

การพัฒนาระบบตรวจจับการรั่วไหลของก๊าซ LPG และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์
พร้อมระบบตอบโต้เหตุฉุกเฉินอัตโนมัติ
DEVELOPMENT OF A LEAK DETECTION SYSTEM OF LIQUEFIED
PETROLEUM GAS (LPG) VIA LINE APPLICATION WITH AUTOMATED
EMERGENCY RESPONSE SYSTEM

สรารุช ไยไฟโรจน์¹ วิบูลย์ ชื่นแขก² ศศินา ศิริสุข³ เสกสรรค์ เจียนมงคล⁴
Saravut Yaipairoj¹ Viboon Chunkag² Sasinapa Sirisuk³ Seksan Jienmongkol⁴
นักวิชาการอิสระ^{1,2}
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยชินวัตร^{3,4}
Independent Researcher^{1,2}
Faculty of Engineering and Technology, Shinawatra University^{3,4}
Corresponding author: E-mail: s_yaipairoj@hotmail.com

วันที่รับบทความ (Received) 22 สิงหาคม 2567
วันที่ได้รับการแก้ไข (Revised) 10 กันยายน 2567
วันที่ตอบรับบทความ (Accepted) 14 ตุลาคม 2567

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) พัฒนาระบบตรวจจับการรั่วไหลของก๊าซปิโตรเลียมเหลว แอลพีจี (LPG) และ 2) ออกแบบระบบแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์พร้อมระบบตอบโต้เหตุฉุกเฉินอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและลดความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินในครัวเรือน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดเอ็มชียู อีเอสพี 8266 (NodeMCU ESP8266) ทำงานร่วมกับเซ็นเซอร์ตรวจจับก๊าซ (MQ-2), เซ็นเซอร์ตรวจจับเปลวไฟ (IR Flame Sensor) และเซ็นเซอร์อุณหภูมิ (DHT11) โดยระบบถูกออกแบบให้ตอบโต้เหตุฉุกเฉินผ่านอุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ ไฟสัญญาณวับวาบ พัดลมระบายอากาศ และปั๊มน้ำสปริงเกอร์ วิธีดำเนินการวิจัยใช้รูปแบบการวิจัยเชิงทดลองและจำลองสถานการณ์ (Simulation) โดยทำการทดสอบการทำงานของระบบภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดจำนวนกรณีละ 20 ครั้ง

ผลการวิจัยพบว่า:

1. ด้านประสิทธิภาพการตรวจจับ: ระบบสามารถตรวจพบและแจ้งเตือนสถานการณ์ฉุกเฉินได้แม่นยำร้อยละ 100 ในทุกเงื่อนไข ได้แก่ 1) กรณีตรวจพบก๊าซรั่วไหล (>2% LEL) ระบบส่งข้อความ

แจ้งเตือนและเปิดไฟสว่าง 2) กรณีตรวจพบเปลวไฟ ($>50^{\circ}\text{C}$) ระบบส่งข้อความแจ้งเตือนและเปิดปั๊มน้ำสปริงเกอร์ และ 3) กรณีตรวจพบอุณหภูมิความร้อนสูง ($>50^{\circ}\text{C}$) ระบบส่งข้อความแจ้งเตือนและเปิดพัดลมระบายอากาศ

2. ด้านการตอบสนอง: อุปกรณ์มีระยะเวลาเฉลี่ยในการประมวลผลและเริ่มทำงานตอบโต้เหตุอยู่ที่ประมาณ 30 วินาทีต่อการเกิดเหตุหนึ่งครั้ง ซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขการทำงานที่กำหนดไว้ในหน่วยประมวลผล การวิจัยนี้สรุปได้ว่าระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงในการตรวจจับและระงับเหตุอัคคีภัยเบื้องต้นได้โดยอัตโนมัติ และสามารถนำไปใช้เป็นต้นแบบในการพัฒนาอุปกรณ์ความปลอดภัยอัจฉริยะสำหรับที่พักอาศัยและสถานประกอบการขนาดเล็กได้จริง

คำสำคัญ : ก๊าซ แอลพีจี, การแจ้งเตือนผ่านไลน์, ระบบตอบโต้เหตุฉุกเฉิน, โหนดเอ็มชียู อีเอสพี 8266, เซ็นเซอร์ตรวจจับก๊าซ

ABSTRACT

The objectives of this research were: 1) to develop a Liquefied Petroleum Gas (LPG) leak detection system and 2) to design an automated emergency response and notification system via the LINE application to enhance safety and mitigate loss of life and property in households. The research instruments included the NodeMCU ESP8266 microcontroller integrated with a gas sensor (MQ-2), an infrared flame sensor (IR Flame Sensor), and a temperature sensor (DHT11). The system was designed to trigger emergency response outputs, including flashing signal lights, ventilation fans, and sprinkler pumps. The methodology employed an experimental and simulation-based design, with 20 trials conducted for each specified condition to evaluate system reliability.

The results of the study revealed that:

1. Detection Efficiency: The system achieved 100% accuracy in detecting and notifying emergency situations across all tested conditions: 1) for gas leaks ($>2\%$ LEL), the system successfully sent LINE notifications and activated flashing lights; 2) for flame detection ($>50^{\circ}\text{C}$), the system sent notifications and activated the sprinkler pump; and 3) for high-temperature detection ($>50^{\circ}\text{C}$), the system sent notifications and activated the ventilation fan.

2. Response Performance: The device demonstrated an average processing and activation time of approximately 30 seconds per event, strictly adhering to the

programmed logic within the microcontroller. The research concludes that the developed system is highly effective in automatically detecting and suppressing initial fire hazards. It serves as a viable prototype for smart safety devices in residential areas and small enterprises

Keywords: Liquefied Petroleum Gas (LPG), LINE Notification, Emergency Response System, NodeMCU ESP8266, Gas Sensor

บทนำ

ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (Liquefied Petroleum Gas: LPG) หรือก๊าซหุงต้ม เป็นเชื้อเพลิงที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในชีวิตประจำวันของภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรม เนื่องจากเป็นแหล่งพลังงานที่ให้ความร้อนสูงและมีความสะดวกในการใช้งาน อย่างไรก็ตาม ก๊าซ LPG มีคุณสมบัติทางกายภาพที่สำคัญคือ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น และติดไฟได้ง่ายมาก โดยส่วนประกอบหลักอย่างโพรเพนและบิวเทนจะมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ ทำให้เมื่อเกิดการรั่วไหลก๊าซจะสะสมอยู่ตามพื้นผิวหรือที่ต่ำ ซึ่งหากมีความเข้มข้นอยู่ในช่วงที่ติดไฟได้ (LEL 2.0% – UEL 9.5%) และสัมผัสกับประกายไฟเพียงเล็กน้อย จะก่อให้เกิดการระเบิดและเพลิงไหม้อย่างรุนแรงทันที

ความสำคัญของปัญหาการรั่วไหลของก๊าซ LPG สะท้อนผ่านอุบัติเหตุที่เกิดขึ้นบ่อยครั้งในประเทศไทย เช่น กรณีเหตุก๊าซหุงต้มระเบิดภายในโรงแรมแห่งหนึ่งในจังหวัดราชบุรี เมื่อเดือนมิถุนายน พ.ศ. 2566 ซึ่งสร้างความเสียหายต่ออาคารและทรัพย์สินอย่างมาก สาเหตุส่วนใหญ่เกิดจากอุปกรณ์ชำรุดจากการใช้งานเป็นเวลานาน เช่น ท่อน้ำยางหรือสายแก๊สแตก การเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ไม่แน่นหนา รวมถึงความประมาทหรือการขาดความรู้ความเข้าใจในการใช้งานอย่างถูกวิธีของผู้บริโภค นอกจากอันตรายจากการระเบิดแล้ว การสูดดมก๊าซที่รั่วไหลเป็นเวลานานยังส่งผลกระทบต่อระบบทางเดินหายใจ ทำให้เกิดอาการวิงเวียนศีรษะ หอบหืด หรืออาจเสียชีวิตจากการขาดออกซิเจนได้ แม้ในปัจจุบันจะมีการพัฒนาเครื่องตรวจจับก๊าซรั่วไหลออกมาบ้างแล้ว แต่ส่วนใหญ่ยังคงจำกัดอยู่เพียงการส่งสัญญาณเสียงแจ้งเตือนในพื้นที่เท่านั้น ซึ่งอาจไม่เพียงพอหากไม่มีผู้อยู่ในบริเวณดังกล่าวเพื่อระงับเหตุ ด้วยความก้าวหน้าของเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) และไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดเล็กและราคาประหยัดอย่าง NodeMCU ESP8266 ทำให้สามารถพัฒนาระบบเฝ้าระวังที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นได้

คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการ พัฒนาระบบตรวจจับการรั่วไหลของก๊าซ LPG ที่ไม่เพียงแต่ตรวจจับปริมาณก๊าซและอุณหภูมิความร้อนเท่านั้น แต่ยังสามารถส่งการแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (LINE Notify) เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบเหตุได้ทันทีผ่านสมาร์ตโฟน พร้อมกันนี้ ระบบยังได้บูรณาการ กลไกตอบโต้เหตุฉุกเฉินอัตโนมัติ ได้แก่ พัดลมระบายอากาศเพื่อเจือจางความเข้มข้น

ของก๊าซ และระบบสปริงเกอร์น้ำเพื่อลดอุณหภูมิหรือดับไฟเบื้องต้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่การเพิ่มความปลอดภัยในครัวเรือนและสถานประกอบการ เพื่อยับยั้งความสูญเสียต่อชีวิตและทรัพย์สินที่อาจเกิดขึ้นจากอัคคีภัยได้อย่างทันทั่วถึง โดยเป็นการต่อยอดและพัฒนาจากฐานความรู้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้ได้ระบบที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อพัฒนาระบบตรวจจับการรั่วไหลของก๊าซ LPG (ก๊าซหุงต้ม) เปลวไฟ และอุณหภูมิความร้อน โดยใช้เทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์และเซ็นเซอร์ตรวจวัด
2. เพื่อออกแบบและสร้างระบบแจ้งเตือนเหตุฉุกเฉิน ผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (LINE Notify) และสัญญาณไฟวับวับในพื้นที่เกิดเหตุ
3. เพื่อพัฒนาระบบตอบโต้เหตุฉุกเฉินอัตโนมัติ ประกอบด้วยระบบสปริงเกอร์พ่นน้ำเพื่อดับเปลวไฟ และพัดลมระบายอากาศเพื่อเจือจางความเข้มข้นของก๊าซและระบายความร้อน
4. เพื่อทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ในการตรวจจับและตอบโต้เหตุฉุกเฉินภายใต้สถานการณ์จำลองต่างๆ

สมมติฐานการวิจัย

1. ด้านประสิทธิภาพการตรวจจับ: ระบบที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เซ็นเซอร์ MQ-2, เซ็นเซอร์ตรวจจับเปลวไฟ และเซ็นเซอร์อุณหภูมิ สามารถตรวจวัดความผิดปกติและส่งสัญญาณไปยังหน่วยประมวลผล NodeMCU ESP8266 ได้อย่างแม่นยำ
2. ด้านการแจ้งเตือนและการตอบโต้: เมื่อระบบตรวจพบปริมาณก๊าซรั่วเกินกว่าค่าที่กำหนด ($>2\%$ LEL) หรืออุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนด ($>50^{\circ}\text{C}$) ระบบจะสามารถส่งข้อความแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify และเปิดอุปกรณ์บรรเทาเหตุ (พัดลม/สปริงเกอร์) ได้โดยอัตโนมัติ
3. ด้านความน่าเชื่อถือของระบบ: ระบบจะสามารถทำงานได้ตรงตามเงื่อนไขที่ตั้งไว้ในทุกสภาวะจำลอง (สภาวะก๊าซรั่วแต่ยังไม่ติดไฟ, สภาวะมีเปลวไฟ และสภาวะก๊าซรั่วพร้อมความร้อน) โดยมีความผิดพลาดในระดับต่ำหรือไม่มีเลยจากการทดสอบ
4. ด้านเวลาในการตอบสนอง: ระบบจะมีการประมวลผลและเริ่มการแจ้งเตือนรวมถึงตอบโต้เหตุฉุกเฉินได้ภายในระยะเวลาที่รวดเร็ว (เฉลี่ยประมาณ 30 วินาทีต่อครั้งจากการทดสอบ) เพื่อลดความรุนแรงของอัคคีภัย

ขอบเขตการวิจัย

1. ขอบเขตด้านเนื้อหาและตัวแปร
ตัวแปรต้น: ระบบตรวจจับการรั่วไหลของก๊าซ LPG ที่พัฒนาขึ้น

ตัวแปรตาม: ประสิทธิภาพในการตรวจวัดความเข้มข้นของก๊าซ อุณหภูมิความร้อน และการตรวจพบเปลวไฟ รวมถึงความสามารถในการส่งสัญญาณตอบโต้เหตุฉุกเฉินในระยะเวลาที่กำหนด

ปัจจัยที่ศึกษา: ศึกษาผลกระทบของระยะห่างในการติดตั้งอุปกรณ์ ขนาดของพื้นที่ห้องครัว และสภาพอุณหภูมิของอากาศที่มีต่อการทำงานของระบบ

2. ขอบเขตด้านอุปกรณ์และเทคโนโลยี

หน่วยประมวลผล: ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 เป็นอุปกรณ์ควบคุมหลัก (MCU) ซึ่งมีโมดูล Wi-Fi ในตัวสำหรับเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

เซ็นเซอร์ตรวจวัด: ประกอบด้วยเซ็นเซอร์ MQ-2 สำหรับตรวจจับก๊าซ LPG และควัน, IR Flame Sensor สำหรับตรวจจับเปลวไฟ และเซ็นเซอร์ DHT11 สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น

การแจ้งเตือน: พัฒนาการส่งข้อมูลผ่าน LINE Notify API เพื่อแจ้งเตือนเข้าสู่สมาร์ทโฟนของผู้ใช้งาน

ระบบตอบโต้เหตุฉุกเฉิน: ครอบคลุมการควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุต ได้แก่ ไฟสัญญาณวับวาว พัฒลมระบายอากาศ และระบบสปริงเกอร์น้ำอัตโนมัติ

3. ขอบเขตด้านเงื่อนไขการทดสอบ

การวิจัยกำหนดเงื่อนไขการทำงานของระบบไว้ 3 สถานะหลัก ดังนี้:

สถานะก๊าซรั่วไหล (ยังไม่ติดไฟ): กำหนดค่าความเข้มข้นก๊าซที่มากกว่า 2% LEL ระบบต้องแจ้งเตือนผ่านไลน์และเปิดไฟสัญญาณวับวาว

สถานะเกิดเปลวไฟ: เมื่อระบบตรวจพบเปลวไฟหรืออุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส ระบบต้องแจ้งเตือนผ่านไลน์ เปิดไฟสัญญาณวับวาว และสั่งการให้พัฒลมระบายอากาศทำงานเพื่อระงับเหตุ

สถานะก๊าซรั่วและมีความร้อนสะสม: เมื่ออุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส ระบบต้องแจ้งเตือนผ่านไลน์ เปิดไฟสัญญาณวับวาว และสั่งการให้พัฒลมระบายอากาศทำงานเพื่อเจือจางความเข้มข้นของก๊าซและระบายความร้อน

4. ขอบเขตด้านพื้นที่และกลุ่มเป้าหมาย

มุ่งเน้นการใช้งานภายในพื้นที่ปิด เช่น ห้องครัวในครัวเรือน หรือสถานประกอบการที่มีการใช้ก๊าซ LPG เป็นเชื้อเพลิงหลัก

กลุ่มเป้าหมายคือผู้ใช้ก๊าซหุงต้มในที่พักอาศัยที่ต้องการระบบเฝ้าระวังภัยแบบเรียลไทม์ผ่านอุปกรณ์สมาร์ทโฟน

วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้รวบรวมทฤษฎีและข้อมูลที่เกี่ยวข้องเพื่อใช้เป็นฐานในการพัฒนาระบบ โดยแบ่งเป็นหัวข้อหลักดังนี้:

2.1 คุณสมบัติของก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) ก๊าซปิโตรเลียมเหลว (LPG) หรือก๊าซหุงต้ม ประกอบด้วยสารประกอบไฮโดรคาร์บอนหลักคือโพรเพนและบิวเทน มีคุณสมบัติทางกายภาพคือ ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น (ยกเว้นการเติมสารมีกลิ่น) และมีความหนาแน่นมากกว่าอากาศ (ค่าความถ่วงจำเพาะประมาณ 1.52 - 2.0) ทำให้เมื่อเกิดการรั่วไหล ก๊าซจะสะสมอยู่ตามพื้นผิวและที่ต่ำ ชีตจำกัดการติดไฟอยู่ในช่วง LEL 2.0% ถึง UEL 9.5% หากมีความเข้มข้นในอากาศอยู่ในช่วงนี้และสัมผัสประกายไฟ จะเกิดการระเบิดทันที

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์และการเชื่อมต่อเครือข่าย (IoT) ระบบใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 (NodeMCU) เป็นหน่วยประมวลผลหลัก ซึ่งเป็นแพลตฟอร์ม Open Source ที่รวมโมดูล Wi-Fi ไว้ในตัว รองรับการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา C++ ผ่านโปรแกรม Arduino IDE ทำหน้าที่รับสัญญาณจากพอร์ตอินพุตเพื่อประมวลผลและส่งสัญญาณไปยังพอร์ตเอาต์พุตเพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ

2.3 เทคโนโลยีเซ็นเซอร์ตรวจวัด ระบบประกอบด้วยเซ็นเซอร์ 3 ชนิดหลักเพื่อเฝ้าระวังภัยอย่างครอบคลุม:

MQ-2: ใช้ตรวจวัดก๊าซโพรเพน ไฮโดรเจน และควัน โดยเปลี่ยนความเข้มข้นของก๊าซในอากาศเป็นสัญญาณไฟฟ้า

IR Flame Detector: ตรวจจับคลื่นอินฟราเรดจากเปลวไฟ สามารถให้ค่าได้ทั้งแบบดิจิทัล (0 และ 1) และแบบอนาล็อก

DHT11: เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้นในอากาศ มีความแม่นยำในช่วง 0 - 50 องศาเซลเซียส สำหรับตรวจสอบความร้อนสะสม

2.4 ระบบแจ้งเตือนและตอบโต้เหตุฉุกเฉินอัตโนมัติ

LINE Notify: เป็นบริการ API ที่ช่วยในการส่งข้อความแจ้งเตือนจากอุปกรณ์ควบคุมเข้าสู่บัญชีไลน์ของผู้ใช้ผ่านระบบ Wi-Fi

ระบบควบคุมไฟฟ้า (Relay Module): ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อสั่งการพัดลมระบายอากาศ ปั๊มน้ำสปริงเกอร์ และไฟสัญญาณวิบวาบ

ทฤษฎีการดับไฟและการระบายอากาศ: การตัดองค์ประกอบของไฟ (Fire Triangle) โดยใช้น้ำลดความร้อน หรือใช้พัดลมระบายอากาศเพื่อสร้างการถ่ายเท (Air Change) และเจือจางความเข้มข้นของก๊าซพิษให้อยู่ในระดับปลอดภัย

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ภัทรวิทย์ แสงจันทร์ และคณะ (2567): ศึกษาการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตรวจจับก๊าซ LPG และแจ้งเตือนผ่านไลน์เพื่อป้องกันการระเบิดโดยการปิดวาล์วถึงก๊าซอัตโนมัติ

วันชัย เจือทรัพย์ และคณะ (2564): พัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยที่ตรวจจับทั้งก๊าซและความร้อน โดยส่งสัญญาณเตือนภัยและข้อความผ่านแอปพลิเคชันไลน์

ศิริพร เพชรชำนาญ และคณะ (2561): ยืนยันว่าการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ราคาประหยัดร่วมกับระบบคลาวด์ IoT มีประสิทธิภาพในการตรวจจับก๊าซไวไฟเทียบเท่าอุปกรณ์ในท้องตลาด

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลองและพัฒนา (Experimental Research and Development) โดยเน้นการสร้างนวัตกรรมเพื่อความปลอดภัยและการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานภายใต้สถานการณ์จำลอง โดยมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินการดังนี้:

3.1 รูปแบบการวิจัย (Research Design) ผู้วิจัยแบ่งการดำเนินงานออกเป็น 2 ส่วนหลัก ได้แก่ 1) การออกแบบและพัฒนาระบบฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์สำหรับการตรวจจับและตอบโต้เหตุฉุกเฉิน และ 2) การทดสอบสมรรถนะและความแม่นยำของระบบผ่านสถานการณ์จำลอง 3 รูปแบบ (ก๊าซรั่ว, เปลวไฟ, และความร้อนสูง)

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย (Research Instruments)

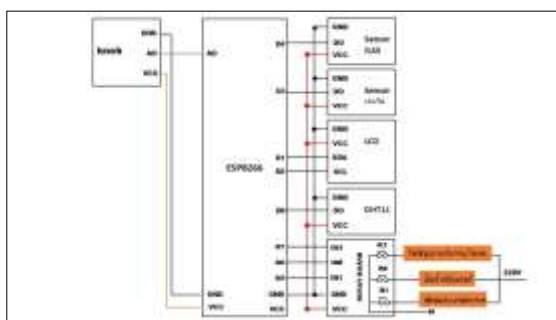
1. อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์: ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266, เซ็นเซอร์ตรวจจับก๊าซ MQ-2, เซ็นเซอร์ตรวจจับเปลวไฟ (IR Flame), เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DHT11, Relay Board 4 Channels และอุปกรณ์เอาต์พุต (พัดลม, ปั๊มน้ำสปริงเกอร์, ไฟวับวับ)

2. ซอฟต์แวร์: โปรแกรม Arduino IDE สำหรับการเขียนชุดคำสั่งภาษา C++ และ LINE Notify API สำหรับระบบแจ้งเตือน

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน (Research Procedure) ผู้วิจัยกำหนดขั้นตอนการดำเนินงานไว้ดังนี้

1. การศึกษาข้อมูลและวางแผน: ศึกษาการทำงานของ NodeMCU, การใช้งานเซ็นเซอร์แต่ละชนิด และโครงสร้างของระบบอัตโนมัติ

2. การออกแบบวงจรไฟฟ้า (Circuit Design): กำหนดการเชื่อมต่อขาสัญญาณ เช่น ขา D0 เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์อุณหภูมิ, ขา D3 เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์เปลวไฟ, ขา D4 เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ก๊าซ และขา D5-D7 ควบคุม Relay สำหรับอุปกรณ์ตอบโต้เหตุ



ภาพที่ 1 แสดงไดอะแกรมไฟฟ้า

3. การพัฒนาซอฟต์แวร์ (Software Development): เขียนโปรแกรมควบคุม (Flow Chart) โดยกำหนดเงื่อนไขการทำงาน คือ หากพบปริมาณก๊าซ > 2% LEL หรืออุณหภูมิ/เปลวไฟ > 50°C ระบบต้องส่งแจ้งเตือนผ่าน LINE และสั่งงานอุปกรณ์เอาต์พุตทันที

4. การประกอบและติดตั้ง: ประกอบวงจรไฟฟ้าตามไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ในเคสออกแบบ ประสงค์ โดยระมัดระวังเรื่องขั้วของแหล่งจ่ายไฟเพื่อป้องกันอุปกรณ์เสียหาย



ภาพที่ 2 แสดงทดสอบวงจรไฟฟ้าแจ้งเตือนผ่าน LINE

3.4 การทดสอบและเก็บข้อมูล (Data Collection) ผู้วิจัยทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโดยการจำลองสถานการณ์จริงแบ่งเป็น 3 กรณีหลัก โดยทำการทดสอบซ้ำกรณีละ 20 ครั้ง เพื่อความแม่นยำทางสถิติ กรณีที่ 1: จำลองการปล่อยก๊าซ LPG ไกล์เซ็นเซอร์ที่ระดับ > 2% LEL เพื่อตรวจสอบการแจ้งเตือนและไฟวับวาบ

กรณีที่ 2: จำลองการจุดไฟเพื่อให้ความร้อนและเปลวไฟ > 50°C เพื่อตรวจสอบการทำงานของปั๊มน้ำสปริงเกอร์



ภาพที่ 3 แสดงการประกอบวงจรไฟฟ้า

กรณีที่ 3: จำลองการเพิ่มอุณหภูมิความร้อนในพื้นที่ $> 50^{\circ}\text{C}$ เพื่อตรวจสอบการทำงานของพัดลมระบายอากาศ

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analysis) วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา (ร้อยละ) เพื่อหาความแม่นยำในการทำงานของระบบ และวิเคราะห์ระยะเวลาเฉลี่ยในการตอบสนอง (Response Time) ของอุปกรณ์หลังจากตรวจพบความผิดปกติ

โดยผลลัพธ์ที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐานความปลอดภัยเพื่อสรุปผลการวิจัย

ผลการวิจัย

จากการพัฒนาระบบตรวจจับการรั่วไหลของก๊าซ LPG และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบโดยการจำลองสถานการณ์จริงจำนวน 3 กรณีหลัก โดยทำการทดสอบซ้ำกรณีละ 20 ครั้ง เพื่อประเมินความแม่นยำและการตอบสนองของระบบตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในโปรแกรม ซึ่งผลการดำเนินงานสามารถสรุปได้ดังนี้:

4.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการตรวจจับก๊าซ LPG

จากการจำลองการปล่อยก๊าซ LPG เข้าหาเซ็นเซอร์ MQ-2 ในระดับความเข้มข้นที่ มากกว่า 2% LEL ผลการทดลองพบว่าระบบมีความแม่นยำสูง โดยมีรายละเอียดดังนี้:

การแจ้งเตือน: ระบบสามารถส่งข้อความแจ้งเตือน "ตรวจพบมีแก๊สรั่ว" เข้าสู่แอปพลิเคชันไลน์ได้สำเร็จทั้ง 20 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100

การตอบโต้เหตุ: ไฟสัญญาณวับวาบทำงานทันทีเพื่อแจ้งเตือนบุคคลในพื้นที่ทั้ง 20 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100

ระยะเวลาการทำงาน: อุปกรณ์ใช้เวลาเฉลี่ยในการประมวลผลและเริ่มทำงานอยู่ที่ 30 วินาที ต่อครั้ง

4.2 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการตรวจจับเปลวไฟ

เมื่อทำการจำลองสถานการณ์การเกิดเพลิงไหม้โดยใช้เปลวไฟในระยะที่เซ็นเซอร์ IR Flame สามารถตรวจจับได้ และอุณหภูมิ สูงกว่า 50 องศาเซลเซียส พบว่า:

การแจ้งเตือน: ระบบส่งข้อความแจ้งเตือน "ตรวจพบเปลวไฟ" เข้าสู่แอปพลิเคชันไลน์สำเร็จ 20 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100

การตอบโต้เหตุ: ไฟสัญญาณวับวาบและ ปี่น้ำสปริงเกอร์ ทำงานโดยอัตโนมัติเพื่อระงับเหตุเบื้องต้นสำเร็จทั้ง 20 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100

จอแสดงผล LCD: แสดงข้อความ "Security System Have an flame" เพื่อระบุสถานะความปลอดภัยในขณะนั้น

4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการตรวจจับความร้อนสูง

ในกรณีที่อุณหภูมิความร้อนในพื้นที่สะสม สูงกว่า 50 องศาเซลเซียส แต่ยังไม่พบเปลวไฟหรือแก๊สรั่ว ระบบมีผลการทำงานดังนี้:

การแจ้งเตือน: ระบบส่งข้อความแจ้งเตือน "อุณหภูมิ...องศาเซลเซียส มากกว่าค่าที่ตั้งไว้" เข้าสู่แอปพลิเคชันไลน์สำเร็จ 20 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100

การตอบโต้เหตุ: ไฟสัญญาณวับวาบและ พัดลมระบายอากาศ ทำงานอัตโนมัติเพื่อระบายความร้อนและเจือจางอากาศในพื้นที่สำเร็จ 20 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100

ความถูกต้องทางตรรกะ: เมื่ออุณหภูมิลดลงต่ำกว่าค่าที่กำหนด (Set Value) พัดลมจะหยุดทำงานตามที่ออกแบบไว้ในโปรแกรม

4.4 บทสรุปภาพรวมของผลการวิจัย

ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 สามารถเชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ต่างๆ และประมวลผลข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนด (Reading In vs Temperature) ได้อย่างแม่นยำ ระบบสามารถแยกแยะเงื่อนไขการทำงานทั้ง 3 รูปแบบได้อย่างถูกต้องตามผังงาน (Flow Chart) ที่ออกแบบไว้ โดยมีความผิดพลาดในการทำงาน (Error) คิดเป็นร้อยละ 0 จากการทดสอบทั้งหมด 60 ครั้ง (รวมทั้ง 3 กรณี) นอกจากนี้ การใช้เทคโนโลยี LINE Notify ยังช่วยให้การสื่อสารข้อมูลเป็นไปอย่างรวดเร็วและสามารถระบุค่าพารามิเตอร์จริง (PV) เช่น อุณหภูมิในขณะเกิดเหตุได้ทันทีผ่านสมาร์ตโฟน

สรุปผลการวิจัย

จากการพัฒนาระบบตรวจจับการรั่วไหลของก๊าซ LPG (ก๊าซหุงต้ม) และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันไลน์พร้อมระบบตอบโต้เหตุฉุกเฉินอัตโนมัติ คณะผู้วิจัยได้ดำเนินการทดสอบประสิทธิภาพการทำงานภายใต้สถานการณ์จำลอง 3 รูปแบบ โดยทำการทดสอบซ้ำกรณีละ 20 ครั้ง ซึ่งสามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้:

1. ด้านประสิทธิภาพการตรวจจับและการแจ้งเตือน

กรณีการรั่วไหลของก๊าซ LPG: เมื่อจำลองการปล่อยก๊าซที่ระดับความเข้มข้นมากกว่า 2% LEL ระบบสามารถตรวจพบและส่งข้อความแจ้งเตือน "ตรวจพบมีแก๊สรั่ว" เข้าสู่แอปพลิเคชันไลน์ได้สำเร็จ 20 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 พร้อมทั้งสั่งการให้ไฟสัญญาณวับวาบทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไข

กรณีการตรวจพบเปลวไฟ: เมื่อจุดไฟจำลองให้มีอุณหภูมิสูงกว่า 50 องศาเซลเซียส ระบบสามารถส่งข้อความแจ้งเตือน "ตรวจพบเปลวไฟ" เข้าสู่แอปพลิเคชันไลน์ได้สำเร็จ 20 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 โดยระบบน้ำสปริงเกอร์และไฟสัญญาณวับวาบทำงานเพื่อระงับเหตุได้ทันที

กรณีการตรวจพบอุณหภูมิความร้อนสูง: เมื่อเพิ่มอุณหภูมิให้สูงกว่า 50 องศาเซลเซียส ระบบแจ้งเตือนข้อมูลอุณหภูมิปัจจุบันเข้าสู่แอปพลิเคชันไลน์ได้สำเร็จ 20 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 100 และสั่งการให้พัดลมระบายอากาศทำงานเพื่อระบายความร้อนและเจือจางความเข้มข้นของก๊าซได้ถูกต้อง

2. ด้านการตอบสนองของระบบ (Response Time) จากการบันทึกผลการทดสอบ พบว่าอุปกรณ์มีระยะเวลาเฉลี่ยในการประมวลผลและเริ่มทำงานตอบโต้เหตุฉุกเฉินอยู่ที่ประมาณ 30 วินาที

ต่อครั้ง ในทุกสถานการณ์จำลอง ซึ่งถือว่าเป็นความเร็วที่เหมาะสมสำหรับการยับยั้งการลุกลามของ
อัคคีภัยในเบื้องต้น

3. สรุปภาพรวมการทำงานของระบบ ระบบที่พัฒนาขึ้นโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
NodeMCU ESP8266 ร่วมกับเซ็นเซอร์ MQ-2, IR Flame และ DHT11 สามารถทำงานสอด
ประสานกันได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถแยกแยะเงื่อนไขการทำงานได้ 3 รูปแบบ คือ 1)
สภาวะก๊าซรั่วแต่ยังไม่ติดไฟ 2) สภาวะมีเปลวไฟ และ 3) สภาวะก๊าซรั่วและมีความร้อนสะสม ซึ่งจะ
สั่งการอุปกรณ์เอาต์พุต (ไฟวับวาบ, ป๊อปน้ำ, พัดลม) ให้ทำงานสัมพันธ์กับประเภทของภัยที่เกิดขึ้นจริง
การวิจัยครั้งนี้จึงบรรลุวัตถุประสงค์ในการสร้างเครื่องต้นแบบที่ช่วยเพิ่มความปลอดภัยให้แก่
ชีวิตและทรัพย์สินภายในบ้าน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในสถานที่ต่างๆ เพื่อป้องกันการเกิด
อัคคีภัยจากก๊าซ LPG ได้อย่างเป็นรูปธรรม

ข้อเสนอแนะ

จากผลการศึกษาและการทดลองพัฒนาระบบตรวจจับการรั่วไหลของก๊าซ LPG ผู้วิจัยได้
กำหนดข้อเสนอแนะเพื่อการนำไปใช้ประโยชน์และการพัฒนาต่อยอดในอนาคต ดังนี้:

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

การเลือกอุปกรณ์ตรวจวัด: ควรเลือกใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นที่มีความ
เสถียรและแม่นยำสูงกว่ารุ่น DHT11 เพื่อลดความคลาดเคลื่อนของค่าที่วัดได้ในสภาวะแวดล้อมที่
เปลี่ยนแปลง

การติดตั้งและวางระบบ: เนื่องจากก๊าซ LPG มีความหนาแน่นมากกว่าอากาศและจะสะสม
อยู่ที่พื้น การติดตั้งเซ็นเซอร์ MQ-2 ควรคำนึงถึงระยะห่างและตำแหน่งการติดตั้งที่เหมาะสมกับขนาด
ของห้องครัวเพื่อให้ตรวจจับได้รวดเร็วที่สุด

การฝึกซ้อมและจัดทำแผน: ควรนำระบบนี้ไปบูรณาการร่วมกับแผนตอบโต้เหตุฉุกเฉินและ
การฝึกซ้อมอพยพอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อให้ผู้อยู่อาศัยหรือพนักงานมีความคุ้นเคยกับสัญญาณแจ้ง
เตือนและขั้นตอนการปฏิบัติงานของระบบอัตโนมัติ

ความรู้ด้านเทคนิค: ผู้ที่นำระบบไปติดตั้งควรศึกษาการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่าง
ละเอียดหรือปรึกษาผู้เชี่ยวชาญ เพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์จากการต่อวงจรผิดพลาด
เนื่องจากระบบมีความซับซ้อน

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยและพัฒนาครั้งต่อไป

การเพิ่มช่องทางการแจ้งเตือน: ควรพัฒนาระบบให้สามารถแจ้งเตือนผ่านข้อความ SMS หรือสัญญาณโทรศัพท์เพิ่มเติม เพื่อรองรับกรณีที่สัญญาณ Wi-Fi ขัดข้อง ซึ่งจะช่วยให้ระบบการแจ้งเตือนมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น

การศึกษาเชิงสำรวจและเปรียบเทียบ: ควรมีการศึกษาเชิงสำรวจข้อมูลจากโครงการวิจัยอื่นๆ หรือผู้ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาเปรียบเทียบและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบให้สูงขึ้นกว่าเครื่องต้นแบบ

การขยายผลการใช้งาน: สามารถนำแนวคิดนี้ไปประยุกต์ใช้เป็นต้นแบบสำหรับระบบความปลอดภัยในสถานที่อื่น ๆ ที่มีการใช้ก๊าซไวไฟ เช่น ร้านอาหาร สถานประกอบการขนาดเล็ก หรือโรงงานอุตสาหกรรม

การวางแผนจัดซื้อ: ในการพัฒนาโครงการต่อไป ควรมีการวางแผนการจัดหาอุปกรณ์ล่วงหน้าเพื่อป้องกันความล่าช้าจากการสั่งซื้ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อระยะเวลาในการดำเนินงานวิจัย

บรรณานุกรม

กรมควบคุมมลพิษ. (2560). *คู่มือการปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล*. กรุงเทพฯ:

สำนักพิมพ์ บ.แอดทีฟ พรินท์ จำกัด.

กรมควบคุมมลพิษ. (2564). *จัดทำคู่มือการปกป้องประชาชนจากเหตุฉุกเฉินสารเคมีรั่วไหล*. สืบค้น

จาก <https://www.pcd.go.th/publication/11960/>.

กรมธุรกิจพลังงาน. (2561). *บทความเรื่องก๊าซปิโตรเลียมเหลว LPG โดยกรมธุรกิจพลังงาน*. สืบค้นจาก

<http://www.tanaboonautogas.com/ข้อควรรู้เกี่ยวกับแก๊ส-Gas-LPG/ก๊าซ>.

กรมส่งเสริมสุขภาพ. (2547). *พลังงาน: พลังงานเป็นสิ่งจำเป็นของมนุษย์ในโลกปัจจุบันและทวี*

ความสำคัญ. สืบค้นจาก

<http://www.green.kmutt.ac.th/news/Question.asp?GID=69>.

กระทรวงพลังงาน. (2551). *ก๊าซ LPG พลังงานสำหรับการหุงต้ม*. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและ

แผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.

กระทรวงพลังงาน. (ม.ป.ป.). *ก๊าซ LPG เชื้อเพลิงสำหรับการหุงต้ม*. กรุงเทพฯ: สำนักงานนโยบายและ

แผนพลังงาน กระทรวงพลังงาน.

- เกล้ากล้า ศิลาจันทร์, ธาณิล ม่วงพูล และอวยไชย อินทรสมบัติ. (2561). ระบบแจ้งเตือนปริมาณ
คงเหลือของก๊าซในครัวเรือนและการสั่งซื้อ. *วารสารวิชาการการจัดการเทคโนโลยีสารสนเทศ
และนวัตกรรม คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, 5(2), 163-
171.
- ธนวัฒน์ เทียมทะนงค์. (2563). แบบจำลองผลกระทบการรั่วไหลจากถังเก็บก๊าซปิโตรเลียมเหลวและ
การจำลองการอพยพไปยังจุดรวมพล. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.
- ประภาพร กุลลิมรัตน์ชัย. (2559). Internet of Things: แนวโน้มเทคโนโลยีปัจจุบันกับการใช้งานใน
อนาคต. *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*,
10(1), 29-36.
- ภัทรวดี แสงจันทร์, ภูธเรศ จันทน์นิตย์, ณัฐพล ตันติวุฒิวร, รินทร์ภัสส์ บุตรสะดีขันตี และวีรยุทธ ชิด
นอก. (2567). ระบบตรวจจับและแจ้งเตือนก๊าซ LPG รั่วไหลผ่านแอปพลิเคชันไลน์และระบบ
ป้องกันระเบิด. *วารสารวิชาการวิศวกรรมความปลอดภัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ วิทยาศาสตร์
เทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีแห่งสุวรรณภูมิ*.
- ยุทธนา ดีเทยนี้ และธรรบ อักษร. (2560). ระบบแจ้งเตือนเหตุอัคคีภัยผ่านเครือข่าย
โทรศัพท์เคลื่อนที่. (ปริญญาคุชฎบัณฑิต), พิษณุโลก: มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม.