บทที่ 5

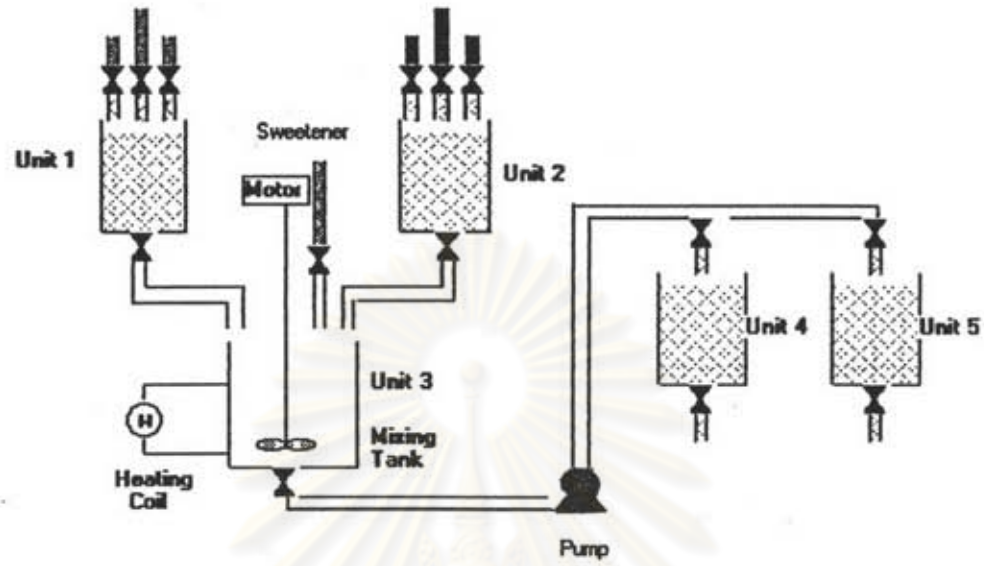
การทดสอบระบบ

ระบบควบคุมที่ออกแบบในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นให้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในกระบวนการผลิตจริงในโรงงานอุตสาหกรรม หลังจากที่ได้เขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมระบบบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และ PLC แล้ว บทนี้จะเป็นการทดสอบระบบและโปรแกรมที่ออกแบบ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะสร้างโปรแกรมสำหรับจำลองระบบบน PLC สำหรับระบบตัวอย่างที่เลือกมาทดสอบนี้เป็นการจำลองส่วนหนึ่งของระบบการผลิตลูกอมชนิดหนึ่ง ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตดังรูปที่ 5.1 คือ ขั้นแรกทำการป้อนส่วนผสม 3 ชนิดลงไปที่ยูนิตที่ 1 เพื่อทำการผสม และทำการการป้อนแม่สี 3 สีไปผสมยังยูนิตที่ 2 เมื่อทำการผสมส่วนผสมในยูนิตที่ 1 และยูนิตที่ 2 เรียบร้อยแล้ว ขั้นต่อไปทำการปล่อยสารผสมจากยูนิตที่ 1 และยูนิตที่ 2 และน้ำหวานไปผสมยังยูนิตที่ 3 ยูนิตที่ 3 เป็นถังผสมซึ่งจะทำการผสมส่วนผสมต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ซึ่งมีการให้ความร้อนและการกวนสารผสมเข้าด้วยกันเมื่อผสมกันเรียบร้อยแล้วก็จะปล่อยสารผสมไปยังถังพักที่ยูนิตที่ 4 และ ยูนิตที่ 5 เพื่อผ่านกรรมวิธีการอบฆ่าเชื้อก่อนที่จะปล่อยสารไปยังขั้นตอนการผลิตอื่น ๆ ต่อไป ระบบตัวอย่างที่ใช้ทดสอบนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.2

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

รูปที่ 5.1 ขั้นตอนการผลิตของระบบตัวอย่างที่ใช้ทดสอบระบบ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



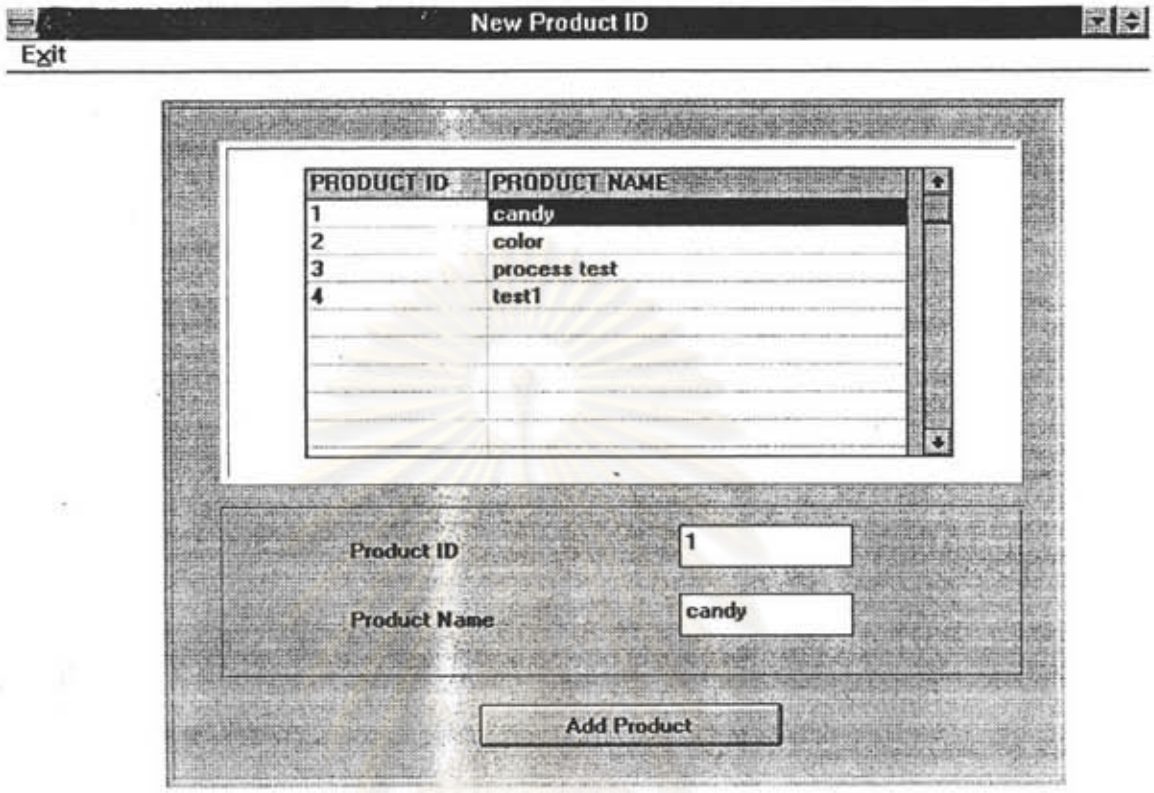
รูปที่ 5.2 ระบบตัวอย่างที่ใช้ทดสอบระบบ

การทดสอบระบบจะแบ่งออกเป็นสองส่วน คือ การทดสอบระบบของเครื่องคอมพิวเตอร์และการทดสอบระบบของ PLC

5.1 การทดสอบการทำงานของระบบบนเครื่องคอมพิวเตอร์

ข้อมูลที่ป้อนในส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ในการทดสอบระบบจะเป็นข้อมูลของสูตร ขั้นตอนการผลิต และตารางการผลิต รวมไปถึงการจัดการระบบส่วนอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการกระบวนการผลิตตัวอย่างซึ่งมีขั้นตอนการโปรแกรม ดังนี้

1. ป้อนชื่อไฟล์ข้อมูลของผลิตภัณฑ์ซึ่งงานวิจัยนี้กำหนดชื่อเป็น Candy ที่หน้าจอผลิตภัณฑ์ใหม่ ดังรูปที่ 5.3

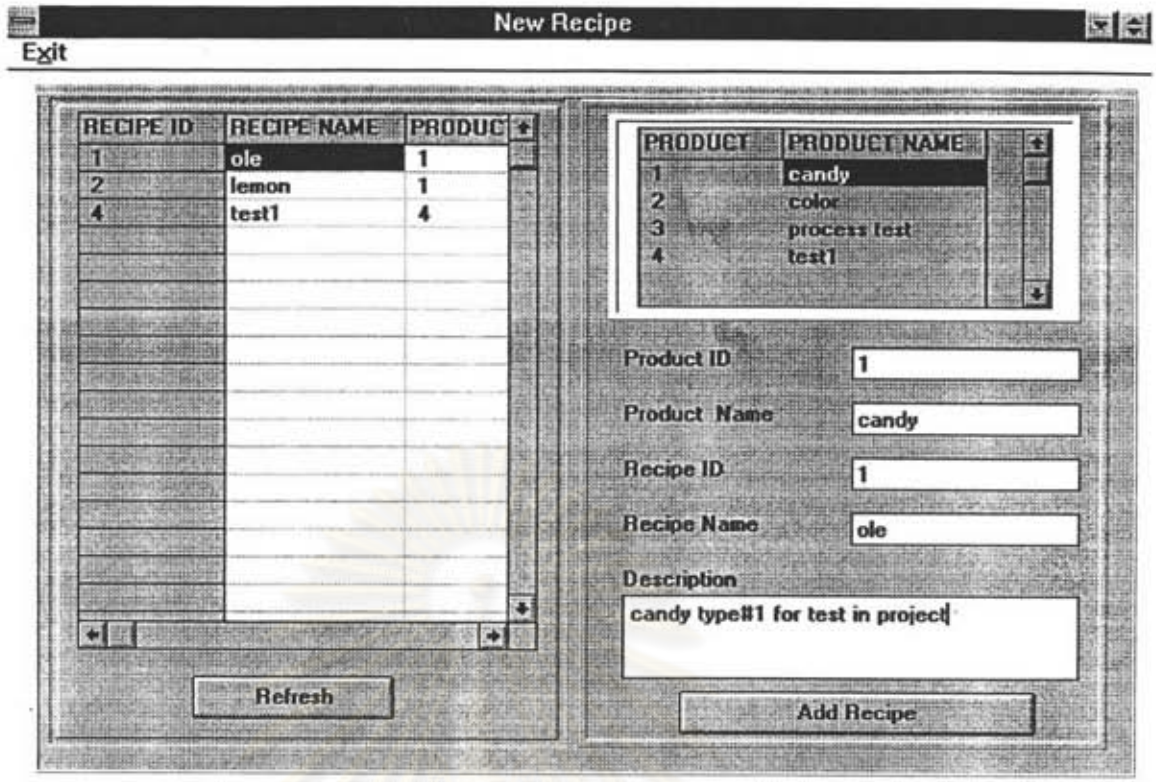


รูปที่ 5.3 การป้อนไฟล์ข้อมูลชื่อของผลิตภัณฑ์ที่หน้าจอผลิตภัณฑ์ใหม่

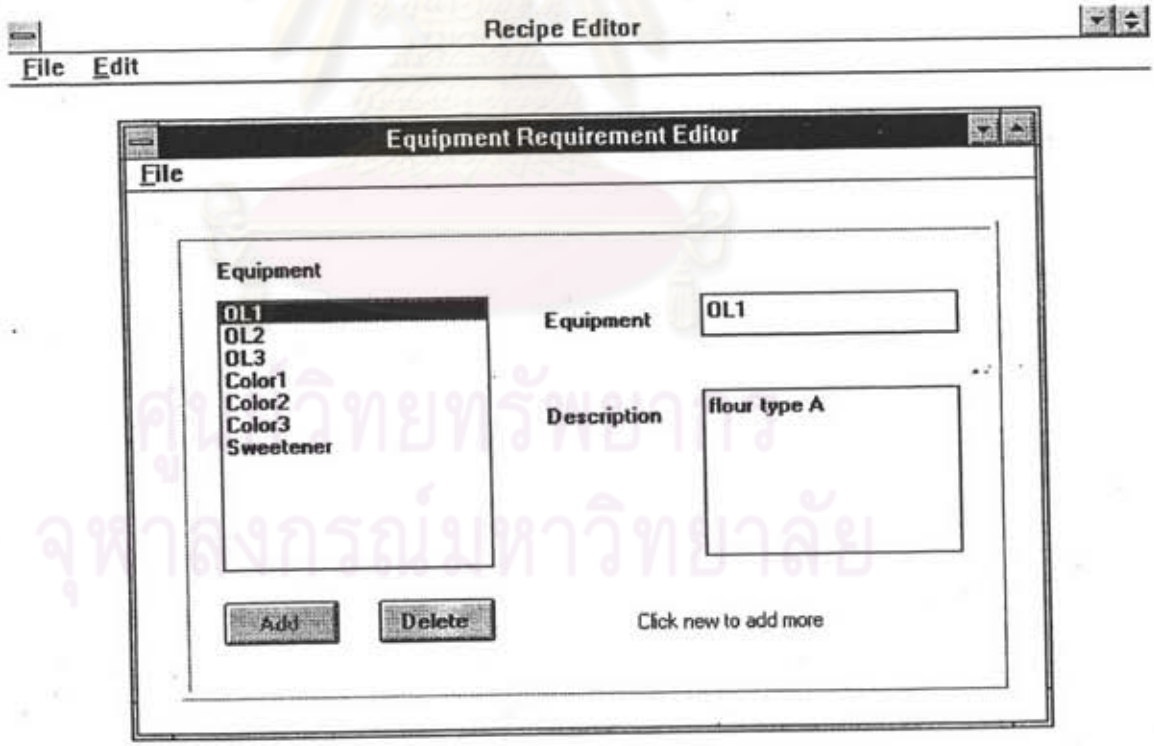
2. กำหนดชื่อของสูตรของไฟล์ผลิตภัณฑ์ที่จะทำการทดลองที่หน้าจอสูตรใหม่ ดังรูปที่ 5.4

3. หลังจากที่กำหนดชื่อของสูตร และชื่อของผลิตภัณฑ์แล้ว ขั้นต่อไปเป็นการสร้างสูตรหลักสำหรับกระบวนการควบคุม ซึ่งมีขั้นตอนการสร้างสูตรหลัก ดังนี้

3.1 กำหนดข้อมูลวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิต ซึ่งในการทดลองนี้จะประกอบด้วย OL1 OL2 และ OL3 ซึ่งเป็นอินพุตของยูนิตที่ 1 Color1 Color2 และ Color3 ซึ่งเป็นอินพุตของยูนิตที่ 2 และ Sweetener ซึ่งเป็นอินพุตของยูนิตที่ 3 ที่หน้าจออุปกรณ์ ดังรูปที่ 5.5



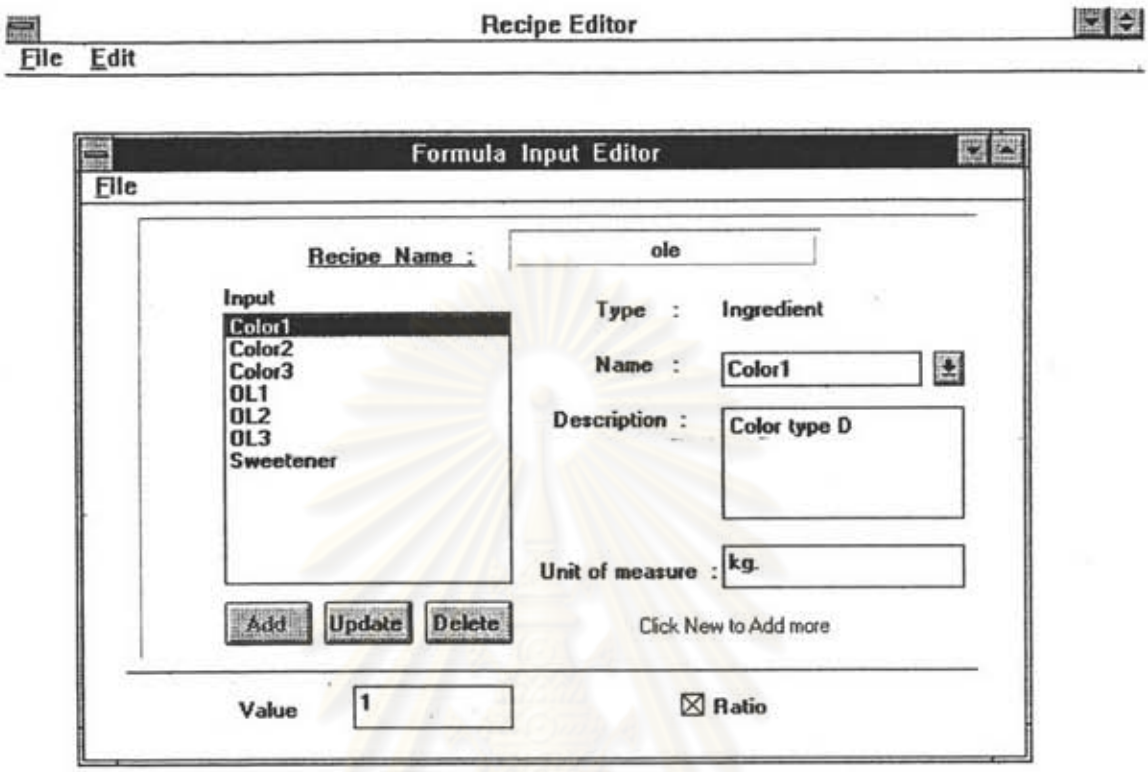
รูปที่ 5.4 กำหนดชื่อของสูตรของไฟล์ผลิตภัณฑ์ที่จะทำการทดลอง



รูปที่ 5.5 การป้อนข้อมูลที่หน้าจออุปกรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 เลือกข้อมูลอินพุตที่จะนำไปใช้ในส่วนขั้นตอนการผลิตของสูตรหลักที่หน้าจอ Input Editor ซึ่งข้อมูลที่เลือกเหล่านี้จะได้มาจากการป้อนที่หน้าจออุปกรณ์ ดังรูปที่ 5.6

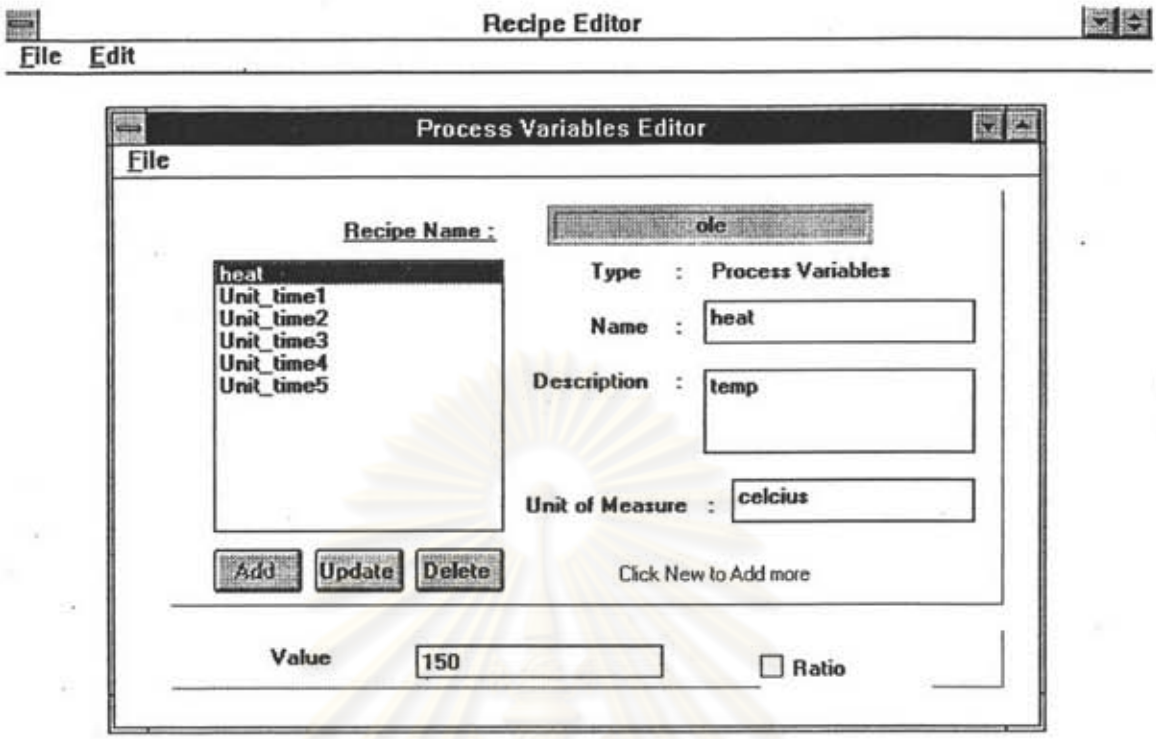


รูปที่ 5.6 การเลือกข้อมูลอินพุตที่หน้าจออินพุต

3.3 ป้อนข้อมูลเอาต์พุตของสูตรหรือผลิตภัณฑ์ที่คาดว่าจะได้รับจากกระบวนการผลิตที่หน้าจอเอาต์พุต

3.4 ป้อนข้อมูลของพารามิเตอร์ควบคุมต่าง ๆ เช่น ความร้อน เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิตของยูนิตต่าง ๆ ที่หน้าจอพารามิเตอร์ ดังรูปที่ 5.7

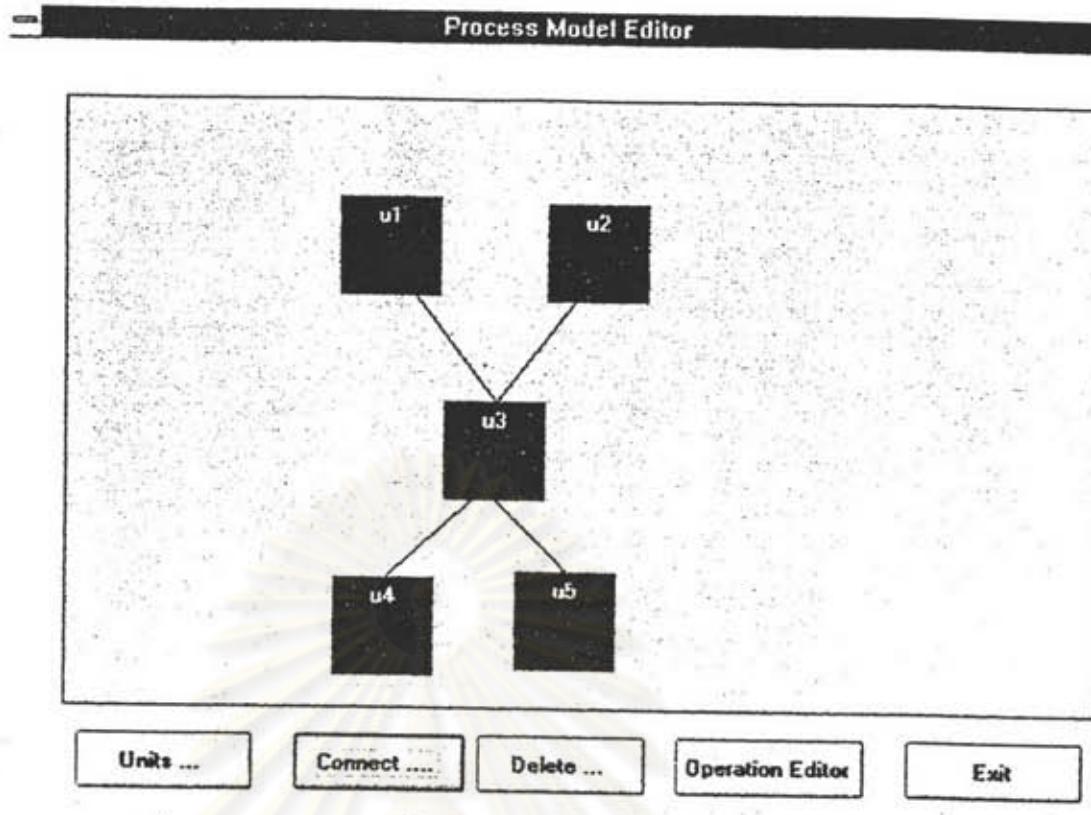
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



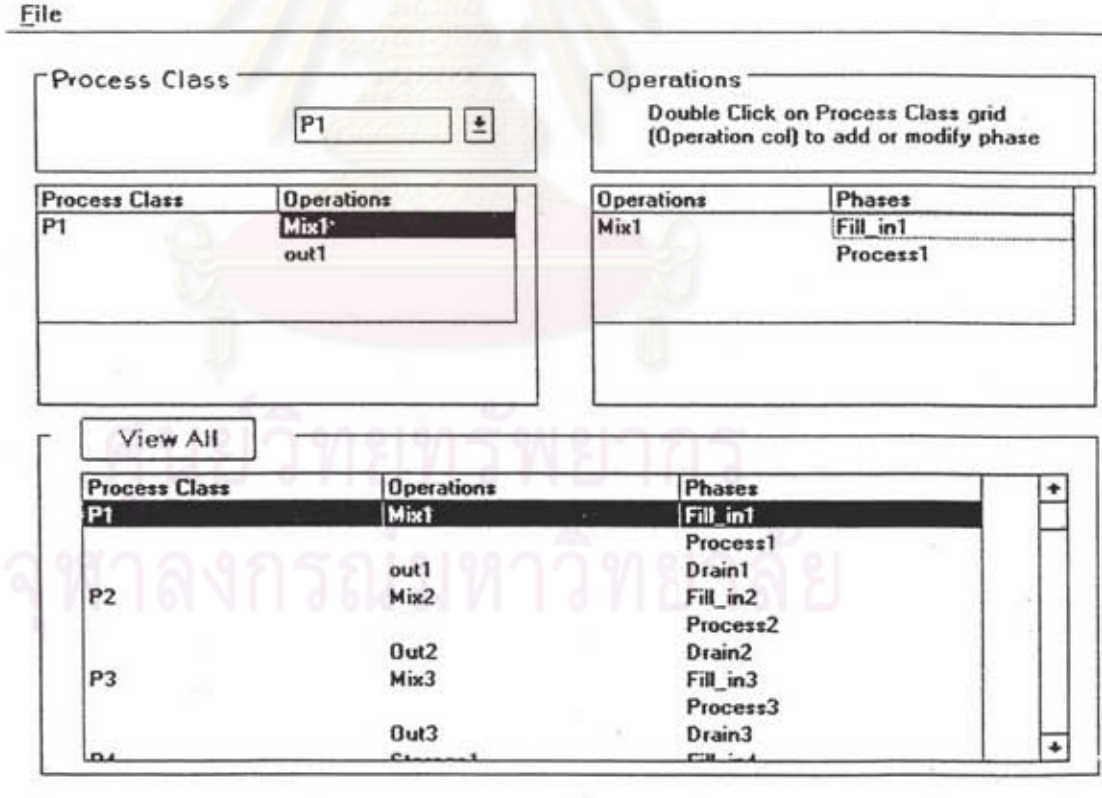
รูปที่ 5.7 การป้อนข้อมูลพารามิเตอร์ควบคุมที่หน้าจอพารามิเตอร์

4. ก่อนที่จะทำการป้อนข้อมูลขั้นตอนของสูตร จะต้องทำการป้อนข้อมูลของแบบจำลองกระบวนการเพื่อกำหนดยูนิต ที่หน้าจอแบบจำลองกระบวนการ ดังรูปที่ 5.8 และกำหนดขั้นตอนการผลิตของหน่วยผลิต การดำเนินการ และเฟส ที่หน้าจอการดำเนินการ ดังรูปที่ 5.9 ก่อน เพื่อเป็นข้อมูลของสำหรับการกำหนดขั้นตอนของสูตร

ขั้นตอนการผลิตของหน่วยผลิตแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการผลิตของหน่วยผลิตแรก ประกอบด้วยการดำเนินการย่อย 2 การดำเนินการคือ การดำเนินการ Mix_In ซึ่งประกอบด้วยเฟสย่อย คือ Fill_in และ Process และการดำเนินการ Out ซึ่งประกอบด้วยเฟสย่อย คือ Output ขั้นตอนการผลิตของหน่วยผลิตที่สองประกอบด้วยการดำเนินการย่อย 2 การดำเนินการ คือ การดำเนินการ Mixing ซึ่งประกอบด้วยเฟสย่อย คือ Fill_in_Mix และ Process_Mix และการดำเนินการ Out_Mix ซึ่งประกอบด้วยเฟสย่อย Output_Mix ขั้นตอนการผลิตของหน่วยผลิตสุดท้ายประกอบด้วยการดำเนินการย่อย 2 การดำเนินการ คือ การดำเนินการ Storage ซึ่งประกอบด้วยเฟสย่อย คือ Fill_in_Product และ Process_Product และการดำเนินการ Out_Product ซึ่งประกอบด้วยเฟสย่อย Product



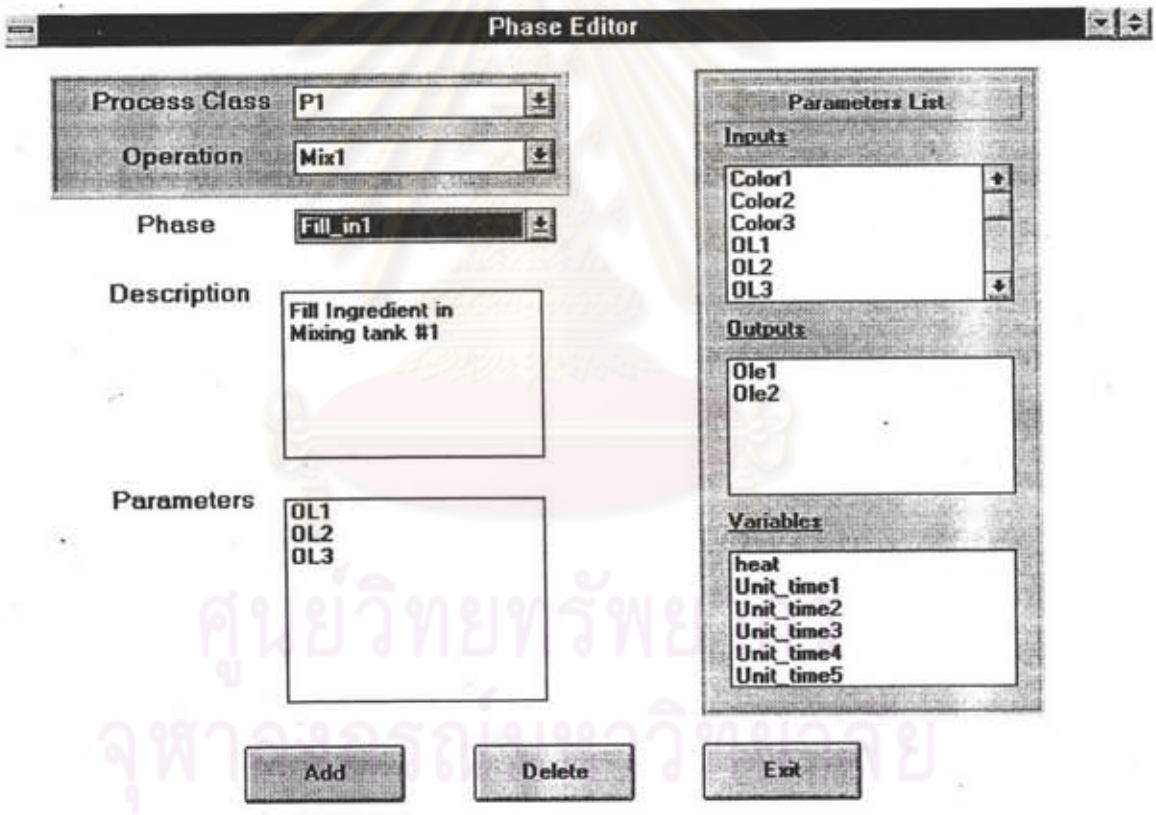
รูปที่ 5.8 การป้อนข้อมูลที่หน้าจอแบบจำลองกระบวนการ



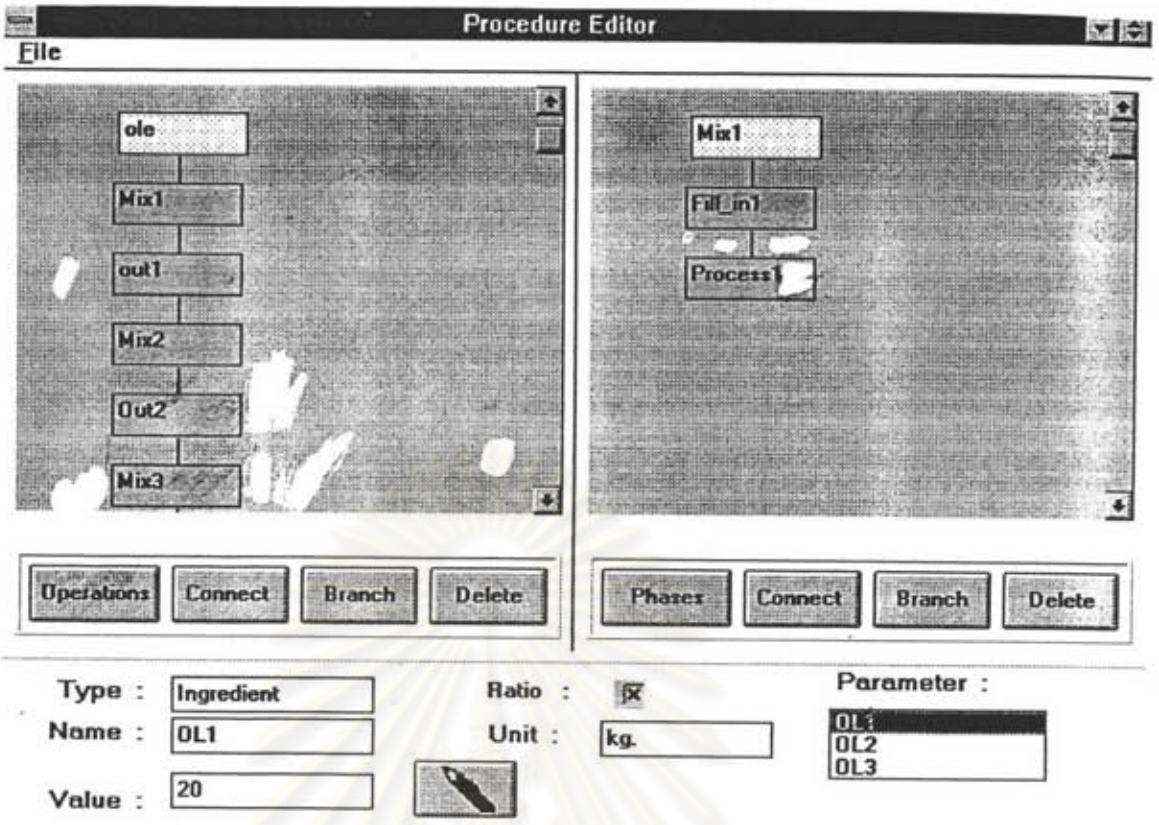
รูปที่ 5.9 การป้อนข้อมูลการดำเนินการและเฟสที่หน้าจอการดำเนินการ

5. เมื่อกำหนดเฟสที่หน้าจอการดำเนินการ แล้วขั้นต่อไปเป็นการป้อนข้อมูลต่าง ๆ ของเฟสที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมของเฟสนั้นเพิ่มเติม ซึ่งได้แก่ข้อมูลของอินพุต เอาต์พุต และพารามิเตอร์ควบคุมต่าง ๆ โดยเลือกที่หน้าจอเฟส ดังรูปที่ 5.10

6. ป้อนข้อมูลของขั้นตอนของสูตรที่หน้าจอขั้นตอนของสูตร ตามขั้นตอนการผลิตโดยเรียงลำดับการดำเนินการจาก การดำเนินการ Mix_In ซึ่งประกอบด้วยลำดับเฟส Fill_In และ Process การดำเนินการ Out ซึ่งประกอบด้วยเฟส Output การดำเนินการ Mixing ซึ่งประกอบด้วยลำดับเฟส Fill_In_Mix และ Process_Mix การดำเนินการ Out_Mix ซึ่งประกอบด้วยเฟส Output_Mix การดำเนินการ Storage ซึ่งประกอบด้วยลำดับเฟส Fill_In_Product และ Process_Product และการดำเนินการ Output_Product ซึ่งประกอบด้วยเฟส Product ดังรูปที่ 5.11

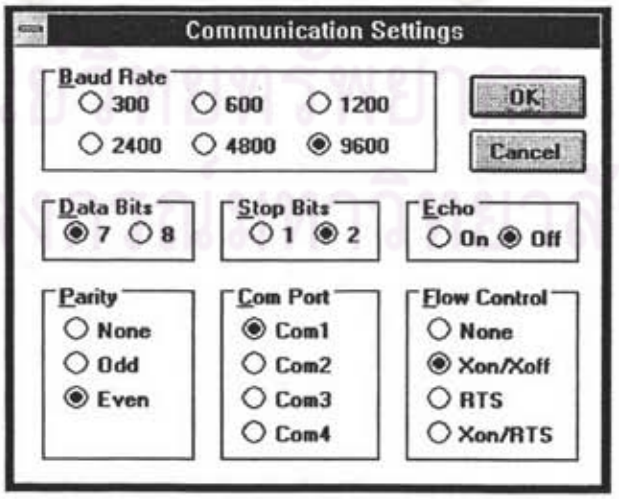


รูปที่ 5.10 การป้อนข้อมูลของเฟสที่หน้าจอเฟส



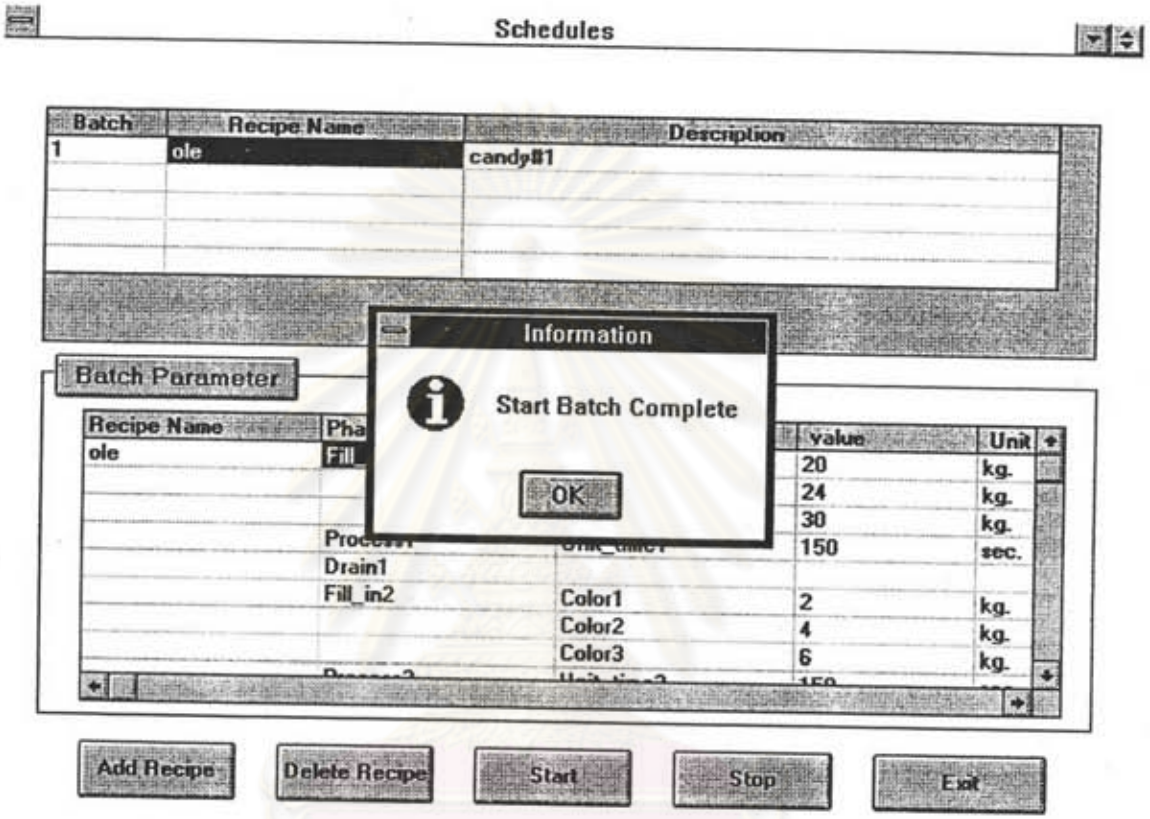
รูปที่ 5.11 การป้อนข้อมูลของขั้นตอนของสูตรที่หน้าจอขั้นตอนของสูตร

7. เมื่อป้อนข้อมูลของสูตร และขั้นตอนการผลิตแล้ว ขั้นต่อไปเป็นการกำหนดค่าพารามิเตอร์ในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ กับ PLC โดยการกำหนดค่าที่หน้าตั้งค่าพอร์ตสื่อสาร ดังรูปที่ 5.12 และเมื่อกำหนดค่าเรียบร้อยแล้วให้ทำการเริ่มการติดต่อโดยการกำหนด Port Open ที่เมนู Comm port



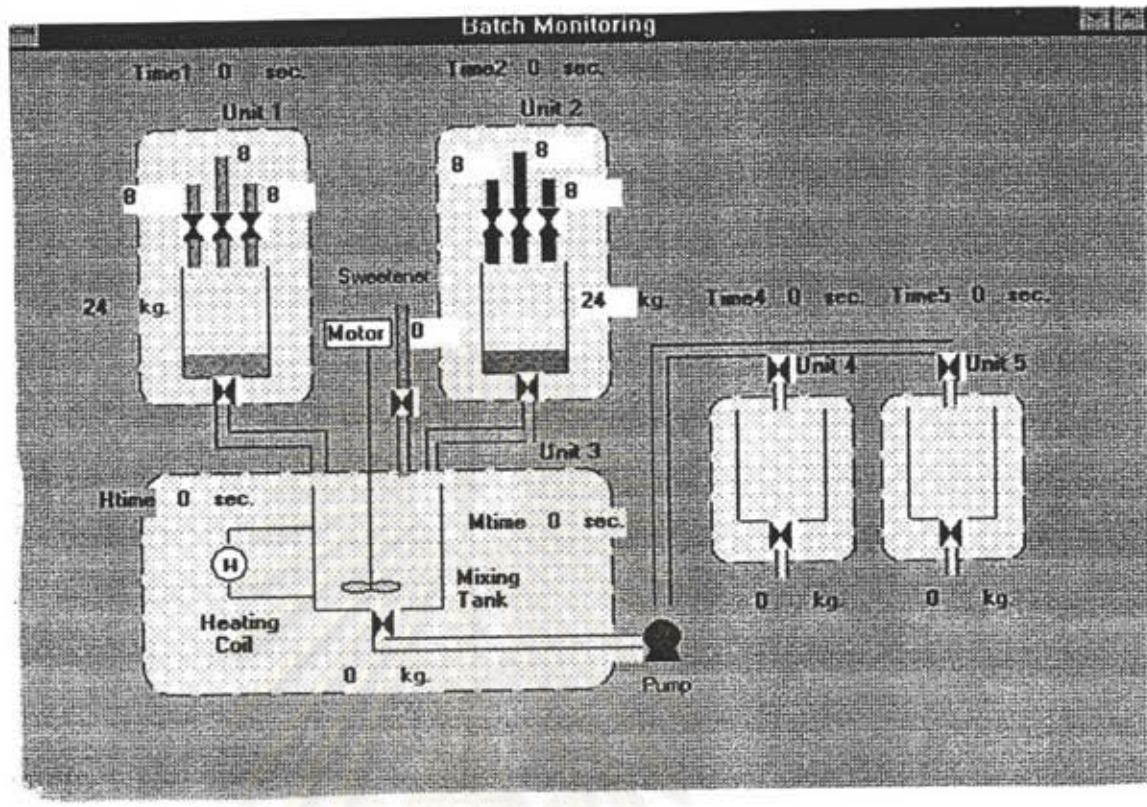
รูปที่ 5.12 การกำหนดค่าที่หน้าจอตั้งค่าพอร์ตสื่อสาร

8. กำหนดค่าข้อมูลของตารางการผลิต เป็นที่หน้าจอตารางการจัดการแบตช์แล้ว ทำการกดปุ่ม Start ถ้าข้อมูลการโปรแกรมทุกอย่างถูกต้องสมบูรณ์ เครื่องคอมพิวเตอร์จะทำการส่งข้อมูลการควบคุม และคำสั่งเริ่มต้นการทำงานไปที่ PLC และจะแสดงกล่องข้อความ " Start Batch Complete " ดังรูปที่ 5.13



รูปที่ 5.13 หน้าจอตารางการผลิตเมื่อทำการเริ่มต้นกระบวนการอย่างสมบูรณ์

9. ขั้นตอนต่อไปเป็นการดูผลการควบคุมกระบวนการ ซึ่งเป็นการแสดงผลของกระบวนการควบคุมจำลอง ผลการควบคุมจะถูกจำลองและส่งมาจาก PLC ดังรูปที่ 5.14



รูปที่ 5.14 การจำลองกระบวนการควบคุม

5.2 การทดสอบการทำงานของระบบบน PLC

เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ส่งคำสั่งเฟสทำงานมาที่ PLC PLC จะนำข้อมูลที่ได้รับมาประมวลผลเป็นคำสั่งควบคุมอุปกรณ์ตามหน้าที่ของเฟสนั้น ๆ คือ เมื่อเริ่มต้นกระบวนการควบคุม หลังจากที่ทำการกดปุ่มเริ่มต้นทำงานที่หน้าจอตารางการผลิตบนเครื่องคอมพิวเตอร์แล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์จะส่งคำสั่งเฟส Fill_In เริ่มต้นทำงานซึ่งเป็นเฟสลำดับแรกสุดของกระบวนการควบคุมมายัง PLC เมื่อ PLC ได้รับคำสั่งเริ่มต้นทำงานก็จะทำการส่งคำสั่งควบคุมไปยังเปิดวาล์วควบคุมการป้อนส่วนผสม OL1 OL2 OL3 Color1 Color2 และ Color3 ของยูนิตที่ 1 และยูนิตที่ 2 จนครบตามปริมาณที่กำหนดไว้ในพารามิเตอร์ควบคุมของเฟสที่ส่งมาจากเครื่องคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้น PLC ก็จะทำการปิดวาล์วควบคุม และทำการส่งค่าสถานะสิ้นสุดการทำงานของเฟส Fill_In ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อเครื่องคอมพิวเตอร์ได้รับสถานะเสร็จสิ้นการทำงานของเฟส Fill_In ก็จะทำการเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการควบคุมเป็นเฟสลำดับถัดไป คือ เฟส Process และส่งคำสั่งเริ่มต้นทำงานของเฟส Process ไปยัง PLC เพื่อเริ่มต้นการทำงานของ

เฟส Process ต่อไป ซึ่ง PLC จะทำการจัดการสารผสมในยูนิตต่าง ๆ ตามกระบวนการผลิตที่กำหนดจนเสร็จสิ้นกระบวนการของเฟส Process แล้ว PLC ก็จะทำการส่งค่าสถานะเสร็จสิ้นการทำงานของเฟสไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเปลี่ยนเป็นขั้นตอนการทำงานของเฟสลำดับต่อไปคือ เฟส Output เมื่อ PLC ได้รับคำสั่งเริ่มต้นทำงานของเฟส Output จากเครื่องคอมพิวเตอร์ PLC จะส่งคำสั่งควบคุมไปเปิดวาล์วควบคุมการปล่อยสารผสมของยูนิตที่ 1 ยูนิตที่ 2 และน้ำหวาน ไปยังยูนิตที่ 3 แล้วทำการส่งสถานะเสร็จสิ้นการทำงานของเฟส Output ไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการควบคุมไปยังเฟส Fill_In_Mix ซึ่งจะทำการควบคุมการปิดวาล์วควบคุมการปล่อยสารผสมมายังยูนิตที่ 3 เมื่อทำงานจนเสร็จสิ้นการทำงานของเฟสนี้แล้วก็จะเป็นขั้นตอนของเฟส Process_mix ซึ่งจะทำการจัดการสารผสมในยูนิตที่ 3 ตามกระบวนการผลิตที่ได้กำหนดไว้ คือ การหมุนใบกวน การให้ความร้อน และการจัดการอื่น ๆ จนเสร็จสิ้นกระบวนการของเฟสแล้ว PLC ก็จะส่งคำสั่งเสร็จสิ้นการทำงานเพื่อเปลี่ยนลำดับขั้นตอนการควบคุมไปยัง เฟส Output_Mix เฟส Fill_In_Product เฟส Process_Product และ เฟส Product ตามลำดับ จนสิ้นสุดกระบวนการผลิต แต่เนื่องจากระบบที่ทดสอบเป็นเพียงระบบจำลอง ดังนั้นจึงไม่มีการควบคุมอุปกรณ์จริงและไม่มีผลตอบสนองจากกระบวนการผลิต ระบบที่ทดสอบนี้จึงออกแบบให้มีการจับเวลากระบวนการผลิตของเฟสต่าง ๆ เช่น ในการป้อนส่วนผสมต่าง ๆ ของเฟส Fill_In ค่าปริมาณของส่วนผสมต่าง ๆ ที่กำหนดจะถูกจับเวลาโดยไทเมอร์ใน PLC ซึ่งจะมีการกำหนดค่าเวลาที่แตกต่างกันไปตามค่าปริมาณที่กำหนดไว้ในกระบวนการผลิต และเมื่อครบกำหนดเวลาก็จะถือว่าสิ้นสุดการป้อนส่วนผสมนั้น ๆ ในส่วนของเฟส Process ก็จะเป็นการจับเวลาตามค่าของ Unit_time ที่กำหนดในส่วนของโปรแกรมจัดการของเครื่องคอมพิวเตอร์เมื่อสิ้นสุดเวลาที่กำหนดก็จะถือเป็นการสิ้นสุดการทำงานของเฟส Process

ในช่วงเวลาต่าง ๆ ของการควบคุมกระบวนการ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงของคำสั่งควบคุมอุปกรณ์ เช่น วาล์วควบคุม มอเตอร์ หรือปั๊มป์ เป็นต้น PLC จะทำการส่งค่าสถานะของอุปกรณ์เหล่านั้นมายังเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผลกระบวนการผลิตดังรูปที่ 5.14

ผลของการทดสอบระบบได้ผลเป็นที่น่าพอใจ คือ เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถทำการจัดการระบบควบคุมและทำการส่งผ่านข้อมูลไปยัง PLC เพื่อควบคุมระบบได้ แต่ยังคงมีปัญหาบางอย่างในเรื่องการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสอง คือ เรื่องความเร็วในการรับส่งข้อมูลน้อยเกินไปทำให้เกิดปัญหาในเรื่องของที่พักข้อมูลเต็ม เกิดความผิดพลาดในการรับส่งข้อมูล ซึ่งจำเป็นจะต้องมีการพัฒนาในเรื่องของโปรแกรมตรวจเช็คข้อมูลที่ทำการรับส่งว่าข้อมูลที่รับส่งเกิดความผิดพลาดในระหว่างการรับส่งข้อมูลหรือไม่ และควรปรับปรุงในเรื่องฮาร์ดแวร์ของการรับส่งข้อมูลให้สามารถรับส่งข้อมูลที่ความเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงขึ้น