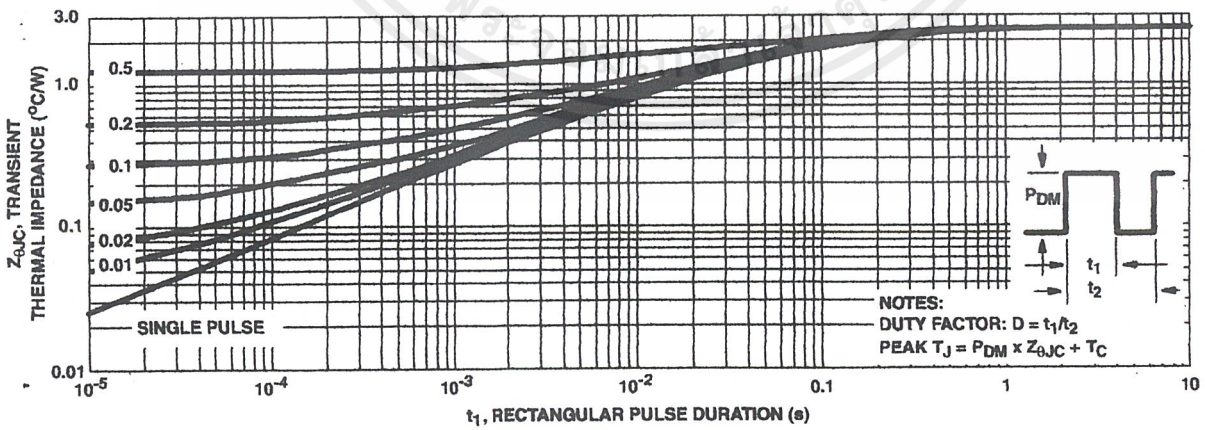


FIGURE 3. MAXIMUM TRANSIENT THERMAL IMPEDANCE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Curves Unless Otherwise Specified (Continued)

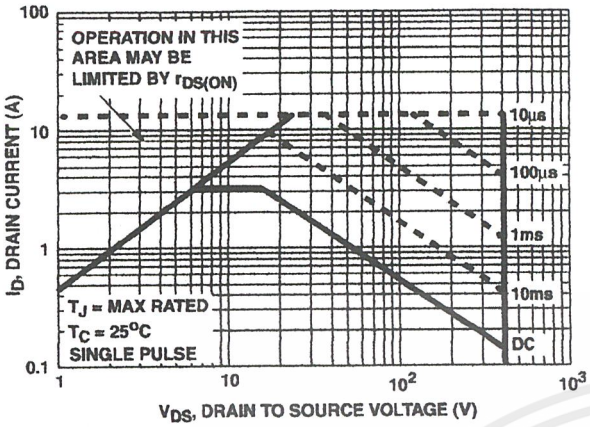


FIGURE 4. FORWARD BIAS SAFE OPERATING AREA

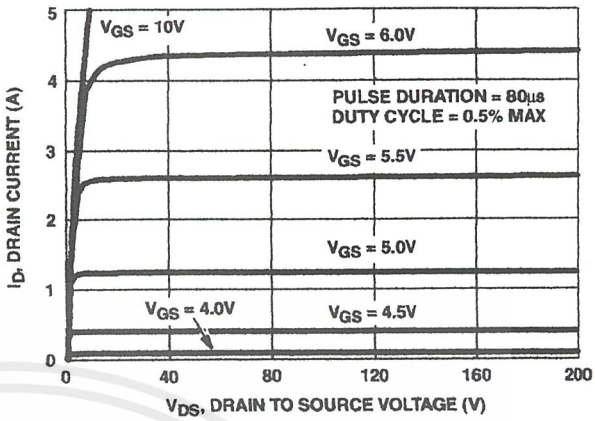


FIGURE 5. OUTPUT CHARACTERISTICS

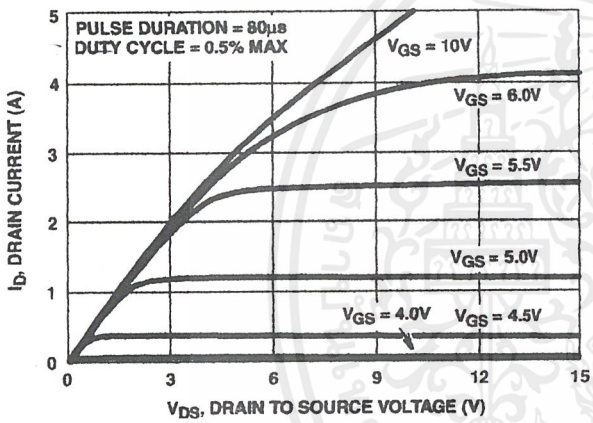


FIGURE 6. SATURATION CHARACTERISTICS

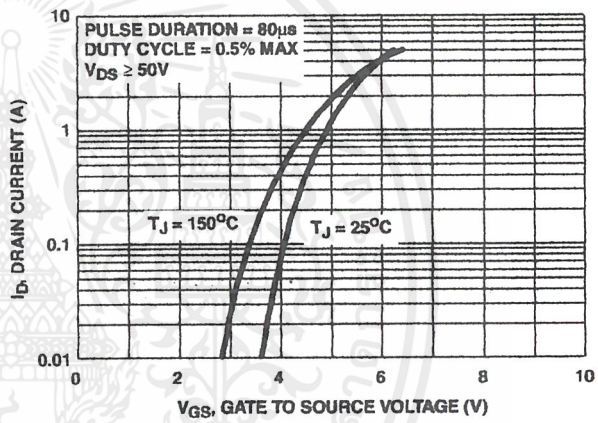


FIGURE 7. TRANSFER CHARACTERISTICS

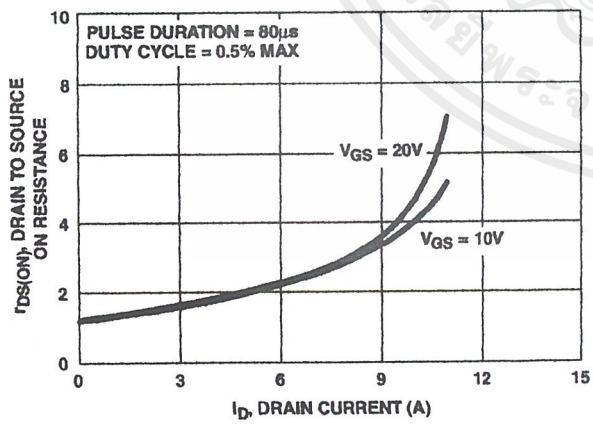


FIGURE 8. DRAIN TO SOURCE ON RESISTANCE vs GATE VOLTAGE AND DRAIN CURRENT

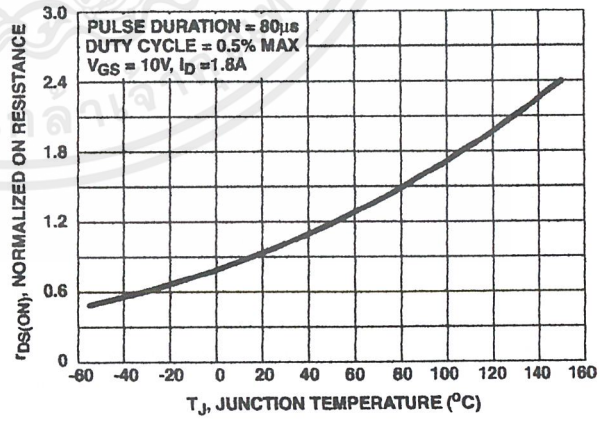


FIGURE 9. NORMALIZED DRAIN TO SOURCE ON RESISTANCE vs JUNCTION TEMPERATURE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Curves Unless Otherwise Specified (Continued)

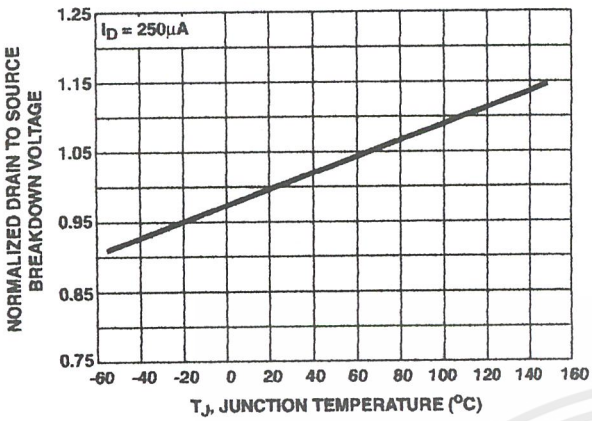


FIGURE 10. NORMALIZED DRAIN TO SOURCE BREAKDOWN VOLTAGE vs JUNCTION TEMPERATURE

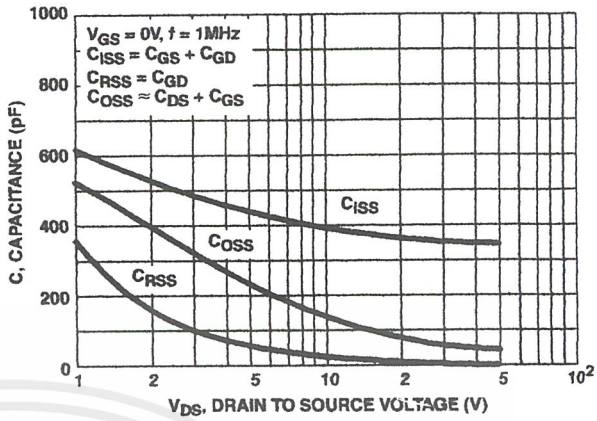


FIGURE 11. CAPACITANCE vs DRAIN TO SOURCE VOLTAGE

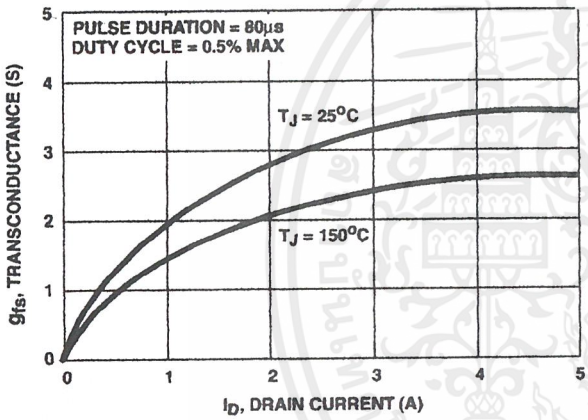


FIGURE 12. TRANSCONDUCTANCE vs DRAIN CURRENT

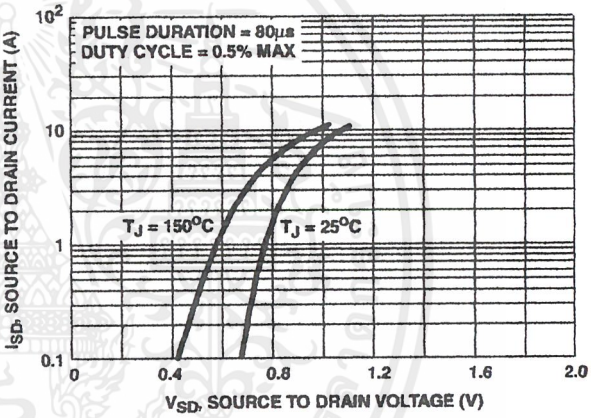


FIGURE 13. SOURCE TO DRAIN DIODE VOLTAGE

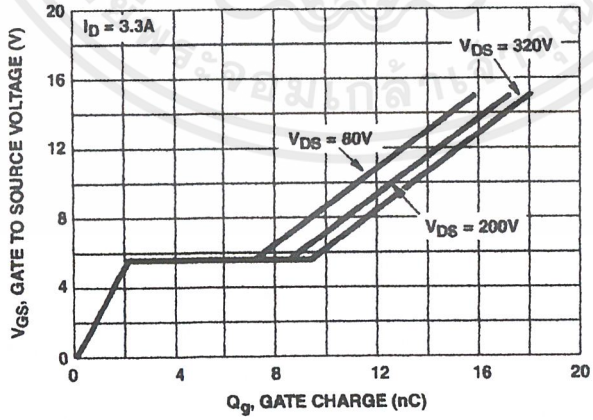


FIGURE 14. GATE TO SOURCE VOLTAGE vs GATE CHARGE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Test Circuits and Waveforms

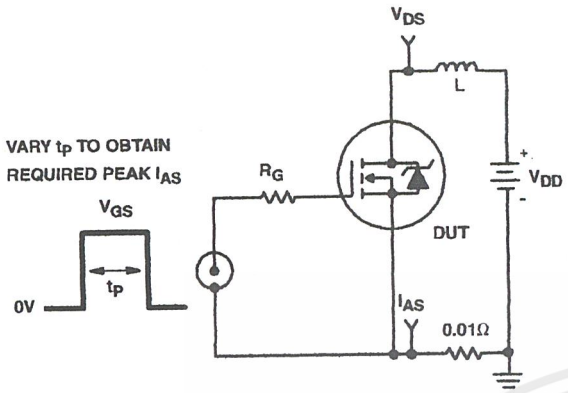


FIGURE 15. UNCLAMPED ENERGY TEST CIRCUIT

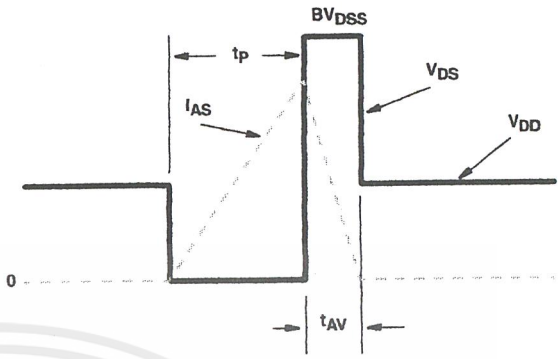


FIGURE 16. UNCLAMPED ENERGY WAVEFORMS

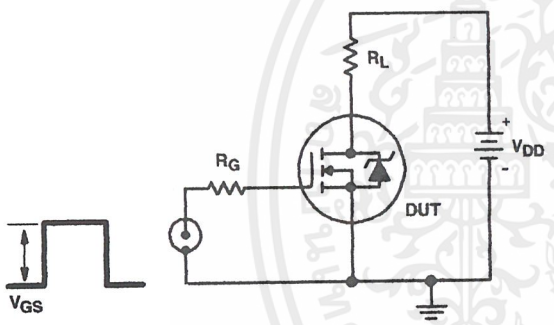


FIGURE 17. SWITCHING TIME TEST CIRCUIT

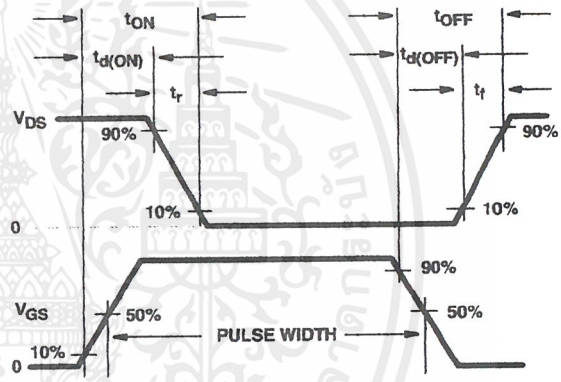


FIGURE 18. RESISTIVE SWITCHING WAVEFORMS

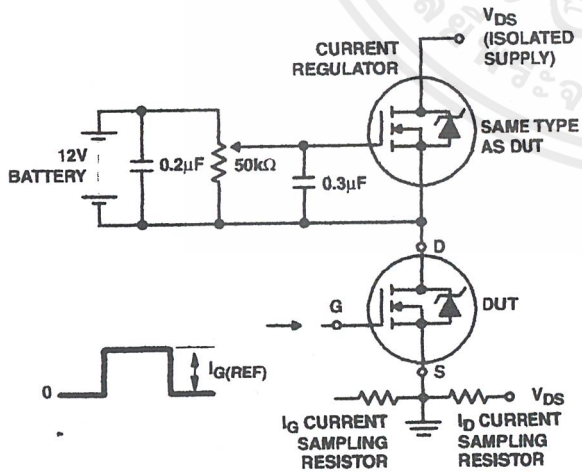


FIGURE 19. GATE CHARGE TEST CIRCUIT

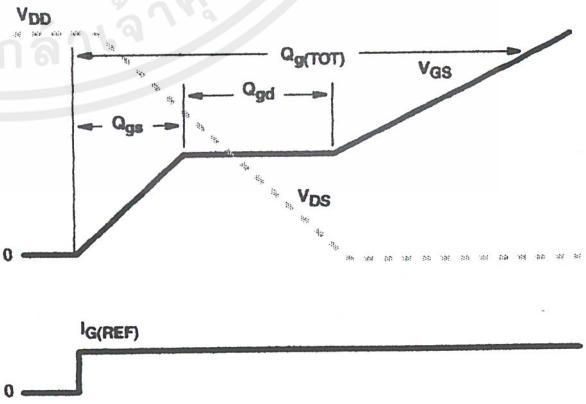


FIGURE 20. GATE CHARGE WAVEFORMS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

All Intersil semiconductor products are manufactured, assembled and tested under **ISO9000** quality systems certification.

Intersil semiconductor products are sold by description only. Intersil Corporation reserves the right to make changes in circuit design and/or specifications at any time without notice. Accordingly, the reader is cautioned to verify that data sheets are current before placing orders. Information furnished by Intersil is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Intersil or its subsidiaries for its use; nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Intersil or its subsidiaries.

For information regarding Intersil Corporation and its products, see web site **http://www.intersil.com**

Sales Office Headquarters

NORTH AMERICA
Intersil Corporation
P. O. Box 883, Mail Stop 53-204
Melbourne, FL 32902
TEL: (407) 724-7000
FAX: (407) 724-7240

EUROPE
Intersil SA
Mercure Center
100, Rue de la Fusee
1130 Brussels, Belgium
TEL: (32) 2.724.2111
FAX: (32) 2.724.22.05

ASIA
Intersil (Taiwan) Ltd.
7F-6, No. 101 Fu Hsing North Road
Taipei, Taiwan
Republic of China
TEL: (886) 2 2716 9310
FAX: (886) 2 2715 3029

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORIGINAL

Data Sheet No. PD-2.196

INTERNATIONAL RECTIFIER IOR

11DF AND 31DF SERIES

1 Amp and 3 Amp Fast Recovery Rectifiers

Major Ratings and Characteristics

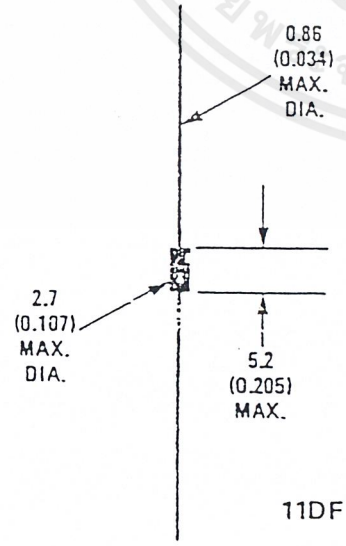
		11DF1 11DF2	11DF3 11DF4	31DF1 31DF2	31DF3 31DF4	Units
I_O		1.0		3.0		A
I_{FSM}	@ 50 Hz	30		60		A
	@ 60 Hz	31.4		62.8		
I^2t	@ 50 Hz	4.5		18		A^2s
	@ 60 Hz	4.1		16.4		
t_{rr}		35	30	35	30	nS
T_J Range		−40 ~ +150		−40 ~ +150		°C
V_{RRM} Range		100 & 200	300 & 400	100 & 200	300 & 400	V

Description/Features

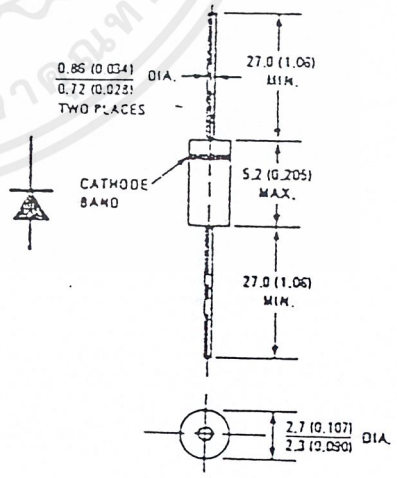
The 11DF and 31DF series of fast recovery rectifiers are rated at 1 amp and 3 amps, respectively. They are designed for use in switching power supplies, inverters and as free wheeling diodes.

- Ultrafast 30 and 35 nanosecond recovery times at rated I_{FM}
- Glass passivated junction
- Low forward voltage
- High voltage capability, to 400 volts
- Available taped and reeled

CASE STYLE AND DIMENSIONS



11DF Series



Case Style DO-204AL (DO-41), 11DF Series
Dimensions in Millimeters and (Inches)

Refer to the Last Page For 31DF Case Style.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

)LTAGE RATINGS

Part Numbers		V_{RRM} – Max. Repetitive Peak Reverse Voltage (V)	V_{RSM} – Max. Non-Repetitive Peak Reverse Voltage (V)
11DF1	31DF1	100	110
11DF2	31DF2	200	220
11DF3	31DF3	300	330
11DF4	31DF4	400	440

LECTRICAL SPECIFICATIONS

		11DF1 11DF2	11DF3 11DF4	31DF1 31DF2	31DF3 31DF4	Units	Conditions
I_O	Max. average output current, 180° conduction sinusoidal waveform	1.0 T_a = 27°C		1.0 T_a = 18°C		A	Without Fin or P.C. Board
		1.0 T_a = 63°C		1.0 T_a = 57°C			With P.C. Board
I_{FSM}	Max. peak one cycle, non-repetitive surge current.	30		60		A	50 Hz half cycle sine wave or 5 ms rectangular pulse
		31.4		62.8			60 Hz half cycle sine wave or 5 ms rectangular pulse
I^2t	Max. I^2t for fusing.	4.5		18		A^2S	t = 10 ms
		4.1		16.4			t = 8.3 ms
V_{FM}	Max. peak forward voltage	0.98	1.25	0.98	1.25	V	T_a = 25°C I_F = 1A for 11DF / I_F = 3A for 31DF
I_{RM}	Max. peak reverse current	10	20	10	20	μA	$V_R = V_{RRM}$ T_a = 25°C
t_{rr}	Max. reverse recovery time	35	30	35	30	ns	T_a = 25°C For 11DF Series: I_{FM} = 1A / di/dt = 50 A/μs For 31DF Series: I_{FM} = 3A

THERMAL-MECHANICAL SPECIFICATIONS

T_J	Max. operating junction temperature range	–40 ~ +150		°C	
T_{stg}	Storage temperature range	–40 ~ +150		°C	
R_{thJA}	Max. thermal resistance, dc	115	80	deg. C/W	Without Fin or P.C. Board
		81	34		With Fin.
wt	Approximate weight	0.33 (0.012)	1.2 (0.042)	g/oz.	
	Case Style	DO-204AL (DO-41)	C-16		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

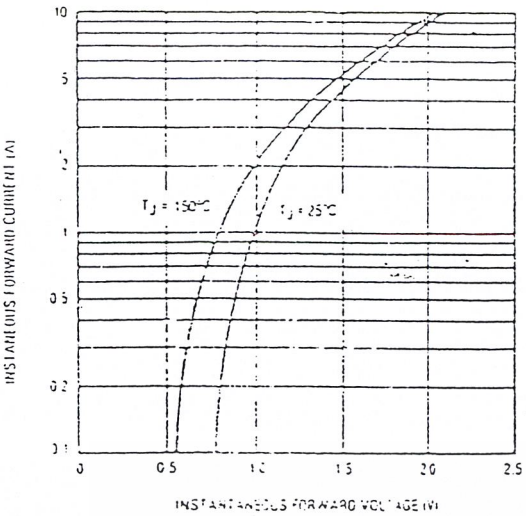


Fig. 1 — Forward Voltage Vs. Forward Current

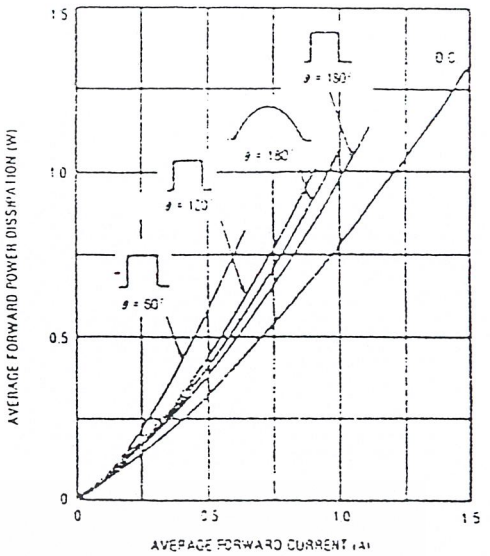


Fig. 2 — Average Forward Power Dissipation Vs. Average Forward Current

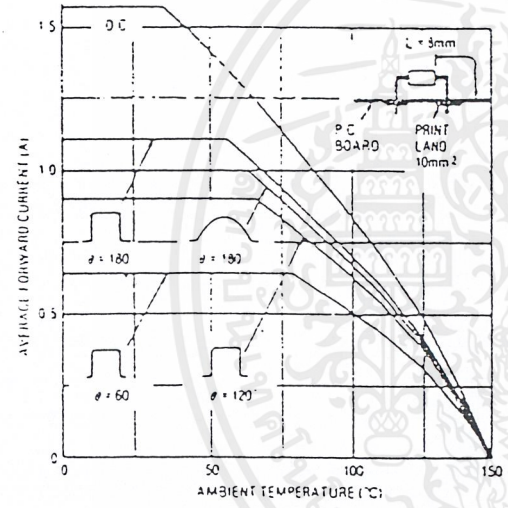


Fig. 3 — Average Forward Current Vs. Ambient Temperature

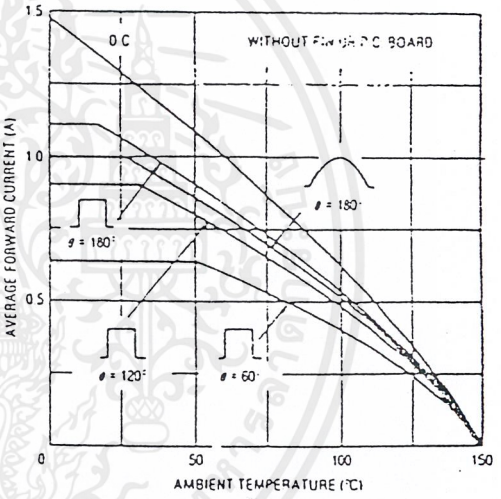


Fig. 4 — Average Forward Current Vs. Ambient Temperature

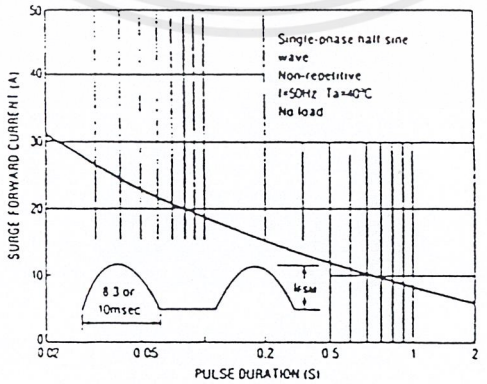


Fig. 5 — Surge Current Ratings

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

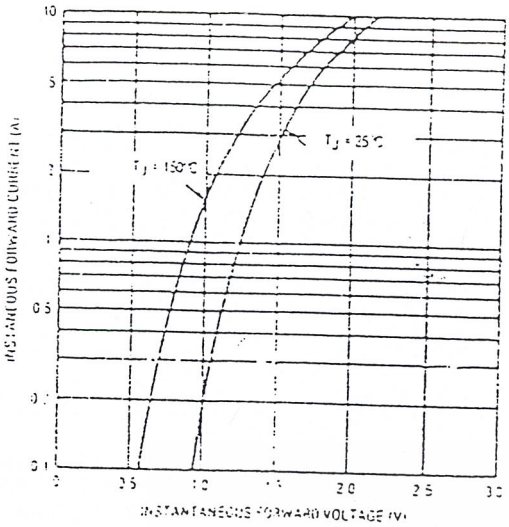


Fig. 6 — Forward Voltage Vs. Forward Current

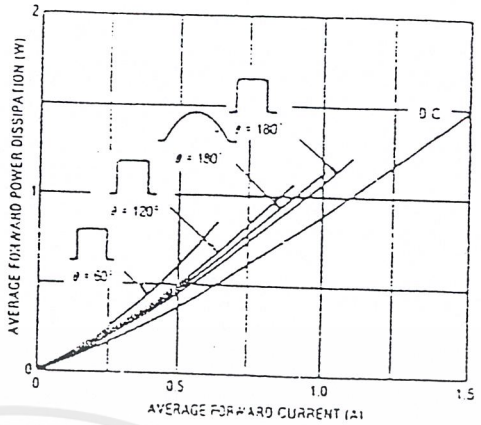


Fig. 7 — Average Forward Power Dissipation Vs. Average Forward Current

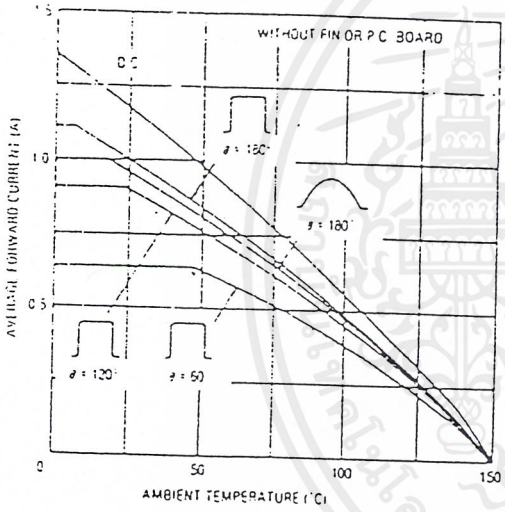


Fig. 8 — Average Forward Current Vs. Ambient Temperature

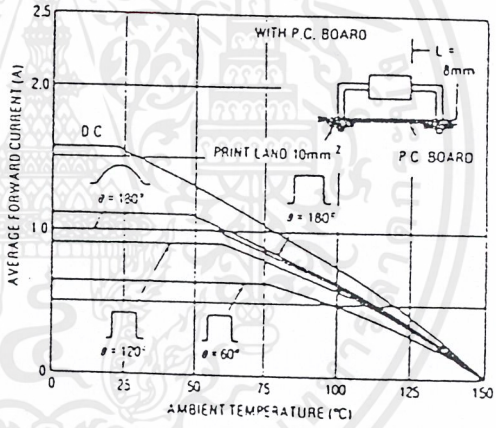


Fig. 9 — Average Forward Current Vs. Ambient Temperature

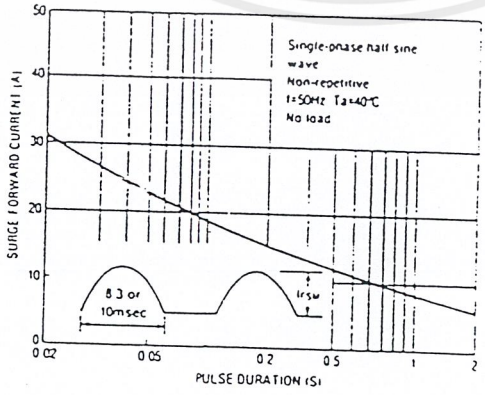


Fig. 10 — Surge Current Ratings

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORIGINAL

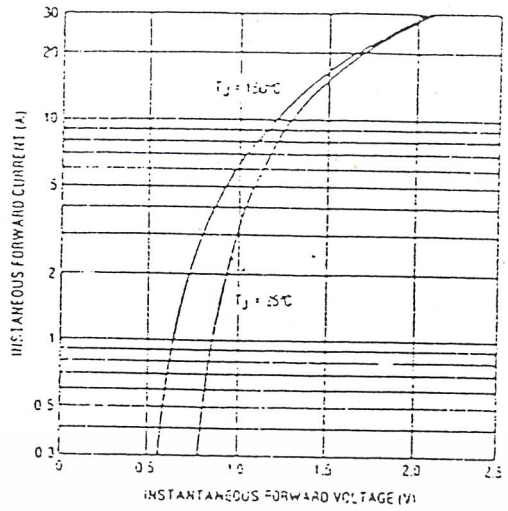


Fig. 11 — Forward Voltage Vs. Forward Current

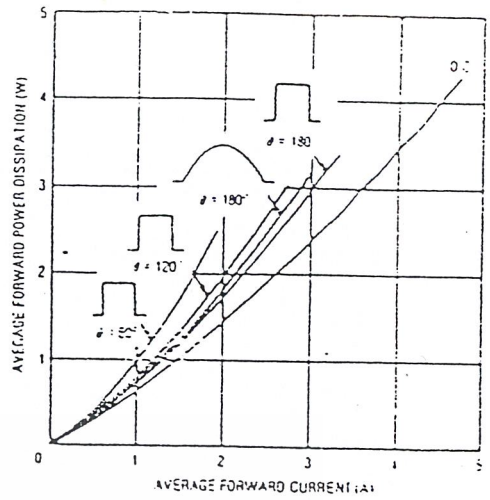


Fig. 12 — Average Forward Power Dissipation Vs. Average Forward Current

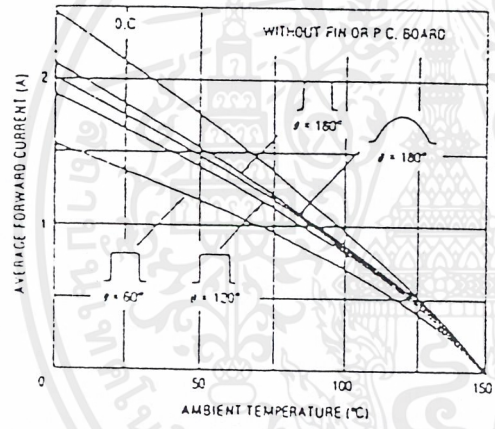


Fig. 13 — Average Forward Current Vs. Ambient Temperature

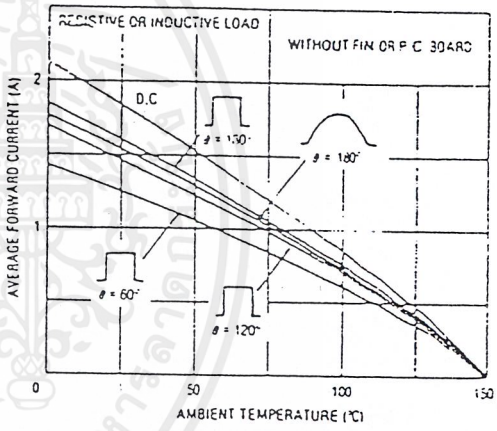


Fig. 14 — Average Forward Current Vs. Ambient Temperature

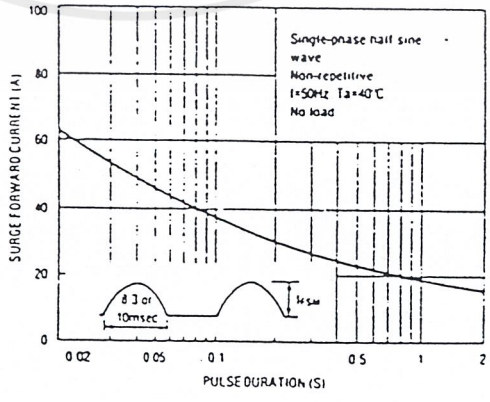


Fig. 15 — Surge Current Ratings

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

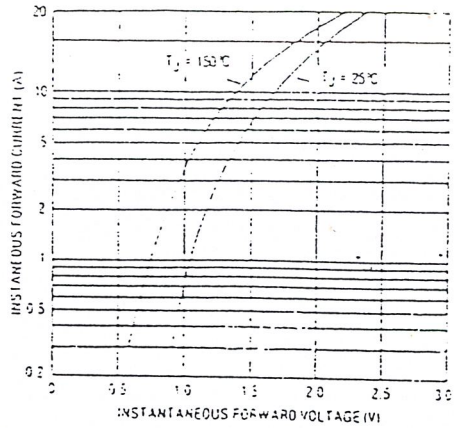


Fig. 16 — Forward Voltage Vs. Forward Current

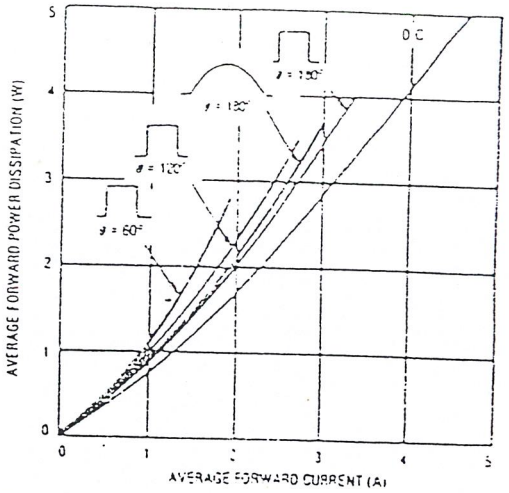


Fig. 17 — Average Forward Power Dissipation Vs. Average Forward Current

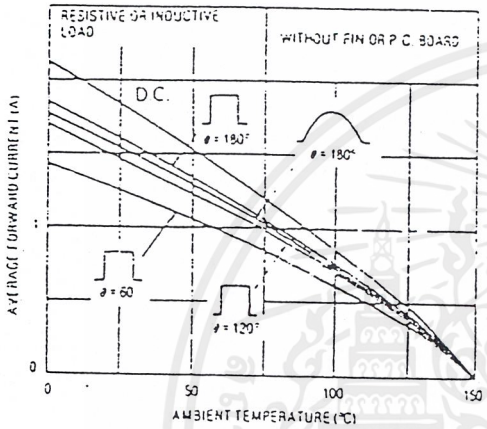


Fig. 18 — Average Forward Current Vs. Ambient Temperature

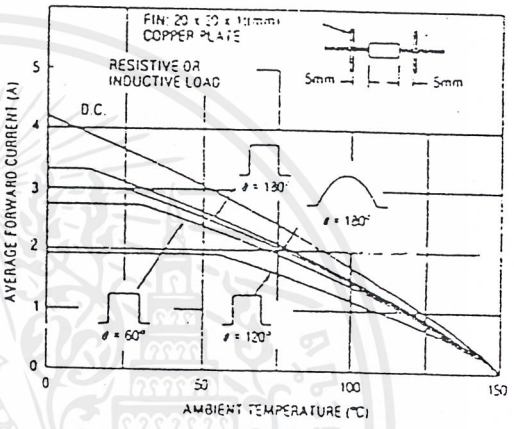


Fig. 19 — Average Forward Current Vs. Ambient Temperature

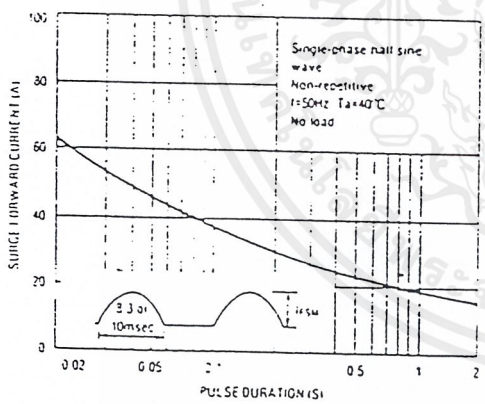
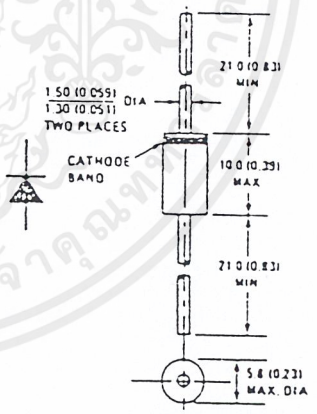


Fig. 20 — Surge Current Ratings



IR Case Style C-16, 31DF Series

International
IOR Rectifier

WORLD HEADQUARTERS: 233 Kansas St., El Segundo, California 90245, Tel: (213) 772-2000, Tlx: 4720403
EUROPEAN HEADQUARTERS: Hurst Green, Oxted, Surrey RH8 9BB, Tel: (0883 33) 3215/4231, Tlx: 95219

CANADA: 101 Bentley St., Markham, Ontario L3R 3L1, Tel: (416) 475-1897; 260 Dorval Ave., Suite 201A, Dorval, Quebec H9S 3H4, Tel: (514) 631-4696. IR FRANCE: 123, rue de Petit Vaux, 91360 Epinay Sur Orge, Tel: 33 1 64.54.83.29. IR GERMANY: Saarlandstrasse 55, D-6000 Frankfurt/Main 1, Tel: (0611) 74 26 74. IR ITALY: Via Liguria 49, 10071 Borgaro, Torino, Tel: (011) 470 1484. IR JAPAN: International House, L.B.S. Marg, Vikhroli, Bombay 400-083, Tel: (022) 58 15 84. IR FAR EAST: 3-30-4 Nishi-Ikebukuro Toshima-ku, K&H Building 2F, Tokyo 171, Tel: (03) 983 0641. U.S. Central Zone Office: 2100 Manchester Rd., Suite 501, Wheaton, IL 60187, Tel: (312) 690-7700. U.S. Eastern Zone Office: 71 Grand Ave., Palisades Park, NJ 07650, Tel: (201) 943-4554.

Printed in U.S.A. 9/86

Sales Offices, Agents and Distributors in Major Cities Throughout the World.

Data and specifications subject to change without notice.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้