



EE03-แบบรายงานความก้าวหน้า

นักศึกษา ☒ ปกติ ☐ สมทบ

รายงานความก้าวหน้าโครงการวิศวกรรมไฟฟ้า
หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

รหัสโครงการ :

ชื่อโครงการ

เครื่องกวนและบรรจุน้ำตาลปี๊บแบบกึ่งอัตโนมัติ
Semi-Automatic Sugar Stirring and Packing Machine

ผู้จัดทำ

ชื่อ-สกุล นายพชร ดิกขณา

รหัสนักศึกษา164404130029 โทร. 0937462413

ชื่อ-สกุล นายสหภาพ สุทธา

รหัสนักศึกษา164404130031 โทร. 0950395486

ความเห็นอาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ได้ตรวจโครงการแล้ว เห็นควร ☐ อนุมัติให้สอบได้ ☐ ปรับปรุงเนื้อหาหรือรูปแบบใหม่ ลงชื่อ (.....)	ความเห็นอาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ได้ตรวจโครงการแล้ว เห็นควร ☐ อนุมัติให้สอบได้ ☐ ปรับปรุงเนื้อหาหรือรูปแบบใหม่ ลงชื่อ (.....)
---	---

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย

น้ำตาลเทียมเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีบทบาทสำคัญในอุตสาหกรรมอาหารและเครื่องดื่ม โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่ผู้บริโภคให้ความสำคัญกับสุขภาพและการลดปริมาณน้ำตาลในอาหาร การผลิตน้ำตาลเทียมในชุมชนสหิงพระ จังหวัดสงขลา ถือเป็นหนึ่งในแนวทางการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจให้กับท้องถิ่น อย่างไรก็ตาม กระบวนการผลิตน้ำตาลเทียมส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการแบบดั้งเดิม ซึ่งต้องพึ่งพาแรงงานคนเป็นหลักในขั้นตอนการกวนส่วนผสม การผลิตในรูปแบบดังกล่าวไม่เพียงแต่ใช้แรงงานและเวลา มาก แต่ยังมีความเสี่ยงที่จะเกิดความไม่สม่ำเสมอในคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปัญหาดังกล่าวจึงเป็นอุปสรรคสำคัญที่ทำให้ชุมชนไม่สามารถขยายการผลิตหรือตอบสนองความต้องการของตลาดที่เพิ่มขึ้นได้



รูปที่ 1.1 การทำน้ำตาลเทียมชุมชนโพรงแซ่

ด้วยเหตุนี้ การพัฒนาเครื่องกวนน้ำตาลเทียมกึ่งอัตโนมัติที่เหมาะสมกับบริบทของชุมชนสหิงพระจึงเป็นสิ่งสำคัญ เครื่องจักรที่ออกแบบมาเพื่อช่วยลดภาระการใช้แรงงานคนในขั้นตอนการกวนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิต พร้อมทั้งสามารถควบคุมคุณภาพของผลิตภัณฑ์ให้มีความสม่ำเสมอมากยิ่งขึ้น นอกจากนี้ การใช้ทรัพยากรในพื้นที่ เช่น พื้นเป็นแหล่งพลังงานในกระบวนการผลิต ยังช่วยลดต้นทุนการผลิตและสอดคล้องกับวิถีชีวิตของชุมชน โครงการนี้จึงมุ่งเน้นการผสมผสานระหว่างภูมิปัญญาท้องถิ่นและเทคโนโลยีสมัยใหม่ เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตที่ตอบโจทย์ทั้งในด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม

นอกจากนี้เครื่องกวนน้ำตาลเทียมกึ่งอัตโนมัติยังเป็นนวัตกรรมที่สามารถช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนแรงงานในชุมชน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกลุ่มผู้ผลิตรายย่อยที่ไม่มีทรัพยากรเพียงพอในการจ้างแรงงานเพิ่มเติม เครื่องจักรดังกล่าวไม่เพียงช่วยลดเวลาและแรงงานในกระบวนการผลิตแต่ยังส่งเสริมให้ชุมชนสามารถขยายกำลังการผลิตและเพิ่มศักยภาพในการแข่งขันในตลาดได้โครงการนี้จึงเป็นการสร้างรากฐานที่สำคัญในการพัฒนาเศรษฐกิจท้องถิ่น พร้อมทั้งยกระดับคุณภาพชีวิตของชาวบ้านในชุมชนให้ดีขึ้นอย่างยั่งยืน

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องกวนน้ำตาลเทียมกึ่งอัตโนมัติในกระบวนการผลิตน้ำตาลเทียม

1.2.2 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องกวนน้ำตาลเทียมกึ่งอัตโนมัติโดยการประยุกต์ใช้บอร์ด Arduino Mega 2560 ในการควบคุมการทำงาน

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.3.1 ได้ความรู้จากการทำงานของเครื่องกวนน้ำตาลเทียมกึ่งอัตโนมัติ และควบคุมการทำงานได้อย่างแม่นยำ

1.3.2 ได้เครื่องกวนน้ำตาลและบรรจุน้ำตาลปี๊บแบบกึ่งอัตโนมัติที่สามารถช่วยลดภาระการใช้แรงงานคนในกระบวนการผลิตและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตน้ำตาลเทียม

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 สร้างเครื่องกวนน้ำตาลเทียมแบบกึ่งอัตโนมัติ แบบ 2 ถังกวน จำนวน 1 เครื่อง ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.2 สามารถเลือกการทำงานได้ 2 แบบ (น้ำตาลปี๊บกับน้ำตาลแว่น)

1.4.3 เครื่องสามารถปรับความเร็วการกวนได้ตามอุณหภูมิและความหนืด

1.4.4 มีจอแสดงผลอุณหภูมิ ความหนืด เวลาในการทำงาน และเสียงเตือนเมื่อเสร็จสิ้นแต่ละกระบวนการ

1.4.5 เครื่องสามารถถ่ายเทน้ำตาลเทียมลงภาชนะปริมาตร 18 ลิตรได้ไม่น้อยกว่า 3 ถังในแต่ละรอบ

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับโครงงาน

1.5.2 ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

1.5.3 ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ที่นำมาทำโครงงาน

1.5.4 ศึกษาการทำงานของเครื่องกวนน้ำตาลเทียมกึ่งอัตโนมัติ

1.5.5 สอบหัวข้อโครงงาน

1.5.6 จัดซื้ออุปกรณ์ และเริ่มทำชุดควบคุม

1.5.7 รายงานความก้าวหน้า

1.5.8 ทดสอบการทำงาน

1.5.9 แก้ไขข้อผิดพลาด

1.5.10 สรุปผลการทำงาน

1.5.11 จัดทำปริญญานิพนธ์

1.5.12 สอบจบโครงงาน

1.6 แผนการดำเนินงาน

ระยะเวลาดำเนินการ	พ.ย 67	ธ.ค 67	ม.ค 68	ก.พ. 68	มี.ค 68	เม.ย 68	พ.ค 68	มิ.ย 68
1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ								
2. ปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ								
3. ออกแบบโครงสร้างชิ้นงานและหลักการดำเนินงาน								
4. สอบหัวข้อปริญญานิพนธ์								
5. ทำโครงสร้าง								
6. ฝึกเขียนโปรแกรมการทำงาน								
7. รายงานความก้าวหน้า								
8. ทดสอบและปรับปรุง								
9. จัดทำปริญญานิพนธ์								
10. สอบจบโครงการ								

บทที่2

ทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎี

2.1 ทบทวนวรรณกรรม

ณัฐวรรตน์ ขจัดภัย และ คณะ (2564) ได้ทำการศึกษาและออกแบบเครื่องกวนน้ำตาลโตนดจากพลังงานแสงอาทิตย์

ศึกษาและออกแบบเครื่องกวนน้ำตาลโตนดจากพลังงานแสงอาทิตย์โดยทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกวนน้ำตาลโตนดระหว่างแรงคนกับเครื่องกวนน้ำตาลโตนดจากพลังงานแสงอาทิตย์ประกอบด้วยมอเตอร์กระแสตรงขนาด 60 วัตต์ 12 โวลต์ โดยใช้แบตเตอรี่ Charger controller แบบ MPPT ขนาด 10 แอมป์เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ชาร์จประจุไฟฟ้าที่ได้รับจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์มาประจุให้กับแบตเตอรี่แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 45 แอมป์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เก็บประจุไฟฟ้าที่สามารถผลิตไฟฟ้าออกไปใช้งานได้ทันทีในวันที่ไม่มีแสงแดดจากผลการทดลองพบว่าการกวนน้ำตาลแต่ละครั้งจะใช้น้ำตาลปริมาณ 18 ลิตรต่อการอบการผลิตเมื่อเปรียบเทียบแรงงานจากคนจะใช้ระยะเวลาในการกวนน้ำตาลเป็นเวลา 60 นาทีโดยใช้เวลาแรงงานคน 1-2 คนผลัดเปลี่ยนกันซึ่งรอบการกวนของแรงงานจากคนอยู่ที่ 40 รอบต่อนาทีซึ่งเมื่อใช้เครื่องจักรในการกวนน้ำตาลใช้เวลา 35 นาทีโดยที่รอบการกวนของใบพัดอยู่ที่ 100 รอบต่อนาทีซึ่งเมื่อเปรียบเทียบการกวนทั้งสองรูปแบบการกวนโดยใช้เครื่องจักรจะทำให้มีช่วงต่างของเวลาเมื่อเปรียบเทียบกับแรงงานคนอยู่ที่ 25 นาทีซึ่งสามารถนำเวลาไปทำกระบวนการต่างๆในการผลิตต่อได้ [1]

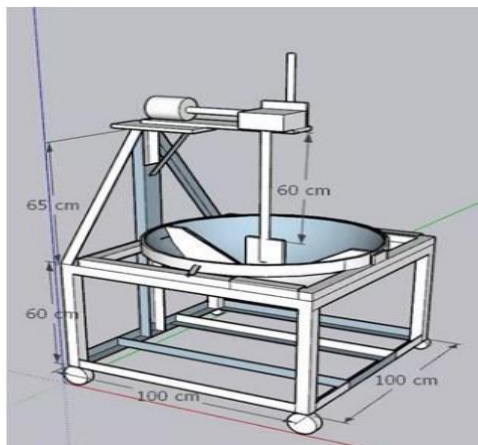


รูปที่ 2.1 การเคี่ยวโดยใช้เครื่องกวนพลังงานแสงอาทิตย์

ภาคิน มณีโชติ และ คณะ (2564) ได้ทำการพัฒนาเครื่องกวนผลไม้แปรรูปที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านป่าซวนผลไม้กวนแปรรูป ตำบลวังหิน อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก

การพัฒนาเครื่องกวนผลไม้แปรรูปเหมาะสมกับผู้สูงอายุในกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านป่าซวนผลไม้กวนโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องกวนผลไม้แปรรูปที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุและเพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบในพื้นที่ชุมชน ประชาชนส่วนใหญ่ประกอบอาชีพเกษตรกรรม

เช่น การทำไร่ ทำนา ทำสวน เป็นต้น การทำสวนผลไม้เป็นอีกอย่างที่ประชาชนทำการเพราะปลูกเป็นอาชีพหลักเนื่องจากอยู่ในที่ลุ่มมีแม่น้ำปิงไหลผ่านทำให้เหมาะแก่การทำสวนผลไม้ในช่วงที่ผลผลิตตกต่ำชาวบ้านได้นำผลไม้มาทอนและนำไปขายซึ่งสามารถเพิ่มรายได้ให้เกษตรกรได้พอสมควรดังนั้นในพื้นที่นี้จึงมีเกษตรกรนิยมนำผลไม้มาแปรรูปและนำไปขายเพื่อเพิ่มรายได้ ซึ่งในการทอนผลไม้ต้องอาศัยแรงงานและคนที่มีแรงซึ่งอยู่ในวัยฉกรรจ์แต่เกษตรกรในพื้นที่โดยส่วนใหญ่ที่ทำอาชีพจะเป็นสูงอายุเนื่องจากคนวัยทำงานไปทำงานอยู่นอกพื้นที่จึงทำให้คนส่วนใหญ่เป็นผู้สูงอายุส่งผลให้ไม่สามารถทอนผลไม้ได้ในเวลานานและทำให้เกิดการใช้แก๊สในปริมาณที่มากขึ้นคณะผู้วิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะออกแบบและพัฒนาเครื่องทอนที่เหมาะสมสำหรับผู้สูงอายุเพื่ออำนวยความสะดวกและทุนแรงให้กับผู้สูงอายุลดระยะเวลาในการทอนให้กับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านป่าซวนผลไม้ทอนโครงสร้างเครื่องทอนผลไม้แปรรูปเหมาะสมกับผู้สูงอายุโดยมีขนาดฐานกว้างเท่ากับ 100 เซนติเมตรและความยาวเท่ากับ 100 เซนติเมตรความสูงเท่ากับ 60 เซนติเมตรส่วนฐานตัวทอนเท่ากับ 65 เซนติเมตรและความยาวของตัวทอนเท่ากับ 60 เซนติเมตรโดยส่วนของตัวทอนจะมีมอเตอร์ในการหมุนแกนเพื่อให้ตัวทอนทำงานและเมื่อทอนผลไม้แปรรูปเสร็จเครื่องทอนนี้สามารถยกขึ้นได้เพื่อให้สามารถนำกระทะเทหรือสามารถตักผลไม้ทอนที่ทอนเสร็จได้ง่ายขึ้น □

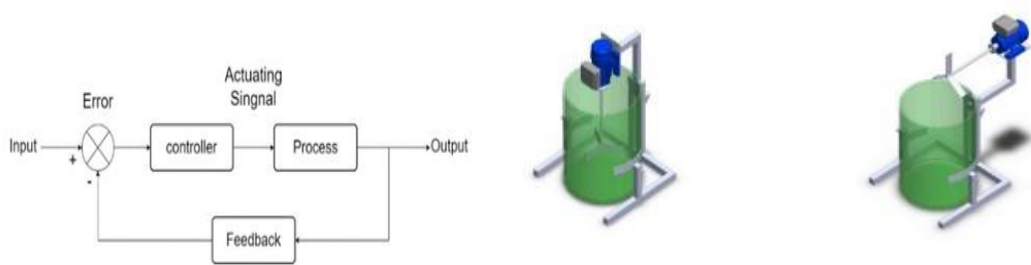


รูปที่ 2.2 โครงสร้างเครื่องทอนผลไม้แปรรูป

ปาริมา ผุยแสงพันธ์ และ ชัยยงค์ เสริมผล (2565) ได้ทำการศึกษาการควบคุมการทำงานของเครื่องทอนสารด้วยระบบควบคุมวงลูปปิด

จัดทำขึ้นเพื่อ ออกแบบ สร้าง และทดสอบประสิทธิภาพเครื่องทอนสารด้วยระบบควบคุมวงลูปปิดโดยใช้ไมโคร คอนโทรลเลอร์ในการควบคุมหลักและสามารถวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ด้วยไมโครวัดการใช้พลังงาน (PZEM-004T) ระบบควบคุมเครื่องทอนสารที่สร้างขึ้นสามารถทำการประเมินค่าความหนืดการทำงานของเครื่องจะอาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์ภายใต้สภาวะคงตัวเมื่อมีมอเตอร์หมุนจะทำให้เกิดทอร์กหน่วงที่กระทำต่อพื้นผิวใบพัดอันเป็นผลมาจากการเคลื่อนที่ของของเหลวภายในเครื่องทอนสารและทอร์กหน่วงที่เกิดขึ้นนั้นแปรผันกับความหนืดของสารที่ทำการผสมนอกจากนี้จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องทอนสารพบว่าสิ่งสำคัญที่ควรพิจารณาในการทอนสารก็คือระยะเวลาและความเป็นเนื้อเดียวกันของสารเมื่อเริ่มทำการทอนสารผสมจะทำให้แรงต้านจากแรงเฉือนระหว่างใบพัดทอนสารกับสาร

ผสมมากกว่าแรงที่ถูกส่งมาจากมอเตอร์ส่งผลทำให้ความเร็วและประสิทธิภาพของเครื่องกวสาลดลงไปด้วยทำให้เกิดความสูญเสียในคุณภาพของเนื้อสารที่ไม่ได้มาตรฐาน การควบคุมประสิทธิภาพในการการออกแบบเครื่องกวสาลในที่นี้จำเป็นต้องคำนึงถึงการกำหนดโครงสร้างทางกลของเครื่องและระบบสั่งงานต่างๆตัวอย่างเช่นการกำหนดค่าทางกลของเพลากับกวนที่ทำการกวสาลผสมซึ่งใบกวนจะเชื่อมต่อกับมอเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ต้นกำลังโดยผ่านก้านใบกวนเส้นผ่านศูนย์กลางความสูงของเพลาลอดจนรูปร่างและตำแหน่งของใบพัดเป็นต้นและอีกสิ่งหนึ่งคือการปรับระดับความเร็วให้ได้หลายระดับเพื่อที่จะควบคุมระดับความเร็วของเครื่องกวให้ได้ตามความต้องการและเหมาะสมกับลักษณะของเนื้อสารที่จะนำไปผสมกันให้เกิดเป็นสารใหม่นั้นๆรวมไปจนถึงความเสถียรในการผสมเพื่อที่จะไม่ต้องกังวลถึงเรื่องเนื้อที่ไม่เท่ากันน้ำหนักมือที่ลงมือไม่ทันความไม่เป็นเนื้อเดียวกันและการลดระยะเวลาในการผสม [3]



รูปที่ 2.3 การออกแบบเครื่องกวสาลและระบบควบคุมเครื่องกวแบบวนลูปิด

ปิยะพงศ์ นครจิตร (2565) ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องกวสาละแมโบราณกึ่งอัตโนมัติด้วย มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เป็นการศึกษาการทำงานของระบบคอนโทรลเลอร์ออกแบบและประยุกต์ใช้อุปกรณ์ให้ทำงานตามระบบที่ต้องการโดยการทำงานจะมีระบบต้นกำลังคือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24V สายพานและพลุเลย์ที่หมุนไม่พ่ายเพื่อทำการกวนเนื่องจากผู้วิจัยได้ลงพื้นที่พบว่าชาวบ้านในชุมชนทำขนมกะละแมโบราณโดยใช้คนทำโดยที่ต้องนั่งเฝ้าและใช้เวลาในการทำที่นานมากจากการทบทวนวรรณกรรมพบว่าการประดิษฐ์เครื่องกวสาละแมโบราณขึ้นมาได้ผู้วิจัยจึงได้เรียนรู้และศึกษาและสรุปได้ว่าเครื่องที่เขาประดิษฐ์ขึ้นมาชิ้นนี้ได้แค่กวนและมีราคาที่สูงมากผู้วิจัยจึงได้เกิดแนวคิดนี้ขึ้นมาว่าจะประดิษฐ์เครื่องที่มีฟังก์ชันใช้งานมากกว่าโดยที่มีราคาที่ถูกเครื่องกวสาละแมโบราณแบบกึ่งอัตโนมัติเครื่องนี้สามารถช่วยลดการใช้แรงงานคน และเวลาในการทำได้อีกทั้งยังสามารถทำให้คุณภาพที่ผลิตสินค้าออกมาอยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกันได้โดย อาศัยเวลาในการกวนและอุณหภูมิที่เท่าเดิมมอเตอร์เกียร์ทดหรืออีกชื่อเรียกคือเฟืองทดรอบซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งกำลังผ่านฟันเฟืองในลักษณะของแรงบิดถ้าหากแบ่งประเภทของเฟืองตามลักษณะของฟันเฟืองก็จะสามารถแบ่งได้เป็น เฟืองตรง,เฟืองเฉียง,เฟืองก้างปลา,เฟืองสะพานและ เฟืองดอกจอก ซึ่งลักษณะของฟันเฟืองก็จะสามารถช่วยในการทดรอบให้ใช้กำลังน้อยลงในการขับเคลื่อนกลไกให้เคลื่อนด้วยความเร็วสูงขึ้นซึ่งจะใช้หลักการในการทดรอบได้แก่ใช้เฟืองขับที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าใช้ในการขับเฟืองตามที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางที่มีขนาดเล็กกว่า เช่น กังหัน วิดน้ำ โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid State Relay) โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid State Relay) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็น

สวิตช์ โดยไม่มีหน้าสัมผัสใช้สำหรับตัดและต่อวงจรโซลิตสเตตรีเลย์ผลิตจากอุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ทำหน้าที่ คล้ายกับรีเลย์ไม่มีเสียงไม่มีหน้าสัมผัสไม่เกิดเสียงดังเวลาใช้งานมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 24V สายพานและพลูเลย์ ที่หมุนไม้พาย เพื่อทำการกวนส่วนผสมระบบการทำงานจะมี 2 ระบบ คือ 1) ระบบ Manual 2) ระบบอัตโนมัติซึ่งทั้ง 2 ระบบจะมีแหล่งจ่าย 220V ให้กับสวิตชิงพาวเวอร์ ซัพพลาย 24V เพื่อทำการแปลงให้เป็นไฟกระแสตรงเพื่อจ่ายไฟให้อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม ระบบ อัตโนมัติจะทำงานตามเวลาที่ตั้งค่าไทม์เมอร์และมีบัสเซอร์ทำการแจ้งเตือนเมื่อจบการทำงาน [4]



รูปที่ 2.4 โครงสร้างเครื่องกวนกาละแมโบราณกึ่งอัตโนมัติ

2.2 แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการทบทวนงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การควบคุมการทำงานของเครื่องกวนน้ำตาลเทียมกึ่งอัตโนมัติดังต่อไปนี้

2.2.1 เครื่องกวนสาร

เครื่องกวนเป็นเครื่องมือชนิดหนึ่งที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในภาคการศึกษาอุตสาหกรรมและทางการแพทย์เป็นต้นโดยทั่วไปแล้วเครื่องกวนจะกวนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) หรือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor) เป็นอุปกรณ์ต้นกำลังของการกวนการผสมสารแต่ละชนิดมีความหนืดและลักษณะไม่เหมือนกัน ดังนั้นการเลือกใช้เครื่องกวนจึงขึ้นอยู่กับลักษณะของสารที่ทำการผสมโดยเครื่องกวนสารสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือเครื่องกวนสารแบบใบพัดหรือแบบใบกวน (stirrer machine) และเครื่องกวนสารแบบแท่งแม่เหล็ก (magnetic stirrer machine)

1) เครื่องกวนสารแบบใบพัดหรือใบกวน (stirrer machine) เป็นเครื่องกวนที่นิยมใช้งานกันอย่างแพร่หลายด้วยลักษณะการกวนโดยใช้ใบกวนทำการกวนสารผสมซึ่งใบกวนจะเชื่อมต่อกับมอเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ต้นกำลังโดยผ่านก้านใบกวนใบพัดหรือใบกวนของเครื่องกวนประเภทนี้นิยมใช้สแตนเลส (Stainless Steel) เพราะวัสดุชนิดนี้สามารถป้องกันสนิมจากการทำปฏิกิริยาระหว่างออกซิเจนกับธาตุโลหะ และสามารถป้องกันการกัดกร่อนจากสารผสมได้อีกทั้งใบพัดหรือใบกวนมีหลากหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานทำให้เครื่องกวนสารแบบใบพัดหรือใบกวนสามารถกวนสาร

ผลหรือของเหลวที่ความหนืดสูงหรือต่ำได้ขึ้นอยู่กับกำลังของมอเตอร์และชนิดของเครื่องกวนสารโดยสามารถแบ่งลักษณะการใช้งาน



รูปที่ 2.5 เครื่องกวนสารแบบใบพัดหรือใบกวน

2) เครื่องกวนสารแบบแท่งแม่เหล็ก(magnetic stirrer machine)เป็นเครื่องกวนสารที่นิยมใช้งานด้านวิทยาศาสตร์และการแพทย์เป็นส่วนใหญ่มีลักษณะการกวนคือใช้แท่งแม่เหล็กหรือแท่งกวน (magnetic bar) ทำหน้าที่กวนหรือผสมสารโดยใช้มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ต้นกำลังในการกวนสารซึ่งแท่งกวนสารกับมอเตอร์ไม่ได้เชื่อมต่อกันโดยตรงแต่จะใช้หลักการการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กระหว่างแท่งกวนกับแม่เหล็กถาวรที่ยึดติดกับก้านเพลลาของมอเตอร์เนื่องจากแท่งกวนสารไม่เชื่อมต่อกับมอเตอร์ โดยตรงจึงทำให้ไม่มีสารตกค้างจากสารอื่นเช่นน้ำหล่อลื่นที่มอเตอร์เป็นต้น แท่งกวนสารสามารถทำความสะอาดได้ง่ายกว่าใบกวนของเครื่องกวนแบบใบพัดหรือใบกวนจึงทำให้เครื่องกวนสารแบบแท่งแม่เหล็กเหมาะกับการใช้ผสมสารเคมีในงานทดลองทั้งในส่วนทางการแพทย์ วิทยาศาสตร์ และกระบวนการอื่น ๆ



รูปที่ 2.6 เครื่องกวนสารแบบแท่งแม่เหล็ก

ที่มา : <https://www.spscience.com/product/>

2.2.2 ระบบควบคุม

ระบบควบคุม คือ ส่วนประกอบหลายๆส่วนต่อเชื่อมกันขึ้นเป็นระบบที่จะให้การตอบสนองตามต้องการ พื้นฐานของการวิเคราะห์ระบบจะมีพื้นฐานจากทฤษฎีระบบเชิงเส้นซึ่งจะแสดงความสัมพันธ์ของอินพุตและเอาต์พุตหรือการตอบสนองในส่วนอินพุตและเอาต์พุตของระบบมักแทนด้วยสัญญาณโดยสัญญาณอินพุตจะเป็นส่วนสำคัญของผลลัพธ์หรือเอาต์พุตระบบควบคุมสามารถแบ่งออกเป็น2ระบบ ระบบควบคุมแบบวงเปิด (open loop control system) และระบบควบคุมแบบวงปิด (closed loop control system)

1) ระบบควบคุมแบบวงเปิดหรือระบบควบคุมแบบไม่ป้อนกลับ (open loop control system or no feedback control system) เป็นระบบควบคุมส่วนใหญ่จะต้องอาศัยการคาดคะเนและการตัดสินใจในการ กำหนดอินพุตตัวอย่างเช่น การควบคุมอัตราการไหล ของน้ำประปาในครัวเรือน การควบคุมมอเตอร์ของพัดลม เพื่อระบายอากาศที่มีการติดตั้งอุปกรณ์เปิด-ปิดเท่านั้น เป็นต้น ข้อดีของระบบควบคุมนี้คือไม่มี ความซับซ้อนควบคุมง่ายแต่อย่างไรก็ตามระบบควบคุมแบบวงเปิดนี้จะไม่สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดใด ๆ หากมีการรบกวนจากภายนอกและไม่สามารถมีส่วนร่วมในการเรียนรู้เครื่องเนื่องจากไม่มีการส่งข้อมูลป้อนกลับไปเพื่อพิจารณาว่าผลลัพธ์ที่ได้บรรลุเป้าหมายที่ต้องการตามคำสั่งของอินพุตแล้วหรือไม่

2) ระบบควบคุมแบบวงปิดหรือระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (closed loop control system or feedback control system) ระบบควบคุมแบบป้อนกลับจะแตกต่างจากระบบควบคุมแบบเปิดก็คือ มีการนำเอาผลที่ได้จากการตอบสนองของระบบมาป้อนกลับเพื่อเปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุตอ้างอิงซึ่งจะได้ผลต่างความคลาดเคลื่อน (error) ระหว่างสัญญาณอินพุตอ้างอิงกับสัญญาณเอาต์พุตเพื่อนำมาสร้างสัญญาณกระตุ้นระบบเพื่อแก้ไขให้ผลต่างความคลาดเคลื่อนลดน้อยลงซึ่งผู้ควบคุมสามารถกำหนดเอาต์พุตให้กับระบบควบคุมแบบป้อนกลับได้ซึ่งมีหลักการดังนี้ นำผลต่างความคลาดเคลื่อนระหว่างสัญญาณอินพุต กับสัญญาณเอาต์พุตมาประมวลผลผ่านระบบควบคุม (controller) เพื่อกระตุ้นสัญญาณ (actuator) ในระบบ (system) ให้ตอบสนองตามที่ต้องการซึ่งระบบควบคุมแบบปิดเป็นที่นิยมใช้ในปัจจุบันและมีประสิทธิภาพในการควบคุมการตอบสนองมากกว่าระบบควบคุมแบบเปิด [5]

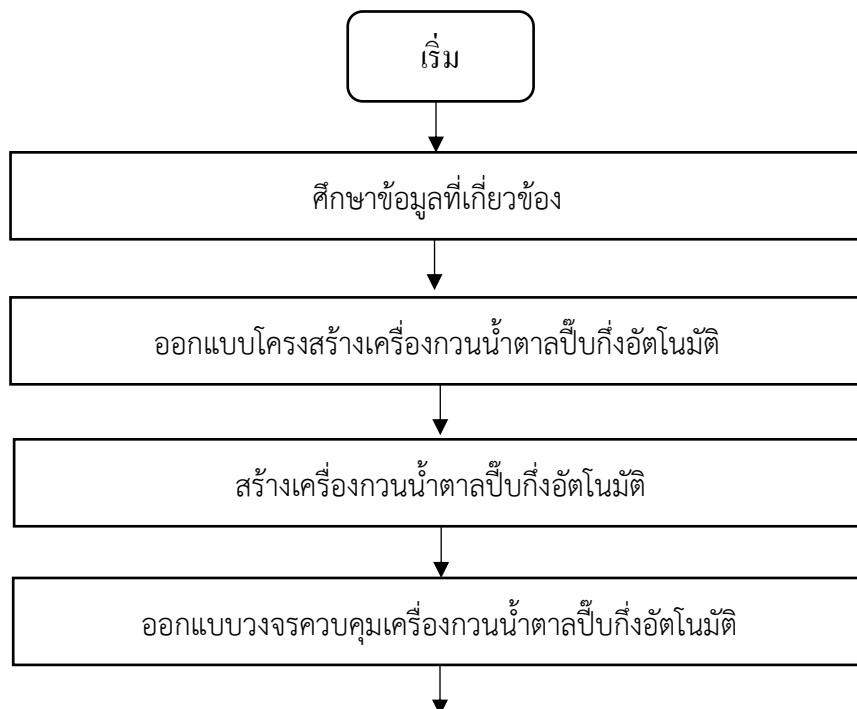
บทที่ 3

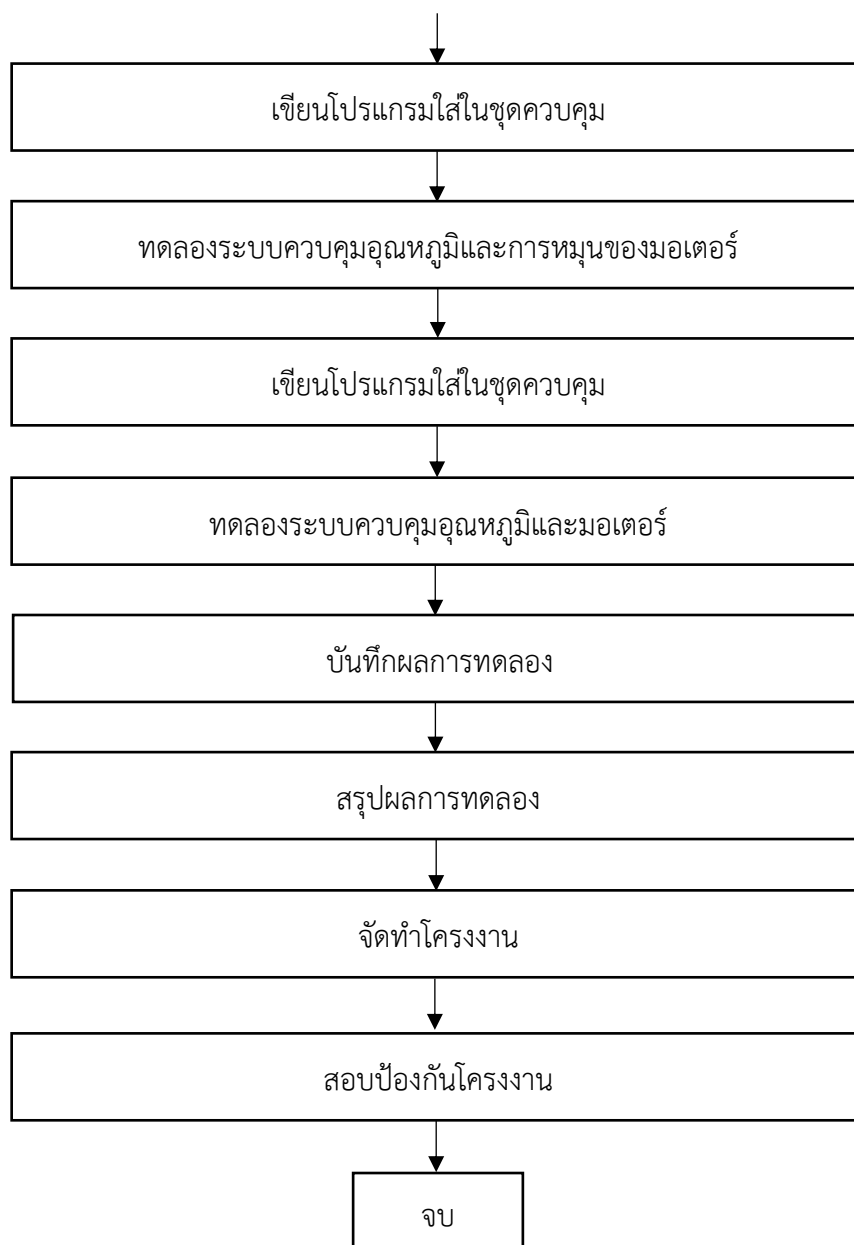
วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้ได้กล่าวถึง การออกแบบโครงสร้างของเครื่องกวนน้ำตาลปี๊บกึ่งอัตโนมัติ การสร้างโครงสร้างของเครื่องกวนน้ำตาลปี๊บกึ่งอัตโนมัติแบบสองถังกวน อุปกรณ์ควบคุมที่ใช้ในเครื่องกวนน้ำตาลปี๊บกึ่งอัตโนมัติ และการคำนวณความหนืดของน้ำตาลด้วยการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์แบบอัตโนมัติตามความหนืด

1. สร้างเครื่องกวนน้ำตาลเทียมแบบกึ่งอัตโนมัติ แบบ 2 ถังกวน จำนวน 1 เครื่อง ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
2. สามารถเลือกการทำงานได้ 2 แบบ (น้ำตาลปี๊บกับน้ำตาลแว่น)
3. เครื่องสามารถปรับความเร็วการกวนได้ตามอุณหภูมิและความหนืด
4. มีจอแสดงผลอุณหภูมิ ความหนืด เวลาในการทำงาน และเสียงเตือนเมื่อเสร็จสิ้นแต่ละกระบวนการ
5. เครื่องสามารถถ่ายเทน้ำตาลเทียมลงภาชนะปริมาตร 18 ลิตรได้ไม่น้อยกว่า 3 ถังในแต่ละรอบ

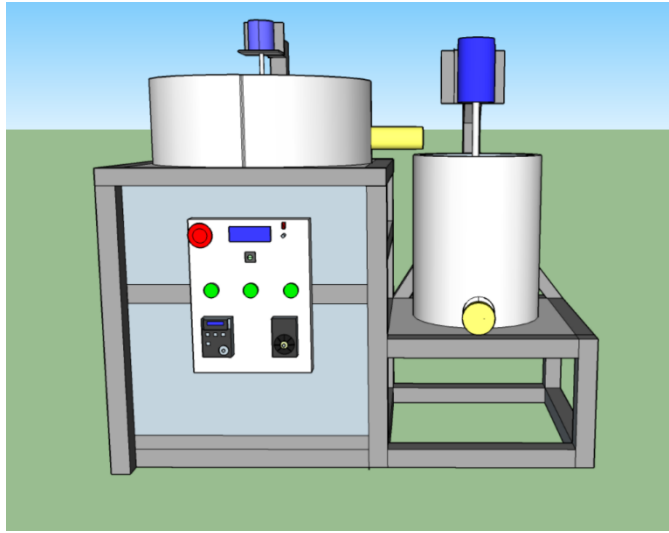
การดำเนินโครงการสามารถเขียนแผนผังขั้นตอนการทำงานได้ ดังแสดงในภาพที่



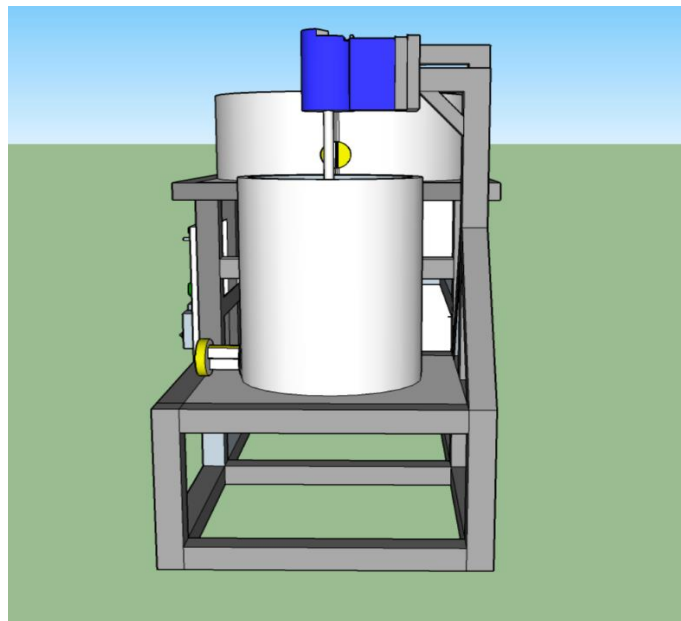


รูปที่ 3.1 แผนผังขั้นตอนการดำเนินงาน

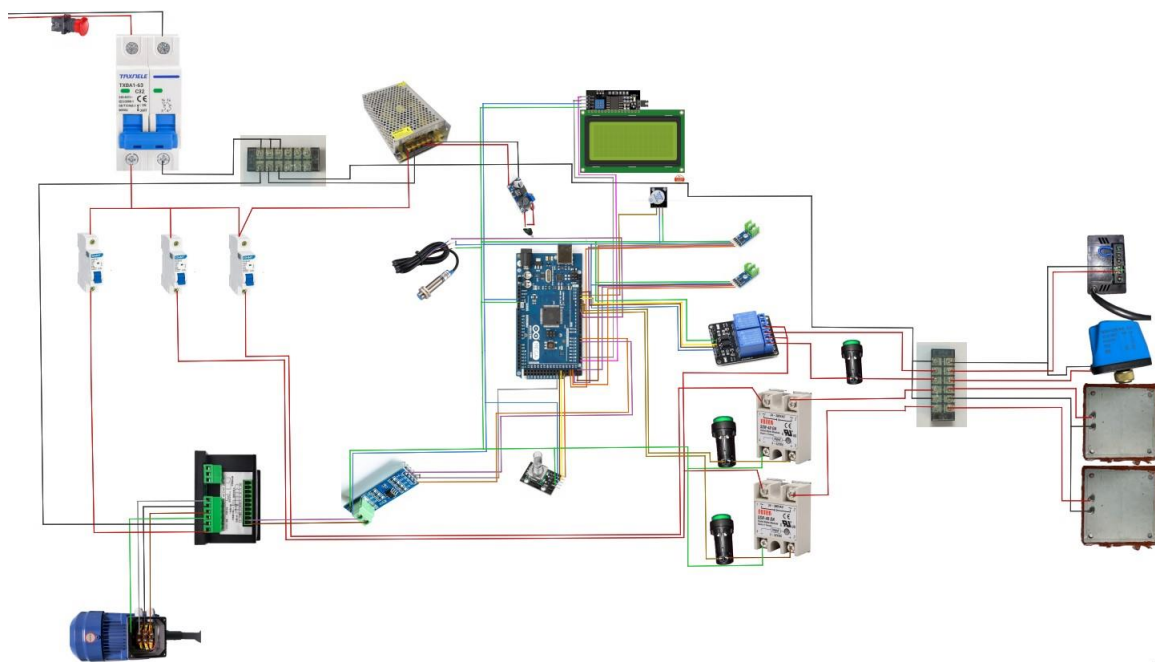
3.1 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องกวนน้ำปั่นแบบกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ 3.2 แบบจำลองชิ้นงานเครื่องกวนน้ำตาลปั่นกึ่งอัตโนมัติ



รูปที่ 3.3 แบบจำลองชิ้นงานเครื่องกวนน้ำตาลปั่นกึ่งอัตโนมัติ

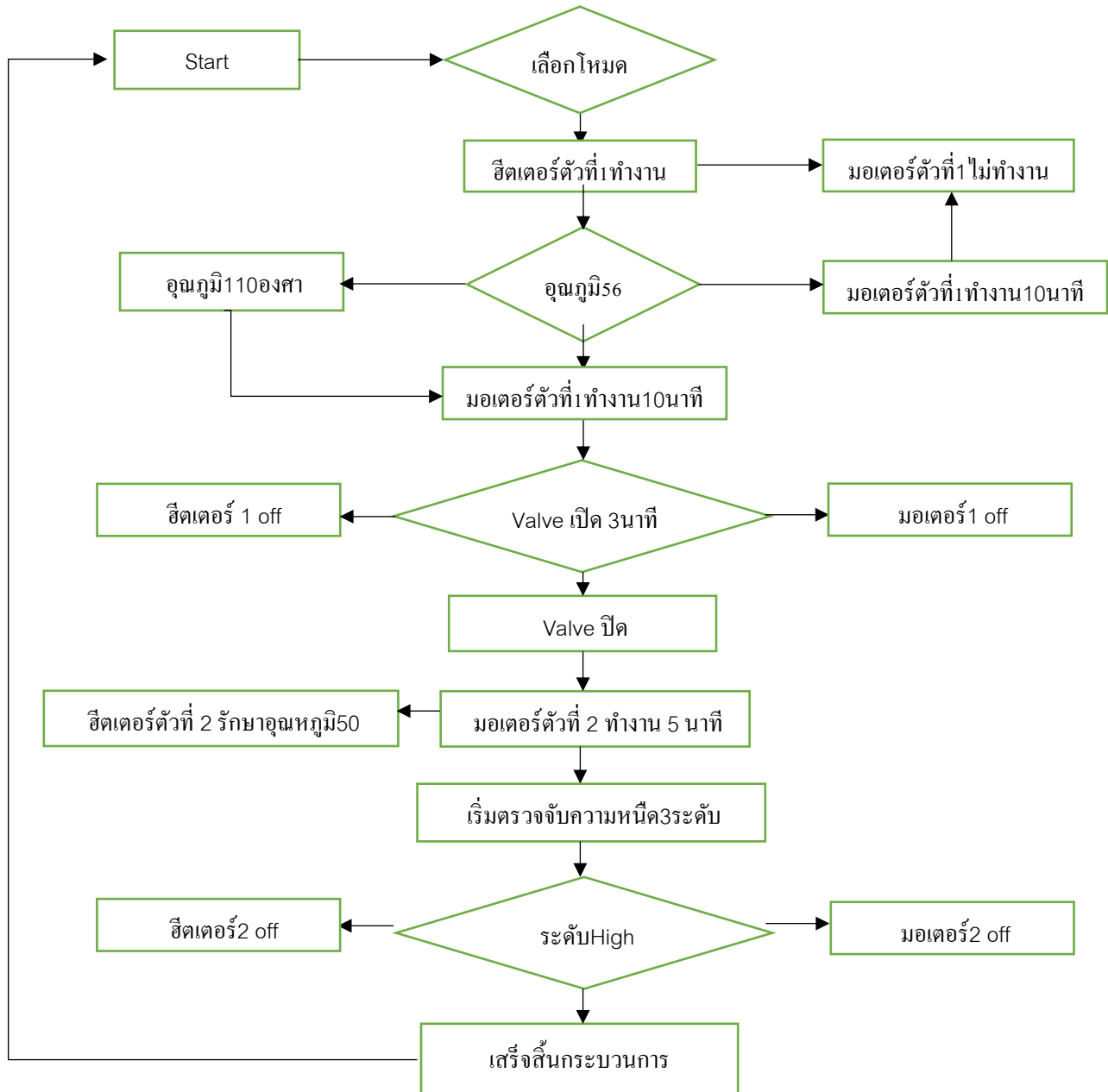


รูปที่ 3.6 วงจรการต่อใช้งานจริงของระบบควบคุมเครื่องกวนน้ำตาลบีบกึ่งอัตโนมัติ

3.3 หลักการทำงานของโครงการ

3.2.1 หลักการทำงานของโครงการ

Diagram ขั้นตอนการทำงานของระบบ



3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) คือ สวิตช์ไฟฟ้าอัตโนมัติที่ถูกออกแบบมาเพื่อป้องกันการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรือป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน ซึ่งการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) คือตัดกระแสไฟฟ้าหลังจากตรวจพบความผิดปกติในวงจรไฟฟ้า สำหรับเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรเช่นเดียวกับฟิวส์ แตกต่างกันตรงที่เมื่อตัดวงจรแล้วสามารถที่จะปิดหรือต่อวงจรได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหาแล้ว



รูปที่ 3.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

ที่มา <https://www.bangkokab.com/TH/Blog/detail/1>

2. Arduino Mega 2560 เป็นบอร์ดที่ใช้ชิป ATmega2560 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก เป็นบอร์ดที่ต่อยอดมาจาก Arduino Uno R3 มี digital input/output 54 ขา สามารถใช้เป็น output แบบ PWM ได้ 15 ขา มี analog inputs 16 ขา มี UARTs (hardware serial ports) 4 ขา ทำงานที่ความถี่ 16 MHz สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยสายเคเบิล USB หรือใช้ adaptor AC-to-DC เพื่อเริ่มต้นใช้งาน และมีปุ่ม reset สามารถต่อเข้ากับ shields ที่ออกแบบเพื่อใช้งานกับ Arduino Duemilanove หรือ Diecimila.



รูปที่ 3.9 Arduino Mega 2560

ที่มา <https://www.ai-corporation.net/2021/11/25/arduino-mega2560/>

3. MAXIM MAX6675 เป็นชิพที่มีการชดเชย cold junction ,มีค่าความเป็น linearity สูง, สามารถตรวจจับค่า ADC ของ thermocouple Type K ได้, its ค่าความละเอียดในการอ่านอุณหภูมิอยู่ที่ 0.25 Degree, ช่วงการชดเชยอุณหภูมิอยู่ที่ 20 - 80 Degree, โดยสามารถจ่ายแรงดันได้ที่ 3.0 ~ 5.5V



รูปที่ 3.10 MAXIM MAX6675

ที่มา <https://www.tesrshop.com/product/max6675>

4. FOTEK SSR-40DA-H โซลิดสเตตรีเลย์ 40A (Solid State Relay 40A) เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ควบคุมเปิดปิดไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC กระแสไฟฟ้าโหลดสูงสุด 25A ไม่มีส่วนที่เป็นหน้าสัมผัส ไม่ได้ยินเสียงขณะทำงาน ไม่เกิดปัญหาเรื่องฝุ่นเกาะหน้าสัมผัส สามารถทำงานได้เร็วมาก ใช้แรงดันในการควบคุมต่ำเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 3-32VDC



รูปที่ 3.11 FOTEK SSR-40DA-H

ที่มา <https://www.mpen.co.th/17137295/fotek-ssr-40da-h>

5. โมดูลรีเลย์ 2 ช่อง 5V (2 Channel Relay Module) เป็นโมดูลที่ใช้ควบคุมโหลดได้ทั้งแรงดันไฟฟ้า DC และ AC ซึ่งโหลดสูงสุด (Maximum Load) คือ AC 250V/10A, DC 30V/10A โดยใช้สัญญาณในการควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณลอจิก TTL ทำงานด้วยสัญญาณแบบ ActiveLow, กระแสขับรีเลย์ (Drive Current) 15-20mA., มีการออกแบบให้เป็น Isolate ด้วย Optocoupler, มี LED แสดงสถานะ Relay สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน PLC Control, บ้านอัจฉริยะ, ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม หรืองานอื่นๆ ขึ้นอยู่กับการเขียนโปรแกรมและการต่อใช้งานภายนอก สามารถเชื่อมต่อใช้งานกับบอร์ด Raspberry Pi, Arduino, ARM, MCS-51, AVR, PIC, 8051, DSP, MSP430, TTL logic



รูปที่ 3.12 2 Channel Relay Module

ที่มา <http://www.iot.codemobiles.com/product/14/2-channel-5v-relay-module>

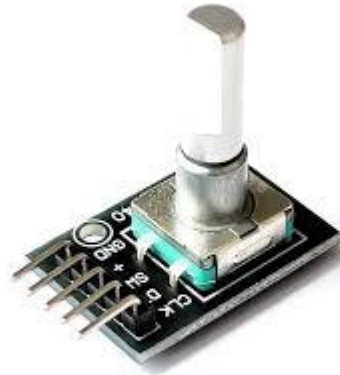
6. 2004 LCD With I2C Interface เป็นจอ LCD ที่ใช้การสื่อสารแบบ I2C ซึ่งข้อดีก็คือสามารถลด pin ใช้งานจาก 6 ให้เหลือ 2 pin และการเปิด-ปิดไฟ backlight สามารถสั่งงานด้วยฟังก์ชันที่มีอยู่ใน Library ได้โดยตรง โดยไม่ต้องต่อ pin เพิ่ม จอ LCD เป็นแบบ 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด



รูปที่ 3.13 2004 LCD With I2C

ที่มา <https://www.analogread.com/product/492/2004-lcd>

7. Rotary Encoder เป็นอุปกรณ์สำคัญที่ถูกใช้อย่างแพร่หลาย ที่มีโซนสัมผัสที่มีระยะห่างเท่ากันซึ่งเชื่อมต่อกับพินทั่วไป C และพินสัมผัสแยกกันอีกสองพินคือ A และ B เมื่อดิสก์เริ่มหมุนที่ละชั้นพิน A และ B จะเริ่มสัมผัสกับพินทั่วไป และ สัญญาณเอาต์พุตคลื่นสี่เหลี่ยมทั้งสองจะถูกสร้างขึ้นตามนั้นเอาต์พุตทั้งสองสามารถใช้ในการกำหนดตำแหน่งที่หมุนได้หากเราเพียงแค่นำพาส์ของสัญญาณ



รูปที่ 3.14 Rotary Encoder

ที่มา <https://howtomechatronics.com/>

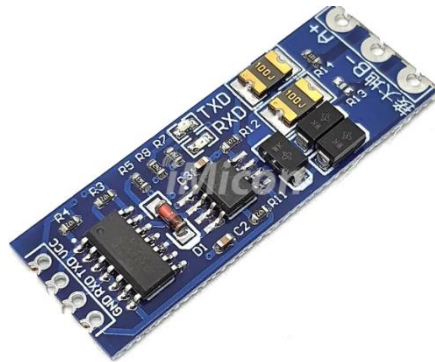
8. Proximity Sensor หรืออีกชื่อที่นิยมเรียกกันว่า Proximity Switch เป็นเซนเซอร์ประเภทหนึ่งที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในงานตรวจจับวัตถุประเภท “โลหะ” ซึ่งสามารถตรวจจับวัตถุในระยะที่กำหนดได้โดยไม่มีการสัมผัสกับตัวของวัตถุ (Non-contact Detection)สร้างขึ้นเพื่อทดแทนอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุโดยการสัมผัสทางกายภาพอย่าง ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) เนื่องจากมีคุณสมบัติที่ทนทาน มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า



รูปที่ 3.15 Proximity Sensor

ที่มา <https://www.sumipol.com/knowledge/what-is-proximity-sensor>

9. TTL to RS485 คือ โมดูลแปลงสัญญาณ TTL เป็นสัญญาณ RS485 โมดูลสำหรับ Arduino สำหรับ Arduino AVR. โมดูลส่งสัญญาณ แปลงสัญญาณ TTL เป็นสัญญาณ RS485 สามารถรับรองการควบคุมการไหลอัตโนมัติของสัญญาณ RS485 และการสลับการรับและการส่งอัตโนมัติ การใช้โมดูลนี้จะง่ายเหมือนการใช้พอร์ตซีเรียล อัตราบอด (Baud Rate) 110-256000 บิตต่อวินาที (BPS)



รูปที่ 3.16 TTL to RS485

ที่มา <https://www.imiconsystem.com/>

10. Active Buzzer คือ ลำโพง Buzzer แบบ Active ให้เสียงดังเมื่อได้รับไฟเลี้ยง หรือสัญญาณ ความถี่เสียง รองรับไฟได้ช่วงกว้าง 1.5V- 12V



รูปที่ 3.17 Active Buzzer

ที่มา <https://www.allnewstep.com/product/1er-buzzer>

11. VFD หรือ Variable Frequency Drive คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของตัวมอเตอร์ เป็นตัวควบคุม Electronics (Inverter) ที่ยอมให้ Motor มีความสามารถทำงานที่ความเร็วรอบประมาณระหว่าง 50% – 100% (RPM) ของความเร็วรอบพิกัด (Rated speeds) โดยมีแรงบิดคงที่ (Constant torque) VFD ควบคุมการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของ Motor โดยอาศัย

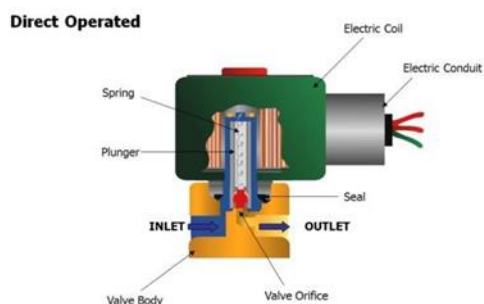
หลักการเปลี่ยนแปลงความถี่ ซึ่งการลด speed นี้จะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่อง และสามารถผลิตลมได้เพียงพอตามความต้องการของระบบ



รูปที่ 3.18 Variable Frequency Drive

ที่มา <https://www.dhgate.com/goods/1003325501.html>

12. Solenoid Valveโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) คือวาล์วที่ทำงานด้วยไฟฟ้ามันมีทั้งชนิด 2/2, 3/2, 4/2, 5/2 และ 5/3 ในบทความนี้จะได้กล่าวถึงเฉพาะวาล์วชนิด 2/2 ซึ่งใช้ควบคุมการเปิดปิดของเหลวและก๊าซเท่านั้นส่วนวาล์วชนิด 3/2, 4/2, 5/2 และ 5/3 ซึ่งส่วนใหญ่ใช้กับ ระบบนิวแมติกและระบบไฮดรอลิคระบบเปิดปิดโดยตรงโซลินอยด์วาล์ว 2 ทางแบบปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงานแบบเปิดปิดโดยตรงนั้นมีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทางพุน (plunger) ซึ่งมีซี่ล้อยู่ ปลายด้านล่างทำหน้าที่เปิดและปิดรูทางผ่าน (orifice) ของของไหลเมื่อจ่ายไฟฟ้าเข้าหรือ ตัดไฟฟ้าออก จากคอยล์



รูปที่ 3.19 Solenoid Valve

ที่มา <https://mall.factomart.com/principle-of-solenoid-valve/>

13. Switching Power Supply Switching Power Supply คือแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับตัวอุปกรณ์หรือ Device ที่ใช้งาน Switching Power Supply เป็นอุปกรณ์ที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยจะทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ต้องการแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อให้ฟังก์ชันในอุปกรณ์ทำงานได้ (ส่งแรงดันไฟฟ้าไปยัง Capacitor หรือ Chips ของอุปกรณ์นั้น) เป็นอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟสลับค่าสูงเป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำได้



รูปที่ 3.20 Switching Power Supply

ที่มา <https://mall.factomart.com/what-is-a-switching-power-supply/>

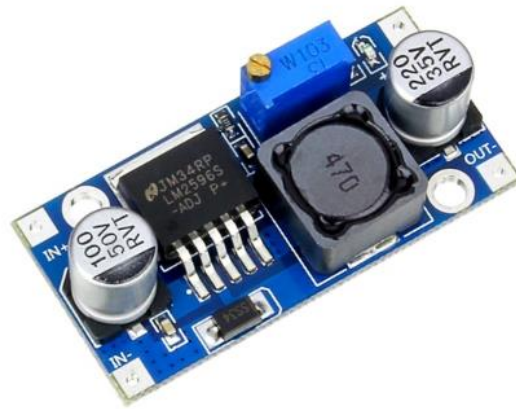
14. สวิตช์กดติดกดดับสวิตช์กดติด-กดดับแบบมีไฟในตัว (Push On-Push Off Switch with Indicator Light) เป็นสวิตช์ที่เมื่อเรากดครั้งแรกจะ เปิดวงจร (ON) และเมื่อกดอีกครั้งจะ ปิดวงจร (OFF) โดยมีไฟแสดงสถานะในตัวเพื่อบอกว่าตอนนี้วงจรเปิดหรือปิดอยู่



รูปที่ 3.21 สวิตช์กดติดกดดับ

ที่มา <https://www.genlogic.co.th/product/1277/la>

15. DC to DC Step Down LM2596 / LM2596S Module (3A) อุปกรณ์ตัวนี้ทำหน้าที่แปลงระดับแรงดันไฟฟ้าตรงลง โดยสามารถปรับค่าแรงดัน output ได้โดย Potentiometer ที่มีอยู่บนบอร์ด สามารถจ่ายกระแสได้ถึง 3 A และใช้หลักการแปลงโดยวงจร Buck Converter ความถี่ Switching 150 kHz ทำให้ทำงานเงียบ และแรงดันเรียบ



รูปที่ 3.22 DC to DC Step Down LM2596

ที่มา <https://www.arduitronics.com/product/570/dc-to-dc-step-down>

16. มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส เป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีข้อดีคือ ไม่มี แปรงถ่าน ทำให้การสูญเสียเนื่องจากความฝืดมีค่าน้อย มี ตัวประกอบกำลังสูง การเริ่มเดินเครื่องทำได้ไม่ยาก ราคา ถูก มีประสิทธิภาพสูง และมีความเร็วรอบค่อนข้างคงที่ แต่มีข้อเสียในการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของมอเตอร์ ที่ทำได้ยาก ซึ่งในปัจจุบันได้มีการพัฒนาชุดอุปกรณ์ควบคุม ที่เรียกว่า อินเวอร์เตอร์ (Inverter) ซึ่งใช้ในการปรับเปลี่ยน ความเร็วรอบของมอเตอร์ และมีความนิยมใช้งานกันอย่าง แพร่หลาย มอเตอร์เหนี่ยวนำหรืออีกชื่อหนึ่งเรียกว่า มอเตอร์ กระแสสลับ เป็นเครื่องจักรกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า ให้เป็นพลังงานกล โดยที่พลังงานไฟฟ้าไม่ได้เข้าสู่ที่โรเตอร์ โดยตรง แต่ได้จากการเหนี่ยวนำแทน



รูปที่ 3.23 Motor3 phase induction motor

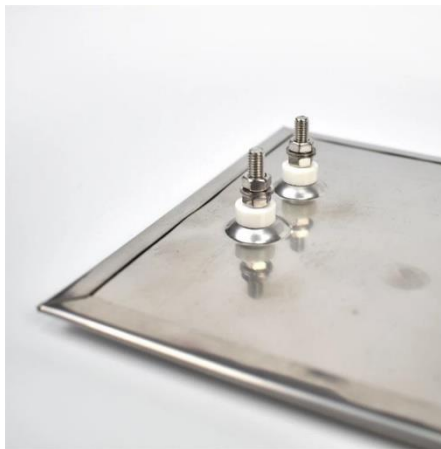
ที่มา <https://th.hanzelmotor.net/asynchronous-motor/>

17. มอเตอร์เกียร์ปรับรอบได้ (Adjustable Speed Gear Motor หรือ Variable Speed Gear Motor) คือมอเตอร์ที่สามารถปรับความเร็วรอบได้ตามต้องการ โดยมีระบบเกียร์หรืออุปกรณ์ควบคุมความเร็วเข้ามาช่วย ซึ่งสามารถใช้ได้ทั้งแบบไฟฟ้ากระแสตรง (DC) หรือไฟฟ้ากระแสสลับ (AC)



รูปที่ 3.24 Variable Speed Gear Motor
ที่มา <https://s2ins.com/product/>

18. ฮีตเตอร์แผ่น Mica Plate Heater ฮีตเตอร์แผ่น ที่สามารถให้ความร้อนในด้านที่มีการสัมผัสกับตัววัตถุ หรือชิ้นงาน โดยการแผ่กระจายความร้อน ทำให้ชิ้นงานที่ต้องการให้ความร้อนได้รับความร้อนที่ทั่วถึงในทุกจุด



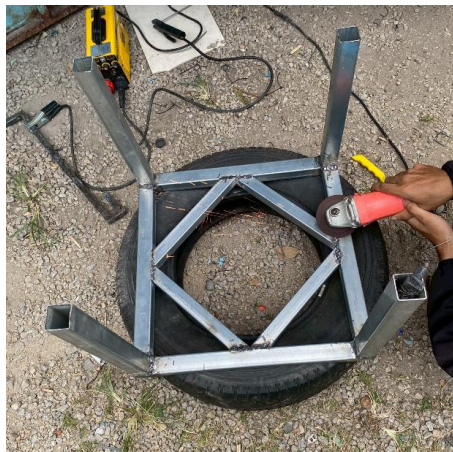
รูปที่ 3.25 Mica Plate Heater
ที่มา <https://www.xn--m3cd1b0bc6b0exe.com/catalog/item>

3.5 การสร้างและประกอบโครงงาน

3.5.1 จัดเตรียมวัสดุและอุปกรณ์ ทำการวัดและตัดเหล็กให้ได้ขนาดตามแบบที่กำหนดและทำการเชื่อมประกอบชิ้นวางหม้อไอน้ำที่ 1



รูปที่ 3.26 วัดและตัดเหล็กให้ได้ขนาดตามแบบที่กำหนด



รูปที่ 3.27 ชิ้นวางหม้อไอน้ำที่ 1

3.5.2 ทำการเชื่อมประกอบชั้นวางหม้อต้มใบที่1ต่อจากชั้นวางหม้อใบที่ 2 และทาสีตามลำดับ



รูปที่ 3.28 ทำการเชื่อมโครงที่วางหม้อใบที่ 1 และ 2 เข้าด้วยกัน



รูปที่ 3.29 เก็บงานและทาสีกันสนิม

3.5.3 ทำการเชื่อมหาระยะเพื่อทำการติดตั้งมอเตอร์หม้อที่ 1



รูปที่ 3.30 ทำการเชื่อมที่ยึดมอเตอร์ตัวที่ 1



รูปที่ 3.31 ทำการติดตั้งที่ยึดมอเตอร์ตัวที่ 1

3.5.4 ทำการวัดระยะและเชื่อมขายึดและติดตั้งมอเตอร์กวนใบที่ 2



รูปที่ 3.32 ทำการเชื่อมขายึดมอเตอร์ตัวที่ 2



รูปที่ 3.33 ทำการติดตั้งที่ยึดและมอเตอร์ตัวที่ 2

3.5.5 ทำการติดตั้งใบพัดที่ใช้กวนน้ำตาลในหม้อที่ 1 และ 2

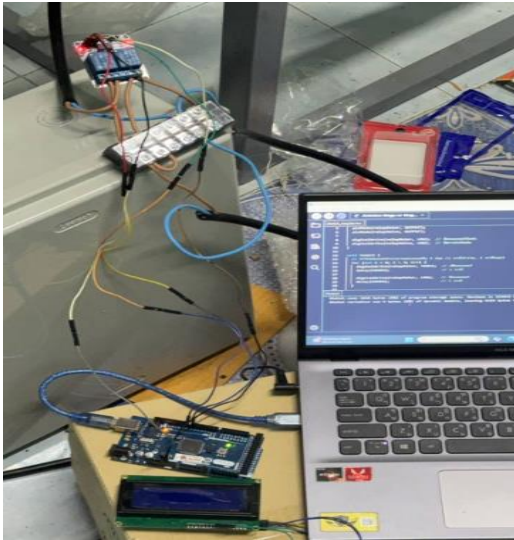


รูปที่ 3.34 ทำการติดตั้งใบพัดกับเฟลมอเตอร์ตัวที่ 1



รูปที่ 3.35 ทำการติดตั้งใบพัดกับเฟลมอเตอร์ตัวที่ 2

3.5.6 ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์



รูปที่ 3.36 ทดสอบการทำงานของ มอเตอร์ตัวที่ 1 กับ solenoid valve ผ่าน Relay 5V
ด้วยบอร์ด arduino mega 2560.



รูปที่ 3.37 ทดสอบการทำงานของฮีตเตอร์



รูปที่ 3.38 ทดสอบการทำงานของมอเตอร์ 2

3.5.7 เริ่มประกอบอุปกรณ์ภายในตู้



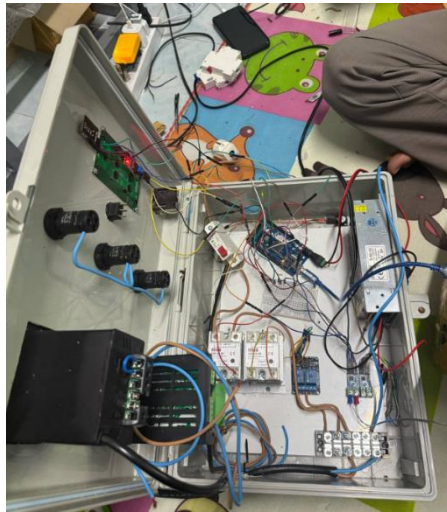
รูปที่ 3.39 เริ่มประกอบอุปกรณ์ภายในตู้



รูปที่ 3.40 ติดตั้ง VFD หลอด Led และ Power supply 12V 5A.



รูปที่ 3.41 หาตำแหน่งวางเบรกเกอร์ บอร์ด และ Relay ภายในตู้



รูปที่ 3.42 เริ่มเดินสายไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ภายในตู้



รูปที่ 3.43 ติดตั้งตู้ควบคุม และเดินสายภายในตู้ควบคุม

3.5.8 ทดสอบการทำงานของ บอร์ด Arduino MEGA 2560 กับ อุปกรณ์ภายในตู้



รูปที่ 3.43 ทดสอบ Relay สั่งการทำงานฮีตเตอร์ และแสดงอุณหภูมิผ่านหน้าจอ lcd



รูปที่ 3.44 ทดสอบ Relay 5 ควบคุมมอเตอร์ตัวที่ 1 และแสดงเวลาการทำงานผ่านหน้าจอ lcd



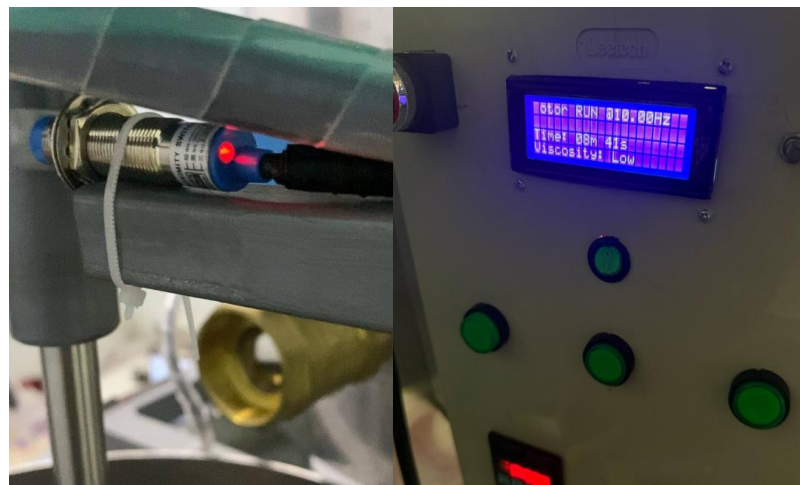
รูปที่ 3.45 ทดสอบ Relay 5V. ควบคุมการเปิดปิดของวาล์ว



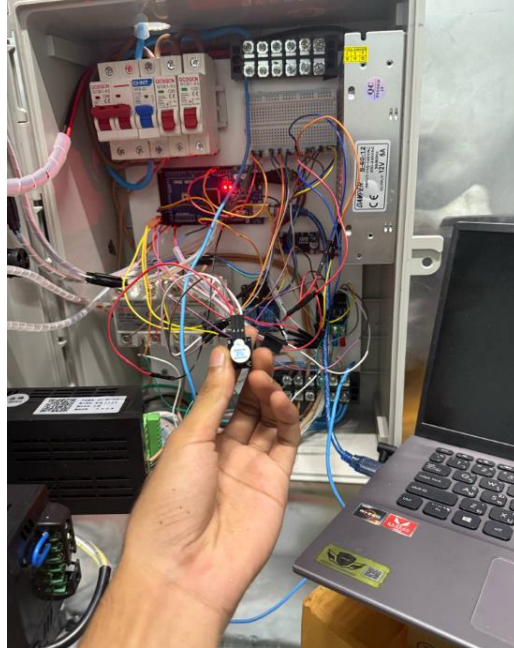
รูปที่ 3.46 ทดสอบมอเตอร์ตัวที่ 2 สั่งการผ่าน RS – 485 สื่อสารผ่าน VFD และแสดงผลการทำงานผ่านหน้าจอ LCD



รูปที่ 3.47 การเลือกโหมดการทำน้ำตาลปี๊บและน้ำตาลแว่นผ่านหน้าจอ LCD



รูปที่ 3.48 ทดสอบ sensor วัดความเร็วรอบของมอเตอร์เพื่อคำนวณหาความหนืด



รูปที่ 3.49 Reactive buzzer แจ้งเตือนเสียงเมื่อเสร็จแต่ละกระบวนการ

บทที่ 4

การทดสอบการใช้งานเครื่องกวนน้ำตาลปี๊บและบรรจุแบบกึ่งอัตโนมัติ

สำหรับในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองการใช้งานเครื่องกวนน้ำตาลปี๊บและบรรจุแบบกึ่งอัตโนมัติที่ได้ออกแบบสร้างขึ้น ว่าสามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่ง จะทำการทดลองใช้งานเครื่องกวนน้ำตาลปี๊บกึ่งอัตโนมัติและโปรแกรมที่เขียนขึ้นมา

4.1. ขั้นตอนการทำงานของเครื่องกวนน้ำตาลปี๊บกึ่งอัตโนมัติ

4.1.1 การตั้งอุณหภูมิของน้ำให้ถึง 70 องศาเซลเซียส

ในขั้นแรกของกระบวนการทำงาน ระบบจะทำการต้มน้ำภายในถังให้มีอุณหภูมิถึง 70 องศาเซลเซียส โดยสามารถตรวจสอบค่าดังกล่าวได้จากหน้าจอแสดงผลแบบ LCD ซึ่งจะแสดงค่าอุณหภูมิ ปัจจุบันแบบเรียลไทม์เพื่อความแม่นยำและปลอดภัยในการดำเนินการ



รูปที่ 4.1 ต้มน้ำหม้อแรกที่อุณหภูมิ 70 องศา

4.1.2 การเริ่มทำงานของมอเตอร์ตัวที่ 1

เมื่ออุณหภูมิของน้ำถึงเข้าใกล้ 60 องศาเซลเซียส มอเตอร์ตัวที่ 1 จะเริ่มทำงานโดยอัตโนมัติ พร้อมทั้งมีการแสดงสถานะการทำงานและเวลาผ่านหน้าจอ LCD เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามขั้นตอนของระบบได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ 4.2 มอเตอร์ตัวที่ 1 เริ่มทำงาน และแสดงค่าสถานะการทำงานและเวลาผ่านหน้าจอ LCD

4.1.3 การเปิดวาล์วเพื่อถ่ายเทของเหลวจากถังที่ 1 ไปยังที่ 2

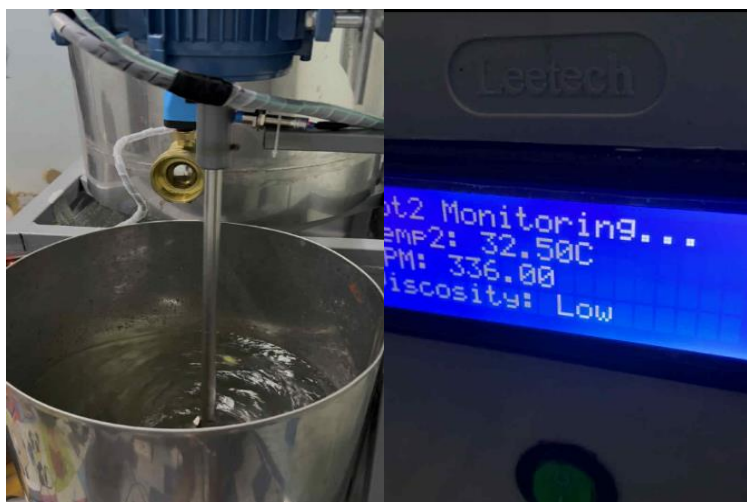
หลังจากมอเตอร์ตัวที่ 1 ทำงานครบกำหนดเวลา ระบบจะสั่งให้โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) เปิดการทำงานเป็นเวลา 1 นาที เพื่อถ่ายเทของเหลวจากถังที่หนึ่งไปยังถังถัดไป



รูปที่ 4.3 วาล์วเปิดเป็นเวลา 1 นาที

4.1.4 การทำงานของมอเตอร์ตัวที่ 2 และการควบคุมความหนืด

เมื่อครบระยะเวลา 1 นาที ระบบจะปิดโซลินอยด์วาล์วโดยอัตโนมัติ จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 2 จะเริ่มทำงาน 5 นาที หลังครบเวลาระบบจะเริ่มตรวจจับความหนืด ฮีตเตอร์ตัวที่ 2 ก็จะมีเริ่มทำงานให้อุณหภูมิไม่เกิน 50 องศาเซลเซียส หน้าจอแสดงผลแบบ LCD จะแสดงสถานะการทำงานของมอเตอร์ ระยะเวลาการทำงาน อุณหภูมิ และค่าความหนืดของสารที่ถูกควบคุมในกระบวนการที่ 2 เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบประสิทธิภาพของระบบได้อย่างแม่นยำ



รูปที่ 4.4 การทำงานของมอเตอร์ตัวที่ 2 แสดงผลผ่านหน้าจอ LCD

4.1.5 การเลือกโหมดการทำงานจะมีอยู่ 2 โหมดให้เลือก 1 น้ำตาลปี๊บ (Sugar Disc) 2 น้ำตาลแว่น (Palm Syrup) ในการเลือกโหมดน้ำตาลปี๊บ และน้ำตาลแว่นต่างกันที่เวลาในการกวนและความหนืดในหม้อที่ 2



รูปที่ 4.5 การเลือกโหมดของน้ำตาล

ตารางที่ 4-1 ตารางการทดสอบอุปกรณ์ระบบกวนน้ำตาล

ลำดับที่	อุปกรณ์	เงื่อนไขการทำงานที่ตั้งไว้	ผลการทดสอบ	หมายเหตุ
1	เซนเซอร์อุณหภูมิหม้อที่ 1	วัดอุณหภูมิถึง70องศา แสดงผลแบบเรียลไทม์	ทำงานได้	ค่าแสดงผล ต่อเนื่องไม่ ค้าง
2	SSR หม้อที่1	ทำงานเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า ค่าที่ตั้งไว้	ทำงานได้	ไฟSSR ติด และดับตาม เงื่อนไข
3	มอเตอร์กวนหม้อที่1	เริ่มหมุนเมื่ออุณหภูมิเข้าใกล้ 60องศา	ทำงานได้	หมุนต่อเนื่อง จนครบเวลา
4	โซลีนอยวาล์ว	เปิดหลังมอเตอร์และฮีต เตอร์หม้อที่1หยุดทำงาน	ทำงานได้	เปิด-ปิดครบ ระยะเวลา
5	เซนเซอร์อุณหภูมิหม้อที่2	วัดและควบคุมไม่ให้เกิน50 องศา	ทำงานได้	ค่าแสดงผล ต่อเนื่อง
6	SSRหม้อที่2	ทำงานตอนอุณหภูมิต่ำกว่า 50องศา	ทำงานได้	ตัดการทำงาน เมื่ออุณหภูมิ เกิน50องศา
7	มอเตอร์หม้อที่2 (Rs485)	ทำงานทันทีหลังวาล์วปิด แล้วตรวจจับความหนืด หลังมอเตอร์หมุน5นาที่	ทำงานได้	Rs485 สั่งการ สำเร็จ
8	Ploximity sensor (rpm)	ตรวจจับความเร็วรอบเพลากวนเพื่อประเมินค่าความ หนืด	ทำงานได้	ค่า rpm คลาดเคลื่อน ในช่วงรอบต่ำ
9	LCD I2C 2004	แสดงอุณหภูมิ เวลา ความ หนืดแบบเรียลไทม์	ทำงานได้	หน้าจอไม่ กระพริบ ทำงานเสถียร
10	Rotary Encoder	ใช้เลือกโหมดก่อนเริ่ม Palm Syrup / Sugar Disc	ทำงานได้	หมุนและกด เลือกได้เสถียร
11	Reactive Buzzer	แจ้งเตือนเมื่อเสร็จขั้นตอน ที่1และขั้นตอนที่2	ทำงานได้	เสียงแจ้งเตือน มีความเบา

4. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองระบบควบคุมการกวนน้ำตาลแบบกึ่งอัตโนมัติที่ออกแบบขึ้น พบว่า ระบบสามารถทำงานตามลำดับขั้นตอนที่กำหนดได้ครบถ้วน เริ่มตั้งแต่กระบวนการต้มน้ำในหม้อที่ 1 ที่ควบคุมด้วยเซนเซอร์อุณหภูมิ MAX6675 เมื่ออุณหภูมิถึง 56°C ระบบจะสั่งให้มอเตอร์ทำงานกวน แล้วจึงหยุดการทำงานตามเวลาที่กำหนดและสั่งเปิดโซลินอยวาล์วปล่อยน้ำตาลที่ละลายแล้วเข้าสู่หม้อที่ 2 หลังจากวาล์วปิด ระบบจะสั่งให้มอเตอร์ที่ควบคุมผ่าน RS-485 ในหม้อที่ 2 เริ่มทำงาน และ ฮีตเตอร์ในหม้อที่ 2 จะเริ่มควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่ไม่เกิน 50°C ตลอดกระบวนการ เมื่อมอเตอร์หมุนครบ 5 นาที ระบบจะเริ่มตรวจจับค่าความหนืดโดยใช้การคำนวณเวลาและ Proximity Sensor ที่ต่ออยู่กับเพลากวน และคำนวณรอบ (RPM) เพื่อแสดงระดับความหนืด (Low / Medium / High) บนหน้าจอ LCD หากพบค่าความหนืดระดับ High ระบบจะสั่งหยุดการทำงานของทั้งมอเตอร์และฮีตเตอร์โดยอัตโนมัติ ถือว่าการทำงานครบวงจรหนึ่งรอบเสร็จสมบูรณ์จากการทดสอบการทำงานทั้งหมด 8 รอบ พบว่าอุปกรณ์ทุกชิ้นสามารถทำงานได้ตรงตามลำดับเวลาและเงื่อนไขที่กำหนดในแต่ละรอบ โดยแสดงผลบนหน้าจอ LCD แบบเรียลไทม์ ทั้งในส่วนของอุณหภูมิ เวลา การทำงานของ SSR มอเตอร์ และวาล์ว ทำให้ผู้ใช้สามารถติดตามสถานะของกระบวนการผลิตได้อย่างชัดเจนอย่างไร้ก็ตามจากผลการทดลองพบข้อสังเกตบางประการ คือ Proximity Sensor ที่ใช้ตรวจจับรอบบางครั้งเกิดค่าคลาดเคลื่อนในช่วงรอบต่ำหรือขณะเพลากวนหมุนช้ามาก ทำให้ค่าความหนืดบางช่วงแสดงคลาดเคลื่อนจากความเป็นจริง และเสียงจาก Reactive Buzzer มีความเบา อาจได้ยินไม่ชัดเจนในสภาพแวดล้อมที่มีเสียงรบกวน

โดยสรุป ระบบควบคุมการกวนน้ำตาลนี้สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำ มีความเสถียร และเป็นต้นแบบที่ดีสำหรับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบอัตโนมัติร่วมกับ IoT ในการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต ลดภาระแรงงาน และควบคุมคุณภาพผลิตภัณฑ์ได้ดีขึ้น

4.เอกสารอ้างอิงหรือบรรณานุกรม

[1] ณัฏฐวรรณ์ ขจัดภัย และ คณะ. (2564).คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏ นครราชสีมาในการศึกษาและออกแบบเครื่องกวนน้ำตาลโตนดจากพลังงานแสงอาทิตย์

[2] ภาคิน มณีโชติ และ คณะ. (2564).รายงานสืบเนื่องจากการประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่1 ใน การศึกษาพัฒนาเครื่องกวนผลไม้แปรรูปที่เหมาะสมกับผู้สูงอายุสำหรับกลุ่มวิสาหกิจชุมชนบ้านป่าซั วนผลไม้กวนแปรรูป ตำบลวังหิน อำเภอเมืองตาก จังหวัดตาก

[3] ปาริมา ผุยแสงพันธ์ และ ชัยยงค์ เสริมผล. (2565). สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.ในการศึกษาการควบคุมการทำงานของเครื่องกวน สารด้วย ระบบควบคุมวงลูปปิด

[4] ปาริมา ผุยแสงพันธ์ และ ชัยยงค์ เสริมผล. (2565). สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.ในการศึกษาการควบคุมการทำงานของเครื่องกวน สารด้วย ระบบควบคุมวงลูปปิด

[5] ปิยะพงศ์ นครจิตร . (2566). สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัยสงขลา.ในการศึกษาออกแบบและสร้างเครื่องกวนกาสะแมโบราณ กึ่งอัตโนมัติด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

4. งบประมาณ

รายการ	จำนวน	ราคา	ราคารวม
Arduino Mega 2560	1	400	400
มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส220Vขนาด 1 แรงม้า	1	3,000	3,000
มอเตอร์Gear 220 V	1	1,000	1,000
Heater	2	720	1,440
Inverter	1	900	900
LCD 2004 i2c	1	260	260
Switching Power Supply12 V 5A	1	180	180
Solenoid Valve	1	1,200	1,200
LM2596	1	25	25
RS485	1	40	40
Emergency Stop	1	80	80
Relay	1	220	220
SSR40DA	2	210	420
Rotary Encorder	1	20	20
Reactive buzzer	1	40	40
Blacker	4	315	315
Push button switch	3	20	320
โครงสร้าง	-	13,000	13,000
รวมงบประมาณราคา			21,420