

การออกแบบและพัฒนาโคมไฟฉุกเฉินที่บันทึกและส่งผลการทดสอบผ่านระบบสายฟายอัตโนมัติ Design and Development of an Emergency Luminaire with Automatic Test Result Logging and Transmission via Wi-Fi

อภิราช รัตนอุดมพิสุทธิ^{1*} ปฏิพงษ์ เจริญเวียงเหนือ² สุวัฒน์ กิจเจริญวัฒน์¹ และ สายชล ชุตติเจือจัน¹

¹สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

²สาขาวิชาเทคโนโลยีเครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ

E-mail: apirach.r@mail.rmutk.ac.th*

บทคัดย่อ

บทความวิจัยฉบับนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาโคมไฟฉุกเฉินที่สามารถทดสอบการทำงาน บันทึกผล และส่งข้อมูลผ่านระบบสายฟายได้โดยอัตโนมัติ เพื่อช่วยลดภาระในการตรวจสอบและบันทึกผลด้วยบุคลากร โดยเฉพาะในกรณีที่ติดตั้งโคมไฟในตำแหน่งสูงหรือมีจำนวนหลายจุดภายในอาคาร ระบบที่พัฒนาขึ้นใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ร่วมกับวงจรประจุแบตเตอรี่แบบกระแสคงที่และแรงดันคงที่ มีไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F030F4P6TR ทำหน้าที่ควบคุมการประจุแบตเตอรี่ ตรวจสอบสถานะการทำงาน และส่งการทดสอบโคมไฟฉุกเฉินให้หลอดแอลอีดี MR16 ขนาด 3 วัตต์ จำนวน 2 หลอด ข้อมูลผลการทดสอบถูกส่งผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32-WROOM-32U ไปจัดเก็บบน Google Sheets แบบอัตโนมัติผ่านระบบสายฟาย การทดสอบระบบอ้างอิงตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการติดตั้งระบบการให้แสงสว่างฉุกเฉิน (มอก. 2690-2558) ครอบคลุมการทดสอบแบบติดตั้งใหม่ การทดสอบตามระยะเวลา และการทดสอบกรณีไม่ผ่านเกณฑ์ ผลการทดลองพบว่าระบบสามารถบันทึกวัน เวลา ระยะเวลาทดสอบ และสถานะผลการทดสอบได้ถูกต้อง ทั้งในกรณีผ่านและไม่ผ่านเกณฑ์ พร้อมทั้งสามารถส่งข้อมูลขึ้นระบบออนไลน์ได้โดยอัตโนมัติ นอกจากนี้ เมื่อเกิดความขัดข้องของแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติ โคมไฟฉุกเฉินสามารถส่องสว่างได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด แสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีความเหมาะสมสำหรับประยุกต์ใช้กับการตรวจสอบโคมไฟฉุกเฉินในอาคารอย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: โคมไฟฉุกเฉิน, การทดสอบอัตโนมัติ, สายฟาย, Google Sheets, STM32F030F4P6TR, มอก. 2690-2558

Abstract

This paper presents the design and development of an emergency luminaire capable of automatically performing operational tests, logging test results, and transmitting data via Wi-Fi. The proposed system is intended to reduce the workload associated with manual inspection and record keeping, especially when emergency luminaires are installed at elevated positions or in large numbers throughout a building. The developed prototype operates from a 220 V AC supply and incorporates a constant-current/constant-voltage battery charging circuit. An STM32F030F4P6TR microcontroller is used to control the charging process, monitor system status, and execute the automatic testing of the emergency luminaire equipped with two 3 Watt MR16 LED lamps. Test data are then transmitted through a ESP32-WROOM-32U module and automatically stored in Google Sheets via a Wi-Fi network. The system was evaluated in accordance with the industrial standard for emergency lighting installation, TIS 2690-2558, including initial installation testing, periodic testing, and fault-condition testing. Experimental results show that the proposed system can accurately record the date, time, test duration, and test status for both pass and fail conditions, while reliably uploading the results to an online platform automatically. In addition, when a fault occurs in the normal power supply, the emergency luminaire can provide illumination according to the required operating conditions. These results demonstrate that the developed system is suitable for practical implementation in emergency lighting inspection and maintenance applications in buildings.

Keywords: Emergency luminaire, automatic testing, Wi-Fi, Google Sheets, STM32F030F4P6TR, TIS 2690-2558

1. บทนำ

โคมไฟฟ้าลูกเงินเป็นอุปกรณ์สำคัญในระบบความปลอดภัยของอาคาร เนื่องจากทำหน้าที่ให้แสงสว่างสำรองเมื่อเกิดเหตุขัดข้องของแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติ ช่วยให้ผู้ใช้อาคารสามารถมองเห็นเส้นทางอพยพทางออกฉุกเฉิน และบริเวณสำคัญต่าง ๆ ได้อย่างชัดเจนและปลอดภัย โดยเฉพาะในอาคารขนาดใหญ่ อาคารสูง อาคารสำนักงาน และอาคารพักอาศัยรวม ซึ่งมีความจำเป็นต้องมีระบบแสงสว่างฉุกเฉินที่พร้อมใช้งานอยู่เสมอ การตรวจสอบสมรรถนะของโคมไฟฟ้าลูกเงินจึงเป็นภารกิจที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการบริหารจัดการด้านความปลอดภัยของอาคาร

ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการติดตั้งระบบการให้แสงสว่างฉุกเฉิน (มอก. 2690-2558) โคมไฟฟ้าลูกเงินจะต้องได้รับการตรวจสอบและทดสอบตามระยะเวลาที่กำหนด เพื่อยืนยันว่าระบบยังสามารทำงานได้อย่างถูกต้องเมื่อเกิดเหตุไฟฟ้าดับจริง อย่างไรก็ตาม ในการใช้งานจริง การตรวจสอบโคมไฟฟ้าลูกเงินส่วนใหญ่มักดำเนินการด้วยวิธีการทดสอบและจดบันทึกข้อมูลโดยบุคลากร ซึ่งมีข้อจำกัดหลายประการ เช่น ตำแหน่งติดตั้งโคมไฟมักอยู่ในระดับสูง การเข้าถึงทำได้ยาก การทดสอบต้องใช้เวลา และการบันทึกผลอาจเกิดความคลาดเคลื่อนหรือไม่ต่อเนื่อง ส่งผลให้บางพื้นที่อาจไม่ได้รับการตรวจสอบอย่างครบถ้วนตามรอบเวลาที่กำหนด

2. ทฤษฎี

2.1 โคมไฟฟ้าลูกเงิน

โคมไฟฟ้าลูกเงินเป็นอุปกรณ์ให้แสงสว่างสำรองในอาคาร ซึ่งจะติดสว่างขึ้นเมื่ออัตโนมัติเมื่อมีเหตุไฟฟ้าดับ หลักการทำงานของโคมไฟฟ้าลูกเงิน เป็นอุปกรณ์ที่เก็บพลังงานไฟฟ้าไว้ในแบตเตอรี่ ซึ่งจะมี 2 แบบ คือ แบบชนิดเติมน้ำกลั่นและชนิดแห้ง ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นและเมื่อไฟฟ้าดับจะใช้ไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ไปทำให้หลอดไฟสว่าง และเมื่อไฟฟ้าติดตามปกติก็จะมีกระแสไฟฟ้าจ่ายไปยังโคมไฟฟ้าลูกเงิน เพื่อประจุให้แบตเตอรี่และมีวงจรปิดไม่ให้หลอดไฟสว่าง ความล้มเหลวของโคมไฟฟ้าลูกเงินปกติอาจเกิดขึ้นได้ตลอดเวลา ดังนั้นต้องมีการตรวจสอบและทดสอบโคมไฟฟ้าลูกเงินตามระยะเวลาที่กำหนด

2.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการติดตั้งระบบการให้แสงสว่างฉุกเฉิน (มอก. 2690-2558)

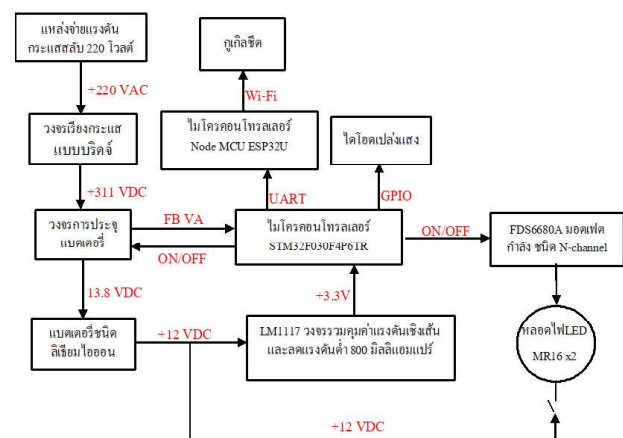
มอก. 2690-2558 เป็นมาตรฐานสำคัญสำหรับการติดตั้งตรวจสอบ และทดสอบความพร้อมของระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินภายในอาคาร เพื่อให้โคมไฟฟ้าลูกเงินสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องเมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติขัดข้อง ซึ่งมีความสำคัญต่อความปลอดภัยของผู้ใช้อาคาร โดยเฉพาะในกรณีการอพยพฉุกเฉิน มาตรฐานกำหนดให้มีการ

ทดสอบตามระยะเวลาเพื่อประเมินความพร้อมของแบตเตอรี่ วงจรควบคุม และชุดกำเนิดแสง ได้แก่ การทดสอบหลังติดตั้งใหม่ 120 นาที การทดสอบรายสามเดือน 60 นาที และการทดสอบรายปี 90 นาที โดยผลการทดสอบต้องมีการบันทึกไว้เป็นหลักฐานสำหรับการตรวจสอบและวางแผนบำรุงรักษา ดังตัวอย่างแบบฟอร์มบันทึกผลในรูปแบบที่ 1 งานวิจัยนี้จึงนำแนวทางดังกล่าวมาประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบควบคุมอัตโนมัติและการบันทึกผลผ่าน Wi-Fi โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งข้อมูลไปจัดเก็บใน Google Sheets ช่วยลดภาระของผู้ปฏิบัติงาน เพิ่มความถูกต้องของข้อมูล และทำให้ติดตามผลย้อนหลังได้อย่างเป็นระบบมากขึ้น

INSPECTION REPORT (Emergency Lighting System)							
พื้นที่ตรวจสอบ : ห้อง 504 ตึกสิรินธร				☒ รายติดตั้งใหม่แบตเตอรี่จ่ายไฟต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 120 นาที ☐ รายสามเดือนแบตเตอรี่จ่ายไฟต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 60 นาที ☐ รายปีแบตเตอรี่จ่ายไฟต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 90 นาที			
วัน/เดือน/ปี	หมายเลขเครื่อง	แบตเตอรี่วันที่ติดตั้งแบตเตอรี่	แบตเตอรี่วันที่ทดสอบ	เวลาเริ่มการทดสอบ	เวลาสิ้นสุดการทดสอบ	ผลการทดสอบปกติ	หมายเหตุ
14/07/25	1	09/07/25	12.70	12:00	14:00	✓	
14/07/25	2	09/07/25	12.75	12:00	14:00	✓	
บันทึกเพิ่มเติม :							
ผู้ทดสอบ..... (.....) วันที่.....14/07/25.....				ผู้ตรวจสอบ..... (.....) วันที่.....14/07/25.....			

รูปที่ 1 ตัวอย่างใบบันทึกผลการทดสอบระบบไฟฟ้าแสงสว่างฉุกเฉินตามแนวทางของ มอก. 2690-2558

3. โครงสร้างและการทำงานของโคมไฟฟ้าลูกเงินบันทึกและส่งผลการทดสอบผ่านระบบวายุอัตโนมัติ

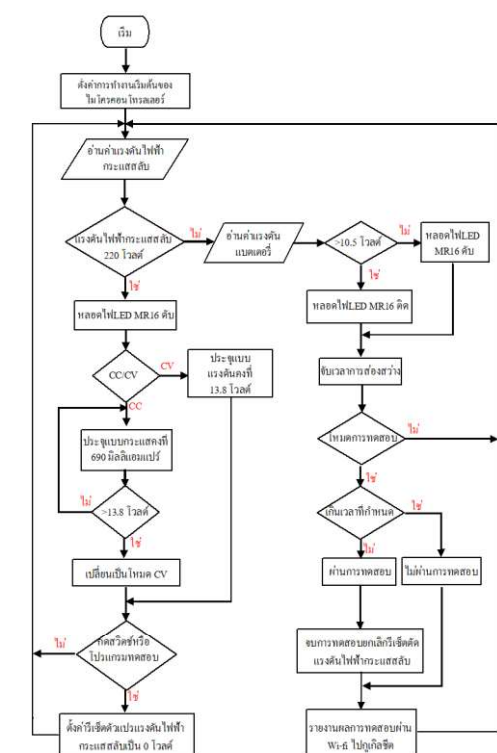


รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมโคมไฟฟ้าลูกเงิน

จากรูปที่ 2 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ จ่ายให้กับ วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์เพื่อประจุแบตเตอรี่ชนิดนิเมออาน ขนาด 12 โวลต์ 5.2 แอมแปร์-ชั่วโมง ด้วยวงจรการประจุแบตเตอรี่แบบกระแส และแรงดันคงที่ และจ่ายแรงดันให้ LM117 วงจรรวมคูล์ค่าแรงดันเชิง เส้นและลดแรงดันต่ำ 800 มิลลิแอมแปร์สำหรับจ่ายแรงดันให้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F030F4P6TR ในการประมวลผล การประจุด้วยกระแสและแรงดันคงที่การทดสอบสถานะของแบตเตอรี่ผ่าน ไดโอดเปล่งแสง มีทั้งหมด 3 สถานะ คือ แบตเตอรี่เต็ม แบตเตอรี่ปาน กลาง แบตเตอรี่ต่ำ และควบคุมการเปิดและปิดของ FDS6680A มอดเฟต กำลัง ชนิด N-channel เพื่อทดสอบการทำงานของโคมไฟลูกเงินโดยมี หลอดไฟแอลอีดี MR16 ขนาด 3 วัตต์ จำนวน 2 โคม ในการให้แสงสว่าง ทำการทดสอบโดยจำลองความล้มเหลวของแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติโดยโคม ไฟฟ้าลูกเงินจะต้องทำงานได้ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การติดตั้งระบบการให้แสงสว่างลูกเงิน (มอก. 2690-2558) แบบอัตโนมัติ และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32-WROOM-32U รับข้อมูลการทดสอบ และส่งข้อมูลการทดสอบผ่านสายพาวเวอร์ที่กัฟไฟไปยังยูเอสบีซี แบบ อัตโนมัติ แต่หากแรงดันไฟฟ้าเข้าของหลอดไฟแอลอีดี MR16 จะส่องสว่างอัตโนมัติเป็นเวลาไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

3.1 การทำงานของโคมไฟฟ้าฉุกเฉินส่งข้อมูลการทดสอบ

บันทึกผ่านสายพาวเวอร์ไลน์



รูปที่ 3 แผนภูมิสายงานการทำงานของคอมพิวเตอร์ฉุกเฉินฯ

จากรูปที่ 3 แผนภูมิสายงานการทำงานของโคมไฟที่ฉุกเฉินฯ ที่นำเสนอ โดยกระบวนการเริ่มต้นจากการสั่งให้ระบบเข้าสู่โหมดทดสอบผ่านการจำลองการขัดข้องของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับหลัก จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบสถานะแรงดันไฟฟ้าขาเข้า หากไม่พบแหล่งจ่ายไฟฟ้าปกติ ตัวควบคุมจะสั่งให้โคมไฟที่ฉุกเฉินเปลี่ยนไปทำงานด้วยพลังงานจากแบตเตอรี่ เพื่อจำลองสภาวะฉุกเฉินจริง ถัดมา ระบบจะทำการตรวจวัดแรงดันแบตเตอรี่เพื่อตรวจสอบความพร้อมใช้งาน โดยหากแรงดันอยู่ในช่วงที่กำหนด ระบบจะเปิดใช้งานหลอดไฟฉุกเฉินและเริ่มจับเวลาการทดสอบ พร้อมทั้งมีการติดตามค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญอย่างต่อเนื่อง เช่น แรงดันแบตเตอรี่และสถานะการชาร์จ (โหมด CC/CV) เพื่อควบคุมการทำงานให้มีความเสถียรและป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น ในระหว่างการทดสอบ ระบบจะตรวจสอบสถานะของหลอดไฟ หากพบความผิดปกติ เช่น หลอดไม่ทำงานหรือแรงดันแบตเตอรี่ต่ำกว่ากำหนด ระบบจะบันทึกสถานะความผิดพลาดและยุติการทดสอบทันที ในทางกลับกัน หากระบบสามารถทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนด จะดำเนินการทดสอบต่อเนื่องจนสิ้นสุดระยะเวลาที่กำหนด เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการ ระบบจะทำการบันทึกผลการทดสอบและส่งข้อมูลไปยังระบบจัดเก็บภายนอก เพื่อใช้สำหรับการติดตามผลและวิเคราะห์ย้อนหลัง จากนั้นระบบจะกลับเข้าสู่สถานะปกติและสิ้นสุดกระบวนการทำงาน

4. ผลการดำเนินงานและการวิเคราะห์

4.1 การบันทึกผลการทดสอบคอมพิวเตอร์จากเงินบันทึกและ ส่งผลการทดสอบผ่านระบบขายจ่ายอัตโนมัติ ในภูเก็ลซิต

The screenshot shows a Google Sheets spreadsheet titled "EmergencyLighting Test Table". The interface includes a menu bar with options: File, Edit, View, Insert, Format, Data, Tools, Extensions, and Help. Below the menu is a toolbar with various icons for editing and formatting. The spreadsheet itself has a grid with columns labeled A through H and rows numbered 1 through 16. The data is organized into a table with a yellow header row (row 5) and a blue header row (row 6). The table contains data for five different lighting tests, each with a date, time, and status.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5		วันที่ทดสอบ	Period 1	สถานะ	Period 2	สถานะ		
6	ref#	เวลา	เวลา 1	OK	เวลา 2	สถานะ		
7	1	2566/10/1	12:00	120	OK	120	OK	
8	2	2567/1/1	12:00	60	OK	60	OK	
9	3	2567/4/1	12:00	60	OK	60	OK	
10	4	2567/7/1	12:00	60	OK	60	OK	
11	5	2567/10/1	12:00	60	OK	60	OK	
12	6	2567/10/1	12:00	90	OK	90	OK	
13	7	2568/1/1	12:00	60	NO	60	OK	
14								
15								
16								

รูปที่ 4 ผลการทดสอบโคมไฟฟ้าฉุกเฉินฯ

จากรูปที่ 4 เป็นตารางบันทึกผลของโคมไฟฟ้าฉุกเฉิน ระบุวัน เวลาและผลการทดสอบของโคมไฟฟ้าฉุกเฉิน โดยผลการทดสอบแบ่ง ออกเป็น 2 ผลลัพธ์ คือ OK หมายถึง โคมไฟฟ้าฉุกเฉินผ่านการทดสอบ โดยสามารถให้แสงสว่างได้ตามมาตรฐานที่กำหนด และ NO หมายถึง

โคมไฟฟ้าถูกเงินไม่ผ่านการทดสอบ เนื่องจากไม่สามารถให้แสงสว่างได้ตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งผลของการทดสอบวันที่ 01/10/66 เป็นการทดสอบแบบติดตั้งใหม่ โดยเวลาการทดสอบเริ่มต้นที่ 12:00 นาฬิกาและระยะเวลาในการทดสอบ 120 นาที ผลการทดสอบ คือ OK วันที่ 01/01/67 เป็นการทดสอบแบบรายสามเดือนครั้งที่ 1 โดยบอกเวลาการทดสอบเริ่มต้นที่ 12:00 นาฬิกา และโดยเวลาการทดสอบเริ่มต้นที่ 12:00 นาฬิกา และระยะเวลาในการทดสอบ 60 นาที ผลการทดสอบ คือ OK วันที่ 01/04/67 เป็นการทดสอบแบบรายเดือนครั้งที่ 2 โดยเวลาการทดสอบเริ่มต้นที่ 12:00 นาฬิกา และระยะเวลาในการทดสอบ 60 นาที ผลการทดสอบ คือ OK วันที่ 01/07/67 เป็นการทดสอบแบบรายเดือนครั้งที่ 3 โดยเวลาการทดสอบเริ่มต้นที่ 12:00 นาฬิกา และระยะเวลาในการทดสอบ 60 นาที ผลการทดสอบ คือ OK วันที่ 01/10/67 เป็นการทดสอบแบบรายเดือนครั้งที่ 4 โดยเวลาการทดสอบเริ่มต้นที่ 12:00 นาฬิกา และระยะเวลาในการทดสอบ 60 นาที ผลการทดสอบ คือ OK วันที่ 01/12/67 เป็นการทดสอบแบบรายปี โดยเวลาการทดสอบเริ่มต้นที่ 12:00 นาฬิกา และระยะเวลาในการทดสอบ 90 นาที ผลการทดสอบ คือ OK วันที่ 01/01/68 เป็นการทดสอบแบบรายสามเดือนในกรณีจ่ายไฟต่อเนื่องน้อยกว่า 60 นาที โดยเวลาการทดสอบเริ่มต้นที่ 12:00 นาฬิกา และระยะเวลาในการทดสอบ 60 นาที ผลการทดสอบ คือ NO แสดงว่าเครื่องมีปัญหาการทดสอบ โดยข้อมูลที่ถูกเก็บหลังการทดสอบตรงตามการทดสอบจริง

5. สรุป

จากการทดสอบ บทความวิจัยฉบับนี้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาโคมไฟฟ้าที่ถูกเงินที่สามารถส่งข้อมูลการทดสอบและบันทึกผลผ่านสายไฟอัตโนมัติ โดยดำเนินการภายใต้ขอบเขตของการสร้างต้นแบบโคมไฟฟ้าที่ถูกเงินบันทึกและส่งผลการทดสอบผ่านระบบสายไฟอัตโนมัติจำนวน 2 เครื่อง ระบบที่พัฒนาขึ้นถูกออกแบบให้มีวงจรการประจุแบตเตอรี่แบบกระแสคงที่และแรงดันคงที่ เพื่อให้การประจุแบตเตอรี่เป็นไปอย่างเหมาะสมกับสภาพการทำงานของแบตเตอรี่ ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและยืดอายุการใช้งานของแบตเตอรี่ ผลการออกแบบระบบประจุแบตเตอรี่พบว่า โหมดการประจุแบบกระแสคงที่ที่ใช้ระยะเวลา 320 นาที จากนั้นเปลี่ยนเป็นโหมดการประจุแบบแรงดันคงที่ซึ่งใช้เวลา 160 นาที รวมระยะเวลาการประจุทั้งหมด 480 นาที การควบคุมกระบวนการประจุแบตเตอรี่และการสั่งการทดสอบโคมไฟฟ้าที่ถูกเงินดำเนินการโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F030F4P6TR ขนาด 32 บิต ซึ่งมีความสามารถในการประมวลผลและควบคุมการทำงานได้อย่างแม่นยำและเป็นระบบอัตโนมัติ โครงการนี้ได้รับการออกแบบให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการติดตั้งระบบการให้แสงสว่างที่ถูกเงิน (มอก. 2690-2558) โดยกำหนดวัน เวลา และระยะเวลาการทดสอบผ่านยูทิลิตี้เพื่อให้การทำงานเป็นไปโดยอัตโนมัติ การทดสอบตามมาตรฐานประกอบด้วย 3 รูปแบบ ได้แก่ การทดสอบ

แบบติดตั้งใหม่จ่ายไฟต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 120 นาที จำนวน 1 ครั้ง การทดสอบแบบรายสามเดือนจ่ายไฟต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 60 นาที จำนวน 4 ครั้ง และการทดสอบแบบรายปีจ่ายไฟต่อเนื่องไม่น้อยกว่า 90 นาที จำนวน 1 ครั้ง ผลการทดสอบพบว่าโคมไฟฟ้าที่ถูกเงินสามารถทำงานได้ตามข้อกำหนดของมาตรฐานอย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ เพื่อประเมินความสามารถของระบบในการตรวจจับความผิดพลาด ได้มีการเพิ่มการทดสอบแบบรายสามเดือนในกรณีที่จ่ายไฟต่อเนื่องน้อยกว่า 60 นาที ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่โคมไฟฟ้าที่ถูกเงินไม่เป็นไปตามมาตรฐาน ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถระบุสถานะผลการทดสอบได้อย่างถูกต้อง เมื่อการทดสอบเสร็จสิ้นในแต่ละครั้ง ระบบจะส่งข้อมูลผลการทดสอบผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32-WROOM-32U ไปจัดเก็บในยูทิลิตี้โดยอัตโนมัติ ช่วยเพิ่มความสะดวกในการบันทึกข้อมูลและการติดตามผลการทดสอบ ในกรณีที่เกิดความผิดปกติของแรงดันไฟฟ้าในสถานการณ์จริง ระบบจะส่งการให้หลอดไฟแอลอีดีชนิด MR16 ทำงานโดยอัตโนมัติ ซึ่งสามารถให้แสงสว่างต่อเนื่องได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของโคมไฟฟ้าที่ถูกเงิน จากผลการพัฒนาและทดสอบทั้งหมด สามารถสรุปได้ว่าโคมไฟฟ้าที่ถูกเงินที่สามารถส่งข้อมูลการทดสอบและบันทึกผลผ่านระบบสายไฟอัตโนมัติช่วยลดขั้นตอนและภาระในการทดสอบ เนื่องจากใช้บุคลากรจำนวนน้อย สามารถดำเนินการทดสอบพร้อมกันได้หลายเครื่องแบบอัตโนมัติ และช่วยลดค่าใช้จ่ายในการทดสอบ เนื่องจากสามารถกำหนดค่าใช้จ่ายแบบเหมารวมโดยไม่ต้องคิดแยกตามจุดติดตั้ง จึงมีความเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานในอาคารหรือระบบที่มีโคมไฟฟ้าที่ถูกเงินจำนวนมาก

เอกสารอ้างอิง

- [1] วิโรจน์ แสงทอง. 2564. “โคมไฟที่ถูกเงินที่มีฟังก์ชันการส่งข้อมูลแบบไร้สาย.” การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า. ครั้งที่ 44 (พฤศจิกายน) : 780-783.
- [2] ภัศรา คุ้มมั่ง, ภาณุภูมิ ทางสี, วิวัฒน์ ทิพจร และอนุสรณ์ ยอดใจเพชร. “การประยุกต์ใช้งานอินเทอร์เน็ตเพื่อสร้างระบบบันทึกพลังงานไฟฟ้าแบบประหยัด.” การประชุมวิชาการวิจัยและนวัตกรรมสร้างสรรค์. ครั้งที่ 4 (มิถุนายน) : 411-419.
- [3] เรวัตร วัคภู, พงษ์เทพ อินชัย, และไพฑูริย์ วิภาพา. 2553. “เครื่องสำรองไฟที่ถูกเงินภายในอาคาร.” วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์.