



รายงานการวิจัย

ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย
พลังงานแสงอาทิตย์

**Solar Electric Lighting System LED For the Industrial Technology
Building**

นิสิต องอาจ

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ประจำปีงบประมาณ 2558

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วย พลังงานแสงอาทิตย์

Solar Electric Lighting System LED For the Industrial Technology Building

นิสิต งามอาจ

สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
คณะเทคโนโลยีการเกษตร

ทุนอุดหนุนโดย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ งบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ 2558

ชื่องานวิจัย	ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ Solar Electric Lighting System LED For the Industrial Technology Building
ผู้วิจัย	นิสิต องอาจ
ผู้ร่วมวิจัย/ที่ปรึกษา	—
สาขาวิชา	เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ 2558

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการใช้พลังงานทางเลือกและเป็นพลังงานที่สะอาด โดยการใช้เซลล์แสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า และนำไปกักเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อนำไปใช้ให้แสงสว่างในเวลากลางคืนโดยการใช้หลอดแอลอีดี เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและให้แสงสว่างได้ยาวนานยิ่งขึ้น และมีการ ปิด-เปิด โดยอัตโนมัติด้วยสวิทช์แสงเมื่อมีแสงมากไฟก็จะดับและเมื่อมีแสงน้อยไฟก็จะติด การทดสอบเพื่อหาคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดี แบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การทดสอบสมรรถนะของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้วิจัยค้นคว้าทำการทดสอบผลปรากฏว่าสามารถทำงานได้ประมาณ 37:33 ชั่วโมง ความสว่างของระบบแสงสว่างเฉลี่ยอยู่ที่ 3.60 ลักซ์ และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้เท่ากับ 3.28

2. การประเมินคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประเมินโดยนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม จำนวน 20 คน โดยแบ่งการประเมินเป็น 2 ด้านผลจากการประเมินด้านรูปแบบของเครื่องได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.65 ด้านการใช้งานได้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.56 และผลรวมค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.60 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

ดังนั้นระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยใช้หลอดแอลอีดีสามารถทำงานได้ตามขอบเขตของการศึกษาค้นคว้ามีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งานและสามารถนำไปใช้งานในระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีตามอาคารอื่นๆได้

Abstract

This research aims to create a quality of light bulbs and LED technology in the building industry with solar power as alternative energy and clean energy. By using solar energy into electricity. And be stored in batteries to be used for illumination at night by using LED bulbs. To save energy and provide light and a longer lasting - off automatically switches the light on a very light and when the light is extinguished, it will light a fire. The test for determining the quality of LED light bulbs. There are two types.

1. Performance testing of LED lighting in buildings with solar electric technology industry. The research results show that the test can work about 37:33 hours, the brightness of the lighting system at an average of 3.60 lux and standard deviation equal to 3.28.

2. The quality of LED lighting in buildings with solar electric technology industry. Rated by students in electrical technology industry, 20 divided by evaluating a second side based on the assessment of patterns of the average of 4.65 for the mean value of 4.56 and a total average is 4.60, which. In the most

The LED lighting in the building industry with solar electric technology using LED tubes can work under the scope of the study is safe to use and can be used in the system. LED light bulbs and other buildings.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยคำแนะนำต่างๆ จากคณาจารย์ในมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ และความร่วมมือช่วยเหลืออย่างดีจากบุคคลหลายฝ่าย ที่สละเวลาให้คำแนะนำคำปรึกษา รวมถึงข้อเสนอแนะต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์สุเมธ สงวนใจ และอาจารย์สมเดช ศิริโสภณ เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้ความกรุณา ให้คำปรึกษาแนะนำให้แก่ผู้วิจัย จึงขอขอบพระคุณ สถาบันวิจัย มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ที่ได้ให้ทุนอุดหนุนการวิจัยครั้งนี้มา ณ ที่นี้ด้วย

นิสิต องอาจ

13 สิงหาคม 2558

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
บทคัดย่อ(ภาษาอังกฤษ)	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญ	จ
สารบัญ(ต่อ)	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญตาราง(ต่อ)	ซ
สารบัญภาพ	ฌ
สารบัญภาพ(ต่อ)	ญ
สารบัญภาพ(ต่อ)	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	2
ประโยชน์ของการวิจัย	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
แสง	4
โซลาร์เซลล์	7
อุปกรณ์ทางไฟฟ้า	13
อุปกรณ์โครงสร้าง	27
การออกแบบสอบถาม	31
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย	36
การวางแผนงานและการเตรียมงาน	36
การออกแบบ	37
การติดตั้งและการประกอบ	40
วิธีการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดี	48
แบบประเมินคุณภาพ	56

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	57
การทดสอบสมรรถนะของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า	57
อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	
การการประเมินหาคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยี	66
ไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	69
สรุปผลการวิจัย	69
อภิปรายผล	71
ข้อเสนอแนะ	71
บรรณานุกรม	72
ประวัติผู้วิจัย	74

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางมาตรฐานความสว่าง	5
2.2 ตารางท่อ EMT White Conduit	28
2.3 ตารางท่อ IMC White Conduit	29
2.4 ตารางท่อ RSC Rigid Steel Conduit	30
3.1 การทดสอบสภาวะการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมสวิตช์ด้วยมือ	48
3.2 การทดสอบสภาวะการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมด้วยสวิตช์แสง	49
3.3 การทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่	50
3.4 การทดสอบระยะเวลาการให้แสงสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	51
3.5 ตารางบันทึกค่าความสว่างจากการวัดค่าความสว่างของหลอดฟลูออโรแอลอีดี	53
3.6 การประเมินคุณภาพด้านรูปแบบของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	54
3.7 การประเมินคุณภาพด้านการใช้งานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	55
4.1 การทดสอบการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมด้วยมือ	59
4.2 การทดสอบการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทำงานอัตโนมัติ	61
4.3 การทดสอบระยะเวลาการให้แสงสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	62

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่	หน้า
4.4 การทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่	63
4.5 ผลการประเมินคุณภาพด้านรูปแบบของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	66
4.6 ผลการประเมินคุณภาพด้านการใช้งานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	67
4.7 ตารางแบบสรุปการประเมินคุณภาพด้านรูปแบบและด้านการใช้งาน	68

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์	8
2.2 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	9
2.3 แสดงโครงสร้างของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	9
2.4 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono crystalline	10
2.5 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Poly crystalline	10
2.6 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon	11
2.7 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์	12
2.8 ส่วนประกอบของหลอดแอลอีดี	14
2.9 หลอดแอลอีดีแบบ Lamp Type	15
2.10 หลอด แอลอีดี แบบ Surface Mount Type	15
2.11 หลอดฟอม แอลอีดี tube light	16
2.12 หลอด แอลอีดี ภายในหลอดฟอม แอลอีดี tube light	16
2.13 สวิตช์โยก	17
2.14 สวิตช์แบบกระดก	17
2.15 สวิตช์แบบหมุน	18
2.16 สวิตช์แบบเลื่อน	18
2.17 สวิตช์กดแบบต่างๆ	19
2.18 สวิตช์แสง	19
2.19 แอลดีอาร์	20
2.20 วงจรสวิตช์แสง	20
2.21 เครื่องประจุแบตเตอรี่	21
2.22 แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด (Storage Battery)	23

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 ไคอะแกรมวงจรไฟฟ้า	37
3.2 ออกแบบโครงสร้างฐานแผงโซล่าเซลล์	38
3.3 ออกแบบการติดตั้งหลอดฟลูออโรไลต์	38
3.4 หลักการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	39
3.5 ประกอบส่วนโครงสร้างฐานแผงโซล่าเซลล์	40
3.6 เจาะรูยึดฐานแผงโซล่าเซลล์	41
3.7 ติดตั้งโครงสร้างฐานแผงโซล่าเซลล์	41
3.8 ติดตั้งและปรับองศาของแผงโซล่าเซลล์	42
3.9 การติดตั้งแผงโซล่าเซลล์	42
3.10 การตัดท่อ	43
3.11 การเดินท่อและติดตั้งเส้นด้ายบ็อกซ์	43
3.12 ติดตั้งตู้ควบคุม	44
3.13 การร้อยสาย	44
3.14 นำสายเข้ารางไวร์เวย์	45
3.15 เจาะรูยึดโคมหลอดแอลอีดี	45
3.16 ติดตั้งโคมหลอดแอลอีดี	46
3.17 การต่อสวิตช์แสง	46
3.18 การต่อซีลิกเตอร์สวิตช์และหลอดสัญญาณ	47
3.19 การต่อวงจรการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์	47
3.20 กำหนดจุดเพื่อใช้ลักซ์มิเตอร์วัดค่าความสว่าง	52
4.1 เลือกโหมดการทำงานด้วยสวิตช์	58
4.2 เปิดสวิตช์ให้หลอดฟลูออโรไลต์ทำงาน	58
4.3 ปิดสวิตช์ให้หลอดฟลูออโรไลต์หยุดทำงาน	58
4.4 หลอดฟลูออโรไลต์ทำงาน	59

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.5 หลอดพอมแอลอีดีหยุดทำงาน	59
4.6 เลือกโหมคสวิทช์ไปที่โหมคอัตโนมัติ	60
4.7 หลอดพอมแอลอีดีทำงาน	60
4.8 หลอดพอมแอลอีดีหยุดการทำงาน	60
4.9 การวัดระยะเพื่อกำหนดจุด	63
4.10 เปิดการทำงานของหลอดพอมแอลอีดีเวลากลางคืน	64
4.11 การวัดค่าความสว่าง	64
4.12 การทดสอบหาค่าความสว่างของโคมไฟหลอดพอมแอลอีดีโดยใช้ลักซ์มิเตอร์	65

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันปัญหาทางด้านพลังงานที่จะนำมาใช้ผลิตกระแสไฟฟ้าเริ่มลดน้อยลง จึงจำเป็นต้องหาพลังงานใหม่ๆ ที่สามารถนำมาผลิตเป็นกระแสไฟฟ้าใช้เพื่อทดแทนพลังงานที่ใกล้จะหมดไปในแต่ละวัน ปัจจุบันมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ได้ก่อสร้างอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมขึ้นใหม่ ซึ่งระบบไฟฟ้าในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมมีความพร้อมในการใช้งานเป็นอย่างดี แต่ปัจจุบันอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมมีการติดตั้งระบบแสงสว่างในอาคารซึ่งให้แสงสว่างได้ดีแต่ไม่สะดวกต่อการปิด-เปิดในเวลากลางคืน เมื่อไม่มีแสงสว่างก็จะส่งผลถึงความไม่ปลอดภัยต่อทรัพย์สินที่มีอยู่ภายในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม แต่ถ้าเปิดไว้ในเวลานานๆ โดยไม่มีคนคอยปิดก็จะเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานโดยเปล่าประโยชน์ ซึ่งอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมจะถูกแสงอาทิตย์ตลอดทั้งวันเพราะอยู่ในที่โล่งแจ้ง จึงเหมาะที่จะนำแสงอาทิตย์มาใช้ให้เกิดประโยชน์และเพื่อเป็นการช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้าอีกทางหนึ่ง ด้วยการเปลี่ยนแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าแล้วกักเก็บไว้และนำมาให้แสงสว่างในเวลากลางคืน

เพื่อเป็นการใช้พลังงานทางเลือกและเป็นพลังงานที่สะอาด โดยการใช้เซลล์แสงอาทิตย์รับแสงอาทิตย์มาเปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้า และนำไปกักเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อนำไปใช้ให้แสงสว่างในเวลากลางคืนโดยการใช้หลอดแอลอีดี เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและให้แสงสว่างได้ยาวนานยิ่งขึ้น ระบบไฟทางเดินในอาคารพลังงานแสงอาทิตย์เมื่อรับแสงอาทิตย์ในหนึ่งวันจะสามารถนำพลังงานที่ได้จากแสงอาทิตย์มาใช้ให้แสงสว่างติดต่อกันเป็น 12 ชั่วโมง และมีการ เปิด-ปิด โดยอัตโนมัติด้วยสวิตช์ตรวจจับแสง เมื่อมีแสงสว่างมากไฟก็จะดับและเมื่อมีแสงสว่างน้อยไฟก็จะติด

จากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น เพื่อให้อาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมได้มีระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารในเวลากลางคืนโดยไม่ใช้ไฟฟ้าจากตัวอาคาร ผู้วิจัยทำจึงจัดทำระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ขึ้นเพื่อให้อาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมได้มีแสงสว่างใช้ในเวลากลางคืน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อทำการออกแบบและติดตั้งระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์
2. เพื่อทดสอบหาคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ขอบเขตของการวิจัย

การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นการศึกษา ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อให้ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารโดยไม่ใช้ไฟฟ้าจากตัวอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม โดยแบ่งขอบเขตการศึกษการวิจัยออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. ลักษณะสมบัติของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เปิด-ปิดอัตโนมัติ ผลิตกำลังไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 80 วัตต์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสภาพอากาศ ใช้ให้ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารได้จำนวน 4 โคม

2. ส่วนประกอบส่วนประกอบของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

- 2.1 แผงโซลาร์เซลล์ 80 วัตต์ 2.32 A มีขนาดของแผง 120 cm x 44 cm x 3.5 cm. น้ำหนัก

4.7 กิโลกรัม จำนวน 1 แผง

- 2.2 เครื่องควบคุมการประจุไฟฟ้า

- 2.3 Photo Switch

- 2.4 แบตเตอรี่ DC 12 V. 50 Ah.

- 2.5 โคม LED 9 W. จำนวน 4 โคม

- 2.6 ซีเล็คเตอร์สวิตช์

- 2.7 สวิตช์ทางเดียว

3. การหาคุณภาพ

- 3.1 ทำการทดสอบเพื่อหาสมรรถนะ ของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทดสอบโดยผู้วิจัย

- 3.1.1 การทดสอบแบบควบคุมด้วยสวิตช์

- 3.1.2 การทดสอบแบบอัตโนมัติ

3.1.3 การทดสอบหาระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่

3.1.4 การทดสอบหาระยะเวลาการให้แสงสว่าง

3.1.5 การทดสอบเพื่อหาค่าความสว่าง

3.2 การประเมินหาคุณภาพ ของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ณ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม โดยนักศึกษาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม จำนวน 20 คน โดยแบ่งการประเมินคุณภาพเป็น 2 ด้าน คือ ด้านรูปแบบ และด้านการใช้งาน ดังนี้

3.2.1 ด้านรูปแบบ

3.2.1.1 การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม

3.2.1.2 ความเหมาะสมในด้านออกแบบระบบการทำงาน

3.2.1.3 ความเหมาะสมในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์

3.2.1.4 ความเหมาะสมในการติดตั้งโคม

3.2.1.5 ความเหมาะสมในการติดตั้งตู้ควบคุม

3.2.2 ด้านการใช้งาน

3.2.1.1 ความสะดวกในการ เปิด-ปิด สวิตช์ควบคุม

3.2.1.2 การทำงานแบบอัตโนมัติทำงานตามคำสั่งที่กำหนดไว้

3.2.1.3 การให้แสงสว่างทั่วถึงบริเวณ

3.2.1.4 ระยะเวลาการให้แสงสว่าง

3.2.1.5 ความปลอดภัยในการใช้งาน

ประโยชน์ของการวิจัย

1. ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับบ้านเรือน เพื่อนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ที่ในท้องถิ่นที่ไม่มีไฟฟ้าใช้

2. อาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมมีแสงสว่างในเวลากลางวันทำให้ทรัพย์สินภายในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมมีความปลอดภัยมากขึ้น

3. อาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมมีแสงสว่างในเวลากลางวันโดยไม่ใช้ไฟฟ้าจากตัวอาคาร

4. ลดค่าใช้จ่ายจากการใช้ไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เนื้อหาของงานวิจัยในบทนี้ กล่าวถึงเอกสารและเนื้อหาการศึกษาค้นคว้า ที่เกี่ยวข้อง ประกอบการจัดทำงานวิจัย โดยจัดทำขึ้นเพื่อประกอบการระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคาร เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ประกอบด้วยทฤษฎีของแสง พลังแสงอาทิตย์ อุปกรณ์ทางไฟฟ้า และอุปกรณ์โครงสร้าง ได้แก่ สวิตช์แสง หลอดสัญญาณ แผงโซลาร์เซลล์ แบตเตอรี่ อุปกรณ์ชาร์จประจุแบตเตอรี่ เหล็กฉาก

แสง

แสงเป็นพลังงานรูปหนึ่ง เดินทางในรูปเคลื่อนที่มีอัตราเร็วสูง สิ่งมีชีวิตส่วนใหญ่บนโลกไม่สามารถดำรงอยู่ได้โดยไม่มีแสง แสงเป็นพลังงานที่ทำให้เกิดการมองเห็น แหล่งกำเนิดแสงที่สำคัญที่สุดของเราคือดวงอาทิตย์ อย่างไรก็ตามเราสามารถผลิตแสงได้เองเช่นกันโดยใช้ไฟฟ้าแสงสว่างเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในการดำรงชีวิตของมนุษย์ระบบแสงสว่างที่ผิดนอกจากจะทำให้การประกอบกิจกรรมต่างๆ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ยังเสียค่าใช้จ่ายในการใช้งานน้อยด้วย

1. หลักการให้แสงสว่าง

หลักการให้แสงสว่างมีจุดมุ่งหมาย 3 ประการคือ

- 1.1 เพื่อให้การทำงานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ไฟส่องโต๊ะทำงาน
- 1.2 ช่วยสร้างความปลอดภัย เช่น ไฟตามแนวรั้ว
- 1.3 เพื่อความสวยงามและสร้างบรรยากาศที่เหมาะสมเช่น ไฟส่องรูปภาพ

2. วิธีการให้แสงสว่างที่เหมาะสม

วิธีการให้แสงสว่างที่เหมาะสมแบ่งเป็น 3 วิธีคือ

2.1 การให้แสงสว่างทั่วพื้นที่เป็นวิธีการให้แสงสว่างจากโคมไฟที่ติดตั้งกระจายอย่างสม่ำเสมอบนเพดานทำให้มีความสว่างเกือบเท่ากันตลอดพื้นที่ข้อดีคือออกแบบได้ง่ายไม่จำเป็นต้องทราบตำแหน่งทำงานที่แน่นอนและสามารถย้ายตำแหน่งที่ทำงานได้อย่างอิสระข้อเสียคือเป็นวิธีการให้แสงสว่างที่สิ้นเปลืองพลังงานสูง

2.2 การให้แสงสว่างเฉพาะพื้นที่ เป็นวิธีการให้แสงสว่างโดยการออกแบบให้สอดคล้องกับการทำงานในแต่ละพื้นที่จึงทำให้ประหยัดพลังงานกว่าวิธีแรก ข้อเสียคือ ทำให้การ

ย้ายตำแหน่งพื้นที่ทำงานไม่อิสระ เหมาะสำหรับโรงงานที่มีกระบวนการผลิตที่ติดตั้งตายตัวหรือไม่มีการโยกย้ายตำแหน่ง

2.3 การให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่ง เป็นวิธีการให้แสงสว่างที่ประหยัดพลังงานที่สุด และเสริมสำหรับงานที่ต้องการปริมาณแสงในระดับสูงให้สำหรับผู้ปฏิบัติงานสูงหรือสายตาผิดปกติ โดยการติดตั้งโคมไฟในบริเวณที่อยู่ใกล้ผู้ทำงานหรือชิ้นงานเพื่อให้แสงสว่างเฉพาะตำแหน่งและทิศทางที่ต้องการ แต่ต้องควบคุมทิศทางและความสว่างให้เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานมีความสบายในการใช้สายตา

3. การออกแบบระบบแสงสว่างให้เหมาะสม

ควรออกแบบให้ความสว่างเหมาะสม ไม่มากหรือน้อยเกินไปและคำนึงถึงคุณภาพแสงด้วย กล่าวคือ ระดับความสว่างควรอยู่ในมาตรฐาน (คูตารางมาตรฐานความสว่าง) คุณภาพแสงควรให้เหมาะสมกับประเภทการใช้งาน เช่น แสงสีขาวเหมาะกับการเขียนหนังสือ แสงสีส้มเหมาะกับการใช้ในร้านอาหาร เป็นต้น ควรออกแบบให้กำลังไฟฟ้าติดตั้งไม่เกินมาตรฐานที่กำหนดในพระราชบัญญัติการส่งเสริมการอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2535

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานความสว่าง (มาตรฐาน IES)

ลักษณะพื้นที่ใช้งาน	ความสว่าง(ลักซ์)
พื้นที่ทำงานทั่วไป	300-700
พื้นที่ส่วนกลาง ทางเดิน	100-200
ห้องเรียน	300-500
ร้านค้า/ศูนย์การค้า	300-750
โรงแรม – บริเวณทางเดิน	300

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

โรงแรม – ห้องครัว	500
โรงแรม – ห้องพัก ห้องน้ำ	100-300
โรงพยาบาล-บริเวณทั่วไป	100-300
โรงพยาบาล-ห้องตรวจรักษา	500-1000
บ้านที่อยู่อาศัย – ห้องนอน	50
บ้านที่อยู่อาศัย – หัวเตียง	200
บ้านที่อยู่อาศัย – ห้องน้ำ	100-500
บ้านที่อยู่อาศัย – ห้องนั่งเล่น	100-500
บ้านที่อยู่อาศัย – บริเวณบันได	100
บ้านที่อยู่อาศัย – ห้องครัว	300-500

ที่มา : (http://www.selectcon.com/ba_17.asp)

4. แนวทางการประหยัดพลังงานของระบบแสงสว่าง

4.1 เลือกใช้หลอดไฟประสิทธิภาพสูง คือให้ปริมาณแสงสว่างมากแต่ใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ

4.2 ติดตั้งวงจรควบคุมแสงสว่างเพิ่มขึ้นจะทำให้สามารถปิด - เปิดวงจรไฟฟ้าแสงสว่างในแต่ละพื้นที่ได้สะดวก

4.3 ติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมระบบไฟฟ้าแสงสว่าง เพื่อให้มีการใช้พลังงานในระบบแสงสว่างอย่างมีประสิทธิภาพ

4.4 โคมไฟทุกชนิดควรมีแผ่นสะท้อนแสงที่ดีมีผิวสะอาด มันและเป็นเงา และต้องมีมุมสะท้อนที่ถูกต้อง

4.5 ใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุมระบบแสงสว่างในอาคารจะสามารถประหยัดพลังงานได้

โซลาร์เซลล์

โซลาร์เซลล์ หมายถึง พลังงานจากดวงอาทิตย์จัดเป็นพลังงานหมุนเวียนที่สำคัญที่สุด เป็นพลังงานสะอาดไม่ทำปฏิกิริยาใดๆอันจะทำให้สิ่งแวดล้อมเป็นพิษ ในส่วนของประเทศไทยซึ่งตั้งอยู่บริเวณใกล้เส้นศูนย์สูตร จึงได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ในเกณฑ์สูง พลังงานโดยเฉลี่ยซึ่งรับได้ทั่วประเทศประมาณ 4 ถึง 4.5 กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน ประกอบด้วยพลังงานจากรังสีตรง (Direct Radiation) ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่เหลือเป็นพลังงานรังสีกระจาย (Diffused Radiation) ซึ่งจะเกิดจากละอองน้ำในบรรยากาศ (เมฆ) ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าบริเวณที่ห่างจากเส้นศูนย์สูตรออกไปทั้งแนวเหนือ – ใต้

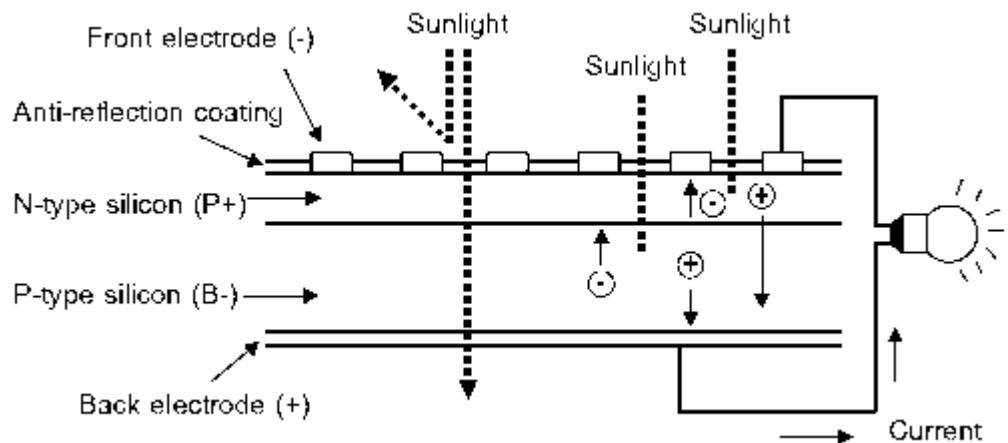
1. แผงโซลาร์เซลล์ (Solar cell)

เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar cell) เป็นสิ่งประดิษฐ์ออปโตอิเล็กทรอนิกส์ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ สามารถเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ (หรือแสงจากหลอดไฟ) ให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง ทั้งนี้ที่มีแสงตกกระทบ เซลล์แสงอาทิตย์ก็จะผลิตไฟฟ้าได้ทันที และไฟฟ้าที่ได้นั้นจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC current)

1.1 ความเข้มของแสง วัดการส่องสว่างที่ลักษณะกระแสไฟจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มของแสง หมายความว่าเมื่อความเข้มของแสงสูง กระแสที่ได้จากเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะสูงขึ้น ในขณะที่แรงดันไฟฟ้าหรือโวลต์แทบจะไม่แปรไปตามความเข้มของแสงมากนัก ความเข้มของแสงที่ใช้วัดเป็นมาตรฐานคือ ความเข้มของแสงที่วัดบนพื้นโลกในสภาพอากาศปลอดโปร่งปราศจากเมฆหมอก และวัดที่ระดับน้ำทะเลในสภาวะที่แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับพื้นโลก ซึ่งความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับ 100 mW ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 1,000 W ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM 1.5 (Air Mass 1.5) และถ้าแสงอาทิตย์ทำมุม 60 องศากับพื้นโลกความเข้มของแสงจะมีค่าเท่ากับประมาณ 75 mW ต่อตารางเซนติเมตร หรือ 750 W ต่อตารางเมตร ซึ่งมีค่าเท่ากับ AM2 กรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์นั้นจะใช้ค่า AM 1.5 เป็นมาตรฐานในการวัดประสิทธิภาพ ของแผง

1.2 อุณหภูมิ แรงดันไฟฟ้านั้นจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วทุกๆ 1 องศาที่เพิ่มขึ้น จะทำให้แรงดันไฟฟ้าลดลง 0.5% และในกรณีของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น แรงดันไฟฟ้าที่จะได้จากแผงเซลล์แสงอาทิตย์เมื่อยังไม่ได้ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า (Open Circuit Voltage หรือ Voc) ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส จะเท่ากับ 21 V ถ้าอุณหภูมิสูงกว่า 25 องศาเซลเซียส เช่น อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส จะทำให้แรงดันไฟฟ้าของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลง 2.5% ($0.5\% \times 5$ องศาเซลเซียส) นั่นคือ แรงดันของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ที่ Voc จะลดลง 0.525 V ($21\text{ V} \times 2.5\%$) เหลือเพียง 20.475 V ($21\text{ V} - 0.525\text{ V}$) สรุปได้ว่า เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันไฟฟ้าก็จะลดลง ซึ่งมีผลทำให้กำลังไฟฟ้าสูงสุดของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ลดลงด้วย

1.3 หลักการทำงานของโซลาร์เซลล์การทำงานของแผงโซลาร์เซลล์เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง โดยเมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานกระทบกับสารกึ่งตัวนำจะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน พลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า (อิเล็กตรอน) ขึ้นในสารกึ่งตัวนำ จึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าดังกล่าวไปใช้งานได้



รูปที่ 2.1 แสดงการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์

ที่มา : (<http://kanhasolar.com.a27.readyplanet.net/index.php>)

1.4 ส่วนประกอบของโซลาร์เซลล์ เซลล์แสงอาทิตย์ประกอบด้วย ส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้

1.4.1 Glass: เป็นชั้นกระจกใสอยู่ชั้นบนสุด ใสไว้เพื่อป้องกันเศษวัตถุขนาดเล็ก เช่น เศษหิน กรวด ลูกเห็บ ฯลฯ ที่อาจก่อให้เกิดอันตรายกับชั้นของโซลาร์เซลล์

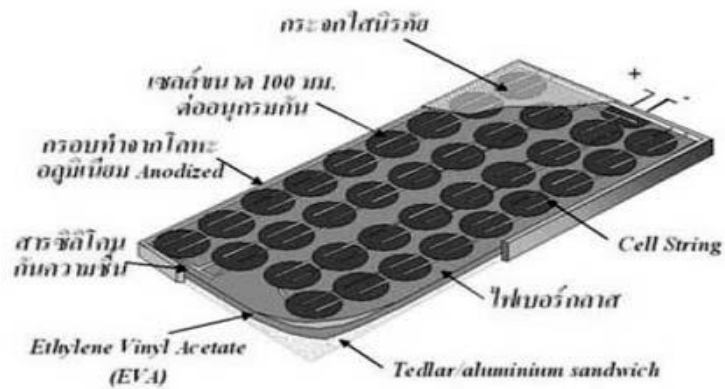
1.4.2 EVA (Ethylene Vinyl Acetate) Film: เป็นชั้นที่มีลักษณะเป็นฟิล์มบาง ๆ แต่มีความยืดหยุ่นสูง ทำหน้าที่เพิ่มความแข็งแรงและป้องกันความชื้นไม่ให้เข้าสู่ตัวเซลล์

1.4.3 Solar Cells: เป็นชั้นที่ประกอบด้วยโซลาร์เซลล์หลาย ๆ เซลล์ ต่อกันแบบอนุกรม

1.4.4 Fiberglass Cloth: เป็นชั้นที่เสริมเข้าไปเพื่อทำให้แผงโซลาร์เซลล์มีความแข็งแรง

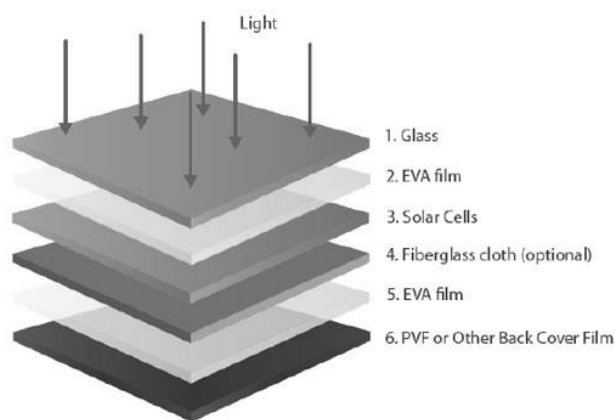
1.4.5 EVA (Ethylene Vinyl Acetate) Film: เป็นชั้นที่ทำหน้าที่เช่นเดียวกับชั้นที่ 2

1.4.6 PVF or Other Back Cover Film: เป็นชั้นที่ทำหน้าที่ป้องกันชั้น EVA ชั้นล่างสุด โดยชั้นดังกล่าวนี้สามารถเลือกใช้วัสดุได้หลากหลาย



รูปที่ 2.2 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ที่มา : (<http://kanhasolar.com.a27.readyplanet.net/index.php>)



รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของแผงเซลล์แสงอาทิตย์

ที่มา : (<http://kanhasolar.com.a27.readyplanet.net/index.php>)

1.5 ชนิดของโซลาร์เซลล์ เทคโนโลยีเซลล์แสงอาทิตย์สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดหลัก

1.5.1 Mono crystalline หรือ เซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว เซลล์แสงอาทิตย์ชนิดนี้สร้างโดยการนำเอาซิลิคอนซึ่งผ่านการทำให้เป็นก้อนที่มีความบริสุทธิ์สูงมากถึง 99.999% ไป

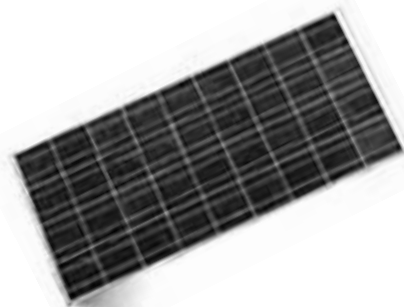
หลอมละลายที่อุณหภูมิสูงถึง 1500 องศาเซลเซียส เพื่อทำการสร้างแท่งผลึกเดี่ยวขนาดใหญ่ (เส้นผ่านศูนย์กลาง 6-8 นิ้ว) จากผลึกตั้งต้น (Seed crystal) ด้วยเทคโนโลยีการดึงผลึก คุณภาพของผลึกเดี่ยวจะสำคัญมากต่อคุณสมบัติของเซลล์แสงอาทิตย์ ต่อไปจะนำแท่งผลึกเดี่ยวนี้ไปตัดเป็นแผ่น ๆ เรียกว่า เวเฟอร์ หนาประมาณ 300 ไมโครเมตร และขัดความเรียบของผิว จากนั้นก็จะนำไปเจือสารที่จำเป็นในการทำให้เกิดเป็น p-n junction ขึ้นบนแผ่นเวเฟอร์ ด้วยวิธีการ diffusion ที่อุณหภูมิระดับ 1000 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นจะเป็นขั้นตอนการทำขั้วไฟฟ้าเพื่อนำกระแสไฟฟ้ออกใช้ และขั้นสุดท้ายก็จะเป็นการเคลือบฟิล์มผิวหน้าเพื่อป้องกันการสะท้อนแสงให้น้อยที่สุด



รูปที่ 2.4 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Mono crystalline

ที่มา : (<http://kanhasolar.com.a27.readyplanet.net/index.php>)

1.5.2 Poly crystalline หรือ เซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึกเซลล์แสงอาทิตย์แบบหลายผลึกได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อแก้ปัญหาต้นทุนสูงของเซลล์แสงอาทิตย์แบบผลึกเดี่ยว ซิลิคอนแบบหลายผลึกก็คือก้อนซิลิคอนที่เกิดจากการรวมตัวกันของชิ้นเล็ก ๆ (ระดับไมโครเมตร) ของผลึกเดี่ยวของซิลิคอน ซึ่งก็จะได้ก้อน ingot ของซิลิคอนหลายผลึกที่มีรูปร่างตาม crucible ที่ใช้หลังจากนี้ก็นำไปทำเป็นเซลล์แสงอาทิตย์ก็จะคล้ายกับกรณีของแบบผลึกเดี่ยว คือนำไปตัดเป็นเวเฟอร์หนาขนาด 300-400 ไมโครเมตร แล้วก็ทำ p-n junction ต่อไป ด้านล่างเป็นการสร้างแผ่นซิลิคอนหลายผลึกที่จะใช้ในการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์โดยตรงจากสารหลอมเหลวของซิลิคอน เรียกวิธีนี้ว่า ribbon



รูปที่ 2.5 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Poly crystalline

ที่มา : (<http://kanhasolar.com.a27.readyplanet.net/index.php>)

1.5.3 Amorphous silicon หรือ เซลล์แสงอาทิตย์แบบอะมอร์ฟัสจะเป็นการใช้แผ่นฟิล์มบาง โดยสร้างแผ่นฟิล์มบางของซิลิคอนบนแผ่นฐานรองโดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า CVD (Chemical Vapor Deposition) ซึ่งซิลิคอนจะมีการทับถมสะสมบนแผ่นเกิดเป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอน ในขั้นตอนนี้อาจใส่ก๊าซที่มีโบรอน เช่น B_2H_6 เข้าไป ก็จะได้แผ่นฟิล์มที่เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิด p และถ้าหากใส่ก๊าซที่มีฟอสเฟต เช่น PH_3 เราก็จะได้แผ่นฟิล์มที่เป็นอะมอร์ฟัสซิลิคอนชนิด n เพื่อสร้างให้เกิดชั้นของ pin อะมอร์ฟัสซิลิคอนขึ้นได้ หลังจากได้ pin แล้ว ก็จะสร้างส่วนของขั้วไฟฟ้าให้เสร็จเป็นเซลล์แสงอาทิตย์

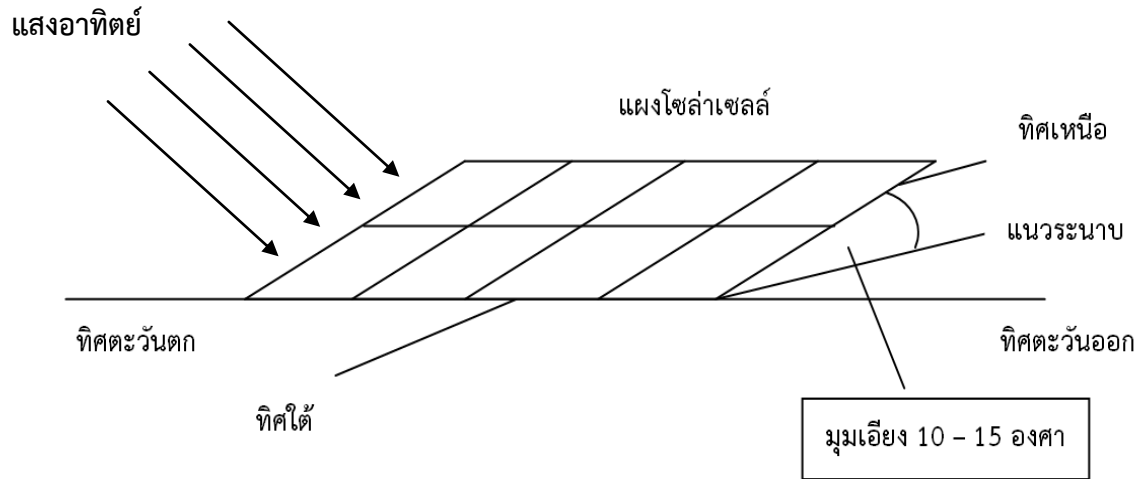


รูปที่ 2.6 แผงเซลล์แสงอาทิตย์ชนิด Amorphous silicon

ที่มา : (<http://kanhasolar.com.a27.readyplanet.net/index.php>)

2. การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

การติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุดนั้น สิ่งสำคัญที่สุดคือเราต้องคำนึงถึงสถานที่ตั้งภูมิประเทศเป็นหลัก สำหรับประเทศไทยนั้นตำแหน่งที่ตั้งจะอยู่ระหว่างเส้นรุ้งที่ 15 องศาเหนือ ดังนั้นหากต้องการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ให้ได้ผลดีที่สุด จะต้องหันหน้าแผงไปทางทิศใต้ โดยทำมุมกับพื้นราบ 10 ถึง 15 องศา ด้วยเหตุนี้จึงมีความจำเป็นต้องเลือกสถานที่ที่สามารถให้แผงหันองศาหรือปรับทิศทางได้จากทางทิศเหนือไปจรดทิศใต้สถานที่ติดตั้งต้องไม่มีเงาไม้หรือสิ่งกีดขวางใดๆ มาบดบังในระหว่างวัน หรือปราศจากเศษใบไม้ที่จะหล่นมาปกปิดแผง ทั้งนี้ผู้ใช้ต้องตรวจตราอยู่เป็นประจำด้วย



รูปที่ 2.7 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

ที่มา : (<http://www.inventor.in.th/2012/2011-07-06-15-43-20/7-2011-07-03-05-53-51/45--solar-cell-.html>)

3. การหาขนาดแผงโซลาร์เซลล์

ขนาดของแผง = ค่าการใช้พลังงานรวม / 5 ชั่วโมง (ปริมาณแสงอาทิตย์ที่นำจะได้ใน 1 วัน)

$$= [(9 \text{ W} \times 4 \text{ ดวง}) \times 10 \text{ ชั่วโมง}] / 5 \text{ ชั่วโมง}$$

$$= 72 \text{ Ah}$$

ดังนั้น ขนาดของเซลล์แสงอาทิตย์ที่ต้องใช้ คือ ขนาด 12 โวลต์ 80 วัตต์หรือมากกว่า

ที่มา : (<http://www.eastern-energy.net/article-th-12590.html>)

จากการศึกษาค้นคว้า สำหรับระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมพลังงานแสงอาทิตย์ ได้เลือกใช้แผงโซลาร์เซลล์ Mono Crystalline เนื่องจากระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมพลังงานแสงอาทิตย์ใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งหมด 36 วัตต์ จึงมีการคำนวณเกินขนาดไว้ในกรณีที่มีฝนตกหรือไม่มีแสงอาทิตย์ ซึ่งแผงโซลาร์เซลล์ Mono Crystalline มีประสิทธิภาพที่สูงกว่าชนิดอื่น ซึ่งสามารถให้พลังงานได้ดีกว่าแผงโซลาร์เซลล์ชนิดอื่น ในขณะที่ระยะเวลาการรับแสงอาทิตย์เท่ากัน

อุปกรณ์ไฟฟ้า

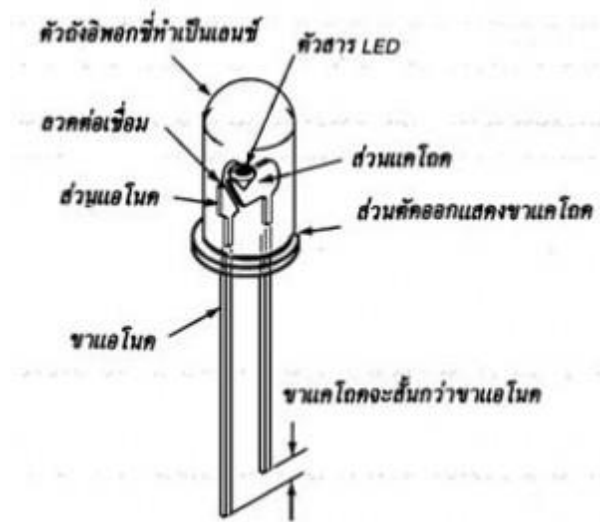
อุปกรณ์ทางไฟฟ้ามีมากมายหลายชนิดที่มนุษย์ได้คิดค้นและสร้างขึ้นมาใช้ให้เกิดประโยชน์ การนำอุปกรณ์ทางไฟฟ้ามาใช้แต่ละงานจึงต้องมีการศึกษาข้อมูล เพื่อที่จะเลือกให้เหมาะสมงานที่ทำและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.หลอด แอลอีดี

หลอด แอลอีดี การส่องสว่างของหลอดไฟ แอลอีดีสามารถส่องสว่างได้ทันทีที่มีกระแสไฟ โดยไม่ต้องกระพริบก่อน ซึ่งหลอดฟลูออเรสเซนต์จะต้องมีการกระพริบสักพักก่อนจะติดไฟ และไม่มีความร้อนเกิดขึ้นที่หลอดไฟ

1.1 ความทนทานของหลอดแอลอีดี แอลอีดีเป็นหลอดไฟที่ทนต่อแรงสั่นสะเทือนได้ดี และยังมีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าหลอดไส้ และหลอดฟลูออเรสเซนต์ อีกด้วย ทำให้ไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนหลอดไฟบ่อยๆ และยังสามารถเปิด-ปิด ได้บ่อยโดยที่หลอดไฟไม่เสียหายง่ายอีกด้วยความประหยัด เนื่องจากหลอดไฟ แอลอีดีใช้พลังงานน้อย และเปล่งกระแสไฟฟ้าเป็นแสงสว่างโดยไม่ต้องแปลงเป็นความร้อน จึงไม่เกิดการสูญเสียพลังงาน ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่ายในเรื่องค่าไฟที่กำลังขึ้นราคาอย่างทุกวันนี้ได้เป็นอย่างดีช่วยรักษาสิ่งแวดล้อม หลอดไฟ แอลอีดีเป็นหลอดไฟที่ช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมได้เนื่องจาก ใช้พลังงานน้อยในการส่องสว่าง จึงทำให้ประหยัดพลังงาน และอายุการใช้งานที่ยาวนานทำให้ไม่ต้องเปลี่ยนหลอดไฟบ่อยๆ จึงช่วยลดขยะอันตรายที่เกิดจากหลอดไฟได้ หลอด แอลอีดี เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดหนึ่งที่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านจะปล่อยแสงสว่างออกมาทันที น้ำหนักเบา แสงสว่างที่เกิดขึ้นมาจากการเคลื่อนของอิเล็กตรอนภายในสารกึ่งตัวนำ

1.2 หลอดแอลอีดี แอลอีดีหรือไดโอดเปล่งแสง โครงสร้างประกอบไปด้วยสารกึ่งตัวนำสองชนิด (สารกึ่งตัวนำชนิด N และสารกึ่งตัวนำชนิด P) ประกบเข้าด้วยกัน มีผิวข้างหนึ่งเรียบคล้ายกระจกเมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงผ่านตัวแอลอีดีโดยจ่ายไฟบวกให้ขาแอโนด และจ่ายไฟลบให้ขาแคโทด ทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้น จนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อจากสารชนิด N ไปรวมกับโฮลในสารชนิด P การที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN ทำให้เกิดกระแสไหล เป็นผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสง



รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของหลอดแอลอีดี

ที่มา : (<http://industrial.hidofree.com/electronic-electrical/led>)

1.2.1 สีของแสงที่เกิดจากรอยต่อจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างแอลอีดี ทั้งชนิดที่เป็นของเหลวและก๊าซ เช่น ใช้แกเลียมฟอสไฟด์ (GALLIUM PHOSPHIDE, GaP) ทำให้เกิดแสงสีแดง ใช้แกเลียมอาร์เซไนด์ฟอสไฟด์ (GALLIUM ARSENIDE PHOSPHIDE, GaAsP) เกิดแสงสีเหลืองและเขียวการควบคุมปริมาณแสงสว่างจะควบคุมกระแสที่ไหลผ่านหลอด แอลอีดีหากกระแสที่ไหลสูงมากไปจะทำให้หลอดมีความสว่างมาก แต่หากป้อนกระแสสูงมากไปจะทำให้บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำเกิดความร้อนปริมาณมากจนทำให้โครงสร้างหลอดเสียหายไม่สามารถใช้งานได้อีก

1.3 ปัจจุบันแอลอีดีมีหลายรูปแบบ หากแบ่งแอลอีดีตามลักษณะของ Packet แบ่งได้ 2 แบบ

1.3.1 แบบ Lamp Type เป็นแอลอีดีชนิดที่ขายกันทั่วไป มีขายื่นออกมาจากตัวอีพ็อกซี่ 2 ขาหรือมากกว่า ถ้าตามภาษาช่างเราจะเรียกแอลอีดีชนิดนี้ว่า แอลอีดีแบบทูลูโฮล แอลอีดีแบบ Lamp-Type นี้จะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางตั้งแต่ 3 mm. ขึ้นไป การขับกระแสของหลอดแอลอีดีชนิด Lamp- Type ตัวผู้ผลิตจะออกแบบให้ขับกระแสได้ไม่เกิน 150mA เหตุผลที่เป็นเช่นนี้เพราะแอลอีดีจะถูกเคลือบด้วยอีพ็อกซี่ ทั้งหมด เส้นทางการระบายความร้อนออกจากตัวแอลอีดีจึงน้อย แต่แอลอีดีชนิดนี้สามารถนำไปใช้ทั้งภายในและภายนอก ซึ่งจะทนทานต่อสภาวะอากาศต่างๆได้มาก



รูปที่ 2.9 หลอด แอลอีดี แบบ Lamp Type

ที่มา : (<http://www.basiclite.com/web/index.php?topic=590.0>)

1.3.2 แบบ Surface Mount Type มีลักษณะ packet เป็นตัวบางๆ เวลาประกอบต้องใช้เครื่องมือชนิดพิเศษในการประกอบ แอลอีดี SMT มีขนาดการขับกระแสตั้งแต่ 20 mA มากกว่า 1A แอลอีดีแบบ SMT ถ้าสามารถขับกระแสตั้งแต่ 300mA ขึ้นไปเราจะเรียกว่า power LED และจะบอกหน่วยเป็นวัตต์ การใช้งานส่วนใหญ่จะใช้ภายในเพราะสารเคลือบหน้าหลอดแอลอีดีส่วนใหญ่เป็นซิลิโคน ซึ่งละอองน้ำสามารถซึมผ่านเข้าสู่ภายในได้ และละอองน้ำหรือความชื้นยังสามารถซึมผ่านส่วนต่างของตัวแอลอีดีได้ แต่ก็ยังมี power led บางยี่ห้อที่สามารถออกแบบให้ใช้ภายนอกได้ ซึ่งวัสดุที่ใช้เคลือบหลอดก็จะเป็นชนิดพิเศษ



รูปที่ 2.10 หลอด แอลอีดี แบบ Surface Mount Type

ที่มา : (<http://www.basiclite.com/web/index.php?topic=590.0>)

1.4 หลอดพอม แอลอีดี tube light ใช้หลอดแอลอีดี แบบ Surface Mount Type (SMT) ใช้แทนหลอดฟลูออเรสเซนต์60cmหลอดพอม แอลอีดีใช้พลังงานไฟฟ้า 9W มีแรงดันไฟฟ้าDC 12V ขนาดของหลอดไฟ แอลอีดี 600mm ซึ่งใช้หลอดแอลอีดี SMD 3528เป็นตัวกำเนิดแสงมีปริมาณแอลอีดี 144 led ความสว่างของหลอดไฟ แอลอีดี 700-900 lm อุณหภูมิสถานที่ในการใช้งานของหลอดพอม แอลอีดี -10 ~ 50 C°



รูปที่ 2.11 หลอดพอม แอลอีดี tube light

ที่มา : (<http://www.mechashop.com/store/product/view-th.html>)



รูปที่ 2.12 หลอด แอลอีดีภายในหลอดพอม แอลอีดี tube light

ที่มา : (<http://www.mechashop.com/store/product/view-th.html>)

1.5 การใช้งานแอลอีดีสามารถแบ่งการใช้งานได้ 2 รูปแบบใหญ่ๆ คือ 1 การใช้งานในด้านการตกแต่ง การใช้แอลอีดีจะเป็นลักษณะตกแต่งเปลี่ยนบรรยากาศ ความบันเทิงต่างๆ การใช้งานแอลอีดีในลักษณะนี้ ส่วนใหญ่จะใช้แอลอีดีสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน มาเป็นส่วนประกอบ ซึ่งเราสามารถนำสีทั้ง 3 นี้มาเป็นส่วนประกอบในการผสมสีต่างๆ ได้รูปแบบที่ 2 การใช้งานแสงสว่างทั่วไป การใช้งานส่วนใหญ่จะเน้นในแนวที่ใช้แทนหลอดไฟเดิมๆ ส่วนใหญ่จะใช้เป็น แอลอีดี สีขาว สีวอร์ม

2. สวิตช์

สวิตช์ เป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในการเปิดหรือปิดวงจรไฟฟ้าเฉพาะส่วนที่ต้องการปล่อยให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าวงจร หรือตัดกระแสไฟฟ้าไม่ให้ไหลเข้าวงจรตามต้องการได้ ที่ตัวของสวิตช์จะมีตัวเลขบอกปริมาณกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าไว้ด้วย

2.1 สวิตช์แบบก้านยาว (Toggle Switch) เป็นสวิตช์ที่เวลาใช้งานต้องโยกก้านสวิตช์ไปมาโดยมีก้านสวิตช์โยกขึ้นยาวออกมาจากตัวสวิตช์ การควบคุมตัดต่อสวิตช์ ทำได้โดยโยกก้านสวิตช์ให้ขึ้นบนหรือลงล่าง ในการโยกก้านสวิตช์ขึ้นมักจะเป็นการต่อ (ON) และโยกก้านสวิตช์ลงมักจะเป็นการตัด (OFF)



รูปที่ 2.13 สวิตช์โยก

ที่มา : (<http://www2.tatc.ac.th/e-learning/story13.html>)

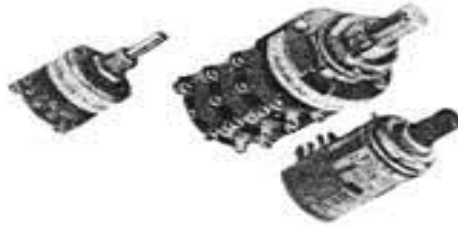
2.2 สวิตช์กระดก (Rocker Switch) เป็นสวิตช์ที่มีปุ่มกระดกยื่นออกมาจากตัวสวิตช์เล็กน้อย การควบคุมตัดต่อสวิตช์เล็กน้อย การควบคุมตัดต่อสวิตช์ ทำได้โดยกดผลักขึ้นบนหรือลงล่าง บางแบบมีหลอดไฟในตัวบางแบบไม่มีหลอดไฟ



รูปที่ 2.14 สวิตช์แบบกระดก

ที่มา : (<http://www2.tatc.ac.th/e-learning/story13.html>)

2.3 สวิตช์หมุน (Rotary Switch) สวิตช์แบบหมุน (Rotary Switch) หรือเรียกว่าสวิตช์แบบเลือกค่า (Selector Switch) เป็นสวิตช์ที่ต้องหมุนก้านสวิตช์ไปโดยรอบเป็นวงกลม สามารถเลือกตำแหน่งการติดต่อได้หลายตำแหน่ง มีหน้าสัมผัสสวิตช์ให้เลือกต่อมากหลายตำแหน่ง เช่น 2, 3, 4 หรือ 5 ตำแหน่ง เป็นต้น



รูปที่ 2.15 สวิตช์แบบหมุน

2.4 สวิตช์เลื่อน (Side Switch) สวิตช์จะมีลักษณะเหมือนสวิตช์โยก แต่ไม่มีแกนเหมือนสวิตช์โยก ใช้ทำหน้าที่ ปิด-เปิด วงจรเหมือนสวิตช์โยก



รูปที่ 2.16 สวิตช์แบบเลื่อน

ที่มา : (<http://www2.tatc.ac.th/e-learning/story13.html>)

2.5 สวิตช์กด (PUSH SWITCH) สวิตช์แบบกด (Push Button Switch) เป็นสวิตช์ที่เวลาใช้งานต้องกดปุ่มสวิตช์ลงไป การควบคุมติดต่อสวิตช์ต้องกดปุ่มที่อยู่ส่วนกลางสวิตช์ กดปุ่มสวิตช์หนึ่งครั้งสวิตช์ต่อ (ON) และเมื่อกดปุ่มสวิตช์อีกครั้งสวิตช์ตัด (OFF) การทำงานเป็นเช่นนี้ตลอดเวลา แต่สวิตช์แบบกดบางแบบอาจเป็นชนิดกดติดปล่อยดับ (Momentary) คือขณะกดปุ่มสวิตช์เป็นการต่อ (ON) เมื่อปล่อยมือออกจากปุ่มสวิตช์เป็นการตัด (OFF) ทันที



รูปที่ 2.17 สวิตช์กดแบบต่างๆ

ที่มา : (<http://www2.tatc.ac.th/e-learning/story13.html>)

2.6 สวิตช์แสงแดดเป็นสวิตช์ที่ควบคุมการเปิด-ปิดโดยอาศัยการวัดระดับปริมาณแสงแดดเป็นอุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดไฟอัตโนมัติทำหน้าที่จะทำหน้าที่เปิดปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าตามสัญญาณแสงสว่างตัวอย่างง่ายๆก็คือไฟถนนพอฟ้าเริ่มมีดม่นก็จะติดขึ้นมาเองไม่ได้มีใครไปปิดเปิดมัน



รูปที่ 2.18 สวิตช์แสง

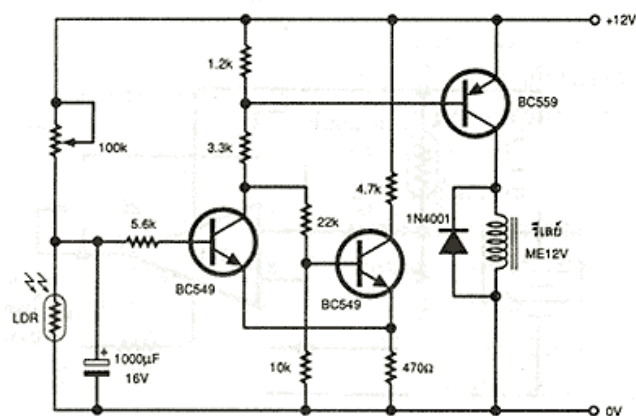
ที่มา : (http://www.ksyscorp.com/light_control_sensor.html)



รูปที่ 2.19 แอลดีอาร์

ที่มา : (<http://www.basiclite.com/web/index.php?topic=111.0>)

2.7 แอลดีอาร์ เป็นตัวต้านทานที่ค่าความต้านทานในตัวเองที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ตามแสงสว่างที่มากกระทบตัวมัน คือ เมื่อมีแสงสว่างมากกระทบน้อย แอลดีอาร์ จะมีความต้านทานสูง และเมื่อมีแสงสว่างมากกระทบมา แอลดีอาร์ จะมีความต้านทานต่ำ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญในวงจรของสวิทช์แสง



รูปที่ 2.20 วงจรสวิทช์แสง

ที่มา : (http://electronics.se-ed.com/contents/041s060/041s060_p06.asp)

3. เครื่องควบคุมการประจุ

เครื่องควบคุมการประจุ หรือบ้างก็เรียกว่า เครื่องควบคุมการชาร์จ Charger ชาร์จเจอร์นั้น ถือเป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดในระบบ เพราะหากมีการทำงานที่ผิดพลาดแล้วระบบทั้งหมดก็จะรวนไปด้วย จึงต้องเลือกใช้ชาร์จเจอร์ให้เหมาะกับระบบที่ใช้เพื่อการชาร์จแบตเตอรี่ที่ดี

เครื่องประจุไฟเข้าแบตเตอรี่ด้วยแสงอาทิตย์ (โซล่าชาร์จเจอร์) ระบบพลัสชาร์จเหมาะกับแบตเตอรี่น้ำตะกั่วกรด ช่วยยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ให้ยาวนานขึ้น ลดการสะสมของตะกอนที่เกาะแผ่นธาตุ เป็นระบบชาร์จที่เหมาะสมกับแบตเตอรี่น้ำมากที่สุด แบตเตอรี่แห้งก็ใช้ได้ รายละเอียดการทำงานของเครื่องระบบชาร์จไฟจากแผงโซล่าเซลล์ลงเก็บไว้ในแบตเตอรี่เป็นระบบ 12 โวลต์ แบตเตอรี่ แผงโซล่าเซลล์จ่ายแรงดันไฟเต็มที่ 17.5-19 โวลต์ ขณะที่แบตเตอรี่เพื่อทำการชาร์จ ขณะที่แบตเตอรี่จ่ายแรงดันไฟเต็มที่ 21.5-22 โวลต์ การชาร์จไฟเป็นการชาร์จแบบพลัสชาร์จ (Pluscharge) คือการชาร์จแบบเป็นจังหวะด้วยกระแสไฟที่สูง ซึ่งสามารถประจุไฟฟ้าเข้าเก็บในแบตเตอรี่ได้อย่างรวดเร็ว และแบตเตอรี่ก็เสียดายการใช้งานแบตเตอรี่ได้อย่างคุ้มค่า ป้องกันตะกอนเกาะแผ่นธาตุจนไม่สามารถเก็บไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีจุดที่สามารถต่อไฟกระแสตรง 12 โวลต์ ไปใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ เช่น หลอดไฟ 12 โวลต์ เป็นต้น เครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าจะทำหน้าที่ควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้าลงในแบตเตอรี่ จะทำให้ยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ได้ ซึ่งต้องมีขนาดเท่ากับหรือมากกว่า กระแสไฟฟ้า (Amp) ที่ไหลผ่านจากแผงโซล่าเซลล์สู่แบตเตอรี่ ดังนั้น ขนาดของเครื่องควบคุมการประจุกระแสไฟฟ้า ควร มีขนาดเกินกระแสไฟฟ้าของแผงโซล่าเซลล์



รูปที่ 2.21 เครื่องประจุแบตเตอรี่

ที่มา : (http://www.thai-powersupply.com/product.detail_592442_th_4046645)

4. แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ (Battery) ในทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี หมายถึงอุปกรณ์อย่างหนึ่งที่ใช้จัดเก็บพลังงาน และนำมาใช้ได้ในรูปแบบของไฟฟ้า แบตเตอรี่นั้นประกอบด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าเคมี เช่น เซลล์กัลวานิกหรือเซลล์เชื้อเพลิง อย่างน้อยหนึ่งเซลล์

เชื่อกันว่าหลักฐานชิ้นแรกสุดที่เป็นไปได้ว่าจะเป็นแบตเตอรี่ในประวัติศาสตร์โลก คือ วัตถุที่เรียกว่าแบตเตอรี่แบกแดด (Baghdad Battery) คาดว่ามีอายุในช่วง 250 ปีก่อนคริสตกาล ถึงคริสต์ศักราช 640 สำหรับพัฒนาการของแบตเตอรี่ในยุคใหม่นั้น เริ่มต้นที่ ที่พัฒนาขึ้นโดยนักฟิสิกส์ชาวอิตาลี นามว่าอาเลสซานโดร โวลตา เมื่อ ค.ศ. 1800 ปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมแบตเตอรี่ทั่วโลกสามารถสร้างรายได้จากการขายปีละ 4.8 หมื่นล้านดอลลาร์สหรัฐเลยทีเดียว

4.1 ประเภทต่างๆของแบตเตอรี่ แบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

4.1.1 แบบธรรมดา (Conventional) หรือ แบตเตอรี่ชนิดน้ำเป็นแบตเตอรี่ ที่ใช้โลหะตะกั่วผสมพลวงเหมาะกับการใช้งานทั่วไป ราคาถูก เหมาะกับรถยนต์ที่ใช้งานทั่วไป

4.1.2 แบตเตอรี่แบบไฮบริด (HYBRID) หรือ ชนิดกึ่งแห้ง ใช้ตะกั่วผสมแคลเซียมในโครงแผ่นธาตุลบ เป็นเทคโนโลยีของญี่ปุ่น มีข้อดีคือ อายุการใช้งานทนทานกว่าแบตเตอรี่ธรรมดา และไม่ต้องกังวลเรื่องเติมน้ำกลั่น การใช้งานจริงจึงสามารถเติมน้ำกลั่นทุกๆ 5,000 หรือ 10,000 กม. พร้อมกับการเปลี่ยนถ่ายน้ำมันเครื่อง นอกจากนี้ยังมีคุณสมบัติที่ทนทานกว่า Ca-MF ในภาวะที่ใช้งานหนัก (Deep Cycle –Heavy Duty) เช่น รถบรรทุก, รถโดยสาร และรถรับจ้าง

4.1.3 แบบแคลเซียม แมนเทนแนนซ์ฟรี (Calcium-Maintenance Free) หรือ แบตเตอรี่ชนิดแห้งใช้ตะกั่วผสมแคลเซียมทั้งในโครงแผ่นธาตุบวกและลบ มีคุณสมบัติดีกว่า HYBRID คือไม่ต้องเติมน้ำกลั่นตลอดอายุการใช้งาน (แต่ในเมืองไทยที่มีอากาศร้อน ดังนั้นอาจต้องมีการเติมน้ำกลั่นบ้าง) ในเมืองไทยรถยนต์ที่ประกอบตั้งแต่ปี 2545 จะใช้แบตเตอรี่ชนิด Ca-MF ทั้งหมด สะดวกต่อการใช้งาน และไม่ต้องบำรุงรักษา

4.2 โครงสร้างของแบตเตอรี่

4.2.1 แบตเตอรี่แห้ง (Dry Cell) วัสดุที่ใช้ในการผสมเป็นสารขี้บวก ได้แก่

4.2.1.1 แมงกานีส ไดออกไซด์ ทำหน้าที่ให้เกิดกระแสไฟฟ้าขึ้น

4.2.1.2 แอมโมเนียม คลอไรด์ ทำให้กระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมีความสว่าง

4.2.1.3 เมอร์คิวรี คลอไรด์ ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้แผ่นสังกะสีเกิดการกัดกร่อน

4.2.1.4 อะเซททีลีน แบล็ค ทำหน้าที่เพิ่มความดันและความเข้มของกระแสไฟฟ้า

4.2.1.5 แท่งคาร์บอน มีลักษณะเป็นแท่งกลม ทำหน้าที่เป็นขั้วบวก

4.2.1.6 ซิงค์ คลอไรด์

4.2.1.7 ซิงค์ ออกไซด์

4.2.1.8 คาร์บอน แบล็ค

4.2.1.9 กราไฟท์

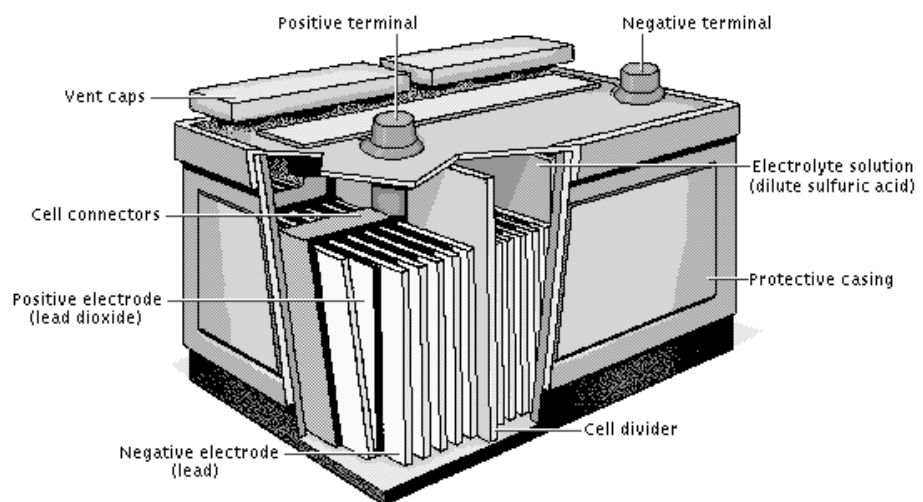
4.2.2 วัตถุดิบที่ใช้เป็นขั้วลบ คือ กระบอกสังกะสี ใช้สังกะสีก้อนมาเพื่อทำการหลอมละลาย ผ่านเครื่องรีดให้เป็นสังกะสีแผ่น นำไปผ่านเครื่องตัดให้ได้สังกะสีตามขนาดที่ต้องการ และนำไปป้อนให้ขึ้นรูปเป็นกระบอกสังกะสีใช้เป็นขั้วลบ วัตถุดิบที่ใช้ในการประกอบเข้าเป็นก้อนถ่านไฟฉาย ขึ้นอยู่กับการเลือกใช้

4.2.2.1 ยางมะตอย (Asphalt) ทำหน้าที่ป้องกันการรั่วของกระแสไฟฟ้า

4.2.2.2 แป้งสาลิ หรือ แป้งมัน ผสมแล้วมีลักษณะคล้ายกาว ทำหน้าที่เป็นตัวยึดให้ก้อนขั้วบวกติดแน่นอยู่กับกระบอกสังกะสี

4.2.2.3 กระดาษ มีหลายประเภท เช่น กระดาษเคลือบน้ำยาใช้แทนแป้งหรือกระดาษบาง กระดาษหนา ใช้รองกันและปิดกระบอกไฟฉาย

4.3 แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด (Storage Battery) จะมีส่วนประกอบคือเปลือกนอกซึ่งจะทำด้วยพลาสติกหรือยางแข็ง ฝาครอบส่วนบนของแบตเตอรี่ ขั้วของแบตเตอรี่ สะพานไฟ แผ่นธาตุบวก และแผ่นธาตุลบ แผ่นกั้นซึ่งทำจากไฟเบอร์กลาสที่เจาะรูพรุน ปัจจุบันแบตเตอรี่รถยนต์มี 2 แบบคือ แบบที่ต้องคอยตรวจระดับน้ำกรดในแบตเตอรี่ กับแบบที่ไม่ต้องตรวจระดับน้ำกรดเลยตลอดอายุการใช้งาน



รูปที่ 2.22 แบตเตอรี่แบบตะกั่วกรด (Storage Battery)

ที่มา : (<http://lab.excise.go.th/group3/battery/batstruc.htm>)

4.3.1 แผ่นธาตุ (Plates) ในแบตเตอรี่มี 2 ชนิด คือ แผ่นธาตุบวก และแผ่นธาตุลบ แผ่นธาตุบวกทำจากตะกั่วเปอร์ออกไซด์ (PbO_2) และแผ่นธาตุลบทำจากตะกั่ว (Pb) วางเรียงสลับกัน จนเต็มพอดิในแต่ละเซลล์ แล้วกั้นไม่ให้แตะกัน ด้วยแผ่นกั้น

4.3.2 แผ่นกั้น (Separators) ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้แผ่นธาตุบวก และแผ่นธาตุลบแตะกัน ซึ่ง จะทำให้เกิดการลัดวงจรขึ้น ซึ่งแผ่นกั้นนี้ทำจากไฟเบอร์กลาสหรือยางแข็ง เจาะรูพรุน เพื่อให้ น้ำกรด สามารถไหลถ่ายเทไปมาได้ และมีขนาดความกว้างยาวเท่ากับแผ่นธาตุบวกและแผ่นธาตุลบ

4.3.3 น้ำกรดหรือน้ำยาอิเล็กโทรไลต์ (Electrolyte) น้ำกรดในแบตเตอรี่รถยนต์เป็น น้ำกรดกำมะถันเจือจางคือจะมีกรดกำมะถัน (H_2SO_4) ประมาณ 38 เปอร์เซ็นต์ ความถ่วงจำเพาะของน้ำกรด 1.260 - 1.280 ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส น้ำกรดในแบตเตอรี่เป็นตัวที่ทำให้แผ่นธาตุลบเกิดปฏิกิริยาทางเคมีจนเกิดกระแสไฟฟ้าและแรงเคลื่อนไฟฟ้าขึ้นมาได้

4.3.4 เซลล์ (Cell) คือช่องที่บรรจุแผ่นธาตุบวก แผ่นธาตุลบ ที่วางสลับกัน กั้นด้วยแผ่นกั้น แล้วจุ่มในน้ำกรด ในช่องหนึ่งจะมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า 2.1 โวลต์ ก็จะมีเซลล์ 6 เซลล์ และในแต่ละเซลล์ก็จะมีส่วนบนเป็นที่เติมน้ำกรดและมีฝาปิดป้องกันน้ำกรดกระเด็นออกมา และที่ฝาปิดก็จะมีรูระบายก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีให้ระบายออกไปได้

4.3.5 ฝาปิดเซลล์ (Battery Cell Plug) หรือฝาปิดช่องเติมน้ำกรด ฝานี้จะมีรูระบายก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดจากปฏิกิริยาทางเคมีภายในแบตเตอรี่ให้สามารถระบายออกไปได้ ถ้าไม่มีฝาระบายนี้ เมื่อเกิดปฏิกิริยาเคมีก๊าซไฮโดรเจนจะไม่สามารถระบายออกไปได้ ทำให้เกิดแรงดันดันจนแบตเตอรี่เกิดระเบิดขึ้นได้แบตเตอรี่ใหม่ๆ ที่ยังไม่มีน้ำกรด ที่ฝาปิดจะมีกระดากาวปิดไว้เพื่อป้องกันความชื้นเข้าไปในแบตเตอรี่ ซึ่งจะทำให้แบตเตอรี่เสื่อมสภาพ เมื่อเติมน้ำกรดเข้าไปแล้วทำการประจุไฟนำมาใช้งาน กระดากาวที่ปิดนี้จะต้องแกะออกให้หมด เพื่อไม่ให้แบตเตอรี่เกิดระเบิดขึ้นได้

ที่มา : (<http://lab.excise.go.th/group3/battery/batstruc.htm>)

4.4 วิธีการชาร์ตแบตเตอรี่ที่ถูกต้อง

4.4.1 การประจุทีละน้อย (Trickle Recharge) ถ้ากระแสในวงจรถูกรักษาไว้ที่อัตราเท่ากับ $C/10$ (10% ของความจุ) แล้ว เซลล์ทั้งหมดประจุอย่างสมบูรณ์สามารถจะประจุได้ภายใน 10 ชั่วโมง แต่ความเป็นจริงจะใช้เวลามากกว่า 10 ชั่วโมง การประจุทีละน้อยด้วยอัตราขนาดนี้สามารถประจุทิ้งไว้ค้างคืนได้ ประโยชน์อีกข้อหนึ่งของการประจุเซลล์ด้วยอัตราขนาดนี้คือ ถึงแม้ว่าเซลล์จะถูกประจุเต็มแล้วก็ตาม ก็ไม่จำเป็นต้องนำเซลล์ออก เนื่องจากถ้าเราประจุต่อไปก็จะไม่ทำความเสียหายให้แก่เซลล์ เนื่องจากก๊าซออกซิเจนที่เกิดขึ้นทั้งหมดที่ขั้วบวกจะรวมตัวกับขั้วลบ การประจุ

เซลโดยไม่มีข้อจำกัด ซึ่งจะไม่ทำให้ความเสียหายแก่เซล ยกตัวอย่างเช่น เซลมีขนาดความจุ 500 มิลลิแอมป์ – ชั่วโมง ถ้าประจุด้วยอัตรา C/10 ก็เท่ากับ 10% ของความจุ คือ 50 มิลลิ-แอมป์

4.4.2 การประจุอย่างรวดเร็ว (Fast Recharge) เซลแบบนิแคดนี้สามารถประจุด้วยอัตราที่สูงขึ้นกว่าได้ เช่นด้วยอัตรา C/3 (33% ของความจุ) ถึง C/5 (20% ของความจุ) โดยจะต้องเตรียมการตัดการประจุ เมื่อเซลได้รับการประจุจนเต็มที่แล้ว ซึ่งสามารถทำได้โดยอัตโนมัติ โดยใช้วงจรตรวจจับแรงดัน ซึ่งจะตัดกระแสที่ใช้ในการประจุออก เมื่อแรงดันของเซลเพิ่มขึ้นเกินกว่าค่าปัจจุบัน รูปที่ 10 แสดงถึงการแปรเปลี่ยนของแรงดันของเซลกับอัตราการประจุเท่ากับ C/4 (25% ของความจุ) จะเห็นได้ชัดว่าวิธีการนี้สามารถใช้ได้เฉพาะ ถ้าสามารถวัดค่าแรงดันได้อย่างเที่ยงตรงและรวดเร็ว สามารถตัดกระแสที่ใช้ประจุออกก่อนที่จะเกิดความเสียหายขึ้น ปัญหาในการใช้การประจุแบบนี้ก็คือ ถ้ากระแสที่ใช้ในการประจุค่าสูงๆ นี้ไม่ได้ถูกตัดออกอย่างทันที เมื่อเซลได้รับการประจุจนเต็มที่แล้ว ถ้าช้อกซิเจนที่เกิดขึ้นมากเกินไปจากขั้วลบในปริมาณที่เพียงพอ ความดันจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว และเซลจะระบายก๊าซออกซิเจนออกไปโดยที่ รูระบายที่ปิดไว้จะเปิดออกและปล่อยก๊าซออกซิเจนกับอิเล็กโทรไลต์บางส่วนออกมา เนื่องจากเมื่ออิเล็กโทรไลต์สูญเสียออกมาจากเซลแล้ว ก็ไม่สามารถเติมกลับเข้าไปใหม่ได้ ดังนั้น ความจุของเซลจะลดลงอย่างถาวรก็คือ เซลนั้นจะมีความจุน้อยลงตลอดไป

4.4.3 การประจุอย่างเร่งด่วน (Super – Fast Recharging) มีบางกรณีที่ใช้ต้องการที่จะประจุเซลภายในเวลาเพียง 2-3 นาที ยกตัวอย่างเช่น เครื่องบินเล็กที่ใช้แบตเตอรี่เป็นตัวจ่ายกำลัง จะต้องการการประจุเซลที่หมดประจุ เพื่อที่จะนำเครื่องบินนี้ บินขึ้นสู่อากาศอีกครั้ง โดยเร็วที่สุดเท่าที่จะทำได้มันเป็นไปได้ที่จะประจุเซลอย่างเร่งด่วน ด้วยอัตราการประจุถึง 4C (4 เท่าของความจุ) หรือมากกว่านี้ โดยวิธีการต่อไปนี้ คือวัดแรงดันของเซลและตัดกระแสที่ใช้ประจุออก เมื่อแรงดันของเซลขึ้นสูงถึงค่าที่ตั้งไว้ อย่างไรก็ตามมีวิธีการที่ง่ายกว่า แล้วก็เที่ยงตรงด้วย โดยจากหลักความจริงที่ว่าเซลได้หมดประจุอย่างสมบูรณ์ก่อนที่จะพยายามทำการประจุนั้นใหม่ ให้ประจุไฟเข้าโดยกำหนดค่ากระแสประจุคงที่ไว้ใช้เวลาในการประจุตามที่ต้องการ เช่นหลังจากเซลหมดประจุแล้ว กระแสที่ใช้ในการประจุขนาด 3C (3 เท่าของความจุ) จะถูกป้อนเป็นเวลา 20 นาที หรือจะใช้กระแสในการประจุเป็น 5C (5 เท่าของความจุ) ป้อนเข้าไปเป็นเวลา 12 นาที เป็นต้น แม้ว่าวิธีการนี้จะเป็นวิธีการที่ดี เช่น สำหรับนักเล่นเครื่องบินจำลองที่มีเพียงแหล่งจ่ายไฟเป็นเพียงแบตเตอรี่รถยนต์ก็ตาม ก็เป็นสิ่งที่ควรระวังไว้เนื่องจากการประจุมากเกินไปเพียง

2-3 วินาที อาจจะทำให้เกิดการรั่วของเซลได้ กล่าวย่อๆ ก็คือ เมื่อจะใช้วิธีการนี้เซลจะต้องหมดประจุอย่างเต็มที่ และใช้กระแสในการประจุค่าที่แน่นอนเป็นระยะเวลาที่ถูกต้อง

ที่มา : (<http://www.carbatt.com/index.php?lay=show&ac=article&Id=370063>)

4.5 การบำรุงรักษาแบตเตอรี่ แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานจากปฏิกิริยาทางเคมี เป็นพลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วย

4.5.1 เปลือกหุ้มที่ผลิตจากวัสดุที่บอบบาง

4.5.2 แผ่นธาตุประกอบด้วยแผ่นตะกั่วบริสุทธิ์ และแผ่นตะกั่วออกไซด์ มีแผ่นฉนวนกัน

ระหว่างแผ่นธาตุ

4.5.3 น้ำยา หรือ Electrolite ซึ่งเป็นส่วนผสมของน้ำกรดกำมะถันกับน้ำกลั่นให้ตามที่ต้องการประมาณ 1,250

4.5.4 การดูแลแบตเตอรี่แบบเปียก(เติมน้ำกลั่น)ควรหมั่นทำการตรวจเช็คระดับปริมาณน้ำกลั่นอย่างน้อยสัปดาห์ละ 1 ครั้ง การตรวจดูปริมาณน้ำกลั่นนั้นให้สังเกตให้ปริมาณน้ำกลั่นอยู่ท่วมแผ่นธาตุทั้งหมดจนถึงบริเวณปลายพลาสติกช่องเติมน้ำกลั่น ระวังอย่าเติมให้เต็มจนล้นช่องเติมน้ำกลั่น ในการการตรวจเช็คระดับน้ำกลั่นในแบตเตอรี่ควรทำการตรวจเช็คหลังจากการใช้งานเป็นเวลานาน หรือในช่วงเช้าก่อนเดินทางไปทำงาน ถ้าจำเป็นจะต้องเติมน้ำกลั่นหลังจากการใช้งานในทันทีหรือระหว่างการใช้งาน ควรใช้ความระมัดระวังในการเปิดฝาแบตเตอรี่ เพราะไอน้ำกรดที่ระเหยออกมานั้นอาจอันตรายต่อผิวหนัง ดวงตาได้ (ขณะที่แบตเตอรี่ได้รับการชาร์จ แผ่นธาตุเหล็กจะเกิดความร้อน ทำให้น้ำกรดเดือด ระเหยกลายเป็นไอ)นอกจากการตรวจเช็คปริมาณน้ำกลั่นภายในแบตเตอรี่แล้ว บริเวณขั้วแบตเตอรี่ก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ต้องตรวจเช็ค บางครั้งรถยนต์สตาร์ทไม่ติดนั้นเกิดจากขั้วแบตเตอรี่สกปรก หรือหลวมร้อน ก็มีถมไป เสียตั้งโดยใช้เหตุ การตรวจดูแลรักษาขั้วแบตเตอรี่ ให้สังเกตดูบริเวณขั้วแบตเตอรี่ ว่ามีขี้เกลือ หรือผงขุยขาวๆอยู่รอบๆหรือเปล่า ถ้ามีตรวจรีบทำความสะอาด ขั้นตอนการทำความสะอาด ทำการถอดขั้วแบตเตอรี่ การถอดแบตเตอรี่ต้องทำการถอดขั้วแบตเตอรี่ที่ขั้วบวกก่อนแล้วค่อยถอดขั้วลบที่หลัง การใส่ขั้วแบตเตอรี่กลับก็ต้องใส่ขั้วแบตเตอรี่ด้านลบก่อน แล้วค่อยใส่ขั้วบวกที่หลัง และขันน็อตให้แน่นทั้ง 2 ขั้วการทำความสะอาดขั้วแบตเตอรี่ คัดน้ำให้เค็นคราตกลงบนขั้วแบตเตอรี่ ใช้แปรงทองเหลืองขัดทำความสะอาดขั้วแบตเตอรี่ให้สะอาด ใช้ผ้าสะอาดเช็ดให้แห้ง ทาขั้วแบตเตอรี่ด้วยจาระบี เพื่อป้องกันการเกิดขี้เกลืออีกครั้ง และขันน็อตให้แน่น ก็เป็นการเสร็จสิ้นการล้างทำความสะอาดขั้วแบตเตอรี่ นอกจากตรวจเช็คความสมบูรณ์ทั้ง 2 อย่างแล้วควรที่ทำการตรวจเช็คความสมบูรณ์ของแบตเตอรี่โดยรอบ ถ้ามีการแตกร้าวของพลาสติกควรที่ทำการเปลี่ยนแบตเตอรี่ลูกใหม่ในทันที ไม่ควรปล่อยไว้ อาจจะทำให้แบตเตอรี่ระเบิด สร้างความเสียหายที่มากกว่ามูลค่าแบตเตอรี่เสียอีก

4.6 การดูแลรักษาแบตเตอรี่แบบแห้ง การดูแลรักษาแบตเตอรี่แบบแห้ง มีขั้นตอนการดูแลที่ไม่ยุ่งยากมาก เหมือนกับแบตเตอรี่แบบเปียก เพียงแต่ดูแลรักษาทำความสะอาดขั้วแบตเตอรี่

ให้สะอาดเหมือนใหม่อยู่เสมอ และขันน็อตให้แน่น เปลี่ยนแบตเตอรี่ตามอายุการใช้งานเพียงเท่านี้ก็ทำให้ขับจักรยานได้อย่างสบายใจไปตลอดทุกเส้นทาง ด้วยแบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์ส่วนหนึ่งที่สำคัญของรถยนต์ ควรหมั่นตรวจเช็คอย่างสม่ำเสมอ เทียบเท่าน้ำมันเครื่อง น้ำมันน้ำ น้ำมันเบรก ฯลฯ

4.7 แบตเตอรี่จะทำหน้าที่เก็บสำรองไฟฟ้า ในเวลาที่แผงโซลาร์เซลล์ไม่สามารถรับแสงได้ (เวลากลางคืน) แบตเตอรี่ที่เหมาะสมกับการใช้งานในระบบเซลล์แสงอาทิตย์ ควรใช้แบตเตอรี่ชนิด Deep Cycle แต่จะมีราคาสูง ซึ่งเราสามารถเลือกใช้กับแบตเตอรี่ชนิดอื่นแทนได้ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ หรือ แบตเตอรี่แห้ง (Sealed Lead Acid Battery) ได้ ซึ่งจะมีราคาถูกกว่า ขนาดกระแส/ชั่วโมง ของแบตเตอรี่สามารถคำนวณได้จาก

$Ah = \text{ค่าพลังงานรวม} / [\text{แรงดันไฟฟ้าแบตเตอรี่} \times 0.6 (\% \text{ การใช้งานกระแสไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่})]$

$$= [(9W \times 4 \text{ ดวง}) \times 10 \text{ ชั่วโมง}] / [12 \text{ โวลต์} \times 0.6]$$

$$= 50 \text{ Ah}$$

ดังนั้นขนาดของแบตเตอรี่ที่ใช้จะเป็นขนาด 12 โวลต์ 50 Ah หรือมากกว่า ฉะนั้นควรใช้ขนาดรุ่น 12 โวลต์ 50Ah

ที่มา : (<http://www.eastern-energy.net/article-th-12590.html>)

อุปกรณ์โครงสร้าง

โครงสร้างคือ สิ่งนำมาประกอบเข้ากันเป็นรูปร่าง แต่ก็อาจจะหมายถึงในด้านวิศวกรรมศาสตร์ เมื่อกล่าวถึงโครงสร้างแล้ว จะหมายถึงองค์ประกอบของอาคาร เครื่องจักร เครื่องยนต์หรือวัตถุที่สร้างขึ้นเพื่อรับน้ำหนักของอุปกรณ์มีความแข็งแรง และตอบสนองการใช้งานตามแนวทางสถาปัตยกรรม

1. ท่อ อีเอ็มที

บริษัทจำหน่ายท่อร้อยสายไฟฟ้าทุกขนาด ทั้งส่วนของโรงงานอุตสาหกรรมและตามบ้านเรือนทั่วไปท่อไฟฟ้ามีด้วยกันหลายประเภทซึ่งสามารถจัดได้ตามหมวดหมู่ดังนี้

1.1 ท่อโลหะ (เหล็ก ชุบสังกะสี)

1.1.1 ท่อโลหะขนาดบาง หรือ ท่ออีเอ็มที (EMT ; Electrical Metallic tubing)

1.1.2 ท่อโลหะขนาดกลาง หรือ ท่อไอเอ็มซี (IMC ; Intermediate Conduit)

1.1.3 ท่อหนาพิเศษ หรือ ท่ออาร์เอสซี (RSC ; Rigid Steel Conduit)

1.1.4 ท่อโลหะชนิดอ่อน (Flexible Metal Conduit)

1.1.5 ท่อโลหะชนิดอ่อนกันน้ำ (Rainting Flexible Metal Conduit)

1.2 ท่อโลหะ

2.2.1 ท่อพีวีซี (PVC) สีเหลือง (PolyVinyl Chloride)

2.2.2 ท่อพีวีซี (PVC) สีเทา (PolyVinyl Chloride)

2.2.3 ท่อ HDPE (High Density Polyethylene)

2.2.4 ท่อ EFLEX

2. ท่อในงานไฟฟ้าและวัสดุประสงค์การใช้

ท่อโลหะบาง (Electrical Metallic Tubing) เป็นท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ทำด้วยแผ่นเหล็กกล้าชนิดรีดร้อนหรือรีดเย็น หรือแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ผิวภายในเคลือบด้วยอีนาเมล ทำให้ผิวท่อเรียบทั้งภายใน และภายนอกท่อ และมีความมันวาว ปลายท่อเรียบทั้ง 2 ด้านไม่สามารถทำเกลียวได้ มาตรฐานกำหนดให้ใช้ตัวอักษรสีเขียวระบุชนิด และขนาดของท่อ เรียกกันทั่วไปว่าท่อ EMT ปัจจุบันมีขนาดตั้งแต่ 1/2" - 2" และยาวท่อนละ 10 ฟุตหรือประมาณ 3 เมตร ท่อ EMT ใช้เดินลอยในอากาศ หรือฝังในผนังคอนกรีตได้ แต่ห้ามฝังดิน หรือฝังในพื้นที่คอนกรีต ในสถานที่อันตราย ระบบแรงสูง หรือบริเวณ ที่อาจเกิดความเสียหายทางกายภาพ ขนาดท่อที่มีขายในท้องตลาดคือ 1/2" , 3/4" , 1" , 1 1/4" , 1 1/2" , 2" การตัดท่อชนิดนี้ใช้ bender ที่มีขนาดเท่ากับขนาดท่อ สำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่ อาจใช้ข้อโค้งสำเร็จรูป (Elbow) ที่วางขายทั่วไปได้เช่น ข้อโค้ง 90 องศา

ตารางที่ 2.2 ตารางท่อ EMT White Conduit

White Conduit & Conduit Fittings						
ANSI						
ท่อบาง ชนิด						
EMT (Electrical Metallic Tubing)						
Listed by "UL" File No. E-44051						
Size (inch)	Outside Diameter (mm)	Minimum Wall Thickness (mm)	Length (mm)	Nominal Weight (kg/pc)	Primary Bundle (pcs)	Master Bundle (pcs)
1/2	17.93	1.02	3,048	1.46	10	500
3/4	23.42	1.18	3,048	2.21	10	300
1	29.54	1.37	3,048	3.08	5	200
1 -1/4	38.35	1.57	3,048	4.74	5	125
1 -1/2	44.20	1.57	3,048	5.49	5	100
2	55.80	1.57	3,048	6.99	3	75

ที่มา : (http://pokin.co.th/index.php?do=product&product_brand_id=18)

ท่อโลหะหนาปานกลาง (Intermediate Metal Conduit) เป็นท่อร้อยสายไฟฟ้า ทำด้วยแผ่นเหล็กกล้าชนิดรีดร้อนหรือรีดเย็น หรือแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสี ผิวภายในเคลือบด้วยอีนาเมล ทำให้ผิวท่อเรียบทั้งภายใน และภายนอกท่อ และมีความมันวาว มีความหนากว่าท่อ EMT ปลายท่อทำเกลียวไว้ทั้ง 2 ด้าน มาตรฐานกำหนดให้ใช้ตัวอักษรสีส้ม (บางครั้งอาจเห็นเป็นสีแดง) ระบุชนิด และขนาดของท่อ เรียกกันทั่วไปว่าท่อ IMC มีขนาดตั้งแต่ 1/2" - 4" และยาวท่อนละ 10 ฟุต หรือประมาณ 3 เมตร ท่อ IMC ใช้เดินนอกอาคาร หรือฝังในผนัง-พื้นคอนกรีตได้ ขนาดท่อที่มีขายในท้องตลาดคือ 1/2" , 3/4" , 1" , 1 1/4" , 1 1/2" , 2" , 2 1/2" , 3" , 3 1/2" และ 4" การตัดท่อชนิดนี้ใช้ hickey ที่มีขนาดเท่ากัน สำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่ อาจใช้ข้อโค้งสำเร็จรูป ที่วางขายทั่วไปได้เช่น ข้อโค้ง 90 องศา

ตารางที่ 2.3 ตารางท่อ IMC White Conduit



ท่อหนา ชนิด
IMC (Intermediate Metal Conduit)
Listed by "UL" File No. E-62193 UL 1242

Size (inch)	Outside Diameter (mm)	Minimum Wall Thickness (mm)	Length (mm)	Nominal Weight (kg/pc)	Primary Bundle (pcs)	Master Bundle (pcs)
1/2	20.70	1.79	3,030	2.85	10	300
3/4	26.14	1.90	3,030	3.94	10	250
1	32.77	2.16	3,025	5.23	5	125
1 -1/4	41.59	2.16	3,025	7.48	3	75
1 -1/2	47.81	2.29	3,025	8.67	3	75
2	59.93	2.41	3,025	11.65	-	50
2 -1/2	72.56	3.56	3,010	18.71	-	40
3	88.29	3.56	3,010	22.87	-	30
3 -1/2	100.86	3.56	3,005	26.43	-	20
4	113.40	3.56	3,005	29.84	-	15

ที่มา : (http://pokin.co.th/index.php?do=product&product_brand_id=18)

ท่อโลหะหนา (Rigid Steel Conduit) เป็นท่อร้อยสายไฟฟ้าที่ทำด้วยแผ่นเหล็กกล้าชนิดรีดร้อนหรือรีดเย็น หรือแผ่นเหล็กกล้าเคลือบสังกะสีทั้งผิวภายนอกและภายใน ทำให้ผิวท่อเรียบทั้งภายใน และภายนอกท่อ แต่ผิวจะด้านกว่าและหนากว่าท่อ EMT และ IMC ปลายท่อทำเกลียวไว้ทั้ง

2 ด้าน มาตรฐานกำหนดให้ใช้ตัวอักษรสีดำ ระบุชนิดและขนาดของท่อ เรียกกันทั่วไปว่าท่อ RSC มีขนาดตั้งแต่ 1/2" - 6" และยาวท่อนละ 10 ฟุตหรือประมาณ 3 เมตรท่อ RSC ใช้เดินนอกอาคาร หรือฝังในผนัง-พื้นคอนกรีตได้ ขนาดท่อที่มีขายในท้องตลาดคือ 1/2" , 3/4" , 1" , 1 1/4" , 1 1/2" , 2" , 2 1/2" , 3" , 3 1/2" , 4" , 5" และ 6" การตัดท่อชนิดนี้ใช้ hickey หรือเครื่องตัดท่อไฮดรอลิกที่มีขนาดเท่ากัน สำหรับท่อที่มีขนาดใหญ่ อาจใช้ข้อโค้งสำเร็จรูปคล้ายกับข้อโค้งสำเร็จรูปของท่อ IMC ที่วางขายทั่วไปได้เช่น ข้อโค้ง 90 องศา เป็นต้น ตัวอย่างข้อมูลท่อ RSC แสดงดังตาราง (ของ White Conduit)

ตารางที่ 2.4 ตารางท่อ RSC Rigid Steel Conduit

ท่อหนา ชนิด
RSC (Rigid Steel Conduit)
Listed by "UL" File No. E-157617



UL 6

Size (inch)	Outside Diameter (mm)	Minimum Wall Thickness (mm)	Length (mm)	Nominal Weight (kg/pc)	Primary Bundle (pcs)	Master Bundle (pcs)
1/2	21.34	2.64	3,030	3.75	10	300
3/4	26.67	2.72	3,030	4.96	10	250
1	33.40	3.20	3,025	7.33	5	125
1 -1/4	42.16	3.38	3,025	9.97	3	75
1 -1/2	48.26	3.51	3,025	11.94	3	75
2	60.33	3.71	3,025	16.00	-	50
2 -1/2	73.03	4.90	3,010	25.62	-	40
3	88.90	5.21	3,010	33.43	-	30
4	114.30	5.72	3,005	47.38	-	15
5	141.30	6.22	2,995	64.38	-	10
6	168.28	6.76	2,995	84.05	-	5

*Note: From 2-1/2" and higher, figures are hot-dip galvanized conduit.

ที่มา : (http://pokin.co.th/index.php?do=product&product_brand_id=18)

การออกแบบสอบถาม (Questionnaire Disige)

แบบสอบถาม คือ ชุดของคำถามที่เป็นทางการสำหรับรวบรวมข้อมูลจากตัวอย่างการทำแบบสอบถามที่ดีนั้น เป็นเรื่องของการใช้ศิลปะ (Art) ความคิดสร้างสรรค์ ทักษะและประสบการณ์ของผู้ทำวิจัย ในการที่จะสร้างสรรค์รูปแบบและข้อความ ของแบบสอบถาม ที่เมื่อได้ออกมาแล้วจะทำให้ผู้ตอบอยากที่จะตอบข้อมูล โดยหลักการที่สำคัญของแบบสอบถามมี 3 ประการ

1. แปลงความต้องการข้อมูลจากวัตถุประสงค์มาเป็นคำถาม
2. รบกวนผู้ตอบให้น้อยที่สุด
3. ตัวอย่างตอบข้อมูลคลาดเคลื่อนจากความจริงน้อยที่สุด

1. ขั้นตอนในการทำแบบสอบถามมีดังนี้

1.1 ระบุถึงข้อมูลที่ต้องการ เป็นขั้นตอนแรกของการทำแบบสอบถามที่ผู้วิจัยจะต้องทำการทบทวน ปัญหา คำถาม ข้อสงสัยของการวิจัย และสมมุติฐาน ซึ่งจะทำให้แบบสอบถามมีเป้าหมายของการถามที่ชัดเจนและครบถ้วนในสิ่งที่ต้องการทราบการร่างแบบสอบถามควรที่จะคำนึงถึง ระดับการศึกษาประสบการณ์ของผู้ตอบคำถามทั้งถ้อยคำที่ใช้จะเป็นถ้อยคำที่ผู้ตอบเข้าใจดีด้วย

1.2 ระบุชนิดของวิธีการสอบถามการสัมภาษณ์ลักษณะและคำถาม ของแบบสอบถาม จะต้องสัมพันธ์กับวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เพราะวิธีการเก็บตัวอย่างที่แตกต่างกัน จะมีผลต่อการปฏิบัติงานในการรวบรวมข้อมูล ดังนั้นผู้วิจัยจะต้องตัดสินใจว่าจะเก็บข้อมูลด้วยวิธีการแบบใด เช่น วิธีเก็บทางโทรศัพท์ ที่ผู้ตอบไม่มีโอกาสได้เห็นคำถามคำตอบเป็นการตอบด้วยปากเปล่า หรือวิธีการทางจดหมายที่ผู้ตอบจะต้องเขียนตอบ หรือวิธีการสัมภาษณ์ที่มีการสนทนาแล้วบันทึกข้อความเป็นการสื่อสารสองทาง เป็นต้น ซึ่งแต่ละวิธีการเก็บรวมนั้นจะต้องมีการออกแบบลักษณะของแบบสอบถามที่แตกต่างกัน เพื่อให้มีความสะดวกในการเก็บรวบรวม

ที่มา : (<http://gs.utcc.ac.th/ceomba/mk/2Resear&IS%2053/Docu/07%20Qnr&Instrument.pdf>)

1.3 เขียนคำถามที่จะสอบถามเป็นขั้นตอนเป็นการคิดที่จะเขียนคำถามแต่ละคำถามที่จะเขียนคำถามในแบบสอบถามว่าจะถามอะไรบ้างมีวิธีที่จะช่วยในการตัดสินใจ อยู่ในสองประโยค คือประโยคแรก คือ อะไรคือคำถามที่จำเป็นต้องถามหมายความว่าคำถามที่จะถามนั้นเมื่อจะถามได้ข้อมูลมาแล้วจะนำเอาข้อมูลมาใช้อะไรบ้างคำถามที่ต้องเป็นคำถามที่จะต้องเป็นกับสิ่งที่ต้องการรู้ และต้องตรงกับปัญหาในงานวิจัยที่ต้องการทราบประโยคที่สอง คือในแต่ละคำถามควรมีประเด็นเดียว ในบางครั้งเราอาจถึงสองคำถามแล้วได้ผลที่ชัดเจนกว่าถามคำถามเดียวแล้วไม่แน่ใจในคำตอบ เช่น ท่านคิดว่าโรงแรมดุสิตธานีมีห้องพักและบริการของพนักงานดีกว่าโรงแรมเอราวัณ หรือไม่ ผู้วิจัยไม่ควรถามอย่างนี้ เพราะถ้าอย่างหนึ่งดีกว่าแต่อีกอย่างหนึ่งไม่ดีกว่าจะตอบไม่ได้ควรถามเป็น

สองคำถามคือโรงแรมดุสิตธานีห้องพักดีกว่าโรงแรมเอราวัณหรือไม่โรงแรมดุสิตธานี มีบริการพนักงานดีกว่าโรงแรมเอราวัณ หรือไม่

1.4 ออกแบบคำถามที่จะผู้ตอบยินดีตอบส่วนใหญ่ผู้ตอบมักจะไม่นิยมที่จะตอบแบบสอบถาม ดังนั้นผู้วิจัยจะต้องเขียนคำถามที่ง่ายต่อการตอบ เช่น มีคำตอบตัวเลือกให้เลือกตอบ ไม่ต้องมีคิดค้นความจำไม่มีผลต่อความรู้สึกที่ไม่ดี เช่น ถามรายได้จะมีคำตอบที่เป็นช่วงๆของเงินมากกว่าที่จะระบุเป็นจำนวนเงิน

1.5 ตัดสินใจเกี่ยวกับคำตอบของคำถามผู้วิจัยจะเลือกที่จะใช้คำถามแบบไม่มีคำตอบ (Unstirred Question) จะมีลักษณะเป็นคำถามแบบเปิด ที่ผู้ตอบตอบโดยเป็นอิสระเป็นประเภทคำถามที่ดี ที่จะได้ข้อมูลที่มาจากการคิดโดยตรงของผู้ตอบ ไม่มีอคติ (Bias) หรือถูกตีกรอบในคำตอบ มีประโยชน์ในการหาข้อมูล เกี่ยวกับ แรงจูงใจ ความเชื่อ ทักษะคติ นิยมใช้มากในงานวิจัยแบบสำรวจ แต่มีข้อด้อย เกี่ยวกับ การทำข้อมูลที่ได้ รวมถึงการวิเคราะห์และ มีข้อบกพร่องหรือผิดพลาดในการบันทึกคำตอบได้ ต้องอาศัยผู้สัมภาษณ์ที่มีทักษะ และในการสัมภาษณ์อาจมีคติในการสัมภาษณ์หรือข้อบกพร่องในการรวบรวมที่เขียนแต่ละประเด็นหลักๆดังนั้นควรมีการนำเทปมาใช้ประกอบในการเขียนรายงานด้วยคำถามแบบมีคำตอบให้เลือก (Structured Question) เป็นคำถามที่มีคำตอบให้เลือกตอบ แบ่งได้เป็น คำถามที่มีคำตอบแบบหลายคำตอบให้เลือก (Multiple-choice) คือมีอีกหลายคำตอบให้สามารถเลือกตอบ มีรูปแบบการตอบได้ดังต่อไปนี้ คำถามแบบมีหลายคำตอบให้เลือกหนึ่งคำตอบคำถามแบบมีหลายคำตอบแล้วเลือกตอบ คำถามแบบมีสองคำตอบให้เลือกหนึ่งคำตอบ (Dichotomous Question) เป็นคำถามที่มีคำตอบให้เลือก คำตอบใดคำตอบหนึ่ง เช่น ใช่-ไม่ใช่ตกลง-ไม่ตกลงใช่-ไม่ใช่คำถามแบบมีคำตอบมาตร (Scale) คือ คำถามคำถามแบบมีคำตอบมาตร (Scale) หลายคำตอบแล้วให้เลือกมาตรตอบหนึ่งตอบซึ่งมีทั้งเป็นแบบคำตอบที่เป็นมาตรตัวเลข เช่น น้อยที่สุด มากที่สุด

1.6 เลือกคำหรือประโยคที่ใช้ในคำถามเป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยต้องมาพิจารณาถ้อยคำหรือประโยคที่ใช้ในแต่ละคำถามว่าผู้ตอบจะมีความเข้าใจได้ง่ายๆหรือไม่ เป็นเรื่องที่สำคัญมากที่จะใช้ถ้อยคำหรือประโยคคำถาม ที่จะทำให้ผู้อ่านเข้าใจเป็นความหมายเดียวกับผู้วิจัย การใช้คำที่ไม่ดีอาจทำให้เกิดความสับสนหรือเข้าใจคลาดเคลื่อนมีแนวทาง 5 วิธีที่จะช่วยหลีกเลี่ยงความสับสน กำหนดหัวข้อที่จะถามให้ชัดเจน เริ่มต้นด้วยคำต่อไปนี้ ใคร (Who) ทามอะไร (What) เมื่อไร (When) ที่ไหน (Why) วิธีการอย่างไร (Way) หรือที่เรียกว่า 6'Ws และในการใช้คำหรือประโยคควยให้ชัดเจนในความหมาย เช่น ทามใช้แปร่งสีฟันตราอะไร ถือว่าเป็นคำที่ไม่ชัดเจนเพราะ เป็นคำที่ไม่ชัดเจนว่าตราที่ไม่เคยใช้เป็นประจำหรือตราที่กำลังใช้อยู่ในปัจจุบันใช้คำง่ายๆ (Use simple) คำที่ใช้ในคำถามควรเป็นคำที่ตรงกับระดับความรู้ของผู้ตอบ เช่น คำว่า คอนวินเนียนสโตร์ ให้ใช้ว่า ร้านขายปลีกเปิด

24 ชั่วโมงอย่าใช้คำ ที่แปลความลำบาก คำที่เป็นนามธรรม ไม่ชัดเจน พวกคำว่า มักจะ บ่อยๆ บางครั้ง

1.7 จัดเรียงคำถามให้สอดคล้องกันหลังจากใช้คำถามแล้วงานต่อมาคือนำคำถามแต่ละข้อมาเรียงกัน โดยให้เนื้อความคำถามแต่ละข้อมีความต่อเนื่องสอดคล้องกัน โดยเริ่มจาก ส่วนแรก คำถามที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับปัญหาในงานวิจัย (Basic Information) ตามด้วยส่วนที่สอง เป็นคำถามที่มีเกี่ยวกับลักษณะส่วนตัวของผู้ตอบ เช่นลักษณะทางสังคมและประชากรศาสตร์เป็นต้น เพื่อนำเอาข้อมูลในส่วนแรกมาใช้ในงานวิเคราะห์ จำแนกไปตามกลุ่ม และส่วนที่สาม เป็นการถามเกี่ยวกับชื่อ ที่อยู่ โทรศัพท์ของผู้ตอบ (Identification Information) ในการที่จะเรียงคำถามแล้วไม่สับสนเราอาจจะนำเอาวิธีการที่เรียกว่าแยกแขนง แผ่กิ่งก้านสาขามาใช้เพราะวิธีเป็นเหมือนแผนที่ ที่จะให้ ผู้วิจัยเห็นภาพรวม ข้อคำถามที่จะถาม ว่าอยู่ในส่วนไหนบ้าง

1.8 กำหนดรูปแบบของคำถามเป็นการนำเอาคำถามแต่ละข้อ มาจัดวางลง ในแบบสอบถาม โดยมีหลักการว่าให้ผู้ตอบดูแล้วสบายตา น่าตอบ และมีข้อคำถามมาก จะทำอย่างไรให้ดูเหมือนไม่มาก อาจมีการจัดเป็นส่วนหรือ ใช้สีของกระดาษมาใช้ในการทำเป็นแบบสอบถามดูดี ซึ่งในแบบสอบถามจะประกอบไปด้วยทั้งหมด 3 องค์ประกอบใหญ่ๆ คือคำชี้แจงข้อมูลความคิดเห็น และข้อมูลส่วนตัว

1. คำชี้แจง คือ เป็นคำชี้แจงถึงวัตถุประสงค์ ของงานวิจัยว่าทำเพื่ออะไร จะมีประโยชน์อย่างไร และมีผลเสียอย่างไรกับผู้ตอบ

2. ข้อมูลความคิดเห็นนั้นจะเป็นคำถามที่จะอยู่ในส่วนแรกคือ ส่วนที่ต้องการที่จะหาข้อมูล มาตามวัตถุประสงค์ (Basic Information) เป็นข้อคำถามที่จะถูกกลุ่มตัวอย่างให้ ตัวอย่างตอบแสดงความคิดเห็น องค์นี้อาจแบ่งเป็นส่วนๆ ได้หลายส่วนตามวัตถุประสงค์

3. ข้อมูลส่วนตัว จะเป็นคำถามที่เกี่ยวกับ ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในการจัดกลุ่มของผู้ตอบ ว่า เป็นใคร มีลักษณะทางประชากรอย่างไร มีสถานะทางสังคมอย่างไร และในบางลักษณะของงานวิจัยอาจจะมีการถามเพิ่มถึง ชื่อ ที่อยู่ โทรศัพท์ เพื่อระบุถึงตัวบุคคลผู้ตอบเพื่อจะได้ติดตามทำวิจัยซ้ำได้

ที่มา : (<http://gs.utcc.th/ccomba/mk/2Research&IS%2054/Docu/07%20Qnr&Instrument.pdf>)

1.9 ทบทวนตรวจสอบแบบสอบถามหลังจากที่ได้ทำแบบสอบถามออกมาแล้วผู้วิจัยต้องตรวจสอบแบบสอบถามว่า มีการพิมพ์ผิดตกหล่น ที่ใดบ้าง คำตอบของคำถามอยู่ในหน้าเดียวกันหรือขาดหายไปหรือไม่

1.10 นำแบบสอบถามไปทดสอบเป็นการนำเอาแบบสอบถามไปทดลองกับตัวแทนประชากรกลุ่มเล็กๆ 15-30 ตัวอย่างเพื่อดูว่ามีปัญหาอะไรบ้างถ้ามีต้องนำกลับมาแก้ไขแล้วนำไปทดลองใหม่จนกว่าจะหมดปัญหา

1.11 เครื่องมือที่ดีต้องมีคุณสมบัติต้องมีความเที่ยงตรงความเชื่อมั่นเป็นปรนัยมีอำนาจจำแนกและมีประสิทธิภาพ

1.11.1 ต้องมีความเที่ยงตรง (Validity) คือ สามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัดเพื่อได้ตรงตามจุดมุ่งหมาย ซึ่งเครื่องมือจะเที่ยงตรงในการวัดอย่างหนึ่งและไม่เที่ยงตรงในการวัดอีกอย่างหนึ่งก็ได้ ความเที่ยงตรงมี 3 แบบคือ

เที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content) คือ เครื่องมือจะต้องมีเนื้อหาสาระในการวัดสอดคล้องกับสาระที่ต้องศึกษา หรืออาศัยดุลพินิจของผู้รู้หรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องนั้น

เที่ยงตรงตามโครงสร้าง (Construct) คือ ลักษณะพฤติกรรมที่จะถามของเครื่องมือจะสอดคล้องกับพฤติกรรมที่เป็นเป้าหมายที่ต้องการวัด นั่นคือผู้วิจัยต้องศึกษาตัวแปรหรือพฤติกรรมจากทฤษฎีว่ามีโครงสร้างอย่างไร แล้วสร้างคำถามให้ครอบคลุมพฤติกรรมที่ระบุไว้ในทฤษฎีมักจะใช้ทดสอบแบบนี้ กับเครื่องมือที่จะใช้วัดสิ่งที่เป็นนามธรรม เช่น วัดทัศนคติ

เที่ยงตรงตามเกณฑ์ (Criterion) คือ โดยพิจารณาจากระหว่างผลที่วัดได้กับเครื่องมือกับสรุปที่เป็นจริงในขณะนั้น ซึ่งแบ่งเป็นจะเที่ยงตรงกับสภาพ และเที่ยงตรงตามคำทำนาย

1.11.2 ต้องมีความเชื่อมั่น (Reliability) หมายถึง มีความเชื่อมั่นจะวัดสิ่งต้องการได้ว่าจะได้ผลที่คงที่ เช่น ความหมายของที่ของคะแนน ที่วัดจากตัวอย่างในกลุ่มเดียวกันด้วยเครื่องมือเดิมในเวลาที่แตกต่างกัน

1.11.3 มีความเป็นปรนัย (Objectivity) ความเป็นปรนัย หมายถึง ความชัดเจน มีการให้คะแนนที่แน่นอนและชัดเจนในการแปล ดังนั้นคุณภาพของความเป็นปรนัยจะทำให้เครื่องมือมีความเที่ยงตรงและเชื่อมั่นสูงเพราะจะสามารถวัดได้ตามสรุปที่เป็นจริง ไม่ว่าใครจะวัดก็ตามจะได้ผลเท่ากัน

1.11.4 มีอำนาจจำแนก (Discrimination) ต้องสามารถบ่งชี้ให้เห็นถึงความแตกต่างหรือ เหมือนกันของกลุ่มที่มีต่อตัวแปรหรือสิ่งที่วัดมาได้ตามลักษณะของสิ่งที่ต้องการวัดที่เป็นไปตามสภาพความเป็นจริง

1.11.5 มีประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง เครื่องมือที่จะนำไปใช้ในการวัดเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดที่อาจมีอยู่เดิมได้ผลดีกว่าหรือควรจะทำเครื่องมือเดิม ความสัมพันธ์ระหว่างความเที่ยงตรง (Validity) กับความเชื่อมั่น (Reliability) ถ้าการวัดที่ได้ อย่าง

เที่ยงตรงก็จะทำให้การวัดนั้นมีความเชื่อมั่นด้วยแต่ถ้าการวัดไม่มีความเชื่อมั่นก็ไม่สามารถที่จะเที่ยงตรงได้

คำตอบของข้อความแต่ละข้อความมีทางเลือกอยู่ 5 ทาง คือ ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับดีมาก ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับดี ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับปานกลาง ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับพอใช้ ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง การให้คะแนนคำตอบของข้อความเป็นดังนี้ ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ระดับดีมาก 5 คะแนน ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับ ดี 4 คะแนน ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับปานกลาง 3 คะแนน ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับพอใช้ 2 คะแนน ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับปรับปรุง 1 คะแนน โดยกำหนดเกณฑ์ในการแปลความหมาย ของคะแนนดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 ถึง 5.00 ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับ ดีมาก

ค่าเฉลี่ย 3.50 ถึง 4.49 ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับ ดี

ค่าเฉลี่ย 2.50 ถึง 3.49 ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับ ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 ถึง 2.49 ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับ พอใช้

ค่าเฉลี่ย 1.00 ถึง 1.49 ประสิทธิภาพใช้งานอยู่ในระดับ ต้องปรับปรุง

ที่มา (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, หน้า 36)

บทที่ 3

วิธีการดำเนินการวิจัย

เนื้อหาการวิจัยในบทนี้จะกล่าวถึงการศึกษาของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยการออกแบบ การสร้าง การทดสอบ ตลอดจนถึงความสามารถที่จะนำไปใช้งานได้อย่างสะดวกซึ่งทางคณะผู้วิจัยได้ออกแบบการสร้างและวางระบบดำเนินงาน มีรายละเอียดดังนี้

การวางแผนงานและการเตรียมงาน

จากการศึกษาค้นคว้าการทำงานรูปแบบต่างๆมีข้อสรุปการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยมีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆที่จะนำมาประกอบระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์และใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงทนทานในการประกอบเพื่อให้ได้ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงสุด

1. การตัดสินใจในการจัดทำระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

มีปัจจัยหลายอย่างที่ทำให้ทางคณะผู้ค้นคว้าตัดสินใจจัดทำระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มีดังนี้

1.1 รูปแบบการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ไม่สลับซับซ้อนมากนัก

1.2 ระบบการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ มีการควบคุมการปิดเปิดด้วยสวิตช์แสง

1.3 การบำรุงรักษาระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ให้อยู่ในสภาพเดิมและพร้อมใช้งานตลอดเวลาซึ่งการทำความสะอาด ตรวจเช็คน้ำกลั่นไม่ให้แห้งเพื่อป้องกันการเสื่อมของแบตเตอรี่ได้ง่าย

2. ความเป็นไปได้ในการดำเนินงานระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยี

ไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ซึ่งเป็นขั้นตอนสำคัญในการดำเนินงานเพราะหากขาดความพร้อมในการทำงานอาจจะทำให้ไม่ประสบความสำเร็จในการดำเนินงานซึ่งอุปสรรคที่เกิดขึ้น

3.ความปลอดภัยทางไฟฟ้า

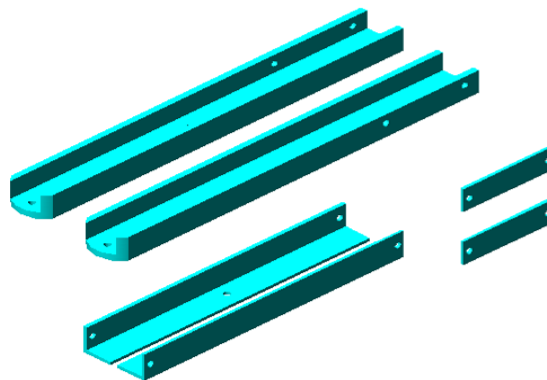
ทางผู้วิจัยได้ได้มีการออกแบบวงจรไฟฟ้าเพื่อควบคุมการทำงานและความปลอดภัยของระบบของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ซึ่งถ้ามีการลัดวงจรของระบบฟิวส์ก็จะตัดการทำงานเพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ภายในระบบ

การออกแบบ

การออกแบบระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ได้คำนึงถึงการให้แสงสว่างในเวลากลางวันรวมถึงการใช้พลังงานงานจากแสงอาทิตย์ โครงสร้างสามารถถอดเมื่อเกิดการชำรุดได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพในการรับแสงแดดจากดวงอาทิตย์แบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆคือ การออกแบบโครงสร้างฐานแผงโซล่าเซลล์ การออกแบบการติดตั้งหลอดฟลูออโรไลต์และการออกแบบวงจรการทำงาน

1. การออกแบบโครงสร้างฐานแผงโซล่าเซลล์

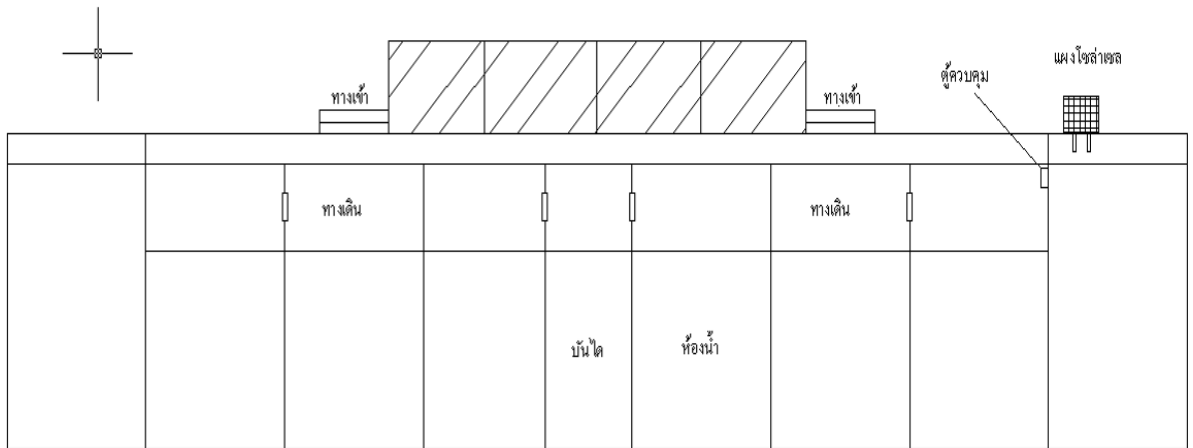
การออกแบบโครงสร้างฐานเพื่อให้เกิดความแน่นหนาทนต่อแรงลมและมีระยะที่สามารถให้ แผงโซล่าเซลล์ได้รับแสงแดดจากดวงอาทิตย์ตามมุมและองศาที่ถูกต้องซึ่งในหัวข้อนี้จะบอกถึงขนาดของโครงสร้างและวัสดุที่ใช้ในการ



รูปที่ 3.1 ออกแบบโครงสร้างฐานแผงโซล่าเซลล์

2. การออกแบบการติดตั้งหลอดผอม แอลอีดี

การออกแบบการติดตั้งหลอดผอม แอลอีดีเพื่อให้แสงสว่างอย่างทั่วถึงจะบอกถึงวัสดุที่ใช้ในการสร้างดังนี้

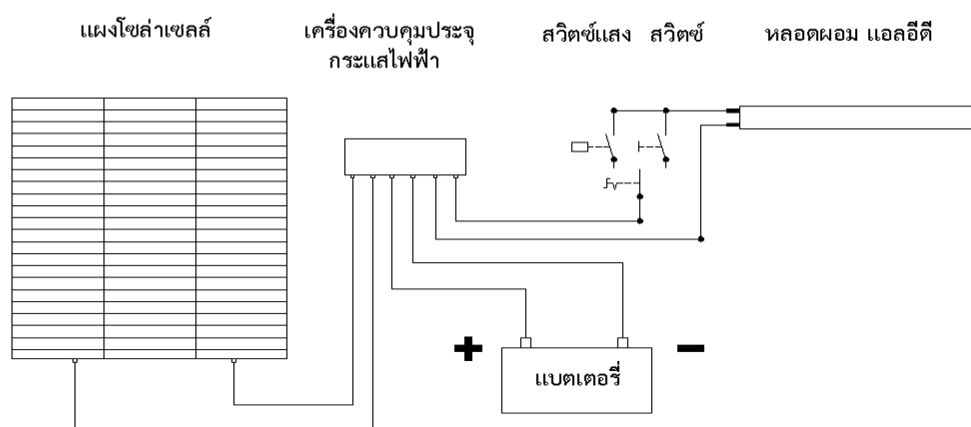


รูปที่ 3.2 ออกแบบการติดตั้งหลอดผอม แอลอีดี

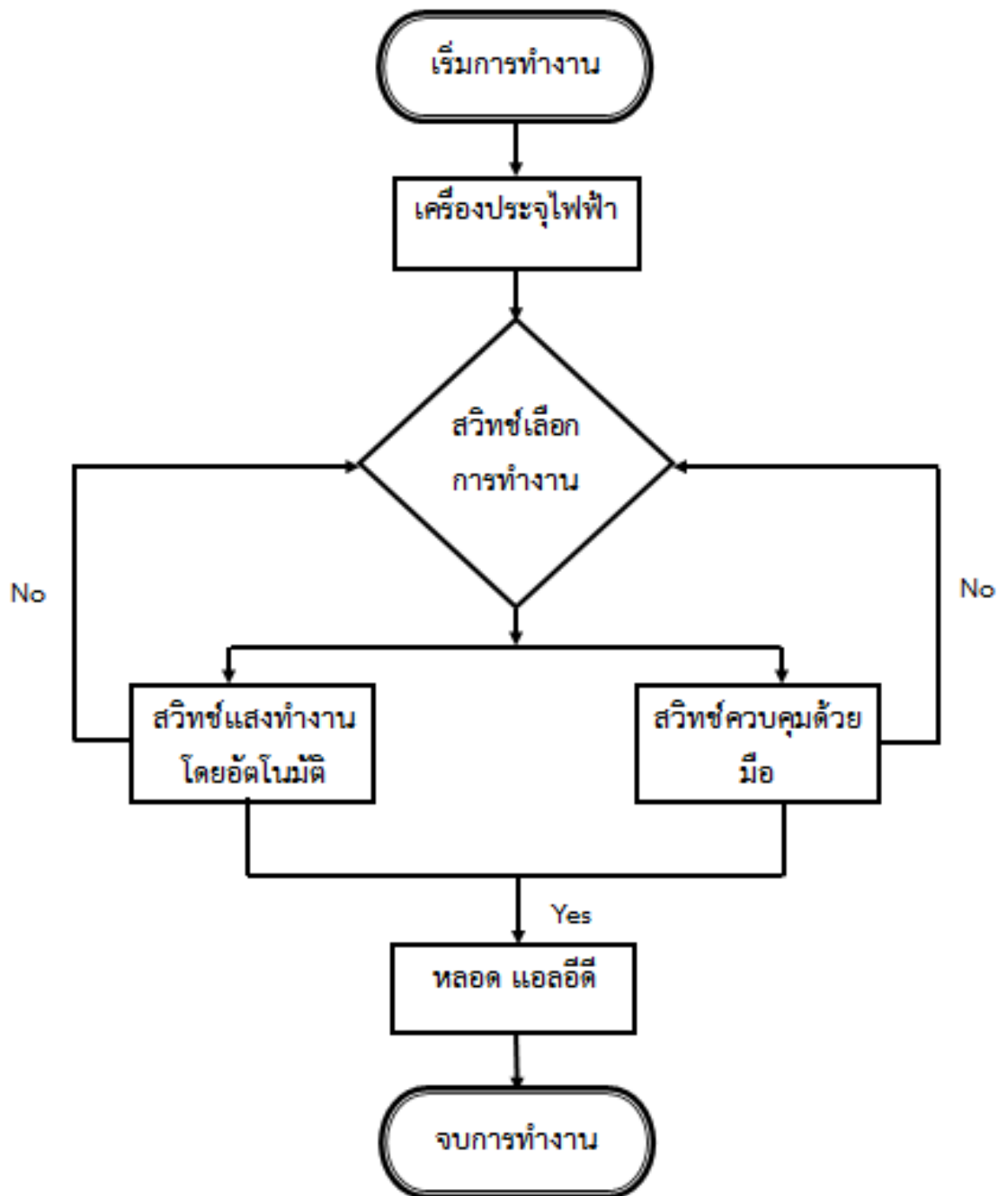
3. การออกแบบวงจรการทำงาน

ในการออกแบบวงจรการทำงานเพื่อให้สามารถเห็นการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ซึ่งหัวข้อนี้จะบอกถึงโครงสร้างและวัสดุอุปกรณ์

การต่อวงจรแผงโซล่าเซลล์



รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมวงจรไฟฟ้า



รูปที่ 3.4 หลักการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การติดตั้งและการประกอบ

การติดตั้งและการประกอบของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นการติดตั้งและประกอบตามแบบที่ได้ทำการออกแบบไว้ โดยให้มีความแน่นหนาและมีประสิทธิภาพในการรับแสงจากดวงอาทิตย์ให้ได้ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งการมีส่วน โครงสร้างของชุดแผงโซล่าเซลล์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. การสร้างส่วนโครงสร้างฐานแผงโซล่าเซลล์

1.1 ทำการสร้างส่วนโครงสร้างของแผงโซล่าเซลล์ ด้านล่างในส่วนที่เป็นตัวรับแสงโดยการนำเอาเหล็กฉากตัดขนาดความยาว 43 เซนติเมตรจำนวน 2 ท่อน และฐานแผงโซล่าเซลล์ที่ยึดติดอยู่กับพื้นปูนทำด้วยเหล็กตัวยูขนาดความยาว 60 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อนและปรับขนาดองศาของแผงโซล่าเซลล์ด้วยเหล็กแผ่นขนาดความยาว 15 เซนติเมตร จำนวน 2 ท่อนสามารถปรับได้ 2 ระดับ คือ 15 องศาและ 20 องศา ซึ่งการประกอบโครงสร้างของแผงโซล่าเซลล์นำเหล็กฉาก 43 เซนติเมตร มาประกอบเข้ากับเหล็กตัวยูขนาดความยาว 60 เซนติเมตร เพื่อรับน้ำหนักของแผงโซล่าเซลล์โดยใช้น็อตจับเหล็กสองท่อนเข้าด้วยกัน และนำเหล็กแผ่นขนาดความยาว 15 เซนติเมตร ซึ่งเป็นตัวปรับขนาดองศาของแผงโซล่าเซลล์มาจับเข้ากับเหล็กฉากและเหล็กตัวยูทั้งสองท่อนเพื่อให้เกิดความแน่นหนาและทนต่อแรงลม



รูปที่ 3.5 ประกอบส่วนโครงสร้างฐานแผงโซล่าเซลล์

1.2 เจาะรูยึดทุกเหล็กขนาน 3 ทุน จำนวน 4 รู เพื่อยึดฐานของแผงโซลาร์เซลล์ตามแนวนานกับพื้นระเบียงของอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม



รูปที่ 3.6 เจาะรูยึดฐานแผงโซลาร์เซลล์

1.3 นำฐานของแผงโซลาร์เซลล์มายึดกับพื้นของระเบียงตามแนวนานของอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม แล้วนำแผงโซลาร์เซลล์มาประกอบเข้ากับฐานและปรับองศาให้ได้ตามที่กำหนด



รูปที่ 3.7 ติดตั้งโครงสร้างฐานแผงโซลาร์เซลล์



รูปที่ 3.8 ติดตั้งและปรับองศาของแผงโซลาร์เซลล์



รูปที่ 3.9 การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์

2. การเดินท่อร้อยสาย

2.1 ใช้ท่อขนาด 4 หุนนำเบนเดอร์มาตัดทำมุม 90 องศาเพื่อให้ได้ตามมุมของอาคาร เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมและตัดค่อม้าเข้ากับแฮนดี้บล็อกซ์



รูปที่ 3.10 การตัดท่อ

2.2 ใช้แคมป์ยึดท่อขนาด 4 หุนเข้ากับท่อตามองศาที่ต้องการให้เข้ากับตัวอาคาร เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม พร้อมยึดแฮนดี้บล็อกซ์ของคานทั้งสองฝั่งเพื่อให้ได้ตามแบบที่กำหนดไว้



รูปที่ 3.11 การเดินท่อและติดตั้งแฮนดี้บล็อกซ์

2.3 ติดตั้งตู้ควบคุมโดยวัดระดับความสูงจากพื้นขึ้นไป 180 เซนติเมตร โดยวัดจากจุดกึ่งกลางของตู้ควบคุม



รูปที่ 3.12 ติดตั้งตู้ควบคุม

2.4 ร้อยสาย VSF ขนาด 1x1 เข้าในท่อ EMT ขนาด 4 หุน โดยใช้ฟัดเทปเป็นเครื่องมือในการร้อยสาย



รูปที่ 3.13 การร้อยสาย

2.5 ดึงสาย VSF ขนาด 1x1 ยาว 60 เมตรเข้าในรางไวร์เวย์



รูปที่ 3.14 นำสายเข้ารางไวร์เวย์

3. การติดตั้งคอมไฟ

3.1 วัดและเจาะเพื่อเตรียมนำคอมไฟมาติดตั้ง



รูปที่ 3.15 เจาะรูยึดโคมหลอดแอลอีดี

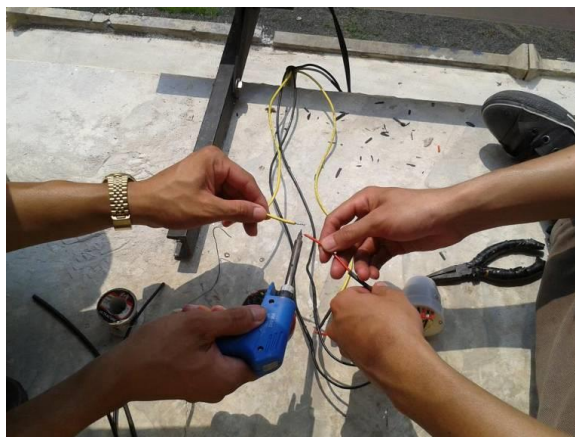
3.2 นำโคมไฟมาติดตั้งตามที่วัดไว้



รูปที่ 3.16 ติดตั้งโคมหลอดแอลอีดี

4. การต่อวงจร

4.1 นำสาย VSF ขนาด 1x1 มาบัดกรีต่อเข้ากับสวิตช์แสงตามวงจรการทำงาน



รูปที่ 3.17 การต่อสวิตช์แสง

4.2 นำซีล็คเตอร์สวิตช์ต่อเข้ากับตัวต้านทานขนาด 100 โอห์ม จำนวน 3 ตัวพร้อมหลอดสัญญาณ แอลอีดี 3 หลอด และต่อเข้ากับรีเลย์ 12 โวลต์



รูปที่ 3.18 การต่อซีล็คเตอร์สวิตช์และหลอดสัญญาณ

4.3 นำสาย VSF ขนาด 1x2.5 จากแผงโซลาร์เซลล์ต่อเข้าเครื่องควบคุมประจุไฟฟ้าและใช้สาย VSF ขนาด 1x2.5 ต่อจากเครื่องควบคุมประจุไฟฟ้าเข้าแบตเตอรี่จากนั้นใช้สาย VSF ขนาด 1x1 ต่อจากเครื่องควบคุมประจุไฟฟ้าไปยังสวิตช์



รูปที่ 3.19 การต่อวงจรการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า
อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

วิธีการทดสอบเพื่อหาคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การทดสอบคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า
อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้วิจัยและหาคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดี
ในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยจะทำการทดสอบและหา
คุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงาน
แสงอาทิตย์โดยมีผู้ประเมิน เป็นนักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม หมู่เรียน 5211021351 จำนวน
10 คน และ 5511021352 จำนวน 10 คน เป็นผู้ประเมินหาคุณภาพความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบส่อง
สว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเพชรบูรณ์ สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม การทดสอบการทำงานแบ่งออกเป็น 2
ลักษณะคือ

1. การทดสอบสมรรถนะของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ทำการทดสอบแบ่งออกเป็น 2 การทดสอบ คือ การทดสอบแบบควบคุมด้วยสวิตช์ การ
ทดสอบแบบอัตโนมัติ

1.1 การทดสอบแบบควบคุมด้วยสวิตช์

1.1.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ เพื่อทดสอบการทำงานของระบบส่องสว่าง
หลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบควบคุมด้วย
สวิตช์

1.1.2 วิธีการทดสอบระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า
อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.1.2.1 หมุนซีลเตอร์สวิตช์ไปยังโหมดการทำงานด้วยสวิตช์และเปิด
การทำงานของสวิตช์ทางเดียว

1.1.2.2 สังเกตการทำงานของหลอดแอลอีดี

1.1.2.3 บันทึกการทำงานโดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในตาราง

ตารางที่ 3.1 การทดสอบการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า
อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สวิตช์ควบคุมด้วยมือ

ลำดับ	สวิตช์ควบคุมด้วยมือ	สถานะภาพของหลอดแอลอีดีทำงานตามคำสั่ง	
		สว่าง	ไม่สว่าง
1	เปิดวงจร		
2	ปิดวงจร		

1.2 การทดสอบแบบอัตโนมัติ

1.2.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ เพื่อทดสอบการทำงานแบบอัตโนมัติ

1.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบแบบอัตโนมัติ

1.2.2.1 สวิตช์แสง

1.2.2.2 ชุดควบคุมประจุ

1.2.2.3 หลอดฟลูออโรแอลอีดี 12 โวลต์ 9 วัตต์ จำนวน 4 หลอด

1.2.3 วิธีการทดสอบ ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.2.3.1 หมุนขั้วเล็กเตอร์สวิตช์เลือกโหมดการทำงานควบคุมแบบอัตโนมัติ

1.2.3.2 หลอดสัญญาณสีเขียวทำงาน

1.2.3.3 สังเกตหลอดฟลูออโรแอลอีดี

1.2.3.4 แล้วบันทึกการทำงานโดยใส่เครื่องหมาย (✓) ลงในตาราง

ตารางที่ 3.2 การทดสอบการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมด้วยสวิตช์แสง

ลำดับ	สวิตช์ควบคุมแบบอัตโนมัติปิดวงจร	หลอดแอลอีดีทำงาน
		เวลา
1.	เปิดวงจร	
2.	ปิดวงจร	

1.3 การทดสอบหาระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่

1.3.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ เพื่อทดสอบหาระยะเวลาในการชาร์จ ระบบ ส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1.3.2.1 แผงโซลาร์เซลล์

1.3.2.2 ชุดควบคุม

1.3.2.3 นาฬิกา

1.3.3 วิธีการทดสอบ แบตเตอรี่ที่จะนำมาทำการทดสอบการชาร์จนั้นจะต้องเป็นแบตเตอรี่ที่ใช้งานหมดแล้วจึงจะนำมาทดสอบการชาร์จ โดยนำระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มาทดสอบที่อาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยสังเกตไฟที่แสดงสถานะของการชาร์จและจับเวลาเพื่อหาระยะเวลาที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่ใน 1 ครั้ง แล้วบันทึกค่าลงในตาราง

ตารางที่ 3.3 การทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่

ลำดับ	ทดสอบวันที่	เริ่มการชาร์จ	สิ้นสุดการชาร์จ
1			
2			
	รวมระยะเวลาที่ใช้ในการชาร์จ		

1.4 การทดสอบหาระยะเวลาการให้แสงสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.4.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ เพื่อทดสอบหาระยะเวลาการให้แสงสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1.4.2.1 ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.4.2.2 นาฬิกาจับเวลา

1.4.3 วิธีการทดสอบ การหาระยะเวลาการการให้แสงสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทำการทดสอบโดยการเลือกการทำงานไปที่สวิตช์ควบคุมด้วยมือ แล้วเปิดสวิตช์ให้หลอดไฟสว่างและทำการจับเวลาการทดสอบระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ณ อาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 การทดสอบระยะเวลาการให้แสงสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับ	สถานการณ์ทำงาน	ทดสอบวันที่	เวลา
1	เริ่มการทำงาน		
2	สิ้นสุดการทำงาน		
	รวมระยะเวลาการให้แสงสว่าง		

1.5 การทดสอบเพื่อหาค่าความสว่างของ ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.5.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ เพื่อทดสอบหาค่าความสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1.5.2.1 หลอดพอมแอลอีดี

1.5.2.2 ลักซ์มิเตอร์

1.5.2.3 คลิปเมตร

1.5.3 วิธีการทดสอบ การหาค่าความสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

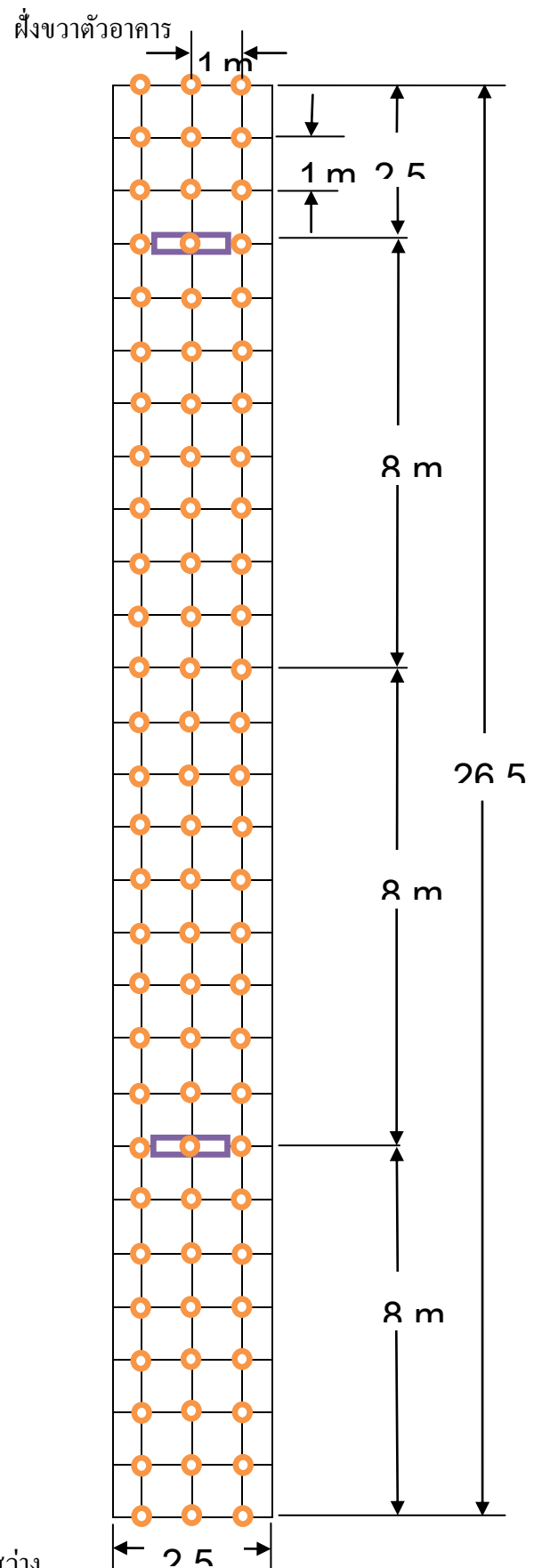
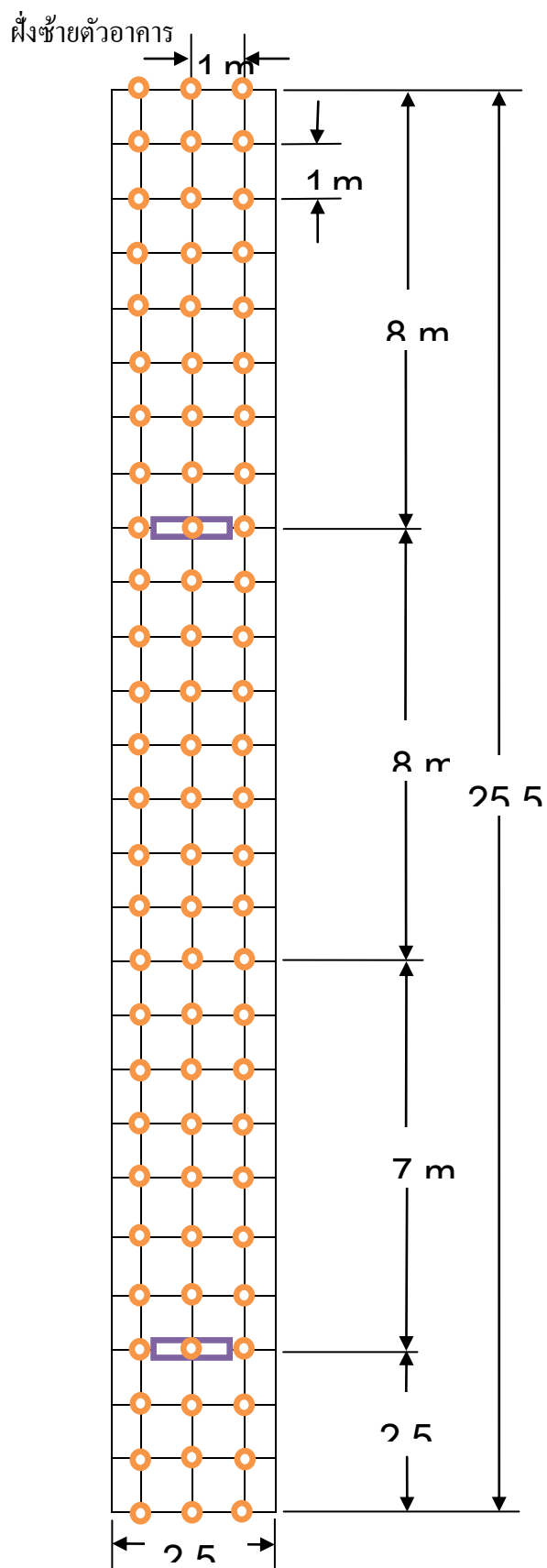
1.5.3.1 ใช้คลิปเมตรวัดระยะห่างกันเป็นช่อง ช่องละ 1 เมตร

1.5.3.2 นำกระดาษกาวมามาร์คตามจุดที่วัดไว้

1.5.3.3 เปิดการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในเวลากลางคืน

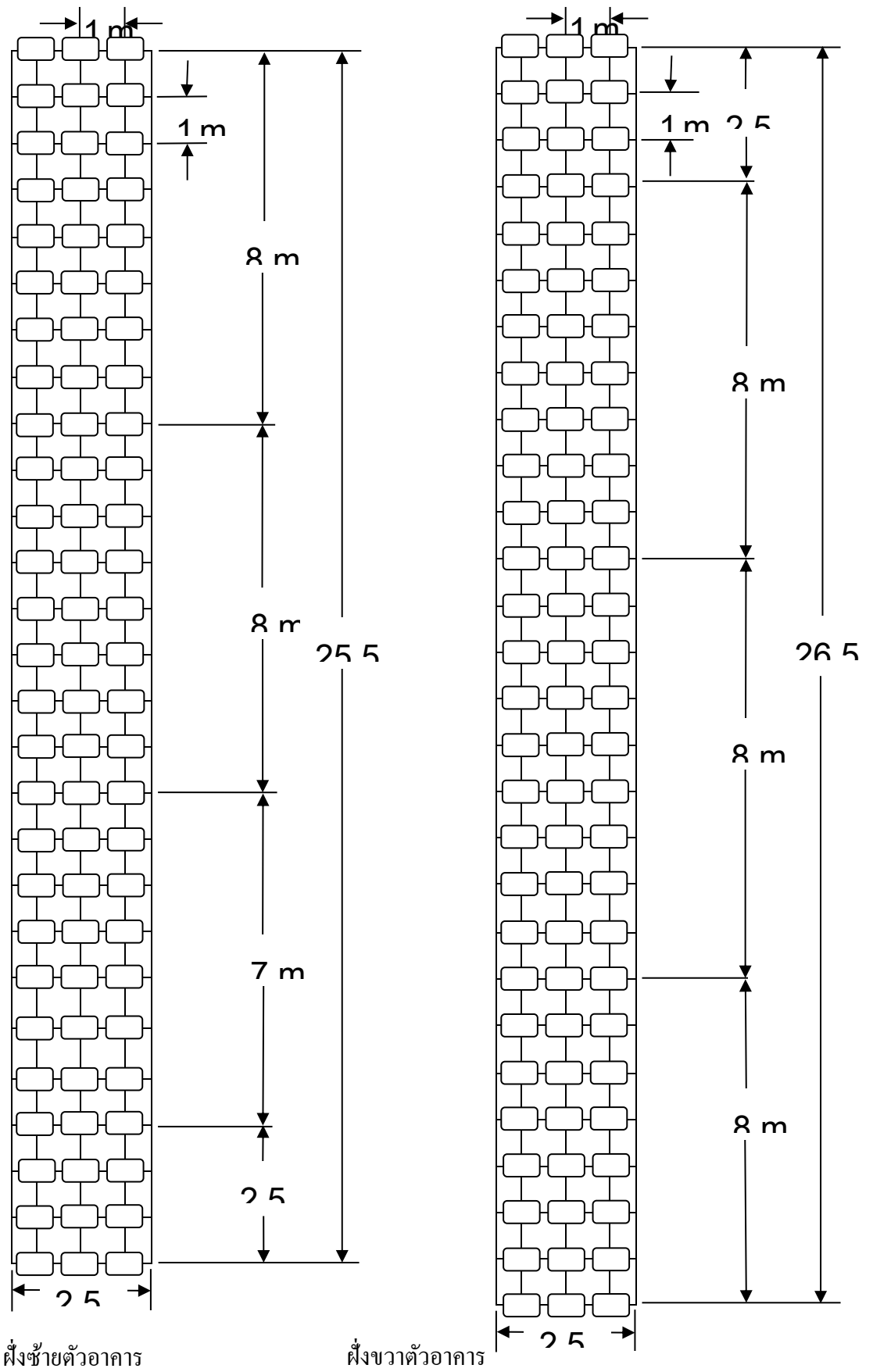
1.5.3.4 ใช้ลักซ์มิเตอร์วัดค่าความสว่างตามจุดที่มาร์คไว้

1.5.3.5 บันทึกค่าลงในแบบ



ภาพที่ 3.20 กำหนดจุดเพื่อใช้ลักซ์มิเตอร์วัดค่าความสว่าง

ตารางที่ 3.5 ตารางบันทึกค่าความสว่างจากการวัดค่าความสว่างของหลอดฟลูออโรไลต์



2. การประเมินคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เป็นการประเมินคุณภาพการทำงาน ณ อาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย
ราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการทดสอบ การ ปิด-เปิด ของสวิตช์ การ ปิด-
เปิด ด้วยสวิตช์แสง การทดสอบระยะเวลาการให้แสงสว่าง และการชาร์จแบตเตอรี่ของแผงโซลาร์
เซลล์ โดยแบ่งการประเมินคุณภาพเป็น 2 ด้าน คือ ด้านรูปแบบ ด้านการใช้งาน ซึ่งมีเกณฑ์ในการ
ประเมินโดยการวัดค่าเฉลี่ย

ระดับ	4.50	ถึง	5.00	มีความคิดเห็นในระดับ	มากที่สุด
ระดับ	3.50	ถึง	4.49	มีความคิดเห็นในระดับ	มาก
ระดับ	2.50	ถึง	3.49	มีความคิดเห็นในระดับ	ปานกลาง
ระดับ	1.50	ถึง	2.49	มีความคิดเห็นในระดับ	น้อย
ระดับ	1.00	ถึง	1.49	มีความคิดเห็นในระดับ	น้อยที่สุด

ที่มา (บุญชม ศรีสะอาด, 2535, หน้า 36)

ผู้วิจัยใคร่ขอความร่วมมือจากท่านในการตอบแบบประเมินคุณภาพเพื่อเก็บข้อมูลที่ได้มาจะนำมาใช้
ประโยชน์ในสารนิพนธ์เท่านั้น

2.1 การประเมินคุณภาพด้านรูปแบบ เป็นการประเมินความคุณภาพพึงพอใจเกี่ยวกับการ
เลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม ความเหมาะสมในด้านออกแบบระบบการทำงาน ความเหมาะสมในการ
ติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ ความเหมาะสมในการติดตั้งโคม และความเหมาะสมในการติดตั้งตู้ควบคุม

ตารางที่ 3.6 การประเมินคุณภาพด้านรูปแบบของ ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคาร เทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับที่	คำถามความคิดเห็นด้านรูปแบบ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม					
2	ความเหมาะสมในด้านออกแบบระบบการทำงาน					
3	ความเหมาะสมในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์					
4	ความเหมาะสมในการติดตั้งโคม					
5	ความเหมาะสมในการติดตั้งตู้ควบคุม					
	คะแนนรวม					

2.2 การประเมินคุณภาพด้านการใช้งาน เป็นการประเมินคุณภาพพึงพอใจเกี่ยวกับความสะดวกในการ เปิด-ปิด สวิตช์ควบคุม การทำงานแบบอัตโนมัติทำงานตามคำสั่งที่กำหนดไว้ การให้แสงสว่างทั่วถึงบริเวณ ระยะเวลาการให้แสงสว่าง ความปลอดภัยในการใช้งาน

ตารางที่ 3.7 การประเมินคุณภาพด้านการใช้งานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับที่	ด้านการใช้งาน	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
1	ความสะดวกในการ เปิด-ปิด สวิตช์ควบคุม					
2	การทำงานแบบอัตโนมัติทำงานตามคำสั่งที่กำหนดไว้					
3	การให้แสงสว่างทั่วถึงบริเวณ					
4	ระยะเวลาการให้แสงสว่าง					
5	ความปลอดภัยในการใช้งาน					
	คะแนนรวม					

แบบประเมินคุณภาพของผู้ใช้ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม

ด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร

มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

ชื่อ-สกุล.....ชั้นปีที่.....รหัสประจำตัว.....

สาขาวิชา.....โปรแกรมวิชา.....

คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์

คำชี้แจง ให้ผู้ประเมินใส่เครื่องหมาย✓ลงในช่องว่างลำดับความคิดเห็นข้างล่างความคิดเห็นของผู้

ประเมินซึ่งจะมีระดับคะแนนของคุณภาพความพึงพอใจด้านคุณภาพดังต่อไปนี้คือ

5 = มากที่สุด, 4 = มาก, 3 = ปานกลาง, 2 = น้อย, 1 = ต้องปรับปรุง

ลำดับที่	คำถามความคิดเห็นด้านรูปแบบ	ระดับความคิดเห็น				
		5	4	3	2	1
ด้านรูปแบบ						
1	การเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม					
2	ความเหมาะสมในด้านออกแบบระบบการทำงาน					
3	ความเหมาะสมในการติดตั้งแผงโซล่าเซลล์					
4	ความเหมาะสมในการติดตั้งโคม					
5	ความเหมาะสมในการติดตั้งตู้ควบคุม					
ด้านการใช้งาน						
1	ความสะดวกในการ เปิด-ปิด สวิตช์ควบคุม					
2	การทำงานแบบอัตโนมัติทำงานตามคำสั่งที่กำหนดไว้					
3	การให้แสงสว่างทั่วถึงบริเวณ					
4	ระยะเวลาการให้แสงสว่าง					
5	ความปลอดภัยในการใช้งาน					
คะแนนรวม						

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การทดสอบคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยคณะผู้วิจัยเป็นผู้ทดสอบและหาคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยจะทำการทดสอบและหาคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยมีผู้ประเมิน เป็นนักศึกษาสาขาวิชาไฟฟ้าอุตสาหกรรมหมู่เรียน 5211021351 จำนวน 10 คน และ 5511021352 จำนวน 10 คน เป็นผู้ประเมินหาคุณภาพความคิดเห็นเกี่ยวกับระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร การทดสอบการทำงานแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การทดสอบสมรรถนะของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยผู้วิจัยเป็นผู้ทดสอบ

2. การประเมินคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ที่อาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ประเมินโดยนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม จำนวน 20 คน ชุมการสาธิตและกรอกแบบประเมินคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การทดสอบสมรรถนะของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เป็นการทดสอบโดยคณะผู้วิจัยเป็นผู้ทดสอบการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทำการทดสอบแบ่งเป็น 5 การทดสอบ คือ การทดสอบแบบควบคุมด้วยสวิตช์ การทดสอบแบบอัตโนมัติ การทดสอบการทำงานของระบบแสงสว่าง การทดสอบระยะเวลาการให้แสงสว่างการทดสอบระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่

- 1.การทดสอบแบบควบคุมด้วยสวิตช์

- 1.1 วัดอุปกรณ์ในการทดสอบ เพื่อทดสอบการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบควบคุมด้วยสวิตช์

1.2 วิธีการทดสอบของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.2.1 หมุนซีเล็กเตอร์สวิตช์ไปยังโหมดการทำงานด้วยสวิตช์



รูปที่ 4.1 เลือกโหมดการทำงานด้วยสวิตช์

1.2.2 ทำการทดสอบ เปิด-ปิด การทำงานของสวิตช์ทางเดียว



รูปที่ 4.2 เปิดสวิตช์ให้หลอดฟลูออโรแอลอีดีทำงาน



รูปที่ 4.3 ปิดสวิตช์ให้หลอดฟลูออโรแอลอีดีหยุดทำงาน

1.2.3 สังเกตการทำงานของหลอดแอลอีดีว่าทำตามคำสั่งที่กำหนดไว้หรือไม่



รูปที่ 4.4 หลอดพอมแอลอีดีทำงาน



รูปที่ 4.5 หลอดพอมแอลอีดีประหยัดพลังงาน

1.2.4 บันทึกการทำงานโดยใช้เครื่องหมาย (✓) ลงในตาราง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า
อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์สวิตช์ควบคุมด้วยมือ

ลำดับ	สวิตช์ควบคุมด้วยมือ	สถานะภาพของหลอดแอลอีดีทำงานตามคำสั่ง	
		สว่าง	ไม่สว่าง
1.	เปิดวงจร		√
2.	ปิดวงจร	√	

จากผลการทดสอบตารางที่ 4.1 การทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ สวิตช์ควบคุมด้วยมือเมื่อเปิดวงจร สถานะภาพของหลอดแอลอีดีจะไม่สว่าง และเมื่อปิดวงจรสถานะภาพของหลอดแอลอีดีจะสว่าง

1.2 การทดสอบแบบอัตโนมัติ

1.2.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ เพื่อทดสอบการทำงานแบบอัตโนมัติ

1.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบแบบอัตโนมัติ

1.2.2.1 สวิตช์แสง

1.2.2.2 ชุดควบคุมประจุ

1.2.2.3 หลอดฟลูออโรเอสซี 12 โวลต์ 9 วัตต์ จำนวน 4 หลอด

1.2.3 วิธีการทดสอบ ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.2.3.1 หมุนขั้วเลือกสวิตช์เลือกโหมดการทำงานควบคุมแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 4.6 เลือกโหมดสวิตช์ไปที่โหมดอัตโนมัติ

1.2.3.2 สังเกตหลอดฟลูออโรเอสซี



รูปที่ 4.7 หลอดฟลูออโรเอสซีทำงานเวลา 18.35 น.



รูปที่ 4.8 หลอดฟลูออโรเอสซีหยุดการทำงานเวลา 06.30 น.

1.2.3.4 แล้วบันทึกเวลาการเริ่มทำงานและเวลาหยุดทำงานลงในตาราง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทำงานด้วยสวิตช์ควบคุมแบบอัตโนมัติ

ลำดับ	สวิตช์ควบคุมแบบอัตโนมัติปิดวงจร	สถานะภาพหลอดแอลอีดีทำงานเวลา
1.	ปิดวงจร	18.35 น.
2.	เปิดวงจร	06.30 น.
	รวมระยะเวลา	11 ชั่วโมง 55 นาที

จากผลการทดสอบตารางที่ 4.2 การทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ทำงานด้วยสวิตช์ควบคุมแบบอัตโนมัติสถานะภาพหลอดแอลอีดีทำงานเวลา 18.35 น. และสถานะภาพหลอดแอลอีดีไม่ทำงานเวลา 06.30 น.

1.3 การทดสอบหาระยะเวลาการให้แสงสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.3.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ เพื่อทดสอบหาระยะเวลาการให้แสงสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1.3.2.1 ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.3.2.2 แบตเตอรี่

1.3.2.3 นาฬิกา

1.3.3 วิธีการทดสอบ การหาระยะเวลาการการให้แสงสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทำการทดสอบโดยการเลือกการทำงานไปที่สวิตช์ควบคุมด้วยมือ แล้วเปิดสวิตช์ให้หลอดไฟสว่างและทำการจับเวลาการทดสอบระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงาน

แสงอาทิตย์ ณ อาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบระยะเวลาการให้แสงสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับ	สถานการณ์ทำงาน	ทดสอบวันที่	เวลา
1.	เริ่มการทำงาน	22 / 04 / 2556	16.45 น.
2.	สิ้นสุดการทำงาน	24 / 04 / 2556	06.18 น.
	รวมระยะเวลาการให้แสงสว่าง		37 ชั่วโมง 33 นาที

จากผลการทดสอบตารางที่ 4.3 ระยะเวลาการให้แสงสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ระยะเวลาการให้แสงสว่างเริ่มการทำงาน วันที่ 24/ 04 / 2556 เวลา 16.45 น. และสิ้นสุดการทำงาน วันที่ 24 / 04 / 2556 เวลา 06.18 น. รวมระยะเวลาการให้แสงสว่าง 37 ชั่วโมง 33 นาที

หมายเหตุ การทดสอบหาระยะเวลาที่ได้ 37 ชั่วโมง 33 นาทีนี้ทดสอบในขณะที่แบตเตอรี่เต็ม

1.4 การทดสอบหาระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่

1.4.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ เพื่อทดสอบหาระยะเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1.4.2.1 แผงโซล่าเซลล์

1.4.2.2 เครื่องประจุไฟฟ้า

1.4.2.3 นาฬิกา

1.4.3 วิธีการทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่ แบตเตอรี่ที่จะนำมาใช้ทำการทดสอบการชาร์จนั้นจะต้องเป็นแบตเตอรี่ที่ใช้งานหมดแล้วจึงจะนำมาทดสอบการชาร์จ โดยนำระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์มาทดสอบที่อาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ โดยสังเกตไฟที่แสดงสถานะของการชาร์จและจับเวลาเพื่อหาระยะเวลาที่ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่ใน 1 ครั้ง แล้วบันทึกค่าลงในตาราง

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่

ลำดับ	ทดสอบวันที่	เริ่มการชาร์จ	สิ้นสุดการชาร์จ
1.	24 / 04 / 2556	09.00 น.	17.00 น.
2.	25 / 04 / 2556	09.00 น.	17.00 น.
	รวมระยะเวลาที่ใช้ในการชาร์จ		15 ชั่วโมง

จากผลการทดสอบตารางที่ 4.4 ระยะเวลาการชาร์จแบตเตอรี่ทดสอบวันที่ 24 / 04 / 2556 เริ่มการชาร์จเวลา 09.00 น. สิ้นสุดการชาร์จเวลา 17.00 น. และทดสอบวันที่ 25 / 04 / 2556 เริ่มการชาร์จเวลา 09.00 น. สิ้นสุดการชาร์จเวลา 17.00 น. รวมระยะเวลาที่ใช้ในการชาร์จ 15 ชั่วโมง

1.5 การทดสอบเพื่อหาค่าความสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.5.1 วัตถุประสงค์การทดสอบ เพื่อทดสอบหาค่าความสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1.5.2.1 หลอดพอมแอลอีดี

1.5.2.2 ลักซ์มิเตอร์

1.5.2.3 ตลับเมตร

1.5.3 วิธีการทดสอบ การหาค่าความสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

1.5.3.1 ใช้ตลับเมตรวัดระยะห่างกันเป็นช่อง ช่องละ 1 เมตร



รูปที่ 4.9 การวัดระยะเพื่อกำหนดจุด

1.5.3.2 เปิดการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า
อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ในเวลากลางคืน



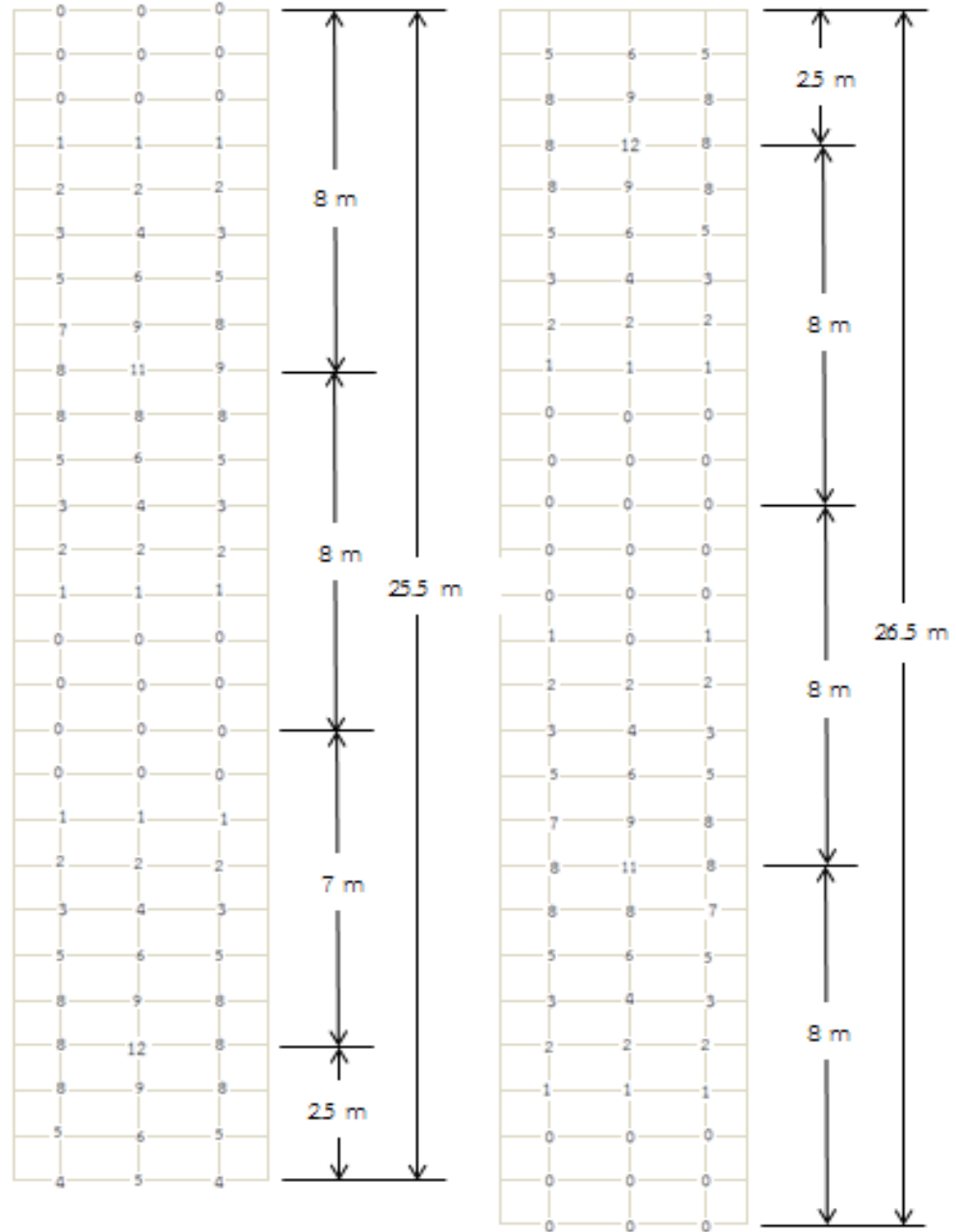
รูปที่ 4.10 เปิดการทำงานของหลอดผอมแอลอีดีเวลากลางคืน

1.5.3.3 ใช้ลักซ์มิเตอร์วัดค่าความสว่างตามจุดที่มาร์คไว้



รูปที่ 4.11 การวัดค่าความสว่าง

1.5.3.4 บันทึกค่าลงตาราง



รูปที่ 4.12 การทดสอบหาความสว่างของโคมไฟหลอดแอลอีดีโดยใช้ลักซ์มิเตอร์

จากรูปที่ 4.12 สรุปผลการทดสอบหาความสว่างของโคมไฟหลอดแอลอีดีโดยใช้ลักซ์มิเตอร์ ทั้งหมด 156 จุด ค่าเฉลี่ยที่ได้ 3.60 ลักซ์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้ 3.28 ลักซ์ค่าความสว่างที่มากที่สุด 12 ลักซ์ และค่าความสว่างที่ต่ำที่สุด 0 ลักซ์

2. การประเมินคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

เป็นการประเมินคุณภาพการทำงาน ณ อาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์ โดยการทดสอบ การ ปิด-เปิด ของสวิตช์ การ ปิด-เปิด ด้วยสวิตช์แสง การทดสอบระยะเวลาการให้แสงสว่าง และการชาร์จแบตเตอรี่ของแผงโซลาร์เซลล์ โดยแบ่งการประเมินคุณภาพเป็น 2 ด้าน คือ ด้านรูปแบบ ด้านการใช้งาน ซึ่งมีเกณฑ์ในการประเมินโดยการวัดค่าเฉลี่ย

ระดับ	4.50	ถึง	5.00	มีความคิดเห็นในระดับ	มากที่สุด
ระดับ	3.50	ถึง	4.49	มีความคิดเห็นในระดับ	มาก
ระดับ	2.50	ถึง	3.49	มีความคิดเห็นในระดับ	ปานกลาง
ระดับ	1.50	ถึง	2.49	มีความคิดเห็นในระดับ	น้อย
ระดับ	1.00	ถึง	1.49	มีความคิดเห็นในระดับ	น้อยที่สุด

คณะผู้วิจัยขอความร่วมมือจากท่านในการตอบแบบประเมินคุณภาพเพื่อเก็บข้อมูลที่ได้มา จะนำมาใช้ประโยชน์ในสารนิพนธ์เท่านั้น

2.1 การประเมินคุณภาพด้านรูปแบบ เป็นการประเมินความคุณภาพพึงพอใจเกี่ยวกับการเลือกวัสดุที่เหมาะสมความเหมาะสมในด้านออกแบบระบบการทำงาน ความเหมาะสมในการสร้างความมั่นคงแข็งแรงของแผงโซลาร์เซลล์ความเหมาะสมของขนาดและน้ำหนัก

ตารางที่ 4.5 ผลการประเมินคุณภาพด้านรูปแบบของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับที่	ด้านรูปแบบ	ลำดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		5	4	3	2	1		
1	การเลือกวัสดุที่เหมาะสม	15	5				4.75	มากที่สุด
2	ความเหมาะสมในด้านระบบการทำงาน	10	10				4.50	มากที่สุด
3	ความเหมาะสมในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์	11	9				4.55	มากที่สุด
4	ความเหมาะสมในการติดตั้งโคม	17	3				4.85	มากที่สุด
5	ความเหมาะสมในการติดตั้งตู้ควบคุม	13	6	1			4.60	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด							4.65	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.5 จากการตอบแบบประเมินด้านรูปแบบ โดยนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เป็นผู้ประเมินการทดสอบของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงาน

แสงอาทิตย์การเลือกวัสดุที่เหมาะสมได้ค่าเฉลี่ย 4.75 ความเหมาะสมในด้านระบบการทำงานได้ค่าเฉลี่ย 4.50 ความเหมาะสมในการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ 4.55 ความเหมาะสมในการติดตั้งโคม 4.85 และความเหมาะสมในการติดตั้งตู้ควบคุม 4.60 ค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.65 อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

2.2 การประเมินคุณภาพด้านการใช้งาน เป็นการประเมินความคุณภาพพึงพอใจเกี่ยวกับความสะดวกในการ ปิด-เปิด การทำงานแบบอัตโนมัติมีความถูกต้อง การให้แสงสว่างเพียงพอ การชาร์จแบตเตอรี่ ความปลอดภัยในการใช้งาน

ตารางที่ 4.6 ผลการประเมินคุณภาพด้านการใช้งานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับที่	ด้านการใช้งาน	ลำดับความคิดเห็น					ค่าเฉลี่ย	แปลผล
		5	4	3	2	1		
1	ความสะดวกในการ ปิด-เปิด สวิตช์ควบคุม	9	10	1			4.40	มาก
2	การทำงานแบบอัตโนมัติทำงานตามคำสั่งที่กำหนดไว้	14	4	2			4.60	มากที่สุด
3	การให้แสงสว่างทั่วถึงบริเวณ	9	11				4.45	มาก
4	ระยะการให้แสงสว่าง	12	8				4.60	มากที่สุด
5	ความปลอดภัยในการใช้งาน	15	5				4.75	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยทั้งหมด							4.56	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.6 จากการตอบแบบประเมินด้านการใช้งาน โดยนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ เป็นผู้ประเมินการทดสอบของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ความสะดวกในการ ปิด-เปิด สวิตช์ควบคุมได้ค่าเฉลี่ย 4.40 การทำงานแบบอัตโนมัติเวลาได้ค่าเฉลี่ย 4.60 การให้แสงสว่างทั่วถึงบริเวณได้ค่าเฉลี่ย 4.45 การชาร์จแบตเตอรี่ได้ค่าเฉลี่ย 4.60 และความปลอดภัยในการใช้งานได้ค่าเฉลี่ย 4.75 ค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.56 อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

ตารางที่ 4.7 ตารางแบบสรุปการประเมินคุณภาพ ด้านรูปแบบ และด้านการใช้งาน

ลำดับที่	การประเมิน	ค่าเฉลี่ยรวมคะแนน	แปลผล
1	ด้านรูปแบบ	4.65	มากที่สุด
2	ด้านการใช้งาน	4.56	มากที่สุด
	ผลรวมค่าเฉลี่ย	4.60	มากที่สุด

จากตารางที่ 4.7 สามารถสรุปได้ว่า ผลการประเมินคุณภาพ ด้านรูปแบบ ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.65 อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด ด้านการใช้งานค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.56 อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด และผลรวมค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.60 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การจัดทำวิจัยเป็นการสร้างระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อเป็นแสงสว่างในเวลากลางวัน โดยใช้พลังงานไฟฟ้าที่ได้จากพลังงานแสงอาทิตย์ การทำงานใช้หลอดแอลอีดีในการให้แสงสว่างเพื่อให้แสงสว่างได้ยาวนานขึ้น มีสวิตช์ควบคุมทำงานอัตโนมัติและสวิตช์ควบคุมด้วยมือในการ เปิด-ปิด การทดสอบและการประเมินคุณภาพของ ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยใช้หลอดแอลอีดีในด้านต่างๆ ซึ่งสามารถสรุปผล ปัญหา การแก้ปัญหา ข้อเสนอแนะและการพัฒนาระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อนำไปใช้ในการปฏิบัติงานได้อย่างสมบูรณ์ที่สุด ดังนี้

สรุปผล

จากผลการทดสอบสมรรถนะของ ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เพื่อหาคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ได้แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ลักษณะ คือ การทดสอบสมรรถนะของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยคณะผู้วิจัยและการประเมินคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยนักศึกษา สาขาวิชาไฟฟ้าอุตสาหกรรม หมู่เรียน 5211021351 จำนวน 10 คน และ 5511021352 จำนวน 10 คน คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ซึ่งแบ่งการประเมินคุณภาพออกเป็น 2 ด้าน คือด้านของรูปแบบของเครื่องและด้านการใช้งานสรุปได้ดังนี้

1. การทดสอบสมรรถนะของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้า

อุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การทดสอบสมรรถนะของ ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยคณะผู้วิจัย แบ่งการทดสอบสมรรถนะออกเป็น 4 แบบ ดังนี้

1.1 สรุปการทดสอบสภาวะการทำงานของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ควบคุมด้วยมือ ทดลองวันที่ 4 เมษายน พ.ศ.

2556 ระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ ทำงานตามคำสั่งที่กำหนดไว้

1.2 สรุปผลการทดสอบสถานะการทำงานของระบบอัตโนมัติของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เริ่มการทำงานโดยประมาณเวลา 18.35 น. และสิ้นสุดการทำงานเวลา 06.30 น. รวมระยะเวลาในการทำงาน 11 ชั่วโมง 55 นาที

1.3 สรุปผลการทดสอบการชาร์จแบตเตอรี่ เริ่มการชาร์จเวลา 09.30 น. และสิ้นสุดการทำงานเวลา 17.15 น. รวมระยะเวลาในการทำงาน 7 ชั่วโมง 45 นาที

1.4 สรุปการทดสอบระยะเวลาการให้แสงสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เริ่มการทำงานวันที่ 22/04/2556 เวลา 16.45 น. และสิ้นสุดการทำงานวันที่ 22/04/2556 เวลา 06.18 น. รวมระยะเวลาในการการให้แสงสว่าง ขณะที่แบตเตอรี่เต็ม ได้ระยะเวลา 37 ชั่วโมง 33 นาที

1.5 สรุปผลการทดสอบหาความสว่างของโคมไฟหลอดแอลอีดีโดยใช้ลักซ์มิเตอร์ ทั้งหมด 156 จุด ค่าเฉลี่ยที่ได้ 3.60 ลักซ์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้ 3.28 ลักซ์ ค่าความสว่างที่มากที่สุด 12 ลักซ์ และค่าความสว่างที่ต่ำที่สุด 0 ลักซ์

2. การทดสอบเพื่อประเมินคุณภาพของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

การประเมินคุณภาพของระยะเวลาการให้แสงสว่างของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ โดยนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ จำนวน 20 คน ใช้แบบการประเมินคุณภาพ 2 ด้าน ผลสรุปการประเมินในแต่ละด้านมีดังนี้ คือ ด้านรูปแบบได้ค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.65 ด้านการใช้งานได้ค่าเฉลี่ยทั้งหมด 4.56 และผลรวมค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.60 อยู่ในเกณฑ์มากที่สุด

สรุปได้ว่าระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เมื่อทำการชาร์จแบตเตอรี่ 15 ชั่วโมง จะให้แสงสว่างได้ระยะเวลา 37 ชั่วโมง 45 นาที มีค่าความสว่างสูงสุดที่ 12 ลักซ์ ค่าความสว่างต่ำสุดที่ 0 ลักซ์ เนื่องจากลักซ์มิเตอร์มีความละเอียดในการวัดน้อย ค่าเฉลี่ยที่ได้คือ 3.60 ลักซ์ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้คือ 3.28 ลักซ์ และมีการเลือกวัสดุที่เหมาะสมสามารถทนต่อการใช้งานและมีการออกแบบระบบการทำงานที่ง่ายต่อผู้ใช้งานซึ่งเลือกโหมดระบบการทำงานได้สองระบบโดยแบบควบคุมด้วยมือ และ แบบอัตโนมัติ โดยผู้ใช้งานสามารถกำหนดได้เองและการเลือกตำแหน่งการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ก็มีความถูกต้องและ

แม่นยำตามองศาที่กำหนดไว้ และ การติดตั้งโคมไฟหลอดฟลูออโรแอลอีดีมีความเหมาะสมตามกำลังวัตต์ของแผงโซลาร์เซลล์และมีการติดตั้งตู้ควบคุมไว้ที่ความสูง 180 เซนติเมตรซึ่งมีความสะดวกในการปิดเปิดและปลอดภัยในการใช้งาน และ ในการทำงานแบบอัตโนมัติมีความเที่ยงตรงแม่นยำในการทำงานหลอดฟลูออโรแอลอีดียังให้แสงสว่างอย่างทั่วถึงบริเวณและให้แสงสว่างที่ยาวนานได้ตลอดทั้งคืน

ปัญหาและการแก้ปัญหา

เป็นการสรุปปัญหาของระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ หลังจากการทำงาน และการทดสอบสมรรถนะในด้านต่างๆ เพื่อหาแนวทางแก้ไข และพัฒนาฟลูออโรแอลอีดีให้มีความทำงานที่สมบูรณ์ และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นกับระบบส่องสว่างหลอดแอลอีดีในอาคารเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรมด้วยพลังงานแสงอาทิตย์

- 1.1 แสงสว่างไม่ทั่วถึงพื้นที่
- 1.2 การวัดค่าความสว่างของลักซ์มิเตอร์มีค่าความละเอียดไม่เพียงพอ
- 1.3 ตัวอาคารบังแสงอาทิตย์ในเวลาเช้า ทำให้ระยะเวลาในการรับแสงอาทิตย์น้อยลง

2. แนวทางในการแก้ไขปัญหา

- 2.1 ควรติดตั้งหลอดฟลูออโรแอลอีดีเพิ่ม
- 2.2 ควรใช้ลักซ์มิเตอร์ที่มีค่าความละเอียดสูงในการวัดค่าความสว่าง
- 2.3 ย้ายแผงโซลาร์เซลล์ไว้ในพื้นที่ที่สามารถรับแสงอาทิตย์ได้มากที่สุด

ข้อเสนอแนะ

1. เพื่อให้มีแสงสว่างที่ทั่วถึงครอบคลุมพื้นที่ของตัวอาคาร ควรมีการเลือกตำแหน่งที่จะติดตั้งโคมไฟให้เหมาะสม
2. หากต้องการใช้แสงสว่างในพื้นที่ที่มีความกว้าง ควรมีการเพิ่มกำลังวัตต์ของแผงโซลาร์เซลล์ กระแสของแบตเตอรี่ และ โคมไฟ ให้เหมาะสมกับพื้นที่นั้นๆ

บรรณานุกรม

- ธนบูรณ์ ศศิภาณุเดช. (2540). การออกแบบระบบไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดเคชั่น จำกัด
- ลือชัย ทองนิล. (2555). การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี (ส.ส.ท)
- ศิริกัลยา สุวจิตตานนท์. (2547). เทคโนโลยีการจัดการและอนุรักษ์พลังงาน. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- สุนทร บุญญธิการ. (2547). บ้านพลังงานแสงอาทิตย์. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- พลังงานแสงอาทิตย์. (15 ธันวาคม 2555). แหล่งข้อมูล : <http://www.greenpeace.org/seasia/thcampaigns/climate-and-energy/solutions/soar>
- เทคนิคการส่องสว่าง. (15 ธันวาคม 2555). แหล่งข้อมูล : <http://www.selectcon.com>
- เซลล์แสงอาทิตย์. (19 ธันวาคม 2555). แหล่งข้อมูล : <http://kanhasolar.com.a27.readyplanet.net/index.php>.
- การติดตั้งโซล่าเซลล์. (19 ธันวาคม 2555). แหล่งข้อมูล : <http://www.inventor.in.th/2012/2011-0706-15-43-20/7-2011-07-03-05-53-51/45--solar-cell-.html>.
- การเลือกสถานที่ติดตั้งและทิศทางตำแหน่งของแผงโซล่าเซลล์. (19 ธันวาคม 2555). แหล่งข้อมูล : <http://industrial.hidofree.com/electronic-electrical/led>.
- แอลอีดี. (8 มกราคม 2556). แหล่งข้อมูล : <http://industrial.hidofree.com>
- หลอดฟลูออโรแอลอีดี. (8 มกราคม 2556). แหล่งข้อมูล : <http://www.mechashop.com>.
- สวิตช์. (8 มกราคม 2556). แหล่งข้อมูล : <http://www2.tatc.ac.th/e-learning/story13.html>.
- สวิตช์แสงแดด. (8 มกราคม 2556). แหล่งข้อมูล : http://www.ksyscorp.com/light_control_sensor.html.
- สวิตช์ทำงานด้วยแสง. (10 มกราคม 2556). แหล่งข้อมูล : <http://electronics.sed.com>.
- เครื่องประจุไฟฟ้า. (10 มกราคม 2556). แหล่งข้อมูล : http://www.thai-powersupply.com/product.detail_592442_th_4046645.
- แบตเตอรี่. (20 กรกฎาคม 2555). แหล่งข้อมูล : <http://lab.excise.go.th/group3/batterybatstruc.htm>.

บรรณานุกรม(ต่อ)

ทอร้อยสายไฟ. (20 กรกฎาคม 2555). แหล่งข้อมูล : http://pokin.co.th/index.php?do=product&product_brand_id=18.

ประวัติผู้วิจัย

1. ชื่อ-นามสกุล นายนิสิต องอาจ
Mr. Nisit Ong-art
2. หมายเลขบัตรประจำตัวประชาชน 1 6199 00007 57 6
3. ตำแหน่งปัจจุบัน พนักงานมหาวิทยาลัย สายวิชาการ
4. ตำแหน่งทางวิชาการ -
5. หน่วยงานและสถานที่อยู่ที่ติดต่อได้สะดวก
วิชาเอกเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร
มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
83 หมู่ 11 ตำบลสะเตียง อำเภอเมือง จังหวัดเพชรบูรณ์
โทรศัพท์ 0-5671-7100 ต่อ 1702
โทรศัพท์มือถือ 08 2877 4388 อีเมลล์ nisit_fang@hotmail.com
6. ประวัติการศึกษา
วท.บ (วิทยาศาสตร์บัณฑิต) สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้าอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์
คอ.ม (ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต) สาขาไฟฟ้าอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
7. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ
ผชอ.06041 ผู้รับผิดชอบด้านพลังงานสามัญ (อาคาร)
การอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า
เทคโนโลยีไฟฟ้า
8. ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับการบริหารงานวิจัย
- ชุดสาธิตการนับจำนวนและควบคุมพื้นที่การจอดรถยนต์ด้วย พีแอลซี
The Demonstration of Counter and Control Parking car by PLC
ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2554

- ชุดทดลองการควบคุมลิฟต์จำลอง 4 ชั้นแบบคู่ ด้วยโปรแกรมเมเบิล
ลอจิกคอนโทรลเลอร์

Experimental Set on Lift controller of Four-level twin-type with
Programmable Logic Controllers(PLC)

ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

- ชุดสาธิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานน้ำ ขนาด 300 วัตต์

The Demonstration Model of Hydro Power Plant 300 watts.

ทุนอุดหนุนการวิจัย ประเภททั่วไป มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2556