

บทที่ 3

การออกแบบระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง

ในบทนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดการทำงานของฟังก์ชันการทำงานหลักทั้ง 6 ฟังก์ชัน ที่ได้สรุปมาจากการศึกษาวิธีประหยัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างที่มีประสิทธิภาพหลากหลายวิธี ประกอบด้วย

- 1) ฟังก์ชันการตรวจจับการเคลื่อนไหว (Occupancy Control: OCT)
- 2) ฟังก์ชันการควบคุมการเปิด/ปิดไฟอย่างอัตโนมัติตามตารางเวลาทำงานที่กำหนดไว้ (Time Scheduling: TSD)
- 3) ฟังก์ชันการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างภายนอก (Daylight Control: DCT)
- 4) ฟังก์ชันการใช้แสงสว่างเฉพาะจุดหรือเฉพาะบริเวณที่มีผู้ใช้งาน (Task Control: TCT)
- 5) ฟังก์ชันการควบคุมความสว่างของหลอดไฟด้วยผู้ใช้ไฟเอง (Personal Control: PCT)
- 6) ฟังก์ชันการควบคุมการใช้พลังงานโดยรวมทั้งระบบจากปริมาณค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Variable Power Shedding: VPS)

จากนั้นจะกล่าวถึงวิธีออกแบบระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง โดยการนำฟังก์ชันทั้ง 6 ฟังก์ชันมาทำงานร่วมกันให้มากที่สุดเป็นระบบเดียว ที่มีการพิจารณาถึงทางด้านสถานที่ สภาพแวดล้อม กิจกรรมที่ใช้ในบริเวณนั้น และอุปกรณ์ที่ใช้ให้มีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสม ทั้งในด้านการประหยัดพลังงาน การทำงาน ค่าใช้จ่าย และการใช้งานอุปกรณ์เหล่านั้น นอกจากนี้ยังกล่าวถึงระบบที่ใช้ในการควบคุมที่ประกอบด้วย 2 ระบบ คือ ระบบควบคุมด้วยวิธีเปิด/ปิดหลอดไฟไม่สามารถปรับระดับแสงสว่างได้ (Switching Control: SCS) และระบบที่สามารถปรับปริมาณแสงสว่างของหลอดไฟได้ (Dimming Control: DCS) รวมถึงส่วนประกอบหลักในระบบทั้งสอง ได้แก่ Hardware และ Software

3.1 ฟังก์ชันหลักในการจัดการพลังงานที่ใช้ในระบบแสงสว่าง

ฟังก์ชันการทำงานที่ได้สรุปออกมานั้น ได้มีการพัฒนา ศึกษาและวิเคราะห์เพื่อให้ฟังก์ชันการทำงานแตกต่างไปจากเดิมที่มีอยู่ นอกจากนั้นยังสามารถนำไปใช้งานได้ง่ายและสะดวกขึ้น โดยมีการคำนึง

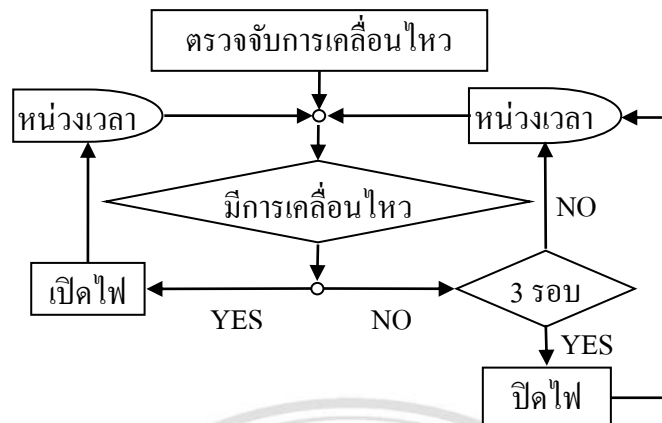
ถึงความเหมาะสมกับสถานที่และบริเวณที่นำไปใช้งาน การเลือกใช้อุปกรณ์ และสามารถประยุกต์ใช้งานได้จริง ฟังก์ชันแต่ละฟังก์ชันจะมีวิธีการหรือปัจจัยในการทำงานที่แตกต่างกันไป โดยทั้ง 6 ฟังก์ชันมีหลักการทำงาน ดังนี้

1) ฟังก์ชันการควบคุมการใช้พลังงานแสงสว่างจากการตรวจจับการเคลื่อนไหว (OCT)

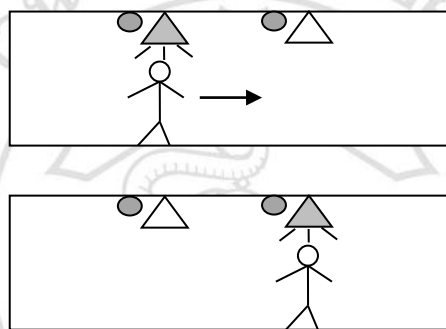
เป็นวิธีการควบคุมการใช้แสงสว่างแบบอัตโนมัติเฉพาะในบริเวณที่มีผู้ใช้ไฟ ผ่านการตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้ใช้ เพื่อลดการใช้พลังงานในช่วงเวลาที่ไม่มีการใช้งานลง โดยในบริเวณพื้นที่เล็กจะใช้เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว เช่น PIR Sensor และ Ultrasonic Sensor เป็นต้น และบริเวณห้องที่กว้างหรือมีความต้องการด้านความปลอดภัยควรใช้กล้องเป็นหลักในการพิจารณาว่าบริเวณนั้นมีผู้ใช้งานอยู่หรือไม่

ในการออกแบบการทำงานของฟังก์ชันนั้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1 เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวได้จะสั่งให้ระบบเปิดไฟอัตโนมัติ ในกรณีที่ไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ระบบมีการหน่วงเวลา (Delay) ไปช่วงเวลาหนึ่งแล้วกลับมาเช็คอีกครั้ง (ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ระยะหน่วงเวลาที่ 90 วินาที) ซึ่งระบบจะมีการตรวจเช็คซ้ำอยู่ 3 รอบ เพื่อแน่ใจว่าไม่มีผู้ใช้งาน จากนั้นจึงจะสั่งให้หลอดไฟปิดลงอัตโนมัติตามเวลาที่กำหนดหรือปิดลงในช่วงเวลา 4.5 นาที (จำนวนรอบขึ้นตามความต้องการของผู้เขียนโปรแกรม)

เช่น ทำการติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวที่หลอดไฟแต่ละดวงในบริเวณทางเดิน เมื่อเซนเซอร์ตัวที่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้จะทำการสั่งเปิดหลอดไฟบริเวณที่เซนเซอร์นั้นควบคุมอยู่ จากนั้นเซนเซอร์ในบริเวณถัดไปเมื่อตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ก็จะสั่งเปิดหลอดไฟในบริเวณถัดไป จากนั้นหลอดไฟจะถูกปิดลงเมื่อไม่สามารถตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ตามกำหนดเวลา วิธีการนี้จะเป็นที่รู้จักกันในชื่อวิธีการ Motion tracking ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 ขั้นตอนการควบคุมด้วยฟังก์ชันการตรวจจับการเคลื่อนไหวก่อน

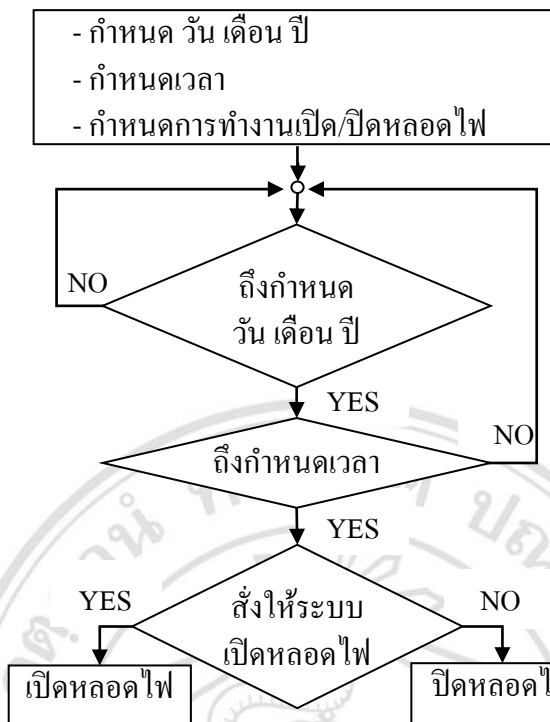


รูปที่ 3.2 วิธีควบคุมการใช้พลังงานแสงสว่างจากการตรวจจับการเคลื่อนไหวก่อนเป็นจุดๆ

- 2) ฟังก์ชันการควบคุมการเปิด/ปิดไฟอย่างอัตโนมัติตามตารางเวลาทำงานที่กำหนดไว้ (TSD)

ฟังก์ชันการทำงานนี้จะเน้นเรื่องการควบคุมผ่านช่วงเวลาเป็นสำคัญ จึงเหมาะสมกับบริเวณที่มีเวลาการใช้งานที่แน่นอน โดยระบบจะมีการควบคุมการเปิด/ปิดหลอดไฟอย่างอัตโนมัติเมื่อถึงช่วงเวลาที่ได้กำหนดไว้ให้กับระบบ ซึ่งสามารถแสดงการออกแบบการทำงานของฟังก์ชันนี้ได้ดังรูปที่ 3.3

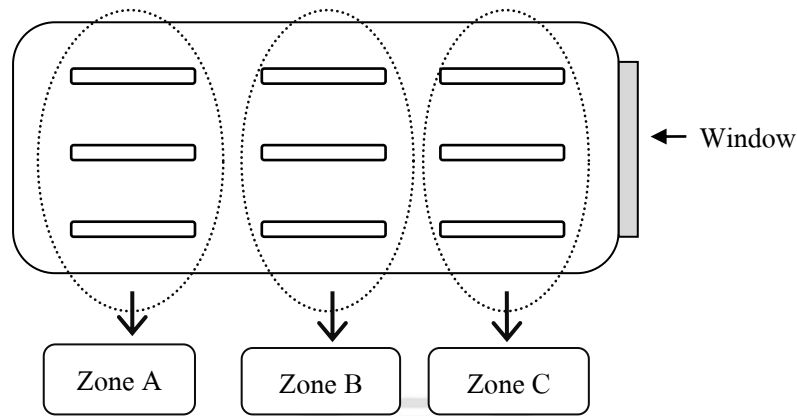
เช่น การนำไปใช้ในห้องเรียนหรือสถานที่ทำงาน ซึ่งจะมีตารางเรียนที่แน่นอนโดยตั้งเวลาเปิดตามการเริ่มคาบเรียนและปิดเมื่อหมดคาบเรียน ระบบจะเปิด/ปิดหลอดไฟอัตโนมัติตามที่ได้กำหนดเวลาไว้



รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการควบคุมด้วยฟังก์ชันการควบคุมการเปิด/ปิดไฟอย่างอัตโนมัติ
ตามตารางเวลาทำงานที่กำหนดไว้

3) ฟังก์ชันการควบคุมแสงสว่างด้วยการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างภายนอก (DCT)

เป็นวิธีการควบคุมปริมาณแสงสว่างภายในห้องอย่างอัตโนมัติจากการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างภายนอกให้ได้มากที่สุด เพื่อลดการสิ้นเปลืองพลังงานแสงสว่างที่ไม่จำเป็นจากหลอดไฟลง ซึ่งสามารถควบคุมแสงภายในห้องจากค่าแสงสว่างโดยเฉลี่ยของห้องทั้งหมด หรือโดยการแบ่งห้องตามระยะห่างจากหน้าต่างดังแสดงในรูปที่ 3.4 โดยในบริเวณที่ห่างจากหน้าต่างมากจะต้องการปริมาณแสงจากหลอดไฟมาก และบริเวณที่ใกล้หน้าต่างจะได้รับแสงจากภายนอกมากจึงลดปริมาณแสงจากหลอดไฟลง โดยแต่ละส่วนของห้องต้องมีปริมาณแสงที่เพียงพอตามมาตรฐานการส่องสว่างสำหรับพื้นที่และกิจกรรมต่าง ๆ ภายในอาคาร (ตารางที่ 2.1) แต่วิธีการนี้จะไม่สามารถใช้ได้กับห้องที่บหรือเป็นห้องที่ปิดได้



รูปที่ 3.4 การออกแบบพื้นที่การใช้งานออกเป็นสามบริเวณตามระยะห่างจากหน้าต่าง

ในการออกแบบการทำงานของฟังก์ชันนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.5 โดยทำการวัดค่าแสงสว่างภายในห้องขณะนั้น ($Lux_{measure}$) จากนั้นหาค่าปริมาณแสงสว่างที่หลอดไฟสามารถส่องสว่างต่อพื้นที่ใช้งาน (Lux_{lamp}) ด้วยวิธีทูเมนต์แบบ Zonal Cavity Method จากหลอดไฟที่ได้ติดตั้งอยู่ภายในบริเวณนั้น ตามสมการที่ 3.1 เพื่อหาปริมาณแสงที่มาจากรธรรมชาติ ($Lux_{natural}$) ในกรณีที่ภายในห้องมีการเปิดไฟอยู่ตามสมการที่ 3.2

$$Lux_{lamp} = [N(CU \times LLD \times LDD)(Lumen \times m)] / A \quad (3.1)$$

$$Lux_{natural} = Lux_{measure} - Lux_{lamp} \quad (3.2)$$

โดย

CU หาค่าสัมประสิทธิ์การใช้ประโยชน์ ($CU = 0.6$)

LLD หาค่าความเสื่อมของหลอดไฟ ($LLD = 0.8$)

LDD หาค่าความเสื่อมจากความสกปรกของดวงโคม ($LDD = 0.8$)

$Lumen$ ค่าปริมาณแสงจากหลอดไฟ (lm)

m จำนวนหลอดไฟต่อโคม

A พื้นที่ของห้องที่ออกแบบ (m^2)

จากนั้นระบบจะทำการเช็คค่าแสงจากรธรรมชาติในขณะนั้นมีปริมาณเพียงพอต่อปริมาณแสงตามมาตรฐานตารางที่ 2.1 (Lux_{std}) หรือไม่ โดยจะมีเงื่อนไขอยู่ 2 กรณี ได้แก่

กรณีที่ 1 เมื่อแสงจากรธรรมชาติเพียงพอหรือแสงมีค่ามากกว่าค่ามาตรฐาน (Lux_{std}) ระบบจะสั่งปิดหลอดไฟลง

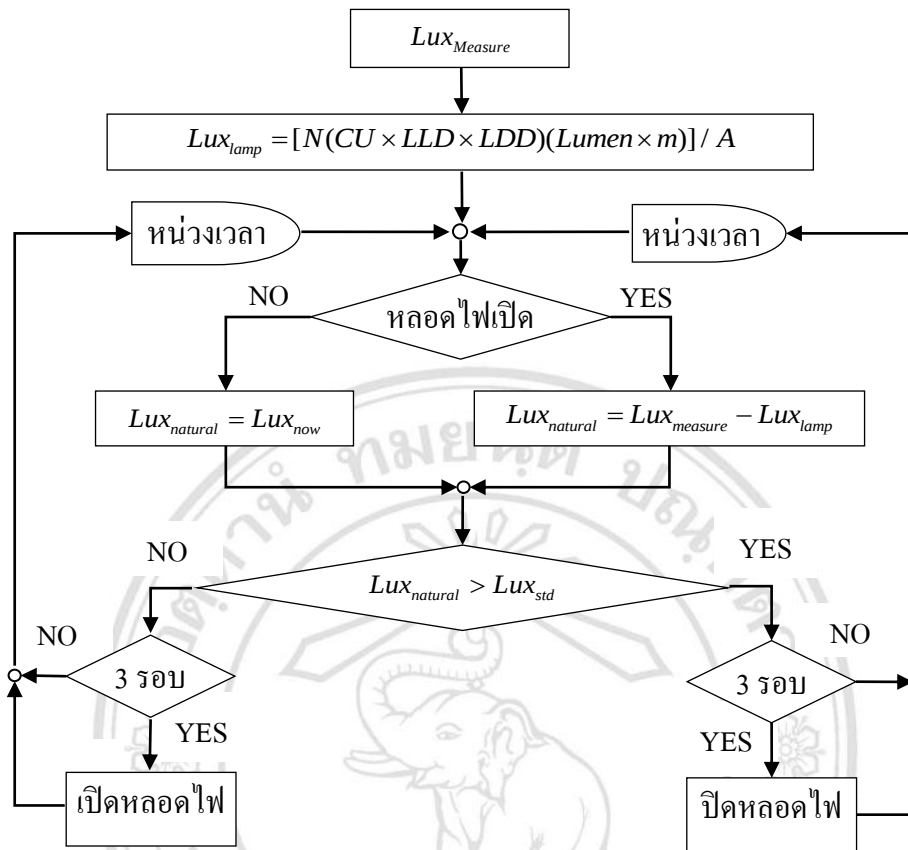
กรณีที่ 2 เมื่อแสงไม่เพียงพอหรือแสงมีค่าน้อยกว่าค่ามาตรฐาน ระบบจะมีการสั่งเปิดหลอดไฟขึ้น

โดยระบบจะมีการเว้นช่วงเวลาในการตรวจวัดและมีการตรวจเช็คซ้ำจำนวน 3 รอบ เพื่อให้แน่ใจในค่าปริมาณแสงสว่างที่วัดได้เพียงพอหรือไม่

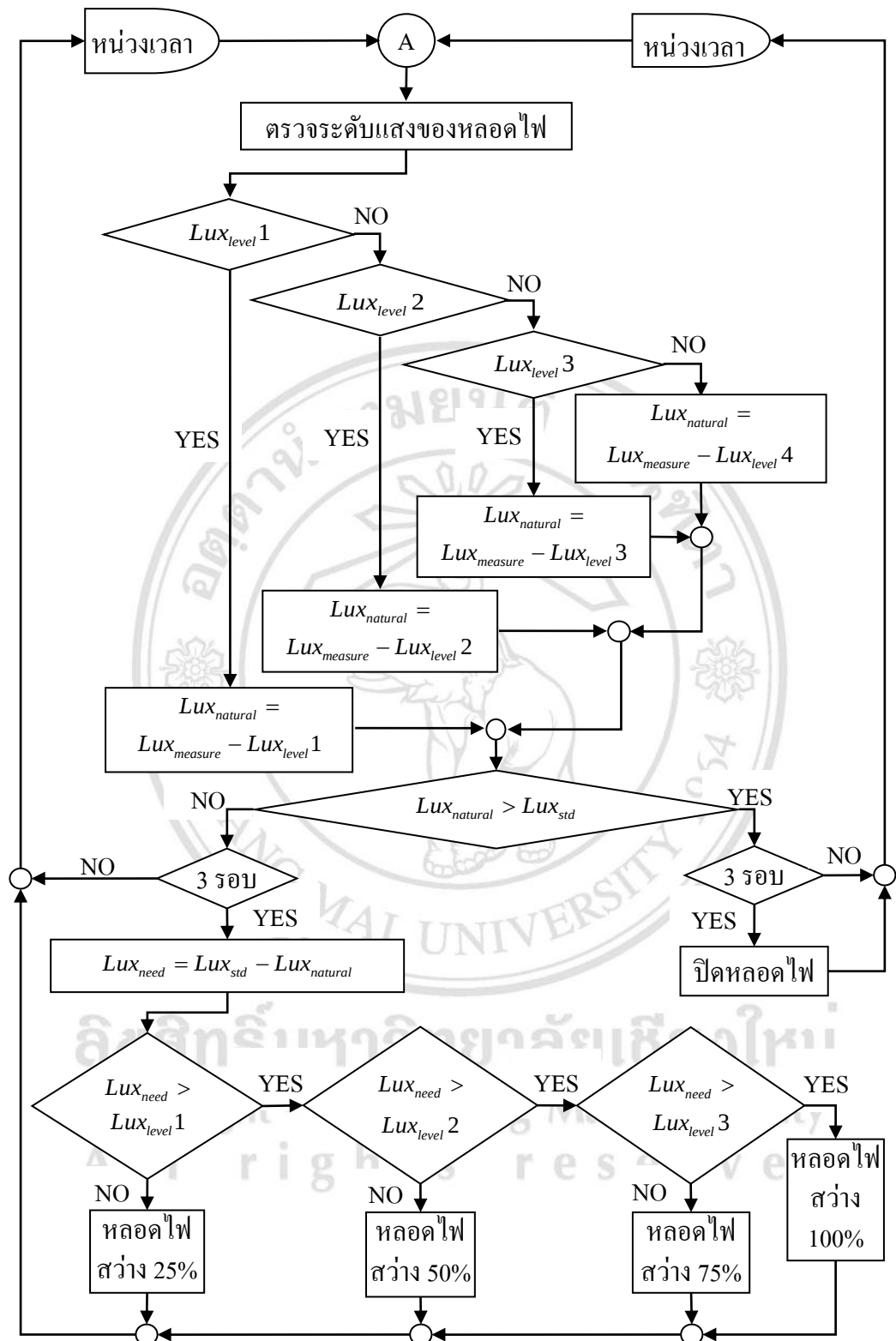
นอกจากนั้นในกรณีที่ระบบสามารถปรับระดับแสงสว่างได้จะต้องมีการตรวจเช็คว่าการเปิดหลอดไฟในระดับแสงเท่าใด ซึ่งสามารถปรับระดับแสงได้ 4 ระดับประกอบด้วย $Lux_{level\ 1}$, $Lux_{level\ 2}$, $Lux_{level\ 3}$ และ $Lux_{level\ 4}$ ที่แทนค่าปริมาณแสงสว่าง 25%, 50%, 75% และ 100% ของแสงสว่างจากหลอดไฟตามลำดับ โดยระดับแสงสว่างจะขึ้นอยู่กับปริมาณแสงที่ต้องการเพิ่มขณะนั้น (Lux_{need}) เพื่อให้บริเวณนั้นมีแสงเพียงพอ จะเห็นว่าวิธีการนี้จะช่วยลดการใช้แสงสว่างจากหลอดไฟที่มากเกินไปจนความจำเป็น ซึ่งส่งผลถึงการลดการใช้พลังงานจากหลอดไฟลงด้วยเช่นกัน ซึ่งมีการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3.6

เช่น ห้องทำงานตามมาตรฐานต้องมีปริมาณแสงสว่างที่เพียงพอ 500 lux หลอดไฟเฉพาะในส่วนที่แสงสว่างมีค่าไม่ถึงค่ามาตรฐานจะเพิ่มปริมาณแสงสว่างจนบริเวณนั้นมีแสงเพียงพอตามมาตรฐาน ส่วนบริเวณที่มีแสงเพียงพอแล้วหลอดไฟจะปิดหรือหยุดการเพิ่มแสงสว่างเมื่อบริเวณนั้นมีค่าแสงสว่างถึงปริมาณที่ต้องการ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved



รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการควบคุมด้วยฟังก์ชันการควบคุมแสงสว่างด้วยการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างภายนอกกรณีที่ระบบไม่สามารถปรับระดับแสงสว่างได้



รูปที่ 3.6 ขั้นตอนการควบคุมด้วยฟังก์ชันการควบคุมแสงสว่างด้วยการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างภายนอกกรณีที่ระบบสามารถปรับระดับแสงสว่างได้

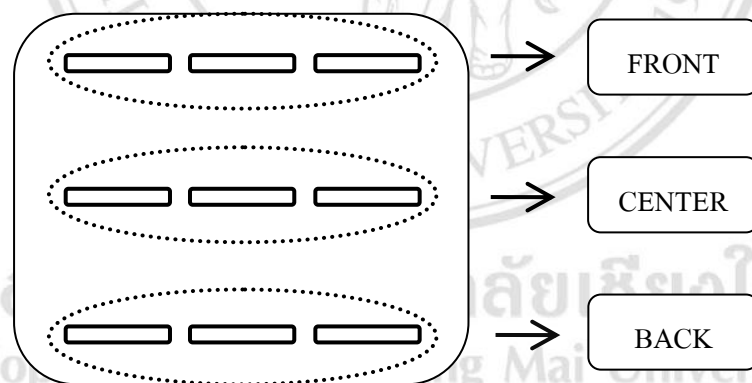
4) ฟังก์ชันการใช้แสงสว่างเฉพาะจุดหรือเฉพาะบริเวณที่มีผู้ใช้งาน (TCT)

เป็นการควบคุมการให้แสงสว่างในอาคารตามจุดต่าง ๆ ที่ต้องการแสงสว่างเฉพาะเวลาที่มีการใช้งาน เช่น บริเวณโต๊ะทำงาน บอร์ดประกาศข้อมูล อ่างล้างมือ ฯลฯ หรือการแบ่งการควบคุมการเปิด/ปิดไฟภายในห้องเป็นส่วนตามการใช้งานหรือกิจกรรมของบริเวณห้องนั้น ดังตัวอย่างในรูปที่ 3.7 ที่เป็นการแบ่งห้องออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนหน้า กลาง และหลัง โดยหลอดไฟจะเปิดออกเฉพาะบริเวณที่มีผู้ใช้งาน

5) ฟังก์ชันการควบคุมความสว่างของหลอดไฟด้วยผู้ใช้ไฟเอง (PCT)

ซึ่งฟังก์ชันการทำงานนี้ผู้ใช้สามารถควบคุมการเปิด/ปิดหรือปรับปริมาณแสงสว่างไม่ว่าภายในอาคารตามความต้องการของผู้ใช้ผ่านทางโปรแกรมควบคุมแสงสว่าง เพื่อลดการใช้พลังงานแสงสว่างในส่วนไม่จำเป็น อีกทั้งยังช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้มากขึ้น โดยวิธีการนี้จะเหมาะสมที่จะนำไปใช้กับอาคารที่มีใหญ่

เช่น การสั่งเปิด/ปิดหลอดไฟในบริเวณส่วนต่างๆภายในอาคารที่ต้องการใช้แสงสว่างเป็นกรณีพิเศษได้ตามความต้องการผู้ใช้ผ่านทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.7 การออกแบบพื้นที่การใช้งานออกเป็นสามบริเวณตามการใช้งาน

- 6) ฟังก์ชันการควบคุมการใช้พลังงานโดยรวมทั้งระบบจากปริมาณค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (VPS)

ฟังก์ชันนี้จะมีการคำนวณค่าการใช้กำลังไฟฟ้าสูงสุดเพื่อจะใช้เป็นค่าขีดจำกัดการใช้พลังงานของอาคารนั้น (P_{max}) เมื่อมีการใช้กำลังไฟฟ้าในระบบ (P_{use}) ถึงค่าที่กำหนดไว้ โดยฟังก์ชันนี้มีวิธีการทำงาน 2 รูปแบบดังนี้

รูปแบบที่ 1 เป็นการพิจารณาจากการใช้กำลังไฟฟ้าของระบบโดยรวม ซึ่งเหมาะกับการใช้ในอาคารพาณิชย์หรืออาคารขนาดใหญ่ โดยรูปที่ 3.8 แสดงวิธีการทำงานของฟังก์ชันซึ่งมีรายละเอียดวิธีการพิจารณา ดังนี้

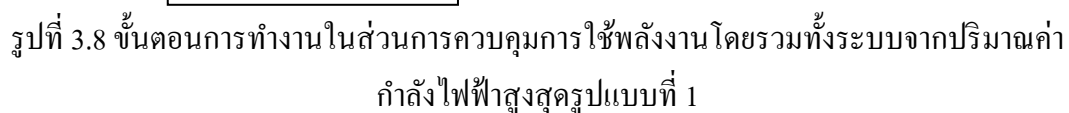
- 1) แบ่งกลุ่มบริเวณต่าง ๆ เป็นบริเวณที่สามารถควบคุมการใช้พลังงานได้หรือมีความสำคัญน้อย เพื่อให้ระบบสามารถควบคุมการเปิด/ปิดหลอดไฟแบบอัตโนมัติ ส่วนบริเวณที่ไม่สามารถควบคุมได้หรือมีความสำคัญมากจะทำการแจ้งเตือนเพื่อให้ผู้ใช้ลดการใช้พลังงานในบริเวณนั้นลง
- 2) จัดลำดับความสำคัญให้บริเวณที่สามารถควบคุมการใช้พลังงานแสงสว่างได้จากน้อยไปมาก โดยขึ้นอยู่กับผู้ใช้งาน
- 3) ทำการหาข้อมูลของค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 24 ชั่วโมง ($\bar{P}_{24hr}$)
- 4) คำนวณค่าตัวประกอบโหลดที่เหมาะสมกับช่วงเวลาการทำงานของแต่ละสถานที่ (T) ได้จากสมการที่ 3.3

$$LF = (80 / 24) \times T \quad (3.3)$$

- 5) ตั้งค่าขีดจำกัดการใช้กำลังไฟฟ้าหรือค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (P_{max}) จากค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 วัน และค่าตัวประกอบโหลดที่เหมาะสม (LF) โดยคำนวณค่าขีดจำกัดการใช้พลังงานหรือค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดของระบบจากสมการที่ 3.4

$$P_{max} = \bar{P}_{24hr} / LF \quad (3.4)$$

ดังนั้นเมื่อมีการใช้กำลังไฟฟ้าถึงค่า P_{max} ที่กำหนด จะมีการตัดการใช้แสงสว่างในส่วนที่มีความสำคัญน้อยที่สุดออกก่อนอย่างอัตโนมัติหรือระบบจะส่งสัญญาณแจ้งเตือนเพื่อให้ทำการลดการใช้แสงสว่างลง



รูปแบบที่ 2 เป็นการกำหนดค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด ($P_{\max}$) เพื่อจำกัดการใช้พลังงานในช่วงเวลาที่ไม่สำคัญ เช่น ช่วงเวลาพักกลางวันหรือช่วงเวลานอนหลับ โดยจะจำกัดให้ระบบแสงสว่างสามารถใช้กำลังไฟฟ้าได้ก็ต่อเมื่อเซ็นเซอร์ของกำลังไฟฟ้าที่ติดตั้งจริงทั้งหมดในบริเวณนั้น (P_{install}) วิธีนี้สามารถใช้ได้ในบริเวณต่าง ๆ ภายในอาคารตามการใช้งานของบริเวณนั้น ๆ โดยรูปที่ 3.9 แสดงวิธีการทำงานของฟังก์ชันซึ่งมีรายละเอียดวิธีการพิจารณาดังนี้ ดังนี้

- 1) กำหนดกำลังไฟฟ้าของหลอดไฟรวมบัลลาสต์ของแต่ละประเภท ($P_{\text{lamp}(i)}$) โดยกำหนดให้ i แทนประเภทของหลอดไฟ ($i = 1, 2, 3, \dots$)
- 2) กำหนดค่ากำลังไฟฟ้าที่ติดตั้งจริงทั้งหมดในบริเวณนั้น (P_{install}) ตามสมการที่ 3.5

$$P_{\text{install}} = \sum_1^i (P_{\text{lamp}(i)} \times n) \quad (3.5)$$

โดย

$P_{\text{lamp}(i)}$ กำลังไฟฟ้าของหลอดไฟรวมบัลลาสต์ประเภท i (Watt)
 i ประเภทของหลอดไฟ
 n จำนวนหลอดไฟประเภท i

- 3) ตั้งค่าขีดจำกัดการใช้กำลังไฟฟ้าหรือค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด ($P_{\max}$) ตามสมการที่ 3.6

$$P_{\max} = P_{\text{install}} \times N \quad (3.6)$$

โดย

$P_{\max}$ ขีดจำกัดการใช้กำลังไฟฟ้า (Watt)
 N ความสามารถในการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง (%)

จากนั้นเมื่อระบบมีการใช้กำลังไฟฟ้าเกินที่ตั้งไว้จะมีการตัดการใช้แสงสว่างในส่วนที่มีความสำคัญน้อยที่สุดออกก่อนอย่างอัตโนมัติหรือทำการแจ้งเตือนให้มีการปิดหลอดไฟลง รวมถึงแนะนำจำนวนหลอดไฟแต่ละประเภทที่ควรปิด ซึ่งคำนวณจากสมการที่ 3.7 และ 3.8

(3.7)

(3.8)

$No.Lamp_{off(i)}$ จำนวนหลอดไฟประเภท i ที่ควรปิด (ดวง)

P_{exceed} กำลังไฟฟ้าที่เกินขีดจำกัด (Watt)



กำลังไฟฟ้าสูงสุดรูปแบบที่ 2

ตัวอย่างการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด ($P_{\max}$)

กรณีที่ 1

อาคารหนึ่งมีการทำงานวันละ 7 ชั่วโมง มีค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 วันเท่ากับ 300 kW
คำนวณค่าตัวประกอบโหลดที่เหมาะสมได้ ดังนี้

$$LF = (80 / 24) \times 7 = 23.33\%$$

จะพบว่ามีค่าตัวประกอบโหลดที่เหมาะสมเป็น 23.33% นำค่าที่ได้ไปคำนวณค่าขีดจำกัด
การใช้กำลังไฟฟ้าของอาคารนี้ได้ดังต่อไปนี้

$$P_{\max} = (300 / 23.33) \times 100 = 1,286 \text{ Watt}$$

ดังนั้น ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดใน 24 ชั่วโมงของอาคารนี้ควรตั้งที่ 1,286 kW เมื่อระบบมี
การใช้กำลังไฟฟ้าถึงค่า 1,286 kW ที่ได้กำหนดไว้ระบบจะทำการปิดไฟลงในบริเวณที่
ไม่มีความสำคัญหรือมีความสำคัญน้อยที่สุดแบบอัตโนมัติ หรือทำการแจ้งเตือนให้ผู้
ทำการปิดไฟภายในอาคารลงเพื่อลดการใช้กำลังไฟฟ้าลง

กรณีที่ 2

ทำการกำหนดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาพักกลางวันเวลา 12.00 น.-13.00 น.
ในบริเวณที่มีติดตั้งชุดหลอดไฟรวมบัลลาสต์ขนาด 40 Watt จำนวน 9 ชุด ให้สามารถใช้
พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างได้แค่ 60% โดยสามารถคำนวณค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด
ของระบบที่จะสามารถใช้ได้ ดังนี้

คำนวณจำนวนกำลังไฟฟ้าทั้งหมดในระบบแสงสว่าง

$$P_{\text{install}} = 40 \times 9 = 360 \text{ Watt}$$

คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่สามารถใช้ได้

$$P_{\max} = 0.6 \times 360 = 216 \text{ Watt}$$

ดังนั้น ระบบจะทำการปิดไฟลงอัตโนมัติหรือแจ้งเตือนให้ปิดไฟเมื่อในช่วงเวลาพัก
กลางวันเมื่อมีการใช้ไฟฟ้าถึง 216 Watt

3.2 ประเภทของอาคาร

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอการพัฒนาระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างที่ใช้สำหรับอาคาร 2 ประเภท ประกอบด้วย

3.2.1 อาคารพาณิชย์ (Commercial Buildings)

อาคารประเภทนี้มักมีการใช้แสงสว่างมาก เนื่องจากอาคารมักมีขนาดใหญ่มีผู้อยู่อาศัยหรือใช้งานจำนวนมาก อีกทั้งเน้นการใช้ประโยชน์ในการทำงานเป็นหลัก ด้วยเหตุนี้จึงต้องคำนึงถึงปริมาณแสงสว่างต้องมีมากพอตามมาตรฐานความส่องสว่าง เพื่อให้ไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการทำงาน ผู้ใช้ทำงานได้โดยไม่ต้องทำให้เพ่งสายตามากเกินไป โดยอาคารประเภทนี้จะมีการใช้ประโยชน์ในการประกอบกิจกรรมทางพาณิชย์กรรม ทางการเมือง การศึกษา การศาสนา การสังคม หรือการนันทนาการ เช่น โรงมหรสพ หอประชุม โรงแรม โรงพยาบาล สถานศึกษา หอสมุด ห้างสรรพสินค้า ศูนย์การค้า สถานบริการ รวมถึงอาคารที่ใช้ประโยชน์ในการบริการธุรกิจหรืออุตสาหกรรมขนาดเล็ก และอาคารที่ใช้เป็นสำนักงานหรือที่ทำการต่าง ๆ

3.2.2 บ้านพักอาศัย (Residential Buildings)

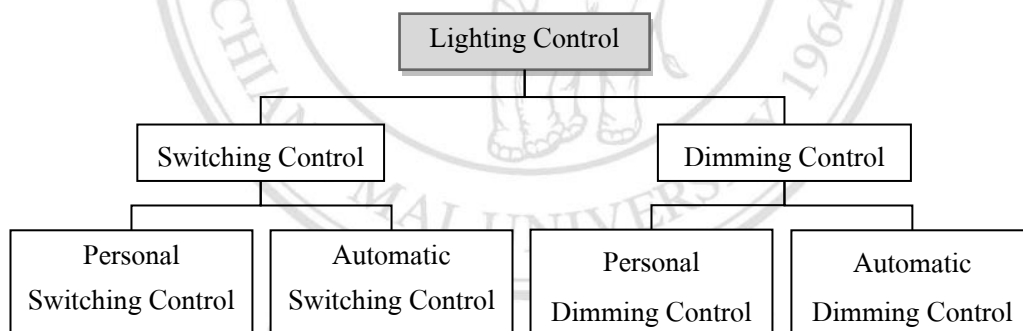
อาคารประเภทนี้ใช้เพื่อพักอาศัยหรือมีการประกอบกิจวัตรประจำวัน เช่น การนอนรับประทานอาหาร อาบน้ำ รวมถึงการพักผ่อน เป็นต้น ซึ่งจะมีการอาศัยทั้งกลางวันและกลางคืน ขนาดอาคารมักมีขนาดเล็กไม่ใหญ่มากนัก อีกทั้งกิจกรรมภายในอาคารต้องการใช้แสงสว่างไม่มาก เนื่องจากเน้นบรรยากาศสบาย สวยงาม หรือต้องการความรู้สึกที่ผ่อนคลายเมื่ออยู่อาศัย แต่บริเวณที่ใช้ทำงานหรือที่ใช้ทำกิจกรรมที่ต้องการความปลอดภัย เช่น ห้องครัวหรือทางบันได จึงควรมีปริมาณแสงสว่างที่มากพอให้มองเห็นได้ชัดเจน นอกจากนี้กิจกรรมภายในอาคารประเภทบ้านพักอาศัยจะมีหลากหลายไม่แน่นอนตามความต้องการหรือกิจวัตรของผู้ใช้แต่ละคน ทำให้การออกแบบต้องมีการคำนึงถึงการใช้งานของผู้ใช้งานอย่างละเอียด

จะเห็นได้ว่าอาคารทั้งสองประเภทมีความแตกต่างด้านการใช้งานหรือกิจกรรมที่ใช้ในอาคารรวมถึงอารมณ์ความรู้สึกของผู้ใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการใช้แสงสว่างในอาคารพาณิชย์ต้องมีแสงที่สว่างชัดเจนเพื่อกระตุ้นให้ผู้ใช้งานมีความรู้สึกตื่นตัวในการทำงาน อีกทั้งกิจกรรมในแต่ละวันจะมีความคล้ายคลึงกันทำให้สามารถควบคุมการใช้พลังงานได้ง่าย ส่วนในบ้านพักอาศัยมักจะต้องคำนึงถึงอารมณ์ของ

ผู้ใช้เป็นหลัก อีกทั้งเน้นในเรื่องความสวยงาม โดยแสงจะต้องไม่สว่างมากเกินไปเพื่อให้รู้สึกผ่อนคลาย นอกจากนี้กิจกรรมที่ทำในแต่ละวันก็จะมีแสงแตกต่างกันมากกว่าตามการใช้งานของคนในบ้าน ทำให้ในการออกแบบระบบต้องมีการคำนึงถึงชนิดของอาคารที่ต้องการติดตั้งระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างด้วยเช่นกัน

3.3 ระบบควบคุมแสงสว่าง (Lighting Control)

การจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างเพื่อช่วยลดการสูญเสียพลังงานโดยไม่จำเป็น สามารถแบ่งระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างออกเป็น 2 รูปแบบ คือ ระบบควบคุมด้วยวิธีเปิด/ปิดหลอดไฟ โดยไม่สามารถปรับระดับปริมาณแสงสว่างของหลอดไฟได้ (Switching Control: SCS) และระบบควบคุมที่สามารถปรับระดับปริมาณแสงสว่างจากหลอดไฟได้ (Dimming Control: DCS) โดยทั้งสองระบบสามารถแบ่งการควบคุมหรือสั่งการได้ทั้งการรับคำสั่งจากผู้ใช้โดยตรง (Personal Control) และสั่งการแบบอัตโนมัติตามโปรแกรมที่ได้โปรแกรมไว้ (Automatic Control) รูปที่ 3.10 แสดงหมวดหมู่ของระบบควบคุมพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างที่แบ่งตามประเภทการควบคุมการทำงาน



รูปที่ 3.10 โครงสร้างระบบควบคุมแสงสว่าง

3.3.1 ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างด้วยวิธีเปิด/ปิดหลอดไฟ โดยไม่สามารถปรับระดับปริมาณแสงสว่างของหลอดไฟได้ (SCS)

ระบบนี้จะสั่งเปิดไฟเมื่อมีผู้ใช้งานและสั่งปิดไฟเมื่อไม่มีผู้ใช้งาน ซึ่งปริมาณแสงในบริเวณนั้นจะได้รับจากหลอดไฟเต็มที่ตามประสิทธิภาพของหลอดไฟ ทำให้สามารถจัดการลดการใช้พลังงานได้จากการลดเวลาในการใช้ หรือลดจำนวนหลอดไฟที่ใช้งาน โดยระบบ SCS สามารถควบคุมหรือสั่งการได้ 2 รูปแบบ คือ

- 1) การควบคุมหรือสั่งการเปิด/ปิดหลอดไฟจากผู้ใช้งานโดยตรง (Personal Switching Control)

หลอดไฟในแต่ละบริเวณจะถูกควบคุมตามความต้องการของผู้ใช้ ผ่านทางวิธีการใช้สวิตช์ควบคุมด้วยมือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เว็บไซต์ โทรศัพท์มือถือ หรือรีโมทควบคุม เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามในงานวิจัยนี้ใช้เพียงการควบคุมผ่านทางโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และ Webpage เท่านั้นเนื่องจากมีความเพียงพอและควบคุมการทำงานกับสถานที่ใช้งาน

- 2) การควบคุมสั่งการเปิด/ปิดหลอดไฟแบบอัตโนมัติ (Automatic Switching Control)

ปริมาณแสงในบริเวณต่าง ๆ ภายในห้องจะถูกเปิด/ปิดแบบอัตโนมัติจากการสั่งการโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีการทำงานร่วมกับอุปกรณ์ตรวจจับต่าง ๆ และวงจรควบคุมการเปิด/ปิดหลอดไฟ (Switching Circuit) ที่จะคอยรับและส่งสัญญาณสื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อนำสัญญาณที่ได้รับทำงานตามการโปรแกรมไว้ ระบบนี้ผู้ใช้งานจะมีความสะดวกสบาย ยิ่งไปกว่านั้นจะสามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงเวลาที่ไม่จำเป็นได้มากขึ้น เช่น กรณีลืมปิดไฟหรือในช่วงเวลาที่แสงสว่างจากภายนอกเพียงพอ เป็นต้น

3.3.2 ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างที่สามารถปรับระดับปริมาณแสงสว่างจากหลอดไฟได้ (DCS)

ระบบนี้จะสามารถปรับลดปริมาณแสงสว่างจากหลอดไฟได้ ทำให้ระบบนี้มีความสามารถควบคุมการใช้พลังงานที่แหล่งกำเนิดจากการลดปริมาณแสงสว่างที่มากเกินไปจนความจำเป็นต่อการใช้งานในบริเวณนั้น ๆ

- 1) การควบคุมหรือสั่งการปรับปริมาณแสงสว่างหลอดไฟจากผู้ใช้งานโดยตรง (Manual Dimming Control)

เนื่องจากระบบสามารถปรับระดับแสงจากหลอดไฟได้จึงต้องมีการทำงานผ่านอุปกรณ์ประเภทอุปกรณ์หรี่ไฟ (Dimmer)

2) การควบคุมสั่งการเปิด/ปิดหลอดไฟแบบอัตโนมัติ (Automatic Dimming Control)

ปริมาณแสงในบริเวณต่าง ๆ ภายในห้องจะทำงานแบบอัตโนมัติซึ่งถูกควบคุมด้วยหลักการเดียวกับระบบ SCS แต่จะใช้ Dimming Circuit ไฟในการควบคุมการทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์แทนและการโปรแกรมที่ซับซ้อนยิ่งขึ้น

ดังนั้นเพื่อให้การจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลจึงต้องเลือกใช้ระบบให้เหมาะสมกับสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้

3.4 โครงสร้างหรือส่วนประกอบของระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง

ระบบจัดการไฟฟ้าแสงสว่างมีการควบคุมผ่านโครงสร้างหลัก 2 ส่วน คือ Hardware และ Software ที่จะร่วมกันควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพและประสิทธิผลในด้านการใช้พลังงานไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตามระบบยังต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพและประสิทธิผลในด้านอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุม โดยประสิทธิภาพจากอุปกรณ์ หมายถึง มีความทนทาน หาซื้อได้ไม่ยากหรือสามารถสร้างขึ้นเองได้ สะดวกต่อการบำรุงรักษา อายุการใช้งานนาน และราคาเหมาะสมหรือกล่าวได้ว่ามีคุณภาพและให้คุ้มค่า ประหยัดด้านต้นทุน ในด้านของประสิทธิผลหมายถึงอุปกรณ์ทำงานได้ถูกต้องตรงตามความต้องการ ราบรื่นไม่ขัดข้อง เก็บข้อมูลได้ครบถ้วน ผู้ใช้พึงพอใจ และช่วยอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้

3.4.1 ส่วน Hardware

ในการออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างต้องมีการพิจารณาถึงจุดประสงค์ของการนำไปใช้งานหรือระบบที่ต้องการควบคุมมีการทำงานอย่างไร เจาะลึกในการทำงานของระบบควบคุมแสงสว่างนั้น รวมถึงจำนวนและรูปแบบ Input/Output ของอุปกรณ์แต่ละตัว จากนั้นพิจารณาลำดับการทำงานของ Input/Output นั้น ในส่วนการเลือกอุปกรณ์ต้องครอบคลุมการทำงาน โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบควบคุม และมีราคาเหมาะสม อีกทั้งเรื่องการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของระบบและการออกแบบรูปแบบของอุปกรณ์

อุปกรณ์หลักที่ประกอบในระบบจัดพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง

1) แหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply)

แหล่งจ่ายไฟฟ้าจะทำหน้าที่ในการจ่ายแรงดันและกระแสให้กับโหลด มีอยู่สองประเภทแหล่งจ่ายไฟที่จ่ายไฟ AC หรือไฟฟ้าตามบ้านเรือนทั่วไป อีกประเภท คือ แหล่งจ่ายไฟ DC ส่วนมากจะใช้เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าสูงให้มีแรงดันต่ำลง เพื่อจ่ายให้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ โดยอุปกรณ์ที่นิยมใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้า DC เช่น แบตเตอรี่ หรือ ใช้ AC/DC Converter แปลงไฟฟ้า AC ให้เป็น DC เป็นต้น ซึ่งในการใช้งานต้องคำนึงถึงกำลังวัตต์ที่เหมาะสมต่อการใช้งาน

2) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับคำสั่ง/สัญญาณ (Input)

จะทำหน้าที่รับคำสั่ง/สัญญาณจากปัจจัยที่มีผลต่อการควบคุมแสงสว่าง เช่น สวิตช์ปุ่มกด สวิตช์ปรับหรี่ เซนเซอร์ชนิดต่าง ๆ (เซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว เซนเซอร์วัดความเข้มแสง ฯลฯ) จอ Touch Screen รีโมท และ Webpage เป็นต้น

3) ไมโครโปรเซสเซอร์

ทำหน้าที่รับและจัดเก็บคำสั่งเปิด/ปิดและปรับหรี่แสงสว่างจากผู้ใช้เพื่อนำไปประมวลผลอย่างรวดเร็ว รวมถึงบันทึกข้อมูลจากมิเตอร์ไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตาม ขนาดกระแสสัญญาณจะมีค่าไม่สูงมากทำให้ไม่เหมาะที่จะนำไปควบคุมโหลดโดยตรง ทำให้ต้องส่งคำสั่งผ่านไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เมื่อต้องการควบคุมโหลด

4) ไมโครคอนโทรลเลอร์

สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติตามโปรแกรมหรือชุดคำสั่งที่ได้โปรแกรมไว้ ไอซีภายในไมโครคอนโทรลเลอร์จะรวมเอาหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำพอร์ต Input/Output ไว้ตัวเดียวกัน และที่สำคัญสามารถขับกระแสได้สูงทำให้เหมาะสมกับการนำไปเป็นอุปกรณ์ควบคุม โดยการส่งสัญญาณออกไปสั่งการผ่านวงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์ที่เชื่อมต่ออยู่กับโหลด

5) วงจรไฟฟ้าอิเล็กทรอนิกส์

เป็นสิ่งที่ทำหน้าที่ควบคุมระบบการไหลของกระแสไฟฟ้าที่จะเชื่อมต่อไปยังโหลดหรือหลอดไฟ ตามคำสั่งที่ได้รับจากไมโครคอนโทรเลอร์มีอยู่ 2 ชนิด ประกอบด้วย

5.1) Switching Circuit

ใช้สำหรับควบคุมให้หลอดไฟเปิด/ปิดผ่านรีเลย์

5.2) Dimming Circuit

ใช้สำหรับควบคุมให้หลอดไฟเปิด/ปิดหรือปรับปริมาณแสงสว่างได้ด้วย สัญญาณ PWM ผ่านมอสเฟต (MOFET)

3.4.2 ส่วนโปรแกรม (Software)

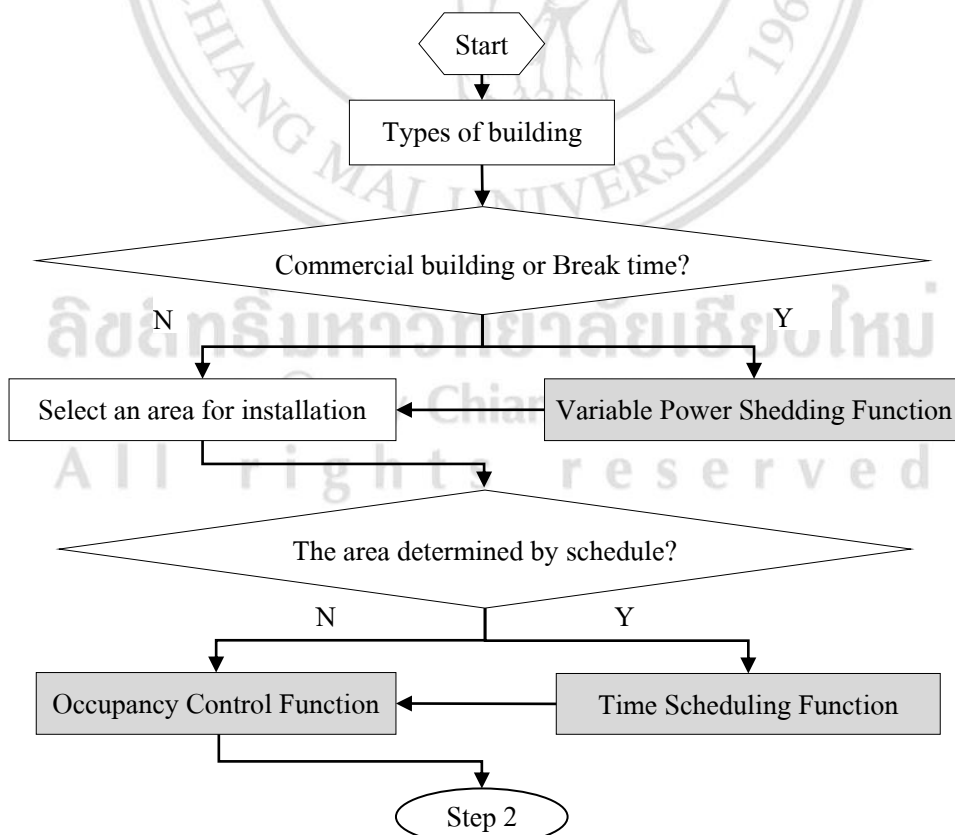
เป็นส่วนที่มีการโปรแกรมไว้เพื่อควบคุมอุปกรณ์ให้ทำงานตามคำสั่งที่ได้โปรแกรมไว้เท่านั้น หรือเป็นสื่อกลางที่ใช้สำหรับการสื่อสารกับไมโครคอนโทรเลอร์และไมโครโปรเซสเซอร์ผ่านภาษาคอมพิวเตอร์ เช่น ภาษา C, ภาษา C++, ภาษา Java, ภาษา Basic, ภาษา HTML เป็นต้น

3.5 การพัฒนาระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างจาก 6 ฟังก์ชันการทำงาน

จากฟังก์ชันการทำงานทั้ง 6 ฟังก์ชันที่ได้นำเอาแนวคิดจากที่ต่างๆมาปรับปรุง ผสมผสานและประยุกต์ใช้ให้ 6 ฟังก์ชันทำงานร่วมกันเป็นระบบเดียวให้ได้มากที่สุด เพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มขึ้นและมีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากที่สุด โดยการเลือกใช้ฟังก์ชันการทำงานรวมถึงอุปกรณ์จะพิจารณาตามความเหมาะสมด้านสถานที่ กิจกรรมการทำงาน การติดตั้ง ราคา ความพึงพอใจ และทำงานร่วมกันได้ของอุปกรณ์ที่ใช้เพื่อไม่ให้ระบบซับซ้อนและควบคุมยากจากการใช้อุปกรณ์เกินความจำเป็น เพราะแต่ละสถานที่/บริเวณมักจะมีสภาพแวดล้อมและการใช้งานที่แตกต่างกัน ทำให้บางสถานที่อาจไม่จำเป็นต้องใช้ฟังก์ชันบางฟังก์ชัน อีกทั้งบางฟังก์ชันมีข้อจำกัดในการทำงานที่ต้องนำมาพิจารณา เช่น ฟังก์ชันการทำงานในการใช้ประโยชน์จากแสงสว่างภายนอกที่ไม่สามารถใช้ในห้องปิดได้ เป็นต้น

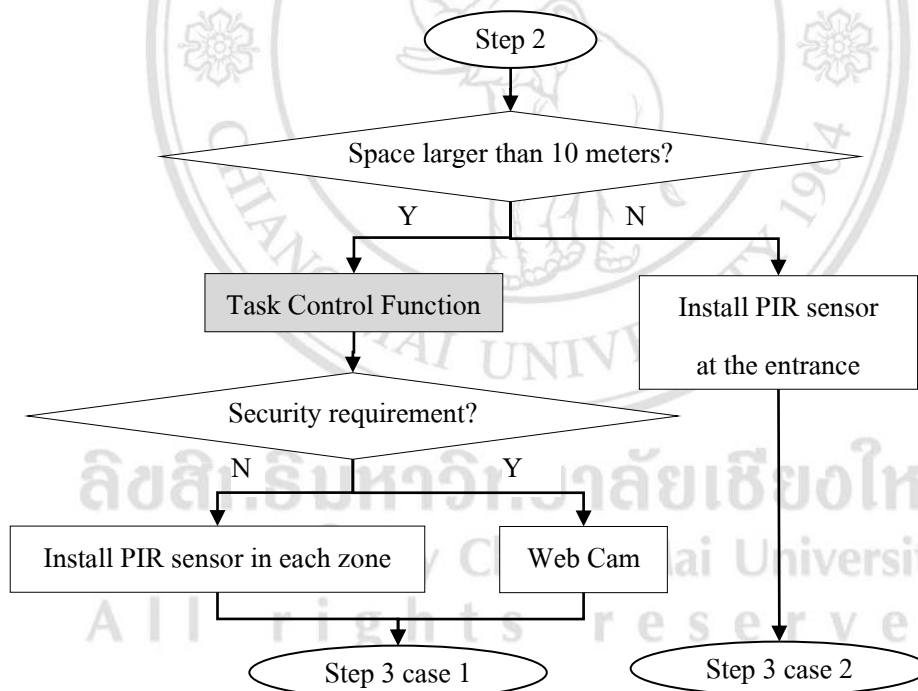
ขั้นตอนการตัดสินใจเลือกฟังก์ชันการทำงานให้เหมาะสมกับแต่ละสถานที่และบริเวณ เพื่อให้ระบบที่ได้ทำงานร่วมกันเป็นระบบเดียวด้วยหลากหลายฟังก์ชันการทำงานที่เหมาะสมให้ได้มากที่สุด มีวิธีการพิจารณาที่แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนแรกของการพิจารณาดังแสดงในรูปที่ 3.11 โดยจะเริ่มจากการพิจารณาถึงชนิดของอาคารที่ต้องการติดตั้งระบบ โดยในกรณีที่เป็นอาคารประเภทธุรกิจหรืออาคารพาณิชย์จะเหมาะสมกับการใช้ฟังก์ชัน VPS เนื่องจากเป็นอาคารมีขนาดใหญ่มีบริเวณหรือห้องจำนวนมาก อีกทั้งจำนวนโหลดที่ใช้ก็มีจำนวนมากเช่นกัน หรือบริเวณที่พิจารณามีช่วงเวลาพักโดยจะนำฟังก์ชันนี้มากำหนดปริมาณพลังงานไฟฟ้าสูงสุดให้ช่วงเวลาพักให้สามารถใช้ไฟฟ้าได้เพียงบางส่วนเท่านั้น (คิดจากเปอร์เซ็นต์จากกำลังไฟฟ้าติดตั้งทั้งหมด) จากนั้นจะทำการเลือกห้องหรือบริเวณจากแบ่งสัดส่วนภายในอาคารที่ต้องการทำการติดตั้ง เมื่อเลือกบริเวณได้แล้วจะพิจารณาต่อว่าบริเวณนั้นมีตารางเวลาการใช้งานที่แน่นอนหรือไม่ ถ้าไม่มีการใช้งานที่แน่นอนจะใช้ฟังก์ชัน OCT ในกรณีที่มีการใช้งานห้องตามตารางจะเลือกใช้ฟังก์ชัน TSD เพื่อกำหนดให้มีการเปิด/ปิดไฟแบบอัตโนมัติ แต่อย่างไรก็ตามฟังก์ชันนี้จะใช้การตรวจเช็คการเคลื่อนไหวจากฟังก์ชัน OCT มาตรวจเช็คอีกครั้งในกรณีที่ระบบสั่งเปิดไฟแต่ไม่มีการใช้งานในช่วงเวลาที่กำหนด



รูปที่ 3.11 ขั้นตอนที่ 1 ในการพิจารณาเลือกฟังก์ชันการทำงาน

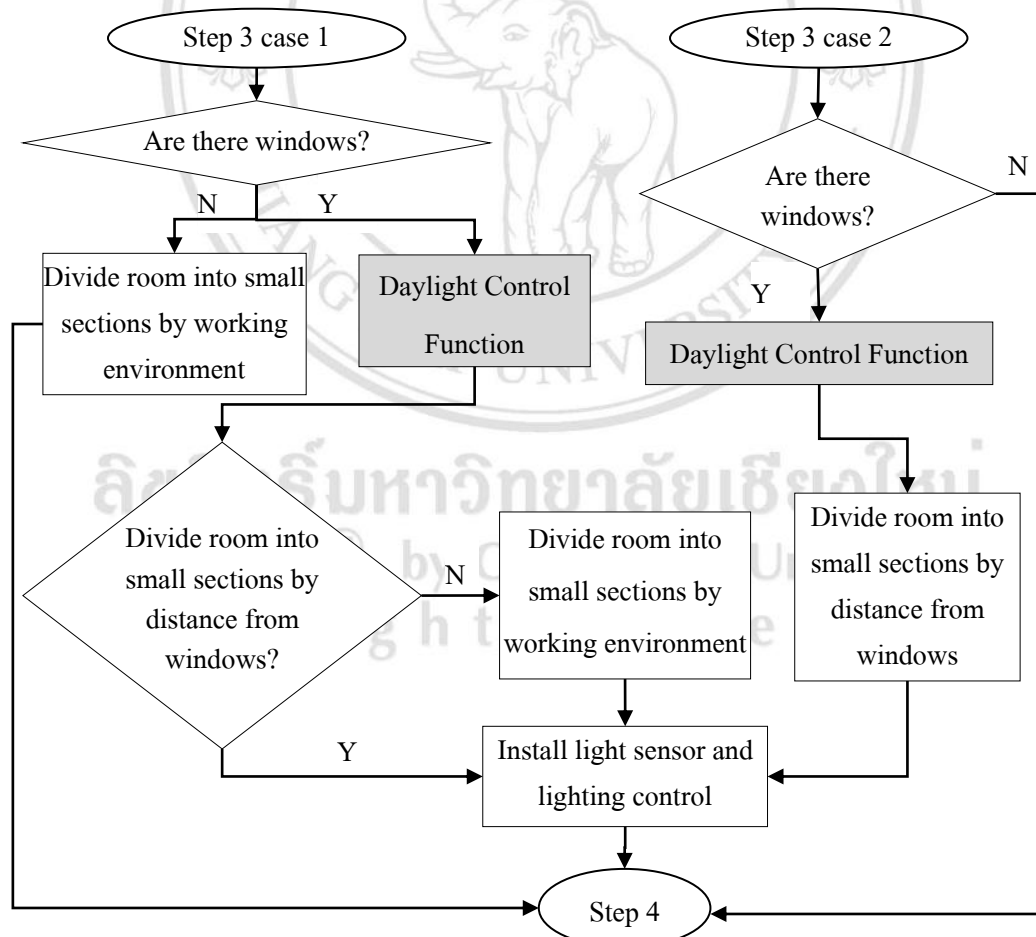
ในขั้นตอนที่ 2 นี้จะพิจารณาพื้นที่ว่ามีขนาดใหญ่เกิน 10 เมตรหรือไม่ (โดยระยะที่กำหนดจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการตรวจจับการเคลื่อนไหวได้ของเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว) ในกรณีที่บริเวณที่พิจารณามีขนาดใหญ่ควรแบ่งห้องเป็นส่วนตามการใช้งาน หรือในอีกกรณีคือบริเวณนั้นมีจุดที่มีการใช้งานเฉพาะหรือไม่ ถ้ามีบริเวณนั้นจะเหมาะสมในการเลือกใช้ฟังก์ชัน TCT จากนั้นจะพิจารณาถึงอุปกรณ์ที่จะมาตรวจจับการเคลื่อนไหว ถ้าเป็นบริเวณพื้นที่กว้างซึ่งต้องการความปลอดภัยจากการติดตั้งกล้องวงจรปิดให้เลือกใช้ประโยชน์จากกล้องวงจรปิดมาตรวจจับการเคลื่อนไหว แต่ถ้าไม่ต้องการเน้นในเรื่องความปลอดภัยให้เลือกใช้การตรวจจับการเคลื่อนไหวผ่านเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว โดยใช้วิธีการแบ่งบริเวณเป็นส่วนต่าง ๆ เพื่อติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว ซึ่งต้องพิจารณาระยะที่เซนเซอร์ทำงานได้ด้วย ในส่วนกรณีที่ 2 ห้องมีขนาดไม่กว้างมากนักให้ใช้วิธีติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหวบริเวณทางเข้าหรือประตู เพื่อตรวจจับการใช้งานของผู้ใช้งานที่เดินผ่านทางเข้าหรือประตูนั้น ๆ ทำให้ไม่ต้องใช้อุปกรณ์ตรวจจับจำนวนมากซึ่งส่งผลให้ระบบไม่ซับซ้อนง่ายต่อการควบคุมอีกด้วย โดยขั้นตอนการพิจารณาได้แสดงในรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ขั้นตอนที่ 2 ในการพิจารณาเลือกฟังก์ชันการทำงาน

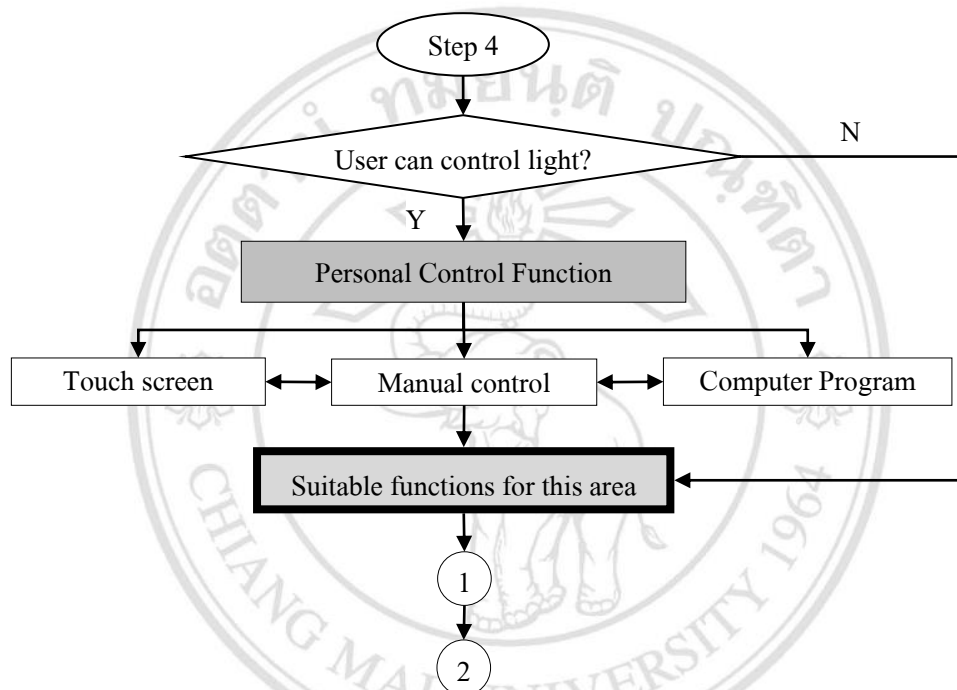
ในขั้นตอนถัดมาดังแสดงในรูปที่ 3.13 ซึ่งเป็นขั้นตอนที่ 3 โดยจะแยกเป็น 2 กรณีตามขนาดพื้นที่ที่พิจารณา คือ กรณีแรกเป็นพื้นที่กว้าง และกรณีที่ 2 คือ พื้นที่แคบ เริ่มต้นจากการสำรวจสภาพแวดล้อมห้องว่ามีหน้าต่างหรือไม่ ถ้าบริเวณนั้นมีหน้าต่าง แสดงได้ว่าสามารถใช้ประโยชน์จากแสงภายนอกได้ ดังนั้นจึงมีความเหมาะสมในการใช้งานฟังก์ชัน DCT

ในกรณีที่ 1 บริเวณที่มีพื้นที่กว้างที่ไม่มีหน้าต่างจะทำการแบ่งพื้นที่เป็นส่วนต่าง ๆ ตามการใช้งานเพื่อให้ระบบให้แสงสว่างเฉพาะบริเวณที่มีการใช้งานเท่านั้น แต่ถ้าเลือกใช้ฟังก์ชัน DCT จะสามารถควบคุมปริมาณแสงจากการแบ่งส่วนตามระยะห่างจากหน้าต่าง เพื่อให้บริเวณที่ใกล้หน้าต่างมีการใช้พลังงานแสงสว่างจากหลอดไฟน้อยลงเนื่องจากใช้ประโยชน์จากแสงสว่างภายนอกได้มาก แต่อย่างไรก็ตามอาจเลือกการควบคุมแสงสว่างจากค่าเฉลี่ยโดยรวมของห้อง แล้วทำการเลือกการแบ่งบริเวณตามการใช้งานห้องก็ได้ ส่วนในกรณีที่ 2 พื้นที่ที่เป็นบริเวณไม่กว้างมากในการควบคุมปริมาณแสงสว่างจะใช้เป็นค่าเฉลี่ยโดยรวมที่วัดได้



รูปที่ 3.13 ขั้นตอนที่ 3 ในการพิจารณาเลือกฟังก์ชันการทำงาน

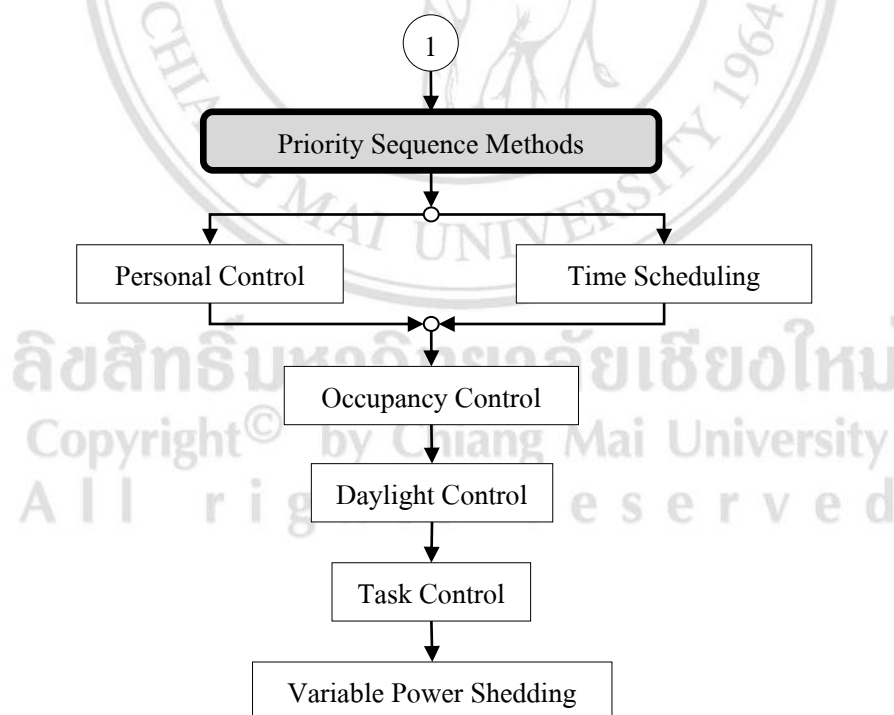
จากนั้นในขั้นตอนสุดท้ายขั้นที่ 4 จะเป็นการพิจารณาว่าต้องการให้ระบบสามารถสั่งการจากผู้ใช้ได้หรือไม่ ถ้าต้องการให้มีการสั่งการโดยผู้ใช้งานได้ จะเลือกใช้ฟังก์ชัน PCT จากนั้นทำการเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมระบบแสงสว่างว่าต้องการควบคุมผ่านอุปกรณ์ชนิดใดบ้าง เช่น สวิตช์ควบคุมด้วยมือ หน้าจอแบบสัมผัส หรือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นต้น สุดท้ายจะได้ฟังก์ชันที่เหมาะสมทั้งหมดที่สามารถใช้จัดการพลังงานในระบบแสงสว่างร่วมกันได้ ดังแสดงขั้นตอนการพิจารณาในรูปแบบที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ขั้นตอนที่ 4 ในการพิจารณาเลือกฟังก์ชันการทำงาน

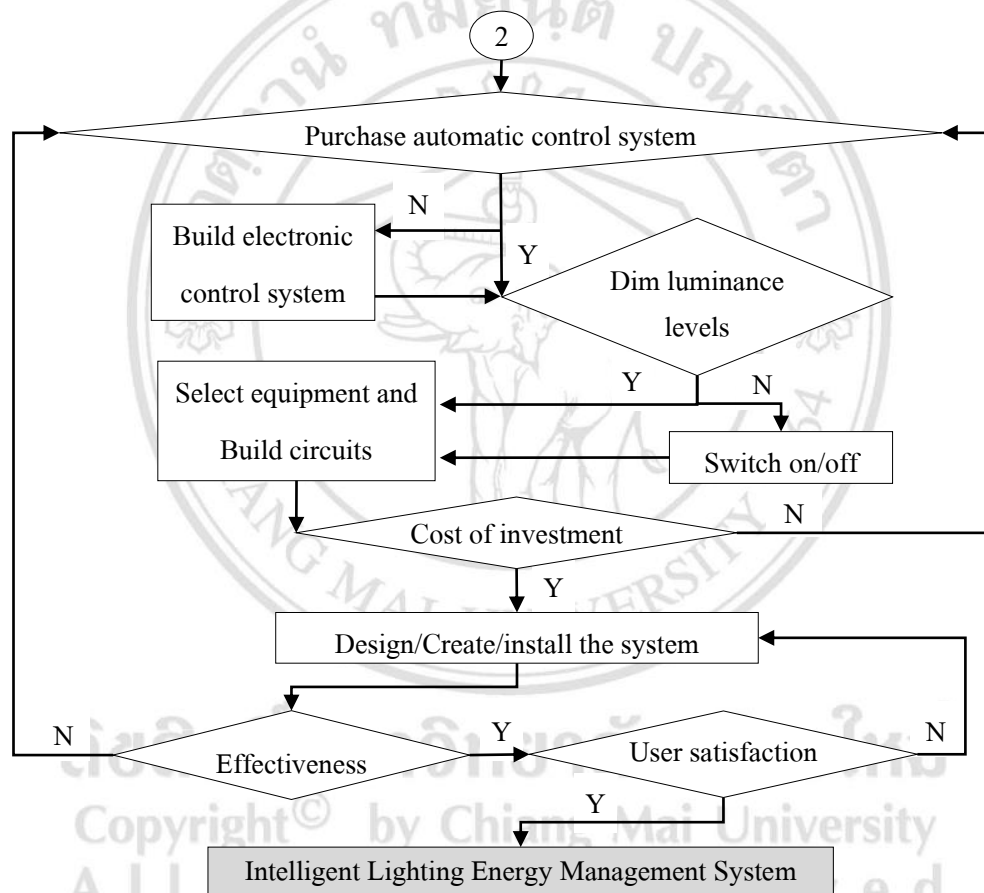
เมื่อได้ฟังก์ชันการประหยัดพลังงานที่สามารถทำงานร่วมกันได้มากที่สุดทั้งหมด ซึ่งมีความเหมาะสมกับสถานที่และบริเวณนั้น จากนั้นจะเป็นวิธีนำฟังก์ชันการประหยัดพลังงานที่ได้มาจัดลำดับการทำงานตามความสำคัญของแต่ละฟังก์ชัน (Priority Sequence Methods) ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้สามารถควบคุมการทำงานของแต่ละฟังก์ชันได้ง่าย ระบบจะมีประสิทธิภาพในการทำงานหรือทำงานผิดพลาดน้อย และที่สำคัญจะช่วยให้ประหยัดการใช้พลังงานได้มากขึ้น

ในรูปที่ 3.15 แสดงลำดับความสำคัญของแต่ละฟังก์ชันการทำงาน โดยเริ่มจากฟังก์ชัน PCT และ TSD เนื่องจากเป็นฟังก์ชันที่สั่งการมาจากผู้ใช้โดยตรงและเป็นการตั้งค่าหรือกำหนดการไว้ล่วงหน้า ดังนั้นจึงต้องพิจารณาคำสั่งเปิด/ปิดหลอดไฟจากสองฟังก์ชันนี้ก่อนเป็นลำดับแรก จากนั้นเมื่อระบบไม่ถูกสั่งการจาก 2 ฟังก์ชันนี้ระบบจะถูกควบคุมตามการใช้งานของบริเวณต่าง ๆ แบบอัตโนมัติ โดยเริ่มจากฟังก์ชัน OCT ที่เป็นหลักการสำคัญของการประหยัดพลังงาน คือ การใช้แสงสว่างในช่วงเวลาที่จำเป็นหรือในเฉพาะเวลาที่มีผู้ใช้อยู่ในบริเวณนั้น ทำให้หลอดไฟจะถูกเปิดเฉพาะช่วงเวลาที่ผู้ใช้งานและจะปิดลงเมื่อไม่มีการใช้งาน แต่อย่างไรก็ตามฟังก์ชันนี้จะสั่งเปิดหลอดไฟได้ระบบต้องมีการตรวจเช็คค่าแสงสว่างขณะนั้นเพียงพอหรือไม่ เพื่อใช้ประโยชน์จากแสงสว่างภายนอกหรือลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นลง ทำให้ฟังก์ชันที่มีความสำคัญถัดมา คือ ฟังก์ชัน DCT ลำดับถัดมาจะให้ความสำคัญแก่ฟังก์ชัน TCT ซึ่งจะเป็นการแบ่งพื้นที่หรือบริเวณเป็นส่วนที่เล็กลง เพื่อควบคุมการใช้แสงสว่างเฉพาะในแต่ละบริเวณ เพราะแต่ละบริเวณอาจต้องการปริมาณแสงที่แตกต่างกัน และฟังก์ชัน VPS จะมีความสำคัญในการทำงานเป็นลำดับสุดท้าย เพื่อตรวจเช็คและควบคุมการใช้พลังงานในระบบ โดยจะมีการเตือนผู้ใช้ในกรณีที่มีการใช้พลังงานถึงค่าสูงสุดที่กำหนดไว้หรือค่าขีดจำกัดการใช้พลังงานที่ตั้งไว้



รูปที่ 3.15 ลำดับความสำคัญในการทำงานของแต่ละฟังก์ชันการทำงาน

หลังจากจัดลำดับการทำงานให้กับฟังก์ชันที่เหมาะสมทั้งหมดตามความสำคัญของแต่ละฟังก์ชันแล้ว ในรูปที่ 3.16 จะแสดงภาพรวมหรือขั้นตอนสุดท้ายของการพิจารณาหรือออกแบบระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างนี้ นั่นคือ เริ่มจากการพิจารณาถึงเครื่องมือที่ใช้ในการควบคุมระบบ โดยจะเลือกใช้เครื่องมือที่สร้างเองหรือมีขายสำเร็จรูป จากนั้นเลือกวิธีการควบคุมระบบว่าจะใช้เป็นระบบ SCS หรือ ระบบ DCS เพื่อทำการพิจารณาราคาของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต้องใช้ในระบบ ต่อมาจะเป็นการออกแบบ สร้างและติดตั้งระบบ สุดท้ายคือการให้ผู้ใช้ทดลองใช้งานว่ามีความพึงพอใจในการทำงานของระบบหรือไม่ เพื่อแก้ไขปรับปรุงให้ระบบมีประสิทธิภาพและประสิทธิผลมากที่สุด



รูปที่ 3.16 ขั้นตอนสุดท้ายของการวิเคราะห์และออกแบบระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่าง

สรุปได้ว่าการเลือกฟังก์ชันที่เหมาะสมกับบริเวณต่างๆจะต้องคำนึงถึงทั้งทางด้านสถานที่ สภาพแวดล้อม กิจกรรมที่ใช้ในบริเวณนั้น และอุปกรณ์ที่ใช้ระบบ โดยการควบคุมระบบจะมี 2 รูปแบบหลัก คือ ระบบ SCS และ ระบบ DCS ในส่วนโครงสร้างของระบบจะมีการแบ่งออกเป็น 2 ส่วนเช่นกัน คือ Hardware และ Software ในส่วนแรก Hardware คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมทั้งผ่านตัวผู้ใช้งานเองและการทำงานแบบอัตโนมัติ จะประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ควบคุม

หลอดไฟ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และเซนเซอร์ เป็นต้น และส่วนที่สอง Software ซึ่งจะเป็นส่วนที่โปรแกรมไว้เพื่อสั่งการควบคุมการทำงานให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ หรือควบคุม Hardware รวมถึงเป็นส่วนจัดการด้านข้อมูลต่าง ๆ ทั้งคำสั่งจากผู้ใช้งานและข้อมูลจากการบันทึกผลการใช้งานของระบบ เช่น แรงดัน กระแส และพลังงานที่ใช้ในระบบ เป็นต้น เพื่อให้มีการแสดงผลข้อมูลออกมาทั้งในรูปแบบตารางและกราฟ ยิ่งไปกว่านั้นระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างนี้ส่วนใหญ่จะเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติ เพราะจะช่วยให้ผู้ใช้เกิดความสะดวกสบายในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

3.6 การออกแบบการทำงานของระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าแสงสว่างจาก 6 ฟังก์ชันการทำงาน

จากฟังก์ชันการประหยัดพลังงานที่ได้นำเสนอทั้ง 6 ฟังก์ชัน เมื่อได้เลือกใช้ให้ได้มากที่สุดตามความเหมาะสมตามวิธีการที่ได้กล่าวไว้ มีการออกแบบการทำงานร่วมกันของทั้ง 6 ฟังก์ชัน ดังแสดงในรูปที่ 3.17

โดยในบริเวณที่ทำการติดตั้งจะมีการแบ่งพื้นที่เป็นส่วนต่าง ๆ ตามการใช้งานเพื่อให้หลอดไฟจะถูกเปิดเฉพาะบริเวณที่มีการใช้งานเท่านั้น (TCT) ในส่วนของการควบคุมระบบจะตรวจเช็คคำสั่งที่มาจากผู้ใช้งานโดยตรง (PCT) หรือกำหนดไว้ในตารางเวลาที่มีการสั่งเปิด/ปิดไฟหรือไม่ (TSD) จากนั้นจะทำการตรวจเช็คการเคลื่อนไหวในบริเวณต่าง ๆ เพื่อให้หลอดไฟสามารถเปิดแบบอัตโนมัติเมื่อมีผู้ใช้งานในบริเวณนั้น (OCT) โดยจะทำการตรวจเช็คค่าปริมาณแสงจากธรรมชาติก่อนว่ามีปริมาณเพียงพอต่อการใช้งานตามที่กำหนดไว้หรือไม่ (DCT) สุดท้ายเมื่อมีการเปิดหลอดไฟแล้วจะทำการตรวจเช็คว่าพลังงานที่ใช้ในระบบแสงสว่างเกินขีดจำกัดที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ (VPS) เพื่อทำการปิดหลอดไฟลงในบริเวณที่สำคัญน้อยแบบอัตโนมัติ หรือเตือนให้ผู้ใช้ปิดหลอดไฟลงเมื่อค่าการใช้กำลังไฟฟ้าในระบบถึงค่าที่กำหนดไว้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

