

ระบบ IoT อัจฉริยะเพื่อควบคุมและติดตามประสิทธิภาพ หลอดไฟฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลต

โดย นาย ชนบูรณ์ ทองงอก

บทคัดย่อ

โครงการนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things) อัจฉริยะ สำหรับควบคุมและติดตามประสิทธิภาพหลอดไฟฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตชนิดซี (Ultraviolet C: UV-C) เพื่อแก้ไขปัญหาประสิทธิภาพการฆ่าเชื้อที่ไม่สม่ำเสมออันเนื่องมาจากการเสื่อมสภาพของหลอดไฟ ระบบประกอบด้วยหน่วยควบคุมฮาร์ดแวร์ (Hardware) ที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) อีเอสพี 32 (ESP32) ร่วมกับโมดูล (Module) วัดพลังงานในการติดตามชั่วโมงการใช้งานจริง และส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอล (Protocol) เอ็มคิวทีที (MQTT) ไปยังระบบหลังบ้าน ซึ่งทำงานบนแพลตฟอร์ม (Platform) ด็อกเกอร์ (Docker) จะทำหน้าที่เป็นสมองกลหลัก โดยใช้แบบจำลองมาตรฐานอุตสาหกรรม ไออีเอส ทีเอ็ม-21 (IES TM-21) ซึ่งเป็นแบบจำลองการเสื่อมสภาพแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล (Exponential) เพื่อประเมินความเข้มรังสีปัจจุบันของหลอดไฟ และคำนวณหาระยะเวลาการทำงานที่เหมาะสมที่สุดโดยอัตโนมัติ เพื่อรักษาระดับปริมาณรังสี ให้คงที่ตามเป้าหมายการฆ่าเชื้อระดับสูงที่ การลดลง 4 ล็อก (4-log reduction) หรือ 99.99% ผู้ใช้งานสามารถควบคุมและติดตามสถานะของระบบได้จากระยะไกลผ่านแอปพลิเคชัน (Application) บนมือถือ ผลการทดสอบอุปกรณ์ต้นแบบในสภาพแวดล้อมจำลองแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยสามารถปรับเปลี่ยนเวลาการทำงานได้ตามสภาพการเสื่อมของหลอดไฟอย่างถูกต้องตามทฤษฎี โครงการนี้จึงมีศักยภาพในการเพิ่มความน่าเชื่อถือ ความปลอดภัย และประสิทธิภาพการใช้พลังงานให้กับระบบฆ่าเชื้อด้วยรังสีอัลตราไวโอเลตชนิดซี

Smart IoT System for Control and Performance Monitoring

Ultraviolet germicidal lamp

By Mr. Tanaboon Thongngok

ABSTRACT

This project aims to design and develop an intelligent Internet of Things (IoT) system for controlling and monitoring the performance of ultraviolet-C (UV-C) germicidal lamps to address the issue of inconsistent disinfection performance due to lamp degradation. The system consists of a hardware control unit, using an ESP32 microcontroller and an energy meter module, to track actual usage hours and transmit data via the MQTT protocol to a backend system running on the Docker platform. This system acts as the brain, using the industry-standard IES TM-21 Exponential Decay Model to estimate the current lamp radiation intensity and automatically calculate the optimal operating time to maintain a constant UV-Dose level for a high disinfection target 4-log reduction or 99.99%. Users can remotely control and monitor the system status via a mobile application. Testing of the prototype device in a simulated environment demonstrates that the system performs as designed, theoretically adjusting the operating time based on the lamp degradation condition. This project has the potential to improve the reliability, safety, and energy efficiency of UV-C disinfection systems.