ระบบอัจฉริยะควบคุมความสว่างด้วยโปรโตคอล DALI

A Smart Lighting Control System Using DALI Protocol

เอกชัย ลีลารัศมี[1] *และ สราวุฒิ เดชจรัสโยธิน*[2]

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้กล่าวถึงการออกแบบสร้างระบบอัจฉริยะควบคุมความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ โดยใช้โปรโตคอล DALI ระบบนี้สามารถรองรับหลอดไฟได้สูงสุด 64 ชุด ตัวบัลลาสต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์และไอซีควบคุมการเปิดปิดและปรับความสว่างของหลอดฟลูออเรสเซนต์ ตัวควบคุมส่วนกลางประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์และอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่าง รวมทั้งจอ LCD สำหรับแสดงสถานะ ตัวควบคุมนี้สามารถสั่งการควบคุมระบบแสงสว่างได้ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบโดยตรงจากเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านระบบไร้สายด้วย Zigbee โมดูล งานวิจัยนี้ได้ทำการทดลองและวิเคราะห์ผลและเปรียบเทียบการนำระบบอัจฉริยะควบคุมความสว่างมาประยุกต์ใช้งานกับสถานที่ตัวอย่างเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการประหยัดพลังงานของระบบแสงสว่างในอาคาร

คำสำคัญ : DALI, อุปกรณ์ตรวจวัดความสว่าง, ระบบควบคุมแสงสว่าง, Zigbee

Abstract

This research describes a design of a smart lighting control system for the fluorescent lamps using DALI Protocol. This system supports an independent lamp control up to 64 lamps. The ballast uses a microcontroller and ballast controller IC to turn on, turn off and adjust the light level of the lamp. The master control consists of a microcontroller and light sensor and also LCD for display system status. This master supports both automatic control and direct control from PC using wireless Zigbee module. This research observes and analyzes the result in using a smart lighting control system with the sample room for saving the electrical energy of lighting system in building.

Keyword : DALI, Light Sensor, Embedded System, Lighting Control, Zigbee

[1] *ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร 02-218-6488 โทรสาร 02-218-6488 Email: Ekachai,L@chula.ac.th*

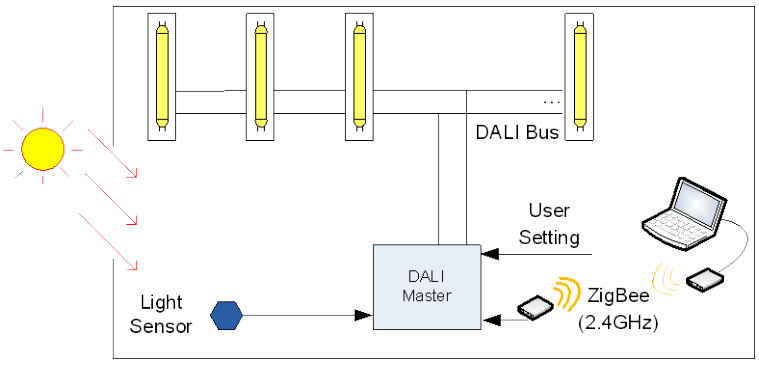
[2] *ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ.พญาไท แขวงวังใหม่ เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330 โทร 02-218-6488 โทรสาร 02-218-6488 Email: dech_01@hotmail.com*

1. บทนำ

ปัจจุบันปัญหาสภาวะโลกร้อนและวิกฤติด้านพลังงานเป็นสิ่งที่ทุกคนให้ความสนใจและพยายามหาหนทางเพื่อช่วยลดของปัญหาเหล่านี้ แม้จะมีแนวคิดในการนำพลังงานทางเลือกต่างๆมาใช้ทดแทน แต่ยังคงไม่เพียงพอต่อความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งส่งผลต่อปริมาณการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศจากกระบวนการผลิตกระแสไฟฟ้า ปริมาณการตัดต้นไม้เพื่อสร้างเขื่อน สิ่งเหล่านี้ล้วนเป็นปัจจัยที่ก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อนทั้งสิ้น ดังนั้นทางเลือกอีกทางที่จะช่วยบรรเทาปัญหาที่เกิดขึ้นนี้คือการลดการใช้พลังงาน ซึ่งสามารถทำได้ด้วยวิธีการปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อไม่มีการใช้งาน และการใช้พลังงานเท่าที่จำเป็น

กำลังไฟฟ้าที่ถูกใช้งานตามอาคารและบ้านเรือนนั้น โดยประมาณร้อยละ 25 เป็นของระบบแสงสว่างซึ่งถูกใช้งานอยู่ตลอดเวลาทั้งกลางวันและกลางคืน [1] แนวคิดในการประหยัดพลังงานเบื้องต้นสามารถทำได้โดยติดตั้งตัวตรวจจับ เพื่อตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าและสั่งปิดเมื่อไม่มีการใช้งาน วิธีการนี้สามารถช่วยลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ส่วนหนึ่ง

รูป 1 การปรับความสว่างของหลอดไฟในห้องซึ่งได้รับแสงสว่างจากธรรมชาติ



รูป 2 โครงสร้างของระบบควบคุมแสงสว่าง

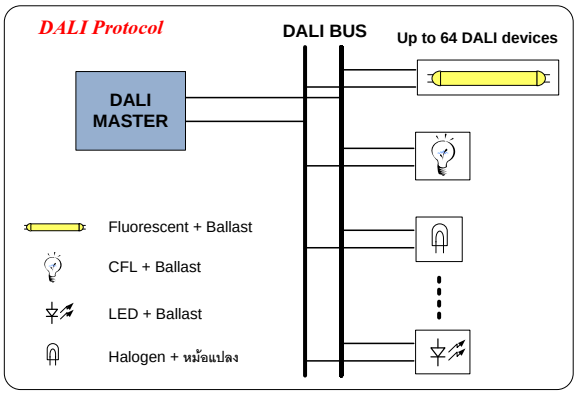
บทความนี้นำเสนอแนวคิดในการประหยัดพลังงานที่มากขึ้น โดยนำระบบควบคุมความสว่างมาใช้ร่วมกับอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่างเพื่อให้สามารถใช้พลังงานไฟฟ้าในระบบแสงสว่างเท่าที่จำเป็นและสามารถใช้งานร่วมกับแสงสว่างจากสิ่งแวดล้อมได้ ระบบควบคุมแสงสว่างซึ่งใช้โปรโตคอล DALI (Digital Addressable Lighting Interface) [3] จึงถูกนำมาใช้ด้วยสามารถควบคุมความสว่างของหลอดได้หลากหลายและรองรับการใช้งานได้ตั้งแต่ห้องขนาดเล็กจนถึงห้องประชุมหรือลานกว้างที่มีขนาดใหญ่และมีจำนวนของหลอดไฟที่มาก ซึ่งจะสามารถลดการใช้พลังงานในระบบแสงสว่างลงได้อีกและยังคงให้แสงสว่างในปริมาณที่เหมาะสมในแต่ละสถานที่อีกด้วย

2. ระบบอัจฉริยะควบคุมแสงสว่าง

งานวิจัยนี้จะพัฒนาระบบอัจฉริยะควบคุมแสงสว่างที่มีโครงสร้างดังรูป 2 ซึ่งแสดงการทำงานร่วมกันของระบบแสงสว่างภายในห้องและแสงสว่างจากธรรมชาติโดยมีตัวควบคุมระบบบัส DALI (DALI Master) คอยรับค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่างและส่งคำสั่งไปควบคุมความสว่างของหลอดไฟเพื่อปรับปริมาณความสว่างบริเวณนั้นให้เหมาะสมกับการใช้งาน ระบบนี้ยังสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านคลื่นวิทยุไร้สายแบบซิกบี (Zigbee) ความถี่ 2.4 GHz เพื่อสั่งควบคุมการทำงานของหลอดไฟจากบริเวณอื่น

ระบบนี้จะใช้ความสามารถในการจัดกลุ่มของระบบ DALI เข้ามาช่วยในการควบคุมความสว่างในแต่ละบริเวณของพื้นที่ทั้งหมด

ระบบควบคุมแสงสว่างโดยใช้โปรโตคอล DALI [3] เป็นระบบบัส 2 สาย มีการรับส่งข้อมูลแบบดิจิตอล อาศัยการตีความจากระดับแรงดันของสายสัญญาณ โดยเมื่อแรงดันมีค่าในช่วง 9.5 ถึง 22.5 โวลต์ จะหมายถึง 1 และเมื่อแรงดันมีค่าในช่วง -6.5 ถึง 6.5 โวลต์ จะหมายถึง 0 คุณสมบัติของระบบบัส DALI อยู่ที่สามารถควบคุมความสว่างของหลอดไฟได้สูงสุด 64 จุด ซึ่งเป็นอิสระต่อกันและสามารถจัดกลุ่มหลอดไฟเพื่อสั่งควบคุมพร้อมกันทั้งกลุ่มได้ 16 กลุ่ม นอกจากนั้นยังสามารถตั้งความสว่างของแต่ละหลอดเป็นฉากหรือ Scene ได้อีก 16 ฉาก ซึ่งสามารถเลือกความสว่างได้ 256 ระดับ [4] โดยชนิดของหลอดไฟในระบบบัส DALI สามารถเป็นได้ทั้งหลอดฟลูออเรสเซนต์ หลอดตะเกียบ (CFL) หลอด LED หลอดฮาโลเจน หรือหลอดชนิดอื่นซึ่งรองรับโปรโตคอล DALI ดังรูป 3

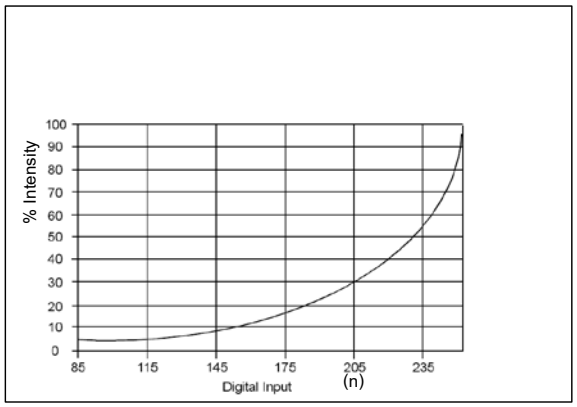


รูป 3 โครงสร้างระบบบัส DALI *และหลอดไฟชนิดต่างๆ*

ระดับแสงสว่างในระบบ DALI สามารถเลือกตั้งค่าได้ 256 ระดับ แต่ละระดับจะมีการเปลี่ยนแปลงความสว่างเป็นแบบลอการิทึม ดังกราฟในรูป 4 ซึ่งเป็นไปตามสมการ

$$\%\text{ความเข้มแสง} = 10^{\frac{n-1}{253/3}-1}$$

โดย n เป็นค่าระดับความสว่าง



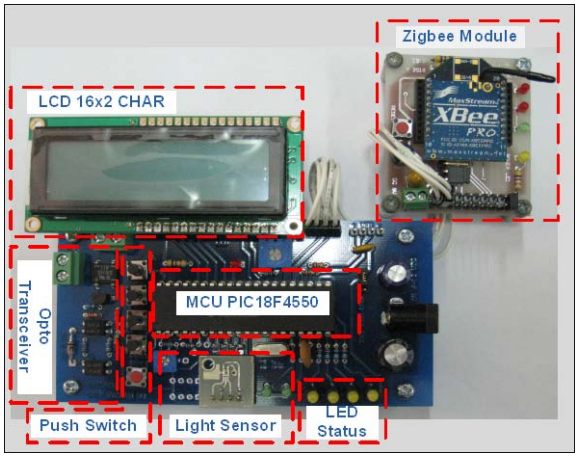
รูป 4 กราฟความเข้มแสงในแต่ละระดับความสว่าง [3]

สาเหตุที่ต้องมีการเปลี่ยนระดับความสว่างเช่นนี้เพื่อให้เหมาะสมกับธรรมชาติของสายตามนุษย์ที่สามารถตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงในช่วงที่มีแสงสว่างน้อยได้ดีกว่าช่วงที่มีแสงสว่างมากซึ่งทำให้ผู้ใช้รู้สึกถึงความต่อเนื่องเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงระดับความสว่างของหลอดไฟในระบบ

3. การออกแบบอุปกรณ์และตัวควบคุมในระบบ

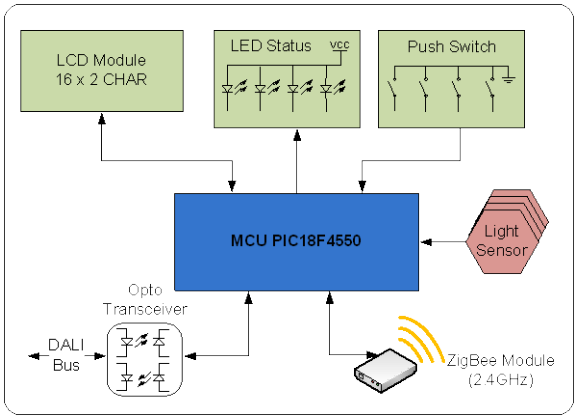
รูป 5 แสดงภาพตัวควบคุมระบบบัส DALI ที่ใช้

ในบทความนี้ซึ่งมีแผนภาพโครงสร้างดังแสดงในรูป 6 ตัวควบคุมประกอบด้วย หน่วยประมวลผลหลักเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต PIC18F4550 ทำงานที่ความเร็ว 48 MHz มีหน่วยความจำประเภทแฟลชขนาด 16 KB และมีแรมขนาด 2 KB [5] สามารถอ่านค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่างได้สูงสุด 4 จุด โดยสามารถวัดความสว่างได้ในช่วง 0 ถึง 1000 ลักซ์ (Lux) [6] มีปุ่มกดและหลอด LED เพื่อรับคำสั่งการเพิ่มลดความสว่างของหลอดไฟรวมทั้งการตั้งระดับแสงสว่างใหม่ให้กับอุปกรณ์ตรวจวัดแต่ละจุดและแสดงสถานะการทำงานของระบบ มีจอแสดงผลแบบ LCD ขนาด 16 x 2 ตัวอักษร เพื่อแสดงข้อมูลการทำงานของตัวควบคุมเช่น ค่าความสว่างที่ตั้งไว้ ค่าความสว่างที่วัดได้จากอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่างหรือฉากที่กำลังเรียกใช้งานเป็นต้น



รูป 5 ตัวควบคุม DALI *และอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่าง*

และใช้เพื่อแสดงข้อความสื่อสารกับผู้ใช้ในกรณีรับคำสั่งผ่านปุ่มกดบนบอร์ด นอกจากนั้นยังมีโมดูล Zigbee [7] ที่ทำให้ตัวควบคุมสามารถรับคำสั่งควบคุมระยะไกลผ่านคลื่นวิทยุความถี่ 2.4 GHz ตามโปรโตคอล Zigbee ผู้ใช้จะสามารถตั้งค่าการทำงานหรือเปลี่ยนแปลงระดับความสว่างที่ต้องการผ่านระบบอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่างรวมทั้งการควบคุมความสว่างโดยตรงในจุดต่างๆ ผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ได้

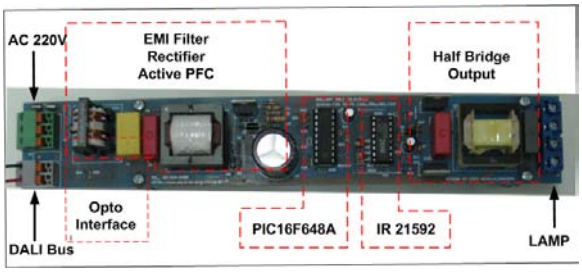


รูป 6 โครงสร้างภายในของตัวควบคุม DALI

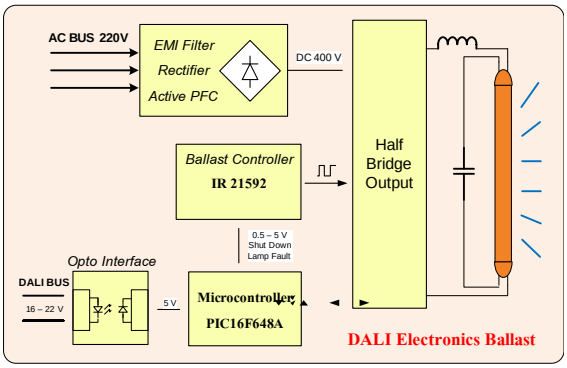
ขณะทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์จะอ่านค่าความสว่างจากอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่างแต่ละจุดเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าความสว่างที่ตั้งไว้ หากพบว่าบริเวณใดมีปริมาณความสว่างไม่ตรงกับที่ตั้งไว้ตัวควบคุมจะส่งคำสั่งควบคุมผ่านระบบบัส DALI ไปยังหลอดไฟในบริเวณนั้นเพื่อปรับความสว่างของหลอดไฟให้ได้ตามที่ตั้งไว้

4. การออกแบบบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับระบบ DALI

งานวิจัยนี้ได้พัฒนาบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถปรับความสว่างได้และรองรับโปรโตคอล DALI ดังแสดงในรูป 7 โดยพัฒนาขึ้นตามแบบอ้างอิงของบริษัทไมโครชิพ [8] ซึ่งในปัจจุบันยังไม่พบว่ามีบัลลาสต์ชนิดนี้ในท้องตลาดภายในประเทศ พบเพียงแต่บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดที่ไม่สามารถปรับความสว่างได้และชนิดที่ปรับความสว่างได้โดยอาศัยสัญญาณอนาลอก 0-10 โวลต์ ซึ่งไม่รองรับวิธีการควบคุมความสว่างที่หลากหลายและการควบคุมเป็นจำนวนมากเหมือนโปรโตคอล DALI สำหรับในต่างประเทศนั้นมีจำหน่ายแต่จะมีราคาสูง



รูป 7 บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ระบบ DALI *ที่พัฒนาขึ้น*



รูป 8 โครงสร้างภายในของบัลลาสต์

บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นมีแผนภาพโครงสร้างดังแสดงในรูป 8 ซึ่งประกอบด้วยชิพควบคุม 2 ตัว ตัวแรกคือ IR21592 [9] ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานที่เกี่ยวกับหลอดฟลูออเรสเซนต์ได้แก่ การอุ่นไส้หลอด การควบคุมการจุดหลอด และควบคุมความสว่างของหลอดตามสัญญาณอนาลอกที่ได้รับมา ตัวที่สองคือ PIC16F648 [10] เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิท ทำงานที่ความเร็ว 4 MHz มีหน่วยความจำชนิดแฟลชขนาด 4 KB ทำหน้าที่จัดการการติดต่อสื่อสารของบัลลาสต์กับระบบบัส DALI รวมทั้งเก็บข้อมูลการตั้งค่าในระบบไว้ในหน่วยความจำ EEPROM คอยตรวจสอบสถานะการทำงานของหลอดไฟและสร้างสัญญาณอนาลอกให้กับ IR21592 เพื่อไปควบคุมความสว่างของหลอดไฟ

ผลการทดสอบเปรียบเทียบประสิทธิภาพของบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ที่พัฒนาขึ้นกับบัลลาสต์ชนิดแกนเหล็กทั่วไปและบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ในท้องตลาดแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตารางแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟแต่ละชนิดที่ความสว่างสูงสุด

ชนิดของหลอดไฟ	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)	ความสว่าง (ลักซ์)	ตัวประกอบกำลัง
หลอด 36 W บัลลาสต์แกนเหล็ก	42	142	0.50
หลอด 18 W บัลลาสต์แกนเหล็ก	21	80	0.37
หลอด 36 W บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แบบหรี่ได้ (อนาลอก)	36	140	0.98
หลอด 18 W บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	18	73	0.62
หลอด 28 W บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	29	146	0.61
หลอด 14 W บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์	14	80	0.60
หลอด 36 W บัลลาสต์ DALI	32	136	0.97
หลอด 18 W บัลลาสต์ DALI	15	72	0.94
หลอด 28 W บัลลาสต์ DALI	31	140	0.98
หลอด 14 W บัลลาสต์ DALI	13	72	0.92

จากผลการทดสอบพบว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ทั้งขนาด 36 วัตต์ และ 18 วัตต์ ซึ่งใช้บัลลาสต์ DALI มีการใช้กำลังไฟฟ้าต่ำกว่าหลอดที่ใช้บัลลาสต์แกนเหล็กอยู่ประมาณ 30 % ในขณะที่สามารถให้ความสว่างใกล้เคียงกัน อีกทั้งบัลลาสต์ DALI มีค่าตัวประกอบกำลังที่สูงกว่าอย่างชัดเจน

เมื่อนำบัลลาสต์ DALI ที่พัฒนาขึ้นสำหรับหลอดฟลูออเรสเซนต์ชนิด T8 ขนาด 36 วัตต์ มาเปรียบเทียบกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์แบบหรี่ไฟได้โดยใช้สัญญาณอนาลอกพบว่าบัลลาสต์ DALI มีการใช้กำลังไฟฟ้าต่ำ

กว่าอยู่ประมาณ 10 % ในขณะที่สามารถให้ความสว่างได้ใกล้เคียงกันและมีค่าตัวประกอบกำลังอยู่ในระดับดีทั้งสองชนิด

เมื่อนำบัลลาสต์ DALI สำหรับหลอดฟลูอ-เรสเซนต์ชนิด T8 ขนาด 18 วัตต์ และชนิด T5 ขนาด 28 วัตต์ และ 14 วัตต์ มาเปรียบเทียบกับบัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ทั่วไปที่มีขายในท้องตลาดพบว่ามีการใช้กำลังไฟฟ้าใกล้เคียงกันโดยแตกต่างกันต่างกันเพียงประมาณ 10 % และสามารถให้ความสว่างที่ใกล้เคียงกัน แต่บัลลาสต์ DALI จะมีค่าตัวประกอบกำลังซึ่งสูงกว่าอย่างชัดเจน

เมื่อพิจารณาโดยรวมแล้วบัลลาสต์ DALI ที่พัฒนาขึ้นมีข้อดีในด้านการประหยัดพลังงาน อีกทั้งยังรองรับการใช้งานที่หลากหลายซึ่งจะเพิ่มประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานได้อีกเมื่อนำมาใช้งานร่วมกับระบบอัจฉริยะควบคุมความสว่าง

ผลการวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของหลอดไฟซึ่งใช้บัลลาสต์ DALI ที่ระดับความสว่างต่างๆ

ความสว่าง	หลอด T8 36 W	หลอด T5 28 W	หลอด T8 18 W	หลอด T5 14 W
100%	32 W	30 W	16 W	13.1 W
75%	24 W	24 W	12.7 W	11.4 W
50%	19 W	19 W	9 W	9 W
25%	12 W	14 W	5.1 W	6.6 W
ต่ำสุด	4 W	11 W	4.5 W	4.8 W

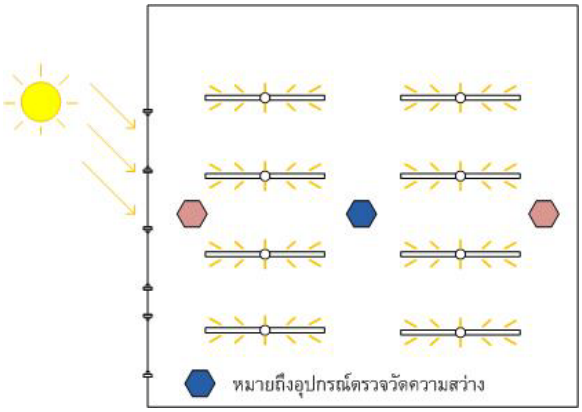
5. ตัวอย่างการติดตั้งระบบ DALI และอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่าง

การออกแบบระบบควบคุมแสงสว่างเพื่อให้สามารถประหยัดพลังงานได้นั้นจำเป็นต้องทราบถึงความต้องการปริมาณแสงสว่างในแต่ละบริเวณเพื่อจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่างและตั้งค่าความสว่างให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน ซึ่งในบทความนี้จะอ้างอิงจากมาตรฐานความสว่างภายในอาคารดังตารางต่อไปนี้

ตารางแสดงมาตรฐานความสว่างซึ่งถูกกำหนดโดย IES (Illumination Engineering Society) [10]

ลักษณะพื้นที่ใช้งาน		ความสว่าง (ลักซ์)
พื้นที่ทำงานทั่วไป		300 – 750
พื้นที่ส่วนกลาง / ทางเดิน		100 – 200
ห้องเรียน		300 – 500
ร้านค้า / ศูนย์การค้า / ไฮเปอร์มาร์เก็ต		300 – 750
โรงแรม	:บริเวณทางเดิน	300
	:ห้องครัว	500
	:ห้องพัก / ห้องน้ำ	100 – 300
โรงพยาบาล	:บริเวณทั่วไป	100 – 300
	:ห้องตรวจรักษา	500 – 1000
บ้านที่อยู่อาศัย	:ห้องนอน	50
	:หัวเตียง	300
	:ห้องน้ำ	100 – 500
	:ห้องนั่งเล่น	100 – 500
	:บันได	100
	:ห้องครัว	300 – 500

จากนั้นจะพิจารณาจุดที่จะทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่างเพื่อให้ได้ปริมาณความสว่างที่เหมาะสมดังตัวอย่างในรูป 9



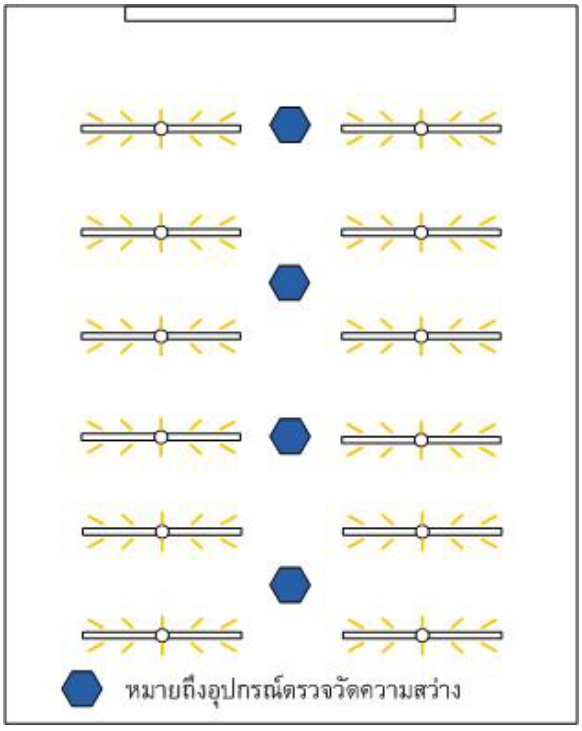
รูป 9 ห้องตัวอย่างที่มีแสงจากธรรมชาติส่องเข้ามาทางหน้าต่าง

เมื่อพิจารณาห้องตัวอย่างจะพบว่าแสงสว่างภายในห้องนั้นมาจากหลอดไฟภายในห้องและจากดวงอาทิตย์ซึ่งส่องผ่านมาทางหน้าต่างด้านข้างของห้องเพียงด้านเดียว ห้องในลักษณะนี้หากไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่าง ผลที่เกิดขึ้นคือความสว่าง ณ ตำแหน่งต่างๆภายในห้องอาจมีปริมาณที่มากกว่าหรือน้อยกว่าความต้องการ ตัวอย่างเช่น ในเวลากลางวันที่มีแสงสว่างจากภายนอกส่องเข้ามาภายในห้อง พื้นที่บริเวณริมหน้าต่างจะได้รับแสงสว่างมากกว่าบริเวณด้านใน ซึ่งเมื่อรวมกับแสงสว่างจากหลอดไฟภายในห้องแล้ว พื้นที่บริเวณริมหน้าต่างจะมีปริมาณความสว่างที่มากเกินไป ทำให้เกิดการใช้พลังงานโดยสูญเปล่าและอาจส่งผลกระทบต่อสายตาของผู้ที่ทำงานอยู่ในบริเวณนั้น

หากติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่างไว้บริเวณกลางห้องผลลัพธ์ที่ได้คือแสงสว่างภายในห้องในขณะที่ไม่มีแสงสว่างจากภายนอกจะถูกควบคุมให้มีปริมาณความสว่างที่เหมาะสมกับความต้องการซึ่งจะช่วยให้สามารถประหยัดการใช้พลังงานได้ แต่การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่างในตำแหน่งนี้อาจเกิดปัญหาในการควบคุมความสว่างได้เมื่อแสงสว่างจากภายนอกที่เข้ามาภายใน ห้อง ณ จุดต่างๆมีความแตกต่างกันมาก ซึ่งอาจทำให้พื้นที่บริเวณริมหน้าต่างมีปริมาณความสว่างมากเกินไป และพื้นที่บริเวณด้านในมีปริมาณความสว่างน้อยเกินไปได้

ดังนั้นเพื่อแก้ปัญหาข้างต้นจึงควรใช้วิธีการเพิ่มจำนวนอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่างโดยติดตั้งและควบคุมความสว่างของหลอดไฟในแต่ละด้านแยกจากกัน ด้วยวิธีนี้จะทำให้พื้นที่ในบริเวณทั้ง 2 ฝั่งมีปริมาณความสว่างที่ใกล้เคียงกันและเพียงพอกับความต้องการและยังช่วยประหยัดพลังงานได้อีกด้วย

นอกจากการใช้งานในห้องทั่วไปซึ่งได้รับแสงสว่างจากภายนอกแล้วยังสามารถใช้ระบบควบคุมความสว่างนี้กับห้องที่มีขนาดใหญ่และไม่มีแสงสว่างจากภายนอก แต่มีความต้องการความสว่างในแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากันเช่นในห้องประชุม ดังรูป 10



รูป 10 ตัวอย่างห้องประชุมซึ่งเป็นห้องปิดแต่มีความต้องการความสว่างในแต่ละพื้นที่ไม่เท่ากัน

เมื่อพิจารณาห้องประชุมในตัวอย่างจะพบว่าแม้แสงสว่างภายในห้องประชุมจะมีที่มาจากหลอดไฟในห้องเพียงอย่างเดียวแต่ความต้องการปริมาณแสงสว่างในแต่ละพื้นที่อาจจะไม่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น หากในการประชุมมีการฉายภาพไปยังผนังบริเวณด้านหน้าของห้องจะทำให้พื้นที่บริเวณด้านหน้ามีความต้องการปริมาณแสงสว่างที่ลดลงเพื่อให้สามารถมองเห็นภาพบนผนังได้อย่างชัดเจน ในขณะที่พื้นที่อื่นๆภายในห้องอาจจะมีความต้องการปริมาณแสงสว่างที่มากขึ้นจากด้านหน้าเพื่อใช้ในการมองเห็นหรือจดบันทึกข้อความ ในกรณีนี้สามารถใช้ระบบควบคุมความสว่างโดยติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดความสว่างตามจุดต่างๆของห้องดังรูป 10 ซึ่งจะช่วยให้สามารถควบคุมความสว่างในบริเวณหน้าห้องและบริเวณอื่นๆของห้องประชุมได้ตามความต้องการเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์การใช้งานและช่วยประหยัดพลังงาน

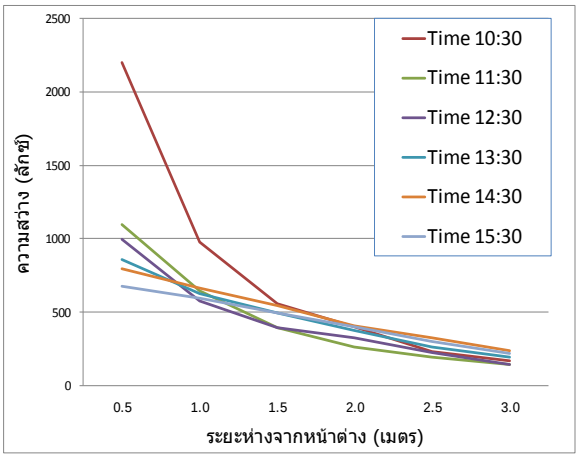
หากในการประชุมมีผู้เข้าประชุมไม่เต็มห้องซึ่งทำให้พื้นที่บริเวณด้านหลังห้องอาจจะไม่มีผู้เข้าประชุมนั่งอยู่และไม่มีความต้องการแสงสว่างเลย ในกรณีนี้ระบบควบคุมความสว่างจะสามารถช่วยลดการใช้พลังงานที่

เกินความจำเป็นลงได้ และยังสามารถรักษาปริมาณแสงสว่างในแต่ละพื้นที่ให้ได้ตามความต้องการ

นอกจากสถานที่ตัวอย่างที่ได้กล่าวมาแล้วระบบควบคุมความสว่างยังสามารถใช้ได้กับสถานที่อื่นๆที่มีความต้องการปริมาณแสงสว่างที่แตกต่างกันเช่น ระบบส่องสว่างของลานจอดรถภายในอาคาร ระบบส่องสว่างภายในโรงยิม ไฟทางเดิน เป็นต้น

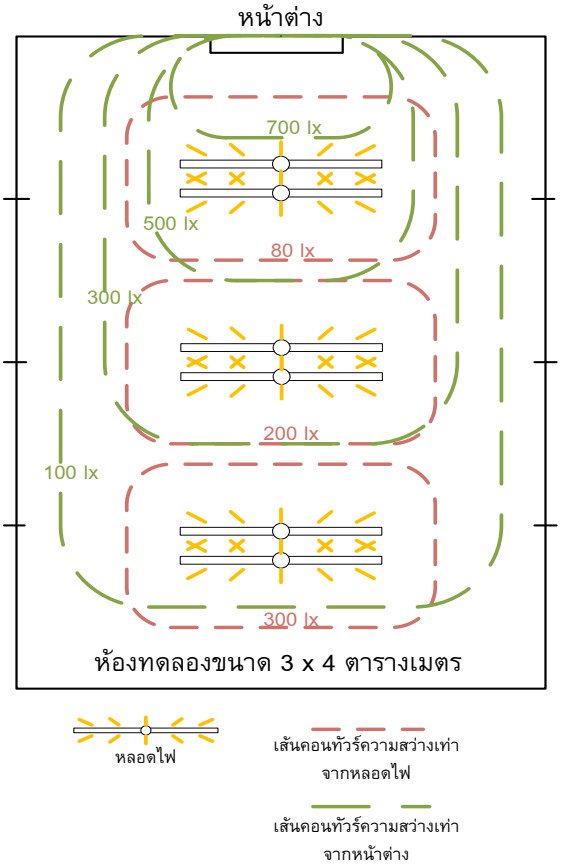
6. กรณีศึกษาผลการทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้น

งานวิจัยนี้ได้ทดลองวัดปริมาณแสงสว่างจากธรรมชาติซึ่งส่องผ่านเข้ามาในห้องทดลองขนาด 4 x 4 ตารางเมตร ผ่านหน้าต่างห้องขนาด 1.2 x 0.7 ตารางเมตร ซึ่งตั้งอยู่บริเวณมุมห้องโดยหน้าต่างห้องอยู่ทางด้านทิศตะวันออก จากการทดลองวัดผลดังกล่าวภายในเวลา 1 วัน ได้ข้อมูลดังกราฟในรูป 11 ต่อไปนี้



รูป 11 กราฟปริมาณแสงสว่างที่เข้ามาทางหน้าต่างห้อง ณ ตำแหน่งต่างๆในช่วงเวลาต่างๆภายในห้อง

จากผลการทดลองวัดปริมาณแสงสว่างที่ส่องเข้ามาภายในห้องในช่วงเวลาระหว่างวันพบว่ามีปริมาณความสว่างซึ่งสามารถนำมาช่วยในการประหยัดพลังงานภายในอาคารได้ โดยกำหนดกรณีศึกษาที่มีห้องจำลองขนาด 3 x 4 ตารางเมตร มีหน้าต่าง 1 บาน มีการติดตั้งหลอดไฟบริเวณกลางห้องเป็นคู่ จำนวน 6 ดวง ดังรูป 12 และติดตั้งระบบอัจฉริยะควบคุมความสว่าง โดยลักษณะของห้องมีความต้องการความสว่างไม่ต่ำกว่า 500 ลักซ์ (lx) รูป 12 ยังแสดงเส้นคอนทัวร์ของความสว่างต่างๆที่เกิดแสงเข้าจากหน้าต่างและหลอดไฟ



รูป 12 ภาพห้องจำลองเพื่อวัดผลการทำงานของระบบ

จากข้อมูลที่กล่าวมาสามารถประมาณการใช้พลังงานของการติดตั้งหลอดชนิดต่างๆเพื่อให้ผ่านเกณฑ์ดังกล่าวได้ดังต่อไปนี้

- หากติดตั้งด้วยหลอด T8 36 W ด้วยบัลลาสต์แกนเหล็ก จะมีอัตราการใช้พลังงานเท่ากับ (42 x 6) = 152 วัตต์ โดยจะใช้เท่ากันตลอดทุกช่วงเวลา
- หากติดตั้งหลอด T8 36 W ร่วมกับระบบอัจฉริยะควบคุมความสว่างจะมีอัตราการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยในระหว่างวันเท่ากับ ((32 x 2) + (24 x 2) + (12 x 2)) = 136 วัตต์ สำหรับในวันที่มีแสงสว่างจากภายนอกปกติ
- หากติดตั้งหลอด T5 28 W ร่วมกับระบบอัจฉริยะควบคุมความสว่างจะมีอัตราการใช้พลังงานโดยเฉลี่ยในระหว่างวันเท่ากับ ((30 x 2) + (24 x 2) + (14 x 2)) = 136 วัตต์ สำหรับในวันที่มีแสงสว่างจากภายนอกปกติ

7. สรุป

ระบบอัจฉริยะควบคุมความสว่างด้วยโปรโตคอล DALI ในงานวิจัยนี้สามารถนำมาใช้งานร่วมกับระบบแสงสว่างภายในอาคารซึ่งมีหน้าต่างหรือเพดานที่สามารถรับแสงสว่างจากภายนอกอาคารได้ในเวลากลางวันจะช่วยให้สามารถประหยัดการใช้พลังงานไฟฟ้าของระบบแสงสว่างได้มากขึ้น และสำหรับห้องซึ่งไม่มีหน้าต่างหรือไม่สามารถรับแสงสว่างจากภายนอกได้ หากลักษณะการใช้งานภายในห้องนั้นมีความต้องการความสว่างในแต่ละพื้นที่แตกต่างกันก็สามารถนำระบบอัจฉริยะควบคุมความสว่างที่พัฒนาขึ้นนี้ไปใช้ได้ซึ่งจะสามารถลดการใช้พลังงานได้ส่วนหนึ่งและยังทำให้สภาพแวดล้อมในพื้นที่ทำงานมีความสว่างเพียงพอและเหมาะสมกับการทำงานอีกด้วย

8. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากกองทุนรัชดาภิเษกสมโภชโดยการอนุมัติจากสถาบันวิจัยพลังงานแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เอกสารอ้างอิง

[1] วัชระ มั่งวิทิตกุล, 2544, คู่มือการประหยัดพลังงานในสถานที่ทำงาน, พิมพ์ครั้งที่ 3

[2] การอนุรักษ์พลังงาน ไฟฟ้าและแสงสว่าง [Online] Available from http://www.prdnorth.in.th/energy/energysave_light.php [2010]

[3] DALI [Online] Available from: http://www.dali-ag.org/ [2009]

[4] มาตรฐาน IEC 60929, AC-supplied electronic ballasts for tubular fluorescent lamps-performance requirements, Third Edition, 2006

[5] Microchip Technology Inc. PIC18F4550 Datasheet, 2007

[6] Intersil, EL7900 Ambient Light Photo Detect Datasheet, 2007

[7] MaxStream Inc, Xbee / Xbee-Pro OEM RF Modules Manual, 2006

[8] Microchip Technology Inc. AN809 “Digitally Addressable DALI Dimming Ballast” Reference design, 2002

[9] International Rectifier, IR21592 Dimming Ballast Control IC, Datasheet, 2005.

[10] Microchip Technology Inc. PIC16F648A Datasheet, 2009