ถังแปรรูปกระเทียมดำ

Black garlic processing tank

จัดทำโดย

พฤกษ์ พฤกษากร

วุฒิภัทร พรานดี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถังแปรรูปกระเทียมดำ

Black garlic processing tank

จัดทำโดย

พฤกษ์ พฤกษากร

วุฒิภัทร พรานดี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2020

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับที่...../.....
งานทะเบียนและประมวลผล
ฉบับที่.....

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2563

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

เรื่อง ถังแปรรูปกระเทียมดำ

Black garlic processing tank

ผู้จัดทำ

1. นายพฤกษ์ พฤกษากร รหัสนักศึกษา 60511060
2. นายวุฒิภัทร พรานดี รหัสนักศึกษา 60511078

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อรายงาน ถังแปรรูปกระเทียมดำ

นักศึกษา นายพฤกษ์ พฤกษากร รหัสนักศึกษา 60511060

นายวุฒิภัทร พรานดี รหัสนักศึกษา 60511078

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ปีการศึกษา 2562

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอถังแปรรูปกระเทียมดำ ศึกษาการควบคุมอุณหภูมิเพื่อนำไปใช้ในรายวิชาโครงงานอิเล็กทรอนิกส์ เป็นการลดระยะเวลาในการแปรรูปกระเทียมดำเนื่องจากการแปรรูปกระเทียมสดให้กลายสภาพเป็นกระเทียมดำต้องมีการควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่พอเหมาะ เพื่อจะลดระยะเวลาในการแปรรูปผู้จัดทำเลยสนใจในการควบคุมอุณหภูมิเพื่อได้อุณหภูมิที่เหมาะกับการแปรรูปกระเทียมดำที่สุดและใช้ระยะเวลาไม่มากเท่าวิธีในการแปรรูปปัจจุบันโดยหม้อหุงข้าวไฟฟ้า

จากการทดลองการแปรรูปกระเทียมดำได้พบว่าปัจจัยหลักในการแปรรูปกระเทียมโทนให้กลายเป็นกระเทียมดำ มีปัจจัยหลักคือ ความร้อน และ ปริมาณของกระเทียมโทนที่ใช้ในการแปรรูปในหนึ่งรอบการแปรรูป เพราะขนาดของถังแปรรูปกระเทียมดำคือ 6 ลิตรสามารถบรรจุกระเทียมได้ 4 กิโลกรัม จึงจำเป็นต้องมีการกระจายความร้อนภายในถัง

จากการทดลองทางอิเล็กทรอนิกส์พบว่าวงจรและอุปกรณ์ต่างๆสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนของการแปรรูปกระเทียมดำสามารถทำได้เร็วโดยใช้เวลาเพียง 7 วันโดยใช้ความร้อนในการอบ 90 องศาปริมาณกระเทียม 4 กิโลกรัมเนื่องจากเป็นการอบด้วยอุณหภูมิที่สูงและมีปริมาณกระเทียมมากทำให้เกิดปฏิกริยาได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project	Black garlic tank processing
Student	Mr.Pruek Prueksakorn ID. 60511060
	Mr.Wuttipat Prandee ID. 60511078
Advisor	Asst.Prof.Dr. Montree Chaichanyut
Degree	Bachelor of Engineering
Program in	Electronics Engineering
Academic Year	2020

Abstract

This report is prepared to study temperature control for use in electronic project courses. This reduces the time for processing black garlic because fresh garlic processing to black garlic requires proper temperature and humidity control In order to shorten the processing time, manufacturers are interested in controlling the temperature in order to get the temperature that is best suited for processing black garlic, and it takes less time than the current processing method by electric rice cookers.

From the black garlic processing experiment, it was found that the main factor in the processing of ton garlic into black garlic The main factors are heat and the amount of garlic tone used in one processing cycle. Because the size of the black garlic processing tank is 6 liters and can hold 4 kg of garlic, it is necessary to distribute the heat inside the tank.

Electronic experiments have shown that circuits and devices can work efficiently. In terms of processing black garlic, it can be done quickly in just 7 days using 90 degrees heat baking, 4 kg of garlic because it is high temperature baking and has a large amount of garlic, it can react well.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้อาจไม่สามารถเสร็จสมบูรณ์ขึ้นมาได้ถ้าหากปราศจากความช่วยเหลือและการ สนับสนุนจากบุคคลหลายๆท่าน ซึ่งผู้จัดทำขอขอบคุณทุกๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ตลอดจนทุกคนในครอบครัว ผู้ที่คอยให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุนการศึกษา ตลอดจนให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์ อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำต่างๆ รวมทั้งเอื้อเฟื่อเครื่องมือ เครื่องใช้ในการทำโครงงานและติดตามเกี่ยวกับงานโครงงานตลอดมา ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของท่านจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์ที่เคารพทุกท่าน ที่ให้ความเอาใจใส่แนะนำ คอยช่วยเหลือเสมอมา และต้องขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ น้องๆ ที่คอยช่วยเหลือในการทำโครงงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากรายงานฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....X

สารบัญรูป.....XII

สารบัญกราฟ.....XV

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย.....2

1.3 ขอบเขตโครงงาน.....2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน.....2

1.6 โครงสร้างปริญญานิพนธ์.....4

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....5

2.1 อาดูโน่ อาร์3.....5

2.1.1 คุณสมบัติของอาดูโน่ อาร์3.....6

2.1.2 หน่วยความจำ.....6

2.1.3 อินพุตและเอาท์พุต (Input and Output).....6

2.2 หน้าจอทีเอฟที (TFT:Thin flim transister).....7

2.2.1 แอคทีฟแม็ตทริกส์ (Active matrix).....7

2.2.2 พาสซีฟแม็ตทริกส์ (Passive matrix).....8

2.3 พาวเวอร์ซัพพลาย (Power supply).....8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3.1 วงจรพาวเวอร์ซัพพลายชนิดของคอมพลีเมนตารี่แบบ OCL....8

2.3.2 วงจรพาวเวอร์ซัพพลายชนิดของคอมพลีเมนตารี่แบบ OTL....9

2.3.3 วงจรพาวเวอร์ซัพพลายแบบเร็กกูเลเตอร์....10

2.3.4 วงจรพาวเวอร์ซัพพลายแบบเร็กกูเลเตอร์ไฟคู่....10

2.3.5 วงจรพาวเวอร์ซัพพลายเครื่องขยายเสียงวัตต์สูง....12

2.4 ฮีทเตอร์ (Heater)....12

2.4.1 ส่วนประกอบหลักของฮีทเตอร์....12

2.4.2 ประเภทของฮีทเตอร์....13

2.5 เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ....21

2.5.1 เทอร์โมคัปเปิ้ล(Thermocouple)....21

2.5.2 เซนเซอร์อุณหภูมิความต้านทาน (RTD)....21

2.5.3 เทอร์มิสเตอร์(Thermistor)....22

2.6 สแตนเลส (Stainless)....23

2.6.1 ทนทานต่อการกัดกร่อน....24

2.6.2 ความต้านทานต่ออุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ....24

2.6.3 ง่ายต่อการประกอบหรือแปรรูป....24

2.6.4 ความทนทาน....24

2.6.5 ความสวยงาม....24

2.6.6 ความปลอดภัยและถูกสุขลักษณะ....24

2.7 โซลิดสเตทรีเลย์ (Solid state relay)....25

2.7.1 แบบ Non zero crossing type....26

2.7.2 แบบ Zero crossing type....27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.8 กระเทียม....28

2.8.1 ลักษณะทางพฤษศาสตร์....28

2.8.2 กระเทียม (Thai garlic)....29

2.8.3 กระเทียมจีน (Chinense garlic)....30

2.8.4 กระเทียมโทน (Single clove garlic)....32

บทที่ 3 การออกแบบ....34

3.1 บทนำและบล็อกไดอะแกรม....34

3.2 การออกแบบวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์....35

3.3 การออกแบบโครงสร้างของโครงงาน....37

3.3.1 ฝาสำหรับเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียม....38

3.3.2 ตระแกรงสำหรับบรรจุกระเทียม....39

3.3.3 หม้อสำหรับแปรรูปกระเทียม....40

3.4 คุณค่าทางโภชนาการของกระเทียมดำที่ได้จากการแปรรูป....40

3.5 โฟลวชาร์ทการทำงานของโครงงาน....42

3.6 การออกแบบหน้าจอทีเอฟที....43

บทที่ 4 การทดลอง....44

4.1 การทดลองทางอิเล็กทรอนิกส์....44

4.1.1 การทดลองที่ 1 การทดลองภาคจ่ายไฟ....44

4.1.2 การทดลองที่ 2 การทดลองการทำงานของฮีทเตอร์....45

4.1.3 การทดลองที่ 3 การทดลองการทำงานของหน้าจอทีเอฟที....45

4.1.4 การทดลองที่ 4 การตรวจจับอุณหภูมิภายในถังด้วยเทอร์โมคัปเปิ้ล....47

4.1.5 การทดลองที่ 5 การตัดการทำงานของฮีทเตอร์ด้วโซลิดสเตทรีเลย์....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.2 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ (1กิโลกรัม).....49

4.2.1 การทดลองที่ 6 การทดลองบรรจุกระเทียม 1 กก.ลงในภาชนะ.....49

4.2.2 การทดลองที่ 7 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนัก.....50

4.2.3 การทดลองที่ 8 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. 50 องศา.....51

4.2.4 การทดลองที่ 9 การทดลองเก็บน้ำจากการแปรรูป 1 กก 50 องศา.....53

4.2.5 การทดลองที่ 10 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. 70 องศา.....54

4.2.6 การทดลองที่ 11 การทดลองเก็บน้ำจากการแปรรูป 1 กก 70 องศา.....55

4.2.7 การทดลองที่ 12 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. 90 องศา.....56

4.2.8 การทดลองที่ 13 การทดลองเก็บน้ำจากการแปรรูป 1 กก 90 องศา.....58

4.3 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ (2กิโลกรัม).....59

4.3.1 การทดลองที่ 14 การทดลองบรรจุกระเทียม 2 กก.ลงในภาชนะ.....59

4.3.2 การทดลองที่ 15 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนัก.....60

4.3.3 การทดลองที่ 16 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. 50 องศา.....61

4.3.4 การทดลองที่ 17 การทดลองเก็บน้ำจากการแปรรูป 2 กก 50 องศา.....63

4.3.5 การทดลองที่ 18 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. 70 องศา.....64

4.3.6 การทดลองที่ 19 การทดลองเก็บน้ำจากการแปรรูป 2 กก 70 องศา.....66

4.3.7 การทดลองที่ 20 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. 90 องศา.....67

4.3.8 การทดลองที่ 21 การทดลองเก็บน้ำจากการแปรรูป 2 กก 90 องศา.....68

4.4 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ (2กิโลกรัม).....69

4.4.1 การทดลองที่ 22 การทดลองบรรจุกระเทียม 4 กก.ลงในภาชนะ.....69

4.4.2 การทดลองที่ 23 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนัก.....70

4.4.3 การทดลองที่ 23 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. 50 องศา.....71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.4.4 การทดลองที่ 24 การทดลองเก็บน้ำจากการแปรรูป 4 กก 50 องศา.....73

4.4.5 การทดลองที่ 25 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. 70 องศา.....74

4.4.6 การทดลองที่ 26 การทดลองเก็บน้ำจากการแปรรูป 4 กก 70 องศา.....76

4.4.7 การทดลองที่ 27 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. 90 องศา.....77

4.4.8 การทดลองที่ 28 การทดลองเก็บน้ำจากการแปรรูป 4 กก 90 องศา.....79

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง.....80

5.1 สรุปผลการทดลอง.....80

5.1.1 สรุปผลการทดลองที่ 1.....80

5.1.2 สรุปผลการทดลองที่ 2.....80

5.1.3 สรุปผลการทดลองที่ 3.....80

5.1.4 สรุปผลการทดลองที่ 4.....81

5.1.5 สรุปผลการทดลองที่ 5.....81

5.1.6 สรุปผลการทดลองที่ 6.....81

5.1.7 สรุปผลการทดลองที่ 7.....81

5.1.8 สรุปผลการทดลองที่ 8.....81

5.1.9 สรุปผลการทดลองที่ 9.....81

5.1.10 สรุปผลการทดลองที่ 10.....82

5.1.11 สรุปผลการทดลองที่ 11.....82

5.1.12 สรุปผลการทดลองที่ 12.....82

5.1.13 สรุปผลการทดลองที่ 13.....82

5.1.14 สรุปผลการทดลองที่ 14.....82

5.1.15 สรุปผลการทดลองที่ 15.....83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.1.16 สรุปผลการทดลองที่ 16.....83

5.1.17 สรุปผลการทดลองที่ 17.....83

5.1.18 สรุปผลการทดลองที่ 18.....83

5.1.19 สรุปผลการทดลองที่ 19.....83

5.1.20 สรุปผลการทดลองที่ 20.....84

5.1.21 สรุปผลการทดลองที่ 21.....84

5.1.22 สรุปผลการทดลองที่ 22.....84

5.1.23 สรุปผลการทดลองที่ 23.....84

5.1.24 สรุปผลการทดลองที่ 24.....84

5.1.25 สรุปผลการทดลองที่ 25.....85

5.1.26 สรุปผลการทดลองที่ 26.....85

5.1.27 สรุปผลการทดลองที่ 27.....85

5.1.28 สรุปผลการทดลองที่ 28.....85

5.1.29 สรุปผลการทดลองที่ 29.....85

5.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....86

5.3 ข้อเสนอแนะ.....86

เอกสารอ้างอิง.....87

ภาคผนวก ก. คู่มือการใช้เครื่อง.....89

ภาคผนวก ข. โปรแกรมและการแสดงผลถังแปรรูปกระเทียมดำ.....92

ประวัติผู้เขียน.....220

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ตารางความแตกต่างของค่าทางโภชนาการ.....1

ตารางที่ 1.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงงานภาคเรียนที่ 1.....3

ตารางที่ 1.3 ขั้นตอนการดำเนินโครงงานภาคเรียนที่ 2.....4

ตารางที่ 4.1 ทดสอบแรงดันคงที่(Switching Power supply).....44

ตารางที่ 4.2 การทดลองการทำความร้อนของฮีทเตอร์.....45

ตารางที่ 4.3 การทดลองการทำงานของหน้าจอทีเอฟที.....46

ตารางที่ 4.4 การตรวจจับอุณหภูมิภายในหม้อด้วยเทอร์โมคัปเปิ้ล.....47

ตารางที่ 4.5 การตัดการทำงานของฮีทเตอร์ด้วยโซลิดสเตทรีเลย์.....48

ตารางที่ 4.6 การทดลองบรรจุกระเทียม 1 กก. ลงในภาชนะสำหรับแปรรูป.....50

ตารางที่ 4.7 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนักของกระเทียม.....51

ตารางที่ 4.8 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. ด้วยความร้อน 50 องศา.....52

ตารางที่ 4.9 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. 50 องศา.....53

ตารางที่ 4.10 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. ด้วยความร้อน 70 องศา.....54

ตารางที่ 4.11 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. 70 องศา.....55

ตารางที่ 4.12 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. ด้วยความร้อน 90 องศา.....57

ตารางที่ 4.13 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. 90 องศา.....58

ตารางที่ 4.14 การทดลองบรรจุกระเทียม 2 กก. ลงในภาชนะสำหรับแปรรูป.....59

ตารางที่ 4.15 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนักของกระเทียม.....60

ตารางที่ 4.16 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. ด้วยความร้อน 50 องศา.....62

ตารางที่ 4.17 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. 50 องศา.....63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่ 4.18 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. ด้วยความร้อน 70 องศา.....65

ตารางที่ 4.19 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. 70 องศา.....66

ตารางที่ 4.20 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. ด้วยความร้อน 90 องศา.....67

ตารางที่ 4.21 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. 90 องศา.....68

ตารางที่ 4.22 การทดลองบรรจุกระเทียม 4 กก. ลงในภาชนะสำหรับแปรรูป.....70

ตารางที่ 4.23 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนักของกระเทียม.....71

ตารางที่ 4.24 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. ด้วยความร้อน 50 องศา.....72

ตารางที่ 4.25 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. 50 องศา.....73

ตารางที่ 4.26 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. ด้วยความร้อน 70 องศา.....75

ตารางที่ 4.27 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. 70 องศา.....76

ตารางที่ 4.28 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. ด้วยความร้อน 90 องศา.....78

ตารางที่ 4.29 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. 90 องศา.....79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 อาดูโน่ อาร์ 3.....5

รูปที่ 2.2 หน้าจอทีเอฟที (Thin flim transister).....7

รูปที่ 2.3 วงจรพาวเวอร์ซัพพลายของคอมพลีเมนตาลี่แบบ OCL.....8

รูปที่ 2.4 วงจรพาวเวอร์ซัพพลายของคอมพลีเมนตาลี่แบบ OTL.....9

รูปที่ 2.5 วงจรพาวเวอร์ซัพพลายแบบเร็กกูเลเตอร์.....10

รูปที่ 2.6 วงจรพาวเวอร์ซัพพลายแบบเร็กกูเลเตอร์ไฟคู่.....11

รูปที่ 2.7 วงจรพาวเวอร์ซัพพลายเครื่องขยายเสียงวัตต์สูง.....12

รูปที่ 2.8 ลวดฮีทเตอร์.....13

รูปที่ 2.9 ฮีทเตอร์ต้มน้ำยาเคมี.....14

รูปที่ 2.10 ฮีทเตอร์ฮอตรันเนอร์ (Hot runner heater).....14

รูปที่ 2.11 เซรามิคฮีทเตอร์ (Ceramic band heater).....15

รูปที่ 2.12 ฮีทเตอร์แท่ง (Cartidge heater).....15

รูปที่ 2.13 ฮีทเตอร์จุ่ม-ฮีทเตอร์ต้มน้ำ (Immersion heater).....16

รูปที่ 2.14 ฮีทเตอร์อินฟาเรด (Infared heater).....17

รูปที่ 2.15 ฮีทเตอร์แผ่น (Strip heater).....17

รูปที่ 2.16 ฮีทเตอร์บอบบิ้น (Bobbin heater).....18

รูปที่ 2.17 ฮีทเตอร์ท่อกลม/ฮีทเตอร์เส้น/ฮีทเตอร์ทิวบูลาร์ (Tubular heater).....18

รูปที่ 2.18 เซอร์คูเรชั่นฮีทเตอร์ (Circulation heater).....19

รูปที่ 2.19 คอยล์ฮีทเตอร์ (Coil Heater).....19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 2.20 ฮีทเตอร์รัดท่อ (Band heater).....20

รูปที่ 2.21 ฮีทเตอร์อุ่น-ต้มน้ำยาเคมี.....20

รูปที่ 2.22 เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature sensor).....21

รูปที่ 2.23 เซนเซอร์อุณหภูมิความต้านทาน (Resistance Temperature Detector).....22

รูปที่ 2.24 วงจรแปลสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล.....23

รูปที่ 2.25 สแตนเลส.....23

รูปที่ 2.26 โซลิดสเตทรีเลย์.....25

รูปที่ 2.27 วงจรการต่อใช้งานแบบพื้นฐานของโซลิดสเตทรีเลย์ (Amature relay).....25

รูปที่ 2.28 องค์ประกอบและวงจรพื้นฐานของโซลิดสเตทรีเลย์แบบค่าไม่เป็นศูนย์.....26

รูปที่ 2.29 รูปคลื่นสัญญาณแสดงการทำงานของโซลิดสเตทรีเลย์แบบค่าไม่เป็นศูนย์.....26

รูปที่ 2.30 วงจรพื้นฐานของโซลิดสเตทรีเลย์แบบค่าเป็นศูนย์.....27

รูปที่ 2.31 รูปคลื่นสัญญาณแสดงการทำงานแบบค่าเป็นศูนย์.....27

รูปที่ 2.32 กระเทียมไทย.....29

รูปที่ 2.33 กระเทียมจีน.....30

รูปที่ 2.34 กระเทียมโทน.....32

รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของถังแปรรูปกระเทียมดำ.....34

รูปที่ 3.2 แบบวงจรใช้งานร่วมกับอาดูโน่.....35

รูปที่ 3.3 วงจรโมดูลของเทอร์โมคัปเปิ้ล.....36

รูปที่ 3.4 วงจรโซลิดสเตทรีเลย์.....36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.5 โครงสร้างภายนอกของโครงงานแบบแยกส่วน....37

รูปที่ 3.6 ขนาดของโครงถังแปรรูปกระเทียมดำ....38

รูปที่ 3.7 โครงสร้างแบบ 2 มิติของฝา....39

รูปที่ 3.8 ตระแกรงสำหรับบรรจุกระเทียม....39

รูปที่ 3.9 หม้อสำหรับแปรรูปกระเทียม....40

รูปที่ 3.10 กระเทียมดำที่ได้จากการแปรรูป....41

รูปที่ 3.11 โฟลวชาร์ทถังแปรรูปกระเทียมดำ....42

รูปที่ 3.12 การออกแบบหน้าจอทีเอฟที....43

รูปที่ 4.1 หน้าจอทีเอฟที....46

รูปที่ 4.2 การวางกระเทียมในภาชนะสำหรับแปรรูป....49

รูปที่ 4.3 กระเทียม 1 กิโลกรัมก่อนแปรรูป(50°C)....52

รูปที่ 4.4 กระเทียม 1 กิโลกรัมหลังแปรรูป(50°C)....52

รูปที่ 4.5 กระเทียม 1 กิโลกรัมก่อนแปรรูป(70°C)....55

รูปที่ 4.6 กระเทียม 1 กิโลกรัมหลังแปรรูป(70°C)....55

รูปที่ 4.7 กระเทียม 1 กิโลกรัมก่อนแปรรูป(90°C)....57

รูปที่ 4.8 กระเทียม 1 กิโลกรัมหลังแปรรูป(90°C)....57

รูปที่ 4.9 กระเทียม 2 กิโลกรัมก่อนแปรรูป(50°C)....63

รูปที่ 4.10 กระเทียม 2 กิโลกรัมหลังแปรรูป(50°C)....63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.11 กระเทียม 2 กิโลกรัมก่อนแปรรูป(70°C).....65

รูปที่ 4.12 กระเทียม 2 กิโลกรัมหลังแปรรูป(70°C).....65

รูปที่ 4.13 กระเทียม 2 กิโลกรัมก่อนแปรรูป(90°C).....68

รูปที่ 4.14 กระเทียม 2 กิโลกรัมหลังแปรรูป(90°C).....68

รูปที่ 4.15 กระเทียม 4 กิโลกรัมก่อนแปรรูป(50°C).....73

รูปที่ 4.16 กระเทียม 4 กิโลกรัมหลังแปรรูป(50°C).....73

รูปที่ 4.17 กระเทียม 4 กิโลกรัมก่อนแปรรูป(70°C).....76

รูปที่ 4.18 กระเทียม 4 กิโลกรัมหลังแปรรูป(70°C).....76

รูปที่ 4.19 กระเทียม 4 กิโลกรัมก่อนแปรรูป(90°C).....78

รูปที่ 4.20 กระเทียม 4 กิโลกรัมหลังแปรรูป(90°C).....78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญกราฟ

หน้า

กราฟที่ 4.1 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.ด้วยอุณภูมิ 50 องศา.....53

กราฟที่ 4.2 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.ด้วยอุณภูมิ 70 องศา.....56

กราฟที่ 4.3 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.ด้วยอุณภูมิ 90 องศา.....58

กราฟที่ 4.4 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.ด้วยอุณภูมิ 50 องศา.....64

กราฟที่ 4.5 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.ด้วยอุณภูมิ 70 องศา.....66

กราฟที่ 4.6 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.ด้วยอุณภูมิ 90 องศา.....69

กราฟที่ 4.7 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก.ด้วยอุณภูมิ 50 องศา.....74

กราฟที่ 4.8 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.ด้วยอุณภูมิ 50 องศา.....77

กราฟที่ 4.9 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.ด้วยอุณภูมิ 50 องศา.....79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

จากการค้นคว้าและวิจัยของนักวิจัยจึงพบว่าในระหว่างการหมักบ่มของกระเทียมสดที่มีกลิ่นฉุน จะถูกเปลี่ยนเป็นสารที่คงตัว และจะไม่มีกลิ่นฉุน ซึ่งจะได้แก่ สารประกอบกำมะถันที่ละลายในน้ำ จะมีคุณสมบัติในการต่อต้านอนุมูลอิสระ ลดคลอเรสเตอรอลในร่างกาย และสารอาหารอื่นๆที่มากกว่ากระเทียมปกติอีกมากมาย แต่ในการทำกระเทียมดำจะต้องใช้เวลามากพอสมควร ถ้าจะทำด้วยวิธีที่ง่ายๆและใช้อุปกรณ์ที่สามารถหาได้ภายในบ้านอย่างการใช้หม้อหุงข้าวจะใช้เวลาประมาณ 2 เดือน แต่หากทำด้วยหม้อที่ใช้ในการทำกระเทียมดำโดยเฉพาะจะใช้เวลาประมาณ 15-20 วัน โดยจะได้กระเทียมดำ 2 กก. เราจึงเห็นปัญหานี้และสนใจในการทำถังแปรรูปกระเทียมดำที่สามารถปรับอุณหภูมิและความชื้นเพื่อหาอุณหภูมิที่เหมาะสมและทำกระเทียมดำได้ในเวลา 1สัปดาห์ โดยคุณภาพยังคงอยู่ครบ คุณค่าของกระเทียมดำและกระเทียมสดที่ยังไม่ได้แปรรูปมีดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1.1 ตารางความแตกต่างของค่าทางโภชนาการ [1]

สารอาหาร	กระเทียมสด	กระเทียมดำ
พลังงาน(Kcal/100g)	138	2271
โปรตีน	8.4%	9.1%
ไขมัน	0.1%	0.3%
คาร์โบไฮเดรค	28.7	47.0%
S-allyl-cysteine(SAC)	23.7 µg/g	194.3 µg/g
Y-glutamyl-S-allylcysteine	748.7 µg/g	248.7 µg/g
สารกลุ่ม Flavonoids	3.22 mg rutin equivalent/g	เพิ่มขึ้น 4.77 เท่า
สารกลุ่ม Polyphenols	13.91 mg gallic acid equivalent/g	เพิ่มขึ้น 4.19 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อลดระยะเวลาในการแปรรูปกระเทียมดำ

1.2.2 เพื่อเพิ่มมูลค่าของกระเทียม

1.2.3 เพื่อศึกษาการควบคุมอุณหภูมิ

1.2.4 เพื่อนำน้ำที่ได้จากการแปรูปกระเทียมดำมาใช้ประโยชน์

1.3 ขอบเขตโครงงาน

1.3.1 ได้ขนาดถังแปรรูปขนาดความจุ 6 ลิตร สามารถแปรรูปกระเทียมได้ครั้งละ 4 กก.

1.3.2 เครื่องสามารถปรับความร้อนได้ที่อุณหภูมิได้ตั้งแต่ 30°-100° (ปรับความละเอียดครั้งละ 1°)

1.3.3 มีหน้าจอแสดงอุณหภูมิภายในหม้อ

1.3.4 สามารถหาวิธีการเก็บน้ำกระเทียมได้

1.3.5 ทดลองทำการลดระยะในการแปรรูปให้ได้มากที่สุด

1.3.6 เครื่องสามารถใช้งานได้จริง

1.3.7 ได้ผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปโดยคุณภาพของผลิตภัณฑ์เท่ากับที่มีจำหน่ายในท้องตลาด

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ได้ศึกษาการควบคุมความร้อนและความชื้น

1.4.2 ได้ศึกษาหลักการทำงานของหน้าจอ TFT

1.4.3 ได้ศึกษาการแปรรูปกระเทียมให้กลายเป็นกระเทียมดำ

1.4.4 ได้ศึกษาการทำงานของโซลิดสเตทรีเลย์ (Solid state relay)

1.4.5 สามารถนำผลิตภัณฑ์จากการแปรรูปมาต่อยอดได้

1.5 ขั้นตอนและวิธีดำเนินงาน

1.5.1 ศึกษาหาข้อมูล

1.5.2 ออกแบบโครงสร้างของถังแปรรูป

1.5.3 จัดหาอุปกรณ์และหาซื้อวัสดุสำหรับจัดทำชิ้นงาน

1.5.4 ทดลองเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานหน้าจอ TFT

1.5.5 ทดลองการควบคุมความร้อนด้วยโซลิดสเตทรีเลย์

1.5.6 ทดลองการตรวจจับความร้อนภายในหม้อของเซนเซอร์

1.5.7 ทดลองหาอุณหภูมิที่สามารถลดระยะเวลาในการแปรรูปได้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงงานภาคเรียนที่ 1

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน				
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน	ธันวาคม
1. คิดหัวข้อโครงงานและนำเสนออาจารย์ที่ปรึกษา					
2. ศึกษาข้อมูล					
3. ออกแบบโครงสร้าง					
4. จัดหาอุปกรณ์					
5. ทดลองเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานหน้าจอ TFT					
6. ทดลองการควบคุมความร้อนด้วย Tempereture Controller					
7. ทดลองการตรวจจับความร้อนภายในหม้อของเซนเซอร์					
8. นำเสนอความก้าวหน้าในภาคเรียนที่ 1					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.3 ขั้นตอนการดำเนินโครงงานภาคเรียนที่ 2

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน				
	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน	พฤษภาคม
1. ทดลองหาอุณหภูมิที่สามารถลดระยะเวลาในการแปรรูปได้ดีที่สุด					
2. เขียนแบบทดลอง					
3. นำเสนอโครงงาน					

1.6 โครงสร้างของปริญญานิพนธ์

บทที่ 1 ในบทนี้กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของโครงงาน ความมุ่งหมาย วัตถุประสงค์ ขอบเขตการศึกษาในการทำงาน และโครงสร้างของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ในบทความนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานและอุปกรณ์ที่มีความเกี่ยวข้องกับโครงงานนี้

บทที่ 3 ในบทความนี้จะกล่าวถึงการออกแบบของตัวโครงงานถังแปรรูปกระเทียมดำ โดยจะประกอบไปด้วยการออกแบบโครงสร้างของตัวเครื่อง การออกแบบการทำงานของโปรแกรม

บทที่ 4 ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการทดลองและผลการทดลองการแปรรูป และอุณหภูมิที่ใช้ในการแปรรูปกระเทียม

บทที่ 5 ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการทดลอง ปัญหาและอุปสรรคที่พบเจอในการทำโครงงานถังแปรรูปกระเทียมดำ และข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

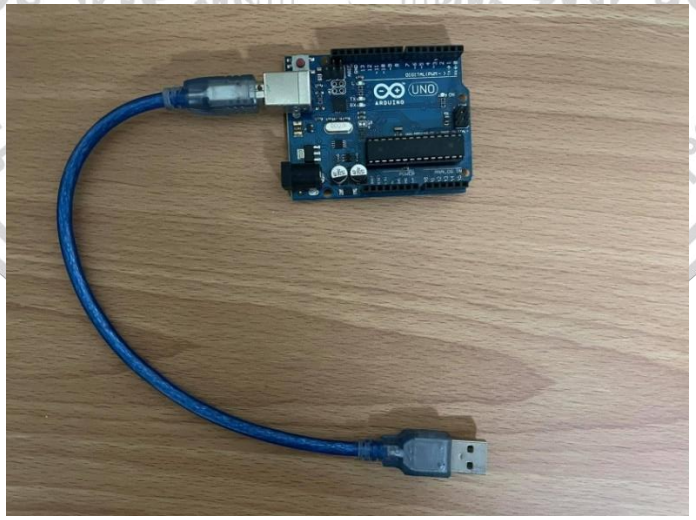
บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โครงงานถังแปรรูปกระเทียมดำ เป็นการนำการแปรรูปกระเทียมให้กลายเป็นกระเทียมดำมาศึกษาเพิ่มเพื่อที่จะลดระยะเวลาในการแปรรูป การทำโครงงานนี้ได้นำความรู้และทักษะด้านอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ในการควบคุมอุณหภูมิหรือความร้อนในถังแปรรูปเพื่อจะหาอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการทำกระเทียมและใช้เวลาน้อยที่สุด โดยการควบคุมความร้อนนั้นจำเป็นต้องศึกษาการทำงานของอาดูโน่ อูโน่ อาร์3(Arduino UNO R3) และโซลิดสเตทรีเลย์(Solid state relay) เพื่อนำมาใช้ในโครงงาน และยังได้ใช้การเขียนโค้ดเพื่อใช้งานหน้าจอ TFT(Thin-film transister) เพื่อแสดงอุณหภูมิภายในถังแปรรูป

2.1 อาดูโน่ อาร์ 3 (Arduino UNO R3) [2]

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ อูโน่ อาร์3 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ได้รับความนิยมอีกบอร์ดหนึ่ง เนื่องจากมีราคา ไม่แพง ซึ่งส่วนใหญ่โปรเจคและไลบรารีต่าง ๆ โดยที่พัฒนาขึ้นมาถูกอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก เพราะเป็น ขนาดที่เหมาะกับการเริ่มต้นการเรียนรู้ Arduino ซึ่งบอร์ดอาดูโน่ อูโน่ อาร์3ได้ถูกพัฒนาขึ้นมา ตั้งแต่ R2, R3 และมีรุ่นชิปไอซีเป็นแบบ SMD ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 อาดูโน่ อาร์ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 คุณสมบัติของอาดูโน่ อูโน่ อาร์3

1. อาดูโน่ อูโน่ อาร์3จะใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328

2. อาดูโน่ อูโน่ อาร์3จะใช้แรงดันไฟฟ้าเลี้ยงไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328 มีค่า 5 โวลต์

3. โดยแรงดันไฟฟ้าป้อนที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ อูโน่ อาร์3 อยู่ในช่วง 7 – 12 โวลต์

4. อาดูโน่ อูโน่ อาร์จะมีพอร์ตดิจิตอลอินพุตและเอาต์พุต (Digital VO) จำนวน 14 พอร์ต (มี PWM output จำนวน 6 พอร์ต)

5. มีพอร์ตอนาล็อกอินพุต (Analog Input) ทั้งหมด 6 พอร์ต

6. สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าในแต่ละพอร์ตได้ 40 มิลลิแอมป์ (mA)

7. สามารถจ่ายกระแสไฟฟ้าในพอร์ต 3.3 V จ่ายได้สูงสุด 50 มิลลิแอมป์ (mA)

8. มีพื้นที่หน่วยความจำโปรแกรม 32 กิโลไบต์ (KB)

9. มีพื้นที่หน่วยความจำชั่วคราวแบบ SRAM 2 กิโลไบต์ (KB)

10. มีพื้นที่หน่วยความจำถาวรแบบ EEPROM 1 กิโลไบต์ (KB)

11. ใช้ความถีสัญญาณนาฬิกา 16 เมกะเฮิรตซ์ (MHz)

2.1.2 หน่วยความจำ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega328 จะใช้หน่วยความจำแบบแฟลชไว้สำหรับการจัดเก็บในโปรแกรมที่มีขนาด 32 กิโลไบต์ (มีหน่วยความจำใช้สำหรับการบูตขนาด 0.5 กิโลไบต์) โดยจะมีหน่วยความจำชั่วคราว สแตติกแรม(SRAM) ขนาด 2 กิโลไบต์ และมีหน่วยความจำถาวรแบบอีอีพร็อม (EEPROM) ขนาด 1 กิโลไบต์

2.1.3 อินพุตและเอาท์พุต (Input and Output)

โดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ อูโน่ อาร์3 0t มีพอร์ตดิจิตอลทั้งหมด 14 ขา สามารถเป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุตหรือเอาต์พุต โดยใช้ฟังก์ชัน pinMode (), digitalWrite () และ digitalRead () แต่ละขาทำงานที่แรงดัน 5 โวลต์ สามารถจ่ายหรือรับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุด 40 มิลลิแอมป์และมียังมีหน้าที่พิเศษดังนี้ ตัวต้านทานต่อแบบพูลอัปอยู่ภายในมีค่าความต้านทาน 20 - 50 กิโลโอห์ม นอกจากนี้แล้ว บางพอร์ต

- พอร์ต 1 เป็นขา TX โดยจะใช้เป็นพอร์ตส่งสัญญาณสื่อสารแบบอนุกรม

- พอร์ต 2 และ 3 จะเป็นพอร์ตรับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ภายนอก (Interrupts) พอร์ตเหล่านี้สามารถกำหนดค่าให้รับสัญญาณขัดจังหวะได้ทั้งแบบลอจิกสูง ลอจิกต่ำ หรือแบบอื่น ๆ

- พอร์ต 3, 5, 6, 9, 10 และ 11 จะเป็นพอร์ตส่งสัญญาณเอาต์พุตแบบ PWM ขนาด 8 บิต

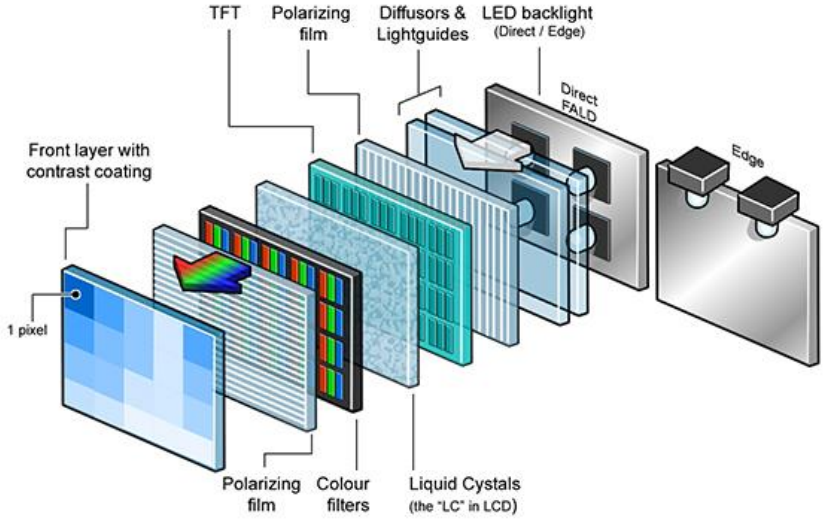
- พอร์ต 10, 11, 12 และ 13 จะเป็นพอร์ตสื่อสารแบบ SPI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- พอร์ต 13 จะเป็นพอร์ตที่ใช้ควบคุมแอลอีดีที่ติดตั้งบนบอร์ดเมื่อขา 13 จ่ายเอาต์พุตลอจิก “1” ทำให้แอลอีดีติดสว่างและเมื่อจ่ายลอจิก “0” จะทำให้แอลอีดีดับ

2.2 หน้าจอทีเอฟที (TFT:Thin film transister) [3]

หน้าจอทีเอฟทีโดยทรานซิสเตอร์ที่มีฟิล์มบางที่จะเป็นสารตั้งต้น คล้ายแก้ว ภายนอกจะถูกเคลือบด้วยแผ่นฟิล์มบางๆ ของโลหะซิลิคอนหรือพลาสติก มักถูกนำไปใช้คู่กับหน้าจอแอลซีดี(LCD) ของสมาร์ทโฟน เพื่อขับเซลล์ของแอลซีดีออกมา ออกแบบมีแผ่นฟิล์มขนาดใหญ่ภายในมีทรานซิสเตอร์ขนาดเล็กและตัวเก็บประจุ ในปัจจุบันหน้าจอแบบ AMOLED และหน้าจอ แอลซีดีส่วนใหญ่จะมีเลเยอร์(Layer)หน้าจอทีเอฟทีเป็นส่วนประกอบ



รูปที่ 2.2 หน้าจอทีเอฟที(Thin-film transister)

(**ที่มา:**https://www.thaimobilecenter.com/content/smartphone-display-explained.asp)

2.2.1 แอคทีฟแม็ตทริกส์ (Active matrix)

แอคทีฟแม็ตทริกส์ : จะเป็นระบบที่ใช้ในการควบคุมจุดพิกเซลย่อย(subpixel) ของทรานซิสเตอร์ในแต่ละชุดและตัวเก็บประจุ (เช่นในหน้าจอทีเอฟที) จะช่วยในการควบคุมแรงดันได้แม่นยำมากขึ้นและมีการเปลี่ยนแปลงกระแสไฟเร็วกว่าเทคโนโลยีแบบ passive-matrix (เกือบทั้งหมดของจอแสดงผลดิจิตอลในปัจจุบันเป็นแบบ แอคทีฟแม็ตทริกส์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

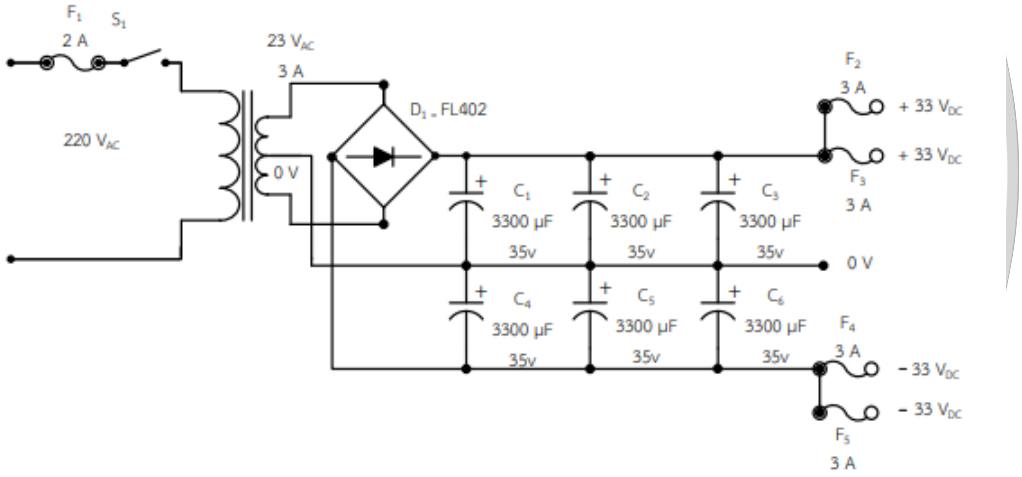
2.2.2 พาสซีฟแม็ตทริกส์ (Passive matrix)

พาสซีฟแม็ตทริกส์: จะเป็นเทคโนโลยีช่วยควบคุมแรงดันไฟฟ้าของแต่ละจุดพิกเซลย่อยด้วยรูปแบบตารางที่เรียบง่ายของวัสดุที่จะเป็นสื่อตัวนำไฟฟ้า ไม่ค่อยพบเห็นเทคโนโลยีนี้ใช้กับจอแอลซีดีปัจจุบันแล้วเนื่องจากราคาของหน้าจอทีเอฟทีได้ถูกลงมากและมีคุณภาพดีขึ้น

2.3 พาวเวอร์ซัพพลาย (Power supply) [4]

วงจรเพาเวอร์ซัพพลายของเครื่องขยายเสียง เป็นส่วนสำคัญในการทำงานของเครื่องขยายเสียงที่ต้องการแรงดันไฟตรง (DC) ไปใช้งานเพื่อเป็นไฟเลี้ยงให้กับภาคต่างๆ ของเครื่องขยายเสียงให้ทำงานได้ ภาคจ่ายไฟมีมากมายหลายลักษณะ หลายรูปแบบ หลายวงจรแตกต่างกัน แต่สิ่งที่เหมือนกันคือทำหน้าที่แปลงแหล่งจ่ายไฟสลับให้เป็นแหล่งจ่ายไฟตรง

2.3.1 วงจรเพาเวอร์ซัพพลายชนิดของคอมพลีเมนตารี่แบบ OCL



รูปที่ 2.3 วงจรเพาเวอร์ซัพพลายที่ใช้งานกับชนิดของคอมพลีเมนตารี่แบบ OCL
(ที่มา: https://www.rannotebook.com/product/1660/)

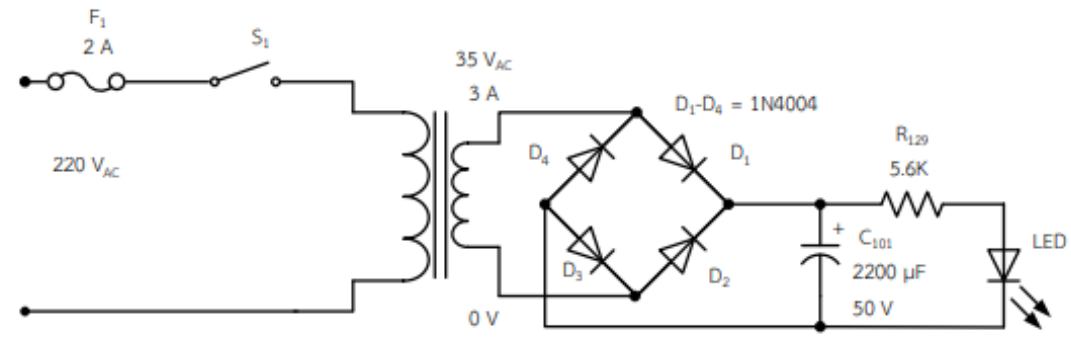
จากรูปที่ 2.3 จะแสดงวงจรของเพาเวอร์ซัพพลายที่ใช้งานกับชนิดของคอมพลีเมนตารี่แบบ OCL แรงดันไฟสลับ 220 VAC ป้อนเข้ามาผ่านสวิทซ์ S1 เข้าสู่หม้อแปลงด้านขดปฐมภูมิ เมื่อกดสวิทซ์ S1 จะเกิดการเหนี่ยวนำแรงดันไฟออกมาที่ขดลวดทุติยภูมิ 23 VAC และส่งผ่านเข้าสู่วงจรแบบบริดจ์ ไดโอดแปลงจากแรงดันไฟสลับให้เป็นแรงดันไฟตรงจ่ายออกมามี 3 ขั้วแบบบวก (+) กราวด์ (GND) ลบ ( ) โดยส่งผ่านเข้าวงจรกรองสัญญาณใช้ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโตรไลติกขนาด 3300 µF /

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

35 vได้แรงดันไฟตรงราบเรียบจ่ายออกเอาต์พุตมี3ขั้วแบบบวก (+) กราวด์ (GND) ลบ ( ) วงจรมีอุปกรณ์ ป้องกันอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้นคือฟิวส์ ป้องกันจากไฟฟ้าลัดวงจร

2.3.2 วงจรเพาเวอร์ซัพพลายชนิดของคอมพลีเมนตารี่แบบ OTL

วงจรเพาเวอร์ซัพพลายที่ใช้งานกับชนิดคอมพลีเมนตารี่แบบ OTL แรงดันไฟ สลับ 220 VAC ป้อนเข้ามาผ่านสวิทซ์และฟิวส์ เข้าสู่หม้อแปลงด้านขดปฐมภูมิ เมื่อกดสวิทซ์ S1 จะเกิด การเหนี่ยวนำแรงดันไฟออกมาที่ขดทุติยภูมิ 35 VAC และส่งผ่านสู่วงจรแบบบริดจ์ ไดโอดแปลงไฟ สลับให้เป็นแรงดันไฟตรงจ่ายออกมามี 2 ขั้วแบบบวก (+) กราวด์ (GND) ส่งผ่านเข้าวงจรกรอง ดังรูปที่ 2.4



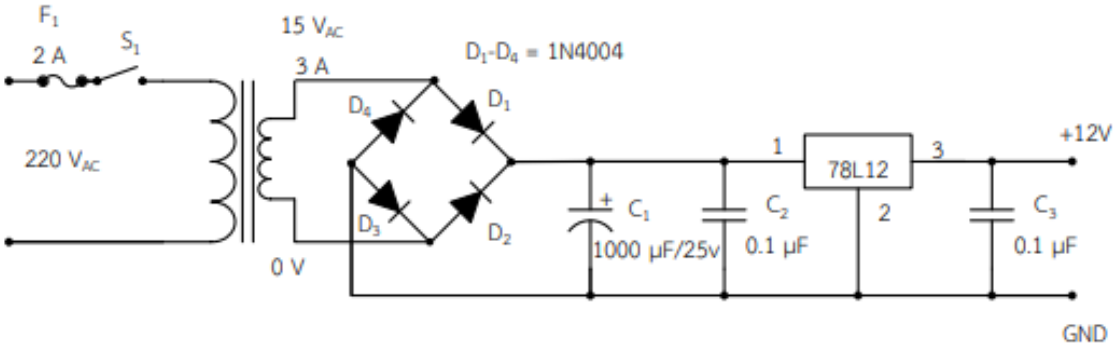
รูปที่ 2.4 วงจรเพาเวอร์ซัพพลายชนิดของคอมพลีเมนตารี่แบบ OTL
(**ที่มา:** https://www.rannotebook.com/product/1660/)

จากรูปที่ 2.4 สัญญาณใช้ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโตรไลติกขนาด 2200 µF / 50 vได้แรงดันไฟตรงราบเรียบจ่ายออก เอาต์พุตมีค่า +48 VDC วงจรมีอุปกรณ์ป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นคือฟิวส์ ป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 วงจรเพาเวอร์ซัพพลายแบบเร็กกูเลเตอร์

วงจรเพาเวอร์ซัพพลายแบบเร็กกูเลเตอร์ แรงดันไฟสลับที่เข้ามาได้มาจากชุด หม้อแปลงขดไฟต่ำที่ไม่มีแท็ปเซ็นเตอร์ (CT) ผ่านเข้าสู่วงจรแบบบริดจ์ ไดโอดแปลงแรงดันไฟสลับให้ เป็นแรงดันไฟตรงจ่ายออกมามี 2 ขั้ว แบบบวก (+) กราวด์ (GND) ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 วงจรเพาเวอร์ซัพพลายแบบเร็กกูเลเตอร์

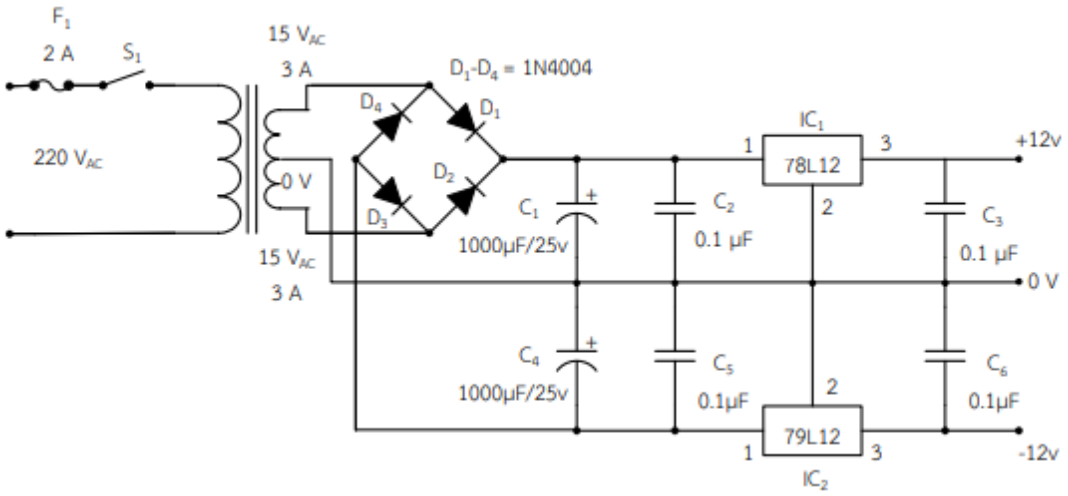
(**ที่มา**:https://www.rannotebook.com/product/1660/)

จากรูปที่ 2.5 วงจรเพาเวอร์ซัพพลายแบบเร็กกูเลเตอร์ แรงดันไฟสลับที่เข้ามาได้มาจากชุด หม้อแปลงขดไฟต่ำที่ไม่มีแท็ปเซ็นเตอร์ (CT) ผ่านเข้าสู่วงจรแบบบริดจ์ ไดโอดแปลงแรงดันไฟสลับให้ เป็นแรงดันไฟตรงจ่ายออกมามี 2 ขั้ว แบบบวก (+) กราวด์ (GND) ส่งผ่านเข้าวงจรกรองสัญญาณใช้ ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโตรไลติกขนาด 1,000 µF/25 v ได้แรงดันไฟตรงราบเรียบจ่ายออกมาที่ขา 1 ของ IC เบอร์ 78L12 ทำให้แรงดันไฟตรงที่ออกมาขา 3 มีไฟเท่ากับ 12 VDC ตามคุณสมบัติของ เบอร์ IC 78L12 แรงดันไฟนี้สามารถนำไปใช้เลี้ยงวงจรวียูมิเตอร์,วงจรพัดลม,วงจรปรีโทน และวงจรป้องกัน ลำโพงได้

2.3.4 วงจรเพาเวอร์ซัพพลายแบบเร็กกูเลเตอร์ไฟคู่

วงจรเพาเวอร์ซัพพลายแบบเร็กกูเลเตอร์ไฟคู่ แรงดันไฟสลับที่เข้ามาจะสามารถใช้ไฟต่ำที่มีชุดขดไฟร่วมกันในหม้อแปลงตัวใหญ่ที่เลี้ยงวงจรเพาเวอร์เอาต์พุตหรืออาจมีกรณีที่ไม่มีขดไฟ อื่นในหม้อแปลงก็อาจเพิ่มหม้อแปลงตัวเล็กๆ ประมาณ 800 mA ถึง 1 A เข้ามาในแท่นได้ หม้อแปลง ที่ใช้ต้องมีเซ็นเตอร์แท็ป (CT) โดยแรงดันไฟสลับที่จ่ายออกหม้อแปลงผ่านเข้าสู่วงจรบริดจ์ไดโอด แปลง แรงดันไฟสลับให้เป็นแรงดันไฟตรงจ่ายออกมามี 3 ขั้ว ดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



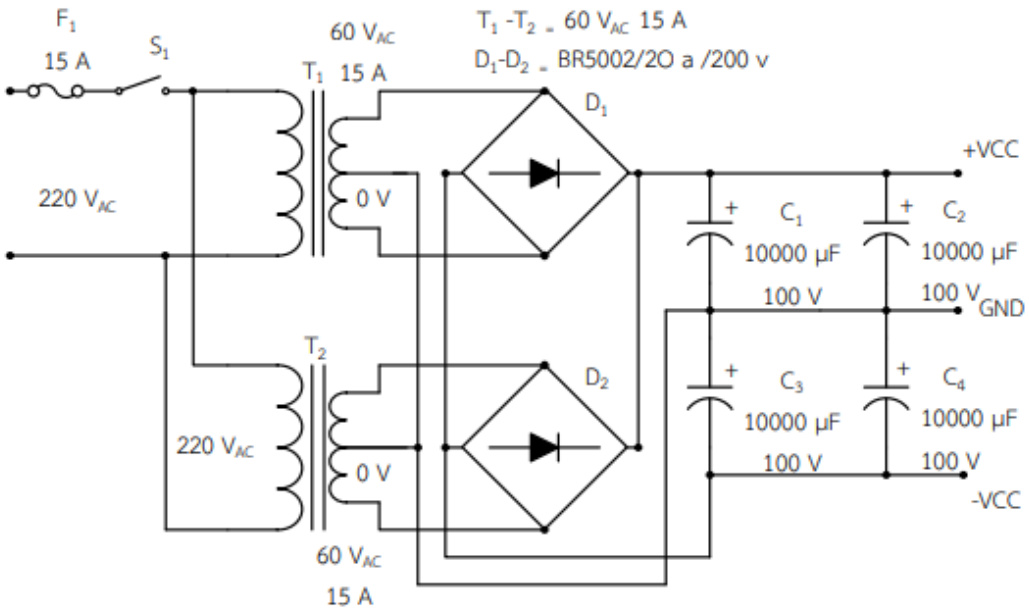
รูปที่ 2.6 วงจรเพาเวอร์ซัพพลายแบบเร็กกูเลเตอร์ไฟคู่
(**ที่มา**:https://www.rannotebook.com/product/1660/)

จากรูปที่ 2.6 ขั้วแบบบวก (+) กราวด์ (GND) ลบ (-) ส่งผ่านเข้า วงจรกรองสัญญาณใช้ตัวเก็บประจุชนิดอิเล็กโตรไลติกขนาด 1,000 µF/25 v ได้แรงดันไฟตรงราบเรียบจ่ายออกมาที่ขา 1 ของ IC1เบอร์ 78L12 ทำให้แรงดันไฟตรงที่ออกมาขา 3 มีไฟเท่ากับ +12 VDC ส่วนแรงดันไฟอีกด้านหนึ่งจะจ่ายเข้าขา 1 ของ IC 2 เบอร์ 79L12 ซึ่งเป็นแรงดันไฟซีกลบ ทำให้แรงดันไฟตรงที่ออกมาขา 3 มีไฟเท่ากับ -12 VDC แรงดันไฟนี้สามารถนำไปใช้เลี้ยงวงจรวียู มิเตอร์,วงจรพัดลม,วงจรปรีโทน และวงจรป้องกันลำโพงได้

2.3.5 วงจรเพาเวอร์ซัพพลายเครื่องขยายเสียงวัตต์สูง

วงจรเพาเวอร์ซัพพลายเครื่องขยายเสียงวัตต์สูง จะใช้หม้อแปลงขนาด 10 A ถึง 15 A ทำการต่อแบบขนานกันจำนวน 2 ตัว โดยหม้อแปลงแต่ละตัวทำการเร็กติฟายด้วยไดโอดบริดจ์ แล้วจึงขนานโวลท์ ขั้ว + และ ขั้ว – เพื่อเพิ่มกระแสรวมให้สูงขึ้น ดังรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 วงจรเพาเวอร์ซัพพลายเครื่องขยายเสียงวัตต์สูง
(**ที่มา**: https://www.rannotebook.com/product/1660/)

2.4 ฮีทเตอร์(Heater)

ฮีตเตอร์ (Heater) คือ อุปกรณ์ที่เอาไว้ใช้ภายในโรงงานอุตสาหกรรม โดยจะเป็นชิ้นส่วนชนิดหนึ่งที่มีคุณสมบัติในการให้ความร้อน หลักการทำงานของฮีทเตอร์จะมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าตรงไปยังตัวนำที่เป็นลวด (ตัวต้านทาน R) โดยจะทำให้ลวดเกิดความร้อน แหล่งจ่ายไฟดังกล่าวจะสามารถจ่ายไฟได้กับแรงดันที่ 220 VAC และ 380VAC โดยหลักการทำงานของฮีตเตอร์ไม่ได้มีความยุ่งยากซับซ้อนมาก ผู้ใช้งานจึงสามารถใช้ได้อย่างสะดวก ถึงแม้เป็นมือใหม่ก็จะสามารถเข้าใจหลักการได้ในระยะเวลาสั้นๆ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าในปัจจุบัน ตามโรงงานอุตสาหกรรมจะนำอุปกรณ์ชิ้นนี้มาใช้กันเป็นจำนวนมาก ไม่เพียงแค่การใช้งานที่ง่ายเท่านั้น เพราะเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาถูก สามารถสั่งทำขนาดและรูปทรงได้ตามต้องการ แถมยังระบุวัตต์ที่ต้องการได้ด้วย [5]

2.4.1ส่วนประกอบหลักของฮีทเตอร์

1.ฉนวนแมกนีเซียมออกไซด์ (MgO) จะเป็นฉนวนที่ออกแบบมาสำหรับใช้เป็นตัวป้องกันที่อยู่ภายนอก มีคุณสมบัติในการนำความร้อนที่ดีมากและค่าความนำทางต่ำ จึงถูกนำมาใช้เป็นตัวกั้นระหว่างฮีตเตอร์ ลวด และปลอกโลหะ โดยจะช่วยป้องกันการรั่วของกระแสไฟฟ้าที่อาจมาจากลวดฮีตเตอร์ไปยังผิวโลหะด้านนอก แต่อย่างไรก็ตามสิ่งที่ต้องกันคือความชื้นที่ไม่ควรให้เกิดขึ้นภายในฉนวน ไม่เช่นนั้นค่าความนำไฟฟ้าจะสูงขึ้น อาจจะเกิดเป็นอันตรายตามมา เพราะฉะนั้นวิธีป้องกันและแก้ไขแบบง่ายๆ [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

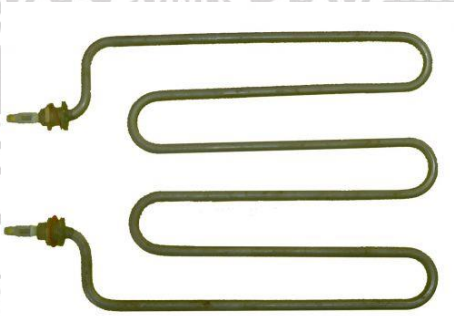
2. สแตนเลส (Stainless) คือส่วนประกอบที่ถูกนำมาใช้ในการผลิตฮีตเตอร์ จะถูกแบ่งออกเป็นหลากหลายชนิดด้วยกัน การเลือกแต่ละชนิดมาใช้งาน ก็ต้องขึ้นอยู่กับคุณสมบัติที่ต้องการต่างกันไป โดยแบ่งย่อยออกเป็น

-Stainless 304 จะเน้นสำหรับการใช้ในงานที่ต้องการจะขึ้นรูปสำหรับการตกแต่ง โดยมีคุณสมบัติป้องกันสนิมได้เป็นอย่างดี

-Stainless 316 ถูกผลิตขึ้นมาเพื่อใช้สำหรับป้องกันสนิมได้อย่างมีประสิทธิภาพมาก เน้นการใช้งานภายในโรงงานอุตสาหกรรมหนักและสถานที่ๆมีความเป็นกรดและด่างสูง อย่างเช่น ทะเล

-Stainless 430 จะมีส่วนผสมของโครเมียมอยู่ทั้งหมดถึง 100% โดยโอกาสการเกิดสนิมเมื่อเทียบกับสแตนเลสเบอร์ 300 ถือว่าต่ำกว่า จึงนิยมนำมาใช้กับงานตกแต่งภายใน

3. ลวดฮีเตอร์ (Heater) – เรียกอีกอย่างว่าลวด Nikrothal 80 หรือ R80 ซึ่งมีส่วนประกอบของนิเกิลอยู่ 80 ต่อโครเมียม 20 คุณสมบัติก็คือความสามารถในการทนต่ออุณหภูมิสูงได้ถึง 1,400 องศาเซลเซียส ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ลวดฮีทเตอร์
(**ที่มา:** https://www.circlesign.net/15231165)

2.4.2 ประเภทของฮีทเตอร์

เราสามารถแบ่งประเภทของฮีตเตอร์ออกได้เป็น 14 ประเภท ได้ดังนี้
ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 ฮีตเตอร์ต้มน้ำยาเคมี
(**ที่มา:** https://www.circlesign.net/15231165)

จากรูปที่ 2.9 ฮีทเตอร์ต้มน้ำยาเคมีจะมีไว้ใช้สำหรับอุ่นหรือต้มของเหลวได้เกือบทุกประเภทที่ไม่ทำปฏิกริยากับสแตนเลส 316 (SUS 316) เช่นน้ำ หรือน้ำมันและยังใช้อุ่น หรือต้ม ของเหลวที่เหนียวข้นได้หลากหลาย การติดตั้งสามารถทำได้โดยเชื่อมเกลียวตัวเมียติดกับถังแล้วใส่ฮีตเตอร์ แบบเกลียวเข้าไป โดยตัวโครงสร้างของฮีตเตอร์จะขนานกับพื้นถัง ควรจะระวังไม่ให้ส่วนของฮีตเตอร์โผล่พ้นของเหลวเนื่องจากจะทำให้ส่วนที่อยู่เหนือของเหลวร้อนจัดเกิน ไปทำให้อายุการใช้งานสั้น และเพื่อให้ความร้อนกระจายทั่วถึง ควรติดตั้งใบพัดกวนของเหลวควบคู่กันด้วย

ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์ (Hot runner Heater)

ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์ คือ ฮีตเตอร์ที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับท่อหัวฉีด ที่ติดกับแม่พิมพ์ เพื่อถ่ายเทความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอและทั่วแท่งฮีตเตอร์

รูปที่ 2.10 ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์ (Hot runner Heater)
(**ที่มา:** https://www.circlesign.net/15231165)

จากรูปที่ 2.10 ฮีตเตอร์ฮอตรันเนอร์ คือ ฮีตเตอร์ที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับท่อหัวฉีด ที่ติดกับแม่พิมพ์ เพื่อถ่ายเทความร้อนได้อย่างสม่ำเสมอและทั่วแท่งฮีตเตอร์ ฮีต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เตอร์ฮอตรันเนอร์เหมาะสมกับงานอุตสาหกรรมพลาสติก, เครื่องฉีดพลาสติก และฝาพลาสติก สามารถกำหนดขนาดตามความต้องการได้

1. เซรามิคฮีตเตอร์ (Ceramic Band Heater)

คือฮีตเตอร์ที่ให้ความร้อนได้สูง และต่อเนื่องเหมาะสำหรับเครื่องฉีดพลาสติก ที่ต้องการใช้อุณภูมิสูง และใช้ต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ

รูปที่ 2.11 เซรามิคฮีตเตอร์ (Ceramic Band Heater)
(**ที่มา:** https://www.circlesign.net/15231165)

จากรูปที่ 2.11 โครงสร้างทำจากเซรามิค อายุการใช้งานนาน ปลอดภัย สามารถกำหนดขนาดได้ตามความต้องการ รูปร่าง และลักษณะการใช้งาน เหมือนฮีตเตอร์รัดท่อ แต่ฮีตเตอร์เซรามิค ใช้งานหนักกว่า หรืออุณหภูมิสูงกว่ามาก

2. ฮีตเตอร์แท่ง (Cartridge heater)

คือฮีตเตอร์ที่ใช้ในการอุ่น และให้ความร้อนให้แก่แม่พิมพ์, ชิ้นงานเหล็ก, หัวพ่นกาว, เครื่องพิมพ์ทอง, เครื่องรีดถุงพลาสติก นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใส่เกลียว เพื่อต้มน้ำเคมีกาวในท่อ หรือถาดได้ ฮีตเตอร์แท่ง

รูปที่ 2.12 ฮีตเตอร์แท่ง (Cartridge heater)
(**ที่มา:** https://www.circlesign.net/15231165)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.12 สามารถแบ่งได้ออก เป็น 2 แบบ คือ ไฮวัตต์เดนซิตี้ (High watt density) และโลววัตต์เดนซิตี้ (Low Watt Density) คนไทยเรียกสั้นๆ ว่า ฮีตเตอร์แท่งแบบไฮเดน, ฮีตเตอร์แท่งแบบโลว์เดน

3. ฮีตเตอร์จุ่ม-ฮีตเตอร์ต้มน้ำ (Immersion Heater)

คือฮีตเตอร์ที่ใช้ให้ความร้อนกับของเหลว เช่น ต้มน้ำ หรือ อุ่น น้ำมันของเหลวต่างๆ ทนต่อการกัดกร่อนของสนิม การติดตั้งสามารถทำได้โดยเชื่อมเกลียวตัวเมียติดกับถังแล้วใส่ฮีตเตอร์แบบเกลียวเข้าไปโดยตัวฮีตเตอร์ขนานกับพื้นถัง

รูปที่ 2.13 ฮีตเตอร์จุ่ม-ฮีตเตอร์ต้มน้ำ (Immersion Heater)
(**ที่มา:** https://www.circlesign.net/15231165)

จากรูปที่ 2.13 ขนาดของเกลียวจะขึ้นอยู่กับจำนวนเส้นของฮีตเตอร์ ตามความเหมาะสมของกำลังวัตต์ และความยาวของฮีตเตอร์

ฮีตเตอร์อินฟาเรด(Infrared Heater)

คือ ฮีตเตอร์ที่ใช้ส่งผ่านความร้อนแบบแผ่รังสี จึงมีประสิทธิ์ภาพสูง มีความสูญเสียต่ำ และประหยัดไฟ โดยจะสามารถให้ความร้อนวัตถุได้ถึงเนื้อในจึงทำให้ประหยัดเวลาได้ และยังสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในงานอบแห้งต่างๆ เช่น อบสี, แลคเกอร์, กาว, เมล็ดพันธ์พืช, อีพ๊อกซี่ ใช้กับงานอุตสาหกรรมพลาสติก อบพลาสติกให้อ่อนตัวก่อนนำไปเข้าเครื่องเป่า มีลักษณะเป็นท่อกลมเส้นตรงมีทั้งสีดำ (เซรามิก) สีขาว (แก้วควอต) ดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.14 ฮีตเตอร์อินฟาเรด(Infrared Heater)
(**ที่มา:** https://www.circlesign.net/15231165)

4. ฮีตเตอร์แผ่น (Strip Heater)

คือ ฮีตเตอร์ที่มีโครงสร้างแบบเดียวกันกับฮีตเตอร์รัดท่อแต่รูปทรงจะเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัส หรือสี่เหลี่ยมผืนผ้า เหมาะสำหรับให้ความร้อนกับแม่พิมพ์ สามารถระบุชนิดวัสดุที่ต้องการได้ รวมทั้งความยาว, แรงดัน, กำลังวัตต์ ใช้ให้ความร้อนกับวัตถุผิวเรียบ โดยใช้วิธียึดติดให้แน่นโดยการใช้น๊อตหรือการรัด ดังรูปที่ 2.15

รูปที่ 2.15 ฮีตเตอร์แผ่น (Strip Heater)
(**ที่มา**: https://www.circlesign.net/15231165)

จากรูปที่ 2.15 วัสดุที่นำมาทำสามารถเลือกได้ทั้ง สแตนเลส และ ซิ้งค์ การต่อไฟได้ทั้งออกสาย, ขั้วน๊อต, เต๋า และออกปลั๊ก

ฮีตเตอร์บอบบิ้น (Bobbin Heater)

คือ ฮีตเตอร์แบบจุ่มชนิดหนึ่ง ถูกออกแบบให้ความร้อนกับของเหลวสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ใช้ให้ความร้อนกับของเหลว เช่นงานชุบ งานแช่ในกรด หรือสารละลายวัสดุที่จะเป็นควอทซ์สำหรับกรดหรือสารละลายกัดกร่อนพิเศษและยังนำไปใช้อุ่นหรือต้มน้ำยาเคมี และ ของเหลวเกือบทุกชนิด ให้ความร้อนคงที่สม่ำเสมอ ไม่ทำปฏิกิยากับสารเคมีเกือบทุกประเภท ดังรูปที่ 2.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.16 ฮีตเตอร์บอบบิ้น (Bobbin Heater)
(**ที่มา:** https://www.circlesign.net/15231165)

5. ฮีตเตอร์ท่อกลม / ฮีตเตอร์เส้น / ฮีตเตอร์ทิวบูลาร์ (Tubular Heater)

ฮีตเตอร์ที่ใช้ให้ความร้อนได้กับอากาศ และของเหลว และใช้ให้ความร้อนกับน้ำ เช่น งานอุ่น หรืองานต้ม และยังใช้สำหรับงานที่ต้องการให้ความร้อนในการอบ เช่น อบสี, อบชิ้นส่วนอะไหล่รถยนต์, อบไล่ความชื้น, อบใยผ้า, อบแม่พิมพ์, อบพลาสติก, อบอาหาร เป็นต้น มีวัสดุให้เลือกตามความเหมาะของงาน ดังรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 ฮีตเตอร์ท่อกลม / ฮีตเตอร์เส้น / ฮีตเตอร์ทิวบูลาร์ (Tubular Heater)
(**ที่มา:** https://www.circlesign.net/15231165)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์ (Circulation Heater)

ซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์เป็นเครื่องทำความร้อนระบบหมุนเวียน ที่ใช้น้ำ, น้ำมัน, ลม, แก๊ส เป็นตัวพาความร้อนไปใช้ และยังให้ความร้อนของเหลว และก๊าซภายในท่อ ใช้สแตนเลสคุณภาพดีให้ความร้อนสม่ำเสมอ ดังรูปที่ 2.18

รูปที่ 2.18 เซอร์คูเรชั่นฮีตเตอร์ (Circulation Heater)
(**ที่มา:** https://www.circlesign.net/15231165)

7. คอยล์ฮีตเตอร์ (Coil Heater)

เป็นฮีตเตอร์ที่ใช้สำหรับให้ความร้อนในอากาศเหมาะสำหรับใช้งานในเตาอบให้ความร้อนกับชิ้นงาน สามารถวางบนฉนวนกันความร้อน เช่น Ceramic Fiber หรือ Ceramic Support Heater ออกแบบขนาดโวลท์ให้ถูกต้องจะทำให้อายุการใช้งานนานมากขึ้น ดังรูปที่ 2.19

รูปที่ 2.19 คอยล์ฮีตเตอร์ (Coil Heater)
(**ที่มา:** https://www.circlesign.net/15231165)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ฮีตเตอร์รัดท่อ (Band Heater)

เป็นฮีตเตอร์ที่ใช้สำหรับการให้ความร้อนกับท่อ หรือ ถังทรงกระบอก เช่น เครื่องฉีดพลาสติกจะให้การตอบสนองเกือบจะทันทีโดยที่ใช้งานคู่กับอุณภูมิควบคุม ให้ความร้อนและส่งผ่านความร้อนได้เร็วขึ้น ทนต่อการปนเปื้อนของการล้นจากพลาสติก หรือวัสดุอื่นๆ ดังรูปที่ 2.20

รูปที่ 2.20 ฮีตเตอร์รัดท่อ (Band Heater)
ที่มาของรูป https://www.circlesign.net/15231165

9. ฮีตเตอร์อุ่น – ต้มน้ำยาเคมี / ฮีตเตอร์ควอซ

คือ ฮีตเตอร์ที่ใช้อุ่น หรือ ต้มของเหลว น้ำยาเคมีให้ความร้อนคงที่สม่ำเสมอไม่ทำปฏิกิริยากับสารเคมีทุกประเภทเหมาะสำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรมเคมีต่างๆที่มีการอุ่น หรือให้ความร้อนกับสารเคมี แบบควอทซ์ใช้อุ่นหรือต้มของเหลว เช่นน้ำยาเคมีได้ทุกชนิด แบบสแตนเลส ใช้อุ่นหรือต้มของเหลวที่เหนียวข้นได้หลายชนิด เช่น กาว, ยางมะตอย ดังรูปที่ 2.21

รูปที่ 2.21 ฮีตเตอร์อุ่น – ต้มน้ำยาเคมี / ฮีตเตอร์ควอซ
(**ที่มา:** https://www.circlesign.net/15231165)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ

การตรวจวัดอุณหภูมิใช้รูปแบบ การเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าจากสัญญาณอนาล็อก ไปสู่ สัญญาณดิจิตอล โดยสัมพันธ์กับอุณภูมิ มีรูปแบบใหญ่ ๆ ของ เซนเซอร์ อยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบ คือ

2.5.1 เทอร์โมคัปเปิ้ล (Thermocouple) [7]

คือ อุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า ทำมาจากโลหะตัวนำที่ต่างชนิดกัน 2 ตัว มาเชื่อมต่อปลายทั้งสองเข้าด้วยกัน ที่ปลายด้านหนึ่ง เรียกว่า "จุดอุณหภูมิ" ส่วนปลายอีกด้านหนึ่งปล่อยเปิดไว้ เรียกว่า "จุดอ้างอิง" หากที่จุดวัดอุณหภูมิและจุดอ้างอิงมีอุณหภูมิต่างกันก็จะทำให้มีการนำกระแส ดังรูปที่ 2.22

รูปที่ 2.22 เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ (Temperature Sensor)
(**ที่มา:** http://eakkaphop0140.blogspot.com/p/blog-page_29.html)

2.5.2 เซนเซอร์อุณหภูมิความต้านทาน (Resistance Temperature Detector:RTD)

คือ ตัวเซ็นเซอร์อุณหภูมิที่ใช้หลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของโลหะ ซึ่งค่าความต้านทานดังกล่าวจะมีค่าเพิ่มตามอุณหภูมิ ความต้านทานของโลหะที่เพิ่มขึ้นนี้เรียกว่า “สัมประสิทธิ์การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิแบบบวก” นิยมนำไปใช้ในการวัดอุณหภูมิในช่วง -270 to 850 °C. วัสดุที่นำมาใช้จะเป็นโลหะที่มีความต้านทานจำเพาะต่ำ เช่น แพลทินัม, ทังสเตน และ นิกเกิล ดังรูปที่ 2.23 [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.23 เซนเซอร์อุณหภูมิความต้านทาน (Resistance Temperature Detector:RTD)

(**ที่มา:** http://eakkaphop0140.blogspot.com/p/blog-page_29.html

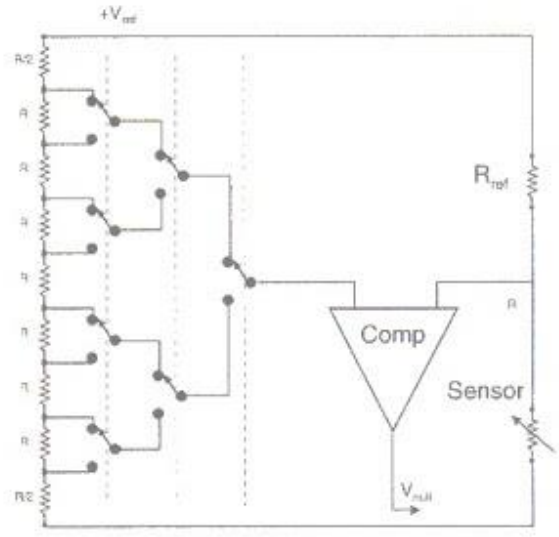
2.5.3 **เทอร์มิสเตอร์** (Thermistor)

เป็น อุปกรณ์ความต้านทานชนิดที่สามารถเปลี่ยนค่าความต้านทานเมื่อได้รับความร้อน โดยที่ค่าความต้านทานจะเปลี่ยนแปลงแบบไม่เป็นเชิงเส้น กับอุณหภูมิ แบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

- **Positive Temperature Comitial (PTC)** เป็น ชนิดที่ปกติจะมีค่าความต้านทานต่ำ เมื่อได้รับความร้อนจะทำให้มีค่าความต้านทานสูงขึ้นตามลำดับอุณหภูมิ นำไปใช้ตรวจสอบระดับความร้อน หรือทำให้เกิดความร้อนขึ้นเพื่อควบคุมการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับขดลวด เช่น วงจรล้างสนามแม่เหล็กอัตโนมัติของเครื่องรับโทรทัศน์สี (Degaussing coil) เป็นต้น

- **Negative Temperature Comitial (NTC)** เป็นชนิด ที่ปกติจะมีความต้านทานสูงเมื่อได้รับความร้อน ค่าความต้านทานจะต่ำลง ใช้งานด้านการตรวจสอบความร้อนเพื่อควบคุมระดับการทำงาน เช่น ในวงจรขยายเสียงที่ดีใช้ตรวจจับความร้อนที่เกิดจากการทำงานแล้วป้อนกลับไปลด การทำงานของวงจรให้น้อยลง เพื่ออุปกรณ์หลักจะไม่เกิดความร้อนมากจนเกินไป ดังนี้รูปที่ 2.24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

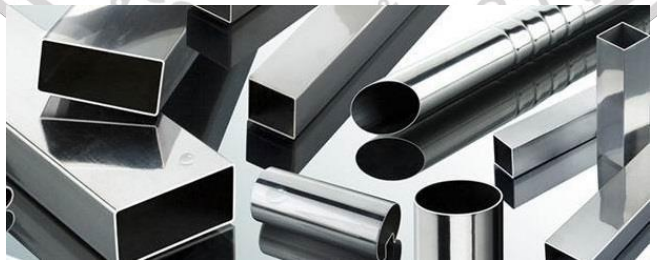


รูปที่ 2.24 วงจรแปลสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล

(**ที่มา:** http://eakkaphop0140.blogspot.com/p/blog-page_29.html)

2.6 สแตนเลส (Stainless) [9]

สเตนเลส คือ ชื่อที่ใช้เรียกของเหล็กกลุ่มที่มีคุณสมบัติความต้านทานการกัดกร่อน (เหล็กกล้าไร้สนิม) โดยมีโครเมี่ยมผสมอยู่เป็นส่วนผสมอย่างน้อย 10.5% ซึ่งจะทำหน้าที่ในการสร้างฟิลม์บางๆ ขึ้นเพื่อทานการกัดกร่อน และจะสร้างฟิลม์ขึ้นใหม่ได้เอง ถ้าหากผิวฟิล์มถูกขีดข่วน ทำลาย นอกจากนี้ยังมีการเติมธาตุผสมอื่นๆ เช่น นิกเกิล โมลิบดินัม ไททาเนียม เพื่อเพิ่มความต้านทานของการกัดกร่อน หรือจะปรับคุณสมบัติทางกลที่ต้องการ ซึ่งจะมีรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับคุณสัมบัติพิเศษของสแตนเลสดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 สแตนเลส

(**ที่มา:** https://www.vrh.co.th/index.php/th/product/what_is_stainless)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1. ทนทานต่อการกัดกร่อน

สเตนเลสทุกตระกูลทนทานต่อการกัดกร่อน แต่จะแตกต่างกันไปตามส่วนผสมของโลหะ เช่น เกรดที่มีโลหะผสมไม่สูงสามารถต้านทานการกัดกร่อนในบรรยากาศทั่วไป ในขณะที่เกรดที่มีโลหะผสมสูงจะสามารถต้านทานการกัดกร่อนในกรด ด่าง สารละลาย บรรยากาศคลอไรด์ได้เกือบทั้งหมด

2.6.2. ความต้านทานต่ออุณหภูมิสูงและอุณหภูมิต่ำ

สเตนเลสบางเกรดสามารถทนความร้อนและความเย็น รวมถึงการเปลี่ยนอุณหภูมิโดยฉับพลันได้ดี และด้วยคุณสมบัติพิเศษในการทนไฟ ทำให้มีการนำสเตนเลสไปใช้ในอุตสาหกรรมขนส่ง อุตสาหกรรมปิโตรเคมีอย่างแพร่หลาย

2.6.3. ง่ายต่อการประกอบ หรือแปรรูป

สเตนเลส่วนใหญ่สามารถตัด เชื่อม ตกแต่งทางกล ลากขึ้นรูป ขึ้นรูปนูนต่ำได้ง่าย ด้วยรูปร่าง คุณสมบัติ และลักษณะต่างๆ ของสเตนเลสช่วยให้ผู้ผลิตสามารถนำสเตนเลสไปประกอบกับวัสดุอื่นๆ ได้ง่าย

2.6.4. ความทนทาน

คุณสมบัติเด่นอีกประการหนึ่งของสเตนเลสคือความแข็งแกร่งทนทาน สเตนเลสสามารถเพิ่มความแข็งได้ด้วยการขึ้นรูปเย็น ซึ่งใช้เพื่อออกแบบงาน โดยลดความหนา น้ำหนัก และราคา สเตนเลสบางเกรดอาจใช้งานในที่ทนความร้อนและยังคงความทนทานสูง

2.6.5. ความสวยงาม

ด้วยรูปทรงและพื้นผิวที่หลากหลายรูปแบบที่สวยงาม ทำความสะอาดได้ง่าย ปัจจุบันสเตนเลสมีสีให้เลือกมากมายด้วยกรรมวิธีชุบเคลือบผิวเคมีไฟฟ้า สามารถทำให้สเตนเลสมีผิวสีทอง บรอนซ์ เขียว เงิน และสีดำ ทำให้สามารถเลือกประยุกต์ใช้สเตนเลสได้อย่างมากมาย

2.6.6. ความปลอดภัยและถูกสุขลักษณะ

การทำความสะอาด การดูแลรักษา สเตนเลสจะมีความเป็นกลางสูงจึงไม่ดูดซึมรสใดๆ เป็นเหตุผลสำคัญที่สเตนเลสถูกนำมาใช้ในโรงพยาบาล เครื่องครัว ด้านโภชนาการและด้านเภสัชกรรม เนื่องจากความทนทาน ต้องการการดูแลรักษาน้อย และค่าใช้จ่ายต่ำเมื่อเปรียบเทียบกับระยะเวลาการใช้งาน การใช้อุปกรณ์เครื่องครัวสเตนเลสในบ้านเรือนให้ความรู้สึกถึงความปลอดภัยแก่ผู้ใช้ และนอกจากนี้สเตนเลสยังช่วยอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมคือสามารถนำกลับมาใช้ได้ใหม่เกือบ 100 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 **โซลิดสเตทรีเลย์ (Solid state relay)** [10]

โดยการใช้รีเลย์ขับโหลดปกติอาจจะมีปัญหาตามมาหลายๆ อย่าง เช่น การกระชากของไฟที รุนแรงเกิดไปตอบสนองช้า สัญญาณรบกวน คือ โซลิดสเตทรีเลย์ แนวคิดสำคัญ คือ ใช้ไทรแอค BTA41600 แทนรีเลย์ ย่อมนุ่มนวลกว่า ทำงานในความเร็วสูงๆ ได้ดี และทนกระแสเช่นเดียวกับรีเลย์ทั่วไป ส่วนไอซี MOC3041 เป็นไอซีควบคุมการทำงานของไทรแอคอีกทีหนึ่ง รับไฟต่ำๆ ก็ควบคุมไฟสูง (ไฟบ้าน) ให้ทำงานได้แล้ว ดังรูปที่ 2.26

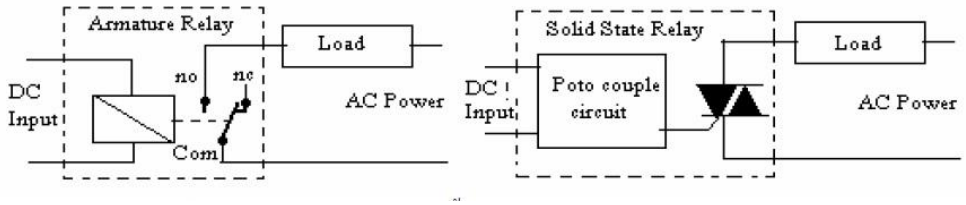
รูปที่ 2.26 โซลิดสเตทรีเลย

(**ที่มา:** http://www.inno-ins.com/911124/)

SR คือรีเลย์ที่ไม่ใช้หน้าสัมผัสที่ ซึ่งใช้เทคโนโลยีของ Semiconductor ทำให้ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ เพื่อลดเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นจากรีเลย์แบบหน้าสัมผัส และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานระยะยาว

โซลิคสเตตรีเลย์ (Solid state Relay) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างภาคควบคุม(Control) ซึ่งเป็นส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ กับวงจรภาคไฟฟ้ากำลัง (Power) โดยที่ภาคทั้งสองจะมีระบบกราวด์ (Ground) ที่แยกออกจากกันทำให้สามารถป้องกันการลัดวงจร (Short circuit) และการรบกวนซึ่งกันและกันได้

โดยโซลิคสเตตรีเลย์ อาจถือได้ว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้แทนอาร์เมเจอร์รีเลย์ (Armature Relay) แต่มีข้อดีมากกว่าคือ มีขนาดที่เล็กกว่า มีความไวในการทำงานที่สูงกว่า และมีอายุการทำงานนานกว่าดังรูปที่ 2.27 [11]



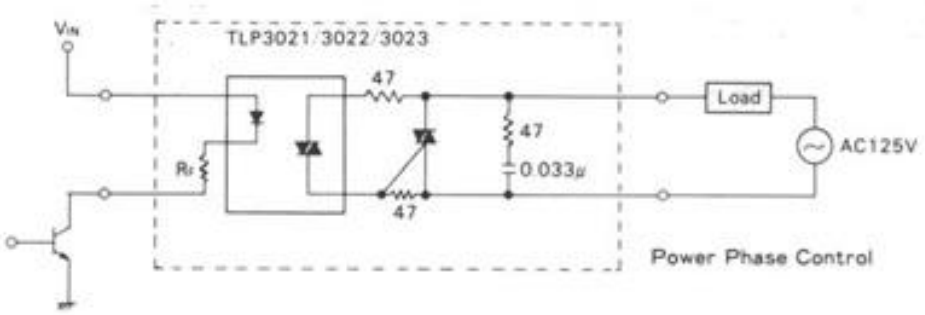
รูปที่ 2.27 วงจรการต่อใช้งานแบบพื้นฐานของ Amature relay และ Solid state relay

(**ที่มา:** http://www.inno-ins.com/911124/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

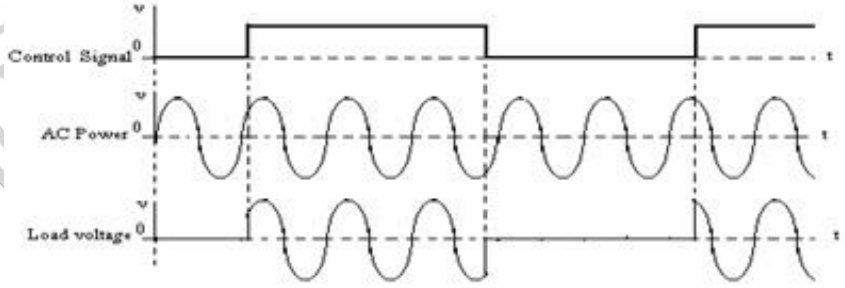
องค์ประกอบและวงจรพื้นฐานของโซลิคสเตตรีเลย์

2.7.1 แบบค่าไม่เป็นศูนย์ (Non Zero Crossing Type) [12]



รูปที่ 2.28 องค์ประกอบและวงจรพื้นฐานของโซลิคสเตตรีเลย์แบบค่าไม่เป็นศูนย์
(**ที่มา:** http://www.inno-ins.com/911124/)

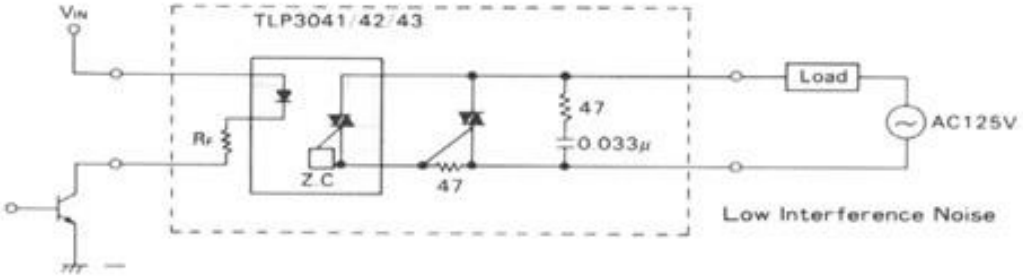
จากรูปที่ 2.28 จะเห็นว่า โซลิคสเตตรีเลย์แบบค่าไม่เป็นศูนย์มีองค์ประกอบที่สำคัญ คือ Photo Couple , Main Triac , Snuber circuit การทำงานของวงจรสามารถอธิบายได้จาก กราฟรูปคลื่นสัญญาณและแรงดันไฟฟ้าที่จุดต่าง ๆ ในวงจรตามรูปที่ 3 ซึ่งกระแสไฟฟ้าและแรงดันที่ตกคร่อมโหลดจะปรากฏทันที ที่สัญญาณควบคุมที่ป้อนเข้าเป็นบวกดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 รูปคลื่นสัญญาณแสดงการทำงานแบบค่าไม่เป็นศูนย์
(**ที่มา:** http://www.inno-ins.com/911124/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

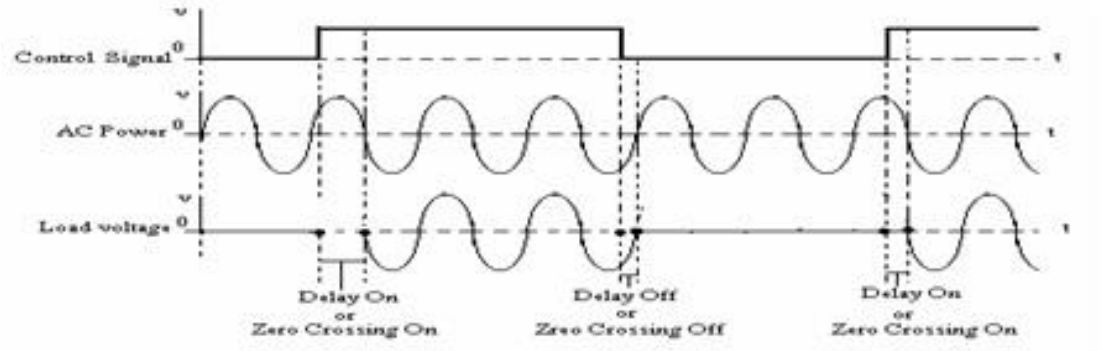
2.7.2 วงจรแบบค่าเป็นศูนย์ (Zero Crossing circuit)



รูปที่ 2.30 วงจรพื้นฐานของ โซลิคเตตรีเลย์ แบบ Zero Crossing TypeCrossing Type
ทีมาของรูป http://www.inno-ins.com/911124/

จากรูปที่ 2.30 จะเห็นว่าโซลิคสเตตรีเลย์แบบนี้ มีองค์ประกอบ ที่สำคัญคือ Photo Couple ที่เป็นแบบค่าเป็นศูนย์ Main Triac และ Snuber circuit

โดยการทำงานของวงจรสามารถอธิบายได้จาก กราฟรูปคลื่นสัญญาณและแรงดันไฟฟ้าที่จุดต่าง ๆ ในวงจรตามรูปที่ 9 ซึ่งกระแสไฟฟ้าและ แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมโหลดจะไม่ปรากฏทันที ที่สัญญาณควบคุมที่ป้อนเข้าเป็นบวกแต่จะหน่วงไปจนถึงจุดที่แรงดัน AC power เป็นศูนย์จึงจะให้กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรโหลด (ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Zero Crossing On) และเมื่อสัญญาณควบคุมที่ป้อนเข้าเป็นศูนย์ก็จะไม่ตัดกระแสไฟฟ้าในวงจรโหลดทันทีแต่จะหน่วงไปจนถึงจุดที่แรงดัน AC power เป็นศูนย์จึงจะตัดกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรโหลด(ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Zero Crossing Off) ดังรูปที่ 2.31 [13]



รูปที่ 2.31 รูปคลื่นสัญญาณแสดงการทำงานแบบค่าเป็นศูนย์
(**ที่มา:** http://www.inno-ins.com/911124/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 กระเทียม

กระเทียม เป็นพืชสมุนไพรไทยและเป็นเครื่องเทศชนิดหนึ่ง โดยมักใส่ในอาหารหลายชนิด ทั้งอาหารไทย อาหารอินเดีย กระเทียมมีชื่อสามัญท้องถิ่นอื่นอีกคือ กระเทียมขาว (อุดรธานี) กระเทียมจีน (กทม.,กลาง) ปะเซ้วา (กะเหรี่ยง,แม่ฮ่องสอน) หอมขาว (อุดรธานี) หอมเทียม (เหนือ) หัวเทียม (ใต้)

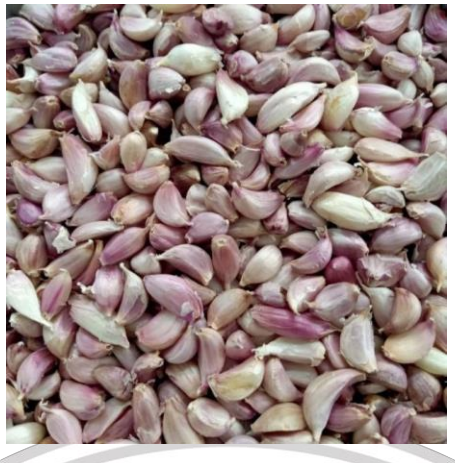
2.8.1ลักษณะทางพฤกษศาสตร์

กระเทียมเป็นไม้ล้มลุกและใหญ่ยาว สูง 30 - 60 ซม. มีกลิ่นแรง มีหัวใต้ดิน [2] ลักษณะกลมแป้น มีเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 2 - 4 ซม. มีแผ่นเยื่อสีขาวหรือสีม่วงอมชมพูหุ้มอยู่ 3 - 4 ชั้น ซึ่งลอกออกได้ แต่ละหัวมี 6 - 10 กลีบ กลีบเกิดจากตาซอกใบของใบอ่อน ลำต้นลดรูปลงไปมาก ใบเดี่ยว (Simple leaf) ขึ้นมาจากดิน เรียงซ้อนสลับ แบนเป็นแถบแคบ กว้าง 0.5 - 2.5 ซม. ยาว 30 - 60 ซม. ปลายแหลมแบบ Acute ขอบเรียบและพับทบเป็นสันตลอดความยาวของใบ โคนแผ่เป็นแผ่นและเชื่อมติดกันเป็นวงหุ้มรอบใบที่อ่อนกว่าและก้านช่อดอกทำให้เกิดเป็นลำต้นเทียม ปลายใบสีเขียวและสีจะค่อย ๆ จางลงจนกระทั่งถึงโคนใบ ส่วนที่หุ้มหัวอยู่มีสีขาวหรือขาวอมเขียว ช่อดอกแบบช่อซี่ร่ม (Umbel) ประกอบด้วยตะเกียงรูปไข่เล็ก ๆ จำนวนมากอยู่ปะปนกับดอกขนาดเล็กซึ่งมีจำนวนน้อย มีใบประดับใหญ่ 1 ใบ ยาว 7.5 - 10 ซม. ลักษณะบาง ใส แห้ง เป็นจะงอยแหลมหุ้มช่อดอกขณะที่ยังตูมอยู่ แต่เมื่อช่อดอกบานใบประดับจะเปิดอ้าออกและห้อยลงรองรับช่อดอกไว้ ก้านช่อดอกเป็นก้านโดด เรียบ รูปทรงกระบอกตัน ยาว 40 - 60 ซม. ดอกสมบูรณ์เพศ กลีบรวม 6 กลีบ แยกจากกันหรือติดกันที่โคน รูปใบหอกปลายแหลม ยาวประมาณ 4 มม. สีขาวหรือขาวอมชมพู เกสรเพศผู้ 6 อัน ติดที่โคนกลีบรวม อับเรณูและก้านเกสรเพศเมียยื่นขึ้นมาสูงกว่าส่วนอื่น ๆ ของดอก รังไข่ 3 ช่อง แต่ละช่องมีออวุล 1 - 2 เม็ด ผลเล็กเป็นกระเปาะสั้น ๆ รูปไข่หรือค่อนข้างกลม มี 3 พู เมล็ดมีขนาดเล็ก สีดำ [14]

2.8.2 กระเทียมไทย(Thai Garlic)

กระเทียมไทย (Thai Garlic) เป็นพืชสมุนไพร เป็นเครื่องเทศชนิดหนึ่ง มีหัวใต้ดิน ไว้สะสมอาหาร มีหัวเดี่ยว มีลักษณะทรงกลมๆ แบนรี มีขนาดเล็กกว่ากระเทียมจีน มีอยู่เป็นกลีบ มีเปลือกสีขาวรอบนอกบางแห้ง ข้างในมีแยกเป็นกลีบๆ ปอกเปลือกยากกว่า เนื้อมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นฉุนกว่า รสชาติเผ็ดกว่า มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย เป็นที่นิยมปลูกกันทั่วไป มีปลูกหลายสายพันธุ์ มีประโยชน์สรรพคุณ ทางยาหลายอย่าง นิยมนำมาประกอบอาหารเมนูต่างๆ ได้หลายเมนู [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.32 กระทียมไทย
(**ที่มา:** https://www.thai-thaifood.com/th)

จากรูปที่ 2.32 กระเทียมไทย (Kra-tiem-Thai) เป็นพืชสมุนไพร เป็นเครื่องเทศชนิดหนึ่ง เป็นพืชล้มลุก มีหัวใต้ดิน ลำต้นเดี่ยวตรง อยู่เหนือบนดิน มีลักษณะกลมยาวๆ มีกาบใบห่อหุ้มโดยรอบๆลำต้น มีสีขาวนวล มีหัวใต้ดิน ไว้สะสมอาหาร มีหัวเดี่ยว มีลักษณะทรงกลมๆ แบนรี มีขนาดเล็กกว่ากระเทียมจีน มีอยู่เป็นกลีบ มีเปลือกสีขาวรอบนอกบางแห้ง ข้างในมีแยกเป็นกลีบๆ ปอกเปลือกยากกว่า เนื้อมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นฉุนกว่า รสชาติเผ็ดกว่า มีปลูกหลายสายพันธุ์

ลำต้น เป็นพืชล้มลุก มีหัวใต้ดิน ลำต้นเดี่ยวตรง อยู่เหนือบนดิน มีลักษณะกลมยาวๆ มีกาบใบห่อหุ้มโดยรอบๆลำต้น มีสีขาวนวล

ราก มีระบบรากฝอย มีลักษณะรากฝอยเล็กๆ ออกข้างล่างใต้หัว

หัว มีหัวใต้ดิน ไว้สะสมอาหาร มีหัวเดี่ยว มีลักษณะทรงกลมๆ แบนรี มีขนาดเล็กกว่ากระเทียมจีน มีอยู่เป็นกลีบ มีเปลือกสีขาวรอบนอกบางแห้ง ข้างในมีแยกเป็นกลีบๆ ปอกเปลือกยากกว่า เนื้อมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นฉุนกว่า รสชาติเผ็ดกว่า

ใบ เป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับ มีก้านใบเป็นกาบบางออกหุ้มรอบๆลำต้น มีลักษณะยาวแคบ มีเส้นใบขนานกับก้านใบ มีกลิ่นฉุน มีสีเขียว

ดอก ออกเป็นช่อ มีก้านดอกกลมกลวงยาว ปลายก้านมีดอกย่อยเล็กๆ มีลักษณะซี่ร่ม กลีบดอกมีสีขาว สีม่วง หรือขาวอมเขียว กลีบเลี้ยงมีสีเขียวรองรับช่อดอกไว้

ผล ออกเป็นเมล็ด มีลักษณะทรงรีเล็กๆ มีสีดำ

ประโยชน์สรรพคุณของกระเทียมไทย

มีวิตามินซี มีแมกนีเซียม มีสังกะสี มีวิตามินบี1 มีวิตามินบี2 มีวิตามินบี3 มีทองแดง มีโพแทสเซียม มีแมงกานีส มีวิตามินเอ มีแคลเซียม มีฟอสฟอรัส มีเหล็ก มีโปรตีน มีแคโรทีน มีพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วยป้องกันโรคเบาหวาน ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง ช่วยป้องกันเนื้องอก แก้โรคโลหิตจาง บรรเทาอาการปวดฟัน ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ช่วยลดอาการท้องผูก แก้จุกเสียด ช่วยรักษาโรคในโพรงจมูก ช่วยรักษาเยื่อบุจมูกอักเสบ ใช้ถ่ายพยาธิ ช่วยลดการเกิดสิว ช่วยรักษาโรคผิวหนัง ช่วยรักษาเชื้อรา ช่วยรักษากลากเกลื้อน ช่วยป้องกันโรคหัวใจ ช่วยป้องกันไขมันในเส้นเลือด ช่วยป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ช่วยป้องกันเลือดจับตัวเป็นลิ่ม ช่วยป้องกันเลือดแข็งตัว แก้หวัด แก้คัดจมูก

การปลูกและขยายพันธุ์กระเทียมไทย

กระเทียมไทยเป็นพืชที่ เจริญได้ในดินแทบทุกชนิด ชอบดินร่วนซุย ปลูกโดยใช้หัวพันธุ์ เรานำมาปักไว้ ลงในแปลงดินที่เตรียมไว้ ให้ระยะห่างกันประมาณหนึ่งคืบ ใช้เวลาประมาณ 7 วัน ก็จะมีใบโผล่ขึ้นมา

การเก็บเกี่ยวผลผลิตกระเทียมไทย

จะเก็บผลผลิตกระเทียมไทยได้ ใช้เวลาประมาณ 5-6 เดือน หลังปลูกลงแปลง ก่อนเก็บผลผลิต 2 สัปดาห์ ควรงดให้น้ำ สังเกตุมีใบเหี่ยวแห้ง แล้วเราจะถอนหัวแก่จัดออก แล้วนำมาใส่ในภาชนะที่เตรียมไว้

2.8.3 กระเทียมจีน(Chinense Garlic)

กระเทียมจีน (Chinense Garlic) เป็นพืชสมุนไพร เป็นเครื่องเทศชนิดหนึ่ง มีหัวใต้ดิน ไว้สะสมอาหาร มีหัวเดี่ยว มีลักษณะทรงกลมๆ แบนรี มีขนาดใหญ่กว่ากระเทียมไทย มีอยู่เป็นกลีบ มีเปลือกสีขาวรอบนอกบางแห้ง ข้างในมีแยกเป็นกลีบๆ ปอกเปลือกง่ายกว่า เนื้อมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นฉุนน้อยกว่า รสชาติเผ็ดน้อยกว่า มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย เป็นที่นิยมปลูกกันทั่วไป มีปลูกหลายสายพันธุ์ มีประโยชน์สรรพคุณ ทางยาหลายอย่าง นำมาประกอบอาหารเมนูต่างๆ ได้หลายเมนู

รูปที่ 3.33 กระเทียมจีน

(**ที่มา:** https://www.thai-thaifood.com/th)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.33 กระเทียมจีน (Kra-tiem-Jeen) เป็นพืชสมุนไพร เป็นเครื่องเทศชนิดหนึ่ง เป็นพืชล้มลุก มีหัวใต้ดิน ลำต้นเดี่ยวตรง อยู่เหนือบนดิน มีลักษณะกลมยาวๆ มีกาบใบห่อหุ้มโดยรอบๆลำต้น มีสีขาวนวล มีหัวใต้ดิน ไว้สะสมอาหาร มีหัวเดี่ยว มีลักษณะทรงกลมๆ แบนรี มีขนาดใหญ่กว่ากระเทียมไทย มีอยู่เป็นกลีบ มีเปลือกสีขาวรอบนอกบางแห้ง ข้างในมีแยกเป็นกลีบๆ ปอกเปลือกง่ายกว่า เนื้อมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นฉุนน้อยกว่า รสชาติเผ็ดน้อยกว่า มีปลูกหลายสายพันธุ์

ลำต้น เป็นพืชล้มลุก มีหัวใต้ดิน ลำต้นเดี่ยวตรง อยู่เหนือบนดิน มีลักษณะกลมยาวๆ มีกาบใบห่อหุ้มโดยรอบๆลำต้น มีสีขาวนวล

ราก มีระบบรากฝอย มีลักษณะรากฝอยเล็กๆ ออกข้างล่างใต้หัว

หัว มีหัวใต้ดิน ไว้สะสมอาหาร มีหัวเดี่ยว มีลักษณะทรงกลมๆ แบนรี มีขนาดใหญ่กว่ากระเทียมไทย มีอยู่เป็นกลีบ มีเปลือกสีขาวรอบนอกบางแห้ง ข้างในมีแยกเป็นกลีบๆ ปอกเปลือกง่ายกว่า เนื้อมีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นฉุนน้อยกว่า รสชาติเผ็ดน้อยกว่า

ใบ เป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับ มีก้านใบเป็นกาบบางออกหุ้มรอบๆลำต้น มีลักษณะยาวแคบ มีเส้นใบขนานกับก้านใบ มีกลิ่นฉุน มีสีเขียว

ดอก ออกเป็นช่อ มีก้านดอกกลมกลวงยาว ปลายก้านมีดอกย่อยเล็กๆ มีลักษณะซี่ร่ม กลีบดอกมีสีขาว สีม่วง หรือขาวอมเขียว กลีบเลี้ยงมีสีเขียวรองรับช่อดอกไว้

ผล ออกเป็นเมล็ด มีลักษณะทรงรีเล็กๆ มีสีดำ

ประโยชน์สรรพคุณของกระเทียมจีน

มีวิตามินซี มีแมกนีเซียม มีสังกะสี มีวิตามินบี1 มีวิตามินบี2 มีวิตามินบี3 มีทองแดง มีโพแทสเซียม มีแมงกานีส มีวิตามินเอ มีแคลเซียม มีฟอสฟอรัส มีเหล็ก มีโปรตีน มีแคโรทีน มีพลังงาน

ช่วยป้องกันโรคเบาหวาน ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง ช่วยป้องกันเนื้องอก แก้โรคโลหิตจาง บรรเทาอาการปวดฟัน ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ช่วยลดอาการท้องผูก แก้จุกเสียด ช่วยรักษาโรคในโพรงจมูก ช่วยรักษาเยื่อบุจมูกอักเสบ ใช้ถ่ายพยาธิ ช่วยลดการเกิดสิว ช่วยรักษาโรคผิวหนัง ช่วยรักษาเชื้อรา ช่วยรักษากลากเกลื้อน ช่วยป้องกันโรคหัวใจ ช่วยป้องกันไขมันในเส้นเลือด ช่วยป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ช่วยป้องกันเลือดจับตัวเป็นลิ่ม ช่วยป้องกันเลือดแข็งตัว แก้หวัด แก้คัดจมูก

การปลูกและขยายพันธุ์กระเทียมจีน

กระเทียมจีนเป็นพืชที่ เจริญได้ในดินแทบทุกชนิด ชอบดินร่วนซุย ปลูกโดยใช้หัวพันธุ์ เรานำมาปักไว้ ลงในแปลงดินที่เตรียมไว้ ให้ระยะห่างกันประมาณหนึ่งคืบ ใช้เวลาประมาณ 7 วัน ก็จะมีใบโผล่ขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีดูแลรักษากระเทียมจีน

กระเทียมจีนเป็นพืชที่ชอบน้ำ ระบายน้ำดี น้ำไม่ขัง ชอบแดด ต้องดูแลรดน้ำเสมอ ต้องหมั่นรดน้ำให้ชุ่ม โดยรดน้ำเช้าเย็น ให้โดนแดดตลอดวัน จะทำให้โตได้เร็ว

การเก็บเกี่ยวผลผลิตกระเทียมจีน

จะเก็บผลผลิตกระเทียมจีนได้ ใช้เวลาประมาณ 5-6 เดือน หลังปลูกลงแปลง ก่อนเก็บผลผลิต 2 สัปดาห์ ควรงดให้น้ำ สังเกตุมีใบเหี่ยวแห้ง แล้วเราจะถอนหัวแก่จัดออก แล้วนำมาใส่ในภาชนะที่เตรียมไว้

2.8.4 กระเทียมโทน (Single Clove Garlic)

กระเทียมโทน (Single Clove Garlic) เป็นพืชสมุนไพร เป็นเครื่องเทศชนิดหนึ่ง มีหัวใต้ดิน ไว้สะสมอาหาร มีลักษณะทรงกลมๆ มีหัวเดี่ยว ไม่มีเป็นกลีบ มีหัวเดี่ยว มีเปลือกสีขาวรอบนอกบางแห้ง ข้างในมีเนื้อเยอะ มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นฉุนน้อยกว่า รสชาติเผ็ดน้อยกว่า มีถิ่นกำเนิดในทวีปเอเชีย เป็นที่นิยมปลูกกันทั่วไป มีปลูกหลายสายพันธุ์ มีประโยชน์สรรพคุณ ทางยาหลายอย่าง ใช้ดองใช้เคียงเป็นกับแกล้ม นำมาประกอบอาหารเมนูต่างๆ ได้หลายเมนู

รูปที่ 2.34 กระเทียมโทน

(**ที่มา:** https://www.thai-thaifood.com/th)

จากรูปที่ 2.34 กระเทียมโทน (Kra-tiem-Ton) เป็นพืชสมุนไพร เป็นเครื่องเทศชนิดหนึ่ง เป็นพืชล้มลุก มีหัวใต้ดิน ลำต้นเดี่ยวตรง อยู่เหนือบนดิน มีลักษณะกลมยาวๆ มีกาบใบห่อหุ้มโดยรอบๆลำต้น มีสีขาวนวล มีหัวใต้ดิน ไว้สะสมอาหาร มีลักษณะทรงกลมๆ มีหัวเดี่ยว ไม่มีเป็นกลีบ มีหัวเดี่ยว มีเปลือกสีขาวรอบนอกบางแห้ง ข้างในมีเนื้อเยอะ มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นฉุนน้อยกว่า รสชาติเผ็ดน้อยกว่า มีปลูกหลายสายพันธุ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำต้น เป็นพืชล้มลุก มีหัวใต้ดิน ลำต้นเดี่ยวตรง อยู่เหนือบนดิน มีลักษณะกลมยาวๆ มีกาบใบห่อหุ้มโดยรอบๆลำต้น มีสีขาวนวล

ราก มีระบบรากฝอย มีลักษณะรากฝอยเล็กๆ ออกข้างล่างใต้หัว

หัว มีหัวใต้ดิน ไว้สะสมอาหาร มีลักษณะทรงกลมๆ มีหัวเดี่ยว ไม่มีเป็นกลีบ มีหัวเดี่ยว มีเปลือกสีขาวรอบนอกบางแห้ง ข้างในมีเนื้อเยอะ มีสีเหลืองอ่อน มีกลิ่นฉุนน้อยกว่า รสชาติเผ็ดน้อยกว่า

ใบ เป็นใบเดี่ยว ออกเรียงสลับ มีก้านใบเป็นกาบบางออกหุ้มรอบๆลำต้น มีลักษณะยาวแคบ มีเส้นใบขนานกับก้านใบ มีกลิ่นฉุน มีสีเขียว

ดอก ออกเป็นช่อ มีก้านดอกกลมกลวงยาว ปลายก้านมีดอกย่อยเล็กๆ มีลักษณะซี่ร่ม กลีบดอกมีสีขาว สีม่วง หรือขาวอมเขียว กลีบเลี้ยงมีสีเขียวรองรับช่อดอกไว้

ผล ออกเป็นเมล็ด มีลักษณะทรงรีเล็กๆ มีสีดำ

ประโยชน์สรรพคุณของกระเทียมโทน [16]

มีวิตามินซี มีแมกนีเซียม มีสังกะสี มีวิตามินบี1 มีวิตามินบี2 มีวิตามินบี3 มีทองแดง มีโพแทสเซียม มีแมงกานีส มีวิตามินเอ มีแคลเซียม มีฟอสฟอรัส มีเหล็ก มีโปรตีน มีแคโรทีน มีพลังงาน

ช่วยป้องกันโรคเบาหวาน ช่วยป้องกันโรคมะเร็ง ช่วยป้องกันเนื้องอก แก้โรคโลหิตจาง บรรเทาอาการปวดฟัน ช่วยลดระดับคอเลสเตอรอลในเลือด ช่วยลดอาการท้องผูก แก้จุกเสียด ช่วยรักษาโรคในโพรงจมูก ช่วยรักษาเยื่อบุจมูกอักเสบ ใช้ถ่ายพยาธิ ช่วยลดการเกิดสิว ช่วยรักษาโรคผิวหนัง ช่วยรักษาเชื้อรา ช่วยรักษากลากเกลื้อน ช่วยป้องกันโรคหัวใจ ช่วยป้องกันไขมันในเส้นเลือด ช่วยป้องกันโรคความดันโลหิตสูง ช่วยป้องกันเลือดจับตัวเป็นลิ่ม ช่วยป้องกันเลือดแข็งตัว แก้หวัด แก้คัดจมูก

การปลูกและขยายพันธุ์กระเทียมโทน

กระเทียมโทนเป็นพืชที่ เจริญได้ในดินแทบทุกชนิด ชอบดินร่วนซุย ปลูกโดยใช้หัวพันธุ์ เรานำมาปักไว้ ลงในแปลงดินที่เตรียมไว้ ให้ระยะห่างกันประมาณหนึ่งคืบ ใช้เวลาประมาณ 7 วัน ก็จะมีใบโผล่ขึ้นมา

วิธีดูแลรักษากระเทียมโทน

กระเทียมโทนเป็นพืชที่ชอบน้ำ ระบายน้ำดี น้ำไม่ขัง ชอบแดด ต้องดูแลรดน้ำเสมอ ต้องหมั่นรดน้ำให้ชุ่ม โดยรดน้ำเช้าเย็น ให้โดนแดดตลอดวัน จะทำให้โตได้เร็ว

การเก็บเกี่ยวผลผลิตกระเทียมโทน

จะเก็บผลผลิตกระเทียมโทนได้ ใช้เวลาประมาณ 5-6 เดือน หลังปลูกลงแปลง ก่อนเก็บผลผลิต 2 สัปดาห์ ควรงดให้น้ำ สังเกตุมีใบเหี่ยวแห้ง แล้วเราจะถอนหัวแก่จัดออก แล้วนำมาใส่ในภาชนะที่เตรียมไว้

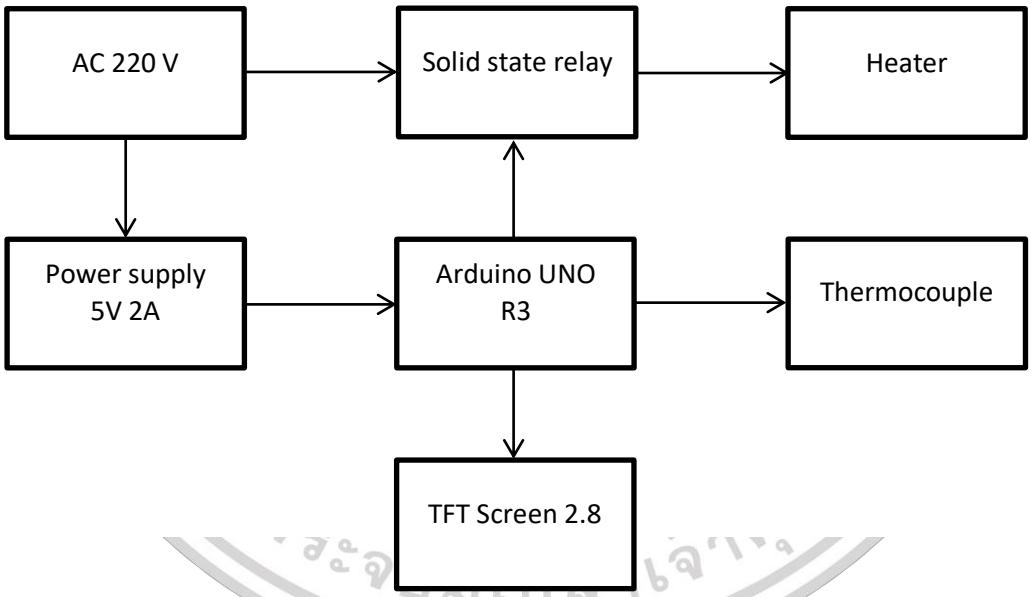
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

3.1 บทนำและบล็อกไดอะแกรม

โครงงานถังแปรรูปกระเทียมดำมีกรอบแนวคิดที่ต้องการลดระยะเวลาในการแปรรูปกระเทียม เพื่อเพิ่อมมูลค่าให้กับกระเทียมได้ และโครงงานนี้ยังสามารถปรับระดับความร้อนได้ตามต้องการโดยใช้ฮีทเตอร์ใช้งานคู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์ อาดูโน่ อาร์3(Arduino UNO R3) และโซลิดสเตทรีเลย์(Solid state relay) โดยจะสามารถปรับความร้อนได้ครั้งละ 1C° เพื่อจะหาอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการแปรรูปมากที่สุด และมีการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ โดยทำฝาถังสำหรับเก็บน้ำจากการระเหยของน้ำในกระเทียมเมื่อมีความร้อนภายในถังจะทำให้น้ำในกระเทียมระเหยขึ้นไปเกาะที่บริเวณฝาของถังแล้วน้ำจะไปหยดลงในภาชนะสำหรับเก็บน้ำที่ติดอยู่กับตัวฝาของถังแปรรูปกระเทียมดำ



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของถังแปรรูปกระเทียมดำ

สามารถอธิบายรูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของถังแปรรูปกระเทียมดำได้ดังนี้

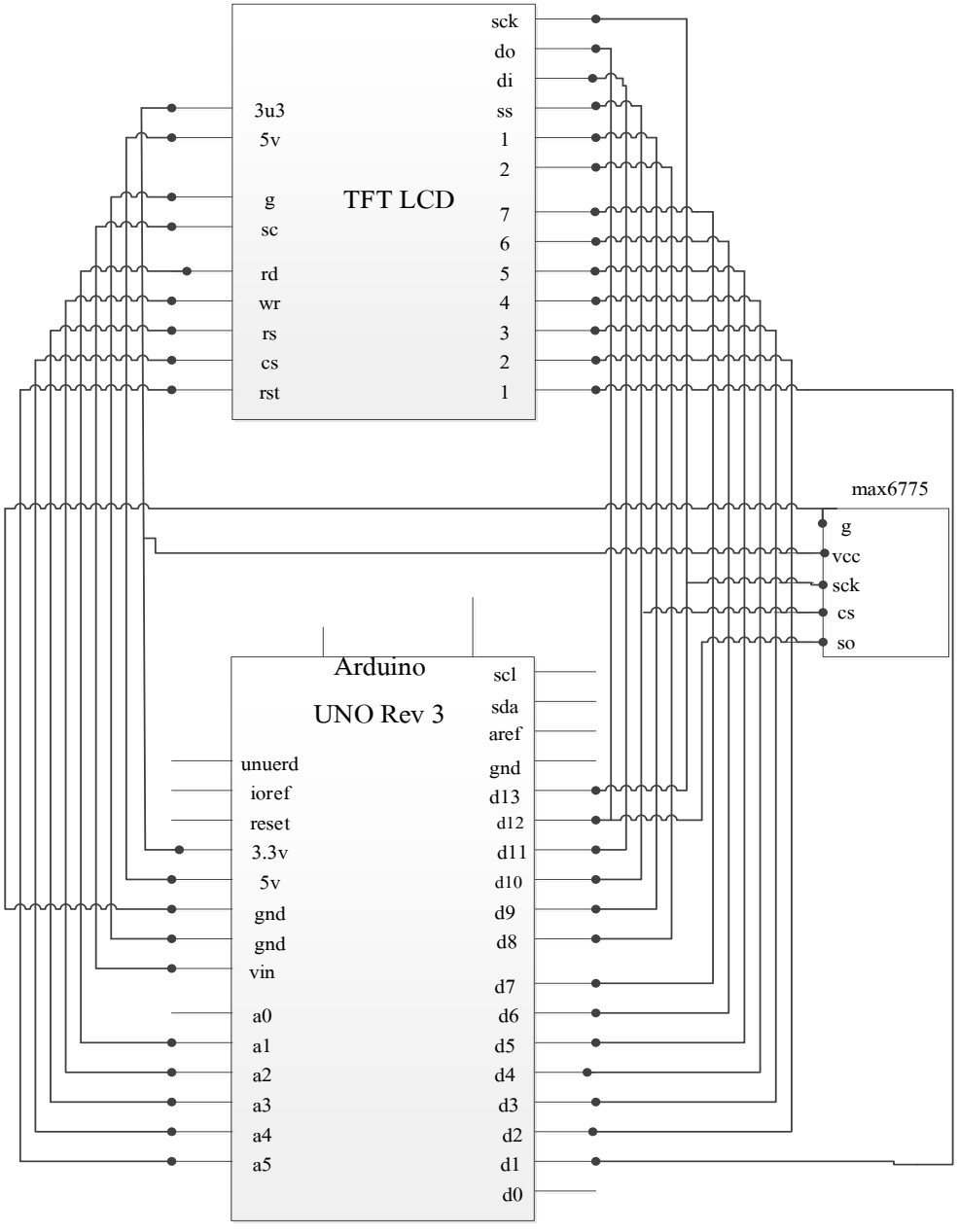
การทำงานของโครงงานถังแปรรูปกระเทียมดำเริ่มจากการจ่ายไฟ 100-220V เข้าที่วงจรโซลิดสเตทรีเลย์ และเข้าที่ แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง 5 โวลต์ 2 แอมป์(DC Power supply 5V 2A) เพื่อที่จะแปลงไฟสำหรับจ่ายแรงดันไฟฟ้า 5 V กระแสไฟฟ้า 2 A ให้อาดูโน่ อาร์3โดยวงจรโซลิดสเตทรีเลย์มีหน้าที่ตัดการทำงานของฮีทเตอร์เมื่อเซนเซอร์อุณหภูมิตรวจสอบอุณหภูมิในถังแปรรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระเทียมดำแล้วพบว่าอุณภูมิได้สูงถึงจุดที่กำหนดไว้บนหน้าจอทีเอฟที (TFT screen 2.8) แล้ววงจรโซลิดสเตทรีเลย์จะตัดการทำงาน

3.2 การออกแบบวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์

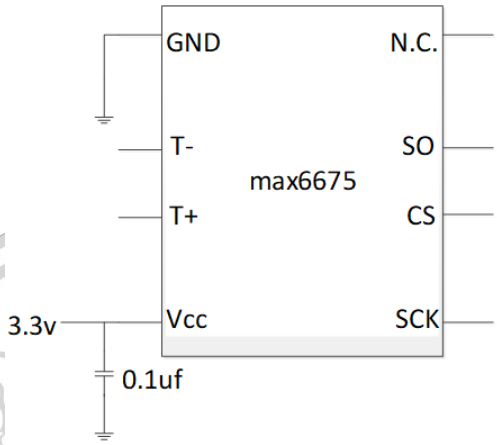
วงจรที่ใช้ในการทำงานของโครงงานถังแปรรูปกระเทียมดำคู่กับอาดูโน่ก็คือวงจรโซลิดสเตทรีเลย์ โดยวงจรนี้จะใช้ในการตัดไฟเพื่อตัดการทำงานของฮีทเตอร์โดยจะมีการตรวจจับอุณหภูมิผ่านเทอร์โมคัปเปิ้ลที่เชื่อมต่อกับอาดูโน่โดยการเชื่อมต่อวงจรในโครงงานมีดังนี้



รูปที่ 3.2 แบบวงจรใช้งานร่วมกับอาดูโน่

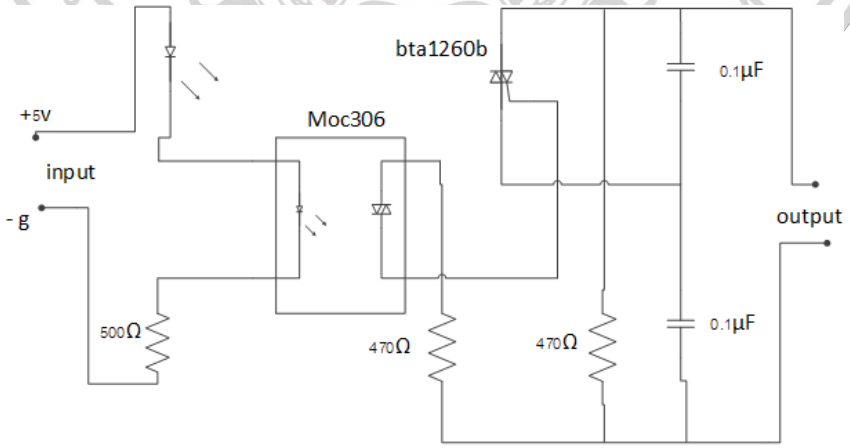
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรโมดูลของเทอร์โมคัปเปิ้ลมีทั้งหมด 8 ขา โดยไฟเลี้ยง 3.3 โวลต์ เข้าที่ขา Vcc โดยจะต่อกับกราวด์ด้วยขา GND โดยจะมี 3 ขาที่เชื่อมต่ออยู่กับอาดูโน่เพื่อรับส่งข้อมูลประกอบไปด้วยขา SO,CS,SCK และขาที่ใช้เป็นอินพุทเพื่อรับค่าจากเทอร์โมคัปเปิ้ลคือขา T-,T+



รูปที่ 3.3 วงจรโมดูลของเทอร์โมคัปเปิ้ล

วงจรโซลิดสเตทรีเลย์ใช้ไฟกระแสตรง 5 โวลต์ 2 แอมป์ โดยมี MOC306 เป็นอุปกรณ์หลักในวงจรโดย MOC306 หรือไตแอ็กมีหน้าที่เป็นเหมือนสะพานไฟโดยหากมีการส่งสัญญาณไปที่ไตรแอ็กภายในตัวอุปกรณ์จะมีการสับสะพานไฟให้วงจรติดกันและหากมีการส่งสัญญาณไปอีกขาหนึ่งภายในตัวอุปกรณ์ก็จะสับสะพานไฟขึ้นเป็นการตัดวงจรโดยในถังแปรรูปกระเทียมดำใช้วงจรนี้ในการตัดการทำงานของฮีทเตอร์เมื่ออุณหภูมิสูงเกินกว่าที่ตั้งไว้

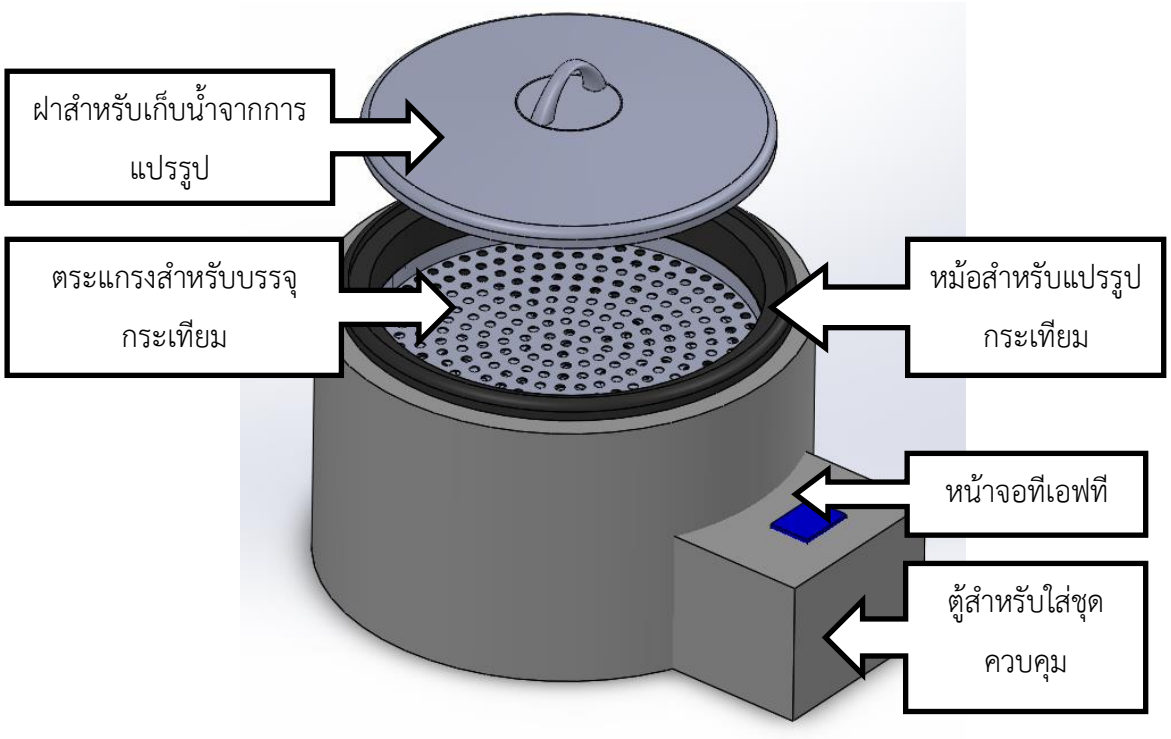


รูปที่ 3.4 วงจรโซลิดสเตทรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

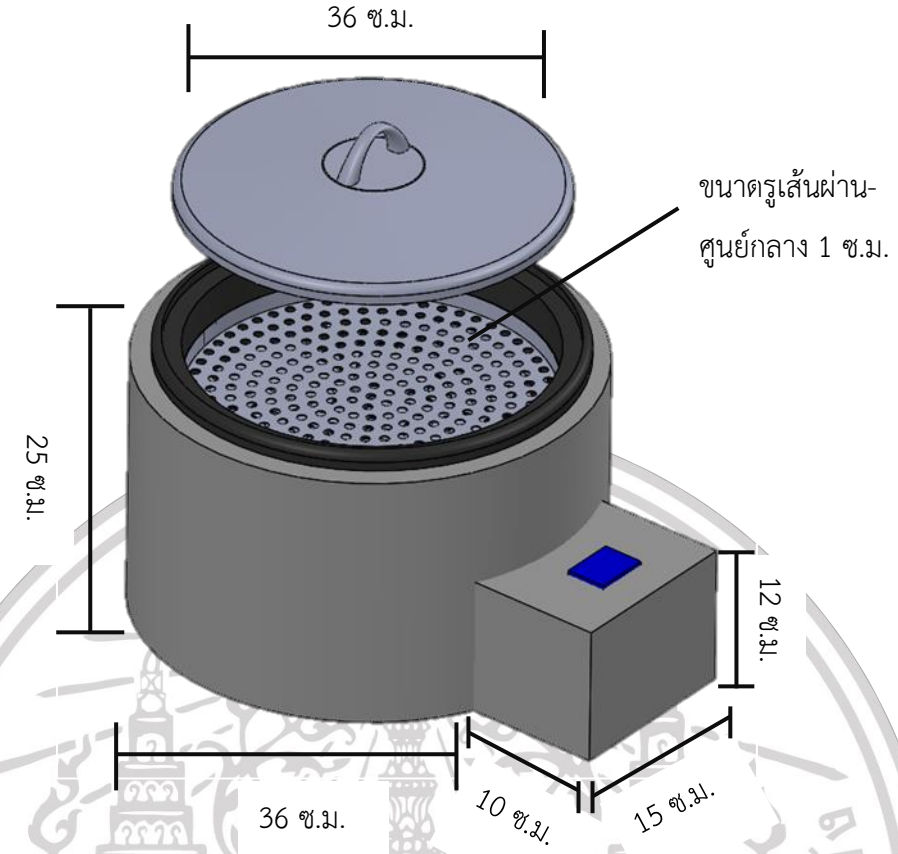
3.3 การออกแบบโครงสร้างภายนอกของโครงงาน

โดยโครงสร้างภายนอกของโครงงานถังแปรรูปกระเทียมดำจะทำด้วยสแตนเลสเพื่อความถูกสุขอนามัยและความทนทานแข็งแรงของถังแปรรูปกระเทียมดำ โดยทางผู้จัดทำได้ออกแบบโครงสร้างของถังแปรรูปกระเทียมดำผ่านโปรแกรม Solid works โดยโครงงานถังแปรรูปกระเทียมดำจะประกอบไปด้วย 4 ส่วนดังนี้



รูปที่ 3.5 โครงสร้างภายนอกของโครงงานแบบแยกส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

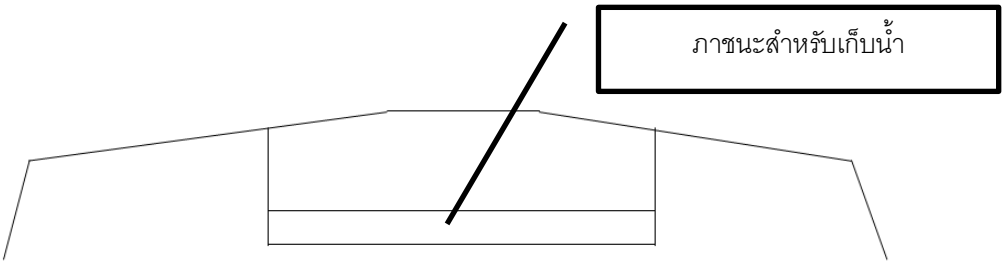


รูปที่ 3.6 ขนาดของโครงสร้างถังแปรรูปกระเทียมดำ

3.3.1 ฝาสำหรับเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียม

ฝาสำหรับเก็บน้ำจากการการแปรรูปกระเทียม โดยจะอาศัยปฏิกริยาจากการทำความร้อนเข้ามาช่วยในกระบวนการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียม โดยฝาหม้อจะมีรูปทรงกลมและนูนขึ้นด้านบนโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ 36 ซม. โดยจะมีภาชนะสำหรับเก็บน้ำกระเทียมติดเอาไว้ที่ด้านล่างของฝาไว้สำหรับเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมโดยการเก็บน้ำจะมีขั้นตอน คือ เมื่อทำการเริ่มการทำงานของเครื่องจนอุณหภูมิในหม้อเริ่มสูงขึ้นน้ำจากกระเทียมจะระเหยขึ้นไปเกาะบนของฝาหม้อเนื่องจากความร้อนดันขึ้นไปและหยดลงในภาชนะสำหรับเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมที่ติดอยู่ด้านล่างของฝา โดยภาชนะสำหรับเก็บน้ำกระเทียมจะสารมารถเก็บน้ำกระเทียมได้ปริมาณสูงสุดที่ 100 มล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 โครงสร้างแบบ 2 มิติของฝา

3.3.2 ตระแกรงสำหรับบรรจุกระเทียม

สำหรับวัสดุที่นำมาทำกระเทียมนั้นจะใช้สแตนเลสความหนา 1 มม. ในการขึ้นรูปตระแกรงสำหรับบรรจุกระเทียมโดยขนาดของตระแกรงนั้นจะมีเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่ 32 ซม. ความสูงของตระแกรงอยู่ที่ 24 ซม. รูที่เจาะในตระแกรงเพื่อกระจายความร้อนให้ทั่วถึงมีเส้นผ่านศูนย์กลางของรูอยู่ที่ 1 ซม. โดยตระแกรงจะมีทั้งหมด 5 ชั้น เพื่อเฉลี่ยกระเทียมในแต่ละชั้นให้เท่ากันโดยไม่ให้กระเทียมวางซ้อนกันจนไม่เหลือที่สำหรับให้ความแทรกตัวเข้าไปเพื่อทำปฏิกริยากับกระเทียมโดยกระเทียมที่สามารถนำมาแปรรูปรูปในโครงงานนี้ได้ต้องเป็นกระเทียมที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เกิน 4 ซม. เพื่อไม่ให้กระเทียมอัดกันเกินไปยกตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการทำการแปรรูปกระทียมขนาดกลางที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 ซม. โดยกระทียมทั้งหมดที่จะแปรรูปมีปริมาณ 4 กก. ก็ต้องแบ่งกระเทียมเป็น 5 ส่วนเพื่อแบ่งใส่ในแต่ละชั้นของตระแกรงทั้งหมด 5 ชั้น เป็นต้น

รูปที่ 3.8 ตระแกรงสำหรับบรรจุกระเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 หม้อสำหรับแปรรูปกระเทียม

หม้อสำหรับแปรรูปกระเทียมเป็นส่วนที่สำผัสกับฮีทเตอร์โดยตรงเพื่อนำความร้อนมาใช้ในการแปรรูปกระเทียม โดยทำมาจากสแตนเลสเคลือบด้วยฉนวนไฟฟ้าเพื่อกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้นได้จากไฟฟ้า โดยหม้อนี้มีความจุ 6 ลิตรสามารถกักเก็บความร้อนได้ดีและมีความแข็งแรงทนความร้อนในอุณหภูมิที่สูงได้ ในส่วนนี้จะเป็นส่วนที่มีไว้รองรับตระแกรงบรรจุกระเทียมไม่ให้สัมผัสกับฮีทเตอร์โดยตรงเพราะอาจมีกระแสไฟฟ้าเข้ามาในตระแกรงได้จึงต้องมีหม้อเคลือบฉนวนกันไฟฟ้ามันรองรับไว้

รูปที่ 3.9 หม้อสำหรับแปรรูปกระเทียม

3.3.4 หน้าจอ TFT Screen

ในโครงงานถังแปรรูปกระเทียมดำมีการแสดงอุณหภูมิภายในถังแปรรูปและควบคุมอุณหภูมิโดยใช้หน้าจอ TFT Screen ในการควบคุมอุณหภูมิภายในหม้อโดยใช้งานคู่ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโนในการออกแบบหน้าจอและรับส่งข้อมูล

3.4 คุณค่าทางโภชนาการของกระเทียมดำที่ได้จากการแปรรูป

กระเทียมดำเป็นกระเทียมแก่ที่มีสีน้ำตาลเข้มที่จะเกิดจากการทำปฏิกิริยาทางเคมีที่มีชื่อเมลลาร์ด โดยการนำหัวกระเทียมมาผ่านความร้อนเป็นระยะเวลาหลายสัปดาห์จนกระทั่งได้กระเทียมที่มีกลีบสีดำ เริ่มแรกนั้นกระเทียมดำได้ถูกนำมาใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารเอเชีย เช่น เกาหลี ญี่ปุ่น จากนั้นก็เริ่มแพร่หลายไปทางประเทศในฝั่งตะวันตกและถูกใช้เป็นส่วนประกอบของอาหารชั้นสูง

กระเทียมดำจะมีสารอาหารมากกว่ากระเทียมสด อีกยังเป็นอาหารที่มีคุณสมบัติต้านอนุมูลอิสระที่ดีกว่ากระเทียมสดหลายเท่า โดยยิ่งใช้เวลาในการหมักนานเท่าใดก็จะได้กระเทียมดำที่มีสาร

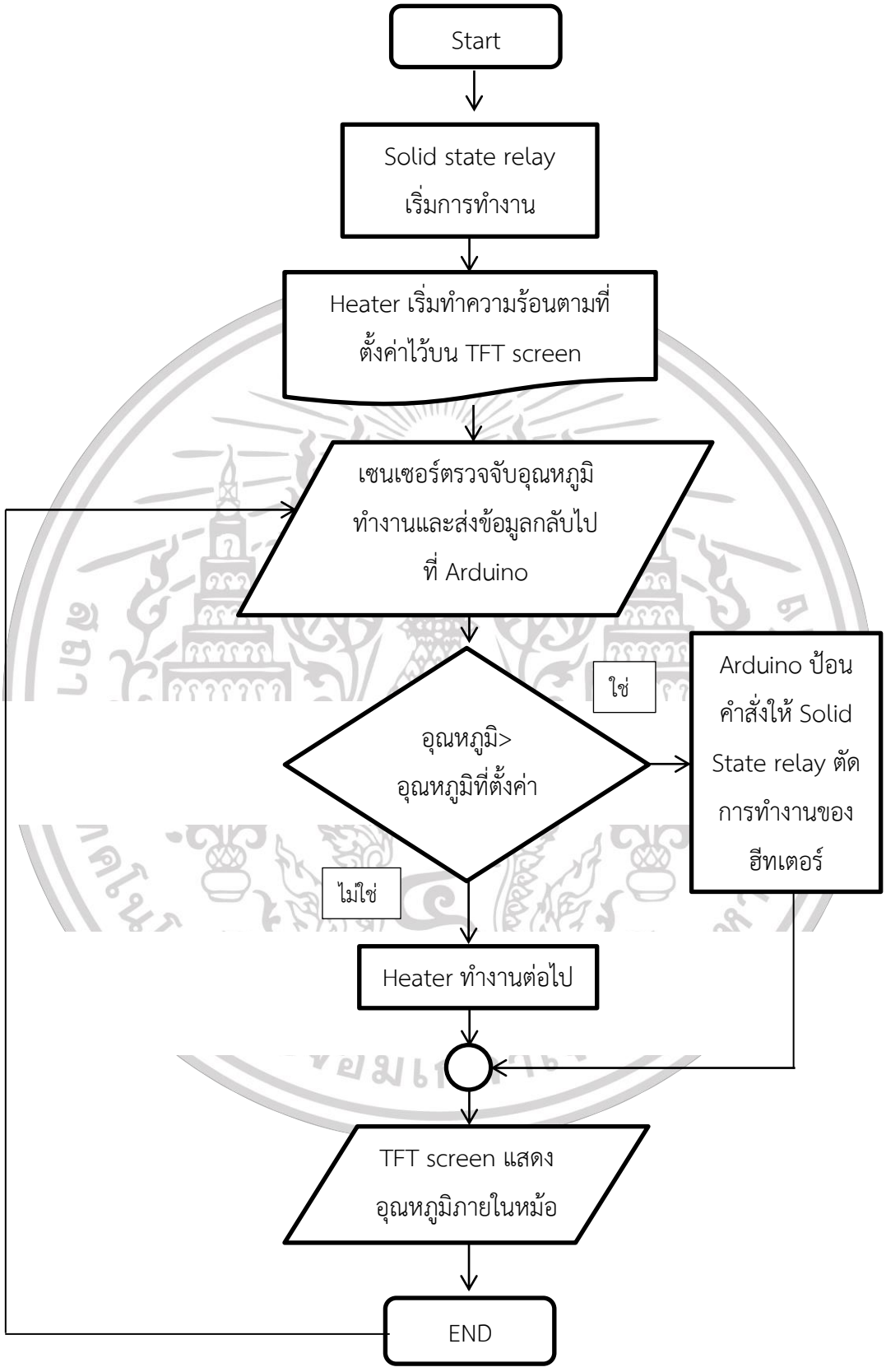
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอส-อัลลิล ซิสทีอิน (S-allylcysteine) เพิ่มมากขึ้น โดยจากการศึกษาได้พบว่าปริมาณสารอาหารและสารต้านอนุมูลอิสระที่พบในกระเทียมดำจะขึ้นอยู่กับระยะเวลาในการบ่มกระเทียมดำ

รูปที่ 3.10 กระเทียมดำที่ได้จากการแปรรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 โฟลวชาร์ทการทำงานของโครงงาน

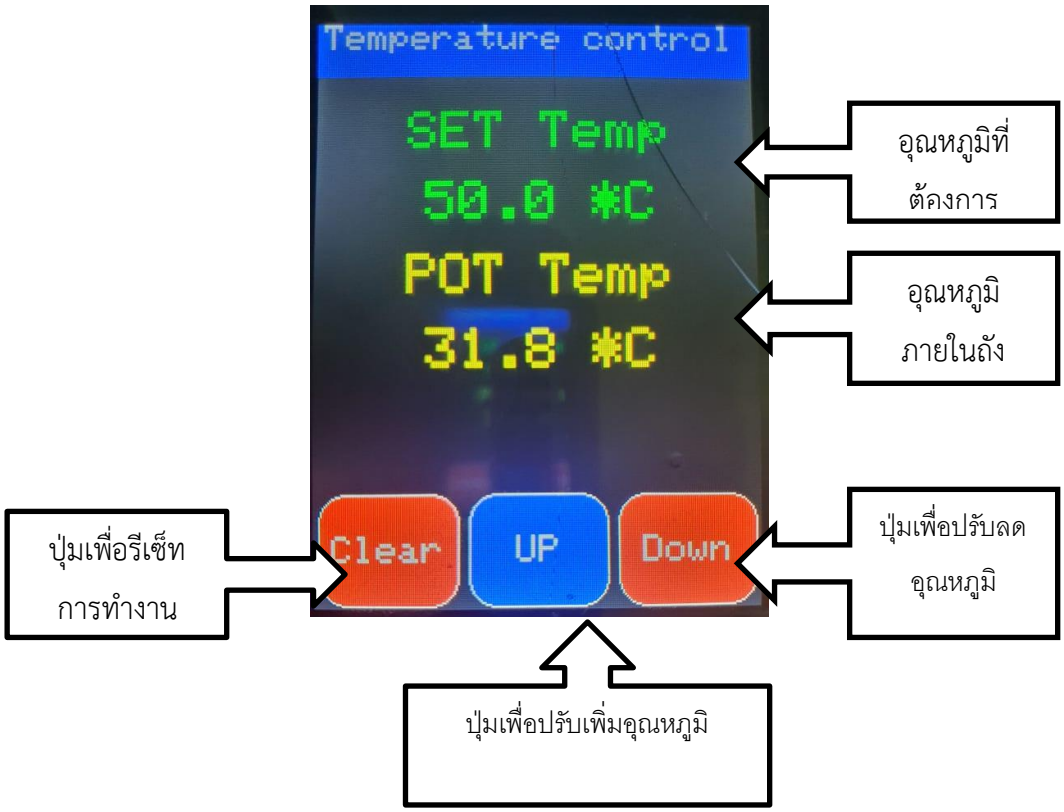


รูปที่ 3.11 โฟลวชาร์ทการทำงานถังแปรรูปกระเทียมดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การออกแบบหน้าจอทีเอฟที

ในโครงงานถังแปรรูปกระเทียมดำมีการควบคุมอุณหภูมิโดยผ่านหน้าจอสัมผัส โดยจะใช้ TFT Screen ขนาด 2.8 นิ้ว มีการออกแบบ ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.12 การออกแบบหน้าจอ TFT Screen

จากรูปที่ 3.4 การออกแบบหน้าจอแบบสัมผัสหรือ TFT Screen 2.8 นิ้ว เพื่อใช้สำหรับปรับลดอุณหภูมิภายในถังแปรรูปกระเทียมดำและแสดงค่าอุณหภูมิภายในถังแปรรูปกระเทียมดำ โดยการปรับลดและเพิ่มอุณหภูมิจะใช้ปุ่ม UP และ Down โดยความละเอียดในการปรับค่าคือ 1 °C ต่อการกด 1 ครั้ง โดยหากต้องการรีเซ็ทการทำงานในกรณีที่เครื่องมีปัญหาปุ่ม Clear จะมีไว้สำหรับการรีเซ็ทเครื่อง และข้อมูลตัวเลขที่อยู่บนหน้าจอจะมีไว้เพื่อแสดงค่าอุณหภูมิภายในหม้อและอุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้ โดยคำว่า “Set temp”คืออุณหภูมิที่ตั้งค่าไว้และสามารถปรับลดได้ตามการใช้งาน และคำว่า “Pot temp”คืออุณหภูมิที่ Thermocouple ตรวจจับได้ภายในถังแปรรูปกระเทียมดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองวงจรและการตัดตอนวงจรไม่ให้ฮีทเตอร์(Heater)ทำงาน การทดลองการตรวจจับอุณภูมิของเทอร์โมคัปเปิ้ล(Thermocouple) การทดลองปรับอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟที(TFT Screen)การทดลองแปรรูปกระเทียมโดยจะมีการทดลองวัดความชื้นในกระเทียมและเก็บน้ำกระเทียมโดยบันทึกว่าการเปิดฝาหม้อเพื่อเก็บน้ำมีผลอย่างไรกับการแปรรูปกระเทียม

4.1 การทดลองทางอิเล็กทรอนิกส์

เป็นการทดลองการตัดไฟของฮีทเตอร์เมื่ออุณหภูมิถึงจุดที่ตั้งค่าไว้ โดยจะใช้โซลิดสเตทรีเลย์ในการตัดไฟไม่ให้ฮีทเตอร์ทำงานและการทดลองปรับเพิ่มและลดอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟที โดยใช้เทอร์โมคัปเปิ้ลเป็นตัวตรวจจับอุณหภูมิ

4.1.1 การทดลองที่ 1 การทดลองภาคจ่ายไฟ

ในการทดลองนี้ทำการทดลองภาคจ่ายไฟกระแสตรงจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ 5 โวลต์ 3.2 แอมป์ เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการทำงานของแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง โดยจะใช้วิธีการใส่โหลดที่มีค่าความต้านทาน 1 โอห์ม พบว่ามีความผิดพลาด 0 เปอร์เซ็นต์ มีขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

1. นำR 1 โอห์ม มาต่อค่อมระหว่างขั้วบวกและขั้วลบ แล้ววัดแรงดัน
2. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ทดสอบแรงดันคงที่(Switching Power supply)

แรงดันไฟฟ้าคงที	แรงดันขณะที่ไม่มีโหลด	เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อน
5 โวลต์	5 โวลต์	0%
แรงดันไฟฟ้าคงที	แรงดันขณะที่มีโหลด	เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อน
5 โวลต์	5 โวลต์	0%

จากผลการทดลองตารางที่ 4.1 สรุปได้ว่าวงจรภาคจ่ายไฟที่ใช้ ทำงานได้อย่างถูกต้อง เมื่อต่อใช้งานจริงวงจรภาคจ่ายไฟทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การทดลองที่ 2 การทดลองการทำงานของฮีทเตอร์

ในการทดลองนี้จะทำการจับเวลาในการทำงานของฮีทเตอร์ตั้งแต่เริ่มตั้งค่าอุณหภูมิจนฮีทเตอร์ทำงานให้อุณหภูมิถึงตุดที่ตั้งค่าไว้ เพื่อดูประสิทธิภาพการทำงานของฮีทเตอร์ในการทำความร้อนภายในถังแปรรูปกระเทียมดำ โดยจะใช้เครื่องตรวจจับอุณหภูมิแบบอินฟาเรด(Infrared thermometer) โดยขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

เปิดเครื่องและตั้งค่าอุณหภูมิที่จะทดลอง

1. เริ่มจับเวลาหลังจาดตั้งค่าเสร็จ
2. รอจนกว่าอุณหภูมิจะถึงจุดที่ตั้งค่าไว้จึงหยุดจับเวลส
3. พักให้ฮีทเตอร์เย็นจนถึงอุณหภูมิปกติจึงเริ่มการทดลองต่อไป
4. บันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 การทดลองการทำความร้อนของฮีทเตอร์

อุณหภูมิ	เวลาตั้งแต่เริ่มการทำงารจนอุณหภูมิถึงจุดที่ตั้งค่าไว้
40	56 วินาที
50	1นาที 24 วินาที
60	1 นาที 56 วินาที
70	2 นาที 42 วินาที
80	3 นาที 34 วินาที
90	4 นาที 14 วินาที
100	5 นาที 41 วินาที

จากการทดลองตารางที่ 4.2 พบว่าการทำงานของฮีทเตอร์หลังจากตั้งค่าอุณหภูมิเสร็จใช้เวลาพอสมในการทำความ เป็นเพราะฮีทเตอร์ที่ใช้มีขนาดใหญ่จึงใช้เวลามากในการทำความร้อน

4.1.3 การทดลองที่ 3 การทดลองการทำงานของหน้าจอทีเอฟที

ในการทดลองนี้จะทำทดลองการแสดงค่าและปรับอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟที โดยจะใช้งานเทอร์โมคัปเปิ้ลเพื่อใช้ในการตรวจจับอุณหภูมิภายในหม้อแล้วจึงนำมาแสดงบนหน้าจอทีเอฟที และทำการรีเซ็ตการทำงานของเครื่องผ่านหน้าจอทีเอฟที ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เปิดการทำการทำงานของเครื่อง
2. ปรับเพิ่มอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟทีโดยสัมผัสที่ปุ่ม “UP”
3. ปรับลดอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟทีโดยสัมผัสที่ปุ่ม “DOWN”
4. ทำการรีเซ็ตการทำงานของเครื่องโดยการสัมผัสปุ่ม “CLEAR”
5. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.3

รูปที่ 4.1 หน้าจอทีเอฟที

ตารางที่ 4.3 การทดลองการทำงานของหน้าจอทีเอฟที

ฟังค์ชั้นการทำงาน	ผลลัพธ์
การเพิ่มอุณหภูมิ	√
การลดอุณหภูมิ	√
การรีเซ็ตการทำงาน	√
การแสดงอุณหภูมิภายในหม้อ	√

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองตารางที่ 4.3 การทำงานของหน้าจอทีเอฟทีมีประสิทธิภาพที่ดี สามารถสัมผัสได้อย่างต่อเนื่องไม่มีอาการรวนของหน้าจอ สามารถแสดงอุณหภูมิภายในถังแปรรูปกระเทียมดำได้อย่างแม่นยำโดยรับข้อมูลมาจากเทอร์โมคัปเปิ้ล

4.1.4 การทดลองที่ 4 การตรวจจับอุณหภูมิภายในถังด้วยเทอร์โมคัปเปิ้ล

ในการทดลองนี้จะทำการทดลองการตรวจจับอุณหภูมิหรือความร้อนภายในถังแปรรูปกระเทียมดำของเทอร์โมคัปเปิ้ลเพื่อนำมาแสดงผ่านหน้าจอทีเอฟที โดยในการทดลองนี้จะวางเทอร์โมคัปเปิลไว้บริเวณภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมดำชั้นที่ 2 เพื่อจะทราบอุณหภูมิภายในถังได้อย่างทั่วถึง ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1. เปิดการทำงานของเครื่อง
2. นำเทอร์โมคัปเปิ้ลไปวางในภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมดำชั้นที่ 2
3. ใช้เครื่องตรวจจับอุณหภูมิแบบอินฟาเรดวัดบริเวณเดียวกับเทอร์โมคัปเปิ้ลเพื่อเปรียบเทียบและคำนวณหาเปอร์เซ็นความเคลาดเคลื่อน
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 การตรวจจับอุณหภูมิภายในหม้อด้วยเทอร์โมคัปเปิ้ล

อุณหภูมิที่เทอร์โมคัปเปิ้ลตรวจจับได้	อุณหภูมิที่เครื่องตรวจจับอุณหภูมิแบบอินฟาเรดวัดได้	เปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อน
52.4	52.6	0.3%
60.6	60.9	0.5%
71.8	71.8	0%
80.3	80.7	0.4%

จากการทดลองตารางที่ 4.4 พบว่าการตรวจจับอุณหภูมิภายในถังแปปรูปกระเทียมดำโดยใช้เทอร์โมคัปเปิ้ลนั้น มีความแม่นยำค่อนข้างสูงเมื่อนำไปเทียบกับการใช้เครื่องตรวจจับอุณหภูมิแบบอินฟาเรดพบว่ามีเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยเท่านั้น โดยมีเปอร์เซ็นความคลาดเคลื่อนที่คำนวณได้สูงสุดเพียง 0.5% จากการวัดทั้งหมด 4 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 การทดลองที่ 5 การตัดการทำงานของฮีทเตอร์ด้วยโซลิดสเตทรีเลย์

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบการตัดต่อวงจรของโซลิดสเตทรีเลยเพื่อความปลอดภัยในการใช้งานในระยะยาว เนื่องจากโซลิดสเตทรีเลย์ต้องทำการตัดการทำงานของฮีทเตอร์เมื่อความร้อนถึงจุดที่ตั้งค่าไว้ โดยเมื่ออุณหภูมิที่ตรวจจับโดยเทอร์โมคัปเปิ้ลถึงจุดที่ตั้งค่าไว้โซลิดสเตทรีเลย์ต้องทำหน้าที่ในการตัดไฟเพื่อหยุดการทำงานของฮีทเตอร์เพื่อไม่ให้ความร้อนสูงเกินไปจนเกินอันตราย ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1. เปิดการทำงานของเครื่อง
2. ตั้งค่าอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟทีไว้ที่ 60°C,70°C,80°C,90°C,100°C
3. บันทึกผลการทดลองตอนที่อุณหภูมิถึงจุสูงสุดก่อนจะมีการตัดการทำงานของโซลิสเตทรีเลย์ลงในตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 การตัดการทำงานของฮีทเตอร์ด้วยโซลิดสเตทรีเลย์

อุณหภูมิ	การตัดการทำงาน	อุณหภูมิถึงจุสูงสุดก่อนจะมีการตัดการทำงาน
60°C	√	61.4 °C
70°C	√	70.6 °C
80°C	√	82.2 °C
90°C	√	91.6 °C
100°C	√	102.5 °C

จากการทดลองตารางที่ 4.5 พบว่าโซลิดสเตทรีเลย์มีการตัดการทำงานที่ล่าช้าเล็กน้อยเนื่องจากการทำความร้อนภายในถังแปรรูปกระเทียมดำนั้น มีการสะสมของความภายในอุณหภูมิจึงพุ่งขึ้นสูงกว่าจุดที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ (1 กิโลกรัม)

เป็นการทดลองการแปรรูปกระเทียมดำโดยจะใช้กระเทียมโทนในการแปรรูป โดยจะมีภาชนะรูปร่างคล้ายตระแกรงในการบรรจุกระเทียมโทนในการแปรรูปภาชนะนี้มีทั้งหมด 5 ชั้นทำจากสแตนเลสทั้งหมดเพื่อเหมาะกับการแปรรูปอาหารโดยจะมีการเฉลี่ยให้แต่ละชั้นบรรจุกระเทียมเท่าๆกัน และจะมีการทดลองการเก็บน้ำกระเทียมโดยใช้ฝาสำหรับเก็บน้ำกระเทียมและบันทึกผลว่าการเปิดฝามีผลอย่างไรกับการแปรรูป

4.2.1 การทดลองที่ 6 การทดลองบรรจุกระเทียม 1 กก. ลงในภาชนะ

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบความจุของภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมดำโดยภาชนะมีทั้งหมด 5 ชั้นจะทำการทดลองบรรจุกระเทียมทีละชั้นให้เฉลี่ยความจุโดยกระเทียมไม่ซ้อนกัน เพื่อการกระจายความร้อนที่ดี

1. นำกระเทียมโทนเฉลี่ยบรรจุลงในภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมดำ
2. วางกระเทียมในภาชนะโดยห้ามให้กระเทียมซ้อนหรือทับกัน
3. นำกระเทียมที่บรรจุแล้วมาชั่งน้ำหนักทีละชั้นว่าภาชนะสามารถบรรจุกระเทียมได้กี่โลโดยไม่ให้กระเทียมซ้อนกัน
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.6

รูปที่ 4.2 การวางกระเทียมในภาชนะสำหรับแปรรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 การทดลองบรรจุกระเทียม 1 กก. ลงในภาชนะสำหรับแปรรูป

ชั้นของภาชนะ	น้ำหนักของกระเทียม
ชั้นที่ 1	200 กรัม
ชั้นที่ 2	200 กรัม
ชั้นที่ 3	200 กรัม
ชั้นที่ 4	200 กรัม
ชั้นที่ 5	200 กรัม
รวม	1000 กรัม(1กิโลกรัม)

4.2.2 การทดลองที่ 7 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนัก

ในการทดลองนี้ จะทำการชั่งน้ำหนักกระเทียมโทนที่ยังไม่ได้ทำการแปรรูป และกระเทียมที่ทำการแปรรูปแล้ว เพื่อนำมาคำนวณหาค่าความชื้นในกระเทียมว่ากระเทียมที่นำมาแปรรูปมีความชื้นมากน้อยแค่ไหน

1. ทำชั่งน้ำหนักกระเทียมก่อนจะแปรรูป
2. นำกระเทียมที่แปรรูปแล้วมาชั่งน้ำหนัก
3. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.7
4. นำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.7 มาคำนวณในสูตรการหาความชื้นมาตรฐานเปียกและความชื้นมาตรฐานแห้ง สูตรมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet basis)

$$M_w = \left[\frac{(w-d)}{w}\right] x100$$

ความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry basis)

$$M_d = \left[\frac{(w-d)}{d}\right] x100$$

M_w =ความชื้นมาตรฐานเปียก

M_d =ความชื้นมาตรฐานแห้ง

w =น้ำหนักเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์

d =น้ำหนักเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์แห้ง

ตารางที่ 4.7 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนักของกระเทียม 1 กก.

อุณหภูมิในการแปรรูป	น้ำหนักกระเทียมก่อนแปรรูป (กรัม)	น้ำหนักกระเทียมหลังแปรรูป (กรัม)
50°C	1000 กรัม	642 กรัม
70°C	1000 กรัม	585 กรัม
90°C	1000 กรัม	476 กรัม

4.2.3 การทดลองที่ 8 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. ด้วยความร้อน 50°C

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบแปรรูปกระเทียมดำด้วยถังแปรรูปกระเทียมดำ โดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 50°C กระเทียมที่ใช้ในการแปรรูปเป็นกระเทียมดำเป็นกระเทียมโทนทั้งหมด 1 กิโลกรัม โดยใส่ในภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมตามรูปที่ 4.2 โดยใช้เวลาในการแปรรูป 14 วัน โดยเก็บผลในวันที่ 3,6,9,12และ14 ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1. เปิดการทำงานของเครื่อง
2. ตั้งค่าอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟที 50°C
3. เปิดฝาเพื่อเก็บผลทุก 3 วันจนกว่ากระเทียมจะกลายสภาพเป็นกระเทียมดำด้วยการวัดด้วยสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. ด้วยความร้อน 50°C

วันที่	อุณหภูมิในการแปรรูป	น้ำหนักกระเทียม	ผลลัพธ์ (รูป)
1	50°C	1 กิโลกรัม	
3	50°C	1 กิโลกรัม	
6	50°C	1 กิโลกรัม	
9	50°C	1 กิโลกรัม	
12	50°C	1 กิโลกรัม	
14	50°C	1 กิโลกรัม	

.

รูปที่ 4.3 กระเทียม 1 กก.แปรรูป(50°C)

รูปที่ 4.4 กระเทียม 1 กก.หลังแปรรูป(50°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

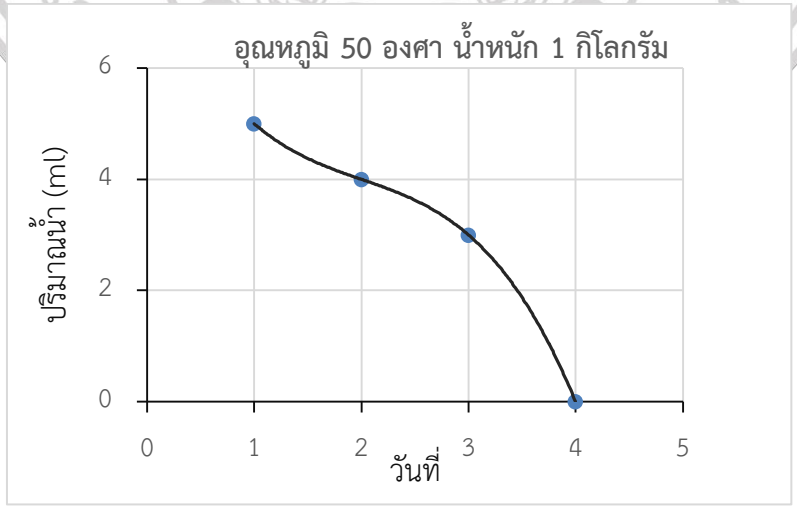
4.2.4 การทดลองที่ 9 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.

ในการทดลองนี้จะทำการเก็บน้ำการจากการแปรรูปกระเทียมดำน้ำหนัก 1 กก. โดยการเก็บน้ำจากการแปรรูปนั้น จะสามารถเก็บได้หลังจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 วัน จำเป็นต้องมีการเปิดเพื่อเก็บน้ำที่ได้จากการแปรรูปกระเทียมดำทุกวัน เพื่อไม่ให้ความร้อนภายในถังแปรรูปทำการระเหยน้ำออกหมด

1. เริ่มการแปรรูปกระเทียมดำ
2. ทำการเก็บน้ำกระเทียมจากฝาเก็บน้ำในทุกวันที่ทำการแปรรูป
3. บันทึกผลปริมาณของน้ำและผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในถังแปรรูปทุกวันจนกว่าจะไม่มีน้ำภายในที่เก็บน้ำการทดลองลงในตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.

วันที่	อุณหภูมิที่ใช้	อุณหภูมิก่อนเปิดฝา	อุณหภูมิหลังเปิดฝา	ปริมาณ (ml)
1	50°C	51.2°C	50.3°C	5 ml
2	50°C	50.8°C	48.4°C	4 ml
3	50°C	52.4°C	50.6°C	3 ml
4	50°C	52.6°C	51.3°C	0 ml
รวมปริมาณน้ำที่ได้จากการแปรรูป				12ml



กราฟที่ 4.1 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.ด้วยอุณภูมิ 50 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5 การทดลองที่ 10 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. ด้วยความร้อน 70°C

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบแปรรูปกระเทียมดำด้วยถังแปรรูปกระเทียมดำ โดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 70°C กระเทียมที่ใช้ในการแปรรูปเป็นกระเทียมดำเป็นกระเทียมโทนทั้งหมด 1 กิโลกรัม โดยใส่ในภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมตามรูปที่ 4.2 โดยใช้เวลาในการแปรรูป 14 วัน โดยเก็บผลในวันที่ 3,6,9,12และ14 ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1. เปิดการทำงานของเครื่อง
2. ตั้งค่าอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟที 70°C
3. เปิดฝาเพื่อเก็บผลทุก 3 วันจนกว่ากระเทียมจะกลายสภาพเป็นกระเทียมดำ ด้วยการวัดด้วยสายตาลงในตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. ด้วยความร้อน 70°C

วันที่	อุณหภูมิในการแปรรูป	น้ำหนักกระเทียม	ผลลัพธ์ (รูป)
1	70°C	1 กิโลกรัม	
3	70°C	1 กิโลกรัม	
6	70°C	1 กิโลกรัม	
9	70°C	1 กิโลกรัม	
12	70°C	1 กิโลกรัม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 กระเทียม 1 ก.ก.ก่อนแปรรูป(70℃) **รูปที่ 4.6** กระเทียม 1 ก.ก.หลังแปรรูป(70℃)

4.2.6 การทดลองที่ 11 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.

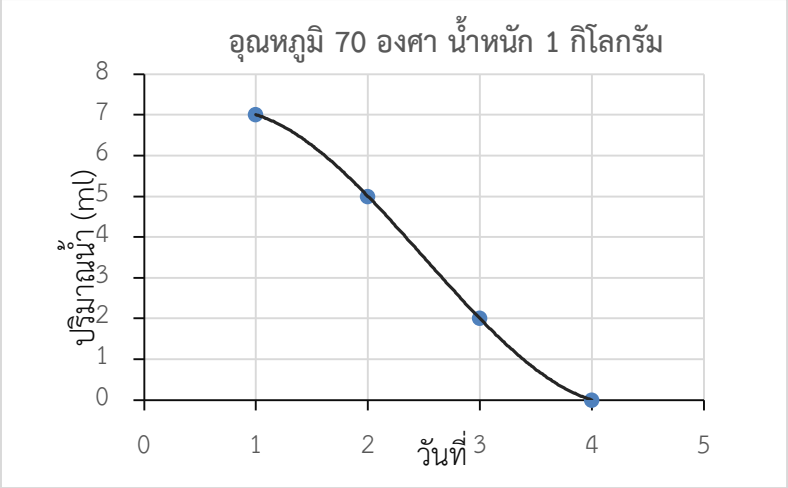
ในการทดลองนี้จะทำการเก็บน้ำการจากการแปรรูปกระเทียมดำน้ำหนัก 1 กก. โดยการเก็บน้ำจากการแปรรูปนั้น จะสามารถเก็บได้หลังจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 วัน จำเป็นต้องมีการเปิดเพื่อเก็บน้ำที่ได้จากการแปรรูปกระเทียมดำทุกวัน เพื่อไม่ให้ความร้อนภายในถังแปรรูปทำการระเหยน้ำออกหมด

1. เริ่มการแปรรูปกระเทียมดำ
2. ทำการเก็บน้ำกระเทียมจากฝาเก็บน้ำในทุกวันที่ทำการแปรรูป
3. บันทึกผลปริมาณของน้ำและผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในถังแปรรูปทุกวันจนกว่าจะไม่มีน้ำภายในที่เก็บน้ำการทดลองลงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.

วันที่	อุณหภูมิที่ใช้	อุณหภูมิก่อนเปิดฝา	อุณหภูมิหลังเปิดฝา	ปริมาณ (ml)
1	70℃	69.5℃	68.7℃	7ml
2	70℃	72.6℃	72.4℃	5ml
3	70℃	72.3℃	71.4℃	2ml
4	70℃	70.2℃	69.6℃	0ml
รวมปริมาณน้ำที่ได้จากการแปรรูป				14ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.2 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.ด้วยอุณภูมิ 70 องศา

4.2.7 การทดลองที่ 12 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. ด้วยความร้อน 90°C

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบแปรรูปกระเทียมดำด้วยถังแปรรูปกระเทียมดำ โดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 90°C กระเทียมที่ใช้ในการแปรรูปเป็นกระเทียมดำเป็นกระเทียมโทนทั้งหมด 1 กิโลกรัม โดยใส่ในภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมตามรูปที่ 4.2 โดยใช้เวลาในการแปรรูป 14 วัน โดยเก็บผลในวันที่ 3,6,9,12และ14 ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1. เปิดการทำงานของเครื่อง
2. ตั้งค่าอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟที 90°C
3. เปิดฝาเพื่อเก็บผลทุก 3 วันจนกว่ากระเทียมจะกลายสภาพเป็นกระเทียมดำด้วยการวัดด้วยสายตาลงในตารางที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. ด้วยความร้อน 90°C

วันที่	อุณหภูมิในการแปรรูป	น้ำหนักกระเทียม	ผลลัพธ์ (รูป)
1	90°C	1 กิโลกรัม	
3	90°C	1 กิโลกรัม	
6	90°C	1 กิโลกรัม	
9	90°C	1 กิโลกรัม	
10	90°C	1 กิโลกรัม	

รูปที่ 4.7 กระเทียม 1 ก.ก.ก่อนแปรรูป(90°C)

รูปที่ 4.8 กระเทียม 1 ก.ก.หลังแปรรูป(90°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

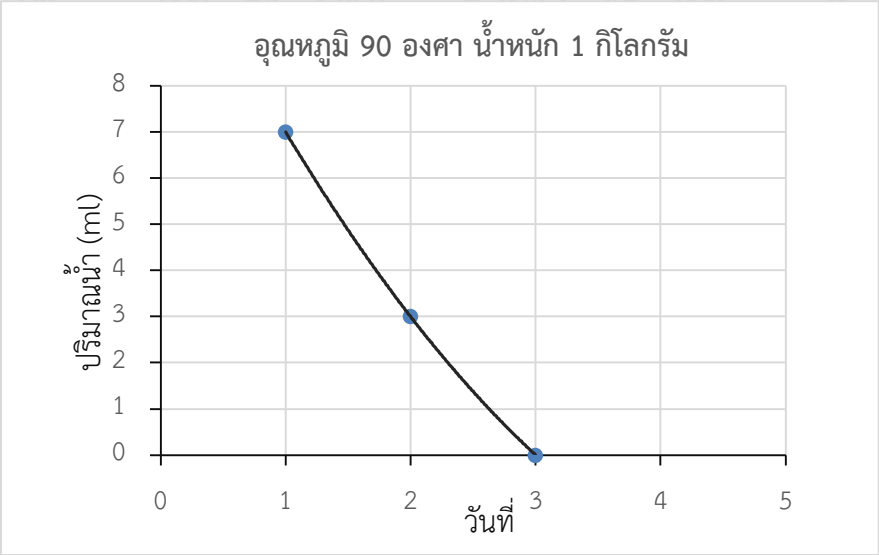
4.2.8 การทดลองที่ 13 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.

ในการทดลองนี้จะทำการเก็บน้ำการจากการแปรรูปกระเทียมดำน้ำหนัก 1 กก. โดยการเก็บน้ำจากการแปรรูปนั้น จะสามารถเก็บได้หลังจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 วัน จำเป็นต้องมีการเปิดเพื่อเก็บน้ำที่ได้จากการแปรรูปกระเทียมดำทุกวัน เพื่อไม่ให้ความร้อนภายในถังแปรรูปทำการระเหยน้ำออกหมด

1. เริ่มการแปรรูปกระเทียมดำ
2. ทำการเก็บน้ำกระเทียมจากฝาเก็บน้ำในทุกวันที่ทำการแปรรูป
3. บันทึกผลปริมาณของน้ำและผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในถังแปรรูปทุกวันจนกว่าจะไม่มีน้ำภายในที่เก็บน้ำการทดลองลงในตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.

วันที่	อุณหภูมิที่ใช้	อุณหภูมิก่อนเปิดฝา	อุณหภูมิหลังเปิดฝา	ปริมาณ (ml)
1	90°C	92.2°C	91.5°C	7ml
2	90°C	91.6°C	90.4°C	3ml
3	90°C	89.2°C	88.4°C	0ml
รวมปริมาณน้ำที่ได้จากการแปรรูป				10ml



กราฟที่ 4.3 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.ด้วยอุณภูมิ 90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ (2 กิโลกรัม)

เป็นการทดลองการแปรรูปกระเทียมดำโดยจะใช้กระเทียมโทนในการแปรรูป โดยจะมีภาชนะรูปร่างคล้ายตระแกรงในการบรรจุกระเทียมโทนในการแปรรูปภาชนะนี้มีทั้งหมด 5 ชั้นทำจากสแตนเลสทั้งหมดเพื่อเหมาะกับการแปรรูปอาหารโดยจะมีการเฉลี่ยให้แต่ละชั้นบรรจุกระเทียมเท่าๆกัน และจะมีการทดลองการเก็บน้ำกระเทียมโดยใช้ฝาสำหรับเก็บน้ำกระเทียมและบันทึกผลว่าการเปิดฝามีผลอย่างไรกับการแปรรูป

4.3.1 การทดลองที่ 14 การทดลองบรรจุกระเทียม 2 กก. ลงในภาชนะ

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบความจุของภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมดำโดยภาชนะมีทั้งหมด 5 ชั้นจะทำการทดลองบรรจุกระเทียมทีละชั้นให้เฉลี่ยความจุโดยกระเทียมไม่ซ้อนกัน เพื่อการกระจายความร้อนที่ดี

1. นำกระเทียมโทนเฉลี่ยบรรจุลงในภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมดำ
2. วางกระเทียมในภาชนะโดยห้ามให้กระเทียมซ้อนหรือทับกัน
3. นำกระเทียมที่บรรจุแล้วมาชั่งน้ำหนักทีละชั้นว่าภาชนะสามารถบรรจุกระเทียมได้กี่โลโดยไม่ให้กระเทียมซ้อนกัน
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 การทดลองบรรจุกระเทียม 2 กก. ลงในภาชนะสำหรับแปรรูป

ชั้นของภาชนะ	น้ำหนักของกระเทียม
ชั้นที่ 1	400 กรัม
ชั้นที่ 2	400 กรัม
ชั้นที่ 3	400 กรัม
ชั้นที่ 4	400 กรัม
ชั้นที่ 5	400 กรัม
รวม	2000 กรัม (2กิโลกรัม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 การทดลองที่ 15 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนัก

ในการทดลองนี้ จะทำการชั่งน้ำหนักกระเทียมโทนที่ยังไม่ได้ทำการแปรรูป และกระเทียมที่ทำการแปรรูปแล้ว เพื่อนำมาคำนวณหาค่าความชื้นในกระเทียมว่ากระเทียมที่นำมาแปรรูปมีความชื้นมากน้อยแค่ไหน

1. ทำชั่งน้ำหนักกระเทียมก่อนจะแปรรูป
2. นำกระเทียมที่แปรรูปแล้วมาชั่งน้ำหนัก
3. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.15
4. นำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.15 มาคำนวณในสูตรการหาความชื้นมาตรฐานเปียกและความชื้นมาตรฐานแห้ง สูตรมีดังนี้

ความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet basis)

$$M_w = \left[\frac{(w-d)}{w}\right] x100$$

ความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry basis)

$$M_d = \left[\frac{(w-d)}{d}\right] x100$$

M_w =ความชื้นมาตรฐานเปียก

M_d =ความชื้นมาตรฐานแห้ง

w =น้ำหนักเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์

d =น้ำหนักเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์แห้ง

ตารางที่ 4.15 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนักของกระเทียม 2 กก.

อุณหภูมิในการแปรรูป	น้ำหนักกระเทียมก่อนแปรรูป (กรัม)	น้ำหนักกระเทียมหลังแปรรูป (กรัม)
50°C	2000 กรัม (2กิโลกรัม)	1258 กรัม
70°C	2000 กรัม (2กิโลกรัม)	1152 กรัม
90°C	2000 กรัม (2กิโลกรัม)	865 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การทดลองที่ 16 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. ด้วยความร้อน 50°C

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบแปรรูปกระเทียมดำด้วยถังแปรรูปกระเทียมดำ โดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 50°C กระเทียมที่ใช้ในการแปรรูปเป็นกระเทียมดำเป็นกระเทียมโทนทั้งหมด 2 กิโลกรัม โดยใส่ในภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมตามรูปที่ 4.2 โดยใช้เวลาในการแปรรูป 14 วัน โดยเก็บผลในวันที่ 3,6,9,12และ14 ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1. เปิดการทำงานของเครื่อง
2. ตั้งค่าอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟที 50°C
3. เปิดฝาเพื่อเก็บผลทุก 3 วันจนกว่ากระเทียมจะกลายสภาพเป็นกระเทียมดำด้วยการวัดด้วยสายตา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.16 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. ด้วยความร้อน 50°C

วันที่	อุณหภูมิในการแปรรูป	น้ำหนักกระเทียม	ผลลัพธ์ (รูป)
1	50°C	2 กิโลกรัม	
3	50°C	2 กิโลกรัม	
6	50°C	2 กิโลกรัม	
9	50°C	2 กิโลกรัม	
12	50°C	2 กิโลกรัม	
14	50°C	2 กิโลกรัม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 กระเทียม 2 ก.ก.ก่อนแปรรูป (50°C)

รูปที่ 4.10 กระเทียม 2 ก.ก. หลังแปรรูป (50°C)

4.3.4 การทดลองที่ 17 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.

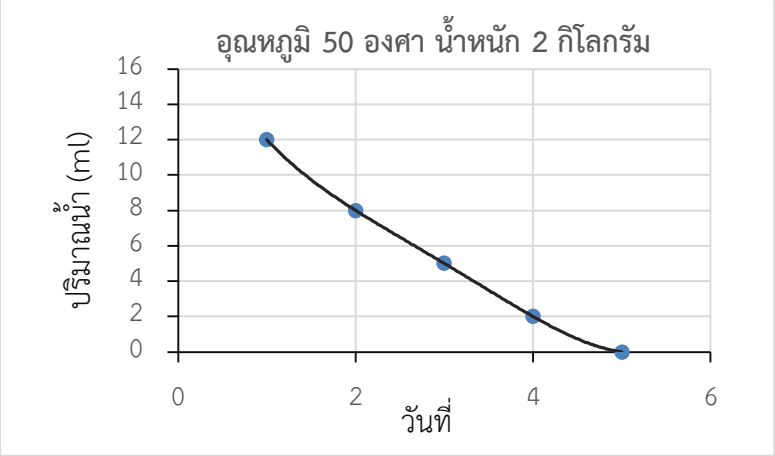
ในการทดลองนี้จะทำการเก็บน้ำการจากการแปรรูปกระเทียมดำน้ำหนัก 2 กก. โดยการเก็บน้ำจากการแปรรูปนั้น จะสามารถเก็บได้หลังจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 วัน จำเป็นต้องมีการเปิดเพื่อเก็บน้ำที่ได้จากการแปรรูปกระเทียมดำทุกวัน เพื่อไม่ให้ความร้อนภายในถังแปรรูปทำการระเหยน้ำออกหมด

1. เริ่มการแปรรูปกระเทียมดำ
2. ทำการเก็บน้ำกระเทียมจากฝาเก็บน้ำในทุกวันที่ทำการแปรรูป
3. บันทึกผลปริมาณของน้ำและผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในถังแปรรูปทุกวันจนกว่าจะไม่มีน้ำภายในที่เก็บน้ำการทดลองลงในตารางที่ 4.17

ตารางที่ 4.17 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.

วันที่	อุณหภูมิที่ใช้	อุณหภูมิก่อนเปิดฝา	อุณหภูมิหลังเปิดฝา	ปริมาณ (ml)
1	50°C	53.4°C	52.2°C	12ml
2	50°C	50.1°C	49.2°C	8ml
3	50°C	52.2°C	51.5°C	5ml
4	50°C	53.2°C	51.7°C	2ml
5	50°C	51.8°C	50.6°C	0ml
รวมปริมาณน้ำที่ได้จากการแปรรูป				27ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.4 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.ด้วยอุณภูมิ 50 องศา

4.3.5 การทดลองที่ 18 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. ด้วยความร้อน 70°C

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบแปรรูปกระเทียมดำด้วยถังแปรรูปกระเทียมดำ โดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 70°C กระเทียมที่ใช้ในการแปรรูปเป็นกระเทียมดำเป็นกระเทียมโทนทั้งหมด 2 กิโลกรัม โดยใส่ในภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมตามรูปที่ 4.2 โดยใช้เวลาในการแปรรูป 14 วัน โดยเก็บผลในวันที่ 3,6,9,12และ14 ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1. เปิดการทำงานของเครื่อง
2. ตั้งค่าอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟที 70°C
3. เปิดฝาเพื่อเก็บผลทุก 3 วันจนกว่ากระเทียมจะกลายสภาพเป็นกระเทียมดำด้วยการวัดด้วยสายตาลงในตารางที่ 4.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. ด้วยความร้อน 70°C

วันที่	อุณหภูมิในการแปรรูป	น้ำหนักกระเทียม	ผลลัพธ์ (รูป)
1	70°C	2 กิโลกรัม	
3	70°C	2 กิโลกรัม	
6	70°C	2 กิโลกรัม	
9	70°C	2 กิโลกรัม	
10	70°C	2 กิโลกรัม	

รูปที่ 4.11 กระเทียม 2 ก.ก.ก่อนแปรรูป (70°C)

รูปที่ 4.12 กระเทียม 2 ก.ก.หลังแปรรูป (70°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

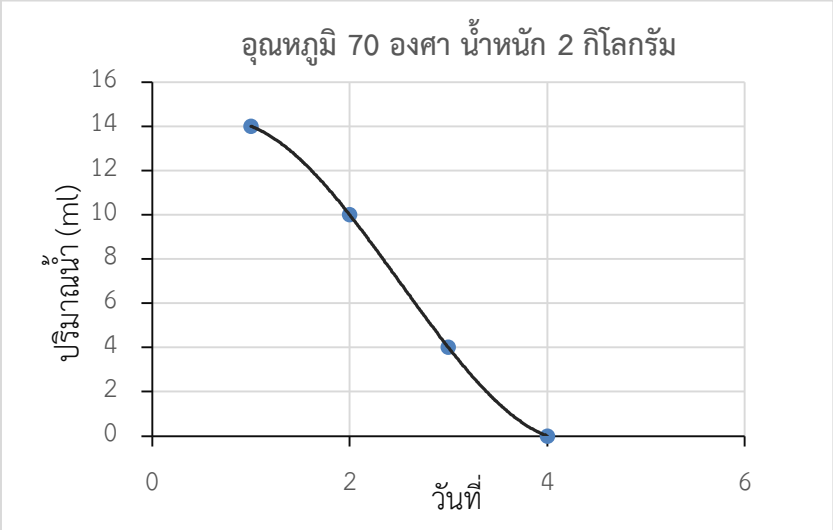
4.3.6 การทดลองที่ 19 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.

ในการทดลองนี้จะทำการเก็บน้ำการจากการแปรรูปกระเทียมดำน้ำหนัก 2 กก. โดยการเก็บน้ำจากการแปรรูปนั้น จะสามารถเก็บได้หลังจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 วัน จำเป็นต้องมีการเปิดเพื่อเก็บน้ำที่ได้จากการแปรรูปกระเทียมดำทุกวัน เพื่อไม่ให้ความร้อนภายในถังแปรรูปทำการระเหยน้ำออกหมด

1. เริ่มการแปรรูปกระเทียมดำ
2. ทำการเก็บน้ำกระเทียมจากฝาเก็บน้ำในทุกวันที่ทำการแปรรูป
3. บันทึกผลปริมาณของน้ำและผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในถังแปรรูปทุกวันจนกว่าจะไม่มีน้ำภายในที่เก็บน้ำการทดลองลงในตารางที่ 4.19

ตารางที่ 4.19 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.

วันที่	อุณหภูมิที่ใช้	อุณหภูมิก่อนเปิดฝา	อุณหภูมิหลังเปิดฝา	ปริมาณ (ml)
1	70°C	71.9°C	71.4°C	14ml
2	70°C	72.3°C	71.5°C	10ml
3	70°C	71.4°C	70.7°C	4ml
4	70°C	70.5°C	68.8°C	0ml
รวมปริมาณน้ำที่ได้จากการแปรรูป				28ml



กราฟที่ 4.5 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.ด้วยอุณภูมิ 70 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.7 การทดลองที่ 20 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. ด้วยความร้อน 90°C

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบแปรรูปกระเทียมดำด้วยถังแปรรูปกระเทียมดำ โดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 90°C กระเทียมที่ใช้ในการแปรรูปเป็นกระเทียมดำเป็นกระเทียมโทนทั้งหมด 2 กิโลกรัม โดยใส่ในภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมตามรูปที่ 4.2 โดยใช้เวลาในการแปรรูป 14 วัน โดยเก็บผลในวันที่ 3,6,9,12และ14 ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1. เปิดการทำงานของเครื่อง
2. ตั้งค่าอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟที 90°C
3. เปิดฝาเพื่อเก็บผลทุก 3 วันจนกว่ากระเทียมจะกลายสภาพเป็นกระเทียมดำด้วยการวัดด้วยสายตาลงในตารางที่ 4.20

ตารางที่ 4.20 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. ด้วยความร้อน 90°C

วันที่	อุณหภูมิในการแปรรูป	น้ำหนักกระเทียม	ผลลัพธ์ (รูป)
1	90°C	2 กิโลกรัม	
3	90°C	2 กิโลกรัม	
6	90°C	2 กิโลกรัม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 กระเทียม 2 ก.ก.ก่อนแปรรูป (90°C)

รูปที่ 4.14 กระเทียม 2 ก.ก.หลังแปรรูป (90°C)

4.3.8 การทดลองที่ 21 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.

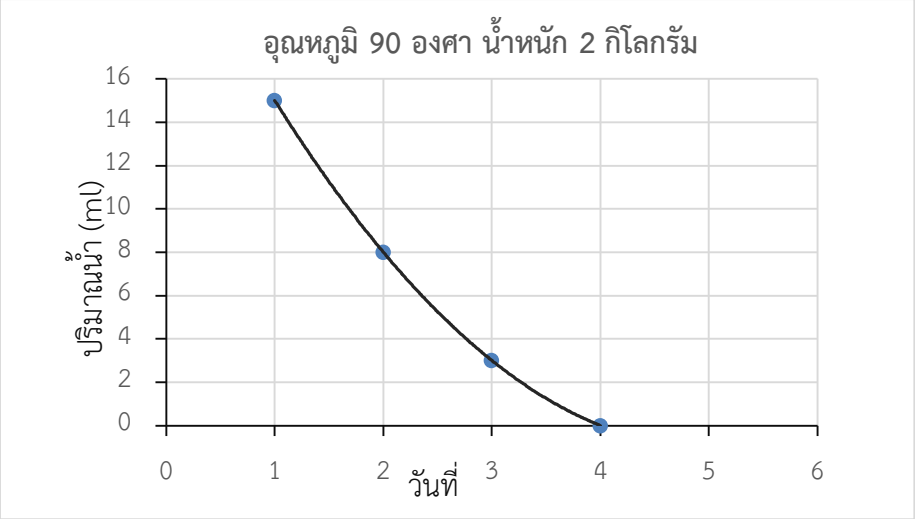
ในการทดลองนี้จะทำการเก็บน้ำการจากการแปรรูปกระเทียมดำน้ำหนัก 2 กก. โดยการเก็บน้ำจากการแปรรูปนั้น จะสามารถเก็บได้หลังจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 วัน จำเป็นต้องมีการเปิดเพื่อเก็บน้ำที่ได้จากการแปรรูปกระเทียมดำทุกวัน เพื่อไม่ให้ความร้อนภายในถังแปรรูปทำการระเหยน้ำออกหมด

1. เริ่มการแปรรูปกระเทียมดำ
2. ทำการเก็บน้ำกระเทียมจากฝาเก็บน้ำในทุกวันที่ทำการแปรรูป
3. บันทึกผลปริมาณของน้ำและผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในถังแปรรูปทุกวันจนกว่าจะไม่มีน้ำภายในที่เก็บน้ำการทดลองลงในตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.

วันที่	อุณหภูมิที่ใช้	อุณหภูมิก่อนเปิดฝา	อุณหภูมิหลังเปิดฝา	ปริมาณ (ml)
1	90°C	90.3°C	89.5°C	15ml
2	90°C	92.6°C	92.3°C	8ml
3	90°C	90.8°C	89.4°C	3ml
4	90°C	91.8°C	90.1°C	0ml
รวมปริมาณน้ำที่ได้จากการแปรรูป				26ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.6 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.ด้วยอุณภูมิ 90 องศา

4.4 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ (4 กิโลกรัม)

เป็นการทดลองการแปรรูปกระเทียมดำโดยจะใช้กระเทียมโทนในการแปรรูป โดยจะมีภาชนะรูปร่างคล้ายตระแกรงในการบรรจุกระเทียมโทนในการแปรรูปภาชนะนี้มีทั้งหมด 5 ชั้นทำจากสแตนเลสทั้งหมดเพื่อเหมาะกับการแปรรูปอาหารโดยจะมีการเฉลี่ยให้แต่ละชั้นบรรจุกระเทียมเท่าๆกัน และจะมีการทดลองการเก็บน้ำกระเทียมโดยใช้ฝาสำหรับเก็บน้ำกระเทียมและบันทึกผลว่าการเปิดฝามีผลอย่างไรกับการแปรรูป

4.4.1 การทดลองที่ 22 การทดลองบรรจุกระเทียม 4 กก. ลงในภาชนะ

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบความจุของภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมดำโดยภาชนะมีทั้งหมด 5 ชั้นจะทำการทดลองบรรจุกระเทียมทีละชั้นให้เฉลี่ยความจุโดยกระเทียมไม่ซ้อนกัน เพื่อการกระจายความร้อนที่ดี

1. นำกระเทียมโทนเฉลี่ยบรรจุลงในภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมดำ
2. วางกระเทียมในภาชนะโดยห้ามให้กระเทียมซ้อนหรือทับกัน
3. นำกระเทียมที่บรรจุแล้วมาชั่งน้ำหนักทีละชั้นว่าภาชนะสามารถบรรจุกระเทียมได้กี่โลโดยไม่ให้กระเทียมซ้อนกัน
4. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.22 การทดลองบรรจุกระเทียม 4 กก. ลงในภาชนะสำหรับแปรรูป

ชั้นของภาชนะ	น้ำหนักของกระเทียม
ชั้นที่ 1	800 กรัม
ชั้นที่ 2	800 กรัม
ชั้นที่ 3	800 กรัม
ชั้นที่ 4	800 กรัม
ชั้นที่ 5	800 กรัม
รวม	4000 กรัม (4กิโลกรัม)

‘

4.4.2 การทดลองที่ 23 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนัก

ในการทดลองนี้ จะทำการชั่งน้ำหนักกระเทียมโทนที่ยังไม่ได้ทำการแปรรูป และกระเทียมที่ทำการแปรรูปแล้ว เพื่อนำมาคำนวณหาค่าความชื้นในกระเทียมว่ากระเทียมที่นำมาแปรรูปมีความชื้นมากน้อยแค่ไหน

1. ทำชั่งน้ำหนักกระเทียมก่อนจะแปรรูป
2. นำกระเทียมที่แปรรูปแล้วมาชั่งน้ำหนัก
3. บันทึกผลการทดลองลงในตารางที่ 4.23
4. นำค่าที่ได้จากตารางที่ 4.23 มาคำนวณในสูตรการหาความชื้นมาตรฐานเปียกและความชื้นมาตรฐานแห้ง สูตรมีดังนี้

ความชื้นมาตรฐานเปียก (Wet basis)

$$M_w = \left[\frac{(w-d)}{w}\right] x100$$

ความชื้นมาตรฐานแห้ง (Dry basis)

$$M_d = \left[\frac{(w-d)}{d}\right] x100$$

M_w =ความชื้นมาตรฐานเปียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M_d =ความชื้นมาตรฐานแห้ง

w =น้ำหนักเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์

d =น้ำหนักเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์แห้ง

ตารางที่ 4.23 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนักของกระเทียม 4 กก.

อุณหภูมิในการแปรรูป	น้ำหนักกระเทียมก่อนแปรรูป (กรัม)	น้ำหนักกระเทียมหลังแปรรูป (กรัม)
50°C	4000 กรัม	3254 กรัม
70°C	4000 กรัม	2882 กรัม
90°C	4000 กรัม	2620 กรัม

4.4.3 การทดลองที่ 24 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. ด้วยความร้อน 50°C

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบแปรรูปกระเทียมดำด้วยถังแปรรูปกระเทียมดำ โดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 50°C กระเทียมที่ใช้ในการแปรรูปเป็นกระเทียมดำเป็นกระเทียมโทนทั้งหมด 4 กิโลกรัม โดยใส่ในภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมตามรูปที่ 4.2 โดยใช้เวลาในการแปรรูป 14 วัน โดยเก็บผลในวันที่ 3,6,9,12และ14 ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1. เปิดการทำงานของเครื่อง
2. ตั้งค่าอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟที 50°C
3. เปิดฝาเพื่อเก็บผลทุก 3 วันจนกว่ากระเทียมจะกลายสภาพเป็นกระเทียมดำด้วยการวัดด้วยสายตา

\

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.24 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. ด้วยความร้อน 50°C

วันที่	อุณหภูมิในการแปรรูป	น้ำหนักกระเทียม	ผลลัพธ์ (รูป)
1	50°C	4 กิโลกรัม	
3	50°C	4 กิโลกรัม	
6	50°C	4 กิโลกรัม	
9	50°C	4 กิโลกรัม	
12	50°C	4 กิโลกรัม	
14	50°C	4 กิโลกรัม	
17	50°C	4 กิโลกรัม	
19	50°C	4 กิโลกรัม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 กระเทียม 4 ก.ก. ก่อนแปรรูป (50°C)

รูปที่ 4.16 กระเทียม 4 ก.ก. หลังแปรรูป (50°C)

4.4.4 การทดลองที่ 25 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก.

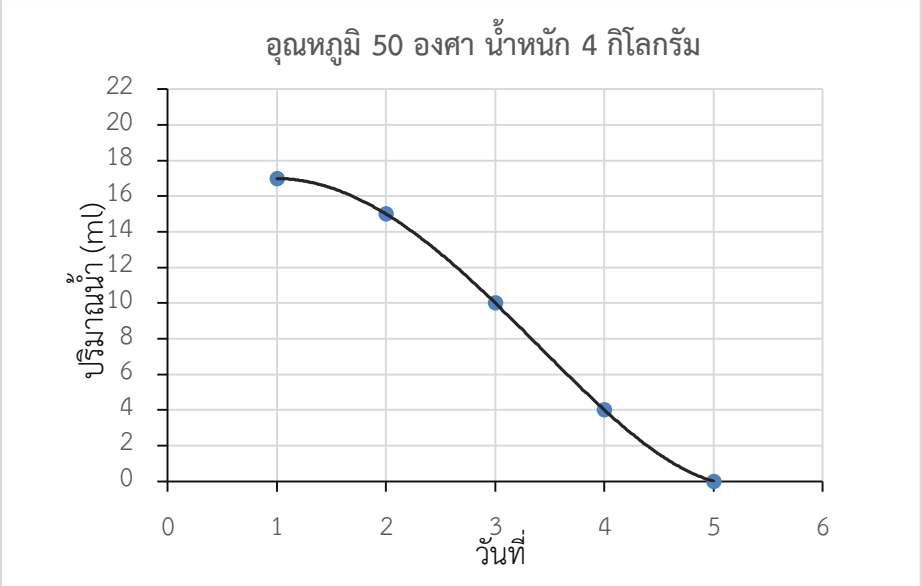
ในการทดลองนี้จะทำการเก็บน้ำการจากการแปรรูปกระเทียมดำน้ำหนัก 4 กก. โดยการเก็บน้ำจากการแปรรูปนั้น จะสามารถเก็บได้หลังจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 วัน จำเป็นต้องมีการเปิดเพื่อเก็บน้ำที่ได้จากการแปรรูปกระเทียมดำทุกวัน เพื่อไม่ให้ความร้อนภายในถังแปรรูปทำการระเหยน้ำออกหมด

1. เริ่มการแปรรูปกระเทียมดำ
2. ทำการเก็บน้ำกระเทียมจากฝาเก็บน้ำในทุกวันที่ทำการแปรรูป
3. บันทึกผลปริมาณของน้ำและผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในถังแปรรูปทุกวันจนกว่าจะไม่มีน้ำภายในที่เก็บน้ำการทดลองลงในตารางที่ 4.25

ตารางที่ 4.25 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก.

วันที่	อุณหภูมิที่ใช้	อุณหภูมิก่อนเปิดฝา	อุณหภูมิหลังเปิดฝา	ปริมาณ (ml)
1	50°C	52.4°C	51.6°C	15ml
2	50°C	53.1°C	51.9°C	17ml
3	50°C	53.7°C	52.5°C	10ml
4	50°C	52.7°C	50.7°C	4ml
5	50°C	50.5°C	49.4°C	0ml
รวมปริมาณน้ำที่ได้จากการแปรรูป				46ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.7 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก.ด้วยอุณภูมิ 50 องศา

4.4.5 การทดลองที่ 26 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. ด้วยความร้อน 70°C

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบแปรรูปกระเทียมดำด้วยถังแปรรูปกระเทียมดำ โดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 70°C กระเทียมที่ใช้ในการแปรรูปเป็นกระเทียมดำเป็นกระเทียมโทนทั้งหมด 4 กิโลกรัม โดยใส่ในภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมตามรูปที่ 4.2 โดยใช้เวลาในการแปรรูป 14 วัน โดยเก็บผลในวันที่ 3,6,9,12และ14 ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1. เปิดการทำงานของเครื่อง
2. ตั้งค่าอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟที 70°C
3. เปิดฝาเพื่อเก็บผลทุก 3 วันจนกว่ากระเทียมจะกลายสภาพเป็นกระเทียมดำด้วยการวัดด้วยสายตาลงในตารางที่ 4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.26 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. ด้วยความร้อน 70°C

วันที่	อุณหภูมิในการแปรรูป	น้ำหนักกระเทียม	ผลลัพธ์ (รูป)
1	70°C	4 กิโลกรัม	
3	70°C	4 กิโลกรัม	
6	70°C	4 กิโลกรัม	
9	70°C	4 กิโลกรัม	
12	70°C	4 กิโลกรัม	
14	70°C	4 กิโลกรัม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.17 กระเทียม 4 ก.ก.ก่อนแปรรูป (90°C)

รูปที่ 4.18 กระเทียม 4 ก.ก.หลังแปรรูป (90°C)

4.4.6 การทดลองที่ 27 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก.

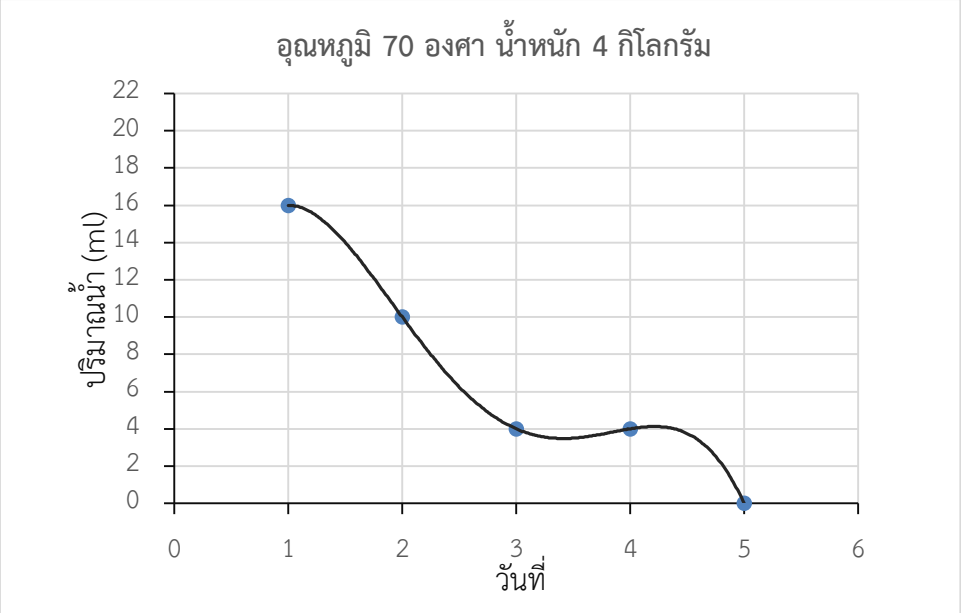
ในการทดลองนี้จะทำการเก็บน้ำการจากการแปรรูปกระเทียมดำน้ำหนัก 4 กก. โดยการเก็บน้ำจากการแปรรูปนั้น จะสามารถเก็บได้หลังจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 วัน จำเป็นต้องมีการเปิดเพื่อเก็บน้ำที่ได้จากการแปรรูปกระเทียมดำทุกวัน เพื่อไม่ให้ความร้อนภายในถังแปรรูปทำการระเหยน้ำออกหมด

1. เริ่มการแปรรูปกระเทียมดำ
2. ทำการเก็บน้ำกระเทียมจากฝาเก็บน้ำในทุกวันที่ทำการแปรรูป
3. บันทึกผลปริมาณของน้ำและผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในถังแปรรูปทุกวันจนกว่าจะไม่มีน้ำภายในที่เก็บน้ำการทดลองลงในตารางที่ 4.27

ตารางที่ 4.27 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก.

วันที่	อุณหภูมิที่ใช้	อุณหภูมิก่อนเปิดฝา	อุณหภูมิหลังเปิดฝา	ปริมาณ (ml)
1	70°C	71.5°C	69.6°C	16ml
2	70°C	70.8°C	68.5°C	10ml
3	70°C	69.3°C	68.2°C	4ml
4	70°C	72.3°C	71.2°C	4ml
5	70°C	71.6°C	70.4°C	0ml
รวมปริมาณน้ำที่ได้จากการแปรรูป				34ml

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 4.8 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก.ด้วยอุณภูมิ 70 องศา

4.4.7 การทดลองที่ 28 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. ด้วยความร้อน 90°C

ในการทดลองนี้จะทำการทดสอบแปรรูปกระเทียมดำด้วยถังแปรรูปกระเทียมดำ โดยตั้งค่าอุณหภูมิไว้ที่ 90°C กระเทียมที่ใช้ในการแปรรูปเป็นกระเทียมดำเป็นกระเทียมโทนทั้งหมด 4 กิโลกรัม โดยใส่ในภาชนะสำหรับแปรรูปกระเทียมตามรูปที่ 4.2 โดยใช้เวลาในการแปรรูป 14 วัน โดยเก็บผลในวันที่ 3,6,9,12และ14 ขั้นตอนการทดลองมีดังนี้

1. เปิดการทำงานของเครื่อง
2. ตั้งค่าอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟที 90°C
3. เปิดฝาเพื่อเก็บผลทุก 3 วันจนกว่ากระเทียมจะกลายสภาพเป็นกระเทียมดำ ด้วยการวัดด้วยสายตาลงในตารางที่ 4.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.28 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. ด้วยความร้อน 90°C

วันที่	อุณหภูมิในการแปรรูป	น้ำหนักกระเทียม	ผลลัพธ์ (รูป)
1	90°C	4 กิโลกรัม	
3	90°C	4 กิโลกรัม	
6	90°C	4 กิโลกรัม	
7	90°C	4 กิโลกรัม	

รูปที่ 4.19 กระเทียม 4 ก.ก. ก่อนแปรรูป (90°C)

รูปที่ 4.20 กระเทียม 4 ก.ก.หลังแปรรูป (90°C)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

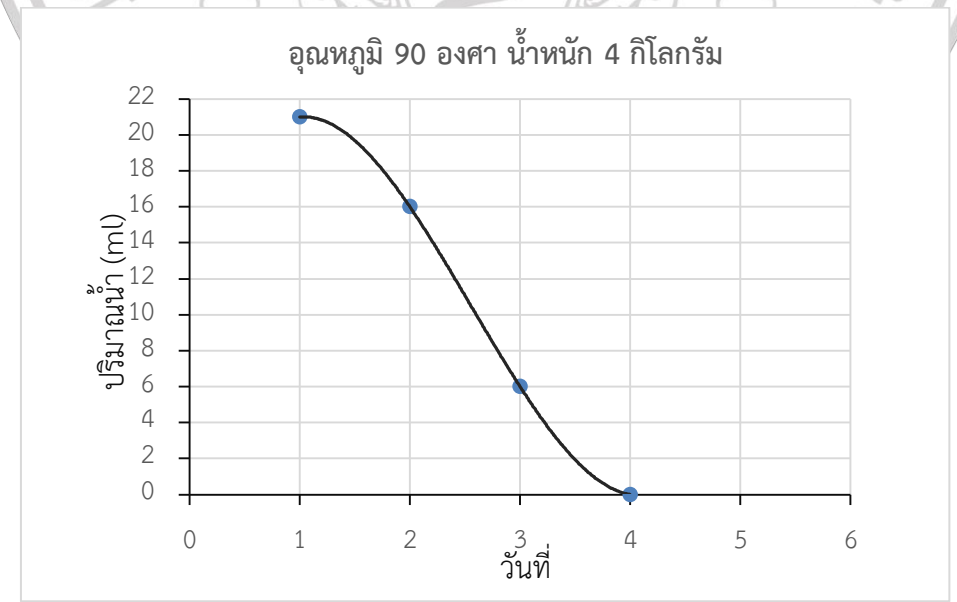
4.4.8 การทดลองที่ 29 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก.

ในการทดลองนี้จะทำการเก็บน้ำการจากการแปรรูปกระเทียมดำน้ำหนัก 4 กก. โดยการเก็บน้ำจากการแปรรูปนั้น จะสามารถเก็บได้หลังจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 วัน จำเป็นต้องมีการเปิดเพื่อเก็บน้ำที่ได้จากการแปรรูปกระเทียมดำทุกวัน เพื่อไม่ให้ความร้อนภายในถังแปรรูปทำการระเหยน้ำออกหมด

1. เริ่มการแปรรูปกระเทียมดำ
2. ทำการเก็บน้ำกระเทียมจากฝาเก็บน้ำในทุกวันที่ทำการแปรรูป
3. บันทึกผลปริมาณของน้ำและผลกระทบต่ออุณหภูมิภายในถังแปรรูปทุกวันจนกว่าจะไม่มีน้ำภายในที่เก็บน้ำการทดลองลงในตารางที่ 4.29

ตารางที่ 4.29 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก.

วันที่	อุณหภูมิที่ใช้	อุณหภูมิก่อนเปิดฝา	อุณหภูมิหลังเปิดฝา	ปริมาณ (ml)
1	90°C	92.4°C	90.7°C	21ml
2	90°C	90.4°C	88.6°C	16ml
3	90°C	91.7°C	89.3°C	6ml
4	90°C	93.2°C	92.6°C	0ml
รวมปริมาณน้ำที่ได้จากการแปรรูป				43ml



กราฟที่ 4.9 การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก.ด้วยอุณภูมิ 90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

ถังแปรรูปกระเทียมดำที่จัดทำสามารถทำงานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงงานการเลือกใช้อุปกรณ์อย่างละเอียดและมีความเหมาะสมกับชิ้นงาน จึงส่งผลให้ตัวโครงงานมีการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในการแปรรูปกระเทียมดำถือว่าทำได้ดีกว่าที่ตั้งไว้ในตอนแรก โดยสามารถแปรรูปกระเทียมโทนสดให้กลายเป็นกระเทียมดำได้ภายใน 7-14 วันอยู่ที่ปริมาณของกระเทียมและอุณหภูมิที่ใช้ในการแปรรูป แต่ในการทดลองจะใช้กระเทียมโทนเท่านั้น และมีการเก็บน้ำที่ได้โดยการแปรรูปกระเทียมดำ ในส่วนของอุปกรณ์ภายในเครื่องก็ถือว่าใช้งานได้ดีไม่มีส่วนไหนชำรุดระหว่างการทดลอง โดยการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในโครงงาน ก็ได้มีการทดลองเพื่อวัดประสิทธิภาพการทำงาน

โดยการแปรรูปกระเทียมดำจากที่ผู้จัดทำได้ตั้งไว้ว่าจะแปรรูปกระเทียมโทนสดให้เป็นกระเทียมดำควรจะใช้เวลาให้น้อยกว่า 14 วันแล้วต้องได้ผลผลิต 4 กิโลกรัมและถังแปรรูปกระเทียมดำสามารถทำได้โดยใช้เวลาเพียง 7 วัน โดยใช้อุณหภูมิในการแปรรูปอยู่ที่ 90 องศาโดยน้ำหนักกระเทียมก่อนนำไปแปรรูปหนัก 4 กิโลกรัมและเมื่อแปรรูปเสร็จได้กระเทียมดำน้ำหนัก 2.62 กิโลกรัม เนื่องจากใช้ความร้อนที่มีอุณหภูมิที่สูงทำให้น้ำในตัวกระเทียมหายไปเยอะน้ำหนักจึงลดลงมาก

5.1.1 สรุปผลการทดลองที่ 1 การทดลองทางอิเล็กทรอนิกส์

การทดลองจ่ายแรงดันไฟฟ้าจากผลการทดลองตารางที่ 4.1 สามารถสรุปได้ว่าภาคจ่ายไฟโดยใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ทำงานได้อย่างเสถียรและมีประสิทธิภาพและสามารถนำไปต่อใช้งานจริงได้

5.1.2 สรุปผลการทดลองที่ 2 การทดลองการทำงานของฮีทเตอร์

การทดลองการทำงานของฮีทเตอร์จากผลการทดลองตารางที่ 4.2 สามารถสรุปได้ว่าการทำงานของฮีทเตอร์ที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ จะต้องใช้เวลาพอสมควรในการทำความร้อนโดยเฉพาะในอุณหภูมิสูงตัวอย่างเช่น 90 องศาเซลเซียสต้องใช้เวลามากกว่า 4 นาทีในการทำความร้อนแต่ก็ไม่ได้ส่งผลต่อการทำงานของเครื่องมาก

5.1.3 สรุปผลการทดลองที่ 3 การทดลองการทำงานของหน้าจอทีเอฟที

การทดลองการทำงานของหน้าจอทีเอฟทีจากผลการทดลองตารางที่ 4.3 สามารถสรุปได้ว่าในการสัมผัสหน้าจอสามารถควบคุมอุณภูมิและป้อนคำสั่งผ่านหน้าจอได้โดยไม่มีอาการรวนหรือเกิดข้อผิดพลาดระหว่างการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.4 สรุปผลการทดลองที่ 4 การตรวจจับอุณหภูมิภายในถังด้วยเทอร์โมคัปเปิ้ล

การตรวจจับอุณหภูมิภายในถังด้วยเทอร์โมคัปเปิ้ลจากผลการทดลองตารางที่ 4.4 สามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิที่วัดได้จากเทอร์โมคัปเปิ้ลเมื่อเทียบกับเครื่องตรวจจับอุณหภูมิด้วยอินฟาเรสจะมีความคลาดเคลื่อนอยู่เล็กน้อยประมาณ 0%-1%

5.1.5 สรุปการทดลองที่ 5 การตัดการทำงานของฮีทเตอร์ด้วยโซลิดสเตทรีเลย์

การตัดการทำงานของฮีทเตอร์ด้วยโซลิดสเตทรีเลย์จากผลการทดลองตารางที่ 4.5 สามารถสรุปได้ว่า การทำงานของโซลิดสเตทรีเลย์สามารถตัดการทำงานของฮีทเตอร์ได้จริง แต่อุณภูมิจะเลยจุดที่ตั้งเอาไว้ประมาณ 1-3 องศาเนื่องจากมีความร้อนสะสมภายในหม้อแต่ก็ไม่ส่งผลกระทบต่อการใช้งานจริง

5.1.6 สรุปผลการทดลองที่ 6 การทดลองบรรจุกระเทียม 1 กก. ลงในภาชนะ

การบรรจุกระเทียมลงในภาชนะสำหรับแปรรูปจากผลการทดลองตารางที่ 4.6 สามารถสรุปได้ว่าภาชนะสามารถบรรจุกระเทียมได้ 1 กิโลกรัมแบ่งเป็น 5 ชั้น ชั้นละ 200 กรัมให้เท่ากันทุกชั้น

5.1.7 สรุปผลการทดลองที่ 7 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนัก

การหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนักจากผลการทดลองตารางที่ 4.7 สามารถสรุปได้ว่าการเก็บกระเทียมไว้เป็นระยะเวลานานทำให้กระเทียมแห้งและมีความชื้นน้อยลงทำให้ส่งผลต่อการแปรรูปและน้ำหนักของกระเทียม

5.1.8 สรุปผลการทดลองที่ 8 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. ด้วยความร้อน 50°C (องศาเซลเซียส)

การแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.8 สามารถสรุปได้ว่าการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 1 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจะใช้เวลาในการแปรรูปค่อนข้างนานเนื่องจากใช้อุณหภูมิต่ำและกระเทียมมีปริมาณน้อยทำให้ความหนานแน่นของกระเทียมในภาชนะน้อยทำให้ความชื้นต่ำทำให้เกิดการทำปฏิกริยาน้อยการทดลองนี้ใช้เวลาในการแปรรูปทั้งหมด 14 วัน

5.1.9 สรุปผลการทดลองที่ 9 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.

การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.9 สามารถสรุปได้ว่าการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 1 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจะสามารถเก็บน้ำจากการแปรรูปได้น้อยเนื่องจากมีปริมาณกระเทียมที่น้อยและใช้อุณภูมิต่ำโดยเก็บน้ำได้ทั้งหมด 12 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.10 สรุปผลการทดลองที่ 10 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. ด้วยความร้อน 70°C(องศาเซลเซียส)

การแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.10 สามารถสรุปได้ว่าการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 1 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจะใช้เวลาในการแปรรูปค่อนข้างนานเนื่องจากใช้อุณหภูมิปานกลางและกระเทียมมีปริมาณน้อยทำให้ความหนานแน่นของกระเทียมในภาชนะน้อยทำให้ความชื้นต่ำทำให้เกิดการทำปฏิกริยาน้อยการทดลองนี้ใช้เวลาในการแปรรูปทั้งหมด 12 วัน

5.1.11 สรุปผลการทดลองที่ 11 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.

การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.11 สามารถสรุปได้ว่าการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 1 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจะสามารถเก็บน้ำจากการแปรรูปได้น้อยเนื่องจากมีปริมาณกระเทียมที่น้อยและใช้อุณภูมปานกลางโดยเก็บน้ำได้ทั้งหมด 14 มิลลิลิตร

5.1.12 สรุปผลการทดลองที่ 12 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก. ด้วยความร้อน 90°C (องศาเซลเซียส)

การแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.12 สามารถสรุปได้ว่าการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 1 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสจะใช้เวลาในการแปรรูปค่อนข้างน้อยเนื่องจากใช้อุณหภูมิสูงและกระเทียมมีปริมาณน้อยทำให้ความหนานแน่นของกระเทียมในภาชนะน้อยทำให้ความชื้นต่ำทำให้เกิดการทำปฏิกริยาน้อยการทดลองนี้ใช้เวลาในการแปรรูปทั้งหมด 10 วัน

5.1.13 สรุปผลการทดลองที่ 13 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 1 กก.

การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.13 สามารถสรุปได้ว่าการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 1 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสจะสามารถเก็บน้ำจากการแปรรูปได้น้อยเนื่องจากมีปริมาณกระเทียมที่น้อยและใช้อุณภูมิสูงโดยเก็บน้ำได้ทั้งหมด 10 มิลลิลิตร

5.1.14 สรุปผลการทดลองที่ 14 การทดลองบรรจุกระเทียม 2 กก. ลงในภาชนะ

การบรรจุกระเทียมลงในภาชนะสำหรับแปรรูปจากผลการทดลองตารางที่ 4.14 สามารถสรุปได้ว่าภาชนะสามารถบรรจุกระเทียมได้ 2 กิโลกรัมแบ่งเป็น 5 ชั้น ชั้นละ 400 กรัมให้เท่ากันทุกชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.15 สรุปผลการทดลองที่ 15 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนัก

การหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนักจากผลการทดลองตารางที่ 4.15 สามารถสรุปได้ว่าการเก็บกระเทียมไว้เป็นระยะเวลานานทำให้กระเทียมแห้งและมีความชื้นน้อยลงทำให้ส่งผลต่อการแปรรูปและน้ำหนักของกระเทียม

5.1.16 สรุปผลการทดลองที่ 16 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. ด้วยความร้อน 50°C (องศาเซลเซียส)

การแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.16 สามารถสรุปได้ว่าการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 2 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจะใช้เวลาในการแปรรูปค่อนข้างนานเนื่องจากใช้อุณหภูมิต่ำและกระเทียมมีปริมาณปานกลางทำให้ความหนานแน่นของกระเทียมในภาชนะน้อยทำให้ความชื้นต่ำทำให้เกิดการทำปฏิกริยาน้อยการทดลองนี้ใช้เวลาในการแปรรูปทั้งหมด 14 วัน

5.1.17 สรุปผลการทดลองที่ 17 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.

การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.17 สามารถสรุปได้ว่าการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 2 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจะสามารถเก็บน้ำจากการแปรรูปได้พอสมเนื่องจากมีปริมาณกระเทียมที่น้อยและใช้อุณภูมิต่ำโดยเก็บน้ำได้ทั้งหมด 27 มิลลิลิตร

5.1.18 สรุปผลการทดลองที่ 18 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. ด้วยความร้อน 70°C(องศาเซลเซียส)

การแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.18 สามารถสรุปได้ว่าการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 2 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจะใช้เวลาในการแปรรูปไม่นานเนื่องจากใช้อุณหภูมิปานกลางและกระเทียมมีปริมาณปานกลางทำให้ความหนานแน่นของกระเทียมในภาชนะน้อยทำให้ความชื้นต่ำทำให้เกิดการทำปฏิกริยาน้อยการทดลองนี้ใช้เวลาในการแปรรูปทั้งหมด 10 วัน

5.1.19 สรุปผลการทดลองที่ 19 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.

การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.19 สามารถสรุปได้ว่าการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 2 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจะสามารถเก็บน้ำจากการแปรรูปได้พอสมควรเนื่องจากมีปริมาณกระเทียมปานกลางและใช้อุณภูมปานกลางโดยเก็บน้ำได้ทั้งหมด 28 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.20 สรุปผลการทดลองที่ 20 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก. ด้วยความร้อน 90°C (องศาเซลเซียส)

การแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.20 สามารถสรุปได้ว่าการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 2 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสจะใช้เวลาในการแปรรูปค่อนข้างน้อยเนื่องจากใช้อุณหภูมิสูงและกระเทียมมีปริมาณปานกลางทำให้ความหนานแน่นของกระเทียมในภาชนะน้อยทำให้ความชื้นต่ำทำให้เกิดการทำปฏิกริยาน้อยการทดลองนี้ใช้เวลาในการแปรรูปทั้งหมด 10 วัน

5.1.21 สรุปผลการทดลองที่ 21 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 2 กก.

การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.21 สามารถสรุปได้ว่าการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 2 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสจะสามารถเก็บน้ำจากการแปรรูปได้พอสมควรเนื่องจากมีปริมาณกระเทียมที่ปานกลางและใช้อุณภูมิสูงโดยเก็บน้ำได้ทั้งหมด 26 มิลลิลิตร

5.1.22 สรุปผลการทดลองที่ 22 การทดลองบรรจุกระเทียม 4 กก. ลงในภาชนะ

การบรรจุกระเทียมลงในภาชนะสำหรับแปรรูปจากผลการทดลองตารางที่ 4.22 สามารถสรุปได้ว่าภาชนะสามารถบรรจุกระเทียมได้สูงสุด 4 กิโลกรัมแบ่งเป็น 5 ชั้น ชั้นละ 800 กรัมให้เท่ากันทุกชั้น

5.1.23 สรุปผลการทดลองที่ 23 การทดลองหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนัก

การหาความชื้นมาตรฐานจากการชั่งน้ำหนักจากผลการทดลองตารางที่ 4.23 สามารถสรุปได้ว่าการเก็บกระเทียมไว้เป็นระยะเวลานานทำให้กระเทียมแห้งและมีความชื้นน้อยลงทำให้ส่งผลต่อการแปรรูปและน้ำหนักของกระเทียม

5.1.24 สรุปผลการทดลองที่ 24 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. ด้วยความร้อน 50°C (องศาเซลเซียส)

การแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.24 สามารถสรุปได้ว่าการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 4 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจะใช้เวลาในการแปรรูปนานมากเนื่องจากใช้อุณหภูมิต่ำและกระเทียมมีปริมาณมากทำให้ความร้อนภายในถังไม่เหมาะกับความหนาแน่นของกระเทียมทำให้ความชื้นต่ำทำให้เกิดการทำปฏิกริยาน้อยการทดลองนี้ใช้เวลาในการแปรรูปทั้งหมด 19 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.25 การทดลองที่ 25 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก.

การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.25 สามารถสรุปได้ว่าการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 4 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียสจะสามารถเก็บน้ำจากการแปรรูปได้มากเนื่องจากมีปริมาณกระเทียมที่มากและใช้อุณภูมิต่ำโดยเก็บน้ำได้ทั้งหมด 46 มิลลิลิตร

5.1.26 สรุปผลการทดลองที่ 26 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. ด้วยความร้อน 70°C(องศาเซลเซียส)

การแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.26 สามารถสรุปได้ว่าการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 4 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจะใช้เวลาในการแปรรูปค่อนข้างนานเนื่องจากใช้อุณหภูมิปานกลางและกระเทียมมีปริมาณที่มากทำให้มีความหนานแน่นของกระเทียมในภาชนะทำให้ความชื้นสูงทำให้เกิดการทำปฏิกริยาการทดลองนี้ใช้เวลาในการแปรรูปทั้งหมด 14 วัน

5.1.27 สรุปผลการทดลองที่ 27 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก.

การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.27 สามารถสรุปได้ว่าการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 4 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียสจะสามารถเก็บน้ำจากการแปรรูปได้มากเนื่องจากมีปริมาณกระเทียมที่มากและใช้อุณภูมปานกลางโดยเก็บน้ำได้ทั้งหมด 34 มิลลิลิตร

5.1.28 สรุปผลการทดลองที่ 28 การทดลองแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก. ด้วยความร้อน 90°C (องศาเซลเซียส)

การแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.28 สามารถสรุปได้ว่าการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 4 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสจะใช้เวลาในการแปรรูปค่อนน้อยเนื่องจากใช้อุณหภูมิสูงและกระเทียมมีปริมาณมากทำให้มีความหนานแน่นของกระเทียมในภาชนะสูงทำให้ความชื้นต่ำทำให้เกิดการทำปฏิกริยาสูงการทดลองนี้ใช้เวลาในการแปรรูปทั้งหมด 7 วัน

5.1.29 การทดลองที่ 29 การทดลองการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำ 4 กก.

การเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมดำจากผลการทดลองตารางที่ 4.29 สามารถสรุปได้ว่าการเก็บน้ำจากการแปรรูปกระเทียมน้ำหนัก 4 กิโลกรัมโดยใช้อุณหภูมิ 90 องศาเซลเซียสจะสามารถเก็บน้ำจากการแปรรูปได้มากเนื่องจากมีปริมาณกระเทียมที่มากและใช้อุณภูมิสูงโดยเก็บน้ำได้ทั้งหมด 43 มิลลิลิตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองที่ได้ทำนั้นถังแปรรูปกระเทียมดำ จากที่ได้ทำการทดสอบตรวจเช็คและแก้ไขการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆและไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานคู่กับวงจรโซลิดสเตทรีเลย์เครื่องสามารถใช้งานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพและโครงสร้างของเครื่องมีความแข็งแรง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ควรมีการจัดการเวลาให้ดี

5.3.2 ควรมีการจัดหาอุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพเพื่อลดการชำรุดของอุปกรณ์

5.3.4 ควรมีการออกแบบโครงสร้างให้ครอบคลุมการทำงานของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ศิริลักษณ์ เอี่ยมธรรม, **“กระเทียมดำไทย Thai Black garlic”**, พิมพ์ครั้งที่ 1, นครปฐม, สำนักงานวิทยาเขตกำแพงแสน กองบริหารการวิจัยและบริการวิชาการ

[2] **“อาดูโน่(Arduino)”** (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://blog.thaieasyelec.com/what-is-arduino-ch1/
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 2 กรกฎาคม 2564

[3] **“หน้าจอทีเอฟที(TFT Screen)”** (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://news.siamphone.com/news-7129.html
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 3 กรกฎาคม 2564

[4] **“พาวเวอร์ซัพพลาย(Power Supply)”** (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://www.dol.go.th/it/Pages
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 5 กรกฎาคม 2564

[5] **“ฮีทเตอร์(Heater)”** (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://www.sangchaimeter.com/support_detail/heater-temperature
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 3 กรกฎาคม 2564

[6] **“หลักการทำความร้อนด้วยไฟฟ้า”** (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://ienergyguru.com/2015/11/principle-of-electric-heating/
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 4 กรกฎาคม 2564

[7] **“เทอร์โมคัปเปิ้ล(Thermocouple)”** (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://www.primusthai.com/primus/Knowledge/info?ID=44
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 4 กรกฎาคม 2564

[8] วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์, **“เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์”**, พิมพ์ครั้งที่ 1, สมุทรปราการ, ส.ส.ท., 2548

[9] “**สแตนเลส(Stanless)**”(ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: https://www.vrh.co.th/index.php/th/product/what_is_stainless
เข้าถึงครั้งสุดท้าย 3 กรกฎาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] ธนัดชัย กุลวรวานิชพงษ์, “**การป้องกันและรีเลย์(Protection and relay)**”, พิมพ์ครั้งที่ 1, สมุทรปราการ, Powerjoe, 2559 “ประโยชน์ของกระเทียม” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: https://www.pobpad.com

[11] **“โซลิดสเตทรีเลย์ (Solidstate relay)”** (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: https://www.primusthai.com/primus/Knowledge/info?ID=122 เข้าถึงครั้งสุดท้าย 5 กรกฎาคม 2564

[12] **“รีเลย์(Relay)”** (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: https://misumitechnical.com/technical/electrical/relay-working-principles/ เข้าถึงครั้งสุดท้าย 4 กรกฎาคม 2564

[13] ธัชชัย สุมิตร, **“รีเลย์ป้องกันระบบพลังไฟฟ้า”**, พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพมหานคร, สมาคมส่งเสริมเทคโนโลสยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2529

[14] อุทัย ไชยนนท์, **“กระเทียม”**, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพมหานคร, สำนักพิมพ์น้ำฝน, 2546

[15] **“กระเทียม”** (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: https://medthai.com เข้าถึงครั้งสุดท้าย 2 กรกฎาคม 2564

[16] **“ประโยชน์ของกระเทียม”** (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา: https://www.pobpad.com เข้าถึงครั้งสุดท้าย 3 กรกฎาคม 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
คู่มือการใช้เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้ถังแปรรูปกระเทียมดำ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถังแปรรูปกระเทียมดำ

1.เปิดการทำงานของเครื่อง

2.ตั้งค่าอุณหภูมิผ่านหน้าจอทีเอฟที

รูปที่ 1 หน้าจอทีเอฟที

3.กดปุ่ม UP เพื่อเพิ่มอุณหภูมิไปในจุดที่ต้องการจะตั้งค่าหรือกดปุ่ม Down เพื่อลดอุณหภูมิไปในจุดที่ต้องการโดยลดได้ทีละ 1 องศาเซลเซียสและกดปุ่ม Clear เพื่อเริ่มการทำงานของเครื่องใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

โปรแกรมและการแสดงผลถังแปรรูปกระเทียมดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// library SPFD5408
#include <SPFD5408_Adafruit_GFX.h>    // Core graphics library
#include <SPFD5408_Adafruit_TFTLCD.h> // Hardware-specific library
#include <SPFD5408_TouchScreen.h>     // Touch library

#include "max6675.h"

// Calibrates value
#define SENSIBILITY 300
#define MINPRESSURE 10
#define MAXPRESSURE 1000

//These are the pins for the shield!
#define YP A3//A1
#define XM A2//A2
#define YM 9//7
#define XP 8//6

int thermoDO = 12;
int thermoCS = 11;
int thermoCLK = 13;

MAX6675 thermocouple(thermoCLK, thermoCS, thermoDO);

int RY = 10;

/*
//Macros replaced by variables
#define TS_MINX 150
#define TS_MINY 120
#define TS_MAXX 920
#define TS_MAXY 940
*/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
short TS_MINX=150;
short TS_MINY=120;
short TS_MAXX=920;
short TS_MAXY=940;

// Init TouchScreen:

TouchScreen ts = TouchScreen(XP, YP, XM, YM, SENSIBILITY);

// LCD Pin

#define LCD_CS A3
#define LCD_CD A2
#define LCD_WR A1
#define LCD_RD A0
#define LCD_RESET A4 // Optional : otherwise connect to Arduino's reset pin

// Assign human-readable names to some common 16-bit color values:
#define BLACK   0x0000
#define BLUE    0x001F
#define RED     0xF800
#define GREEN   0x07E0
#define CYAN    0x07FF
#define MAGENTA 0xF81F
#define YELLOW  0xFFE0
#define WHITE   0xFFFF

// Init LCD

Adafruit_TFTLCD tft(LCD_CS, LCD_CD, LCD_WR, LCD_RD, LCD_RESET);

// Dimensions
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
uint16_t width = 0;
uint16_t height = 0;

// Buttons

#define BUTTONS 3
#define BUTTON_CLEAR 0
#define BUTTON_SHOW 1
#define BUTTON_RESET 2

Adafruit_GFX_Button buttons[BUTTONS];

uint16_t buttons_y = 0;
float TempSet = 50.0;
//-- Setup
float temperature = 0.0;
int CntReflesh = 0;

void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  pinMode(RY, OUTPUT);

  Serial.begin(9600);
  // Inicialize the controller

  tft.reset();
  tft.begin(0x9341);
  tft.setRotation(0); // Need for the Mega, please changed for your choice or
rotation initial

  width = tft.width() - 1;
  height = tft.height() - 1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  // UI

  initializeButtons();
  // Border
  drawBorder();

  // Initial screen

  tft.setCursor (15, 50);
  tft.setTextSize (3);
  tft.setTextColor(GREEN);
  tft.println("TEMP CONTROL");
  tft.setCursor (30, 85);
  tft.println("POT Boiler");
  tft.setCursor (45, 150);
  tft.setTextSize (2);
  tft.setTextColor(BLUE);
  tft.println("Thermocupple");

  //tft.setCursor (80, 250);
  //tft.setTextSize (1);
  //tft.setTextColor(BLACK);
  //tft.println("Touch to proceed");

  delay(3000);
  showCalibration();
  showvalSet(TempSet);

}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
  // Test of calibration
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//// Read Tmp
//if(CntReflesh<10){ CntReflesh++; }
//else
//{
  //CntReflesh = 0;
  temperature = thermocouple.readCelsius();
  showvalTemp(temperature);
//}

TSPoint p;

// Wait a touch

//digitalWrite(13, HIGH);

p = waitOneTouch();

//digitalWrite(13, LOW);

Serial.println(String(p.x)+"  "+String(p.y) );

// Map of values

//  p.x = map(p.x, TS_MINX, TS_MAXX, 0, tft.width());
//  p.y = map(p.y, TS_MINY, TS_MAXY, 0, tft.height());

  p.x = mapXValue(p);
  p.y = mapYValue(p);

  // Draw a point

  tft.fillCircle(p.x, p.y, 3, BLUE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// Show touch screen point (TSPOINT)

showTouched(p);

// Buttons

// Go thru all the buttons, checking if they were pressed

for (uint8_t b=0; b<BUTTONS; b++) {

  if (buttons[b].contains(p.x, p.y)) {

     // Action

     switch  (b) {

       case BUTTON_CLEAR:

          // Clear

          showCalibration();
          TempSet = 50.0;
          showvalSet(TempSet);

          break;

       case BUTTON_SHOW:

          // Clear
          /*
          showResults();
          tft.println();
          tft.println("Touch to proceed");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            waitOneTouch();
            showCalibration();
            */
            if(TempSet<150.0){ TempSet = TempSet+1.0; }
            showvalSet(TempSet);

            break;

        case BUTTON_RESET:

            // New calibration

            /*
            calibrate_TS();

            waitOneTouch();

            showCalibration();
            */
            if(TempSet>50.0){ TempSet = TempSet-1.0; }
            showvalSet(TempSet);

            break;
      }
   }
  }

}

void showvalSet(float tmpSet)
{
  tft.setCursor (50, 50);
  tft.setTextSize (3);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  tft.setTextColor(GREEN);
  tft.println( "SET Temp" );
  //tft.setCursor (60, 90);
  //tft.println("          ");
  tft.fillRect(60, 90, 80, 30, BLACK); // For cleanup
  tft.setCursor (60, 90);
  tft.println(String(tmpSet,1)+" *C");
}

void showvalTemp(float temp)
{
  tft.setCursor (50, 130);
  tft.setTextSize (3);
  tft.setTextColor(YELLOW);
  tft.println( "POT Temp" );
  //tft.setCursor (60, 90);
  //tft.println("          ");
  tft.fillRect(60, 170, 80, 30, BLACK); // For cleanup
  tft.setCursor (60, 170);
  tft.println(String(temp,1)+" *C");
}

// Calibration of Touch Screen (resistive)

void calibrate_TS(void) {

  // Based in code posted in
https://forum.arduino.cc/index.php?topic=223769.15

  TSPoint p1, p2;
  int16_t temp;
  int32_t tempL;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  tft.fillScreen(BLACK);

  tft.fillCircle(4,4,4,WHITE); //show the first point
  tft.setCursor(5, 30);
  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.setTextSize(1);
  tft.println("Please touch the dot");

  uint16_t limit = 40;

  do {

    p1 = waitOneTouch();

  } while (!(mapXValue(p1) < limit && mapYValue(p1) < limit));

  tft.fillScreen(BLACK);

  tft.fillCircle(234,314,4,WHITE); //show the 2nd point
  tft.setCursor(50, 280);
  tft.println("Please touch the other dot");
  delay (500); // debunce

  do {

    p2 = waitOneTouch();

  } while (!(mapXValue(p2) > (width - limit) && mapYValue(p2) > (height -
limit)));

  tft.fillScreen(BLACK);

  delay (300);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  temp=p2.x-p1.x; // Calculate the new coefficients, get X difference
  tempL=((long)temp*1024)/(tft.width()-20);
  TS_MINX=p1.x-( (tempL*10)>>10);// 10 pixels du bord
  TS_MAXX=p1.x+( (tempL*tft.width())>>10);// 220 pixels entre points
  temp=p2.y-p1.y; // ¨get Y difference
  tempL=((long)temp*1024)/(tft.height()-20);
  TS_MINY=p1.y-( (tempL*10)>>10);// 10 pixels du bord
  TS_MAXY=TS_MINY+( (tempL*tft.height())>>10);

  // Show results

  showResults();

//  p1.x = map(p1.x, TS_MAXX,TS_MINX, tft.width(), 0);
//  p1.y = map(p1.y, TS_MAXY,TS_MINY, tft.height(), 0);
//  p2.x = map(p2.x, TS_MAXX,TS_MINX, tft.width(), 0);
//  p2.y = map(p2.y, TS_MAXY,TS_MINY, tft.height(), 0);

    p1.x = mapXValue(p1);
    p1.y = mapYValue(p1);
    p2.x = mapXValue(p2);
    p2.y = mapYValue(p2);

  tft.println();
  tft.println("Last touched points: ");
  tft.print("Pt 1: ");tft.print(p1.x);tft.print(" : ");tft.println(p1.y);
  tft.print("Pt 2: ");tft.print(p2.x);tft.print(" : ");tft.println(p2.y);

  tft.println();

  // Wait a touch
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  tft.println("Touch to proceed");

  waitOneTouch();
}
// wait 1 touch to return the point

TSPoint waitOneTouch() {

  TSPoint p;

  do {
    p= ts.getPoint();

    pinMode(XM, OUTPUT); //Pins configures again for TFT control
    pinMode(YP, OUTPUT);

    if(CntReflesh<500){ CntReflesh++; }
    else
    {
     CntReflesh = 0;
     temperature = thermocouple.readCelsius();
     //// Control Temp ////
     if(temperature<(TempSet-1.0) ){ digitalWrite(RY, HIGH); }
     else if(temperature>(TempSet+2.0) ){ digitalWrite(RY, LOW); }
     showvalTemp(temperature);
    }

    delay(1);


  } while((p.z < MINPRESSURE )|| (p.z > MAXPRESSURE));

  return p;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

// Draw a border

void drawBorder () {

  uint16_t width = tft.width() - 1;
  uint16_t height = tft.height() - 1;
  uint8_t border = 10;

  tft.fillScreen(GREEN);
  tft.fillRect(border, border, (width - border * 2), (height - border * 2), WHITE);

}

// Show a screen of calibration

void showCalibration() {

  // Clear

  tft.fillScreen(BLACK);
  tft.setTextSize (2);

  // Header

  tft.fillRect(0, 0, width, 30, BLUE);

  tft.setCursor (3, 0);
  tft.setTextColor(WHITE);
  //tft.println("*** Test of calibration ***");
    tft.println("Temperature control");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  // Footer

  TSPoint p; // Only for show initial values
  p.x=0;
  p.y=0;
  p.z=0;

  //showTouched(p);

  // Buttons

  for (uint8_t i=0; i<3; i++) {
      buttons[i].drawButton();
  }

}

// Show the coordinates

void showTouched(TSPoint p) {

  uint8_t w = 40; // Width
  uint8_t h = 10; // Heigth
  uint8_t x = (width - (w*2)); // X
  uint8_t y = 11; // Y

  tft.fillRect(x, y, w*2, h, WHITE); // For cleanup

  tft.drawRect(x, y, w, h, RED); // For X
  tft.drawRect(x+w+2, y, w*2, h, RED); // For Y

  tft.setTextColor(BLACK);
  tft.setCursor(x+2, y + 1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  tft.print("X: ");
  showValue(p.x);

  tft.setCursor(x+2+w+2, y + 1);
  tft.print("Y: ");
  showValue(p.y);

}

// Show a value of TSPoint

void showValue (uint16_t value) {

  if (value < 10)
    tft.print("00");
  if (value < 100)
    tft.print("0");

  tft.print(value);

}

// Show results of calibration

void showResults() {

  tft.fillScreen(BLACK);

  // Header

  tft.fillRect(0, 0, width, 10, RED);

  tft.setCursor (40, 0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

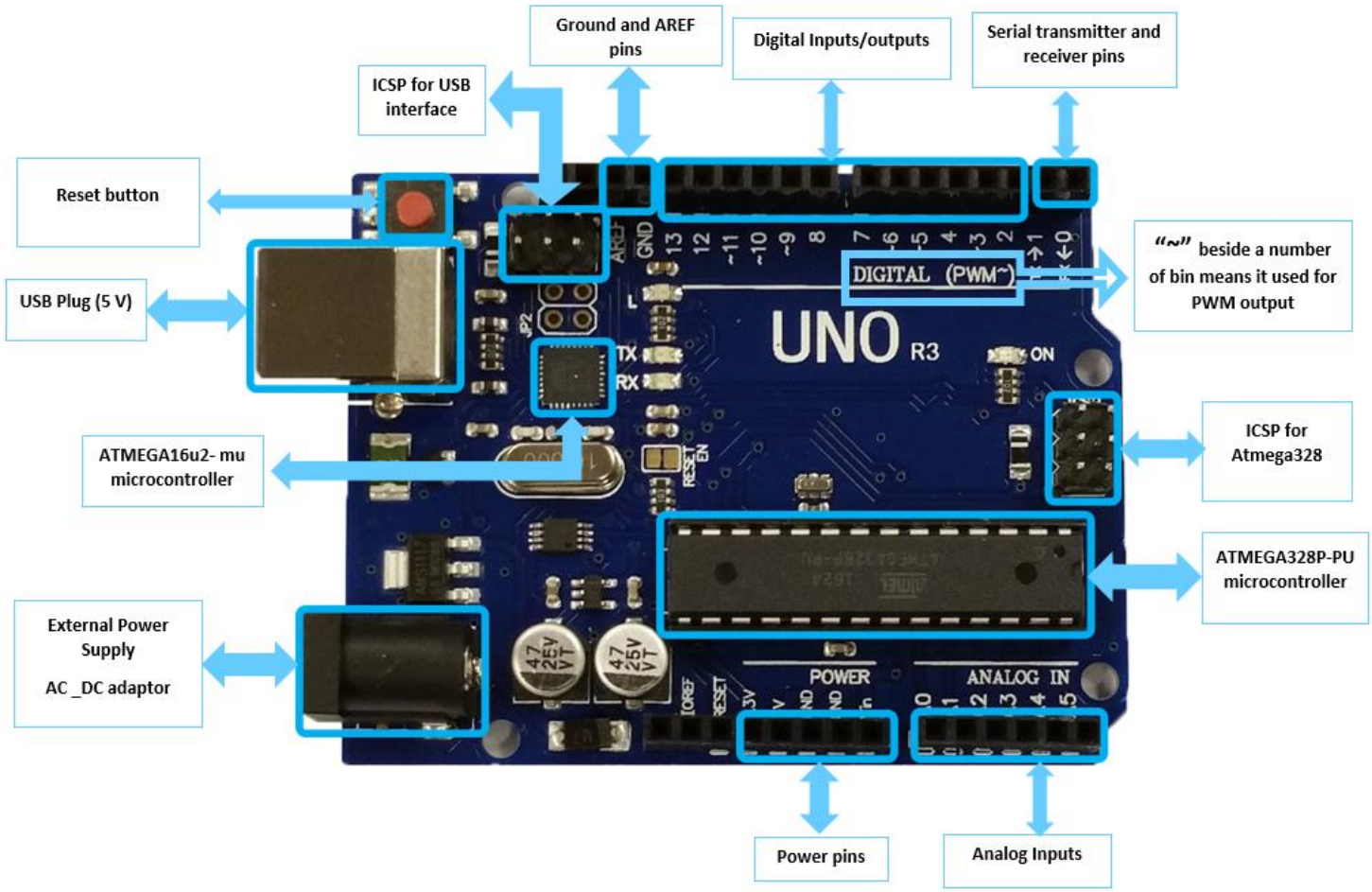
```
  tft.setTextColor(WHITE);
  tft.println("*** Results of calibration ***");

  tft.setCursor(5, 30);
  tft.setTextSize(2);
  tft.println("After calibration: ");
  tft.print("TS_MINX= ");tft.println(TS_MINX);
  tft.print("TS_MINY= ");tft.println(TS_MINY);
  tft.println();
  tft.print("TS_MAXX= ");tft.println(TS_MAXX);
  tft.print("TS_MAXY= ");tft.println(TS_MAXY);

}

// Initialize buttons

void initializeButtons() {

  uint16_t x = 40;
  uint16_t y = height - 30;//20;
  uint16_t w = 75;
  uint16_t h = 60;

  uint8_t spacing_x = 5;

  uint8_t textSize = 2;//1

  char buttonlabels[3][20] = {"Clear", "UP", "Down"};
  uint16_t buttoncolors[15] = {RED, BLUE, RED};

  for (uint8_t b=0; b<3; b++) {
    buttons[b].initButton(&tft,                    // TFT object
                  x+b*(w+spacing_x),  y,           // x, y,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                w, h, WHITE, buttoncolors[b], WHITE,    // w, h, outline, fill,
                buttonlabels[b], textSize);             // text
  }

  // Save the y position to avoid draws

  buttons_y = y;

}

// Map the coordinate X

uint16_t mapXValue(TSPoint p) {

  uint16_t x = map(p.x, TS_MINX, TS_MAXX, 0, tft.width());

  //Correct offset of touch. Manual calibration
  //x+=1;

  return x;

}

// Map the coordinate Y

uint16_t mapYValue(TSPoint p) {
 uint16_t y = map(p.y, TS_MINY, TS_MAXY, 0, tft.height());

  //Correct offset of touch. Manual calibration
  //y-=2;

  return y;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino Uno R3



INTRODUCTION

Arduino is used for building different types of electronic circuits easily using of both a physical programmable circuit board usually microcontroller and piece of code running on computer with USB connection between the computer and Arduino.

Programming language used in Arduino is just a simplified version of C++ that can easily replace thousands of wires with words.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ARDUINO UNO-R3 PHYSICAL COMPONENTS

ATMEGA328P-PU microcontroller

The most important element in Arduino Uno R3 is ATMEGA328P-PU is an 8-bit Microcontroller with flash memory reach to 32k bytes. It's features as follow:

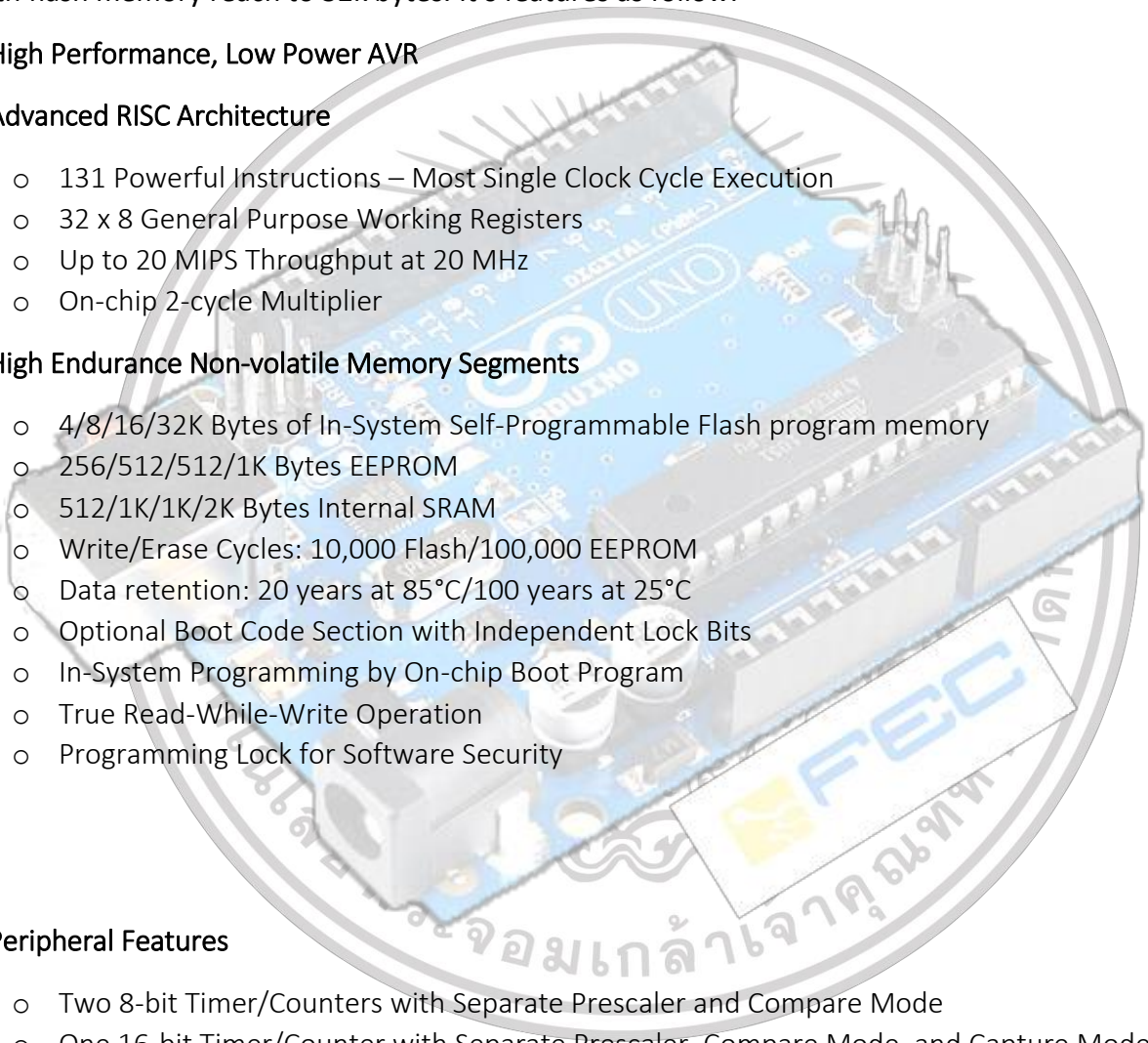
• High Performance, Low Power AVR

• Advanced RISC Architecture

- 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
- 32 x 8 General Purpose Working Registers
- Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
- On-chip 2-cycle Multiplier

• High Endurance Non-volatile Memory Segments

- 4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash program memory
- 256/512/512/1K Bytes EEPROM
- 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM
- Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
- Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C
- Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
- In-System Programming by On-chip Boot Program
- True Read-While-Write Operation
- Programming Lock for Software Security



• Peripheral Features

- Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
- One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
- Real Time Counter with Separate Oscillator
- Six PWM Channels
- 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
- Temperature Measurement
- 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
- Temperature Measurement
- Programmable Serial USART

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Master/Slave SPI Serial Interface
- Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I2 C compatible)
- Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
- On-chip Analog Comparator
- Interrupt and Wake-up on Pin Change

• Special Microcontroller Features

- Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
- Internal Calibrated Oscillator
- External and Internal Interrupt Sources
- Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby

• I/O and Packages

- 23 Programmable I/O Lines
- 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF

• Operating Voltage:

- 1.8 - 5.5V

• Temperature Range:

- -40°C to 85°C

• Speed Grade:

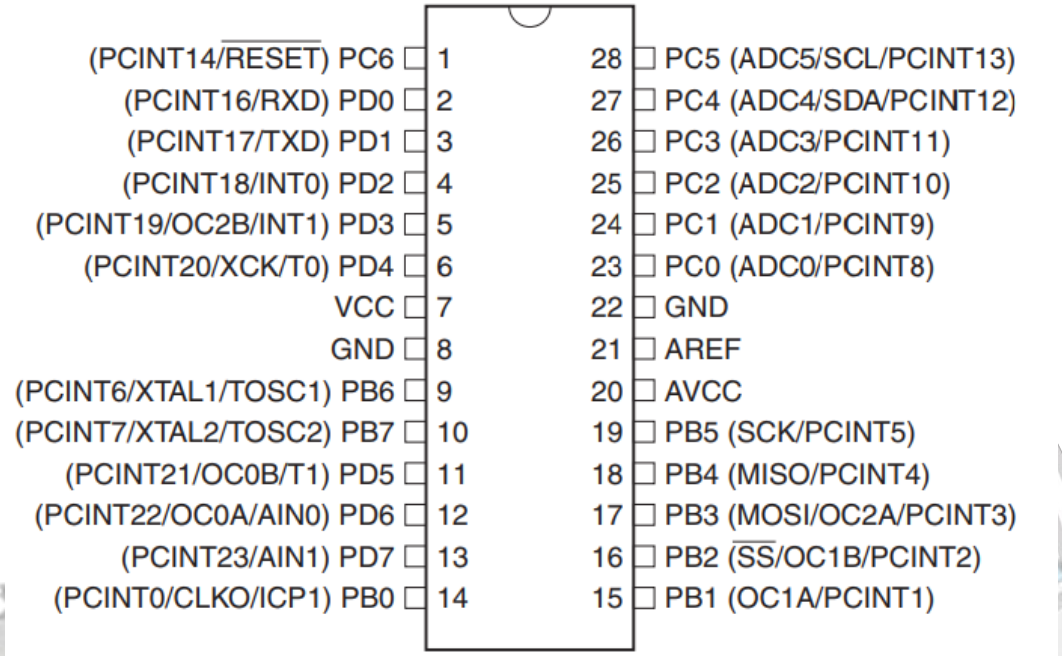
- 0 - 4 MHz@1.8 - 5.5V, 0 - 10 MHz@2.7 - 5.5.V, 0 - 20 MHz @ 4.5 - 5.5V

• Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C

- Active Mode: 0.2 mA
- Power-down Mode: 0.1 µA
- Power-save Mode: 0.75 µA (Including 32 kHz RTC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Pin configuration



ATMEGA16u2- mu microcontroller

Is a 8-bit microcontroller used as USB driver in Arduino uno R3 it's features as follow:

- High Performance, Low Power AVR

• Advanced RISC Architecture

  - 125 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz

• Non-volatile Program and Data Memories

  - 8K/16K/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
  - 512/512/1024 EEPROM
  - 512/512/1024 Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/ 100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85˚C/ 100 years at 25˚C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
- In-System Programming by on-chip Boot Program hardware-activated after reset
- Programming Lock for Software Security

• USB 2.0 Full-speed Device Module with Interrupt on Transfer Completion

- Complies fully with Universal Serial Bus Specification REV 2.0
- 48 MHz PLL for Full-speed Bus Operation: data transfer rates at 12 Mbit/s
- Fully independent 176 bytes USB DPRAM for endpoint memory allocation
- Endpoint 0 for Control Transfers: from 8 up to 64-bytes
- 4 Programmable Endpoints:
  - IN or Out Directions
  - Bulk, Interrupt and Isochronous Transfers
  - Programmable maximum packet size from 8 to 64 bytes
  - Programmable single or double buffer
- Suspend/Resume Interrupts
- Microcontroller reset on USB Bus Reset without detach
- USB Bus Disconnection on Microcontroller Request

• Peripheral Features

- One 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode (two 8-bit PWM channels)
- One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare and Capture Mode(three 8-bit PWM channels)
- USART with SPI master only mode and hardware flow control (RTS/CTS)
- Master/Slave SPI Serial Interface
- Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
- On-chip Analog Comparator
- Interrupt and Wake-up on Pin Change

• On Chip Debug Interface (debug WIRE)

• Special Microcontroller Features

- Power-On Reset and Programmable Brown-out Detection
- Internal Calibrated Oscillator
- External and Internal Interrupt Sources
- Five Sleep Modes: Idle, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby

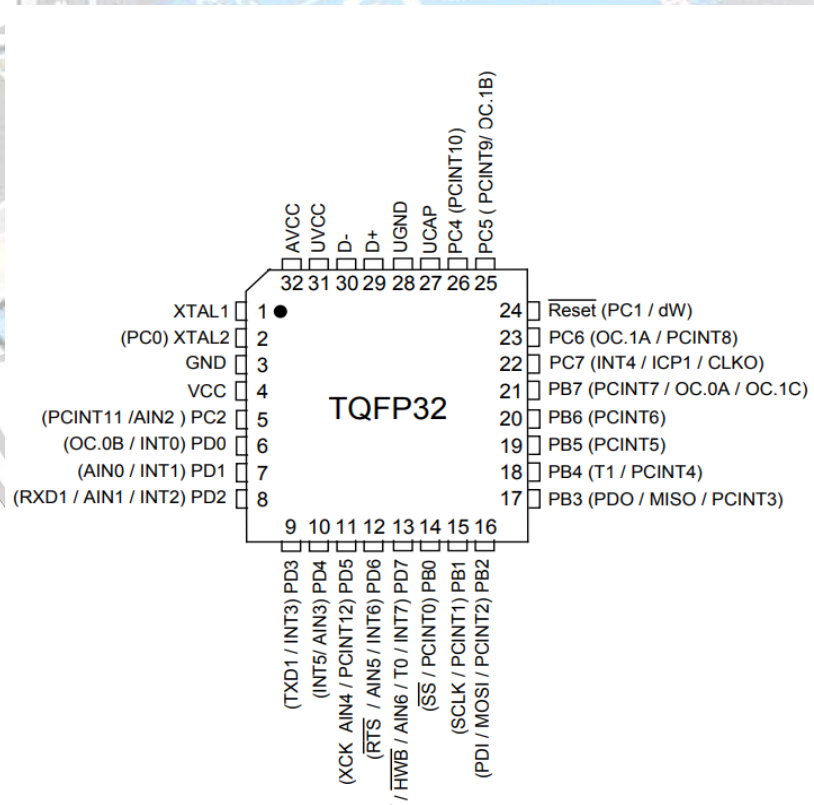
• I/O and Packages

- 22 Programmable I/O Lines
- QFN32 (5x5mm) / TQFP32 packages

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Operating Voltages
  - 2.7 - 5.5V
- Operating temperature
  - Industrial (-40°C to +85°C)
- Maximum Frequency
  - 8 MHz at 2.7V - Industrial range
  - 16 MHz at 4.5V - Industrial range

- Pin configuration



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OTHER ARDUINO UNO R3 PARTS

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno can be used as an input or output, using pinMode (), digitalWrite(), and digitalRead() functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 k Ohms. In addition, some pins have specialized functions:

- Serial: 0 (RX) and 1 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- External Interrupts: 2 and 3. These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Provide 8-bit PWM output with the analogWrite() function.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). These pins support SPI communication using the SPI library.
- LED: 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.

The Uno has 6 analog inputs, labeled A0 through A5, each of which provide 10 bits of resolution (i.e.1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though is it possible to change the upper end of their range using the AREF pin and the analogReference() function. Additionally, some pins have specialized functionality:

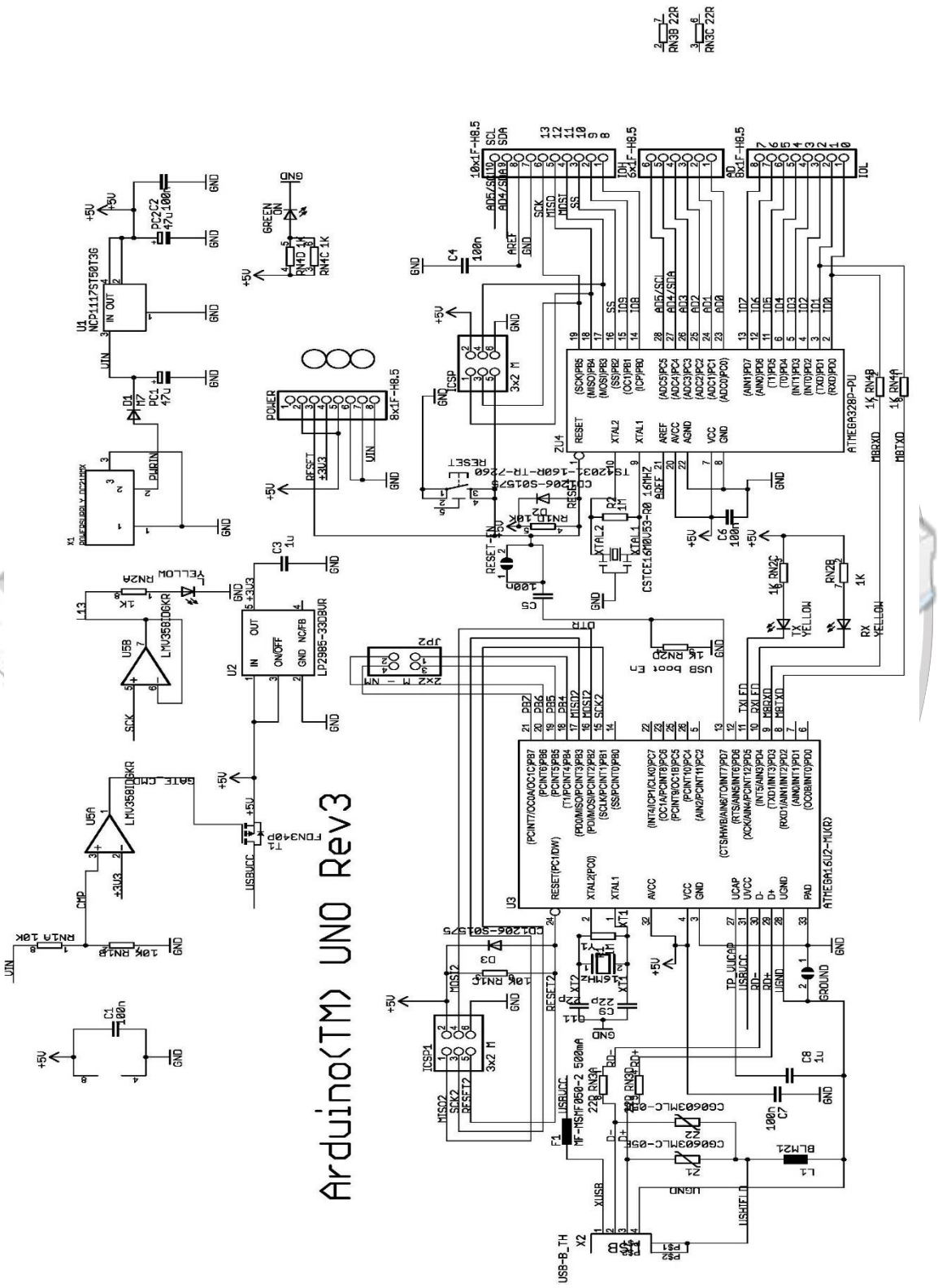
- TWI: A4 or SDA pin and A5 or SCL pin. Support TWI communication using the Wire library.

There are a couple of other pins on the board:

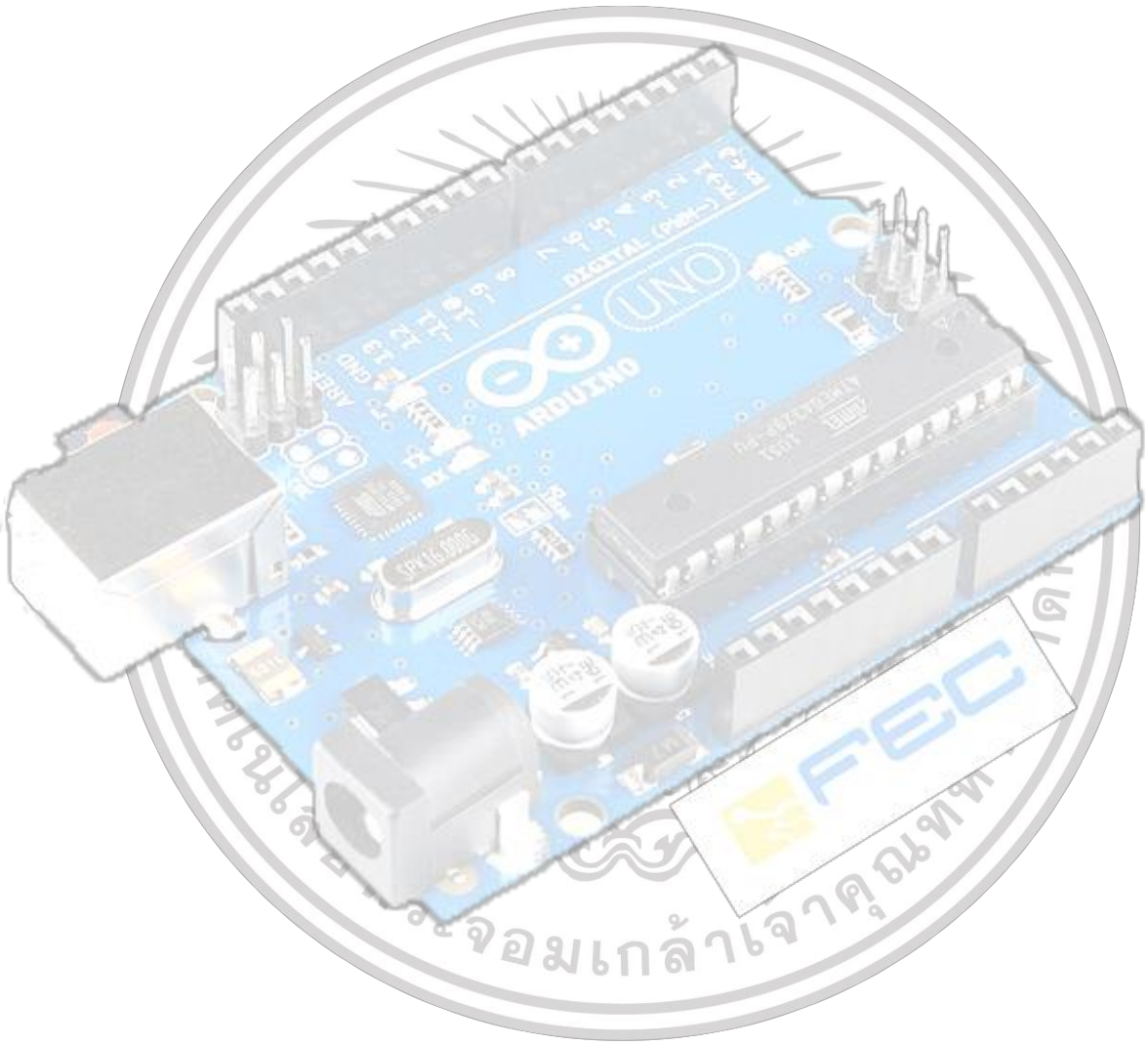
- AREF: Reference voltage for the analog inputs. Used with analogReference().
- Reset: Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ARDUINO UNO R3 SCHEMATIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Click here for production status of specific part numbers.

DS18B20

Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer

General Description

The DS18B20 digital thermometer provides 9-bit to 12-bit Celsius temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-Wire bus. Thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment, or machinery, and process monitoring and control systems.

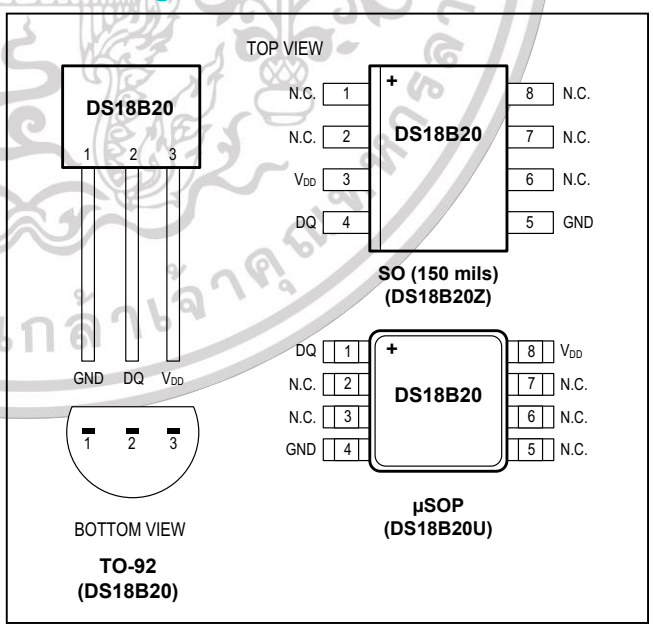
Applications

- Thermostatic Controls
- Industrial Systems
- Consumer Products
- Thermometers
- Thermally Sensitive Systems

Benefits and Features

- Unique 1-Wire® Interface Requires Only One Port Pin for Communication
- Reduce Component Count with Integrated Temperature Sensor and EEPROM
  - Measures Temperatures from -55°C to +125°C (-67°F to +257°F)
  - ±0.5°C Accuracy from -10°C to +85°C
  - Programmable Resolution from 9 Bits to 12 Bits
  - No External Components Required
- Parasitic Power Mode Requires Only 2 Pins for Operation (DQ and GND)
- Simplifies Distributed Temperature-Sensing Applications with Multidrop Capability
  - Each Device Has a Unique 64-Bit Serial Code Stored in On-Board ROM
- Flexible User-Definable Nonvolatile (NV) Alarm Settings with Alarm Search Command Identifies Devices with Temperatures Outside Programmed Limits
- Available in 8-Pin SO (150 mils), 8-Pin µSOP, and 3-Pin TO-92 Packages

Pin Configurations



***Ordering Information* appears at end of data sheet.**

1-Wire is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

maxim integrated™

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

Voltage Range on Any Pin Relative to Ground ....-0.5V to +6.0V
Operating Temperature Range..... -55°C to +125°C
Storage Temperature Range..... -55°C to +125°C
Solder Temperature.....Refer to the IPC/JEDEC J-STD-020 Specification.

These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

DC Electrical Characteristics

(-55°C to +125°C; V_{DD} = 3.0V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Supply Voltage	V_{DD}	Local power (Note 1)		+3.0		+5.5	V
Pullup Supply Voltage	V_{PU}	Parasite power	(Notes 1, 2)	+3.0		+5.5	V
		Local power		+3.0		V_{DD}	
Thermometer Error	t_{ERR}	-10°C to +85°C	(Note 3)			±0.5	°C
		-30°C to +100°C				±1	
		-55°C to +125°C				±2	
Input Logic-Low	V_{IL}	(Notes 1, 4, 5)		-0.3		+0.8	V
Input Logic-High	V_{IH}	Local power	(Notes 1,6)	+2.2		The lower of 5.5 or V_{DD} + 0.3	V
		Parasite power		+3.0			
Sink Current	I_L	$V_{I/O}$ = 0.4V		4.0			mA
Standby Current	I_{DDS}	(Notes 7, 8)			750	1000	nA
Active Current	I_{DD}	V_{DD} = 5V (Note 9)			1	1.5	mA
DQ Input Current	I_{DQ}	(Note 10)			5		µA
Drift		(Note 11)			±0.2		°C

Note 1: All voltages are referenced to ground.
Note 2: The Pullup Supply Voltage specification assumes that the pullup device is ideal, and therefore the high level of the pullup is equal to V_{PU}. In order to meet the V_{IH} spec of the DS18B20, the actual supply rail for the strong pullup transistor must include margin for the voltage drop across the transistor when it is turned on; thus: $V_{PU_ACTUAL} = V_{PU_IDEAL} + V_{TRANSISTOR}$.
Note 3: See typical performance curve in Figure 1. Thermometer Error limits are 3-sigma values.
Note 4: Logic-low voltages are specified at a sink current of 4mA.
Note 5: To guarantee a presence pulse under low voltage parasite power conditions, V_{ILMAX} may have to be reduced to as low as 0.5V.
Note 6: Logic-high voltages are specified at a source current of 1mA.
Note 7: Standby current specified up to +70°C. Standby current typically is 3µA at +125°C.
Note 8: To minimize I_{DDS}, DQ should be within the following ranges: GND ≤ DQ ≤ GND + 0.3V or V_{DD} – 0.3V ≤ DQ ≤ V_{DD}.
Note 9: Active current refers to supply current during active temperature conversions or EEPROM writes.
Note 10: DQ line is high (“high-Z” state).
Note 11: Drift data is based on a 1000-hour stress test at +125°C with V_{DD} = 5.5V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Electrical Characteristics–NV Memory

(-55°C to +125°C; V_{DD} = 3.0V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
NV Write Cycle Time	t_{WR}			2	10	ms
EEPROM Writes	N_{EEWR}	-55°C to +55°C	50k			writes
EEPROM Data Retention	t_{EEDR}	-55°C to +55°C	10			years

AC Electrical Characteristics

(-55°C to +125°C; V_{DD} = 3.0V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNITS
Temperature Conversion Time	t_{CONV}	9-bit resolution	(Note 12)			93.75	ms
		10-bit resolution				187.5	
		11-bit resolution				375	
		12-bit resolution				750	
Time to Strong Pullup On	t_{SPON}	Start convert T command issued				10	µs
Time Slot	t_{SLOT}	(Note 12)		60		120	µs
Recovery Time	t_{REC}	(Note 12)		1			µs
Write 0 Low Time	t_{LOW0}	(Note 12)		60		120	µs
Write 1 Low Time	t_{LOW1}	(Note 12)		1		15	µs
Read Data Valid	t_{RDV}	(Note 12)				15	µs
Reset Time High	t_{RSTH}	(Note 12)		480			µs
Reset Time Low	t_{RSTL}	(Notes 12, 13)		480			µs
Presence-Detect High	t_{PDHIGH}	(Note 12)		15		60	µs
Presence-Detect Low	t_{PDLOW}	(Note 12)		60		240	µs
Capacitance	$C_{IN/OUT}$					25	pF

Note 12: See the timing diagrams in Figure 2.
Note 13: Under parasite power, if t_{RSTL} > 960µs, a power-on reset can occur.

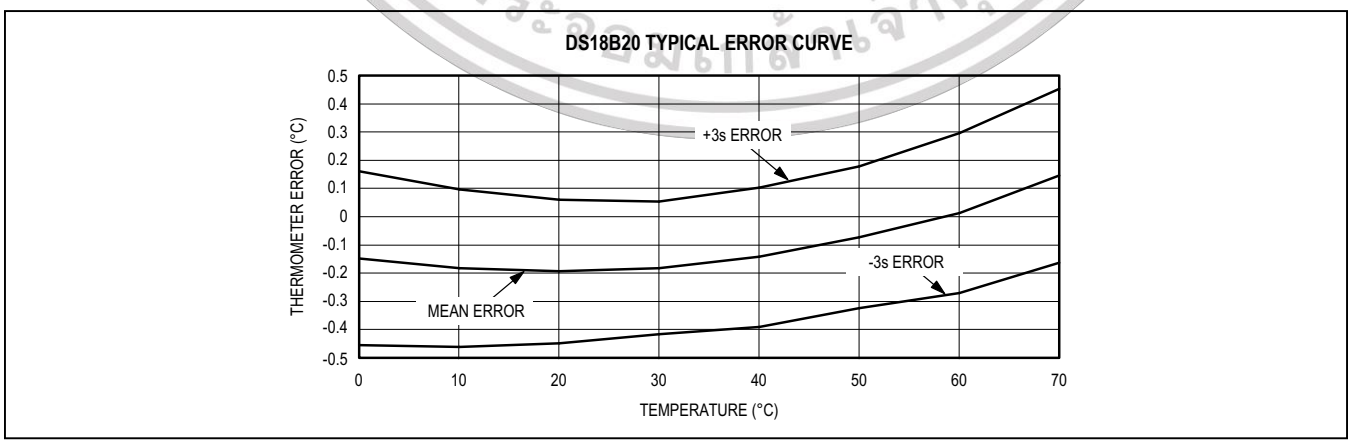


Figure 1. Typical Performance Curve

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

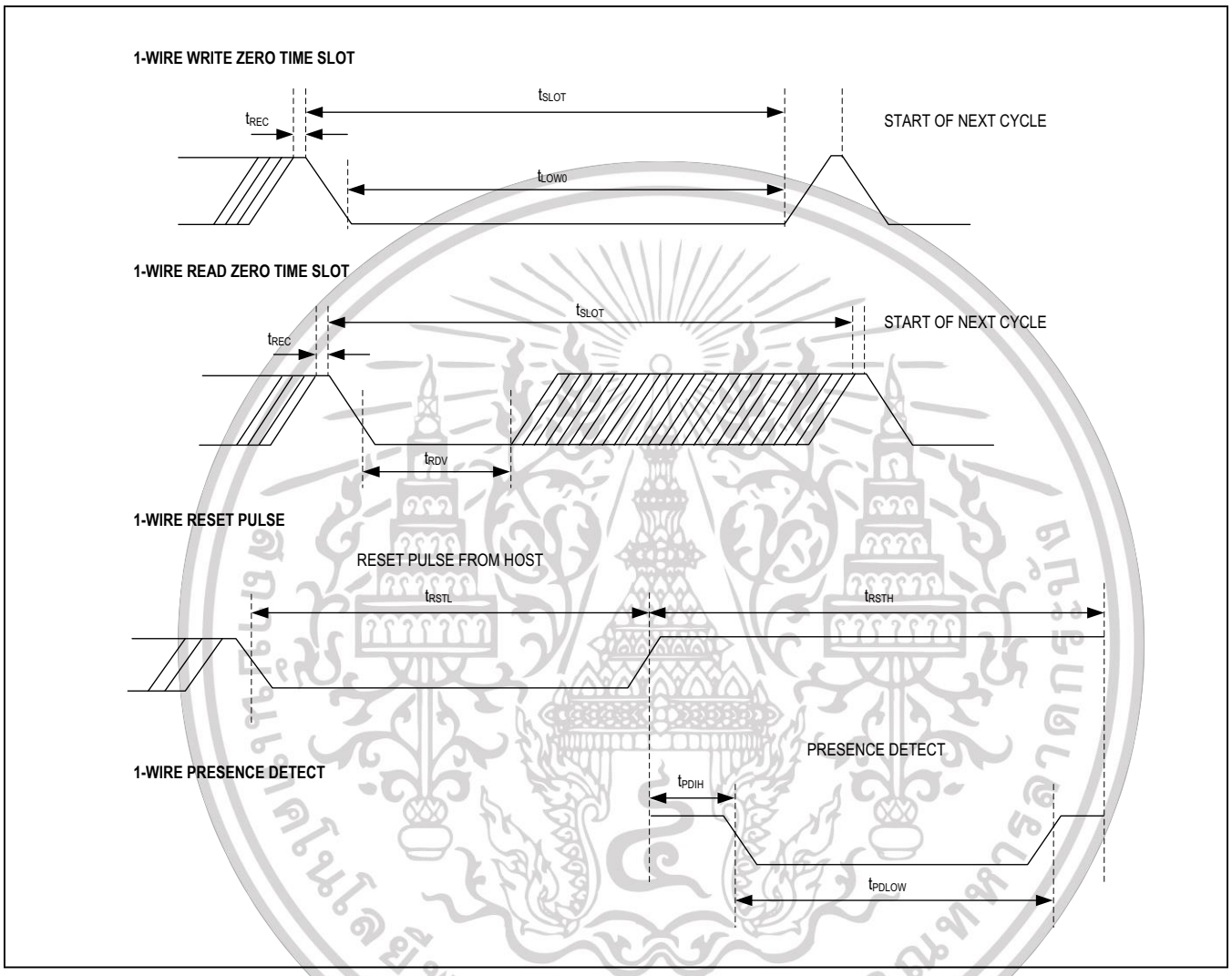


Figure 2. Timing Diagrams

Pin Description

PIN			NAME	FUNCTION
SO	µSOP	TO-92		
1, 2, 6, 7, 8	2, 3, 5, 6, 7	—	N.C.	No Connection
3	8	3	V_{DD}	Optional V_{DD}. V_{DD} must be grounded for operation in parasite power mode.
4	1	2	DQ	Data Input/Output. Open-drain 1-Wire interface pin. Also provides power to the device when used in parasite power mode (see the *Powering the DS18B20* section.)
5	4	1	GND	Ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Overview

Figure 3 shows a block diagram of the DS18B20, and pin descriptions are given in the *Pin Description* table. The 64-bit ROM stores the device's unique serial code. The scratchpad memory contains the 2-byte temperature register that stores the digital output from the temperature sensor. In addition, the scratchpad provides access to the 1-byte upper and lower alarm trigger registers (T_H and T_L) and the 1-byte configuration register. The configuration register allows the user to set the resolution of the temperature-to-digital conversion to 9, 10, 11, or 12 bits. The T_H, T_L, and configuration registers are nonvolatile (EEPROM), so they will retain data when the device is powered down.

The DS18B20 uses Maxim's exclusive 1-Wire bus protocol that implements bus communication using one control signal. The control line requires a weak pullup resistor since all devices are linked to the bus via a 3-state or open-drain port (the DQ pin in the case of the DS18B20). In this bus system, the microprocessor (the master device) identifies and addresses devices on the bus using each device's unique 64-bit code. Because each device has a unique code, the number of devices that can be addressed on one bus is virtually unlimited. The 1-Wire bus protocol, including detailed explanations of the commands and "time slots," is covered in the *1-Wire Bus System* section.

Another feature of the DS18B20 is the ability to operate without an external power supply. Power is instead supplied through the 1-Wire pullup resistor through the DQ pin when the bus is high. The high bus signal also charges an internal capacitor (C_{PP}), which then supplies power to the device when the bus is low. This method of deriving power from the 1-Wire bus is referred to as "parasite power." As an alternative, the DS18B20 may also be powered by an external supply on V_{DD}.

Operation—Measuring Temperature

The core functionality of the DS18B20 is its direct-to-digital temperature sensor. The resolution of the temperature sensor is user-configurable to 9, 10, 11, or 12 bits, corresponding to increments of 0.5°C, 0.25°C, 0.125°C, and 0.0625°C, respectively. The default resolution at power-up is 12-bit. The DS18B20 powers up in a low-power idle state. To initiate a temperature measurement and A-to-D conversion, the master must issue a Convert T [44h] command. Following the conversion, the resulting thermal data is stored in the 2-byte temperature register in the scratchpad memory and the DS18B20 returns to its idle state. If the DS18B20 is powered by an external supply, the master can issue "read time slots" (see the *1-Wire Bus System* section) after the Convert T command and the DS18B20 will respond by transmitting 0 while the temperature conversion is in progress and 1 when the conversion is done. If the DS18B20 is powered with parasite power, this notification technique cannot be used since the bus must be pulled high by a strong pullup during the entire temperature conversion. The bus requirements for parasite power are explained in detail in the *Powering the DS18B20* section.

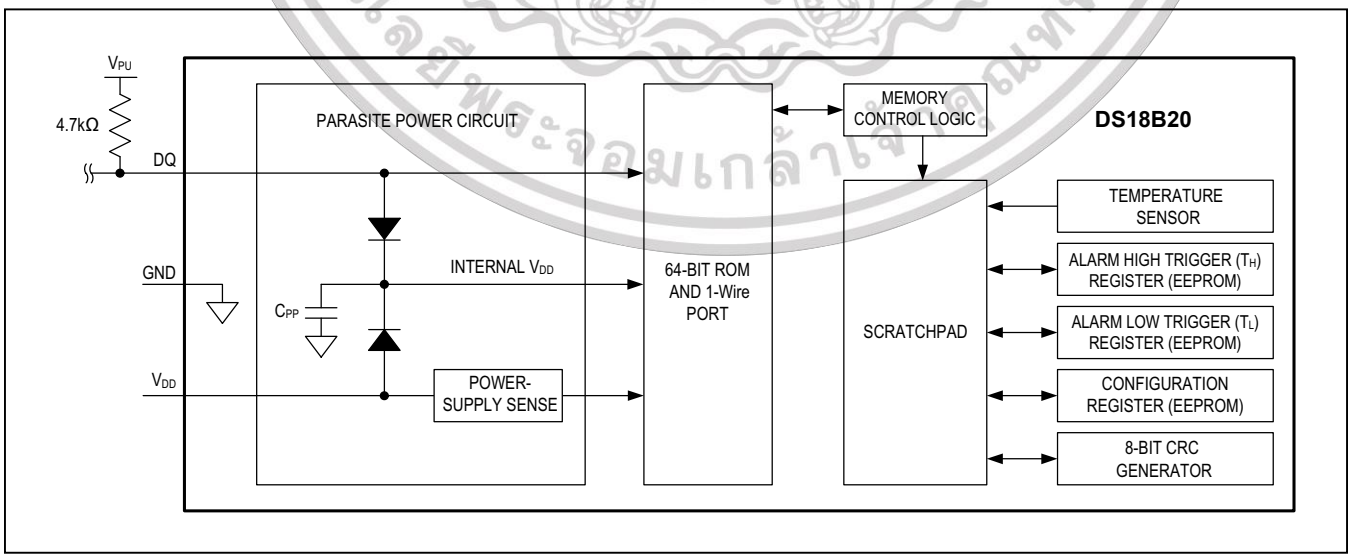


Figure 3. DS18B20 Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The DS18B20 output temperature data is calibrated in degrees Celsius; for Fahrenheit applications, a lookup table or conversion routine must be used. The temperature data is stored as a 16-bit sign-extended two's complement number in the temperature register (see Figure 4). The sign bits (S) indicate if the temperature is positive or negative: for positive numbers S = 0 and for negative numbers S = 1. If the DS18B20 is configured for 12-bit resolution, all bits in the temperature register will contain valid data. For 11-bit resolution, bit 0 is undefined. For 10-bit resolution, bits 1 and 0 are undefined, and for 9-bit resolution bits 2, 1, and 0 are undefined. Table 1 gives examples of digital output data and the corresponding temperature reading for 12-bit resolution conversions.

Operation—Alarm Signaling

After the DS18B20 performs a temperature conversion, the temperature value is compared to the user-defined two's complement alarm trigger values stored in the 1-byte T_H and T_L registers (see Figure 5). The sign bit (S) indicates if the value is positive or negative: for positive numbers S = 0 and for negative numbers S = 1. The T_H and T_L registers are nonvolatile (EEPROM) so they will retain data when the device is powered down. T_H and T_L can be accessed through bytes 2 and 3 of the scratchpad as explained in the *Memory* section.

Only bits 11 through 4 of the temperature register are used in the T_H and T_L comparison since T_H and T_L are 8-bit registers. If the measured temperature is lower than

	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
LS BYTE	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
	BIT 15	**BIT 14**	**BIT 13**	**BIT 12**	**BIT 11**	**BIT 10**	**BIT 9**	**BIT 8**
MS BYTE	S	S	S	S	S	2^6	2^5	2^4

S = SIGN

Figure 4. Temperature Register Format

Table 1. Temperature/Data Relationship

TEMPERATURE (°C)	DIGITAL OUTPUT (BINARY)	DIGITAL OUTPUT (HEX)
+125	0000 0111 1101 0000	07D0h
+85*	0000 0101 0101 0000	0550h
+25.0625	0000 0001 1001 0001	0191h
+10.125	0000 0000 1010 0010	00A2h
+0.5	0000 0000 0000 1000	0008h
0	0000 0000 0000 0000	0000h
-0.5	1111 1111 1111 1000	FFF8h
-10.125	1111 1111 0101 1110	FF5Eh
-25.0625	1111 1110 0110 1111	FE6Fh
-55	1111 1100 1001 0000	FC90h

**The power-on reset value of the temperature register is +85°C.*

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
S	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0

Figure 5. T_H and T_L Register Format

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

or equal to T_L or higher than or equal to T_H, an alarm condition exists and an alarm flag is set inside the DS18B20. This flag is updated after every temperature measurement; therefore, if the alarm condition goes away, the flag will be turned off after the next temperature conversion.

The master device can check the alarm flag status of all DS18B20s on the bus by issuing an Alarm Search [ECh] command. Any DS18B20s with a set alarm flag will respond to the command, so the master can determine exactly which DS18B20s have experienced an alarm condition. If an alarm condition exists and the T_H or T_L settings have changed, another temperature conversion should be done to validate the alarm condition.

Powering the DS18B20

The DS18B20 can be powered by an external supply on the V_{DD} pin, or it can operate in "parasite power" mode, which allows the DS18B20 to function without a local external supply. Parasite power is very useful for applications that require remote temperature sensing or that are very space constrained. Figure 3 shows the DS18B20's parasite-power control circuitry, which "steals" power from the 1-Wire bus via the DQ pin when the bus is high. The stolen charge powers the DS18B20 while the bus is high, and some of the charge is stored on the parasite power capacitor (C_{PP}) to provide power when the bus is low. When the DS18B20 is used in parasite power mode, the V_{DD} pin must be connected to ground.

In parasite power mode, the 1-Wire bus and CPP can provide sufficient current to the DS18B20 for most operations as long as the specified timing and voltage requirements are met (see the *DC Electrical Characteristics* and *AC Electrical Characteristics*). However, when the DS18B20 is performing temperature conversions or copying data from the scratchpad memory to EEPROM, the operating current can be as high as 1.5mA. This current can cause an unacceptable voltage drop across the weak 1-Wire pullup resistor and is more current than can be supplied by C_{PP}. To assure that the DS18B20 has sufficient supply current, it is necessary to provide a strong pullup on the 1-Wire bus whenever temperature conversions are taking place or data is being copied from the scratchpad to EEPROM. This can be accomplished by using a MOSFET to pull the bus directly to the rail as shown in Figure 6. The 1-Wire bus must be switched to the strong pullup within 10µs (max) after a Convert T [44h] or Copy Scratchpad [48h] command is issued, and the bus must be held high by the pullup for the duration of the conversion (t_{CONV}) or data transfer (t_{WR} = 10ms). No other activity can take place on the 1-Wire bus while the pullup is enabled.

The DS18B20 can also be powered by the conventional method of connecting an external power supply to the V_{DD} pin, as shown in Figure 7. The advantage of this method is that the MOSFET pullup is not required, and the 1-Wire bus is free to carry other traffic during the temperature conversion time.

The use of parasite power is not recommended for temperatures above +100°C since the DS18B20 may not be able to sustain communications due to the higher leakage currents that can exist at these temperatures. For applications in which such temperatures are likely, it is strongly recommended that the DS18B20 be powered by an external power supply.

In some situations the bus master may not know whether the DS18B20s on the bus are parasite powered or powered by external supplies. The master needs this information to determine if the strong bus pullup should be used during temperature conversions. To get this information, the master can issue a Skip ROM [CCh] command followed by a Read Power Supply [B4h] command followed by a "read time slot". During the read time slot, parasite powered DS18B20s will pull the bus low, and externally powered DS18B20s will let the bus remain high. If the bus is pulled low, the master knows that it must supply the strong pullup on the 1-Wire bus during temperature conversions.

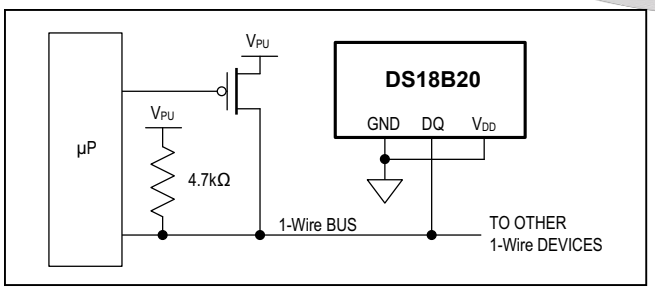


Figure 6. Supplying the Parasite-Powered DS18B20 During Temperature Conversions

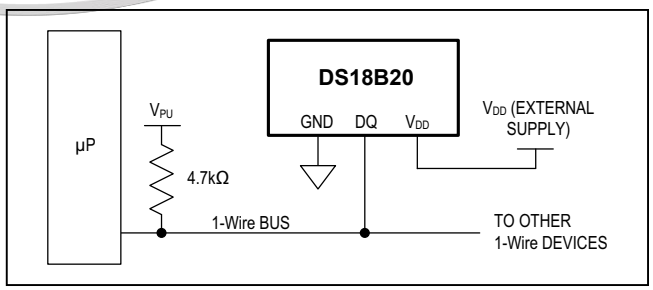


Figure 7. Powering the DS18B20 with an External Supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

64-BIT Lasered ROM code

Each DS18B20 contains a unique 64–bit code (see Figure 8) stored in ROM. The least significant 8 bits of the ROM code contain the DS18B20's 1-Wire family code: 28h. The next 48 bits contain a unique serial number. The most significant 8 bits contain a cyclic redundancy check (CRC) byte that is calculated from the first 56 bits of the ROM code. A detailed explanation of the CRC bits is provided in the *CRC Generation* section. The 64-bit ROM code and associated ROM function control logic allow the DS18B20 to operate as a 1-Wire device using the protocol detailed in the *1-Wire Bus System* section.

Memory

The DS18B20's memory is organized as shown in Figure 9. The memory consists of an SRAM scratchpad with nonvolatile EEPROM storage for the high and low alarm trigger registers (T_H and T_L) and configuration register. Note that if the DS18B20 alarm function is not used, the TH and TL registers can serve as general-purpose memory. All memory commands are described in detail in the *DS18B20 Function Commands* section.

Byte 0 and byte 1 of the scratchpad contain the LSB and the MSB of the temperature register, respectively. These bytes are read-only. Bytes 2 and 3 provide access to TH and TL registers. Byte 4 contains the configuration register data, which is explained in detail in the *Configuration Register* section. Bytes 5, 6, and 7 are reserved for internal use by the device and cannot be overwritten.

Byte 8 of the scratchpad is read-only and contains the CRC code for bytes 0 through 7 of the scratchpad. The DS18B20 generates this CRC using the method described in the *CRC Generation* section.

Data is written to bytes 2, 3, and 4 of the scratchpad using the Write Scratchpad [4Eh] command; the data must be transmitted to the DS18B20 starting with the least significant bit of byte 2. To verify data integrity, the scratchpad can be read (using the Read Scratchpad [BEh] command) after the data is written. When reading the scratchpad, data is transferred over the 1-Wire bus starting with the least significant bit of byte 0. To transfer the T_H, T_L and configuration data from the scratchpad to EEPROM, the master must issue the Copy Scratchpad [48h] command.

Data in the EEPROM registers is retained when the device is powered down; at power-up the EEPROM data is reloaded into the corresponding scratchpad locations. Data can also be reloaded from EEPROM to the scratchpad at any time using the Recall E^2 [B8h] command. The master can issue read time slots following the Recall E^2 command and the DS18B20 will indicate the status of the recall by transmitting 0 while the recall is in progress and 1 when the recall is done.

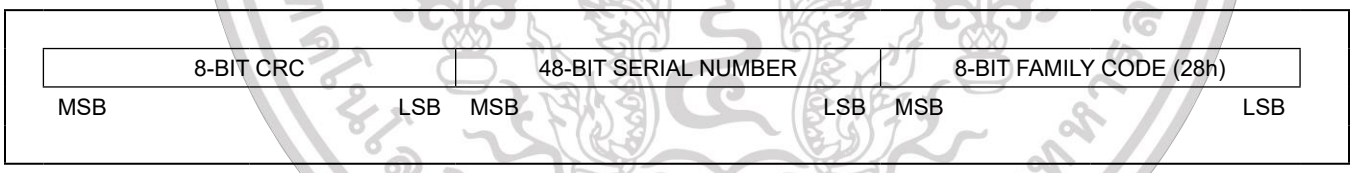


Figure 8. 64-Bit Lasered ROM Code

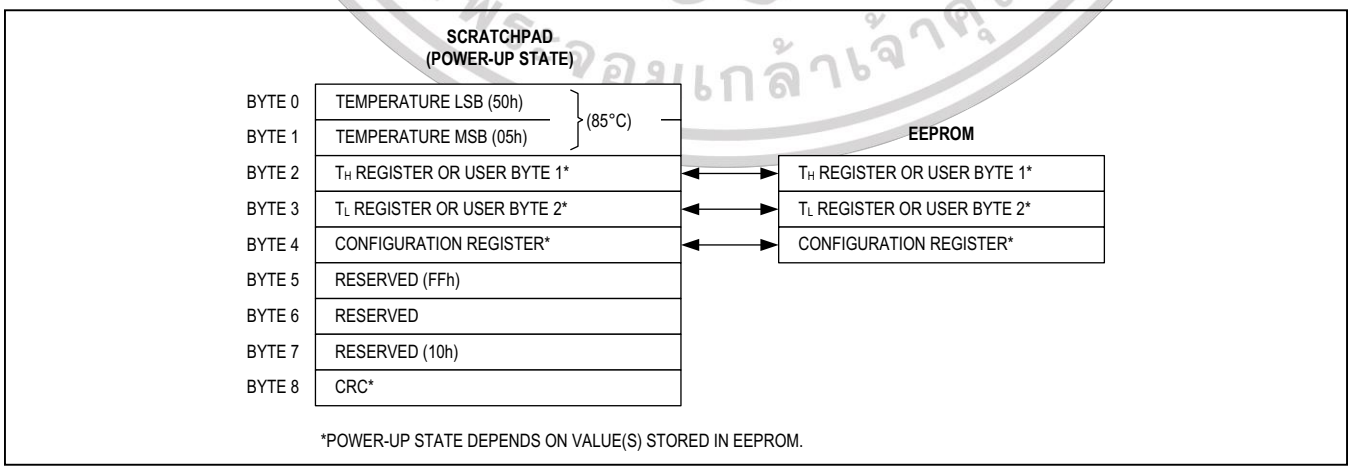


Figure 9. DS18B20 Memory Map

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Configuration Register

Byte 4 of the scratchpad memory contains the configuration register, which is organized as illustrated in Figure 10. The user can set the conversion resolution of the DS18B20 using the R0 and R1 bits in this register as shown in Table 2. The power-up default of these bits is R0 = 1 and R1 = 1 (12-bit resolution). Note that there is a direct tradeoff between resolution and conversion time. Bit 7 and bits 0 to 4 in the configuration register are reserved for internal use by the device and cannot be overwritten.

CRC Generation

CRC bytes are provided as part of the DS18B20's 64-bit ROM code and in the 9th byte of the scratchpad memory. The ROM code CRC is calculated from the first 56 bits of the ROM code and is contained in the most significant byte of the ROM. The scratchpad CRC is calculated from the data stored in the scratchpad, and therefore it changes when the data in the scratchpad changes. The CRCs provide the bus master with a method of data validation when data is read from the DS18B20. To verify that data has been read correctly, the bus master must re-calculate the CRC from the received data and then compare this value to either the ROM code CRC (for ROM reads) or to the scratchpad CRC (for scratchpad reads). If the calculated CRC matches the read CRC, the data has been received error free. The comparison of CRC values and the decision to continue with an operation are determined entirely by the bus master. There is no circuitry inside the DS18B20 that prevents a command sequence from proceeding if the DS18B20 CRC (ROM or scratchpad) does not match the value generated by the bus master.

The equivalent polynomial function of the CRC (ROM or scratchpad) is:

$$CRC = X^8 + X^5 + X^4 + 1$$

The bus master can re-calculate the CRC and compare it to the CRC values from the DS18B20 using the polynomial generator shown in Figure 11. This circuit consists of a shift register and XOR gates, and the shift register bits are initialized to 0. Starting with the least significant bit of the ROM code or the least significant bit of byte 0 in the scratchpad, one bit at a time should shifted into the shift register. After shifting in the 56th bit from the ROM or the most significant bit of byte 7 from the scratchpad, the polynomial generator will contain the recalculated CRC. Next, the 8-bit ROM code or scratchpad CRC from the DS18B20 must be shifted into the circuit. At this point, if the re-calculated CRC was correct, the shift register will contain all 0s. Additional information about the Maxim 1-Wire cyclic redundancy check is available in *Application Note 27: Understanding and Using Cyclic Redundancy Checks with Maxim iButton Products*.

BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0
0	R1	R0	1	1	1	1	1

Figure 10. Configuration Register

Table 2. Thermometer Resolution Configuration

R1	R0	RESOLUTION (BITS)	MAX CONVERSION TIME	
0	0	9	93.75ms	(t_{CONV}/8)
0	1	10	187.5ms	(t_{CONV}/4)
1	0	11	375ms	(t_{CONV}/2)
1	1	12	750ms	(t_{CONV})

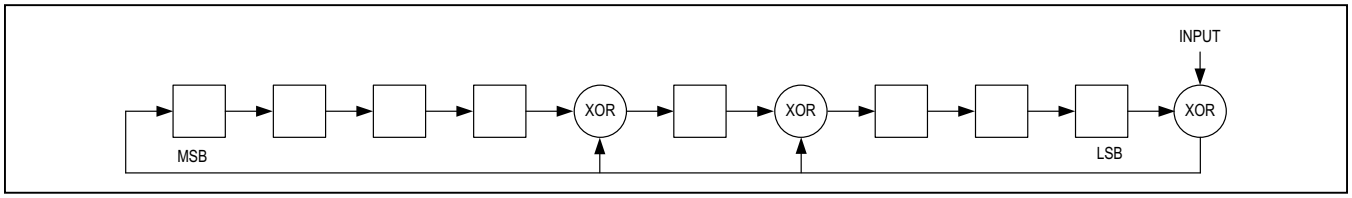


Figure 11. CRC Generator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1-Wire Bus System

The 1-Wire bus system uses a single bus master to control one or more slave devices. The DS18B20 is always a slave. When there is only one slave on the bus, the system is referred to as a “single-drop” system; the system is “multidrop” if there are multiple slaves on the bus.

All data and commands are transmitted least significant bit first over the 1-Wire bus.

The following discussion of the 1-Wire 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 by definition only a single data line. Each device (master or slave) interfaces to the data line via an open-drain or 3-state port. This allows each device to “release” the data line when the device is not transmitting data so the bus is available for use by another device. The 1-Wire port of the DS18B20 (the DQ pin) is open drain with an internal circuit equivalent to that shown in Figure 12.

The 1-Wire bus requires an external pullup resistor of approximately 5kΩ; thus, 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 the bus is held low for more than 480µs, all components on the bus will be reset.

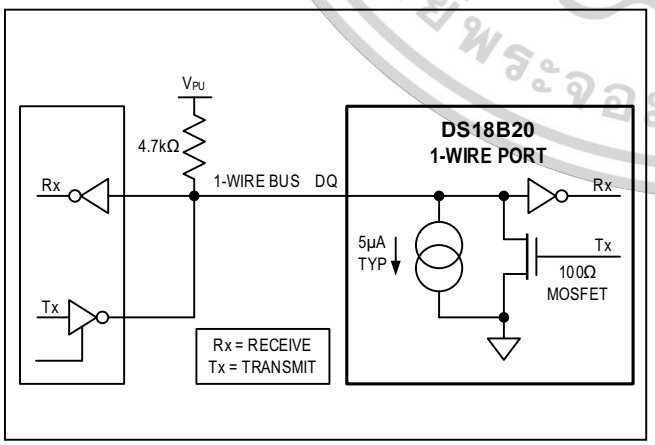


Figure 12. Hardware Configuration

Transaction Sequence

The transaction sequence for accessing the DS18B20 is as follows:

Step 1. Initialization

Step 2. ROM Command (followed by any required data exchange)

Step 3. DS18B20 Function Command (followed by any required data exchange)

It is very important to follow this sequence every time the DS18B20 is accessed, as the DS18B20 will not respond if any steps in the sequence are missing or out of order. Exceptions to this rule are the Search ROM [F0h] and Alarm Search [ECh] commands. After issuing either of these ROM commands, the master must return to Step 1 in the sequence.

Initialization

All transactions on the 1-Wire bus begin with an initialization sequence. The initialization sequence consists of a reset pulse transmitted by the bus master followed by presence pulse(s) transmitted by the slave(s). The presence pulse lets the bus master know that slave devices (such as the DS18B20) are on the bus and are ready to operate. Timing for the reset and presence pulses is detailed in the *1-Wire Signaling* section.

ROM Commands

After the bus master has detected a presence pulse, it can issue a ROM command. These commands operate on the unique 64-bit ROM codes of each slave device and allow the master to single out a specific device if many are present on the 1-Wire bus. These commands also allow the master to determine how many and what types of devices are present on the bus or if any device has experienced an alarm condition. There are five ROM commands, and each command is 8 bits long. The master device must issue an appropriate ROM command before issuing a DS18B20 function command. A flowchart for operation of the ROM commands is shown in Figure 13.

Search Rom [F0h]

When a system is initially powered up, the master must identify the ROM codes of all slave devices on the bus, which allows the master to determine the number of slaves and their device types. The master learns the ROM codes through a process of elimination that requires the master to perform a Search ROM cycle (i.e., Search ROM command followed by data exchange) as many times as necessary to identify all of the slave devices.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

If there is only one slave on the bus, the simpler Read ROM [33h] command can be used in place of the Search ROM process. For a detailed explanation of the Search ROM procedure, refer to *Application Note 937: Book of iButton® Standards*. After every Search ROM cycle, the bus master must return to Step 1 (Initialization) in the transaction sequence.

Read Rom [33h]

This command can only be used when there is one slave on the bus. It allows the bus master to read the slave's 64-bit ROM code without using the Search ROM procedure. If this command is used when there is more than one slave present on the bus, a data collision will occur when all the slaves attempt to respond at the same time.

Match Rom [55H]

The match ROM command followed by a 64-bit ROM code sequence allows the bus master to address a specific slave device on a multidrop or single-drop bus. Only the slave that exactly matches the 64-bit ROM code sequence will respond to the function command issued by the master; all other slaves on the bus will wait for a reset pulse.

Skip Rom [CCh]

The master can use this command to address all devices on the bus simultaneously without sending out any ROM code information. For example, the master can make all DS18B20s on the bus perform simultaneous temperature conversions by issuing a Skip ROM command followed by a Convert T [44h] command.

Note that the Read Scratchpad [BEh] command can follow the Skip ROM command only if there is a single slave device on the bus. In this case, time is saved by allowing the master to read from the slave without sending the device's 64-bit ROM code. A Skip ROM command followed by a Read Scratchpad command will cause a data collision on the bus if there is more than one slave since multiple devices will attempt to transmit data simultaneously.

Alarm Search [ECh]

The operation of this command is identical to the operation of the Search ROM command except that only slaves with a set alarm flag will respond. This command allows the master device to determine if any DS18B20s experienced an alarm condition during the most recent temperature conversion. After every Alarm Search cycle (i.e., Alarm Search command followed by data exchange), the bus master must return to Step 1 (Initialization) in the transaction sequence. See the *Operation—Alarm Signaling* section for an explanation of alarm flag operation.

DS18B20 Function Commands

After the bus master has used a ROM command to address the DS18B20 with which it wishes to communicate, the master can issue one of the DS18B20 function commands. These commands allow the master to write to and read from the DS18B20's scratchpad memory, initiate temperature conversions and determine the power supply mode. The DS18B20 function commands, which are described below, are summarized in Table 3 and illustrated by the flowchart in Figure 14.

Convert T [44h]

This command initiates a single temperature conversion. Following the conversion, the resulting thermal data is stored in the 2-byte temperature register in the scratchpad memory and the DS18B20 returns to its low-power idle state. If the device is being used in parasite power mode, within 10µs (max) after this command is issued the master must enable a strong pullup on the 1-Wire bus for the duration of the conversion (t_{CONV}) as described in the *Powering the DS18B20* section. If the DS18B20 is powered by an external supply, the master can issue read time slots after the Convert T command and the DS18B20 will respond by transmitting a 0 while the temperature conversion is in progress and a 1 when the conversion is done. In parasite power mode this notification technique cannot be used since the bus is pulled high by the strong pullup during the conversion.

Write Scratchpad [4Eh]

This command allows the master to write 3 bytes of data to the DS18B20's scratchpad. The first data byte is written into the T_H register (byte 2 of the scratchpad), the second byte is written into the T_L register (byte 3), and the third byte is written into the configuration register (byte 4). Data must be transmitted least significant bit first. All three bytes MUST be written before the master issues a reset, or the data may be corrupted.

Read Scratchpad [BEh]

This command allows the master to read the contents of the scratchpad. The data transfer starts with the least significant bit of byte 0 and continues through the scratchpad until the 9th byte (byte 8 – CRC) is read. The master may issue a reset to terminate reading at any time if only part of the scratchpad data is needed.

iButton is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Copy Scratchpad [48h]

This command copies the contents of the scratchpad T_H, T_L and configuration registers (bytes 2, 3 and 4) to EEPROM. If the device is being used in parasite power mode, within 10µs (max) after this command is issued the master must enable a strong pullup on the 1-Wire bus for at least 10ms as described in the *Powering the DS18B20* section.

Recall E^2 [B8h]

This command recalls the alarm trigger values (T_H and T_L) and configuration data from EEPROM and places the data in bytes 2, 3, and 4, respectively, in the scratchpad memory. The master device can issue read time slots following the Recall E^2 command and the DS18B20 will indicate the status of the recall by transmitting 0 while the recall is in progress and 1 when the recall is done. The recall operation happens automatically at power-up, so valid data is available in the scratchpad as soon as power is applied to the device.

Read Power Supply [B4h]

The master device issues this command followed by a read time slot to determine if any DS18B20s on the bus are using parasite power. During the read time slot, parasite powered DS18B20s will pull the bus low, and externally powered DS18B20s will let the bus remain high. See the *Powering the DS18B20* section for usage information for this command.

Table 3. DS18B20 Function Command Set

COMMAND	DESCRIPTION	PROTOCOL	1-Wire BUS ACTIVITY AFTER COMMAND IS ISSUED	NOTES
TEMPERATURE CONVERSION COMMANDS				
Convert T	Initiates temperature conversion.	44h	DS18B20 transmits conversion status to master (not applicable for parasite-powered DS18B20s).	1
MEMORY COMMANDS				
Read Scratchpad	Reads the entire scratchpad including the CRC byte.	BEh	DS18B20 transmits up to 9 data bytes to master.	2
Write Scratchpad	Writes data into scratchpad bytes 2, 3, and 4 (T_H, T_L, and configuration registers).	4Eh	Master transmits 3 data bytes to DS18B20.	3
Copy Scratchpad	Copies T_H, T_L, and configuration register data from the scratchpad to EEPROM.	48h	None	1
Recall E^2	Recalls T_H, T_L, and configuration register data from EEPROM to the scratchpad.	B8h	DS18B20 transmits recall status to master.	
Read Power Supply	Signals DS18B20 power supply mode to the master.	B4h	DS18B20 transmits supply status to master.	

Note 1: For parasite-powered DS18B20s, the master must enable a strong pullup on the 1-Wire bus during temperature conversions and copies from the scratchpad to EEPROM. No other bus activity may take place during this time.
Note 2: The master can interrupt the transmission of data at any time by issuing a reset.
Note 3: All three bytes must be written before a reset is issued.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

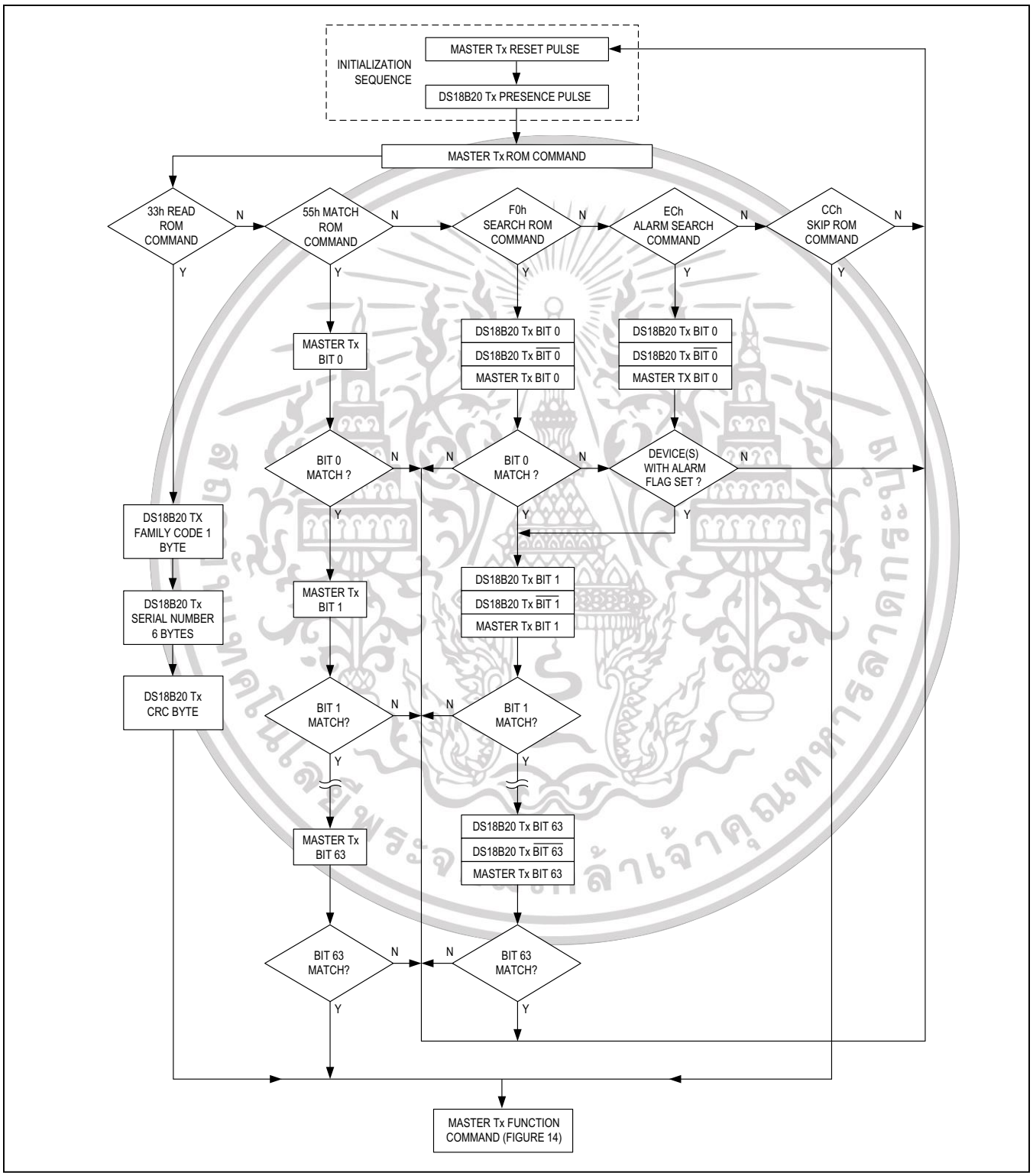


Figure 13. ROM Commands Flowchart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

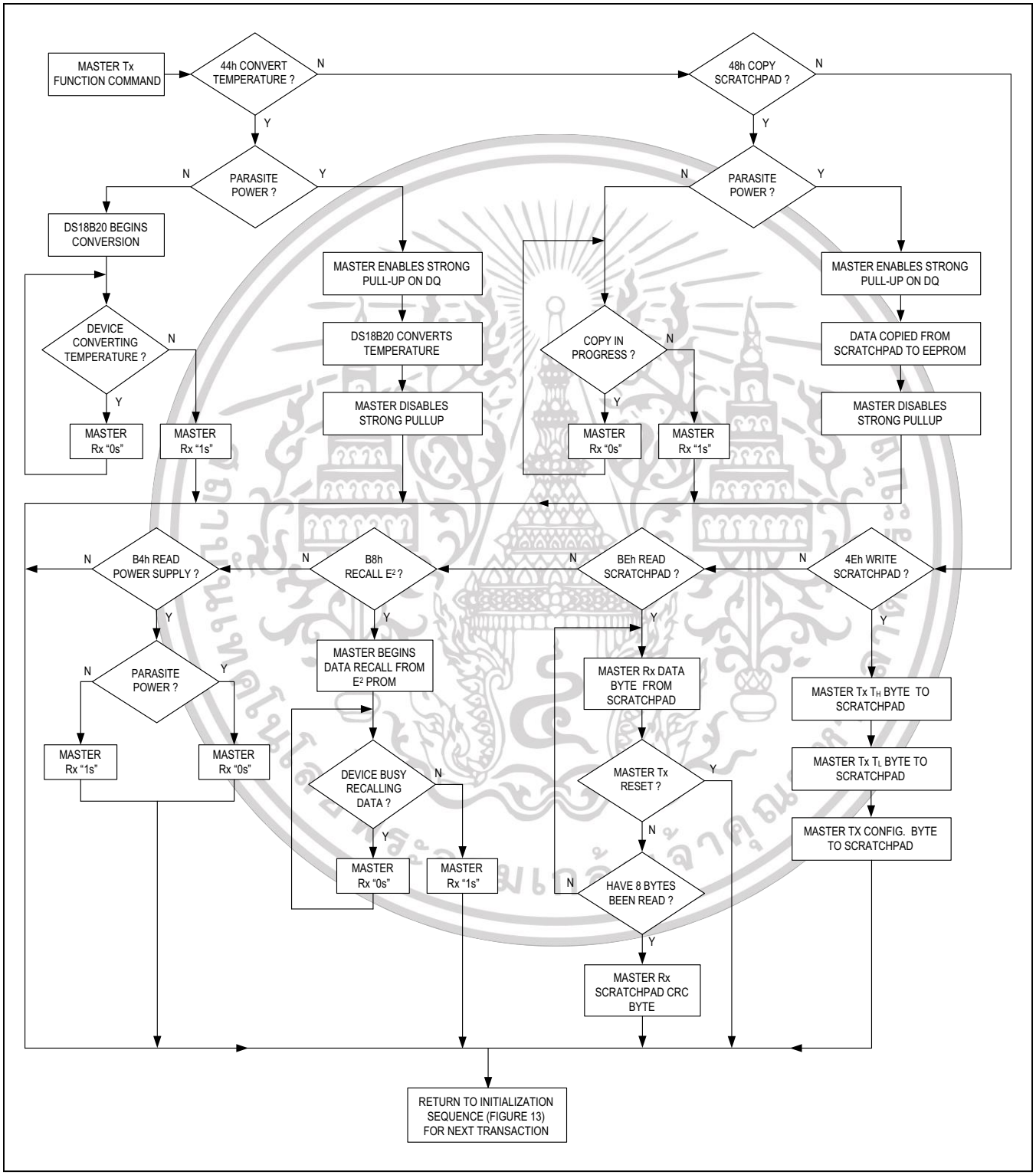


Figure 14. DS18B20 Function Commands Flowchart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1-Wire Signaling

The DS18B20 uses a strict 1-Wire communication protocol to ensure data integrity. Several signal types are defined by this protocol: reset pulse, presence pulse, write 0, write 1, read 0, and read 1. The bus master initiates all these signals, with the exception of the presence pulse.

Initialization Procedure—Reset And Presence Pulses

All communication with the DS18B20 begins with an initialization sequence that consists of a reset pulse from the master followed by a presence pulse from the DS18B20. This is illustrated in Figure 15. When the DS18B20 sends the presence pulse in response to the reset, it is indicating to the master that it is on the bus and ready to operate.

During the initialization sequence the bus master transmits (T_X) the reset pulse by pulling the 1-Wire bus low for a minimum of 480µs. The bus master then releases the bus and goes into receive mode (R_X). When the bus is released, the 5kΩ pullup resistor pulls the 1-Wire bus high. When the DS18B20 detects this rising edge, it waits 15µs to 60µs and then transmits a presence pulse by pulling the 1-Wire bus low for 60µs to 240µs.

Read/Write Time Slots

The bus master writes data to the DS18B20 during write time slots and reads data from the DS18B20 during read time slots. One bit of data is transmitted over the 1-Wire bus per time slot.

Write Time Slots

There are two types of write time slots: “Write 1” time slots and “Write 0” time slots. The bus master uses a Write 1 time slot to write a logic 1 to the DS18B20 and a Write 0 time slot to write a logic 0 to the DS18B20. All write time slots must be a minimum of 60µs in duration with a minimum of a 1µs recovery time between individual write slots. Both types of write time slots are initiated by the master pulling the 1-Wire bus low (see Figure 14).

To generate a Write 1 time slot, after pulling the 1-Wire bus low, the bus master must release the 1-Wire bus within 15µs. When the bus is released, the 5kΩ pullup resistor will pull the bus high. To generate a Write 0 time slot, after pulling the 1-Wire bus low, the bus master must continue to hold the bus low for the duration of the time slot (at least 60µs).

The DS18B20 samples the 1-Wire bus during a window that lasts from 15µs to 60µs after the master initiates the write time slot. If the bus is high during the sampling window, a 1 is written to the DS18B20. If the line is low, a 0 is written to the DS18B20.

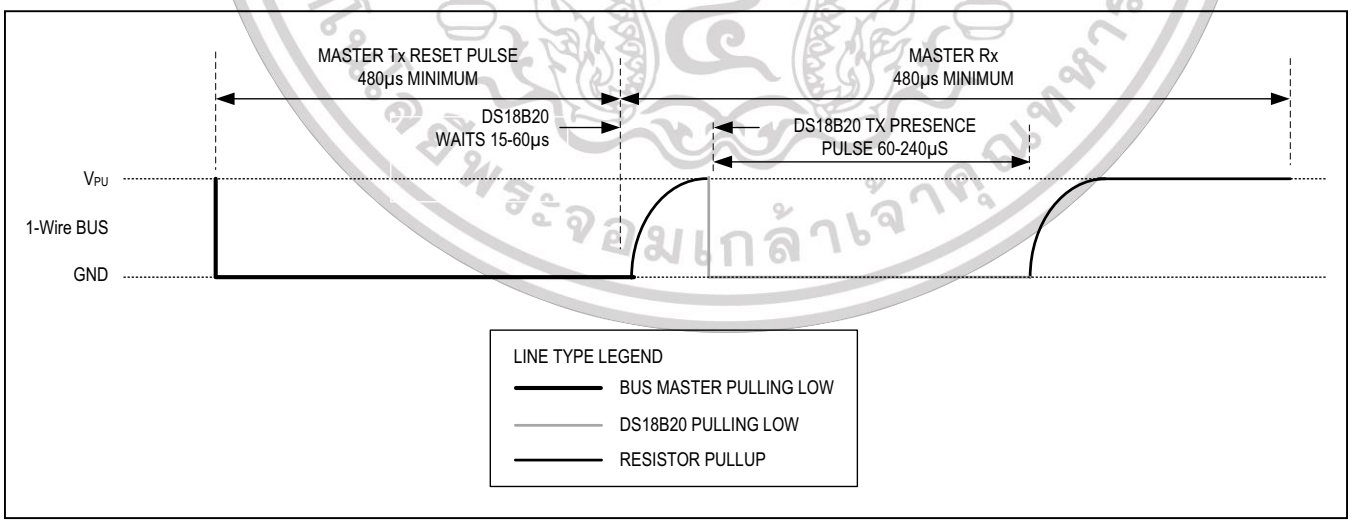


Figure 15. Initialization Timing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

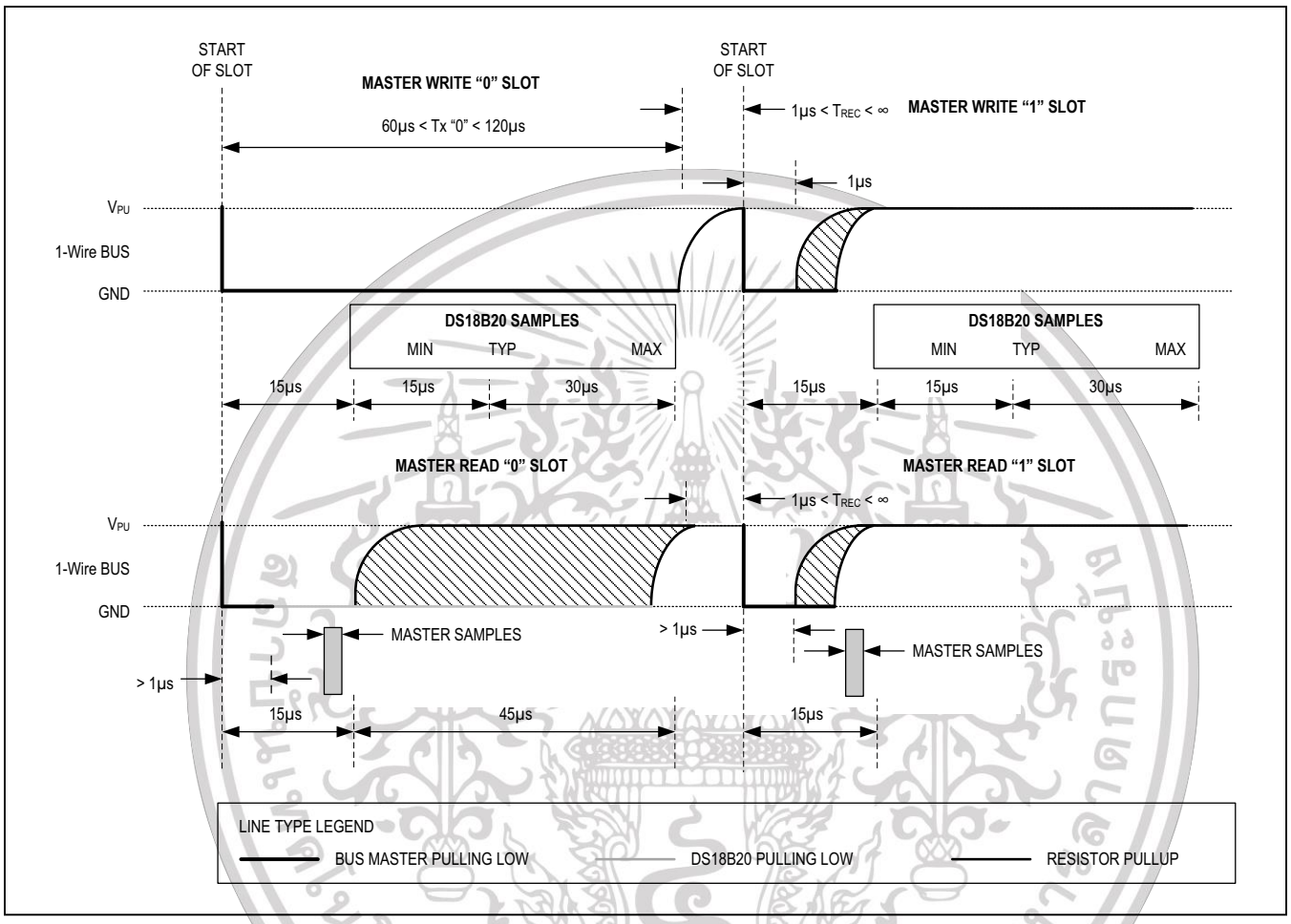


Figure 16. Read/Write Time Slot Timing Diagram

Read Time Slots

The DS18B20 can only transmit data to the master when the master issues read time slots. Therefore, the master must generate read time slots immediately after issuing a Read Scratchpad [BEh] or Read Power Supply [B4h] command, so that the DS18B20 can provide the requested data. In addition, the master can generate read time slots after issuing Convert T [44h] or Recall E^2 [B8h] commands to find out the status of the operation as explained in the *DS18B20 Function Commands* section.

All read time slots must be a minimum of 60µs in duration with a minimum of a 1µs recovery time between slots. A read time slot is initiated by the master device pulling the 1-Wire bus low for a minimum of 1µs and then releasing the bus (see Figure 16). After the master initiates the read time slot, the DS18B20 will begin transmitting a 1 or 0 on bus. The DS18B20 transmits a 1 by leaving the bus high and transmits a 0 by pulling the bus low. When transmitting a 0, the DS18B20 will release the bus by the end of the time slot, and the bus will be pulled back to its high idle state by the pullup resister. Output data from the DS18B20 is valid for 15µs after the falling edge that initiated the read time slot. Therefore, the master must release the bus and then sample the bus state within 15µs from the start of the slot.

Figure 17 illustrates that the sum of T_{INIT}, T_{RC}, and T_{SAMPLE} must be less than 15µs for a read time slot. Figure 18 shows that system timing margin is maximized by keeping T_{INIT} and T_{RC} as short as possible and by locating the master sample time during read time slots towards the end of the 15µs period.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

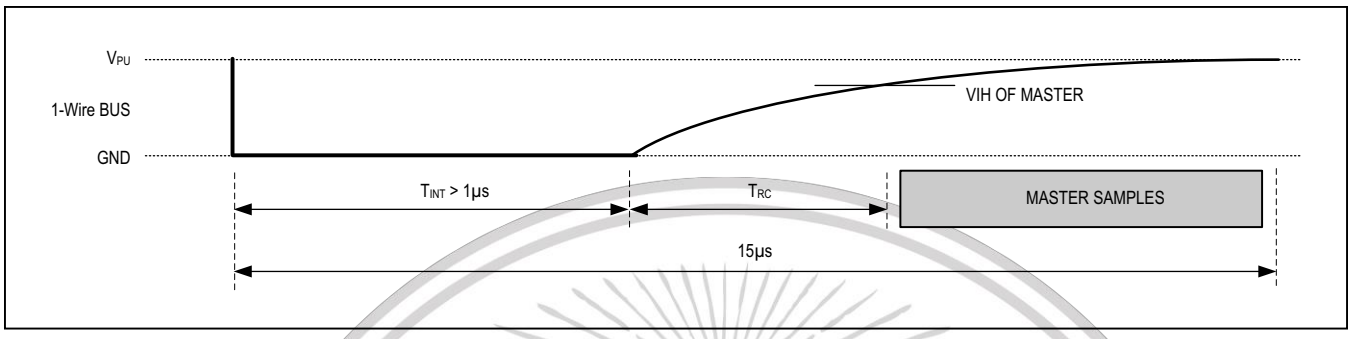


Figure 17. Detailed Master Read 1 Timing

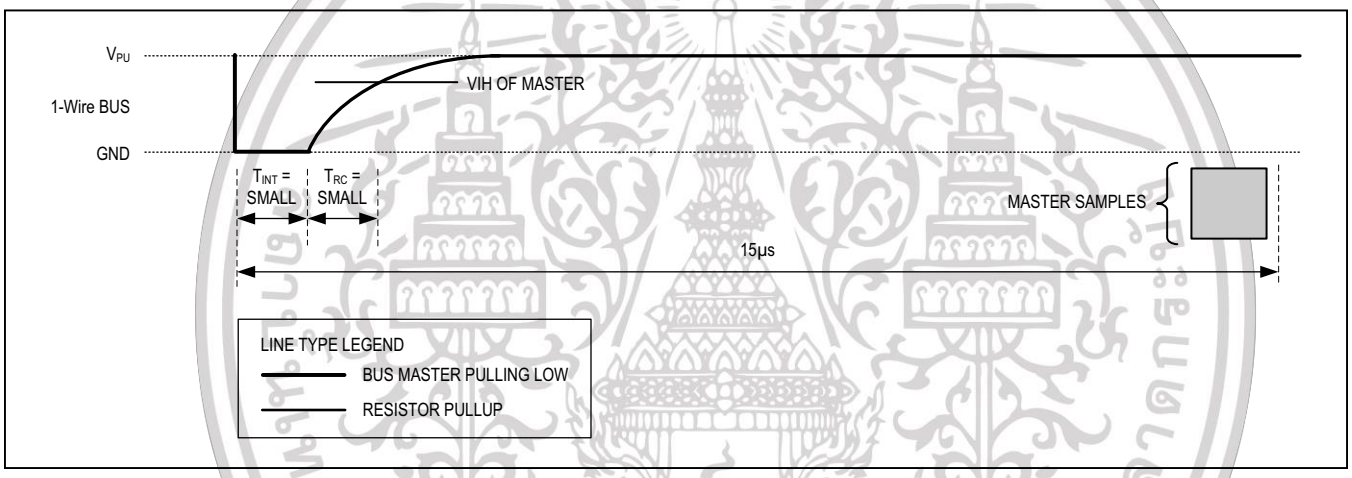


Figure 18. Recommended Master Read 1 Timing

Related Application Notes

The following application notes can be applied to the DS18B20 and are available at www.maximintegrated.com.

Application Note 27: Understanding and Using Cyclic Redundancy Checks with Maxim iButton Products

Application Note 122: Using Dallas' 1-Wire ICs in 1-Cell Li-Ion Battery Packs with Low-Side N-Channel Safety FETs Master

Application Note 126: 1-Wire Communication Through Software

Application Note 162: Interfacing the DS18x20/DS1822 1-Wire Temperature Sensor in a Microcontroller Environment

Application Note 208: Curve Fitting the Error of a Bandgap-Based Digital Temperature Sensor

Application Note 2420: 1-Wire Communication with a Microchip PICmicro Microcontroller

Application Note 3754: Single-Wire Serial Bus Carries Isolated Power and Data

Sample 1-Wire subroutines that can be used in conjunction with A*pplication Note 74: Reading and Writing iButtons via Serial Interfaces* can be downloaded from the Maxim website.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS18B20 Operation Example 1

In this example there are multiple DS18B20s on the bus and they are using parasite power. The bus master initiates a temperature conversion in a specific DS18B20 and then reads its scratchpad and recalculates the CRC to verify the data.

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
Tx	Reset	Master issues reset pulse.
Rx	Presence	DS18B20s respond with presence pulse.
Tx	55h	Master issues Match ROM command.
Tx	64-bit ROM code	Master sends DS18B20 ROM code.
Tx	44h	Master issues Convert T command.
Tx	DQ line held high by strong pullup	Master applies strong pullup to DQ for the duration of the conversion (t_{CONV}).
Tx	Reset	Master issues reset pulse.
Rx	Presence	DS18B20s respond with presence pulse.
Tx	55h	Master issues Match ROM command.
Tx	64-bit ROM code	Master sends DS18B20 ROM code.
Tx	BEh	Master issues Read Scratchpad command.
Rx	9 data bytes	Master reads entire scratchpad including CRC. The master then recalculates the CRC of the first eight data bytes from the scratchpad and compares the calculated CRC with the read CRC (byte 9). If they match, the master continues; if not, the read operation is repeated.

DS18B20 Operation Example 2

In this example there is only one DS18B20 on the bus and it is using parasite power. The master writes to the TH, TL, and configuration registers in the DS18B20 scratchpad and then reads the scratchpad and recalculates the CRC to verify the data. The master then copies the scratchpad contents to EEPROM.

MASTER MODE	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
Tx	Reset	Master issues reset pulse.
Rx	Presence	DS18B20 responds with presence pulse.
Tx	CCh	Master issues Skip ROM command.
Tx	4Eh	Master issues Write Scratchpad command.
Tx	3 data bytes	Master sends three data bytes to scratchpad (T_H, T_L, and config).
Tx	Reset	Master issues reset pulse.
Rx	Presence	DS18B20 responds with presence pulse.
Tx	CCh	Master issues Skip ROM command.
Tx	BEh	Master issues Read Scratchpad command.
Rx	9 data bytes	Master reads entire scratchpad including CRC. The master then recalculates the CRC of the first eight data bytes from the scratchpad and compares the calculated CRC with the read CRC (byte 9). If they match, the master continues; if not, the read operation is repeated.
Tx	Reset	Master issues reset pulse.
Rx	Presence	DS18B20 responds with presence pulse.
Tx	CCh	Master issues Skip ROM command.
Tx	48h	Master issues Copy Scratchpad command.
Tx	DQ line held high by strong pullup	Master applies strong pullup to DQ for at least 10ms while copy operation is in progress.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE	TOP MARK
DS18B20	-55°C to +125°C	3 TO-92	18B20
DS18B20+	-55°C to +125°C	3 TO-92	18B20
DS18B20/T&R	-55°C to +125°C	3 TO-92 (2000 Piece)	18B20
DS18B20+T&R	-55°C to +125°C	3 TO-92 (2000 Piece)	18B20
DS18B20-SL/T&R	-55°C to +125°C	3 TO-92 (2000 Piece)*	18B20
DS18B20-SL+T&R	-55°C to +125°C	3 TO-92 (2000 Piece)*	18B20
DS18B20U	-55°C to +125°C	8 FSOP	18B20
DS18B20U+	-55°C to +125°C	8 FSOP	18B20
DS18B20U/T&R	-55°C to +125°C	8 FSOP (3000 Piece)	18B20
DS18B20U+T&R	-55°C to +125°C	8 FSOP (3000 Piece)	18B20
DS18B20Z	-55°C to +125°C	8 SO	DS18B20
DS18B20Z+	-55°C to +125°C	8 SO	DS18B20
DS18B20Z/T&R	-55°C to +125°C	8 SO (2500 Piece)	DS18B20
DS18B20Z+T&R	-55°C to +125°C	8 SO (2500 Piece)	DS18B20

+Denotes a lead-free package. A "+" will appear on the top mark of lead-free packages.

T&R = Tape and reel.

**TO-92 packages in tape and reel can be ordered with straight or formed leads. Choose "SL" for straight leads. Bulk TO-92 orders are straight leads only.*

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Revision History

REVISION DATE	DESCRIPTION	PAGES CHANGED
3/1/07	In the Absolute Maximum Ratings section, removed the reflow oven temperature value of +220°C. Reference to JEDEC specification for reflow remains.	19
10/12/07	In the *Operation—Alarm Signaling* section, added “or equal to” in the description for a TH alarm condition	5
	In the *Memory* section, removed incorrect text describing memory.	7
	In the *Configuration Register* section, removed incorrect text describing configuration register.	8
4/22/08	In the *Ordering Information* table, added TO-92 straight-lead packages and included a note that the TO-92 package in tape and reel can be ordered with either formed or straight leads.	2
1/15	Updated *Benefits and Features* section	1
09/18	Updated *DC Electrical Characteristics* table	2
7/19	Updated Figure 12	10

For pricing, delivery, and ordering information, please visit Maxim Integrated’s online storefront at https://www.maximintegrated.com/en/storefront/storefront.html.

Maxim Integrated cannot assume responsibility for use of any circuitry other than circuitry entirely embodied in a Maxim Integrated product. No circuit patent licenses are implied. Maxim Integrated reserves the right to change the circuitry and specifications without notice at any time. The parametric values (min and max limits) shown in the Electrical Characteristics table are guaranteed. Other parametric values quoted in this data sheet are provided for guidance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Maxim Integrated and the Maxim Integrated logo are trademarks of Maxim Integrated Products, Inc. © 2019 Maxim Integrated Products, Inc.

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOLID-STATE RELAYS

Features

- Rugged, epoxy encapsulation construction
- 4,000 volts of optical isolation
- Subjected to full load test and six times the rated current surge before and after encapsulation
- Unique heat-spreader technology
- Guaranteed for life

Opto 22 Power Series SSR

OVERVIEW

In 1974, Opto 22 introduced the first liquid epoxy-filled line of power solid-state relays (SSR). This innovation in SSR design greatly improved the reliability and reduced the cost of manufacturing. At that time, we also incorporated into our manufacturing process 100% testing under full-load conditions of every relay we produced.

By 1978, Opto 22 had gained such a reputation for reliability that we were recognized as the world's leading manufacturer of solid-state relays. Through continuous manufacturing improvements and the same 100% testing policy established over 40 years ago, Opto 22 is still recognized today for the very high quality and reliability of all our solid-state relays.

DESCRIPTION

Opto 22 offers a complete line of SSRs, from the rugged 120/240/380-volt **AC Series** to the small footprint **MP Series**, designed for mounting on printed circuit boards. All Opto 22 SSRs feature 4,000 volts of optical isolation, and most are UL and CSA recognized. The innovative use of room-temperature liquid epoxy encapsulation, coupled with Opto 22's unique heat-spreader technology, are key to mass producing the world's most reliable solid-state relays.

Part Numbers

Part	Description
AC Switching	
120A10	120 VAC, 10 Amp, AC Control
120A25	120 VAC, 25 Amp, AC Control
240A10	240 VAC, 10 Amp, AC Control
240A25	240 VAC, 25 Amp, AC Control
240A45	240 VAC, 45 Amp, AC Control
120D3	120 VAC, 3 Amp, DC Control
120D10	120 VAC, 10 Amp, DC Control
120D25	120 VAC, 25 Amp, DC Control
120D45	120 VAC, 45 Amp, DC Control
240D3	240 VAC, 3 Amp, DC Control
240D10	240 VAC, 10 Amp, DC Control
240Di10	240 VAC, 10 Amp, DC Control, with LED Indicators
240D25	240 VAC, 25 Amp, DC Control
240Di25	240 VAC, 25 Amp, DC Control, with LED Indicators
240D30-HS	240 VAC, 30 Amp, DC Control, with integrated heatsink
240D45	240 VAC, 45 Amp, DC Control
240Di45	240 VAC, 45 Amp, DC Control, with LED Indicators
380D25	380 VAC, 25 Amp, DC Control
380D45	380 VAC, 45 Amp, DC Control
480D10-12	480 VAC, 10 Amp, DC Control, Transient Proof
480D15-12	480 VAC, 15 Amp, DC Control, Transient Proof
480D25-12	480 VAC, 25 Amp, DC Control, Transient Proof
480D25-HS	480 VAC, 25 Amp, DC Control, Transient Proof, with integrated heatsink
480D45-12	480 VAC, 45 Amp, DC Control, Transient Proof

Part	Description
AC Switching	
575D15-12	575 VAC, 15 Amp, DC Control, Transient Proof
575D45-12	575 VAC, 45 Amp, DC Control, Transient Proof
575D30-HS	575 VAC, 30 Amp, DC Control, Transient Proof, with integrated heatsink
575Di45-12	575 VAC, 45 Amp, DC Control, Transient Proof, with LED Indicators
MP120D2 or P120D2	120 VAC, 2 Amp, DC Control P model is low profile
MP120D4 or P120D4	120 VAC, 4 Amp, DC Control P model is low profile
MP240D2 or P240D2	240 VAC, 2 Amp, DC P model is low profile
MP240D4 or P240D4	240 VAC, 4 Amp, DC P model is low profile
MP380D4	380 VAC, 4 Amp, DC
Z120D10	Z Model, 120 VAC, 10 Amp, DC Control
Z240D10	Z Model, 240 VAC, 10 Amp, DC Control
DC Switching	
DC60P or DC60MP	60 VDC, 3 Amp, DC Control P model is low profile
DC200P or DC200MP	200 VDC, 1 Amp, DC Control P model is low profile
DC60S-3	60 VDC, 3 Amp, DC Control
DC60S-5	60 VDC, 5 Amp, DC Control
Accessories	
SAFETY COVER	Power Series SSR safety cover
SSR-HS	Power Series SSR heatsink
SSR-THERMOPAD	Thermal conductive pad (pack of 10)

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

เอกสารนี้เพื่อการอ้างอิงเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Every Opto 22 solid-state relay is subjected to full load test and six times the rated current surge both before and after encapsulation. This double testing of every part before it leaves the factory means you can rely on Opto 22 solid-state relays. All Opto 22 SSRs are guaranteed for life.

Accessories for the Power-Series SSRs include a safety cover, a heatsink, and a matching thermal conductive pad. See page 3.

Power Series SSRs

Opto 22 provides a full range of Power Series relays with a wide variety of voltage (120–575 volts) and current options (3–45 amps). All Power Series relays feature 4,000 volts of optical isolation and have a high PRV rating. Some Power Series relays include built-in LEDs to indicate operation. See page 4.

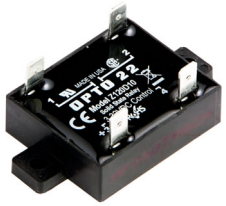
DC Series

The DC Series delivers isolated DC control to large OEM customers worldwide. All DC control SSRs are LS TTL compatible.

AC Series

The AC Series offers the ultimate in solid state reliability. All AC Power Series relays feature a built-in snubber as well as zero-voltage turn-on and zero-current turn-off. Transient-proof models offer self protection for noisy electrical environments.

Z Series SSRs



The Z Series employs a unique heat transfer system that makes it possible for Opto 22 to deliver a low-cost, 10-amp, solid-state relay in an all-plastic case. The push-on, tool-free quick-connect terminals make the Z Series ideal for high-volume OEM applications. Operating temperature: –40 °C to 100 °C. See page 7.

Printed Circuit Series SSRs

Opto 22's Printed Circuit Series allows OEMs to easily deploy solid-state relays on printed circuit boards. Two unique packages are available, both of which will switch loads up to four amps. Operating temperature: –40 °C to 100 °C. See page 9.

MP Series

The MP Series packaging is designed with a minimum footprint to allow maximum relay density on the printed circuit board.

P Series

The P Series power relays provide low-profile [0.5 in. (12.7 mm)] center mounting on printed circuit boards.

HS Series SSRs

The HS Series features an integrated heatsink, which makes them so *cool*. These relays have less thermal resistance inside, so heat dissipates more easily than in a standard SSR mounted to the same heatsink. With the heatsink built-in, you don't have to select one from a catalog, and installation is much easier. Includes a DIN-rail adapter. See page 13.

SPECIFICATIONS (ALL POWER SERIES MODELS)

- 4,000 V optical isolation, input to output
- Zero voltage turn-on
- Zero-current turn-off
- Turn-on time: 0.5 cycle maximum
- Turn-off time: 0.5 cycle maximum
- Operating temperature: –40 °C to 100 °C
- Operating frequency: 25 to 65 Hz
  (operates at 400 Hz with six times off-state leakage)
- Coupling capacitance, input to output: 8 pF maximum
- Hermetically sealed
- DV/DT Off-state: 200 volts per microsecond
- DV/DT commutating: snubbed for rated current at 0.5 power factor
- UL recognized
- CSA certified
- CE component
- Torque specs for screws (this spec is both the recommended torque and the maximum torque you should use):
  Control terminals, 10 in-lb (1.13 N-m)
  Field terminals, 18 in-lb (2.03 N-m)

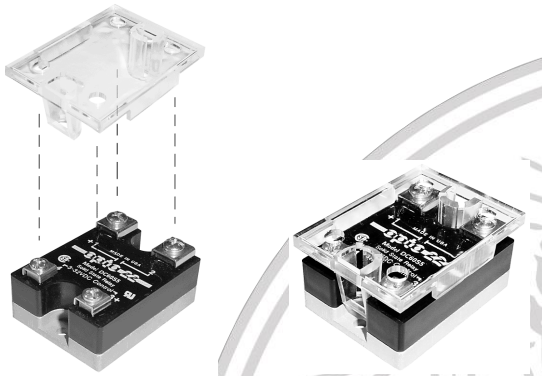
© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POWER SERIES SSR ACCESSORIES

Safety Cover

A plastic safety cover (Opto 22 part number SAFETY COVER) is available for use with Opto 22 Power Series SSRs. The safety cover reduces the chance of accidental contact with relay terminals, while providing access holes for test instrumentation.



An optional plastic safety cover can be installed on a Power Series SSR.

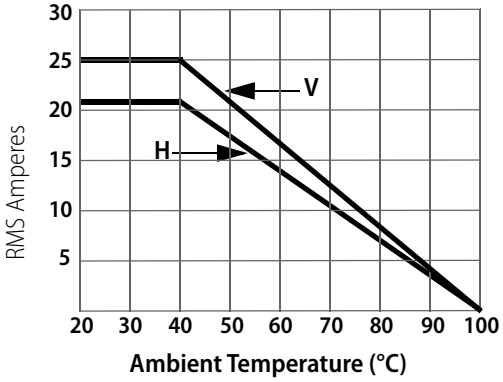
SSR-HS Heatsink

Custom designed for the Power Series SSRs, the SSR-HS heatsink provides excellent heat dissipation when mounted to the SSR with a matching thermal conductive pad, used in place of silicon grease. One thermal pad is included with the heatsink. Additional pads may be purchased in packs of 10 (part number SSR-THERMOPAD). DIN-rail adapter is included.

Thermal Ratings

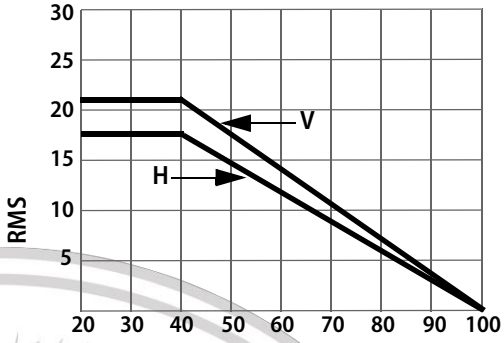
The thermal ratings shown in the following graphs were obtained with an SSR attached to a heatsink using a thermal conductive pad.

45 Amp Relay on SSR-HS Heatsink Derating



V: Heatsink mounted to a **vertical** surface
H: Heatsink mounted to a **horizontal** surface.

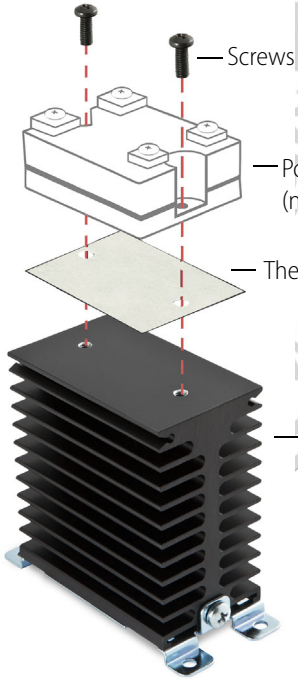
25 Amp Relay on SSR-HS Heatsink Derating



V: Heatsink mounted to a **vertical** surface
H: Heatsink mounted to a **horizontal** surface.

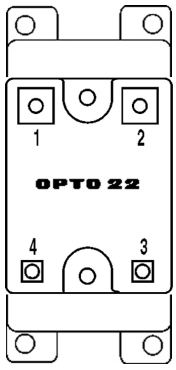
Heatsink Assembly

Before attaching the SSR, remove the protective film from both sides of the thermal pad, then place the pad on the heatsink making sure to align the holes. Secure the SSR to the heatsink with the two 8-32 x 3/8˝ panhead Phillips screws included in the kit. Use 20 in-lb (2.26 N-m) of torque.



See dimensional drawing on page 12.

NOTE: To take advantage of the cooling effect of natural air flow, mount the SSR/heatsink assembly to a vertical surface with the Opto 22 logo right side up as shown here.



© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

AC POWER SERIES SPECIFICATIONS

Opto 22 provides a full range of Power Series relays with a wide variety of voltage (120–575) and current options (3–45 amps). All Power Series relays feature 4,000 volts of optical isolation and have a high PRV rating. Operating temperature is –40 °C to 100 °C. (Ambient temperature will affect the current rating.)

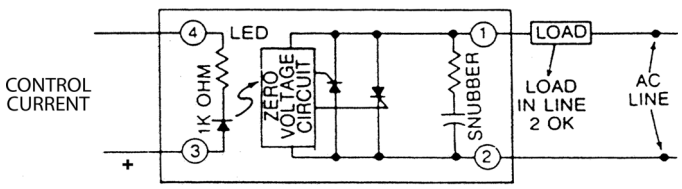
120/240/380 Volt

NOTE: Model numbers ending in -17 are replacement parts only. Their specifications are identical to the same model number without the -17. For example, 240D10-17 is identical to 240D10.

Model Number	Nominal AC Line Voltage	Nominal Current Rating (Amps)	1 cycle Surge (Amps) Peak	Nominal Signal Input Resistance (Ohms)	Signal Pick-up Voltage	Signal Drop-out Voltage	Peak Repetitive Voltage Maximum	Maximum Output Voltage Drop	Off-State Leakage (mA) Maximum**	Operating Voltage Range (Volts AC)	I^2t Rating t=8.3 (ms)	Isolation Voltage	θjc*** (°C/Watt)	Dissipation (Watts/Amp)
120D3	120	3*	85	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	2.5mA	12–140	30	4,000V_{RMS}	11	1.7
120D10	120	10*	110	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	7 mA	12–140	50	4,000V_{RMS}	1.3	1.6
120D25	120	25*	250	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	7 mA	12–140	250	4,000V_{RMS}	1.2	1.3
120D45	120	45*	650	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	7 mA	12–140	1750	4,000V_{RMS}	0.67	0.9
240D3	240	3*	85	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	5 mA	24–280	30	4,000V_{RMS}	11	1.7
240D10	240	10*	110	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	50	4,000V_{RMS}	1.3	1.6
240Di10	240	10*	110	730	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	50	4,000V_{RMS}	1.3	1.6
240D25	240	25*	250	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	250	4,000V_{RMS}	1.2	1.3
240Di25	240	25*	250	730	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	14 mA	12–280	250	4,000V_{RMS}	1.2	1.3
240D45	240	45*	650	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	1750	4,000V_{RMS}	0.67	0.9
240Di45	240	45*	650	730	3VDC (32V allowed)	1 VDC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	1750	4,000V_{RMS}	0.67	0.9
380D25	380	25*	250	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	800	1.6 volts	12 mA	24–420	250	4,000V_{RMS}	1.2	1.3
380D45	380	45*	650	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	800	1.6 volts	12 mA	24–420	1750	4,000V_{RMS}	0.67	0.9
120A10	120	10*	110	33K	85VAC (280V allowed)	10 VAC	600	1.6 volts	7 mA	12–140	50	4,000V_{RMS}	1.3	1.6
120A25	120	25*	250	33K	85VAC (280V allowed)	10 VAC	600	1.6 volts	7 mA	12–140	250	4,000V_{RMS}	1.2	1.3
240A10	240	10*	110	33K	85VAC (280V allowed)	10 VAC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	50	4,000V_{RMS}	1.3	1.6
240A25	240	25*	250	33K	85VAC (280V allowed)	10 VAC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	250	4,000V_{RMS}	1.2	1.3
240A45	240	45*	650	33K	85VAC (280V allowed)	10 VAC	600	1.6 volts	14 mA	24–280	1750	4,000V_{RMS}	0.67	0.9

Notes: * Ambient temperature will affect the current rating. For details, see the Thermal Ratings chart.
** Operating Frequency: 25 to 65 Hz (operates at 400 Hz with 6 times the offstate leakage)
*** θjc = Thermal resistance from internal junction to base. Maximum internal junction temperature is 110 °C.

Connection Diagram, DC Power Series



Control Current varies with control voltage. For details, see "Control Current Calculation" on page 17.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

120/240/380 Volt (cont.)

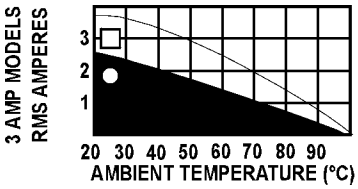
Surge Current Data

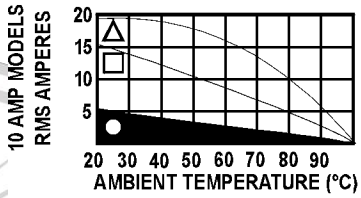
Time (Seconds)	Time* (Cycles)	3-Amp Peak Amps	10-Amp Peak Amps	25-Amp Peak Amps	45-Amp Peak Amps
0.017	1	85	110	250	650
0.050	3	66	85	175	420
0.100	6	53	70	140	320
0.200	12	45	60	112	245
0.500	30	37	50	80	175
1	60	31	40	67	134
2	120	28	33	53	119
3	180	27	32	49	98
4	240	26	31	47	95
5	300	25	30	45	91
10	600	24	28	42	84

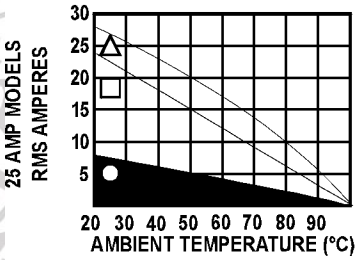
Note: *60 Hz.

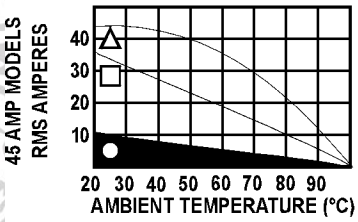
Thermal Ratings

Ambient temperature will affect the current rating.







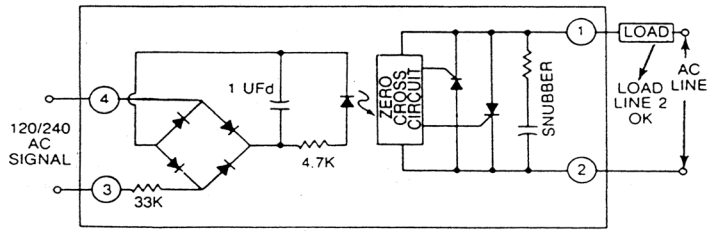


FREE AIR

MOUNTED ON A HEATSINK WITH 2 °C/WATT RATING

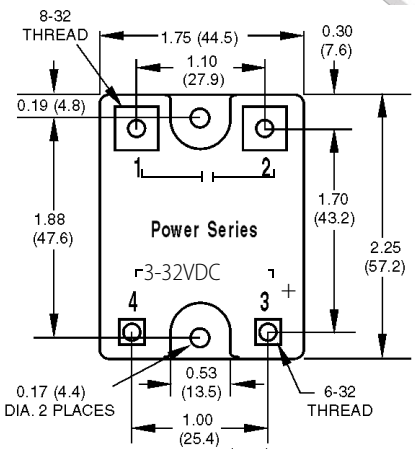
MOUNTED ON A HEATSINK WITH 1 °C/WATT RATING

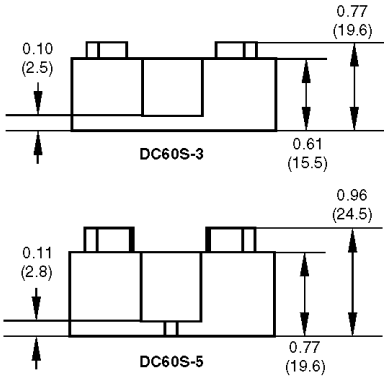
Connection Diagram, AC Power Series



Dimensional Drawings

NOTE: All dimensions are nominal. We do not recommend mounting the terminal side of the SSR to a flat PCB (printed circuit board) or other flat surface, because there may be some variation in terminal height from one terminal to another and from one SSR to another.





Side view: Part numbers DC60S3, 120D3, and 240D3 only

Side view: All other part numbers

MADE IN THE USA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

480/575 Volt

Model Number	Nominal AC Line Voltage	Nominal Current Rating (Amps)	1 cycle Surge (Amps) Peak	Nominal Signal Input Resistance (Ohms)	Signal Pick-up Voltage	Signal Drop-out Voltage	Peak Repetitive Voltage Maximum	Maximum Output Voltage Drop	Off-State Leakage (mA) Maximum**	Operating Voltage Range (Volts AC)	I^2t Rating t=8.3 (ms)	Isolation Voltage	θjc*** (°C/Watt)	Dissipation (Watts/Amp)
480D10-12	480	10*	110	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1200	3.2 volts	11 mA	100–530	50	4,000V_{RMS}	1.2	2.5
480D15-12	480	15*	150	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1200	3.2 volts	11 mA	100–530	50	4,000V_{RMS}	1.2	2.5
480D25-12	480	25*	250	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1000	1.6 volts	11 mA	100–530	250	4,000V_{RMS}	1.3	1.3
480D45-12	480	45*	650	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1000	1.6 volts	11 mA	100–530	1750	4,000V_{RMS}	0.67	0.9
575D15-12	575	15*	150	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1200	3.2 volts	15 mA	100–600	90	4,000V_{RMS}	1.2	2.5
575D45-12	575	45*	650	1000	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1000	1.6 volts	15 mA	100–600	1750	4,000V_{RMS}	0.67	0.9
575Di45-12	575	45*	650	730	3VDC (32V allowed)	1 VDC	1000	1.6 volts	15 mA	100–600	1750	4,000V_{RMS}	0.67	0.9

Notes: * Ambient temperature will affect the current rating. For details, see the Thermal Ratings chart.
** Operating Frequency: 25 to 65 Hz (operates at 400 Hz with 6 times the offstate leakage)
*** θjc = Thermal resistance from internal junction to base. Maximum internal junction temperature is 110 °C.

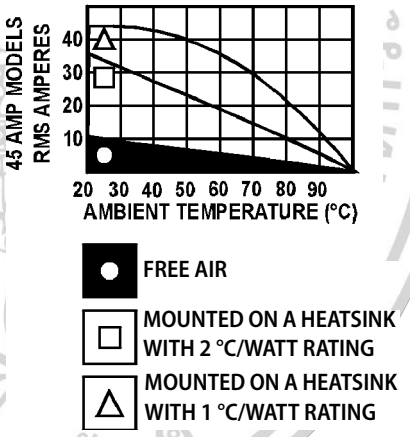
Surge Current Data

Time Second	Time*** (Cycles)	10-Amp Peak Amps	15-Amp Peak Amps	25-Amp Peak Amps	45-Amp Peak Amps
0.017	1	110	150	250	650
0.050	3	85	140	175	420
0.100	6	70	110	140	320
0.200	12	60	90	112	245
0.500	30	50	70	80	175
1	60	40	55	67	134
2	120	33	49	53	119
3	180	32	47	49	98
4	240	31	43	47	95
5	300	30	40	45	91
10	600	28	35	42	84

Note: ***60 Hz

Thermal Ratings

Ambient temperature will affect the current rating.



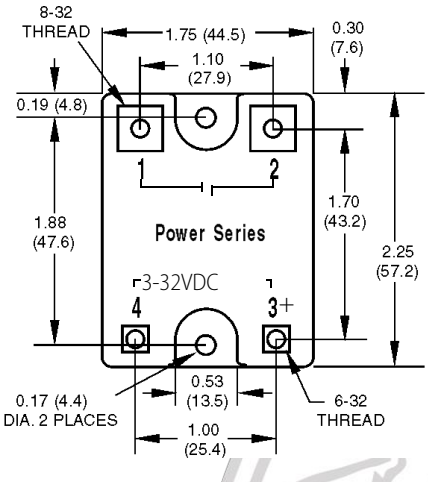
© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

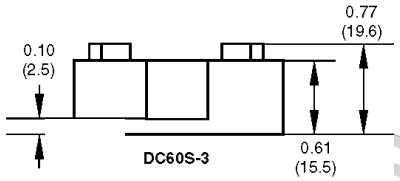
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

480/575 Volt (cont)

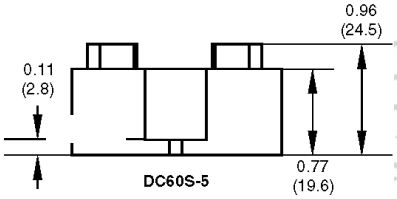
Dimensional Drawings

NOTE: All dimensions are nominal. We do not recommend mounting the terminal side of the SSR to a flat PCB (printed circuit board) or other flat surface, because there may be some variation in terminal height from one terminal to another and from one SSR to another.





Side view: Part numbers DC60S3, 120D3, and 240D3 only



Side view: All other part numbers

Z SERIES SPECIFICATIONS

AC Power: 120/240 Volt

The Z Series employs a unique heat transfer system that makes it possible for Opto 22 to deliver a low-cost, 10-amp, solid-state relay in an all-plastic case. The push-on tool-free quick-connect terminals make the Z Series ideal for high-volume OEM applications. Operating temperature is –40 °C to 100 °C. (Ambient temperature will affect the current rating.)

NOTE: Part number Z240D10-17 is a replacement part only. Its specifications are identical to Z240D10.

	Z120D10	Z240D10
Nominal AC Line Voltage Nominal	120	240
Current Rating (Amps)	10*	10*
1 cycle Surge (Amps) Peak	110	110
Nominal Signal Input Resistance (Ohms)	1000	1000
Signal Pick-up Voltage	3VDC (32V allowed)	3VDC (32V allowed)
Signal Drop-out Voltage	1 VDC	1 VDC
Peak Repetitive Voltage Maximum	600	600
Maximum Output Voltage Drop	1.6 volts	1.6 volts
Off-State Leakage (mA) Maximum**	6 mA	12 mA
Operating Voltage Range (Volts AC)	12–140	24–280
I^2t Rating t=8.3 (ms)	50	50
Isolation Voltage	4,000 V_{RMS}	4,000 V_{RMS}
θjc*** (°C/Watt) Dissipation (Watts/Amp)	4	4

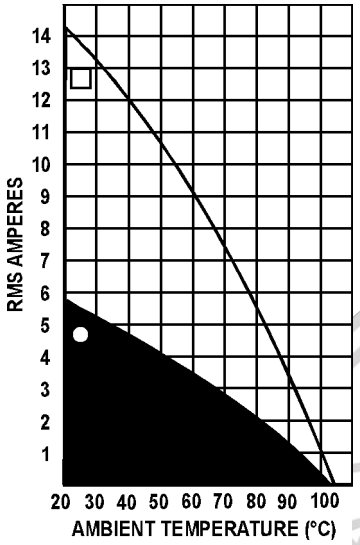
Notes: * Ambient temperature will affect the current rating. For details, see the Thermal Ratings chart.
** Operating Frequency: 25 to 65 Hz (operates at 400 Hz with 6 times the offstate leakage).
*** θjc = Thermal resistance from internal junction to base. Maximum internal junction temperature is 110 °C.

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

AC Power: 120/240 Volt (cont.)

Thermal Ratings

Ambient temperature will affect the current rating.



FREE AIR

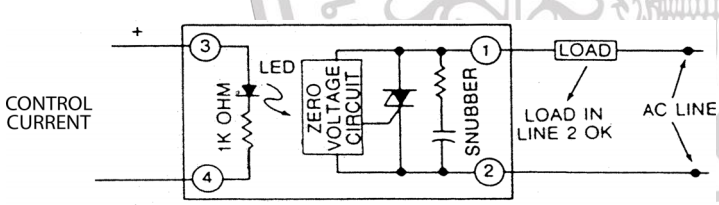
MOUNTED ON A HEATSINK WITH 2°C/WATT RATING

Surge Current Data

Time Second	Time* (Cycles)	Peak Amps
0.017	1	110
0.050	3	85
0.100	6	70
0.200	12	60
0.500	30	50
1	60	40
2	120	33
3	180	32
4	240	31
5	300	30
10	600	28

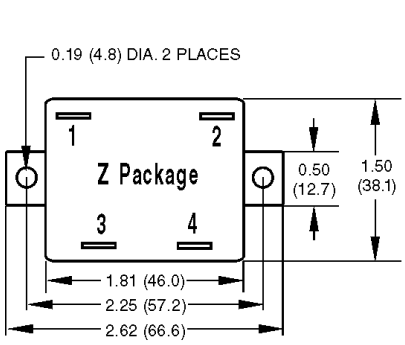
Note: *60 Hz

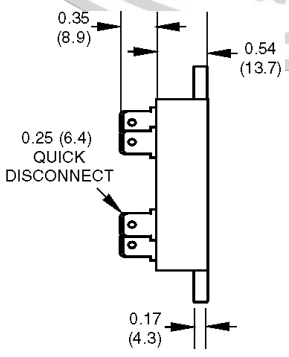
Connection Diagram



Control Current varies with control voltage. For details, see "Control Current Calculation" on page 17.

Dimensional Drawings





NOTE: All dimensions are nominal. We do not recommend mounting the terminal side of the SSR to a flat PCB (printed circuit board) or other flat surface, because there may be some variation in terminal height or alignment from one terminal to another and from one SSR to another.

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRINTED CIRCUIT SERIES SPECIFICATIONS

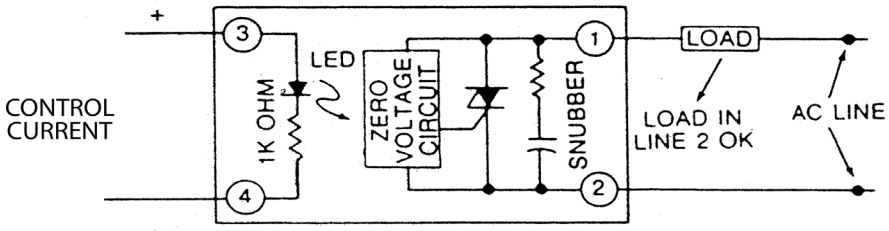
AC Power: MP and P Series

The MP Series packaging is designed with a minimum footprint to allow maximum relay density on the printed circuit board.
The P Series power relays provide low-profile for 0.5-inch (12.7 mm) center mounting on printed circuit boards.
Operating temperature: –40 °C to 100 °C. (Ambient temperature will affect the current rating.)

	MP120D2 or P120D2	MP120D4 or P120D4	MP240D2 or P240D2	MP240D4 or P240D4	MP380D4
Nominal AC Line Voltage	120	120	240	240	380
Nominal Current Rating (Amps)	2*	4*	2*	4*	4*
1 cycle Surge (Amps) Peak	20	85	20	85	85
Nominal Signal Input Resistance (Ohms)	1000	1000	1000	1000	1000
Signal Pick-up Voltage	3VDC**** (24V allowed)	3VDC**** (24V allowed)	3VDC**** (24V allowed)	3VDC**** (24V allowed)	3VDC**** (24V allowed)
Signal Drop-out Voltage	1 VDC	1 VDC	1 VDC	1 VDC	1 VDC
Peak Repetitive Voltage Maximum	600	600	600	600	800
Maximum Output Voltage Drop	1.6 volts	1.6 volts	1.6 volts	1.6 volts	1.6 volts
Off-State Leakage mA Maximum**	5 mA	5 mA	5 mA	5 mA	5 mA
Operating Voltage Range (Volts AC)	12–140	12–140	24–280	24–280	24–420
I^2t Rating t=8.3 (ms)	2	30	2	30	30
Isolation Voltage	4,000 V_{RMS}	4,000 V_{RMS}	4,000 V_{RMS}	4,000 V_{RMS}	4,000 V_{RMS}
θjc*** °C/Watt	20	6.5	20	6.5	6.5
Dissipation Watts/Amp	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Rating (Motor Load)	1 FLA at 120 VAC 6 LRA at 120 VAC	2.5 FLA at 240 VAC 6 LRA at 240 VAC	1 FLA at 120 VAC 15 LRA at 120 VAC	2.5 FLA at 240 VAC 15 LRA at 240 VAC	2.5 FLA at 380 VAC 15 LRA at 380 VAC

Notes: * Ambient temperature will affect the current rating. For details, see the Thermal Ratings chart.
** Operating Frequency: 25 to 65 Hz (operates at 400 Hz with 6 times the offstate leakage)
*** θjc = Thermal resistance from internal junction to base. Maximum internal junction temperature is 110 °C.
**** = P Series 32 volts maximum.

Connection Diagram



NOTE: Part numbers ending in -17 are replacement parts only. Their specifications are identical to the same part number without the -17. For example, P240D4-17 is identical to P240D4.

Control Current varies with control voltage. For details, see "Control Current Calculation" on page 17.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Power: MP and P Series (cont.)

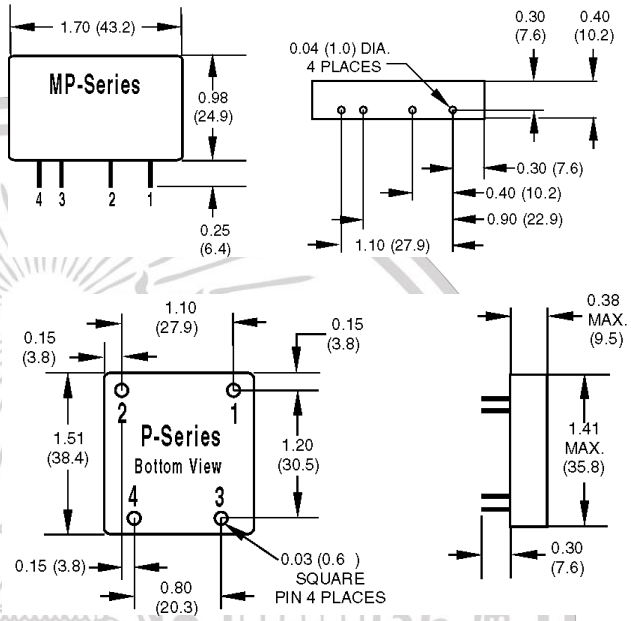
Surge Current Data

Time (Seconds)	Time* (Cycles)	2-Amp Peak Amps	4-Amp Peak Amps
0.017	1	20	85
0.050	3	18	66
0.100	6	15	53
0.200	12	11	45
0.500	30	9	37
1	60	8.5	31
2	120	8	28
3	180	7.5	27
4	240	7	26
5	300	6.5	25
10	600	6	24

Note: *60 Hz

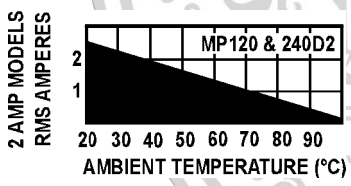
Dimensional Drawings

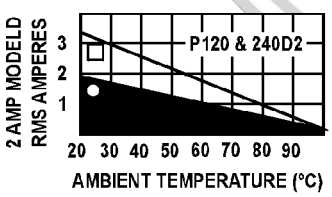
NOTE: All dimensions are nominal.

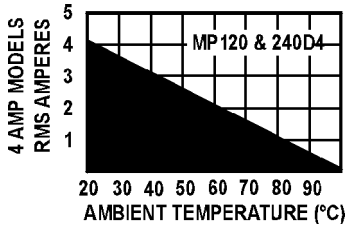


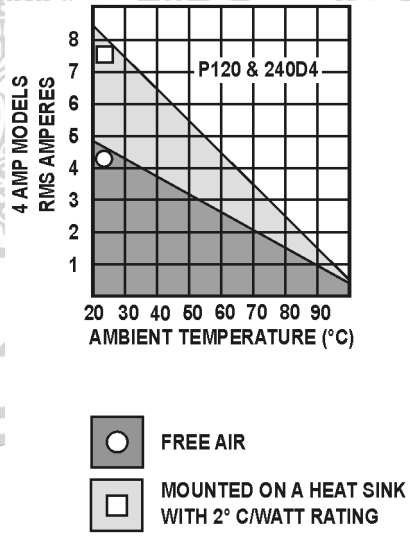
Thermal Ratings

Ambient temperature will affect the current rating.









MADE IN THE USA

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC SWITCHING SERIES SPECIFICATIONS

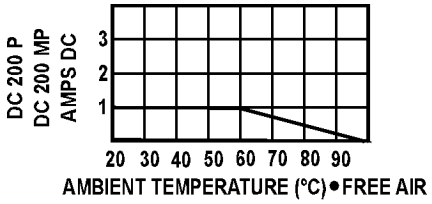
	DC60P or DC60MP	DC200P or DC200MP	DC60S3	DC60S5
Operating Voltage Range	5–60 VDC	5–200 VDC	5–60 VDC	5–60 VDC
Forward Voltage Drop	1.5 volts at 3 amps	1.5 volts at 1 amp	1.5 volts at 3 amps	1.5 volts at 5 amps
Nominal Current Rating (Amps)	3*	1*	3*	5*
Off-State Blocking	60 VDC	250 VDC	60 VDC	60 VDC
Signal Pickup Voltage	3 VDC 32 Volts** allowed	3 VDC 32 Volts** allowed	3 VDC 32 Volts allowed	3 VDC 32 Volts allowed
Signal Dropout Voltage	1 VDC	1 VDC	1 VDC	1 VDC
Signal Input Impedance	1,000 ohms	1,000 ohms	1,000 ohms	1,000 ohms
1 Second Surge	5 amps	2 amps	5 amps	10 amps
Operating Temp. Range	–40 °C to 100 °C	–40 °C to 100 °C	–40 °C to 100 °C	–40 °C to 100 °C
Isolation Voltage	4,000 V_{RMS}	4,000 V_{RMS}	4,000 V_{RMS}	4,000 V_{RMS}
Off-State Leakage	1 mA maximum	1 mA maximum	1 mA maximum	1 mA maximum
Package Type	P/MP series	P/MP series	Power series	Power series
Turn-on Time	100 usec	100 usec	100 usec	100 usec
Turn-off Time	750 usec	750 usec	750 usec	750 usec

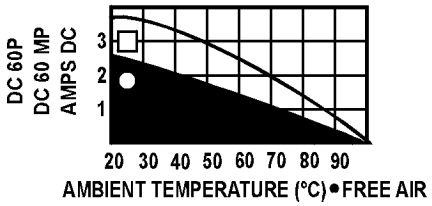
Notes: * Ambient temperature will affect the current rating. For details, see the Thermal Ratings chart.
** MP series maximum allowed control signal is 24 VDC.

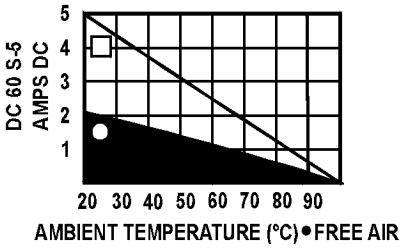
NOTE: When controlling an inductive load, like a solenoid or coil, a commutating diode must be used. Install the commutating diode across the terminals of the load (not the SSR terminals). This will protect the SSR from damage caused by voltage spikes when turning off the load.

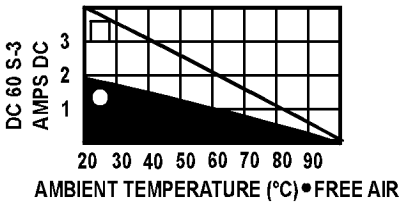
Thermal Ratings

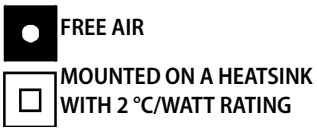
Ambient temperature will affect the current rating.



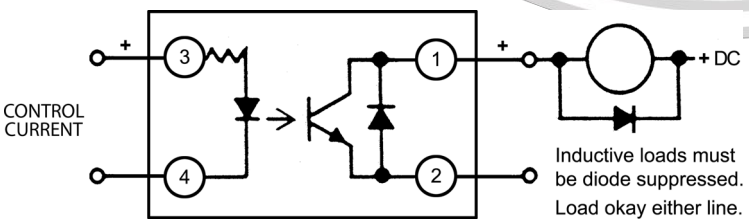








Model DC60MP Basic Schematic (also applies to the other SSRs on this page)

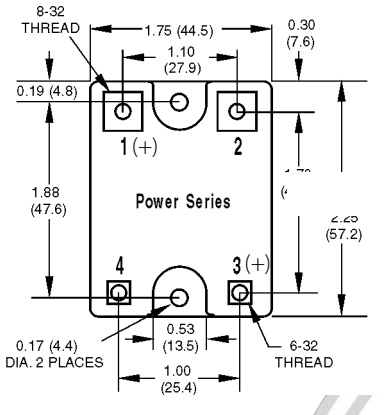


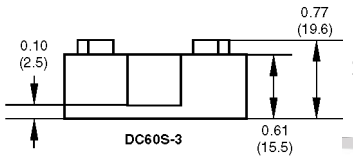
Control Current varies with control voltage. For details, see "Control Current Calculation" on page 17.

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

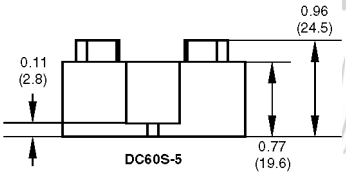
Dimensional Drawings

NOTE: All dimensions are nominal. We do not recommend mounting the terminal side of a Power Series or Z series SSR to a flat PCB (printed circuit board) or other flat surface, because there may be some variation in terminal height or alignment from one terminal to another and from one SSR to another. For mounting on PCBs, use the MP series or P series.



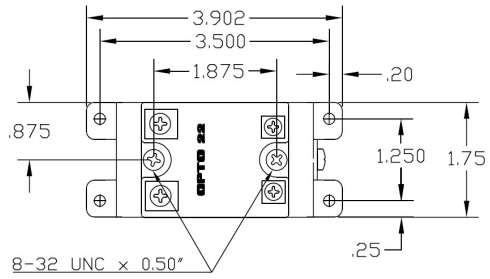


Side view: Part numbers DC60S3, 120D3, and 240D3 only

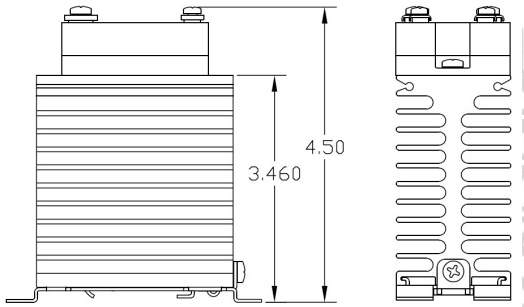


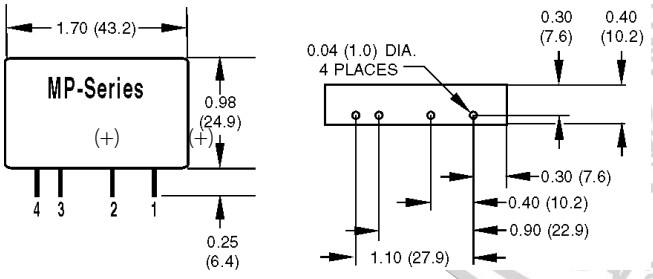
Side view: All other part numbers

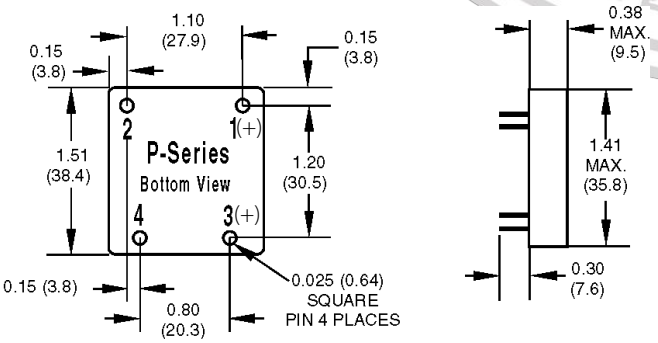
Power Series SSR with SSR-HS Heat Sink, top view



Power Series SSR with SSR-HS Heat Sink, side view







© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

HS SERIES SPECIFICATIONS

The HS Series features an integrated heatsink, which makes them so cool. Because there is less thermal resistance internal to the unit than in a standard SSR mounted to the same heat sink, heat dissipates more easily. The built-in heatsink means you don't have to select a heatsink, and installation is much easier. Each HS-series SSR has built-in hardware for screw mounting and a built-in DIN-rail adapter clip for mounting to a 35mm DIN rail.

Model Number	240D30-HS	480D25-HS	575D30-HS
Nominal AC Line Voltage	240	480	575
Operating Voltage Range (Volts AC)	24–280	100–530	100–600
Peak Repetitive Voltage Maximum	600	1000	1200
Off-State Leakage (mA) Maximum*	5 mA	10 mA	12 mA
Nominal Output Voltage Drop (RMS)	1.0 volts	1.0 volts	1.0 volts
Nominal Current Rating (Amps)	30**	25**	30**
1 cycle Surge (Amps) Peak	610	610	610
I^2t Rating t=8.3 (ms)	1550	1550	1550
Isolation Voltage (transient 4KV)	2,500V_{RMS}	2,500V_{RMS}	2,500V_{RMS}
Dissipation (Nominal Watts/Amp)	1.0	1.0	1.0
Signal Pick-up Voltage	4VDC (32V allowed)	4VDC (32V allowed)	4VDC (32V allowed)
Signal Drop-out Voltage	1 VDC	1 VDC	1 VDC
Nominal Signal Input Resistance (Ohms)	730	1000	1000
θja*** (°C/Watt)	2.2	2.2	2.2

Notes: * Operating Frequency: 25 to 65 Hz (operates at 400 Hz with 6 times the offstate leakage)
** Ambient temperature will affect the current rating. For details, see the associated Thermal Ratings chart.
*** θja = Thermal resistance from internal junction to base. Maximum internal junction temperature is 110 °C.

Surge Current Data, Peak Amps

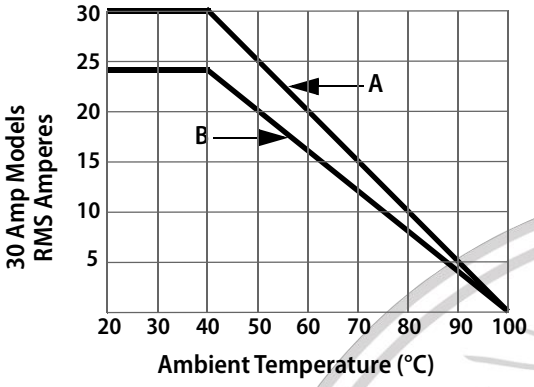
Time Second	60HZ	50HZ
0.0167	610	580
0.05	394	375
0.1	300	386
0.2	230	219
0.5	164	156
1	126	120
2	112	106
3	92	87
4	89	85
5	85	81
10	79	75

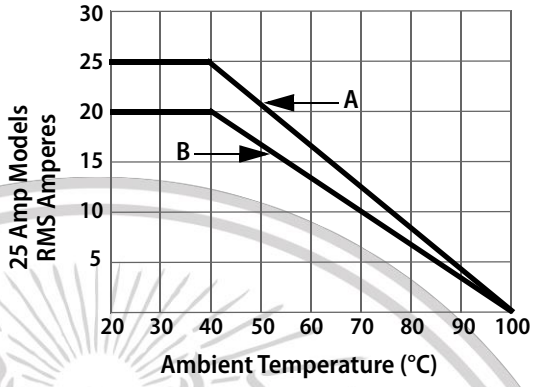
© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

HS-SERIES (CONT.)

Thermal Ratings

Ambient temperature will affect the current rating.



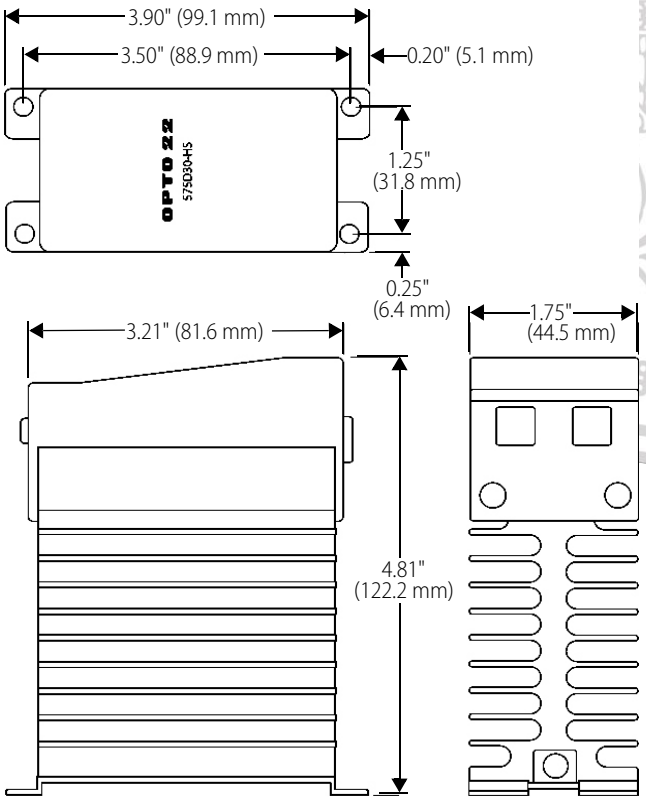


A: Single relay or with 0.75" spacing between relays. Derate above 40 °C; subtract 0.5 amp/°C.

B: Three relays side by side with 0.25" spacing. All relays with the same load. Derate above 40 °C; subtract 0.4 amp/°C.

NOTE: This data is for SSRs mounted to a horizontal surface. To take advantage of the cooling effect of natural air flow, we recommend mounting HS-series SSRs to a vertical surface with the Opto 22 logo right side up as shown here.

Dimensional Drawing



© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATIONS: TIPS

Heat Sink Calculation

Like all semiconductor devices, SSR current ratings must be based on maximum internal junction temperature. All Opto 22 SSRs operate conservatively at maximum internal junction temperatures of 110 °C. Use the equation below to calculate the maximum allowable heat sink thermal resistance for your application. It is good engineering practice to provide a margin for error instead of running the application right at the limits. If your application is near the thermal limit, it can be helpful to add a fan to move air across the heat sink.

$$\text{Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)} = \frac{\left[\text{SSR Max allowed internal junction temp} - \text{Max Ambient Temp} - \left[\text{Max Load Current} \times \text{SSR Heat Dissipation Factor} \times \text{SSR Thermal Resistance}\right]\right]}{\left[\text{Max Load Current} \times \text{SSR Heat Dissipation Factor}\right]}$$

IMPORTANT: Thermally conductive grease must be used between the relay base and the heat sink.

Sample Calculation 1

120-volt, 20-amp load; 50 °C ambient air temperature

Model: 120D25 SSR.

See the last two columns of the table on page 4 for *thermal resistance* and *dissipation* values for the 120D25. Also, see the note at the bottom of the table.

Dissipation: 1.3 watts/amp
Thermal resistance: 1.2 °C/watt
Maximum junction temperature: 110 °C

The calculation would be as follows:

Example for 120D25				
			Units	
Max Ambient Temp	=	50.00	° C	
Max Load Current	=	20.00	Amps	
SSR Heat Dissipation Factor	=	1.30	Watts/Amp	From Data Sheet
SSR Thermal Resistance	=	1.20	° C/Watt	
SSR Max allowed internal junction temp	=	110.00	° C	
Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)	=	(110 - 50 - (20 x 1.3 x 1.2)) / (20 x 1.3)	° C/Watt	
Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)	=	28.8 / 26	° C/Watt	
Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)	=	1.1	° C/Watt	

This calculation indicates that you should select a heat sink with a thermal resistance of less than 1.1 °C/watt.

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sample Calculation 2

240-volt,18-amp load, 25 °C ambient air temperature

Model: 240D45

See the last two columns of the table on page 4 for thermal resistance and dissipation values for the 240D45. Also, see the note at the bottom of the table.

Dissipation: 0.9 watts/amp
Thermal resistance: 0.67 °C/watt
Maximum junction temperature: 110 °C

The calculation would be as follows:

Example for 240D45				
			Units	
Max Ambient Temp	=	25.00	° C	
Max Load Current	=	18.00	Amps	
SSR Heat Dissipation Factor	=	0.90	Watts/Amp	From Data Sheet
SSR Thermal Resistance	=	0.67	° C/Watt	
SSR Max allowed internal junction temp	=	110.00	° C	
Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)	=	(110 - 25 - (18 x 0.9 x 0.67)) / (18 x 0.9)	° C/Watt	
Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)	=	74.146 / 16.2	° C/Watt	
Heat Sink Max Thermal Resistance (°C/Watt)	=	4.6	° C/Watt	

This calculation indicates that you should select a heat sink with a thermal resistance of less than 4.6 °C/watt.

Duty Cycle Calculation

When solid-state relays are operated in an on/off mode, it may be advantageous to calculate the RMS value of the current through the SSR for heat sinking or determining the proper current rating of the SSR for the given application.

I_{RMS} = RMS value of load or SSR

T_1 = Time current is on

T_2 = Time current is off

I_{ON} = RMS value of load current during on period

$$I_{RMS} = \sqrt{\frac{(I_{ON})^2 \times T_1}{T_1 + T_2}}$$

MADE IN THE USA

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Transformer Loads

Careful consideration should be given to the selection of the proper SSR for driving a given transformer. Transformers are driven from positive saturation of the iron core to negative saturation of the core each half cycle of the alternating voltage. Large inrush currents can occur during the first half cycle of line voltage if a zero-voltage SSR happens to turn on during the positive half cycle of voltage when the core is already in positive saturation. Inrush currents greater than 10 times rated transformer current can easily occur. The following table provides a guide for selecting the proper SSR for a given transformer rating.

120-Volt Transformers	
SSR MODEL	TRANSFORMER
P or MP 120D2	100 VA
Z120D10	500 VA
120D3	100 VA
P or MP 120D4	250 VA
120D10 or 120A10	500 VA
120D25 or 120A25	1 KVA
120D45	2 KVA
240-Volt Transformers	
P or MP240D2	200 VA
Z240D10	1 KVA
120D3	200 VA
P or MP240D4	500 VA
240D10 or 240A10	1 KVA
240D25 or 240A25	2 KVA
240D45	4 KVA
480-Volt Transformers	
SSR MODEL	TRANSFORMER
480D10-12	5-Amp Primary
480D15-12	5-Amp Primary

Solenoid Valve and Contactor Loads

All Opto 22 SSRs are designed to drive inductive loads such as solenoid valves and electromechanical contactors. The built-in snubber in each SSR assures proper operation into inductive loads. The following table is a guide in selecting an SSR to drive a solenoid or contactor.

120-Volt Coils		
SSR CURRENT RATING	SOLENOID	CONTACTOR
2-Amp	1-Amp	NEMA Size 4
4-Amp	3-Amp	NEMA Size 7
240-Volt Coils		
SSR CURRENT RATING	SOLENOID	CONTACTOR
2-Amp	1-Amp	NEMA Size 7
4-Amp	3-Amp	NEMA Size 7

Control Current Calculation

All Opto 22 DC-controlled SSRs have a control circuit consisting of 1000 ohms in series with an Optocoupler LED.

The LED will drop 1 volt, so the voltage across the internal resistor will be 1 volt less than the control voltage.

The control current (I_C) can be calculated from the control voltage (V_C) as follows:

$I_C = (V_C - 1)/1000$

Examples:

3 VDC control voltage:
$I_C = (3 - 1)/1000 = 0.002$ A (2 mA)

32 VDC control voltage:
$I_C = (32 - 1)/1000 = 0.031$ A (31 mA)

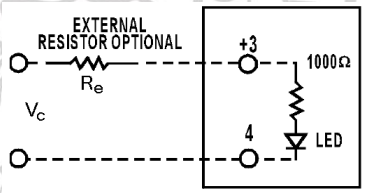
For control voltages above 32 VDC, an external resistor can be added in series with the SSR to limit the control current. Also, if the device driving the control current to the SSR is limited, you can limit the control current by using an external resistor (R_e).

$I_C = (V_C - 1)/ (R_e + 1000)$

$R_e = [(V_C - 1)/(I_C)] - 1000$

To limit the control current to 2 mA, this simplifies to:

$R_e = 500 (V_C - 3)$



© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

Opto 22 SSRs for controlling single-phase motors are shown in the following tables:

120-Volt Single-Phase Non-Reversing Motors	
SSR Model	MOTOR RATING
P or MP120D2	1 Amp
Z120D10	1/4 HP
120D3	1-1/2 Amp
P or MP120D4	1-1/2 Amp
120D10 or 120A10	1/4 HP
120D25 or 120A25	1/3 HP
120D45	3/4 HP

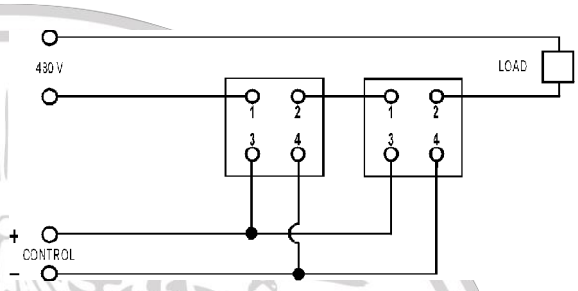
240-Volt Single Phase Non-Reversing Motors	
SSR Model	MOTOR RATING
P or MP240D2	1 Amp
Z240D10	1/4 HP
240D3	1-1/2 Amp
P or MP240D4	1-1/2 Amp
240D10 or 240A10	1/3 HP
240D25 or 120A25	1/2 HP
240D45	1-1/2 HP

120-Volt Single-Phase Reversing Motors	
SSR Model	MOTOR RATING
P or MP240D2	1 Amp
Z240D10	1/4 HP
240D3	1-1/2 Amp
P or MP240D4	1-1/2 Amp
240D10 or 240A10	1/4 HP
240D25 or 120A25	1/3 HP
240D45	3/4 HP

240-Volt Single-Phase Reversing Motors	
SSR Model	MOTOR RATING
480D10-12	1/4 HP
480D15-12	1/4 HP

Solid-State Relays in Series

In applications requiring higher voltage, two Opto 22 SSRs may be operated in series for double the voltage rating. The built-in snubber in each SSR assures proper voltage sharing of the two SSRs in series. In the following diagram, two 240-volt, 45-amp SSRs are connected in series for operation on a 480-volt line. The control is shown with a parallel hook-up but it should be noted that a serial connection can also be implemented.



Lamp Loads

Since all Opto 22 AC output SSRs use zero-voltage turn-on, they are ideal for driving incandescent lamps, because the initial inrush current into a cold filament is reduced. The life of the lamp is increased when switched by a zero-voltage turn-on SSR. The following table is a guide to selecting an Opto 22 SSR for switching a given incandescent lamp.

120 Volt Lamps	
SSR CURRENT RATING	LAMP RATING
2-Amp	100 Watt
4-Amp	400 Watt
10-Amp	1 Kilowatt
25-Amp	2 Kilowatt
45-Amp	3 Kilowatt
240 Volt Rating	
SSR CURRENT RATING	LAMP RATING
2-Amp	200 Watt
4-Amp	800 Watt
10-Amp	2 Kilowatt
25-Amp	4 Kilowatt
45-Amp	6 Kilowatt

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Heater Loads

Care should be taken in selecting a SSR for driving a heater load if the load is cycled on and off in a continuous manner as might occur in a temperature control application. Constant cycling can cause thermal fatigue in the thyristor chip at the point where the chip bonds to the lead frame. Opto 22 employs a thick copper lead frame for mounting the SCR chips in the power series SSRs to eliminate thermal fatigue failures. In addition, Opto 22 recommends operating any SSR at 75% rated current for cycling heater loads to ensure complete reliability.

The following table is a guide to selecting the proper SSR for a given heater load.*

Nominal SSR Current Rating	Maximum Recommended Heater Current
2-Amp	1½-Amp
4-Amp	2½-Amp
10-Amp	7½-Amp
25-Amp	18-Amp
45-Amp	35-Amp
10 480V	8-Amp
10 480V	8-Amp

* Ambient temperature will affect the current rating. For details, see the Thermal Ratings charts.

Single-Phase Reversing Motor Control

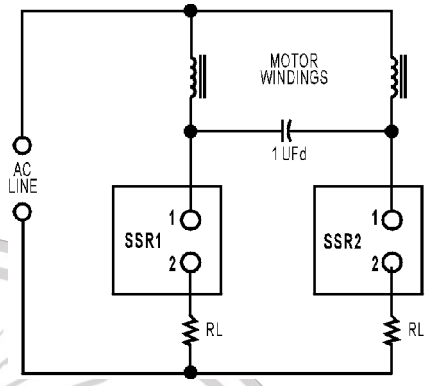
The circuit diagram below illustrates a typical 1 Ø motor winding inductance and the phase shift capacitor can cause twice-line voltage to appear across the open SSR. A 240-volt SSR should be used for a 120-volt line. During the transition period when one SSR is turned on and the other SSR is going off, both SSRs may be on. In this case, the capacitor may discharge through the two SSRs, causing large currents to flow, which may destroy the SSRs. The addition of RL as shown will protect the SSRs from the short circuit capacitor discharge current.

$$\text{CALCULATE RL as: } RL = \frac{1.4 \times EAC}{10 \times \text{SSR full load rating}}$$

EXAMPLE: 10 amp SSR
120 V AC Line

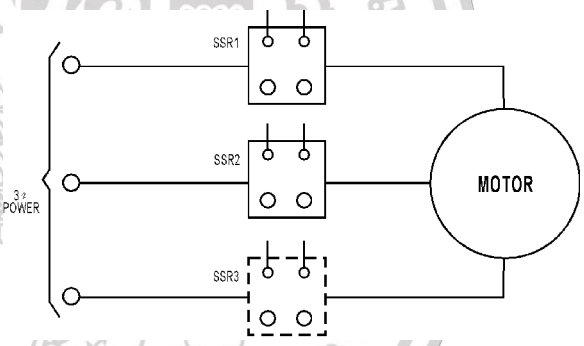
$$RL = \frac{1.4 \times 120}{10 \times 10} = 1.7 \text{ ohm}$$

Single-Phase Reversing Motor Control (cont.)



The resistors are unnecessary if the control circuit is designed to ensure that one SSR is off before the other SSR is on.

Three-Phase Motor Control



Three-phase motors may be controlled by solid-state relays as shown. A third SSR as shown is optional, but not necessary. The control windings may be connected in series or parallel. Care should be taken to ensure that the surge current drawn by the motor does not exceed the surge current rating of the SSR.

240 Volt Three-Phase Motor	
SSR MODEL	MOTOR
SSR MODEL	MOTOR
Z240D10	3/4 HP
240D10	3/4 HP
240A10	3/4 HP
240D25	2 HP
240A25	2 HP
240D45	3 HP

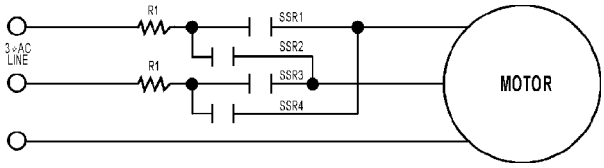
480 Volt Three-Phase Motors	
SSR MODEL	MOTOR
480D10-12	1-½ HP
480D15-12	1-½ HP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Three-Phase Reversing Motor Control



Three-phase reversing motor control can be implemented with four SSRs as shown in the connection diagram. The SSRs work in pairs with SSR1 and SSR3 operated for rotation in one direction and SSR2 and SSR4 operated for rotation in the reverse direction. The resistor R1 as shown in the connection diagram protects against line-to-line shorts if SSR1 and SSR4 or SSR3 and SSR2 are on at the same time during the reversing transition period. Use the following table as a guide to the proper selection of an SSR for this application.

Opto 22 Relay	Motor Full Load Rating	Resistor for 120V line	Resistor for 240V line
3-Amp	1.25-Amp	4 ohm 50 W	8 ohm 50 W
10-Amp	5-Amp	1 ohm 100 W	2 ohm 100 W
25-Amp	8-Amp	.5 ohm 100 W	1 ohm 100 W
45-Amp	16-Amp	.25 ohm 150 W	.5 ohm 150 W
15-Amp	5-Amp	1 ohm 100 W	2 ohm 100 W

FAQ: SSR APPLICATIONS

Q : What is a solid-state relay?

A: A solid-state relay (SSR) is a semiconductor device that can be used in place of a mechanical relay to switch electricity to a load in many applications. Solid-state relays are purely electronic, normally composed of a low current "control" side (equivalent to the coil on an electromechanical relay) and a high-current load side (equivalent to the contact on a conventional relay). SSRs typically also feature electrical isolation to several thousand volts between the control and load sides. Because of this isolation, the load side of the relay is actually powered by the switched line; both line voltage and a load (not to mention a control signal) must be present for the relay to operate.

Q : What are the advantages of using an SSR over a mechanical relay?

A: There are many applications that require a moderate amount of power (W to kW) to be switched on and off fairly rapidly. A good example would be the operation of a heater element in a controlled-temperature system. Typically, the amount of heat put into the system is regulated using pulse-width modulation turning a fixed-power heating element on and off for time periods ranging from seconds to minutes. Mechanical relays have a finite cycle life, as their components tend to wear out over thousands to millions of cycles. SSRs do not have this problem; in the proper application, they could be operated almost infinitely.

Q : What are the limitations of using an SSR?

A: SSRs have a few limitations when compared to the capabilities of their mechanical counterparts. First, because the relay is semiconductor-based, it will never turn all the way on, nor off. This means that in the "on" state, the relay still has some internal resistance to the flow of electricity, causing it to get hot. When in the "off" state, the relay will exhibit a small amount of leakage current, typically a few mA. This leakage can conspire to keep some loads, especially ones with a high impedance, from turning off! Additionally, SSRs are more sensitive to voltage transients; while Opto 22 relays are very well transient-protected, if a relay gets hit hard enough a sufficient number of times, it will die or degrade. This makes SSRs less ideal for driving highly inductive electromechanical loads, such as some solenoids or motors. SSRs should also never be used for applications such as safety power disconnects, because even in the off state, leakage current is present. Leakage current through an SSR also implies the presence of a potentially high voltage. Even though the relay is not conducting a large amount of current, the switched terminal will still be "hot," and thus dangerous.

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

เอกสารนี้เป็นเอกสารหวงห้าม สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q: Which SSRs should I use with a printed circuit board (PCB)?

A: If you are mounting SSRs to a PCB, use the MP or P series SSRs which are designed for that purpose.

We do not recommend mounting the terminal side of a Power Series or Z series SSR to a flat PCB (or to any other flat surface), because there may be some variation in terminal height or alignment from one terminal to another and from one SSR to another.

Q : Do you make multi-pole or multi-throw SSRs?

A: Opto 22 manufactures only single-pole, single-throw SSRs. If multi-phase operation is required, just use a relay on each phase. Because of the limitations on semiconductor devices of the type used in SSRs, it is not practical to build single-device multi-throw SSRs. However, an alternative to multi-throw operation may be accomplished with multiple relays.

Q : Can I hook up SSRs in parallel to achieve a higher current rating?

A: No. There is no way to guarantee that two or more relays will turn on simultaneously when operated in parallel. Each relay requires a minimum voltage across the output terminals to function; because of the optical isolation feature, the "contact" part of the SSR is actually powered by the line it switches. One relay turning on before the other will cause the second relay to lose its turn-on voltage, and it won't ever turn on, or at least not until the first relay fails from carrying too much current.

Q : What does a "zero-crossing" turn-on circuit refer to?

A: An AC sine wave will be positive for the first half of each cycle and negative for the second half of each cycle. The voltage will cross through zero when the sine wave changes from the positive half-cycle to the negative half-cycle, and vice versa. So the voltage crosses through zero twice with each full AC sine wave cycle. "Zero-crossing" turn-on means that the SSR will only turn on when the AC sine wave passes through zero voltage. The actual turn-on will occur at or near zero voltage. All Opto 22 AC output solid-state relays are designed with a zero-crossing turn-on circuit. Zero-voltage turn-on has the benefit of minimizing electrical noise. All Opto 22 AC output solid-state relays use a zero-current turn-off circuit as well.

Q : Can I use an AC SSR to switch DC?

A: No. Because of the zero-crossing circuit described above, the relay will most likely never turn on, and even if it is on, it will most likely not be able to be turned off.

Q : Can I use a DC SSR to switch AC?

A: No. The semiconductor device used in Opto 22's DC SSRs is polarized. It may break down and conduct for the portion of the waveform that is reversed in polarity.

Q : Can a DC SSR be used to switch an analog signal?

A: This is not recommended at all. First, the voltage drop across the relay will cause signal loss. Second, the conduction characteristics of the SSR are very non-linear at low operating voltages and currents. Use a mechanical relay; it will work much better.

Q : What agency approvals do your SSRs carry?

A: In general, Opto 22 relays carry UL, CSA, and CE approval. See **http://support.opto22.com.** Additionally, some SSRs contain VDE-approved optocouplers; contact Opto 22 for more information.

FAQ: SSR TROUBLESHOOTING

Q : My SSR does not function anymore. What may have happened?

A: There is no "normal" mode of failure for SSRs. They just stop working, by refusing to turn on or off. An improper installation is often to blame for an SSR failure, as these are very simple, reliable devices. If you have a failed SSR, it is important to look at the normal operating parameters of that relay within the larger system to make sure that the relay being used is appropriate to the application, and that the relay is being properly installed in the system. The three most common causes of SSR failure are as follows:

- **SSR improperly matched to load.** The relay was destroyed by overheating from carrying too much current too long.
- **SSR insufficiently protected.** Remember, a semiconductor is less tough than a simple metal contact. Reverse voltages exceeding the PRV rating of the relay will cause damage. Voltage spikes on the switched line, perhaps from inductive kickback, may have destroyed one or more of the internal switching devices. Remember to use snubbers, transorbs, MOVs, and/or commutating diodes on highly inductive loads.
- **SSR improperly installed.** The SSR was not mounted to a large enough heat sink, or no thermal compound was used, causing the relay to overheat. Also, insufficient tightening of the load terminals can cause arcing and ohmic heating of the relay. Opto 22 recommends 18 inch-pounds of torque on the load screw terminals. Similar failures have also been attributed to the use of crimp-on terminal lugs or spades; make sure such terminals are tightly crimped, and even drip some solder into the joint to ensure good electrical contact and protection from corrosion.

Q : How can I test my SSR?

A: It is not possible to test an SSR by the same methods used to test mechanical relays; a typical SSR will always show an infinite impedance to a resistance meter placed across the output terminals. There are a few reasons for this. First, the SSR requires a small amount of power to operate, derived from whatever voltage source is placed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

on the load terminals. A typical multimeter will not supply sufficient voltage to cause the relay to change state. Second, AC SSRs contain zero-voltage turn-on and zero-current turn-off circuits. The SSR will not be able to turn on unless there is AC voltage connected to the output terminals. Most test equipment will supply a DC voltage to the relay, so it will never see the zero-voltage transition it requires to turn on. To test an SSR, it is best to operate it at the actual line voltage it will be used at, driving a load such as a large light bulb.

Q : I have an SSR driving a load. The load turns on okay, but never seems to turn off, unless I remove power from the relay entirely. What might be happening?

A: This is normally a problem when using an SSR with a high-impedance load, such as a neon lamp or a small solenoid. Loads like these often have relatively large initial currents, but relatively small "hold in" currents. The result is that the off-state leakage current through the relay (see previous section) is insufficient to cause the load to turn on to start with, but sufficient to keep it on, once started. The solution is to place a power resistor, sized for 8–10 times the rated maximum leakage current for the SSR in parallel with the load. Make sure that this resistor has a high enough power rating for the application. For example, for a 5 mA leakage current at 120 VAC, a resistor drawing 50 mA would be desirable. Using Ohm's Law, the resistor value becomes 2,400 ohms. This resistor will dissipate 6 watts, so a 7.5 or 10-watt size power resistor should be used.

Q : I have a new AC SSR driving a solenoid. It turns on okay once, but will not turn on again. What is going on?

A: Some solenoids, some types of halogen lights, and some types of strobe lights incorporate a diode in series with the coil or filament. This causes the light to behave as a half-wave rectifier. Opto 22 SSRs have a built-in R-C snubber circuit in parallel with the output. The capacitor in this circuit charges up but cannot discharge through the series diode, causing a voltage to appear across the SSR terminals. Because the SSR must detect the AC waveform cross through zero volts on the load terminals, it will not be able to turn on again. The solution here would be to put a high-value resistor (several tens of Kohms) across the terminals of the relay, to allow the capacitor to drain its charge.

© 2006–2021 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

More about Opto 22

OPTO 22

PRODUCTS

Opto 22 develops and manufactures reliable, easy-to-use, open standards-based hardware and software products. Industrial automation, process control, building automation, industrial refrigeration, remote monitoring, data acquisition, and industrial internet of things (IIoT) applications worldwide all rely on Opto 22.

groov EPIC® System

Opto 22's *groov* Edge Programmable Industrial Controller (EPIC) system gives you an industrially hardened system with guaranteed-for-life I/O, a flexible Linux®-based processor with gateway functions, and software for your automation and IIoT applications.

groov EPIC I/O

groov I/O connects locally to sensors and equipment with up to 24 channels on each I/O module. Modules have a spring-clamp terminal strip, integrated wireway, swing-away cover, and LEDs indicating module health and discrete channel status.

groov I/O is hot swappable, UL Hazardous Locations approved, and ATEX compliant.

groov EPIC Processor

The heart of the system is the *groov* EPIC processor. It handles a wide range of digital, analog, and serial functions for data collection, remote monitoring, process control, and discrete and hybrid manufacturing.

In addition, the EPIC provides secure data communications among physical assets, control systems, software applications, and online services, both on premises and in the cloud.

Configuring and troubleshooting I/O and networking is easier with the EPIC's integrated high-resolution color touchscreen. Authorized users can manage the system locally on the touchscreen or on a monitor connected via the HDMI or USB ports.

groov EPIC Software

Software included in the *groov* EPIC processor:

- PAC Control engine to run PAC Control and PAC Display
- CODESYS Runtime engine to run IEC61131-3 compliant programs built with CODESYS Development System
- Optional access to the Linux operating system through a secure shell (SSH) to download and run custom applications
- *groov* View for building your own device-independent HMI, viewable on the touchscreen, PCs, and mobile devices
- Node-RED for creating simple logic flows from pre-built nodes
- Ignition Edge® from Inductive Automation®, with OPC-UA drivers to Allen-Bradley®, Siemens®, and other control systems, and MQTT communications with Sparkplug for efficient IIoT data transfer

groov RIO®

groov RIO revolutionizes remote I/O by offering a single, compact, PoE-powered industrial package with web-based configuration, commissioning, and flow logic software built in, plus support for multiple OT and IT protocols.

Standing alone, it meets the needs of small, variable I/O count applications, especially those that require data logging or data communications, commonly found in IIoT applications. *groov* RIO can also be used with a Modbus/TCP master or as remote I/O for a *groov* EPIC system.

Older products

From solid state relays (our first products) to world-famous G4 and SNAP I/O, to SNAP PAC controllers, older Opto 22 products are still supported and still doing the job at thousands of installations worldwide. You can count on us to give you the reliability and service you expect, now and in the future.

QUALITY

Founded in 1974, Opto 22 has established a worldwide reputation for high-quality products. All are made in the U.S.A. at our manufacturing facility in Temecula, California.

Because we test each product twice before it leaves our factory rather than testing a sample of each batch, we can afford to guarantee most solid-state relays and optically isolated I/O modules for life.

FREE PRODUCT SUPPORT

Opto 22's California-based Product Support Group offers free, comprehensive technical support for Opto 22 products from engineers with decades of training and experience. Support is available in English and Spanish by phone or email, Monday–Friday, 7 a.m. to 5 p.m. PST.

Support is always available on our website, including free online training at OptoU, how-to videos, user's guides, the Opto 22 KnowledgeBase, troubleshooting tips, and OptoForums. In addition, instructor-led, hands-on Premium Factory Training is available at our Temecula, California headquarters, and you can register online.

PURCHASING OPTO 22 PRODUCTS

Opto 22 products are sold directly and through a worldwide network of distributors, partners, and system integrators. For more information, contact Opto 22 headquarters at **800-321-6786** (toll-free in the U.S. and Canada) or **+1-951-695-3000**, or visit our website at www.opto22.com.

OPTO 22 • www.opto22.com
43044 Business Park Dr. Temecula, CA 92590-3614

SALES • sales@opto22.com
800-321-6786 • 1-951-695-3000

SUPPORT • support@opto22.com
800-835-6786 • 1-951-695-3080

MADE IN THE USA

© 2001–2020 Opto 22. All rights reserved. Dimensions and specifications are subject to change. Brand or product names used herein are trademarks or registered trademarks of their respective companies or organizations.

Form 1335-200902

LCD TFT Module Specification

Riverdi
our pixels behave

RVT70AQFFWC00

LCD TFT Datasheet

Rev.2.0
2016-10-13

ITEM	CONTENTS	UNIT
LCD Type	TFT/Transmissive/Normally white	/
Size	7.0	Inch
Viewing Direction	12:00 (without image inversion)	O' Clock
Gray Scale Inversion Direction	6:00	O' Clock
LCM (W × H × D)	165.60 ×100.60× 11.98	mm^3
Active Area (W × H)	154.08 × 85.92	mm^2
Dot Pitch (W × H)	0.1926 × 0.179	mm^2
Number of Dots	800 (RGB) × 480	/
Driver IC	FT813	/
Backlight Type	21 LEDs	/
Surface Luminance	350	cd/m^2
Interface Type	SPI/QSPI	/
Color Depth	16.7M	/
Pixel Arrangement	RGB Vertical Stripe	/
Surface Treatment	Clear	
Input Voltage	3.3	V
With/Without TSP	Projected Capacitive Touch Panel	/
Weight	251.1	g

Note 1: RoHS compliant

Note 2: LCM weight tolerance: ± 5%.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REVISION RECORD

REVNO.	REVDATE	CONTENTS	REMARKS
1.0	2015-05-12	Initial Release	
1.1	2015-09-21	Update total thickness, color depth and weight information	
1.2	2016-01-12	Update Input Voltage for LED Inverter	
1.3	2016-06-06	Update Interface description (pin 4 and pin 5)	
1.4	2016-10-13	Added Inspection Standards	
2.0	2016-10-13	New PCT Controller	

CONTENTS

REVISION RECORD 2
CONTENTS 2
1 MODULE CLASSIFICATION INFORMATION 3
2 MODULE DRAWING 4
3 ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS 5
4 ELECTRICAL CHARACTERISTICS 5
5 ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS 5
6 INTERFACE DESCRIPTION 7
7 FT813 CONTROLLER SPECIFICATIONS 8
7.1 Serial host interface 8
7.2 Block Diagram 9
7.3 Host interface SPI mode 0 9
7.4 Backlight driver block diagram 9
8 LCD TIMING CHARACTERISTICS 10
8.1 Clock and data input time diagram 10
8.2 Parallel RGB input timing table 10
9 CAPACITIVE TOUCH SCREEN PANEL SPECIFICATIONS 11
9.1 Mechanical characteristics 11
9.2 Electrical characteristics 11
10 INSPECTION 12
10.1 Inspection condition 12
10.2 Inspection standard 13
11 RELIABILITY TEST 16
12 LEGAL INFORMATION 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

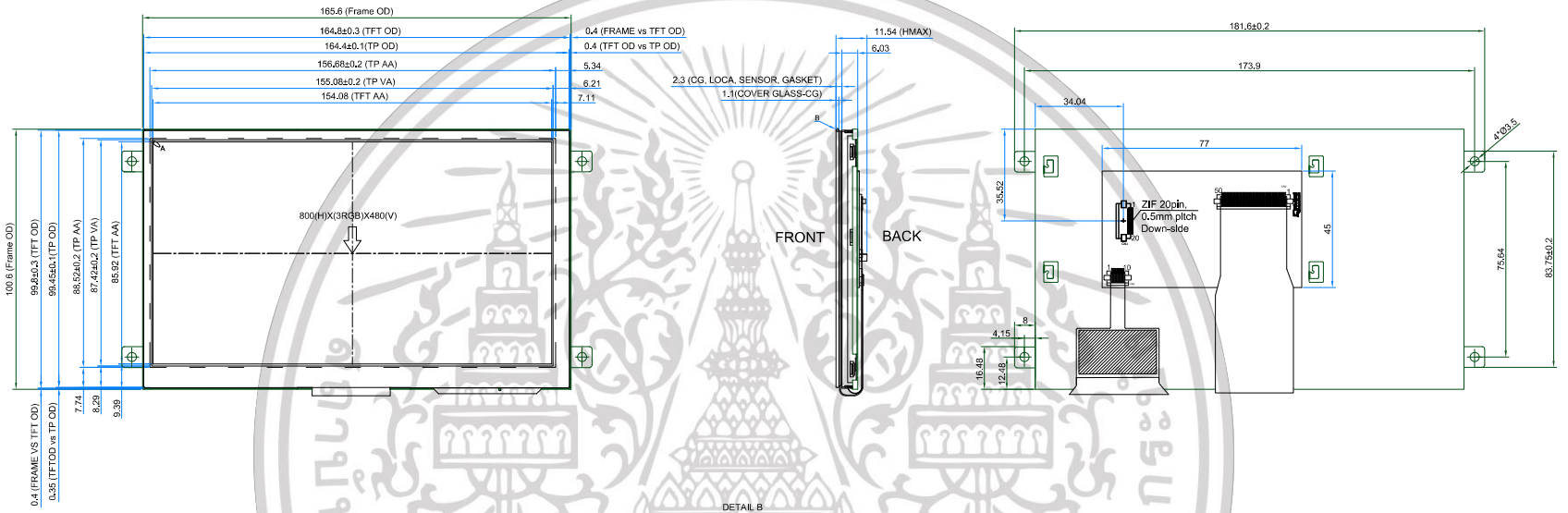
1 MODULE CLASSIFICATION INFORMATION

RV	T	70	A	Q	F	F	W	C	00
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.

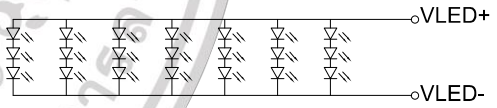
1.	**BRAND**	**RV** – Riverdi
2.	**PRODUCT TYPE**	**T – TFT Standard** **F** – TFT Custom
3.	**DISPLAY SIZE**	**35** – 3.5” **43** – 4.3” **50** – 5.0” **70 – 7.0”**
4.	**MODEL SERIAL NO.**	**A**(A-Z)
5.	**RESOLUTION**	**Q – 800x480 px**
6.	**INTERFACE**	**T** – TFT LCD, RGB **L** – TFT LCD, LVDS **S** – TFT + Controller SSD1963 **F – TFT + Controller FT813**
7.	**FRAME**	**N** – No Frame **F – Mounting Frame**
8.	**BACKLIGHT TYPE**	**W** – LED White
9.	**TOUCH PANEL**	N – No Touch Panel **R** – Resistive Touch Panel **C – Capacitive Touch Panel**
10.	**VERSION**	**00** (00-99)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN	DESC
1	VDD
2	GND
3	SPI_SCLK
4	MISO/IO1
5	MOSI/IO0
6	CS
7	INT
8	PD
9	NC
10	AUDIO_OUT
11	GPIO0/IO2
12	GPIO1/IO3
13	GPIO2
14	GPIO3
15	NC
16	NC
17	BLVDD
18	BLVDD
19	BLGND
20	BLGND



Internal Backlight LED Circuit



CTP PIN DESC	
PIN NO.	SYMBOL
1	VSS
2	VDD
3	SCL
4	NC
5	SDA
6	NC
7	/RST
8	/WAKE
9	/INT
10	VSS

NOTES:
1. DISPLAY TYPE: TFT, TRANSMISSIVE, NORMALLY WHITE
2. 7.0 INCH PROJECTIVE CAPACITIVE TOUCH PANEL.
3. OPERATION VOLTAGE: VDD=3.3V
4. VIEWING DIRECTION: 12 O'CLOCK
5. LED BACKLIGHT: 21-LED WHITE, BUILT-IN INVERTER
6. IC CONTROLLER: FT813
7. CTP IC DRIVER: FT5406
8. CTP MULTI FINGER: UP TO 5
9. OPERATING TEMP.: -20°C ~ 70°C
10. STORAGE TEMP.: -30°C ~ 80°C
11. SURFACE LUMINANCE: 350 cd/m^2
12. GENERAL TOLERANCE: ±0.2
13. RoHS COMPLIANT

Ver.	DESCRIPTION	DATE
1.2	Update pin description	2016.06.06
1.1	Update total thickness	2015.09.21
1.0	Initial case	2015.05.10

CUSTOMER		DATE	2015.09.21
DRAWN	SCALE 1:1	TITLE	RVT70AQFFWC00
DFTG CHK	UNIT mm		
ENGR CHK		MODEL	
APPROVAL	Riverdi our pixels behave	DWG NO	PAGE
		Rev.1.1	1/1

3 ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

PARAMETER	SYMBOL	MIN	MAX	UNIT
Supply Voltage For Logic	VDD	-0.3	3.6	V
Input Voltage For Logic	VIN	-0.3	VDD	V
Input Voltage For LED Inverter	BLVDD	-0.3	7.0	V
Operating Temperature	T_{OP}	-20	70	°C
Storage Temperature	T_{ST}	-30	80	°C
Humidity	RH	-	90% (Max 60°C)	RH

4 ELECTRICAL CHARACTERISTICS

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNIT
Supply Voltage For Module	VDD	3.0	3.3	3.6	V
Input Voltage for LED Inverter	BLVDD	2.8	5.0	5.5	V
Input Current (Exclude LED Backlight)	IDD	-	TBD	-	mA
LED Backlight Current	$IDD_{backlight}$ (@ 5V)	-	450	540	mA
Input Voltage ' H ' level	V_{IH}	0.7VDD	-	VDD	V
Input Voltage ' L ' level	V_{IL}	0	-	0.2VDD	V
LED Life Time	-	30000	50000	-	Hrs

Note: The LED life time is defined as the module brightness decrease to 50% original brightness at Ta=25°C

5 ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS

ITEM		SYMBOL	CONDITION	MIN	TYP	MAX	UNIT	REMARK	NOTE
Response Time		Tr+Tf	θ=0°	-	20	35	ms	FIG 1.	4
Contrast Ratio		Cr	Ø=0°	400	500	-	---	FIG 2.	1
Luminance Uniformity		δ WHITE	Ta=25	70	75	-	%	FIG 2.	3
Surface Luminance		Lv		-	350	-	cd/m^2	FIG 2.	2
Viewing Angle Range		θ	Ø = 90°	40	50	-	deg	FIG 3.	6
			Ø = 270°	60	70	-	deg	FIG 3.	
			Ø = 0°	60	70	-	deg	FIG 3.	
			Ø = 180°	60	70	-	deg	FIG 3.	
CIE (x, y) Chromaticity	Red	x	θ=0° Ø=0° Ta=25	-	-	-		FIG 2.	5
		y		-	-	-			
	Green	x		-	-	-			
		y		-	-	-			
	Blue	x		-	-	-			
		y		-	-	-			
	White	x		-	0.280	-			
		y		-	0.310	-			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Note 1. Contrast Ratio(CR) is defined mathematically as below, for more information see Figure 1.

$$\text{Contrast Ratio} = \frac{\text{Average Surface Luminance with all white pixels (P1, P2, P3, P4, P5)}}{\text{Average Surface Luminance with all black pixels (P1, P2, P3, P4, P5)}}$$

Note 2. Surface luminance is the LCD surface from the surface with all pixels displaying white. For more information, see Figure 2.

Lv = Average Surface Luminance with all white pixels (P1, P2, P3, P4, P5)

Note 3. The uniformity in surface luminance δ WHITE is determined by measuring luminance at each test position 1 through 5, and then dividing the maximum luminance of 5 points luminance by minimum luminance of 5 points luminance. For more information, see Figure 2.

$$\delta \text{ WHITE} = \frac{\text{Minimum Surface Luminance with all white pixels (P1, P2, P3, P4, P5)}}{\text{Maximum Surface Luminance with all white pixels (P1, P2, P3, P4, P5)}}$$

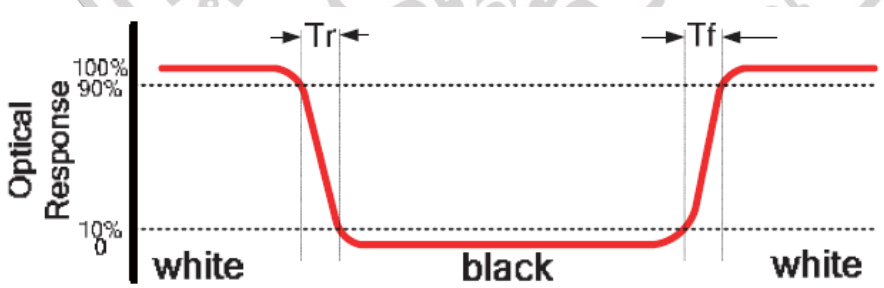
Note 4. Response time is the time required for the display to transition from white to black (Rise Time, Tr) and from black to white (Decay Time, Tf). For additional information see Figure 1. The test equipment is Autronic-Melchers's ConoScope series.

Note 5. CIE (x, y) chromaticity, the x, y value is determined by measuring luminance at each test position 1 through 5, and then make average value.

Note 6. Viewing angle is the angle at which the contrast ratio is greater than 2. For TFT module the contrast ratio is greater than 10. The angles are determined for the horizontal or x axis and the vertical or y axis with respect to the z axis which is normal to the LCD surface. For more information see Figure 3.

Note 7. For viewing angle and response time testing, the testing data is based on Autronic-Melchers's ConoScope series. Instruments for Contrast Ratio, Surface Luminance, Luminance Uniformity, CIE the test data is based on TOPCON's BM-5 photo detector.

Figure 1. The definition of response time



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2.Measuring method for Contrast ratio, surface luminance, Luminance uniformity, CIE (x, y) chromaticity

A : 5 mm
B : 5 mm
H, V : Active Area
Light spot size ∅=5mm, 500mm distance from the LCD surface to detector lens
measurement instrument is TOPCON's luminance meter BM-5

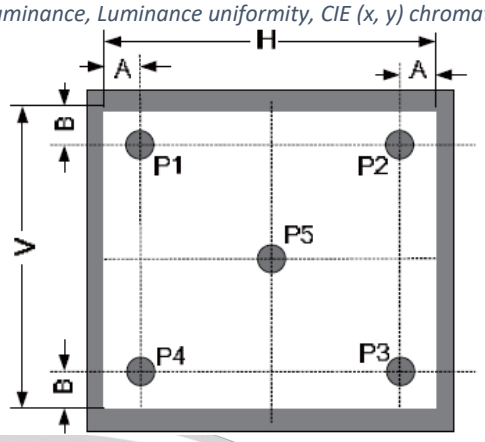
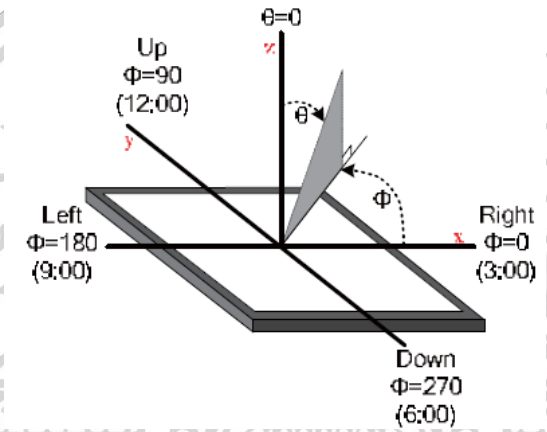


Figure 3.The definition of viewing angle



6 INTERFACE DESCRIPTION

PIN NO.	SYMBOL	DESCRIPTION
1	VDD	Power Supply
2	GND	Ground
3	SPI_SCLK	SPI SCK Signal, Internally 47k Pull UP
4	MISO/ IO1	SPI MISO Signal / SPI Quad mode: SPI data line 1
5	MOSI/ IO0	SPI MOSI Signal / SPI Quad mode: SPI data line 0
6	CS	SPI Chip Select Signal, Internally 47k Pull UP
7	INT	Interrupt Signal, Active Low, Internally 47k Pull UP
8	PD	Power Down Signal, Active Low, Internally 47k Pull UP
9	NC	Not Connected
10	AUDIO_OUT	Audio Out Signal
11	GPIO0/IO2	SPI Single mode: General purpose IO0/ SPI Quad mode: SPI data line 2
12	GPIO1/IO3	SPI Single mode: General purpose IO1/ SPI Quad mode: SPI data line 3
13	GPIO2	General purpose IO2
14	GPIO3	General purpose IO3 or analog input for ADC
15	NC	Not Connected
16	NC	Not Connected
17	BLVDD	Backlight Power Supply, Can Be Connected to VDD
18	BLVDD	Backlight Power Supply, Can Be Connected to VDD
19	BLGND	Backlight Ground, Internally connected to GND
20	BLGND	Backlight Ground, Internally connected to GND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7 FT813 CONTROLLER SPECIFICATIONS

FT813 or EVE (Embedded Video Engine) simplifies the system architecture for advanced human machine interfaces (HMIs) by providing functionality for display, audio, and touch as well as an object oriented architecture approach that extends from display creation to the rendering of the graphics.

7.1 Serial host interface

Figure 4.SPI interface connection

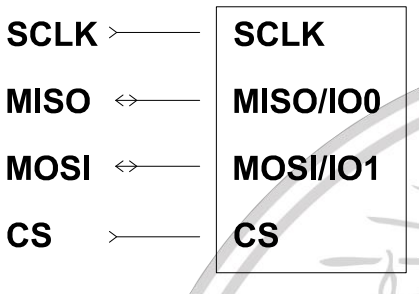
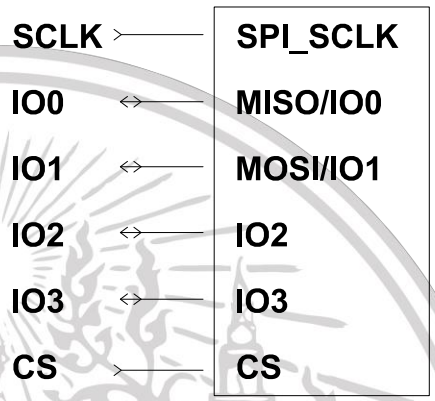


Figure 5. QSPI interface connection



SPI Interface – the SPI slave interface operates up to 30MHz.
Only SPI mode 0 is supported. The SPI interface is selected by default (MODE pin is internally pulled low by 47k resistor).

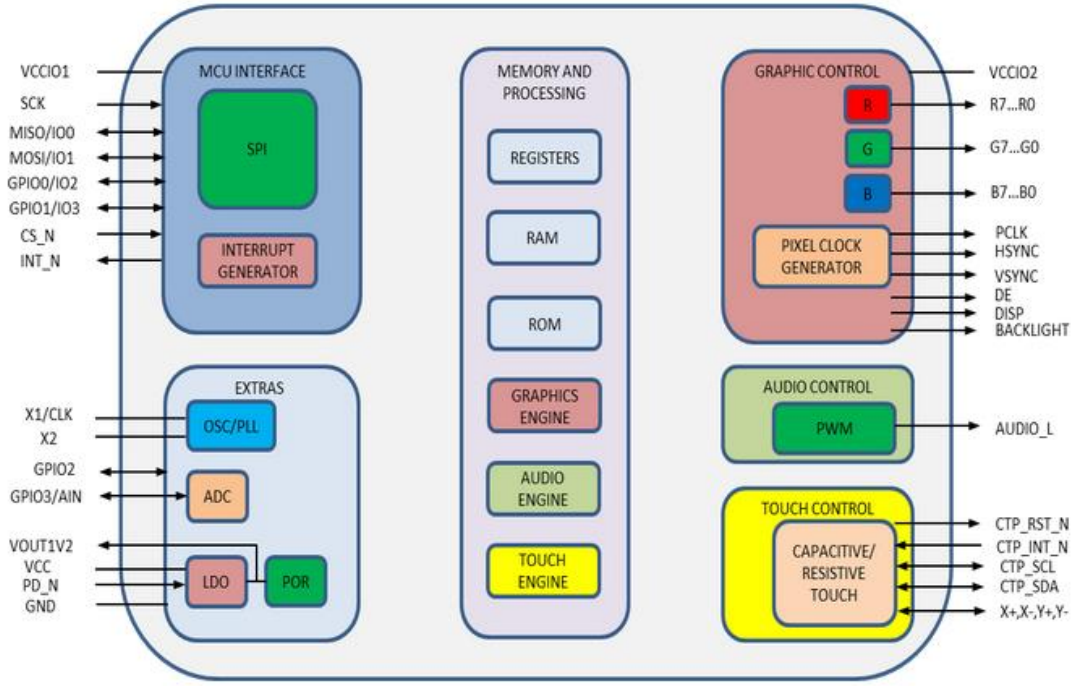
QSPI Interface – the QSPI slave interface operates up to 30MHz. Only SPI mode 0 is supported. The QSPI can be configured as a SPI slave in SINGLE, DUAL or QUAD data bus modes.

By default the SPI slave operates in the SINGLE channel mode with MOSI as input from the master and MISO as output to the master. DUAL and QUAD channel modes can be configured through the SPI slave itself. To change the channel modes, write to register REG_SPI_WIDTH.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

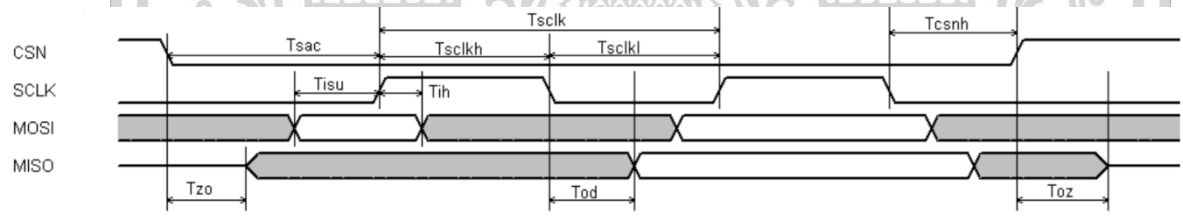
7.2 Block Diagram

Figure 6. FT813 Block diagram



7.3 Host interface SPI mode 0

Figure 7. SPI timing diagram

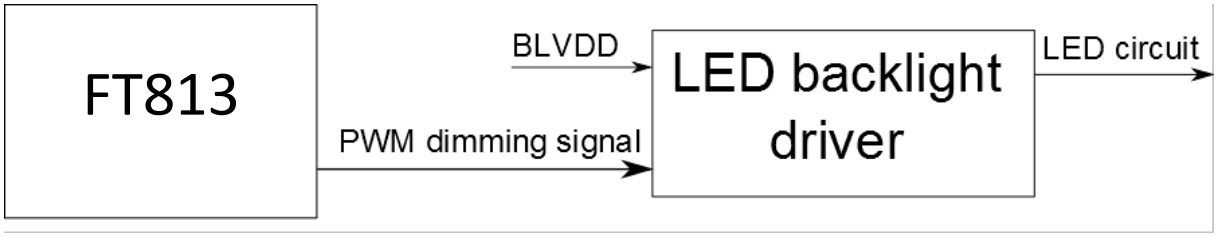


For more information about FT813 controller please go to official FT81x website.
http://www.ftdichip.com/Products/ICs/FT81X.html

7.4 Backlight driver block diagram

Backlight enable signal is internally connected to FT813 Backlight control pin. This pin is controlled by two FT813's registers. One of them specifies the PWM output frequency, second one specifies the duty cycle. Refer to FT813 datasheet for more information.

Figure 8. Backlight driver block diagram



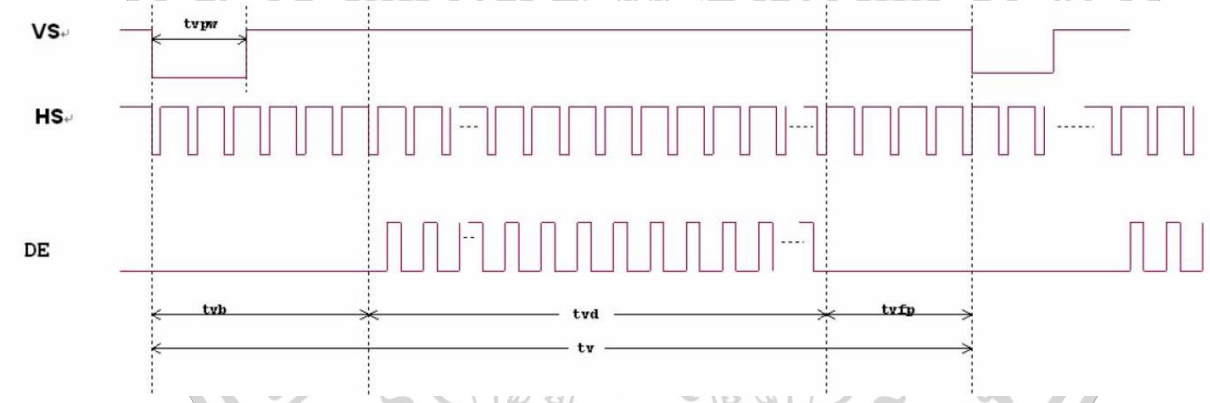
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8 LCD TIMING CHARACTERISTICS

8.1 Clock and data input time diagram

Figure 9. Horizontal input timing diagram

Figure 10. Vertical input timing diagram



8.2 Parallel RGB input timing table

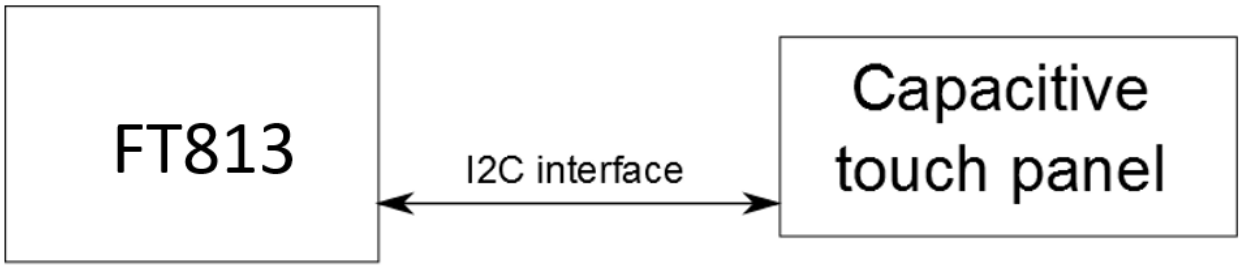
PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNIT
DCLK Frequency	Fclk	26.4	33.3	46.8	MHz
VSD Period Time	tv	510	525	650	TH
VSD Display Area	tvd		480		TH
VSD Blanking	tvb		23		TH
VSD Front Porch	tvfp	7	22	147	TH
VSD Pulse Width	tvpw	1	-	20	TH
HSD Pulse Width	thpw	1	-	40	DCLK
HSD Period Time	th	862	1056	1200	DCLK
HSD Display Area	thd		800		DCLK
HSD Blanking	thb		46		DCLK
HSD Front Porch	thfp	16	210	354	DCLK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9 CAPACITIVE TOUCH SCREEN PANEL SPECIFICATIONS

The Capacitive Touch Panel is directly connected to FT813 module. Therefore communication with Capacitive Touch Panel is simplified to read registers of FT813.

Figure 11. Capacitive Touch Panel Connection



9.1 Mechanical characteristics

DESCRIPTION	INL SPECIFICATION	REMARK
Touch Panel Size	7 inch	
Outline Dimension (OD)	164.4mm x 99.45mm	Cover Lens Outline
Product Thickness	2.3mm	
Glass Thickness	1.1mm	
Ink View Area	155.08mm x 87.42mm	
Sensor Active Area	156.68mm x 88.52mm	
Input Method	5 Finger	
Activation Force	Touch	
Surface Hardness	≥7H	

9.2 Electrical characteristics

DESCRIPTION		SPECIFICATION
Operating Voltage		DC 2.8~3.3V
Power Consumption (IDD)	Active Mode	10~18mA
	Sleep Mode	30~50μA
Interface		I^2C
Linearity		<1.5%
Controller		FT5426
I2C address		0x38 (7-bit address)
Resolution		1792*1024

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10 INSPECTION

Standard acceptance/rejection criteria for TFT module.

10.1 Inspection condition

Ambient conditions:

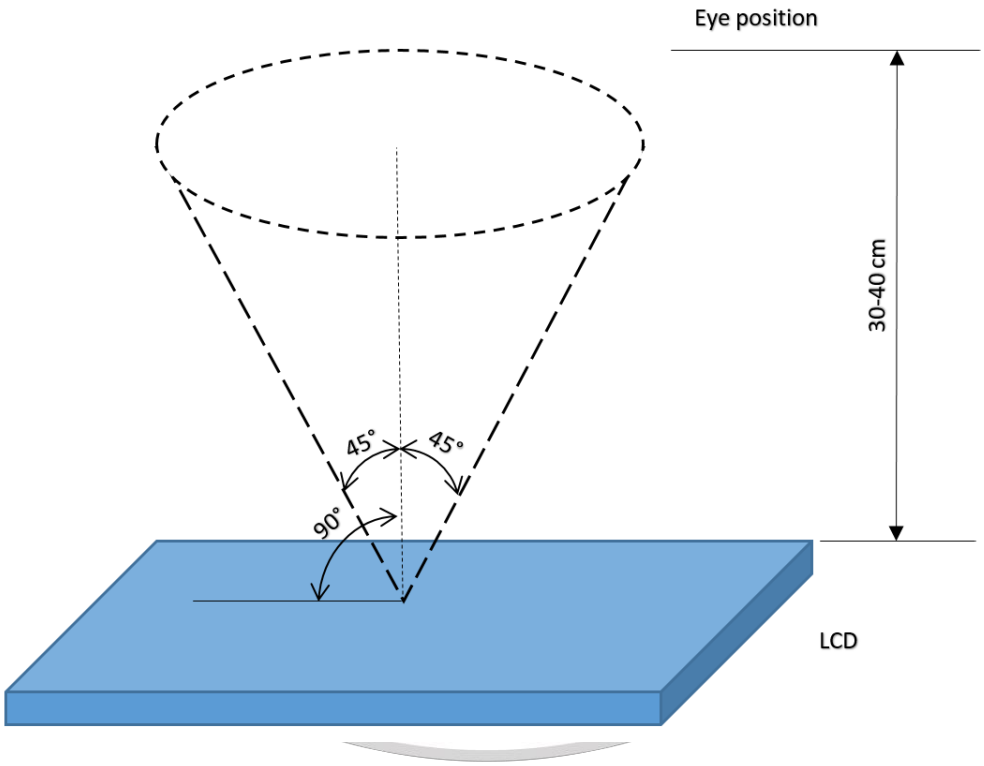
- Temperature: 25±°C
- Humidity: (60±10) %RH
- Illumination: Single fluorescent lamp non-directive (300 to 700 lux)

Viewing distance:

35±5cm between inspector bare eye and LCD.

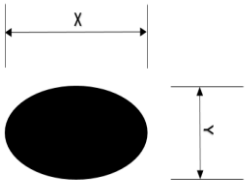
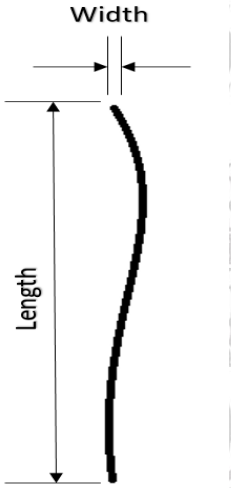
Viewing Angle:

U/D: 45°/45°, L/R 45°/45°



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.2 Inspection standard

Item	Criterion
Black spots, white spots, light leakage, Foreign Particle (round Type)	 $D = \frac{(x+y)}{2}$ *Spots density: 10 mm
LCD black spots, white spots, light leakage (line Type)	 *Spots density: 10 mm

Size < 5”	
Average Diameter	Qualified Qty
D < 0.2 mm	Ignored
0.2 mm < D < 0.3 mm	3
0.3 mm < D < 0.5 mm	2
0.5 mm < D	0

Size >= 5”	
Average Diameter	Qualified Qty
D<0.2 mm	Ignored
0.2 mm < D < 0.3 mm	4
0.3 mm < D < 0.5 mm	2
0.5 mm < D	0

Size < 5”		
Length	Width	Qualified Qty
-	W< 0.02	Ignored
L < 3.0	0.02 < W <0.05	2
L < 2.5	0.05 < W <0.08	
-	0.08 < W	0

Size >= 5”		
Length	Width	Qualified Qty
-	W< 0.02	Ignored
L < 3.0	0.02 < W <0.05	4
L < 2.5	0.05 < W <0.08	
-	0.08 < W	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<table>
<tr><th>Item</th><th>Criterion</th></tr>
<tr><td>Clear spots</td><td>
<table>
<tr><th colspan="2">Size < 5”</th></tr>
<tr><td>Average Diameter</td><td>Qualified Qty</td></tr>
<tr><td>D < 0.2 mm</td><td>Ignored</td></tr>
<tr><td>0.2 mm < D < 0.3 mm</td><td>3</td></tr>
<tr><td>0.3 mm < D < 0.5 mm</td><td>2</td></tr>
<tr><td>0.5 mm < D</td><td>0</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="2">Size >= 5”</th></tr>
<tr><td>Average Diameter</td><td>Qualified Qty</td></tr>
<tr><td>D<0.2 mm</td><td>Ignored</td></tr>
<tr><td>0.2 mm < D < 0.3 mm</td><td>4</td></tr>
<tr><td>0.3 mm < D < 0.5 mm</td><td>2</td></tr>
<tr><td>0.5 mm < D</td><td>0</td></tr>
</table>
*Spots density: 10 mm
</td></tr>
<tr><td>Polarizer bubbles</td><td>
<table>
<tr><th colspan="2">Size < 5”</th></tr>
<tr><td>Average Diameter</td><td>Qualified Qty</td></tr>
<tr><td>D < 0.2 mm</td><td>Ignored</td></tr>
<tr><td>0.2 mm < D < 0.5 mm</td><td>3</td></tr>
<tr><td>0.5 mm < D < 1 mm</td><td>2</td></tr>
<tr><td>1 mm < D</td><td>0</td></tr>
<tr><td>Total Q’ty</td><td>3</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="2">Size >= 5”</th></tr>
<tr><td>Average Diameter</td><td>Qualified Qty</td></tr>
<tr><td>D<0.25 mm</td><td>Ignored</td></tr>
<tr><td>0.25 mm < D < 0.5 mm</td><td>3</td></tr>
<tr><td>0.5 mm < D</td><td>0</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Electrical Dot Defect</td><td>
<table>
<tr><th colspan="2">Size < 5”</th></tr>
<tr><td>item</td><td>Qualified Qty</td></tr>
<tr><td>Black do defect</td><td>4</td></tr>
<tr><td>Bright dot defect</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Total Dot</td><td>5</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="2">Size >= 5”</th></tr>
<tr><td>item</td><td>Qualified Qty</td></tr>
<tr><td>Black do defect</td><td>5</td></tr>
<tr><td>Bright dot defect</td><td>2</td></tr>
<tr><td>Total Dot</td><td>5</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<table>
<tr><th>Item</th><th>Criterion</th></tr>
<tr><td>Touch panel spot</td><td>
<table>
<tr><th colspan="2">Size < 5”</th></tr>
<tr><td>Average Diameter</td><td>Qualified Qty</td></tr>
<tr><td>D < 0.2 mm</td><td>Ignored</td></tr>
<tr><td>0.2 mm < D < 0.4 mm</td><td>5</td></tr>
<tr><td>0.4 mm < D < 0.5 mm</td><td>2</td></tr>
<tr><td>0.5 mm < D</td><td>0</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="2">Size >= 5”</th></tr>
<tr><td>Average Diameter</td><td>Qualified Qty</td></tr>
<tr><td>D<0.25 mm</td><td>Ignored</td></tr>
<tr><td>0.25 mm < D < 0.5 mm</td><td>4</td></tr>
<tr><td>0.5 mm < D</td><td>0</td></tr>
</table>
</td></tr>
<tr><td>Touch panel White Line Scratch</td><td>
<table>
<tr><th colspan="3">Size < 5”</th></tr>
<tr><td>Length</td><td>Width</td><td>Qualified Qty</td></tr>
<tr><td>-</td><td>W< 0.02</td><td>Ignored</td></tr>
<tr><td>L < 3.0</td><td>0.02 < W <0.05</td><td rowspan="2">2</td></tr>
<tr><td>L < 2.5</td><td>0.05 < W <0.08</td></tr>
<tr><td>-</td><td>0.08 < W</td><td>0</td></tr>
</table>
<table>
<tr><th colspan="3">Size >= 5”</th></tr>
<tr><td>Length</td><td>Width</td><td>Qualified Qty</td></tr>
<tr><td>-</td><td>W< 0.03</td><td>Ignored</td></tr>
<tr><td>L < 5.0</td><td>0.03 < W <0.05</td><td>2</td></tr>
<tr><td>-</td><td>0.05 < W</td><td>0</td></tr>
</table>
</td></tr>
</table>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11 RELIABILITY TEST

NO.	TEST ITEM	TEST CONDITION
1	High Temperature Storage	80±2°C/240hours
2	Low Temperature Storage	-30±2°C/240hours
3	High Temperature Operating	70±2°C/240hours
4	Low Temperature Operating	-20±2°C/240hours
5	Temperature Cycle	-30±2°C~25~80±2°C × 20 cycles (30min.) (5min.) (30min.)
6	Damp Proof Test	60°C ±5°C × 90%RH/240hours
7	Vibration Test	Frequency 10Hz~55Hz Amplitude of vibration : 1.5mm Sweep: 10Hz~55Hz~10Hz X, Y, Z 2 hours for each direction.
8	Package Vibration Test	Random vibration :0.15G*G/HZ from 5-200HZ,-6dB/Octave from 200-500HZ of each direction of X.Y. Z (6 hours for total)
9	Package Drop Test	Height:60 cm 1 corner,3 edges,6 surfaces
10	ESD Test	± 2KV, Human body mode,100pF/1500Ω
11	Mechanical Shock	100G 6ms, X, Y, Z 3 times for each direction

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12 LEGAL INFORMATION

Riverdi makes no warranty, either expressed or implied with respect to any product, and specifically disclaims all other warranties, including, without limitation, warranties for merchantability, non-infringement and fitness for any particular purpose. Information about device are the property of Riverdi and may be the subject of patents pending or granted. It is not allowed to copy or disclosed this document without prior written permission.

Riverdi endeavors to ensure that the all contained information in this document are correct but does not accept liability for any error or omission. Riverdi products are in developing process and published information may be not up to date. Riverdi reserves the right to update and makes changes to Specifications or written material without prior notice at any time. It is important to check the current position with Riverdi.

Images and graphics used in this document are only for illustrative the purpose. All images and graphics are possible to be displayed on the range products of Riverdi, however the quality may vary. Riverdi is no liable to the buyer or to any third part for any indirect, incidental, special, consequential, punitive or exemplary damages (including without limitation lost profits, lost savings, or loss of business opportunity) relating to any product, service provided or to be provided by Riverdi, or the use or inability to use the same, even if Riverdi has been advised of the possibility of such damages.

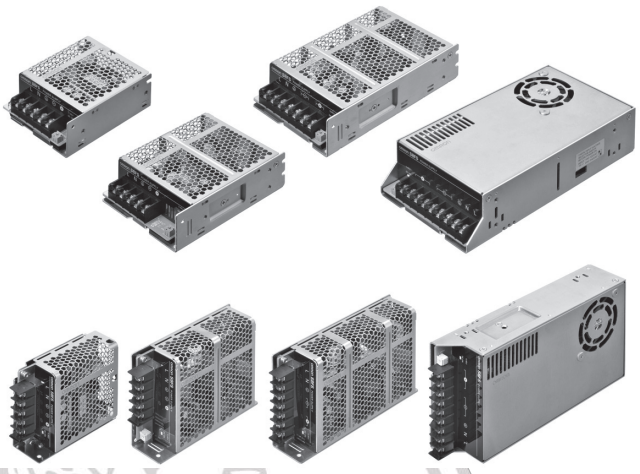
Riverdi products are not fault tolerant nor designed, manufactured or intended for use or resale as on line control equipment in hazardous environments requiring fail – safe performance, such as in the operation of nuclear facilities, aircraft navigation or communication systems, air traffic control, direct life support machines or weapons systems in which the failure of the product could lead directly to death, personal injury or severe physical or environmental damage (‘High Risk Activities’). Riverdi and its suppliers specifically disclaim any expressed or implied warranty of fitness for High Risk Activities. Using Riverdi products and devices in 'High Risk Activities' and in any other application is entirely at the buyer’s risk, and the buyer agrees to defend, indemnify and hold harmless Riverdi from any and all damages, claims or expenses resulting from such use. No licenses are conveyed, implicitly or otherwise, under any Riverdi intellectual property rights.

Riverdi
our pixels behave

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Switch Mode Power Supply (15/25/35/50/75/100/150/200/350-W Models)
S8FS-C

High Reliability at a Reasonable Cost. Reliable, Basic Power Supplies That Contribute to Stable Equipment Operation.



- High Reliability: Enhanced abnormal overvoltage resistance and lightning surge resistance for stable operation even with an unstable input voltage.
- Long Life: Japanese 105°C electrolytic capacitors are used to achieve stable quality and long life. A reliable 3-year warranty.*
- Wide Input Ranges: 100 to 120 VAC and 200 to 240 VAC
- Full Lineup: Models are available for the main output voltages and capacities used in FA applications.
- Global Standards: Conforms to CE (all models), Approved for UL (all models) and CCC (15 to 150-W models).
- Easy mounting to DIN Rails with Mounting Brackets.

* Refer to *Period and Terms of Warranty* on page 39.

⚠ **Refer to *Safety Precautions for All Power Supplies* and *Safety Precautions* on page 36.**

Product Lineup

Output voltage (VDC)	Power rating								
	15 W	25 W	35 W	50 W	75 W	100 W	150 W	200 W	350 W
5 V	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
12 V	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
15 V	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	---	---
24 V	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
36 V	---	---	---	---	---	Yes	Yes	Yes	Yes
48 V	---	---	---	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes

Model Number Structure

Model Number Legend

Note: Not all combinations are possible. Refer to *List of Models* in *Ordering Information* on page 2.

S8FS-C□□□□□□
(1) (2) (3)

(1) Power Rating

Code	Power rating
015	15 W
025	25 W
035	35 W
050	50 W
075	75 W
100	100 W
150	150 W
200	200 W
350	350 W

(2) Output Voltage

Code	Output voltage (VDC)
05	5 V
12	12 V
15	15 V
24	24 V
36	36 V
48	48 V

(3) Configuration

Code	Terminal Block Direction	
Blank	Models with terminal block facing upward	
J	Models with terminal block facing forward	
D	Models with DIN rail	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

List of Models

Note: For details on normal stock models, contact your nearest OMRON representative.

Power rating	Input voltage	Output voltage (VDC)	Output current	Built-in fan	Model with terminal block facing upward	Model with terminal block facing forward	Model wtih DIN rail
15 W	100 to 240 VAC (allowable range: 85 to 264 VAC or 120 to 370 VDC ∗1)	5 V	3 A	None	---	S8FS-C01505J	S8FS-C01505D
		12 V	1.3 A			S8FS-C01512J	S8FS-C01512D
		15 V	1 A			S8FS-C01515J	S8FS-C01515D
		24 V	0.7 A			S8FS-C01524J	S8FS-C01524D
25 W		5 V	5 A		S8FS-C02505	S8FS-C02505J	S8FS-C02505D
		12 V	2.1 A		S8FS-C02512	S8FS-C02512J	S8FS-C02512D
		15 V	1.7 A		S8FS-C02515	S8FS-C02515J	S8FS-C02515D
		24 V	1.1 A		S8FS-C02524	S8FS-C02524J	S8FS-C02524D
35 W		5 V	7 A		S8FS-C03505	S8FS-C03505J	S8FS-C03505D
		12 V	3 A		S8FS-C03512	S8FS-C03512J	S8FS-C03512D
		15 V	2.4 A		S8FS-C03515	S8FS-C03515J	S8FS-C03515D
		24 V	1.5 A		S8FS-C03524	S8FS-C03524J	S8FS-C03524D
50 W		5 V	10 A		S8FS-C05005	S8FS-C05005J	S8FS-C05005D
		12 V	4.2 A		S8FS-C05012	S8FS-C05012J	S8FS-C05012D
		15 V	3.4 A		S8FS-C05015	S8FS-C05015J	S8FS-C05015D
		24 V	2.2 A		S8FS-C05024	S8FS-C05024J	S8FS-C05024D
		48 V	1.1 A		S8FS-C05048	S8FS-C05048J	S8FS-C05048D
75 W		5 V	14 A		S8FS-C07505	S8FS-C07505J	S8FS-C07505D
		12 V	6.2 A		S8FS-C07512	S8FS-C07512J	S8FS-C07512D
		15 V	5 A		S8FS-C07515	S8FS-C07515J	S8FS-C07515D
		24 V	3.2 A		S8FS-C07524	S8FS-C07524J	S8FS-C07524D
		48 V	1.6 A		S8FS-C07548	S8FS-C07548J	S8FS-C07548D
100 W	100 to 120 VAC, 200 to 240 VAC (allowable range: 85 to 132 VAC, 176 to 264 VAC, or 248 to 373 VDC (Select with the switch.) ∗2)	5 V	20 A		S8FS-C10005	S8FS-C10005J	S8FS-C10005D
		12 V	8.5 A		S8FS-C10012	S8FS-C10012J	S8FS-C10012D
		15 V	7 A		S8FS-C10015	S8FS-C10015J	S8FS-C10015D
		24 V	4.5 A		S8FS-C10024	S8FS-C10024J	S8FS-C10024D
		36 V	2.8 A		S8FS-C10036	S8FS-C10036J	S8FS-C10036D
		48 V	2.3 A		S8FS-C10048	S8FS-C10048J	S8FS-C10048D
150 W	100 to 120 VAC, 200 to 240 VAC (allowable range: 90 to 132 VAC, 180 to 264 VAC, or 254 to 373 VDC (Select with the switch.) ∗2)	5 V	26 A		S8FS-C15005	S8FS-C15005J	S8FS-C15005D
		12 V	12.5 A		S8FS-C15012	S8FS-C15012J	S8FS-C15012D
		15 V	10 A		S8FS-C15015	S8FS-C15015J	S8FS-C15015D
		24 V	6.5 A		S8FS-C15024	S8FS-C15024J	S8FS-C15024D
		36 V	4.3 A		S8FS-C15036	S8FS-C15036J	S8FS-C15036D
		48 V	3.3 A		S8FS-C15048	S8FS-C15048J	S8FS-C15048D
200 W		5 V	40 A		S8FS-C20005	S8FS-C20005J	S8FS-C20005D
		12 V	17 A		S8FS-C20012	S8FS-C20012J	S8FS-C20012D
		24 V	8.8 A		S8FS-C20024	S8FS-C20024J	S8FS-C20024D
		36 V	5.9 A		S8FS-C20036	S8FS-C20036J	S8FS-C20036D
		48 V	4.43 A		S8FS-C20048	S8FS-C20048J	S8FS-C20048D
350 W		5 V	60 A	Yes	S8FS-C35005	S8FS-C35005J	S8FS-C35005D
		12 V	29 A		S8FS-C35012	S8FS-C35012J	S8FS-C35012D
		24 V	14.6 A		S8FS-C35024	S8FS-C35024J	S8FS-C35024D
		36 V	9.7 A		S8FS-C35036	S8FS-C35036J	S8FS-C35036D
		48 V	7.32 A		S8FS-C35048	S8FS-C35048J	S8FS-C35048D

Note: You can use brackets that are sold separately to mount the Power Supplies to DIN Rail. Refer to *Mounting Brackets (Order Separately)* on page 29.

∗**1.** The range for compliance with EC Directives and safety standards (UL, EN, etc.) is 100 to 240 VAC.

∗**2.** The range for compliance with EC Directives and safety standards (UL, EN, etc.) is 100 to 120 VAC, 200 to 240 VAC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ratings, Characteristics, and Functions

Item		Power rating / Output voltage (VDC)	15 W			
			5 V	12 V	15 V	24 V
Efficiency ✻		115 VAC input	80% typ.	84% typ.	84% typ.	85% typ.
		230 VAC input	82% typ.	85% typ.	86% typ.	87% typ.
Input	Voltage range ✻		Single phase 85 to 264 VAC, 120 to 370 VDC (The L terminal for the DC input is the positive side and safety standards do not apply.) (Derating is required according to the input voltage. Refer to *Derating Curves* on page 18.)			
	Frequency ✻		50 /60 Hz (47 to 450 Hz)			
	Current ✻	115 VAC input	0.3 A typ.			
		230 VAC input	0.19 A typ.			
	Power factor		---			
	Leakage current	115 VAC input	0.05 mA	0.05 mA	0.05 mA	0.05 mA
		230 VAC input	0.10 mA	0.10 mA	0.10 mA	0.10 mA
	Inrush current ✻ (for a cold start at 25°)	115 VAC input	16 A typ.			
		230 VAC input	32 A typ.			
Output	Rated Output Current		3 A	1.3 A	1 A	0.7 A
	Voltage adjustment range ✻		–10% to 10% (with V. ADJ)			
	Ripple & Noise voltage ✻	100 to 240 VAC input	30 mVp-p max.	30 mVp-p max.	40 mVp-p max.	30 mVp-p max.
	Input variation influence ✻		0.5% max.			
	Load variation influence ✻		1.0% max.			
	Temperature variation influence	100 to 240 VAC input	0.03%/°C max.			
	Startup time ✻	115 VAC input	490 ms typ.	500 ms typ.	470 ms typ.	480 ms typ.
		230 VAC input	470 ms typ.	480 ms typ.	450 ms typ.	460 ms typ.
	Hold time ✻	115 VAC input	14 ms typ.	16 ms typ.	18 ms typ.	15 ms typ.
		230 VAC input	83 ms typ.	87 ms typ.	92 ms typ.	79 ms typ.
Additional functions	Overload protection		Yes, automatic reset			
	Overvoltage protection ✻		Yes, 115% or higher of rated output voltage, power shut off (shut off the input voltage and turn on the input again)			
	Overheat protection		No			
	Series operation		Yes (For up to 2 Power Supplies, external diodes are required.)			
	Parallel operation		No (However, backup operation is possible, external diodes are required.)			
	Remote sensing		No			
	Remote control		No			
	Output indicator		Yes (LED: Green)			
Insulation	Withstand voltage		3 kVAC for 1 min. (between all input terminals and output terminals) current cutoff 20 mA			
			2 kVAC for 1 min. (between all input terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA			
			1 kVAC for 1 min. (between all output terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA			
	Insulation resistance		100 MΩ min. (between all output terminals and all input terminals/PE terminals) at 500 VDC			
Environment	Ambient operating temperature		–20 to 60°C (Derating is required according to the temperature. Refer to *Derating Curves* on page 17.) (with no condensation or icing)			
	Storage temperature		–40 to 85°C (with no condensation or icing)			
	Ambient operating humidity		20% to 90% (Storage humidity: 10% to 95%)			
	Vibration resistance		10 to 55 Hz, 0.375-mm half amplitude for 2 h each in X, Y, and Z directions 10 to 500 Hz, 0.26-mm half amplitude for 1 h each in X, Y, and Z directions			
	Shock resistance		150 m/s², 3 times each in ±X, ±Y, ±Z directions			
Reliability	MTBF		135,000 hrs min.			
	Life expectancy ✻		10 years min.			
Construction	Dimensions (W×H×D)		Refer to *Dimensions* on page 23.			
	Weight		150 g max.			
	Cooling fan		No			
	Degree of protection		---			
Standards	Harmonic current emissions		Conforms to EN 61000-3-2, GB17625.1			
	EMI	Conducted Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254			
		Radiated Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254			
	EMS		Conforms to EN 61204-3 high severity levels			
	Safety Standards		Approved Standards UL : cURus UL 62368-1 (Recognition) OVC II Pol2 CSA: cURus C22.2 No62368-1 CCC: GB4943 Conformed Standards EN: EN 62368-1 OVC II Pol2 EAC (TR CU 004 / 2011, TR CU 020 / 2011) RCM (EN61000-6-4)			
	Marine Standards		No			
	SEMI		No			

✻ Refer to *Conditions* on page 12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item			Power rating / Output voltage (VDC)	25 W 5 V	25 W 12 V	25 W 15 V	25 W 24 V
Efficiency ✻			115 VAC input	80% typ.	84% typ.	85% typ.	86% typ.
			230 VAC input	82% typ.	86% typ.	88% typ.	88% typ.
Input	Voltage range ✻			Single phase 85 to 264 VAC, 120 to 370 VDC (The L terminal for the DC input is the positive side and safety standards do not apply.) (Derating is required according to the input voltage. Refer to *Derating Curves* on page 18.)			
	Frequency ✻			50 /60 Hz (47 to 450 Hz)			
	Current ✻		115 VAC input	0.49 A typ.			
			230 VAC input	0.3 A typ.			
	Power factor			---			
	Leakage current		115 VAC input	0.10 mA	0.10 mA	0.10 mA	0.10 mA
			230 VAC input	0.20 mA	0.20 mA	0.20 mA	0.20 mA
	Inrush current ✻ (for a cold start at 25°)		115 VAC input	16 A typ.			
			230 VAC input	32 A typ.			
Output	Rated Output Current			5 A	2.1 A	1.7 A	1.1 A
	Voltage adjustment range ✻			−10% to 10% (with V. ADJ)			
	Ripple & Noise voltage ✻		100 to 240 VAC input	20 mVp-p max.	20 mVp-p max.	30 mVp-p max.	40 mVp-p max.
	Input variation influence ✻			0.5% max.			
	Load variation influence ✻			1.0% max.			
	Temperature variation influence		100 to 240 VAC input	0.03%/°C max.			
	Startup time ✻		115 VAC input	390 ms typ.	340 ms typ.	400 ms typ.	360 ms typ.
			230 VAC input	360 ms typ.	350 ms typ.	400 ms typ.	360 ms typ.
	Hold time ✻		115 VAC input	17 ms typ.	22 ms typ.	23 ms typ.	21 ms typ.
			230 VAC input	103 ms typ.	113 ms typ.	117 ms typ.	112 ms typ.
Additional functions	Overload protection			Yes, automatic reset			
	Overvoltage protection ✻			Yes, 115% or higher of rated output voltage, power shut off (shut off the input voltage and turn on the input again)			
	Overheat protection			No			
	Series operation			Yes (For up to 2 Power Supplies, external diodes are required.)			
	Parallel operation			No (However, backup operation is possible, external diodes are required.)			
	Remote sensing			No			
	Remote control			No			
	Output indicator			Yes (LED: Green)			
Insulation	Withstand voltage			3 kVAC for 1 min. (between all input terminals and output terminals) current cutoff 20 mA			
				2 kVAC for 1 min. (between all input terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA			
				1 kVAC for 1 min. (between all output terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA			
	Insulation resistance			100 MΩ min. (between all output terminals and all input terminals/PE terminals) at 500 VDC			
Environment	Ambient operating temperature			−20 to 60°C (Derating is required according to the temperature. Refer to *Derating Curves* on page 17.) (with no condensation or icing)			
	Storage temperature			−40 to 85°C (with no condensation or icing)			
	Ambient operating humidity			20% to 90% (Storage humidity: 10% to 95%)			
	Vibration resistance			10 to 55 Hz, 0.375-mm half amplitude for 2 h each in X, Y, and Z directions 10 to 500 Hz, 0.26-mm half amplitude for 1 h each in X, Y, and Z directions			
	Shock resistance			150 m/s^2, 3 times each in ±X, ±Y, ±Z directions			
Reliability	MTBF			135,000 hrs min.			
	Life expectancy ✻			10 years min.			
Construction	Dimensions (W×H×D)			Refer to *Dimensions* on pages 20 and 23.			
	Weight			250 g max.			
	Cooling fan			No			
	Degree of protection			---			
Standards	Harmonic current emissions			Conforms to EN 61000-3-2, GB17625.1			
	EMI		Conducted Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254			
			Radiated Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254			
	EMS			Conforms to EN 61204-3 high severity levels			
	Safety Standards			Approved Standards UL : cURus UL 62368-1 (Recognition) OVC II Pol2 CSA: cURus C22.2 No62368-1 CCC: GB4943 Conformed Standards EN: EN 62368-1 OVC II Pol2 EAC (TR CU 004 / 2011, TR CU 020 / 2011) RCM (EN61000-6-4)			
	Marine Standards			No			
	SEMI			No			

✻ Refer to *Conditions* on page 12.

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item		Power rating / Output voltage (VDC)	35 W			
			5 V	12 V	15 V	24 V
Efficiency ✻		115 VAC input	81% typ.	83% typ.	84% typ.	87% typ.
		230 VAC input	81% typ.	84% typ.	84% typ.	87% typ.
Input	Voltage range ✻		Single phase 85 to 264 VAC, 120 to 370 VDC (The L terminal for the DC input is the positive side and safety standards do not apply.) (Derating is required according to the input voltage. Refer to *Derating Curves* on page 18.)			
	Frequency ✻		50 /60 Hz (47 to 450 Hz)			
	Current ✻	115 VAC input	0.66 A typ.			
		230 VAC input	0.41 A typ.			
	Power factor		---			
	Leakage current	115 VAC input	0.15 mA	0.15 mA	0.15 mA	0.15 mA
		230 VAC input	0.30 mA	0.25 mA	0.25 mA	0.25 mA
	Inrush current ✻ (for a cold start at 25°)	115 VAC input	16 A typ.			
		230 VAC input	32 A typ.			
Output	Rated Output Current		7 A	3 A	2.4 A	1.5 A
	Voltage adjustment range ✻		−10% to 10% (with V. ADJ)			
	Ripple & Noise voltage ✻	100 to 240 VAC input	80 mVp-p max.	90 mVp-p max.	90 mVp-p max.	80 mVp-p max.
	Input variation influence ✻		0.5% max.			
	Load variation influence ✻		1.0% max.			
	Temperature variation influence	100 to 240 VAC input	0.03%/°C max.			
	Startup time ✻	115 VAC input	750 ms typ.	750 ms typ.	760 ms typ.	770 ms typ.
		230 VAC input	700 ms typ.	690 ms typ.	710 ms typ.	720 ms typ.
	Hold time ✻	115 VAC input	13 ms typ.	14 ms typ.	14 ms typ.	15 ms typ.
		230 VAC input	74 ms typ.	75 ms typ.	75 ms typ.	79 ms typ.
Additional functions	Overload protection		Yes, automatic reset			
	Overvoltage protection ✻		Yes, 115% or higher of rated output voltage, power shut off (shut off the input voltage and turn on the input again)			
	Overheat protection		No			
	Series operation		Yes (For up to 2 Power Supplies, external diodes are required.)			
	Parallel operation		No (However, backup operation is possible, external diodes are required.)			
	Remote sensing		No			
	Remote control		No			
	Output indicator		Yes (LED: Green)			
Insulation	Withstand voltage		3 kVAC for 1 min. (between all input terminals and output terminals) current cutoff 20 mA			
			2 kVAC for 1 min. (between all input terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA			
			1 kVAC for 1 min. (between all output terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA			
	Insulation resistance		100 MΩ min. (between all output terminals and all input terminals/PE terminals) at 500 VDC			
Environment	Ambient operating temperature		−20 to 60°C (Derating is required according to the temperature. Refer to *Derating Curves* on page 17.) (with no condensation or icing)			
	Storage temperature		−40 to 85°C (with no condensation or icing)			
	Ambient operating humidity		20% to 90% (Storage humidity: 10% to 95%)			
	Vibration resistance		10 to 55 Hz, 0.375-mm half amplitude for 2 h each in X, Y, and Z directions 10 to 500 Hz, 0.26-mm half amplitude for 1 h each in X, Y, and Z directions			
	Shock resistance		150 m/s², 3 times each in ±X, ±Y, ±Z directions			
Reliability	MTBF		135,000 hrs min.			
	Life expectancy ✻		10 years min.			
Construction	Dimensions (W×H×D)		Refer to *Dimensions* on pages 20 and 23.			
	Weight		250 g max.			
	Cooling fan		No			
	Degree of protection		---			
Standards	Harmonic current emissions		Conforms to EN 61000-3-2, GB17625.1			
	EMI	Conducted Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254			
		Radiated Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254			
	EMS		Conforms to EN 61204-3 high severity levels			
	Safety Standards		Approved Standards UL : cURus UL 62368-1 (Recognition) OVC II Pol2 CSA: cURus C22.2 No62368-1 CCC: GB4943 Conformed Standards EN: EN 62368-1 OVC II Pol2 EAC (TR CU 004 / 2011, TR CU 020 / 2011) RCM (EN61000-6-4)			
	Marine Standards		No			
	SEMI		No			

✻ Refer to *Conditions* on page 12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item			Power rating	50 W				
			Output voltage (VDC)	5 V	12 V	15 V	24 V	48 V
Efficiency ✻			115 VAC input	79% typ.	83% typ.	84% typ.	86% typ.	87% typ.
			230 VAC input	80% typ.	84% typ.	85% typ.	86% typ.	87% typ.
Input	Voltage range ✻			Single phase 85 to 264 VAC, 120 to 370 VDC (The L terminal for the DC input is the positive side and safety standards do not apply.) (Derating is required according to the input voltage. Refer to *Derating Curves* on page 18.)				
	Frequency ✻			50 /60 Hz (47 to 450 Hz)				
	Current ✻		115 VAC input	0.97 A typ.				
			230 VAC input	0.59 A typ.				
	Power factor			---				
	Leakage current		115 VAC input	0.25 mA	0.25 mA	0.25 mA	0.25 mA	0.25 mA
			230 VAC input	0.60 mA	0.55 mA	0.55 mA	0.55 mA	0.55 mA
	Inrush current ✻ (for a cold start at 25°)		115 VAC input	16 A typ.				
			230 VAC input	32 A typ.				
Output	Rated Output Current			10 A	4.2 A	3.4 A	2.2 A	1.1 A
	Voltage adjustment range ✻			−10% to 10% (with V. ADJ)				
	Ripple & Noise voltage ✻		100 to 240 VAC input	80 mVp-p max.	110 mVp-p max.	100 mVp-p max.	100 mVp-p max.	120 mVp-p max.
	Input variation influence ✻			0.5% max.				
	Load variation influence ✻			1.0% max.				
	Temperature variation influence		100 to 240 VAC input	0.03%/°C max.				
	Startup time ✻		115 VAC input	730 ms typ.	730 ms typ.	710 ms typ.	710 ms typ.	770 ms typ.
			230 VAC input	680 ms typ.	670 ms typ.	610 ms typ.	640 ms typ.	690 ms typ.
	Hold time ✻		115 VAC input	12 ms typ.	14 ms typ.	14 ms typ.	14 ms typ.	14 ms typ.
			230 VAC input	71 ms typ.	77 ms typ.	78 ms typ.	77 ms typ.	80 ms typ.
Additional functions	Overload protection			Yes, automatic reset				
	Overvoltage protection ✻			Yes, 115% or higher of rated output voltage, power shut off (shut off the input voltage and turn on the input again)				
	Overheat protection			No				
	Series operation			Yes (For up to 2 Power Supplies, external diodes are required.)				
	Parallel operation			No (However, backup operation is possible, external diodes are required.)				
	Remote sensing			No				
	Remote control			No				
	Output indicator			Yes (LED: Green)				
Insulation	Withstand voltage			3 kVAC for 1 min. (between all input terminals and output terminals) current cutoff 20 mA				
				2 kVAC for 1 min. (between all input terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA				
				1 kVAC for 1 min. (between all output terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA				
	Insulation resistance			100 MΩ min. (between all output terminals and all input terminals/PE terminals) at 500 VDC				
Environment	Ambient operating temperature			−20 to 60°C (Derating is required according to the temperature. Refer to *Derating Curves* on page 17.) (with no condensation or icing)				
	Storage temperature			−40 to 85°C (with no condensation or icing)				
	Ambient operating humidity			20% to 90% (Storage humidity: 10% to 95%)				
	Vibration resistance			10 to 55 Hz, 0.375-mm half amplitude for 2 h each in X, Y, and Z directions 10 to 500 Hz, 0.26-mm half amplitude for 1 h each in X, Y, and Z directions				
	Shock resistance			150 m/s^2, 3 times each in ±X, ±Y, ±Z directions				
Reliability	MTBF			135,000 hrs min.				
	Life expectancy ✻			10 years min.				
Construction	Dimensions (W×H×D)			Refer to *Dimensions* on pages 20 and 24.				
	Weight			300 g max.				
	Cooling fan			No				
	Degree of protection			---				
Standards	Harmonic current emissions			Conforms to EN 61000-3-2, GB17625.1				
	EMI		Conducted Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254				
			Radiated Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254				
	EMS			Conforms to EN 61204-3 high severity levels				
	Safety Standards			Approved Standards UL : cURus UL 62368-1 (Recognition) OVC II Pol2 CSA: cURus C22.2 No62368-1 CCC: GB4943 Conformed Standards EN: EN 62368-1 OVC II Pol2 EAC (TR CU 004 / 2011, TR CU 020 / 2011) RCM (EN61000-6-4)				
	Marine Standards			No				
	SEMI			No				

✻ Refer to *Conditions* on page 12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item		Power rating / Output voltage (VDC)	75 W				
			5 V	12 V	15 V	24 V	48 V
Efficiency ✻		115 VAC input	75% typ.	83% typ.	84% typ.	87% typ.	87% typ.
		230 VAC input	77% typ.	83% typ.	84% typ.	87% typ.	87% typ.
Input	Voltage range ✻		Single phase 85 to 264 VAC, 120 to 370 VDC (The L terminal for the DC input is the positive side and safety standards do not apply.) (Derating is required according to the input voltage. Refer to *Derating Curves* on page 18.)				
	Frequency ✻		50 /60 Hz (47 to 450 Hz)				
	Current ✻	115 VAC input	1.4 A typ.				
		230 VAC input	0.83 A typ.				
	Power factor		---				
	Leakage current	115 VAC input	0.25 mA	0.25 mA	0.25 mA	0.25 mA	0.25 mA
		230 VAC input	0.60 mA	0.60 mA	0.60 mA	0.60 mA	0.60 mA
	Inrush current ✻ (for a cold start at 25°)	115 VAC input	16 A typ.				
		230 VAC input	32 A typ.				
Output	Rated Output Current		14 A	6.2 A	5 A	3.2 A	1.6 A
	Voltage adjustment range ✻		−10% to 10% (with V. ADJ)				
	Ripple & Noise voltage ✻	100 to 240 VAC input	80 mVp-p max.	110 mVp-p max.	90 mVp-p max.	110 mVp-p max.	140 mVp-p max.
	Input variation influence ✻		0.5% max.				
	Load variation influence ✻		1.0% max.				
	Temperature variation influence	100 to 240 VAC input	0.03%/°C max.				
	Startup time ✻	115 VAC input	750 ms typ.	720 ms typ.	730 ms typ.	750 ms typ.	700 ms typ.
		230 VAC input	710 ms typ.	680 ms typ.	690 ms typ.	690 ms typ.	730 ms typ.
	Hold time ✻	115 VAC input	12 ms typ.	13 ms typ.	13 ms typ.	14 ms typ.	15 ms typ.
		230 VAC input	75 ms typ.	74 ms typ.	74 ms typ.	76 ms typ.	78 ms typ.
Additional functions	Overload protection		Yes, automatic reset				
	Overvoltage protection ✻		Yes, 115% or higher of rated output voltage, power shut off (shut off the input voltage and turn on the input again)				
	Overheat protection		No				
	Series operation		Yes (For up to 2 Power Supplies, external diodes are required.)				
	Parallel operation		No (However, backup operation is possible, external diodes are required.)				
	Remote sensing		No				
	Remote control		No				
	Output indicator		Yes (LED: Green)				
Insulation	Withstand voltage		3 kVAC for 1 min. (between all input terminals and output terminals) current cutoff 20 mA				
			2 kVAC for 1 min. (between all input terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA				
			1 kVAC for 1 min. (between all output terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA				
	Insulation resistance		100 MΩ min. (between all output terminals and all input terminals/PE terminals) at 500 VDC				
Environment	Ambient operating temperature		−20 to 60°C (Derating is required according to the temperature. Refer to *Derating Curves* on page 17.) (with no condensation or icing)				
	Storage temperature		−40 to 85°C (with no condensation or icing)				
	Ambient operating humidity		20% to 90% (Storage humidity: 10% to 95%)				
	Vibration resistance		10 to 55 Hz, 0.375-mm half amplitude for 2 h each in X, Y, and Z directions 10 to 500 Hz, 0.26-mm half amplitude for 1 h each in X, Y, and Z directions				
	Shock resistance		150 m/s², 3 times each in ±X, ±Y, ±Z directions				
Reliability	MTBF		135,000 hrs min.				
	Life expectancy ✻		10 years min.				
Construction	Dimensions (W×H×D)		Refer to *Dimensions* on pages 21 and 24.				
	Weight		350 g max.				
	Cooling fan		No				
	Degree of protection		---				
Standards	Harmonic current emissions		Conforms to EN 61000-3-2, GB17625.1				
	EMI	Conducted Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254				
		Radiated Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254				
	EMS		Conforms to EN 61204-3 high severity levels				
	Safety Standards		Approved Standards UL : cURus UL 62368-1 (Recognition) OVC II Pol2 CSA: cURus C22.2 No62368-1 CCC: GB4943 Conformed Standards EN: EN 62368-1 OVC II Pol2 EAC (TR CU 004 / 2011, TR CU 020 / 2011) RCM (EN61000-6-4)				
	Marine Standards		No				
	SEMI		No				

✻ Refer to *Conditions* on page 12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item			Power rating	100 W					
			Output voltage (VDC)	5 V	12 V	15 V	24 V	36 V	48 V
Efficiency ✻			115 VAC input	80% typ.	82% typ.	83% typ.	85% typ.	86% typ.	87% typ.
			230 VAC input	81% typ.	83% typ.	84% typ.	87% typ.	87% typ.	88% typ.
Input	Voltage range ✻			Single phase 85 to 132 VAC, 176 to 264 VAC, 248 to 373 VDC Select with the switch. (The L terminal for the DC input is the positive side and safety standards do not apply.) (Derating is required according to the input voltage. Refer to *Derating Curves* on page 18.)					
	Frequency ✻			50 /60 Hz (47 to 450 Hz)					
	Current ✻		115 VAC input	2 A typ.					
			230 VAC input	1.1 A typ.					
	Power factor			---					
	Leakage current		115 VAC input	0.35 mA	0.35 mA	0.35 mA	0.35 mA	0.40 mA	0.40 mA
			230 VAC input	0.60 mA	0.55 mA	0.60 mA	0.50 mA	0.60 mA	0.60 mA
	Inrush current ✻ (for a cold start at 25°)		115 VAC input	32 A typ.					
			230 VAC input	32 A typ.					
Output	Rated Output Current			20 A	8.5 A	7 A	4.5 A	2.8 A	2.3 A
	Voltage adjustment range ✻			−10% to 10% (with V. ADJ)					
	Ripple & Noise voltage ✻		100 to 120 VAC/200 to 240 VAC input	70 mVp-p max.	100 mVp-p max.	70 mVp-p max.	120 mVp-p max.	90 mVp-p max.	120 mVp-p max.
	Input variation influence ✻			0.5% max.					
	Load variation influence ✻			1.0% max.					
	Temperature variation influence		100 to 120 VAC/200 to 240 VAC input	0.03%/°C max.					
	Startup time ✻		115 VAC input	710 ms typ.	440 ms typ.	440 ms typ.	430 ms typ.	450 ms typ.	430 ms typ.
			230 VAC input	720 ms typ.	700 ms typ.	720 ms typ.	660 ms typ.	690 ms typ.	660 ms typ.
	Hold time ✻		115 VAC input	23 ms typ.	37 ms typ.	36 ms typ.	34 ms typ.	36 ms typ.	34 ms typ.
			230 VAC input	29 ms typ.	40 ms typ.	39 ms typ.	39 ms typ.	41 ms typ.	38 ms typ.
Additional functions	Overload protection			Yes, automatic reset					
	Overvoltage protection ✻			Yes, 115% or higher of rated output voltage, power shut off (shut off the input voltage and turn on the input again)					
	Overheat protection			No					
	Series operation			Yes (For up to 2 Power Supplies, external diodes are required.)					
	Parallel operation			No (However, backup operation is possible, external diodes are required.)					
	Remote sensing			No					
	Remote control			No					
	Output indicator			Yes (LED: Green)					
Insulation	Withstand voltage			3 kVAC for 1 min. (between all input terminals and output terminals) current cutoff 20 mA					
				2 kVAC for 1 min. (between all input terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA					
				1 kVAC for 1 min. (between all output terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA					
	Insulation resistance			100 MΩ min. (between all output terminals and all input terminals/PE terminals) at 500 VDC					
Environment	Ambient operating temperature			−20 to 60°C (Derating is required according to the temperature. Refer to *Derating Curves* on page 17.) (with no condensation or icing)					
	Storage temperature			−40 to 85°C (with no condensation or icing)					
	Ambient operating humidity			20% to 90% (Storage humidity: 10% to 95%)					
	Vibration resistance			10 to 55 Hz, 0.375-mm half amplitude for 2 h each in X, Y, and Z directions 10 to 500 Hz, 0.26-mm half amplitude for 1 h each in X, Y, and Z directions					
	Shock resistance			150 m/s², 3 times each in ±X, ±Y, ±Z directions					
Reliability	MTBF			135,000 hrs min.					
	Life expectancy ✻			10 years min.					
Construction	Dimensions (W×H×D)			Refer to *Dimensions* on pages 21 and 24.					
	Weight			400 g max.					
	Cooling fan			No					
	Degree of protection			---					
Standards	Harmonic current emissions			Conforms to EN 61000-3-2, GB17625.1					
	EMI		Conducted Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254					
			Radiated Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254					
	EMS			Conforms to EN 61204-3 high severity levels					
	Safety Standards			Approved Standards UL : cURus UL 62368-1 (Recognition) OVC II Pol2 CSA: cURus C22.2 No62368-1 CCC: GB4943 Conformed Standards EN: EN 62368-1 OVC II Pol2 EAC (TR CU 004 / 2011, TR CU 020 / 2011) RCM (EN61000-6-4)					
	Marine Standards			No					
	SEMI			No					

✻ Refer to *Conditions* on page 12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item		Power rating / Output voltage (VDC)	150 W 5 V	12 V	15 V	24 V	36 V	48 V
Efficiency ✻		115 VAC input	81% typ.	84% typ.	85% typ.	86% typ.	86% typ.	87% typ.
		230 VAC input	82% typ.	85% typ.	86% typ.	87% typ.	87% typ.	88% typ.
Input	Voltage range ✻		Single phase 90 to 132 VAC , Single phase 180 to 264 VAC , 254 to 373 VDC Select with the switch. (The L terminal for the DC input is the positive side and safety standards do not apply.) (Derating is required according to the input voltage. Refer to *Derating Curves* on page 18.)					
	Frequency ✻		50 /60 Hz (47 to 450 Hz)					
	Current ✻	115 VAC input	2.8 A typ.					
		230 VAC input	1.6 A typ.					
	Power factor		---					
	Leakage current	115 VAC input	0.50 mA	0.50 mA	0.50 mA	0.50 mA	0.40 mA	0.50 mA
		230 VAC input	0.75 mA	0.75 mA	0.75 mA	0.70 mA	0.60 mA	0.70 mA
	Inrush current ✻ (for a cold start at 25°)	115 VAC input	32 A typ.					
		230 VAC input	32 A typ.					
Output	Rated Output Current		26 A	12.5 A	10 A	6.5 A	4.3 A	3.3 A
	Voltage adjustment range ✻		–10% to 10% (with V. ADJ)					
	Ripple & Noise voltage ✻	100 to 120 VAC/200 to 240 VAC input	50 mVp-p max.	90 mVp-p max.	110 mVp-p max.	100 mVp-p max.	200 mVp-p max.	120 mVp-p max.
	Input variation influence ✻		0.5% max.					
	Load variation influence ✻		1.0% max.					
	Temperature variation influence	100 to 120 VAC/200 to 240 VAC input	0.03%/°C max.					
	Startup time ✻	115 VAC input	770 ms typ.	730 ms typ.	740 ms typ.	770 ms typ.	730 ms typ.	760 ms typ.
		230 VAC input	750 ms typ.	720 ms typ.	730 ms typ.	760 ms typ.	720 ms typ.	750 ms typ.
	Hold time ✻	115 VAC input	29 ms typ.	24 ms typ.	27 ms typ.	23 ms typ.	23 ms typ.	21 ms typ.
		230 VAC input	35 ms typ.	30 ms typ.	31 ms typ.	28 ms typ.	29 ms typ.	27 ms typ.
Additional functions	Overload protection		Yes, automatic reset					
	Overvoltage protection ✻		Yes, 115% or higher of rated output voltage, power shut off (shut off the input voltage and turn on the input again)					
	Overheat protection		No					
	Series operation		Yes (For up to 2 Power Supplies, external diodes are required.)					
	Parallel operation		No (However, backup operation is possible, external diodes are required.)					
	Remote sensing		No					
	Remote control		No					
	Output indicator		Yes (LED: Green)					
Insulation	Withstand voltage		3 kVAC for 1 min. (between all input terminals and output terminals) current cutoff 20 mA					
			2 kVAC for 1 min. (between all input terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA					
			1 kVAC for 1 min. (between all output terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA					
	Insulation resistance		100 MΩ min. (between all output terminals and all input terminals/PE terminals) at 500 VDC					
Environment	Ambient operating temperature		–20 to 60°C (Derating is required according to the temperature. Refer to *Derating Curves* on page 17.) (with no condensation or icing)					
	Storage temperature		–40 to 85°C (with no condensation or icing)					
	Ambient operating humidity		20% to 90% (Storage humidity: 10% to 95%)					
	Vibration resistance		10 to 55 Hz, 0.375-mm half amplitude for 2 h each in X, Y, and Z directions 10 to 500 Hz, 0.26-mm half amplitude for 1 h each in X, Y, and Z directions					
	Shock resistance		150 m/s², 3 times each in ±X, ±Y, ±Z directions					
Reliability	MTBF		135,000 hrs min.					
	Life expectancy ✻		10 years min.					
Construction	Dimensions (W×H×D)		Refer to *Dimensions* on pages 21 and 24.					
	Weight		500 g max.					
	Cooling fan		No					
	Degree of protection		---					
Standards	Harmonic current emissions		Conforms to EN 61000-3-2, GB17625.1					
	EMI	Conducted Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254					
		Radiated Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class B, EN 55011 Class B, GB9254					
	EMS		Conforms to EN 61204-3 high severity levels					
	Safety Standards		Approved Standards UL : cURus UL 62368-1 (Recognition) OVC II Pol2 CSA: cURus C22.2 No62368-1 CCC: GB4943 Conformed Standards EN: EN 62368-1 OVC II Pol2 EAC (TR CU 004 / 2011, TR CU 020 / 2011) RCM (EN61000-6-4)					
	Marine Standards		No					
	SEMI		No					

✻ Refer to *Conditions* on page 12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item			Power rating	200 W				
			Output voltage (VDC)	5 V	12 V	24 V	36 V	48 V
Efficiency ✻			115 VAC input	81% typ.	85% typ.	88% typ.	89% typ.	88% typ.
			230 VAC input	81% typ.	87% typ.	88% typ.	90% typ.	90% typ.
Input	Voltage range ✻			Single phase 90 to 132 VAC , Single phase 180 to 264 VAC , 254 to 373 VDC Select with the switch. (The L terminal for the DC input is the positive side and safety standards do not apply.) (Derating is required according to the input voltage. Refer to *Derating Curves* on page 18.)				
	Frequency ✻			50 /60 Hz (47 to 450 Hz)				
	Current ✻		115 VAC input	4 A typ.				
			230 VAC input	2.3 A typ.				
	Power factor			---				
	Leakage current		115 VAC input	0.35 mA	0.25 mA	0.40 mA	0.20 mA	0.40 mA
			230 VAC input	0.60 mA	0.50 mA	0.75 mA	0.45 mA	0.80 mA
	Inrush current ✻ (for a cold start at 25°)		115 VAC input	16 A typ.				
			230 VAC input	32 A typ.				
Output	Rated Output Current			40 A	17 A	8.8 A	5.9 A	4.43 A
	Voltage adjustment range ✻			–10% to 10% (with V. ADJ)				
	Ripple & Noise voltage ✻		100 to 120 VAC/200 to 240 VAC input	60 mVp-p max.	60 mVp-p max.	110 mVp-p max.	130 mVp-p max.	120 mVp-p max.
	Input variation influence ✻			0.5% max.				
	Load variation influence ✻			1.0% max.				
	Temperature variation influence		100 to 120 VAC/200 to 240 VAC input	0.03%/°C max.				
	Startup time ✻		115 VAC input	620 ms typ.	630 ms typ.	580 ms typ.	630 ms typ.	620 ms typ.
			230 VAC input	600 ms typ.	610 ms typ.	550 ms typ.	600 ms typ.	600 ms typ.
	Hold time ✻		115 VAC input	32 ms typ.	30 ms typ.	38 ms typ.	30 ms typ.	31 ms typ.
			230 VAC input	37 ms typ.	35 ms typ.	45 ms typ.	37 ms typ.	37 ms typ.
Additional functions	Overload protection			Yes, automatic reset				
	Overvoltage protection ✻			Yes, 115% or higher of rated output voltage, power shut off (shut off the input voltage and turn on the input again)				
	Overheat protection			No				
	Series operation			Yes (For up to 2 Power Supplies, external diodes are required.)				
	Parallel operation			No (However, backup operation is possible, external diodes are required.)				
	Remote sensing			No				
	Remote control			No				
	Output indicator			Yes (LED: Green)				
Insulation	Withstand voltage			3 kVAC for 1 min. (between all input terminals and output terminals) current cutoff 20 mA				
				2 kVAC for 1 min. (between all input terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA				
				1 kVAC for 1 min. (between all output terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA				
	Insulation resistance			100 MΩ min. (between all output terminals and all input terminals/PE terminals) at 500 VDC				
Environment	Ambient operating temperature			–20 to 50°C (Derating is required according to the temperature. Refer to *Derating Curves* on page 17.) (with no condensation or icing)				
	Storage temperature			–40 to 85°C (with no condensation or icing)				
	Ambient operating humidity			20% to 90% (Storage humidity: 10% to 95%)				
	Vibration resistance			10 to 55 Hz, 0.375-mm half amplitude for 2 h each in X, Y, and Z directions 10 to 500 Hz, 0.26-mm half amplitude for 1 h each in X, Y, and Z directions				
	Shock resistance			150 m/s², 3 times each in ±X, ±Y, ±Z directions				
Reliability	MTBF			135,000 hrs min.				
	Life expectancy ✻			10 years min.				
Construction	Dimensions (W×H×D)			Refer to *Dimensions* on pages 22 and 25.				
	Weight			700 g max.				
	Cooling fan			No				
	Degree of protection			---				
Standards	Harmonic current emissions			---				
	EMI	Conducted Emissions		Conforms to EN 61204-3 Class A, EN 55011 Class A				
		Radiated Emissions		Conforms to EN 61204-3 Class A, EN 55011 Class A				
	EMS			Conforms to EN 61204-3 high severity levels				
	Safety Standards			Approved Standards UL : cURus UL 62368-1 (Recognition) OVC II Pol2 CSA: cURus C22.2 No62368-1 Conformed Standards EN: EN 62368-1 OVC II Pol2 EAC (TR CU 004 / 2011, TR CU 020 / 2011) RCM (EN61000-6-4)				
	Marine Standards			No				
	SEMI			No				

✻ Refer to *Conditions* on page 12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Item		Power rating / Output voltage (VDC)	350 W				
			5 V	12 V	24 V	36 V	48 V
Efficiency ✻		115 VAC input	77% typ.	83% typ.	86% typ.	87% typ.	87% typ.
		230 VAC input	78% typ.	85% typ.	88% typ.	88% typ.	88% typ.
Input	Voltage range ✻		Single phase 90 to 132 VAC , Single phase 180 to 264 VAC , 254 to 373 VDC Select with the switch. (The L terminal for the DC input is the positive side and safety standards do not apply.) (Derating is required according to the input voltage. Refer to *Derating Curves* on page 18.)				
	Frequency ✻		50 /60 Hz (47 to 450 Hz)				
	Current ✻	115 VAC input	6.4 A typ.				
		230 VAC input	3.5 A typ.				
	Power factor		---				
	Leakage current	115 VAC input	0.40 mA	0.40 mA	0.40 mA	0.40 mA	0.40 mA
		230 VAC input	0.75 mA	0.80 mA	0.75 mA	0.80 mA	0.80 mA
	Inrush current ✻ (for a cold start at 25°)	115 VAC input	16 A typ.				
		230 VAC input	32 A typ.				
Output	Rated Output Current		60 A	29 A	14.6 A	9.7 A	7.32 A
	Voltage adjustment range ✻		–10% to 10% (with V. ADJ)				
	Ripple & Noise voltage ✻	100 to 120 VAC/200 to 240 VAC input	110 mVp-p max.	130 mVp-p max.	120 mVp-p max.	180 mVp-p max.	180 mVp-p max.
	Input variation influence ✻		0.5% max.				
	Load variation influence ✻		2.0% max.	1.0% max.			
	Temperature variation influence	100 to 120 VAC/200 to 240 VAC input	0.03%/°C max.				
	Startup time ✻	115 VAC input	610 ms typ.	620 ms typ.	580 ms typ.	610 ms typ.	610 ms typ.
		230 VAC input	570 ms typ.	590 ms typ.	560 ms typ.	590 ms typ.	590 ms typ.
	Hold time ✻	115 VAC input	25 ms typ.	18 ms typ.	17 ms typ.	19 ms typ.	19 ms typ.
		230 VAC input	31 ms typ.	25 ms typ.	23 ms typ.	25 ms typ.	24 ms typ.
Additional functions	Overload protection		Yes, automatic reset				
	Overvoltage protection ✻		Yes, 115% or higher of rated output voltage, power shut off (shut off the input voltage and turn on the input again)				
	Overheat protection		Yes, power shut off (shut off the input voltage and turn on the input again) (Overheat protection when the cooling fan is in an abnormal condition)				
	Series operation		Yes (For up to 2 Power Supplies, external diodes are required.)				
	Parallel operation		No (However, backup operation is possible, external diodes are required.)				
	Remote sensing		No				
	Remote control		No				
	Output indicator		Yes (LED: Green)				
Insulation	Withstand voltage		3 kVAC for 1 min. (between all input terminals and output terminals) current cutoff 20 mA				
			2 kVAC for 1 min. (between all input terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA				
			1 kVAC for 1 min. (between all output terminals and PE terminals) current cutoff 20 mA				
	Insulation resistance		100 MΩ min. (between all output terminals and all input terminals/PE terminals) at 500 VDC				
Environment	Ambient operating temperature		–20 to 60°C (Derating is required according to the temperature. Refer to *Derating Curves* on page 17.) (with no condensation or icing)				
	Storage temperature		–40 to 85°C (with no condensation or icing)				
	Ambient operating humidity		20% to 90% (Storage humidity: 10% to 95%)				
	Vibration resistance		10 to 55 Hz, 0.375-mm half amplitude for 2 h each in X, Y, and Z directions 10 to 500 Hz, 0.26-mm half amplitude for 1 h each in X, Y, and Z directions				
	Shock resistance		150 m/s², 3 times each in ±X, ±Y, ±Z directions				
Reliability	MTBF		135,000 hrs min.				
	Life expectancy ✻		10 years min.				
Construction	Dimensions (W×H×D)		Refer to *Dimensions* on pages 22 and 25.				
	Weight		800 g max.				
	Cooling fan		Yes (ON/OFF control according to internal temperature)				
	Degree of protection		---				
Standards	Harmonic current emissions		---				
	EMI	Conducted Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class A, EN 55011 Class A				
		Radiated Emissions	Conforms to EN 61204-3 Class A, EN 55011 Class A				
	EMS		Conforms to EN 61204-3 high severity levels				
	Safety Standards		Approved Standards UL : cURus UL 62368-1 (Recognition) OVC II Pol2 CSA: cURus C22.2 No62368-1 Conformed Standards EN: EN 62368-1 OVC II Pol2 EAC (TR CU 004 / 2011, TR CU 020 / 2011) RCM (EN61000-6-4)				
	Marine Standards		No				
	SEMI		No				

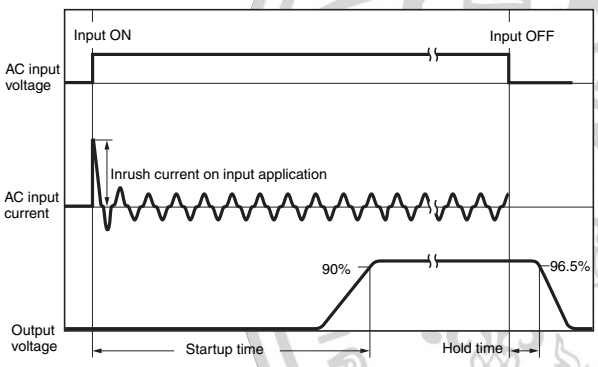
✻ Refer to *Conditions* on page 12.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Conditions

Efficiency		The value is given for the rated output voltage and rated output current.
Input	**Voltage range**	Although some inverters give 50/60 Hz as the output frequency, do not use an inverter output as the power source for the Power Supply. Doing so may result in smoking or burning due to internal temperature increases in the Power Supply. If you connect a UPS to the input, do not connect one with a square wave output.
	Frequency	
	Current	The value is given for the rated output voltage and rated output current.
	Inrush current (for a cold start at 25°C)	The value is given for a cold start at 25°C. Refer to following for details.
Output	**Voltage adjustment range**	If the output voltage adjuster (V. ADJ) is turned, the voltage will increase by 10% or more over the voltage adjustment range. When adjusting the output voltage, confirm the actual output voltage from the Power Supply and be sure that load is not damaged.
	Ripple & Noise voltage	The value is given for the rated output voltage and rated output current. The value is for an ambient operating temperature of 25°C.
	Input variation influence	This is the maximum variation in the output voltage when the input voltage is gradually changed within the allowable input voltage range at the rated output voltage and rated output current.
	Load variation influence	This is the value when the output current is changed from 0 A to the rated output current while the input voltage is within the allowable input voltage.
	Startup time	The value is given for the rated output voltage and rated output current. The value is given for a cold start at 25°C. Refer to following for details.
	Hold time	The value is given for the rated output voltage and rated output current. Refer to following for details.
Additional functions	**Overvoltage protection**	Refer to *Overvoltage Protection* on page 19 for information on resetting the input power.
Reliability	**Life expectancy**	Refer to *Recommended Replacement Periods and Periodic Replacement for Preventive Maintenance* on page 39 for details.

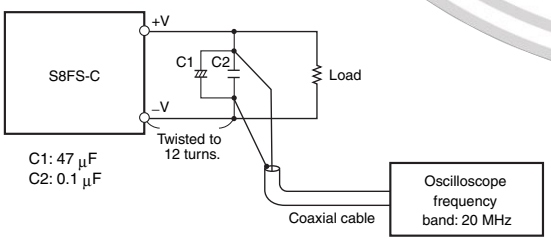
Inrush Current, Startup Time, and Output Hold Time



Note: Twice the normal input current will flow for a redundant system. Sufficiently check the fusing characteristics of fuses and the operating characteristics of breakers and select fuses and breakers so that external fuses will not burn out or breakers will not operate due to inrush current.

Ripple Noise Voltage

The specified standard for the ripple voltage noise was measured with the following measurement circuit.

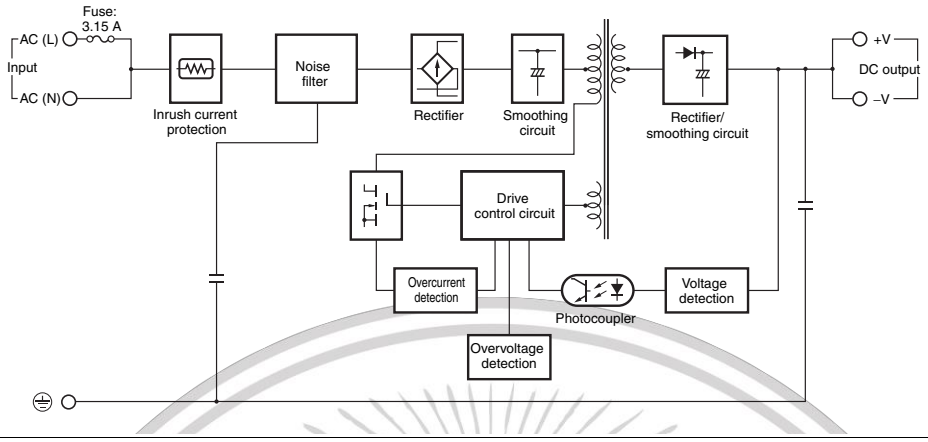


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

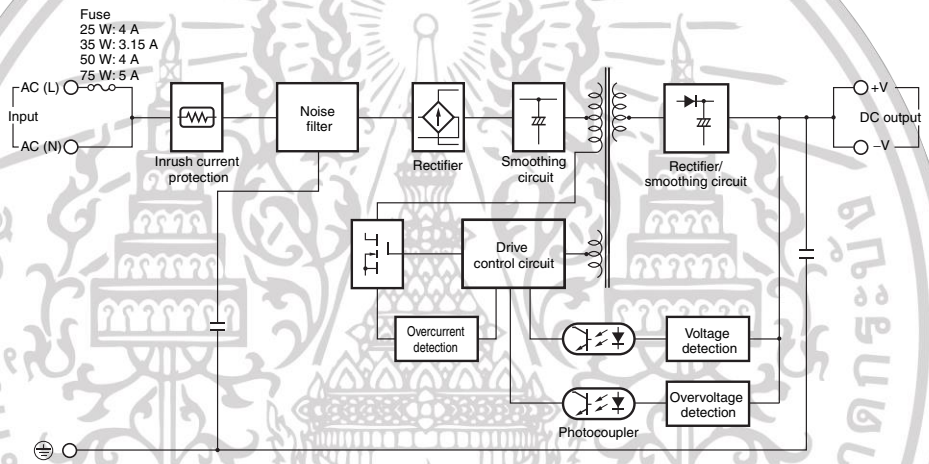
Connections

Block Diagrams

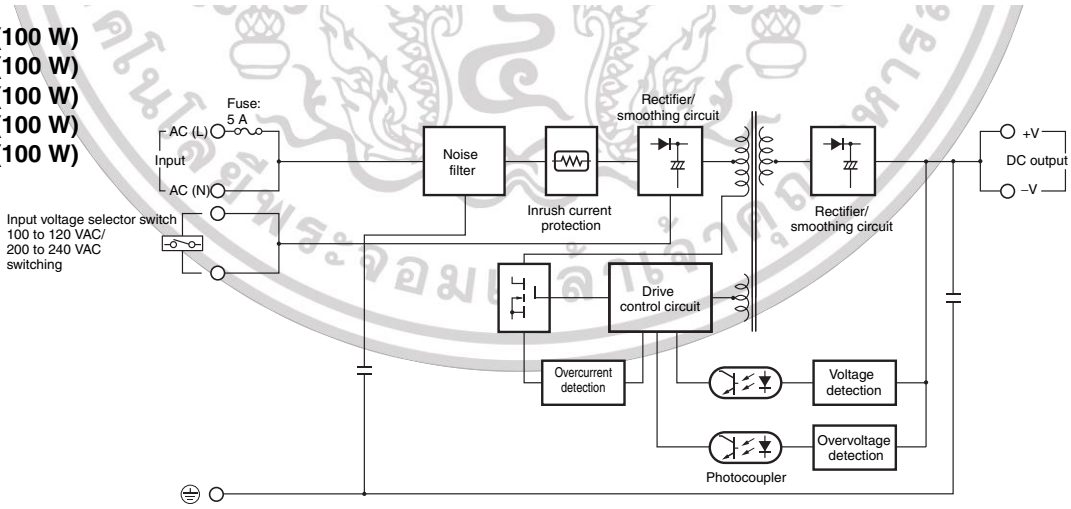
S8FS-C015□□□ (15 W)



S8FS-C025□□□ (25 W)
S8FS-C035□□□ (35 W)
S8FS-C050□□□ (50 W)
S8FS-C075□□□ (75 W)

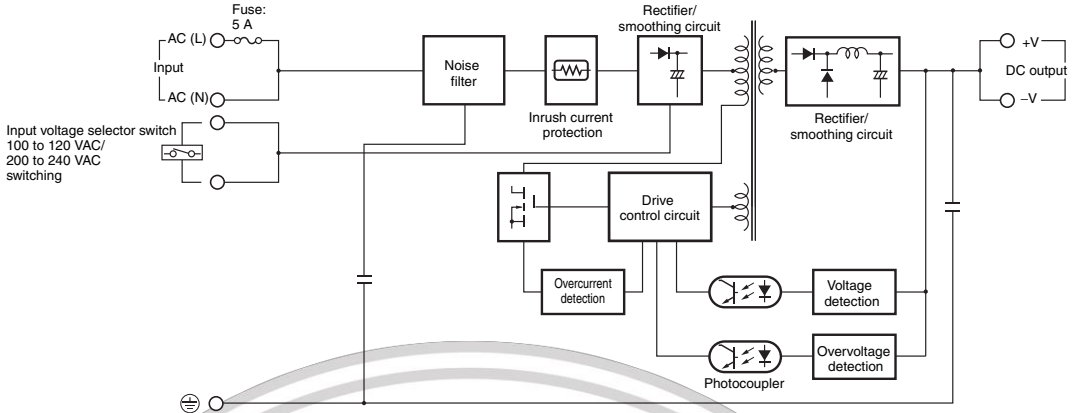


S8FS-C10012□ (100 W)
S8FS-C10015□ (100 W)
S8FS-C10024□ (100 W)
S8FS-C10036□ (100 W)
S8FS-C10048□ (100 W)

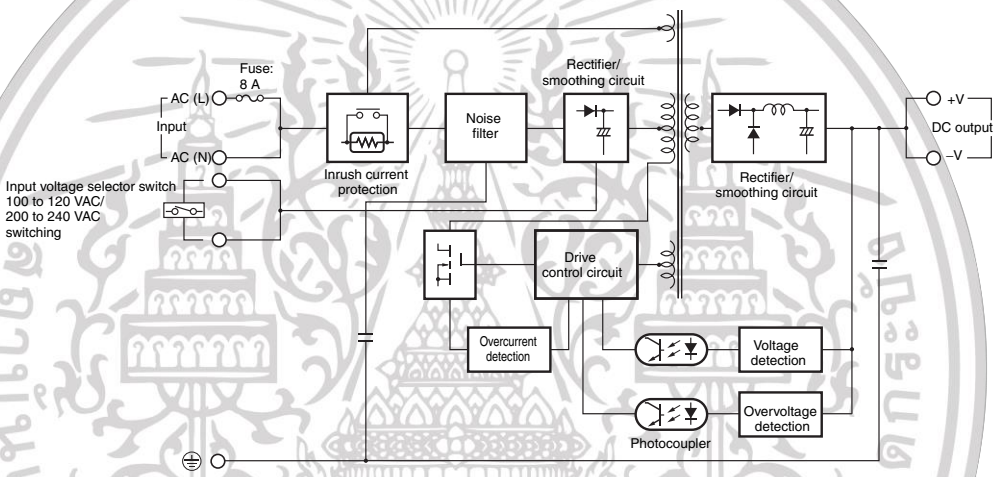


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S8FS-C10005□ (100 W)
S8FS-C150□□□ (150 W)

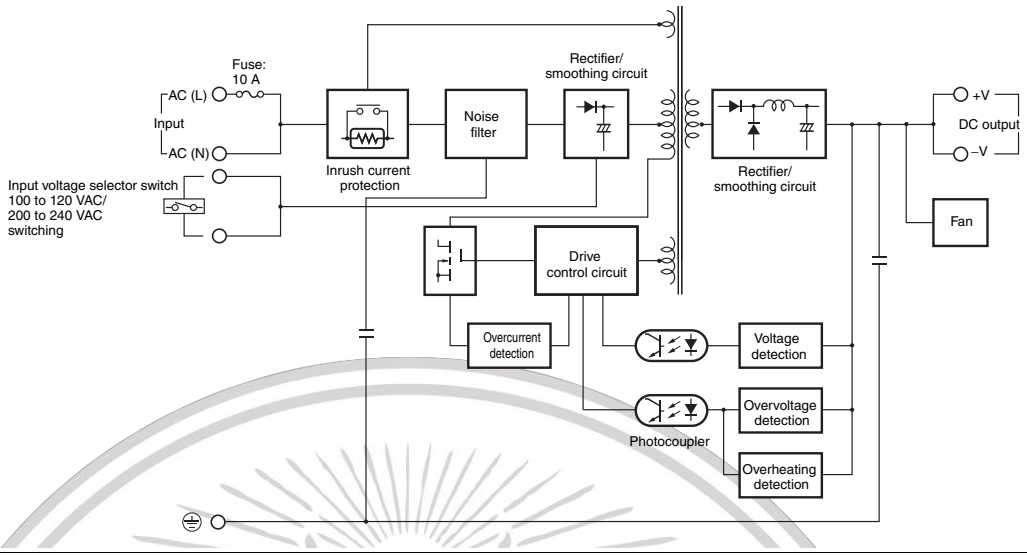


S8FS-C200□□□ (200 W)

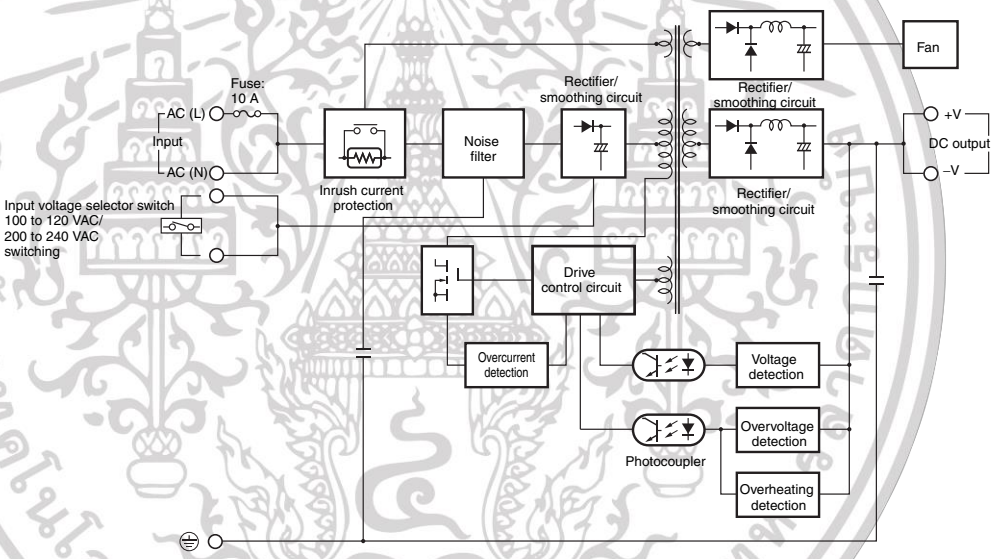


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S8FS-C35024☐ (350 W)



S8FS-C35005☐ (350 W)
S8FS-C35012☐ (350 W)
S8FS-C35036☐ (350 W)
S8FS-C35048☐ (350 W)

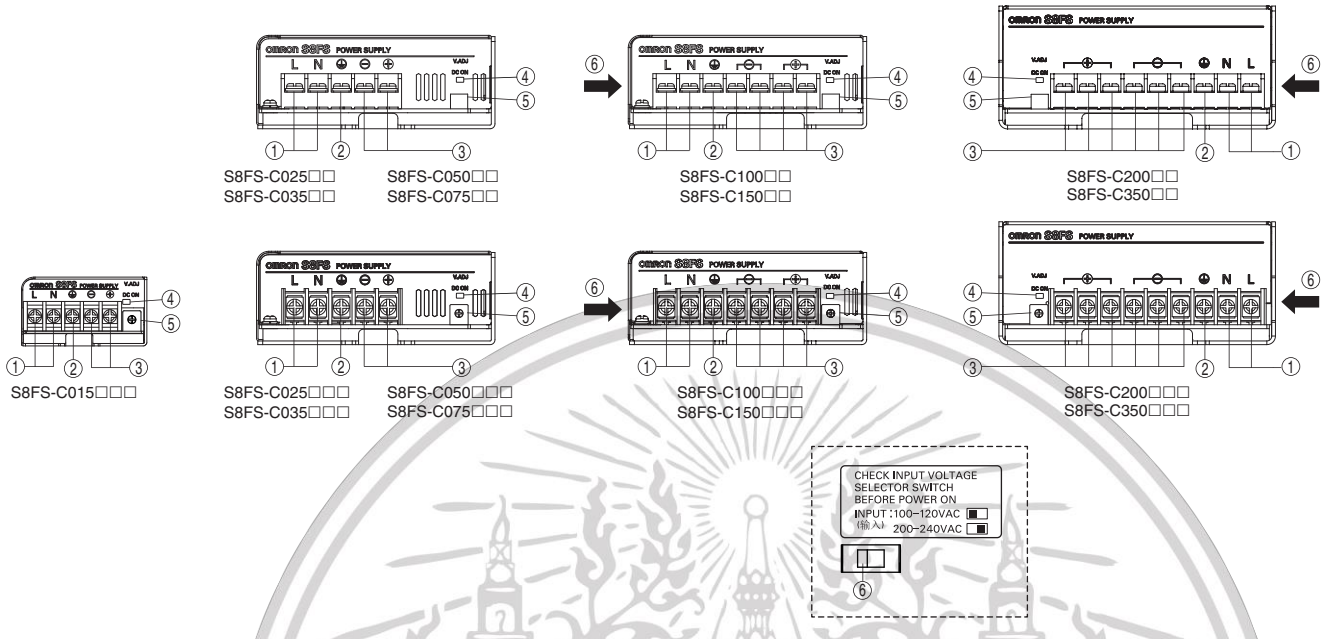


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Construction and Nomenclature

Nomenclature

15-W Models | **25-W, 35-W, 50-W, and 75-W Models** | **100-W and 150-W Models** | **200-W and 350-W Models**



No.	Name	Function
1	Input terminals (L), (N)	Connect the input lines to these terminals. ∗1
2	Protective Earth Terminal (PE)	Connect the ground line to this terminal. ∗2
3	DC output terminals (−V), (+V)	Connect the load lines to these terminals.
4	Output indicator (DC ON: Green)	Lit while the DC output is ON.
5	Output voltage adjuster (V. ADJ)	Use to adjust the output voltage.
6	Input voltage selector switch	Used to switch the input voltage. ∗3, ∗4

∗1. The fuse is located on the (L) side. It is not user replaceable. For a DC power input, connect the positive voltage to the L terminal.
∗2. This is the protective earth terminal specified in the safety standards. Always ground this terminal.
∗3. The 100-W, 150-W, 200-W, and 350-W models only.
∗4. Refer to *Input Voltage Selector Switch* in *Safety Precautions* on page 36.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

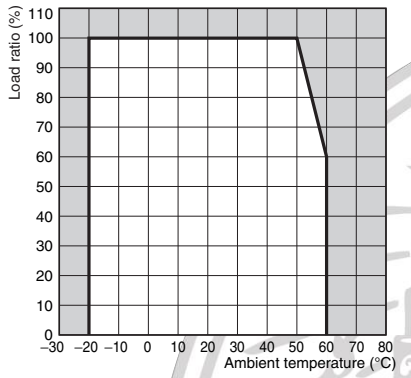
Engineering Data

Derating Curves

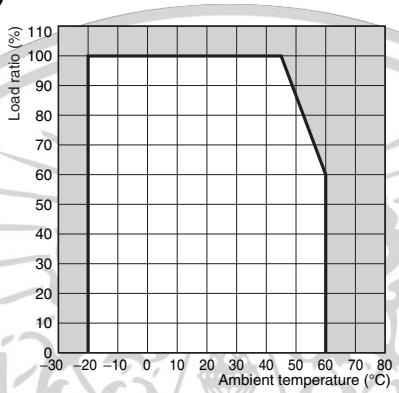
Derating for Ambient Temperatures

Power rating / Output voltage	15 W	25 W	35 W	50 W	75 W	100 W	150 W	200 W	350 W
5 V	(1)	(2)	(1)	(1)	(3)	(4)	(5)	(7)	(1)
12 V		(1)			(1)	(2)	(1)	(6)	
15 V								---	---
24 V								(6)	(1)
36 V	---	---	---	---	---				
48 V	---	---	---	(1)	(1)				

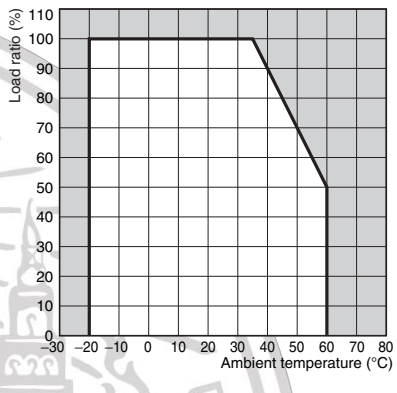
(1)



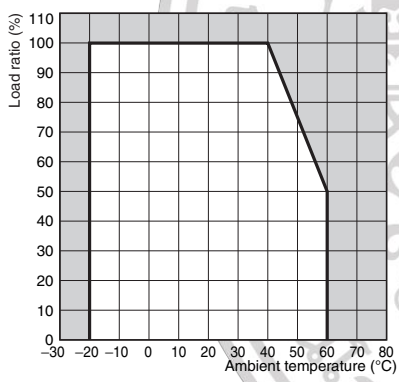
(2)



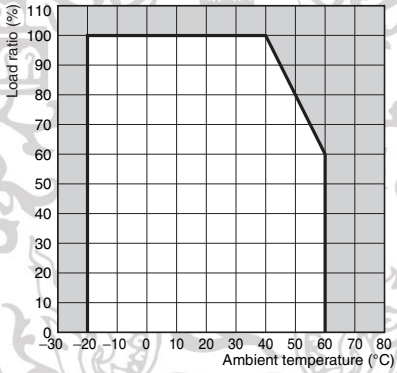
(3)



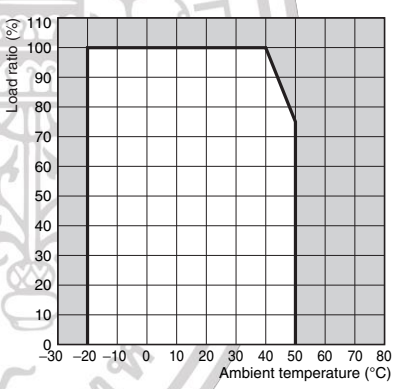
(4)



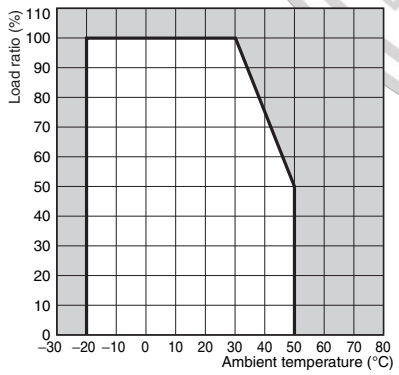
(5)



(6)



(7)



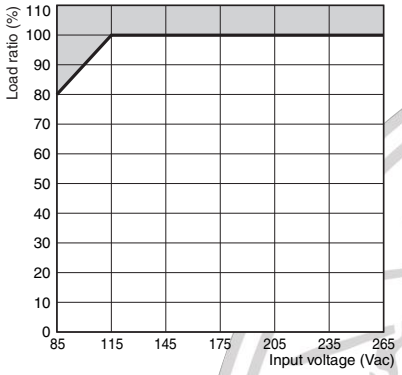
Note: The internal parts may occasionally deteriorate or be damaged. Use the standard mounting method only. Do not use the Power Supply in the area outside the derating curve.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

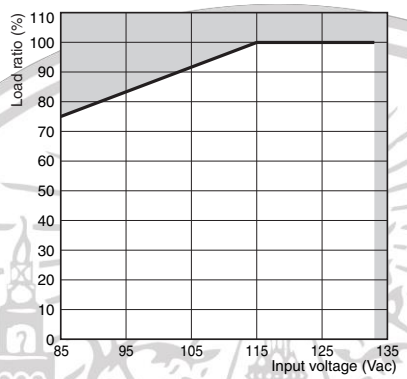
Derating for Input Voltages

Power rating / Output voltage	15 W	25 W	35 W	50 W	75 W	100 W	150 W	200 W	350 W
5 V	(8)	(8)	(8)	(8)	(8)	(9) (10)	(11) (12)	(11) (14)	(11) (15)
12 V									
15 V								---	---
24 V								(13) (15)	(11) (15)
36 V	---	---	---	---	---				
48 V	---	---	---	(8)	(8)				

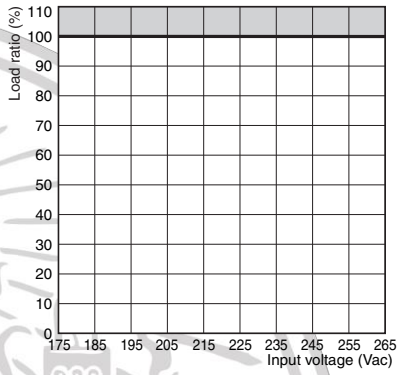
(8)



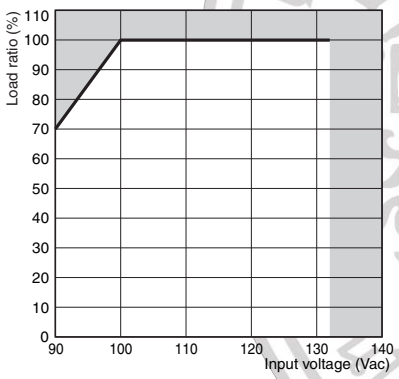
(9)



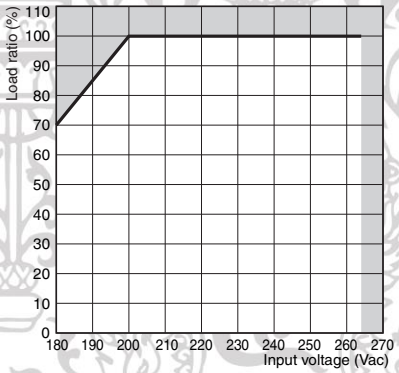
(10)



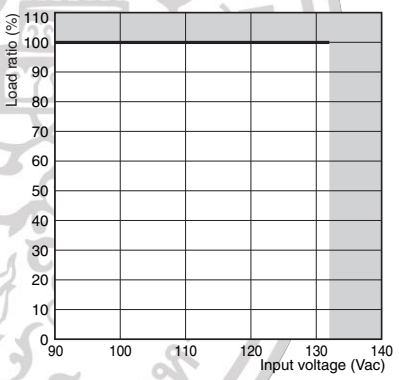
(11)



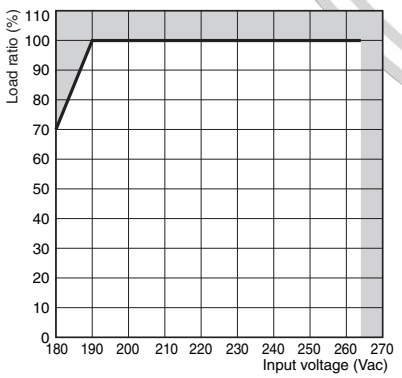
(12)



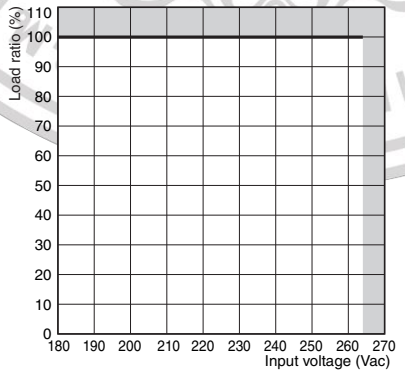
(13)



(14)



(15)

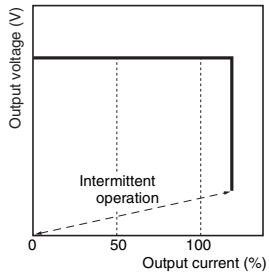


Note: The internal parts may occasionally deteriorate or be damaged. Use the standard mounting method only. Do not use the Power Supply in the area outside the derating curve.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Overload Protection

The load and the Power Supply are automatically protected from short-circuit currents and overcurrent damage by this function. Overload protection is activated if the output current rises above 105% of the rated current.
When the output current returns within the rated range, the overload protection is automatically cleared.



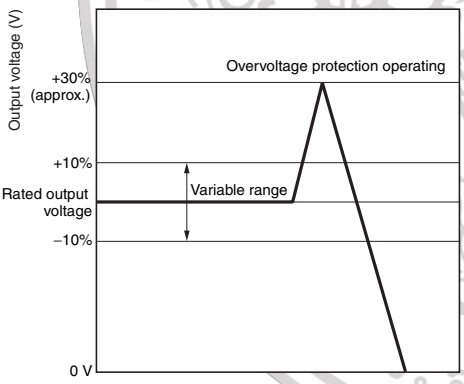
The values shown in the above diagrams are for reference only.

Note: 1. If the Power Supply has been short-circuited or supplied with an overcurrent longer than 10 seconds, the internal parts of the Power Supply may occasionally deteriorate or be damaged.

2. Internal parts may possibly deteriorate or be damaged if the Power Supply is used for applications with frequent inrush current or overloading at the load end. Do not use the Power Supply for such applications.

Overvoltage Protection

Consider the possibility of an overvoltage and design the system so that the load will not be subjected to an excessive voltage even if the feedback circuit in the Power Supply fails. When an excessive voltage that is 115% of the rated voltage or more is output, the output voltage is shut OFF, preventing damage to the load due to overvoltage. Reset the input power by turning it OFF for at least three minutes and then turning it back ON again.



The values shown in the above diagrams are for reference only.

Note: Do not turn ON the power again until the cause of the overvoltage has been removed.

Overheat Protection (S8FS-C350□□□ Only)

If the internal temperature rises excessively as a result of fan failure or any other reason, the overheat protection circuit will operate to protect internal elements. Reset the input power by turning it OFF for at least three minutes and then turning it back ON again.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

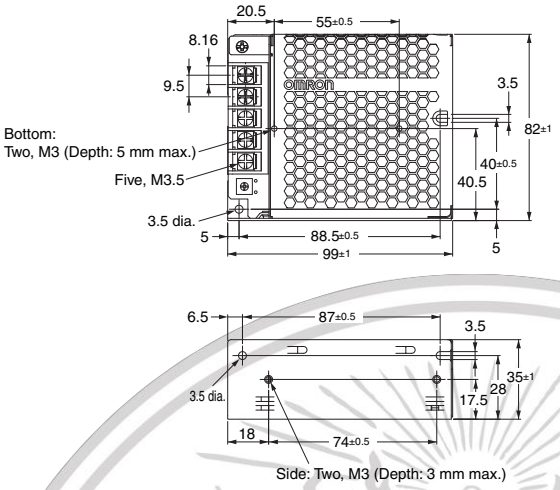
Dimensions

(Unit: mm)

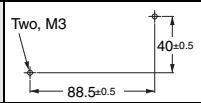
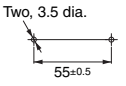
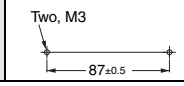
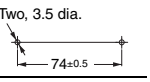
Power Supplies

Models with Terminal Block Facing Upward

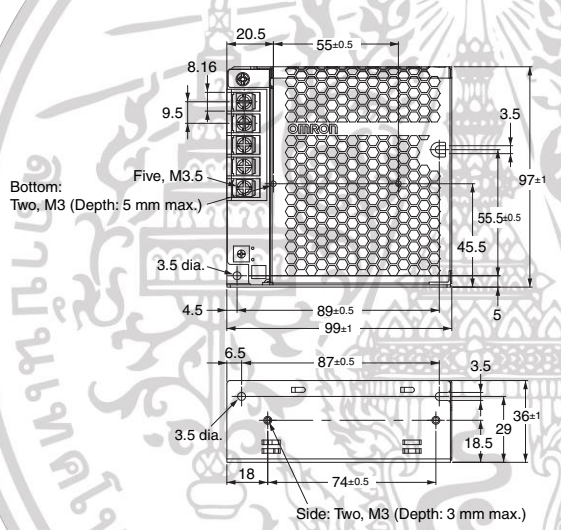
S8FS-C025□□ (25 W)



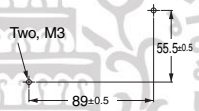
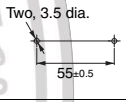
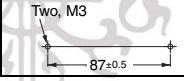
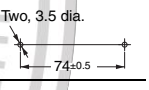
Panel mounting hole dimensions

	Using the mounting holes in the Power Supply	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting		
Side mounting		

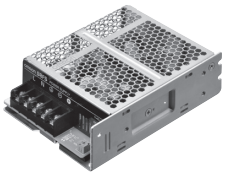
S8FS-C035□□ (35 W)

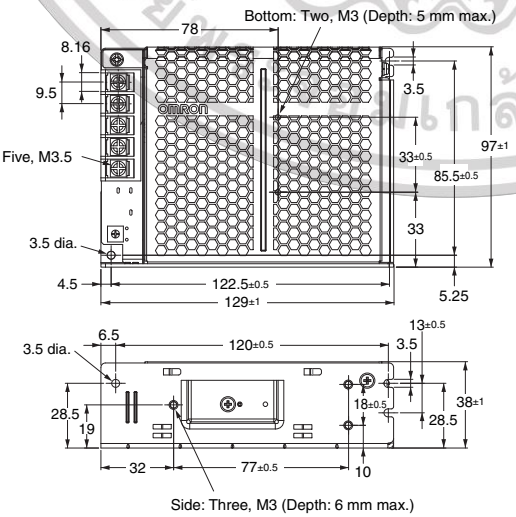


Panel mounting hole dimensions

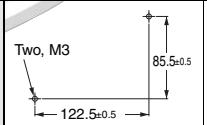
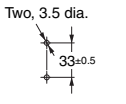
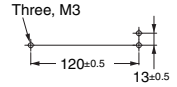
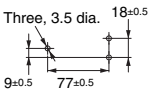
	Using the mounting holes in the Power Supply	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting		
Side mounting		

S8FS-C050□□ (50 W)



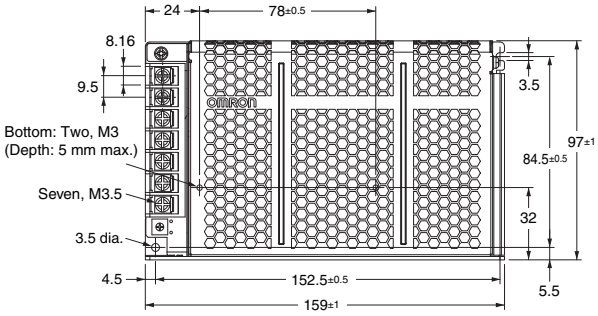


Panel mounting hole dimensions

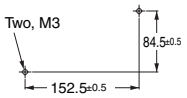
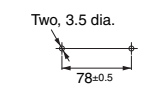
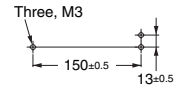
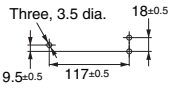
	Using the mounting holes in the Power Supply	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting		
Side mounting		

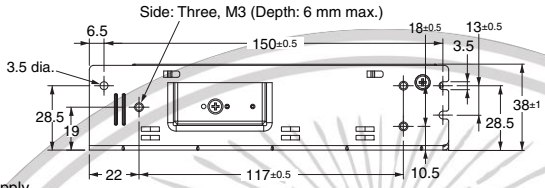
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S8FS-C075□□ (75 W)
S8FS-C100□□ (100 W)



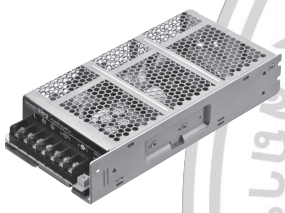
Panel mounting hole dimensions

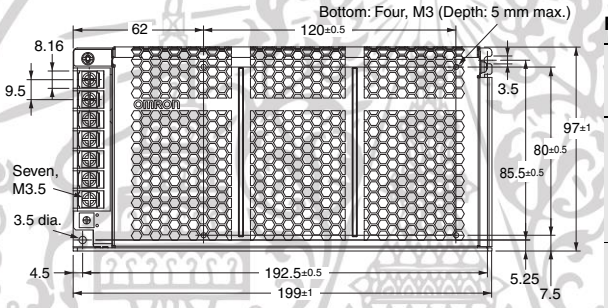
	Using the mounting holes in the Power Supply	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting		
Side mounting		



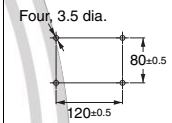
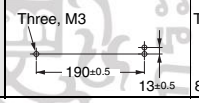
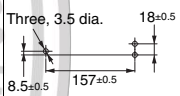
Note: The figure shows a 100-W Power Supply.
A 75-W Power Supply has 5 terminals.

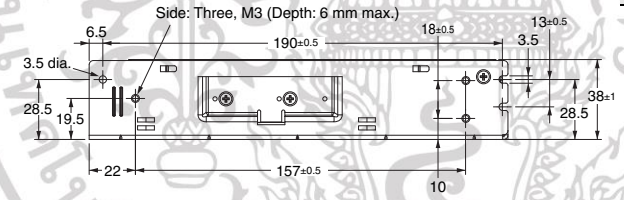
S8FS-C150□□ (150 W)





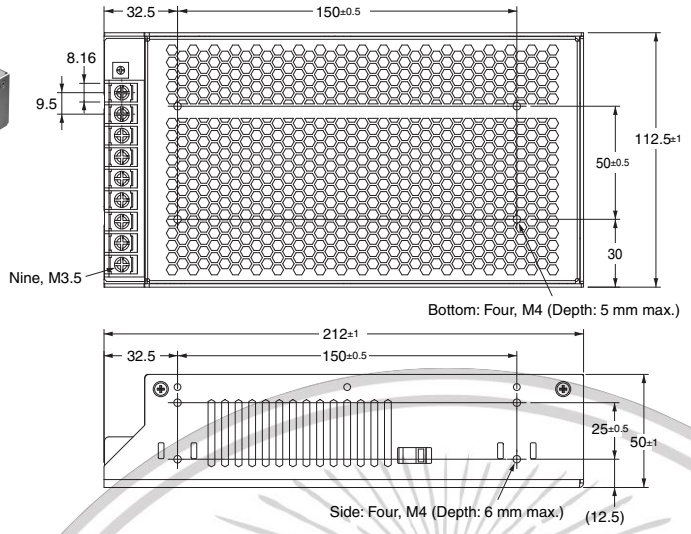
Panel mounting hole dimensions

	Using the mounting holes in the Power Supply	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting		
Side mounting		

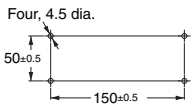
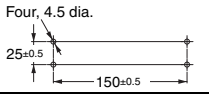


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

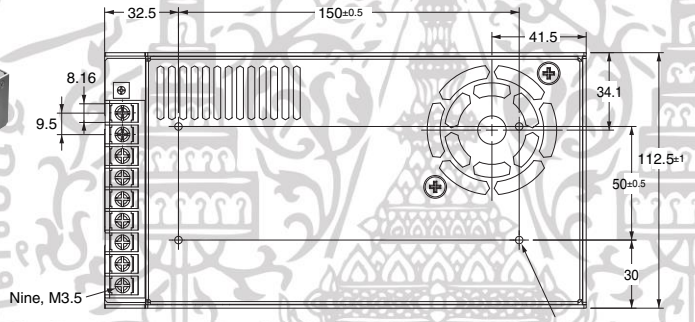
S8FS-C200□□ (200 W)

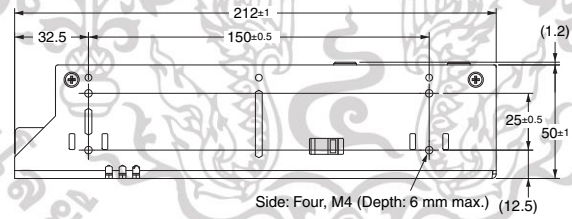


Panel mounting hole dimensions

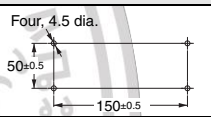
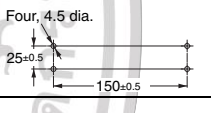
	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting	
Side mounting	

S8FS-C350□□ (350 W)





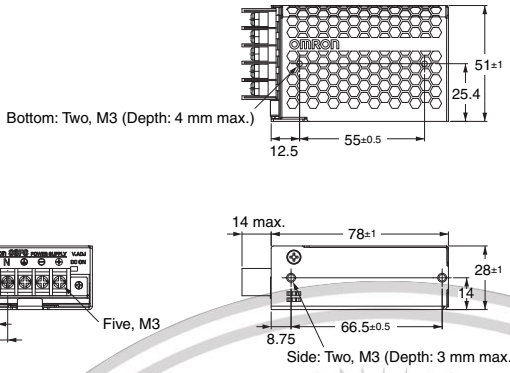
Panel mounting hole dimensions

	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting	
Side mounting	

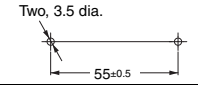
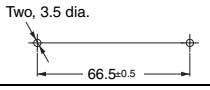
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Models with Terminal Block Facing Forward

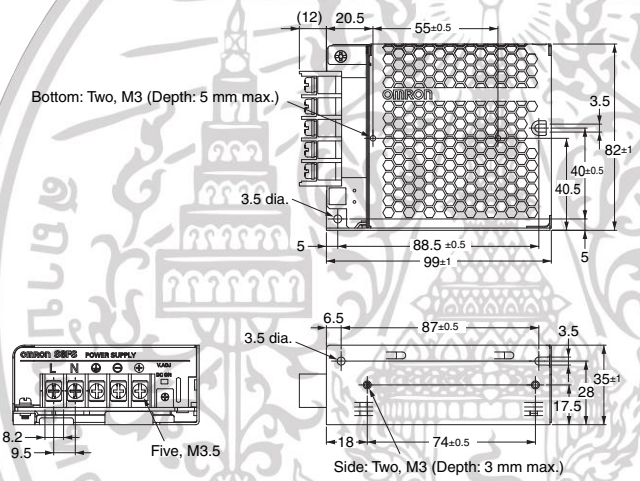
S8FS-C015□□J (15 W)



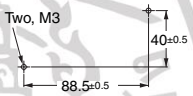
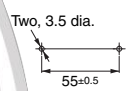
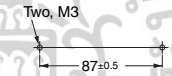
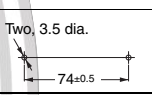
Panel mounting hole dimensions

	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting	
Side mounting	

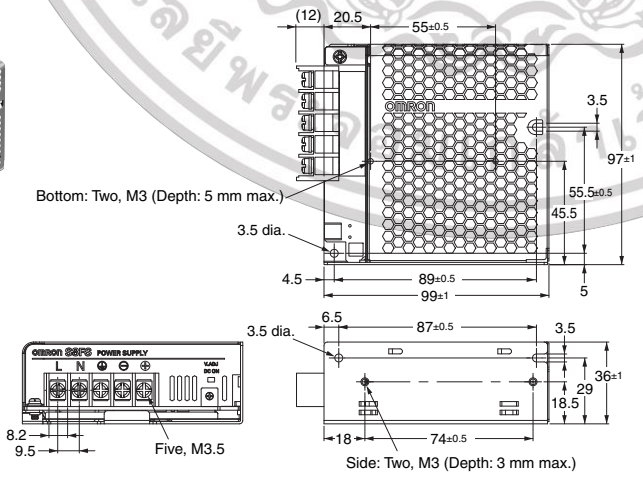
S8FS-C025□□J (25 W)



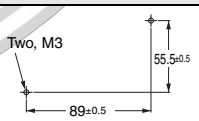
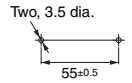
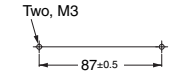
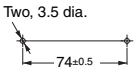
Panel mounting hole dimensions

	Using the mounting holes in the Power Supply	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting		
Side mounting		

S8FS-C035□□J (35 W)

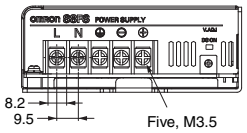


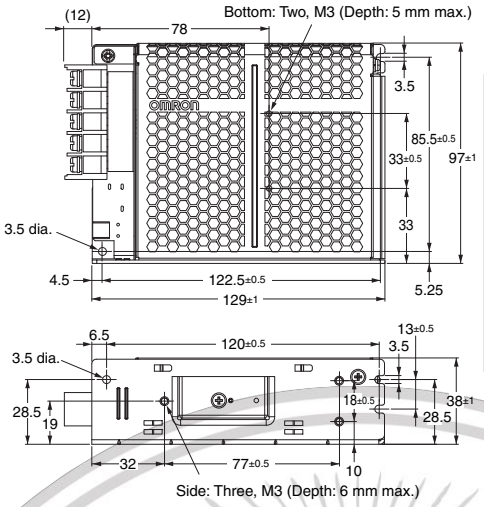
Panel mounting hole dimensions

	Using the mounting holes in the Power Supply	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting		
Side mounting		

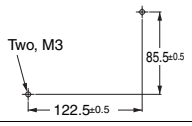
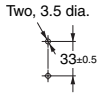
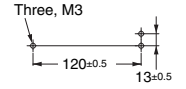
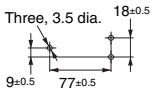
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S8FS-C050□□J (50 W)

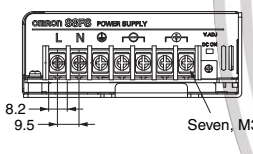


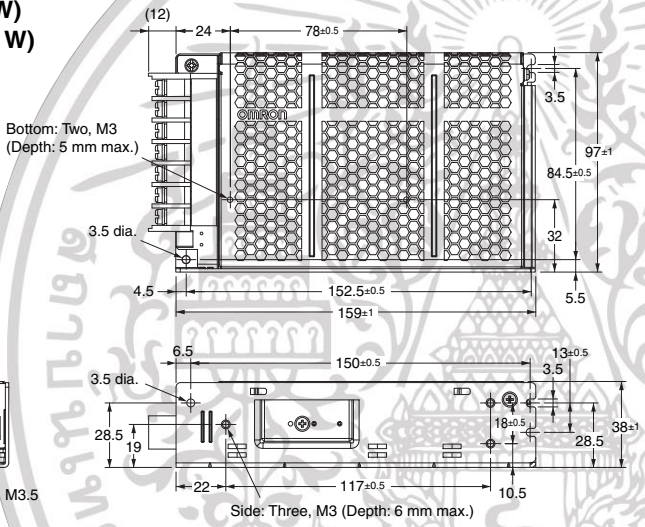


Panel mounting hole dimensions

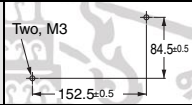
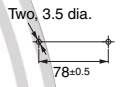
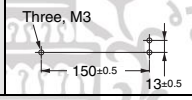
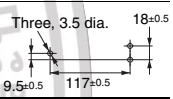
	Using the mounting holes in the Power Supply	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting		
Side mounting		

S8FS-C075□□J (75 W)
S8FS-C100□□J (100 W)



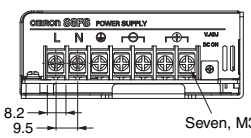


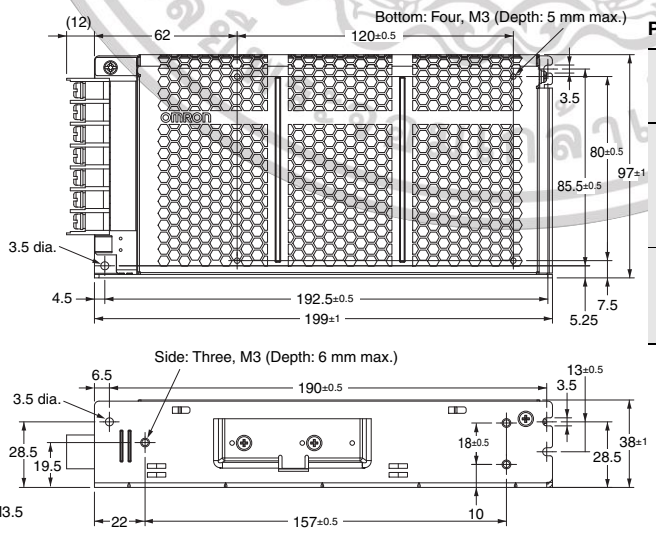
Panel mounting hole dimensions

	Using the mounting holes in the Power Supply	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting		
Side mounting		

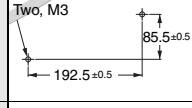
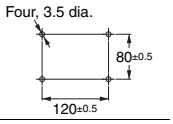
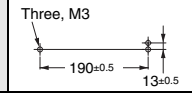
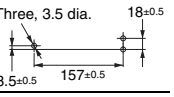
Note: The figure shows a 100-W Power Supply.
A 75-W Power Supply has 5 terminals.

S8FS-C150□□J (150 W)



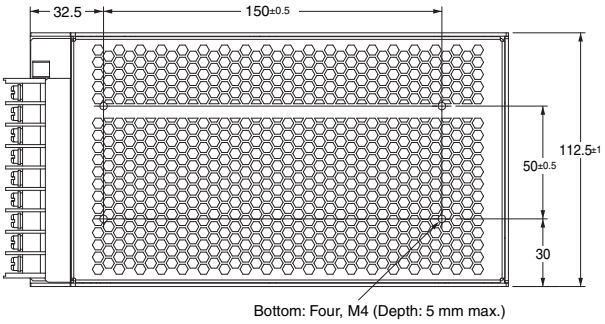


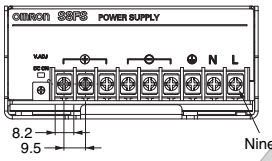
Panel mounting hole dimensions

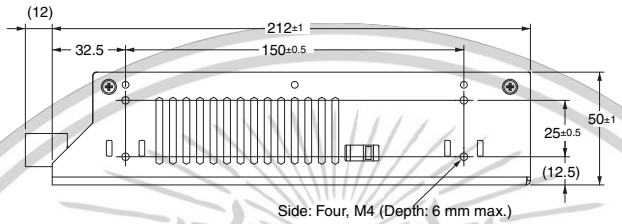
	Using the mounting holes in the Power Supply	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting		
Side mounting		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

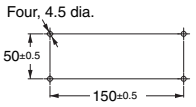
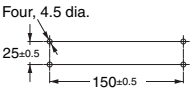
S8FS-C200□□J (200 W)



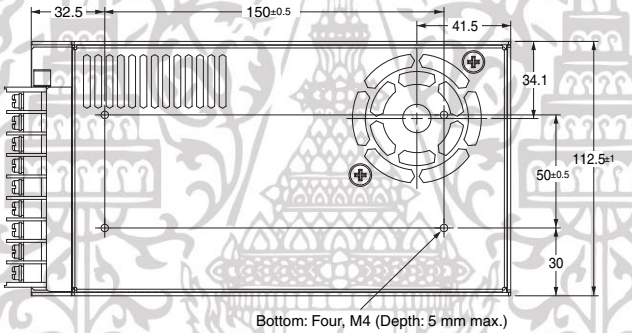


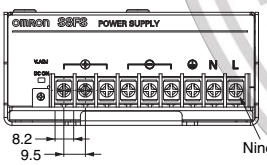


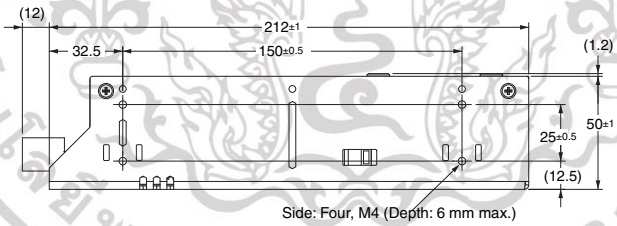
Panel mounting hole dimensions

	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting	
Side mounting	

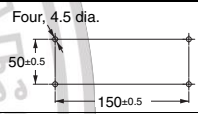
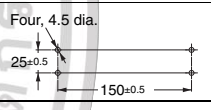
S8FS-C350□□J (350 W)







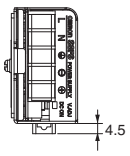
Panel mounting hole dimensions

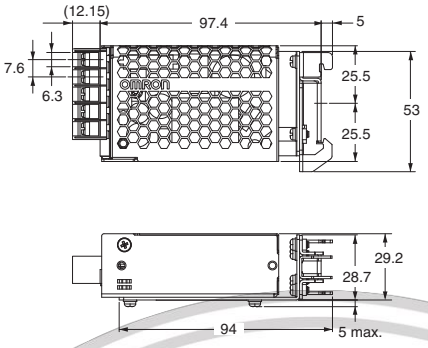
	Using the screw holes in the Power Supply
Bottom mounting	
Side mounting	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

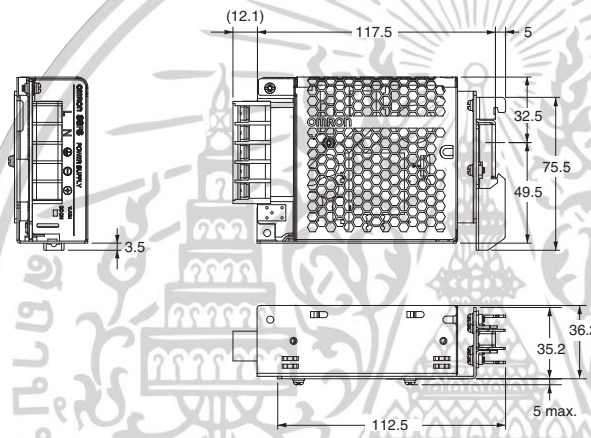
Models with DIN rail

S8FS-C015□□D (15 W)

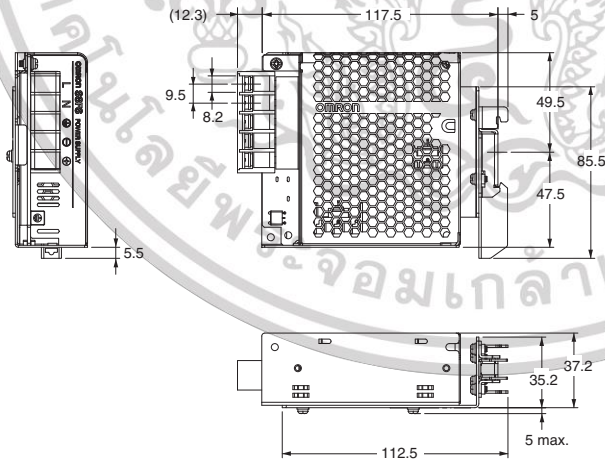




S8FS-C025□□D (25 W)

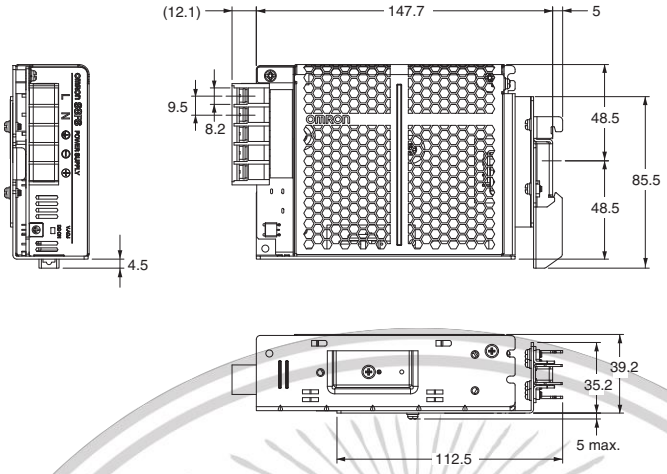


S8FS-C035□□D (35 W)

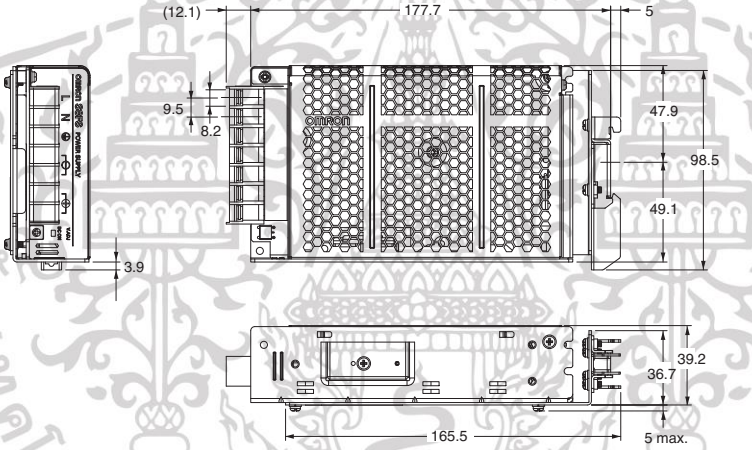


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S8FS-C050□□D (50 W)

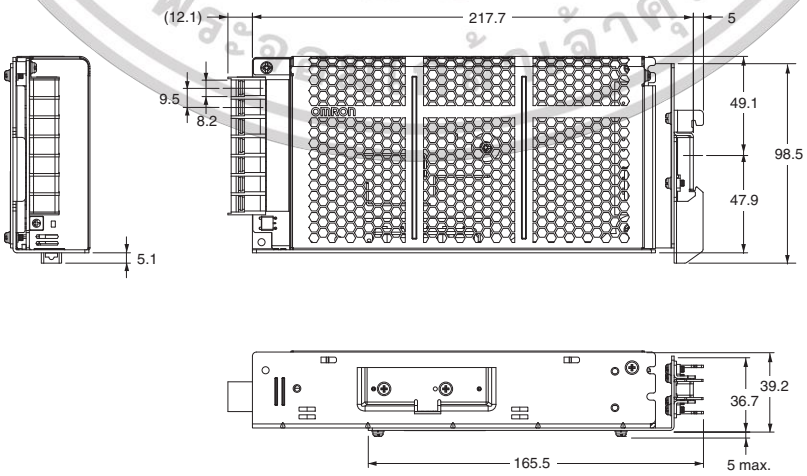


S8FS-C075□□D (75 W)
S8FS-C100□□D (100 W)



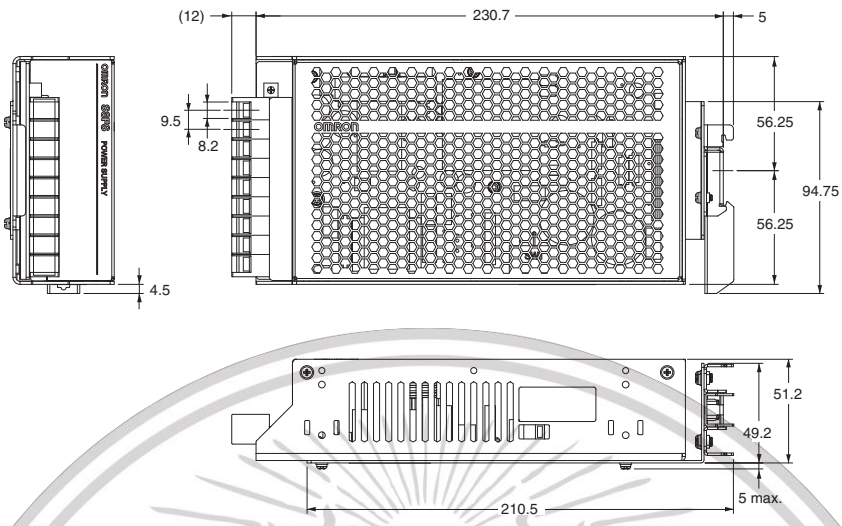
Note: The figure shows a 100-W Power Supply.
A 75-W Power Supply has 5 terminals.

S8FS-C150□□D (150 W)

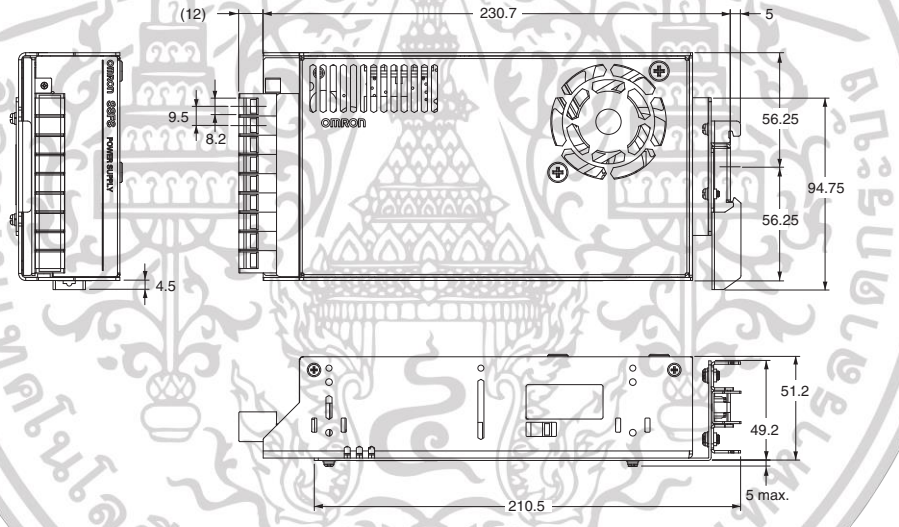


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S8FS-C200□□D (200 W)



S8FS-C350□□D (350 W)

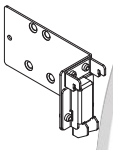


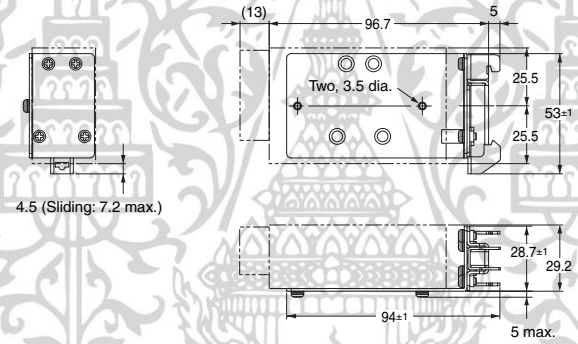
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mounting Brackets (Order Separately)

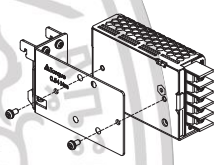
Power rating	Mounting direction	Model
15 W	DIN Rail	S82Y-FSC015DIN
25 W		S82Y-FSC025DIN
35 W		S82Y-FSC050DIN
50 W		
75 W		S82Y-FSC150DIN
100 W		
150 W		
200 W		S82Y-FSC350DIN
350 W		
15 W	Bottom-mounting to DIN Rail	S82Y-FSC015DIN-S
25 W		S82Y-FSC025DIN-S
35 W		S82Y-FSC035DIN-S
50 W		S82Y-FSC050DIN-S
75 W		S82Y-FSC100DIN-S
100 W		
150 W		S82Y-FSC150DIN-S
200 W	Bottom-mounting with L-brackets	S82Y-FSC350B (4 brackets)
350 W		

S82Y-FSC015DIN



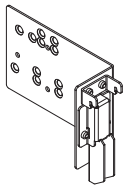


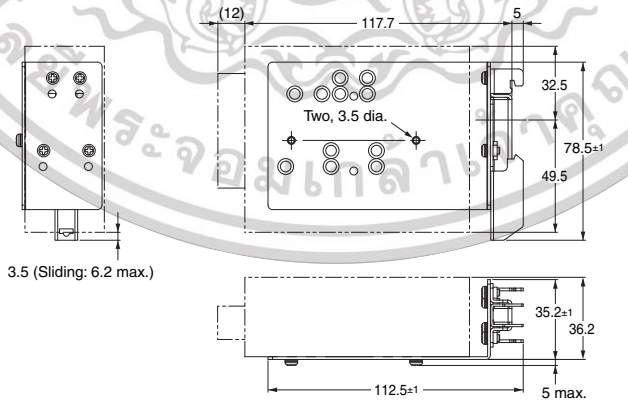
Mounting Method



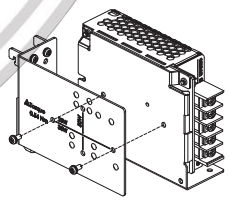
Accessories (2 locations)
Be sure to use the accessory screws.
Mounting screw tightening torque: 0.48 to 0.59 N·m for M3 screws

S82Y-FSC025DIN





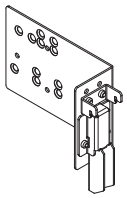
Mounting Method

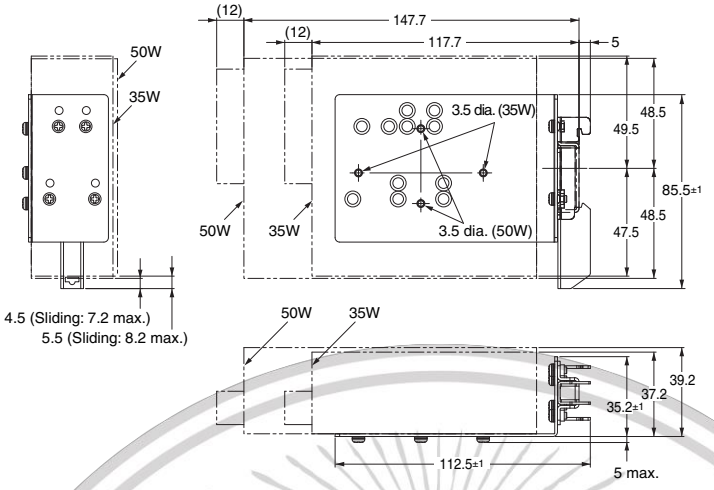


Accessories (2 locations)
Be sure to use the accessory screws.
Mounting screw tightening torque: 0.48 to 0.59 N·m for M3 screws

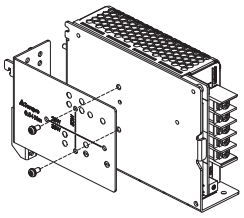
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S82Y-FSC050DIN



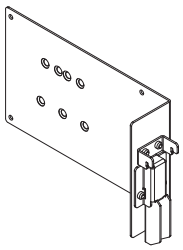


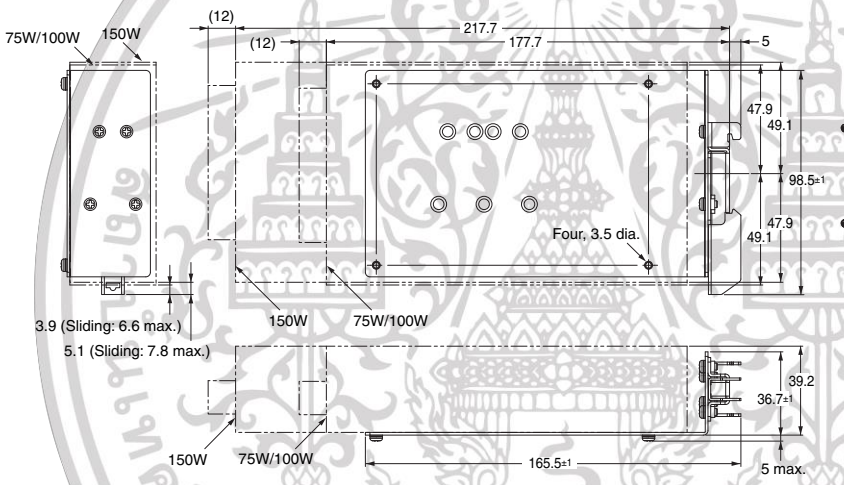
Mounting Method



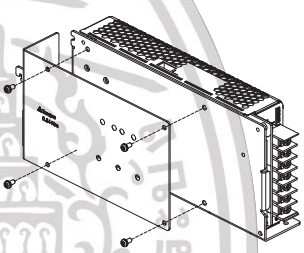
Accessories (2 locations)
Be sure to use the accessory screws.
Mounting screw tightening torque:
0.48 to 0.59 N·m for M3 screws

S82Y-FSC150DIN



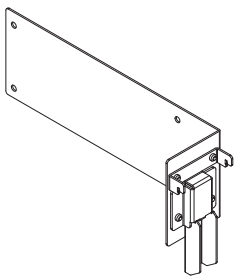


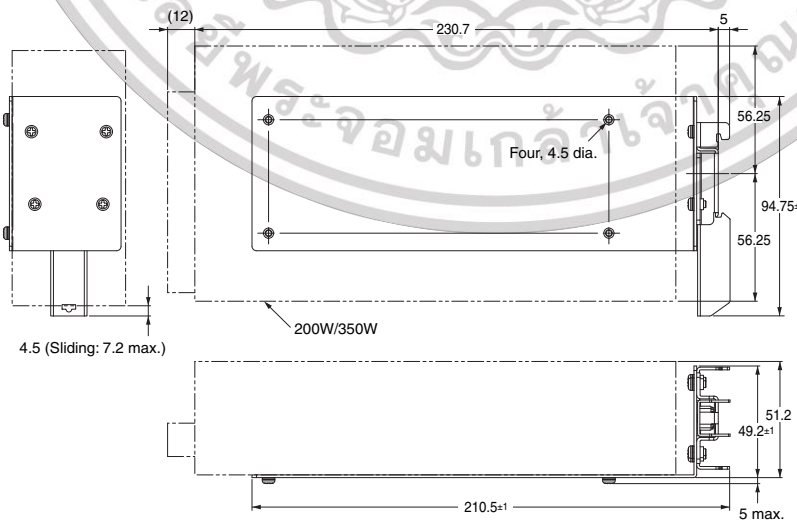
Mounting Method



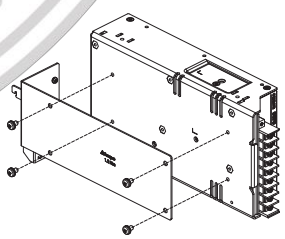
Accessories (4 locations)
Be sure to use the accessory screws.
Mounting screw tightening torque:
0.48 to 0.59 N·m for M3 screws

S82Y-FSC350DIN





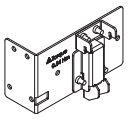
Mounting Method

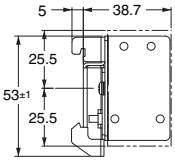


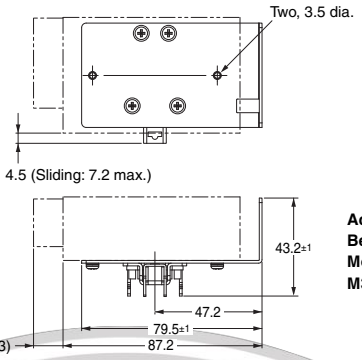
Accessories (4 locations)
Be sure to use the accessory screws.
Mounting screw tightening torque:
1.08 to 1.32 N·m for M4 screws

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

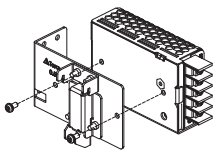
S82Y-FSC015DIN-S





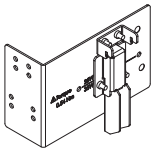


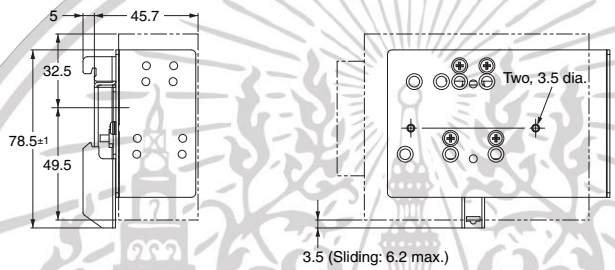
Mounting Method

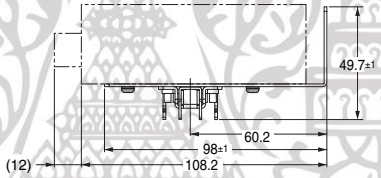


Accessories (2 locations)
Be sure to use the accessory screws.
Mounting screw tightening torque: 0.48 to 0.59 N·m for M3 screws

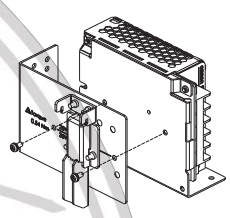
S82Y-FSC025DIN-S





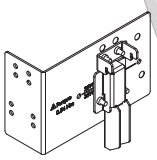


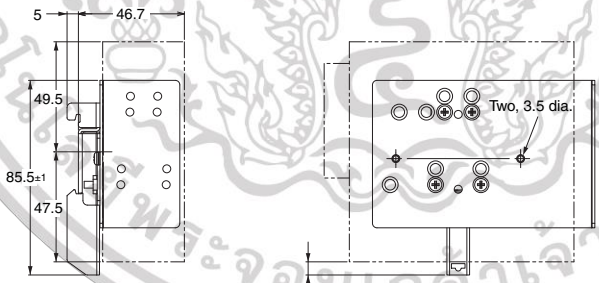
Mounting Method

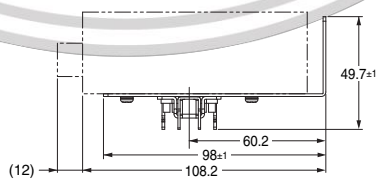


Accessories (2 locations)
Be sure to use the accessory screws.
Mounting screw tightening torque: 0.48 to 0.59 N·m for M3 screws

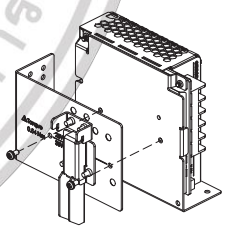
S82Y-FSC035DIN-S







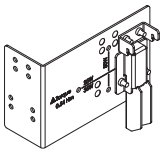
Mounting Method

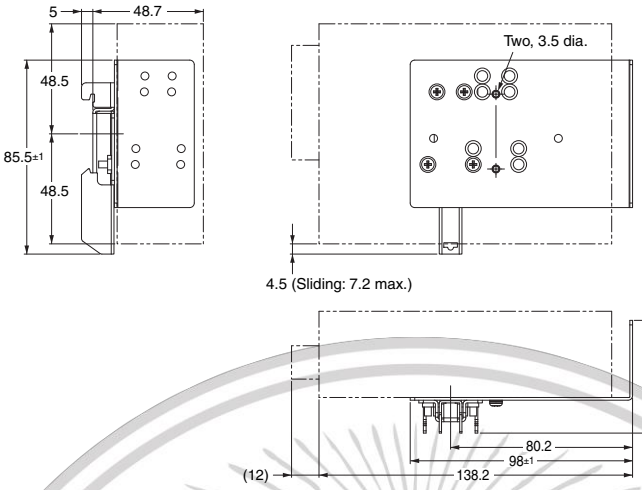


Accessories (2 locations)
Be sure to use the accessory screws.
Mounting screw tightening torque: 0.48 to 0.59 N·m for M3 screws

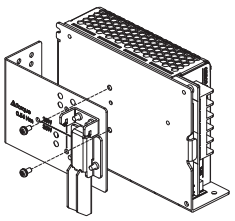
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

S82Y-FSC050DIN-S



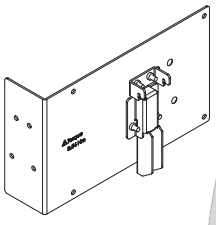


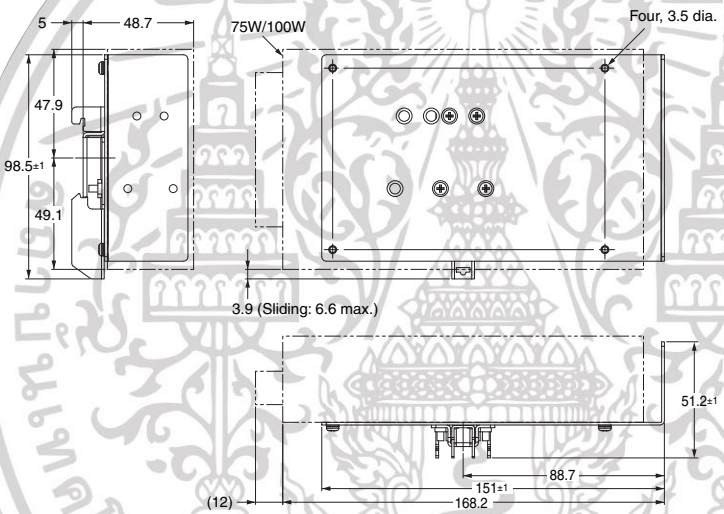
Mounting Method



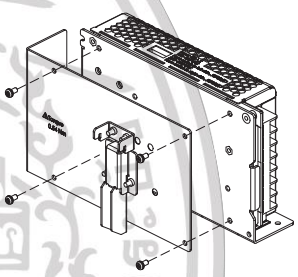
Accessories (2 locations)
Be sure to use the accessory screws.
Mounting screw tightening torque: 0.48 to 0.59 N·m for M3 screws

S82Y-FSC100DIN-S



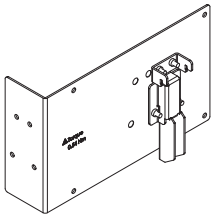


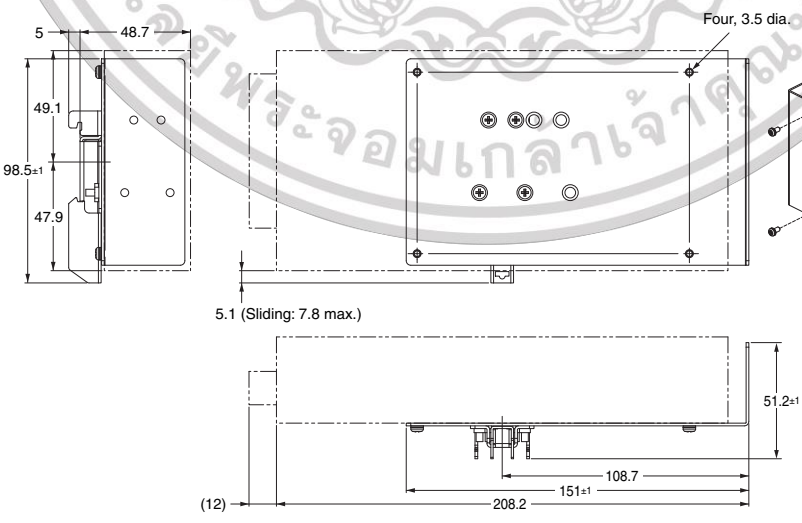
Mounting Method



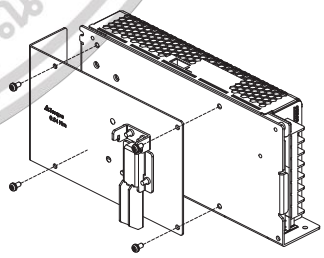
Accessories (4 locations)
Be sure to use the accessory screws.
Mounting screw tightening torque: 0.48 to 0.59 N·m for M3 screws

S82Y-FSC150DIN-S





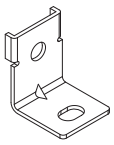
Mounting Method

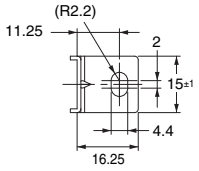


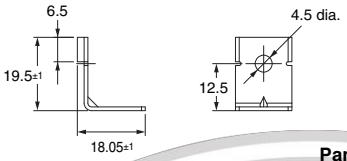
Accessories (4 locations)
Be sure to use the accessory screws.
Mounting screw tightening torque: 0.48 to 0.59 N·m for M3 screws

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

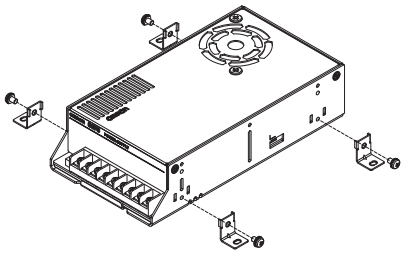
S82Y-FSC350B (Four Brackets)







Mounting Method

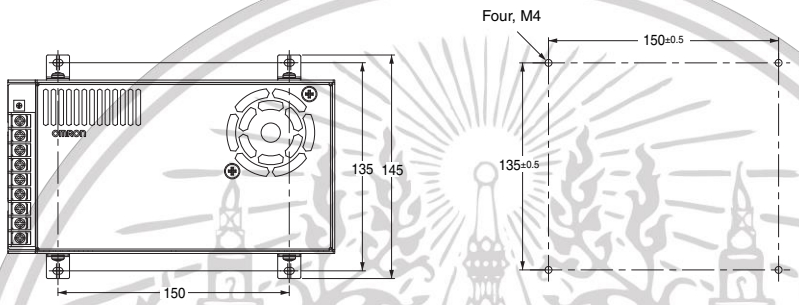


Accessories (4 locations)

Be sure to use the accessory screws.
Mounting screw tightening torque: 1.08 to 1.32 N·m for M4 screws

Note: The mounting bracket is available in 200-W and 350-W models. The figure shows a 350-W Power Supply.

Panel mounting hole dimensions



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

For Users of S8JC DIN Rail-mounting Power Supplies

If you are using a DIN Rail-mounting S8JC-series Power Supply, you can use a DIN Rail-mounting S8FS-C-series Power Supply or replace it with an S8FS-C-series Power Supply with a Forward-facing Terminal Block and a DIN Rail Mounting Bracket.

Table of Corresponding S8JC Power Supplies and S8FS-C□J Power Supplies with DIN Rail Mounting Brackets

Power rating	S8JC-Z ✻2	S8JC-ZS		S8FS-C Power Supply		DIN Rail-mounting Bracket ✻1
15 W	S8JC-Z01505CD	S8JC-ZS01505CD-AC2	⇒	S8FS-C01505J	+	S82Y-FSC015DIN
	S8JC-Z01512CD	S8JC-ZS01512CD-AC2	⇒	S8FS-C01512J		
	S8JC-Z01524CD	S8JC-ZS01524CD-AC2	⇒	S8FS-C01524J		
35 W	S8JC-Z03505CD	S8JC-ZS03505CD-AC2	⇒	S8FS-C03505J	+	S82Y-FSC050DIN
	S8JC-Z03512CD	S8JC-ZS03512CD-AC2	⇒	S8FS-C03512J		
	S8JC-Z03524CD	S8JC-ZS03524CD-AC2	⇒	S8FS-C03524J		
50 W	S8JC-Z05005CD	S8JC-ZS05005CD-AC2	⇒	S8FS-C05005J	+	S82Y-FSC050DIN
	S8JC-Z05012CD	S8JC-ZS05012CD-AC2	⇒	S8FS-C05012J		
	S8JC-Z05024CD	S8JC-ZS05024CD-AC2	⇒	S8FS-C05024J		
	S8JC-Z05048CD	---	⇒	S8FS-C05048J		
100 W	S8JC-Z10005CD	S8JC-ZS10005CD-AC2	⇒	S8FS-C10005J	+	S82Y-FSC150DIN
	S8JC-Z10012CD	S8JC-ZS10012CD-AC2	⇒	S8FS-C10012J		
	S8JC-Z10024CD	S8JC-ZS10024CD-AC2	⇒	S8FS-C10024J		
	S8JC-Z10048CD	---	⇒	S8FS-C10048J		
150 W	S8JC-Z15005CD	S8JC-ZS15005CD-AC2	⇒	S8FS-C15005J	+	S82Y-FSC150DIN
	S8JC-Z15012CD	S8JC-ZS15012CD-AC2	⇒	S8FS-C15012J		
	S8JC-Z15024CD	S8JC-ZS15024CD-AC2	⇒	S8FS-C15024J		
	S8JC-Z15048CD	---	⇒	S8FS-C15048J		
350 W	S8JC-Z35005CD	S8JC-ZS35005CD-AC2	⇒	S8FS-C35005J	+	S82Y-FSC350DIN
	S8JC-Z35012CD	S8JC-ZS35012CD-AC2	⇒	S8FS-C35012J		
	S8JC-Z35024CD	S8JC-ZS35024CD-AC2	⇒	S8FS-C35024J		

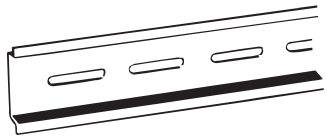
✻1. To mount an S8FS-series Power Supply that is not a DIN Rail-mounting model to a DIN Rail, purchase a DIN Rail-mounting Bracket separately from the Power Supply.
✻2. Consult with your OMRON representative if you use a 15-W or 35-W S8JC-Z Power Supply with a 48-V output voltage.

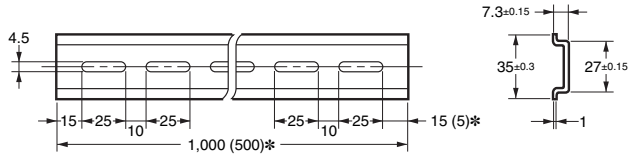
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIN Rail (Order Separately)

Note: All units are in millimeters unless otherwise indicated.

Mounting Rail (Material: Aluminum)

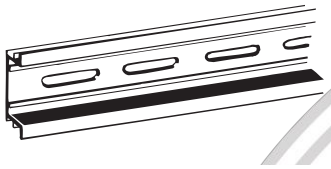


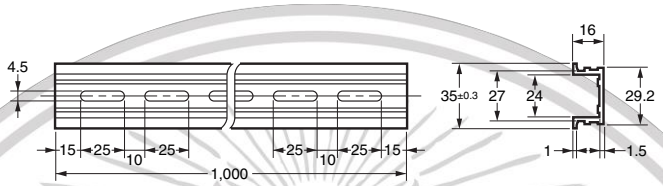


* Value in parentheses are for PFP-50N.

Model
PFP-100N
PFP-50N

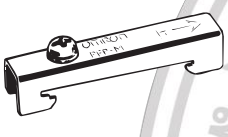
Mounting Rail (Material: Aluminum)

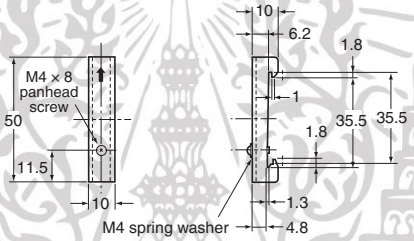




Model
PFP-100N2

End Plate





Model
PFP-M

Note: 1. If there is a possibility that the Power Supply will be subject to vibration or shock, use a steel DIN Rail. Otherwise, metallic filings may result from aluminum abrasion.

2. If there is a possibility of the Power Supply sliding sideways, place an End Plate (PFP-M) on each end of the Power Supply.

Terminal Cover (Order Separately)

Terminal block direction	Power rating	Applicable models	Terminal Cover model number
Models with terminal block facing upward	25-W	S8FS-C025□□	S82Y-FSC-C5
	35-W	S8FS-C035□□	
	50-W	S8FS-C050□□	
	75-W	S8FS-C075□□	
	100-W	S8FS-C100□□	S82Y-FSC-C7
	150-W	S8FS-C150□□	
	200-W	S8FS-C200□□	S82Y-FSC-C9
	350-W	S8FS-C350□□	
Models with terminal block facing forward	15-W	S8FS-C015□□J/D	S82Y-FSC-C5MF
	25-W	S8FS-C025□□J/D	S82Y-FSC-C5F
	35-W	S8FS-C035□□J/D	
	50-W	S8FS-C050□□J/D	
	75-W	S8FS-C075□□J/D	
	100-W	S8FS-C100□□J/D	S82Y-FSC-C7F
	150-W	S8FS-C150□□J/D	
	200-W	S8FS-C200□□J/D	S82Y-FSC-C9F
	350-W	S8FS-C350□□J/D	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Safety Precautions

Refer to Safety Precautions for All Power Supplies.

Warning Indications

⚠ CAUTION	Indicates a potentially hazardous situation which, if not avoided, may result in minor or moderate injury or in property damage.
Precautions for Safe Use	Supplementary comments on what to do or avoid doing, to use the product safely.
Precautions for Correct Use	Supplementary comments on what to do or avoid doing, to prevent failure to operate, malfunction or undesirable effect on product performance.

Meaning of Product Safety Symbols

	Indicates the possibility of electric shock under specific conditions.
	Indicates the possibility of injuries by high temperature under specific conditions.
	Indicates the possibility of injuries, such as electric shock by disassembling the device, prohibiting disassembly.
	Indicates the instructions of unspecified general action.

⚠ CAUTION

Minor electric shock, fire, or Product failure may occasionally occur. Do not disassemble, modify, or repair the Product or touch the interior of the Product.

Minor burns may occasionally occur. Do not touch the Product while power is being supplied or immediately after power is turned OFF.

Fire may occasionally occur. Tighten terminal screws to the specified torque.
S8FS-C015□□J: 4.25 to 5.13 lb-in (0.48 to 0.58 N·m)
Other than S8FS-C015□□J: 6.55 to 7.78 lb-in (0.74 to 0.88 N·m)

Minor injury due to electric shock may occasionally occur. Do not touch the terminals while power is being supplied.

Minor electric shock, fire, or Product failure may occasionally occur. Do not allow any pieces of metal or conductors or any clippings or cuttings resulting from installation work to enter the Product.

Precautions for Safe Use

Ambient Operating and Storage Environments

- Store the Power Supply at a temperature of –40 to 85°C and a humidity of 10% to 95%.
- The internal parts may occasionally deteriorate or be damaged. Use the standard mounting method only. Do not use the Power Supply outside the derating range.
- Use the Power Supply at a humidity of 20% to 90%.
- Do not use the Power Supply in locations subject to direct sunlight.
- Do not use the Power Supply in locations where liquids, foreign matter, or corrosive gases may enter the interior of the Power Supplies.

Installation Environment

- Do not use the Power Supply in locations subject to shocks or vibrations. Install the Power Supply away from contactors and other parts and devices that are sources of vibration.
- Install the Power Supply well away from any sources of strong, high-frequency noise and surge.

Input Voltage Selector Switch

- For 100-W or higher models, the input voltage is factory-set to 200 to 240 V.
  To use an input voltage of 100 to 120 VAC, change the input voltage selector switch to the 100 to 120 VAC setting.
  To use a DC input, set the input voltage selector switch to the 200 to 240 VAC setting.
- Minor electric shock may occasionally occur. Do not operate the input voltage selector switch while power is being supplied.

Mounting

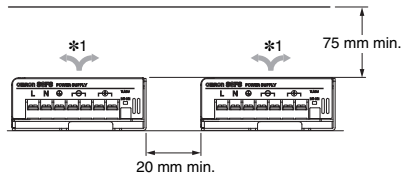
- Take adequate measures to ensure proper heat dissipation to increase the long-term reliability of the Power Supply.
- For models other than the S8FS-C350□□□, be sure to allow convection in the atmosphere around devices when mounting. Do not use the Power Supply in locations where the ambient temperature exceeds the range of the derating curve.
- For the S8FS-C350□□□: Forced air cooling with a fan is used. Do not allow the ventilation holes to be blocked. The effectiveness of cooling would be reduced.
- The internal parts may occasionally deteriorate or be damaged. Use the standard mounting method only. Do not use the Power Supply outside the derating range.
- If you mount the Power Supply by using the screw holes provided on the chassis, the screws should preferably not penetrate beyond the exterior by more than 3 mm inside the Power Supply. If you use screws that are longer than this, make sure that they do not penetrate beyond the depth given in the dimensional diagram. Use the following tightening torque.
  0.48 to 0.59 N·m for M3 screws
  1.08 to 1.32 N·m for M4 screws
- When cutting out holes for mounting, make sure that cuttings do not enter the interior of the Power Supplies.
- The internal parts may occasionally deteriorate or be damaged due to adverse heat radiation. Do not loosen the screws on the Power Supplies.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mounting

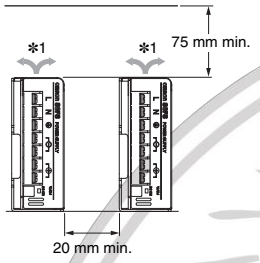
The standard mounting pattern is shown below.

Mounting Pattern A



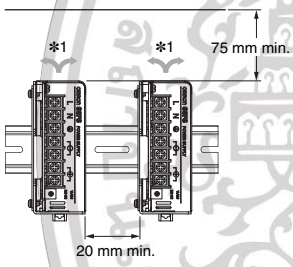
The above figure shows a model with the terminal block facing upward.

Mounting Pattern B



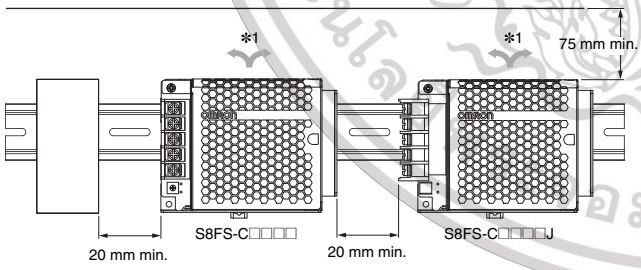
The above figure shows a model with the terminal block facing upward.

Mounting Pattern C *2

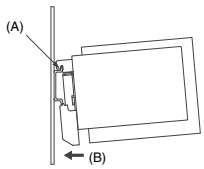


The above figure shows a model with the terminal block facing forward.

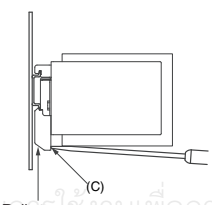
Mounting Pattern D *2



To mount the Power Supply to a DIN Rail, hook portion (A) of the Power Supply onto the DIN Rail and press the Power Supply in direction (B) until you hear it lock into place. Make sure that the catch on the Mounting Bracket is engaged with the DIN Rail.



To dismount the Power Supply, pull down portion (C) with a flat-blade screwdriver and pull out the Power Supply.



***1.** Air flow

***2.** For mounting patterns C and D, a separately sold Mounting Bracket is used to mount the Power Supplies to DIN Rail. Refer to *Mounting Brackets (Order Separately)* on page 29 for the separately sold Mounting Brackets.

Wiring

- Connect the ground completely.
  A protective earthing terminal stipulated in safety standards is used. Electric shock or malfunction may occur if the ground is not connected completely.
- Minor fire may possibly occur. Ensure that input and output terminals are wired correctly.
- Do not apply more than 75 N force to the terminal block when tightening it.
- Be sure to remove the sheet covering the Power Supply for machining before power-ON so that it does not interfere with heat dissipation.
- Use the following material for the wires to be connected to the S8FS-C to prevent smoking or ignition caused by abnormal loads.

Recommended Wire Gauges

Terminals	Model	Recommended Wire Gauges
Input	S8FS-C015□□□	AWG14 to 22
	S8FS-C025□□□ to S8FS-C100□□□	AWG12 to 20
	S8FS-C150□□□ or S8FS-C200□□□	AWG12 to 16
	S8FS-C350□□□	AWG12
Output	S8FS-C015□□□	AWG14 to 18
	S8FS-C02512 to S8FS-C02524□	AWG12 to 20
	S8FS-C03515 to S8FS-C03524□	
	S8FS-C05024 to S8FS-C05048□	
	S8FS-C02505 or S8FS-C03512□	AWG12 to 16
	S8FS-C05012 to S8FS-C05015□	
	S8FS-C07515 to S8FS-C07548□	
	S8FS-C10024 to S8FS-C10048□	
	S8FS-C15036 to S8FS-C15048□	
	S8FS-C03505 or S8FS-C05005□	AWG12
	S8FS-C07505 to S8FS-C07512□	
	S8FS-C10005 to S8FS-C10015□	
	S8FS-C15005 to S8FS-C15024□	
	S8FS-C200□□□ or S8FS-C350□□□	
Protective earth terminal	S8FS-C015□□□	AWG14
	S8FS-C025□□□ to S8FS-C350□□□	AWG12 to 14

Note: The current capacity for the output terminals on the S8FS-C025□□□ to S8FS-C350□□□ is 25 A for each terminal. Make sure to use multiple terminals together if the current flow is higher than the current capacity for each terminal.

Overload Protection

- If the Power Supply has been short-circuited or supplied with an overcurrent longer than 10 seconds, the internal parts of the Power Supply may occasionally deteriorate or be damaged.
- Internal parts may possibly deteriorate or be damaged if the Power Supply is used for applications with frequent inrush current or overloading at the load end. Do not use the Power Supply for such applications.

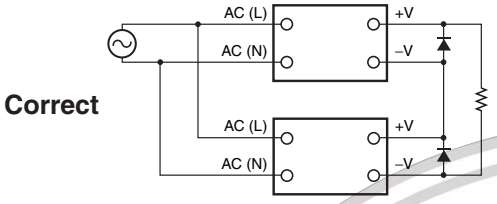
เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Output Voltage Adjuster (V. ADJ)

- The output voltage adjuster (V. ADJ) may possibly be damaged if it is turned with unnecessary force. Do not turn the adjuster with excessive force.
- After completing output voltage adjustment, be sure that the output capacity or output current does not exceed the rated output capacity or rated output current.

Series Operation

Two Power Supplies can be connected in series.



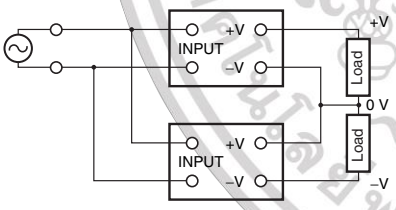
Note: 1. If the load is short-circuited, a reverse voltage will be generated inside the Power Supply. If this occurs the Power Supply may possibly deteriorate or be damaged. Always connect a diode as shown in the figure. Select a diode having the following ratings.

Type	Schottky Barrier diode
Dielectric strength (V_{RRM})	Twice the rated output voltage or above
Forward current (I_F)	Twice the rated output current or above

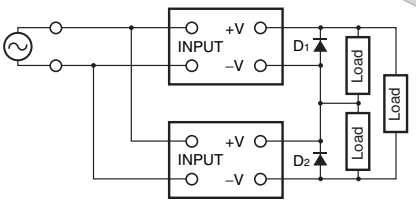
2. Although Power Supplies having different specifications can be connected in series, the current flowing through the load must not exceed the smaller rated output current.

Making Positive/Negative Outputs

- The outputs are floating outputs (i.e., the primary circuits and secondary circuits are separated). You can therefore make positive and negative outputs by using two Power Supplies. You can make positive and negative outputs with any of the models. If positive and negative outputs are used, connect Power Supplies of the same model as shown in the following figure. (Combinations with different output capacities or output voltages can be made. However, use the lower of the two maximum rated output currents as the current to the loads.)



- Depending on the model, internal circuits may be damaged due to startup failure when the power is turned ON if loads such as a servomotor or operational amplifier operate in series. Therefore, connect bypass diodes (D_1, D_2) as shown in the following figure.



- Select a diode having the following ratings.

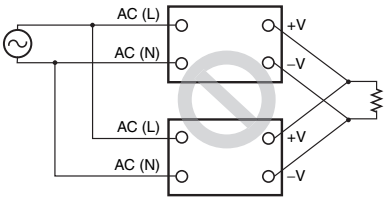
Type	Schottky Barrier diode
Dielectric strength (V_{RRM})	Twice the rated output voltage or above
Forward current (I_F)	Twice the rated output current or above

Parallel Operation

Parallel operation is not possible.

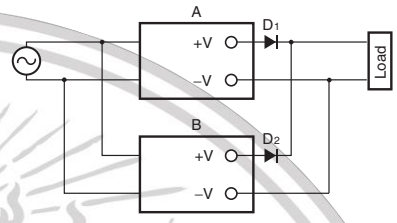
Parallel Operation

Incorrect



Backup Operation

Backup operation is possible if you use two Power Supplies of the same model.
Connect diodes as shown in the following figure for backup operation.



Select a diode having the following ratings.

Type	Schottky Barrier diode
Dielectric strength (V_{RRM})	Twice the rated output voltage or above
Forward current (I_F)	Twice the rated output current or above

- The output voltages of Power Supplies A and B output must be set higher only by a value equivalent to the drop in forward voltages (V_F) of diodes D_1 and D_2.
- Power loss occurs equivalent to the Power Supply output current (I_{OUT}) times the diode forward voltage (V_F), and heat is generated. The diode must be cooled to ensure that its temperature is kept at or below the value indicated in the diode catalog.
- There will be a power loss caused by load power and diodes. Be sure that this total power loss does not exceed the rated output power (rated output voltage times rated output current) of each Power Supply.

In Case There Is No Output Voltage

There is a possibility that functions such as overcurrent protection, over-voltage protection or overheating protection are functioning. The internal protection circuit may operate if a large amount of surge voltage such as a lightening surge occurs while turning ON the Power Supply.
In case there is no output voltage, please check the following points before contacting us:

- Checking overload protection status:
  Check whether the load is in overload status or is short-circuited. Remove wires to load when checking.
- Checking overvoltage or internal protection:
  Turn the power supply OFF once, and leave it OFF for at least 3 minutes. Then turn it ON again to see if this clears the condition.
- Check overheating protection (350-W model):
  Switch off the input power supply and switch back on after allowing sufficient time for cooling.

Charging Batteries

If you connect a battery at the load, install overcurrent control and overvoltage protection circuits.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Period and Terms of Warranty

Warranty Period

The Power Supply warranty is valid for a period of three years from the date of shipment from the factory.

Terms of Warranty

The warranty is valid only for the following operating conditions.
1. Average ambient operating temperature of the Power Supply: 40°C max.
2. Average load rate: 80% max.
3. Mounting method: Standard mounting

✻ The maximum ratings must be within the derating curve.

If the Power Supply fails for reasons attributable to OMRON within the above warranty period, OMRON will repair or replace the faulty part of the Power Supply at the place of purchase or the place where the Power Supply delivered without charge.
This warranty does not cover the following types of failures.

(1) Failures that result from handling or operation of the Power Supply under conditions or in environments that are not given in this document and not given in any other specifications exchanged between OMRON and the customer
(2) Failures that originate in causes other than the delivered product itself
(3) Failures caused by disassembly, modification, or repair of the Power Supply by anyone other than OMRON
(4) Failures caused by applications or uses for which the Power Supply was not originally intended
(5) Failures caused by factors that could not be anticipated with the scientific or technical knowledge available when the Power Supply was shipped
(6) Failures caused by other causes for which OMRON is not responsible, such as natural disasters and other acts of God
This warranty is limited to the individual product that was delivered and does not cover any secondary, subsequent, or related damages.

Recommended Replacement Periods and Periodic Replacement for Preventive Maintenance

The recommended replacement period for preventive maintenance is greatly influenced by the application environment of the Power Supply. As a guideline, the recommended replacement period is 7 to 10 years.✻ To prevent failures and accidents that can be caused by using a Power Supply beyond its service life, we recommend that you replace the Power Supply as early as possible within the recommended replacement period. However, bear in mind that the recommended replacement period is for reference only and does not guarantee the life of the Power Supply.

Many electronic components are used in the Power Supply and the Power Supply depends on the correct operation of these components to achieve the original Power Supply functions and performance. However, the influence of the ambient temperature on aluminum electrolytic capacitors is large, and the service life is reduced by half for each 10°C rise in temperature (Arrhenius law). When the capacity reduction life of the electrolytic capacitor is reached, Power Supply failures or accidents may occur. We therefore recommend that you replace the Power Supply periodically to minimize Power Supply failures and accidents in advance.

✻ The recommended replacement period applies under the following conditions: rated input voltage, load rate of 50% max., ambient temperature of 40°C max., and the standard mounting method. (The fan is excluded for models with fans.)

This product model is designed with a service life of 10 years minimum under the above conditions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEMO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Terms and Conditions Agreement

Read and understand this catalog.

Please read and understand this catalog before purchasing the products. Please consult your OMRON representative if you have any questions or comments.

Warranties.

(a) Exclusive Warranty. Omron's exclusive warranty is that the Products will be free from defects in materials and workmanship for a period of twelve months from the date of sale by Omron (or such other period expressed in writing by Omron). Omron disclaims all other warranties, express or implied.

(b) Limitations. OMRON MAKES NO WARRANTY OR REPRESENTATION, EXPRESS OR IMPLIED, ABOUT NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OF THE PRODUCTS. BUYER ACKNOWLEDGES THAT IT ALONE HAS DETERMINED THAT THE PRODUCTS WILL SUITABLY MEET THE REQUIREMENTS OF THEIR INTENDED USE.

Omron further disclaims all warranties and responsibility of any type for claims or expenses based on infringement by the Products or otherwise of any intellectual property right. (c) Buyer Remedy. Omron's sole obligation hereunder shall be, at Omron's election, to (i) replace (in the form originally shipped with Buyer responsible for labor charges for removal or replacement thereof) the non-complying Product, (ii) repair the non-complying Product, or (iii) repay or credit Buyer an amount equal to the purchase price of the non-complying Product; provided that in no event shall Omron be responsible for warranty, repair, indemnity or any other claims or expenses regarding the Products unless Omron's analysis confirms that the Products were properly handled, stored, installed and maintained and not subject to contamination, abuse, misuse or inappropriate modification. Return of any Products by Buyer must be approved in writing by Omron before shipment. Omron Companies shall not be liable for the suitability or unsuitability or the results from the use of Products in combination with any electrical or electronic components, circuits, system assemblies or any other materials or substances or environments. Any advice, recommendations or information given orally or in writing, are not to be construed as an amendment or addition to the above warranty.

See http://www.omron.com/global/ or contact your Omron representative for published information.

Limitation on Liability; Etc.

OMRON COMPANIES SHALL NOT BE LIABLE FOR SPECIAL, INDIRECT, INCIDENTAL, OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, LOSS OF PROFITS OR PRODUCTION OR COMMERCIAL LOSS IN ANY WAY CONNECTED WITH THE PRODUCTS, WHETHER SUCH CLAIM IS BASED IN CONTRACT, WARRANTY, NEGLIGENCE OR STRICT LIABILITY.

Further, in no event shall liability of Omron Companies exceed the individual price of the Product on which liability is asserted.

Suitability of Use.

Omron Companies shall not be responsible for conformity with any standards, codes or regulations which apply to the combination of the Product in the Buyer's application or use of the Product. At Buyer's request, Omron will provide applicable third party certification documents identifying ratings and limitations of use which apply to the Product. This information by itself is not sufficient for a complete determination of the suitability of the Product in combination with the end product, machine, system, or other application or use. Buyer shall be solely responsible for determining appropriateness of the particular Product with respect to Buyer's application, product or system. Buyer shall take application responsibility in all cases.

NEVER USE THE PRODUCT FOR AN APPLICATION INVOLVING SERIOUS RISK TO LIFE OR PROPERTY OR IN LARGE QUANTITIES WITHOUT ENSURING THAT THE SYSTEM AS A WHOLE HAS BEEN DESIGNED TO ADDRESS THE RISKS, AND THAT THE OMRON PRODUCT(S) IS PROPERLY RATED AND INSTALLED FOR THE INTENDED USE WITHIN THE OVERALL EQUIPMENT OR SYSTEM.

Programmable Products.

Omron Companies shall not be responsible for the user's programming of a programmable Product, or any consequence thereof.

Performance Data.

Data presented in Omron Company websites, catalogs and other materials is provided as a guide for the user in determining suitability and does not constitute a warranty. It may represent the result of Omron's test conditions, and the user must correlate it to actual application requirements. Actual performance is subject to the Omron's Warranty and Limitations of Liability.

Change in Specifications.

Product specifications and accessories may be changed at any time based on improvements and other reasons. It is our practice to change part numbers when published ratings or features are changed, or when significant construction changes are made. However, some specifications of the Product may be changed without any notice. When in doubt, special part numbers may be assigned to fix or establish key specifications for your application. Please consult with your Omron's representative at any time to confirm actual specifications of purchased Product.

Errors and Omissions.

Information presented by Omron Companies has been checked and is believed to be accurate; however, no responsibility is assumed for clerical, typographical or proofreading errors or omissions.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OMRON Corporation **Industrial Automation Company**
Kyoto, JAPAN

Contact: www.ia.omron.com

Regional Headquarters
OMRON EUROPE B.V.
Wegalaan 67-69, 2132 JD Hoofddorp
The Netherlands
Tel: (31)2356-81-300/Fax: (31)2356-81-388

OMRON ELECTRONICS LLC
2895 Greenspoint Parkway, Suite 200
Hoffman Estates, IL 60169 U.S.A.
Tel: (1) 847-843-7900/Fax: (1) 847-843-7787

OMRON ASIA PACIFIC PTE. LTD.
No. 438A Alexandra Road # 05-05/08 (Lobby 2),
Alexandra Technopark,
Singapore 119967
Tel: (65) 6835-3011/Fax: (65) 6835-2711

OMRON (CHINA) CO., LTD.
Room 2211, Bank of China Tower,
200 Yin Cheng Zhong Road,
PuDong New Area, Shanghai, 200120, China
Tel: (86) 21-5037-2222/Fax: (86) 21-5037-2200

Authorized Distributor:

© OMRON Corporation 2015-2020 All Rights Reserved.
In the interest of product improvement,
specifications are subject to change without notice.

CSM_3_1
Cat. No. T062-E1-05 1120 (0915)

เอกสารนี้สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ-นามสกุล นายพฤษ์ พฤกษากร

วัน เดือน ปีเกิด 27 มกราคม 2542

ที่อยู่ 218 หมู่ที่ 9 ต.ดำเนินสะดวก
อ.ดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี 70130

ประวัติการศึกษา พ.ศ.2559 ประกาศนียบัตรวิชาชีพ
วิทยาลัยเทคนิคสมุทรสงคราม
จังหวัดสมุทรสงคราม

Tel. 081-4080277

Email. 60511060@kmitl.ac.th

ชื่อ-นามสกุล นาย วุฒิภัทร พรานดี

วัน เดือน ปีเกิด 28 มิถุนายน 2541

ที่อยู่ 200 หมู่ที่ 2 ต.ดอนทราย อ.ปากท่อ
จ.ราชบุรี 70140

ประวัติการศึกษา 2559 มัธยมศึกษาตอนปลาย
ราชโบริกานุเคราะห์ จังหวัดราชบุรี

Tel. 0861772146

Email. 60511078@kmitl.ac.th.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้