ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงาน ของหลอดแอลอีดีและหลอดฟลูออเรสเซนต์

The Comparison of the efficiency between LED Lamp and Fluorescent Lamp

นายวัลลภ อ่วมปิ่น รหัส 47380337

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 5 เม.ย. 2553
เลขทะเบียน ม494964X
เลขเรียกหนังสือ ฝร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร Q 447 ศ 2552

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2552

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของหลอดแอลอีดีและหลอดฟลูออเรสเซนต์

ผู้ดำเนินโครงงาน นายวัลลภ อ่วมปิ่น รหัส 47380337

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2552

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช)

.....กรรมการ

(ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์)

.....กรรมการ

(อาจารย์ แสงชัย มังกรทอง)

หัวข้อโครงงาน	ศึกษาและเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของหลอดแอลอีดีและหลอดฟลูออเรสเซนต์
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายวัลลภ อ่วมปิ่น รหัส 47380337
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2552

.....

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงงานปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คือ การศึกษา วิเคราะห์และเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ ตัวแปรในการศึกษานี้มุ่งเน้นที่พลังงาน ความสว่าง ความร้อนของหลอด และ ราคาของหลอด และผลการศึกษาทำให้เห็นว่าหลอดแอลอีดีมีศักยภาพที่สูงในการนำมาประยุกต์ใช้งาน อีกทั้งยังประหยัดพลังงาน อย่างไรก็ตามราคาของหลอดแอลอีดียังสูงเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดไฟชนิดอื่น

Project Title	The Comparison of the efficiency between LED Lamp and Fluorescent Lamp
Name	Mr. Wanlop Aumpin ID. 47380337
Project Advisor	Dr. Sompom Ruangsinchaiwanich
Major	Electrical Engineering .
Department	Electrical and Computer Engineering .
Academic Year	2009

.....

Abstract

The purpose of this project is to study, analysis and compare the efficiency between LED lamp and fluorescent lamp. The parameters of this study are focused with energy, light, heat and the price of lamps. Therefore, the results have shown that the LED lamp is high potential for applying to any application and saving energy. However, the price of LED lamp is still high comparing with other lamps.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีด้วยความช่วยเหลือและการแนะนำอย่างดียิ่งของ ดร. สมพร เรืองสินชัยวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ให้ความรู้ ให้คำปรึกษาและคำแนะนำเกี่ยวกับการค้นหาข้อมูล และแนวทางการวิเคราะห์ตลอดจนการจัดหาอุปกรณ์ในการทำการทดลอง ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์เป็นอย่างยิ่ง และขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณ ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์ และ อาจารย์แสงชัย มังกรทอง เป็นอย่างยิ่งที่กรุณาสละเวลาเป็นอาจารย์สอบโครงงาน พร้อมคำแนะนำที่เป็นประโยชน์และข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

ขอขอบคุณ นาย กฤษฎา สมจิตชอบ (ครูช่าง) และ นาย ณัฐภัทร มัทย์พงษ์ถาวร (ครูช่าง)ที่คอยเอื้อเฟื้อสถานที่และอุปกรณ์ในการทำโครงงานนี้ และยังช่วยแนะนำการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือวัดอย่างถูกต้อง

ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และอบรมสั่งสอนให้ผู้จัดทำเป็นคนดีของสังคม

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และญาติพี่น้องที่คอยให้กำลังใจในการทำโครงงานปริญญานิพนธ์นี้ตลอดมา และขอขอบคุณแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เอื้อเฟื้อข้อมูลในการทำโครงงานไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นายวัลลภ อ่วมปิ่น

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 ทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 หลอดแอลอีดี(Light Emitting Diode:LED) 3

2.2 โครงสร้างของตัวหลอดแอลอีดี..... 6

2.3 ตัวอย่างวงจรการทำงานของตัวหลอดแอลอีดี..... 9

2.4 เกร็ดความรู้เกี่ยวกับหลอดแอลอีดี..... 13

2.5 การตรวจสอบหลอดแอลอีดี..... 14

2.6 การให้แสงของหลอดแอลอีดี..... 15

2.7 การประยุกต์ใช้งานหลอดแอลอีดี..... 17

2.8 หลอดฟลูออเรสเซนต์..... 24

2.9 หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์..... 32

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 ขั้นตอนการศึกษาและออกแบบการทดลอง

3.1 หลักการออกแบบการทดลอง..... 34

3.2 วงจรการต่อหลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยม..... 35

3.3 วงจรการต่อหลอดแอลอีดีแบบหัวมน..... 37

3.4 ขั้นตอนการทดลองและเปรียบเทียบประสิทธิภาพ..... 39

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

4.1 การนำเสนอผลการทดลอง..... 40

4.2 การบันทึกการทดลองวัดค่าคุณลักษณะทางไฟฟ้าของหลอดไฟ..... 41

4.3 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานของหลอดไฟ..... 41

4.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟ..... 42

4.5 การเปรียบเทียบความร้อนของหลอดไฟ..... 43

4.6 การเปรียบเทียบราคาของหลอดไฟ..... 45

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลที่ได้จากการทดลอง..... 46

5.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนา..... 46

5.3 ปัญหาที่พบและวิธีการแก้ไข..... 46

เอกสารอ้างอิง

ภาคผนวก

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่าความต้านทานที่ใช้จำกัดกระแสที่ไหลข้าหลอด.....	10
2.2 หน่วย SI ของแสง.....	16
4.1 การบันทึกการทดลองวัดค่าต่างๆ ของหลอดไฟ.....	41
4.2 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานของหลอดแอลอีดี กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์เมื่อเปิดใช้เป็นเวลา 10 ชั่วโมง.....	41
4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดแอลอีดี กับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ที่ความสูง 1 เมตร.....	42
4.4 การเปรียบเทียบความร้อนของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์.....	43
4.16 การเปรียบเทียบราคาของหลอดแอลอีดี กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์.....	45

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	อิเล็กตรอนอิสระจากเอ็นเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อไปยังหลุมพีทำให้เกิดโซนดีพลีชั่น	3
2.2	ต่อขั้วลบของแบตเตอรี่เข้ากับเอ็นและขั้วบวกเข้ากับพีทำให้อิเล็กตรอนอิสระสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ	4
2.3	การต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่เข้ากับเอ็นและขั้วลบเข้ากับพีโซนดีพลีชั่นมีขนาดกว้างขึ้น	4
2.4	แสดงสัญลักษณ์หลอดแอลอีดี	6
2.5	ส่วนประกอบของหลอดแอลอีดีแบบหัวมน	7
2.6	ลักษณะของหลอดแอลอีดีแบบหัวมน	7
2.7	หลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยมและมีสี่ขา	8
2.8	วงจรทำงานของหลอดแอลอีดี	9
2.9	การต่อวงจรหลอดแอลอีดีแบบอนุกรม (Series LED Circuit)	11
2.10	การต่อวงจรหลอดแอลอีดีแบบขนาน (Parallel LED Circuit)	12
2.11	การนำหลอดแอลอีดีมาใช้กับไฟสลับแรงดันต่ำ	13
2.12	การตรวจสอบหลอดแอลอีดีโดยใช้แบตเตอรี่ก้อนกลม	14
2.13	การตรวจสอบหลอดแอลอีดีโดยใช้มัลติมิเตอร์	14
2.14	การควบคุมทิศทางแสงในหลอดแอลอีดี	15
2.15	หลอดแอลอีดีแบบขั้วเกลียว	17
2.16	หลอดแอลอีดีโคมถนนแบบยาว	18
2.17	หลอดแอลอีดีโคมถนนแบบยาวใช้กับชุดโซลาร์เซลล์	18
2.18	หลอดแอลอีดีโคมถนนแบบกลม	19
2.19	หลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์	20
2.20	หลอดไฟปิงปองแอลอีดี20 หลอด	21
2.21	หลอดแอลอีดี ที่ใช้ในรถเก๋ง	21
2.22	หลอดไฟแอลอีดีที่ทำจากอะลูมิเนียมอัลลอย	22
2.23	หลอดไฟวิดีโอถ่ายใต้น้ำ	23
2.24	หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆ	24
2.25	แสดงวงจรของหลอดฟลูออเรสเซนต์	27
2.26	ผังแสดงพลังงานที่ใส่เข้าไปให้และที่ออกมาจากหลอดฟลูออเรสเซนต์	29
2.27	หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์หรือหลอดตะเกียบ	32

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 แผนผังแสดงการทำงาน	33
3.2 วงจรการต่อหลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยมแบบขนาน	35
3.3 การต่อวงจรหลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยม	35
3.4 ความสว่างของหลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยม	36
3.5 การต่อวงจรหลอดแอลอีดีแบบหัวมนแบบขนาน	37
3.6 การต่อวงจรแอลอีดีแบบหัวมน	38
3.7 ความสว่างของหลอดแอลอีดีแบบหัวมน	38
4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความร้อนของหลอดไฟ	44

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ปัจจุบันพลังงานแสงมีความสำคัญ ต่อการดำรงชีวิตประจำวันของมนุษย์ ไม่ว่าจะที่ไหนก็ตามก็ต้องมีแสงสว่างเข้ามาเกี่ยวข้อง เพราะแสงสว่างทำให้มองเห็นได้ชัดยิ่งขึ้นมีความสำคัญยิ่งต่อสายตา ในบางที่ต้องการแสงสว่างมากแต่ในอีกที่หนึ่งอาจต้องการแสงสว่างน้อย ซึ่งในปัจจุบันมีการคิดค้นอุปกรณ์ให้แสงสว่างขึ้นมามากมาย โดยเฉพาะอย่างยิ่งมีการคิดค้นหลอดประหยัดพลังงานแต่ให้ประสิทธิภาพที่เท่าเดิมถึงแม้อาจจะมีราคาต่อหลอดที่สูงขึ้นแต่เมื่อเทียบกับการประหยัดพลังงานก็เหมาะสมที่จะใช้กัน

อุปกรณ์แสงสว่างที่เข้ามาในชีวิตประจำวันในรูปแบบใหม่คือหลอดแอลอีดีซึ่งสามารถนำมาใช้ทดแทนหลอดไฟในอดีตได้ดี จึงมีการนำหลอดแอลอีดีมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาคุณลักษณะและการทำงานของหลอดแอลอีดี

1.2.2 เพื่อศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการให้แสงสว่างของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์(หลอดตะเกียบ)

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวกับหลอดแอลอีดี

1.4.2 ศึกษาและค้นคว้าข้อมูลที่เกี่ยวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์

1.4.3 ทำการทดลองและเปรียบเทียบการทำงานของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และ หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์(หลอดตะเกียบ)

1.4.4 สรุปผลและจัดทำรูปเล่มโครงงาน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถแสดงให้เห็นถึงประสิทธิภาพการทำงานของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์

1.5.2 สามารถเข้าใจถึงวิธีการทำงานของหลอดแอลอีดี

1.6 แผนการดำเนินงาน

รายระเอียด	ปี 2552			
	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.
1. รวบรวมข้อมูล	←	—	—	
2. ศึกษาทฤษฎีและหลักการทำงานของหลอดแอลอีดี		→	—	
3. ทำการต่อวงจรการทดลองและทำการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์			→	—
4. จัดทำรายงานและสรุปผลการทดลอง				←

1.7 งบประมาณ

1. ถ่ายเอกสารและค่าเข้าเล่มโครงงานฉบับสมบูรณ์	300 บาท
2. ค่าอุปกรณ์ในการทำโครงงาน	500 บาท
3. ค่าหนังสือและค่าเข้าร้านอินเตอร์เน็ตเพื่อค้นคว้าข้อมูล	200 บาท
รวมเป็นเงิน (หนึ่งพันบาทถ้วน)	1,000 บาท

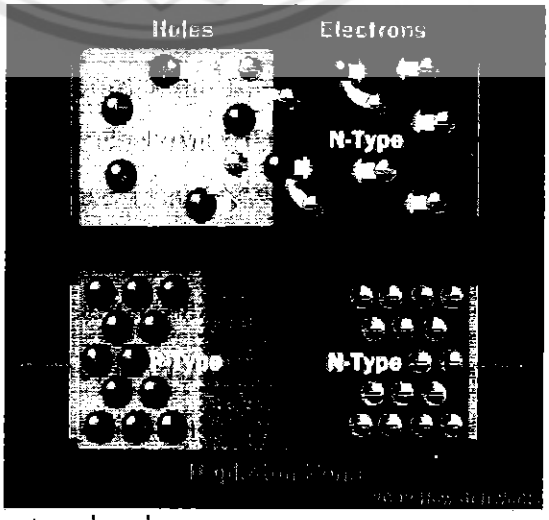
บทที่ 2
ทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 หลอดแอลอีดี (Light Emitting Diode: LED)

หลอดแอลอีดี ย่อมาจาก Light Emitting Diode หรือเรียกว่าไดโอดเปล่งแสง โดยจัดเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอย่างหนึ่งจัดอยู่ในจำพวกไดโอดที่สามารถเปล่งแสงได้ในช่วงสเปคตรัมแคบ และสีของแสงที่เปล่งออกมานั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบทางเคมีของวัสดุกึ่งตัวนำที่ใช้

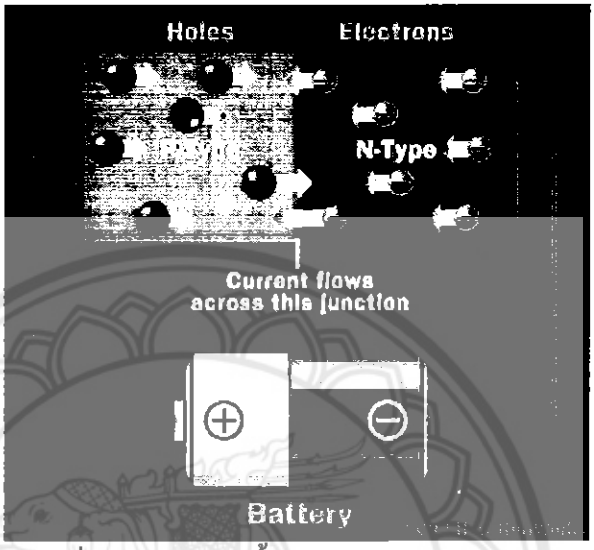
หลอดแอลอีดีเป็นไดโอดที่ใช้สารประเภทแกลเลี่ยมอาร์เซ็นไนต์ฟอสไฟต์ (Gallium Arsenide Phosphide ; GaAsP) หรือสารแกลเลี่ยมฟอสไฟต์ (Gallium Phosphide ; GaP) มาทำเป็นสารกึ่งตัวนำในกรณีที่ยังไม่ได้ใส่สารเจือปน พันธะในอะตอมจะเกาะกันอย่างแข็งแรงไม่มีอิเล็กตรอนอิสระ หรือมีอยู่น้อยดังนั้นมันจึงไม่ค่อยนำกระแสแต่เมื่อมีการทำโดปปิ้งโดยการเติมสารเจือปนทำให้ความสมดุลของวัสดุเปลี่ยนไป เมื่อเราใส่สารเจือปนแล้วทำให้อิเล็กตรอนอิสระในสารกึ่งตัวนำเพิ่มขึ้นเรียกว่าสารประกอบชนิดเอ็น ส่วนสารกึ่งตัวนำที่ใส่สารเจือปนแล้ว มีประจุไฟฟ้าบวกหรือมีหลุมและโฮลเพิ่มขึ้น เรียกว่าสารประกอบชนิด พี หรือ โฮล (hole)ในภาษาอังกฤษมีความหมายว่าหลุม โดยเปรียบอิเล็กตรอนอิสระได้กับก้อนหินและประจุบวกเป็นหลุมหรือโฮล ที่ก้อนหินจะไหลมาตกนั้นเอง

ไดโอดเกิดจากการนำสารกึ่งตัวนำชนิด N ติดเข้ากับสารกึ่งตัวนำชนิดพี เชื่อมสายไฟเข้ากับขั้วไฟฟ้าทั้งสอง เมื่อยังไม่มีการให้แรงดันไฟฟ้าอิเล็กตรอนอิสระจากเอ็นจะเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อไปที่บริเวณพี ทำให้เกิดดีพลีชั่น (Depletion) ขึ้น โซนนี้เปรียบเทียบได้กับกำแพงป้องกันการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนถ้าโซนนี้มีขนาดใหญ่ขึ้น การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระจะยากขึ้นและอาจทำให้อิเล็กตรอนหยุดการเคลื่อนที่ได้อย่างไรก็ตามถ้าควบคุมให้โซนนี้เล็กลงการเคลื่อนที่ก็จะง่ายขึ้น



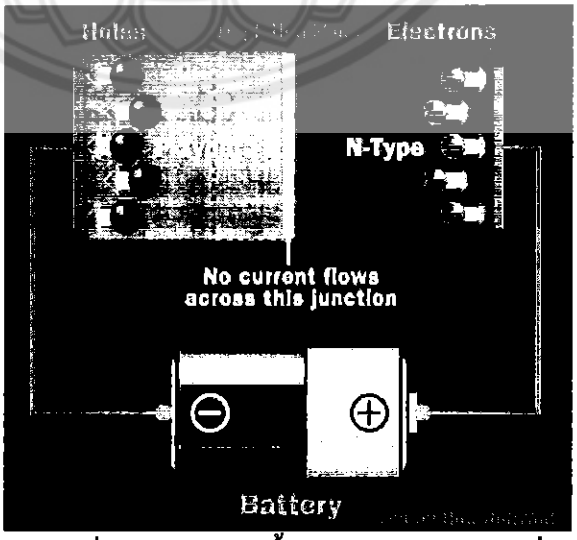
รูปที่ 2.1 อิเล็กตรอนอิสระจากเอ็นเคลื่อนที่ข้ามรอยต่อไปยังหลุมพีทำให้เกิดโซนดีพลีชั่น [3]

เพื่อทำให้อิเล็กตรอนสามารถเคลื่อนที่ผ่านโซนนี้ได้ง่ายขึ้น ต้องทำให้โซนนี้แคบลง โดยการต่อขั้วเอ็นของไดโอดเข้ากับขั้วลบของแบตเตอรี่ และขั้วบวกเข้ากับขั้วพีทำให้อิเล็กตรอนอิสระในเอ็นถูกดันด้วยแรงดันทางไฟฟ้า ส่วนโฮลขั้วพี จะถูกดันด้วยแรงดันทางไฟฟ้าเช่นเดียวกันถ้าเราให้แรงดันทางไฟฟ้ามากพอโซนนี้จะแคบจนหายไป และอิเล็กตรอนอิสระจะสามารถเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อได้ง่ายดายเหมือนกับไม่มีแรงเสียดทานหรือความต้านทาน



รูปที่ 2.2 ต่อขั้วลบของแบตเตอรี่เข้ากับเอ็นและขั้วบวกเข้ากับพีทำให้อิเล็กตรอนอิสระสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ [3]

ในทางกลับกันถ้าต่อขั้วลบเข้ากับพีและขั้วบวกเข้ากับเอ็นการไหลของอิเล็กตรอนจะเป็นไปได้ยากเพราะการเคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงกันข้ามโซนดีพลีชั่นจะหนาขึ้นเป็นกำแพงกั้นการไหลของกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 2.3 การต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่เข้ากับเอ็นและขั้วลบเข้ากับพีโซนดีพลีชั่นมีขนาดกว้างขึ้น [3]

การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนและโฮล เป็นสาเหตุให้เกิดแสงโดยแสงที่เกิดขึ้นจากพลังงานที่ปลดปล่อยจากอะตอม แสงเป็นโฟตอนที่มีพลังงานและโมเมนตัม ดังนั้นจึงเป็นอนุภาคชนิดหนึ่ง

ภายในอะตอมอิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียสและมีวงโคจรหลายวงแต่ละวงมีพลังงานแตกต่างกัน วงนอกมีพลังงานมากกว่าวงใน ถ้าอะตอมได้รับพลังงานจากภายนอก อิเล็กตรอนจะโดดจากวงโคจรใน ออกสู่วงโคจรนอก ในทางกลับกันถ้าอิเล็กตรอนกระโดดออกจากวงโคจรนอกเข้าสู่วงโคจรในมันจะปล่อยพลังงานออกมาและพลังงานนี้ก็คือแสง

ขณะที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อไปที่โฮลของสารพีอิเล็กตรอนจะตกจากวงโคจรสูงหรือแถบนำไฟฟ้าไปสู่วงโคจรต่ำหรือแถบวาเลนซ์ จะปล่อยพลังงานออกมาในรูปโฟตอน ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นกับไดโอดทุกชนิด แต่จะสามารถเห็นแสงได้ก็ต่อเมื่อ ความถี่ของพลังงานอยู่ในช่วงความถี่ที่ตามองเห็นได้ ดังเช่นไดโอดที่ทำจากซิลิคอน ซึ่งมีช่วงของแถบพลังงานแคบทำให้ได้โฟตอนความถี่ต่ำเป็นความถี่ที่ตามองเห็นได้ อย่างไรก็ตามความถี่ที่ตามองเห็นได้ก็มีประโยชน์ไม่น้อย ยกตัวอย่าง เช่น ช่วงอินฟาเรดสามารถนำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกลหรือรีโมทคอนโทรล เป็นต้น

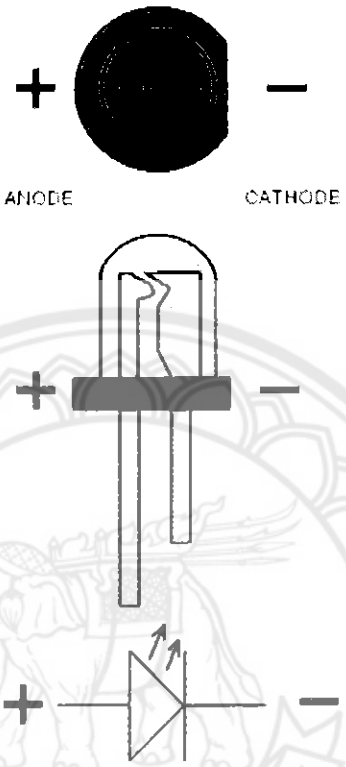
เมื่อไดโอดให้แสงออกมาแล้ว ถ้าไม่ควบคุมทิศทางแสงจะกระจัดกระจายและวิ่งออกมาอย่างไม่เป็นระเบียบทำให้ความเข้มของแสงน้อยลงดังนั้นในหลอดแอลอีดีต้องใช้พลาสติกหุ้มและเอียงให้แสงออกไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้

สารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นแทนสารซิลิกอนและเจอมิเนียมสารเหล่านี้มีคุณสมบัติพิเศษ คือสามารถเรืองแสงได้เมื่อได้รับการไบอัสตรง การเกิดแสงที่ตัวแอลอีดีนี้เรียกว่า อิเล็กโทรลูมินิเซนต์ (Electroluminescence)

ไดโอดชนิดนี้เหมือนไดโอดทั่วๆ ไปที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิดพีและเอ็นประกบกันมีผิวข้างหนึ่งเรียบเป็นมันคล้ายกระจกเมื่อไดโอดไบอัสตรงจะทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น มีพลังงานสูงขึ้นจนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อไปรวมกับโฮลในสารกึ่งตัวนำชนิดพีก่อให้เกิดพลังงานในรูปของประจุโฟตอนซึ่งจะส่องแสงออกมาได้การประยุกต์แอลอีดี ไปใช้งานอย่างกว้างขวางส่วนมากใช้ในภาคแสดงผล แอลอีดีโดยทั่วไปมี 2 ชนิดใหญ่ๆ คือแอลอีดีชนิดที่ตาคนมองเห็นได้กับชนิดที่ตาคนมองไม่เห็นต้องใช้ทรานซิสเตอร์มาเป็นตัวรับแสงแทนตา

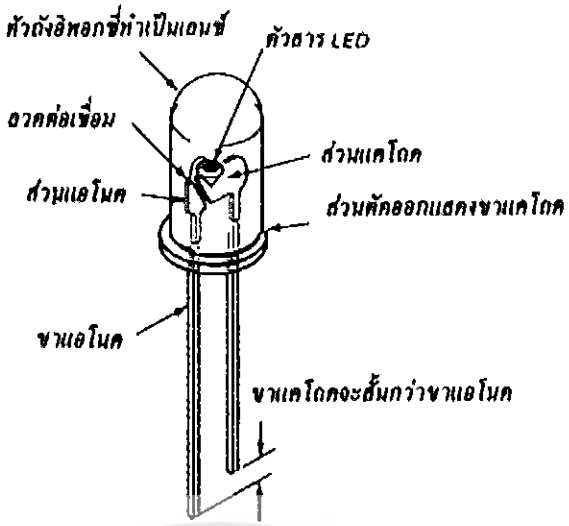
2.2 โครงสร้างของตัวหลอดแอลอีดี

หลอดแอลอีดี ที่ใช้งานกันโดยทั่วไปจะมี 2 ขาในการใช้งานยกเว้นบางประเภท เช่น หลอดแอลอีดีแบบให้สีสองสีในหลอดเดียวกันอาจจะมี 3 ขาได้ โดยขาของหลอดแอลอีดีมีชื่อเรียกดังนี้



รูปที่ 2.4 แสดงสัญลักษณ์หลอดแอลอีดี [4]

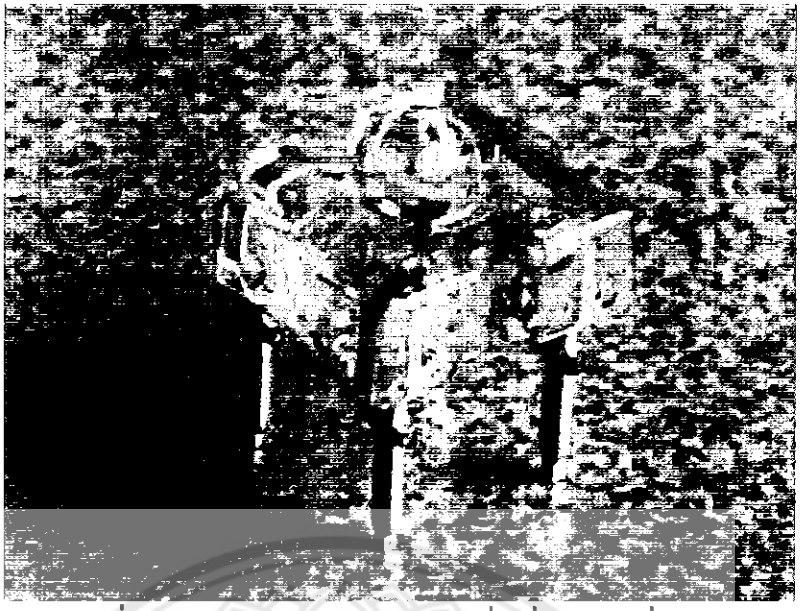
ขา A หรือที่มักเรียกกันว่าขา แอโนด(Anode) ซึ่งเป็นขาที่มีความยาวมากกว่าอีกขาหนึ่ง โดยขานี้จะต้องป้อนไฟบวก (+) ให้เท่านั้นขา K หรือที่มักเรียกว่าขา แคโทด(Cathode)โดยขานี้จะต้องป้อนไฟลบ (-) ให้เท่านั้นการดูขั้วของหลอดแอลอีดีอาจจะทำได้จากการดูที่ขาซึ่งขาที่ยาวกว่ามักจะเป็นแอโนด แต่ถ้าหากตัดขาไปแล้วอาจจะดูจากด้านที่มีขอบตัดของตัวหลอดโดยด้านที่มีขอบตัดนั้นจะเป็น ขาแคโทด เสมอ นอกจากนี้ยังสามารถดูภายในตัวหลอดได้อีกด้วยแต่หลอดแอลอีดีบางประเภทจะมีขนาดเล็กและขุ่นมัวไม่สามารถมองเห็นภายในได้ ดังนั้นถ้าต้องการความถูกต้องควรจะใช้โอห์มมิเตอร์ทำการวัดขั้วในลักษณะเดียวกันกับการวัดขั้วของไดโอด แรงดันที่จะป้อนให้หลอดแอลอีดีเปล่งแสงได้จะอยู่ที่ประมาณ 1.5 -3 โวลต์ โดยอาจขึ้นอยู่กับสีและคุณสมบัติเฉพาะตัวนั้นๆ โดยทั่วไปจะใช้ที่ 2.5 – 3 โวลต์ และหลอดแอลอีดีจะมีกระแสไหลผ่าน(กระแสไบอัสตรง) ได้ประมาณ 20 มิลลิแอมป์



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบของหลอดแอลอีดีแบบหัวมน [4]

หลอดแอลอีดีสามารถนำไปใช้งานในการแสดงผลโดยทั่วๆ ไปถ้าไม่ต้องการความสว่างมากเมื่อเทียบกับหลอดไฟธรรมดาแล้วจะเห็นได้ว่าหลอดแอลอีดี นี้สามารถทำงานได้โดยใช้แรงดันและกระแสเพียงเล็กน้อย กว่าปกติโดยปกติแล้วจะใช้กระแสอยู่ช่วงระหว่าง 5 – 20 มิลลิแอมป์

รูปที่ 2.6 ลักษณะของหลอดแอลอีดีแบบหัวมน [5]

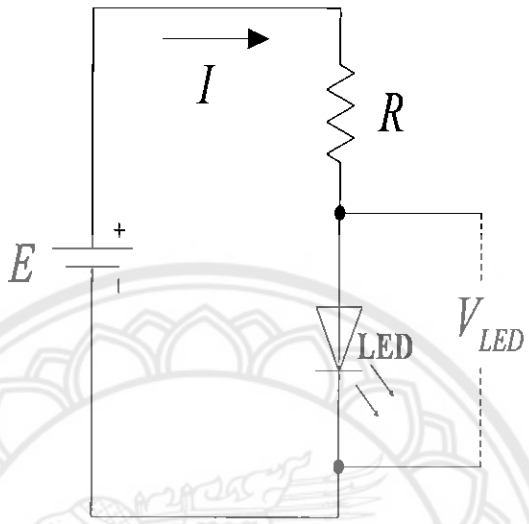


รูปที่ 2.7 หลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยมและมีสี่ขา [6]

หลอดแอลอีดีจะมีรูปร่างและขนาดที่แตกต่างกันตามการใช้งานหลอด**แอลอีดีแบบหัวมน**โดยปกติจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 มิลลิเมตร และ 5 มิลลิเมตรซึ่งทำด้วยพลาสติกโปร่งแสงดัง**ตัวอย่าง**ในรูปที่ 2.6 และถ้าเป็นแบบสี่เหลี่ยมซึ่งมีขาสี่ขาดังรูปที่ 2.7 จะมีขนาด 5*2 มิลลิเมตร มุมใน**การมอง**เห็นหลอดแอลอีดีแบบหัวมนนี้จะอยู่ในช่วง 20 – 40 องศาแต่ถ้าเป็น**หลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูป**สี่เหลี่ยมมุมในการมองเห็นจะเพิ่มขึ้นเป็นถึง 100 องศา

2.3 ตัวอย่างวงจรการทำงานของหลอดแอลอีดี

สามารถต่อวงจรการใช้งานหลอดแอลอีดีได้ดังรูป 2.11 โดยทั้งนี้จะต้องมีการคำนวณการต่อค่าตัวต้านทานหากเลือกใช้ค่าความต้านทานผิดอาจทำให้หลอดแอลอีดีเสียหายหรือขาดได้



รูปที่ 2.8 วงจรทำงานของหลอดแอลอีดี

การนำหลอดแอลอีดีไปใช้งานใช้ได้กับไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับแต่ขึ้นอยู่กับการต่อหลอดแอลอีดีใช้งานเนื่องจากหลอดแอลอีดีแต่ละตัวถูกออกแบบให้ทนกระแสและมีแรงดันไม่เท่ากันจึงจำเป็นต้องมีการต่อตัวต้านทานร่วมการเลือกตัวต้านทานที่เหมาะสมให้แก่หลอดแอลอีดีเป็นไปตามสมการ (2-1)

$$R = \frac{(E - V_{LED})}{I} \qquad (2\text{-}1)$$

โดยที่ R คือ ค่าความต้านทาน(โอห์ม)

E คือ แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง(โวลต์ :V)

V_{LED} คือ ค่าแรงดันไบอัสที่ตกคร่อมหลอดแอลอีดี(โวลต์ :V)

I คือ ปริมาณกระแสไฟตรงที่ต้องการให้ไหลผ่านหลอดแอลอีดี(แอมป์ : A)

ตัวอย่างการคำนวณพื้นฐานให้หลอดแอลอีดีมีแรงดันตกคร่อม 2 โวลต์ และมีกระแสไหลผ่านได้ 20 มิลลิแอมป์การคำนวณค่าตัวต้านทานที่มาต่อวงจรจะได้ตามสมการ (2-1)

ตัวอย่างเมื่อให้แหล่งจ่าย 5 โวลต์จะได้ว่า

$$R = \frac{(E - V_{LED})}{I}$$
$$= \frac{(5-2)}{0.02}$$
$$= 150\Omega$$

คือใช้ตัวต้านทานขนาด 150 โอห์ม

ตัวอย่างเมื่อแหล่งจ่าย 9 โวลต์ จะได้ว่า

$$R = \frac{(E - V_{LED})}{I}$$
$$= \frac{(9-2)}{0.02}$$
$$= 350\Omega$$

คือใช้ตัวต้านทานขนาด 350 โอห์ม

ตาราง 2.1 ค่าความต้านทานที่ใช้จำกัดกระแสที่ไหลเข้าหลอด [7]

Supply Voltage(V)	Series Resistance(ohm)		
	Low Power LED (5mA)	Standard LED (10mA)	High Power LED (20mA)
3	220	180	56
5	680	270	150
6	820	390	220
9	1.5k	680	390
12	2.2k	1k	560
15	2.7k	1.2k	680
18	3.3k	1.5k	820
24	4.7k	2.2k	1.2k

ในกรณีที่ต่อหลอดแอลอีดีหลายตัวแบบอนุกรม สามารถเปลี่ยนแรงดันตกคร่อม เช่น ถ้าต่อกัน 2 หลอดก็เปลี่ยนแรงดันตกคร่อมเป็น 4 โวลต์และถ้าต่อกัน 3 หลอดก็เปลี่ยนแรงดันตกคร่อมเป็น 6 โวลต์

ตัวอย่างอีกแบบ คือ เมื่อต่อหลอดแอลอีดี 2 หลอดอนุกรมกัน

จากตัวอย่างเมื่อแหล่งจ่าย 5 โวลต์ จะได้ว่า

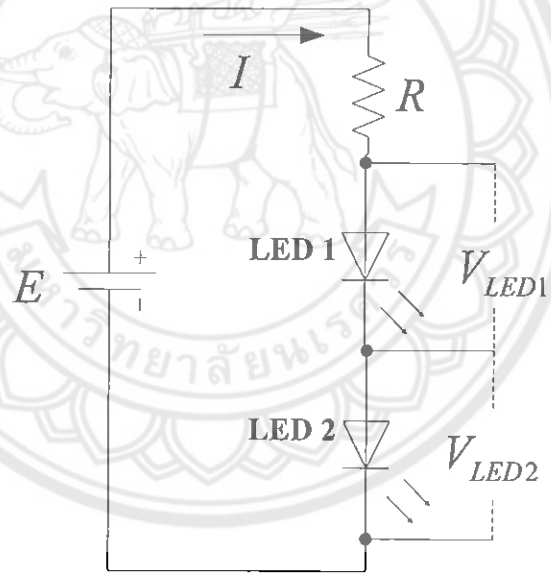
$$R = \frac{\left[E-\left(V_{LED1}+V_{LED2}\right)\right]}{I}$$

$$= \frac{\left[5-(2+2)\right]}{0.02}$$

$$= 50\Omega$$

คือ ใช้ตัวต้านทาน 50โอห์ม การเลือกใช้ตัวต้านทานนั้นจะใช้ค่ามากกว่าที่คำนวณได้ก็ได้ ซึ่งจะเป็นผลดีกว่าเพราะ หลอดแอลอีดีจะไม่เสียไวแต่ความสว่างจะน้อยลงไปด้วยในกรณีที่ใช้หลอดแอลอีดีแบบสว่างมากหรือซุปเปอร์ไบท์แรงดันตกคร่อมจะสูงกว่าแบบธรรมดาคือจะอยู่ในช่วง 2.5 – 3 โวลต์

ตัวอย่าง*วงจรการต่อหลอดแอลอีดีแบบอนุกรม (Series LED Circuit)*



รูปที่ 2.9 การต่อวงจรหลอดแอลอีดีแบบอนุกรม (Series LED Circuit)

การต่อวงจรหลอดแอลอีดีดังรูป 2.9 เป็นการต่อวงจรหลอดแอลอีดีโดยมีตัวต้านทานเพียงตัวเดียวโดยค่าตัวต้านทานที่ได้เกิดจากการคำนวณตามสมการ (2-2) จากการใช้หลอดแอลอีดีเพิ่มขึ้นจากหลอดแอลอีดีจำนวน 1 หลอดเป็น 2 หลอดทำให้ต้องเพิ่มค่าแรงดันไบอัสในสมการ (2-2) ทำให้ได้ค่าความต้านทานที่น้อยลง

$$R = \frac{\left[E - \left(V_{LED1} + V_{LED2}\right)\right]}{I} \qquad (2\text{-}2)$$

โดยที่ R คือ ค่าความต้านทาน(โอห์ม)

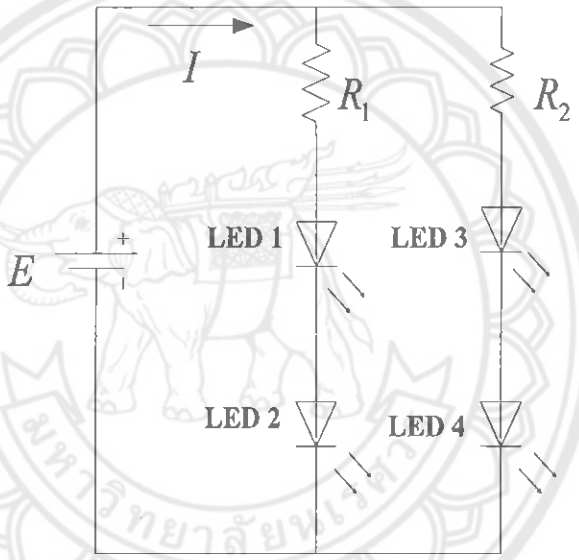
E คือ แรงดันไฟเลี้ยง(โวลต์ :V)

V_{LED1} คือ ค่าแรงดันไบอัสที่ตกคร่อมหลอดแอลอีดี 1 (โวลต์ : V)

V_{LED2} คือ ค่าแรงดันไบอัสที่ตกคร่อมหลอดแอลอีดี 2 (โวลต์: V)

I คือ ปริมาณกระแสไฟตรงที่ต้องการให้ไหลผ่านหลอดแอลอีดี(แอมป์ : A)

ตัวอย่างวงจรการต่อหลอดแอลอีดี แบบขนาน (Parallel LED Circuit)



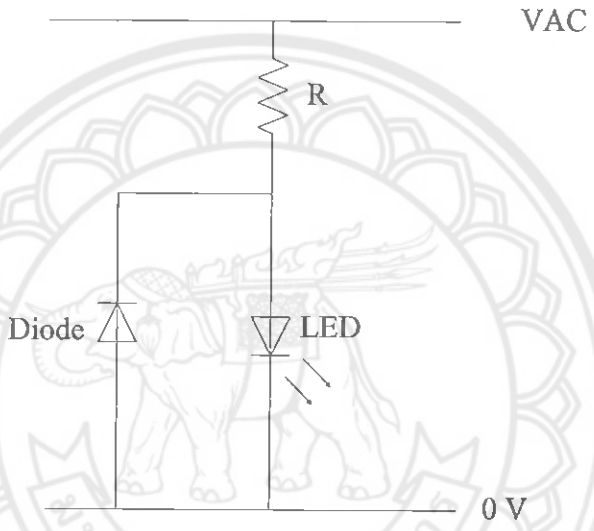
รูปที่ 2.10 การต่อวงจรหลอดแอลอีดีแบบขนาน (Parallel LED Circuit)

การต่อวงจรหลอดแอลอีดีแบบขนานใช้ตัวต้านทานที่ได้จากการคำนวณตามสมการ (2-2) เป็นการต่อวงจรโดยตัวต้านทานที่ใช้ 1 ตัวกับหลอดแอลอีดีจำนวน 2 หลอด

2.4 เกร็ดความรู้ที่เกี่ยวกับหลอดแอลอีดี [8]

- ข้อควรระวังอย่างหนึ่งในการใช้งานหลอดแอลอีดีก็คือแรงดันย้อนกลับจะต้องมีค่าไม่เกิน 5 โวลต์
- สำหรับหลอดแอลอีดีสีเหลืองและสีเขียวโดยปกติจะให้ความสว่างน้อยกว่าหลอดแอลอีดีแบบสีแดงที่ระดับกระแสที่เท่ากัน

จากนั้นให้ลดค่าที่คำนวณได้ 10-15 เปอร์เซ็นต์ แต่ก็ควรระวังปริมาณกระแสไฟฟ้าต้องไม่ให้เกินค่าทนได้สูงสุดที่กำหนดด้วย



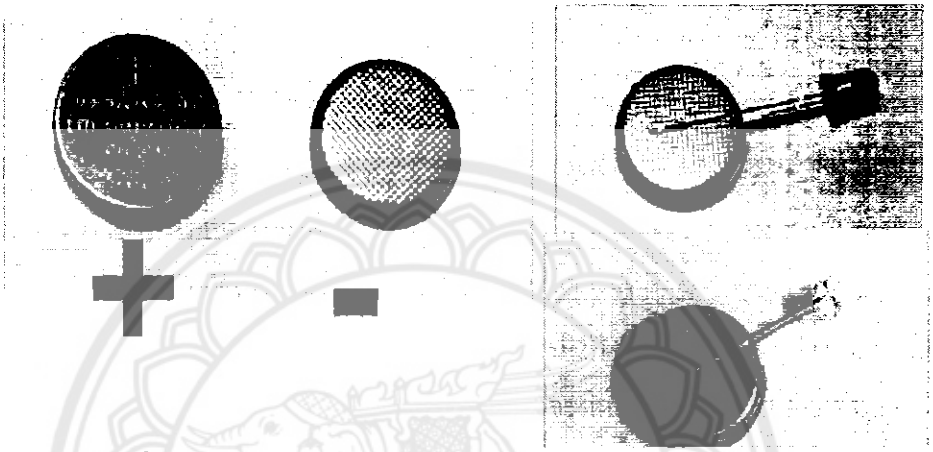
รูปที่ 2.11 การนำหลอดแอลอีดีมาใช้กับไฟสลับแรงดันต่ำ

- หลอดแอลอีดี สามารถนำไปใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับได้ โดยการใช้ไดโอดต่อขนานกับหลอดแอลอีดี ดังรูป 2.11

2.5 การตรวจสอบหลอดแอลอีดี

การใช้แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง

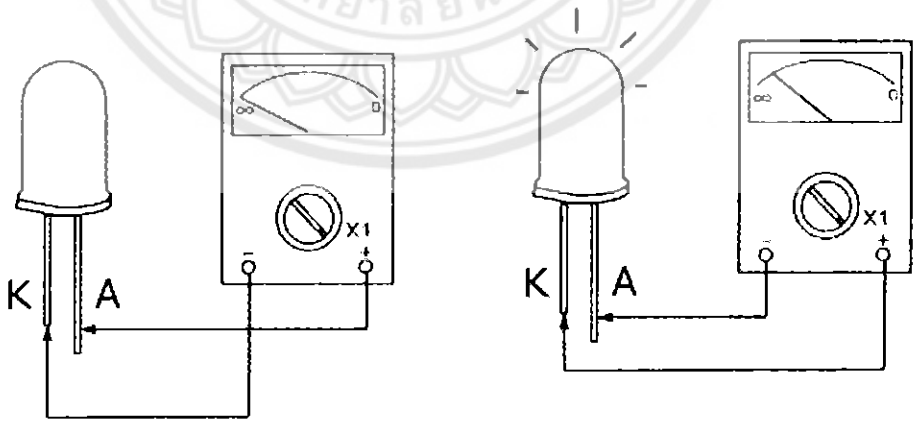
โดยแบตเตอรี่จะมีด้านบวก และ ด้านลบดังรูป 2.12 การตรวจสอบใช้เพียง 1 ก้อนให้นำหลอดแอลอีดีมาต่อตามรูปให้สลับขา 2 ครั้งผลที่ได้คือจะติด1 ครั้งและดับ 1 ครั้งแสดงว่าหลอดแอลอีดีปกติและดูที่ตอนหลอดแอลอีดีติดไปขาที่ต่อขั้วบวก (+) จะเป็นขั้ว A และขาที่ต่อขั้วลบ(-) จะเป็นขั้ว K ถ้าไม่ติดทั้ง 2 ครั้ง แสดงว่าหลอดแอลอีดีนั้นเสียซึ่งอาจขาดได้



รูปที่ 2.12 การตรวจสอบหลอดแอลอีดีโดยใช้แบตเตอรี่ก้อนกลม [8]

การตรวจสอบโดยใช้มัลติมิเตอร์

โดยจะต้องใช้มัลติมิเตอร์แบบเข็มเท่านั้นโดยการทดสอบหลอดแอลอีดีทำได้ดังรูปที่ 2.13 ด้วยการตรวจสอบโดยการใช้มัลติมิเตอร์



รูปที่ 2.13 การตรวจสอบหลอดแอลอีดีโดยใช้มัลติมิเตอร์ [8]

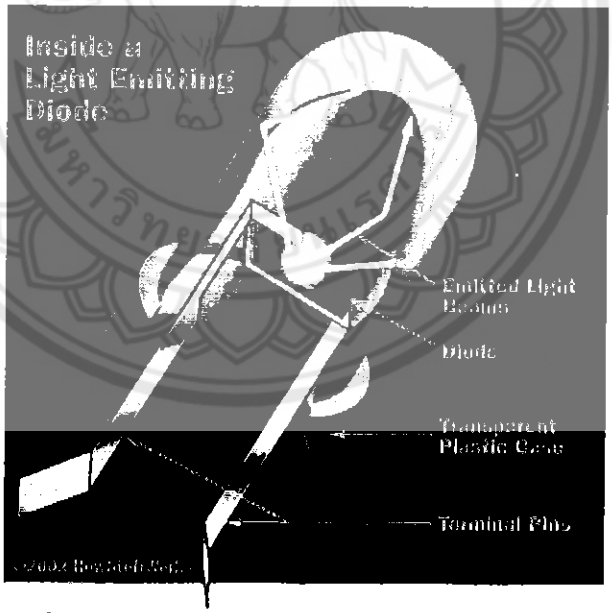
จากรูป 2.13 จะปรับมัลติมิเตอร์มาที่ย่านวัดตัวต้านทานที่ X1 จากนั้นให้ทำการวัดที่ขาของหลอดแอลอีดีโดยสลับสายวัด จะเห็นว่า หลอดแอลอีดีจะติด1 ครั้งและดับ 1 ครั้งแสดงว่าหลอดแอลอีดีปกติและผลการวัดคือเมื่อหลอดแอลอีดีสว่างขาที่วัดกับสายสีดำ (ขั้วลบ) จะเป็นขา A ส่วนขาที่เหลือจะเป็นขา K ถ้าวัดแล้วเข็มไม่ขึ้นหรือขึ้นค้างทั้งสองครั้งแสดงว่าหลอดแอลอีดีนั้นเสียหาย

2.6 การให้แสงของหลอดแอลอีดี

แสงเกิดขึ้นจากพลังงานที่ปลดปล่อยจากอะตอมภายในอะตอมอิเล็กตรอนโคจรรอบนิวเคลียส และมีวงโคจรหลายวงแต่ละวงมีพลังงานแตกต่างกันวงนอกมีพลังงานมากกว่าวงในถ้าอะตอมได้รับพลังงานจากภายนอกอิเล็กตรอนจะกระโดดจากวงโคจรในออกสู่วงโคจรนอกในทางกลับกันถ้าอิเล็กตรอนกระโดดจากวงโคจรนอกเข้าสู่วงโคจรในมันจะปลดปล่อยพลังงานออกมาและพลังงานนี้ก็คือแสง

ขณะที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อไปที่โฮลของสารพี อิเล็กตรอนจะตกจากวงโคจรสูงหรือแถบนำไฟฟ้า ไปสู่วงโคจรต่ำหรือแถบวาเลนซ์จะปล่อยพลังงานออกมาในรูปของโฟตอน ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นกับไดโอดทุกชนิดแต่สามารถเห็นแสงได้ก็ต่อเมื่อความถี่ของพลังงานอยู่ในช่วงความถี่ที่ตามองเห็นได้

เมื่อไดโอดให้แสงออกมาแล้วถ้าไม่สามารถควบคุมทิศทางของแสงได้แสงจะกระจัดกระจายและวิ่งออกมาอย่างไม่เป็นระเบียบทำให้ความเข้มของแสงลดน้อยลงดังนั้นในหลอดแอลอีดีจะใช้พลาสติกหุ้มและเอียงให้แสงสามารถสะท้อนออกไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้ ส่วนวัสดุที่หุ้มตัวกำเนิดแสงของหลอดแอลอีดีเป็นวัสดุที่ทำจาก Optical grade epoxy ชนิดป้องกันแสง UV



รูปที่ 2.14 การควบคุมทิศทางแสงในหลอดแอลอีดี [3]

ระบบหน่วยของการวัดแสง

หน่วยวัดแสงจะใช้ระบบหน่วยระหว่างประเทศ (International System of Units) หรือ ระบบเอสไอ (SI) คือ ระบบหน่วยมาตรฐานที่องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน(ISO หรือ International Organization for Standardization) กำหนดให้ทุกประเทศใช้เป็นมาตรฐานเพื่อให้การใช้หน่วยเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก จากตาราง 2.3 เป็นตารางหน่วย SI ของแสงที่ใช้กันตามมาตรฐาน ISO

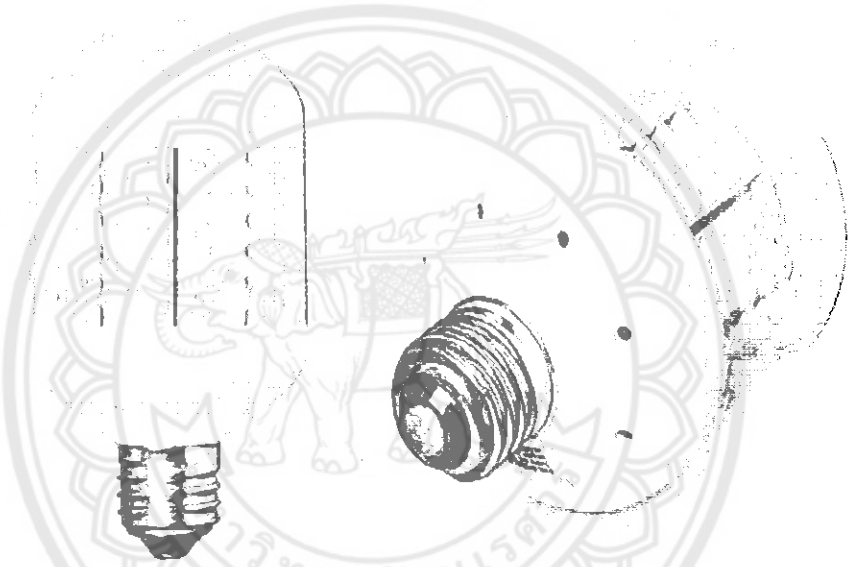
ตาราง 2.2 หน่วย SI ของแสง [9]

หน่วย SI ของแสง			
ปริมาณ	**หน่วย SI**	**ตัวย่อ**	**หมายเหตุ**
พลังงานของการส่องสว่าง	จูล(joule)	J	
ฟลักซ์ส่องสว่าง (Luminous intensity)	ลูเมน(lumen) หรือ แคนเดลา: สเตอเรเดียน(candela : steradian)	lm	อาจเรียกว่ากำลังของความสว่าง(Luminous power)
ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous intensity)	แคนเดลา(candela)	cd	
ความเข้มของความสว่าง (Luminance)	แคนเดลา/ตารางเมตร (candela/square metre)	cd/m2	อาจเรียกว่าความหนาแน่นของความเข้มการส่องสว่าง
ความสว่าง(Illuminance)	ลักซ์(Lux)หรือลูเมน/ตารางเมตร	lx	
ประสิทธิภาพการส่องสว่าง (Luminous efficiency)	ลูเมน ต่อ วัตต์(lumens per watt)	lm/W	

2.7 การประยุกต์ใช้งานหลอดแอลอีดี

ปัจจุบันจากความก้าวหน้าอย่างรวดเร็วของเทคโนโลยีเซมิคอนดักเตอร์ทำให้เทคโนโลยีของหลอดแอลอีดีก้าวหน้าอย่างรวดเร็วตามไปด้วยได้มีการนำแอลอีดีมาใช้ประโยชน์แพร่หลายมากขึ้นเรื่อยๆ เช่นในเครื่องคิดเลขสัญญาณไฟจราจรไฟท้ายรถยนต์ป้ายสัญญาณต่างๆไฟฉายไฟให้สัญญาณของประเภทอาคารจอภาพยนตร์ขนาดใหญ่ยิ่งไปกว่านั้น หน้าจอ LCD ของโทรศัพท์มือถือที่ใช้กันทั่วไปเกือบทั้งหมดจะให้แสงสว่างด้วยหลอดแอลอีดี

หลอดไฟแอลอีดีแบบขั้วเกลียว



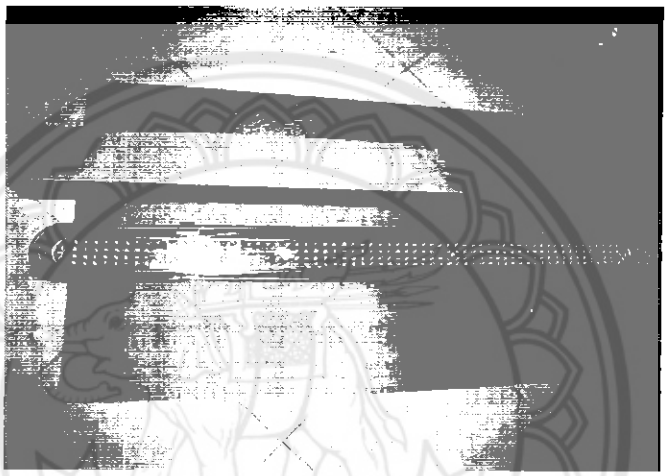
รูปที่ 2.15 หลอดแอลอีดีแบบขั้วเกลียว [10]

เมื่อพูดถึงความประหยัดของหลอดไฟในยุคนี้ก็ต้องหลอดแอลอีดีด้วยคุณสมบัติที่เกิดความร้อนน้อยมากๆจนแทบไม่รู้สึกทำให้มีอัตราการสูญเสียกำลังไฟต่ำมากๆและทำให้กินไฟที่ต่ำมากๆเช่นกัน และอายุการใช้งานอันยาวนานร่วม100,000 ชั่วโมงทำให้ไม่ต้องเปลี่ยนหลอดไฟเป็นเวลานาน

ขั้วหลอดมีทั้งแบบที่เป็นสายขั้วบวกและขั้วลบออกมาหรือเป็นขั้วแบบ MR-16และE-27 ทำให้ใช้แทนหลอดไฟที่บ้านได้ ขนาดจำนวนหลอดเริ่มตั้งแต่ 12 – 640 หลอด

หลอดแอลอีดีโคมถนนแบบยาว

เป็นโคมที่ประดิษฐ์มาเพื่อใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยเฉพาะโดยการนำเอาโคมแบบหลอดยาวของหลอดฟลูออเรสเซนต์มาดัดแปลงใส่แผงไฟแอลอีดีแบบ Ultra Bright ขนาด 10 แคนเดลาที่มีมุมกระจายแสง 120 องศาเข้าไปแทนที่หลอดเดิมเพื่อการประหยัดไฟและด้วยหลอดแอลอีดีชนิดพิเศษและเทคนิคการต่อเฉพาะจะทำให้หลอดไฟแบบนี้กินไฟเพียง 3-5 วัตต์เท่านั้นและใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์ หรือ 36 วัตต์โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะใช้งานได้ดีมากถ้าเป็นงานกลางแจ้งหรือติดตั้งในที่ค่อนข้างสูงเหมาะอย่างมากกับโคมไฟถนน ไฟหน้าบ้าน ไฟรอบกำแพงรั้ว



รูปที่ 2.16 หลอดแอลอีดีโคมถนนแบบยาว [10]

รูปที่ 2.17 หลอดแอลอีดีโคมถนนแบบยาวใช้กับชุดโซลาร์เซลล์ [10]

หลอดแอลอีดีโคมถนนแบบยาวสามารถใช้ไฟระบบ 12VDC สำหรับแบตเตอรี่หรือชุดโซลาร์เซลล์และใช้กับไฟระบบ 220VAC สำหรับไฟบ้านได้อีกทางด้วย

หลอดแอลอีดีโคมถนนแบบกลม (โคมหลังเต่า,โคมแสงจันทร์)

เป็นโคมที่ประดิษฐ์มาเพื่อใช้แทนหลอดแสงจันทร์แบบโคมหลังเต่าตามท้องถนนหรือทางเข้าหมู่บ้านหรือรีสอร์ท โดยการนำเอาโคมแสงจันทร์มาดัดแปลงใส่แผงไฟแอลอีดีแบบ Ultra Bright ขนาด 10 แคนเดลาที่มีมุมกระจายแสง 120 องศาเข้าไปแทนที่หลอดเดิมเพื่อการประหยัดไฟ และด้วยหลอดแอลอีดี ชนิดพิเศษทำให้หลอดไฟกินไฟเพียง 6วัตต์ เท่านั้นและใช้แทนหลอดแสงจันทร์ขนาด 150 วัตต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งจะใช้งานได้ดีมากถ้าเป็นงานกลางแจ้งหรือติดตั้งในที่ค่อนข้างสูงเหมาะอย่างมากกับโคมไฟถนน ไฟหน้าบ้าน ไฟรอบกำแพงรั้ว ถนนเข้าซอย ถนนเข้าหมู่บ้าน ลานจอดรถ ตรอกซอย ไฟส่องสว่างรอบโรงงาน โกดัง มีความประหยัดสูงสามารถใช้ทดแทนหลอดแบบ ฮาโลเจน , หลอดโซเดียมความดันสูง ได้เป็นอย่างดี

รูปที่ 2.18 หลอดแอลอีดีโคมถนนแบบกลม [10]

หลอดแอลอีดีโคมถนนแบบกลมสามารถใช้ไฟระบบ 12VDC สำหรับแบตเตอรี่หรือชุดโซลาร์เซลล์ และใช้กับไฟระบบ 220VAC สำหรับไฟฟ้าบ้านได้อีกทางด้วย

หลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์

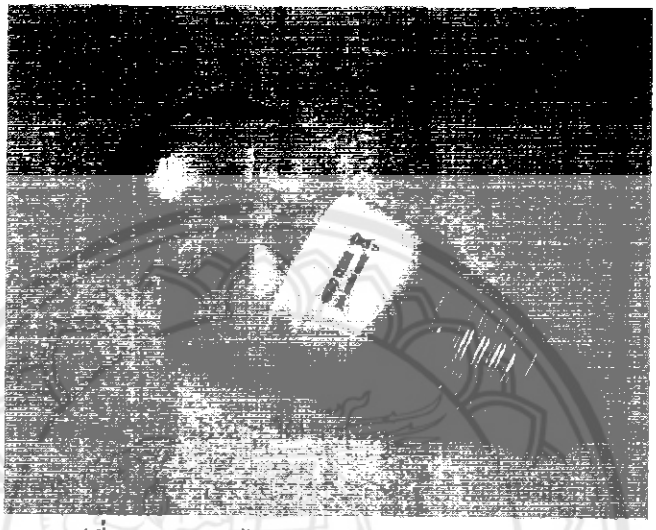
หลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์ นั้นประกอบด้วยหลอดแอลอีดีขนาดเล็กที่มีคุณภาพสูงซึ่งให้ความสว่างมากกว่าหลอดไฟธรรมดาโดยที่กินไฟน้อยกว่าหลอดไฟปกติสามารถติดตั้งได้สะดวกใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่บ้านได้ ทั้งนี้ยังไม่ต้องใช้บัลลาสต์และสตาร์ตเตอร์รวมถึงค่าบำรุงรักษาต่ำหลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์มีอายุการใช้งานที่ยาวนานถึง 50,000 ชั่วโมง

รูปที่ 2.19 หลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์ [11]

หลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์ใช้ไฟ 120VAC และ 240VAC ปริมาณไฟที่ใช้เพียง 8 วัตต์รัศมีการให้แสง 110 องศา เหมาะสำหรับใช้ติดตั้งบนรถบัส รถไฟ ร้านค้า คลังสินค้า หรือสำหรับให้แสงสว่างทั่วไปถ้าต้องการเปลี่ยนจากหลอดฟลูออเรสเซนต์เดิมที่มีทั้งบัลลาสต์และสตาร์ตเตอร์ให้นำทั้งสองอย่างออกจากวงจรแล้วเปลี่ยนหลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์เข้าไปแทนที่หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบเดิมได้ทันที

หลอดไฟปิงปองแอลอีดี

หลอดไฟปิงปองแอลอีดี 20 หลอดมีลักษณะคล้ายกับหลอดไส้แบบขั้วเกลียวโดยหลอดไฟปิงปองนี้ภายในตัวหลอดมีหลอดแอลอีดีอยู่ 20 หลอดใช้ไฟ 12 VDC ตัวหลอดขนาด 60 มิลลิเมตร สูง 120 มิลลิเมตร แบบกระจกใสสว่างฐานแบบเกลียวทั่วไป มีลักษณะการให้แสง 2 แบบ คือแบบ Cool White และแบบ Warm White



รูปที่ 2.20 หลอดไฟปิงปองแอลอีดี20 หลอด [12]

หลอดแอลอีดีที่ใช้ในรถเก๋ง

เป็นหลอดแอลอีดีที่ให้แสงสว่างเป็นแสงสีขาวสามารถใช้แทนการใช้งานของหลอดเดิมได้และยังสามารถใช้งานได้ยาวนานกว่าหลอดเดิม เนื่องจากไม่มีความร้อน เหมาะสำหรับหลอดไฟในเก๋ง และยังใช้ได้กับหลอดไฟประตู ไฟอ่านแผนที่ ไฟในกระโปรงหลัง มีความยาวขนาด 42.8 มิลลิเมตรใช้หลอดแอลอีดีจำนวน 10 หลอด

รูปที่ 2.21 หลอดแอลอีดีที่ใช้ในรถเก๋ง[13]

หลอดไฟแอลอีดี

หลอดไฟแอลอีดีนี้ได้มีการออกแบบและผลิตด้วยอะลูมินัมอัลลอยที่มีความทนทานสูงและใช้หลอดแอลอีดีที่มีคุณภาพสูง สามารถติดตั้งได้สะดวกเพราะเป็นแบบขั้วเกลียวสามารถติดตั้งแทนหลอดไส้ที่เป็นขั้วเกลียวได้ทันทีนอกจากนี้ยังมีขั้วหลอดแบบเขี้ยวอีกด้วยซึ่งให้ความสว่างสูง และไม่มีความร้อน

เหมาะสำหรับการใช้งานกับบ้าน สำนักงาน ร้านอาหาร โรงแรม ห้างสรรพสินค้า บาร์ พิพิธภัณฑ์ แกลลอรี่ หรือตู้โชว์สินค้าต่างๆเพื่อช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและยังช่วยลดการทำงานของแอร์ ซึ่งในตัวหลอดไม่มีความร้อนทำให้แอร์ไม่ต้องทำงานมากและช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้อีกด้วย

รูปที่ 2.22 หลอดไฟแอลอีดีที่ทำจากอะลูมิเนียมอัลลอย[14]

หลอดไฟแอลอีดีสามารถใช้ไฟที่แรงดัน 100 ~240 VAC ให้แสงสีขาวนวลใช้หลอดแอลอีดี 5 หลอดต่อโคมไฟ 1 โคมมีรัศมีการกระจายของแสงที่ 30 องศาและมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 96 มิลลิเมตรและความสูง 104 มิลลิเมตร

หลอดไฟวิดีโอ Sunray 2000 แอลอีดี

เมื่อก่อนการถ่ายวิดีโอใต้น้ำที่ไม่เคยเป็นไปได้ แต่กลับเป็นไปได้ด้วยหลอดไฟวิดีโอ Sunray 2000 แอลอีดี ที่เพิ่มขีดความมารถในการถ่ายวิดีโอใต้น้ำ ด้วยชุดถ่ายวิดีโอใต้น้ำที่สว่างสูงสุดเท่าที่มีมาในปัจจุบัน ด้วยประสิทธิภาพ และความสว่างที่มากกว่า เดิมยังใช้พลังงานน้อยทำให้มีเวลาในการทำงานที่มากขึ้นทำให้สามารถถ่ายวิดีโอได้นานขึ้นอีกด้วย

รูปที่ 2.23 หลอดไฟวิดีโอถ่ายใต้น้ำ[15]

คุณสมบัติของหลอดไฟวิดีโอถ่ายใต้น้ำ

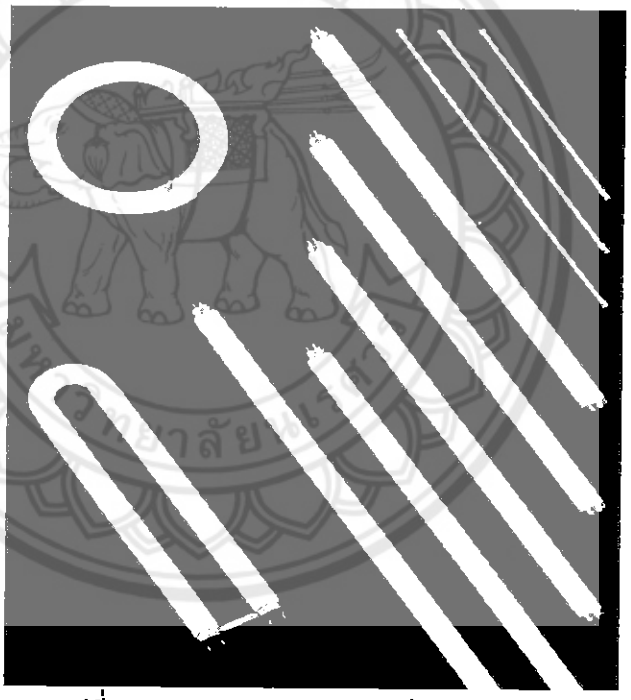
- อายุการใช้งานของหลอด 50,000 ชั่วโมง
- ให้ความสว่างที่ 2,000 ลูเมนต่อหนึ่งหัวชุดไฟ
- ควบคุมผ่านระบบอินฟาเรดจากมือจับของ Light & Motion Housing
- ใช้เวลาชาร์จไฟเพียง 1 ชั่วโมง
- ปรับความสว่างได้ 3 ระดับ
- โครงสร้างทำมาจากอะลูมิเนียม
- มีระบบสัญญาณเตือนเวลาแบตเตอรี่ใกล้จะหมด

จากที่กล่าวมาเป็นคุณสมบัติของตัวหลอดแต่ว่าหลอดไฟถ่ายวิดีโอใต้น้ำมีราคาที่แพงมากซึ่งสามารถซื้อเป็นชุดคู่กับ Light & Motion Housing ในราคา 3,799 ดอลล่าร์สหรัฐต่อคู่

2.8 หลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดที่มีอายุการใช้งานสูงกว่าหลอดไส้และสามารถออกแบบการใช้งานได้หลากหลายกว่าหลอดไส้ หลอดฟลูออเรสเซนต์มีรูปร่างหลายแบบ เช่น แบบทรงยาว แบบกลม แบบตัวยู หลอดฟลูออเรสเซนต์จำเป็นต้องใช้ร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นบัลลาสต์ สตาร์ตเตอร์ หลอดฟลูออเรสเซนต์ แบ่งออกได้ 3 ประเภท คือ ประเภทอุ่นไส้หลอด ประเภทสว่างทันที และประเภทสว่างเร็ว

หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดไฟฟ้าที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน เนื่องจากเป็นหลอดที่ให้ความสว่างมากกว่าหลอดไส้ มีความร้อนของไส้หลอดน้อยกว่าหลอดไส้ทำให้มีอายุการใช้งานยาวนานกว่าหลอดไส้ และให้แสงนวลกว่าหลอดไส้รวมทั้งสามารถปรับเปลี่ยนสีของหลอดได้หลากหลาย สามารถนำไปเป็นหลอดประดับตกแต่งให้สถานที่สวยงามได้



รูปที่ 2.24 หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดต่างๆ [1]

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 149964X
วิ.
2447ศ
2552

ส่วนประกอบของหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ ประกอบด้วย ตัวหลอด ขั้วหลอด อิเล็กโทรด สารฟอสเฟอร์ ไอปรอท และก๊าซเฉื่อย

1. ตัวหลอด เป็นหลอดแก้วภายในบรรจุด้วยอิเล็กโทรด หยดปรอทและก๊าซอาร์กอน ตัวหลอดด้านในเคลือบด้วยสารฟอสเฟอร์ (สารเรืองแสง) ที่ผิวด้านในของหลอด

ตัวหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีหลายรูปแบบ เช่น แบบทรงยาว ซึ่งเป็นแบบที่นิยมใช้กันมาก แบบวงกลม แบบรูปตัวยู ตัวหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบทรงยาวมีหลายขนาดมีทั้งแบบสั้น ยาวตามขนาดกำลังไฟฟ้าของหลอด

2. ขั้วหลอดและอิเล็กโทรด ขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์ มีหลายลักษณะและหลายขนาดขึ้นอยู่กับลักษณะของตัวหลอด เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบอุ่นไส้ และแบบสว่างเร็ว ขั้วหลอดจะเป็นแบบ 2 เขี้ยว ส่วนหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบทรงกลมขั้วหลอดจะเป็นแบบ 4 ขั้ว

อิเล็กโทรดเป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่ปล่อยอิเล็กตรอนเพื่อให้หลอดฟลูออเรสเซนต์ทำงาน อิเล็กโทรดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ อิเล็กโทรดร้อน จะทำจากขดลวดทังสเตนและเคลือบด้วยสารประเภทแบเรียม สตรอนเตียม แคลเซียม ออกไซด์ และอิเล็กโทรดเย็นทำจากเหล็ก อิเล็กโทรดร้อนจะใช้แรงดันไฟฟ้าต่ำ ส่วนอิเล็กโทรดเย็นจะใช้แรงดันไฟฟ้าสูงเพื่อให้ทำงาน ปัจจุบันนิยมใช้อิเล็กโทรดร้อนมากกว่าประเภทอิเล็กโทรดเย็นการปล่อยอิเล็กตรอนของอิเล็กโทรดร้อนทำงานด้วยการปล่อยกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านอิเล็กโทรดทำให้อิเล็กโทรดมีอุณหภูมิสูงขึ้นอิเล็กตรอนจะถูกปล่อยออกมา

นอกจากตัวหลอด ขั้วหลอด และอิเล็กโทรดแล้ว หลอดฟลูออเรสเซนต์ยังประกอบด้วยสารฟอสเฟอร์ ไอปรอท และก๊าซ สารฟอสเฟอร์หรือสารเรืองแสง เป็นสารที่ฉาบอยู่ที่ผิวด้านในของตัวหลอด สารฟอสเฟอร์นี้จะเรืองแสงเมื่อมีรังสีอัลตราไวโอเลตมากระทบสารฟอสเฟอร์ที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์มีหลายชนิดแต่ละชนิดให้สีต่างๆ เช่น สารแคลเซียมฮาโลฟอสเฟต(Calcium Halo Phosphate) ให้แสงสีขาว สารแบเรียมซิลิเกต (Barium Silicate) ให้แสงสีดำ เป็นต้น

3. หยดปรอท เมื่อจ่ายแรงดันให้หลอดและมีความร้อนเกิดขึ้นภายในหลอดทำให้หยดปรอทกลายเป็นไอมีหน้าที่ปล่อยรังสีอัลตราไวโอเลต

4. ก๊าซที่บรรจุอยู่ในหลอดฟลูออเรสเซนต์คือก๊าซอาร์กอนซึ่งจะเติมเข้าไปในหลอดฟลูออเรสเซนต์ในปริมาณน้อยๆ มีหน้าที่นำอิเล็กตรอนวิ่งไปมาระหว่างอิเล็กโทรดทั้งสองข้างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ และมีก๊าซนีออนหรืออาจเติมก๊าซคริปตอนเพื่อช่วยให้หลอดไฟสว่าง

ประเภทของหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์สามารถแบ่งประเภทตามลักษณะการเริ่มทำงาน ได้ 3 ประเภท คือ

- หลอดอุ่นไส้ (Preheat Lamps)
- หลอดสว่างทันที (Instant Start Lamps)
- หลอดสว่างเร็ว (Rapid Start Lamps)

1. หลอดอุ่นไส้ (Preheat Lamps)

หลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทอุ่นไส้หลอดเป็นหลอดไฟฟ้าที่นิยมใช้กันทั่วไปเป็นประเภทอิเล็กโทรดร้อน หลอดประเภทนี้ต้องมีอุปกรณ์ประกอบนอกเหนือจากตัวหลอดได้แก่ บัลลาสต์และสตาร์ตเตอร์

หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบอุ่นไส้หลอด ทำงานโดยการจ่ายแรงดัน 220 โวลต์ เข้าสู่วงจรในสภาวะเริ่มแรกหน้าสัมผัสของสตาร์ตเตอร์จะแยกจากกันทำให้มีแรงดันตกคร่อมที่หน้าสัมผัสของสตาร์ตเตอร์ ทำให้ก๊าซอาร์กอนเกิดการอาร์ก เกิดความร้อนในสตาร์ตเตอร์

หน้าสัมผัสไบเมททอลจะงอตัวทำให้หน้าสัมผัสของสตาร์ตเตอร์ต่อถึงกันเกิดกระแสไฟฟ้าผ่านอิเล็กโทรดทั้งสองของตัวหลอดเป็นการอุ่นไส้หลอดอิเล็กโทรดจะเริ่มร้อนมากขึ้นจนกระทั่งอิเล็กตรอนถูกปล่อยจากอิเล็กโทรดหนึ่งไปยังอิเล็กโทรดอีกข้างหนึ่งเมื่ออิเล็กตรอนกระทบกับไอปรอท ทำให้เกิดรังสีอัลตราไวโอเลต เมื่อรังสีอัลตราไวโอเลตกระทบสารฟอสเฟอร์ที่ฉาบอยู่บนผิวด้านในของหลอดจะเกิดการเรืองแสงขึ้นเมื่อหลอดเกิดการเรืองแสงความต้านทานภายในหลอดจะลดลงอิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านตัวหลอดตลอดเวลาทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านสตาร์ตเตอร์น้อยลงทำให้สตาร์ตเตอร์เย็นลงแผ่นไบเมททอลจะกลับตำแหน่งเดิมหน้าสัมผัสของสตาร์ตเตอร์แยกจากกันทำให้วงจรสตาร์ตเตอร์ถูกตัดออกจะมีแรงดันตกคร่อมที่อิเล็กโทรดสูงพอที่จะทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้ตลอดเวลาทำให้หลอดเกิดการเรืองแสงตลอดเวลา

2. หลอดสว่างทันที (Instant Start Lamps)

หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบสว่างทันทีเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ไม่ต้องอุ่นไส้หลอด สามารถทำงานได้ทันที ดังนั้นจึงไม่มีสตาร์ตเตอร์มีแต่บัลลาสต์สร้างแรงดันสูงทำให้อิเล็กโทรดสามารถปล่อยอิเล็กตรอนให้เคลื่อนที่จากอิเล็กโทรดด้านหนึ่งไปยังอิเล็กโทรดอีกด้านหนึ่ง หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบสว่างทันที เป็นหลอดที่มีขั้วหลอดด้านละ1ขั้ว หลอดประเภทสว่างทันทีเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าหลอดผอม (Slam line)

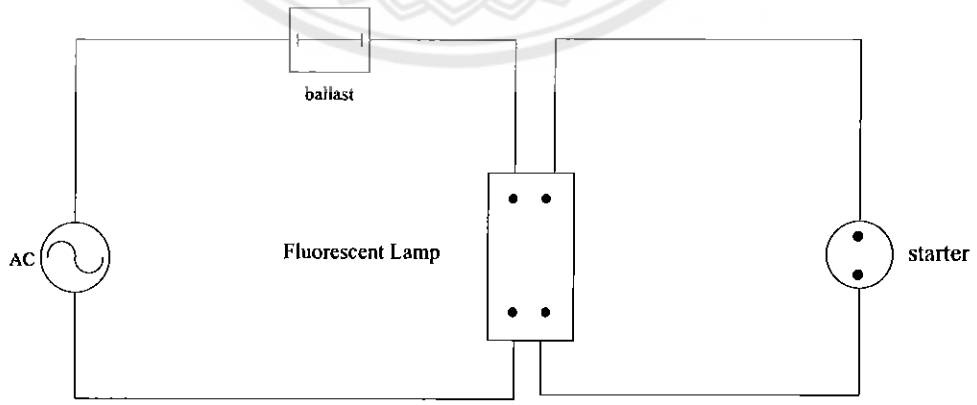
การทำงานของหลอดประเภทสว่างทันที คือ บัลลาสต์จะผลิตแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าสูงมากประมาณ 500-1,000 โวลต์ตกคร่อมอิเล็กโทรด อิเล็กตรอนจากขั้วอิเล็กโทรดด้านหนึ่งจะแตกตัวแล้วเคลื่อนตัวไปหาอิเล็กโทรดอีกด้านหนึ่งทำให้เกิดการเรืองแสงขึ้น แรงดันที่ตกคร่อมอิเล็กโทรดทั้งสองข้างจะลดลงสู่สภาวะปกติ เมื่อหลอดเกิดการเรืองแสงแล้ว

3. หลอดสว่างเร็ว (Rapid Start Lamps)

หลอดประเภทสว่างเร็วเป็นหลอดที่มีการทำงานเร็วกว่าประเภทอุ่นไส้หลอดแต่ช้ากว่าหลอดประเภทสว่างทันที หลอดประเภทสว่างเร็วไม่ต้องมีสตาร์ตเตอร์แต่มีบัลลาสต์ที่ออกแบบมาใช้เฉพาะงานโดยมีการสร้างขดลวดชุดอุ่นไส้หลอด คือ มีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 3-5 โวลต์สำหรับอุ่นไส้หลอดเป็นการรวมข้อดีของหลอดประเภทอุ่นไส้หลอด และประเภทสว่างทันทีเอาไว้ด้วยกัน

หลอดประเภทสว่างเร็วสามารถเร่งหรือลดแสงได้ง่ายกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ประเภทอื่นๆและสามารถออกแบบเป็นพิเศษให้มีความสว่างมากขึ้นได้

หลอดประเภทสว่างเร็วสามารถออกแบบให้มีความสว่างมากขึ้นซึ่งสามารถแยกออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบความสว่างสูง และแบบความสว่างสูงมาก

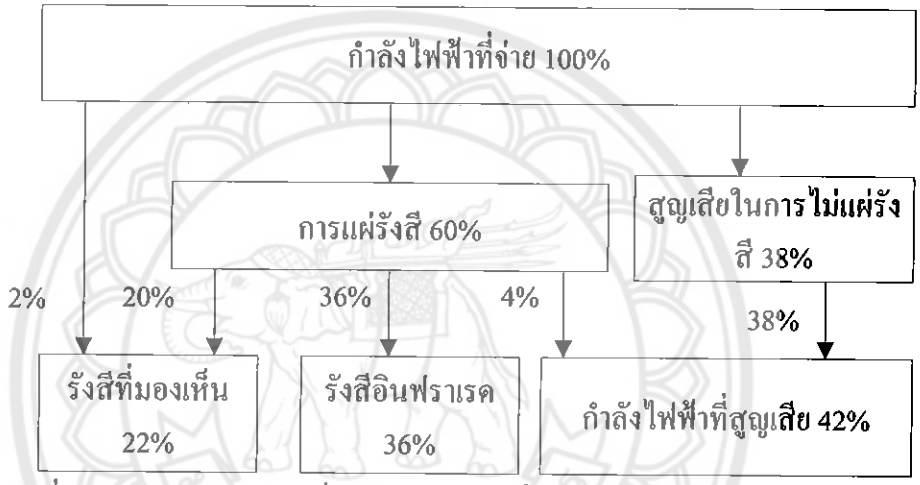


รูปที่ 2.25แสดงวงจรของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์มีประสิทธิภาพของหลอด(อัตราส่วนของปริมาณของแสงสว่างที่ออกจากหลอดต่อกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้หลอด) ประมาณ 30-83 ลูเมนต่อวัตต์ซึ่งจะสูงกว่าหลอดไส้ เนื่องจากไม่สูญเสียกำลังงานในการจุดไส้หลอด

การส่งพลังงานออกมาของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Energy Distribution) ในวงจรของหลอดฟลูออเรสเซนต์นั้น เมื่อให้พลังงานแก่วงจรพลังงานที่ทำให้เกิดการมองเห็นของตาได้ (Visible Light) จะมีเพียง 22% เท่านั้น พลังงานส่วนที่เหลือ คือ พลังงานที่ก่อให้เกิดรังสีอินฟราเรด และพลังงานสูญเสียตามลำดับ พลังงานที่เกิดในวงจรของหลอดฟลูออเรสเซนต์ แสดงได้ดังรูป 2.26



รูปที่ 2.26 ผังแสดงพลังงานที่ใส่เข้าไปให้และที่ออกมาจากหลอดฟลูออเรสเซนต์

แสงสว่างที่ออกมาจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีใช้กันอยู่ทั่วไปนั้นประสิทธิภาพของหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั่วๆ ไป สามารถหาได้จากอัตราส่วนของปริมาณเส้นแรงของแสงสว่างที่ออกจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ต่อพลังงานไฟฟ้าที่ใส่เข้าไปให้แก่หลอดฟลูออเรสเซนต์นั้นๆ ซึ่งมีหน่วยเป็นลูเมนต์ต่อวัตต์ (Lumen/Watt) ถ้าอัตราส่วนดังกล่าวมีค่ามาก ก็หมายความว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ดวงนั้นสามารถให้แสงสว่างออกมามากกว่าเมื่อเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีอัตราส่วนต่ำกว่า ณ ระดับพลังงานที่เท่ากัน และหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้อยู่ในท้องตลาดทั่วไปนั้น แต่ละชนิดแต่ละขนาดจะมีประสิทธิภาพแตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับรูปร่าง กรรมวิธีในการผลิตฯลฯ

อายุการใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์โดยทั่วไปจะมีอายุการใช้งานมากกว่าหลอดไส้ อายุการใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์แต่ละหลอดจะมีค่าไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับการเปิด-ปิด หากมีการเปิด-ปิดบ่อยจะทำให้อายุการใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์สั้นลง เนื่องจากการเสื่อมของสารฟอสเฟอร์ นอกจากนั้นอายุการใช้งานของหลอดยังขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพของสตาร์ตเตอร์และบัลลาสต์ โดยปกติอายุการใช้งานเฉลี่ยของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประมาณ 9,000-12,000 ชั่วโมง

ในทางปฏิบัติ อายุการใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์จะมีองค์ประกอบในการพิจารณาหลายประการ เช่น ชนิดของสตาร์ตเตอร์ที่ใช้ ชนิดของบัลลาสต์ที่ใช้ ขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้ แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ เป็นต้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้จะมีผลต่อการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ และอาจเป็นสาเหตุทำให้คุณสมบัติการใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์เปลี่ยนแปลงไป

สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์แบบขั้วแคโทดร้อน (Hot Cathode) อายุการใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์จะขึ้นอยู่กับความถี่ในการเปิด-ปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ แต่ถ้าเป็นหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดแคโทดเย็น (Cold Cathode) จะไม่ขึ้นอยู่กับความถี่ของการเปิด-ปิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์

เพาเวอร์แฟกเตอร์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์

เนื่องจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ประกอบด้วยบัลลาสต์ซึ่งเป็นขดลวดทำให้ค่าเพาเวอร์เป็นแบบล้าหลังมีค่าไม่ถึง 1 (หลอดไส้มีค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์เท่ากับ 1) ผลของค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ไม่ถึง 1 ทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลในสายสูงขึ้น จึงต้องแก้ไขโดยการต่อคาปาซิเตอร์ขนานกับวงจรของหลอดเพื่อเพิ่มค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์ให้ใกล้เคียง 1 มากที่สุด

ผลของอุณหภูมิที่ออกมาจากหลอดฟลูออเรสเซนต์

หลอดฟลูออเรสเซนต์ส่วนใหญ่ที่ใช้กันอยู่จะมีประสิทธิภาพที่ดีที่อุณหภูมิประมาณ 80-90 องศาฟาเรนไฮต์เนื่องจากว่าถ้าอุณหภูมิต่ำกว่าค่าดังกล่าวจะทำให้ความดันไอปรอทที่บรรจุอยู่ภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์ลดลงและส่งผลให้พลังงานอัลตราไวโอเลตลดน้อยลงด้วย การทำปฏิกิริยาของพลังงานอัลตราไวโอเลตกับสารเรืองแสงสว่างก็จะลดน้อยลงไปด้วยในทางตรงกันข้ามที่ความดันสูงๆจะทำให้เกิดแสงสว่างที่มีความยาวคลื่นยาวขึ้นซึ่งเป็นความยาวคลื่นที่ใกล้เคียงกับคลื่นของแสงสว่างที่ตามองเห็น และความยาวคลื่นแสงสว่างในย่านนี้จะมีผลต่อสารเรืองแสงสว่างน้อยจึงทำให้ได้แสงสว่างน้อยลงไปด้วย

การนำหลอดฟลูออเรสเซนต์ไปใช้งาน

หลอดฟลูออเรสเซนต์เป็นหลอดที่มีอายุการใช้งานมากกว่าหลอดไส้ คือ ประมาณ 9,000-12,000 ชั่วโมง มีหลายขนาด เช่น 18 วัตต์ 36 วัตต์ 40 วัตต์ เป็นต้น ตัวหลอดมีทั้งแบบตรง แบบวงกลม แบบรูปตัวยู หลอดฟลูออเรสเซนต์มีหลายสี เช่น เดย์ไลท์ คูลไวท์ วอร์มไวท์ และยังสามารถแบ่งออกเป็นประเภทสะท้อนแสงและหลอดอัลตราไวโอเลต

หลอดเดย์ไลท์ เป็นหลอดที่ให้แสงสว่างใกล้เคียงธรรมชาติมาก จึงทำให้สามารถแยกสีของวัตถุได้อย่างถูกต้อง เป็นหลอดที่ใช้ทั่วไปตามบ้านเรือน สำนักงาน โรงแรม ภัตตาคาร

หลอดวอร์มไวท์ เป็นหลอดที่ให้แสงสีค่อนไปทางเหลืองแดง แสงที่เปร่งออกมาทำรู้สึกอบอุ่น เหมาะกับบริเวณที่มีอากาศหนาวเย็น หรือบริเวรห้องจัดเลี้ยง ห้างสรรพสินค้า ห้องนอน เป็นต้น

หลอดคูลไวท์ มีลักษณะคล้ายหลอดเดย์ไลท์ แต่แสงใกล้เคียงแสงธรรมชาติน้อยกว่าหลอดเดย์ไลท์เหมาะกับบ้านพักอาศัย สำนักงาน โรงแรม ภัตตาคาร ห้องเรียน ซูปเปอร์มาเก็ต

หลอดแบ็ลคไลท์ เป็นหลอดที่ใช้ในสถานที่ประเภท สถานเริงรมย์ บาร์ ไนท์คลับ

หลอดสี หลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่ผลิตออกมาเป็นหลอดสีต่างๆ เช่น แดง เหลือง ชมพู เขียว เป็นต้น เหมาะกับงานประเภทประดับ ตกแต่ง เช่น โรงละคร เวที ดนตรี ตู้โชว์ เป็นต้น

นอกจากหลอดฟลูอเรสเซนต์ที่กล่าวมาข้างต้นแล้วในปัจจุบันบริษัทผู้ผลิตได้ออกแบบหลอดฟลูออเรสเซนต์เพื่อใช้งานประเภทต่างๆ อีกมากมาย เช่น หลอด UV ใช้สำหรับถ่ายเพลททำให้เกิดการแข็งตัวของหมึกพิมพ์ กาว หรือใช้สำหรับล่อแมลงหรือใช้สำหรับรักษาโรคผิวหนังบางชนิด ได้แก่โรคคนเผือก

หลอดฟลูออเรสเซนต์กับการประหยัดพลังงาน

แสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็น ในการดำเนินชีวิตของมนุษย์ หลอดไฟฟ้าเป็นแหล่งกำเนิดแสงที่สำคัญแต่พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับหลอดไฟฟ้าเริ่มไม่เพียงพอกับความต้องการ

ในปัจจุบันได้มีการผลิตหลอดประหยัดพลังงานออกมาจำหน่ายรวมทั้งผลิตหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ออกมาจำหน่ายด้วย ซึ่งหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์สามารถประหยัดพลังงานได้ประมาณ 80% เมื่อเทียบกับหลอดไส้

การเลือกหลอดไฟฟ้าและการออกแบบระบบแสงสว่างจึงต้องคำนึงถึงการประหยัดพลังงานด้วยในปัจจุบันแนวทางการออกแบบระบบแสงสว่างให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้ามี 2 แนวทาง คือ

1. การใช้บัลลาสต์สูญเสียต่ำ(Low Loss Ballast) และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast) แทนบัลลาสต์แบบแกนเหล็กร่วมกับหลอดฟลูออเรสเซนต์

2. การใช้หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดตะเกียบ

2.9 หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์หรือหลอดตะเกียบ

หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ หรือ หลอดตะเกียบ หรือเรียกสั้นๆว่า หลอดคอมแพคท์ ปัจจุบันผลิตออกมาหลายลักษณะมีทั้งแบบขั้วเสียบและขั้วเกลียวแบ่งออกเป็น 5 แบบ คือ หลอด SL แบบขั้วเกลียว หลอด PL ขั้วเกลียว หลอด PL 4 แท่งขั้วเกลียว หลอดตะเกียบขั้วเสียบ หลอด PL 4 แท่งขั้วเสียบ

รูปที่ 2.27หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ หรือหลอดตะเกียบ [2]

หลอด SL เป็นหลอดที่มีหลอดแก้วคลอบหลอดรูปตัวยู เป็นหลอดที่มีบัลลาสต์และสตาร์ตเตอร์ในตัวมีขั้วแบบเกลียว E27 สามารถใช้แทนหลอดไส้ทั่วไปได้มีหลายขนาดเช่น 9 วัตต์ 13 วัตต์ 18 วัตต์ เป็นต้นหลอด SL จะประหยัดพลังงานมากกว่าหลอดไส้ประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ มีหลายสี เช่นสีวอร์มไวท์ สีเดย์ไลท์ สีขาวขุ่น เป็นต้น

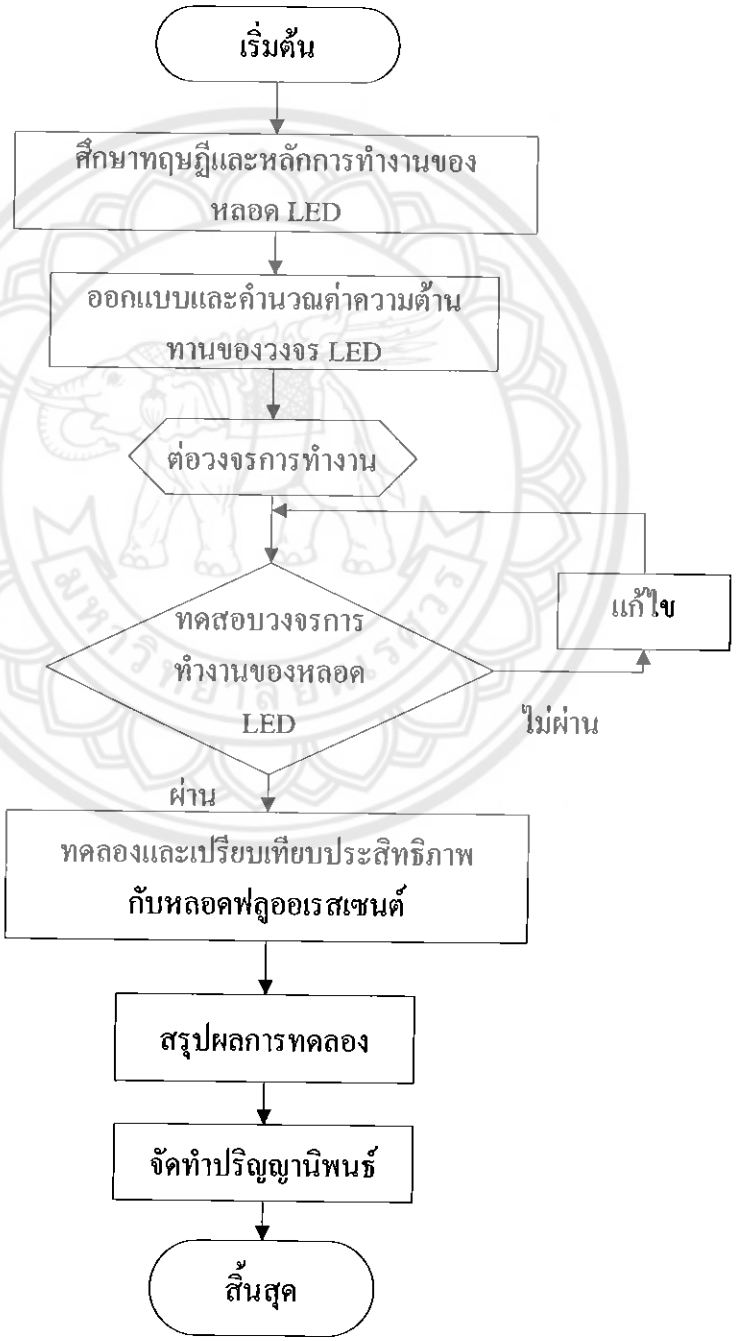
การนำหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ไปใช้งาน

หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์เหมาะกับบริเวณที่ต้องเปิดไฟทิ้งไว้เป็นเวลานานหรือบริเวณที่เปลี่ยนหลอดยาก เช่นโคมไฟหัวเสา ทางเดิน บันได ห้องรับแขก ระเบียง ร้านค้า ร้านอาหาร สำนักงาน โรงแรม ฯลฯ

บทที่ 3

ขั้นตอนการศึกษาและออกแบบการทดลอง

ในการออกแบบการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้มีการวางแผนการดำเนินงานเพื่อเป็นแนวทางในการในการปฏิบัติงาน สามารถแสดงได้ดังแผนผังการทำงานดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงการทำงาน

3.1 หลักการออกแบบการทดลอง

การออกแบบการทดลองโดยใช้หลอดแอลอีดีมาทำการต่อวงจรการทดลองเพื่อเปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ โดยจะเปรียบเทียบการใช้พลังงาน ความสว่าง ราคาของหลอด และความร้อนของหลอดโดยเริ่มจากการศึกษาหลักการและทฤษฎีเบื้องต้น จากบทที่ 2 เพื่อนำข้อมูลเหล่านั้น มาใช้ในการคำนวณหาค่าตัวต้านทานที่จะต้องใช้ในการต่อวงจรใช้งานของหลอดแอลอีดีหากเลือกใช้ค่าของตัวต้านทานที่ผิดก็อาจทำให้หลอดแอลอีดีเสียหายหรือขาดได้

สูตรในการคำนวณหาค่าตัวต้านทาน

$$R = \frac{(E - V_{LED})}{I} \tag{3-1}$$

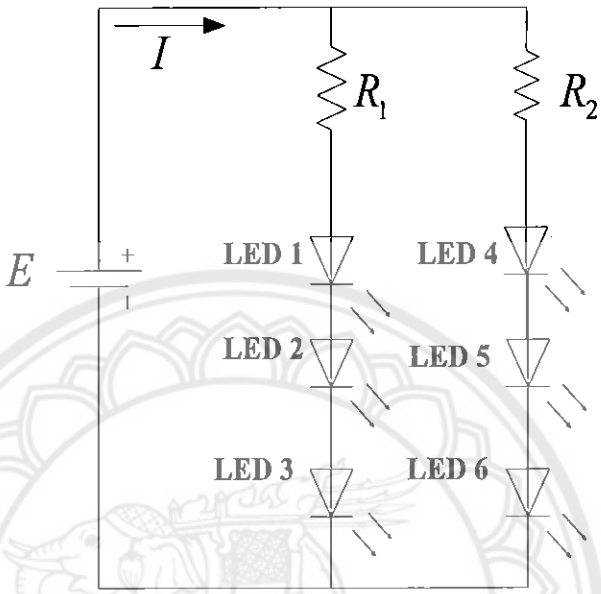
ในการออกแบบการทดลองนี้ ใช้หลอดแอลอีดีแบบหลอดซุปเปอร์ไบท์ ซึ่งเป็นหลอดแอลอีดี แบบที่ให้แสงสีขาวนวลเหมือนกับสีของแสงในหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยใช้ทั้งหลอดแอลอีดีแบบหัวมนและหลอแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยมซึ่งหลอดทั้งสองแบบนี้ให้แสงสว่างสูง ไม่มีความร้อน กินไฟน้อยซึ่งกินไฟเพียง 3-5 วัตต์เท่านั้นเอง

สมการการคำนวณค่าความต้านทานที่ใช้ในวงจรดังรูปที่ 3.2 ถ้าต้องการคำนวณค่าความต้านทาน R1 โดยการใช้หลอดแอลอีดีจำนวน 3 หลอดต่อตัวต้านทาน 1 ตัวโดยให้แรงดันไฟเลี้ยงมีขนาด 9 โวลต์และให้แรงดันไบอัสที่ตกคร่อมหลอดแอลอีดีแต่ละตัวมีค่า 2.5 โวลต์และกระแส 20 มิลลิแอมป์ โดยคำนวณได้ดังสมการ (3-2)

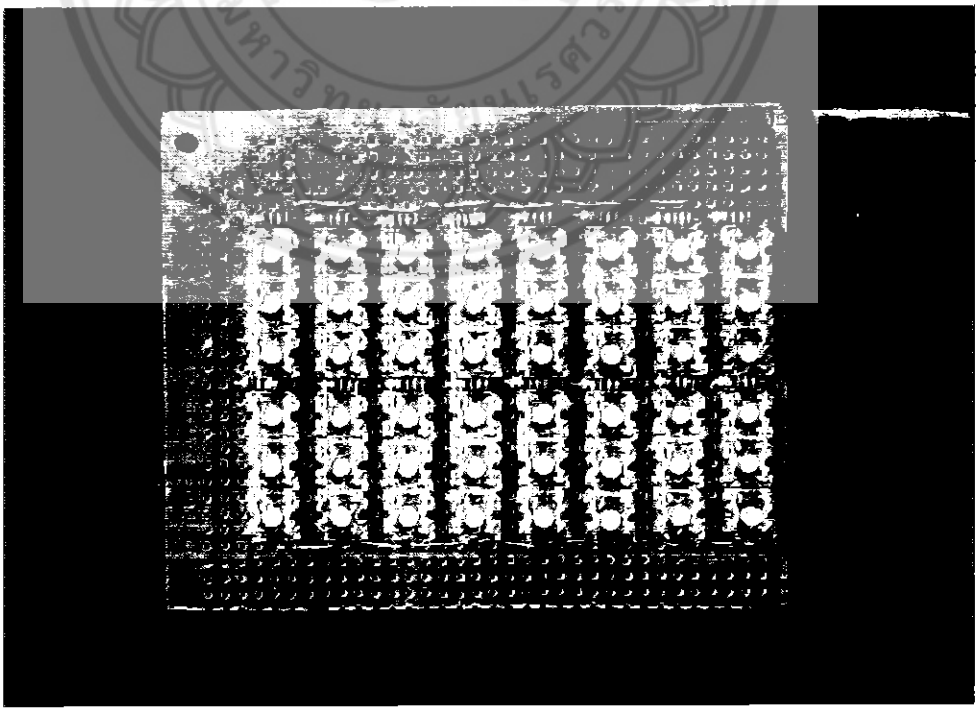
$$R_1 = \frac{\left[E - (V_{LED1} + V_{LED2} + V_{LED3})\right]}{I} \tag{3-2}$$

3.2 วงจรการต่อหลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยม

หลักการต่อวงจรเป็นการต่อวงจรแบบขนานกันโดยใช้ตัวต้านทานขนาด 100 โอห์มต่ออนุกรมกับหลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยมจำนวน 3 หลอด ดังตัวอย่างวงจรดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรการต่อหลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยมแบบขนาน



รูปที่ 3.3 การต่อวงจรหลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยม

การต่อวงจรตามรูป 3.3 เป็นการต่อวงจรหลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยมโดยการต่อตัวต้านทานเข้ากับวงจรหลอดแอลอีดีโดยใช้ตัวต้านทานขนาด100 โอห์ม ต่ออนุกรมกับหลอดแอลอีดีที่ให้แสงสีขาวขนาด 5 มิลลิเมตรจำนวน 3 หลอดแล้วนำวงจรมาต่อขนานกันโดยใช้หลอดแอลอีดีทั้งหมดจำนวน 48 หลอดและใช้ตัวต้านทานทั้งหมดจำนวน 16 ตัวค่าความต้านทานที่ใช้ 100 โอห์มได้จากการคำนวณตามสมการ 3-2 จากการคำนวณตามสมการ 3-2 ได้ค่าความต้านทาน 70 โอห์ม แต่ที่ใช้ค่าความต้านทาน 100 โอห์มเนื่องจากการใช้ค่าความต้านทานที่มากกว่าที่คำนวณได้จะทำให้อายุการใช้งานของหลอดแอลอีดียาวนานยิ่งขึ้นและใช้แรงดันกระแสตรง 9 โวลต์

รูปที่ 3.4 ความสว่างของหลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยม

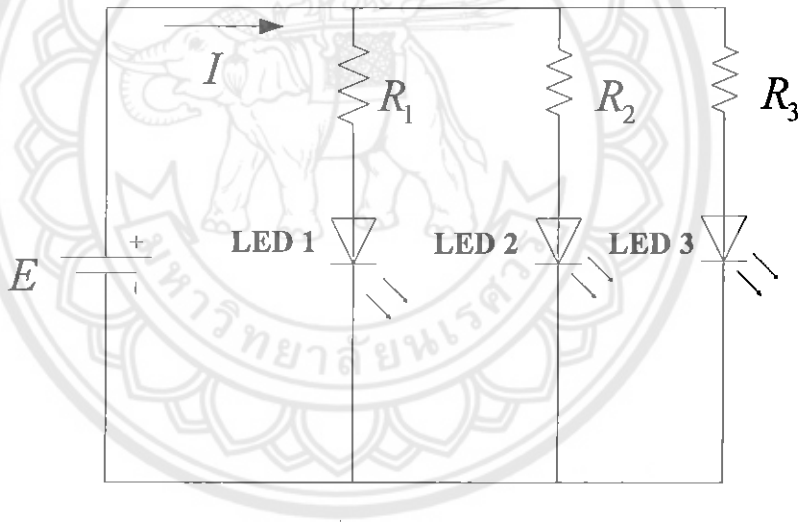
จากรูป 3.3 การให้แสงสว่างของหลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยมให้แสงสว่างน้อยเนื่องจากการใช้ค่าความต้านทานมากกว่าค่าที่คำนวณได้

3.3 วงจรการต่อหลอดแอลอีดีแบบหัวมน

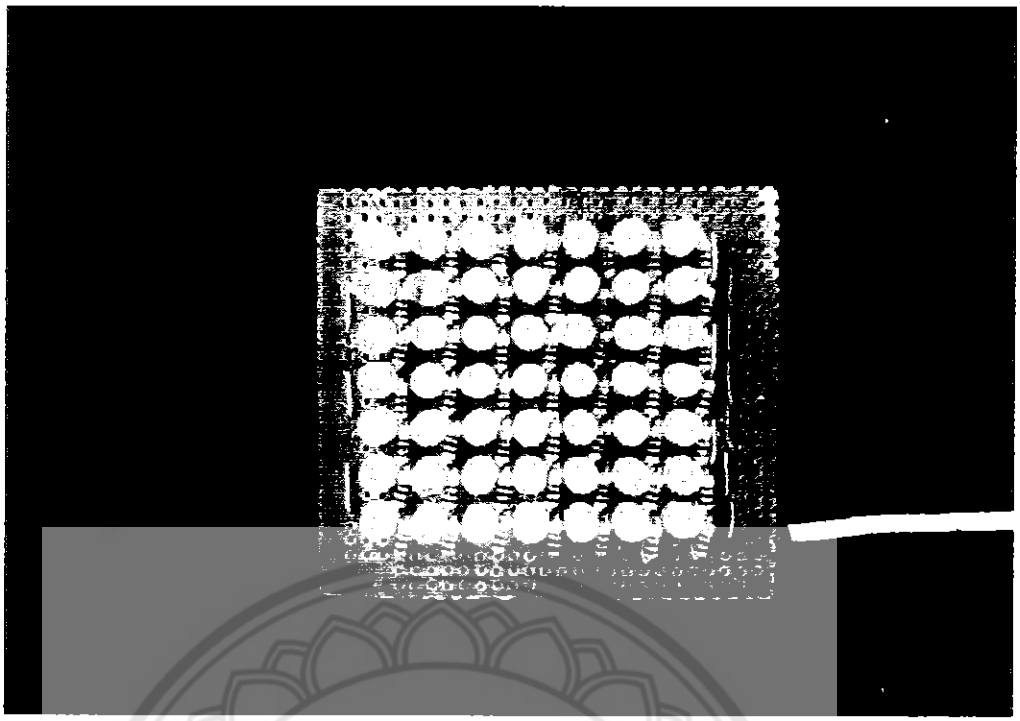
หลักการต่อวงจรของหลอดแอลอีดีแบบหัวมนสามารถใช้วิธีการต่อแบบขนาน เหมือนกับการต่อวงจรของหลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยมและสามารถต่อวงจรแบบอนุกรมโดยใช้ตัวต้านเพียงตัวเดียวได้ แต่ในการทำปริญญานิพนธ์นี้ได้ใช้การต่อวงจรของหลอดแอลอีดีแบบหัวมนนี้เป็นการต่อวงจรขนานกันดังรูป 3.5โดยการคำนวณค่าความต้านทานเช่นต้องการคำนวณค่าความต้านที่ R1 ,R2 และ R3 คำนวณได้ดังสมการ (3-3)โดยการเพิ่มค่าแรงดันที่ไบอัสที่ตกคร่อมหลอดแอลอีดี

$$R_1 = \frac{\left[E - \left(V_{LED1}\right)\right]}{I} \qquad (3\text{-}3)$$

จากสมการข้างต้นให้ใช้ค่าแรงดันที่ 10 โวลต์และใช้ค่ากระแสที่ 20 มิลลิแอมป์



รูปที่ 3.5 การต่อวงจรหลอดแอลอีดีแบบหัวมนแบบขนาน



รูปที่ 3.6 การต่อวงจรแอลอีดีแบบหัวมน

รูปที่ 3.7 ความสว่างของหลอดแอลอีดีแบบหัวมน

3.4 ขั้นตอนการทดลองและเปรียบเทียบประสิทธิภาพ

1. ทำการต่อวงจรการทดลองหลอดแอลอีดีโดยใช้หลอดแอลอีดีแบบซุปเปอร์ไบท์ชนิดหัวมนจำนวน 49 หลอดและใช้ตัวต้านทานขนาด 1 กิโลโอห์ม จำนวน 49 ตัวต่อเข้ากับแหล่งจ่าย 10 โวลต์
2. นำหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 1×36 วัตต์ และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ขนาด 1×18 วัตต์ มาใช้ในการพิจารณาเปรียบเทียบกับหลอดแอลอีดี
3. เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลองเปรียบเทียบประสิทธิภาพ คือ ลักซ์มิเตอร์ มัลติมิเตอร์ และ อินฟาเรดเทอร์โมมิเตอร์
4. การวัดค่าความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ และหลอดแอลอีดีจะวัดที่ความสูงจากหลอดไฟถึงลักซ์มิเตอร์ที่ 1 เมตร
5. ทำการวัดค่าความสว่างของหลอดไฟตามระยะที่ใช้ในการวัดโดยใช้ ลักซ์มิเตอร์ในการปริมาณแสงสว่างเป็นลักซ์
6. นำค่าที่ได้จากการวัดมาคิดเปรียบเทียบกับจำนวนวัตต์ที่ใช้ไปเป็นอันสิ้นสุดการทดลอง

บทที่ 4
ผลการทดลองและวิจารณ์ผล

จากในบทที่ 3 ได้กล่าวถึงขั้นตอนการทดลองและเปรียบเทียบประสิทธิภาพความสว่างของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และยังได้ยกตัวอย่างการคำนวณค่าความต้านทานที่ใช้ในการต่อในวงจรการทดลองทั้งวงจรของหลอดแอลอีดีแบบตัวถังรูปสี่เหลี่ยมและแบบหัวมนซึ่งได้ทำการทดลองเปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้งสองวงจร

ในบทนี้จะได้แสดงถึงผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์โดยจะทดลองเปรียบเทียบการทดลองแบ่งเป็น 4 ส่วนด้วยกัน ได้แก่

1. พลังงาน
2. ความสว่าง
3. ความร้อนของหลอด
4. ราคาของหลอดไฟ

4.1 การนำเสนอผลการทดลอง

จากผลการทดลองศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพความสว่างของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์รวมถึงการทดลองวัดปริมาณทางไฟฟ้าทั้งกระแส แรงดัน กำลังไฟฟ้า และความร้อนของหลอดโดยเปรียบเทียบตามค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยค่าที่ได้จากการวัดจากเครื่องมือวัดโดยใช้ วัตต์มิเตอร์ ลักซ์มิเตอร์ และอินฟาเรดเทอร์โมมิเตอร์ ใช้วัดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ไป วัดค่ากำลังของความสว่าง และวัดค่าความร้อนตามลำดับแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน

4.2 การบันทึกการทดลองวัดค่าคุณลักษณะทางไฟฟ้าของหลอดไฟ

ตารางที่ 4.1 การบันทึกการทดลองวัดค่าเฉลี่ยจากการวัด 3 ครั้ง ของหลอดไฟ

คุณลักษณะทางไฟฟ้า	หลอดแอลอีดี 49 หลอด	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด	หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด
แรงดัน (โวลต์)	10 (DC)	231	229.8
กระแส (แอมป์)	0.34	0.488	0.15
กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	3.4	47.6	18
ความสว่าง (ลักซ์)	280	307	124

4.3 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานของหลอดไฟ

ตารางที่ 4.2 การเปรียบเทียบการใช้พลังงานของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์เมื่อเปิดใช้เป็นเวลา 10 ชั่วโมง

หลอดไฟ	จำนวนวัตต์ (W)	เวลาที่ทำงาน (ชั่วโมง)	กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์)	พลังงานที่ใช้ไป (หน่วย)
หลอดแอลอีดี 49 หลอด	3.4	10	0.0034	0.034
หลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด	47.6	10	0.0476	0.476
หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด	18	10	0.018	0.18

4.4 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดไฟ

ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ที่ความสูง 1 เมตร

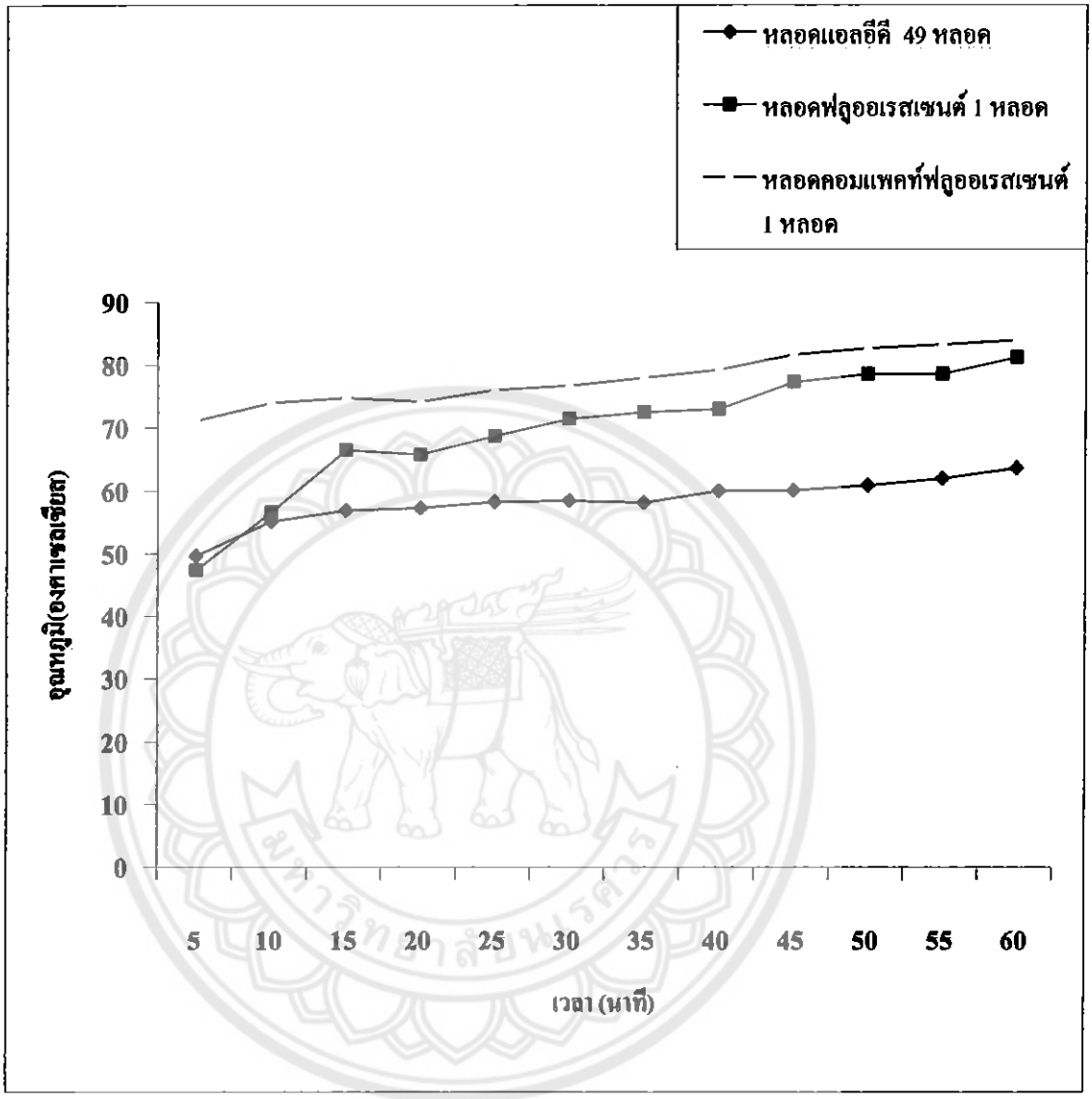
หลอดไฟ	จำนวนวัตต์ (W)	ความสว่างของหลอด (Lux)	ประสิทธภาพการส่องสว่าง (Lux/watts)
หลอดแอลอีดี 49 หลอด	3.4	280	82.35
หลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด	47.6	307	6.39
หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด	18	124	6.88

4.5 การเปรียบเทียบความร้อนของหลอดไฟ

ตารางที่ 4.4 การเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความร้อนของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์

เวลา (นาที)	อุณหภูมิของหลอด ($°C$)		
	หลอดแอลอีดี 49 หลอด	หลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด	หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด
5	49.5	47.26	71
10	55	56.43	73.9
15	56.7	66.3	74.63
20	57.16	65.66	74.1
25	58.13	68.56	75.93
30	58.3	71.3	76.63
35	58.03	72.4	77.83
40	59.9	72.9	79.16
45	59.93	77.16	81.63
50	60.73	78.5	82.6
55	61.86	78.5	83.13
60	63.46	81.13	83.86

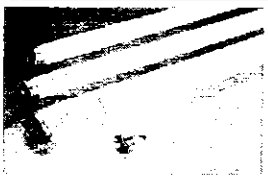
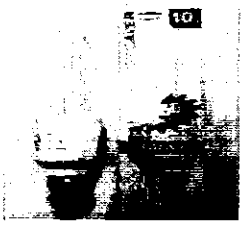
กราฟแสดงการเปรียบเทียบความร้อนของหลอดแอลอีดี 49 หลอดกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอดและหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ 1 หลอด



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบความร้อนของหลอดไฟ

4.6 การเปรียบเทียบราคาของหลอดไฟ

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบราคาของหลอดแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์

หลอดไฟ	จำนวนวัตต์ (W)	ราคา (บาท)
หลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์ (ฟิลิปส์)	27	1,428.-
หลอดไฟแอลอีดีแบบขั้ว E27	0.8-3	200-850.-
หลอดฟลูออเรสเซนต์(ฟิลิปส์)	36	52.-
หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์(ฟิลิปส์)	23	200.-
หลอดฟลูออเรสเซนต์ (ออสแลม) 	36	52.-
หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ (ออสแลม) 	20	137.-

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลที่ได้จากการทดลอง

การนำหลอดมาทำการแอลอีดีทดลองโดยการนำหลอดแอลอีดีหลายๆหลอดมาต่อรวมกันเป็นวงจรหลอดแอลอีดีที่มีความสว่างมากจึงนำวงจรหลอดแอลอีดีมาเปรียบเทียบประสิทธิภาพการทำงานกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ ทั้งนี้เพื่อต้องการเปรียบเทียบการใช้พลังงาน ความสว่าง ความร้อนของหลอด และราคาของหลอดทั้งสามแบบในปริญญานิพนธ์นี้ใช้หลอดแอลอีดีแบบหัวมนขนาด 5 มิลลิเมตร มาใช้ในการทดลองจำนวน 49 หลอดต่อวงจรกับตัวต้านทานขนาด 1 กิโลโอห์ม จำนวน 49 ตัวสามารถให้ความสว่างถึง 280 ลักซ์/1 เมตรโดยใช้แหล่งจ่ายแรงดันกระแสตรงเพียง 10 โวลต์ เท่านั้น อีกทั้งยังใช้พลังงานเพียง 3.4 วัตต์และมีความร้อนน้อยกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ส่วนการเปรียบเทียบราคาของหลอดไฟแอลอีดีกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์นั้นพบว่าหลอดไฟ แอลอีดีฟลูออเรสเซนต์ของฟิลิปส์กับหลอดแอลอีดีแบบขั้วเกลียวแอลอีดีแบบใช้แทนหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ได้ มีราคาที่สูงมากกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์กับหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ทั่วไปความร้อนที่เกิดขึ้นของหลอดแอลอีดีที่วัดได้จากการทดลองพบว่ามีความร้อนไม่สูงมากเมื่อเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ โดยเฉพาะหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ที่มีความร้อนสูงมากซึ่งวัดได้เมื่อหลอดทำงานในระยะเวลา 60 นาที มีความร้อน 83.86 $^{\circ}C$ ส่วนหลอดแอลอีดีและหลอดฟลูออเรสเซนต์มีความร้อน 63.46 $^{\circ}C$ และ 81.13 $^{\circ}C$ ตามลำดับ

5.2 ข้อเสนอแนะในการพัฒนา

1. ในการต่อวงจรหลอดแอลอีดีนั้นสามารถทำให้สว่างมากขึ้นถ้าใช้ตัวต้านทานที่เหมาะสม ถ้าใช้ค่าความต้านทานที่เหมาะสมจะสามารถช่วยเพิ่มอายุการใช้งานให้ยาวนานมากขึ้นและอาจใช้วงจรขับเพื่อความสว่างที่มากขึ้นหรือนำไปพัฒนาเพื่อความประหยัดพลังงานต่อไปได้

5.3 ปัญหาที่พบและวิธีการแก้ไข

1. การต่อวงจรหลอดแอลอีดีเป็นการต่อวงจรที่ค่อนข้างละเอียดในการต่อขั้วบวกขั้วลบให้ถูกต้อง จึงจำเป็นต้องต่อหลอดแอลอีดีทีละหลอดเพื่อความถูกต้องของวงจร ถ้าต่อวงจรผิดขั้วก็ทำให้หลอดแอลอีดีไม่สว่างได้

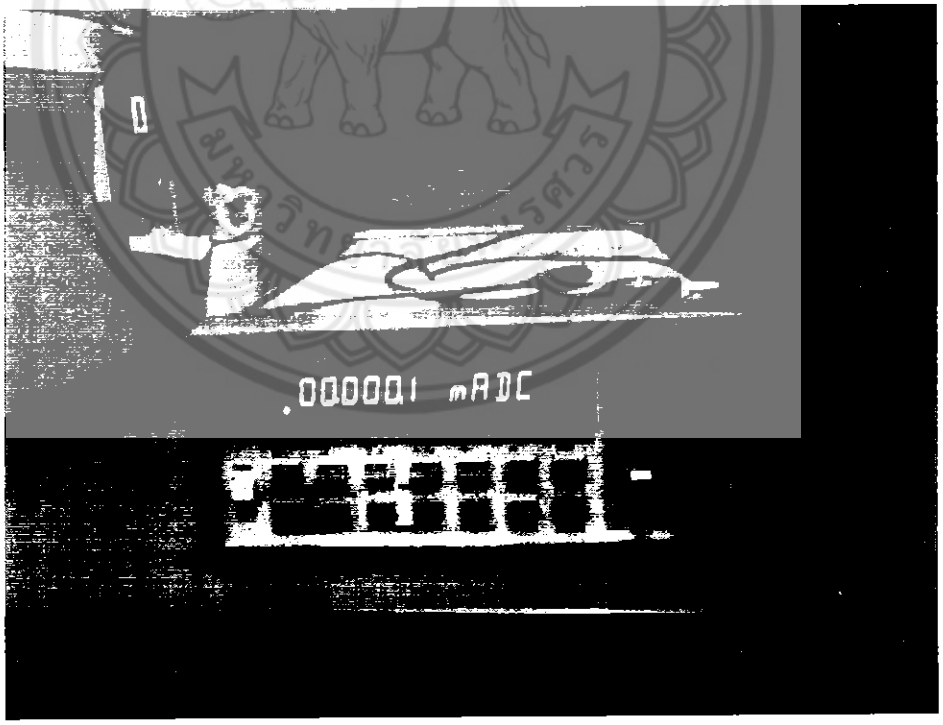
2. จากการทดลอง แหล่งจ่ายของวงจรหลอดแอลอีดีจำเป็นต้องเป็นแหล่งจ่ายที่ให้แรงดันคงที่ จึงควรใช้ แหล่งจ่ายกระแสตรงเพื่อจะได้แรงดันที่คงที่ทำให้ได้ค่าในการทดลองที่ถูกต้อง

ภาคผนวก ก.
อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงานนี้

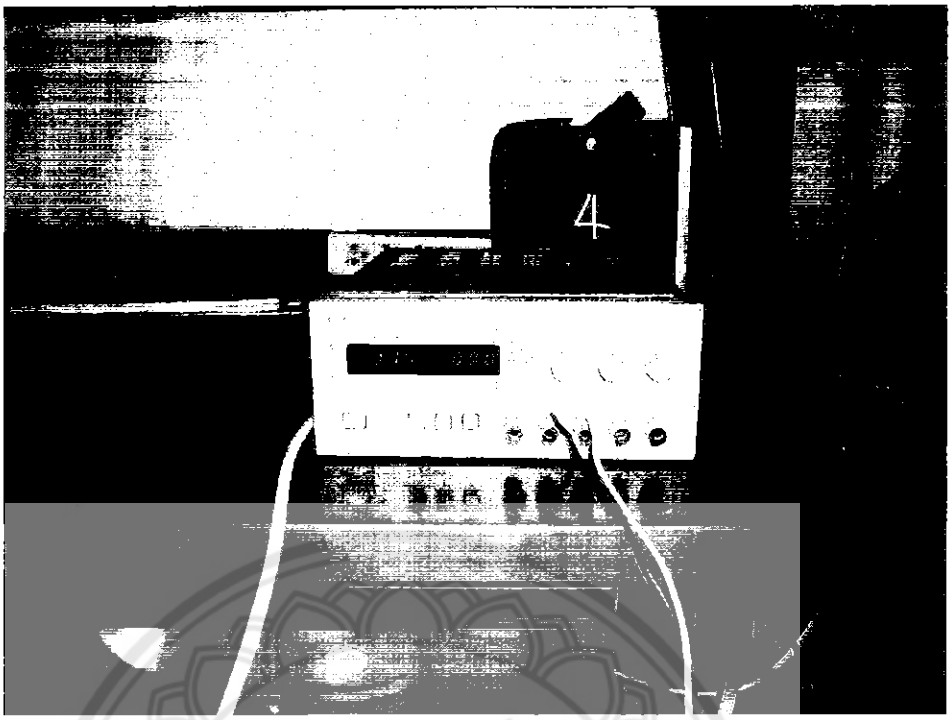
รูปที่ 1 เครื่องวัดแสง (Lux meter)

รูปที่ 2 เครื่องวัดอุณหภูมิ(InfraRed Thermometer)

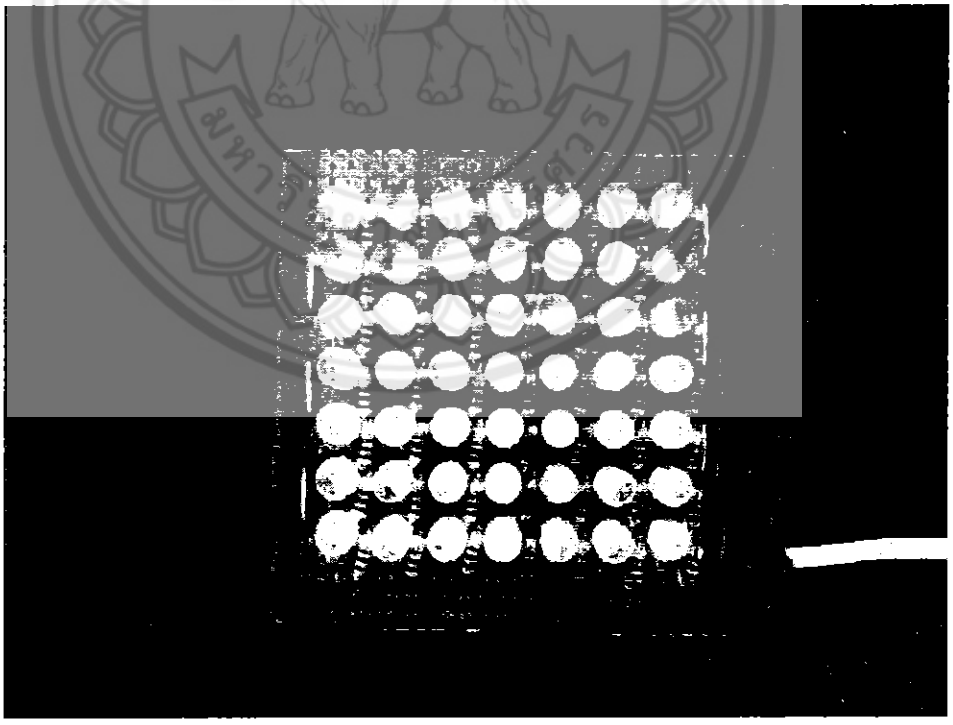
รูปที่ 3 เครื่อง Power and Harmonics Analyzer



รูปที่ 4 มัลติมิเตอร์

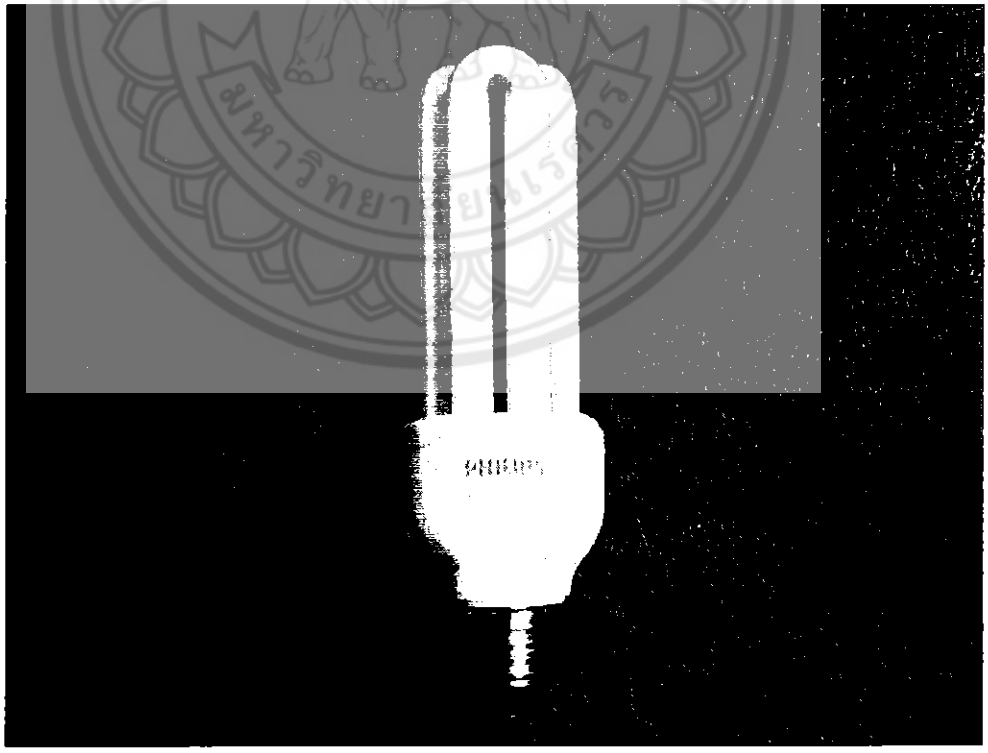


รูปที่ 5 แหล่งจ่ายกระแสตรง (DC Power Supply)



รูปที่ 6 วงจรหลอดแอลอีดี

รูปที่ 7 หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 วัตต์



รูปที่ 8 หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ขนาด 18 วัตต์

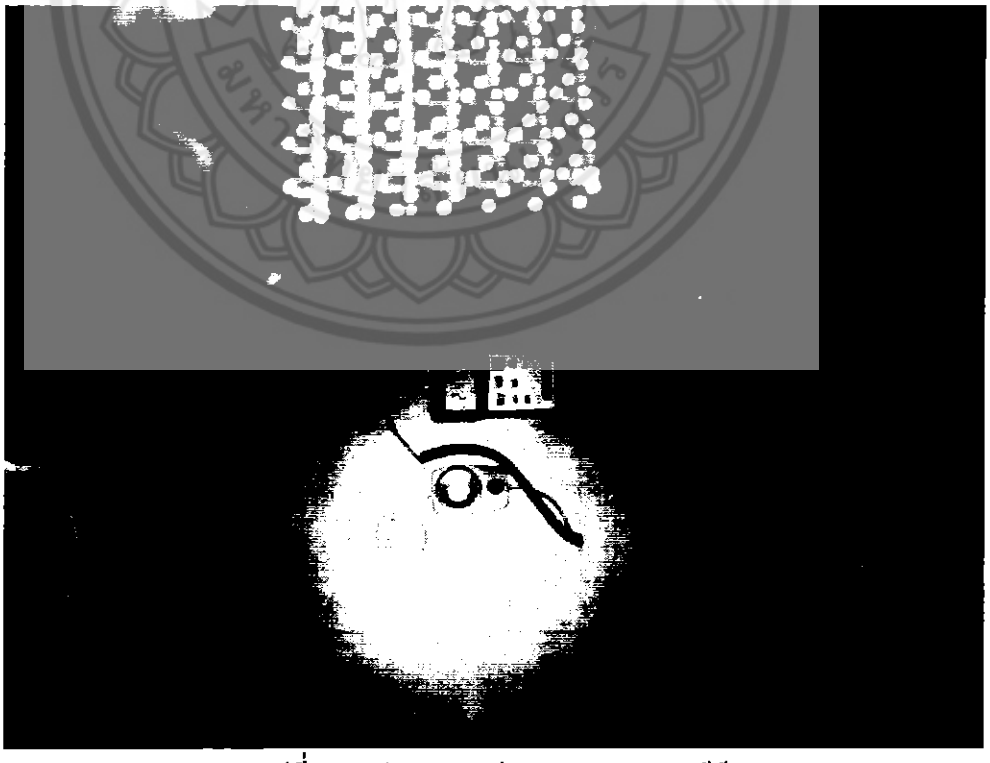
ภาคผนวก ข.

การปฏิบัติการทดลอง

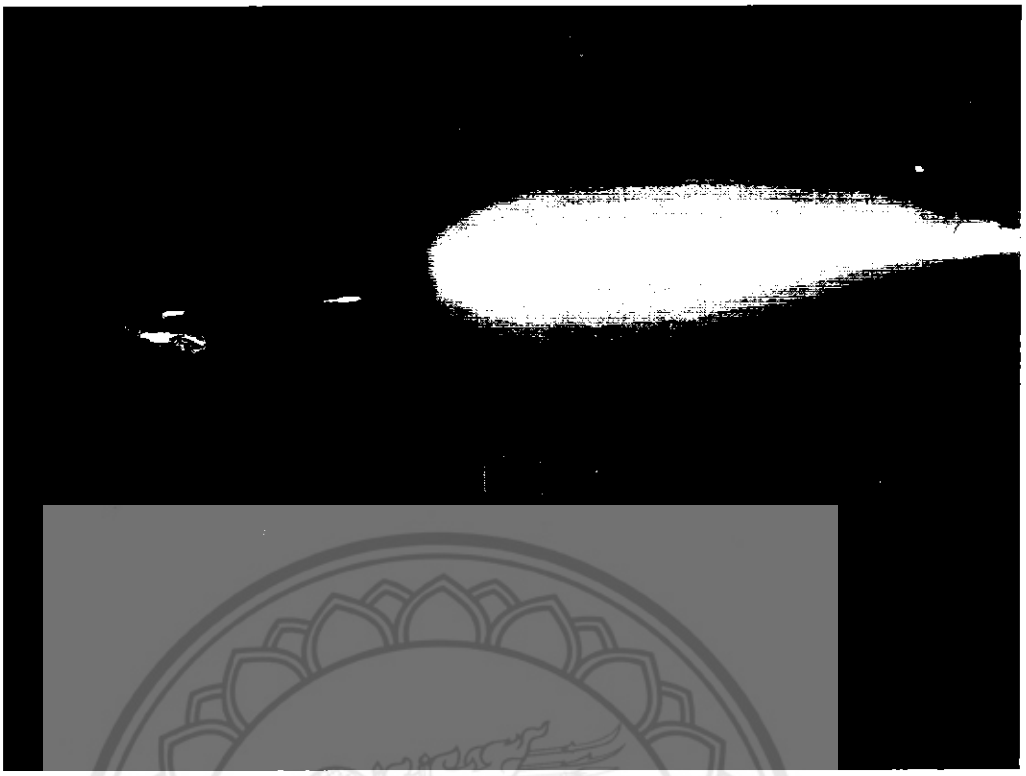
รูปที่ 1 การวัดอุณหภูมิของวงจรหลอดแอลอีดีขณะใช้งาน 30 นาที

รูปที่ 2 การวัดอุณหภูมิของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ขณะใช้งาน 30 นาที

รูปที่ 3 การวัดอุณหภูมิของหลอดคอมแพคค์ฟลูออเรสเซนต์(หลอดตะเกียบ) **ขณะใช้งาน** 30 **นาที**

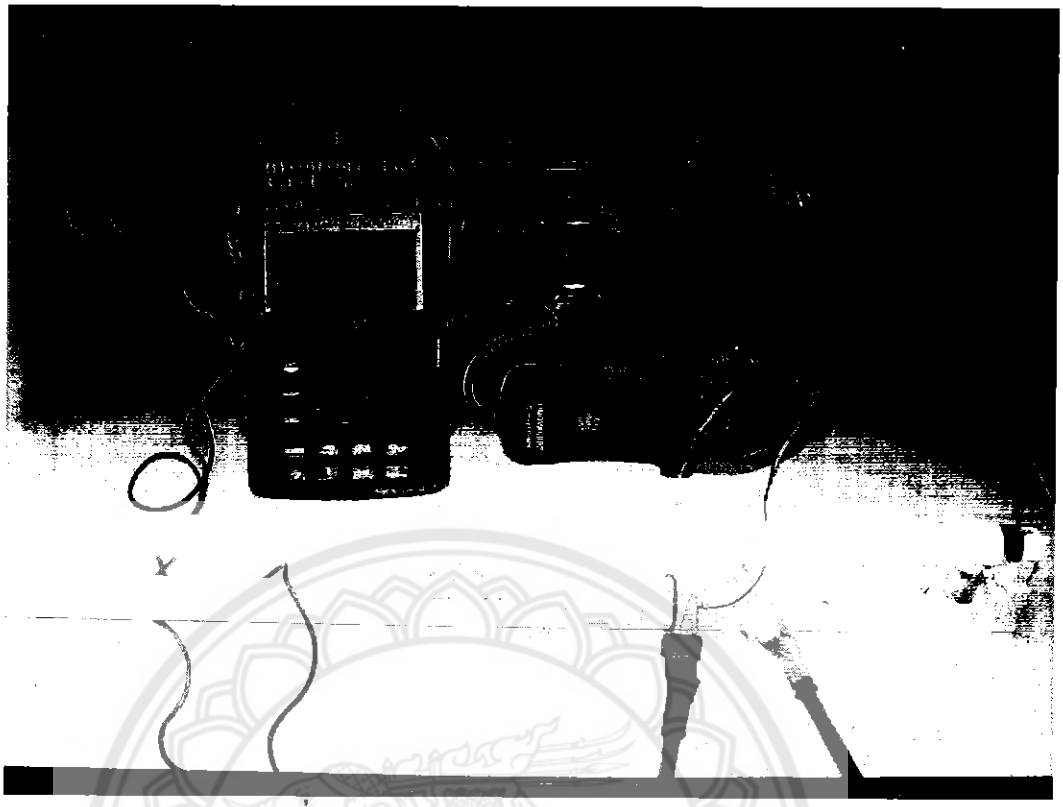


รูปที่ 4 การวัดความสว่างของหลอดแอลอีดี

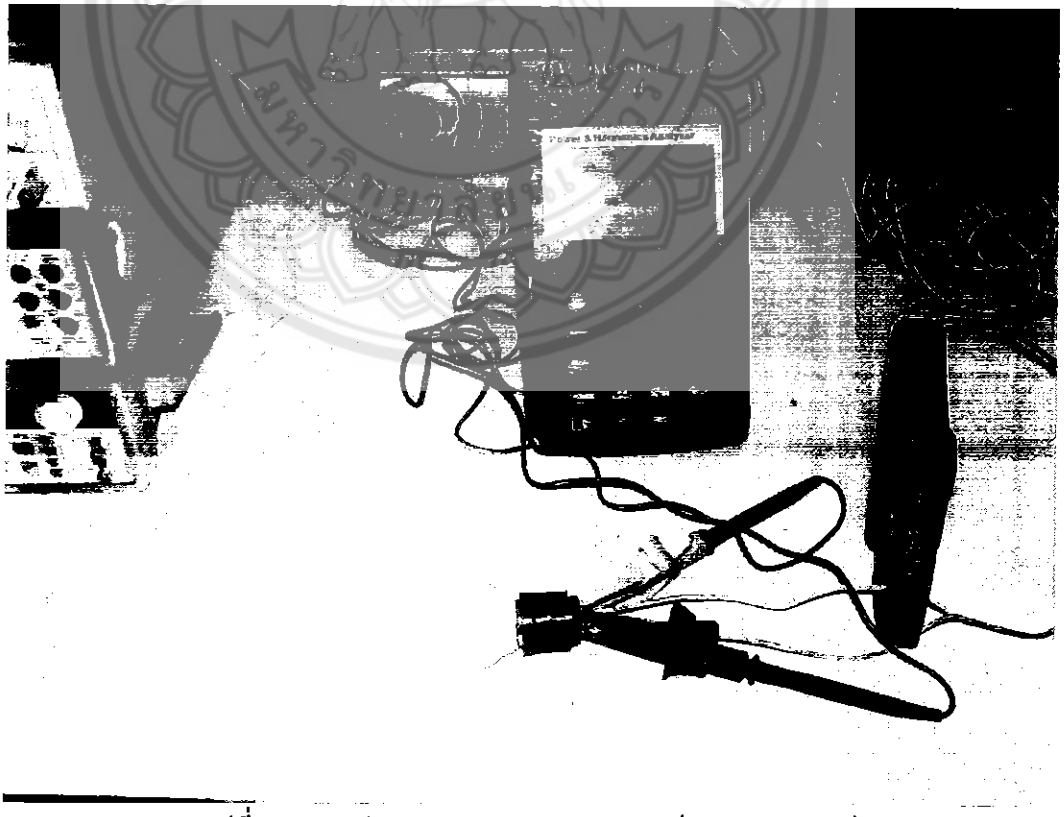


รูปที่ 5 การวัดความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์

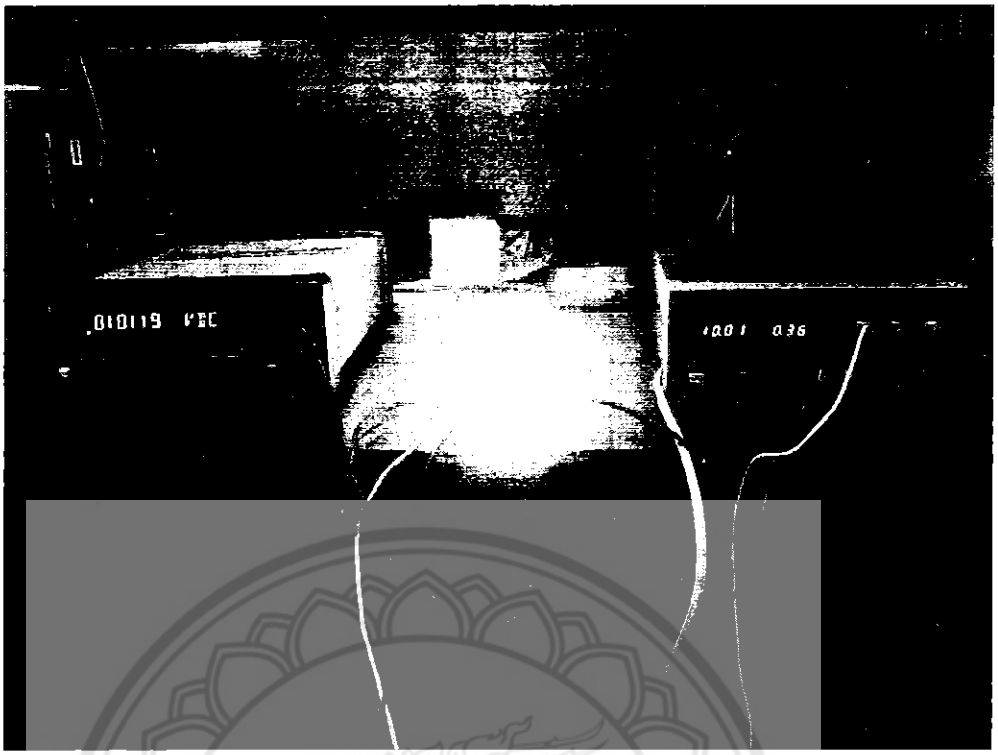
รูปที่ 6 การวัดความสว่างของหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ (หลอดตะเกียบ)



รูปที่ 7 การวัดค่าต่างๆ ของหลอดฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 8 การวัดค่าต่างๆของหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 9 การวัดค่าแรงดันของหลอดแอลอีดี

รูปที่ 10 การวัดค่ากระแสของหลอดแอลอีดี

ภาคผนวก ค.

ราคาของหลอดไฟ

ราคาหลอดไฟ

ราคาหลอดฟลูออเรสเซนต์

จากการใช้งานหลอดไฟฟ้าที่เป็นอุปกรณ์ที่ให้พลังงานแสงสว่างแก่มนุษย์แต่ถ้าไฟฟ้าไม่มีอุปกรณ์อย่างหลอดไฟ แสงสว่างก็จะไม่เกิดขึ้น ดังนั้นหลอดไฟจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการใช้ชีวิตประจำวันของมนุษย์เรา นอกจากนี้หลอดไฟยังมีอยู่หลายรูปแบบ ทั้งหลอดแบบกลม แบบสั้น แบบยาว และขนาดของหลอดที่แตกต่างกันออกไปตามสภาพการใช้งานหรือใช้ประโยชน์จากหลอดไฟ ทำให้หลอดไฟมีราคาที่แตกต่างกันจากตัวอย่างราคาของหลอดฟลูออเรสเซนต์ทั้งแบบธรรมดาและแบบประหยัดพลังงานหรือหลอดตะเกียบของหลอดไฟฟิลิปส์

ราคาหลอดฟลูออเรสเซนต์ยี่ห้อ PHILIPS

ตารางที่ 1 ราคาหลอดฟลูออเรสเซนต์ รุ่นสีมาตรฐาน

ประเภทหลอด	ขนาดวัตต์	ราคาขายปลีก
	18 วัตต์	45 บาท
	36 วัตต์	52 บาท
	32 วัตต์	90 บาท

ตารางที่ 2 ราคาหลอดฟลูออเรสเซนต์ รุ่นซุปเปอร์ ขั้วเขี้ยว

ประเภทหลอด	ขนาดวัตต์	สี	ราคาขายปลีก
	18 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์ , เดย์ไลท์	65 บาท
	36 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์ , เดย์ไลท์	75 บาท
	32 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์ , เดย์ไลท์	135 บาท

ตารางที่ 3 ราคาหลอดฟลูออเรสเซนต์ ทีแอล-5 เอสเซนเชียล

ประเภทหลอด	ขนาดวัตต์	ราคาขายปลีก
	14 วัตต์	150 บาท
	21 วัตต์	150 บาท
	28 วัตต์	170 บาท

หลอดฟลูออเรสเซนต์แบบประหยัดพลังงาน

1. แบบขั้วเกลียว

ตารางที่ 4 ราคาหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ รุ่นซูปเปอร์คุ้ม

ประเภทหลอด	ขั้ว	ขนาดวัตต์	สี	ราคาขายปลีก
	ขั้วเกลียว E 27	8,14 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	135 บาท
	ขั้วเกลียว E 27	18 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	190 บาท
	ขั้วเกลียว E 27	23 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	200 บาท

ตารางที่ 5 ราคาหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ รุ่นจีนี่ เล็กเท่าหลอดไส้

ประเภทหลอด	ขั้ว	ขนาดวัตต์	สี	ราคาขายปลีก
	ขั้วเกลียว E 14	5 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	150 บาท
	ขั้วเกลียว E 27	5,8,11,14 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	160 บาท
	ขั้วเกลียว E 27	18 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	200 บาท

ตารางที่ 6 ราคาหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ รุ่นทอร์นาโด

ประเภทหลอด	ขั้ว	ขนาดวัตต์	สี	ราคาขาย ปลีก
	ขั้วเกลียว E 27	11,15 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	180 บาท
	ขั้วเกลียว E 27	20,23 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	230 บาท

ตารางที่ 7 ราคาหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ รุ่นแอม<u>เบียนซ์</u>

ประเภทหลอด	ขั้ว	ขนาดวัตต์	สี	ราคาขาย ปลีก
	ขั้วเกลียว E 27	8,14 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	135 บาท

ตารางที่ 8 ราคาหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ รุ่นเอสแอลอี แบบมีครอบแก้วพริสเมติก

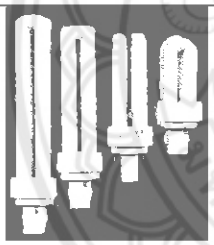
ประเภทหลอด	ขั้ว	ขนาดวัตต์	สี	ราคาขาย ปลีก
	ขั้วเกลียว E 27	11,15 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	350 บาท
	ขั้วเกลียว E 27	20 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	390 บาท

ตารางที่ 9 ราคาหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ รุ่นพีแอลอียู

ประเภทหลอด	ขั้ว	ขนาดวัตต์	สี	ราคาขาย ปลีก
	ขั้วเกลียว E 27	11,15 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	350 บาท
	ขั้วเกลียว E 27	20,23 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	390 บาท

2. แบบขั้วเสียบ

ตารางที่ 10 ราคาหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ รุ่นพีแอลเอส

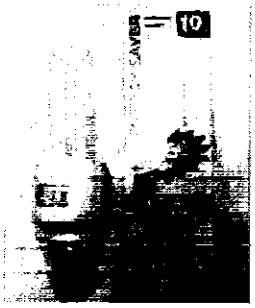
ประเภทหลอด	ขั้ว	ขนาดวัตต์	สี	ราคาขาย ปลีก
	ขั้วเสียบ	7,9,11 วัตต์	วอร์มไวท์ , คูลไวท์	120 บาท

ราคาหลอดฟลูออเรสเซนต์ยี่ห้อ OSRAM

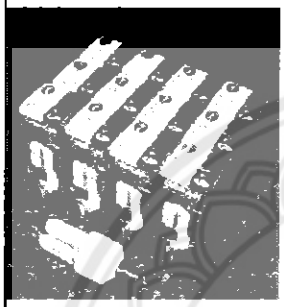
ตารงที่ 11 ราคาหลอดฟลูออเรสเซนต์มาตรฐานยี่ห้อ OSRAM

ประเภทหลอด	ขนาด(วัตต์)	สี	ราคา
	18 วัตต์	เดย์ไลท์	45 บาท
	36 วัตต์	เดย์ไลท์	52 บาท
	18 วัตต์	สกายไวท์	34 บาท
	36 วัตต์	สกายไวท์	38 บาท
	32 วัตต์	เดย์ไลท์	61 บาท

ตารงที่12 ราคาหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ยี่ห้อ OSRAM

รูป	รายการ	สี	ขนาด (วัตต์)	ขั้ว	ราคา (บาท)
	หลอดตะเกียบ	เดย์ไลท์	10W	E27	91.-
	หลอดตะเกียบ	วอร์มไวท์	10W	E27	91.-
	หลอดตะเกียบ	เดย์ไลท์	13W	E27	91.-
	หลอดตะเกียบ	วอร์มไวท์	13W	E27	91.-
	หลอดตะเกียบ	เดย์ไลท์	17W	E27	91.-
	หลอดตะเกียบ	วอร์มไวท์	17W	E27	91.-
	หลอดตะเกียบ	เดย์ไลท์	20W	E27	137.-
	หลอดตะเกียบ	วอร์มไวท์	20W	E27	137.-

ตารงที่ 13 ราคาหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ยี่ห้อ OSRAM(ต่อ)

รูป	รายการ	สี	ขนาด (วัตต์)	ขั้ว	ราคา (บาท)
	หลอดตะเกียบสั้น	เดย์ไลท์	5W	E27	113.-
	หลอดตะเกียบสั้น	วอร์มไวท์	5W	E27	113.-
	หลอดตะเกียบสั้น	เดย์ไลท์	8W	E27	113.-
	หลอดตะเกียบสั้น	วอร์มไวท์	8W	E27	113.-
	หลอดตะเกียบสั้น	เดย์ไลท์	11W	E27	113.-
	หลอดตะเกียบสั้น	วอร์มไวท์	11W	E27	113.-
	หลอดตะเกียบสั้น	เดย์ไลท์	14W	E27	113.-
	หลอดตะเกียบสั้น	วอร์มไวท์	14W	E27	113.-
	หลอดตะเกียบเกลียว	เดย์ไลท์	13W	E27	125.-
	หลอดตะเกียบเกลียว	วอร์มไวท์	13W	E27	125.-
	หลอดตะเกียบเกลียว	เดย์ไลท์	18W	E27	141.-
	หล่อดตะเกียบเกลียว	วอร์มไวท์	18W	E27	141.-
	หลอดตะเกียบเกลียว	เดย์ไลท์	23W	E27	158.-
	หลอดตะเกียบเกลียว	วอร์มไวท์	23W	E27	158.-

ราคาหลอดไฟของหลอดแอลอีดี

ราคาหลอดแอลอีดีที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้มีหลากหลายรูปแบบ มีทั้งหลอดแอลอีดีที่ใช้เป็นหลอดเดี่ยวที่ให้แสงสว่างเพียงเล็กน้อย และหลอดแอลอีดีที่ให้แสงสว่างมากแต่ใช้หลอดแอลอีดีหลายๆดวงมาต่อร่วมเป็นวงจรเดียวกันซึ่งจะมีราคาที่แตกต่างกัน ในที่นี้จะนำเสนอราคาของหลอดแอลอีดีที่นำมาใช้งานเปรียบเสมือนหลอดไฟทั่วไปดังนี้

1. หลอดแอลอีดีโคมไฟถนนแบบยาว

แบ่งเป็น 3 รุ่น

รุ่น หลอดแอลอีดีขนาด 252 หลอด มุมกระจายแสง 120 องศา ราคา 2,800 บาท

รุ่น หลอดแอลอีดีขนาด 352 หลอด มุมกระจายแสง 120 องศา ราคา 3,500 บาท

รุ่น หลอดแอลอีดีขนาด 480 หลอด มุมกระจายแสง 120 องศา ราคา 4,800 บาท

2. หลอดแอลอีดีแบบขั้วเกลียว E-27

หลอดแอลอีดีขนาด 12-60 หลอดแบบขั้วเกลียว E-27 สามารถใช้แทนหลอดตะเกียบได้ทันที กินไฟตั้งแต่ 0.8-3 วัตต์เท่านั้น ราคาเริ่มตั้งแต่ 200-850 บาท

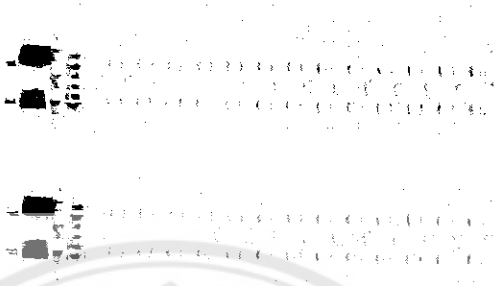
- หลอดแอลอีดีขนาด 12 หลอด ใช้ไฟระบบ DC 12 โวลต์ ให้แสงสีขาว/วอร์มไวท์ ราคา 200 บาท

- หลอดแอลอีดีขนาด 36 หลอด ใช้ไฟระบบ DC 12 โวลต์ให้แสงสีขาว/วอร์มไวท์ ราคา 420 บาท

-หลอดแอลอีดีขนาด 48 หลอด หน้ากว้าง 4.5 นิ้วใช้ไฟระบบ DC 12 โวลต์ ให้แสงสีขาว/ส้ม ราคา 650 บาท

-หลอดแอลอีดีขนาด 60 หลอด หน้ากว้าง 4.5 นิ้วใช้ไฟระบบ DC 12 โวลต์ให้แสงสีขาว/ส้ม ราคา 850 บาท

3. หลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์ ของ ฟิลิปส์



-หลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์ขนาด 6 วัตต์ยาว 600 มิลลิเมตรให้แสงสว่าง 550-650 ลูเมน/1.5 เมตร ราคา 612 บาท

-หลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 9 วัตต์ ยาว 900 มิลลิเมตรให้แสงสว่าง 1000-1300 ลูเมน/1.5 เมตร ราคา 850 บาท

-หลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 12 วัตต์ ยาว 1200 มิลลิเมตรให้แสงสว่าง 1300-1500 ลูเมน/1.5 เมตร ราคา 986 บาท

-หลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 15 วัตต์ ยาว 1200 มิลลิเมตรให้แสงสว่าง 1500-1800 ลูเมน/1.5 เมตร ราคา 1,088 บาท

-หลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 18 วัตต์ ยาว 1500 มิลลิเมตรให้แสงสว่าง 2300-2500 ลูเมน/1.5 เมตร ราคา 1,292 บาท

-หลอดแอลอีดีฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 24 วัตต์ ยาว 1500 มิลลิเมตรให้แสงสว่าง 2500-2800 ลูเมน/1.5 เมตร ราคา 1,428 บาท

เอกสารอ้างอิง

[1] http:// www.arch.tu.ac.th/.../Lecture3/Images/21.jpg, สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม พ.ศ. 2552

[2] http:// upload.wikimedia.org, สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม พ.ศ. 2552

[3] http://www.rmutphysics.com/charud/howstuffwork/led/thaiLED1.htm, สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม พ.ศ. 2552

[4] http://www.todaystep.com/wiki/doku.php?id=led , สืบค้นเมื่อ 2 มีนาคม พ.ศ. 2552

[5] http:// www.nana1000.com/img/p/28-68-large.jpg , สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม พ.ศ. 2552

[6] http:// www.timeslight.com/pic/TLLF-18xx%20super%20fl..., สืบค้นเมื่อ 16 มีนาคม พ.ศ. 2552

[7] http:// www.kingsolder.com/.../equipment/pictr/led2.gif, สืบค้นเมื่อ 16 มีนาคม พ.ศ. 2552

[8] http:// www.todaystep.com/wiki/lib/exe/fetch.php?w=50..., สืบค้นเมื่อ 19 มีนาคม พ.ศ. 2552

[9] หน่วย SI ของแสง จากวิกิพีเดีย สารานุกรมเสรี, สืบค้นเมื่อ 7 เมษายน พ.ศ. 2552 จาก http:// http://blog.spu.ac.th/print.php?id=1190

[10] http:// www.nsthai.com/other/LED1.jpg, สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม พ.ศ. 2552

[11] http://www.bangkokled.com/.../led_linear_tube_04.jpg, สืบค้นเมื่อ 25 มีนาคม พ.ศ. 2552

[12] http:// www.tsautoserv.com/.../spd_20071126191652_b.jpg , สืบค้นเมื่อ 15 พฤษภาคม พ.ศ. 2552

[13] http:// www. static.sanook.com/.../22/SrxZr1207886604-1.jpg, สืบค้นเมื่อ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2552

[14] http:// www.bangkokled.com/LED/eLucent_GX1017_LED_Lam...,สืบค้นเมื่อ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2552

[15] http://www. bkkcamerahousing.com/images/sunray2k_front500...,สืบค้นเมื่อ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2552