

เครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติ Semi – automatic Liquid Mixer Ratio

ณรงค์ บัณฑิตย์¹ และ สมานมิตร อยู่สุขสวัสดิ์¹

บทคัดย่อ

เครื่องดื่มในปัจจุบันนั้นมีมากมายหลายชนิด ทั้งที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ ให้ความสดชื่น ใช้เป็นส่วนผสมเพื่อปรุงรสให้กับอาหาร รวมไปถึงเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ ฉะนั้นในการปรุงรสแต่ละครั้งอาจมีความคลาดเคลื่อน ทำให้ผู้บริโภคเกิดความไม่มั่นใจในผลิตภัณฑ์นั้นๆ ดังนั้นผู้ประกอบการหรือผู้ให้บริการต้องพยายามทำให้สินค้าของตนมีมาตรฐานเดียวกัน ผู้วิจัยจึงได้ทำการสร้างเครื่องมือขึ้นมาเพื่อลดปัญหาดังกล่าว และเพื่อเป็นการยกระดับการให้บริการอย่างมีประสิทธิภาพ โดยใช้ชื่อว่า “เครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติ”

เครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติมีส่วนประกอบที่สำคัญคือ ส่วนรับข้อมูล ประกอบด้วยตัวอ่านรหัสแถบใช้อ่านแถบรหัสที่ติดอยู่ที่ข้างแก้ว เสดนเกจ ทำหน้าที่ชั่งน้ำหนักของของเหลว และเป็นกดทำหน้าที่รับค่าอัตราส่วนผสมของเหลว ส่วนประกอบที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งก็คือ ส่วนควบคุม โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) เป็นตัวควบคุม ส่วนโซลินอยด์วาล์วเป็นตัวเปิดปิดของเหลวแต่ละชนิด

ผลของการวิจัย ผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติสามารถผสมของเหลว 3 ชนิด โดยวิธีการชั่งน้ำหนัก ทำการชั่งน้ำหนักได้สูงสุด 300 กรัม โดยมีความละเอียดในการผสม 1 กรัม มีค่าผิดพลาดในการผสมสูงสุด 3.33 % ส่วนการอ่านแถบรหัสสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ : การผสมของเหลวแบบสัดส่วน, แถบรหัส, มาตรฐาน, เสดนเกจ

Abstract

There are so many kinds of drinking product nowadays, health mixing to dress the foods, including mix with alcohol. So each time with dressing displace may occur, which cause consumer not to be sure with those products, Therefore supplier or servers might try to standardize their products. Researcher himself build up appropriate device to relieve this problem, and upgrade to effective service which name “Semi-automatic Liquid Ratio Mixer”.

Semi-automatic Liquid Ratio Mixer contains input section, which barcode reader that sticks at side surface of glass. Strain gauge measures the weight of liquid, and keypad for input liquid ratio. One more important part is controller which microcontroller (MCS-51) to control Solenoid valves to release each kind of liquids.

Research result shows that three kinds of liquids can be mix by weight. Maximum weight is 300 grams, mixing resolution is 1 gram and appropriate maximum mixing error is 3.33 %, reading of barcode was working.

Keywords : liquid mixer ratio, barcode, standard, strain gauge

¹ อาจารย์, ภาควิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมไฟฟ้า, คณะวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

1. บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในปัจจุบันมีการประกอบธุรกิจในการให้บริการต่างๆ เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะการให้บริการด้านอาหารและเครื่องดื่ม เครื่องดื่มบางชนิดอาจต้องมีการปรุงแต่งเพื่อให้ได้รสชาติตรงตามความต้องการของผู้บริโภค แต่ละคนที่มีความต้องการที่แตกต่างกัน เช่นการผสมน้ำผลไม้ หรือเครื่องดื่มชนิดต่างๆ ซึ่งการผสมเครื่องดื่มแต่ละครั้งนั้นอาจเกิดความคลาดเคลื่อนของอัตราส่วนผสมของของเหลวชนิดต่างๆ ซึ่งจะส่งผลให้อาหารหรือเครื่องดื่มนั้นมีคุณภาพลดลง รวมไปถึงคุณภาพในการให้บริการจะลดลงตามไปด้วย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ผู้มาขอรับบริการมาก ๆ ก็อาจจะสร้างความสับสนให้กับผู้ปรุงแต่งจนอาจทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ จากปัญหาดังกล่าวจึงทำให้คณะผู้วิจัยมีแนวคิดที่จะสร้างเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติ เพื่อช่วยในการผสมอาหารและเครื่องดื่มในแต่ละครั้งมีส่วนผสมที่เที่ยงตรงและแน่นอน ซึ่งก็จะส่งผลให้เครื่องดื่มหรือผลิตภัณฑ์ต่างๆ มีคุณภาพดียิ่งขึ้น และยังเป็นการยกระดับการให้บริการซึ่งจะก่อให้เกิดความประทับใจของผู้รับบริการอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อศึกษาและสร้างเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติเป็นแบบกึ่งอัตโนมัติที่ใช้ในการผสมของเหลว 3 ชนิด ให้สามารถนำไปใช้ในสถานบริการและสถานประกอบการต่างๆ เพื่อเพิ่มคุณภาพของเครื่องดื่ม และเพิ่มประสิทธิภาพในการให้บริการของสถานประกอบการ

1.3 ผลที่ได้รับ

- 1.3.1 สามารถนำไปใช้ผสมของเหลว 3 ชนิด ให้ถูกต้องตามความต้องการ
- 1.3.2 เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการให้บริการ
- 1.3.3 สามารถนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาใช้งานให้เกิดประโยชน์
- 1.3.4 ใช้เป็นเครื่องต้นแบบที่สามารถนำไปพัฒนาให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. วิธีดำเนินการวิจัย

2.1 ออกแบบและสร้างโครงสร้างของเครื่อง

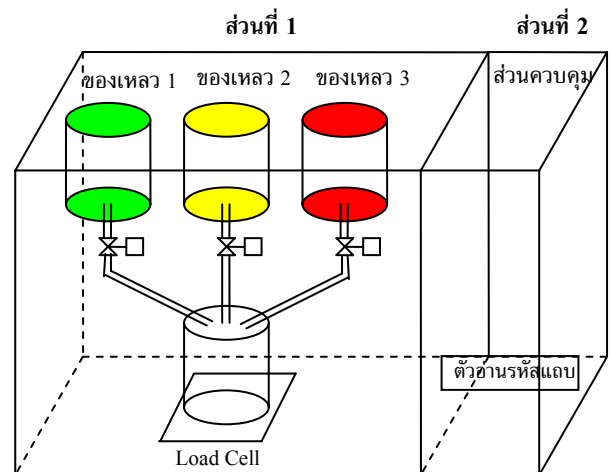
การออกแบบโครงสร้างของเครื่องนั้นต้องคำนึงถึงลักษณะของเครื่องให้เหมาะกับการใช้งานได้อย่างสะดวก รวมไปถึงเหมาะกับการใช้งานของทั้งผู้ให้บริการและผู้รับบริการ [1] โดยได้ออกแบบให้เครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติมีขนาดกว้าง 20 ซม. ยาว 60 ซม. สูง 54 ซม. ดังรูปที่ 1 ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

ส่วนที่ 1 ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. โหลดเซลล์ทำหน้าที่ชั่งน้ำหนักของของเหลว จะติดไว้ตรงบริเวณที่ใช้ตั้งแก้วรองรับของเหลว โดยโหลดเซลล์จะทำหน้าที่แปลงค่าน้ำหนักของของเหลวให้อยู่ในรูปสัญญาณทางไฟฟ้าแล้วส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผล [2]

2. ตัวอ่านรหัสแถบ ตัวอ่านรหัสแถบจะทำหน้าที่อ่านรหัสที่ติดไว้ข้างแก้วเพื่อเก็บรหัสของแก้วแต่ละใบไว้ในหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์

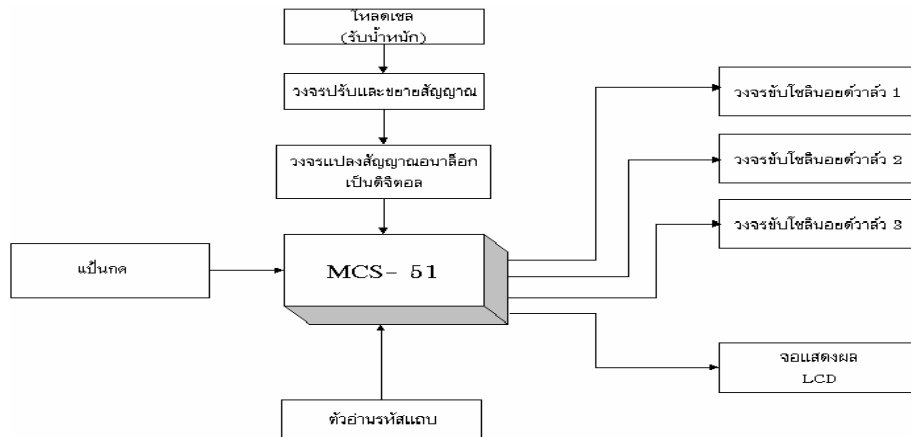
3. ถังบรรจุของเหลวจำนวน 3 ถัง มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 ซม. สูง 10 ซม. ถังบรรจุของเหลวนี้จะมีไว้เพื่อเก็บของเหลวทั้ง 3 ชนิดที่ต้องการนำมาผสมกัน โดยจะมีท่อส่งของเหลวจากถังบรรจุแต่ละถังมายังโซลินอยด์วาล์ว แล้วผ่านไปยังแก้วที่เตรียมไว้ ซึ่งแก้วนี้จะวางอยู่บนเครื่องชั่งน้ำหนัก [3]



รูปที่ 1 โครงสร้างเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติ

ส่วนที่ 2 ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

1. วงจรขยายสัญญาณ (Instrument Amplifier) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ได้รับจากโหลดเซลล์ซึ่งมีค่าน้อยมาก (มิลลิโวลต์) ให้มีค่าระดับแรงดันไฟฟ้าที่สูงขึ้น (โวลต์) เพื่อนำสัญญาณแรงดันที่ได้ไปทำการแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล
2. ภาคแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (A/D Converter) ซึ่งทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันไฟฟ้า ให้เป็นสัญญาณดิจิทัล เพื่อส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นำไปประมวลผลและแสดงค่าน้ำหนักโดยใช้ไอซีแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล LTC 1298 เป็นไอซีของ Linear Technology ความละเอียดในการแปลงสัญญาณ 12 บิต มีอินพุตรับสัญญาณอนาล็อก 2 ช่อง เมื่อกำหนดให้ทำงานแยกกัน หรือนำมาทำงานร่วมกันในโหมดดิฟเฟอเรนเชียลก็ได้ สัญญาณอินพุตที่ได้จากวงจรขยายสัญญาณมีค่า 0-5 โวลต์
3. ภาคควบคุม ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) เป็นตัวประมวลผล และควบคุมการทำงานของเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติ
4. ภาคแสดงผล ใช้จอแสดงผลแบบ LCD ขนาด 2 บรรทัด ทำหน้าที่แสดงผลของน้ำหนักที่ชั่งและข้อมูลต่างๆ ซึ่งถูกควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
5. แป้นกด ใช้แบบเมตริกซ์ 16 คีย์ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากผู้ใช้งานแล้วส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผล



รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติ

2.2 ออกแบบและสร้างวงจรภาคต่าง ๆ

2.2.1 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

หัวใจสำคัญของวงจรนี้คือ IC เบอร์ AT89C55 ทำหน้าที่รับสัญญาณเข้ามาทางพอร์ตอินพุตแล้วทำการเปรียบเทียบและประมวลผลแล้วส่งสัญญาณควบคุมทางพอร์ตเอาต์พุตตามโปรแกรมการทำงานที่กำหนดไว้

IC เบอร์ 8574 เป็นไอซีที่ใช้ในการขยายพอร์ต ใช้เป็นทั้งอินพุตและเอาต์พุตขนาด 8 บิต โดยรับสัญญาณจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ เข้ามาที่ขา SCL และ SDA ซึ่งไอซีแต่ละตัวจะต้องกำหนดขาแอดเดรสที่ต่างกัน ถ้าหากไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการติดต่อกับไอซีตัวใด ก็จะต้องส่งค่าแอดเดรสประจำไอซีตัวนั้นออกไปก่อน จึงจะสามารถเชื่อมโยงติดต่อกับข้อมูลกันได้

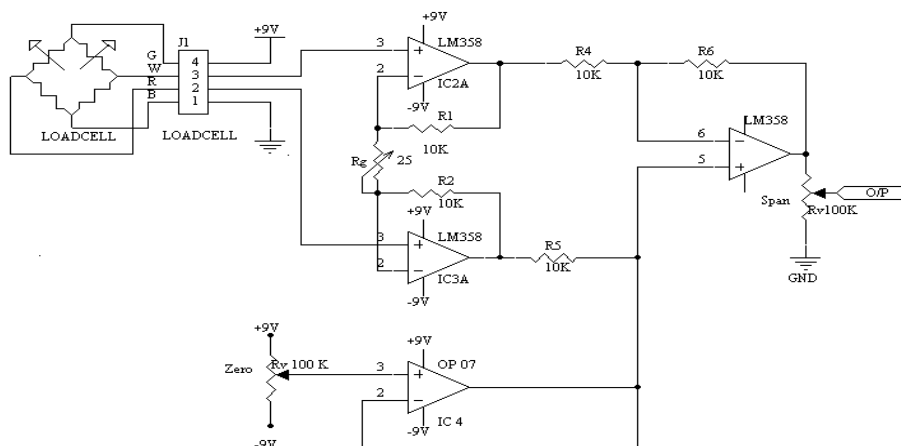
IC เบอร์ LTC 1298 เป็นไอซีที่ใช้แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลซึ่งรับสัญญาณจากโหลดเซลล์ซึ่งผ่านการขยายแรงดันแล้วมีแรงดัน 0-5 โวลต์ ความละเอียดที่ได้จากการแปลงคือ 12 บิต ต่อเข้ากับพอร์ต 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์

IC เบอร์ 6264 เป็นหน่วยความจำแบบ Static RAM ซึ่งมีขนาด 8 กิโลไบต์ * 8 บิตใช้สำหรับเก็บข้อมูล [5]

2.2.2 วงจรภาคจ่ายแรงดัน

ในการออกแบบวงจรจะแยกวงจรภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้าเป็น 2 ชุด ชุดแรกเป็นภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้โหลดเซลล์ซึ่งใช้แรงดันไฟบวก 9 โวลต์ และกราวด์ ส่วนวงจรขยายสัญญาณใช้แรงดันไฟบวก 9 โวลต์ และไฟลบ 9 โวลต์ และกราวด์ (GND) ซึ่งทั้งสองวงจรใช้แรงดันเท่ากันจึงใช้แหล่งจ่ายจากแหล่งเดียวกัน โดยใช้วงจรบริดจ์ร่วมกับไอซีเรกกูเลเตอร์เบอร์ 7809 และเบอร์ 7909 เพื่อให้ระดับแรงดันไฟฟ้ามีค่าคงที่

ส่วนชุดที่สองเป็นภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์และวงจรขับโซลินอยด์วาล์ว ซึ่งแยกวงจรออกจากภาคจ่ายแรงดันไฟฟ้าชุดแรก



รูปที่ 3 วงจรขยายสัญญาณแรงดัน

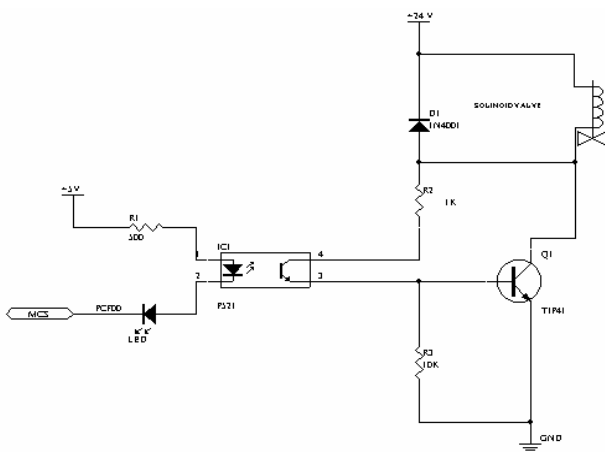
2.2.3 วงจรขยายสัญญาณ

วงจรขยายสัญญาณ จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณแรงดันที่ได้จากโหนดเซลล์จะมีระดับแรงดันต่ำมากมีค่าเป็นมิลลิโวลต์ให้มีขนาดเพียงพอที่จะนำไปใช้งาน

โดยสัญญาณที่ได้จากโหนดเซลล์จะเข้ามาทางอินพุตของวงจรขยายซึ่งมีค่าอิมพีแดนซ์สูง (High input impedance) โดยใช้ Op-amp 2 ตัวทำงานร่วมกัน สามารถทำการปรับอัตราขยายได้ด้วยตัวต้านทาน R_g (รูปที่ 3) ส่วน Op-amp ตัวหลังจะเป็นส่วนวงจรขยายความแตกต่างเป็นวงจรที่ใช้ Op-amp เพียงตัวเดียวทำหน้าที่ขยายสัญญาณ 2 สัญญาณที่ได้มาจากวงจรอินพุต [6]

2.2.4 วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว

วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว จะใช้ตัวเชื่อมต่อทางแสงเชื่อมต่อระหว่างด้านอินพุตและเอาต์พุต ซึ่งสัญญาณควบคุมจากบอร์ดควบคุม (MCS-51) เป็นลอจิก 0 เข้าที่ขา 2 (PCF00) ซึ่งเปรียบเสมือนเป็นกราวด์ และต่อไฟ +5 โวลต์จากบอร์ดควบคุมผ่าน R_1 500 Ω เข้าที่ขา 1 ของ IC OPTO(P521) ทำให้ครบวงจรทางด้านอินพุต LED 1 จะติดแสดงสถานะการทำงาน โดยใช้ IC OPTO (P521) เป็นตัว Isolate วงจรทางด้านอินพุตและเอาต์พุตให้แยกจากกันเพื่อป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกัน เมื่อทางด้านอินพุตส่งสัญญาณไปให้เอาต์พุต ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อทางแสงก็จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 (TIP41) เกิดการนำกระแสเนื่องจากได้รับการไบอัส ทำให้โซลินอยด์วาล์วสามารถทำงานได้ สำหรับ D1 (1N4001) ต่อไว้สำหรับป้องกันกระแสไหลย้อนกลับ ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4 วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว

2.3 เขียนโปรแกรมควบคุม

โปรแกรมควบคุมการทำงานจะใช้ภาษาแอสเซมบลีโดยจะมีอยู่สองส่วนคือโปรแกรมการผสมของเหลวที่กำหนดสัดส่วนไว้เรียบร้อยแล้วจำนวน 3 อัตราส่วน และอีกส่วนหนึ่งคือโปรแกรมสำหรับให้ผู้รับบริการเลือกส่วนผสมเองโดยสามารถเลือกอัตราส่วนผสมของเหลวแต่ละชนิดได้ที่แป้นกด แต่ต้องมีน้ำหนักรวมไม่เกิน 300 กรัม

2.4 ประกอบเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนอัตโนมัติ

ทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ คือ ตัวอ่านรหัสแถบ โหมดเซลล์ ถึงบรรจุของเหลวจำนวน 3 ถึง โซลินอยด์วาล์ว 3 ตัว รวมถึง แผงวงจรต่างๆ คือ วงจรควบคุม วงจรขยายสัญญาณ วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล วงจรขับโซลินอยด์วาล์ว แป้นกด จอแสดงผล และวงจรจ่ายแรงดันไฟฟ้า

2.5 ทดสอบการทำงาน

การทดสอบการทำงานของเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติมีอยู่ 2 ส่วนคือ ส่วนแรกคือการทดลองเพื่อหาค่าความเที่ยงตรงของอัตราส่วนของของเหลวทั้ง 3 ชนิด ส่วนที่สองคือส่วนของการอ่านรหัสแถบเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง

โดยมีขั้นตอนการทำงานของเครื่องดังนี้

1. เปิดสวิตช์ของเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติ

2. วางแก้วในตำแหน่งที่วางแก้ว

3. ตัวอ่านรหัสแถบจะอ่านแถบรหัสที่ติดอยู่ข้างแก้วเพื่อตรวจสอบว่าแก้วนั้นมีข้อมูลอยู่หรือไม่ ถ้ามีข้อมูลอยู่หลอดไฟ (LED) สีน้ำเงินจะติด แต่ถ้าไม่มีข้อมูลหลอดไฟ (LED) สีแดงจะติด

4. ทำการป้อนค่าของเหลวแต่ละชนิด (ชนิดที่ 1-3 เป็นกรัม) แล้วกด Run เครื่องจะทำการสั่งการให้ส่วนต่างๆ ทำงานตามขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1) ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1 เปิดให้ของเหลวชนิดที่ 1 ไหลลงสู่แก้ว ตัวตรวจสอบน้ำหนักก็จะทำการตรวจสอบค่าน้ำหนักแล้วส่งสัญญาณไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์จนได้ค่าน้ำหนักตามที่ตั้งไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 1 ปิด

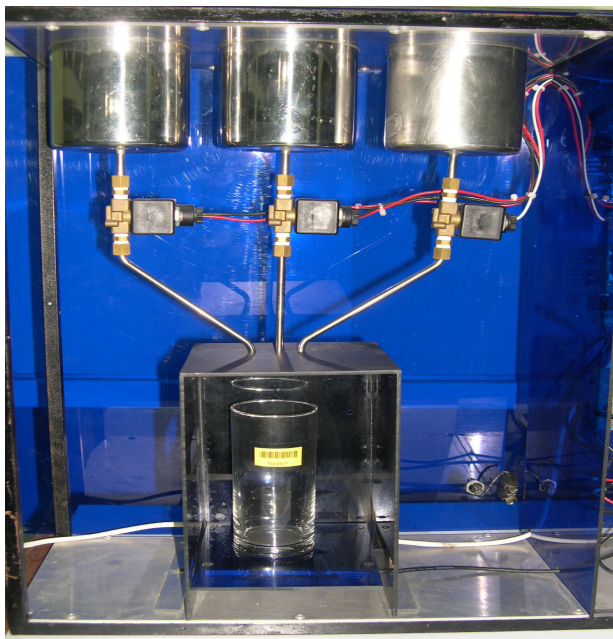
2) เมื่อของเหลวชนิดที่ 1 ได้ค่าน้ำหนักตามต้องการแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 2 เปิดให้ของเหลวชนิดที่ 2 ไหลลงสู่แก้ว ตัวตรวจสอบน้ำหนักก็จะทำการตรวจสอบค่าน้ำหนักแล้วส่งสัญญาณไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อได้ค่าน้ำหนักตามที่ตั้งไว้ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 2 ปิด

3) เมื่อของเหลวชนิดที่ 2 ได้ค่าน้ำหนักที่ต้องการแล้ว ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 3 เปิดให้ของเหลวชนิดที่ 3 ไหลลงสู่แก้ว ตัวตรวจสอบน้ำหนักก็จะทำการตรวจสอบค่าน้ำหนักแล้วส่งสัญญาณไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อได้ค่าน้ำหนักตามที่ตั้งไว้ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้โซลินอยด์วาล์วตัวที่ 3 ปิด เป็นเสร็จสิ้นการผสมของเหลวทั้ง 3 ชนิด

5. เมื่อต้องการจะนำแก้วเดิมกลับมาผสมในอัตราส่วนเดิมอีกครั้ง เครื่องก็จะทำการอ่านแถบรหัสที่ข้างแก้ว ซึ่งถ้าไม่มีการแก้ไขค่าอัตราส่วนผสมเดิมภายใน 4 วินาที ไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำข้อมูลที่มีอยู่เดิมกลับมาใช้ผสมของเหลวอีกครั้ง แต่ถ้าต้องการเปลี่ยนแปลงอัตราส่วนผสมใหม่ก็ให้ป้อนค่าของเหลวทั้ง 3 ชนิด แล้ว Run



รูปที่ 5 ชุดจ่ายและเก็บของเหลว



รูปที่ 6 ด้านหน้าของเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติ

3. ผลการทดลอง

เครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนมีส่วนประกอบอยู่หลายส่วน คือ ส่วนที่เป็นโครงสร้าง ส่วนของวงจรต่างๆ และส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม หลังจากที่ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนแล้วจึงได้ทำการทดลองการทำงานของเครื่อง โดยได้ทำการทดลองผสมของเหลว 3 ชนิด ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ทำการทดลองผสมของเหลวแบบสัดส่วน 10 แก้ว โดยให้อัตราส่วนของแต่ละแก้วที่ต่างกัน โดยเริ่มต้นที่อัตราส่วนผสมของเหลวอย่างละ 10 กรัม ไปจนถึง 100 กรัม น้ำหนักรวมสูงสุด 300 กรัม ทดลองเป็นจำนวน 5 ครั้ง ซึ่งมีผลของการทดลองเฉลี่ย ดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงค่าเฉลี่ยของผลการทดลอง 5 ครั้ง

แก้วที่	ค่าน้ำหนักของของเหลวที่กำหนด			ค่าเฉลี่ย น้ำหนักรวม ที่ชั่งได้ (กรัม)	ค่า ผิดพลาดเฉลี่ย (%)
	ชนิดที่ 1 (กรัม)	ชนิดที่ 2 (กรัม)	ชนิดที่ 3 (กรัม)		
1	10	10	10	29	3.33
2	20	20	20	59	1.66
3	30	30	30	89	1.11
4	40	40	40	118.8	1.00
5	50	50	50	148.6	0.93
6	60	60	60	178.6	0.77
7	70	70	70	209	0.47
8	80	80	80	238.8	0.50
9	90	90	90	268.6	0.51
10	100	100	100	298.6	0.46

จากตารางที่ 1 สรุปได้ว่า มีค่าผิดพลาดเฉลี่ยสูงสุด 3.33 %และผลการทดสอบการอ่านแอมป์สของเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนจำนวน 5 ครั้ง เฉลี่ยได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ผลการทดลองเฉลี่ย การอ่านรหัสบาร์โค้ด

แก้วที่	รหัสข้อมูล	รหัสบาร์โค้ดที่อ่านได้	ผลการอ่านรหัส
1	0000	0000	✓
2	0001	0001	✓
3	0002	0002	✓
4	0003	0003	✓
5	0004	0004	✓
6	0005	0005	✓
7	0006	0006	✓
8	0007	0007	✓
9	0008	0008	✓
10	0009	0009	✓

จากตารางที่ 2 สรุปได้ว่าการอ่านแอมป์สนั้นสามารถอ่านได้อย่างถูกต้อง

4. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

4.1 สรุปผลการวิจัย

จากการวิจัยเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัตินี้จะเห็นว่าเครื่องสามารถผสมของเหลวได้ 3 ชนิด ซึ่งของเหลวแต่ละชนิดมีน้ำหนักสูงสุด 100 กรัม รวมเป็นน้ำหนักสูงสุด 300 กรัม โดยมีค่าความละเอียดในการตั้งค่าของเหลวแต่ละชนิด 1 กรัม ซึ่งผลจากการทดลอง เครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติสามารถทำงานได้ในระดับดี โดยเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติมีค่า ผิดพลาดจากการชั่งน้ำหนักสูงสุด 3.33% ส่วนการอ่านแอมป์สทำงานได้อย่างถูกต้อง ซึ่งของเหลวที่ผสมนั้นไม่มี หรือรหัสที่ใกล้เคียงกันมากจนมนุษย์ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของส่วนผสมได้ ดังนั้นเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัตินี้สามารถนำไปใช้ในสถานประกอบการหรือสถานบริการต่างๆ ได้ และใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาให้สามารถใช้งานได้ดียิ่งขึ้น

4.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการวิจัยในครั้งนี้ เครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติสามารถนำไปใช้ได้กับของเหลวที่มีค่าความหนืดต่ำเท่านั้น จึงไม่สามารถใช้เครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติกับของเหลวที่มีค่าความหนืดสูงได้ ดังนั้นควรทำการพัฒนาเครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนให้สามารถใช้กับของเหลวที่มีค่าความหนืดสูงๆ ได้

5. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยเรื่อง “เครื่องผสมของเหลวแบบสัดส่วนกึ่งอัตโนมัติ” นี้สามารถดำเนินการจนสำเร็จได้ก็เพราะได้รับทุนสนับสนุนจากวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ประจำปี พ.ศ. 2546 ทางคณะผู้วิจัยจึงขอขอบคุณคณะผู้บริหารวิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ได้ให้โอกาสและสนับสนุนทุนวิจัยแก่ผู้วิจัยหน้าใหม่ให้ได้เริ่มทำการวิจัย ซึ่งจะส่งผลให้ผู้วิจัยใหม่ๆ สามารถทำการวิจัยในเรื่องอื่นๆ ต่อไปซึ่งงานวิจัยต่างๆ นี้ อาจก่อให้เกิดประโยชน์ต่อเศรษฐกิจและสังคม และขอขอบคุณผู้ที่เกี่ยวข้องและช่วยเหลือทุกๆ ท่านมา ณ โอกาสนี้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ฐิติกานต์ กลั่นวารี, สันติ ชัยยศตรีชนะ, วินธัย ทรัพย์สินชัย. “เครื่องผสมน้ำเต้าหู้อัตโนมัติ” กรุงเทพฯ : สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล (ออกแบบเครื่องกล) ภาควิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2544.
- [2] บุญยงค์ ภู่นันทพงษ์. การวัดและควบคุมทางอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์.
- [3] พิพัฒน์ เกิดศิริ, เสกสรร มงคลทรง, สยาม ปาละสาร. “การออกแบบและสร้างเครื่องผสมกาแฟอัตโนมัติ” กรุงเทพฯ : สาขาเทคโนโลยีเครื่องกล (ออกแบบเครื่องกล) ภาควิชาเครื่องกล วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.
- [4] สมศักดิ์ กิรติวุฒิเศรษฐ์. เครื่องมือวัดอุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : เพียรพัฒนาพรินต์ติ้ง จำกัด, 2537.
- [5] อุดม จินประดับ. ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2541.
- [6] J. Michael Jacob. **Industrial Control Electronics.** Prentice-International, Inc.