

การพัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนแก๊สรั่วอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

Development of an Automatic Gas Leakage Warning System Prototype using Microcontroller

กาญจนา บุตรวาปี¹, ศิลป์ณรงค์ ฉวีพัฒน์^{1*}, ชนินทร เฉลิมสุข²

¹ โปรแกรมวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร

² สาขาวิชาเทคโนโลยีดิจิทัลและนวัตกรรม มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

Kanjana Budvapee¹, Silnarong Chavipat^{1*}, Chanintorn Chalernsuk²

¹Information Technology Program Kamphaeng Phet Rajabhat University, Kamphaeng Phet, 62000

² Department of Digital Technology and Innovation Southeast Asia University, 10160

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์ในการพัฒนาต้นแบบระบบแจ้งเตือนแก๊สรั่วอัตโนมัติ เพื่อเสริมสร้างความปลอดภัยและควบคุมการรั่วไหลของแก๊สในครัวเรือน ระบบพัฒนาขึ้นโดยใช้บอร์ด Arduino Uno ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลหลักเพื่อรับและประมวลผลข้อมูลจากเซ็นเซอร์ตรวจจับแก๊ส (MQ-2) ผลการดำเนินงานพบว่าระบบสามารถแสดงผลค่าความเข้มข้นของแก๊สแบบเวลาจริง (Real-time) ผ่านจอ LCD และมีกลไกการแจ้งเตือนด้วยเสียงผ่านบัสเซอร์ทันที เมื่อตรวจพบค่าแก๊สสูงกว่าเกณฑ์ความปลอดภัยที่กำหนดไว้คือ 60 ppm จากการทดสอบประสิทธิภาพพบว่าระบบสามารถตอบสนองต่อการรั่วไหลได้อย่างแม่นยำในระยะ 1-3 เซนติเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองเร็วที่สุดที่ 1.09 วินาที ซึ่งช่วยลดความเสี่ยงในการเกิดอัคคีภัยจากการรั่วไหลของแก๊สได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ Arduino Uno, การตรวจจับแก๊ส, ไมโครคอนโทรลเลอร์, ระบบแจ้งเตือนภัย

Abstract

This research presents the development of an "Automatic Gas Leakage Warning System Prototype" using microcontroller technology to enhance household safety. The system utilizes an Arduino Uno board as the central processing unit to process data from an MQ-2 gas sensor. The experimental results demonstrate that the system provides real-time gas concentration readings via

*Corresponding author : silnarong@kpru.ac.th

Received : 06/02/2023 Revised : 13/05/2026 Accepted : 13/06/2026

an LCD display and features an audible alert mechanism using a buzzer, which is triggered immediately when gas levels exceed the safety threshold of 60 ppm. Efficiency testing indicates that the prototype responds accurately within a range of 1-3 cm, with a minimum response time of 1.09 seconds, effectively reducing the risk of household fire accidents.

Keywords Arduino Uno, Gas Detection, Microcontroller, Warning System

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน อักเสบที่เกิดจากการรั่วไหลของแก๊สสูงตัม (LPG) ภายในที่พักอาศัยและสถานประกอบการขนาดเล็ก เป็นสาเหตุสำคัญที่สร้างความเสียหายต่อชีวิตและทรัพย์สินอย่างมหาศาล ปัญหาหลักมักเกิดจากข้อบกพร่องของอุปกรณ์ เช่น สายนำแก๊สชำรุด หรือความประมาทจากการปิดวาล์วไม่สนิท ซึ่งการรั่วไหลในระยะเริ่มต้นมักตรวจพบได้ยากด้วยประสาทสัมผัสของมนุษย์ โดยเฉพาะในช่วงเวลาที่ผู้อยู่อาศัยหลับพักผ่อนหรือไม่ได้อยู่ในบริเวณดังกล่าว หากไม่มีระบบเฝ้าระวังที่มีประสิทธิภาพ ปริมาณแก๊สที่สะสมอาจสูงถึงจุดที่เกิดการระเบิดหรือติดไฟได้ง่ายเมื่อมีประกายไฟเพียงเล็กน้อย

จากการทบทวนวรรณกรรมพบว่า การนำเทคโนโลยีสมองกลฝังตัว (Embedded System) มาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัดสภาพแวดล้อมได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีต้นทุนต่ำและมีความแม่นยำสูง ดังเช่นงานวิจัยของ นพพร จุจันทร์ [1] ที่ได้ศึกษาการใช้บอร์ด Arduino Uno ในการควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน และแนวทางการใช้เซ็นเซอร์ตรวจจับแก๊ส MQ-2 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีความไวต่อแก๊สไวไฟและควันไฟ อย่างไรก็ตาม การพัฒนาต้นแบบที่มีระบบการแจ้งเตือนที่ชัดเจนและเหมาะสมกับการใช้งานในครัวเรือนยังคงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพอย่างเป็นระบบ

ด้วยเหตุนี้ ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการพัฒนา "ต้นแบบระบบแจ้งเตือนแก๊สรั่วอัตโนมัติด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์" เพื่อเป็นอุปกรณ์เสริมความปลอดภัยที่มีประสิทธิภาพในราคาประหยัด โดยมุ่งเน้นการออกแบบระบบที่สามารถตรวจวัดความเข้มข้นของแก๊สแบบเวลาจริง (Real-time) และส่งสัญญาณแจ้งเตือนด้วยเสียงทันทีเมื่อพบความผิดปกติ ผลการดำเนินงานวิจัยนี้ไม่เพียงแต่จะได้ต้นแบบอุปกรณ์ที่ใช้งานได้จริง แต่ยังเป็นการศึกษาขีดจำกัดและประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์ในการตอบสนองต่อระยะทางต่าง ๆ เพื่อเป็นแนวทางในการติดตั้งและพัฒนาต่อยอดสู่ระบบการแจ้งเตือนผ่านเครือข่ายไร้สายในอนาคตต่อไป

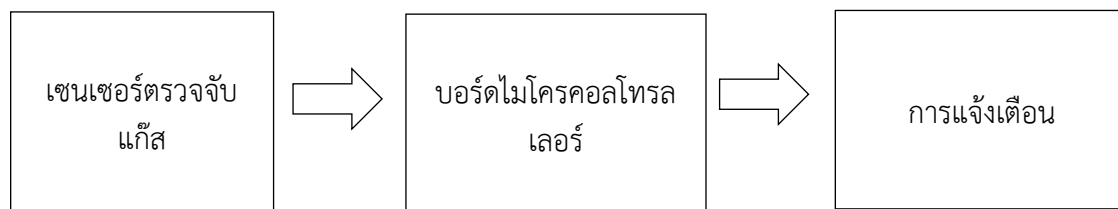
วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อออกแบบและสร้างต้นแบบระบบตรวจจับแก๊สอัตโนมัติจำนวน 1 ระบบ
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์และโปรแกรมควบคุมการทำงานของต้นแบบระบบ

ตรวจจับแก๊งสออัตโนมัติ

กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดการวิจัยว่า ต้นแบบระบบตรวจจับแก๊สอัตโนมัติ เป็นระบบที่พัฒนาขึ้นโดย
สามารถที่จะแจ้งเตือนให้ผู้ที่เกี่ยวข้องได้รับการเตือนได้อย่างถูกต้อง ได้เมื่อตรวจจับแก๊สในระดับที่เกินค่าที่กำหนดไว้



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการดำเนินงานวิจัย

เทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง

1. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Arduino Uno R3)

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 เป็นบอร์ดแบบ Open-source บนแพลตฟอร์ม Arduino ใช้ชิป ATmega328 รั้นที่ความถี่ 16 MHz มีหน่วยความจำแฟลช 32 KB และแรม 2 KB บอร์ดใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 V มี Digital Input / Output 14 ขา อุปกรณ์นี้ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผลกลางเพื่อรับค่าสัญญาณอนาล็อกจากเซ็นเซอร์และควบคุมอุปกรณ์เอาต์พุต

2. เซนเซอร์ MQ-2

เซนเซอร์ MQ-2 เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับความเข้มข้นของแก๊สที่สามารถติดไฟในอากาศ ได้แก่ แอลพีจี (LPG) โพรเพน (Propane) ไฮโดรเจน (Hydrogen) มีเทน (Methane) และบิวเทน (Butane) รวมถึงควันไฟ (Smoke) เซนเซอร์ชนิดนี้ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานเมื่อตรวจพบโมเลกุลของแก๊สไวไฟในอากาศ ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการตรวจจับสัญญาณอนาล็อกที่ สาริต พันธ์ชาติ และอานนท์ อ่อนสุข [2] ได้อธิบายไว้ โดยสามารถวัดความเข้มข้นของแก๊สได้ในช่วง 200 ถึง 10,000 ppm และทำงานได้ในอุณหภูมิ -20 ถึง 50 องศาเซลเซียส

3. พาสซีฟบีสเซอร์

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณเสียงความถี่สูง โดยใช้การเขียนโค้ดสร้างสัญญาณ HIGH และ LOW สลับกันไปมาเพื่อให้เกิดเสียง หรือใช้ฟังก์ชัน tone() ใน Arduino บนบอร์ดมีทรานซิสเตอร์สำหรับช่วยขับสัญญาณเพื่อให้สามารถต่อใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยตรง ช่วยในการส่งสัญญาณเตือนภัยให้ผู้อยู่ใกล้เคียงได้รับทราบทันทีเมื่อระบบตรวจพบสถานะที่เกินเกณฑ์ความปลอดภัย

วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบแจ้งเตือนแก๊สรั่วอัตโนมัติในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้กำหนดระเบียบวิธีดำเนินการวิจัยโดยมุ่งเน้นสถาปัตยกรรมระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) เพื่อการตรวจเฝ้าระวังและแจ้งเตือนภัยเฉพาะที่ (Local Warning System) โดยมีรายละเอียดขั้นตอนดังนี้

1. การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ (System Architecture)

1.1 การออกแบบสถาปัตยกรรมระบบ

ผู้วิจัยออกแบบระบบให้ทำงานแบบวงจรปิดเพื่อให้สามารถตรวจเฝ้าระวังปริมาณแก๊สแอลพีจี (LPG) ได้อย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนหลัก ได้แก่

1.1.1 ส่วนรับสัญญาณ (Input Unit) ใช้โมดูลเซ็นเซอร์ MQ-2 (ภาพที่ 2) ทำหน้าที่ตรวจวัดความเข้มข้นของแก๊สไวไฟในอากาศและแปลงเป็นสัญญาณอนาล็อก

1.1.2 ส่วนประมวลผล ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 (ภาพที่ 4) ทำหน้าที่รับสัญญาณอนาล็อกมาประมวลผลผ่านตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล (ADC) เพื่อเปรียบเทียบกับค่าเกณฑ์ความปลอดภัยที่กำหนด

1.1.3 ส่วนแสดงผลและแจ้งเตือน ประกอบด้วยจอ LCD สำหรับแสดงผลค่าความเข้มข้นแบบเวลาจริง (Real-time) และโมดูลพาสซีฟไพสเซอร์ (ภาพที่ 3) สำหรับส่งสัญญาณเสียงเตือนภัย

2. การออกแบบโปรแกรมและตรรกะ

ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมเริ่มต้นด้วยการตั้งค่าอุปกรณ์ทั้งหมดให้พร้อมใช้งาน (ภาพที่ 5) จากนั้นระบบจะเริ่มตรวจวัดสัญญาณจากเซ็นเซอร์ โดยใช้เกณฑ์ความปลอดภัยที่ตั้งไว้ที่ 60 ppm ขึ้นไป เนื่องจากจากการทดลองเบื้องต้นพบว่า ระดับนี้เป็นจุดที่เซ็นเซอร์สามารถแยกแยะได้ว่า มีการรั่วไหลจริง หรือเป็นสัญญาณรบกวนได้อย่างแม่นยำ โดยเฉพาะในระยะห่างไม่เกิน 3 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่เซ็นเซอร์มีความไวสูงสุดถ้าค่าที่วัดได้ สูงกว่า 60 ppm [3] ระบบจะสั่งให้ไพสเซอร์ส่งเสียงเตือน และแสดงข้อความเตือนบนจอ LCD ทันที เพื่อให้ผู้ใช้รู้ว่าเกิดเหตุการณ์ไม่ปกติ และสามารถดำเนินการแก้ไขได้ทันที

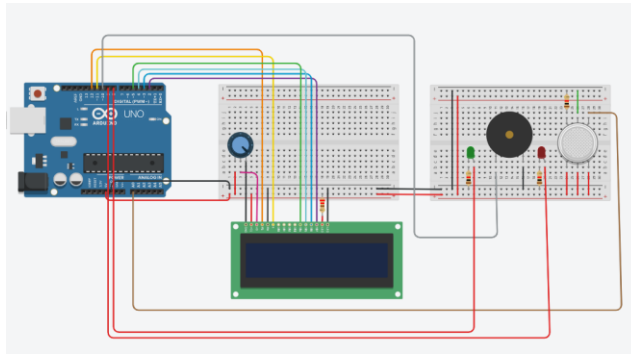


ภาพที่ 2 โมดูลเซ็นเซอร์ตรวจจับความเข้มข้นของแก๊ส (MQ-2)



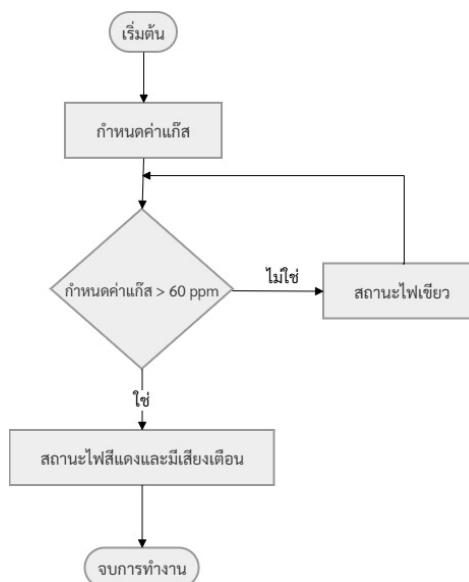
ภาพที่ 3 โมดูลเซ็นเซอร์เสียงพาสซีฟไพสเซอร์

ในส่วนของบอร์ดที่ใช้ในการพัฒนาและเขียนโปรแกรมรับส่งข้อมูลใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 [4] โดยมีภาพแสดงการเชื่อมต่อวงจรดังภาพที่ 4



ภาพที่ 4 แสดงการออกแบบวงจรการเชื่อมต่อ

จากภาพที่ 4 แสดงการออกแบบวงจรการเชื่อมต่อบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno R3 เข้ากับ เซนเซอร์ตรวจจับแก๊ส MQ-2 และการเชื่อมต่อในส่วนของการแสดงผลค่าตัวเลขผ่านจอ LCD แบบเวลาจริง (Real-time) และการเชื่อมต่อการแจ้งเตือนไปที่อุปกรณ์สเปซเซอร์ เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับแก๊สวัดค่าได้ระดับที่ตั้งไว้



ภาพที่ 5 แผนผังแสดงการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับแก๊ส

สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินงานวิจัยและทดสอบประสิทธิภาพของต้นแบบระบบแจ้งเตือนแก๊สรั่วอัตโนมัติ สรุปผลลัพธ์ตามการออกแบบการวิจัยได้ดังนี้

1. ด้านการพัฒนาต้นแบบ

ผู้วิจัยสามารถพัฒนาและสร้างระบบแจ้งเตือนที่ทำงานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Uno และเซ็นเซอร์ MQ-2 ได้อย่างสมบูรณ์ โดยระบบทำหน้าที่เป็นระบบสมองกลฝังตัว (Embedded System) ที่สามารถตรวจวัดและแสดงผลปริมาณแก๊สแบบเวลาจริง (Real-time) ผ่านจอ LCD และส่งการแจ้งเตือนด้วยเสียงผ่านสเปซเซอร์ทันทีเมื่อตรวจพบค่าความเข้มข้นของแก๊สสูงกว่า

เกณฑ์ความปลอดภัยที่กำหนดไว้คือ 60 ppm

2. ด้านประสิทธิภาพตามสภาพแวดล้อม

จากการทดสอบประสิทธิภาพเพื่อหาขีดจำกัดความไวของเซ็นเซอร์ พบว่าสภาพแวดล้อมมีผลโดยตรงต่อความแม่นยำ ดังนี้

2.1 ในสภาวะจำลอง (พื้นที่ปิด) ระบบสามารถตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนได้ครอบคลุมระยะทางสูงสุด 3 เซนติเมตร โดยมีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองที่ 4.00 วินาที

2.2 ในสภาวะห้องทั่วไป (พื้นที่เปิด) ความสามารถในการตรวจจับลดลงเนื่องจากการถ่ายเทอากาศ โดยระยะการตรวจจับที่แม่นยำจะเหลือเพียง 1 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเวลาตอบสนองเร็วที่สุดอยู่ที่ 1.09 วินาที

3. การวิเคราะห์ผลลัพธ์และขีดจำกัด

ผลการวิจัยชี้ให้เห็นว่า ต้นแบบระบบที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูงในการแจ้งเตือนภัยล่วงหน้า (เมื่อติดตั้งในระยะใกล้กับแหล่งกำเนิดแก๊ส ไม่เกิน 3 เซนติเมตร) โดยค่าเกณฑ์การแจ้งเตือนที่ 60 ppm เป็นค่าที่ต่ำสุดที่เชื่อถือได้" ซึ่งเหมาะสมในการระบุสภาวะความผิดปกติของแก๊สในอากาศก่อนจะสะสมจนถึงระดับที่เป็นอันตราย และช่วยลดการแจ้งเตือนผิดพลาด (False Alarm) จากปัจจัยแวดล้อมปกติได้

ตารางที่ 1 การทดสอบประสิทธิภาพการตรวจวัดแก๊สในสภาพบ้านจำลอง โดยการใช้ค่าเฉลี่ยในการวัดจำนวน 5 ครั้ง

ระยะทาง (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยเวลาในการ ตรวจจับได้ (วินาที)	ค่าเฉลี่ยปริมาณของแก๊สที่ อ่านได้ (PPM)
1	1.09	329
2	1.17	143
3	4.00	69
4	ไม่สามารถจับเวลาได้	ไม่สามารถตรวจจับได้
5	ไม่สามารถจับเวลาได้	ไม่สามารถตรวจจับได้

การทดสอบแบบที่ 2 ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบในสภาพห้องโดยทั่วไป โดยทำการทดสอบและตรวจวัดจำนวน 5 ครั้งและหาค่าเฉลี่ยออกมา โดยมีผลการทดสอบดังตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 การทดสอบประสิทธิภาพการตรวจวัดแก๊สในสภาพห้องโดยทั่วไป โดยการใช้ค่าเฉลี่ยในการวัดจำนวน 5 ครั้ง โดยมีผลการทดสอบดังตารางที่ 2 ดังนี้

ระยะทาง (เซนติเมตร)	ค่าเฉลี่ยเวลาในการ ตรวจจับได้ (วินาที)	ค่าเฉลี่ยปริมาณของแก๊สที่ อ่านได้ (PPM)
1	1.12	255
2	ไม่สามารถจับเวลาได้	ไม่สามารถตรวจจับได้

3	ไม่สามารถจับเวลาได้	ไม่สามารถตรวจจับได้
4	ไม่สามารถจับเวลาได้	ไม่สามารถตรวจจับได้
5	ไม่สามารถจับเวลาได้	ไม่สามารถตรวจจับได้

อภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบประสิทธิภาพของต้นแบบระบบแจ้งเตือนแก๊สรั่วอัตโนมัติ พบประเด็นสำคัญที่น่าสนใจคือการกำหนดเกณฑ์การแจ้งเตือนไว้ที่ระดับมากกว่า 60 ppm ซึ่งถือเป็นค่าที่เหมาะสมสำหรับการแจ้งเตือนภัยล่วงหน้า เนื่องจากเป็นระดับที่สูงกว่าสัญญาณรบกวนในสภาพแวดล้อมปกติ แต่ค่าพอที่จะตรวจพบความผิดปกติได้ทันทีที่แก๊สเริ่มรั่วไหล ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดสอบในพื้นที่ปิดที่ระยะ 3 เซนติเมตรที่วัดค่าได้ 69 ppm แสดงให้เห็นว่าการเลือกเกณฑ์นี้ช่วยลดโอกาสการแจ้งเตือนผิดพลาด และเพิ่มความเชื่อถือได้ให้กับระบบสมองกลฝังตัวที่พัฒนาขึ้น

ในส่วนของการทดลองด้านระยะทางและสภาพแวดล้อม ผลการวิจัยชี้ให้เห็นอย่างชัดเจนว่าระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์และแหล่งกำเนิดแก๊สมีผลโดยตรงต่อความแม่นยำ โดยเฉพาะในสภาพแวดล้อมห้องทั่วไปที่มีการถ่ายเทอากาศ ซึ่งทำให้มวลแก๊สเจือจางลงอย่างรวดเร็วจนระบบไม่สามารถตรวจจับได้ที่ระยะเพียง 2 เซนติเมตร แตกต่างจากในสภาวะจำลองที่เป็นพื้นที่ปิดซึ่งสามารถตรวจจับได้ไกลถึง 3 เซนติเมตร ปรากฏการณ์นี้อธิบายได้ด้วยทฤษฎีการแพร่กระจายของโมเลกุลแก๊สในอากาศ ที่ส่งผลต่อความเข้มข้นของแก๊ส ดังนั้นในการติดตั้งใช้งานจริง ตำแหน่งของเซ็นเซอร์จึงต้องอยู่ใกล้จุดเสี่ยงในระยะไม่เกิน 3 เซนติเมตร เพื่อคงประสิทธิภาพในการแจ้งเตือนให้สูงสุดตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. การติดตั้งอุปกรณ์ จากผลการทดสอบที่พบว่าระยะทางมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพการตรวจจับ ดังนั้นในการนำไปใช้งานจริง ควรติดตั้งเซ็นเซอร์ให้อยู่ใกล้กับจุดเสี่ยงที่มีโอกาสเกิดการรั่วไหลมากที่สุด เช่น บริเวณวาล์วถังแก๊สหรือข้อต่อสายนำแก๊ส โดยควรมีระยะห่างไม่เกิน 1-3 เซนติเมตร เพื่อให้ระบบสามารถตอบสนองต่อปริมาณแก๊สได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำก่อนที่แก๊สจะเจือจางในอากาศ
2. สภาพแวดล้อมในการติดตั้ง ควรหลีกเลี่ยงการติดตั้งในบริเวณที่มีกระแสลมแรงหรือใกล้กับพัดลมระบายอากาศโดยตรง เนื่องจากมวลอากาศที่เคลื่อนที่เร็วจะทำให้ความเข้มข้นของแก๊สที่รั่วไหลเบาบางลง จนอาจทำให้เซ็นเซอร์วัดค่าได้ต่ำกว่าเกณฑ์การแจ้งเตือน (60 ppm) ที่กำหนดไว้
3. การสอบเทียบอุปกรณ์ สำหรับการใช้งานในสภาวะจริงที่มีความเสี่ยงสูง ผู้นำไปใช้ควรทำการสอบเทียบ ค่าที่อ่านได้จากต้นแบบร่วมกับอุปกรณ์วัดแก๊สมาตรฐานอุตสาหกรรม เพื่อยืนยันความถูกต้องของค่า ppm และปรับค่าเกณฑ์การแจ้งเตือนให้เหมาะสมกับสภาพใช้งานจริง

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ควรมีการต่อยอดโดยการเพิ่มโมดูลสื่อสารไร้สาย (เช่น ESP8266 หรือ ESP32) เพื่อปรับเปลี่ยนจากระบบแจ้งเตือนเฉพาะที่ (Local Warning) เป็นระบบ IoT ที่สามารถส่งข้อมูลแจ้งเตือนผ่านช่องทางออนไลน์ เช่น LINE Notify หรือแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟน เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบเหตุการณ์ได้ทันทีแม้อยู่ในพื้นที่

เอกสารอ้างอิง

- [1] นพพร จุจันทร์. (2559). *Arduino Uno*.
<http://elec2web.blogspot.com/2016/04/arduino-uno-amtega328.html>
- [2] สาทิต พันธชาลี, และอานนท์ อ่อนสุข. (2560). *เซ็นเซอร์ (Sensor)*.
<http://gas-lpg-alarm-sensor.blogspot.com>
- [3] อธิพงศ์ ฐปทุมทด, และไชยรัตน์ จากรณ์. (2562). *เครื่องตรวจจับและแจ้งเตือนแก๊สรั่วไหล*
[โครงการหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง]. วิทยาลัยเทคโนโลยีอรรถวิทย์พัฒนการ.
- [4] สุพัฒน์พงษ์ ศรีมะธรง.(2560).*การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี*. [http://artsupatong wordpress.com](http://artsupatong.wordpress.com)