

เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติควบคุมการทำงาน

ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

Automatic Vending Machine Using Microcontroller

ชมพู ทรัพย์ปทุมสิน, วศ.ด. (Chompoo Suppatoomsin, Ph.D.)^{1*}

เอกราช ตากกระโทก, วศ.บ. (Ekkarat Takkratok, B.Eng.)²

กฤษฎา วิไลลักษณ์, วศ.ม. (Krisada Vilailak, M.Eng.)³

สุรีพร มีหอม, วศ.ด. (Sureeporn Meehom, Ph.D.)⁴

Received : April 18, 2022

Revised : May 11, 2022

Accepted : June 3, 2022

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์: การวิจัยนี้เสนอการออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อให้สามารถรับเงินทั้งเหรียญและธนบัตรได้ทุกชนิด รับเงินและทอนเงินได้ถูกต้องรวมถึงสามารถส่งข้อความการซื้อขายได้

วิธีการวิจัย: ออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด Arduino Mega 2560 โดยเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่สร้างขึ้นนี้สามารถซื้อสินค้าได้ด้วยเงินเหรียญและธนบัตรทุกชนิด สามารถทอนเงินได้อย่างถูกต้อง และสามารถส่งข้อความแสดงรายละเอียดราคาสินค้าที่ซื้อ จำนวนเงินที่จ่าย และเงินทอน ผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ได้ ทำการทดสอบการทำงานเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติโดยมีสินค้า 3 ชนิดที่จำหน่ายอยู่ 3 ราคา ได้แก่ 143 บาท 400 บาท และ 640 บาท

ผลการวิจัย: ผลการทดสอบเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติพบว่า เครื่องที่ทำการพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง มีค่าความผิดพลาดของการทดสอบระบบส่วนใหญ่อยู่ที่ 0% และสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดให้เป็นเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่สามารถจำหน่ายสินค้าและราคาหลากหลายขึ้นโดยควรพัฒนาการตรวจจับธนบัตรให้แม่นยำมากยิ่งขึ้น ป้องกันการรบกวนจากแสงภายนอกและใช้ QR code ในการจ่ายเงิน

คำสำคัญ: เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ, ไมโครคอนโทรลเลอร์, ระบบอัตโนมัติ

^{1,3}ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล (Assistant Professor, Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University)

²วิศวกร ประจำบริษัทฟาสต์เวิร์ค เทคโนโลยี (Engineer, Electrical Engineering, Fastwork Technology Company)

⁴อาจารย์ประจำสาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยวงษ์ชวลิตกุล (Lecturer, Engineering Management, Faculty of Engineering, Vongchavalitkul University)

*ผู้เขียนหลัก (Corresponding author)

E-mail: chompo_sup@vu.ac.th

Abstract

Objective: This research presents the design and construction of an automatic vending machine using microcontroller to use with all Thai coins and banknotes, receive and get correct change money, also sending the messages of the selling goods.

Methods: Designed and constructed the automatic vending machine using microcontroller types Arduino Mega 2560. This machine can use all Thai coins and banknotes to buy products, get correct change money and displays the result through the line application. The machine was tested with 3 kinds of goods and 3 costs for sell as follows 143 Baht, 400 Baht, and 640 Baht.

Results: The test results found that the machine could work properly and almost all the errors of the machine were 0%. This machine could be developed for use in real life with more types of goods and varying cost. The automatic vending machine should develop a banknote detection part to be more accurate, preventing the external light, and using QR code for payments.

Keywords: vending machine, microcontroller, automatic system

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากสถานการณ์การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาสายพันธุ์ใหม่ 2019 ที่เป็นปัญหาทั่วโลกอยู่ในขณะนี้ ทำให้ทุกคนตระหนักถึงความสำคัญเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ที่ไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานคนในการจำหน่ายสินค้า ทำให้ลดการสัมผัส และลดการแพร่กระจายของเชื้อโรคได้ดียิ่งขึ้น เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจำหน่ายสินค้าโดยไม่ต้องมีคนขาย ไม่ต้องมีหน้าร้าน ทำได้โดยผู้ซื้อสินค้าหยอดเงินเข้าเครื่อง เลือกซื้อสินค้า และรับเงินทอนอัตโนมัติ ในปัจจุบันเทคโนโลยีของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติมีหลากหลายรูปแบบ เช่น Pradeepa, Sudhalavanya, K. Suganthi, N. Suganthi. and Menagadevi (2013) ได้พัฒนาเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติด้วยบอร์ด FPGA

ที่ทำให้การทำงานของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติมีความเร็วมากขึ้น และใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า Preetilatha, Ramkumar, Ramesh, Kiruthika, and Bharani (2014) ได้พัฒนาเครื่องจำหน่ายเครื่องเขียนอัตโนมัติที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยการจ่ายเงินผ่านการ์ด RFID ซึ่งผู้ใช้งานสามารถเลือกสินค้าได้หลังจากการสแกนบัตรและรับสินค้าได้จากเครื่อง Sibanda, Munetsi, Mpofo, Murena, and Trimble (2020) ได้พัฒนาเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติแบบไฮเทคที่สามารถจำหน่ายสินค้าหลากหลายชนิดได้ในเวลาเดียวกัน โดยเครื่องที่พัฒนานี้ได้ใช้เซนเซอร์ลายนิ้วมือร่วมกับเทคโนโลยีขั้นสูงในการรักษาความปลอดภัยของเครื่อง Smt Usha Rani, Rashmi, Dheeksha, Lakshmi, and Tejashwini (2020) ได้พัฒนาเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่จ่ายเงินแบบดิจิทัลสำหรับสินค้าอุปกรณ์

เครื่องเขียน โดยเครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้ได้จำหน่ายสินค้าอุปกรณ์เครื่องเขียนที่มีหลากหลายชนิดโดยใช้เซอร์โวมอเตอร์ร่วมกับบอร์ด Raspberry Pi และจ่ายเงินผ่านการสแกน QR code แทนการใช้เงินสด โดยที่ผู้ใช้งานสามารถเลือกสินค้าที่ต้องการก่อนแล้วทำการสแกน QR code จ่ายเงิน หลังจากนั้นลูกค้าจะได้รับรายละเอียดสินค้าผ่านทางอีเมลที่แจ้งไว้ Sridharan and Jammalamadaka (2014) ได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องขายเครื่องดื่มอัตโนมัติโดยใช้ RESTful web services ที่เชื่อมต่อข้อมูลกับเครื่องถอนเงินอัตโนมัติ โดยเครื่องที่สร้างขึ้นนี้ผู้ใช้สามารถเลือกเครื่องดื่มที่ต้องการแล้วกรอกหมายเลขบัตร ATM และหมายเลข PIN แทนการจ่ายเป็นเงินสด เป็นต้น ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีของอุปกรณ์อัตโนมัติขึ้นมาเรื่อยๆ โดยนำไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาใช้ในการพัฒนาอุปกรณ์อัตโนมัติขึ้น เช่น Mahajan, Phale, Mane, and Patil (2020) ได้สร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติโดยใช้การหยอดเหรียญและการจ่ายเงินแบบดิจิทัลผ่านช่องทางออนไลน์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด Arduino ทำงานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 3 ตัว ซึ่งเครื่องที่ได้นี้สามารถทำงานได้ทั้งในแบบที่มีอินเทอร์เน็ตและไม่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต Desai, Jadhav, Patil, and Sambhaji (2017) ได้สร้างเครื่องจำหน่ายช็อคโกแลตที่หลากหลายรูปแบบ ด้วยการ์ด RFID โดยเครื่องที่ได้สามารถแสดงข้อมูลชนิดของสินค้าและราคาที่หน้าจอ LCD ให้ลูกค้ากดเลือกซื้อได้ Jadhav, Pawar, Kharade, and Lengare (2018) ได้พัฒนาเครื่องจำหน่ายช็อคโกแลตอัตโนมัติโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์โดยจ่ายเงินแบบหยอดเหรียญสำหรับในประเทศไทย ได้มีการพัฒนาอุปกรณ์จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติขึ้นดังนี้

เพื่อชาติ สุขเรื่อน (2555) ได้พัฒนาเครื่องจ่ายข่าวสารอัตโนมัติสามหัวจ่ายโดยใช้เครื่องหยอดเหรียญ โดยเครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถจ่ายข่าวสารได้ 3 ชนิดได้แก่ ข่าวเหินยว ข่าวหอมมะลิ และข่าวเสาให้ ตามน้ำหนักที่ตั้งไว้ สามารถกำหนดราคาข่าวสารได้ และมีสัญญาณเตือนเมื่อข่าวสารใกล้หมดถึง สุรัตน์ รวิศรี และ สุวิมล ขนอม (2558) ได้พัฒนาเครื่องจำหน่ายไอศกรีมอัตโนมัติแบบหยอดเหรียญโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด Arduino ร่วมกับเซอร์โวมอเตอร์ โดยเครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถจ่ายไอศกรีมปริมาณลงในกรวยได้ และเมื่อกรวยหมด เครื่องสามารถแสดงไฟแจ้งเตือนให้เติมกรวยได้

ดังนั้นคณะผู้วิจัยจึงได้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่ควบคุมการทำงานโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขึ้น โดยเครื่องที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถหยอดเงินซื้อสินค้าได้ทั้งเหรียญ และธนบัตรทุกชนิด และสามารถทอนเงินได้อย่างถูกต้อง และมีการส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ซื้อแสดงรายละเอียดสินค้า ราคาสินค้า และเงินทอนผ่านแอปพลิเคชันได้อย่างถูกต้อง โดยเครื่องที่พัฒนาและทดสอบนี้สามารถพัฒนาเพื่อนำมาใช้งานได้จริงโดยมีราคาถูกกว่าเครื่องซื้อสินค้าอัตโนมัติที่มีอยู่ในขณะนี้ และมีการแจ้งเตือนทางไลน์ เพื่อลดการใช้กระดาษใบเสร็จรับเงิน ช่วยลดการใช้กระดาษลง

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อประดิษฐ์เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถรับเงินทั้งธนบัตรและเหรียญได้ทุกชนิด

2.2 เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติสามารถรับเงินและทอนเงินได้อย่างถูกต้อง

2.3 ผู้ซื้อสามารถรับทราบข้อมูลการซื้อขายสินค้าโดยการส่งข้อความแจ้งเตือน

3. ขอบเขตของการวิจัย

3.1 ออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่สามารถรับเงินทั้งธนบัตรและเหรียญได้ทุกชนิด

3.2 เครื่องที่สร้างขึ้นสามารถรับเงินและทอนเงินได้อย่างถูกต้องโดยไม่มีคามผิดพลาดในสถานะแสงสว่างที่ควบคุม

3.3 เครื่องที่สร้างขึ้นสามารถแสดงผลการซื้อขายผ่านหน้าจอแสดงผล และแจ้งเตือนผ่านข้อความทางแอปพลิเคชันไลน์ที่ระบุ วัน เวลา ยอดซื้อ เงินที่รับ และเงินทอนได้

4. วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้การวิจัยเป็นไปตามวัตถุประสงค์ ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับระเบียบวิธีวิจัยไว้ ซึ่งประกอบด้วย เครื่องมือที่ใช้การพัฒนาการเก็บรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูล สถิติที่ใช้ในการวิจัย และการรายงานผลการวิจัย ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ การวัดประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ โดยใช้หลักการของการทำซ้ำ (replication) เพื่อเพิ่มความเที่ยงตรงและความแน่นอนของการทดสอบอุปกรณ์ ทำให้สามารถประมาณค่าความผิดพลาดของการทดสอบวัดประสิทธิภาพความแม่นยำ และค่าความผิดพลาดของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้การทดสอบซ้ำ 10 ครั้ง ในส่วน of ขั้นตอนการวิจัยสามารถแบ่งออกเป็น

3 ขั้นตอนใหญ่ๆ ดังนี้คือ 1) การจัดเตรียมโครงร่างการวิจัย เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา รวบรวมข้อมูลต่างๆ จากการศึกษาบทความ หนังสือ งานวิจัยวิทยานิพนธ์ ทฤษฎีต่างๆ ที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับการวิจัยครั้งนี้ เพื่อทราบสภาพปัญหา และข้อมูลสำหรับการวิจัย

2) การดำเนินการวิจัย เป็นขั้นตอนที่นำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 มาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและสร้างชิ้นงานขึ้น รวบรวมข้อมูล และจัดหาวัสดุ อุปกรณ์ที่จะใช้ในการจัดทำชิ้นงาน ทำการสร้างชิ้นงาน ทดสอบและแก้ไข ปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของชิ้นงานจนได้ตามขอบเขตที่ตั้งไว้ 3) รายงานผลการวิจัย เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของชิ้นงาน มาทำการวิเคราะห์ทางสถิติมาเขียนสรุปเป็นรายงานผลการวิจัย

5. การออกแบบชิ้นงาน

5.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างชิ้นงาน

5.1.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Mega 2560 เป็นเสมือนคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่อยู่บนชิพขนาดเล็ก มีหลายชนิดด้วยกัน สำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด Arduino Mega 2560 ซึ่งเป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด ATmega2560

5.1.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12V (12V DC motor) เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็กที่มีหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นพลังงานกล ทำหน้าที่เป็นกลไกในการเก็บเงินและทอนเงินธนบัตรของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

5.1.3 ตัวขับมอเตอร์โมดูล L298N คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12V โดยที่ ตัวขับมอเตอร์โมดูล L298N นี้เป็นตัวขับมอเตอร์ชนิด dual H-Bridge ที่สามารถควบคุมความเร็ว และทิศทางของมอเตอร์กระแสตรงได้พร้อมกัน ซึ่งโมดูลนี้สามารถควบคุมมอเตอร์กระแสตรงที่มีขนาดอยู่ระหว่าง 5 - 35V และกระแสสูงสุดได้ถึง 2A

5.1.4 เซนเซอร์สี โมดูล TCS230/TCS3200 เป็นเซนเซอร์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนค่าความเข้มแสงให้เป็นความถี่ที่มีค่าความละเอียดสูง ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันระหว่างไดโอดเปล่งแสงชนิดซิลิกอน (silicon photodiodes) กับตัวแปลงค่ากระแสไฟฟ้าให้เป็นความถี่ (current-to-frequency converter) บนวงจรรวมโมโนลิทิกซีมอส (monolithic CMOS integrated circuit) 1 ตัว

5.1.5 สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย (switching power supply) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ที่ประกอบไปด้วย วงจรเรียงกระแส (rectifier) และวงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้า (converter) โดยสำหรับงานวิจัยนี้ได้ใช้สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 220 V ให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 V

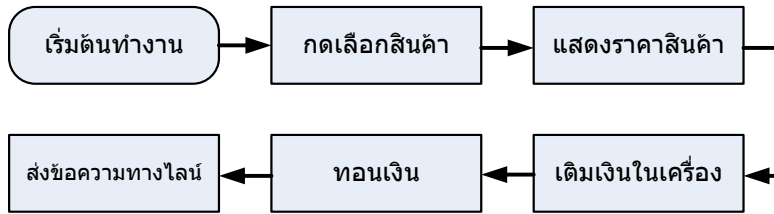
5.1.6 ตัวหยอดเหรียญ (coin selector) งานวิจัยนี้ได้ใช้ตัวหยอดเหรียญ รุ่น CL 1006A ใช้แรงดันไฟฟ้า 12V ใช้กระแสต่ำ และสามารถใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ มีกลไกคืนเหรียญกรณีเหรียญค้าง มีระบบป้องกันเหรียญปลอม และระบบป้องกันการดึงเหรียญกลับ

5.1.7 มอเตอร์กระแสตรงชนิดเซอร์โว MG90S เป็นมอเตอร์ขนาดเล็กแข็งแรง น้ำหนัก 13.4 กรัม เพียงทำจากโลหะ มีแรงบิด 2.2 kg-cm ที่แรงดัน 6 V สามารถหมุนแบบต่อเนื่อง 360 องศาไปกลับได้ ใช้งานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 5 V

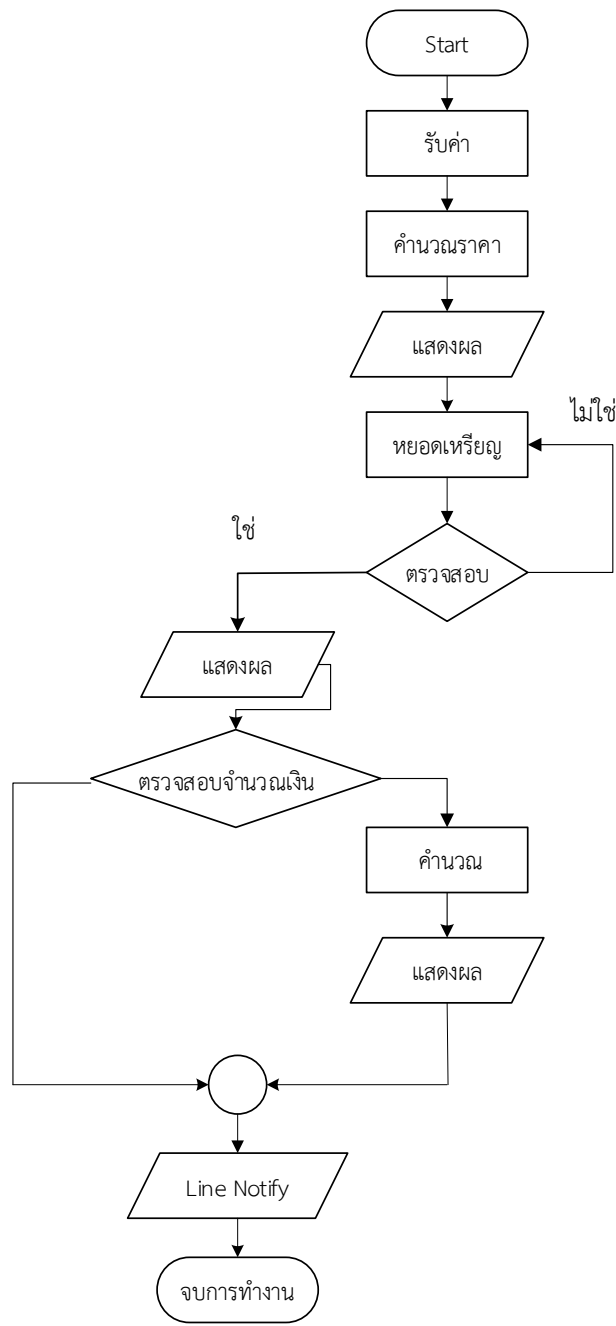
5.1.8 การบริการแจ้งเตือนทางไลน์ (Line Notify) เป็นบริการส่งข้อความแจ้งเตือนของแอปพลิเคชันไลน์ ที่สามารถส่งข้อความการแจ้งเตือนไปยังผู้รับได้อัตโนมัติ ผ่านการใช้ API ซึ่งเรียกผ่าน HTTP POST แบบง่าย ๆ

5.2 การออกแบบชิ้นงาน

5.2.1 หลักการออกแบบของระบบเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ประกอบไปด้วยการออกแบบโครงสร้างวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์และไฟฟ้าที่เกี่ยวข้องในการควบคุม ตลอดจนลักษณะการทำงานของเครื่อง ซึ่งเป็นไปตามแผนภาพการทำงานของระบบเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ โดยเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นนี้สามารถบรรจุสินค้าได้ 3 ชนิด เริ่มต้นการทำงานโดยให้ลูกค้ากดเลือกสินค้า เครื่องจะแสดงราคาสินค้าที่กดเลือก ลูกค้าเติมเงินในเครื่อง เครื่องจะคำนวณยอดเงินที่เติมมาและทอนเงิน แล้วส่งข้อความแจ้งเตือนลูกค้าทางไลน์ ดังแสดงในภาพที่ 1 และแผนภาพการทำงานของโปรแกรมของระบบควบคุมการทำงานของเครื่อง แสดงดังภาพที่ 2



รูปที่ 1 แผนภาพหลักการทำงานของระบบเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

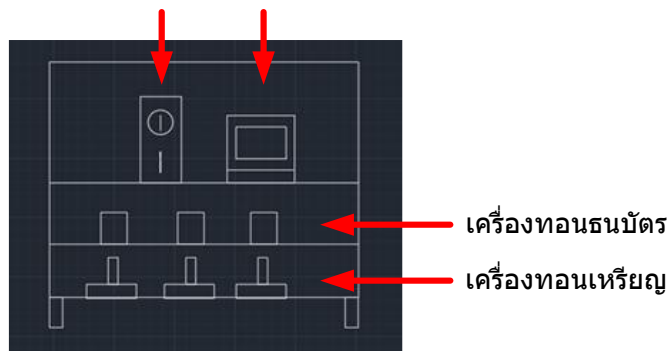


รูปที่ 2 แผนภาพการทำงานของโปรแกรมการควบคุมเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

5.2.2 การออกแบบโครงสร้างของ
ชิ้นงาน โครงสร้างของเครื่องจำหน่ายสินค้า
อัตโนมัตินี้ แสดงดังภาพที่ 3 ซึ่งแสดงส่วนประกอบ
ของเครื่อง และภาพที่ 4 เครื่องจำหน่ายสินค้า
อัตโนมัติที่สร้างขึ้นมา ประกอบไปด้วยเครื่องทอน

ธนบัตร เครื่องทอนเหรียญ เครื่องรับเหรียญ และ
เครื่องรับธนบัตร ดังภาพที่ 5 – 8 ตามลำดับ
โดยในส่วนของเครื่องรับธนบัตรนี้ ได้ออกแบบการ
รับธนบัตรโดยใช้เซ็นเซอร์จับสีในการตรวจเช็ค
ธนบัตรราคาต่าง ๆ

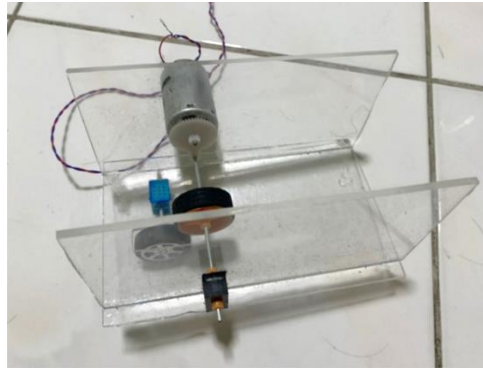
เครื่องรับเหรียญ เครื่องรับธนบัตร



รูปที่ 3 โครงสร้างการวางตำแหน่งของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ



รูปที่ 4 รูปเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ



รูปที่ 5 โครงสร้างของเครื่องทอนธนบัตร



รูปที่ 6 โครงสร้างของเครื่องทอนเหรียญ



รูปที่ 7 โครงสร้างของเครื่องรับเหรียญ

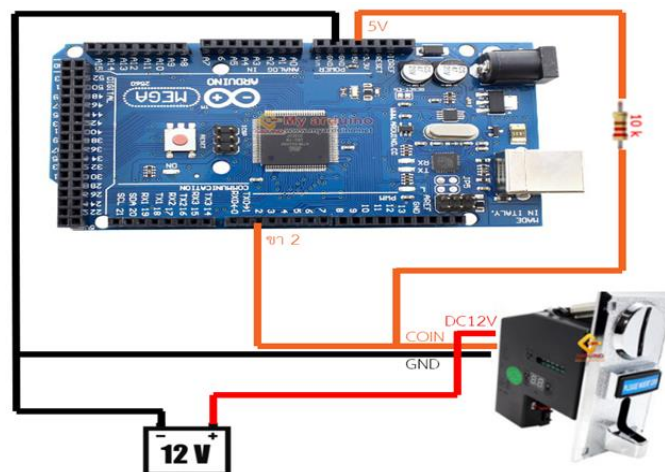


รูปที่ 8 โครงสร้างของเครื่องรับธนบัตร

5.3 วงจรที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ

5.3.1 วงจรรับเหรียญ เป็นการต่อเครื่องรับเหรียญไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังแสดงในภาพที่ 9 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้ ต่อแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 5V จากตัวบอร์ด

ไมโครคอนโทรลเลอร์ไปยังตัวต้านทานขนาด 10k โอห์ม แล้วต่อไปยังเครื่องรับเหรียญ ต่อสายไฟไปยังขาที่ 2 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนขา GND ต่อไปกับตัวบอร์ดของไมโครคอนโทรลเลอร์ และแหล่งจ่ายไฟขั้วลบ ส่วนแหล่งจ่ายไฟขั้วบวก ต่อเข้ากับขา DC 12 V ของเครื่องรับเหรียญ

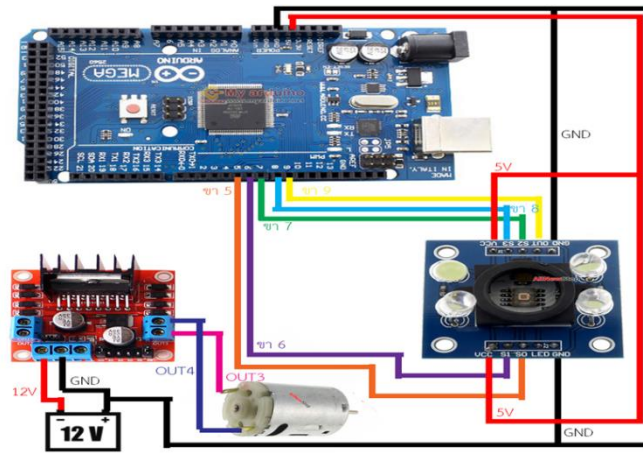


รูปที่ 9 การต่อวงจรเครื่องรับเหรียญเข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์

5.3.2 วงจรเครื่องรับธนบัตร

ในส่วนของวงจรเครื่องรับธนบัตรใช้โมดูลวัดค่าสี RGB Color Sensor (TCS230/TCS3200) เซนเซอร์แยกสี ใช้แยกว่าสีที่อยู่หน้าเซนเซอร์นี้เป็นสีอะไร เอาต์พุตที่อ่านได้ออกมาเป็นค่า R G B โดยเซนเซอร์ส่งค่าที่อ่านได้ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และ

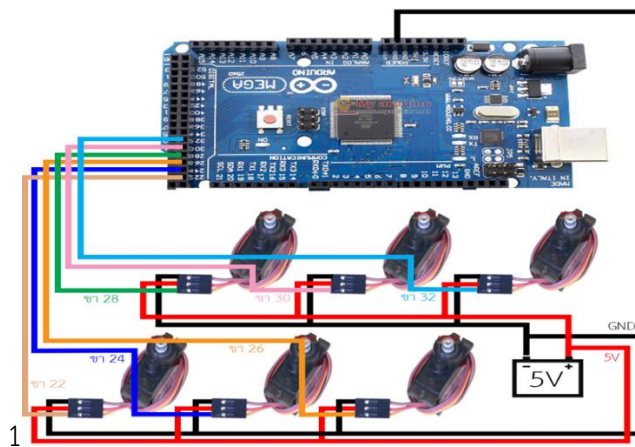
สำหรับกลไกในการเก็บธนบัตรของเครื่องรับธนบัตรนี้ ใช้มอเตอร์กระแสตรงขนาด 12 V โดยใช้ตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ L289k ใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 12 V วงจรของเครื่องรับธนบัตรแสดงดังภาพที่ 10



รูปที่ 10 การต่อวงจรเครื่องรับธนบัตร

5.3.3 วงจรเครื่องทอนเงิน ในการทอนเงินใช้มอเตอร์เซอร์โว MG905 จำนวน 6 ตัว ต่อเข้ากับช่องของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และ

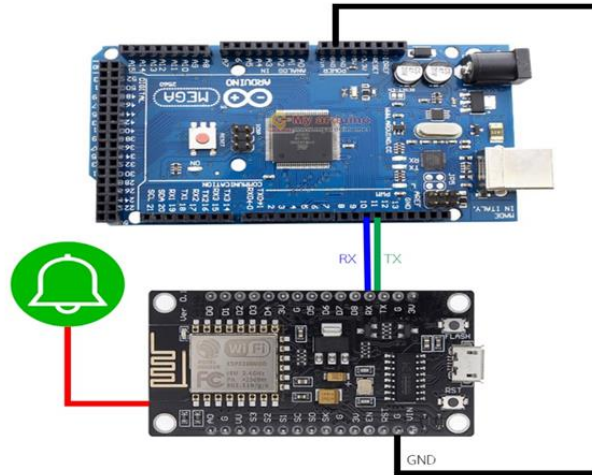
แหล่งจ่ายไฟ 5 V จำนวน 6 ตัว การต่อวงจรเครื่องทอนเงิน แสดงได้ดังภาพที่ 11



รูปที่ 11 วงจรเครื่องทอนเงิน

5.3.4 วงจรส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปที่แอปพลิเคชันไลน์ ในการส่งข้อมูลแจ้งเตือนทำได้โดยการเขียนโปรแกรมการทำงานให้กับบอร์ด

ไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วส่งไปยัง EP8266 เพื่อส่งข้อความแจ้งเตือนไปให้ผู้ใช้งานทางไลน์ วงจรส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังไลน์ แสดงได้ดังภาพที่ 12



รูปที่ 12 วงจรส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชันไลน์

6. ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติได้ดำเนินการโดยแยกการทดสอบการทำงานในแต่ละส่วนได้ผลการทดสอบดังนี้

6.1 การทดสอบการทำงานของการกดเลือกสินค้า ในการทดสอบการกดปุ่มตัวเลือกสินค้าของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ เพื่อดูค่าความผิดพลาดโดยทำการทดสอบเลือกสินค้า 3 ราคา คือ 143 บาท 400 บาท และ 640 บาท ราคาละ 10 ครั้ง ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการทำงานของการกดเลือกสินค้า

ราคาของสินค้า	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	ค่าความผิดพลาด
143 บาท	10	0%
400 บาท	10	0%
640 บาท	10	0%

จากตารางผลการทดสอบการทำงานของ การกดเลือกสินค้า 3 ราคา ราคาละ 10 ครั้ง พบว่าค่าความผิดพลาดของการกดปุ่มตัวเลือกสินค้ามีค่าความผิดพลาดร้อยละ 0

6.2 การทดสอบการทำงานของเครื่องรับเหรียญ ในการทดสอบการทำงานของเครื่องรับเหรียญนั้น ได้ใช้เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ในการทดสอบค่าความผิดพลาด ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องรับเหรียญ

ชนิดของเหรียญ	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	ค่าความผิดพลาด
1 บาท	10	0%
2 บาท	10	0%
5 บาท	10	0%
10 บาท	10	0%

จากตารางผลการทดสอบการทำงานของเครื่องรับเหรียญ โดยการทดสอบกับเหรียญ 4 ชนิดทำการทดสอบชนิดละ 10 ครั้ง พบว่า ค่าความผิดพลาดของเครื่องรับเหรียญมีค่าเป็น ร้อยละ 0

6.3 การทดสอบการทำงานของเครื่องรับธนบัตร โดยในการทดสอบนั้นได้ทดสอบการทำงานของเครื่องรับธนบัตร แบ่งออกเป็น 2 ส่วน

ส่วนแรกเป็นการทดสอบการตรวจสอบธนบัตรชนิด 1000 บาท 500 บาท 100 บาท 50 บาท และ 20 บาท ส่วนที่ 2 เป็นการทดสอบการทำงานของตัวเก็บธนบัตร และในการทดสอบนั้นได้ทำการปรับปรุงผลการทดสอบแล้ว ได้ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 3 - 4 ตามลำดับ

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการตรวจสอบชนิดของธนบัตรของระบบ

ชนิดของธนบัตร	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	ค่าความผิดพลาด
1000 บาท	10	0%
500 บาท	10	0%
100 บาท	10	0%
50 บาท	10	0%
20 บาท	10	0%

จากตารางผลการทดสอบระบบการตรวจสอบชนิดของธนบัตรกับธนบัตรทั้ง 5 ชนิด

ชนิดละจำนวน 10 ครั้ง มีค่าความผิดพลาด 0%

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบการทำงานของตัวเก็บธนบัตร

ราคาของสินค้า	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	ค่าความผิดพลาด
1000 บาท	10	0%
500 บาท	10	0%
100 บาท	10	0%
50 บาท	10	0%
20 บาท	10	0%

จากตารางผลการทดสอบการทำงานการทำงานของตัวเก็บขนบัตรจำนวน 5 ชนิด ชนิดละ 10 ครั้ง โดยมีผลการทดสอบที่ไม่มีข้อผิดพลาด

6.4 การทดสอบการทำงานของการทอนเงิน ทำการทดสอบประสิทธิภาพโดยการทำการทอนเงินสินค้าที่ราคาต่างกัน 3 ราคา คือ 143 บาท

400 บาท และ 640 บาท โดยป้อนจำนวนเงินที่ใช้ซื้อสินค้าต่าง ๆ กัน ทำซ้ำชนิดละ 10 ครั้ง แล้วทำการบันทึกค่าเวลาที่ใช้ในการทอนเงินของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 5 – 7 ตามลำดับ

ตารางที่ 5 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องทอนเงินของสินค้าราคา 143 บาท

จำนวนเงินที่ป้อนเข้าเครื่อง	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ (วินาที)	ค่าความผิดพลาด
1000 บาท	10	22.5	0%
500 บาท	10	12.1	0%
150 บาท	10	7.2	0%

ตารางที่ 6 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องทอนเงินของสินค้าราคา 400 บาท

จำนวนเงินที่ป้อนเข้าเครื่อง	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ (วินาที)	ค่าความผิดพลาด
1000 บาท	10	13.1	0%
500 บาท	10	3.9	0%
450 บาท	10	5.4	0%

ตารางที่ 7 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องทอนเงินของสินค้าราคา 640 บาท

จำนวนเงินที่ป้อนเข้าเครื่อง	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	เวลาเฉลี่ยที่ใช้ (วินาที)	ค่าความผิดพลาด
1000 บาท	10	20.2	0%
800 บาท	10	7.4	0%
650 บาท	10	5.1	0%

จากตารางผลการทดสอบการทำงานของเครื่องทอนเงินของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติพบว่า ค่าความผิดพลาดของการทอนเงินมีค่าเป็น 0% และเวลาเฉลี่ยที่ใช้ในการทอนเงินแปรผันตรงกับจำนวนเงินที่ทอน ถ้าต้องทอนเงินมากเวลาที่ใช้จะมีค่ามากด้วย

6.5 การทดสอบการทำงานของการแจ้งข้อความทางแอปพลิเคชันไลน์ การแจ้งข้อความ

ทางแอปพลิเคชันไลน์ ได้ใช้วิธีการเชื่อมต่อสัญญาณอินเทอร์เน็ตเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเขียนโปรแกรมให้ส่งข้อความแจ้งเตือนไปที่แอปพลิเคชันไลน์ผ่านสัญญาณอินเทอร์เน็ต สำหรับการทดสอบการทำงานของการแจ้งข้อความแสดงผลการซื้อสินค้าของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัตินั้น ได้ทำการทดสอบโดยการทดลองส่งข้อความไปทางไลน์จำนวน 10 ครั้ง ผลการทดสอบแสดงดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการทดสอบการทำงานของการแจ้งข้อความทางแอปพลิเคชันไลน์

ชื่อผู้รับข้อความ	จำนวนครั้งที่ทำการทดสอบ	ค่าความผิดพลาด
OYUA	10	10%

จากตารางผลการทดสอบการทำงานของการแจ้งข้อความทางแอปพลิเคชันไลน์ จำนวน 10 ครั้ง มีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ 10% โดยความผิดพลาดที่เกิดขึ้น เกิดจากการสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการทดลองมีประสิทธิภาพที่ยังไม่ดีพอและขาดความเสถียรภาพ ทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้น ซึ่งสำหรับเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่มีการแจ้งเตือนรายละเอียดการซื้อสินค้าผ่านแอปพลิเคชันไลน์ ยังไม่มีงานวิจัยที่ทำเครื่องในลักษณะนี้ขึ้นมา จึงไม่สามารถเปรียบเทียบผลการทดสอบการแจ้งเตือนข้อความทางแอปพลิเคชันไลน์ได้

6.6 อภิปรายผล จากผลการทดสอบเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่กล่าวมาข้างต้นเห็นว่าในส่วนของการทำงานของอุปกรณ์ของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ นั้น มีค่าความผิดพลาดที่ 0% จากการวิเคราะห์การทำงานของเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติที่สร้างขึ้นนี้ ปัญหาที่พบมากที่สุดอยู่ที่เครื่องรับธนบัตร เพราะปัญหาของขนาดธนบัตรและปัญหาของเซนเซอร์จับค่าสี ที่ต้องมีการปรับตั้งค่าสีให้เหมาะสมที่สุด ซึ่งปัญหาของเครื่องรับธนบัตรนี้ได้ทำการแก้ไขโดยการปรับตั้งความเร็วของมอเตอร์ที่ใช้ในการดึงธนบัตรเข้าเครื่องรับให้มีความเร็วที่เหมาะสม และจากปัญหาของการเปลี่ยนแปลงสภาพแสงสว่างของบริเวณที่ใช้งานเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ เพราะ

ในสภาพแสงที่แตกต่างกันอาจทำให้เกิดค่าความผิดพลาดในการตรวจจับธนบัตรได้ ในส่วนของการแจ้งเตือนข้อความทางแอปพลิเคชันไลน์นั้น มีค่าความผิดพลาดที่ 10% ซึ่งเกิดจากการขาดความเสถียรภาพของสัญญาณอินเทอร์เน็ตที่ใช้ในการทดสอบระบบ

7. สรุปและข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบและสร้างเครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติพบว่า เครื่องที่ทำการพัฒนาขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง มีค่าความผิดพลาดมากที่สุดอยู่ที่ 10% ซึ่งเกิดในส่วนการส่งข้อความผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ ส่วนการทำงานของเครื่องนั้นไม่มีข้อผิดพลาดใดๆ ข้อเสนอแนะของงานวิจัยนี้คือเพิ่มค่าจุดสีที่ใช้ทดสอบโปรแกรมให้มากและแม่นยำขึ้น ควรทำที่กันแสงเข้าในตัวเครื่องรับธนบัตรเพื่อป้องกันการรบกวนของแสงจากภายนอก ที่รบกวนการทำงานของเซนเซอร์จับค่าสี เพิ่มแหล่งจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ให้เพียงพอต่อการใช้งาน ตรวจสอบเครือข่ายของอินเทอร์เน็ตที่มีเสถียรภาพและสามารถเชื่อมต่อได้ตลอดเวลา และเพื่อให้เครื่องจำหน่ายสินค้าอัตโนมัติมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นสามารถนำไปพัฒนาต่อยอดเพิ่มในส่วนของการสร้าง QR code เพื่อสแกนจ่ายเงินได้ด้วย

8. เอกสารอ้างอิง

1. เพ็ชชาติ สุขเรือน. (2555) เครื่องจ่ายข้าวสาร
สามหัวจ่ายแบบหยอดเหรียญ.
การประชุมวิชาการแห่งชาติ
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขต
กำแพงแสน ครั้งที่ 9, 1796 – 1805.
นครปฐม: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2. สุรัตน์ ธีวศรี และ สุวิมล ขนอม. (2558) เครื่อง
จำหน่ายไอศกรีมอัตโนมัติแบบหยอด
เหรียญ. (ปริญญาานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต).
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.
สงขลา
3. Desai, S., Jadhav, S., Patil, P., and
Sambhaji, G. (2017). Automatic
Chocolate Vending Machine By
Using Arduino Uno. *International
Journal of Innovative Research in
Computer Science & Technology*, 5
(2), 226-229.
4. Jadhav, S., Pawar, N., Kharade, N. and
Lengare, P.S. (2018). Automatic
Vending Machine. *International
Journal of Innovative Science and
Research Technology*, 3(3), 376-
378.
5. Mahajan, G., Phale, V., Mane, S. and
Patil, A. (2020). Vending Machine
with Cash and Cashless Payment
Support. *International Research
Journal of Engineering and
Technology*, 7(6), 341-348.
6. Pradeepa, P., Sudhalavanya, T.,
Suganthi, K., Suganthi, N., &
Menagadevi, M. (2013). Design and
Implementation of Vending
Machine using Verilog HDL.
*International Journal of Advanced
Engineering Technology*, Vol. IV.
Issue I/Jan.-March., 51-53.
7. Preetilatha, R., Ramkumar, R., Ramesh
S.M., Kiruthika, S., & Bharani, M.
(2014). Stationery Vending Machine.
*IJISSET-International Journal of
Innovative Science, Engineering &
Technology*, 1(9), 8-12.
8. Sibanda, V., Munetsi, L., Mporfu, K.,
Murena, E., & Trimble, J. (2020).
Design of a high-tech vending
machine. *ScienceDirect Procedia
CIRP*, 91, 678-683.
9. Smt Usha Rani, J., Rashmi, M., Dheeksha,
R., Lakshmi, H.R., & Tejashwini, M.S.
(2020). Vending Machine Based on
digital Payment for dispensing
Stationary items. *Journal of
Emerging Technologies and
Innovative Research*, 7(5), 355-357.
10. Sridharan, S. & Jammalamadaka, S.
(2014). Architecture of beverage
vending machine leveraging the
automated teller machine.
*International Journal of Advanced
Computational Engineering and
Networking*, 2(8), 29-33.