การทดสอบประสิทธิภาพระบบควบคุมความสว่างหลอดแอลอีดีสำหรับป้ายโฆษณา

Performance Testing of LED Lighting Control System for Billboards

ปฏิภาณ เกิดลาภ, พงษ์สวัสดิ์ คชภูมิ และสุชัย พงษ์พากเพียร
Patiphan Kerdlap, Pongsawat Kotchapoom and Suchai Pongpakpien
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
Faculty of Engineering, Eastern Asia University

Received: November 30, 2018
Revised: February 6, 2019
Accepted: February 6, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและออกแบบระบบการควบคุมความสว่างของหลอดแอลอีดีให้เหมาะสมสำหรับป้ายโฆษณา อุปกรณ์หลักที่นำมาใช้งานคือไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งทำหน้าที่สร้างสัญญาณพีดับเบิ้ลยูเอ็ม โดยรับอินพุตมาจากเซนเซอร์ตรวจจับความเข้มแสงบริเวณรอบป้ายโฆษณา เพื่อควบคุมปริมาณความเข้มแสงให้เป็นไปตามมาตรฐานความส่องสว่างการใช้งานป้ายโฆษณา จากผลการวิจัยพบว่าระบบความคุมความสว่างของหลอดแอลอีดีในช่วงเวลา 18.00-23.59 น. และ 00.00-06.00 น. มีการประหยัดพลังงานไฟฟ้าประมาณ 70 และ 79 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ เมื่อทดสอบเปรียบเทียบกับขณะไม่ใช้ระบบควบคุมความสว่าง โดยทั้งสองช่วงเวลาการทดลองป้ายโฆษณายังคงให้ความสว่างอยู่เกณฑ์มาตรฐาน ดังนั้นชุดควบคุมความเข้มแสงจึงเป็นอีกทางเลือกในการนำไปใช้ เพื่อประหยัดพลังงานไฟฟ้า

คำสำคัญ: ป้ายโฆษณา, ระบบควบคุม, ไมโครคอนโทรลเลอร์, หลอดแอลอีดี, ความเข้มแสง

Abstract

The objective of this experimental research is to study and design the brightness control system of LED bulbs suitable for advertising signs. The main equipment used is the microcontroller which serves to create the signal of the PMW by receiving input from the light intensity sensor around the billboard to control the amount of light intensity in accordance with the standards of lighting use of billboards. The results of the research measured the brightness control system of LED lamps during the period from 18.00 to 23.59 hrs. and from 00.00 to 06.00 hrs. There were about 70 and 79 percent of electricity energy savings, respectively, when testing this system compared to before using this brightness control system. During brightness control in both periods, the advertising billboard still gives the standard brightness. Therefore, by using the light intensity control set, it is an alternative way to save electricity.

Keywords: billboards, control system, microcontroller, LED lamp, light intensity.

บทนำ

ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้านับเป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการดำรงชีวิตประจำวัน คุณภาพชีวิตและการขับเคลื่อนการพัฒนาทางเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าของประเทศไทยนั้นมีปริมาณเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ดังนั้นหากประชาชนทุกคนในสังคมยังไม่ช่วยกันลดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าก็เชื่อได้ว่าอนาคตจะเกิดภาวะขาดแคลนพลังงานไฟฟ้าและจะส่งผลกระทบต่ออย่างอื่นตามมาอีกมกมาย จึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ประชาชนทุกคนควรตระหนักและช่วยกันอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้า

ด้วยเหตุนี้ในปัจจุบันทั้งภาครัฐและเอกชนนิยมใช้หลอดแอลอีดี ทั้งในอาคารและนอกอาคารไม่ว่าจะเป็นไฟแสงสว่างในห้องเรียน ห้องทำงานและโคมไฟถนน รวมถึงการประยุกต์ใช้กับป้ายโฆษณา ถึงแม้หลอดแอลอีดีจะมีราคาสูงกว่าแต่เมื่อเทียบกับอายุการใช้งานจะเห็นว่าคุ้มค่าได้อย่างชัดเจน เทคโนโลยีหลอดแอลอีดีได้มีการพัฒนาอย่างรวดเร็วมีประสิทธิภาพสูงกว่าหลอดฟลูออเรสเซนต์และหลอดประเภทอื่นๆ

การติดตั้งป้ายโฆษณาที่มีความสามารถในการส่องสว่าง การสร้างข้อความเคลื่อนไหว นอกจากจะสร้างความน่าสนใจในข้อความซึ่งแสดงอยู่บนป้ายให้แก่ผู้พบเห็นได้มากกว่าป้ายแบบธรรมดาแล้ว ยังสร้างผลกระทบแก่ผู้ขับขี่ยานพาหนะบนท้องถนน ซึ่งป้ายโฆษณาส่วนมากมีลักษณะเป็นข้อความที่แสดงบนจอ LED ที่เคลื่อนไหวด้วยสัญญาณไฟฟ้า ดังเช่น นครโฮจิมินห์ ประเทศเวียดนามเป็นเมืองหนึ่งที่มีการติดตั้งป้ายไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก โดยป้ายไฟฟ้าเหล่านี้สร้างผลกระทบให้แก่การใช้ชีวิตของชาวเวียดนามเป็นอย่างยิ่ง เช่น ถนนระหว่าง สะพาน Tham Luong ถึงแยก An Suong ในเขต 12 ของนครโฮจิมินห์มีอุบัติเหตุมากมายที่มีสาเหตุมาจากมลพิษทางแสง โดยผู้ขับขี่ที่ประสบอุบัติเหตุทั้งหลายได้ให้การว่าในขณะที่ขับขี่เข้าสู่บริเวณที่มีการใช้แสงเป็นปริมาณมาก สายตาจะไม่สามารถมองเห็นได้ชั่วขณะทันทีทันใดจากแสงบาดตา ซึ่งมาจากแสงที่มีความสว่างมากเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุ ซึ่งนาย Huynh Kim Tuoc ผู้อำนวยการของศูนย์อนุรักษ์พลังงานแห่งนครโฮจิมินห์ อธิบายว่าอาการที่เกิดขึ้นกับผู้ที่ประสบอุบัติเหตุนั้นเป็นผลมาจากมลพิษทางแสงเนื่องจากการติดตั้งแหล่งกำเนิดแสงที่ให้กำเนิดแสงสว่างในปริมาณที่มากเกินพอดี ซึ่งเกิดจากการที่ตาของมนุษย์ไม่สามารถปรับให้เหมาะสมกับปริมาณแสงที่มากดังกล่าวได้ เมื่อเปลี่ยนจากสภาวะที่มีความสว่างปกติไปยังสภาวะที่แสงมีความสว่างที่มากเกินพอดีทำให้เกิดสภาวะจุดบอดที่มองไม่เห็นและมลพิษทางแสงไม่เพียงแต่ก่อให้เกิดปัญหาด้าน อุบัติเหตุทางถนน แต่หากยังก่อให้เกิดผลกระทบแก่ผู้อยู่อาศัยในเวียดนามเพิ่มมากขึ้นในอัตราที่น่าตกใจ โดยมีผู้อยู่อาศัยในนครโฮจิมินห์หลายครอบครัวได้รับผลกระทบจากอาการนอนไม่หลับ ร่างกาย อ่อนล้า และอันเนื่องมาจากผลของมลพิษทางแสงซึ่งมีที่มาจากแหล่งกำเนิดแสงป้ายไฟฟ้า โดยเฉพาะ แสงที่มีสีสันและแสงที่มีความยาวคลื่นสั้น (Health issues in Vietnam, 2016) และมีผลการวิจัยของทีมงานจาก ศูนย์การศึกษาการคมนาคม มหาวิทยาลัยนิวอิงแลนด์ (New England University Transportation Center) ร่วมกับสถาบันเทคโนโลยีแมสซาชูเซตส์ (Massachusetts Institute of Technology) ทำการศึกษาเกี่ยวกับผลกระทบของป้ายบิลบอร์ดดิจิตอลต่อพฤติกรรมการเหลือบมองระหว่างขับขี่ยานพาหนะบนทางหลวง สรุปได้ว่าสายตาของผู้ขับขี่นั้นมองออกไปนอกทิศทางของถนนบ่อยครั้งในทิศทางที่ป้ายไฟฟ้าตั้งอยู่ และจะมองไปยังป้ายมากขึ้นหากป้ายไฟฟ้านั้นมีการเปลี่ยนข้อความหรือรูปภาพมากกว่าการมองป้ายที่ไม่เปลี่ยนแปลงข้อความหรือรูปภาพ และระยะเวลาที่สายตาของผู้ขับขี่ใช้ในการมองถนนจะลดลงเมื่อขับผ่านบริเวณที่มีป้ายไฟฟ้า จึงเป็นเรื่องยากที่ผู้ขับขี่ยานพาหนะจะหลีกเลี่ยงการสนใจต่อป้ายไฟฟ้า ด้วยเหตุนี้จึงเกิดความอันตราย ต่อการขับขี่ คณะผู้วิจัยเชื่อว่า ป้ายไฟฟ้าเป็นเหตุผลสำคัญที่ก่อให้เกิดอันตราย โดยปัจจัยที่เกิดจาก การชำเลืองมองป้ายไฟฟ้าด้วยจำนวนครั้งที่มากและเป็นเวลานานซึ่งสอดคล้องกับปริมาณอุบัติเหตุทางถนนที่มีปริมาณการเกิดที่มากขึ้น (Association for Psychological Science, 2016)

จากที่กล่าวมางานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดที่จะออกแบบระบบควบคุมความสว่างหลอดแอลอีดีสำหรับป้ายโฆษณา และออกแบบอุปกรณ์ควบคุมแสงสว่างเพื่อนำมาใช้ในการควบคุมแสงสว่างของหลอดแอลอีดี ในเวลากลางคืนเนื่องจากจะมีคนสัญจรน้อยลง ออกแบบโดยทำการหรี่แสงสว่างแบบอัตโนมัติ และยังมีการควบคุมแสงสว่างในเวลาที่มีแสงสว่างมากจากภายนอก จึงมีการติดตั้งเซ็นเซอร์วัดความ

เข้มแสงแบบอัตโนมัติเพื่อให้เด่นชัดขึ้น การส่องสว่างต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน นอกจากนี้ยังเสนอแนะแนวทางในการลดปัญหาด้านฮาร์มอนิกส์หรือสัญญาณรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากระบบ การลดภาระการนำเข้าด้านเชื้อเพลิง และลดการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการผลิตไฟฟ้า ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้นำไปสู่การลดภาวะโลกร้อนอย่างยั่งยืนต่อไป งานวิจัยนี้เป็นการส่งเสริมการใช้หลอดประหยัดพลังงานในป้ายโฆษณาตามนโยบายภาครัฐให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษา ออกแบบ และสร้างระบบการควบคุมความสว่างของหลอดแอลอีดี สำหรับป้ายโฆษณา

2. เพื่อออกแบบค่าความสว่างในแต่ละช่วงเวลาที่ใช้งานป้ายโฆษณา

3. เพื่อเปรียบเทียบให้เห็นถึงประสิทธิภาพในการลดค่าพลังงานไฟฟ้าจากการนำเอาระบบควบคุมความสว่างมาใช้งาน

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. การออกแบบแสงสว่างภายนอกอาคาร

การออกแบบแสงสว่างภายนอกอาคาร (exterior lighting design) เป็นการออกแบบแสงสว่างให้กับพื้นที่ต่างๆ ได้แก่ พื้นที่โล่งกลางแจ้ง พื้นที่ทำงานและสัญจร เช่น สวนสาธารณะ ลานจอดรถ ท่าเรือทางเดินถนน และทางแยกต่างระดับ พื้นที่อาคาร เช่น อนุสาวรีย์ ป้ายโฆษณา รวมถึงการออกแบบแสงสว่างและแสงสว่างสนามกีฬา การออกแบบขึ้นอยู่กับลักษณะของงานแต่ละประเภท สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงในการออกแบบนั้นควรพิจารณาตั้งแต่วัตถุประสงค์ของการใช้งาน โคมไฟ หลอดไฟ ความสูงของเสา ระยะในการติดตั้งเสารวมถึงการปรับตั้งแนวส่องของโคมไฟ ถ้ามีการออกแบบที่เหมาะสมแล้วจะเป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายทางด้านพลังงานและอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งนอกจากนี้ยังจะได้ ความสวยงามในการจัดวางตำแหน่งโคมไฟด้วย โดยมาตรฐานความสว่างการใช้งานป้ายโฆษณา แสดงดังตาราง 1

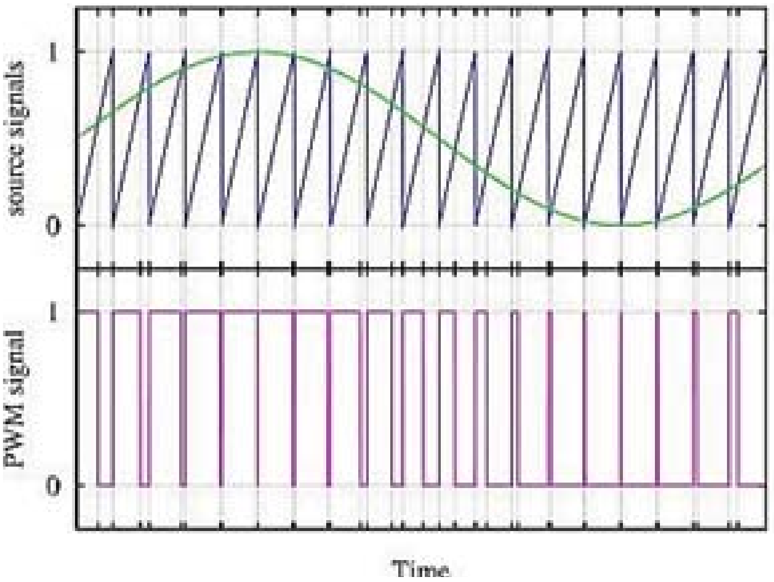
2. เทคนิคการสร้างสัญญาณ PWM

ตาราง 1
ปริมาณแสงตกกระทบที่ต้องการของป้ายโฆษณา

พื้นที่ใช้งาน	ค่าปริมาณแสงตกกระทบ (ลูเมนต่อตารางเมตร)
ความสว่างแวดล้อมสว่าง, พื้นป้ายสว่าง	500
ความสว่างแวดล้อมสว่าง, พื้นป้ายมืด	1,000
ความสว่างแวดล้อมมืด, พื้นป้ายสว่าง	200
ความสว่างแวดล้อมมืด, พื้นป้ายมืด	500

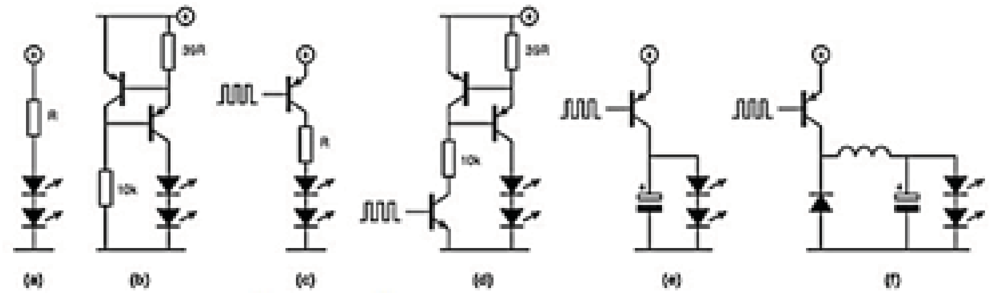
PWM (Pulse Width Modulation) เป็นสัญญาณที่สามารถปรับความกว้างของพัลส์หรือสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมดังเรียกว่า ดิวตี้ไซเคิล เนื่องจากการปรับดิวตี้ไซเคิล เป็นตัวกำหนดปริมาณพลังงานให้กับอุปกรณ์ การนำเอาทั้งสองสัญญาณมาเปรียบเทียบกับสัญญาณที่ต้องการปรับความกว้างของพัลส์ การผสมระหว่างสัญญาณรูปสามเหลี่ยมและสัญญาณรูปคลื่นไซน์ แสดงดังภาพ 1

3. เทคนิคการควบคุมหลอดแอลอีดี โดยปกติแล้วการควบคุมความเข้มแสงของหลอดแอลอีดีจะใช้



ภาพ 1 สัญญาณ PWM

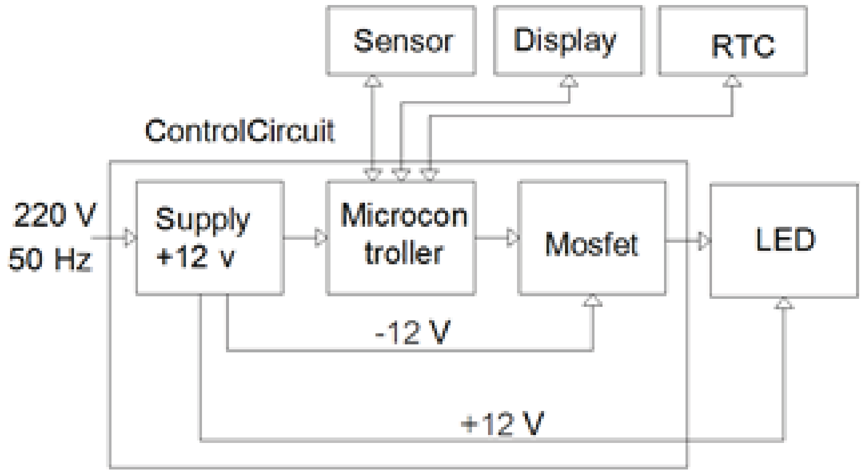
ไฟฟ้ากระแสตรงหรืออาจใช้สัญญาณ PWM ก็ได้ ซึ่งความเข้มแสงของหลอดแอลอีดี จะขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้าที่ผ่านตัวไดโอดเปล่งแสง โดยกระแสไฟฟ้าดังกล่าวจะส่งผลต่อสีของหลอดแอลอีดี ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวไม่สามารถปล่อยให้สีของหลอดแอลอีดีผิดเพี้ยนได้ ในทางปฏิบัตินั้นหลอดจำพวกนี้ก็ให้แสงที่ผิดเพี้ยนไปแค่เพียงเล็กน้อยเท่านั้นซึ่งสายตาของคนเราไม่สามารถสังเกตเห็นได้ จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าการควบคุมหลอดแอลอีดีนั้นจะส่งผลต่อสีของแสงที่ได้จากหลอดแอลอีดี เทคนิคที่นำมาแก้ปัญหานี้คือ การให้สัญญาณ PWM มาช่วยควบคุมแสงสว่างของหลอดไฟแสดงดังภาพ 2



ภาพ 2 วงจรหรี่ไฟของหลอดแอลอีดีในรูปแบบต่างๆ

การออกแบบ

1. โครงสร้างทั่วไปของระบบควบคุมความสว่างหลอดแอลอีดีสำหรับป้ายโฆษณา



ภาพ 3 โครงสร้างระบบควบคุม**ความสว่างแอลอีดี สำหรับป้ายโฆษณา**

ระบบควบคุมความสว่างหลอดแอลอีดีสำหรับป้ายโฆษณาประกอบด้วย

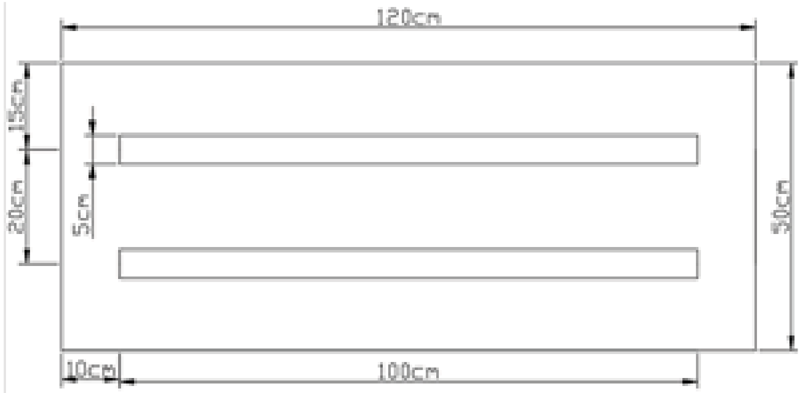
RTC Module คือ อุปกรณ์ที่ให้ค่าตามฐานเวลาจริง โดยตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (crystal) ภายนอกที่ต่อเข้าไปหรือบางตัวจะมีตัวกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายในตัว แสดงค่าเวลาตามจริง โดยใช้ DS1307 ติดต่อกับ Arduino board โดย I2C protocol แสดงค่า วินาที นาที ชั่วโมง วัน เดือน ปี

Clock display เป็นโมดูลแสดงผลด้วย 7 Segment ขนาด 4 หลักสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแสดงเวลาหรือในลักษณะนับจำนวน (counter) มีข้อดีคือใช้พอร์ตเชื่อมต่อน้อยเพียง 2 พอร์ต คือ CLK และ DIO สำหรับขาเชื่อมต่อก็จะมีด้วยกัน 4 ขา คือ CLK, DIO, VCC และ GND

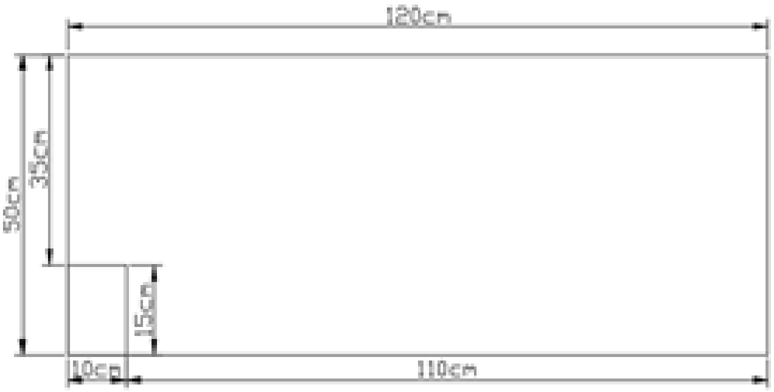
เครื่องวัดแสงหรือลักซ์มิเตอร์ ใช้วัดความสว่างของแสงในรูปของความเข้มการส่องสว่าง (luminous intensity) หรือกำลังส่องสว่าง (candlepower) มีหน่วยเป็น ลูเมนต่อตารางฟุต (foot-candle) หรือ ลูเมนต่อตารางเมตร หรือลักซ์ (lux)

2. การออกแบบป้ายโฆษณา

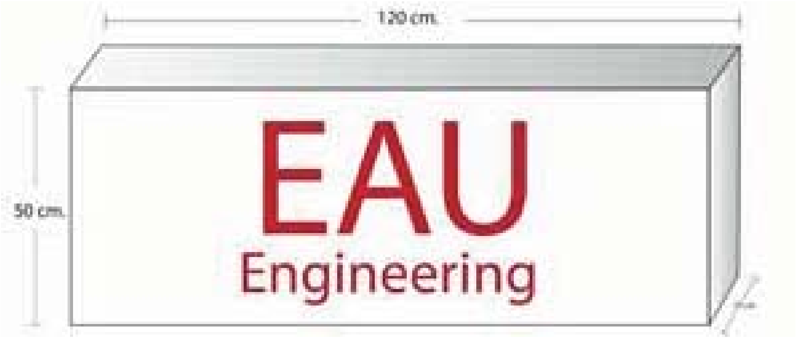
เนื่องจากหลอดแอลอีดีเป็นหลอดที่ให้ความสว่างเพียงด้านเดียวจึงจำเป็นต้องมีการจัดวางหลอดแอลอีดีให้มีความสว่างที่เหมาะสม โดยหันหลอดแอลอีดีประกบกันเพื่อให้แสงสว่างกระจายออกอย่างสม่ำเสมอ และทำให้แสงสว่างที่พื้นหน้าป้ายโฆษณาเด่นชัดตามแสงสว่างที่ได้คำนวณออกมา อีกทั้งระยะในการจัดวางควรจัดให้มีความเหมาะสมจากพื้นที่ทั้งหมดของป้ายโฆษณาซึ่งมีความกว้าง 50 เซนติเมตร ความสูง 120 เซนติเมตร และมีความหนา 25 เซนติเมตร แสดงดังภาพ 6 วงจรระบบควบคุมความสว่างหลอดแอลอีดีสำหรับป้ายโฆษณาออกแบบโดยใช้อุปกรณ์ ดังนี้ Driver 2 ตัว, หลอด LED, บอร์ด Arduino Uno R3, โมดูล RTC, Display, GY 302 และมอสเฟต



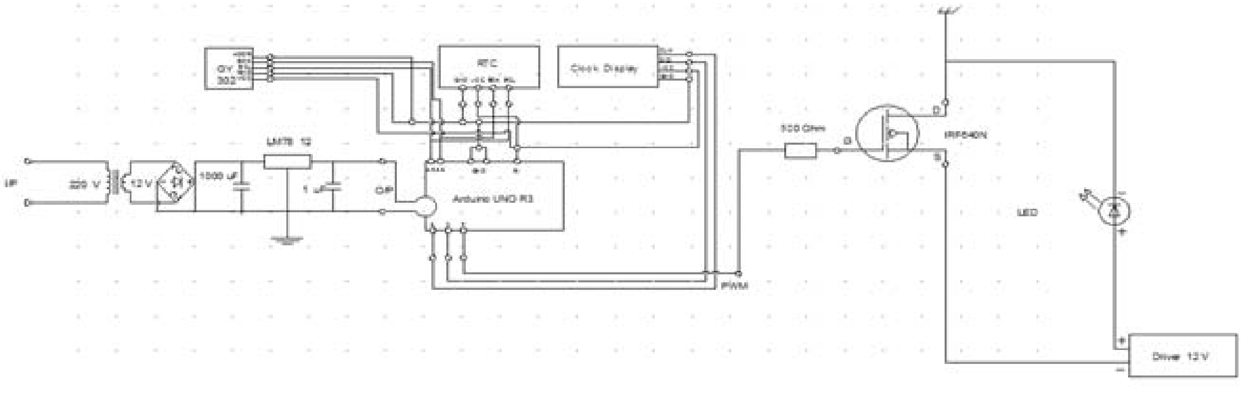
ภาพ 4 การจัดวางหลอดแอลอีดี



ภาพ 5 การจัดวางกล่องควบคุม

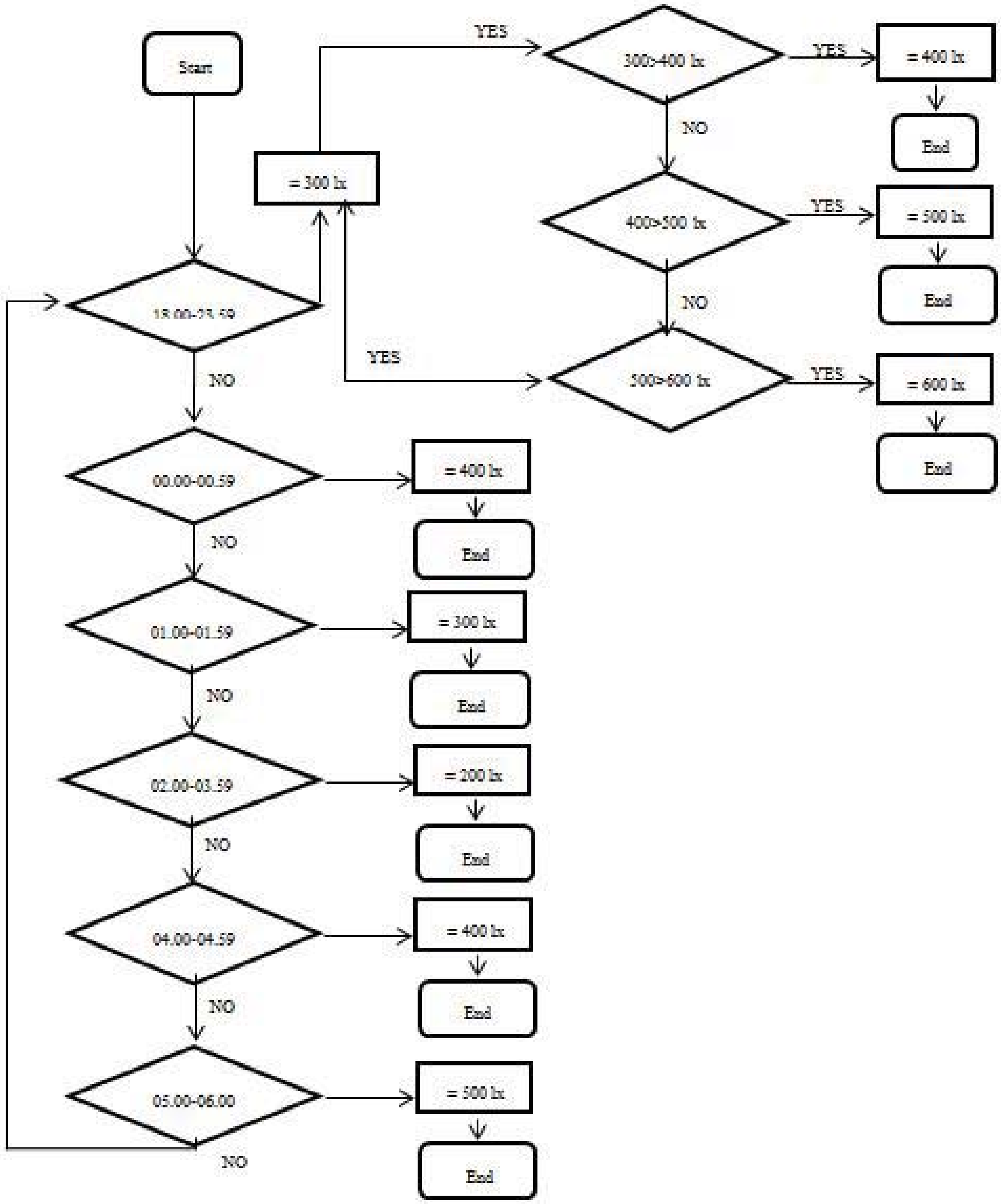


ภาพ 6 แบบร่างของป้ายโฆษณา



ภาพ 7 วงจรระบบควบคุมความสว่างหลอดแอลอีดีสำหรับป้ายโฆษณา

ภาพ 7 แสดงการเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ จ่ายไฟให้กับบอร์ด Arduino Uno R3 โดยมีวงจรตรวจจับความเข้มแสงเป็นเซนเซอร์แล้วส่งข้อมูลไปยังบอร์ด Arduino Uno R3 เพื่อกำหนดสัญญาณ PWM ให้มอสเฟตใช้ในการควบคุมหลอดแอลอีดีทั้ง 4 หลอด เพื่อให้ความสว่างเป็นไปตามคำสั่งที่เขียนลงในโปรแกรม โมดูล RTC แสดงค่าเวลาตามมาตรฐานเพื่อให้บอร์ด Arduino Uno R3 กำหนดค่าความสว่างเพื่อเป็นไปตามคำสั่งที่เขียนลงในโปรแกรมเวลาและความเข้มแสงแสดงที่ Display



ภาพ 8 แผนผังการทำงานระบบควบคุมความสว่างหลอดแอลอีดีสำหรับป้ายโฆษณา

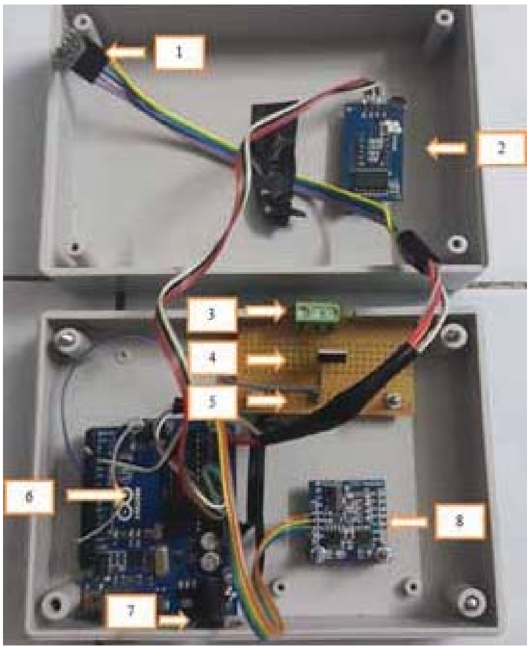
ภาพ 8 แสดงแผนผังการทำงานของระบบควบคุมความสว่างหลอดแอลอีดีสำหรับป้ายโฆษณา โดยกำหนดค่าความสว่างเริ่มต้นในช่วงเวลา 18.00 - 23.59 น. มีค่าเท่ากับ 300 ลักซ์ ไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าความเข้มแสงจากเซ็นเซอร์ โดยพิจารณาค่าทั้งหมด 3 ช่วง คือ ช่วงที่ 1 ค่าความสว่างเฉลี่ยมากกว่า 300 ลักซ์ แต่น้อยกว่า 400 ลักซ์ ช่วงที่ 2 ค่าความ สว่างเฉลี่ยมากกว่า 400 ลักซ์ แต่น้อยกว่า 500 ลักซ์ และช่วงที่ 3 ค่าความสว่างเฉลี่ยมากกว่า 500 ลักซ์ แต่น้อยกว่า 600 ลักซ์ ในงานวิจัยนี้กำหนดค่าความสว่างตามช่วงเวลา ดังตาราง 2

ตาราง 2

ค่าความสว่างในแต่ละช่วงเวลาที่กำหนด

ความสว่าง (ลักซ์)	ช่วงเวลา (นาฬิกา)
มากกว่า 100	18.00 – 23.59 น.
400	00.00 - 00.59 น.
300	01.00 - 01.59 น.
200	02.00 - 03.59 น.
400	04.00 - 04.59 น.
500	05.00 - 06.00 น.

การทำงานของระบบหลังจากเวลา 06.00 น. ระบบควบคุมความสว่างจะปิดระบบการทำงาน และจะทำงานอีกครั้งเวลา 18.00 น. กล่องควบคุมมี Driver 2 ตัว ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 โวลต์ จ่ายไฟให้กับบอร์ด Arduino Uno R3 วงจรตรวจจับความเข้มแสงทำหน้าที่เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับความเข้มแสง แล้วส่งข้อมูลไปยังบอร์ด Arduino Uno R3 เพื่อกำหนดสัญญาณ PWM ให้มอสเฟตควบคุมการทำงานของหลอดแอลอีดีทั้ง 4 หลอด ให้มีค่าความสว่างตามคำสั่งที่เขียนลงในโปรแกรม โมดูล RTC ตามมาตรฐานเวลาจริง เพื่อให้บอร์ด Arduino Uno R3 กำหนดความสว่างให้เป็นไปตามคำสั่งที่เขียนลงในโปรแกรม ซึ่งโมดูล RTC จะ



ภาพ 9 วงจรควบคุมความสว่างของหลอดแอลอีดี

นับเวลาไปเรื่อย ๆ แล้วจึงให้ Arduino ดึงค่าเวลาออกมาจากโมดูล RTC แล้วแสดงผลที่โมดูล Clock Display กล่องควบคุมซึ่งประกอบด้วยชุดวงจรควบคุมแสงสว่างดังภาพ 9 แสดงส่วนประกอบตามหมายเลขต่อไปนี้

1 = เซ็นเซอร์ตรวจจับความเข้มแสง

2 = โมดูล Clock Display

3 = ช่องต่อหลอดแอลอีดี

4 = มอสเฟต

5 = ช่องต่อสัญญาณ

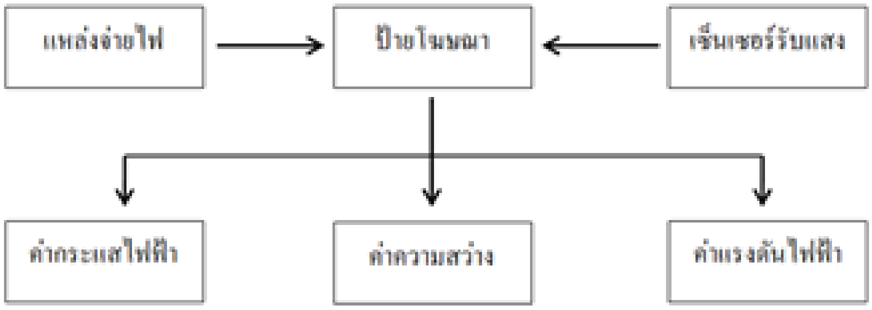
6 = บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

7 = ช่องต่อสายแหล่งจ่ายไฟตรง 12 โวลต์

8 = RTC Module

หลักการออกแบบการทดลอง

ในการทดลองระบบควบคุมความสว่างของป้ายโฆษณา จะทำการทดลองเพื่อเปรียบค่าสมรรถนะต่างๆ ทางไฟฟ้า ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า



ภาพ 10 ไดอะแกรมการทดลอง

รวมถึงค่าความสว่างของป้ายโฆษณาทั้งสองด้าน ในช่วงเวลา 18.00 – 06.00 น.

การทดลองแบ่งเป็น 2 ช่วงเวลา คือ

1. ช่วงเวลา 18.00 – 23.59 น. เป็นช่วงเวลาที่มีผู้คนสัญจรบนท้องถนน ซึ่งจำเป็นต้องให้มีความสว่างของป้ายโฆษณาที่มีความเด่นชัดเพื่อให้เป็นจุดสนใจของผู้คนบนท้องถนน

2. ช่วงเวลา 00.00 – 04.59 น. เป็นช่วงเวลาที่มีผู้คนสัญจรบนท้องถนนจำนวนน้อยกว่าในช่วงเวลา 18.00 – 23.59 น. จึงออกแบบระบบควบคุมความสว่างให้มีการลดค่าความสว่างลงเพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน

หลังจากนั้น ช่วงเวลา 05.00 – 06.00 น. ระบบควบคุมความสว่างจะปรับให้ป้ายโฆษณามีความสว่างขึ้นอีกครั้ง เนื่องจากเป็นช่วงเวลาที่มีเริ่มผู้คนสัญจรบนท้องถนนเพิ่มขึ้น

ผลการทดลอง

1. ผลการทดลองป้ายโฆษณาขณะไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่าง

ผลการทดลองประสิทธิภาพต่างๆทางไฟฟ้าของป้ายโฆษณาขณะไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่าง ทำการทดสอบช่วงเวลา 18.00-06.00 น. แรงดันไฟฟ้า 12V กระแสไฟฟ้า 5.3 A กำลังไฟฟ้า 64 W และค่าความสว่างทั้งสองด้าน 1000 lux

2. ผลการทดลองป้ายโฆษณาขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่าง

ผลการทดลองประสิทธิภาพต่างๆทางไฟฟ้าของป้ายโฆษณาขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่าง แสดงดังตาราง 3

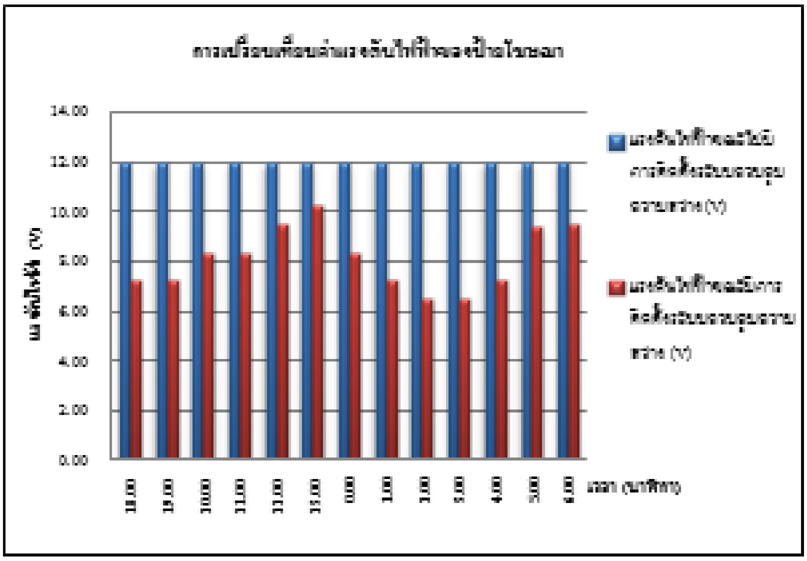
ตาราง 3

การทดลองวัดค่าสมรรถนะต่างๆ ทางไฟฟ้าของป้ายโฆษณา ขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่าง

เวลา (นาฬิกา)	แรงดันไฟฟ้า (V)	กระแสไฟฟ้า (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	ความสว่างด้านที่ 1 (lux)	ความสว่างด้านที่ 2 (lux)
18.00	7.26	1.34	10.16	311	313
19.00	7.26	1.34	10.16	311	313
20.00	8.32	2.00	16.64	425	424
21.00	8.32	2.00	16.64	425	424
22.00	9.45	2.72	25.70	549	538
23.00	10.24	3.52	36.05	661	657
00.00	8.33	1.99	16.58	426	425
01.00	7.19	1.35	9.71	310	314
02.00	6.53	0.65	4.25	204	203
03.00	6.53	0.65	4.25	204	203
04.00	7.22	1.34	9.67	315	316
05.00	9.44	2.71	25.58	535	548
06.00	9.45	2.74	25.89	534	544

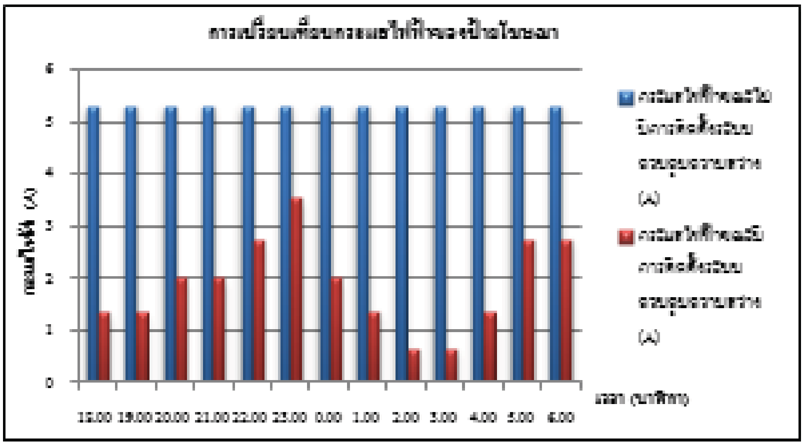
จากตาราง 3 พบว่า เมื่อมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างในป้ายโฆษณา ทำให้ค่าสมรรถนะต่าง ๆ ทางไฟฟ้าลดลงจากการไม่มีการติดตั้งระบบ และสามารถควบคุมค่าความสว่างของป้ายโฆษณาในทั้งสองช่วงเวลาที่ทำการทดสอบ โดยจะเห็นได้จากค่าความสว่างของป้ายโฆษณาด้านที่ 1 และด้านที่ 2 ในช่วงเวลา 18.00 – 23.00 น. ค่าความสว่างจะเพิ่มขึ้นตามลำดับ แต่หลังจากเวลา 00.00 – 24.00 น. ค่าความสว่างจะลดลงตามลำดับ และค่าความสว่างจะเพิ่มขึ้นอีกครั้งหลังจากเวลา 04.00 น. เป็นต้นไป

3. การเปรียบเทียบค่าสมรรถนะทางไฟฟ้าของป้ายโฆษณาขณะไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างและขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่าง



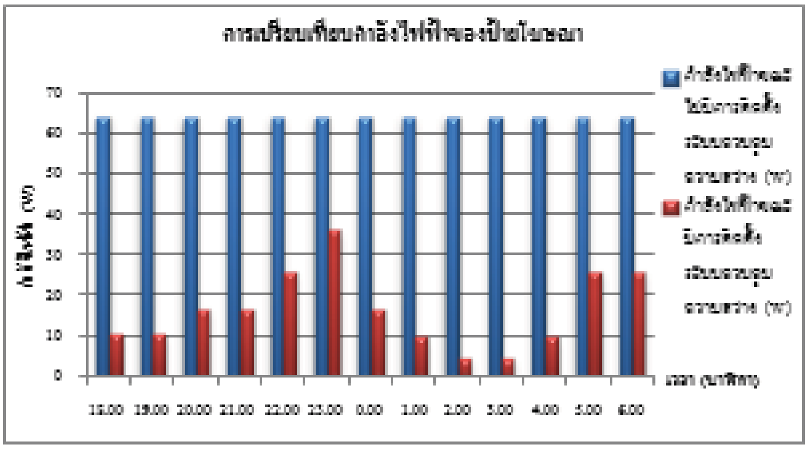
ภาพ 11 การเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าของป้ายโฆษณา

จากภาพ 11 เป็นการเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าของป้ายโฆษณาขณะไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างและขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างในช่วงเวลา 18.00 – 06.00 น. จะเห็นได้ว่า ขณะไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างค่าแรงดันไฟฟ้าจะมีค่าคงที่ แต่เมื่อทำการทดลองขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างค่าแรงดันไฟฟ้าจะมีค่าลดลง โดยมีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดที่ 10.24 โวลต์ เวลา 23.00 น. และมีค่าต่ำสุดที่ 6.53 โวลต์ เวลา 02.00 – 03.00 น.



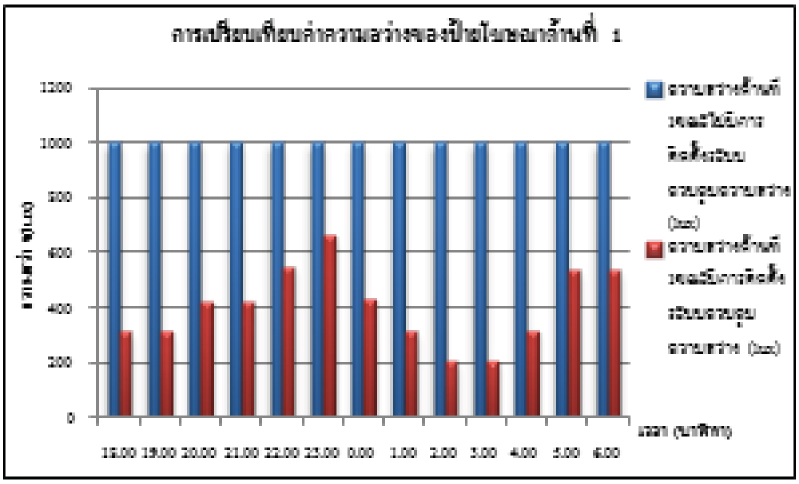
ภาพ 12 การเปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าของป้ายโฆษณา

จากภาพ 12 เป็นการเปรียบเทียบค่ากระแสไฟฟ้าของป้ายโฆษณาขณะไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างและขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างในช่วงเวลา 18.00 – 06.00 น. จะเห็นได้ว่า ขณะไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างค่ากระแสไฟฟ้าจะมีค่าเท่ากันในทุกช่วงเวลา แต่เมื่อทำการทดลองขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างค่ากระแสไฟฟ้าจะมีค่าลดลง โดยมีค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ 3.52 แอมแปร์ ที่เวลา 23.00 น. และมีค่าต่ำสุดที่ 0.65 แอมแปร์ ที่เวลา 02.00 – 03.00 น.



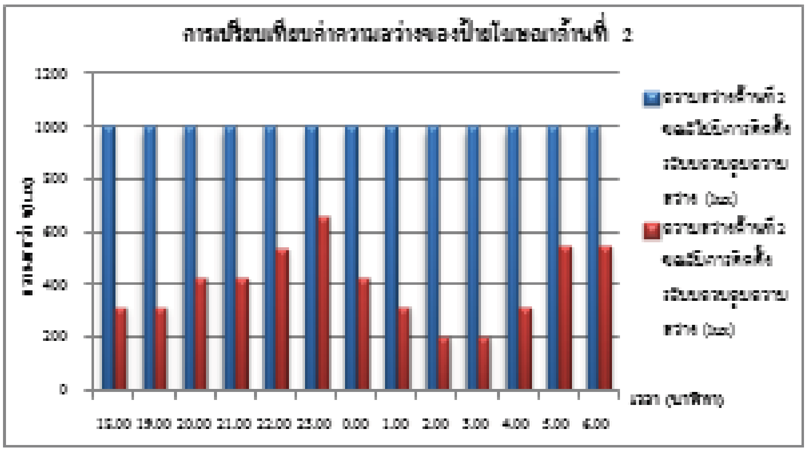
ภาพ 13 การเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าของป้ายโฆษณา

ภาพ 13 เป็นการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้าของป้ายโฆษณาขณะไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่าง และ ขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างในช่วงเวลา 18.00 – 06.00 น. จะเห็นได้ว่า ขณะไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างค่ากำลังไฟฟ้าจะมีค่าคงที่ประมาณ 64 วัตต์ แต่เมื่อทำการทดลองขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างค่ากำลังไฟฟ้าจะมีค่าลดลง โดยมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 36.05 วัตต์ เวลา 23.00 น. และมีค่าต่ำสุดที่ 4.25 วัตต์ เวลา 02.00 – 03.00 น.



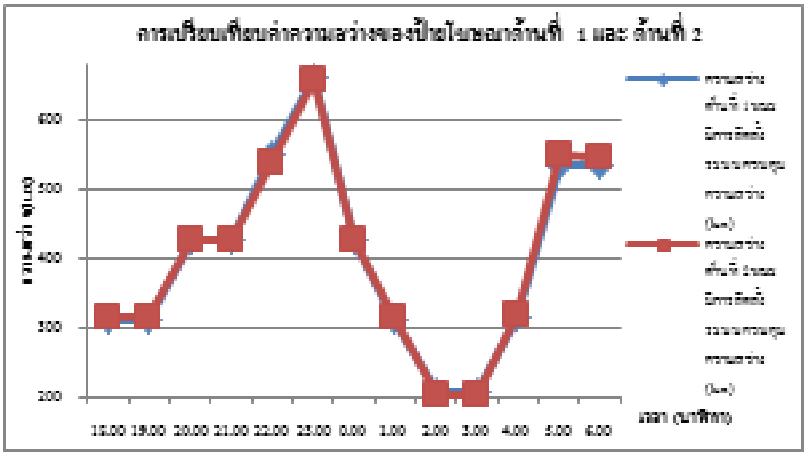
ภาพ 14 การเปรียบเทียบค่าความสว่างของป้ายโฆษณาด้านที่ 1

จากภาพ 14 เป็นการเปรียบเทียบค่าความสว่างของป้ายโฆษณาด้านที่ 1 ขณะไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างและขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างในช่วงเวลา 18.00 – 06.00 น. จะเห็นได้ว่า ขณะไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมค่าความสว่างจะมีค่าเท่ากันในทุกช่วงเวลาที่ 1,000 ลักซ์ แต่เมื่อทำการทดลองขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างค่ากระแสไฟฟ้าจะมีค่าลดลง โดยมีค่าความสว่างสูงสุดที่ 661 ลักซ์ ที่เวลา 23.00 น. และมีค่าต่ำสุดที่ 204 ลักซ์ ที่เวลา 02.00 – 03.00 น.



ภาพ 15 การเปรียบเทียบค่าความสว่างของป้ายโฆษณาด้านที่ 2

ภาพ 15 เป็นการเปรียบเทียบค่าความสว่างของป้ายโฆษณาด้านที่ 2 ขณะไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างและขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างในช่วงเวลา 18.00 – 06.00 น. จะเห็นได้ว่า ขณะไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมค่าความสว่างจะมีค่าเท่ากันในทุกช่วงเวลาที่ 1,000 ลักซ์ แต่เมื่อทำการทดลองขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างค่ากระแสไฟฟ้าจะมีค่าลดลง โดยมีค่าความสว่างสูงสุด 657 ลักซ์ เวลา 23.00 น. และมีค่าต่ำสุดที่ 203 ลักซ์ ที่เวลา 02.00 – 03.00 น.



ภาพ 16 การเปรียบเทียบค่าความสว่างของป้ายโฆษณาด้านที่1 และด้านที่ 2

จากภาพ 16 เป็นการเปรียบเทียบค่าความของป้ายโฆษณาด้านที่ 1 และด้านที่ 2 ขณะมีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่าง จะเห็นได้ว่าค่าความสว่างของป้ายมีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อยและระบบควบคุมความสว่างยังสามารถควบคุมความสว่างให้เป็นไปตามช่วงเวลาที่ต้องการได้

4. การศึกษาทางด้านเศรษฐศาสตร์

เพื่อแสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงาน จึงเปรียบเทียบราคาค่าไฟที่ต้องจ่ายใน 1 ปี ของป้ายโฆษณาที่ไม่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่างและป้ายโฆษณาที่มีการติดตั้งระบบควบคุมความสว่าง โดยใช้ค่ากำลังไฟฟ้าเฉลี่ย 16.26 วัตต์ ทำการทดลองตั้งแต่เวลา 18.00 - 06.00 น.

สูตรการคำนวณค่าไฟฟ้า

$$\frac{\text{ค่าไฟฟ้า} = \text{กำลังไฟฟ้า(W)} \times \text{ชั่วโมงทำงาน} \times \text{จำนวนวัน} \times \text{ค่าไฟฟ้าต่อหน่วย}}{1{,}000}$$

ที่มา *การคำนวณค่าไฟฟ้า* (Jarad, 2017)

ตาราง 4

การเปรียบเทียบอัตราการคืนทุนเมื่อใช้หลอด แอลอีดี ขนาด16 วัตต์ 4 หลอด แบบติดตั้งระบบควบคุมความสว่างและไม่ติดตั้งระบบควบคุมความสว่าง

สูตรการคำนวณ	ป้ายโฆษณาแบบติดตั้งระบบควบคุมความสว่าง	ป้ายโฆษณาแบบไม่ติดตั้งระบบควบคุมความสว่าง
จำนวนหน่วยไฟฟ้าต่อปี (หน่วย)	$\frac{16.26 \times 12 \times 365}{1,000}$ = 71.22	$\frac{64 \times 12 \times 365}{1,000}$ = 280.32
ค่าไฟฟ้าปี (บาท)	71.22 × 4.3 = 306	280.32 × 4.3 = 1,206
เงินที่ประหยัดต่อปี (บาทต่อปี)	1,206 – 306 = 900	-

จากตารางแสดงที่ 4 จะเห็นได้ว่าเมื่อติดตั้งระบบควบคุมความสว่างสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในส่วนของค่าไฟฟ้าได้ประมาณ 900 บาท ต่อปี เนื่องจากค่าไฟฟ้าของป้ายโฆษณาแบบไม่ติดตั้งระบบควบคุมความสว่างมีค่าไฟฟ้าต่อปีประมาณ 1,206 บาท แต่ค่าไฟฟ้าของป้ายโฆษณาแบบติดตั้งระบบควบคุมความสว่างต่อปีประมาณ 306 บาท

สรุปผลและอภิปรายผลการวิจัย

การออกแบบระบบควบคุมความสว่างหลอดแอลอีดีสำหรับป้ายโฆษณามีวัตถุประสงค์เพื่อประหยัดพลังงานและให้ป้ายเด่นชัดในช่วงเวลาที่คนสัญจรและสว่างตามมาตรฐานป้ายโฆษณา ในงานวิจัยได้ออกแบบสร้างชุดตัวอย่างป้ายโฆษณาประหยัดพลังงานขนาดกว้าง 50 เซนติเมตร สูง 120 เซนติเมตร ใช้หลอดแอลอีดีจำนวน 4 หลอด แต่ละหลอดกินกำลังไฟฟ้า 16 วัตต์ และเขียนโปรแกรมควบคุมค่าความสว่างของหลอด เพื่อปรับความสว่างหลอดแอลอีดีให้ป้ายมีความสว่างเด่นชัดมากกว่าแสงรอบข้างประมาณ 100 ลักซ์ ในเวลาที่มีผู้คนสัญจรและเมื่อมีผู้คนสัญจรน้อยลงจะลดความสว่างเพื่อประหยัดพลังงาน

ในการออกแบบระบบควบคุมความสว่างหลอดแอลอีดีสำหรับป้ายโฆษณานี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน การเขียนคำสั่งเพื่อควบคุมการทำงานของวงจรทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้น ซึ่งการควบคุมการทำงานของชุดไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าอินพุตจากเซนเซอร์ตรวจจับความเข้มแสงและส่งสัญญาณ PWM เอาต์พุตไปที่มอสเฟตเพื่อปรับความสว่างของหลอดแอลอีดีให้เป็นไปตามเวลาที่กำหนดไว้ในโปรแกรม ในการทดลองตามเงื่อนไขการทำงาน แสดงผลการเปรียบเทียบดังตาราง

ตาราง 5

การเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้า

เงื่อนไขการทำงาน	ช่วงเวลา 18.00–23.00 น.	ช่วงเวลา 00.00–06.00 น.
ไม่ใช้ระบบควบคุม	64 W	64 W
ใช้ระบบควบคุม	19.26 W	13.70 W

จากตาราง 5 เป็นการเปรียบเทียบค่ากำลังไฟฟ้า จะเห็นได้ว่า กรณีที่ใช้ระบบความคุมความสว่างของหลอดแอลอีดี ในช่วงเวลา 18.00-23.59 น. กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ 19.26 วัตต์ ประหยัดพลังงานไฟฟ้าคิดเป็นประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับขณะไม่ใช้ระบบควบคุมความสว่าง และเมื่อเปรียบเทียบในช่วงเวลา 00.00-06.00 น. กำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ 13.70 วัตต์ ประหยัดพลังงานไฟฟ้าคิดเป็นประมาณ 79 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเปรียบเทียบกับขณะไม่ใช้ระบบควบคุมความสว่าง โดยทั้งสองช่วงเวลาการทดลองแสงสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ผลการทดลองระบบควบคุมความสว่างหลอดแอลอีดีสำหรับป้ายโฆษณาพบว่า ป้ายโฆษณามีความเข้มแสงเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอยู่ในช่วงเวลา 18.00-23.59 น.และสามารถประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้จริงในช่วงเวลา 00.00-06.00 น. ดังนั้นกำลังไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ตลอดทั้งสองช่วงเวลาคิดเป็น 16.26 วัตต์ ประหยัดพลังงานไฟฟ้าคิดเป็นประมาณ 75 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นระบบควบคุมความสว่างหลอดแอลอีดีสำหรับป้ายโฆษณา จึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการนำไปใช้เพื่อการประหยัดพลังงาน ซึ่งในขณะทำการทดสอบไม่เกิดมลภาวะทางแสงเนื่องจากงานวิจัยได้ทำการออกแบบให้ค่าความสว่างอยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน

References

Association for Psychological Science. (2016). *Are digital billboards dangerously distracting*.Retrieved from http://www.psychologicalscience.org/news/motr/are-digitalbillboards-dangerously-distracting.html#.WFkW2vmLSUl

Health issues in Vietnam. (2014). *Light pollution causes traffic accidents.* Retrieved from http://tuoitrenews.vn/features/20274/light-pollutioncauses-traffic-accidents-health-issues-in-Vietnam

Jarad. (2017). *Electricity calculation.* Retrieved from http://nuclear.rmutphysics.com/blog-sci7/?p=12995