



ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการผสมปูน

Automatic water distribution control system
for mortar mixing

คณะผู้จัดทำโครงการ

1. นายชรรศ กรกชกร เลขประจำตัว B5928668
2. นายภูทิป ตามเมืองปัก เลขประจำตัว B6028060
3. นางสาวบุญลิตา คูชิตา เลขประจำตัว B6028701

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร. อุเทน ลีตน

รายวิชา 551470 โครงการวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ ภาคการศึกษาที่ 2/2562

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นายธรรมศ กรกชกร , นายภูธิป ตามเมืองปักและนางสาวบุญลิตา คุชิตา :ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติ สำหรับการผสมปูน(Altomatic water distribution control system for mortar mixing):อาจารย์ที่ปรึกษา
อาจารย์ ดร.อุเทน ลีตน

โครงการนี้ศึกษาและออกแบบ ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติเพื่อการผสมปูน เพื่อเติมน้ำในการผสมปูนซึ่งปูนนั้นจะแข็ง เหนียว หรือเหลวจะขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำที่เราเติม โดยทั่วไปเราจะใช้ความรู้สึกในการเติมน้ำจากประสบการณ์หรือความชำนาญของแต่ละคน การประมาณว่าปูนนั้นจะต้องเติมน้ำเพื่อไม่ให้ปูนนั้นแข็งหรือเหนียวจึงเป็นการยากที่จะประมาณจึงมีการออกแบบ “ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติเพื่อการผสมปูน” เพื่อให้สามารถระบุปริมาณน้ำในการเติมน้ำใส่ปูนให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติเพื่อการผสมปูนสามารถรองรับปริมาณน้ำ 500 ลิตร ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการผสมปูนเมื่อเติมน้ำครบ 500 ลิตรสามารถเลือกใช้น้ำตั้งแต่ปริมาณ 10%-100% ตามความต้องการของผู้ใช้ ผลที่คาดว่าจะได้จากโครงการนี้คือระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติเพื่อการผสมปูนสามารถเติมน้ำในปูนได้ตามความต้องการของผู้ใช้

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ปีการศึกษา 1/2562

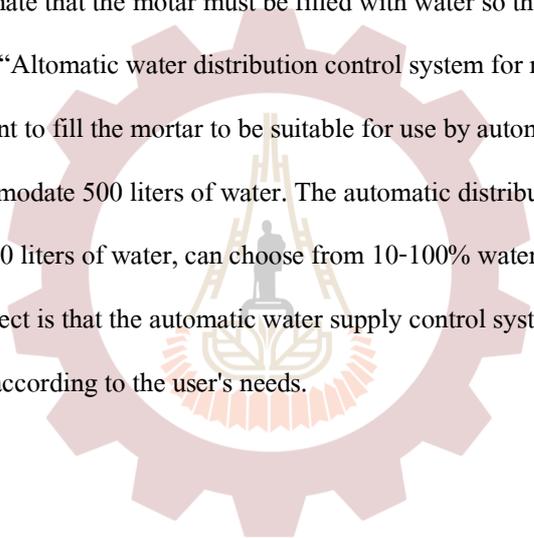
.....

.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

Mr.Thas Korakodchakorn , Mr.Putip Tammaungpak and Miss Boonsita Kuchita : Altomatic water distribution control system for mortar mixing. : Advisors Dr. Uthen Leeton

This project studied and designed an automatic water distribution control system for motar mixing. To add water to the motar mix, which will be hard, sticky or liquid, depending on the amount of water we add. In general, we will use the feeling of adding water from an individual experience or expertise. It is difficult to estimate that the motar must be filled with water so that the cement is hardened or sticky. So, there is a design “Altomatic water distribution control system for mortar mixing.” To be able to specify the water content to fill the mortar to be suitable for use by automatic water supply control, the mixing can accommodate 500 liters of water. The automatic distribution control system of mixed mortar, when adding 500 liters of water, can choose from 10-100% water according to the needs. The expected result of the project is that the automatic water supply control system for mixing can be filled with water in the motar according to the user's needs.



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Student's Signature.....

Majors of Mechatronic Engineering

.....

Academic Year 2019

.....

Advisor's Signature.....

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ (Mechatronics Engineering Project) เรื่องระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการผสมปูน (Automatic water distribution control system for mortar mixing)

คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบพระคุณ ดร. อุเทน ลีตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์เป็นอย่างยิ่ง ที่ให้ข้อมูลและความรู้ที่จำเป็นสำหรับการทำโครงการวิศวกรรมนี้ รวมทั้งตอบข้อสงสัย และให้ความรู้เพิ่มเติมในด้านต่างๆ ตลอดจนแนะนำการทำงานนำเสนอ และติดตามการทำโครงการอย่างใกล้ชิดเสมอมา นับตั้งแต่เริ่มต้นจนกระทั่งเสร็จสมบูรณ์ อีกทั้งยังให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้ชีวิต การทำงานกลุ่ม ทำให้รายงานฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

คณะผู้ทำโครงการ ขอขอบพระคุณ นายคทา ชินอักษร ปรินญาตรีบัณฑิตที่ช่วยให้คำแนะนำ ให้ความรู้เพิ่มเติม ช่วยดูแลและแก้ไขปัญหาในการดำเนินการทดลองตลอดมา นอกจากนี้ยังให้คำแนะนำด้านการใช้ชีวิต การทำงานกลุ่ม

นอกจากนี้คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบคุณสมาชิกทุกท่านในกลุ่มที่ให้ความร่วมมือ ร่วมแรง ร่วมใจในการทำงาน แก้ไขปัญหาต่างๆ ช่วยแนะนำปรับปรุงแก้ไขรายงานโครงการวิศวกรรมเซรามิกเล่มนี้จนทำให้ทุกอย่างเสร็จสมบูรณ์

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

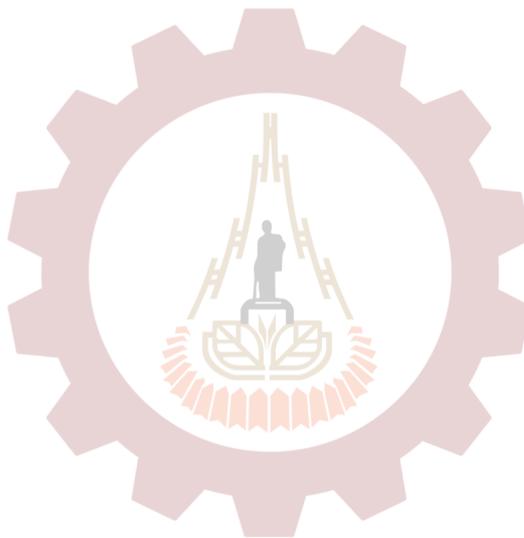
ธรรศ กรกชกร

ภูธิป ตามเมืองปัก

บุญสิตา คุชิตา

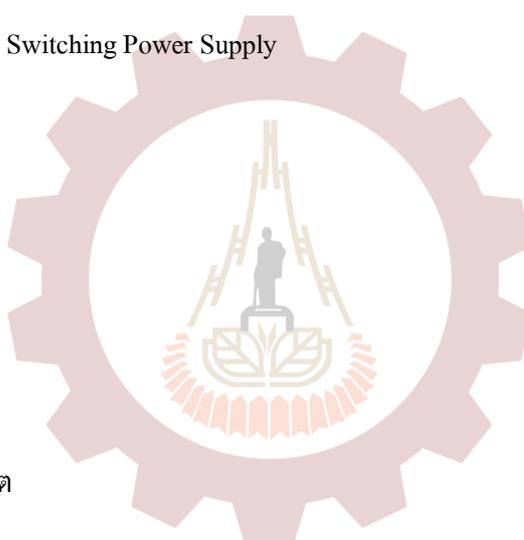
สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ช
สารบัญกราฟ	ซ
บทที่ 1	1
บทนำ	1
1. ที่มาและความสำคัญ	1
2. วัตถุประสงค์	2
3. ขอบเขตโครงการ	2
4. วิธีดำเนินโครงการ	2
5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
6. ตารางการดำเนินงานของโครงการ	3
บทที่ 2	4
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1. ลักษณะโครงการ	4
2.2. แนวคิด	4
2.3. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	5
2.3.1 วิธีการทำงาน Arduino Nano	5
2.3.2 วิธีการทำงานของเครื่องสูบน้ำ MITSUBISHI WP-155Q3	7
2.3.3 วิธีการทำงานของ Switch on/off	8
2.3.4 วิธีการทำงานของ Solenoid Valve	9



สารบัญ (ต่อ)

2.3.5	วิธีการทำงานของ Relay module	13
2.3.6	วิธีการทำงานของ Flow Sensor	14
2.3.7	วิธีการทำงานของ Arduino keypad	15
2.3.8	วิธีการทำงานของ Terminal	16
2.3.9	วิธีการทำงานของ Switching Power Supply	17
บทที่ 3		18
	วิธีดำเนินการทำโครงการ	19
3.1.	การเก็บเรียบเรียงข้อมูล	19
3.2.	การออกแบบโครงงาน	20
3.3.	การสร้างโครงงาน	29
3.4.	การทดสอบตามขอบเขต	32
บทที่ 4		33
	ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล	33
4.1.	บทนำ	33
4.2.	การทดสอบการวัดปริมาณและน้ำหนักของปริมาณน้ำที่ได้	33
บทที่ 5		36
	สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	36
	อ้างอิง	37
	ภาคผนวก	38
	ประวัติผู้เขียน	39



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ 4.1 ทดสอบการปล่อยน้ำที่ 1 ลิตร	34
ตารางที่ 4.2 ทดสอบการปล่อยน้ำที่ 4 ลิตร	34
ตารางที่ 4.3 ทดสอบการปล่อยน้ำที่ 10 ลิตร	34
ตารางที่ 4.4 ทดสอบการปล่อยน้ำที่ 16 ลิตร	35



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.3.1 แสดงโครงสร้างหลักของบอร์ด Arduino Nano	6
รูปที่ 2.3.2 แสดงโครงสร้างหลักของเครื่องสูบน้ำ MITSUBISHI WP-155Q3	7
รูปที่ 2.3.3 แสดงโครงสร้างหลักของ Switch on/off	9
รูปที่ 2.3.4 แสดงโครงสร้างหลักของ Solenoid Valve	12
รูปที่ 2.3.5 แสดงโครงสร้างหลักของ Relay module	14
รูปที่ 2.3.6 แสดงโครงสร้างหลักของ Flow Sensor	15
รูปที่ 2.3.7 แสดงโครงสร้างหลักของ Arduino keypad	15
รูปที่ 2.3.8 แสดงโครงสร้างหลักของ Terminal	16
รูปที่ 2.3.9 แสดงโครงสร้างหลักของ Switching Power Supply	17
รูปที่ 3.1.2 แสดงความแตกต่างของการใช้น้ำเพื่อผสมปูน คอนกรีต	19
รูปที่ 3.2.1.1 แสดงโครงสร้างของฐาน	20
รูปที่ 3.2.2.1 แสดงการเดินระท่อน้ำ	21

บทที่ 1

บทนำ

ความเหนียวของปูนวัดได้จากการทดสอบค่ายุบตัวของปูนมีหน่วยเป็นเซ็นติเมตร (ซม.) ซึ่งจะบ่งบอกว่าปูนนั้นแข็งเหนียว หรือ เหลว โดยทั่วไปเราจะใช้ความรู้สึกในการทำงานเช่น การเท การแต่งหน้า ประเมินว่าปูนนั้นแข็งหรือเหนียวจึงเป็นการยากที่จะบอกว่าปูนที่เราใช้งานนั้นอยู่มีคุณสมบัติหรือมีความเหมาะสมกับการใช้งานหรือไม่ ดังนั้นควรจะต้องการทดสอบค่ายุบตัวของปูน หรือผู้ที่มีความชำนาญเช่น ชะยะอินทรีย์ หรือ ชะยะที่ย่อยสลายได้ แล้วจะรู้ได้อย่างไรว่าเราต้องใช้ปูนมีค่าความยุบตัวแค่ไหนที่ดีและเหมาะสม ในการเทพูน โครงสร้างทั่วไปปกติใช้ค่ายุบตัวของปูนดังนี้ฐานราก, พื้น ค่ายุบตัว 5 - 10 ซม. เนื่องจากเป็นโครงสร้างที่ค่อนข้างใหญ่มีเหล็กน้อยเสา, คาน ค่ายุบตัว 7.5 - 12.5 ซม. เนื่องจากเป็น โครงสร้างที่แคบมีเหล็กมาก ถ้าใช้ปูนที่ค่ายุบตัวน้อยอาจจะทำให้โครงสร้างเป็นโพรงได้ (ต้องทำให้คอนกรีตอัดแน่นที่ดีด้วยนะครับ เช่น ใช้เครื่องจี้เขย่า, เคาะข้างแบบ, อื่นๆ) โครงสร้างฐานราก พื้น ใช้ปูนค่ายุบตัว 7.5 - 12.5 ซม. ก็ได้ แต่คงจะมีข้อคิดคือปูน โดยทั่วไปราคาคิดตามกำลังอัดแต่กำลังอัดปูนที่เท่ากัน ค่ายุบตัว 7.5-12.5 ซม. จะมีราคาแพงกว่า ค่ายุบตัว 5-10 ซม. แต่ถ้าเรามีการสั่งซื้อปูนที่มีค่ายุบตัว 5-10 ซม. เมื่อมาถึงหน้างานขณะเทลงแบบ ไม่ว่าจะ เป็น คานหรือเสา ช่างปูนอาจจะบอกว่าปูนเหนียวแต่เมื่อมีการทดสอบค่ายุบตัวแล้วปรากฏว่าค่ายุบตัว เท่ากับ 10 ซม.แล้วมีการเติมน้ำให้ปูนเหลวเพื่อที่จะเทเข้าแบบได้ง่ายๆ โดยหลีกเลี่ยงการอัดแน่นคอนกรีต ในกรณีนี้เมื่อคานแข็งตัวแล้วจะทำให้กำลังอัด (ความแข็ง) ลดลง ยิ่งเติมมากยิ่งลดมาก ซึ่งจะมีผลต่อโครงสร้างคือ ความสามารถในการรับน้ำหนักลดน้อยลงแต่ชีวิตจริงในการทำงานการที่เราจะควบคุมค่ายุบตัวให้อยู่ได้จนเทเสร็จเป็นเรื่องค่อนข้างยาก แต่ถ้าเรามีการวางแผนการเทที่ดีไม่ว่าจะเป็นการเลือกค่ายุบตัวให้เหมาะกับลักษณะ โครงสร้าง เวลาในการเท (ปูนค่ายุบตัวจะลดลงตามเวลาที่นานขึ้น) รวมถึงจำนวนคนงานและเครื่องมือที่ใช้จะต้องเพียงพอด้วย และสิ่งที่สำคัญอีกเรื่องหนึ่งคือการสื่อสารกับผู้ผลิตปูนเช่น ค่ายุบตัวเมื่อถึงหน้างานให้เป็นค่ายุบตัวสูงสุดที่กำหนดไว้ ในการจัดส่งถ้ามีการเทต่อเนื่องไม่ควรให้ปล่อยให้ปูนมารอหน้างานนานจนเกินไปจนทำให้คอนกรีตมีค่ายุบตัวน้อยลง (ปูนแข็ง)

ถ้ามีความจำเป็นต้องการเติมน้ำจริง ๆ ซึ่งอยากให้ เป็นวิธีสุดท้าย ในการเติมน้ำวัตถุประสงค์หลักก็เพื่อเพิ่มความเหลวของปูน เพื่อให้ปูนทำงานง่ายและทำงาน ได้เร็วขึ้น หลีกเลี่ยงการอัดแน่นปูนเพื่อไม่ให้ปูนเป็นโพรง

วัตถุประสงค์ของการทดลอง

เพื่อศึกษาและออกแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติเพื่อการผสมปูน

ขอบเขตของการทดลอง

1. สามารถเลือกเติมน้ำได้ 10%-100% (โดยเพิ่มทีละ 10%)
2. ออกแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติเพื่อการผสมปูนให้จ่ายน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด
3. ควบคุมโดยบอร์ด Arduino ใช้งานง่าย และแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD

วิธีการดำเนินโครงการ

1. ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวข้องกับระบบควบคุมการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติ
2. ทำการออกแบบและสำรวจการทำงาน of ระบบควบคุมการจ่ายน้ำแบบอัตโนมัติ
3. จัดหาวัสดุอุปกรณ์ในการทำงาน
4. เริ่มลงมือปฏิบัติ
5. ปรับปรุงเครื่องให้ทำงานได้ตามขอบเขตที่ตั้งไว้
6. ทำการทดลองการทำงานจริงของเครื่อง
7. สรุปผล และเขียนรายงาน

ประโยชน์ที่คาดหวังว่าจะได้รับ

ทำให้ทราบถึงการออกแบบและการสร้างระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการผสมปูน เพื่อที่จะนำไปใช้งานในงานก่อสร้างขนาดเล็ก การก่อสร้างครัวเรือน และอาจจะพัฒนาไปถึงการก่อสร้างขนาดใหญ่ได้ โดยที่เครื่องสามารถทำงานได้ตรงตามสเปคที่กำหนดได้ อาทิเช่น การจ่ายน้ำได้ตามค่าที่กำหนดและได้มาตรฐาน

แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	สัปดาห์ที่											
	พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	
1. สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง				→								
2. ออกแบบและสร้างแบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Solid Works											→	
3. เบิกเงินและจัดซื้อ												
3. วิเคราะห์ความเหมาะสมของกลไกการเคลื่อนที่				→								
4. วิเคราะห์ความแข็งแรงของโครงสร้าง								→				
5. ปรับปรุงแบบ											→	
6. สรุปรงานและเขียนรายงาน											→	

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2

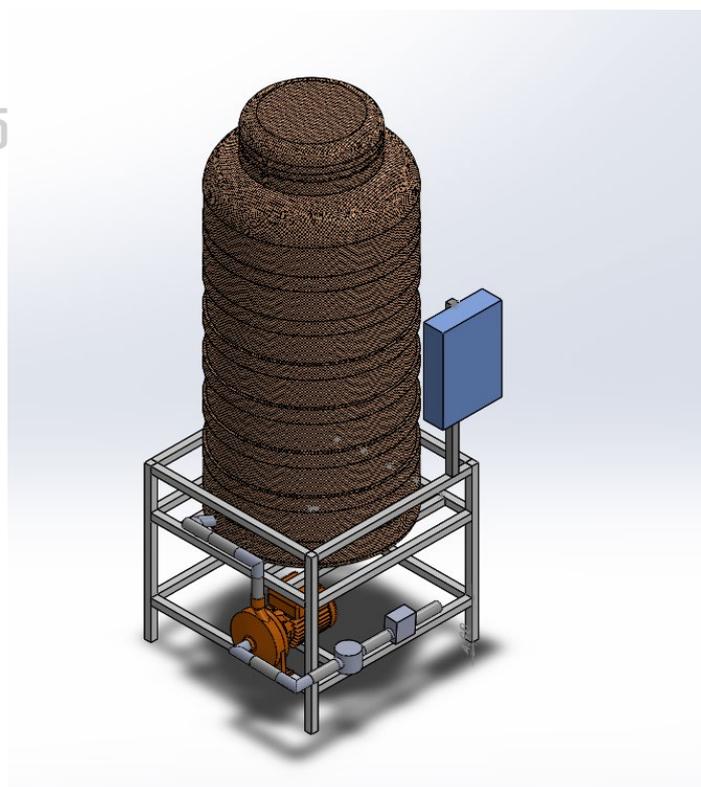
ทฤษฎีและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

2.1 ลักษณะโครงการ

โครงการเรื่องระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการผสมปูน เป็นระบบอัตโนมัติแบบ เพื่อใช้ในการพัฒนาต่อไปในการจ่ายน้ำสำหรับการผสมปูนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ถูกออกแบบให้สามารถจ่ายน้ำได้ต่ำสุดได้ 1 ลิตร และจ่ายน้ำได้มากที่สุดถึง 500 ลิตร เพื่อให้ได้ปริมาณน้ำที่เหมาะสมของการผสมปูนแต่ละประเภท โดยจะควบคุมการจ่ายน้ำในแต่ละครั้งผ่าน Arduino nano ป้อนค่าปริมาณน้ำที่ต้องการผ่าน Arduino keypad ค่าปริมาณน้ำที่ป้อนจะแสดงผลผ่านหน้าจอ LED หน้าจอ LED จะแสดงค่าปริมาณน้ำที่ INPUT และ OUTPUT โดยแสดงปริมาณ INPUT เป็นหน่วย ลิตร(Liters) ส่วนแสดงค่า OUTPUT มีทั้งหน่วย ลิตร(Liters) และ มิลลิลิตร(Milliliters) จากนั้นกดเริ่มทำงาน เครื่องสูบน้ำจะเริ่มการสูบน้ำในทันที น้ำที่ถูกสูบออกจากแทงค์น้ำจะถูกส่งไปยัง Flow Sensor เพื่ออ่านค่าอัตราการไหลของน้ำ จากนั้นเมื่อถึงค่าที่กำหนด Solenoid valve ที่อยู่ส่วนสุดท้ายของท่อจะตัดน้ำในทันที

2.2 แนวคิด

สำนักวิชา



กลสี

เทคโนโลยีสุรนารี

2.3 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.3.1 วิธีการทำงาน Arduino Nano

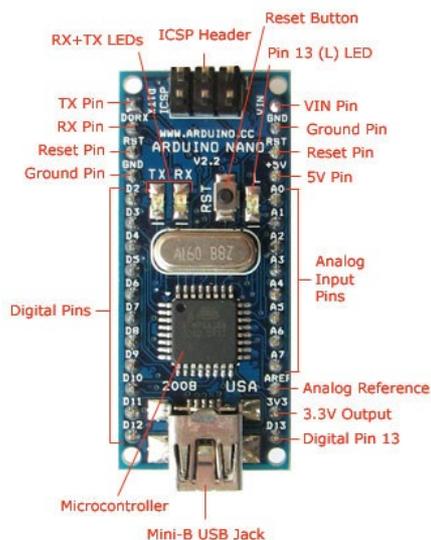
เวอร์ชันใหม่ - Nano V3 ที่สร้างขึ้นบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328 (16MHz) มีขนาดเล็กและสามารถใช้ร่วมกับบอร์ดรุ่นสำหรับการเดินสายแบบไร้สาย (breadboard) มันมีโครงสร้างคล้ายกันกับ Arduino Diecimila / Duemilanove แต่มีขนาดต่างกัน เพื่อลดขนาดส่วนประกอบจะถูกติดตั้งบนทั้งสองด้านของ PCB

บอร์ดใช้ชิป CH340G เป็นตัวแปลง UART-USB ชิป CH340G - เป็นโซลูชันงบประมาณ ด้วยความถี่การทำงานที่ 12Mhz ให้ผลลัพธ์ที่เสถียรของการแลกเปลี่ยนข้อมูล (สำหรับการติดตั้งไมโครเวอร์ที่ถูกต้องบนคอมพิวเตอร์ตามคำแนะนำ)

Nano V3 สามารถขับเคลื่อนผ่านพอร์ต microUSB (สูงสุด 500mA) แหล่งจ่ายไฟภายนอก 6-12V ไม่ควบคุม VIN เอาต์พุตหรือแหล่งจ่ายไฟภายนอก 5V ไปยังเอาต์พุต 5V ควบคุม แหล่งจ่ายไฟจะถูกล็อกโดยอัตโนมัติพร้อมค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด

2.3.1.1 ส่วนประกอบหลักของบอร์ด Arduino Nano

1. Nano V3 form-factor,
2. ATmega168 (16Mhz) microcontroller,
3. CH340G - USB-UART interface,
4. Input voltage 6-12V,
5. Output voltage 5V/800mA, 3.3V/180mA (Only in NEW vesrion),
6. MicroUSB - connection socket
7. 500mA resetable Fuse on USB port



รูปที่ 2.3.1 แสดงโครงสร้างหลักของบอร์ด Arduino Nano

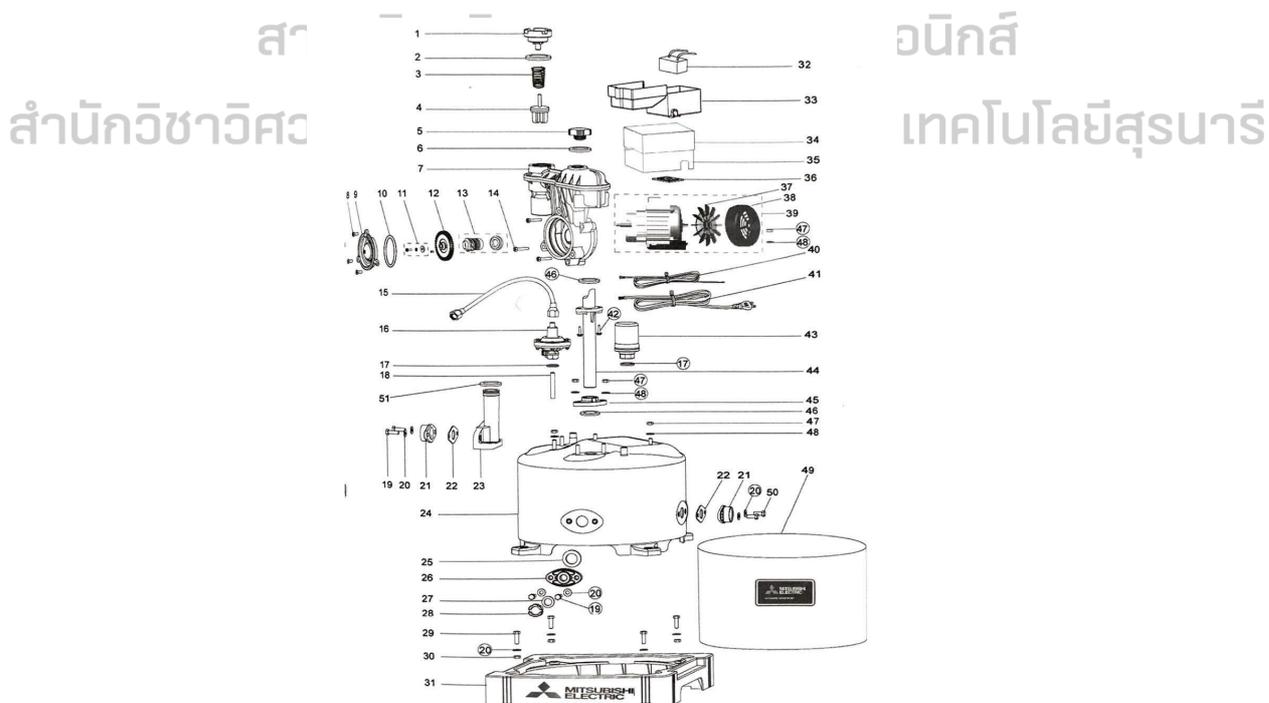
ไมโครคอนโทรลเลอร์	ATmega328
แหล่งจ่ายไฟ	5V
ไฟเข้า(แนะนำ)	7-12V
ไฟเข้า (จำกัดไว้ที่)	6-20V
ขาดิจิตอล I/O	22 ขา (6 รองรับ เอด์พุตแบบ PWM
ขาอะนาล็อกอินพุต	8 ขา
กระแสไฟฟ้า DC ต่อขา I/O	40 mA
กระแสไฟฟ้าออก DC สำหรับขา 3.3V	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328)
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

2.3.2 วิธีการทำงานของเครื่องสูบน้ำ MITSUBISHI WP-155Q3

ใบพัดที่ติดตั้งในเปลือกปั๊มและการยึดในเพลาลำม, เพลาลำมจะขับเคลื่อนโดยตรงโดยมอเตอร์ เปลือกปั๊มมี ฟางของเหลวอยู่ตรงกลาง ของเหลวถูกป้อนเข้าไปในปั๊มโดยวาล์วด้านล่างและท่อดูด เค้าเสียบจำหน่าย ของเหลวของปลั๊กเครื่องสูบน้ำเชื่อมต่อกับท่อจ่ายไฟ

ก่อนที่ปั๊มจะเริ่มทำงานเปลือกของเครื่องสูบน้ำจะเต็มไปด้วยของเหลวที่ขนย้ายอยู่ใบพัดจะขับเคลื่อนด้วย เพลลาเพื่อหมุนด้วยความเร็วสูงและของเหลวระหว่างใบมีดจะต้องหมุนด้วย ภายใต้การกระทำของแรงเหวี่ยง, ของเหลวจากศูนย์ใบพัดจะถูกโยนไปที่ขอบด้านนอกและเพื่อให้ได้พลังงานเพื่อความเร็วนอกขอบด้าน นอกของใบพัดเข้าไปในเปลือกปั๊ม โวลต์ ในรูปกันหอยของเหลวเนื่องจากการขยายตัวของการชะลอช่อง ทางการไหล แต่ยังคงพลังงานจลน์บางส่วนเป็นพลังงานความดันแบบคงที่และสุดท้ายเพื่อความดันสูงลงในท่อ ปล่องส่งไปยังสถานที่ที่จำเป็น ของเหลวจากเครื่องผลักดันศูนย์ไปที่ขอบด้านนอก, ใบพัดในศูนย์ที่เกิดขึ้น สูญญากาศบางอย่างเพราะถึงเหนือความดันพื้นผิวของเหลวกว่าความดันขาเข้าเครื่องสูบน้ำของเหลวจะถูก กดอย่างต่อเนื่องในใบพัด มองเห็นได้ตราใบพัดหมุนตลอดเวลาของเหลวจะยังคงถูกดูดดมและปล่อย ออกมา

2.3.2.1 ส่วนประกอบหลักของ เครื่องสูบน้ำ MITSUBISHI WP-155Q3



รูปที่ 2.3.2 แสดง โครงสร้างหลักของเครื่องสูบน้ำ MITSUBISHI WP-155Q3

2.3.3 วิธีการทำงานของ Switch on/off

ส่วนประกอบพื้นฐานของสวิตช์จะมีส่วนที่เรียกว่า หน้าสัมผัส อยู่ภายในซึ่งคล้ายกับสะพานเชื่อมให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรไฟฟ้าได้ สวิตช์ทำหน้าที่เปิด ปิด วงจรไฟฟ้า ทำให้วงจรไฟฟ้าเกิดการทำงานอยู่ 2 ลักษณะคือ วงจรเปิดและวงจรปิด วงจรเปิด คือลักษณะที่หน้าสัมผัสของสวิตช์ไม่เชื่อมต่อกันทำให้กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลไปในวงจรได้ และวงจรปิด คือ การที่หน้าสัมผัสของสวิตช์เชื่อมต่อกันทำให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรได้

วงจรเปิด หน้าสัมผัสไม่เชื่อมต่อกัน กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลในวงจรได้ ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าไม่ทำงาน แต่เรามักจะเรียกกันว่าเป็นการปิดสวิตช์ ซึ่งหมายถึงการปิดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้านั่นเอง

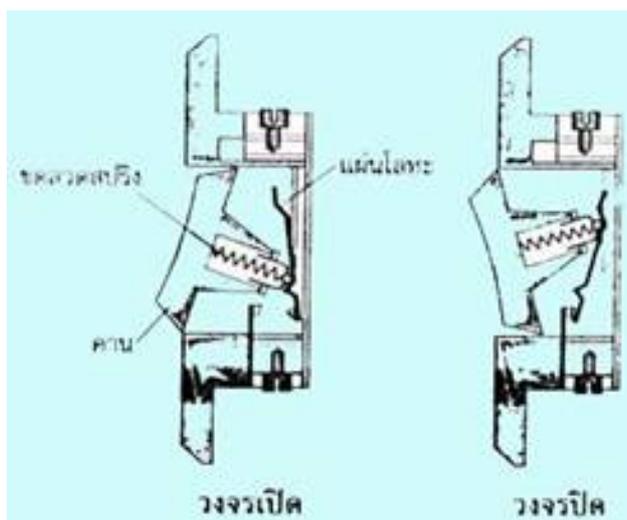


วงจรปิด หน้าสัมผัสเชื่อมต่อกัน กระแสไฟฟ้าสามารถไหลในวงจรได้ ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงาน แต่เรามักจะเรียกกันว่าเป็นการเปิดสวิตช์ ซึ่งหมายถึงการเปิดการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า



2.3.3.1 ส่วนประกอบหลักของ Switch on/off

1. คาน เป็นที่กดปิดเปิดทำด้วยฉนวน
2. แผ่นโลหะใต้คาน สำหรับต่อเชื่อมกับปุ่มโลหะที่ติดอยู่กับฐานสวิตช์ เพื่อให้ไฟฟ้าครบวงจร
3. ขดลวดสปริง เป็นส่วนที่อยู่บริเวณกึ่งกลางคาน ส่วนนี้จะทำหน้าที่ดันคานให้ค้างอยู่ในตำแหน่งเปิดหรือปิดตามต้องการ



รูปที่ 2.3.3 แสดง โครงสร้างหลักของ Switch on/off

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

2.3.4 วิธีการทำงานของ Solenoid Valve

โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) คือ วาล์วที่ทำงานด้วยไฟฟ้ามีทั้งชนิด 2/2, 3/2, 4/2, 5/2 และ 5/3 ในบทความนี้จะได้กล่าวถึงเฉพาะวาล์วชนิด 2/2 ซึ่งใช้ควบคุมการ เปิดปิด ของเหลว และ ก๊าซเท่านั้น ส่วนวาล์วชนิด 3/2, 4/2, 5/2 และ 5/3 ซึ่งส่วนใหญ่ใช้กับระบบนิวแมติก และ ระบบไฮดรอลิก

การทำงานของโซลินอยด์วาล์ว 2/2 โดยทั่วไป โซลินอยด์วาล์ว 2/2 มีการควบคุม ให้เปิดปิดได้ด้วย 3 ระบบ คือ

1. ระบบเปิดปิด โดยตรง (Direct Acting หรือ Direct Operated)
2. ระบบเปิดปิดทางอ้อม (Indirect Acting หรือ Pilot Operated)
3. ระบบลูกผสม (Combined Acting หรือ Combined Operated)

1.1 ระบบเปิดปิดโดยตรง (Direct Acting หรือ Direct Operated)

ระบบเปิดปิดโดยตรง โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางแบบปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงาน แบบเปิดปิดโดยตรงนั้น มีทางเข้าหนึ่งทาง และ ทางออกหนึ่งทาง พุน (plunger) ซึ่งมีซีล อยู่ปลายด้านล่างทำหน้าที่ เปิดและ ปิด รูทางผ่าน (orifice) ของของไหลเมื่อจ่ายไฟฟ้าเข้า หรือ ตัด ไฟฟ้าออกจากคอยล์

ข้อควรระวังในการใช้วาล์วที่ทำงานด้วยระบบนี้คือ

เมื่อมีการเพิ่มความดัน (pressure) ของของไหลในระบบจะทำให้ ต้อง ใช้แรงมากขึ้นในการเปิดวาล์ว หากความดันของของไหลสูงกว่าที่กำลังของคอยล์จะเปิดวาล์วได้ วาล์วนั้นก็จะไม่ทำงานถึงแม้จะมีการจ่ายไฟฟ้าแล้วก็ตาม

หลักการ: วาล์วเปิด-ปิด โดยอาศัยแรงจาก Coil และสปริงเพียงอย่างเดียว

ข้อดี: ไม่จำเป็นต้องอาศัยความดันของไหลในการช่วยเปิด-ปิด

ข้อจำกัด: มักจะใช้กับวาล์วที่มีขนาดไม่ใหญ่นักส่วนมากจะอยู่ขนาด 1/8"-1/4"

1.2 ระบบเปิดปิดทางอ้อม (Indirect Acting หรือ Pilot Operated)

ระบบเปิดปิดทางอ้อม (pilot control) โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางแบบปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงาน แบบเปิดปิดทางอ้อมนั้น มีทางเข้าหนึ่งทาง และ ทางออกหนึ่งทาง รูทางผ่านหลัก (main orifice) ซึ่งอยู่ในตัววาล์วนั้นเปิดได้ด้วยวิธีการทำให้ความดันที่กระทำต่อพื้นผิวด้านบน และด้านล่างของแผ่น ไดอะแฟรม (diaphragm) เกิดการเสียสมดุลในขณะที่ยังไม่มีไฟฟ้าจ่ายไปยังคอยล์ของไหล จะมีความดันส่งไปที่ช่องบนซึ่งมีพื้นที่ผิวเต็มพื้นที่ของแผ่น ไดอะแฟรม และในขณะเดียวกันก็มีความดันส่งไปที่พื้นผิวด้านล่าง แต่ส่งไปเฉพาะพื้นที่ผิวนอกๆ รูทางผ่านเท่านั้น ซึ่งเป็นพื้นที่ที่น้อยกว่าด้านบน เมื่อต้องการให้วาล์วเปิด โดยการป้อนไฟฟ้าเข้าที่คอยล์ พุน (plunger) ของ โซลินอยด์วาล์วตัวช่วยจะยกเปิดและ ระบายของไหลซึ่งอยู่ด้านบนของไดอะแฟรมทิ้งออกไปทางรู (orifice) ย่อยของโซลินอยด์วาล์วตัวช่วย ยังผลให้เกิดการเสียสมดุลของแผ่น ไดอะแฟรม เกิดการเคลื่อนที่เปิด รูทางผ่านหลักให้ของไหลไหลผ่านไป

ข้อควรระวังในการใช้วาล์ว ที่ทำงานด้วยระบบนี้ คือ ความดันของขาเข้าและขาออกจำเป็นต้องมีความ แตกต่างกันในค่าหนึ่งตามที่กำหนดของผู้ผลิต (minimum differential pressure)

เพื่อให้วาล์วทำงานอย่างถูกต้อง จะเห็นได้ว่าวาล์วที่ทำงานในระบบเปิดปิดทางอ้อมนี้ก็ต้องอาศัยตัวโซลินอยด์วาล์ว ที่ทำงานด้วยระบบ เปิดปิดโดยตรงมาเป็นตัวช่วยเพื่อให้ทำงาน ดังนั้นเราจึงต้องคำนึงถึงความดันสูงสุดและกำลังของคอยล์ที่ใช้เปิด มิฉะนั้นวาล์วอาจไม่ทำงานถึงแม้ว่า จะมีการจ่ายไฟฟ้าแล้วก็ตาม และ เพื่อให้วาล์วระบบนี้ทำงานได้อย่างถูกต้องและหลีกเลี่ยงการ ลีกรหรืออย่างรวดเร็วของแผ่น ไดอะแฟรม ควรออกแบบการใช้งาน โดยคำนึงถึงค่า Kv (อัตราการไหลผ่านวาล์วที่ความดัน ต่างศักย์ 1 bar) ของตอนที่วาล์วจะปิดว่ามีอัตราการไหลในขณะนั้น ไม่เกินค่า Kv ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากความดันของขาเข้าในขณะที่ วาล์วเปิดอยู่สูงกว่า 1 bar ต้องไม่ปล่อยให้ของไหลไหลออกทาง ขาออกโดยอิสระ (free outlet) จะต้องมี การจำกัดอัตราการไหล ของขาออกเพื่อรักษาให้ ความต่างศักย์ของความดันขาเข้าและขาออก ไม่เกิน 1 bar มิฉะนั้นแผ่น ไดอะแฟรมจะเกิดการ กระแทกกับ ปากรูทางผ่านหลักอย่างรุนแรงเมื่อปิดวาล์ว ทำให้แผ่น ไดอะแฟรม ลีกรหรือ และเสียหายอย่างรวดเร็ว

หลักการ: วาล์วเปิด-ปิด โดยอาศัยหลักการความต่างของความดัน กล่าวคือ มีการจ่ายไฟเข้าคอยล์เพื่อให้เกิดการ Pilot ของของเหลวที่อยู่ด้านบนของแผ่น ไดอะแฟรม ซึ่งจะ ทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันด้านบนแผ่น ไดอะแฟรมกับความดันของของไหลที่ไหลเข้ามาจึงทำให้แผ่น ไดอะแฟรมยกขึ้นซึ่งจะทำให้เกิดการเปิด-ปิดของวาล์ว

ข้อดี: โครงสร้างแบบนี้จะใช้กับวาล์วที่มีขนาด 3/8" ขึ้น ไป โดยขณะที่คอยล์ไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ (เพราะคอยล์ทำหน้าที่เพียงแค่เปิดรู Pilot) จึงทำให้ราคาถูกและเป็นที่นิยมใช้

ข้อจำกัด: เนื่องจากต้องอาศัยความดันของของไหลในการช่วยเปิด-ปิด ดังนั้นจึงไม่สามารถนำไปใช้กับงานที่มีความต่างของความดันต่ำได้

1.3 ระบบลูกผสม (Combined Acting หรือ Combine Operated)

โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางชนิดปกติปิด (N/C) ที่มีระบบการทำงานแบบลูกผสมนั้น มีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทาง การเปิดรูผ่านหลัก (orifice) ซึ่งอยู่ภายในตัววาล์วนั้น เป็นการ ผสมผสานทั้งการทำให้ความดันของพื้นที่ด้านบน และ ด้านล่าง ของแผ่น ไดอะแฟรมเสียดสมดุล บวกกับแรงที่ทุ่น (plunger) ของโซลินอยด์ตัวช่วยออกแรงยกแผ่น ไดอะแฟรม โดยตรงด้วย

การทำงานของแผ่นไดอะแฟรมก็เหมือนกับระบบเปิดปิดทางอ้อมจะต่างก็ตรงที่ว่า แม้จะมีความดันขาเข้าเพียงน้อยนิดวาล์วก็สามารถเปิดได้ด้วยแรงยกของท่อน (plunger)

ข้อควรระวังในการใช้วาล์วชนิดนี้ คือ นอกจากข้อยกเว้นที่วาล์วชนิดนี้ไม่ จำเป็นต้องมีความต่างศักย์ของความดันระหว่างขาเข้าและขาออกก็เปิดปิดได้แล้ว ข้อควรระวังอื่นๆก็เหมือนกับวาล์วระบบเปิดปิดทางอ้อมทุกประการ

หลักการ: วาล์วเปิด-ปิดโดยอาศัยแรงจากทั้ง Coil และ Mechanic ภายใน

ข้อดี: ใช้กับวาล์วที่มีขนาด 3/8" ขึ้นไปและของไหลมีความต่างของความดันต่ำๆ ได้

ข้อจำกัด: ราคาจะสูงกว่าแบบ Pilot Operated เพราะขนาดของ Coil จะต้องใหญ่กว่า

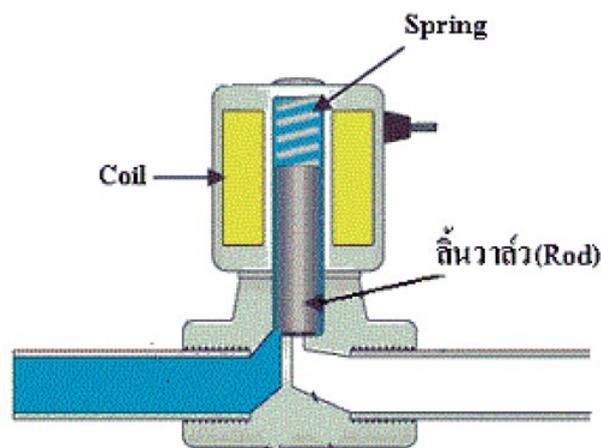
2.3.4.1 ส่วนประกอบหลักของ Solenoid Valve

1. Coil ทำหน้าเป็นสะพานไฟเมื่อ ไฟไหลผ่านจะดูดลื่นวาล์วขึ้นมา
2. ลื่นวาล์ว(Rod)ทำหน้าที่เปิดปิดน้ำ
3. Spring ทำหน้าที่ดันลื่นวาล์ว(Rod)กลับเมื่อ ไม่มีกระแสไฟไหลผ่าน

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชา

เทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.3.4 แสดงโครงสร้างหลักของ Solenoid Valve

2.3.5 วิธีการทำงานของ Relay module

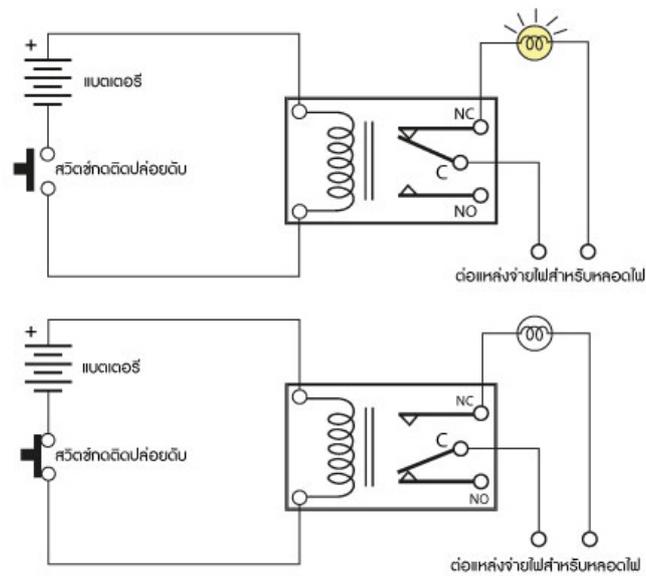
หลักการการทำงานของ Relay module คือ การเปิด - ปิดวงจรด้วยแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อขดลวดเหนี่ยวนำมีกระแสไหลผ่านจะมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็ก สามารถส่งแรงผลักหรือดูดเพื่อเปลี่ยนตำแหน่งสวิตช์ได้ ดังนั้น ใน Relay Module จะประกอบด้วยสองวงจรดังตัวอย่างในรูปข้างล่าง วงจรทางด้านซ้ายเป็นวงจรเพื่อเหนี่ยวนำขดลวดซึ่งจะต่ออยู่กับบอร์ดควบคุม วงจรด้านขวาเป็นวงจรของอุปกรณ์ที่เราต้องการขับ (ในรูปคือหลอดไฟ) โดยมีสวิตช์เปิดปิดวงจรตามแรงดูดของขดลวด หน้าสัมผัสของสวิตช์มี 2 ชนิด คือหน้าสัมผัสปกติเปิดหรือ NO (Normally Open) หมายถึง หน้าสัมผัสที่เปิดในภาวะขดลวดไม่เหนี่ยวนำ

1. หน้าสัมผัสปกติเปิดหรือ NO (Normally Open) หมายถึง หน้าสัมผัสที่เปิดในภาวะขดลวดไม่เหนี่ยวนำ
2. หน้าสัมผัสปกติปิดหรือ NC (Normally Closed) หมายถึง หน้าสัมผัสที่ปิดในภาวะขดลวดไม่เหนี่ยวนำ

โดยทั่วไปแล้วหน้าสัมผัส NO คือ ฟังก์ชันที่ทำให้กระแสครบวงจรในฟังก์ชันอุปกรณ์ ดังแสดงในรูปตัวอย่างนั้นหมายถึงจะต้องมีการจ่ายไฟให้ขดลวดในวงจรด้านซ้าย เพื่อดูดสวิตช์ในวงจรฝั่งขวามาที่หน้าสัมผัส NO วงจรจึงจะปิด และหลอดไฟจะติด การเปิดปิดกระแสผ่านขดลวดในวงจรฝั่งซ้าย กระทำผ่านการควบคุมไฟเลี้ยงทรานซิสเตอร์ เมื่อทำให้เกิดการจ่ายไฟเลี้ยง (VCC) ทรานซิสเตอร์จะนำกระแส ทำให้วงจรด้านขดลวดปิด และขดลวดจะทำหน้าที่เป็นแม่เหล็ก ซึ่งบอร์ด Arduino จะสามารถเข้ามาควบคุม Relay ได้ที่จุด In1 กล่าวคือถ้าส่งลอจิก High จะไม่มีการจ่ายไฟเลี้ยง เนื่องจากไม่มีความต่างศักย์ในทางกลับกัน หากส่งลอจิก Low จะทำให้วงจรปิด และสวิตช์จะเปลี่ยนทิศทาง ดังนั้นวงจร Relay ลักษณะนี้จึงเป็นแบบ Active Low

2.3.5.1 ส่วนประกอบหลักของ Relay module

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระตุ้นให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน(ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่คุณผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระตุ้นให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน
2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการ



รูปที่ 2.3.5 แสดงโครงสร้างหลักของ Relay module

2.3.6 วิธีการทำงานของ Flow Sensor

เป็นเครื่องมือวัดอัตราการไหลเชิงกลที่สามารถวัดการไหลได้ทั้งของเหลวและก๊าซ ออกแบบโดยใช้ชุดกังหันติดตั้งภายในท่อที่ของเหลว ไหลผ่านทำให้อุปกรณ์ไหลหมุน โดยทั่วไปความเร็วที่ไหลหมุนสามารถวัดได้ด้วยแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่ได้จากคอยล์ตรวจจับแม่เหล็ก (Magnetic pick-up coil) มีลักษณะเป็นขดลวดพันรอบแม่เหล็กถาวรติดตั้งอยู่ที่ตัวเครื่องมือวัด โดยใบพัดต้องทำจากวัสดุที่มีสมบัติเป็นสารแม่เหล็ก เมื่อใบพัดแต่ละใบเคลื่อนที่ตัดผ่านคอยล์ตรวจจับแม่เหล็ก จะเกิดค่าแรงดันไฟฟ้าทางด้านเอาต์พุตออกมา มีลักษณะเป็นพัลส์

วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.3.6.1 หลักการทำงานของ Flow Sensor

1. ใบพัดภายในทำหน้าที่วัดอัตราการไหลของน้ำ
2. คอยล์ตรวจจับแม่เหล็ก (Magnetic pick-up coil)
3. สายไฟจะมี 3 เส้นเป็นขั้วบวก-ขั้วลบและสายสัญญาณ



รูปที่ 2.3.6 แสดงโครงสร้างหลักของ Flow Sensor

2.3.7 วิธีการทำงานของ Arduino keypad

Arduino keypad เป็นอุปกรณ์ไว้สำหรับป้อนค่าตัวเลขที่เราต้องการ จะทำงานก็ต่อเมื่อขา IN PUT ของ Arduino keypad ต่อเข้ากับบอร์ด Arduino ที่เราใช้จากนั้นจึงจะใช้งานได้

2.3.7.1 ส่วนประกอบหลักของ Arduino keypad

1. ปุ่มกด ทำหน้าที่รับค่าตัวเลขและตัวอักษร
2. สายไฟ INPUT ทำหน้าที่เชื่อมต่อเข้ากับบอร์ด Arduino



รูปที่ 2.3.7 แสดงโครงสร้างหลักของ Arduino keypad

2.3.8 วิธีการทำงานของ Terminal

อุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างสายไฟด้านหนึ่งเข้ากับสายไฟอีกด้านหนึ่ง หรือใช้เป็นจุดพักสายไฟ เพื่อให้ง่ายและรวดเร็วในการซ่อมบำรุงอุปกรณ์ หรือเพื่อเก็บสายไฟให้เป็นระเบียบ สามารถตรวจสอบจุดที่มีปัญหาต่างๆ ได้ง่าย เราสามารถเห็นเทอร์มินอลบล็อกได้ทุกที่ที่มีสายไฟ ไม่ว่าจะเป็นโรงงานอุตสาหกรรม อาคารสำนักงานต่างๆ การทำงานของผู้รับเหมาระบบไฟฟ้า

2.3.8.1 ส่วนประกอบหลักของ Terminal

1. กรอบพลาสติกทำหน้าที่ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร
2. ขั้วเหล็กทำหน้าที่เชื่อมกระแสไฟฟ้าทั้งสองฝั่งเข้าด้วยกัน

สาขา
สำนักวิชาวิศวกรรม



อนิกลี
เทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 2.3.8 แสดง โครงสร้างหลักของ Terminal

2.3.9 วิธีการทำงานของ Switching Power Supply

Switching Power Supply นั้นถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไฟสลับโวลต์สูงให้เป็นแรงดันไฟตรงโวลต์ต่ำได้ ซึ่งองค์ประกอบพื้นฐานนั้น โดยทั่วไปจะคล้ายกันและสิ่งที่สำคัญที่สุดขององค์ประกอบนี้คือ คอนเวอร์เตอร์

2.3.8.1 ส่วนประกอบหลักของ Switching Power Supply

1. วงจรฟิลเตอร์และเรกติไฟเออร์ ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟสลับเป็นไฟตรง
2. คอนเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟตรงเป็นไฟสลับความถี่สูง และแปลงกลับเป็นไฟตรงโวลต์ต่ำ
3. วงจรควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของคอนเวอร์เตอร์ เพื่อให้ได้แรงดันเอาต์พุตตามต้องการ



สำนัก

ลย์สุรนารี

รูปที่ 2.3.9 แสดงโครงสร้างหลักของ Switching Power Supply

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทำโครงการ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวเกี่ยวกับวิธีการดำเนินการ โครงการตั้งแต่เริ่มต้นของการเก็บรวบรวมข้อมูล การออกแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการผสมปูน การสร้างระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติ โดยออกแบบให้ควบคุมการจ่ายน้ำ 1 ถึง 500 ลิตร และการติดตั้งระบบคอนโทรล การเขียนคำสั่งควบคุมการทำงานต่าง ๆ

3.1 การเก็บรวบรวมข้อมูล

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจะเห็นได้ว่าการผสมปูนเพื่อใช้ในการ ก่อ ฉาบ หรือ คอนกรีต นั้นมีการใช้น้ำและปูนแตกต่างกัน และการเลือกใช้น้ำปูนที่ผลิตกันที่ต่างกันก็จะมีการใช้น้ำและปูนในปริมาณที่ไม่เท่ากัน ตัวอย่างเช่น

ตัวปูน.com
Outlet Half



ปูนฉาบอิฐมวลเบา ทีพีไอ (M210) 1 ถุง ฉาบได้ 2.88 ตร.ม.
ฉาบที่ความหนา 10 มิลลิเมตร



สำนักวิ... โลยีสุรนารี

ปูนฉาบอิฐมวลเบา
ตรา ทีพีไอ

☎ 089-519-7777 หรือ 091-103-9999 @outlethalf fb.com/outlethalf outlethalf@gmail.com

ตัวปูน.com
Outlet Half



ปูนฉาบอิฐมวลเบา อินทร์มอร์ตาร์ (M13) 1 ถุง ฉาบได้ 2.2-2.4 ตร.ม.
ฉาบที่ความหนา 10 มิลลิเมตร



ปูนฉาบอิฐมวลเบา
ตรา อินทร์

☎ 089-519-7777 หรือ 091-103-9999 @outlethalf fb.com/outlethalf outlethalf@gmail.com

ปูนฉาบอิฐมวลเบา เสียมอร์ตาร์ 1 ถุง ฉาบได้ 3.57 ตารางเมตร
ฉาบที่ความหนา 10 มิลลิเมตร

ปูนฉาบอิฐมวลเบา
ตรา เสือ

☎ 089-519-7777 หรือ 091-103-9999 @outlethalf fb.com/outlethalf outlethalf@gmail.com

รูปที่ 3.1.1 แสดงความแตกต่างของการใช้น้ำเพื่อผสมปูน ฉาบ

วิธีคำนวณ สูตร 1 : 2 : 4 สำหรับงานโครงสร้างคอนกรีตทั่วไป



สัดส่วนผสม โดยปริมาตร	ปูน	ทราย	หิน	น้ำสะอาด
คอนกรีตทั่วไป				

ปริมาณการผสม คอนกรีต 2 คิว/ลบ.ม.
 ปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (ตราช้าง) 648 กก. (13 ถุง)
 ทรายหยาบ 1.14 ลบ.ม. (ประมาณ 1,824 กก.)
 หิน เบอร์ 1-2 2.18 ลบ.ม. (ประมาณ 3,161 กก.)
 น้ำผสมคอนกรีต 360 ลิตร

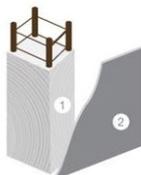
* ทรายหยาบ 1 ลบ.ม. (คิว) หนักประมาณ 1,600 กก.
 หิน (เบอร์ 1-2) 1 ลบ.ม. (คิว) หนักประมาณ 1,450 กก.

Copyright © SCG Building Materials 2016

เสี

สำนักวิชา

ข้อมูลทางเทคนิค
 ปูน 1 ถุง 50 กก. คือน้ำสะอาด 10-12 ลิตร ได้พื้นที่ 2.5-2.8 ตร.ม. ที่ความหนา 1 ซม.



1. ผนังคอนกรีต, เสာ, คาน
2. ปูนฉาบผิวคอนกรีต อิฐรีมอร์ตาร์ 15 หน้า 1-1.5 เซนติเมตร

www.onestockhome.com

นโยบายสุรนาธิ

รูปที่ 3.1.2 แสดงความแตกต่างของการใช้น้ำเพื่อผสมปูน คอนกรีต

3.2 การออกแบบโครงงาน

3.2.1 โครงสร้างของฐาน

ฐานจะมีการออกแบบเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส โดยมีขนาดความกว้างและขนาดความยาว 0.71 เมตร ขนาดความสูงเป็น 0.60 เมตร ส่วนวัสดุที่ใช้ทำโครงคือ เหล็กกาวาไนซ์ (Galvanize) ขนาดความหนา 1 ½ * 1 นิ้ว และ 1*1 นิ้ว

3.2.1.1 ออกแบบโครงสร้างด้วยโปรแกรม



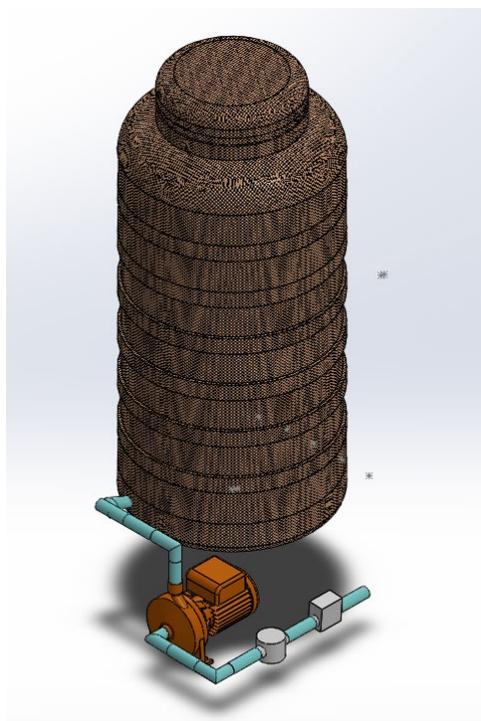
รูปที่ 3.2.1.1 แสดงโครงสร้างของฐาน

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.2 การเดินระบบท่อน้ำ

วัสดุที่ใช้ในการเดินระบบท่อน้ำจะใช้ ท่อ PVC ขนาด 4 หุน 90 องศา ต่อเข้ากับท่อตรงตรงยาว ขนาด 4 หุน เข้าที่ทางน้ำเข้าของเครื่องสูบน้ำ จากนั้นนำท่อ 6 หุนต่อออกจากทางออกของน้ำ นำท่อ 4 หุน 90 องศา ต่อเข้ากับท่อ 6 หุน เพื่อแปลงขนาดของท่อให้เล็กลง จากนั้นที่ปลายทางออกของท่อ 90 องศาต่อกับท่อตรงยาวขนาด 4 หุน จากนั้นต่อทางน้ำเข้าของ Flow Sensor ทางออกน้ำของ Flow Sensor ต่อเข้ากับท่อตรงยาว 4 หุน ปลายท่อ 4 หุน ต่อเข้ากับทางน้ำเข้าของ Solenoid valve ที่ ปลายทางออกของ Solenoid valve ต่อเข้ากับท่อสายยาง

3.2.2.1 ออกแบบการเดินระท่อน้ำด้วยโปรแกรม



รูปที่ 3.2.2.1 แสดงการเดินระท่อน้ำ

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.2.3 โครงสร้างโปรแกรม

```

#include <Wire.h>

#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#include <Keypad.h>

unsigned char keyActive = 0;

unsigned int frac;

byte sensorInterrupt = 2;

int Relay1 = 11;

int Relay2 = 12 ;

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);

char key;

char val[10];

int num = 0, k = 0;

const byte ROWS = 4; //four rows

const byte COLS = 4; //four columns

char keys[ROWS][COLS] = {

  {'1', '2', '3', 'A'},

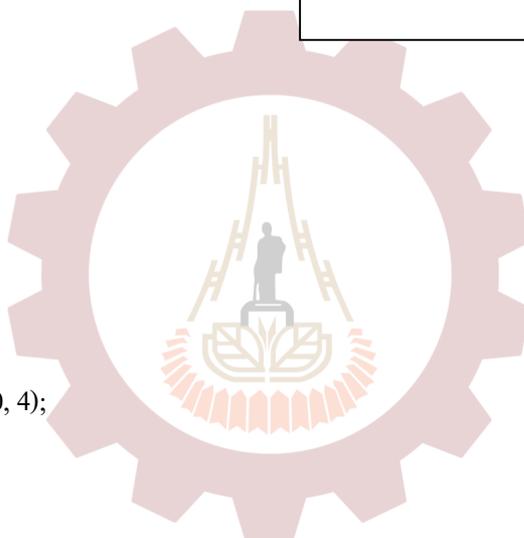
  {'4', '5', '6', 'B'},

  {'7', '8', '9', 'C'},

  {'*', '0', '#', 'D'}};

```

เป็นการเรียกใช้ library และการกำหนดตัวแปรแต่ละตัวในการทำงาน



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```

byte rowPins[ROWS] = {10, 9, 8, 7};

byte colPins[COLS] = {6, 5, 4, 3};

Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );

float calibrationFactor = 10.5 ;

volatile byte pulseCount;

float flowRate;

unsigned int flowMilliLitres;

float totalMilliLitres;

float totalLitres;

unsigned long oldTime

```

void setup()

```

Serial.begin(9600); สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
pinMode(Relay1, OUTPUT); สำนักวิชา วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
pinMode(Relay2, OUTPUT);
digitalWrite(Relay1, LOW);
digitalWrite(Relay2, LOW);

```

กำหนดรีเลย์ 1 และรีเลย์ 2 เป็น OUTPUT และเริ่มต้นการทำงานเป็น LOW

```
attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(sensorInterrupt), pulseCounter, FALLING);
```

โดยใช้คำสั่ง `attachInterrupt()` เป็นคำสั่งกำหนด และสร้างอินเทอร์รัพท์ โดยมีรูปแบบ `mode` รูปแบบที่จะให้ เกิดอินเทอร์รัพท์เป็น `FALLING` จะเกิดอินเทอร์รัพท์เมื่อพอร์ตที่กำหนดไว้มีการเปลี่ยนสถานะจาก `HIGH` เป็น `LOW`

```

lcd.begin();

lcd.clear();

lcd.setCursor(0, 0); //

lcd.print("Hello World...");

lcd.setCursor(0, 1); //

lcd.print("Please Wait - 3");

lcd.setCursor(0, 1); //

delay(1000);

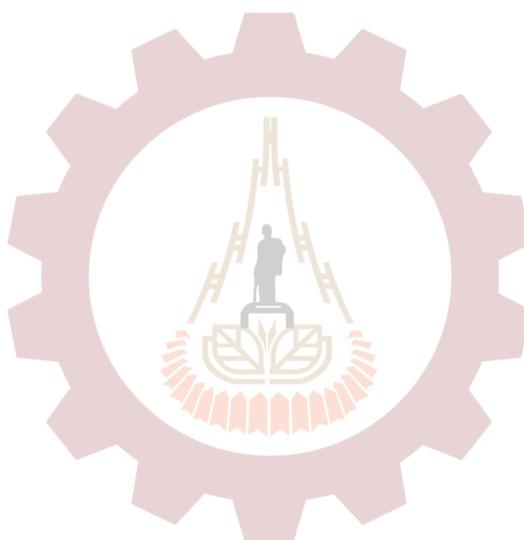
lcd.print("Please Wait - 2");
delay(1000);

lcd.setCursor(0, 1); //

lcd.print("Please Wait - 1");

delay(1000);

```



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมื่อเริ่มต้นใช้งานจะกำหนดให้จอ LCD แสดงผล Hello World... ในแถวที่ 1 และแถวที่ 2 จะแสดง Please Wait 3 วินาที โดยจะลดลงทุก ๆ 1 วินาที ก่อนจะพร้อมใช้งาน

void loop()

```

if ((millis() - oldTime) > 500) {

    detachInterrupt(sensorInterrupt);

    flowRate = ((1000.0 / (millis() - oldTime)) * pulseCount) / calibrationFactor;

    oldTime = millis();

    flowMilliLitres = (flowRate / 60) * 1000;

    totalMilliLitres += flowMilliLitres;

    frac = (flowRate - int(flowRate)) * 10;

    totalLitres = totalMilliLitres / 1000;

    pulseCount = 0;

```

ประมวลผลเฉพาะตัวนับหนึ่งครั้งต่อวินาที / ปิดการใช้งานอินเทอร์รัปต์ขณะคำนวณอัตราการไหลและส่งค่าไป host เนื่องจากลูปนี้อาจไม่สมบูรณ์ในช่วงเวลา 1 วินาทีที่เราคำนวณจำนวนมิลลิวินาทีที่ผ่านไปตั้งแต่การใช้งานครั้งสุดท้ายและการใช้งานเพื่อขยายขนาดเอาต์พุต นอกจากนี้เรายังใช้การปรับเทียบเครื่องปฏิกรณ์เพื่อปรับขนาดเอาต์พุตขึ้นอยู่กับจำนวนของพัลส์ต่อวินาทีต่อหน่วยของการวัด (ลิตร / นาทีในกรณีนี้) มาจากเซ็นเซอร์ ปิดการใช้งานขัดจังหวะฟังก์ชัน millis () จะไม่เพิ่มขึ้นทางขวา ณ จุดนี้ แต่จะยังคงส่งคืนค่าที่ตั้งไว้ก่อนหน้าการขัดจังหวะหายไป หารอัตราการไหลเป็นลิตร / นาทีโดย 60 เพื่อกำหนดว่ามีกี่ลิตรผ่านเซ็นเซอร์ในช่วงเวลา 1 วินาทีนี้จากนั้นคูณด้วย 1,000 ถึงแปลงเป็นมิลลิลิตรเพิ่ม milliliters ที่ส่งผ่านในวินาทีนี้ไปยังผลรวมสะสม

```

key = keypad.getKey();

if (key != NO_KEY) {

    val[k] = key;

    k++;

    if (key == 'A') {

```

```

num = atoi(val);

k = 0;

keyActive = 1;

}

if (key == '*') {

k = 0;

num = 0;

keyActive = 0;

totalMilliLitres = 0;

}

}

```

ตรวจจับการกด KEY ตัวอย่างการทำงาน เมื่อกดปุ่ม ตัวเลขและตามด้วย A ค่า key ที่กดจะแปลงเป็นตัวเลข เช่น กด 1 กด 2 และ A ตัวเลขที่ได้คือ 12

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

```

lcd.clear();/
lcd.setCursor (4, 0);

lcd.print("Ready to use");

lcd.setCursor (0, 1);

lcd.print("Number: ");

lcd.setCursor (8, 1);

lcd.print(key);

lcd.setCursor (0, 2);

```

```

lcd.print("Please Input:");

lcd.setCursor (14 , 2);

lcd.print(num);

lcd.setCursor (18, 2);

lcd.print("L");

lcd.setCursor (0, 3);

lcd.print("Total Litres: ");

lcd.setCursor (14, 3);

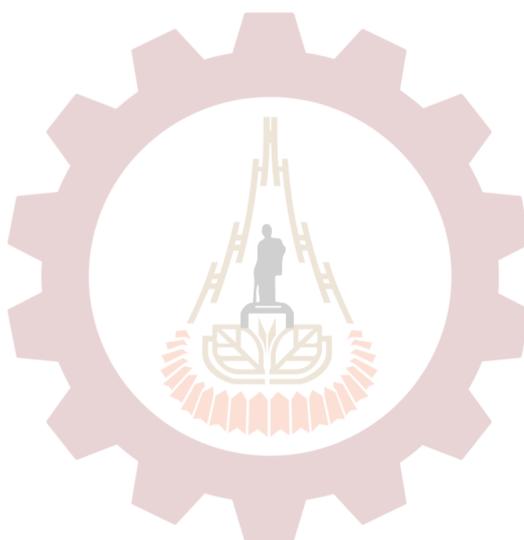
lcd.print(totalLitres);

lcd.setCursor (18, 3);

lcd.print("L ");

delay(100);

```



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

โดยจอ LCD แสดงทั้งหมด 4 แถว

แถวแรกแสดง Ready to use

แถวสามแสดง Please Input: จากค่าที่ระบุจาก Keypad

แถวสองแสดง Number: และคีย์จากแป้นที่ป้อน

แถวที่สี่แสดง Total Litres จากค่า totalLitres ที่คำนวณ

```

if (keyActive == 1) {

    digitalWrite(Relay1, HIGH);

    digitalWrite(Relay2, HIGH);

    if (totalLitres >= num) {

        digitalWrite(Relay1, LOW);

        digitalWrite(Relay2, LOW);
    }
}

```

```

    keyActive = 0;
  }
}
else {
  digitalWrite(Relay1, LOW);
  digitalWrite(Relay2, LOW);
}
if (keyActive == 0) {
  digitalWrite(Relay1, LOW);
  digitalWrite(Relay2, LOW);
}
}
}

```

รับค่าจากการตรวจจับ Key เมื่อกดเลขและตามด้วย 'A' ทำให้ keyActive = 1 เปิดให้ปั้มน้ำและโซลินอยด์ วาล์วทำงานและเมื่อปริมาณน้ำมากกว่าหรือเท่ากับค่า Input ที่ป้อน จะทำให้ปั้มน้ำและโซลินอยด์วาล์วปิดการทำงาน และเมื่อไม่ไขหรือ keyActive = 0 ให้ปั้มน้ำและโซลินอยด์วาล์วปิดการทำงาน

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

```

void pulseCounter()
{
  pulseCount++;
}

```

เพิ่มตัวนับ pulse counter

3.3 การสร้าง

3.3.1 เครื่องเชื่อม



3.3.2 หัวแรงบัดกรี

สำนักวิช



มัลย์สุนารี

3.3.3 ลวดเชื่อม



3.3.4 เครื่องเจียเหล็ก



สำนักวิชาวิ



ิกส์

เทคโนโลยีสุรนารี

3.3.5 เครื่องตัดเหล็ก



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.4 ทดสอบตามขอบเขตที่กำหนด

ทดสอบตามขอบเขต เรากำหนดขอบเขต

1. สามารถเลือกเติมน้ำได้ 10%-100% (โดยเพิ่มทีละ 10%)
 - ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับผสมปูนสามารถจ่ายน้ำได้ตามขอบเขตที่กำหนดไว้ และยังสามารถจ่ายน้ำได้ตามความต้องการของผู้ต้องการใช้น้ำอีกด้วย
2. ออกแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติเพื่อการผสมปูนให้จ่ายน้ำได้อย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด
 - ระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับผสมปูนได้การจ่ายน้ำที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด โดยที่ทางผู้จัดทำได้ทำการทดสอบและทดลองการจ่ายน้ำในแต่ละลิตร จ่าย 10 ครั้ง หาค่าความคลาดเคลื่อน ค่าความคลาดเคลื่อนนั้นมีค่าไม่ถึง 1 % ดังนั้นผู้จัดทำโครงการยืนยันว่าระบบควบคุมการจ่ายน้ำอัตโนมัติสำหรับการผสมปูนมีประสิทธิภาพและความแม่นยำสูง
3. ควบคุมโดยบอร์ด Arduino ใช้งานง่าย และแสดงผลผ่านหน้าจอ LCD
 - ผู้จัดทำโครงการได้เขียนโค้ดโปรแกรม Arduino เรียบร้อยแล้ว สามารถใช้งานเครื่องคอนโทรลได้อย่างง่ายและสะดวกสำหรับงานก่อสร้างต่าง ๆ โดย กดกรอกค่าที่ Arduino key pad จากนั้นหน้าจอ LCD จะแสดงค่า Input และ ปริมาณน้ำที่ Output ออกมาอย่างละเอียด

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

4.1 บทนำ

เมื่อประกอบชิ้นส่วนของโครงงานและติดตั้งอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องเข้าด้วยกัน โดยได้ทดสอบการทำงานของตัว Flow sensor ที่ใช้ในการวัดอัตราการไหลของน้ำโดยจะมี Solenoid valve ที่ใช้ในการเปิด-ปิดการจ่ายน้ำในการผสมปูน ว่าสามารถทำงานได้แม่นยำตามปริมาณที่กำหนดตาม Input ที่ป้อนไปตรงตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้นมาได้สมบูรณ์แบบ

จากการทดสอบที่กล่าวมาเบื้องต้น ทำขึ้นเพื่อจ่ายน้ำให้มีประสิทธิภาพในการผสมปูนมากยิ่งขึ้นและการแก้ปัญหาหรือแก้จุดบกพร่องในการประมาณค่าของน้ำในการผสมปูนของแต่ละบุคคลในการก่อสร้างต่าง ๆ มีการประกอบและทดลองระบบทั้งหมดเสร็จสิ้นจึงได้ทำการทดสอบการใช้งานของระบบควบคุมการจ่ายน้ำสำหรับผสมปูนแบบทำงานได้จริง บันทึกผลและสรุปผลการทดลอง

4.2 การทดสอบการวัดปริมาณและน้ำหนักของปริมาณน้ำที่ได้

เมื่อติดตั้งอุปกรณ์เสร็จสมบูรณ์จึงได้ทำการทดสอบระบบควบคุมการจ่ายน้ำสำหรับการผสมปูนเพื่อวัดปริมาณน้ำของระบบคอนโทรลที่อ่านค่าได้กับการตวงน้ำจากเครื่องชั่งน้ำหนัก แล้วน้ำหนักของปริมาณน้ำในแต่ละครั้งต่างกันเล็กน้อยเพียงใด ซึ่งกำหนดปริมาณน้ำในแต่ละครั้งเป็น 10 ลิตร

จุดประสงค์ในการทดสอบคือเพื่อเปรียบเทียบและต้องการทราบถึงปริมาณน้ำที่จ่ายในแต่ละครั้ง

ตารางที่ 4.1 ทดสอบการปล่อยน้ำที่ 1 ลิตร

ครั้งที่	ปริมาณ (ลิตร)	ตวงได้ (ลิตร)	การคลาดเคลื่อน
1	1.0	1.0	0
2	1.0	0.9	100
3	1.0	1.1	100

ตารางที่ 4.2 ทดสอบการปล่อยน้ำที่ 4 ลิตร

ครั้งที่	ปริมาณ (ลิตร)	ตวงได้ (ลิตร)	การคลาดเคลื่อน
1	4.0	4.1	100
2	4.0	4.0	0
3	4.0	4.0	0

ตารางที่ 4.3 ทดสอบการปล่อยน้ำที่ 10 ลิตร

ครั้งที่	ปริมาณ (ลิตร)	ตวงได้ (ลิตร)	การคลาดเคลื่อน
1	10.0	9.9	100
2	10.0	10.0	0
3	10.0	9.9	100

ตารางที่ 4.4 ทดสอบการปล่อยน้ำที่ 16 ลิตร

ครั้งที่	ปริมาณ (ลิตร)	ตวงได้ (ลิตร)	การคลาดเคลื่อน
1	16.0	15.9	100
2	16.0	16.0	0
3	16.0	15.8	200

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าปริมาณเริ่มต้นการปล่อยน้ำจะทำให้ว่าตารางที่ 4.1 – ตารางที่ 4.5 ทดสอบการปล่อยน้ำที่ทุกปริมาณ 1,4,6 และ 10 ลิตร เริ่มต้นจาก 0 จะมีค่าความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปั้มน้ำที่ใช้มีการจ่ายแรงดันน้ำไม่คงที่ทำให้ปริมาณความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น ซึ่งเป็นค่าความคลาดเคลื่อนที่พอรับได้ในการนำไปใช้สำหรับการผสมปูน

หลักการแก้ปัญหา

จากการทดลองเมื่อปล่อยน้ำเริ่มต้นที่ 0 จะมีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากปั้มน้ำที่ใช้เป็นปั้มน้ำบ้านที่จ่ายแรงดันไม่สม่ำเสมอหลักการแก้ปัญหาเปลี่ยนเป็นปั้มน้ำหอยโข่งซึ่งจ่ายแรงดันน้ำคงที่จะทำให้มีค่าความคลาดเคลื่อนที่น้อยกว่าและแม่นยำกว่า

บทที่ ๕

สรุปและข้อเสนอแนะ

ระบบควบคุมการจ่ายน้ำสำหรับการผสมปูนออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการผสมปูน โดยสามารถระบุ น้ำที่ต้องการใช้ได้อย่างแม่นยำ ซึ่งจะระบุน้ำได้ตั้งแต่ 1 ลิตร ถึง 500 ลิตร การออกแบบโครงสร้างฐานและ ระบบการควบคุมได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการทำงานและการทดลองได้พบปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นในการทำงาน ซึ่งทางผู้จัดทำโครงการ ได้แก้ไขปัญหาดังกล่าว นั้นเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงทำให้ระบบควบคุมการจ่าย น้ำทำงานได้ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ในขอบเขตของการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

สรุปได้ว่าระบบควบคุมการจ่ายน้ำสำหรับการผสมปูน พบกับปัญหาต่าง ๆ อาทิเช่น

1. Arduino keypad และ หน้าจอ LCD ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ ปุ่มกดของ Arduino keypad บางปุ่มไม่สามารถทำงานได้ ส่วนหน้าจอ LCD ทำงานได้เป็นระยะเวลาสั้น ๆ ถ้าทำงานนานจนเกินไปหน้าจอ จะเกิดอาการรวนขึ้น เหตุจากมีสัญญาณรบกวนสายไฟบางเส้นที่ต่อกับจอ ทางผู้จัดทำโครงการได้ ทำการแก้ไขปัญหาโดยการเปลี่ยน Arduino keypad เป็นตัวใหม่ และหน้าจอ LCD นั้นแก้ไขปัญหาโดย การนำเทปพันสายไฟมาพันสายไฟแต่ละเส้น ทำให้สายไฟแต่ละเส้น ไม่สัมผัสโดนกันจึงทำให้ไม่มี สัญญาณไปรบกวนหน้าจอ LCD
2. เครื่องสูบน้ำที่เราแนะนำเสนอเป็นเครื่องสูบน้ำที่จ่ายแรงดันไม่คงที่ แต่ใช้ทำงานจริงจะเป็นเครื่องสูบน้ำ ที่จ่ายแรงดันคงที่ ซึ่งไม่เหมือนกัน เนื่องจากเครื่องสูบน้ำที่ใช้งานจริงมีการรั่วซึมบริเวณแบร์ริง ทำให้ทางผู้จัดทำโครงการต้องเปลี่ยนเครื่องสูบน้ำเป็นเครื่องสูบน้ำที่จ่ายแรงดันไม่คงที่ในระหว่างการ ทำงานเพื่อแก้ไขปัญหามือเบื้องต้น

ข้อเสนอแนะ :

1. แก้ไขจอแสดงผลให้ละเอียดมากขึ้น
2. ออกแบบระบบควบคุมการจ่ายน้ำให้ดีขึ้น
3. การจ่ายน้ำมีความเสถียรและมีประสิทธิภาพมากขึ้น

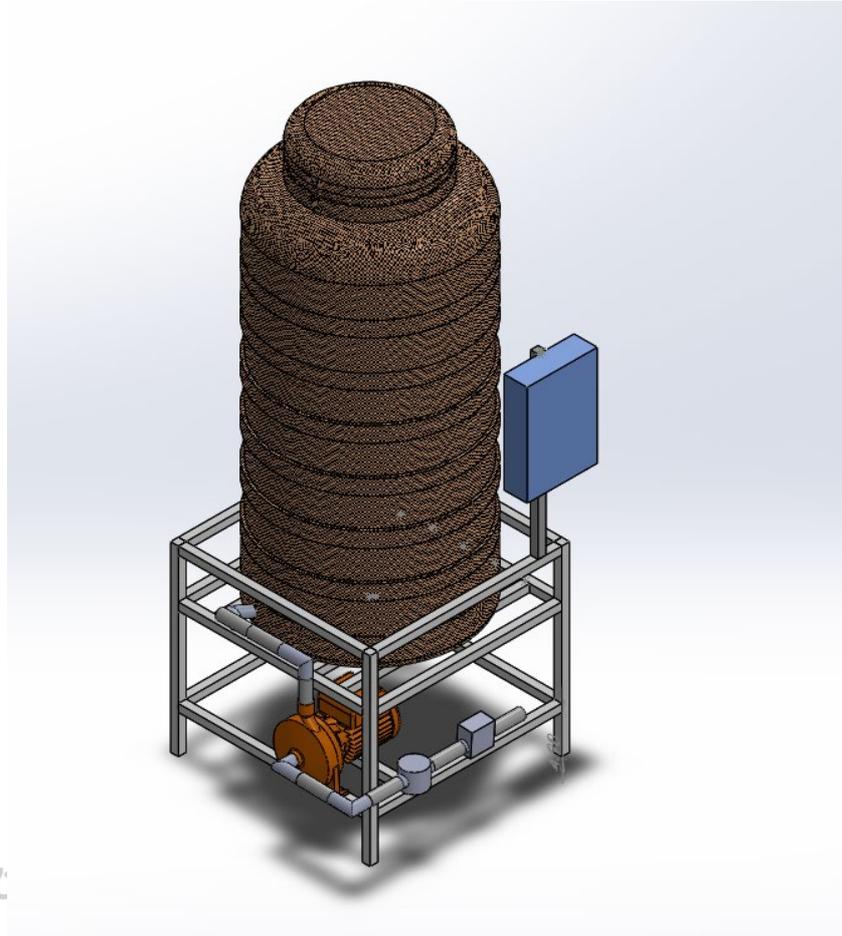
เอกสารอ้างอิง

- 1 <https://www.buildingmaterial.co.th/product>. เครื่องตัดเหล็กไฟฟ้า. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2562.
- 2 <https://www.ktw.co.th/เครื่องเชื่อม-ja>. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2562.
- 3 <https://www.srt.co.th/product-1>. หัวแรงขับเคลื่อน. สืบค้นเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม 2562.
- 4 <http://www.chaitaweechokbangplee.co.th>. เครื่องสูบน้ำ. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2562.
- 5 <https://www.scgbuildingmaterials.com/th/LivingIdea/NewBuild/Portland-Cement.aspx>. SCG ปูนซีเมนต์. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2562
- 6 <https://mall.factomart.com/principle-of-switching-power-supply/>. Switching Power Supply. สืบค้นเมื่อวันที่ 20 ธันวาคม 2562



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ภาคผนวก



สำนักวิชา

เทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติดำเนินโครงการ

ชื่อผู้จัดทำโครงการคนที่ 1

ชื่อ-สกุล นายชรรศ กรกชกร

รหัสนักศึกษา B5928668

วัน เดือน ปีเกิด 14 ตุลาคม พ.ศ.2539

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 223 หมู่ 1 ต.สีคิ้ว อ.สีคิ้ว จ.นครราชสีมา 30140

ชื่อผู้จัดทำโครงการคนที่ 2

ชื่อ-สกุล นายภูริป ตามเมืองปัก

รหัสนักศึกษา B6028060

วัน เดือน ปีเกิด 04 เมษายน 2540

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 864/4 หมู่ 1 ต.บ้านค่าย อ.เมืองชัยภูมิ จ.ชัยภูมิ 36240

ชื่อผู้จัดทำโครงการคนที่ 3 สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

ชื่อ-สกุล นางสาวบุญสิตา กุชิตา

รหัสนักศึกษา B6028701

วัน เดือน ปีเกิด 11 เมษายน 2540

สถานที่อยู่ปัจจุบัน 132 หมู่ 10 ต.ธงชัยเหนือ อ.ปักธงชัย จ.นครราชสีมา 30150



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี