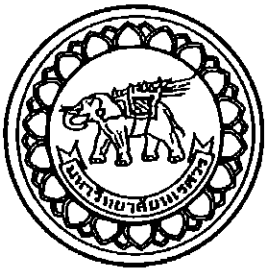


ศึกษาและเปรียบเทียบการทำงาน
ของบัลลาสต์แกนเหล็กและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

Study and Comparison Between Iron Axle Ballast and Electronic Ballast

นายทวีทรัพย์ อินต๊ะปัญญา รหัส 46380153
นายอภิญญา ชวลิตพิเชฐ รหัส 46380174

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 7 เม.ย. 2553
เลขทะเบียน 14942897
เลขเรียกหนังสือ ว.ร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ท 195ศ 2550

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2550

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน	ศึกษาและเปรียบเทียบการทำงานของบัลลาสต์แกนเหล็กและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายทวีทรัพย์ อินต๊ะปัญญา รหัส 46380153
	นายอภิญญา ชวลิตพิเชฐ รหัส 46380174
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2550

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช)

.....กรรมการ

(ดร.ชัยรัตน์ พินทอง)

.....กรรมการ

(อ.ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์)

หัวข้อโครงงาน	ศึกษาและเปรียบเทียบการทำงานของบัลลาสต์แกนเหล็กและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายทวีทรัพย์ อินต๊ะปัญญา รหัส 46380153
	นายอภิญญา ชวลิตพิเชฐ รหัส 46380174
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2550

.....

บทคัดย่อ

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของบัลลาสต์แกนเหล็กกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ โดยได้ทำการจับเวลาขณะสตาร์ทจนถึงขณะทำงาน พบว่าบัลลาสต์แกนเหล็กใช้ช่วงเวลาในการจุดติดหลอดนานกว่า อุณหภูมิขณะทำงานสูงกว่า และมีค่ากำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในบัลลาสต์แกนเหล็กมากเมื่อเทียบกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็นต้องใช้สตาร์ทเตอร์และยังช่วยประหยัดพลังงานในการใช้งาน จึงเป็นที่นิยมใช้งานมากว่าแต่จะมีราคาที่สูงกว่าบัลลาสต์แกนเหล็ก

Project Title	Study and Comparison Between Iron Axle Ballast and Electronic Ballast .
Name	Mr. Taweesub Intapanya ID. 46380153
	Mr. Apinya Chawalitpichet ID. 46380174
Project Advisor	Dr. Somporn Ruangsinchaiwanich
Major	Electrical Engineering .
Department	Electrical and Computer Engineering .
Academic Year	2007 .

.....

ABSTRACT

This thesis is about studying and comparing between Iron Axle Ballast and Electronic Ballast. This study will show the time duration of comparison between two Ballasts. This comparison of two Electronic equipment shows that Iron Axle Ballast efficiency takes more time and high temperature and also consume more electricity and on the other hand this study proves that Electronic Ballast save the energy and better and easier to use than Iron Axle Ballast.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีโดยได้รับความช่วยเหลือและให้คำแนะนำ จาก ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ และได้กรุณาให้แนวความคิด ช่วยชี้แนะแนวทางในการทำโครงงาน ตลอดจนกรุณาเอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ อีกทั้งยังช่วยแนะนำแหล่งข้อมูลเพิ่มเติม ทำให้เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงงานของผู้จัดทำเป็นอย่างมาก

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้องที่คอยเป็นกำลังใจและเป็นผู้สนับสนุน ในด้านต่างๆ มาโดยตลอดในการทำปริญญานิพนธ์นี้ และขอขอบคุณบุคคลต่างๆที่ไม่ได้กล่าวถึงรวมถึงแหล่งข้อมูลที่เอื้อต่อการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

นายทวีทรัพย์ อินต๊ะปัญญา

นายอภิญญา ชวลิตพิเชฐ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข
กิตติกรรมประกาศ.....ค
สารบัญ.....ง
สารบัญตาราง.....ฉ
สารบัญรูป.....ช

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....1
1.3 ขอบข่ายของโครงงาน.....1
1.4 กิจกรรมการดำเนินงาน.....2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....2
1.6 งบประมาณ.....2

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี
2.1 บัลลาสต์ (Ballast).....3
2.2 ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการเลือกบัลลาสต์.....3
2.3 บัลลาสต์แกนเหล็ก (Iron Axle Ballast).....3
2.4 บัลลาสต์สำหรับหลอดอุ่นไส้ (Preheat Start).....4
2.5 บัลลาสต์สำหรับหลอดจุดติดทันที (Instant Start).....7
2.6 บัลลาสต์สำหรับหลอดจุดติดไว (Rapid Start).....7
2.7 บัลลาสต์สำหรับหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์.....7
2.8 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast).....8
2.9 ลักษณะของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง.....11

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ส่วนประกอบและการทำงานของบัลลาสต์

3.1 บัลลาสต์แกนเหล็ก (Iron Axle Ballast).....14

3.2 บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast).....15

3.3 สตาร์ทเตอร์ (Starter).....16

3.4 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Ballast).....17

3.5 ออสซิโลสโคป (Oscilloscope).....19

3.6 เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์มิเตอร์ (Power Factor Meter).....20

3.7 แอมมิเตอร์ (Ammeter).....21

3.8 โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter).....22

3.9 วัตต์มิเตอร์ (Wattmeter).....23

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 บัลลาสต์แกนเหล็ก (Iron Axle Ballast).....24

4.2 บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast).....29

4.3 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast).....34

4.4 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่อุณหภูมิ 20°C 39

4.5 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่อุณหภูมิ 30°C 42

4.6 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่อุณหภูมิ 40°C 45

4.7 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่อุณหภูมิ 50°C 48

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินการ

5.1 ผลการดำเนินโครงงาน.....51

5.2 ปัญหาที่พบขณะดำเนินโครงงาน.....51

5.3 ข้อเสนอแนะ.....51

เอกสารอ้างอิง.....52

ภาคผนวก.....53

ประวัติผู้เขียนโครงงาน.....88

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงตัวอย่างค่าตัวเก็บประจุ สำหรับชดเชยค่าตัวประกอบกำลัง 6

2.2เปรียบเทียบกำลังฟฟ้าที่สูญเสียของบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดากับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....10

2.3 ความสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดต่างๆ.....12

4.1 ค่าที่ได้จากการวัดของชุดอุปกรณ์บัลลาสต์แกนเหล็ก.....24

4.2 ค่าที่ได้จากการวัดของชุดอุปกรณ์บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ.....29

4.3 ค่าที่ได้จากการวัดของชุดอุปกรณ์บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....34

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 วงจรการต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน.....4

2.2 วงจรการต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรมในวงจรลีด-เลก (Lead-Lag).....5

2.3 ตัวอย่างกราฟฮาร์มอนิกของหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....8

2.4 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....9

3.1 วงจรบัลลาสต์แกนเหล็ก.....14

3.2 บัลลาสต์แกนเหล็กที่ใช้ในการทดลอง.....14

3.3 บัลลาสต์แกนเหล็กที่ต่อกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และสตาร์ทเตอร์.....15

3.4 วงจรบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ.....15

3.5 บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำที่ใช้ในการทดลอง.....16

3.6 บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำที่ต่อกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และสตาร์ทเตอร์.....16

3.7 สตาร์ทเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง.....16

3.8 วงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....17

3.9 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการทดลอง.....18

3.10 ส่วนประกอบข้างในของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์.....18

3.11 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต่อกับหลอดฟลูออเรสเซนต์.....18

3.12 ออสซิโลสโคป (Oscilloscope).....19

3.13 สายโพรบขนาด 10 :1.....19

3.14 เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ (Power Factor Meter).....20

3.15 แอมมิเตอร์ (Ammeter).....21

3.16 โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter).....22

3.17 วัตต์มิเตอร์ (Wattmeter).....23

4.1 วงจรบัลลาสต์แกนเหล็ก.....24

4.2 แรงดันของแหล่งจ่าย.....25

4.3 แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน.....25

4.4 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ของบัลลาสต์แกนเหล็กขณะสตาร์.....26

4.5 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ของบัลลาสต์แกนเหล็กขณะทำงาน.....26

4.6 แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์แกนเหล็กขณะสตาร์ท.....27

4.7 แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์แกนเหล็กขณะทำงาน.....27

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.8	แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์ของบัลลาสต์แกนเหล็กขณะสตาร์ท	28
4.9	แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์ของบัลลาสต์แกนเหล็กขณะทำงาน	28
4.10	วงจรบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ	29
4.11	แรงดันของแหล่งจ่าย	30
4.12	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำขณะสตาร์ท	30
4.13	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำขณะทำงาน	31
4.14	แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำขณะสตาร์ท	31
4.15	แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำขณะทำงาน	32
4.16	แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์ของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำขณะสตาร์ท	32
4.17	แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์ของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำขณะทำงาน	33
4.18	วงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	34
4.19	แรงดันของแหล่งจ่าย	35
4.20	แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน	35
4.21	แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	36
4.22	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-3) และจุด (2-5)	36
4.23	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-7) และจุด (2-9)	37
4.24	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (3-11) และจุด (5-11)	37
4.25	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (7-11) และจุด (9-11)	38
4.26	แรงดันของแหล่งจ่าย	39
4.27	แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	39
4.28	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-3) และจุด (2-5)	40
4.29	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-7) และจุด (2-9)	40
4.30	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (3-11) และจุด (5-11)	41
4.31	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (7-11) และจุด (9-11)	41
4.32	แรงดันของแหล่งจ่าย	42
4.33	แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	42
4.34	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-3) และจุด (2-5)	43
4.35	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-7) และจุด (2-9)	43

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.36	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (3-11) และจุด (5-11)	44
4.37	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (7-11) และจุด (9-11)	44
4.38	แรงดันของแหล่งจ่าย	45
4.39	แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	45
4.40	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-3) และจุด (2-5)	46
4.41	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-7) และจุด (2-9)	46
4.42	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (3-11) และจุด (5-11)	47
4.43	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (7-11)และจุด (9-11)	47
4.44	แรงดันของแหล่งจ่าย	48
4.45	แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	48
4.46	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-3) และจุด (2-5)	49
4.47	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-7) และจุด (2-9)	49
4.48	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (3-11) และจุด (5-11)	50
4.49	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (7-11) และจุด (9-11)	50

บทที่ 1
บทนำ

1.1) ที่มาและความสำคัญของโครงการ

บัลลาสต์เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นและมีความสำคัญในวงจรแสงสว่าง เพราะนอกจากจะช่วยในการทำงานของวงจรให้สมบูรณ์แล้วยังมีผลต่อปริมาณแสงสว่าง อายุการใช้งาน และพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียในวงจรด้วย บัลลาสต์ ทำหน้าที่ ช่วยสร้างให้เกิดแรงดันเพียงพอ ควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านวงจรขณะสตาร์ทและทำงานของกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้หลอด ให้มีค่าเหมาะสม ในอดีตบัลลาสต์มักเป็นแบบบัลลาสต์แกนเหล็กแต่เนื่องจากบัลลาสต์แกนเหล็กในขณะทำงานมีความร้อนสูงไม่ประหยัดพลังงานซึ่งบัลลาสต์แกนเหล็กเหมาะสำหรับงานติดตั้งชั่วคราว ในปัจจุบันบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เป็นบัลลาสต์ที่ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ในขณะทำงานและยังช่วยประหยัดพลังงานมีอุณหภูมิขณะทำงานต่ำ เหมาะสำหรับงานติดตั้งที่มีจำนวนชั่วโมงใช้งานสูงบัลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยังช่วยให้อายุการใช้งานของหลอดมีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

1.2) วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของบัลลาสต์แกนเหล็ก บัลลาสต์แกนเหล็กความสูญเสียต่ำบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1.2.2 เพื่อศึกษาข้อดีและข้อเสียของบัลลาสต์แกนเหล็ก บัลลาสต์แกนเหล็กความสูญเสียต่ำ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1.2.3 เพื่อทำการศึกษาถึงอุณหภูมิที่มีผลต่อบัลลาสต์แกนเหล็ก บัลลาสต์แกนเหล็กความสูญเสียต่ำ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1.2.4 เพื่อทำการศึกษาและเปรียบเทียบผลการทำงานของบัลลาสต์แกนเหล็กบัลลาสต์แกนเหล็กความสูญเสียต่ำ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1.3) ขอบข่ายของโครงงาน

1.3.1 สามารถวิเคราะห์การทำงานและข้อบกพร่องของบัลลาสต์ได้

1.3.2 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของบัลลาสต์ชนิดต่างๆ

1.4) กิจกรรมการดำเนินงาน

การดำเนินการของโครงงาน	ปี2550			ปี2551	
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และบัลลาสต์ชนิดต่างๆ	←	—	→		
2. วิเคราะห์บัลลาสต์ชนิดต่างๆ		←	— →		
3. ทำการทดลองบัลลาสต์ชนิดต่างๆกับหลอดฟลูออเรสเซนต์			← — →		
4.สรุปผลการทดลองและทำรูปเล่มรายงาน				←	— →

1.5) ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ได้รู้เกี่ยวกับการทำงานของบัลลาสต์ชนิดต่างๆ

1.5.2 สามารถนำความรู้ที่ได้มาใช้ในชีวิตประจำวัน

1.5.3 สามารถพัฒนาอุปกรณ์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1.5.4 สามารถนำความรู้ไปเผยแพร่เพื่อให้เกิดประโยชน์

1.6) งบประมาณ

1.6.1 ค่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	1,000 บาท
1.6.2 ค่ากระดาษและถ่ายเอกสาร	200 บาท
1.6.3 ค่าอุปกรณ์คอมพิวเตอร์	300 บาท
1.6.4 ค่าจัดทำรูปเล่ม	500 บาท
รวมเป็นเงิน	**2,000 บาท (สองพันบาทถ้วน)**

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 บัลลาสต์ (Ballast)

บัลลาสต์เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นและมีความสำคัญในวงจรแสงสว่าง เพราะนอกจากจะช่วยในการทำงานของวงจรให้สมบูรณ์แล้วยังมีผลต่อปริมาณแสงสว่าง อายุการใช้งาน และพลังงานไฟฟ้าที่สูญเสียในวงจรด้วย บัลลาสต์ทำหน้าที่ ช่วยสร้างให้เกิดแรงดันเพียงพอในการจุดหลอดก๊าซดีสชาร์จให้ติด ควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าผ่านวงจรขณะสตาร์ตและทำงาน และกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้หลอด ให้มีค่าเหมาะสม

2.2 ปัจจัยที่ควรพิจารณาในการเลือกบัลลาสต์

2.2.1 บัลลาสต์แฟคเตอร์ (Ballast Factor) หมายถึง อัตราส่วนปริมาณแสงสว่างที่ได้จากหลอดที่ใช้กับบัลลาสต์ที่ต้องการพิจารณาต่อปริมาณแสงที่ได้จากหลอดที่ใช้บัลลาสต์อ้างอิง ที่แนะนำสำหรับบัลลาสต์ทุกชนิดควรอยู่ระหว่าง 0.9-1.10 [2.1]

2.2.2 ตัวประกอบยอดคลื่นกระแส (Current Crest Factor) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างค่ายอดของกระแสต่อค่ากระแสเฉลี่ย RMS อาจวัดได้ 2 อย่างคือ กระแสด้านเข้า และกระแสผ่านหลอด โดยทั่วไปตัวประกอบยอดคลื่นกระแสที่ผ่านหลอดไม่ควรเกิน 1.7 [2.1]

2.3 บัลลาสต์แกนเหล็ก (Iron Axle Ballast)

บัลลาสต์แกนเหล็กราคาถูก แต่ไม่ประหยัดพลังงาน และ มีความร้อนสูง เหมาะสำหรับงานติดตั้งชั่วคราว เช่น งานวัด

2.3.1 อุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด (tw ,Rated maximum operating temperature of a ballast winding) หมายถึง อุณภูมิสูงสุดที่กำหนดให้ของขดลวด และสามารถทำงานได้นาน 10 ปี ค่า tw มีค่าเป็น 90 ,105, 120, 130 , 150 $^{\circ}$C [2.1]

2.3.2 อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดของขดลวด (Δt ,Rated temperature rise of a ballast winding) หมายถึง พิกัดอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงสุด Δt มีค่าเป็น 30 , 40 , 55 , 60 , 65 , 70 , 80 $^{\circ}$C กรณีที่ผู้ผลิตไม่ได้ระบุค่าถือว่ามีค่า 55 $^{\circ}$C ตามมาตรฐาน มอก. [2.1]

ถ้าอุณหภูมิของขดลวดขณะใช้งานสูงเกินกว่า tw จะทำอายุการใช้งานของบัลลาสต์สั้น

ข้อดีและข้อเสียของบัลลาสต์แกนเหล็ก

ข้อดีของบัลลาสต์แกนเหล็ก

1. ราคาต่ำและอายุการใช้งานยาวนาน
2. ทนต่อสภาพแวดล้อม เช่น แรงดันไม่คงที่ อุณหภูมิสูง
3. ช่างติดตั้งได้อย่างคุ้นเคยและหาซื้อได้ทั่วไป

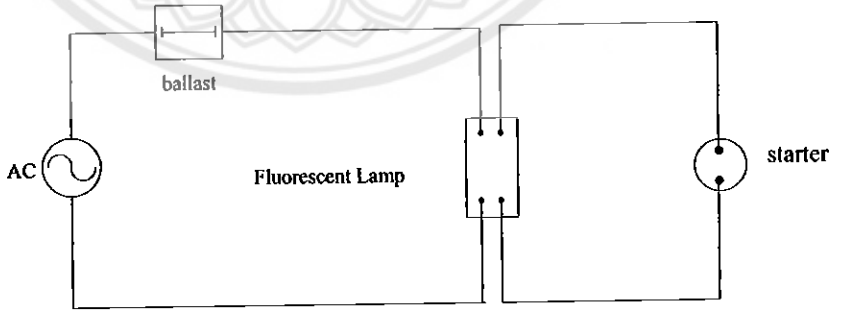
ข้อเสียของบัลลาสต์แกนเหล็ก

1. มีการสูญเสียพลังงานสูงประมาณ 20% (6-13 วัตต์)
2. เกิดความร้อนสู่สภาพแวดล้อมสูง
3. มีค่าตัวประกอบกำลังต่ำ (PR = 0.27-.052)
4. ใช้เวลา 2-3 วินาทีจึงให้แสงสว่าง
5. มีการกระพริบเมื่อหลอดไฟฟ้า บัลลาสต์ หรือ สตาร์ทเตอร์เสื่อมซึ่งนอกจากเปลืองไฟแล้วยังอาจทำให้เกิดไฟไหม้ได้

2.4 บัลลาสต์สำหรับหลอดอุ่นไส้ (Preheat Start)

1. บัลลาสต์ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ราคาถูกเมื่อเทียบกับบัลลาสต์แกนเหล็กชนิดอื่น
2. จุดติดยากที่อุณหภูมิต่ำกว่า 5 $^{\circ}C$ เช่นตู้แช่ หรือ ห้องเย็น
3. ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ช่วยในการจุดติด กระแสอุ่นไส้มีค่าสูงกว่ากระแสใช้งานและกระแสเริ่มต้นของบัลลาสต์ชนิดอื่นๆ
4. ใช้เวลาอุ่นไส้หลอด 2-5 วินาที

สำหรับตัวเก็บประจุในวงจรต่อแบบขนาน



รูปที่ 2.1 วงจรการต่อตัวเก็บประจุแบบขนาน (ใช้แรงดันตัวเก็บประจุทนแรงดัน 250 V_{AC})

5. มีค่าตัวประกอบกำลังต่ำ โดยทั่วไปไม่เกิน 0.55 ยกเว้นบัลลาสต์ชนิดตัวประกอบกำลังสูงจะมีค่าตัวประกอบกำลังไม่น้อยกว่า 0

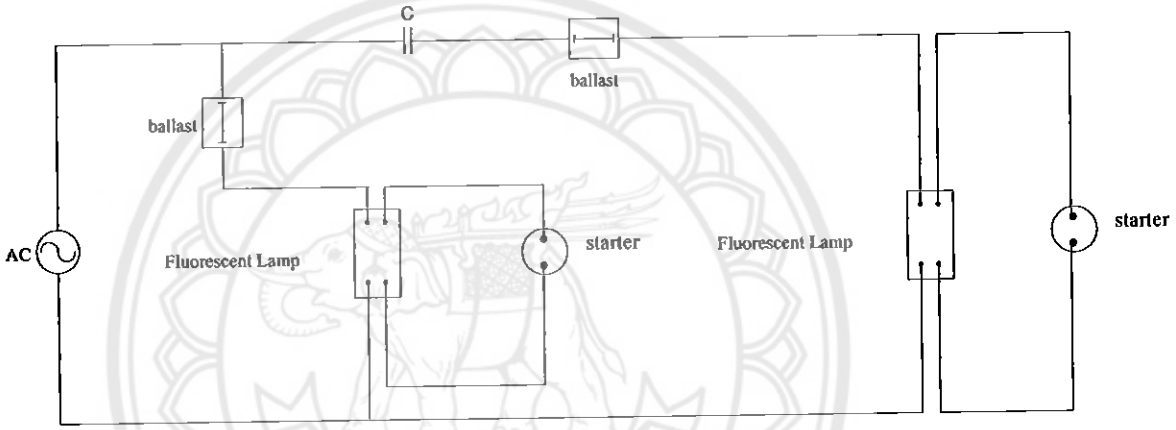
ลักษณะ

วงจรทั่วไปมีเฟสตามหลัง (Lag) การต่อตัวเก็บประจุขนานด้วยค่าที่เหมาะสมทำให้ชดเชยค่าตัวประกอบกำลังเข้าใกล้ 1

ข้อควรระวัง

1. ต้องใช้ตัวเก็บประจุทนแรงดันกระแสไฟฟ้าสลับ 250 โวลต์
2. ใช้ตัวเก็บประจุที่มีช่วงผ่อนผัน ± 10% ได้
3. ถ้าใช้ตัวเก็บประจุ (μF) ค่ามากเกินไปอาจมีผลต่อการทำงานของหลอดหรือบัลลาสต์

สำหรับตัวเก็บประจุในวงจรต่อแบบอนุกรมในวงจรลีด-เลก (Lead-Lag)



รูปที่ 2.2 วงจรการต่อตัวเก็บประจุแบบอนุกรมในวงจรลีด-เลก (Lead-Lag)
(ใช้แรงดันตัวเก็บประจุทนแรงดัน 440 V_{AC})

ลักษณะ

1. การต่อตัวเก็บประจุอนุกรมทำให้ค่าตัวประกอบกำลังมี**เฟสนำหน้า** (Lead) ดังนั้น หากรวมกับวงจรที่มีเฟสตามหลัง (Lag) 1 วงจร ก็จะทำให้เป็นวงจรที่เรียกว่าวงจรลีด- เลก (Lead-Lag) ซึ่งทำให้ค่าตัวประกอบกำลังโดยรวมมีค่าเข้าใกล้ 1

2. การต่อตัวเก็บประจุอนุกรมใช้กับวงจรลีด-เลก (Lead-Lag) เท่านั้น

ข้อควรระวัง

1. ต้องใช้ตัวเก็บประจุทนแรงดันกระแสไฟฟ้าสลับที่เหมาะสมในช่วง 420-440 โวลต์ ถ้าใช้พิกัดแรงดันตัวเก็บประจุต่ำเกินไปตัวเก็บประจุจะมีอายุการใช้งานสั้น ถ้าใช้พิกัดแรงดันตัวเก็บประจุสูงเกินไปทำให้ได้ผลทางด้านตัวประกอบกำลังไม่ได้ค่าตามที่ต้องการ

2. ใช้ตัวเก็บประจุที่มีช่วงผ่อนผันที่แคบ ± 5%

3. วงจรลีด-เลก (Lead-Lag) ควรอยู่ในโคมชุดเดียวกัน

4. การต่ออนุกรมหลอดเดียวหรือวงจรเดียวกันให้ค่าตัวประกอบกำลังต่ำเหมือนกับวงจรที่ไม่ได้ต่อตัวเก็บประจุโดยมีเฟสนำหน้า (Lead)

ข้อดี

1. สามารถลดผลทางสโตรโบสโกปิกถ้าต่อเป็นวงจรลีด-เลก (Lead-Lag) ในโคมชุดเดียวกัน

2. การต่อแบบลีด-เลก (Lead-Lag) ค่าใช้จ่ายโดยรวมน้อยกว่าการต่อแบบขนาน

ตารางที่ 2.1 แสดงตัวอย่างค่าตัวเก็บประจุ สำหรับชดเชยค่าตัวประกอบกำลัง [2.1]

สำหรับ หลอดฟลูออเรสเซนต์	การต่อแบบขนาน ตัวเก็บประจุแรงดัน 250 V_{AC}	การต่อแบบอนุกรม ตัวเก็บประจุแรงดัน 440 V_{AC}
18 W	4.5 μF $\pm$ 10% 250 V_{AC}	2.9 μF $\pm$ 5% 440 V_{AC}
32 W	5.0 μF $\pm$ 10% 250 V_{AC}	3.6 μF $\pm$ 5% 440 V_{AC}
36 W	4.5 μF $\pm$ 10% 250 V_{AC}	3.6 μF $\pm$ 5% 440 V_{AC}

หมายเหตุ ค่าในตาราง เป็นเพียงค่าตัวอย่างที่แนะนำ โดยค่าที่ถูกต้องเหมาะสมอาจเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับแต่ละผลิตภัณฑ์

การคำนวณค่าความจุของตัวเก็บประจุ สามารถคำนวณได้จากสมการ

$$C = \frac{10^6\left[\sqrt{\left\{\left(V^2 * I^2\right) - P^2\right\}} - \{P\tan\theta\}\right]}{2\pi f V^2} \quad \text{in } \mu\text{F unit} \quad \text{สมการที่ 1}$$

โดยที่

C คือ ค่าความจุของตัวเก็บประจุ สำหรับการต่อแบบขนาน (ไมโครฟารัด)

V คือ แรงดันแหล่งจ่าย (โวลต์)

f คือ ความถี่แหล่งจ่าย (เฮิรตซ์)

I คือ กระแสผ่านหลอด (แอมป์)

P คือ กำลังไฟฟ้ารวมของวงจร (กำลังไฟฟ้าที่หลอด+กำลังสูญเสียที่บัลลาสต์) (วัตต์)

$\tan\theta = 0.62$ ในกรณีต้องการค่าตัวประกอบกำลังเป็น 0.85 (สำหรับ p.f. = $\cos\theta$ =0.85)

$\tan\theta = 0.43$ ในกรณีต้องการค่าตัวประกอบกำลังเป็น 0.90 (สำหรับ p.f. = $\cos\theta$ =0.90)

$\tan\theta = 0.33$ ในกรณีต้องการค่าตัวประกอบกำลังเป็น 0.95 (สำหรับ p.f. = $\cos\theta$ =0.95)

<u>ตัวอย่าง วงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์</u>

แหล่งจ่าย 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ค่ากำลังไฟฟ้าที่หลอด 36 วัตต์ ค่ากำลังสูญเสียในบัลลาสต์ 10-12 วัตต์ ค่ากระแสผ่านหลอด 0.43 แอมป์

ตัวประกอบกำลังค่า = 0.85 ----> เลือกใช้ตัวเก็บประจุขนาด C = 3.40-3.56 $\mu F/250\ V_{AC}$

ตัวประกอบกำลังค่า = 0.90 ----> เลือกใช้ตัวเก็บประจุขนาด C = 3.81-3.95 $\mu F/250\ V_{AC}$

ตัวประกอบกำลังค่า = 0.95 ----> เลือกใช้ตัวเก็บประจุขนาด C = 4.32-4.44 $\mu F/250\ V_{AC}$

2.5 บัลลาสต์สำหรับหลอดจุดติดทันที (Instant Start)

1. จุดติดได้ทันทีโดยไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์
2. โดยทั่วไปหลอดจุดติดทันทีหาซื้อได้ยาก ถ้านำหลอดอุ่นไส้มาใช้กับวงจรจุดติดหลอดทันทีจะทำให้อายุหลอดสั้นลง

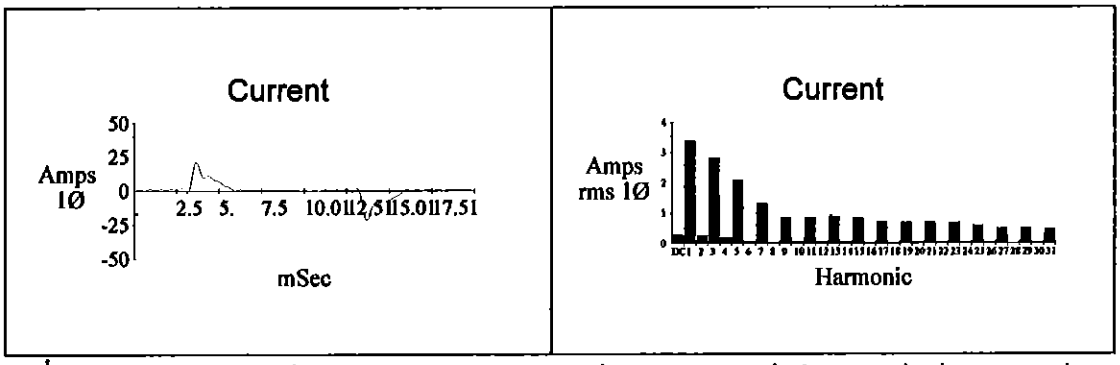
หมายเหตุ วงจรที่ใช้บัลลาสต์สำหรับหลอดจุดติดทันทีไม่แพร่หลาย ยกเว้นงานที่เกี่ยวกับเรื่องความปลอดภัย หรืองานเฉพาะด้าน เช่น หลอดจุดติดทันทีที่มากับเครื่องจักร

2.6 บัลลาสต์สำหรับหลอดจุดติดไว (Rapid Start)

1. มีแรงดันตกคร่อมไส้หลอดตลอด จึงจุดติดเร็วกว่าแบบหลอดอุ่นไส้
2. ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์
3. เมื่อหลอดหมดอายุจะดับโดยไม่กระพริบ
4. บัลลาสต์ชนิดนี้เป็นชนิดตัวประกอบกำลังสูง
5. เปลืองไฟมากกว่าเพราะอุ่นไส้หลอดตลอดเวลา

2.7 บัลลาสต์สำหรับหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์

1. ราคาแพง และชิ้นส่วนเสียต้องทิ้งทั้งหลอด
2. มีทั้งแบบแกนเหล็กและอิเล็กทรอนิกส์ ถ้าเป็นแกนเหล็กน้ำหนักมาก ราคาถูก
3. แบบอิเล็กทรอนิกส์ น้ำหนักเบา ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ ขนาดเล็ก ราคาแพง
4. แบบอิเล็กทรอนิกส์ ค่าฮาร์มอนิกมีมากอาจสูงกว่า 100 %



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างกราฟฮาร์มอนิกของหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
(ที่มา http://www.tieathai.org/know/ballast/ch%203.htm)

2.7.1 บัลลาสต์สำหรับหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ประเภทประกอบแยกกับหลอด

1. บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ตรงไม่ควรนำมาใช้กับหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์เพราะอาจทำให้อายุการใช้งานสั้นลง
2. เลือกบัลลาสต์ให้ใช้กับหลอดแต่ละขนาดต้องให้เป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต มิฉะนั้นอายุการใช้งานของหลอดอาจสั้นลง
3. เมื่อบัลลาสต์เสีย เปลี่ยนเฉพาะบัลลาสต์ได้
4. ราคาถูกกว่าแบบประกอบรวมกับหลอด

2.8 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast)

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) มีราคาแพงมากขึ้น แต่ช่วยประหยัดพลังงานได้มาก มีอุณหภูมิขณะทำงานต่ำ ปลอดภัยต่อการใช้งานมากขึ้น เหมาะสำหรับงานติดตั้งที่มีจำนวนชั่วโมงใช้งานสูง เช่น โรงงานที่ทำงานตลอด 24 ชั่วโมง หลอดที่ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ถูกจ่ายกำลังไฟฟ้าลดลงจาก 36 วัตต์เหลือ 32 วัตต์ ได้โดยเพราะเป็นการจ่ายกำลังไฟฟ้าความถี่สูง ที่สามารถช่วยให้หลอดเปล่งแสงสว่างเพิ่มขึ้นได้ประมาณ 10 % เพื่อให้ประหยัดพลังงาน ส่วนค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในบัลลาสต์จะมีค่าประมาณ 4 วัตต์ (ไม่ใช่1-2 วัตต์) แต่ก็มีข้อระวังในการใช้งาน คือ มีระยะเวลาคืนทุนนาน ซึ่งถ้าหากมีอายุการใช้งานสั้น หรือ ระยะเวลารับประกันสั้น ก็อาจไม่คุ้มทุนได้ และต้องระวังเรื่องคุณภาพให้มีการจำกัดฮาร์มอนิกไม่ให้เป็นมลภาวะต่อระบบไฟฟ้าเป็นต้น

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) เป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งซึ่งทำหน้าที่เหมือนกับอุปกรณ์เสริมทั้ง 3 อย่างข้างต้นพร้อมกัน โดยที่บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะสร้างความถี่สูงถึง 50 กิโลเฮิรตซ์จ่ายให้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์จะตอบสนองความถี่สูงได้ดีกว่าความถี่ 50 เฮิรตซ์ ที่ใช้อยู่ในบ้าน เป็นผลให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 30% และยังยืดอายุการใช้งานของหลอดได้นานกว่า 25% เมื่อเทียบกับการต่อวงจรโดยใช้บัลลาสต์

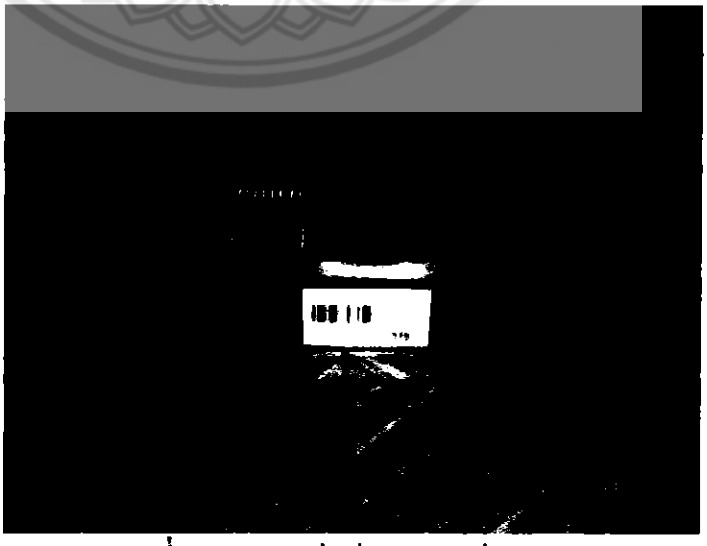
ชนิดขดลวด การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยังมีข้อดีอื่นๆอีกเช่นหลอดเปิดติดทันที, แสงสว่างที่ออกมาไม่กระพริบให้รำคาญสายตาไม่มีเสียงฮัมรบกวนสมาธิขณะทำงาน ไม่สะสมความร้อนเหมือนบัลลาสต์ชนิดขดลวดและหลอดยังคงติดแม้แรงดันไฟฟ้าตก

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่จำหน่ายในเมืองไทยจะใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ความถี่ 50 เฮิรตซ์ มีข้อมูลที่สำคัญอื่นๆที่เกี่ยวข้องกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ควรทราบดังนี้

1. ปริมาณของกระแสขณะทำงาน (Irms และ Ipeak) ปริมาณของกระแสยิ่งน้อยเท่าใดความสูญเสียเนื่องจากความร้อนที่เกิดบนสายไฟก็ยิ่งน้อยลง

2. ค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) เป็นค่าที่บอกว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้อยู่สามารถสร้างความสัมพันธ์ระหว่างกระแสและแรงดันให้สอดคล้องกันได้มากน้อยเพียงไรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณภาพสูงจะมีค่าตัวประกอบกำลัง(Power Factor) ใกล้เคียง 1.0 ในขณะที่บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์คุณภาพต่ำมีค่า ตัวประกอบกำลัง(Power Factor) ต่ำ เมื่อติดตั้งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีค่าตัวประกอบกำลัง(Power Factor) ต่ำจำนวนมาก จะทำให้สูญเสียพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าและในตัวบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เอง ซึ่งพลังงานที่สูญเสียนี้จะเป็นสัดส่วนผกผันกับค่า ตัวประกอบกำลัง(Power Factor)

3. ค่าฮาร์มอนิกรวม (THD ,Total Harmonics Distortion) เป็นค่าที่บอกว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้อยู่มีสัญญาณรบกวนความถี่สูงมากน้อยเพียงไรสัญญาณรบกวนความถี่สูงที่เกิดจากบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะไหลเข้าไปในระบบไฟฟ้าและจะไหลผ่านหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีอยู่ในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆในบ้านทำให้เกิดความร้อนขึ้นมีผลให้อายุการใช้งานของเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านลดลง บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีคุณภาพสูงจะมีค่าฮาร์มอนิกรวม (THD ,Total Harmonics Distortion) ต่ำ



รูปที่ 2.4 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

2.8.1 คุณสมบัติของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1. ช่วยประหยัดไฟได้ 10 วัตต์ต่อหลอดไม่ว่าจะใช้กับหลอด 18 วัตต์ 36 วัตต์ จากเดิมที่กินไฟ 28 วัตต์ 46วัตต์ ตามลำดับ

2. ประหยัดไฟของเครื่องปรับอากาศได้ประมาณ 3.3 วัตต์ต่อหลอด เนื่องจากเกิดการสูญเสียที่น้อยกว่า อุณหภูมิขณะทำงานของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ต่ำกว่าบัลลาสต์แกนเหล็ก

3. ช่วยประหยัดค่าสตาร์ทเตอร์ได้ เพราะบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ จึงทำให้ประหยัดค่าสตาร์ทเตอร์และค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนครั้งต่อไป

4. ประหยัดหลอดไฟได้ เพราะบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีการควบคุมการจุดหลอมที่แน่นอนกว่าบัลลาสต์แกนเหล็กจึงทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์มีอายุยาวนานกว่าเดิม20-50

5. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) มากกว่า 0.95 ลดการใช้กระแสไฟมากกว่า 80% ทำให้สายไฟและขั้วหลอดมีความร้อนสะสมขณะใช้งานลดลงจึงทำให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น

6. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เมื่อเปิดสวิตซ์ หลอดไฟจะติดทันทีไม่มีปัญหาของการกระพริบ เนื่องจากสตาร์ทหรือหลอดเสื่อมคุณภาพโดยใช้ได้กับหลอดทั่วไป

7. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ให้แสงที่นุ่มนวลไม่มีการกระพริบที่ขั้วหลอด (Stroboscopic Effect) ซึ่งจะช่วยถนอมสายตา

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบกำลังฟฟ้าที่สูญเสียของบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดากับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

	บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา	บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
หลอดไฟที่ใช้	ฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์	ฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์
กำลังไฟฟ้าที่หลอด	36 วัตต์	36 วัตต์
กำลังสูญเสียที่บัลลาสต์	10 วัตต์	4 วัตต์
กำลังไฟฟ้าวงจรรวม	46 วัตต์	40 วัตต์
เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบความสูญเสีย	100 วัตต์	78 วัตต์

http://www2.dede.go.th/training/dataenergy/DocEnergy/energy%20saving%20Technogy8.htm

2.9 ลักษณะของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง

เมื่อ "การประหยัดพลังงาน" หมายถึง การลดต้นทุนที่สามารถเอาชนะคู่แข่งขันได้ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จึงเข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในการถูกเลือกให้เป็นหนึ่งในบรรดาอุปกรณ์ประหยัดพลังงาน เพราะนอกเหนือจากการประหยัดพลังงานได้ถึง 30% แล้ว ยังคืนกำไรให้กับผู้ลงทุนได้ในอัตราผลตอบแทนที่สูงเพราะหากใช้งานมากเท่าไรยิ่งกำไรเร็วขึ้นเท่านั้น บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีหน้าที่เช่นเดียวกับบัลลาสต์แกนเหล็ก แต่บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จะเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ปกติ 50 เฮิรตซ์ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงค่าระหว่าง 25 ถึง 50 กิโลเฮิรตซ์ เพื่อป้อนให้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์

กระแสไฟฟ้าสลับจากแหล่งจ่ายจะถูกเรียงกระแสและกรอง เพื่อที่จะเปลี่ยนเป็นแหล่งกระจายกระแสไฟฟ้าตรงสำหรับวงจรสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ ตัวกำเนิดความถี่จะผลิตสัญญาณความถี่สูงซึ่งจะขับตัวทรานซิสเตอร์ให้ทำงานสลับกัน โดยมีตัวเหนี่ยวนำแกนเฟอร์ไรท์ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมกระแสไฟฟ้าและตัวเก็บประจุคร่อมหลอดทำหน้าที่กำหนดความถี่ และการสตาร์ทบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ควรมีความถี่ด้านออกอยู่ในช่วง 25 ถึง 50 กิโลเฮิรตซ์ เพื่อป้องกันการรบกวนต่อความถี่เสียงและความถี่วิทยุ และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยสามารถลดกำลังสูญเสียที่หลอดลงมาได้ 10 % และยังคงความสว่างเท่ากันเมื่อขับหลอดที่ความถี่ปกติ 50 เฮิรตซ์ และเนื่องจากบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ประกอบกันเป็นวงจร เพื่อทำงานในย่านความถี่สูง ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถที่จะลดกำลังการสูญเสียที่ตัวบัลลาสต์ 60% โดยเปรียบเทียบกับบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดาที่แสงสว่างออกมาเท่ากัน

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีการนำมาใช้งานกันมากขึ้นเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างแต่การเลือกบัลลาสต์มาใช้งานเป็นเรื่องไม่ง่ายสำหรับผู้ใช้ทั่วไปการเลือกใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่จะทำให้ผู้ใช้งานเกิดความมั่นใจในผลิตภัณฑ์นั้นๆ อาจพิจารณาได้ดังนี้

- ค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ของวงจรมากกว่า 0.90
- ค่าตัวประกอบยอดคลื่น (Crest Factor) น้อยกว่า 1.7
- Ballast lumen factor มากกว่า 0.90 เพื่อดูประสิทธิภาพในการให้แสงของหลอดเทียบกับบัลลาสต์อ้างอิง
- ความถี่บัลลาสต์อยู่ระหว่าง 20-50 กิโลเฮิรตซ์ เพื่อป้องกันการรบกวนระบบอื่นๆ
- มีการป้องกันการรบกวนจากการส่งคลื่นวิทยุ หรือคลื่นรบกวน
- มีอายุการใช้งานที่นานไม่น้อยกว่า 5 ปี ซึ่งให้ทางผู้จำหน่ายวิเคราะห์หรือแสดงให้พิจารณา

2.9.1 องค์ประกอบอื่นๆในการพิจารณาบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

เนื่องจากการวิเคราะห์ความเหมาะสมของการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องทราบองค์ประกอบอื่นประกอบการพิจารณาดังนี้

2.9.2 อายุการใช้งานของหลอด การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ให้คิดอายุหลอดเฉลี่ยที่ 8000 ชั่วโมง สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ตรง ถึงแม้ผลิตภัณฑ์บัลลาสต์บางผลิตภัณฑ์อาจทำให้อายุหลอดนานถึง 10,000-12,000 ชั่วโมงก็ตาม (อายุที่กำหนดให้ปริมาณแสงไม่ต่ำกว่า 70% หลังจากพ้นเวลาดังกล่าว) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหลายองค์ประกอบ เช่น

วงจรที่ใช้งานมีผลต่ออายุของหลอดมากซึ่งทำให้อายุหลอดนานขึ้นหรือลดลง

การสตาร์ทวงจร ถ้าเป็นแบบซอฟต์สตาร์ท (Soft Start) จะทำให้อายุหลอดนานกว่าการสตาร์ทแบบอินสแตนท์สตาร์ท (Instant Start) แต่ถ้าเป็นงานที่ไม่ต้องมีการปิดเปิดสวิตช์บ่อยในการใช้แต่ละวันก็ไม่มีผลต่ออายุการใช้งานของหลอด

2.9.3 อายุการใช้งานของบัลลาสต์ อายุการใช้งานของบัลลาสต์ขึ้นกับหลายองค์ประกอบดังนี้

- คุณภาพของวัสดุที่ใช้ประกอบเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
- การออกแบบวงจรภายในไม่ว่าจะเป็นวงจร suppression & filter circuit,smoothing capacitor for low rippel, oscillator, lamp circuit
- วงจรการมอนิเตอร์หลอดและสตาร์ทใหม่เมื่อมีการเปลี่ยนหลอดใหม่บัลลาสต์มีวงจรหรืออุปกรณ์ป้องกันเสิร์จและฟิลเตอร์ภายในหรือไม่ เพราะเมื่อเกิดไฟตก ไฟเกิน หรือ การสวิชชิ่งในระบบไฟฟ้าก็ทำให้แรงดันเสิร์จทำให้บัลลาสต์เสียหายได้ถ้าไม่มีอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ

2.9.4 ข้อดีข้อเสียและข้อควรระวังในการติดตั้งของการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับเพื่อการประหยัดพลังงานนั้นมีข้อดีข้อเสียที่ควรพิจารณาดังนี้ประกอบการใช้งานแต่ละอย่างคือ

ข้อดีในการติดตั้งของการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1. ความสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดต่างๆแสดงในตาราง

ตารางที่ 2.3 ความสูญเสียของบัลลาสต์ชนิดต่างๆ

ชนิดบัลลาสต์	วัตต์รวม	วัตต์บัลลาสต์ (ความสูญเสีย)	วัตต์หลอด
แกนเหล็กธรรมดา	46-48	10-12	36
แกนเหล็กความสูญเสียต่ำ	40-42	4-6	36
อิเล็กทรอนิกส์	36	4	32

(ที่มา http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/light/fluorescent/ballast.html)

2. บัลลาสต์ที่ดีอาจทำให้อายุการใช้งานของหลอดนานขึ้นกว่าการใช้บัลลาสต์แกนเหล็กปกติ

3. มีการสูญเสียพลังงานในตัวต่ำประมาณ 2-4 วัตต์ และมีค่าตัวประกอบกำลังที่ดีไม่ต้องใช้ สตาร์ทเตอร์ภายนอกมาต่อเติมและบัลลาสต์อิเล็กทรอสิกส์ 1 ตัว สามารถใช้กับหลอดไฟฟ้าได้ 1,2,3 หรือ 4 หลอด ทำให้สามารถเลือกใช้ได้หลากหลายออกไปได้ระบบไฟฟ้าและแสงสว่างที่มีคุณภาพดีขึ้น เนื่องจากไม่มีการกระพริบ และได้แสงที่มีความสว่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะมีผลต่อสายตามในระยะยาว

4. ทำให้หลอดไฟมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น 30-50%

5. บัลลาสต์ที่ออกแบบพิเศษสามารถหรี่ไฟในหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้

ข้อเสียในการติดตั้งของการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1. บัลลาสต์ที่ไม่มีคุณภาพอาจทำให้อายุการใช้งานของหลอดสั้นลงได้
2. อายุการใช้งานของบัลลาสต์บางผลิตภัณฑ์สั้นมาก ถ้าไม่สามารถทนเสิร์จได้ก็เสียหายได้ง่าย
3. บัลลาสต์ที่มีฮาร์มอนิกส์สูงไม่สมควรติดตั้งในห้องที่มีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ไวเช่นห้องสื่อสาร ศูนย์คอมพิวเตอร์ ห้องผ่าตัด หรือห้องที่ใช้เครื่องมือวัดที่ไว
4. ไม่ควรใช้งานในระบบที่แหล่งจ่ายไฟฟ้ามาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ไม่ได้มีการควบคุมคุณภาพระบบไฟฟ้า
5. มีราคาแพงกว่าบัลลาสต์ธรรมดา
6. มีข้อจำกัดในการใช้งานในสถานที่หรือบริเวณที่มีอุณภูมิสูง มีละอองไอน้ำสูง ไอน้ำมันหรือฝุ่นผงสูงเป็นพิเศษ มักจะทำให้บัลลาสต์มีอายุการใช้งานที่สั้นลง
7. อาจก่อให้เกิดผลกระทบเพิ่มเติมในระบบไฟฟ้า หรือบัลลาสต์อาจมีระบบคลื่นความถี่แทรกซ้อนได้ บัลลาสต์อาจมีอายุการใช้งานสั้น ไม่ทนทาน ถ้าเป็นบัลลาสต์ที่ไม่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน และเลือกใช้วัสดุชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ดี รวมไปถึงมาตรฐานในการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน
8. ช่างไฟฟ้าทั่วไปไม่คุ้นเคยกับการใช้งานและการติดตั้ง

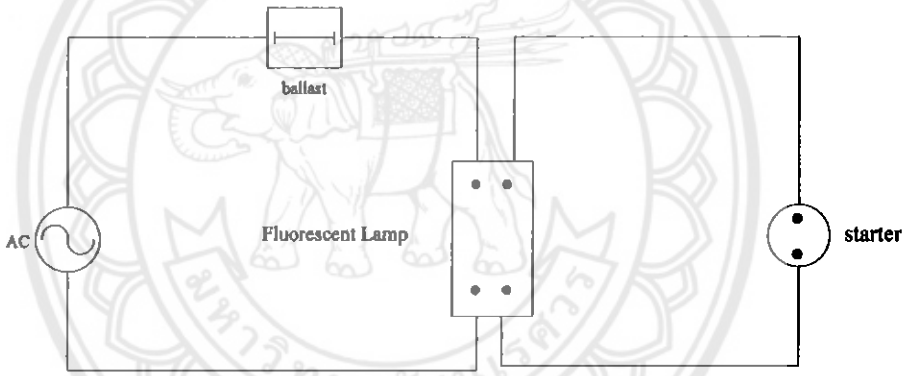
ข้อควรระวังในการติดตั้งของการใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

1. ไม่ควรใช้ในห้องที่มีอุณหภูมิโดยรอบสูงกว่าปกติ เพราะอาจทำให้อายุการใช้งานสั้นลง
2. สายจากบัลลาสต์ไปหาหลอดให้สั้นที่สุดและไม่ควรเดินขนานกับสายไฟและแหล่งจ่าย

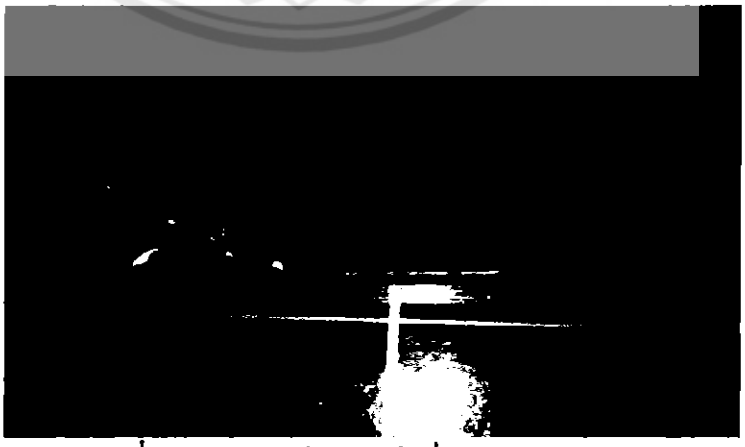
บทที่ 3
ส่วนประกอบและหลักการทำงานของบัลลาสต์

3.1 บัลลาสต์แกนเหล็ก (Iron Axle Ballast)

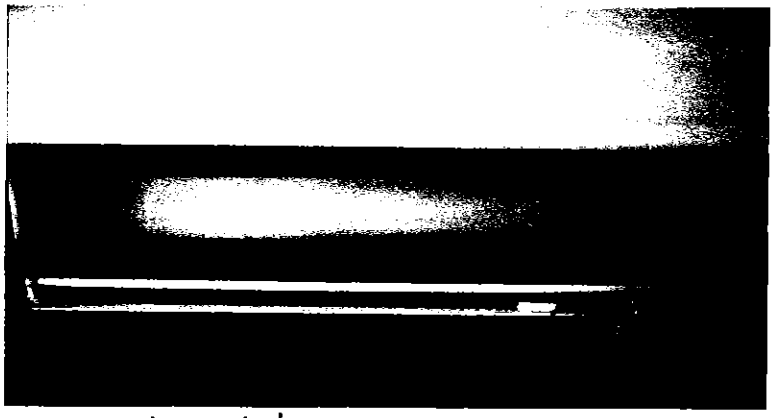
บัลลาสต์ คือ อุปกรณ์ที่มีหน้าที่ในการควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดฟลูออเรสเซนต์ และจุดหลอดในตอนเริ่มต้นที่เราเปิดไฟร่วมกับสตาร์ทเตอร์ ด้วยเหตุนี้ถ้าเราเลือกใช้บัลลาสต์ที่เหมาะสมก็จะเป็นการประหยัดได้อีกทางหนึ่ง ในปัจจุบันมีบัลลาสต์ให้เลือกใช้กันอยู่หลายแบบ คือบัลลาสต์แบบธรรมดา (Standard Elecromagnetic Ballast) เป็นบัลลาสต์ที่มีราคาถูก เหมาะกับการใช้งานที่ไม่บ่อยจนเกินไปนัก บัลลาสต์ประเภทนี้ไม่ได้ช่วยอนุรักษ์พลังงานแถมยังมีความร้อนสูงเมื่อใช้งานและกำลังไฟฟ้าเข้าวงจรประมาณ 46-48 วัตต์ โดยสูญเสียกำลังไฟฟ้าที่บัลลาสต์ไปถึงประมาณ 10-12 วัตต์ (ขึ้นอยู่กับคุณภาพของบัลลาสต์และการระบายความร้อน)



รูปที่ 3.1 วงจรบัลลาสต์แกนเหล็ก



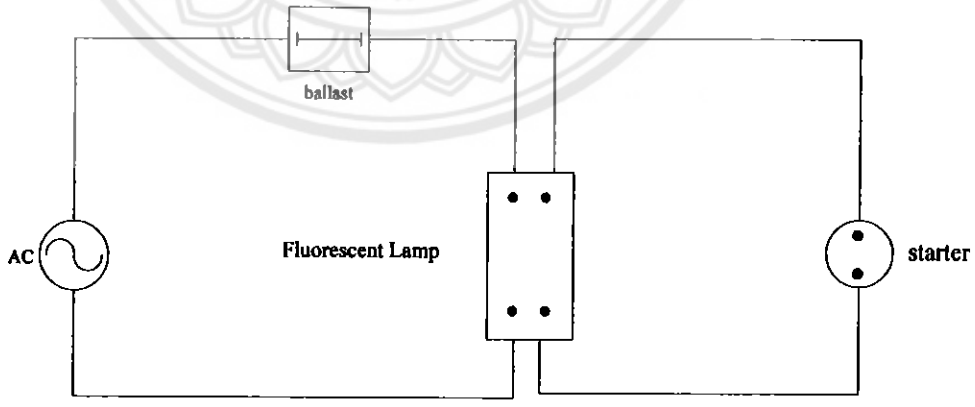
รูปที่ 3.2 บัลลาสต์แกนเหล็กที่ใช้ในการทดลอง



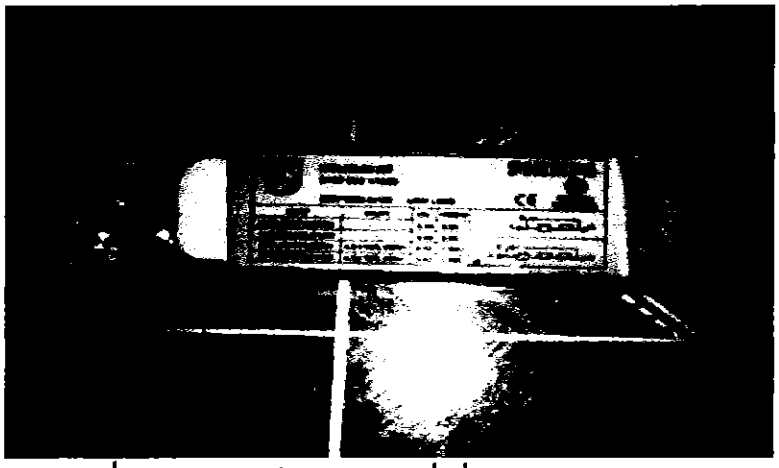
รูปที่ 3.3 บัลลาสต์แกนเหล็กที่ต่อกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และสตาร์ทเตอร์

3.2 บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast)

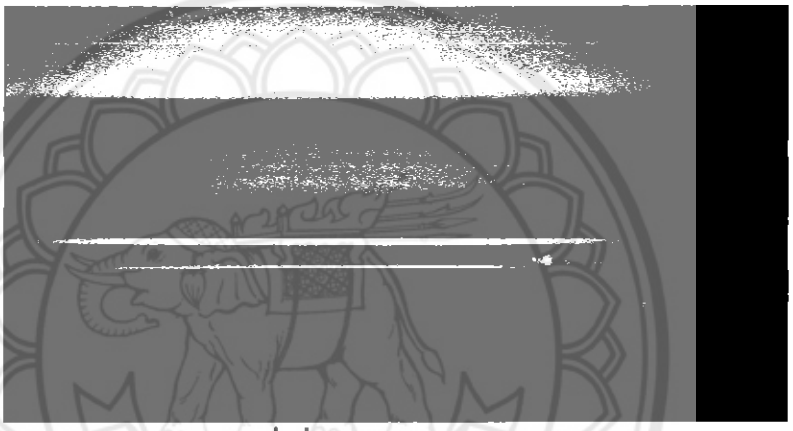
บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18, 20, 36 หรือ 40 วัตต์ **แบบโลว์ลอส** (low loss) **ให้ใช้บัลลาสต์ที่มีค่าการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในตัวบัลลาสต์** ไม่เกิน 6 วัตต์**ต่อหลอด บัลลาสต์สำหรับ**หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบโลว์ลอส (low loss) แบบค่าตัวประกอบกำ**ลังสูง** (high power factor) ต้องมีค่าตัวประกอบกำลังของวงจรรวม (ค่าตัวประกอบกำลังของวงจร circuit power factor **หรืออัตรา**ส่วนของค่ากำลังไฟฟ้าเข้าวงจรต่อวีเอของวงจร) ไม่น้อยกว่า 0.90 **สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์**ขนาด 18, 20 วัตต์ และไม่น้อยกว่า 0.95 สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ **36 หรือ 40 วัตต์ มีค่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด** (rated maximum operating temperature of a ballast winding) ไม่น้อยกว่า 120°C (tw120) มีค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนด**ของขดลวด** (rated temperature rise of a ballast winding) ไม่เกิน 30°C



รูปที่ 3.4 วงจรบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ



รูปที่ 3.5 บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 3.6 บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำที่ต่อกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และสตาร์ทเตอร์

3.3 สตาร์ทเตอร์ (Starter)

สตาร์ทเตอร์ ที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์มีหน้าที่เป็นสวิตซ์ เพื่อช่วยในการจุดไส้หลอดให้ทำงานมีอยู่หลายชนิดคือ แบบมีก๊าซบรรจุอยู่ภายใน (Glow Type) แบบใช้ความร้อน (Thermal Starter), แบบใช้มือในการตัดต่อ (Manual Reset Cutout Starter) และสตาร์ตเตอร์แบบตัดต่อโดยอัตโนมัติ (Automatic Reset Cutout Starter)

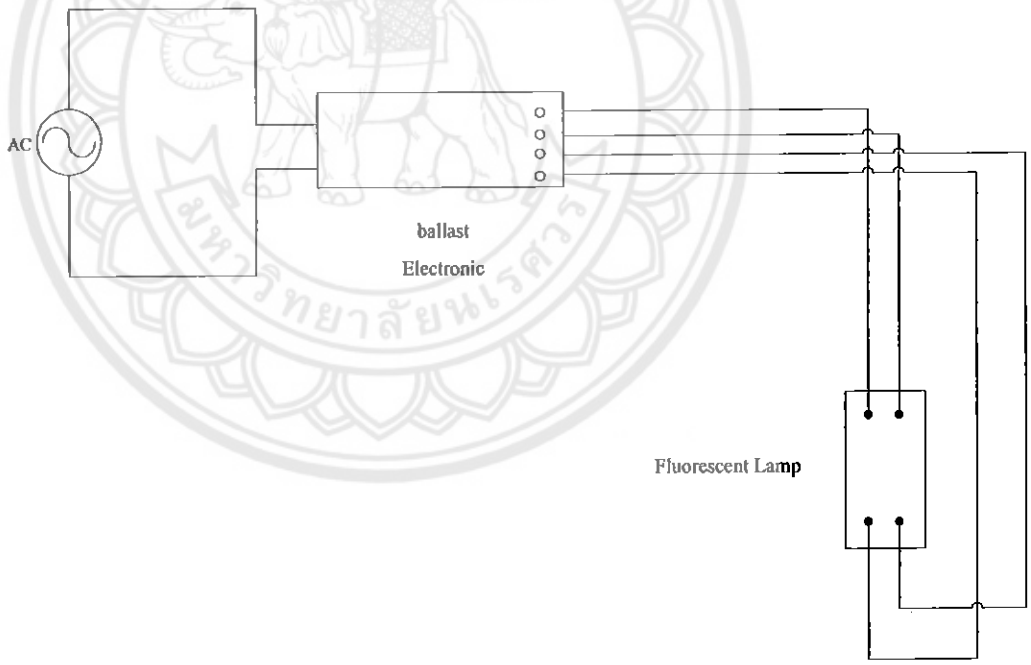
รูปที่ 3.7 สตาร์ทเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง

(http://www.chontech.ac.th/~electric/e-learn/unit17/unit17.htm)

3.4 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Ballast)

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Ballast Electronics) เป็นอุปกรณ์อีกชนิดหนึ่งซึ่งทำหน้าที่เหมือนกับอุปกรณ์เสริมทั้ง 3 อย่างข้างต้นพร้อมกัน โดยที่บัลลาสต์อิเล็กทรอนิคส์จะสร้างความถี่สูงถึง 50 กิโลเฮิร์ท (kHz) จ่ายให้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์จะตอบสนองความถี่สูงได้ดีกว่าความถี่ 50Hz ที่ใช้อยู่ในบ้าน เป็นผลให้สามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 30% และยังยืดอายุการใช้งานของหลอดได้นานกว่า 25% เมื่อเทียบกับการต่อวงจรโดยใช้บัลลาสต์ชนิดขดลวด การใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ยังมีข้อดีอื่นๆอีกเช่นหลอดเปิดติดทันที, แสงสว่างที่ออกมาไม่กระพริบให้รำคาญสายตา, ไม่มีเสียงฮัมรบกวนสมาธิขณะทำงาน, ไม่สะสมความร้อนเหมือนบัลลาสต์ชนิดขดลวดและหลอดยังคงติดแม้แรงดันไฟฟ้าตก

บัลลาสต์ที่ใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำงานจะมีราคาค่อนข้างแพง แต่มีข้อดีกว่าบัลลาสต์แม่เหล็กไฟฟ้าหลายข้อคือ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของหลอด ไม่เกิดการกระพริบหรือเกิดแสงวาบ สามารถเปิดติดทันทีไม่ต้องใช้สตาร์ตเตอร์ เพิ่มอายุการใช้งานของหลอด และไม่ต้องปรับปรุงเรื่องตัวประกอบกำลัง (Power Factor P.F.) นอกจากนี้ยังไม่มีเสียงรบกวน และน้ำหนักเบาอีกด้วย



รูปที่ 3.8 วงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

รูปที่ 3.9 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการทดลอง

รูปที่ 3.10 ส่วนประกอบข้างในของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

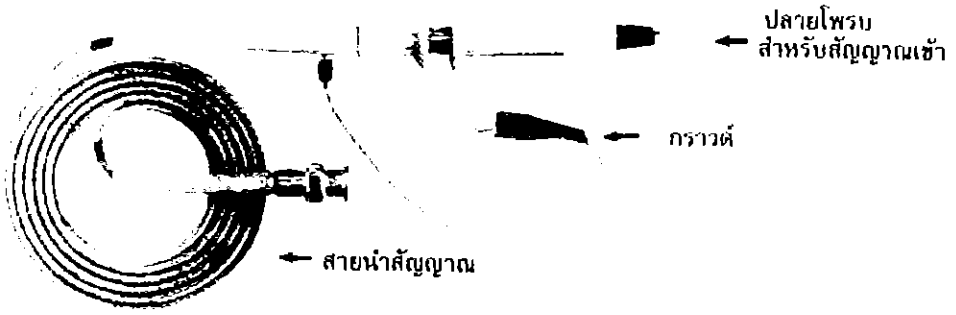
รูปที่ 3.11 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ต่อกับหลอดฟลูออเรสเซนต์

เครื่องวัดที่ใช้ในการทดลอง

3.5 ออสซิโลสโคป (Oscilloscope)

ออสซิลโลสโคป (Cathode ray oscilloscope ; CRO) หมายถึงออสซิลโลสโคปใช้หลอดรังสีแคโทด ออกซิโลสโคปเป็นเครื่องมือวัดทาง อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญอีกชนิดหนึ่งที่ใช้ในการวัดแสดงรูปคลื่นสัญญาณต่างๆ ออกมาเป็นภาพ ปรากฏบนจอหลอดภาพให้เห็นได้ เช่น การวัดสัญญาณกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้า(ที่เป็นไฟ AC หรือ DC) การวัดความถี่ของ สัญญาณ การวัดเฟสของสัญญาณ และรวมถึงการวัดสัญญาณพัลส์การอ่านค่าแอมพลิจูดของสัญญาณจะเป็น พีค-ทู-พีค หรือค่าพีคและค่าเวลาเป็นวินาที

รูปที่ 3.12 ออสซิโลสโคป (Oscilloscope)



รูปที่ 3.13 สายโพรบขนาด 10 :1

(http://www.rmutphysics.com/charud/virtualexperiment/labphysics2/meter/GATE.html)

3.6 เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์มิเตอร์ (Power Factor Meter)

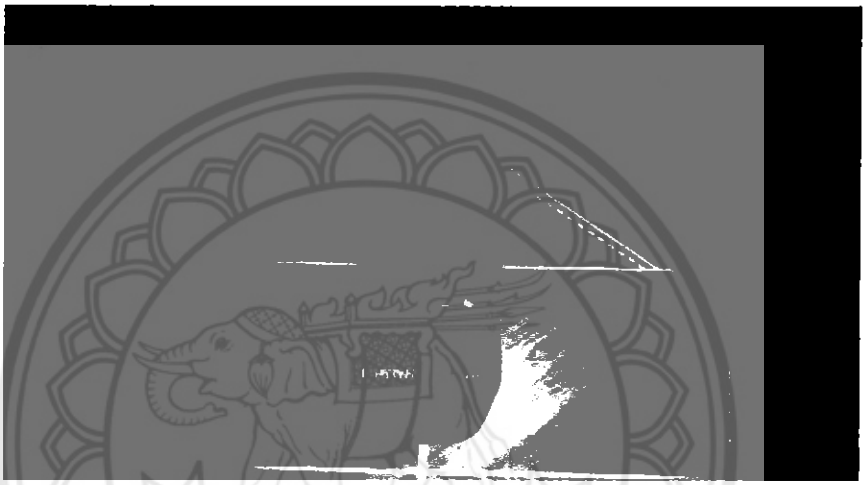
เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์มีขดลวดกระแสและขดลวดแรงดันเช่นเดียวกับวัตต์มิเตอร์และใช้สัญลักษณ์ในวงจรเหมือนกัน การต่อขดลวดกระแสสำคัญมากเพราะต้องเลือกย่านกระแสให้เหมาะสม ในเพาเวอร์แฟกเตอร์ Type 2039 มียานวัดกระแส 2 ย่านวัดคือ 0.2 A ควรตั้งยานวัด 1 A และใช้แอมมิเตอร์วัดกระแสของโหลดก่อนเสมอ และต้องระวังไม่ให้กระแสโหลดมากกว่าพิกัดการวัดกระแสของเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ ลักษณะเกลของเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์

ในสภาวะปกติที่ยังไม่ได้วัดค่าตัวประกอบกำลัง เข็มชี้ของเพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์จะชี้ที่ตำแหน่งกลางคือ ที่ค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ = 1 หรือที่มุม 0° ซึ่งเมื่อคิดค่า $\cos\phi$ ที่ $\phi = 0°$ จะได้ว่า $\cos 0° = 1$ ด้านซ้ายมือคือค่าตัวประกอบกำลัง $\cos\phi$ และสเกลล่างบอกค่ามุม ϕ (มุมต่างเฟสระหว่างกระแสและแรงดันไฟฟ้าของระบบ) ดังนั้นจึงสามารถอ่านค่าได้ทั้งสองค่าพร้อมกันคือ ค่ามุมต่างเฟส (ϕ) และค่าตัวประกอบกำลัง (Power หรือ $\cos\phi$)

รูปที่ 3.14 เพาเวอร์แฟกเตอร์มิเตอร์ (Power Factor Meter)

3.7 แอมมิเตอร์ (Ammeter)

เครื่องวัดแบบนี้จะประกอบไปด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าตัวหนึ่งโดยขดลวดปฐมภูมิก็คือสายนำกระแสไฟฟ้าไปเลี้ยงโหลด ส่วนขดลวดทุติยภูมิจะพันอยู่แกนข้างหนึ่งสามารถที่จะแยกตัวได้โดยการทริกเกอร์การทำงานของแอมมิเตอร์เมื่อเอาแกนเหล็กคล้องกระแสที่ไหลผ่าน สนามแม่เหล็กจากสายไฟฟ้า(ขดลวดปฐมภูมิ)จะเคลื่อนตัวไปกับขดลวดทุติยภูมิ ทำให้เกิดแรงดันเหนี่ยวนำและกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิกระแสจะไหลผ่านมูฟวิ่งคอยล์ทำให้วัดกระแสไฟได้ในกรณีที่วัดแล้วกระแสไฟไม่ขึ้นนั้นก็เป็นเพราะว่ากระแสที่วัดนั้นมีค่าน้อยมาก



รูปที่ 3.15 แอมมิเตอร์ (Ammeter)

3.8 โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)

โวลต์มิเตอร์สร้างขึ้นมาเพื่อวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าของแหล่งจ่ายแรงดัน หรือวัดค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ระหว่างจุดสองจุดในวงจร การวัดแรงดันไฟฟ้าด้วยโวลต์มิเตอร์ เหมือนกับการวัดความดันของน้ำในท่อส่ง น้ำด้วยเกจ วัดความดัน(Pressure Gage) โดยต้องต่อท่อเพิ่มจากท่อเดิมไปยังเกจวัดในทำนองเดียวกัน กับการวัดแรงดันไฟฟ้า ใน วงจร ต้องใช้โวลต์มิเตอร์ไปจากคร่อมวงจรในตำแหน่งที่ต้องการวัด (ต่อขนานกับจุดวัด) เสมอ การต่อโวลต์มิเตอร์เพื่อวัดแรงดันไฟฟ้าในวงจร ต้องระมัดระวังในเรื่องขนาดปริมาณแรงดันไฟฟ้าของวงจร ที่ตำแหน่งทำการวัดกับขนาดค่าการทนแรงดันไฟฟ้าได้ของโวลต์มิเตอร์โวลต์มิเตอร์ที่นำมาต่อวัดแรงดันในวงจรต้อง ทนแรงดันได้มากกว่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งทำการวัดเสมอ เพราะมิเช่นนั้นโวลต์มิเตอร์อาจชำรุดเสียหายได้หากไม่ ทราบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งทำการวัด ควรใช้โวลต์มิเตอร์ทนแรงดันได้สูง ๆ มาต่อวัดก่อน ถ้าอ่านค่าไม่ได้ เพราะ เข็มชี้ขึ้นน้อยหรือไม่ขึ้นจึงค่อย ๆ ลดขนาดการทนแรงดันได้ของโวลต์มิเตอร์ลงจนอยู่ในย่านการบ่ายเบนของเข็มชี้ที่ พอเหมาะลักษณะการต่อโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า และการบ่ายเบนของเข็มชี้

รูปที่ 3.16 โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)

3.9 วัตต์มิเตอร์ (Wattmeter)

การนำวัตต์มิเตอร์แบบอิเล็กโทรไดนาโมมิเตอร์ไปต่อใช้งาน ต้องต่อวงจรทั้งขดลวดคงที่ (Fixed Coil)หรือขดลวดกระแส(Current Coil) และขดลวด เคลื่อนที่(Moving Coil)หรือขดลวดแรงดัน (Voltage Coil) เข้าด้วยกัน นำไปต่อกับภาระที่ต้องการวัดค่า และต่อเข้าแหล่งจ่ายแรงดันของวงจรเป็นการต่อใช้งาน วัตต์มิเตอร์แบบอิเล็กโทรไดนาโมมิเตอร์ โดยการนำขั้ว ของขดลวดคงที่(Fixed Coil) หรือขดลวดกระแส(Current Coil)กับขดลวดเคลื่อนที่(Moving Coil) หรือขดลวดแรงดัน (Voltage Coil) ต่อเข้าด้วยกัน นำไปต่อ เข้าแหล่งจ่ายแรงดันขั้วหนึ่ง ของขดลวดคงที่(Fixed Coil)หรือขดลวดกระแส(Current Coil) ต่อเข้าที่ภาระที่ต้องการวัดกำลังไฟฟ้า และขั้ว ของขดลวดเคลื่อนที่(Moving Coil) หรือขดลวดแรงดัน (Voltage Coil) ต่อกับภาระอีกขั้วหนึ่ง นำไปต่อเข้าแหล่งจ่ายแรงดันขั้วที่เหลือ

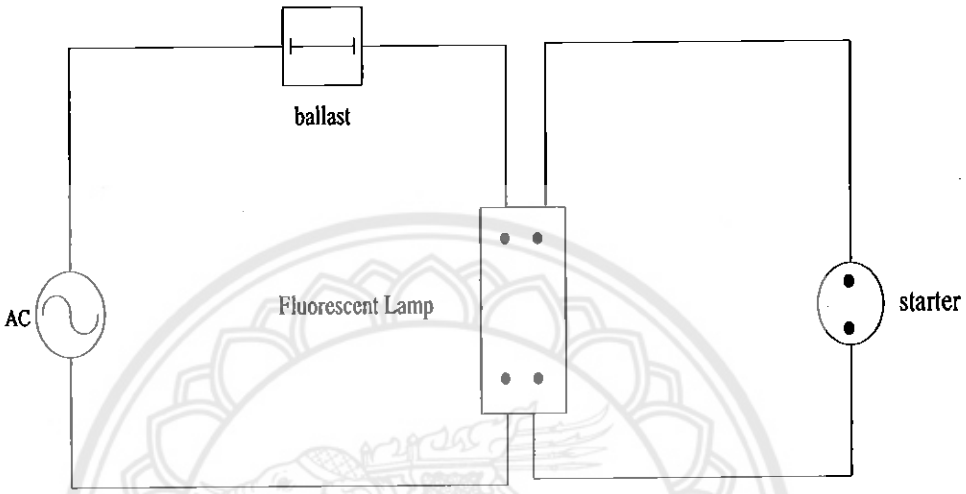
เมื่อจ่ายแรงดันเข้าวงจรทั้งขดลวดคงที่ (Fixed Coil) หรือขดลวดกระแส(Current Coil) และขดลวดเคลื่อนที่ได้ (Moving Coil) หรือขดลวดแรงดัน (Voltage Coil) เกิด สนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมามีขั้วสนามแม่เหล็กไฟฟ้าของขดลวดคงที่(Fixed Coil)หรือขดลวดกระแส(Current Coil) และขดลวดเคลื่อนที่ได้ (Moving Coil) หรือขดลวดแรงดัน (Voltage Coil) ด้านที่วางอยู่ใกล้กันมี ขั้วเหมือนกัน เกิดแรงผลักดันกันของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งสองทำให้ขดลวดเคลื่อนที่บ่ายเบนไป ชี้ค่ากำลัง ไฟฟ้าออกมาการที่ขดลวดเคลื่อนที่เกิดการบ่ายเบนไปมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับภาระที่นำมาต่อวงจรและแรงดันที่ ป้อนให้วงจร คือขึ้นอยู่กับแรงดันและกระแสที่จ่ายผ่านเข้าวัตต์มิเตอร์

รูปที่ 3.17 วัตต์มิเตอร์ (Wattmeter)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 บัลลาสต์แกนเหล็ก (Iron Axle Ballast)



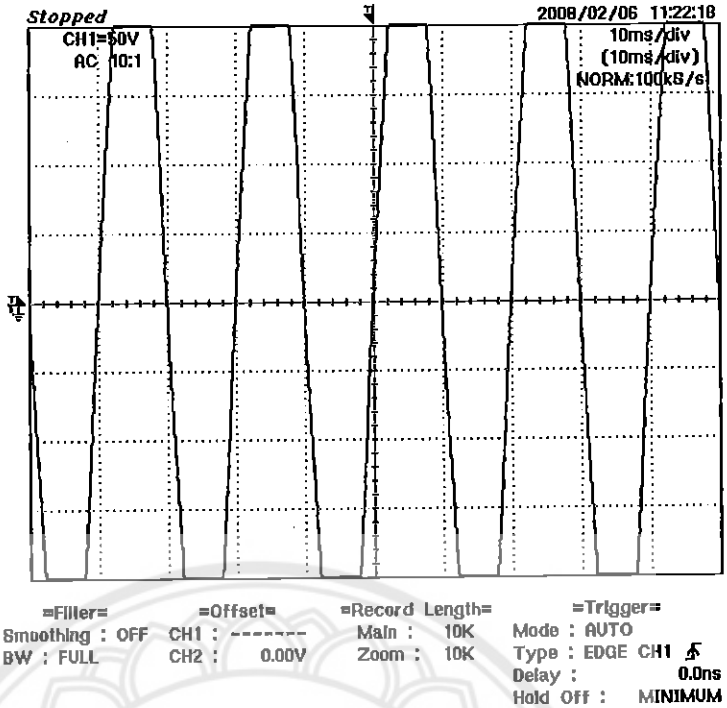
รูปที่ 4.1 วงจรบัลลาสต์แกนเหล็ก

ตารางที่ 4.1 ค่าที่ได้จากการวัดของชุดอุปกรณ์บัลลาสต์แกนเหล็ก

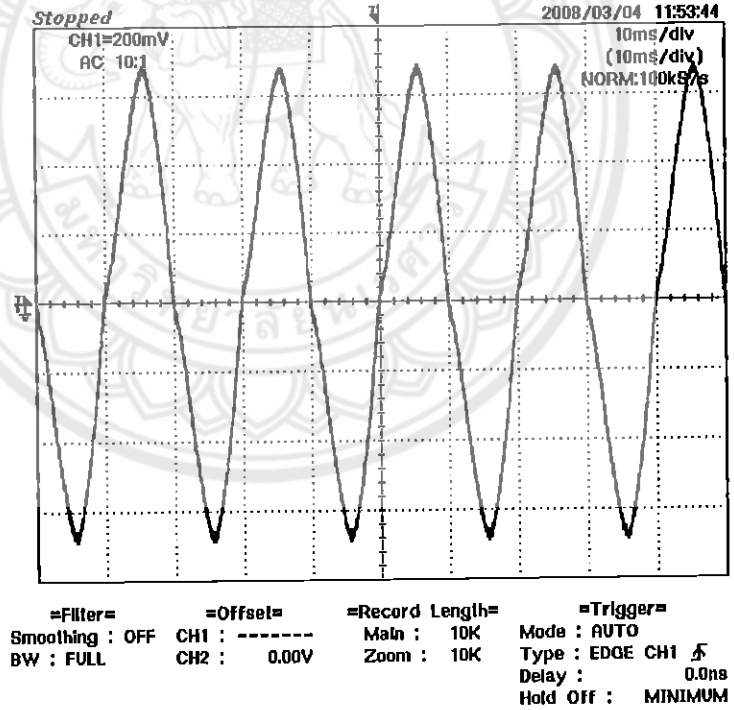
บัลลาสต์แกนเหล็ก	
หลอดไฟที่ใช้	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์
แรงดันแหล่งจ่าย	229 โวลต์
แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์	191.1 โวลต์
แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟ	107.1 โวลต์
แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์	91.5 โวลต์
กระแสที่ไหลผ่านบัลลาสต์	0.45 แอมป์
กระแสที่ไหลเข้าวงจร	0.21 แอมป์
กระแสที่ไหลออกวงจร	0.21 แอมป์
กำลังไฟฟ้าวงจรรวม	46 วัตต์
กำลังไฟฟ้าที่บัลลาสต์	10 วัตต์
กำลังไฟฟ้าที่หลอด	36 วัตต์
ค่าตัวประกอบกำลัง	0.52 (Lagging)

14942899

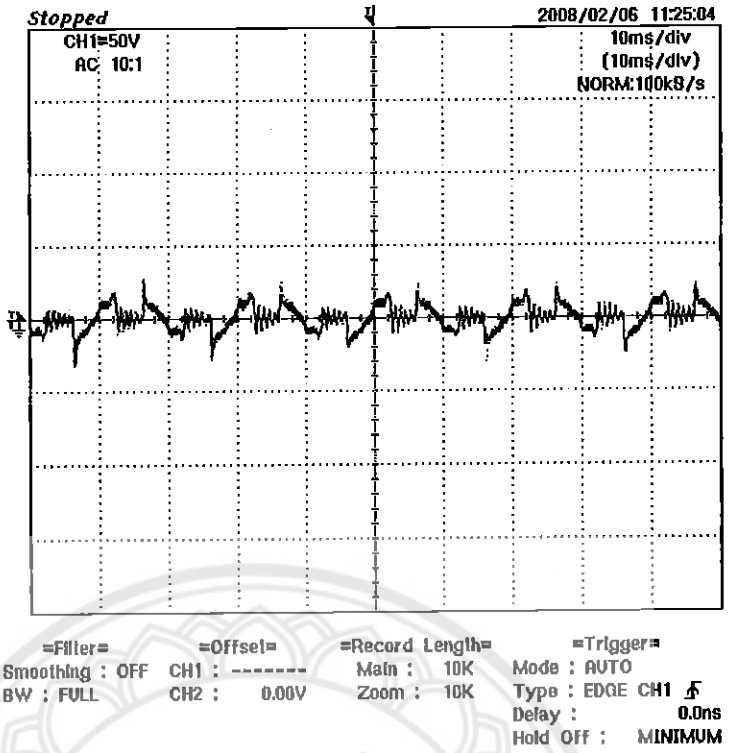
ปร.
ท 1954
2550



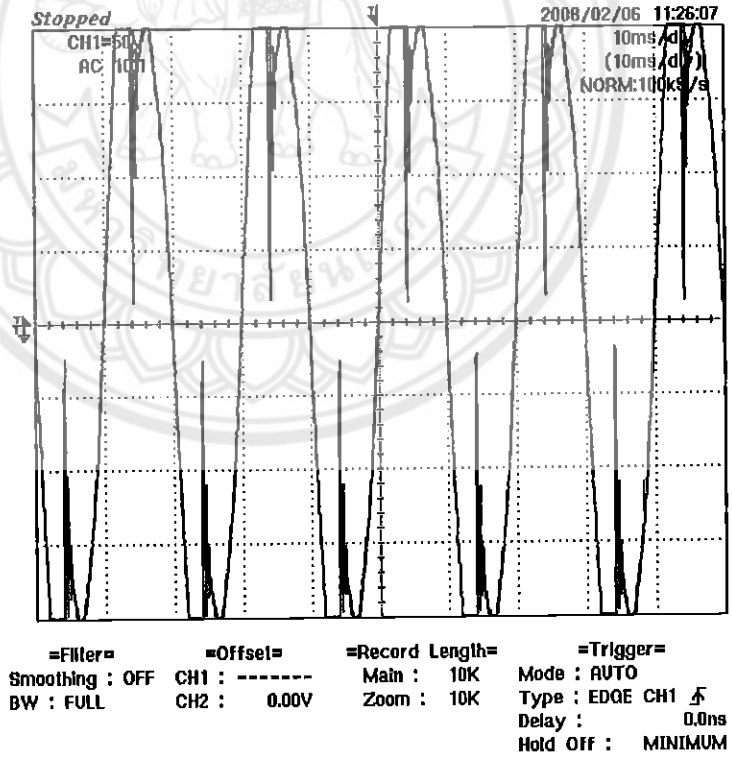
รูปที่ 4.2 แรงดันของแหล่งจ่าย



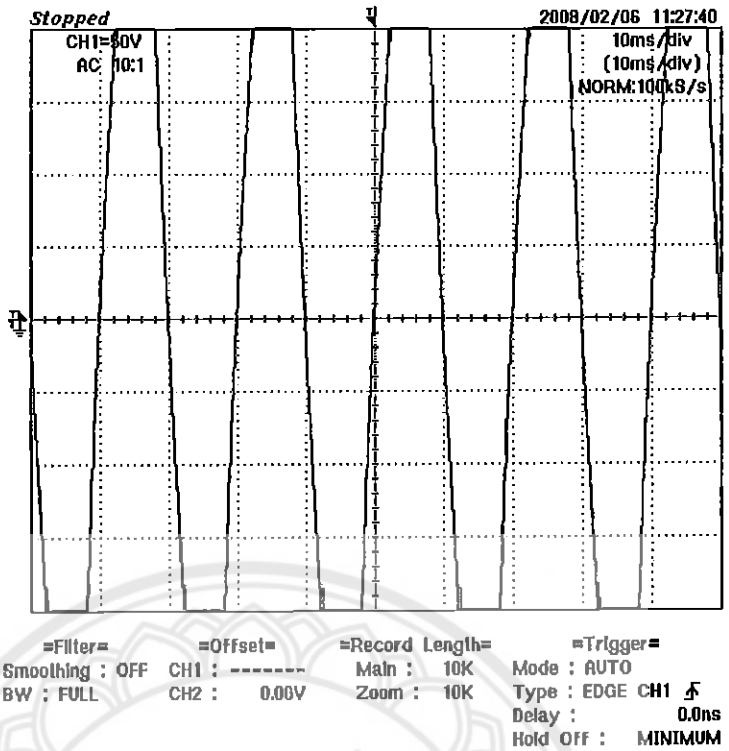
รูปที่ 4.3 แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน



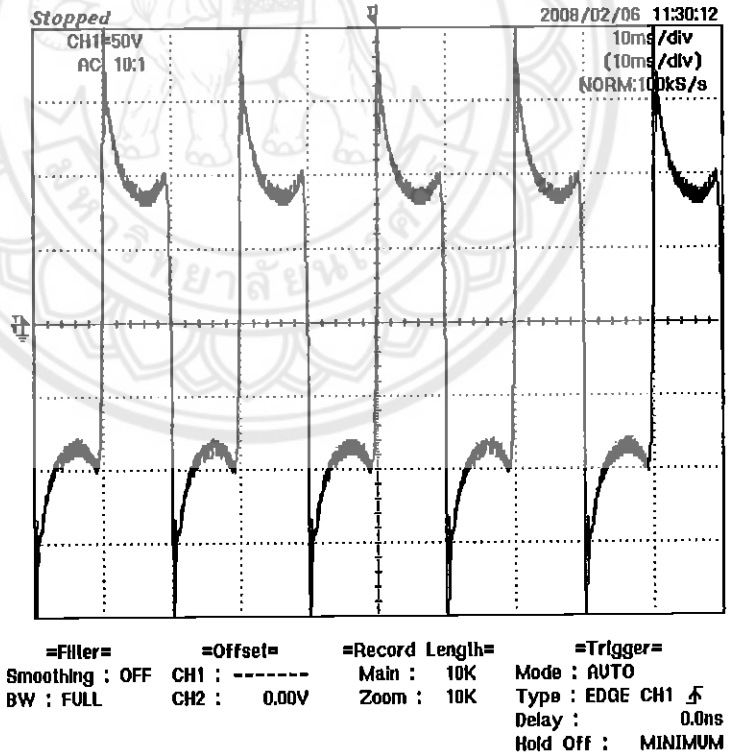
รูปที่ 4.4 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ของบัลลาสต์แกนเหล็กขณะสตาร์ท



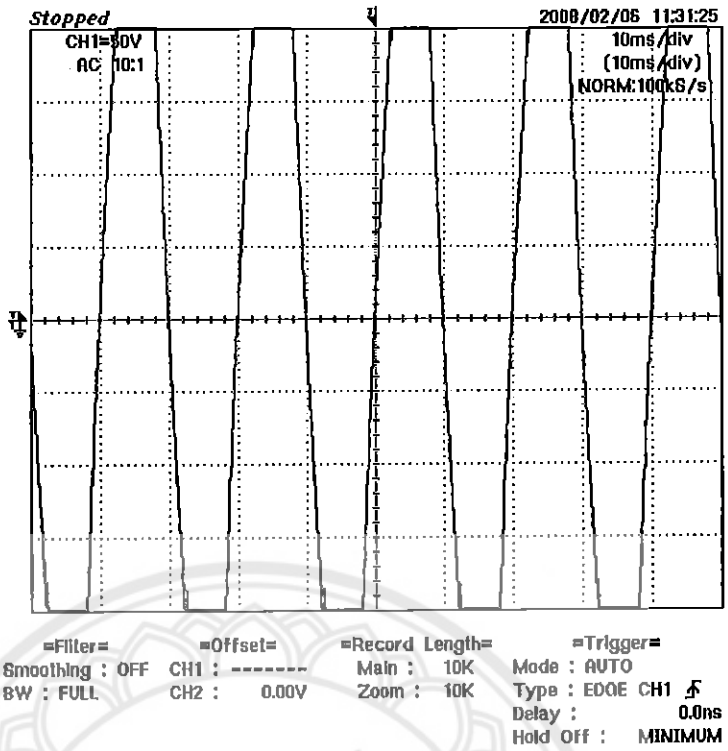
รูปที่4.5 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ของบัลลาสต์แกนเหล็กขณะทำงาน



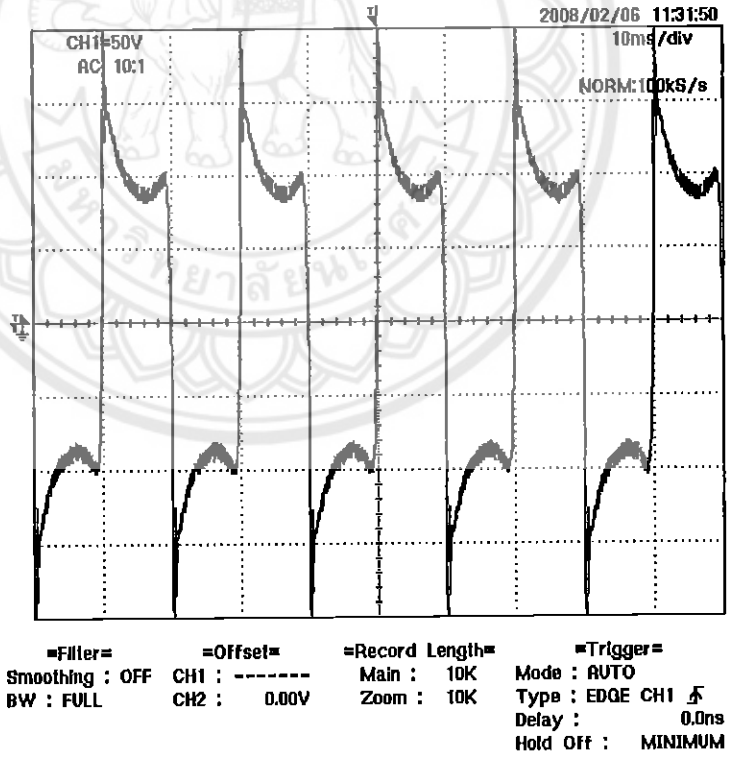
รูปที่ 4.6 แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์แกนเหล็กขณะสตาร์ท



รูปที่ 4.7 แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์แกนเหล็กขณะทำงาน

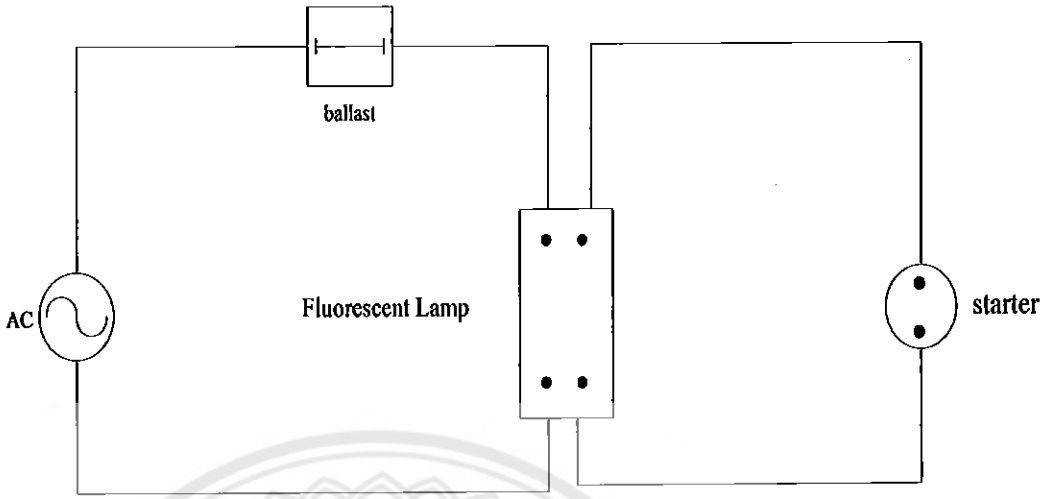


รูปที่ 4.8 แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์ของบัลลาสต์แกนเหล็กขณะสตาร์ท



รูปที่ 4.9 แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์ของบัลลาสต์แกนเหล็กขณะทำงาน

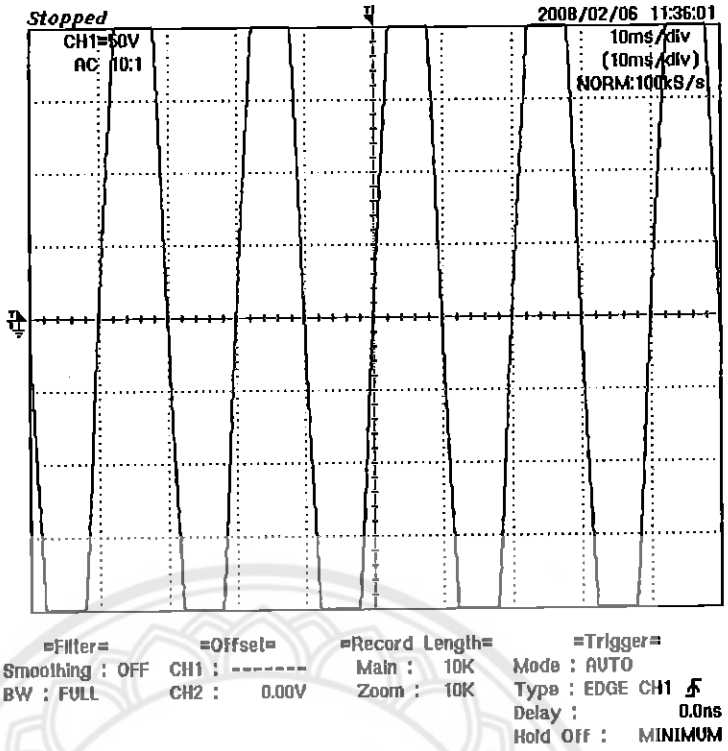
4.2 บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast)



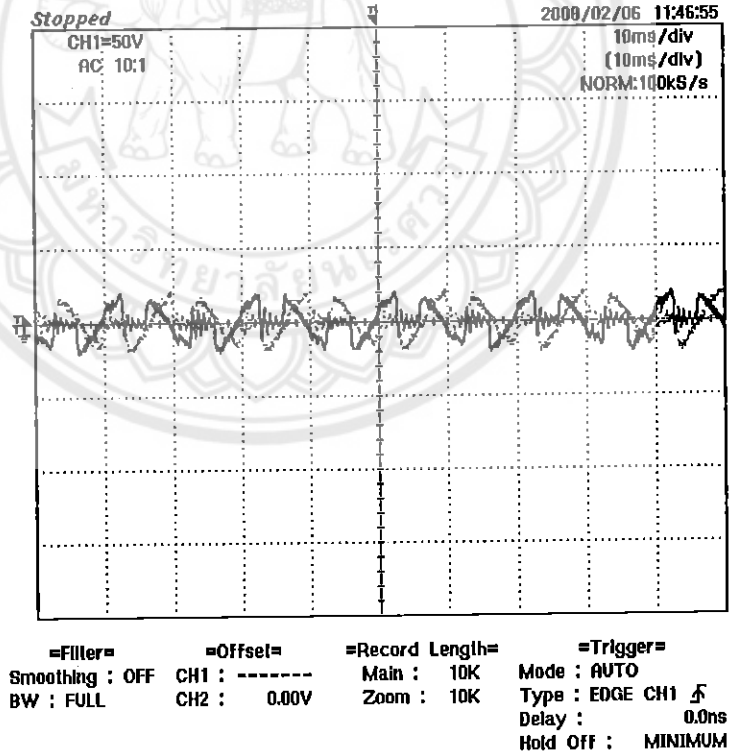
รูปที่ 4.10 วงจรบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ

ตารางที่ 4.2 ค่าที่ได้จากการวัดของชุดอุปกรณ์บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ

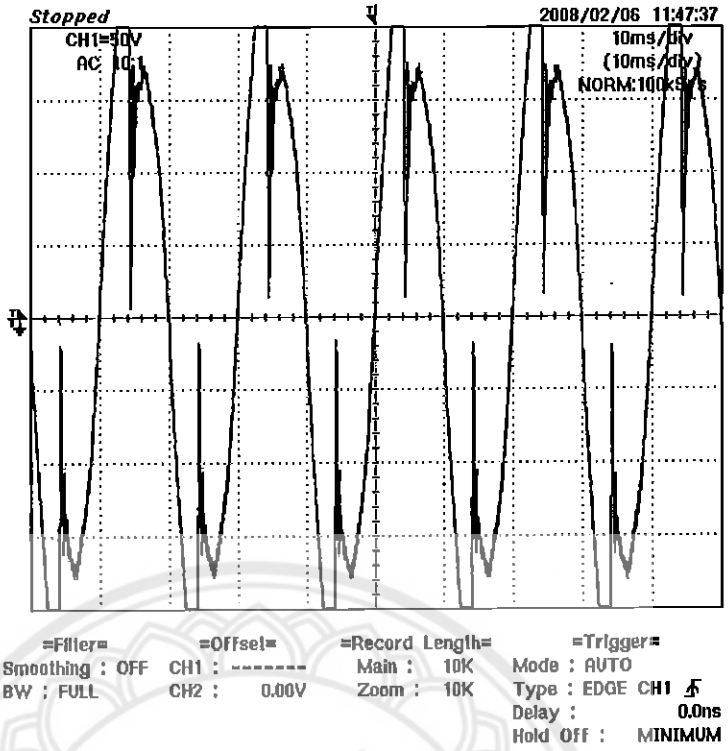
บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ	
หลอดไฟที่ใช้	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์
แรงดันแหล่งจ่าย	228.8 โวลต์
แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์	192.9 โวลต์
แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟ	107 โวลต์
แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์	93.3 โวลต์
กระแสที่ไหลผ่านบัลลาสต์	0.40 แอมป์
กระแสที่ไหลเข้าวงจร	0.21 แอมป์
กระแสที่ไหลออกวงจร	0.21 แอมป์
กำลังไฟฟ้าวงจรรวม	41 วัตต์
กำลังไฟฟ้าที่บัลลาสต์	5 วัตต์
กำลังไฟฟ้าที่หลอด	36 วัตต์
ค่าตัวประกอบกำลัง	0.48 (Lagging)



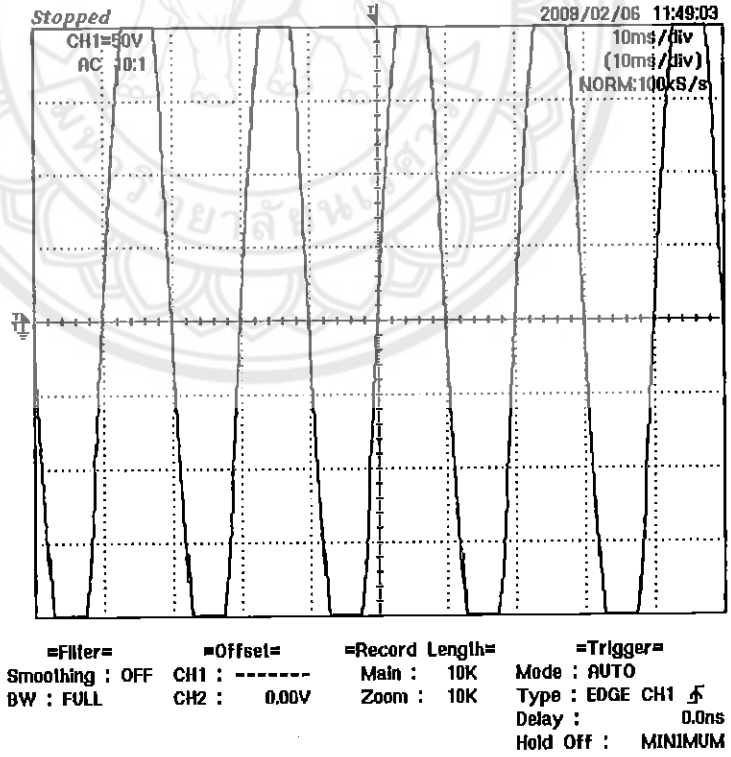
รูปที่ 4.11 แรงดันของแหล่งจ่าย



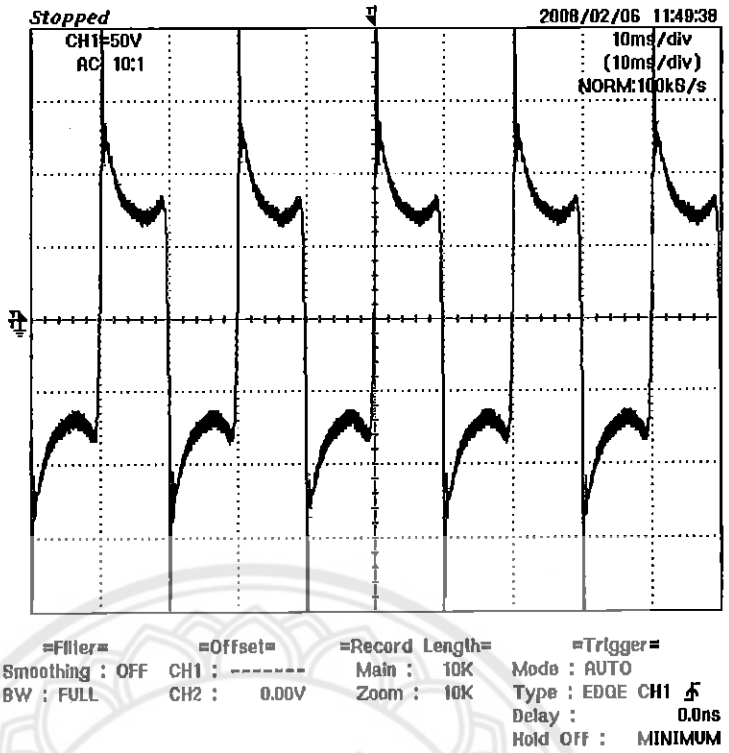
รูปที่ 4.12 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำขณะสตาร์ท



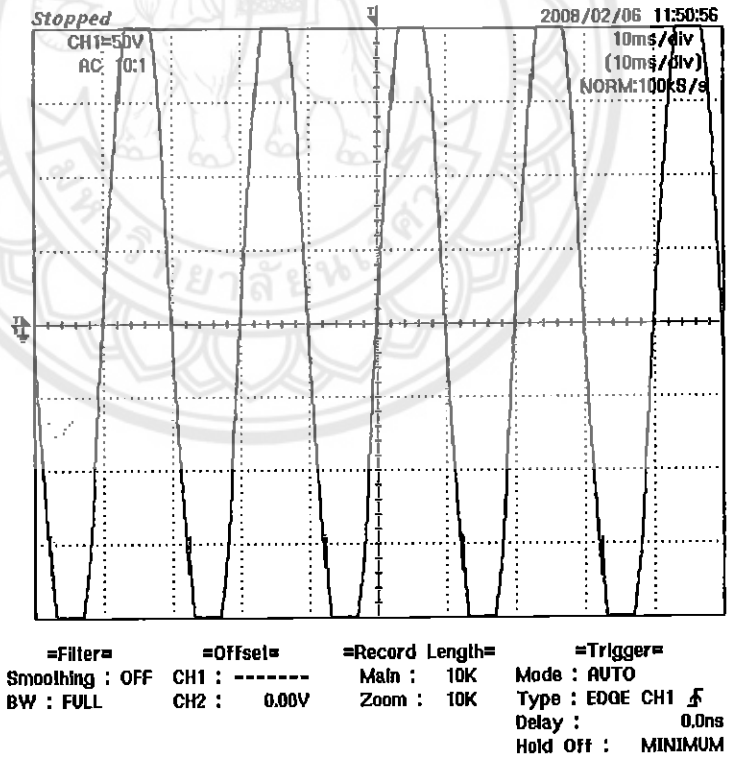
รูปที่ 4.13 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำขณะทำงาน



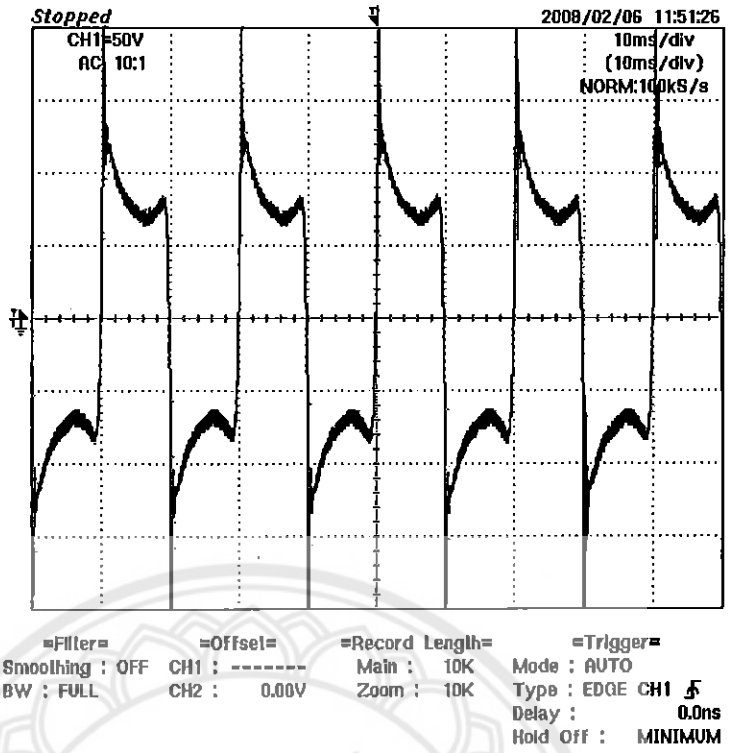
รูปที่ 4.14 แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำขณะสตาร์ท



รูปที่ 4.15 แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำขณะทำงาน

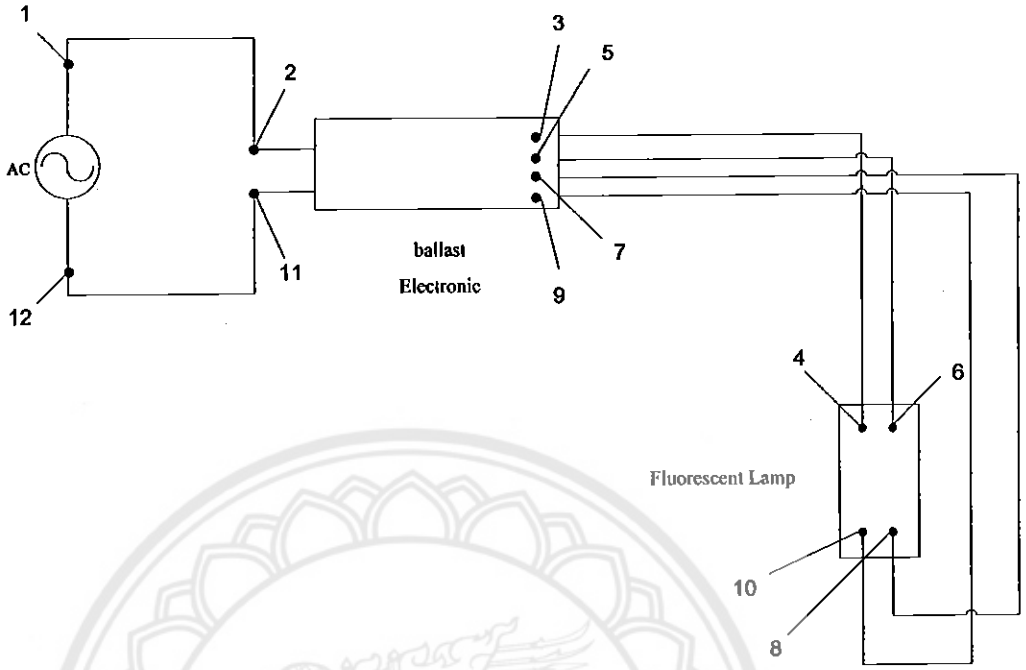


รูปที่ 4.16 แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์ของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำขณะสตาร์ท



รูปที่ 4.17 แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์ของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำขณะทำงาน

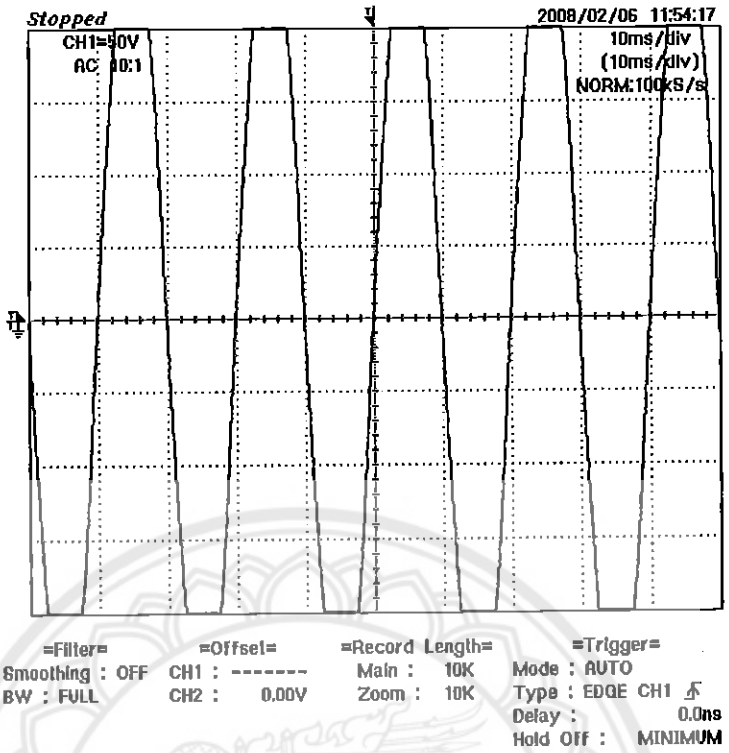
4.3 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast)



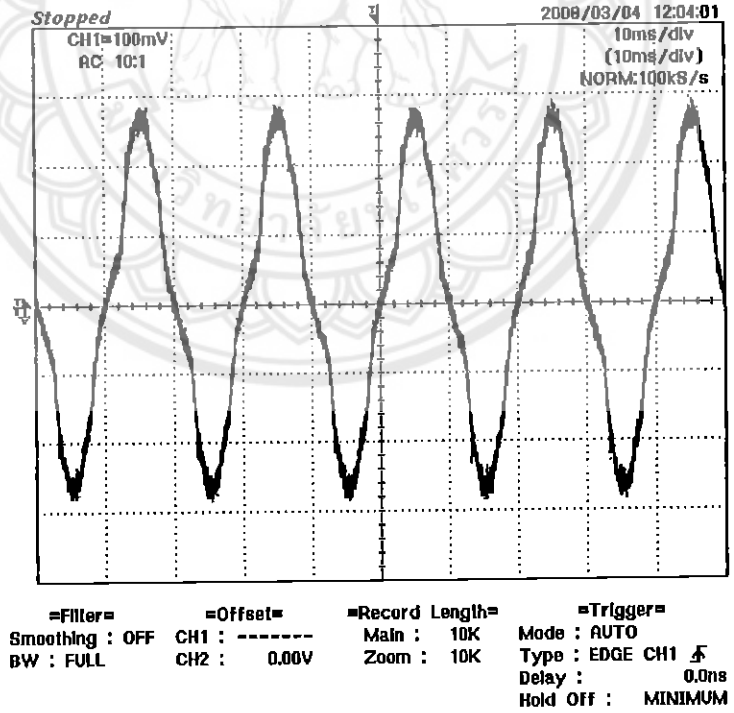
รูปที่ 4.18 วงจรบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ 4.3 ค่าที่ได้จากการวัดของชุดอุปกรณ์บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

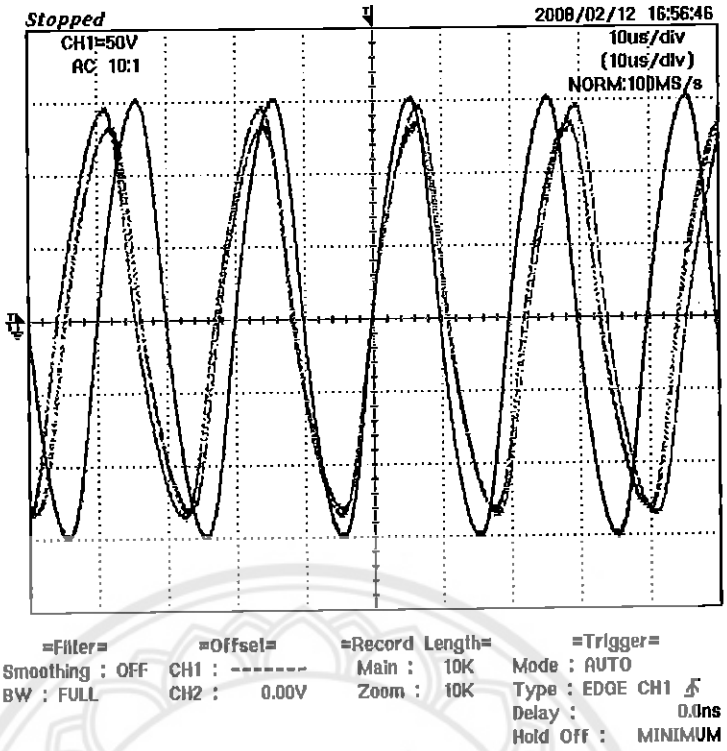
บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	
หลอดไฟที่ใช้	หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์
แรงดันแหล่งจ่าย	229 โวลต์
แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ ณ จุด (2-3) และจุด (2-5)	223 โวลต์
แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ ณ จุด (2-7) และจุด (2-9)	147.2 โวลต์
แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟ	96.4 โวลต์
กระแสที่ไหลเข้าวงจร	0.17 แอมป์
กระแสที่ไหลออกวงจร	0.17 แอมป์
กำลังไฟฟ้าวงจรรวม	40 วัตต์
กำลังไฟฟ้าสูญเสียที่บัลลาสต์	4 วัตต์
กำลังไฟฟ้าที่หลอด	36 วัตต์
ค่าตัวประกอบกำลัง	0.99 (Leading)



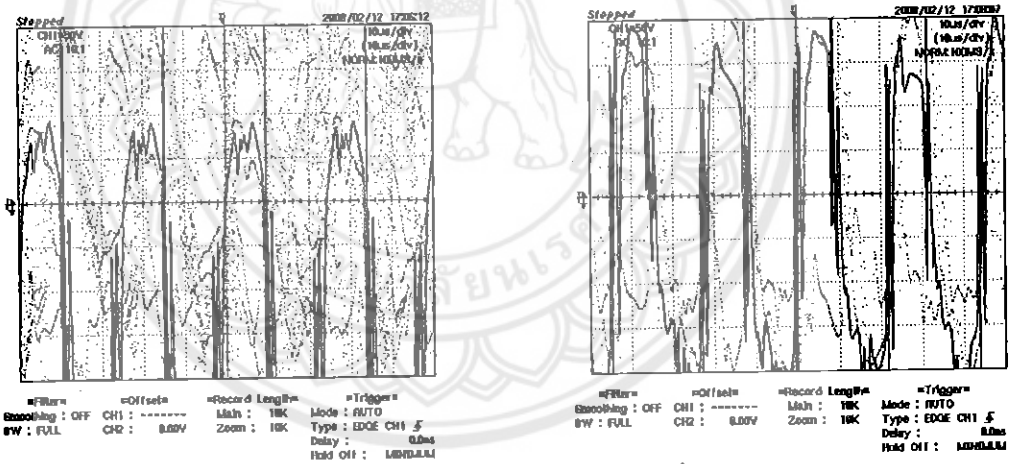
รูปที่ 4.19 แรงดันของแหล่งจ่าย



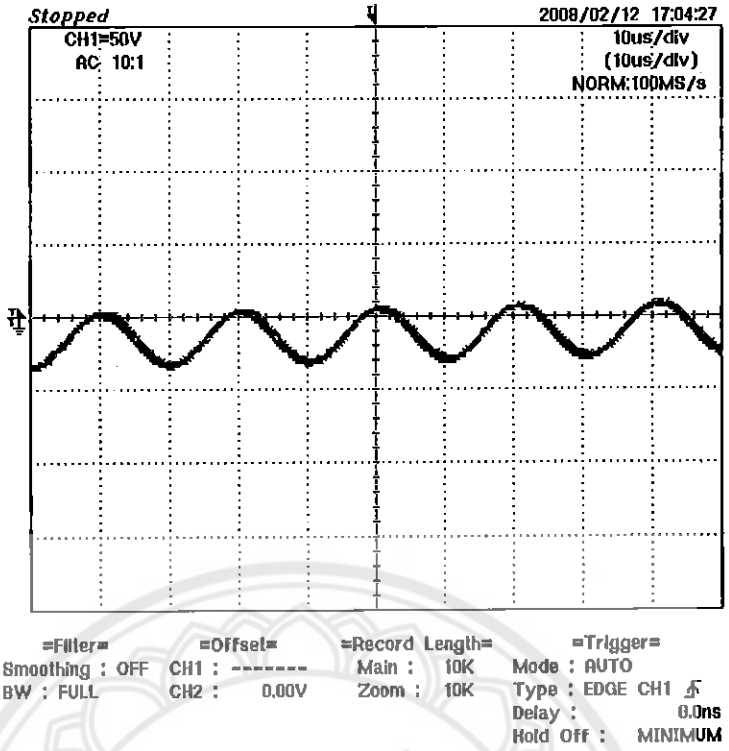
รูปที่ 4.20 แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน



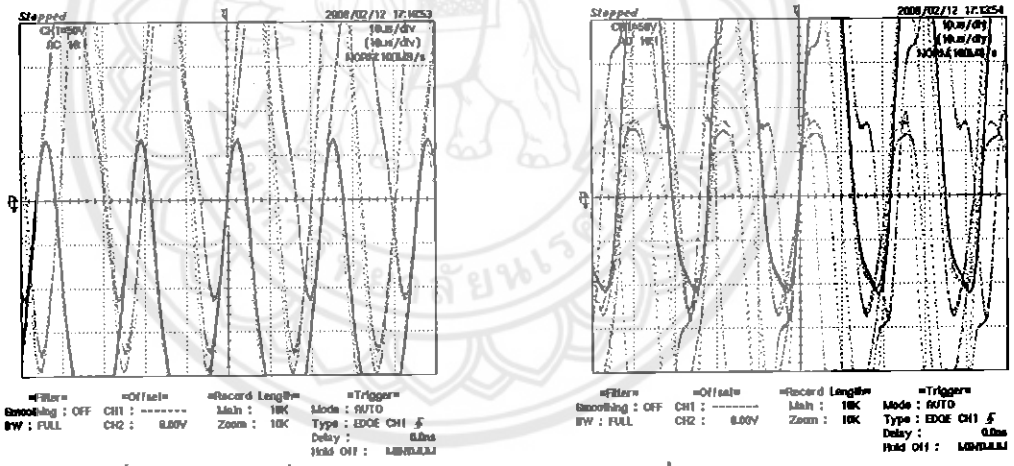
รูปที่ 4.21 แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์



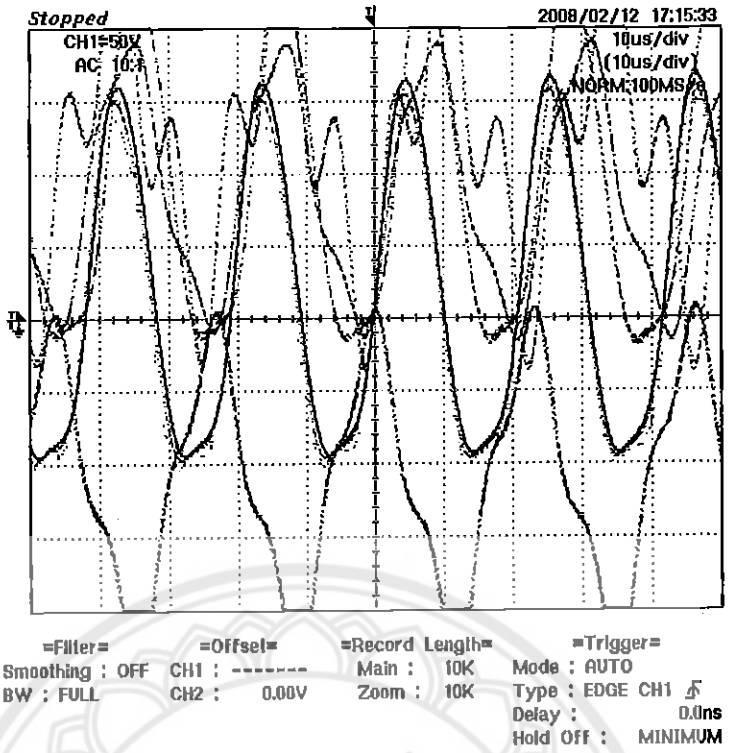
รูปที่ 4.22 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-3) และจุด (2-5)



รูปที่ 4.23 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-7) และจุด (2-9)

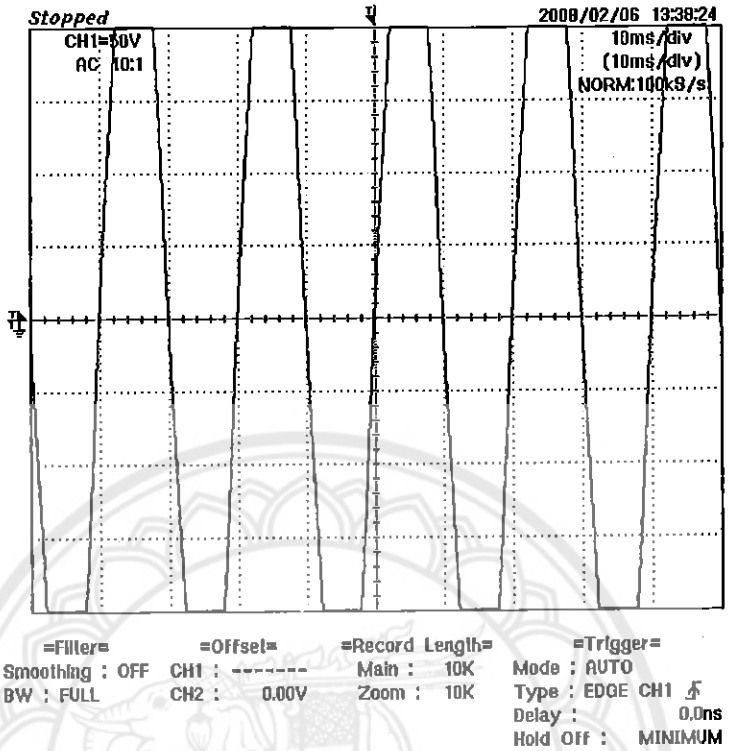


รูปที่ 4.24 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (3-11) และจุด (5-11)

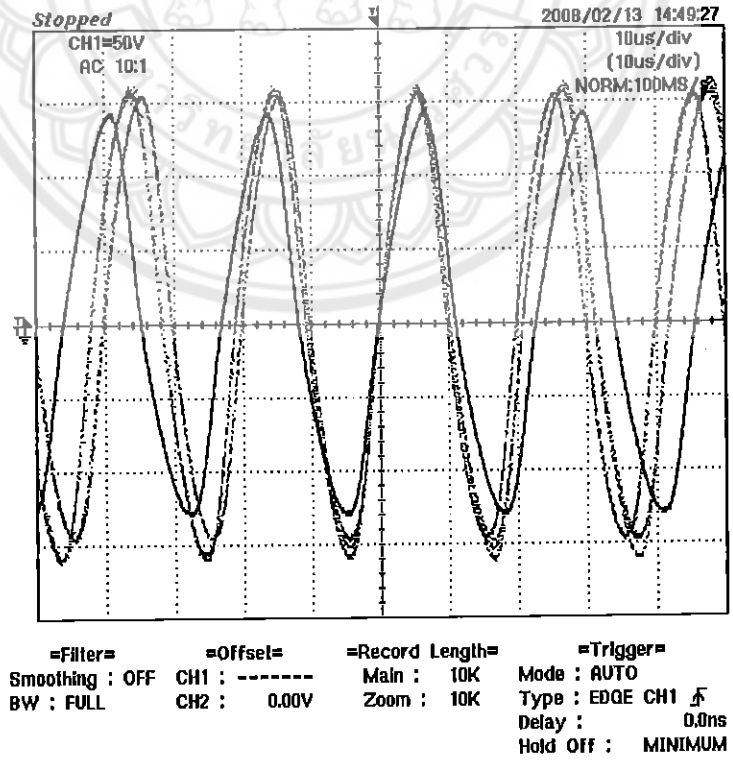


รูปที่ 4.25 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (7-11) และจุด (9-11)

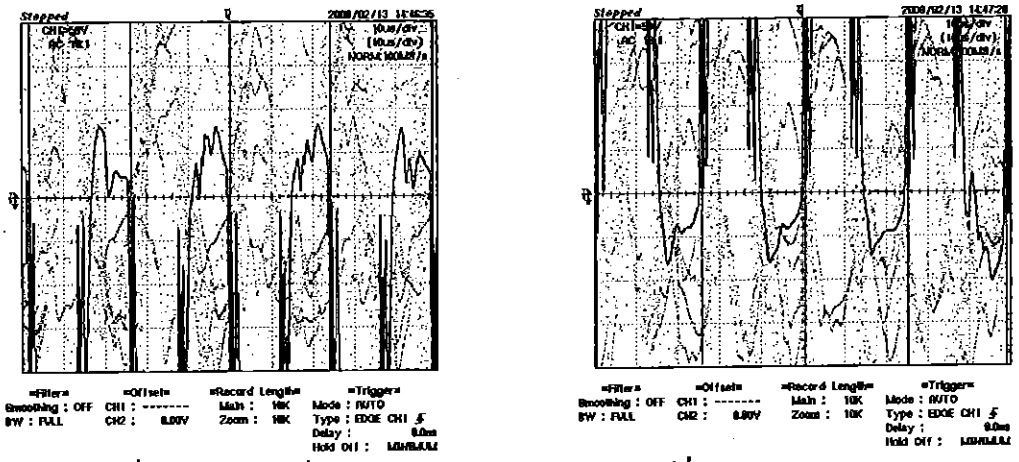
4.4 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่อุณหภูมิ 20˚C



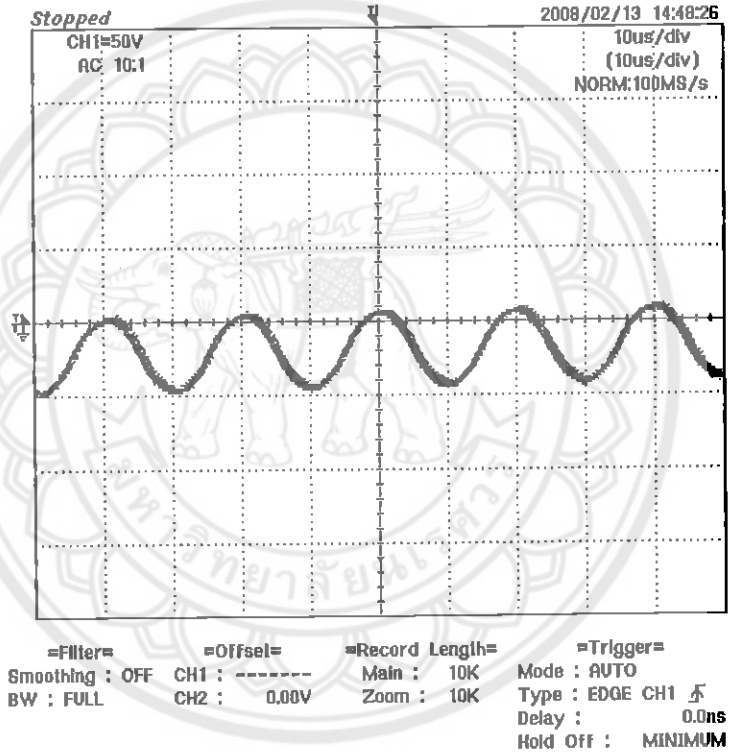
รูปที่ 4.26 แรงดันของแหล่งจ่าย



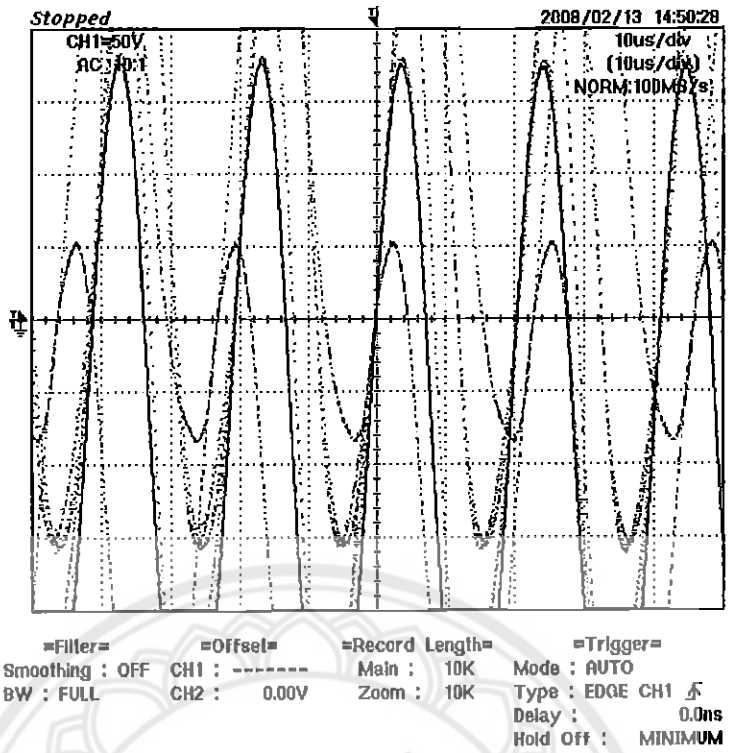
รูปที่ 4.27 แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์



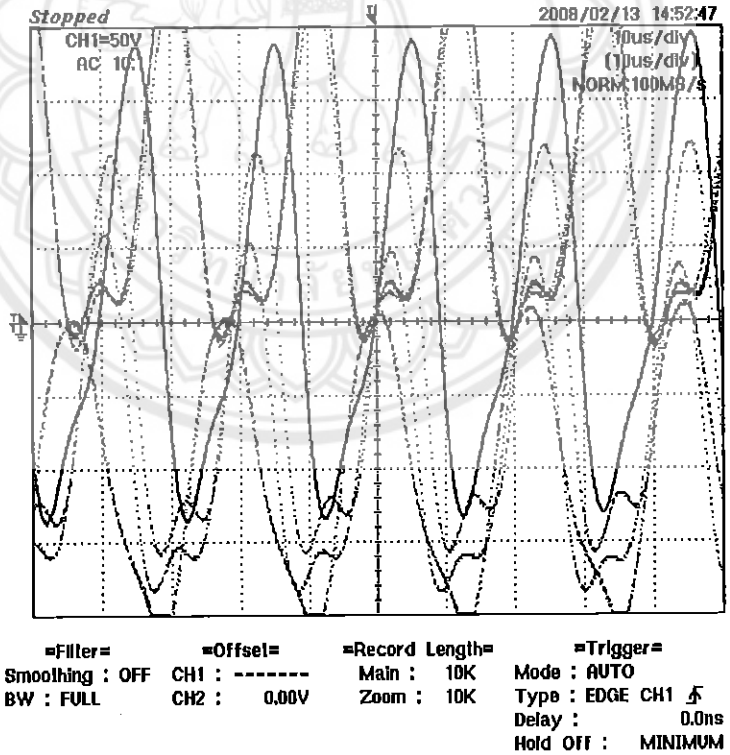
รูปที่ 4.28 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-3) และจุด (2-5)



รูปที่ 4.29 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-7) และจุด (2-9)

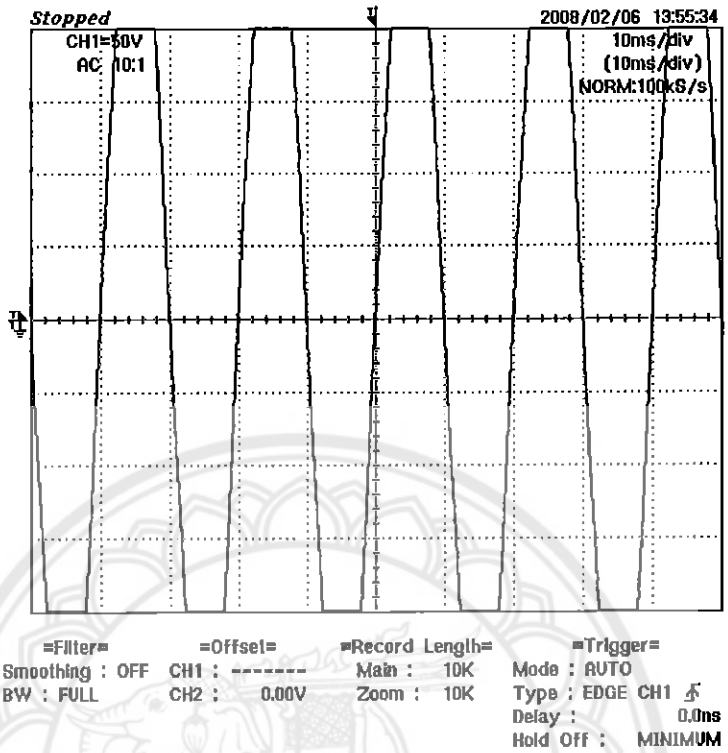


รูปที่ 4.30 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (3-11) และจุด (5-11)

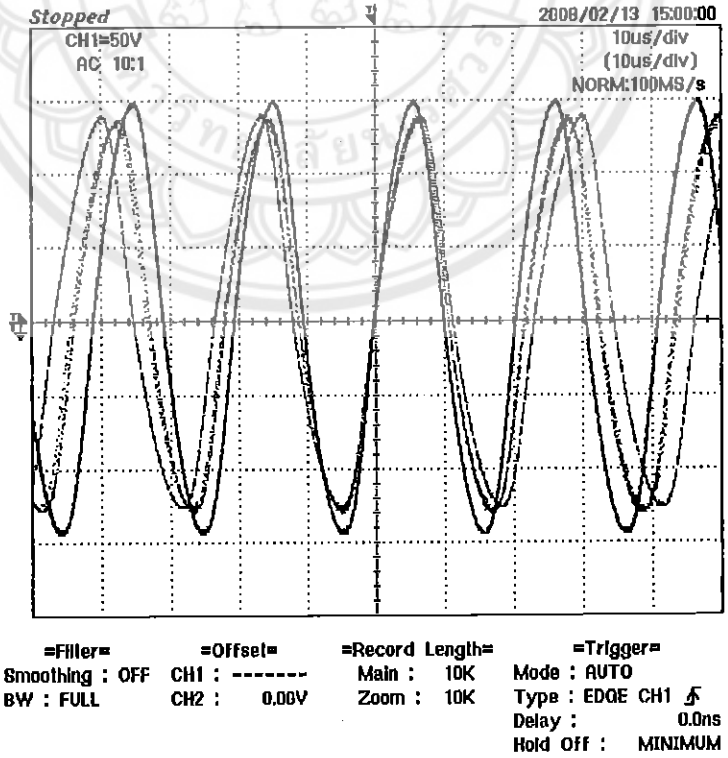


รูปที่ 4.31 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (7-11) และจุด (9-11)

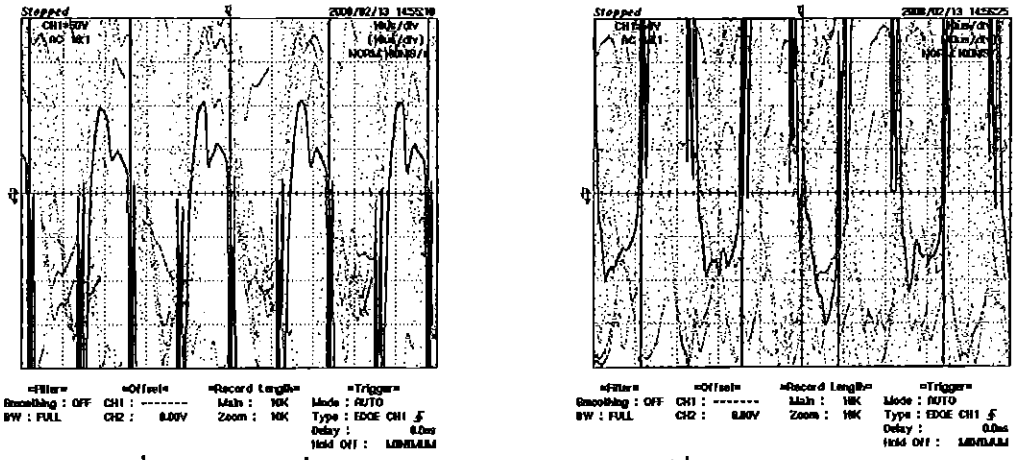
4.5 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่อุณหภูมิ 30°C



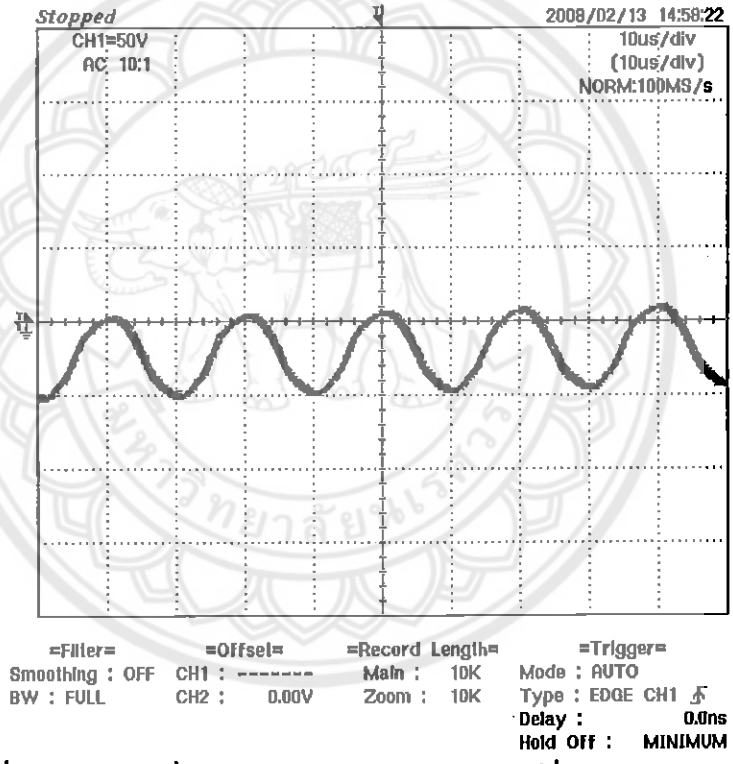
รูปที่ 4.32 แรงดันของแหล่งจ่าย



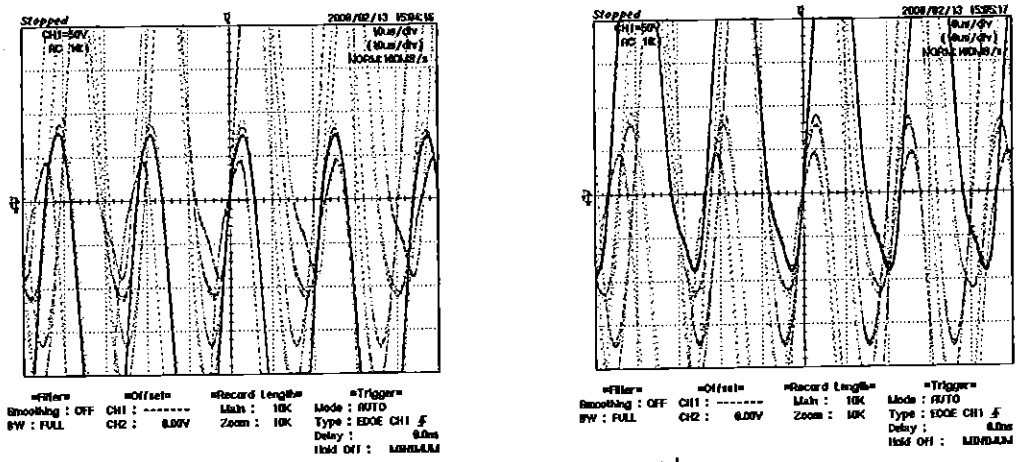
รูปที่4.33 แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์



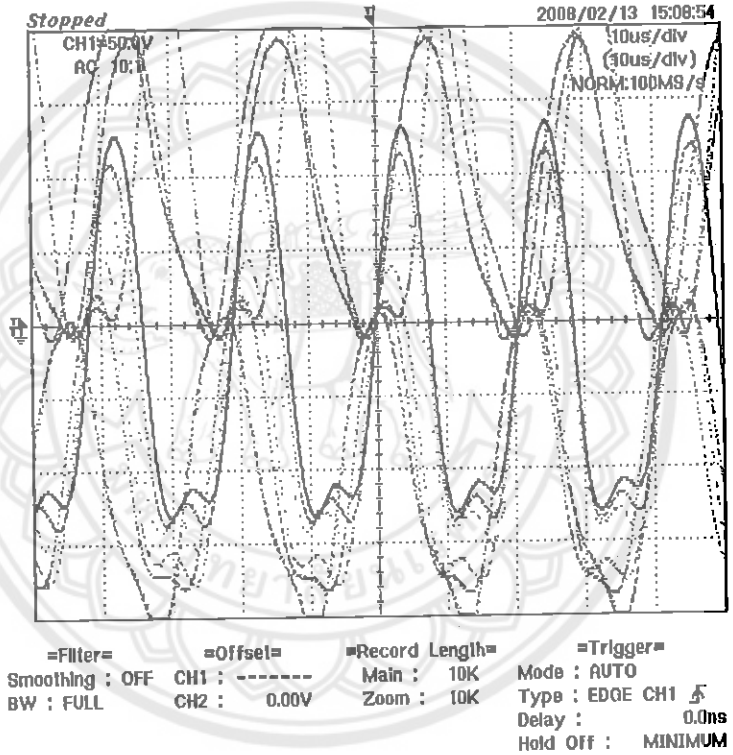
รูปที่ 4.34 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-3) และจุด(2-5)



รูปที่ 4.35 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-7) และจุด (2-9)

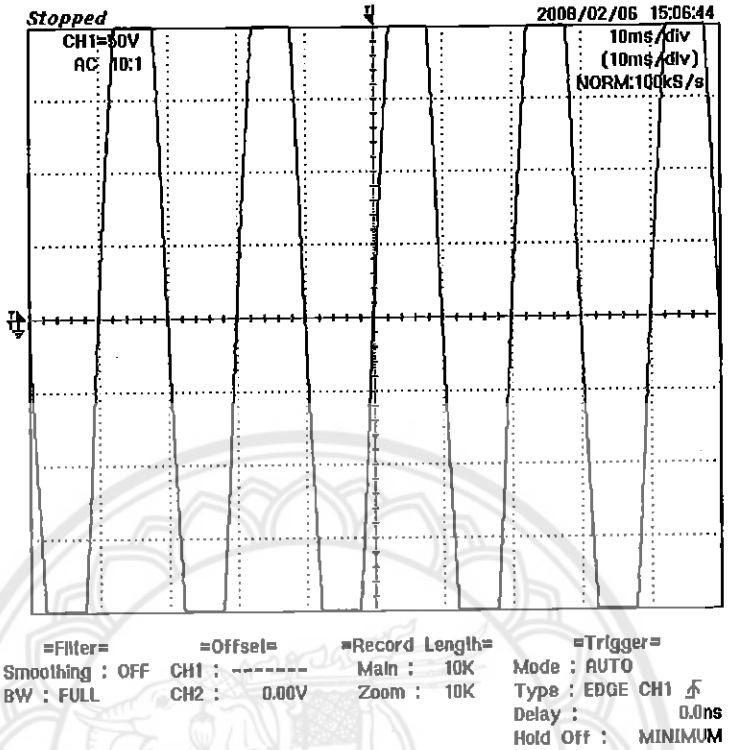


รูปที่ 4.36 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (3-11) และจุด (5-11)

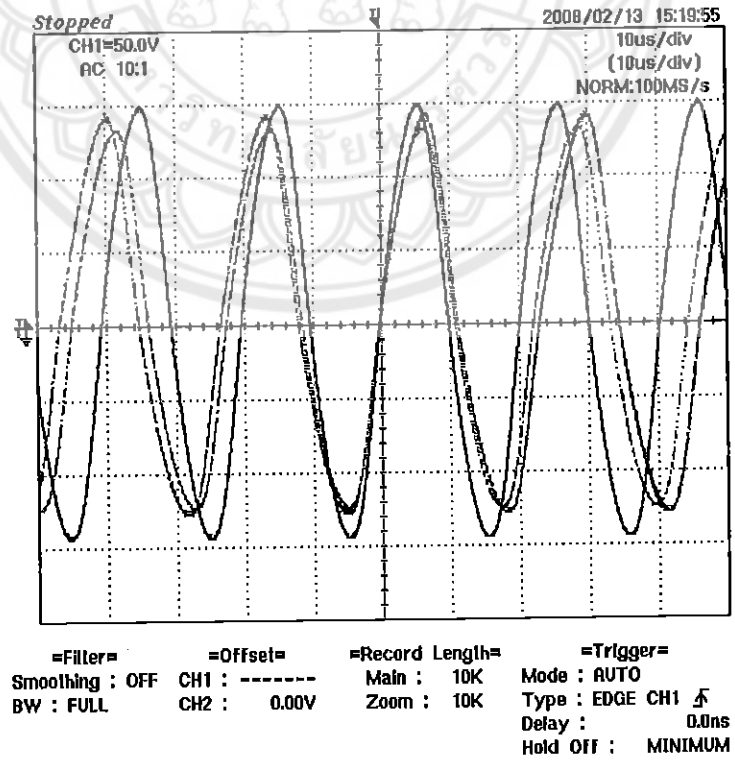


รูปที่ 4.37 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (7-11) และจุด (9-11)

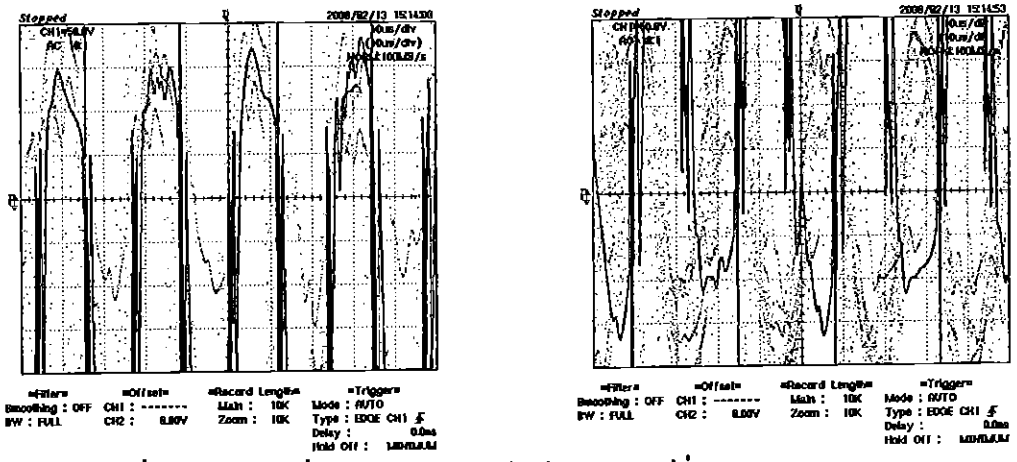
4.6 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่อุณหภูมิ 40°C



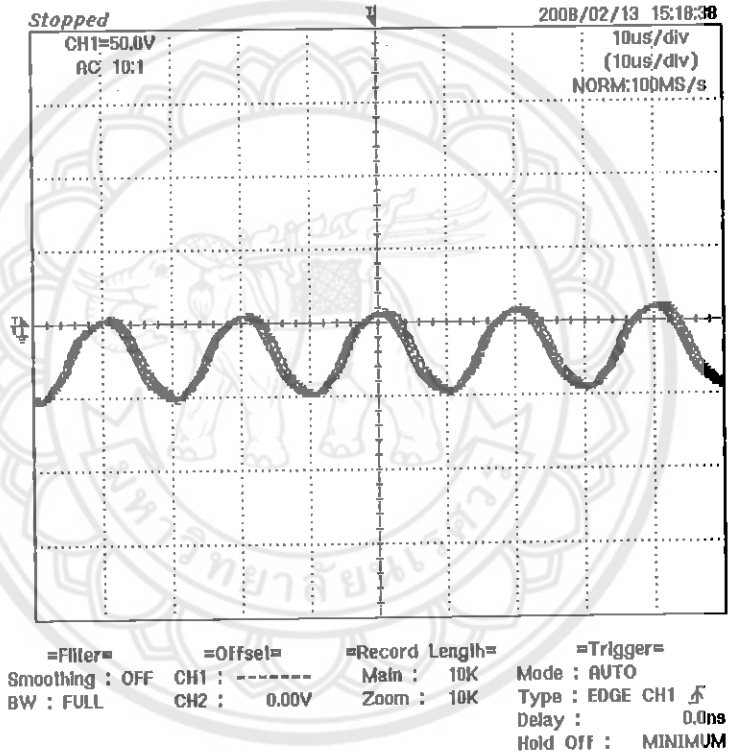
รูปที่ 4.38 แรงดันของแหล่งจ่าย



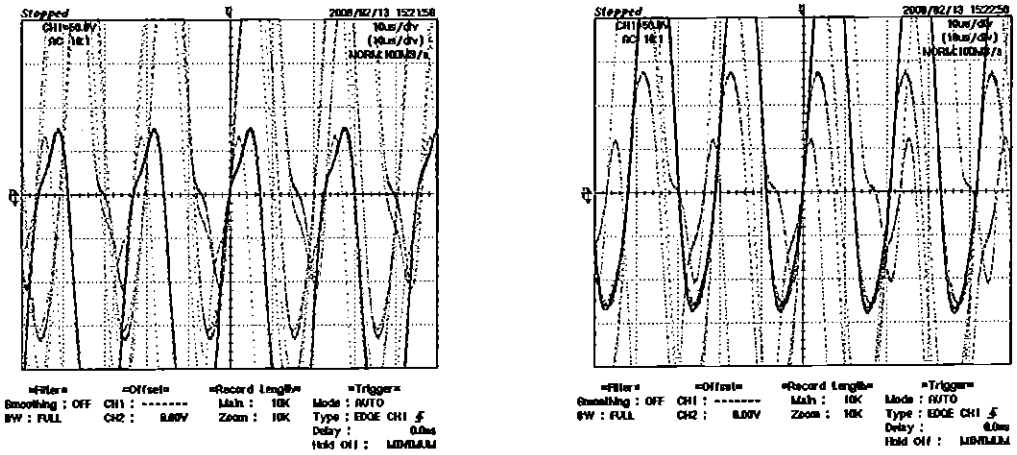
รูปที่ 4.39 แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์



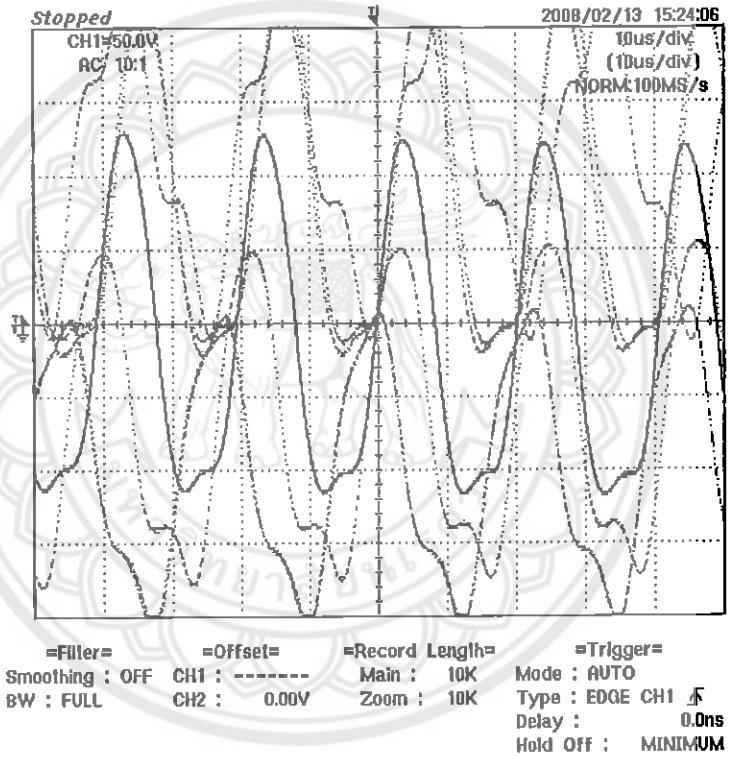
รูปที่ 4.40 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-3) และจุด(2-5)



รูปที่ 4.41 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-7) และจุด(2-9)

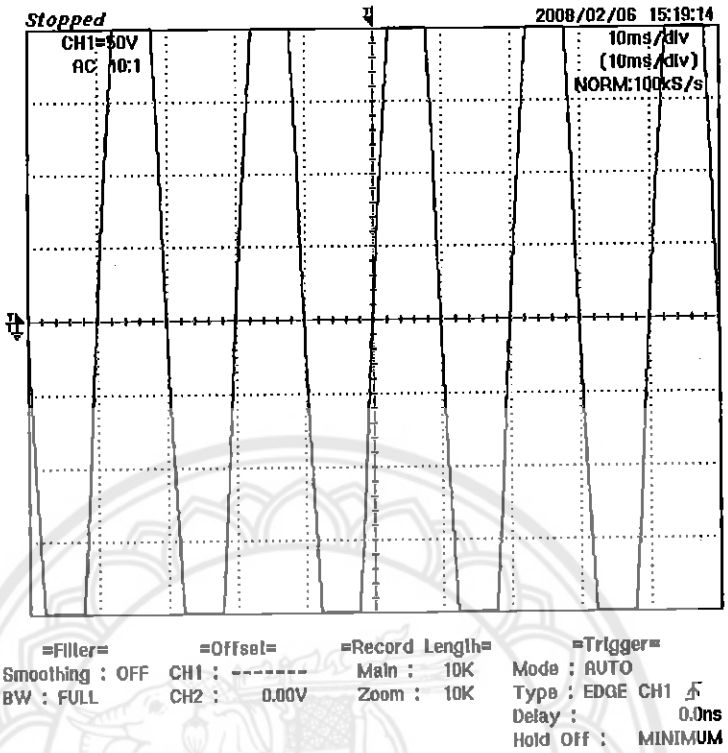


รูปที่ 4.42 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (3-11) และจุด (5-11)

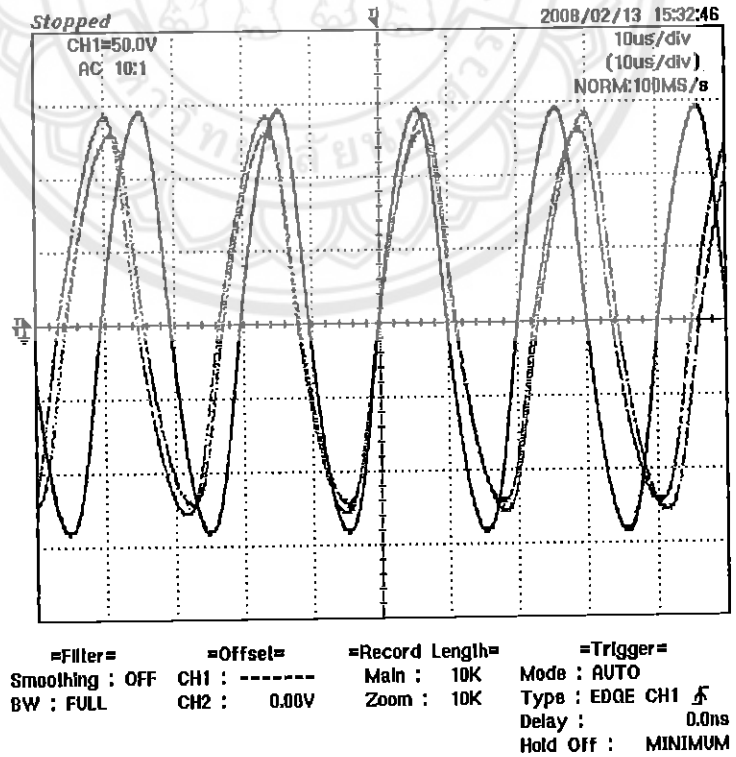


รูปที่ 4.43 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (7-11)และจุด(9-11)

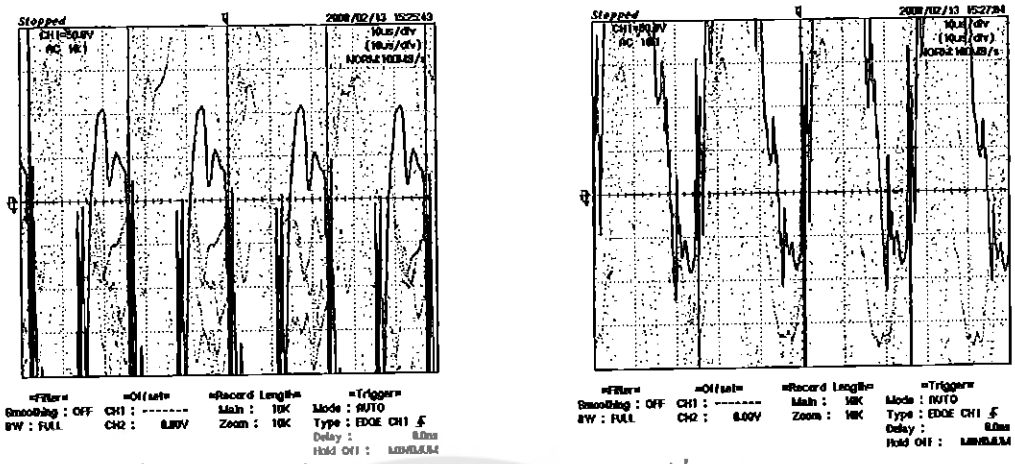
4.7 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่อุณหภูมิ 50°C



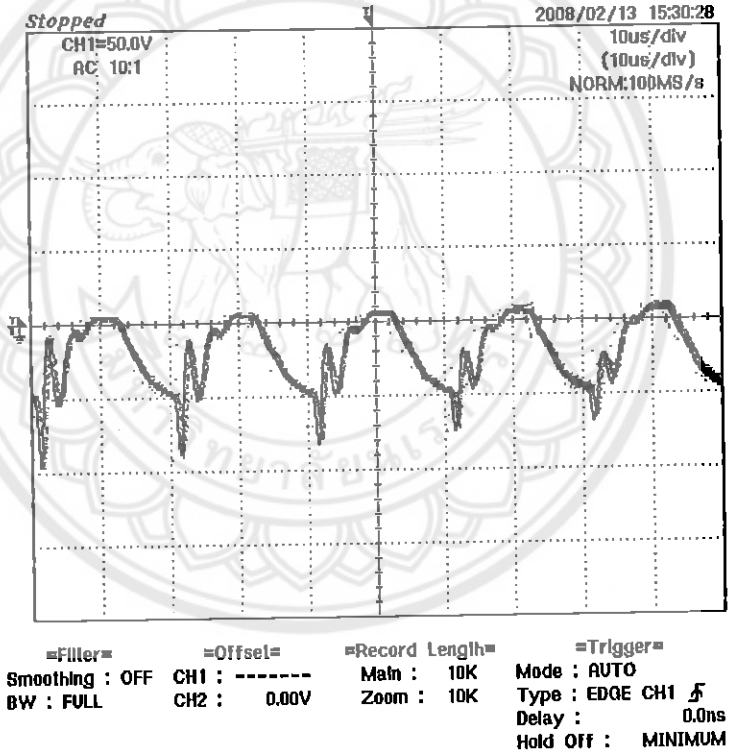
รูปที่ 4.44 แรงดันของแหล่งจ่าย



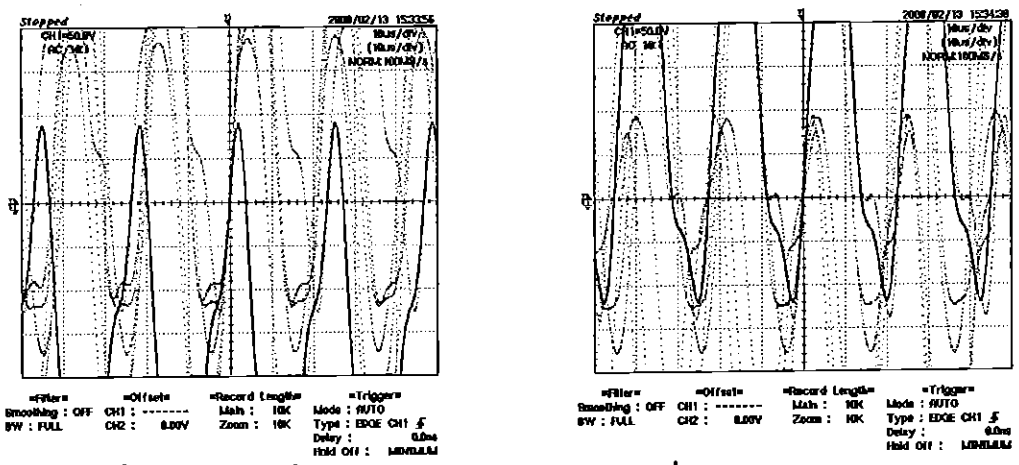
รูปที่ 4.45 แรงดันที่ตกคร่อมหลอดไฟของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์



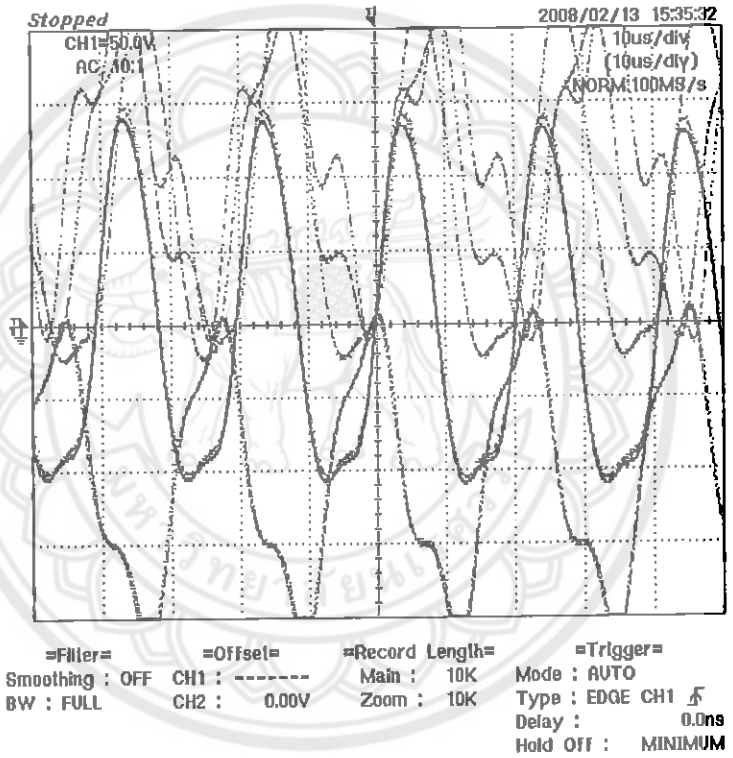
รูปที่ 4.46 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-3) และจุด (2-5)



รูปที่ 4.47 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (2-7) และจุด (2-9)



รูปที่ 4.48 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (3-11) และจุด (5-11)



รูปที่ 4.49 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ จุด (7-11) และจุด (9-11)

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 ผลการดำเนินโครงงาน

การศึกษาและเปรียบเทียบการทำงานของบัลลาสต์แกนเหล็กและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ พบว่า บัลลาสต์แกนเหล็กที่มีใช้อยู่ในปัจจุบันมีราคาถูกกว่า มีอุณหภูมิขณะทำงานสูงและมีค่ากำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในบัลลาสต์แกนเหล็กมากแต่เมื่อเทียบกับบัลลาต์อิเล็กทรอนิกส์ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกสมีราคาแพง อุณหภูมิขณะทำงานต่ำ ช่วยประหยัดพลังงานได้มากและยังเป็นอุปกรณ์ที่ไม่จำเป็นต้องใช้สตาร์ทเตอร์ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เมื่อเปิดสวิตซ์ หลอดไฟจะติดทันที ไมมีปัญหาการกระพริบของหลอด เหมาะสำหรับงานติดตั้งที่มีชั่วโมงการใช้งานสูง

5.2 ปัญหาที่พบขณะดำเนินโครงงาน

คนส่วนใหญ่ไม่ค่อยนิยมใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากมีราคาแพงกว่าบัลลาสต์แกนเหล็กทั่วไปโดยไม่ค่อยคำนึงถึงผลระยะยาวว่าบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีข้อดีมากกว่าโดยเฉพาะความประหยัด

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรระมัดระวังในการทดลองเพราะไฟฟ้าที่ใช้เป็นไฟบ้านมีแรงถึง 220 โวลต์ มีอันตรายถึงตายได้

5.3.2 หากไม่เข้าใจควรจะศึกษาก่อนลงมือทำหรือควรปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานก่อนเพื่อให้โครงงานนั้นมีคุณภาพ

เอกสารอ้างอิง

[2.1] "บัลลาสต์" สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย [Online] . Available: http://tieathai.org/know/ballast/ch%203.htm. 2548

[1] "เอกสารเผยแพร่ความรู้เทคโนโลยีประหยัดพลังงาน " การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย.[Online].Available:http://www2.dede.go.th/training/dataenergy/DocEnergy/energy%20saving%20Technogy8.htm

[2] "เครือข่ายสารสนเทศด้านพลังานและสิ่งแวดล้อมของประเทศไทย"[Online] . Available: http://www.teenet.chula.ac.th/casestudy/detail2.asp?ID=272

[3] ดร. กฤษ เฉยไสย. "เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์" มหาวิทยาลัยขอนแก่น [Online] . Available: http://eestaff.kku.ac.th/~krit/Home.files/index077.htm

[4] "บัลลาสต์" สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย 2548"[Online] . Available: http://tieathai.org/know/ballast/ch%203.htm

ภาคผนวก

ข้อมูลจาก กรมพัฒนาพลังงานทดแทนและอนุรักษ์พลังงาน (พพ.) กระทรวงพลังงาน

http://www.dede.go.th/dede/fileadmin/upload/pdf/berc/equip_spec.pdf

พพ. 1003-1 : 2549

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบอายุการใช้งาน 12,000 ชม.

(Compact Fluorescent Lamp : rated lamp life 12,000 hrs. type)

1. ขอบเขต

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ สำหรับใช้ติดตั้งใหม่ หรือ ใช้เปลี่ยนแทนหลอดไส้ (หลอดอินแคนเดสเซนต์)สำหรับให้แสงสว่างทั่วไป

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. ตามที่ระบุในตารางที่ 1

2.2 มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่าง (Luminous Efficacy) ไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างขั้นต่ำของหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์และ มาตรฐานที่ได้รับการรับรอง

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์	ค่าประสิทธิผลการส่องสว่าง(ลูเมน / วัตต์)	มาตรฐานที่ได้รับการรับรอง
แบบมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ในตัว (1)		มอก.1955
ขนาดไม่เกิน 10 วัตต์	45	
ขนาด 11 – 20 วัตต์	50	
ขนาด 21 – 30 วัตต์	55	
ขนาด 31 วัตต์ ขึ้นไป	60	
แบบไม่มีบัลลาสต์อยู่ในตัว (2)		มอก.956 และ มอก.1955
ขนาดไม่เกิน 10 วัตต์	50	
ขนาด 11 – 30 วัตต์	65	
ขนาด 31 วัตต์ ขึ้นไป	75	

(1) ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอดรวมบัลลาสต์

(2) ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด

2.3 มีพิกัดอายุการใช้งานที่กำหนด ที่ผู้ผลิตแจ้งไว้ที่ฉลาก ตามเกณฑ์สมรรถนะของหลอดเมื่อทดสอบตาม มาตรฐานมอก. หรือ IEC 60969 สำหรับหลอดแบบมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ในตัว และมาตรฐาน มอก. หรือ IEC60901 สำหรับหลอดแบบไม่มีบัลลาสต์อยู่ในตัว

2.4 มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 12,000 ชั่วโมง

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด **(ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)**

หมายเหตุ

1. มอก. 956 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนซ์ เฉพาะด้านความปลอดภัย
2. มอก. 1955 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน : ขีดจำกัดสัญญาณ รบกวนวิทยุ
3. IEC 60969 Self-ballasted lamps for general lighting services - Performance requirements
4. IEC 60901 Single-capped fluorescent lamps - Performance specifications

มหาวิทยาลัยนเรศวร

พพ. 1003-2 : 2549

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบอายุการใช้งาน 8,000 ชม.

(Compact Fluorescent Lamp : rated lamp life 8,000 hrs. type)

1. ขอบเขต

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ สำหรับใช้ติดตั้งใหม่ หรือ ใช้เปลี่ยนแทนหลอดไส้ (หลอดอินแคนเดสเซนต์)สำหรับให้แสงสว่างทั่วไป

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. ตามที่ระบุในตารางที่ 1

2.2 มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่าง (Luminous Efficacy) ไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างขั้นต่ำของหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์และ มาตรฐานที่ได้รับการรับรอง

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์	ค่าประสิทธิผลการส่องสว่าง (ลูเมน / วัตต์)	มาตรฐานที่ได้รับการรับรอง
แบบมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ในตัว (1)		มอก.1955
ขนาดไม่เกิน 10 วัตต์	45	
ขนาด 11 – 20 วัตต์	50	
ขนาด 21 – 30 วัตต์	55	
ขนาด 31 วัตต์ ขึ้นไป	60	
แบบไม่มีบัลลาสต์อยู่ในตัว (2)		มอก.956 และ มอก.1955
ขนาดไม่เกิน 10 วัตต์	50	
ขนาด 11 – 30 วัตต์	65	
ขนาด 31 วัตต์ ขึ้นไป	75	

(1) ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอดรวมบัลลาสต์

(2) ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด

2.3 มีพิกัดอายุการใช้งานที่กำหนด ที่ผู้ผลิตแจ้งไว้ที่ฉลาก ตามเกณฑ์สมรรถนะของหลอดเมื่อทดสอบตาม มาตรฐาน มอก.หรือ IEC 60969 สำหรับหลอดแบบมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ในตัว และมาตรฐาน มอก. หรือ IEC 60901 สำหรับหลอดแบบไม่มีบัลลาสต์อยู่ในตัว

2.4 มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 8,000 ชั่วโมง

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด **(ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)**

หมายเหตุ

1. มอก. 956 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนซ์ เฉพาะด้านความปลอดภัย
2. มอก. 1955 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน : ขีดจำกัดสัญญาณ รบกวนวิทยุ
3. IEC 60969 Self-ballasted lamps for general lighting services - Performance requirements
4. IEC 60901 Single-capped fluorescent lamps - Performance specifications

มหาวิทยาลัยนเรศวร

พพ. 1003-3 : 2549

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบอายุการใช้งาน 6,000 ชม.

(Compact Fluorescent Lamp : rated lamp life 6,000 hrs. type)

1. ขอบเขต

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ สำหรับใช้ติดตั้งใหม่ หรือ ใช้เปลี่ยนแทนหลอดไส้ (หลอดอินแคนเดสเซนต์) สำหรับให้แสงสว่างทั่วไป

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. ตามที่ระบุในตารางที่ 1

2.2 มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่าง (Luminous Efficacy) ไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างขั้นต่ำของหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์และ มาตรฐานที่ได้รับการรับรอง

หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์	ค่าประสิทธิผลการส่องสว่าง (ลูเมน / วัตต์)	มาตรฐานที่ได้รับการรับรอง
แบบมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ในตัว (1)		มอก.1955
ขนาดไม่เกิน 10 วัตต์	45	
ขนาด 11 – 20 วัตต์	50	
ขนาด 21 – 30 วัตต์	55	
ขนาด 31 วัตต์ ขึ้นไป	60	
แบบไม่มีบัลลาสต์อยู่ในตัว (2)		มอก.956 และ มอก.1955
ขนาดไม่เกิน 10 วัตต์	50	
ขนาด 11 – 30 วัตต์	65	
ขนาด 31 วัตต์ ขึ้นไป	75	

(1) ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอดรวมบัลลาสต์

(2) ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด

2.3 มีพิกัดอายุการใช้งานที่กำหนด ที่ผู้ผลิตแจ้งไว้ที่ฉลาก ตามเกณฑ์สมรรถนะของหลอดเมื่อทดสอบตาม มาตรฐาน มอก.หรือ IEC 60969 สำหรับหลอดแบบมีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ในตัว และมาตรฐาน มอก. หรือ IEC 60901 สำหรับหลอดแบบไม่มีบัลลาสต์อยู่ในตัว

2.4 มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 6,000 ชั่วโมง

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด **(ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)**

หมายเหตุ

1. มอก. 956 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนซ์ เฉพาะด้านความปลอดภัย
2. มอก. 1955 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน : ขีดจำกัดสัญญาณ รบกวนวิทยุ
3. IEC 60969 Self-ballasted lamps for general lighting services - Performance requirements
4. IEC 60901 Single-capped fluorescent lamps - Performance specifications

ข้อแนะนำในการเลือกซื้อหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์

1. คุณลักษณะเฉพาะที่กำหนดเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำ สำหรับการใช้งานทั่วไป ในกรณีที่เป็นการใช้งานพิเศษอาจมีความจำเป็นต้องพิจารณาคุณลักษณะให้เหมาะสมสอดคล้องตามลักษณะการใช้งาน
2. หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์มีจำหน่าย หลายประเภทอายุการใช้งาน การเลือกซื้อนอกจากพิจารณาเรื่องสีของแสงแล้ว จำเป็นต้องพิจารณาถึงพิกัดอายุการใช้งานของหลอดด้วย เพราะหลอดราคาถูกจะใช้วัสดุที่มีอายุการใช้งานสั้น
3. ปัจจุบันนิยมใช้หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แบบขั้วเกลียวที่มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ภายใน และ แบบขั้วเสียบชนิดใช้บัลลาสต์ภายนอก ซึ่งมักจะเป็นบัลลาสต์แกนเหล็ก มีข้อแนะนำในการเลือกใช้ คือ สำหรับอาคารสำนักงานหรือ สถานที่ ที่มีพื้นที่ขนาดใหญ่ ควรเลือกใช้หลอดแบบที่ต้องต่อบัลลาสต์ภายนอก ซึ่งจะมีค่าใช้จ่ายในการติดตั้งและบำรุงรักษาที่ต่ำ และ การใช้บัลลาสต์แกนเหล็กจะไม่ค่อยพบปัญหาจากฮาร์มอนิก ส่วนหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ที่มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์อยู่ภายใน เหมาะสำหรับการใช้งานในบ้าน หรือสถานที่ติดตั้งจำนวนไม่มากแต่เนื่องด้วยว่ามีปริมาณฮาร์มอนิกที่สูง จึงไม่เหมาะสมกับการติดตั้งเป็นจำนวนมาก
4. หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ ประหยัดพลังงานกว่าการใช้หลอดไส้ แต่ไม่ได้ประหยัดกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์
5. หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ สามารถใช้แทนหลอดไส้ได้ในการใช้งานให้แสงสว่างทั่วไป แต่ในบางกรณีก็ไม่สามารถใช้แทนหลอดไส้ได้เพราะมีความเหมาะสมในการใช้งานแตกต่างกัน เช่น ไม่ควรใช้แทนหลอดไส้ในโคมไฟระย้า หรือ สถานที่ติดตั้งหลอดไส้ที่มีชั่วโมงการใช้งานน้อย

ข้อควรระวังในการติดตั้ง ใช้งาน

1. หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ ต้องใช้กับโคมไฟที่ต้องมีช่องระบายความร้อนที่เพียงพอ มิฉะนั้นปริมาณแสงที่ออกจากหลอดจะลดลง หากอุณหภูมิแวดล้อมในโคมเพิ่มสูงขึ้น
2. การติดตั้งหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ ควรให้ได้ระดับความส่องสว่างสำหรับการใช้งาน ไม่น้อยกว่าที่กำหนดตามข้อแนะนำระดับความส่องสว่าง ของ สมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (www.ticathai.org)
3. ในบางสถานที่ ที่มีชั่วโมงเปิดใช้งานไม่บ่อย ไม่นาน จำเป็นต้องพิจารณาถึงระยะเวลาคุ้มทุนจากการเลือกใช้หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ด้วย

พพ. 1004-1 : 2549

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง ชนิดความถี่สูง แบบอายุการใช้งาน 20,000 ชม.

(High Efficient Tubular Fluorescent Lamp : rated lamp life 20,000 hrs. type)

1. ขอบเขต

หลอดฟลูออเรสเซนต์ สำหรับให้แสงสว่างทั่วไป ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ความถี่สูง แบบอุ่นไส้ หลอดตรง(Preheat Tubular Fluorescent Lamp)

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. 236 หรือ IEC 60081

2.2 ได้รับการรับรองคุณภาพความปลอดภัย ตามมาตรฐาน มอก. 956

2.3 เป็นหลอดประสิทธิภาพสูงที่มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด (Lamp Luminous Efficacy) ไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1 ทั้งนี้ ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณฟลักซ์การส่องสว่างกับกำลังไฟฟ้าที่หลอด มีหน่วยเป็น ลูเมน/วัตต์

ตารางที่ 1ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างขั้นต่ำของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงที่ความถี่สูง

	พิกัดกำลังไฟฟ้าของหลอด (วัตต์)	ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (ลูเมน)	ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด (ลูเมน / วัตต์)
หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง (T5) (ที่ความถี่สูง)	14	1,200	85
	21	1,880	89
	28	2,580	92
	35	3,290	94

2.4 มีพิกัดอายุการใช้งานที่กำหนด ที่ผู้ผลิตแจ้งไว้ที่ฉลาก ตามเกณฑ์สมรรถนะของหลอดเมื่อทดสอบตามมาตรฐานมอก. 236

2.5 มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 20,000 ชั่วโมง

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด (ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)

หมายเหตุ

1. มอก. 236 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนต์
2. มอก. 956 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนต์ เฉพาะด้านความปลอดภัย
3. IEC 60081 (2002-05) , Double-capped fluorescent lamps - Performance specifications

พพ. 1004-2 : 2549

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง ชนิดความถี่สูง แบบอายุการใช้งาน 16,000 ชม.

(High Efficient Tubular Fluorescent Lamp : rated lamp life 16,000 hrs. type)

1. ขอบเขต

หลอดฟลูออเรสเซนต์ สำหรับให้แสงสว่างทั่วไป ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ความถี่สูง แบบอุ่นไส้ หลอดตรง(Preheat Tubular Fluorescent Lamp)

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. 236 หรือ IEC 60081

2.2 ได้รับการรับรองคุณภาพความปลอดภัย ตามมาตรฐาน มอก. 956

2.3 เป็นหลอดประสิทธิภาพสูงที่มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด (Lamp Luminous Efficacy) ไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1 ทั้งนี้ ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณฟลักซ์การส่องสว่างกับกำลังไฟฟ้าที่หลอด มีหน่วยเป็น ลูเมน/วัตต์

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างขั้นต่ำของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงความถี่สูง

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง (T5) (ที่ความถี่สูง)	พิกัดกำลังไฟฟ้าของหลอด (วัตต์)	ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (ลูเมน)	ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด (ลูเมน / วัตต์)
	14	1,200	85
	21	1,880	89
	28	2,580	92
	35	3,290	94

2.4 มีพิกัดอายุการใช้งานที่กำหนด ที่ผู้ผลิตแจ้งไว้ที่ฉลาก ตามเกณฑ์สมรรถนะของหลอดเมื่อทดสอบตามมาตรฐานมอก. 236

2.5 มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 16,000 ชั่วโมง

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด (ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)

หมายเหตุ

1. มอก. 236 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนต์
2. มอก. 956 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนต์ เฉพาะด้านความปลอดภัย
3. IEC 60081 (2002-05) , Double-capped fluorescent lamps - Performance specifications

พพ. 1004-3 : 2549

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง แบบอายุการใช้งาน 16,000 ชม.

(High Efficient Tubular Fluorescent Lamp : rated lamp life 16,000 hrs. type)

1. ขอบเขต

หลอดฟลูออเรสเซนต์ สำหรับให้แสงสว่างทั่วไป ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบอุ่นไส้หลอดตรง (Preheat TubularFluorescent Lamp)

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. 236 หรือ IEC 60081

2.2 ได้รับการรับรองคุณภาพความปลอดภัย ตามมาตรฐาน มอก. 956

2.3 เป็นหลอดประสิทธิภาพสูงที่มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด (Lamp Luminous Efficacy) ไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1 ทั้งนี้ ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณฟลักซ์การส่องสว่างกับกำลังไฟฟ้าที่หลอด มีหน่วยเป็น ลูเมน/วัตต์

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างขั้นต่ำของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง ที่ความถี่ 50 Hz

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง (T8) (ที่ความถี่ 50 Hz)	พิกัดกำลังไฟฟ้าของหลอด (วัตต์)	ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (ลูเมน)	ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด (ลูเมน / วัตต์)
	18	1,300	72
	32	2,800	87
	36	3,200	88

2.4 มีพิกัดอายุการใช้งานที่กำหนด ที่ผู้ผลิตแจ้งไว้ที่ฉลาก ตามเกณฑ์สมรรถนะของหลอดเมื่อทดสอบตามมาตรฐานมอก. 236

2.5 มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 16,000 ชั่วโมง

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด **(ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)**

หมายเหตุ

1. มอก. 236 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนต์
2. มอก. 956 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนต์ เฉพาะด้านความปลอดภัย
3. IEC 60081 (2002-05) , Double-capped fluorescent lamps - Performance specifications

พพ. 1004-4 : 2549

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง แบบอายุการใช้งาน 12,000 ชม.

(High Efficient Tubular Fluorescent Lamp : rated lamp life 12,000 hrs. type)

1. ขอบเขต

หลอดฟลูออเรสเซนต์ สำหรับให้แสงสว่างทั่วไป ชนิดหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบอุ่นไส้หลอดตรง (Preheat TubularFluorescent Lamp)

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. 236 หรือ IEC 60081

2.2 ได้รับการรับรองคุณภาพความปลอดภัย ตามมาตรฐาน มอก. 956

2.3 เป็นหลอดประสิทธิภาพสูงที่มีค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด (Lamp Luminous Efficacy) ไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1 ทั้งนี้ ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด หมายถึง อัตราส่วนระหว่างปริมาณฟลักซ์การส่องสว่างกับกำลังไฟฟ้าที่หลอด มีหน่วยเป็น ลูเมน/วัตต์

ตารางที่ 1 ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างขั้นต่ำของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง ที่ความถี่ 50 Hz

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง (T8) (ที่ความถี่ 50 Hz)	พิกัดกำลังไฟฟ้าของหลอด (วัตต์)	ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (ลูเมน)	ค่าประสิทธิผลการส่องสว่างของหลอด (ลูเมน / วัตต์)
	18	1,300	72
	32	2,800	87
	36	3,200	88

2.4 มีพิกัดอายุการใช้งานที่กำหนด ที่ผู้ผลิตแจ้งไว้ที่ฉลาก ตามเกณฑ์สมรรถนะของหลอดเมื่อทดสอบตามมาตรฐานมอก. 236

2.5 มีอายุการใช้งานไม่ต่ำกว่า 12,000 ชั่วโมง

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด (ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)

หมายเหตุ

1. มอก. 236 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนต์
2. มอก. 956 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนต์ เฉพาะด้านความปลอดภัย
3. IEC 60081 (2002-05) , Double-capped fluorescent lamps - Performance specifications

ข้อแนะนำในการเลือกซื้อหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง

1. คุณลักษณะเฉพาะที่กำหนดเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำ สำหรับการใช้งานทั่วไป ในกรณีที่เป็นการใช้งานพิเศษ อาจมีความจำเป็นต้องพิจารณาคุณลักษณะให้เหมาะสมสอดคล้องตามลักษณะการใช้งาน
2. หลอดฟลูออเรสเซนต์มีจำหน่าย หลายประเภทอายุการใช้งาน การเลือกซื้อนอกจากพิจารณาเรื่องสีของแสงแล้ว จำเป็นต้องพิจารณาถึงพิกัดอายุการใช้งานของหลอดด้วย หลอดที่มีอายุการใช้งานนาน จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยนหลอดได้
3. ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมเฉพาะหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ ที่มีค่าการส่องสว่างไม่น้อยกว่า 3,200 ลูเมน (มีชื่อทางการค้า เช่น Philips TL-D Super, OSRAM Lumilux, GE Polylux, Sylvania Luxline Plus) ซึ่งจะสว่างกว่า หลอดฟลูออเรสเซนต์ 36 วัตต์ โดยทั่วไปที่ส่องสว่าง 2,800 –2,900 ลูเมน

ข้อควรระวังในการติดตั้งใช้งาน

1. ควรมีการเช็ดฝุ่นทำความสะอาดหลอดไฟ และ แผ่นสะท้อนแสงของโคมไฟ อย่างสม่ำเสมอ ระยะ 6 เดือน
2. ควรเลือกสีของแสงของหลอดให้เหมาะสมตามการใช้งาน ตามเอกสาร แนวทางประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง ของสมาคมไฟฟ้าแสงสว่างแห่งประเทศไทย (www.tieathai.org) เช่น สำหรับการใช้งานในสำนักงานทั่วไป ควรเลือกสี เดย์ไลต์
3. หลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูง แบบ T8 คือหลอดที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็ก และสามารถที่จะใช้ได้กับบัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์ โดยหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพสูงนี้สามารถที่จะนำมาใช้งานแทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ประสิทธิภาพธรรมดาและใช้งานร่วมกับโคมไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่ได้
4. หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบ T5 คือหลอดที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับบัลลาสต์ชนิดอิเล็กทรอนิกส์โดยเฉพาะ ไม่สามารถที่จะใช้งานร่วมกับโคมไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่ได้ เนื่องจากขนาดความยาวของหลอดไม่เท่ากันกับหลอดและโคมไฟฟ้าเดิม (แบบ T8)ดังนั้น ในการนำหลอดแบบ T5 มาใช้งานจะต้องมีการติดตั้งโคมไฟฟ้าใหม่ด้วย

พพ. 1005-1 : 2549

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ แบบ ฮาร์มอนิกต่ำ

(Electronic Ballast : Low Harmonic Type)

1. ขอบเขต

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ แบบฮาร์มอนิกต่ำ (Electronic Ballast : Low Harmonic Type) สำหรับการใช้งานทั่วไปของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบอุ่นไส้ (Preheat) หรือชนิดจุดติดเร็ว (Rapid Start) หรือ หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แบบไม่มีบัลลาสต์อยู่ในตัว

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. 885 และ มอก. 1506 และ มอก. 1955

2.2 เป็นบัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือ หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ โดยมีการพิมพ์ข้อความระบุขนาดกำลังไฟฟ้า (W) หลอดที่กำหนด และ เครื่องหมายการได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบนตัวบัลลาสต์

2.3 เป็นบัลลาสต์สำหรับใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ หรือ 230 โวลต์

2.4 ขณะทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ หรือ 230 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ บัลลาสต์ต้องจ่ายกำลังไฟฟ้าให้หลอดมีค่าตัวประกอบฟลักซ์การส่องสว่างของบัลลาสต์ (Ballast Lumen Factor) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่กำหนดของหลอดตามมาตรฐาน มอก. 236 หรือ IEC 60081 เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 1506

2.5 มีค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน [Energy Efficiency Index (EEI) Classification] ไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1หรือตารางที่ 2 เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน EN 50294

ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน [Energy Efficiency Index (EEI) Classification] หมายถึง ตัวหนังสือและตัวเลขที่แสดงถึง ค่ากำลังไฟฟ้ารวมของบัลลาสต์และหลอดภายใต้สภาวะการทดสอบที่ปรับแก้ไปสู่สภาวะอ้างอิง แบ่งระดับจาก A ประสิทธิภาพสูง ถึง D ประสิทธิภาพต่ำที่สุด

2.6 ผ่านการทดสอบความทนทานตามมาตรฐาน มอก. 1506 หรือ IEC 60929 โดยทดสอบที่อุณหภูมิบนตัวกล่องบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ขณะทดสอบมีค่าอุณหภูมิ ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส

2.7 มีค่าฮาร์มอนิกรวมของกระแสไฟฟ้าด้านเข้า (THD , Total Harmonic Distortion of Input Current) ให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 1506

2.8 มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของวงจร (Circuit Power Factor,λ) ไม่น้อยกว่า 0.95

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด (ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)

ตารางที่ 1 เกณฑ์ค่าพิกัดของกำลังไฟฟ้าเข้าวงจรที่ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ และ ค่าประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (กรณีใช้หลอดทั่วไป)

ชนิดหลอด	พิกัดกำลังไฟฟ้า(W) ของหลอด ที่ความถี่ 50 Hz *	ค่าพิกัดของกำลังไฟฟ้า เข้าวงจร (W) **	ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน (EEI)
หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตรง(T)	15	16	A3
	18	19	A3
	2x18	36	A3
	30	34	A3
	36	36	A3
	2x36	72	A3
หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบวงกลม	32	36	A3
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบ TC-L	18	19	A3
	24	24	A3
	36	36	A3
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบ TC-F	18	19	A3
	24	24	A3
	36	36	A3
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบ TC-D, TC-DE	10	10	A3
	13	13	A3
	18	19	A3
	26	26	A3
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบ TC-T, TC-TE	18	19	A3
	26	26	A3
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบ TC-DD, TC-DDE	10	10	A3
	16	16	A3
	21	21	A3
	28	28	A3
	38	38	A3

หมายเหตุ * หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตรง เมื่อทำงานที่ความถี่สูง จะใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่าพิกัดกำลังไฟฟ้าที่ ระบุที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์เช่น หลอดขนาด 18 วัตต์ เมื่อทำงานที่ความถี่สูง หลอดจะใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 16 วัตต์ หลอดขนาด 36 วัตต์ เมื่อทำงานที่ความถี่สูง หลอดจะใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 32 วัตต์

** ค่าความคลาดเคลื่อนของค่ากำลังไฟฟ้าเข้าวงจรให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 1506

ตารางที่2 เกณฑ์ค่าพิกัดของกำลังไฟฟ้าเข้าวงจรที่ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์และค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (กรณีใช้หลอดความถี่สูง)

ชนิดหลอด	พิกัดกำลังไฟฟ้า(W) ของหลอด ที่ความถี่สูง	ค่าพิกัดของกำลังไฟฟ้าเข้าวงจร (W) *	ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน (EEI)
หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตรง(T)	14	18	A3
	21	25	A3
	28	32	A3
	35	39	A3

หมายเหตุ * ค่าความคลาดเคลื่อนของค่ากำลังไฟฟ้าเข้าวงจรให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 1506

หมายเหตุ

1. มอก. 236 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนซ์
2. มอก. 885 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนซ์เฉพาะด้านความปลอดภัย
3. มอก. 1506 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนซ์
4. มอก. 1955 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน : ขีดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ
5. IEC 60081 (2002-05) , Double-capped fluorescent lamps - Performance specifications
6. IEC 60929 (1990-12) , A.C. supplied electronic ballasts for tubular fluorescent lamps - Performance requirements
7. EN 50294 Measurement method of total input power of ballast lamp circuits

พพ. 1005-2 : 2549

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ แบบ ฮาร์มอนิกปานกลาง

(Electronic Ballast : Medium Harmonic Type)

1. ขอบเขต

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ แบบฮาร์มอนิกปานกลาง (Electronic Ballast : Medium Harmonic Type) สำหรับการใช้งานทั่วไปของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบอุ่นไส้ (Preheat) หรือชนิดจุดติดเร็ว (Rapid Start) หรือ หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แบบไม่มีบัลลาสต์อยู่ในตัว

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. 885 และ มอก. 1955

2.2 เป็นบัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ โดยมีการพิมพ์ข้อความระบุขนาดกำลังไฟฟ้า (W) หลอดที่กำหนด และเครื่องหมายการได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมบนตัวบัลลาสต์

2.3 เป็นบัลลาสต์สำหรับใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ หรือ 230 โวลต์

2.4 ขณะทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ หรือ 230 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ บัลลาสต์ต้องจ่ายกำลังไฟฟ้าให้หลอดมีค่าตัวประกอบฟลักซ์การส่องสว่างของบัลลาสต์ (Ballast Lumen Factor) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 95 ของค่าฟลักซ์การส่องสว่างที่กำหนดของหลอดตามมาตรฐาน มอก. 236 หรือ IEC 60081 เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 1506

2.5 มีค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน [Energy Efficiency Index (EEI) Classification] ไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1หรือตารางที่ 2 เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน EN 50294

ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน [Energy Efficiency Index (EEI) Classification] หมายถึง ตัวหนังสือและตัวเลขที่แสดงถึง ค่ากำลังไฟฟ้ารวมของบัลลาสต์และหลอดภายใต้สภาวะการทดสอบที่ปรับแก้ไปสู่สภาวะอ้างอิง แบ่งระดับจาก A ประสิทธิภาพสูง ถึง D ประสิทธิภาพต่ำที่สุด

2.6 มีค่าฮาร์มอนิกรวมของกระแสไฟฟ้าด้านเข้า (THD, Total Harmonic Distortion of Input Current) ไม่เกินร้อยละ32 เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน มอก. 1506

2.7 มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของวงจร (Circuit Power Factor,λ) ไม่น้อยกว่า 0.85

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด (ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)

ตารางที่1 เกณฑ์ค่าพิกัดของกำลังไฟฟ้าเข้าวงจรที่ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์และค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (กรณีใช้หลอดทั่วไป)

ชนิดหลอด	พิกัดกำลังไฟฟ้า(W) ของหลอด ที่ความถี่ 50 Hz *	ค่าพิกัดของกำลัง ไฟฟ้าเข้าวงจร (W) **	ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน (EEI)
หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตรง(T)	15	16	A3
	18	19	A3
	2x18	36	A3
	30	34	A3
	36	36	A3
	2x36	72	A3
หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบวงกลม	32	36	A3
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบ TC-L	18	19	A3
	24	24	A3
	36	36	A3
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบ TC-F	18	19	A3
	24	24	A3
	36	36	A3
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบ TC-D, TC-DE	10	10	A3
	13	13	A3
	18	19	A3
	26	26	A3
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบ TC-T, TC-TE	18	19	A3
	26	26	A3
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบ TC-DD, TC-DDE	10	10	A3
	16	16	A3
	21	21	A3
	28	28	A3
	38	38	A3

หมายเหตุ * หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตรง เมื่อทำงานที่ความถี่สูง จะใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่าพิกัดกำลังไฟฟ้าที่ระบุที่ความถี่ 50 เฮิรตซ์เช่น หลอดขนาด 18 วัตต์ เมื่อทำงานที่ความถี่สูง หลอดจะใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 16 วัตต์ หลอดขนาด 36 วัตต์ เมื่อทำงานที่ความถี่สูง หลอดจะใช้กำลังไฟฟ้าประมาณ 32 วัตต์

** ค่าความคลาดเคลื่อนของค่ากำลังไฟฟ้าเข้าวงจรให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 1506

ตารางที่2 เกณฑ์ค่าพิกัดของกำลังไฟฟ้าเข้าวงจรที่ใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์และค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (กรณีใช้หลอดความถี่สูง)

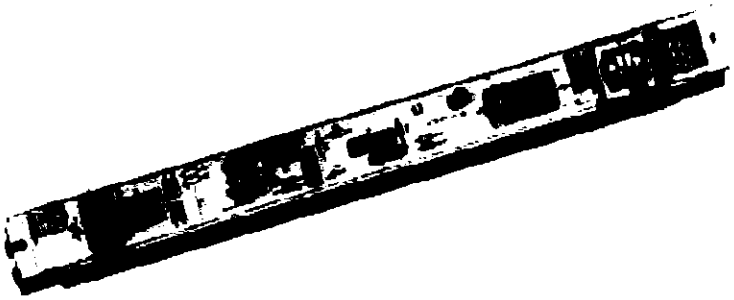
ชนิดหลอด	พิกัดกำลังไฟฟ้า (W) ของหลอด ที่ความถี่สูง	ค่าพิกัดของกำลังไฟฟ้า เข้าวงจร (W) *	ค่าดัชนี ประสิทธิภาพพลังงาน (EEI)
หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตรง(T)	14	18	A3
	21	25	A3
	28	32	A3
	35	39	A3

หมายเหตุ * ค่าความคลาดเคลื่อนของค่ากำลังไฟฟ้าเข้าวงจรให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 1506

หมายเหตุ

1. มอก. 236 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หลอดฟลูออเรสเซนต์
2. มอก. 885 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์เฉพาะด้านความปลอดภัย
3. มอก. 1506 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
4. มอก. 1955 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บริภัณฑ์ส่องสว่างและบริภัณฑ์ที่คล้ายกัน : ขีดจำกัดสัญญาณรบกวนวิทยุ
5. IEC 60081 (2002-05) , Double-capped fluorescent lamps - Performance specifications

ข้อแนะนำในการเลือกซื้อบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์



1. คุณลักษณะเฉพาะที่กำหนดเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำสำหรับการใช้งานทั่วไป ในกรณีที่เป็นการใช้งานพิเศษอาจมีความจำเป็นต้องพิจารณาคุณลักษณะให้เหมาะสมสอดคล้องตามลักษณะการใช้งาน
2. บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีจำหน่าย หลายประเภทอายการใช้งาน การเลือกซื้อนอกจากพิจารณาเรื่องขีดจำกัดฮาร์มอนิก การทนแรงดันเกิน การทนอุณหภูมิแล้ว จำเป็นต้องพิจารณาถึงพิกัดอายุการใช้งานของบัลลาสต์ด้วย
3. ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน [Energy Efficiency Index (EEI) Classification] หมายถึงตัวหนังสือและตัวเลขที่แสดงถึงค่ากำลังไฟฟ้ารวมของบัลลาสต์และหลอดภายใต้สภาวะการทดสอบที่ปรับแก้ไปสู่สภาวะอ้างอิง แบ่งระดับจาก Aประสิทธิภาพสูง ถึง D ประสิทธิภาพต่ำที่สุด

   ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน อ้างอิงตามมาตรฐาน AS/NZS 4783.2 เป็นบัลลาสต์ที่ใช้งานร่วมกับหลอดตาม International lamp coding system (ILCOS) ดังตารางที่ 1

   ค่ากำลังไฟฟ้าที่แสดง (Norminal values) ตามตารางที่ 1 อาจมีค่าแตกต่างไปจากค่าที่กำหนด ให้อ้างอิงถึงตารางข้อมูลหลอดที่เกี่ยวข้อง

3.1 ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับระดับ A1

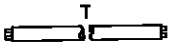
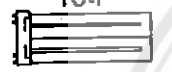
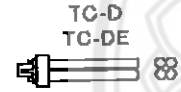
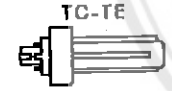
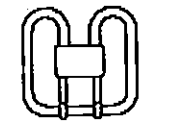
3.1.1 ต้องเป็นบัลลาสต์ที่สามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้

3.1.2ค่ากำลังไฟฟ้ารวมที่ปรับแก้ค่าแล้วที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดต้องมีค่าไม่เกินค่าที่ระบุในตารางที่ 1 ช่อง A1

3.1.3 ค่ากำลังไฟฟ้ารวมที่ความสว่างร้อยละ 25 ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 50 ของค่าที่ระบุในตารางที่ 1 ช่อง A1

3.1.4 บัลลาสต์ต้องสามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้ที่ความสว่างร้อยละ 10

BALLASTS FOR FLUORESCENT LAMPS—EEI CLASSIFICATION

Lamp type and arrangement	Nominal lamp power* Watts	ILCOS code	Maximum corrected total input power, Watts						
			Energy Efficiency Index (EEI) classification						
			A1†	A2	A3	B1	B2	C	D
Linear  	15	FD-15-E-G13-26/450	≤18.0	≤16.0	≤18.0	≤21.0	≤23.0	≤25.0	>25.0
	18	FD-18-E-G13-26/600	≤21.0	≤19.0	≤21.0	≤24.0	≤26.0	≤28.0	>28.0
	30	FD-30-E-G13-26/895	≤33.0	≤31.0	≤33.0	≤36.0	≤38.0	≤40.0	>40.0
	36	FD-36-E-G13-26/1200	≤38.0	≤36.0	≤38.0	≤41.0	≤43.0	≤45.0	>45.0
	38	FD-38-E-G13-26/1047	≤40.0	≤38.0	≤40.0	≤43.0	≤45.0	≤47.0	>47.0
	58	FD-58-E-G13-26/1500	≤59.0	≤55.0	≤59.0	≤64.0	≤67.0	≤70.0	>70.0
	70	FD-70-E-G13-26/1800	≤72.0	≤68.0	≤72.0	≤77.0	≤80.0	≤83.0	>83.0
Compact 2 tube 	18	FSD-18-E-2G11	≤21.0	≤19.0	≤21.0	≤24.0	≤26.0	≤28.0	>28.0
	24	FSD-24-E-2G11	≤27.0	≤25.0	≤27.0	≤30.0	≤32.0	≤34.0	>34.0
	36	FSD-36-E-2G11	≤38.0	≤36.0	≤38.0	≤41.0	≤43.0	≤45.0	>45.0
	40	FSDH-40-L/P-2G11	≤46.0	≤44.0	≤46.0	—	—	—	—
	55	FSDH-55-L/P-2G11	≤63.0	≤59.0	≤63.0	—	—	—	—
Compact 4 tube flat  	18	FSS-18-E-2G10	≤21.0	≤19.0	≤21.0	≤24.0	≤26.0	≤28.0	>28.0
	24	FSS-24-E-2G10	≤27.0	≤25.0	≤27.0	≤30.0	≤32.0	≤34.0	>34.0
	36	FSS-36-E-2G10	≤38.0	≤36.0	≤38.0	≤41.0	≤43.0	≤45.0	>45.0
Compact 4 tube (not flat)  	10	FSQ-10-E-G24q - 1 FSQ-10-I-G24d - 1	≤13.0	≤11.0	≤13.0	≤14.0	≤16.0	≤18.0	>18.0
	13	FSQ-13-E-G24q - 1 FSQ-13-I-G24d - 1	≤16.0	≤14.0	≤16.0	≤17.0	≤19.0	≤21.0	>21.0
	18	FSQ-18-E-G24q - 2 FSQ-18-I-G24d - 2	≤21.0	≤19.0	≤21.0	≤24.0	≤26.0	≤28.0	>28.0
	26	FSQ-26-E-G24q - 3 FSQ-26-I-G24d - 3	≤29.0	≤27.0	≤29.0	≤32.0	≤34.0	≤36.0	>36.0
Compact 6 tube  	18	FSM-18-I-GX24d - 2 FSM-18-E-GX24q - 2	≤21.0	≤19.0	≤21.0	≤24.0	≤26.0	≤28.0	>28.0
	26	FSM-26-I-GX24d - 3 FSM-26-E-GX24q - 3	≤29.0	≤27.0	≤29.0	≤32.0	≤34.0	≤36.0	>36.0
	32	FSMH-32-L/P-GX24q - 4	≤39.0	≤36.0	≤39.0	—	—	—	—
	42	FSMH-42-L/P-GX24q - 4	≤49.0	≤46.0	≤49.0	—	—	—	—
Compact 2D (double D)  	10	FSS-10-E-GR10q FSS-10-L/P/H-GR10q	≤13.0	≤11.0	≤13.0	≤14.0	≤16.0	≤18.0	>18.0
	16	FSS-16-I-GR8 FSS-16-E-GR10q FSS-16-L/P/H-GR10q	≤19.0	≤17.0	≤19.0	≤21.0	≤23.0	≤25.0	>25.0
	21	FSS-21-E-GR10q FSS-21-L/P/H-GR10q	≤24.0	≤22.0	≤24.0	≤27.0	≤29.0	≤31.0	>31.0
	28	FSS-28-I-GR8 FSS-28-E-GR10q FSS-28-L/P/L-GR10q	≤31.0	≤29.0	≤31.0	≤34.0	≤36.0	≤38.0	>38.0
	38	FSS-38-E-GR10q FSS-38-L/P/L-GR10q	≤40.0	≤38.0	≤40.0	≤43.0	≤45.0	≤47.0	>47.0
	55	FSS-55-E-GRY10q - 3 FSS-55-L/P/L-GRY10q - 3	≤63.0	≤59.0	≤63.0	—	—	—	—

NOTE: Refer to AS/NZS 61231, International lamp coding system (ILCOS)

ข้อควรระวังในการติดตั้ง ใช้งาน

1. ควรติดตั้งตามมาตรฐาน การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย

2. การติดตั้งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ให้ระวังเรื่องฮาร์มอนิก การส่งคลื่นรบกวน และการเดินสายจากบัลลาสต์ไปยังหลอดควรสั้นที่สุด และเดินสายภายในกล่องโลหะ ไม่ควรเดินสายขนานกับสายไฟแหล่งจ่าย หรือสายสัญญาณสื่อสาร

3.การติดตั้งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ จำเป็นต้องมีการต่อลงดิน และ มีการติดตั้งเป็นไปตามมาตรฐานที่ผู้ผลิตแนะนำ

4.การติดตั้งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในสถานที่ ที่มีอุณหภูมิสูง หรือมีความชื้นสูง หรือได้รับแรงดันไฟฟ้าไม่สม่ำเสมอหรือได้รับแรงดันเกิน อาจมีผลทำให้อายุการใช้งานของบัลลาสต์สั้นลงได้ ซึ่งต้องระวังหากมีระยะเวลารับประกันที่สั้นกว่าจุดคุ้มทุน

5.ไม่ควรติดตั้งบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในห้องที่ไวต่อสัญญาณรบกวน เช่น ห้องสื่อสาร ศูนย์คอมพิวเตอร์ ห้องผ่าตัดห้องที่ใช้เครื่องมือวัดทางการแพทย์

พพ. 1006-1 : 2549

บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ ชนิดตัวประกอบกำลังไฟฟ้าสูง

(Low Loss Ballast : High Power Factor Type)

สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

1. ขอบเขต

บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast หรือ Low Watt Loss Ballast) ชนิดตัวประกอบกำลังไฟฟ้าสูง (HighPower Factor Type) สำหรับการใช้งานทั่วไปของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบอุ่นไส้ (Preheat)

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. 23 โดยมีการระบุค่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด (tw) และ ค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดของขดลวด (Δt) ในใบอนุญาต มอก.

2.2 มีการพิมพ์ข้อความระบุขนาดกำลังไฟฟ้า (W) ของหลอดที่กำหนด เครื่องหมายการได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ค่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด (tw) และค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดของขดลวด (Δt) บนตัวบัลลาสต์

2.3 เป็นบัลลาสต์สำหรับใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ หรือ 230 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์

2.4 มีค่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด(Rated Maximum Operating Temperature of A Ballast Winding)ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส (tw ไม่น้อยกว่า 90)

2.5 มีค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดของขดลวด (Rated Temperature Rise of A Ballast Winding) ไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส (Δt ไม่เกิน 30)

2.6 มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ารวมของวงจร (Circuit Power Factor, λ) ไม่น้อยกว่า 0.90

2.7 มีขั้วต่อสายแบบ สกรูขันน็อต ที่ทำจากวัสดุไม่ลามไฟ และใช้ได้กับสายไฟอ่อนขนาด 1.5 ตร.มม.

2.8 มีค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน [Energy Efficiency Index (EEI) Classification] ไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน EN 50294

ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน [Energy Efficiency Index (EEI) Classification] หมายถึง ตัวหนังสือและตัวเลขที่แสดงถึง ค่ากำลังไฟฟ้ารวมของบัลลาสต์และหลอดภายใต้สภาวะการทดสอบที่ปรับแก้ไปสู่สภาวะอ้างอิง แบ่งระดับจาก A ประสิทธิภาพสูง ถึง D ประสิทธิภาพต่ำที่สุด

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด (ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)

ตารางที่ 1 เกณฑ์ค่าพิกัดของค่ากำลังไฟฟ้าเข้าวงจรที่ใช้บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ และค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ

ชนิดหลอด	พิกัดกำลังไฟฟ้า(W) ของหลอดที่ความถี่ 50 Hz	ค่าพิกัดของกำลังไฟฟ้าเข้าวงจร (W) *	ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน (EEI)
หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตรง(T)	15	23	B1
	18	24	B1
	30	38	B1
	36	42	B1
หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบวงกลม	32	38	B1

หมายเหตุ * ค่าความคลาดเคลื่อนของค่ากำลังไฟฟ้าเข้าวงจร ของบัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 23(ที่แรงดันไฟฟ้า ร้อยละ 90 และ 110 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด บัลลาสต์ต้องจ่ายกำลังไฟฟ้าให้หลอดไม่น้อยกว่าร้อยละ 85 และไม่เกินร้อยละ 115 ตามลำดับ)

** กรณีบัลลาสต์ แบบค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าสูง ให้วัดค่าการสูญเสียในบัลลาสต์ โดยไม่รวมการสูญเสียในตัวเก็บประจุ

หมายเหตุ

1. มอก. 23 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
2. EN 50294 Measurement method of total input power of ballast lamp circuits

พพ. 1006-2 : 2549

บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ ชนิดตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ

(Low Loss Ballast : Low Power Factor Type)

สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

1. ขอบเขต

บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast หรือ Low Watt Loss Ballast) ชนิดตัวประกอบกำลังไฟฟ้าสูง (HighPower Factor Type) สำหรับการใช้งานทั่วไปของหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบอุ่นไส้ (Preheat)

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. 23 โดยมีการระบุค่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด (tw) และ ค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดของขดลวด (Δt) ในใบอนุญาต มอก.

2.2 มีการพิมพ์ข้อความระบุขนาดกำลังไฟฟ้า (W) ของหลอดที่กำหนด เครื่องหมายการได้รับการรับรองมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ค่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด (tw) และค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดของขดลวด (Δt) บนตัวบัลลาสต์

2.3 เป็นบัลลาสต์สำหรับใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ หรือ 230 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์

2.4 มีค่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด(Rated Maximum Operating Temperature of A Ballast Winding)ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส (tw ไม่น้อยกว่า 90)

2.5 มีค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดของขดลวด (Rated Temperature Rise of A Ballast Winding) ไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส (Δt ไม่เกิน 30)

2.6 มีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ารวมของวงจร (Circuit Power Factor, λ) ไม่น้อยกว่า 0.90

2.7 มีขั้วต่อสายแบบ สกรูขันน็อต ที่ทำจากวัสดุไม่ลามไฟ และใช้ได้กับสายไฟอ่อนขนาด 1.5 ตร.มม.

2.8 มีค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน [Energy Efficiency Index (EEI) Classification] ไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน EN 50294

ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน [Energy Efficiency Index (EEI) Classification] หมายถึง ตัวหนังสือและตัวเลขที่แสดงถึง ค่ากำลังไฟฟ้ารวมของบัลลาสต์และหลอดภายใต้สภาวะการทดสอบที่ปรับแก้ไปสู่สภาวะอ้างอิง แบ่งระดับจาก A ประสิทธิภาพสูง ถึง D ประสิทธิภาพต่ำที่สุด

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด (ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)

ตารางที่ 1 เกณฑ์ค่าพิกัดของค่ากำลังไฟฟ้าเข้าวงจรที่ใช้บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ และค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ

ชนิดหลอด	พิกัดกำลังไฟฟ้า(W) ของหลอดที่ความถี่ 50 Hz	ค่าพิกัดของกำลังไฟฟ้าเข้าวงจร (W) *	ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน (EEI)
หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบตรง(T)	15	23	B1
	18	24	B1
	30	38	B1
	36	42	B1
หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบวงกลม	32	38	B1

หมายเหตุ * ค่าความคลาดเคลื่อนของค่ากำลังไฟฟ้าเข้าวงจร ของบัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้เป็นไปตามมาตรฐาน มอก. 23(ที่แรงดันไฟฟ้า ร้อยละ 90 และ 110 ของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนด บัลลาสต์ต้องจ่ายกำลังไฟฟ้าให้หลอดไม่น้อยกว่าร้อยละ 85และไม่เกินร้อยละ 115 ตามลำดับ)

หมายเหตุ

1. มอก. 23 : มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
2. EN 50294 Measurement method of total input power of ballast lamp circuits

พพ. 1006-3 : 2549

บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ ชนิดตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ

(Low Loss Ballast : Low Power Factor Type)

สำหรับหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์

1. ขอบเขต

บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast หรือ Low Watt Loss Ballast) ชนิดตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ (LowPower Factor Type) สำหรับการใช้งานทั่วไปของหลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แบบไม่มีบัลลาสต์อยู่ในตัว

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 61347-1 และ IEC 61347-2-8

2.2 เป็นบัลลาสต์สำหรับใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ หรือ 230 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์

2.3 มีค่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด(Rated Maximum Operating Temperature of A Ballast Winding) ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียส (tw ไม่น้อยกว่า 90)

2.4 มีค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดของขดลวด (Rated Temperature Rise of A Ballast Winding) ไม่เกิน 30 องศาเซลเซียส (Δt ไม่เกิน 30)

2.5 มีขั้วต่อสายแบบ สกรูขันน็อต ที่ทำจากวัสดุไม่ลามไฟ และใช้ได้กับสายไฟอ่อนขนาด 1.5 ตร.มม.

2.6 มีผลการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 61347-1 และ IEC 61347-2-8 โดยมีการระบุค่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด (tw) และค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดของขดลวด (Δt) ในรายงานผลการทดสอบจากห้องปฏิบัติการทดสอบของหน่วยงานของรัฐ หรือห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้มาตรฐาน มอก./ISO 17025 โดยผลการทดสอบต้องมีอายุไม่เกิน 2 ปี

2.7 มีค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน [Energy Efficiency Index (EEI) Classification] ไม่น้อยกว่าค่าที่ระบุในตารางที่ 1เมื่อทดสอบตามมาตรฐาน EN 50294

ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน [Energy Efficiency Index (EEI) Classification] หมายถึง ตัวหนังสือและตัวเลขที่แสดงถึง ค่ากำลังไฟฟ้ารวมของบัลลาสต์และหลอดภายใต้สภาวะการทดสอบที่ปรับแก้ไปสู่สภาวะอ้างอิง แบ่งระดับจาก A ประสิทธิภาพสูง ถึง D ประสิทธิภาพต่ำที่สุด

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด (ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)

ตารางที่ 1 เกณฑ์ค่าพิกัดของค่ากำลังไฟฟ้าเข้าวงจรที่ใช้บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ และค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงานขั้นต่ำของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ

ชนิดหลอด	พิกัดกำลังไฟฟ้า(W) ของหลอดที่ความถี่ 50 Hz	ค่าพิกัดของกำลังไฟฟ้าเข้าวงจร (W)	ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน (EEI)
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แบบ TC-L	18	24	B1
	24	32	B1
	36	42	B1
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แบบ TC-F	18	26	B1
	24	32	B1
	36	43	B1
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แบบ TC-D, TC-DE	10	16	B1
	13	19	B1
	18	24	B1
	26	34	B1
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์ แบบ TC-T, TC-TE	18	26	B1
	26	34	B1
หลอดคอมแพกต์ฟลูออเรสเซนต์แบบ TC-DD, TC-DDE	10	16	B1
	16	23	B1
	21	29	B1
	28	36	B1
	38	45	B1

หมายเหตุ

1. IEC 61347-1 (2003) Lamp controlgear – Part 1 : General and safety requirements
2. IEC 61347-2-8 (2000) , Lamp control gear – Part 2-8 : Particular requirements for ballasts for fluorescent lamps
3. EN 50294 Measurement method of total input power of ballast lamp circuits

พพ. 1006-4 : 2549

บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ ชนิดตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ

(Low Loss Ballast : Low Power Factor Type)

สำหรับหลอดก๊าซดิสชาร์จความดันไอสูง

1. ขอบเขต

บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ (Low Loss Ballast หรือ Low Watt Loss Ballast) ชนิดตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ (LowPower Factor Type) สำหรับการใช้งานทั่วไป ของหลอดก๊าซดิสชาร์จความดันไอสูง

2. คุณลักษณะเฉพาะ

2.1 เป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน IEC 61347-1 และ IEC 61347-2-9

2.2 เป็นบัลลาสต์สำหรับใช้กับแรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ หรือ 230 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์

2.3 มีค่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด(Rated Maximum Operating Temperature of A Ballast Winding)ไม่น้อยกว่า 120 องศาเซลเซียส (tw ไม่น้อยกว่า 120)

2.4 มีค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดของขดลวด (Rated Temperature Rise of A Ballast Winding) ไม่เกิน 55 องศาเซลเซียส (Δt ไม่เกิน 55)

2.5 มีขั้วต่อสายแบบ สกรูขันน็อต ที่ทำจากวัสดุไม่ลามไฟ ที่มีขนาดเหมาะสมกับขนาดของสายไฟที่ใช้

2.6 มีผลการทดสอบตามมาตรฐาน IEC 61347-1 และ IEC 61347-2-9 โดยมีการระบุค่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดที่กำหนดของขดลวด (tw) และ ค่าอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นที่กำหนดของขดลวด (Δt) ในรายงานผลการทดสอบ จากห้องปฏิบัติการทดสอบของหน่วยงานของรัฐ หรือห้องปฏิบัติการทดสอบที่ได้มาตรฐาน มอก./ISO 17025 โดยผลการทดสอบต้องมีอายุไม่เกิน 2 ปี

2.7 มีกำลังไฟฟ้าเข้าวงจร (Input Power, Pin) และค่าดัชนีคุณภาพ (Quality Index) ตามข้อกำหนดในตารางที่ 1

ค่าดัชนีคุณภาพ (Quality Index) หมายถึง อัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าที่บัลลาสต์จ่ายให้หลอด หรือกำลังไฟฟ้าที่หลอด (Lamp Power) กับ กำลังไฟฟ้าสูญเสียในบัลลาสต์ (Ballast Loss)

3. มีเอกสารแสดงการรับประกันอายุการใช้งานตามที่ผู้ใช้กำหนด (ผู้ใช้ต้องเป็นผู้กำหนดอายุการรับประกันเอง)

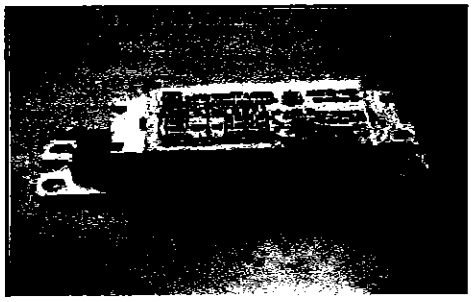
ตารางที่ 1 เกณฑ์ค่าพิกัดของค่ากำลังไฟฟ้าเข้าวงจรที่ใช้บัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ และค่าดัชนีคุณภาพขั้นต่ำของบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ

ชนิดหลอด	พิกัดกำลังไฟฟ้า(W) ของหลอดที่ความถี่ 50 Hz	ค่าพิกัดของกำลังไฟฟ้าเข้าวงจร (W)	ค่าดัชนีคุณภาพ (Quality Index)
หลอดไอปรอทความดันสูง	50	59	5.55
	80	89	8.88
	125	137	10.4
	250	266	15.6
	400	425	16.0
	700	735	20.0
	1000	1050	20.0
หลอดเมทัลฮาไลด์	35	48	2.69
	70	88	3.88
	150	170	7.50
	250	275	10.0
	400	440	10.0
	1000	1065	15.0
	2000	2080	25.0
หลอดโซเดียมความดันไอสูง	35	48	2.69
	50	62	4.16
	70	83	5.38
	100	115	6.66
	150	170	7.50
	250	275	10.0
	400	440	10.0
	1000	1090	11.1

หมายเหตุ

1. IEC 61347-1 (2003) Lamp controlgear – Part 1 : General and safety requirements
2. IEC 61347-2-9 (2003) Lamp controlgear – Part 2 : Particular requirements for ballasts for discharge lamps (excluding fluorescentlamps)

ข้อแนะนำในการเลือกซื้อบัลลาสต์กำลังสูญเสียต่ำ



1. คุณลักษณะเฉพาะที่กำหนดเป็นเกณฑ์ขั้นต่ำ สำหรับการใช้งานทั่วไปในกรณีที่เป็นการใช้งานพิเศษ อาจมีความจำเป็นต้องพิจารณาคุณลักษณะให้เหมาะสมสอดคล้องตามลักษณะการใช้งาน
2. บัลลาสต์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบกำลังสูญเสียต่ำ หรือที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตเรียกว่า บัลลาสต์เบอร์ 5 นิรภัย สามารถแบ่งตามค่าตัวประกอบกำลังได้เป็น 2 ชนิด คือ แบบค่าตัวประกอบกำลังต่ำเหมาะสำหรับการใช้จำนวนไม่มาก เช่น ตามบ้าน และ แบบค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าสูง เหมาะสำหรับการใช้จำนวนมาก เช่น ในอาคารสำนักงานและ โรงงาน
3. ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน [Energy Efficiency Index (EEI) Classification] หมายถึงตัวหนังสือและตัวเลขที่แสดงถึง ค่ากำลังไฟฟ้ารวมของบัลลาสต์และหลอดภายใต้สภาวะการทดสอบที่ปรับแก้ไปสู่สภาวะอ้างอิง แบ่งระดับจาก Aประสิทธิภาพสูง ถึง D ประสิทธิภาพต่ำที่สุด

ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงาน อ้างอิงตามมาตรฐาน AS/NZS 4783.2 เป็นบัลลาสต์ที่ใช้งานร่วมกับหลอดตาม International lamp coding system (ILCOS) ดังตารางที่ 1 – 3

3.1 สำหรับบัลลาสต์แกนเหล็กที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่าหรือเท่ากับ 250 โวลต์ ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงานให้เป็นไปตามตารางที่ 1

3.2 สำหรับบัลลาสต์แกนเหล็กที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดมากกว่าหรือเท่ากับ 240 โวลต์ และไม่เกิน 250 โวลต์ ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงานให้เป็นไปตามตารางที่ 2

3.3 สำหรับบัลลาสต์อื่นๆ ค่าดัชนีประสิทธิภาพพลังงานให้เป็นไปตามตารางที่ 3

3.4 ข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับระดับ A1

3.4.1 ต้องเป็นบัลลาสต์ที่สามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้

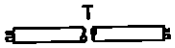
3.4.2 ค่ากำลังไฟฟ้ารวมที่ปรับแก้ค่าแล้วที่แรงดันไฟฟ้าที่กำหนดต้องมีค่าไม่เกินค่าที่ระบุในตารางที่1– 3ช่อง A1

3.4.3 ค่ากำลังไฟฟ้ารวมที่ความสว่างร้อยละ 25 ต้องมีค่าไม่เกินร้อยละ 50 ของค่าที่ระบุในตารางที่ 1 -3 ช่อง A1

3.4.4 บัลลาสต์ต้องสามารถปรับค่าแรงดันไฟฟ้าได้ที่ความสว่างร้อยละ 10

ตารางที่ 1

BALLASTS FOR FLUORESCENT LAMPS—EEI CLASSIFICATION FOR RATED VOLTAGE ≥250 V

Lamp type and arrangement	Nominal lamp power[1] Watts	ILCOS code	Maximum corrected total input power, Watts						
			Energy Efficiency Index (EEI) classification						
			A1[2]	A2	A3	B1	B2	C	D
Linear  	15	FD-15-E-G13-26/450	≤18.0	≤16.0	≤18.0	≤21.0	≤24.0	≤25.0	>25.0
	18	FD-18-E-G13-26/600	≤21.0	≤19.0	≤21.0	≤24.0	≤27.0	≤28.0	>28.0
	30	FD-30-E-G13-26/895	≤33.0	≤31.0	≤33.0	≤36.0	≤39.0	≤40.0	>40.0
	36	FD-36-E-G13-26/1200	≤38.0	≤36.0	≤38.0	≤41.0	≤44.0	≤45.0	>45.0
	38	FD-38-E-G13-26/1047	≤40.0	≤38.0	≤40.0	≤43.0	≤46.0	≤47.0	>47.0
	58	FD-58-E-G13-26/1500	≤59.0	≤55.0	≤59.0	≤64.0	≤68.0	≤70.0	>70.0
	70	FD-70-E-G13-26/1800	≤72.0	≤68.0	≤72.0	≤77.0	≤81.0	≤83.0	>83.0

NOTES:

1 Refer to AS/NZS 61231, International lamp coding system (ILCOS).

2 Applies only to mains frequency ferromagnetic ballasts with two-wire connection and with an external starter.

ตารางที่ 2

BALLASTS FOR FLUORESCENT LAMPS –EEI CLASSIFICATION FOR RATED VOLTAGE ≥240 V AND <250 V

Lamp type and arrangement	Nominal lamp power[1] Watts	ILCOS code	Maximum corrected total input power, Watts						
			Energy Efficiency Index (EEI) classification						
			A1[2]	A2	A3	B1	B2	C	D
Linear 	15	FD-15-E-G13-26/450	≤18.0	≤16.0	≤18.0	≤21.0	≤23.5	≤25.0	>25.0
	18	FD-18-E-G13-26/600	≤21.0	≤19.0	≤21.0	≤24.0	≤26.5	≤28.0	>28.0
	30	FD-30-E-G13-26/895	≤33.0	≤31.0	≤33.0	≤36.0	≤38.5	≤40.0	>40.0
	36	FD-36-E-G13-26/1200	≤38.0	≤36.0	≤38.0	≤41.0	≤43.5	≤45.0	>45.0
	38	FD-38-E-G13-26/1047	≤40.0	≤38.0	≤40.0	≤43.0	≤45.5	≤47.0	>47.0
	58	FD-58-E-G13-26/1500	≤59.0	≤55.0	≤59.0	≤64.0	≤67.5	≤70.0	>70.0
	70	FD-70-E-G13-26/1800	≤72.0	≤68.0	≤72.0	≤77.0	≤80.5	≤83.0	>83.0

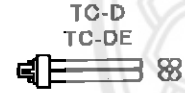
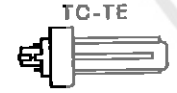
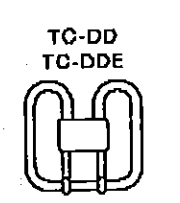
NOTES:

1 Refer to AS/NZS 61231, International lamp coding system (ILCOS).

2 Applies only to mains frequency ferromagnetic ballasts with two-wire connection and with an external starter.

ตารางที่ 3

BALLASTS FOR FLUORESCENT LAMPS—EEI CLASSIFICATION

Lamp type and arrangement	Nominal lamp power* Watts	ILCOS code	Maximum corrected total input power, Watts						
			Energy Efficiency Index (EEI) classification						
			A1†	A2	A3	B1	B2	C	D
Linear 	15	FD-15-E-G13-26/450	≤18.0	≤16.0	≤18.0	≤21.0	≤23.0	≤25.0	>25.0
	18	FD-18-E-G13-26/600	≤21.0	≤19.0	≤21.0	≤24.0	≤26.0	≤28.0	>28.0
	30	FD-30-E-G13-26/895	≤33.0	≤31.0	≤33.0	≤36.0	≤38.0	≤40.0	>40.0
	36	FD-36-E-G13-26/1200	≤38.0	≤36.0	≤38.0	≤41.0	≤43.0	≤45.0	>45.0
	38	FD-38-E-G13-26/1047	≤40.0	≤38.0	≤40.0	≤43.0	≤45.0	≤47.0	>47.0
	58	FD-58-E-G13-26/1500	≤59.0	≤55.0	≤59.0	≤64.0	≤67.0	≤70.0	>70.0
	70	FD-70-E-G13-26/1800	≤72.0	≤68.0	≤72.0	≤77.0	≤80.0	≤83.0	>83.0
Compact 2 tube 	18	FSD-18-E-2G11	≤21.0	≤19.0	≤21.0	≤24.0	≤26.0	≤28.0	>28.0
	24	FSD-24-E-2G11	≤27.0	≤25.0	≤27.0	≤30.0	≤32.0	≤34.0	>34.0
	36	FSD-36-E-2G11	≤38.0	≤36.0	≤38.0	≤41.0	≤43.0	≤45.0	>45.0
	40	FSDH-40-L/P-2G11	≤46.0	≤44.0	≤46.0	—	—	—	—
	55	FSDH-55-L/P-2G11	≤63.0	≤59.0	≤63.0	—	—	—	—
Compact 4 tube flat 	18	FSS-18-E-2G10	≤21.0	≤19.0	≤21.0	≤24.0	≤26.0	≤28.0	>28.0
	24	FSS-24-E-2G10	≤27.0	≤25.0	≤27.0	≤30.0	≤32.0	≤34.0	>34.0
	36	FSS-36-E-2G10	≤38.0	≤36.0	≤38.0	≤41.0	≤43.0	≤45.0	>45.0
Compact 4 tube (not flat) 	10	FSQ-10-E-G24q-1 FSQ-10-I-G24d-1	≤13.0	≤11.0	≤13.0	≤14.0	≤16.0	≤18.0	>18.0
	13	FSQ-13-E-G24q-1 FSQ-13-I-G24d-1	≤16.0	≤14.0	≤16.0	≤17.0	≤19.0	≤21.0	>21.0
	18	FSQ-18-E-G24q-2 FSQ-18-I-G24d-2	≤21.0	≤19.0	≤21.0	≤24.0	≤26.0	≤28.0	>28.0
	26	FSQ-26-E-G24q-3 FSQ-26-I-G24d-3	≤29.0	≤27.0	≤29.0	≤32.0	≤34.0	≤36.0	>36.0
Compact 6 tube 	18	FSM-18-I-GX24d-2 FSM-18-E-GX24q-2	≤21.0	≤19.0	≤21.0	≤24.0	≤26.0	≤28.0	>28.0
	26	FSM-26-I-GX24d-3 FSM-26-E-GX24q-3	≤29.0	≤27.0	≤29.0	≤32.0	≤34.0	≤36.0	>36.0
	32	FSMH-32-L/P-GX24q-4	≤39.0	≤36.0	≤39.0	—	—	—	—
	42	FSMH-42-L/P-GX24q-4	≤49.0	≤46.0	≤49.0	—	—	—	—
Compact 2D (double D) 	10	FSS-10-E-GR10q FSS-10-L/P/H-GR10q	≤13.0	≤11.0	≤13.0	≤14.0	≤16.0	≤18.0	>18.0
	16	FSS-16-I-GR8 FSS-16-E-GR10q FSS-16-L/P/H-GR10q	≤19.0	≤17.0	≤19.0	≤21.0	≤23.0	≤25.0	>25.0
	21	FSS-21-E-GR10q FSS-21-L/P/H-GR10q	≤24.0	≤22.0	≤24.0	≤27.0	≤29.0	≤31.0	>31.0
	28	FSS-28-I-GR8 FSS-28-E-GR10q FSS-28-L/P/L-GR10q	≤31.0	≤29.0	≤31.0	≤34.0	≤36.0	≤38.0	>38.0
	38	FSS-38-E-GR10q FSS-38-L/P/L-GR10q	≤40.0	≤38.0	≤40.0	≤43.0	≤45.0	≤47.0	>47.0
	55	FSS-55-E-GRY10q-3 FSS-55-L/P/L-GRY10q-3	≤63.0	≤59.0	≤63.0	—	—	—	—

NOTE: Refer to AS/NZS 61231, International lamp coding system (ILCOS)

ข้อควรระวังในการติดตั้ง ใช้งาน

1. ควรติดตั้งตามมาตรฐาน การติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ของ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย
2. ควรติดตั้งให้มีการระบายความร้อนของบัลลาสต์ที่ดี (โดยการนำ หรือ การพา) จะช่วยประหยัดพลังงานได้ และการขันน็อตยึดบัลลาสต์ต้องแน่นเพื่อลดการเกิดเสียงดราง และ ควรต่อลงดินกับขั้วต่อลงดินของโคมไฟ

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายทวีทรัพย์ อินต๊ะปัญญา

ภูมิลำเนา 3 หมู่ 1 ต. ดอกคำใต้ อ. ดอกคำใต้ จ. พะเยา 56120

ประวัติการศึกษา

- จบมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนดอกคำใต้วิทยาคม
- ปัจจุบัน กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : vavee_453@hotmail.com

ชื่อ นายอภิญญา ชวลิตพิเชฐ

ภูมิลำเนา 384 หมู่ 15 ต. หย่วน อ. เชียงคำ จ. พะเยา 56110

ประวัติการศึกษา

- จบมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนเชียงคำวิทยาคม
- ปัจจุบัน กำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 5 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : apinya_cha@hotmail.com