ระบบควบคุมแสงสว่างโดยเซนเซอร์อัจฉริยะเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า

LIGHTING CONTROL SYSTEM BY PASSIVE INFRARED SENSOR TO SAVE ELECTRICAL ENERGY

นันทิยา กล้ารบ

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LIGHTING CONTROL SYSTEM BY PASSIVE INFRARED SENSOR TO SAVE ELECTRICAL ENERGY

NANTHIYA KLAROB

A SPECIAL PROJECT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENT FOR
THE DEGREE OF BACHELOR OF SCIENCE (APPLIED PHYSICS)
DEPARTMENT OF PHYSICS, FACULTY OF SCIENCE
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ ระบบควบคุมแสงสว่างโดยเซนเซอร์อัจฉริยะเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า Light Control System by Passive Infrared Sensor to Save Electrical Energy

ชื่อนักศึกษา นางสาวนันทิยา กล้ารบ รหัสนักศึกษา 58051082

ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)

ภาควิชา ฟิสิกส์

ปีการศึกษา 2561

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ณัฐพร พรหมรส

คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) อนุมัติให้โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิตประจำปีการศึกษา 2561

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
รศ.วิชิต ศิริโชติ ประธานกรรมการ	
อ.ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง กรรมการ	
ผศ.ดร.ณัฐพร พรหมรส กรรมการและอาจารย์ที่ปรึกษา	

ลิขสิทธิ์ของคณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ ระบบควบคุมแสงสว่างโดยเซนเซอร์อัจฉริยะเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า
ชื่อนักศึกษา นางสาวนันทิยา กล้ารบ รหัสนักศึกษา 58051082
ปริญญา วิทยาศาสตรบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
ภาควิชา ฟิสิกส์
คณะ วิทยาศาสตร์
มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.)
ปีการศึกษา 2561
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.ณัฐพร พรหมรส

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้กล่าวถึงระบบควบคุมแสงสว่างโดยเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า ในการทดลองมี 2 เงื่อนไข โดยเงื่อนไขที่ 1 ใช้เวลาทดลองในแต่ละกรณี 12 ชั่วโมง การเปลี่ยนเวลาปิดไฟแบ่งออกเป็น 4 กรณี ซึ่งกรณีที่ 1 ไม่ติดตั้งเซนเซอร์ ในเวลา 1 ปี มีค่าไฟ 572.83 บาท กรณีที่ 2 ตั้งเวลาปิดไฟไว้ที่ 10 นาที ในเวลา 1 ปี มีค่าไฟ 95.40 บาท กรณีที่ 3 ตั้งเวลาไว้ 15 นาที ในเวลา 1 ปี มีค่าไฟ 159.12 บาท กรณีที่ 4 ตั้งเวลาไว้ 20 นาที ในเวลา 1 ปี มีค่าไฟ 222.76 บาท จากการทดลองในเงื่อนไขที่ 1 พบว่าค่าไฟในกรณีที่ 2 น้อยที่สุดลดไป 83 เปอร์เซ็นต์ จากกรณีที่ 1 ในส่วนของเงื่อนไขที่ 2 ใช้เวลาทดลองในแต่ละกรณี 12 ชั่วโมง การเปลี่ยนจำนวนครั้งที่คนเดินผ่านเซนเซอร์โดยตั้งเวลาปิดไฟที่ 20 นาที ในทุกกรณี แบ่งออกเป็น 4 กรณี ซึ่งในกรณีที่ 1 ไม่ติดตั้งเซนเซอร์ ในเวลา 1 ปี มีค่าไฟ 572.83 บาท กรณีที่ 2 ในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ให้มีคนเดินผ่าน 2 ครั้ง ในเวลา 1 ปี มีค่าไฟ 397.80 บาท กรณีที่ 3 ในช่วงเวลา 1 ชั่วโมง ให้มีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง ในเวลา 1 ปี มีค่าไฟ 222.76 บาท กรณีที่ 4 ภายในเวลา 2 ชั่วโมง ให้มีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง ในเวลา 1 ปี มีค่าไฟ 95.47 บาท จากการทดลองในเงื่อนไขที่ 2 เมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่ 1 พบว่ากรณีที่ประหยัดค่าไฟที่มากที่สุดคือ กรณีที่ 4 ค่าไฟลดลงไป 83 เปอร์เซ็นต์ จากการทดลองทั้ง 2 เงื่อนไข โดยได้ติดตั้งเซนเซอร์ที่ห้องน้ำตั้งเวลาปิดไฟไว้ที่ 20 นาที เนื่องจากเป็นค่าที่เหมาะสมกับการใช้งานจากการสำรวจจำนวนคนที่เข้ามาใช้ห้องน้ำ 15 คน

คำสำคัญ : ระบบควบคุมแสงสว่าง การประหยัดพลังงานไฟฟ้า เวลาในการปิดไฟ ค่าไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Title	Light Control System by Passive Infrared Sensor to Save Electrical Energy
Students	Miss Nanthiya Klarob Student ID 58051082
Degree	Bachelor of Science (Applied Physics)
Department	Physics
Faculty	Science
University	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL)
Academic Year	2018
Advisor	Asst.Prof.Dr. Nathaporn Promros

Abstract

This research examined a lighting control sensor system for saving energy. The experiment consisted of two conditions. The first condition took a total of 12 hours for every experiment. This comprised changing the light activation, which could be divided into four cases as follows: Case 1 did not install the sensor for a period of one year and the electrical charge amounted to THB 572.83; Case 2 installed automatic light activation for 10 minutes for a one-year period and the electrical charge cost THB 94.40; Case 3 installed automatic light activation for 15 minutes for a period of one year and the electrical charge came to THB 159.12; Case 4 installed automatic light activation for 20 minutes for one year and the electrical charge cost THB 222.76. From the results of the experiment under the first condition, the electrical charge in Case 2 had the most reduction or 83%. Case 1 in the second condition also took 12 hours each time. For the number of times that people passed the sensor, the light deactivation was set at 20 minutes in every case. This could be divided into four cases as follows: Case 1 did not install the sensor for one year and the electrical charge amounted to THB 572.83; in Case 2, people passed the censor twice within one hour for a period of one year and the electrical charge cost THB 397.80; in Case 3, people passed the sensor once within one hour for a one-year period and the electrical charge came to THB 222.76; in Case 4, people passed the sensor once within two hours for one year and the electrical charge cost THB 95.47. From the results of the experiment in the second condition, when compared with the first condition, it was found that the case that saved the electrical fee the most was Case 4, which reduced the expense by 83%. Regarding the experiment of the two conditions, the automatic lighting system was installed and the deactivation was conducted at 20 minutes due to the fact that

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

it was the appropriate setting in accordance with the survey of 15 people who used the restroom.

Keywords : lighting control sensor system, saving energy, automatic light activation, electrical charge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอบพระคุณ ผศ.ดร.ณัฐพร พรหมรส อาจารย์ที่ปรึกษาที่ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในทุก ๆ เรื่องด้วยความมุ่งมั่น จริงใจ และซื่อตรง รวมทั้งปลูกฝังให้มีแนวทางในการทำงานและดำเนินชีวิตดังนี้

- Trust (ความเชื่อใจและความเชื่อมั่นซึ่งกันและกัน) เกิดจากการสร้าง commitment (ความไว้วางใจ การรักษาคำพูด) ครั้งแล้วครั้งเล่า แต่ถ้า commitment ถูกทำลายซักครั้งเดียว trust จะหายไปง่ายมาก ดังนั้น จะต้องรักษา trust ให้ได้ “เชื่อใจคนอื่นและครองตนให้เป็นที่เชื่อใจของคนอื่น”
- กล้าตัดสินใจและทำการตัดสินใจนั้นประสบความสำเร็จให้ได้ โดยอยู่บนรากฐานของความถูกต้องและแนวทางขององค์กร
- ดูหน้างานจริง คุยกับคนที่ปฏิบัติงานนั้น ต้องเข้าใจสถานการณ์จริง ต้องเข้าใจปัญหาจริง
- ปรารถนาสิ่งใดในปฐพี เอาไมตรีแลกได้ดังใจจง

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการคุมสอบโครงงานพิเศษ รศ.วิชิต ศิริโชติ และ อ.ธรรมรัตน์ แต่งตั้ง ที่ได้สละเวลาอันมีค่าเข้ารับฟังการนำเสนองานวิจัย รวมถึงการให้คำแนะนำในการปรับปรุงข้อบกพร่องของโครงงานพิเศษนี้ รวมถึงคณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวถึง ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ให้แก่ผู้วิจัย

เพื่อนนักศึกษาปริญญาตรีทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาตลอดการวิจัยในครั้งนี้อันมีผลให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วง

นันทิยา กล้ารบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ช
สารบัญรูป ..... ซ
คำย่อ/สัญลักษณ์ ..... ญ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตการวิจัย 2
1.4 วิธีการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4
2.1 เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว 4
2.1.1 เซนเซอร์ตรวจจับด้วยรังสีอินฟราเรด 4
2.1.2 รังสีอินฟราเรดหรือรังสีความร้อน (Infrared Radiation; IR) 5
2.2 หลักการทำงานของเซนเซอร์ 7
2.2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของเซนเซอร์ 9
2.2.2 คุณสมบัติของเซนเซอร์รุ่น PANASONIC WTKG2411 10
2.2.3 ขนาดผลิตภัณฑ์ 11
2.2.4 พื้นที่ในการตรวจจับ 11
2.3 วิธีการติดตั้ง 13
2.3.1 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ยังไม่ได้ต่อเข้ากล่อง 13
2.3.2 ติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับกล่อง 14
2.4 เซนเซอร์ต่อพ่วงกับอุปกรณ์แสงสว่าง 14
2.4.1 ต่อแบบปกติกับ 1 อุปกรณ์ กับ 1 โหลด 14
2.4.2 เซนเซอร์หลัก 1 ตัว กับเซนเซอร์ต่อพ่วง 4 ตัว 15
2.5 อุปกรณ์ที่ใช้ทำงานร่วมกับเซนเซอร์ 15
2.5.1 หลอดไฟ 15
2.5.2 เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Energy Meter Type EM111) 17
2.6 การนำระบบควบคุมแสงสว่างไปใช้งาน 19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย 21
3.1 การวางระบบของอุปกรณ์ในการควบคุมระบบแสงสว่างโดยใช้เซนเซอร์ 21
3.1.1 การจัดหาวัสดุและอุปกรณ์ 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานและเตรียมการทดลอง..... 30
3.2.1 รูปแบบการต่อสายไฟกับโหลด..... 30
3.2.2 การต่อหลอดไฟร่วมกับเซนเซอร์..... 31
3.2.3 วัดกระแสไฟฟ้าโดยเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า..... 33
3.2.4 ระบบควบคุมแสงสว่างโดยเซนเซอร์..... 33
บทที่ 4 ผลการวิจัยและการอภิปรายผล..... 34
4.1 ผลการทดลองการเปลี่ยนเวลาปิดไฟที่เซนเซอร์ทำงาน..... 34
4.2 ผลการทดลองการเปลี่ยนจำนวนครั้งที่คนเดินผ่าน..... 41
4.3 การติดตั้งเซนเซอร์ที่ห้องน้ำ..... 48
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 53
5.1 สรุปผลการวิจัย..... 53
5.2 ข้อเสนอแนะ..... 54
เอกสารอ้างอิง..... 55
ภาคผนวก..... 56
ภาคผนวก ก..... 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน..... 2
4.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกรณีที่ 1 ไม่มีการติดเซนเซอร์ โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน..... 36
4.2 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกรณีที่ 2 ทำการติดเซนเซอร์ โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกันและกำหนดให้ 1 ชั่วโมง มีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง ตั้งเวลาปิดไฟที่ 10 นาที..... 37
4.3 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกรณีที่ 3 ทำการติดเซนเซอร์โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกันแลกำหนดให้ 1 ชั่วโมง มีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง ตั้งเวลาปิดไฟที่ 15 นาที..... 38
4.4 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกรณีที่ 4 ทำการติดเซนเซอร์ โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกันและกำหนดให 1 ชั่วโมง มีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง ตั้งเวลาปิดไฟที่ 20 นาที..... 39
4.5 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกรณีที่ 1-4..... 40
4.6 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเงื่อนไขที่ 2 ในกรณีที่ 1 ไม่มีการติดเซนเซอร์ โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน..... 41
4.7 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเงื่อนไขที่ 2 ในกรณีที่ 2 ติดเซนเซอร์ โดยทำการเปิดให้เซนเซอร์ทำงาน 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน 1 ชั่วโมง มีคนเดินผ่าน 2 ครั้ง..... 42
4.8 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเงื่อนไขที่ 2 ในกรณีที่ 3 ติดเซนเซอร์ โดยทำการเปิดให้เซนเซอร์ทำงาน 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน 1 ชั่วโมง มีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง..... 44
4.9 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเงื่อนไขที่ 2 ในกรณีที่ 4 ติดเซนเซอร์ โดยทำการเปิดให้เซนเซอร์ทำงาน 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน 2 ชั่วโมง มีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง..... 45
4.10 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเงื่อนไขที่ 2 ในทุกกรณีเทียบกับกรณีที่ไม่ทำการติดเซนเซอร์..... 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 ภาพแสดงเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว 4
2.2 ภาพแสดงความยาวคลื่นในช่วงต่าง ๆ 7
2.3 ภาพแสดงตัวอย่างการติดตั้งในห้องน้ำ 8
2.4 ภาพแสดงการทำงานของเซนเซอร์ 8
2.5 ภาพแสดงการทำงานในระบบภายในของเซนเซอร์ 9
2.6 ภาพแสดงส่วนประกอบของเซนเซอร์ 9
2.7 ภาพแสดงคุณสมบัติเซนเซอร์หลักและต่อพ่วง 10
2.8 ภาพแสดงขนาดของผลิตภัณฑ์ 11
2.9 ภาพแสดงรัศมีการตรวจจับ 11
2.10 ภาพแสดงพื้นที่ในการตรวจจับ 12
2.11 ภาพแสดงการตรวจจับก่อนและหลังเซนเซอร์ทำงาน 12
2.12 ภาพแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่ยังไม่ได้ต่อเข้ากล่อง 13
2.13 ภาพแสดงติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับกล่อง 14
2.14 ภาพแสดงการต่อแบบปกติกับ 1 อุปกรณ์ 1 โหลด 14
2.15 ภาพแสดงเซนเซอร์หลัก 1 ตัว กับเซนเซอร์ต่อพ่วง 4 ตัว 15
2.16 ภาพแสดงหลอดไฟประเภท LED ขนาด 8 W 17
2.17 ภาพแสดงเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Energy Meter Type EM111) 18
2.18 ภาพแสดงขนาดของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 18
3.1 ภาพแสดงการวางระบบของอุปกรณ์ในการควบคุมระบบแสงสว่างโดยใช้เซนเซอร์ 21
3.2 ภาพแสดงผังงานการทำงานของแต่ละขั้น 23
3.3 ภาพแสดงปลั๊กและสวิตซ์ 24
3.4 ภาพแสดงเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 25
3.5 ภาพแสดงสายไฟบ้านพร้อมปลั๊ก 26
3.6 ภาพแสดงเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเซนเซอร์หลักและต่อพ่วง 27
3.7 ภาพแสดงรูปของเซนเซอร์ 28
3.8 ภาพแสดงหลอดไฟที่เป็นโหลด 29
3.9 ภาพแสดงการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน 30
3.10 ภาพแสดงการต่อสายไฟแบบขนานกับหลอดไฟ 31
3.11 ภาพแสดงการต่อหลอดไฟร่วมกับเซนเซอร์ 31
3.12 (a) ช่องสำหรับต่อแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้ากับโหลด
(b) การต่อสายแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้ากับโหลด 32
3.13 ภาพแสดงการติดเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.14 ภาพแสดงระบบควบคุมแสงสว่างโดยเซนเซอร์ 33
4.1 ภาพแสดงระบบควบคุมแสงสว่างกรณีที่ไม่ติดเซนเซอร์ 34
4.2 ภาพแสดงระบบควบคุมแสงสว่างกรณีที่ทำการติดเซนเซอร์ 35
4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 1 กรณีที่ 1 36
4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 1 กรณีที่ 2 37
4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 1 กรณีที่ 3 38
4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 1 กรณีที่ 4 39
4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 1 ทุกกรณี 40
4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 2 กรณีที่ 1 42
4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 2 กรณีที่ 2 43
4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 2 กรณีที่ 3 44
4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 2 กรณีที่ 4 46
4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 2 ทุกกรณี 47
4.13 ภาพแสดงการถอดฝ้าเพื่อทำการเจาะใส่เซนเซอร์ 48
4.14 ภาพแสดงการเจาะรูเพื่อที่จะยึดติดกับตัวเซนเซอร์ 49
4.15 ภาพแสดงการนำเซนเซอร์เข้าไปยึดติดกับฝ้า 49
4.16 ภาพแสดงการไขน็อตเพื่อติดเซนเซอร์กับฝ้า 50
4.17 ภาพแสดงการเชื่อมต่อสายไฟออกมาจากเซนเซอร์ 50
4.18 ภาพแสดงการนำเซนเซอร์ขึ้นไปติดบนเพดานและทำการปรับเวลา 51
4.19 ภาพแสดงหลังจากการติดตั้งเซนเซอร์ 51
4.20 ภาพแสดงหลอดไฟบริเวณภายในห้องน้ำ 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำย่อและสัญลักษณ์

คำย่อและสัญลักษณ์	คำอธิบาย
PIR sensor	เซนเซอร์ (Passive infrared sensor, PIR)
P	พลังงานไฟฟ้า; (kWh)
pyro-electric	หลักการตรวจจับของเซนเซอร์
IR	รังสีอินฟาเรด (Infrared Radiation, IR)
WTKG2911	เซนเซอร์ต่อพ่วง
WTKG2411	เซนเซอร์หลัก
W	พลังงานไฟฟ้า (W)
Ø	ขนาด (m)
LED	ไดโอดเปล่งแสง (Light-emitting diode, LED)
L	สายไฟฮอตไลน์
N	สายไฟนิวทรัล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา [1]

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอาคารส่วนใหญ่คือพลังงานที่ใช้ในการดำเนินการใช้ (Operating) อาคาร ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้สำหรับระบบทำความเย็นปรับอากาศ ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับระบบแสงสว่าง และไฟฟ้าหรือพลังงานที่ใช้สำหรับอุปกรณ์อื่น ๆ ในอาคาร สำหรับอาคารขนาดใหญ่แล้ว กระแสไฟฟ้าส่วนใหญ่ใช้ไปกับระบบทำความเย็นถึงครึ่งหนึ่ง หรือมากกว่าประมาณ 50-70 เปอร์เซ็นต์ ระดับถัดไปได้แก่ระบบแสงสว่างประมาณ 15-25 เปอร์เซ็นต์ และท้ายที่สุดในระบบอื่น ๆ ขึ้นกับประเภทกิจกรรมของอาคาร ดังนั้นการประหยัดและใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในการดำเนินการอาคารนั้น จะต้องมุ่งเน้นการออกแบบไปที่การลดภาระการทำความเย็นและภาระการให้แสงสว่างแก่อาคาร หนทางแก้ไขปัญหาของการใช้พลังงานในอาคารอันหนึ่งก็คือ การพึ่งพาเทคโนโลยี และระบบเครื่องกลในการผลิตพลังงานและประหยัดพลังงาน

การประหยัดพลังงานในอาคารนั้น โดยหลักใหญ่จะมุ่งเน้นไปที่พลังงานที่ใช้ในการดำเนินการใช้อาคาร พลังงานที่ใช้ในอาคารที่ออกแบบจะต้องให้ความสำคัญ คือ พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในระบบทำความเย็น (Cooling Load) และพลังงานที่ใช้ในระบบแสงสว่าง (Lighting Load) การออกแบบอาคารให้ประหยัดพลังงานโดยมุ่งเน้นเฉพาะการออกแบบระบบทำความเย็นและระบบแสงสว่างให้มีประสิทธิภาพสูงสุด โดยที่ตัวอาคารเองไม่มีประสิทธิภาพในการลดภาระการทำความเย็น และภาระการทำแสงสว่างแล้ว การประหยัดพลังงานก็ไม่สามารถบรรลุเป้าหมายได้ ดังนั้นการออกแบบอาคารให้ประหยัดพลังงานต้องเริ่มต้นที่ตัวอาคารเองให้มีภาระการทำความเย็นและภาระการให้แสงสว่างน้อยที่สุดเท่าที่จะทำได้ จากนั้นจึงออกแบบเลือกระบบที่สอดคล้องกับการใช้งานและมีประสิทธิภาพสูง ผลลัพธ์ที่ได้คือ อาคารประหยัดพลังงานอย่างแท้จริง

เมื่อพิจารณาถึงอาคารเรียนของคณะวิทยาศาสตร์ เช่น ตึกพระจอมเกล้าและตึกจุฬาภรณ์ พบว่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ส่วนใหญ่มาจากระบบทำความเย็นและระบบแสงสว่าง และเมื่อพิจารณาที่ระบบแสงสว่างจะพบว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลือง อาทิเช่น การเปิดไฟห้องน้ำและทางเดินในตัวอาคารทิ้งไว้ตลอดทั้งคืน ดังนั้นเพื่อที่จะลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลืองดังกล่าว ผู้วิจัยจึงต้องการออกแบบระบบแสงสว่างในห้องน้ำให้สามารถควบคุมเวลาในการเปิดปิดหลอดไฟในห้องน้ำเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและปรับให้เหมาะสมกับผู้ที่มาใช้ โดยผู้วิจัยจะใช้เทคโนโลยีของเซนเซอร์อัจฉริยะ (Passive infrared sensor) มาใช้เป็นระบบควบคุมไฟส่องสว่างเพื่อประหยัดพลังงาน ระบบจะตรวจจับการเคลื่อนไหวและระดับความสว่างภายในห้องแล้วจึงเปิดปิดไฟอัตโนมัติ ดังนั้นจึงไม่ต้องกังวลว่าจะลืมปิดไฟ โดยเมื่อมีคนเข้ามาภายในระยะตรวจจับ ระบบจะตรวจจับการเคลื่อนไหวของบุคคลดังกล่าวและไฟจะสว่างขึ้นโดยอัตโนมัติ เมื่อคนออกจากระยะตรวจจับ ไฟจะดับลงตามระยะเวลาที่ตั้งไว้ โดยสามารถตั้งเวลาปิดไฟได้ตั้งแต่ 10 วินาทีถึง 30 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อนำเซนเซอร์อัจฉริยะมาใช้เป็นระบบควบคุมไฟส่องสว่างในห้องน้ำเพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า
2) เพื่อป้องกันการลืมปิดไฟทิ้งไว้ซึ่งจะช่วยลดค่าไฟเป็นอย่างมาก
3) เพื่อศึกษาผลของการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการใช้เซนเซอร์ในการตั้งเวลาปิดไฟในช่วงเวลาที่ต่างกันและเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่มีการใช้เซนเซอร์
4) เพื่อเรียนรู้หลักการทำงานของเซนเซอร์เพื่อควบคุมการเปิดหรือปิดไฟอัตโนมัติ รวมถึงการติดตั้งเซนเซอร์ในวงจรที่ประกอบด้วยสวิตซ์ไฟและหลอดไฟหลาย ๆ หลอด

1.3 ขอบเขตการวิจัย

1) ใช้เซนเซอร์โดยสามารถตั้งเวลาปิดไฟได้ตั้งแต่ 10 วินาทีถึง 30 นาที ระดับความเข้มแสงที่ตรวจจับได้ตั้งแต่ 5 lux – 1,000 lux อุณหภูมิที่ตรวจจับได้ 4 องศาเซลเซียสหรือมากกว่า
2) ติดตั้งเซนเซอร์บนเพดานในห้องน้ำภายในอาคาร
3) เซนเซอร์ขนาด 3 A 220-240 V (หลอดไส้ 660 W หลอดฟลูออเรสเซนต์ 330 W)

1.4 วิธีการดำเนินการ

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	ระยะเวลา									
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
ค้นคว้าทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	←	→								
ออกแบบและคำนวณการต่อเซนเซอร์ให้เหมาะกับกำลังหลอดไฟ		←	→							
ศึกษาผลของการใช้พลังงานไฟฟ้าในกรณีที่ไม่มีการใช้เซนเซอร์			←	→						
ศึกษาผลของการใช้พลังงานไฟฟ้าจากการใช้เซนเซอร์						←	→			
ติดตั้งเซนเซอร์บนเพดานห้องน้ำและทดสอบระบบ									←	→
วิเคราะห์และสรุปผล									←	→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1) ได้ระบบควบคุมไฟส่องสว่างในห้องน้ำโดยใช้เซนเซอร์เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า
2) ป้องกันการลืมปิดไฟทิ้งไว้
3) สามารถควบคุมเวลาในการเปิดปิดหลอดไฟและความเข้มแสงเพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าและปรับให้เหมาะสมกับผู้ที่มาใช้
4) ลดภาระการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างสิ้นเปลืองซึ่งเป็นการช่วยลดค่าไฟฟ้าอย่างมาก
5) ได้รับความรู้ที่เกี่ยวกับการทำงานของเซนเซอร์เพื่อควบคุมการเปิดปิดของหลอดไฟ
6) ได้รับทักษะเกี่ยวข้องกับระบบของวงจรไฟฟ้าและการติดตั้งของตัวเซนเซอร์เชื่อมต่อกับสวิตช์ไฟและหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงหลักการกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยอธิบายเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Passive Infrared Sensor) หลักการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว การติดตั้งและการใช้งานของเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวรวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานร่วมกับเซนเซอร์และการนำไปใช้งาน

2.1 เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว [2]

เซนเซอร์ควบคุมการเปิดปิดไฟส่องสว่างตามกิจกรรมการเคลื่อนไหวที่ร่างกายทำ โดยจะตรวจจับความร้อนในร่างกายจากการแผ่รังสีความร้อนภายในร่างกาย รังสีที่แผ่ออกมาจะอยู่ในรูปรังสีอินฟาเรดมีความยาวคลื่นในช่วง 700 nm ถึง 1 mm เป็นอุปกรณ์ที่แปลงการตรวจจับความเคลื่อนไหวเป็นสัญญาณไฟฟ้า

2.1.1 เซนเซอร์ตรวจจับด้วยรังสีอินฟราเรด

ในการใช้เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตหรือที่เรียกว่า โมชั่นเซนเซอร์ (motion sensor) ที่ได้รับความนิยมและใช้งานง่ายคือ เซนเซอร์แบบอินฟราเรดซึ่งใช้หลักการตรวจจับที่เรียกว่า ไพโรอิเล็กตริก (pyro-electric) เป็นการตรวจจับการแผ่รังสีอินฟราเรด หากระดับของการแผ่รังสีไม่เปลี่ยนแปลงแสดงว่าสิ่งที่ต้องการตรวจจับนั้นไม่มีการเคลื่อนไหวแต่ถ้าหากมีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น ระดับของการแผ่รังสีอินฟราเรดจะเปลี่ยนแปลง จึงเรียกเซนเซอร์แบบนี้ว่าเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว หรือ PIR sensor

รูปที่ 2.1 ภาพแสดงเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 รังสีอินฟราเรดหรือรังสีความร้อน (Infrared Radiation; IR) [3]

รังสีอินฟราเรดเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกค้นพบครั้งแรกในปี ค.ศ. 1800 โดย Sir William Herschel ซึ่งใช้คำเรียกรังสีอินฟราเรดว่า รังสีใต้แดงหรือรังสีความร้อน รังสีอินฟราเรดมีความยาวคลื่น 700 nm ถึง 1 mm เป็นคลื่นที่มีความถี่ถัดจากความถี่ของสีแดงลงมา มนุษย์จึงไม่สามารถมองเห็นรังสีอินฟราเรด แต่ก็รู้สึกถึงความร้อน เมื่อโลกได้รับรังสีจากดวงอาทิตย์ โลกจะแผ่รังสีสะท้อนกลับสู่บรรยากาศเรียกว่า รังสีโลก (terrestrial radiation) ซึ่งเป็นรังสีอินฟราเรดในคลื่นยาว ซึ่งแตกต่างจากรังสีอินฟราเรดจากดวงอาทิตย์ซึ่งเป็นช่วงคลื่นสั้น ตามปกติแล้วไอน้ำและคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศจะมีปริมาณพอเหมาะและสามารถดูดซึมพลังงานส่วนนี้ไว้ ทำให้โลกเก็บความร้อนไว้อยู่ในระดับที่เหมาะสมต่อการดำรงชีวิตของคน สัตว์และพืช ในปัจจุบันมีการนำรังสีอินฟราเรดมาประยุกต์ใช้งานหลายอย่างด้วยกัน เช่น ใช้เป็นตัวกลางในการสื่อสารของอุปกรณ์ไร้สายหลายชนิดทั้งโทรศัพท์มือถือและคอมพิวเตอร์ กล้องอินฟาเรดที่สามารถจับภาพได้แม้ในเวลากลางคืน ล่าสุดมีผลงานการวิจัยจาก University of Arizona แสดงให้เห็นว่ารังสีหรือแสงอินฟาเรดนั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้ประโยชน์อื่น ๆ ได้อีก โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตรวจวิเคราะห์เซลล์มะเร็ง รวมไปถึงการวิเคราะห์สารปนเปื้อนในแหล่งต่างๆ

ประเภทของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ซึ่งเรียงลำดับตามความยาวคลื่นได้ดังนี้

1) รังสีแกมมา (Gamma ray) เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นสั้นที่สุดในสเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยมีย่านความยาวคลื่นประมาณ 0.1 nm ถึงน้อยกว่า 10 nm ถึง 5 nm ในความเป็นจริงช่วงความยาวคลื่นของรังสีแกมมาส่วนหนึ่งคาบเกี่ยวกับรังสีเอกซ์ ดังนั้น ช่วงความยาวคลื่นที่คาบเกี่ยวกันจะจัดเป็นรังสีชนิดใดย่อมขึ้นกับแหล่งกำเนิดของรังสีดังกล่าว รังสีแกมมาเป็นกัมมันตภาพรังสี (radioactivity) ที่เกิดจากสภาวะความไม่เสถียรภายในนิวเคลียสของอะตอมของธาตุที่เป็นไอโซโทปกัมมันตรังสี
2) รังสีเอกซ์ (X-ray) ไม่ได้เกิดขึ้นโดยธรรมชาติแต่เป็นรังสีที่มนุษย์สร้างขึ้น โดยใช้ปรากฏการณ์อันหนึ่งที่ภาษาเยอรมันเรียกว่า เบรมส์ชตราห์ลุง (bremmstrahlung) ซึ่งแปลว่าสกัดกั้นหรือทำให้ช้าลงหรือทำให้หยุด (breaking radiation) เพราะรังสีเอกซ์ส่วนใหญ่เกิดขึ้นจากการที่อิเล็กตรอนซึ่งเป็นวัสดุที่มีมวลและมีน้ำหนักวิ่งไปกระทบกับโลหะทังสเตน และถูกทังสเตนสกัดกั้นไว้จนวิ่งช้าลงหรือจนหยุด ทำให้อิเล็กตรอนคายพลังงานจลน์ (kinetic energy) ออกมา ตามกฎที่ว่าพลังงานย่อมไม่สูญหาย กล่าวคือเมื่ออิเล็กตรอนกำลังวิ่ง มีพลังงาน 2 รูป คือ พลังงานศักย์ (potential energy) และพลังงานจลน์พอถูกทังสเตนหน่วงเหนี่ยวให้หยุดจะเหลือแต่พลังงานศักย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) รังสีเอกซ์ รังสีเอกซ์ที่เกิดขึ้นนี้เป็นส่วนผสมของรังสีเอกซ์ที่มีความยาวคลื่นต่างๆ กัน ตั้งแต่ความยาวคลื่นสั้นที่สุดซึ่งมีพลังงานสูงสุดที่เกิดจากอิเล็กตรอนที่ถูกทำให้หยุดและความยาวคลื่นปานกลางขนาดต่างๆ ไปจนถึงความยาวคลื่นที่ยาวมาก ๆ ซึ่งเป็นรังสีเอกซ์ที่มีพลังงานต่ำและยังมีพลังงานจลน์เหลืออยู่ ส่วนผสมของรังสีเอกซ์นี้เรียกว่า เอกซเรย์สเปกตรัม (X-ray spectrum) รังสีเอกซ์ที่มีคลื่นสั้นมีพลังงานสูงจึงมีอำนาจทะลุทะลวงสูงกว่ารังสีเอกซ์ที่มีคลื่นยาว รังสีเอกซ์ยังเกิดขึ้นได้อีกวิธีหนึ่งคือ เมื่ออิเล็กตรอนหลายวงที่วิ่งวนรอบนิวเคลียสของอะตอมกระโดดจากวงหนึ่งที่มีระดับพลังงานสูงกว่าไปสู่วงอื่นที่มีระดับพลังงานต่ำกว่าจะคายพลังงานออกมาในรูปของรังสีเอกซ์ที่มีพลังงานเฉพาะและคงที่สุดแล้วแต่ลักษณะอะตอมของธาตุหนึ่ง ๆ รังสีเอกซ์ที่ได้มาด้วยวิธีนี้จึงเรียกว่ารังสีลักษณะเฉพาะ (characteristic radiation)

4) รังสีอัลตาไวโอเลต (Ultraviolet radiation) แหล่งกำเนิดของรังสีอัลตราไวโอเลต 1. การแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ (solar radiation) ถือเป็นแหล่งกำเนิดสำคัญของการแผ่รังสีที่ส่องมาถึงโลกโดยประกอบด้วยรังสียูวีซี ยูวีบี และยูวีเอ รวมถึงช่วงคลื่นที่มนุษย์มองเห็นและรังสีอินฟาเรดแต่รังสีบางส่วนจะถูกดูดซับไว้ในชั้นบรรยากาศที่เหลือสามารถส่องมาถึงผิวโลกในระดับไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์

2. แหล่งที่มนุษย์สร้างขึ้น (artificial sources) อันได้แก่วัตถุทุกชนิดที่ถูกทำให้ร้อนจนมีอุณหภูมิสูง

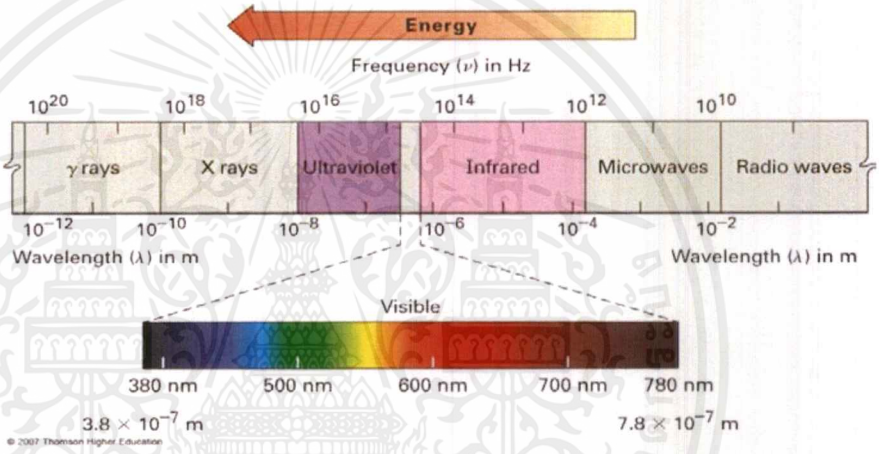
3. แสงที่ตามองเห็น (Visible light) มีความยาวคลื่น 400 ถึง 700 nm พลังงานที่แผ่ออกมาจากดวงอาทิตย์ส่วนมากเป็นรังสีในช่วงนี้ แสงแดดเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญของโลกและยังช่วยในการสังเคราะห์แสงของพืช

5) รังสีอินฟราเรด (Infrared radiation: IR) รังสีอินฟราเรดมีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 0.75 - 100 μm หรือในช่วงความถี่ 1,011 - 1,014 Hz หรืออยู่ในช่วงระหว่างแสงสีแดงกับคลื่นวิทยุเช่นเดียวกันกับคลื่นไมโครเวฟโดยคุณสมบัติเด่นเฉพาะตัวของรังสีอินฟราเรดคือไม่เบี่ยงเบนในสนามแม่เหล็กไฟฟ้าและหากมีความถี่สูงขึ้น พลังงานก็จะเพิ่มสูงขึ้นด้วย

6) คลื่นไมโครเวฟ (Microwave) คลื่นไมโครเวฟเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ 0.3 - 300 KHz ซึ่งเป็นคลื่นที่มีอิทธิพลต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก ในแต่ละคลื่นความถี่จะถูกใช้ในกิจวัตรประจำวันต่าง ๆ เช่นความถี่ 2.45 กิกะเฮริตซ์ ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการอุ่นอาหารหรือความถี่ 900 MHz 1800 MHz และ 2100 MHz ถูกใช้ในการติดต่อสื่อสาร คลื่นไมโครเวฟไม่ใช่แค่เพื่ออำนวยความสะดวกต่อการกินและการพูดคุยแต่คลื่นนี้ยังถูกประยุกต์ใช้ในงานวิจัยเรื่องการพัฒนาสารกึ่งตัวนำสมัยใหม่อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) คลื่นวิทยุ (Radio wave) คลื่นวิทยุมีความถี่อยู่ในช่วง 104 - 109 Hz คลื่นช่วงนี้ใช้ในการส่งข่าวสารและสาระบันเทิงไปยังผู้รับโดยการส่งคลื่นวิทยุระบบเอเอ็มจะใช้คลื่นที่มีความถี่ขนาด 530 - 1600 KHz และยังมีคลื่นที่อยู่ในช่วงความถี่ต่ำลงไปอีก เรียกว่าคลื่นยาว และคลื่นที่อยู่ในช่วงความถี่สูงขึ้นไปเรียกว่า คลื่นสั้นด้วย ส่วนการส่งคลื่นในระบบเอฟเอ็มจะอยู่ในช่วงความถี่ 88 ถึง 108 MHz ซึ่งระบบการส่งคลื่นแบบเอเอ็มกับเอฟเอ็มจะต่างกันที่วิธีการผสมคลื่น ดังนั้นจึงทำให้เครื่องรับวิทยุแต่ละแบบไม่สามารถรับคลื่นวิทยุของอีกแบบหนึ่งได้เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีความยาวคลื่นมากที่สุด คลื่นวิทยุสามารถเดินทางผ่านชั้นบรรยากาศได้ จึงถูกนำมาใช้ประโยชน์ในด้านการสื่อสารโทรคมนาคม



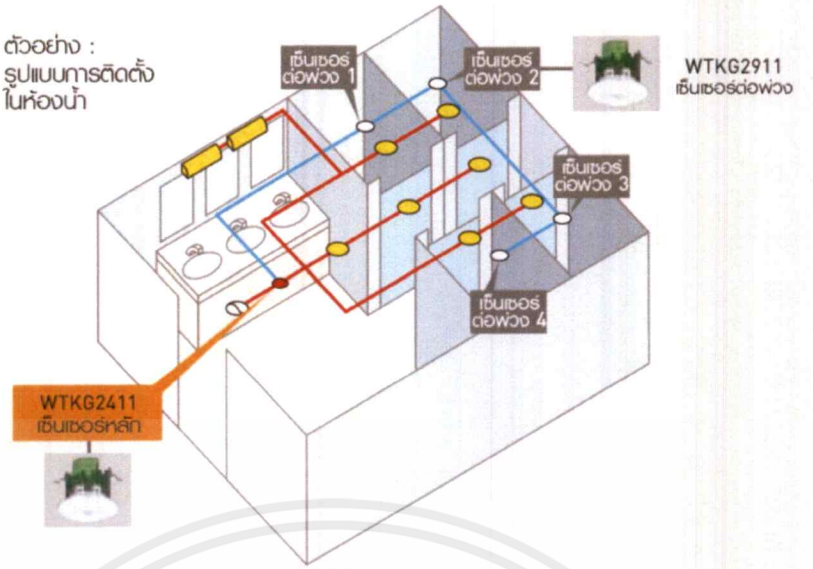
รูปที่ 2.2 ภาพแสดงความยาวคลื่นในช่วงต่าง ๆ

2.2 หลักการทำงานของเซนเซอร์ [5]

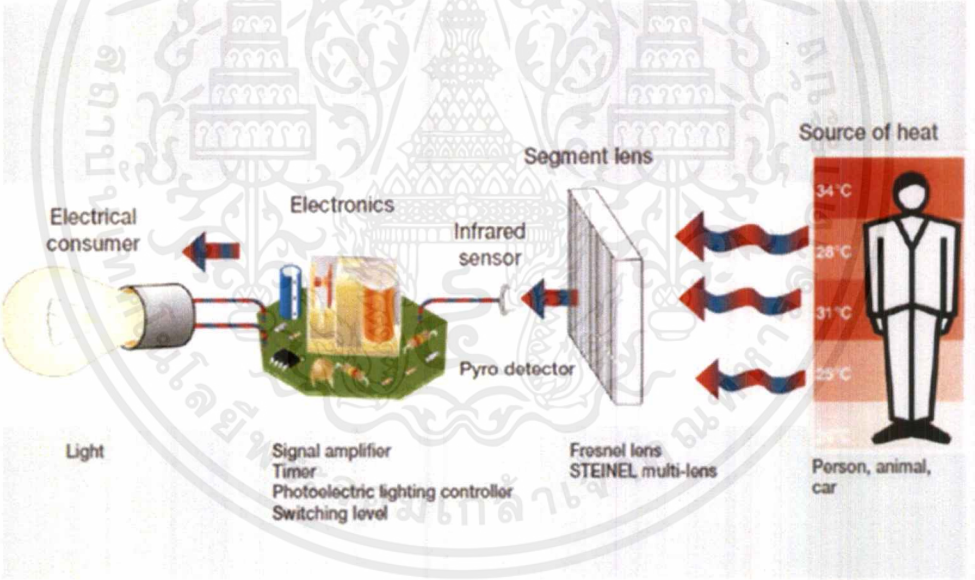
เซนเซอร์ คืออุปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ใช้ตรวจจับการเคลื่อนไหวโดยใช้วิธีการตรวจจับด้วยคลื่นรังสีอินฟราเรดที่กระจายมาจากมุนษย์ สัตว์ ที่มีการเคลื่อนไหว เซนเซอร์จึงนำมาประยุกต์ใช้งานทางด้านการตรวจจับการเคลื่อนไหวของสิ่งมีชีวิตเพื่อควบคุมไฟส่องสว่างเพื่อประหยัดพลังงานภายในห้องน้ำ

ระบบควบคุมไฟแสงสว่างเพื่อการประหยัดพลังงานโดยตรวจจับการเคลื่อนไหวและระดับความสว่างภายในห้องแล้วจึงปิดหรือเปิดอัตโนมัติโดยไม่ต้องกังวลว่าจะลืมปิดไฟ สามารถขยายพื้นที่การตรวจจับได้ด้วยการติดตั้งเซนเซอร์ต่อพ่วง (WTKG2911) ได้สูงสุด 4 ตัว โดยเชื่อมต่อกับเซนเซอร์หลัก (WTKG2411) หรือถ้าใช้เพียงตัวเดียวก็สามารถเลือก WTKG2310 ได้โดยความแตกต่างหลักคือไม่สามารถต่อพ่วงและปรับเวลาหน่วงได้ 1 นาที สำหรับ WTKG2310 เท่านั้นเหมาะกับการใช้งานในสถานที่ที่แบ่งกั้นบริเวณเป็นส่วน ๆ ชัดเจน เช่น ห้องน้ำ ตู้ล็อกเกอร์และระเบียง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



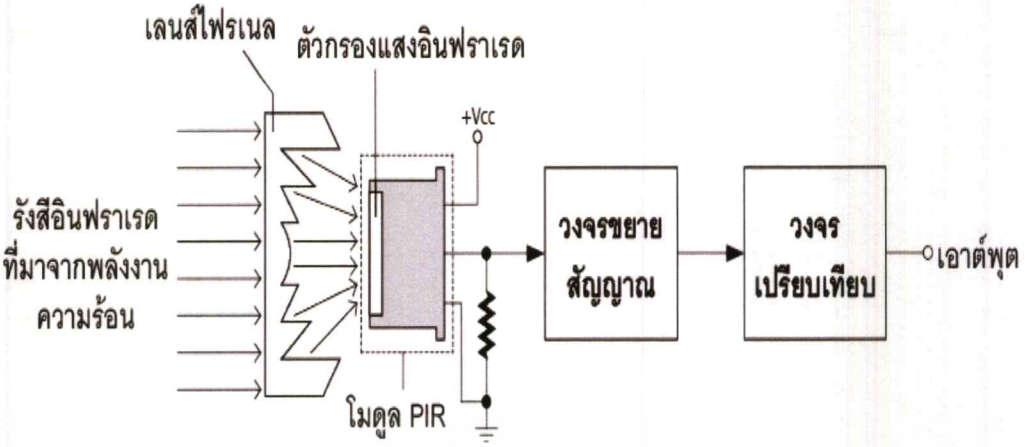
รูปที่ 2.3 ภาพแสดงตัวอย่างการติดตั้งในห้องน้ำ



รูปที่ 2.4 ภาพแสดงการทำงานของเซนเซอร์

จากรูปที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่าเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับด้วยระยะที่เหมาะสมแหล่งกำเนิดความร้อน (Source of heat) ผ่านที่ Segment lens ไปที่ Infrared sensor ที่เป็นเซนเซอร์ทำให้ภายในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำงานส่งผลให้หลอดไฟติดซึ่งภายในวงจรของเซนเซอร์ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



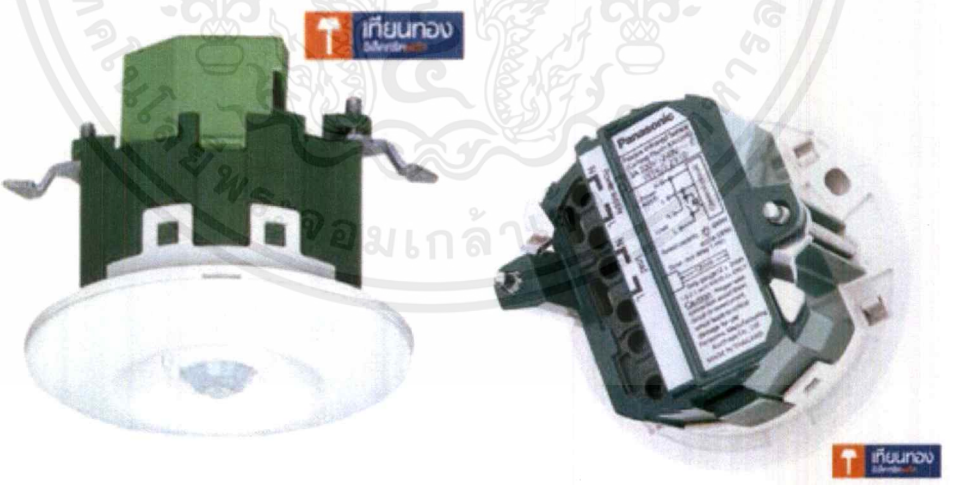
รูปที่ 2.5 ภาพแสดงการทำงานในระบบภายในของเซนเซอร์

จากภาพที่ 2.5 เมื่อมีรังสีอินฟราเรดที่มาจากพลังงานความร้อนไปทำให้โมดูลของเซนเซอร์ทำงานซึ่งภายในโมดูลจะมีตัวกรองแสงอินฟราเรดอยู่ก่อนที่จะถึงโมดูลเซนเซอร์เมื่อรังสีอินฟราเรดที่มาจากพลังงานความร้อนเข้าไปในโมดูลทำให้ส่งต่อไปที่วงจรขยายสัญญาณแล้วส่งไปยังวงจรเปรียบเทียบซึ่งจะไปออกที่เอาท์พุตต่าง ๆ

2.2.1 ส่วนประกอบที่สำคัญของเซนเซอร์

เลนส์ สำหรับควบคุมหรือโฟกัสพื้นที่ในการตรวจจับความเคลื่อนไหว

เซนเซอร์ เป็นตัวแปลงจากรังสีอินฟราเรดมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า



รูปที่ 2.6 ภาพแสดงส่วนประกอบของเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 คุณสมบัติของเซนเซอร์รุ่น PANASONIC WTKG2411 [6]

WTKG2411
White

Rating	3A 220-240V~, Incandescent Lamp 660W Fluorescent Lamp 330W
Applicable Standard	IEC60669-2-1
Ambient Temperature	-10°C – +40°C
Applicable Wire	Rigid Copper Conductor 1.5mm² - 2.5mm²
Size of Installation Hole(cm)	Ø7cm (+0.5cm)
Applicable Box	Square Box (Depth : 2 inches or more) Octagon Box (Depth : 2 inches or more)
Time-Out Delay	10 seconds - 30 minutes
Detectable Movement Speed	0.3m/seconds -1.0m/seconds
Temperature of Detection	4°C or more

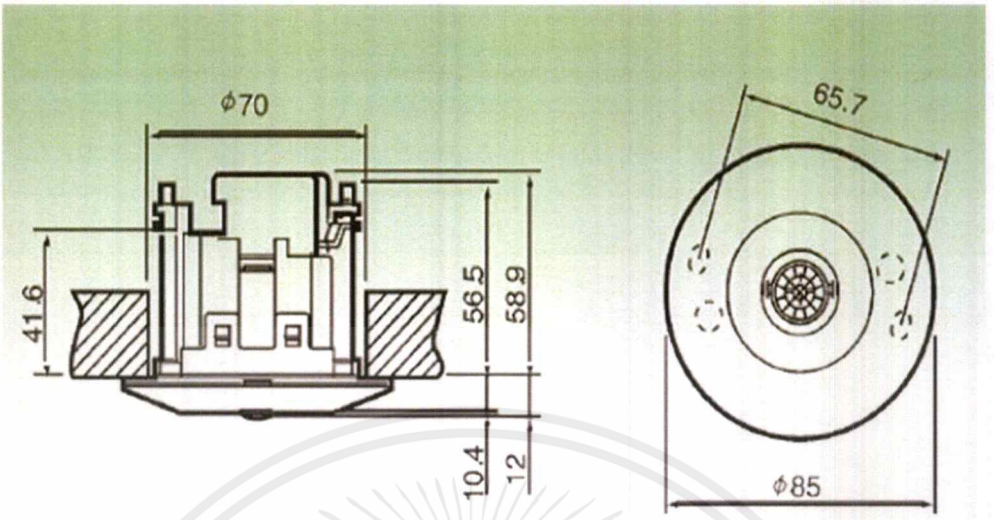
Ceiling Mounted Sensor - Auxiliary

ชื่อรุ่น	เซ็นเซอร์หลัก (WTKG2411)	เซ็นเซอร์ต่อพ่วง (WTKG2911)
แรงดันไฟฟ้า	3A 220-240V~, หลอดไส้ (อินแคนเดสเซนต์) 660W, หลอดฟลูออเรสเซนต์ 330W	12V DC (ต้องต่อกับ WTKG2411 เท่านั้น) ไม่สามารถต่อกับหลอดไฟได้
มาตรฐานการใช้งาน	IEC60669-2-1	
อุณหภูมิแวดล้อม	-10°C ถึง+ 40°C	
ชนิดสายไฟใช้งาน	สายทองแดง 1.5 ตร.มม -2.5 ตร.มม	
ขนาดช่องเจาะเพื่อติดตั้ง	7 เซนติเมตร (+0.5 เซนติเมตร)	
ชนิดกล่องที่ใช้	กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ความลึก 2 นิ้วหรือมากกว่า) กล่องแปดเหลี่ยม (ความลึก 2 นิ้วหรือมากกว่า)	
การหน่วงเวลา	10 วินาที-30 นาที	หน่วงเวลาตามการทำงานของเซ็นเซอร์หลัก
ความเร็วในการตรวจจับการเคลื่อนไหว	0.3 เมตร/วินาที -1.0 /วินาที	
ระดับแสงสว่างที่ตรวจจับได้	5 lux-1,000 lux	—
อุณหภูมิที่ตรวจจับได้	4°C หรือมากกว่า	

รูปที่ 2.7 ภาพแสดงคุณสมบัติเซนเซอร์หลักและต่อพ่วง

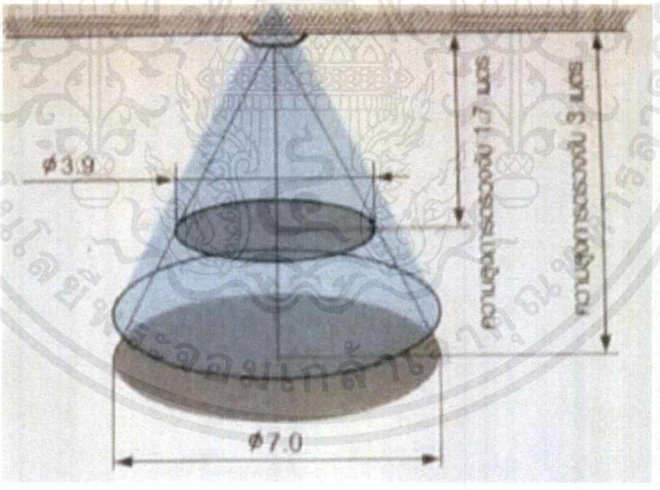
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ขนาดผลิตภัณฑ์ [7]



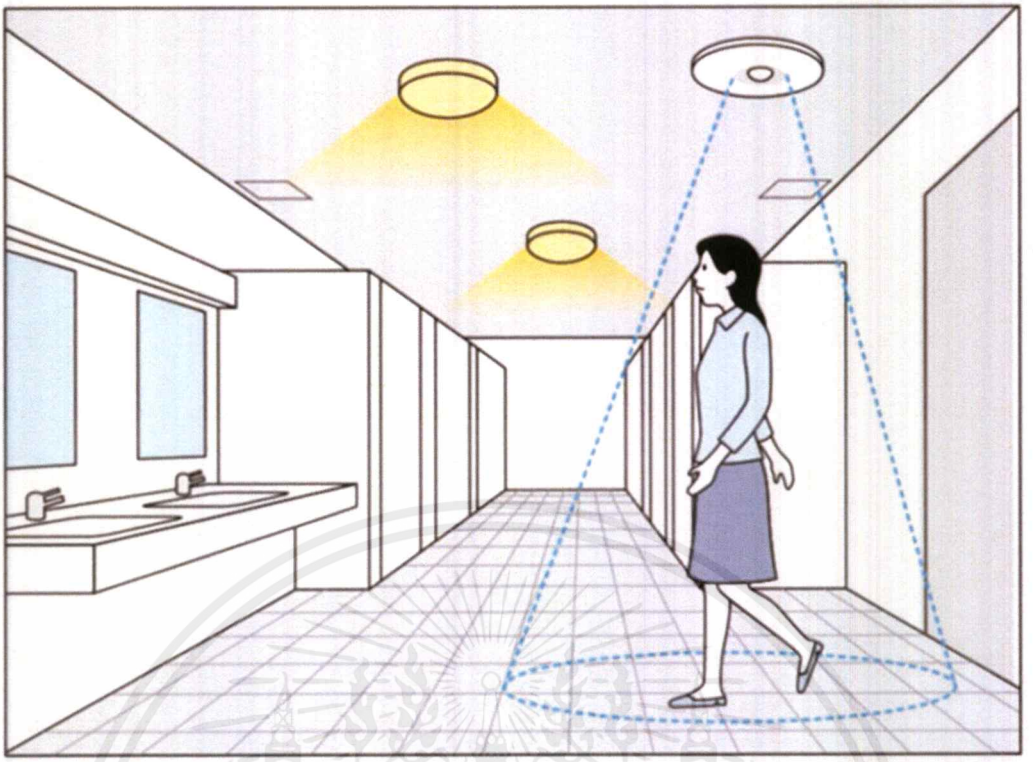
รูปที่ 2.8 ภาพแสดงขนาดของผลิตภัณฑ์

2.2.4 พื้นที่ในการตรวจจับ [7]



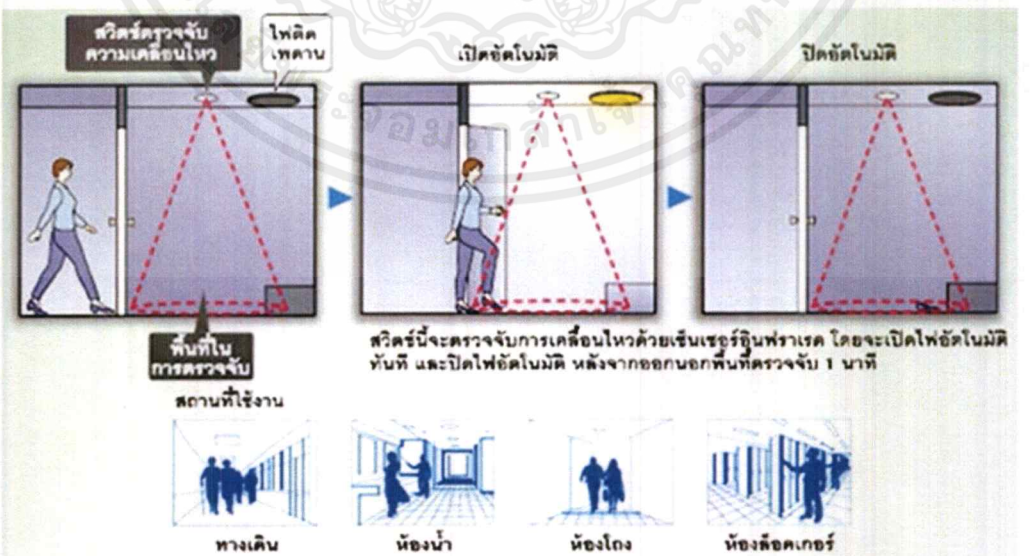
รูปที่ 2.9 ภาพแสดงรัศมีการตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ภาพแสดงพื้นที่ในการตรวจจับ

จากรูปภาพที่ 2.8 เป็นบริเวณที่คนเดินเข้าห้องน้ำมาตรงบริเวณที่เซนเซอร์ตรวจจับพอดีด้วยระยะที่เหมาะสมกับเซนเซอร์คือ ความสูงเพดานที่ 2.4 m ถึง 3.7 m ความสูงมาตรฐานของขอบเขตการตรวจจับ 1.7 m ถึง 3 m ขอบเขตการตรวจจับ Ø 0.39 m ถึง Ø 0.70 m ทำให้ไฟภายในห้องน้ำสว่างหมดทุกดวงที่ต่อเข้ากับเซนเซอร์



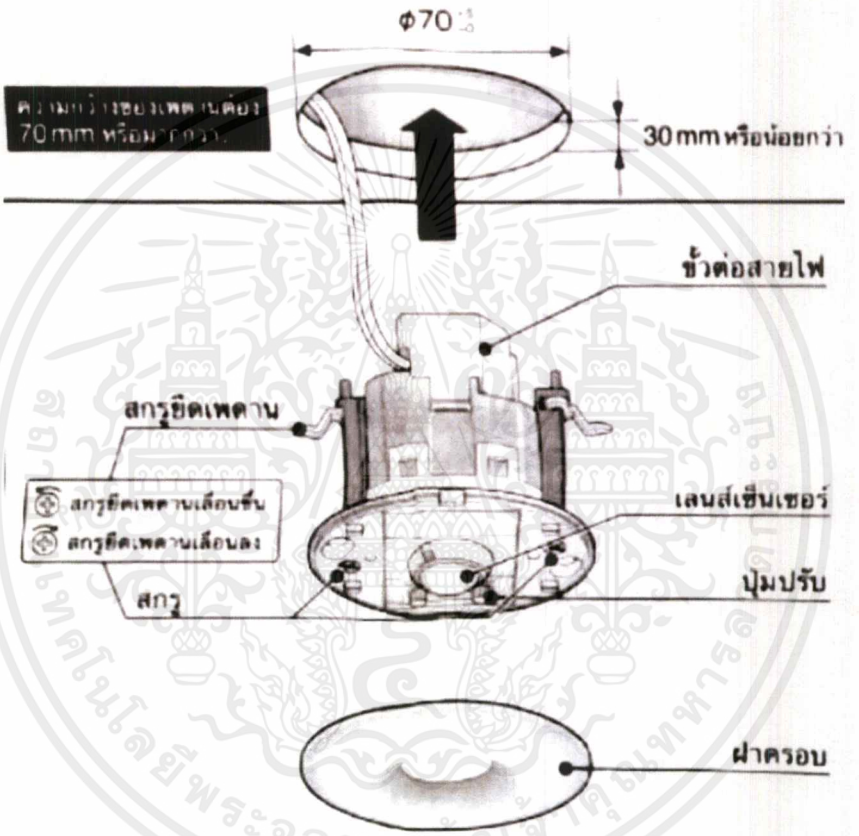
รูปที่ 2.11 ภาพแสดงการตรวจจับก่อนและหลังเซนเซอร์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.9 ภาพแรกแสดงการตรวจจับก่อนที่จะเข้าไปในระยะที่เซนเซอร์ตรวจจับไฟไม่ติด เนื่องจากไม่เข้าไปในรัศมีที่ตรวจจับ ภาพถัดมาไฟติดอัตโนมัติเมื่อคนเดินเข้าบริเวณที่เซนเซอร์ตรวจจับและไฟจะดับลงเมื่อครบเวลาที่ได้ตั้งเวลาปิดไฟไว้

2.3 วิธีการติดตั้ง [7]

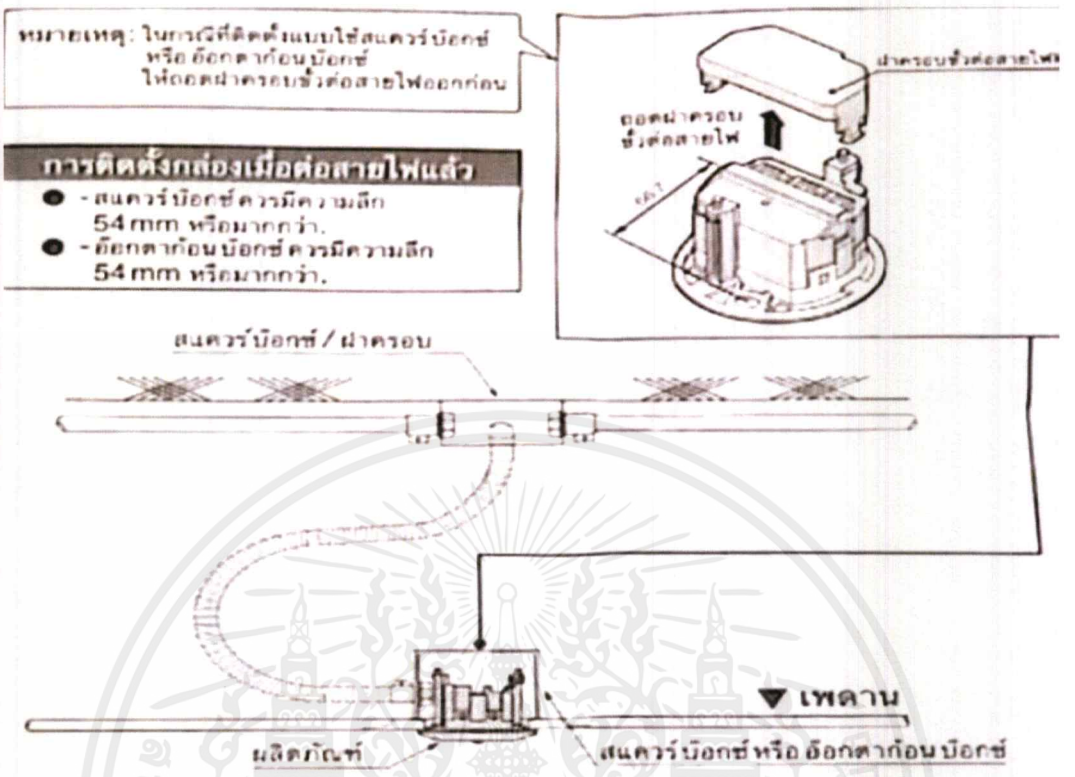
2.3.1 การติดตั้งอุปกรณ์ที่ยังไม่ได้ต่อเข้ากล่อง



รูปที่ 2.12 ภาพแสดงการติดตั้งอุปกรณ์ที่ยังไม่ได้ต่อเข้ากล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

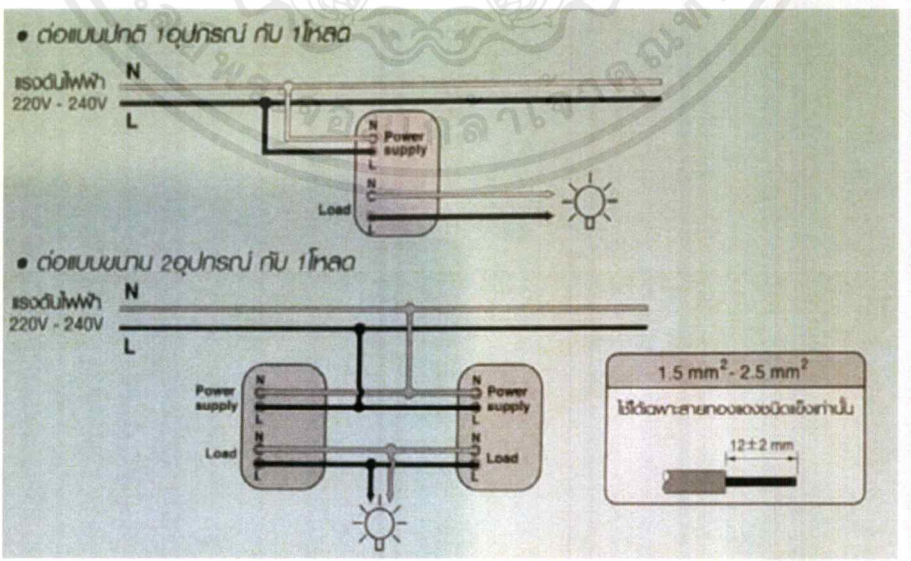
2.3.2 ติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับกล่อง



รูปที่ 2.13 ภาพแสดงติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับกล่อง

2.4 เซนเซอร์ต่อพ่วงกับอุปกรณ์แสงสว่าง [7]

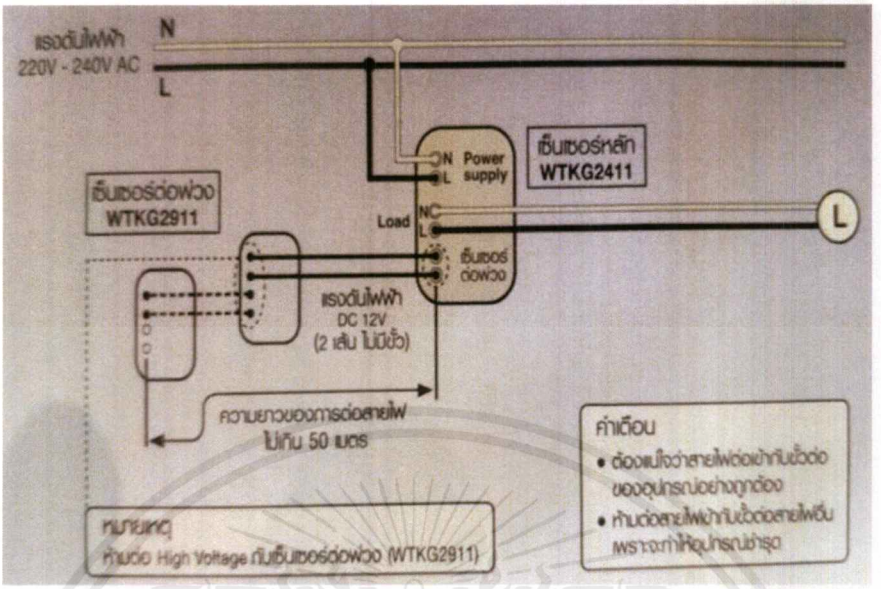
2.4.1 ต่อแบบปกติ 1 อุปกรณ์ กับ 1 โหลด



รูปที่ 2.14 ภาพแสดงการต่อแบบปกติกับ 1 อุปกรณ์ กับ 1 โหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 เซนเซอร์หลัก 1 ตัว กับเซนเซอร์ต่อพ่วง 4 ตัว



รูปที่ 2.15 ภาพแสดงเซนเซอร์หลัก 1 ตัว กับเซนเซอร์ต่อพ่วง 4 ตัว

2.5 อุปกรณ์ที่ใช้ทำงานร่วมกับเซนเซอร์

2.5.1 หลอดไฟ

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าเพื่อทำให้เกิดแสงสว่างที่เป็นโหลดต่อมาจากตัวเซนเซอร์ที่ใช้ในการควบคุมการเปิดปิดของระบบแสงสว่างภายในห้องน้ำ

ประเภทของหลอดไฟ [8]

1. หลอดไส้ (Incandescent)
2. หลอดฟลูออเรสเซนต์ (Fluorescent)
3. หลอดเมทัลฮาไลด์ หลอดโซเดียม หลอดแสงจันทร์
4. หลอด LED / แอลอีดี

หลอดไฟ LED

LED ย่อมาจาก Light Emitting Diode เป็นชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งซึ่งสามารถเปล่งแสงสว่างเมื่อให้กระแสไฟผ่านตัวมัน ไดโอดเปล่งแสงออกมาได้แบบมีคลื่นความถี่เดียวและเฟสต่อเนื่องกัน และเปล่งแสงได้เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น LED มีจุดเด่นหลายอย่าง คือ ใช้พลังงานต่ำแต่ให้ประสิทธิภาพการส่องสว่างที่สูงมาก ไม่มีแสง UV ไม่กระพริบขณะเปล่งแสง การเปิดปิด LED สามารถเปิดปิดได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องเสียเวลารอนานเป็นหลอดไฟที่ประหยัดพลังงานมากกว่าหลอดไฟประเภทอื่นๆ ที่มีอยู่ในตลาดทั้งหมด และการประหยัดเงินค่าไฟฟ้าจากการใช้หลอด LED ตั้งแต่ 15-75 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉลี่ยแล้วมีอายุการใช้งานสูงสุดถึง 50,000 ชั่วโมง หรือประมาณ 5 ปี ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม้ในปัจจุบันราคาของ LED จะมีราคาสูงกว่าหลอดทั่วไปแต่ถ้าเปรียบเทียบเรื่องระยะเวลาการใช้งานนับว่าเป็นการลงทุนที่คุ้มค่าซึ่งพอจะสรุปข้อดีของ LED ชนิดนี้ได้ในด้านต่างๆ เช่น ความประหยัดเพราะใช้พลังงานน้อยมากแต่ให้ประสิทธิภาพในการส่องสว่างสูง ด้านความสว่างที่สามารถส่องสว่างได้ทันทีโดยไม่ต้องกระพริบก่อนทั้งยังไม่ปล่อยรังสี UV ด้านความคงทนโดยสามารถทำงานได้ยาวนานที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับหลอดชนิดอื่น ๆ และด้านสิ่งแวดล้อม ถือได้ว่า LED เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมเพราะนอกจากความประหยัดด้านพลังงานและความคงทนที่สามารถใช้ได้อย่างยาวนานทำให้ปริมาณขยะจากหลอดไฟลดลงด้วย การรณรงค์ส่งเสริมให้เปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ประหยัดไฟประเภทต่าง ๆ ถือเป็นอีกวิธีการหนึ่งเพื่อการอนุรักษ์พลังงาน

คุณสมบัติของหลอด LED

1.ค่าฟลักซ์การส่องสว่าง (Luminous Flux) เป็นปริมาณแสงสว่างทั้งหมดที่ได้จากแหล่งกำเนิดแสง มีหน่วยวัดเป็นลูเมน (lm)

2. ค่าความสว่าง (luminance) เป็นปริมาณแสงสว่างที่ตกกระทบบนวัตถุ (lumen) ต่อ 1 หน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น lm/sq.m. หรือ lux นั่นเอง โดยทั่วไปอาจเรียกว่า ระดับความสว่าง (Lighting level) จึงเป็นตัวที่บอกว่าแสงที่ได้เพียงพอหรือไม่

3. ค่าความเข้มการส่องสว่าง (Luminous Intensity) เป็นความเข้มของแสงที่ส่องออกมาจากวัตถุ โดยทั่วไปจะวัดเป็นจำนวนเท่าของความเข้มที่ได้จากเทียนไข 1 เล่ม จึงมีหน่วยเป็นแคนเดลา (Candela, cd)

4. ค่าความส่องสว่าง (Luminance) เป็นตัวที่บอกปริมาณแสงที่สะท้อนออกมาจากวัตถุ (candela) ต่อ 1 หน่วยพื้นที่ มีหน่วยเป็น cd/sq.m. บางครั้งจึงอาจเรียกว่าความจ้า (Brightness)

5. ค่าประสิทธิผล (Efficiency) เป็นปริมาณแสงสว่างที่ออกมาต่อกำลังไฟฟ้าที่ใช้ (watt) มีหน่วยวัดเป็น lm/w หลอดที่มีค่าประสิทธิผลสูงแสดงว่าหลอดนี้ให้ปริมาณแสงออกมามากแต่ใช้กำลังไฟฟ้าน้อย

6. ค่าความถูกต้องของสี (Colour Rendering, Ra หรือ CRI) เป็นค่าที่ใช้บอกว่าหลอดไฟประเภทต่างๆ เมื่อแสงส่องสีไปบนวัตถุจะทำให้สีของวัตถุนั้นผิดเพี้ยนจากความเป็นจริงมากน้อยเพียงใด ไม่มีหน่วยแต่มักเรียกเป็นเปอร์เซ็นต์ตามค่าความถูกต้อง แสงอาทิตย์มีค่า Ra = 100 เพราะแสงอาทิตย์ให้สเปกตรัมครบทุกสี เมื่อส่องไปบนวัตถุจะไม่เห็นความผิดเพี้ยนของสี

7. ค่าอุณหภูมิสีของแสง (Color Temperature) สีของแสงที่ได้จากหลอดไฟเทียบกับสีที่เกิดจากการเผาวัตถุดำอุดมคติให้ร้อนที่อุณหภูมินั้น มีหน่วยเป็นเคลวิน (K) อุณหภูมิสีเป็นตัวที่บอกว่าแสงที่ได้มีความขาวมากน้อยแค่ไหน ถ้ามีค่าอุณหภูมิสีของแสงต่ำแสงที่ได้จะออกมาในโทนเหลืองหรือแดง ถ้ามีค่าอุณหภูมิสีของแสงสูงแสงที่ได้จะออกมาในโทนขาวกว่า ในท้องตลาดทั่วไปมีให้เลือก 3 โทนสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.16 ภาพแสดงหลอดไฟประเภท LED ขนาด 8 W

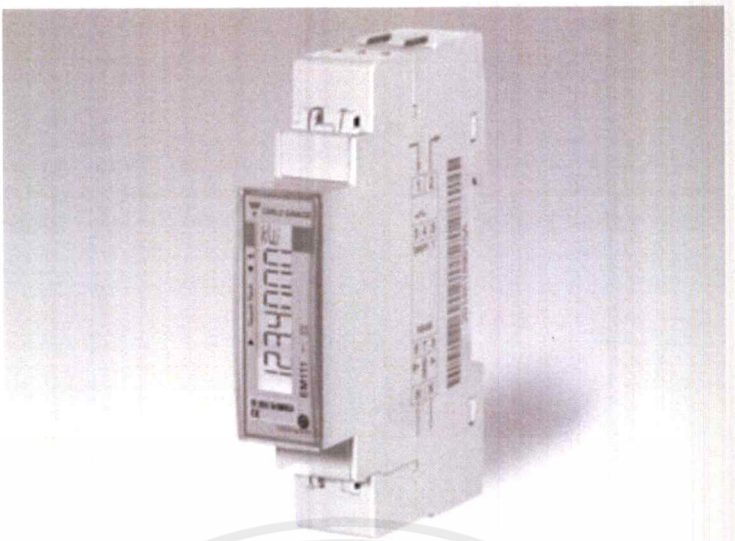
2.5.2 เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Energy Meter Type EM111) [9]

เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดพลังงานไฟฟ้าในทุกพารามิเตอร์ที่ต้องการวัด โดยสามารถวัดและวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าได้ทั้งระบบ 1 เฟส และ 3 เฟส เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าของเราจะวัดค่าแบบ Ture-RMS ซึ่งเป็นค่าที่อ่านได้แม่นยำที่สุดในระบบการวัด (มากกว่าแบบค่าสูงสุดหรือค่าเฉลี่ย) เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าบางรุ่นสามารถเก็บบันทึกค่าในตัวได้ซึ่งมี Memory ภายในความจุเป็น MB เช่น 2 MB หรือ 4 MB ใช้เก็บตัวแปรทางไฟฟ้าได้ เช่น V, A, W, Var, VA, kW, PF ตลอดจนการนำค่าต่าง ๆ ที่บันทึกเก็บเข้าไว้ในคอมพิวเตอร์อีกด้วยโดยสื่อสารผ่าน Port RS485 หรือ LAN เป็นต้น การบันทึกผลของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่คอมพิวเตอร์จะเป็นประโยชน์กับผู้ใช้ไฟฟ้ารวมไปถึงองค์กรที่ทำระบบประหยัดพลังงานเป็นอย่างมาก เนื่องจากจะเห็นข้อมูลย้อนหลังของการใช้ไฟฟ้าในองค์กรได้ทั้งหมดเพราะเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าจะบันทึกข้อมูลได้ทุก ๆ 1 วินาที แล้วแต่เราเลือกใช้งาน พอสิ้นเดือนก็นำไปเทียบกับการใช้กับบิลของการไฟฟ้าได้จะช่วยให้มองเห็นภาพรวมของการทำระบบประหยัดพลังงานมากขึ้นอย่างชัดเจน

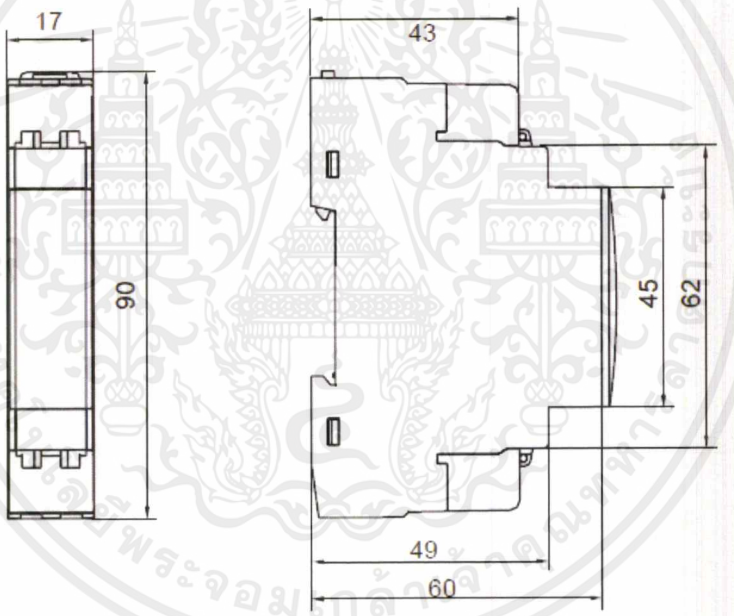
คุณสมบัติของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

- เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าระบบ 1 เฟส
- ขนาดติดตั้งแบบราง 91 x 17.8 x 63 mm
- หน้าจอเป็น LCD มี Backlit จำนวนหลัก 8 DGT
- การวัดเป็น TRMS วัดพารามิเตอร์ได้ คือ W, VA, PF, var, V, A, kWh
- ความแม่นยำ ระดับ Class 1
- วัดกระแสต่อตรงได้สูงสุด 45 AAC
- มีเอาต์พุต Port: RS485 (2-wire, Modbus), RTU protocol, M-Bus ให้เลือก
- มีเอาต์พุตดิจิตอลพัลส์ 1 เอาต์พุต ให้เลือก
- อุณหภูมิใช้งาน -25 °C to +55 °C
- มาตรฐานการป้องกัน IP51, CE
- ไฟเลี้ยงตัวเครื่องดึงจากไฟที่วัด (self-powered)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 ภาพแสดงเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า (Energy Meter Type EM111)



รูปที่ 2.18 ภาพแสดงขนาดของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การนำระบบควบคุมแสงสว่างไปใช้งาน

ตัวอย่าง การนำไปใช้งานภายในห้องมีการใช้หลอดไฟขนาด 18 W จำนวน 8 หลอดซึ่งเปิดไฟทิ้งไว้ตลอดเวลา 12 ชั่วโมง (รวมช่วงเวลาพัก) นำระบบควบคุมเซนเซอร์มาติดตั้งใช้งานทำให้สามารถประหยัดพลังงานลงได้ดังนี้ (ทำงาน 12 ชั่วโมง/วัน 30 วัน/เดือน) พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 0.12 kWh

- การใช้พลังงานก่อนการดำเนินการปรับปรุง

คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 0.12 × 12
= 1.44 kWh/วัน

คิดเป็นค่าใช้จ่าย = 1.44 × 4.42
= 6.36 บาท/วัน
= 190.8 บาท/วัน
= 2,289.6 บาท/ปี

- การใช้พลังงานหลังการดำเนินการปรับปรุงติดตั้งระบบควบคุมเซนเซอร์

ตัวอย่าง 1) ปรับค่าเวลาเปิดปิดที่เซนเซอร์ที่ 10 นาที

- ใช้เวลา 12 ชั่วโมง
- มีคนเดินผ่าน 24 ครั้ง
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 0.12 kWh

= (10 × 24) ÷ 60
= 4
= 0.12 × 4

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 0.48 kWh/วัน

คิดเป็นค่าใช้จ่าย = 0.48 x 4.42 = 2.12 บาท/วัน
= 2.12 × 30 = 63.6 บาท/เดือน
= 63.6 × 12 = 763.2 บาท/ปี

2) ปรับค่าเวลาเปิดปิดที่เซนเซอร์ที่ 20 นาที

- ใช้เวลา 12 ชั่วโมง
- มีคนเดินผ่าน 24 ครั้ง
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 0.12 kWh

ไฟติดแต่ละครั้ง 20 นาที = (20 × 24) ÷ 60
= 8

คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 0.12 × 8
= 0.96 kWh/วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คิดเป็นค่าใช้จ่าย = 0.96 x 4.42 = 4.42 บาท/วัน
= 132 บาท/เดือน
= 1591.2 บาท/ปี

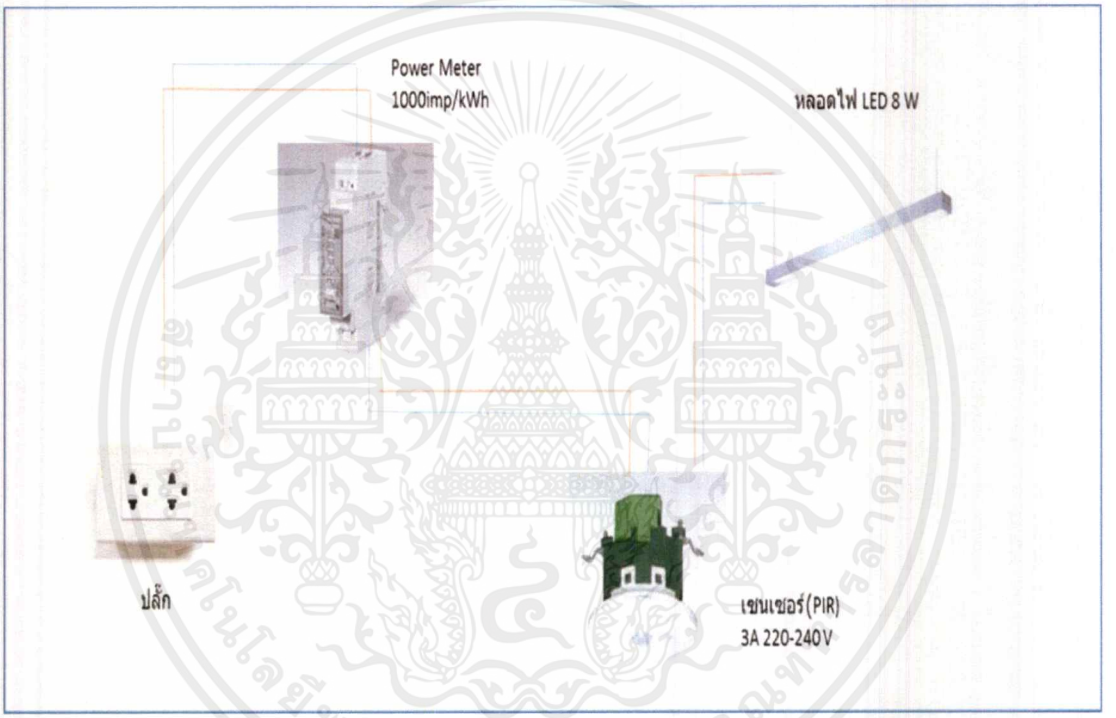
3) ปรับค่าเปิดปิดที่เซนเซอร์ที่ 25 นาที
- ใช้เวลา 12 ชั่วโมง
- มีคนเดินผ่าน 24 ครั้ง
- พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ 0.12 kWh
ไฟติดแต่ละครั้ง 25 นาที = (25 x 24) ÷ 60
= 10
คิดเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 0.12 x 10
= 1.2 kWh/วัน
คิดเป็นค่าใช้จ่าย = 1.2 x 4.42 = 5.30 บาท/วัน
= 159 บาท/เดือน
= 1,908 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานวิจัย

ในวิธีการดำเนินงานวิจัยจะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนแรกจะอธิบายถึงการเลือกใช้อุปกรณ์และการติดตั้งระบบอุปกรณ์ในการติดตั้งระบบควบคุมแสงสว่างโดยใช้เซนเซอร์เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าส่วนที่ 2 ขั้นตอนการติดตั้งดำเนินงานและเตรียมการทดลอง

3.1 การวางระบบของอุปกรณ์ในการควบคุมระบบแสงสว่างโดยใช้เซนเซอร์



รูปที่ 3.1 ภาพแสดงการวางระบบของอุปกรณ์ในการควบคุมระบบแสงสว่างโดยใช้เซนเซอร์

กำลังไฟฟ้ากับกฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้าเมื่อถูกนำมาใช้งานร่วมกับกฎของโอห์มสามารถสรุปผลได้ดังนี้ กำลังไฟฟ้า (P) วัตต์ (W) คืออัตราของงานที่ถูกกระทำในวงจรซึ่งเกิดกระแสไฟฟ้า (I) 1 แอมแปร์ (A) เมื่อแรงดันไฟฟ้า (E) จ่ายให้วงจร 1 โวลต์ (V) กำลังไฟฟ้าหาได้จากผลคูณของแรงดันมีหน่วยเป็นโวลต์คูณด้วยกระแสมีหน่วยเป็นแอมแปร์เขียนเป็นสมการออกมาได้ดังสมการ P = EI เมื่อ P = กำลังไฟฟ้า หน่วยมาตรฐานวัตต์ (W) E = แรงดันไฟฟ้า หน่วยมาตรฐานโวลต์ (V) I = กระแสไฟฟ้า หน่วยมาตรฐานแอมแปร์ (A)

จากสมการ สามารถสับเปลี่ยนความสัมพันธ์เพื่อหาค่าแรงดันและกระแสได้ดังนี้

I = P/E คือสูตรการหาค่ากระแสไฟฟ้า E = P/I คือสูตรการหาค่าแรงดันไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy) คือ พลังงานที่ใช้ไปหรือสร้างขึ้นมาใหม่จากกำลังไฟฟ้าที่ส่งเข้ามาหรือส่งออกไปโดยมีความสัมพันธ์กับเวลามีหน่วยใช้แสดงพลังงานเป็นจูล (J) พลังงานไฟฟ้าใช้สัญลักษณ์ตัว W สามารถเขียนสมการได้ดังนี้ W = Pt เมื่อ W = พลังงานไฟฟ้า หน่วยจูล (J) P = กำลังไฟฟ้า หน่วยวัตต์ (W) t = เวลา หน่วยวินาที (s) ไฟฟ้ากระแสสลับที่ถูกนำมาใช้งานในชีวิตประจำวันต้องซื้อมาจากหน่วยงานที่ผลิตกระแสไฟฟ้าออกจำหน่าย เช่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิต การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคและการไฟฟ้านครหลวง เป็นต้น พลังงานไฟฟ้าเหล่านี้มิได้ถูกคิดออกมาเป็นจูล แต่จะคิดออกมาเป็นกิโลวัตต์ - ชั่วโมง (Kilowatt-hour, kWh) ไม่ได้จัดเป็นหน่วย SI แต่มีความสัมพันธ์กับหน่วยระบบ SI โดยคิดค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้เป็นกิโลวัตต์ (kW) คิดในเวลาเป็นชั่วโมง (h) เขียนสมการออกมาได้ดังนี้

$$W\ (kWh) = P\ (kW) \times t\ (h)$$

ตัวอย่าง เตารีดขนาด 1,000 วัตต์ ใช้รีดผ้าเป็นเวลา 4 ชั่วโมง จะใช้พลังงานไฟฟ้าไปเท่าไร

วิธีทำ

$$W = Pt$$

$$W = 1{,}000\ W \times 4\ h = 4\ kWh$$

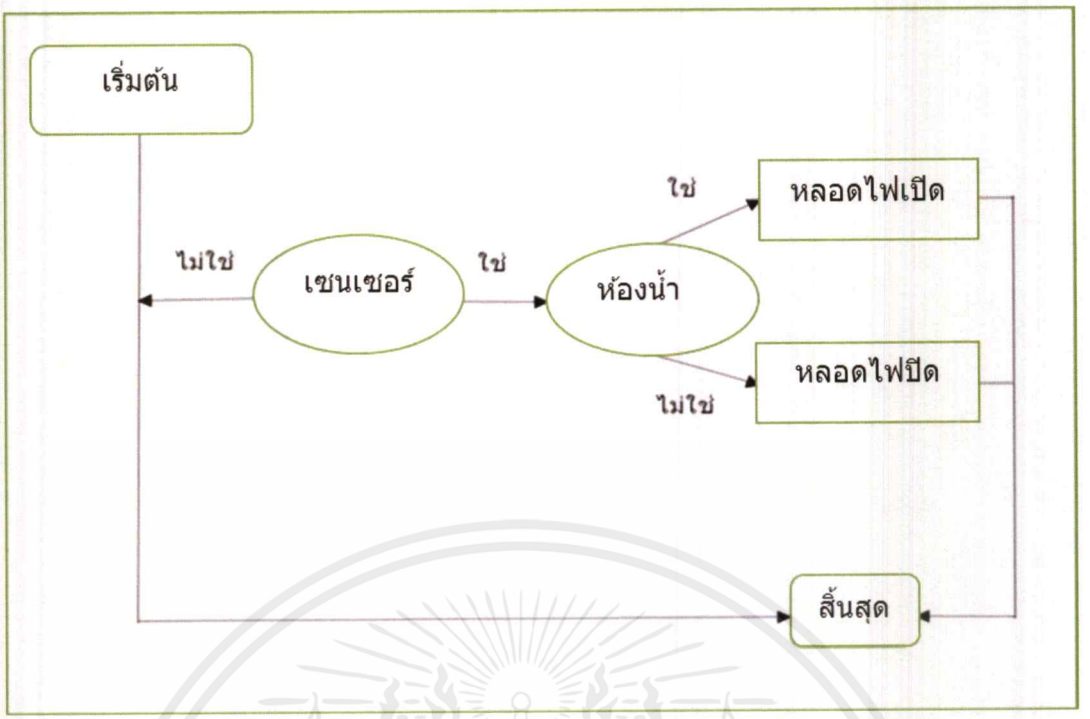
การคิดค่าไฟก่อนติดเซนเซอร์

- เปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง
- หลอดไฟ LED ขนาด 8 W จำนวน 4 หลอด
- ค่าที่เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าวัดได้ 0.36 kWh

$0.36 \times 4.42 = 1.591$ บาท

ดังนั้นเปิดไฟทิ้งไว้ใช้พลังไฟฟ้าไป 0.36 kWh เสียค่าไฟ 1.591 บาท/วัน และเมื่อเปิดไฟทิ้งติดต่อกันหลาย ๆ วันเป็นเวลา 1 เดือน เสียค่าไฟ 47.73 บาท และ 1 ปี อยู่ที่ 572.83 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงผังงานการทำงานของแต่ละขั้น

จากรูปภาพที่ 3.2 การออกแบบขั้นตอนเมื่อมีคนเข้ามาภายในรัศมีการตรวจจับของ เซนเซอร์ โดยมีระยะที่ความสูงเพดาน 2.4 m ถึง 3.7 m ความสูงมาตรฐานของขอบเขตการตรวจจับ 1.7 m ถึง 3 m และขอบเขตการตรวจจับ 0.39 m ถึง 0.70 m จะทำการติดตั้งเซนเซอร์ไว้ภายในห้องน้ำตรงประตูโดยติดตั้งที่ห้องน้ำชั้น 1 อาคารจุฬาภรณ์ 1 เมื่อเซนเซอร์ทำงานส่งผลให้หลอดไฟทั้งหมดที่ติดตั้งภายในห้องน้ำทำงานตามเซนเซอร์ที่ควบคุมระบบแสงสว่างภายในห้องน้ำ ระยะเวลาที่หลอดไฟติดจะขึ้นอยู่กับการตั้งเวลาเปิดปิดไฟของเซนเซอร์ ซึ่งจะมีค่าการตั้งในเวลาตั้งแต่ 10 วินาที จนถึง 30 นาที ให้เลือกตั้งให้เหมาะสมที่สุดเพื่อจะประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้ดีที่สุด ซึ่งโปรแกรมจะสั่งให้วงจรปิดสวิตช์หลอดไฟจะติดและโปรแกรมจะสั่งให้วงจรเปิดในกรณีที่ไม่มีคนเข้ามาในห้องน้ำเนื่องจากเซนเซอร์ไม่ได้ตรวจจับจากคนในรัศมีที่ตรวจจับซึ่งวงจรจะเปิดสวิตช์ไฟหลอดไฟจะไม่ติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 การจัดหาวัสดุและอุปกรณ์

ส่วนของการจัดซื้ออุปกรณ์ที่นำมาทำระบบควบคุมแสงสว่างโดยใช้เซนเซอร์เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้าซึ่งประกอบไปด้วยปลั๊กสวิตช์ เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า สายไฟ เซนเซอร์ หลอดไฟ LED ขนาด 8 W

1) ปลั๊กและสวิตช์

- สำหรับต่อไฟจากกระแสไฟบ้าน 220V AC เข้า Switching
- ใช้เป็นอะไหล่สายไฟเครื่องใช้ไฟฟ้า

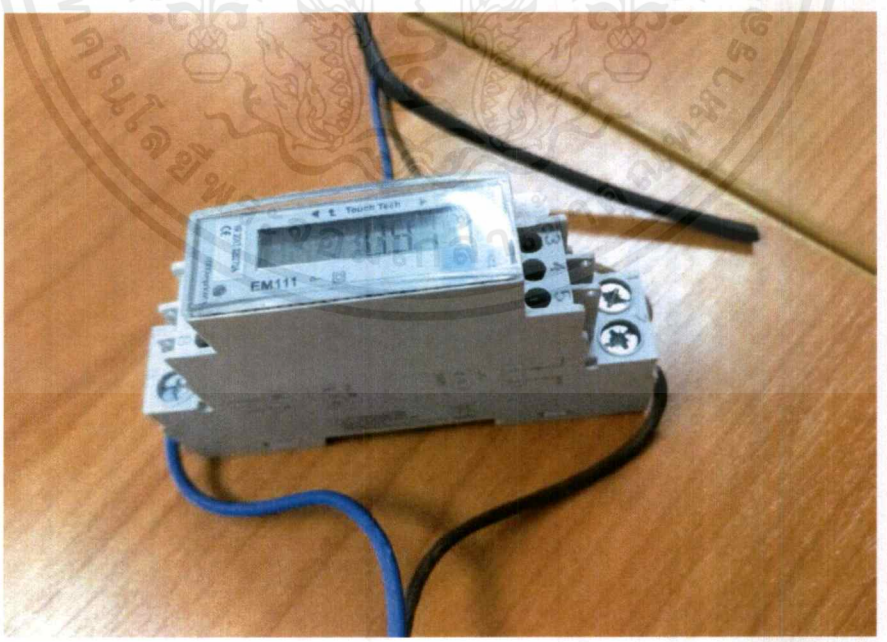
รูปที่ 3.3 ภาพแสดงปลั๊กและสวิตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

เครื่องวัดค่าพลังงานการใช้ไฟฟ้า วัดกระแสไฟฟ้าต่อตรงได้สูงสุด 45 AAC การวัดเป็น TRMS วัดพารามิเตอร์ได้ คือ W, VA, PF, var, V, A kWh ขนาดติดตั้งแบบ ราง 91 x 17.8 x 63 mm ไฟเลี้ยงตัวเครื่องดึงจากไฟที่วัด (self-powered) เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ระบบ 1 เฟส อุณหภูมิใช้งาน -25 °C ถึง +55 °C มาตรฐานการป้องกัน IP51, CE

เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าระบบ 1 เฟส
ขนาดติดตั้งแบบ ราง 91 x 17.8 x 63 mm
หน้าจอเป็น LCD มี Backlit จำนวนหลัก 8 DGT
การวัดเป็น TRMS วัดพารามิเตอร์ได้ คือ W, VA, PF, var, V, A, kWh
ความแม่นยำระดับ Class 1
วัดกระแสต่อตรงได้สูงสุด 45 A AC
มีเอาต์พุต Port: RS485 (2-wire, Modbus), RTU protocol , M-Bus ให้เลือก
มีเอาต์พุตดิจิตอลพัลส์ 1 เอาต์พุต ให้เลือก
อุณหภูมิใช้งาน -25°C to +55°C
มาตรฐานการป้องกัน IP51, CE
ไฟเลี้ยงตัวเครื่องดึงจากไฟที่วัด (self-powered)



รูปที่ 3.4 ภาพแสดงเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) สายไฟบ้านพร้อมปลั๊ก

สายไฟบ้านพร้อมหัวปลั๊กสำหรับต่อใช้งานกับอุปกรณ์ไฟฟ้าตามต้องการ

ได้มาตรฐาน มอก.
ประเภทสาย TIS 11 Part 5 – 2553
สายทนไฟ 300 – 500 V / หัวปลั๊กทนไฟ 250 V
สาย L N สีตามมาตรฐานมอก.ใหม่ หุ้มเปลือก 2 ชั้น

วิธีการใช้งาน

ปอกสายไฟหุ้มด้านที่ไม่มีหัวปลั๊กออกจะพบกับสายไฟด้านใน 2 เส้น คือสาย L และสาย N โดยมีสีตามมาตรฐาน มอก. ใหม่ดังนี้

สาย L สีน้ำตาล
สาย N สีฟ้า

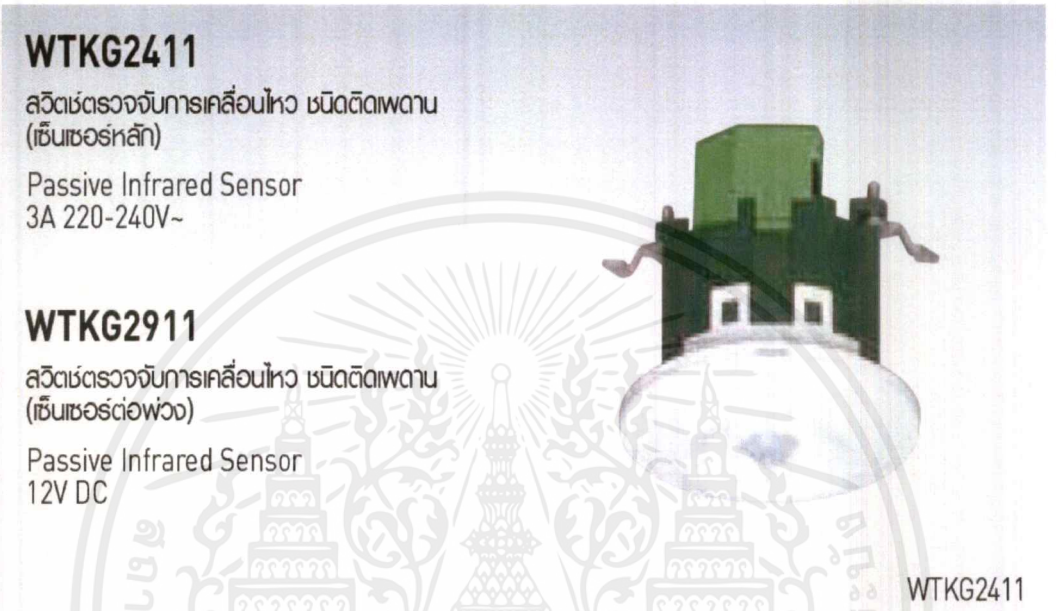
ปอกสาย L และสาย N ดังกล่าวให้เห็นสายไฟทองแดงและนำไปต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ไฟฟ้าตามต้องการ

รูปที่ 3.5 ภาพแสดงสายไฟบ้านพร้อมปลั๊ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (PIR)

เป็นเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบ PIR sensor เซนเซอร์หลัก (WTKG2411) เมื่อมีคนเดินผ่าน ใช้ติดตั้งบนเพดานเพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวในการควบคุมระบบแสงเซนเซอร์มีอายุการใช้งานยาวนาน เปิด/ปิด ได้ 100,000 ครั้ง สแตนบายด้วยพลังงานต่ำกว่า 2 W สามารถติดตั้งร่วมกับเซนเซอร์ต่อพ่วงได้สูงสุด 4 ตัว (WTKG2911)

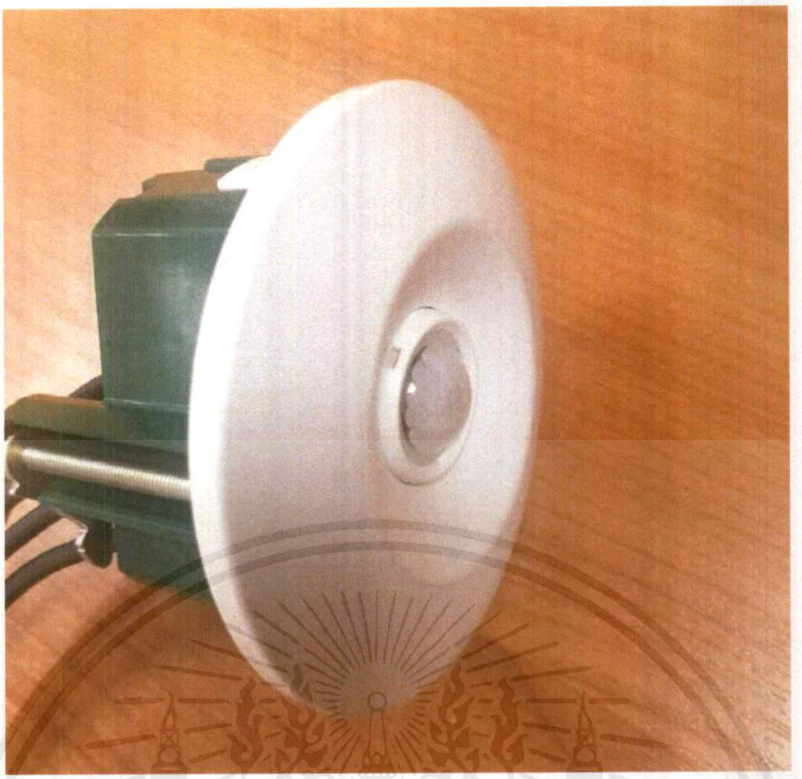


รูปที่ 3.6 ภาพแสดงเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวเซนเซอร์หลักและต่อพ่วง

รายละเอียดของเซนเซอร์หลักและต่อพ่วง

ชื่อรุ่น	เซ็นเซอร์หลัก (WTKG2411)	เซ็นเซอร์ต่อพ่วง (WTKG2911)
แรงดันไฟฟ้า	3A 220-240V~, หลอดไส้ (อินแคนเดสเซนต์) 660W, หลอดฟลูออเรสเซนต์ 330W	12V DC (ต้องต่อกับ WTKG2411 เท่านั้น) ไม่สามารถต่อกับหลอดไฟได้
มาตรฐานการใช้งาน	IEC60669-2-1	
อุณหภูมิแวดล้อม	-10°C ถึง+ 40°C	
ชนิดสายไฟใช้งาน	สายทองแดง 1.5 ตร.มม -2.5 ตร.มม	
ขนาดช่องเจาะเพื่อติดตั้ง	7 เซนติเมตร (+0.5 เซนติเมตร)	
ชนิดกล่องที่ใช้	กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ความลึก 2 นิ้วหรือมากกว่า) กล่องแปดเหลี่ยม (ความลึก 2 นิ้วหรือมากกว่า)	
การหน่วงเวลา	10 วินาที-30 นาที	หน่วงเวลาตามการทำงานของเซ็นเซอร์หลัก
ความเร็วในการตรวจจับการเคลื่อนไหว	0.3 เมตร/วินาที -1.0 /วินาที	
ระดับแสงสว่างที่ตรวจจับได้	5 lux-1,000 lux	—
อุณหภูมิที่ตรวจจับได้	4°C หรือมากกว่า	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ภาพแสดงรูปของเซนเซอร์

สถานที่ใช้งาน

พื้นที่ที่แบ่งกั้นบริเวณเป็นส่วน ๆ ชัดเจน เช่น ห้องน้ำและตู้ล็อคเกอร์และระเบียง

การตรวจจับ

สามารถขยายพื้นที่การตรวจจับได้ด้วยการติดตั้งเซนเซอร์ต่อพ่วงได้สูงสุด 4 ตัว เข้ากับเซนเซอร์หลัก เมื่อมีคนเข้ามาภายในระยะตรวจจับระบบจะตรวจจับการเคลื่อนไหวของคนดังกล่าว และไฟจะติดขึ้นมาโดยอัตโนมัติแต่เมื่อคนออกจากระยะตรวจจับไฟจะดับลงตามระยะเวลาที่ตั้งไว้ โดยสามารถตั้งเวลาปิดไฟได้ตั้งแต่ 10 วินาที ถึง 30 นาที

การกำหนดชนิดของโหลด

เซนเซอร์หลัก (WTKG2411)

- แรงดันไฟฟ้า 3 A 220 V – 240 V
- หลอดฟลูออเรสเซนต์ 330 W
- หลอดไส้ 660 W
- พัดลมดูดอากาศ 330 W

เซนเซอร์ต่อพ่วง (WTKG2911)

- แรงดันไฟฟ้า DC 12 V

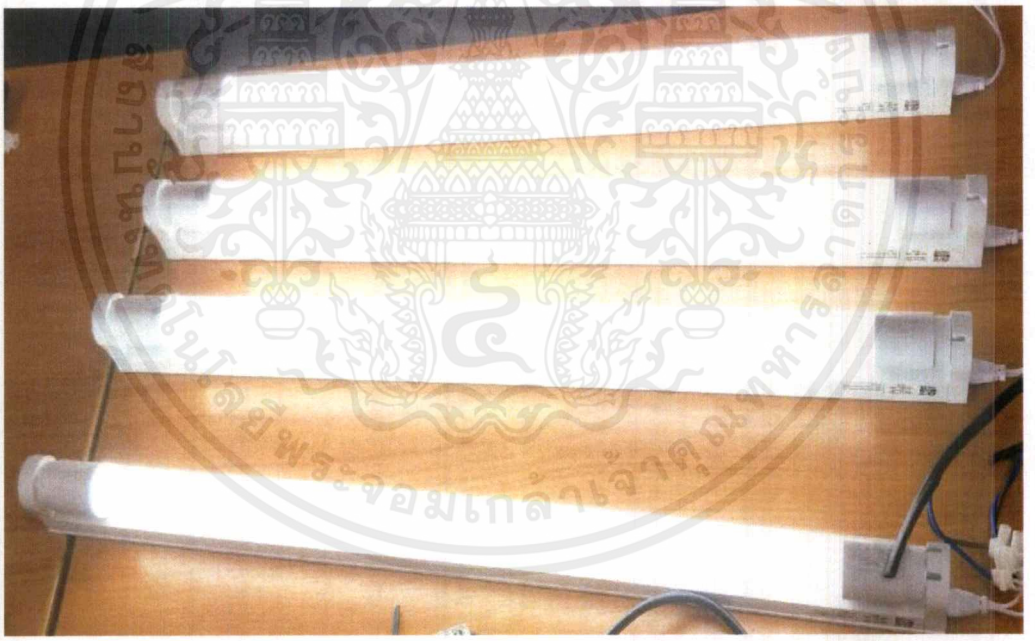
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) หลอดไฟ

เป็นหลอดไฟแอลอีดี ฟลูเซ็ต EVE รุ่นมาตรฐาน T8 ขนาด 8 W จาก EVE Lighting ให้ความสว่างสูง 800 lm (100 lm/w) มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน 15,000 ชั่วโมง เหมาะสมกับพื้นที่ที่มีความสูงประมาณ 3 m ถึง 4 m ติดตั้งง่ายเปิดติดทันที

รายละเอียดของหลอดไฟ

กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	8 W
แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ (โวลต์)	150-240 V
ความสว่าง (ลูเมน)	800 Lumen
ประสิทธิภาพความสว่าง (ลูเมน/วัตต์)	100 Lumen/W
ขนาด [เส้นผ่านศูนย์กลางโคม × สูง (มิลลิเมตร)]	615 mm × 50 mm × 30 mm
น้ำหนัก (กิโลกรัม)	~150 g



รูปที่ 3.8 ภาพแสดงหลอดไฟที่เป็นโหลด

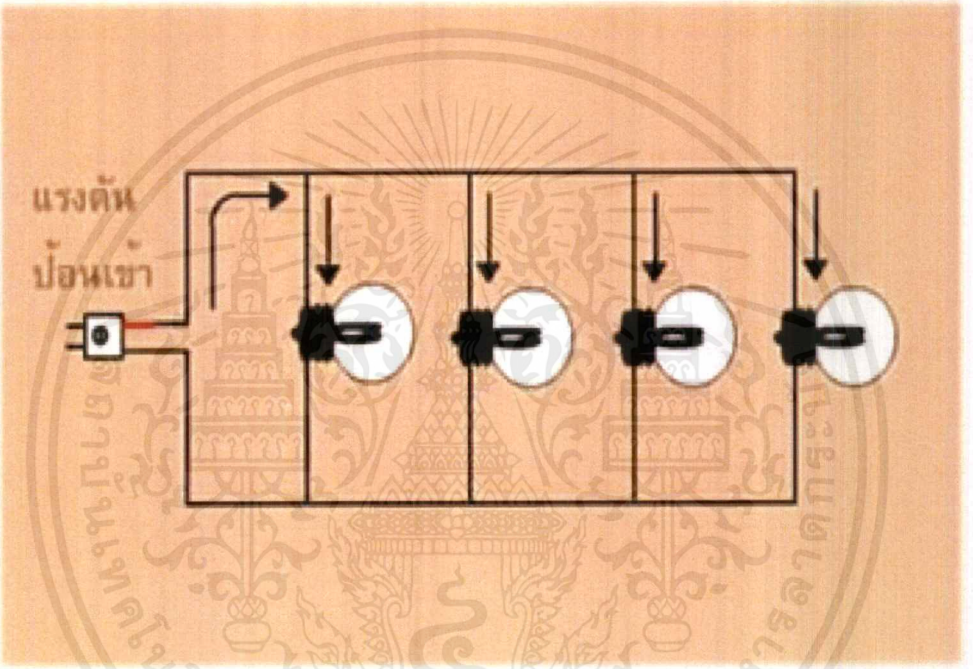
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานและเตรียมการทดลอง

ในส่วนของการทดสอบการทำงานของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าและเซนเซอร์ เมื่อนำมาต่อร่วมกับโหลดในส่วนนี้จะกล่าวถึงการต่อสายไฟกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น วิธีการต่อสายไฟร่วมกับหลอดไฟและทดสอบการทำงานของระบบเมื่อต่อวงจรเสร็จทั้งหมด

3.2.1 รูปแบบการต่อสายไฟกับโหลด

วงจรไฟฟ้าแบบขนาน การนำอุปกรณ์ไฟฟ้าตั้ง 2 ตัวขึ้นไปมาต่อเรียงตัวแบบขนานกัน โดยนำปลายด้านเดียวกันของอุปกรณ์แต่ละตัวมาต่อเข้าด้วยกันและต่อปลายของอุปกรณ์แต่ละตัวที่ต่อกันแล้วนั้นเข้ากับแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 3.9 ภาพแสดงการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

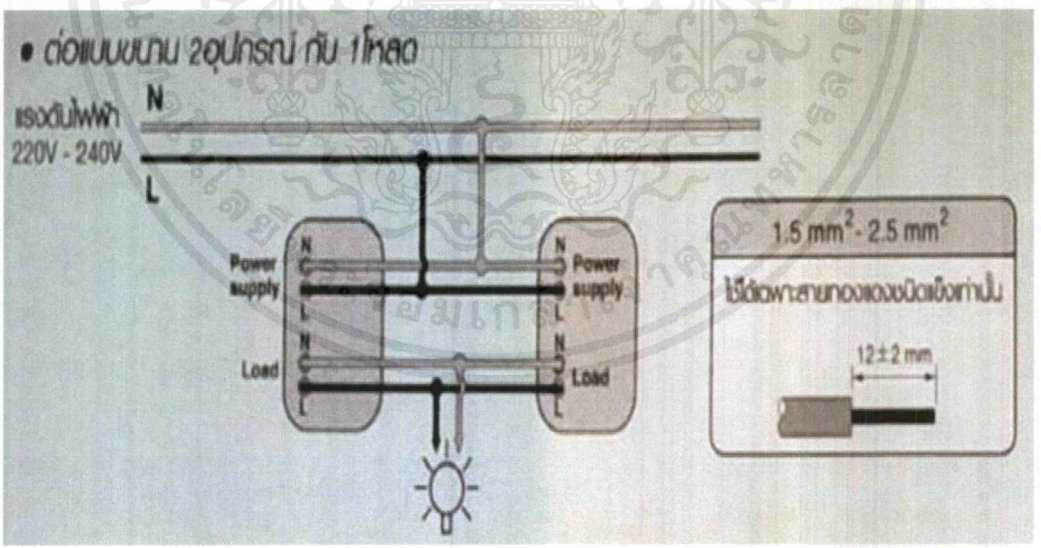
จากตัวอย่างการต่อวงจรไฟฟ้าข้างต้นพบว่าหลอดไฟสองดวงที่เชื่อมต่อกันแบบขนานจะให้แสงสว่างรวมทุกหลอดมากกว่าการต่อแบบอนุกรม เพราะกระแสไฟฟ้าในวงจรมีปริมาณมากกว่าและถ้าหลอดไฟหลอดใดหลอดหนึ่งชำรุดหลอดไฟที่เหลือก็ยังคงสามารถใช้งานได้ เนื่องจากยังคงมีตัวนำไฟฟ้าหรือสายไฟที่สามารถนำกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านหลอดไฟดวงอื่นได้ครบวงจร แตกต่างจากการต่อหลอดไฟแบบอนุกรม ซึ่งหากมีหลอดไฟดวงใดดวงหนึ่งใช้งานไม่ได้ ก็จะทำให้หลอดไฟที่เหลือไม่สามารถใช้งานได้ทั้งหมด เนื่องจากกระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลผ่านวงจร เพราะมีตัวนำไฟฟ้าหรือสายไฟเส้นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.10 ภาพแสดงการต่อสายไฟแบบขนานกับหลอดไฟ

จากภาพเป็นการต่อหลอดไฟ จำนวน 4 หลอด เข้าด้วยกันวิธีการต่อจะเป็นการต่อแบบขนาน ซึ่งแต่ละหลอดมีขนาด 8 W มีค่าความสว่างอยู่ที่ 800 lm อายุการใช้งาน 15,000 ชั่วโมง เป็นชุดราง LED full set

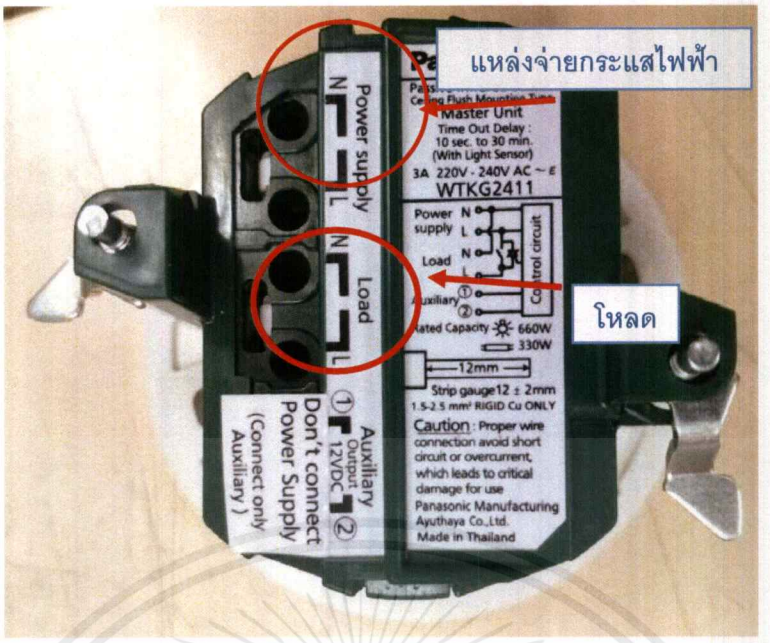
3.2.2 การต่อหลอดไฟร่วมกับเซนเซอร์



รูปที่ 3.11 ภาพแสดงการต่อหลอดไฟร่วมกับเซนเซอร์

จากรูป 3.11 เป็นการต่อแบบขนาน 2 อุปกรณ์ กับ 1 โหลด แรงดันไฟฟ้า 220 - 240 V โดยภายในตัวเซนเซอร์มีช่องที่เข้าสำหรับแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าและออกที่โหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a

(b

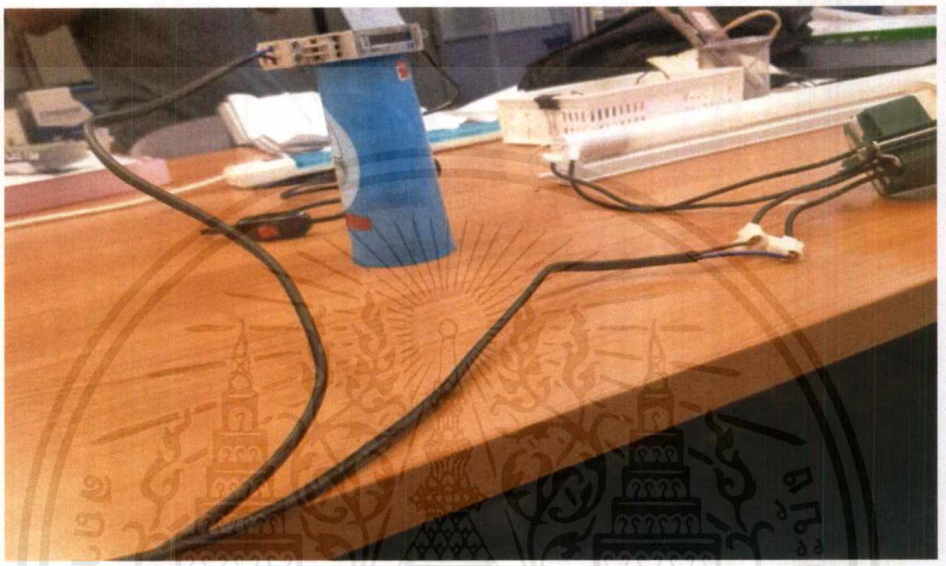
รูปที่ 3.12 (a) ช่องสำหรับต่อแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้ากับโหลด
(b) การต่อสายต่อแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้ากับโหลด

จากรูปที่ 3.12 เป็นการต่อสายไฟเข้าที่เซนเซอร์โดยเข้าทางช่องแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า ดังภาพ (b) และสายไฟจะออกไปที่หลอดไฟโดยภายในเซนเซอร์จะมีช่องโหลด ให้ต่อไปยังหลอดไฟดังภาพ (a) ซึ่งมีทั้งช่องสำหรับ ฮอตไลน์ (L), นิวทรัล (N)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 วัดกระแสไฟฟ้าโดยเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

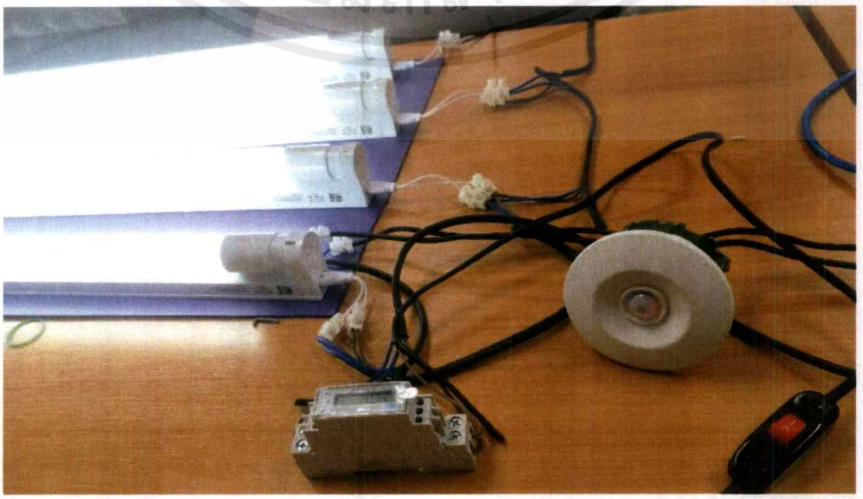
ใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าเป็นตัววัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้วัดเมื่อต้องการทราบพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ของโหลดในที่นี้หมายถึงหลอดไฟ LED ซึ่งในการวัดพลังงานไฟฟ้าจากเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าไปต่อระหว่างแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าและเซนเซอร์โดยไฟเลี้ยงเครื่องดึงจากตัวที่วัดดังรูปที่ 3.12 เมื่อทำการเปิดสวิตช์กระแสไฟฟ้าก็จะไหลเข้าสู่เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าให้ทำงานทันที ส่วนในตัวเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าก็จะมีการวัดค่าในหน่วยต่าง ๆ ซึ่งในการวัดพลังงานไฟฟ้าจะใช้หน่วยเป็น kWh



รูปที่ 3.13 ภาพแสดงการติดเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

3.2.4 ระบบควบคุมแสงสว่างโดยเซนเซอร์

ภายหลังจากการต่ออุปกรณ์ของระบบเข้าด้วยกันดังรูปที่ 3.12 ในที่นี้มีสวิตช์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมด กระแสไฟฟ้าจะไหลเข้ามาที่เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าไปยังเซนเซอร์และไปออกที่โหลด



รูปที่ 3.14 ภาพแสดงระบบควบคุมแสงสว่างโดยเซนเซอร์

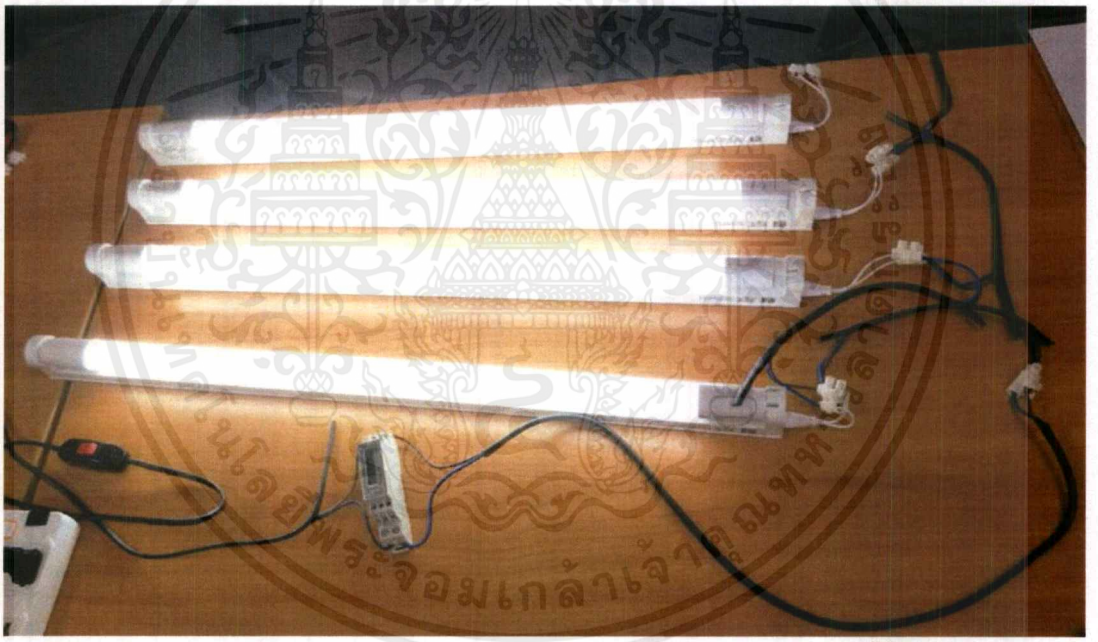
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิจัยและการอภิปรายผล

ผลการทดลองมี 2 เงื่อนไขที่สำคัญโดยนำแต่ละเงื่อนไขมาทำการเปรียบเทียบกับการใช้ค่าไฟกับกรณีที่ไม่ทำการติดเซนเซอร์ในเงื่อนไขที่ 1 โดยจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ 1. ผลการทดลองการเปลี่ยนเวลาปิดไฟที่เซนเซอร์ทำงาน 2. ผลการทดลองการเปลี่ยนจำนวนครั้งที่คนเดินผ่าน 3. ติดตั้งเซนเซอร์ที่อาคารจุฬาภรณ์ 1 ห้องน้ำอาจารย์หญิง

4.1 ผลการทดลองการเปลี่ยนเวลาปิดไฟที่เซนเซอร์ทำงาน

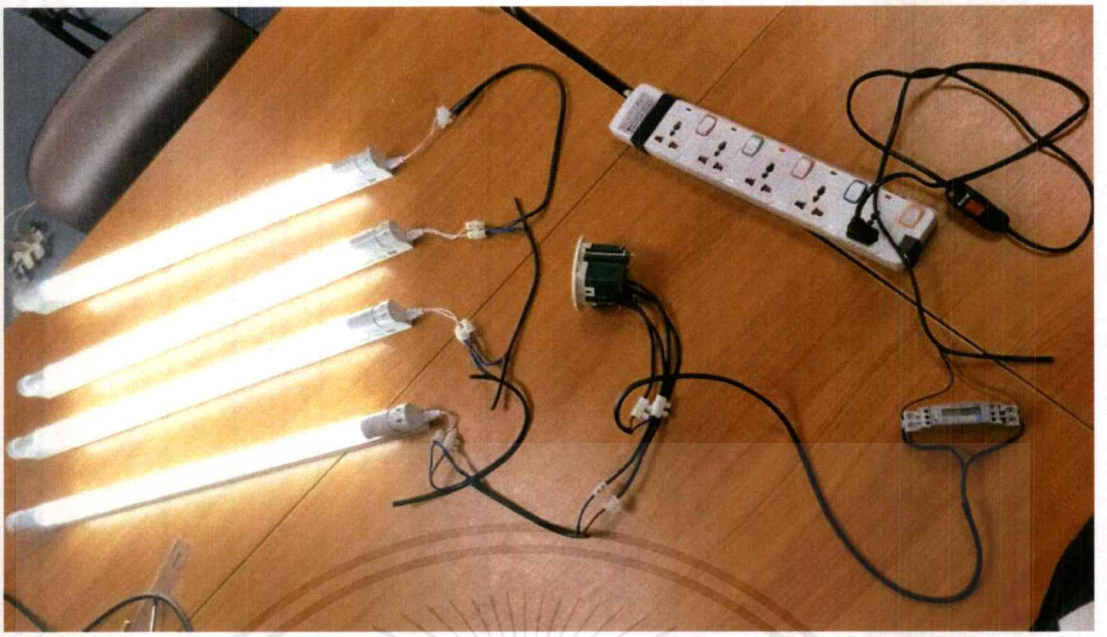
ผลการทดลองมี 4 กรณี กรณีที่ 1 ไม่ทำการติดตั้งเซนเซอร์ กรณีที่ 2 ติดตั้งเซนเซอร์ตั้งเวลาปิดไฟไว้ที่ 10 นาที กรณีที่ 3 ติดตั้งเซนเซอร์ตั้งเวลาปิดไฟไว้ที่ 15 นาที กรณีที่ 4 ติดตั้งเซนเซอร์ตั้งเวลาปิดไฟไว้ที่ 20 นาที



รูปที่ 4.1 ภาพแสดงระบบควบคุมแสงสว่างกรณีที่ไม่ติดเซนเซอร์

จากรูปที่ 4.1 เป็นการต่อเซนเซอร์เข้ากับเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าและหลอด LED หลายหลอด โดยหลอด LED มีขนาด 8 W ซึ่งมีการต่อแบบขนานแล้วใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าเป็นตัววัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เป็น kWh ซึ่งก่อนที่กระแสไฟฟ้าจะเข้าไปที่เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าจะมีสวิตซ์ที่ทำการเปิดปิดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ภาพแสดงระบบควบคุมแสงสว่างกรณีที่ทำการติดเซนเซอร์

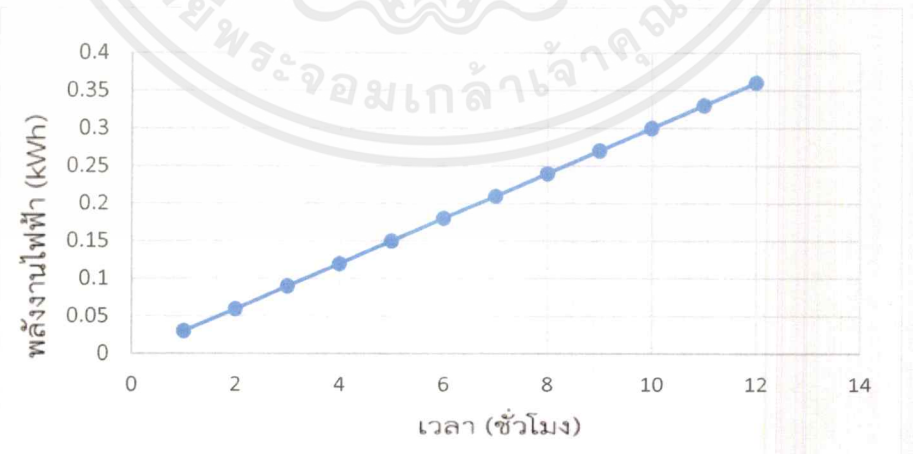
จากรูปที่ 4.2 เป็นระบบควบคุมแสงสว่างโดยใช้เซนเซอร์เป็นตัวควบคุมการทำงานของระบบ โดยหลอดไฟที่ใช้มีขนาด 8 W ซึ่งเป็นการต่อแบบขนาน เซนเซอร์จะต่ออยู่ระหว่างเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้ากับหลอด LED ในกรณีที่ 2 ตั้งเวลาไว้ที่ 10 นาที ในกรณีที่ 3 ตั้งเวลาไว้ที่ 15 นาที ในกรณีที่ 4 ตั้งเวลาไว้ที่ 20 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกรณีที่ 1 ไม่มีการติดเซนเซอร์ โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh)
1	0.03
2	0.06
3	0.09
4	0.12
5	0.15
6	0.18
7	0.21
8	0.24
9	0.27
10	0.30
11	0.33
12	0.36

จากข้อมูลในตารางที่ 4.1 ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยกำหนดให้เปิดไฟทิ้งไว้ตลอดเวลาเพื่อทำการวัดค่าไฟฟ้าที่ใช้ ค่าพลังงานไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามตารางที่ 4.1 ค่าไฟฟ้าที่ได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ แนวแกน x ของกราฟเป็นเวลา (ชั่วโมง) ส่วนแกน y เป็นพลังงานไฟฟ้า (kWh) เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าการใช้ 1.59 บาท 1 เดือน มีค่า 47.73 บาท 1 ปี มีค่า 572.83 บาท



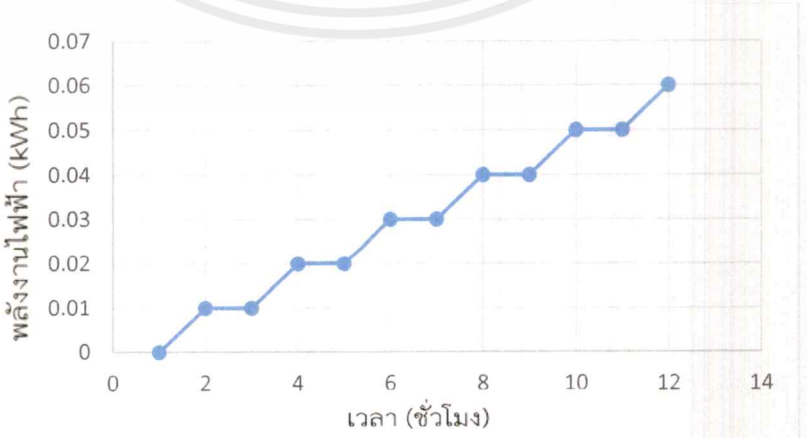
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 1 กรณีที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกรณีที่ 2 ทำการติดเซนเซอร์ โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกันและกำหนดให้ 1 ชั่วโมง มีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง ตั้งเวลาปิดไฟที่ 10 นาที

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh)
1	0.00
2	0.01
3	0.01
4	0.02
5	0.02
6	0.03
7	0.03
8	0.04
9	0.04
10	0.05
11	0.05
12	0.06

จากข้อมูลในตารางที่ 4.2 ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 12 ชั่วโมง ในกรณีที่ 2 ทำการติดเซนเซอร์ตั้งเวลาปิดไฟที่ 10 นาที โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกันและกำหนดให้ 1 ชั่วโมง มีคนเดินเดินผ่าน 1 ครั้ง ในตารางที่ 4.2 ค่าไฟฟ้าที่ได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ แนวแกน x ของกราฟเป็นเวลา (ชั่วโมง) ส่วนแกน y เป็นพลังงานไฟฟ้า (kWh) เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าการใช้ 0.26 บาท 1 เดือน มีค่า 7.95 บาท 1 ปี มีค่า 95.40 บาท คิดเปอร์เซ็นต์ส่วนลดได้ 83 เปอร์เซ็นต์ จากกรณีที่ 1 ที่เปิดไฟทิ้งไว้ตลอด



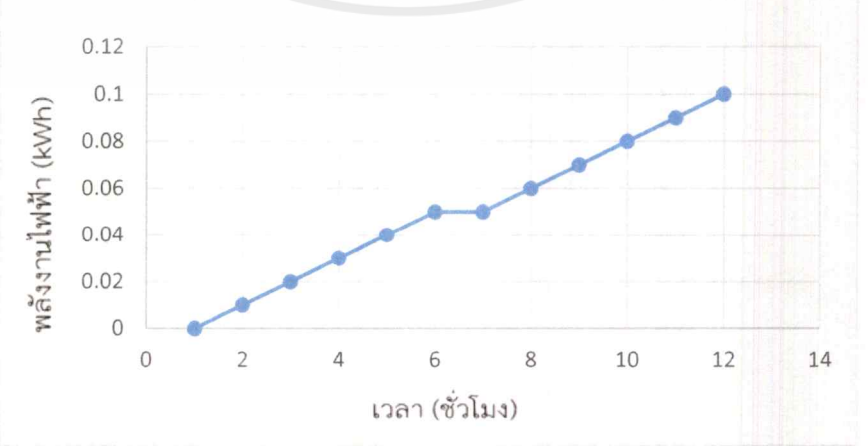
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 1 กรณีที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกรณีที่ 3 ทำการติดเซนเซอร์ โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกันและกำหนดให้ 1 ชั่วโมง มีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง ตั้งเวลาปิดไฟที่ 15 นาที

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh)
1	0.00
2	0.01
3	0.02
4	0.03
5	0.04
6	0.05
7	0.05
8	0.06
9	0.07
10	0.08
11	0.09
12	0.10

จากข้อมูลในตารางที่ 4.3 ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 12 ชั่วโมง ในกรณีที่ 3 ทำการติดเซนเซอร์ ตั้งเวลาปิดไฟที่ 15 นาที โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกันและกำหนดให้ 1 ชั่วโมง มีคนเดินเดินผ่าน 1 ครั้ง ในตารางที่ 4.3 ค่าไฟฟ้าที่ได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ แนวแกน x ของกราฟเป็นเวลา (ชั่วโมง) ส่วนแกน y เป็นพลังงานไฟฟ้า (kWh) เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าการใช้ 0.44 บาท 1 เดือน มีค่า 13.26 บาท 1 ปี มีค่า 159.12 บาท คิดเปอร์เซ็นต์ส่วนลดได้ 72 เปอร์เซ็นต์ จากกรณีที่ 1 ที่เปิดไฟทิ้งไว้ตลอด



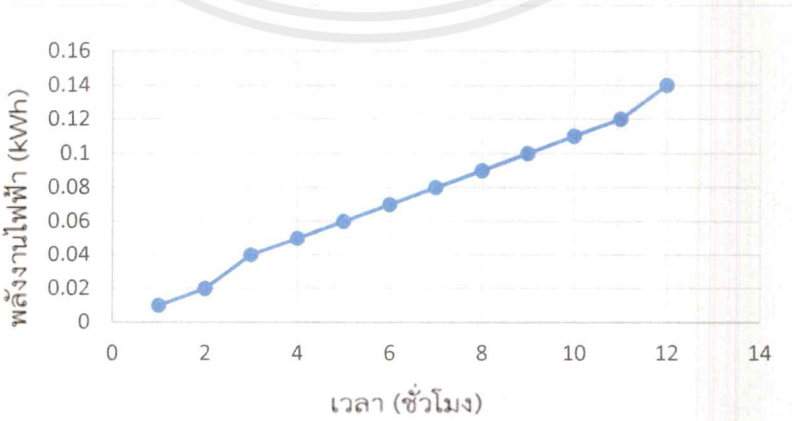
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 1 กรณีที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกรณีที่ 4 ทำการติดเซนเซอร์ โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกันและกำหนดให้ 1 ชั่วโมง มีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง ตั้งเวลาปิดไฟที่ 20 นาที

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh)
1	0.01
2	0.02
3	0.04
4	0.05
5	0.06
6	0.07
7	0.08
8	0.09
9	0.10
10	0.11
11	0.12
12	0.14

จากข้อมูลในตารางที่ 4.4 ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 12 ชั่วโมง ในกรณีที่ 4 ทำการติดเซนเซอร์ ตั้งเวลาปิดไฟที่ 20 นาที โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกันและกำหนดให้ 1 ชั่วโมง มีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง ในตารางที่ 4.4 ค่าไฟฟ้าที่ได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ แนวแกน x ของกราฟเป็นเวลา (ชั่วโมง) ส่วนแกน y เป็นพลังงานไฟฟ้า (kWh) เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าการใช้ 0.61 บาท 1 เดือน มีค่า 18.56 บาท 1 ปี มีค่า 222.76 บาท คิดเปอร์เซ็นต์ส่วนลดได้ 61 เปอร์เซ็นต์ จากกรณีที่ 1 ที่เปิดไฟทิ้งไว้ตลอด



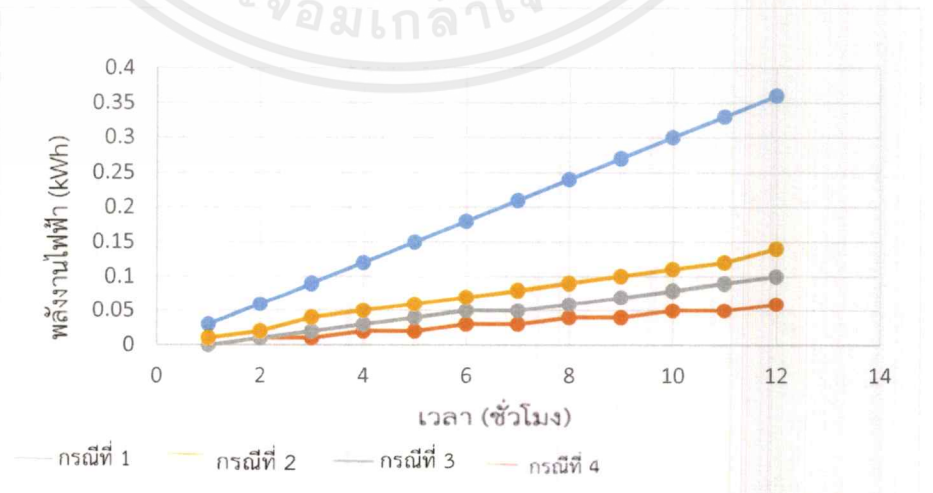
รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 1 กรณีที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในกรณีที่ 1-4

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าไฟกรณีที่ 1 (kWh)	ค่าไฟกรณีที่ 2 (kWh)	ค่าไฟกรณีที่ 3 (kWh)	ค่าไฟกรณีที่ 4 (kWh)
1	0.03	0.00	0.00	0.01
2	0.06	0.01	0.01	0.02
3	0.09	0.01	0.02	0.04
4	0.12	0.02	0.03	0.05
5	0.15	0.02	0.04	0.06
6	0.18	0.03	0.05	0.07
7	0.21	0.03	0.05	0.08
8	0.24	0.04	0.06	0.09
9	0.27	0.04	0.07	0.10
10	0.3	0.05	0.08	0.11
11	0.33	0.05	0.09	0.12
12	0.36	0.06	0.10	0.14

จากข้อมูลในตารางที่ 4.5 นำข้อในแต่ละกรณีมาเปรียบเทียบกัน โดยพบว่าในกรณีที่ 1 มีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงเนื่องจากเปิดไฟทิ้งไว้ตลอดมีค่าไฟที่ต่างจากกรณีที่ 2 อยู่ 83 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่ 3 ค่าไฟลดลงไป 72 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่ 4 ค่าไฟลดลงไป 61 เปอร์เซ็นต์ จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ แนวแกน x ของกราฟเป็นเวลา (ชั่วโมง) ส่วนแกน y เป็นพลังงานไฟฟ้า (kWh)



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 1 ทุกกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองการเปลี่ยนจำนวนครั้งที่คนเดินผ่าน

ผลการทดลองมี 4 กรณี

กรณีที่ 1 ไม่ทำการติดตั้งเซนเซอร์

กรณีที่ 2 ติดตั้งเซนเซอร์ตั้งเวลาปิดไฟไว้ที่ 20 นาที 1 ชั่วโมง เดินผ่าน 2 ครั้ง

กรณีที่ 3 ติดตั้งเซนเซอร์ตั้งเวลาปิดไฟไว้ที่ 20 นาที 1 ชั่วโมง เดินผ่าน 1 ครั้ง

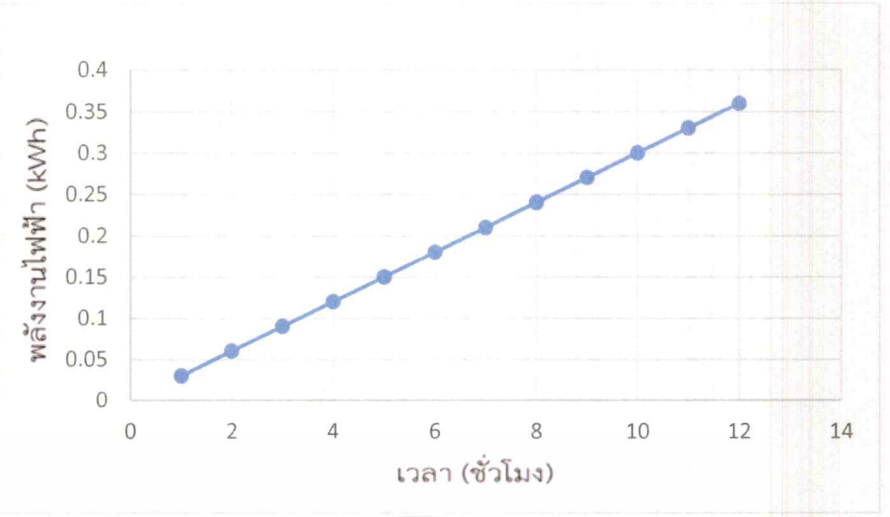
กรณีที่ 4 ติดตั้งเซนเซอร์ตั้งเวลาปิดไฟไว้ที่ 20 นาที 2 ชั่วโมง เดินผ่าน 1 ครั้ง

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเงื่อนไขที่ 2 ในกรณีที่ 1 ไม่มีการติดเซนเซอร์ โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh)
1	0.03
2	0.06
3	0.09
4	0.12
5	0.15
6	0.18
7	0.21
8	0.24
9	0.27
10	0.30
11	0.33
12	0.36

จากข้อมูลในตารางที่ 4.6 ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยกำหนดให้เปิดไฟทิ้งไว้ตลอดเวลาเพื่อทำการวัดค่าไฟฟ้าที่ใช้ ค่าพลังงานไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามตารางที่ 4.6 ค่าไฟฟ้าที่ได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ แนวแกน x ของกราฟเป็นเวลา (ชั่วโมง) ส่วนแกน y เป็นพลังงานไฟฟ้า (kWh) เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าการใช้ 1.59 บาท 1 เดือน มีค่า 47.73 บาท 1 ปี มีค่า 572.83 บาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



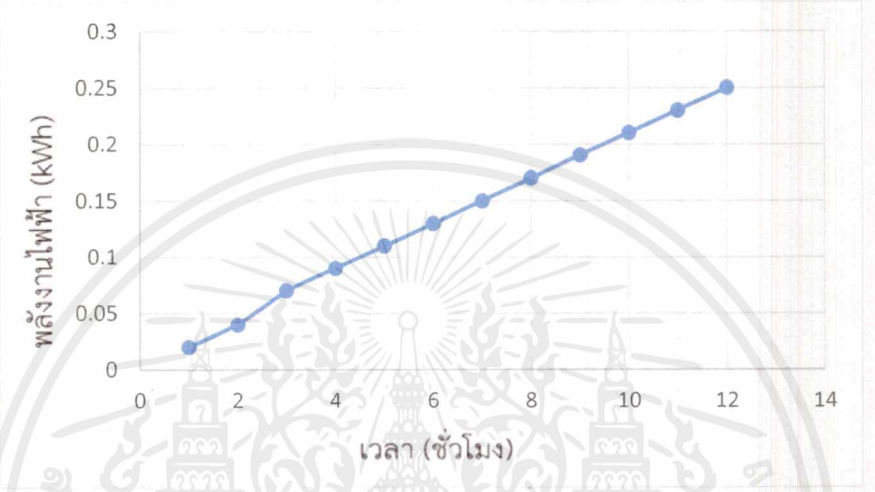
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 2 กรณีที่ 1

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเงื่อนไขที่ 2 ในกรณีที่ 2 ติดเซนเซอร์ โดยทำการเปิดให้เซนเซอร์ทำงาน 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน 1 ชั่วโมง มีคนเดินผ่าน 2 ครั้ง

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh)
1	0.02
2	0.04
3	0.07
4	0.09
5	0.11
6	0.13
7	0.15
8	0.17
9	0.19
10	0.21
11	0.23
12	0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากข้อมูลในตารางที่ 4.6 ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยกำหนดให้เปิดไฟทิ้งไว้ตลอดเวลาเพื่อทำการวัดค่าไฟฟ้าที่ใช้ ค่าพลังงานไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามตารางที่ 4.6 ค่าไฟฟ้าที่ได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ แนวแกน x ของกราฟเป็นเวลา (ชั่วโมง) ส่วนแกน y เป็นพลังงานไฟฟ้า (kWh) เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าการใช้ 1.10 บาท 1 เดือน มีค่า 33.15 บาท 1 ปี มีค่า 397.80 บาท คิดเป็นส่วนลด 31 เปอร์เซ็นต์



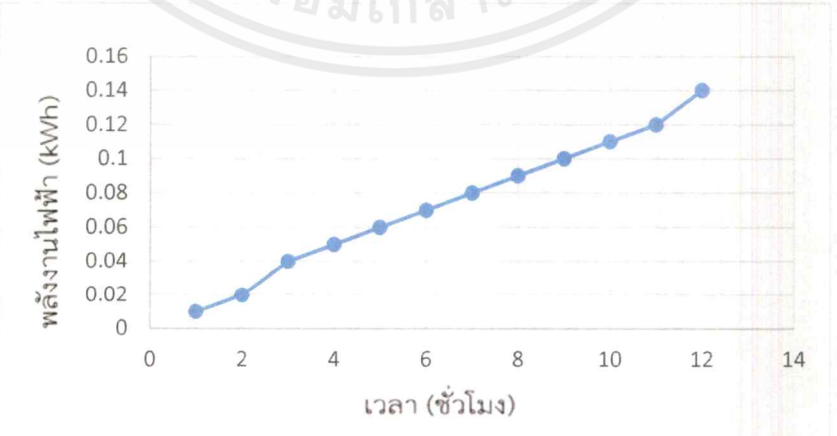
รูปที่ 4.9 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 2 กรณีที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเงื่อนไขที่ 2 ในกรณีที่ 3 ติดเซนเซอร์ โดยทำการเปิดให้เซนเซอร์ทำงาน 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน 1 ชั่วโมง มีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh)
1	0.01
2	0.02
3	0.04
4	0.05
5	0.06
6	0.07
7	0.08
8	0.09
9	0.10
10	0.11
11	0.12
12	0.14

จากข้อมูลในตารางที่ 4.8 ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 12 ชั่วโมง ในกรณีที่ 4 ทำการติดเซนเซอร์ตั้งเวลาปิดไฟที่ 20 นาที โดยมีการเปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ติดต่อกันและกำหนดให้ 1 ชั่วโมง มีคนเดินเดินผ่าน 1 ครั้ง ในตารางที่ 4.8 ค่าไฟฟ้าที่ได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ แนวแกน x ของกราฟเป็นเวลา (ชั่วโมง) ส่วนแกน y เป็นพลังงานไฟฟ้า (kWh) เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าการใช้ 0.61 บาท 1 เดือน มีค่า 18.56 บาท 1 ปี มีค่า 222.76 บาท คิดเปอร์เซ็นต์ส่วนลดได้ 61 เปอร์เซ็นต์ จากกรณีที่ 1 ที่เปิดไฟทิ้งไว้ตลอด



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 2 กรณีที่ 3

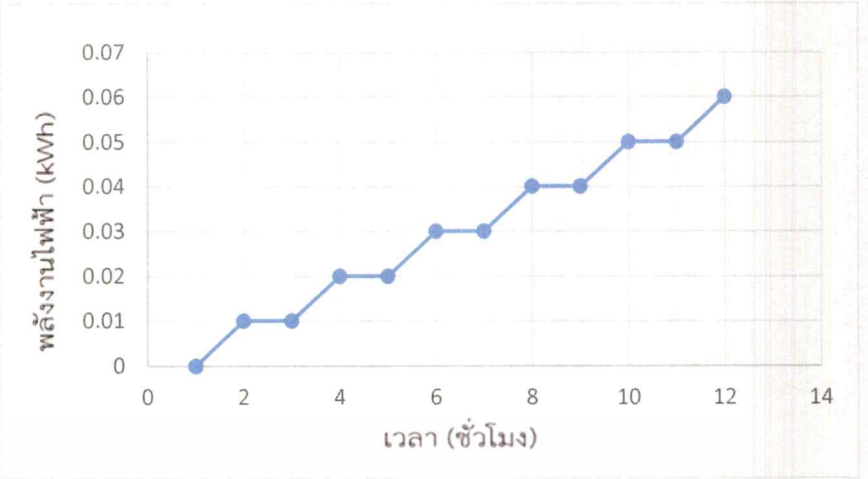
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.9 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเงื่อนไขที่ 2 ในกรณีที่ 4 ติดเซนเซอร์ โดยทำการเปิดให้เซนเซอร์ทำงาน 12 ชั่วโมง ติดต่อกัน 2 ชั่วโมง มีคนเดินผ่าน 1 ครั้ง

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าพลังงานไฟฟ้า (kWh)
1	0.00
2	0.01
3	0.01
4	0.02
5	0.02
6	0.03
7	0.03
8	0.04
9	0.04
10	0.05
11	0.05
12	0.06

จากข้อมูลในตารางที่ 4.9 ใช้เวลาทดลองทั้งหมด 12 ชั่วโมง โดยกำหนดให้เปิดไฟทิ้งไว้ตลอดเวลาเพื่อทำการวัดค่าไฟฟ้าที่ใช้ ค่าพลังงานไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นตามตารางที่ 4.9 ค่าไฟฟ้าที่ได้จะมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ แนวแกน x ของกราฟเป็นเวลา (ชั่วโมง) ส่วนแกน y เป็นพลังงานไฟฟ้า (kWh) เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าการใช้ 0.26 บาท 1 เดือน มีค่า 7.95 บาท 1 ปี มีค่า 95.47 บาท คิดเป็นเปอร์เซ็นส่วนลดได้ 83 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 2 กรณีที่ 4

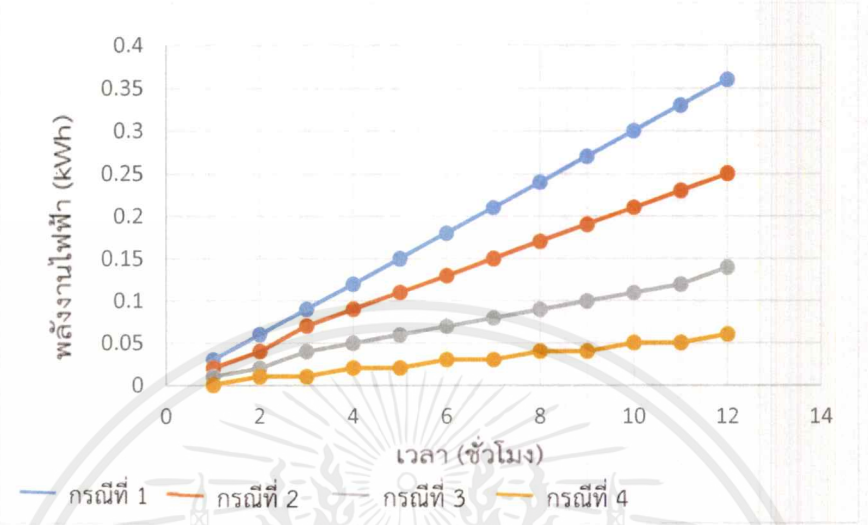
ตารางที่ 4.10 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในเงื่อนไขที่ 2 ในทุกกรณีเทียบกับกรณีที่ไม่ทำการติดเซนเซอร์

เวลา (ชั่วโมง)	ค่าไฟกรณีที่ 1 (kWh)	ค่าไฟกรณีที่ 2 (kWh)	ค่าไฟกรณีที่ 3 (kWh)	ค่าไฟกรณีที่ 4 (kWh)
1	0.03	0.02	0.01	0.00
2	0.06	0.04	0.02	0.01
3	0.09	0.07	0.04	0.01
4	0.12	0.09	0.05	0.02
5	0.15	0.11	0.06	0.02
6	0.18	0.13	0.07	0.03
7	0.21	0.15	0.08	0.03
8	0.24	0.17	0.09	0.04
9	0.27	0.19	0.10	0.04
10	0.30	0.21	0.11	0.05
11	0.33	0.23	0.12	0.05
12	0.36	0.25	0.14	0.06

จากข้อมูลในตารางที่ 4.10 ในเงื่อนไขที่ 2 นำในแต่ละกรณีมาเปรียบเทียบกัน โดยพบว่าในกรณีที่ 1 มีค่าใช้จ่ายที่ค่อนข้างสูงเนื่องจากเปิดไฟทิ้งไว้ตลอดมีค่าไฟที่ต่างกรณีที่ 2 อยู่ 31 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ 3 ค่าไฟลดลงไป 61 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีที่ 4 ค่าไฟลดลงไป 83 เปอร์เซ็นต์ จากกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ แนวแกน x ของกราฟเป็นเวลา (ชั่วโมง) ส่วนแกน y เป็นพลังงานไฟฟ้า (kWh)

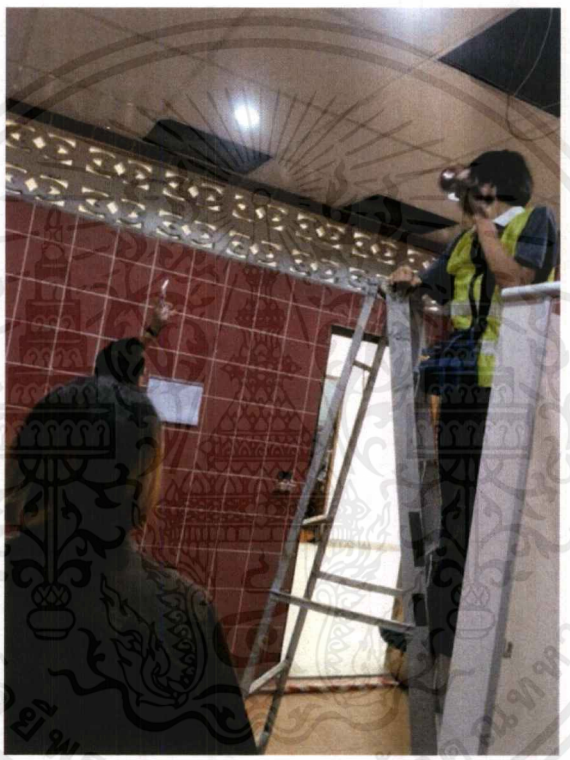


รูปที่ 4.12 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างเวลากับพลังงานไฟฟ้าที่ใช้เงื่อนไขที่ 2 ทุกกรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การติดตั้งเซนเซอร์ที่ห้องน้ำ

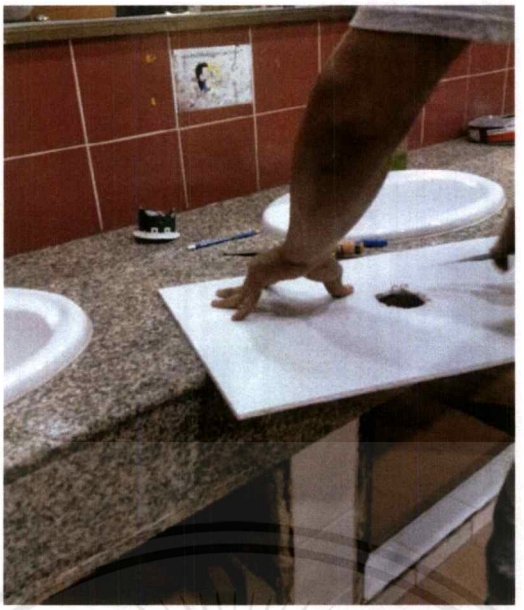
ได้ทำการติดเซนเซอร์ในสถานที่จริงเพื่อช่วยในการประหยัดพลังงานไฟฟ้า ป้องกันการลืมปิดไฟทิ้งไว้ ซึ่งผู้วิจัยพบว่าการใช้พลังงานในส่วนระบบแสงสว่างกับระบบทำความเย็นสิ้นเปลืองเป็นจำนวนมากโดยในการนำเซนเซอร์มาเป็นตัวควบคุมระบบแสงสว่างโดยจะติดที่บริเวณอาคารจุฬาภรณ์ ชั้น 1 ที่ห้องน้ำอาจารย์หญิงเพื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวจากคนที่เข้ามาใช้ห้องน้ำตั้งเวลาปิดไฟไว้ 20 นาที หลอดไฟในห้องน้ำจำนวน 9 หลอด ขนาดหลอด 7 W ซึ่งตัวเซนเซอร์สามารถรองรับกำลังได้ถึง 660 W ติดตั้งเซนเซอร์บริเวณประตูภายในห้องน้ำบนเพดานซึ่งต้องถอดฝ้าออกเพื่อทำการดูสายไฟและทำการเจาะฝ้าเพื่อที่จะยึดเข้ากับขั้วอเนกประสงค์ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ภาพแสดงการถอดฝ้าเพื่อทำการเจาะใส่เซนเซอร์

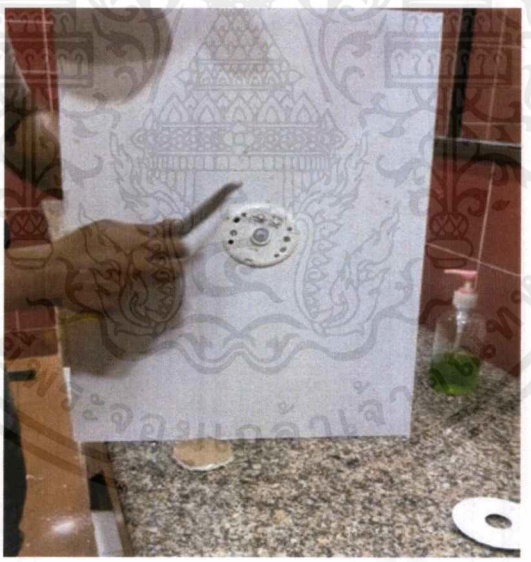
จากรูปที่ 4.13 แสดงการถอดฝ้าเพื่อที่จะนำฝ้ามาเจาะรูและทำการติดเซนเซอร์โดยทำการติดเซนเซอร์กับฝ้าซึ่งจะทำการเจอรูมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 7 cm แล้วทำการใส่เซนเซอร์เข้าไปในฝ้าทำการยึดโดยขั้วอเนกประสงค์และใช้น็อตมาล็อคระหว่างเซนเซอร์กับฝ้าเอาไว้กล่องมีความลึก 2 นิ้ว อุณหภูมิแวดล้อม -10 องศาเซลเซียส ถึง +40 องศาเซลเซียส ลักษณะการเจาะรูดังรูปที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 ภาพแสดงการเจาะรูเพื่อที่จะยึดติดกับตัวเซนเซอร์

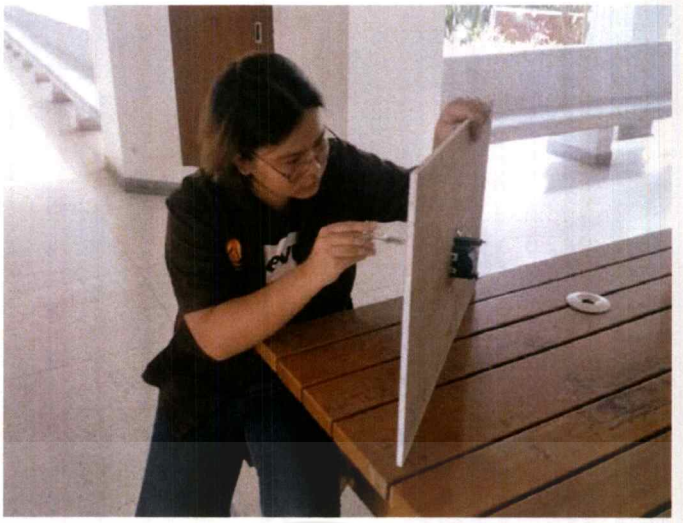
จากรูปที่ 4.14 เมื่อทำการเจาะรูที่ฝ้าโดยรูมีขนาด 7 cm (+0.5 cm) ซึ่งให้สามารถใส่เซนเซอร์เข้าไปได้



รูปที่ 4.15 ภาพแสดงการนำเซนเซอร์เข้าไปยึดติดกับฝ้า

จากรูปที่ 4.15 แสดงการนำเซนเซอร์เข้าไปล็อคไว้กับฝ้าที่เจาะรูไว้ 7 cm (+0.5 cm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



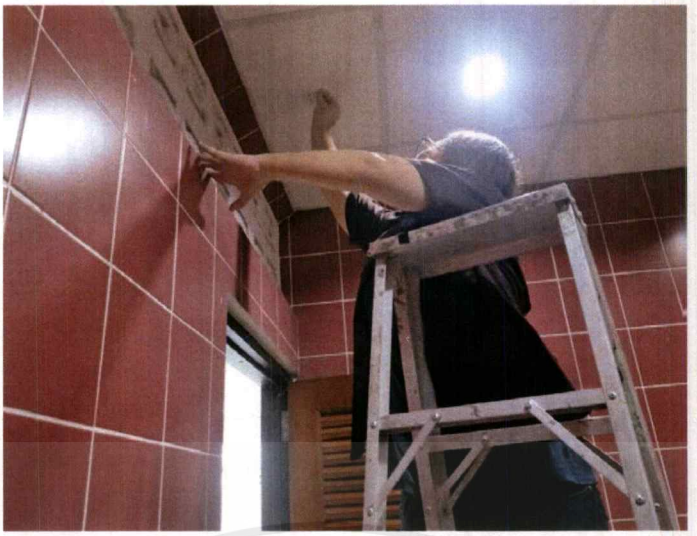
รูปที่ 4.16 ภาพแสดงการไขน็อตเพื่อติดเซนเซอร์กับฝ้า

จากรูปที่ 4.16 แสดงการไขน็อตเพื่อเป็นตัวยึดระหว่างขั้วอเนกประสงค์ของเซนเซอร์ติดกับฝ้าซึ่งเซนเซอร์มีความลึก 2 นิ้ว ซึ่งจะมีน็อต 2 ตัวในการยึดระหว่างขั้วอเนกประสงค์กับฝ้า

รูปที่ 4.17 ภาพแสดงการเชื่อมต่อสายไฟออกมาจากเซนเซอร์

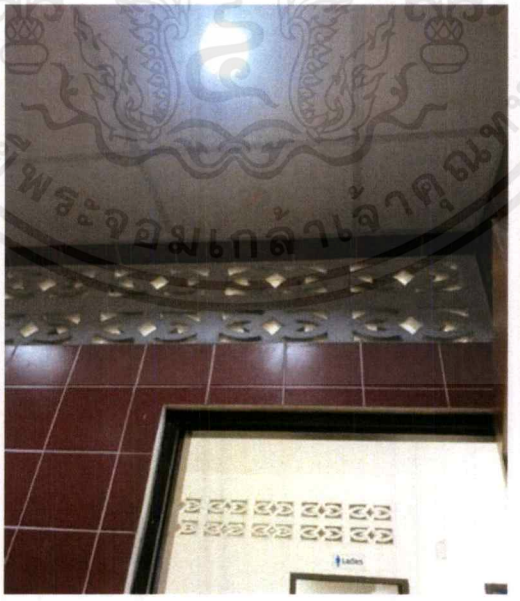
จากรูปที่ 4.17 แสดงการต่อสายไฟออกจากเซนเซอร์ทางช่องแหล่งจ่ายไฟและช่องโหลดเพื่อที่จะต่อสายไฟไปยังหลอดไฟทั้งหมดภายในห้องน้ำโดยมี 2 สาย คือ L และ N ชนิดสายไฟที่ใช้งานเป็นสายทองแดง 1.5 mm^2 – 2.5 mm^2 ใช้ได้เฉพาะสายทองแดงชนิดแข็งเท่านั้น ใช้ทั้งหมด 4 เส้น โดยเส้นช่องทางของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าใช้ 2 เส้น คือ L และ N สายไฟมีความยาว 1.5 m ซึ่งเส้นช่องทางของโหลดใช้ 2 เส้น คือ L และ N สายไฟมีความยาว 1.5 m เพื่อที่จะต่อไปยังหลอดไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.18 ภาพแสดงการนำเซนเซอร์ขึ้นไปติดบนเพดานและทำการปรับเวลา

จากรูปภาพที่ 4.18 นำฝ้าที่ยึดติดกับเซนเซอร์ที่ไขน็อตเรียบร้อยแล้วขึ้นไปติดบนเพดานทางด้านหน้าของประตูทางเข้าภายในห้องน้ำซึ่งทำการตั้งเวลาโดยปกติเซนเซอร์หลักที่ใช้สามารถตั้งเวลาได้นาน 1 วินาที ถึง 30 นาที จากการสำรวจการใช้งานจากจำนวนคนที่เข้ามาใช้ห้องน้ำทำให้ทราบค่าที่ครอบคลุมในการตั้งเวลาเปิดปิดไฟโดยจะทำการตั้งเวลาไว้ที่ 20 นาที เพื่อที่จะให้ใช้งานได้สะดวกไฟไม่ดับเร็วจนเกินไป เมื่อครบกำหนดเวลาไฟในห้องน้ำทั้งหมดที่เชื่อมกับเซนเซอร์จะดับทันทีและจะเปิดทันทีเมื่อมีคนเดินผ่านอีกครั้ง จะทำการติดตั้งเซนเซอร์ในบริเวณใกล้ประตูห้องน้ำโดยติดที่ฝ้าที่ใกล้ประตูที่สุดดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 ภาพแสดงหลังจากการติดตั้งเซนเซอร์

จากรูปที่ 4.19 ภาพแสดงหลังการติดตั้งเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบทั้งหมดและทำการเปิดสวิตซ์ให้เซนเซอร์สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวของคนที่เข้ามาใช้ห้องน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.20 ภาพแสดงหลอดไฟบริเวณภายในห้องน้ำ

จากรูปภาพที่ 4.20 ภาพแสดงหลอดไฟที่ใช้ภายในห้องน้ำอาคารจุฬาภรณ์ 1 ชั้น 1 ห้องน้ำอาจารย์หญิง หลอดไฟมี 9 หลอด ขนาด 7 W ซึ่งเซนเซอร์ที่ใช้สามารถรองรับโหลดได้ 660 W หลอดไฟภายในห้องน้ำใช้ 63 W เซนเซอร์สามารถรองรับได้ไม่มีผลกระทบใด ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองในการต่อเซนเซอร์เข้ากับ LED 4 หลอดที่ทำการทดลองเพื่อเป็นสวิตช์เปิดปิดควบคุมการทำงานของระบบแสงสว่าง พบว่าช่วยให้ประหยัดพลังงานไฟฟ้าจำนวนมากและนำไปคำนวณค่าใช้จ่ายซึ่งพบว่าลดเป็นจำนวนมาก โดยทำการเปรียบเทียบผลระหว่างติดเซนเซอร์และไม่ติดเซนเซอร์ซึ่งมี 2 เงื่อนไข ในเงื่อนไขแรก ทำการทดลองเปลี่ยนเวลาที่ 10 นาที 15 นาที และ 20 นาที ในเงื่อนไขที่ 2 เปลี่ยนครั้งที่คนเดินผ่าน กรณีที่ 1 คือ ไม่ทำการติดเซนเซอร์ กรณีที่ 2 กำหนดให้ 1 ชั่วโมง เดินผ่าน 2 ครั้ง กรณีที่ 3 กำหนดให้ 1 ชั่วโมง เดินผ่าน 1 ครั้ง กรณีที่ 4 กำหนดให้ 2 ชั่วโมง เดินผ่าน 1 ครั้ง ระยะเวลาทดลองเท่ากับเงื่อนไขแรกคือ 12 ชั่วโมง โดยตั้งเวลาปิดไฟที่ 20 นาที ซึ่งพบว่าเมื่อติดเซนเซอร์ทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าลดน้อยลงเป็นอย่างมากเมื่อเปรียบเทียบกับกรณีที่เปิดไฟทิ้งไว้ ผู้วิจัยได้ศึกษาการใช้อุปกรณ์เซนเซอร์ และเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าว่ามีหลักการใช้งานอย่างไรบ้างและการเชื่อมต่อกับหลอดไฟ LED

ในงานวิจัยได้ทำการทดลองและเปรียบเทียบระหว่างติดเซนเซอร์และไม่ติดตั้งเมื่อนำค่าที่ได้ทำการทดลองมาเปรียบเทียบกันและได้ค่าพลังงานไฟฟ้าที่ต่างกัน ในกรณีติดเซนเซอร์ตั้งเวลาปิดไฟไว้ที่ 20 นาที เทียบกับกรณีไม่ติดเซนเซอร์และใช้เวลาในการทดลองเท่ากันคือ 12 ชั่วโมง ใช้หลอด LED จำนวน 4 หลอด ขนาดกำลังไฟฟ้า 8 W พบว่าในเงื่อนไขที่ 1 ในกรณีที่ 1 ไม่ติดตั้งเซนเซอร์มีการใช้ไฟฟ้าและนำไปคิดค่าไฟดังนี้ ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.36 kWh เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าใช้จ่าย 1.59 บาท 1 เดือน มีค่าใช้จ่าย 47.73 บาท 1 ปี มีค่า 572.83 บาท ในกรณีที 2 ที่ติดตั้งเซนเซอร์ตั้งเวลาปิดไฟไว้ที่ 10 นาที พลังงานไฟฟ้าที่วัดได้ 0.06 kWh เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าใช้จ่าย 0.26 บาท 1 เดือน มีค่าใช้จ่าย 7.95 บาท 1 ปี มีค่าใช้จ่าย 95.40 บาท คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ส่วนลดได้ 83 เปอร์เซ็นต์ จากกรณีที่ 1 ที่เปิดไฟทิ้งไว้ตลอด กรณีที่ 3 ติดเซนเซอร์ตั้งเวลาเปิดปิดไฟที่ 15 นาที ใช้พลังงานไฟฟ้า 0.10 kWh และนำไปคิดค่าไฟจะได้ดังนี้ 1 วันมีค่าใช้จ่าย 0.44 บาท 1 เดือน มีค่าใช้จ่าย 13.26 บาท 1 ปี มีค่าใช้จ่าย 159.12 บาท คิดเปอร์เซ็นต์ส่วนลดได้ 61 เปอร์เซ็นต์ จากกรณีที่ 1 ที่เปิดไฟทิ้งไว้ 12 ชั่วโมง ซึ่งในเงื่อนที่ 2 ในกรณีที่ 1 ไม่ติดตั้งเซนเซอร์มีการใช้ไฟฟ้าและนำไปคิดค่าไฟดังนี้ ค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า 0.36 kWh เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าใช้จ่าย 1.59 บาท 1 เดือน มีค่าใช้จ่าย 47.73 บาท 1 ปี มีค่า 572.83 บาท กรณีที่ 2 เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าการใช้ 1.10 บาท 1 เดือน มีค่า 33.15 บาท 1 ปี มีค่า 397.80 บาท คิดเป็นส่วนลด 31 เปอร์เซ็นต์ จากกรณีที่ 1 ที่เปิดไฟทิ้งไว้ตลอด กรณีที่ 3 เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าการใช้ 0.61 บาท 1 เดือน มีค่า 18.56 บาท 1 ปี มีค่า 222.76 บาท คิดเปอร์เซนต์ส่วนลดได้ 61 เปอร์เซ็นต์ จากกรณีที่ 1 ที่เปิดไฟทิ้งไว้ตลอด กรณีที่ 4 เมื่อนำไปคิดค่าไฟ 1 วัน มีค่าการใช้ 0.26 บาท 1 เดือน มีค่า 7.95 บาท 1 ปี มีค่า 95.47 บาท คิดเป็นเปอร์เซ็นส่วนลดได้ 83 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในงานวิจัยพบว่าในกรณีที่ 1 ทั้ง 2 เงื่อนไขที่ไม่ติดตั้งเซนเซอร์มีค่าใช้จ่ายมากเมื่อเปรียบเทียบจากส่วนลดในกรณีอื่น ๆ ที่ติดเซนเซอร์ จากการสำรวจจากคนที่เข้าห้องน้ำพบว่าเวลาที่คนส่วนใช้เวลาเข้าไปในห้องน้ำใช้เวลาประมาณ 20 นาที ซึ่งจะทำการตั้งเวลาปิดไฟไว้ภายในห้องน้ำไว้ที่ 20 นาที

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้ามีช่วงการวัดที่กว้างมากซึ่งอาจจะไม่ค่อยละเอียดมาก
2. ผู้ศึกษาควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับระบบภายในตัวเซนเซอร์และเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า
3. ผู้ศึกษาควรศึกษาเพิ่มเติมเกี่ยวกับการต่อสายไฟเชื่อมต่อระหว่างเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า เซนเซอร์ และ LED เข้าด้วยกันให้มากขึ้น
4. ควรศึกษาหาวิธีการประหยัดพลังงานที่เกิดจากการใช้เครื่องปรับอากาศ
5. ควรติดตั้งเซนเซอร์ในห้องน้ำที่ห้องอื่น ๆ รวมถึงทางเดินระหว่างห้องเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] บริษัท เทียนทอง อิเล็คทริคพลัส.Passive infrared sensor. [ออนไลน์].
https://www.thianthong.com/panasonic-wtkg-2411.html

[2] INNOVATIVE EXPERIMENT CO., LTD. 2018.เซนเซอร์ตรวจจับด้วยรังสีอินฟาเรด. [ออนไลน์].
https://www.inventor.in.th/home/sensor

[3] Powered by AkoComment Tweaked Special.2004. รังสีอินฟราเรด. [ออนไลน์].
http://www.neutron.rmutphysics.com/sciencenews/index.php?option=com_content&task=view&id=1966&Itemid=0

[4] ปิยะชัย ควรปราโมทย์.พ.ศ.2553. เซนเซอร์ตรวจจับความเคลื่อนไหว (Motion Sensor).[ออนไลน์].
http://application-with-embedded-linux.blogspot.com/2 0 1 0 / 1 2 / motion-sensor.html

[5] SEANG NGARM GROUP (2535) CO.LTD. สวิตช์ตรวจจับการเคลื่อนไหว. [ออนไลน์]
https://www.sng2535.com/pana-wtkg.html

[6] บริษัท เทียนทอง อิเล็คทริค แอนด์ ซัพพลาย จำกัด.คุณสมบัติ PANASONIC WTKG2411. [ออนไลน์].
https://www.thianthong.com/panasonic-wtkg-2411.html

[7] Panasonic Eco Solution Sales (Thailand) Co.,Ltd. PIR sensor. [ออนไลน์].
file:///C:/Users/Jirapan/Downloads/Passive%20Infrared%20Master%20&%20Auxiliary%20(5).pdf

[8] Clicks4Home. หลอดไฟมีกี่ประเภท. 2015. [ออนไลน์].
http://www.clicks4home.com/forums/index.php?showtopic=3266&mode=threaded&pid=4885

[9] Technology Instruments. เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า. [ออนไลน์].
http://www.tic.co.th/index.php?op=productdetail&id=1024&cid=9&tid=69&bid=9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

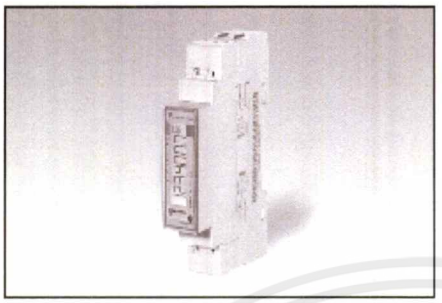
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Energy Management Energy Analyzer Type EM111

CARLO GAVAZZI



- Single phase energy analyzer
- Class 1 (kWh) according to EN62053-21
- Class B (kWh) according to EN50470-3
- Accuracy ±0.5% RDG (current/voltage)
- Direct current measurement up to 32 AAC
- Backlit LCD display with integrated touch key-pad
- Energy readout on display: 7 digit
- Variable readout on display: 4 digit
- Energy measurement: kWh and kvarh (imported/ exported); kWh+ by 2 tariffs
- System variables, kW, kvar, V, A, PF, Hz, kWdmd, kWdmd peak
- Self power supply
- Dimensions: 1-DIN module
- Protection degree (front): IP51
- Pulse output (optional, by open collector PNP)
- RS485 Modbus port (optional)
- M-bus port (optional)
- Digital input (for tariff management)
- Easy connection or wrong current direction detection
- Certified according to MID Directive (option PF only): see "how to order" below

Product description

Single-phase energy analyzer with backlit LCD display with integrated touch keypad. Particularly indicated for active energy metering and for cost allocation in applications up to 32 A (direct connection), with dual tariff management availability. It can measure imported and exported energy or be programmed to consider only the imported one. Housing for DIN-rail mounting, with IP51 front degree protection. The meter is optionally provided with pulse output proportional to the active energy being measured, RS485 Modbus port or M-bus port.

MID Certified according to MID Directive, Module B and Module D of Annex II, for legal metrology relevant to active electrical energy meters (see Annex V, MI003, of MID). Can be used for fiscal (legal) metrology.

How to order EM111-DIN AV8 1 X O1 PF B

- Model
- Range code
- System
- Power supply
- Output
- Option
- Measurement

Type Selection

Range code

- **AV8:** 230VLN AC - 5(45)A (Direct connection up to 32 A)
- **AV7:** 120VLN AC - 5(45)A (Direct connection up to 32 A)

System

- **1:** 1-phase 2-wire

Power supply

- **X:** Self power supply -30% +20% of the rated measuring input voltage, 50Hz

Output

- **O1:** pulse output
- **S1:** RS485 Modbus port
- **M1:** M-bus port

Option

- **PF:** Certified according to MID Directive. Can be used for fiscal(legal) metrology.

Measurement

- **A:** The power is always integrated (both in case of positive imported and negative exported power) and the total energy meter is certified according to MID.
- **B:** Only the total positive energy meter is certified according to MID.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้