

การควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
Day Light Control Sensors for Fluorescent

โดย

นางสาว	วริษฐา	ดีจริง
นาย	วัชรโสฬส	วรรณสุทธิ์
นาย	วิทวัส	ละมั่งทอง
นางสาว	ศศิธร	สรรคชา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2555

การควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
Day Light Control Sensors for Fluorescent



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่มีการนำไปใช้
ปีการศึกษา 2555

Day Light Control Sensors for Fluorescent



A PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF ELECTRICAL ENGINEERING

DEPARTMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2012

ปีการศึกษา 2555

การควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์
Day Light Control Sensors for Fluorescent



อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่ขอสงวนให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แม้ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลอ้างอิงของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ผศ.ดร.อรรถพล เก้าพิทักษ์กุล
ผศ.ดร.ชัยยันต์ เจตนาแสน

ปริญญาโทปีการศึกษา 2555

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

ผู้จัดทำ

1. นางสาว วริษฐา ดีจริง
2. นาย วิชโรโสฬส วรรณสุทธิ
3. นาย วิทวัส ละมั่งทอง
4. นางสาว ศศิธร สรรคชา



..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. อรรถพล เก้าพิทักษ์กุล)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ชัยยันต์ เจตนาเสน) ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

นางสาว วริษฐา ดิจริง
นาย วัชรโสฬส วรรณสุทธิ
นาย วิทวัส ละมั่งทอง
นางสาว ศศิธร สรรคชา
ผศ.ดร.อรรถพล เก้าพิทักษ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ.ดร.ชัยยันต์ เจตนาเสน อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2555

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาชุดควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยอัตโนมัติ โดยควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำงานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แบบทรีแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความส่องสว่างจะใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงของกระแสที่ไหลในวงจรตามแสงสว่างที่ตกกระทบ ส่งสัญญาณผ่านชุดแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลของไมโครคอนโทรลเลอร์ การสั่งการของไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งผ่านวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในช่วง 1-10 โวลต์แล้วส่งไปยังบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อควบคุมความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นการศึกษาเพื่อส่งเสริมการประหยัดการใช้พลังงาน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรส่งผลให้มีการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น และต้องการใช้แสงสว่างที่มีอยู่ในธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Day Light Control Sensors for Fluorescent

Waristha Deejing

Wachsharasorot Wannasut

Witthawat Lamungthong

Sasithorn Sunkacha

Asst.Prof.Dr.Atthapol Ngaopitakkul Supervisor

Asst.Prof.Dr.Chaiyan Jettanasen Supervisor

Year 2012

ABSTRACT

This research project is the development of lighting control with light sensor for fluorescent light bulbs automatically by the microcontroller to work with electronic dimming ballasts of fluorescent light bulbs. The light sensor is used with the photo-transistor which is changed of current flowing in the incident light cycle. Signaling through the conversion of analog signals into digital of microcontroller. To order of the microcontroller will order with DC voltage divider circuits in the range 1-10 V DC voltage is sent to the electronic ballast for control the brightness of the fluorescent light bulbs which are education to promote energy savings. due to the increase in population results in a power increase and the use of natural light is optimal.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยการช่วยจากหลายท่าน โดยเฉพาะอย่างยิ่งต้องขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถพล เเง่าพิทักษ์กุล และผศ.ดร.ชัยยันต์ เจตนาเสน อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้ข้อเสนอแนะและข้อคิดเห็นต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงการมา ด้วยดีตลอด และได้กรุณาตรวจแก้ไข ปริญญานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อยเป็นอย่างดี

ทำยนี้คณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา และครอบครัวซึ่งให้การสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจอีกทั้งเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านการจัดหาอุปกรณ์ต่างๆ ในการทำโครงการครั้งนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	4
1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	4
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	5
1.6 ผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5	7
2.1.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5	7
2.1.2 ชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5	7
2.1.3 อุณหภูมิ ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง	9
2.2 เทคนิคการหรีแสงหลอดฟลูออเรสเซนต์	9
2.2.1 การปรับวัตต์ไซเคิลของแรงดันขาออก	9
2.2.2 การลดแรงดันขาเข้าของวงจรแปรผันกำลังไฟฟ้า	9
2.2.3 การเพิ่มความถี่ทำงานให้กับวงจรแปรผันกำลังไฟฟ้า	9
2.3 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	10
2.3.1 ลักษณะของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง	10
2.3.2 คุณสมบัติของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	11
2.3.3 ข้อดีและข้อเสียของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	12
2.4 อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความส่องสว่าง	13
2.4.1 โฟโตคอนดักตีฟเซล (LDR)	13
2.4.2 โฟโตไดโอด (Photo Diode)	13
2.4.3 โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor)	14
2.5 ชุดควบคุม	15

บทที่ 3 การออกแบบการทดลองและประกอบสร้าง	17
---	----

3.1 การจำลองด้วยโปรแกรม DIALux	19
--------------------------------	----

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

3.2 การศึกษาทางด้านพลังงานไฟฟ้าและแสงสว่างโดยใช้ตัวทดสอบ	19
3.3 การทดสอบการวัดค่าความเข้มแสงที่ระดับพื้นที่ใช้งานให้มีค่าคงที่ที่ 500 lux	23
3.4 การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์	24
บทที่ 4 ผลการทดลอง	25
4.1 ผลการจำลองกรณีศึกษาผู้ทดสอบด้วยโปรแกรม DIALux ก่อนติดตั้ง อุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอด ฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ประดิษฐ์ขึ้น	25
4.2 ผลการศึกษาทางด้านพลังงานไฟฟ้าและแสงสว่างภายในผู้ทดสอบ	26
4.2.1 การทดลองตอนที่ 1	26
4.2.2 การทดลองตอนที่ 2	29
4.3 ผลของการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์	41
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	45
เอกสารอ้างอิง	47
ภาคผนวก	
เอกสารทางวิชาการ	
ประวัติผู้เขียน	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T12 T8 และ T5	2
1.2 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	2
1.3 ตัวตรวจจับ (เซ็นเซอร์)	2
1.4 ลักษณะการติดตั้งและการใช้งาน	3
2.1 แสดงลักษณะข้อของหลอด T2 T8 และ T5	7
2.2 แสดงการลดลงของความสว่างของหลอดเมื่อใช้งาน	8
2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์การส่องสว่างและอุณหภูมิแวดล้อมหลอด	9
2.4 วงจรการต่อใช้งานของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	10
2.5 โฟโตคอนดักทีฟเซลล์	13
2.6 แสดงสัญลักษณ์ และการไบอัสใช้งาน	14
2.7 แสดงสัญลักษณ์ โครงสร้าง และวงจรสมมูล ของโฟโตทรานซิสเตอร์	15
2.8 บอร์ด Arduino Uno R3	15
3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของชุดควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์อัตโนมัติ	17
3.2 โพล์วชาร์ตของชุดควบคุมแสงสว่างเมื่อเริ่มทำการเปิดชุดควบคุม	18
3.3 การจำลองตู้ทดสอบโดยใช้โปรแกรม DIALux	19
3.4 แบบร่างตู้ทดสอบที่ออกแบบ	20
3.5 ตู้ทดสอบที่จัดทำ	21
3.6 ดวงโคมที่ทำการทดสอบ	21
3.7 วงจรไฟฟ้าภายในตู้ทดสอบ	22
3.8 วงจรขยายสัญญาณแรงดัน	22
4.1 การจำลองตู้ทดสอบโดยใช้โปรแกรม DIALux	25
4.2 กราฟแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 15 องศา	31
4.3 กราฟกำลังไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 15 องศา	31
4.4 กราฟความเข้มแสงใต้ดวงโคมจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 15 องศา	32
4.5 กราฟค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 15 องศา	32
4.6 กราฟกระแสไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 30 องศา	35
4.7 กราฟกำลังไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 30 องศา	35
4.8 กราฟความเข้มแสงใต้ดวงโคมจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 30 องศา	36
4.9 กราฟค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 30 องศา	36
4.10 กราฟแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 45 องศา	39
4.11 กราฟกำลังไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 45 องศา	39
4.12 กราฟความเข้มแสงใต้ดวงโคมจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 45 องศา	40
4.13 กราฟค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 45 องศา	40

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงลักษณะเฉพาะของหลอด T5 ธรรมดาและหลอด T5 ความเข้มสูง	8
2.2 การเปรียบเทียบบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดาและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	11
2.3 ข้อดีและข้อเสียของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	12
3.1 ตารางบันทึกผลการวัดค่าต่างๆ ที่ได้จากตู้ทดสอบก่อนและหลังที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5	23
4.1 ข้อมูลจากผลการจำลองโปรแกรม DIALux ภายในตู้ที่ติดตั้งด้วยดวงโคม 2x28 W	25
4.2 การทดลองครั้งที่ 1 แสดงการวัดค่าต่างๆ ที่ได้จากตู้ทดสอบก่อนและหลังที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5	26
4.3 การทดลองครั้งที่ 2 แสดงการวัดค่าต่างๆ ที่ได้จากตู้ทดสอบก่อนและหลังที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5	27
4.4 การทดลองครั้งที่ 3 แสดงการวัดค่าต่างๆ ที่ได้จากตู้ทดสอบก่อนและหลังที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5	28
4.5 ผลการทดลองที่ระดับบานเกล็ด 15 องศา	29
4.6 ผลการทดลองที่ระดับบานเกล็ด 30 องศา	33
4.7 ผลการทดลองที่ระดับบานเกล็ด 45 องศา	37
4.8 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อ 1 ดวงโคม (2 หลอด/โคม)	41
4.9 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม ต่อ 2 ดวงโคม (2 หลอด/โคม) ในเวลากลางวัน	42
4.10 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม ต่อ 2 ดวงโคม (2 หลอด/โคม) ในเวลากลางคืน	42
4.11 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม ต่อ 2 ดวงโคม (2 หลอด/โคม) ในเวลากลางวัน	43
4.12 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม ต่อ 2 ดวงโคม (2 หลอด/โคม) ในเวลากลางคืน	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

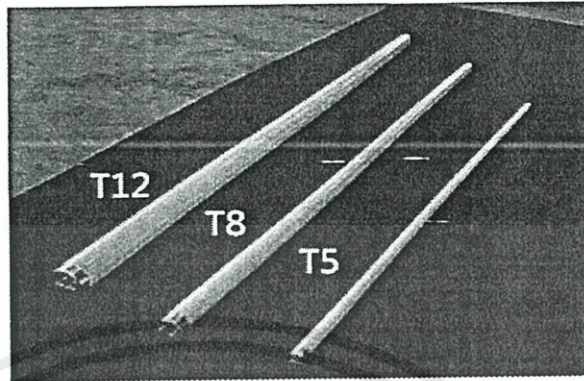
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้ไฟฟ้ากลายเป็นปัจจัยสำคัญในการดำรงชีวิตของมนุษย์ไปแล้วเนื่องจากมีการใช้ไฟฟ้าเกือบทุก ๆ ด้าน ในปัจจัย 4 ที่มีความจำเป็นต่อมนุษย์ในทุกวัน แต่ละปัจจัยต้องมีการใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ รวมทั้งพลังงานไฟฟ้า ยิ่งในปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นของจำนวนประชากรเป็นจำนวนมากทำให้ความต้องการในการใช้ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นมากอย่างต่อเนื่อง กฟผ.จึงมีโครงการแผนธุรกิจเรื่องฉลากประหยัดไฟเบอร์5 เพื่อให้มีการลดใช้พลังงานไฟฟ้า นโยบายด้านพลังงานของรัฐบาล [1] ในปัจจุบันนโยบายพลังงานที่อยู่ในคำแถลงนโยบายของรัฐบาลที่ส่งเสริมและผลักดันให้อุตสาหกรรมพลังงานสามารถสร้างรายได้ให้ประเทศ ซึ่งถือเป็นอุตสาหกรรมเชิงยุทธศาสตร์ เพิ่มการลงทุนในโครงสร้างพื้นฐานด้านพลังงานและพัฒนาให้เป็นศูนย์กลางธุรกิจพลังงานของภูมิภาคโดยใช้ความได้เปรียบเชิงภูมิยุทธศาสตร์ สร้างเสริมความมั่นคงทางพลังงาน อีกทั้งส่งเสริมการผลิต การใช้ ตลอดจนการวิจัยและพัฒนาพลังงานทดแทนและพลังงานใหม่มีการพัฒนาอุตสาหกรรมอย่างครบวงจร ส่งเสริมและผลักดันการอนุรักษ์พลังงานอย่างเต็มรูปแบบ โดยลดระดับการใช้พลังงาน และมีการพัฒนาอย่างครบวงจร ส่งเสริมการใช้อุปกรณ์และอาคารสถานที่ที่มีประสิทธิภาพสูง เพื่อช่วยแก้ปัญหาภาวะโลกร้อนสร้างจิตสำนึกของผู้บริโภคในการใช้พลังงานอย่างประหยัด และมีประสิทธิภาพให้เป็นระบบจริงจังและต่อเนื่องทั้งภาคการผลิต ภาคการขนส่ง และภาคครัวเรือน เพราะในอนาคตพลังงานที่ใช้ในการผลิตไฟฟ้าอาจหมดลงไป ทำให้เริ่มมีการณรงค์เรื่องการประหยัดไฟฟ้าออกมามากมายแพร่หลาย และหลากหลายรูปแบบตามสื่อต่าง ๆ ในการลดใช้ไฟฟ้ามีผลดีในการลดปัญหาด้านการขาดแคลนและจัดหาแหล่งพลังงาน แหล่งเงินทุนในการผลิต อัตราค่าไฟฟ้า และเป็น การลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นปัญหาใหญ่มาอยู่ในขณะนี้

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามากระบบหนึ่งของอาคารจาก [2] กล่าวไว้ว่าในปัจจุบันหลอดไฟฟ้าชนิดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งอย่างแพร่หลาย การพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วทำให้หลอดไฟฟ้าชนิดดังกล่าวมีความซับซ้อน และมีสมรรถนะที่หลากหลาย ดังนั้นความเข้าใจในการพัฒนาดังกล่าวเป็นประโยชน์ในการติดตั้ง การบำรุงรักษา การซ่อมบำรุง และ แก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันการประหยัดพลังงานเป็นประเด็นที่สำคัญ ในอุตสาหกรรมหลอดไฟและอุปกรณ์ส่องสว่างได้พัฒนาหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ดีขึ้นดังรูปที่ 1.1 แสดงให้เห็นหลอดหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่ได้รับการพัฒนาให้ดีขึ้นตั้งแต่หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T12, T8 และ T5 โดยที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 มีการพัฒนาให้ใช้งานกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหรี่แสง ดังรูปที่ 1.2 โดยที่บัลลาสต์ ทำให้กระแสไฟฟ้าด้านเข้าของหลอดมีความถี่สูงถึง 20,000 Hz - 40,000 Hz เพื่อกระตุ้นการทำงานของสารฟอสฟอรัส ทำให้เกิดการส่องสว่างมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการช่วยยืดอายุการใช้งานของหลอดอีกด้วย บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์กินไฟฟ้าน้อยกว่าบัลลาสต์แกนเหล็ก สามารถควบคุมการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้อย่างสม่ำเสมอ รวมถึงมีขนาดที่เล็กกว่าบัลลาสต์แกน-เหล็กอีกด้วย ทั้งนี้บัลลาสต์ชนิดนี้ต้องใช้งานร่วมกับระบบควบคุมอัตโนมัติ เช่น ระบบควบคุมแสงธรรมชาติ (Day - Lighting Control) เป็นต้น เป็นการใช้เซ็นเซอร์วัดแสงดังรูปที่ 1.3 โดยดูที่บริเวณความกว้างของพื้นที่สำนักงานและพื้นที่ผิวการทำงานจากจุดหนึ่งบนเพดาน สัญญาณของ

นำมาใช้โดยระบบควบคุมเพื่อหรี่หรือปิดไฟตามความต้องการใช้แสงไฟ สิ่งเหล่านี้มีความจำเป็นเพื่อประหยัดพลังงานในพื้นที่ที่ได้รับแสงจากธรรมชาติเป็นอย่างมาก



รูปที่ 1.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T12 T8 และ T5



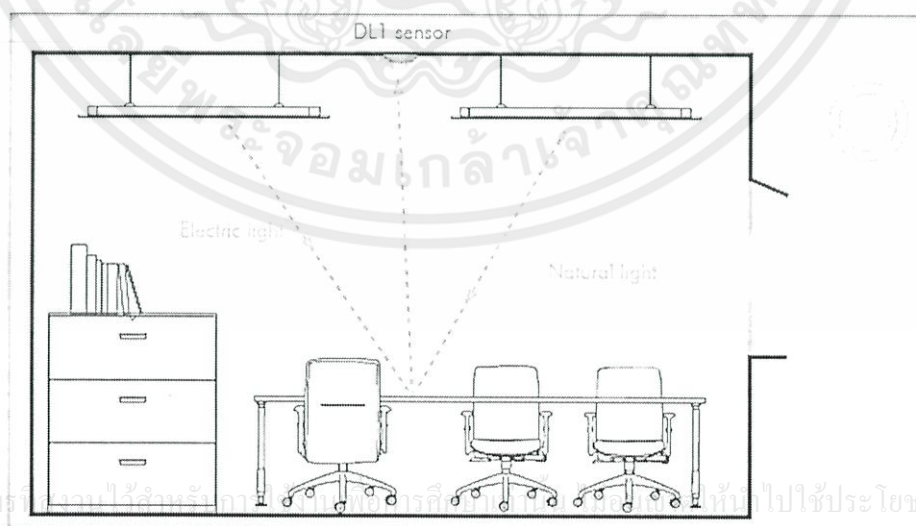
รูปที่ 1.2 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 1.3 ตัวตรวจจับ (เซ็นเซอร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาสาระของงานวิจัยบ้างเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาชุดอุปกรณ์เพื่อใช้ประโยชน์จากแสงสว่างในเวลากลางวัน (เรียกว่า daylighting) ซึ่งเป็นเรื่องง่าย เนื่องจากเวลากลางวันแสงธรรมชาติส่องผ่านหน้าต่างและสกายไลท์ จึงทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้แสงจากหลอดไฟมาก จึงสามารถปรับระดับแสงสว่างจากชุดอุปกรณ์ตรวจจับระดับแสงอัตโนมัติเพื่อหรี่หรือทำให้สว่างตามที่ต้องการอย่างอัตโนมัติ ถ้าใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติมากขึ้นเป็นการช่วยลดการใช้พลังงานได้ ลดต้นทุนด้านพลังงานและการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ไฟที่สลัวหรือมีดปล่อยความร้อนน้อยซึ่งช่วยลดค่าใช้จ่ายของเครื่องปรับอากาศ การใช้ไฟสลัวยังสามารถยืดอายุของหลอดไฟเพื่อช่วยลดค่าใช้จ่าย จากการศึกษาบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ในเอกสารอ้างอิงที่ [3] แสดงให้เห็นว่าคนชอบแสงธรรมชาติมากกว่าแสงจากไฟฟ้า เพื่อสร้างความสุขของคนที่อาศัยอยู่ในอาคารได้ วิธีการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างในเวลากลางวันโดยอัตโนมัติประกอบด้วยโคมไฟ (หรือหลอดไฟภายในโคมไฟ), เซ็นเซอร์, บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ และไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมแสง ลักษณะการติดตั้งและการใช้งานแสดงดังรูปที่ 1.4 เซ็นเซอร์ที่มีตัวตรวจจับทำการวัดแสงในโซนที่กำหนดไว้ แล้วส่งข้อมูลนี้ไปยังซอฟต์แวร์การควบคุมแสงซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีเกณฑ์ที่อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ หากระดับการส่องสว่างอยู่นอกเกณฑ์เหล่านั้นซอฟต์แวร์ทำการส่งคำสั่งไปหรี่หรือปรับเพิ่มความสว่างของโคมไฟตามที่ต้องการ บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ของหลอดฟลูออเรสเซนต์สามารถหรี่แสงสว่างได้โดยอัตโนมัติ การทำการหรี่แสงของหลอดไฟเมื่อมีแสงสว่างจากภายนอกโดยแสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์เปลี่ยนแปลงตามค่าแสงสว่างจากภายนอก ในงานวิจัยใช้ชุดตรวจจับแสงสว่างเพื่อนำมาใช้ในการควบคุมแสงสว่างของหลอดไฟให้เปลี่ยนแปลงอัตโนมัติตามมาตรฐานส่องสว่าง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมวงจรปรับแสงสว่างอัตโนมัติ ซึ่งในงานวิจัยนี้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้โดยใช้แสงสว่างจากภายนอกทดแทน จากบทความที่ [4] การใช้ประโยชน์จากแสงสว่างในเวลากลางวันสามารถทำให้เกิดประโยชน์สูงสุดในช่วงเวลากลางวัน เช่น อาคารสำนักงาน, โรงเรียนและอาคารรัฐบาลอื่นๆ ระดับของแสงธรรมชาติทั่วทั้งอาคารแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับเป้าหมายที่กำหนดไว้ หน้าต่างหรือสกายไลท์และสีของผนังเพดานและเฟอร์นิเจอร์ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ต้องใช้วิธีที่มีความยืดหยุ่นพอที่โคมไฟที่หรี่ใน "พื้นที่" ที่แตกต่างกันในเวลาและอัตราที่แตกต่างกันและระดับที่แตกต่างกัน



รูปที่ 1.4 ลักษณะการติดตั้งและการใช้งาน

จากการศึกษาบทความวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเรื่องนี้ในเอกสารอ้างอิงที่ [5] พบว่า วิธีการหรีแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์ประกอบด้วยผนังและแหล่งกำเนิดแสงเชื่อมต่อกันด้วยสายไฟเพียง 2 เส้นเท่านั้น ตัวหรีของตัวด้านทานจะจำกัดมุมเป็นส่วนเล็กๆและถูกตรวจจับโดยตัวควบคุมบัลลาสต์ ข้อมูลของมุมจะถูกเปลี่ยนเป็นข้อมูลความถี่ในการขับหลอดไฟให้เป็นที่น่าพอใจ ในเอกสารอ้างอิงที่ [6] พบว่า ข้อมูลพื้นฐานของการหรีหลอดฟลูออเรสเซนต์ถูกสร้างในแผงควบคุมของ ELMAPS TC4 มันจะแสดงสมดุลของพลังงานรอบๆจุดเริ่มต้นของอิเล็กทรอนิกส์ของฮอตสปอต โดยการเปรียบเทียบปกติจะเปรียบเทียบจากการเพิ่มขึ้นของความร้อนที่ตู้องซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์ถูกหรี ในเอกสารอ้างอิงที่ [7] พบว่า จะนำเสนอบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์หลายท่อซึ่งมีเรื่องสำคัญได้แก่ ตัวประกอบกำลังที่มีค่าสูง ความสามารถในการหรี และการซอฟต์แวร์ซึ่งจนถึงการทำงานของอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำในย่านความถี่สูง เทคนิคการควบคุมการหรีที่ใช้ในอินเวอร์เตอร์แบบครึ่งบริดจ์เป็นพื้นฐานของการเลื่อนเฟสในกระแสขณะติดตั้งตัวกรองกับหลอดไฟ ยิ่งไปกว่านั้นผลลัพธ์ที่ได้จากการทดลองจะแสดงในการวิเคราะห์การพัฒนา

กล่าวโดยสรุป จากนโยบายการลดการใช้ไฟฟ้าโดยไม่จำเป็น ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมนำไปสู่การลดภาวะโลกร้อนอย่างยั่งยืนต่อไป นับได้ว่าโครงการวิจัยนี้เป็นการส่งเสริมการประหยัดพลังงานโดยการควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งในชุดอุปกรณ์ดังกล่าวส่วนใหญ่จะต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศในราคาแพง เมื่อเทียบกับอุปกรณ์ของงานวิจัยนี้ทำการศึกษาเพื่อลดต้นทุนการผลิต ให้เหมาะสมกับผู้อุปโภคภายในประเทศในราคาไม่แพง

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อส่งเสริมการประหยัดพลังงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์
2. ศึกษาและออกแบบเซ็นเซอร์และชุดควบคุมความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์
3. ต้องการใช้ชุดอุปกรณ์ปรับความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่มีราคาเยอไม่แพง

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงการ

1. ศึกษาหาข้อมูลและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5
2. ทำการทดสอบหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในเชิงการใช้พลังงานและการให้ปริมาณแสงสว่าง
3. สร้างชุดควบคุมแสงสว่างสามารถปรับความเข้มของแสงโดยอัตโนมัติตามแสงสว่างจากภายนอก และค่าที่ผู้ใช้ต้องการไว้
4. ใช้ เซ็นเซอร์แสงในการวัดความสว่างและไม่โครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมวงจร

1.4 วิธีการที่ใช้ในโครงการ

1. ศึกษาหาข้อมูลเกี่ยวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 เซ็นเซอร์และชุดควบคุม
2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการใช้งานโปรแกรม DIALux และทำการจำลองตู้ทดสอบ
3. ออกแบบเซ็นเซอร์และชุดควบคุมเพื่อปรับความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์
4. จัดเตรียมอุปกรณ์หลักที่เกี่ยวข้องในการวิจัยทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และเผยแพร่โดยไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

5. เริ่มทำการติดตั้งและทดลองวัดค่าความสว่างภายในห้อง
6. สรุปผลงานวิจัยและนำเสนอโครงการ

1.5 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	ระยะเวลา																															
	มิ.ย.				ก.ค.				ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.				ม.ค.			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 เซ็นเซอร์และชุดควบคุม	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ←-----→ ←-----→ </div>																															
2. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการ ใช้งานโปรแกรม RELUX และทำการจำลองห้อง ตัวอย่าง	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ←-----→ ←-----→ </div>																															
3. ออกแบบเซ็นเซอร์และชุด ควบคุมเพื่อปรับความสว่าง ของหลอดฟลูออเรสเซนต์	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ←-----→ ←-----→ </div>																															
4. จัดเตรียมอุปกรณ์หลักที่ เกี่ยวข้องในการวิจัยทั้งหมด	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ←-----→ </div>																															
5. เริ่มทำการติดตั้งและ ทดลองวัดค่าความสว่าง ภายในห้อง	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ←-----→ </div>																															
6. สรุปผลงานวิจัยและ นำเสนอโครงการ	<div style="display: flex; justify-content: space-between; width: 100%;"> ←-----→ ←-----→ </div>																															

แผนที่วางไว้ ←-----→

แผนที่ทำจริง ←-----→

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการวิจัยนี้สามารถแบ่งออกเป็นสองส่วน คือประโยชน์จากองค์ความรู้ใหม่ และ ประโยชน์ในด้านการพัฒนาทางด้านอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมของประเทศ ซึ่งแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากองค์ความรู้ใหม่

1. เป็นแนวคิดในการออกแบบและประยุกต์ใช้งานระบบแสงสว่างด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์กับตัวตรวจวัดแสงสว่าง

2. เผยแพร่ความรู้ในการตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับวิศวกร นักวิจัย นักศึกษา ตลอดจนผู้สนใจอื่นๆ

3. ทำให้รู้จักการใช้โปรแกรม DAILux ซึ่งเป็นโปรแกรมจำลองการติดตั้งระบบแสงสว่าง

4. มีความรู้ความเข้าใจในการวิเคราะห์จุดคุ้มทุน

5. เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยและพัฒนาต่อไป อีกทั้งยังนำไปใช้ประโยชน์แก่หน่วยงานที่สนใจ เพื่อเป็นการส่งเสริมการประหยัดพลังงาน

ประโยชน์ในด้านการพัฒนาด้านอนุรักษ์พลังงานแบบมีส่วนร่วมของประเทศ

1. เป็นแนวคิดในการออกแบบและประยุกต์ใช้งานระบบแสงสว่างด้วยหลอดฟลูออเรสเซนต์กับตัวตรวจวัดแสงสว่าง

2. เผยแพร่ความรู้ในการตรวจวัดและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากหลอดฟลูออเรสเซนต์ซึ่งเป็นประโยชน์สำหรับวิศวกร นักวิจัย นักศึกษา ตลอดจนผู้สนใจอื่นๆ เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยและพัฒนาต่อไป อีกทั้งยังนำไปใช้ประโยชน์แก่หน่วยงานที่สนใจ เพื่อเป็นการส่งเสริมการประหยัดพลังงาน

3. ธรณรังคี่ให้เกิดการลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของทั้งประเทศ

4. งานวิจัยนี้มีส่วนช่วยในการลดภาระการนำเข้าด้านเชื้อเพลิง ที่ทำให้ประเทศเกิดการขาดดุลทางเศรษฐกิจ

5. ลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้าที่ไม่จำเป็น เพื่อลดผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

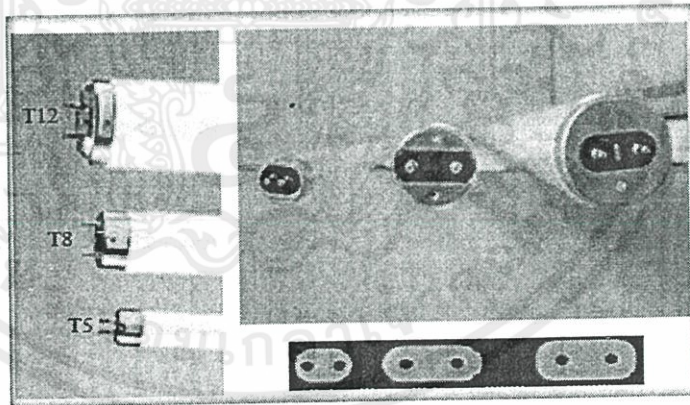
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

ด้วยความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีของอุปกรณ์ไฟฟ้าแสงสว่างได้มีการพัฒนาและก้าวหน้ามากขึ้นทำให้เกิดการประดิษฐ์หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ทางการผลิตให้ชื่อหลอดผอมใหม่ขนาด 14 วัตต์และ 28 วัตต์ซึ่งลักษณะทางกายภาพแตกต่างกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 รวมถึงการใช้งานร่วมกับบัลลาสต์ที่แตกต่างกันด้วยกล่าวคือ ในขณะที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 มีความยาวสั้นกว่าและต้องใช้บัลลาสต์เฉพาะของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ซึ่งต้องเป็นบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เท่านั้น หากมีการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ขนาด 28 วัตต์พร้อมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ชนิด T5 แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 พร้อมบัลลาสต์แกนเหล็กเดิมทำให้ประหยัดพลังงานมากกว่า

2.1.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

หลอด T5 คือหลอดฟลูออเรสเซนต์ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 หุน (5/8") สำหรับ "T" หมายถึง หลอดที่มีลักษณะเป็นหลอดทรงคล้ายท่อ (Tubular) ตัวเลขต่อท้าย "T" แสดงความยาวเส้นผ่านศูนย์กลางเป็นหุน หลอด T5 จึงมีขนาดเล็กกว่าหลอดผอม (T8) ประมาณร้อยละ 40 และเล็กกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ธรรมดา (T12) เกือบร้อยละ 60 รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะขั้วของหลอด T5 T8 และ T12 เห็นว่าขั้วหลอดของ T5 แตกต่างจากขั้วของ T8 และ T12 เดิม หลอด T5 สั้นกว่าหลอด T8 อยู่ชนิดหน่อยทำให้ใช้แทนกันไม่ได้แต่ทว่าโคมบางรุ่นก็พอจะดัดแปลงเข้ากับบัลลาสต์ให้ใช้ได้ทั้ง T5 และหลอด T8 ได้ไม่ยากเย็น



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะขั้วของหลอด T2 T8 และ T5

2.1.2 ชนิดของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

หลอด T5 มีขายทั้งแบบธรรมดา (Standard output) กับแบบความเข้มสูง (High output) จำนวนวัตต์ของหลอด T5 ธรรมดา คือ 14, 21, 28 และ 35 วัตต์ ส่วนแบบความเข้มสูง คือ 24, 39, 54 และ 80 วัตต์ (แบบความเข้มสูงยี่ห้อ GE มีแบบ 49 วัตต์ด้วย) ตารางที่ 2.1 สรุป ลักษณะเฉพาะของหลอด T5 ธรรมดาและ T5 ความเข้มสูง โดยขนาด 4 ฟุต ความเข้มสูง ได้รับความนิยมมากในสหรัฐฯ หลอดแบบความเข้มสูงนี้ เนื่องด้วยตัวมันให้แสงสว่างอย่างมากมาย ทำให้สามารถติดตั้งโคม

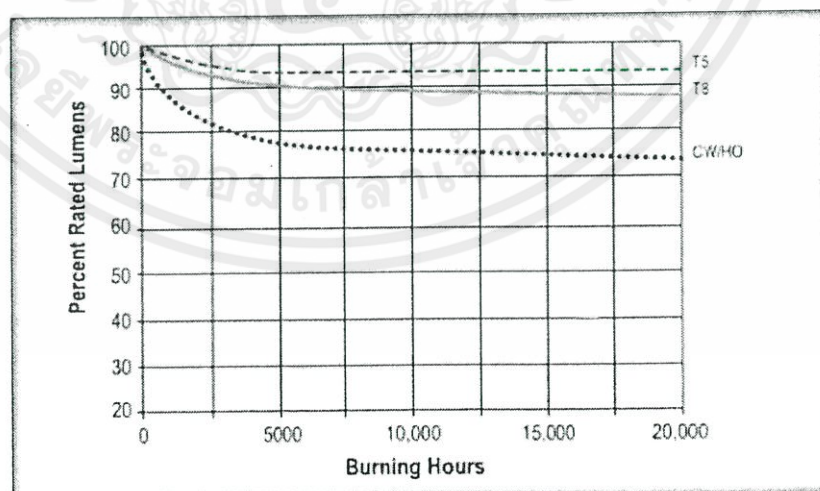
จำนวนน้อยกว่าแบบธรรมดา แต่ให้แสงสว่างเท่ากันแต่ถ้า พิจารณาตารางที่ 2.1 แสดงประสิทธิภาพการส่องสว่างของ T5 แบบความเข้มสูงนั้นต่ำกว่า T5 แบบธรรมดาอยู่เล็กน้อย

ตารางที่ 2.1 แสดงลักษณะเฉพาะของหลอด T5 ธรรมดาและหลอด T5 ความเข้มสูง

ประเภทหลอด	ความยาว (นิ้ว)	อุณหภูมิแสง (K)	ปริมาณแสง (ลูเมน)		ประสิทธิภาพการส่องสว่าง (ลูเมน/วัตต์)
			เริ่มต้น	เฉลี่ย	
T5 14W	22	3,000-6,500	1,350	1,269-1,275	96
T5 21W	34	3,000-6,500	2,100	1,974-2,000	100
T5 28W	46	3,000-6,500	2,900	2,276-2,750	104
T5 35W	58	3,000-6,500	3,650	3,431-3,450	104
T5 HO 24W	22	3,000-6,500	2,000	1,880-1,895	83
T5 HO 39W	34	3,000-6,500	3,500	3,290-3,320	90
T5 HO 54W	46	3,000-6,500	5,000	4,700-4,740	93
T5 HO 80W	58	3,000-6,500	7,000	6,580-6,650	88

หลอด T5 และ T5 HO มีอายุการใช้งานเฉลี่ย 20,000 ชั่วโมง เท่ากับหลอด T8 และ T12 มาตรฐาน ในขณะที่หลอด T8 และ T12 ใหม่แบบอายุการใช้งานนานมีอายุการใช้งานยาวกว่า หลอด T5 ได้ 4,000 ถึง 10,000 ชั่วโมง

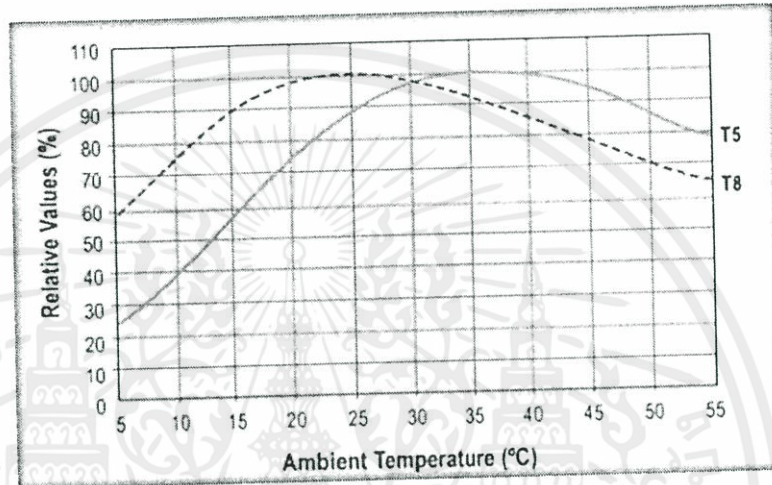
ส่วนหลอด T5 แบบอายุยืนพิเศษมีอายุการใช้งานยาวกว่าธรรมดา 4,000-10,000 ชั่วโมงแต่การเปิด-ปิด หรือ การใช้บัลลาสต์ผิดประเภททำให้อายุการใช้งานของหลอดไฟสั้นลง ดังรูปที่ 2.2 แสดงการลดลงของความสว่างของหลอดเมื่อใช้งาน จะเห็นว่าหลอดชนิด T5 มีเปอร์เซ็นต์การให้แสงสว่างเมื่อเวลาผ่านไป 20000 ชม. มากที่สุดในบรรดาหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิดอื่นๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.2 แสดงการลดลงของความสว่างของหลอดเมื่อใช้งาน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากนำไปใช้

2.1.3 อุณหภูมิ ปัจจัยที่ต้องคำนึงถึง

ผลประการหนึ่งที่เกิดขึ้นจากการมีหลอดไฟขนาดเล็กที่ให้ค่าการส่องสว่างสูงติดตั้งอยู่ในดวงโคมขนาดเล็ก คือความร้อน (Heat) ปริมาณมาก หลอด T5 มีค่าการส่องสว่างสูงสุด (Peak Light Output) ที่อุณหภูมิของอากาศ (Air Temperature) เท่ากับ 35 °C (95 °F) ขณะที่หลอด T8 มีค่าการส่องสว่างสูงสุด (Peak Light Output) ที่อุณหภูมิของอากาศ (Air Temperature) เท่ากับ 25 °C (77 °F) แสดงดังรูปที่ 2.3 ดังนั้นในโคมไฟประเภทกระจายแสงขึ้นที่มีอากาศหมุนเวียนน้อยหรือไม่มีเลย หลอด T5 ที่ใช้งานกับโคมไฟประเภทนี้มีค่าประสิทธิภาพการส่องสว่าง หรือลูเมนต่อวัตต์สูงกว่าหลอด T8 ที่มีค่าวัตต์เท่ากันเนื่องจากคุณลักษณะด้านความร้อนของหลอดนั่นเอง



รูปที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างฟลักซ์การส่องสว่าง และ อุณหภูมิแวดล้อมหลอด T5 และ T8

2.2 เทคนิคการหรี่แสงหลอดฟลูออเรสเซนต์

การหรี่แสงหลอดฟลูออเรสเซนต์สามารถทำได้โดยการควบคุมปริมาณกระแสที่ไหลผ่านหลอดให้ลดลงจากค่าตามพิกัด ซึ่งสามารถทำได้ 3 วิธีคือ ลดวัตต์ไซเคิลของแรงดันขาออก ลดแรงดันขาเข้าของวงจรแปรผันกำลังไฟฟ้า และการเพิ่มความถี่ทำงานให้กับวงจรแปรผันกำลังไฟฟ้าโดยแต่ละวิธีมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันดังนี้

2.2.1 การปรับวัตต์ไซเคิลของแรงดันขาออก เป็นวิธีที่ง่ายและตรงไปตรงมาที่สุดแต่มีข้อเสียคือวงจรไม่ได้ทำงานภายใต้เงื่อนไขของการสับสวิตช์ที่แรงดันเป็นศูนย์ จึงทำให้ระบบมีกำลังไฟฟ้าสูญเสียมาก นอกจากนั้นกระแสที่ไหลผ่านหลอดมีค่าตัวประกอบยอดของกระแสหลอดสูงซึ่งทำให้หลอดมีอายุการใช้งานที่สั้นลง

2.2.2 การลดแรงดันขาเข้าของวงจรแปรผันกำลังไฟฟ้า เป็นวิธีการหรี่แสงที่มีประสิทธิภาพและคุณสมบัติที่ดีที่สุด แต่เนื่องจากต้องมียังวงจรแปรผันกำลังไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอีกหนึ่งภาคเพื่อลดแรงดันจึงเป็นการเพิ่มต้นทุนในการผลิตทำให้มีราคาสูงขึ้นมา วิธีกรณี้จึงเหมาะกับบัลลาสต์หรี่แสงเพื่อความสวยงามที่ต้องการให้หรี่แสงลงได้มาก

2.2.3 การเพิ่มความถี่ทำงานให้กับวงจรแปรผันกำลังไฟฟ้า เป็นวิธีการที่เป็นรองวิธีที่ 2 แต่เนื่องจากใช้หลักการทำงานของวงจรแปรผันกำลังไฟฟ้าเรโซแนนซ์อนุกรมโวลตาจเจอร์ ที่เมื่อเพิ่มความถี่ทำงานทำให้อัตราขยายของวงจรลดลง จึงไม่ต้องมียังวงจรแปรผันกำลังไฟฟ้าเพิ่มเข้ามา ทำให้มีต้นทุนใกล้เคียงบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปได้

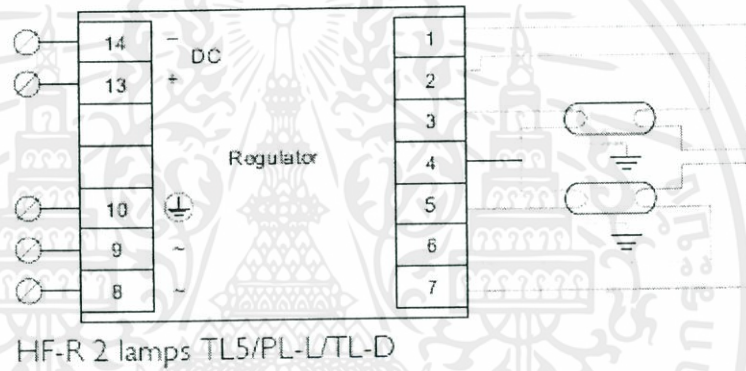
2.3 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Ballast)

บัลลาสต์เป็นอุปกรณ์จำเป็นที่ต้องใช้ ต้องมีอยู่ในระบบไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้หลอดไฟประเภทฟลูออเรสเซนต์ โดยมีหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าไปในขั้วหลอดให้มีความเหมาะสม สม่่าเสมอ ในที่นี้กล่าวถึงอิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์

อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ (Electronic Ballast) มีข้อดีและข้อเสียสรุปโดยสั้น ๆ คือ อิเล็กทรอนิกส์บัลลาสต์ สามารถลดความสูญเสียประมาณ 10-12 วัตต์ต่อหลอดเมื่อเทียบกับบัลลาสต์ธรรมดา แต่มีราคาแพงกว่าสำหรับระยะเวลาการคืนทุนและผลประโยชน์ที่ได้รับนั้นมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับชั่วโมงการเปิดใช้งานของหลอดไฟ

2.3.1 ลักษณะของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ความถี่สูง

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีหน้าที่เช่นเดียวกับบัลลาสต์แกนเหล็ก แต่บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับความถี่ปกติ 50 เฮิรตซ์ (Hz) เป็นไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงค่าระหว่าง 25 ถึง 50 กิโลเฮิรตซ์ (kHz) เพื่อป้องกันหลอดฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 2.4 วงจรการต่อใช้งานของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

จากรูปที่ 2.4 ไฟฟ้ากระแสสลับจากแหล่งจ่ายถูกเรียงกระแสและกรอง เพื่อเปลี่ยนเป็นแหล่งกระจายกระแสไฟฟ้าตรงสำหรับวงจรสวิตซ์อิเล็กทรอนิกส์ ตัวกำเนิดความถี่ผลิตสัญญาณความถี่สูงซึ่งขั้วตัวทรานซิสเตอร์ให้ทำงานสลับกัน โดยมีตัวเหนี่ยวนำแกนเฟอร์ไรท์ทำหน้าที่ควบคุมกระแสไฟฟ้า และตัวเก็บประจุคร่อมหลอดทำหน้าที่กำหนดความถี่ และการสตาร์ท บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ควรมีความถี่ด้านออกอยู่ในช่วง 25 ถึง 50 กิโลเฮิรตซ์ เพื่อป้องกันการรบกวนต่อความถี่เสียงและความถี่วิทยุ และเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการส่องสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยสามารถลดกำลังสูญเสียที่หลอดลงมาได้ 10 % และยังคงความสว่างเท่ากันเมื่อขั้วหลอดที่ความถี่ปกติ 50 เฮิรตซ์ และเนื่องจากบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ประกอบกันเป็นวงจร เพื่อทำงานในย่านความถี่สูง ซึ่งสิ่งเหล่านี้สามารถที่ลดกำลังการสูญเสียที่ตัวบัลลาสต์ 60% โดยเปรียบเทียบกับบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดาที่แสงสว่างออกมาเท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 คุณสมบัติของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ช่วยประหยัดไฟได้ 10 วัตต์ต่อหลอดไม่ว่าใช้กับหลอด 18 วัตต์ 36 วัตต์ จากเดิมที่กินไฟ 28 วัตต์ 46 วัตต์ ตามลำดับ และสามารถเปรียบเทียบกับบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดาได้ดังตารางที่ 2.2

- ประหยัดไฟของเครื่องปรับอากาศได้ประมาณ 3.3 วัตต์ต่อหลอด เนื่องจากเกิดการสูญเสียที่น้อยกว่า อุณหภูมิขณะทำงานของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ต่ำกว่าบัลลาสต์แกนเหล็ก
- ช่วยประหยัดค่าสตาร์ทเตอร์ได้ เพราะบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ จึงทำให้ประหยัดค่าสตาร์ทเตอร์และค่าใช้จ่ายในการเปลี่ยน
- ประหยัดหลอดไฟได้ เพราะบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีการควบคุมการจุดหลอดที่แน่นอนกว่าบัลลาสต์แกนเหล็ก จึงทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์มีอายุยาวนานกว่าเดิม 20-50%
- บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีค่าตัวประกอบกำลังมากกว่า 0.95 ลดการใช้กระแสไฟมากกว่า 80% ทำให้สายไฟและขั้วหลอดมีความร้อนสะสมขณะใช้งานลดลงจึงทำให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น
- บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เมื่อเปิดสวิตช์ หลอดไฟจะติดทันทีไม่มีปัญหาของการกระพริบเนื่องจากสตาร์ทหรือหลอดเสื่อมคุณภาพ โดยใช้ได้กับหลอดทั่วไป
- บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ให้แสงที่นุ่มนวล ไม่มีการกระพริบที่ขั้วหลอด (Stroboscopic Effect) ซึ่งช่วยถนอมสายตา

ตารางที่ 2.2 การเปรียบเทียบบัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดาและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

	บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา	บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์
หลอดไฟที่ใช้	ฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์	ฟลูออเรสเซนต์ ขนาด 36 วัตต์
กำลังไฟฟ้าที่หลอด	36 วัตต์	34 วัตต์
กำลังสูญเสียที่บัลลาสต์	10 วัตต์	0 วัตต์
กำลังไฟฟ้าวงจรรวม	46 วัตต์	34 วัตต์
เปอร์เซ็นต์เปรียบเทียบความสูญเสีย	100	78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 ข้อดีและข้อเสียของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์มีหน้าที่ไม่แตกต่างกับบัลลาสต์แบบขดลวดแกนเหล็กธรรมดา แต่แทนที่ใช้แกนเหล็กพันขดลวดธรรมดาก็เปลี่ยนมาใช้เป็นวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์แทน ดังนั้นภายในตัวบัลลาสต์จึงบรรจุไว้ด้วยชิ้นส่วนทางอิเล็กทรอนิกส์เป็นหลัก ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ข้อดีและข้อเสียของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

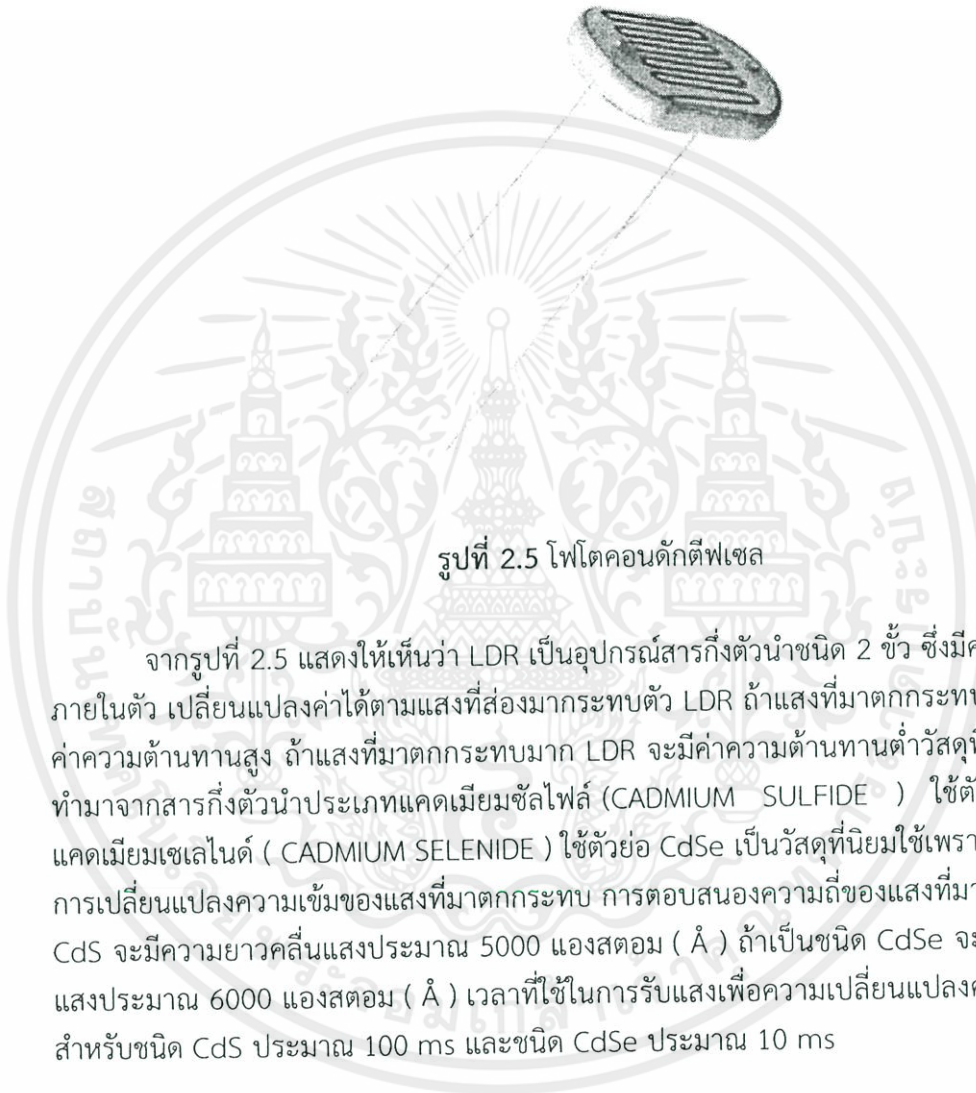
ข้อดี	ข้อเสีย
มีการสูญเสียพลังงานในตัวต่ำประมาณ 2-4 วัตต์ และมีค่าตัวประกอบกำลังที่ดี	มีราคาแพงกว่าบัลลาสต์ธรรมดา
ไม่ต้องใช้สตาร์ทเตอร์ภายนอกมาต่อเติม และบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 1 ตัว สามารถใช้กับหลอดไฟฟ้าได้ 1, 2, 3 หรือ 4 หลอด ทำให้สามารถเลือกใช้ได้หลากหลายออกไป	มีข้อจำกัดในการใช้งานในสถานที่หรือบริเวณที่มีอุณหภูมิสูง มีละอองไอน้ำสูง ไขมันหรือฝุ่นผงสูงเป็นพิเศษ มักจะทำให้บัลลาสต์มีอายุการใช้งานที่สั้นลง
ได้ระบบไฟฟ้าและแสงสว่างที่มีคุณภาพดีขึ้น เนื่องจากไม่มีการกระพริบและได้แสงที่มีความสว่างสม่ำเสมอ	อาจก่อให้เกิดผลกระทบเพิ่มเติมในระบบไฟฟ้าหรือบัลลาสต์อาจมีระบบคลื่นความถี่แทรกซ้อนได้
ทำให้หลอดไฟมีอายุการใช้งานที่ยาวนานขึ้น 30-50%	บัลลาสต์อาจมีอายุการใช้งานสั้น ถ้าเป็นบัลลาสต์ที่ไม่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน และเลือกใช้วัสดุชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ที่ดี รวมไปถึงมาตรฐานในการผลิตที่ไม่ได้มาตรฐาน
บัลลาสต์ที่ออกแบบพิเศษสามารถหรี่ไฟในหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้	ช่วงไฟฟ้าทั่วไปไม่คุ้นเคยกับการใช้งานและการติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความส่องสว่าง

2.4.1 โฟโตคอนดักทีฟเซลล์ (LDR)

โฟโตคอนดักทีฟ เซลล์ มีชื่อเรียกด้วยกันหลายอย่าง เช่น อุปกรณ์เปลี่ยนแปลงความต้านทานตามแสง หรือโฟโตริซิสทีฟตีไวส์ (PHOTO RESISTIVE DEWEPENDENT RESISTOR) เรียกย่อว่า LDR



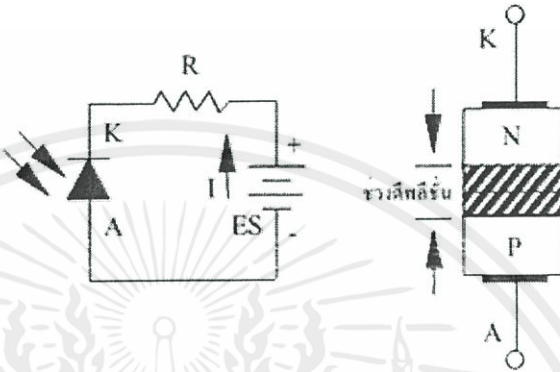
จากรูปที่ 2.5 แสดงให้เห็นว่า LDR เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิด 2 ขั้ว ซึ่งมีค่าความต้านทานภายในตัว เปลี่ยนแปลงค่าได้ตามแสงที่ส่องมากระทบตัว LDR ถ้าแสงที่มากกระทบน้อย LDR จะมีค่าความต้านทานสูง ถ้าแสงที่มากกระทบมาก LDR จะมีค่าความต้านทานต่ำวัสดุที่นำมาผลิต LDR ทำมาจากสารกึ่งตัวนำประเภทแคดเมียมซัลไฟด์ (CADMIUM SULFIDE) ใช้ตัวย่อ CdS และแคดเมียมเซเลไนด์ (CADMIUM SELENIDE) ใช้ตัวย่อ CdSe เป็นวัสดุที่นิยมใช้เพราะมีความไวสูงต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงที่มากกระทบ การตอบสนองความถี่ของแสงที่มากกระทบ ชนิด CdS จะมีความยาวคลื่นแสงประมาณ 5000 แองสตรอม (Å) ถ้าเป็นชนิด CdSe จะมีความยาวคลื่นแสงประมาณ 6000 แองสตรอม (Å) เวลาที่ใช้ในการรับแสงเพื่อเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานสำหรับชนิด CdS ประมาณ 100 ms และชนิด CdSe ประมาณ 10 ms

2.4.2 โฟโตไดโอด (Photo Diode)

โฟโตไดโอด (Photo Diode) เป็นอุปกรณ์เชิงแสงชนิดหนึ่ง ที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N รอยต่อจะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แสงผ่านได้ เช่น กระจกใส โฟโตไดโอดจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบที่ตอบสนองต่อแสงที่เรามองเห็น และแบบที่ตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟราเรด ในการรับใช้งานจะต้องต่อโฟโตไดโอดในลักษณะไปอัสกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี มีอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟโตไดโอด (Photo Diode) จะยอมให้กระแสไหลผ่านได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสง ดังรูปที่ 2.5 เมื่อโฟโตไดโอดได้รับไบอัสกลับ (Reverse Bias) ด้วยแรงดันค่าหนึ่ง และมีแสงมาตกกระทบบที่บริเวณรอยต่อ ถ้าแสงที่มากกระทบบมีความยาวคลื่นหรือแลมด้าที่เหมาะสม จะมีกระแสไหลในวงจร โดยกระแสที่ไหลในวงจร จะแปรผกผันกับความเข้มของแสงที่มากกระทบบ ลักษณะทั่วไปขณะไบอัสตรง (Forward Bias) จะยังคงเหมือนกับไดโอดธรรมดา คือยอมให้กระแสไหลผ่านได้



รูปที่ 2.6 แสดงสัญลักษณ์ และการไบอัสใช้งาน

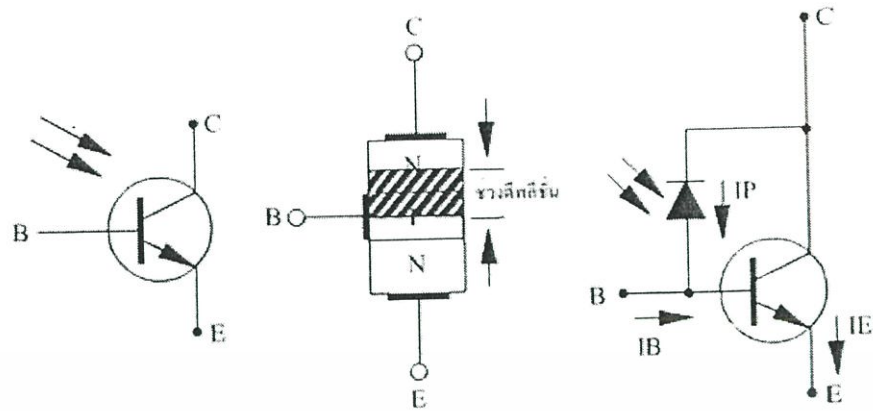
โฟโตไดโอดเมื่อเทียบกับ ตัวต้านทานที่แปรค่าตามแสง (LDR) แล้วโฟโตไดโอดมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานเร็วกว่า ตัวต้านทานที่แปรค่าตามแสง (LDR) มากจึงนิยมนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรถองการความเร็วสูง เช่น เครื่องนับสิ่งของ, ตัวรับรีโมทคอนโทรล, วงจรกันขโมยอินฟราเรด เป็นต้น

เนื่องจากโฟโตไดโอดให้ค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสต่อแสงต่ำ คืออยู่ในช่วง 1-10 mA เท่านั้น ดังนั้นการใช้งานโฟโตไดโอดจึงต้องมีตัวขยายกระแสเพิ่มเติม ผู้ผลิตจึงหันมาใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวขยายกระแสเพิ่มเติมอยู่ในตัวถึงเดียวกัน ซึ่งเรียกว่า โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor)

2.4.3 โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor)

โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) ประกอบไปด้วยโฟโตไดโอดซึ่งจะต่ออยู่ระหว่างขาเบสกับคอลเลคเตอร์ ของทรานซิสเตอร์ ดังรูปที่ 2.6 กระแสที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแสงจะถูกขยายด้วยทรานซิสเตอร์ (Transistor) ในการใช้งานโฟโตทรานซิสเตอร์ รอยต่อระหว่างเบส-อิมิตเตอร์ (Base-Emitter) จะต่อไบอัสกลับ (Reverse Bias) ที่รอยต่อนี้เองเป็นส่วนที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่ากระแสที่ขึ้นอยู่กับความเข้มแสง โฟโตทรานซิสเตอร์เมื่อเทียบกับโฟโตไดโอด โฟโตทรานซิสเตอร์จะมีความไวต่อแสงมากกว่าประมาณ 100 เท่า แต่ในด้านความถี่ใช้งานสูงสุดสำหรับโฟโตทรานซิสเตอร์ใช้งานในช่วง 200-300 กิโลเฮิรตซ์ จะใช้งานได้ที่ความถี่ต่ำกว่าโฟโตไดโอดหลายสิบเมกะเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงสัญลักษณ์ โครงสร้าง และวงจรสมมูล ของโฟโตทรานซิสเตอร์

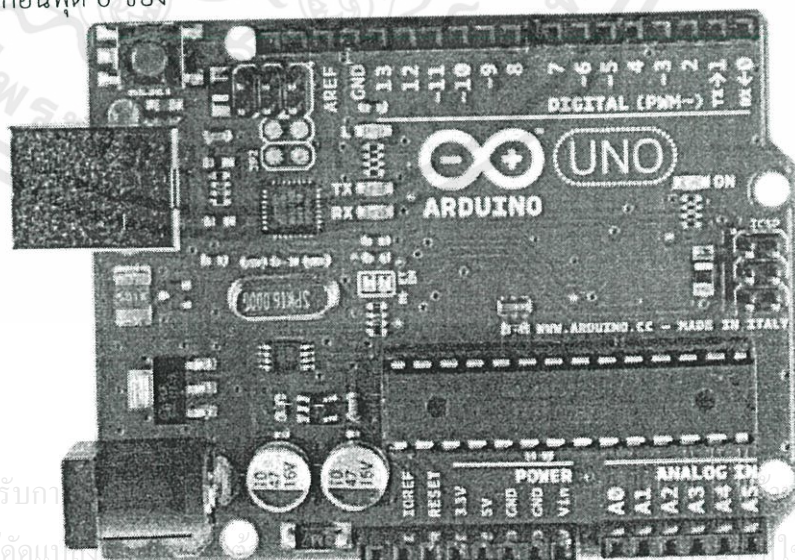
เมื่อไบอัสกลับ (Reverse Bias) ที่รอยต่อระหว่างเบสกับคอลเลคเตอร์ (Base-Collector) และมีแสงตกกระทบบที่บริเวณรอยต่อ กระแสอินเนื่องจากแสง (I_p) จะถูกขยายด้วยอัตราขยายของทรานซิสเตอร์เป็นกระแสอิมิตเตอร์ (I_E) และถ้าไบอัสตรงที่ขาเบสด้วยกระแสเบส (I_B) จากภายนอกก็ จะถูกขยายรวมกับกระแสเนื่องจากแสง (I_p) ด้วย

จะเห็นได้ว่ากระแส I_E เปลี่ยนแปลงตามกระแส I_p ซึ่งถ้า I_p มีค่าเปลี่ยนแปลงจาก 1-10mA แล้วทำให้ค่า I_E เปลี่ยนแปลงจาก 100mA ถึง 1mA อัตราขยายกระแสยิ่งสูงจะทำให้ผลตอบสนองต่อแสงจะไวขึ้น แต่ก็ทำให้กระแสรั่วไหลสูงขึ้นด้วย เพราะรอยต่อจะถูกไบอัสกลับ (Reverse Bias)

2.5 ขุดคววมุม

ขุดคววมุมบอร์ด Arduino Uno R3 ซึ่งมีข้อมูลสำหรับการใช้งานหลักๆคือ

1. แรงดันที่ใช้ในการทำงาน 5 V
2. ดิจิตอล อินพุต/เอาต์พุต 14 ช่อง แบ่งเป็นช่องสำหรับ พัดเบิเลียเอ็ม(PWM) 6 ช่อง
3. อนาล็อกอินพุต 6 ช่อง



รูปที่ 2.8 บอร์ด Arduino Uno R3

จากรูปที่ 2.8 การใช้งานจะเป็นการรับค่าอินพุตสัญญาณแรงดันจากตัวตรวจจับความเข้มแสงที่ช่องอนาล็อกอินพุต เพื่อทำการแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลเพื่อทำการประมวลผล เมื่อประมวลผลแล้ว จะทำการส่งสัญญาณเอาต์พุตออกเป็นสัญญาณพีดับเบิลยูเอ็ม (PWM) ที่มีค่าตัวดีไซเคิล ตั้งแต่ 1 - 100% แล้วแต่การประมวลผลของโปรแกรม ทางช่องพีดับเบิลยูเอ็มเอาต์พุต (PWM Output) ส่วนเรื่องการประมวลผลสัญญาณจะกล่าวถึงในบทต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

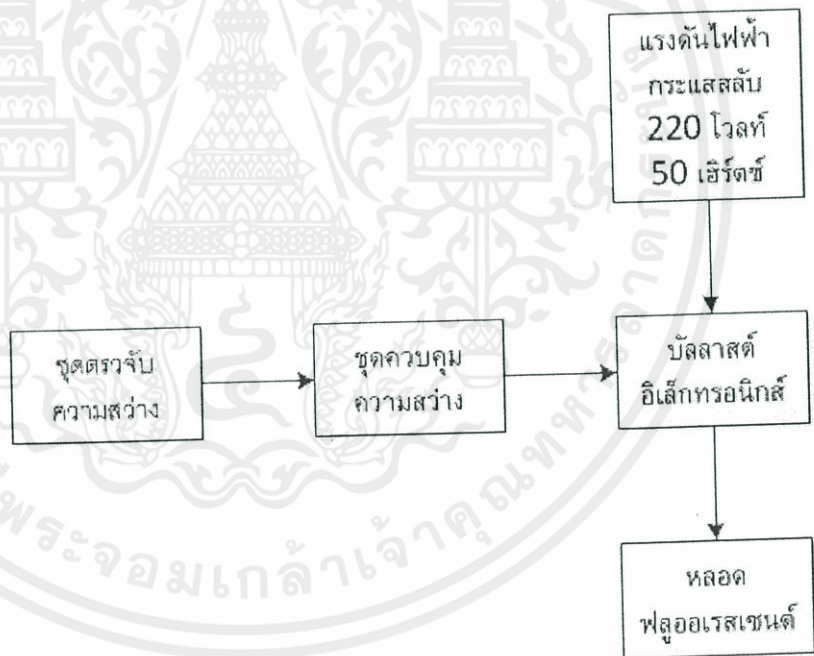
บทที่ 3

การออกแบบการทดลองและประกอบสร้าง

ในบทนี้จะอธิบายถึงการจำลองผลจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และทำการทดลอง ซึ่งการทดลองจะแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

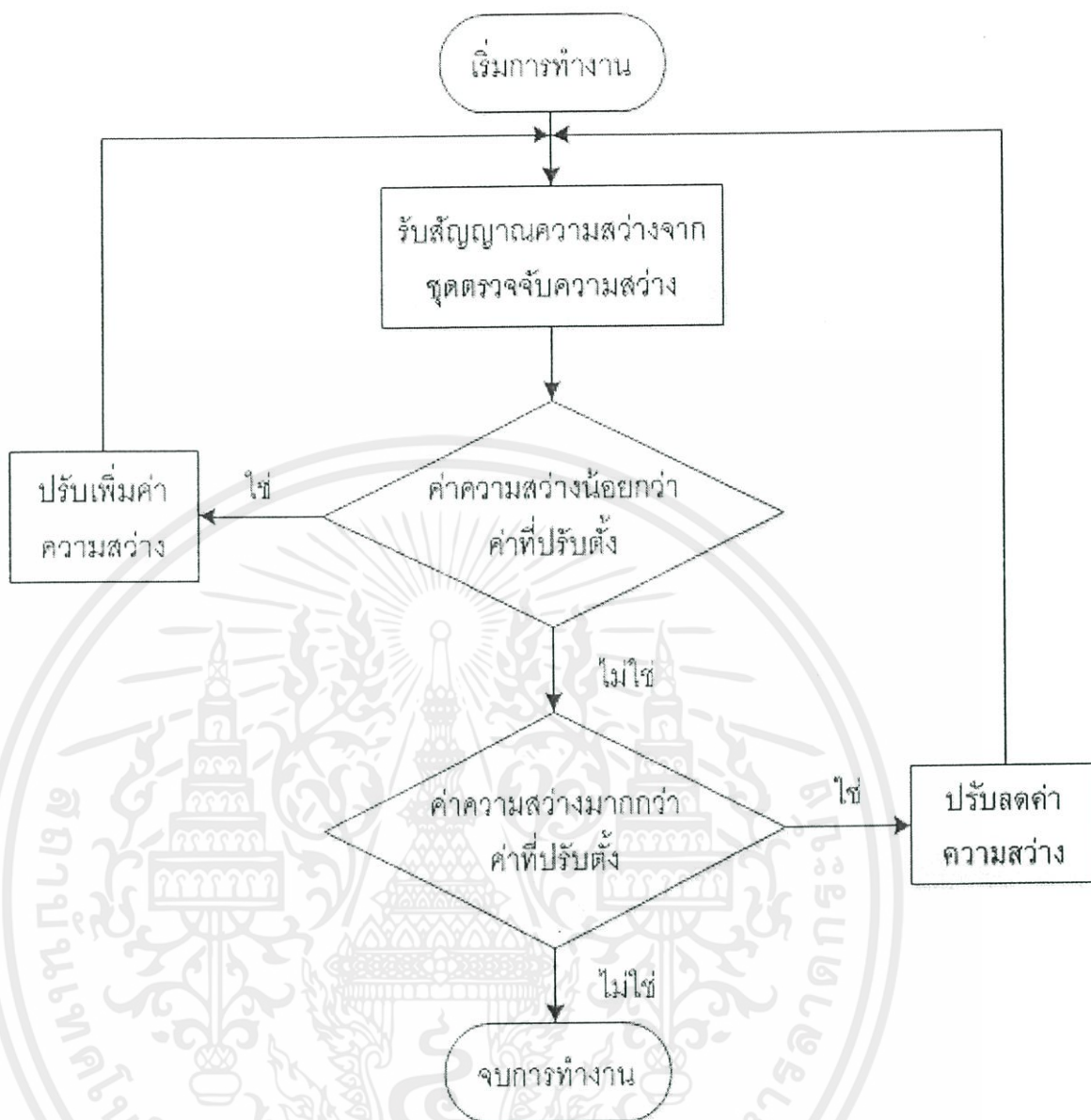
1. การจำลองด้วยโปรแกรม DIALux ในการศึกษากรณีที่เกี่ยวข้อง
2. การศึกษาทางด้านพลังงานไฟฟ้าและแสงสว่างโดยใช้ตู้ทดสอบ
3. การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์

โดยการออกแบบและสร้างชุดควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์อัตโนมัติ ได้กำหนดการทำงานของชุดควบคุมเป็นดังบล็อกไดอะแกรมแสดงดัง รูปที่ 3.1 โดยเริ่มจากชุดตรวจจับความสว่างส่งค่าความสว่างแล้วส่งสัญญาณค่าความสว่างในรูปแรงดันไฟฟ้า 0-5 V ไปยังชุดควบคุมความสว่าง หลังจากนั้นชุดควบคุมแสงสว่างจะทำการประมวลผลสัญญาณอินพุต 0-5 V ที่ได้รับมาแล้วส่งสัญญาณเอาต์พุตในรูปของแรงดัน 1-10 V เพื่อนำไปควบคุมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ตซ์ เพื่อควบคุมความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของชุดควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



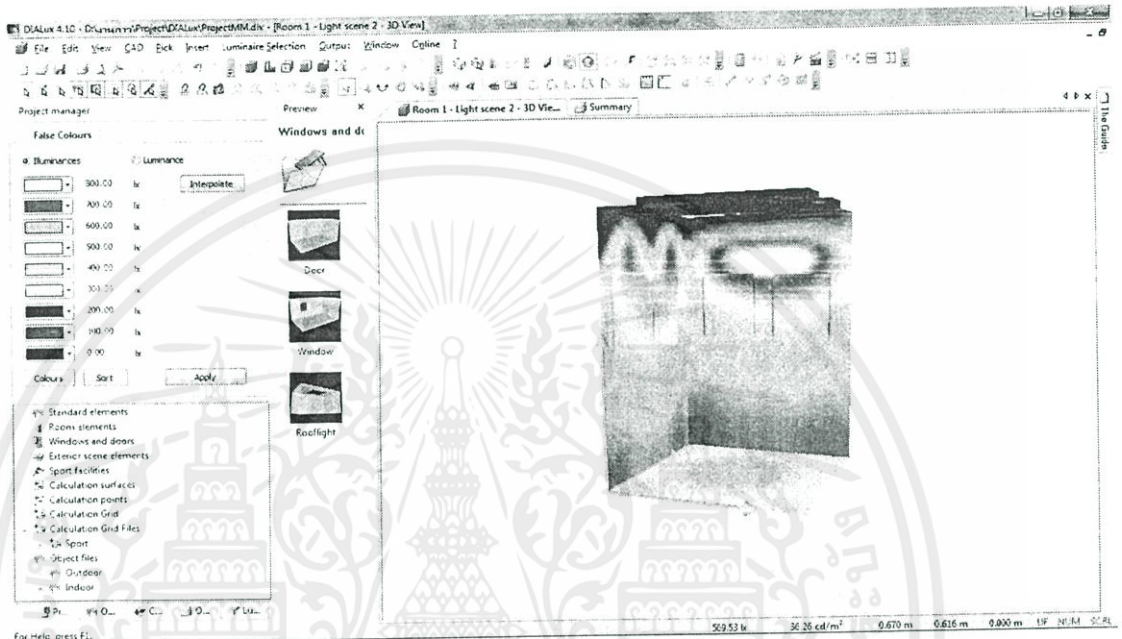
รูปที่ 3.2 โฟลว์ชาร์ตของชุดควบคุมแสงสว่างเมื่อเริ่มทำการเปิดชุดควบคุม

จากรูปที่ 3.2 เป็นโฟลว์ชาร์ตของชุดควบคุมแสงสว่างเมื่อเริ่มทำการเปิดชุดควบคุม วงจรจะทำการรับค่าอนาล็อกจากชุดตรวจจับความสว่างและนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลแล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าความส่องสว่างที่ได้กำหนดไว้ถ้าค่าความสว่างมากกว่าค่าที่ปรับตั้งโปรแกรมจะทำการลดค่าความสว่างลง 0.25 หน่วย ถ้าค่าความสว่างน้อยกว่าค่าที่ปรับตั้งโปรแกรมจะทำการเพิ่มค่าความสว่างขึ้น 0.25 หน่วย โดยที่ค่าความสว่างต่ำสุดคือ 1 หน่วย จะทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์มีความสว่าง 1% ขณะที่ค่าความสว่างสูงสุดคือ 255 หน่วย จะทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์มีความสว่าง 100%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 การจำลองด้วยโปรแกรม DIALux

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและจัดทำตู้เพื่อทดสอบขนาด 140×150×190 ซม. ระยะจากดวงโคมถึงพื้นที่ใช้งาน 175 เซนติเมตร โดยติดตั้งโคมฟลูออเรสเซนต์ชนิด 2×28 วัตต์ จำนวน 2 โคม โดยงานวิจัยนี้ได้นำโปรแกรม DIALux มาเปรียบเทียบผลที่ได้จากตู้ทดสอบดังรูป 3.3 เพื่อเปรียบเทียบความถูกต้องในการทดสอบประสิทธิภาพของโคมฟลูออเรสเซนต์ที่ได้จากตู้ทดสอบ

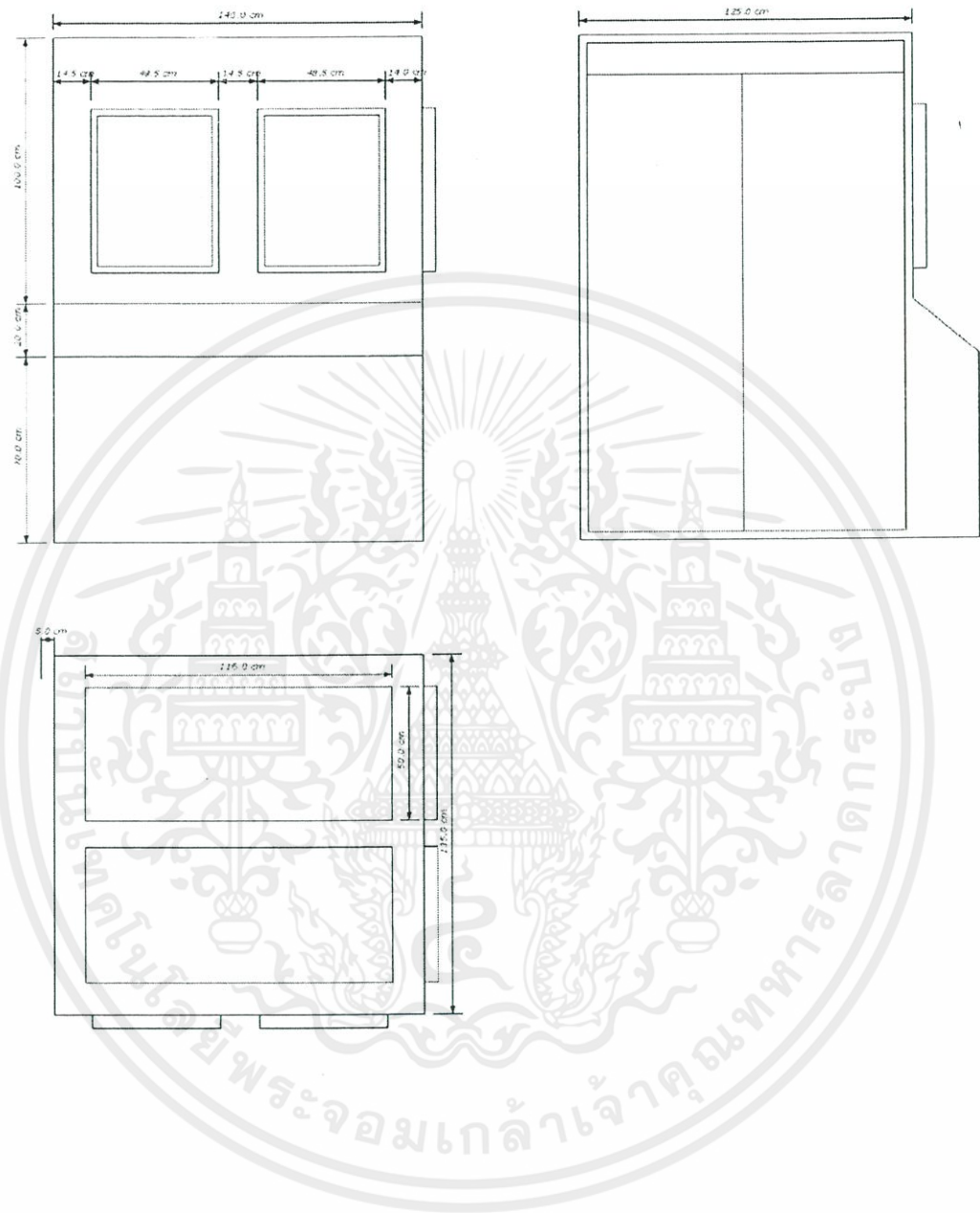


รูปที่ 3.3 การจำลองตู้ทดสอบโดยใช้โปรแกรม DIALux

3.2 การศึกษาทางด้านพลังงานไฟฟ้าและแสงสว่างโดยใช้ตู้ทดสอบ

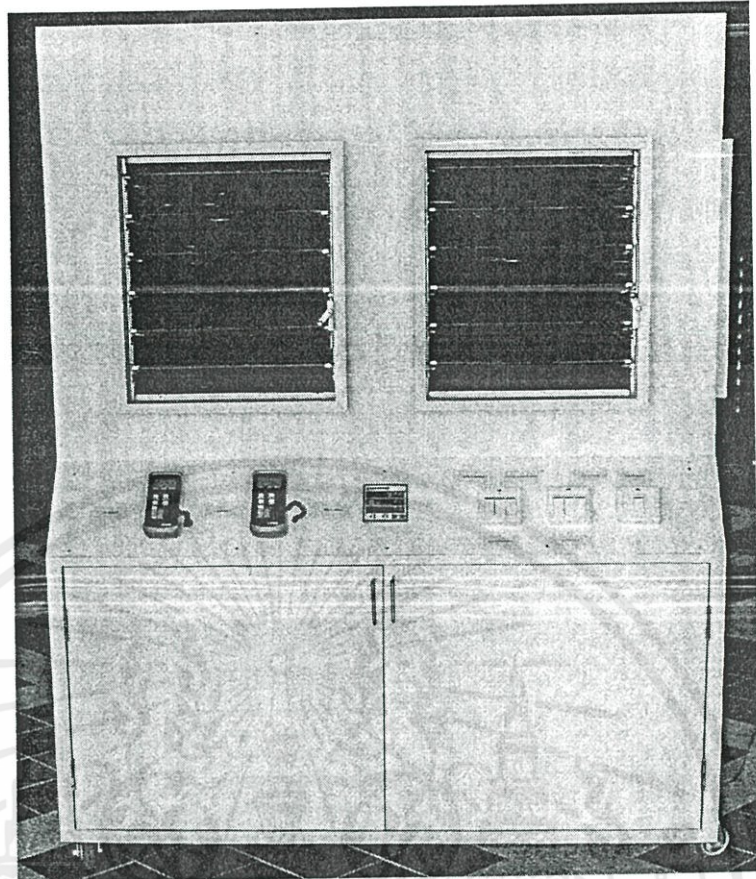
ในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและจัดทำตู้เพื่อทดสอบดังรูปที่ 3.4 เพื่อจำลองการติดตั้งชุดควบคุมเข้ากับดวงโคมคู่ 2 โคม และหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ขนาด 28 W จำนวน 2 หลอดต่อ 1 ดวงโคม ซึ่งเป็นการศึกษาทางด้านแสงสว่างและพลังงานเพื่อเป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานและการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างจากธรรมชาติที่มีอยู่ โดยที่ตู้จะต้องมีลักษณะปิดทึบภายในตู้เป็นสีดำเพื่อกันการสะท้อนของแสง ดวงโคมที่ทำการทดสอบจะมีหน้ากว้างประมาณ 295 เซนติเมตร มีความยาวประมาณ 1195 เซนติเมตร มีความลึกประมาณ 65 เซนติเมตร ดังรูปที่ 3.6 โดยตู้จะมีความกว้าง 135 เซนติเมตร และมีความยาว 140 เซนติเมตร ซึ่งได้ออกแบบเผื่อไว้ให้ใหญ่กว่าขนาดของดวงโคมเล็กน้อย ส่วนความสูงของตู้จะคิดจากการใช้งานปกติของโคมฝังฝ้าของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยปกติแล้วภายในห้องสำนักงานภายในอาคารทั่วไป ระยะระหว่างดวงโคมถึงพื้นที่ใช้งานจะห่างกันประมาณ 175-195 เซนติเมตร

ต่อไปจะเป็นแผงด้านหน้าตู้ทดสอบที่แสดงดังรูปที่ 3.5 จะประกอบไปด้วยสวิตช์ตัดต่อวงจรของตู้ทดสอบ สวิตช์ควบคุมการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ สวิตช์ควบคุมแหล่งจ่ายไฟของวงจร ไม่ว่าจะเป็นแผงควบคุม ลักซ์มิเตอร์ และเครื่องวัดกำลังไฟฟ้า โดยอุปกรณ์ต่าง ๆ นั้นจะมีการต่อวงจรไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.7



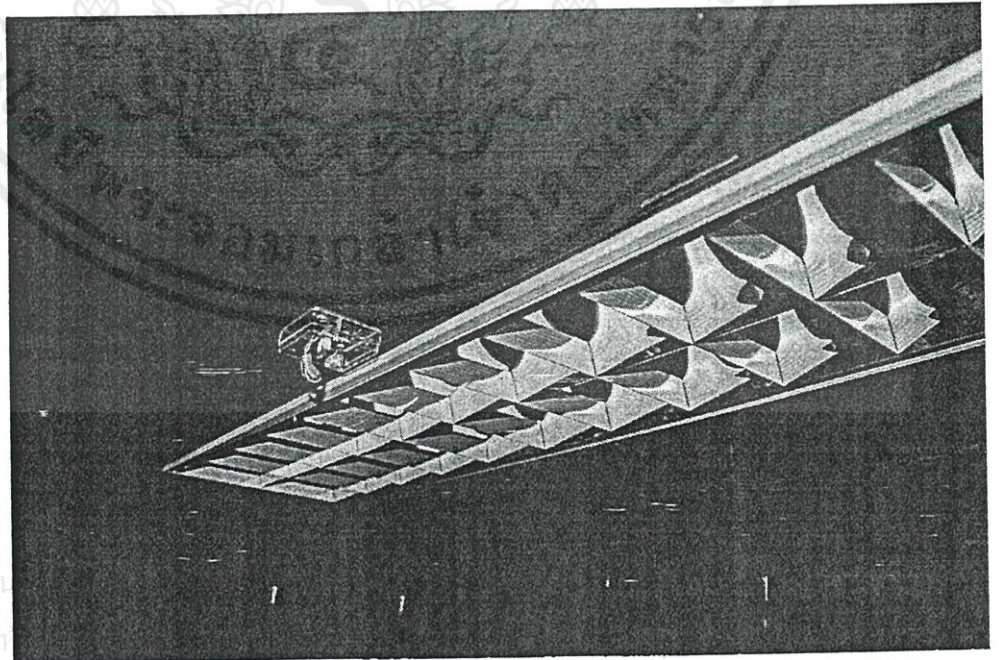
รูปที่ 3.4 แบบร่างตู้ทดสอบที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ตู้ทดสอบที่ได้จัดทำ

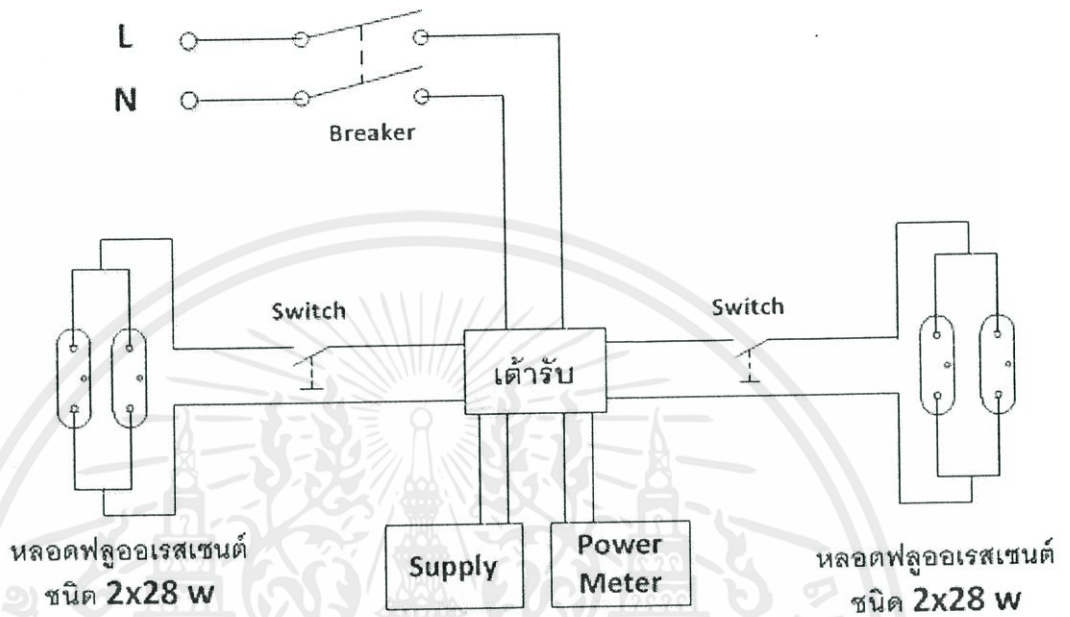
ในรูปที่ 3.6 จะแสดงการติดตั้งโคมและตัวตรวจวัดค่าความส่องสว่างภายในตู้ทดสอบ



รูปที่ 3.6 ดวงโคมที่ทำการทดสอบ

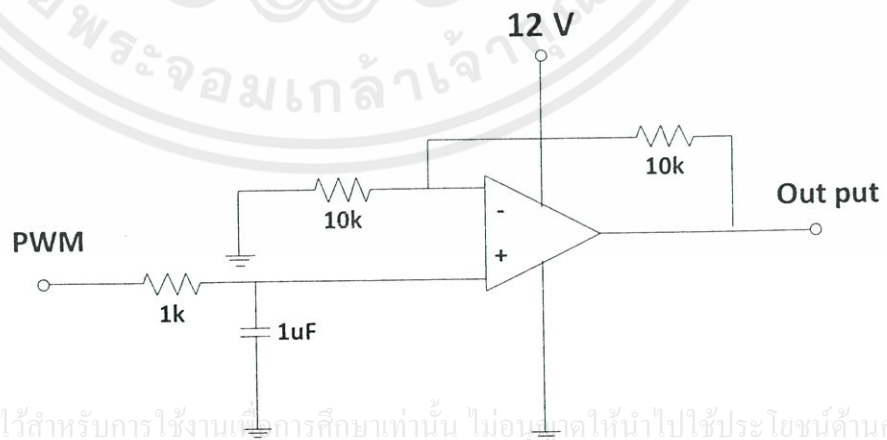
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้ง

โดยอุปกรณ์ต่างๆภายในตู้ทดสอบนั้นจะมีการต่อวงจรไฟฟ้าดังรูปที่ 3.7 ส่วนภายในตู้ทดสอบประกอบไปด้วยวงโคมที่ภายในมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหรี่แสง ตัวตรวจจับแสงธรรมชาติและชุดควบคุม



รูปที่ 3.7 วงจรไฟฟ้าภายในตู้ทดสอบ

วงจรขยายแรงดันแสดงดังรูปที่ 3.8 การทำงานเริ่มจากรับสัญญาณแรงดันในรูปแบบของพีดับเบิลยูเอ็ม ผ่านเข้าวงจรกรองความถี่ต่ำ หลังจากนั้นสัญญาณจะถูกส่งเข้าไปที่ขาอินพุตบวกของออปแอมป์ที่ต่อวงจรเป็นแบบวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส (Noninverting Amplifier) ที่มีอัตราขยายเท่ากับ 2 ซึ่งสัญญาณเอาต์พุตจะถูกส่งไปเพื่อควบคุมบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 วงจรขยายสัญญาณแรงดัน

3.3 การทดสอบการวัดค่าความเข้มแสงที่ระดับพื้นที่ใช้งานให้มีค่าคงที่ที่ 500 lux

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองให้ค่าความเข้มแสงคงที่ที่ 300-500 lux โดยใช้ตัวทดสอบเพื่อควบคุมปริมาณแสงของหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยจะขึ้นอยู่กับปริมาณแสงธรรมชาติที่ผ่านเข้าไปในตัวทดสอบและบานเกล็ดจะเป็นตัวควบคุมระดับปริมาณแสงที่ผ่านเข้าไปในตัว ซึ่งในการทดสอบนี้ได้ทำตารางบันทึกผลตามรูปแบบของตารางดังนี้

ตารางที่ 3.1 ตารางบันทึกผลการวัดค่าต่างๆ ที่ได้จากตัวทดสอบก่อนและหลังที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

มุม (องศา)	แรงดัน(V)		กระแส(A)		กำลังไฟฟ้า (W)		ค่าความเข้มแสง(Lux)							
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน			หลัง				
							โคม 1	โคม 2	เฉลี่ย	โคม 1	โคม 2	เฉลี่ย		
0°														
15°														
30°														
45°														
60°														
75°														
90°														

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการศึกษาชุดควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์เพื่อใช้เป็นแนวทางในการประหยัดพลังงานและการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติภายในห้องสำนักงานภายในอาคาร โดยในงานวิจัยได้ทำการศึกษาจากการทดลองจากตู้ทดสอบ ซึ่งวิธีการคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\text{จำนวนหน่วยไฟฟ้า/ปี (หน่วย)} = \frac{\text{จำนวนหลอด} \times \text{ชั่วโมงที่ใช้งาน} \times \text{จำนวนวันที่ใช้งาน} \times \text{กำลังไฟฟ้าที่ใช้}}{1000}$$

$$\text{ค่าไฟฟ้า/ปี (บาท)} = \text{จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้งาน} \times \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย}$$

$$\text{เงินที่ประหยัด/ปี (บาท)} = \text{ค่าไฟฟ้าต่อปีของหลอดชนิด T8} - \text{ค่าไฟฟ้าต่อปีของหลอดชนิด T5}$$

$$\text{ระยะเวลาคืนทุน (ปี)} = \frac{(\text{ผลต่างระหว่างราคาโคมฟลูออเรสเซนต์ T5 และ T8}) \times \text{จำนวนหลอด}}{\text{เงินที่ประหยัด/ปี}}$$

นอกจากการคำนวณที่นำเสนอมาข้างต้นแล้วในงานวิจัยนี้ยังได้นำโปรแกรมคำนวณปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ใน 1 ปี เพื่อเป็นการนำเสนอว่าการลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าสามารถที่จะช่วยลดภาวะโลกร้อนได้ โดยการโปรแกรมการคำนวณสามารถสืบค้นได้จาก www.t5.egat.co.th

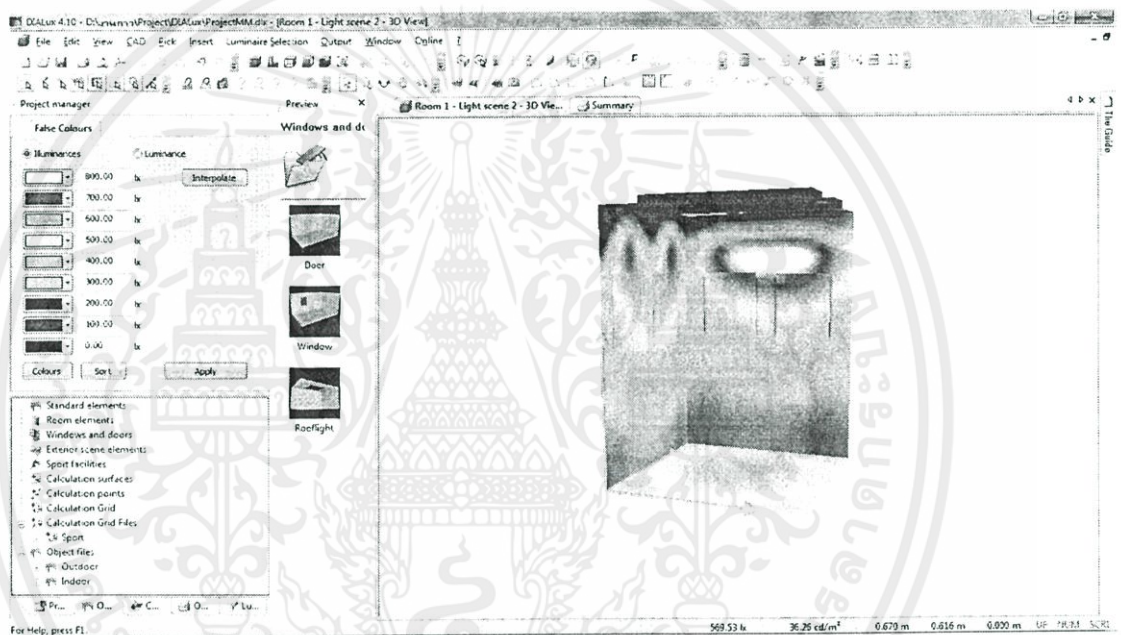
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการจำลองกรณีศึกษาตู้ทดสอบด้วยโปรแกรม DIALux ก่อนติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ประดิษฐ์ขึ้น

ในงานวิจัยนี้ได้ทำการจำลองตู้ทดสอบด้วยโปรแกรม DIALux เพื่อเปรียบเทียบว่าโปรแกรม DIALux กับค่าที่วัดได้จริงนั้นมีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงใด เป็นกรณีศึกษาเพื่อความมั่นใจในการใช้โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบนี้ โดยใช้ดวงโคม 2x28 วัตต์ จากที่ได้ทำการทดสอบ ค่า IES file ในภาคผนวก ค. มาใช้ในการจำลองตู้ที่จะนำดวงโคมมาติดตั้งจริง ซึ่งได้ผลจากการจำลองได้ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การจำลองตู้ทดสอบโดยใช้โปรแกรม DIALux

จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่า ณ ตำแหน่งติดตั้งโคมจะมีการกระจายแสงที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ และมีค่าความเข้มแสงค่อนข้างมากตามที่แสดงใน IES viewer ในภาคผนวก ค. จากนั้นได้ทำการหาค่าความเข้มแสงในส่วนต่างๆของตู้ทดสอบ

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลจากผลการจำลองโปรแกรม DIALux ภายในตู้ที่ติดตั้งด้วยดวงโคม 2x28 W

ประเภทพื้นผิว	สัมประสิทธิ์การสะท้อน (%)	ค่าความเข้มแสงเฉลี่ย	ค่าความเข้มแสงต่ำสุด	ค่าความเข้มแสงสูงสุด
		(Lux)	(Lux)	(Lux)
ดวงโคม 2x28	พื้นที่ใช้งาน	807	456	1079
	พื้นที่ห้อง	5	423	494
	เพดาน	5	18	24
	กำแพง	5	233	735

จากตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลจากผลการจำลองโปรแกรม DIALux โดยภายในตู้ทดสอบติดตั้งด้วยดวงโคม 2x28 W พบว่าตู้ทดสอบนั้นมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยบนพื้นที่ใช้งานอยู่ที่ 807 ลักซ์และใช้พลังงานไฟฟ้า 120 วัตต์

4.2 ผลการศึกษาทางด้านพลังงานไฟฟ้าและแสงสว่างภายในตู้ทดสอบ

การทดสอบทางด้านพลังงานไฟฟ้าและแสงสว่างโดยใช้ตู้ทดสอบก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อวัดหาค่าความเข้มแสงและค่ากำลังไฟฟ้าที่เชื่อว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะลดการใช้พลังงานได้มากน้อยอย่างไร โดยได้ทำการทดลอง 2 กรณี คือ กรณีที่ยังไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ประดิษฐ์ขึ้นและกรณีที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ประดิษฐ์ขึ้น ซึ่งในแต่ละกรณีจะทดลองในระยะเวลาใกล้เคียงกัน

ตารางที่ 4.2 การทดลองครั้งที่ 1 แสดงการวัดค่าต่างๆ ที่ได้จากตู้ทดสอบก่อนและหลังที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

มุม (องศา)	แรงดัน(V)		กระแส(A)		กำลังไฟฟ้า (W)		ค่าความเข้มแสง(Lux)					
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน			หลัง		
							โคม1	โคม2	เฉลี่ย	โคม 1	โคม 2	เฉลี่ย
0°	226.1	226.8	0.576	0.306	118	62	1100	1108	1104.0	550	499	524.5
15°	226.2	226.9	0.535	0.297	119	60	1062	1067	1064.5	470	480	475.0
30°	226.5	226.8	0.538	0.289	120	59	1057	1059	1058.0	450	482	466.0
45°	226.3	226.6	0.537	0.265	119	53	1082	1026	1054.0	365	455	410.0
60°	225.8	226.1	0.551	0.264	120	53	1107	1103	1105.0	335	460	397.5
75°	225.9	226.2	0.549	0.261	120	52	1106	1109	1107.5	380	448	414.0
90°	225.8	226.8	0.554	0.259	121	52	1132	1128	1130.0	394	414	404.0

*หมายเหตุ วันและเวลาที่ทำการทดลอง: 12 ก.พ. 56 เวลา 23.00 น. - 23.30 น. โชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองครั้งที่ 1 จะเห็นว่าค่าที่ได้จากการทดสอบแต่ละครั้งจะเห็นได้ว่าก่อนการเปิดใช้อุปกรณ์ควบคุมค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่ากำลังไฟฟ้าจะมีค่าค่อนข้างคงที่ไม่ว่าจะปรับระดับบานเกล็ดระดับใด ส่วนค่าความเข้มแสงของทั้งสองดวงโคมจะแปรผันตรงกับระดับความกว้างของบานเกล็ดคือถ้าเปิดบานเกล็ดกว้างขึ้นค่าความเข้มแสงก็จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น และหลังการเปิดใช้อุปกรณ์ควบคุมจะมีค่าแรงดันไฟฟ้าใกล้เคียงกับค่าแรงดันไฟฟ้าก่อนการเปิดใช้อุปกรณ์ควบคุม ค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจะแปรผกผันกับความกว้างของบานเกล็ดคือเมื่อเปิดบานเกล็ดกว้างขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจะมีค่าน้อยลง ส่วนค่าความเข้มแสงของทั้งสองดวงโคมก็จะมีค่าอยู่ระหว่าง 300-500 lux ตามข้อกำหนดของค่าความเข้มแสงภายในสำนักงาน เนื่องจากทำการควบคุมค่าความเข้มแสงผ่านทางอุปกรณ์ควบคุม โดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้ค่าความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 300-500 lux เสมอ

ตารางที่ 4.3 การทดลองครั้งที่ 2 แสดงการวัดค่าต่างๆ ที่ได้จากตู้ทดสอบก่อนและหลังที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

มุม (องศา)	แรงดัน(V)		กระแส(A)		กำลังไฟฟ้า (W)		ค่าความเข้มแสง(Lux)					
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน			หลัง		
							โคม1	โคม2	เฉลี่ย	โคม 1	โคม 2	เฉลี่ย
0°	226.1	226.8	0.576	0.306	118	62	1100	1108	1104.0	550	499	524.5
15°	226.2	226.9	0.535	0.297	119	60	1062	1067	1064.5	470	480	475.0
30°	226.5	226.8	0.538	0.289	120	59	1057	1059	1058.0	450	482	466.0
45°	226.3	226.6	0.537	0.265	119	53	1082	1026	1054.0	365	455	410.0

*หมายเหตุ วันและเวลาที่ทำการทดลอง: 13 ก.พ. 56 เวลา 15.00 น. - 15.30 น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การทดลองครั้งที่ 3 แสดงการวัดค่าต่างๆ ที่ได้จากผู้ทดสอบก่อนและหลังที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

มุม (องศา)	แรงดัน(V)		กระแส(A)		กำลังไฟฟ้า (W)		ค่าความเข้มแสง(Lux)					
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน			หลัง		
							โคม1	โคม2	เฉลี่ย	โคม 1	โคม 2	เฉลี่ย
0°	224.1	224.2	0.548	0.281	119	57	1141	1091	1116	462	440	451
15°	223.1	223.8	0.536	0.246	119	48	1310	1186	1248	590	477	533.5
30°	224.0	224.0	0.532	0.193	117	35	1110	1428	1269	209	610	409.5
45°	223.9	224.0	0.538	0.147	118	22	1085	1558	1321.5	60	590	325

*หมายเหตุ วันและเวลาที่ทำการทดลอง : 15 ก.พ. 56 เวลา 12.30 – 13.00 น.

จากผลที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 2 และการทดสอบครั้งที่ 3 จะเห็นได้ว่าการปรับระดับบานเกล็ดเพียง 4 ระดับคือ 0 15 30 และ 45 องศาเท่านั้น เนื่องจากทิศทางของแสงธรรมชาติและแสงจากดวงโคมไม่สามารถสะท้อนลงมาถึงพื้นที่ใช้งานได้ตรง ทำให้ค่าความเข้มแสงต่ำมาก ดังแสดงสาเหตุในภาคผนวก ข.6 และก่อนการเปิดใช้อุปกรณ์ควบคุมจะมีค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่ากำลังไฟฟ้าค่อนข้างคงที่ไม่ว่าจะปรับระดับบานเกล็ดระดับใด ส่วนค่าความเข้มแสงของทั้งสองดวงโคมจะแปรผันตรงกับระดับความกว้างของบานเกล็ดคือถ้าเปิดบานเกล็ดกว้างขึ้นค่าความเข้มแสงก็จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น และหลังการเปิดใช้อุปกรณ์ควบคุมจะมีค่าแรงดันไฟฟ้าใกล้เคียงกับค่าแรงดันไฟฟ้าก่อนการเปิดใช้อุปกรณ์ควบคุม ค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจะแปรผกผันกับความกว้างของบานเกล็ดคือเมื่อเปิดบานเกล็ดกว้างขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจะมีค่าน้อยลง ส่วนค่าความเข้มแสงของทั้งสองดวงโคมก็จะมีค่าอยู่ระหว่าง 300-500 lux ตามข้อกำหนดของค่าความเข้มแสงภายในสำนักงาน เนื่องจากทำการควบคุมค่าความเข้มแสงผ่านทางอุปกรณ์ควบคุม โดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้ค่าความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 300-500 lux เสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดลองตอนที่ 2

การทดลองจะทำการเปิดอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติและเปิดบานเกล็ดที่ระดับใดระดับหนึ่งไว้ตลอดเวลาแล้วบันทึกค่า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความเข้มแสงได้ดวงโคม และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ตั้งแต่เวลา 8.00 น. – 16.00 น. โดยทำการบันทึกทุกๆ 10 นาที แล้วนำมาผลที่ได้พล็อตกราฟ

เปิดบานเกล็ด 15 องศา

ทดสอบวันที่ 27 กุมภาพันธ์ 2556

สภาพอากาศ มีเมฆมากเป็นส่วนใหญ่ อุณหภูมิ 28-36 องศาเซลเซียส ความชื้น 84%

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองที่ระดับบานเกล็ด 15 องศา

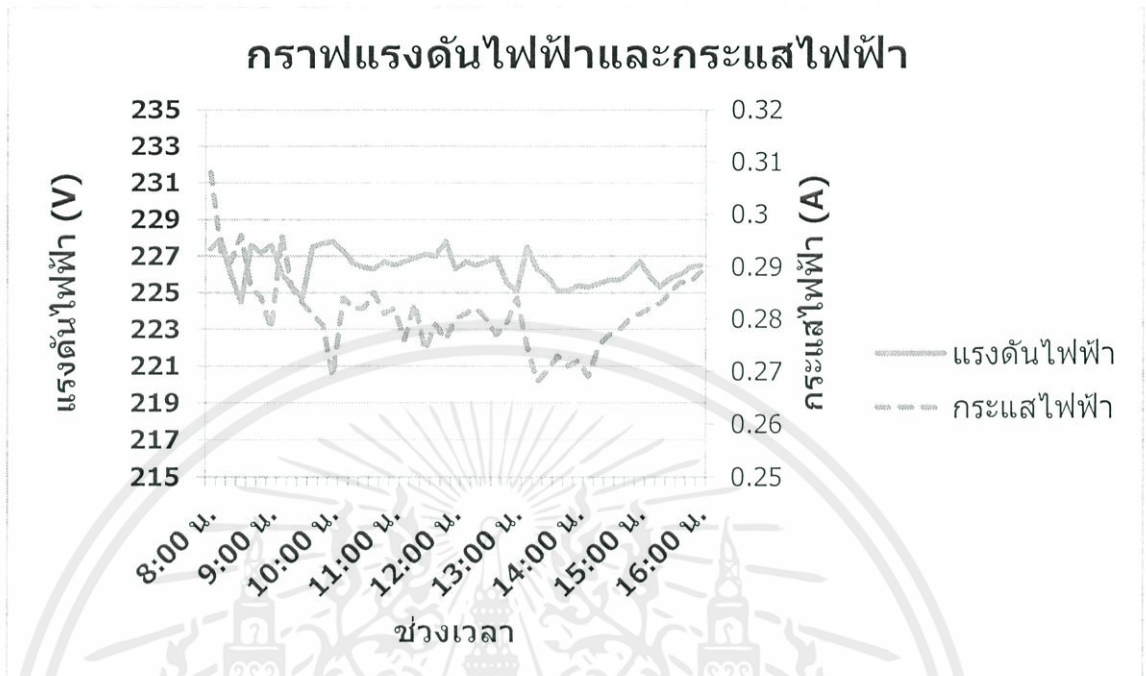
ช่วงเวลา	แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (I)	กำลังไฟฟ้า (W)	ความเข้ม แสงได้ โคม1 (Lux)	ความเข้ม แสงได้ โคม2 (Lux)	ความเข้ม แสงได้ โคมเฉลี่ย (Lux)	ค่าตัว ประกอบ กำลังไฟฟ้า
8.00 น.	227.4	0.308	60	493	542	517.5	0.91
8.10 น.	227.9	0.293	60	482	540	511	0.9
8.20 น.	226	0.291	60	507	552	529.5	0.9
8.30 น.	224.5	0.296	59	512	549	530.5	0.91
8.40 น.	227.6	0.286	58	527	547	537	0.9
8.50 น.	227.2	0.284	56	565	542	553.5	0.9
9.00 น.	227.6	0.278	57	556	542	549	0.89
9.10 น.	226.1	0.296	60	545	552	548.5	0.9
9.20 น.	225.3	0.286	58	542	553	547.5	0.9
9.30 น.	224.7	0.283	56	561	570	565.5	0.9
9.40 น.	227.5	0.281	57	566	549	557.5	0.89
9.50 น.	227.7	0.279	56	555	570	562.5	0.89
10.00 น.	227.8	0.269	54	558	575	566.5	0.89
10.10 น.	227.3	0.284	57	587	569	578	0.9
10.20 น.	226.6	0.282	57	590	560	575	0.9
10.30 น.	226.4	0.282	57	602	556	579	0.9
10.40 น.	226.3	0.285	58	606	563	584.5	0.9
10.50 น.	226.7	0.281	57	618	559	588.5	0.9
11.00 น.	226.5	0.282	55	607	576	591.5	0.9
11.10 น.	226.7	0.276	56	680	548	614	0.89
11.20 น.	226.9	0.283	56	613	585	599	0.89
11.30 น.	227.1	0.274	55	632	570	601	0.89

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองที่ระดับบานเกล็ด 15 องศา(ต่อ)

ช่วงเวลา	แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (I)	กำลังไฟฟ้า (W)	ความเข้ม แสงใต้ โคม1 (Lux)	ความเข้ม แสงใต้ โคม2 (Lux)	ความเข้ม แสงใต้ โคมเฉลี่ย (Lux)	ค่าตัว ประกอบ กำลังไฟฟ้า
11.40 น.	227	0.279	57	634	584	609	0.9
11.50 น.	227.8	0.276	56	625	575	600	0.89
12.00 น.	226.3	0.28	57	630	581	605.5	0.89
12.10 น.	226.7	0.281	56	660	577	618.5	0.89
12.20 น.	226.5	0.282	57	650	586	618	0.9
12.30 น.	226.7	0.28	56	648	578	613	0.89
12.40 น.	226.9	0.277	56	640	580	610	0.9
12.50 น.	225.6	0.279	56	648	588	618	0.9
13.00 น.	225.1	0.284	57	654	581	617.5	0.89
13.10 น.	227.5	0.275	57	654	586	620	0.89
13.20 น.	226.3	0.268	53	608	576	592	0.89
13.30 น.	225.9	0.27	53	605	583	594	0.89
13.40 น.	225.1	0.273	54	604	560	582	0.89
13.50 น.	225.1	0.271	54	599	563	581	0.89
14.00 น.	225.4	0.272	55	617	555	586	0.9
14.10 น.	225.3	0.269	54	612	550	581	0.89
14.20 น.	225.5	0.275	55	602	560	581	0.9
14.30 น.	225.7	0.277	56	594	555	574.5	0.89
14.40 น.	225.7	0.278	57	602	542	572	0.89
14.50 น.	226.1	0.28	56	591	554	572.5	0.89
15.00 น.	226.7	0.281	57	585	541	563	0.9
15.10 น.	225.9	0.282	57	587	519	553	0.9
15.20 น.	225.3	0.283	57	584	501	542.5	0.9
15.30 น.	225.8	0.285	57	580	502	541	0.9
15.40 น.	226	0.287	58	585	507	546	0.9
15.50 น.	226.4	0.287	59	590	505	547.5	0.9
16.00 น.	226.5	0.289	59	585	506	545.5	0.9

จากตารางที่ 4.5 พบว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้มีค่ามากที่สุด 227.9 โวลต์ และมีค่าน้อยที่สุด 224.5 โวลต์ ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้มีค่ามากที่สุด 0.308 แอมแปร์ และมีค่าน้อยที่สุด 0.268 แอมแปร์ ค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้มีค่ามากที่สุด 60 วัตต์ มีค่าน้อยที่สุด 53 วัตต์ และมีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 56.6 วัตต์ โดยมีค่าความเข้มแสงใต้ดวงโคมเฉลี่ยเท่ากับ 575 ลักซ์

เมื่อนำค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความเข้มแสงใต้ดวงโคม และค่าตัวประกอบ กำลังไฟฟ้า ที่ได้บันทึกไว้มาพล็อตเป็นกราฟจะได้กราฟดังต่อไปนี้

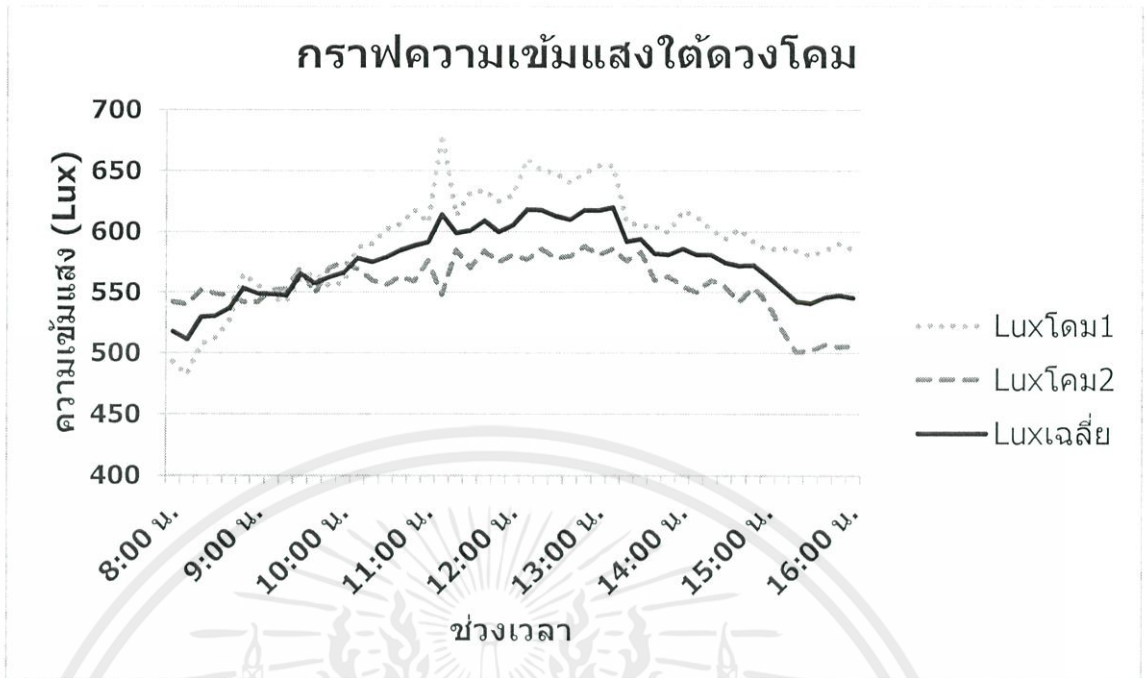


รูปที่ 4.2 กราฟแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 15 องศา



รูปที่ 4.3 กราฟกำลังไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 15 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 กราฟความเข้มแสงใต้ดวงโคมจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 15 องศา



รูปที่ 4.5 กราฟค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 15 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิดบานเกล็ด 30 องศา

ทดสอบวันที่ 26 กุมภาพันธ์ 2556

สภาพอากาศ มีเมฆบางส่วนของพื้นที่ อุณหภูมิ 27-37 องศาเซลเซียส ความชื้น 39%

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองที่ระดับบานเกล็ด 30 องศา

ช่วงเวลา	แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (I)	กำลังไฟฟ้า (W)	ความเข้ม แสงใต้ โคม1 (Lux)	ความเข้ม แสงใต้ โคม2 (Lux)	ความเข้ม แสงใต้ โคมเฉลี่ย (Lux)	ค่าตัว ประกอบ กำลังไฟฟ้า
8.00 น.	227	0.263	53	319	580	449.5	0.89
8.10 น.	228.1	0.257	50	306	579	442.5	0.88
8.20 น.	225.9	0.252	50	308	574	441	0.88
8.30 น.	225.1	0.251	50	314	588	451	0.88
8.40 น.	227.7	0.243	48	289	585	437	0.86
8.50 น.	227.4	0.232	44	270	610	440	0.86
9.00 น.	226.5	0.215	40	229	628	428.5	0.84
9.10 น.	226.1	0.237	45	272	598	435	0.86
9.20 น.	225.4	0.234	45	275	627	451	0.86
9.30 น.	224.8	0.212	41	230	630	430	0.85
9.40 น.	227.7	0.227	44	266	629	447.5	0.85
9.50 น.	227.8	0.226	44	253	601	427	0.85
10.00 น.	227.2	0.216	42	234	657	445.5	0.85
10.10 น.	227.6	0.223	45	261	618	439.5	0.85
10.20 น.	226.6	0.225	43	245	619	432	0.86
10.30 น.	226.7	0.23	45	267	623	445	0.86
10.40 น.	226.6	0.227	44	266	622	444	0.86
10.50 น.	226.7	0.231	44	273	627	450	0.86
11.00 น.	226.8	0.224	43	270	643	456.5	0.85
11.10 น.	226.9	0.209	41	219	645	432	0.84
11.20 น.	227	0.219	41	243	672	457.5	0.85
11.30 น.	226.7	0.219	43	253	703	478	0.85
11.40 น.	227.1	0.216	42	242	694	468	0.84
11.50 น.	228.2	0.211	40	245	719	482	0.85
12.00 น.	228.7	0.217	39	233	702	467.5	0.84
12.10 น.	226.6	0.211	39	233	702	467.5	0.84
12.20 น.	226.7	0.209	39	231	700	465.5	0.84
12.30 น.	226.9	0.216	41	241	690	465.5	0.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารใช้งานส่วนบุคคล ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ที่ให้มาโดยไม่คิดค่าลิขสิทธิ์ และต้องแจ้งเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีโอกาสใช้

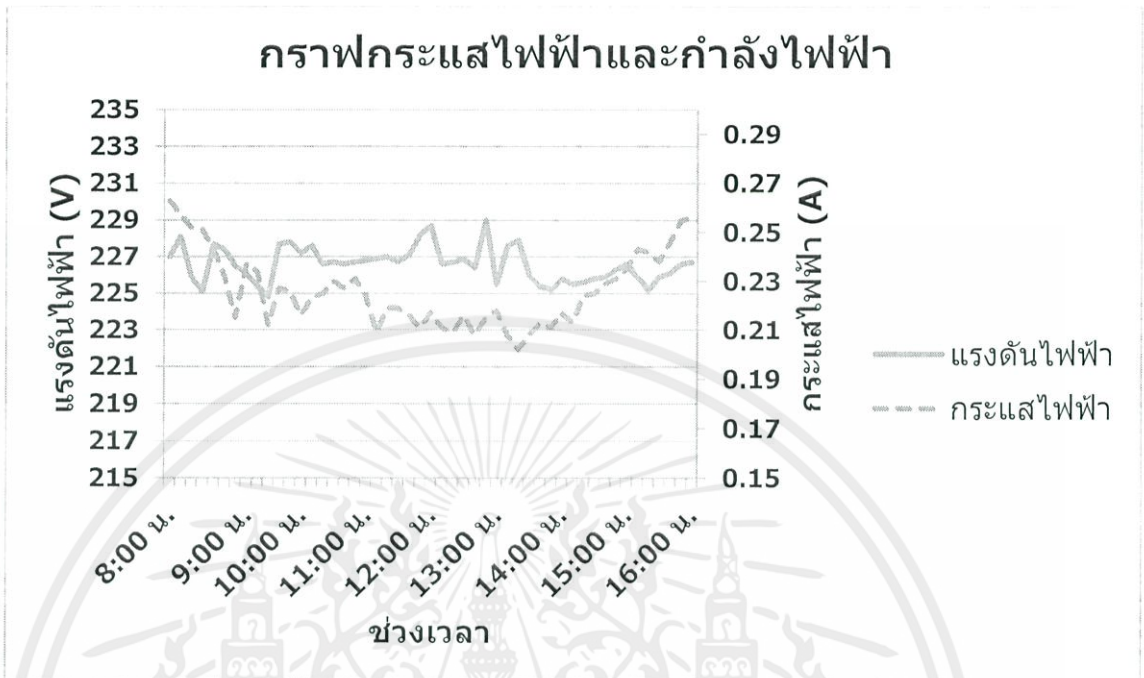
ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองที่ระดับบานเกล็ด 30 องศา(ต่อ)

ช่วงเวลา	แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (I)	กำลังไฟฟ้า (W)	ความเข้ม แสงใต้ โคม1 (Lux)	ความเข้ม แสงใต้ โคม2 (Lux)	ความเข้ม แสงใต้ โคมเฉลี่ย (Lux)	ค่าตัว ประกอบ กำลังไฟฟ้า
12.40 น.	226.4	0.208	39	226	682	454	0.83
12.50 น.	229	0.215	41	247	702	474.5	0.85
13.00 น.	225.5	0.218	41	242	700	471	0.85
13.10 น.	227.6	0.208	39	210	700	455	0.83
13.20 น.	227.9	0.202	38	205	710	457.5	0.83
13.30 น.	226	0.208	40	226	708	467	0.84
13.40 น.	225.4	0.213	40	225	725	475	0.85
13.50 น.	225.2	0.211	40	225	700	462.5	0.84
14.00 น.	225.8	0.217	41	228	697	462.5	0.85
14.10 น.	225.5	0.213	42	244	696	470	0.85
14.20 น.	225.6	0.224	43	261	684	472.5	0.85
14.30 น.	225.8	0.225	44	257	691	474	0.86
14.40 น.	225.9	0.229	44	250	670	460	0.86
14.50 น.	226.3	0.231	45	287	661	474	0.86
15.00 น.	226.6	0.235	46	280	640	460	0.86
15.10 น.	225.9	0.243	47	282	633	457.5	0.87
15.20 น.	225.2	0.242	48	296	653	474.5	0.87
15.30 น.	225.9	0.238	48	280	637	458.5	0.87
15.40 น.	226.1	0.246	48	284	629	456.5	0.87
15.50 น.	226.6	0.255	49	309	630	469.5	0.88
16.00 น.	226.7	0.256	50	318	628	473	0.88

จากตารางที่ 4.6 พบว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้มีค่ามากที่สุด 229 โวลต์ และมีค่าน้อยที่สุด 224.8 โวลต์ ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้มีค่ามากที่สุด 0.263 แอมแปร์ และมีค่าน้อยที่สุด 0.202 แอมแปร์ ค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้มีค่ามากที่สุด 53 วัตต์ มีค่าน้อยที่สุด 38 วัตต์ และมีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 43.6 วัตต์ โดยมีความเข้มแสงใต้ดวงโคมเฉลี่ยเท่ากับ 456 ลักซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความเข้มแสงใต้ดวงโคม และค่าตัวประกอบ กำลังไฟฟ้า ที่ได้บันทึกไว้มาพล็อตเป็นกราฟจะได้กราฟดังต่อไปนี้

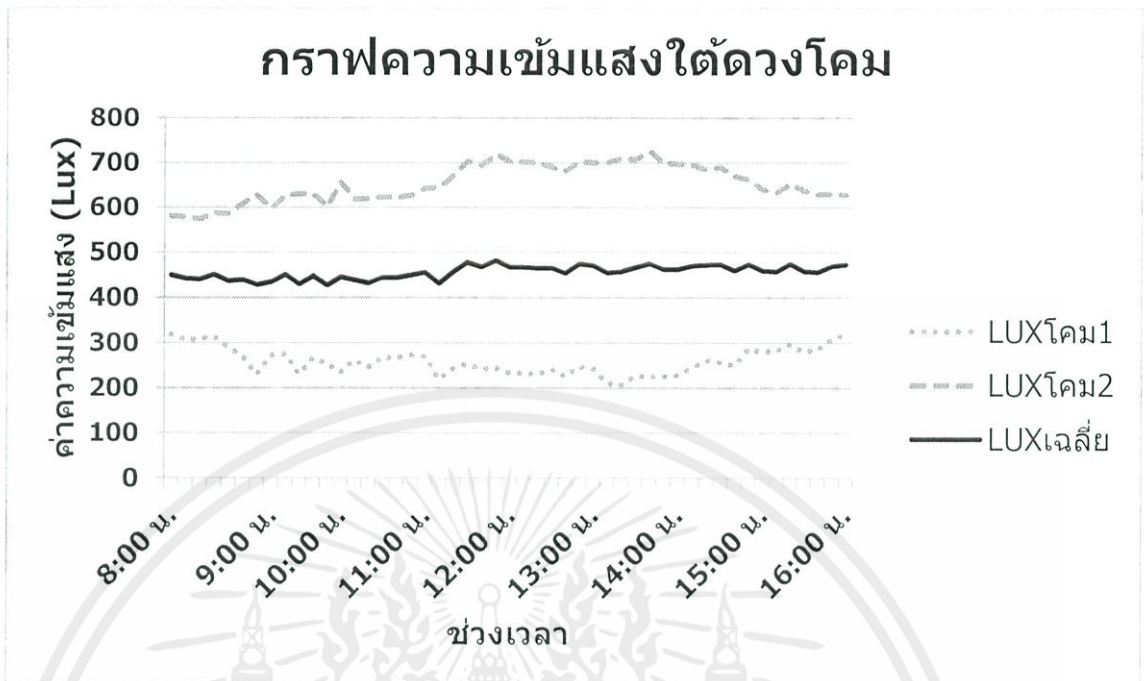


รูปที่ 4.6 กราฟกระแสไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 30 องศา



รูปที่ 4.7 กราฟกำลังไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 30 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 กราฟความเข้มแสงใต้ดวงโคมจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 30 องศา



รูปที่ 4.9 กราฟค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 30 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิดบานเกล็ด 45 องศา

ทดสอบวันที่ 25 กุมภาพันธ์ 2556

สภาพอากาศ มีเมฆมากเป็นส่วนใหญ่ อุณหภูมิ 28-35 องศา ความชื้น 70%

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองที่ระดับบานเกล็ด 45 องศา

ช่วงเวลา	แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (I)	กำลังไฟฟ้า (W)	ความเข้ม แสงใต้ โคม1 (Lux)	ความเข้ม แสงใต้ โคม2 (Lux)	ความเข้ม แสงใต้ โคมเฉลี่ย (Lux)	ค่าตัว ประกอบ กำลังไฟฟ้า
8.00 น.	229.5	0.199	36	124	480	302	0.8
8.10 น.	229	0.197	35	123	485	304	0.8
8.20 น.	230	0.197	35	124	489	306.5	0.8
8.30 น.	230	0.195	34	125	490	307.5	0.8
8.40 น.	229.5	0.194	33	126	490	308	0.79
8.50 น.	228.9	0.175	30	108	497	302.5	0.76
9.00 น.	230.8	0.173	29	110	504	307	0.76
9.10 น.	230.3	0.172	30	106	502	304	0.76
9.20 น.	229.8	0.173	30	107	540	323.5	0.76
9.30 น.	229.6	0.173	30	108	550	329	0.77
9.40 น.	229.7	0.172	30	110	542	326	0.76
9.50 น.	229.8	0.177	30	118	540	329	0.77
10.00 น.	229.7	0.175	30	129	539	334	0.78
10.10 น.	229.3	0.199	35	154	559	356.5	0.81
10.20 น.	229	0.167	29	108	588	348	0.75
10.30 น.	228.8	0.172	30	114	570	342	0.77
10.40 น.	228.5	0.177	31	118	550	334	0.78
10.50 น.	229.1	0.175	30	116	555	335.5	0.78
11.00 น.	228.9	0.182	31	126	580	353	0.78
11.10 น.	228.6	0.173	30	110	590	350	0.76
11.20 น.	228.6	0.179	31	120	575	347.5	0.77
11.30 น.	228.9	0.165	28	109	584	346.5	0.76
11.40 น.	229.8	0.163	28	95	607	351	0.74
11.50 น.	229.7	0.151	23	86	574	330	0.72
12.00 น.	230.1	0.162	27	93	580	336.5	0.74
12.10 น.	230.9	0.152	24	78	597	337.5	0.69
12.20 น.	231.2	0.172	30	125	615	370	0.77
12.30 น.	230.7	0.172	30	114	609	361.5	0.76

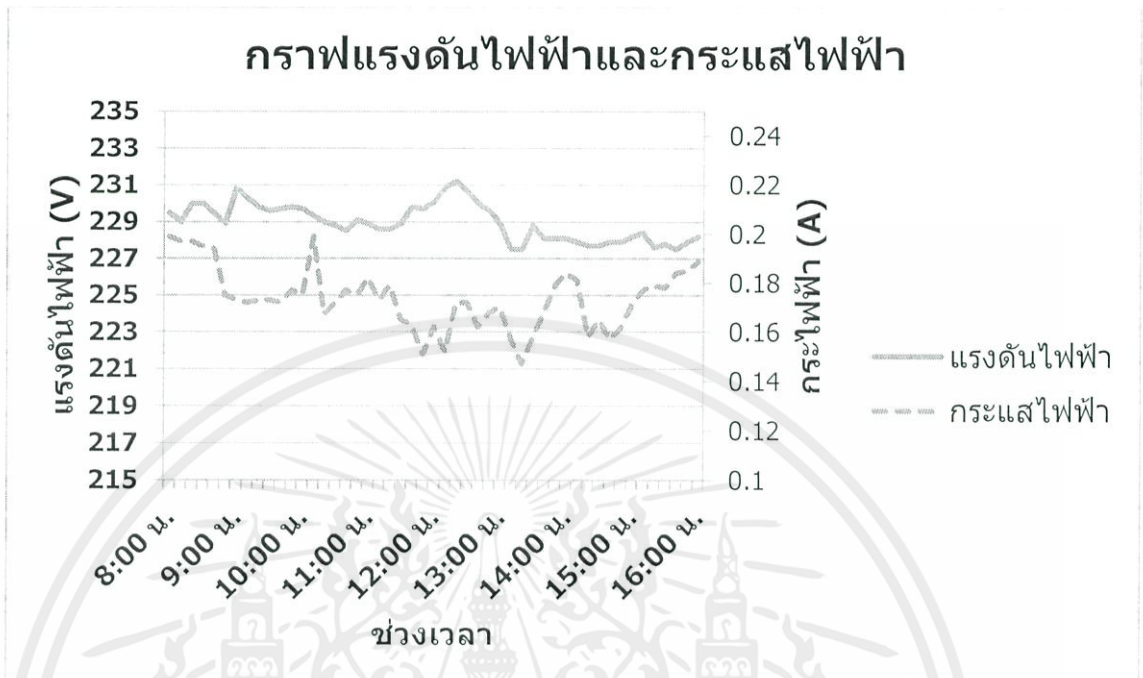
ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองที่ระดับบ้านเกลือ 45 องศา(ต่อ)

ช่วงเวลา	แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (I)	กำลังไฟฟ้า (W)	ความเข้ม แสงใต้ โคม1 (Lux)	ความเข้ม แสงใต้ โคม2 (Lux)	ความเข้ม แสงใต้ โคมเฉลี่ย (Lux)	ค่าตัว ประกอบ กำลังไฟฟ้า
12.40 น.	230	0.162	27	91	645	368	0.74
12.50 น.	229.6	0.168	29	109	639	374	0.76
13.00 น.	228.9	0.17	29	120	620	370	0.77
13.10 น.	227.5	0.157	25	94	625	359.5	0.71
13.20 น.	227.5	0.147	24	74	660	367	0.71
13.30 น.	228.8	0.158	26	103	642	372.5	0.74
13.40 น.	228.1	0.168	29	115	660	387.5	0.76
13.50 น.	228.1	0.179	31	126	600	363	0.77
14.00 น.	228.1	0.184	32	136	550	343	0.77
14.10 น.	227.9	0.181	32	134	546	340	0.78
14.20 น.	227.7	0.158	27	97	623	360	0.73
14.30 น.	227.7	0.165	28	102	675	388.5	0.75
14.40 น.	227.9	0.157	27	97	749	423	0.73
14.50 น.	227.9	0.162	27	99	700	399.5	0.73
15.00 น.	228.2	0.171	29	110	660	385	0.75
15.10 น.	228.4	0.177	31	118	615	366.5	0.77
15.20 น.	227.6	0.179	31	126	625	375.5	0.79
15.30 น.	227.8	0.178	32	143	595	369	0.79
15.40 น.	227.5	0.184	34	144	598	371	0.8
15.50 น.	227.9	0.185	34	143	543	343	0.8
16.00 น.	228.2	0.189	35	140	583	361.5	0.8

จากตารางที่ 4.7 พบว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้มีค่ามากที่สุด 231.2 โวลต์ และมีค่าน้อยที่สุด 227.5 โวลต์ ค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้มีค่ามากที่สุด 0.199 แอมป์ และมีค่าน้อยที่สุด 0.147 แอมป์ ค่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้มีค่ามากที่สุด 36 วัตต์ มีค่าน้อยที่สุด 23 วัตต์ และมีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 30 วัตต์ โดยมีความเข้มแสงใต้ดวงโคมเฉลี่ยเท่ากับ 348 ลักซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า ความเข้มแสงใต้ดวงโคม และค่าตัวประกอบ กำลังไฟฟ้า ที่ได้บันทึกไว้มาพล็อตเป็นกราฟจะได้กราฟดังต่อไปนี้

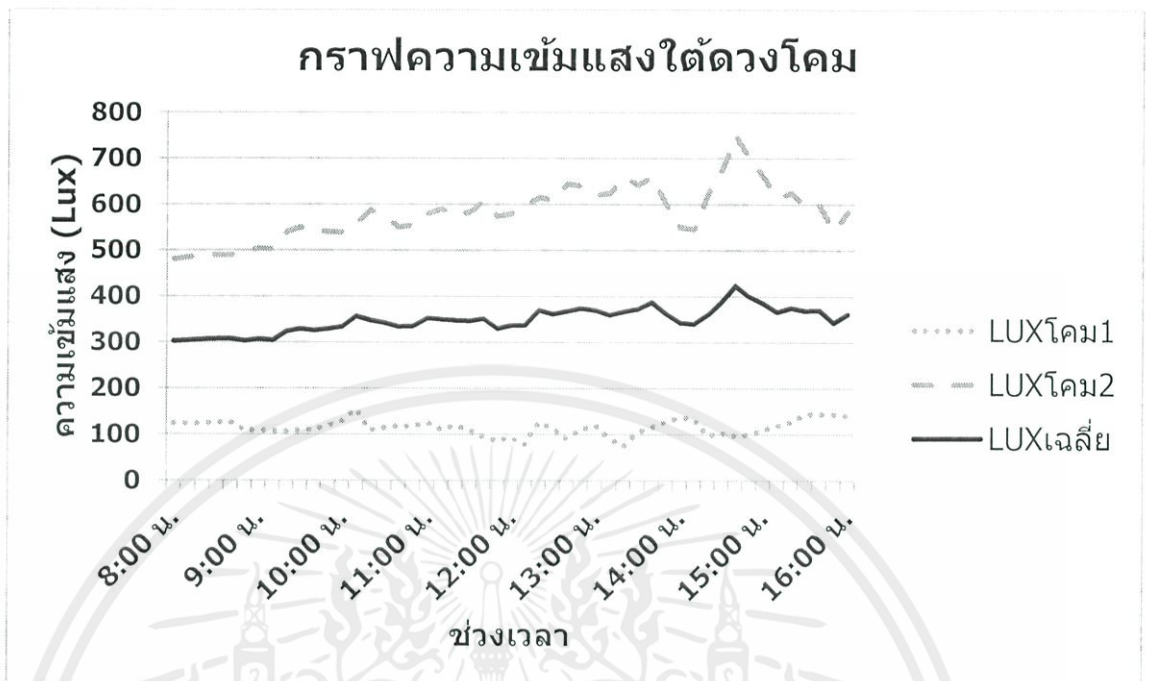


รูปที่ 4.10 กราฟแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 45 องศา



รูปที่ 4.11 กราฟกำลังไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 45 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 กราฟความเข้มแสงใต้ดวงโคมจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 45 องศา



รูปที่ 4.13 กราฟค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าจากการทดลองเปิดบานเกล็ดที่ระดับ 45 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลของการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์

ในการศึกษาเรื่องการควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 นั้น ปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 อีกประการหนึ่งคือ หลักเศรษฐศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แสดงถึงการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ของก่อนและหลังอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ดังนี้

4.3.1 การทดสอบความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์ในกรณีคิด 1 ดวงโคม

ใช้ดวงโคม 2x36 วัตต์ (ดวงโคมสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8) ซึ่งได้ใช้ร่วมกับบัลลาสต์แกนเหล็กประสิทธิภาพสูง 1 ชุด แล้วมีขนาด 86 วัตต์ เปิดใช้งานวันละ 8 ชั่วโมงต่อวัน แต่เมื่อเปลี่ยนใช้โคม 2x28 วัตต์ (ดวงโคมสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5) ซึ่งต่อร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 1 ชุดแล้วจะมีขนาด 61 วัตต์ ซึ่งจะประหยัดค่าไฟได้ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อ 1 ดวงโคม (2 หลอด/โคม)

สูตรการคำนวณ	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ต่อกับบัลลาสต์แกนเหล็กในดวงโคม 2x36 วัตต์	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในดวงโคม 2x28 วัตต์
จำนวนหน่วยไฟ/ปี (หน่วย)	$\frac{86 \times 8 \times 240}{1000} = 165.12$	$\frac{61 \times 8 \times 240}{1000} = 117.12$
ค่าไฟฟ้า/ปี (บาท)	$165.12 \times 4 = 660.48$	$117.12 \times 4 = 468.42$
เงินที่ประหยัดต่อปี (บาท/ปี)	$660.48 - 468.42 = 192$	
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	$\frac{500}{192} = 2.6$	

*หมายเหตุ คิดค่าไฟหน่วยละ 4 บาท

จากตารางที่ 4.5 พบว่าหากทำการติดตั้งหลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะประหยัดไฟ 48 หน่วยต่อปีต่อโคม เมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 หรือคิดเป็น 192 บาทต่อปีต่อโคม และยังช่วยลดการเกิดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ได้ถึง 37 กิโลกรัมต่อปีเมื่อคิดเปรียบเทียบต่อ 1 ดวงโคม

4.3.2 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์หลังการติดตั้งชุดควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 จากผู้ทดสอบ เปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ในเวลากลางวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม ต่อ 2 ดวง/โคม (2 หลอด/โคม) ในเวลากลางวัน

สูตรการคำนวณ	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ต่อกับบัลลาสต์แกนเหล็กในดวงโคม 2x36 วัตต์	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในดวงโคม 2x28 วัตต์ จำนวน 2 โคม หลังเปิดใช้ชุดควบคุม
จำนวนหน่วยไฟ/ปี (หน่วย)	$\frac{165 \times 8 \times 240}{1000} = 316.8$	$\frac{52 \times 8 \times 240}{1000} = 99.84$
ค่าไฟฟ้า/ปี (บาท)	$316.8 \times 4 = 1267.2$	$99.84 \times 4 = 399.36$
เงินที่ประหยัดต่อปี (บาท/ปี)	1267.2 - 399.36 = 867.84	
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	$\frac{4070}{867.84} = 4.69$	

*หมายเหตุ คิดค่าไฟหน่วยละ 4 บาท

จากตารางที่ 4.6 พบว่าหากทำการติดตั้งหลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะประหยัดไฟ 216.96 หน่วยต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 หรือคิดเป็น 867.84 บาทต่อปี

4.3.3 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์หลังการติดตั้งชุดควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 จากผู้ทดสอบ เปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ในเวลากลางคืน

ตารางที่ 4.10 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม ต่อ 2 ดวง/โคม (2 หลอด/โคม) ในเวลากลางคืน

สูตรการคำนวณ	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ต่อกับบัลลาสต์แกนเหล็กในดวงโคม 2x36 วัตต์	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในดวงโคม 2x28 วัตต์ จำนวน 2 โคม หลังเปิดใช้ชุดควบคุม
จำนวนหน่วยไฟ/ปี (หน่วย)	$\frac{165 \times 8 \times 240}{1000} = 316.8$	$\frac{60 \times 8 \times 240}{1000} = 115.2$
ค่าไฟฟ้า/ปี (บาท)	$316.8 \times 4 = 1267.2$	$115.2 \times 4 = 460.8$
เงินที่ประหยัดต่อปี (บาท/ปี)	1267.2 - 460.8 = 806.4	
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	$\frac{4070}{806.4} = 5.05$	

*หมายเหตุ คิดค่าไฟหน่วยละ 4 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 พบว่าหากทำการติดตั้งหลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม จะประหยัดไฟ 201.6 หน่วยต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 หรือ คิดเป็น 806.4บาทต่อปี

4.3.4 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์หลังการติดตั้งชุดควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 จากตู้ทดสอบ เปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในเวลากลางวัน

ตารางที่ 4.11 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม ต่อ 2 ดวงโคม (2 หลอด/โคม) ในเวลากลางวัน

สูตรการคำนวณ	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในดวงโคม 2x28 วัตต์	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในดวงโคม 2x28 วัตต์ จำนวน 2 โคม หลังเปิดใช้ชุดควบคุม
จำนวนหน่วยไฟ/ปี (หน่วย)	$\frac{120 \times 8 \times 240}{1000} = 230.4$	$\frac{52 \times 8 \times 240}{1000} = 99.84$
ค่าไฟฟ้า/ปี (บาท)	$230.4 \times 4 = 921.6$	$99.84 \times 4 = 399.36$
เงินที่ประหยัดต่อปี (บาท/ปี)	$921.6 - 399.36 = 522.24$	
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	$\frac{1970}{522.24} = 3.77$	

*หมายเหตุ คิดค่าไฟหน่วยละ 4 บาท

จากตารางที่ 4.8 พบว่าหากทำการติดตั้งหลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม จะประหยัดไฟ 130.56 หน่วยต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 หรือ คิดเป็น 522.24 บาทต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์หลังการติดตั้งชุดควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 จากตู้ทดสอบ เปรียบเทียบกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ในเวลากลางคืน

ตารางที่ 4.12 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม ต่อ 2 ดวง/โคม (2 หลอด/โคม) ในเวลากลางคืน

สูตรการคำนวณ	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในดวงโคม 2x28 วัตต์	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในดวงโคม 2x28 วัตต์ จำนวน 2 โคม หลังเปิดใช้ชุดควบคุม
จำนวนหน่วยไฟ/ปี (หน่วย)	$\frac{120 \times 8 \times 240}{1000} = 230.4$	$\frac{60 \times 8 \times 240}{1000} = 115.2$
ค่าไฟฟ้า/ปี (บาท)	$230.4 \times 4 = 921.6$	$115.2 \times 4 = 460.8$
เงินที่ประหยัดต่อปี (บาท/ปี)	$921.6 - 460.8 = 460.8$	
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	$\frac{1970}{460.8} = 4.28$	

*หมายเหตุ คิดค่าไฟหน่วยละ 4 บาท

จากตารางที่ 4.9 พบว่าหากทำการติดตั้งหลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม จะประหยัดไฟ 115.2 หน่วยต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 หรือคิดเป็น 460.8 บาทต่อปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การศึกษาเรื่องการควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะแบ่งการศึกษาและทดลองออกเป็น 4 ส่วนหลักๆ ได้แก่ การทำการศึกษาและจำลองผลการทดลองก่อนติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux วิเคราะห์และบันทึกผลการทดลองก่อนการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จากผู้ทดสอบที่ได้ออกแบบและจัดทำขึ้น วิเคราะห์และบันทึกผลการทดลองหลังการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และวิเคราะห์ความเหมาะสมของการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ทางด้านเศรษฐศาสตร์

ในการศึกษาและจำลองผลผลการทดลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ DIALux จะพบว่า การติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และดวงโคมตามภาคผนวก ก. จำนวน 2 โคม โคมละ 2 หลอด ทำให้ทราบค่าความเข้มแสงเฉลี่ยต่อพลังงานที่ใช้ ดังนี้ เมื่อเปิดดวงโคมโคมหน้าเพียงโคมเดียวมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยต่อพลังงานที่ใช้ภายใต้ดวงโคมเท่ากับเปิดดวงโคมโคมหน้าหลังโคมเดียว และเมื่อเปิดดวงโคมพร้อมกันทั้ง 2 ดวงโคมมีค่าความเข้มแสงเฉลี่ยต่อพลังงานที่ใช้ประมาณ 2 เท่าของเมื่อเปิดดวงโคมเดียว

นอกเหนือจากการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์แล้วโครงการวิจัยนี้ยังได้จัดทำผู้ทดสอบซึ่งสามารถทดสอบเปรียบเทียบการใช้งานก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 โดยผู้ทดสอบสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างทั้งทางด้านพลังงานไฟฟ้าและด้านการส่องสว่างจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ซึ่งจากการทดสอบทางด้านพลังงานไฟฟ้าจะพบว่า ก่อนติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 มีการใช้พลังงาน 120 วัตต์ ในขณะที่หลังการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะมีการใช้กำลังลดลงประมาณ 50% และในด้านการส่องสว่างจะพบว่าอุปกรณ์ควบคุมแสงอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะทำหน้าที่ควบคุมให้ค่าความเข้มแสงมีความเหมาะสมต่อการใช้งานจริงภายในห้องสำนักงานภายในอาคาร ดังนั้นจึงสามารถกล่าวได้ว่าอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 สามารถช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้และยังช่วยประหยัดค่าไฟฟ้าที่ต้องจ่ายอีกด้วย

สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะต้องมีการใช้งานบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหรี่แสงเท่านั้น และยังอิงกำหนดค่าความเข้มแสงให้มีค่าประมาณ 300-500 lux เสมอไม่ว่าจะมีแสงภายนอกมากน้อยเพียงไร จึงทำการทดลองโดยการปรับระดับบานเกล็ดที่ละ 15 องศาจะพบว่า อุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะทำหน้าที่ควบคุมให้ค่าความเข้มแสงภายใต้ดวงโคมมีค่า 300-500 lux เสมอ ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น

ในส่วนของการศึกษาและการวิเคราะห์ผลทางด้านเศรษฐศาสตร์จะพบว่าเมื่อมีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในอาคารได้รวมถึงจะสามารถลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิด

จากกระบวนการผลิตไฟฟ้าได้ด้วยตนเอง ทั้งนี้จากการวิเคราะห์ทางด้านเศรษฐศาสตร์จะพบว่ามีความเหมาะสมทางด้านเศรษฐศาสตร์มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่อุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จำนวน 1 ชุดสามารถควบคุมได้และจะขึ้นอยู่กับปริมาณแสงธรรมชาติที่เข้ามาภายในอาคารในแต่ละวันด้วย กล่าวคือถ้าอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 สามารถควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ได้ที่หลายๆหลอดและมีแสงธรรมชาติเข้ามา มากก็ จะยิ่งทำให้คืนทุนเร็ว

โดยรวมแล้วหากมีการใช้งานหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ร่วมกับอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ภายในอาคารจะสามารถทำให้มีการลดใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างภายในอาคาร จึงทำให้มีการลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เกิดจากกระบวนการผลิตไฟฟ้าจึงสามารถลดภาวะโลกร้อนได้อีกทางหนึ่ง นอกจากนี้การใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติที่มีปริมาณมากอยู่แล้วและทำการควบคุมแสงสว่างให้เหมาะสมกับการใช้งานในสำนักงานคือมีค่าความเข้มแสงประมาณ 300-500 lux จะยิ่งช่วยให้ไม่สิ้นเปลืองในการใช้งานแสงสว่างที่เกินความจำเป็น ดังนั้นอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่เล็งเห็นและตระหนักถึงคุณค่าของพลังงานไฟฟ้าในประเทศไทย รวมถึงการลดค่าใช้จ่ายภายในสำนักงานอีกด้วย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] นโยบายด้านพลังงานของรัฐบาล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://www.energy.go.th/?q=th/energy_policy
- [2] โครงการส่งเสริมการใช้หลอดคอมเบอร์ 5. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://t5.egat.co.th/detal1.htm>
- [3] HEP Group USA Inc. "Daylight Control & Energy Savings," P O Box 3088 Rancho Palos Verdes, CA 90274 USA, pp. 2-7.
- [4] Cooper Industries, Ltd. "SMART ENVIRONMENTS," 600 Travis, Ste. 5800 Houston, pp. 1-7.
- [5] Wing-Hung Ki, Jiyong Shi, Elson Yau, Philip K. T. Mok, and Johnny K. O. Sin, "Phase-Controlled Dimmable Electronic Ballast for Fluorescent Lamps," Department of Electrical and Electronic Engineering, Hong Kong University of Science and Technology, 1999.
- [6] L.H. Goud and J.W.F. Dorleijn "Standardized data for dimming of fluorescent lamps," Development Department Roosendaal Philips Lighting B.V., 2002.
- [7] Fabio Toshiaki Wakabayashi and Carlos Alberto Canesin "Dimmable Electronic Ballast with High Power-Factor SEPIC Preregulator, for Multiple Tubular Fluorescent Lamps," IEEE Power Electronics Specialists Conference 35th, 2004, pp. 4043-4049.
- [8] ศุภี บรรจงจิตร, "วิศวกรรมสองสว่าง", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- [9] คำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://t5.egat.co.th/saving.php.htm>
- [10] ดลวัฒน์ กองแก้ว และ กานต์ วตะกุลสิน, "บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรี่แสงแบบดิจิตอล," วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2553.
- [11] ญัฐพล เตียวประเสริฐ และ กฤตย์ พวงนาค, "ชุดปรับแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์," วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ไฟฟ้า, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2543.
- [12] นายชาญณรงค์ เกษรมาลา, นายทีศเทพ ยอดไทย และ นายนพดล แสงแดง, "ชุดควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์อัตโนมัติ," วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2548.
- [13] หลอดคอมใหม่เบอร์ 5. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
<http://www.hitop.co.th/T5-Detail.htm>
- [14] อุปกรณ์ไฟโต้. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://www.sptc.ac.th/prapruet/devicesweb/books/book_15.htm
- [15] ไฟโต้ทรานซิสเตอร์. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://electronics.se-ed.com/contents/140s135/140s135_p08.asp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น หากมีข้อสงสัยหรือต้องการข้อมูลเพิ่มเติม กรุณาติดต่อฝ่ายวิชาการ นำไปใช้

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

- [16] การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย, “บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์”, เอกสารเผยแพร่ความรู้เทคโนโลยีการประหยัดพลังงาน
- [17] สุริยปกร งามสรรพศิริ, “คู่มือการออกแบบและคำนวณระบบไฟฟ้าแสงสว่างโดยโปรแกรม DIALux” ปรินญาณีพันธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ,ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- [18] ดนัย ชูเพชร, “การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในส่วนของหลอดและบัลลาสต์”, กระทรวงพลังงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก

ทฤษฎีแสงสว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก ทฤษฎีแสงสว่าง

ก1. หน่วยที่ใช้ในการวัดค่าความส่องสว่าง

แสงสว่างเป็นพลังงานอย่างหนึ่งที่สามารถวัดปริมาณได้เหมือนพลังงานอย่างอื่น แต่มีชื่อเรียกที่แตกต่างกันออกไปเท่านั้น การวัดปริมาณแสงสว่างอาจจะออกมาในรูปความเข้มส่องสว่างปริมาณจำนวนเส้นของแสงสว่าง หรืออาจจะอยู่ในรูปปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างต่อหน่วยพื้นที่และอื่นๆ

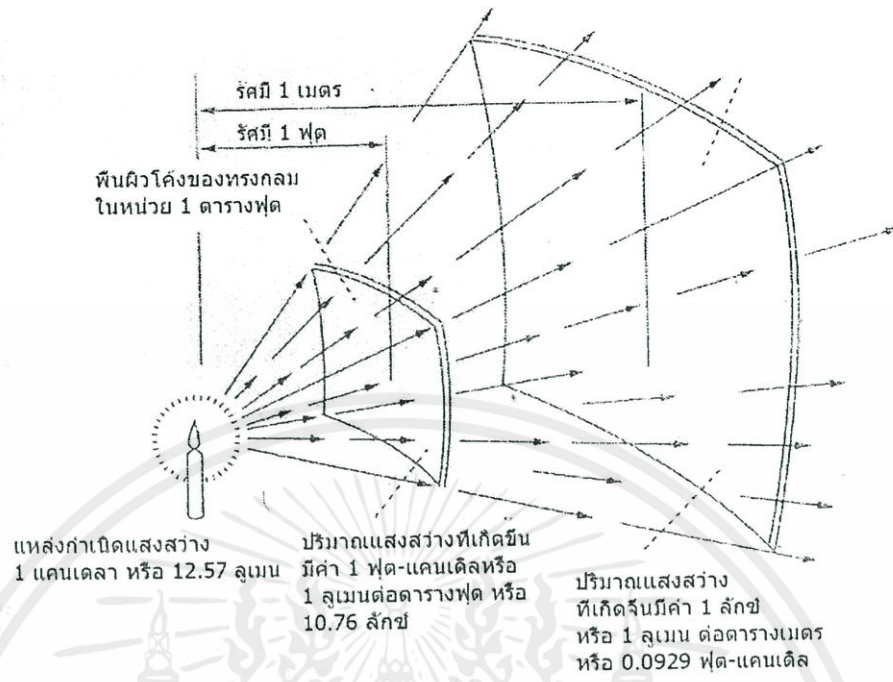
ก1.1 ความเข้มส่องสว่าง (Luminous Intensity) หรือ กำลังส่องสว่าง (Candelapower)

สามารถวัดค่าได้ตามความมากน้อยของพลังงานหรือกำลังงานที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงสว่างซึ่งมีหน่วยเป็น แคนเดลา (Candela) กำลังการส่องสว่างหรือความเข้มส่องสว่าง หนึ่งแคนเดลา จะมีขนาดเท่ากับ $1/60$ ของความเข้มส่องสว่างต่อตารางเซนติเมตรบนทุกๆพื้นที่ผิวของวัตถุดำที่อุณหภูมิเท่ากับจุดเยือกแข็งของทองคำขาวภายใต้ความดัน 760 มิลลิเมตรปรอท

ก1.2 ปริมาณจำนวนเส้นของแสงสว่าง (Lumen)

ในการบอกความมากน้อยของพลังงานหรือกำลังงานของแหล่งกำเนิดแสงสว่างใดๆ อีกวิธีหนึ่งที่ยอมรับใช้กันคือ จะอยู่ในรูปของปริมาณจำนวนเส้นของแสงสว่างที่เปล่งออกมาจากแหล่งกำเนิดแสงสว่างนั้น เช่น ถ้ามีแหล่งกำเนิดแสงสว่างขนาดเล็กมากๆ เสมือนจุดที่มีค่าความเข้มส่องสว่างเปล่งออกมารอบตัวมันอย่างสม่ำเสมอรอบทุกทิศทางและมีค่าเท่ากับ 1 แคนเดลา นำมาวางที่จุดศูนย์กลางของทรงกลม โดยมีรัศมี 1 หน่วยปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างที่พุ่งไปตกลงบนทุกๆ 1 ตารางหน่วยพื้นที่บนผิวของทรงกลมจะมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมน ถ้าพิจารณาพื้นที่ทั้งหมดของทรงกลมแล้ว จะมีค่าเท่ากับ 12.57 ตารางหน่วยพื้นที่ เพราะฉะนั้นค่าความเข้มส่องสว่าง 1 แคนเดลา จะสามารถเปล่งปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่างออกได้เท่ากับ 12.57 ลูเมน พิจารณาได้จากรูปที่ ก-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-1 ความสัมพันธ์ของหน่วยวัดแสงสว่างในรูปของฟุต-แคนเดิลและลักซ์

ก1.3 ฟุต-แคนเดลา (Foot-candela)

พิจารณาจากการนำแหล่งกำเนิดแสงสว่างที่มีขนาดเล็กมากๆ เสมือนจุดที่มีค่าความเข้มส่องสว่างเปล่งออกมารอบตัวมันอย่างสม่ำเสมอรอบทุกทิศทางมีค่าเท่ากับ 1 แคนเดลา นำมาวางที่จุดศูนย์กลางของทรงกลม โดยมีรัศมี 1 ฟุต และมีปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่าง 1 ลูเมน ไปตกลงบนพื้นที่ผิวของทรงกลมทุกๆ หนึ่งตารางฟุต ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ 1 ฟุต-แคนเดิล หรือมีค่า 1 ลูเมนต่อตารางฟุต

ถ้ามีแหล่งกำเนิดแสงสว่างขนาดเล็กมากๆ เสมือนจุดที่มีค่าความเข้มส่องสว่างเปล่งออกมารอบตัวมันอย่างสม่ำเสมอรอบทุกทิศทางและมีค่าเท่ากับ 1 แคนเดลา นำมาวางที่จุดศูนย์กลางของทรงกลม โดยมีรัศมี 1 เมตรและมีปริมาณจำนวนเส้นแรงของแสงสว่าง 1 ลูเมน ไปตกลงบนพื้นที่ผิวของทรงกลมทุกๆ หนึ่งตารางเมตร ปริมาณแห่งการส่องสว่างที่เกิดขึ้นจะมีค่าเท่ากับ 1 ลักซ์หรือมีค่าเท่ากับ 1 ลูเมนต่อตารางเมตรและค่าปริมาณแห่งการส่องสว่าง 1 ฟุต-แคนเดิล จะที่ค่าเท่ากับ 10.76 ลักซ์

เครื่องมือที่ใช้ในการวัดค่าปริมาณแห่งความส่องสว่างที่นิยมใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ ฟุต-แคนเดิลมิเตอร์ (Foot-candlemeter) กับลักซ์มิเตอร์ (Luxmeter) ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ ก-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ขงวัน วิสาห์กรับการ ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-2 ลักษณะของเครื่องวัดปริมาณแห่งการส่องสว่างซึ่งมี ฟุต-แคนเดิลมิเตอร์ และลักซ์มิเตอร์

ก2. ทฤษฎีเกี่ยวกับการส่องสว่าง

ตามธรรมชาติแล้วปริมาณแห่งการส่องสว่างจะแปรผันตรงกับความเข้มแห่งการส่องสว่าง และแปรผกผันกับระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงสว่างถึงจุดที่ต้องการวัดแสงสว่างยกกำลังสองและเรียกความสัมพันธ์นี้ว่า กฎกำลังสองผกผัน (Inverse Square Law) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

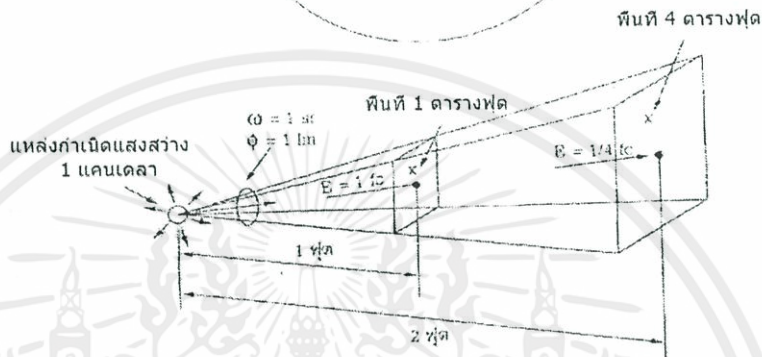
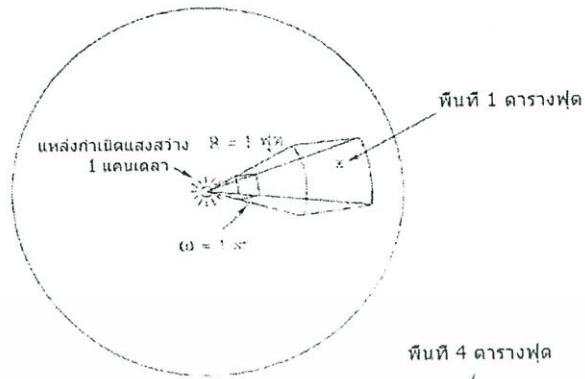
$$Cd = \frac{E}{D^2} \tag{ก-1}$$

ให้ E คือ ปริมาณแห่งการส่องสว่างบนจุดที่ต้องการวัดมีหน่วยเป็น ฟุต-แคนเดิลหรือลักซ์

Cd คือ ความเข้มส่องสว่างของแหล่งกำเนิดแสงสว่างมีหน่วยเป็นแคนเดลา

D คือ ระยะทางจากแหล่งกำเนิดแสงสว่างถึงจุดบนพื้นที่ที่ต้องการวัดแสงสว่างมีหน่วยเป็นฟุตหรือเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

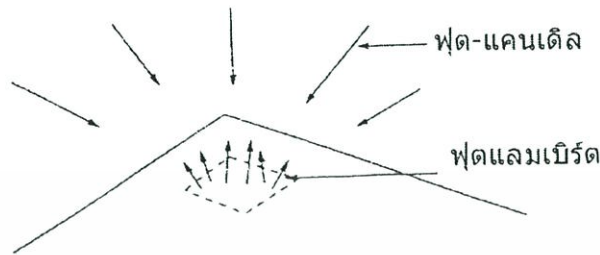


รูปที่ ก-3 ปริมาณแห่งการส่องสว่างหรือการส่องสว่าง ซึ่งจะลดลงเมื่อระยะทางเปลี่ยนแปลงไปโดยจะแปรผกผันกับระยะทางยกกำลังสอง

ก3. ความจ้าของแสงสว่าง

เมื่อมีการส่องสว่างออกจากแหล่งกำเนิดแสงสว่าง เมื่อแสงสว่างไปตกกระทบวัตถุแล้วจะมีการสะท้อนออกเข้าสู่ตา แสงสว่างจะสะท้อนออกมามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับวัตถุที่ถูกแสงสว่างตกกระทบกับวัตถุนั้นอาจจะดูดกลืนเข้าไปในพื้นผิวทั้งหมด หรืออาจสะท้อนออกมาทั้งหมดหรือเพียงเล็กน้อย ถ้ามีการสะท้อนแสงสว่างออกมาน้อยก็อาจจะกล่าวได้ว่ามีความจ้าน้อย ซึ่งความจ้าของแสงสว่างที่สะท้อนออกจากวัตถุหรือพุ่งเข้าหาตา สามารถวัดค่าต่อหน่วยพื้นที่ของการสะท้อนแสงสว่างได้ มีหน่วยเป็นฟุตแลมเบิร์ต (Foot-lambert) ซึ่งค่าฟุตแลมเบิร์ตนี้จะมีค่าเท่ากับปริมาณแห่งการส่องสว่างคูณกับค่าความสามารถในการสะท้อนแสงสว่างของวัตถุนั้นและค่าฟุตแลมเบิร์ตนี้เป็นค่าที่สายตาคนเราเห็นหรือที่เรียกว่า ความจ้า ไม่ใช่ความสว่างในหน่วยของ ฟุต- แคนเดิล ดังรูปที่ ก-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-4 ความสัมพันธ์ของการส่องสว่างกับความจ้า (ฟุต-แคนเดิลกับฟุตแลมเบิร์ต)

ก4. ข้อบังคับของการออกแบบ

พื้นฐานที่จำเป็นและสำคัญในการพิจารณาถึงความพอเพียงของแสงในระบบแสงสว่างภายในนั้น จะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และเรื่องระคายตา จำนวนของแสงหรือระดับแสงสว่างจะถูกกำหนดโดยความเข้มแสง(illuminance) ที่ปรากฏบนพื้นระนาบหรือพื้นผิวใช้งาน ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่าระดับแสงสว่าง จะขึ้นอยู่กับเงื่อนไข 6 ข้อ ต่อไปนี้

- ระดับแสงสว่าง
- การกระจายความส่องสว่างในทิศทางของการมองเห็น
- แสงจ้า
- โมเดลลิง (modelling)
- สี
- ความสวยงาม

ก4.1 ระดับแสงสว่าง

1.ระดับต่ำสุดสำหรับพื้นที่ทางเดิน เป็นระดับของแสงสว่างที่สามารถมองเห็นใบหน้าของบุคคลออก โดยมีค่าความสว่างประมาณ 1 cd/m^2 ความเข้มแสงในแนวระนาบประมาณ 20 lux ซึ่งไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ค่าที่ต่ำกว่านี้จะเป็นค่าความเข้มแสงที่ต่ำที่สุดสำหรับพื้นที่ทางเดินหรือพื้นที่ที่ไม่ได้ใช้งาน

2.ระดับต่ำสุดของการทำงาน เป็นระดับของแสงสว่างที่สามารถมองเห็นใบหน้าของบุคคล ออก โดยไม่ต้องเพ่งสายตามาก จะมีค่าความสว่างประมาณ 10-20 cd/m² และค่าความเข้มแสงใน แนวตั้งอย่างน้อย 100 lux ความเข้มแสงในแนวระนาบประมาณ 200 lux ซึ่งจะเป็นค่าความเข้มแสง ต่ำสุดสำหรับพื้นที่ทำงานทั้งหมด

3.ระดับดีที่สุดสำหรับการทำงาน เป็นระดับของแสงสว่างที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการทำงาน โดยมีค่าความส่องสว่างประมาณ 100-400cd/m² และมีค่าความเข้มแสงในแนวระนาบประมาณ 2000 lux

ตารางที่ ก-1 แสดงย่านความเข้มแสงที่เหมาะสมกับพื้นที่ใช้งาน

ย่านของความเข้มแสง	ความเข้มแสง (Lux)	ตัวอย่างของพื้นที่หรือกิจกรรม
แสงสว่างโดยทั่วไปสำหรับห้อง หรือพื้นที่ใช้ไม่บ่อย หรือนานๆ ครั้ง หรือเพียงแต่ให้มีการมองเห็นเท่านั้น	20	ความเข้มแสงต่ำสุดสำหรับพื้นที่ภายนอกบริเวณ
	30	รอบๆ
	50	สโตร์ภายนอก คอกสัตว์
	75	ทางเดินภายนอก ที่จอดรถภายใน
	100	อุโมงค์และท่าเทียบเรือ
	150	โรงภาพยนตร์และโรงละคร โรงแรมซึ่งได้แก่ ห้องนอน ห้องอาบน้ำ พื้นที่รอบๆโรงงาน สโตร์และห้องเก็บของ
ส่องสว่างโดยทั่วไปสำหรับการส่องสว่างภายในอาคาร	200	ความเข้มแสงต่ำสุดบนผิวใช้งาน
	300	บนเครื่องจักรและบนโต๊ะขรุขระ โรงงาน อุตสาหกรรมเคมีและอาหาร มีการอ่านไม่บ่อย และกิจกรรมงานไม่บ่อยนัก
	500	บนเครื่องจักร การประกอบมอเตอร์ ห้อง เครื่องพิมพ์สี ออฟฟิศทั่วไป โรงฝึกงานและส โตร์
	750	ห้องเขียนแบบและออฟฟิศที่มีเครื่องใช้ในงาน ธุรกิจ
	1000	เครื่องจักร โรงประกอบเครื่องจักร งานสี งานเขียนแบบ
	1500	งานละเอียด การประกอบเครื่องมือ วัดละเอียด และโรงงานประกอบอุปกรณ์กลไกทางกลตัวเล็ก และเป็นงานละเอียด
แสงสว่างเพื่อการมองเห็นเนื่อ งานละเอียด	2000	งานละเอียดทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์อื่นใดโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์

ก4.2 การกระจายความส่องสว่าง

สามารถอธิบายได้จากสมการ

$$\text{ค่าความเข้มแสงจะมีค่า} = \frac{\text{ปริมาณแสงตกกระทบ}}{\text{พื้นที่}}$$

$$\text{ค่าความส่องสว่าง} = \frac{\text{ความเข้มแสง} \times \text{ค่าการสะท้อน}}{\pi}$$

ก4.3 แสงจ้า

ถ้าหลอดไฟ ดวงโคม หน้าต่าง หรือพื้นที่อื่นๆ มีความสว่างแตกต่างจากความสว่างของพื้นที่ที่ภายในทั่วๆไปแล้ว จะเกิดปัญหาของแสงจ้า แสงจ้ามีที่เกิดโดยตรงหรือแบบสะท้อน โดยแสงจ้าโดยตรงจะเกิดจากสาเหตุความสว่างของดวงโคมที่ปรากฏแก่ตา เมื่อ การมองเห็นไปยังดวงโคมนั้น ส่วนแสงจ้าแบบสะท้อนเกิดจากการมองมุมวัตถุที่มีการสะท้อน แสงจ้าแบ่งออกได้เป็น 2ชนิด ซึ่งในบางครั้งอาจเกิดขึ้นพร้อมกันก็ได้ แสงจ้า 2 ชนิดนี้ ได้แก่ แสงจ้าพร่านัยน์ตา และแสงจ้าระคายตา โดยแสงจ้าพร่านัยน์ตาจะทำให้ความสามารถในการมองเห็นลดลง ส่วนแสงจ้าระคายตาคือแสงจ้าที่ทำให้เกิดความไม่สบายตา

ก4.4 สี

คุณภาพสีของหลอดไฟจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่สำคัญ 2ประการคือ

1. สีที่ปรากฏ โดยที่แหล่งกำเนิดแสงสีขาวจะสามารถแบ่งออกเป็น 3กลุ่ม ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับสีที่ปรากฏออกมา ดังตาราง ก-2 สำหรับแสงสว่างที่มีคุณภาพดี จะพบว่าอุณหภูมิสีของหลอดไฟจะสัมพันธ์กับระดับความเข้มแสง พิจารณาได้

ตารางที่ ก-2 แสดงสีที่ปรากฏของหลอดไฟ

Correlated color temperature (CCT)	สีที่ปรากฏ
>5000 K	คูล (cool)
3300-5000 K	อินเตอร์มีเดียต
>3300 K	วอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน 2. การตอบสนองสี CIE ได้แนะนำวิธีการวัดและคุณสมบัติการตอบสนองสีของแหล่งกำเนิดไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนี้ แสง โดยใช้พื้นฐานของมันเซลล์ ดัชนีการตอบสนองสี (Ra) ซึ่งได้มาจากกลุ่มสีทดสอบจำนวน8สี ตามทฤษฎีค่าสูงสุดของ Ra จะมีค่าเท่ากับ100 ซึ่งCIE จะแบ่งการตอบสนองสีเป็น 4 กลุ่ม ดังแสดงในตาราง ก-3

ตารางที่ ก-3 สีที่ปรากฏและการตอบสนองสี

กลุ่มการตอบสนองสี	ช่วงของดัชนี การตอบสนองสี R_a	สีที่ปรากฏ	ตัวอย่างการใช้
1	$R_a \geq 85$	คูล	อุตสาหกรรมทอผ้า สี และอุตสาหกรรมเกี่ยวกับสี
		อินเตอร์มีเดียต	การแสดงของแสง ร้านค้า โรงพยาบาล
		วอร์ม	บาร์ โรงแรม ภัตตาคาร
2	$70 \leq R_a < 80$	คูล	ออฟฟิศ โรงเรียน ห้างสรรพสินค้า สโตร์
		อินเตอร์มีเดียต	ออฟฟิศ โรงเรียน ห้างสรรพสินค้า สโตร์ สภาวะแวดล้อมที่ถูกวิจารณ์อุตสาหกรรม(ในภูมิภาคพอสบาย)
		วอร์ม	ออฟฟิศ โรงเรียน ห้างสรรพสินค้า สโตร์ สภาวะแวดล้อมที่ถูกวิจารณ์อุตสาหกรรม(ในภูมิภาคเย็น)
3	หลอดไฟที่ $R_a < 70$ แต่มีคุณสมบัติการตอบสนองสีที่ยอมรับได้และใช้สำหรับงานภายในทั่วไป		ภายในโดยการตอบสนองถือว่ามีความสำคัญน้อย
S (พิเศษ)	หลอดซึ่งมีคุณสมบัติการตอบสนองสีผิดปกติ		การใช้งานพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

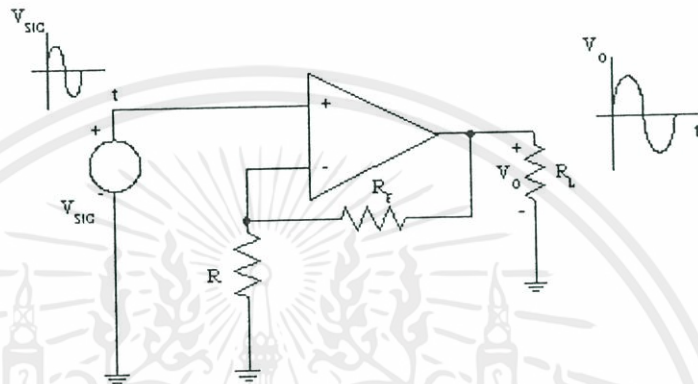


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ข้อมูลสนับสนุนการทดลอง

ข.1 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส (Noninverting Amplifier)

วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส จะมีเฟสเดียวกันกับอินพุตที่เข้ามา โดยที่ขาอินพุตจะถูกป้อนเข้าทางอินพุตบวกแต่ R_F ก็ยังคงต่อเข้าทางอินพุตลบ ดังรูป



รูปที่ ข-1 วงจรขยายแบบไม่กลับเฟส

กำหนดให้ $I_1 = \frac{V_{SIG}}{R}$ และ $I_F = \frac{V_O - V_{SIG}}{R_F}$

เมื่อ $I_N = 0$ ทำให้ $I_1 = I_F$ จะได้

$$\frac{V_{SIG}}{R} = \frac{V_O - V_{SIG}}{R_F}$$

นั่นคือ อัตราขยายสำหรับวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส คือ

$$A_V = \frac{V_O}{V_{SIG}} = 1 + \frac{R_F}{R}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

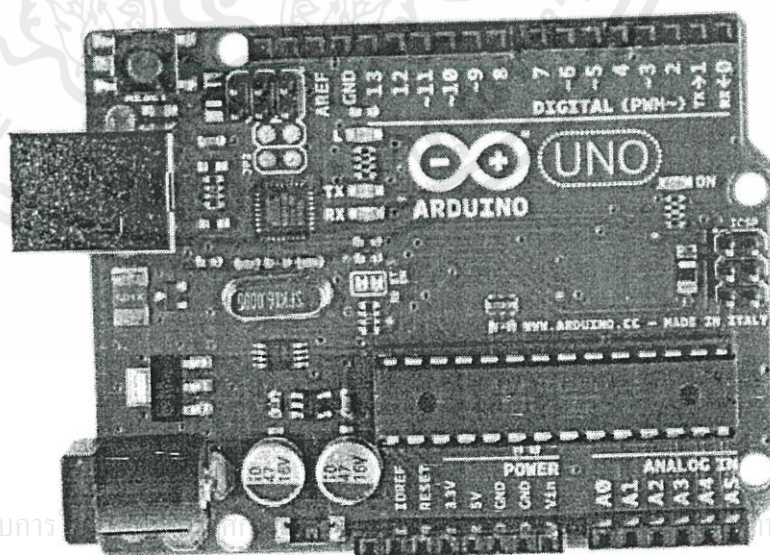
ข.2 ชุดควบคุม

จากรูปที่ ข.2-1 แสดงชุดควบคุมบอร์ด Arduino Uno R3 ซึ่งมีข้อมูลสำหรับการใช้งานได้ตามตารางที่ ข.2-1 ซึ่งหลักๆจะมี

1. แรงดันที่ใช้ในการทำงาน 5 V
2. ดิจิตอล อินพุต/เอาต์พุต 14 ช่อง แบ่งเป็นช่องสำหรับ พีดับเบิลยูเอ็ม(PWM) 6 ช่อง
3. อนาล็อกอินพุต 6 ช่อง

ตารางที่ ข.2-1 ข้อมูลและฟังก์ชันสำหรับการใช้งาน

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกร... ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ข.2-1 บอร์ด Arduino Uno R3

ข.3 ข้อมูลตัวตรวจจับ

คุณสมบัติของตัวตรวจจับ

ตารางที่ ข.3-1 คุณสมบัติของตัวตรวจจับ

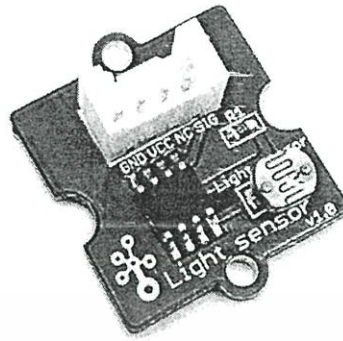
Items	Min
PCB Size	2.0cm*2.0cm
Interface	2.0mm pitch pin header
IO Structure	SIG,VCC,GND,NC
ROHS	YES

คุณสมบัติทางอิเล็กทรอนิกส์

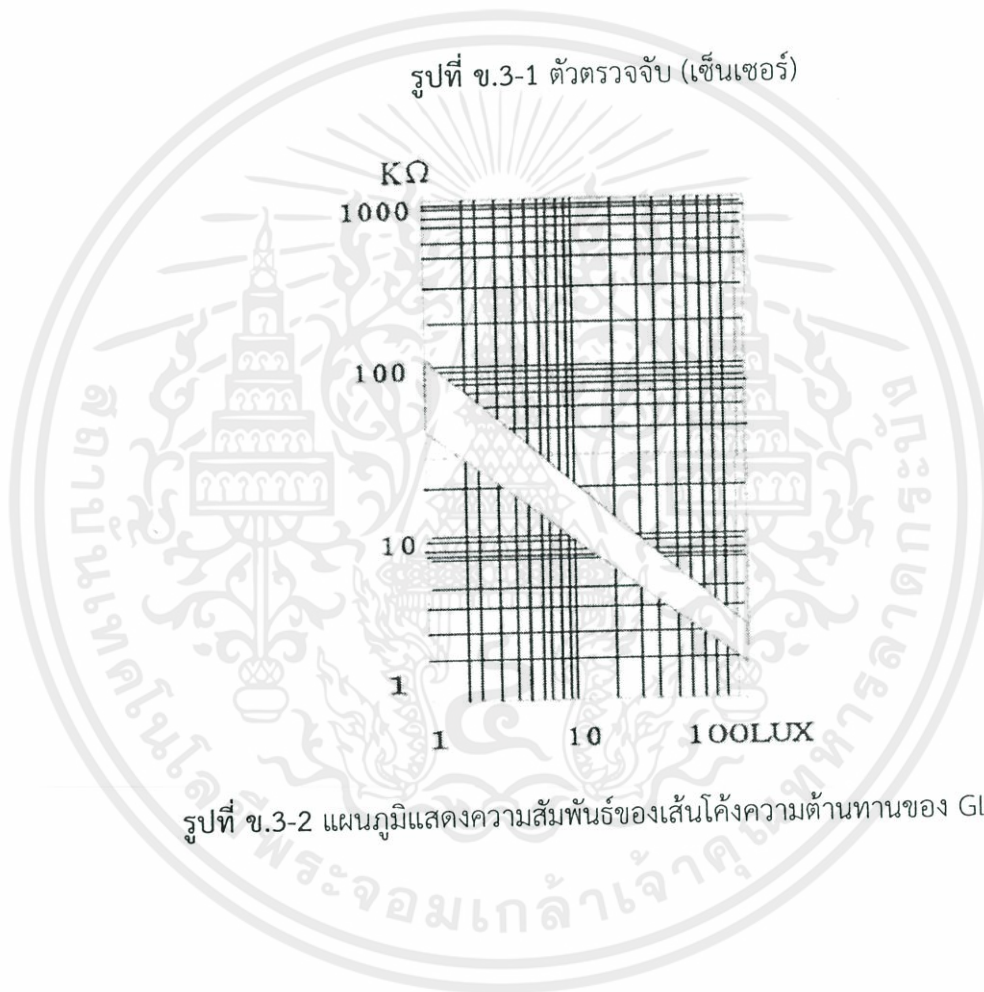
ตารางที่ ข.3-2 คุณสมบัติทางอิเล็กทรอนิกส์

Items	Conditions	Min	Type	Max	Unit
System Characteristics					
VCC	-	3	5	30	V
Supply Current	-	0.5	-	3	mA
Photoresistor Characteristics					
Light resistance	10lux	8	-	20	k Ω
Dark resistance	0lux	-	1	-	k Ω
100V10	-	-	0.6	-	-
Reponse time	Rising	-	20	-	S
	Falling	-	30	-	S
Peak Wavelength	-	-	540	-	nm
Ambient temperature	-	-30	-	+70	$^{\circ}$ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.3-1 ตัวตรวจจับ (เซ็นเซอร์)



รูปที่ ข.3-2 แผนภูมิแสดงความสัมพันธ์ของเส้นโค้งความต้านทานของ GL5528

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.4 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

ตารางที่ ข.4-1 คุณลักษณะทั่วไป

Interface	1-10V
Rated Number of Lamps	2 piece
Rated Ballast-Lamp Power	14-35
Rated Lamptype	TL5
Application code	EII
Line Voltage	220-240V
Line Frequency	50/60 Hz
Housing	L 360x30x21
Ignition Method	Programmed Start
Lifetime 90% surv.@Tcaselife	50000 hr
Energy Efficiency Index	A1



รูปที่ ข.4-1 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข.5 โปรแกรมควบคุมภาษาซี

```

PWMoutput1 = 10;           // PWM output to digital pin 10
int PWMoutput2 = 11;       // PWM output to digital pin 11
int analogPin1 = A1;       // sensor connected to analog pin 1
int analogPin2 = A2;       // sensor connected to analog pin 2
int val1 = 0;              // variable to store the read value
int val2 = 0;              // variable to store the read value
float PWMval1 = 0;         // variable to store the PWM value
float PWMval2 = 0;         // variable to store the PWM value

void setup()
{
  pinMode(PWMoutput1,OUTPUT); // sets the pin as output
  pinMode(PWMoutput2,OUTPUT); // sets the pin as output
  PWMval1 = 255;             // sets the PWM value to maximum
  PWMval2 = 255;           // sets the PWM value to maximum
}

void loop()
{
  //..... Lamp 1.....
  val1 = analogRead(analogPin1);
  if (val1 >= 10 && val1 <= 240){
    PWMval1 = PWMval1+0.25;
  }
  if (val1 > 240 && val1 < 250){
    PWMval1 = PWMval1;
  }
  if (val1 >= 250 && val1 <= 1023){
    PWMval1 = PWMval1-0.25;
  }
  if (PWMval1 >= 255){
    PWMval1 = 255;
  }
  if (PWMval1 <= 0){
    PWMval1 = 0;
  }
  analogWrite(PWMoutput1,PWMval1);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

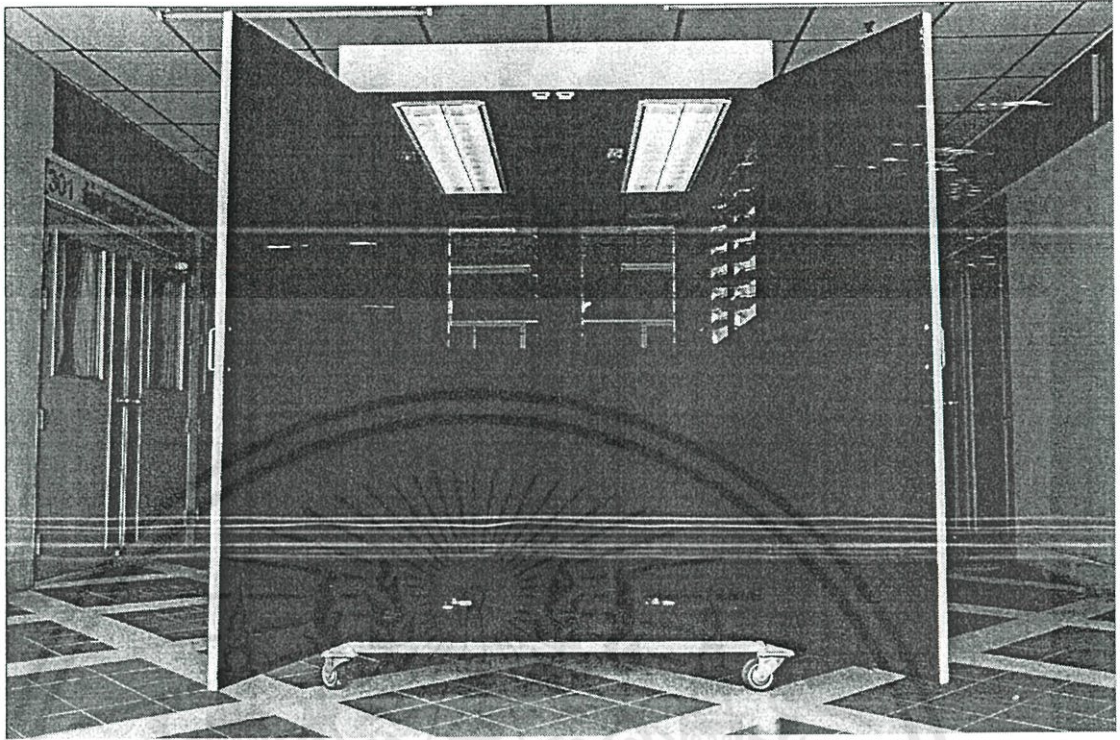
//..... Lamp 2 .....
val2 = analogRead(analogPin2);
if (val2 >= 10 && val2 <= 200){
  PWMval2 = PWMval2+0.25;
}
if (val2 > 200 && val2 < 210){
  PWMval2 = PWMval2;
}
if (val2 >= 210 && val2 <= 1023){
  PWMval2 = PWMval2-0.25;
}
if (PWMval2 >= 255){
  PWMval2 = 255;
}
if (PWMval2 <= 0){
  PWMval2 = 0;
}
analogWrite(PWMoutput2,PWMval2);
delay(20);
}

```

ข.6 สาเหตุที่ไม่สามารถควบคุมค่าความเข้มแสงให้อยู่ในระดับ 300 – 500 lux เมื่อปรับระดับบานเกล็ดที่ระดับ 60 75 และ 90 องศา

สาเหตุที่ไม่สามารถควบคุมค่าความเข้มแสงให้อยู่ในระดับ 300 – 500 lux เมื่อปรับระดับบานเกล็ดที่ระดับ 60 75 และ 90 องศา นั้นมาจากเมื่อทำการปรับระดับบานเกล็ดที่ระดับ 60 75 และ 90 องศา ดังรูปที่ ข.6-1 แสงจากภายนอกตู้ทดสอบจะตกกระทบกับบานเกล็ดและบางส่วนจะสะท้อนขึ้นไปบนตู้ทดสอบ ทำให้แสงจากภายนอกไม่สามารถส่องไปถึงพื้นตู้ทดสอบเป็นผลให้ที่พื้นตู้ทดสอบมีความเข้มแสงลดลง ส่วนแสงที่สะท้อนขึ้นไปบนตู้ทดสอบจะทำให้ความสว่างของหลอดไฟลดลงเช่นกัน และสาเหตุอีกประการคือตู้ทดสอบที่สร้างมามีพื้นที่ใช้งานน้อยเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.6-1 ภายในตู้ทดสอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

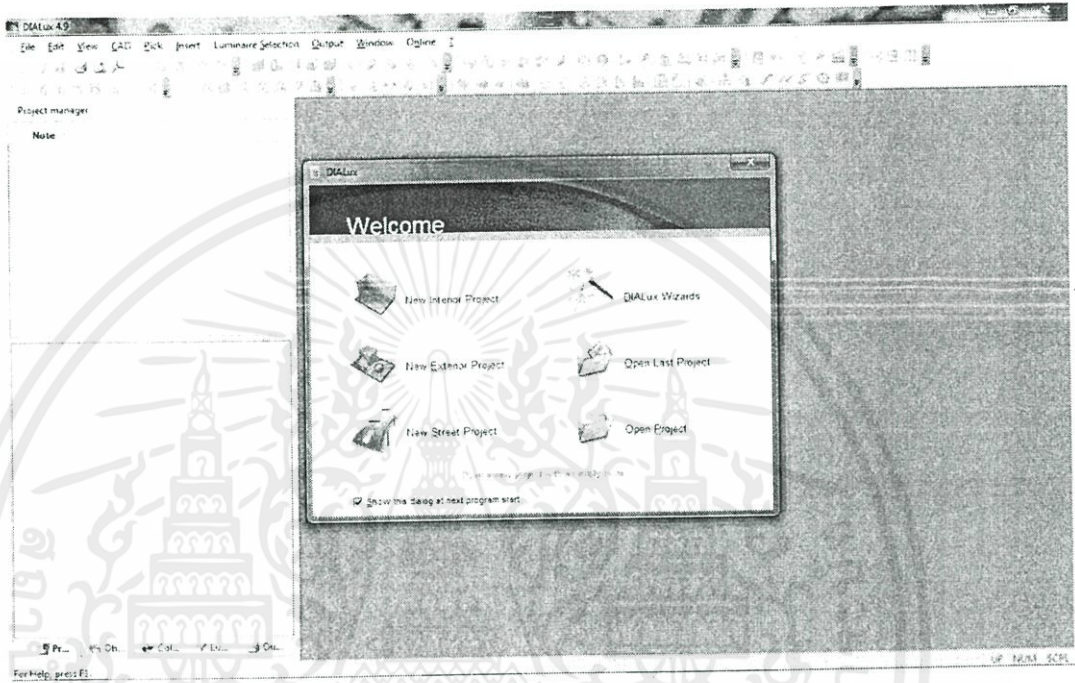


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

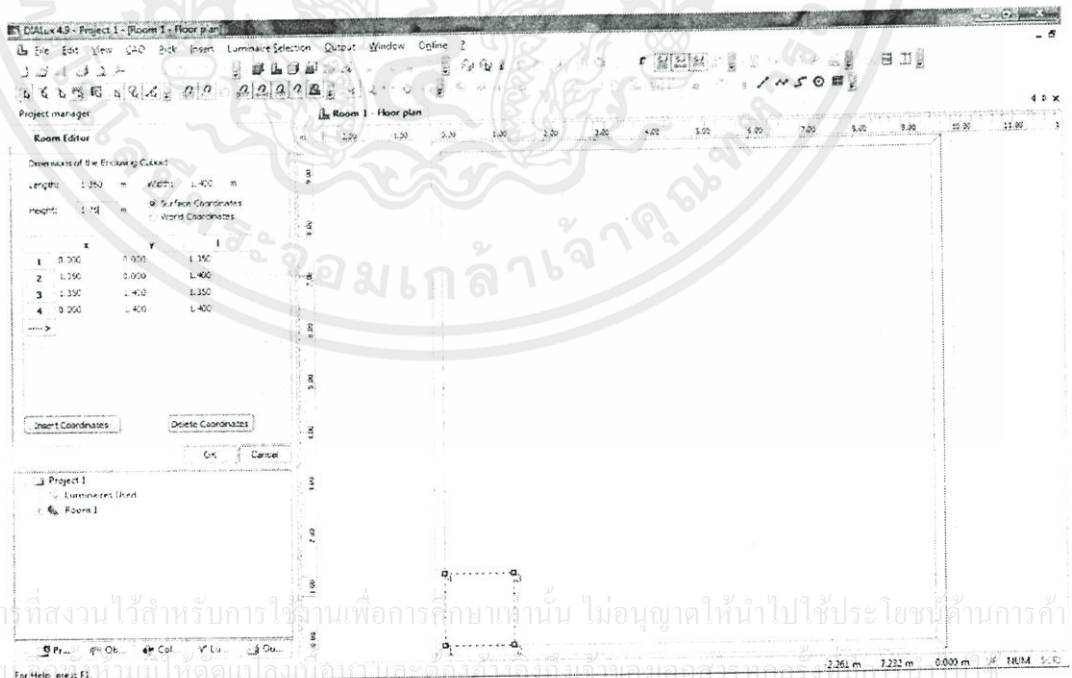
ภาคผนวก ค
การใช้งานโปรแกรมจำลองคอมพิวเตอร์ DIALux

ขั้นตอนการจำลองห้องตัวอย่างโดยใช้โปรแกรม DIALux

1. เมื่อเปิดโปรแกรมขึ้นมาแล้ว ให้เลือก New Interior Project

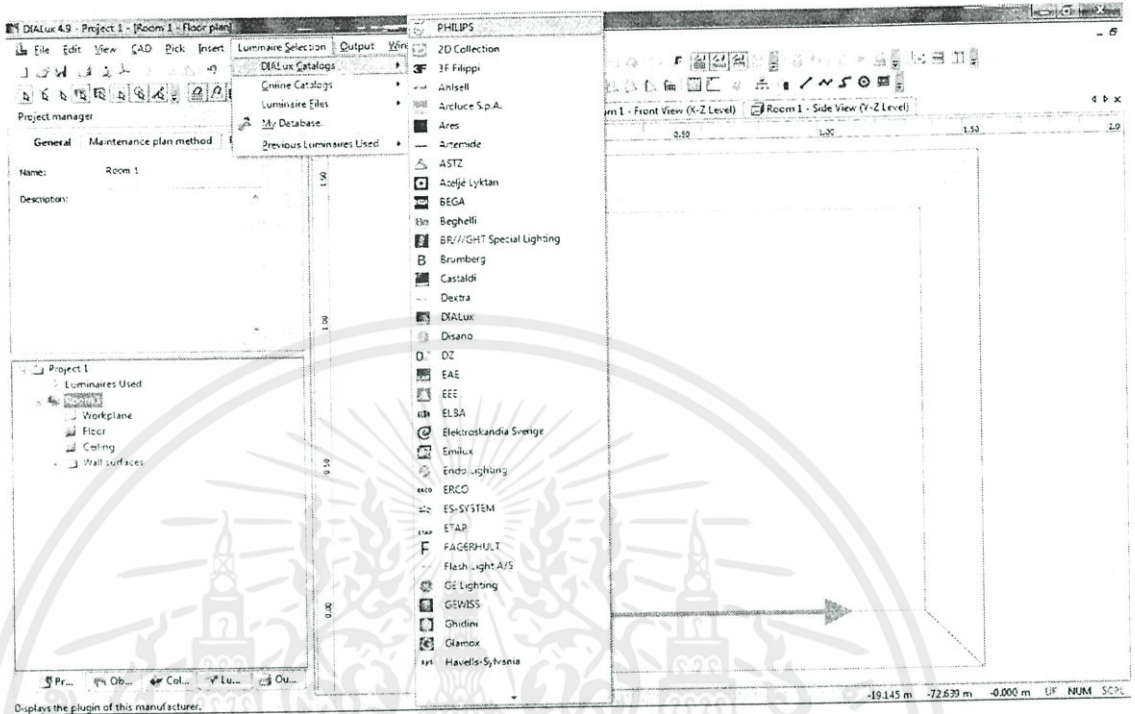


2. เลือกขนาดของตู้ทดสอบให้ได้ตามที่ต้องการ จากนั้นกดปุ่ม OK

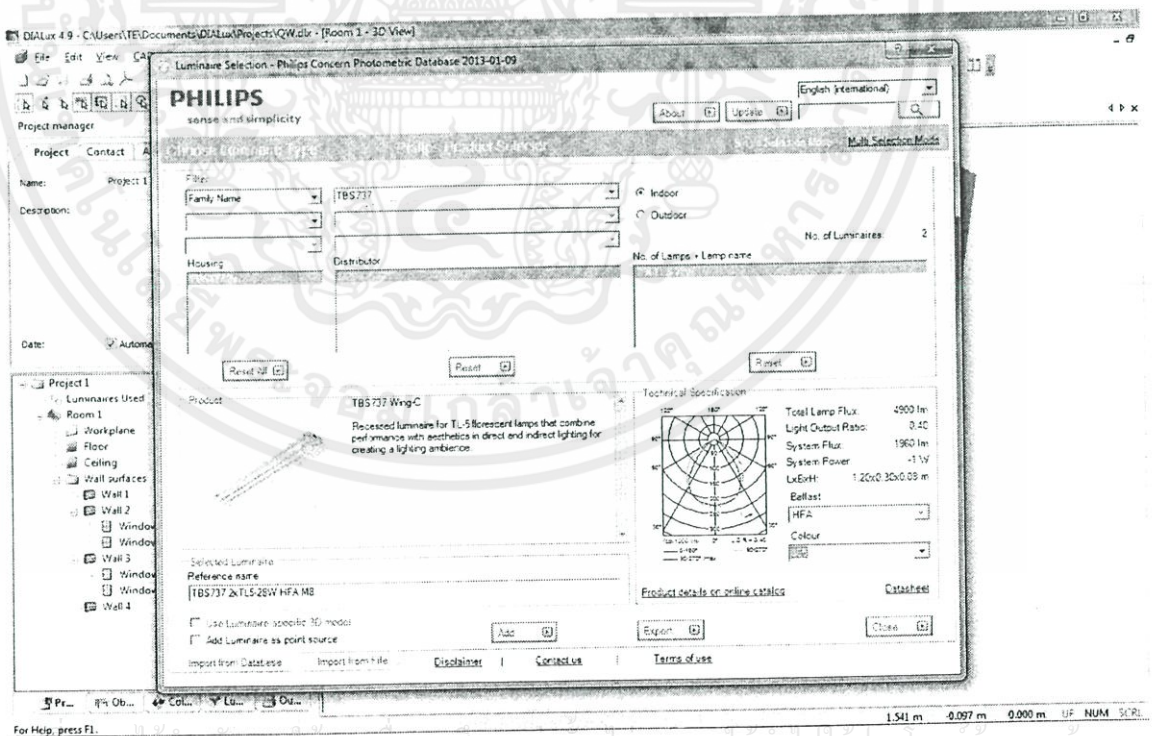


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใ้เรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น หากพบให้คืนเล่มนี้กลับ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งหากมีการนำไปใช้

3. จากนั้นไปที่ Luminaire Selection > DIALux Catalogs > PHILIPS เพื่อทำการเลือกยี่ห้อของดวงโคม

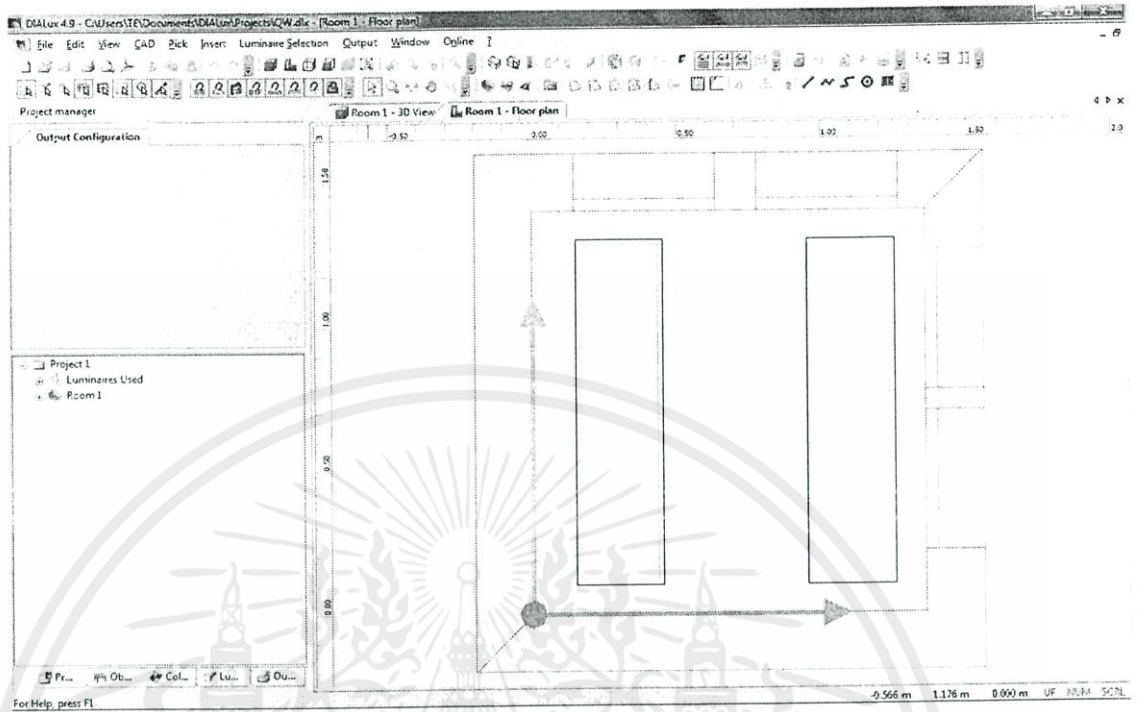


4. เลือกดวงโคมตามที่ต้องการ

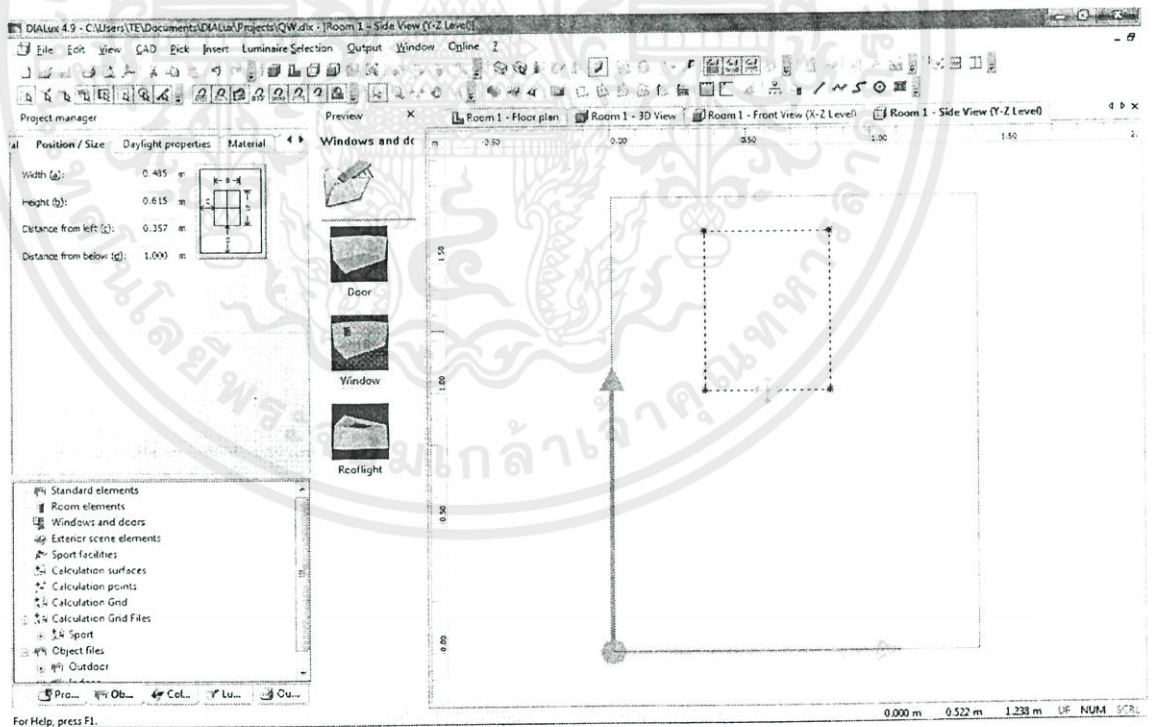


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. นำตัวโคมที่ได้จากข้อ 4 มาติดตั้ง

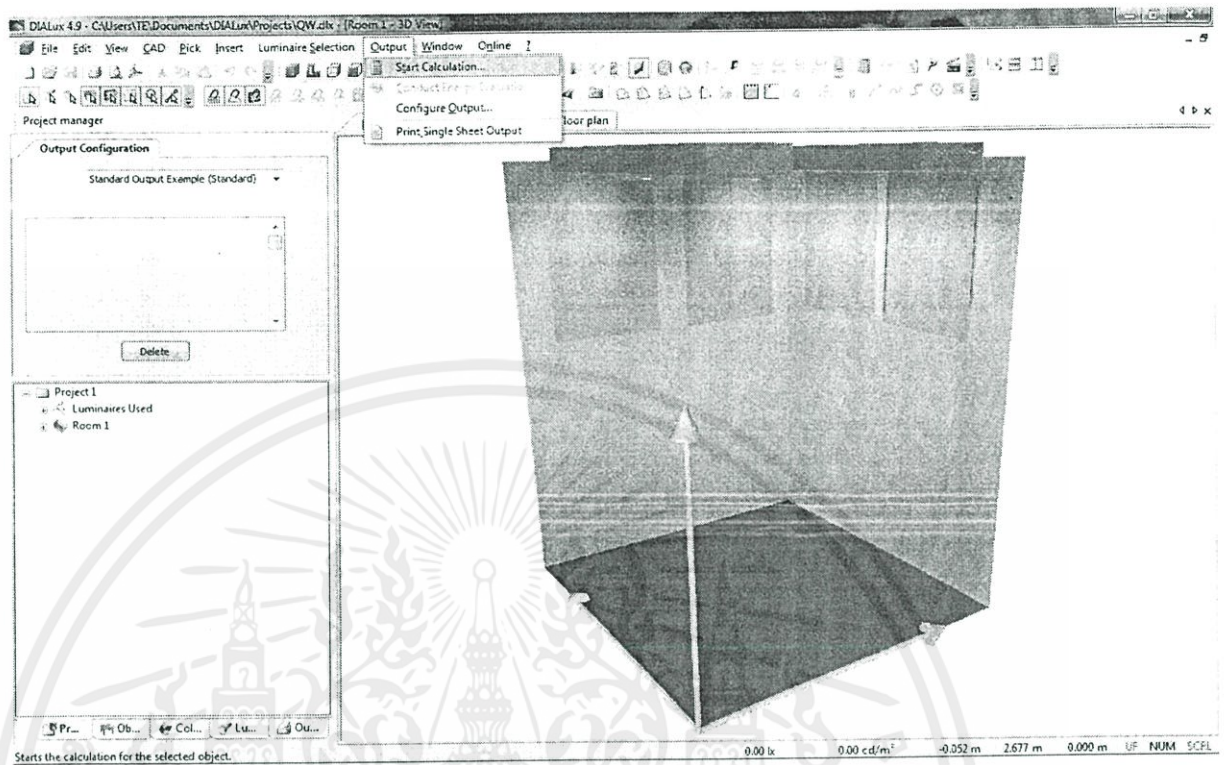


6. ตกแต่งตู้ทดสอบด้วย Object ตามต้องการ

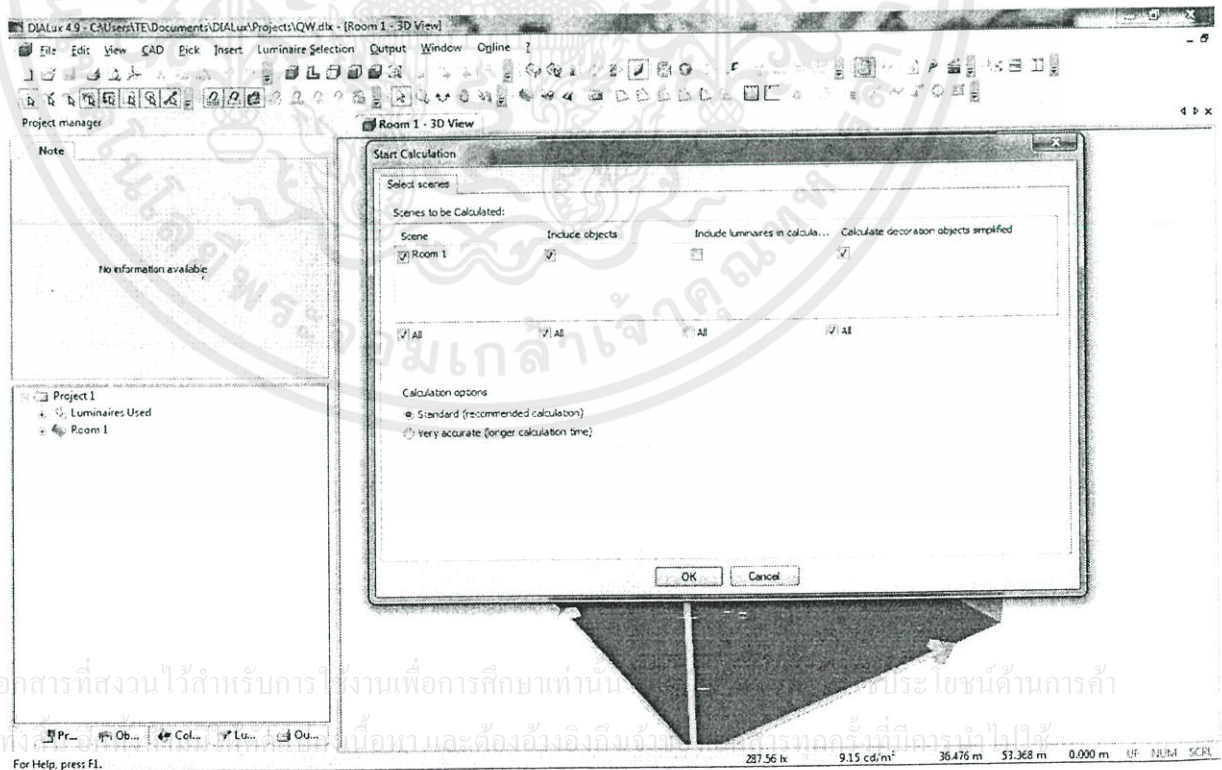


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เมื่อต้องการจะให้โปรแกรมคำนวณผล ให้ไปที่ Output > Start Calculation

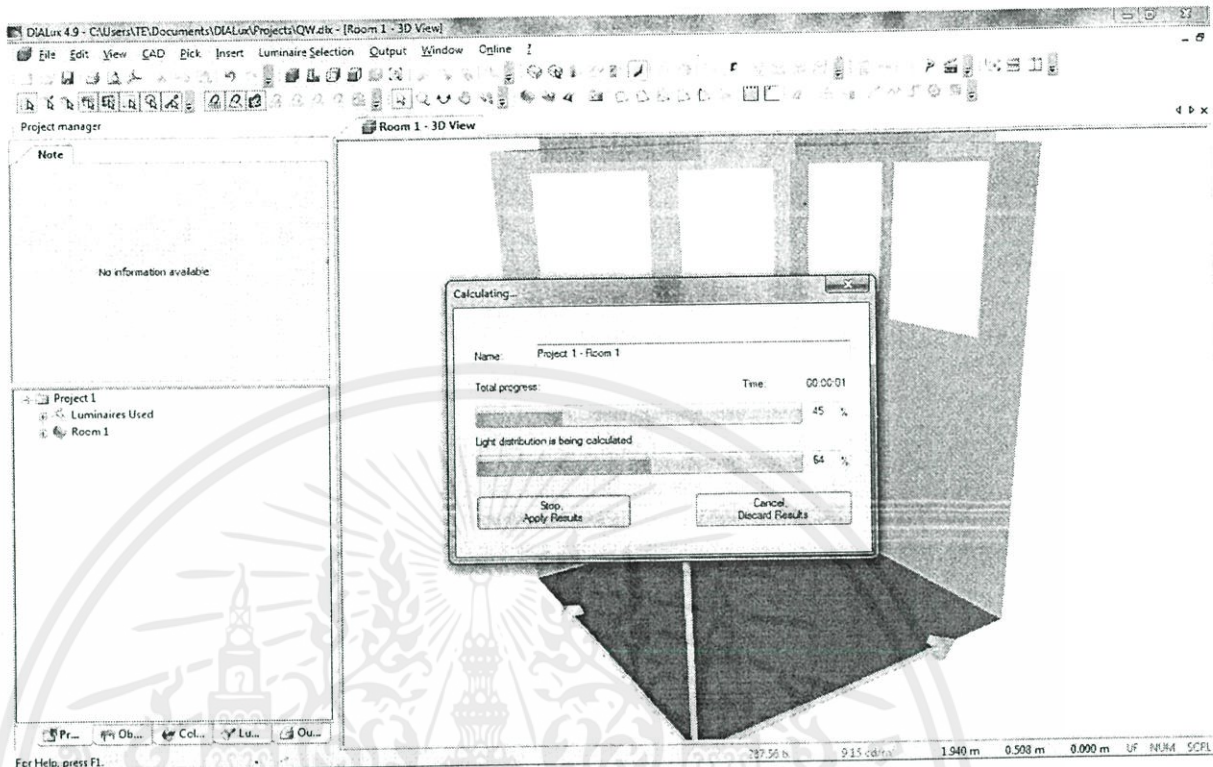


8. จากขั้นตอนที่ 8 เมื่อเลือก Start Calculation จะมีหน้าต่างขึ้นดังรูป โดยโปรแกรมจะเลือกมาให้แสดงผลอะไรบ้าง เมื่อเลือกเสร็จแล้วก็ไปที่ OK

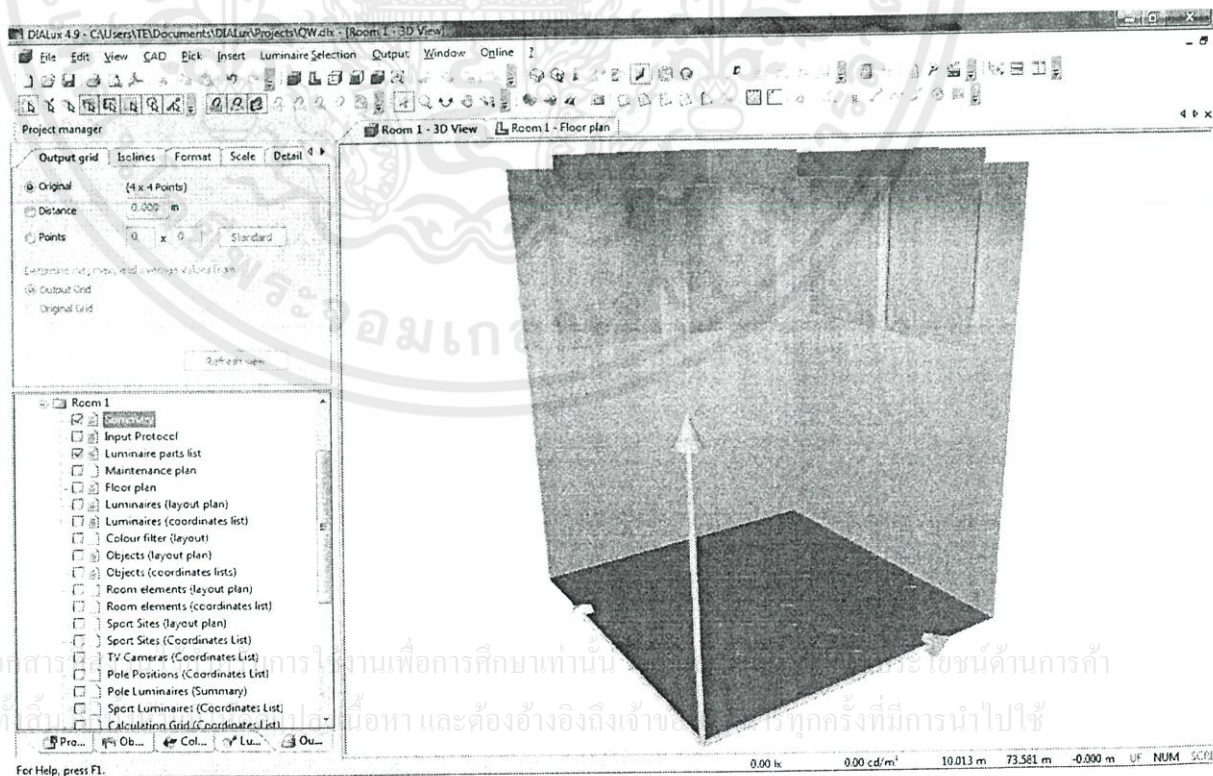


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่โฆษณาหรือบริการเชิงพาณิชย์
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง และต้องอภัยถึงจรรยาบรรณของนักวิชาการที่เคารพในวิชาชีพ

9.โปรแกรมจะทำการประมวลรูป

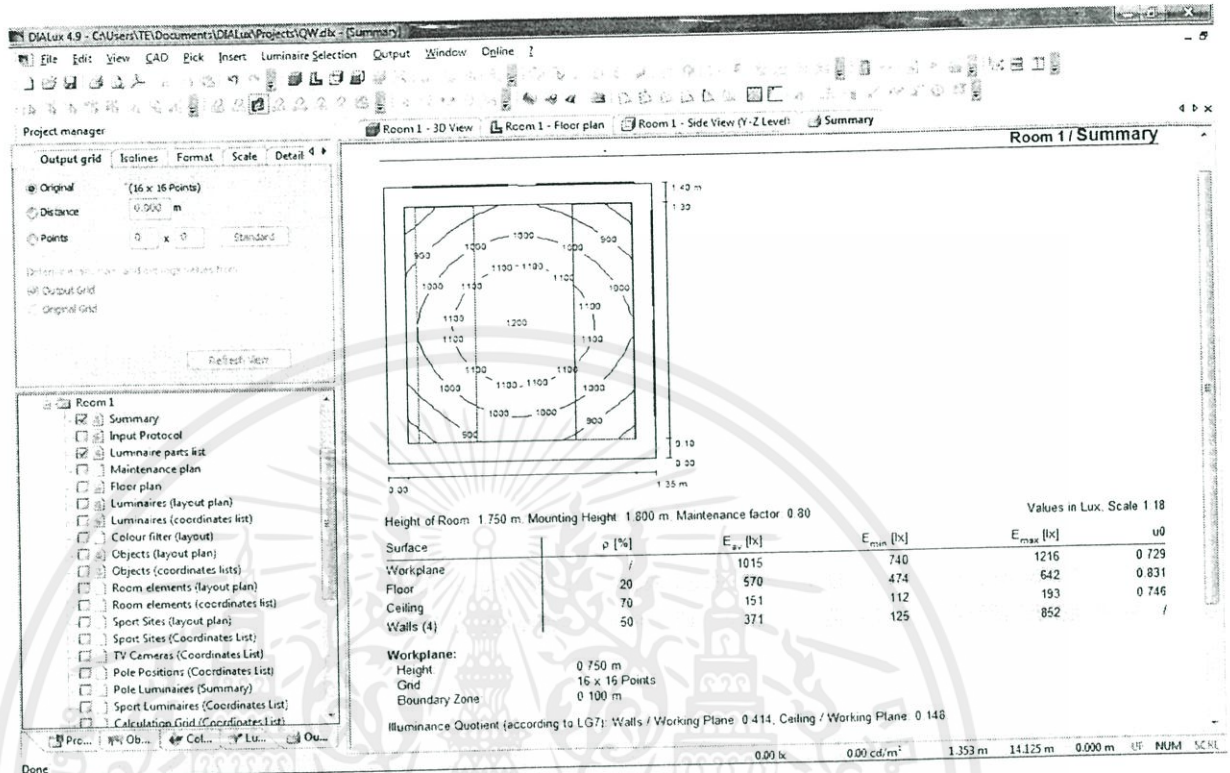


10.ไปที่แถบ Output ด้านล่าง เลือก Room1 > Summary



เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณิใดๆที่
ขอหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

11.เมื่อเข้าไปใน Summary แล้วจะได้ผลการคำนวณออกมาดังรูป โดยการบันทึกผลการคำนวณที่ออกมาทำได้โดยคลิกขวาที่ผลเลือก Save ซึ่งผลที่ได้จะเป็นไฟล์ PDF



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์

Day Light Control Sensors for Fluorescent

วิรัชญา ดีจิง¹ วิชโรสพล วรรณสุทธิ¹ วิทวัส ละมั่งทอง¹ และศศิธร สรรคชา¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1 ซอย ฉลองกรุง 1 ลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520 โทรศัพท์ 02-329-8000 ต่อ 3925 E-Mail: deejing_gaw@hotmail.com

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาชุดควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์โดยอัตโนมัติ โดยควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำงานร่วมกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แบบหรี่แสงสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้ อุปกรณ์ตรวจวัดค่าความส่องสว่างจะใช้โฟโตทรานซิสเตอร์ที่มีการเปลี่ยนแปลงของกระแสที่ไหลในวงจรตามแสงสว่างที่ตกกระทบ ส่งสัญญาณผ่านชุดแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลของไมโครคอนโทรลเลอร์ การตั้งการของไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งผ่านวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในช่วง 1-10 โวลต์แล้วส่งไปยังบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อควบคุมความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นการศึกษาเพื่อส่งเสริมการประหยัดการใช้พลังงาน เนื่องจากการเพิ่มขึ้นของประชากรส่งผลให้มีการใช้พลังงานเพิ่มมากขึ้น และต้องการใช้แสงสว่างที่มีอยู่ในธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด

คำสำคัญ: ชุดควบคุมแสงสว่าง, หลอดฟลูออเรสเซนต์

Abstract

This research project is the development of lighting control with light sensor for fluorescent light bulbs automatically by the microcontroller to work with electronic dimming ballasts of fluorescent light bulbs. The light sensor is used with the photo-transistor which is changed of current flowing in the incident light cycle. Signaling through the conversion of analog signals into digital of microcontroller. To order of the microcontroller will order with DC voltage divider circuits in the range 1-10 V DC voltage is sent to the electronic ballast for control the brightness of the fluorescent light bulbs which are education to promote energy savings. due to the increase in population results in a power increase and the use of natural light is optimal.

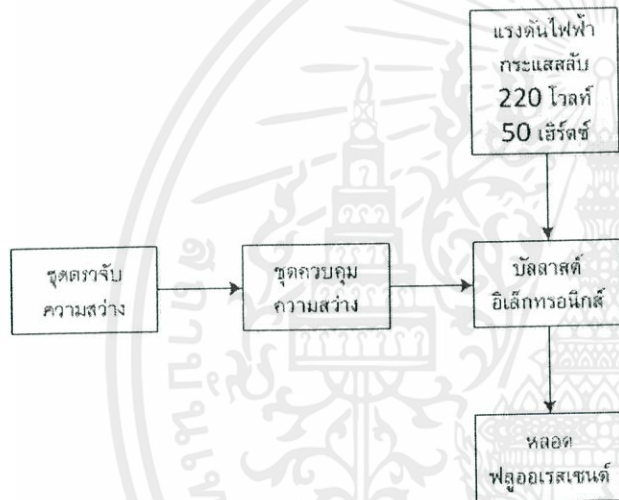
Keywords: lighting control, fluorescent

1. บทนำ

ระบบไฟฟ้าแสงสว่างเป็นระบบที่ใช้พลังงานไฟฟ้ามาก ระบบหนึ่งของอาคาร ในปัจจุบันหลอดชนิดฟลูออเรสเซนต์ เป็นหลอดไฟฟ้าที่ติดตั้งอย่างแพร่หลาย การพัฒนาทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์มีความซับซ้อน และมีสมรรถนะที่หลากหลาย ดังนั้นความเข้าใจในการพัฒนาดังกล่าวเป็นประโยชน์ในการติดตั้ง การบำรุงรักษา การซ่อมบำรุง และแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันการประหยัดพลังงานเป็นประเด็นที่สำคัญ ในอุตสาหกรรมหลอดไฟและอุปกรณ์ส่องสว่างได้พัฒนาหลอดฟลูออเรสเซนต์ให้ดีขึ้น โดยที่หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด TS มีการพัฒนาให้ใช้งานกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหรี่แสง บัลลาสต์ทำให้กระแสไฟฟ้าผ่านเข้าของหลอดมีความถี่สูง เพื่อกระตุ้นการทำงานของสารฟอสฟอรัส ทำให้เกิดการส่องสว่างมากขึ้น อีกทั้งยังเป็นการช่วยยืดอายุการใช้งานของหลอดอีกด้วย บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์กินไฟฟ้าน้อยกว่าบัลลาสต์แกนเหล็กสามารถควบคุมการทำงานของหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้อย่างสม่ำเสมอ รวมถึงมีขนาดที่เล็กกว่าบัลลาสต์แกนเหล็กอีกด้วย ทั้งนี้บัลลาสต์ชนิดนี้ต้องใช้งานร่วมกับระบบควบคุมอัตโนมัติ เช่น ระบบควบคุมแสงธรรมชาติ (Day - Lighting Control) เป็นต้น การใช้ตัวตรวจจับแสง สัญญาณของตัวตรวจจับถูกนำมาใช้โดยระบบควบคุมเพื่อหรี่หรือปิดไฟตามความต้องการใช้แสงไฟ สิ่งเหล่านี้มีความจำเป็นเพื่อประหยัดพลังงานในพื้นที่ที่ได้รับแสงจากธรรมชาติเป็นอย่างมาก งานวิจัยนี้เป็น การพัฒนาชุดอุปกรณ์เพื่อใช้ประโยชน์จากแสงสว่างในเวลากลางวัน เนื่องจากเวลากลางวันแสงธรรมชาติส่องผ่านหน้าต่างและสกายไลท์ จากนั้นตัวตรวจจับทำการวัดค่าความสว่างแล้วส่งข้อมูลนี้ไปยังซอฟต์แวร์การควบคุมแสงซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีเก็ทอยู่ที่ระดับที่ขอมอบได้ หากระดับการส่องสว่างอยู่นอกเกณฑ์เหล่านั้นซอฟต์แวร์ทำการส่งคำสั่งไปหรี่หรือปรับเพิ่มความสว่างของโคมไฟตามที่ต้องการ

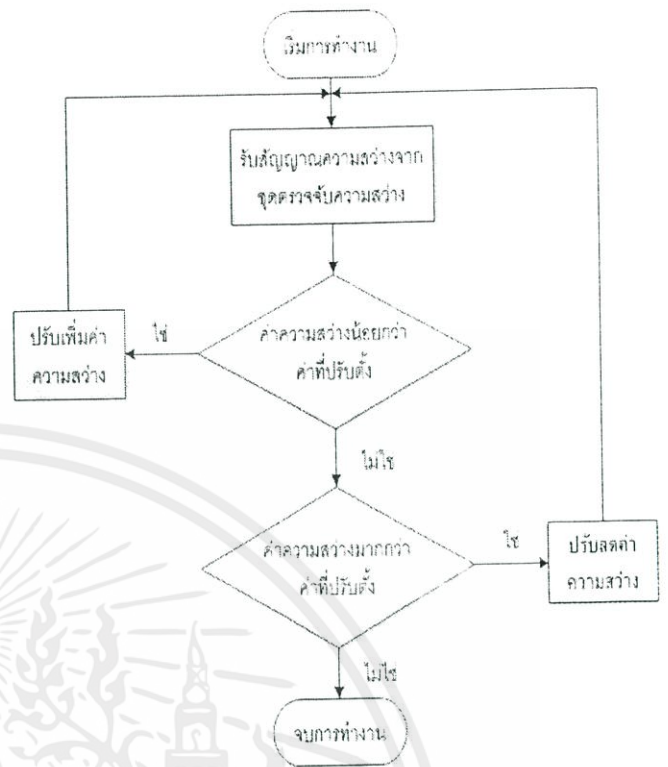
2. หลักการทำงานของชุดควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์อัตโนมัติ

การออกแบบและสร้างชุดควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์อัตโนมัติ ได้กำหนดการทำงานของชุดควบคุมเป็นดังบล็อกไดอะแกรมแสดงดัง รูปที่ 2.1 โดยเริ่มจากชุดตรวจจับความสว่างส่งค่าความสว่างแล้วส่งสัญญาณค่าความสว่างในรูปแบบแรงดันไฟฟ้า 0-5 V ไปยังชุดควบคุมความสว่าง หลังจากนั้นชุดควบคุมแสงสว่างจะทำการประมวลผลสัญญาณอินพุต 0-5 V ที่ได้รับมาแล้วส่งสัญญาณเอาต์พุตในรูปแบบของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลท์ 50 เฮิร์ตซ์ เพื่อควบคุมความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์



รูปที่ 2.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของชุดควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์อัตโนมัติ

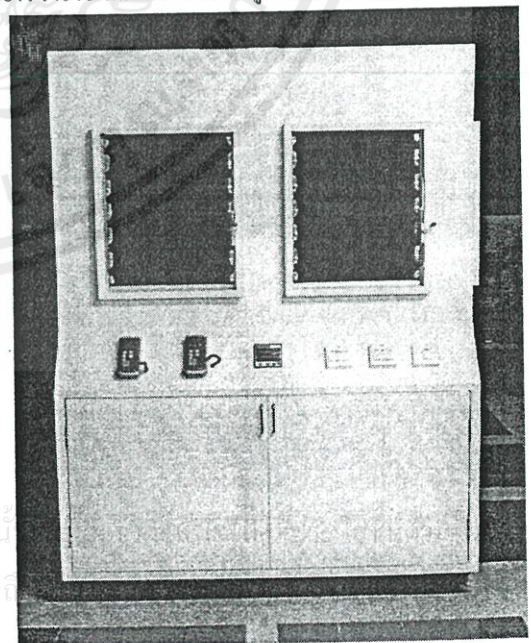
จากรูปที่ 2.2 เป็นโฟลว์ชาร์ตของชุดควบคุมแสงสว่างเมื่อเริ่มทำการเปิดชุดควบคุม วงจรจะทำการรับค่าอนาล็อกจากชุดตรวจจับความสว่างและนำมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าความส่องสว่างที่ได้กำหนดไว้ ถ้าค่าความสว่างมากกว่าค่าที่ปรับตั้งโปรแกรมจะทำการลดค่าความสว่างลง 0.25 หน่วย ถ้าค่าความสว่างน้อยกว่าค่าที่ปรับตั้งโปรแกรมจะทำการเพิ่มค่าความสว่างขึ้น 0.25 หน่วย โดยที่ค่าความสว่างต่ำสุดคือ 1 หน่วย จะทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์มีความสว่าง 1% ขณะที่ค่าความสว่างสูงสุดคือ 255 หน่วย จะทำให้หลอดฟลูออเรสเซนต์มีความสว่าง 100%



รูปที่ 2.2 โฟลว์ชาร์ตของชุดควบคุมแสงสว่างเมื่อเริ่มทำการเปิดชุดควบคุม

3. การออกแบบและจัดทำตู้ทดสอบ

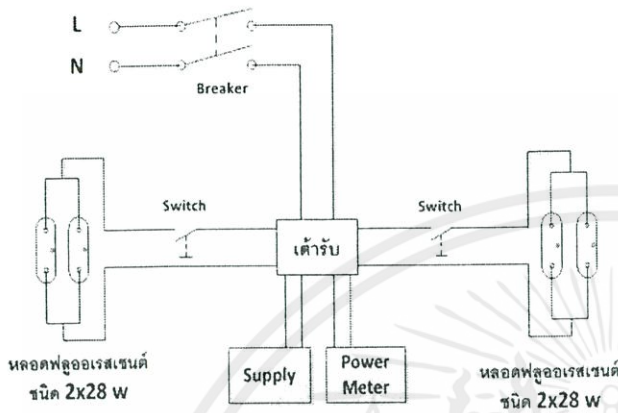
ในงานวิจัยนี้ได้ทำการออกแบบและจัดทำตู้เพื่อทดสอบจากรูปที่ 3.1 ได้ทำการออกแบบตู้ทดสอบให้มี ความกว้าง 135 เซนติเมตร มีความยาว 140 เซนติเมตรและความสูง 190 เซนติเมตร



รูปที่ 3.1 ตู้ทดสอบที่ได้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิง

โดยอุปกรณ์ต่าง ๆ นั้นจะมีการต่อวงจรไฟฟ้าดังรูปที่ 3.2 ส่วนภายในตู้ทดสอบประกอบไปด้วยวงจรโคมที่ภายในมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ T5 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหรี่แสง ตัวตรวจจับแสงธรรมชาติและชุดควบคุม



รูปที่ 3.2 วงจรไฟฟ้าภายในตู้ทดสอบ

ตารางที่ 1 การทดลองครั้งที่ 1 แสดงการวัดค่าต่างๆ ที่ได้จากการทดสอบก่อนและหลังที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

มุม (องศา)	แรงดัน (V)		กระแส (A)		กำลังไฟฟ้า (W)		ค่าความเข้มแสง (Lux)					
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน			หลัง		
							โคม 1	โคม 2	เฉลี่ย	โคม 1	โคม 2	เฉลี่ย
0°	226.1	226.8	0.576	0.306	118	62	1100	1108	1104.0	550	499	524.5
15°	226.2	226.9	0.535	0.297	119	60	1062	1067	1064.5	470	480	475.0
30°	226.5	226.8	0.538	0.289	120	59	1057	1059	1058.0	450	482	466.0
45°	226.3	226.6	0.537	0.265	119	53	1082	1026	1054.0	365	455	410.0
60°	225.8	226.1	0.551	0.264	120	53	1107	1103	1105.0	335	460	397.5
75°	225.9	226.2	0.549	0.261	120	52	1106	1109	1107.5	380	448	414.0
90°	225.8	226.8	0.554	0.259	121	52	1132	1128	1130.0	394	414	404.0

*หมายเหตุ วันและเวลาที่ทำการทดลอง: 12 ก.พ. 56 เวลา 23.00 น. - 23.30 น.

จากผลการทดลองครั้งที่ 1 จะเห็นว่าค่าที่ได้จากการทดสอบแต่ละครั้งจะเห็นได้ว่าก่อนการเปิดใช้อุปกรณ์ควบคุมค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่ากำลังไฟฟ้าจะมีค่าค่อนข้างคงที่ไม่ว่าจะปรับระดับบานเกล็ดระดับใด ส่วนค่าความเข้มแสงของทั้งสองดวงโคมจะแปรผันตรงกับระดับความกว้างของบานเกล็ดคือถ้าเปิดบานเกล็ดกว้างขึ้นค่าความเข้มแสงก็จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น และหลังการเปิดใช้อุปกรณ์ควบคุมจะมีค่าแรงดันไฟฟ้าใกล้เคียงกับค่าแรงดันไฟฟ้าก่อนการเปิดใช้อุปกรณ์

4. ผลการศึกษาทางด้านพลังงานไฟฟ้าและแสงสว่างภายในตู้ทดสอบ

การทดสอบทางด้านพลังงานไฟฟ้าและแสงสว่างโดยใช้ตู้ทดสอบก่อนและหลังติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ประดิษฐ์ขึ้นเพื่อวัดหาความเข้มแสงและค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร เมื่อติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะลดการใช้พลังงานได้มากน้อยอย่างไร โดยได้ทำการทดลอง 2 กรณี คือ กรณีที่ยังไม่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ประดิษฐ์ขึ้นและกรณีที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ที่ประดิษฐ์ขึ้น ซึ่งในแต่ละกรณีจะทดลองในระยะเวลาใกล้เคียงกัน

ควบคุม ค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจะแปรผกผันกับความกว้างของบานเกล็ดคือเมื่อเปิดบานเกล็ดกว้างขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจะมีค่าน้อยลง ส่วนค่าความเข้มแสงของทั้งสองดวงโคมก็จะมีค่าอยู่ระหว่าง 300-500 lux ตามข้อกำหนดของค่าความเข้มแสงภายในสำนักงาน เนื่องจากทำการควบคุมค่าความเข้มแสงผ่านทางอุปกรณ์ควบคุม โดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้ค่าความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 300-500 lux เสมอ

ตารางที่ 2 การทดลองครั้งที่ 2 แสดงการวัดค่าต่างๆ ที่ได้จากตู้ทดสอบก่อนและหลังที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของ หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

มุม (องศา)	แรงดัน(V)		กระแส(A)		กำลังไฟฟ้า(W)		ค่าความเข้มแสง(Lux)					
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน			หลัง		
							โคม1	โคม2	เฉลี่ย	โคม1	โคม2	เฉลี่ย
0°	226.1	226.8	0.576	0.306	118	62	1100	1108	1104.0	550	499	524.5
15°	226.2	226.9	0.535	0.297	119	60	1062	1067	1064.5	470	480	475.0
30°	226.5	226.8	0.538	0.289	120	59	1057	1059	1058.0	450	482	466.0
45°	226.3	226.6	0.537	0.265	119	53	1082	1026	1054.0	365	455	410.0

*หมายเหตุ วันและเวลาที่ทำการทดลอง: 13 ก.พ. 56 เวลา 15.00 น. - 15.30 น.

ตารางที่ 3 การทดลองครั้งที่ 3 แสดงการวัดค่าต่างๆ ที่ได้จากตู้ทดสอบก่อนและหลังที่ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของ หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

มุม (องศา)	แรงดัน(V)		กระแส(A)		กำลังไฟฟ้า(W)		ค่าความเข้มแสง(Lux)					
	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน	หลัง	ก่อน			หลัง		
							โคม1	โคม2	เฉลี่ย	โคม1	โคม2	เฉลี่ย
0°	224.1	224.2	0.548	0.281	119	57	1141	1091	1116	462	440	451
15°	223.1	223.8	0.536	0.246	119	48	1310	1186	1248	590	477	533.5
30°	224.0	224.0	0.532	0.193	117	35	1110	1428	1269	209	610	409.5
45°	223.9	224.0	0.538	0.147	118	22	1085	1558	1321.5	60	590	325

*หมายเหตุ วันและเวลาที่ทำการทดลอง : 15 ก.พ. 56 เวลา 12.30 - 13.00 น.

จากผลที่ได้จากการทดสอบครั้งที่ 2 และการทดสอบครั้งที่ 3 จะเห็นได้ว่าการปรับระดับบานเกล็ดเพียง 4 ระดับคือ 0 15 30 และ 45 องศาเท่านั้น เนื่องจากทิศทางของแสงธรรมชาติและแสงจากดวงโคมไม่สามารถสะท้อนลงมาที่พื้นที่ใช้งานได้ดวง ทำให้ค่าความเข้มแสงต่ำมาก ดังแสดงสาเหตุในภาคผนวก ข. และก่อนการเปิดใช้ตู้ควบคุมความคุมจะมี ค่าแรงดันไฟฟ้า ค่ากระแสไฟฟ้า และค่ากำลังไฟฟ้าค่อนข้างคงที่ไม่ว่าจะปรับระดับบานเกล็ดระดับใด ส่วนค่าความเข้มแสงของทั้งสองดวงโคม

จะแปรผันตรงกับระดับความกว้างของบานเกล็ดคือถ้าเปิดบานเกล็ดกว้างขึ้นค่าความเข้มแสงก็จะมีค่าเพิ่มมากขึ้น และหลังการเปิดใช้ตู้ควบคุมความคุมจะมีค่าแรงดันไฟฟ้าใกล้เคียงกับค่าแรงดันไฟฟ้าก่อนการเปิดใช้ตู้ควบคุมความคุม ค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจะแปรผกผันกับความกว้างของบานเกล็ดคือเมื่อเปิดบานเกล็ดกว้างขึ้นค่ากระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าจะมีค่าน้อยลง ส่วนค่าความเข้มแสงของทั้งสองดวงโคมก็จะมีค่าอยู่ระหว่าง 300-500 lux ตามข้อกำหนดของค่าความเข้มแสงภายใน

สำนักงาน เนื่องจากทำการควบคุมค่าความเข้มแสงผ่านทางอุปกรณ์ควบคุม โคมให้ไม่ไครคอนโทรลเลอร์สั่งให้ค่าความเข้มแสงอยู่ระหว่าง 300-500 lux เสมอ

5. ผลของการศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์

ในการศึกษาเรื่องการควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 นั้น ปัจจัยสำคัญที่ใช้ในการตัดสินใจติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติอีกประการหนึ่งคือ หลักเศรษฐศาสตร์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้แสดงถึงการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์ของก่อนและหลังอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ดังนี้

ตารางที่ 4 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม ต่อ 2 ดวงโคม (2 หลอด/โคม) ในเวลากลางวัน

สูตรการคำนวณ	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ต่อกับบัลลาสต์แกนเหล็กในดวงโคม 2×36 วัตต์	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในดวงโคม 2×28 วัตต์ จำนวน 2 โคม หลังเปิดใช้ชุดควบคุม
จำนวนหน่วยไฟฟ้/ปี (หน่วย)	$\frac{165 \times 8 \times 240}{1000} = 316.8$	$\frac{52 \times 8 \times 240}{1000} = 99.84$
ค่าไฟฟ้าปี (บาท)	$316.8 \times 4 = 1267.2$	$99.84 \times 4 = 399.36$
เงินที่ประหยัดต่อปี (บาท/ปี)	$1267.2 - 399.36 = 867.84$	
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	$\frac{4070}{867.84} = 4.69$	

*หมายเหตุ คิดค่าไฟหน่วยละ 4 บาท

จากตารางที่ 4 พบว่าหากทำการติดตั้งหลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะประหยัดไฟ 216.96 หน่วยต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 หรือคิดเป็น 867.84 บาทต่อปีต่อโคม

จากตารางที่ 5 พบว่าหากทำการติดตั้งหลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม จะประหยัดไฟ 201.6 หน่วยต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 หรือคิดเป็น 806.4บาทต่อปีต่อโคม

ตารางที่ 5 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม ต่อ 2 ดวงโคม (2 หลอด/โคม) ในเวลากลางคืน

สูตรการคำนวณ	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ต่อกับบัลลาสต์แกนเหล็กในดวงโคม 2×36 วัตต์	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในดวงโคม 2×28 วัตต์ จำนวน 2 โคม หลังเปิดใช้ชุดควบคุม
จำนวนหน่วยไฟฟ้/ปี (หน่วย)	$\frac{165 \times 8 \times 240}{1000} = 316.8$	$\frac{60 \times 8 \times 240}{1000} = 115.2$
ค่าไฟฟ้าปี (บาท)	$316.8 \times 4 = 1267.2$	$115.2 \times 4 = 460.8$
เงินที่ประหยัดต่อปี (บาท/ปี)	$1267.2 - 460.8 = 806.4$	
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	$\frac{4070}{806.4} = 5.05$	

*หมายเหตุ คิดค่าไฟหน่วยละ 4 บาท

ตารางที่ 6 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม ต่อ 2 ดวงโคม (2 หลอด/โคม) ในเวลากลางวัน

สูตรการคำนวณ	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อกับบัลลาสต์แกนเหล็กในดวงโคม 2×36 วัตต์	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในดวงโคม 2×28 วัตต์ จำนวน 2 โคม หลังเปิดใช้ชุดควบคุม
จำนวนหน่วยไฟฟ้/ปี (หน่วย)	$\frac{120 \times 8 \times 240}{1000} = 230.4$	$\frac{52 \times 8 \times 240}{1000} = 99.84$
ค่าไฟฟ้าปี (บาท)	$230.4 \times 4 = 921.6$	$99.84 \times 4 = 399.36$
เงินที่ประหยัดต่อปี (บาท/ปี)	$921.6 - 399.36 = 522.24$	
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	$\frac{1970}{522.24} = 3.77$	

*หมายเหตุ คิดค่าไฟหน่วยละ 4 บาท

จากตารางที่ 6 พบว่าหากทำการติดตั้งหลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุมจะประหยัดไฟ 130.56 หน่วยต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 หรือคิดเป็น 522.24 บาทต่อปีต่อโคม

ตารางที่ 7 เปรียบเทียบการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 และการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุม ต่อ 2 ดวงโคม (2 หลอด/โคม) ในเวลากลางคืน

สูตรการคำนวณ	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อกับบัลลาสต์แกนเหล็กในดวงโคม 2x36 วัตต์	หลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ต่อกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในดวงโคม 2x28 วัตต์ จำนวน 2 โคม หลังเปิดใช้ชุดควบคุม
จำนวนหน่วยไฟ/ปี (หน่วย)	$\frac{120 \times 8 \times 240}{1000} = 230.4$	$\frac{60 \times 8 \times 240}{1000} = 115.2$
ค่าไฟฟ้า/ปี (บาท)	$230.4 \times 4 = 921.6$	$115.2 \times 4 = 460.8$
เงินที่ประหยัดต่อปี (บาท/ปี)	$921.6 - 460.8 = 460.8$	
ระยะเวลาคืนทุน (ปี)	$\frac{1970}{460.8} = 4.28$	

*หมายเหตุ คิดค่าไฟหน่วยละ 4 บาท

จากตารางที่ 7 พบว่าหากทำการติดตั้งหลอดสำหรับฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 กับชุดควบคุมจะประหยัดไฟ 115.2 หน่วยต่อปี เมื่อเปรียบเทียบกับการติดตั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 หรือคิดเป็น 460.8 บาทต่อปีต่อโคม

6. สรุป

ในบทความฉบับนี้ได้ทำการศึกษาเรื่องการควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่จะช่วยให้ช่วยลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ หากมีการติดตั้งในอาคารสำนักงานหรือบ้านเรือนทั่วไปโดยการใช้ประโยชน์จากแสงธรรมชาติอย่างเต็มที่ ในบทความฉบับนี้ได้ทำการจัดทำทดสอบขึ้นเพื่อใช้ในการทดสอบหาค่าความเข้มแสงและกำลังไฟในกรณีต่างๆ โดยจะทำการกำหนดให้ค่าความเข้มแสงที่อยู่ที่ประมาณ 300-500 lux เสมอไม่ว่ากรณีใดๆและค่ากำลังไฟในการใช้งานก็จะลดลง ทำให้ลดการใช้พลังงานได้ถึงประมาณ 50% ของการใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5

โดยปกติ กล่าวโดยสรุป คือ ถ้ามีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างด้วยตัวตรวจจับแสงธรรมชาติของหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T5 จะเป็นการอนุรักษ์และลดการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศในอนาคต รวมถึงยังเป็นการลดค่าใช้จ่ายของระบบแสงสว่างซึ่งเป็นระบบใหญ่ระบบหนึ่งของอาคาร อย่างไรก็ตามในบทความฉบับนี้ อุปกรณ์ยังเป็นแบบจำลองเท่านั้น จึงยังไม่มีกรวิเคราะห์เชิงพาณิชย์เพื่อที่จะจำหน่าย

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อรรถพล เก้าพิทักษ์กุล และ ผศ.ดร.ชัยยันต์ เจตนาเสน อาจารย์ที่ปรึกษา เป็นอย่างสูงที่ให้คำแนะนำช่วยเหลือและให้ข้อเสนอแนะ แนวคิดในการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ มาโดยตลอด จนปัญหาในพจนานุกรมฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณเพื่อนๆในห้อง ECC-305 และ ECC-407 ที่ให้ความช่วยเหลือตลอดเวลาในการทำพจนานุกรมฉบับนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศุภี บรรจงจิตร, "วิศวกรรมส่องสว่าง", บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- [2] HEP Group USA Inc. "Daylight Control & Energy Savings," P O Box 3088 Rancho Palos Verdes, CA 90274 USA, pp. 2-7.
- [3] Cooper Industries, Ltd. "SMART ENVIRONMENTS," 600 Travis, Ste. 5800 Houston, pp. 1-7.
- [4] โครงการส่งเสริมการใช้หลอดคอมเมอร์ 5. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:<http://t5.egat.co.th/detail.htm>
- [5] คำนวณการประหยัดพลังงานไฟฟ้า. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:<http://t5.egat.co.th/saving.php.htm>
- [6] คลวัตน์ กองแก้ว และ กานต์ วดะกุลสิน, "บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์หรือแสงแบบดิจิทัล," วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 2553.
- [7] ณัฐพล เดียวประเสริฐ และ กฤตย์ พวงนาค, "ชุดปรับแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์," วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ไฟฟ้า, คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2543.
- [8] นายชาญณรงค์ เกษรมาลา, นายทิศเทพ ยอดไทย และ นายพนพล แสงแดง, "ชุดควบคุมแสงสว่างหลอดฟลูออเรสเซนต์"

อัด โนมัตติ," ปริชญานพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิชา
วิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2548.

[9] นโยบายด้านพลังงานของรัฐบาล. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก:
http://www.energy.go.th/?q=th/energy_policy

[10] คณิศ ชูเพชร,"การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในส่วนของหลอด
และปลั๊กสวิตช์",กระทรวงพลังงาน

เกิดวันที่ 12 มิถุนายน 2533

ที่อยู่ 304 หมู่ 11 ตำบลแสนสุข อำเภอวารินชำ

ราบ จังหวัดอุบลราชธานี 34190

Email : zephyr_3d@hotmail.com

ประวัติผู้เขียน



นางสาว วิริฐฐา ดีจิ่ง

เกิดวันที่ 5 มิถุนายน 2534

ที่อยู่ 96/2 หมู่ 8 ตำบลบางหัวเสือ อำเภोध

ประแดง จังหวัดสมุทรปราการ 10130

Email : deejing_gaw@hotmail.com



นาย วิชัย ไสหวส วรรณสุทธิ

เกิดวันที่ 15 ธันวาคม 2533

ที่อยู่ 336 หมู่ 6 ตำบลอินทร์บุรี อำเภออินทร์บุรี

จังหวัดสิงห์บุรี 16110

Email : classic_novew@hotmail.com



นาย วิทวัส ละมั่งทอง



นางสาว ศศิธร สรรคขาง

เกิดวันที่ 15 ธันวาคม 2533

ที่อยู่ 209 หมู่ 1 ตำบลบางละมุง อำเภอบางละมุง

จังหวัดชลบุรี 20150

Email : nampeung_pl@hotmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้