สนับสนุนโดย

สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม
โดยหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลพระนคร
Rajamangala University of Technology Phra Nakhon

คู่มือการใช้งาน
เครื่องอบแห้งพาราโบลาโดม
ขนาด 4 x 8 m

การออกแบบและสร้างโรงเรือนอบแห้งผลิตภัณฑ์แปรรูปทางทะเล
สำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือนบนพื้นที่ที่จำกัด

ภายใต้ชุดโครงการ
การพัฒนานวัตกรรมชุมชนเพื่อการจัดการและสร้างเศรษฐกิจฐานรากและ
เศรษฐกิจหมุนเวียนในพื้นที่ชุมชนจังหวัดเพชรบุรี

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กุลยศ สุวันทโรจน์
อาจารย์พลรัตช์ บุญมี
ดร.ปฏิวัติ คมวชิรกุล
นางสาวเรณู วงค์สังกา

คู่มือการใช้งาน
เครื่องอบแห้งพาราโบลาโดม ขนาด 2 x 2 m

โครงการการออกแบบและสร้างโรงเรือนอบแห้งผลิตภัณฑ์แปรรูปทางทะเลสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือนบนพื้นที่ที่จำกัด

โดย

ผู้ช่วยศาสตราจารย์กุลยศ	สุวันทโรจน์
อาจารย์พลรัตช์	บุญมี
ดร.ปฏิวัติ	คมวชิรกุล
นางสาวเรณู	วงค์ลังกา

สนับสนุนโดย
สำนักงานสภานโยบายการอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัย และนวัตกรรม
โดยหน่วยบริหารและจัดการทุนด้านการพัฒนาระดับพื้นที่ (บพท.)

คำนำ

คู่มือเล่มนี้เป็นส่วนหนึ่งของโครงการวิจัยภายใต้แผนงานริเริ่มสำคัญ (Flagship) มหาวิทยาลัยเพื่อการพัฒนาพื้นที่ กรอบวิจัย “ชุมชนนวัตกรรมเพื่อการพัฒนาอย่างยั่งยืน” ประจำปีงบประมาณ 2563 ชุดโครงการวิจัย การพัฒนานวัตกรรมชุมชนเพื่อการจัดการและสร้างเศรษฐกิจฐานรากและเศรษฐกิจหมุนเวียนในพื้นที่ชุมชนจังหวัดเพชรบุรี โครงการวิจัยย่อยภายใต้ชุดโครงการวิจัย การออกแบบและสร้างโรงเรือนอบแห้งผลิตภัณฑ์แปรรูปทางทะเลสำหรับอุตสาหกรรมครัวเรือนบนพื้นที่ที่จำกัด เพื่อใช้การประกอบการอบรมถ่ายทอดองค์ความรู้และเทคโนโลยีให้กับนวัตกรชุมชน และเป็นตัวอย่างให้กับผู้ประกอบการที่ต้องการสร้างโรงเรือนอบแห้ง โดยเนื้อหา ประกอบพื้นฐานการอบแห้ง หลักการทำงานของโรงเรือนอบแห้ง การดำเนินการสร้างโรงเรือนอบแห้ง ข้อควรระวัง แผนผังและไดอะแกรมการต่อวงจรไฟฟ้า คณะผู้วิจัยหวังว่าคู่มือเล่มนี้จะเป็นประโยชน์แก่นวัตกรและผู้สนใจที่จะเข้าร่วมอบรมถ่ายทอดเทคโนโลยี

คณะผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
หลักการพื้นฐานของการอบแห้ง	1
ระบบการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์	2
ระบบการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด	5
หลักการทำงานของระบบอบแห้งแบบเรือนกระจก	6
ข้อดีของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม	7
ขั้นตอนการสร้างโรงเรือนอบแห้งพาราโบลาโดม	8
รายละเอียดอุปกรณ์ทางไฟฟ้า	11
การทำงานของระบบไฟฟ้าของโรงเรือนอบแห้งพาราโบลาโดมและขั้นตอนการทำงาน	15
การใช้งานโรงเรือนอบแห้ง	23
วิธีการดูแลรักษาโรงเรือนพาราโบลาโดม	24
ข้อควรระวังในการใช้เครื่อง	24
ข้อมูลของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและแผนผังวงจรไดอะแกรมและการต่อวงจรไฟฟ้า	25
การตั้งค่าของอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น	31
บรรณานุกรม	33

หลักการพื้นฐานของการอบแห้ง

การอบแห้งเป็นกระบวนการที่ความร้อนถูกถ่ายเทด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งไปยังวัสดุที่มีความชื้น เพื่อไล่ความชื้นออกจากวัสดุโดยการระเหย ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอบแห้งมักขึ้นกับกลไกการถ่ายเทความร้อน เช่น การนำความร้อน การพาความร้อน และการแผ่รังสีความร้อน โดยทั่วไปมักจะใช้วิธีการพาความร้อน ซึ่งการถ่ายเทความร้อนจากอากาศไปยังวัสดุจะเกิดขึ้นพร้อมกันกับการถ่ายเทมวล (ความชื้น) จากวัสดุไปยังอากาศโดยรอบ ความร้อนที่ได้รับจากอากาศส่วนใหญ่จะถูกใช้ในการทำให้น้ำระเหยออกจากวัสดุ ซึ่งอัตราการระเหยของน้ำหรืออัตราการอบแห้งของวัสดุจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และความเร็วของอากาศที่ใช้เป็นตัวกลางในการอบแห้ง โดยทั่วไปแล้วอัตราการอบแห้งจะคงที่ในช่วงระยะเวลาหนึ่ง หลังจากนั้นอัตราการอบแห้งจะลดลง และมีค่าเป็นศูนย์เมื่อความชื้นถึงสภาวะสมดุล (Equilibrium Moisture Content) [1]

ในกรณีที่อากาศร้อนไหลผ่านวัสดุชื้น อากาศร้อนจะทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนไปยังวัสดุและพาน้ำ(ความชื้น) ที่ผิววัสดุออกไป ถ้าอากาศร้อนมีอุณหภูมิ และความชื้นคงที่ จะพบว่ามีกระบวนการอบแห้งเกิดขึ้นสองขั้นตอนคือ ขั้นตอนแรก อัตราการอบแห้งจะคงที่ และเมื่ออบต่อไปจนกระทั่งถึงความชื้นค่าหนึ่ง จะพบว่าอัตราการอบแห้งจะเริ่มลดลง ในช่วงอัตราการอบแห้งคงที่ ผิวของวัสดุจะมีน้ำเกาะอยู่เป็นจำนวนมาก การถ่ายเทความร้อนและมวลจะเกิดขึ้นเฉพาะที่ผิววัสดุเท่านั้น สำหรับในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง อัตราการอบแห้งจะถูกควบคุมโดยอัตราการเคลื่อนที่ของน้ำภายในเนื้อวัสดุ [1] ซึ่งได้มีผู้นำหลักการทางทฤษฎีหลายทฤษฎีมาอธิบายการเคลื่อนที่ของน้ำในวัสดุที่มีโครงสร้างภายในเป็นรูพรุนในช่วงอัตราการอบแห้งลดลง A.V. Luikov [2] ได้เสนอกลไกการเคลื่อนที่ของน้ำภายในวัสดุซึ่งเกิดขึ้นในแบบต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. การเคลื่อนที่ของน้ำในรูปของเหลว เนื่องมาจากการไหลในรูเล็ก (Capillary Flow) ซึ่งเป็นผลมาจากแรงดึงผิว (Surface Force)

2. การเคลื่อนที่ของน้ำในรูปของเหลว เนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นของความชื้น (Liquid Diffusion)

3. การเคลื่อนที่ของน้ำในรูปของเหลว เนื่องจากการแพร่ของความชื้นบนผิวของรูพรุนเล็กๆ (Surface Diffusion)

4. การเคลื่อนที่ของน้ำในรูปของไอ เนื่องจากความแตกต่างของความเข้มข้นของความชื้น (Vapor Diffusion)

5. การเคลื่อนที่ของน้ำในรูปไอน้ำ เนื่องจากความแตกต่างของอุณหภูมิ (Thermal Diffusion)

6. การเคลื่อนที่ของน้ำในรูปของเหลว และไอน้ำ เนื่องจากความแตกต่างของความดันรวม (Hydrodynamic Flow)

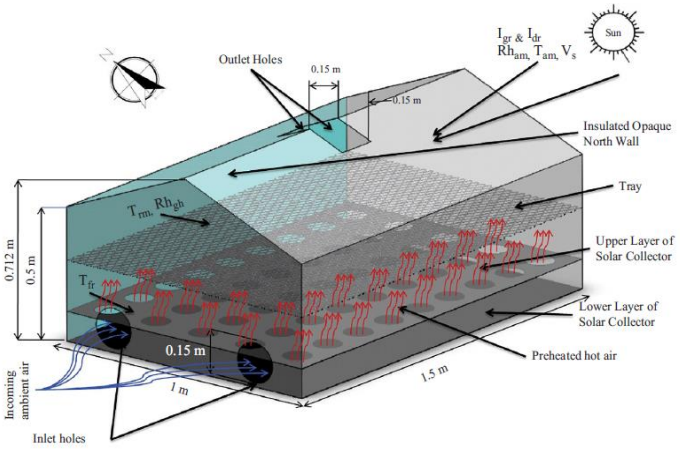
ระบบการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์

แบ่ง เป็น 3 ประเภทกว้าง ๆ ได้ดังนี้ [3]

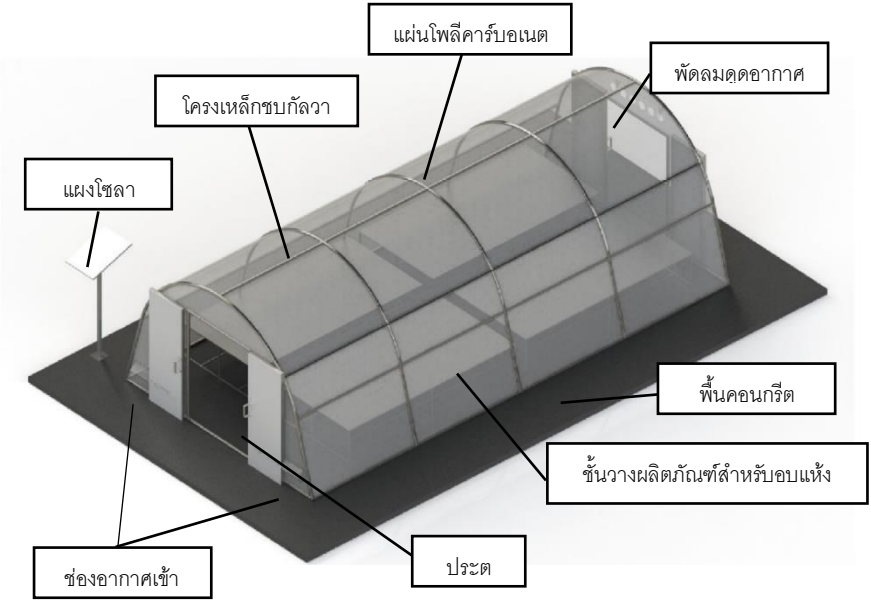
1. การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์ แบบ เปิด (Open Sun Drying) หรืออาจเรียกว่าการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบธรรมชาติ หรือ เรียกแบบชาวบ้านว่าเป็นการตากแดด ดังภาพที่ 1 ในการอบแห้งพลังงงานแสงอาทิตย์แบบเปิดความยาวคลื่นสั้นของรังสีดวงอาทิตย์จะตกลงบนพื้นผิวของผลิตภัณฑ์ ซึ่งอยู่บนพื้นผิวโลกภายใต้ท้องฟ้าเปิด บางส่วนหนึ่งของรังสีดวงอาทิตย์จะสะท้อนไปยังรอบข้างและส่วนที่เหลือส่วนหนึ่งถูกดูดซึมไปยังผลิตภัณฑ์ ปริมาณรังสีดวงอาทิตย์ที่ดูดซับโดยผลิตภัณฑ์ ขึ้นอยู่กับสีและความพรุนของผลิตภัณฑ์ รังสีดวงอาทิตย์ที่สะท้อนกลับไม่ได้มีส่วนร่วมใด ๆ ในการทำให้แห้ง แต่รังสีที่ดูดซับมีบทบาทสำคัญในกระบวนการนี้ เพราะเหตุนี้การดูดซับรังสีดวงอาทิตย์ทำให้อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์ เพิ่มขึ้น ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานความร้อน

ภาพที่ 1 การอบแห้งปลาหมึก พลังงานแสงอาทิตย์ แบบ เปิด

2. การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง (Direct solar drying) เป็นการพัฒนาจากการอบแห้ง แบบธรรมชาติหรือแบบเปิด โดย ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการอบห้งแบบธรรมชาติหรือแบบเปิด เกี่ยวข้องกับสภาพอากาศและสิ่งสกปรก โดย ผลิตภัณฑ์ที่จะอบแห้งได้จะถูกเก็บไว้ในพื้นที่ที่มีการป้องกันห่างจากการปนเปื้อน ผลิตภัณฑ์จะถูกเก็บไว้ในห้องอบแห้งหรือโรงเรือน เมื่อได้รับพลังงานจากดวงอาทิตย์ การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง ในการอบแห้งวิธีนี้ เป็นผลจากเกิดภาวะเรือนกระจกในห้องอบแห้งได้รับพลังงานความร้อนในรูปของคลื่นสั้นจากรังสีดวงอาทิตย์เข้าสู่ผนังโปร่งใสและถูกดูดซับโดยพื้นผิวด้านในและผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นการดูดซึมพลังงานความร้อนของรังสีดวงอาทิตย์พื้นผิวเริ่มปล่อยรังสีความร้อนคลื่นยาว แต่ไม่สามารถผ่านผนังของห้องอบได้ ซึ่งทำให้อุณหภูมิภายในห้องจะเริ่มสูงขึ้นและความชื้นสัมพัทธ์จะลดลงเรื่อย ๆ โดยจะแบ่งเป็นแบบการพาความร้อนแบบธรรมชาติดังภาพที่ 2 และการพาความร้อน แบบบังคับดังภาพที่ 3 อย่างกรณีการพาความร้อนแบบบังคับจะมีการการถ่ายเทความร้อนและมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าการพาความร้อนแบบธรรมชาติ



ภาพที่ 2 แผนผังการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง
การพาความร้อนแบบธรรมชาติ [3]



ภาพที่ 3 แผนผังการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์โดยตรง
การพาความร้อนแบบบังคับ

3. การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยอ้อม (Indirect solar dryer) การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์แบบนี้ จะแบ่งสองส่วน ส่วนที่ 1 มีแผงรับรับรังสีอาทิตย์เพื่อทำให้อากาศ เข้ามาต้องทางเข้าร้อนจะไหลผ่านไปยังส่วนที่ 2 ซึ่งมี ผลิตภัณฑ์ อากาศร้อนจะทำให้ผลิตภัณฑ์ร้อนขึ้น และความชื้นลดลง ดังภาพที่ 4

ภาพที่ 4 การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์โดยอ้อม [3]

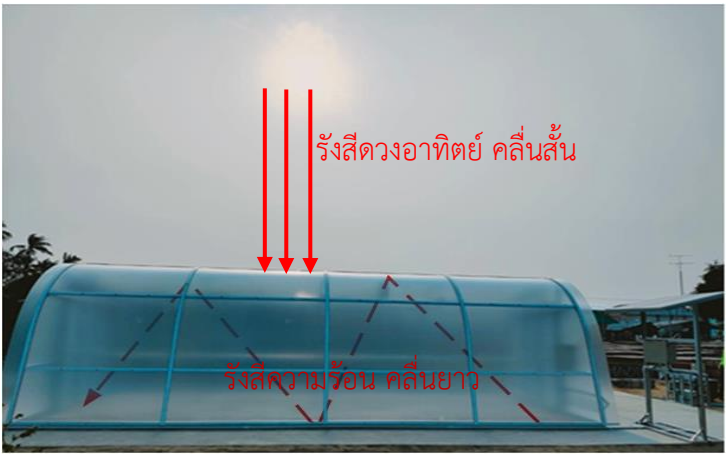
ระบบการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด (hybrid solar dryer)

ระบบการอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด เป็นการอบแห้งที่มีระบบร่วมกับพลังงงานรูปแบบอื่น ๆ เช่น พลังงานจากชีวมวล พลังงานจากไฟฟ้า การแลกเปลี่ยนความร้อนจากการแหล่งกับเก็บความร้อน หรือสารดูดควมชื้น เพื่อ เพิ่มอุณหภูมิอากาศ หรือ ลดความชื้น เพื่อให้มีการถ่ายความร้อนเพิ่มขึ้น

ภาพที่ 5 การอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบไฮบริด
โดยฮีตเตอร์ไฟฟ้าพัดลมเสริม

หลักการทำงานของระบบอบแห้งแบบเรือนกระจก [4]

เมื่อรังสีดวงอาทิตย์ตกกระทบระบบอบแห้งจะส่งผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนตไปยังผลิตภัณฑ์ ที่อยู่ในชั้นวาง บางส่วนจะตกกระทบพื้นของระบบอบแห้ง ทำให้ภายในระบบอบแห้งมีอุณหภูมิ สูงขึ้น และแผ่รังสีอินฟราเรดออกมา แต่เนื่องจากรังสีอินฟราเรดเป็นรังสีคลื่นยาว ซึ่งส่วนมากไม่สามารถผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนตออกไปภายนอกได้จึงเก็บกักอยู่ภายในระบบอบแห้ง อุณหภูมิ ภายในส่วนอบแห้งจึงสูงขึ้น ทำให้น้ำในผลิตภัณฑ์ระเหยออกมา และถูกพัดลมดูดอากาศด้านหลัง ของระบบอบแห้งดูดออกไปภายนอก อากาศแวดล้อมจะไหลผ่านช่องระบายอากาศด้านหน้าเข้ามาแทนที่ ความชื้นของผลิตภัณฑ์จึงค่อย ๆ ลดลง เนื่องจากผลิตภัณฑ์ได้รับพลังงานทั้งจากรังสีดวงอาทิตย์ที่ตกกระทบโดยตรง และจากอากาศร้อนภายในส่วนอบแห้ง ดังนั้นจึงทำให้ผลิตภัณฑ์แห้งเร็วกว่าการตากแดดโดยวิธีธรรมชาติ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ภายในระบบอบแห้งยังไม่ถูกรบกวนจากสิ่งสกปรกและการเปียกฝนด้วย



ภาพที่ 6 ลักษณะการทำงานของระบบอบแห้งแบบเรือนกระจก

ข้อดีของเครื่องอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์แบบพาราโบลาโดม [5]

1. หลังคาโค้งรูปทรงพาราโบลามีข้อดีคือ ช่วยให้รังสีอาทิตย์ส่องผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนตเข้าไปในเครื่องอบแห้งได้ดี เพราะมีมุมตกกระทบของรังสีที่ด้านข้างของเครื่องอบแห้งที่เอื้อต่อการส่งผ่านของรังสีอาทิตย์ได้ดีตลอดทั้งวัน นอกจากนี้ยังลดการต้านทานแรงลมและเป็นรูปทรงที่สวยงามด้วย
2. การใช้คอนกรีตเป็นพื้นของเครื่องอบแห้งมีข้อดีคือ สามารถใช้เป็นพื้นยึดโครงของเครื่องอบได้แข็งแรง ช่วยป้องกันความชื้นจากพื้นดินไม่ให้ระเหยเข้าไปในเครื่องอบแห้ง โดยด้านล่างของพื้นคอนกรีตจะมีพลาสติกปู เพื่อป้องกันความชื้นจากพื้นดิน นอกจากนี้พื้นคอนกรีตยังช่วยเก็บพลังงานความร้อนสำหรับใช้ในช่วงที่รังสีอาทิตย์มีความเข้มต่ำด้วย
3. การใช้แผ่นโพลีคาร์บอเนตเป็นวัสดุโปร่งแสง เพื่อปิดคลุมเครื่องอบแห้ง ซึ่งรังสีอาทิตย์สามารถส่องผ่านแผ่นโพลีคาร์บอเนตเข้าไปในเครื่องอบแห้งได้ดี ดัดโค้งได้ง่าย น้ำหนักเบา และมีอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างแผ่น ที่สามารถป้องกันการรั่วซึม

ของอากาศและน้ำได้ดี นอกจากนี้ยังมีสารเคลือบป้องกันรังสีอัลตราไวโอเลต ทำให้วัสดุที่ต้องการอบแห้งมีสีเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก

4. การใช้พัดลมระบายอากาศที่ใช้ไฟฟ้าจากโซลาร์เซลล์จะช่วยควบคุมอุณหภูมิของอากาศในเครื่องอบแห้งอย่างอัตโนมัติ กล่าวคือ ขณะที่รังสีอาทิตย์มีความเข้มสูง อากาศในเครื่องอบแห้งมีแนวโน้มเพิ่มขึ้น เนื่องจากได้รับพลังงานรังสีอาทิตย์มาก แต่ในขณะเดียวกันโซลาร์เซลล์ได้รับพลังงานรังสีอาทิตย์มากด้วย ซึ่งจะทำให้พัดลมหมุนเร็วซึ่งช่วยดูดอากาศออกจากเครื่องอบแห้งได้มาก ทำให้อุณหภูมิของอากาศในเครื่องอบแห้งไม่สูงมากเกินไป ในทางกลับกันขณะที่รังสีอาทิตย์มีความเข้มต่ำ พัดลมจะหมุนช้าทำให้อุณหภูมิอากาศภายในเครื่องอบแห้งไม่ลดต่ำมากนัก นอกจากนี้พัดลมระบายอากาศยังช่วยนำความชื้นที่อยู่ภายในเครื่องอบแห้งออกได้เร็วเพิ่มมากขึ้น

ขั้นตอนการสร้างโรงเรือนอบแห้งพาราโบลาโดม

1. การเทพื้นปูนโรงเรือนอบแห้ง รองพื้นปูผ้ายางพลาสติกก่อน เพื่อป้องกันความชื้นจากพื้นดิน รองพื้นด้วยทรายหยาบปูทับด้วยเหล็กตะแกรง ไวร์เมช หนา 8.0 mm 20 cm ความหนาการเทพื้นปูนคอนกรีตผสมเสร็จ 240 ksc หนา 10 cm ขนาด 6x12 m และลงผงปูนฝุ่นสีดำพร้อมขัดมันเต็มพื้นที่ และจัดทำพื้นเสริมเหล็กกล่องแบน ชุบฮอทดิบกัลวาไนซ์ 2x1 in สูง 5 cm เพิ่มในส่วนของโรงเรือนขนาด 4x8 m เพื่อป้องกันน้ำขังในโรงเรือน

ภาพที่ 7 การรองพื้นด้วยผ้ายางพลาสติก

ภาพที่ 8การเทพื้นปูนโรงเรือนอบแห้ง

2. ติดตั้งโครงสร้างเหล็กชุบฮอทดิบกัลวาไนซ์ทาสีเคลือบ 1 ชั้น และอุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน โรงเรือน

ภาพที่ 9 โครงสร้างเหล็กโรงเรือน

ภาพที่ 10 การติดตั้งพัดลมกับโครงสร้างเหล็กโรงเรือน

3. ติดตั้ง แผ่นโพลีคาร์บอเนตหนา 6 mm กว้าง 2.1 x 6 m โดยการตัวหนีบบนแผ่นโพลีคาร์บอเนตยึดติดกับโครงสร้างโดยแบ่งการติดแผ่นแบบทีละครึ่งโรงเรือน

ภาพที่ 11 การติดตัวหนีบบนแผ่นโพลีคาร์บอเนต

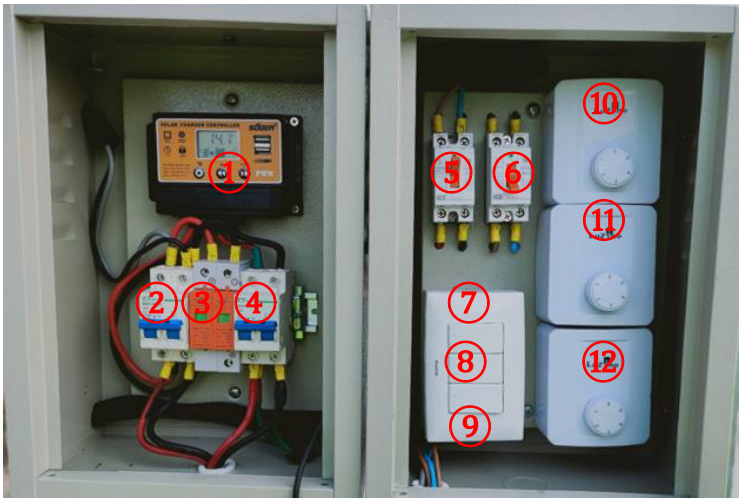
4. ติดตั้งตู้ไฟฟ้า เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในตู้ไฟฟ้า และอุปกรณ์ อื่น ๆ จนสมบูรณ์

ภาพที่ 12 การติดตั้งตู้ไฟฟ้า เพื่อเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ในตู้ไฟฟ้า และอุปกรณ์ อื่น ๆ

ภาพที่ 13 โรงเรือนอบแห้งที่ดำเนินการเสร็จแล้ว

รายละเอียดอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

(ตู้ไฟฟ้า 2 ตู้ ใต้แผงโซล่าเซลล์ และตู้ไฟฟ้า หน้าโรงเรือน 1 ตู้)



ภาพที่ 14 อุปกรณ์ไฟฟ้า ตู้ไฟฟ้าใต้แผงโซล่าเซลล์

รายละเอียด

① โซล่าชาร์จคอนโทรเลอร์รองรับแรงดันและกระแสไฟฟ้าจากแผงโซล่าร์เซลล์สูงสุด 50V - 30A

② เบรกเกอร์กระแสตรง ขนาดพิกัด 16A 500VDC (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจาก แผงโซล่าเซลล์ โดยตรง)

③ อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (Surge Protective Device) ขนาดพิกัด 1000VDC 40 kA

④ เบรกเกอร์กระแสตรง ขนาดพิกัด 16A 500VDC (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจาก แบตเตอรี่)

⑤ เบรกเกอร์กระแสสลับ ขนาดพิกัด 16A 250VAC (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจากไฟฟ้า 220 VAC เพื่อควบคุมการจ่ายไฟ พัดลมเพดาน 48 นิ้ว และหลอด ไฟ LED 9W)

⑥ เบรกเกอร์กระแสสลับ ขนาดพิกัด 16A 250VAC (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC เพื่อควบคุม การจ่ายไฟ ไปยัง อุปกรณ์แปลงแรงดัน 12 VDC เพื่อควบคุมพัดลม 10 นิ้ว กลางโดมและท้ายโดม)

⑦ สวิตช์ 1 ทาง 220 VAC (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC เพื่อควบคุม การเปิด/ปิดหลอดไฟ LED 9W หน้าโรงเรือน)

⑧ สวิตช์ 1 ทาง 220 VAC (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC เพื่อควบคุม การเปิด/ปิดหลอดไฟ LED 9W กลางโรงเรือน)

⑨ สวิตช์ 1 ทาง 220 VAC (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC เพื่อควบคุม การเปิด/ปิดหลอดไฟ LED 9W หลังโรงเรือน)

⑩ สวิตซ์สำหรับพัดลมเพดาน (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC เพื่อควบคุมความเร็ว 5 ระดับของพัดลมพดาน 48 นิ้ว ในโรงเรือนตัวที่ 1)

⑪ สวิตซ์สำหรับพัดลมเพดาน (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC เพื่อควบคุมความเร็ว 5 ระดับของพัดลมพดาน 48 นิ้ว ในโรงเรือนตัวที่ 2)

⑫ สวิตซ์สำหรับพัดลมเพดาน (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 VAC เพื่อควบคุมความเร็ว 5 ระดับของพัดลมพดาน 48 นิ้ว ในโรงเรือนตัวที่ 3)

ภาพที่ 15 ตู้ไฟฟ้า หน้าโรงเรือน

⑬ อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (ระบบแสดงผลอุณหภูมิและความชื้นภายในโรงเรือน และควบคุมการพัดลม 10 นิ้วกลางโรงเรือนและท้ายโรงเรือน)

⑭ อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (ระบบแสดงผลอุณหภูมิและความชื้นภายนอกโรงเรือน)

⑮ สวิตช์ ON - OFF 2 ตำแหน่ง สีเขียว (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจาก แผงโซล่าเซลล์โดยตรง)

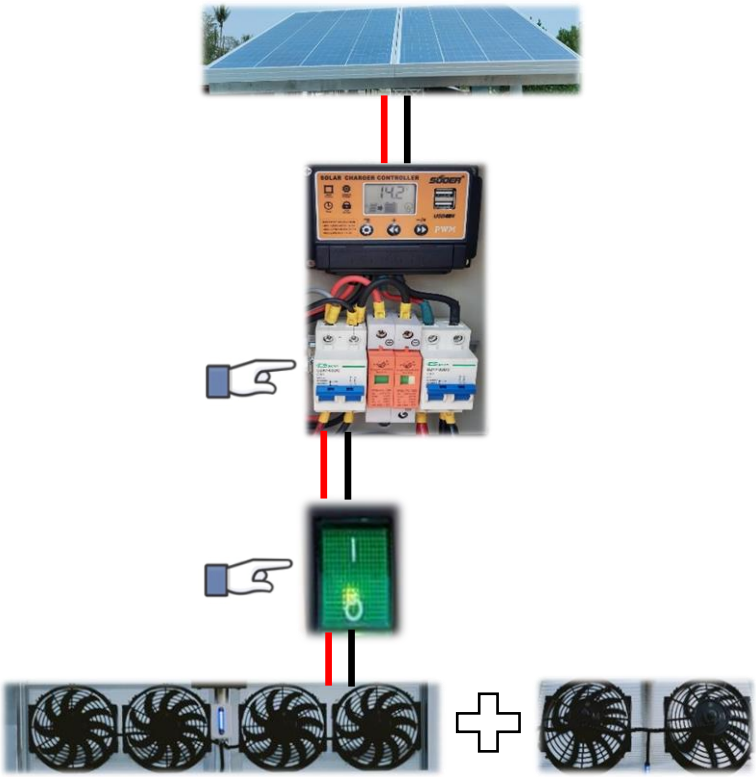
⑯ สวิตช์ ON - OFF 2 ตำแหน่ง สีส้ม (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่)

⑰ สวิตช์ ON - OFF 2 ตำแหน่ง สีแดง (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจาก ไฟฟ้า 220 VAC)

การทำงานของระบบไฟฟ้าของโรงเรือนอบแห้งพาราโบลาโดมและขั้นตอนการทำงาน

1. ระบบการควบคุมพัดลมระบายความชื้น กลางโดม 10 นิ้ว 2 ตัว และท้ายโดม 10 นิ้ว 4 ตัว มี 3 แบบ

แบบที่ 1 ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจาก แผงโซล่าเซลล์ โดยตรง



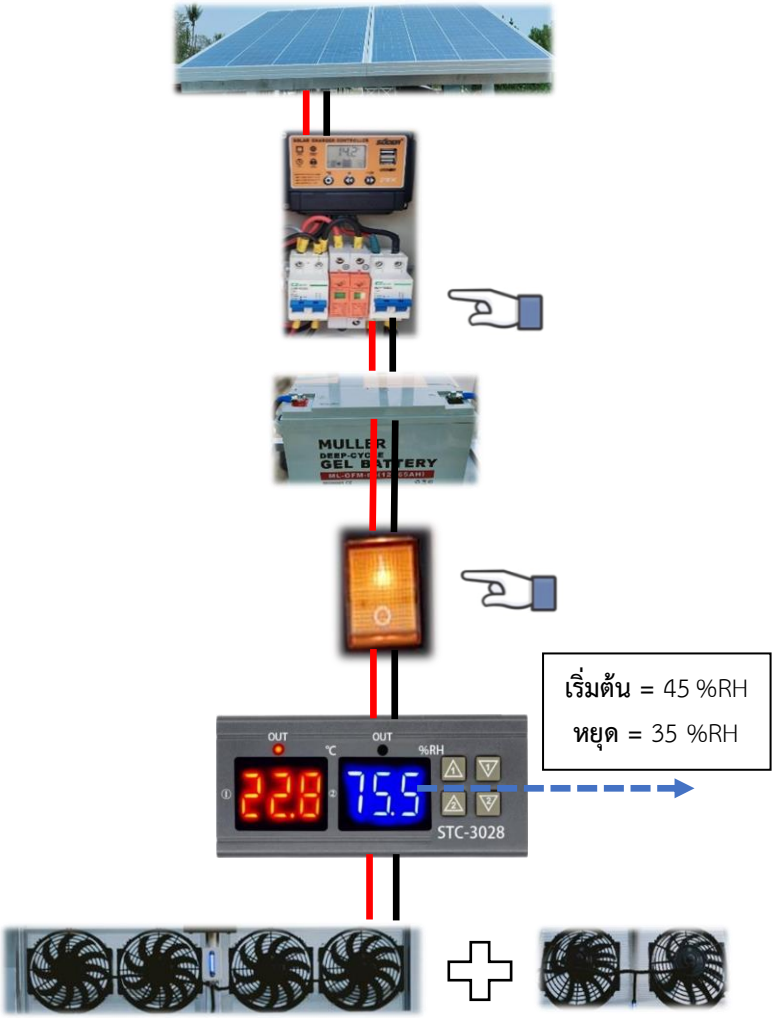
ภาพที่ 16 ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจาก แผงโซล่าเซลล์ โดยตรง
เพื่อควบคุมพัดลมระบายความชื้น

ขั้นตอนการทำงาน

1. เมื่อแสงอาทิตย์ส่งแสงไปยัง แผงโซล่าเซลล์ ขนาด 120 W จำนวน 2 แผง เพื่อผลิต กำลังไฟฟ้า
2. โยก เบรกเกอร์ดีซี 16A 500VDC (2) ด้านซ้าย ขึ้น เพื่อเปิด [ลงเพื่อปิด] เพื่อให้กรแสไฟฟ้าผ่าน
3. กดสวิตช์ ON - OFF 2 ตำแหน่ง สีเขียว(15) ตำแหน่ง I เพื่อ เปิด [ตำแหน่ง O เพื่อ ปิด] เพื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่าน ไปยังพัดลม พัดลมระบายความชื้น กลางโดม 10 นิ้ว 2 ตัว และท้ายโดม 10 นิ้ว 4 ตัว

*** กรณี นี้ จำนวนรอบของพัดลม ขึ้นอยู่ ปริมาณแสงอาทิตย์ โดยตรง

แบบที่ 2 ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจาก แบตเตอรี่



ภาพที่ 17 ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจาก แบตเตอรี่
เพื่อควบคุมพัดลมระบายความชื้น

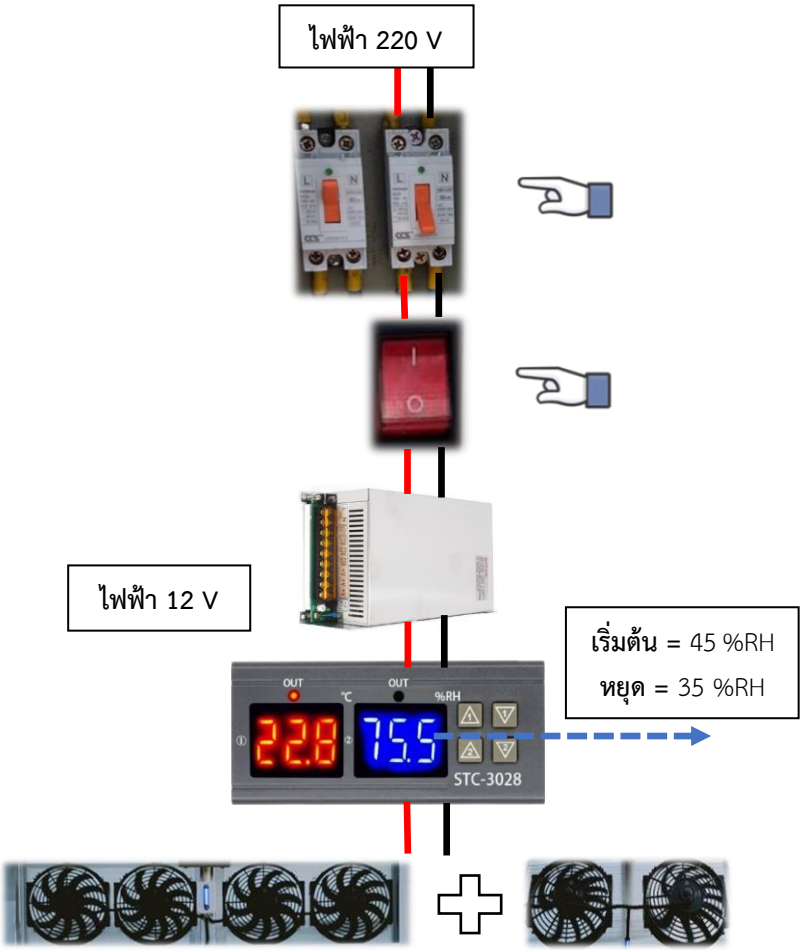
ขั้นตอนการทำงาน

1. เมื่อแสงอาทิตย์ส่งแสงไปยัง แผงโซล่าเซลล์ ขนาด 120 W จำนวน 2 แผง เพื่อผลิต กำลังไฟฟ้า

2. โยก เบรกเกอร์ดีซี 16A 500VDC (4) ด้านขวา ขึ้น เพื่อเปิด [ลงเพื่อปิด] เพื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่าน

3. กดสวิตช์ ON - OFF 2 ตำแหน่ง สีส้ม (16) ตำแหน่ง I เพื่อ เปิด [ตำแหน่ง O เพื่อ ปิด] เพื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่าน ไปยังพัดลม พัดลมระบายความชื้น กลางโดม 10 นิ้ว 2 ตัว และท้ายโดม 10 นิ้ว 4 ตัว ควบคุมด้วย Temperature Humidity Control (13) โดยเริ่มต้น ทำงาน ที่ความชื้น 45 % RH หยุดทำงานเมื่อความชื้น 35 % RH ทั้งนี้สามารถปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นและค่าหยุดทำงานตามความต้องการของผู้ใช้หรือลักษณะของผลิตภัณฑ์

แบบที่ 3 ระบบใช้พลังงานไฟฟ้า จาก ไฟฟ้า 220 VAC



ภาพที่ 18 ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจากไฟฟ้า 220 VAC
เพื่อควบคุมพัดลมระบายความชื้น

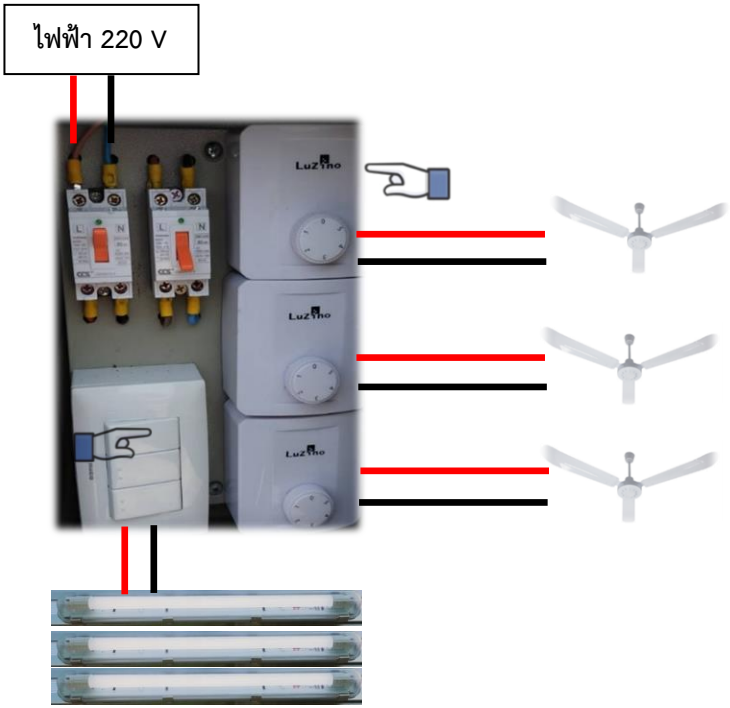
ขั้นตอนการทำงาน

1. โยก เบรกเกอร์AC 16 A 250VAC ⑥ ด้านขวา ขึ้น เพื่อเปิด [ลงเพื่อปิด]

2. กดสวิตช์ ON - OFF 2 ตำแหน่ง สีแดง ⑰ ตำแหน่ง I เพื่อ เปิด [ตำแหน่ง O เพื่อ ปิด] เพื่อให้กระแสไฟฟ้าผ่านสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 12 V พิกัดกระแส ไม่เกิน 50 A ให้กระแสไฟฟ้าผ่าน ไปยังพัดลม พัดลมระบายความชื้นกลางโดม 12 นิ้ว 2 ตัว และท้ายโดม 12 นิ้ว 4 ตัวควบคุมด้วย Temperature Humidity Control ⑬ โดยเริ่มต้น ทำงาน ที่ความชื้น 45 % RH หยุดทำงานเมื่อความชื้น 35 % RH ทั้งนี้สามารถปรับเปลี่ยนค่าเริ่มต้นและค่าหยุดทำงานตามความต้องการของผู้ใช้หรือลักษณะของผลิตภัณฑ์

2. ระบบการระบบการควบคุมพัดลมเพดาน 48 นิ้ว 3 ตัว และ หลอดไฟ LED 9 W 3 หลอด

แผนผังระบบการควบคุมพัดลมเพดาน 48 นิ้ว 3 ตัว และ หลอดไฟ LED 9 W 3 หลอด



ภาพที่ 19 ระบบการควบคุมพัดลมเพดาน 48 นิ้ว 3 ตัว และ หลอดไฟ LED 9 W 3 หลอด

ขั้นตอนการทำงาน

1. โยก เบรกเกอร์AC 16A 250 VAC ⑤ ด้านซ้าย ขึ้น เพื่อเปิด [ลงเพื่อปิด]
2. กดสวิตช์ 1 ทาง 220 VAC ⑦⑧⑨ กดสวิตช์ด้านซ้าย เพื่อ เปิด [กดสวิตช์ด้านขวา เพื่อ ปิด]
3. บิดสวิตช์สำหรับพัดลมเพดาน ⑩⑪⑫ ได้ 5 ระดับ ตาม ตำแหน่ง 1 2 3 4 และ 5 เพื่อ เปิด [ตำแหน่ง 0 เพื่อ ปิด]

การใช้งานโรงเรือนอบแห้ง

1. นำผลิตภัณฑ์ทางทะเลที่จะทำการอบแห้งมาล้างด้วยน้ำสะอาด
2. นำผลิตภัณฑ์ที่ล้างแล้ว นำมาใส่ในตะแกรง โดยการวางทีละตัวไม่ซ้อนกัน รอให้สะเด็ดน้ำ หลังจากนั้นจึงนำผลิตภัณฑ์ที่วางบนตะแกรงเข้าตากในโรงเรือนอบแห้ง

ภาพที่ 20 การนำตะแกรงผลิตภัณฑ์เข้าตากในโรงเรือน

3. เมื่อนำตะแกรงผลิตภัณฑ์ที่จะอบแห้งวางในห้องอบแห้งเรียบร้อยแล้ว ให้เปิดเครื่องตามการใช้งานพัดลมในโรงเรือนอบแห้ง ซึ่งมี 3 ระบบขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ แล้วปิดประตูโรงเรือนอบแห้ง
4. อบผลิตภัณฑ์ในโรงเรือนอบแห้งจนกว่าผลิตภัณฑ์จะแห้งตามต้องการ

ภาพที่ 21 การอบผลิตภัณฑ์ในโรงเรือน

วิธีการดูแลรักษาโรงเรือนพาราโบลาโดม

- ทำความสะอาดแผ่นโพลีคาร์บอเนตอยู่เสมอโดยการฉีดพ่นน้ำ ถ้าหากมีฝุ่นมาเกาะที่แผ่นโพลีคาร์บอเนต จะทำให้พลังงานแสงอาทิตย์เข้าสู่โรงเรือนได้น้อยลง
- หมั่นตรวจเช็คการทำงานของพัดลมระบายอากาศอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้เกิดการทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ

- ควรเช็ดทำความสะอาดแผ่นโซลาร์เซลล์ ถ้าหากมีฝุ่นมาเกาะโซลาร์เซลล์จะส่งผลต่อการจ่ายพลังงานไฟฟ้า ซึ่งมีผลการการชาร์จแบตเตอรี่และพัดลมสำหรับการระบายอากาศขึ้นออกจากโรงเรือน

- ควรรักษาความสะอาดภายในระบบโรงเรือนโดยการล้างด้วยน้ำสะอาด เพื่อป้องกันการสะสมของเชื้อราและจุลินทรีย์ โดยระวังระบบทางไฟฟ้า

ข้อควรระวังในการใช้เครื่อง

- ควรตรวจสอบระบบไฟฟ้าและระบบสายดิน ให้อยู่ในสภาพสมบูรณ์

- ห้ามเปิดสวิตช์ ON - OFF 2 ⑮ ตำแหน่ง สีเขียว (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจาก แผงโซล่าเซลล์โดยตรง)

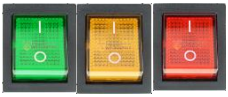
สวิตช์ ON - OFF 2 ⑯ ตำแหน่ง สีส้ม (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่) และ สวิตช์ ON - OFF 2 ⑰ ตำแหน่ง สีแดง (ระบบใช้พลังงานไฟฟ้าจาก ไฟฟ้า 220 VAC) พร้อมกัน เพราะทำให้กระแสสูงเกินไปทำให้พัดลมระบายความร้อนเสียหายได้

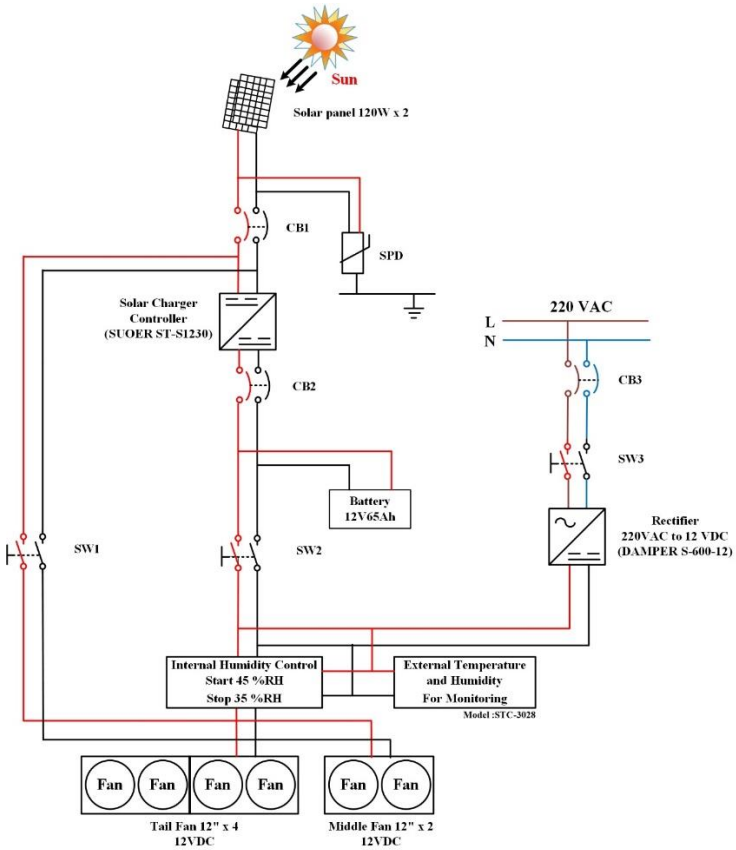
- ห้ามเปิดประตูโรงเรือนอบแห้ง ทิ้งไว้ขณะมีพายุฝนหรือลมแรงจะทำให้เกิดความเสียหายได้

ข้อมูลของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและแผนผังวงจรไดอะแกรมและการต่อวงจรไฟฟ้า

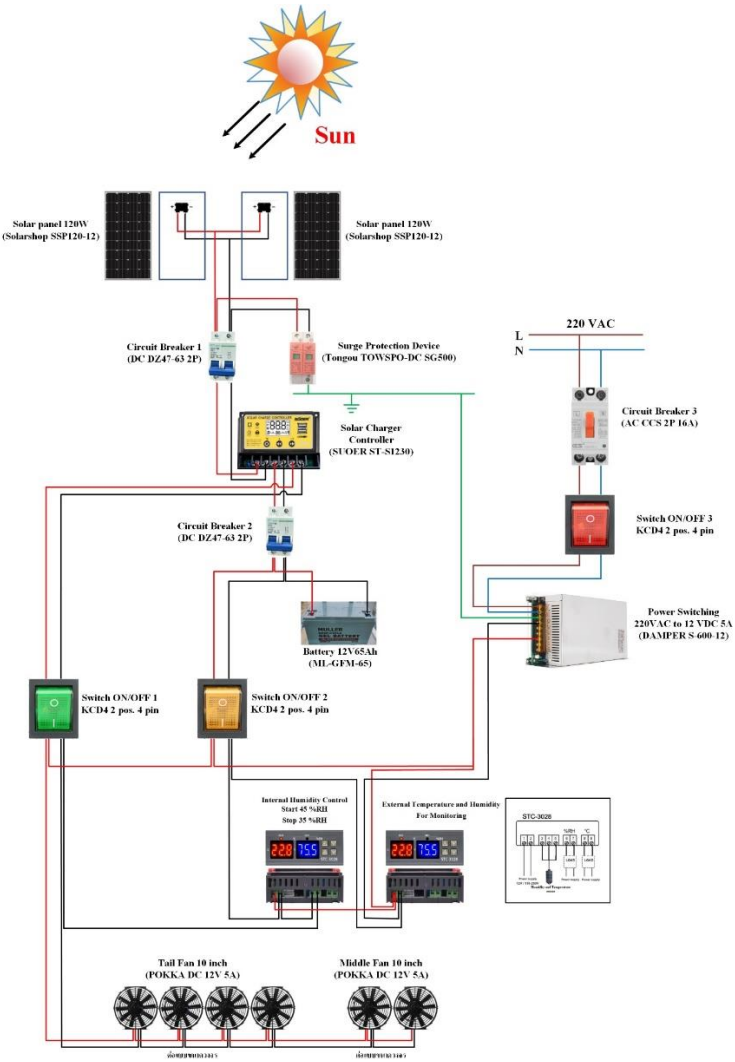
ตารางที่ 1 คุณลักษณะเฉพาะของอุปกรณ์ที่จะนำมาติดตั้งโดม 4 x 8 เมตร

ลำดับ	รายการ (ข้อมูลทางเทคนิค)	จำนวน	ภาพ
1	แผงโซล่าเซลล์ ขนาด 120W	2 แผง	
2	โซล่าชาร์จคอนโทรเลอร์ (Solar Charger Controller) รองรับแรงดันและกระแสไฟฟ้าจากแผงโซล่าร์เซลล์สูงสุด 50V - 30A	1 ตัว	
3	เบรกเกอร์กระแสตรง ขนาดพิกัด 16A 500VDC	2 ตัว	
4	อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (Surge Protective Device) ขนาดพิกัด 1000VDC 40 kA	1 ตัว	
5	เบรกเกอร์กระแสสลับ ขนาดพิกัด 16A 250VAC	2 ตัว	
6	แบตเตอรี่ 12V 65Ah	1 ลูก	

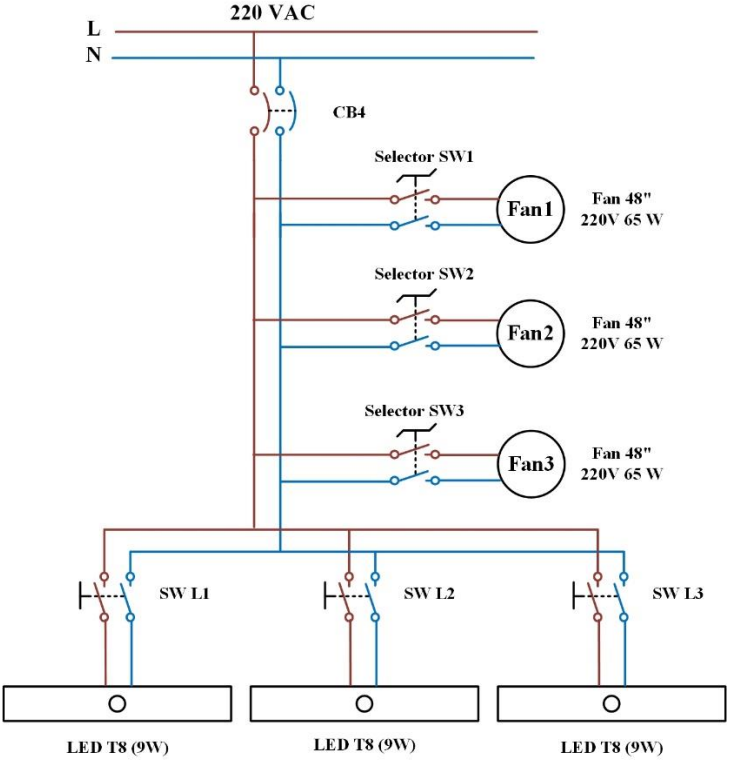
ลำดับ	รายการ (ข้อมูลทางเทคนิค)	จำนวน	ภาพ
7	อุปกรณ์แปลงแรงดัน (Switching Power Supply) 220VAC to 12VDC 50 A	1 ตัว	
8	สวิตช์ ON - OFF 2 ตำแหน่ง 4 Pins Light	3 ตัว (3 สี)	
9	อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น (Temperature and Humidity control)	2 ตัว	
10	พัดลมระบายอากาศ 10 นิ้ว 12VDC 48 W	6 ตัว	
11	พัดลมเพดาน 48 นิ้ว 220VAC 65 W	3 ตัว	
12	สวิตช์ 3 ช่อง	1 ชุด	
13	หลอดไฟ LED 9W T8 พร้อม Cover	3 ชุด	



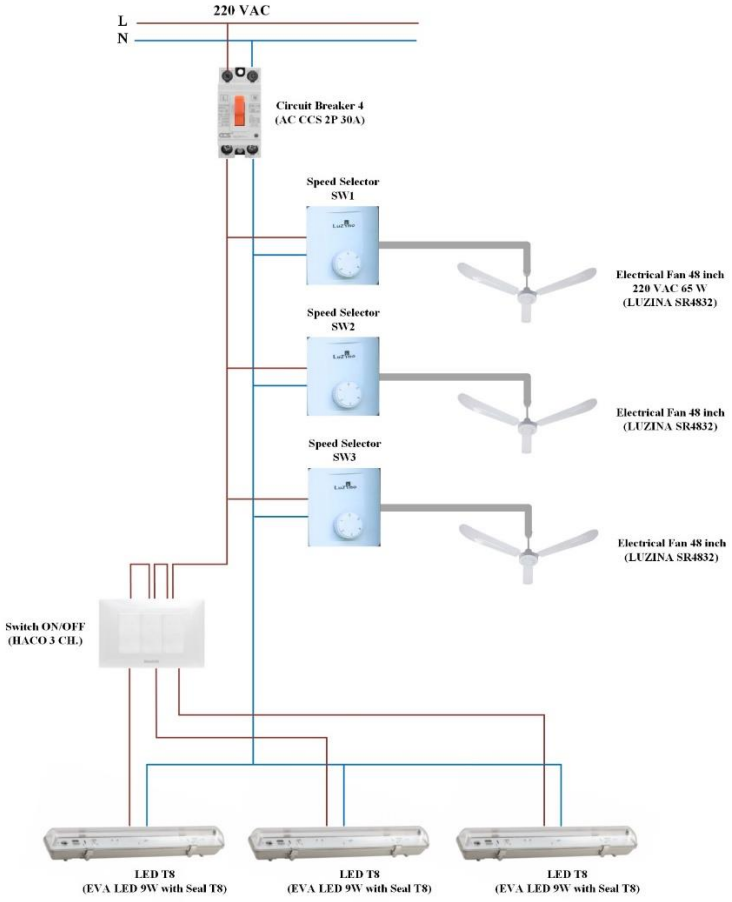
ภาพที่ 22 แผนผังวงจรไดอะแกรมของวงจรไฟฟ้าของการควบคุมพัดลม
ระบายความชื้น



ภาพที่ 23 แผนผังการต่อวงจรไฟฟ้าของการควบคุมพัดลมระบายความชื้น



ภาพที่ 24 แผนผังวงจรไดอะแกรมของวงจรไฟฟ้าของการควบคุมพัดลมเพดานและหลอดไฟ LED



ภาพที่ 25 แผนผังการต่อวงจรไฟฟ้าของการควบคุมพัดลมเพดานและหลอดไฟ LED

การตั้งค่าของอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

ภาพที่ 26 หน้าจออุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

ขั้นตอนการตั้งค่า

1. กดปุ่ม ▲1 ค้างไว้ 3 วินาที เพื่อตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้น จนค่าอุณหภมิกระพริบ และสามารถกด ▲1 เพื่อเพิ่มค่า หรือกด ▼1 เพื่อลดค่า เมื่อได้ค่าที่ต้องการแล้วปล่อยทิ้งไว้ เครื่องดำเนินการบันทึกข้อมูล

2. กดปุ่ม ▼1 ค้างไว้ 3 วินาที เพื่อตั้งค่าอุณหภูมิหยุด จนค่าอุณหภมิกระพริบ และสามารถกด ▲1 เพื่อเพิ่มค่า หรือกด ▼1 เพื่อลดค่า เมื่อได้ค่าที่ต้องการแล้วปล่อยทิ้งไว้ เครื่องดำเนินการบันทึกข้อมูล

3. กดปุ่ม ▲2 ค้างไว้ 3 วินาที เพื่อตั้งค่าความชื้นเริ่มต้น จนค่าความชื้นกระพริบ และสามารถกด ▲2 เพื่อเพิ่มค่า หรือกด ▼2 เพื่อลดค่า เมื่อได้ค่าที่ต้องการแล้วปล่อยทิ้งไว้ เครื่องดำเนินการบันทึกข้อมูล

4. กดปุ่ม ค้างไว้ 3 วินาที เพื่อตั้งค่าความชื้นหยุด จนค่าความชื้นกระพริบ และสามารถกด เพื่อเพิ่มค่า หรือกด เพื่อลดค่า มื่อได้ค่าที่ต้องการแล้วปล่อยทิ้งไว้ เครื่องดำเนินการบันทึกข้อมูล

หมายเหตุ

สำหรับการตั้งอุณหภูมิของอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เพื่อ**ควบคุมฮีตเตอร์** ให้ตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้น น้อยกว่าอุณหภูมิหยุด ตัวอย่าง หากตั้งค่าอุณหภูมิเริ่มต้น 45 °C และอุณหภูมิหยุด 50 °C อธิบาย การทำงานดังนี้ เมื่อเปิดเครื่อง ฮีตเตอร์จะทำงานไปเรื่อย ๆ จนถึงอุณหภูมิ 50 °C จะตัดการทำงาน และค่าอุณหภูมิลดลง ถึง 45 °C ฮีตเตอร์ทำงานอีกครั้ง

สำหรับการตั้งอุณหภูมิของอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น เพื่อ**ควบคุมพัดลมระบายความชื้น** ให้ตั้งค่าความชื้นเริ่มต้น มากกว่าความชื้นหยุด ตัวอย่าง หากตั้งค่าความชื้นเริ่มต้น 45 % RH และอุณหภูมิหยุด 35 % RH อธิบายการทำงานดังนี้ เมื่อเปิดเครื่อง พัดลมระบายความชื้นจะเริ่มทำงานเมื่อความชื้น 45 % RH และหยุดทำงานเมื่อความชื้น35 % RH

บรรณานุกรม

[1] สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, การอบแห้งเมล็ดพืชและอาหารบางประเภท, พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ:
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี,2540.

[2] A.V. Luikov Heat and Mass Transfer in Capillary Porous Bodies, 1st ed. New York:

Pergamon Press, 1966.

[3] O.Prakash and A.Kumar, Solar Drying Systems, 1st ed. Florida: CRC Press, 2020.

[4] นิรุธ ล้ำเลิศ, “การปรับปรุงสมรรถนะและการพัฒนาแบบจำลองการอบแห้งของเครื่องอบแห้ง

แบบเรือนกระจกที่ปิดคลุมด้วยแผ่นโพลีคาร์บอเนต,” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยศิลปากร, ปีการศึกษา 2549.

[5] เสริม จันทร์ฉาย, ตำราประกอบการสอนวิชา เทคโนโลยีการอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์, นครปฐม: เพชรเกษมพริ้นติ้ง จำกัด, 2560.

[6] บุศรากรณ์ มหาโยธี และ ยุทธศักดิ์บุญรอด, คู่มือโครงการสนับสนุนการลงทุนติดตั้งใช้งานระบบอบแห้งพลังงานแสงอาทิตย์, พิมพ์ครั้งที่ 1 นครปฐม: เพชรเกษมพริ้นติ้ง จำกัด, 2562.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

399 ถนนสามเสน แขวงวชิรพยาบาล
เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร 10300

โทร 0 2665 3777 ต่อ 6094

https://www.rmutp.ac.th/