รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบควบคุมของระบบสำรองน้ำภายในโรงงาน
Design of Control System for Water Reserve System in Factory

นายภัทราวุธ บุตรวิเศษ

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การออกแบบระบบควบคุมของระบบสำรองน้ำภายในโรงงาน
ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายภัทราวุธ บุตรวิเศษ
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมการวัดและควบคุม
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒนะ
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน คุณสถาพร นาคง
ชื่อสถานประกอบการ บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) สาขาโรงงานแก่งคอย จังหวัดสระบุรี

บทคัดย่อ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้นำเสนอการออกแบบระบบควบคุมของระบบสำรองน้ำภายในโรงงาน เพื่อแก้ปัญหาการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ได้ในอัตราที่ต่ำและปัญหาการสำรองน้ำ เพื่อจ่ายน้ำไปยังส่วนต่าง ๆ ภายในโรงงานและบริเวณที่พักอาศัยที่ต้องการใช้น้ำเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาการทำงานของระบบสูบน้ำบาดาลและระบบสำรองน้ำภายในโรงงาน และทำการออกแบบระบบควบคุมโดยใช้ Arduino เป็นตัวควบคุมการทำงานซึ่งใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการออกแบบระบบควบคุมการสูบน้ำบาดาลเพื่อสำรองน้ำสำหรับถังเก็บน้ำ75Q ถังเก็บน้ำคู่ และถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ25Q ก่อนที่จะจ่ายน้ำไปยังส่วนต่าง ๆ ภายในโรงงาน ซึ่งแต่ละจุดจะมีการควบคุมการสำรองน้ำและจ่ายน้ำที่แตกต่าง กัน โดยการออกแบบจะจำลองการต่อวงจรด้วยโปรแกรม Proteus เพื่อให้ระบบการควบคุมที่ได้ออกแบบ สามารถที่จะควบคุมการสูบน้ำบาดาลและระบบสำรองน้ำได้ดียิ่งขึ้น โดยการออกแบบระบบควบคุมของระบบสำรองน้ำภายในโรงงาน การออกแบบจะแบ่งแผนกที่รับผิดชอบเป็น 2 แผนก ได้แก่ 1. แผนกวิศวกรรมโครงการและสถานที่ 2. แผนกซ่อมบำรุงไฟฟ้าและวัดคุม โดยผู้จัดทำได้มีโอกาสในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาร่วมกับแผนกซ่อมบำรุงไฟฟ้าและวัดคุม ซึ่งมีหน้าที่ในการเลือกขนาดวาล์ว เลือกอุปกรณ์ไฟฟ้า ขนาดสายไฟและชนิดของสายไฟที่เหมาะสมกับงาน

คำสำคัญ: Arduino, Arduino IDE, Proteus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Design of control system for water reserve systems in factory
Student Intern Name: Mr. Phattrawut Butwiset
Faculty: Engineering **Department:** Instrumentation and Control Engineering
Advisor Name: Asst.Prof.Dr.Narin Tammarugwattana
Mentor Name: Mr. Sathaporn Nakhong
Company: Chememan Co., Ltd Kaeng khoi Saraburi

ABSTRACT

This cooperative study report presents the control system design of the water reserve system in the factory. To solve the problem of using groundwater at low rates and reserving the water to distribute water to various parts within factories and residential areas that require more water. Therefore, there is a study of the operation of the groundwater pumping system and the water reserve system in the factory and designing the control system by using the Arduino as the controller which uses the Arduino IDE program to design the groundwater pumping control system to reserve the water for 75Q water tank Double water tank And a 25Q champagne water tank Before distributing water to different parts of the factory, each of which has different water reserves and water distribution controls The design will simulate the circuit with Proteus program so that the control system designed Able to better control the pumping of groundwater and water reserve systems By designing the control system of the water reserve system in the factory The design will divide the responsible department into 2 departments which are 1. The engineering department, project, and location. 2. Electrical and Instrumentation Maintenance Section In which the organizer has the opportunity to participate in the cooperative education program with the Electrical Maintenance and Temple Control Section Which is responsible for selecting the valve size Choose electrical equipment Wire sizes and types of wires suitable for the job.

Keywords: Arduino, Arduino IDE, Proteus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานสหกิจศึกษาเรื่องระบบน้ำภายในโรงงานฉบับนี้ประสบความสำเร็จไปได้ด้วยดี อันเนื่อง มาจากการสนับสนุนของหลายฝ่าย ที่ได้ให้ความรู้ คำปรึกษา การชี้แนะแนวทางในการแก้ปัญหา ทำให้โครงงานนี้บรรลุวัตถุประสงค์

ผู้เขียนขอขอบพระคุณ บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) ที่มอบโอกาสในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา ประจำปี 2562 รวมถึง คุณสถาพร นาคง (ผู้จัดการแผนกซ่อมบำรุงไฟฟ้าและวัดคุม) และ คุณมณีกาญจน์ ไชยสงโท (วิศวกร) ซึ่งเป็นผู้ดูแลที่คอยให้คำปรึกษา และชี้แนะแนวทางตลอดการทำโครงงาน

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒนะ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานสหกิจศึกษา ที่เป็นผู้มอบโอกาสในการทำสหกิจศึกษา และได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ ตลอดระยะเวลาในการปฏิบัติโครงการสหกิจศึกษา รวมถึงช่วยตรวจทานและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ทำให้รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้เสร็จสิ้นสมบูรณ์

ภัทราวุธ บุตรวิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	**3**
2.1 อุปกรณ์ไฟฟ้า	3
2.1.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)	3
2.1.2 ซีเล็คเตอร์สวิตช์ (Selector Switch)	4
2.1.3 สายไฟ	5
2.1.4 บูสเตอร์ปั๊ม (Booster Pump)	6
2.1.5 เครื่องสูบน้ำชนิดจุ่มใต้น้ำ (Submersible Pump)	7
2.1.6 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)	7
2.1.7 รีเลย์ (Relay)	12
2.1.8 โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid state Relay)	13
2.2 อุปกรณ์ Instrument	13
2.2.1 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)	13
2.2.2 เช็ควาล์ว (Check Valve)	14
2.2.3 วาล์วหมุนมือ (Hand Valve)	15
2.2.4 สวิตช์ความดัน (Pressure Switch)	16
2.2.5 สวิทช์ลูกลอย (Float Level Switch)	17
2.2.6 เครื่องมือวัดอัตราการไหล (Flow Meter)	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Arduino 18
2.4 Arduino IDE 18
2.5 แหล่งน้ำใต้ดิน (น้ำบาดาล) 19
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน **20**
3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 20
3.2 ศึกษาระบบน้ำบาดาลและระบบสำรองน้ำของโรงงาน 20
3.3 ออกแบบการทำงานของระบบโดยรวม 26
3.4 การเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม 28
3.5 การออกแบบระบบควบคุม 28
3.5.1 การออกแบบระบบควบคุม จุด A 29
3.5.2 การออกแบบระบบควบคุม จุด A ด้วยโปรแกรม Arduino IDE 30
3.5.3 การออกแบบระบบควบคุม จุด E 35
3.5.4 การออกแบบระบบควบคุม จุด E ด้วยโปรแกรม Arduino IDE 36
3.5.5 การออกแบบระบบควบคุม จุด F 39
3.5.6 การออกแบบระบบควบคุม จุด F ด้วยโปรแกรม Arduino IDE 40
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน **43**
บทที่ 5 สรุป ปัญหา ข้อเสนอแนะ **47**
5.1 สรุป 47
5.2 ปัญหา 47
5.3 ข้อเสนอแนะ 47
เอกสารอ้างอิง **48**
ประวัติผู้เขียน **49**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 MCB ชนิด 3 pole	3
2.2 MCCB	4
2.3 สวิตช์ 3 ทาง	4
2.4 สายไอวี	5
2.5 สายวีเอเอฟ	5
2.6 สายทีเอชดับเบิลยู	5
2.7 สายเอ็นวายวาย	6
2.8 สายวีซีที	6
2.9 บูสเตอร์ปั๊ม	7
2.10 ปั๊มซับเมอร์ส	7
2.11 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย	8
2.12 แผนผังสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย	9
2.13 วงจรสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย	9
2.14 วงจรพื้นฐานของ Flyback Converter	10
2.15 วงจรพื้นฐานของ Forward Converter	10
2.16 วงจรพื้นฐานของ Push - Pull Converter	11
2.17 วงจรพื้นฐานของ Half - Bridge Converter	11
2.18 วงจรพื้นฐานของ Full - Bridge Converter	12
2.19 สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าของรีเลย์	12
2.20 รีเลย์	13
2.21 วงจรการต่อใช้งานแบบพื้นฐานของอาร์เมเจอร์รีเลย์และโซลิดสเตตรีเลย์	13
2.22 โซลินอยด์วาล์ว	14
2.23 Swing Check Valve	14
2.24 Lift Check Valve	15
2.25 Ball Check Valve	15
2.26 วาล์วหมุนมือ	16
2.27 สวิตช์ความดัน	16
2.28 สวิทช์ลูกลอย	17
2.29 เครื่องมือวัดอัตราการไหล	17
2.30 Arduino	18
2.31 แหล่งน้ำใต้ดิน	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน	20
3.2 จุดที่มีเครื่องสูบน้ำบาดาล บริเวณพื้นที่ 25 ไร่	21
3.3 จุดที่มีเครื่องสูบน้ำบาดาล บริเวณพื้นที่ 24 ไร่	21
3.4 จุดที่มีเครื่องสูบน้ำบาดาล บริเวณพื้นที่ 8 ไร่	22
3.5 จุดที่มีเครื่องสูบน้ำบาดาล บริเวณข้างสนามฟุตบอล	22
3.6 จุดที่มีการติดตั้งถังน้ำ 75Q จำนวน 4 ถัง บริเวณข้างสนามฟุตบอล	23
3.7 การติดตั้งถังน้ำ 75Q จำนวน 1 ถัง	23
3.8 จุดที่มีการติดตั้งถังน้ำ 12Q	24
3.9 จุดที่มีการติดตั้งถังน้ำคู่ บริเวณยาร์ด	24
3.10 จุดที่มีการติดตั้งถังน้ำทรงแชมเปญ บริเวณทางโค้งเข้าโรงงาน	25
3.11 จุดที่มีการติดตั้งถังน้ำทรงแชมเปญ25Q	26
3.12 ปั๊มน้ำแรงดันสูง บริเวณถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q	26
3.13 ระบบน้ำบาดาลและระบบสำรองน้ำของโรงงาน	27
3.14 การเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตเข้ากับรีเลย์	29
3.15 การเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตจากรีเลย์ไปยังบอร์ด Arduino	29
3.16 การเชื่อมต่อสัญญาณเอาท์พุตจากบอร์ด Arduino ไปยังรีเลย์เอาท์พุต	29
3.17 การตั้งค่าประเภทของบอร์ด Arduino	30
3.18 กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อระหว่างอินพุตกับพอร์ตบนบอร์ด Arduino	30
3.19 กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อระหว่างเอาท์พุตกับพอร์ตบนบอร์ด Arduino	30
3.20 กำหนดชื่อที่จะใช้ในการเก็บค่าที่ได้จากการอ่านอินพุต	31
3.21 การตั้งค่า Void Setup	31
3.22 การตั้งค่า Void Setup	31
3.23 การกำหนดให้เอาท์พุตทุกพอร์ตแสดงค่าเป็น HIGH	32
3.24 การกำหนดตัวแปรให้ทำการอ่านค่า ด้วยคำสั่ง digitalRead	32
3.25 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการควบคุมแบบอัตโนมัติ	33
3.26 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลพร้อมทำงาน	33
3.27 กรณีมีสัญญาณสั่งให้ปั๊มน้ำแรงดันสูงทำงาน	33
3.28 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลไม่พร้อมทำงาน	34
3.29 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการควบคุมแบบแมนนวล	34
3.30 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลพร้อมทำงาน	34
3.31 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลไม่พร้อมทำงาน	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.32 การเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตเข้ากับรีเลย์	35
3.33 การเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตจากรีเลย์ไปยังบอร์ด Arduino	35
3.34 การเชื่อมต่อสัญญาณเอาท์พุตจากบอร์ด Arduino ไปยังรีเลย์เอาท์พุต	36
3.35 การตั้งค่าประเภทของบอร์ด Arduino	36
3.36 กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อระหว่างอินพุตและเอาท์พุตกับพอร์ตบนบอร์ด Arduino	36
3.37 กำหนดชื่อที่จะใช้ในการเก็บค่าที่ได้จากการอ่านอินพุต	37
3.38 การตั้งค่า Void Setup	37
3.39 การกำหนดให้เอาท์พุตทุกพอร์ตแสดงค่าเป็น HIGH	37
3.40 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการควบคุมแบบอัตโนมัติ	38
3.41 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลพร้อมทำงานและไม่พร้อมทำงาน	38
3.42 การเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตเข้ากับรีเลย์	39
3.43 การเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตจากรีเลย์ไปยังบอร์ด Arduino	39
3.44 การเชื่อมต่อสัญญาณเอาท์พุตจากบอร์ด Arduino ไปยังรีเลย์เอาท์พุต	39
3.45 การตั้งค่าประเภทของบอร์ด Arduino	40
3.46 กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อระหว่างอินพุตและเอาท์พุตกับพอร์ตบนบอร์ด Arduino	40
3.47 กำหนดชื่อที่จะใช้ในการเก็บค่าที่ได้จากการอ่านอินพุต	40
3.48 การตั้งค่า Void setup	41
3.49 การกำหนดให้เอาท์พุตทุกพอร์ตแสดงค่าเป็น HIGH	41
3.50 การกำหนดตัวแปรให้ทำการอ่านค่าจาก buttonPin ด้วยคำสั่ง digitalRead	42
3.51 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลพร้อมทำงานในส่วนของการควบคุมแบบอัตโนมัติ	42
3.52 กรณีมีสัญญาณสั่งให้ปั๊มน้ำแรงดันสูงทำงานจากจุดเติมรถบรรทุกน้ำ	42
3.53 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลไม่พร้อมทำงาน	42
4.1 การเลือกประเภทของบอร์ด Arduino ในโปรแกรม Proteus	43
4.2 ออกแบบวงจรไฟฟ้าโดยใช้การกดปุ่มแทนสัญญาณอินพุต	43
4.3 ออกแบบวงจรไฟฟ้าแทนการส่งสัญญาณเอาท์พุต	44
4.4 ตัวอย่างการเชื่อมต่อวงจรสำหรับการทดลอง	44
4.5 ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ (.hex)	45
4.6 เลือกวาง (.hex) ไปยัง Arduino ในโปรแกรม Proteus	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) ก่อตั้งขึ้นเมื่อปี พ.ศ. 2546 โดยกลุ่มผู้บริหารมืออาชีพที่มีประสบการณ์หลากหลายและเป็นที่ยอมรับในด้านการพัฒนาอุตสาหกรรม เพื่อดำเนินธุรกิจผลิตแร่และเคมีอุตสาหกรรม โดยแปรสภาพจากแร่ธรรมชาติสู่ผลิตภัณฑ์แร่เคมีพื้นฐานและเคมีสังเคราะห์ ในปัจจุบันกิจการของบริษัทครอบคลุมตลาดในทวีปเอเชีย ออสเตรเลีย และแอฟริกา บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) เป็นที่รู้จักกันดีในฐานะผู้ผลิตปูนไลม์ชั้นแนวหน้าของทวีปเอเชีย ซึ่งมีกำลังขยายทางธุรกิจทั้งทางกว้างและทางลึกในประเทศและต่างประเทศ โดยมีเป้าหมายเพิ่มกำลังการผลิตปูนไลม์เป็น 1 ล้านตันต่อปี ซึ่งจะทำให้บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) ก้าวสู่การเป็นผู้ผลิตปูนไลม์ 1 ใน 10 อันดับแรกของโลกภายในปี พ.ศ. 2563

ในปัจจุบัน บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน) มีระบบการสูบน้ำบาลดาลเพื่อนำน้ำมาใช้ภายในโรงงานเพียง 1 จุด คือ Underground Water 1 สามารถสูบน้ำบาดาลได้ 5-8 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (m^3/hr.) ทำการสูบขึ้นถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ (Champagne Tower Tank) เพื่อส่งต่อไปยังจุดต่าง ๆ เช่น ถังเก็บน้ำทรงแชมเปญข้างอาคารสี่แสน อาคารทำงาน ที่พักอาศัย และในส่วนของการผลิต ต่อมาได้มีการปรับเปลี่ยนการใช้น้ำบาดาลที่ Underground Water 2 สามารถสูบน้ำบาดาลได้ 70 ลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง บริเวณพื้นที่ 24 ไร่ ใช้ในการจ่ายให้แก่รถน้ำสำหรับใช้ในการพ่นละอองน้ำบริเวณโรงงานเพื่อทำให้ฝุ่นภายในโรงงานลดลง แต่ไม่ได้ใช้ในการอุปโภคและบริโภค ซึ่งปัญหาที่พบคือ น้ำบาดาลในบริเวณ Underground Water 1 ไม่สามารถสูบน้ำและส่งไปในที่ต่าง ๆ ได้ทันเพราะอัตราการสูบน้ำต่ำเกินไป ในขณะที่ปริมาณการใช้น้ำภายในโรงงาน อาคารทำงาน ที่พักอาศัย และในส่วนของการผลิตนั้นเพิ่มมากขึ้น อีกทั้งเส้นทางในการเติมน้ำให้กับรถน้ำบริเวณ Underground Water 2 ที่พื้นที่ 24 ไร่นั้นไกลจากจุดที่ต้องการใช้งาน ทำให้สิ้นเปลืองค่าน้ำมันสำหรับขนส่งน้ำและทำให้การสัญจรของรถภายในโรงงานเพิ่มมากขึ้นอีกด้วย จึงทำให้มีการจัดทำโครงการนี้ขึ้นมา เพื่อเพิ่มแท็งก์เก็บน้ำขึ้น 4 แท็งก์ในบริเวณลานกว้างข้างสนามบอลและมีการจัดระบบการสูบน้ำและส่งน้ำบาดาลใหม่ เพื่อที่จะนำน้ำบริเวณดังกล่าวมาใช้ในการอุปโภคบริโภคและใช้ภายในโรงงาน โดยนักศึกษาได้มีโอกาสเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาในแผนกซ่อมบำรุงไฟฟ้าและวัดคุม ซึ่งหัวข้อที่ได้รับมอบหมายในการปฏิบัติงาน คือ การออกแบบระบบควบคุมของระบบสำรองน้ำภายในโรงงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบน้ำบาดาลและระบบสำรองน้ำภายในโรงงาน
2. ออกแบบระบบควบคุมของระบบสำรองน้ำภายในโรงงาน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ศึกษาการทำงานของระบบน้ำบาดาลและระบบสำรองน้ำภายในโรงงาน
2. ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
3. ออกแบบระบบควบคุมของระบบสำรองน้ำภายในโรงงานโดยใช้ Arduino IDE
4. ทดสอบการทำงานของระบบด้วยโปรแกรม Proteus

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. วางแผนการดำเนินงาน
2. ศึกษาระบบน้ำบาดาลและระบบสำรองน้ำภายในโรงงาน
3. ศึกษาข้อมูล ทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เช่น ปั๊มแรงดันสูง วาล์ว สายไฟ
4. ออกแบบการทำงานของระบบโดยรวม
5. เลือกอุปกรณ์ให้มีความเหมาะสมกับงาน
6. ออกแบบระบบควบคุมโดยใช้โปรแกรม Arduino IDE
7. ทำการทดสอบระบบและแก้ไข

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เรียนรู้ประสบการณ์ในการทำงานจริง สามารถแก้ปัญหาเฉพาะหน้าได้เมื่อเจอกับอุปสรรคต่าง ๆ อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับการทำงานจริงในอนาคตได้อีกด้วย
2. สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างเหมาะสมกับการใช้งานในหน้างานจริง
3. ได้พัฒนาทักษะในการใช้โปรแกรม Arduino IDE
4. สามารถออกแบบการทำงานของระบบสำหรับการควบคุมได้
5. ได้นำความรู้ต่าง ๆ ที่เรียนมา มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุปกรณ์ไฟฟ้า

2.1.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือเบรกเกอร์ เป็นสวิตช์ไฟฟ้าอัตโนมัติที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าจากความเสียหายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน โดยทั่วไปเกิดจากโหลดเกินหรือไฟฟ้าลัดวงจร การทำงานของมันคือตัดกระแสไฟฟ้าหลังจากตรวจพบความผิดปกติในวงจรไฟฟ้า แต่เมื่อตัดวงจรแล้วจะสามารถวงจรได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหา

เบรกเกอร์จะถูกแบ่งออกเป็นแต่ละประเภทตามพิกัดแรงดันไฟฟ้าหรือการออกแบบ หากแบ่งตามพิกัดแรงดันไฟฟ้าจะแบ่งได้ 3 ประเภท ได้แก่

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ (Low Voltage Circuit Breakers) เป็นเบรกเกอร์แบบที่ใช้งานทั่วไป ใช้งานเชิงพาณิชย์และอุตสาหกรรม ติดตั้งในตู้คอนซูมเมอร์ยูนิท ตู้ DB หรือตู้โหลดเซ็นเตอร์ เบรกเกอร์ชนิดนี้ได้รับการรับรองตามมาตรฐานสากล เช่น มาตรฐาน IEC 947 เบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำมักถูกติดตั้งในตู้ที่เปิดออกได้ซึ่งสามารถถอดและเปลี่ยนได้โดยไม่ต้องถอดสวิตช์ออก ตัวอย่างเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าต่ำ เช่น MCB (Miniature Circuit Breakers) หรือเรียกว่าเบรกเกอร์ลูกย่อย MCB เป็นเบรกเกอร์ชนิดหนึ่ง มีขนาดเล็ก สำหรับใช้ในบ้านหรืออาคารที่มีกระแสไฟฟ้าไม่เกิน 100 A มีทั้งขนาด 1 2 3 และ 4 Pole MCCB (Molded Case Circuit Breakers) เป็นเบรกเกอร์ชนิดหนึ่งที่เป็นทั้งสวิตช์เปิด-ปิดวงจรไฟฟ้าและเปิดวงจรเมื่อมีกระแสเกินหรือไฟลัดวงจร เบรกเกอร์ชนิดนี้ใช้กับกระแสไฟตั้งแต่ 100 – 2,300 A เหมาะกับติดตั้งในอาคารขนาดใหญ่หรือโรงงานอุตสาหกรรม ติดตั้งในพาเนล บอร์ด

ภาพที่ 2.1 MCB ชนิด 3 pole
<https://www.grainger.com/product/SCHNEIDER-ELECTRIC-Miniature-Circuit-Breaker-482M63>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.2 MCCB
<https://www.alibaba.com/product-detail/MCCB-Circuit-Breaker-NSX100-NSX160-NSX250_60281113191.html>

2. เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าปานกลาง (Medium Voltage Circuit Breakers) อาจจะประกอบเข้าไปในตู้เหล็กสวิตช์ขนาดใหญ่ (Metal-enclosed Switchgear Lineups) สำหรับใช้ในอาคารหรืออาจใช้เป็นชิ้นส่วนติดตั้งภายนอกในสถานีย่อย เช่น แอร์เซอร์กิตเบรกเกอร์ (ACB)

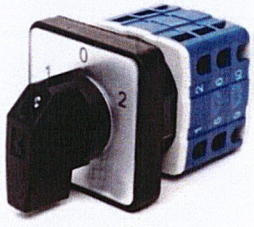
3. เซอร์กิตเบรกเกอร์แรงดันไฟฟ้าสูง (High Voltage Circuit Breakers) เบรกเกอร์แรงดันไฟสูงจะทำงานด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าที่มีรีเลย์ตรวจจับกระแสไฟที่ทำงานผ่านหม้อแปลงกระแสไฟฟ้าอีกที ในส่วนของชุดรีเลย์ป้องกันที่ซับซ้อนนั้น ช่วยป้องกันอุปกรณ์จากโหลดเกินหรือไฟรั่วลงดินได้

2.1.2 ซีเล็คเตอร์สวิตช์ (Selector Switch)

ซีเล็คเตอร์สวิตช์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมวงจรไฟฟ้าภาคคอลโทรล เพื่อควบคุมทิศทางของกระแสไฟฟ้าให้ไหลตามทิศทางที่ต้องการหรือตัดกระแสไฟไม่ให้ไหลผ่านวงจร เป็นสวิตช์ที่ใช้กันมากในงานที่ต้องควบคุมการทำงานด้วยมือ โดยการบิดให้คอนแทคที่อยู่ภายในเปลี่ยนสภาวะปิดหรือเปิด โดยซีเล็คเตอร์สวิทช์ทั่วไปจะมี 2 ชนิด ได้แก่ สวิทช์ 2 ทางและสวิทช์ 3 ทาง

1. สวิตช์ 2 ทาง (2 Position Selector Switch) เหมาะสำหรับงานที่มีคำสั่งการทำงานของเครื่องจักร 1 คำสั่ง เช่น ใช้ในการเปิด - ปิดการทำงาน เป็นต้น

2. สวิตช์ 3 ทาง (3 Position Selector Switch) เหมาะสำหรับงานที่มีคำสั่งการทำงานของเครื่องจักรมากกว่า 1 คำสั่ง เช่น ตำแหน่ง 1 - 0 - 2 เมื่อสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง 1 จะทำให้มอเตอร์หมุนไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา เมื่อบิดมาที่ตำแหน่ง 0 มอเตอร์จะหยุดทำงาน และเมื่อบิดไปที่ตำแหน่ง 2 จะทำให้มอเตอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เป็นต้น



ภาพที่ 2.3 สวิตช์ 3 ทาง
<https://www.indiamart.com/proddetail/cam-switch-13954294088.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 สายไฟ

สายไฟจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ได้แก่ สายสำหรับไฟแรงดันต่ำและสายสำหรับไฟแรงดันสูง สายไฟที่ใช้ตามอาคารบ้านเรือนจัดเป็นสายไฟแรงดันต่ำ ตามมาตรฐานแล้วสายไฟแรงดันต่ำจะมีหลายขนาดตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ ซึ่งจะทนแรงดันไฟฟ้าได้ตั้งแต่ 300 โวลต์ ถึง 750 โวลต์ สายไฟตามมาตรฐาน มอก.11-2531 จะแบ่งเป็นประเภทตามขนาด ความทนแรงดันไฟและการใช้งาน ได้ดังนี้

1. สายไอวี (IV) เป็นสายไฟชนิดสายเดียวหรือแกนเดี่ยวชนิดทนแรงดันไฟ 300 โวลต์ใช้เป็นสายเดินเข้าอาคารสำหรับที่พักอาศัยที่ใช้ระบบ 1 เฟส และห้ามใช้กับระบบ 3 เฟส ที่มีแรงดัน 380 โวลต์ ถ้าเดินสายลอยต้องยึดด้วยวัสดุฉนวน หรือเดินในช่องเดินสายในสถานที่แห้ง แต่ห้ามร้อยท่อฝังดินหรือฝังดินโดยตรง

ภาพที่ 2.4 สายไอวี
<http://www.thaitechno.net/t1/productdetails.php?id=109340&uid=42950>

2. สายวีเอเอฟ (VAF) เป็นสายไฟชนิดทนแรงดัน 300 โวลต์มีทั้งชนิดเป็นสายเดี่ยว สายคู่ และที่มีสายดินอยู่ด้วย ถ้าเป็นสายเดี่ยวจะเป็นสายกลมและถ้าเป็นชนิด 2 แกนหรือ 3 แกนจะเป็นสายแบน ตัวนำนอกจากจะมีฉนวนหุ้มแล้วยังมีเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่ง สายคู่จะนิยมเดินตามฝาผนังด้วยเข็มขัดรัดสาย (Clip) หรือเดินในช่องเดินสาย แต่ห้ามเดินฝังดินโดยตรง การจะเดินสายประเภทนี้ใต้ดินจะต้องเดินในท่อฝังดินที่มีการป้องกันน้ำซึมเข้าท่อ ใช้ในบ้านอยู่อาศัยทั่วไปสายชนิดนี้ห้ามใช้ในวงจร 3 เฟส ที่มีแรงดัน 380 โวลต์เช่นกัน

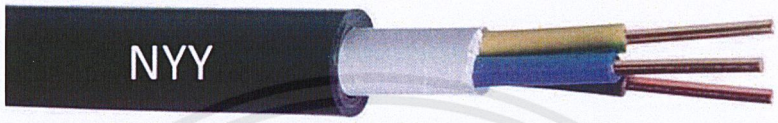
ภาพที่ 2.5 สายวีเอเอฟ
<http://veninecable.com/product/type/28>

3. สายทีเอชดับเบิลยู (THW) เป็นสายไฟชนิดทนแรงดัน 750 โวลต์เป็นสายเดี่ยวนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางโดยเฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากใช้ในวงจรไฟฟ้า 3 เฟสปกติ แกนของสายประเภทนี้มีตัวนำทองแดงจะมีหลายสายร้อยเป็นสายใหญ่หนึ่งแกน การใช้งานคือใช้เดินลอยด้วยตัวยึดทำจากวัสดุฉนวน เดินในช่องเดินสาย หรือเดินในท่อฝังดินที่มีการป้องกันน้ำซึมเข้าสู่ท่อ แต่ห้ามฝังดินโดยตรง

ภาพที่ 2.6 สายทีเอชดับเบิลยู
<http://fireflyelectric.com/product/thhnthwn-stranded/>

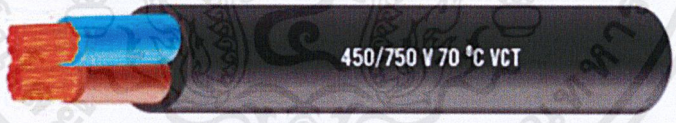
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สายเอ็นวายวาย (NYY) เป็นสายไฟที่มีทั้งชนิดแกนเดียวและหลายแกน สายชนิดนี้ทนแรงดัน 750 โวลต์ นิยมใช้อย่างกว้างขวางเช่นกันเนื่องจากถูกออกแบบให้มีความคงทนต่อสภาพแวดล้อมเพราะมีเปลือกหุ้มอีกชั้นหนึ่งบาง ๆ สำหรับสายเอ็นวายวายชนิดสายเดี่ยวจะมีฉนวนหุ้มแกนหนึ่งชั้นและมีเปลือกเพียงชั้นเดียวทำหน้าที่ป้องกันความเสียหาย สำหรับสายเอ็นวายวายที่มีหลายแกนขึ้นไปอาจจะถูกเรียกว่าสายฉนวน 3 ชั้น ความจริงแล้วสายชนิดนี้มีฉนวนชั้นเดียวอีกสองชั้นที่เหลือเป็นเปลือกชั้นในทำหน้าที่เป็นแบบ (Form) ให้สายแต่ละแกนร้อยเกลียวเข้าด้วยกันจนมีลักษณะกลม และมีเปลือกนอกหุ้ม แล้วอีกชั้นหนึ่งทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายทางกายภาพ



ภาพที่ 2.7 สายเอ็นวายวาย
<https://spanish.alibaba.com/product-detail/nyy-2-core-electrical-cable-60822719583.html>

5. สายวีซีที (VCT) เป็นสายกลมมีทั้ง 1 แกน 2 แกน 3 แกนและ 4 แกน สามารถทนแรงดัน 750 โวลต์มีฉนวนและเปลือกเช่นกันกับสายเอ็นวายวาย มีข้อพิเศษกว่าคือตัวนำจะประกอบด้วยทองแดงฝอยเส้นเล็ก ๆ ร้อยรวมกันเป็นหนึ่งแกน ทำให้มีข้อดีคืออ่อนตัวและทนต่อสภาพการสั่นสะเทือนได้ดีเหมาะที่จะใช้เป็นสายเดินเข้าเครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือนขณะใช้งาน สายชนิดนี้ใช้งานได้ทั่วไปเหมือนสายชนิดเอ็นวายวาย นอกจากนี้ยังมีสายวีซีทีเป็นชนิดวีซีที-กราวด์ (VCT-G) ซึ่งมี 2 แกน 3 แกน 4 แกน และมีสายดินเดินรวมไปด้วยอีกเส้นหนึ่งเพื่อให้เหมาะสำหรับใช้กับเครื่องอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องต่อลงดิน สายวีซีทีสามารถเดินแบบฝังดินโดยตรงได้



ภาพที่ 2.8 สายวีซีที
<http://sirichaielectric.com/%E0%B8%AA%E0%B8%B2%E0%B8%A2%E0%B9%84%E0%B8%9F-VCT-2x2.5-THAI-UNION-product>

2.1.4 บูสเตอร์ปั๊ม (Booster Pump)

บูสเตอร์ปั๊มหรือปั๊มน้ำเสริมแรงดัน เป็นระบบปั๊มน้ำที่ทำหน้าที่เพิ่มและรักษาแรงดันน้ำในระบบท่อส่งน้ำให้คงที่สม่ำเสมอ โดยสามารถกำหนดแรงดันน้ำที่ต้องการใช้งานได้ เหมาะกับระบบที่มีการใช้น้ำสูงและมีแรงดันน้ำไม่พอ ซึ่งมีการใช้งานอย่างกว้างขวางทั้งในอาคารที่พัก คอนโดมิเนียม และตามโรงงานอุตาหกรรมต่าง ๆ ที่มีการใช้น้ำในปริมาณมาก

หลักการทำงานของบูสเตอร์ปั๊ม คือ เมื่อมีการเปิดใช้น้ำในระบบ ระดับแรงดันจะค่อยๆ ลดลงจนถึงค่าที่ตั้งไว้ สวิตช์แรงดัน (Pressure Switch) จะสั่งให้ระบบทำการจ่ายไฟแก่มอเตอร์เพื่อจ่ายน้ำเข้าสู่ระบบ จากนั้นระดับแรงดันน้ำจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนถึงค่าที่กำหนด สวิตช์แรงดันจะสั่งให้ระบบหยุดจ่ายไฟ แต่ในกรณีที่มีการใช้น้ำมากจนปั๊มตัวที่หนึ่งทำงานไม่ทันทำให้ระดับแรงดันตกลงหรือไม่เพิ่มขึ้น ตู้ควบคุมปั๊มน้ำจะทำการสั่งให้ปั๊มอีกตัวทำงานเสริม (ในกรณีที่เป็นชุดบูสเตอร์ที่มีปั๊มสองตัวขึ้นไป) จนค่าแรงดันน้ำในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพิ่มขึ้นและคงที่ปั๊มจึงจะหยุดการทำงาน การเพิ่มแรงดันน้ำในระบบโดยบูสเตอร์ปั๊มนั้น จำเป็นต้องอาศัยถังแรงดันไดอะแฟรม (Pressure Diaphragm Tank) เข้ามาช่วยในระบบเพื่อหน่วงการทำงานของปั๊ม ช่วยรับแรงกดและแรงกระแทกของน้ำในระบบขณะที่ปั๊มหยุดหรือเริ่มทำงาน

ภาพที่ 2.9 บูสเตอร์ปั๊ม

<https://www.directindustry.com/prod/ebara-pumps-europe/product-21439-748357.html>

2.1.5 เครื่องสูบน้ำชนิดจุ่มใต้น้ำ (Submersible Pump)

เครื่องสูบน้ำชนิดจุ่มใต้น้ำหรือปั๊มซับเมอร์ส มีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน คือ ส่วนเรือนปั๊มและส่วนมอเตอร์ ส่วนเรือนปั๊มจะมีใบพัดจำนวนหลายใบบรรจุอยู่ พร้อมทั้งมีแกนใบพัดโผล่ออกมา เพื่อใช้ต่อเชื่อมกับส่วนมอเตอร์ เมื่อน้ำถูกสูบเข้ามาในเรือนปั๊มใบพัดแต่ละใบจะผลิตแรงดันเพื่อส่งน้ำออกไป ยิ่งมีจำนวนใบพัดมากเท่าไรก็จะยิ่งส่งน้ำได้สูงขึ้นเท่านั้น ดังนั้นปั๊มซัมเมอร์สขนาดแรงม้าเท่ากัน อาจสูบน้ำได้ในปริมาณและความสูงที่ไม่เท่ากัน ปกติปั๊มซัมเมอร์สที่มีขนาดแรงม้าสูงเช่น 0.5 ถึง 5 แรงม้า

ภาพที่ 2.10 ปั๊มซับเมอร์ส

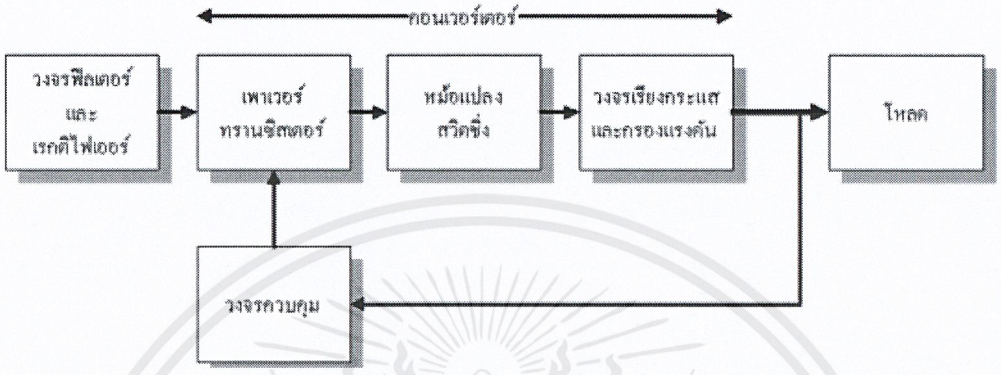
<https://www.altonpumps.com/product/50sa2-4a-415v/>

2.1.6 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)

สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงที่สามารถเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูง ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันต่ำ เพื่อใช้ในงานอิเลคทรอนิกส์ ซึ่งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายนั้นต้องการใช้หม้อแปลงที่มีขนาดเล็กและน้ำหนักน้อยโดยสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายได้เข้ามามีบทบาท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับเครื่องใช้อิเลคทรอนิกส์ขนาดเล็กที่ต้องการแหล่งจ่ายไฟที่มีกำลังสูงแต่มีขนาดที่เล็ก เช่น โทรทัศน์และเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายโดยทั่วไปมีองค์ประกอบพื้นฐานที่คล้ายคลึงกันและไม่มีความซับซ้อน ดังแสดงในภาพที่ 1 หลักการสำคัญของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะอยู่ที่คอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากต้องทำหน้าที่ทั้งลดทอนแรงดันและคงค่าแรงดันเอาต์พุตด้วยองค์ประกอบต่าง ๆ ทำงานตามลำดับดังนี้

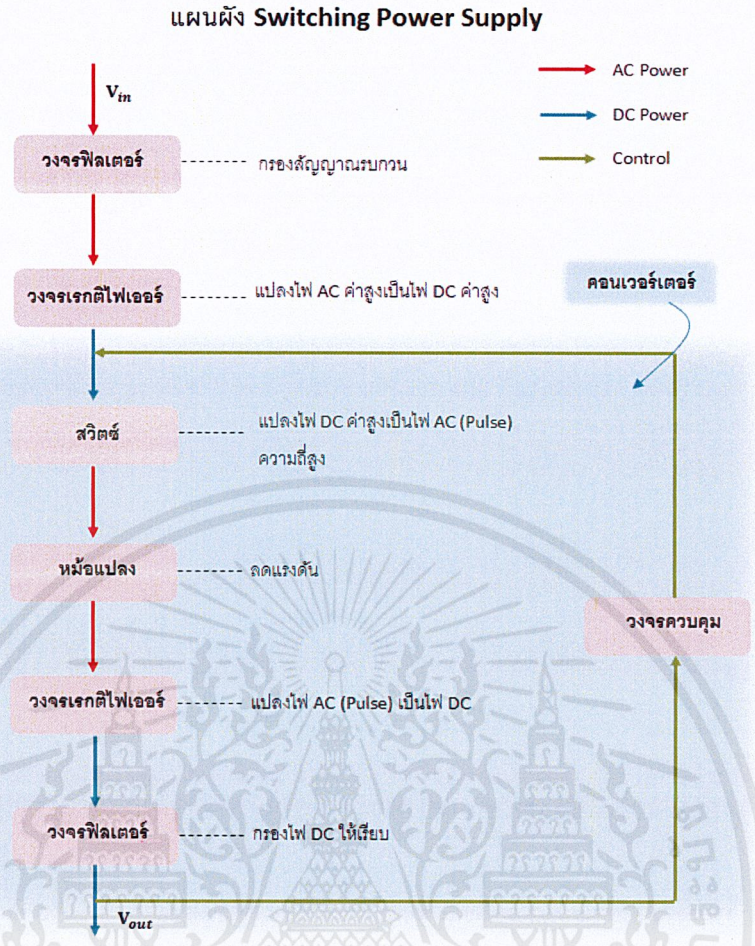


ภาพที่ 2.11 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย
<http://www.siam-automation.com/article/14/switching-power-supply>

ไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูงจะผ่านเข้ามาทางวงจรฟิลเตอร์ เพื่อกรองสัญญาณรบกวนและแปลงเป็นไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูงด้วยวงจรเรกติไฟเออร์ โดยเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จะทำงานเปรียบเสมือนเป็นเพาเวอร์คอนเวอร์เตอร์โดยการตัดต่อแรงดันเป็นช่วงๆ ที่ความถี่ประมาณ 20-200 KHz จากนั้นจะผ่านไปยังหม้อแปลงสวิตชิ่งเพื่อลดแรงดันของกระแสลงลงและเอาต์พุตของหม้อแปลงจะต่อกับวงจรเรียงกระแสและกรองแรงดัน การคงค่าแรงดันจะทำได้โดยการป้อนกลับค่าแรงดันที่เอาต์พุตและกลับมาที่วงจรควบคุม เพื่อควบคุมให้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์นำกระแสมากขึ้นหรือน้อยลงตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่เอาต์พุต ซึ่งจะมีผลทำให้แรงดันเอาต์พุตคงที่ได้ โดยภาพที่ 2 แสดงวงจรซึ่งแบ่งส่วนตามองค์ประกอบหลักในภาพที่ 1 เพื่อเป็นตัวอย่าง โดยSwitching Power Supply จะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

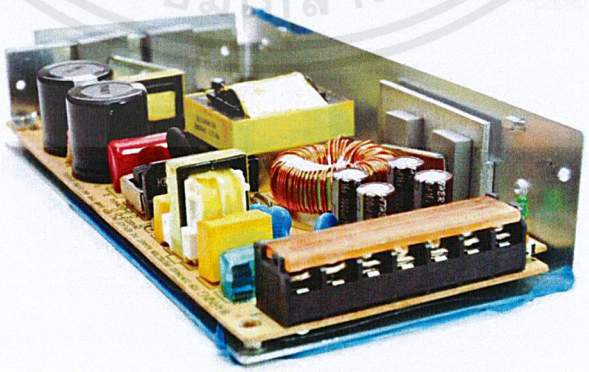
1. วงจรฟิลเตอร์และเรกติไฟเออร์ ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง
2. คอนเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูง และแปลงกลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันต่ำ
3. วงจรควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของคอนเวอร์เตอร์ เพื่อให้ได้แรงดันเอาต์พุตตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.12 แผนผังสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย
<http://www.siam-automation.com/article/14/switching-power-supply>

การคงค่าแรงดันจะทำได้โดยการป้อนค่าแรงดันที่เอาท์พุต กลับมาที่วงจรควบคุม เพื่อควบคุมให้การนำกระแสมากขึ้นหรือน้อยลงตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่เอาท์พุต ซึ่งจะมีผลทำให้แรงดันเอาท์พุตมีค่าคงที่ได้

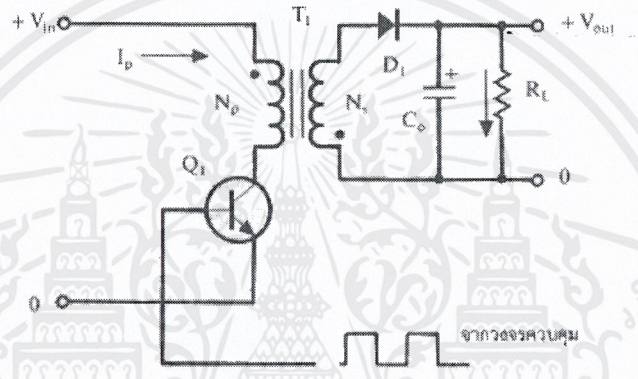


ภาพที่ 2.13 วงจรสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย
<http://www.siam-automation.com/article/14/switching-power-supply>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

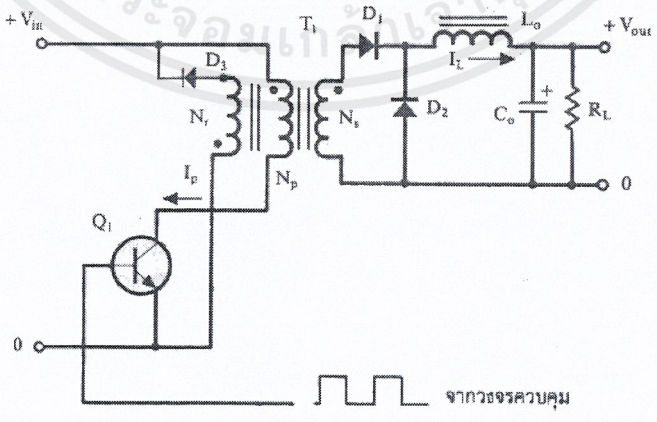
การจำแนกประเภทของ Switching Power Supply ที่นิยมใช้ภายในอุตสาหกรรมซึ่งจะมี 5 รูปแบบดังนี้

1. Flyback Converter เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำหน้าที่เป็นเหมือนสวิตช์โดยจะนำกระแสตามคำสั่งของพัลส์ที่ป้อนให้ทางขาเบส เมื่อ Q1 นำกระแส ไดโอด D1 จึงอยู่ในลักษณะถูกไบแอสกลับและไม่นำกระแส จึงทำให้มีการสะสมพลังงานที่ขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลง T1 เมื่อ Q1 หยุดนำกระแส และสนามแม่เหล็ก T1 จะเกิดการยุบตัวทำให้เกิดการกลับขั้วแรงดันที่ขดลวดปฐมภูมิและทุติยภูมิ โดย D1 จะอยู่ในลักษณะถูกไบแอสตรง พลังงานที่สะสมในขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงก็จะถูกถ่ายเทออกไปยังขดลวดทุติยภูมิและมีกระแสไหลผ่านไดโอด D1 ไปยังตัวเก็บประจุเอาต์พุต Co และโหลดได้ ค่าของแรงดันที่เอาต์พุตของคอนเวอร์เตอร์จะขึ้นอยู่กับค่าความถี่การทำงานของ Q1 ช่วงเวลานำกระแสของ Q1 และอัตราส่วนจำนวนรอบของหม้อแปลงและค่าของแรงดันที่อินพุต



ภาพที่ 2.14 วงจรพื้นฐานของ Flyback Converter
<https://www.cpe.ku.ac.th/>

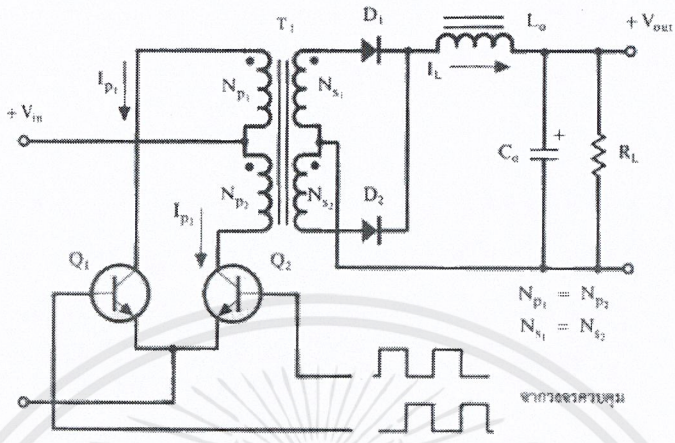
2. Forward Converter จะมีลักษณะใกล้เคียงกับ Flyback Converter แต่จะมีความแตกต่างกันที่พื้นฐานของการทำงานหม้อแปลงใน Forward Converter จะทำหน้าที่ส่งผ่านพลังงานในช่วงที่เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์นำกระแส



ภาพที่ 2.15 วงจรพื้นฐานของ Forward Converter
<https://www.cpe.ku.ac.th/>

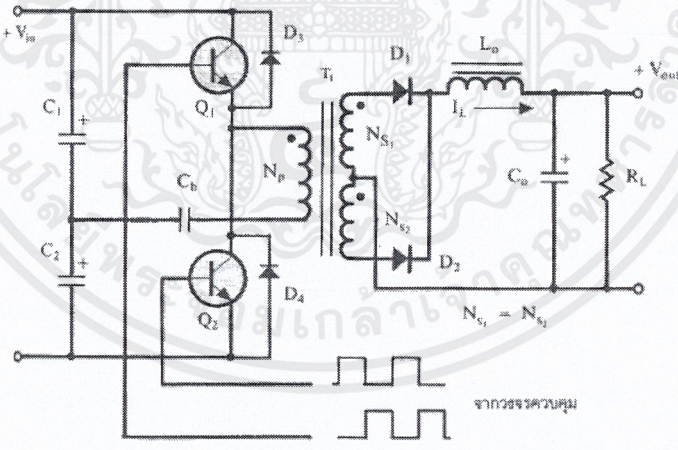
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Push - Pull Converter คอนเวอร์เตอร์ชนิดนี้คือการนำ Forward Converter สองชุดมาทำงานร่วมกัน โดยสลับการทำงานในแต่ละครึ่งคาบเวลาในลักษณะกลับเฟส เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในวงจรยังคงมีแรงดันตกคร่อมในขณะหยุดนำกระแสเช่นเดียวกับ Flyback Converter และ Forward Converter



ภาพที่ 2.16 วงจรพื้นฐานของ Push - Pull Converter
<https://www.cpe.ku.ac.th/>

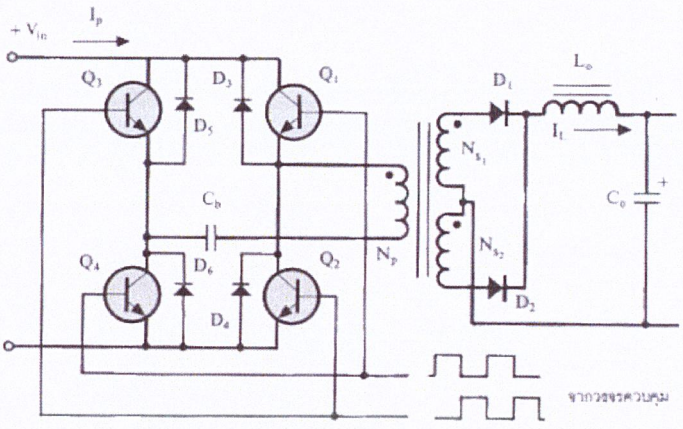
4. Half - Bridge Converter เป็นคอนเวอร์เตอร์ที่มีความคล้ายกับ Push - Pull Converter แต่ลักษณะการจัดวงจรจะทำให้เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในวงจรมีแรงดันตกคร่อมขณะหยุดนำกระแสเพียงค่าแรงดันอินพุตเท่านั้น ทำให้ลดข้อจำกัดเมื่อใช้กับระบบไฟฟ้าแรงดันสูงได้ดี



ภาพที่ 2.17 วงจรพื้นฐานของ Half - Bridge Converter
<https://www.cpe.ku.ac.th/>

5. Full - Bridge Converter คอนเวอร์เตอร์ชนิดนี้ในขณะที่ทำงานจะมีแรงดันตกคร่อมที่ขดลวดปฐมภูมิเท่ากับแรงดันอินพุต แต่แรงดันตกคร่อมที่เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์มีค่าเพียงครึ่งหนึ่งของแรงดันอินพุตเท่านั้นและค่ากระแสสูงสุดของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์แต่ละตัวนั้นมีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของค่ากระแสสูงสุดใน Half - Bridge Converter ที่ขาออกเท่ากัน เนื่องจากข้อจำกัดด้านเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ลดน้อยลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

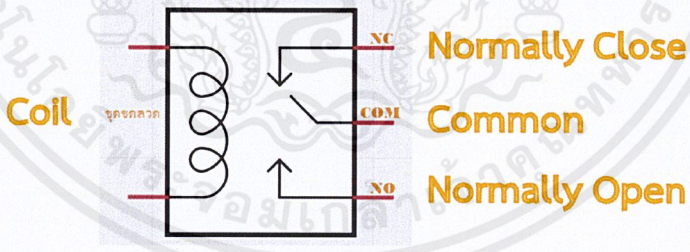


ภาพที่ 2.18 วงจรพื้นฐานของ Full - Bridge Converter

<https://www.cpe.ku.ac.th/>

2.1.7 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรคล้ายกับสวิตช์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า โดยภายในรีเลย์จะประกอบไปด้วยขดลวดและหน้าสัมผัส โดยหน้าสัมผัส NC (Normally Close) คือ หน้าสัมผัสปกติปิด โดยในสภาวะปกติหน้าสัมผัสนี้จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด หน้าสัมผัส NO (Normally Open) คือ หน้าสัมผัสปกติเปิด โดยที่สภาวะปกติจะไม่ถูกต่อกับขา COM (Common) แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดและขา COM (Common) เป็นขาที่ใช้งานร่วมกับNC หรือ NO ขึ้นอยู่กับว่าขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่ โดยหน้าสัมผัสใน Relay 1 ตัวอาจจะมีมากกว่า 1 ชุด ซึ่งขึ้นอยู่กับผู้ผลิตและลักษณะของการนำไปใช้งาน



ภาพที่ 2.19 สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าของรีเลย์

<https://www.thaieasyelec.com>

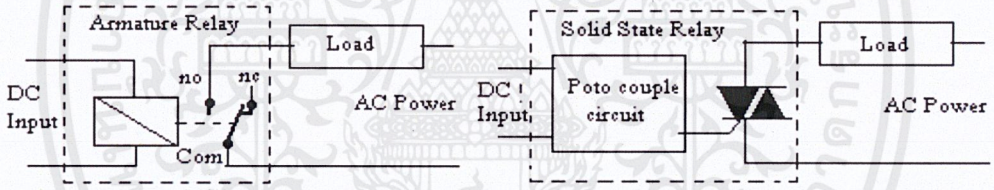
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.20 รีเลย์

<https://www.myarduino.net/product/1685/>

2.1.8 โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid state Relay)

โซลิดสเตตรีเลย์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างส่วนของการควบคุมซึ่งเป็นส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์กับส่วนของวงจรไฟฟ้ากำลังโดยที่ทั้งสองจะมีระบบกราวด์ที่แยกออกจากกันจึงทำให้สามารถป้องกันการลัดวงจรและการรบกวนได้ โดยโซลิดสเตตรีเลย์นั้นออกแบบมาเพื่อใช้แทนอาร์เมเจอร์รีเลย์ (Armature Relay) แต่มีข้อดีคือ มีขนาดเล็ก มีความไวในการทำงานที่สูงและมีอายุการทำงานนาน เป็นต้น



ภาพที่ 2.21 วงจรการต่อใช้งานแบบพื้นฐานของอาร์เมเจอร์รีเลย์และโซลิดสเตตรีเลย์

<http://www.inno-ins.com>

2.2 อุปกรณ์ Instrument

2.2.1 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

โซลินอยด์ เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์จะประกอบด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็ก ทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงก็จะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติ จากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์จะนำมาใช้ในการเลื่อนลิ้นวาล์วของระบบนิวเมติกส์ การเปิด – ปิดการจ่ายน้ำหรือของเหลวอื่น ๆ โครงสร้างของ Solenoid โดยทั่วไปแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ เลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยสปริง (Single Solenoid Valve) และเลื่อนวาล์วด้วยโซลินอยด์วาล์วกลับด้วยโซลินอยด์วาล์ว (Double Solenoid Valve)

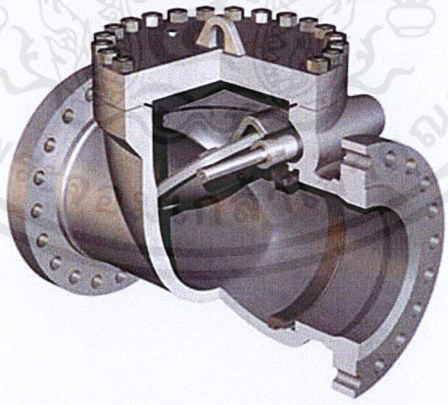
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.22 โซลินอยด์วาล์ว
<https://www.amazon.com/Electric-Solenoid-Normally-Closed-Diesel/dp/B007N0AIRU>

2.2.2 เช็ควาล์ว (Check Valve)

เช็ควาล์วเป็นวาล์วที่ทำหน้าที่บังคับให้การไหลของน้ำเป็นไปในทิศทางเดียว ไม่ให้เกิดการไหลย้อนกลับเพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นกับระบบได้ โดยเช็ควาล์วจะทำงานโดยความดันจากทางเข้าจะทำการดันให้ลิ้นยกขึ้น เมื่อความดันจากทางเข้าลดลงจึงทำให้วาล์วปิดน้ำจึงไม่สามารถไหลย้อนกลับได้ โดยเช็ควาล์วจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่

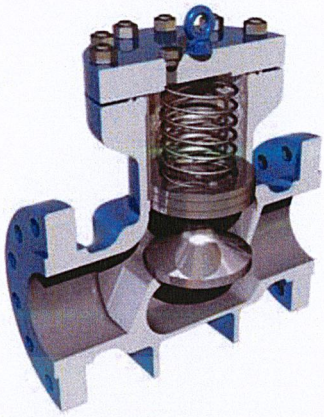
1. Swing Check Valve วาล์วลักษณะนี้มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีแรงต้านการไหลน้อยขณะเปิดวาล์วสุด ใช้ในการติดตั้งกับระบบท่อที่ไม่ต้องการให้แรงดันลดลงมาก หากนำไปใช้กับของเหลว จะสามารถติดตั้งได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง โดยไม่ทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง



ภาพที่ 2.23 Swing Check Valve
<https://www.factomart.com/th/factomartblog/principle-of-solenoid-valve/>

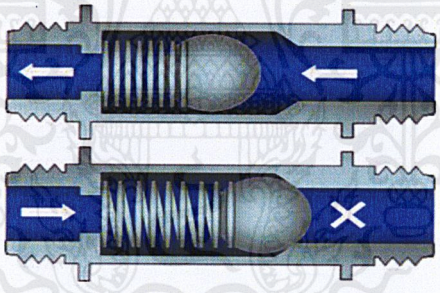
2. Lift Check Valve วาล์วลักษณะนี้จะแบ่งออกเป็น 2 แบบคือ แบบแนวนอนและแบบแนวตั้ง เช็ควาล์วแบบแนวนอน ใช้กันมากในระบบที่มีการไหลย้อนกลับบ่อย ๆ เนื่องจากวาล์วชนิดนี้ออกแบบมาให้มีความเงียบและสามารถทนแรงกระแทกได้ดี เช็ควาล์วแบบแนวตั้ง มีลักษณะการทำงานและรูปร่างคล้ายกับแบบแนวนอน แต่ต่างกันตรงที่ตัวท่อจะวางในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.24 Lift Check Valve
<https://www.factomart.com/th/factomartblog/principle-of-solenoid-valve/>

3. Ball Check Valve วาล์วลักษณะนี้ออกแบบมาเพื่อใช้กับของไหลที่มีความหนืดและของไหลที่มีสารเจือปนมาก สามารถใช้ได้กับท่อที่เป็นแนวนอนและแนวตั้ง อีกทั้งยังสามารถใช้กับระบบที่มีการไหลย้อนกลับบ่อย ๆ เนื่องจากวาล์วชนิดนี้ออกแบบมาให้มีความเงียบและสามารถทนแรงกระแทกได้ดี โดยขณะที่ทำงานลูกบอลจะหมุนไปรอบ ๆ ทำให้มีการสึกเท่ากันทั่วลูกบอล

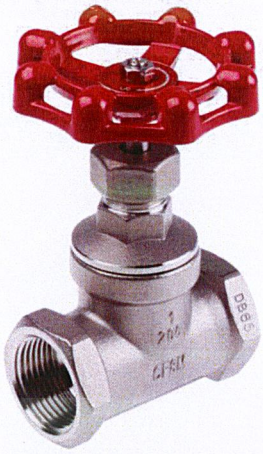


ภาพที่ 2.25 Ball Check Valve
<https://www.factomart.com/th/factomartblog/principle-of-solenoid-valve/>

2.2.3 วาล์วหมุนมือ (Hand Valve)

วาล์วหมุนมือ เป็นวาล์วที่ไม่สามารถควบคุมได้ด้วยตัวเองต้องอาศัยคนในการปิด – เปิดวาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

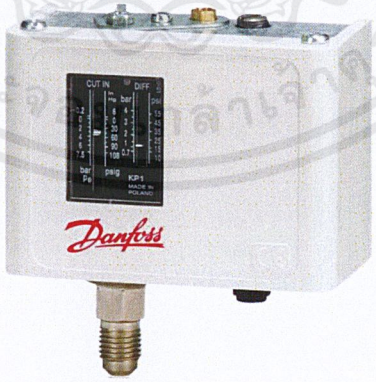


ภาพที่ 2.26 วาล์วหมุนมือ
<https://th.rs-online.com/web/p/globe-valves/4992571/>

2.2.4 สวิตช์ความดัน (Pressure Switch)

สวิตช์ความดัน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมระบบเมื่อความดันเกิดการเปลี่ยนแปลงสูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับความดันเกณฑ์ที่ตั้งไว้ นิยมใช้ในระบบควบคุมความดันของหม้อไอน้ำ ปั๊มลม เป็นต้น

โดยหลักการทำงานของสวิตช์ความดัน คือ เมื่อเปิดสวิทช์การทำงานของเครื่อง ถ้าอากาศมีความดันต่ำกว่าที่กำหนด สวิตช์ความดันจะต่อวงจรไฟฟ้าผ่านไปยังมอเตอร์ทำให้มอเตอร์หมุนและขับให้ปั๊มอัดอากาศทำงาน เมื่ออากาศภายในถังมีความดันสูงตามพิกัดที่กำหนด สวิตช์ความดันจะทำการตัดวงจรไฟฟ้าทำให้มอเตอร์หยุดทำงานและปั๊มอัดอากาศจะหยุดทำงานเช่นกัน แต่เมื่ออากาศภายในถังถูกนำไปใช้งานและความดันในถังบรรจุอากาศลดลงจนถึงตำแหน่งที่กำหนดไว้ สวิตช์ความดันจะต่อวงจรให้มอเตอร์และปั๊มอากาศทำงานต่อไป การทำงานของปั๊มอัดอากาศจะทำงานสลับกันไปเช่นนี้ตลอดเวลาโดยอัตโนมัติ ดังนั้นถ้าต้องการให้เครื่องอัดอากาศหยุดทำงานจะต้องปิดสวิทช์ควบคุมการทำงาน

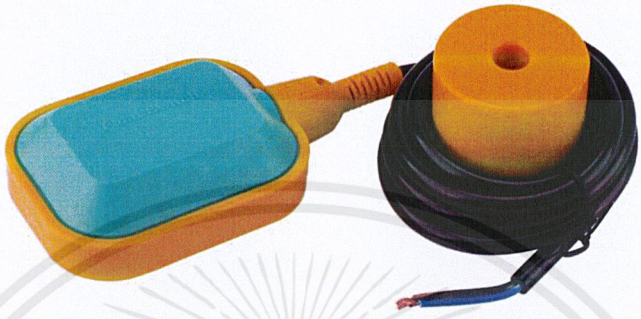


ภาพที่ 2.27 สวิตช์ความดัน
<https://www.engineer180.com/store/danfoss-kp1/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 สวิทช์ลูกลอย (Float Level Switch)

สวิทช์ลูกลอยเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับของน้ำในภาชนะแบบสายเคเบิ้ล (Cable Type Float Switch) ออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับนำลงไปวัดระดับของเหลวภายในถัง เพื่อใช้ในการเตือนหรือควบคุมระดับของเหลวนั้น ๆ โดยสามารถต่อสายและทำการส่งสัญญาณเอาต์พุตไปยังอุปกรณ์ควบคุมได้ใน 2 สถานะ คือ สถานะปกติเปิด สถานะปกติปิด



ภาพที่ 2.28 สวิทช์ลูกลอย
<https://th.aliexpress.com/item/32682723589.html>

2.2.6 เครื่องมือวัดอัตราการไหล (Flow Meter)

เครื่องมือวัดอัตราการไหล คืออุปกรณ์วัดอัตราการไหล โดยเครื่องมือวัดอัตราการไหลแต่ละชนิดจะถูกแบ่งแยกตามประเภทและการใช้งานแตกต่างกันออกไป มีทั้งแบบดูการไหลเพียงอย่างเดียว ต้องการตัดต่อระบบเพื่อเตือนไม่ให้ระบบเกิดความเสียหาย เช่น ป้องกันปั๊มไหม้เมื่อน้ำหมด ต้องการวัดปริมาตรในงานชั่งตวงส่วนผสม เช่น ในอุตสาหกรรมยาที่ต้องการปริมาณน้ำเพื่อมาผสมกับตัวยา เป็นต้น ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

1. Flow Indicator ใช้เพื่อดูอย่างเดียวไม่มีสัญญาณเอาต์พุต
2. Flow Switch ใช้สำหรับงานตัดต่อเป็นสวิตช์ของวงจร
3. Flow Transmitter มีสัญญาณเอาต์พุตทางไฟฟ้าเช่น Pulse หรือ 4-20mA เพื่อเอาไปควบคุมระบบหรือต่อใช้งานกับตัวควบคุม เป็นต้น

ภาพที่ 2.29 เครื่องมือวัดอัตราการไหล
<https://sea.omega.com/th/pptst/FSW300_SERIES.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Arduino

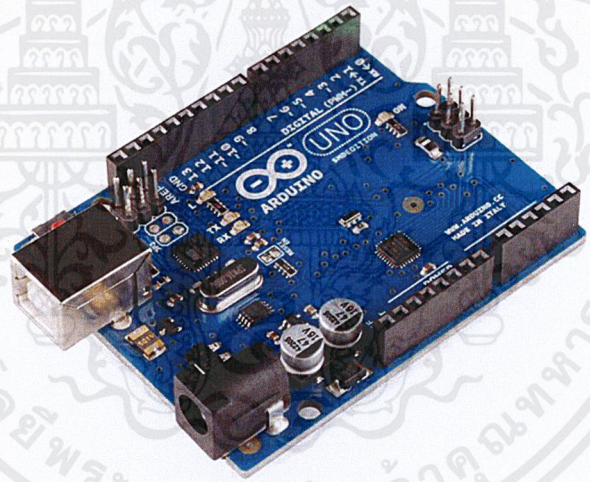
Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย แพลตฟอร์ม Arduino ประกอบไปด้วย

1. ฮาร์ดแวร์ เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นชิ้นส่วนหลัก ประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานหรือที่เรียกกันว่า บอร์ด Arduino โดยบอร์ด Arduino มีหลายรุ่นให้เลือกตามความเหมาะสมของงาน โดยในแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกันในเรื่องของขนาดของบอร์ดหรือสเปก เช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ แรงดันไฟที่ใช้ ประสิทธิภาพ ของ MCU เป็นต้น

2. ซอฟต์แวร์

- ภาษาที่ใช้เขียนโค้ดควบคุมบอร์ด Arduino เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมที่มีไวยากรณ์แบบเดียวกับภาษา C หรือ C++

- Arduino IDE เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโค้ดโปรแกรม การคอมไพล์โปรแกรม (การแปลงไฟล์ภาษาซีให้เป็นภาษาเครื่อง) และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด



ภาพที่ 2.30 Arduino
<https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>

2.4 Arduino IDE

IDE ย่อมาจาก (Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนาหรือตัวช่วยต่าง ๆ ที่คอยช่วยเหลือคนที่พัฒนา Application เพื่อเสริมให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่าง ๆ เร็วมากขึ้น

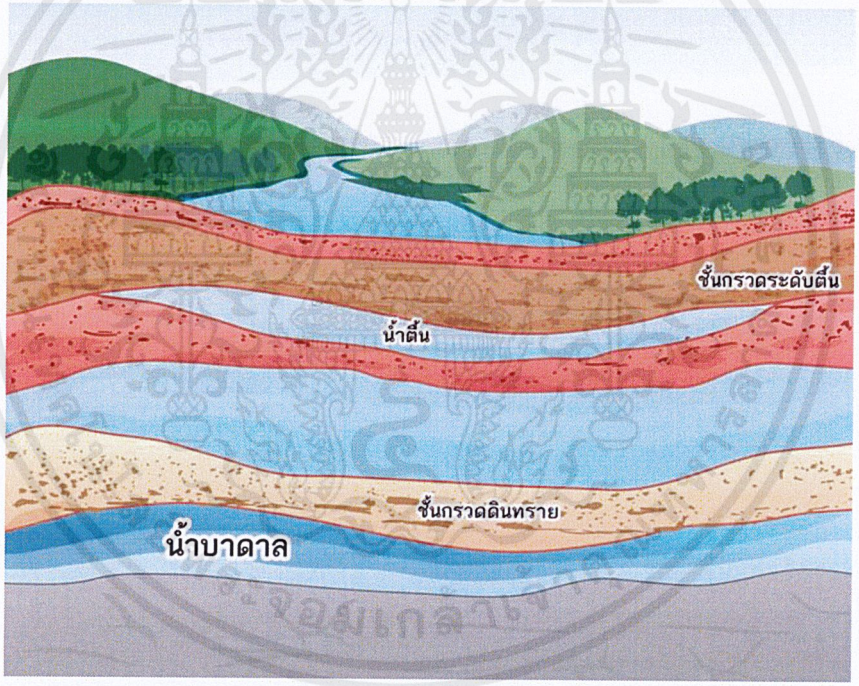
Arduino IDE เป็นโปรแกรมสำหรับเขียนโค้ดเพื่อควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การใช้งานโปรแกรม Arduino IDE เพื่อเขียนโค้ดโปรแกรมควบคุมการทำงานของ Arduino สามารถใช้ประโยชน์ได้ 2 แนวทางคือ 1. เพื่อนำไฟล์ภาษาเครื่องที่ได้จากการแปลงไปจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม Proteus 2. เพื่อทดลองวงจรจริง ซึ่งต้องติดตั้งไดร์ฟเวอร์ USB ก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 แหล่งน้ำใต้ดิน (น้ำบาดาล)

แหล่งน้ำใต้ดิน คือ พื้นที่ที่มีน้ำสะสมอยู่เป็นจำนวนมาก โดยแหล่งน้ำใต้ดินเกิดจากการสะสมน้ำเป็นระยะเวลานานและผ่านกระบวนการต่าง ๆ น้ำใต้ดินมีความสำคัญอย่างมาก เนื่องจากเป็นแหล่งน้ำที่จะช่วยให้มนุษย์และสัตว์สามารถดึงขึ้นมาใช้เพื่อดำเนินชีวิต เช่น บางพื้นที่ในชนบทยังไม่มีการจัดการด้านประปาให้เข้าถึงได้ จึงต้องทำการดึงน้ำใต้ดินขึ้นมาใช้แทน และการขุดน้ำใต้ดินอาจจะพัฒนาให้กลายเป็นน้ำผิวดินสำหรับการเกษตรได้ เช่น การขุดบ่อ การขุดสระน้ำ เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันสามารถนำน้ำใต้ดินมาใช้งานได้ 3 ลักษณะ ได้แก่

1. บ่อน้ำบาดาล เกิดจากการขุดเจาะบ่อให้เกิดความลึกจนพบน้ำซึมออกมา จากนั้นทำการปล่อยให้น้ำซึมออกมาแล้วนำน้ำบริเวณนั้นขึ้นมาใช้งาน บ่อประเภทนี้จะความลึกมากและจะมีน้ำอยู่ตลอดเวลา
2. บ่อน้ำตื้น จะมีวิธีคล้ายกับบ่อน้ำบาดาลแต่จะมีลักษณะเป็นบ่อที่ตื้น เมื่อพบน้ำซึมออกมาจะทำการหยุดเจาะ บ่อประเภทนี้เมื่อทิ้งไว้ไม่นานน้ำอาจจะแห้งไป
3. ทางน้ำซับเป็นเส้นทางน้ำใต้ดินที่ไหลซึมผ่านชั้นดินไปสะสมอยู่ที่ใดที่หนึ่งจนเต็ม ทำให้ไม่สามารถสะสมน้ำได้อีกจนน้ำผุดออกมาทางบริเวณผิวดิน (คล้ายกับน้ำพุ)

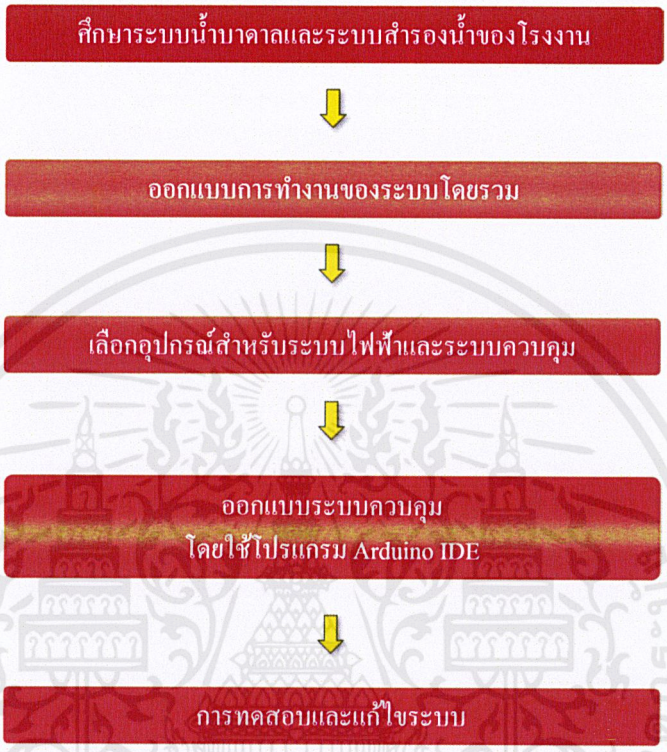


ภาพที่ 2.31 แหล่งน้ำใต้ดิน
<http://postnoname.com/dowsing-searching-for-underground-water/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

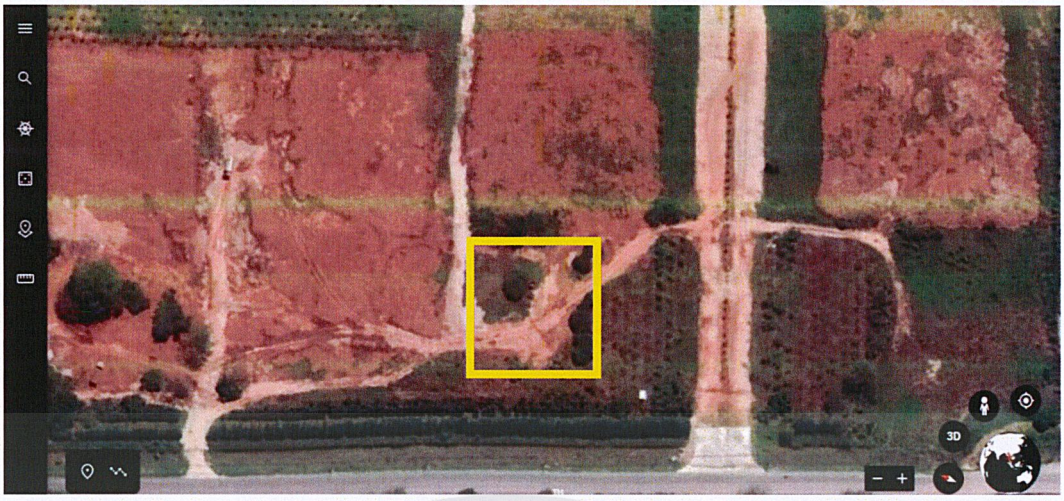
3.2 ศึกษาระบบน้ำบาดาลและระบบสำรองน้ำของโรงงาน

ระบบการขุดเจาะน้ำบาดาลเพื่อนำมาใช้ภายในโรงงานมีอยู่ 4 พื้นที่ โดยแต่ละพื้นที่มีเครื่องสูบน้ำบาดาลที่สามารถสูบน้ำบาดาลขึ้นมาเพื่อใช้งานได้ในปริมาตรที่ต่างกันคือ บริเวณพื้นที่ 25 ไร่ บริเวณพื้นที่ 24 ไร่ บริเวณพื้นที่ 8 ไร่ และบริเวณข้างสนามฟุตบอล ในส่วนของระบบสำรองน้ำของโรงงานนั้นมีถังเก็บน้ำขนาดใหญ่ที่ใช้พักน้ำสำหรับการสำรองน้ำบาดาลและมีกระบวนการบำบัดน้ำเพื่อให้สามารถใช้ภายในโรงงานและอาคารที่พักได้ คือ ถังน้ำขนาดใหญ่ 75Q ถังน้ำ 12Q ถังน้ำคู่บริเวณยาร์ด ถังน้ำทรงแชมเปญบริเวณทางโค้งเข้าโรงงาน และถังน้ำทรงแชมเปญ 25Q

ระบบน้ำบาดาลของโรงงาน

1. บริเวณพื้นที่ 25 ไร่ มีเครื่องสูบน้ำบาดาลที่สามารถสูบน้ำได้ 12 m^3/hr โดยที่เครื่องสูบน้ำบาดาลของพื้นที่ 25 ไร่ มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาเพื่อใช้ในการเติมรถบรรทุกน้ำสำหรับการนำไปใช้งานภายในโรงงานและเหมืองทับกวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



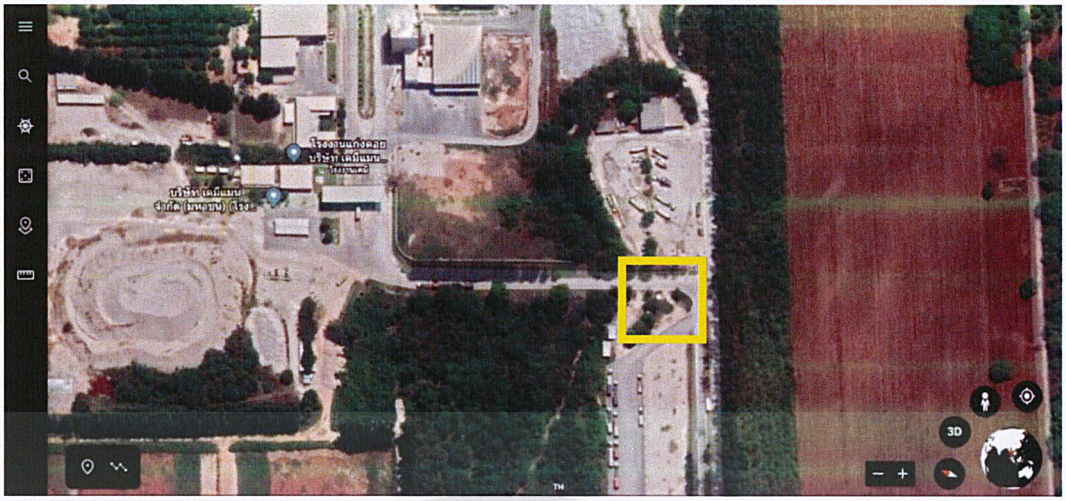
ภาพที่ 3.2 จุดที่มีเครื่องสูบน้ำบาดาล บริเวณพื้นที่ 25 ไร่

2. บริเวณพื้นที่ 24 ไร่ มีเครื่องสูบน้ำบาดาลที่สามารถสูบน้ำได้ 70 m^3/hr โดยที่เครื่องสูบน้ำบาดาลของพื้นที่ 24 ไร่ เดิมได้มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาเพื่อใช้ในการเติมรถบรรทุกน้ำสำหรับการนำไปใช้งานภายในโรงงานและเหมืองทับกวางเช่นเดียวกับบริเวณพื้นที่ 25 ไร่ แต่ได้ถูกปรับเปลี่ยนให้มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาเพื่อใช้ในการเติมให้กับถังน้ำขนาดใหญ่ปริมาตร 75Q จำนวน 4 ถัง บริเวณข้างสนามฟุตบอลเพื่อพักน้ำโดยที่เครื่องสูบน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ 24 ไร่นั้นยังสามารถสูบน้ำบาดาลขึ้นมาเพื่อใช้ในการเติมรถบรรทุกน้ำได้ในกรณีฉุกเฉิน

ภาพที่ 3.3 จุดที่มีเครื่องสูบน้ำบาดาล บริเวณพื้นที่ 24 ไร่

3. บริเวณพื้นที่ 8 ไร่ (ทางโค้งเข้าโรงงาน) มีเครื่องสูบน้ำบาดาลที่สามารถสูบน้ำได้ 5 - 8 m^3/hr โดยที่เครื่องสูบน้ำบาดาลในบริเวณพื้นที่ 8 ไร่ เดิมได้มีการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาเพื่อพักน้ำในถังน้ำทรงแชมเปญบริเวณทางโค้งเข้าโรงงานแต่ได้มีการปรับเปลี่ยนให้เครื่องสูบน้ำบาดาลของบริเวณนี้ไม่ต้องมีการสูบน้ำบาดาลเพื่อพักน้ำในถังน้ำทรงแชมเปญเช่นเดิมแต่ยังสามารถใช้งานเครื่องสูบน้ำบาดาลได้ในกรณีฉุกเฉิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.4 จุดที่มีเครื่องสูบน้ำบาดาล บริเวณพื้นที่ 8 ไร่

4. บริเวณข้างสนามฟุตบอล มีเครื่องสูบน้ำบาดาลที่สามารถสูบน้ำได้ 10 m^3/hr โดยสูบน้ำบาดาลขึ้นมาเพื่อใช้ในการเติมให้กับถังน้ำขนาดใหญ่ปริมาตร 12 ลูกบาศก์เมตรบริเวณข้างสนามฟุตบอล

ภาพที่ 3.5 จุดที่มีเครื่องสูบน้ำบาดาล บริเวณข้างสนามฟุตบอล

ระบบสำรองน้ำของโรงงาน

1. ถังน้ำ 75Q จากเดิมมีการติดตั้งถังน้ำ 75Q ความจุ 75 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ถัง ติดตั้งอยู่บริเวณข้างสนามฟุตบอล และได้ทำการเพิ่มถังน้ำ 75Q เป็นจำนวน 4 ถัง โดยถังน้ำทั้งหมดนั้นมีท่อเพื่อใช้ในการเชื่อมต่อถึงกัน ภายในถังน้ำมีอุปกรณ์ตรวจวัดระดับ ที่ติดตั้งอยู่ 2 จุด สำหรับการวัดและควบคุม เพื่อแสดงระดับน้ำภายในถัง 3 ระดับ คือ ระดับน้ำต่ำมาก ระดับน้ำต่ำและระดับน้ำสูง ถังน้ำบริเวณนี้มีหน้าที่สำหรับพักน้ำบาดาลที่ถูกส่งมาจากเครื่องสูบน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ 24 ไร่ ในอัตรา 70 m^3/hr และสามารถทำการส่งน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำแรงดันสูง (BOOSTER PUMP) ในอัตรา 70 m^3/hr ไปยังจุดสำรองน้ำของโรงงานจุดอื่น ๆ คือ ถังน้ำคู่บริเวณยาร์ด ถังน้ำทรงแชมเปญบริเวณทางโค้งเข้าโรงงานและถังน้ำทรงแชมเปญข้างอาคารสี่แสน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.6 จุดที่มีการติดตั้งถังน้ำ 75Q จำนวน 4 ถัง บริเวณข้างสนามฟุตบอล

ภาพที่ 3.7 การติดตั้งถังน้ำ 75Q จำนวน 1 ถัง

2. ถังน้ำ 12Q ความจุ 12 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ถัง ติดตั้งอยู่บริเวณข้างสนามฟุตบอล ถังน้ำบริเวณนี้มีหน้าที่สำหรับพักน้ำบาดาลที่ถูกส่งมาจากเครื่องสูบน้ำบาดาล บริเวณข้างสนามฟุตบอลในอัตรา 10 m^3/hr เพื่อใช้ในการดูแลต้นไม้รอบอาคารบ้านพักและสนามฟุตบอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.8 จุดที่มีการติดตั้งถังน้ำ 12Q

3. ถังน้ำคู่บริเวณยาร์ด ติดตั้งอยู่บริเวณยาร์ดใกล้กับทางโค้งเข้าโรงงาน มีความจุถังละ 12 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 ถัง ที่สามารถเชื่อมต่อถึงกัน ภายในถังน้ำมีอุปกรณ์ตรวจวัด ที่ติดตั้งสำหรับการวัดและควบคุม เพื่อแสดงระดับน้ำภายในถัง 2 ระดับ คือ ระดับน้ำต่ำและระดับน้ำสูง ถังน้ำบริเวณนี้เดิมมีหน้าที่สำรองน้ำเมื่อภายในถังน้ำมีระดับน้ำต่ำ น้ำจะถูกส่งมาจากถังน้ำทรงแชมเปญบริเวณทางโค้งเข้าโรงงานและยังมีหน้าที่ในการส่งน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำไปยังถังน้ำทรงแชมเปญข้างอาคารสี่แสน โดยได้มีการปรับเปลี่ยนให้ถังน้ำบริเวณนี้มีหน้าที่สำรองน้ำที่ถูกส่งมาจากถังน้ำ 75Q บริเวณข้างสนามฟุตบอลเมื่อภายในถังน้ำมีระดับน้ำต่ำ แต่ยังสามารถส่งน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำไปยังถังน้ำทรงแชมเปญข้างอาคารสี่แสนได้เช่นเดิมในกรณีฉุกเฉิน

ภาพที่ 3.9 จุดที่มีการติดตั้งถังน้ำคู่ บริเวณยาร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ถังน้ำทรงแชมเปญบริเวณทางโค้งเข้าโรงงาน มีความจุ 20 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ถัง ภายในถังน้ำมีอุปกรณ์ตรวจวัดระดับ ที่ติดตั้งสำหรับการวัดและควบคุม เพื่อแสดงระดับน้ำภายในถัง 2 ระดับ คือ ระดับน้ำต่ำและระดับน้ำสูง จากเดิมถังน้ำบริเวณนี้มีหน้าที่สำหรับพักน้ำบาดาลที่ถูกส่งมาจากเครื่องสูบน้ำบาดาลบริเวณพื้นที่ 8 ไร่ ในอัตรา 5-8 m^3/hr และสามารถส่งน้ำไปยังถังน้ำคู่บริเวณยาร์ดได้เมื่อภายในถังน้ำมีระดับน้ำต่ำ โดยได้มีการปรับเปลี่ยนให้ถังน้ำบริเวณนี้มีหน้าที่สำหรับส่งน้ำให้กับลานล้างรถบรรทุก บ่อล้างล้อ ห้องน้ำลานจอดรถบรรทุก และห้องน้ำยาร์ด

ภาพที่ 3.10 จุดที่มีการติดตั้งถังน้ำทรงแชมเปญ บริเวณทางโค้งเข้าโรงงาน

5. ถังน้ำทรงแชมเปญ 25Q มีความจุ 25 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 1 ถัง ภายในถังน้ำมีอุปกรณ์ตรวจวัดระดับ ที่ติดตั้งสำหรับการวัดและควบคุม เพื่อแสดงระดับน้ำภายในถัง 2 ระดับ คือ ระดับน้ำต่ำและระดับน้ำสูง จากเดิมถังน้ำบริเวณนี้มีหน้าที่สำหรับพักน้ำบาดาลที่ถูกส่งมาจากถังน้ำคู่บริเวณยาร์ด โดยได้มีการปรับเปลี่ยนให้ถังน้ำบริเวณนี้มีหน้าที่สำรองน้ำที่ถูกส่งมาจากถังน้ำ 75Q บริเวณข้างสนามฟุตบอลเมื่อภายในถังน้ำมีระดับน้ำต่ำและน้ำภายในถังน้ำนี้ต้องผ่านระบบการบำบัดน้ำก่อนที่จะทำการพักน้ำ โดยถังน้ำทรงแชมเปญข้างอาคาร 25Q นี้ต้องทำการส่งน้ำด้วยปั๊มน้ำแรงดันสูง ไปยังอาคารสำนักงาน ที่พัก และส่วนของการผลิตภายในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.11 จุดที่มีการติดตั้งถังน้ำทรงแชมเปญ25Q

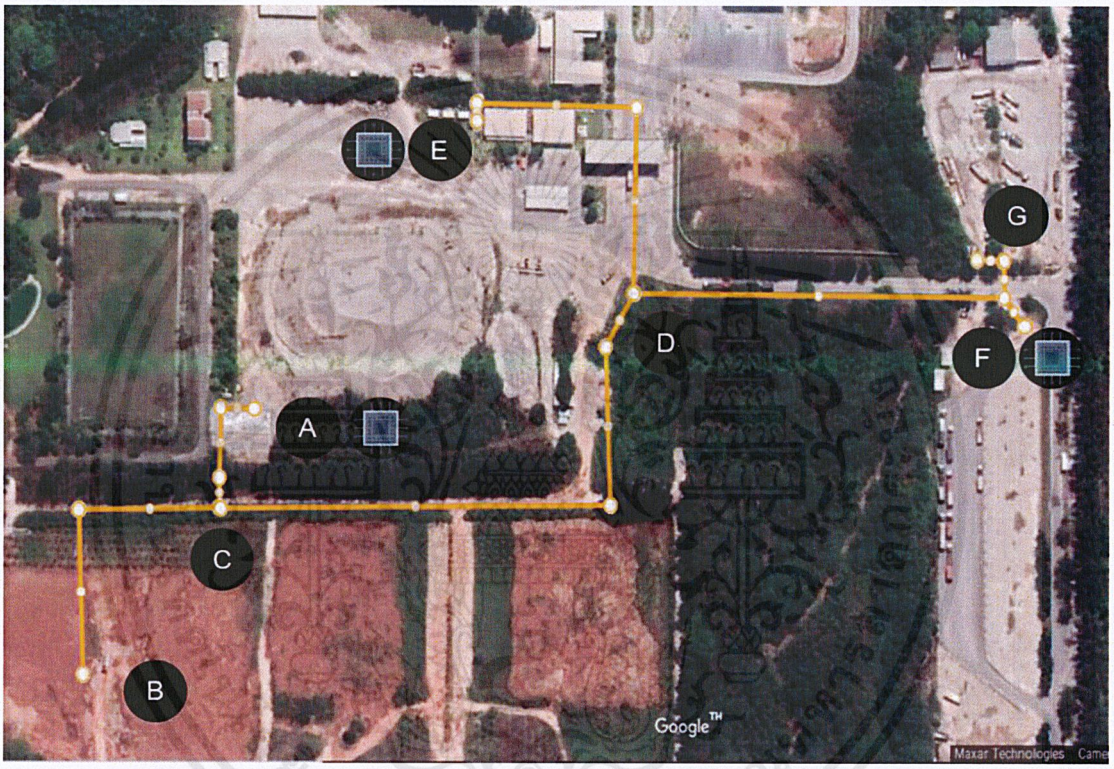
ภาพที่ 3.12 ปั๊มน้ำแรงดันสูงบริเวณถังน้ำทรงแชมเปญ 25Q

3.3 ออกแบบการทำงานของระบบโดยรวม

จากการที่ได้ศึกษาระบบน้ำบาดาลและระบบสำรองน้ำของโรงงาน จึงได้ทำการออกแบบการทำงานของระบบโดยรวมร่วมกับวิศวกรผู้ดูแลและแผนกที่ดูแลโครงการ โดยการออกแบบโครงสร้างของระบบน้ำบาดาลและระบบสำรองน้ำของโรงงาน จะมีเครื่องสูบน้ำบาดาลที่สามารถสูบน้ำได้ 70 m^3/hr ไปยังถังเก็บน้ำ 75Q ซึ่งถังเก็บน้ำจะมีอุปกรณ์ตรวจวัดระดับเพื่อแสดงและใช้ในการควบคุมระดับน้ำ ซึ่งระหว่างเครื่องสูบน้ำบาดาลและถังเก็บน้ำ 75Q จะมีเช็ควาล์วที่ใช้ในการกำหนดทิศทางการไหลของน้ำไม่ให้มีการไหลย้อนกลับไปยังเครื่องสูบน้ำบาดาล โดยถังเก็บน้ำ 75Q จะมีปั๊มแรงดันสูงที่ใช้ในการส่งน้ำไปเก็บยังถังเก็บน้ำบริเวณอื่น ๆ โดยการส่งน้ำจะสามารถส่งได้เมื่อมีการสั่งให้โซลินอยด์เปิด ทำให้ความดันของปั๊มแรงดันสูงลดลงและมีการติดตั้งวาล์วหมุนมือเพื่อใช้ในการปิดการส่งน้ำในกรณีที่ต้องการการซ่อมบำรุงใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของปั๊มแรงดันสูง ในส่วนโครงสร้างของถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q และถังเก็บน้ำคู่ จะมีอุปกรณ์ตรวจวัดระดับเพื่อแสดงและใช้ในการควบคุมระดับน้ำภายในถังเก็บน้ำ โดยถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q มีอุปกรณ์ตรวจวัดระดับแบบสวิตช์ความดันและถังเก็บน้ำคู่จะมีอุปกรณ์ตรวจวัดระดับแบบสวิตช์ลูกลอย โดยการทำงาน คือ เมื่อระดับน้ำภายในถังเก็บน้ำต่ำจะมีการสั่งให้โซลินอยด์บริเวณถังเก็บน้ำ 75Q เปิดและปั๊มแรงดันสูงจะทำงานและโซลินอยด์ของถังเก็บน้ำที่มีระดับน้ำต่ำจะเปิดเพื่อที่ปั๊มแรงดันสูงจะสามารถส่งน้ำไปเก็บและสำรองน้ำได้ ซึ่งการติดตั้งโซลินอยด์และเช็ควาล์วไว้บริเวณทางน้ำเข้าของถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q และถังเก็บน้ำคู่ เพื่อควบคุมการส่งน้ำที่มาจากถังเก็บน้ำ 75Q ส่วนของการติดตั้งวาล์วหมุนมือเพื่อใช้ในกรณีที่ต้องการการซ่อมบำรุงในส่วนของถังเก็บน้ำ



ภาพที่ 3.13 ระบบน้ำบาดาลและระบบสำรองน้ำของโรงงาน

การออกแบบระบบควบคุมโดยใช้ Arduino เป็นตัวควบคุมการทำงานซึ่งใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการออกแบบระบบควบคุมการสูบน้ำบาดาลจากบริเวณ จุด B คือบริเวณที่มีเครื่องสูบน้ำบาดาลที่สามารถสูบน้ำได้ 70 m^3/hr ในส่วนของระบบสำรองน้ำของโรงงานนั้นมีถังเก็บน้ำขนาดใหญ่ที่ใช้พักน้ำสำหรับการสำรองน้ำบาดาลและมีกระบวนการบำบัดน้ำ 3 จุด ได้แก่ จุด A คือ ถังเก็บน้ำ 75Q จุด F คือ ถังเก็บน้ำคู่ และจุด E คือถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q

1. จุด A ถังเก็บน้ำ 75Q มีความจุ 75 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 4 ถัง มีอุปกรณ์ตรวจวัดระดับเพื่อแสดงระดับน้ำต่ำมาก ต่ำ และสูง ถังน้ำบริเวณนี้มีหน้าที่พักน้ำที่ถูกส่งมาจากเครื่องสูบน้ำบาดาลในอัตรา 70 m^3/hr และสามารถทำการส่งน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำแรงดันสูงในอัตรา 70 m^3/hr ไปยังจุด F ถังเก็บน้ำคู่บริเวณยาร์ด จุด G ถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 20Q และจุด E ถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จุด F ถังเก็บน้ำคู่ มีความจุถังละ 12 ลูกบาศก์เมตร จำนวน 2 ถัง ภายในถังน้ำมีอุปกรณ์ตรวจวัดระดับ เพื่อแสดงระดับน้ำต่ำและสูง ถังน้ำบริเวณนี้มีหน้าที่สำรองน้ำที่ถูกส่งมาจากถังเก็บน้ำ 75Q เมื่อภายในถังน้ำมีระดับน้ำต่ำ และยังสามารถเติมรถบรรทุกน้ำได้ที่บริเวณนี้

3. จุด E ถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q มีความจุ 25 ลูกบาศก์เมตร ภายในถังน้ำมีอุปกรณ์ตรวจวัดระดับเพื่อแสดงระดับน้ำต่ำและสูง มีหน้าที่สำรองน้ำที่ถูกส่งมาจากถังเก็บน้ำ 75Q เมื่อภายในถังน้ำมีระดับน้ำต่ำและน้ำต้องผ่านระบบการบำบัดก่อนที่จะทำการพักน้ำ โดยถังน้ำ 25Q ต้องทำการส่งน้ำด้วยเครื่องสูบน้ำแรงดันสูงไปยังอาคารสำนักงาน ที่พักและส่วนของการผลิตภายในโรงงาน

3.4 การเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุม

อุปกรณ์ที่ใช้ในการออกแบบระบบควบคุมมีดังนี้

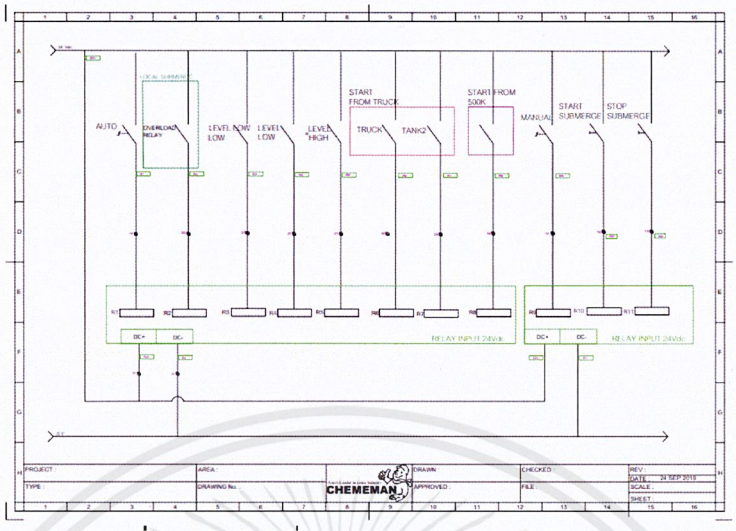
1. Arduino Mega + Wifi R3 ATmega2560+ESP8266
2. Switching Power supply แหล่งจ่ายไฟ 5V 5A
3. Switching Power supply แหล่งจ่ายไฟ 24V 10A
4. Relay Module 24V 8 Channel Active High/Low
5. Solid State Relay 5V 2A 8 Channel Active Low
6. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) 6A 2P
7. ซีเล็คเตอร์สวิตช์ (Selector Switch) 3 Position
8. สวิทช์ลูกลอย (Float Level Switch)

3. 5 การออกแบบระบบควบคุม

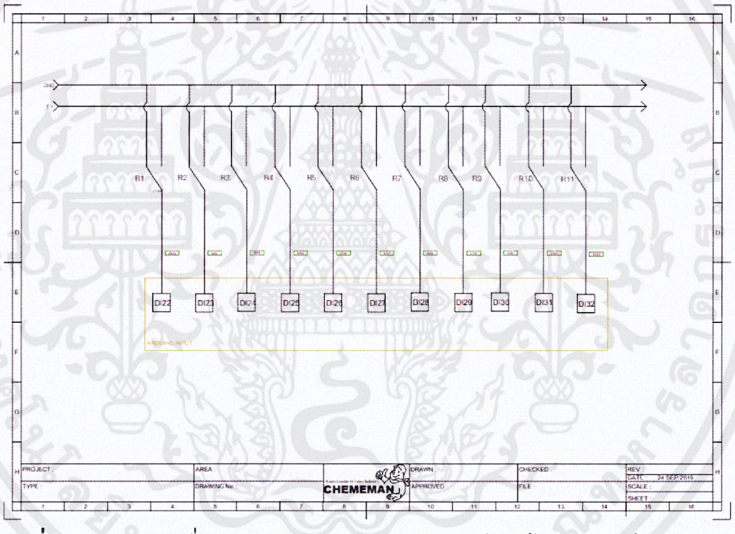
การออกแบบระบบควบคุมจะใช้โปรแกรม Arduino IDE โดยการออกแบบโปรแกรมนั้นจะอ้างอิงจากการศึกษาแบบวงจรไฟฟ้าเส้นเดียว ที่ทางผู้จัดทำและนักศึกษาฝึกงานภาควิศวกรรมไฟฟ้าได้ทำการออกแบบไว้ร่วมกับวิศวกรผู้ดูแลและแผนกที่ดูแลโครงการ การติดตั้งตู้ควบคุมจะมีการติดตั้งทั้งหมด 3 จุด ได้แก่ จุด A คือ ถังเก็บน้ำ 75Q จุด E คือถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q และจุด F คือ ถังเก็บน้ำคู่ โดยและตู้ควบคุมจะมีการออกแบบโปรแกรมการทำงานที่ต่างกันตามที่ได้มีการออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

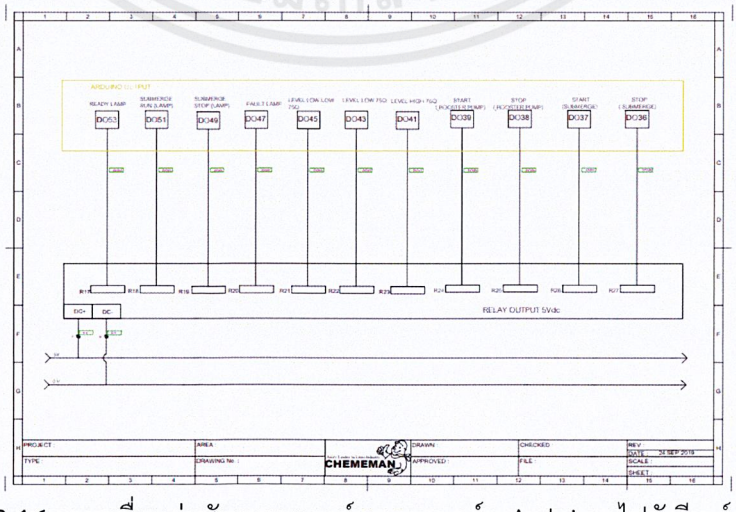
3.5.1 แบบวงจรไฟฟ้าเส้นเดียวที่ใช้สำหรับการออกแบบระบบควบคุม จุด A คือ ถังเก็บน้ำ75Q



ภาพที่ 3.14 การเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตเข้ากับรีเลย์



ภาพที่ 3.15 การเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตจากรีเลย์ไปยังบอร์ด Arduino

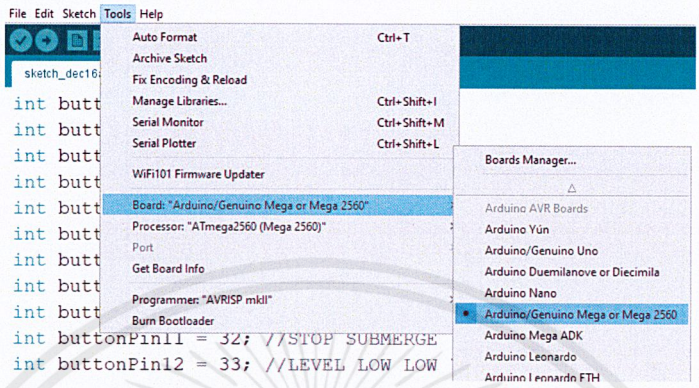


ภาพที่ 3.16 การเชื่อมต่อสัญญาณเอาท์พุตจากบอร์ด Arduino ไปยังรีเลย์เอาท์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การออกแบบระบบควบคุม จุด A ถังเก็บน้ำ 75Q ด้วยโปรแกรม Arduino IDE

1. เลือกประเภทบอร์ด Arduino คลิกที่เมนู Tools -> Board ->Arduino/Genuino Maga or Maga 2560



ภาพที่ 3.17 การตั้งค่าประเภทของบอร์ด Arduino

2. กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อระหว่างอินพุตกับพอร์ตบนบอร์ด Arduino ตามแบบวงจรไฟฟ้าเส้นเดียวที่ใช้สำหรับการออกแบบระบบควบคุม จุด A ถังเก็บน้ำ 75Q

```
new75q25 §
int buttonPin8 = 22; //AUTO SUBMERGE
int buttonPin2 = 23; //OVERLOAD RELAY
int buttonPin12 = 24; //LEVEL LOW LOW 75Q
int buttonPin3 = 25; //LEVEL LOW 75Q
int buttonPin4 = 26; //LEVEL HIGH 75Q
int buttonPin6 = 27; //START MOTOR FROM TRUCK
int buttonPin7 = 28; //START MOTOR FROM TANK2
int buttonPin5 = 29; //START MOTOR FROM 500K
int buttonPin9 = 30; //MANUAL SUBMERGE
int buttonPin10 = 31; //START SUBMERGE
int buttonPin11 = 32; //STOP SUBMERGE
```

ภาพที่ 3.18 กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อระหว่างอินพุตกับพอร์ตบนบอร์ด Arduino

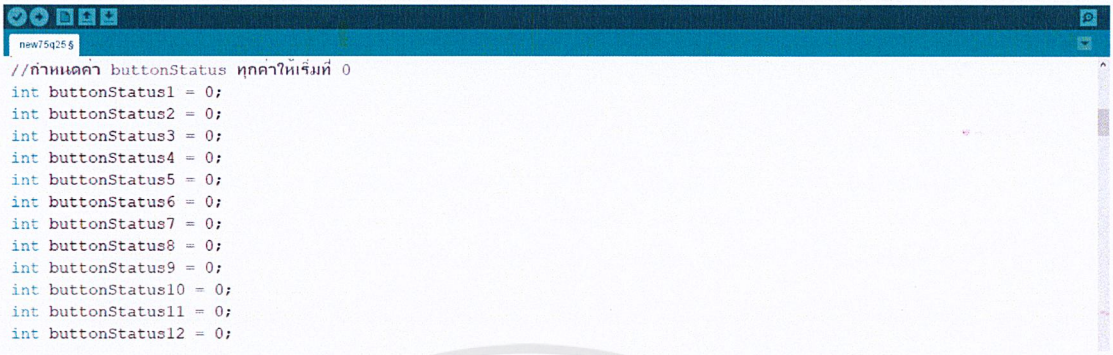
3. กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อระหว่างเอาท์พุตกับพอร์ตบนบอร์ด Arduino ตามแบบวงจรไฟฟ้าเส้นเดียวที่ใช้สำหรับการออกแบบระบบควบคุม จุด A ถังเก็บน้ำ 75Q

```
new75q25 §
int READYLAMP = 53; //READY LAMP
int SUBRUNLAMP = 51; //SUBMERGE RUN LAMP
int SUBSTOPLAMP = 49; //SUBMERGE STOP LAMP
int FAULTLAMP = 47; //FAULT LAMP
int LOWLOWLAMP = 45; //LEVEL LOW LOW 75Q LAMP
int LOWLAMP = 43; //LEVEL LOW 75Q LAMP
int HIGHLAMP = 41; //LEVEL HIGH 75Q LAMP
int PUMPRUN = 39; //BOOSTER PUMP RUN
int PUMPSTOP = 38; //BOOSTER PUMP STOP
int AUTO = 37; //AUTO
int MANUAL = 34; //MANUAL
```

ภาพที่ 3.19 กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อระหว่างเอาท์พุตกับพอร์ตบนบอร์ด Arduino

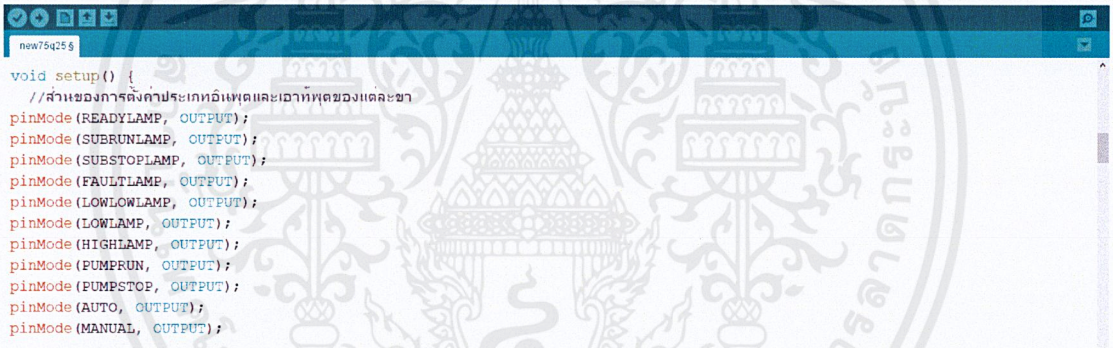
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กำหนดชื่อที่จะใช้ในการเก็บค่าที่ได้จากการอ่านอินพุต โดยกำหนดค่าเป็นศูนย์

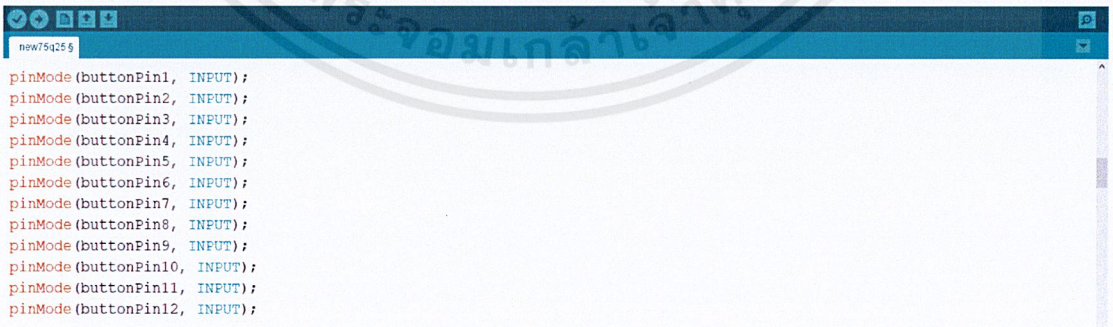


ภาพที่ 3.20 กำหนดชื่อที่จะใช้ในการเก็บค่าที่ได้จากการอ่านอินพุต

5. ส่วนของการตั้งค่า Void Setup เป็นการกำหนดประเภทของอินพุตและเอาท์พุตของแต่ละพอร์ตที่เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino



ภาพที่ 3.21 การตั้งค่า Void Setup



ภาพที่ 3.22 การตั้งค่า Void Setup

6. การกำหนดให้เอาท์พุตทุกพอร์ตแสดงค่าเป็น HIGH เพื่อป้องกันการทำงานของ Relay Output (Active Low)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
new75q25 §

//สั่งให้เอาท์พุตทุกขา HIGH เพื่อป้องกันการทำงานของ Relay output(Active Low) เมื่อเริ่มการทำงานของอุปกรณ์
digitalWrite(READYLAMP,HIGH);
digitalWrite(SUBRUNLAMP,HIGH);
digitalWrite(SUBSTOPLAMP,HIGH);
digitalWrite(FAULTLAMP,HIGH);
digitalWrite(LOWLOWLAMP,HIGH);
digitalWrite(LOWLAMP,HIGH);
digitalWrite(HIGHLAMP,HIGH);
digitalWrite(PUMPRUN,HIGH);
digitalWrite(PUMPSTOP,HIGH);
digitalWrite(AUTO,HIGH);
digitalWrite(MANUAL,HIGH);
}
```

ภาพที่ 3.23 การกำหนดให้เอาท์พุตทุกพอร์ตแสดงค่าเป็น HIGH

7. การออกแบบการทำงานของโปรแกรม Void Loop โดยการออกแบบระบบควบคุมจะทำการออกแบบการควบคุม 2 แบบคือ การควบคุมแบบอัตโนมัติและการควบคุมแบบแมนนวล

```
new75q25 §

//ลูปการทำงานของโปรแกรม
void loop() {
//buttonStatus1 = digitalRead(buttonPin1); //FLOW SENSOR
buttonStatus2 = digitalRead(buttonPin2); //OVERLOAD RELAY
buttonStatus3 = digitalRead(buttonPin3); //LEVEL LOW
buttonStatus4 = digitalRead(buttonPin4); //LEVEL HIGH
buttonStatus5 = digitalRead(buttonPin5); //START MOTOR FROM 500K
buttonStatus6 = digitalRead(buttonPin6); //START MOTOR FROM TRUCK
buttonStatus7 = digitalRead(buttonPin7); //START MOTOR FROM TANK2
buttonStatus8 = digitalRead(buttonPin8); //AUTO SUBMERGE
buttonStatus9 = digitalRead(buttonPin9); //MANUAL SUBMERGE
buttonStatus10 = digitalRead(buttonPin10); //START SUBMERGE
buttonStatus11 = digitalRead(buttonPin11); //STOP SUBMERGE
buttonStatus12 = digitalRead(buttonPin12); //LEVEL LOW LOW 75Q
```

ภาพที่ 3.24 การกำหนดตัวแปรให้ทำการอ่านค่าจาก buttonPin ด้วยคำสั่ง digitalRead

การควบคุมแบบอัตโนมัติ หลักการทำงานคือปุ่มซีเล็คเตอร์สวิตช์ เลือกที่ตำแหน่ง AUTO บนตู้ควบคุมและไฟแสดงสถานะการทำงานแบบอัตโนมัติจะแจ้งเตือน หลังจากนั้นจะทำการตรวจสอบสถานะการทำงานของปั๊มน้ำบาดาลว่าพร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าปั๊มน้ำบาดาลมีข้อขัดข้องหรือเกิด Overload จะแจ้งเตือนว่าไม่พร้อมทำงานและในกรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลพร้อมใช้งานจะมีการอ่านค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัดระดับภายในถังเก็บน้ำ 75Q เพื่อเป็นการควบคุมระดับน้ำภายในถังเก็บน้ำ คือ เมื่ออุปกรณ์ตรวจวัดระดับภายในถังเก็บน้ำแสดงระดับน้ำต่ำมากหรือระดับน้ำต่ำ จะทำการสั่งให้ปั๊มน้ำบาดาลทำงานเพื่อสูบน้ำบาดาลขึ้นมาเก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำ 75Q จนกว่าอุปกรณ์ตรวจวัดระดับภายในถังเก็บน้ำแสดงระดับน้ำสูงปั๊มน้ำบาดาลจึงจะหยุดทำงาน โดยการทำงานในโหมดอัตโนมัตินั้นจะสามารถที่จะจ่ายน้ำด้วยปั๊มแรงดันสูงไปยังบริเวณที่เก็บน้ำอื่น ๆ ได้คือ จุด F ถังเก็บน้ำคู่ จุด G บริเวณที่เติมรถบรรทุกน้ำ และจุด E ถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q เมื่อมีสัญญาณให้จ่ายน้ำมายังระบบการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
new75q25§

//*******************AUTO*****************************************
if (buttonStatus8 == HIGH && buttonStatus9 == LOW) //AUTO ON,MANUAL OFF
{
  digitalWrite(AUTO, LOW);                        //AUTO LAMP ON
  digitalWrite(MANUAL, HIGH);                      //MANUAL LAMP OFF
  buttonStatus3 = digitalRead(buttonPin3);          //LEVEL LOW
  buttonStatus4 = digitalRead(buttonPin4);          //LEVEL HIGH
  buttonStatus1 = digitalRead(buttonPin1);          //FLOW SENSOR
  buttonStatus2 = digitalRead(buttonPin2);          //OVERLOAD RELAY
  buttonStatus5 = digitalRead(buttonPin5);          //START MOTOR FROM 500K
  buttonStatus6 = digitalRead(buttonPin6);          //START MOTOR FROM TRUCK
  buttonStatus7 = digitalRead(buttonPin7);          //START MOTOR FROM TANK2
  buttonStatus12 = digitalRead(buttonPin12);        //LEVEL LOW LOW 75Q
```

ภาพที่ 3.25 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการควบคุมแบบอัตโนมัติ

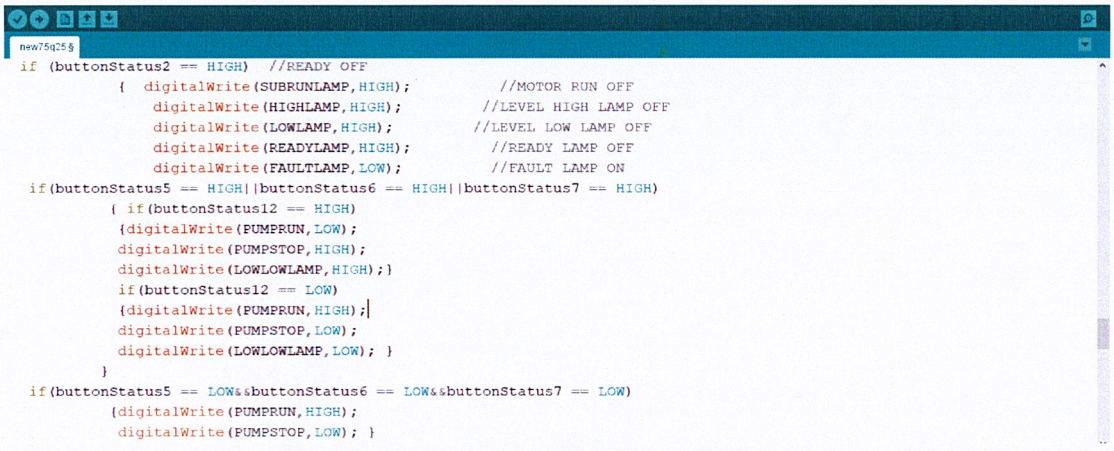
```
new75q25§

  if (buttonStatus2 == LOW)                          //READY ON
       { digitalWrite(READYLAMP,LOW);                 //READY LAMP ON
         digitalWrite(FAULTLAMP,HIGH);                //FAULT LAMP OFF
         if((buttonStatus12 == LOW||buttonStatus3 == LOW)&&buttonStatus4 == HIGH )  //LEVEL LOW ON AND LEVEL HIGH OFF
            { if(buttonStatus3 == LOW){digitalWrite(LOWLAMP,LOW);   }        //LEVEL LOW LAMP ON
              if(buttonStatus12 == LOW)
                {digitalWrite(LOWLOWLAMP,LOW);
                 digitalWrite(LOWLAMP,HIGH);
                }          //LEVEL LOW LOW LAMP ON
              delay(200);                              //DELAY SIGNAL READING
              digitalWrite(SUBRUNLAMP,LOW);             //MOTOR RUN LAMP
              digitalWrite(HIGHLAMP ,HIGH);             //LEVEL HIGH LAMP OFF
            }
         if( buttonStatus4 == LOW&&buttonStatus3 == HIGH)                 //LEVEL HIGH ON
            { //delay(50);                             //DELAY SIGNAL READING
              digitalWrite(SUBRUNLAMP,HIGH);            //MOTOR RUN OFF
              digitalWrite(HIGHLAMP,LOW);               //LEVEL HIGH LAMP ON
              if(buttonStatus3 == HIGH){digitalWrite(LOWLAMP,HIGH);   }        //LEVEL LOW LAMP ON
            }
```

ภาพที่ 3.26 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลพร้อมทำงาน

```
new75q25§

  if(buttonStatus12 == HIGH){digitalWrite(LOWLOWLAMP,HIGH);  }
  if(buttonStatus5 == HIGH||buttonStatus6 == HIGH||buttonStatus7 == HIGH)
          {
            if(buttonStatus12 == HIGH&&buttonStatus2 == LOW)
            {digitalWrite(PUMPRUN,LOW);
            digitalWrite(PUMPSTOP,HIGH);
            }
            if(buttonStatus12 == LOW)
            {digitalWrite(PUMPRUN,HIGH);
            digitalWrite(PUMPSTOP,LOW);
            }
          }
  if(buttonStatus5 == LOW&&buttonStatus6 == LOW&&buttonStatus7 == LOW)
          {
            digitalWrite(PUMPRUN,HIGH);
            digitalWrite(PUMPSTOP,LOW);
          }
          }
```

ภาพที่ 3.27 กรณีมีสัญญาณสั่งให้ปั๊มน้ำแรงดันสูงทำงาน

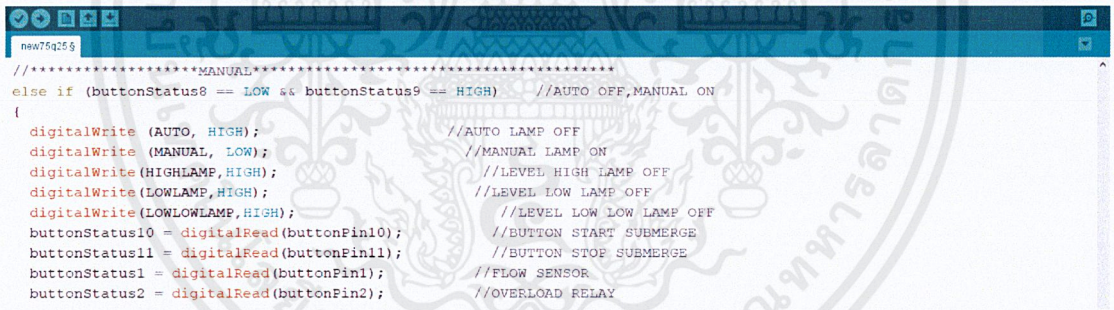
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



```
new75q25§
if (buttonStatus2 == HIGH)  //READY OFF
          {  digitalWrite(SUBRUNLAMP,HIGH);          //MOTOR RUN OFF
             digitalWrite(HIGHLAMP,HIGH);          //LEVEL HIGH LAMP OFF
             digitalWrite(LOWLAMP,HIGH);          //LEVEL LOW LAMP OFF
             digitalWrite(READYLAMP,HIGH);          //READY LAMP OFF
             digitalWrite(FAULTLAMP,LOW);          //FAULT LAMP ON
if(buttonStatus5 == HIGH||buttonStatus6 == HIGH||buttonStatus7 == HIGH)
        { if(buttonStatus12 == HIGH)
         {digitalWrite(PUMPRUN,LOW);
         digitalWrite(PUMPSTOP,HIGH);
         digitalWrite(LOWLOWLAMP,HIGH);}
         if(buttonStatus12 == LOW)
         {digitalWrite(PUMPRUN,HIGH);
         digitalWrite(PUMPSTOP,LOW);
         digitalWrite(LOWLOWLAMP,LOW); }
        }
if(buttonStatus5 == LOW&&buttonStatus6 == LOW&&buttonStatus7 == LOW)
         {digitalWrite(PUMPRUN,HIGH);
         digitalWrite(PUMPSTOP,LOW); }
```

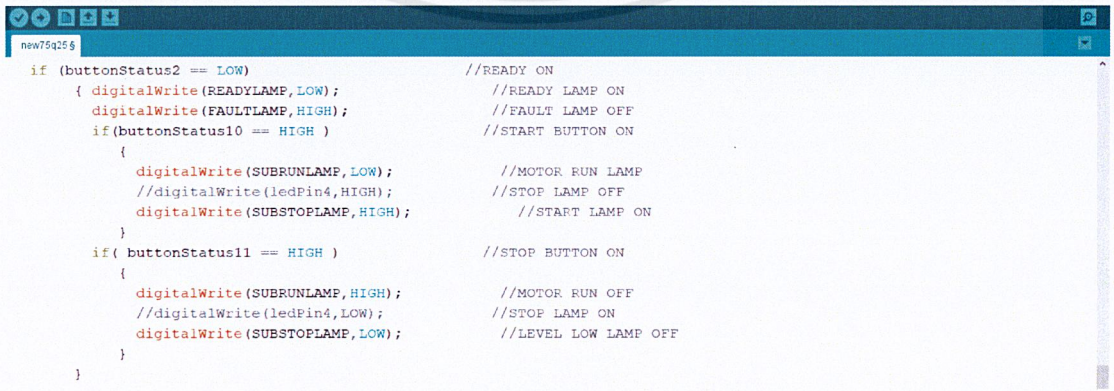
ภาพที่ 3.28 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลไม่พร้อมทำงาน

การควบคุมแบบแมนนวล หลักการทำงานคือ ปุ่มซีเล็คเตอร์สวิตช์ เลือกที่ตำแหน่ง AUTO บนตู้ควบคุมและไฟแสดงสถานะการทำงานแบบแมนนวลจะแจ้งเตือน หลังจากนั้นจะทำการตรวจสอบสถานะการทำงานของ ปั๊มน้ำบาดาลว่าพร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าปั๊มน้ำบาดาลมีข้อขัดข้องหรือเกิด Overload จะแจ้งเตือนว่าไม่พร้อมทำงานและในกรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลพร้อมใช้งานจะสามารถสั่งการทำงานของปั๊มน้ำบาดาลได้โดยการกดปุ่ม STRAT SUBMERGE บนตู้ควบคุมเพื่อสูบน้ำบาดาลขึ้นมาเก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำ 75Q และสามารถสั่งหยุดการทำงานของปั๊มน้ำบาดาลได้โดยการกดปุ่ม STOP SUBMERGE บนตู้ควบคุม



```
new75q25§
//*******************MANUAL*****************************************
else if (buttonStatus8 == LOW && buttonStatus9 == HIGH)    //AUTO OFF,MANUAL ON
{
  digitalWrite (AUTO, HIGH);                  //AUTO LAMP OFF
  digitalWrite (MANUAL, LOW);                  //MANUAL LAMP ON
  digitalWrite(HIGHLAMP,HIGH);                  //LEVEL HIGH LAMP OFF
  digitalWrite(LOWLAMP,HIGH);                  //LEVEL LOW LAMP OFF
  digitalWrite(LOWLOWLAMP,HIGH);                  //LEVEL LOW LOW LAMP OFF
  buttonStatus10 = digitalRead(buttonPin10);          //BUTTON START SUBMERGE
  buttonStatus11 = digitalRead(buttonPin11);          //BUTTON STOP SUBMERGE
  buttonStatus1 = digitalRead(buttonPin1);          //FLOW SENSOR
  buttonStatus2 = digitalRead(buttonPin2);          //OVERLOAD RELAY
```

ภาพที่ 3.29 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการควบคุมแบบแมนนวล



```
new75q25§
  if (buttonStatus2 == LOW)                  //READY ON
       { digitalWrite(READYLAMP,LOW);                  //READY LAMP ON
         digitalWrite(FAULTLAMP,HIGH);                  //FAULT LAMP OFF
         if(buttonStatus10 == HIGH )                  //START BUTTON ON
            {
              digitalWrite(SUBRUNLAMP,LOW);                  //MOTOR RUN LAMP
              //digitalWrite(ledPin4,HIGH);                  //STOP LAMP OFF
              digitalWrite(SUBSTOPLAMP,HIGH);                  //START LAMP ON
            }
         if( buttonStatus11 == HIGH )                  //STOP BUTTON ON
            {
              digitalWrite(SUBRUNLAMP,HIGH);                  //MOTOR RUN OFF
              //digitalWrite(ledPin4,LOW);                  //STOP LAMP ON
              digitalWrite(SUBSTOPLAMP,LOW);                  //LEVEL LOW LAMP OFF
            }
       }
```

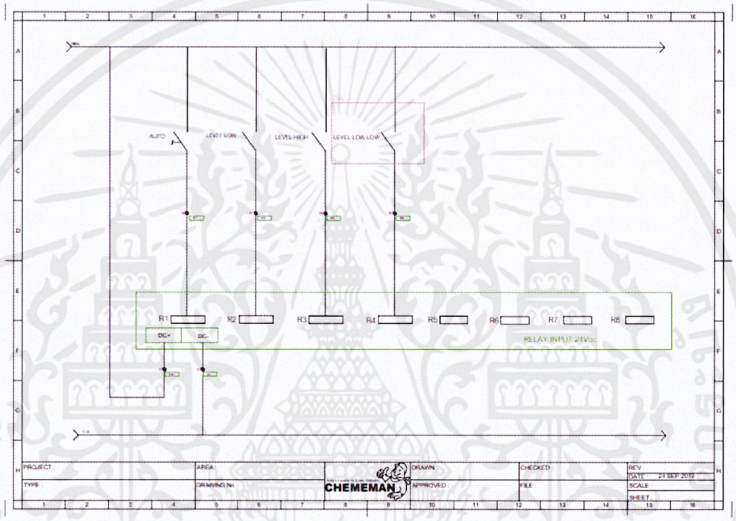
ภาพที่ 3.30 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลพร้อมทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

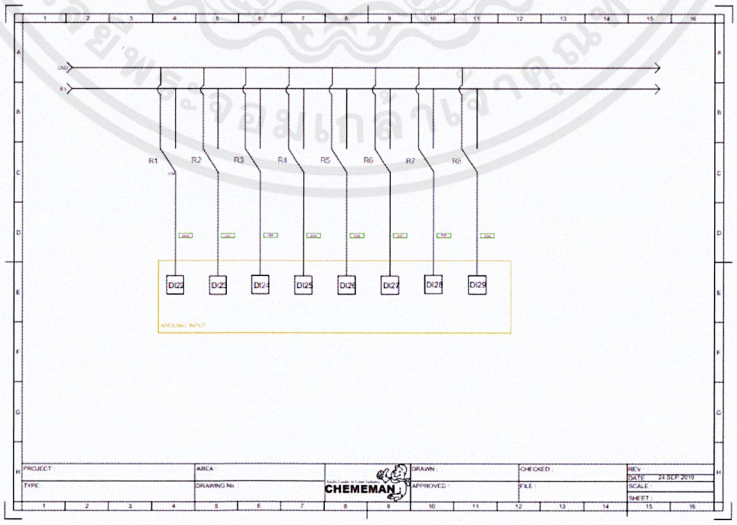
```
new75q25 §

if (buttonStatus2 == HIGH)  //READY OFF
          {  digitalWrite(SUBRUNLAMP,HIGH);      //MOTOR RUN OFF
          digitalWrite(HIGHLAMP,HIGH);          //LEVEL HIGH LAMP OFF
          digitalWrite(LOWLAMP,HIGH);           //LEVEL LOW LAMP OFF
          digitalWrite(READYLAMP,HIGH);          //READY LAMP OFF
          digitalWrite(FAULTLAMP,LOW);           //FAULT LAMP ON
          digitalWrite(PUMPRUN,HIGH);           //BOOSTER PUMP RUN OFF
          digitalWrite(PUMPSTOP,HIGH);           //BOOSTER PUMP STOP OFF
        }}
```

ภาพที่ 3.31 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลไม่พร้อมทำงาน

3.5.3 แบบวงจรไฟฟ้าเส้นเดียวที่ใช้สำหรับการออกแบบระบบควบคุม จุด E ถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q

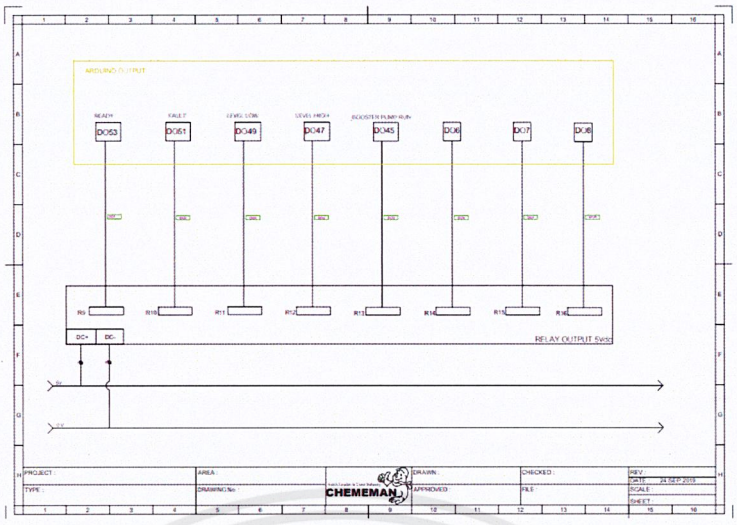


ภาพที่ 3.32 การเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตเข้ากับรีเลย์



ภาพที่ 3.33 การเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตจากรีเลย์ไปยังบอร์ด Arduino

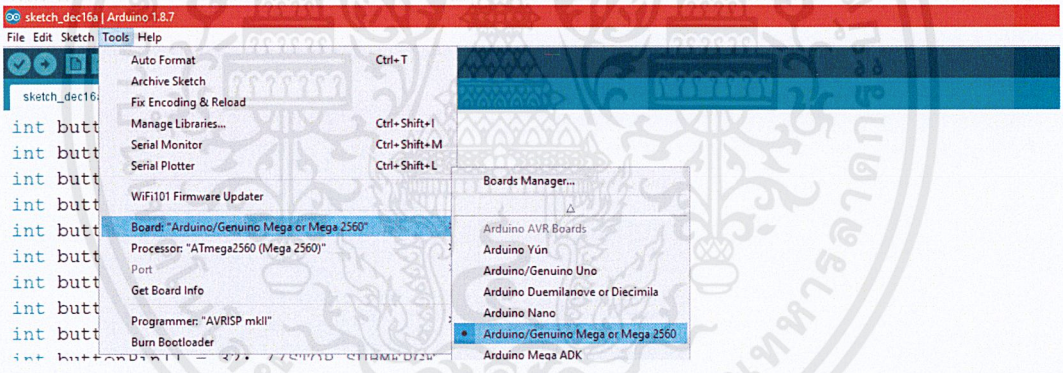
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.34 การเชื่อมต่อสัญญาณเอาท์พุตจากบอร์ด Arduino ไปยังรีเลย์เอาท์พุต

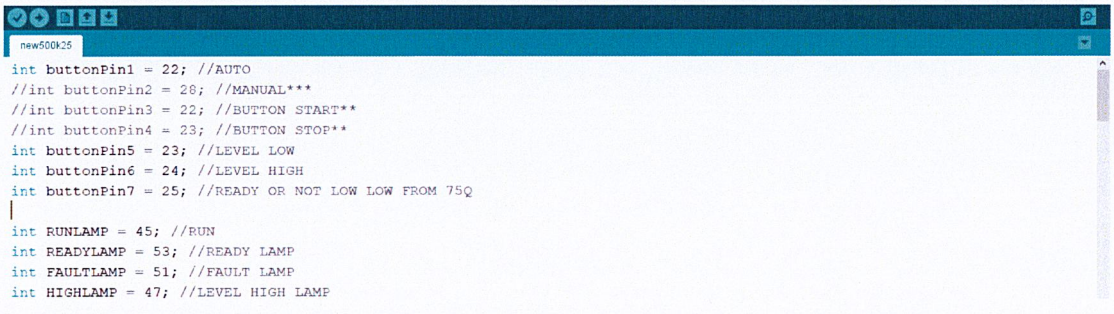
3.5.4 การออกแบบระบบควบคุม จุด E ถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q ด้วยโปรแกรม Arduino IDE

1. เลือกประเภทบอร์ด Arduino คลิกที่เมนู Tools -> Board ->Arduino/Genuino Maga or Maga 2560



ภาพที่ 3.35 การตั้งค่าประเภทของบอร์ด Arduino

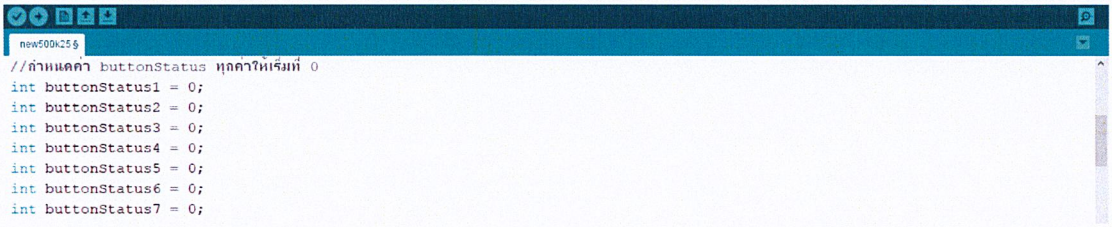
2. กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อระหว่างอินพุตและเอาท์พุตกับพอร์ตบนบอร์ด Arduino ตามแบบวงจรไฟฟ้าเส้นเดียวที่ใช้สำหรับการออกแบบระบบควบคุม จุด E คือ ถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q



ภาพที่ 3.36 กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อระหว่างอินพุตและเอาท์พุตกับพอร์ตบนบอร์ด Arduino

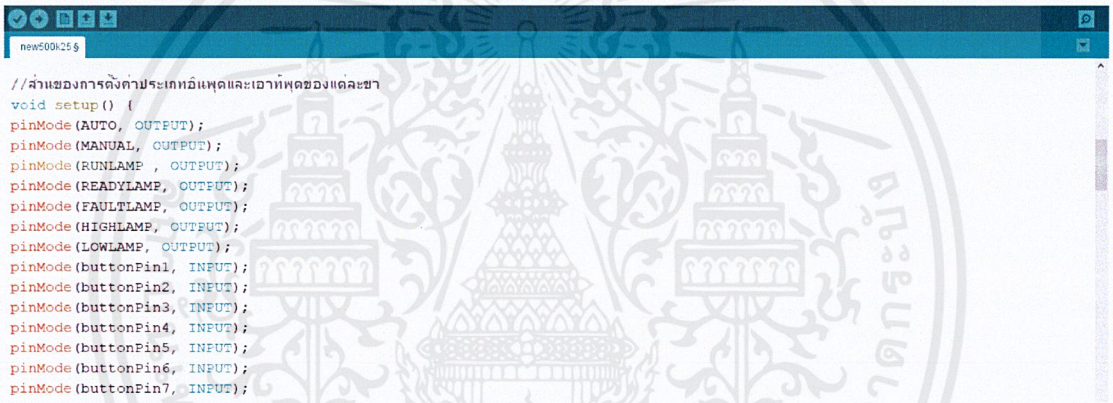
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กำหนดชื่อที่จะใช้ในการเก็บค่าที่ได้จากการอ่านอินพุต โดยกำหนดค่าเป็นศูนย์



ภาพที่ 3.37 กำหนดชื่อที่จะใช้ในการเก็บค่าที่ได้จากการอ่านอินพุต

4. ส่วนของการตั้งค่า Void Setup เป็นการกำหนดประเภทของอินพุตและเอาท์พุตของแต่ละพอร์ตที่เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino



ภาพที่ 3.38 การตั้งค่า Void Setup

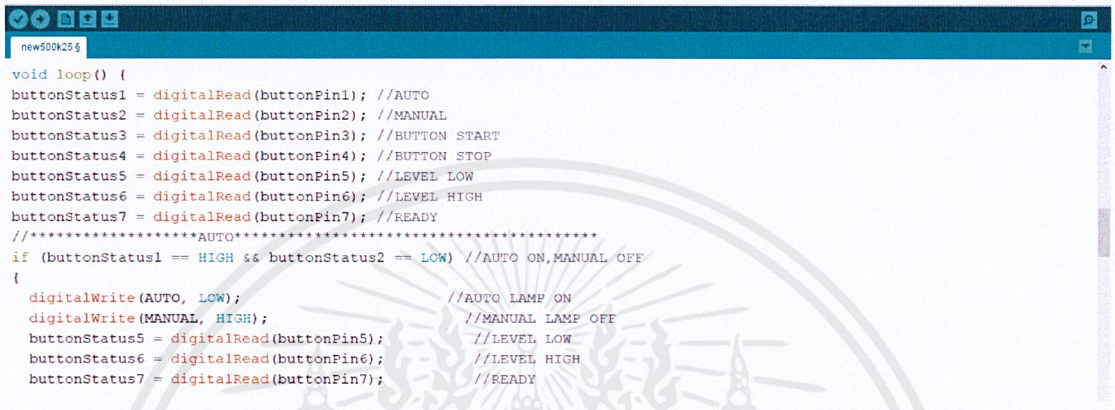
5. การกำหนดให้เอาท์พุตทุกพอร์ตแสดงค่าเป็น HIGH เพื่อป้องกันการทำงานของ Relay Output (Active Low)

ภาพที่ 3.39 การกำหนดให้เอาท์พุตทุกพอร์ตแสดงค่าเป็น HIGH

6. การออกแบบการทำงานของโปรแกรม Void Loop เป็นการออกแบบของระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ หลักการทำงานคือปุ่มซีเล็คเตอร์สวิตช์ เลือกที่ตำแหน่ง AUTO บนตู้ควบคุมและไฟแสดงสถานะการทำงานแบบอัตโนมัติจะแจ้งเตือน หลังจากนั้นจะทำการตรวจสอบสถานะการทำงานของปั๊มน้ำแรงดันสูงว่าพร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าปั๊มน้ำแรงดันสูงมีข้อขัดข้องหรือระดับน้ำในถังเก็บน้ำ 75Q มีระดับน้ำที่ต่ำมาก

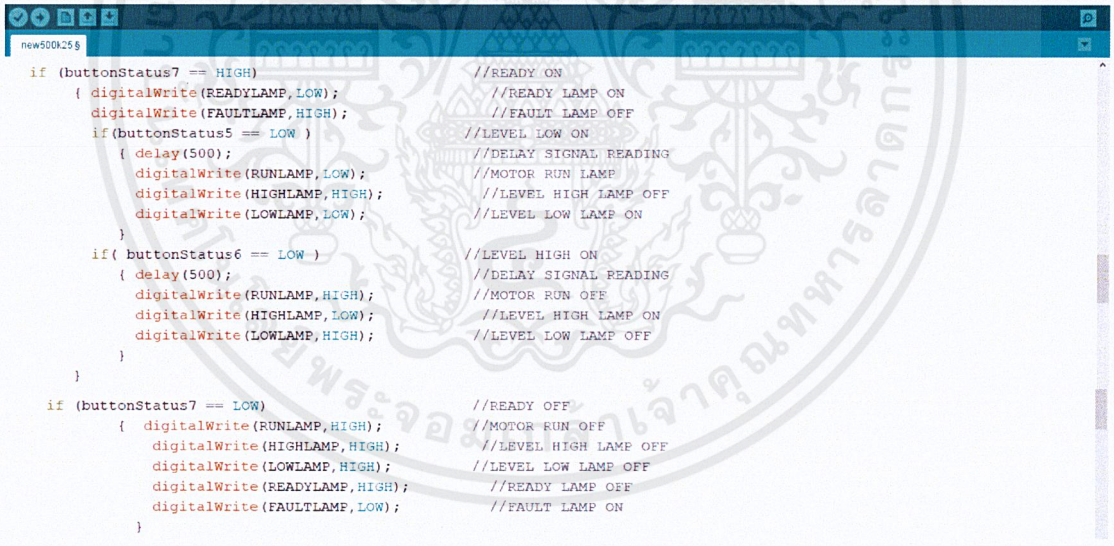
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะแจ้งเตือนว่าไม่พร้อมทำงานและในกรณีที่ปั๊มน้ำแรงดันสูงพร้อมใช้งานจะมีการอ่านค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัดระดับภายในถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q เพื่อเป็นการควบคุมระดับน้ำภายในถังเก็บน้ำ คือ เมื่ออุปกรณ์ตรวจวัดระดับภายในถังเก็บน้ำแสดงระดับน้ำต่ำ จะทำการสั่งให้ปั๊มน้ำแรงดันสูงทำงานเพื่อส่งน้ำบาดาลที่เก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำ 75Q มายังถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q จนกว่าอุปกรณ์ตรวจวัดระดับภายในถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q แสดงระดับน้ำสูงปั๊มน้ำแรงดันสูงจึงจะหยุดส่งน้ำบาดาลมายังถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q



```
new500k25§

void loop() {
buttonStatus1 = digitalRead(buttonPin1); //AUTO
buttonStatus2 = digitalRead(buttonPin2); //MANUAL
buttonStatus3 = digitalRead(buttonPin3); //BUTTON START
buttonStatus4 = digitalRead(buttonPin4); //BUTTON STOP
buttonStatus5 = digitalRead(buttonPin5); //LEVEL LOW
buttonStatus6 = digitalRead(buttonPin6); //LEVEL HIGH
buttonStatus7 = digitalRead(buttonPin7); //READY
//******************AUTO*****************************************
if (buttonStatus1 == HIGH && buttonStatus2 == LOW) //AUTO ON,MANUAL OFF
{
  digitalWrite(AUTO, LOW);                    //AUTO LAMP ON
  digitalWrite(MANUAL, HIGH);                  //MANUAL LAMP OFF
  buttonStatus5 = digitalRead(buttonPin5);      //LEVEL LOW
  buttonStatus6 = digitalRead(buttonPin6);      //LEVEL HIGH
  buttonStatus7 = digitalRead(buttonPin7);      //READY
```

ภาพที่ 3.40 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมในส่วนของการควบคุมแบบอัตโนมัติ

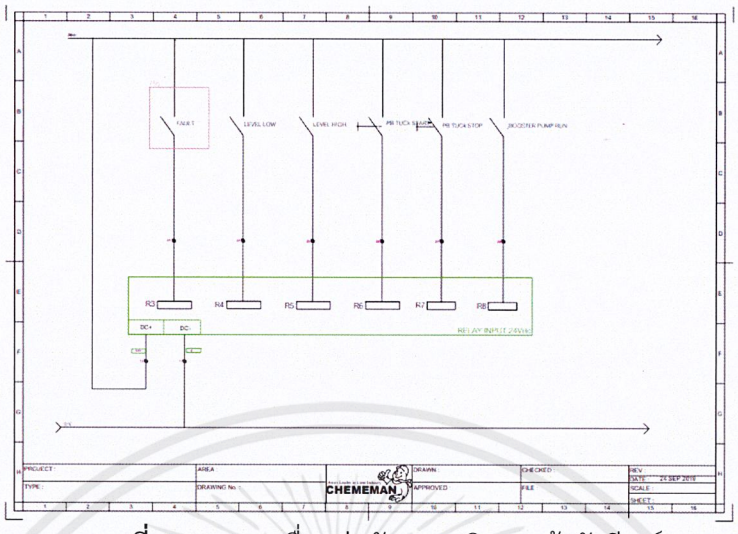


```
new500k25§

  if (buttonStatus7 == HIGH)                  //READY ON
      { digitalWrite(READYLAMP,LOW);           //READY LAMP ON
        digitalWrite(FAULTLAMP,HIGH);          //FAULT LAMP OFF
        if(buttonStatus5 == LOW )              //LEVEL LOW ON
          { delay(500);                        //DELAY SIGNAL READING
            digitalWrite(RUNLAMP,LOW);         //MOTOR RUN LAMP
            digitalWrite(HIGHLAMP,HIGH);       //LEVEL HIGH LAMP OFF
            digitalWrite(LOWLAMP,LOW);         //LEVEL LOW LAMP ON
          }
        if( buttonStatus6 == LOW )             //LEVEL HIGH ON
          { delay(500);                        //DELAY SIGNAL READING
            digitalWrite(RUNLAMP,HIGH);        //MOTOR RUN OFF
            digitalWrite(HIGHLAMP,LOW);        //LEVEL HIGH LAMP ON
            digitalWrite(LOWLAMP,HIGH);        //LEVEL LOW LAMP OFF
          }
      }
    if (buttonStatus7 == LOW)                  //READY OFF
          {  digitalWrite(RUNLAMP,HIGH);       //MOTOR RUN OFF
             digitalWrite(HIGHLAMP,HIGH);      //LEVEL HIGH LAMP OFF
             digitalWrite(LOWLAMP,HIGH);       //LEVEL LOW LAMP OFF
             digitalWrite(READYLAMP,HIGH);     //READY LAMP OFF
             digitalWrite(FAULTLAMP,LOW);      //FAULT LAMP ON
          }
```

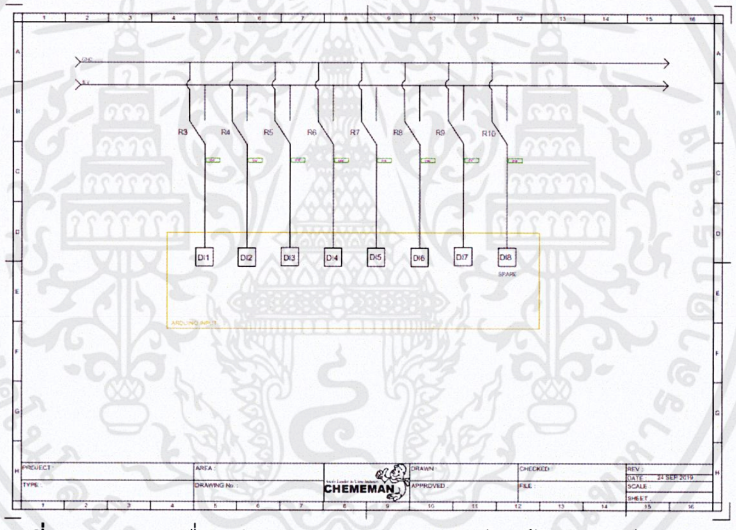
ภาพที่ 3.41 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลพร้อมทำงานและไม่พร้อมทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

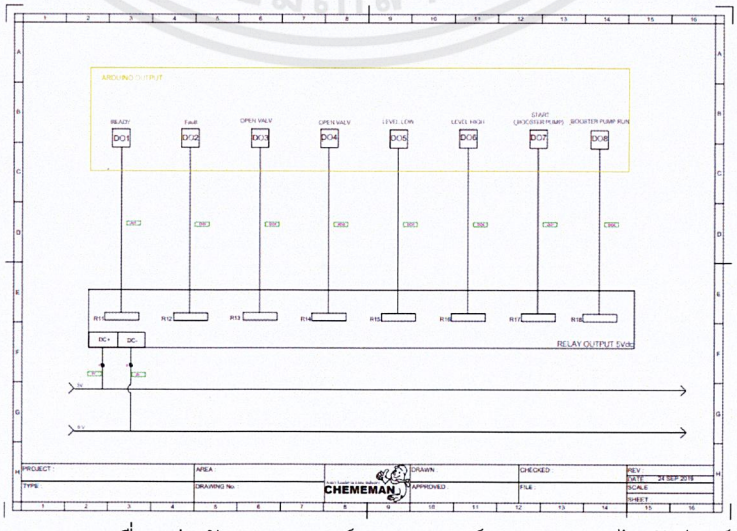
3.5.5 แบบวงจรไฟฟ้าเส้นเดียวที่ใช้สำหรับการออกแบบระบบควบคุม จุด F ถังเก็บน้ำคู่



ภาพที่ 3.42 การเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตเข้ากับรีเลย์



ภาพที่ 3.43 การเชื่อมต่อสัญญาณอินพุตจากรีเลย์ไปยังบอร์ด Arduino

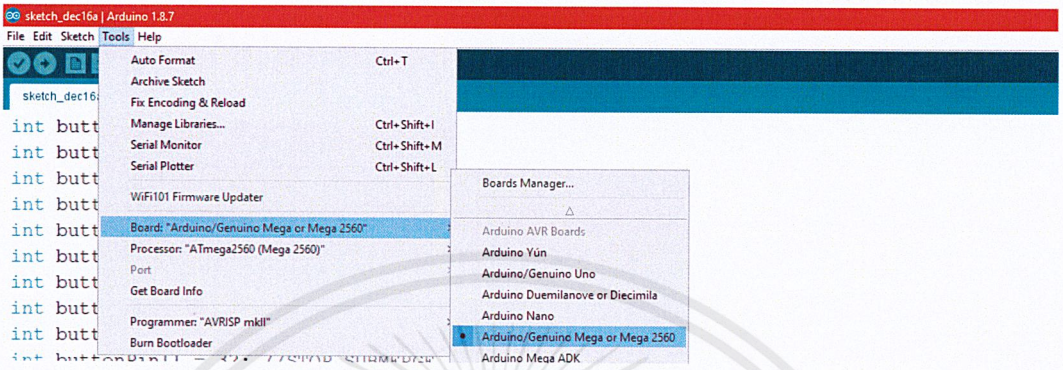


ภาพที่ 3.44 การเชื่อมต่อสัญญาณเอาท์พุตจากบอร์ด Arduino ไปยังรีเลย์เอาท์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

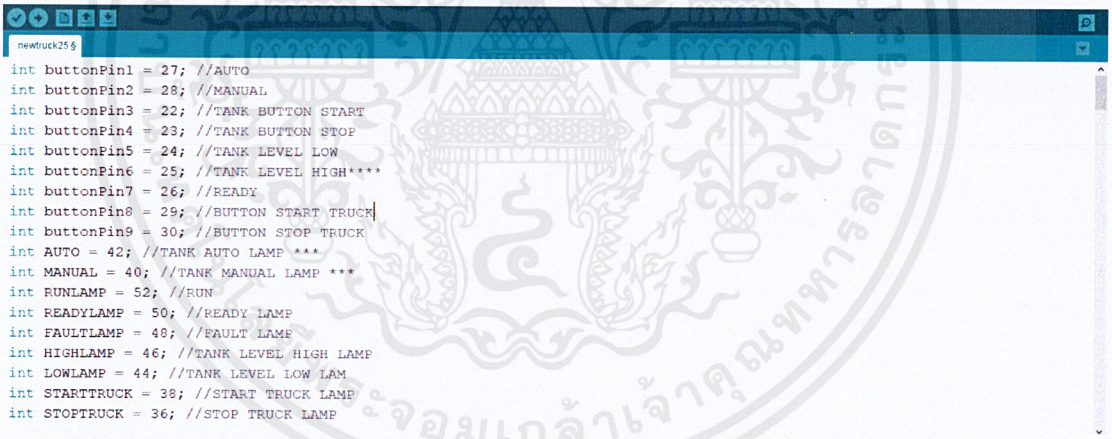
3.5.6 การออกแบบระบบควบคุม จุด F ถังเก็บน้ำคู่ ด้วยโปรแกรม Arduino IDE

1. เลือกประเภทบอร์ด Arduino คลิกที่เมนู Tools -> Board ->Arduino/Genuino Maga or Maga 2560



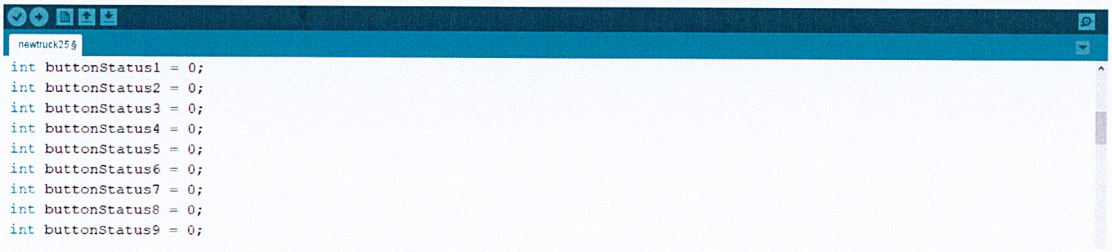
ภาพที่ 3.45 การตั้งค่าประเภทของบอร์ด Arduino

2. กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อระหว่างอินพุตและเอาท์พุตกับพอร์ตบนบอร์ด Arduino ตามแบบวงจรไฟฟ้าเส้นเดียวที่ใช้สำหรับการออกแบบระบบควบคุม จุด F คือ ถังเก็บน้ำคู่



ภาพที่ 3.46 กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อระหว่างอินพุตและเอาท์พุตกับพอร์ตบนบอร์ด Arduino

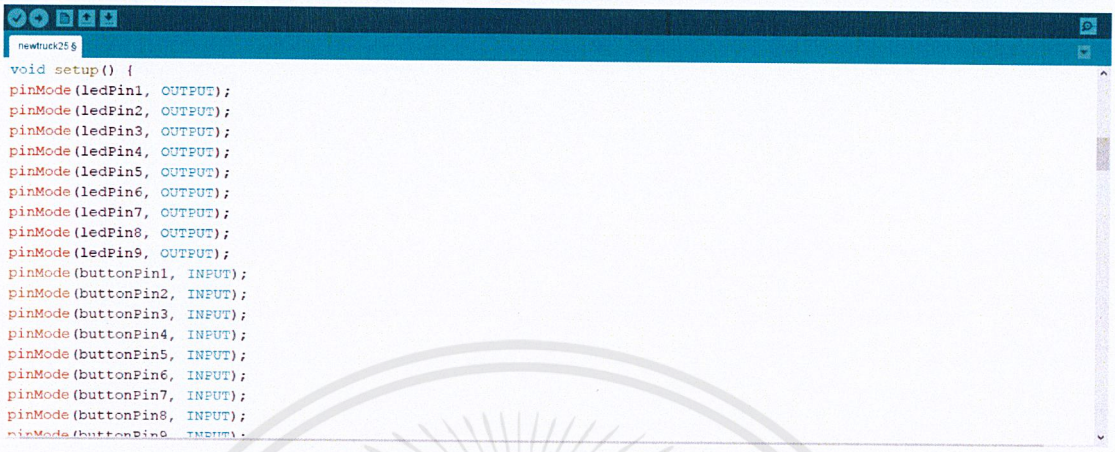
3. กำหนดชื่อที่จะใช้ในการเก็บค่าที่ได้จากการอ่านอินพุต โดยกำหนดค่าเป็นศูนย์



ภาพที่ 3.47 กำหนดชื่อที่จะใช้ในการเก็บค่าที่ได้จากการอ่านอินพุต

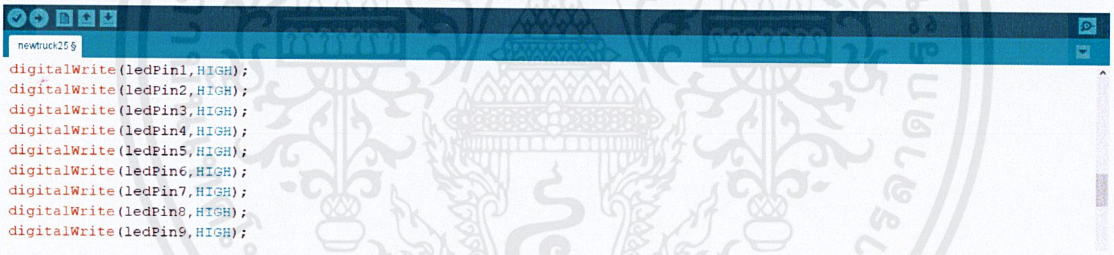
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ส่วนของการตั้งค่า Void Setup เป็นการกำหนดประเภทของอินพุตและเอาท์พุตของแต่ละพอร์ตที่เชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino



ภาพที่ 3.48 การตั้งค่า Void setup

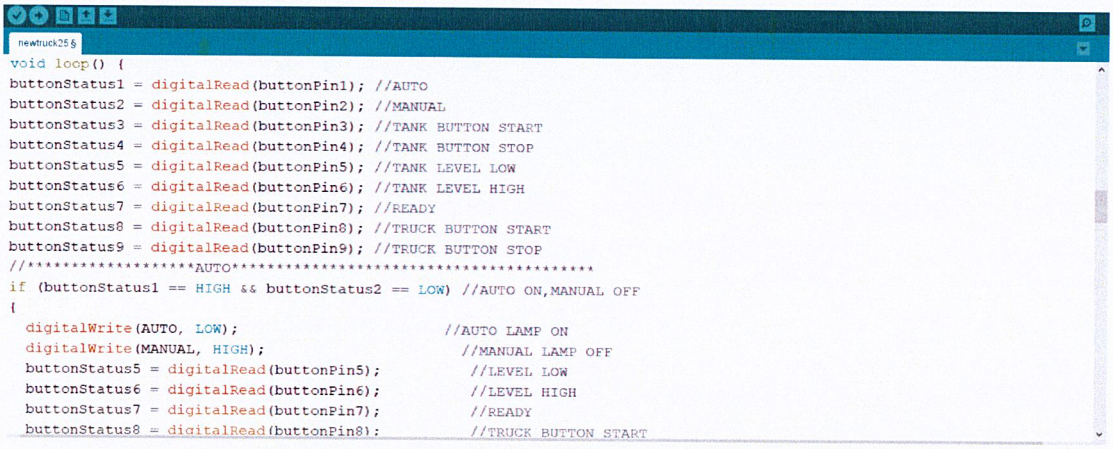
5. การกำหนดให้เอาท์พุตทุกพอร์ตแสดงค่าเป็น HIGH เพื่อป้องกันการทำงานของ Relay Output (Active Low)



ภาพที่ 3.49 การกำหนดให้เอาท์พุตทุกพอร์ตแสดงค่าเป็น HIGH

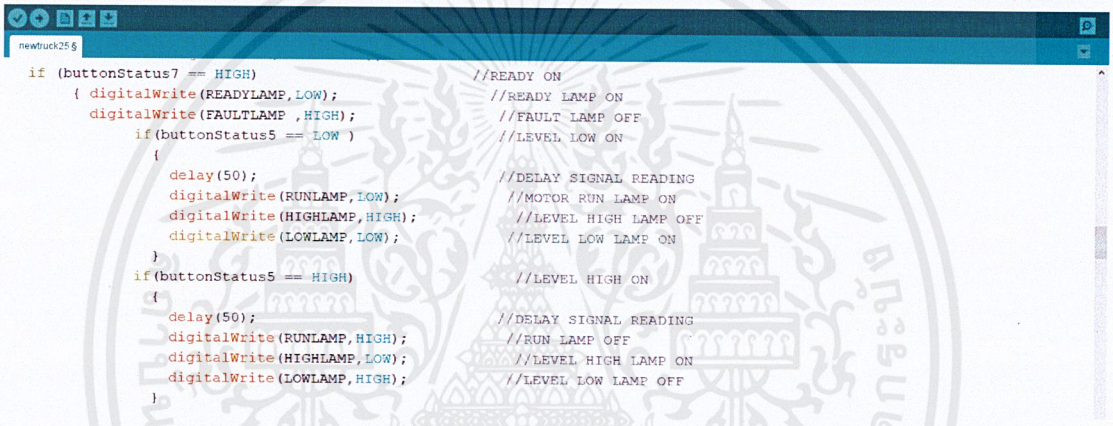
6. การออกแบบการทำงานของโปรแกรม Void Loop เป็นการออกแบบของระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ หลักการทำงานคือ ปุ่มซีเล็คเตอร์สวิตช์ เลือกที่ตำแหน่ง AUTO บนตู้ควบคุมและไฟแสดงสถานะการทำงานแบบอัตโนมัติจะแจ้งเตือน หลังจากนั้นจะทำการตรวจสอบสถานะการทำงานของ ปั๊มน้ำแรงดันสูงว่าพร้อมใช้งานหรือไม่ ถ้าปั๊มน้ำแรงดันสูงมีข้อขัดข้องหรือระดับน้ำในถังเก็บน้ำ 75Q มีระดับน้ำที่ต่ำมากจะแจ้งเตือนว่าไม่พร้อมทำงานและในกรณีที่ปั๊มน้ำแรงดันสูงพร้อมใช้งานจะมีการอ่านค่าจากอุปกรณ์ตรวจวัดระดับภายในถังเก็บน้ำคู่ เพื่อเป็นการควบคุมระดับน้ำภายในถังเก็บน้ำ คือ เมื่ออุปกรณ์ตรวจวัดระดับภายในถังเก็บน้ำแสดงระดับน้ำต่ำ จะทำการสั่งให้ปั๊มน้ำแรงดันสูงทำงานเพื่อส่งน้ำบาดาลที่เก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำ 75Q มายังถังเก็บน้ำคู่ จนกว่าอุปกรณ์ตรวจวัดระดับภายในถังเก็บน้ำแสดงระดับน้ำสูง ปั๊มน้ำแรงดันสูงจึงจะหยุดการส่งน้ำบาดาลมายังถังเก็บน้ำคู่และยังมีการทำงานในส่วนของการเติมน้ำให้กับรถบรรทุกน้ำ คือ เมื่อมีการกดปุ่ม TRUCK BUTTON START จะทำการสั่งให้ปั๊มน้ำแรงดันสูงทำงานเพื่อส่งน้ำบาดาลที่เก็บไว้ที่ถังเก็บน้ำ 75Q มายังบริเวณที่เติมน้ำให้กับรถบรรทุกน้ำและเมื่อมีการกดปุ่ม TRUCK BUTTON STOP ปั๊มน้ำแรงดันสูงจึงจะหยุดการส่งน้ำบาดาลมายังบริเวณที่เติมน้ำให้กับรถบรรทุกน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



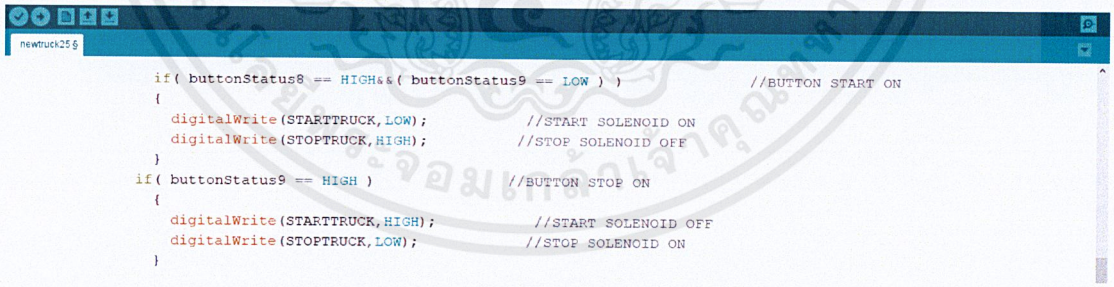
```
newtruck25 §
void loop() {
buttonStatus1 = digitalRead(buttonPin1); //AUTO
buttonStatus2 = digitalRead(buttonPin2); //MANUAL
buttonStatus3 = digitalRead(buttonPin3); //TANK BUTTON START
buttonStatus4 = digitalRead(buttonPin4); //TANK BUTTON STOP
buttonStatus5 = digitalRead(buttonPin5); //TANK LEVEL LOW
buttonStatus6 = digitalRead(buttonPin6); //TANK LEVEL HIGH
buttonStatus7 = digitalRead(buttonPin7); //READY
buttonStatus8 = digitalRead(buttonPin8); //TRUCK BUTTON START
buttonStatus9 = digitalRead(buttonPin9); //TRUCK BUTTON STOP
//******************AUTO*****************************************
if (buttonStatus1 == HIGH && buttonStatus2 == LOW) //AUTO ON,MANUAL OFF
{
  digitalWrite(AUTO, LOW);                    //AUTO LAMP ON
  digitalWrite(MANUAL, HIGH);                  //MANUAL LAMP OFF
  buttonStatus5 = digitalRead(buttonPin5);      //LEVEL LOW
  buttonStatus6 = digitalRead(buttonPin6);      //LEVEL HIGH
  buttonStatus7 = digitalRead(buttonPin7);      //READY
  buttonStatus8 = digitalRead(buttonPin8);      //TRUCK BUTTON START
```

ภาพที่ 3.50 การกำหนดตัวแปรให้ทำการอ่านค่าจาก buttonPin ด้วยคำสั่ง digitalRead



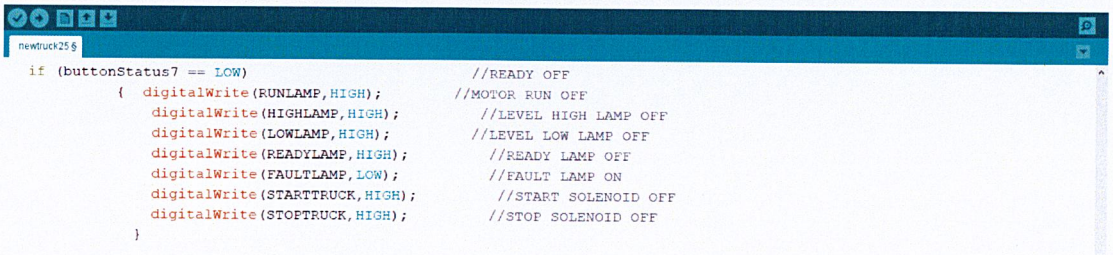
```
newtruck25 §
 if (buttonStatus7 == HIGH)                    //READY ON
     { digitalWrite(READYLAMP,LOW);             //READY LAMP ON
       digitalWrite(FAULTLAMP ,HIGH);           //FAULT LAMP OFF
          if(buttonStatus5 == LOW )             //LEVEL LOW ON
            {
              delay(50);                        //DELAY SIGNAL READING
              digitalWrite(RUNLAMP,LOW);         //MOTOR RUN LAMP ON
              digitalWrite(HIGHLAMP,HIGH);        //LEVEL HIGH LAMP OFF
              digitalWrite(LOWLAMP,LOW);          //LEVEL LOW LAMP ON
            }
          if(buttonStatus5 == HIGH)              //LEVEL HIGH ON
            {
              delay(50);                        //DELAY SIGNAL READING
              digitalWrite(RUNLAMP,HIGH);         //RUN LAMP OFF
              digitalWrite(HIGHLAMP,LOW);         //LEVEL HIGH LAMP ON
              digitalWrite(LOWLAMP,HIGH);         //LEVEL LOW LAMP OFF
            }
```

ภาพที่ 3.51 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลพร้อมทำงานในส่วนของการควบคุมแบบอัตโนมัติ



```
newtruck25 §
          if( buttonStatus8 == HIGH&&( buttonStatus9 == LOW ) )          //BUTTON START ON
          {
            digitalWrite(STARTTRUCK,LOW);          //START SOLENOID ON
            digitalWrite(STOPTRUCK,HIGH);          //STOP SOLENOID OFF
          }
        if( buttonStatus9 == HIGH )                //BUTTON STOP ON
          {
            digitalWrite(STARTTRUCK,HIGH);          //START SOLENOID OFF
            digitalWrite(STOPTRUCK,LOW);            //STOP SOLENOID ON
          }
```

ภาพที่ 3.52 กรณีมีสัญญาณสั่งให้ปั๊มน้ำแรงดันสูงทำงานจากจุดเติมรถบรรทุกน้ำ



```
newtruck25 §
 if (buttonStatus7 == LOW)                     //READY OFF
        {  digitalWrite(RUNLAMP,HIGH);        //MOTOR RUN OFF
           digitalWrite(HIGHLAMP,HIGH);        //LEVEL HIGH LAMP OFF
           digitalWrite(LOWLAMP,HIGH);         //LEVEL LOW LAMP OFF
           digitalWrite(READYLAMP,HIGH);        //READY LAMP OFF
           digitalWrite(FAULTLAMP,LOW);         //FAULT LAMP ON
           digitalWrite(STARTTRUCK,HIGH);        //START SOLENOID OFF
           digitalWrite(STOPTRUCK,HIGH);         //STOP SOLENOID OFF
        }
```

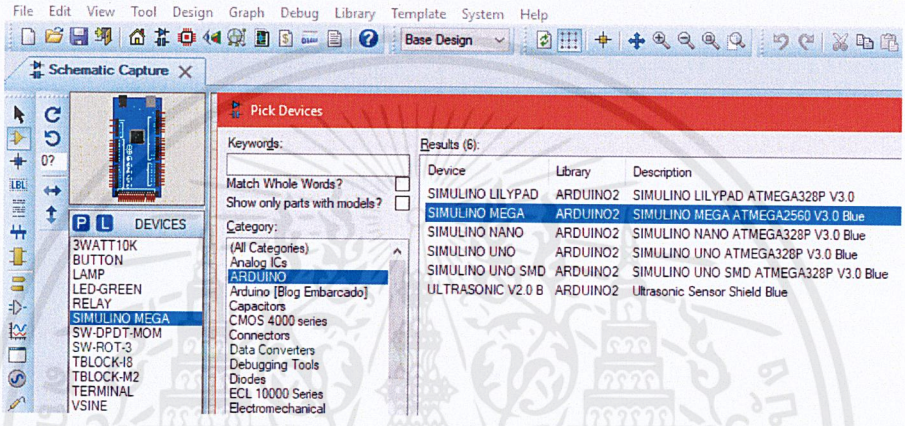
ภาพที่ 3.53 กรณีที่ปั๊มน้ำบาดาลไม่พร้อมทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

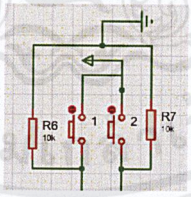
ในการเขียนโปรแกรมโดย Arduino IDE นั้นสามารถทำการทดสอบการทำงานของบอร์ด Arduino ที่ใช้เป็นตัวควบคุม โดยใช้วิธีการจำลองด้วยโปรแกรม Proteus ซึ่งสะดวกสำหรับการทดลองเพราะไม่ต้องต่อวงจรจริง การจำลองนี้ใช้ทดสอบโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อตรวจสอบว่าโปรแกรมที่เขียนนั้นทำงานตามที่เราออกแบบไว้ได้หรือไม่ โดยทำได้ดังนี้

1. การเลือกประเภทของบอร์ด Arduino



ภาพที่ 4.1 การเลือกประเภทของบอร์ด Arduino ในโปรแกรม Proteus

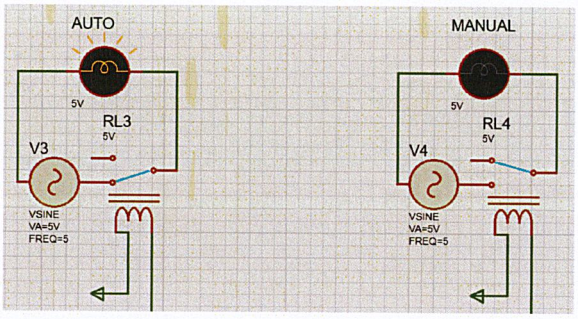
2. ออกแบบวงจรไฟฟ้าโดยใช้การกดปุ่มแทนสัญญาณอินพุตจากสวิตช์ลูกลอยหรือสัญญาณอินพุตจากปุ่มกด



ภาพที่ 4.2 ออกแบบวงจรไฟฟ้าโดยใช้การกดปุ่มแทนสัญญาณอินพุต

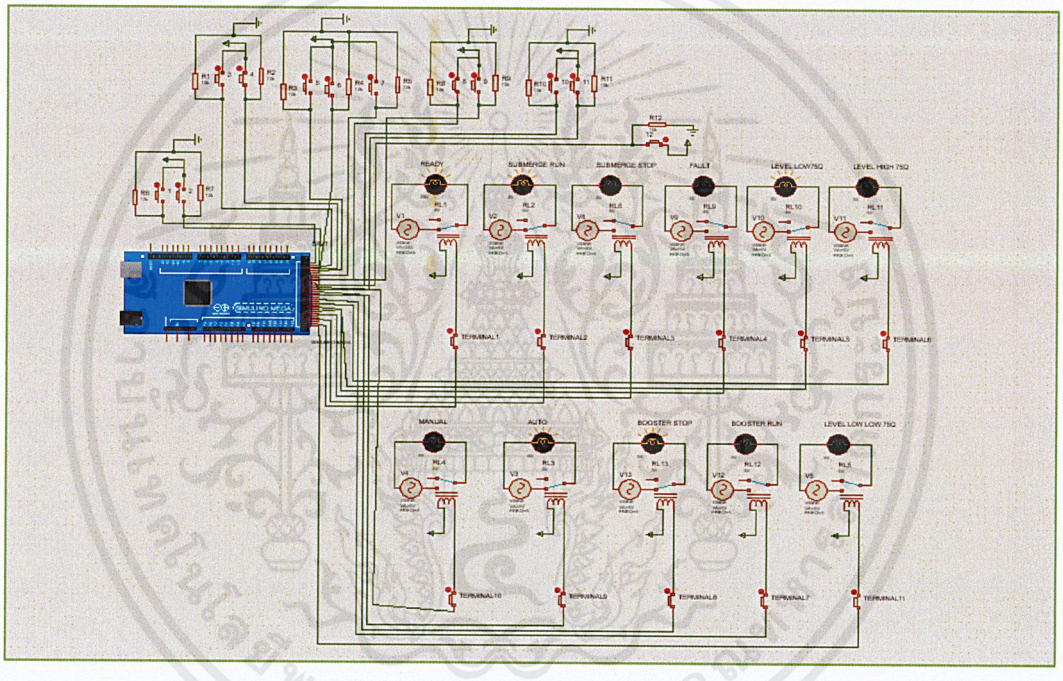
3. ออกแบบวงจรไฟฟ้าแทนการส่งสัญญาณเอาท์พุตออกจากบอร์ด Arduino ไปยังเอาท์พุทรีเลย์ซึ่งรีเลย์ซึ่งทำงานแบบ Active Low

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ออกแบบวงจรไฟฟ้าแทนการส่งสัญญาณเอาท์พุต

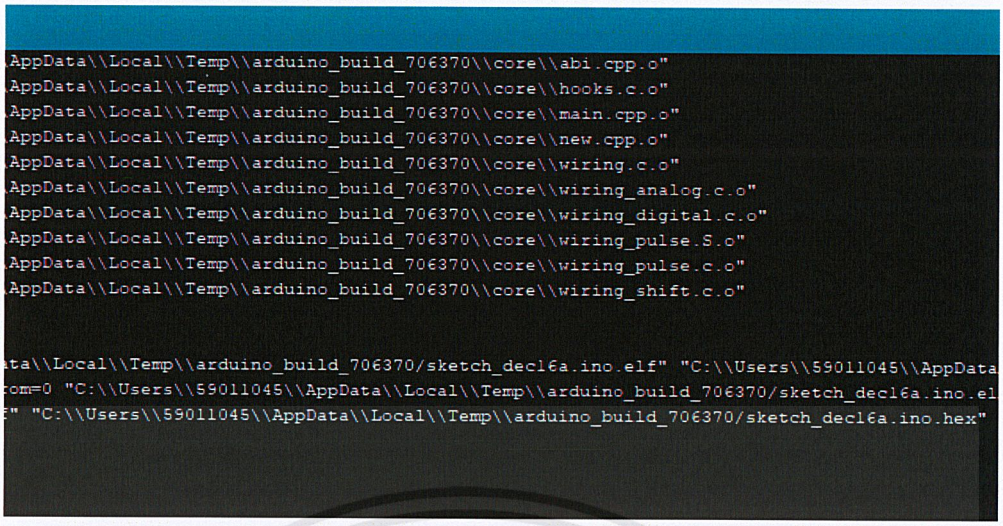
4. ตัวอย่างการเชื่อมต่อวงจรสำหรับการทดลอง



ภาพที่ 4.4 ตัวอย่างการเชื่อมต่อวงจรสำหรับการทดลอง

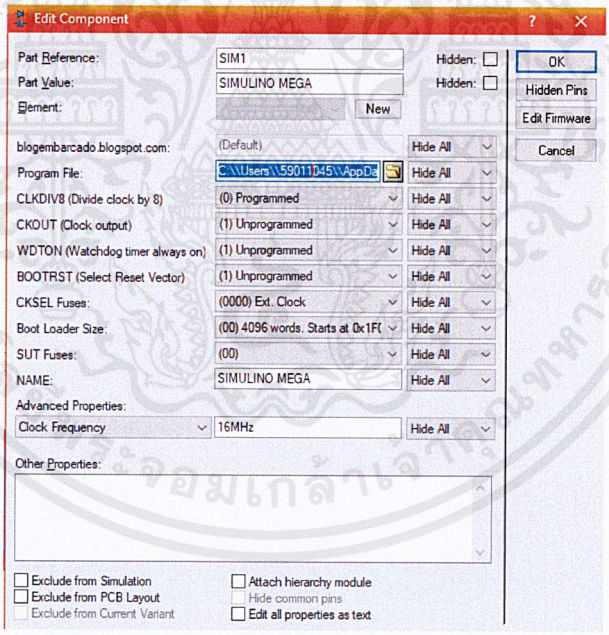
5. สำหรับไฟล์ภาษาเครื่อง (.hex) ที่ได้จากการแปลงไฟล์ด้วยโปรแกรม Arduino IDE ที่จะใช้ในการจำลองการทำงานใน Proteus เมื่อเขียนโปรแกรมเสร็จ คลิกที่ไอคอนแปลงไฟล์ โปรแกรม Arduino IDE จะแสดงตำแหน่งที่เก็บไฟล์โดยใช้หน้าต่างสถานะตัวอย่างเช่น:
C:\\Users\\59011045\\AppData\\Local\\Temp\\arduino_build_706370/sketch_dec16a.ino.hex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.5 ตำแหน่งที่เก็บไฟล์ (.hex)

6. คัดลอกตำแหน่งของไฟล์ภาษาเครื่อง (.hex) และเลือกวางไปยัง Arduino ในโปรแกรม Proteus วางลงในกล่องไฟล์โปรแกรม หลังจากนั้นสามารถจำลองการทำงานตามเงื่อนไขที่ได้ทำการออกแบบ



ภาพที่ 4.6 เลือกวาง (.hex) ไปยัง Arduino ในโปรแกรม Proteus

จากการจำลองการทำงานของระบบโดยใช้โปรแกรม Proteus ที่สามารถจำลองการต่อวงจรและทดสอบโปรแกรมที่ออกแบบเพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบโดยการใช้บอร์ด Arduino เป็นตัวควบคุม ใช้การจำลองสวิตช์แทนการกดปุ่มหรือเป็นอินพุตของสัญญาณและใช้ LED แทนไฟแจ้งเตือนหรือเอาท์พุตของสัญญาณ พบว่าการออกแบบระบบควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรม Arduino IDE นั้นสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ได้ทำการออกแบบได้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. บอร์ดสำหรับตู้ควบคุมบริเวณถังเก็บน้ำ 75Q สามารถที่จะควบคุมการส่งน้ำจากปั๊มน้ำบาดาลได้เมื่อน้ำภายในถังเก็บน้ำ 75Q มีระดับน้ำต่ำและหยุดการทำงานของปั๊มบาดาลเมื่อน้ำภายในถังเก็บน้ำมีระดับสูง อีกทั้งยังสามารถส่งน้ำจากถังเก็บน้ำ 75Q ไปยังบริเวณสำรองน้ำอื่น ๆ ได้เมื่อมีสัญญาณให้ปั๊มน้ำแรงดันสูงทำงาน
2. บอร์ดสำหรับตู้ควบคุมบริเวณถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q สามารถที่จะควบคุมการส่งน้ำจากปั๊มน้ำแรงดันสูงได้เมื่อน้ำภายในถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q มีระดับน้ำต่ำและหยุดการทำงานของปั๊มน้ำแรงดันสูงได้เมื่อน้ำภายในถังเก็บน้ำมีระดับสูง
3. บอร์ดสำหรับตู้ควบคุมบริเวณถังเก็บน้ำคู่ สามารถที่จะควบคุมการส่งน้ำจากปั๊มน้ำแรงดันสูงได้เมื่อน้ำภายในถังเก็บน้ำคู่ มีระดับน้ำต่ำและหยุดการทำงานของปั๊มน้ำแรงดันสูงได้เมื่อน้ำภายในถังเก็บน้ำมีระดับสูง อีกทั้งยังสามารถที่จะเติมน้ำให้กับรถบรรทุกน้ำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป ปัญหา ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุป

จากการออกแบบระบบควบคุมของระบบสำรองน้ำภายในโรงงาน เพื่อแก้ปัญหาการสูบน้ำบาดาลขึ้นมาใช้ได้ในอัตราที่ต่ำและปัญหาการสำรองน้ำที่ไม่เพียงพอต่อความต้องการและได้มีการศึกษาการทำงานของระบบสูบน้ำบาดาลและระบบสำรองน้ำภายในโรงงานและทำการออกแบบระบบควบคุมโดยใช้ Arduino เป็นตัวควบคุมการทำงานซึ่งใช้โปรแกรม Arduino IDE ในการออกแบบระบบควบคุมการสูบน้ำบาดาลเพื่อสำรองน้ำสำหรับถังเก็บน้ำ 75Q ถังเก็บน้ำคู่และถังเก็บน้ำทรงแชมเปญ 25Q ก่อนที่จะจ่ายน้ำไปยังส่วนต่าง ๆ ภายในโรงงาน รวมไปถึงการจำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม Proteus พบว่าการออกแบบระบบควบคุมของระบบสำรองน้ำภายในโรงงานนั้นสามารถทำงานตามเงื่อนไขที่ได้ทำการออกแบบและสามารถที่จะนำไปใช้เพื่อแก้ปัญหาการสูบน้ำบาดาลและการสำรองน้ำของโรงงานที่ไม่เพียงพอได้เป็นอย่างดี

5.2 ปัญหา

1. เนื่องจากแผนกซ่อมบำรุงไฟฟ้าและวัดคุม เป็นแผนกที่ไม่ได้รับผิดชอบกับการทำโครงการต่าง ๆ โดยตรงและโครงงานที่ได้รับมอบหมายจะต้องมีการประสานงานจากหลาย ๆ ฝ่ายจึงอาจทำให้มีการสื่อสารที่ผิดพลาดและทำให้โครงงานเกิดความล่าช้าได้

2. การใช้ตัวควบคุมด้วย Arduino นั้นยังไม่แพร่หลายในอุตสาหกรรม ทำให้ขาดตัวอย่างในการทำโครงงาน

3. เนื่องจากตลอดระยะเวลาการทำสหกิจศึกษา ยังไม่มีการติดตั้งอุปกรณ์ จึงไม่สามารถทำการทดสอบระบบจริงได้ จึงได้ใช้การจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม Proteus เพื่อตรวจสอบการทำงานแทน

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การวางแผนการดำเนินงานนั้นควรที่จะกำหนดขอบเขตและระยะเวลาที่ชัดเจน เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาทั้งด้านความล่าช้าของการดำเนินงานและความผิดพลาด

2. การสอบถามข้อมูลและติดตามผลการดำเนินงานอย่างต่อเนื่อง ทำให้ความผิดพลาดในการทำโครงงานนั้นลดลง

3. ควรสอบถามหัวข้อและรายละเอียดของโครงงานให้แน่ชัด เพื่อไม่ให้เกิดความล่าช้าในการทำโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] “เซอร์กิตเบรกเกอร์” เข้าถึงได้จาก:
https://mall.factomart.com/circuit-breaker/type-of-circuit-breaker/
[2] “ซีเล็คเตอร์สวิตช์” เข้าถึงได้จาก:
https://www.factomart.com/th/main-selector-switch/
[3] “สายไฟ” เข้าถึงได้จาก:
https://www.powermeterline.com/2019/04/15/
[4] “บูสเตอร์ปั๊ม” เข้าถึงได้จาก:
https://paselectrical.com
[5] “เครื่องสูบน้ำชนิดจุ่มใต้น้ำ” เข้าถึงได้จาก:
http://202.129.59.73/tn/submersible%20pumps.files/submersible%20pumps.htm
[6] “สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย” เข้าถึงได้จาก:
http://www.siam-automation.com/article/14/switching-power-supply
[7] “รีเลย์” เข้าถึงได้จาก:
https://www.thaieasyelec.com
[8] “โซลิดสเตตรีเลย์” เข้าถึงได้จาก:
http://www.inno-ins.com
[9] “โซลินอยด์วาล์ว” เข้าถึงได้จาก:
https://www.factomart.com/th/factomartblog/principle-of-solenoid-valve/
[10] “เช็ควาล์ว” เข้าถึงได้จาก:
https://www.factomart.com/th/factomartblog/principle-of-solenoid-valve/
[11] “วาล์วหมุนมือ” เข้าถึงได้จาก:
http://www.cbwmthai.org/test/Activity_Detail.aspx?id=23
[12] “สวิตช์ความดัน” เข้าถึงได้จาก:
http://www.pakoengineering.com/blog/2018/
[13] “สวิทช์ลูกลอย” เข้าถึงได้จาก:
https://www.factomart.com/th/main-float-switch
[14] “เครื่องมือวัดอัตราการไหล” เข้าถึงได้จาก:
https://www.factomart.com/th/what-is-flow-meter.html
[15] “Arduino” เข้าถึงได้จาก:
http://www.thephyllconnect.com/images/Arduino/KruPraphasArduinoBook.pdf [13]
[16] “Arduino IDE” เข้าถึงได้จาก:
http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_2.pdf
[17] “แหล่งน้ำใต้ดิน (น้ำบาดาล)” เข้าถึงได้จาก:
http://www.watertreaty.org

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายภัทราวุธ บุตรวิเศษ
วัน เดือน ปีเกิด 5 มีนาคม 2541
ภูมิลำเนา 61/23 ตำบล เมืองเตา อำเภอ พยัคฆภูมิพิสัย จังหวัด มหาสารคาม 44110
E-mail phattraa.b@gmail.com
โทรศัพท์ 09 8130 9942

ประวัติการศึกษา

- พ.ศ. 2556 – 2558 ระดับมัธยมตอนปลาย โรงเรียนพยัคฆภูมิวิทยาคาร จังหวัดมหาสารคาม
- พ.ศ. 2559 – ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต หลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุม
  ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
  สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประสบการณ์

- นักศึกษาฝึกงาน แผนก Instrument Engineering
  บริษัท ทีทีซีแอล จำกัด (มหาชน)
- นักศึกษาโครงการสหกิจศึกษา แผนกซ่อมบำรุงไฟฟ้าและวัดคุม
  บริษัท เคมีแมน จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้