

การสร้างต้นแบบระบบสายพานลำเลียงสำหรับเครื่องบรรจุน้ำดื่มอัตโนมัติ โดยใช้พีแอลซี

Prototype Conveyor System for Automatic Bottled Water Filling Machine using PLC

ณัฐพงศ์ แพน้อย อภิรักษ์ คงประเวช เดชาธร เหล็กอยู่มะดัน และปฏิพล ทรัพย์ทวีปัญญา

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบวัดคุมและแมคคาทรอนิกส์

สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

140 ถนนเชื่อมสัมพันธ์ แขวงกระทุ่มราย เขตหนองจอก กรุงเทพฯ 10530

E-mail: nattapong@mutacth.com

Manuscript received June 9, 2021

Revised June 26, 2021

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการออกแบบสายพานและการติดตั้งเซนเซอร์สำหรับเครื่องบรรจุน้ำดื่มอัตโนมัติโดยใช้พีแอลซี โดยมีวัตถุประสงค์หลักในการออกแบบมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานที่เหมาะสมกับขวดน้ำดื่มและการติดตั้งตำแหน่งเซนเซอร์ รวมถึงการประยุกต์ใช้พีแอลซีในการควบคุมชุดทดลองเครื่องบรรจุน้ำขวด เพื่อควบคุมสายพานลำเลียง และควบคุมการหมุนของสแต็ปเปอร์มอเตอร์ และขั้นตอนการปิดฝาขวด โดยเครื่องบรรจุน้ำดื่มที่ประกอบด้วยสายพานลำเลียง มีขนาดสูง 150 ซม. และยาว 150 ซม. และใช้ฟร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ โดยใช้งาน 2 ลักษณะ ได้แก่ ใช้ตรวจจับขวดน้ำ และใช้สำหรับตรวจจับระดับน้ำในถังน้ำ สำหรับระบบควบคุมจะเป็นการสั่งงานผ่าน PLC MITSUBISHI ซึ่งเป็นตัวควบคุมหลักในการทำงาน และการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับระบบผ่านคอมพิวเตอร์ สำหรับการออกแบบส่วนควบคุม GUI แบบอัตโนมัติด้วยโปรแกรม GT Designer3 ผลการทดลองที่ได้พบว่า เครื่องบรรจุขวดน้ำสามารถบรรจุน้ำพร้อมปิดฝาใช้เวลาเฉลี่ย 14 วินาทีต่อขวดโดยค่าผิดพลาดปริมาตรน้ำน้อยกว่า 8%

คำสำคัญ: พีแอลซี, ระบบอัตโนมัติ, เครื่องบรรจุน้ำขวด, ฟร็อกซิมิตี้เซนเซอร์

ABSTRACT

This paper presents the design of conveyor belt and sensor installation for an automatic bottled water filling machine using programmable logic controller (PLC). The objectives of this paper are to design the motor driven the conveyor belt, to design the sensor installation and to apply the PLC for controlling the conveyor belt, stepper motor rotation and close a lid. The height and length of proposed water filling machine with conveyor belt are of 150 centimeter. Proximity sensors are used for detecting the bottle and the level of water. The PLC MITSUBISHI system is the main controller and computer is used to communicate between user and system. GT Designer3 software is used to design the GUI for automatic control. Experimental results show that the automatic bottled water filling machine can contain the water with the averaged time 14 second per bottle. The averaged error of water volume is less than 8 %.

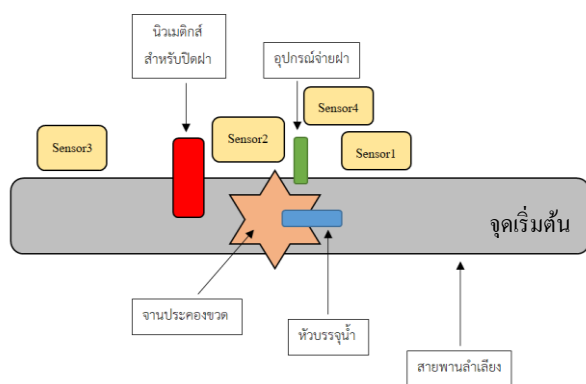
Keywords: Programmable Logic Controller, Automatic system, Bottled water filling machine, Proximity sensor

1. บทนำ

ในปัจจุบันธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดกลางและขนาดย่อม (Small and Medium Enterprises) ได้รับการสนับสนุนจาก

ภาคีรัฐบาลมากขึ้น ทำให้ธุรกิจอุตสาหกรรมขนาดเล็กได้รับความสนใจมากขึ้น รวมถึงวิธีการผลิตในด้านบรรจุภัณฑ์นั้นได้มีการพัฒนาเพื่ออำนวยความสะดวกต่อผู้ใช้งานให้สะดวกขึ้น และมีการนำเครื่องจักรขนาดเล็กที่ออกแบบให้เหมาะสมกับธุรกิจขนาดเล็ก เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการจ้างพนักงาน จึงเป็นเหตุผลที่ได้ศึกษาการสร้างต้นแบบระบบสายพานลำเลียงสำหรับการบรรจุภัณฑ์ โดยมีแนวคิดสร้างชุดทดลองเครื่องบรรจุน้ำขวดควบคุมการใช้งานโดยใช้พีแอลซี (Programmable Logic Controller: PLC) [1] เพื่อศึกษาการบรรจุภัณฑ์ระบบอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น งานวิจัย [2] นำเสนอการใช้ PLC ในการออกแบบระบบเครื่องถลอกขวดแก้วอัตโนมัติ และการพัฒนาเครื่องบรรจุผ้าอ้อมอัตโนมัติด้วย PLC [3]

งานวิจัยในส่วนที่เกี่ยวข้องกับการใช้ PLC สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องบรรจุขวด ได้แก่ การตรวจจับวัตถุที่อยู่บนสายพาน [4]



รูปที่ 1 เจ็อนโซที่ใช้งานและจุดติดตั้งเซนเซอร์

ด้วย Allen Bradley MicroLogix PLC โดยมีเซนเซอร์ควบคุมและระบบป้อนกลับสำหรับการตรวจสอบวัตถุที่ตรวจจับได้ และงานวิจัย [5] เกี่ยวกับการใช้ PLC สำหรับระบบติดตามและตรวจสอบการบรรจุของเหลวอัตโนมัติ ในบทความ [6] นำเสนอการออกแบบเครื่องต้นแบบสำหรับบรรจุน้ำดื่มโดยใช้ PLC

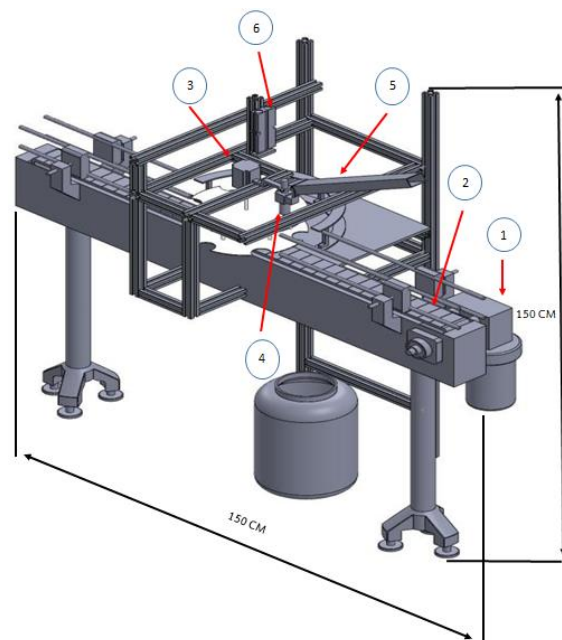
วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ ได้แก่ การสร้างต้นแบบระบบสายพานลำเลียงและการทดสอบการติดตั้งเซนเซอร์ที่เหมาะสมบนเครื่องต้นแบบสำหรับบรรจุน้ำดื่มลงในขวดโดยอาศัยหลักการทำงานของพีแอลซีในการควบคุมระบบอัตโนมัติ



รูปที่ 2 การทดลองเพื่อหาระยะของพรีอิกซิมิต์เซนเซอร์ที่สามารถตรวจจับขวดน้ำที่บรรจุน้ำที่ระยะ 4 cm

2. การออกแบบเครื่องบรรจุน้ำขวดอัตโนมัติ

การออกแบบเครื่องบรรจุน้ำขวดอัตโนมัติ โดยมีเงื่อนไขที่ใช้ งาน การออกแบบมอเตอร์ขับเคลื่อนสายพาน การออกแบบการติดตั้งการใช้งานเซนเซอร์ และการออกแบบระบบพีแอลซีเพื่อทำการควบคุมระบบอัตโนมัติ โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

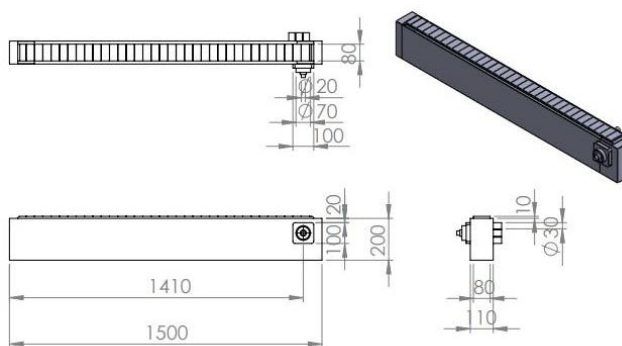


รูปที่ 3 โครงสร้างเครื่องบรรจุน้ำขวด และตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ ประกอบด้วย 1) มอเตอร์อินเวอร์เตอร์ 2) สายพานลำเลียง 3) มอเตอร์พร้อมจานหมุน 4) หัวบรรจุน้ำ 5) ที่ใส่ฝาขวดน้ำ 6) หัวปั๊มฝาขวดน้ำ

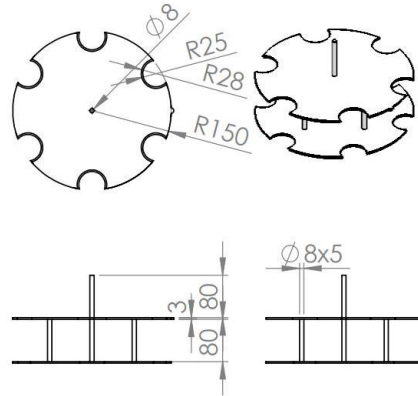
2.1 เงื่อนไขที่ใช้สำหรับการติดตั้งเซนเซอร์

เงื่อนไขที่ใช้ได้แก่ ขวดน้ำขนาด 250 มล. ซึ่งมีข้อกำหนดของระบบที่จะออกแบบในการบรรจุน้ำปริมาณ 230 มล. ลงในขวด โดยใช้ PLC ควบคุมการทำงาน กำหนดให้ใช้มอเตอร์ขับเคลื่อนสายพานในการลำเลียงขวดน้ำ และจะต้องควบคุมการจ่ายน้ำให้ได้ปริมาตรตามต้องการ โดยมีค่าความผิดพลาดของปริมาตรน้ำไม่เกิน 10% และปิดฝาขวดได้ สามารถจ่ายน้ำเพื่อบรรจุน้ำได้ครั้งละ 1 ขวด มีระบบแจ้งเตือนเมื่อน้ำในถังและฝาที่ใช้ปิดหมด

การออกแบบการทำงานของระบบ ดังแสดงในรูปที่ 1 แสดงเงื่อนไขที่ใช้งานและจุดติดตั้งเซนเซอร์ โดยการทำงานจะเริ่มจากด้านขวาไปซ้าย จะเริ่มจากสายพานลำเลียงขวดน้ำ เมื่อขวดน้ำขวดที่ 1 เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่ง Sensor 1 แล้วพีแอลซีจะสั่งการให้บรรจุน้ำ เมื่อบรรจุน้ำเสร็จจะหมุนจานประกอบขวดไปยังตำแหน่งพักขวดเพื่อรอการจ่ายฝาของอุปกรณ์จ่ายฝา ในขณะเดียวกันขวดที่ 2 จะเลื่อนมาที่ตำแหน่งของ Sensor 1 เมื่อบรรจุน้ำเสร็จจะทำการหมุนจานประกอบขวด โดยขวดที่ 1 หมุนผ่านอุปกรณ์จ่ายฝาไปยัง Sensor 2 จะสั่งนิวมอเตอร์เพื่อปิดฝาขวด เมื่อขวดที่ 3 มาถึงตำแหน่งของ Sensor 1 เมื่อขวดน้ำที่ 1 บรรจุน้ำเสร็จ จานประกอบขวดจะหมุนขวดที่ 1 มายังสายพานลำเลียงไปยังตำแหน่ง Sensor 3 เพื่อนับจำนวนของขวดที่บรรจุเสร็จ และเมื่อ Sensor 4 ทำการตรวจสอบว่าไม่มีฝาในอุปกรณ์จ่ายฝา จะทำการหยุดเติมน้ำและมีเสียงเตือนต้องนำฝามาเติมเพื่อให้ขบวนการทำงานต่อไป



รูปที่ 4 ขนาดและโครงสร้างสายพานลำเลียง



รูปที่ 5 ขนาดและโครงสร้างงานหมุนขวดน้ำ

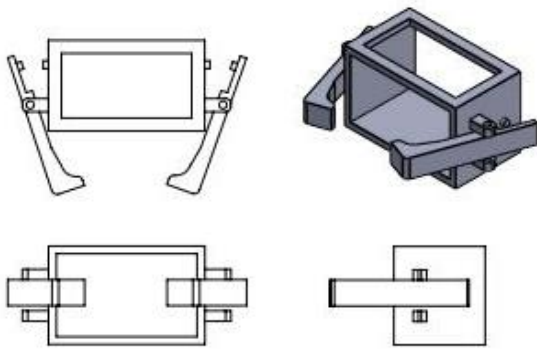
2.2 พร็อกซิมีตี้เซ็นเซอร์

พร็อกซิมีตี้เซ็นเซอร์ที่ใช้เพื่อตรวจจับขวดน้ำเลือกใช้แบบ 12 VDC NPN-Capacitive Proximity Sensor ซึ่งเป็นเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุและ แบบ NPN 5-12 VDC Capacitive Liquid Level Sensor เพื่อตรวจจับระดับของน้ำในขวดที่บรรจุแล้ว โดยรูปที่ 2 แสดงการทดลองเพื่อหาระยะของพร็อกซิมีตี้เซ็นเซอร์ที่สามารถตรวจจับขวดน้ำที่บรรจุน้ำที่ระยะ 4 cm

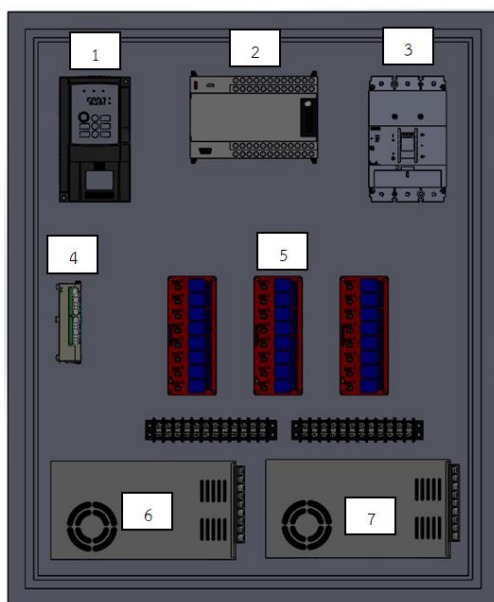
2.3 โครงสร้างเครื่องบรรจุขวดน้ำ

โครงสร้างเครื่องบรรจุขวดน้ำอัตโนมัติ และตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ มีขนาดสูง 150 ซม. และยาว 150 ซม. ดังแสดงในรูปที่ 3 โดยขนาดโครงสร้างเครื่องบรรจุขวดน้ำ ประกอบด้วย 1) มอเตอร์อินเวอร์เตอร์ 2) สายพานลำเลียง 3) มอเตอร์พร้อมจานหมุน 4) หัวบรรจุน้ำ 5) ที่ใส่ฝาขวดน้ำ 6) หัวปั๊มฝาขวดน้ำ

รูปที่ 4 แสดงขนาดและโครงสร้างสายพานลำเลียงที่ใช้สำหรับลำเลียงขวดน้ำ ความยาว 150 ซม. และรูปที่ 5 แสดงขนาดและโครงสร้างงานหมุนขวดน้ำเพื่อหมุนขวดน้ำเข้าไปตำแหน่งที่จะบรรจุน้ำลงขวด และหมุนขวดน้ำที่บรรจุแล้วไปที่ตำแหน่งปิดฝาขวด สำหรับรูปที่ 6 แสดงโครงสร้างของอุปกรณ์จ่ายฝาขวดเพื่อใช้ในการปิดขวดน้ำหลังจากที่ได้บรรจุน้ำแล้ว



รูปที่ 6 โครงสร้างของอุปกรณ์จ่ายไฟ

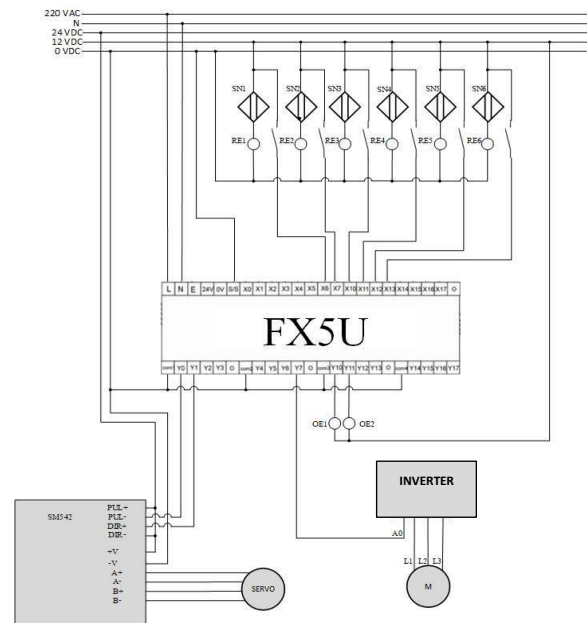


รูปที่ 7 การวางอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมเครื่องบรรจุน้ำขวด

2.4 การออกแบบตู้ควบคุมเครื่องบรรจุน้ำขวด

ตู้ควบคุมเครื่องบรรจุน้ำขวด มีขนาดกว้าง 57 ซม. ยาว 69 ซม. โดยมีการออกแบบติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมมีการติดตั้งอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปที่ 7 ประกอบด้วยอุปกรณ์ภายในตู้คอนโทรล ดังนี้ 1) อินเวอร์เตอร์ 2) พัลส์ 3) เซอร์คิตเบรกเกอร์ 4) ไดรฟ์ เซอร์โวมอเตอร์ 5) รีเลย์ 6) เพาเวอร์ซัพพลาย 24 VDC 7) เพาเวอร์ซัพพลาย 12 VDC โดยมีแผนผังการเดินสายไฟ (Wiring diagram) ดังแสดงในรูปที่ 8 โดย สัญลักษณ์ SN1-SN6 เป็นเซนเซอร์ ส่วน

RE1-RE6 เป็นอินพุทรีเลย์ (relay input) โดยมี OE1 เป็น โซลินอยด์สำหรับกระบอกสูบ และ OE2 เป็น โซลินอยด์ควบคุมการบรรจุน้ำ



รูปที่ 8 ผังการเดินสายไฟ (Wiring diagram) ภายในตู้ควบคุม

2.5 การออกแบบหน้าต่าง GUI

ตัวเครื่องบรรจุน้ำที่ติดตั้งแบบจะมีจอแสดงผลแบบสัมผัส จึงได้มีการออกแบบหน้าต่าง GUI ที่ใช้ในการสั่งการระบบการทำงาน และตรวจสอบการทำงานแบบเวลาจริง (Real time) ด้วยโปรแกรม GT Designer3 โดยมีหน้าต่างเพื่อการทำงานโหมดต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 9 ประกอบด้วย รูปที่ 9(ก) แสดงหน้าต่างที่เป็นเมนูการทำงาน เพื่อเลือกการทำงานแบบควบคุมด้วยมือ (manual) หรือแบบอัตโนมัติ (Auto) รูปที่ 9(ข) แสดงหน้าต่างการสั่งงานอัตโนมัติ (Auto) รูปที่ 9(ค) แสดงหน้าต่างการสั่งงานแบบ manual จะมีปุ่มควบคุมการทำงานเกี่ยวกับการบรรจุน้ำ สายพานลำเลียง เซอร์โวมอเตอร์ และการปิดฝาขวดน้ำ ส่วนรูปที่ 9(ง) แสดงหน้าต่างการสั่งงานเพื่อทดสอบระบบ และแสดงจำนวนนับขวดที่บรรจุแล้ว

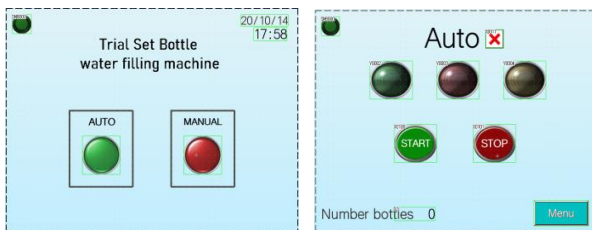
2.6 การเลือกใช้ออเตอร์สายพาน

การเลือกใช้ออเตอร์สายพาน โดยกำหนดให้ ความเร็วรอบที่แกนเพลเป็น 11.16 รอบต่อนาที หรือ 0.185 รอบต่อวินาที

และ รัศมีเพลลา (r) เป็น 0.025 เมตร ดังนั้นความเร็วของสายพานจะคำนวณได้จาก

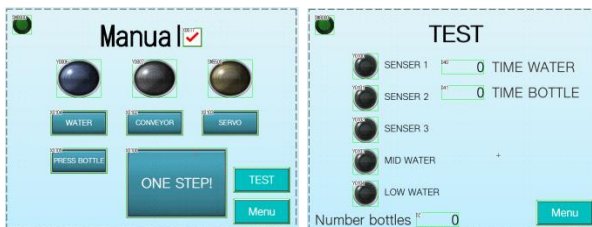
$$\therefore \text{ความเร็วสายพาน} = \frac{\text{ความเร็วรอบที่แกนเพลลา} \times \text{เส้นรอบวงของเพลลา}}{2\pi r} \quad (2)$$

โดยเส้นรอบวงของเพลลา เป็น $2\pi r$ เท่ากับ 0.157 เมตร ดังนั้นความเร็วสายพาน คำนวณได้เป็น 0.029 เมตรต่อวินาที



ก) หน้าต่าง Menu

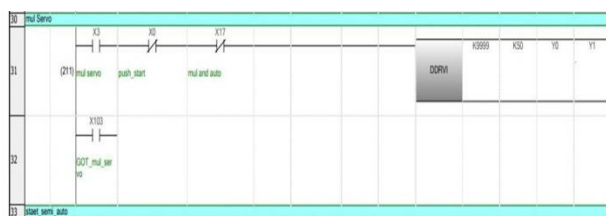
ข) หน้าต่าง Auto



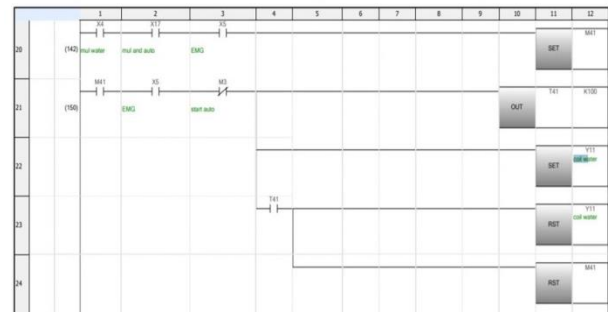
ค) หน้าต่าง Manual

ง) หน้าต่าง Test

รูปที่ 9 GUI ของเครื่องบรรจุน้ำที่ออกแบบ



รูปที่ 10 โปรแกรมแลตเตอร์ควบคุมเซอร์โวมอเตอร์



รูปที่ 11 โปรแกรมแลตเตอร์ควบคุมการเปิด/ปิดหัวบรรจุน้ำลงขวด

2.7 การออกแบบเซอร์โวมอเตอร์

ทำการคำนวณความเร็วรอบของเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) โดยใช้สมการดังนี้

$$\therefore \text{ความเร็วรอบเซอร์โวมอเตอร์} = \left(\frac{f}{400 \text{ pulse/rev}} \right) \times 60 \quad (1)$$

โดยกำหนดให้ ความถี่ (f) เป็น 100 Hz จะสามารถคำนวณได้ความเร็วรอบของเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้งานเป็น 15 รอบต่อนาที (rpm)



รูปที่ 12 การวัดความเร็วรอบที่ขับสายพานโดยใช้ทาโคมิเตอร์

2.8 การออกแบบโปรแกรมแลตเตอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงาน

ต่อมาทำการออกแบบโปรแกรมแลตเตอร์ (Ladder) เพื่อควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 10 เพื่อให้ได้ความเร็วรอบ

15 รอบต่อนาทีตามที่กำหนด และรูปที่ 11 เป็นการออกแบบแพลตฟอร์มสำหรับควบคุมการเปิด/ปิดหัวบรรจุน้ำลงขวดที่เตรียมไว้

3. การทดลอง

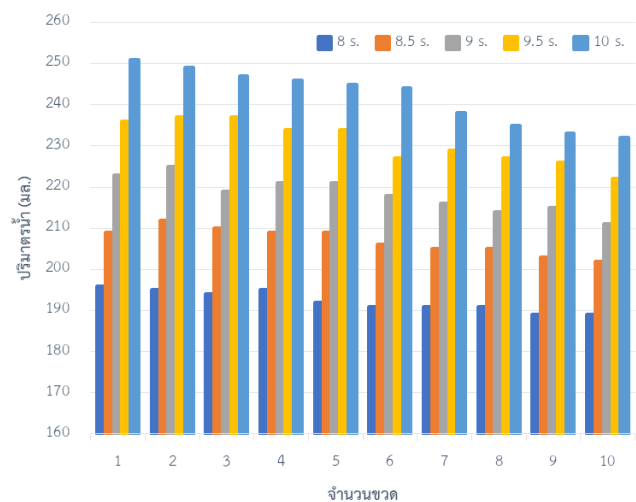
3.1 การวัดความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ขับสายพาน

ทำการทดลองปรับค่าความเร็วของอินเวอร์เตอร์โดยการปรับค่าแรงดัน ตั้งแต่ 40 – 85 โวลต์ แล้วทำการวัดแรงดัน กระแส ความถี่ จะเก็บค่าที่ได้บนหน้าจอของอินเวอร์เตอร์ และการวัดความเร็วรอบ (RPM) ใช้เครื่องทาโคมิเตอร์ (Tachometer) ส่วนรูปที่ 12 แสดงวิธีการวัดความเร็วรอบที่มอเตอร์ขับสายพานลำเลียงด้วยเครื่องทาโคมิเตอร์ (Tachometer) ดังแสดงค่าที่ได้จากการทดลองในตารางที่ 1

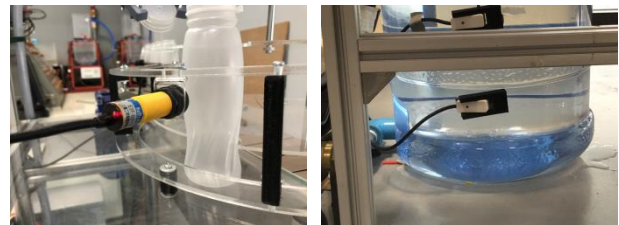
ตารางที่ 1 ผลการทดลองการวัดความเร็วรอบมอเตอร์จากการขับสายพานลำเลียง

ครั้งที่	Volt (V)	Amp (A)	frequency (Hz)	RPM
1	40	1.54	6.45	6.15
2	45	1.57	7.75	7.26
3	50	1.57	8.85	8.97
4	55	1.59	10.3	9.76
5	60	1.58	11.35	11.16
6	65	1.59	12.65	12.31
7	70	1.58	13.85	13.64
8	75	1.60	15.1	14.56
9	80	1.59	16.15	16.07
10	85	1.57	17.45	16.95

ผลจากการทดลองเลือกใช้งานมอเตอร์ที่แรงดัน 60 โวลต์ กระแส 1.58 แอมป์ และมีความเร็วรอบเป็น 11.16 รอบ/นาที เนื่องจากขวดเปล่าที่เตรียมไว้เป็นขวดพลาสติก มีน้ำหนักเบา พบว่าถ้าใช้ความเร็วรอบสูงมากจะทำให้น้ำจากขวดน้ำที่เตรียมบรรจุล้มจากรูปที่ 13 แสดงให้เห็นว่าปริมาตรของน้ำในการบรรจุลงในขวดจึงเลือกการหน่วงเวลาไทม์เมอร์ที่ 9.5 วินาที ซึ่งค่าใกล้เคียงกับเงื่อนไขขอบเขตที่กำหนดไว้ เพื่อให้บรรจุน้ำที่ปริมาตร 230 มิลลิลิตร



รูปที่ 13 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาตรน้ำที่บรรจุลงขวดกับเวลาไทม์เมอร์ที่ใช้สำหรับหน่วงเวลา ได้แก่ 8 วินาที 8.5 วินาที 9 วินาที 9.5 วินาทีและ 10 วินาที

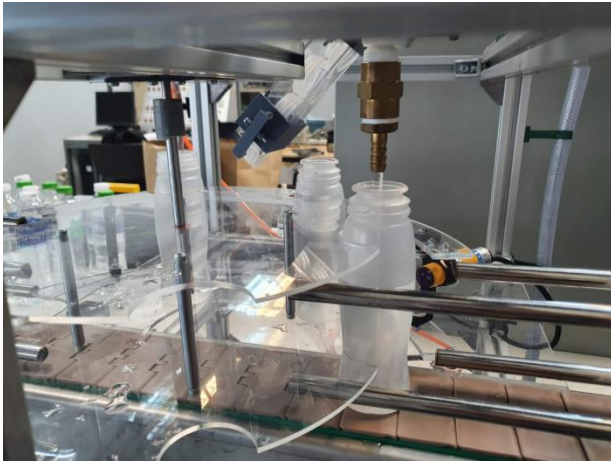


ก) ติดตั้งเซนเซอร์ตรวจสอบขวดน้ำ ข) ติดตั้งเซนเซอร์เช็คระดับน้ำในถัง

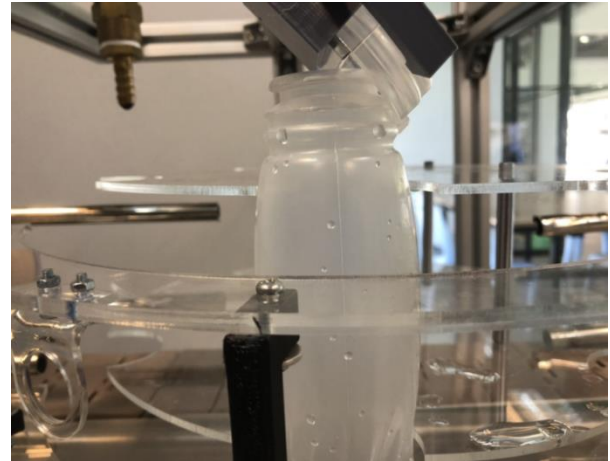
รูปที่ 14 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์ที่ใช้งาน

3.2 การติดตั้งเซนเซอร์

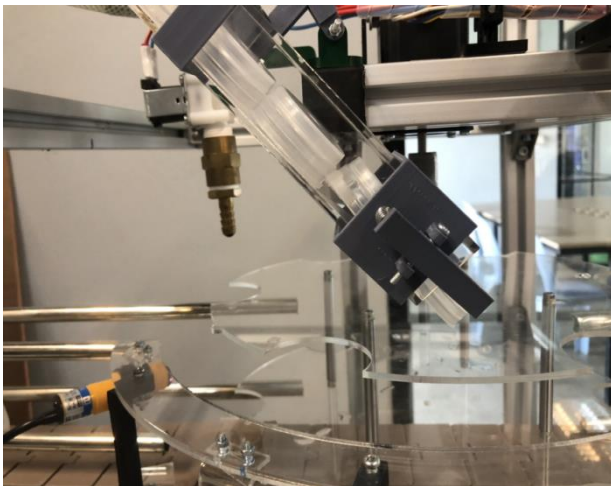
รูปที่ 14 แสดงตำแหน่งการติดตั้งฟร็อกซิมีตี้เซนเซอร์ (NPN-Capacitive Proximity Sensor) เพื่อตรวจจับขวดน้ำในตำแหน่งที่กำหนดไว้ ดังแสดงในรูปที่ 14 (ก) และ เซนเซอร์ NPN-Capacitive Liquid Level Sensor เพื่อตรวจจับระดับของน้ำในขวดที่เหลือน้ำในถังน้ำ ดังแสดงในรูปที่ 14(ข)



รูปที่ 15 การทำงานของหัวจ่ายน้ำลงขวด



รูปที่ 17 สเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนจานประกอบขวดผ่านอุปกรณ์ใส่ฝา



รูปที่ 16 ลักษณะฝาปิดขวดที่อยู่บนอุปกรณ์จ่ายฝาขวด เพื่อเตรียมปิดฝา

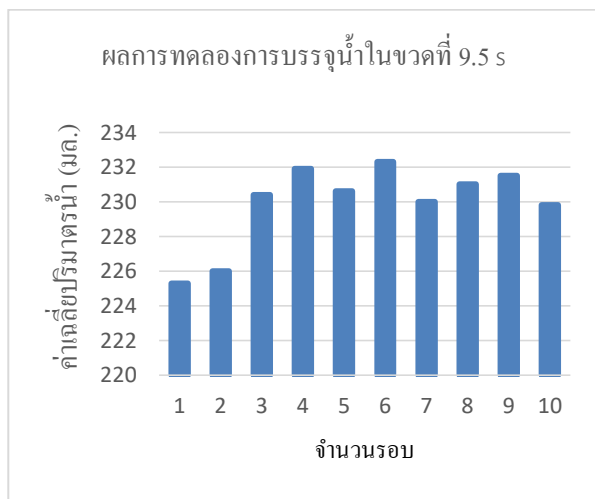


รูปที่ 18 ลูกสูบทำการกดปิดฝาให้สนิท

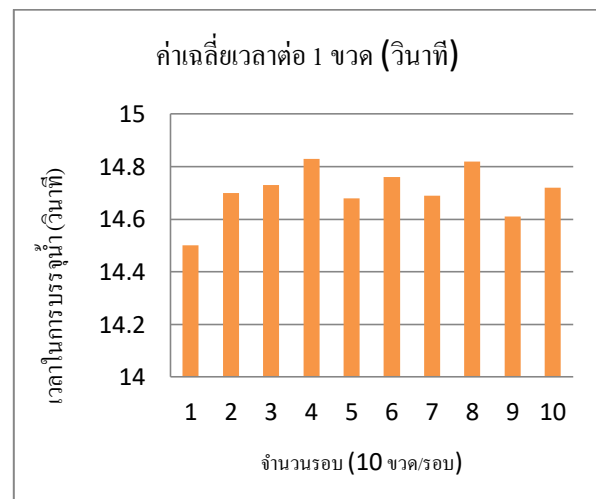
3.2 การทดลองการบรรจุน้ำลงในขวด

การทดลองการบรรจุน้ำลงในขวด มีขั้นตอนดังรูปที่ 15-18 และจากรูปที่ 15 จะแสดงการทำงานของหัวจ่ายน้ำลงบรรจุในขวด แล้วทำการเก็บผลการทดลอง โดยรูปที่ 16 แสดงการนำฝาใส่ยังอุปกรณ์จ่ายฝาเพื่อทำการปิดฝาขวดต่อไป และรูปที่ 17 แสดงการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ในการหมุนจานประกอบขวดที่บรรจุน้ำแล้ว เพื่อใส่ฝาขวด และรูปที่ 18 แสดงการทำงานของลูกสูบเพื่อกดปิดฝาขวดให้สนิท

การทดลองการบรรจุน้ำลงในขวดทั้ง 10 ขวด โดยเริ่มต้นกระบวนการตั้งแต่ขวดเปล่าจนกระทั่งเสร็จสิ้นกระบวนการ จากการสังเกตพบว่า ขวดที่ 1 จะใช้เวลาช้ากว่าขวดที่ 2-10 เนื่องจากเริ่มนับจากขวดเปล่าที่เป็นช่วงการเริ่มต้นการทำงานเข้าไปด้วย จึงเกิดการเสียเวลาในส่วนนี้ สำหรับขวดที่ 2-10 จะใช้เวลาเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และเมื่อถึงตำแหน่ง Sensor 3 จะแสดงตัวเลขทางหน้าจอทัชสกรีนและนำค่าของทั้ง 10 ขวดมาหาผลรวมแล้วนำไปเฉลี่ยเพื่อหาเวลาที่เฉลี่ย 14 วินาทีต่อขวด



รูปที่ 19 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าเฉลี่ยปริมาตรน้ำที่บรรจุลงขวดกับการห้วงไทม์เมอร์ในแต่ละรอบ



รูปที่ 20 ความสัมพันธ์ของผลรวมเวลาการบรรจุขวด 10 ขวดต่อรอบเพื่อหาค่าเฉลี่ยเวลาต่อขวด

4. ผลการทดลอง

เมื่อปรับค่าความเร็วรอบของมอเตอร์จากการขับสายพานลำเลียงตั้งแต่ 40 โวลต์ ถึง 85 โวลต์ ผลที่ได้จากตารางที่ 1 เลือกใช้แรงดันที่ 60 โวลต์ เนื่องจากเป็นค่าที่ไม่เร็วและไม่ช้าเกินไปจนทำให้ขวดน้ำที่รอบบรรจุน้ำล้ม สำหรับการทดลองหาค่าห้วงเวลาไทม์เมอร์เพื่อบรรจุน้ำลงขวด ดังแสดงในรูปที่ 19 พบว่า ตั้งแต่ 8 – 10 วินาทีสังเกตว่า ณ เวลา 9.5 วินาที จะได้ค่าปริมาตรน้ำที่ใกล้เคียง 230 มล. โดยทดลองนำค่าห้วงเวลาไทม์เมอร์ที่ 9.5 วินาที

ต่อมาทำการทดลองจับเวลาการบรรจุน้ำลงขวด โดยมีความสัมพันธ์ของผลรวมเวลาการบรรจุขวด 10 ขวดต่อรอบเพื่อหาค่าเฉลี่ยเวลาต่อขวด ดังแสดงในรูปที่ 20 พบว่า สามารถบรรจุน้ำพร้อมปิดฝาโดยใช้เวลาเฉลี่ย 14 วินาทีต่อขวด แล้วทำการทดลองการบรรจุน้ำเพื่อหาค่าความผิดพลาด พบว่า ค่าผิดพลาดของปริมาตรน้ำในขวดที่บรรจุแล้วได้น้อยกว่า 230 มล. มีค่าความผิดพลาดที่ได้น้อยกว่า 8%

ปัญหาที่พบในการทดลอง พบว่า อุปกรณ์จ่ายฝาไม่สามารถจ่ายฝาได้ทุกขวด เกิดจากฝาขวดน้ำแต่ละฝานั้นมีขนาดของฝาไม่เท่ากัน เพราะเลือกใช้ขวดน้ำที่มีฝาปิดแบบมีสลักตั้งฝาขวด และพบว่า ขวดน้ำและฝาปิดต้องมีสภาพสมบูรณ์ จึงจะสามารถปิดฝาขวดน้ำได้สนิทถ้ามีสภาพไม่สมบูรณ์ จะไม่สามารถปิดฝาขวดน้ำได้

5. สรุป

บทความนี้นำเสนอการสร้างต้นแบบระบบลำเลียงสายพานสำหรับการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำลงขวดโดยใช้พีแอลซี สามารถบรรจุน้ำลงในขวดขนาด 250 มล. โดยบรรจุน้ำปริมาตร 230 มล. และสามารถปิดฝาขวดน้ำได้โดยใช้เวลาเฉลี่ย 14 วินาทีต่อขวด ค่าความผิดพลาดของปริมาตรน้ำที่บรรจุลงขวดน้อยกว่า 8% โดยการส่งงานผ่านหน้าจอตู้ควบคุมในโหมดอัตโนมัติ และสามารถส่งงานได้อย่างถูกต้องผ่านตู้ควบคุม

6. กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. สุชาดา สิทธิจึงสถาพร สำหรับคำแนะนำและความช่วยเหลือสำหรับการเขียนบทความ

เอกสารอ้างอิง

- [1] J. Ridley, "Mitsubishi FX Programmable Logic Controllers: Applications and Programming", Newnes, 2004.
- [2] W. Zhang, C. Zhang, C. Li, J. Zhou, "Design of Automatic Glass Bottle with Buckle Assembly Machine Based on PLC", in *Proc. IEEE International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR)*, Apr. 2020.
- [3] M. S. Ashhab, "Development of Automatic Diapers Packaging

Machine”, in *Proc. IEEE International Conference on Mechanical and Intelligent Manufacturing Technologies*, Jan. 2020.

- [4] D. S. V. S. Vardhan, Y. S. Narayan, “Development of an automatic monitoring and control system for the objects on the conveyor belt”, in *Proc. IEEE International Conference on Man and Machine Interfacing (MAMI)*, Dec. 2015.
- [5] A. I. Abashar, M. A. Mohammed, O. D. Abaker, “Automated and monitored liquid filling system using PLC technology”, in *Proc. IEEE International Conference on Communication, Control, Computing and Electronics Engineering (ICCCCEE)*, Jan. 2017.
- [6] สุชาติ สิริธังสลาพร, ณัฐพงศ์ แพน้อย, “เครื่องบรรจุน้ำดื่มอัตโนมัติโดยใช้พีแอลซี”, ECTICARD 2021, หน้า 43-46, 2564.



ณัฐพงศ์ แพน้อย จบการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาย่อยวิศวกรรมระบบวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ปัจจุบันเป็นอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาย่อยวิศวกรรมระบบวัดคุม สถาบันนวัตกรรมมหานคร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร งานวิจัยที่สนใจ ได้แก่

อัลกอริธึมพันธุกรรม (Genetic algorithm)

อภิรักษ์ คงประเวช จบการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิชาวิศวกรรมระบบวัดคุมและแมคคาทรอนิกส์ สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

เดชธร เหล็กอยู่มั่งต้น จบการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมไฟฟ้าสาขาวิชาวิศวกรรมระบบวัดคุมและแมคคาทรอนิกส์ สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

ปฎิพล ทรัพย์ทวีปัญญา จบการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมไฟฟ้า สาขาวิชาวิศวกรรมระบบวัดคุมและแมคคาทรอนิกส์ สถาบันนวัตกรรมมหานคร คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร