ตู้น้ำมันอัตโนมัติ

Automatic Fuel Dispenser Machine

กฤษฎา วิไลลักษณ์, วศ.ม. (Krisada Vilailak, M.Eng.)[1]*
สุรีพร มีหอม, วศ.ด. (Sureeporn Meehom, Ph.D.)[2]
ชมพู ทรัพย์ปทุมสิน, วศ.ด. (Chompoo Suppatoomsin, Ph.D.)[3]
นพดล โคตรพันธ์, วศ.ม. (Nopphadon Khodpun, M.Eng.)[4]
วิไลพร เงินบาท, วศ.ม. (Wilaiporn Ngernbath, M.Eng.)[5]

Received : Aprill 18, 2022
Revised : May 10, 2022
Accepted : May 30, 2022

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: เพื่อพัฒนาตู้น้ำมันอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบจ่ายน้ำมันและระบบชำระเงิน ผ่านการแสดงผลหน้าจอ LCD เพื่อแก้ปัญหาความต้องการใช้น้ำมันในพื้นที่ชนบท

วิธีการวิจัย: ออกแบบและสร้างตู้น้ำมันอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบจ่ายน้ำมันและระบบชำระเงินผ่านหน้าจอ LCD ได้ทำการทดสอบการจ่ายน้ำมัน 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเบนซินชนิด A จำหน่ายราคาลิตรละ 20 บาท และน้ำมันเบนซินชนิด B จำหน่ายราคาลิตรละ 40 บาท โดยการทดสอบจ่ายน้ำมันแบ่งออกเป็นการชำระเงิน ด้วยธนบัตรใบละ 20 บาท 50 บาท และ 100 บาท จำนวนชนิดละ 10 ครั้ง วัดปริมาณน้ำมันที่จ่ายออกมาเปรียบเทียบกับค่าที่ถูกต้อง

ผลการวิจัย: จากการทดสอบพบว่า ค่าเฉลี่ยของการจ่ายน้ำมันของน้ำมันเบนซินชนิด A มีค่าเท่ากับ 1019.5, 2511.5 และ 5040.8 มิลลิลิตร และค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 1.95, 0.53 และ 0.82 ตามลำดับ สำหรับค่าเฉลี่ยของการจ่ายน้ำมันของน้ำมันเบนซินชนิด B มีค่าเท่ากับ 509.3, 1259.3 และ 2564 มิลลิลิตร และค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 1.86, 0.74 และ 2.56 ตามลำดับ ซึ่งค่าที่ได้จากการทดสอบมีค่าเป็นไปตามขอบเขตที่กำหนด สามารถนำไปพัฒนา ปรับปรุงกระบวนการและประยุกต์ใช้งานได้

คำสำคัญ: ตู้จ่ายน้ำมัน, ไมโครคอนโทรเลอร์, เครื่องรับธนบัตร

[1,3]ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
(Assistant Professor, Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University)
[2]อาจารย์ สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
(Lecturer, Engineering Management, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University)

[4]อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล
(Lecturer, Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University)
[5]อาจารย์ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน วิทยาเขตขอนแก่น
(Lecturer, Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Isan Khon Kaen Campus)
*ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)
E-mail: Krisada_vil@vu.ac.th

Abstract

Objective: To develop an automatic fuel dispenser machine using a microcontroller and display the payment system through the LCD screen for fuel demand in rural areas.

Methods: Designed and constructed the automatic fuel dispenser machine using a microcontroller for the fuel distribution system and the payment system are displayed through the LCD screen. The fuel distribution system was classified into gasoline A and gasoline B, that the fuel prices are 20 and 40 Baht per liter respectively. The experiment of payment system was done 10 times with 20, 50 and 100-baht banknotes each. Then, the distribution amount of gasoline in the tests were measured to compare with the correct amount.

Results: The average distribution of gasoline A was 1019.5, 2511.5 and 5040.8 ml, and the average error value was 1.95, 0.53 and 0.82% respectively. The average distribution of gasoline B was 509.3, 1259.3 and 2564 ml, with the average error value was 1.86, 0.74 and 2.56% respectively. The values obtained from the experiment are in accordance with the scope of research that can be developed with practical application.

Keywords: fuel dispenser machine, microcontroller, bill acceptor

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในอดีตจนถึงปัจจุบัน น้ำมันเชื้อเพลิงมีความสำคัญต่อการดำรงชีพของมนุษย์ เป็นปัจจัยหลักในกระบวนการผลิตที่มีผลต่อการกำหนดราคาสินค้า ทั้งผลผลิตทางด้านอุตสาหกรรมและเกษตรกรรม (พรพิมล ขำเพชร, ณัฐเชษฐ์ พูลเจริญ, และสุจินดา เจียมศรีพงษ์, 2556) ซึ่งการขนส่งน้ำมันเป็นกิจกรรมที่สำคัญในกระบวนการผลิตที่มีต้นทุนสูง โดยเฉพาะการขนส่งทางถนน คิดเป็นร้อยละ 82.47 ของปริมาณการขนส่งโดยรวมของประเทศ แต่เนื่องจากข้อจำกัดด้านการเข้าถึงในการขนส่งน้ำมัน ไปยังปลายทางที่โครงสร้างพื้นฐานยังไม่สามารถรองรับได้ ทำให้ผู้บริโภคที่ต้องการใช้น้ำมัน ไม่สามารถบริหารจัดการให้ทันตามความต้องการ (นวพล เกษมธารนันท์, และหัตถญา ทิวธง, 2563) รวมถึงการจ่ายน้ำมันที่ปลายทาง

โดยเฉพาะอย่างยิ่งพื้นที่ห่างไกลในชนบทที่ไม่มีสถานีจ่ายน้ำมันมาตรฐาน เช่น การใช้น้ำมันหลอดหรือปั๊มน้ำมันหลอดแก้ว ซึ่งเป็นการจ่ายน้ำมันที่ไม่มีประสิทธิภาพ ทั้งในเรื่องความแม่นยำของปริมาณน้ำมันจากการใช้มือหมุน การแสดงผลของปริมาณน้ำมันที่ไม่ชัดเจน และการให้บริการของผู้จำหน่ายน้ำมันที่ต้องมีพนักงานดูแลตลอดเวลา คณะผู้วิจัยจึงมีแนวคิดในการสร้างตู้น้ำมันที่ทำงานแบบอัตโนมัติทั้งระบบจ่ายน้ำมันและระบบเก็บเงิน มาช่วยในการแก้ปัญหาความต้องการใช้น้ำมันในพื้นที่ชนบท รวมถึงการลดจำนวนพนักงานเติมน้ำมันและพนักงานเก็บเงินที่หายากในพื้นที่

Di Nardo, Forino, and Murino (2020) ได้กล่าวถึง การปฏิสัมพันธ์ของมนุษย์และเครื่องจักร ในยุคอุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งเป็นการนำเอากระบวนการผลิตมาเชื่อมต่อกับเครือข่าย IoT ช่วยให้สามารถรวบรวมและวิเคราะห์ข้อมูลของเครื่องจักร ทำให้อุตสาหกรรมการผลิตทำงานได้รวดเร็ว ยืดหยุ่น และสามารถผลิตสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น ซึ่งระบบอัตโนมัติเป็นส่วนหนึ่งในการพัฒนากระบวนการผลิตเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเทคโนโลยีในอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการบริหารจัดการสถานีน้ำมันแบบอัตโนมัติ เพื่อลดปัญหาการรอคอยการเติมน้ำมันและการชำระเงิน Bahar, Islam, Hossain, and Sujon (2015) ได้ทำการพัฒนาระบบการจัดการน้ำมันอัตโนมัติ ด้วยการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับหัวจ่ายน้ำมัน โดยใช้ภาษา C และ JAVA ในการอ่านค่า เพื่อพิมพ์ใบเสร็จรับเงินอัตโนมัติ Nitha C, Raseena, Rashida, Risvana, and Sreemol (2019) ดำเนินการพัฒนาระบบการเติมน้ำมันอัตโนมัติโดยใช้เทคโนโลยี GSM และไมโครคอนโทรลเลอร์ AT mega 328 ในการทำธุรกรรมไร้เงินสดและการยืนยันตัวตน

สำหรับระบบอัตโนมัติในประเทศไทย ได้มีการนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการพัฒนาเครื่องมือและอุปกรณ์อย่างหลากหลาย เพื่อให้อุปกรณ์มีการทำงานแบบอัตโนมัติและสะดวกต่อผู้ใช้งาน สัญญา ควรคิด, ก้องภพ ชาอามาตย์, และธวัชชัย ทองเหลี่ยม (2563) ได้พัฒนาต้นแบบระบบควบคุมการเพาะเห็ดหลายชนิดภายในโรงเรือน ที่เหมาะสำหรับเกษตรกรที่มีพื้นที่ค่อนข้างจำกัด โดยการทำงานของระบบควบคุมจะทำการอ่านข้อมูลจากเซนเซอร์ผ่านมอดูลไร้สายโดยใช้บอร์ดอาร์ดูโน ทำหน้าที่ควบคุมค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน ให้สัมพันธ์กับความต้องการของเห็ด พร้อมทั้งเชื่อมต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อส่งข้อมูลไปยังระบบคลาวด์ จากผลการทดลองพบว่า การมอนิเตอร์ค่าอุณหภูมิและความชื้นสามารถส่งค่าไปยังระบบคลาวด์ได้อย่างถูกต้อง อนุชา ดีผาง และ นิติคม อริยพิมพ์ (2564) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องจ่ายแอลกอฮอล์แบบอัตโนมัติ โดยใช้อุปกรณ์ตรวจจับวัตถุแบบอินฟาเรด ตรวจจับมือที่ยื่นเข้ามารับเจลแอลกอฮอล์ จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์อาร์ดูโนนาโน จะทำการประมวลผลและควบคุมการทำงานของเครื่องจ่ายเจลแอลกอฮอล์แบบอัตโนมัติ เริ่มจากการสั่งงานให้หลอดแอลอีดีแสดงสถานะเครื่องพร้อมใช้งานติดสว่าง และรอรับสัญญาณจากอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุอินฟาเรด เมื่อเกิดการรับสัญญาณโปรแกรมจะสั่งงานให้ปั๊มทำงานพร้อมกับหลอดแอลอีดีสีเขียวติด เมื่อครบเวลาที่หน่วงเอาไว้โปรแกรมจะกลับไปทำงานที่จุดเดิม นอกจากนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ยังสามารถใช้ในการควบคุม

การคัดแยกเหรียญและธนบัตรได้ โดย วิฑูรย์ พรม, พัชรพล หันพนัส, และปฐมพงศ์ ปุกกาศ (2562) ได้ออกแบบและสร้างเครื่องแลกเหรียญสิบบาทอัตโนมัติ และระบบแจ้งเตือนสามารถใช้กับธนบัตรไทยชนิดยี่สิบบาท ห้าสิบบาท และ หนึ่งร้อยบาท บรรจุเหรียญสิบบาท ได้จำนวน 1,400 เหรียญ โดยมีฟังก์ชันการใช้งานคือเซนเซอร์ วัดความยาวของชนิดของธนบัตร ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 ควบคุมคำสั่งการทำงานและแสดงสถานะการทำงานทางจอ LCD สามารถแจ้งเตือนสถานะเหรียญหมด และสถานะแจ้งเตือนขโมยเป็นบริการข้อความสั้น โดยใช้ฟังก์ชันการ์ด SIM800L จะเห็นได้ว่าการควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ดังที่กล่าวมา ทำให้เครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ทำงานได้รวดเร็วและมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น สามารถส่งข้อมูลที่ช่วยให้รับรู้การทำงานของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเป็นปัจจุบัน แต่อาจมีข้อจำกัดในด้านการรับส่งข้อมูลสำหรับพื้นที่ที่ไม่มีเครือข่ายสัญญาณอินเทอร์เนต

ดังนั้น คณะผู้วิจัยจึงได้มีแนวคิดในการสร้างตู้น้ำมันอัตโนมัติ โดยนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการควบคุมระบบจ่ายน้ำมันและระบบชำระเงิน เพื่อพัฒนาเป็นตู้น้ำมันอัตโนมัติ สำหรับพื้นที่ห่างไกลในชนบท ให้เป็นจุดเก็บรักษาและจ่ายน้ำมัน ในการรองรับปัญหาด้านการขนส่งไปยังพื้นที่ห่างไกล

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

เพื่อพัฒนาตู้น้ำมันอัตโนมัติ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบจ่ายน้ำมันและระบบชำระเงิน ผ่านการแสดงผลหน้าจอ LCD

3. ขอบเขตของการวิจัย

คณะผู้วิจัยได้พัฒนาตู้น้ำมันอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบจ่ายน้ำมันและระบบชำระเงิน เพื่อช่วยแก้ปัญหาความต้องการใช้น้ำมันในพื้นที่ชนบท โดยมีขอบเขตของการวิจัย ดังนี้

3.1 ระบบจ่ายน้ำมัน แบ่งออกเป็นน้ำมันเบนซิน 2 ประเภท ที่มีคุณสมบัติต่างกัน

3.2 ระบบชำระเงิน ใช้สำหรับ ธนบัตรใบละ 20 บาท, 50 บาท และ 100 บาท เท่านั้น ไม่สามารถทอนเงินได้

3.3 ระบบชำระเงิน ต้องไม่มีค่าความผิดพลาดและเป็นไปตามมูลค่าของธนบัตร

3.4 ค่าความผิดพลาดของระบบจ่ายน้ำมัน มีค่าไม่เกินร้อยละ 5

4. วิธีดำเนินการวิจัย

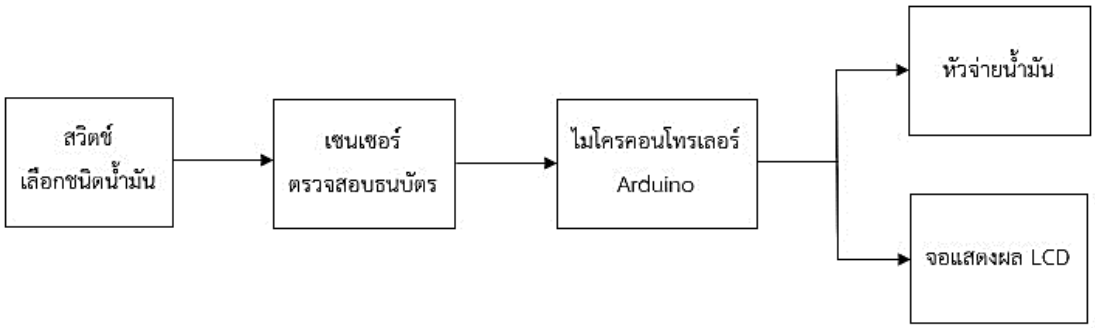
4.1 การออกแบบตู้น้ำมันอัตโนมัติ

การออกแบบตู้น้ำมันอัตโนมัติ ประกอบด้วย การออกแบบโครงสร้างของตู้น้ำมัน ซึ่งมีขนาด กว้าง x ยาว x สูง เท่ากับ 1 เมตร x 1.5 เมตร x 2.5 เมตร บรรจุน้ำมันได้ 2 ชนิด ได้แก่ น้ำมันเบนซินชนิด A และน้ำมันเบนซินชนิด B ขนาดถัง 20 ลิตร โดยใช้มอเตอร์ขนาด 100 วัตต์ พิกัดแรงดัน 12 V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 8.33 A ในการปั๊มน้ำมันจากถังพักไปยังหัวจ่ายน้ำมัน วัสดุที่นำมาใช้ในส่วนของโครงสร้างทำมาจากเหล็ก และส่วนประกอบของตัวเครื่องอื่น ๆ ทำจากอะคริลิค และไม้อัด เพื่อให้การสร้างตัวเครื่องมีความคงทนเหมาะสมกับการใช้งาน สามารถเคลื่อนย้ายได้ ดังแสดงในภาพที่ 1 สำหรับการออกแบบวงจรควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการควบคุม

การทำงานของระบบจ่ายน้ำมันทั้ง 2 ชนิด และระบบชำระเงิน ดังแสดงในภาพที่ 2 ใช้สำหรับธนบัตรใบละ 20 บาท 50 บาท และ 100 บาท โดยแสดงผลปริมาณน้ำมันคงเหลือและจำนวนเงินที่ชำระผ่านหน้าจอ LCD ดังแสดงหลักการทำงานของตู้น้ำมันอัตโนมัติ ในภาพที่ 3

รูปที่ 1 โครงสร้างตู้น้ำมันอัตโนมัติ

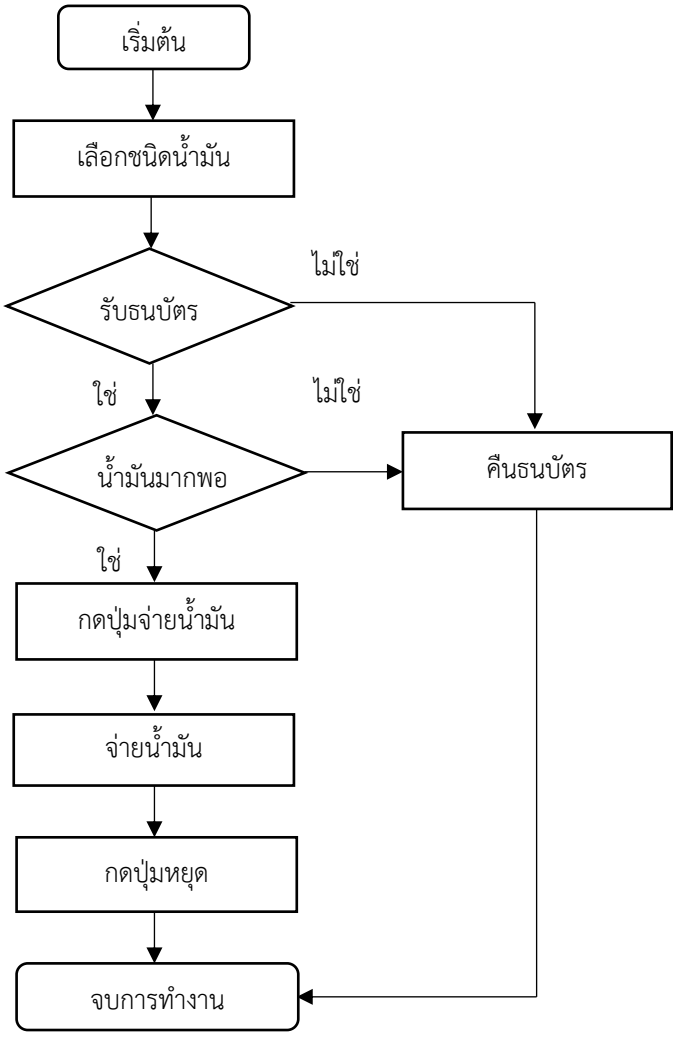
รูปที่ 2 เครื่องรับธนบัตร



รูปที่ 3 หลักการทำงานตู้น้ำมันอัตโนมัติ

4.2 การออกแบบการทำงานของตู้น้ำมันอัตโนมัติ

การทำงานของตู้น้ำมันอัตโนมัติได้ออกแบบตามแผนภาพการทำงานดังแสดงในภาพที่ 4 ตู้น้ำมันอัตโนมัติมีบอร์ดควบคุมการทำงาน 2 บอร์ด คือ บอร์ด Arduino Uno R3 ใช้ควบคุมอุปกรณ์ที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตของวงจร และบอร์ด ESP8266 ใช้รับคำสั่งจาก Arduino Uno R3 โดยเริ่มต้นจากการกดปุ่มเลือกน้ำมัน จากน้ำมัน 2 ชนิด คือ น้ำมันเบนซินชนิด A จำหน่ายราคาลิตรละ 20 บาท และน้ำมันเบนซินชนิด B จำหน่ายราคาลิตรละ 40 บาท จากนั้นทำการสอดธนบัตร 20 บาท 50 บาท หรือ 100 บาท ที่ช่องชำระเงิน จอ LCD จะแสดงผล CREDIT 20 บาท 50 บาท หรือ 100 บาท ตู้น้ำมันอัตโนมัติจะทำการจ่ายน้ำมัน โดยโซลินอยด์วาล์วเป็นตัวตัดระบบเมื่อน้ำมันถึงยอดที่กำหนด จากนั้นนำหัวจ่ายไปที่ยานพาหนะ กดปุ่มยืนยันการจ่ายน้ำมัน ตู้น้ำมันอัตโนมัติจะแสดงไฟ LED สีเขียว เพื่อแสดงสถานการณ์ทำงาน เมื่อเติมน้ำมันเสร็จ ไฟ LED สีเขียวจะดับลง แสดงถานะการทำงานเสร็จสิ้นแล้ว และกดปุ่มหยุดการทำงาน



รูปที่ 4 แผนภาพแสดงการทำงานของตู้น้ำมันอัตโนมัติ

5. สร้างและทดสอบตู้น้ำมันอัตโนมัติ

5.1 วัสดุและอุปกรณ์

5.1.1 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino Uno R3 (Agarwal, 2019) เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเบอร์ตระกูล AVR ที่ใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ชนิด ATmega328 ใช้แรงดันไฟฟ้าเลี้ยงบอร์ด 5 V รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้าอินพุต 6 - 20 V บอร์ดมีดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต ทั้งหมด 14 พอร์ต โดยมี 6 พอร์ตสามารถใช้เป็นพอร์ตเอาต์พุตของ PWM ได้ พอร์ตอินพุตอนาล็อก มีทั้งหมด 6 พอร์ต ความถี่คริสตัล 16 MHz ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต 40 mA ปริมาณกระแสไฟฟ้าที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3 V จ่ายได้ 50 mA พื้นที่โปรแกรมภายใน 32 KB พื้นที่หน่วนความจำชั่วคราว SRAM 2 KB พื้นที่หน่วยความจำถาวร EEPROM 1 KB ขนาดบอร์ด 68.6x53.4 mm น้ำหนัก 25 กรัม

5.1.2 จอ Character LCD โดย LCD ย่อมาจาก Liquid Crystal Display (Subramanian, 2019) เป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตัลเหลว ด้านหลังมีไฟส่องสว่าง เรียกว่า Blacklight เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไป

กระตุ้นที่ผลึก จะทำให้ผลึกโปร่งแสง และแสงที่มาจากไฟ Blacklight จะแสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้ จะมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตัล เช่น สีเขียว หรือ สีฟ้า ทำให้เมื่อมองไปที่จอ จะพบตัวหนังสือสีขาวที่มีพื้นหลังสีต่าง ๆ กัน สำหรับตู้น้ำมันอัตโนมัตินี้ ใช้ จอ Character LCD แบบ I2C Serial Interface โดยใช้การเชื่อมต่อ 4 พอร์ต ได้แก่ SDA, SCL, 5+VDC และ GND

5.1.3 รีเลย์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า ที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจร ควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า โดยตู้น้ำมันอัตโนมัติ ใช้ Relay Module 4 Channels (Components101, 2021) เป็นรีเลย์เอาต์พุตแบบ SPDT จำนวน 4 ช่อง มีเอาต์พุตคอนเน็คเตอร์ที่รีเลย์ เป็น NO/COM/NC โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณโลจิก TTL สามารถใช้กับโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า DC และ AC คอนแท็คเอาต์พุตของรีเลย์ รับแรงดันได้สูงสุด 250 VAC 10 A และ 30 VDC 10 A มี LED แสดงสถานการณ์ทำงานของรีเลย์และแสดงสถานะของบอร์ด

5.2 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ผลการทดสอบ

การวิเคราะห์ผลการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด A และน้ำมันเบนซินชนิด B ด้วยธนบัตรใบละ 20 บาท 50 บาท และ 100 บาท โดยทำการทดสอบการจ่ายน้ำมันด้วยธนบัตรแต่ละชนิดที่ระดับความเชื่อมั่น 95% และนำมาหาค่ากลางของปริมาณน้ำมัน ด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ย (Mean) จากกลุ่มตัวอย่าง (บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์, 2553)

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (1)$$

เมื่อ

$\bar{x}$ คือ ค่าเฉลี่ย

x_i คือ ปริมาณน้ำมันที่ได้จากการทดสอบ

N คือ จำนวนครั้งในการทดสอบ

และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum(x_i-\bar{x})^2}{N-1}} \quad (2)$$

6. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดสอบการจ่ายน้ำมันของน้ำมันเบนซินชนิด A จำหน่ายราคาลิตรละ 20 บาท และน้ำมันเบนซินชนิด B จำหน่ายราคาลิตรละ 40 บาท แบ่งการทดสอบการจ่ายน้ำมันออกเป็นการชำระเงิน ด้วยธนบัตรใบละ 20 บาท 50 บาท และ 100 บาท โดยทดสอบจ่ายธนบัตรแต่ละชนิด จำนวนชนิดละ 10 ครั้ง ได้ผลการทดสอบ ดังนี้

6.1 การทดสอบการจ่ายน้ำมันของน้ำมันเบนซินชนิด A

น้ำมันเบนซินชนิด A จำหน่ายลิตรละ 20 บาท โดยจ่ายด้วยธนบัตร 20 บาท จะได้น้ำมัน 1000 มิลลิลิตร ธนบัตร 50 บาท จะได้น้ำมัน 2500 มิลลิลิตร และธนบัตร 100 บาท จะได้น้ำมัน 5000 มิลลิลิตร ซึ่งผลการทดสอบแสดงได้ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด A

ครั้งที่	ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)		
	ธนบัตร 20 บาท (1000 มิลลิลิตร)	ธนบัตร 50 บาท (2500 มิลลิลิตร)	ธนบัตร 100 บาท (5000 มิลลิลิตร)
1	1013	2512	5041
2	1024	2514	5042
3	1022	2516	5041
4	1022	2514	5040
5	1021	2515	5049
6	1022	2515	5037
7	1024	2514	5037
8	1015	2511	5036
9	1016	2513	5033
10	1016	2491	5052

ผลการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด A ได้นำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด A

การรับชำระธนบัตร (บาท)	ปริมาณน้ำมันที่ถูกต้อง (มิลลิลิตร)	ค่าเฉลี่ย (มิลลิลิตร)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (มิลลิลิตร)	ค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย (ร้อยละ)
20	1000	1019.5	4.06	1.95
50	2500	2511.5	7.35	0.53
100	5000	5040.8	5.85	0.82

การชำระเงินด้วยธนบัตรใบละ 20 บาท ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมัน 1019.5 มิลลิลิตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.06 มิลลิลิตร การกระจายข้อมูลอยู่ในช่วง 1019.5 ± 4.06 มิลลิลิตร จะได้ค่าปริมาณน้ำมันจากการทดสอบที่อยู่ในช่วง 1015.44 - 1023.56 มิลลิลิตร จำนวน 6 ข้อมูล ค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 1.95

การชำระเงินด้วยธนบัตรใบละ 50 บาท ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมัน 2511.5 มิลลิลิตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 7.35 มิลลิลิตร การกระจายข้อมูลอยู่ในช่วง 2511.5 ± 7.35 มิลลิลิตร จะได้ค่าปริมาณน้ำมันจากการทดสอบที่อยู่ในช่วง 2504.15 - 2518.85 มิลลิลิตร จำนวน 9 ข้อมูล ค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 0.53

การชำระเงินด้วยธนบัตรใบละ 100 บาท ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมัน 5040.8 มิลลิลิตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.85 มิลลิลิตร การกระจายข้อมูลอยู่ในช่วง 5040.8 ± 5.85 มิลลิลิตร จะได้ค่าปริมาณน้ำมันจากการทดสอบที่อยู่ในช่วง 5034.95 - 5046.65 มิลลิลิตร จำนวน 7 ข้อมูล ค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 0.82

6.2 การทดสอบการจ่ายน้ำมันของน้ำมันเบนซินชนิด B

น้ำมันเบนซินชนิด B จำหน่ายลิตรละ 40 บาท โดยจ่ายด้วยธนบัตร 20 บาท จะได้น้ำมัน 500 มิลลิลิตร ธนบัตร 50 บาท จะได้น้ำมัน 1250 มิลลิลิตร และธนบัตร 100 บาท จะได้น้ำมัน 2500 มิลลิลิตร แสดงผลการทดสอบได้ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด B

ครั้งที่	ปริมาณน้ำมัน (มิลลิลิตร)		
	ธนบัตร 20 บาท (500 มิลลิลิตร)	ธนบัตร 50 บาท (1250 มิลลิลิตร)	ธนบัตร 100 บาท (2500 มิลลิลิตร)
1	512	1271	2567
2	511	1256	2564
3	515	1261	2562
4	501	1257	2568
5	510	1257	2571
6	511	1251	2559
7	502	1259	2565
8	507	1265	2572
9	513	1261	2561
10	511	1255	2551

ผลการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด B ได้นำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ได้ผลดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของการทดสอบการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด B

การรับชำระธนบัตร (บาท)	ปริมาณน้ำมันที่ถูกต้อง (มิลลิลิตร)	ค่าเฉลี่ย (มิลลิลิตร)	ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (มิลลิลิตร)	ค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย (ร้อยละ)
20	500	509.3	4.6	1.86
50	1250	1259.3	5.62	0.74
100	2500	2564	6.2	2.56

การชำระเงินด้วยธนบัตรใบละ 20 บาท ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมัน 509.3 มิลลิลิตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 4.6 มิลลิลิตร การกระจายข้อมูลอยู่ในช่วง 509.3 ± 4.6 มิลลิลิตร จะได้ค่าปริมาณน้ำมันจากการทดสอบที่อยู่ในช่วง 504.7 - 513.9 มิลลิลิตร จำนวน 7 ข้อมูล ค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 1.86

การชำระเงินด้วยธนบัตรใบละ 50 บาท ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมัน 1259.3 มิลลิลิตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 5.62 มิลลิลิตร การกระจายข้อมูลอยู่ในช่วง 1259.3 ± 5.62 มิลลิลิตร จะได้ค่าปริมาณน้ำมันจากการทดสอบที่อยู่ในช่วง 1253.68 - 1264.92 มิลลิลิตร จำนวน 7 ข้อมูล ค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 0.74

การชำระเงินด้วยธนบัตรใบละ 100 บาท ได้ค่าเฉลี่ยของปริมาณน้ำมัน 2564 มิลลิลิตร ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน 6.2 มิลลิลิตร การกระจายข้อมูลอยู่ในช่วง 2564 ± 6.2 มิลลิลิตร จะได้ค่าปริมาณน้ำมันจากการทดสอบที่อยู่ในช่วง 2557.8 - 2570.2 มิลลิลิตร จำนวน 7 ข้อมูล ค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย คิดเป็นร้อยละ 2.56

6.3 การแสดงผลการจ่ายน้ำมันผ่านหน้าจอ LCD

ตู้น้ำมันอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานด้วยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมระบบจ่ายน้ำมัน แสดงผลของปริมาณน้ำมันคงเหลือขณะจำหน่ายในหน่วยลิตร ดังภาพที่ 5 ซึ่งได้ผลการทดลองการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด A และ น้ำมันเบนซินชนิด B ดังแสดงในหัวข้อที่ 6.1 และ 6.2 ตามลำดับ สำหรับการแสดงผลของระบบชำระเงิน แสดงเป็นจำนวนเงินจากการชำระด้วยธนบัตรใบละ 20, 50 และ 100 บาท ผ่านหน้าจอ LCD ได้ผลการชำระเงินที่ตรงตามมูลค่าของธนบัตร แสดงได้ดังภาพที่ 6

รูปที่ 5 การแสดงผลปริมาณน้ำมันคงเหลือขณะจำหน่าย

รูปที่ 6 การแสดงผลการชำระเงิน

จากผลการทดสอบระบบการจ่ายน้ำมันและระบบชำระเงินของตู้น้ำมันอัตโนมัติ พบว่าสำหรับระบบการจ่ายน้ำมันเบนซินทั้ง 2 ชนิด เมื่อชำระเงินด้วยธนบัตร 20, 50 และ 100 บาท มีค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ย ไม่เกินร้อยละ 5 ตามขอบเขตของงานวิจัยที่กำหนด ในขณะที่ไม่พบว่ามีค่าความผิดพลาดของระบบชำระเงิน หากพิจารณาจากมาตรฐานของมาตรวัดปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิงตามสถานีบริการ (สำนักงานกลางชั่งตวงวัด, 2558) พบว่า ระบบจ่ายน้ำมันเบนซิน ทั้ง 2 ชนิด มีค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดในชั้นความเที่ยง 1.0 ที่ 1.0% อยู่เพียงเล็กน้อย ซึ่งคณะผู้วิจัยจะได้นำมาพัฒนาตู้น้ำมันอัตโนมัติ ในด้านการออกแบบ การเขียนรหัสคำสั่ง และการติดตั้งเครื่องต่อไปในอนาคต

7. สรุปผลการวิจัย

การจ่ายน้ำมันของเบนซินชนิด A และน้ำมันเบนซินชนิด B ของตู้น้ำมันอัตโนมัติ ที่ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ดำเนินการทดสอบเป็นการชำระเงิน ด้วยธนบัตรใบละ 20 บาท 50 บาท และ 100 บาท โดยการทดสอบการจ่ายธนบัตรแต่ละชนิดจำนวนชนิดละ 10 ครั้ง จากการทดสอบพบว่า การจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด A มีค่าผิดพลาดเฉลี่ย ร้อยละ 1.95, 0.53 และ 0.82 ตามลำดับ สำหรับการจ่ายน้ำมันเบนซินชนิด B มีค่าผิดพลาดเฉลี่ย ร้อยละ 1.86, 0.74 และ 2.56 ตามลำดับ ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับได้ ไม่เกินร้อยละ 5 ตามขอบเขตที่กำหนดสำหรับการวิจัยนี้ แต่เมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานการวัดปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิงตามสถานีบริการพบว่ายังมีค่าความผิดพลาดของการจ่ายน้ำมันเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดเล็กน้อย

8. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณนายกิตติธัช ทองวัชรไพบูลย์ และนายณัฐพล เทียมเลิศ นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ที่จัดทำตู้น้ำมันอัตโนมัติเพื่อดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล ที่ให้การสนับสนุนสถานที่ในการดำเนินงาน ขอขอบคุณคณาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และคณาจารย์สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม ที่ให้ข้อคิดเห็นในการพัฒนาตู้น้ำมันอัตโนมัติจนสำเร็จ

9. เอกสารอ้างอิง

1. นวพล เกษมธารนันท์, และหัตถญา ทิวธง. (2563). การจัดเส้นทางการขนส่งน้ำมันเชื้อเพลิง: กรณีศึกษา บริษัทให้บริการขนส่งน้ำมัน. *วารสารสหศาสตร์ศรีปทุมชลบุรี*, *6*(2), 91-98.
2. บุญธรรม กิจปรีดาบริสุทธิ์. (2553). *สถิติวิเคราะห์เพื่อการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: คณะสังคมศาสตร์และมนุษย์ศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล.
3. พรพิมล ขำเพชร, ณัฐเชษฐ์ พูลเจริญ, และสุจินดา เจียมศรีพงษ์. (2556). การศึกษาโครงสร้างระบบราคาน้ำมันและผลกระทบราคาน้ำมันต่อภาวะเงินเฟ้อของประเทศไทย. *วารสารบริหารธุรกิจเศรษฐศาสตร์และการสื่อสาร มหาวิทยาลัยนเรศวร*, *8*(1), 97–107.
4. วิฑูรย์ พรม, พัชรพล หันพนัส, และปฐมพงศ์ ปุกกาศ. (2562). เครื่องแลกเหรียญสิบบาทกับระบบแจ้งเตือน. *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี*, *21*(3), 175–180.
5. สัญญา ควรคิด, ก้องภพ ชาอามาตย์, และธวัชชัย ทองเหลี่ยม. (2563). การพัฒนาต้นแบบระบบควบคุมการเพาะเห็ดหลายชนิดภายในโรงเรือน. *วารสารงานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์โดยสมาคม ECTI, 1*(2), 1–7.

6. สำนักงานกลางชั่งตวงวัด. (2558). *ขั้นตอนการปฏิบัติงานตรวจสอบให้คำรับรอง มาตรวัดปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิงตามสถานีบริการ*. กรุงเทพฯ: กระทรวงพาณิชย์.
7. อนุชา ดีผาง, และ นิติคม อริยพิมพ์. (2564). การออกแบบและสร้างเครื่องจ่ายเจลแอลกอฮอล์แบบอัตโนมัติ. *วารสารวิจัยและนวัตกรรมการอาชีวศึกษา*, *5*(1), 120–127.
8. Agarwal, T. (2019). *Arduino UNO R3, Pin Diagram, Specification and Applications.* Retrieved October 19, 2021, from https://www.elprocus.com/?s=Arduino+Uno+R3
9. Bahar AN., Islam N., Hossain S., & Sujon RA. (2015). A New Automation Approach for Fuel Station Management System. *Nevşehir Bilim ve Teknoloji Dergisi Cilt, 4*(2), 99–107.
10. Components101. (2021). *5V Four-Channel Relay Module*. Retrieved October 19, 2021, from https://components101.com/switches/5v-four-channel-relay-module-pinout-features-applications-working-datasheet
11. Di Nardo, M., Forino, D., & Murino T. (2020). The evolution of man-machine interaction: the role of human in Industry 4.0 paradigm. *Production & Manufacturing Research 2020, 8*(1), 20–24.
12. Nitha C. Velayudhan, Raseena K. R., Rashida M. H., Risvana M. P., & Sreemol C.V. (2019). Automatic Fuel Filling System. *International Journal of Advanced Research in Computer and Communication Engineering, 8*(3), 128–133.
13. Subramanian. (2019). *I2C 16x2 Lcd Display Module Details.* Retrieved October 19, 2021, from https://www.androiderode.com/i2c-16x2-lcd-display-module-details/