

ชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจี ผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์

LPG GAS LEAK DETECTOR KIT USING
RADIO WAVE FOR VEHICLE



นายประยุทธ ทิมทอง¹, นายสมยศ เพ็ญศรีศิริกุล²
นายวันชัย รัตนมนเฑียร³, นายนวกัทร ฤทัยรัตน์⁴
Prayut Thimthong¹, Somyot Pensrisirikul²
Wanchai Rattanamontien³, Nawapat Uthairat⁴

บทความวิจัย

วันที่รับบทความ 23 พฤศจิกายน 2564

วันที่แก้ไขบทความ 1 ธันวาคม 2564

วันที่ตอบรับบทความ 30 ธันวาคม 2564

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ 2) เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ และ 3) เพื่อหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ กลุ่มเป้าหมาย ได้แก่ ครูแผนกวิชาช่างยนต์ จำนวน 24 คน โดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ แบบทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ แบบประเมินความพึงพอใจ สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า 1) ความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของการสร้างชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ พบว่า ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด 2) ประสิทธิภาพของชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ คิดเป็นร้อยละ 80 3) ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุ พบว่า ความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

^{1,2} ภาควิชาเทคโนโลยีไฟฟ้า วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก

^{1,2} Department of Electrical Technology Phitsanulok Technical College

คำสำคัญ : ชุดตรวจจับ, แก๊สแอลพีจี, คลื่นวิทยุ, รถยนต์

Abstract

The purposes of this research were as follows 1) to create the LPG gas leak detector Kit using Radio Wave for Vehicle. 2) to study the effectiveness of it 3) to find out the satisfaction of users. The sample group consisted of 24 persons to Purposive sampling from Automotive Department. The research instruments were composed of suitability and feasibility assessment form, performance of table and satisfaction form. Data was analyzed using the mean, percentage average ($\bar{X}$) and standard deviation.

The results showed that the LPG gas leak detector Kit using Radio Wave for Vehicle had an overall and a possibility overall success at the level of 'Most'. Performance testing results: were successful representing 80 %. The sampled group was in overall satisfied at the highest level.

Keywords : The Radio LPG Leak Detection Kit, radio wave, car

บทนำ

ในปัจจุบันน้ำมันเชื้อเพลิงมีราคาสูงมากขึ้น ค่าใช้จ่ายสำหรับรถยนต์ถูกเปลี่ยนไปเป็นความเสี่ยงที่ส่งผลกระทบต่อสภาพเศรษฐกิจทั้งระดับครอบครัว จนไปถึงระดับประเทศ ซึ่งทางภาครัฐ และ เอกชน มีความพยายามในการจัดการหาพลังงานนำมาทดแทน ซึ่งสามารถหาได้จากในภูมิภาค หรือแม้แต่ภายในประเทศ เพื่อลดการพึ่งพลังงานที่ต้องนำเข้า ซึ่งไม่สามารถประเมินถึงเปลี่ยนแปลงของราคาได้ [1]

ขณะเดียวกัน ในภาคขนส่ง ซึ่งส่วนใหญ่เป็นรถยนต์ส่วนบุคคล ก็มีแนวโน้มว่าได้หันมาใช้ LPG มากขึ้น เพราะราคาถูก เติมน้ำมันได้มากได้ระยะทางไกลกว่าไม่ยุ่งยากเหมือน NGV การที่มีปั๊มซีรถยนต์ติดตั้งแก๊ส LPG บนท้องถนนเพิ่มจำนวนมากขึ้น ซึ่งบ่อยครั้งที่รถยนต์ติดตั้งระบบแก๊สระเบิดหรือเพลิงไหม้ ขณะเติมน้ำมัน โดยมีสาเหตุจากความประมาท ผู้ขับขี่ขาดความรู้เกี่ยวกับการเติมน้ำมันอย่างถูกวิธี รวมไปถึงการเลือกติดตั้งระบบแก๊สจากศูนย์บริการที่ได้มาตรฐาน การใช้ถังแก๊สและอุปกรณ์ระบบแก๊สที่มีคุณภาพ การหมั่นตรวจสอบและดูแลระบบแก๊สให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน จะช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งานรถติดตั้งระบบแก๊ส และลดความเสี่ยงต่อการได้รับอันตรายจากไฟไหม้รถยนต์ [2]

ทางวิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก มีศูนย์บริการเกี่ยวกับการติดตั้งระบบแก๊ส LPG ให้กับรถยนต์ ให้กับประชาชนทั่วไป และบุคลากรในสถานศึกษา ซึ่งจำเป็นต้องมีการตรวจสอบก่อนส่งมอบให้กับผู้เข้ามาใช้บริการติดตั้งระบบแก๊ส LPG ให้กับรถยนต์ ในการตรวจสอบนั้นต้องมีการตรวจสอบโดยผู้เชี่ยวชาญในแต่ละจุดของระบบแก๊ส LPG และใช้เวลาตรวจนาน ส่งผลกระทบให้ ผู้ตรวจอาจได้รับสารพิษจากแก๊ส LPG ก่อให้เกิดอันตรายต่อระบบทางเดินหายใจ ตา และระบบประสาทส่วนกลาง หากสูดดมเข้าไปอาจทำให้เกิดการระคายเคือง จมูกอักเสบ เยื่อบุตาอักเสบ ปวดศีรษะ มึนงง อ่อนเพลีย และทำให้ขาดออกซิเจน จนหมดสติและอาจเสียชีวิตได้

ดังนั้น จากข้อมูลข้างต้นทางผู้วิจัยจึงมีความประสงค์ที่จะดำเนินการสร้างชุดตรวจจับการตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุ สำหรับรถยนต์ เพื่อทำให้สามารถตรวจสอบการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจี ได้หลาย ๆ จุด พร้อมๆกัน และสามารถส่งสัญญาณแจ้งเตือนการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีไปยังเครื่องรับสัญญาณแจ้งเตือนการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจี ที่ติดตั้งอยู่ภายในห้องควบคุมแบบไร้สาย

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสร้างชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์
2. เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจผู้ใช้งานที่มีต่อชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1. รถยนต์ระบบแก๊สแอลพีจี [3]

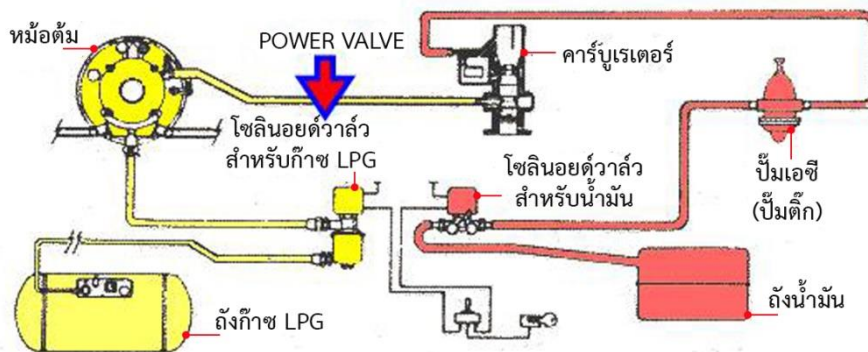
ระบบแก๊สแอลพีจีในรถยนต์ทำหน้าที่จ่ายแก๊สแทนน้ำมันให้พอดีกับความต้องการของเครื่องยนต์ในทุกสภาวะการทำงานของเครื่องยนต์ และหยุดการจ่ายน้ำมัน เมื่อต้องการใช้เชื้อเพลิงแก๊ส อุปกรณ์แก๊สแอลพีจีติดรถยนต์ ประกอบด้วย หม้อต้มแก๊ส , กรองแก๊ส , ถังแก๊ส , หัวฉีดแก๊ส , กล่องควบคุมแก๊ส (ECU) , สวิตช์ปรับเปลี่ยนเชื้อเพลิง , วาล์วล้างแก๊ส

- 1.1 หลักการทำงานของแก๊สแอลพีจีติดรถยนต์

- 1.1.1 การติดตั้งแก๊สระบบดูด (Fumigation)

หลักการทำงานของระบบดูด จะอาศัยแรงดูดของเครื่องยนต์เป็นตัวกำหนดปริมาณเชื้อเพลิง LPG เช่น เมื่อเราขับรถด้วยความเร็วสูง รอบเครื่องยนต์จะสูง แรงดูดอากาศ ในเครื่องยนต์มาก จ่ายเชื้อเพลิงมาก เมื่อเราขับรถด้วยความเร็วต่ำ รอบเครื่องยนต์จะต่ำ แรงดูดอากาศ ใน

เครื่องยนต์น้อย จ่ายเชื้อเพลิงน้อย ระบบดูดจะอาศัยกลไกเป็นหลักในการควบคุมการจ่ายเชื้อเพลิง จึงสามารถติดตั้งในรถยนต์ที่เป็นหัวฉีดน้ำมันได้ โดยจะทำให้การจ่ายเชื้อเพลิงไม่แม่นยำ และสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่าระบบหัวฉีด อีกทั้งกำลังของเครื่องยนต์ลดลงจากการใช้น้ำมันประมาณ 15-20%

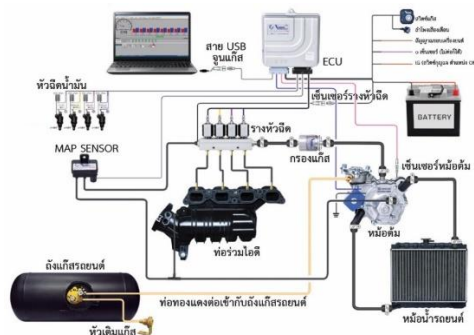


ภาพที่ 1 แก๊สระบบดูด

ที่มา : <https://www.facebook.com/aekengineer/posts/647782548669071/>

1.1.1 การติดตั้งแก๊สระบบหัวฉีด (Sequential Injection)

หลักการทำงานของระบบแก๊สหัวฉีด จะมีกล่องควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ (ECU) ซึ่งเปรียบเหมือนสมองกล ที่จะรับข้อมูลสภาวะต่าง ๆ ของรถยนต์ เช่น อุณหภูมิ ความดันอากาศ ฯลฯ จากเซ็นเซอร์ต่าง ๆ เพื่อมาใช้ในการประมวลผลการสั่งจ่ายก๊าซ เลียนแบบการทำงานของหัวฉีดน้ำมัน ได้อย่างละเอียดในทุกรอบการทำงานของเครื่องยนต์ ทำให้สมรรถนะและกำลังของเครื่องยนต์ใกล้เคียงการใช้งานในระบบน้ำมันและการจ่ายเชื้อเพลิงที่แม่นยำกว่าทำให้ สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงน้อยกว่าการติดตั้งแก๊สระบบดูด การปรับปรุงระบบก๊าซต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการปรับปรุง

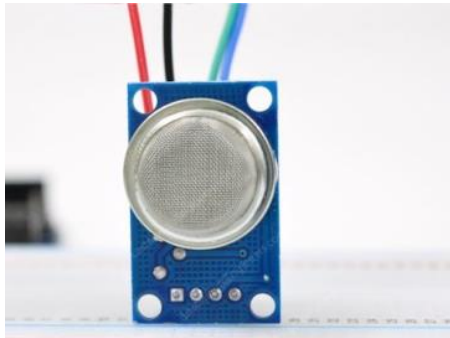


ภาพที่ 2 แก๊สระบบหัวฉีด

ที่มา : <http://www.gasthai.com/article/html/486.html>

2. โมดูล MQ2 Gas Sensor [4]

MQ2 เป็นหนึ่งในเซ็นเซอร์ก๊าซที่ใช้กันทั่วไปในซีรีส์เซ็นเซอร์ MQ เป็นเซ็นเซอร์แก๊สชนิด Metal Oxide Semiconductor (MOS) หรือที่เรียกว่า Chemoreceptors เนื่องจากการตรวจจับขึ้นอยู่กับ การเปลี่ยนแปลงความต้านทานของวัสดุตรวจจับเมื่อก๊าซสัมผัสกับวัสดุ โดยการแบ่งแรงดันไฟฟ้าเพื่อใช้ในการตรวจจับความเข้มข้นของก๊าซได้ ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 MQ2 Gas Sensor

ที่มา <https://lastminuteengineers.com/mq2-gas-senser-arduino-tutorial/>

MQ2 เซ็นเซอร์แก๊สทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 5 VDC และให้ความร้อนประมาณ 800 mW สามารถตรวจจับ แก๊สหุงต้ม, คิวบิก, แอลกอฮอล์, โพรเพน, ไฮโดรเจน, ก๊าซมีเทนและคาร์บอนมอนอกไซด์ โดยสามารถวัดความเข้มข้นได้ในปริมาณ 200-10,000 ppm

3. Arduino IDE ซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมภาษา C

ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนางานสำหรับบอร์ด Arduino นั้นคือโปรแกรมที่เรียกว่า Arduino IDE ในการเขียนโปรแกรมและคอมไพล์ลงบอร์ด โดยขนาดของโปรแกรม Arduino โดยปกติแล้วจะใหญ่กว่าโค้ด AVR ปกติเนื่องจากโค้ด AVR เป็นการเข้าถึงจากรีจิสเตอร์โดยตรง แต่โค้ด Arduino เข้าถึงผ่านฟังก์ชัน เพื่อให้สามารถเขียนโค้ดได้ง่ายมากกว่าการเขียนโค้ดแบบ AVR หรือเวอร์ชันอื่น ๆ ของ Arduino IDE ย่อมาจาก (Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนาหรือตัวช่วยต่างๆ ที่จะคอยช่วยเหลือ Developer หรือช่วยเหลือในการพัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่าง ๆ เร็วมากขึ้น [5]

4. การหาประสิทธิภาพ [6]

ประสิทธิภาพ (Efficiency) หมายถึง สภาวะหรือคุณภาพของสมรรถนะในการดำเนินงาน เพื่อให้งานมีความสำเร็จโดยใช้เวลา ความพยายามและค่าใช้จ่ายค้ำค่าที่สุดตาม จุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ โดยกำหนดเป็นอัตราส่วนหรือร้อยละระหว่างปัจจัยนำเข้ากระบวนการและผลลัพธ์ (Ratio between input, process and output)

ประสิทธิภาพเน้นการดำเนินการที่ถูกต้องหรือกระทำสิ่งใดๆ อย่างถูกวิธี (Doing the thing right) คำว่าประสิทธิภาพ มักสับสนกับคำว่า ประสิทธิภาพ (Effectiveness) ซึ่งเป็นคำที่คลุมเครือ ไม่เน้นปริมาณ และมุ่งให้บรรลุวัตถุประสงค์และเน้น การทำสิ่งที่ถูกต้อง (Doing the right thing) ดังนั้นสองคำนี้จึงมักใช้คู่กัน คือ ประสิทธิภาพและประสิทธิผล

5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นิคม ลนขุนทด (2557 : บทคัดย่อ) ผลการทดลองพบว่าเมื่อความเข้มข้นของแก๊สแอลพีจี สูงเซนเซอร์จะส่งสัญญาณและแจ้งผ่านเอสเอ็มเอสเข้าโทรศัพท์เคลื่อนที่ตามเลขหมายที่กำหนดพร้อมส่ง ให้พัดลมระบายอากาศทำงานเพื่อระบายแก๊สออก ถ้าปริมาณของแก๊สไม่ลดลงจะทำการแจ้งเตือนเป็น ระยะ เซนเซอร์ที่นำมาทดลองมีแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงสอดคล้องกับ เครื่องตรวจจับก๊าซมีเทน (KIMO) ที่นำมาเปรียบเทียบ ในขณะที่เดียวกันเมื่อความเข้มข้นของแก๊สลดลงเซนเซอร์ทดลองจะรายงานค่าความ เข้มข้นที่ลดลงสอดคล้องกับเครื่องตรวจจับแก๊สมิเทน (KIMO) [7]

ศิริพร เพชรชำนาญ, จิรวัดน์ แท่นทอง และกฤตเมธ ขุนฤทธิ์แก้ว (2561 : บทคัดย่อ) การใช้ แอปพลิเคชันตรวจจับแก๊สไอไฟผ่านระบบ Internet of Things โดยอาศัยหลักการและแนวคิดที่มี การใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่มีขนาดเล็ก ราคาประหยัดมาใช้ ในการควบคุมและประมวลผล โดยทำงาน ร่วมกับ เซ็นเซอร์ ตรวจจับการรั่วไหลของแก๊ส (MQ2) และส่งสัญญาณไปยังแอปพลิเคชันในมือถือผ่าน ระบบคลาวด์ของ Internet of Things จากผลการทดลองพบว่าชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ออกแบบ สามารถตรวจสอบแก๊สไอไฟได้หลายชนิด สามารถตรวจจับการรั่วไหลและส่งสัญญาณเตือนได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ทดแทนอุปกรณ์ ที่มีขายในท้องตลาดได้ [8]

ยุทธนา ดีเทียน และธรรป อักษร (2560 : บทคัดย่อ) ระบบแจ้งเตือนเหตุอัคคีภัยผ่าน เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ขึ้นมา โดยใช้ Arduino มาเป็นตัวประมวลผล รับค่ามาจากเซนเซอร์ตรวจจับ คว้นกับแก๊ส และเปลวไฟ เมื่อประมวลผลแล้วระบบจะส่งการแจ้งเตือนไปยังอุปกรณ์ที่กำหนดไว้คือ อุปกรณ์แจ้งเตือนด้วยเสียง แสงไฟ และ SMS เพื่อแจ้งเตือนผู้อยู่อาศัย ระบบแจ้งเตือนเหตุอัคคีภัยผ่าน เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่สามารถแจ้งเตือนผู้อยู่อาศัยได้ แม้ผู้อยู่อาศัยจะไม่ได้อยู่ในที่เกิดเหตุ ระบบแจ้ง เตือนอัคคีภัยสามารถช่วยเพิ่มการดูแลและการเฝ้าระวังอัคคีภัยได้เป็นอย่างดีมีประสิทธิภาพ [9]

จากงานวิจัยข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า โครงการที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ และเมื่อนำไปใช้ พบว่า โปรแกรมควบคุมระบบการตรวจจับปริมาณแก๊สแอลพีจีด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ พร้อมระบบส่ง สัญญาณเตือนภัย ทำให้ผู้วิจัยมีแนวคิดมาประยุกต์ใช้ เพื่อสร้างระบบการตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอล

พีจี และสามารถส่งสัญญาณแจ้งเตือนการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีไปยังเครื่องรับสัญญาณแจ้งเตือนการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจี ที่อยู่นอกพื้นที่ได้ผ่านคลื่นวิทยุ

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาชุดตรวจจับการรั่วไหลแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุ มีวิธีการดำเนินการวิจัยดังนี้

1. กำหนดกลุ่มเป้าหมาย

กลุ่มเป้าหมายของการวิจัย ได้แก่ ครูแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก จำนวน 24 คน ได้มาโดยวิธีการเลือกแบบเจาะจง

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ มีลักษณะเป็นคำถามมาตราส่วน ประเมินค่า 5 ระดับ จำนวน 15 ข้อ แบ่งออกเป็น 3 ส่วนได้แก่ ส่วนที่ 1 ความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของแบบโครงสร้างของชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุ สำหรับรถยนต์ จำนวน 5 ข้อ ส่วนที่ 2 ความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของแบบวงจรไฟฟ้าของชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ จำนวน 5 ข้อ และส่วนที่ 3 แผนผังการทำงานของโปรแกรมของชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ จำนวน 5 ข้อ รวมทั้งหมด 15 ข้อโดยกำหนดเกณฑ์การประเมินแต่ละรายการมีระดับผลการประเมิน 5 ระดับ ดังนี้ [10]

ระดับ 5 ค่าเฉลี่ย 4.21-5.00 ความเหมาะสม และความเป็นไปได้อยู่ในระดับมากที่สุด

ระดับ 4 ค่าเฉลี่ย 3.41-4.20 ความเหมาะสม และความเป็นไปได้อยู่ในระดับมาก

ระดับ 3 ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 ความเหมาะสม และความเป็นไปได้อยู่ในระดับปานกลาง

ระดับ 2 ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 ความเหมาะสม และความเป็นไปได้อยู่ในระดับน้อย

ระดับ 1 ค่าเฉลี่ย 1.00-1.80 ความเหมาะสม และความเป็นไปได้อยู่ในระดับน้อยที่สุด

2.2 นำแบบประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้ ที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความสอดคล้องของข้อคำถาม ความถูกต้องของภาษาที่นำไปใช้กับชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจี จากนั้นจึงทำการปรับแก้ข้อคำถาม ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.3 สร้างแบบทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ เพื่อตรวจสอบการรั่วของแก๊ส จำนวน 4 จุด ได้แก่ Tank Valve , Gas Injectors , Pressure Regulator และ Low Pressure Rubber Hose

2.4 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ที่มีต่อชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลิ่นวิทยุสำหรับรถยนต์ จำนวน 10 ข้อ โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินแต่ละรายการมีระดับผลการประเมิน 5 ระดับ ดังนี้

ระดับ 5 ค่าเฉลี่ย 4.21-5.00 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ มากที่สุด

ระดับ 4 ค่าเฉลี่ย 3.41-4.20 ความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ระดับ 3 ค่าเฉลี่ย 2.61-3.40 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง

ระดับ 2 ค่าเฉลี่ย 1.81-2.60 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อย

ระดับ 1 ค่าเฉลี่ย 1.00-1.80 ความพึงพอใจอยู่ในระดับ น้อยที่สุด

2.5 นำแบบประเมินความพึงพอใจ สร้างขึ้นไปตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหาโดยผู้เชี่ยวชาญ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา ความสอดคล้อง ความถูกต้องของภาษาที่ใช่และขอเสนอแนะ จากนั้นจึงทำการปรับแก้ข้อคำถามตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ และเลือกข้อคำถามที่มีค่า IOC มากกว่า 0.5 มาใช้เป็นข้อคำถาม

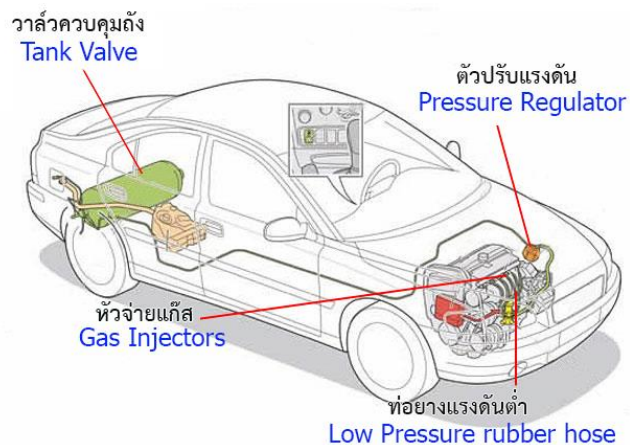
2.6 นำแบบประเมินความพึงพอใจ ที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้ (Try Out) กับกลุ่มเป้าหมายเป็นครูแผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยสารพัดช่างพิษณุโลก จำนวน 14 ชุด นำข้อมูลที่ได้ ทำการทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปการทดสอบความเชื่อมั่นของแบบสอบถามโดยใช้สูตรสัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบัค ได้ค่าระดับความเชื่อมั่นของแบบสอบถามเท่ากับ 0.94

3. วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

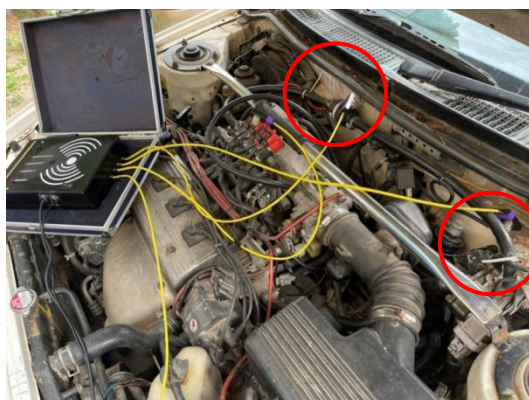
3.1 ดำเนินการนำแบบประเมินความเหมาะสมและเป็นไปได้พร้อมกับชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลิ่นวิทยุสำหรับรถยนต์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ประเมินในวันที่ 20 สิงหาคม พ.ศ. 2564 นำผลที่ได้จากการประเมิน มาทำการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผล

3.2 ดำเนินการนำชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลิ่นวิทยุสำหรับรถยนต์ ไปทำการทดสอบเพื่อหาประสิทธิภาพ ในวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2564 ณ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก

3.3 ดำเนินการทดสอบหาประสิทธิภาพ ชุดรับ-ส่งสัญญาณ ของชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลิ่นวิทยุสำหรับรถยนต์ โดยทำการติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณตรวจจับแก๊ส จำนวน 4 จุด ดังภาพที่ 4 ทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง บันทึกข้อมูลลงในตารางเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลิ่นวิทยุสำหรับรถยนต์



ภาพที่ 4 ตำแหน่งตรวจจับสน้ำมันของแก๊สแอลพีจี



ภาพที่ 5 ติดตั้งเซนเซอร์ตรวจจับสน้ำมันของแก๊สแอลพีจี

3.4 นำข้อมูลจากตารางการหาประสิทธิภาพของชุดตรวจจับสน้ำมันของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ จากการติดตั้งเครื่องส่งสัญญาณตรวจจับสน้ำมันจำนวน 4 จุด มาวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพ

3.5 ดำเนินการนำแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดตรวจจับสน้ำมันของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ จำนวน 24 ฉบับ โดยให้กลุ่มเป้าหมายเป็นผู้ให้ข้อมูลด้วยตนเอง ในวันที่ 23 สิงหาคม พ.ศ. 2564 ณ แผนกวิชาช่างยนต์ วิทยาลัยเทคนิคพิษณุโลก

3.6 เก็บรวบรวมแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ จำนวน 24 ฉบับ คิดเป็นร้อยละ 100 และนำข้อมูลที่ได้ดำเนินการหาค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และแปลผลความพึงพอใจ

4. การวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 ค่าร้อยละ

4.2 ค่าเฉลี่ย

4.3 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัย

1.ผลการสร้างชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามตารางที่ 1 ดังนี้

ตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของการสร้างของชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ โดยผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน

	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเหมาะสม	ค่าเฉลี่ย	ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ระดับความเป็นไปได้
ส่วนที่ 1 โครงสร้างชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์	4.36	0.57	มากที่สุด	4.36	0.57	มากที่สุด
ส่วนที่ 2 วงจรไฟฟ้าชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์	4.40	0.65	มากที่สุด	4.40	0.58	มากที่สุด
ส่วนที่ 3 โปรแกรมควบคุมการทำงานชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์	4.56	0.51	มากที่สุด	4.60	0.50	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ยรวม	4.44	0.58	มากที่สุด	4.45	0.55	มากที่สุด

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการประเมินความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของการสร้างชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ ที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ด้านความ

เหมาะสม ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และด้านความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45

2. ผลการศึกษาประสิทธิภาพชุดตรวจจับสน้ำมันของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตามตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 2 การตรวจจับสน้ำมันเพื่อหาประสิทธิภาพของชุดตรวจจับสน้ำมันของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ กับรถยนต์ติดตั้งแก๊ส LPG มีอาการรั่ว 2 ตำแหน่ง คือ Gas Injectors และ Pressure Regulator

จำนวน ครั้ง	ตำแหน่งเซ็นเซอร์ตรวจจับสน้ำมัน				ผลการตรวจจับสน้ำมัน	
	Tank Valve	Gas Injectors	Pressure Regulator	Low Pressure Rubber Hose	ตรวจจับสน้ำมัน ได้สมบูรณ์	ตรวจจับสน้ำมัน ไม่สมบูรณ์
1		✓	✓		✓	
2		✓	✓		✓	
3		✓	✓		✓	
4		✗	✓			✓
5		✓	✓		✓	
6		✓	✓		✓	
7		✗	✓			✓
8		✓	✓		✓	
9		✓	✓		✓	
10		✓	✓		✓	
รวม					8	2
ร้อยละ					80.00	20.00

หมายเหตุ ตรวจจับสน้ำมันได้สมบูรณ์ หมายถึง เซ็นเซอร์สามารถตรวจจับสน้ำมันได้ และ ตรวจจับสน้ำมันไม่สมบูรณ์ หมายถึง เซ็นเซอร์ไม่สามารถตรวจจับสน้ำมันได้

จากตารางที่ 2 พบว่า รถยนต์ติดตั้งแก๊ส LPG มีอาการรั่ว 2 ตำแหน่ง คือ Gas Injectors และ Pressure Regulator เมื่อนำมาทำการทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ชุดตรวจจับสน้ำมันของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ สามารถตรวจจับสน้ำมันได้สมบูรณ์ จำนวน 8 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 80 และ ตรวจจับสน้ำมันไม่สมบูรณ์ จำนวน 2 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 20

3. ผลการศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่าน
คลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์

ตารางที่ 3 ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และระดับความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดตรวจจับการ
รั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์

ข้อ	รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ค่า เบี่ยงเบน มาตรฐาน	ระดับ ความพึง พอใจ
1	ชุดตรวจจับฯ มีความเที่ยงตรง แม่นยำ ในการตรวจจับแก๊ส	4.54	0.51	มากที่สุด
2	วัสดุที่ใช้ทำชุดตรวจจับฯ มีความเหมาะสม ต่อการใช้งาน	4.38	0.58	มากที่สุด
3	น้ำหนักของชุดตรวจจับฯ มีความ เหมาะสม ต่อการใช้งาน	4.33	0.48	มากที่สุด
4	ขนาดของชุดตรวจจับฯ มีความเหมาะสม ต่อการใช้งาน	4.38	0.58	มากที่สุด
5	โครงสร้างของชุดตรวจจับฯ มีความแข็งแรง มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.42	0.65	มากที่สุด
6	ชุดตรวจจับฯ สามารถเคลื่อนย้ายได้ สะดวก ขณะนำไปใช้	4.42	0.58	มากที่สุด
7	รูปร่างของชุดตรวจจับฯ มีความสวยงาม น่าใช้	4.13	0.68	มาก
8	ชุดตรวจจับฯ ยึดจับรถยนต์ง่าย และ สะดวก	4.46	0.59	มากที่สุด
9	ชุดตรวจจับฯ ยึดจับรถยนต์มีความมั่นคง แน่นหนา	4.58	0.58	มากที่สุด
10	ชุดตรวจจับฯ ราคามีความเหมาะสม	4.38	0.58	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ยรวม	4.40	0.58	มากที่สุด

จากตารางที่ 3 พบว่า ผลการหาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.40 ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.584

สรุปผลการวิจัย

1. ความเหมาะสม และความเป็นไปได้ของการสร้างชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด
2. ประสิทธิภาพของชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ คิดเป็น ร้อยละ 80
3. ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด

การอภิปรายผลการวิจัย

1. ชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญพบว่า ด้านความเหมาะสม ในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.44 และด้านความเป็นไปได้ อยู่ในระดับมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.45 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ มีการออกแบบโปรแกรมที่ดี มีอุปกรณ์ เซนเซอร์ตรวจจับแก๊ส มีหลอดLED แสดงตำแหน่งการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจี และ Buzzer ส่งสัญญาณเสียงแจ้งเตือนเมื่อมีการรั่วไหลของแก๊ส และมีการปรับปรุงแก้ไขตาม ข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ บุญครอง วิวัฒน์วานิชวงศ์ พงศ์ศักดิ์ สุวรรณทา และวีรวัฒน์ อุทธโยธา (2557) ศึกษาโครงสร้างของเครื่องตรวจจับแก๊ส และการแจ้งเตือนอัตโนมัติฝ่ายเครือข่าย GSM ที่เป็นการประยุกต์ใช้ GSM Module (SIM 300 CZ) กับเซนเซอร์ตรวจจับแก๊ส MQ-5 เป็นสิ่งการด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ (T89C51AC2) โดยใช้ภาษาซีเป็นตัวสั่งการ เมื่อเครื่องสามารถตรวจจับแก๊สไวไฟได้ ก็จะแสดงค่าความเข้มข้นผ่านจอ LCD รวมทั้งจะเกิดเสียง Buzzer แจ้งเตือนด้วย และทดสอบการทำงานของเครื่องตรวจจับแก๊สในระบบเปิด-ปิดแล้วปล่อยให้แก๊สที่นำมาทดลองระเหยเพื่อทดสอบว่า ระบบตรวจจับแก๊สนั้นจะสามารถตรวจจับแก๊สที่นำมาทดลองได้หรือไม่ ซึ่งผลการทดลอง พบว่า เครื่องตรวจจับแก๊ส และการแจ้งเตือนอัตโนมัติฝ่ายเครือข่าย GSM สามารถนำไปใช้งานได้จริง [11]

2. ประสิทธิภาพของชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ พบว่า การทดสอบจำนวน 10 ครั้ง ชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ สามารถตรวจจับได้สมบูรณ์ จำนวน 8 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 80 แสดงว่าชุดตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจีผ่าน

คลื่นวิทยุสำหรับรถยนต์ที่สร้างนี้มีประสิทธิภาพสามารถตรวจจับแก๊ส LPG ได้ ซึ่งอาจจะเป็นเพราะ เซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับแก๊สมีประสิทธิภาพความเร็วในการตรวจจับรวดเร็ว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วันชัย เจือทรัพย์

วิไลวรรณ แสนชนะ และศัชรินทร์ ทองฝัก (2564 : บทคัดย่อ) การพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยในการใช้ก๊าซหุงต้มในครัวเรือน โดยนำไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาประยุกต์ใช้ในการควบคุมและประมวลผล สามารถใช้ร่วมกับอุปกรณ์เซนเซอร์ตรวจจับปริมาณการรั่วไหลของก๊าซ และการนำ NodeMCU มาประยุกต์ใช้งานกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจจับการรั่วไหลของก๊าซและความร้อนที่เกิดจากอัคคีภัยได้ เมื่อเกิดเหตุก๊าซรั่วไหลหรือความร้อนสูง ระบบจะรับข้อมูลแล้วส่งข้อมูลไปยังสัญญาณเตือนภัย พร้อมทั้งส่งข้อความแจ้งเตือนเข้าแอปพลิเคชันไลน์ให้กับผู้ใช้งานระบบ [12]

3. ความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดตรวจจับสน้ำมันเชื้อเพลิงของแก๊สแอลพีจีผ่านคลื่นวิทยุในภาพรวม พบว่า ความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด อาจเป็นเพราะมีการออกแบบที่ดี รูปร่างของเครื่องเหมาะสมกับการนำไปใช้งาน และเคลื่อนย้ายสะดวก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สุรศักดิ์ ชัยพรพรรณนิข และธงชัย ทรงกลั่น (2562 : บทคัดย่อ) วิจัยเรื่อง อุปกรณ์เตือนก๊าซ(แอลพีจี)รั่วไหลในครัวเรือน พบว่าความพึงพอใจของผู้ประกอบการร้านอาหารและบุคคลทั่วไปต่อการใช้อุปกรณ์เตือนก๊าซ (แอลพีจี) รั่วไหลในครัวเรือนในภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ข้อที่มีค่าความพึงพอใจสูงสุดคือ มีความปลอดภัยในการใช้งานและสามารถแจ้งเตือนด้วยระบบเสียง [13]

ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 ขณะตรวจสอบการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจี ควรระวังห้องเครื่องรถยนต์เพราะมีความอุณหภูมิสูงซึ่งเป็นอันตรายกับผู้ปฏิบัติงาน ควรสวมถุงมือป้องกัน

1.2 มีการแจ้งปริมาณการรั่วไหลของแก๊สแอลพีจี เพื่อให้ทราบปริมาณแก๊สที่ไหลออกมา

2. ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ปรับเซนเซอร์ที่มีประสิทธิภาพในการตรวจจับให้สูงขึ้น

2.2 เพิ่มฟังก์ชันในการแจ้งเตือนผ่านโทรศัพท์ แทนกล่องรับสัญญาณ

2.3 เพิ่มความสามารถในการการรับ-ส่งสัญญาณ ให้สามารถทะลุผ่านสิ่งกีดขวางได้เพิ่มมากขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] ศิริชัย เต็มโชคเกษม. (ม.ป.ป.). [ออนไลน์]. การเลือกใช้แก๊สเป็นพลังงานทางเลือก. [สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2564]. จาก <https://bit.ly/378V8L2>.
- [2] รอดติตแก๊ส กับข้อควรระวัง ลดเสี่ยงอันตรายร้ายแรง. (ม.ป.ป.). [สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2564]. จาก <https://car.kapook.com/view173282.html>
- [3] เอ็นจิเนีย ออโต้ เซอร์วิส. (ม.ป.ป.). [ออนไลน์]. ข้อมูลอุปกรณ์แก๊ส ดิทรถยนต์. [สืบค้นเมื่อวันที่ 2 กรกฎาคม 2564]. จาก <https://bit.ly/3ia7AHL>
- [4] นิคม ลนขุนทด. (2557). [วารสารออนไลน์]. “โปรแกรมควบคุมระบบการตรวจจับปริมาณแก๊สแอลพีจีในห้องครัว ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ พร้อมระบบส่งสัญญาณเตือนภัย” วารสารวิจัยและพัฒนามหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์. ฉบับที่ 1 ปีที่ 9
- [5] พันพงษ์ ภูรักษ์.(2559). [ออนไลน์].ArduinoIDE ซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมภาษา C. (เอกสารประกอบการสอน วิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น). [สืบค้นเมื่อวันที่ 12 สิงหาคม 2564]. จาก http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_2.pdf
- [6] ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). “การทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอน.” วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 : 7-8
- [7] นิคม ลนขุนทด. (2557). [บทความออนไลน์]. โปรแกรมควบคุมระบบการตรวจจับปริมาณแก๊สแอลพีจีในห้องครัวด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ พร้อมระบบส่งสัญญาณเตือนภัย. อาจารย์สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏสุรินทร์. [สืบค้นเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม 2564]. จาก <https://bit.ly/3y81qMY>
- [8] ศิริพร เพชรชำนาญ, จีรวัดน์ แท่นทอง และกฤตเมธ ชุนฤทธิ์แก้ว. (2561). [บทความออนไลน์]. แอปพลิเคชันตรวจจับก๊าซไวไฟด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง. วิทยาลัยการคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต.[สืบค้นเมื่อวันที่ 10 สิงหาคม 2564]. จาก <https://www.computing.psu.ac.th/profile/backend/upload/530862289.5988>
- [9] ยุทธนา ดีเทียน และจรบ อักษร. (2560). [บทความออนไลน์]. ระบบแจ้งเตือนเหตุอัคคีภัยผ่านเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม. [สืบค้นวันที่ 10 สิงหาคม 2564]. จาก <http://ir.swu.ac.th/jspui/bitstream/123456789/5085/2/PRO2395.pdf>
- [10] ชูศรี วงศ์รัตน์ (2550). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 10. นนทบุรี : ไทยเนรมิตกิจอินเตอร์ โปรดักส์.

- [11] บุญครอง วิวัฒน์วานิชวงศ์, พงศ์ศักดิ์ สุวรรณทา และวีรวัฒน์ อุทโยธธา. (2557). **ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM**. หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [12] วันชัย เจือทรัพย์, วิโรวรรณ แสนชนะ และศัชรินทร์ ทองฝัก. (2564). **การพัฒนาระบบรักษาความปลอดภัยในการใช้ก๊าซหุงต้มในครัวเรือน**. สาขาวิชาเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา.
- [13] สุรศักดิ์ ชัยพรรคพานิช และธงชัย ทรงกลั่น. (2562). [วารสารออนไลน์]. **อุปกรณ์เตือนก๊าซ (แอลพีจี)รั่วไหลในครัวเรือน(WARNING DEVICE OF GAS LEAKIN)**. [สืบค้นเมื่อวันที่ 12 สิงหาคม 2564]. จาก <http://vein3.pe.hu>.