

ชุดทดสอบการกระจายแสงควบคุมด้วยสเต็ปมอเตอร์

Distribution of Light Apparatus by Stepping Motor Control

พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ¹, อติกร เสรีพัฒนานนท์² และธนากร น้ำหอมจันทร์³

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ออกแบบและสร้างชุดทดสอบการกระจายแสงของโคมไฟ ควบคุมด้วยสเต็ปมอเตอร์ ใช้หลอดคอมแพคฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 11 และ 20 วัตต์ เพื่อการเปรียบเทียบโคมไฟแบบส่องลง ขนาด 10.2 cm และ 15.2 cm กำหนดระยะทางการวัดการกระจายแสงของโคมไฟ จากแหล่งกำเนิดแสงถึงลักซ์มิเตอร์เป็นระยะ 0.1-1 m และปรับค่ามุมการกระจายแสงของโคมไฟดาวน์ไลท์ โดยปรับมุมจากแหล่งกำเนิดแสงถึงลักซ์มิเตอร์ ตั้งแต่ -90° ถึง $+90^{\circ}$ และภายในชุดทดสอบเป็นสีดำด้านเพื่อลดการสะท้อนแสงจากแหล่งกำเนิดแสง ใช้เปรียบเทียบลักษณะการกระจายแสงของโคมไฟดาวน์ไลท์ที่ได้จากการทดลอง กับลักษณะการกระจายแสงของโคมไฟจากบริษัทที่มีมาตรฐานผลจากการทดสอบชุดควบคุมระยะทาง และมุมการกระจายแสง ด้วยสเต็ปมอเตอร์มีความคลาดเคลื่อน $\pm 1\%$

คำสำคัญ: การกระจายแสง, โคมไฟแบบส่องลง, คอมแพคฟลูออเรสเซนต์, สเต็ปมอเตอร์

Abstract

This research is design and construction a distribution of light test-set by stepping motor control that use compact fluorescent lamp of 11 and 20 watts. The experiment is comparison of down light which has size 10.2 cm and 15.2 cm. The distance of distribution of light from the light source to lux meter is between 0.1 to 1 m and can be adjusted angle of distribution of light from the light source to lux meter for the down light between -90° to $+90^{\circ}$. The inside test-set is a black flat color in order to

¹อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

E-mail: pongsawat@eau.ac.th

²อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

E-mail: athikorn@eau.ac.th

³อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

E-mail: thanakorn@eau.ac.th

reduce of the reflection of light from the source. For compare characteristic distribution of light from the experimental with standard polar curve. The test results of distribution of light have error at $\pm 1\%$

Keywords: distribution of light, down light, compact fluorescent, stepping motor control

ความนำ

ปัจจุบันโคมไฟมีรูปทรงต่างๆ และแบ่งเป็นหลายประเภทซึ่งแต่ละประเภทมีคุณสมบัติการกระจายแสงแตกต่างกัน และมีมาตรฐานการทดสอบแตกต่างกัน ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะออกแบบและสร้างชุดทดสอบการกระจายแสงสำหรับโคมไฟภายในอาคารประเภทผิวดฟ้าหรือโคมดาวไลท์ โดยควบคุมด้วยสเต็ปป์มอเตอร์ สามารถปรับมุมแนวราบในการวัดได้ตั้งแต่ -90° ถึง $+90^\circ$ และระยะทดสอบตั้งแต่ 0.1-1 m เพื่อใช้เป็นอุปกรณ์ประกอบการสอน

ทฤษฎีเบื้องต้น

คุณสมบัติทางกายภาพของแสง

ปรากฏการณ์ของแสงเป็นสิ่งที่สำคัญอย่างยิ่งสำหรับการออกแบบระบบไฟฟ้าแสงสว่างปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าแสงสว่างมีการหาค่าความสว่าง (ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์, 2542, หน้า 10) ดังสมการที่ (1)

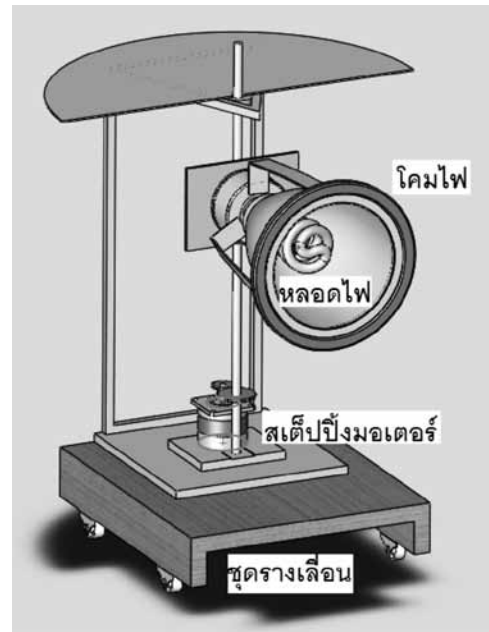
$$E=I/D^2 \quad (1)$$

โดยที่ E คือ ค่าความสว่าง (lx)
 I คือ ค่าความเข้มแสง (cd)
 D คือ ระยะห่างจากโคมไฟ (m)

การดำเนินการและการออกแบบ

1. การออกแบบชุดติดตั้งโคมไฟ

การออกแบบชุดติดตั้งโคมไฟโดยมีขนาดโคมไฟขนาด 10.2 cm และ 15.2 cm ควบคุมด้วยสเต็ปป์มอเตอร์ ที่มุม -90° ถึง $+90^\circ$ ที่ระยะ 0.1-1 m



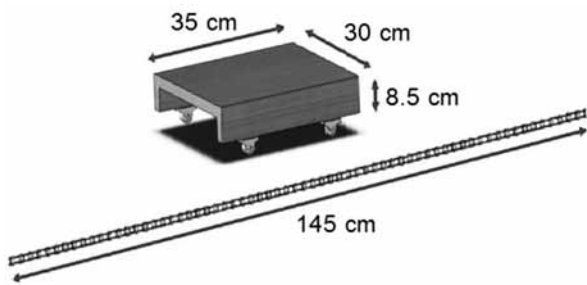
ภาพ 1 การออกแบบชุดติดตั้งโคมไฟ

2. การออกแบบชุดเลื่อนสไลด์ของโคมไฟ

การออกแบบชุดเลื่อนสไลด์ของโคมไฟมีรายละเอียดดังนี้

2.1 โซ่ที่ใช้ในงานวิจัยนี้จัดอยู่ในประเภทโซ่โรลเลอร์ (Roller Chains) โซ่ชนิดนี้ประกอบด้วย แผ่นต่อ (Link) ด้านในและด้านนอกยึดติดกันด้วยสลักและบุช (Bushes) โรลเลอร์กลวงสวมอยู่กับบุช เมื่อใช้รับแรงมากอาจใช้แบบสองชั้นและสามชั้น

2.2 การหาขนาดของโซ่ เนื่องจากชุดทดสอบมีความยาว 35 cm สเต็ปป์มอเตอร์มีความกว้าง 10 cm ต้องการให้ชุดทดสอบสามารถเคลื่อนที่ได้ 100 cm ดังนั้นจะได้ความยาวโซ่ $35+10+100=145$ cm ต้องการให้ชุดทดสอบสามารถเลื่อนไปกลับได้ควรใช้ขนาด 2 เท่า $2 \times 145 = 290$ cm ชุดทดสอบนี้เลือกใช้ขนาดโซ่ยาว 290 cm



ภาพ 2 การออกแบบชุดเลื่อนสไลด์

เฟืองโซ่ (วรวิทย์ อิงภากรณ์, 2523, หน้า 63) การเลือกเฟืองโซ่ให้ควรเลือกให้เหมาะสมกับโซ่และจำนวนฟันควรเลือกอิงตามมาตรฐาน ISO/R 606-1976(E) โดยมาตรฐานกำหนดฟันเฟืองโซ่ไม่น้อยกว่า 17 ฟัน และให้สอดคล้องกับ สเต็ปป์มอเตอร์ที่หมุนสเต็ปละ 1.8° จึงเลือกใช้ฟันเฟืองโซ่ 18 ฟัน เพราะทำให้ง่ายต่อการใช้งานและการเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมสเต็ปป์มอเตอร์

3. การคำนวณหาขนาดสเต็ปป์มอเตอร์

(สุพิศ บุญรัตน์, 2551, หน้า 25) หาค่าความเร่ง

(a) ด้วยสมการที่ (2)

$$a = \frac{v-u}{\Delta T} \quad (2)$$

กำหนดให้

ความเร็วต้น $u = 0 \text{ m/s}$

ความเร็วสุดท้าย $v = 0.029 \text{ m/s}^2$

ΔT คือช่วงเวลาในการเร่งความเร็ว $= 1 \text{ s}$

$$a = \frac{0.029-0}{1}$$

$$a = 0.029 \text{ m/s}^2$$

$$F_{start} = ma + f_s \quad (3)$$

โดยที่

F_{start} คือ แรงที่ใช้เริ่มเคลื่อนที่ (N)

a คือ ความเร่ง (m/s^2)

m คือ น้ำหนักรวม (kg)

เมื่อ

$$F_{start} = (20 \times 0.029) + 7.848$$

$$F_{start} = 8.428 \text{ N}$$

$$P = \frac{(F_{start} \times S)}{T} \quad (4)$$

โดยที่

P คือ กำลังน้อยที่สุดที่มอเตอร์ใช้ (W)

F_{start} คือ แรงบิดเริ่มต้นของตัวรถ (Nm)

S คือ ระยะทาง (m)

T คือ เวลา (s)

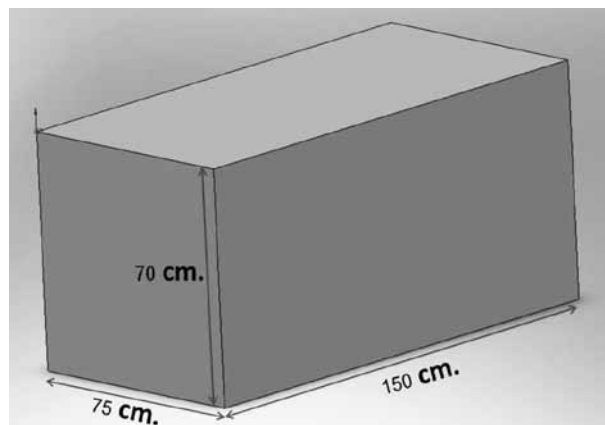
$$P = \frac{(8.428 \times 1)}{1}$$

$$P = 8.428 \text{ W}$$

เผื่อขนาดมอเตอร์ 2 เท่าจะได้ $2 \times 8.428 = 16.856 \text{ W}$ จึงเลือกขนาด 18 W 12 V 1.5 A 1.8° ต่อสเต็ป

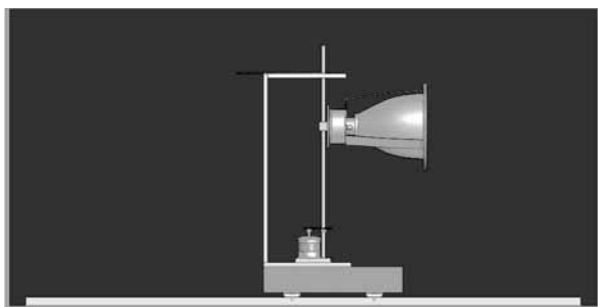
4. การออกแบบชุดทดลองการกระจายแสงโคโมไฟ

ชุดทดสอบการกระจายแสงมีลักษณะเป็นตู้สี่เหลี่ยม มีผนังทึบแสงทุกด้าน และมีฝาเปิดด้านบน และมีจุดวัดแสงอยู่ด้านข้างชุดทดสอบ (อภิชาติ สาริกษา, 2551, หน้า 22)



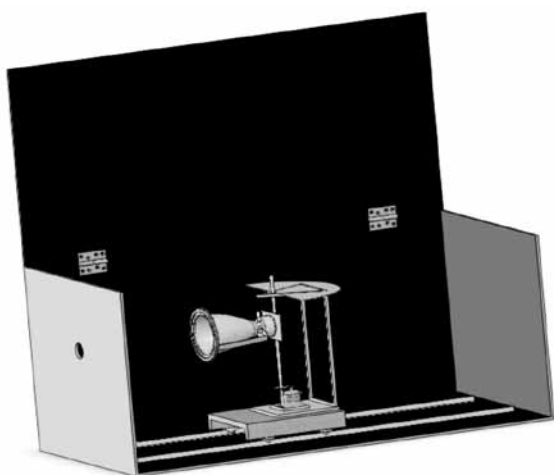
ภาพ 3 ชุดทดสอบการกระจายแสง

ชุดทดสอบการกระจายแสง มีขนาดความกว้าง ความยาว ความสูง คือ 75 cm, 150 cm, 70 cm และชุดทดสอบนี้สามารถใช้ทดสอบกับโคโมไฟดาวนไลท์ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 20.32 cm



ภาพ 4 การออกแบบชุดการทดลองโคมไฟ (ด้านข้าง)

ภายในตู้ทดสอบมีลักษณะเป็นชุดรางเลื่อนซึ่งติดตั้งโคมไฟสำหรับการทดสอบ



ภาพ 5 การออกแบบชุดการทดลองโคมไฟที่เสร็จสมบูรณ์

ผนังภายในตู้ทดสอบทาสีดำด้านเพื่อลดการสะท้อนแสงจากโคมไฟ และมีตำแหน่งสำหรับวัดแสงอยู่ที่ผนังด้านข้างตู้ทดสอบ



ภาพ 6 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่เสร็จสมบูรณ์

ชุดรางเลื่อนภายในตู้ทดสอบสามารถปรับมุมในแนวราบ -90° ถึง $+90^{\circ}$ สำหรับวัดค่าการกระจายแสงของโคมไฟ

การทดสอบและผลการทดสอบ

การทดสอบเลือกใช้โคมไฟที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10.2 cm และ 15.2 cm โดยใช้หลอดประหยัดพลังงาน Compact Fluorescent 11 W และ 20 W ตามลำดับ เพื่อเปรียบเทียบการกระจายแสง โดยทดสอบค่าความคลาดเคลื่อนของชุดควบคุมระยะที่ใช้ในการวัดแสง และชุดควบคุมการปรับมุมของโคมไฟในแนวราบโดยใช้สแต็ปปีงมอเตอร์

1. ทดสอบชุดควบคุมระยะที่ใช้ในการวัดแสง

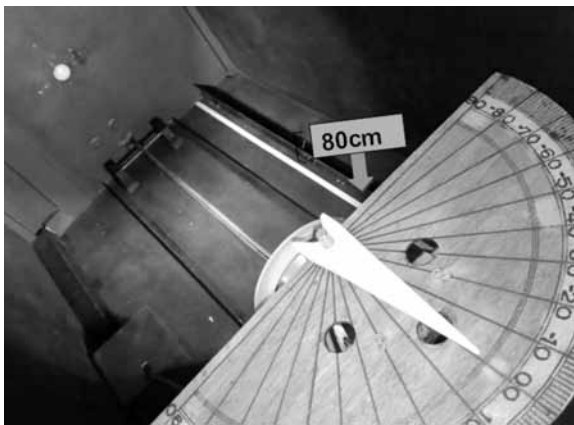
การทดสอบชุดควบคุมระยะจากแหล่งกำเนิดแสงถึงตำแหน่งในการวัดแสง มีระยะตั้งแต่ 10-100 cm โดยทำการทดสอบเป็นช่วงๆ ละ 10 cm

ตาราง 1

ผลการทดสอบชุดควบคุมระยะที่ใช้วัดแสง

ระยะทาง (cm)	ระยะทางที่วัดได้ (cm)			เฉลี่ย	% Error
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3		
10	10.10	10.10	10.10	10.10	1.00
20	20.00	20.10	20.00	20.03	0.15
30	30.00	30.00	30.00	30.00	0.00
40	40.00	39.90	39.90	39.93	0.18
50	49.80	50.00	49.90	49.90	0.20
60	59.90	59.90	59.90	59.90	0.17
70	69.90	70.00	69.80	69.90	0.14
80	79.90	79.90	79.80	79.87	0.16
90	89.80	89.80	89.80	89.80	0.22
100	99.70	99.70	99.60	99.67	0.33

จากการทดสอบชุดควบคุมระยะใช้วัดแสง เมื่อนำระยะที่วัดได้เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 1\%$



ภาพ 7 การทดสอบระยะทางที่ 80 cm

2. ทดสอบชุดควบคุมการปรับมุมในแนวราบ

การทดสอบชุดควบคุมการปรับมุมในแนวราบ มีมุมตั้งแต่ -90° ถึง $+90^{\circ}$ โดยทำการทดสอบเป็นช่วงๆ ละ 10°

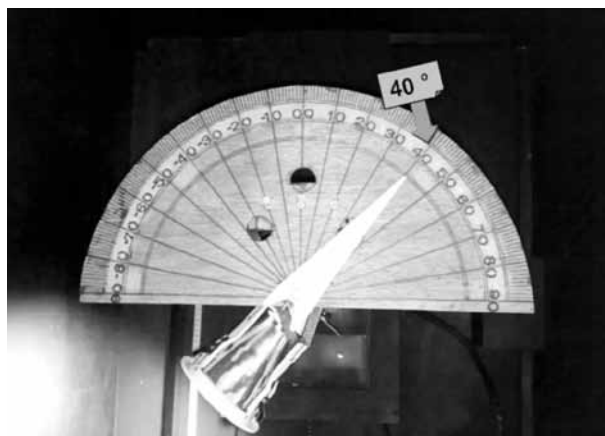
ตาราง 2

ผลการทดสอบชุดควบคุมการปรับมุมแนวราบ

มุม องศา	มุมที่วัดได้(องศา)			เฉลี่ย	ความคลาด
	ครั้งที่				เคลื่อน
	1	2	3		(%)
-90	-90.0	-90.0	-90.0	-90.0	0.00
-80	-80.0	-80.0	-80.0	-80.0	0.00
-70	-70.0	-70.0	-70.0	-70.0	0.00
-60	-60.0	-60.0	-60.0	-60.0	0.00
-50	-50.0	-50.0	-50.0	-50.0	0.00
-40	-40.0	-40.0	-40.0	-40.0	0.00
-30	-30.0	-30.0	-30.0	-30.0	0.00
-20	-20.0	-20.0	-20.0	-20.0	0.00
-10	-10.0	-10.0	-10.0	-10.0	0.00
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	10.00	10.00	10.00	10.00	0.00
20	20.00	20.00	20.00	20.00	0.00
30	30.00	30.00	30.00	30.00	0.00
40	40.00	40.00	40.00	40.00	0.00
50	49.50	49.50	49.50	49.50	1.00
60	59.50	59.50	59.50	59.50	0.83
70	69.50	69.50	69.50	69.50	0.71

มุม องศา	มุมที่วัดได้(องศา)			เฉลี่ย	ความคลาด เคลื่อน (%)
	ครั้งที่				
	1	2	3		
80	80.00	80.00	80.00	80.00	0.00
90	90.00	90.00	90.00	90.00	0.00
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

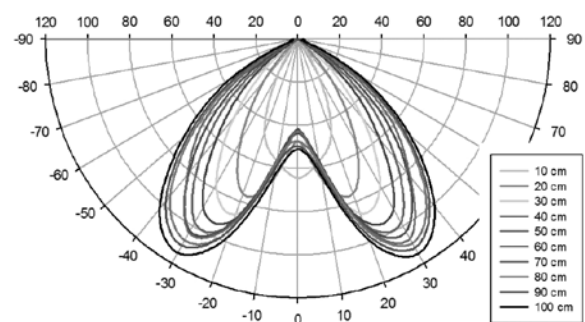
จากการทดสอบชุดควบคุมการปรับมุมแนวราบ เมื่อวัดมุมที่ได้เปรียบเทียบกับค่าอ้างอิง พบว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกิน $\pm 1\%$



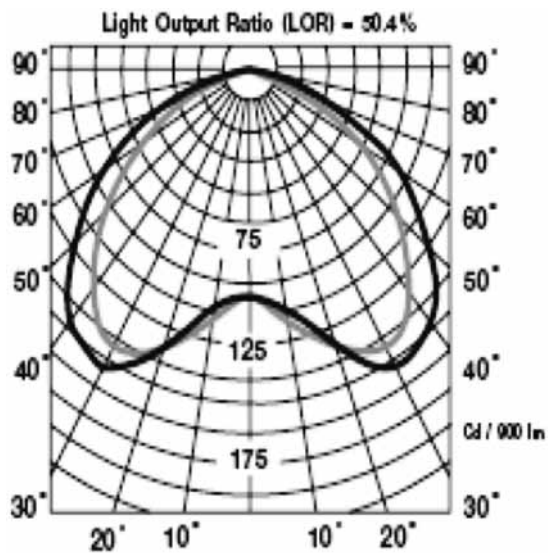
ภาพ 8 การทดสอบมุมแนวราบ 40°

3. เปรียบเทียบลักษณะการกระจายแสงเชิงขั้ว

1) ทดสอบการกระจายแสงของโคมไฟ ขนาด 10.2 cm โดยที่ระยะ 10-100 cm ที่มุมแนวราบ -90° ถึง $+90^{\circ}$

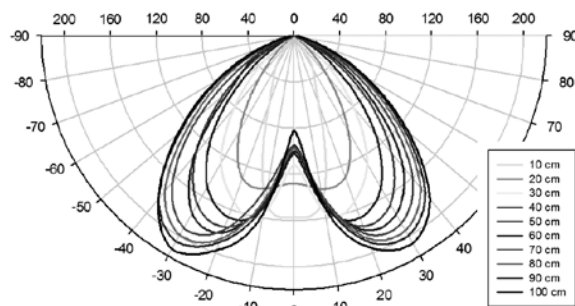


ภาพ 9 กราฟกระจายแสงเชิงขั้วของโคมไฟ ขนาด 10.2 cm ที่ทดสอบด้วยตู้ทดสอบการกระจายแสง

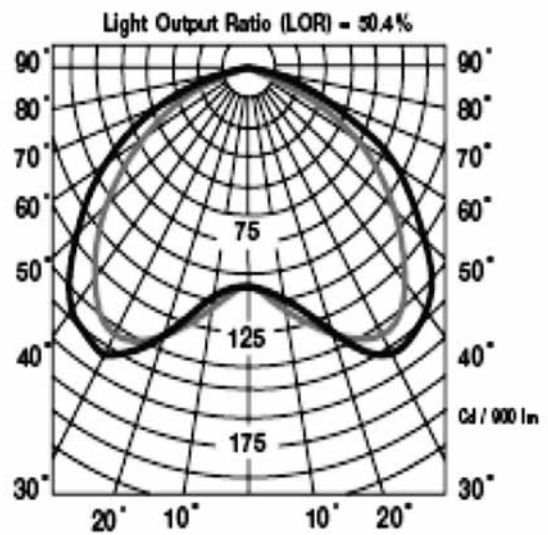


ภาพ 10 กราฟกระจายแสงเชิงขั้วของโคมไฟ ขนาด 10.2 cm ที่ทดสอบภายในห้องทดสอบ

2) ทดสอบการกระจายแสงของโคมไฟ ขนาด 15.2 cm โดยที่ระยะ 10-100 cm ที่มุมแนวราบ -90° ถึง $+90^{\circ}$



ภาพที่ 11 กราฟกระจายแสงเชิงขั้วของโคมไฟ ขนาด 15.2 cm ที่ทดสอบด้วยตู้ทดสอบการกระจายแสง



ภาพ 12 กราฟกระจายแสงเชิงขั้วของโคมไฟ ขนาด 15.2 cm ที่ทดสอบภายในห้องทดสอบ

ผลการทดสอบพบว่า กราฟการกระจายแสงของโคมไฟที่ทดสอบในห้องทดสอบจากบริษัทผู้ผลิตเทียบกับโคมไฟที่ทดสอบในงานวิจัยนี้ มีลักษณะใกล้เคียงกันคือ บริเวณส่วนกลางจะมีลักษณะเว้า และบริเวณด้านข้างทั้งสองข้างมีลักษณะโค้งสมมาตรกัน เนื่องจากการสะท้อนแสงของโคมไฟกับผนังตู้ทดสอบ

สรุป

ชุดทดสอบการกระจายแสงในงานวิจัยนี้ ช่วยเพิ่มความสะดวกในการทดสอบโดยสามารถปรับระยะในการทดสอบและปรับมุมในแนวราบได้ด้วยสแต็ปปีงมอเตอร์ และมีความแม่นยำในการควบคุมโคมไฟ ทั้งระยะทดสอบและการปรับมุมในแนวราบ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน $\pm 1\%$ และลักษณะของกราฟการกระจายแสงเชิงขั้วที่ได้จากการทดสอบมีลักษณะใกล้เคียงกับผลการทดสอบจากห้องทดสอบของบริษัทผู้ผลิตโคมไฟ โดยผลการทดสอบการกระจายแสงสามารถใช้เป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาเลือกใช้โคมไฟเพื่อการออกแบบระบบแสงสว่างในอาคาร

เอกสารอ้างอิง

- วริทธิ์ อิงภากรณ์. (2523). *การออกแบบเครื่องจักรกล* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์. (2542). *การออกแบบและใช้งานระบบส่องสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: ทีซีจี พรินติ้ง.
- อภิชาติ สาริกษา. (2551). *ชุดทดสอบการกระจายแสงของโคมไฟ*. ปรินูญานิพนธ์วิศวกรรมไฟฟ้า, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเซี่ย.
- สุพิศ บุญรัตน์. (2551). *รถไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์*. ปรินูญานิพนธ์วิศวกรรมไฟฟ้า, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเซี่ย.