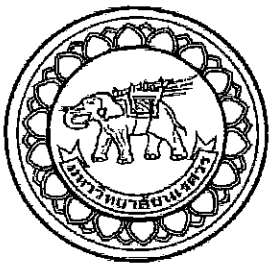


ศึกษาและเปรียบเทียบวงจรการทำงาน
และประสิทธิภาพของหลอดไฟชนิดต่างๆ

Study And Comparison Operating Circuit

And Efficiency Of Electric Lamps

นายณรงค์ ขลิบแย้ม รหัส 46380151

นางสาวนนทรี แสงศรีจันทร์ รหัส 46380156

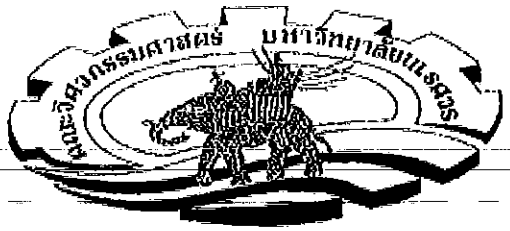
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 25 W.A. 2553
เลขทะเบียน 1500021x
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ณ๓๑๓ก
2550

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2550



ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน ศึกษาและเปรียบเทียบวงจรการทำงานและประสิทธิภาพของหลอดไฟชนิดต่างๆ

ผู้ดำเนินโครงงาน นายณรงค์ ขลิบแย้ม รหัส 46380151

นางสาวนนทรี แสงศรีจันทร์ รหัส 46380156

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2550

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช)

.....กรรมการ

(ดร.ชัยรัตน์ พินทอง)

.....กรรมการ

(อาจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์)

หัวข้อโครงงาน	ศึกษาและเปรียบเทียบวงจรการทำงานและประสิทธิภาพของหลอดไฟชนิดต่างๆ		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายณรงค์	ขลิบแย้ม	รหัส 46380151
	นางสาวนนทรี	แสงศรีจันทร์	รหัส 46380156
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สมพร	เรืองสินชัยวานิช	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2550		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้ศึกษาวงจรการทำงาน และประสิทธิภาพของหลอดไฟฟ้าทั้งหมด 2 ประเภท คือ หลอดมีไส้ และหลอดปล่อยประจุ โดยเมื่อทำการศึกษาหลอดไส้แล้วพบว่า กระแสไฟฟ้า แรงดันตกคร่อม และกำลังไฟฟ้าที่หลอดใช้มีค่าไม่มากนัก จึงทำให้หลอดชนิดนี้ให้ความสว่างไม่มากตามไปด้วย และแสงสว่างที่เปล่งออกมามีสเปคตรัมที่ต่อเนื่อง ส่วนในหลอดปล่อยประจุ เมื่อก๊าซที่บรรจุภายในหลอดเริ่มแตกตัว แสงสว่างที่เปล่งออกมาก็จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนถึงระดับทำงานเต็มที่ ในช่วงเวลาที่หลอดกำลังสตาร์ทยังพบว่า ค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันตกคร่อม และกำลังไฟฟ้ามีค่าสูงกว่าขณะหลอดทำงานเต็มที่ แสงสว่างที่เปล่งออกมามีสเปคตรัมที่ไม่ต่อเนื่อง และหลอดประเภทนี้ให้ความสว่างกว่าหลอดไส้อย่างมาก

Project Title	Study And Comparison Operating Circuit And Efficiency Of Electric Lamps
Name	Mr. Narong Khlipyam ID. 46380151
	Miss Nonsea Sangsrichun ID. 46380156
Project Advisor	Somporn Ruangsinchaiwanich, Ph.D
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic Year	2007

ABSTRACT

This project were to study and comparison operating circuit and efficiency of two types of light bulbs, filament lamp and discharge lamp. The spectrum emited from the bulbs were measured with a spectroscope. It was found that continuous spectrum and uncontinuous spectrum were obtained from filament lamp and discharge lamp, respectively. And it also found that filament lamp consumed electric power less that discharge lamp on start and decrease on working period the light intensity obtained from discharge lamp was higher than filament lamp.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีก็ด้วยความช่วยเหลือและให้คำแนะนำจาก ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ และขอขอบคุณ ดร.ชัยรัตน์ พินทอง และอาจารย์ปิยดนัย ภาชนะพรรณ์ ที่ได้กรุณาให้แนวคิด ช่วยชี้แนะแนวทางในการทำโครงงาน ตลอดจนเอื้อเฟื้อเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำโครงงานนี้ อีกทั้งยังช่วยแนะนำแหล่งข้อมูลในการค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม ทำให้เป็นประโยชน์ต่อโครงงานของผู้จัดทำเป็นอย่างมาก

ท้ายสุดขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ญาติพี่น้อง ที่คอยดูแลและคอยเป็นกำลังใจ เป็นผู้สนับสนุนในด้านต่างๆ มาโดยตลอดในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ และขอขอบพระคุณบุคคลต่างๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึง รวมไปถึงแหล่งข้อมูลที่เอื้อต่อการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

นายณรงค์ ขลิบแย้ม

นางสาวนนทรี แสงศรีจันทร์

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข

กิตติกรรมประกาศ.....ค

สารบัญ.....ง

สารบัญตาราง.....ฉ

สารบัญรูป.....ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....1

1.2 วัตถุประสงค์โครงงาน.....1

1.3 แนวทางการดำเนินโครงการ.....1

1.4 ขอบเขตของโครงงาน.....2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.6 แผนการดำเนินงาน.....2

1.7 งบประมาณ.....2

บทที่ 2 ทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 หลอดไฟฟ้า.....3

2.2 รายละเอียดของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ.....4

2.3 สเปคตรัมของแสง.....34

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น.....39

3.2 การออกแบบการทดลอง.....39

3.3 เครื่องมือวัดที่ใช้ในการทดลอง.....44

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1หลอดไส้ (Incandescent Lamp).....49

4.2 หลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp).....52

4.3 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) 55

4.4 หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซต์ (Compact Fluorescent).....61

4.5 หลอดความดันไอปรอทหรือหลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp).....64

4.6 หลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp).....67

4.7 หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp).....75

4.8 ค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ.....83

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง.....87

5.2 ปัญหาที่พบในการทดลอง.....88

5.3 แนวคิดในการพัฒนาต่อ.....88

เอกสารอ้างอิง 89

ประวัติผู้เขียนโครงงาน.....91

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
2.1	ความยาวคลื่นของสีต่างๆ	34
4.1	ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ในขณะกดสวิตซ์ติดหลอด และเมื่อติดหลอดแล้ว 15 นาที ของหลอดไส้	49
4.2	ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดไส้ ในช่วงเวลาต่างๆ	49
4.3	สเปคตรัมของหลอดไส้	51
4.4	ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ในขณะกดสวิตซ์ติดหลอดและ เมื่อติดหลอดแล้ว 15 นาที หลอดทังสเตนฮาโลเจน	52
4.5	ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดทังสเตนฮาโลเจน ในช่วงเวลาต่างๆ	52
4.6	สเปคตรัมของหลอดทังสเตนฮาโลเจน	54
4.7	ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ในขณะกดสวิตซ์ติดหลอดและ เมื่อ ติดหลอดแล้ว 15 นาที ของหลอดฟลูออเรสเซนต์	55
4.8	ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ในช่วงเวลา ต่างๆ	55
4.9	สเปคตรัมของหลอดฟลูออเรสเซนต์	60
4.10	ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ในขณะกดสวิตซ์ติดหลอดและ เมื่อติดหลอดแล้ว 15 นาทีหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต	61
4.11	ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ ในช่วงเวลาต่างๆ	61
4.12	สเปคตรัมของหลอดคอมแพกซ์ฟลูออเรสเซนต์	63
4.13	ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ในขณะกดสวิตซ์ติดหลอดและ เมื่อติดหลอดแล้ว 15 นาที	64
4.14	ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดแสงจันทร์ ในช่วงเวลา ต่างๆ	64
4.15	สเปคตรัมของหลอดความดันไอปรอทหรือหลอดแสงจันทร์	66
4.16	ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ตามจุดต่างๆในขณะกดสวิตซ์ติด หลอดโซเดียมความดันไอสูง	67
4.17	ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ตามจุดต่างๆ เมื่อติดหลอดแล้ว15 นาที	68
4.18	ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ ในวงจรของหลอดโซเดียมความดันไอสูง	68
4.19	สเปคตรัมของหลอดโซเดียมความดันไอสูง ขณะสตาร์ท	73
4.20	สเปคตรัมของหลอดโซเดียมความดันไอสูง ขณะหลอดทำงานเต็มที่	74

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.21	ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ตามจุดต่างๆในขณะกดสวิตช์ติดหลอด	75
4.22	ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ตามจุดต่างๆ เมื่อหลอดติดแล้ว15 นาที	76
4.23	ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ ในวงจรของหลอดเมทัลฮาไลด์	76
4.24	สเปคตรัมของหลอดเมทัลฮาไลด์ ขณะสตาร์ท	81
4.25	สเปคตรัมของหลอดเมทัลฮาไลด์ ขณะหลอดทำงานเต็มที่	82
4.26	ค่าความสว่างที่ได้จากการวัดด้านปลายหลอด	83
4.27	ค่าความสว่างที่วัดได้จากด้านข้างหลอด	85

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ลักษณะของหลอดไส้ (Incandescent)	4
2.2	การต่อวงจรใช้งานของหลอดไส้	5
2.3	หลอดไส้ในแบบต่างๆ	6
2.4	แสดงคุณลักษณะทางแสงสีของหลอดไส้	6
2.5	วงจรของหลอดทังสเตนฮาโลเจนที่มีตัวแปลงแรงดัน	7
2.6	วงจรของหลอดทังสเตนฮาโลเจน	7
2.7	ลักษณะของหลอดทังสเตนฮาโลเจน แรงดันต่ำที่มีการเคลือบพิเศษ	9
2.8	ลักษณะของหลอดทังสเตนฮาโลเจน	10
2.9	ลักษณะของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) แบบต่างๆ	11
2.10	โครงสร้างภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์	12
2.11	การต่อวงจรใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์	12
2.12	สตาร์ทเตอร์ (Starter)	13
2.13	ลักษณะขาหลอดฟลูออเรสเซนต์ แบบต่างๆ	14
2.14	แสดงคุณลักษณะแสงสีของหลอดฟลูออเรสเซนต์	15
2.15	ลักษณะของหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent)	16
2.16	ลักษณะของขั้วหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์	17
2.17	การต่อวงจรการใช้งานของหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์	17
2.18	โครงสร้างภายใน หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์แบบมีบัลลาสต์ในตัว	18
2.19	โครงสร้างหลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp)	21
2.20	ตัวอย่างหลอดแสงจันทร์	22
2.21	หลอดไอปรอทแบบมีบัลลาสต์ในตัว (Self-Ballast Mercury Lamp)	22
2.22	การต่อวงจรใช้งานของหลอดแสงจันทร์แบบมีบัลลาสต์ในตัว	23
2.23	การต่อวงจรใช้งานของหลอดแสงจันทร์ที่ใช้บัลลาสต์เป็นตัวช่วยในการทำงาน	23
2.24	ลักษณะการกระจายพลังงานทางสเปคตรัมของหลอดแบบใส (Clear)	24
2.25	ลักษณะการกระจายพลังงานทางสเปคตรัมของหลอดแบบเคลือบสาร	25
2.26	ลักษณะของหลอดหลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp)	25
2.27	วงจรหลอดโซเดียมความดันไอสูงที่ต้องใช้อิกนิเตอร์ (Ignitor)	26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.28	วงจรหลอดโซเดียมความดันไอสูง ที่ไม่ต้องใช้อิกนิเตอร์	26
2.29	บัลลาสต์ (Ballast) ที่ใช้ในหลอดโซเดียมความดันไอ	27
2.30	อิกนิเตอร์ที่ใช้ร่วมกับหลอดโซเดียมความดันไอสูง	27
2.31	ตัวเก็บประจุ (Capacitor) ที่ใช้ร่วมกับหลอดโซเดียมความดันไอสูง	28
2.32	หลอดโซเดียมความดันไอสูงรูปแบบต่างๆ	28
2.33	ลักษณะโครงสร้างของหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)	30
2.34	บัลลาสต์ที่ใช้ร่วมกับหลอดเมทัลฮาไลด์	30
2.35	อิกนิเตอร์ที่ใช้ร่วมกับหลอดเมทัลฮาไลด์	31
2.36	ตัวเก็บประจุที่ใช้ร่วมกับหลอดเมทัลฮาไลด์	31
2.37	การต่อวงจรหลอดเมทัลฮาไลด์ที่ไม่ต้องใช้อิกนิเตอร์	32
2.38	การต่อวงจรหลอดเมทัลฮาไลด์ที่ต้องใช้อิกนิเตอร์	32
2.39	แสงแดดหรือแสงขาวผ่านปริซึมจะแยกเป็นแสงสีต่าง ๆ	34
2.40	การใช้สเปคโตรสโคปอย่างง่ายส่องดูสเปคตรัมของเปลวเทียน	35
2.41	การสะท้อนของแสง	37
3.1	วงจรการทำงานของหลอดไส้	39
3.2	วงจรการทำงานของหลอดทังสเตนฮาโลเจน	40
3.3	วงจรการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์	40
3.4	วงจรการทำงานของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์	41
3.5	วงจรการทำงานของหลอดแสงจันทร์	41
3.6	วงจรการทำงานของหลอดโซเดียมความดันไอสูง	42
3.7	วงจรการทำงานของหลอดเมทัลฮาไลด์	43
3.8	ออสซิโลสโคป (Oscilloscope)	44
3.9	สายโพรบขนาด 10 :1	44
3.10	แอมมิเตอร์ (Ammeter)	45
3.11	โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)	46
3.12	วัตต์มิเตอร์ (Wattmeter)	47
3.13	ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter)	48

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.1	แรงดันแหล่งจ่ายของหลอดไส้	50
4.2	แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานของหลอดไส้	50
4.3	แรงดันตกคร่อมแหล่งจ่ายของหลอดทังสเตนฮาโลเจน	53
4.4	แรงดันตกคร่อมหลอดทังสเตนฮาโลเจน	53
4.5	แรงดันของแหล่งจ่ายของหลอดฟลูออเรสเซนต์	56
4.6	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขณะสตาร์ท	56
4.7	แรงดันที่ตกคร่อมหลอดฟลูออเรสเซนต์	57
4.8	แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์	57
4.9	แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ขณะทำงาน	58
4.10	แรงดันที่ตกคร่อมหลอดฟลูออเรสเซนต์	58
4.11	แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์	59
4.12	แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานของหลอดฟลูออเรสเซนต์	59
4.13	แรงดันตกคร่อมหลอดคอมแพคต์	62
4.14	แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานของหลอดคอมแพคต์	62
4.15	แรงดันตกคร่อมหลอดแสงจันทร์	65
4.16	แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานของหลอดแสงจันทร์	65
4.17	จุดที่จะต้องทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและ แรงดันตกคร่อมของหลอดโซเดียมความดันไอสูง	67
4.18	แรงดันตกคร่อมบัลลาสต์ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง	69
4.19	แรงดันตกคร่อมคาปาซิเตอร์ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง	70
4.20	แรงดันตกคร่อมหลอดโซเดียมความดันไอสูง	70
4.21	แรงดันตกคร่อมอิกนิเตอร์ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง	71
4.22	แรงดันตกคร่อมบัลลาสต์ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง	71
4.23	แรงดันตกคร่อมคาปาซิเตอร์ของหลอดโซเดียมควุมดันไอสูง	72
4.24	แรงดันตกคร่อมหลอดโซเดียมความดันไอสูง	72
4.25	แรงดันตกคร่อมอิกนิเตอร์ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง	73
4.26	จุดที่จะต้องทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและ แรงดันตกคร่อมของหลอดเมทัล ฮาไลด์	75

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.27	แรงดันตกคร่อมบัลลาสต์ของหลอดเมทัลฮาไลด์	77
4.28	แรงดันตกคร่อมคาปาซิเตอร์ของหลอดเมทัลฮาไลด์	78
4.29	แรงดันตกคร่อมหลอดเมทัลฮาไลด์	78
4.30	แรงดันตกคร่อมอิกนิเตอร์ของหลอดเมทัลฮาไลด์	79
4.31	แรงดันตกคร่อมบัลลาสต์ของหลอดเมทัลฮาไลด์	79
4.32	แรงดันตกคร่อมคาปาซิเตอร์ของหลอดเมทัลฮาไลด์	80
4.33	แรงดันตกคร่อมหลอดเมทัลฮาไลด์	80
4.34	แรงดันตกคร่อมอิกนิเตอร์ของหลอดเมทัลฮาไลด์	81

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

หลอดไฟฟ้า เป็นแหล่งกำเนิดแสงสว่างชนิดหนึ่งที่เกิดจากการสร้างขึ้นของมนุษย์ ในอดีตประสิทธิภาพของหลอดไฟฟ้าไม่สูงมากนัก ต่อมาได้มีการพัฒนาประสิทธิภาพและมีการประดิษฐ์หลอดไฟฟ้าขึ้นมามากมายหลายชนิดซึ่งมีประสิทธิภาพสูงกว่าอดีตอย่างมากเพื่อใช้กับงานด้านต่างๆ ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งแต่ละชนิดนั้นมีหลักการทำงาน และอายุการใช้งานที่แตกต่างกัน ถ้าหากจะนำหลอดไฟฟ้าที่มีอยู่อย่างมากมายในท้องตลาดไปใช้ ควรจะศึกษารายละเอียดของแสง สี วงจรการทำงาน การติดตั้งหลอดไฟฟ้าและการบำรุงรักษาเพื่อยืดอายุการใช้งาน ให้เหมาะสมและเกิดประโยชน์สูงสุดในการใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

- ศึกษาคุณสมบัติต่างๆของแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟฟ้าดังนี้
  - หลอดไส้ (Incandescent Lamp)
  - หลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp)
  - หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)
  - หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp)
  - หลอดไอปรอทหรือหลอดแสงจันทร์ (Mecury Vapor Lamp)
  - หลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp)
  - หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)
- วิเคราะห์วงจร ทำการทดลองวัดสเปคตรัมของแสง กระแส ความต่างศักย์ กำลังไฟฟ้า และค่าความสว่าง ของหลอดไฟฟ้าและอุปกรณ์ช่วยติดสว่าง
- สามารถนำหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิดไปใช้งานได้อย่างถูกต้องตามความเหมาะสม

1.3 แนวทางการดำเนินโครงการ

- ทำการศึกษาการทำงานของหลอดไฟฟ้าทั้ง 7 ชนิด
- ทำการศึกษาการต่อวงจรของหลอดไฟฟ้าทั้ง 7 ชนิด
- ทำการศึกษาการใช้เครื่องสเปคโตรมิเตอร์ วัตต์มิเตอร์ โวลท์มิเตอร์ ลักซ์มิเตอร์ และแอมป์มิเตอร์

- บันทึกผลและวิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดลอง

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

ในการทำโครงงานในครั้งนี้จะทำการศึกษาการต่อวงจร วัดค่ากระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ศึกษาสเปคตรัมของแสง สีต่าง ทดลอง บันทึกค่าแล้วทำการวิเคราะห์หลอดไฟฟ้าทั้งหมด 7 ชนิด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- เข้าใจคุณสมบัติสเปคตรัมของแสง และสี แต่ละชนิด
- สามารถนำหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิดไปใช้งานได้อย่างถูกต้องตามความเหมาะสม
- สามารถต่อวงจรการใช้งานของหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิดได้อย่างถูกต้อง

1.6 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	เดือน				
	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.
1. ศึกษาการทำงานของหลอดไฟฟ้า ศึกษาการต่อวงจรของหลอดไฟฟ้า ศึกษาการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้าชนิดต่างๆ	✓				
2. ทำการต่อหลอดไฟฟ้า		✓			
3. วัดสเปคตรัมของแสง กระแส ความต่างศักย์ และค่ากำลังไฟฟ้า			✓		
4. วิเคราะห์ สรุปผลการทดลอง				✓	
5. จัดทำรายงาน					✓

1.7 งบประมาณ

ค่าหลอดไฟฟ้า และอุปกรณ์ไฟฟ้า	1,700	บาท
ค่าจัดทำรายงาน	300	บาท
รวม	2,000	บาท

บทที่ 2
ทฤษฎีเบื้องต้น

หลอดไฟฟ้า

หลอดไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

1. หลอดไส้ (Incandescent Lamp)
2. หลอดปล่อยประจุ (Gas Discharge Lamp)

1.หลอดมีไส้

1.1 หลอดไส้ (Incandescent Lamp)

1.2 หลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp)

2.หลอดปล่อยประจุ

2.1 หลอดความดันไอต่ำ ได้แก่

2.1.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

2.1.1.1 หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp)

2.2 หลอดความดันไอสูง ได้แก่

2.2.1 หลอดไอปรอทหรือหลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp)

2.2.2 หลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp)

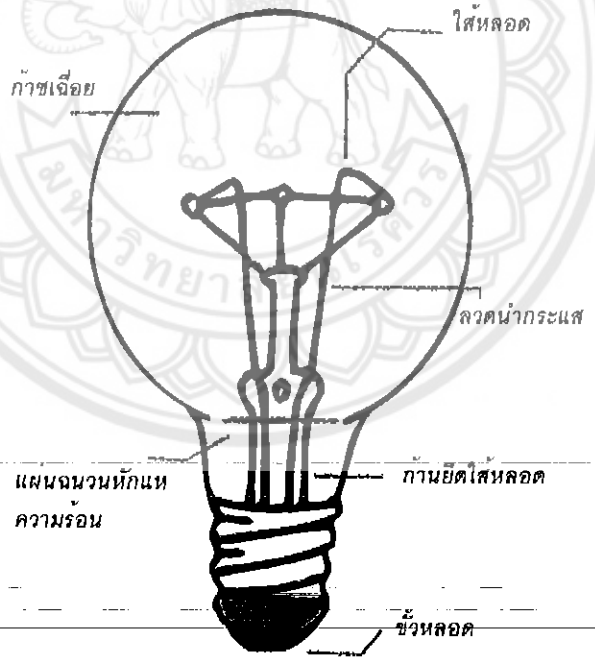
2.2.3 หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)

รายละเอียดของหลอดไฟฟ้า

1. หลอดไส้

1.1 หลอดไส้ (Incandescent Lamp)

เป็นหลอดที่อาศัยการกำเนิดแสงจากความร้อน โดยการให้กระแสไหลผ่าน ไส้หลอดที่ทำด้วยทังสเตน—จนร้อนแล้วเปล่งแสงออกมา แต่ให้ประสิทธิผล การส่องสว่างต่ำราว 5 - 12 lumen/watt ขึ้นอยู่กับวัตต์ของหลอด อายุการใช้งานสั้นคือประมาณ 1000 ชั่วโมง (เป็นอายุเฉลี่ยที่ได้จากห้องปฏิบัติการ แต่การใช้งานจริงอาจมีอายุสั้น หรือมากกว่านี้ขึ้นอยู่กับ องค์ประกอบและสภาพแวดล้อมในการใช้งาน) มีอุณหภูมิสีประมาณ 2500 - 2700 องศาเคลวิน แต่ให้ดัชนีความถูกต้อง ของสีถึง 97 % แต่เนื่องจากเป็นหลอดที่ไม่ประหยัดไฟ [2.1] จึงนิยมใช้ในงานตกแต่งแสงสี หรือเน้นความสว่างเฉพาะจุด ในบ้านเรือน, ห้องแสดงสินค้า , ห้องอาหาร เป็นต้น ข้อดีของหลอดชนิดนี้คือราคาถูกจุดติดง่ายและยังใช้กับอุปกรณ์หรี่ไฟได้ด้วย ส่วนประกอบของหลอดไส้แสดงดังรูป



รูปที่ 2.1 ลักษณะของหลอดไส้ (Incandescent)

(http://oee.nrcan.gc.ca/publications/equipment/lighting/images/incandescent.png)

1. กระเปาะแก้ว (Bulb) ทำด้วยแก้วอ่อนธรรมดาสามารถทนต่ออุณหภูมิและความดันขณะหลอดทำงานได้ รูปร่างต่างกันไป ถ้าหลอดมีขนาดวัตต์สูงๆ จึงจะใช้แก้วแข็งแทน ตัวกระเปาะอาจเป็นแก้วใสหรือถูกเคลือบผิวภายในด้วยสารชนิดต่างๆ

2. ขั้วหลอด (Base) มีทั้งแบบเกลียวและแบบเขี้ยว อาจทำด้วยทองเหลืองหรืออลูมิเนียม โดยโลหะที่ใช้ยึดไส้หลอดจะถูกเชื่อม เข้ากับส่วนที่เป็นเกลียวและกลางขั้วหลอดด้านล่างสุด (สำหรับขั้วแบบเกลียว)

3. ก๊าซ (Gas) เป็นก๊าซเฉื่อยเช่น ไนโตรเจน, นีออน, อาร์กอน, คริปตอน ปกติใช้ส่วนผสมของไนโตรเจนและอาร์กอนหรือคริปตอนบ้างเล็กน้อยเพื่อทำให้ไส้หลอดกลายเป็นไอช้าลง

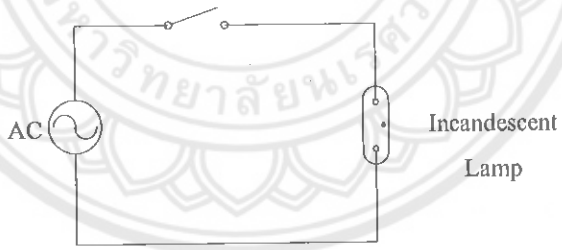
4. เส้นลวดยึดไส้หลอด (Heat Detector) ทำด้วยทองแดงตั้งแต่ขั้วหลอดถึงส่วนที่ซ่อนอยู่ในแก้ว จากนั้นใช้ทองแดงเคลือบ ด้วยนิเกิล หรือนิเกิลล้วนๆ ทำหน้าที่นำกระแสไฟฟ้าไปยังไส้หลอด

5. ฟิวส์ (Fuse) อาจมีหรือไม่มีก็ได้ ทำหน้าที่ป้องกันหลอดและวงจรภายในโดยจะขาดก่อนหลอดเกิดการอาร์กขึ้น

6. ไส้หลอด (Filaments) ในยุคแรกทำจากคาร์บอนแต่พบว่าการระเหิดตัวเป็นไปอย่างรวดเร็ว ปัจจุบันจึงเปลี่ยนมาใช้ทังสเตนเนื่องจากมีข้อดีคือ

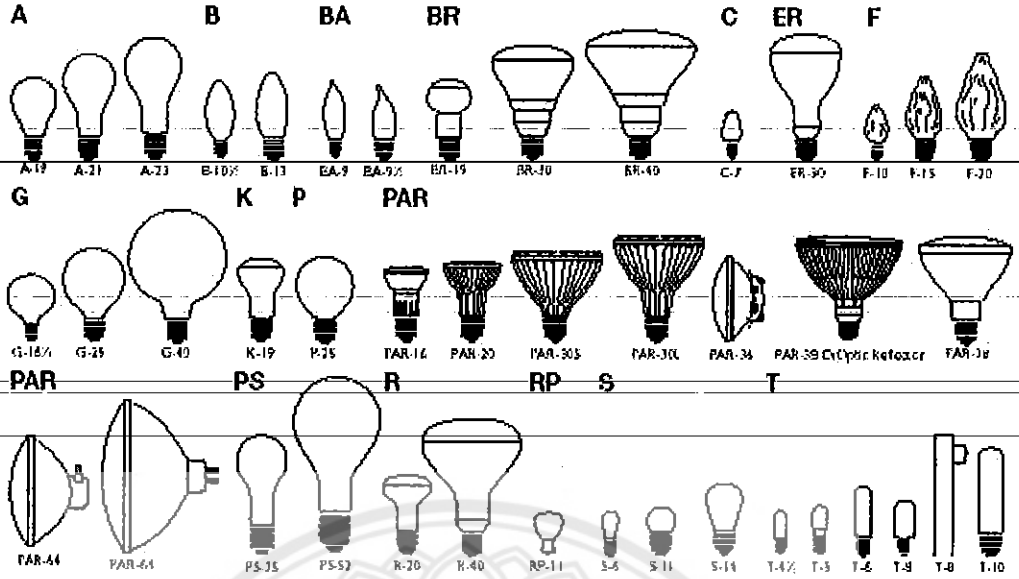
- มีจุดหลอมเหลวสูง
- การกลายเป็นไอต่ำ
- แข็งแรงและสามารถรีดเป็นเส้นได้
- เปล่งแสงได้ดี

การต่อวงจรการใช้งาน



รูปที่ 2.2 การต่อวงจรใช้งานของหลอดไส้ (Incandescent Lamp)

การต่อวงจรใช้งานเริ่มจากต่อสายไฟ 220 V(AC) เข้ากับสวิตช์ แล้วต่อเข้าหลอดไฟ ส่วนสายไฟอีกเส้นหนึ่งต่อเข้าหลอดไฟโดยตรง เมื่อทำการปิดสวิตช์จะมีกระแสไหลทำให้หลอดไฟติด เป็นการต่อวงจรใช้งานที่ง่ายกว่าหลอดประเภทอื่น ๆ หลอดไฟประเภทนี้มีขนาดอัตราทนกำลัง 25 วัตต์ 40 วัตต์ 60 วัตต์ และ 100 วัตต์ หลอดไส้ขนาด 40 วัตต์มีอายุการใช้งาน 1,250 ชั่วโมง ให้แสงสว่าง 430 ลูเมน เป็นต้น นอกจากนี้ยังมีรูปทรงแบบอื่นอีกให้เลือกใช้มากมายดังรูป

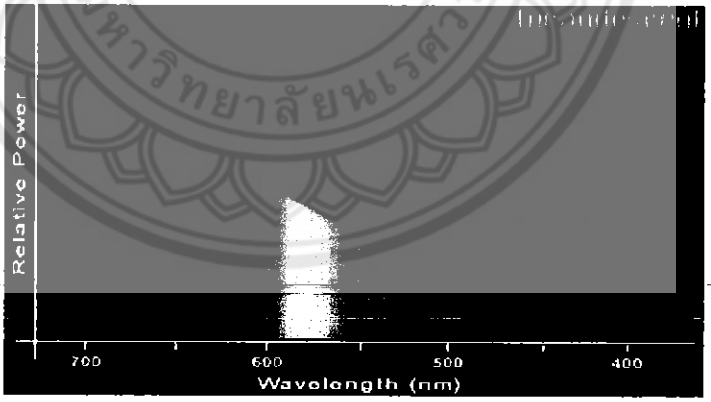


รูปที่ 2.3 หลอดไส้ (Incandescent Lamp) ในแบบต่างๆ

(http://www.crintermex.com/images/1182586555/scan0068_resize.jpg)

คุณลักษณะทางแสงสี

เนื่องจากแสงที่ได้จากหลอดชนิดนี้ได้จากการเผาไส้หลอดให้ร้อนสีที่ได้จึงค่อนไปทางแดง



รูปที่ 2.4 แสดงคุณลักษณะทางแสงสีของหลอดไส้ (Incandescent Lamp)

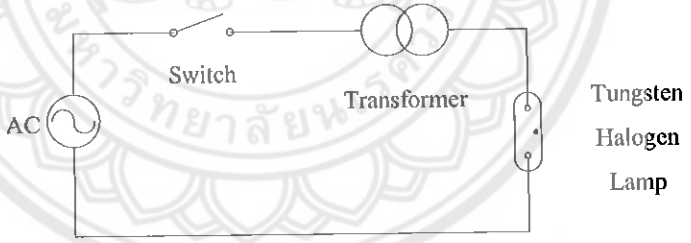
http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/light/incan/incan.html)

1.2 หลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp)

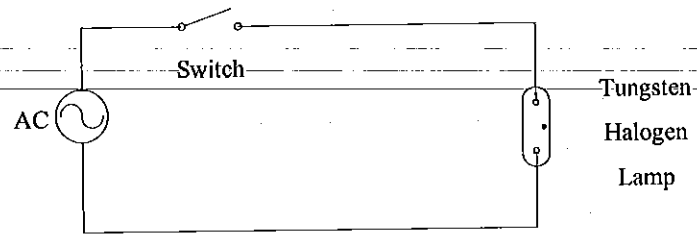
เป็นหลอดที่อาศัยการกำเนิดแสงจากความร้อนโดยการให้กระแสไหลผ่านไส้หลอดที่ทำด้วยทังสเตนจนร้อน แล้วเปล่งแสงออกมา เช่นเดียวกับหลอดไส้ (Incandescent Lamp) ต่างกันตรงที่มีการบรรจุสารตระกูลฮาโลเจน(Halogen) ได้แก่ ไอโอดีน คลอรีน , โบรมีนและฟลูออรีนลงในหลอดแก้วที่ทำด้วยควอทซ์ สารที่เติมเข้าไปนี้จะป้องกันการระเหิดตัวของไส้หลอด ซึ่งทำงานที่อุณหภูมิสูงประมาณ 3000-3400 องศาเคลวิน ช่วยให้หลอดมีอายุยาวนานขึ้นกว่าหลอดไส้ ราว 2-3 เท่า คือ 1500-3000 ชั่วโมง มีประสิทธิผลสูงกว่าหลอดไส้ คือประมาณ 12 - 22 lm/w และสีของลำแสงขาวกว่าคือมีอุณหภูมิสีประมาณ 2800 องศาเคลวิน ทำให้มีค่าดัชนีความถูกต้องของสีสูงถึง 100% [2.2] ปกติหลอดจะมีลักษณะยาวตรง แต่ก็มีรูปทรงอย่างอื่นเพื่อให้เหมาะกับลักษณะงานที่ต่างกัน เช่นหลอดที่ใช้ใน เครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ หรือเครื่องฉายสไลด์เป็นต้น

การใช้งานต้องติดตั้งภายในดวงโคมสำหรับหลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp) โดยเฉพาะ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดกับกระเปาะแก้ว ทั้งจากความชื้นและการสัมผัสกระเปาะแก้วโดยตรง ดวงโคมที่พบเห็นทั่วไปแสดงดังรูป ซึ่งไม่ว่าจะเป็นโคมรุ่นใด โครงสร้างภายใน แทบไม่ต่างกันโดยเฉพาะใช้กับหลอดชนิดยาวตรง

การต่อวงจรการใช้งาน



รูปที่2.5 วงจรของหลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp) ที่มีตัวแปลงแรงดัน



รูปที่ 2.6 วงจรของหลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp)

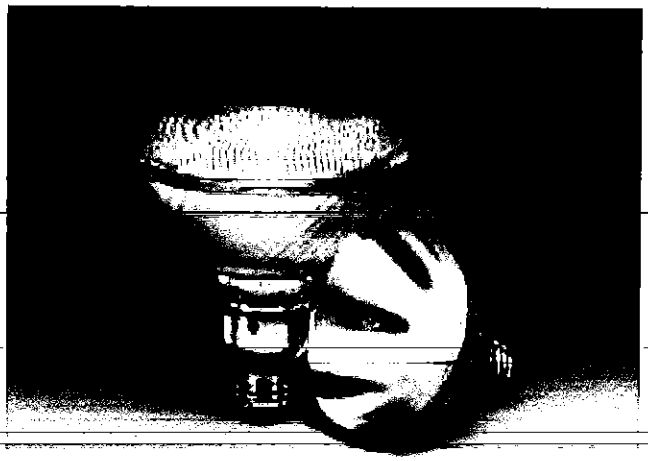
หลักการทำงาน

1. เมื่อมีกระแสไหลผ่านไส้หลอด ทังสเตนจะทำงานที่อุณหภูมิสูงประมาณ 3000 องศาเคลวิน ภายในหลอดแก้วควอทซ์จะที่มีอุณหภูมิไม่ต่ำกว่า 470 องศาเคลวิน ทำให้อนุภาคของทังสเตนระเหิดออกจากไส้หลอด

2. ระหว่างที่อนุภาคของทังสเตนซึ่งร้อน เคลื่อนที่ห่างจากไส้หลอด ก็จะรวมตัวกับอนุภาคหรือโมเลกุลของสารฮาโลเจน เมื่อเคลื่อนที่เข้าใกล้ผนังแก้วควอทซ์มากขึ้น ก็จะรวมตัวกับอนุภาคของสารฮาโลเจนมากยิ่งขึ้น

3. โมเลกุลที่เกิดจากการรวมกันของอนุภาคทังสเตนและสารฮาโลเจน เมื่ออุณหภูมิต่ำลงจะกลายเป็นโมเลกุลที่ไม่มีเสถียรภาพ และวิ่งเข้าหาไส้หลอด ระหว่างที่วิ่งเข้าหาไส้หลอดอนุภาคของสารฮาโลเจน จะแยกตัวออกจากโมเลกุลใหญ่ เนื่องจากความร้อน

4. เมื่อเข้าใกล้หลอดมากขึ้น อนุภาคของสารฮาโลเจน ก็จะแยกตัวออกไปจนหมด เหลือแต่อนุภาคของทังสเตน วิ่งไปจับที่ไส้หลอด อย่างไรก็ตามพบว่าการกลับมาเกาะที่ไส้หลอดของอนุภาคทังสเตนเป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ ทำให้ไส้หลอดมีขนาดไม่เท่ากัน ส่วนที่มีขนาดเล็กกว่าจะมีความต้านทานสูงกว่าส่วนอื่น อุณหภูมิ ณ จุดนั้นก็สูงกว่า การระเหิดจึงมากกว่า จนไส้หลอดขาดจากกัน ข้อดีของหลอดชนิดนี้คือ มีค่าความสว่างตลอดอายุการใช้งานสูงกว่าหลอดไส้ (Incandescent Lamp) ทั่วไป โดยมีค่า LLD ประมาณ 0.98 ที่ 90% ของอายุการใช้งาน หรือประมาณ 0.94 - 0.95 ที่อายุการใช้งานที่กำหนด ปัจจุบันมีการใช้หลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำกันมากขึ้นเนื่องจากให้แสงที่ขาวนวล เน้นสินค้าได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังมีการเคลือบสารพิเศษ (Dichroic Film) ที่จานสะท้อนแสง ทำให้ความร้อนส่วนใหญ่ ประมาณ 60% กระจายออกไปทางด้านหลังของหลอด ลำแสงที่ได้รับจึงเย็นลงกว่าเดิม เมื่อนำไปส่องสินค้าประเภทผักสด , เนื้อสด จึงไม่ทำให้ สินค้าเสียหายมากนัก ลักษณะของหลอดฮาโลเจนแรงดันต่ำที่มีสารเคลือบพิเศษ แสดงดังรูป



รูปที่2.7 ลักษณะของหลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen) แรงดันต่ำที่มีการเคลือบพิเศษ (Dichroic Film)

(http://www.canopylights.com/manage/upprodimgs/s_109638944814355.jpg)

ข้อควรระวัง

1. หลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp) ทุกประเภท ห้ามใช้มือเปล่าจับตัวหลอดเด็ดขาด เนื่องจากคราบไขมันหรือเหงื่อที่ติดกับมือเราจะติดบนผิวหลอด เกิดการเผาไหม้บริเวณผิวหลอดจะมีอุณหภูมิสูงกว่าปกติ ทำให้หลอดแตกร้าวได้ ควรจะใช้ผ้าแห้งสะอาดชุบแอลกอฮอล์เช็ดให้ทั่ว แล้วปล่อยให้แห้ง

2. ควรหลีกเลี่ยงการหยิบจับหลอดไฟขณะใช้งานเนื่องจากอุณหภูมิสูงมาก

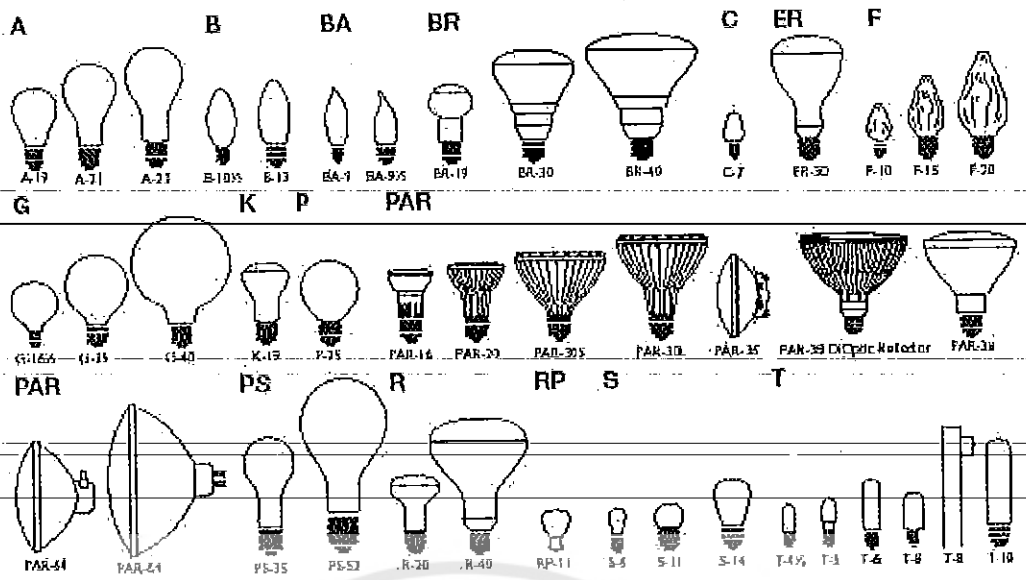
3. หลอดทังสเตนฮาโลเจนแรงดันต่ำที่ใช้แรงดัน 12 หรือ 220 โวลท์ ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิต

4. โคมดาวน์ไลน์ (Downlight) สำหรับหลอดทังสเตนฮาโลเจนแรงดันต่ำที่ไม่มีหม้อแปลงติดตั้งมาพร้อมจากโรงงาน หากผู้ติดตั้งวางหม้อแปลง บนฝ้าเพดานและไม่มีการป้องกันที่ดีพอ โดยอาจรู้เท่าไม่ถึงการณ์อาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้

5. อย่าติดตั้งหลอดทังสเตนฮาโลเจนใกล้กับวัสดุไวไฟเช่น ทินเนอร์ , เบนซิน หรือวัสดุที่ไวต่อความร้อน เพราะหลอดมีอุณหภูมิสูงมากอาจทำให้เกิดการลุกไหม้ได้

6. หลีกเลี่ยงการสัมผัสจานสะท้อนแสงของหลอดทังสเตนฮาโลเจน เพราะจะทำให้การสะท้อนของแสงลดลง

หลอดไฟที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าแสงสว่างยังมีอีกหลายแบบที่ไม่ได้กล่าวถึง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการศึกษาต่อไป แสดงรูปภาพของหลอดไฟบางชนิดดังนี้



รูปที่ 2.8 ลักษณะของหลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp)

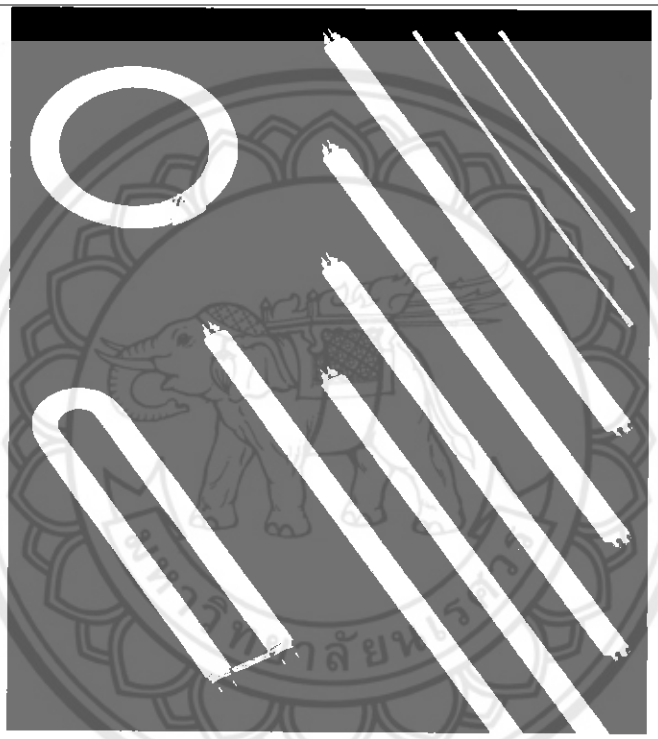
(http://www.crintermex.com/images/1182586555/scan0068_resize.jpg)

2. หลอดปล่อยประจุ

2.1 หลอดความดันไอต่ำ

2.1.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

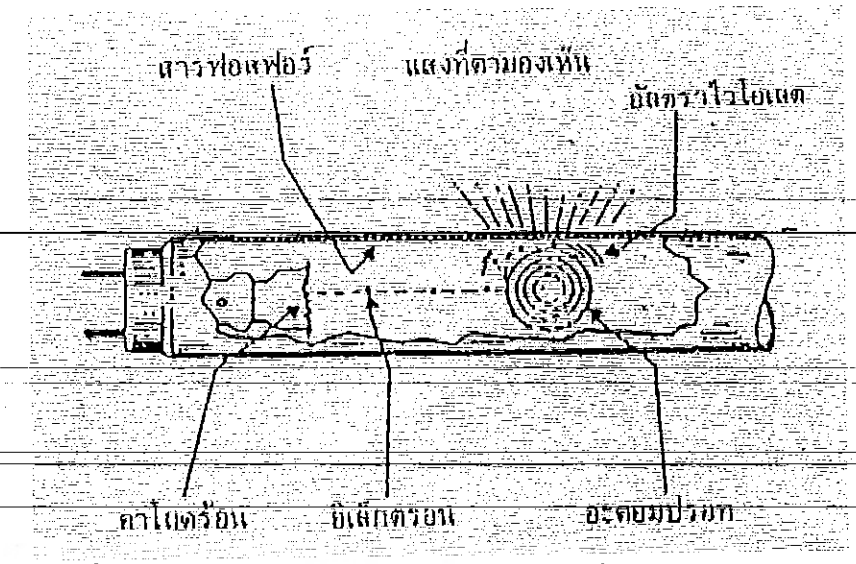
เป็นหลอดไฟฟ้าที่นิยมใช้กันทั่วไป เพราะว่าให้แสงสว่างนวลสบายตา และมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าหลอดไส้ถึง 8 เท่า ลักษณะของหลอดเป็นรูปทรงกระบอก รูปวงกลมและตัวยู มีขนาดอัตราทนกำลัง 10 วัตต์, 20 วัตต์, 32 วัตต์, และ 40 วัตต์ เป็นต้น ขนาด 40 วัตต์มีอายุการใช้งาน 8,000 ถึง 12,000 ชั่วโมง ให้ความสว่างของแสงประมาณ 3,100 ลูเมน [2.3] ดังรูป



รูปที่ 2.9 ลักษณะของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) แบบต่างๆ

(http://www.arch.tu.ac.th/envtech/Course/BuildingTech/AR341_EnvTech2_Lightings/21.jpg)

ภายในหลอดจะบรรจุด้วยก๊าซเฉื่อยประเภทอาร์กอนและไอปรอท บริเวณหลอดแก้วด้านในเคลือบด้วยสารเรืองแสง ก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในหลอดจะแตกตัวเป็นไอออน เมื่อแรงดันที่ขั้วแคโถดทั้งสองข้างของหลอดมีค่าสูงพอ ความต้านทานภายในหลอดก็จะต่ำลงทันทีทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดแก้วไปกระทบไอปรอท ทำให้ไอปรอทเปล่งรังสีอัลตราไวโอเลตออกมาและจะกระทบกับสารเรืองแสงที่เคลือบผิวด้านในของหลอดแก้ว หลอดจึงสว่างขึ้น

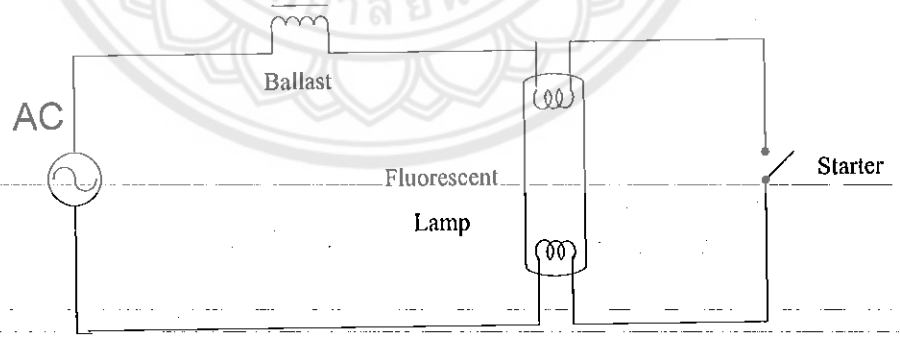


รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายในหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

(http://online.benchama.ac.th/science/learning/sci/pra_website2/pan10_clip_image011.jpg)

การต่อวงจรใช้งานเริ่มจากต่อสายไฟ 220 V(AC) เส้นหนึ่งต่อเข้ากับบัลลาสต์ (Ballast) จากบัลลาสต์(Ballast) ต่อไปยังขั้วหลอดหนึ่ง ขั้วหลอดสองต่อไปยังสตาร์ทเตอร์(Stater)และต่อเข้าขั้วหลอดอีกด้านหนึ่งจากขั้วหลอดจะต่อเข้าไฟสลับ (AC) อีกเส้นหนึ่งจนครบวงจร ดังรูป แสดงการต่อวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์(Fluorescent Lamp) เพื่อใช้งาน

การต่อวงจรการใช้งาน



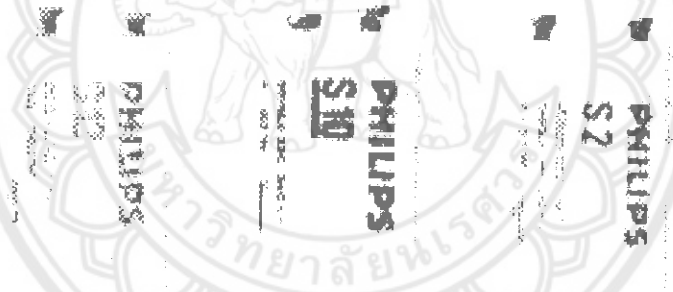
รูปที่ 2.11 การต่อวงจรใช้งานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

บัลลาสต์ (Ballast)

บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์(Fluorescent Lamp) มีหน้าที่อยู่หลายอย่างคือ สร้างแรงดันไฟฟ้าสูงในขณะที่หลอดเริ่มทำงาน เมื่อหลอดทำงานแล้วจะทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมหลอดให้ต่ำลง และนอกจากนี้ยังทำหน้าที่จำกัดกระแสไม่ให้ไหลผ่านหลอดมากเกินไปในขณะที่หลอดให้แสงสว่างออกมาบัลลาสต์ที่นิยมใช้อยู่มี 3 ชนิดคือ ชนิดขดลวด (Choke Coils Ballast) ชนิดหม้อแปลงขดลวดชุดเดียว (Autotranformer Ballast) และชนิดบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast)

สตาร์ทเตอร์ (Starter)

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

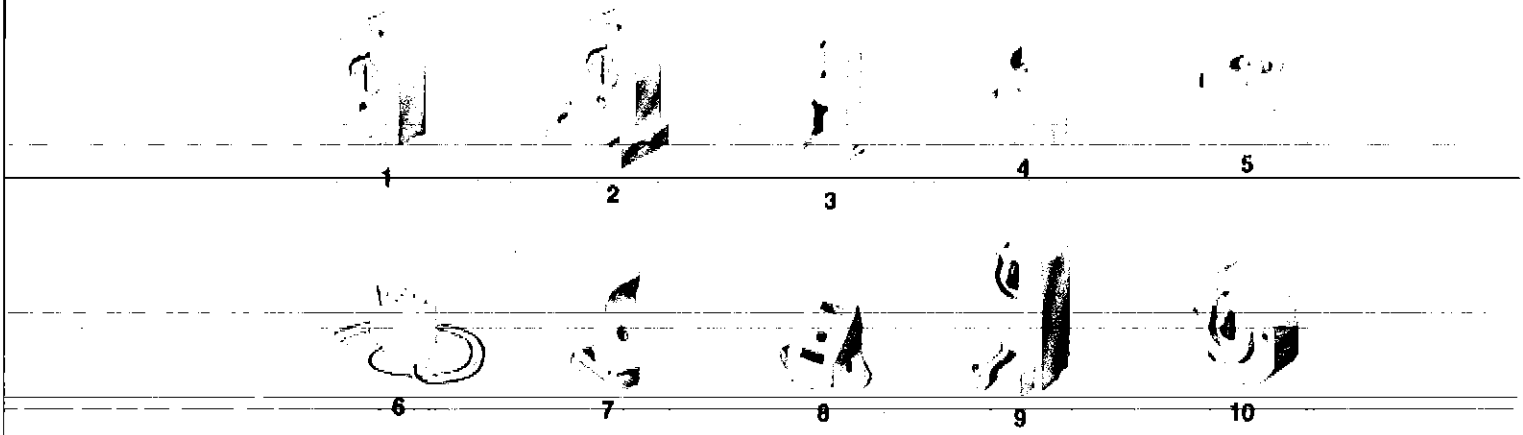


รูปที่ 2.12 สตาร์ทเตอร์ (Starter)

(http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/light/fluorescent/starter2.jpg)

ขั้วหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent)

แตกต่างกันไปตามชนิดของหลอด สำหรับหลอดชนิดแคโทดร้อน (Hot Cathode) จะมีจุดต่อวงจรอยู่ 4 จุด ขั้วหลอดจึงมีด้านละ 2 เขี้ยว (Bipin) ส่วนชนิดแคโทดเย็น (Cold Cathode) จะเป็นแบบ 1 เขียว (Single Pin) คือมีเขี้ยวยื่นออกมาข้างละเขี้ยวเท่านั้นแต่ละแบบใช้ร่วมกับขั้วหลอดต่างกันออกไป ที่พบเห็นในท้องตลาดดังรูป



รูปที่ 2.13 ลักษณะขาหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) แบบต่างๆ

(http://www.damarww.com/Common/helpdocs/compactFluorescentBulbBase.jpg)

สารเคลือบเรืองแสง (Phosphor)

ใช้ฉาบไว้ที่ผนังด้านในของหลอดแก้วเพื่อเปลี่ยนรังสีอัลตร้าไวโอเล็ตให้เป็นแสงที่มองเห็นได้ ซึ่งสีที่เปล่งออกมาจะขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติทางเคมีของสารเรืองแสงนั้น ในภาวะปกติที่หลอดยังไม่ทำงานจะยังคงมองเห็นหลอดเป็นสีขาว ต่อเมื่อหลอด ทำงานแล้ว จึงมองเห็นแสงสีแตกต่างกัน (ยกเว้นหลอดบางแบบที่ฉาบเม็ดสีไว้ภายใน ก็จะเห็น หลอดเป็นสีนั้นๆ ทั้งขณะที่หลอด ทำงานและไม่ทำงาน)

ข้อแนะนำในการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

1. หลอดแบบอุ่นไส้หลอด (Preheat) ไม่เหมาะสำหรับใช้กับห้องที่มีเพดานสูงเกินกว่า 5 - 7 เมตร เพราะต้องใช้หลอดจำนวนมาก การที่อายุหลอดไม่มากนัก ทำให้ต้องเปลี่ยนหลอดบ่อย เปลืองค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษา

2. ถ้าจำเป็นต้องใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) ในพื้นที่ที่มีความสูงเกินกว่า 7 เมตร ให้ใช้หลอดแบบติดเร็ว (Rapid Start) จะเหมาะกว่า เพราะมีอายุการใช้งานนานถึง 20,000 ชั่วโมงและไม่มีปัญหาเรื่องสตาร์ทเตอร์

3. ควรเลือกสีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ให้เหมาะสมกับงาน เช่น เดย์ไลท์(Daylight), วอร์มไวท์(Warm White) , คูลไวท์ (Cool White) เป็นต้น

4. งานที่ต้องการความส่องสว่างสูงกว่า 500 ลักซ์ควรใช้หลอดเดย์ไลท์(Daylight)

5. งานที่ต้องการความส่องสว่าง 300 - 500 ลักซ์ควรใช้หลอดคูลไวท์ (Cool White)

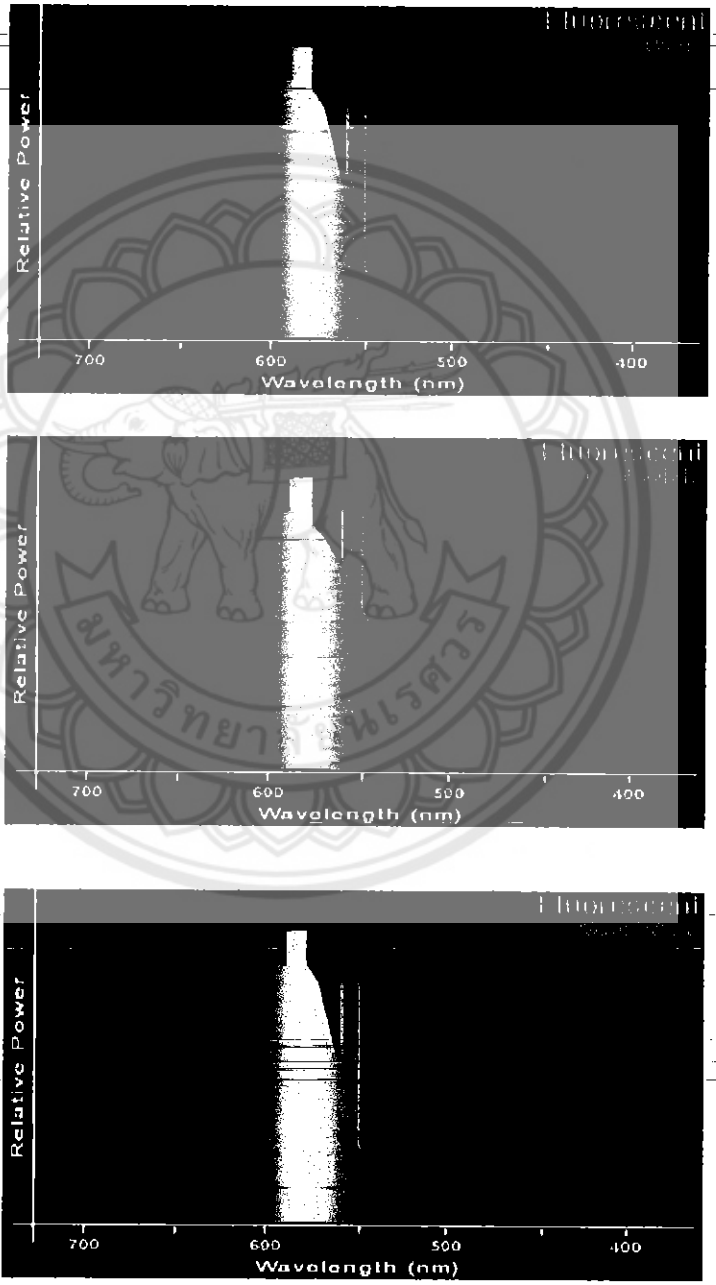
6. งานที่ต้องการความส่องสว่างต่ำกว่า 300 ลักซ์ควรใช้หลอดวอร์มไวท์(Warm White)

7. การเลือกใช้สีของหลอดอาจพิจารณาพื้นที่ใช้สอยประกอบกัน โดยพื้นที่ที่อยู่ติดกันควรใช้หลอดที่มีโทนสีใกล้เคียงกัน

8. หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดที่มีฮาร์มอนิกส์ ซึ่งมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการเลือกใช้บัล-ลาสต์ (Ballast)

คุณลักษณะทางแสงสี

ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของสารเรืองแสงที่ฉาบไว้ด้านในของกระเปาะแก้ว ทำให้ได้การกระจายพลังงานทางสเปคตรัมที่ต่างกัน ซึ่งหมายถึงแสงสีที่ได้รับต่างกันนั่นเอง



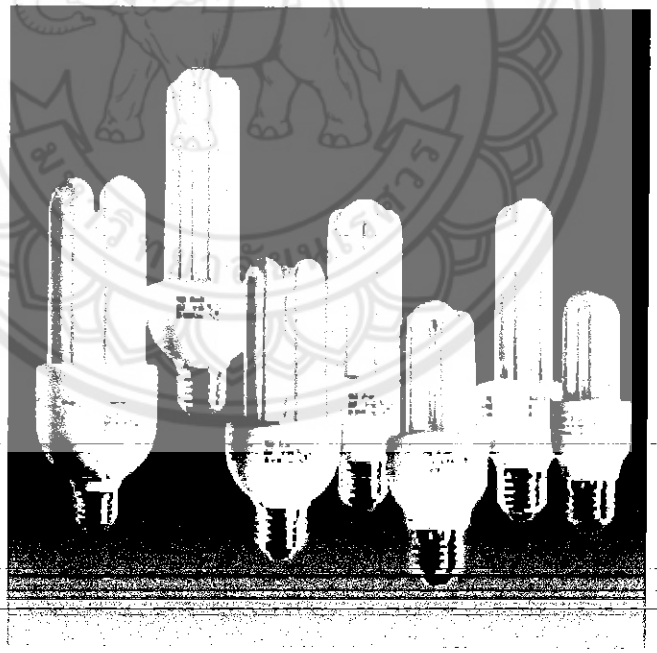
รูปที่2.14 แสดงคุณลักษณะแสงสีของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

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

2.1.2 หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent)

เป็นหลอดปล่อยประจุความดันไอต่ำ สีของหลอดมี 3 แบบคือ เดย์ไลท์ (Daylight) ,คูลไวท์ (Cool White) และ วอร์มไวท์(Warm White) เช่นเดียวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์(Fluorescent Lamp) แบบที่ใช้งานกันมากคือหลอดเดี่ยว มีขนาดวัตต์ 5, 7, 9, 11 วัตต์และหลอดคู่ มีขนาดวัตต์ 10, 13, 18, 26 วัตต์ เป็นหลอดที่พัฒนาขึ้นมาแทนที่หลอดไส้ (Incandescent Lamp) และมีประสิทธิผลสูงกว่าหลอดไส้คือประมาณ 50-80 ลูเมนต่อวัตต์ และ อายุการใช้งานประมาณ 5,000-8,000 ชม จัดเป็นหลอดประหยัดไฟที่นิยมใช้กันมากขึ้นในปัจจุบันเนื่องจากให้แสงสว่างสูง[2.4] อายุการใช้งานยาวนาน แสงสีที่นุ่มนวล และความร้อนที่ตัวหลอดน้อยกว่า เมื่อเทียบกับหลอดไส้ คุณลักษณะดังกล่าวจึงเหมาะกับการนำไปใช้ให้แสงสว่างในอาคารแทนหลอดไส้ และนอกอาคารเป็นบางแห่งโดยเฉพาะบริเวณที่ต้องเปิดไฟทิ้งไว้ เป็นเวลานานๆ ชนิดของหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent)

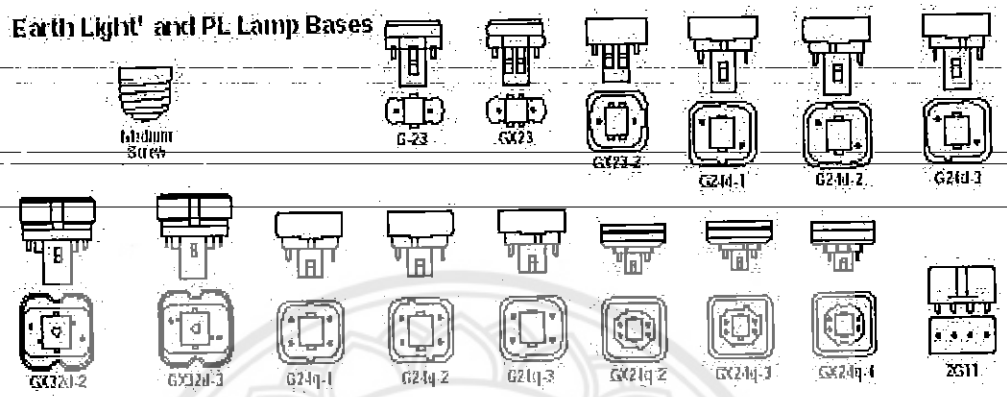
แบบใช้บัลลาสต์ภายนอก แต่ที่ตัวหลอดจะมีสตาร์ทเตอร์ติดตั้งไว้ภายในเรียบร้อยแล้ว เรียกทั่วไปว่าหลอดตะเกียบ อาจมีลักษณะรูปร่างต่างกันออกไปในแต่ละรุ่นและยี่ห้อ



รูปที่ 2.15 ลักษณะของหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent)

(http://images.google.co.th/imgurl=http://bp0.bl/gHJnADj5V8Y/s320/Fluorescent_Lamp.jpg)

การใช้งานต้องต่อร่วมกับบัลลาสต์ดังรูป โดยใช้กับบัลลาสต์สำหรับหลอดประเภทนี้โดยเฉพาะ รูปร่างของบัลลาสต์โดยทั่วไป จะเหมือนกับบัลลาสต์แบบอุ่นไส้ (Preheat) แต่มีขนาดเล็กกว่า อาจใช้บัลลาสต์ 1 ตัวกับหลอด 1 หลอด หรือใช้บัลลาสต์ 1 ตัวกับหลอด 2 หลอดที่ต่ออนุกรมกันดังรูป ทั้งนี้สามารถดูรายละเอียดเพิ่มเติมที่ระบุมากับบัลลาสต์นั้นๆ



รูปที่ 2.16 ลักษณะของขั้วหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent)

(http://203.172.182.81/ep/electrical/light/compactflu/compact_base.jpg)

ข้อควรรู้เกี่ยวกับการใช้หลอดที่มีบัลลาสต์แยกกับหลอด

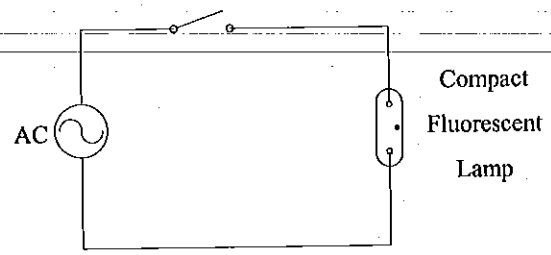
1. บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent) แบบตรง ไม่ควรนำมาใช้กับหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ เพราะจะทำให้อายุการใช้งานสั้นลง

2. บัลลาสต์ที่ใช้กับหลอดแต่ละขนาดต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิต มิฉะนั้นจะทำให้หลอดอายุสั้น

3. เมื่อบัลลาสต์เสีย สามารถเปลี่ยนเฉพาะบัลลาสต์ได้

4. ราคาถูกกว่าแบบมีบัลลาสต์ในตัว

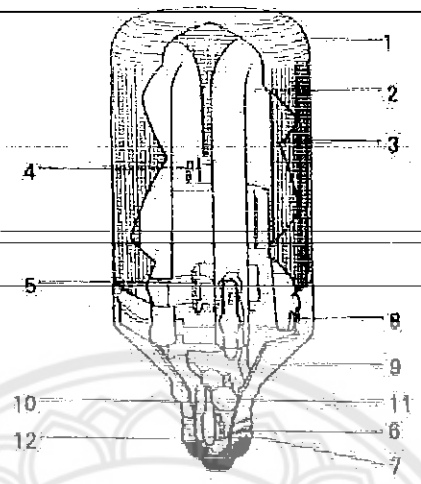
การต่อวงจรการใช้งาน



รูปที่2.17 การต่อวงจรใช้งานของหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์(Compact Fluorescent Lamp)

หลอดคอมแพคต์แบบมีบัลลาสต์ในตัว

มีโครงสร้างภายในดังรูป ประกอบด้วย



รูปที่ 2.18 โครงสร้างภายใน หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent) แบบมีบัลลาสต์ในตัว
(http://www.chontech.ac.th/~electric/e-learn/unit17/pic/cp.gif)

1. กระเปาะส่วนนอก(Outer Bulb)
2. หลอดแก้ว (Discharge Tube)
3. ฟอสเฟอร์(Phosphor)
4. บัลลาสต์ (Ballast)
5. อิเล็กโทรด(Electrode)
6. แผ่นไบ-เมทัล (Bi-metallic Strip)
7. สตาร์ทเตอร์(Starter)
8. แผ่นรอง (Mounting Plate)
9. ชุดยึด (Housing)
10. ชุดตัดความร้อน(Thermal Cut-out)
11. คาปาซิเตอร์(Capacitor)
12. เกลียวยึดหลอด (Lamp Cap)

มีให้เลือกทั้งแบบหลอดแก้วใส (Prismatic) และขาวขุ่น (Opal) รูปร่างอาจแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับรุ่นและยี่ห้อที่ใช้ ทั้งนี้สามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากแคตาล็อก (Catalog)ของแต่ละบริษัท

ข้อควรรู้เกี่ยวกับการใช้หลอดที่มีบัลลาสต์ในตัว

1. ราคาแพง และถ้ามีชิ้นส่วนเสียต้องทิ้งทั้งหลอด
2. มีทั้งใช้บัลลาสต์แบบแกนเหล็กและอิเล็กทรอนิกส์ ถ้าแบบแกนเหล็กจะมีน้ำหนักมาก ราคาถูก
3. แบบใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ใช้พลังงานไฟฟ้าต่ำ ราคาแพง
4. แบบใช้บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีฮาร์มอนิกส์มาก

การนำหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ไปใช้งาน

การใช้งานหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent) จะมีลักษณะการวางหลอด 2 แบบ คือการวางหลอดในแนวตั้งและการวางหลอดในแนวนอน การวางหลอดในแนวตั้งนั้นเมื่อเปิดใช้งานปริมาณแสงจากหลอด จะลดลงอยู่ในช่วง 5-10 เปอร์เซ็นต์ เพราะอากาศร้อน จะถูกพัดขึ้นไปด้านบน และออกจากโคมไป แต่ถ้าเป็นหลอดที่วาง ในแนวนอนนั้น ปริมาณแสงจะลดลงถึง 40 เปอร์เซ็นต์ ขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างตำแหน่งติดตั้งหลอด และผนังด้านบนของโคมว่ามีค่ามากน้อยเพียงใด ยิ่งระยะห่างน้อยปริมาณแสงยิ่งลดลงมาก สำหรับการใช้งานหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ ที่มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ภายในตัวนั้น ในการทดสอบได้ใช้หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ ในโคมสำหรับหลอด GLS 100 วัตต์ซึ่งผลที่ได้ไม่ต่างจาก การใช้หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์วางในแนวตั้งเท่าใดนัก โดยปริมาณแสงที่ลดลงจะอยู่ในช่วง 5 - 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น แต่ถ้าเปรียบเทียบระหว่างโคมสำหรับหลอด GLS 100 วัตต์ ที่มีช่องระบายอากาศด้านบนกับโคม สำหรับหลอด GLS ที่ปิดช่องระบายอากาศทั้งหมดแล้วจะพบว่า โคมที่ปิดช่องระบายอากาศทั้งหมดจะมีปริมาณแสงลดลง มากกว่า ซึ่งบางครั้งอาจมีค่าลดลงมากกว่าโคมที่ไม่ปิดช่องระบายอากาศถึง 6 เปอร์เซ็นต์ [2.5]

ข้อแนะนำในการใช้หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์

1.ใช้กับโคมไฟส่องลงในกรณีให้แสงทั่วไปถือว่าประหยัดพลังงานแสงสว่างได้มาก เมื่อเทียบกับการใช้หลอดไส้ในโคมไฟส่องลง

2. ใช้แทนหลอดไส้และทังสเตนฮาโลเจนได้กรณีที่เป็นทางด้านการส่องสว่างทั่วไป

3. การเลือกใช้ชนิดสีของหลอดมีความสำคัญสำหรับงานแต่ละชนิด ถ้าเป็นความส่องสว่างต่ำก็ควรใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีต่ำ คือสีเหลือง หรือหลอดวอร์มไวท์ (Warm White) ถ้าเป็นความส่องสว่างสูงก็ควรใช้หลอดที่มีอุณหภูมิสีสูง เช่นหลอดคูลไวท์ (Cool White)

4. การเปลี่ยนหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์แทนที่หลอดไส้(Incandescent)ในโคมไฟส่องลง ให้ระวังเรื่องการระบาย ความร้อนซึ่งทำให้ อายุการใช้งานของหลอดสั้นลงมากและระวังเรื่องแสงบาดตา

5. บริเวณที่จำเป็นต้องปิดไฟไว้นานๆ เช่น ไฟรั้ว ไฟทางเดิน อาจใช้หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งมีอายุการใช้งาน นานกว่าหลอดไส้

6. แบบที่มีบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในตัวจะมีฮาร์มอนิกส์สูง กรณีที่ต้องใช้หลอดจำนวนมากให้ระวังปัญหาเรื่องฮาร์มอนิก

7. หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซนต์ที่ใช้ในบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงเกินไปหรือต่ำเกินไป ทำให้ปริมาณแสงสว่าง จากหลอดลดลงมาก ดังนั้นถ้าใช้หลอดประเภทนี้ต้องพิจารณาเรื่องนี้โดยเฉพาะโคมที่มีการระบายอากาศไม่ดี

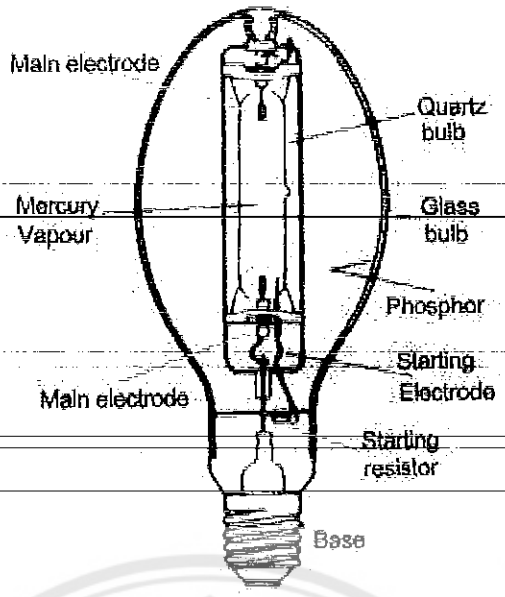
2.2 หลอดความดันไอสูง

2.2.1 หลอดความดันไอปรอทหรือหลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp)

เป็นหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง ที่ให้กำเนิดแสงโดยกระบวนการ อาร์กภายในหลอดอาร์ก เรียกกันทั่วไปว่าหลอดแสงจันทร์ มีทั้งแบบ กระเปาะแก้วใสและแบบเคลือบผิวภายในด้วยสารฟอสเฟอร์ เป็นหลอดที่มีสองแบบคือไม่ใช้บัลลาสต์ ซึ่งมีหลักการทำงานคล้ายกับหลอดไส้ธรรมดาและที่ต้องใช้งานร่วมกับบัลลาสต์ ให้แสงสว่างสูงใช้ทั่วไปในสถานที่ สาธารณะ, ไฟถนน, ห้างสรรพสินค้า, โรงงานอุตสาหกรรม หรืออาคาร ที่มีเพดานสูง

โครงสร้างของหลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp)

หลอดแสงจันทร์ 40 วัตต์จะให้แสงสว่างประมาณ 1,600 - 2,400 ลูเมน มีอายุการใช้งานเฉลี่ยประมาณ 24,000 ชั่วโมง [2.6] หลอดแสงจันทร์มีอยู่ 2 ชนิด คือ ชนิดที่ใช้บัลลาสต์กับชนิดที่ไม่ใช้บัลลาสต์ ชนิดที่ไม่ใช้บัลลาสต์จะมีอายุการใช้งานที่สั้นกว่า เมื่อเริ่มทำงานก๊าซที่อยู่ในหลอดจะเกิดการแตกตัวโดยใช้เวลาประมาณ 10 - 15 นาทีแล้วแต่ชนิดของหลอด หลอดจะค่อย ๆ เริ่มเปล่งแสงสว่างออกมา เมื่อหลอดดับแล้วต้องการให้หลอดติดใหม่ต้องรอให้หลอดเย็นตัวก่อน



รูปที่ 2.19 โครงสร้างหลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp)

(http://personal.cityu.edu.hk/~bsapplec/Image52.gif)

ส่วนประกอบของหลอด

1. กระเปาะส่วนนอก (Outer Bulb or Glass Bulb) ทำด้วยแก้วอ่อนธรรมดาเคลือบผิวด้านในด้วยฟอสเฟอร์เพื่อเปลี่ยนรังสีอัลตร้าไวโอเล็ตให้เป็นแสงที่มองเห็นได้

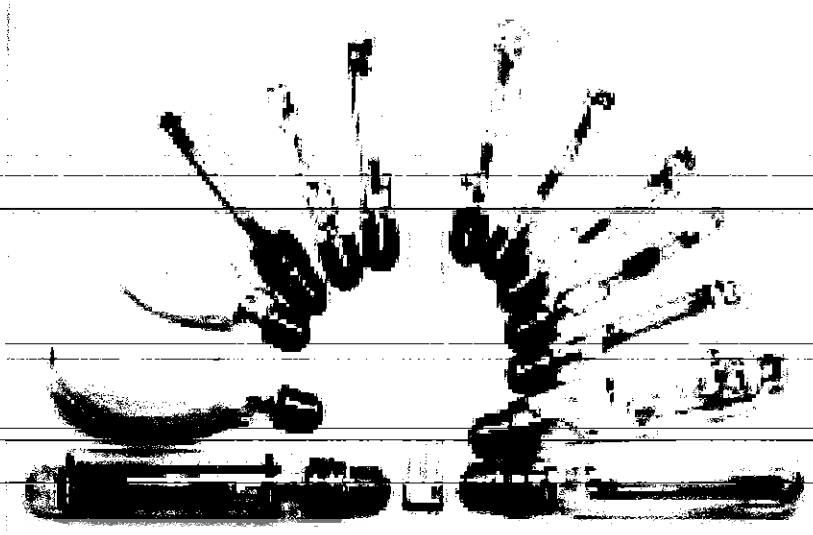
2. กระเปาะส่วนใน (Arc Tube) ปกติทำด้วยควอทซ์หรือแก้วแข็ง (Hard Glass) ใช้หุ้มส่วนที่ให้กำเนิดแสงอันประกอบด้วย อิเล็กโทรด, เม็ดปรอทและก๊าซอาร์กอน ช่องว่างระหว่างกระเปาะนอกและในจะบรรจุก๊าซไนโตรเจนไว้ เพื่อป้องกันการเกิดออกซิเดชัน (Oxidation) ของหลอดอาร์ก

3.อิเลคโทรด(Electrode)แบ่งออกเป็น2ชนิดคือ

3.1 การจุดติด (Starting Electrode) ทำหน้าที่ช่วยสตาร์ทหลอดอาจทำด้วยวัสดุทังสเตนโดยต่ออนุกรม กับตัวต้านทาน ซึ่งมีค่าประมาณ 10,000 - 30,000 โอห์ม ที่ทำหน้าที่ลดกระแสตอนสตาร์ท

3.2 อิเล็กโทรดหลัก (Main Electrode) ทำด้วยทังสเตนเคลือบด้วยแบเรียมออกไซด์ ทำหน้าที่ปล่อยอิเล็กตรอน ออกมาเป็นจำนวนมาก ปัจจุบันอิเล็กโทรดหลัก นิยมทำด้วยแท่ง ธอเรียม

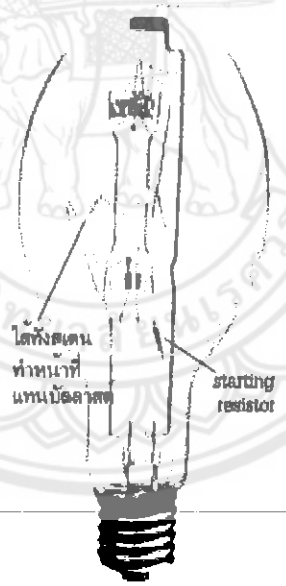
4. เส้นลวดยึด (Support) ใช้ยึดหลอดอาร์กกับขั้วด้านในของหลอด พร้อมทั้งเป็นตัวนำไฟฟ้าไปยังอิเล็กโทรด



รูปที่2.20 ตัวอย่างหลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp)

(http://www.blunt.co.uk/hydroponics-shop-uk/hps-grow-lights/images/bulbs-lamps.jpg)

หลอดไอปรอทแบบมีบัลลาสต์ในตัว (Self-Ballast Mercury Lamp)



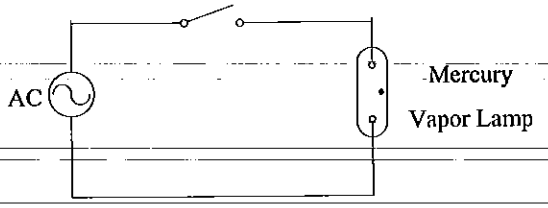
รูปที่2.21 หลอดไอปรอทแบบมีบัลลาสต์ในตัว (Self-Ballast Mercury Lamp)

(http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/light/mercury/mercury.html)

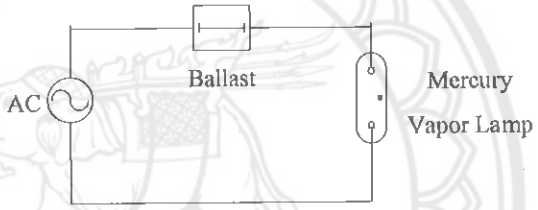
หลอดชนิดนี้อาศัยไส้หลอดแบบหลอดไส้ (Incandescent Lamp) แทนบัลลาสต์ โดยบรรจุไว้ในกระเปาะส่วนนอก (Outer Bulb) แสงที่ได้ จะรวมกันระหว่าง แสงจากไส้ทังสเตนและแสงจากการอาร์กของไอปรอททำให้ดูอบอุ่นขึ้น แต่อุณหภูมิของตัวหลอดจะสูงกว่าแบบใช้บัลลาสต์ ข้อดีคือ หลอดที่มีวัตต์ไม่สูงมากนักสามารถใช้ร่วมกับขั้วหลอดไส้แบบเกลียวที่ใช้กันทั่วไปได้ และ

การจุดหลอดก็ใช้เวลาน้อยกว่า ข้อเสียคืออายุการ ใช้งานสั้นกว่า อย่างไรก็ตามหลอดทั้งสองไม่สามารถ ใช้แทนกันได้

การต่อวงจรการใช้งาน



รูปที่2.22 การต่อวงจรใช้งานของหลอดแสงจันทร์แบบมีบัลลาสต์ในตัว
(Self-ballast mercury Vapor Lamp)



รูปที่2.23 การต่อวงจรใช้งานของหลอดแสงจันทร์ที่ใช้บัลลาสต์เป็นตัวช่วยในการทำงาน

การทำงาน

การทำงานของหลอดแสงจันทร์ชนิดที่ใช้บัลลาสต์เป็นตัวช่วยในการทำงานมีหลักการทำงานดังนี้

ในการต่อวงจรทางไฟฟ้า จะต่อบัลลาสต์เข้ากับหลอดไฟแบบอนุกรม การต่อบัลลาสต์แบบอนุกรมเข้าไปในวงจรของหลอดไฟก็เพื่อเป็นตัวควบคุมไม่ให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มมากจนเกินไป ซึ่งจะเป็นอันตรายต่อหลอดได้

เมื่อจ่ายไฟให้กับวงจร แรงดันไฟฟ้าจะไปตกคร่อมที่อิเล็กโตรดที่ช่วยในการจุดติด (Starting Electrode) กับอิเล็กโตรดหลัก (Main Electrode) ที่อยู่ด้านล่างของหลอด ทำให้ก๊าซที่บรรจุอยู่ภายในกระเปาะแก้วด้านใน ซึ่งเป็นก๊าซอาร์กอนเกิดการแตกตัวเป็นผลทำเกิดความร้อนขึ้น และทำให้ความต้านทานของก๊าซอาร์กอนภายในกระเปาะแก้วด้านในลดลงและกระแสไฟฟ้าจำนวนหนึ่งสามารถไหลผ่านได้แต่มีค่าน้อยมาก

ในขณะที่มีการเริ่มสตาร์ท หลอดแสงจันทร์นี้จะทำให้กระแสไฟฟ้าไหลมากขึ้น เนื่องจากความดันและความร้อนภายในกระเปาะแก้วด้านในนั้นยังมีค่าต่ำอยู่ และเมื่อช่วงเวลาที่สตาร์ทผ่าน

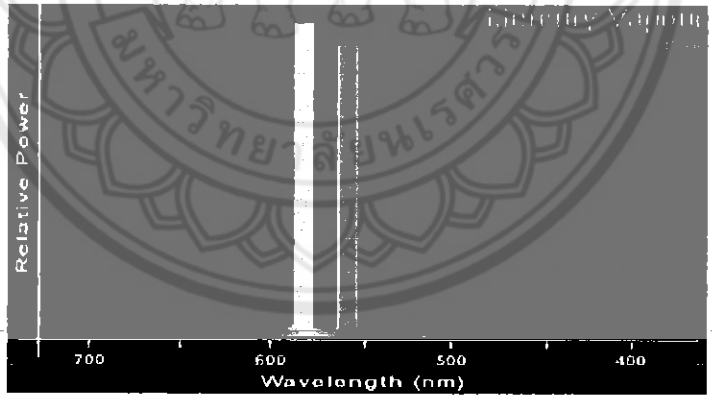
ไปแล้วจะทำให้มีความดันและความร้อนในกระเปาะแก้วด้านในเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลทำให้กระแสไฟฟ้าลดลง ในช่วงนี้ในกระเปาแก้วด้านในจะมีแสงสีน้ำเงินแกมเขียวเกิดขึ้นตามคุณสมบัติของไอปรอท ความสว่างจะเพิ่มขึ้นตามไปด้วยจนกระทั่งความดันของไอปรอทและอุณหภูมิในกระเปาะแก้วด้านในคงที่หลอดไฟก็จะเปล่งแสงออกมาได้เต็มที่

ระยะเวลาช่วงที่นับตั้งแต่ป้อนแรงดันให้แก่หลอดไฟจนกระทั้งหลอดไฟสามารเปล่งแสงออกได้ประมาณ 80 % ของแสงสว่างเต็มที่นี้เราเรียกว่า ช่วงการอุ่นตัว (Warm Up Period) ซึ่งใช้เวลาประมาณ 4-5 นาที

ช่วงการชะงักของวงจรทำงานของหลอดแสงจันทร์นั้น ระบบไฟฟ้าที่ต่อให้กับวงจรจะขาดตอนไม่ได้ หรือเปิดวงจรของหลอดไม่ได้เพราะหลอดไฟจะหยุดทำงาน และเมื่อหลอดไฟฟ้าหยุดทำงานแล้วจะต้องใช้เวลาช่วงหนึ่งก่อนที่หลอดจะเริ่มทำงานใหม่ ช่วงเวลาที่รอให้หลอดไฟสตาร์ทใหม่ได้นี้เรียกว่า ช่วงการเริ่มสตาร์ทใหม่ (Restarting Time) หรือ ช่วงการคืนตัว (Restrike Time) อาจจะใช้ช่วงเวลาประมาณ 5-10 นาที จึงจะเริ่มสตาร์ทหลอดใหม่ได้

คุณลักษณะทางแสงสี

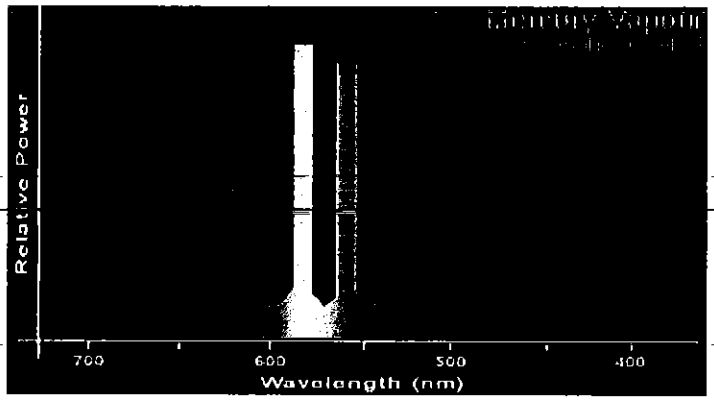
การกระจายพลังงานทางสเปคตรัมอาจต่างกันไปตามชนิดของหลอดและฟอสเฟอร์ที่ใช้เคลือบดังรูป



รูปที่2.24 ลักษณะการกระจายพลังงานทางสเปคตรัมของหลอดแบบใส (Clear)
(http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/light/fluorescent/fluorescent.html)

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

1500021x
ปร.
ฉ.2117ก
2550



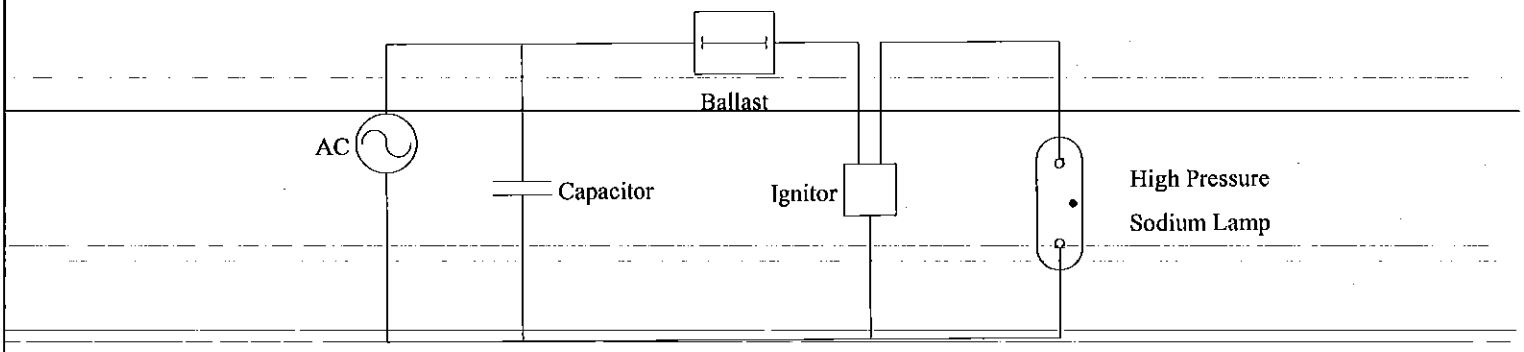
รูปที่2.25 ลักษณะการกระจายพลังงานทางสเปคตรัมของหลอดแบบเคลือบสาร (Phosphor Coated)
(http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/light/fluorescent/fluorescent.html)

2.2.2 หลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp)

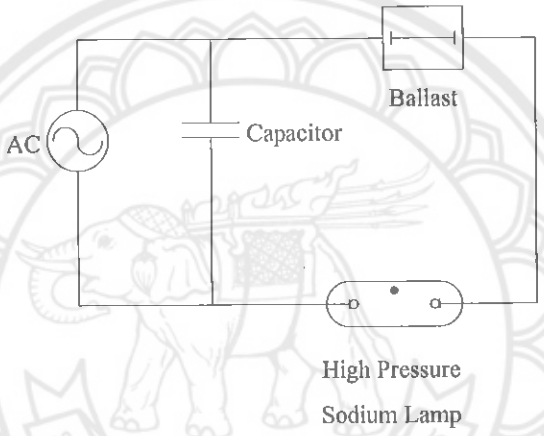
คล้ายกับหลอดโซเดียมความดันไอต่ำ (Low pressure sodium) แต่หลอดอาร์ก (Arc tube)มีขนาดเล็กกว่า ในขณะที่ยังคงทำงานที่ อุณหภูมิสูง และเนื่องจากหลอดอาร์กมีขนาดเล็ก จึงไม่จำเป็นต้องอาศัยการจุดติด (Starting Electrode) การบรรจุโซเดียม ลงในหลอดอาร์กซึ่งทำงานที่ความดันและอุณหภูมิสูงจะมีผลในทางกัดกร่อนมาก หากใช้แก้วธรรมดาหรือควอทซ์ ดังนั้นวัสดุที่ใช้ทำหลอดอาร์กจึงได้พัฒนามาใช้เซรามิคใส (Polycrystalline , Translucent Alumina Material) ที่ทนการกัดกร่อนได้ดีกว่า นอกจากนั้น ยังบรรจุซีนอน(Xenon)และหยดปรอทไว้ภายในหลอดอาร์กอีกด้วย เพื่อปรับปรุงคุณภาพแสงให้ดีขึ้น

รูปที่ 2.26 ลักษณะของหลอดหลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp)

การต่อวงจรการทำงาน

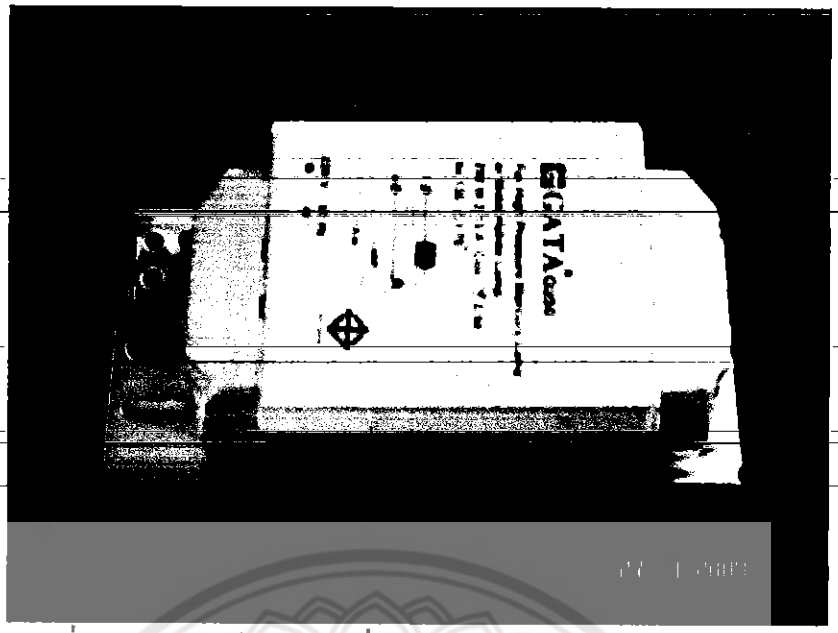


รูปที่ 2.27 วงจรหลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp) ที่ต้องใช้อิกนิเตอร์ (Ignitor)

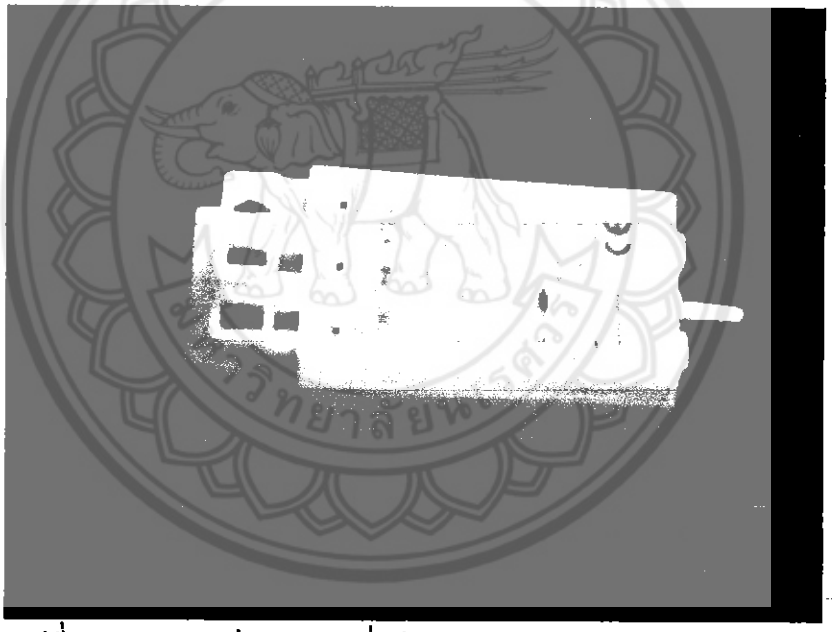


รูปที่ 2.28 วงจรหลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp)ที่ไม่ต้องใช้อิกนิเตอร์(Ignitor)

เนื่องจากรูปทรงของ หลอดอาร์ก (Arc tube) เล็ก,เรียว,ยาว ทำให้การจุดหลอดไม่สามารถใช้ (Starting Electrode) ได้ จึงต้องใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์สตาร์ทเตอร์ (Electronic Starter) ช่วยจุดหลอดเรียกว่าอิกนิเตอร์ (Ignitor) ร่วมกับบัลลาสต์เพื่อจ่ายแรงดันสูง (High Voltage Pulse) ประมาณ 2500 - 5000 โวลท์ เข้าที่ตัวหลอด ทำให้ก๊าซภายในเกิดเบรกดาวน์ (Breakdown) และสามารถสตาร์ทหลอดได้ โดยแสงจะเริ่มเปล่ง สีขาวอมฟ้า ฟ้า เหลืองและเหลืองทอง อันเป็นผลมาจากการที่โซเดียม (Sodium) เริ่มแตกตัวภายในหลอดอาร์ก กระบวนการที่เกิดขึ้น ใช้เวลานานราว 3 - 5 นาที ส่วนการ สตาร์ท (Restart) ใช้เวลาประมาณ 1 นาที (สำหรับหลอดบางชนิดที่มีอิกนิเตอร์ภายในตัวไม่ต้องใช้อิกนิเตอร์ ภายนอกช่วยจุดหลอดอีก

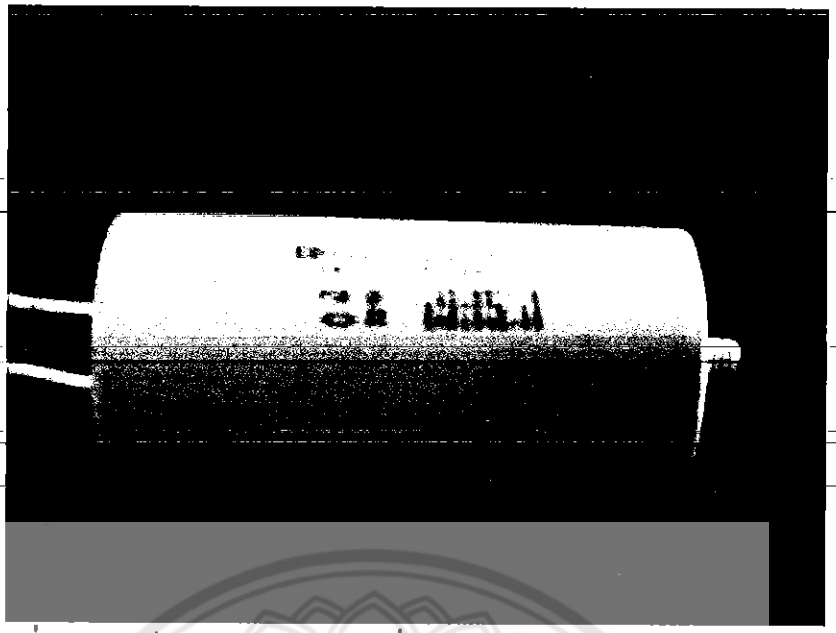


รูปที่ 2.29 บัลลาสต์ (Ballast) ที่ใช้ร่วมกับหลอดโซเดียมความดันไอสูง



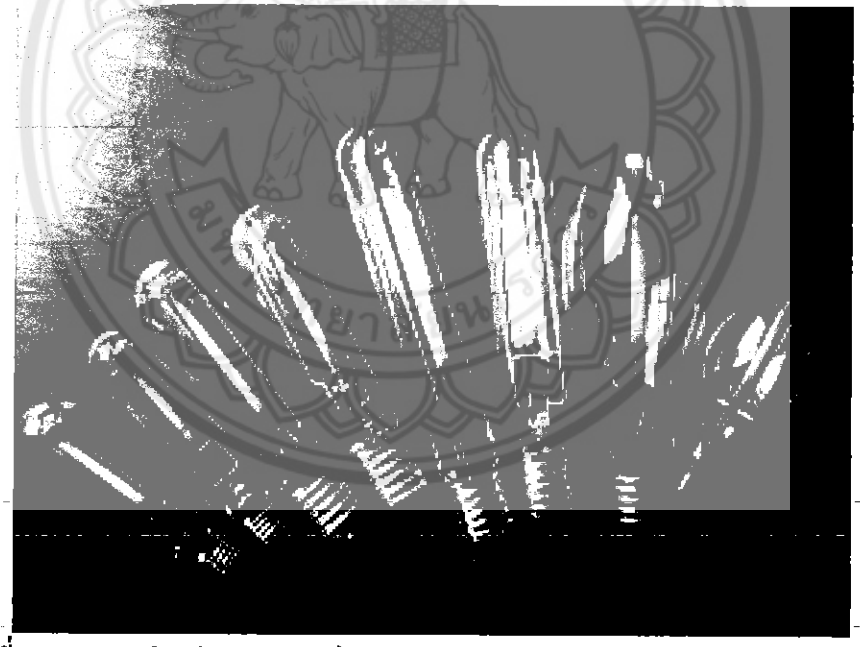
รูปที่ 2.30 อิกนิเตอร์ (Ignitor) ที่ใช้ร่วมกับหลอดโซเดียมความดันไอสูง

ในส่วนของตัวเก็บประจุจะต่อเข้าวงจรหลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp) ด้วยหรือไม่ก็ได้ แต่ถ้าจะให้ดีควรจะต่อตัวเก็บประจุเข้าในวงจรด้วย เพื่อช่วยชดเชยค่าตัวประกอบกำลังให้สูงขึ้น จึงช่วยประหยัดกระแสไฟด้านเข้าของวงจรได้ ลักษณะของตัวเก็บประจุที่ใช้ในวงจรหลอดโซเดียมความดันไอสูง



รูปที่ 2.31 ตัวเก็บประจุ (Capacitor) ที่ใช้ร่วมกับหลอดโซเดียมความดันไอสูง

รูปทรงของหลอด มีหลายแบบแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งานดังรูป



รูปที่ 2.32 หลอดโซเดียมความดันไอสูง(High Pressure Sodium Lamp) รูปแบบต่างๆ

(http://www.zslight.com/lamp_images/L003.gif)

อายุการใช้งาน

โดยทั่วไปมีค่าประมาณ 18,000 - 24,000 ชั่วโมง เมื่อคิดที่การเปิดใช้งาน 10 ชั่วโมง/ครั้ง [2.7] ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนวัตต์ และตำแหน่งการจุดหลอดด้วย มุมที่ใช้ในการติดตั้งหลอดให้ดูจากแคตาล็อก (Catalog) ของหลอดนั้นๆ

คำแนะนำ

1. ใช้กับงานที่ไม่พิถีพิถันเรื่องความถูกต้องของสี เช่น โรงงานเหล็ก เป็นต้น

2. งานที่เหมาะใช้กับหลอดประเภทนี้ได้แก่ โรงงานที่ไม่มีปัญหาเรื่องความถูกต้องของสี ไฟส่องบริเวณที่ไม่ใช่ย่านธุรกิจ ไฟถนน ไฟสวนสาธารณะ

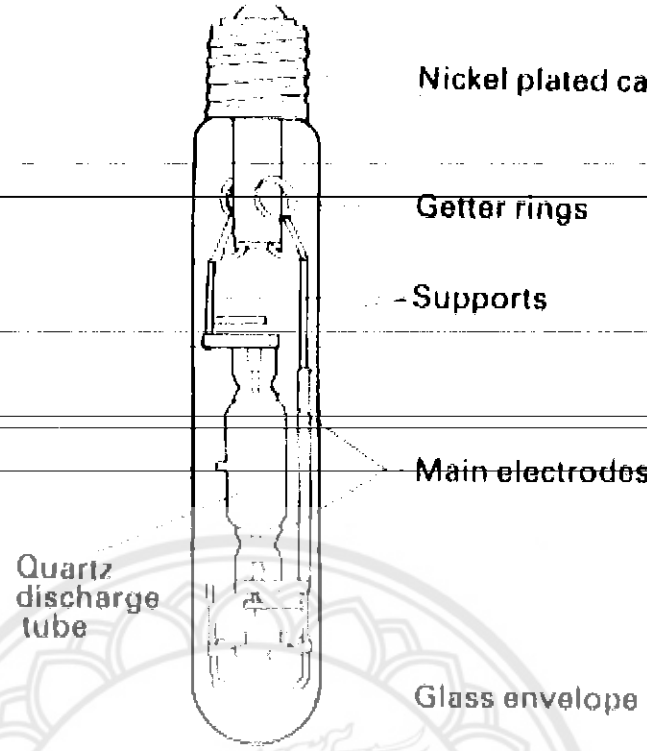
3. หลอดโซเดียมความดันไอสูงบางประเภทได้มีการพัฒนาให้มีค่าความถูกต้องของสีสูง และเหมาะใช้กับงานได้กว้างขวาง ขึ้น แต่ทั้งนี้ต้องพิจารณาคุณสมบัติของหลอดเป็นประเภทไป

4. ประสิทธิผลของหลอดประเภทนี้สูงที่สุดในตระกูลหลอดปล่อยประจุความดันไอสูง

5. หลอดประเภทนี้ให้สีเหมาะสำหรับงานทางด้านความปลอดภัย เพราะตามีความไวต่อการมองเห็นที่โทนสีเหลือง

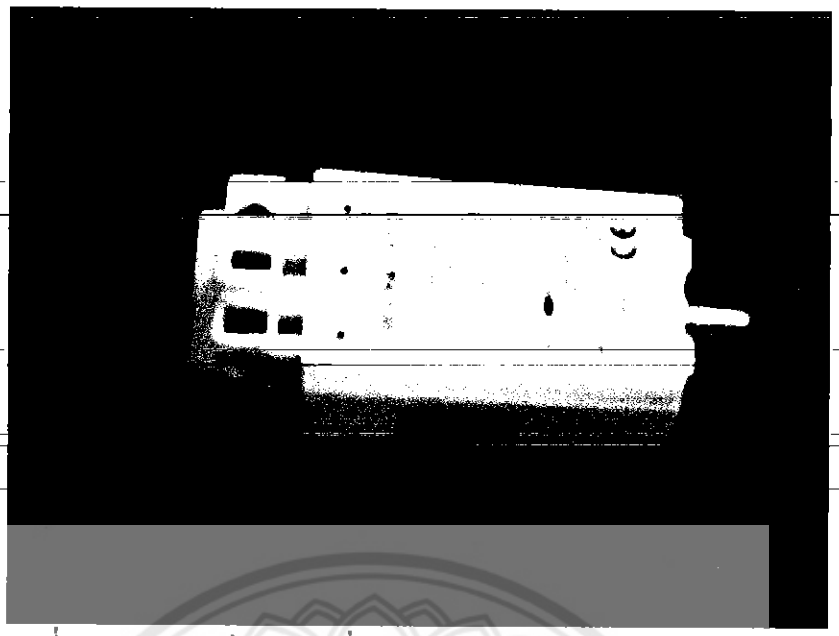
2.2.3 หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)

โดยทั่วไปคล้ายกับหลอดไอปรอท ซึ่งหลอดอาร์ก ทำด้วยฟิวส์ซิลิกา (Fuse Silica) แต่มีขนาดเล็กกว่าหลอดอาร์ก ของหลอดไอปรอท ภายในบรรจุอิเล็กโทรดที่ทำด้วยทังสเตนล้วนๆ ไม่นิยมเคลือบด้วย สารเร่งอิเล็กตรอน เนื่องจากสารนี้จะถูกทำลาย เมื่อรวมกับไฮโดรเจน ภายในกระเปาะเองมีการเติมสารตระกูลฮาไลด์(Halide) ลงไปได้แก่ ไทเทเนียม (Thalium), โซเดียม (Sodium), สแกนเดียม (Scandium Iodide) นอกเหนือไปจาก อาร์กอน (Argon), นีออน (Neon), คลิปตอน (Krypton), โซเดียม (Sodium) และหยดปรอท สารฮาไลด์ ที่เติมเข้าไปทำให้ ได้รับปริมาณแสงเพิ่มขึ้น เกือบเท่าตัวเมื่อเทียบกับหลอดไอปรอท และมีแสงสีสมดุลขึ้น จนดูใกล้เคียงแสงแดด ดังนั้นกระเปาะแก้วจึงไม่ จำเป็นต้องเคลือบสารฟอสเฟอร์ แต่อาจเคลือบเพื่อให้แสงสีนุ่มนวลขึ้น เท่านั้น นิยมใช้ในสนามกีฬาโดยเฉพาะที่มีการถ่ายทอดทางโทรทัศน์, สวนสาธารณะ, ไฟสาดอาคารเป็นต้น การติดตั้งหลอดต้องเป็นไปตามที่ ผู้ผลิตกำหนดในเรื่องมุมของการจุดไส้หลอด เพื่อให้ได้ปริมาณแสงและ อายุการใช้งานรวมทั้งแสงสีที่ถูกต้อง สามารถแสดงลักษณะโครงสร้างของหลอดหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)ได้ดังนี้



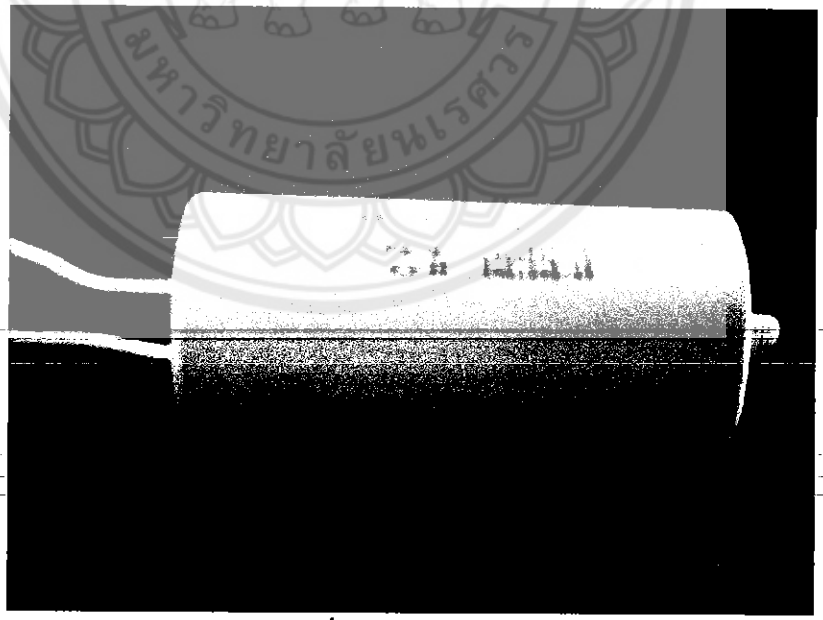
รูปที่ 2.33 ลักษณะโครงสร้างของหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)
(http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/light/metalhalide/mh_1.jpg)

รูปที่ 2.34 บัลลาสต์ (Ballast)ที่ใช้ร่วมกับหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)



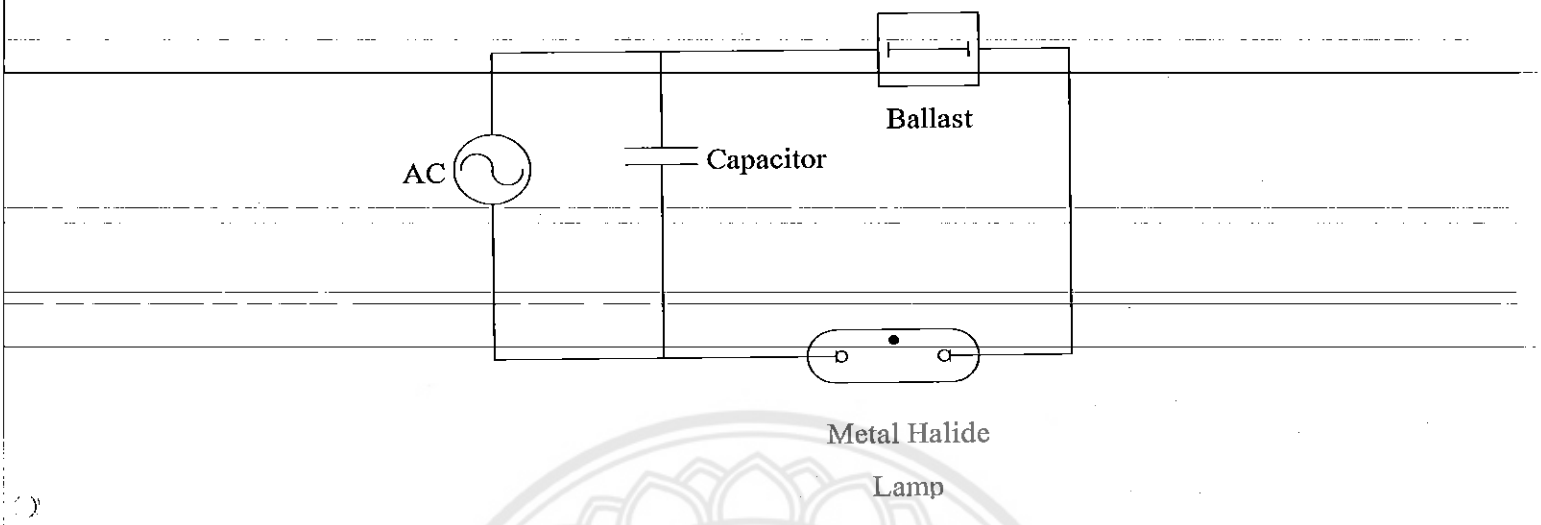
รูปที่ 2.35 อิกนิเตอร์(Ignitor) ที่ใช้ร่วมกับหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)

ในส่วนของตัวเก็บประจุ (Capacitor) จะต่อเข้าวงจรหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp) ด้วยหรือไม่ก็ได้ แต่ถ้าจะให้ดีควรจะต่อตัวเก็บประจุเข้าในวงจรด้วย เพื่อช่วยชดเชยค่าตัวประกอบกำลังให้สูงขึ้น จึงช่วยประหยัดกระแสไฟด้านเข้าของวงจรได้

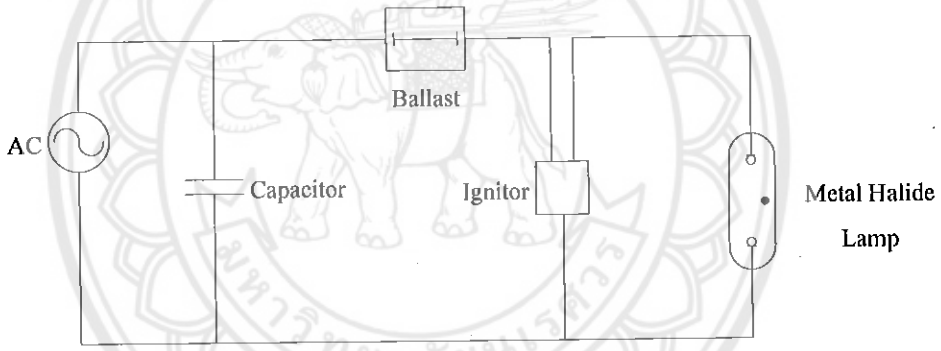


รูปที่ 2.36 ตัวเก็บประจุ (Capacitor)ที่ใช้ร่วมกับหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)

การต่อวงจรการทำงาน



รูปที่ 2.37 การต่อวงจรหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)ที่ไม่ต้องใช้อิกนิเตอร์ (Ignitor)



รูปที่ 2.38 การต่อวงจรหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)ที่ต้องใช้อิกนิเตอร์ (Ignitor)

หลักการทำงาน

หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)ที่ไม่ต้องใช้อิกนิเตอร์ (Ignitor) มีหลักการทำงานเช่นเดียวกับหลอดไอปรอท เพียงแต่ต้องอาศัยอิกนิเตอร์ช่วยจุดหลอดโดยไปกระตุ้นให้สารไอโอไดด์ (Iodide) กลายเป็นไอซึ่งมีคุณสมบัติเปล่งแสงออกมาได้หลายช่วงความยาวคลื่น สายตาเราจึงสามารถมองเห็นวัตถุได้ชัดเจน โดยไม่จำเป็นต้องใช้สารฟอสเฟอร์เข้าช่วย ระยะเวลาที่ใช้ในการจุดหลอดราว 3 นาที และต้องใช้เวลานานถึง 4 - 6 นาที เพื่อให้ได้แสงสว่างเต็มที่ และการติดใหม่อีกครั้ง

อายุการใช้งาน

ประมาณ 6,000 - 15,000 ชั่วโมง **[2.8]** ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัตต์ของหลอด โดยคิดที่การเปิดใช้งาน 10 ชั่วโมง/ครั้ง

คำแนะนำ

1.นิยมใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์กรณีที่ใช้กับเพดานสูง

2.เหมาะสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไป, แสงสว่างในสนามกีฬา, บริเวณที่ต้องการความถูกต้องของสีเป็นต้น

3. ไม่เหมาะกับพื้นที่ที่ต้องการแสงสว่างที่จุดติดแบบทันทีทันใด

ข้อควรพิจารณาในการเลือกใช้หลอดไฟฟ้า

1. ฟลั๊กการส่องสว่าง (Luminous Flux) หมายถึงปริมาณแสงของหลอด หน่วยเป็นลูเมน (lumen)

2. ประสิทธิผลการส่องสว่าง (Luminous Efficacy) หมายถึงจำนวนปริมาณแสงต่อวัตต์ หน่วยเป็น lumen/watt (lm/w)

3. ความถูกต้องของสี (Color Rendering) หมายถึงความถูกต้องของสีวัตถุเมื่อถูกส่องด้วยแสงจากหลอดไฟ ว่ามีความถูกต้องมากน้อยเพียงใด หน่วยเป็นเปอร์เซนต์

4. อุณหภูมิสี (Color Temperature) ของหลอด มีหน่วยเป็นองศาเคลวิน (Kelvin)

5. มุมองศาการใช้งาน (Burning Position) เป็นองศาในการติดตั้งหลอดตามที่ผู้ผลิตกำหนด ซึ่งมีผลต่อหลอดบางชนิด

6. อายุการใช้งาน (Life) เป็นอายุโดยเฉลี่ยของหลอด หน่วยเป็นชั่วโมง

7. สถานที่ โดยหลอดไฟต้องเหมาะสมกับสถานที่นั้นๆ เช่น ห้องเรียน และสนามกีฬาต้องการใช้หลอดไฟต่างกัน

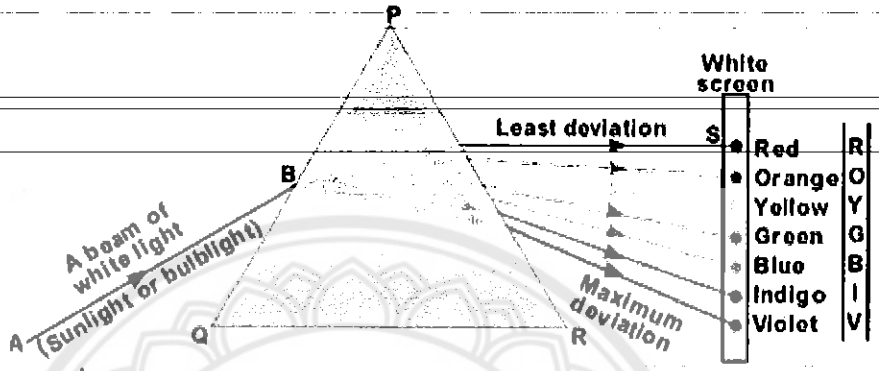
8. อุณหภูมิ (Temperature) เนื่องจากหลอดบางชนิดอาจทำงานไม่ได้เลยที่อุณหภูมิต่ำมากๆ หรือให้ปริมาณแสงน้อยลง

9. คุณลักษณะการทำงาน (Operaing Characteristic) ได้แก่เวลาในการจุดหลอด (Start) , การติดใหม่อีกครั้ง (Restart) และความต้องการในการหรี่ไฟ เนื่องจากหลอดต่างชนิดกันใช้เวลาจุดไส้หลอดต่างกัน และบางชนิดไม่สามารถหรี่ได้

10. ราคา (Cost) เป็นค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปในการลงทุนติดตั้งครั้งแรก รวมถึงค่าบำรุงรักษาหลังติดตั้ง

สเปคตรัมของแสง

มนุษย์เรารู้จักและคุ้นเคยกับแสงมาตั้งแต่สมัยโบราณ แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่งและถูกจัดว่าเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ในศตวรรษที่ 17 เซอร์ไอแซค นิวตัน ได้ทำการทดลองเกี่ยวกับแสง โดยให้แสงแคบส่องผ่านช่องแคบๆ แล้วไปตกลงบนแท่งแก้วปริซึม แสงจากดวงอาทิตย์จะถูกแยกออกมาเป็นสี 7 สี ที่เราเรียกว่าสเปคตรัมของแสง ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.39 แสงแคดหรือแสงขาวผ่านปริซึมจะแยกเป็นแสงสีต่าง ๆ

(http://www.rmutphysics.com/physics/oldfront/62/light1/ligh_25_files/image002.gif)

สเปคตรัม ก็คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นในช่วงที่ตามองเห็นนั่นเอง ซึ่งอยู่ระหว่าง 400-700 นาโนเมตร โดยประมาณ สเปคตรัม ประกอบด้วยแสงสีต่างๆ 7 สีซึ่งแต่ละสีมีความยาวคลื่น คือ

ตารางที่ 2.1 ความยาวคลื่นของสีต่างๆ

แสงสี	ความยาวคลื่น (nm)
ม่วง	400-450
คราม	450-500
น้ำเงิน	450-500
เขียว	500-570
เหลือง	570-590
แสด	590-610
แดง	610-700

ถ้าพิจารณาจากสเปคตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ตั้งแต่คลื่นวิทยุไปจนถึงรังสีแกมมา เราจะเห็นได้ว่า สเปคตรัมของแสงซึ่งประสาทตาของมนุษย์สามารถรับรู้ได้ เป็นเพียงช่วงเล็กๆ ช่วงหนึ่งของสเปคตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าเท่านั้นเอง กฎเกณฑ์ทางธรรมชาติที่สำคัญอย่างหนึ่งของแสง ที่ทำให้เกิดการแยกสเปคตรัมก็คือ การหักเหของแสง สเปคตรัมของแสงแดดที่เราเห็นกันอยู่คุ้นตาก็คือ รุ้งกินน้ำ แสงแดดเคลื่อนที่ผ่านหยดน้ำฝนที่มีลักษณะเป็นทรงกลมจะเกิดการหักเหและถูกแยกออกเป็นสีต่างๆของรุ้งกินน้ำ ดังนั้นเราอาจกล่าวได้ว่า ถ้ามีแสงสีต่างๆ มาผสมรวมกันด้วยอัตราส่วนที่พอเหมาะจะได้แสงสีขาว ตามทฤษฎีสีของแสง เราพบว่า แม่สีของแสงมี 3 สี คือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน (ทั้งนี้เป็นเพราะเซลประสาทของตาที่ใช้รับแสงมี 3 ชนิด คือชนิดที่ไวต่อแสงสีแดง เขียว และน้ำเงิน) ถ้าสีทั้งสามรวมกันจะได้สีขาว แต่ถ้าผสมกันไม่ครบทั้งสามสี ก็จะได้สีอื่นๆ เช่น สีเหลืองเกิดจาก สีแดง ผสมกับ สีเขียว เป็นต้น นั่นคือเซลประสาทรับแสงสีแดงและสีเขียวจะทำงาน แล้วส่งสัญญาณไปที่สมอง ซึ่งจะตีความว่าเป็นสีเหลือง แต่แสงสีเหลืองที่เรามองเห็น ไม่จำเป็นต้องเกิดจากสีแดงผสมกับสีเขียวเสมอไป เช่น แสงสีเหลืองจากสเปคตรัมเปล่งแสงของโซเดียม ซึ่งเป็นสีเหลืองบริสุทธิ์ เมื่อแสงสีเหลืองกระทบตา เซลประสาทรับแสงสีแดงและสีเขียวก็จะทำงานเช่นเดียวกัน ตาของคนเราไม่สามารถแยกได้ว่า เป็นสีเหลืองแท้ หรือเกิดจากการผสม เราจำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้วิเคราะห์สเปคตรัมนี้ซึ่งเราเรียกว่า สเปคโตรสโคป(Spectroscope)

รูปที่ 2.40 การใช้สเปคโตรสโคปอย่างง่ายส่องดูสเปคตรัมของเปลวเทียน

(http://www.vcharkarn.com/uploads/44/44745.doc)

เราสามารถใช้สเปคตรัมศึกษาคุณสมบัติของสารต่างๆได้อีกด้วยเช่น

1. สเปคตรัมของเปลวไฟ (Flame Spectra)

เราสามารถศึกษาสเปคตรัมของเปลวไฟได้จากการใช้สเปคโตรสโคปส่องไปยังเปลวไฟ ที่เกิดจากการเผาเกลือของโลหะบางชนิด เช่น แคลเซียม สตรอนเชียม ลิเธียม ธาลเลียม ตะกั่ว โบรอน โซเดียม เป็นต้น โดยใช้ลวดพลาตินัมจุ่มลงในสารละลายเข้มข้นของโลหะที่จะทดลอง แล้วนำไปเผาในเปลวไฟของตะเกียงบุนเซน เมื่อสารละลายละเหยไป โลหะจะถูกเผาจนร้อนและเปล่งแสงออกมาได้

2. เส้นสเปคตรัมเปล่งแสงของแก๊ส (Bright Line Spectra of Gasses)

เราสามารถจะดูสเปคตรัมของแก๊สได้โดยการเผาให้แก๊สร้อนจัดจนเปล่งแสง หรือ อาศัยไฟฟ้าแรงสูงทำให้แก๊สแตกตัว แล้วเปล่งแสงออกมา เรานิยมใช้วิธีหลังมากกว่า โดยอาศัยหลอดแก้วบรรจุแก๊สสำเร็จรูปที่ทำเป็นพิเศษสำหรับใช้ในการศึกษาโดยเฉพาะพร้อมแหล่ง จ่ายไฟฟ้าแรงสูงที่ทำให้แก๊สแตกตัว หลอดบรรจุแก๊สสำเร็จรูปที่มีจำหน่ายทั่วไปนั้น มักจะบรรจุแก๊สไฮโดรเจน ไอโอดีน คลอรีน ฮีเลียม คริพตอน ซีนอน ไอน้ำ และ คาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น ตัวอย่างของเส้นสเปคตรัม ของ ไฮโดรเจน ฮีเลียม และ นีออน

3. สเปคตรัมดูดกลืนของสารละลาย (Absorption Spectra of Solutions)

เราสามารถตรวจสอบและวิเคราะห์สารละลายหลายชนิดได้จากการศึกษาสเปคตรัมดูดกลืนของมัน ซึ่งมีลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างจากสารละลายตัวอื่น ที่เราไม่สามารถแยกได้ด้วยตาเปล่า วิธีการก็คือ ให้แสงสว่างสีขาวจากแหล่งกำเนิดแสงความเข้มสูง ส่องผ่านสารละลายที่จะทำการศึกษาที่บรรจุอยู่ในหลอดทดลอง จากนั้นนำสเปคโตรสโคปมาส่องดู

เลือดจากเส้นเลือดดำและเส้นเลือดแดงจะให้สเปคตรัมที่แตกต่างกัน สารละลายของสารบางชนิดจะให้สเปคตรัมดูดกลืนเป็นแถบใหญ่ เช่น สารละลายของ คลอโรฟิลล์ ไซโตโครม และไลโคพิน เป็นต้น

4. สเปคตรัมดูดกลืนของแผ่นแก้ว (Absorption Spectra of Glasses)

สมบัติทางการดูดกลืนแสงของแผ่นแก้ว หรือแผ่นพลาสติกกรองแสง สามารถตรวจสอบได้โดยใช้สเปคโตรสโคปตรวจดูสเปคตรัมดูดกลืนของมัน ซึ่งจะเป็นประโยชน์มากในทางการถ่ายภาพที่ต้องการคุณภาพสูง เช่น แผ่นกรองแสงที่เป็นสีเหลือง เราจะรู้ว่าเป็นแผ่นกรองที่ยอมให้แสงสีเหลืองผ่านสีเดียว หรือเป็นแผ่นที่ยอมให้แสงสีแดงและแสงสีเขียวผ่านพร้อมๆกันได้โดยดูจากสเปคตรัม เราไม่สามารถแยกได้ด้วยตาเปล่า

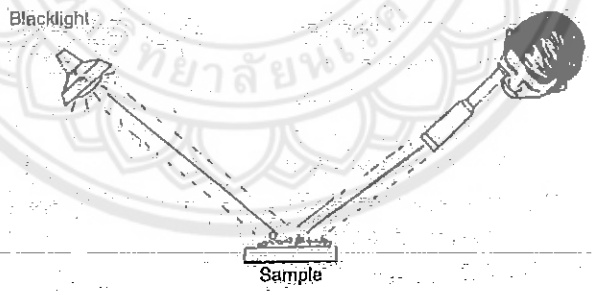
5. สเปคตรัมของดวงอาทิตย์ (The Solar Spectrum)

วิธีดีที่สุดที่จะสังเกตสเปคตรัมของดวงอาทิตย์คือ อาศัยการสะท้อนแสงแดดที่กระทบลงบนก้อนเมฆ หรือให้แสงแดดสะท้อนจากกระดาษสีขาวขึ้นมาเสียก่อน ไม่ควรส่องสเปคโตรสโคปไปยังดวงอาทิตย์โดยตรง ตาอาจเสียได้

ตัวดวง(Photosphere)ของดวงอาทิตย์ถ่ายทอดพลังงานจากภายในและแผ่ออกเป็นแสงสว่างที่มีสเปคตรัมแบบต่อเนื่อง เมื่อแสงสว่างผ่านบรรยากาศของดวงอาทิตย์ คือชั้นโครโมสเฟียร์ (Chromosphere) และโคโรน่า (Corona) ไอของธาตุต่างๆในบรรยากาศจะดูดกลืนแสงบางความยาวคลื่น ทำให้เกิดเป็นเส้นสเปคตรัมดูดกลืน หรือสเปคตรัมเส้นมืด เส้นมืดบนสเปคตรัมของดวงอาทิตย์นี้ ทางดาราศาสตร์เรียกว่า เส้นฟรอนโฮเฟอร์ (Fraunhofer lines) เส้นสเปคตรัมดูดกลืนและเส้นสเปคตรัมเปล่งแสงของธาตุหรือสารประกอบเดียวกัน จะมีตำแหน่งของแต่ละเส้นตรงกัน เช่น สเปคตรัมของไฮโดรเจน

6. สเปคตรัมดูดกลืนจากการสะท้อน (Reflection Absorption Spectra)

เมื่อเราฉายแสง เช่น แสงแดดลงบนสารหรือวัสดุบางชนิด มันจะดูดกลืนพลังงานแสงบางส่วนไว้ แล้วสะท้อนแสงที่เหลือออกมา ดังแสดงในรูปที่ ดังนั้นเราจึงใช้วิธีนี้วิเคราะห์สมบัติของสารหรือวัสดุนั้นๆได้ ทรายโมนาไซต์มีส่วนผสมของธาตุจำพวกหายากเป็นจำนวนมาก จากการใช้สเปคโตร- สโคปตรวจสอบ จะพบว่ามีเส้นสเปคตรัมดูดกลืนสีเหลืองที่ชัดเจนมาก



รูปที่ 2.41 การสะท้อนของแสง

(http://www.vcharkarn.com/uploads/44/44745.doc)

7. การศึกษาสเปคตรัมเรืองแสง (Fluorescence Spectroscopy)

แร่บางชนิดสามารถแสดงปรากฏการณ์เรืองแสงได้เมื่อมีแสงอัลตร้าไวโอเล็ต มากระทบบนตัวมัน รูปข้างบนแสดงการใช้แสงอัลตร้าไวโอเล็ต ฉายลงบนแร่ตัวอย่างเพื่อทำการตรวจสอบแสงเรืองที่ปรากฏออกมานี้จะมีสเปคตรัมเฉพาะตัว ดังนั้นเราจึงใช้เทคนิคนี้ในการตรวจสอบชนิดของแร่ต่างๆได้

8.สเปคตรัมของอะตอม

ในการศึกษาเกี่ยวกับสเปคตรัมของอะตอมของธาตุชนิดต่าง ๆ พบว่าธาตุชนิดเดียวกันจะให้สเปคตรัมเหมือนกัน และธาตุต่างชนิดกันจะให้สเปคตรัมที่ต่างกัน โดยสเปคตรัมที่พบมีอยู่ 3 ชนิดคือ

8.1 สเปคตรัมต่อเนื่องแถบสว่าง เกิดจากการเผาของแข็งหรือให้ร้อน แสดงว่าเมื่อสารได้รับความร้อนจะให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าทุกความยาวช่วงคลื่นอย่างต่อเนื่อง

8.2 สเปคตรัมเส้นสว่าง เกิดจากการเผาก๊าซให้ร้อน แสดงว่าก๊าซร้อนจะให้คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาเพียงบางค่าเท่านั้น

8.3 สเปคตรัมเส้นมืด เกิดจากการให้แสงมีความถี่ต่อเนื่องผ่านก๊าซเย็น แสดงว่าก๊าซเย็นจะดูดพลังงานไว้เพียงบางค่าเท่านั้น

สเปคโตรสโคป

สเปคโตรสโคปเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์สเปคตรัมของแสง เพื่อศึกษาธรรมชาติของแสงนั้น หรือเพื่อใช้วิเคราะห์และศึกษาสมบัติของสารต่างๆที่ให้กำเนิดแสงนั้นๆ โดยอาศัยการแยกสเปคตรัมของแสงออกเป็นแสงสีต่างๆ ตามลักษณะเฉพาะตัว

การแยกสเปคตรัมของแสงอาศัยหลักการ 2 แบบ คือ การหักเหของแสง กับ การแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสง ดังนั้นสเปคโตรสโคปจึงมี 2 แบบ ตามหลักการที่ใช้แยกสเปคตรัม คือ

สเปคโตรสโคปแบบปริซึม อาศัยหลักการหักเหของแสง

สเปคโตรสโคปแบบเกรตติ้ง อาศัยหลักการแทรกสอดและเลี้ยวเบนของแสง

สเปคโตรสโคปอย่างง่ายสามารถแยกสเปคตรัมของแสงออกได้ตั้งแต่ความยาวคลื่นแสงที่ 760 นาโนเมตร ไปจนถึง 390 นาโนเมตร สามารถแยกสเปคตรัมของแสงแดดได้

ข้อควรระวัง : ไม่ควรนำสเปคโตรสโคปไปส่องโดยตรงกับดวงอาทิตย์ แต่ควรให้แสงแดดตกลงบนพื้นกระดาษขาวเสียก่อน แล้วสะท้อนขึ้นมา

ตัวอย่างการประยุกต์ใช้งานของสเปคโตรสโคปนี้ก็คือ เราสามารถศึกษาสเปคตรัมของเปลวไฟได้จากการใช้สเปคโตรสโคปส่องไปยังเปลวไฟ ที่เกิดจาการเผาเกลือของโลหะบางชนิด เช่น แคลเซียม สตรอนเชียม ลิเธียม ธาลเลียม ตะกั่ว โบรอน โซเดียม เป็นต้น นอกจากนี้ เราสามารถจะดูสเปคตรัมเปล่งแสงของแก๊สได้โดยอาศัยไฟฟ้าแรงสูงทำให้แก๊สแตกตัว แล้วเปล่งแสงออกมา เช่น เราสามารถดูสเปคตรัมของแสงที่ถูกเปล่งออกมาจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินโครงงาน

3.1 การศึกษาข้อมูลเบื้องต้น

การดำเนินโครงการมีขั้นตอนต่างๆ ที่จะต้องทำตามลำดับ ในลำดับแรกนี้จะเป็นการศึกษาทฤษฎีและหลักการเบื้องต้น โดยทำการศึกษาเป็นลำดับดังนี้

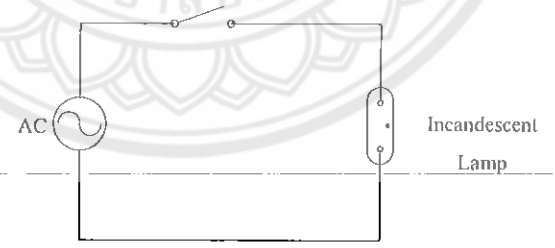
- ศึกษาการทำงานการและการต่อวงจรของหลอดไฟฟ้า
- ศึกษาการใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้าชนิดต่างๆ
- ศึกษาของคุณสมบัติของแสงที่เปล่งมาจากหลอดไฟฟ้า

3.2 การออกแบบการทดลอง

การศึกษาสเปคตรัมแสงของหลอดแต่ละประเภทนี้ จะต้องทำการทดลองและบันทึกค่า ซึ่งเป็นข้อมูลทางไฟฟ้าพื้นฐานก่อน แล้วนำไปสู่การทดลอง ศึกษาสเปคตรัมแสง จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ผล โดยจะมีขั้นตอนการทดลองหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิด คล้ายๆ กัน มีรายละเอียดแตกต่างกันบ้างดังนี้

3.2.1 หลอดไส้ (Incandescent Lamp)

ต่อวงจรการใช้งานหลอดไส้ (Incandescent Lamp) โดยใช้หลอดไส้ ขนาด 100 W,220 V(AC) ยี่ห้อพานาโซนิค (Panasonic) ตามรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 วงจรการทำงานของหลอดไส้ (Incandescent Lamp)

3.2.1.1 ใช้แอมป์มิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าและใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าของ หลอด ซึ่งการวัดจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ 1. ขณะกดสวิตซ์ติดหลอด 2. เมื่อติดหลอดไฟสว่างแล้ว15 นาที แล้วบันทึกผลการทดลอง

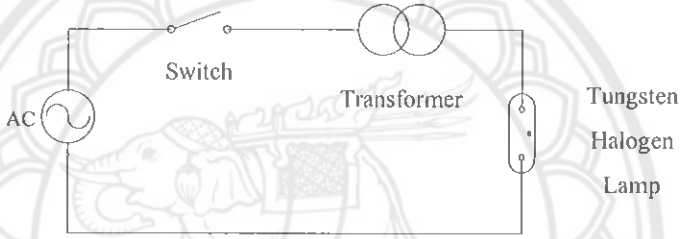
3.2.1.2 ใช้วัตต์มิเตอร์วัดค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งวงจร ซึ่งการวัดค่ากำลังไฟฟ้าจะแบ่งช่วงเวลาต่างๆ บันทึกผลการทดลอง

3.2.1.3 ใช้ลักซ์มิเตอร์วัดค่าการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า โดยทำการวัดในสองลักษณะ คือ วัดค่าการส่องสว่างจากด้านข้างของหลอด และวัดค่าการส่องสว่างจากปลายโหลดโดยตรงให้มีระยะห่างระหว่างจานรับแสงกับหลอด 1 ฟุต การวัดจะแบ่งออกเป็นช่วงเวลาต่างๆ บันทึกผลการทดลอง

3.2.1.4 ใช้สเปคโตรมิเตอร์วัดสเปคตรัมของแสงที่เปล่งมาจากหลอด บันทึกผลการทดลองที่ได้

3.2.2 หลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp)

ต่อวงจรการใช้งานหลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp)ในการทดลองใช้หลอดทังสเตนฮาโลเจนขนาด 12 V(DC) ยี่ห้อซิลวาเนีย (Sylvania) โดยต่อหม้อแปลงแรงดัน (220/12) อนุกรมกับหลอดตามรูปที่ 3.2

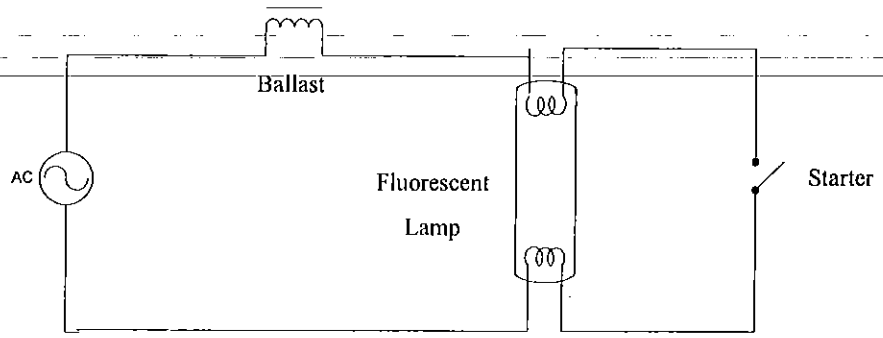


รูปที่ 3.2 วงจรการทำงานของหลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp)

จากนั้นใช้เครื่องวัดไฟฟ้าทำตามขั้นตอนที่ 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.2.1.3 และ 3.2.1.4

3.2.3 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

ต่อวงจรการใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) โดยใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 36 W,220 V(AC) ยี่ห้อโตชิบา (Toshiba) ตามรูปที่ 3.3

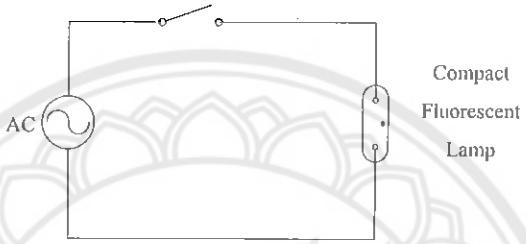


รูปที่ 3.3 วงจรการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

จากนั้นใช้เครื่องวัดไฟฟ้าทำการทดลองวัดค่าต่างๆ ตามขั้นตอนที่ 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.2.1.3และ 3.2.1.4โดยการทดลองวัดค่าต่างๆ ในหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) จะทำการวัดที่อุปกรณ์แต่ละชนิดในวงจร แล้วบันทึกผล

3.2.4 หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซต์ (Compact Fluorescent Lamp)

ต่อวงจรการใช้งานหลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซต์ (Compact Fluorescent Lamp) โดยใช้หลอดคอมแพคท์ฟลูออเรสเซต์ ขนาด 14 W,220 V(AC) ขั้วเบบเกลียว ยี่ห้อพานาโซนิค (Panasonic) ต่อวงจรตามรูปที่ 3.4

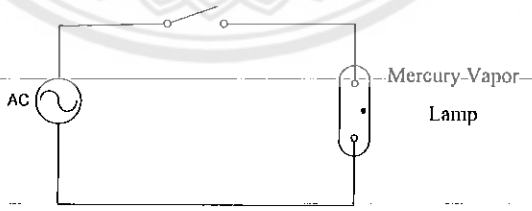


รูปที่3.4 วงจรการทำงานของหลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp)

จากนั้นใช้เครื่องวัดไฟฟ้าทำตามขั้นตอนที่ 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.2.1.3 และ 3.2.1.4

3.2.5 หลอดความดันไอปรอทหรือหลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp)

ต่อวงจรการใช้งาน หลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp) ขนาด 160 W,220 V (AC) ชนิดต่อตรง ยี่ห้อทังสแรม (Tungsram) ตามรูปที่ 3.5

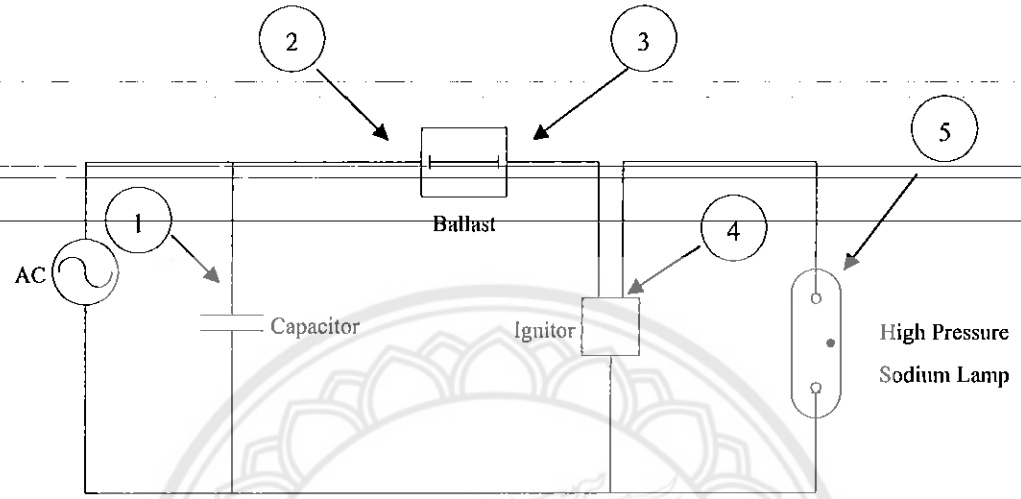


รูปที่ 3.5 วงจรการทำงานของหลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp)

จากนั้นใช้เครื่องวัดไฟฟ้าทำตามขั้นตอนที่ 3.2.1.1, 3.2.1.2, 3.2.1.3 และ 3.2.1.4

3.2.6 หลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp)

ต่อวงจรการใช้งานหลอดหลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp) โดยใช้หลอดโซเดียมความดันไอสูง ขนาด 150 W,220 V(AC) ยี่ห้อ ฟิลิปส์ (Phillips) และต่อบัลลาสต์ (Ballast), อิกนิเตอร์ (Ignitor), คาปาซิเตอร์ (Capacitor) เข้าในวงจรตามรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรการทำงานของหลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp)

ใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้าทำการวัดค่าต่างๆ ตามขั้นตอนดังนี้

3.2.6.1ใช้แอมป์มิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าและใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ ซึ่งการวัดจะแบ่งออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ 1. ขณะกดสวิตซ์ติดหลอด 2. เมื่อติดหลอดไฟฟ้าสว่างแล้ว15 นาที แล้วบันทึกผลการทดลอง

3.2.6.2ใช้วัตต์มิเตอร์วัดค่ากำลังไฟฟ้ารวมทั้งวงจร ซึ่งการวัดค่ากำลังไฟฟ้าจะแบ่งช่วงเวลาต่างๆ บันทึกผลการทดลอง

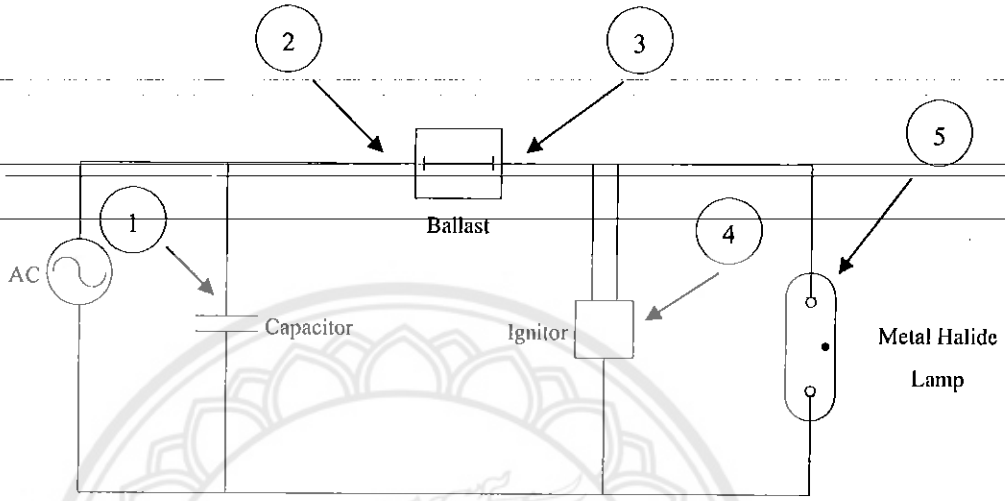
3.2.6.3 ใช้ลักซ์มิเตอร์วัดค่าการส่องสว่างของหลอดไฟฟ้า โดยทำการวัดในสองลักษณะคือ

วัดค่าการส่องสว่างจากด้านข้างของหลอด และวัดค่าการส่องสว่างจากปลายโหลดโดยตรงให้มีระยะห่างระหว่างจานรับแสงกับหลอด 1 ฟุต การวัดจะแบ่งออกเป็นช่วงเวลาต่างๆ บันทึกผลการทดลอง

3.2.6.4 ใช้สเปคโตรมิเตอร์วัดสเปคตรัมของแสงที่เปล่งมาจากหลอด บันทึกผลการทดลองที่ได้

3.2.7 หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)

ต่อวงจรการใช้งานหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp) โดยใช้หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp) ขนาด 250 W,220 V(AC) ยี่ห้ออาร์กสตรีม (Arcstream) และต่อบัลลาสต์ (Ballast), อิกนิเตอร์ (Ignitor), คาปาซิเตอร์ (Capacitor) เข้าในวงจรตามรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรการทำงานของหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)

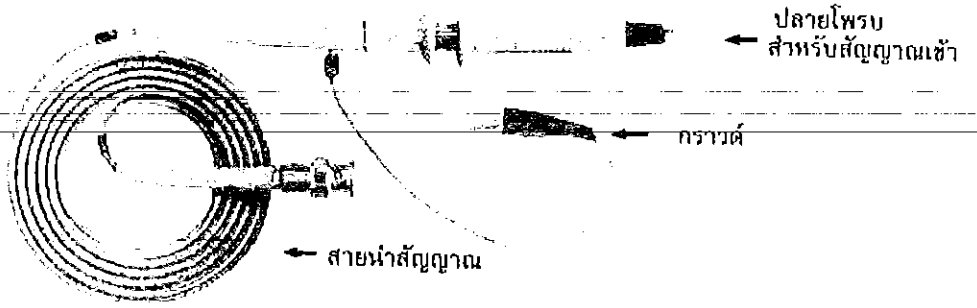
ใช้เครื่องมือวัดไฟฟ้าทำการวัดค่าต่างๆ ตามขั้นตอนที่ 3.2.6.1, 3.2.6.2, 3.2.6.3 และ 3.2.6.4 บันทึกผลการทดลองที่ได้

3.3 เครื่องวัดที่ใช้ในการทดลอง

ออสซิโลสโคป (Oscilloscope)

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

รูปที่ 3.8 ออสซิโลสโคป

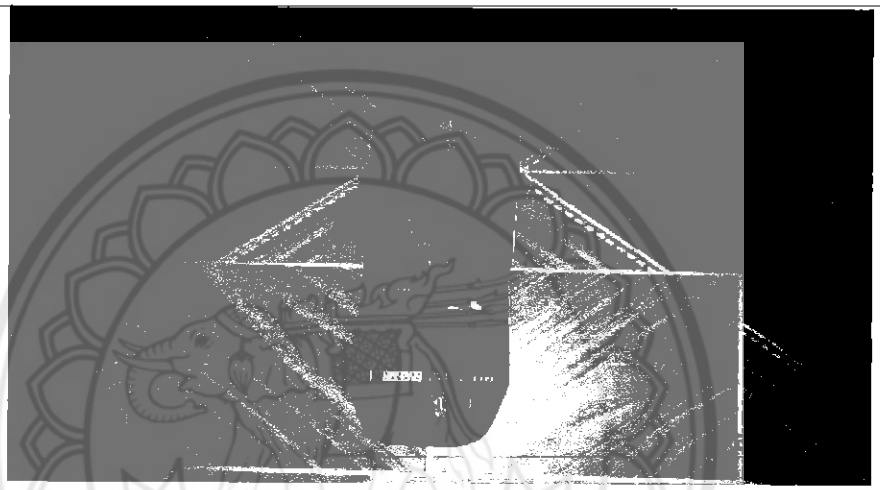


รูปที่ 3.9 สายโพรบขนาด 10 :1

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

แอมมิเตอร์ (Ammeter)

เครื่องวัดแบบนี้จะประกอบไปด้วยหม้อแปลงไฟฟ้าตัวหนึ่งโดยขดลวดปฐมภูมิก็คือสายนำกระแสไฟฟ้าไปเลี้ยงโหลด ส่วนขดลวดทุติยภูมิจะพันอยู่แกนข้างหนึ่งสามารถที่จะแยกตัวได้โดยการทริกเกอร์การทำงานของแอมมิเตอร์เมื่อเอาแกนเหล็กคล้องกระแสที่ไหลผ่าน สนามแม่เหล็กจากสายไฟฟ้า(ขดลวดปฐมภูมิ)จะเคลื่อนตัวไปกับขดลวดทุติยภูมิ ทำให้เกิดแรงดันเหนี่ยวนำและกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ขดลวดทุติยภูมิกระแสจะไหลผ่านมูฟวิ่งคอยล์ทำให้วัดกระแสไฟได้ในกรณีที่วัดแล้วกระแสไฟไม่ขึ้นนั้นก็เป็นเพราะว่ากระแสที่วัดนั้นมีค่าน้อยมาก

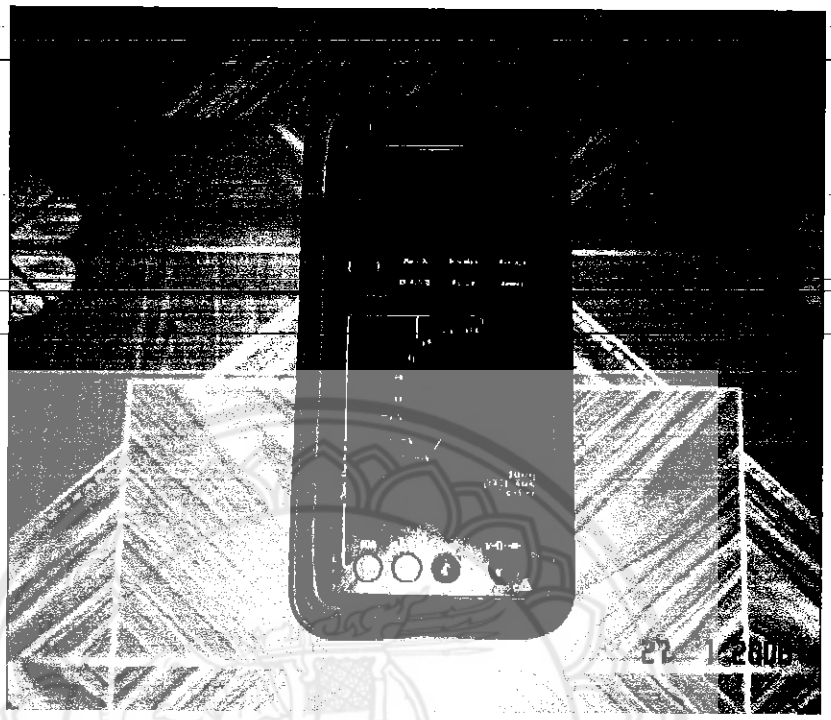


รูปที่ 3.10 แอมมิเตอร์

โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)

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

แรงดันได้ของโวลต์มิเตอร์ลงจนอยู่ในย่านการบ่ายเบนของเข็มชี้ที่ พอเหมาะลักษณะการต่อโวลต์มิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า และการบ่ายเบนของเข็มชี้



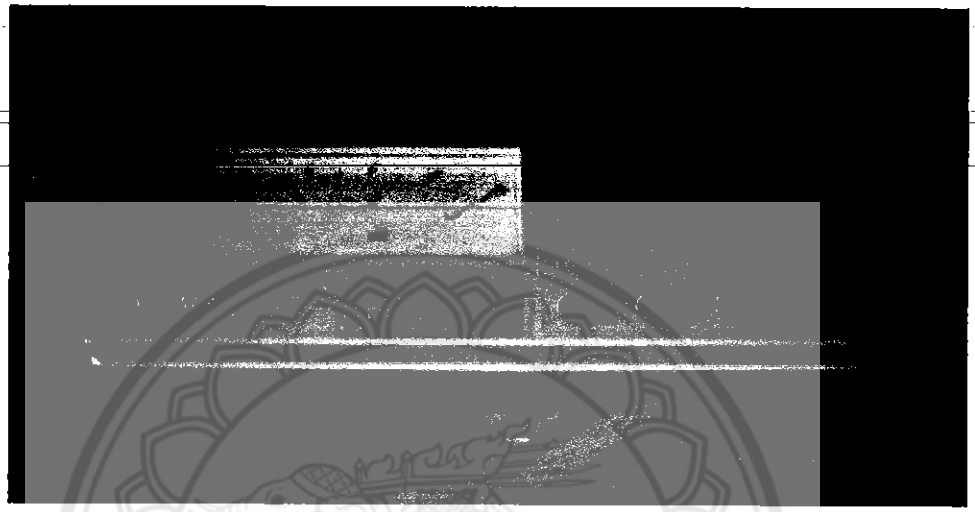
รูปที่ 3.11 โวลต์มิเตอร์ (Voltmeter)

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 3.12 วัตต์มิเตอร์ (Wattmeter)

ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter)

แสงสว่างเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 400 - 700 นาโนเมตร แสงสว่างเป็นองค์ประกอบที่สำคัญต่อการมองเห็น ในการทำงานนั้นแสงสว่างมีความจำเป็นอย่างยิ่ง ต้องมีอย่างเพียงพอ เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความเข้มของการส่องสว่างมีหน่วยวัดเป็น ลักซ์ (Lux) วัดด้วยเครื่องมือ เรียกว่าลักซ์มิเตอร์(Luxmeter) หรือ โฟโตเมตริกมิเตอร์

ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดปริมาณแสงที่ตกกระทบต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ (lm/m2 หรือ lux) เพื่อบอกว่าระดับความสว่างที่ได้เพียงพอหรือไม่ ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter) ที่ใช้ควรเป็นชนิดปรับแก้ค่าเชิงความยาวคลื่น คือ ความไวต่อความยาวคลื่นแสงเหมือนตามนุษย์ และปรับแก้ค่าเชิงมุมคือ ปรับแก้ค่าความสว่างที่วัดได้เมื่อแสงตกกระทบไม่ตั้งฉากกับผิวหน้าของหัววัด

หลักการทำงาน

ตัวเซนเซอร์จะรับแสงแล้วแปลงให้เป็นไฟฟ้า ส่งต่อไปที่มิเตอร์วัดแล้วเทียบเสกล (Scale) ให้เป็นค่าลักซ์ (Lux)

การนำไปใช้งาน

การนำไปใช้งานทำได้ง่ายๆ โดยใช้ ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter) วางใต้หลอดไฟที่ต้องการวัด ในลักษณะตั้งฉากกับหลอดไฟ ก็สามารถอ่านค่าจากลักซ์มิเตอร์ได้โดยตรง

รูปที่ 3.13 ลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter)

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 หลอดไส้ (Incandescent Lamp)

4.1.1 ค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อม

ต่อวงจรการทำงานของหลอดไส้ (Incandescent Lamp) วัดค่ากระแสและแรงดันตกคร่อมในอุปกรณ์ไฟฟ้าขณะสตาร์ทและทำงานเต็มที่ จะมีค่ากระแสและแรงดันตกคร่อมไม่เท่ากันจึงแบ่งการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันตกคร่อมออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ 1. ขณะกดสวิตซ์ติดหลอด 2. เมื่อติดหลอดไฟฟ้าสว่างแล้ว 15 นาที บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อมที่ได้จากการวัดบันทึกลงในตาราง

ตารางที่ 4.1 ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ในขณะกดสวิตซ์ติดหลอด และเมื่อติดหลอดแล้ว 15 นาที ของหลอดไส้ (Incandescent Lamp)

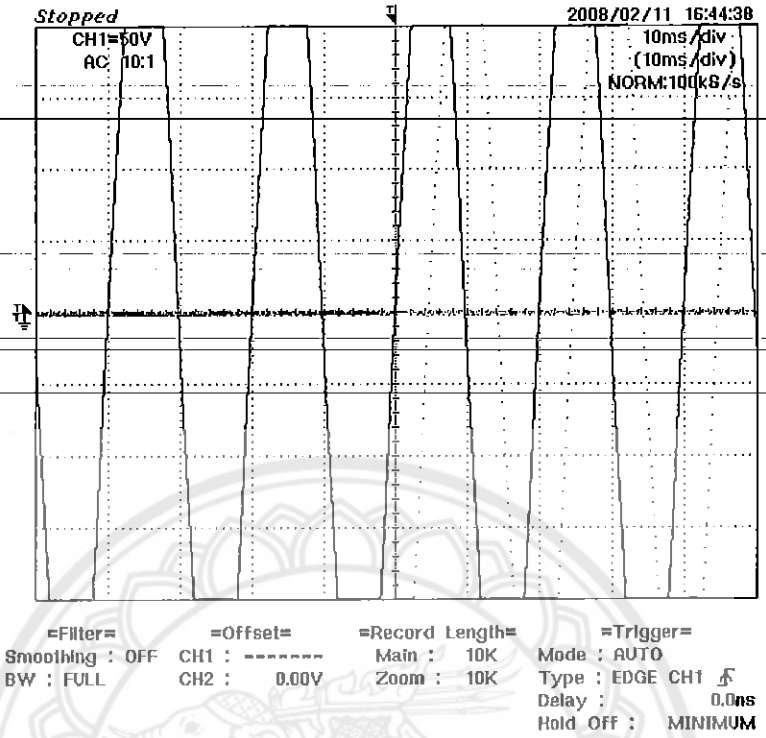
การทดลอง	ค่าแรงดันตกคร่อม (V)	ค่ากระแส (A)
ขณะกดสวิตช์สตาร์ท	202.5 V	0.41 A
เมื่อหลอดติดแล้ว 15 นาที	147.7 V	0.41A

4.1.2 ค่ากำลังไฟฟ้า

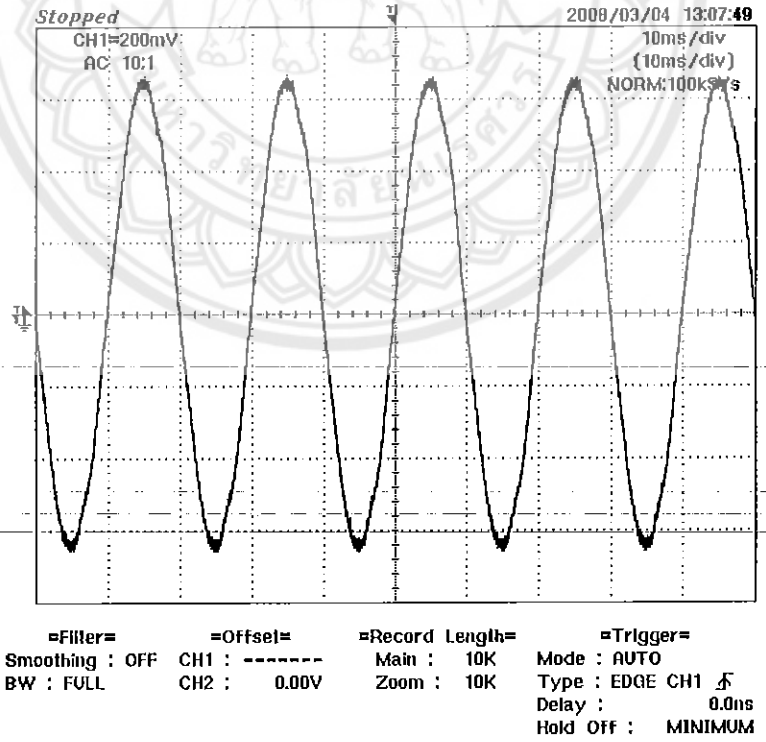
ตารางที่ 4.2 ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดไส้ (Incandescent Lamp) ในช่วงเวลาต่างๆ

เวลา (วินาที)	ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอด (W)
0-1	105
1-2	105
2 วินาทีเป็นต้นไป	105

4.1.3 ค่าที่ได้จากการใช้ออสซิโลสโคปบันทึกค่าแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลา



รูปที่ 4.1 แรงดันแหล่งจ่ายของหลอดไส้



รูปที่ 4.2 แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน (1โอห์มต่ออนุกรมกับวงจร) ของหลอดไส้

4.1.4 สเปคตรัมของหลอดไส้ (Incandescent Lamp)

ตารางที่ 4.3 สเปคตรัมของหลอดไส้

ความยาวคลื่น	สีที่ปรากฏ
0-400	ไม่ปรากฏสี
400-440	ม่วง
440-460	คราม
460-520	น้ำเงิน
520-560	เขียว
560-590	เหลือง
590-640	แสด
640-690	แดง

4.2 หลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp)

4.2.1 ค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อม

ต่อวงจรการทำงานของหลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp) วัดค่ากระแสและแรงดันตกคร่อม ในอุปกรณ์ไฟฟ้าขณะสตาร์และทำงานเต็มที่ จะมีค่ากระแสและแรงดันตกคร่อมไม่เท่ากันจึงแบ่งการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันตกคร่อมออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ 1. ขณะกดสวิตซ์ติดหลอด 2. เมื่อติดหลอดไฟฟ้าสว่างแล้ว15 นาที บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อมที่ได้จากการวัดบันทึกลงในตาราง

ตารางที่ 4.4 ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ในขณะกดสวิตซ์ติดหลอดและเมื่อติดหลอดแล้ว 15 นาที หลอดทังสเตนฮาโลเจน

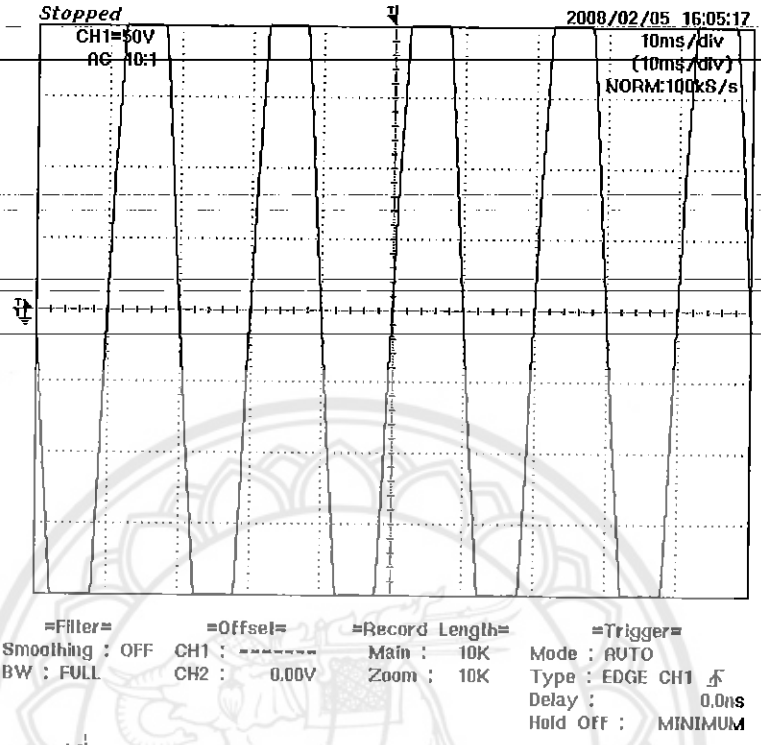
การทดลอง	รายการ	ค่าแรงดันตกคร่อม (V)	ค่ากระแส (A)
ขณะกดสวิตช์สตาร์ท	หม้อแปลง	193.4 V	0.22 A
	หลอดไฟฟ้า	0.75 V	11.94 A
ติดหลอดแล้ว 15 นาที	หม้อแปลง	147.7 V	0.22 A
	หลอดไฟฟ้า	0.75 V	5.92 A

4.2.2 ค่ากำลังไฟฟ้า

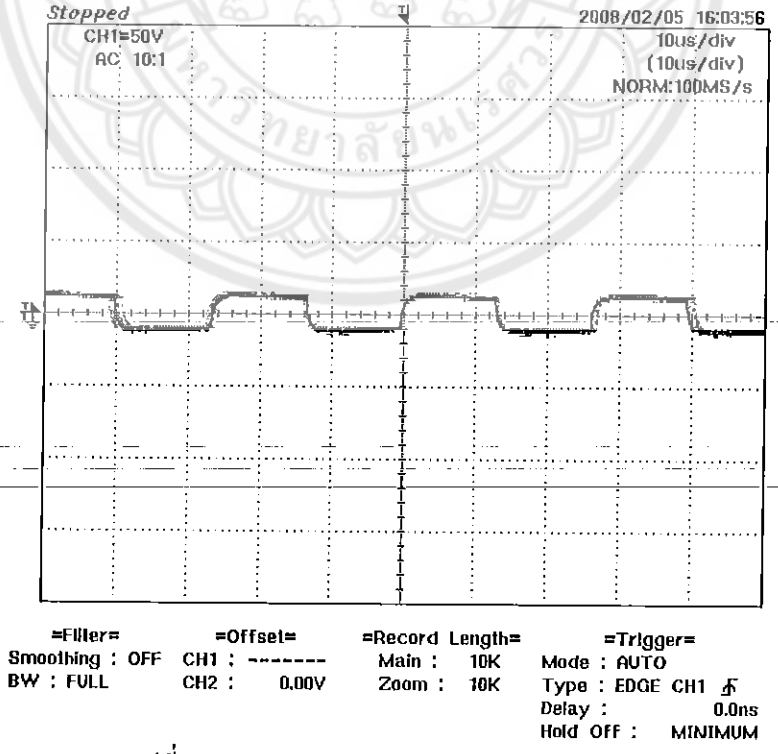
ตารางที่ 4.5 ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp) ในช่วงเวลาต่างๆ

เวลา(วินาที)	ค่ากำลังไฟฟ้า (W)		
	รวมทั้งวงจร	หม้อแปลง	หลอดไฟฟ้า
0-1	50	10	40
1-2	50	10	40
2 วินาทีขึ้นไป	50	10	40

4.2.3 ค่าที่ได้จากการใช้ออสซิโลสโคปบันทึกค่าแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลา



รูปที่ 4.3 แรงดันตกคร่อมแหล่งจ่ายของหลอดทังสเตนฮาโลเจน



รูปที่ 4.4 แรงดันตกคร่อมหลอดทังสเตนฮาโลเจน

4.2.4 สเปคตรัมของหลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp)

ตารางที่ 4.6 สเปคตรัมของหลอดทังสเตนฮาโลเจน

ความยาวคลื่น	สีที่ปรากฏ
0-400	ไม่ปรากฏสี
400-450	ม่วง
450-460	คราม
460-520	น้ำเงิน
520-570	เขียว
570-580	เหลือง
580-610	แสด
610-650	แดง

4.3 หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

4.3.1 ค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อม

ต่อวงจรการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) วัดค่ากระแสและแรงดันตกคร่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกอย่างที่อยู่ในวงจร อุปกรณ์ไฟฟ้าขณะสตาร์และทำงานเต็มที่ จะมีค่ากระแสและแรงดันตกคร่อมไม่เท่ากันจึงแบ่งการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันตกคร่อมออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ 1. ขณะกดสวิตซ์ติดหลอด 2. เมื่อติดหลอดไฟฟ้าสว่างแล้ว15 นาที บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อมที่ได้จากการวัดบันทึกลงในตาราง

ตารางที่ 4.7 ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ในขณะกดสวิตซ์ติดหลอดและเมื่อติดหลอดแล้ว 15 นาที ของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

ขณะทดลอง	รายการ	ค่าแรงดันตกคร่อม(V)	ค่ากระแสไฟฟ้า(A)
กดสวิตซ์ติดหลอด	แหล่งจ่ายไฟ	260.30	0.74
	หลอดไฟฟ้า	206	0.71
	บัลลาสต์	246	0.74
	สตาร์ทเตอร์	158	0.74
ติดหลอดแล้ว 15 นาที	แหล่งจ่ายไฟ	226.40	0.40
	หลอดไฟฟ้า	103	0.38
	บัลลาสต์	185	0.38
	สตาร์ทเตอร์	101.50	0

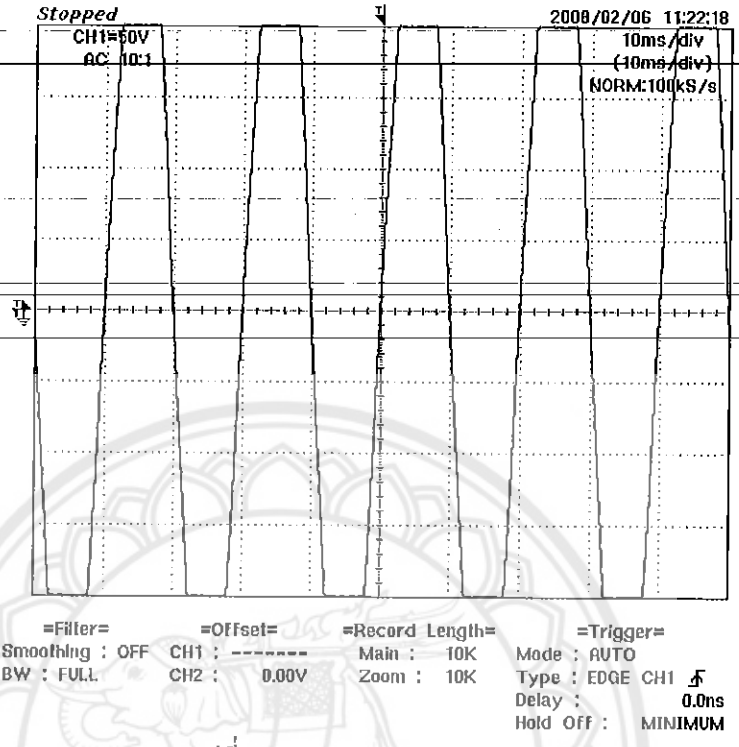
4.3.2 ค่ากำลังไฟฟ้า

ตารางที่ 4.8 ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp) ในช่วงเวลาต่างๆ

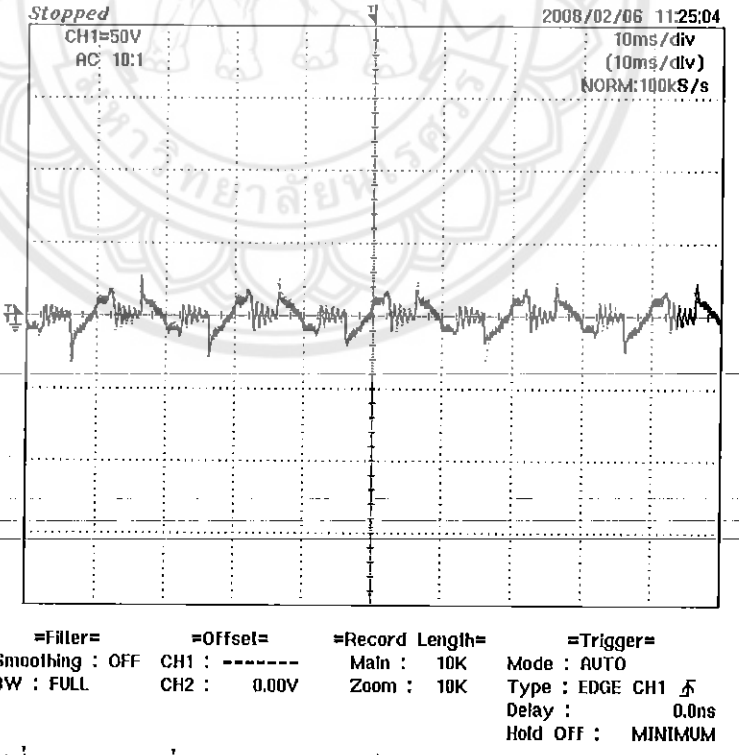
เวลา (วินาที)	ค่ากำลังไฟฟ้า (W)			
	รวมทั้งวงจร	หลอดไฟฟ้า	บัลลาสต์	สตาร์ทเตอร์
0-1	46	36	0	10
1-2	46	36	10	0
2วินาทีขึ้นไป	46	36	10	0

4.3.3 ค่าที่ได้จากการใช้ออสซิโลสโคปบันทึกค่าแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลา

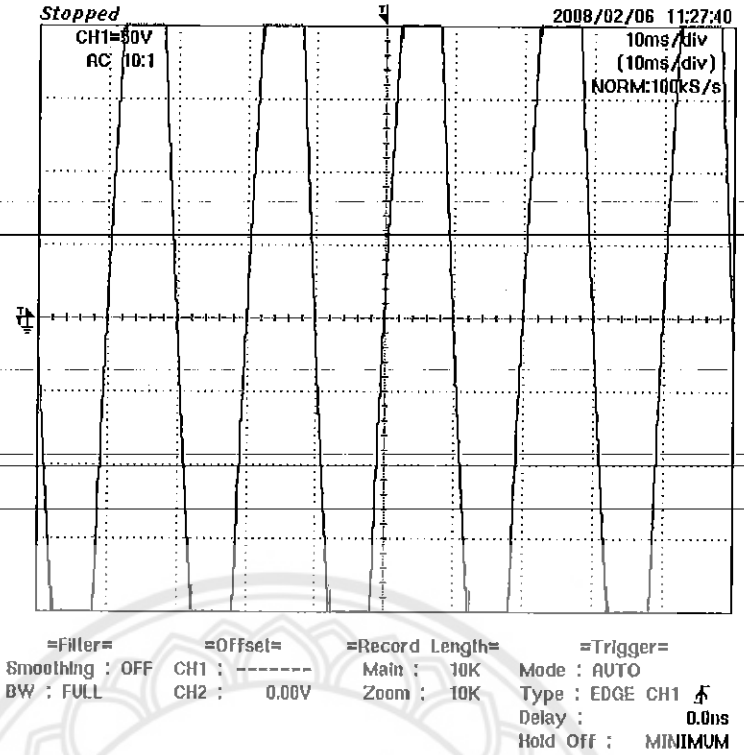
กราฟแสดงแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลาขณะสตาร์ทที่อุปกรณ์ต่างๆ ภายในวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์



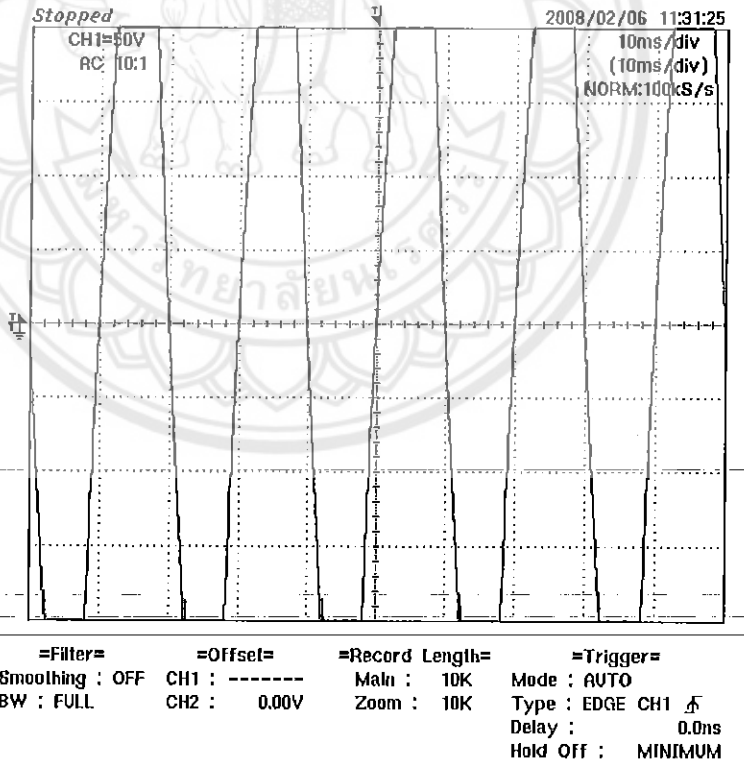
รูปที่ 4.5 แรงดันของแหล่งจ่าย



รูปที่ 4.6 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์

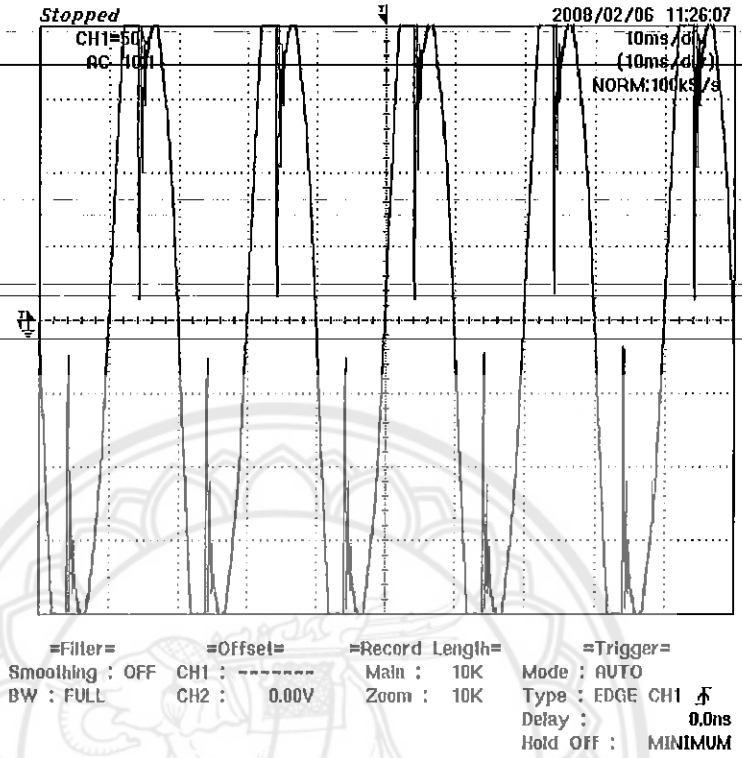


รูปที่ 4.7 แรงดันที่ตกคร่อมหลอดฟลูออเรสเซนต์

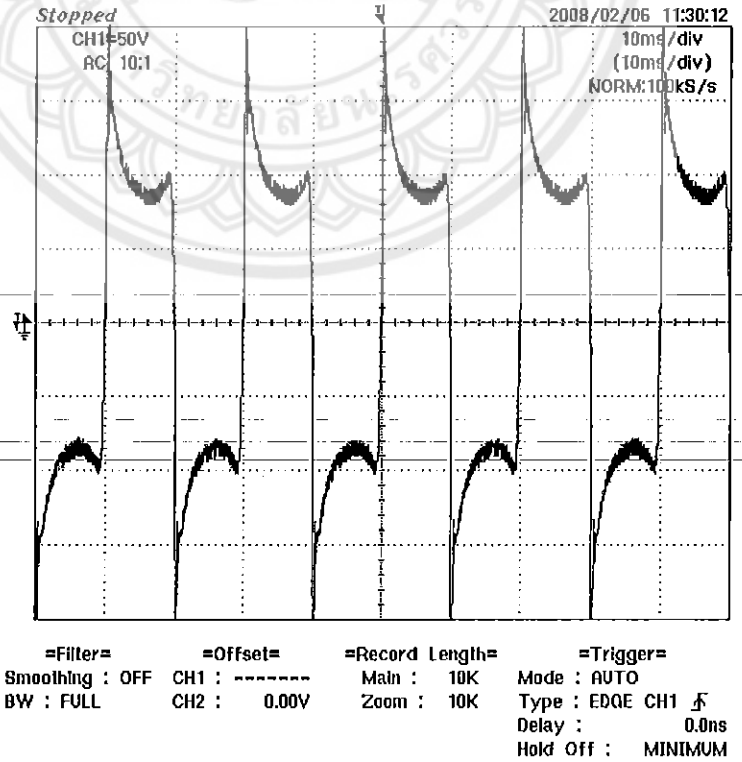


รูปที่ 4.8 แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์

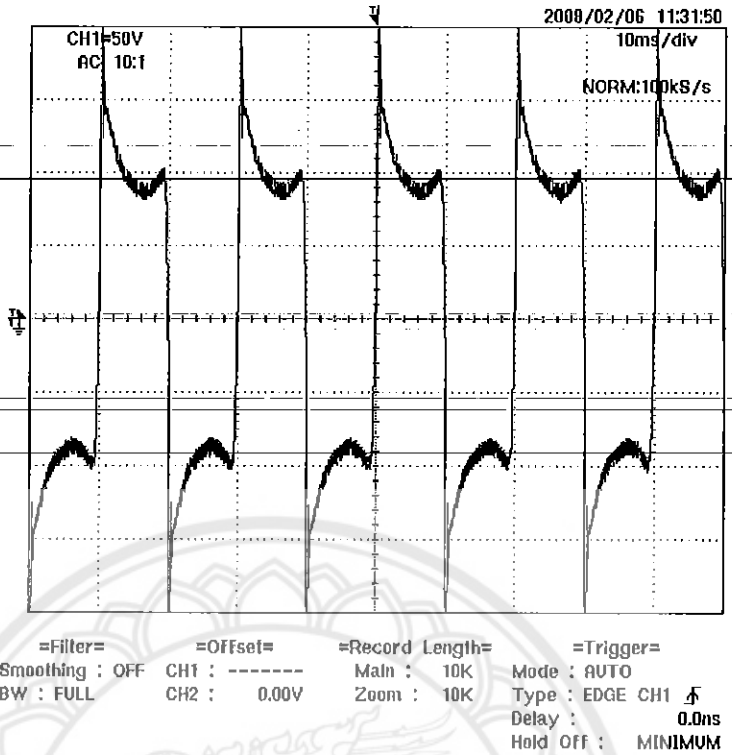
กราฟแสดงแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลาขณะทำงานที่อุปกรณ์ต่างๆ ภายในวงจรหลอดฟลูออเรสเซนต์



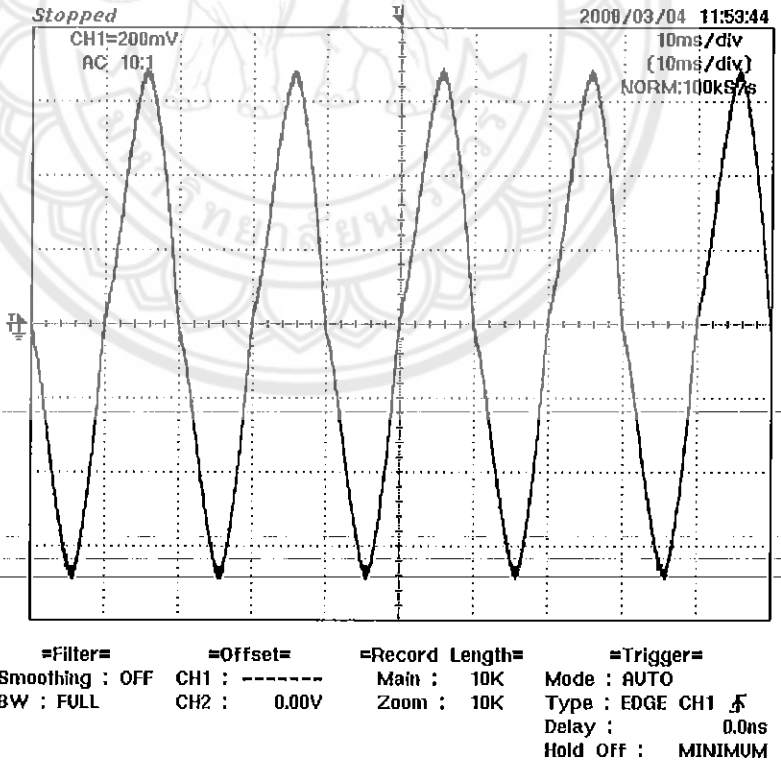
รูปที่ 4.9 แรงดันที่ตกคร่อมบัลลาสต์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 4.10 แรงดันที่ตกคร่อมหลอดฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 4.11 แรงดันที่ตกคร่อมสตาร์ทเตอร์ของหลอดฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 4.12 แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน(1โอห์มต่ออนุกรมกับวงจร)

4.3.4 สเปคตรัมของหลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)

ตารางที่ 4.9 สเปคตรัมของหลอดฟลูออเรสเซนต์

ความยาวคลื่น	สีที่ปรากฏ
0-400	ไม่ปรากฏสี
400-440	ม่วง
440-470	คราม
470-510	น้ำเงิน
510-570	เขียว
570-580	เหลือง
580-600	แสด
600-650	แดง

4.4 หลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซต์ (Compact Fluorescent)

4.4.1ค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อม

ต่อวงจรการทำงานของหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซต์ (Compact Fluorescent) วัดค่ากระแสและแรงดันตกคร่อม ในอุปกรณ์ไฟฟ้าขณะสตาร์และทำงานเต็มที่ จะมีค่ากระแสและแรงดันตกคร่อมไม่เท่ากันจึงแบ่งการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันตกคร่อมออกเป็น 2 ช่วงเวลา คือ 1. ขณะกดสวิตซ์ติดหลอด 2. เมื่อติดหลอดไฟฟ้าสว่างแล้ว 15 นาที บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อมที่ได้จากการวัดบันทึกลงในตาราง

ตารางที่ 4.10 ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ในขณะกดสวิตซ์ติดหลอดและเมื่อติดหลอดแล้ว 15 นาทีหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซต์ (Compact Fluorescent)

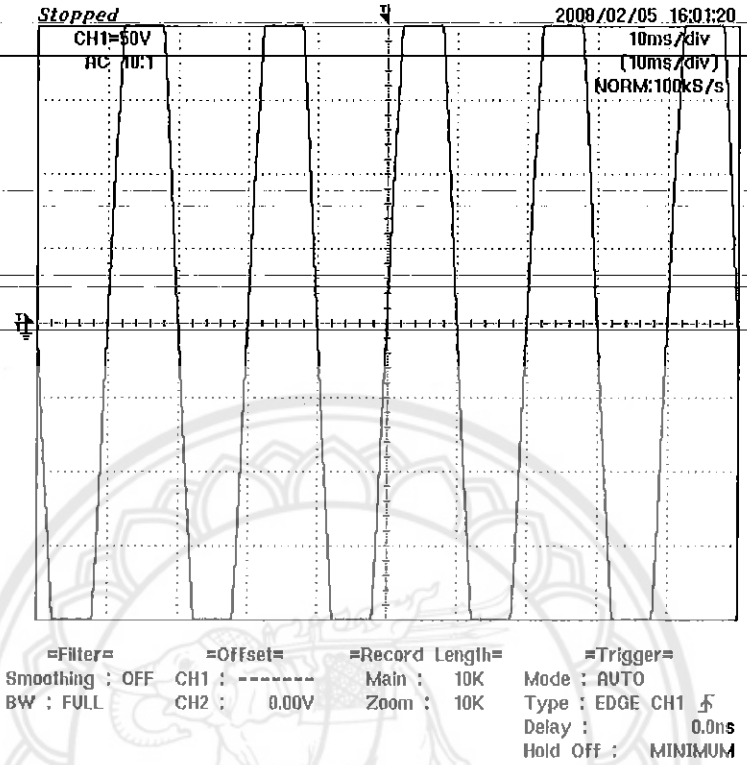
ขณะทดลอง	ค่าแรงดันตกคร่อม (V)	ค่ากระแส (A)
ขณะกดสวิตช์สตาร์ท	180.8 V	ไม่สามารถวัดค่าได้
เมื่อหลอดติดแล้ว 15 นาที	137.7 V	ไม่สามารถวัดค่าได้

4.4.2 ค่ากำลังไฟฟ้า

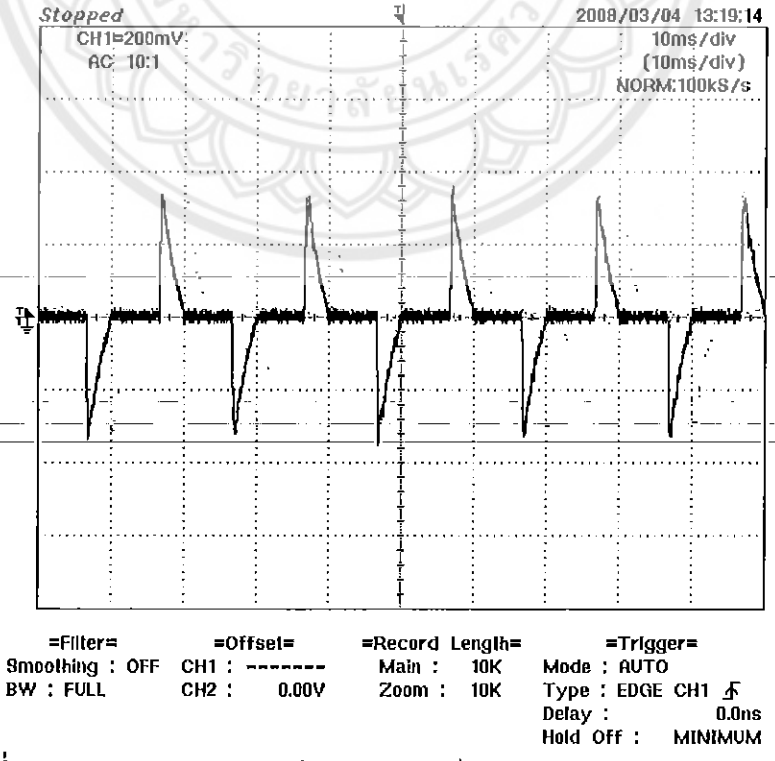
ตารางที่ 4.11 ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซต์ (Compact Fluorescent) ในช่วงเวลาต่างๆ

เวลา (วินาที)	ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอด (W)
0-1	14
1-2	14
2 วินาทีเป็นต้นไป	14

4.4.3 ค่าที่ได้จากการใช้ออสซิโลสโคปบันทึกค่าแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลา



รูปที่ 4.13 แรงดันตกคร่อมหลอดคอมแพคต์



รูปที่ 4.14 แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน(1โอห์มต่ออนุกรมกับวงจร)ของหลอดคอมแพคต์

4.4.4 สเปคตรัมของหลอดคอมแพคต์ฟลูออเรสเซต์ (Compact Fluorescent)

ตารางที่ 4.12 สเปคตรัมของหลอดคอมแพกซ์ฟลูออเรสเซนต์

ความยาวคลื่น	สีที่ปรากฏ
0-400	ไม่ปรากฏสี
400-440	ม่วง
440-460	คราม
460-520	น้ำเงิน
520-580	เขียว
580-590	เหลือง
590-620	แสด
620-650	แดง

4.5 หลอดความดันไอปรอทหรือหลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp)

4.5.1 ค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อม

ต่อวงจรการทำงานของหลอดความดันไอปรอทหรือหลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp) วัดค่ากระแสและแรงดันตกคร่อม ในอุปกรณ์ไฟฟ้าขณะสตาร์และทำงานเต็มที่ จะมีค่ากระแสและแรงดันตกคร่อมไม่เท่ากัน จึงแบ่งการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันตกคร่อมออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ 1. ขณะกดสวิตซ์ติดหลอด 2. เมื่อติดหลอดไฟฟ้าสว่างแล้ว15 นาที บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อมที่ได้จากการวัดบันทึกลงในตาราง

ตารางที่ 4.13 ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ในขณะกดสวิตซ์ติดหลอดและเมื่อติดหลอดแล้ว 15 นาที

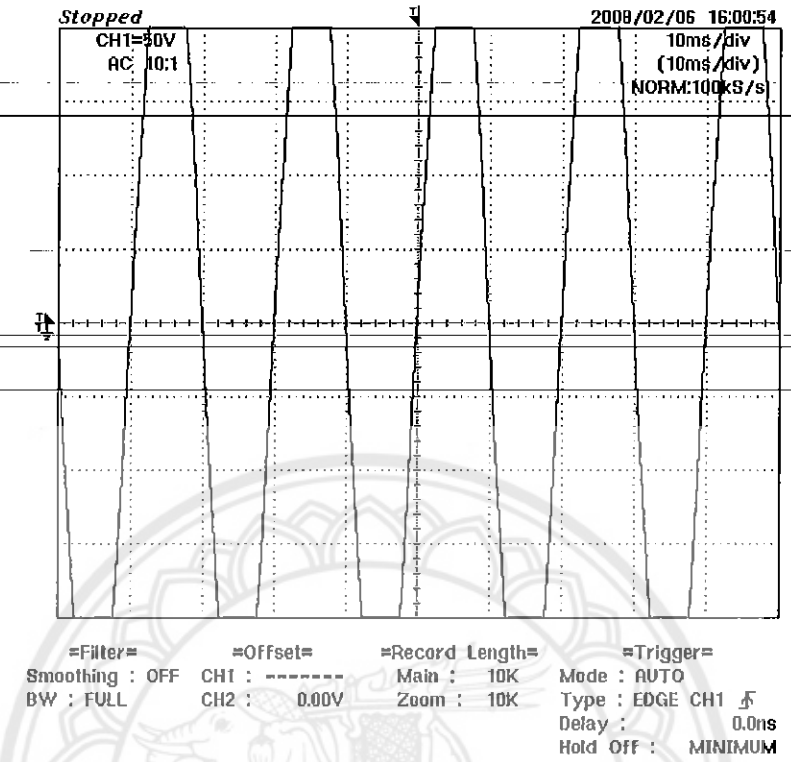
ขณะทดลอง	ค่าแรงดันตกคร่อม (V)	ค่ากระแส (A)
ขณะกดสวิตช์สตาร์ท	191.9 V	0.88 A
เมื่อหลอดติดแล้ว 15 นาที	147.5 V	0.88 A

4.5.2 ค่ากำลังไฟฟ้า

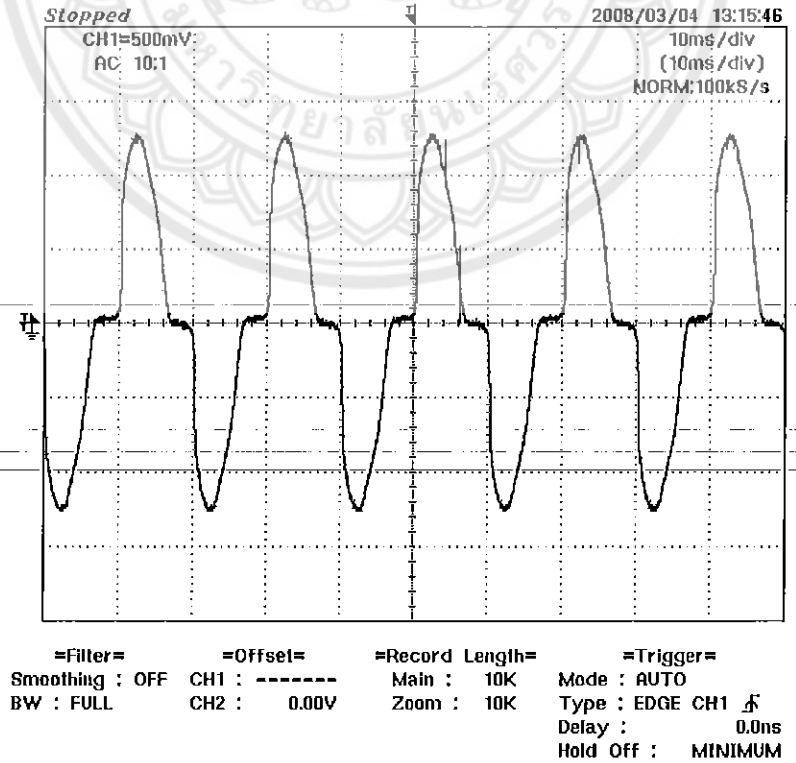
ตารางที่ 4.14 ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp) ในช่วงเวลาต่างๆ

เวลา (วินาที)	ค่ากำลังไฟฟ้าของหลอด (W)
0-1	280
1-2	218
2 วินาทีเป็นต้นไป	218

4.5.3 ค่าที่ได้จากการใช้ออสซิโลสโคปบันทึกค่าแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลา



รูปที่4.15 แรงดันตกคร่อมหลอดแสงจันทร์



รูปที่ 4.16 แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน(1โอห์มต่ออนุกรมกับวงจร)ของหลอดแสงจันทร์

4.4.4 สเปคตรัมของหลอดความดันไอปรอทหรือหลอดแสงจันทร์ (Mercury Vapor Lamp)

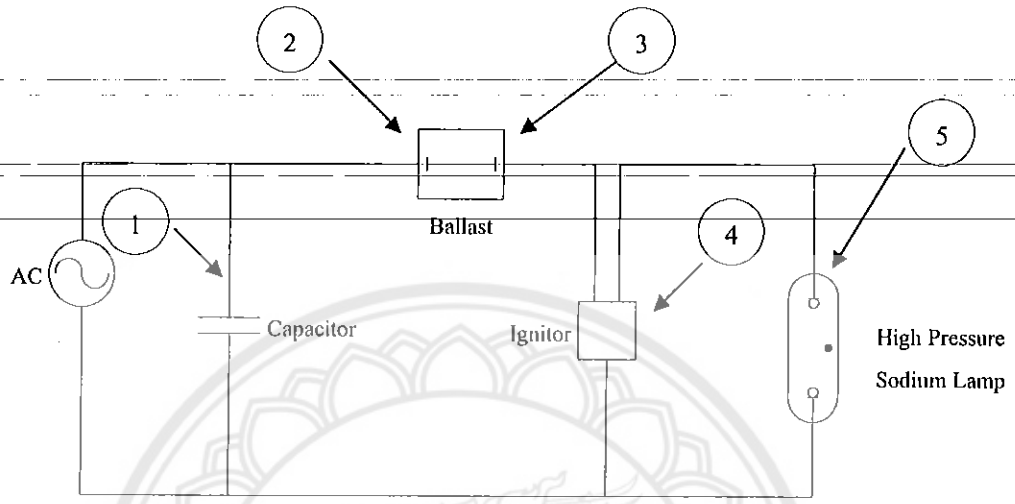
ตารางที่ 4.15 สเปคตรัมของหลอดความดันไอปรอทหรือหลอดแสงจันทร์

ความยาวคลื่น	สีที่ปรากฏ
0-400	ไม่ปรากฏสี
400-430	ม่วง
430-450	คราม
450-520	น้ำเงิน
520-580	เขียว
580-600	เหลือง
600-620	แสด
620-670	แดง

4.6.หลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp)

4.6.1 ค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม

ในวงจรการทำงานของหลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp) มีอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำงานหลายชนิด ดังนั้นจึงต้องทำการวัดค่ากระแสและแรงดันตกคร่อมที่จุดต่างๆ ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 จุดที่จะต้องทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อมของหลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp)

อุปกรณ์ไฟฟ้าขณะสตาร์และทำงานเต็มที่ จะมีค่ากระแสและแรงดันตกคร่อมไม่เท่ากันจึงแบ่งการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันตกคร่อมออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ 1. ขณะกดสวิตซ์ติดหลอด 2. เมื่อติดหลอดไฟฟ้าสว่างแล้ว15 นาที บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อมที่จุดต่างๆ ที่ได้จากการวัดบันทึกลงในตาราง

ตารางที่ 4.16 ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ตามจุดต่างๆในขณะกดสวิตซ์ติดหลอดโซเดียมความดันไอสูง

จุดที่	ค่าแรงดันตกคร่อม (V)	ค่ากระแสไฟฟ้า (A)
1	227.90	1.30
2	20.28	1.44
3	2.78	2.31
4	0.67	2.32
5	0.66	3.82

ตารางที่ 4.17 ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ตามจุดต่างๆ เมื่อติดหลอดแล้ว 15 นาที

จุดที่	ค่าแรงดันตกคร่อม (V)	ค่ากระแสไฟฟ้า (A)
1	65.8	1.26
2	68.7	1.61
3	25.8	1.82
4	0.10	1.65
5	27.5	1.66

4.6.2 ค่ากำลังไฟฟ้า

ตารางที่ 4.18 ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ ในวงจรของหลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp)

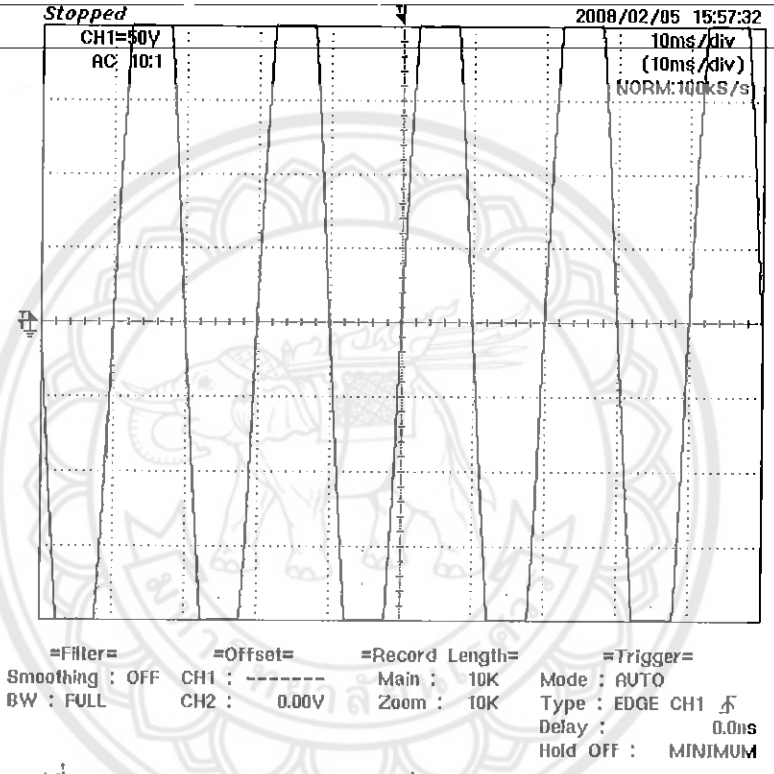
ช่วงเวลา(วินาที)	ค่ากำลังไฟฟ้าของ(W)			
	รวมทั้งวงจร	หลอดไฟฟ้า	อิกนิเตอร์	บัลลาสต์
1 วินาที	70	40	10	25
1-20	80	50	10*	25
20-40	90	60	0	25
40-60	100	70	0	25
60-120	110	90	0	25
120-180	150	120	0	25
180-300	170	140	0	25
300 วินาทีเป็นต้นไป	170	145	0	25

หมายเหตุ *ค่ากำลังไฟฟ้าของอิกนิเตอร์จะมีค่า 10 W ในช่วงเวลา 1-5 วินาที หลังจากนั้นค่ากำลังไฟฟ้า จะลดลงจนเป็นศูนย์

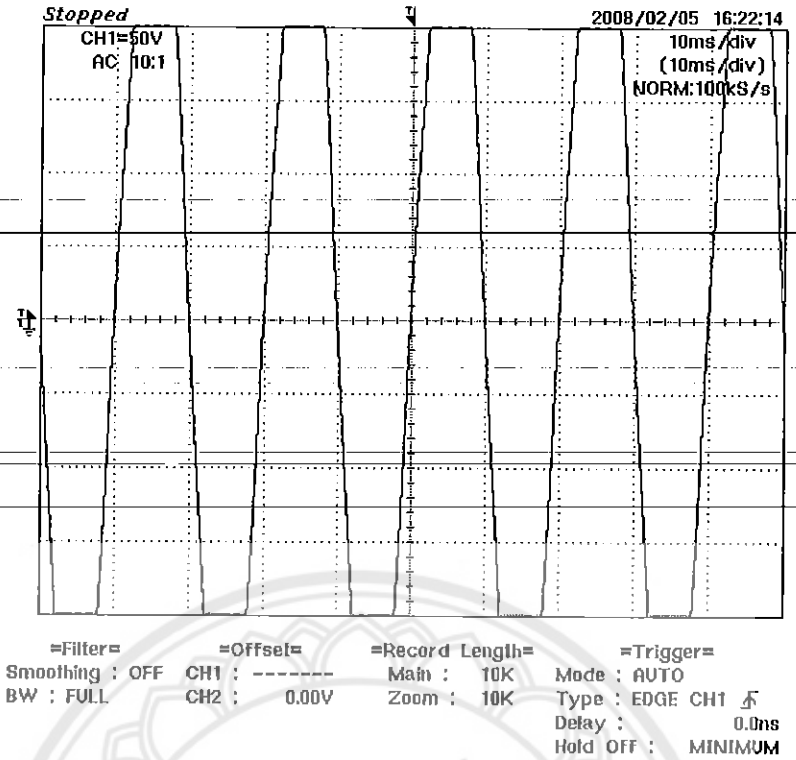
4.6.3 ค่าที่ได้จากการใช้ออสซิโลสโคปบันทึกค่าแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลา

หลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp) มีอุปกรณ์ในวงจรหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดทำหน้าที่ต่างกัน และขณะสตาร์ทต้องใช้กำลังไฟฟ้าสูงกว่าขณะทำงานเต็มที่ ดังนั้นจึงแสดงกราฟแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลา ที่ได้จากการใช้ออสซิโลสโคปเปรียบเทียบกัน 2 ลักษณะ คือ ขณะสตาร์ท และขณะทำงานเต็มที่(ประมาณ 5 นาทีหลังการสตาร์ท)

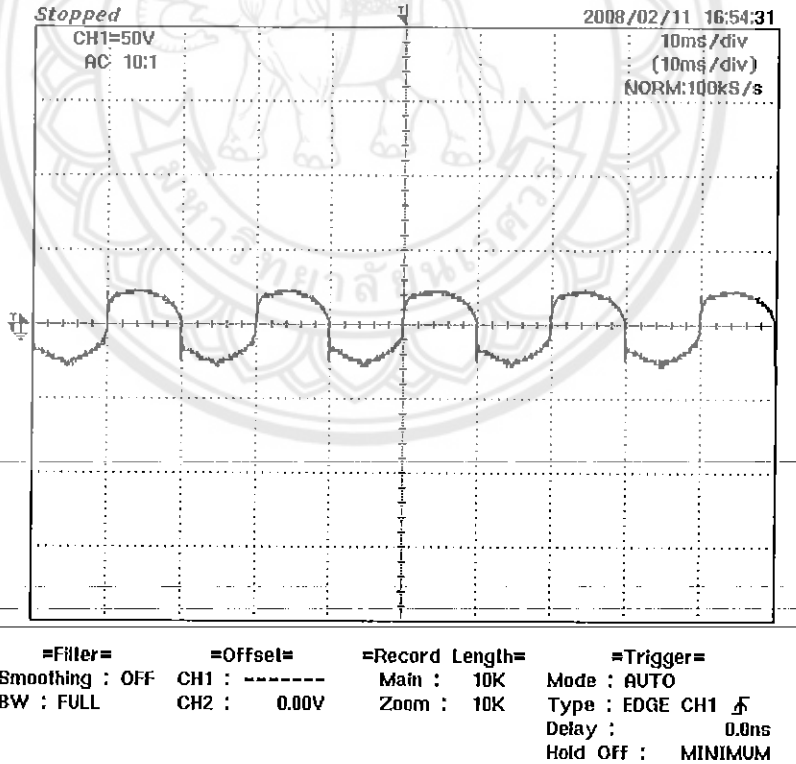
กราฟแสดงแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลาขณะสตาร์ทที่อุปกรณ์ต่างๆ ภายในวงจรหลอดโซเดียมวามดันไอสูง



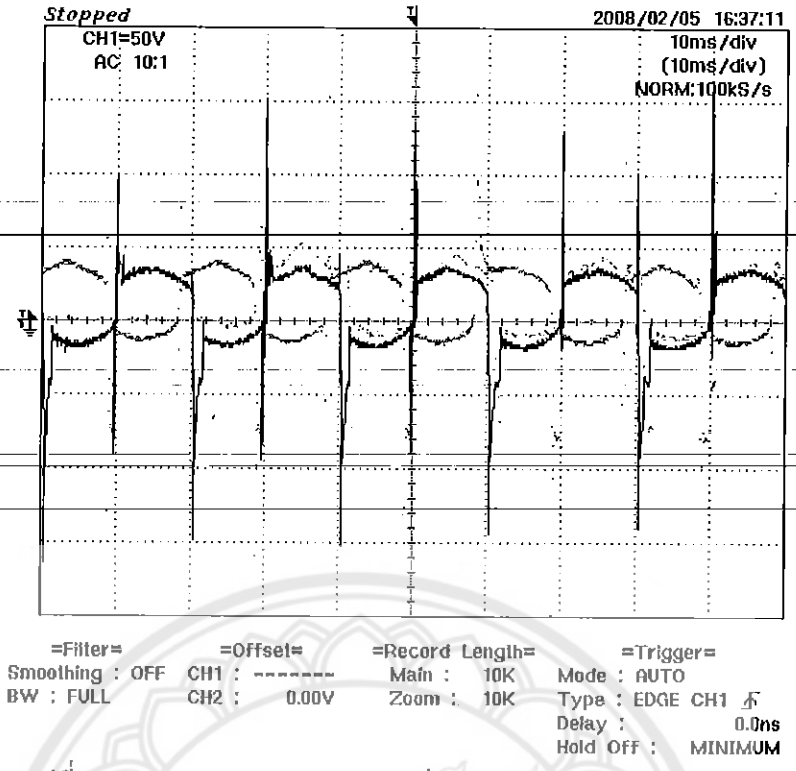
รูปที่ 4.18 แรงดันตกคร่อมบัลลาสต์ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง



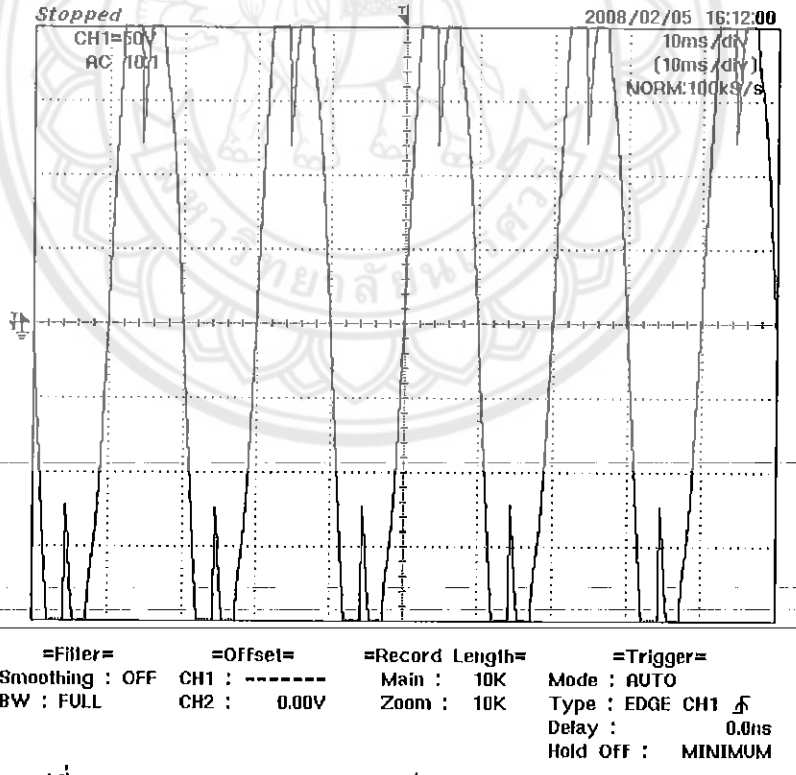
รูปที่ 4.19 แรงดันตกคร่อมคาปาซิเตอร์ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง



รูปที่ 4.20 แรงดันตกคร่อมหลอดโซเดียมความดันไอสูง

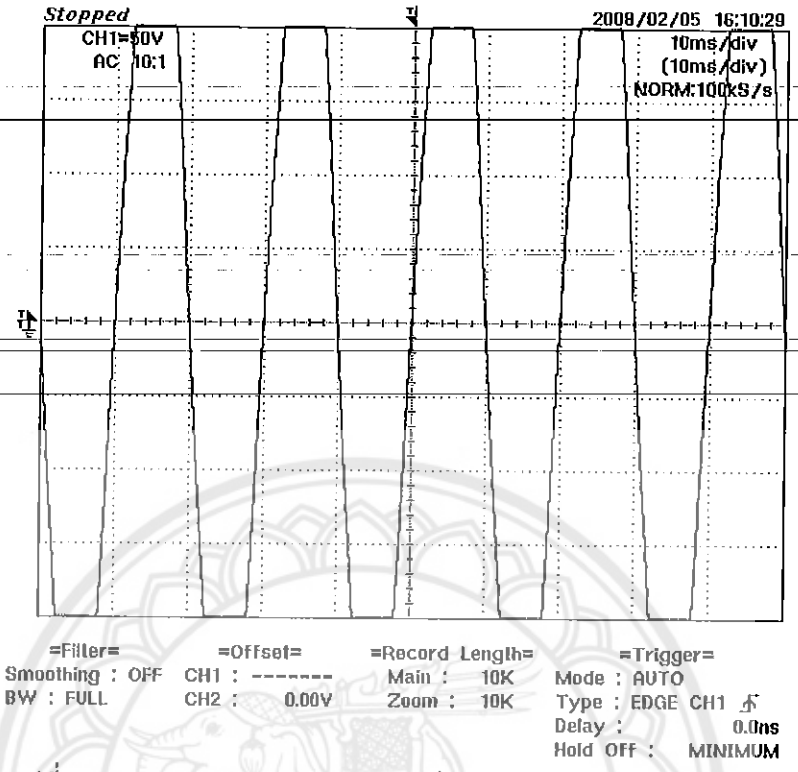


รูปที่ 4.21 แรงดันตกคร่อมอินดิเตอร์ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง

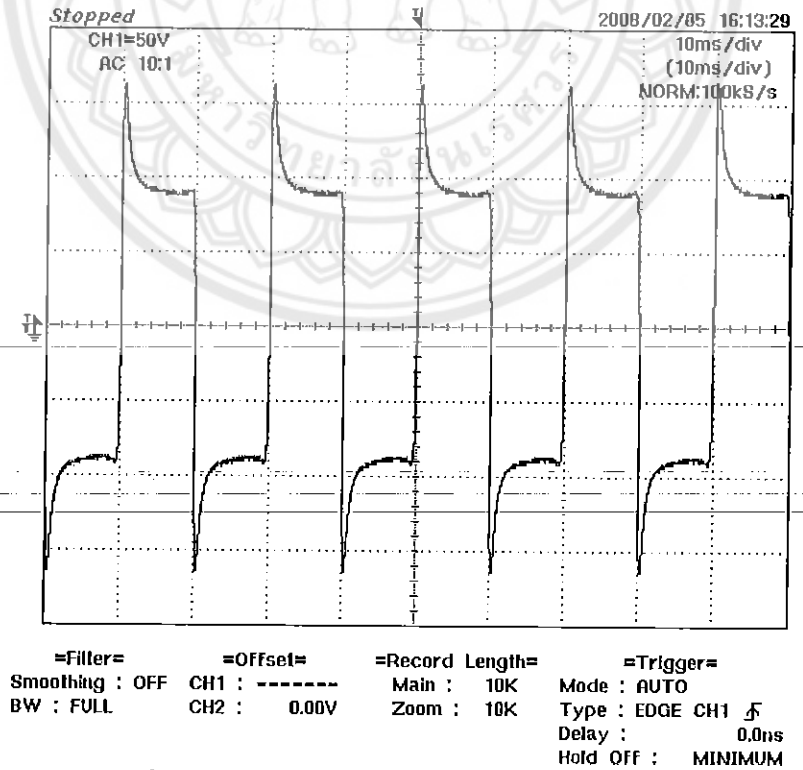


รูปที่ 4.22 แรงดันตกคร่อมบัลลาสต์ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง

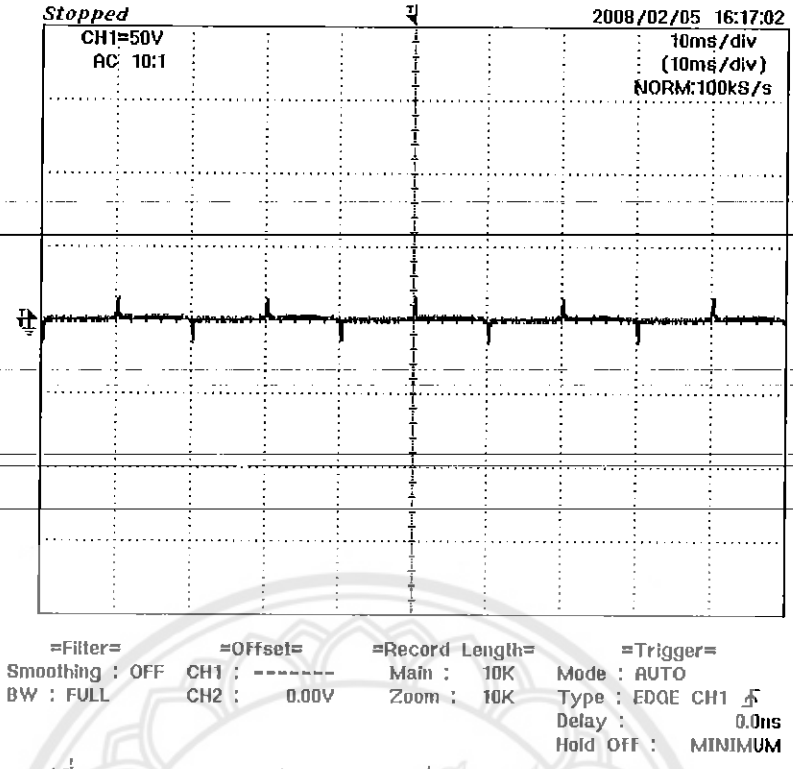
กราฟแสดงแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลาขณะสตาร์ทที่อุปกรณ์ต่างๆ ภายในวงจรหลอดเมทัลฮาไลด์



รูปที่ 4.23 แรงดันตกคร่อมคาปาซิเตอร์ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง



รูปที่ 4.24 แรงดันตกคร่อมหลอดโซเดียมความดันไอสูง



รูปที่ 4.25 แรงดันตกคร่อมอิกนิเตอร์ของหลอดโซเดียมความดันไอสูง

4.6.4 สเปคตรัมของหลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp)

หลอดโซเดียมความดันไอสูง ขณะสตาร์ทและขณะทำงานเต็มที่ให้ค่าความสว่างและสีที่แตกต่างกัน สเปคตรัมของแต่ละช่วงเวลาก็จะต่างกันไปด้วย ดังนั้นเราจึงบันทึกค่าสเปคตรัม 2 ช่วงเวลา คือ ขณะสตาร์ท และเวลาที่หลอดทำงานเต็มที่

ตารางที่ 4.19 สเปคตรัมของหลอดโซเดียมความดันไอสูง ขณะสตาร์ท

ความยาวคลื่น	สีที่ปรากฏ
0-400	ไม่ปรากฏสี
400-420	ม่วง
440-450	คราม
450-480	น้ำเงิน
520-570	เขียว
570-580	เหลือง
580 ขึ้นไป	ไม่ปรากฏสี

ตารางที่ 4.20 สเปคตรัมของหลอดโซเดียมความดันไอสูง ขณะหลอดทำงานเต็มที่

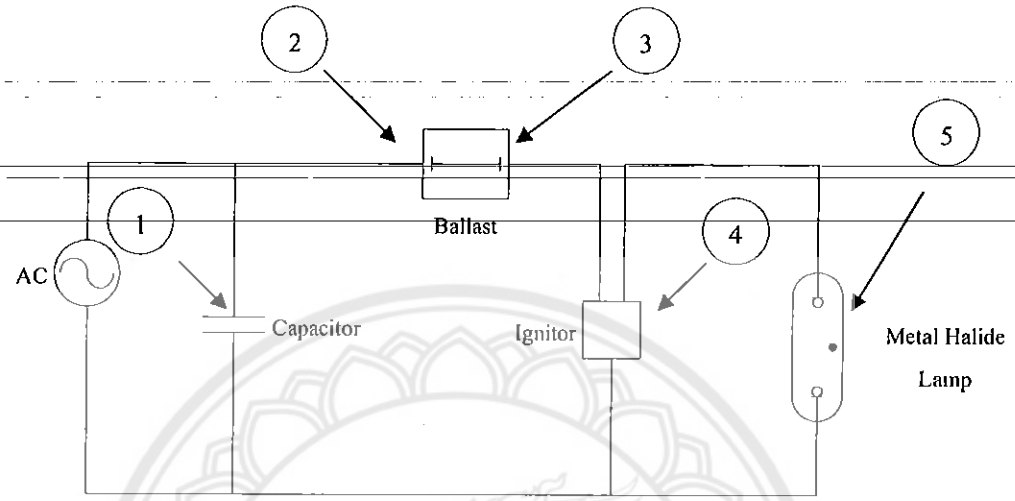
ความยาวคลื่น	สีที่ปรากฏ
0-400	ไม่ปรากฏสี
400-440	ม่วง
440-460	คราม
460-500	น้ำเงิน
510-570	เขียว
570-580	เหลือง
580-600	แสด
610-650	แดง

มหาวิทยาลัยนเรศวร

4.7 หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)

4.7.1 ค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อม

ในวงจรการทำงานของหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp) มีอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำงานหลายชนิด ดังนั้นจึงต้องทำการวัดค่ากระแสและแรงดันตกคร่อมที่จุดต่างๆ ดังรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 จุดที่จะต้องทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อมของหลอดเมทัล ฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)

อุปกรณ์ไฟฟ้าขณะสตาร์และทำงานเต็มที่ จะมีค่ากระแสและแรงดันตกคร่อมไม่เท่ากันจึงแบ่งการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันตกคร่อมออกเป็น 2 ช่วงเวลาคือ 1. ขณะกดสวิตซ์ติดหลอด 2. เมื่อติดหลอดไฟฟ้าสว่างแล้ว15 นาที บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันตกคร่อมที่จุดต่างๆ ที่ได้จากการวัดบันทึกลงในตาราง

ตารางที่ 4.21 ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ตามจุดต่างๆในขณะกดสวิตซ์ติดหลอด

จุดที่	ค่าแรงดันตกคร่อม (V)	ค่ากระแสไฟฟ้า (A)
1	370.12	1.83
2	114.70	0.98
3	150.40	2.95
4	0.80	3.06
5	13.70	0.83

ตารางที่ 4.22 ค่าแรงดันตกคร่อมและค่ากระแสไฟฟ้า ตามจุดต่างๆ เมื่อหลอดติดแล้ว 15 นาที

จุดที่	ค่าแรงดันตกคร่อม (V)	ค่ากระแสไฟฟ้า (A)
1	134.80	1.69
2	110.81	2.31
3	56.42	2.28
4	0.82	1.52
5	56.44	2.14

4.7.2 ค่ากำลังไฟฟ้า

ตารางที่ 4.23 ค่ากำลังไฟฟ้าของอุปกรณ์ต่างๆ ในวงจรของหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)

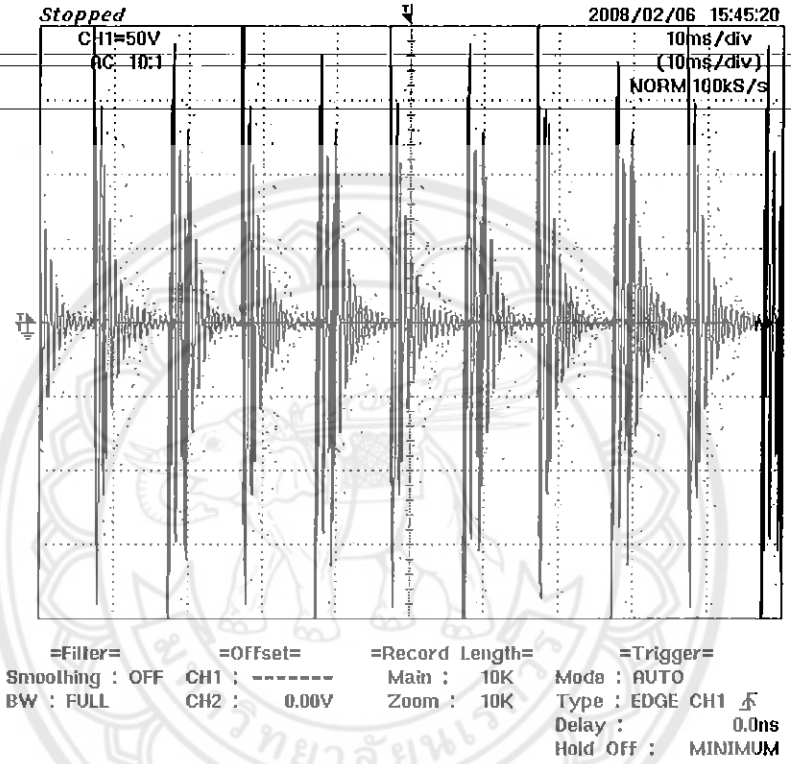
ช่วงเวลา(วินาที)	ค่ากำลังไฟฟ้า(W)			
	รวมทั้งวงจร	หลอดไฟฟ้า	อิกนิเตอร์	บัลลาสต์
1วินาที	100	50	20	30
1-20	110	90	20	30
20-40	130	100	0	30
40-60	150	120	0	30
60-120	180	140	0	30
120-180	220	200	0	30
180-300	240	210	0	30
300 วินาทีเป็นต้นไป	240	210	0	30

หมายเหตุ *ค่ากำลังไฟฟ้าของอิกนิเตอร์จะมีค่า 20 W ใช้ช่วงเวลา 1-5 วินาที หลังจากนั้นค่ากำลังไฟฟ้า จะลดลงจนเป็นศูนย์

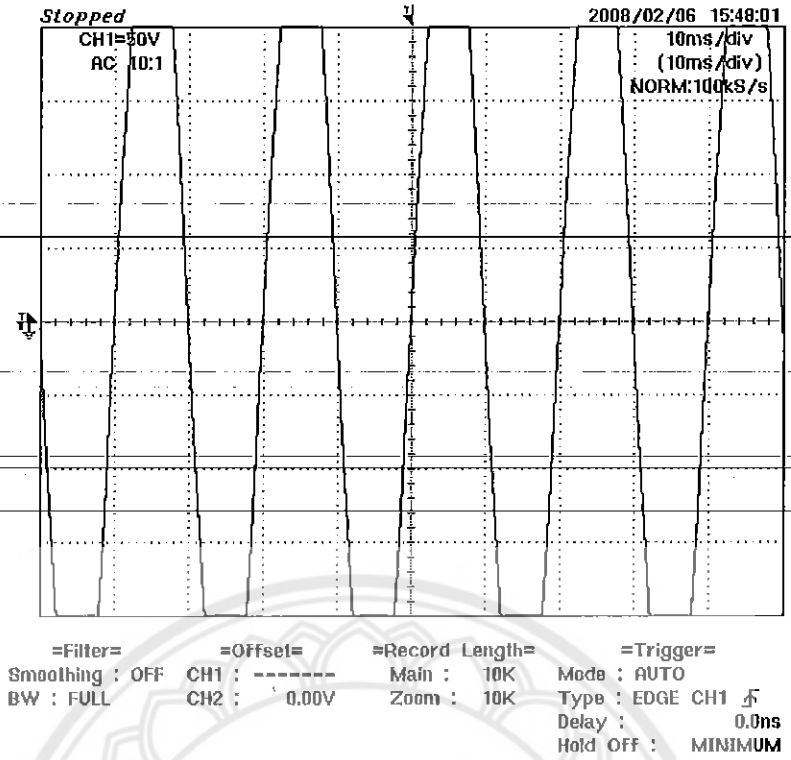
4.7.3 ค่าที่ได้จากการใช้ออสซิโลสโคปบันทึกค่าแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลา

หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp) มีอุปกรณ์ในวงจรหลายชนิด ซึ่งแต่ละชนิดทำหน้าที่ต่างกัน และขณะสตาร์ทต้องใช้กำลังไฟฟ้าสูงกว่าขณะทำงานเต็มที่ ดังนั้นจึงแสดงกราฟแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลา ที่ได้จากการใช้ออสซิโลสโคปเปรียบเทียบกัน 2 ลักษณะ คือ ขณะสตาร์ท และขณะทำงานเต็มที่ (ประมาณ 5 นาทีหลังการสตาร์ท)

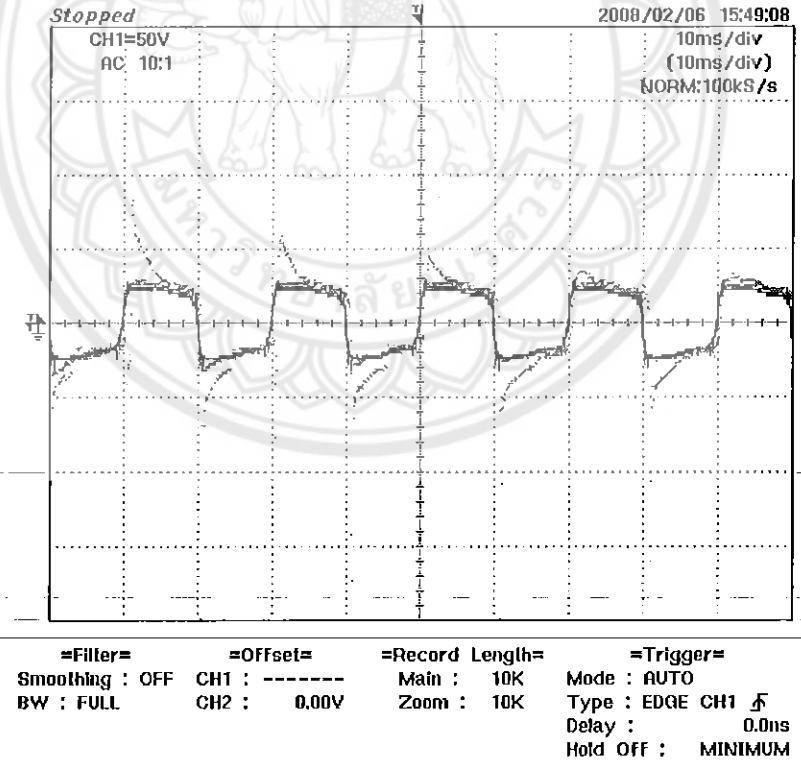
กราฟแสดงแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลาขณะสตาร์ทที่อุปกรณ์ต่างๆ ภายในวงจรหลอดเมทัลฮาไลด์



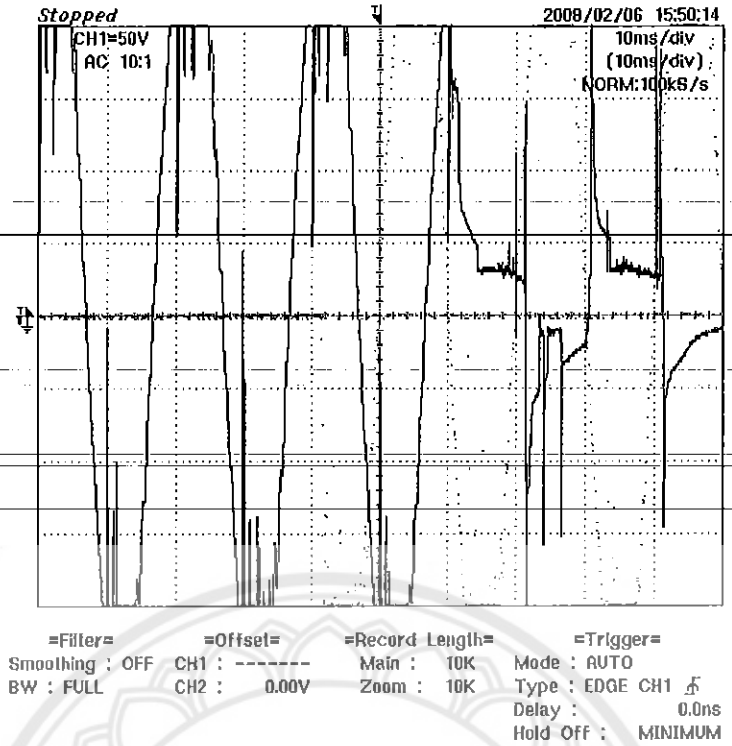
รูปที่ 4.27 แรงดันตกคร่อมบัลลาสต์ของหลอดเมทัลฮาไลด์



รูปที่ 4.28 แรงดันตกคร่อมคาปาซิเตอร์ของหลอดเมทัลฮาไลด์

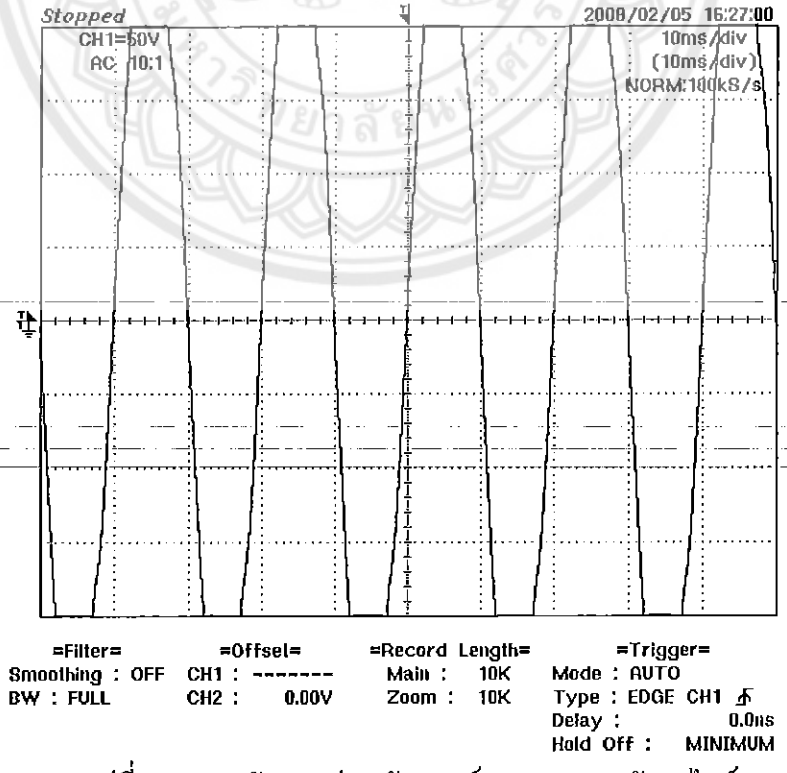


รูปที่ 4.29 แรงดันตกคร่อมหลอดเมทัลฮาไลด์

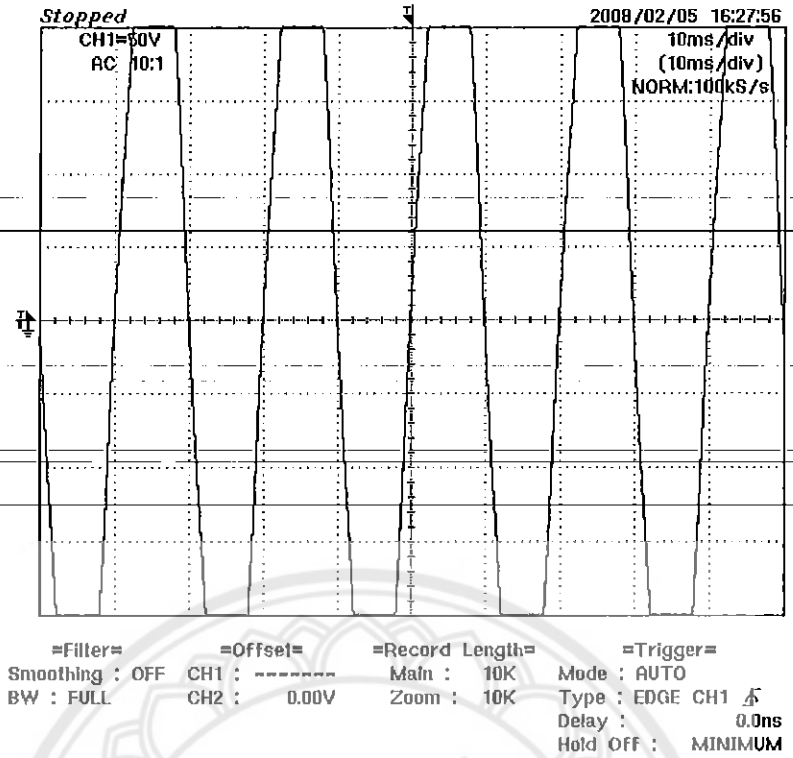


รูปที่ 4.30 แรงดันตกคร่อมอิกนิเตอร์ของหลอดเมทัลฮาไลด์

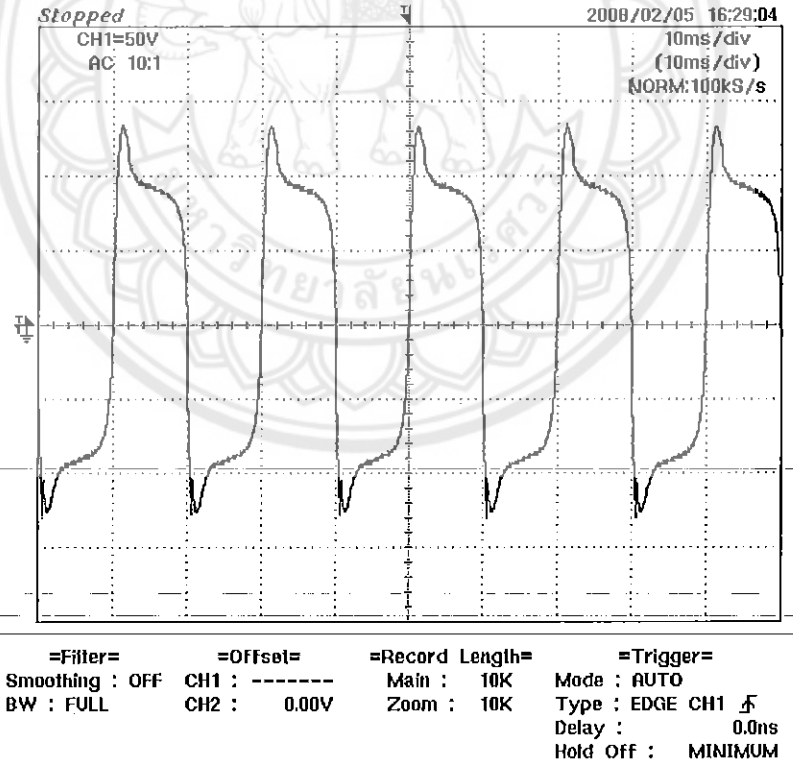
กราฟแสดงแรงดันตกคร่อมเทียบกับเวลาขณะทำงานเต็มที่ ที่อุปกรณ์ต่างๆ ภายในวงจรหลอดเมทัลฮาไลด์



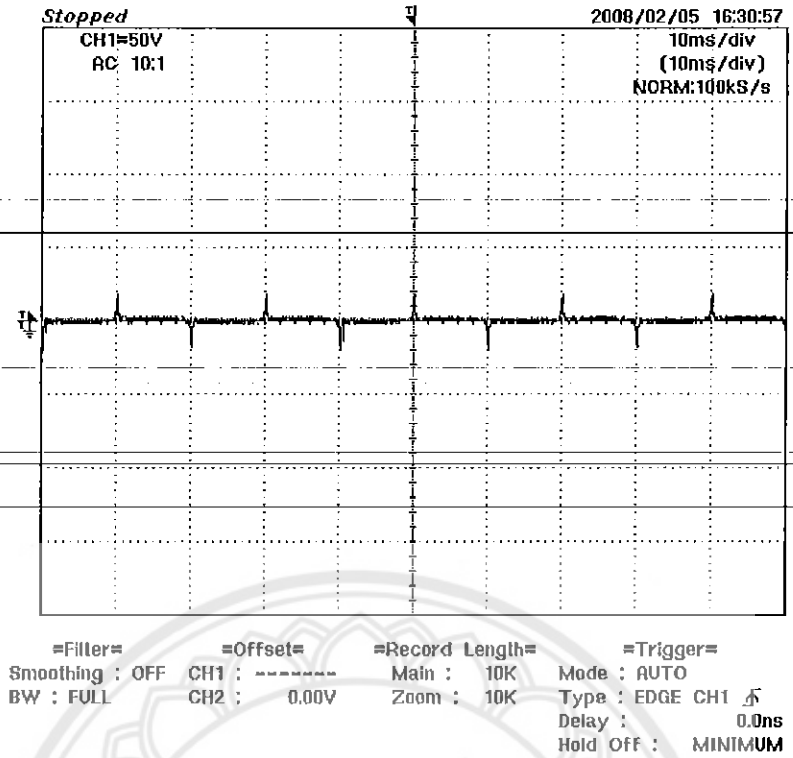
รูปที่ 4.31 แรงดันตกคร่อมบัลลาสต์ของหลอดเมทัลฮาไลด์



รูปที่ 4.32 แรงดันตกคร่อมคาปาซิเตอร์ของหลอดเมทัลฮาไลด์



รูปที่ 4.33 แรงดันตกคร่อมหลอดเมทัลฮาไลด์



รูปที่ 4.34 แรงดันตกคร่อมอิกนิเตอร์ของหลอดเมทัลฮาไลด์

4.7.4 สเปคตรัมของหลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)

หลอดเมทัลฮาไลด์ ขณะสตาร์ทและขณะทำงานเต็มที่ให้ค่าความสว่างและสีที่แตกต่างกัน สเปคตรัมของแต่ละช่วงเวลาก็จะต่างกันไปด้วย ดังนั้นเราจึงบันทึกค่าสเปคตรัม 2 ช่วงเวลา คือ ขณะสตาร์ท และเวลาที่หลอดทำงานเต็มที่

ตารางที่ 4.24 สเปคตรัมของหลอดเมทัลฮาไลด์ ขณะสตาร์ท

ความยาวคลื่น	สีที่ปรากฏ
0-490	ไม่ปรากฏสี
490-500	น้ำเงิน
540-570	เขียว
570-580	เหลือง
580-600	แสด
610-690	แดง

ตารางที่ 4.25 สเปคตรัมของหลอดเมทัลฮาไลด์ ขณะหลอดทำงานเต็มที่

ความยาวคลื่น	สีที่ปรากฏ
0-400	ไม่ปรากฏสี
400-450	ม่วง
450-460	คราม
480-500	น้ำเงิน
520-560	เขียว
560-580	เหลือง
580-610	แสด
610-650	แดง

มหาวิทยาลัยนเรศวร

4.8 ค่าความสว่างของหลอดไฟฟ้าชนิดต่างๆ

การวัดค่าความสว่างทำได้โดยใช้ลักซ์มิเตอร์อ่านค่าความสว่างของแสงที่เปล่งออกมา โดยทำในสองลักษณะคือ การวัดค่าความสว่างจากด้านปลายหลอดโดยให้มีระยะห่างระหว่างจานรับแสงของลักซ์มิเตอร์กับปลายหลอด 1 ฟุต แสดงค่าความสว่างได้ดังตารางที่ 4.26

ตารางที่ 4.26 ค่าความสว่างที่ได้จากการวัดด้านปลายหลอด

เวลา	ค่าความสว่าง (ลักซ์)						
	ไส้	ทังสเตน ฮาโลเจน	ฟลูออ- เรสเซนต์	คอมแพกฟลู- ออเรสเซนต์	แสงจันทร์	โซเดียม	เมทัลฮาไลด์
1 วินาที	1,041	186	532	80	956	10	15
10 วินาที	1,041	457	555	129	948	158	55
20 วินาที	1,048	871	551	159	959	187	123
30 วินาที	1,050	904	567	174	945	378	209
40 วินาที	1,050	905	586	185	945	550	340
50 วินาที	1,046	910	599	188	932	792	785
60 วินาที	1,050	916	603	193	913	954	1,807
70 วินาที	1,052	915	610	194	914	1,268	7,885
80 วินาที	1,053	917	617	194	923	1,580	8,760
90 วินาที	1,051	920	622	195	927	1,778	9,043
100 วินาที	1,055	923	622	194	956	2,223	9,280
110 วินาที	1,051	927	620	193	948	2,610	9,345
120 วินาที	1,057	919	626	190	981	3,400	9,467
130 วินาที	1,057	925	621	190	983	4,245	9,560
140 วินาที	1,059	921	625	188	1,013	4,525	9,687
150 วินาที	1,060	922	623	187	1,002	4,783	9,682
160 วินาที	1,062	926	622	188	1,017	5,112	9,701
170 วินาที	1,061	925	619	186	1,016	5,656	9,713
180 วินาที	1,065	946	621	185	1,000	5,801	9,635
4 นาที	1,069	930	619	182	1,087	6,240	9,789
5 นาที	1,064	937	612	181	1,075	6,524	9,687

ตารางที่ 4.26 ค่าความสว่างที่ได้จากการวัดด้านปลายหลอด (ต่อ)

เวลา	ค่าความสว่าง (ลักซ์)						
	ไส้	ทังสเตน ฮาโลเจน	ฟลูออ- เรสเซนต์	คอมแพกฟลู- ออเรสเซนต์	แสงจันทร์	โซเดียม	เมทัลฮาไลด์
6 นาที	1,061	929	620	189	1,084	6,545	9,724
7 นาที	1,061	920	611	188	1,090	6,573	9,780
8 นาที	1,067	935	610	185	1,102	6,600	9,607
9 นาที	1,067	927	608	184	1,064	6,598	9,845
10 นาที	1,072	944	607	192	1,096	6,587	9,800
15 นาที	1,347	934	604	211	1,087	6,613	9,756
20 นาที	1,411	949	602	216	1,089	6,668	9,724
30 นาที	1,400	953	618	219	1,063	6,645	9,856
1ชั่วโมง	1,392	931	617	220	1,067	6,652	9,842
2 ชั่วโมง	1,394	907	615	230	1,078	6,598	9,788
3 ชั่วโมง	1,380	942	620	229	1,068	6,667	9,765
5 ชั่วโมง	1,395	933	619	221	1,075	6,643	9,702
10 ชั่วโมง	1,350	955	615	223	1,071	6,670	9,755

และการวัดค่าความสว่างจากด้านข้างของหลอดโดยให้มีระยะห่าง 1 ฟุต เท่ากัน แสดงค่าความสว่างที่วัดได้จากด้านข้างหลอดดังตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 ค่าความสว่างที่วัดได้จากด้านข้างหลอด

เวลา	ค่าความสว่าง (ลักซ์)					
	ไส้	ทังสเตน-ฮาโลเจน	คอมแพกซ์ฟลูออเรสเซนต์	แสงจันทร์	โซเดียม	เมทัลฮาไลด์
1 วินาที	1,780	344	101	3,450	22	27
10 วินาที	1,764	658	133	3,678	183	76
20 วินาที	1,802	997	156	3,702	269	183
30 วินาที	1,804	1,023	178	3,704	570	299
40 วินาที	1,788	1,077	184	3,712	776	552
50 วินาที	1,795	1,074	192	3,723	1,179	1,193
60 วินาที	1,800	1,089	203	3,700	1,344	2,023
70 วินาที	1,809	1,034	206	3,698	1,628	10,120
80 วินาที	1,768	1,056	210	3,721	1,960	13,770
90 วินาที	1,780	1,023	220	3,721	2,163	14,490
100 วินาที	1,792	1,055	223	3,722	2,620	15,820
110 วินาที	1,774	1,067	225	3,734	3,220	16,660
120 วินาที	1,802	1,060	217	3,731	4,045	17,440
130 วินาที	1,824	1,073	219	3,725	5,070	18,130
140 วินาที	1,825	1,062	220	3,733	5,886	18,660
150 วินาที	1,801	1,078	225	3,728	6,560	18,920
160 วินาที	1,810	1,051	226	3,727	7,673	19,270
170 วินาที	1,787	1,070	231	3,701	8,640	19,290
180 วินาที	1,790	1,067	230	3,719	9,438	19,200
4 นาที	1,788	1,023	234	3,735	13,130	19,450
5 นาที	1,792	1,056	228	3,726	14,120	19,230

ตารางที่ 4.27 ค่าความสว่างที่วัดได้จากด้านข้างหลอด (ต่อ)

เวลา	ค่าความสว่าง (ลักซ์)					
	ไส้	ทังสเตน ฮาโลเจน	คอมแพกซ์ ฟลูออเรสเซนต์	แสงจันทร์	โซเดียม	เมทัลฮาไลด์
6 นาที	1,795	1,050	224	3,747	15,040	19,340
7 นาที	1,785	1,063	232	3,750	15,140	19,760
8 นาที	1,806	1,060	238	3,745	15,080	19,570
9 นาที	1,801	1,075	225	3,742	15,240	19,410
10 นาที	1,798	1,080	227	3,751	15,370	19,550
15 นาที	1,792	1,064	231	3,746	15,210	19,670
20 นาที	1,784	1,082	230	3,756	15,180	19,570
30 นาที	1,788	1,076	236	3,741	15,240	19,520
1ชั่วโมง	1,806	1,057	235	3,740	15,340	19,480
2 ชั่วโมง	1,801	1,066	230	3,737	15,420	19,480
3 ชั่วโมง	1,798	1,068	237	3,754	15,440	19,520
5 ชั่วโมง	1,781	1,078	239	3,758	15,360	19,500
10 ชั่วโมง	1,790	1,082	240	3,748	15,480	19,530

เมื่อเทียบค่าความสว่างในตารางที่ 4.26 และตารางที่ 4.27 จะเห็นได้ชัดว่าค่าความสว่างที่วัดได้จากด้านข้างหลอดไฟฟ้ามีค่าความสว่างมากกว่าการวัดความสว่างจากด้านปลายหลอด เนื่องจากไส้หลอดถูกออกแบบมาในลักษณะเป็นเส้นยาวขนานกับกระเปาะแก้ว (Bulb) และพื้นที่ด้านข้างของกระเปาะแก้วมีพื้นที่มากกว่าด้านปลายมี แสงจึงเปล่งออกมาจากด้านข้างได้มากกว่าด้านปลายหลอด

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

หลอดไฟฟ้าแบ่งได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ หลอดไส้ และหลอดปล่อยประจุ ในโครงงานนี้ได้ศึกษาหลอดไส้ 4 ชนิดคือ

- หลอดไส้ (Incandescent Lamp)
- หลอดทังสเตนฮาโลเจน (Tungsten Halogen Lamp)
- หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ (Compact Fluorescent Lamp)
- หลอดไอปรอทหรือหลอดแสงจันทร์ (Mecury Vapor Lamp)

หลอดประเภทนี้ มีวงจรการทำงานที่ไม่ซับซ้อน เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไส้หลอดที่ทำจากโลหะจุดหลอดเหลวสูง จะทำให้ไส้หลอดร้อนแดงจนสามารถเปล่งแสงออกมาได้ ไม่ต้องมีอุปกรณ์ช่วยสตาร์ท หลอดประเภทนี้ มีกำลังไฟฟ้า กระแส และแรงดันตกคร่อมไม่มากนัก จึงทำให้ค่าความสว่างน้อย แสงที่เปล่งออกมามีสเปคตรัมที่ต่อเนื่อง เมื่อเปรียบเทียบอัตราค่ากำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้กับค่าความสว่างที่เปล่งออกมา พบว่ามีประสิทธิภาพต่ำกว่าหลอดประเภทปล่อยประจุ แต่หลอดประเภทนี้ราคาไม่แพง เหมาะสำหรับใช้ในที่พักอาศัย

และหลอดประเภทปล่อยประจุ ทำการศึกษาหลอดไฟฟ้า 3 ชนิด คือ

- หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent Lamp)
- หลอดโซเดียมความดันไอสูง (High Pressure Sodium Lamp)
- หลอดเมทัลฮาไลด์ (Metal Halide Lamp)

หลอดประเภทนี้ อาศัยการแตกตัวของก๊าซที่บรรจุภายในหลอด ในหลอดฟลูออเรสเซนต์ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยติดสว่างด้วยคือ บัลลาสต์ และสตาร์ทเตอร์ ใช้กำลังไฟฟ้าไม่มากนักให้ความสว่างน้อย แสงสว่างมีสเปคตรัมที่ต่อเนื่อง ราคาต่อชุดไม่แพงเหมาะสำหรับใช้ตามที่พักอาศัย ส่วนในหลอดโซเดียมความดันไอสูงและหลอดเมทัลฮาไลด์ ใช้อิกนิเตอร์แทนสตาร์ทเตอร์แต่ทำหน้าที่เหมือนกัน และอาจใช้คาปาซิเตอร์ร่วมด้วย เพื่อช่วยชดเชยค่าตัวประกอบกำลังให้สูงขึ้น จึงช่วยประหยัดกระแสไฟด้านเข้าของวงจรได้ หลอดประเภทนี้มีค่ากำลังไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และแรงดันตกคร่อมสูง จึงให้ความสว่างมาก แสงสว่างที่ได้มีสเปคตรัมที่ไม่ต่อเนื่อง มีประสิทธิภาพสูง แต่ราคาค่อนข้างแพง เหมาะสำหรับใช้ในที่ที่มีเพดานสูง เช่น สนามกีฬา หรือใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ต้องการความสว่างมาก

5.2 ปัญหาที่พบในการทดลอง

5.2.1 ปัญหาที่เกิดในอุปกรณ์

1. หลอดโซเดียมความดันไอสูงและหลอดเมทัลฮาไลด์เมื่อใช้งานเสร็จแล้ว หลอดจะมีอุณหภูมิสูงมาก ไม่สามารถจับต้องได้ เมื่อจะใช้งานอีกครั้งต้องรอจนกว่าหลอดจะเย็นตัวเข้าสู่อุณหภูมิปกติ ในการทดลองวัดค่าต่างๆ จึงใช้เวลานาน

2. หลอดไฟฟ้าแต่ละชนิดใช้อุปกรณ์ช่วยติดสว่างต่างกัน ต้องศึกษารายละเอียดให้ครบถ้วนก่อนการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าสู่วงจร เมื่อต่อวงจรผิดจะทำให้หลอดไฟฟ้าเสียทันที

5.2.2 ปัญหาที่เกิดในเครื่องมือวัด

1. วัตต์มิเตอร์ อ่านค่าตามสเกล แต่ในหลอดไฟฟ้าที่ใช้ทดลองบางหลอด มีค่ากำลังไฟฟ้าไม่มากนัก การอ่านค่า จึงต้องอาศัยการประมาณ ทำให้ตัวเลขที่ได้คลาดเคลื่อนเล็กน้อย

2. สเปคโทรสโคป ไม่สามารถบันทึกภาพได้ อาศัยการมองเห็นแล้วจดบันทึก ในช่วงความยาวคลื่นของแถบสีต่างๆ ต้องอาศัยการประมาณอาจคลาดเคลื่อนเล็กน้อย

5.3 แนวคิดในการพัฒนาต่อ

1. ศึกษาคุณสมบัติของสี และวัสดุต่างๆ ที่สามารถดูดซับความสว่าง หรือช่วยให้ค่าความสว่างเพิ่มขึ้น เพื่อช่วยในการเลือกใช้สีทาบ้านและวัสดุตกแต่งภายใน

2. ศึกษาอุณหภูมิของหลอดไฟฟ้าแต่ละชนิด เนื่องจากการติดตั้งหลอดไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิสูงมากๆ ใกล้กับวัสดุที่ติดไฟง่าย อาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้

เอกสารอ้างอิง

[1] ชาญศักดิ์ อภัยนิพัฒน์.เทคนิคการออกแบบระบบแสงสว่าง(ฉบับปรับปรุง).พิมพ์ครั้งที่ 6 กรุงเทพมหานคร. สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).2549

[2] วัฒนา ถาวร.การส่องสว่าง.พิมพ์ครั้งที่ 14. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).2549

[3] ศุลี บรรจงจิตร.วิศวกรรมส่องสว่าง.พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร: บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).2544

[4] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC). " ความรู้พื้นฐานด้านระบบแสงสว่าง." [Online]. Available:Http://www.nectec.or.th/ courseware/ electrical/light.html.2007

[5] แผนกช่างไฟฟ้าวิทยาลัยเทคนิคชลบุรี."วงจรไฟฟ้าแสงสว่าง." [Online]. Available: Http://www.chontech.ac.th/~electric/e-learn/unit17/.htm.2007

[2.1] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC). " ความรู้พื้นฐานด้านแสงสว่าง." [Online]. Available:Http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/light/ incan/incan.html

[2.2] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC). " ความรู้พื้นฐานด้านแสงสว่าง."[Online].Available:Http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/light/halogen/ halogen.html

[2.3] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC). "ความรู้พื้นฐานด้านแสงสว่าง." [Online]. Available:Http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/light/ fluorescent/ fluorescent.html

[2.4] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC). "ความรู้พื้นฐานด้านแสงสว่าง." [Online]. Available:Http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/light/ compactflu/ cp_fluorescent.html

[2.5] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC). "ความรู้พื้นฐานด้านแสงสว่าง." [Online]. Available:Http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/light/ compactflu/ cp_fluorescent.html

[2.6] ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ (NECTEC). "ความรู้พื้นฐานด้านแสงสว่าง." [Online]. Available:Http://www.nectec.or.th/courseware/electrical/light/mercury.html

[2.7] ศุลี บรรจงจิตร. **วิศวกรรมส่องสว่าง**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน). 2544

[2.8] ศุลี บรรจงจิตร. **วิศวกรรมส่องสว่าง**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน). 2544

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายณรงค์ ขลิบแย้ม

ภูมิลำเนา 176 หมู่ 5 ต.สันสลี อ.เวียงป่าเป้า จ.เชียงราย 57170

ประวัติการศึกษา

- จบระดับประถมศึกษาจากโรงเรียนบ้านสันสลี
- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเวียงป่าเป้าวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E- mail : narong014@hotmail.com

ชื่อ นางสาวนนทรี แสงศรีจันทร์

ภูมิลำเนา 11/1 หมู่ 11 ต.เชียงบาน อ.เชียงคำ จ.พะเยา 56110

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนบ้านแวน
- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนเชียงคำวิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E- mail : nonsea_jj@hotmail.com