



รายงานสหกิจศึกษา

ระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล

HYDROSOL EXTRACTION BOILER CONTROL SYSTEM

วรมะธ จันทรเดช

VORAMAT JANDECH

หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รายงานสหกิจศึกษา

ระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล

HYDROSOL EXTRACTION BOILER CONTROL SYSTEM

วรมะธ จันทรเดช

VORAMAT JANDECH

หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2023

DEPARTMENT OF ENGINEERING

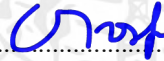
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์
ประจำปีการศึกษา 2565

เรื่อง ระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล
Hydrosol Extraction Boiler Control System
ผู้จัดทำ นายวรเมธ จันทร์เดช รหัสนักศึกษา 62201015
ปฏิบัติงาน บริษัท อินเนอร์จีแล็บ จำกัด
Innergy Lab Company Limited
ที่อยู่ 58/4 หมู่ที่ 7 ตำบล ป่าแดด อำเภอ เมืองเชียงใหม่
จังหวัดเชียงใหม่ 50100
พนักงานที่ปรึกษา นายวุฒิชัย กัณหา
ตำแหน่ง Senior Embedded Engineer








.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกษมสุข เสพศิริสุข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์
จังหวัด ชุมพร ใบบรรองสหกิจศึกษา

หัวข้อสหกิจ ระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล
Co-operative Title Hydrosol Extraction Boiler Control System
ชื่อนักศึกษา นายวรมธ จันท์เดช รหัสนักศึกษา 62201015
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.เกษมสุข เสพศิริสุข

คณะกรรมการสอบสหกิจศึกษา		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.เกษมสุข เสพศิริสุข	อาจารย์ที่ปรึกษา	
ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์	กรรมการสอบ	
ผศ.ดร.ภาสภณ มโนสุกฤตกุล	กรรมการสอบ	
อ.สั๊กกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์	กรรมการสอบ	
ว่าที่ร้อยตรีศิลา ศิริมาสกุล	กรรมการสอบ	

วันที่/เดือน/ปี ที่สอบ 22 ธันวาคม 2565 เวลา 9.00 น. – 16.30 น.
สถานที่สอบ ณ ห้อง 103 อาคาร E

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ ใบบรรองแล้ว



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ รัตนเดช)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 15 มิถุนายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสือส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เรื่อง ขอส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ตามที่กระผม นายวรเมธ จันทรเดช นักศึกษาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ได้ปฏิบัติงานระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2565 ถึง วันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ในตำแหน่ง Embedded Engineer ณ บริษัท อินเนอร์จีแอส จำกัด ได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาสหกิจศึกษาให้จัดทำโครงการ ระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการสกัดน้ำมันหอมระเหยให้ได้มากที่สุด และเป็นเครื่องต้นแบบในการจัดจำหน่าย

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจได้สำเร็จเสร็จสิ้นลงแล้ว จึงใคร่ขอส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ดังกล่าว จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป จึงเรียนมาพิจารณา

ขอแสดงความนับถืออย่างสูง

นายวรเมธ จันทรเดช

นักศึกษาสหกิจศึกษาหลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสทกิจ	ระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล
ชื่อนักศึกษา	นายวรมธ จันทรเดช รหัสนักศึกษา 62201015
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.เกษมสุข เสพศิริสุข
พนักงานที่ปรึกษา	นายวุฒิชัย กัณหา
ปีการศึกษา	2565

บทคัดย่อ

รายงานสทกิจศึกษานับสมบูรณเล่มนี้นำเสนอระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล โดยตัวระบบควบคุมการสกัดไฮโดรซอลจะมีหน้าจอสั่งอุณหภูมิ และความดันเพื่อให้ผู้ใช้งานเห็นค่าบนหน้าจอเพื่อใช้ในการควบคุมการสกัดไฮโดรซอลได้ โดยระบบการทำงานมี 2 โหมดด้วยกันประกอบด้วย โหมดอัตโนมัติ และ โหมดควบคุมเอง โดยเครื่องประกอบด้วย เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ RTD-PT100 2 ตัว เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ DS18B20 1 ตัว เซ็นเซอร์วัดความดัน HDP-500 1 ตัว รีเลย์ 2 ตัว และใช้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 ในการควบคุมเครื่องนี้ การทำงานของระบบเริ่มจากการทำงาน ส่วนของโหมดอัตโนมัติ (Auto Mode) ผู้ใช้สามารถตั้งอุณหภูมิที่ต้องการได้โดยระบบควบคุมจะมีค่าเริ่มต้นที่ 100 องศาเซลเซียส เมื่อตั้งค่าอุณหภูมิตามที่ต้องการแล้ว กดปุ่ม Start ในการเริ่มทำงานระบบจะแสดงไอคอน โหมดอัตโนมัติและเมื่ออุณหภูมิถึงที่ผู้ใช้งานกำหนดระบบสั่งให้รีเลย์หยุดการทำงาน และ เมื่ออุณหภูมิ ต่ำกว่าที่ตั้งค่าไว้ 0.2 องศาเซลเซียส ระบบจะกลับมาทำงานต่อ โดยอุณหภูมิที่ใช้อ้างอิงการทำงานเป็นอุณหภูมิของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ RTD-PT100 ติดตั้งที่อยู่ในน้ำ และเมื่อผู้ใช้งานต้องการหยุดกระบวนการ ให้กดปุ่ม Stop เพื่อหยุดกระบวนการ หรือเมื่อถึงอุณหภูมิที่กำหนดแล้วระบบอัตโนมัติก็จะไม่ทำงานเช่นกัน ในขณะที่โหมดควบคุมเอง ผู้ใช้งานจะกดปุ่ม ON ตรงหน้าเครื่อง ระบบจะแสดงไอคอนโหมดควบคุมเอง ระบบจะทำงานโดยที่ไม่อ้างอิงอุณหภูมิจากเซ็นเซอร์ภายในหม้อต้ม และเมื่อกดปุ่ม OFF ระบบจะหยุดการทำงานทั้งหมดทันที

จากการทดลองการใช้งานระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล ผู้ใช้งานสามารถสกัดไฮโดรซอล และ น้ำมันหอมระเหย ออกมาได้ และได้ตัวผลิตภัณฑ์ที่รวดเร็วและมีปริมาณเยอะกว่ากับการสกัดแบบเดิม (ใช้แก๊ส) ตามที่ผู้ใช้งานคาดหวังเอาไว้ ระบบต่าง ๆ สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ออกแบบไว้

คำสำคัญ: การสกัดน้ำมันหอมระเหย, ไฮโดรซอล, หม้อกลั่น, ระบบควบคุม

Cooperative Title	Hydrosol Extraction Boiler Control System	
Student	Mr. Voramat JANDECH	Student ID 62201015
Degree	Bachelor of Engineering	
Program in	Electronics Engineering	
Advisor	Asst.Prof. Dr. Kasemsuk Sepsirisuk	
Mentor	Mr. Wuttichai Kanha	
Academic Year	2022	

ABSTRACT

This comprehensive report of co-operative education presents a control system for hydrosol extraction boiler. The control system includes a user-friendly display screen that provides real-time temperature and pressure information for monitoring and managing the hydrothermal extraction process. The system operates in two modes: automatic mode and manual mode. The system components comprise two RTD-PT100 temperature sensors, one DS18B20 temperature sensor, one HDP-500 pressure sensor, two relays, and one ESP32 microcontroller board as controller. The operation of the system begins in auto mode, allowing users to set the desired temperature. The default temperature is set at 100 degrees Celsius. Once the desired temperature is set, users can initiate the process by pressing the start button. The system will display the auto mode icon. When the temperature reached the set value, the system will halt the process by toggling corresponding relay. If the temperature falls below the set value by 0.2 degrees Celsius, the system resumes operation with relay toggle. The reference temperature for operation is determined based on the temperature measured by the RTD-PT100 temperature sensor submerged in the water. To stop the process, users can simply press the stop button. Once the specified temperature is reached, the automatic mode will no longer function. In manual mode, users can press the ON button on the front panel of the device. The system will display the manual mode icon. In this mode, the system is operated manually without relying on temperature readings from the sensors inside the boiler. Differently, pressing the OFF button will immediately halt all operations of the system.

From the experiment using the hydrothermal extraction control system, users were able to extract hydrosol and aromatic oils. They obtain faster and more high-yield product compared to traditional extraction methods (using gas) as anticipated. The various system components performed accurately according to the design specifications.

Keywords: Essential oil extraction, Hydrosol, Distillation pot, Control system

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลหลาย ๆ ท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบคุณ บริษัท เนอร์จี แล็บ จำกัดที่ได้เอื้อเฟื้อให้นักศึกษาได้มีโอกาสศึกษาและจัดทำโครงการสหกิจศึกษาร่วมกับบริษัท ตลอดจนอุปการะ สถานที่ในการปฏิบัติการ การช่วยเหลือ คำแนะนำ และการสนับสนุนจากประธานบริษัท พนักงานที่ปรึกษาในทุก ๆ ด้านเสมอมา

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่ ผู้คอยให้การเลี้ยงดู อบรมสั่งสอน สนับสนุนการศึกษา และให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.เกษมสุข เสพศิริสุข อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำแนวคิด ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด จนโครงการเสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำจึงขอกราบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ คอยช่วยเหลือเสมอมาและขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ ที่ช่วยให้คำแนะนำดี ๆ จนทำให้โครงการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

วรเมธ จันทร์เดช
กรกฎาคม 2566

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตในการทำโครงการ.....	1
1.4 ประโยชน์จากการสหกิจศึกษา.....	1
1.4.1 บริษัท.....	1
1.4.2 นักศึกษา.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.6 โครงสร้างของรายงานสหกิจศึกษา.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 การกลั่น (Distillation).....	5
2.2 เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย.....	7
2.3 ไฮโดรโซล (Hydrosol).....	8
2.4 อาร์เอส 485 (RS485).....	9
2.5 ความดันอากาศกับจุดเดือดของน้ำ.....	11
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ อีเอสพี 32 (ESP32).....	12
2.7 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (DS18B20).....	12
2.8 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (RTD PT100).....	13
2.9 โมดูลแปลงสัญญาณ (PT100 Thermocouple RS485).....	14
2.10 เซ็นเซอร์วัดความดัน (HDP-500).....	14
2.11 หน้าจอเอชเอ็มไอ (Samkoon SK-043HE).....	15
2.12 วงจรลดแรงดันไฟฟ้าใช้สำหรับปรับลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง.....	16
2.13 เซฟตี้เบรกเกอร์ (Safety Breaker).....	16
2.14 ไฟลัดแลมป์ (Pilot Lamp).....	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.15 เพาเวอร์รีเลย์ (Power Relay).....	17
2.16 ฮีตเตอร์ต้มน้ำ (Immersion Heater).....	18
2.17 เพาเวอร์ปลั๊ก (Power plug).....	18
2.18 โมดูลส่งข้อมูลระยะไกลแบบใช้สาย (MAX485 TTL to RS485 Converter- Module).....	19
2.19 สวิตช์ฉุกเฉิน (Emergency Stop Switch).....	19
2.20 สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply).....	19
บทที่ 3 การออกแบบ.....	21
3.1 บล็อกไดอะแกรม.....	21
3.2 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล.....	22
3.2.1 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอลในโหมดอัตโนมัติ..	22
3.2.2 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอลในโหมดควบคุม ด้วยตัวเอง.....	23
3.3 การออกแบบวงจร.....	24
3.3.1 การออกแบบวงจรรวมของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล.....	24
3.3.2 วงจรสวิตช์ฉุกเฉิน.....	26
3.3.3 วงจรรีเลย์ที่ใช้ในการควบคุมรีเลย์ 100 แอมป์.....	26
3.3.4 วงจรควบคุมรีเลย์ 100 แอมป์.....	28
3.3.5 วงจรคอยล์ต้มน้ำ.....	28
3.3.6 วงจร โมดูลส่งข้อมูลระยะไกลแบบใช้สาย.....	29
3.3.7 วงจรเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ น้ำ และ ไอ น้ำ.....	30
3.3.8 วงจรวัดแรงดันภายในหม้อต้ม.....	30
3.3.9 วงจรจอ เอชเอ็มไอ.....	31
3.3.10 วงจรวัดอุณหภูมิภายในหม้อหล่อเย็น.....	31
3.3.11 วงจรไฟสถานะของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32.....	31
3.3.12 วงจรสวิตช์ของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32.....	32
3.3.13 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32.....	32
3.3.14 ส่วนของหน้าโปรแกรมควบคุม.....	33
3.3.14.1 หน้าจอหลัก.....	33
3.3.14.2 หน้าจอโหมดอัตโนมัติ.....	34
3.3.14.3 หน้าจอปรับอุณหภูมิ.....	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.4 การออกแบบโครงสร้าง	35
3.4.1 โครงสร้างกล่องควบคุมระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล	35
3.4.2 โครงสร้างภายในของกล่องควบคุมระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล	36
3.5 การออกแบบระบบควบคุมของหน้าจอเอชเอ็มไอ.....	36
3.5.1 ส่วนของวิโต้	37
3.5.1.1 ส่วนของลิงค์.....	37
3.5.1.2 ส่วนของพารามิเตอร์เซ็ตติง	37
3.5.1.3 ส่วนของหน้าจอ.....	38
3.5.1.4 ส่วนสคริปต์คำสั่ง.....	39
3.5.2 ส่วนของการออกแบบหน้าจอ.....	40
3.5.3 ส่วนของกล่องเครื่องมือ.....	40
3.5.3.1 กล่องเครื่องมือการควบคุมฟังก์ชัน.....	40
3.5.3.2 กล่องเครื่องมือการควบคุมพื้นฐาน.....	43
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	45
4.1 การทดลองการทำงานส่วนของเซ็นเซอร์	45
4.2 การทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดอัตโนมัติ.....	47
4.3 การทดลองควบคุมกาทำงานของระบบในโหมดควบคุมด้วยตนเอง.....	49
4.4 การทดลองปรับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์.....	50
4.5 การทดลองของระบบโดยรวม ประสิทธิภาพและความสม่ำเสมอของกระบวนการกลั่น ในแต่ละครั้ง.....	52
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	54
5.1 สรุปผลการทดลอง	54
5.1.1 สรุปผลการทดลองการทำงานส่วนของเซ็นเซอร์	54
5.1.2 สรุปผลการทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดอัตโนมัติ.....	54
5.1.3 สรุปผลการทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดควบคุมด้วยตนเอง.....	54
5.1.5 สรุปผลการทดลองของระบบโดยรวม ประสิทธิภาพและความสม่ำเสมอ ของกระบวนการกลั่นในแต่ละครั้ง.....	55
5.2 ข้อเสนอแนะ	55
5.3 ปัญหาและอุปสรรค.....	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.4 วิธีแก้ปัญหา	55
เอกสารอ้างอิง	56
ภาคผนวก ก คู่มือการใช้งานระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล	58
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (Datasheet).....	65
ประวัติผู้เขียน	100



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
3.1 กล่องเครื่องมือการควบคุมฟังก์ชัน.....	40
3.2 กล่องเครื่องมือการควบคุมพื้นฐาน.....	43
4.1 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำ.....	46
4.2 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิไอน้ำ.....	46
4.3 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น.....	46
4.4 ผลการทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดอัตโนมัติ.....	48
4.5 ผลการทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดควบคุมด้วยตนเอง.....	49
4.6 ผลการทดลองอุณหภูมิของเซ็นเซอร์.....	50
4.7 ผลการทดลองปรับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์.....	51
4.8 ผลการทดลองของระบบโดยรวม ประสิทธิภาพและความสม่ำเสมอของกระบวนการกลั่น.....	52

สารบัญรูป

รูปที่	หน้าที่
2.1 การกลั่นแบบง่าย	5
2.2 การกลั่นแบบลำดับส่วน	6
2.3 การกลั่นแบบน้ำมันดิบ.....	6
2.4 การกลั่นแบบสกัดโดยไอน้ำ.....	7
2.5 ลักษณะของเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย	7
2.6 ไฮโดรโซลและน้ำมันหอมระเหย.....	8
2.7 ตัวอย่างการเชื่อมต่ออาร์เอส 485 ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแปลงสัญญาณ	9
2.8 ตัวอย่างการทำงานของอาร์เอส 485 แบบเครือข่าย.....	10
2.9 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติ อาร์เอส 232 อาร์เอส 423 อาร์เอส 422 อาร์เอส 485	10
2.10 ไมโครคอนโทรลเลอร์ อีเอสพี 32.....	12
2.11 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (DS18B20).....	13
2.12 ตัวเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ อาร์ทีดี แบบโพรบกับแบบหัวกะโหลก.....	13
2.13 โมดูลแปลงสัญญาณ (PT100 Thermocouple RS485)	14
2.14 เซ็นเซอร์วัดความดัน แบบ สวิตช์ควบคุมความดัน	15
2.15 หน้าจอเอชเอ็มไอ (Samkoon SK-043HE)	15
2.16 วงจรลดแรงดันไฟฟ้าใช้สำหรับปรับลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง	16
2.17 เซฟตี้เบรกเกอร์ (Safety Breaker).....	16
2.18 ไฟลัดแลมป์ (Pilot Lamp)	17
2.19 เพาเวอร์รีเลย์ (Power Relay)	17
2.20 ฮีตเตอร์ต้มน้ำ (Immersion Heater).....	18
2.21 ปลั๊กส่วนที่เป็นปลั๊กตัวผู้ และส่วนที่เป็นปลั๊กตัวเมีย	18
2.22 โมดูลส่งข้อมูลระยะไกลแบบใช้สาย (MAX485).....	19
2.23 สวิตช์ฉุกเฉิน (Emergency Stop Switch).....	19
2.24 การทำงานของสวิตช์เพาเวอร์ซัพพลาย.....	20
3.1 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล	22
3.2 แผนผังแสดงการทำงานของหน้าจอเอชเอ็มไอ ในโหมดอัตโนมัติ.....	23
3.3 แผนผังแสดงการทำงานของหน้าจอเอชเอ็มไอ ในโหมดควบคุมด้วยตัวเอง	24
3.4 การออกแบบวงจรรวมของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล	25
3.5 การออกแบบวงจรสวิตช์ฉุกเฉิน.....	26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้าที่
3.6 การออกแบบวงจรรีเลย์ที่ใช้ในการควบคุมรีเลย์ 100 แอมป์	28
3.7 การออกแบบวงจรควบคุมรีเลย์ 100 แอมป์	28
3.8 การออกแบบวงจรคอยล์ตัมน้ำ.....	29
3.9 การออกแบบวงจร โมดูลส่งข้อมูลระยะไกลแบบใช้สาย.....	29
3.10 การออกแบบวงจรเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำและไอน้ำ.....	30
3.11 การออกแบบวงจรวัดแรงดันภายในหม้อต้ม.....	30
3.12 การออกแบบวงจรจอสเเอ็มไอ	31
3.13 การออกแบบวงจรวัดอุณหภูมิภายในหม้อหล่อเย็น	31
3.14 การออกแบบวงจรไฟสถานะของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32	32
3.15 การออกแบบวงจรสวิตช์ของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32.....	32
3.16 การออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32	33
3.17 หน้าจอควบคุมทั้ง 3 หน้า.....	33
3.18 หน้าจอหลัก.....	34
3.19 หน้าจอโหมดอัตโนมัติ.....	34
3.20 หน้าจอปรับอุณหภูมิ.....	35
3.21 กล่องควบคุมระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล	35
3.22 ภายในกล่องควบคุมระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล	36
3.23 หน้าต่างโปรแกรม	36
3.24 ส่วนของลิงค์ในส่วนทั่วไปและส่วนของลิงค์ในส่วนพารามิเตอร์	37
3.25 ส่วนของพารามิเตอร์เซ็ตติง.....	38
3.26 ส่วนของหน้าจอ.....	38
3.27 ส่วนสคริปต์คำสั่ง.....	39
3.28 ส่วนของการประกาศตัวแปร.....	39
4.1 อุณหภูมิจากเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟาเรดของ น้ำ ไอน้ำ และน้ำหล่อเย็นตามลำดับ	47
4.2 อุณหภูมิจากเซ็นเซอร์ที่แสดงบนหน้าจอ	47
4.3 เมื่ออุณหภูมิเกิน 50 องศาเซลเซียส ระบบจะหยุดทำงาน ไฟสถานะแจ้งเตือนเป็นสีแดง.....	48
4.4 เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 48.8 องศาเซลเซียส ระบบจะกลับมาทำงาน ไฟสถานะแจ้งเตือนเป็นเขียว	48
4.5 เมื่อเปิดการใช้งานเครื่อง กระแสของระบบควบคุมจะอยู่ที่ 27.5 แอมป์	49
4.6 เมื่อปิดการใช้งานเครื่อง กระแสของระบบควบคุมจะอยู่ที่ 0 แอม.....	50
4.7 ภาพการแสดงการทำงานของการทำงานของการทดลองปรับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์	51

บทที่ 1

บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ ขอบเขตการจัดทำโครงการ ประโยชน์ที่รับและผลที่จะได้รับ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน และเค้าโครงรายงานสหกิจศึกษา และโครงสร้างปริญญาโท ในระหว่างการสหกิจศึกษา ณ บริษัท เอ็นเนอร์จีแล็บ จำกัด

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการนำเทคโนโลยีมาช่วยส่งเสริมการเกษตร และการแปรรูปผลผลิตทางการเกษตร มาใช้งานอย่างหลากหลาย สามารถเพิ่มผลผลิตในการแปรรูป และลดเวลาในการผลิตได้ เพื่อเพิ่มศักยภาพของการผลิตให้สูงมากยิ่งขึ้น ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตที่ทางบริษัทฯ ได้เจอ ปัญหาคือการควบคุมคุณภาพของการสกัดไฮโดรซอล (Hydrosol) และเอสเซนเชียลออย (Essential Oil) เนื่องจากเครื่องกลั่นที่ใช้อยู่นั้นเป็นแบบที่ต้องใช้คนควบคุมในการสกัดซึ่งอาจจะเกิดความผิดพลาดจากมนุษย์ได้

ผู้จัดทำโครงการจึงได้มีการออกแบบระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล (Hydrosol) โดยใช้บอร์ดคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 (Microprocessor ESP32) เป็นตัวควบคุมระบบของหม้อต้มไฮโดรซอลเพื่อที่จะควบคุมแรงดันและอุณหภูมิในหม้อต้มเพื่อสกัดผลผลิตให้ได้ประสิทธิภาพ และ ปริมาณมากที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ

- 1) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของหม้อต้มสกัดไฮโดรซอล
- 2) เพื่อนำเทคโนโลยีมาช่วยให้คุณภาพของผลผลิตให้ดีขึ้น
- 3) เพื่อเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT

1.3 ขอบเขตในการทำโครงการ

- 1) สามารถวัดค่าความดันและอุณหภูมิภายในหม้อได้
- 2) สามารถแสดงผลผ่านหน้าจอเอชเอ็มไอ ได้
- 3) สามารถควบคุมอุณหภูมิและเวลาในกระบวนการผลิตได้
- 4) มีระบบการทำงาน 2 โหมด คือระบบอัตโนมัติและระบบควบคุมมือ

1.4 ประโยชน์จากการสหกิจศึกษา

1.4.1 บริษัท

- 1) ได้ต้นแบบชุดหม้อต้มสกัด Hydrosol และ Essential Oil
- 2) ได้ผลิตภัณฑ์ Hydrosol และ Essential Oil ที่มีมาตรฐานใกล้เคียงกัน
- 3) เพื่อเพิ่มมูลค่า และยืดอายุของผลผลิตทางการเกษตรในเชิงสมุนไพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) สามารถนำเอาผลงานด้านการวิจัยไปเผยแพร่ และต่อยอดเพื่อใช้งานจริงและสร้างชื่อเสียงให้กับหน่วยงาน

5) เพื่อเพิ่มโอกาสในการพัฒนาเป็นโครงการขนาดใหญ่ ในกลุ่มพื้นที่จังหวัดเป้าหมาย และกลุ่มเกษตรกร Smart farmer เพื่อขยายขอบเขตงานและงบประมาณให้เพิ่มมากขึ้น สามารถนำโครงการยื่นข้อเสนอโครงการและประมุขงานจากหน่วยงานภาครัฐ และนำเสนอขายผลิตภัณฑ์ในภาคเอกชน

1.4.2 นักศึกษา

- 1) ได้ความรู้จากการสัปดาห์เอสเซนเชียลและไฮโดรซอล
- 2) ได้รับความรู้ความเข้าใจในการเขียนโปรแกรมควบคุม
- 3) ได้ความรู้และพัฒนาความสามารถจากการทำงาน และแก้ไขปัญหาจากการทำงานจริง
- 4) ได้เรียนรู้การทำงานภายในองค์กรก่อนจบการศึกษา

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงานผู้จัดทำได้วางแผนในการจัดทำโครงการและฝึกสหกิจศึกษาแสดงรายละเอียดในตารางที่ 1.1 ดังนี้

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน															
	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ศึกษาข้อมูลหลักการทำงานของหม้อต้มแรงดัน และการสกัดไฮโดรซอล																
2. ศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำเซ็นเซอร์ในหม้อต้มแรงดัน																
3. ศึกษาการทำงานร่วมกันระหว่างหม้อต้มแรงดันและเซ็นเซอร์																
4. ออกแบบโครงสร้างการวางเซ็นเซอร์																
5. จัดทำโครงสร้าง																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง ในบทนี้ได้กล่าวถึง การสรุปผลการทดลอง และสรุปผลการทำงานของ ระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล ปัญหาและอุปสรรค วิธีการแก้ไขปัญหา และข้อเสนอแนะของโครงการระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล ซึ่งประกอบด้วย การกลั่น (Distillation) เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย ไฮโดรโซล (Hydrosol) อาร์เอส 485 (RS485) ความดันอากาศกับจุดเดือดของน้ำ ไมโครคอนโทรลเลอร์ อีเอสพี 32 (ESP32) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (DS18B20) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (RTD PT100) โมดูลแปลงสัญญาณ (PT100 Thermocouple RS485) เซ็นเซอร์วัดความดัน (HDP-500) หน้าจอเอชเอ็มไอ (Samkoon SK-043HE) วงจรลดแรงดันไฟฟ้าใช้สำหรับปรับลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง เซฟตี้เบรกเกอร์ (Safety Breaker) ไฟแสดงสถานะ (Pilot Lamp) เพาเวอร์รีเลย์ (Power Relay) ฮีตเตอร์ต้มน้ำ (Immersion Heater) เพาเวอร์ปลั๊ก (Power Plug) โมดูลส่งข้อมูลระยะไกลแบบใช้สาย (MAX485 TTL to RS485 Converter Module) สวิตช์ฉุกเฉิน (Emergency Stop Switch) สวิตช์เพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)

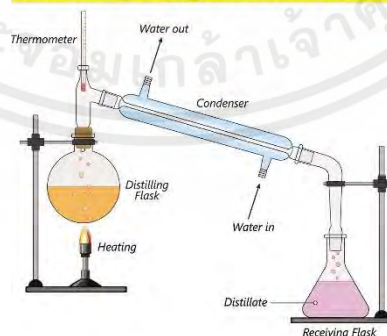
2.1 การกลั่น (Distillation)

การกลั่น เป็นกระบวนการเปลี่ยนของเหลวให้เป็นไอโดยใช้ความร้อนแล้วทำให้ไอควบแน่นกลับเป็นของเหลวอีก การกลั่นใช้ในการทำให้ของเหลวบริสุทธิ์ หรือใช้แยกของเหลวชนิดหนึ่งออกจากของเหลวอื่น ๆ ได้ ซึ่งของเหลวเหล่านั้นจะต้องมีคุณสมบัติทางกายภาพที่เรียกว่า การระเหยแตกต่างกัน โดยทั่วไปแล้วสารที่ระเหยง่ายจะมีความดันไอสูงที่อุณหภูมิห้อง ส่วนสารที่ไม่ระเหยจะมีความดันไอต่ำ [1]

ประเภทการกลั่น

1) การกลั่นแบบง่าย (Simple Distillation) เป็นการกลั่นแยกสารผสมออกจากกัน โดยสารผสมต้องมีอุณหภูมิต่างกัน 80 องศาเซลเซียสขึ้นไป ดังรูปที่ 2.1

SIMPLE DISTILLATION



รูปที่ 2.1 การกลั่นแบบง่าย
(ที่มา: <https://bit.ly/42gmpN4>)

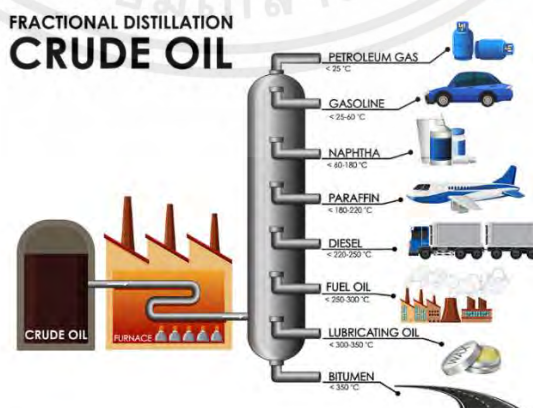
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) การกลั่นแบบลำดับส่วน (Fractional Distillation) เป็นการกลั่นเหมือนการกลั่นแบบง่ายแต่เป็นการกลั่นแบบสารผสมที่ใกล้เคียงกันมาก คือ จุดเดือดใกล้เคียงกันมากแต่การกลั่นนี้ต้องใช้อุณหภูมิที่เที่ยงตรงมาก ๆ ไม่เช่นนั้นจะทำให้สารจะไม่บริสุทธิ์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองการกลั่นลำดับส่วน จะคล้ายกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการกลั่นแบบธรรมดา แต่จะมีอุปกรณ์พิเศษเพิ่มเข้ามา คือ ส่วนหัวกลั่น (Distilling Head) จะใช้คอลัมน์แฟรกชัน (Fractionating Column) ที่ต่อเข้ากับขวดก้นกลม (Round Bottom Flask) เทอร์โมมิเตอร์ (Thermometer) และตัวควบแน่น (Condenser) ดังรูปที่ 2.2 โดยส่วนใหญ่แล้วการกลั่นลำดับส่วนจะประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมการกลั่นปิโตรเลียม (Petroleum Refineries) ปิโตรเคมี (Petrochemical) อุตสาหกรรมเคมีอื่น (Chemical Plants) และกระบวนการผลิตก๊าซธรรมชาติ (Natural Gas Processing Plants)



รูปที่ 2.2 การกลั่นแบบลำดับส่วน
(ที่มา: <https://bit.ly/3NzPZZR>)

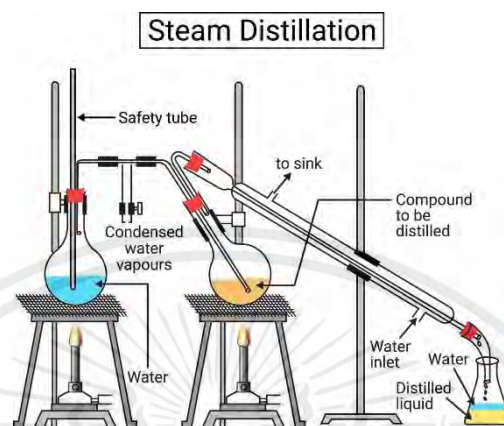
3) การกลั่นแบบน้ำมันดิบ (Refining) เป็นการกลั่นน้ำมันที่เราได้มาจากใต้ดินทำให้มีสารแตกต่างกันมากมาย สารแต่ละตัวมันจะมีอุณหภูมิที่แตกต่างกันออกไปโดยจำนวนของคาร์บอน โดยเราจะแบ่งหอกลิ้นได้ 8 ชั้น ดังรูปที่ 2.3 โดยจะเรียงคาร์บอนน้อยมันจะลอยขึ้นไปอยู่ด้านบน จะเรียงจากคาร์บอนน้อยไปมากดังนี้ ก๊าซมีเทน ก๊าซบิวเทน แนฟทาเบา แนฟทาหนัก น้ำมันก๊าด น้ำมันดีเซล น้ำมันหล่อลื่น พาราฟิน น้ำมันเตาและยางมะตอย



รูปที่ 2.3 การกลั่นแบบน้ำมันดิบ
(ที่มา: <https://bit.ly/3p4ovRY>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

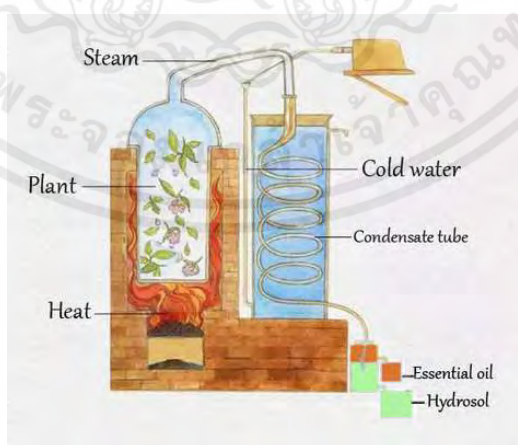
4) การกลั่นแบบสกัดโดยไอน้ำ (Steam Distillation) นิยมใช้ในการสกัดน้ำมันหอมระเหย เพราะไม่ละลายน้ำ ระเหยได้ง่าย โดยใช้ไอน้ำในการทำให้น้ำมันหอมระเหยเป็นไอปนมากับไอน้ำ และควบแน่นที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของน้ำมัน เพื่อให้ได้ของเหลวที่มีน้ำมันหอมระเหยอยู่ชั้นบนและน้ำอยู่ชั้นล่าง ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 การกลั่นแบบสกัดโดยไอน้ำ
(ที่มา: <https://bit.ly/42hcWVR>)

2.2 เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย

เครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย ใช้เพื่อแยกเอาน้ำออกจากน้ำมันหอมระเหย (Volatile Oil) มาจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น ราก ลำต้น ใบ ดอก เนื้อไม้ เปลือกไม้ และ ผล เป็นต้น ลักษณะของเครื่องสกัดเป็นถังกลั่นแรงดันใช้ระบบการกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam Distillation) มีระบบควบคุมอุณหภูมิ และความดันภายใน โดยมีส่วนทำการควบแน่น (Condenser) แยกต่างหาก ประกอบด้วย ถังกลั่น ฝาถังกลั่น ท่อไอน้ำ ถังควบแน่น ถังรองรับน้ำมันหอมระเหย ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ลักษณะของเครื่องกลั่นน้ำมันหอมระเหย
(ที่มา: <https://bit.ly/3FK4FjC>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ไฮโดรโซล (Hydrosol)

ไฮโดรโซล หรือ น้ำสกัดน้ำมันหอมระเหย คือ สารสกัดในชั้นน้ำที่ได้จากการสกัดด้วยไอน้ำ โดยปกติการสกัดจะได้ผลิตภัณฑ์ออกมาเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่ไม่ละลายน้ำ (น้ำมันหอมระเหย) จะลอยอยู่ชั้นบนสุด และสารสกัดชั้นน้ำ (ไฮโดรโซล) จะอยู่ชั้นล่าง โดยชั้นน้ำนี้จะเรียกว่า น้ำสกัดกลั่นดอกไม้ (Floral Water) ดังรูปที่ 2.6 เนื่องจากเป็นวิธีที่นิยมนำมาสกัดดอกไม้เพื่อนำสารสกัดดังกล่าวไปใช้เป็นส่วนผสมของเครื่องสำอาง [2]

การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำ (Steam Distillation) เป็นวิธีการสกัดสารออกจากของผสมโดยใช้ไอน้ำเป็นตัวทำละลาย สำหรับแยกสารที่ระเหยง่าย ไม่ละลายน้ำ และไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำ ออกจากสารที่ระเหยยาก การสกัดโดยการกลั่นด้วยไอน้ำนอกจากใช้สกัดสารระเหยง่ายออกจากสารระเหยยากแล้วยังสามารถใช้แยกสารที่มีจุดเดือดสูงและสลายตัวที่จุดเดือดของของมันได้อีก เพราะการกลั่นโดยวิธีนี้ความดันไอเป็นความดันไอของไอน้ำบวกความดันไอของของเหลวที่ต้องการแยก จึงทำให้ความดันไอเท่ากับความดันของบรรยากาศก่อนที่อุณหภูมิจะถึงจุดเดือดของของเหลวที่ต้องการแยก ของผสมจึงกลั่นออกมาที่อุณหภูมิต่ำกว่าจุดเดือดของของเหลวที่ต้องการแยก ตัวอย่างการแยกน้ำมันหอมระเหยออกจากส่วนต่าง ๆ ของพืช เช่น การแยกน้ำมันยูคาลิปตัสจากใบยูคาลิปตัส การแยกน้ำมันมะกรูดออกจากผิวมะกรูด การแยกน้ำมันพลูจากใบพลู เป็นต้น ในการกลั่นไอน้ำจะไปทำให้น้ำมันหอมระเหยกลายเป็นไอแยกออกมาพร้อมกับไอน้ำ เมื่อทำให้อไอของของผสมควบแน่นโดยผ่านเครื่องควบแน่นจะได้น้ำและน้ำมันหอมระเหยปนกัน แต่แยกชั้นกันอยู่ ทำให้สามารถแยกเอาน้ำมันหอมระเหยออกจากน้ำได้ง่าย ส่วนชั้นน้ำที่ได้เรียกว่า ไฮโดรโซล

ในกระบวนการกลั่นด้วยไอน้ำใช้เวลาประมาณ 5 ถึง 8 ชั่วโมงขึ้นอยู่กับชนิดของพืชที่ใช้ ในรูปแบบการกลั่นทำได้สองวิธีตามลักษณะการวางพืชในหม้อกลั่น คือ ส่วนของพืชวางเหนือไอน้ำ เรียกว่า Steam Distillation และ ส่วนของพืชจุ่มแช่ลงในน้ำ เรียกว่า Hydro Distillation



รูปที่ 2.6 ไฮโดรโซลและน้ำมันหอมระเหย
(ที่มา: <https://bit.ly/42lmgYg>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 อาร์เอส 485 (RS485)

อาร์เอส 485 คือ มาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม ซึ่งถูกกำหนดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1998 โดยความร่วมมือของ สมาคมอุตสาหกรรมการสื่อสารโทรคมนาคม และ องค์กรกำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ มาตรฐานอาร์เอส 485 ถูกใช้อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถส่งสัญญาณได้ไกลและยังสามารถส่งพเนื่องจากสามารถส่งสัญญาณได้ไกลและยังสามารถส่งพร้อมๆกันได้หลายจุด [3] ใช้คำนำหน้าว่า อาร์เอส (RS) ซึ่งย่อมาจากเรคคอมเม็น สแตนดาร์ด (Recommended Standard) แต่เนื่องจากมาตรฐานนี้เป็นความร่วมมือระหว่าง 2 หน่วยงาน ทั้งสองหน่วยงานจึงตกลงเปลี่ยนจากคำว่าอาร์เอส เป็นทีไอเอ / อีไอเอ (TIA/EIA) แทนอย่างเป็นทางการ เพื่อระบุถึงแหล่งที่มาของมาตรฐานอย่างชัดเจน โดยต่อมาทาง อีไอเอ ก็ได้ยกเลิกมาตรฐานนี้และมาตรฐานอาร์เอส 485 นี้ก็ได้ถูกพัฒนาอย่างต่อเนื่องจนถึงปัจจุบันโดย ทีไอเอ ทำให้มาตรฐานอาร์เอส 485 ถูกเปลี่ยนชื่อเป็นทีไอเอ-485 (TIA-485) อย่างเป็นทางการ แต่สุดท้ายเพราะความเคยชินทำให้วิศวกรทั่วโลกยังเรียกมาตรฐานการสื่อสารนี้ว่าอาร์เอส 485 เหมือนเดิม ตัวอย่างการเชื่อมต่ออาร์เอส 485 ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแปลงสัญญาณแสดงดังรูปที่ 2.7

หลักการการทำงานของอาร์เอส 485 มาตรฐานอาร์เอส 485 เป็นมาตรฐานที่รับ/ส่งข้อมูลในแบบที่เรียกว่า ฮาฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex) คือ สามารถรับและส่งข้อมูลได้ที่ละอย่างเท่านั้นไม่สามารถทำทั้งสองอย่างได้ในเวลาเดียวกัน คล้ายกับลักษณะของวิทยุสื่อสารที่ต้องคอยสลับกันพูดทีละครั้ง



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างการเชื่อมต่ออาร์เอส 485 ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแปลงสัญญาณ
(ที่มา: <https://bit.ly/3rZUXDn>)

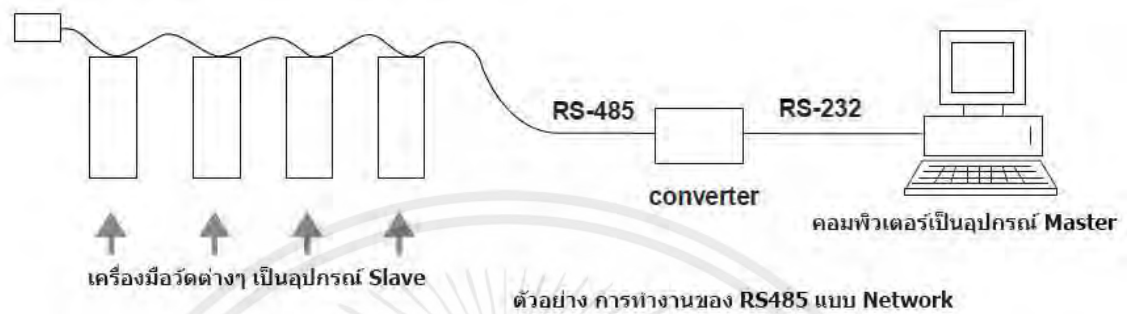
สำหรับการรับ/ส่งข้อมูลดิจิทัลแบบอาร์เอส 485 นั้น จะส่งข้อมูลโดยใช้สายไฟเพียงแค่ 2 เส้น คือ เอ และ บี เป็นตัวบอกรหัสดิจิทัล (Digital Code) โดยใช้ความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้ว เอ และ บี เป็นตัวบอกดังนี้

- 1) เมื่อ $V_a - V_b$ ได้แรงดันไฟฟ้าน้อยกว่า -200 มิลลิโวลต์ คือ สัญญาณดิจิทัลเป็น 1
- 2) เมื่อ $V_a - V_b$ ได้แรงดันไฟฟ้ามากกว่า $+200$ มิลลิโวลต์ คือ สัญญาณดิจิทัลเป็น 0

หลักการการทำงานของอาร์เอส 485 แบบ เน็ตเวอร์ก มาตรฐานอาร์เอส 485 สามารถเชื่อมต่อ การรับส่งข้อมูลแบบเครือข่าย (Network) โดยมีอุปกรณ์ในเครือข่ายได้สูงสุดถึง 32 ตัว ซึ่งในเครือข่าวนั้น จะต้องมียุคกรณ์อยู่ 1 ตัว ทำหน้าที่คอยจัดการการสื่อสารในเครือข่าย ซึ่งเราจะเรียกอุปกรณ์ตัวนี้ว่ามาสเตอร์ (Master) และอุปกรณ์ส่วนที่เหลือเราจะเรียกว่าสเลฟ (Slave) โดยที่ สเลฟ แต่ละตัวจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีหมายเลข แอสเดรส ของตัวเอง และเมื่อตัว มาสเตอร์ ต้องการสั่งการตัว สแลฟ ตัวมาสเตอร์ จะส่ง ชุดคำสั่งพร้อมระบุหมายเลข แอสเดรส ไปยังอุปกรณ์ สแลฟ ทุกตัว เมื่ออุปกรณ์ สแลฟ ได้รับคำสั่ง และคำสั่งนั้นมีหมายเลข แอสเดรส ตรงกับตัวเอง อุปกรณ์ สแลฟ ถึงจะทำตามคำสั่งของ มาสเตอร์ เป็นลำดับไป ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการทำงานของอาร์เอส 485 แบบเครือข่าย

(ที่มา: <https://bit.ly/3RNYJ1L>)

จำนวนอุปกรณ์สูงสุดในเครือข่ายอาร์เอส 485 เครือข่ายอาร์เอส 485 สามารถมีอุปกรณ์ในระบบได้สูงสุด 32 ตัว เมื่ออุปกรณ์เหล่านั้นมีความต้านทานไฟฟ้าภายใน 12 กิโลโอห์ม แต่ปัจจุบันการออกแบบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้พัฒนาจนมีความต้านทานไฟฟ้าภายในที่สูงมาก (ในหลัก เมกาโอห์ม) ซึ่งทำให้เครือข่ายอาร์เอส 485 สามารถมีอุปกรณ์ในระบบได้สูงสุดถึง 256 ตัว นอกจากนี้เครือข่าย อาร์เอส 485 ยังสามารถใช้ตัวขยายสัญญาณ สำหรับเพิ่มอุปกรณ์ในเครือข่ายได้ถึงหลายพันตัวและครอบคลุมระยะหลายกิโลเมตรการเปรียบเทียบคุณสมบัติต่างๆ ของอาร์เอส 485 อาร์เอส 232 อาร์เอส 423 และอาร์เอส 422 ดังรูปที่ 2.9

	RS232	RS423	RS422	RS485
Differential	no	no	yes	yes
Max number of drivers	1	1	1	32
Max number of receivers	1	10	10	32
Modes of operation	half duplex full duplex	half duplex	half duplex	half duplex
Network topology	point-to-point	multidrop	multidrop	multipoint
Max distance (acc. standard)	15 m	1200 m	1200 m	1200 m
Max speed at 12 m	20 kbs	100 kbs	10 Mbs	35 Mbs
Max speed at 1200 m	(1 kbs)	1 kbs	100 kbs	100 kbs
Max slew rate	30 V/ μ s	adjustable	n/a	n/a
Receiver input resistance	3..7 k Ω	≥ 4 k Ω	≥ 4 k Ω	≥ 12 k Ω
Driver load impedance	3..7 k Ω	≥ 450 Ω	100 Ω	54 Ω
Receiver input sensitivity	± 3 V	± 200 mV	± 200 mV	± 200 mV
Receiver input range	± 15 V	± 12 V	± 10 V	-7..12 V
Max driver output voltage	± 25 V	± 6 V	± 6 V	-7..12 V
Min driver output voltage (with load)	± 5 V	± 3.6 V	± 2.0 V	± 1.5 V

รูปที่ 2.9 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติ อาร์เอส 232 อาร์เอส 423 อาร์เอส 422 อาร์เอส 485

(ที่มา: <https://bit.ly/3rHzfUd>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของสัญญาณอาร์เอส 485 อาร์เอส 485 เป็นมาตรฐานที่ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อลบลบจุดด้อยของมาตรฐานรุ่นเก่าๆ อย่าง อาร์เอส 232 อาร์เอส 423 อาร์เอส 422 เป็นต้น ซึ่งข้อดีหลัก ๆ ของมาตรฐาน อาร์เอส 485 มีดังนี้

1) สามารถส่งสัญญาณได้ไกล อาร์เอส 485 สามารถส่งสัญญาณได้ไกลสูงสุดถึง 1,200 เมตร ซึ่งถือว่าเป็นระยะทางที่ไกลมาก เพียงพอต่อการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างแน่นอนและจะเห็นได้ชัดว่าระยะการส่งสัญญาณได้ถูกพัฒนาขึ้นมากจนทิ้งห่างมาตรฐานรุ่นเก่าอย่าง อาร์เอส 232 ที่สามารถส่งสัญญาณได้เพียง 15 เมตร เท่านั้น

2) สามารถเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายได้นอกจากจะส่งสัญญาณได้ไกลแล้ว อาร์เอส 485 ยังสามารถเชื่อมต่อเป็นเครือข่าย แบบ มัลติพอยต์ได้ด้วย ซึ่งสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบได้สูงสุดถึง 32 ตัว ซึ่งสิ่งนี้ถือว่าเป็นอีกหนึ่งจุดเด่นของสัญญาณ อาร์เอส 485 เลยทีเดียว

3) ประหยัดงบประมาณในการเดินสาย มาตรฐาน อาร์เอส 485 เป็นมาตรฐานที่ใช้สายไฟเพียง 2 เส้นในการรับส่งข้อมูล เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานรุ่นเก่าที่สามารถส่งสัญญาณในระยะเท่ากันอย่าง อาร์เอส 422 ที่ต้องใช้สายไฟถึง 4 เส้นในการรับส่งข้อมูล ซึ่งราคาสายเคเบิลแบบ 2 แกนจะถูกกว่าสายเคเบิลแบบ 4 แกน ถึงเกือบครึ่ง ในความเป็นจริงแล้วเรื่องงบประมาณถือเป็นเรื่องสำคัญมากๆ ซึ่งนี่ถือเป็นอีกหนึ่งจุดเด่นของ อาร์เอส 485 เลยทีเดียว

ข้อเสียของสัญญาณ อาร์เอส 485 ถึงแม้ อาร์เอส 485 จะเป็นมาตรฐานที่ถูกพัฒนาขึ้นจนลบลบข้อด้อยที่มีอยู่ในมาตรฐานเก่า ๆ ไปมากแล้วก็ตาม แต่ไม่ใช่ว่าจะไม่มีข้อเสียอยู่เลย โดยข้อเสียหลักๆ ของ อาร์เอส 485 มีดังนี้

1) ต้องใช้ตัวแปลงสัญญาณในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ เนื่องจากปัจจุบันคอมพิวเตอร์ที่เราใช้กันอยู่นั้นไม่มี พอร์ต เชื่อมต่อสัญญาณ อาร์เอส 485 โดยตรง จะมีก็แค่ ยูเอสบี หรือ อาร์เอส 232 เท่านั้น ฉะนั้นหากเราจะเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ อาร์เอส 485 กับคอมพิวเตอร์นั้น เราต้องเสียงบประมาณเพิ่มขึ้นในการซื้อตัวแปลงสัญญาณ เพื่อแปลงสัญญาณจาก อาร์เอส 485 เป็น ยูเอสบี หรือ อาร์เอส 232 ในการเชื่อมต่อนั่นเอง

2) ความเร็วในการรับส่งข้อมูล ถึงแม้ว่าอาร์เอส485 จะถูกพัฒนาด้านความเร็วในการรับส่งข้อมูลขึ้นมากแล้วก็ตามเมื่อเทียบกับมาตรฐานเก่า แต่ก็ยังมีความล่าช้าอยู่เมื่อเชื่อมต่อในลักษณะเครือข่ายจำนวนมาก ๆ

2.5 ความดันอากาศกับจุดเดือดของน้ำ

ถ้าหากต้มน้ำในอุณหภูมิห้อง ปกติแล้วจุดเดือดของน้ำ จะอยู่ที่ 100 องศาเซลเซียส แต่เมื่อเราต้มน้ำในพื้นที่ที่มีความสูงเพิ่มขึ้นเช่น ยอดเขา ความดันอากาศจะลดลง ทำให้จุดเดือดของน้ำลดลงไปด้วย [4] ความสูงที่เพิ่มขึ้น 11 เมตร ความดันบรรยากาศจะลดลง 1 มิลลิเมตรปรอท ทุก ๆ 27 มิลลิเมตรปรอท จุดเดือดของน้ำจะลดลง 1 องศาเซลเซียส เพราะฉะนั้นเวลาขึ้นไปบนภูเขาที่สูงขึ้น 297 เมตร จุดเดือดของน้ำจะลดลง 1 องศาเซลเซียส (ความดันอากาศลดลง) นั่นก็คือ ถ้าเราต้มน้ำในสถานที่ที่สูงขึ้น จุดเดือดของน้ำจะต่ำกว่า 100 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ อีเอสพี 32 (ESP32)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ อีเอสพี 32 เป็นชื่อของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ วายไฟ และ บลูทูธ 4.2 บีแอลอี ในตัว ดังรูป 2.10 ผลิตโดยบริษัท เอสเพรสซิฟ จากประเทศจีน [5] โดยตัวไอซี อีเอสพี 32 มีสเปคโดยละเอียด ดังนี้

1) ซีพียูใช้สถาปัตยกรรม เท็นซิลิกา เอลเอ็กซ์ 6 แบบ 2 แกนสมอง สัญญาณนาฬิกา 240 เมกะเฮิร์ตซ์

2) มีแรมในตัว 512 กิโลไบต์

3) รองรับการเชื่อมต่อรอมภายนอกสูงสุด 16 เมกะไบต์

4) มาพร้อมกับ วายไฟ มาตรฐาน 802.11 บี/จี/เอ็น รองรับการใช้งานทั้งในโหมด สเตชัน

5) ซอฟเอพี และ วายไฟ ไดรฟ์

6) มีบลูทูธในตัว รองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และโหมด 4.0 บีแอลอี

7) ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 2.6 โวลต์ ถึง 3 โวลต์

8) ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40 องศาเซลเซียส ถึง 125 องศาเซลเซียส

ด้วยเหตุนี้ อีเอสพี 32 จึงเหมาะสำหรับนำมาใช้งานมาก ด้วยเหตุผลทางด้านราคา และประสิทธิภาพ ที่ได้



รูปที่ 2.10 ไมโครคอนโทรลเลอร์ อีเอสพี 32

(ที่มา: <https://bit.ly/3qnqoXL>)

2.7 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (DS18B20)

เซ็นเซอร์ ดีเอส 18 บี 20 เป็นเซ็นเซอร์อุณหภูมิประเภทหนึ่งและให้การอ่านอุณหภูมิ 9 บิต ถึง 12 บิต ค่าเหล่านี้แสดงอุณหภูมิของอุปกรณ์เฉพาะ การสื่อสารของเซ็นเซอร์นี้สามารถทำได้ผ่าน สายเดี่ยว โพรโตคอลบัส ซึ่งใช้สายข้อมูลเดียวในการสื่อสารกับภายใน ไมโครโพรเซสเซอร์ [6] ดังรูป ที่ 2.11 นอกจากนี้เซ็นเซอร์นี้ยังได้รับ แหล่งจ่ายไฟ โดยตรงจากสายข้อมูลเพื่อให้ไม่จำเป็นต้องใช้ แหล่งจ่ายไฟภายนอก การใช้งานเซ็นเซอร์อุณหภูมิ ดีเอส 18 บี 20 ได้แก่ ระบบอุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์อุปโภคบริโภคระบบที่มีความไวต่อความร้อนระบบควบคุมอุณหภูมิและเทอร์มอมิเตอร์



รูปที่ 2.11 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (DS18B20)
(ที่มา: <https://bit.ly/3Ddu7OK>)

2.8 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ (RTD PT100)

อาร์ทีดีพีที 100 ใช้หลักการที่ค่าความต้านทานมีการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ มักใช้ใน งานอุตสาหกรรม [7] ดังรูปที่ 2.12 เป็นทรานสดิวเซอร์ (Transducer) วัดอุณหภูมิ (Temperature) โดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าของวัสดุ จัดเป็นทรานสดิวเซอร์ประเภท พาสซีฟ (Passive Transducer) การทำงานต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกป้อนให้กับวงจร โดยค่า ความต้านทานไฟฟ้าของวัสดุและอุณหภูมิแสดงความสัมพันธ์แบบแปรผันตรง โดยเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ค่าความต้านทานของโลหะจะมีค่าสูงขึ้น ในการใช้งานควรเลือกใช้วัสดุที่ค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทาน สูง เพราะเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิไปเพียงเล็กน้อยค่าความต้านทานของโลหะจะเปลี่ยนแปลง อย่างชัดเจน

วัสดุที่นิยมใช้ทำอาร์ทีดี ได้แก่ แพลตตินัม (Platinum) นิกเกิล (Nickel) และทองแดง (Copper) เป็นต้น ทองแดงและนิกเกิลเป็นวัสดุที่มีราคาถูก ประกอบง่าย จึงนิยมใช้งานในช่วง อุณหภูมิต่ำ โดยทั่วไปการใช้งานในอุตสาหกรรมและในห้องปฏิบัติการนิยมใช้อาร์ทีดีที่ทำมาจาก แพลตตินัมมากที่สุด เนื่องจากมีความเที่ยงตรง (Precision) และมีความเป็นเชิงเส้น (Linearity) สูง ที่สุด แต่มีราคาค่อนข้างแพงเมื่อเปรียบเทียบกับวัสดุชนิดอื่น



รูปที่ 2.12 ตัวเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ อาร์ทีดี แบบโพรบกับแบบหัวกะโหลก
(ที่มา: <https://bit.ly/3xeyvcr>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 โมดูลแปลงสัญญาณ (PT100 Thermocouple RS485)

โมดูลแปลงสัญญาณจากเทอร์โมคัปเปิลเป็นอาร์เอส 485 เป็นโมดูลแปลงสัญญาณจาก พีที 100 โดยสื่อสารผ่าน อาร์เอส 485 ดังรูปที่ 2.13 สามารถอ่านค่าความต้านทาน และ อุณหภูมิของ พีที 100 3 สาย และ 2 สายได้ ช่วงการวัดอุณหภูมิ ของโมดูลตัวนี้สามารถอ่านค่าได้ตั้งแต่ -20 ถึง 400 องศาเซลเซียส และมีค่าคลาดเคลื่อน ประมาณ 1 เปอร์เซ็นต์ [8]



รูปที่ 2.13 โมดูลแปลงสัญญาณ (PT100 Thermocouple RS485)

(ที่มา: <https://bit.ly/3CFUUCG>)

2.10 เซ็นเซอร์วัดความดัน (HDP-500)

เซ็นเซอร์วัดความดัน คือ อุปกรณ์วัดความดัน เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดความดันของของเหลว ก๊าซ ลักษณะการทำงาน คือ เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีความสัมพันธ์กับความดัน เซ็นเซอร์ ถูกสร้างให้มีเยื่อบางพิเศษที่สามารถโค้งงอตามความดันที่ผ่านเข้าไป ซึ่งระดับความโค้งงอ สามารถวัด ได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความต้านทาน หรือ การเปลี่ยนแปลงของการเก็บประจุ และมีการพัฒนามา เรื่อย ๆ สำหรับใช้งานในช่วงความดันต่าง ๆ เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรม [9]

สำหรับในปัจจุบันได้มีการนำโครงสร้างของเซ็นเซอร์ประเภทนี้มาพัฒนาเป็นระบบการวัด แรงดันน้ำและแรงดันลม ดังรูปที่ 2.14 ที่มีความละเอียดสูงสำหรับงานอุตสาหกรรมต่างๆและการเกษตรด้วยและแต่ละงานอุตสาหกรรมก็ใช้รูปแบบและลักษณะที่แตกต่างกัน Pressure Sensor แบ่งตามลักษณะการควบคุมได้ 3 ประเภท ดังนี้

1) เกจวัดความดัน (Pressure Gauge) เช่น เกจวัดความดัน ดับเบิลยูไอเคเอ สามารถวัด ความดันได้ทั้งแรงดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ และสุญญากาศ โดยจะแสดงผลเป็นแบบอนาล็อกหรือ แบบเข็ม ข้อดี คือ มีราคาถูก ติดตั้งง่าย แต่จะสามารถอ่านค่าได้อย่างเดียว ไม่สามารถประยุกต์ใช้งาน เชื่อมต่อร่วมกับอุปกรณ์อื่นได้

2) สวิตช์ควบคุมความดัน (Pressure Switch) โดยใช้ในการตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้าเมื่อความดัน ถึงจุดที่เรากำหนดไว้ สวิตช์ควบคุมความดัน นี้สามารถใช้งานควบคุมความดันทั่วไป ยกตัวอย่างเช่น การตัดต่อการทำงานของปั้มน้ำ

3) อุปกรณ์วัดความดัน (Pressure Transmitter) ที่เปลี่ยนความดันทางกลผ่านชุด ทรานสดิวเซอร์ (ชนิด สเตรอนเกจ) ให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าในรูปแบบของอนาล็อก เช่น 0 ถึง 20 มิลลิแอมป์ 4 ถึง 20 มิลลิแอมป์ โวลต์ 0 ถึง 5 โวลต์ดีซี 0 ถึง 10 โวลต์ดีซี เป็นต้น และ อุปกรณ์วัด ความดันสามารถนำมาต่อใช้งานร่วมกับอุปกรณ์แสดงผลหรือควบคุมอื่น เช่น คอนโทรลเลอร์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

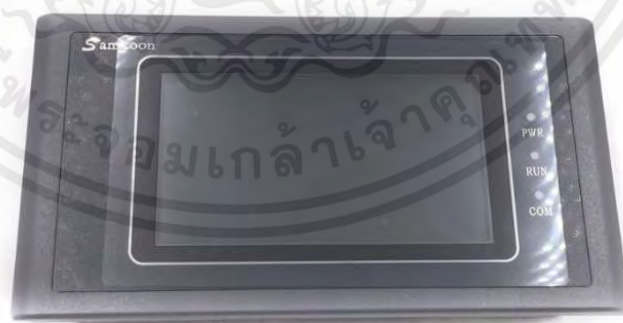
(Controller), มิเตอร์ (Meter), หรือพีแอลซี (PLC) เป็นต้น เพื่อแสดงค่าแรงดันในการนำไปควบคุมในระบบได้



รูปที่ 2.14 เซ็นเซอร์วัดความดัน แบบ สวิตช์ควบคุมความดัน
(ที่มา: <https://bit.ly/3TVuDqg>)

2.11 หน้าจอเอชเอ็มไอ (Samkoon SK-043HE)

หน้าจอเอชเอ็มไอ เป็นอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบมาให้ใช้งานร่วมกับระบบควบคุมอัตโนมัติ เช่น พีแอลซี เป็นอุปกรณ์ผู้ใช้งานที่สามารถสั่งการและแสดงผลของระบบควบคุมนั้น ๆ ออกมาเป็นรูปภาพ ข้อความตัวอักษร ค่าต่าง ๆ สัญลักษณ์ การแจ้งเตือน กราฟ ฯลฯ [10] ดังรูป 2.15 บนจอได้โดยผู้เขียนโปรแกรมซึ่งหน้าจอ แซมกูล เอสเค-043 เอชอี นั้น มี ซีพียู แรม และ แฟลช เมมโมรี่ ในตัว จึงสามารถโปรแกรมประมวลผลค่าต่าง ๆ และนำมาแสดงผลได้โดยไม่ต้องผ่านการคำนวณผ่าน พีแอลซี หรือ อาคูโน่



รูปที่ 2.15 หน้าจอเอชเอ็มไอ (Samkoon SK-043HE)
(ที่มา: <https://bit.ly/3KYPdSR>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 วงจรลดแรงดันไฟฟ้าใช้สำหรับปรับลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

วงจรลดแรงดัน หรือเรียกอีกแบบว่า บัคคอนเวอร์เตอร์ ใช้ลดแรงดันจากแรงดันสูงให้ต่ำลง ใช้หลักการสวิตชิง-ตัวเหนี่ยวนำ จึงทำให้มีความร้อนและความสูญเสียกำลังไฟน้อย ไม่เหมือนกับการลดแรงดันโดยใช้ ไอซี ตระกูล 78xx / 317 ทัวไปที่ใช้หลักการลดทอนทำให้เกิดความร้อนสูง วงจรบัคคอนเวอร์เตอร์เมื่อลดแรงดันลงแล้วจะได้กระแส ขาออก เพิ่มขึ้น [11] มีลักษณะดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 วงจรลดแรงดันไฟฟ้าใช้สำหรับปรับลดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

(ที่มา: <https://bit.ly/3U0K7tA>)

2.13 เซฟตี้เบรกเกอร์ (Safety Breaker)

เซฟตี้เบรกเกอร์ คือ สวิตช์ไฟฟ้าอัตโนมัติที่ออกแบบมาเพื่อป้องกันวงจรไฟฟ้าจากความเสียหายที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าส่วนเกิน ดังรูปที่ 2.17 โดยทั่วไปเกิดจากโหลดเกินหรือไฟฟ้าลัดวงจร การทำงาน คือ ตัดกระแสไฟฟ้าหลังจากตรวจพบความผิดปกติในวงจรไฟฟ้า ถือเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันกระแสเกินหรือลัดวงจรเช่นเดียวกับฟิวส์ แต่จะแตกต่างกันตรงที่เมื่อตัดวงจรแล้วสามารถที่จะปิดหรือต่อ วงจรได้ทันทีหลังจากแก้ปัญหาแล้ว [12] เหมาะสำหรับติดตั้งกับเครื่องทำน้ำอุ่น ตู้เย็น ปิมน้ำ อ่างน้ำวน เครื่องซักผ้า และอุปกรณ์อื่นๆ ทั้งในบ้านพักอาศัยและอาคารสาธารณะ



รูปที่ 2.17 เซฟตี้เบรกเกอร์ (Safety Breaker)

(ที่มา: <https://bit.ly/3rJftle>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 ไฟลวดแลมป์ (Pilot Lamp)

ไฟแสดงสถานะ คือ หลอดไฟแสดงการทำงานของเครื่องจักรในสถานะต่าง ๆ นิยมติดตั้งอยู่บริเวณตู้ควบคุม โดยมีหน้าที่หลัก คือ บอกรัฐะการทำงาน เช่น กำลังทำงานอยู่ หยุดการทำงาน แจ้งเตือนในกรณีที่มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถแสดงสถานะอื่น ๆ ได้ตามสีของหลอดไฟ ตามที่ผู้ออกแบบกำหนด ดังรูปที่ 2.18

ไฟแสดงสถานะ มีประโยชน์ในการวินิจฉัยอาการผิดปกติของระบบ การเฝ้าระวังระบบ กระบวนการผลิต และการตรวจสอบระบบ ทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยหรือไม่เกิดเลย ช่างผู้สังเกตการณ์เป็นผู้ดูแลระบบก็สามารถแก้ไขปัญหาได้ง่าย การเปิด หรือ ปิด ระบบ ไฟแสดงเฟสระบบ ไฟฟ้า และอื่นๆ [13]



รูปที่ 2.18 ไฟลวดแลมป์ (Pilot Lamp)

(ที่มา: <https://bit.ly/3rFb6h5>)

2.15 เพาเวอร์รีเลย์ (Power Relay)

เพาเวอร์รีเลย์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด-ต่อวงจรโดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.19 และการที่จะให้มันทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้รีเลย์ที่กำหนด เมื่อจ่ายไฟให้กับตัวรีเลย์ ทำให้หน้าสัมผัสติดกัน กลายเป็นวงจรปิด และตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้รีเลย์ รีเลย์กลายเป็นวงจรเปิด ไฟที่ซ้บ้อนให้กับตัวรีเลย์จะเป็นไฟที่มาจากแหล่งจ่ายของเครื่อง ดังนั้นทันทีที่เปิดเครื่องสามารถทำให้รีเลย์ทำงาน [14]



รูปที่ 2.19 เพาเวอร์รีเลย์ (Power Relay)

(ที่มา: <https://bit.ly/44gFW1E>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.16 ฮีตเตอร์ต้มน้ำ (Immersion Heater)

ฮีตเตอร์ต้มน้ำ เป็นฮีตเตอร์ ดังรูปที่ 2.20 ที่ออกแบบมาเพื่อใช้กับของเหลว เช่น ต้มน้ำ หรือ อุ่นน้ำมัน การติดตั้งสามารถทำได้โดยเชื่อมเกลียวตัวเมียติดกับถังแล้วใส่ฮีตเตอร์ ขนานกับพื้นถัง ควรระวังไม่ให้ส่วนของฮีตเตอร์โผล่พ้นของเหลวร้อนจัดเกินไป ทำให้อายุการใช้งานสั้น และเพื่อให้ความร้อนกระจายไปทั่วถึง ควรติดตั้งใบพัดกวนของเหลวด้วย [15]



รูปที่ 2.20 ฮีตเตอร์ต้มน้ำ (Immersion Heater)
(ที่มา: <https://bit.ly/3RuMzXz>)

2.17 เพาเวอร์ปลั๊ก (Power plug)

เพาเวอร์ปลั๊ก ปลั๊กไฟฟ้าแรงสูง เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อสายไฟหรือปลั๊กที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อแหล่งจ่ายไฟ เข้ากับอุปกรณ์ต่าง ๆ เพาเวอร์ปลั๊กที่ดีควรทำจากวัสดุที่ได้คุณภาพ ทนทาน สามารถกันน้ำกันฝุ่นได้ ทนต่อแสงแดดได้อย่างดี ทนทานต่อการสึกกร่อนเหมาะสำหรับใช้งานในอุตสาหกรรม [16] สามารถใช้งานได้ทั้งในร่มและกลางแจ้ง สามารถติดตั้งได้ทั้งผนัง หน้าตู้คอนเทนเนอร์ และแบบปล่องลอยได้ตามความต้องการ ในการใช้งานจะมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นปลั๊กตัวผู้และส่วนที่เป็นปลั๊กตัวเมีย ดังรูปที่ 2.21 มีให้เลือกหลากหลายรูปแบบใช้งานได้กับกระแสสูง ๆ มีให้เลือกสูงถึง 100 แอมป์ ที่แรงดัน 600 โวลต์เอซี สามารถใช้งานกับระบบการจ่ายไฟฟ้าทั้งแบบ 2 พี+เอ็น และ 3 พี



รูปที่ 2.21 ปลั๊กส่วนที่เป็นปลั๊กตัวผู้ และส่วนที่เป็นปลั๊กตัวเมีย
(ที่มา: <https://bit.ly/3CIPTxz>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.18 โมดูลส่งข้อมูลระยะไกลแบบใช้สาย (MAX485 TTL to RS485 Converter Module)

โมดูลส่งข้อมูลระยะไกลแบบใช้สาย อาร์เอส 485 สามารถลากสายยาวได้ถึง 1.2 กิโลเมตร ใช้พลังงานต่ำมาก สามารถเซตให้เป็น ตัวรับ หรือ ตัวส่งได้ การเชื่อมต่อสายง่ายเพียงแค่นำสายสัญญาณต่อเข้ากับ 2 พินเทอร์มินอล สามารถใช้งานได้ทันที รองรับไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน้ทำงานที่แรงดัน ดีซี 5 ถึง 24 โวลต์ [17] ตัวอย่างดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 โมดูลส่งข้อมูลระยะไกลแบบใช้สาย (MAX485)
(ที่มา: <https://bit.ly/3RNZiUD>)

2.19 สวิตช์ฉุกเฉิน (Emergency Stop Switch)

สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉิน หรือ ที่เรียกทั่วไปว่าสวิตช์หัวเห็ด ดังรูปที่ 2.23 นิยมใช้กับปุ่มหยุดเครื่องจักรกลต่าง ๆ เพื่อรองรับกับเหตุการณ์ฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้น และเมื่อถึงเวลาใช้งาน ทันทีที่เรากดที่ปุ่ม สวิตช์ฉุกเฉิน เครื่องจักรกลทุกอย่างที่มีปุ่มสวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉิน จะหยุดการทำงานในทันที เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ [18]



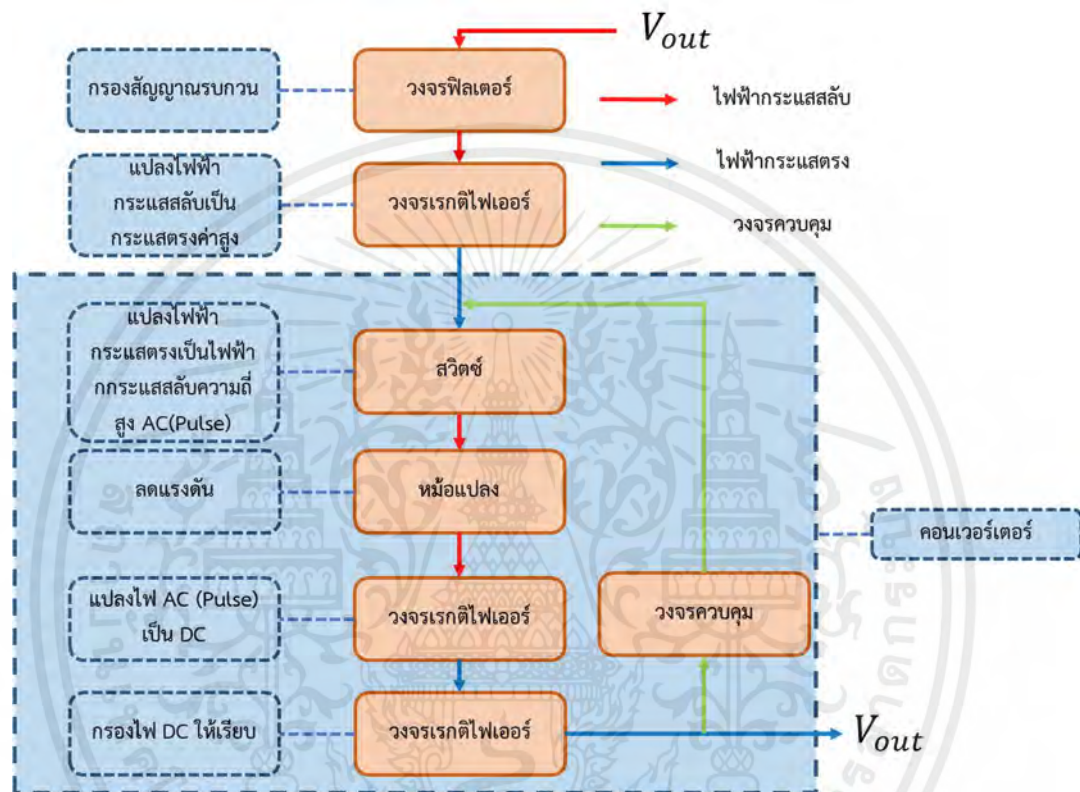
รูปที่ 2.23 สวิตช์ฉุกเฉิน
(ที่มา: <https://bit.ly/3T4rLGA>)

2.20 สวิตช์เพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)

สวิตช์เพาเวอร์ซัพพลาย คือ อุปกรณ์แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่มีแรงดันสูง เช่น 220 โวลต์เอซี ไปเป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีแรงดันต่ำ โดย สวิตช์เพาเวอร์ซัพพลาย จะทำงานในลักษณะเดียวกันกับหม้อแปลงแรงดันทั่วไป แต่มีประสิทธิภาพที่ดีกว่าและมีขนาดเล็กกว่า [19] โดยหลักการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั่วไปของ สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย จะประกอบด้วย เรกติไฟเออร์ ทำหน้าที่ แปลงแรงดันไฟฟ้า กระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง คอนเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่ แปลงความถี่แรงดันไฟฟ้า กระแสตรงให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่สูง และแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง โดยมีความต้านทานทางด้านเอาต์พุตของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้ได้ตาม ความต้องการอีกครั้ง การทำงานของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายแสดงดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 การทำงานของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย

ในปัจจุบัน ได้มีการใช้เทคโนโลยีแหล่งจ่ายกำลังสวิตชิงกันอย่างแพร่หลายซึ่ง สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายนั้ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากไฟสลับโวลต์สูงให้เป็นแรงดันไฟตรงโวลต์ต่ำได้ ซึ่งองค์ประกอบพื้นฐาน นั้นโดยทั่วไปจะคล้ายกันและสิ่งที่สำคัญที่สุดขององค์ประกอบนี้ คือ คอนเวอร์เตอร์

บทที่ 3

การออกแบบ

ในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบ ระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรมการทำงานแผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบและการออกแบบโครงสร้าง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 บล็อกไดอะแกรม

บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล เป็นการอธิบายบล็อกไดอะแกรมโดยรวมของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอลได้ ดังนี้

1) จอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ ใช้เป็นตัวประมวลผลกลางในการรับค่าเซ็นเซอร์วัดความดัน เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายในหม้อต้ม 2 ตัว รวมทั้งการแสดงผล และเป็นตัวควบคุมรีเลย์ รับค่าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น โดยการส่งและรับค่าคำสั่งไปให้ อีเอสพี 32 โดยใช้โมดูลอาร์เอส 485 ในการสื่อสาร

2) รีเลย์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ไฟฟ้า ทำหน้าที่เปิดและปิดการทำงานของคอยล์ทำความร้อนของหม้อสกัดไฮโดรซอลใช้รีเลย์ทั้งหมดด้วยกัน 2 ตัว โดยตัวแรกเป็นรีเลย์ขนาด 5 โวลต์ 2 แอมป์ ใช้ในการควบคุมรีเลย์ 230 โวลต์ 100 แอมป์ ในส่วนรีเลย์ 230 โวลต์ 100 แอมป์ ใช้ในการควบคุมฮีตเตอร์ต้มน้ำขนาด 6,500 วัตต์

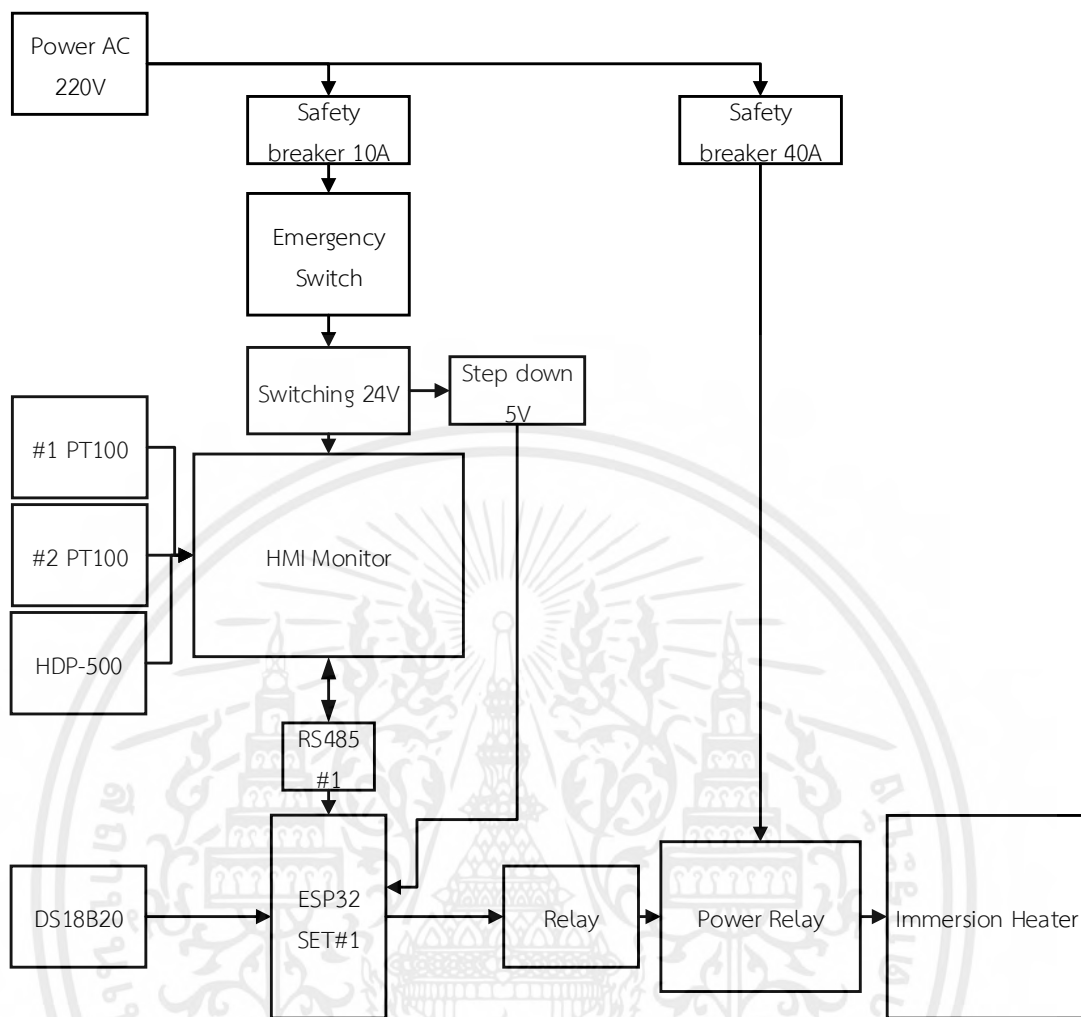
3) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิภายในหม้อต้มสกัด ทำหน้าที่ในการตรวจจับอุณหภูมิภายในหม้อสกัดสองตัวโดยจะติดตั้งให้สัมผัสน้ำ และ สัมผัสกับไอน้ำส่งค่าไปให้ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ผ่าน อาร์เอส 485 ในการควบคุมรีเลย์ต่อไป

4) เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็น ทำหน้าที่ในการตรวจจับอุณหภูมิภายในน้ำหล่อเย็น โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ อีเอสพี 32 ในการรับค่า และ อีเอสพี 32 ส่งค่าไปยัง จอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ เพื่อแสดงค่าบนหน้าจอ

5) เซฟตี้เบรกเกอร์ ใช้ในการตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อโหลดมีกระแสไฟฟ้าเกินเพื่อป้องกันความเสียหายของวงจร และฮีตเตอร์ต้มน้ำทำงานเกินกระแสที่กำหนด โดยมีเซฟตี้เบรกเกอร์ 2 ตัว เซฟตี้เบรกเกอร์ 230 โวลต์ 10 แอมป์ ใช้กับสวิตซ์ชิงเพาเวอร์ซัพพลาย 24 โวลต์ เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงให้กับวงจรและรีเลย์ และ เซฟตี้เบรกเกอร์ 230 โวลต์ 40 แอมป์ ใช้กับฮีตเตอร์ต้มน้ำ

6) สวิตซ์ฉุกเฉิน ใช้ในการตัดการทำงานวงจรหากเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉิน

7) ไมโครไมโครคอนโทรลเลอร์ อีเอสพี 32 ใช้ในการรับค่าอุณหภูมิของน้ำหล่อเย็นเพื่อส่งไปยังหน้าจจอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ และรับค่าการทำงานของสวิตซ์ผ่านการกดผ่านหน้าจจอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ใช้ในการควบคุมการทำงานของรีเลย์เพื่อเปิดการใช้งานกับกับฮีตเตอร์ต้มน้ำ บล็อกไดอะแกรมโดยรวมของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอลแสดงดังรูปที่ 3



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมหม้อสก๊ตไฮโดรซอล

3.2 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมหม้อสก๊ตไฮโดรซอล

แผนผังการทำงานของระบบควบคุมหม้อสก๊ตไฮโดรซอล แบบออกเป็น 2 ระบบคือ

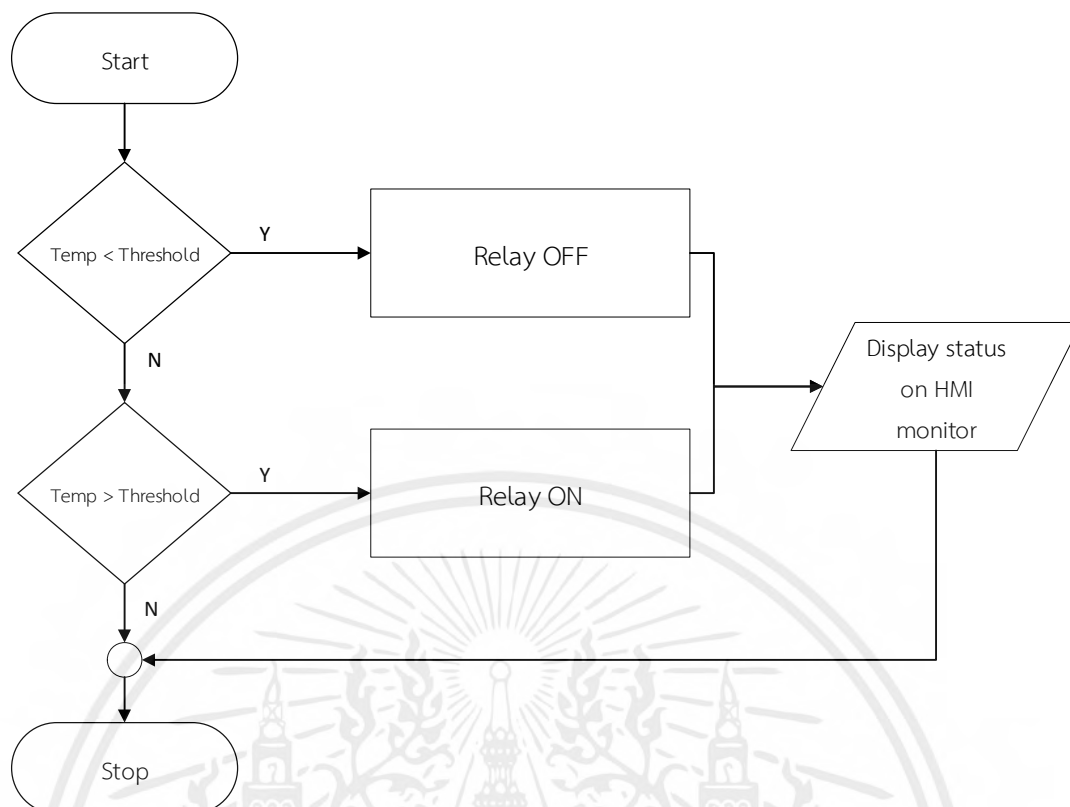
3.2.1 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมหม้อสก๊ตไฮโดรซอลในโหมดอัตโนมัติ

แผนผังการทำงานของระบบควบคุมหม้อสก๊ตไฮโดรซอลในโหมดอัตโนมัติ มีการทำงานตามลำดับขั้นตอนต่อไปนี้ เมื่อกดสวิทช์ไปน้ในโหมดอัตโนมัติในหน้าจอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ แล้วหน้าจอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ จะส่งคำสั่งไปให้ อีเอสพี 32 เพื่อทำรีเลย์ทำงาน โดยมีเงื่อนไขโดยใช้อุณหภูมิภายในหม้อต้มในการกำหนดการทำงานของรีเลย์

1) เมื่อเริ่มทำงานหน้าจอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ จะแสดงค่าอุณหภูมิภายในหม้อต้ม และ เก็บค่าเพื่อเอาไปตรวจสอบเงื่อนไขว่าอุณหภูมิตรงกับเงื่อนไขใด

2) เมื่ออุณหภูมิที่เก็บค่ามาตรงตามเงื่อนไขที่อุณหภูมิต่ำกว่าที่กำหนด ตัวหน้าจอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ ส่งคำสั่งให้ อีเอสพี 32 เปิดรีเลย์เพื่อที่ทำให้กระแสไฟของคอยล์ต้มน้ำทำงานครบวงจรแสดงดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

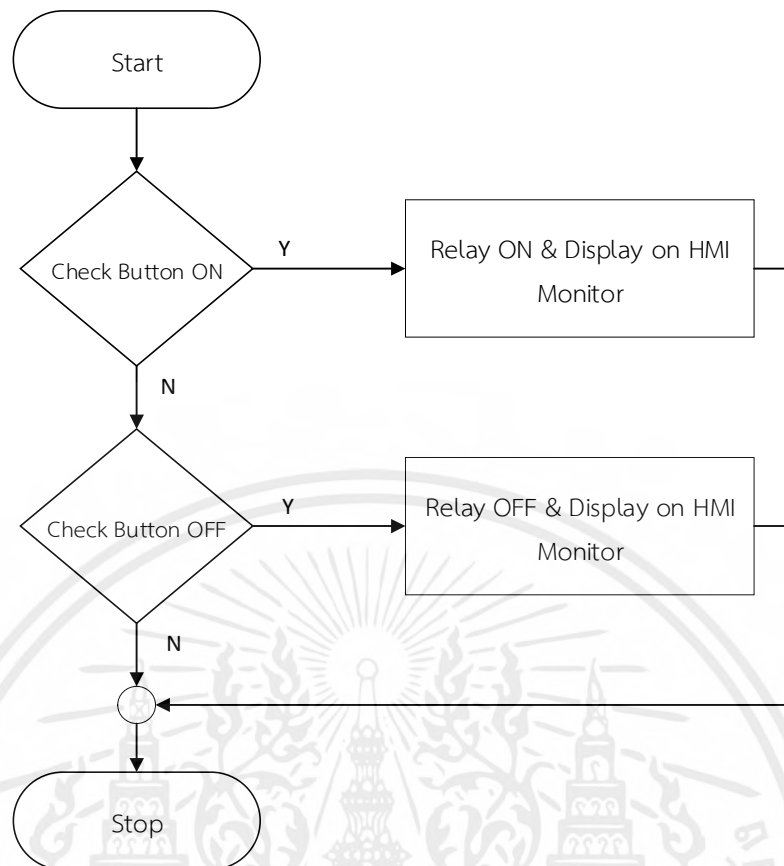


รูปที่ 3.2 แผนผังแสดงการทำงานของหน้าจอเอชเอ็มไอ ในโหมดอัตโนมัติ

3.2.2 แผนผังการทำงานของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอลในโหมดควบคุมด้วยตัวเอง

แผนผังการทำงานของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอลในโหมดควบคุมด้วยตัวเองของหน้าจอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ส่งคำสั่งเปิดและปิดรีเลย์โดยมีสองสถานะการดังนี้

- 1) เมื่อกดปุ่มเปิดผ่านจอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ จอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ ส่งคำสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ อีเอสพี 32 ทำการเปิดรีเลย์ และ ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่าสถานะของรีเลย์กลับไปให้ หน้าจอเอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ เพื่อยืนยันสถานะของรีเลย์
- 2) เมื่อกดปุ่มปิดผ่านจอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ จอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ ส่งคำสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ อีเอสพี 32 ทำการปิดรีเลย์ และ ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่าสถานะของรีเลย์กลับไปให้ หน้าจอเอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ เพื่อยืนยันสถานะของรีเลย์

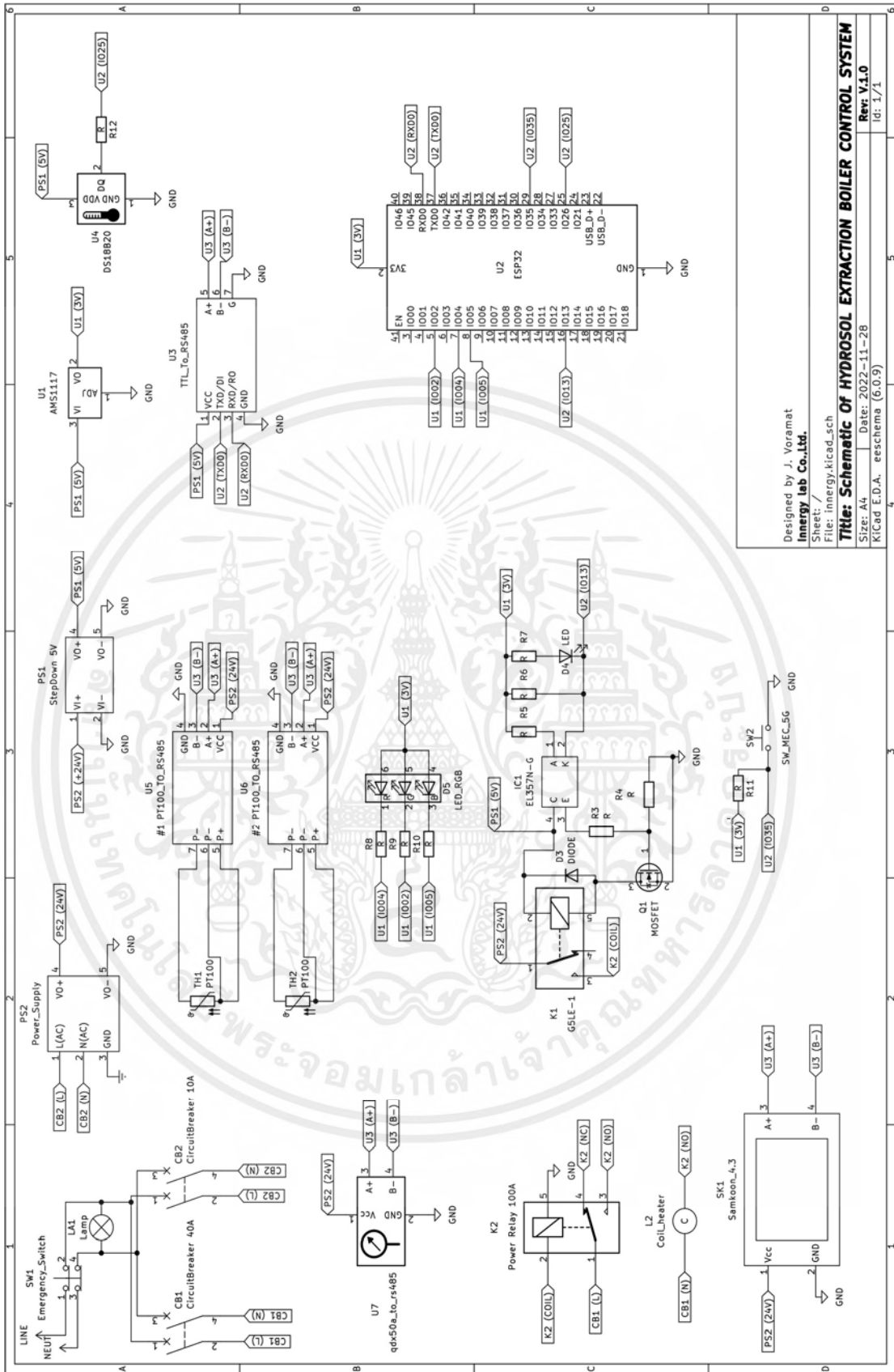


รูปที่ 3.3 แผนผังแสดงการทำงานของหน้าจอเอชเอ็มไอ ในโหมดควบคุมด้วยตัวเอง

3.3 การออกแบบวงจร

3.3.1 การออกแบบวงจรรวมของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล

วงจรรวมของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล โดยมีหน้าจจอเอชเอ็มไอ เป็นตัวประมวลผลการทำงานรับค่าและส่งค่าไปยังตัวอีเอสพี 32 โดยเราสามารถควบคุมระบบควบคุมโดยการใช้หน้าจจอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์เพื่อความสะดวกในการควบคุมและสามารถควบคุมระบบโดยใช้ความเข้าใจที่ง่าย ดังรูปที่ 3.4



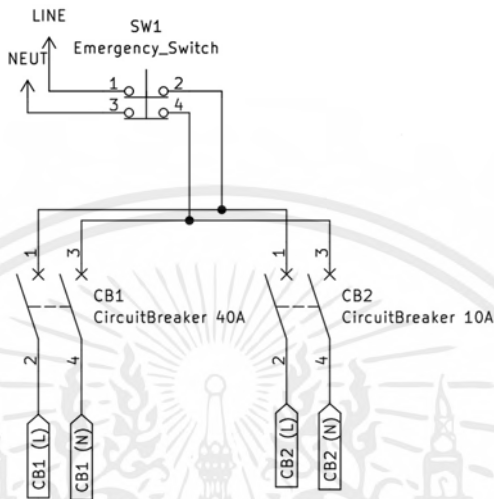
Designed by J. Voramat
 Innergy Lab Co., Ltd.
 Sheet: /
 File: innergy.kicad_sch
Title: Schematic Of HYDROSOL EXTRACTION BOILER CONTROL SYSTEM
 Size: A4 Date: 2022-11-28 Rev: V1.0
 KiCad E.D.A. erschema (6.0.9) Id: 171

รูปที่ 3.4 การออกแบบวงจรรวมของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วงจรสวิตช์ฉุกเฉิน

การออกแบบวงจรสวิตช์ฉุกเฉินทำหน้าที่ตัดการทำงานของวงจรทั้งหมดเพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับวงจรในกรณีที่วงจรทำงานผิดพลาดโดยมีไฟแสดงสถานการณ์ทำงาน การออกแบบวงจรสวิตช์ฉุกเฉินแสดงวงจรดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การออกแบบวงจรสวิตช์ฉุกเฉิน

3.3.3 วงจรรีเลย์ที่ใช้ในการควบคุมรีเลย์ 100 แอมป์

การออกแบบวงจรรีเลย์ที่ใช้ในการควบคุมรีเลย์ 100 แอมป์ ในรูปที่ 3.6 โดยจะมีไฟเลี้ยง 3 โวลต์ จากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อีเอสพี 32 โดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งกระแสไปยังวงจรรีเลย์ เพื่อทำการควบคุมการทำงานของรีเลย์โดยที่วงรีเลย์และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ไม่ได้เชื่อมต่อกันในทางไฟฟ้าเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนระหว่าง บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และ วงจรรีเลย์ ในส่วนของวงจรรีเลย์จะมีมอสเฟตเป็นตัวควบคุมกระแสที่ไหลผ่านขดลวดรีเลย์ โดย R3 ทำหน้าที่ในการจำกัดกระแสในการเปิดมอสเฟตและ R4 ทำหน้าที่ปิดมอสเฟต โดยการเทียบแรงดันให้เป็นศูนย์ โดยมีสมการการคำนวณดังนี้ คำนวณตัวต้านทานไบอัสด้านแอนโอด (R5) โดยใช้สมการที่ 3.1

$$V_A = I_A \times R_A \tag{3.1}$$

$$R_A = \frac{V_A}{I_A}$$

กำหนดให้กระแสออปโตไดโอดมีกระแสเป็น 50 มิลลิแอมป์ และ V เท่ากับ 3.3 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$R_A = \frac{3.3V}{50mA}$$

$$R_A = 66\Omega$$

คำนวณตัวต้านทานออปโตไดร์คอปเตอร์ (อาร์ 3) โดยใช้สมการที่ 3.2

$$V_E = I_E \times R_E \quad (3.2)$$

$$R_E = \frac{V_E}{I_E}$$

กำหนดให้กระแสออปโตไดร์คอปเตอร์มีกระแสเป็น 50 มิลลิแอมป์ และ V เท่ากับ 5 โวลต์

$$R_E = \frac{5V}{50mA}$$

$$R_E = 100\Omega$$

โดยตัวต้านทานแอลอีดีโดยใช้สมการที่ 3.3

$$V_{LED} = I_{LED} \times R_{LED} \quad (3.3)$$

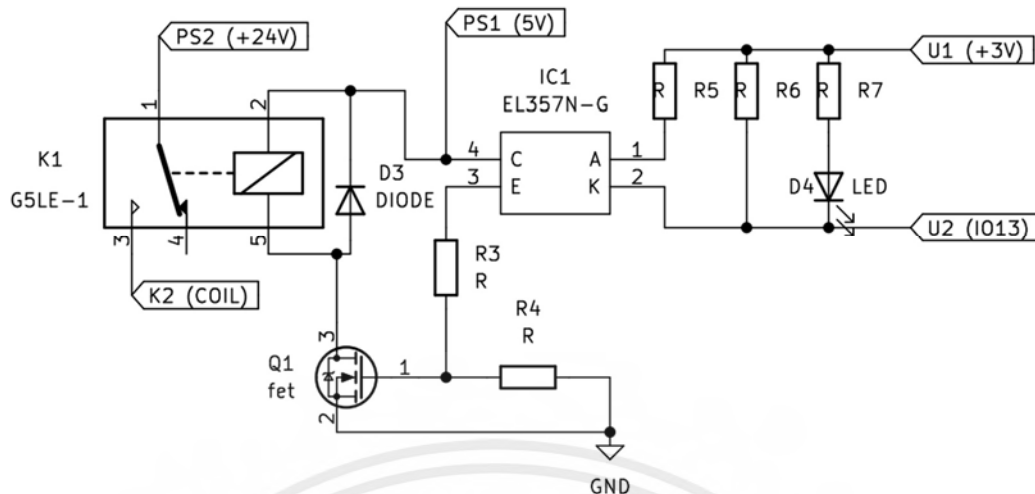
$$R_{LED} = \frac{V_{LED}}{I_{LED}}$$

กำหนดให้กระแสแอลอีดีมีค่า 20 มิลลิแอมป์ และ V เท่ากับ 3.3 โวลต์

$$R_{LED} = \frac{3.3V}{20mA}$$

$$R_{LED} = 165\Omega$$

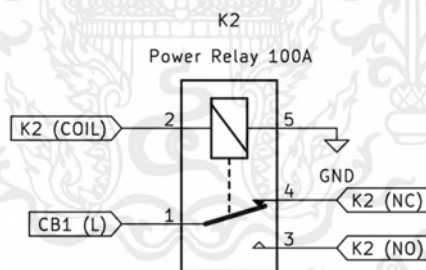
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การออกแบบวงจรรีเลย์ที่ใช้ในการควบคุมรีเลย์ 100 แอมป์

3.3.4 วงจรควบคุมรีเลย์ 100 แอมป์

การออกแบบวงจรควบคุมรีเลย์ 100 แอมป์ ในรูปที่ 3.7 ซึ่งขาคอยล์นั้นจะทำงานโดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์จากวงจรในรูปที่ 3.6 ในการควบคุม โดยขา คอมม่อน จะต่อกับไลน์เอาไว้มือและขา ปกติเปิด จะต่อไว้กับคอยล์ตัวนี้ โดยการออกแบบวงจรควบคุมรีเลย์ 100 แอมป์แสดงวงจร



รูปที่ 3.7 การออกแบบวงจรควบคุมรีเลย์ 100 แอมป์

3.3.5 วงจรคอยล์ตัวนี้

การออกแบบคอยล์ตัวนี้โดยต่อจากรูปที่ 3.8 โดยด้านหนึ่งของคอยล์จะต่อมาจากขา ปกติเปิด ของรูปที่ 3.7 และอีกด้านจะต่อเข้ากับ นิวตรอนที่มาจากเบรกเกอร์ 40 แอมป์ จากรูปที่ 3.5 คำนวณกระแสคอยล์ตัวนี้ โดยใช้สมการที่ 3.4 กำหนดให้กำลังไฟฟ้าของคอยล์ตัวนี้ มีค่าเท่ากับ 6,500 วัตต์ และ V เท่ากับ 220 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

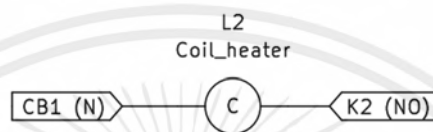
$$W_c = V_c \times A_c \quad (3.4)$$

$$A_c = \frac{W_c}{V_c}$$

$$A_c = \frac{6,500W}{220V}$$

$$A_c = 29.5 A$$

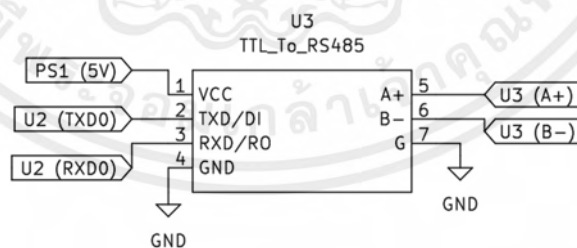
ดังนั้นผู้จัดทำเลือกใช้งานคัมรีเลย์ 100 แอมป์ ในการควบคุมคอยล์ต้มน้ำ โดยการออกแบบวงจรคุม



รูปที่ 3.8 การออกแบบวงจรคอยล์ต้มน้ำ

3.3.6 วงจรส่งข้อมูลระยะไกลแบบใช้สาย

การออกแบบวงจรโมดูลส่งข้อมูลระยะไกลแบบใช้สาย ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ ในการเลี้ยงวงจร ซึ่งขา TXD ของโมดูล ต่อกับ ขา TXD0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 และ ขา RXD โมดูล ต่อกับ ขา RXD0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 ส่วนของขา A+ และ B- ต่อกับ เซ็นเซอร์ที่ใช้ อาร์เอส 485 ในการส่งข้อมูล โดยการออกแบบวงจรแปลงสัญญาณ ทีทีแอล ไปเป็น อาร์เอส 485 แสดงวงจรดังรูปที่ 3.9

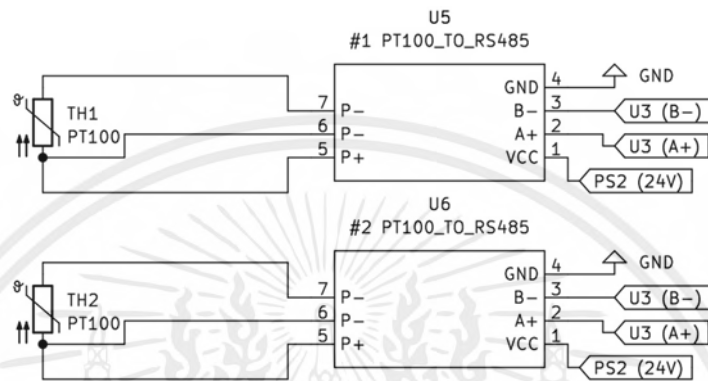


รูปที่ 3.9 การออกแบบวงจรส่งข้อมูลระยะไกลแบบใช้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.7 วงจรเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำ และ ใอน้ำ

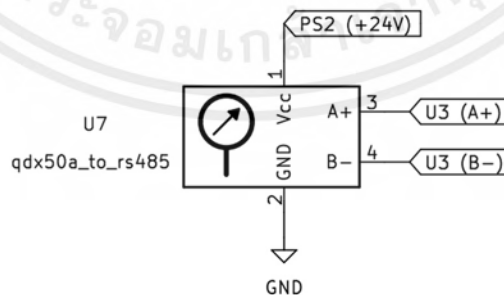
การออกแบบวงจรวัดเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำ และ ใอน้ำ โดยใช้เซ็นเซอร์ พีที 100 โดยเซ็นเซอร์ พีที 100 ส่งกระแสไปให้ตัวโมดูล พีที 100 เป็น อาร์เอส 485 อ่านค่าและส่งข้อมูลผ่าน อาร์เอส 485 โดยต่อ ขา เอบวก และ บัส เข้ากับ ขา เอบวก และ บัส ของ ทีทีแอล เป็น อาร์เอส 485 ของรูปที่ 3.9 โดยการออกแบบวงจรเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำ และ ใอน้ำแสดงวงจรถังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 การออกแบบวงจรเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำและใอน้ำ

3.3.8 วงจรวัดแรงดันภายในหม้อต้ม

การออกแบบวงจรวัดแรงดันภายในหม้อต้ม โดยวงจรวัดแรงดันภายในหม้อใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ในการเลี้ยงตัวเซ็นเซอร์ ซึ่งเซ็นเซอร์ คิวดีเอ็กซ์ดี 50 เอ มีโมดูลในตัวซึ่งสามารถอ่านค่าและส่งข้อมูลผ่าน อาร์เอส 485 ได้ โดยต่อ ขา เอบวก และ บัส เข้ากับ ขา เอบวก และ บัส ของ ทีทีแอล พู อาร์เอส 485 ของรูปที่ 3.9 โดยการออกแบบวงจรแบบวัดแรงดันภายในหม้อต้มแสดงวงจรถังรูปที่ 3.11

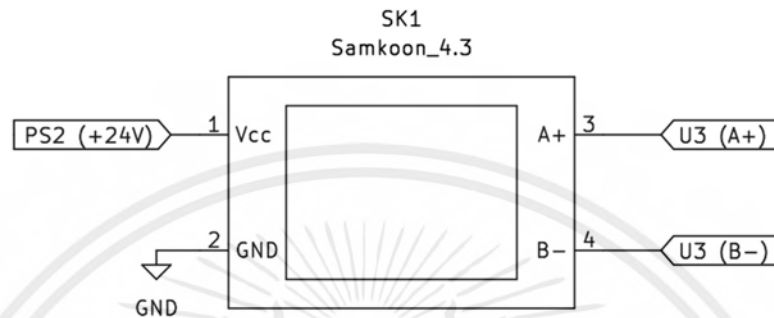


รูปที่ 3.11 การออกแบบวงจรวัดแรงดันภายในหม้อต้ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.9 วงจรจอเอชเอ็มไอ

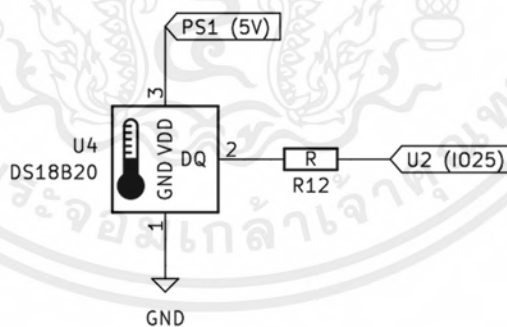
การออกแบบวงจรจอเอชเอ็มไอ โดยหน้าจอเอชเอ็มไอ ใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ในการเลี้ยงตัวหน้าจอ ซึ่งหน้าจอเอชเอ็มไอ ส่งข้อมูลโดยสื่อสารผ่านอาร์เอส 485 เช่นกันโดยต่อ ขา A+ และ B- เข้ากับ ขา A+ และ B- ของ ทีทีแอล เป็น อาร์เอส 485 ของรูปที่ 3.9 โดยการออกแบบ วงจรจอเอชเอ็มไอ แสดงวงจรถังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 การออกแบบวงจรจอเอชเอ็มไอ

3.3.10 วงจรวัดอุณหภูมิภายในหม้อหล่อเย็น

การออกแบบวงจรวัดอุณหภูมิภายในหม้อหล่อเย็น โดยมีเซ็นเซอร์ ดีเอส 18 บี 20 ในการวัดอุณหภูมิ ซึ่งเซ็นเซอร์ ดีเอส 18 บี 20 ใช้ไฟกระแสตรง 5 โวลต์ ในการเลี้ยงตัวเซ็นเซอร์ และมี ตัวต้านทานต่ออนุกรมระหว่างขาส่งข้อมูลกับขา IO25 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 โดยการออกแบบวงจรวัดอุณหภูมิภายในหม้อหล่อเย็นแสดงวงจรถังรูปที่ 3.13



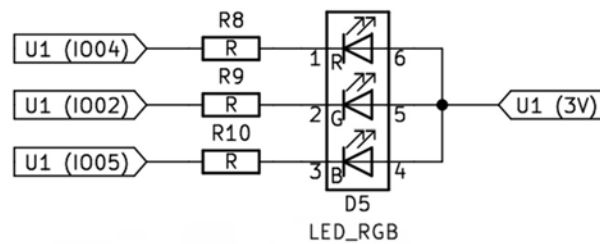
รูปที่ 3.13 การออกแบบวงจรวัดอุณหภูมิภายในหม้อหล่อเย็น

3.3.11 วงจรไฟสถานะของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32

การออกแบบวงจรไฟสถานะของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 โดยไฟสถานะจะเป็นหลอดไฟ อาร์จีบี ซึ่งมีไฟ 3 สีได้แก่ แดง เขียว น้ำเงิน โดยขาสีแดง เขียว น้ำเงิน ต่อกับขา IO04 IO02 IO05 ตามลำดับ โดยแต่ละขามีตัวต้านทานต่ออนุกรมระหว่างหลอด กับขาไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

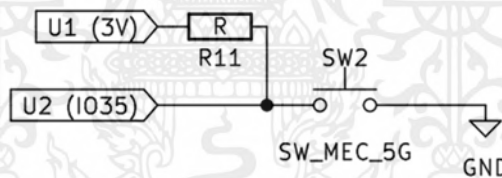
อีเอสพี 32 โดยการออกแบบวงจรไฟสถานะของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32แสดงวงจดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 การออกแบบวงจรไฟสถานะของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32

3.3.12 วงจรสวิตช์ของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32

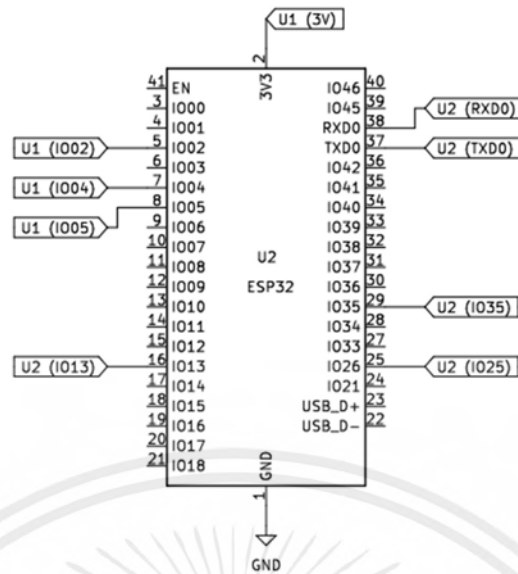
การออกแบบวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 โดยมีไฟกระแสดตรง 3 โวลต์ ต่ออนุกรมกับสวิตช์ และ ขา IO35 ต่ออนุกรมกับสวิตช์ โดยตัว R11 เป็นตัวต้านทานที่ทำให้มีค่าสถานะเป็น 1 เมื่อไม่ได้กดสวิตช์ แต่เมื่อกดสวิตช์ ค่าสถานะจะกลายเป็น 0 การออกแบบวงจรของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 โดยการออกแบบวงจรสวิตช์ของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 แสดงวงจดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การออกแบบวงจรสวิตช์ของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32

3.3.13 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32

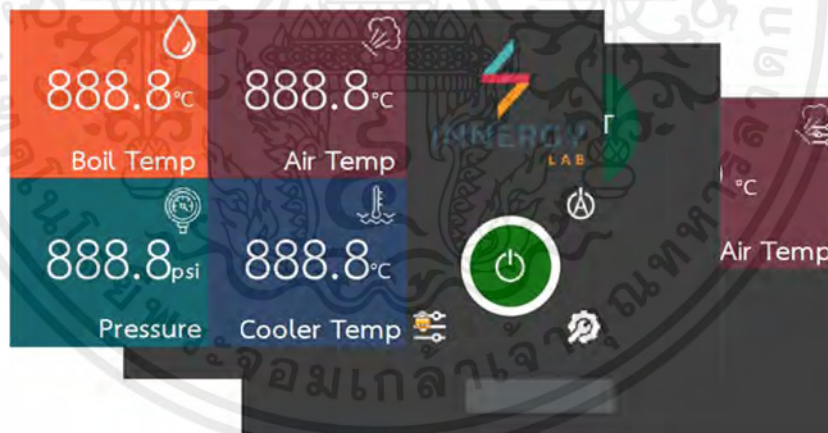
การออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 เป็นการนำเซ็นเซอร์ที่กล่าวมาข้างต้นต่อเข้ากับขาของไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 เพื่อใช้เป็นระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล โดยการออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32 แสดงวงจดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์อีเอสพี 32

3.3.14 ส่วนของหน้าโปรแกรมควบคุม

ระบบควบคุมจะมีด้วยกัน 3 หน้าจอการควบคุมคือ หน้าจอหลัก หน้าจอโหมดอัตโนมัติ และ หน้าจอปรับเทียบอุณหภูมิ ดังรูปที่ 3.17

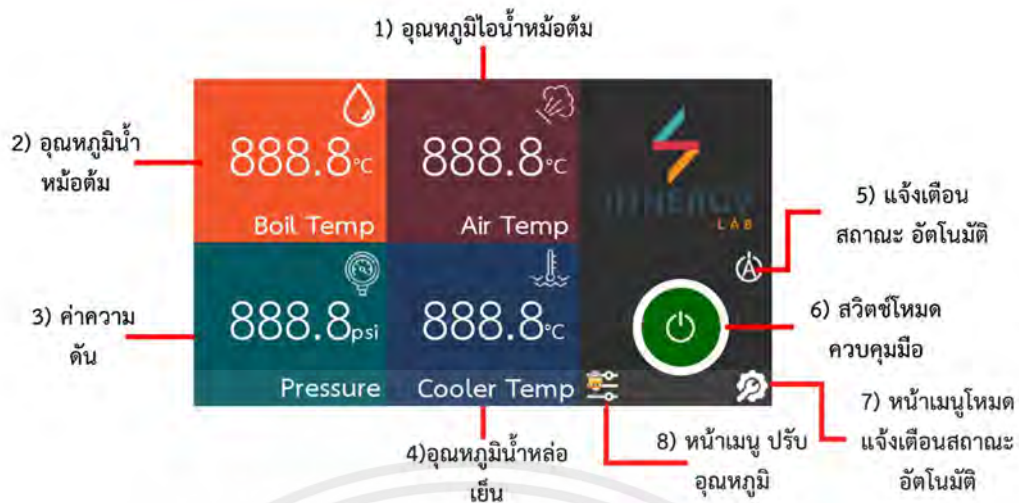


รูปที่ 3.17 หน้าจอควบคุมทั้ง 3 หน้า

3.3.14.1 หน้าจอหลัก

หน้าจอหลักจะประกอบด้วย การแสดงผลค่าอุณหภูมิในหม้อต้ม อุณหภูมิไอน้ำในหม้อต้ม ความดันภายในหม้อต้ม และอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น และ ในส่วนของตัวควบคุม จะมีสวิตช์โหมด แมนนวล และมีปุ่มเพื่อเข้าหน้า โหมดอัตโนมัติ และ หน้าปรับเทียบอุณหภูมิ ดังรูปที่ 3.18

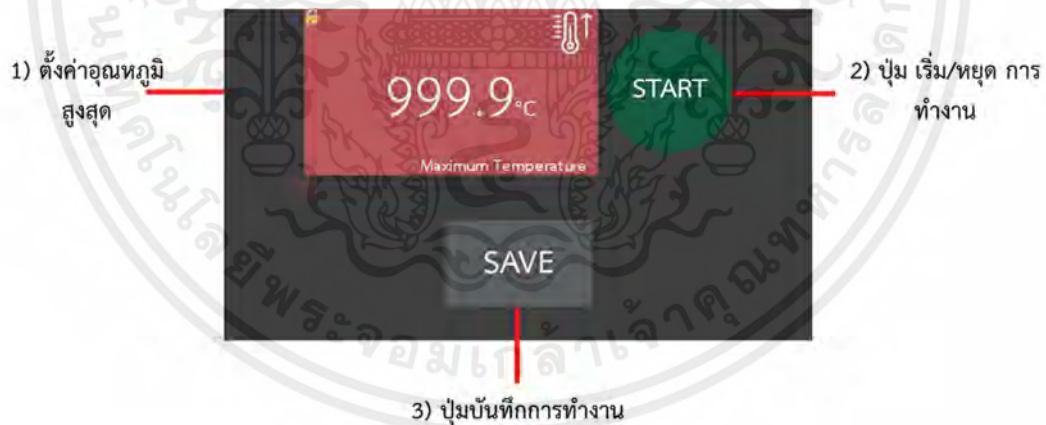
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 หน้าจอหลัก

3.3.14.2 หน้าจอโหมดอัตโนมัติ

หน้าจอโหมดอัตโนมัติประกอบด้วย การตั้งค่าอุณหภูมิสูงสุด ปุ่มเริ่ม/หยุดการทำงาน และปุ่มบันทึกการทำงาน เมื่อตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการแล้วให้ทำการกดปุ่มเริ่มการทำงาน และกดบันทึกการทำงานระบบก็จะเข้าสู่โหมดอัตโนมัติ ในส่วนของหน้าจอประกอบด้วย การตั้งค่าอุณหภูมิ ปุ่มเริ่ม/หยุดการทำงาน และปุ่มบันทึกการทำงาน ดังรูปที่ 3.19

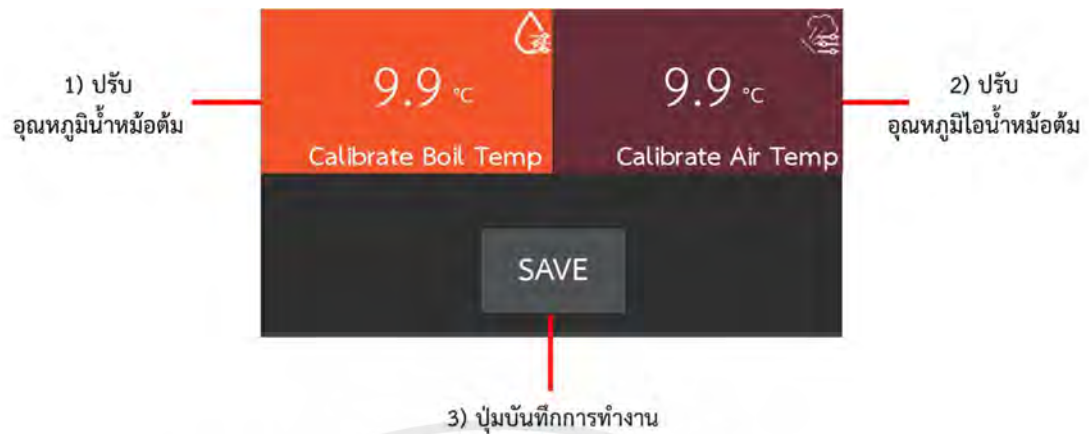


รูปที่ 3.19 หน้าจอโหมดอัตโนมัติ

3.3.14.3 หน้าจอปรับอุณหภูมิ

หน้าจอปรับอุณหภูมิประกอบด้วย ปุ่มตั้งค่าอุณหภูมิหม้อต้ม ปุ่มตั้งค่าอุณหภูมิไอน้ำหม้อต้ม และปุ่มบันทึกค่า เนื่องจากเซ็นเซอร์อุณหภูมิมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อยระบบสามารถตั้งค่าอุณหภูมิชดเชยเพื่อให้ค่าอุณหภูมิให้ตรงได้ ในส่วนของหน้าจอประกอบด้วย ปุ่มปรับอุณหภูมิไอน้ำหม้อต้ม ปุ่มปรับอุณหภูมิไอน้ำหม้อต้ม และปุ่มบันทึกดังรูปที่ 3.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

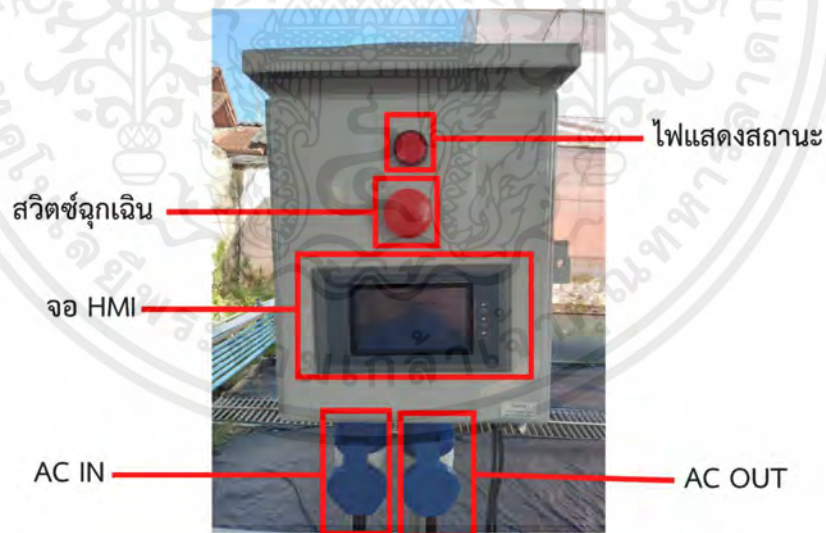


รูปที่ 3.20 หน้าจอปรับอุณหภูมิ

3.4 การออกแบบโครงสร้าง

3.4.1 โครงสร้างกล่องควบคุมระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล

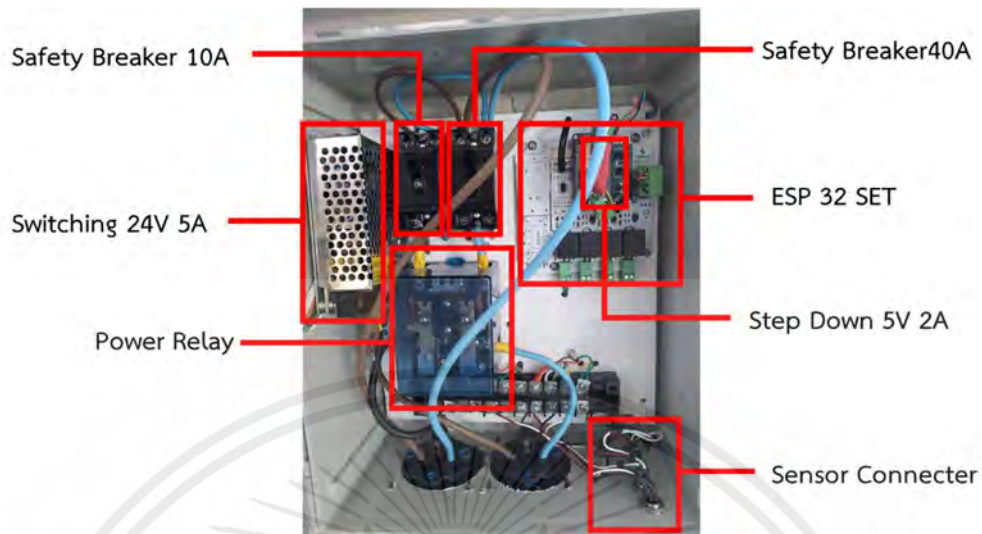
กล่องควบคุมระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล ใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ เพื่อให้สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย และใช้งาน ส่วนของหน้ากล่องประกอบด้วย ไฟแสดงสถานะ สวิตช์ฉุกเฉิน จอ เอชเอ็มไอ มอนิเตอร์ ปลั๊กไฟขาเข้า ปลั๊กไฟต่อคอยน์ ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 กล่องควบคุมระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 โครงสร้างภายในของกล่องควบคุมระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล

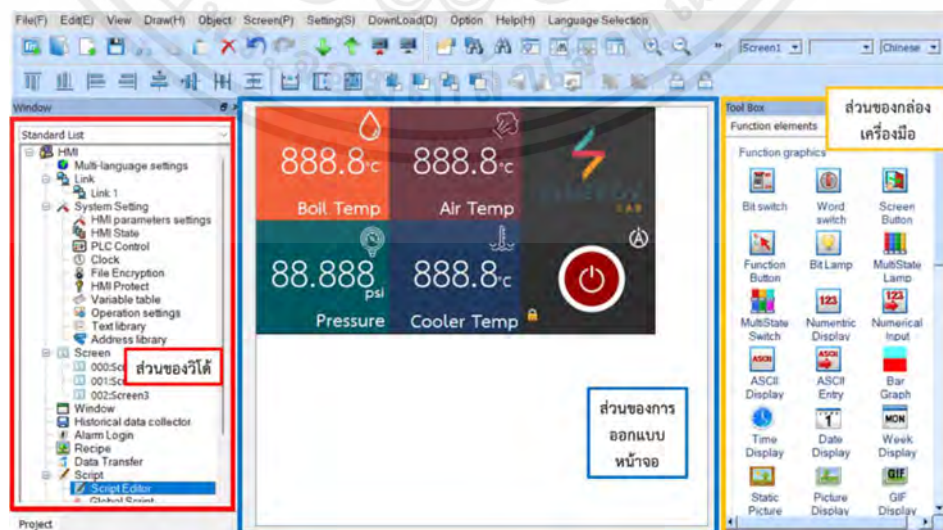


รูปที่ 3.22 ภายในกล่องควบคุมระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล

จากรูป 3.22 เป็นอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ ที่ใช้ในรบบควบคุม อาทิเช่น เซฟตี้เบรกเกอร์ สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย เพาเวอร์รีเลย์ วงจรลดแรงดันไฟฟ้า อีเอสพี 32, เซ็นเซอร์ ขั้วต่อ เป็นต้น โดยมีรายละเอียดการออกแบบสำหรับการใช้ในการเปิดปิดการทำงานของหม้อต้มสกัด

3.5 การออกแบบระบบควบคุมของหน้าจอเอชเอ็มไอ

การออกแบบระบบควบคุมหน้าจอเอชเอ็มไอ ใช้โปรแกรมในการออกแบบคือ โปรแกรม เอสเคทูล (SK Tool) ในการออกแบบในส่วนการควบคุมโดยใช้ ตัวกลางที่เชื่อมโยงผู้ใช้งาน(User Interface) ซึ่งผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้สะดวกขึ้น



รูปที่ 3.23 หน้าต่างโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

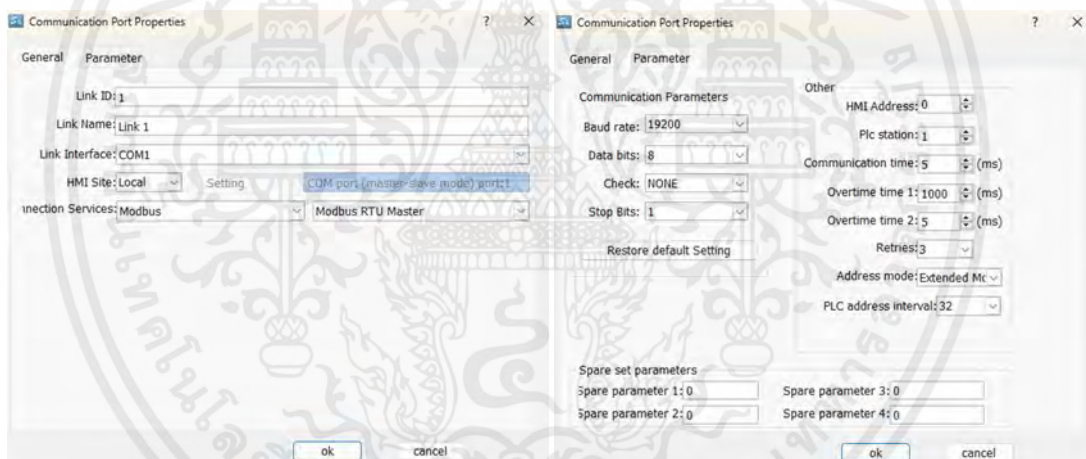
จากรูปที่ 3.23 หน้าต่างโปรแกรมมีสามส่วนคือ ส่วนของวินโดว์ (Window) การออกแบบหน้าจอ (Screen Design) และส่วนของกล่องเครื่องมือ (Tool Box)

3.5.1 ส่วนของวิโต้

ในส่วนของวินโดว์ใช้ในการกำหนดค่าต่าง ๆ โดยมีส่วนที่ใช้งานคือ ส่วนของลิงค์ (Link) พารามิเตอร์เซตตั้ง (System Setting) หน้าจอ (Screen) และส่วนสคริปต์คำสั่ง (Script)

3.5.1.1 ส่วนของลิงค์

ส่วนของลิงค์แบ่งออกเป็นสองส่วนคือ ส่วนทั่วไปและส่วนพารามิเตอร์ ส่วนทั่วไปใช้ในการกำหนดดังนี้ ลิงค์ ไอดี (Link ID) ใช้กำหนดไอดีของตัวหน้าจอ ชื่อลิงค์ (Link Name) ใช้กำหนดชื่อของตัวหน้าจอ อินเตอร์เฟซของลิงค์ (Link Interface) ใช้กำหนดพอร์ตการเชื่อมต่อของหน้าจอ รูปแบบการเชื่อมต่อหน้าจอ (Connection Services) ใช้กำหนดรูปแบบการเชื่อมต่อของหน้าจอ บัสมือ (Baud Rate) ใช้ในการกำหนดค่าบัสมือของหน้าจอ ข้อมูลบิตตาดำ (Data bits) ใช้ในการกำหนดการรับส่งของข้อมูลระหว่างหน้าจอ ที่อยู่ของเอสเอ็มไอ (HMI Address) ใช้ในการกำหนดที่อยู่ของหน้าจอ โหมดของที่อยู่ (Address mode) ใช้ในการกำหนด โหมดของที่อยู่ของหน้าจอเอสเอ็มไอ ดังรูปที่ 3.24

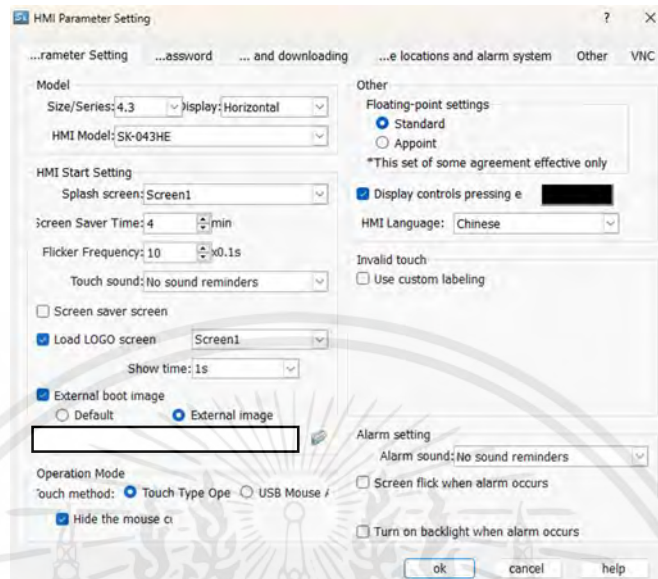


รูปที่ 3.24 ส่วนของลิงค์ในส่วนทั่วไปและส่วนพารามิเตอร์

3.5.1.2 ส่วนของพารามิเตอร์เซตตั้ง

รุ่นเอชเอ็ม (HMI Model) ใช้ในการเปลี่ยนรุ่นเอชเอ็มผ่านตัวเลือกนี้ โหมดการแสดงผล (Display mode) ปรับหน้าจอแสดงผลแนวอนหรือแนวตั้ง หน้าจอเริ่มต้น (Splash screen) ใช้ในการกำหนดหน้าจอเริ่มต้นของเอชเอ็มเมื่อเปิดเครื่อง เวลาพักหน้าจอ (Screen Saver) ใช้ในการตั้งเวลาพักหน้าจอ ความถี่การกะพริบ (Flicker Frequency) ตั้งค่าความถี่การกะพริบของวัตถุหรือส่วนควบคุมที่สามารถกะพริบได้ สามารถเปลี่ยนความเร็วของการสั่นไหวได้โดยการป้อนค่าโดยตรง เสียงแจ้งเตือน (Alarm sound) ใช้ในการเตือนผู้ใช้งานผ่านเสียง เสียงแตะ (Touch sound) ใช้ในการเลือกการส่งเสียงเมื่อแตะหน้าจอ หน้าจอสกรีนเซฟเวอร์ (Screensavers screen) ใช้ในการเลือกหน้าจอระหว่างหน้าจอที่มีอยู่เป็นหน้าจอสกรีนเซฟเวอร์ เพียงแตะที่หน้าจอเพื่อกลับหน้าจอเดิม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

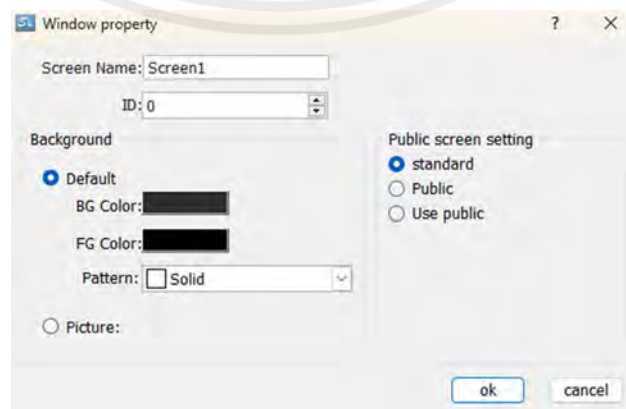
โหลดหน้าจอขณะเปิดเครื่อง (Load Screen) ใช้ในการแสดงโลโก้หน้าจอการโหลดหลังจากเปิดเครื่อง จากนั้นสลับไปที่หน้าจอเริ่มต้นได้ ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 ส่วนของพารามิเตอร์เซตตั้ง

3.5.1.3 ส่วนของหน้าจอ

ชื่อหน้าจอ (Screen Name) ใช้ในการกำหนดชื่อหน้าจอ หมายเลขหน้าจอ (ID) ใช้ในการกำหนดหมายเลขหน้าจอ พื้นหลัง (Background) ใช้ในการกำหนดพื้นหลังของหน้าจอ ในส่วนของค่าเริ่มต้น (Default) ใช้ในการตั้งค่าสีพื้นหลัง สีพื้นหน้า และสไตล์ของหน้าจอ รูปภาพ (Picture) ใช้ในการกำหนดรูปภาพเป็นพื้นหลังได้ การตั้งค่าเป็นหน้าจอสาธารณะ (Public screen setting) หน้าจอมาตรฐาน (Standard) สร้างหน้าจอมาตรฐาน ตั้งค่าเป็นหน้าจอสาธารณะ (Public) ใช้ในการสร้างหน้าจอสามารถใช้ตัวควบคุมบนหน้าจออื่นได้ แต่คุณสมบัติของตัวควบคุมสามารถแก้ไขได้เฉพาะบนหน้าจอเท่านั้น หน้าจอทั่วไป (Use public) ใช้ในการสร้างหน้าจอทั่วไปที่ไม่สามารถแก้ไขคุณสมบัติของตัวควบคุมในหน้าจอได้ ดังรูปที่ 3.26

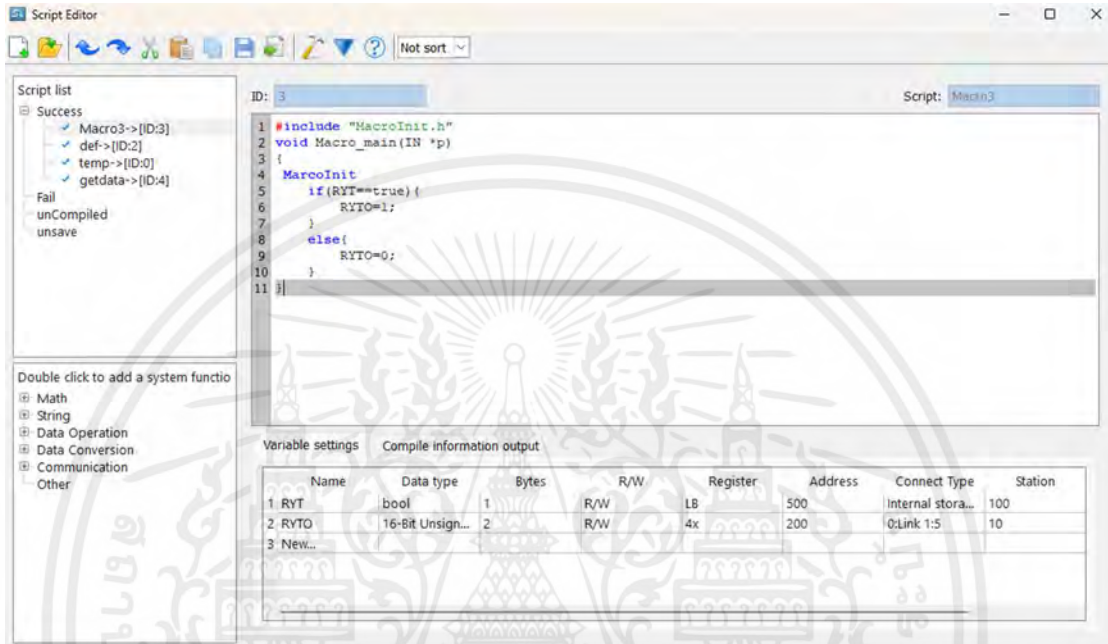


รูปที่ 3.26 ส่วนของหน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

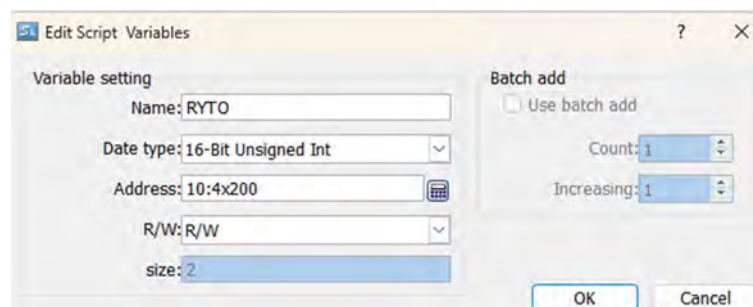
3.5.1.4 ส่วนสคริปต์คำสั่ง

ส่วนของสคริปต์เป็นวิธีการควบคุมขั้นสูงสำหรับหน้าจอสัมผัส ซึ่งให้ฟังก์ชันที่ใช้งานละเอียดยิ่งขึ้นสำหรับหน้าจอสัมผัส ผ่านการเขียนโปรแกรมสำหรับคำสั่งสคริปต์ โดยใช้ภาษาซี ในการเขียนสคริปต์คำสั่ง สามารถใช้งานและ เข้าใจชุดคำสั่งได้ง่าย ส่วนสคริปต์คำสั่งแสดงดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 ส่วนสคริปต์คำสั่ง

ในส่วนสคริปต์คำสั่งมีในส่วนของลิสสคริปต์ (Script list) ใช้ในการเพิ่มสคริปต์ต่าง ๆ สามารถเพิ่มสคริปต์ได้หลายสคริปต์ แก้วสคริปต์ แก้วชื่อสคริปต์ ส่วนของการประกาศตัวแปร (Variable Settings) ใช้ในการประกาศตัวแปรต่าง ๆ สำหรับใช้ในสคริปต์ ซึ่งไม่สามารถประกาศตัวแปรในชุดคำสั่งได้โดยตรงต้องประกาศตัวแปรในส่วนนี้เท่านั้น ซึ่งจะต้องกำหนดชื่อตัวแปร ชนิดข้อมูล ขนาดข้อมูล การอนุญาตอ่านเขียน และที่อยู่ของข้อมูล ดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 ส่วนของการประกาศตัวแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ส่วนของการออกแบบหน้าจอ

ส่วนของการออกแบบหน้าจอเป็นการนำเครื่องมือต่าง ๆ จากทูลบ็อกมาใช้ในการออกแบบหน้าจอผู้ใช้งานสามารถจัดรูปแบบหน้าจอการใช้งานได้อย่างสะดวกสามารถกำหนดขนาดตำแหน่งของรูปแบบของกล่องเครื่องมือให้สอดคล้องกับการใช้งานได้ และสามารถอ้างอิงหน้าจอจริงผ่านส่วนของสกรีนดีไซน์ได้








3.5.3 ส่วนของกล่องเครื่องมือ

กล่องเครื่องมือ ในโปรแกรมเอสเคทูลมีปุ่มเครื่องมือมากมาย บางปุ่มเป็นปุ่มควบคุมการทำงาน และบางปุ่มเป็นการควบคุมพื้นฐาน สามารถออกแบบโดยใช้กล่องเครื่องมือต่าง ๆ ได้ โดยสะดวก กล่องเครื่องมือรองรับการควบคุมฟังก์ชันทั้งหมด 47 เครื่องมือ และกล่องเครื่องมือการควบคุมพื้นฐาน 14 เครื่องมือ

3.5.3.1 กล่องเครื่องมือการควบคุมฟังก์ชัน

กล่องเครื่องมือสำหรับการควบคุมฟังก์ชันมีเครื่องมือในการควบคุมฟังก์ชันทั้งหมด 47 เครื่องมือ ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 กล่องเครื่องมือการควบคุมฟังก์ชัน

สัญลักษณ์เครื่องมือ	ชื่อเครื่องมือ	รายละเอียดเครื่องมือ
	บิตสวิตช์	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างแป้นสัมผัสสำหรับดำเนินการจัดการบิตกับอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ
	เวิร์ดสวิตช์	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อตั้งค่าแป้นสัมผัสสำหรับดำเนินการเวิร์ดบิตในหน้าจอปัจจุบันไปยังอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ
	ปุ่มหน้าจอ	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อตั้งค่าการสลับหน้าจอ รวมถึงการเปิดหน้าจอ, เปิดหน้าจอก่อนหน้า, ปิดและเปิดหน้าจอ, ปิดหน้าจอ, เปิดหน้าจอก่อนหน้า และปิดหน้าจอที่เปิดอยู่
	ปุ่มฟังก์ชัน	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อตั้งค่าการควบคุมฟังก์ชันบางอย่างของระบบปฏิบัติการ ได้แก่ ปิดไฟพื้นหลัง, ยืนยันการเตือน, รีเซ็ต HMI, ตั้งเวลาพักหน้าจอ ฯลฯ
	ปุ่มสเต็ป	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างการควบคุมปุ่มสเต็ปปั้งในหน้าจอปัจจุบันเพื่อรับรู้ถึงการสลับวงจรของสถานะการดำเนินการ
	ปุ่มซิงเกิล	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างการควบคุมปุ่มเดียวในหน้าจอปัจจุบัน คลิกพื้นที่สถานะที่กำหนด จากนั้นสถานะจะเปลี่ยนไปตามที่กำหนด
	คอมโบบ็อก	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างการควบคุมปุ่มกล่องแบบเลื่อนลงในหน้าจอปัจจุบัน สำหรับการดูและการเลือก เมื่อผู้ใช้เลือกรายการ ค่าที่เกี่ยวข้องจะถูกเขียนลงในที่อยู่ควบคุมของบัพเฟอร์อักขระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 กล่องเครื่องมือการควบคุมฟังก์ชัน (ต่อ)

สัญลักษณ์เครื่องมือ	ชื่อเครื่องมือ	รายละเอียดเครื่องมือ
	สไลเดอร์	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างตัวควบคุมสวิตช์อะนาล็อกแบบเลื่อนในหน้าจอปัจจุบัน ลากตัวเลื่อนเพื่อเปลี่ยนค่า
	จอแสดงตัวเลข	คำสั่งนี้ใช้เพื่อวาดกรอบแสดงผลตัวเลขบนหน้าจอปัจจุบัน
	ไฟหลายสถานะ	แสดงสถานะในหน้าจอปัจจุบันเพื่อตรวจสอบสถานะค่าของที่อยู่อุปกรณ์ที่ต่อเนื่องกันหลายรายการ
	แสดงข้อความ	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อแสดงข้อมูลข้อความที่เกี่ยวข้องตามที่อยู่การตรวจสอบ
	ตัวเลือกสูตร	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อแทรกตัวควบคุมสูตรบนหน้าจอปัจจุบัน
	การแสดงผลสูตร	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อแทรกส่วนควบคุมการแสดงผลข้อมูลสูตรบนหน้าจอปัจจุบัน ซึ่งจะแสดงข้อมูลทั้งหมดของสูตรหากตั้งค่าไว้
	ปุ่มมัลติฟังก์ชัน	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างปุ่มมัลติฟังก์ชันในหน้าจอปัจจุบันเพื่อให้ใช้งานหลายฟังก์ชันผ่านปุ่มเดียว
	แป้นพิมพ์	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อแทรกการควบคุมแป้นพิมพ์บนหน้าจอปัจจุบัน
	แสดงเวลา	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อแทรกการควบคุมเวลาบนหน้าจอเพื่อแสดงเวลา
	แสดงวันที่	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อแทรกการควบคุมวันที่บนหน้าจอเพื่อแสดงวันที่
	แสดงสัปดาห์	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อแทรกการควบคุมสัปดาห์บนหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงสัปดาห์
	ภาพนิ่ง	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อแทรกภาพนิ่งของหน่วยความจำในเครื่องบนหน้าจอปัจจุบัน
	การแสดงผลรูปภาพ	คำสั่งนี้ใช้เพื่อแสดงผลรูปภาพบนหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงผลรูปภาพจำนวนมาก
	การแสดงผลรูปภาพไฟล์ จีไอเอฟ	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อแสดงผลรูปภาพบนหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงผลภาพนิ่งหรือภาพเคลื่อนไหวที่ต่อท้ายด้วย .จีไอเอฟ
	บล็อกการไหล	ใช้คำสั่งนี้เพื่อสร้างการควบคุมการจำลองสถานะการไหลในหน้าจอปัจจุบัน
	การย้ายกราฟ	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อแสดงกราฟในหน้าจอปัจจุบันที่มีกราฟิกสถานะและตำแหน่งเปลี่ยนไปตามการเปลี่ยนแปลงที่อยู่อย่างต่อเนื่องของอุปกรณ์เชื่อมต่อ
	แอนิเมชัน	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างการควบคุมการเคลื่อนไหวในหน้าจอปัจจุบัน เพื่อย้ายการควบคุม








เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 กล่องเครื่องมือการควบคุมฟังก์ชัน (ต่อ)

สัญลักษณ์ เครื่องมือ	ชื่อเครื่องมือ	รายละเอียดเครื่องมือ
	มาตรวัด	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างเครื่องมือบนหน้าจอปัจจุบันเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงค่าตัวเลขของที่อยู่เดียวของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ
	แผนภูมิโค้ง	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อแทรกส่วนควบคุมเชกเตอร์บนหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงค่าตัวเลขของที่อยู่ที่ตรวจสอบ
	แผนภูมิวงกลม	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อแทรกส่วนควบคุมเชกเตอร์บนหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงค่าตัวเลขของที่อยู่ที่ตรวจสอบ
	แผนภูมิแท่ง	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อแทรกตัวควบคุมคอลัมน์บนหน้าจอปัจจุบันเพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงในค่าตัวเลขของที่อยู่ตรวจสอบตามการขึ้นและลงหรือการเคลื่อนที่ไปทางขวาและซ้ายของภาพเรียงเป็นแนว
	แผนภูมิแนวโน้ม	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างการควบคุมแผนภูมิแนวโน้มในหน้าจอปัจจุบันเพื่อตรวจสอบแนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของค่าที่อยู่อย่างต่อเนื่องของอุปกรณ์เชื่อมต่อ
	แผนภูมิแกน	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างการควบคุมแผนภูมิแนวโน้มแกน ในหน้าจอปัจจุบันเพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของค่าที่อยู่ต่อเนื่องสองค่าของอุปกรณ์เชื่อมต่อ
	การแสดงกลุ่มข้อมูล	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างการควบคุมการแสดงผลกลุ่มวันที่ในหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงข้อมูลหลายกลุ่มในแผนภูมิแนวโน้ม
	แผนภูมิแนวโน้มย้อนหลัง	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างการควบคุมแผนภูมิแนวโน้มในอดีตในหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงข้อมูลย้อนหลังในแผนภูมิแนวโน้ม
	การแสดงบันทึกประวัติข้อมูล	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างตัวควบคุมการแสดงผลบันทึกประวัติในหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงข้อมูลประวัติที่รวบรวม
	การแสดงผลการแจ้งเตือนย้อนหลัง	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างส่วนควบคุมการแสดงผลบันทึกการเตือนในอดีตในหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงข้อมูลการเตือนในอดีต
	จอแสดงผลการแจ้งเตือน	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างตัวควบคุมกล่องแจ้งเตือนในหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงวันที่ เวลา และข้อความของการแจ้งเตือนแต่ละรายการ
	แถบสัญญาณแจ้งเตือน	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างแถบแจ้งเตือนในหน้าจอปัจจุบันเพื่อเลื่อนแสดงข้อมูลการแจ้งเตือน
	บันทึกการทำงาน	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างกรอบแสดงผลบันทึกการดำเนินการในหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงเวลา ผู้ใช้ และเนื้อหาของการดำเนินการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้






ตารางที่ 3.1 กล่องเครื่องมือการควบคุมฟังก์ชัน(ต่อ)

สัญลักษณ์เครื่องมือ	ชื่อเครื่องมือ	รายละเอียดเครื่องมือ
	จับเวลา	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างตัวจับเวลามาโครในหน้าจอปัจจุบันเพื่อควบคุมการทำงานของมาโคร
	กระดานข้อความ	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างการควบคุมกระดานข้อความในหน้าจอปัจจุบันที่ผู้ใช้สามารถเขียนได้
	คิวอาร์โค้ด	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างการควบคุมคิวอาร์โค้ด ในหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงอักขระหรือตัวเลขด้วยความช่วยเหลือของการควบคุมการป้อนข้อมูล
	บล็อกการไหลของมูม	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างการควบคุมบล็อกการไหลของมูมในหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงรูปร่างและความเร็วในการไหล
	มัลติวินโดว์	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างการควบคุมหลายหน้าต่างในหน้าจอปัจจุบันเพื่อแสดงหน้าต่างที่กำหนด
	แถบเลื่อน	ควบคุมการวาดแถบเลื่อนประเภทต่างๆ สำหรับการเรียกดูข้อมูลตาราง
	ไปป์ไลน์	การควบคุมแถบเลื่อน

3.5.3.2 กล่องเครื่องมือการควบคุมพื้นฐาน









กล่องเครื่องมือสำหรับการควบคุมพื้นฐานมีเครื่องมือในการควบคุมพื้นฐานทั้งหมด 13 เครื่องมือ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 กล่องเครื่องมือการควบคุมพื้นฐาน

สัญลักษณ์เครื่องมือ	ชื่อเครื่องมือ	รายละเอียดเครื่องมือ
	ไลน์	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อวาดเส้นตรงในทิศทางใดก็ได้ภายในหน้าจอปัจจุบัน
	โพลีไลน์	ใช้คำสั่งนี้เพื่อวาดรูปหลายเส้นในทิศทางใดก็ได้ภายในรูปภาพปัจจุบัน
	เส้นโค้ง/ส่วนโค้ง	ใช้คำสั่งนี้เพื่อวาดเส้นในหน้าจอปัจจุบัน หลังจากเสร็จสิ้นการวาดด้วยปุ่มขวา เเรเดียนของการวาดสามารถปรับได้ตามต้องการ
	ฟรีไลน์	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อวาดเส้นในหน้าจอปัจจุบันในทิศทางใดก็ได้ เส้นจะถูกวาดด้วยการเคลื่อนที่ของเมาส์
	วงกลม/วงรี	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อวาดวงกลมหรือวงรีขนาดใดก็ได้ในหน้าจอปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 กลุ่มเครื่องมือการควบคุมพื้นฐาน (ต่อ)

สัญลักษณ์เครื่องมือ	ชื่อเครื่องมือ	รายละเอียดเครื่องมือ
	สี่เหลี่ยม	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อวาดรูปสี่เหลี่ยมขนาดใดก็ได้ในหน้าจอปัจจุบัน
	สี่เหลี่ยมโค้งมน	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อวาดรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมมนในหน้าจอปัจจุบัน
	รูปหลายเหลี่ยม	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อวาดรูปหลายเหลี่ยมในหน้าจอปัจจุบัน
	เส้นโค้ง	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อวาดเส้นโค้งใด ๆ ในหน้าจอปัจจุบัน
	ข้อความ	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างการป้อนข้อความบนหน้าจอ
	ตาราง	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อสร้างตารางในหน้าจอปัจจุบัน
	มาตราส่วน	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อปรับขนาดที่ต้องการ
	เปิดไลบรารี	ดำเนินการคำสั่งนี้เพื่อเปิดไลบรารีรูปภาพของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

บทดังกล่าวนี้กล่าวถึงการทดลองประสิทธิภาพของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล ประกอบไปด้วย การทดลองในส่วนของการทำงานของเซ็นเซอร์ การทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดอัตโนมัติ การทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดควบคุมด้วยตนเอง การทดลองปรับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์ การทดลองของระบบโดยรวม ประสิทธิภาพและความสม่ำเสมอของกระบวนการกลั่นในแต่ละครั้ง

4.1 การทดลองการทำงานส่วนของเซ็นเซอร์

เป็นการทดลองในส่วนการทำงานของเซ็นเซอร์ต่าง ๆ ของระบบควบคุมอัตโนมัติ สำหรับการทดสอบระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอลมีการทำงานที่ถูกต้องหรือมีความผิดพลาดหรือไม่ โดยมี การทดลองดังนี้

- 1) การทดลองวัดอุณหภูมิของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำ
- 2) การทดลองวัดอุณหภูมิของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิไอน้ำ
- 3) การทดลองวัดอุณหภูมิของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

การทดลองนี้เป็นการทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของระบบควบคุมโดยวัดเปรียบเทียบกับอุณหภูมิที่ได้จากเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟาเรด โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) เปิดการทำงานของระบบควบคุม
- 2) วัดอุณหภูมิโดยใช้เครื่องวัดอุณหภูมิอินฟาเรด และอ่านค่าจากเซ็นเซอร์ การหาร้อยละความผิดพลาด ดังสมการที่ 4.1

$$\text{ร้อยละความผิดพลาด} = \frac{|\text{อุณหภูมิจากเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟาเรด} - \text{อุณหภูมิจากเซ็นเซอร์}|}{\text{อุณหภูมิจากเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟาเรด}} \times 100 \quad (4.1)$$

การหาร้อยละความผิดพลาดเฉลี่ย ดังสมการที่ 4.2

$$\text{ร้อยละความผิดพลาดเฉลี่ย} = \frac{\text{ผลรวมร้อยละความผิดพลาด}}{\text{จำนวนครั้งที่ทดลองทั้งหมด}} \quad (4.2)$$

3) บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.1, 4.2 และ 4.3

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำ

ครั้งที่	อุณหภูมิจาก เครื่องวัดอุณหภูมิ อินฟาเรด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิจาก เซ็นเซอร์ (องศาเซลเซียส)	ร้อยละความ ผิดพลาด
1	30.9	31.5	1.90
2	50.1	50.7	1.18
3	69.8	70.2	0.57
4	84.9	85.7	0.93
5	96.1	96.8	0.72
ร้อยละความผิดพลาดโดยเฉลี่ย			1.06

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิไอน้ำ

ครั้งที่	อุณหภูมิจาก เครื่องวัดอุณหภูมิ อินฟาเรด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิจาก เซ็นเซอร์ (องศาเซลเซียส)	ร้อยละความ ผิดพลาด
1	32.2	33.2	3.01
2	55.7	56.6	1.59
3	71.4	72.5	1.51
4	88.1	89.1	1.12
5	97.4	98.0	0.61
ร้อยละความผิดพลาดโดยเฉลี่ย			1.57

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองวัดอุณหภูมิของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น

ครั้งที่	อุณหภูมิจาก เครื่องวัดอุณหภูมิ อินฟาเรด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิจาก เซ็นเซอร์ (องศาเซลเซียส)	ร้อยละความ ผิดพลาด
1	25.6	26.0	1.54
2	29.3	30.5	1.18
3	35.3	35.5	0.57
4	36.8	37.2	0.93
5	41.8	42.1	0.72
ร้อยละความผิดพลาดโดยเฉลี่ย			0.99

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองของตารางที่ 4.1 4.2 และ 4.3 พบว่าอุณหภูมิความผิดพลาดโดยเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 1.12, 1.57, 0.99 ตามลำดับมีความใกล้เคียงกับอุณหภูมิของเครื่องวัดอุณหภูมิจานาเรต ณ ขณะนั้น แสดงการเปรียบเทียบของอุณหภูมิดังรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 อุณหภูมิจากเครื่องวัดอุณหภูมิจานาเรตของ น้ำ ใอน้ำ และน้ำหล่อเย็นตามลำดับ



รูปที่ 4.2 อุณหภูมิจากเซ็นเซอร์ที่แสดงบนหน้าจอ

4.2 การทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดอัตโนมัติ

เป็นการทดลองการทำงานโดยใช้โหมดอัตโนมัติ โดยตั้งอุณหภูมิสูงสุดเอาไว้เพื่อจำกัดอุณหภูมิการต้มโดยมีเงื่อนไขถ้าอุณหภูมิน้ำถึงที่กำหนดระบบจะหยุดทำงาน และเมื่อ อุณหภูมิน้ำต่ำกว่าที่กำหนด 0.2 องศาเซลเซียสระบบจะกลับมาทำงานอีกครั้ง โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) เปิดการทำงานของระบบควบคุม
- 2) เปิดใช้งานโหมดอัตโนมัติโดยการตั้งค่าอุณหภูมิสูงสุด
 - 2.1) เมื่อน้ำถึงอุณหภูมิที่กำหนดระบบจะหยุดการทำงานทันที
 - 2.2) เมื่อน้ำต่ำกว่าอุณหภูมิที่กำหนด 0.2 องศาเซลเซียส ระบบจะทำงานอีกครั้ง
- 3) กดปุ่ม สตาร์ท เพื่อเริ่มการทำงาน
- 4) บันทึกผลการทดลองลงในตาราง

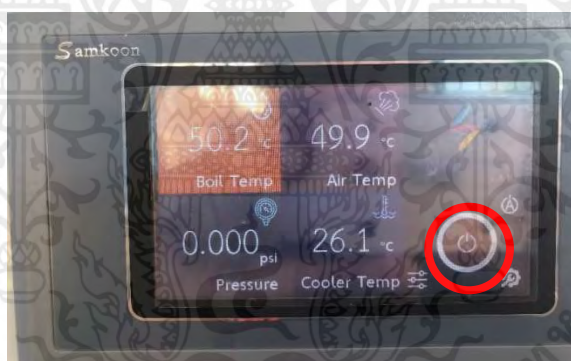
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดอัตโนมัติ

ครั้งที่	ตั้งอุณหภูมิสูงสุด (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่อ่าน (องศาเซลเซียส)	สถานะ	อ่านค่าอุณหภูมิที่เริ่มทำงานอีก (องศาเซลเซียส)	สถานะการทำงานของระบบ
1	50	50.2	หยุดทำงาน	49.7	✓
2	60	60.2	หยุดทำงาน	59.6	✓
3	70	70.4	หยุดทำงาน	69.7	✓
4	80	80.1	หยุดทำงาน	79.7	✓
5	90	90.2	หยุดทำงาน	89.7	✓

หมายเหตุ : (✓) หมายถึงการทำงานที่เป็นปกติ และ (x) หมายถึงการทำงานผิดปกติ

จากผลการทดลองของตารางที่ 4.4 ในการทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดอัตโนมัติ ระบบควบคุมสามารถทำงานภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดไว้ได้อย่างถูกต้อง สามารถใช้งานระบบควบคุมนี้ได้โดยไม่มีผลผิดพลาด



รูปที่ 4.3 เมื่ออุณหภูมิเกิน 50 องศาเซลเซียส ระบบจะหยุดทำงาน ไฟสถานะแจ้งเตือนเป็นสีแดง



รูปที่ 4.4 เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 48.8 องศาเซลเซียส ระบบจะกลับมาทำงาน ไฟสถานะแจ้งเตือนเป็นเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองควบคุมกาทำงานของระบบในโหมดควบคุมด้วยตนเอง

ทดลองการทำงานโดยใช้โหมดโหมดควบคุมด้วยตนเอง มีขั้นตอนดังนี้เปิดการทำงานระบบ

- 1) กดปุ่มเปิดการทำงาน
- 2) สังเกตการณ์ทำงานโดยอ่านค่ากระแสรวมของมิเตอร์ไฟฟ้า
- 3) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดควบคุมด้วยตนเอง

ครั้งที่	สถานะปุ่ม	สถานะไฟการทำงาน	สถานะการทำงานของเครื่อง	กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ (แอมป์)	สถานะการทำงานของระบบ
1	เปิด	สีเขียว	ทำงาน	27.4	✓
2	ปิด	สีแดง	หยุดทำงาน	0	✓
3	เปิด	สีเขียว	ทำงาน	27.4	✓
4	ปิด	สีแดง	หยุดทำงาน	0	✓

หมายเหตุ : (✓) หมายถึงการทำงานที่เป็นปกติ และ (x) หมายถึงการทำงานผิดปกติ

จากผลการทดลองของตารางที่ 4.5 พบว่าระบบควบคุมในโหมดควบคุมด้วยตนเองสามารถเปิด/ปิดการทำงานของหม้อต้มได้ และสามารถแสดงผลสถานะการทำงานได้อย่างถูกต้องไม่มีความผิดพลาด



รูปที่ 4.5 เมื่อเปิดการใช้งานเครื่อง กระแสของระบบควบคุมจะอยู่ที่ 27.5 แอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 เมื่อเปิดการใช้งานเครื่อง กระแสของระบบควบคุมจะอยู่ที่ 0 แอม

4.4 การทดลองปรับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์

ทดลองการทำงานโดยใช้เมนูปรับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์ โดยทดลองตั้งอุณหภูมิปรับเพื่อทดสอบการทำงานของเมนูปรับอุณหภูมิ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 1) เปิดการทำงานของระบบควบคุม
- 2) ตั้งค่าอุณหภูมิเพื่อทดสอบการปรับของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำ และ เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ
น้ำ โดยมีเงื่อนไขการทดลองนี้
 - 2.1) ตั้งปรับอุณหภูมิ ± 10 องศาเซลเซียส
 - 2.2) ตั้งปรับอุณหภูมิ ± 1 องศาเซลเซียส
 - 2.3) ตั้งปรับอุณหภูมิ ± 0.9 องศาเซลเซียส
- 3) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.6 และ 4.7

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองอุณหภูมิของเซ็นเซอร์ (อุณหภูมิของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำขณะทดลอง 32.5 องศาเซลเซียส)

ตั้งปรับอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่คำนวณ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่แสดง (องศาเซลเซียส)	การทำงานของระบบ
10	42.5	42.5	✓
1	31.5	31.5	✓
0.9	33.4	33.4	✓
-10	22.5	22.5	✓
-1	31.5	31.5	✓
-0.9	31.6	31.6	✓

หมายเหตุ : (✓) หมายถึงการทำงานที่เป็นปกติ และ (x) หมายถึงการทำงานผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองปรับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์ (อุณหภูมิของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิไอน้ำขณะทดลอง 32.5 องศาเซลเซียส)

ตั้งปรับอุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่คำนวณ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิที่แสดง (องศาเซลเซียส)	การทำงานของระบบ
10	42.5	42.5	✓
1	31.5	31.5	✓
0.9	33.4	33.4	✓
-10	22.5	22.5	✓
-1	31.5	31.5	✓
-0.9	31.6	31.6	✓

หมายเหตุ : (✓) หมายถึงการทำงานที่เป็นปกติ และ (x) หมายถึงการทำงานผิดปกติ

จากผลการทดลองของตารางที่ 4.6 และ 4.7 พบว่าระบบปรับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์ทั้งสองนี้สามารถใช้งานได้ทั้งจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ จำนวนทศนิยมหนึ่งตำแหน่งที่เป็นลบ และจำนวนทศนิยมหนึ่งตำแหน่งที่เป็นบวก ได้โดยไม่มีความผิดพลาด



รูปที่ 4.7 ภาพการแสดงผลการทำงานของ การทดลองปรับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การทดลองประสิทธิภาพและความสม่ำเสมอของกระบวนการกลั่นในแต่ละครั้ง

การทดสอบการทำงานแบบเต็มระบบโดยการสกัดไฮโดรซอลออกมาและเปรียบเทียบผลแปรรูปที่ออกมา สามารถออกมาในปริมาณที่ต้องการได้โดยมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 10 มีขั้นตอนการทดลองต่อไปนี้

- 1) นำใบมีนตี่มาชั่งน้ำหนักก่อนลงต้ม
- 2) คำนวณน้ำหนักไฮโดรซอลที่ได้

การคำนวณน้ำหนักไฮโดรซอลที่คาดว่าจะได้ ดังสมการ 4.3

$$\text{น้ำหนักไฮโดรซอลที่คาดว่าจะได้} = \frac{\text{น้ำหนักมีนตี่ที่ชั่ง}}{\text{น้ำหนักน้ำที่ใช้}} \quad (4.3)$$

- 3) นำใบมีนตี่ใส่ลงในตะแกรง
 - 4) ปิดฝาหม้อต้มสกัด
 - 5) กดปุ่มเริ่มการทำงาน
- การหาร้อยละความผิดพลาด ดังสมการที่ 4.4

$$\text{ร้อยละความผิดพลาด} = \frac{|\text{น้ำหนักไฮโดรซอลที่คาดว่าจะได้} - \text{น้ำหนักไฮโดรซอลที่ได้}|}{\text{น้ำหนักไฮโดรซอลที่คาดว่าจะได้}} \times 100 \quad (4.4)$$

- 6) บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองของระบบโดยรวม ประสิทธิภาพและความสม่ำเสมอของกระบวนการกลั่น

ครั้งที่	น้ำหนักมีนตี่ที่ (กก.)	น้ำหนักไฮโดรซอลที่คาดว่าจะได้ (กิโลกรัม)	น้ำหนักไฮโดรซอลที่ได้ (กิโลกรัม)	อุณหภูมิ น้ำ (องศาเซลเซียส)	อุณหภูมิ ใอน้ำ (องศาเซลเซียส)	เวลาที่ใช้ทั้งหมด (นาที)	ร้อยละความผิดพลาด	การทำงานของระบบ
1	2.33	6.32	6.329	97.1	96.2	50	9.58	✓
2	2.46	7.38	7.56	98.1	96.6	52	2.43	✓

หมายเหตุ : (✓) หมายถึงการทำงานที่เป็นปกติ และ (x) หมายถึงการทำงานผิดปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองของระบบโดยรวม ประสิทธิภาพและความสม่ำเสมอของกระบวนการ
กลับ (ต่อ)

ครั้งที่	น้ำหนัก มันต์ (กก.)	น้ำหนัก ไฮโดรซอลที่ คาดว่าจะได้ (กิโลกรัม)	น้ำหนัก ไฮโดรซอล ที่ได้ (กิโลกรัม)	อุณหภูมิ น้ำ (องศา เซลเซียส)	อุณหภูมิ ไอน้ำ (องศา เซลเซียส)	เวลาที่ใช้ ทั้งหมด (นาที)	ร้อยละ ความ ผิดพลาด	การ ทำงาน ของ ระบบ
3	2.43	4.86	4.926	96.4	95.6	51	1.35	✓
4	2.13	3.19	3.116	96.5	95.5	26	2.32	✓
5	2.28	4.56	4.221	97.8	96.4	30	7.43	✓

หมายเหตุ : (✓) หมายถึงการทำงานที่เป็นปกติ และ (x) หมายถึงการทำงานผิดปกติ

จากผลการทดลองของตารางที่ 4.7 สรุปผลได้ว่าระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอลสามารถทำงานได้ตรงตามเงื่อนไขของผู้ใช้งานที่ต้องการ และมีประสิทธิภาพการทำงานตรงตามเงื่อนไขคือ มีประสิทธิภาพการทำงานโดยมีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 10 และเวลาน้ำหยดแรกออกจากท่อผลปรากฏว่าเวลาของแต่ละครั้งมีความใกล้เคียงกัน

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล สามารถสรุปผลการทดลอง ปัญหา และอุปสรรค และข้อเสนอแนะได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

ระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอลที่ออกแบบสามารถทำงานได้ตรงวัตถุประสงค์ การเลือกใช้ อุปกรณ์อย่างเหมาะสมและความแม่นยำส่งผลให้ระบบควบคุมทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพจากการทดลองผลปรากฏว่า หน้าจอ เซนเซอร์ มอนิเตอร์ สามารถรับค่า อินพุตจากเซ็นเซอร์ทั้ง 3 ตัวได้ สามารถประมวลผล แสดงผล และสามารถส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อควบคุมรีเลย์ได้ อีกทั้งโปรแกรมในระบบควบคุมสามารถทำงานได้โดยไม่เกิดความผิดพลาด จึงทำให้ระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล สามารถทำงานได้ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน

5.1.1 สรุปผลการทดลองการทำงานส่วนของเซ็นเซอร์

จากการทดลองการทำงานของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของเซ็นเซอร์เมื่อเทียบกับอุณหภูมิจากเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด โดยเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิของน้ำ ใช้น้ำ และน้ำหล่อเย็น มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยร้อยละ 1.06, 1.57 และ 1.60 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด เนื่องด้วยอุณหภูมิจากเครื่องวัดอุณหภูมิอินฟราเรด มีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ร้อยละ ± 2 และจุดวัดอุณหภูมิที่อาจมีความคลาดเคลื่อนกันในส่วนหน้าจอสามารถแสดงค่าอุณหภูมิได้อย่างถูกต้องสามารถนำค่าอุณหภูมิไปใช้อ้างอิงในการตั้งค่าอุณหภูมิได้

5.1.2 สรุปผลการทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดอัตโนมัติ

จากการทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดอัตโนมัติ โดยตั้งจำกัดอุณหภูมิสูงสุดต้มเรียงอุณหภูมิที่ 50, 60, 70 และ 80 องศาเซลเซียส ตามลำดับผลสรุปได้ว่าระบบควบคุมสามารถทำตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้คือ เมื่ออุณหภูมิถึงจุดที่กำหนดระบบหยุดการทำงานทันที และเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าอุณหภูมิที่กำหนด 0.2 องศาเซลเซียส ระบบกลับมาทำงานอีกครั้ง จึงสรุปได้ว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องโดยไม่มีผิดพลาด แต่ในการทดลองในบางครั้ง อุณหภูมิที่แสดงสูงหรือต่ำกว่าที่กำหนดนั้นเกิดจากการอ่านค่าอุณหภูมิที่ช้าหรืออุณหภูมิเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างรวดเร็ว

5.1.3 สรุปผลการทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดควบคุมด้วยตนเอง

จากการทดลองควบคุมการทำงานของระบบในโหมดควบคุมด้วยตนเอง โดยการตรวจสอบไฟสถานะการทำงาน และสังเกตการณ์ทำงานของหม้อต้มสกัดโดยวัดกระแสไฟฟ้าซึ่งในขณะกดเปิดการทำงานไฟสถานะการทำงานเป็นสีเขียว กระแสไฟฟ้าที่วัดได้จะอยู่ที่ประมาณ 27.4 แอมแปร์ และ ขณะกดปิดการทำงานไฟสถานะการทำงานเป็นสีแดง กระแสไฟฟ้าที่วัดได้จะอยู่ที่ประมาณ 0 แอมแปร์ จึงสรุปได้ว่า ระบบการทำงานในโหมดควบคุมด้วยตนเองสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องโดยไม่มีผิดพลาด

5.1.4 สรุปผลการทดลองปรับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์

จากการทดลองปรับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์ โดยการวัดอุณหภูมิอากาศภายในหม้อทั้ง ส่วนของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ น้ำ และ ส่วนของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ ใช้น้ำ โดยปรับอุณหภูมิ ± 10 , ± 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ ± 0.9 องศาเซลเซียส ซึ่งผลจากการคำนวณโดยใช้อุณหภูมิอากาศในหม้อต้มมาอ้างอิงนั้นมีค่าตรงกับอุณหภูมิในส่วนของเซ็นเซอร์ จึงสรุปได้ว่า ระบบการปรับอุณหภูมิของเซ็นเซอร์สามารถทำงานได้ถูกต้องโดยไม่มีข้อผิดพลาด

5.1.5 สรุปผลการทดลองของระบบโดยรวม ประสิทธิภาพและความสม่ำเสมอของกระบวนการกลั่นในแต่ละครั้ง

จากการทดลองของระบบโดยรวม ประสิทธิภาพและความสม่ำเสมอของกระบวนการกลั่นในแต่ละครั้ง โดยผู้ใช้งานจริงได้นำไปทดลองและบันทึกผลการทดลองตามหัวข้อที่กำหนดไว้ให้ โดยบันทึกค่าต่าง ๆ ลงในตารางที่ 4.7 จึงสรุปได้ว่าระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอลสามารถทำงานได้ มีประสิทธิภาพในการทำงานตามที่ผู้ใช้งานจริง และ ผู้จัดทำคาดหวังไว้ คือ มีความสม่ำเสมอของการทำงาน และ ผลิตรสชาติที่ได้ออกมามีค่าความคลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 10 และเวลาน้ำหยดแรกออกมามีความใกล้เคียงกัน แต่เนื่องจากการ คำนวณผลิตรสชาติที่คาดว่าจะได้ต้องใช้ปัจจัยต่าง ๆ ในการคำนวณเช่น ชนิดสายพันธุ์พืชที่จะสกัด อายุของพืชที่สกัด ซึ่งสูตรคำนวณนั้นเป็นลิขสิทธิ์ของบริษัทซึ่งบริษัทขอสงวนไว้ผู้จัดทำไม่สามารถเผยแพร่ในรายงานได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ระบบควบคุมสามารถออกแบบให้ แปรรูปผลิตรสชาติอื่น ๆ ที่ต้องใช้ระบบการกลั่นได้
- 2) รูปแบบการติดตั้งระบบควบคุมควรมีทั้งแบบติดตั้งถาวร และ แบบเคลื่อนที่ได้
- 3) ระบบควบคุมควรแสดงค่าอุณหภูมิผ่านระบบออนไลน์ได้

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

- 1) เนื่องจากหม้อต้มใช้กระแสไฟเยอะมากจึงทำให้ เทอมินอล ละลาย และ สายไฟมีความร้อนสะสม
- 2) ระบบควบคุมโดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง ที่วางแผนไว้ตอนแรก มีข้อจำกัดบางประการจึงไม่สามารถใช้งานได้
- 3) การติดต่อสื่อสารระหว่างจอ เซลล์เอมไอ มอนิเตอร์ และ อีเอสพี 32 มีการขาดการสื่อสารกันในบางครั้ง

5.4 วิธีแก้ปัญหา

- 1) ต่อไฟเข้าระบบโดยตรงไม่ผ่าน เทอมินอล และ เพิ่มขนาดสายไฟให้ใหญ่ขึ้น
- 2) เปลี่ยนไปใช้ระบบไฟฟ้ากระแสสลับแทน
- 3) จัดลำดับโค้ด และ เพิ่ม บัส ในการสื่อสารระหว่าง เซลล์เอมไอ มอนิเตอร์ และ อีเอสพี 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] รองศาสตราจารย์ประเสริฐ ศรีไพโรจน์, **เทคนิคทางเคมี**, พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ประกายพริก, 2539
- [2] “ไฮโดรโซล (Hydrosol) คืออะไร” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/3IWqnDo>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 3 มิถุนายน 2566.
- [3] “RS485” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/43I0qPK>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 29 พฤษภาคม 2565.
- [4] “ความดันอากาศกับจุดเดือดน้ำ” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/45L0obB>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 29 พฤษภาคม 2565.
- [5] “ESP32” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/3NaKOyZ>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 29 พฤษภาคม 2565.
- [6] “DS18B20” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/45M4e4A>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 29 พฤษภาคม 2565.
- [7] สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ, **เทคโนโลยี(การออกแบบและเทคโนโลยี) มัธยมศึกษาปีที่ ๔**, พิมพ์ครั้งที่ 1, กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือ แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2561
- [8] “PT100 Thermocouple RS485 -20 - 400 องศาเซลเซียส” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/3OQdmPL>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 29 พฤษภาคม 2565.
- [9] “Pressure sensor คืออะไร เามาใช้งานอะไรได้บ้าง?” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/3NcCJcQ>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 29 พฤษภาคม 2565.
- [10] “จอสั่งการระบบสัมผัส (Touch Screen Operation Panel HMI)” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/3oEir2P>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 29 พฤษภาคม 2565.
- [11] “DC to DC Converter: Step-Down” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/3IVFZa3>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 29 พฤษภาคม 2565.
- [12] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด, **คู่มือเซอร์กิต เบรกเกอร์**, กรุงเทพฯ: บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด, 2561
- [13] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด, **คู่มือไฟแสดงสถานะ**, กรุงเทพฯ: บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด, 2561
- [14] บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด, **คู่มือรีเลย์ และ เจอเนอร์ล รีเลย์**, กรุงเทพฯ: บริษัท แฟ็คโตมาร์ท จำกัด, 2561
- [15] “ฮีตเตอร์ต้มน้ำ/ฮีตเตอร์อุ่น/ฮีตเตอร์แบบจุ่ม” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/3CbcM7u>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 29 พฤษภาคม 2565.
- [16] “ประเภทต่างๆ ของ Electrical Connector” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/3oKF71f>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 29 พฤษภาคม 2565.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [17] “MAX485 TTL to RS485 Converter Module” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/3oEFJpg>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 29 พฤษภาคม 2565.
- [18] “สวิตช์หยุดฉุกเฉิน” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/4310wXC>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 29 พฤษภาคม 2565.
- [19] “Switching Power Supply คืออะไร และมีหลักการทำงานอย่างไร?” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: <https://bit.ly/3OTJBx7>, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 29 พฤษภาคม 2565.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คู่มือการใช้งาน ระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล



จัดทำโดย

นายวรมธ จันทรเดช

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งานส่วนการติดตั้งระบบ

การใช้งานเบื้องต้นของระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล มีวิธีการดังนี้

- 1) ทำการต่อปลั๊กส่วนของไฟเลี้ยงระบบควบคุมเข้ากับตัวกล่องควบคุม ดังรูปที่ ก.1



รูปที่ ก.1 ต่อปลั๊กส่วนของไฟเลี้ยงระบบควบคุมเข้ากับกล่องควบคุม

- 2) ทำการต่อปลั๊กส่วนของไฟเลี้ยงหม้อสกัด เข้ากับตัวกล่องควบคุม ดังรูปที่ ก.2



รูปที่ ก.2 ต่อปลั๊กส่วนของไฟเลี้ยงหม้อสกัดเข้ากับกล่องควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เปิดสวิตช์เบรกเกอร์ ในส่วนของ หม้อต้มสีกัด และระบบควบคุม ดังรูปที่ ก.3



รูปที่ ก.3 สวิตช์เบรกเกอร์ที่จะต้องเปิด

4) รอระบบควบคุมบูทหน้าเมนูขึ้นมาจึงจะใช้งานได้ดังรูปที่ ก.4

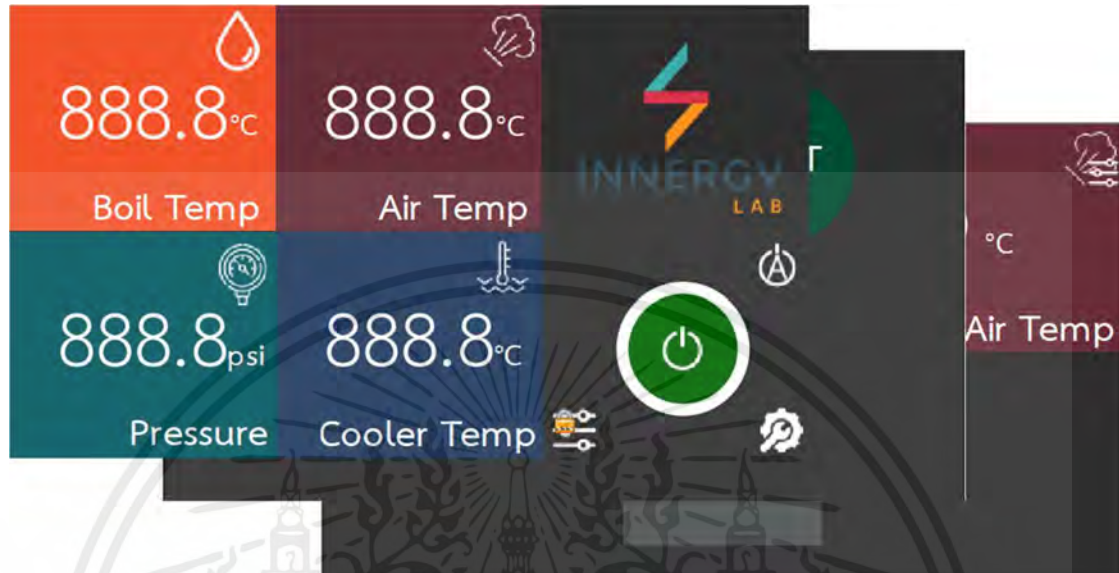


รูปที่ ก.4 หน้าควบคุมระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

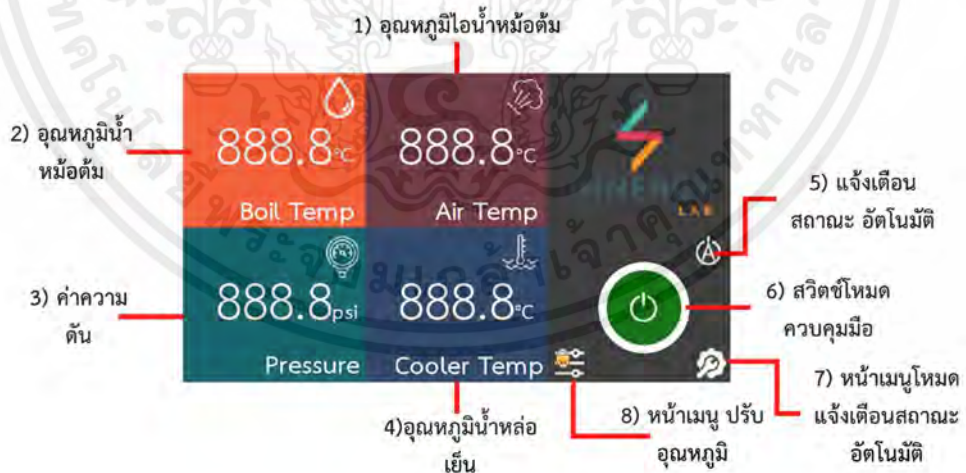
คู่มือการใช้งานส่วนโปรแกรมควบคุม

การใช้งานเบื้องต้นของโปรแกรมระบบควบคุมหม้อสกัดไฮโดรซอล ได้แก่ หน้าหลัก หน้าเมนู Auto หน้าเมนู Calibrate อุณหภูมิ แสดงดังรูป ก.5



รูปที่ ก.5 หน้าต่าง ๆ ของโปรแกรมควบคุม

1. ส่วนระบบควบคุม (หน้าหลัก)



รูปที่ ก.6 ส่วนระบบควบคุม (หน้าหลัก)

ส่วนหน้าหลักแสดงดังรูปที่ ก.6 ประกอบด้วย

- 1) อุณหภูมิไอน้ำหม้อต้ม : บอกค่าอุณหภูมิไอน้ำภายในหม้อต้ม
- 2) อุณหภูมิน้ำหม้อต้ม : บอกค่าอุณหภูมิน้ำภายในหม้อต้ม

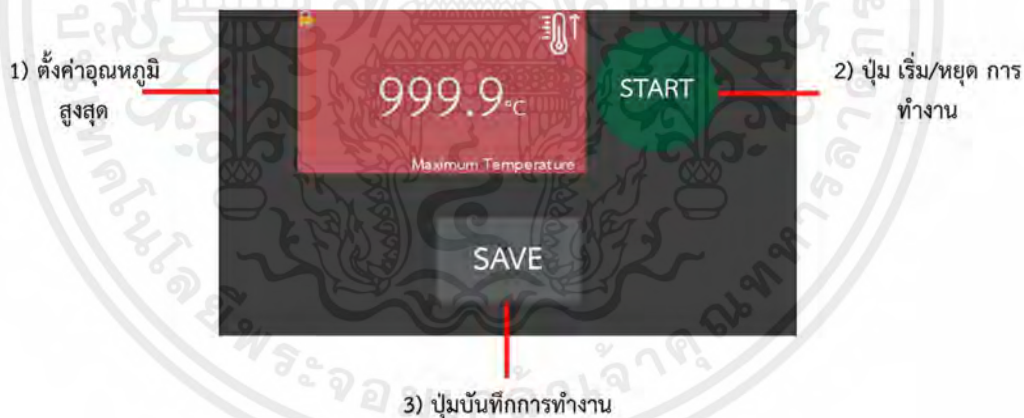
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3) ค่าความดัน : บอกค่าความดันในหม้อต้ม
- 4) อุณหภูมิน้ำหล่อเย็น : บอกค่าอุณหภูมิน้ำหล่อเย็น
- 5) แจ้งเตือนสถานะ Auto : แสดงเมื่ออยู่ในโหมดการทำงาน Auto
- 6) สวิตช์โหมด Manual : กดเพื่อเปิด/ปิด การทำงานของหม้อต้มสก็ด
- 7) หน้าเมนูโหมด Auto : เข้าหน้าเมนูโหมด Auto
- 8) หน้าเมนู Calibrate อุณหภูมิ : เข้าสู่หน้าเมนู Calibrate อุณหภูมิ

คู่มือการใช้ หน้าหลัก

- 1) เมื่อผู้ใช้งานต้องการใช้งานโหมด Manual ให้ผู้ใช้งานกดสวิตช์ที่ 6 เพื่อใช้งานเปิด/ปิด หม้อต้มสก็ดได้ทันที
- 2) หากต้องการใช้งานในโหมด Auto ให้ผู้ใช้งานกดสวิตช์ที่ 7 รายละเอียดการใช้งานอยู่หน้าที่ 62 และหากโหมด Auto กำลังทำงาน หน้าจอหลักจะมีสถานะแจ้งเตือนตรงตำแหน่งที่ 5
- 3) หากต้องการ ใช้งานหน้าเมนู Calibrate อุณหภูมิ ให้กดปุ่มที่ 8 รายละเอียดการใช้งานอยู่หน้าที่ 63

2. ส่วนระบบควบคุม (หน้าเมนู Auto)



รูปที่ ก.7 ส่วนระบบควบคุม (หน้าเมนู Auto)

ส่วนหน้าเมนู Auto แสดงดังรูปที่ ก.7 ประกอบด้วย

- 1) ตั้งค่าอุณหภูมิสูงสุด: ไว้กำหนดค่าอุณหภูมิสูงสุด
- 2) ปุ่ม เริ่ม/หยุด การทำงาน: กดเพื่อ เริ่ม หรือ หยุดการทำงานในโหมด Auto
- 3) ปุ่มบันทึกการทำงาน: กดเพื่อบันทึกการทำงานและกลับสู่หน้าแรก

คู่มือการใช้งานใน หน้าเมนู Auto

- 1) ตั้งค่าอุณหภูมิสูงสุดที่ต้องการต้ม
- 2) กดปุ่ม Start เพื่อทำการเริ่มการทำงานโดยมีเงื่อนไขดังนี้

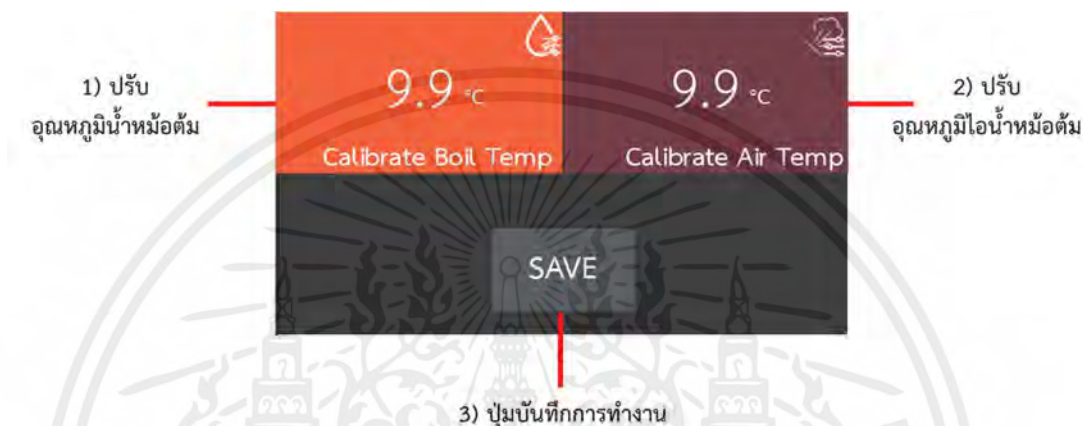
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2.1) เมื่ออุณหภูมิถึงที่กำหนด หม้อสก็ดจะหยุดการทำงาน
- 2.2) หม้อสก็ดจะกลับมาทำงานอีกครั้งเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ 0.2

องศาเซลเซียส

- 3) กดปุ่ม Save เพื่อบันทึกและกลับหน้าแรก

3. ส่วนระบบควบคุม (หน้าเมนู Calibrate อุณหภูมิ)



รูปที่ ก.8 ส่วนระบบควบคุม (หน้าเมนู Calibrate อุณหภูมิ)

ส่วนหน้าเมนู Calibrate อุณหภูมิแสดงดังรูปที่ ก.8 ประกอบด้วย

- 1) Calibrate อุณหภูมิน้ำหม้อต้ม: ไว้ปรับอุณหภูมิน้ำหม้อต้ม
- 2) Calibrate อุณหภูมิไอน้ำหม้อต้ม: ไว้ปรับอุณหภูมิไอน้ำหม้อต้ม
- 3) ปุ่มบันทึกการทำงาน: กดเพื่อบันทึกการทำงานและกลับสู่หน้าแรก

คู่มือการใช้งานใน หน้าเมนู Calibrate อุณหภูมิ

- 1) ผู้ใช้งานสามารถ Calibrate อุณหภูมิน้ำหม้อต้มได้โดยการกดปุ่มที่ 1 และใส่ค่าที่ต้องการ Calibrate ค่าปรับได้จะอยู่ที่ -99.9 – 99.9
- 2) ผู้ใช้งานสามารถ Calibrate อุณหภูมิไอน้ำหม้อต้มได้โดยการกดปุ่มที่ 2 และใส่ค่าที่ต้องการ Calibrate ค่าปรับได้จะอยู่ที่ -99.9 – 99.9
- 4) กดปุ่ม Save เพื่อบันทึกและกลับหน้าแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข
คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (Datasheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MODBUS pressure transmitter communication protocol

One. General information:

This protocol complies with the MODBUS communication protocol and adopts the subset RTU method in the MODBUS protocol. RS485 semi-duplex works.

Second. Serial Data Format:

Serial port setting: no check, 8 bit data, 1 bit stop bit.

Example: 9600, N,8,1 meaning: 9600bps, no check, 8 bit data bit, 1 bit stop.

The serial port baud rate supported by this transmitter is:

1200,2400,4800,9600,19200,38400,57600,115200

Polynomial for CRC verification: 0xA001.

The data in the process of data communication is all processed by two-byte signed plastic data. If the data identifies the floating points, the writing needs to read the decimal point to determine the size of the data.

Third. Communication format:

1. read command format (03 function code) for example

A. Send Read command format:

Address	Function code	Data Start (H)	Data Start (L)	Number of Data (H)	Number of Data (L)	CRC16 (L)	CRC16 (H)
0X01	0X03	0X00	0X00	0X00	0X01	0X84	0X0A

B. returns to the read data format: for example

Address	Function code	Data length	Data (H)	Data (L)	CRC16 (L)	CRC16 (H)
0X01	0X03	0X02	0X00	0X01	0X79	0X84

2. write command format (06 function code) for example

Address	Function code	Data Start (H)	Data Start (L)	Data (H)	Data (L)	CRC16 (L)	CRC16 (H)
0X01	0X06	0X00	0X00	0X00	0X02	0X08	0X0B

B. returns to the read data format: for example

Address	Function code	Data Start (H)	Data Start (L)	Data (H)	Data (L)	CRC16 (L)	CRC16 (H)
0X01	0X06	0X00	0X00	0X00	0X02	0X08	0X0B

MINIATURE
SOLUTION

บริษัท มินิเอเจอร์ โซลูชัน จำกัด



089-141-3955

@m.solution

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	code					(L)	(H)
0X01	0X06.	0X00.	0X00.	0X00.	0X02.	0X08.	0X0B.

The 3. exception response was returned

Address	Function code	Exception code	CRC16	CRC16
			(L)	(H)
0X01	0X80 + function code	0x01(Invalid directive) 0x02(invalid address)		

Fourth. Supported commands and commands and data implications:

The list of MODBUS-RTU protocol commands is as follows:

Function code	Data start address	Number of data	Data bytes	Data range	Command meaning
The 0x03 function code reads the data					
0x03.	0x0000	1	2	1-255	Read the slave machine address
0x03.	0x0001	1	2	0-1200 1-2400 2-4800 3-9600 4-19200 5-38400 6-57600 7-115200	Baud rate reading
0x03.	0x0002	1	2	0- Unit is not displayed 1- CM. 2- MM. 3- MPa.	Pressure unit

**MINIATURE
SOLUTION**

บริษัท มินิเจอร์ โซลูชัน จำกัด



089-141-3955

@m.solution

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

				4- Pa. 5- KPa. 6- MA.	
0x03.	0x0003	1	2	0-#### 1-###.# 2-##.## 3-#.###	decimal places represent 0-3 decimal points respectively
0x03.	0x0004	1	2	-32768-32767	Measure the output value
0x03.	0x0005	1	2	-32768-32767	Transmitter range zero
0x03.	0x0006	1	2	-32768-32767	Transmitter range is full point
0x06 function code to write the data					
0x06.	0x0000		2	1-255	Overwrite the slave address
0x06.	0x0001		2	0-1200 1-2400 2-4800 3-9600 4-19200 5-38400 6-57600 7-115200	Modify the aud rate

Description:

1. Changing the baud rate, the transmitter replies to the modified data at the baud rate sent by the host, and the transmitter baud rate becomes the modified target value.
2. When modifying the address, the data also responds to the previous modification address, and the transmitter address is automatically modified after the reply.
3. User allowed only 2 data, address, address, baud rate,



**MINIATURE
SOLUTION**

บริษัท มิโนเจอร์ โซลูชันส์ จำกัด



089-141-3955

@m.solution

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ENGLISH

Datasheet

Platinum Resistance Pt100 3 wire class B Resistance Thermometer with KNE Head and Fitted Transmitter



- Pt100 probe with KNE terminal head fitted with a transmitter
- Class B, 3 wire connection
- Available in a probe length of 150mm
- 6.0mm diameter in 316 stainless steel
- IP67 aluminium alloy weatherproof connection head
- Sensor temperature rating -50°C to +450°C
- Conforms to IEC 751

What is the difference between a RTD and PRT sensor?
 Nothing. RTD means resistance thermometer detector (the sensing element) and PRT means Platinum resistance thermometer (the whole assembly) i.e. a PRT uses a RTD.

Specifications

Sensor type: Pt100 (100 Ohms @ 0°C) to IEC 751, Class B, 3 wire
 Construction: 6.0mm diameter stem in 316 stainless steel
 Termination: IP67 KNE connection head with transmitter
 Probe temperature range: -50°C to +450°C (connection head @ 170°C)

Probe DiaØ	Probe length	Transmitter Range	RS order code
6.0mm	150mm	-50°C to +150°C	872-2708
6.0mm	150mm	0°C to 100°C	872-2701
6.0mm	150mm	0°C to 200°C	872-2705
6.0mm	150mm	0°C to 400°C	872-2714

RS195/0320

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRELIMINARY



DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire[®] Digital Thermometer

www.dalsemi.com

FEATURES

- Unique 1-Wire interface requires only one port pin for communication
- Multidrop capability simplifies distributed temperature sensing applications
- Requires no external components
- Can be powered from data line. Power supply range is 3.0V to 5.5V
- Zero standby power required
- Measures temperatures from -55°C to +125°C. Fahrenheit equivalent is -67°F to +257°F
- $\pm 0.5^\circ\text{C}$ accuracy from -10°C to +85°C
- Thermometer resolution is programmable from 9 to 12 bits
- Converts 12-bit temperature to digital word in 750 ms (max.)
- User-definable, nonvolatile temperature alarm settings
- Alarm search command identifies and addresses devices whose temperature is outside of programmed limits (temperature alarm condition)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system

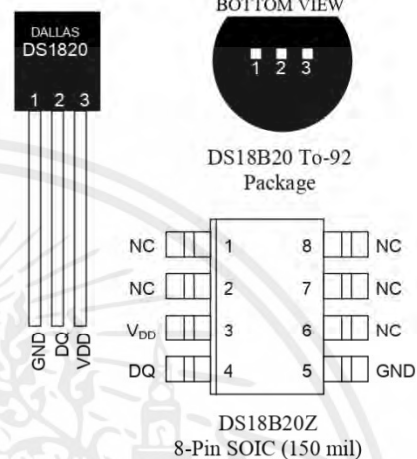
DESCRIPTION

The DS18B20 Digital Thermometer provides 9 to 12-bit (configurable) temperature readings which indicate the temperature of the device.

Information is sent to/from the DS18B20 over a 1-Wire interface, so that only one wire (and ground) needs to be connected from a central microprocessor to a DS18B20. Power for reading, writing, and performing temperature conversions can be derived from the data line itself with no need for an external power source.

Because each DS18B20 contains a unique silicon serial number, multiple DS18B20s can exist on the same 1-Wire bus. This allows for placing temperature sensors in many different places. Applications where this feature is useful include HVAC environmental controls, sensing temperatures inside buildings, equipment or machinery, and process monitoring and control.

PIN ASSIGNMENT



PIN DESCRIPTION

- GND - Ground
DQ - Data In/Out
V_{DD} - Power Supply Voltage
NC - No Connect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DETAILED PIN DESCRIPTION Table 1

PIN 8PIN SOIC	PIN TO92	SYMBOL	DESCRIPTION
5	1	GND	Ground.
4	2	DQ	Data Input/Output pin. For 1-Wire operation: Open drain. (See "Parasite Power" section.)
3	3	V _{DD}	Optional V_{DD} pin. See "Parasite Power" section for details of connection. V _{DD} must be grounded for operation in parasite power mode.

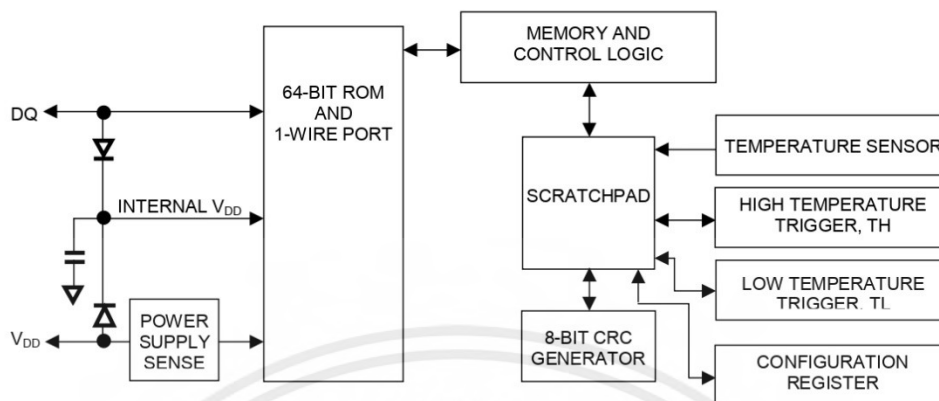
DS18B20Z (8-pin SOIC): All pins not specified in this table are not to be connected.

OVERVIEW

The block diagram of Figure 1 shows the major components of the DS18B20. The DS18B20 has four main data components: 1) 64-bit lasered ROM, 2) temperature sensor, 3) nonvolatile temperature alarm triggers TH and TL, and 4) a configuration register. The device derives its power from the 1-Wire communication line by storing energy on an internal capacitor during periods of time when the signal line is high and continues to operate off this power source during the low times of the 1-Wire line until it returns high to replenish the parasite (capacitor) supply. As an alternative, the DS18B20 may also be powered from an external 3 volt - 5.5 volt supply.

Communication to the DS18B20 is via a 1-Wire port. With the 1-Wire port, the memory and control functions will not be available before the ROM function protocol has been established. The master must first provide one of five ROM function commands: 1) Read ROM, 2) Match ROM, 3) Search ROM, 4) Skip ROM, or 5) Alarm Search. These commands operate on the 64-bit lasered ROM portion of each device and can single out a specific device if many are present on the 1-Wire line as well as indicate to the bus master how many and what types of devices are present. After a ROM function sequence has been successfully executed, the memory and control functions are accessible and the master may then provide any one of the six memory and control function commands.

One control function command instructs the DS18B20 to perform a temperature measurement. The result of this measurement will be placed in the DS18B20's scratch-pad memory, and may be read by issuing a memory function command which reads the contents of the scratchpad memory. The temperature alarm triggers TH and TL consist of 1 byte EEPROM each. If the alarm search command is not applied to the DS18B20, these registers may be used as general purpose user memory. The scratchpad also contains a configuration byte to set the desired resolution of the temperature to digital conversion. Writing TH, TL, and the configuration byte is done using a memory function command. Read access to these registers is through the scratchpad. All data is read and written least significant bit first.

DS18B20 BLOCK DIAGRAM Figure 1

PARASITE POWER

The block diagram (Figure 1) shows the parasite-powered circuitry. This circuitry “steals” power whenever the DQ or V_{DD} pins are high. DQ will provide sufficient power as long as the specified timing and voltage requirements are met (see the section titled “1-Wire Bus System”). The advantages of parasite power are twofold: 1) by parasiting off this pin, no local power source is needed for remote sensing of temperature, and 2) the ROM may be read in absence of normal power.

In order for the DS18B20 to be able to perform accurate temperature conversions, sufficient power must be provided over the DQ line when a temperature conversion is taking place. Since the operating current of the DS18B20 is up to 1.5 mA, the DQ line will not have sufficient drive due to the 5k pullup resistor. This problem is particularly acute if several DS18B20s are on the same DQ and attempting to convert simultaneously.

There are two ways to assure that the DS18B20 has sufficient supply current during its active conversion cycle. The first is to provide a strong pullup on the DQ line whenever temperature conversions or copies to the E² memory are taking place. This may be accomplished by using a MOSFET to pull the DQ line directly to the power supply as shown in Figure 2. The DQ line must be switched over to the strong pull-up within 10 μs maximum after issuing any protocol that involves copying to the E² memory or initiates temperature conversions. When using the parasite power mode, the V_{DD} pin must be tied to ground.

Another method of supplying current to the DS18B20 is through the use of an external power supply tied to the V_{DD} pin, as shown in Figure 3. The advantage to this is that the strong pullup is not required on the DQ line, and the bus master need not be tied up holding that line high during temperature conversions. This allows other data traffic on the 1-Wire bus during the conversion time. In addition, any number of DS18B20s may be placed on the 1-Wire bus, and if they all use external power, they may all simultaneously perform temperature conversions by issuing the Skip ROM command and then issuing the Convert T command. Note that as long as the external power supply is active, the GND pin may not be floating.

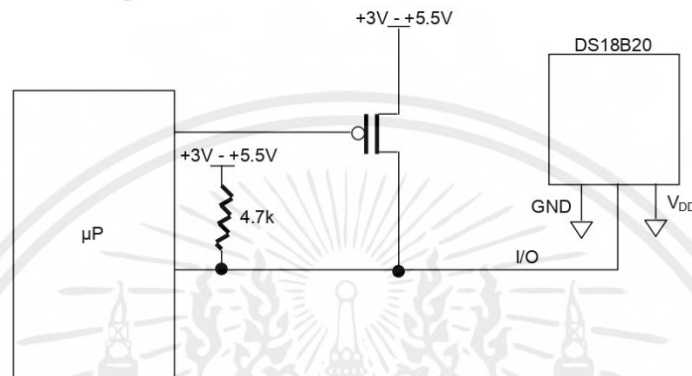
The use of parasite power is not recommended above 100°C, since it may not be able to sustain communications given the higher leakage currents the DS18B20 exhibits at these temperatures. For applications in which such temperatures are likely, it is strongly recommended that V_{DD} be applied to the DS18B20.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

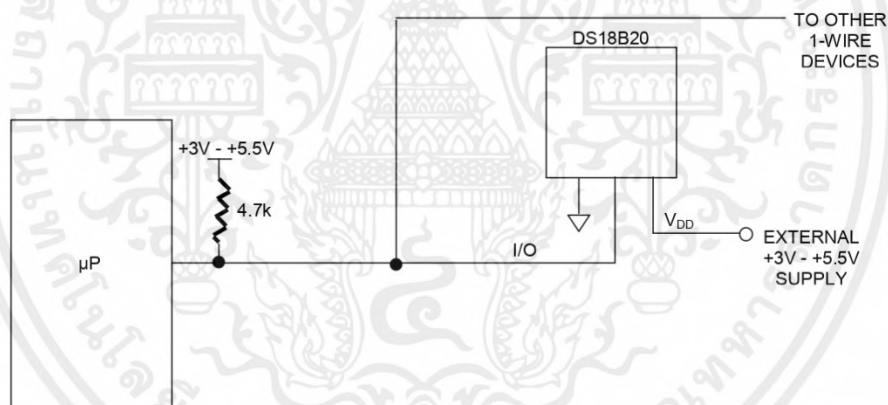
DS18B20

For situations where the bus master does not know whether the DS18B20s on the bus are parasite powered or supplied with external V_{DD} , a provision is made in the DS18B20 to signal the power supply scheme used. The bus master can determine if any DS18B20s are on the bus which require the strong pullup by sending a Skip ROM protocol, then issuing the read power supply command. After this command is issued, the master then issues read time slots. The DS18B20 will send back “0” on the 1-Wire bus if it is parasite powered; it will send back a “1” if it is powered from the V_{DD} pin. If the master receives a “0,” it knows that it must supply the strong pullup on the DQ line during temperature conversions. See “Memory Command Functions” section for more detail on this command protocol.

STRONG PULLUP FOR SUPPLYING DS18B20 DURING TEMPERATURE CONVERSION Figure 2



USING V_{DD} TO SUPPLY TEMPERATURE CONVERSION CURRENT Figure 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPERATION - MEASURING TEMPERATURE

The core functionality of the DS18B20 is its direct-to-digital temperature sensor. The resolution of the DS18B20 is configurable (9, 10, 11, or 12 bits), with 12-bit readings the factory default state. This equates to a temperature resolution of 0.5°C, 0.25°C, 0.125°C, or 0.0625°C. Following the issuance of the Convert T [44h] command, a temperature conversion is performed and the thermal data is stored in the scratchpad memory in a 16-bit, sign-extended two's complement format. The temperature information can be retrieved over the 1-Wire interface by issuing a Read Scratchpad [BEh] command once the conversion has been performed. The data is transferred over the 1-Wire bus, LSB first. The MSB of the temperature register contains the "sign" (S) bit, denoting whether the temperature is positive or negative.

Table 2 describes the exact relationship of output data to measured temperature. The table assumes 12-bit resolution. If the DS18B20 is configured for a lower resolution, insignificant bits will contain zeros. For Fahrenheit usage, a lookup table or conversion routine must be used.

Temperature/Data Relationships Table 2

2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³	2 ⁻⁴	LSB
MSb			(unit = °C)				LSb	
S	S	S	S	S	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	MSB

TEMPERATURE	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85°C	0000 0101 0101 0000	0550h*
+25.0625°C	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125°C	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5°C	0000 0000 0000 1000	0008h
0°C	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5°C	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125°C	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625°C	1111 1110 0110 1111	FF6Fh
-55°C	1111 1100 1001 0000	FC90h

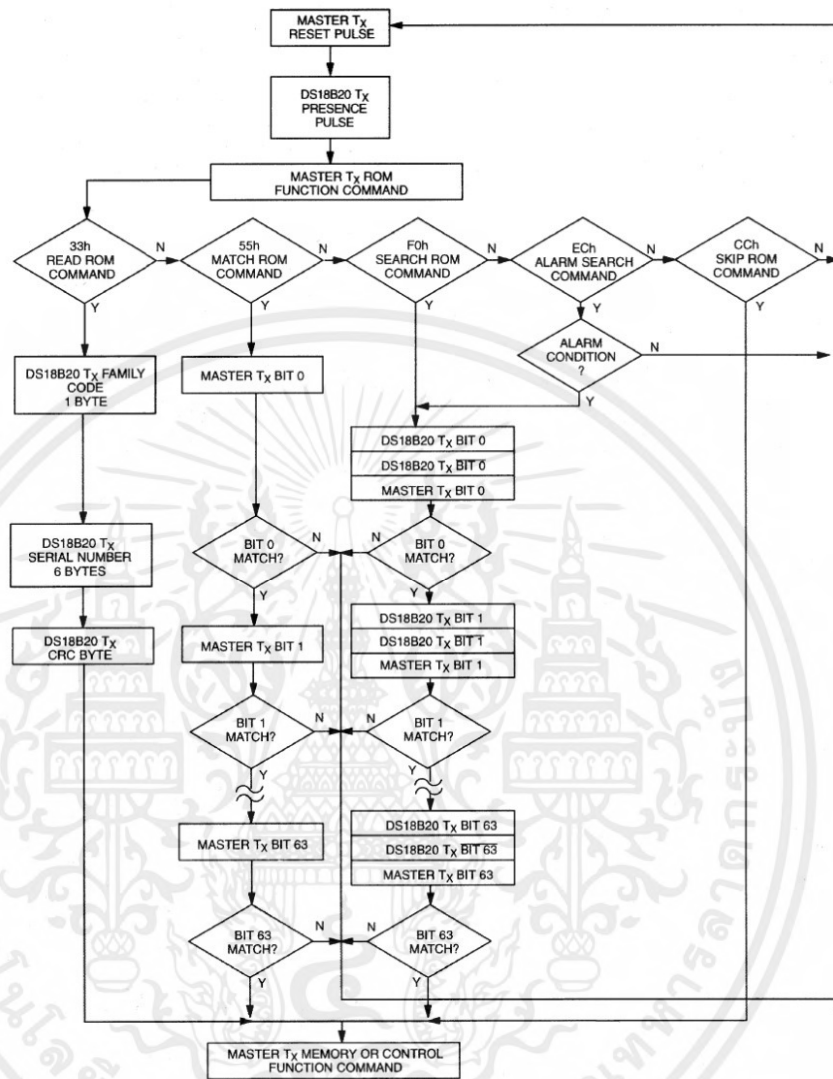
*The power on reset register value is +85°C.

OPERATION - ALARM SIGNALING

After the DS18B20 has performed a temperature conversion, the temperature value is compared to the trigger values stored in TH and TL. Since these registers are 8-bit only, bits 9-12 are ignored for comparison. The most significant bit of TH or TL directly corresponds to the sign bit of the 16-bit temperature register. If the result of a temperature measurement is higher than TH or lower than TL, an alarm flag inside the device is set. This flag is updated with every temperature measurement. As long as the alarm flag is set, the DS18B20 will respond to the alarm search command. This allows many DS18B20s to be connected in parallel doing simultaneous temperature measurements. If somewhere the temperature exceeds the limits, the alarming device(s) can be identified and read immediately without having to read non-alarming devices.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROM FUNCTIONS FLOW CHART Figure 5



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

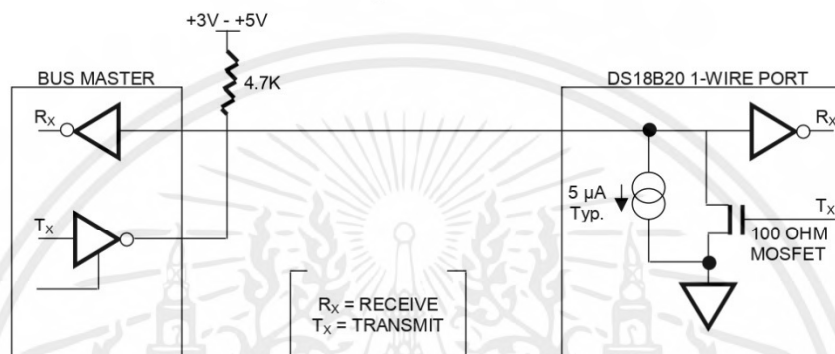
1-WIRE BUS SYSTEM

The 1-Wire bus is a system which has a single bus master and one or more slaves. The DS18B20 behaves as a slave. The discussion of this bus system is broken down into three topics: hardware configuration, transaction sequence, and 1-Wire signaling (signal types and timing).

HARDWARE CONFIGURATION

The 1-Wire bus has only a single line by definition; it is important that each device on the bus be able to drive it at the appropriate time. To facilitate this, each device attached to the 1-Wire bus must have open drain or 3-state outputs. The 1-Wire port of the DS18B20 (DQ pin) is open drain with an internal circuit equivalent to that shown in Figure 9. A multidrop bus consists of a 1-Wire bus with multiple slaves attached. The 1-Wire bus requires a pullup resistor of approximately $5\text{ k}\Omega$.

HARDWARE CONFIGURATION Figure 9



The idle state for the 1-Wire bus is high. If for any reason a transaction needs to be suspended, the bus MUST be left in the idle state if the transaction is to resume. Infinite recovery time can occur between bits so long as the 1-Wire bus is in the inactive (high) state during the recovery period. If this does not occur and the bus is left low for more than $480\ \mu\text{s}$, all components on the bus will be reset.

TRANSACTION SEQUENCE

The protocol for accessing the DS18B20 via the 1-Wire port is as follows:

- Initialization
- ROM Function Command
- Memory Function Command
- Transaction/Data

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ESP32-C3 Series

Datasheet

Ultra-Low-Power SoC with RISC-V Single-Core CPU

Supporting IEEE 802.11b/g/n (2.4 GHz Wi-Fi) and Bluetooth® 5 (LE)

Including:

ESP32-C3

ESP32-C3FN4

ESP32-C3FH4



Version 1.1
Espressif Systems
Copyright © 2021

www.espressif.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Product Overview

ESP32-C3 series of SoCs is an ultra-low-power and highly-integrated MCU-based solution that supports 2.4 GHz Wi-Fi and Bluetooth® Low Energy (Bluetooth LE). The block diagram of ESP32-C3 is shown below.

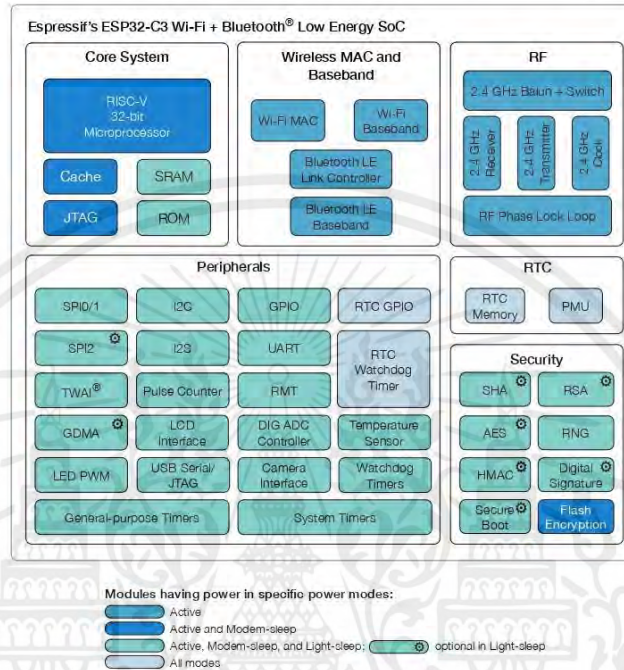


Figure 1: Block Diagram of ESP32-C3

Solution Highlights

- **A complete Wi-Fi subsystem** that complies with IEEE 802.11b/g/n protocol and supports Station mode, SoftAP mode, SoftAP + Station mode, and promiscuous mode
- **A Bluetooth LE subsystem** that supports features of Bluetooth 5 and Bluetooth mesh
- **32-bit RISC-V single-core processor** with a four-stage pipeline that operates at up to 160 MHz
- **State-of-the-art power and RF performance**
- **Storage capacities** ensured by 400 KB of SRAM (16 KB for cache) and 384 KB of ROM on the chip, and SPI, Dual SPI, Quad SPI, and QPI interfaces that allow connection to external flash
- **Reliable security features** ensured by
 - Cryptographic hardware accelerators that support AES-128/256, Hash, RSA, HMAC, digital signature and secure boot
 - Random number generator
 - Permission control on accessing internal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- memory, external memory, and peripherals
- External memory encryption and decryption

- **Rich set of peripheral interfaces and GPIOs**, ideal for various scenarios and complex applications

Features

Wi-Fi

- IEEE 802.11 b/g/n-compliant
- Supports 20 MHz, 40 MHz bandwidth in 2.4 GHz band
- 1T1R mode with data rate up to 150 Mbps
- Wi-Fi Multimedia (WMM)
- TX/RX A-MPDU, TX/RX A-MSDU
- Immediate Block ACK
- Fragmentation and defragmentation
- Transmit opportunity (TXOP)
- Automatic Beacon monitoring (hardware TSF)
- 4 × virtual Wi-Fi interfaces
- Simultaneous support for Infrastructure BSS in Station mode, SoftAP mode, Station + SoftAP mode, and promiscuous mode
- Note that when ESP32-C3 scans in Station mode, the SoftAP channel will change along with the Station channel*
- Antenna diversity
- 802.11mc FTM
- Supports external power amplifier

Bluetooth

- Bluetooth LE: Bluetooth 5, Bluetooth mesh
- High power mode (18 dBm)
- Speed: 125 Kbps, 500 Kbps, 1 Mbps, 2 Mbps
- Advertising extensions
- Multiple advertisement sets
- Channel selection algorithm #2
- Internal co-existence mechanism between Wi-Fi and Bluetooth to share the same antenna

CPU and Memory

- 32-bit RISC-V single-core processor, up to 160 MHz
- CoreMark[®] score:
 - 1 core at 160 MHz: 407.22 CoreMark; 2,55 CoreMark/MHz
- 384 KB ROM
- 400 KB SRAM (16 KB for cache)
- 8 KB SRAM in RTC
- Embedded flash (see details in Chapter 1 *ESP32-C3 Series Comparison*)
- SPI, Dual SPI, Quad SPI, and QPI interfaces that allow connection to multiple external flash
- Access to flash accelerated by cache
- Supports flash in-Circuit Programming (ICP)

Advanced Peripheral Interfaces

- 22 × programmable GPIOs
- Digital interfaces:
 - 3 × SPI
 - 2 × UART
 - 1 × I2C
 - 1 × I2S
 - Remote control peripheral, with 2 transmit channels and 2 receive channels
 - LED PWM controller, with up to 6 channels
 - Full-speed USB Serial/JTAG controller
 - General DMA controller (GDMA), with 3 transmit channels and 3 receive channels
 - 1 × TWAI[®] controller compatible with ISO 11898-1 (CAN Specification 2.0)
- Analog interfaces:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 2 × 12-bit SAR ADCs, up to 6 channels
- 1 × temperature sensor
- Timers:
 - 2 × 54-bit general-purpose timers
 - 3 × watchdog timers
 - 1 × 52-bit system timer
- Flash encryption
- 4096-bit OTP, up to 1792 bits for use
- Cryptographic hardware acceleration:
 - AES-128/256 (FIPS PUB 197)
- Permission Control
- SHA Accelerator (FIPS PUB 180-4)
- RSA Accelerator
- Random Number Generator (RNG)
- HMAC
- Digital signature

Low Power Management

- Power Management Unit with four power modes

Security

- Secure boot

Applications (A Non-exhaustive List)

With ultra-low power consumption, ESP32-C3 is an ideal choice for IoT devices in the following areas:

- Smart Home
 - Light control
 - Smart button
 - Smart plug
 - Indoor positioning
- Industrial Automation
 - Industrial robot
 - Mesh network
 - Human machine interface (HMI)
 - Industrial field bus
- Health Care
 - Health monitor
 - Baby monitor
- Consumer Electronics
 - Smart watch and bracelet
 - Over-the-top (OTT) devices
- Wi-Fi and Bluetooth speaker
- Logger toys and proximity sensing toys
- Smart Agriculture
 - Smart greenhouse
 - Smart irrigation
 - Agriculture robot
- Retail and Catering
 - POS machines
 - Service robot
- Audio Device
 - Internet music players
 - Live streaming devices
 - Internet radio players
- Generic Low-power IoT Sensor Hubs
- Generic Low-power IoT Data Loggers

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Pin Definition

2.1 Pin Layout

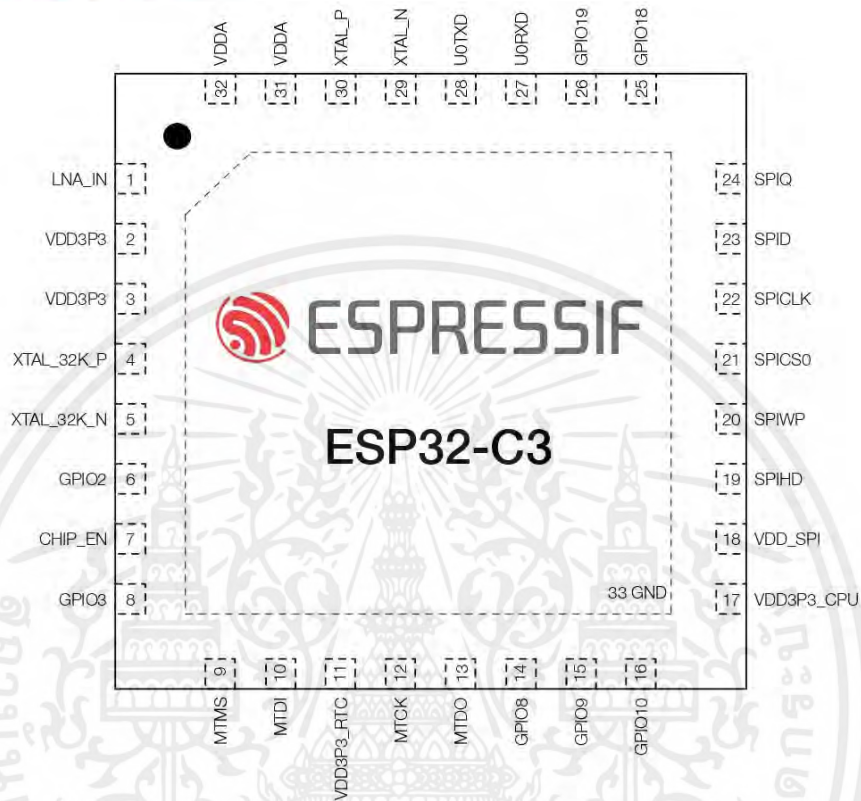


Figure 3: ESP32-C3 Pin Layout (Top View)

2.2 Pin Description

Table 2: Pin Description

Name	No.	Type	Power Domain	Function
LNA_IN	1	I/O	—	RF input and output
VDD3P3	2	P _A	—	Analog power supply
VDD3P3	3	P _A	—	Analog power supply
XTAL_32K_P	4	I/O/T	VDD3P3_RTC	GPIO0, ADC1_CH0, XTAL_32K_P
XTAL_32K_N	5	I/O/T	VDD3P3_RTC	GPIO1, ADC1_CH1, XTAL_32K_N
GPIO2	6	I/O/T	VDD3P3_RTC	GPIO2, ADC1_CH2, FSPIQ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OMRON

PCB Relay G5LE

A Cubic, Single-pole 10-A Power Relay

- High Capacity (-E) and 0.8mm Contact Gap (-G) versions
- Subminiature "sugar cube" relay with universal footprint.
- Conforms to EN 61810-1. UL recognized/ CSA certified.
- UL class-F coil insulation model available (UL class-B coil insulation for standard model).
- Withstands impulse of up to 4,500 V.
- 400-mW and 360-mW coil power types available.
- RoHS Compliant



Ordering Information

Enclosure ratings	Contact form/Style	Contact material			
		AgSnO ₂		AgSnIn	
		Standard	Standard	High Capacity	0.8mm Contact Gap
Flux protection	SPDT	G5LE-1 G5LE-1-CF	G5LE-1-ASI G5LE-1-ASI-CF	G5LE-1-E	G5LE-1-G
	SPST-NO	G5LE-1A G5LE-1A-CF	G5LE-1A-ASI G5LE-1A-ASI-CF	G5LE-1A-E	G5LE-1A-G
Fully sealed	SPDT	G5LE-14 G5LE-14-CF	G5LE-14-ASI G5LE-14-ASI-CF	---	---
	SPST-NO	G5LE-1A4 G5LE-1A4-CF	G5LE-1A4-ASI G5LE-1A4-ASI-CF	---	---

Note: When ordering, add the rated coil voltage to the model number.

Example: G5LE-1 DC12
 Rated coil voltage

Model Number Legend

G5LE - - DC

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

1. Number of Poles

1: 1 pole

2. Contact Form

None: SPDT

A: SPST-NO

3. Enclosure Ratings

None: Flux protection

4: Fully sealed

(Not applicable with -E and -G versions)

4. Contact Material

None: AgSnO₂ (AgSnIn for -E and -G versions)

ASI: AgSnIn

5. Insulation System

None: Class B (Class F for -E and -G versions)

CF: Class F (UL and CSA only)

6. Classification

G: 0.8mm contact gap type

E: High capacity type

7. Coil Power Consumption/Coil Characteristic

None: Approx. 400 mW (Approx. 700mW for -G versions)

36: Approx. 360 mW (Not applicable for -G versions)

8. Approved Standards

None: UL, CSA, and VDE

9. Packaging

None: Standard polystyrene tray

SP: Anti-static tube packaging

10. Rated Coil Voltage

5, 9, 12, 24, 48 VDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications

■ Coil Ratings

700-mW Type (G5LE-G)

Rated voltage	9 VDC	12 VDC	20 VDC	48 VDC
Rated current	77.8mA	58.3mA	35.0mA	29.2mA
Coil resistance	115.7 Ω	205.7 Ω	571.4 Ω	822.9 Ω
Must operate voltage	75% max. of rated voltage (max.)			
Must release voltage	10% min. of rated voltage (min.)			
Max. voltage	120% of rated voltage at 85°C, 150% of rated voltage at 23°C			
Power consumption	Approx. 700 mW			

Note: The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C with a tolerance of ±10%.

400-mW Type

Rated voltage	5 VDC	9 VDC	12 VDC	24 VDC	48 VDC
Rated current	79.4 mA	45 mA	33.3 mA	16.7 mA	8.33 mA
Coil resistance	63 Ω	200 Ω	360 Ω	1,440 Ω	5,760 Ω
Must operate voltage	75% max. of rated voltage (max.)				
Must release voltage	10% min. of rated voltage (min.)				
Max. voltage	130% of rated voltage at 85°C, 170% of rated voltage at 23°C				
Power consumption	Approx. 400 mW				

Note: The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C with a tolerance of ±10%.

360-mW Type

Rated voltage	5 VDC	9 VDC	12 VDC	24 VDC	48 VDC
Rated current	72 mA	40 mA	30 mA	15 mA	7.5 mA
Coil resistance	70 Ω	225 Ω	400 Ω	1,600 Ω	6,400 Ω
Must operate voltage	75% max. of rated voltage (max.)				
Must release voltage	10% min. of rated voltage (min.)				
Max. voltage	130% of rated voltage at 85°C, 170% of rated voltage at 23°C				
Power consumption	Approx. 360 mW				

Note: The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C with a tolerance of ±10%.

■ Contact Ratings

	Standard	G5LE-G	G5LE-E
Load	Resistive load (cosφ = 1)		
Rated load	10 A at 120 VAC; 8 A at 30 VDC 10 A at 240VAC (12 and 24 VDC coil)	10A at 35VDC	16A at 250VAC
Contact Material	AgSnO ₂ (AgSnIn optional)	AgSnIn	AgSnIn
Rated carry current	10 A	10A	16A
Max. switching voltage	250 VAC, 125 VDC (30 VDC when UL/CSA standard is applied)	35VDC	250VAC
Max. switching current	AC: 10 A; DC: 8 A	DC: 10A	AC: 16A
Max. switching power	1,200 VA, 240 W	350W	4,000VA
Minimum Permissible Load (See note)	100 mA at 5 VDC		

Note: Reference value - P level: $\lambda_{50} = 0.1 \times 10^{-8}$ operations

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

■ Characteristics

Contact resistance	100 mΩ max.
Operate time	10 ms max.
Release time	5 ms max.
Bounce Time	Operate: Approx. 0.6ms Release: Approx. 7.2ms
Max. switching frequency	Mechanical: 18,000 operations/hr Electrical: 1,800 operations/hr at rated load
Insulation resistance	100 MΩ min. (at 500 VDC)
Dielectric strength	2,000 VAC, 50/60 Hz for 1 min between coil and contacts 750 VAC, 50/60 Hz for 1 min between contacts of same polarity 1,500 VAC (for suffix -G) 50/60Hz for 1 min between contacts of same polarity
Impulse withstand voltage	4,500 V (1.2 x 50 μs) between coil and contacts
Insulation Distance	Creepage (Typ) 3.3 mm Clearance (Typ) 2.7 mm
Tracking Resistance (CTI)	250 V
Vibration resistance	Destruction: 10 to 55 to 10 Hz, 0.75-mm single amplitude (1.5-mm double amplitude) Malfunction: 10 to 55 to 10 Hz, 0.75-mm single amplitude (1.5-mm double amplitude)
Shock resistance	Destruction: 1,000 m/s ² Malfunction: 100 m/s ²
Endurance	Mechanical: 10,000,000 operations min. (at 18,000 operations/hr) Electrical: 100,000 operations min. (at 1,800 operations/hr) for standard type 36,000 operations min. (10A at 250VAC) 100,000 operations min. (at 1,800 operations/hr), 12A 250 VAC) - applicable for G5LE-1-E,NO contact only
Ambient temperature	Operating: -40°C to 85°C (with no icing)
Ambient humidity	Operating: 5% to 85%
Weight	Approx. 12 g

■ Approved Standards

UL Recognized (File No. E41643)
CSA Certified (File No. LR34815)

Model	Coil rating	Contact rating
G5LE	3 to 48 VDC (Standard)	10 A, 250 VAC (general use), 6,000 cycles, 40°C (excluding -G type) 10 A, 125 VAC (general use), 100,000 cycles, 40°C (excluding -E, -G types) 8 A, 30 VDC (resistive load), 6,000 cycles, 40°C (excluding -E, -G types) 125 VA, 125 VAC, pilot duty, 100,000 cycles, 105°C (excluding -G type)
	5 to 24 VDC (-E versions)	NO: 13 A, 120 VAC, resistive, 100,000 cycles, 85°C (AgSnO ₂ & -E types, only) 1/2 hp, 125 VAC, 100,000 cycles, 40°C (excluding -G type) 1/3 hp, 125 VAC, 30,000 cycles, 70°C (AgSnO ₂ type only, excluding -E, -G types) 400W-T (3.3A), 120 VAC, tungsten, 100,000 cycles (AgSnO ₂ type only, excluding -E, -G types) TV-5, 120 VAC, 40°C (-ASI type only, excluding -E, -G types) 12 A, 250 VAC, general use, 100,000 cycles, 1s=on, 1s=off, 105°C (-E type only) TV-8, 120 VAC, 25,000 cycles, 40°C (-E type only) 10 A, 35 VDC, resistive, 100,000 cycles, 1s=on, 1s=off, 40°C (-G type only)
	9 to 24 VDC (-G versions)	NC: 12 A, 250 VAC, general use, 30,000 cycles, 1s=on, 9s=off, 40°C (-E type only) 10 A, 35 VDC, resistive, 50,000 cycles, 5s=on, 5s=off, 40°C (-G type only) 1/8 hp, 120 VAC, 50,000 cycles, 40°C (AgSnO ₂ type only, excluding -E, -G types)

EN 61810-1, EN 60255, IEC (VDE TUV Reg No. R9151267, VDE Reg No. 6850UG)

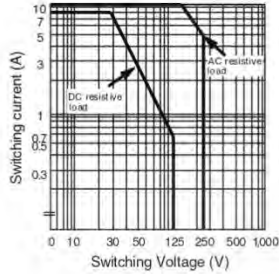
Model	Coil rating	Contact rating
G5LE	Approx. 400 mW 3, 5, 6, 9, 12, 24, 48 VDC Approx. 360 mW 5, 6, 12, 24, 48 VDC	10A, 250VAC (resistive load, 50,000 cycles at 85°C) 5A, 30VDC 2.5 A, 250 VAC (cosφ = 0.4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

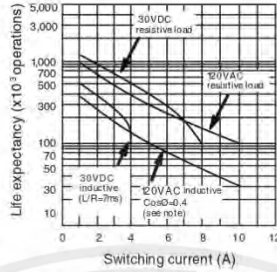
Engineering Data

For standard type

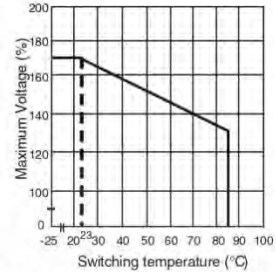
Max. Switching Capacity



Life Expectancy



Ambient Temp. Vs. Max. Voltage

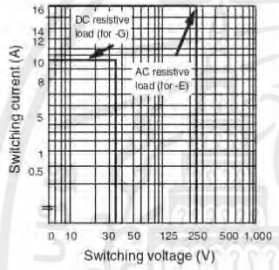


Note: Same curve as for 250-VAC resistive load

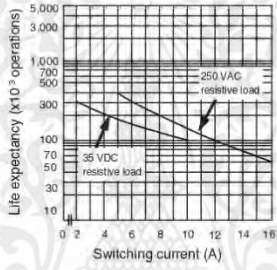
Note: The maximum coil voltage refers to the maximum value in a varying range of operating power voltage, not a continuous voltage.

For suffix -E and -G

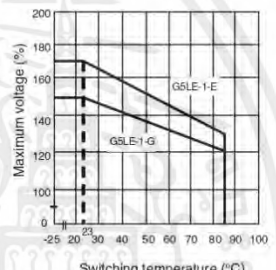
Max. Switching Capacity



Life Expectancy





Ambient Temp. Vs. Max. Voltage



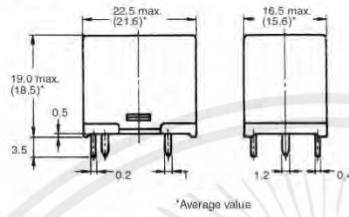
Note: The maximum coil voltage refers to the maximum value in a varying range of operating power voltage, not a continuous voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dimensions

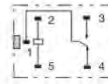
Note: 1. All units are in millimeters unless otherwise indicated.
 2. Orientation marks are indicated as follows:  

**G5LE-1
G5LE-1A**



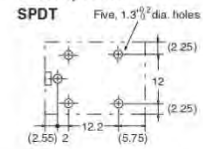
Terminal Arrangement/Internal Connections (Bottom View)

SPDT

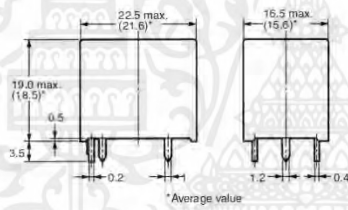


Mounting Holes (Bottom View)

Tolerance: ±0.1 mm unless specified

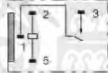


**G5LE-14
G5LE-1A4**



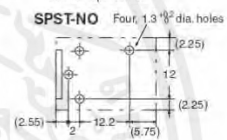
Terminal Arrangement/Internal Connections (Bottom View)

SPST-NO



Mounting Holes (Bottom View)

Tolerance: ±0.1 mm unless specified



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

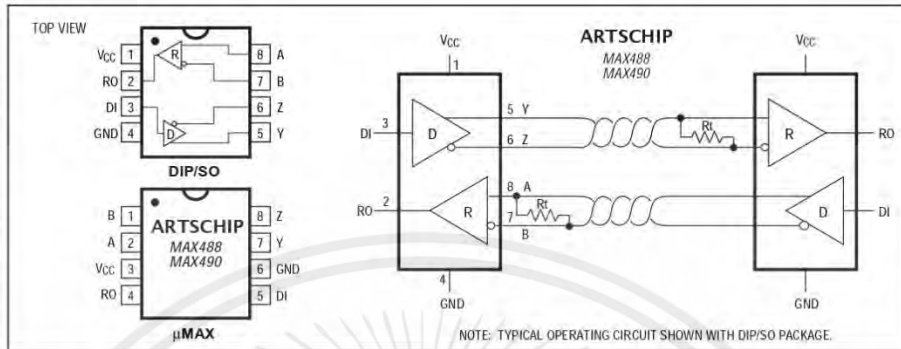


Figure 2. MAX488/MAX490 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

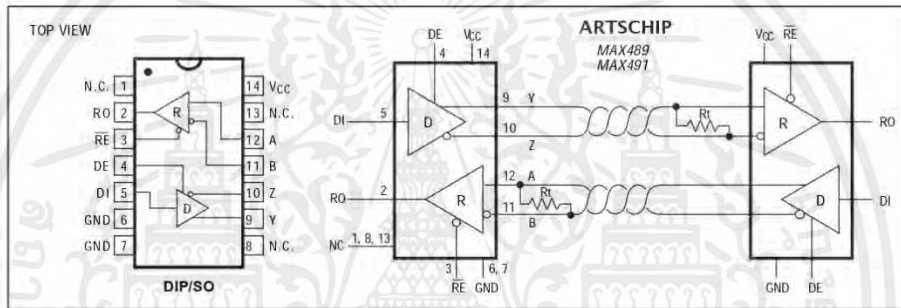


Figure 3. MAX489/MAX491 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

Applications Information

The MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491 and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communications. The MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 can transmit and receive at data rates up to 2.5Mbps, while the MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 are specified for data rates up to 250kbps. The MAX488-MAX491 are full-duplex transceivers while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are half-duplex. In addition, Driver Enable (DE) and Receiver Enable (RE) pins are included on the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, MAX489, MAX491, and MAX1487. When disabled, the driver and receiver outputs are high impedance.

MAX487/MAX1487: 128 Transceivers on the Bus

The 48kΩ, 1/4-unit-load receiver input impedance of the MAX487 and MAX1487 allows up to 128 transceivers on a bus, compared to the 1-unit load (12kΩ input impedance) of standard RS-485 drivers (32 transceivers maximum). Any combination of MAX487/MAX1487 and other RS-485 transceivers with a total of 32 unit loads or less can be put on the bus. The MAX481/MAX483/MAX485 and MAX488-MAX491 have standard 12kΩ Receiver Input impedance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ARTSCHIP

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

General Description

The MAX481, MAX483, MAX485, MAX487-MAX491, and MAX1487 are low-power transceivers for RS-485 and RS-422 communication. Each part contains one driver and one receiver. The MAX483, MAX487, MAX488, and MAX489 feature reduced slew-rate drivers that minimize EMI and reduce reflections caused by improperly terminated cables, thus allowing error-free data transmission up to 250kbps. The driver slew rates of the MAX481, MAX485, MAX490, MAX491, and MAX1487 are not limited, allowing them to transmit up to 2.5Mbps.

These transceivers draw between 120µA and 500µA of supply current when unloaded or fully loaded with disabled drivers. Additionally, the MAX481, MAX483, and MAX487 have a low-current shutdown mode in which they consume only 0.1µA. All parts operate from a single 5V supply.

Drivers are short-circuit current limited and are protected against excessive power dissipation by thermal shutdown circuitry that places the driver outputs into a high-impedance state. The receiver input has a fail-safe feature that guarantees a logic-high output if the input is open circuit.

The MAX487 and MAX1487 feature quarter-unit-load receiver input impedance, allowing up to 128 MAX487/MAX1487 transceivers on the bus. Full-duplex communications are obtained using the MAX488-MAX491, while the MAX481, MAX483, MAX485, MAX487, and MAX1487 are designed for half-duplex applications.

Applications

- Low-Power RS-485 Transceivers
- Low-Power RS-422 Transceivers
- Level Translators
- Transceivers for EMI-Sensitive Applications
- Industrial-Control Local Area Networks

Features

- ◆ In µMAX Package: Smallest 8-Pin SO
- ◆ Slew-Rate Limited for Error-Free Data Transmission (MAX483/487/488/489)
- ◆ 0.1µA Low-Current Shutdown Mode (MAX481/483/487)
- ◆ Low Quiescent Current: 120µA (MAX483/487/488/489) 230µA (MAX1487) 300µA (MAX481/485/490/491)
- ◆ -7V to +12V Common-Mode Input Voltage Range
- ◆ Three-State Outputs
- ◆ 30ns Propagation Delays, 5ns Skew (MAX481/485/490/491/1487)
- ◆ Full-Duplex and Half-Duplex Versions Available
- ◆ Operate from a Single 5V Supply
- ◆ Allows up to 128 Transceivers on the Bus (MAX487/MAX1487)
- ◆ Current-Limiting and Thermal Shutdown for Driver Overload Protection

Ordering Information

PART	TEMP. RANGE	PIN-PACKAGE
MAX481CPA	0°C to +70°C	8 Plastic DIP
MAX481CSA	0°C to +70°C	8 SO
MAX481CUA	0°C to +70°C	8 µMAX
MAX481C/D	0°C to +70°C	Dice*

Ordering information continued at end of data sheet.

* Contact factory for dice specifications.

Selection Table

PART NUMBER	HALF/FULL DUPLEX	DATA RATE (Mbps)	SLEW-RATE LIMITED	LOW-POWER SHUTDOWN	RECEIVER/ DRIVER ENABLE	QUIESCENT CURRENT (µA)	NUMBER OF TRANSMITTERS ON BUS	PIN COUNT
MAX481	Half	2.5	No	Yes	Yes	300	32	8
MAX483	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	32	8
MAX485	Half	2.5	No	No	Yes	300	32	8
MAX487	Half	0.25	Yes	Yes	Yes	120	128	8
MAX488	Full	0.25	Yes	No	No	120	32	8
MAX489	Full	0.25	Yes	No	Yes	120	32	14
MAX490	Full	2.5	No	No	No	300	32	8
MAX491	Full	2.5	No	No	Yes	300	32	14
MAX1487	Half	2.5	No	No	Yes	230	128	8

MAX 481 MAX 483 MAX 485 MAX 487-MAX 491 MAX 1487

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage (VCC).....	12V	14-Pin SO (derate 8.33mW/°C above +70°C).....	667mW
Control Input Voltage (RE, DE).....	-0.5V to (VCC + 0.5V)	8-Pin µMAX (derate 4.1mW/°C above +70°C).....	830mW
Driver Input Voltage (DI).....	-0.5V to (VCC + 0.5V)	8-Pin CERDIP (derate 8.00mW/°C above +70°C).....	640mW
Driver Output Voltage (A, B).....	-8V to +12.5V	14-Pin CERDIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....	727mW
Receiver Input Voltage (A, B).....	-8V to +12.5V	Operating Temperature Ranges	
Receiver Output Voltage (RO).....	-0.5V to (VCC + 0.5V)	MAX4_C_/MAX1487C_A.....	0°C to +70°C
Continuous Power Dissipation (TA = +70°C)		MAX4_E_/MAX1487E_A.....	-40°C to +85°C
8-Pin Plastic DIP (derate 9.09mW/°C above +70°C).....	727mW	MAX4_MJ_/MAX1487MJA.....	-55°C to +125°C
14-Pin Plastic DIP (derate 10.00mW/°C above +70°C).....	800mW	Storage Temperature Range.....	-65°C to +160°C
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C).....	471mW	Lead Temperature (soldering, 10sec).....	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

(VCC = 5V ±5%, TA = TMIN to TMAX, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Differential Driver Output (no load)	VOD1				5	V
Differential Driver Output (with load)	VOD2	R = 50Ω (RS-422)	2			V
		R = 27Ω (RS-485), Figure 4	1.5		5	V
Change in Magnitude of Driver Differential Output Voltage for Complementary Output States	ΔVOD	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			0.2	V
Driver Common-Mode Output Voltage	VOC	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			3	V
Change in Magnitude of Driver Common-Mode Output Voltage for Complementary Output States	ΔVOC	R = 27Ω or 50Ω, Figure 4			0.2	V
Input High Voltage	VIH	DE, DI, RE	2.0			V
Input Low Voltage	VIL	DE, DI, RE			0.8	V
Input Current	IIN1	DE, DI, RE			±2	µA
Input Current (A, B)	IIN2	DE = 0V, VCC = 0V or 5.25V, all devices except MAX487/MAX1487	VIN = 12V		1.0	mA
			VIN = -7V		-0.8	
		MAX487/MAX1487, DE = 0V, VCC = 0V or 5.25V	VIN = 12V		0.25	mA
			VIN = -7V		-0.2	
Receiver Differential Threshold Voltage	VTH	-7V ≤ VCM ≤ 12V	-0.2		0.2	V
Receiver Input Hysteresis	ΔVTH	VCM = 0V		70		mV
Receiver Output High Voltage	VOH	IO = -4mA, VID = 200mV	3.5			V
Receiver Output Low Voltage	VOL	IO = 4mA, VID = -200mV			0.4	V
Three-State (high impedance) Output Current at Receiver	IOZR	0.4V ≤ VO ≤ 2.4V			±1	µA
Receiver Input Resistance	RIN	-7V ≤ VCM ≤ 12V, all devices except MAX487/MAX1487	12			kΩ
		-7V ≤ VCM ≤ 12V, MAX487/MAX1487	48			kΩ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
No-Load Supply Current (Note 3)	I _{CC}	MAX488/MAX489, DE, DI, RE = 0V or V _{CC}		120	250	μA
		MAX490/MAX491, DE, DI, RE = 0V or V _{CC}		300	500	
		MAX481/MAX485, RE = 0V or V _{CC}	DE = V _{CC}	500	900	
			DE = 0V	300	500	
		MAX1487, RE = 0V or V _{CC}	DE = V _{CC}	300	500	
			DE = 0V	230	400	
MAX483/MAX487, RE = 0V or V _{CC}	DE = 5V	MAX483	350	650		
		MAX487	250	400		
		DE = 0V	120	250		
Supply Current in Shutdown	ISHDN	MAX481/483/487, DE = 0V, RE = V _{CC}		0.1	10	μA
Driver Short-Circuit Current, V _O = High	IOSD1	-7V ≤ V _O ≤ 12V (Note 4)	35		250	mA
Driver Short-Circuit Current, V _O = Low	IOSD2	-7V ≤ V _O ≤ 12V (Note 4)	35		250	mA
Receiver Short-Circuit Current	I _{OSR}	0V ≤ V _O ≤ V _{CC}	7		95	mA

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487

(V_{CC} = 5V ±5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
Driver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	10	30	60	ns	
	t _{PHL}		10	30	60		
Driver Output Skew to Output	t _{SKEW}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		5	10	ns	
Driver Rise or Fall Time	t _r , t _f	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	MAX481, MAX485, MAX1487	3	15	40	ns
			MAX490C/E, MAX491C/E	5	15	25	
			MAX490M, MAX491M	3	15	40	
Driver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S ₂ closed		40	70	ns	
Driver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S ₁ closed		40	70	ns	
Driver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S ₁ closed		40	70	ns	
Driver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S ₂ closed		40	70	ns	
Receiver Input to Output	t _{PLH} , t _{PHL}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	MAX481, MAX485, MAX1487	20	90	200	ns
			MAX490C/E, MAX491C/E	20	90	150	
			MAX490M, MAX491M	20	90	200	
t _{PLH} - t _{PHL} Differential Receiver Skew	t _{SKD}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		13		ns	
Receiver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 5 and 11, C _R L = 15pF, S ₁ closed		20	50	ns	
Receiver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 5 and 11, C _R L = 15pF, S ₂ closed		20	50	ns	
Receiver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 5 and 11, C _R L = 15pF, S ₁ closed		20	50	ns	
Receiver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 5 and 11, C _R L = 15pF, S ₂ closed		20	50	ns	
Maximum Data Rate	f _{MAX}			2.5		Mbps	
Time to Shutdown	ISHDN	MAX481 (Note 5)		50	200	600	ns

ARTSCHIP

3

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX481/MAX485, MAX490/MAX491, MAX1487 (continued)

(V_{CC} = 5V ± 5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Enable from Shutdown to Output High (MAX481)	t _{ZH} (SHDN)	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed		40	100	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481)	t _{ZL} (SHDN)	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed		40	100	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High (MAX481)	t _{ZH} (SHDN)	Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S2 closed, A - B = 2V		300	1000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low (MAX481)	t _{ZL} (SHDN)	Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S1 closed, B - A = 2V		300	1000	ns

SWITCHING CHARACTERISTICS—MAX483, MAX487/MAX488/MAX489

(V_{CC} = 5V ± 5%, T_A = T_{MIN} to T_{MAX}, unless otherwise noted.) (Notes 1, 2)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Driver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250	800	2000	ns
	t _{PHL}		250	800	2000	
Driver Output Skew to Output	t _{SKEW}	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		100	800	ns
Driver Rise or Fall Time	t _r , t _f	Figures 6 and 8, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250		2000	ns
Driver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed	250		2000	ns
Driver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed	250		2000	ns
Driver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S1 closed	300		3000	ns
Driver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 7 and 9, C _L = 15pF, S2 closed	300		3000	ns
Receiver Input to Output	t _{PLH}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF	250		2000	ns
	t _{PHL}		250		2000	
t _{PLH} - t _{PHL} Differential Receiver Skew	t _{SKD}	Figures 6 and 10, R _{DIFF} = 54Ω, C _{L1} = C _{L2} = 100pF		100		ns
Receiver Enable to Output Low	t _{ZL}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Enable to Output High	t _{ZH}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S2 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from Low	t _{LZ}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S1 closed		20	50	ns
Receiver Disable Time from High	t _{HZ}	Figures 5 and 11, C _{R1} = 15pF, S2 closed		20	50	ns
Maximum Data Rate	f _{MAX}	t _{PLH} , t _{PHL} < 50% of data period	250			kbps
Time to Shutdown	t _{SHDN}	MAX483/MAX487 (Note 5)	50	200	600	ns
Driver Enable from Shutdown to Output High	t _{ZH} (SHDN)	MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S2 closed			2000	ns
Driver Enable from Shutdown to Output Low	t _{ZL} (SHDN)	MAX483/MAX487, Figures 7 and 9, C _L = 100pF, S1 closed			2000	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output High	t _{ZH} (SHDN)	MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S2 closed			2500	ns
Receiver Enable from Shutdown to Output Low	t _{ZL} (SHDN)	MAX483/MAX487, Figures 5 and 11, C _L = 15pF, S1 closed			2500	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

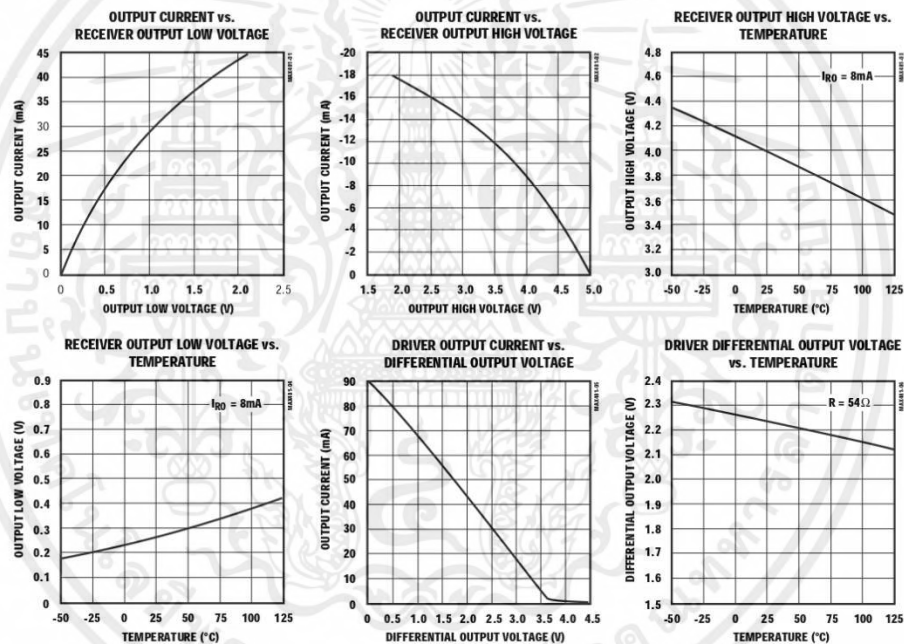
NOTES FOR ELECTRICAL/SWITCHING CHARACTERISTICS

- Note 1:** All currents into device pins are positive; all currents out of device pins are negative. All voltages are referenced to device ground unless otherwise specified.
- Note 2:** All typical specifications are given for $V_{CC} = 5V$ and $T_A = +25^\circ C$.
- Note 3:** Supply current specification is valid for loaded transmitters when $DE = 0V$.
- Note 4:** Applies to peak current. See *Typical Operating Characteristics*.
- Note 5:** The MAX481/MAX483/MAX487 are put into shutdown by bringing \overline{RE} high and DE low. If the inputs are in this state for less than 50ns, the parts are guaranteed not to enter shutdown. If the inputs are in this state for at least 600ns, the parts are guaranteed to have entered shutdown. See *Low-Power Shutdown Mode* section.

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

Typical Operating Characteristics

($V_{CC} = 5V$, $T_A = +25^\circ C$, unless otherwise noted.)



ARTSCHIP

5

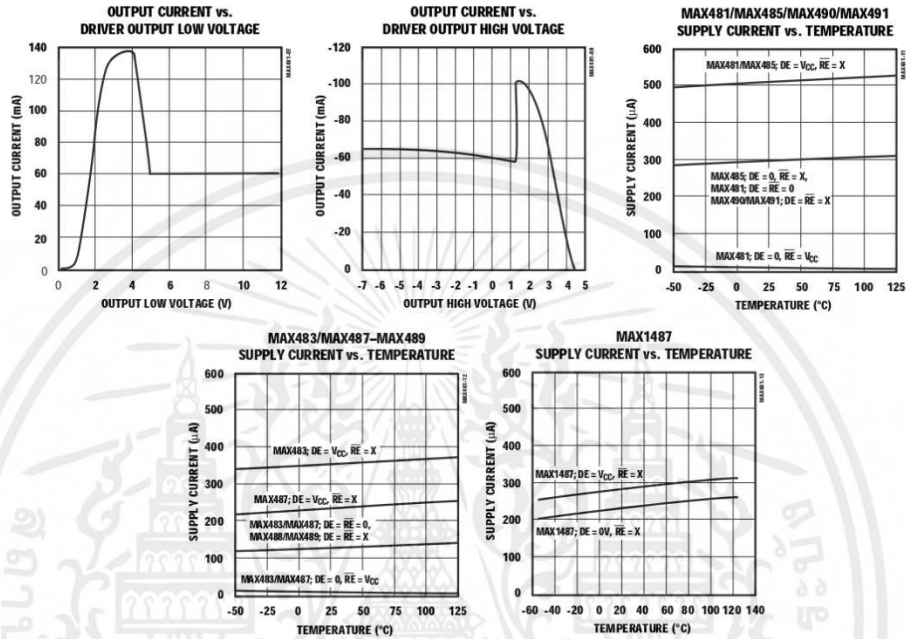
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Typical Operating Characteristics (continued)

(V_{CC} = 5V, T_A = +25°C, unless otherwise noted.)

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Low-Power, Slew-Rate-Limited RS-485/RS-422 Transceivers

Pin Description

PIN					NAME	FUNCTION
MAX481/MAX483/ MAX485/MAX487/ MAX1487		MAX488/ MAX490		MAX489/ MAX491		
DIP/SO	μMAX	DIP/SO	μMAX	DIP/SO		
1	3	2	4	2	RO	Receiver Output: If A > B by 200mV, RO will be high; If A < B by 200mV, RO will be low.
2	4	—	—	3	RE	Receiver Output Enable. RO is enabled when RE is low; RO is high impedance when RE is high.
3	5	—	—	4	DE	Driver Output Enable. The driver outputs, Y and Z, are enabled by bringing DE high. They are high impedance when DE is low. If the driver outputs are enabled, the parts function as line drivers. While they are high impedance, they function as line receivers if RE is low.
4	6	3	5	5	DI	Driver Input. A low on DI forces output Y low and output Z high. Similarly, a high on DI forces output Y high and output Z low.
5	7	4	6	6, 7	GND	Ground
—	—	5	7	9	Y	Noninverting Driver Output
—	—	6	8	10	Z	Inverting Driver Output
6	8	—	—	—	A	Noninverting Receiver Input and Noninverting Driver Output
—	—	8	2	12	A	Noninverting Receiver Input
7	1	—	—	—	B	Inverting Receiver Input and Inverting Driver Output
—	—	7	1	11	B	Inverting Receiver Input
8	2	1	3	14	VCC	Positive Supply: 4.75V ≤ VCC ≤ 5.25V
—	—	—	—	1, 8, 13	N.C.	No Connect—not internally connected

MAX481/MAX483/MAX485/MAX487-MAX491/MAX1487

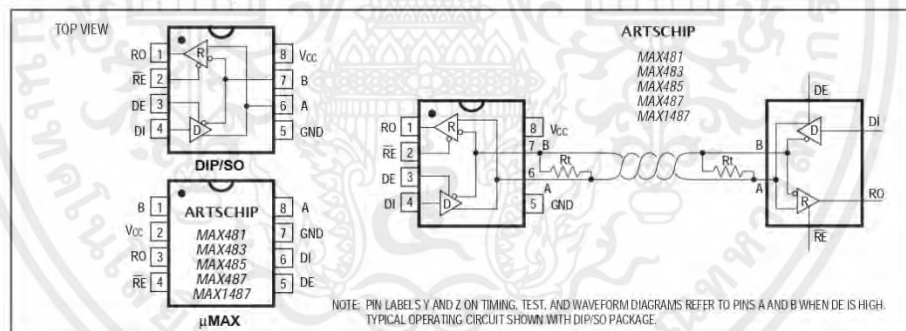


Figure 1. MAX481/MAX483/MAX485/MAX487/MAX1487 Pin Configuration and Typical Operating Circuit

ARTSCHIP

7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

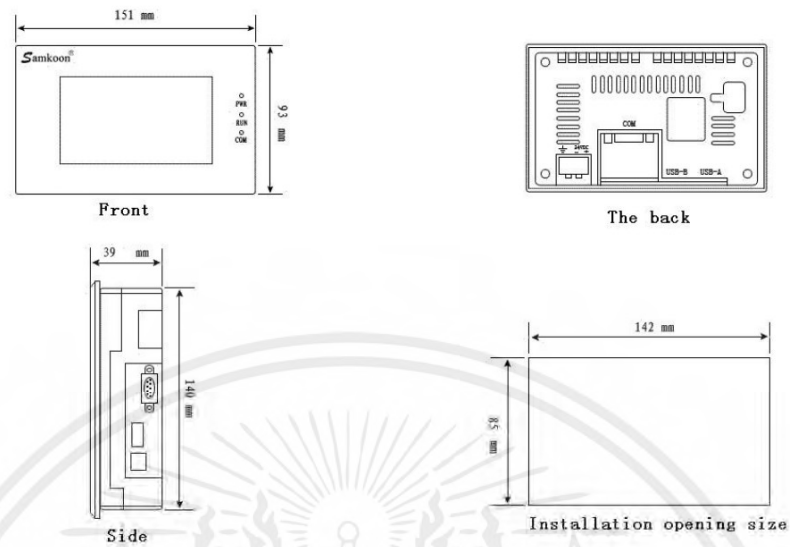


Figure 1-3: Installing dimensions of SK-4.3、SK-043B

Installing dimension of SK-5.0A

Figure 1-4 shows the product dimensions (mm) of SK-050A.

The outline dimension is 165×103×39.

and the installing opening dimension is 157×95.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

◆Detailed parameters of SK-4.3

Main technical parameters				
Model	SK-043AS	SK-043AE	SK-043BS	SK-043BE
Display size	4.3" (length : width =16:9)			
Resolution	480×272			
Brightness	400cd/m ²			
Color	262,144pigments			
Contrast	400:1			
Number of COM interfaces	1	None	1	None
Network interfaces	None			
USB device interfaces	1			
USB main interfaces	None			
SD cards	None			
Service life of back light	60,000 hours			
Touch screen plate	4-wire high precision touch plate			
Communication interface	USB, RS232, RS422, RS485			
User memory	12M			
Power supply	DC24V (±15%)			

Power consumption	3W
CE certification	Meeting EN50022 and EN50024
FCC compatibility	Meeting FCC, Class A
Dielectric strength test	1,000V AC, 1 minute
Protection grade	IP 65 (front panel)
Ambient temperature for running	-10 to 65°C
Ambient humidity for running	10 to 90% RH
Shell plastic	Engineering plastic ABS + PC
Outline dimension	151×93×39 (mm)
Opening dimension	142×85 (mm)
Weight	About 0.2kg
Configuration software	SKWorkshop 4.0.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 Principle of the touch screen

Sankoon SK series touch screen uses powerful 32-digit RISC microprocessor, with low power consumption, low temperature rise, low failure rate and aging of the machine, and high reliability of the system. It also includes internal memory, external system program memory, power circuit module, communication module, display and touch module, and so on. Figure 1-18 is a schematic diagram for the structure of the touch screen:

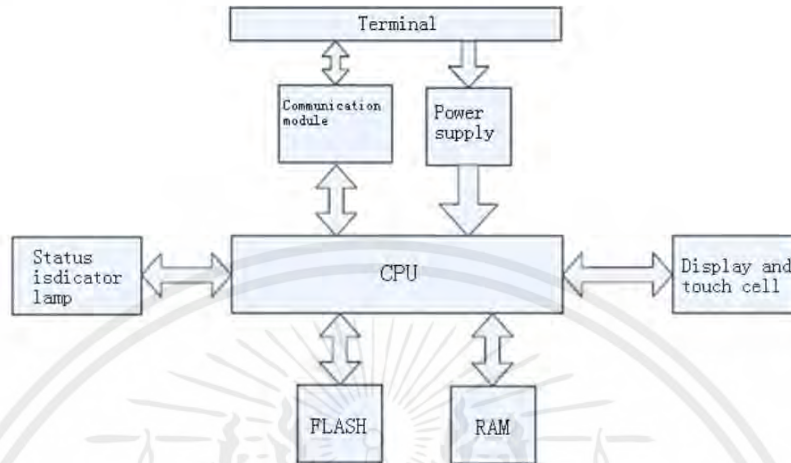


Figure 1-18: Schematic diagram for the structure of SK series touch screen

1.6.1 CPU module

32-digit RISC microprocessor is used, with higher computation rate, lower power consumption and stable operation.

1.6.2 Touch screen display module

SK-4.3B, SK-4.3A, SK-4.0A and SK-3.5A use 4-wire electric resistance type touch screen plate, and SK-12.1A, SK-10.4A, SK-10.2SK, SK-8.0A, SK-7.2A, SK-7.0A, SK-7.0B, SK-5.7A, SK-5.7C, SK-5.7D, SK-5.7F and SK-5.0A use

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5-wire electric resistance type touch screen plate, with high touch precision, high durability, and long service life. The display screen brings TFT LCD 260,000-pigment true color display.

1.6.3 Communication module

This module is designed with high resistance against interference, high voltage and lightning. It has enhanced communication accuracy and reliability and supports RS232, 485 and 422 communications.

1.6.4 Memory module

FLASH with power failure retention is used as ROM, providing rapid access and a high capacity for all models up to 128M.

1.6.5 Power supply module

High-precision switch voltage-stabilizing power supply is used, with lower power consumption.

1.7 Industrial environment

Samkoon series touch screens meet the standards of EN50022 and EN50024, and the requirements of FCC, Class A. They have strong resistance against interference, and meet the requirements of industrial application environment for electromagnetic compatibility.

1.8 Wiring

Samkoon SK series touch screen requires DC 24V power supply. Figure 1-19 shows the connection of the touch screen with PLC and PC:

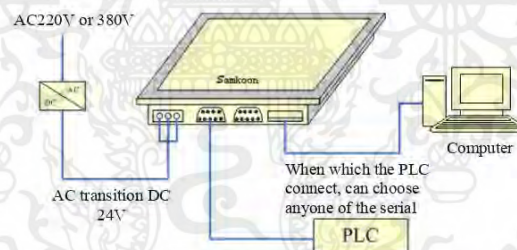


Figure 1-19: Connection diagram of SK series touch screen

USB cables for connection with PC are supplied along with the machine.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.22. Siemens device driver

This device driver is used by SKWorkshop series touch screen to read and write the data or status of Siemens S7-200/300 series PLC register. It establishes serial port communication with the serial port of Siemens S7-200/300 series PLC through the serial port of touch screen so as to operate Siemens S7-200/300 series PLC. Please read carefully this Chapter and relative technical manual of Siemens S7-200/300 series PLC before using the driver.

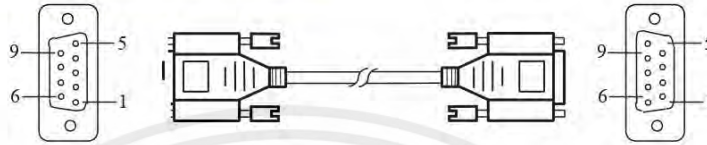
How to establish connection with Siemens S7-200/300 series PLC

1. Hardware connection

Connection cable:

RS485-Siemens S7-200

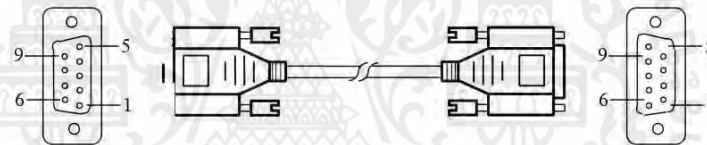
SK series touch screen COM1/COM2		Siemens S7-200 series	
8	TX-	8	TX-
9	TX+	3	TX+



SK series touch screen uses DB9F connector. Siemens S7-200 series PLC terminal is DB9M.

RS232-Siemens S7-300

SK series touch screen COM1/COM2		Siemens S7-300 series	
2	RX	3	TX
3	TX	2	RX
5	GND	5	GND
		7	RTS
		8	CTS
		7-8 Short connection	



SK series touch screen uses DB9F connector. Siemens S7-300 series PLC MPI terminal is DB9M.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ-นามสกุล นายวรมธ จันทร์เดช
วัน เดือน ปีเกิด 6 พฤษภาคม 2543
ที่อยู่ปัจจุบัน 24/1 หมู่ 5 ตำบลโคกหล่อ อำเภอเมืองตรัง
จังหวัดตรัง 92000
ประวัติการศึกษา พ.ศ.2558 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น
จากโรงเรียนद्रุโณทัย จังหวัดตรัง
พ.ศ.2561 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย
จากโรงเรียนวิเชียรมาตุ จังหวัดตรัง
Tel. 0850783163
Email: 62201015@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้