บทที่ 3
การทดลองและวิธีการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงแนวคิดของโครงงาน การติดตั้งอุปกรณ์ การทำงานของอุปกรณ์ในแต่ละส่วนและวิธีการทดลอง โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 แนวคิดของโครงงาน

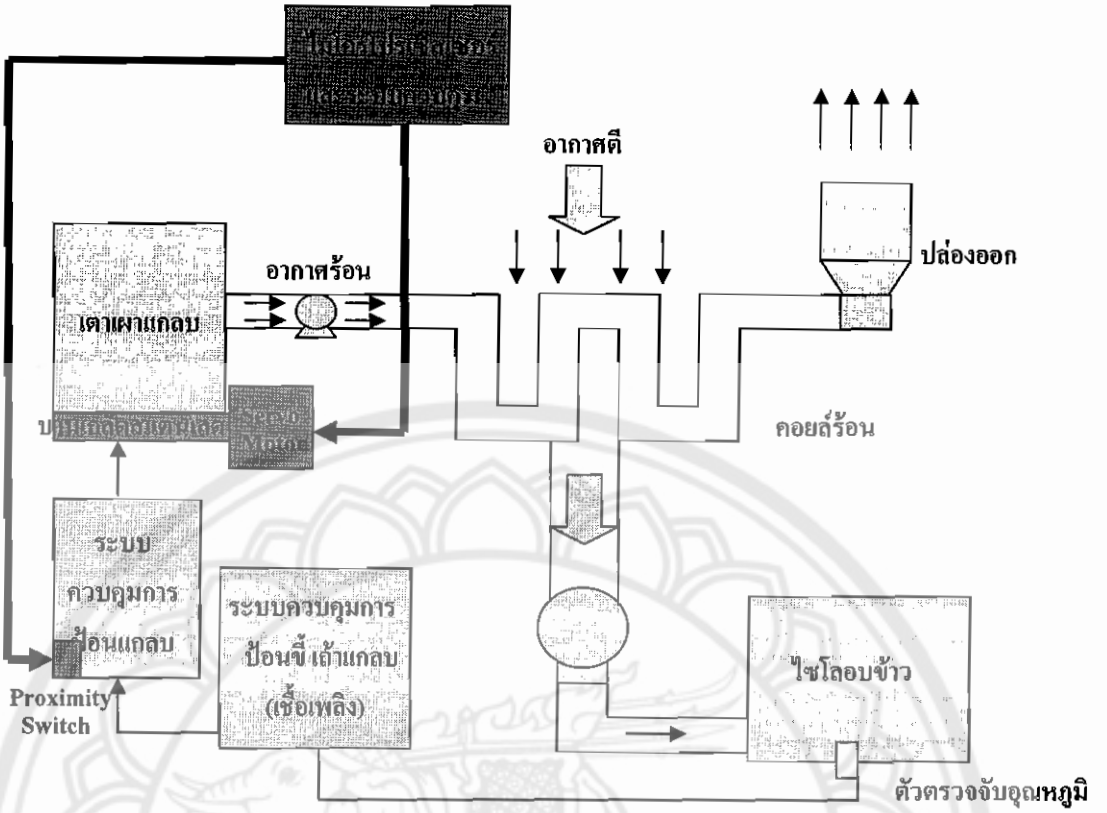
ในบทที่ 2 ได้กล่าวไว้ว่ามีแนวทางในการออกแบบระบบควบคุมไว้ทั้งหมด 3 แนวทาง ด้วยกันคือ

แนวทางที่ 1 ปรับโดยการใช้เพิ่มเติมระบบควบคุมการไหลมวลอากาศด้วยวาล์วปีกผีเสื้อ ซึ่งควบคุมการเปิดปิดด้วยเซอร์โวมอเตอร์

แนวทางที่ 2 ปรับโดยใช้วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์อินดักชั่นที่ออกแบบขึ้นและสามารถเชื่อมต่อกับระบบควบคุมได้ โดยการออกแบบวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อปรับความเร็วรอบมอเตอร์

แนวทางที่ 3 ปรับโดยการควบคุมการไหลมวลอากาศด้วยบานเกร็ดสแตนเลด ซึ่งควบคุมการเปิดปิดด้วยเซอร์โวมอเตอร์

เนื่องจากโรงงานอบข้าวนี้มีระบบการทำงานเป็นระบบแบบเก่า ในการจุดเตาเพื่อสร้างความร้อนนั้นต้องอาศัยคนงานที่มีความชำนาญ รวมไปถึงการควบคุมอุณหภูมิที่ใช้ในการอบข้าวหรือข้าวโพด ต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญของคนงานทั้งสิ้น เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการอบข้าวหรือข้าวโพดยังไม่ได้ตามที่ต้องการ คนงานก็จะไปเพิ่มความเร็วในการป้อนเชื้อเพลิงแกลบเข้าเตาเผาทำให้สิ้นเปลือง จะเห็นได้ว่าไม่สามารถไปควบคุมพฤติกรรมของคนงานได้ ดังนั้นเพื่อให้เกิดการประหยัดเชื้อเพลิงและไม่เป็นการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมของคนงาน จึงเลือกแนวทางที่ 3 โดยการควบคุมการไหลมวลอากาศด้วยบานเกร็ดสแตนเลด ซึ่งควบคุมการเปิดปิดด้วยเซอร์โวมอเตอร์ในการทำโครงงานนี้ ระบบการทำงานของแนวทางที่ 3 ดังรูปที่ 3.1



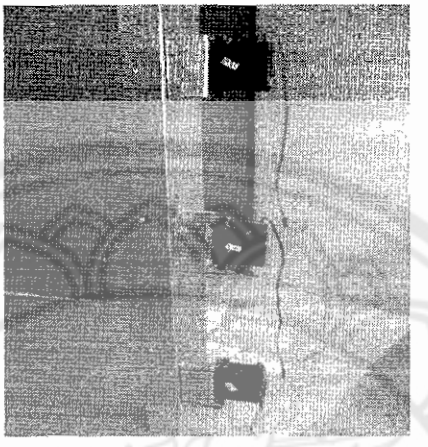
รูปที่ 3.1 แสดงระบบที่ออกแบบขึ้น ในการปรับอัตราการไหลมวลอากาศหน้าเตาเผาแกลบ

จากรูปที่ 3.1 จะเห็นระบบควบคุมการป้อนแกลบอยู่โดยมีพร็อกซิมิตี้สวิตซ์ (Proximity Switch) คอยตรวจจับความเร็วรอบของมอเตอร์อยู่ และจะนำสัญญาณที่ได้จากการตรวจจับความเร็วรอบของมอเตอร์นี้ส่งเข้าสู่ไมโครโปรเซสเซอร์และระบบควบคุม จากนั้นไมโครโปรเซสเซอร์และระบบควบคุมก็จะทำการประมวลผลและส่งสัญญาณออกมายังเซอร์โวมอเตอร์ที่ควบคุมมุมการเปิด-ปิดบานเกร็ดสแตนเลดหน้าเตาเผาอีกที โดยที่ไม่ต้องสนใจคนงานว่าจะปรับความเร็วในการป้อนเชื้อเพลิงแกลบเข้าเตาเผาเป็นเท่าไหร่ เพราะระบบที่ออกแบบขึ้นนี้ได้ควบคุมอัตราการไหลมวลอากาศที่เข้าไปสันดาปในเตาเผาเพื่อให้เกิดการเผาไหม้ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด เมื่ออุณหภูมิที่ใช้ในการอบข้าวหรือข้าวโพดมีอุณหภูมิถึงเกณฑ์ที่ตั้งค่าไว้ ระบบควบคุมการป้อนเชื้อเพลิงก็จะไปสั่งให้มอเตอร์ที่ป้อนเชื้อเพลิงแกลบเข้าเตาเผาหยุดทำงาน ซึ่งมีผลต่อเชื้อเพลิงที่ใช้ทำให้เชื้อเพลิงแกลบที่ใช้ในการสร้างความร้อนมีปริมาณลดลง

3.2 การติดตั้งอุปกรณ์

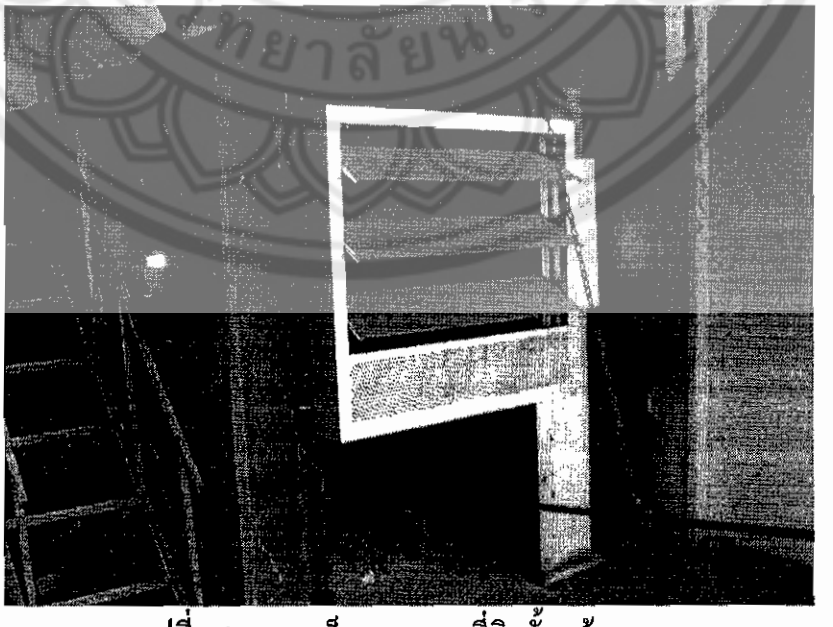
ก่อนทำการติดตั้งบานเกร็ดสแตนเลดไปติดตั้งด้านหน้าเตาเผานั้น จะต้องนำเซอร์โวมอเตอร์ทั้ง 3 ตัวมายึดติดกับบานเกร็ดสแตนเลดเหล็กเสียก่อน โดยเซอร์โวมอเตอร์ทั้ง 3 ตัวนี้จะขับบานเกร็ด

สแตนเลดแยกส่วนกันเพื่อไม่ให้เซอร์โวมอเตอร์ขับโหลดที่มากเกินไป และจะต้องคำนึงว่าเมื่อยึดติดกับบานเกร็ดสแตนเลดแล้วเซอร์โวมอเตอร์ทั้ง 3 ตัวจะขับบานเกร็ดสแตนเลดเป็นมุมเดียวกันทั้งหมด ดังนั้นขณะนำเซอร์โวมอเตอร์ยึดติดกับบานเกร็ดสแตนเลดควรปรับเฟืองที่เซอร์โวมอเตอร์ให้เหมาะกับเฟืองที่บานเกร็ดสแตนเลดด้วยดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 การติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์กับบานเกร็ดสแตนเลด

การติดตั้งอุปกรณ์บานเกร็ดสแตนเลดนี้เข้ากับด้านหน้าเตาเผาจะต้องติดตั้งให้อยู่สูงจากพื้นพอประมาณเพื่อให้มีพื้นที่ที่จะทำการเขี่ยแกลบทิ้งจากเตาเผา รวมไปถึงขณะติดตั้งอุปกรณ์บานเกร็ดสแตนเลดจะต้องให้ขอบทั้ง 3 ด้านของโครงเหล็กอยู่ชิดกับเตาเผามากที่สุดเพื่อไม่ให้มีอากาศผ่านเข้าไปในเตาเผาได้ ดังรูปที่ 3.3

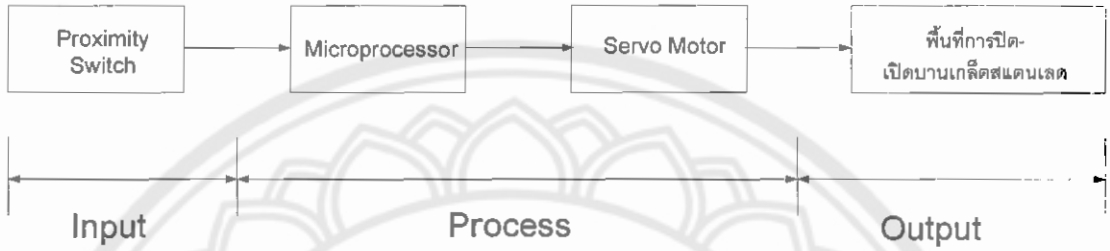


รูปที่ 3.3 บานเกร็ดสแตนเลดที่ติดตั้งหน้าเตาเผา

3.3 การทำงานของอุปกรณ์ในแต่ละส่วน

ในระบบควบคุมที่ได้ออกแบบไว้จะมีส่วนที่รับค่ามาจากพร็อกซิมิตี้สวิทช์ และส่งสัญญาณไปยังไมโครโปรเซสเซอร์หลังจากนั้นไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะประมวลผลและสั่งเซอร์โวมอเตอร์ให้เปิดปิดบานเกร็ดสแตนเลดให้เป็นมุมที่ประหยัดพลังงานได้สูงสุด ดังรูปที่ 3.4 ที่แสดงให้เห็นส่วนของ Input, Process, Output

4900187

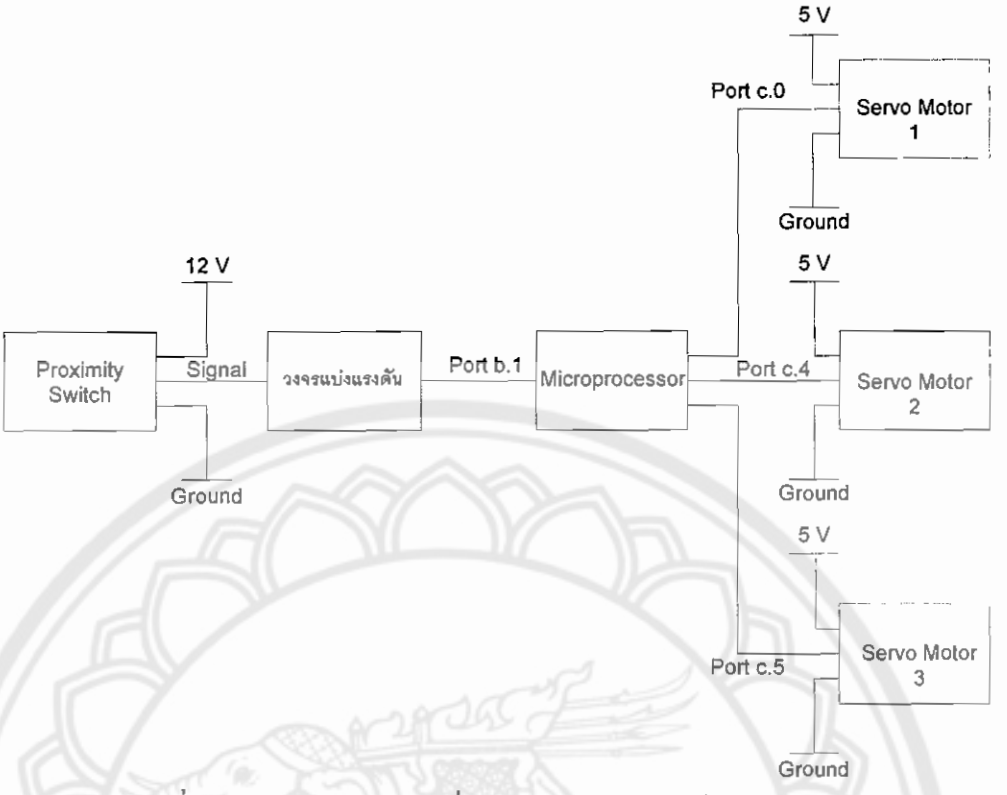


รูปที่ 3.4 แสดงส่วน Input, Process, Output ของระบบควบคุมที่ได้ออกแบบขึ้น

จากรูปที่ 3.4 เป็นเพียงรูปที่วาดขึ้นเพื่อแสดงให้เห็นถึงแนวความคิดของแนวทางที่ 3 ที่ปรับโดยการควบคุมการไหลมวลอากาศด้วยบานเกร็ดสแตนเลด ซึ่งควบคุมการเปิดปิดด้วยเซอร์โวมอเตอร์ รูปที่ 3.5 แสดงรูปถ่ายอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในโครงงานนี้รวมไปถึงแสดงลำดับการเชื่อมโยงด้วย

รูปที่ 3.5 แสดงรูปถ่ายอุปกรณ์และลำดับการเชื่อมโยง

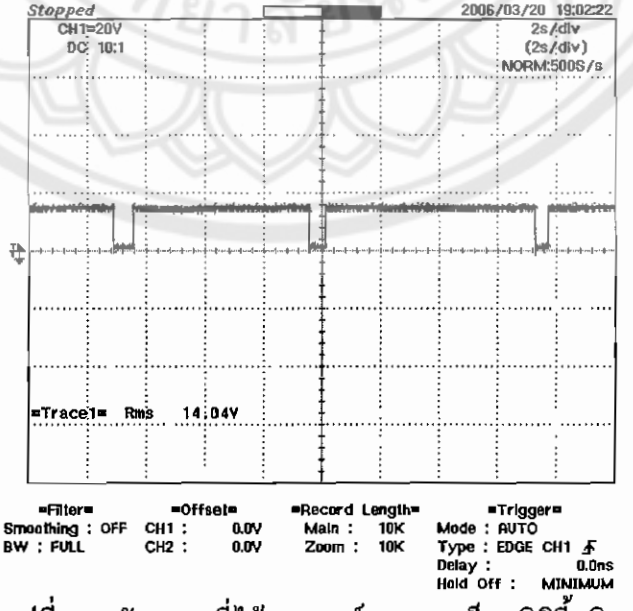
จากรูปที่ 3.6 แสดงถึงวงจรการเชื่อมต่อกันของอุปกรณ์ในแต่ละส่วนและรายละเอียดของพอร์ตที่ใช้ใน PIC16F877



รูปที่ 3.6 แสดงถึงวงจรการเชื่อมต่อกันของอุปกรณ์ในแต่ละส่วน

3.3.1 การทำงานของพร็อกซิมิตี้สวิทซ์ (Proximity Switch)

เริ่มแรกพร็อกซิมิตี้สวิทซ์จะจับสัญญาณที่ได้จากการตัดผ่านของเหล็กที่ตัดอยู่กับมอเตอร์กับตัวเซนเซอร์โลหะของพร็อกซิมิตี้สวิทซ์ โดยสัญญาณที่วัดได้จากเอาต์พุตของพร็อกซิมิตี้สวิทซ์เป็นดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 สัญญาณที่ได้จากเอาท์พุตของพร็อกซิมิตี้สวิทซ์

3.3.2 การทำงานของบอร์ด CP-PIC877

ภายในบอร์ดCP-PIC877จะมี IC ที่ชื่อว่า PIC16F877 อยู่โดยทำหน้าที่รับสัญญาณอินเตอร์รัพท์ (Interrupt) จากภายนอกเข้ามาซึ่งสัญญาณภายนอกในที่นี้คือ สัญญาณจากพร็อกซิมิตี้สวิทซ์ แต่จะต้องทำให้โวลต์มีค่าลดต่ำลงจนน้อยกว่า 5 โวลต์เพื่อต่อเข้าบอร์ด CP-PIC877 ได้โดยบอร์ต CP-PIC877 ไม่เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ ต่อจากนั้นจึงจะส่งสัญญาณมาทางพอร์ต b.1 ของบอร์ดCP-PIC877 และจะนำสัญญาณจากพร็อกซิมิตี้สวิทซ์ไปทำการประมวลผลจากนั้นจะส่งสัญญาณเอาต์พุดออกทางพอร์ต c.0, c.4 และ c.5 สัญญาณที่ออกจากพอร์ตเหล่านี้จะเข้าสู่เซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัว

3.3.3 การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์มีสายไฟอยู่ 3 เส้นด้วยกันคือ สายไฟสีน้ำตาล, สายไฟสีแดงและสายไฟสีส้ม โดยสายไฟทั้ง 3 เส้นนี้ทำหน้าที่ไม่เหมือนกันเช่น สายไฟสีน้ำตาลทำหน้าที่เป็นกราวต์, สายไฟสีแดงทำหน้าที่เป็นตัวรับสัญญาณอินพุตและสายไฟสีส้มทำหน้าที่เป็นไฟเลี้ยง ดังนั้นสัญญาณที่ออกมาจากพอร์ต c.0, c.4 และ c.5 ของไอซีเบอร์ PIC16F877 จะเข้าสู่อินพุตของเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัวจากนั้นเซอร์โวมอเตอร์แต่ละตัวก็จะขับบานเกร็ดสแตนเลตอีกที โดยการเปิดบานเกร็ดสแตนเลดจะมีความสัมพันธ์กับความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ทำหน้าที่ป้อนเชื้อเพลิง เพื่อเป็นการปรับการไหลมวลอากาศ ทำให้มีประสิทธิภาพการเผาไหม้สูงสุด

3.4 วิธีการทดลอง

โครงงานนี้ได้ออกแบบ วางแผนการศึกษาและเก็บข้อมูลในแต่ละขั้นตอน ทั้งก่อนและหลังการใช้ระบบควบคุมการไหลมวลอากาศอัตโนมัติที่ออกแบบขึ้น การทำการทดลองแบ่งออกเป็นสองขั้นตอนเพื่อให้แน่ใจว่า ระบบที่ออกแบบขึ้นจะมีประสิทธิผลจริง

3.4.1 การทดสอบก่อนสร้างระบบควบคุมการไหลมวลอากาศอัตโนมัติ

ในขั้นตอนแรก เพื่อหาค่าที่เหมาะสมต่อการออกแบบบานเกล็ดจึงได้ทดลองโดยนำแผ่นเหล็กมาปิดบริเวณหน้าเตา โดยปรับค่าการเปิดปิดหน้าเตาต่างๆกันดังรูปที่ 3.8 จากนั้นทำการวัดอัตราการไหลมวลอากาศเปรียบเทียบกับเชื้อเพลิงที่ใช้ ที่อัตราการป้อนแกลบของอินเวอร์เตอร์ค่าต่างๆ (หน่วยระบุเป็น Hz โดยที่ Hz มีค่ามากหมายถึงความเร็วการป้อนแกลบมาก) จากนั้นทำการทดสอบระบบโดยทำการบันทึกปริมาณแกลบที่ใช้เปรียบเทียบระหว่างเปิดพื้นที่หน้าเตา 100% (ระบบเดิม) กับมีการเปิดพื้นที่หน้าเตาบางส่วนที่ตั้งแต่ 20 ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ของการเปิดทั้งหมด และทดสอบที่อัตราการป้อนแกลบค่าต่างๆ

รูปที่ 3.8 แสดงการทดลองโดยนำแผ่นเหล็กมาปิดบริเวณหน้าเตาเผา

3.4.2 การทดสอบหลังสร้างระบบควบคุมการไหลมวลอากาศอัตโนมัติ

ในขั้นตอนนี้ได้นำอุปกรณ์ปรับการเปิดพื้นที่หน้าเตาเผาอัตโนมัติไปติดตั้งและทำการเปิดพื้นที่หน้าเตาเผาเป็นมุม 30 องศา, 60 องศา และ 90 องศา ซึ่งคิดเป็นการเปิดพื้นที่หน้าเตาเผาเป็นเปอร์เซ็นต์จะได้เท่ากับ 66.66 เปอร์เซ็นต์, 83.33 เปอร์เซ็นต์ และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ