บทที่ 3

แนวความคิดในการออกแบบระบบควบคุม

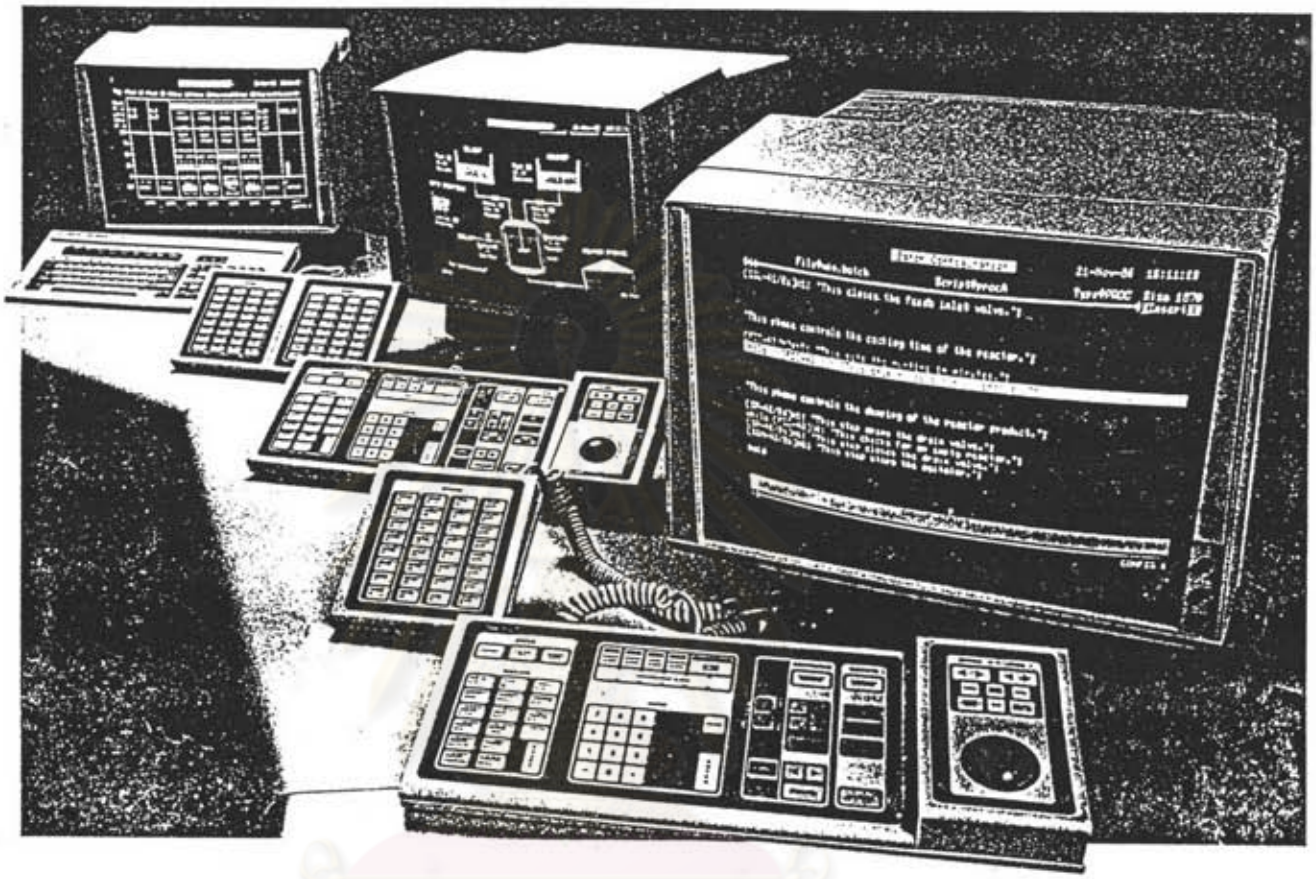
กระบวนการแบบแบตช์ที่มีในปัจจุบันส่วนใหญ่จะเป็นระบบคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบมาใช้เฉพาะงาน ดังรูปที่ 3.1 โปรแกรมควบคุมระบบแบบแบตช์ยังไม่มีรูปแบบมาตรฐานของโปรแกรมและจำเป็นต้องมีผู้เชี่ยวชาญหรือผู้มีความรู้ความเข้าใจในอุปกรณ์หรืองานควบคุมเป็นอย่างดีเป็นผู้ควบคุมการผลิต [4,6,7,8] ดังนั้นการออกแบบระบบให้มีมาตรฐานเดียวกันจึงเป็นประโยชน์แก่ผู้ใช้งาน เนื่องจากสามารถเข้าใจโครงสร้าง วิธีใช้งานโปรแกรมได้ง่าย และสะดวกต่อผู้ที่ออกแบบโปรแกรมควบคุม

บทนี้จะกล่าวถึงแนวความคิดในการเลือกใช้ฮาร์ดแวร์สำหรับงานควบคุมต่าง ๆ และการออกแบบซอฟต์แวร์ของระบบควบคุม ซึ่งจะเลือกใช้และออกแบบตามมาตรฐานระบบควบคุมแบบแบตช์(ISA-S88.01-1995) โดยคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้งาน ความยืดหยุ่นและความเหมาะสมของการนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมปัจจุบัน

3.1 แนวความคิดในการออกแบบระบบ

1. ออกแบบระบบควบคุมตามมาตรฐานระบบควบคุมแบบแบตช์ และมาตรฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุม
2. ออกแบบระบบควบคุมให้มีโครงสร้างที่ง่าย สะดวกในการเรียนรู้ และใช้งาน
3. ออกแบบระบบควบคุมให้มีความยืดหยุ่น ง่ายต่อการปรับปรุงเปลี่ยนแปลง และประยุกต์ใช้งาน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



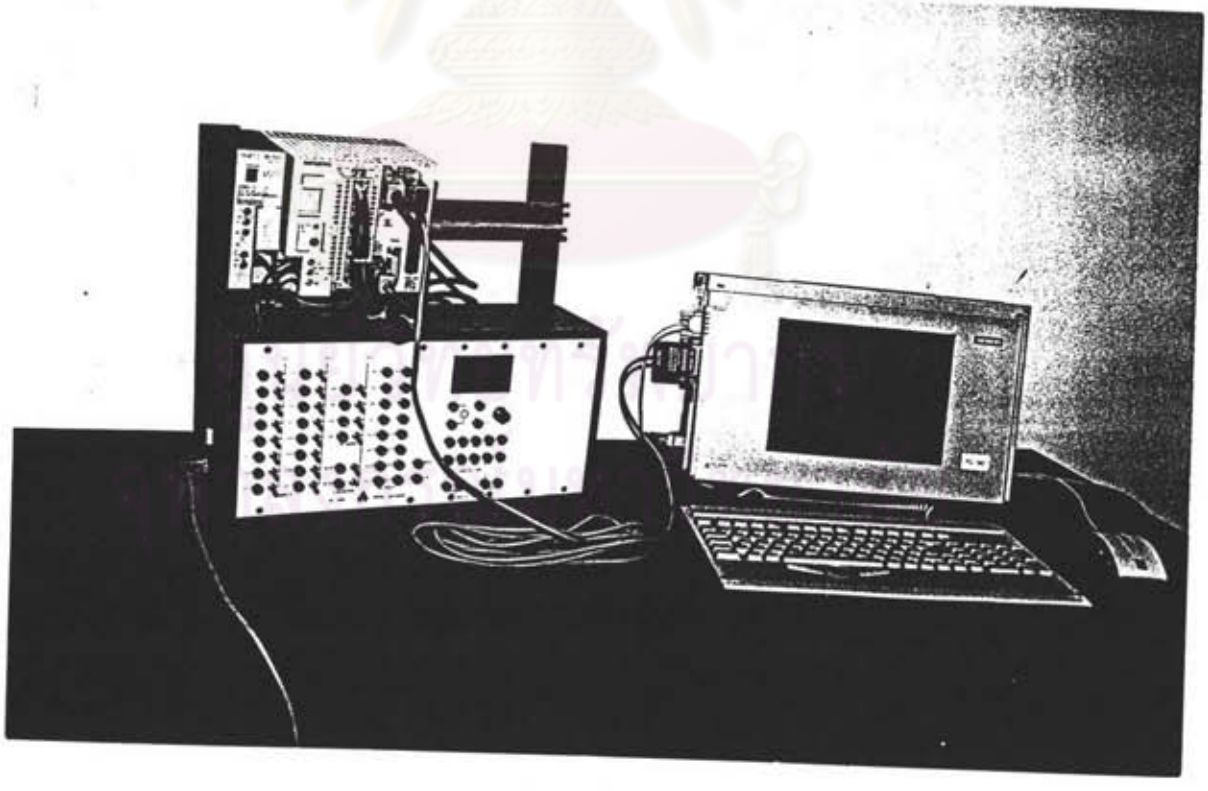
รูปที่ 3.1 ระบบควบคุมแบบแบตช์ที่มีใช้ทั่วไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3.2 การเลือกใช้ฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์ของระบบควบคุมที่ออกแบบจะแบ่งเป็นส่วน ๆ ตามโครงสร้างของกิจกรรมและงานควบคุมได้เป็นสามส่วน คือ ฮาร์แวร์ส่วนจัดการแบตช์ ฮาร์ดแวร์ส่วนติดต่อสื่อสาร และฮาร์ดแวร์ส่วนควบคุมระบบ

ฮาร์ดแวร์ส่วนจัดการแบตช์ ทำหน้าที่เป็นส่วนจัดการงานต่าง ๆ ของกระบวนการควบคุม คือ งานเอกสาร ฐานข้อมูล จัดการสูตร ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในการควบคุมระบบ จัดลำดับขั้นตอนการผลิต จัดส่งค่าพารามิเตอร์ควบคุม และวางแผนการผลิต เป็นต้น ซึ่งงานวิจัยนี้เลือกใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เป็นฮาร์ดแวร์ส่วนจัดการแบตช์ เนื่องจากมีโปรแกรมช่วยจัดทำระบบที่เหมาะสม ฮาร์ดแวร์ส่วนที่สอง เป็นฮาร์ดแวร์ส่วนติดต่อสื่อสารทำหน้าที่รับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ และ PLC สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้มาตรฐานการสื่อสารแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานในการติดต่อ [9,10] เนื่องจากเป็นมาตรฐานของพอร์ตสื่อสารบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ดังนั้นฮาร์ดแวร์ส่วนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จึงใช้พอร์ตคอม 1 เป็นพอร์ตสื่อสาร ส่วนฮาร์ดแวร์สื่อสารของ PLC จะใช้พอร์ตสื่อสาร RS-232 ของ PLC เป็นพอร์ตสื่อสาร ดังรูปที่ 3.2 สำหรับงานวิจัยนี้เลือกใช้ PLC ของบริษัทซีเมนส์โดยเลือกใช้ PLC รุ่น S5-95U Secondserialport ซึ่งมีพอร์ตสื่อสารที่ส่งสัญญาณแบบลูปกระแส (Current Loop : TTY) [10 ,11] ดังนั้นฮาร์ดแวร์ติดต่อสื่อสารส่วนของ PLC จึงต้องมีสายเคเบิลอแดปเตอร์แปลงสัญญาณจาก TTY เป็น RS 232 (Voltage Loop) เพื่อให้มีมาตรฐานการรับส่งเช่นเดียวกับเครื่องคอมพิวเตอร์ (ดูภาคผนวก จ)



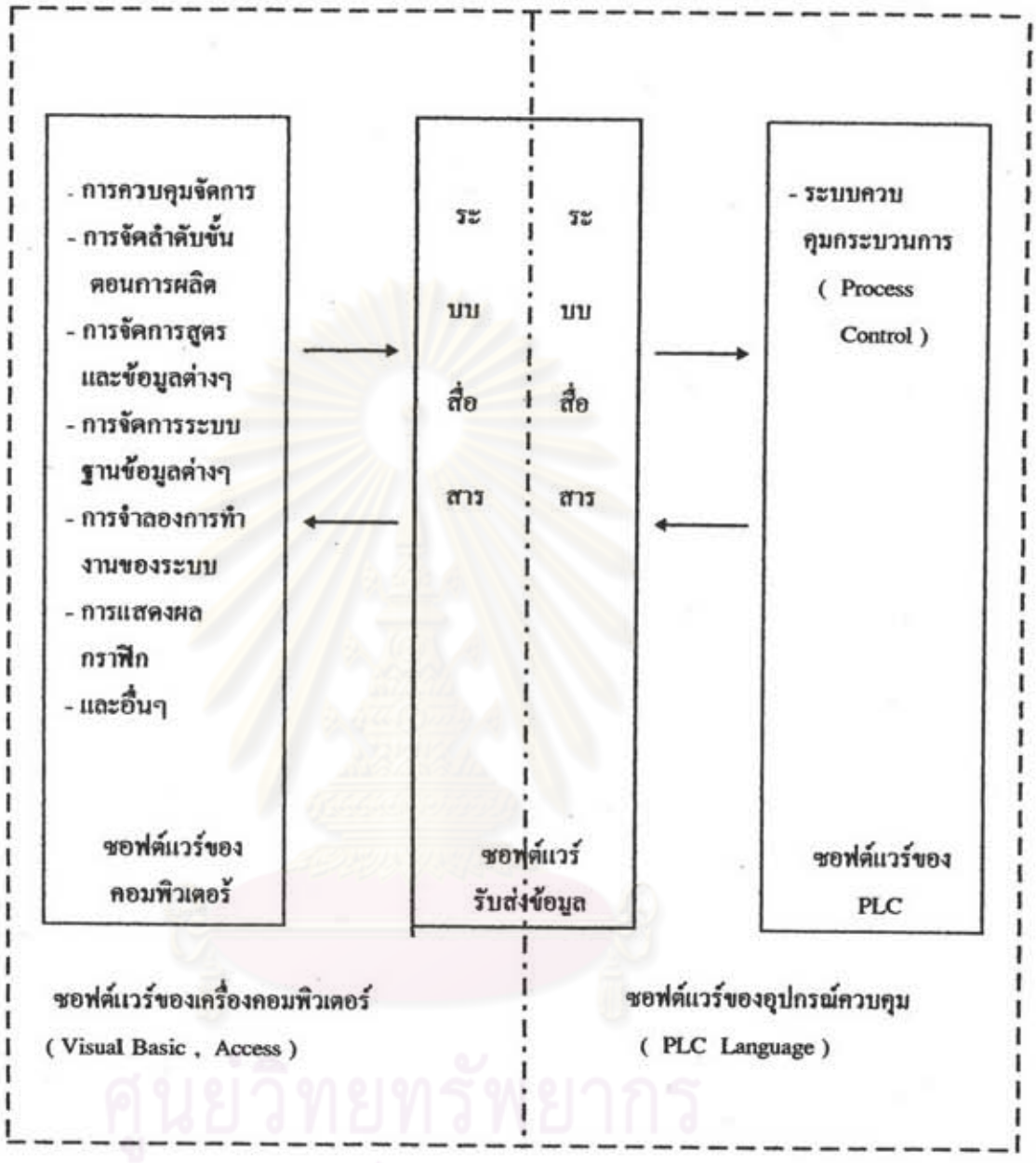
รูปที่ 3.2 ฮาร์ดแวร์ของระบบควบคุมแบบแบตช์ที่เลือกใช้

ฮาร์ดแวร์ส่วนสุดท้ายคือส่วนควบคุมระบบ ทำหน้าที่ในการควบคุมอุปกรณ์ภายนอกต่าง ๆ ให้เป็นไปตามขั้นตอนการผลิตที่กำหนดไว้ในส่วนจัดการแบตช์ ตัวอย่างอุปกรณ์ภายนอกที่ทำการควบคุม ได้แก่ อุปกรณ์อินพุตของระบบ เช่น อุปกรณ์ตรวจจับชนิดต่าง ๆ สวิตช์ต่าง ๆ เป็นต้น อุปกรณ์เอาต์พุตของระบบ เช่น โซลินอยด์วาล์ว มอเตอร์ และอุปกรณ์ตัวกระทำชนิดต่าง ๆ เป็นต้น ฮาร์ดแวร์ส่วนนี้จะรับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ภายนอกมาประมวลผลตามโปรแกรมควบคุมที่กำหนดไว้ และทำการส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์เอาต์พุตเพื่อควบคุมกระบวนการให้เป็นไปตามขั้นตอนการผลิต อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ที่เลือกใช้จะต้องสามารถทนต่อสภาพแวดล้อมของโรงงาน และสภาวะการทำงานที่ต่อเนื่อง และมีภาคป้องกันต่าง ๆ ที่เหมาะสม ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุม เนื่องจากเป็นอุปกรณ์มาตรฐานที่มีความยืดหยุ่น ง่ายต่อการประยุกต์ใช้งานในงานควบคุมต่าง ๆ

3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์

ซอฟต์แวร์ของระบบควบคุมที่ออกแบบแบ่งเป็น 3 ส่วนตามฮาร์ดแวร์ คือ ซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์ ซอฟต์แวร์รับส่งข้อมูล และซอฟต์แวร์ของ PLC ซึ่งสามารถแสดงหน้าที่ของซอฟต์แวร์ระบบส่วนต่าง ๆ ได้ดังรูปที่ 3.3

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 หน้าที่ของซอฟต์แวร์ควบคุมระบบส่วนต่าง ๆ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

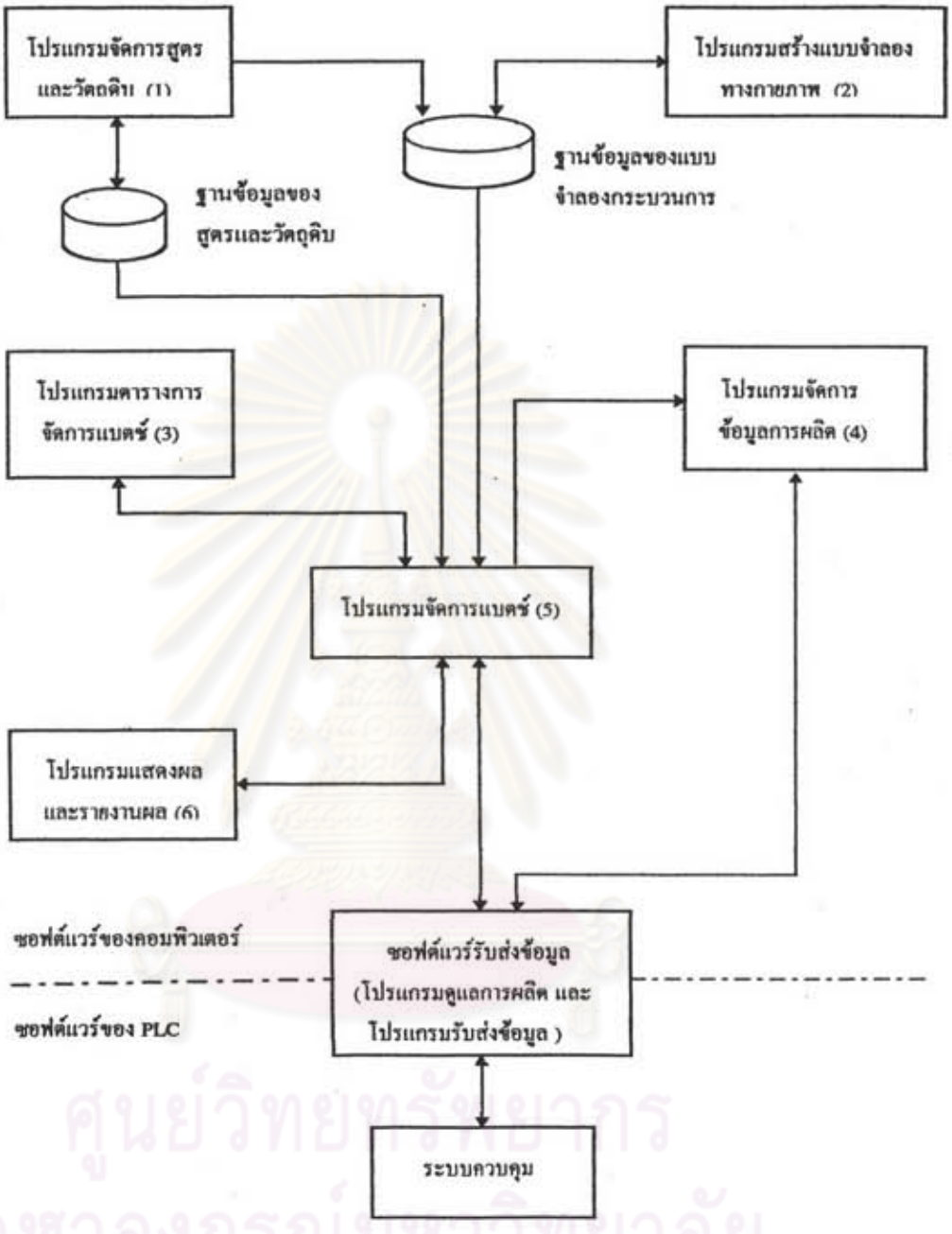
3.3.1 ซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์

เป็นซอฟต์แวร์ซึ่งทำหน้าที่จัดการกิจกรรมควบคุมแบบแบตช์ต่าง ๆ เช่น จัดขั้นตอนการผลิต จัดการสูตร เอกสาร ฐานข้อมูล ทำรายงาน แสดงผล และติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ โปรแกรมส่วนนี้เลือกใช้ภาษาวิสชวลเบสิกในการเขียนโปรแกรม เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่มีโปรแกรมช่วยหลายอย่างที่สนับสนุนการทำโปรแกรมจัดการ และการติดต่อกับโปรแกรมช่วยอื่น ๆ บนวินโดว์ เช่น โปรแกรมไมโครซอฟต์แอกเซส และโปรแกรมไมโครซอฟต์เอกซ์เซล เป็นต้น

ซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยโปรแกรมควบคุมต่าง ๆ ซึ่งออกแบบตามมาตรฐานระบบควบคุม คือ 1. โปรแกรมจัดการสูตรและวัตถุดิบ 2. โปรแกรมสร้างแบบจำลองทางกายภาพ ซึ่งเป็นส่วนของกิจกรรมการจัดการสูตร 3. โปรแกรมตารางการจัดการแบตช์ ซึ่งเป็นส่วนของกิจกรรมการวางแผนและจัดตารางการผลิต 4. โปรแกรมจัดการข้อมูลการผลิต ซึ่งเป็นส่วนของกิจกรรมการจัดการข้อมูลการผลิต 5. โปรแกรมจัดการแบตช์ 6. โปรแกรมแสดงผลและรายงานผล ซึ่งเป็นส่วนของกิจกรรมการจัดการกระบวนการผลิต โปรแกรมควบคุมต่าง ๆ เหล่านี้สามารถแสดงเป็นโครงสร้างโปรแกรมควบคุมของซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์ได้ ดังรูปที่ 3.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

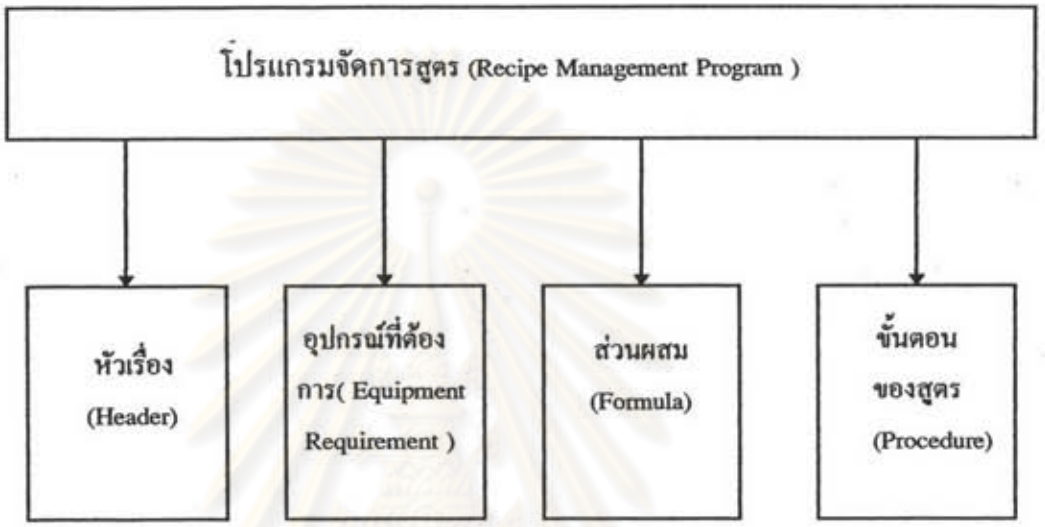
I17145168



รูปที่ 3.4 โครงสร้างโปรแกรมควบคุมของซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

1.โปรแกรมจัดการสูตรและวัตถุดิบ เป็นโปรแกรมจัดการสูตรและขั้นตอนการนำวัสดุอุปกรณ์ไปใช้ในกระบวนการผลิต โปรแกรมจัดการสูตรประกอบด้วยโปรแกรมสำหรับป้อนข้อมูลต่าง ๆ คือ หัวเรื่อง อุปกรณ์ที่ต้องการ ส่วนผสม และขั้นตอนการผลิต ดังรูปที่ 3.5

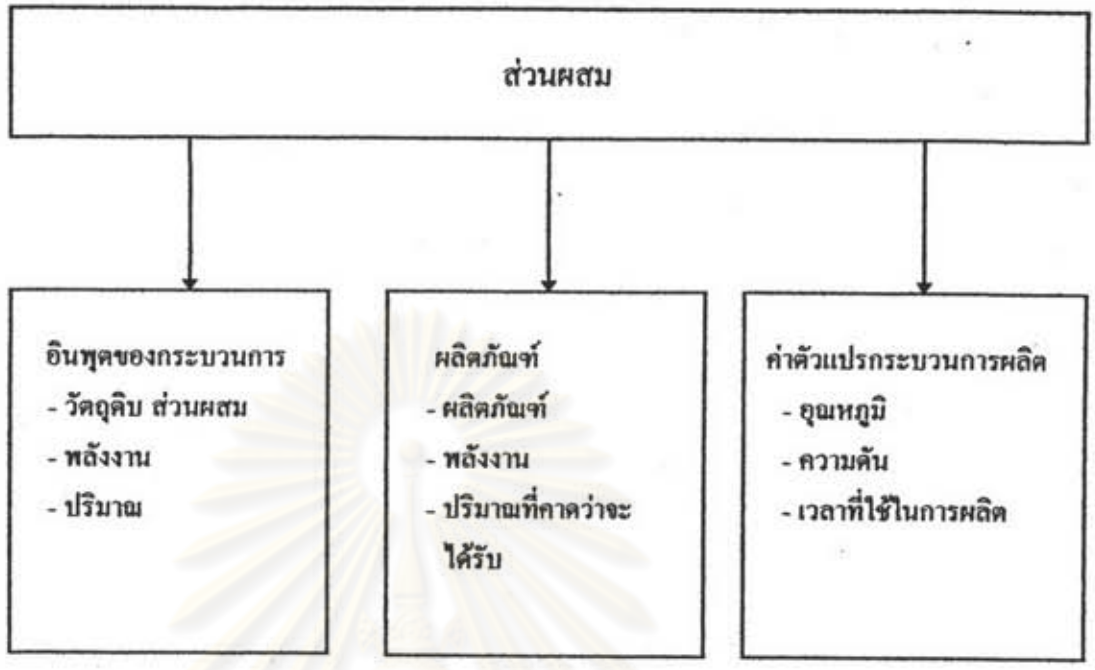


รูปที่ 3.5 ส่วนประกอบต่างๆ ของสูตร

- **หัวเรื่อง** เป็นข้อมูลผลิตภัณฑ์ของกระบวนการผลิต ข้อมูลที่ป้อนจะประกอบด้วย หมายเลขสูตร ชื่อสูตร หมายเลขผลิตภัณฑ์ ชื่อผลิตภัณฑ์ และคำอธิบายต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์

- **อุปกรณ์ที่ต้องการ** เป็นข้อมูลคุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ในกระบวนการผลิต เช่น ประสิทธิภาพและความสามารถในการทนความร้อนของวัสดุอุปกรณ์ ปริมาตร ความจุ โครงสร้างทางเคมีหรือโครงสร้างทางกายภาพของวัสดุ เป็นต้น

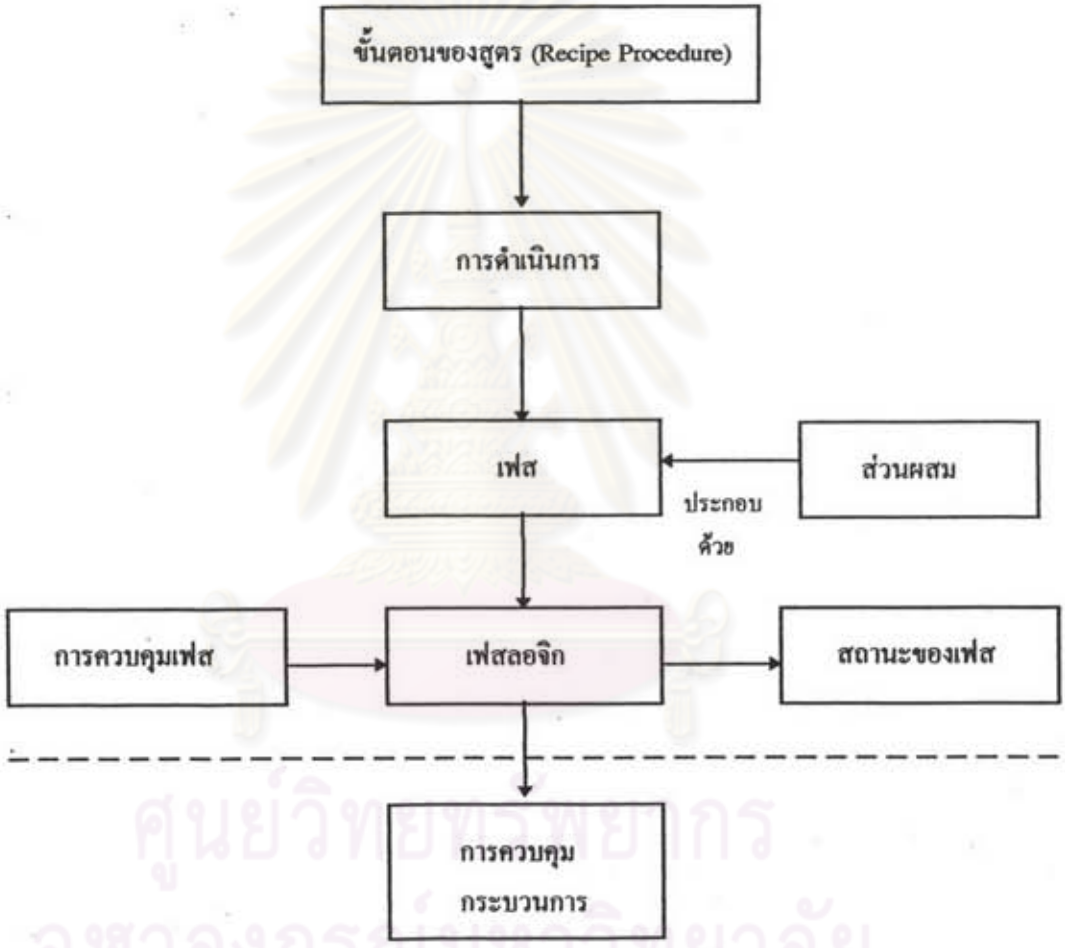
- **ส่วนผสม** เป็นข้อมูลค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในกระบวนการผลิต ข้อมูลส่วนผสมที่ป้อนนี้เป็นข้อมูลสูตรในระดับสูตรหลักซึ่งเมื่อต้องการนำข้อมูลไปใช้ในกระบวนการผลิตจริงแล้วจะต้องแปลงข้อมูลเป็นสูตรควบคุมก่อน ส่วนผสมประกอบด้วยข้อมูล 3 ส่วนคือ อินพุตของกระบวนการผลิต ผลิตภัณฑ์ และตัวแปรของกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของส่วนผสม

ในการป้อนส่วนผสมข้อมูลส่วนแรกที่ป้อน คืออินพุตของกระบวนการผลิตซึ่งเป็นข้อมูลอินพุตต่าง ๆ ที่จะป้อนให้แก่กระบวนการผลิต เช่น วัตถุดิบหรือส่วนผสมต่างๆ พลังงานที่ใช้ในกระบวนการผลิต และปริมาณ เป็นต้น ปริมาณที่ใช้ในกระบวนการผลิตอาจเป็นปริมาณที่เป็นสัดส่วนกับอินพุตอื่น ๆ ดังนั้นเมื่อแปลงเป็นสูตรควบคุมในส่วนขั้นตอนการผลิตหรือส่วนตารางการผลิตและมีการเปลี่ยนแปลงค่าปริมาณที่เป็นสัดส่วนซึ่งกันกับปริมาณอื่น ๆ แล้วปริมาณที่เป็นสัดส่วนกับค่าที่เปลี่ยนแปลงจะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยข้อมูลส่วนต่อไปคือ ผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นข้อมูลของผลิตภัณฑ์ พลังงาน และปริมาณที่คาดว่าจะได้รับจากกระบวนการผลิต และข้อมูลส่วนสุดท้ายคือ ข้อมูลตัวแปรของกระบวนการผลิตซึ่งเป็นข้อมูลค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวกับกระบวนการผลิต เช่น อุณหภูมิ ความดัน หรือ เวลาที่ใช้ในกระบวนการผลิต

- **ขั้นตอนของสูตร** เป็นข้อมูลการจัดขั้นตอนการผลิต และการนำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ไปใช้ในกระบวนการผลิตตามขั้นตอนการผลิต และการจัดการอุปกรณ์ควบคุมย่อย การกำหนดโครงสร้างขั้นตอนการผลิตจะประกอบด้วยการกำหนดลำดับของการดำเนินการ และในแต่ละการดำเนินการประกอบด้วยลำดับของเฟสย่อยต่าง ๆ เรียงต่อเป็นขั้นตอนการทำงานของระบบควบคุมกระบวนการ โครงสร้างโปรแกรมขั้นตอนของสูตรแสดงได้ ดังรูปที่ 3.7

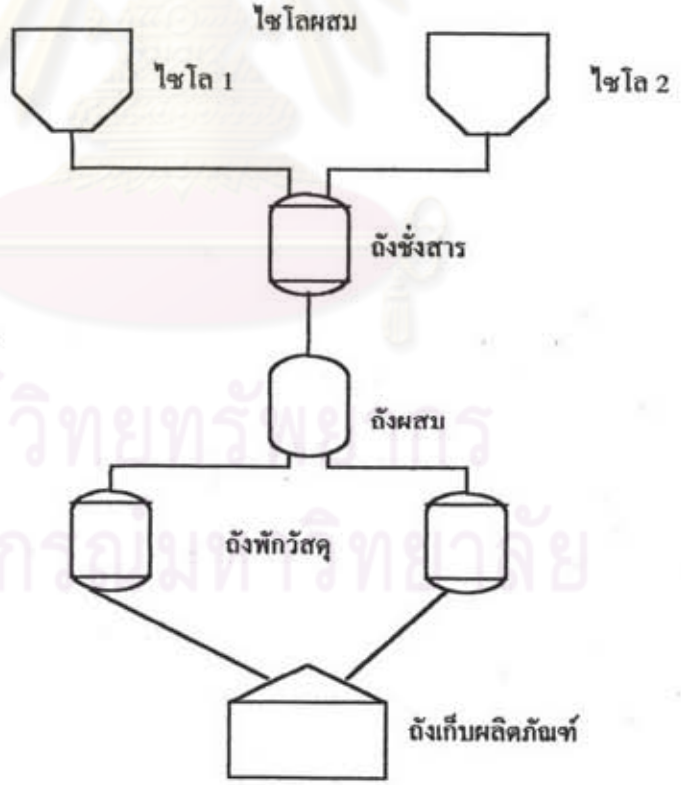


รูปที่ 3.7 โครงสร้างโปรแกรมขั้นตอนของสูตร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

เฟส เป็นขั้นตอนการควบคุมที่เล็กที่สุดโดยจะเป็นกิจกรรมควบคุมย่อยที่ไม่ขึ้นแก่กันและไม่มีเฟสใดที่ทำหน้าที่ซ้ำกัน เฟสเป็นส่วนที่เชื่อมโยงคำสั่งและค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ จากซอฟต์แวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ไปยัง PLC โดยมีเฟสลอจิกเป็นส่วนเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของข้อมูลการควบคุมระหว่างส่วนทั้งสอง เฟสลอจิกทุกตัวจะต้องมีการกำหนดหมายเลขอ้างอิงสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูล [12]

2. **โปรแกรมสร้างแบบจำลองทางกายภาพ** ก่อนที่จะสร้างขั้นตอนของสูตรในโปรแกรมจัดการสูตรและวัตถุดิบ เราจะต้องป้อนหรือกำหนดแบบจำลองทางกายภาพของกระบวนการผลิตก่อน ซึ่งข้อมูลของแบบจำลองทางกายภาพนี้จะเป็นการกำหนดขั้นตอนตามทางเดินของวัสดุ และอธิบายโครงสร้างของกระบวนการผลิตว่าประกอบด้วยหน่วยผลิตย่อยอะไรบ้าง เพื่อที่จะนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้ในการกำหนดขั้นตอนของสูตรต่อไป ตัวอย่างเช่น กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งมีแบบจำลองทางกายภาพ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ตัวอย่างแบบจำลองทางกายภาพของกระบวนการผลิต

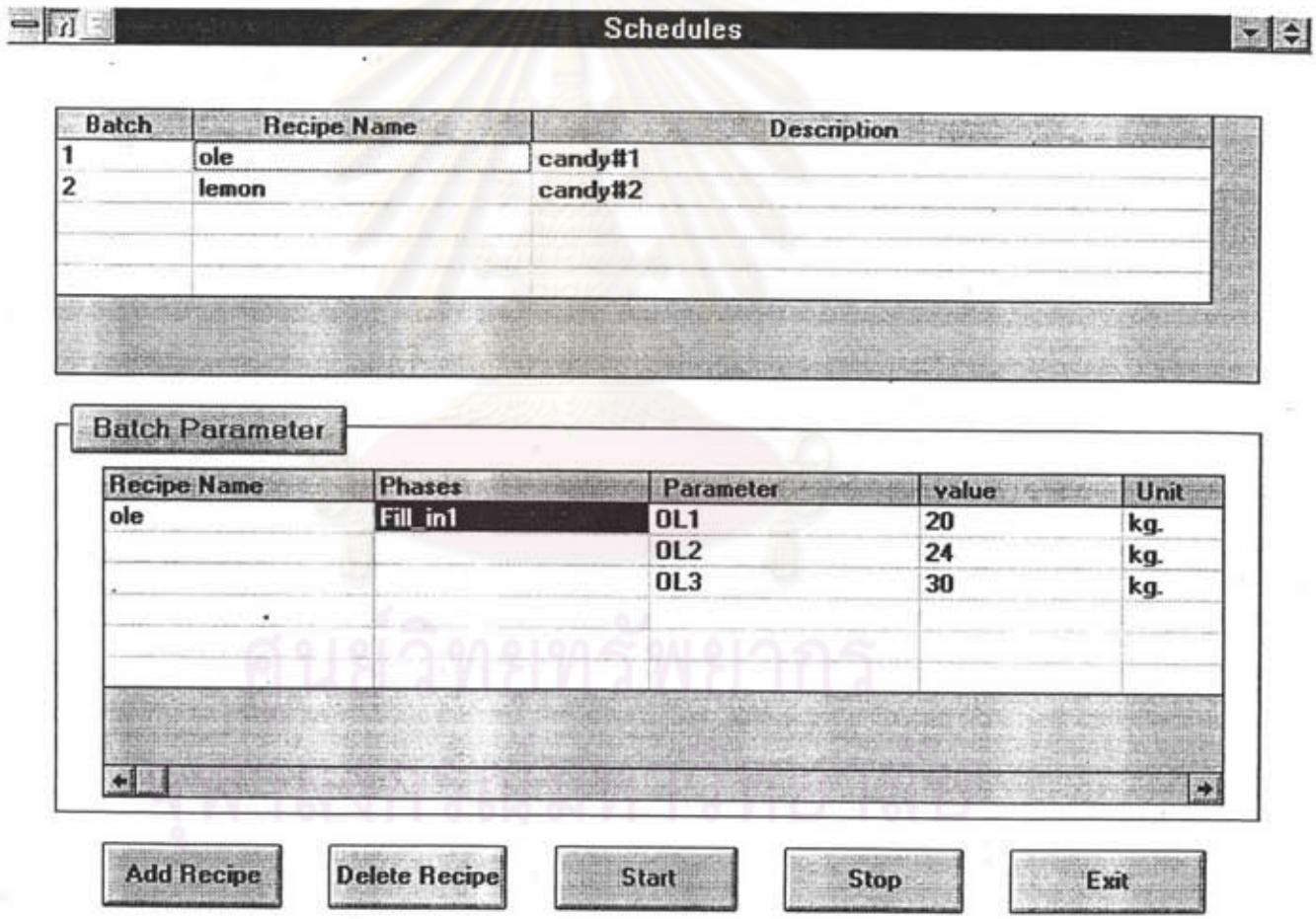
จากแบบจำลองทางกายภาพรูปที่ 3.8 สามารถนำมาจัดกลุ่มงานควบคุมและขั้นตอนของสูตรได้ ดังตารางที่ 3.1

ขั้นตอนของสูตร	การดำเนินการ	เฟส
ไซโล	การเติมสาร	เติมสาร ให้ความร้อน
	การถังผสม	เริ่มหมุนใบกวน กวนสาร ให้ความร้อน
	การชั่งสาร	เติมสาร ชั่งสาร
	การพักสาร	เติมสาร ให้ความร้อน ผลิตภัณฑ์

ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการผลิตของหน่วยผลิต การดำเนินการและเฟส

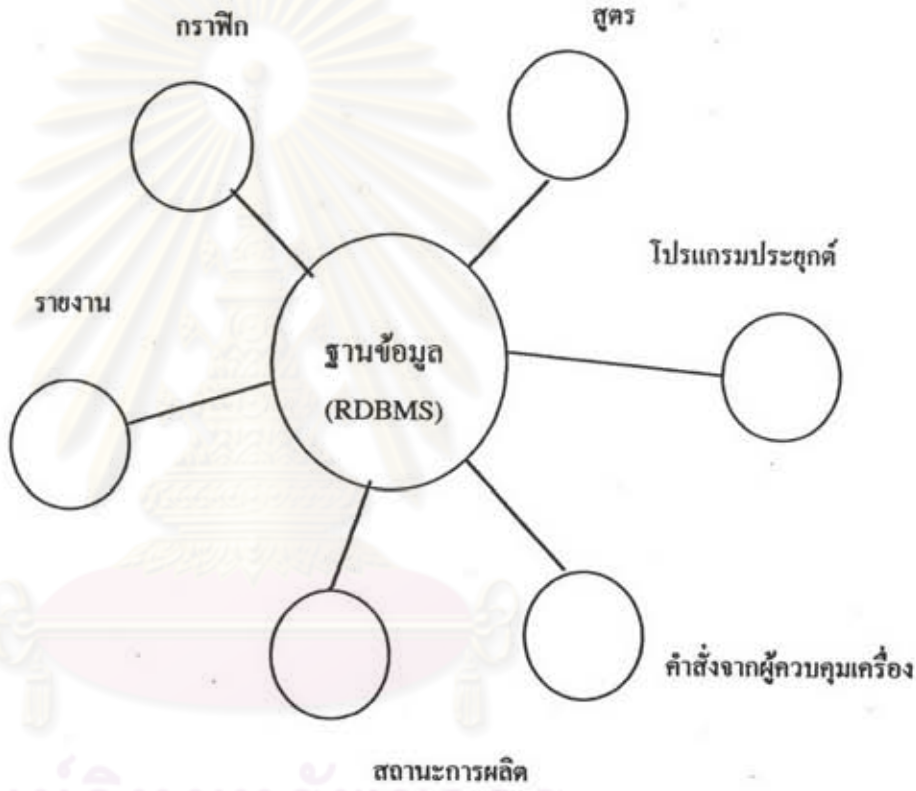
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. **โปรแกรมตารางการจัดการแบตช์** งานวิจัยนี้กำหนดขอบเขตโปรแกรมส่วนนี้เป็นโปรแกรมจัดลำดับการผลิตซึ่งเป็นฟังก์ชันการทำงานพื้นฐาน ดังรูปที่ 3.9 เท่านั้น ซึ่งในการวางแผนการผลิตของกระบวนการผลิตจริงอาจจะมีฟังก์ชันการทำงานอื่นซึ่งอยู่นอกเหนือมาตรฐานการควบคุมแบบแบตช์เข้ามาช่วยในการวางแผนงานการผลิต เนื่องจากการวางแผนการผลิตที่สมบูรณ์จะมีส่วนเก็บข้อมูล นำข้อมูลมาวิเคราะห์ และประมวลผลเพื่อให้เกิดลำดับการผลิตที่ดีที่สุด หรือเหมาะสมที่สุดในการผลิตขณะนั้น ๆ ซึ่งฟังก์ชันการทำงานเสริมต่าง ๆ อาจถูกเขียนขึ้นมาภายหลังเมื่อต้องการพัฒนาโปรแกรมวางแผนการผลิตและตารางการผลิตต่อไป



รูปที่ 3.9 ตารางการจัดการแบตช์

4. โปรแกรมจัดการข้อมูลการผลิต เป็นโปรแกรมจัดการข้อมูลกระบวนการผลิต เช่น การจัดเก็บข้อมูล ประมวลผลข้อมูล จัดทำรายงานโดยโปรแกรมจะจัดเก็บข้อมูลลงในฐานข้อมูลของไมโครซอฟต์แอกเซสซึ่งเป็นระบบฐานข้อมูลแบบสัมพันธ์ (Relational Database Management System ; RDBMS) ดังรูปที่ 3.10 ข้อมูลที่จัดเก็บจะสามารถนำไปใช้จัดการและประมวลผลโดยใช้โปรแกรมช่วยต่าง ๆ ที่มีบนวินโดว์ตามลักษณะงานที่ต้องการต่อไป



รูปที่ 3.10 โครงสร้างของระบบฐานข้อมูล

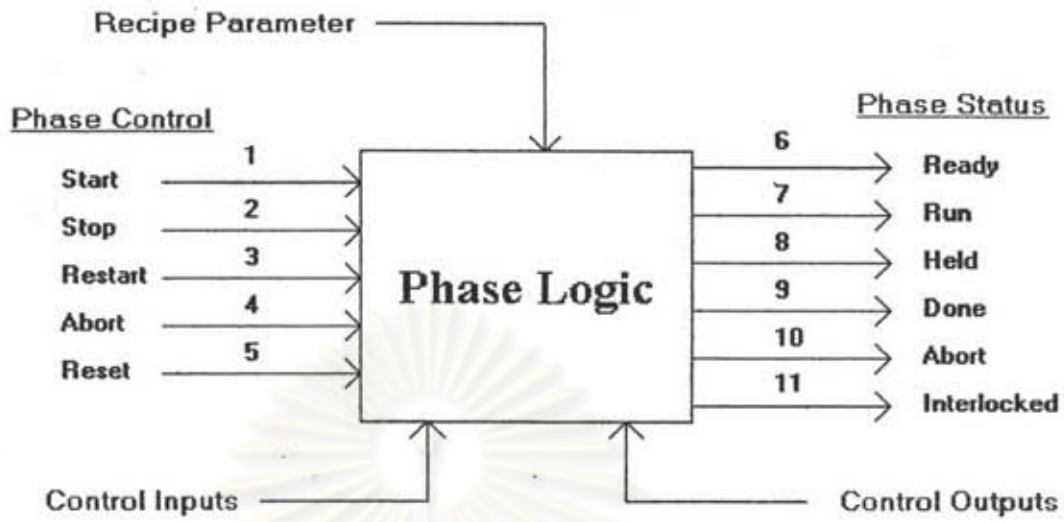
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5. โปรแกรมจัดการแบตช์ เป็นโปรแกรมจัดการงานแบตช์ต่าง ๆ เช่น การเลือกส่งสูตรและข้อมูลต่าง ๆ ไปยังส่วนโปรแกรมรับส่งข้อมูล การประมวลผลข้อมูลโดยนำข้อมูลสูตรหลักที่ป้อนจากโปรแกรมจัดการสูตร โปรแกรมตารางการจัดการแบตช์ และคำสั่งจากผู้ควบคุมเครื่องมาประมวลผลร่วมกันเพื่อกำหนดการจัดการกระบวนการผลิต และส่งข้อมูลการทำงานไปรวบรวมและจัดเก็บในโปรแกรมจัดการข้อมูลการผลิตต่อไป

สูตรหลักที่สร้างในโปรแกรมจัดการสูตรเป็นสูตรที่สร้างขึ้นเป็นอันดับแรก โดยไม่ขึ้นกับวัตถุดิบหรือวัสดุที่มีในกระบวนการผลิตจริงซึ่งอาจมีการกำหนดความสัมพันธ์ของวัตถุดิบชนิดต่าง ๆ ในรูปของอัตราส่วน เมื่อต้องการนำข้อมูลของสูตรเหล่านี้มาใช้ในกระบวนการผลิตจริงจะต้องมีการแปลงเป็นสูตรควบคุมซึ่งเป็นสูตรที่จะนำไปใช้ในการผลิตจริง โปรแกรมจัดการแบตช์จะเป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการแปลงสูตรหลักเป็นสูตรควบคุมโดยจะมีการปรับแต่งค่าข้อมูลของสูตรให้เป็นค่าข้อมูลที่พร้อมจะใช้ในกระบวนการผลิตจริง หลังจากนั้นก็จัดส่งข้อมูลของสูตรควบคุมไปยังซอฟต์แวร์รับส่งข้อมูลเพื่อส่งข้อมูลของสูตรต่อไปยัง PLC เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมการผลิตต่อไป

การควบคุมในการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับ PLC จะสามารถทำได้โดยการควบคุมสถานะของเฟส การควบคุมเปลี่ยนสถานะของเฟส(โมด) ในช่วงเวลาต่าง ๆ โดยการใช้คำสั่งสำหรับการกำหนดสถานะของเฟส เรียกว่า คำสั่งควบคุมเฟส ในโปรแกรมจัดการแบตช์จะมีการกำหนดสถานะของเฟส และคำสั่งควบคุมเฟสไปที่กล่องควบคุมเฟสเพื่อให้เฟสทำงานและเปลี่ยนแปลงสถานะการควบคุมตามที่ต้องการ เราเรียกกล่องควบคุมเฟสนี้ว่า เฟสลอจิก เฟสลอจิกจะประกอบด้วย คำสั่งควบคุมเฟส สถานะของเฟส พารามิเตอร์ และข้อมูลการควบคุม สำหรับส่งไปยัง PLC โดยมีการกำหนดโค้ดของคำสั่ง โค้ดของสถานะของเฟส และมีการกำหนดหมายเลขของเฟส ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกใช้อ้างอิงในการส่งผ่านข้อมูล ดังรูปที่ 3.11

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.11 เฟสลอจิก

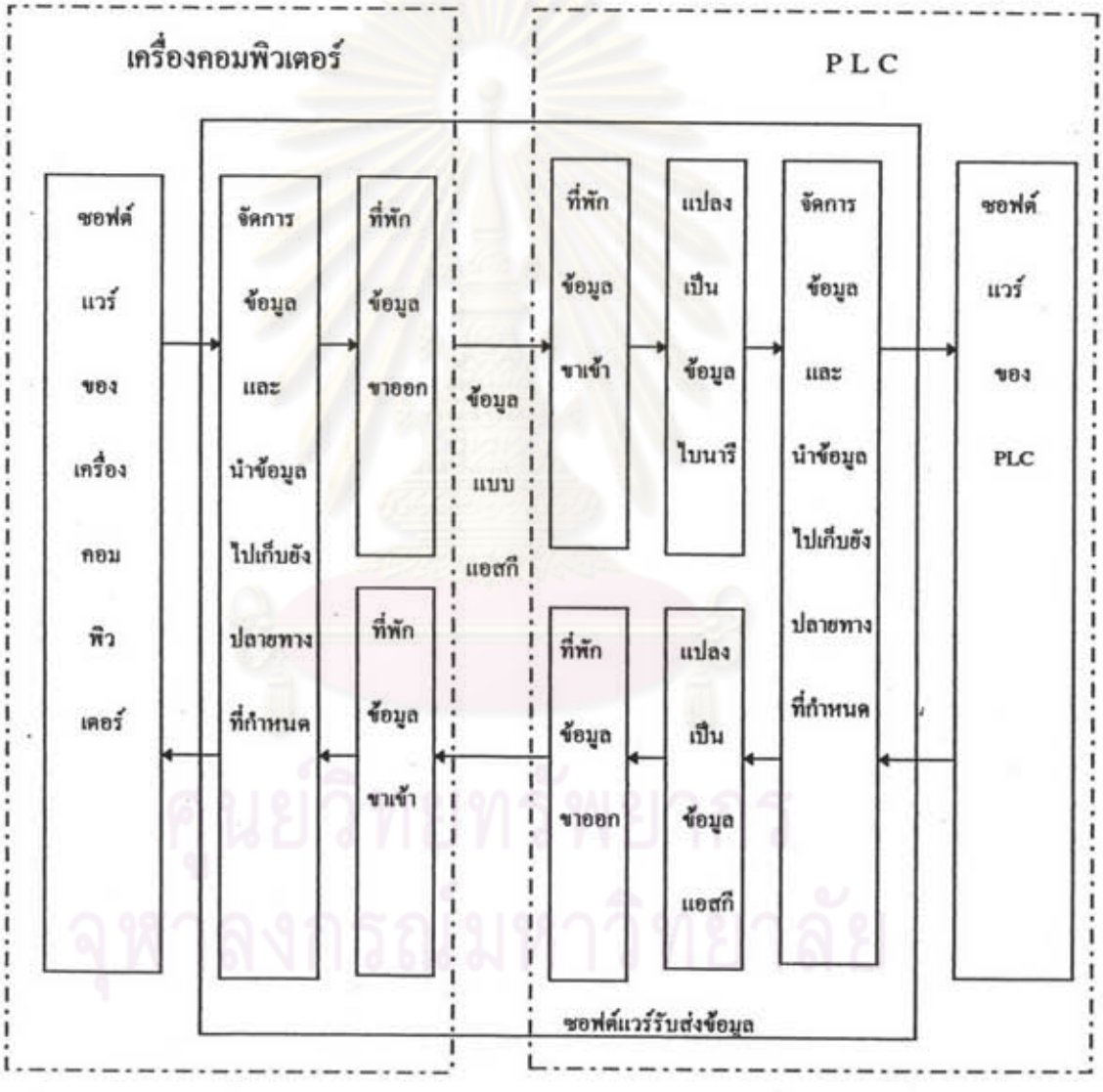
นอกจากงานควบคุมที่กล่าวมาแล้ว โปรแกรมจัดการแบตช์ยังมีหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลที่ได้จากระบบควบคุมไปจัดเก็บในโปรแกรมจัดการข้อมูลการผลิต

6. **โปรแกรมแสดงผลและรายงานผล** เป็นโปรแกรมแสดงผลการทำงานของกระบวนการผลิตโดยจะนำข้อมูลที่แสดงผลมาจาก PLC ผ่านทางโปรแกรมจัดการแบตช์ โปรแกรมแสดงผลและรายงานผลจะเป็นโปรแกรมสำหรับให้ผู้ควบคุมเครื่องสามารถสั่งงานเฟสหรือส่งข้อมูลการควบคุมไปยัง PLC เมื่อต้องการควบคุมระบบโดยผู้ควบคุมเครื่อง ข้อมูลที่นำมาแสดง ได้แก่ ข้อมูลของขั้นตอนการผลิตที่กำลังทำการผลิต ข้อมูลสถานะของเฟสต่าง ๆ เป็นต้น

3.3.2 ซอฟต์แวร์รับส่งข้อมูล

เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำหน้าที่ในการจัดการรับส่งข้อมูลระหว่าง เครื่องคอมพิวเตอร์และ PLC ซึ่งจะมีทั้งส่วนของโปรแกรมที่อยู่บนเครื่องคอมพิวเตอร์และบน PLC ในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับ PLC สำหรับงานวิจัยนี้ใช้การส่งแบบแอสกี (American Standard Code for Information Interchange : ASCII) [6,10,13] ซึ่งเป็นการส่งข้อมูล

ตัวเลขระหว่าง 32 ถึง 126 แทนค่าข้อมูลตัวเลข ตัวอักษร เครื่องหมายวรรคตอน และสัญลักษณ์ที่ใช้กันทั่วไป เมื่ออุปกรณ์ทั้งสองต้องการรับส่งข้อมูล โปรแกรมรับส่งข้อมูลก็จะต้องทำหน้าที่ในการแปลงข้อมูลเป็นรูปแบบข้อมูลแอสกีก่อนที่จะทำการส่งข้อมูล และเมื่อทำการรับข้อมูล โปรแกรมจะทำการแปลงข้อมูลกลับจากรหัสแอสกีเป็นรหัสข้อมูลต่าง ๆ ก่อนจะนำไปใช้งานต่อไป เราจะสามารถแสดงทางเดินของข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ และ PLC ได้ ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ทางเดินของข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และ PLC

การเข้ารหัสของข้อมูลรูปแบบแอสกีของโปรแกรมรับส่งข้อมูลสำหรับงานวิจัยนี้จะใช้ตัวเลขฐานสองจำนวนเจ็ดบิตแทนตัวเลข ตัวอักษรทั้งหมด เนื่องตัวเลข 126 ตัวแรกของโค้ดแอสกีก็เพียงพอสำหรับข้อมูลการรับส่งในงานวิจัยนี้ และใช้เฟรมข้อมูลต่อการส่ง 10 บิต ซึ่งประกอบด้วย บิตเริ่มต้น 1 บิต บิตข้อมูล 7 บิต บิตพาริตี 1 บิต และบิตสิ้นสุด 2 บิต ดังรูปที่ 3.1

รูปที่ 3.13 รูปแบบข้อมูลในการรับส่ง

บิตพาริตีที่ใช้ในการส่งเป็นแบบคี่ และใช้ความเร็วในการรับส่ง 9600 บิต/วินาที. โดยจะมีค่าหน่วงเวลาที่เกิดขึ้นระหว่างการรับส่งประมาณ 20 มิลลิวินาที ซึ่งเป็นค่าหน่วงเวลาสำหรับระหว่างการรับข้อมูลอักขระ 2 ตัวที่ความเร็วในการรับส่งข้อมูล 9600 บิต/วินาที ค่าหน่วงเวลาของการรับส่งข้อมูลที่ความเร็วในการรับส่งต่าง ๆ สามารถแสดงได้ ดังตารางที่ 3.2

ความเร็วในการรับส่ง (บิต/ วินาที)	200	300	600	1200	2400	4800	9600
ค่าหน่วงเวลา (มิลลิวินาที)	510	310	170	90	50	30	20

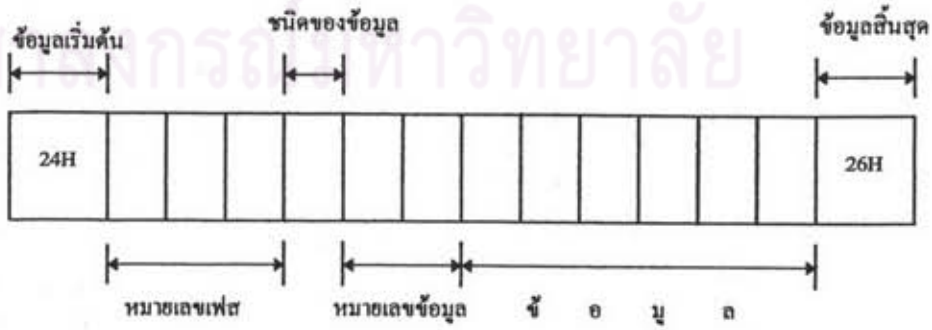
ตารางที่ 3.2 ค่าหน่วงเวลาระหว่างการส่งหรือรับข้อมูลตัวอักษร 2 ตัว สำหรับการส่งแบบแอสกีที่ความเร็วในการรับส่งต่าง ๆ

โพรโทคอลที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลจะใช้โพรโทคอล XON/XOFF คือ เมื่อเริ่มต้นรับหรือส่งข้อมูลจะมีการส่งโค้ดควบคุม XON หรือโค้ดแอสกี 17D ที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณที่จะส่ง และเมื่อสิ้นสุดการรับส่งข้อมูลจะมีการส่งโค้ดควบคุม XOFF หรือโค้ดแอสกี 19D ที่ขอบขาลงของสัญญาณ อย่างไรก็ตามยังมีโค้ดควบคุมอื่น ๆ ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลซึ่งสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 3.3

สัญญาณควบคุม	เลขฐาน 16	เลขฐาน 10
RUB OUT : ลบข้อมูลตัวสุดท้าย	7FH	127D
XON : เริ่มส่ง	11H	17D
XOFF : หยุดการส่ง และรอสัญญาณ XON	13H	19D
EOT : สิ้นสุดการส่ง	04H	04D
ETX : สิ้นสุดตัวอักษร	03H	03D

ตารางที่ 3.3 ค่าสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล

ก่อนการส่งข้อมูลโปรแกรมรับส่งข้อมูลจะนำข้อมูลที่จะส่งมาทำการเรียงลำดับรูปแบบข้อมูลที่จะส่ง รูปแบบของข้อมูลในชุดข้อมูลที่รับส่งชุดหนึ่งจะประกอบด้วยข้อมูล 6 อย่าง คือ 1.ข้อมูลเริ่มต้น 1 หลัก 2. หมายเลขเฟส 3 หลัก 3. ขนิดข้อมูล 3 หลัก 4.หมายเลขข้อมูล 2 หลัก 5. ข้อมูล 6 หลัก และ 6. ข้อมูลปิดท้าย 1 หลัก ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 รูปแบบของข้อมูลการรับส่ง

1. **ข้อมูลเริ่มต้น** เป็นข้อมูลตัวแรกสุดของชุดข้อมูลซึ่งเป็นโค้ดข้อมูล 1 หลักมีค่าเป็น 24H หรือตัวแอสกี " $ "

2. **หมายเลขเฟส** เป็นข้อมูลที่บอกให้ทราบว่าข้อมูลที่รับส่งนี้เป็นข้อมูลของเฟสอะไรซึ่งหมายเลขของเฟสจะกำหนดด้วยโค้ดแอสกีที่แทนด้วยตัวเลข 3 หลักตั้งแต่หมายเลขเฟส 1 - 999 ตัวอย่างเช่น เฟสหมายเลข125 จะมีการแปลงหมายเลขของเฟสเป็นรหัสแอสกีดังนี้

1 แปลงเป็นรหัสแอสกีคือ 31H

2 แปลงเป็นรหัสแอสกีคือ 32H

5 แปลงเป็นรหัสแอสกีคือ 35H

ดังนั้นโค้ด 3 หลัก สำหรับหมายเลขของเฟสที่ส่ง คือ 31H 32H 35H

3. **ชนิดของข้อมูล** ชนิดของข้อมูลที่รับส่งจะมี 3 ชนิดคือ

" X " หรือ 58H แทนคำสั่งควบคุมเฟส

" Y " หรือ 59H แทนข้อมูลสถานะของเฟส

" Z " หรือ 60H แทนข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

4. **หมายเลขข้อมูล** หมายเลขข้อมูลเป็นหมายเลขของพารามิเตอร์ค่าต่าง ๆ ที่มีอยู่ในเฟสไล่เรียงไปตั้งแต่ข้อมูลพารามิเตอร์ตัวแรกจนถึงพารามิเตอร์ตัวสุดท้ายของเฟสนั้นโดยจะแทนด้วยโค้ดตัวเลข 2 หลัก ตั้งแต่ 1- 99 แต่ถ้าเป็นข้อมูลสถานะของเฟสหรือคำสั่งควบคุมเฟสแล้วโค้ดตัวเลขข้อมูล 2 หลักนี้จะมีค่าเป็น 00 หรือ 30H 30H

5. **ข้อมูล** เป็นข้อมูลที่ต้องการรับส่งซึ่งจะแทนด้วยโค้ดตัวเลข 6 หลัก โดยหลักแรกเป็นตัวเลขที่แทนเครื่องหมาย (ถ้าเป็นบวกโค้ดตัวเลขจะเป็น 2BH ถ้าเป็นลบโค้ดตัวเลขจะเป็น 2DH) และห้าหลักถัดไปเป็นข้อมูลซึ่งมีอยู่ 3 ชนิด คือ ข้อมูลคำสั่งควบคุมเฟส ข้อมูลสถานะของเฟส และข้อมูลค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ โดยเราจะสามารถบอกว่าข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลชนิดไหนจากชนิดของข้อมูล(โค้ดตัวเลขที่ 3)

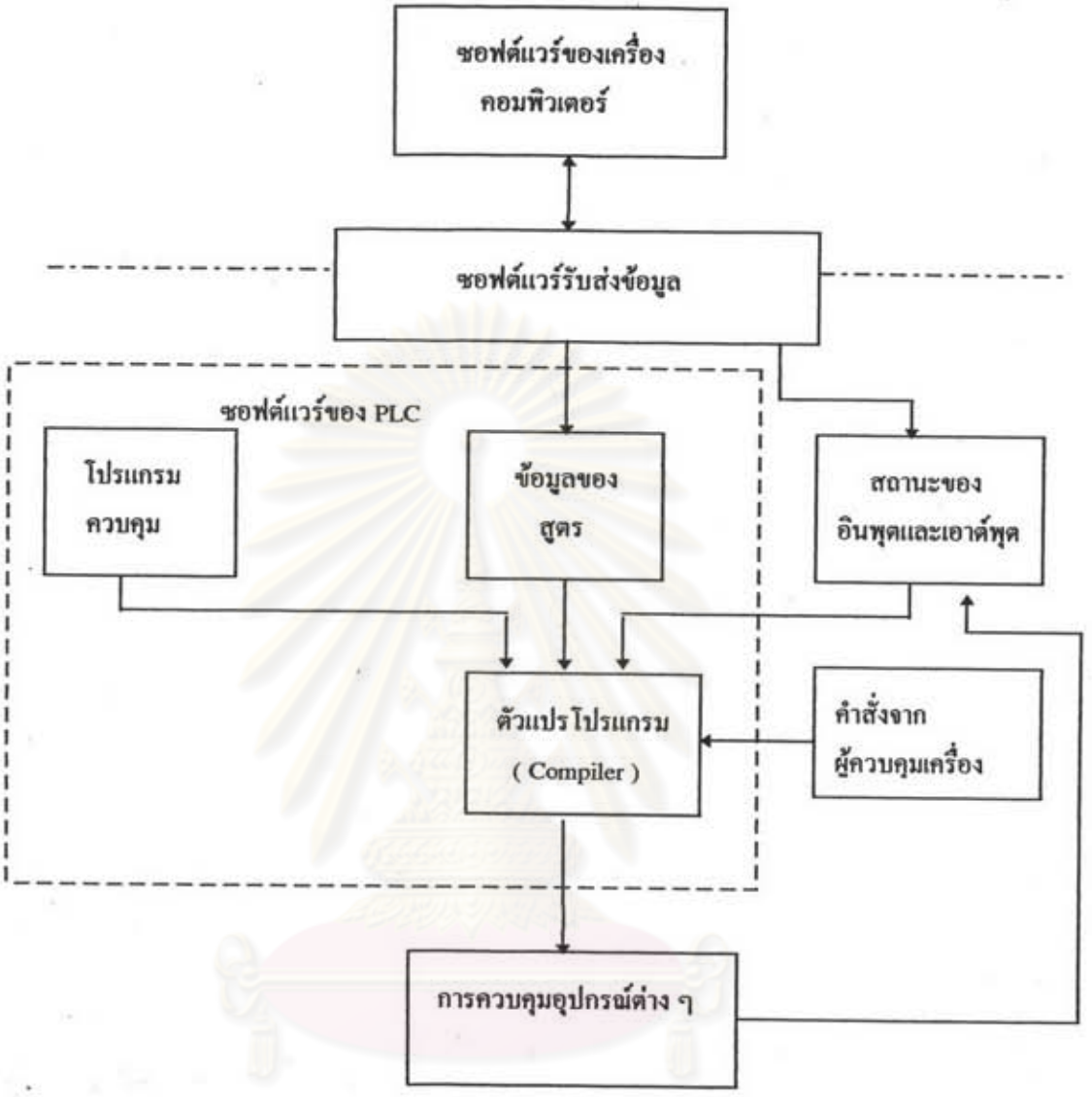
6. ข้อมูลสุดท้าย เป็นข้อมูลปิดท้ายซึ่งเป็นโค้ดข้อมูลแสดงถึงการสิ้นสุดชุดของข้อมูลซึ่งจะแทนด้วยโค้ดตัวเลข 26H หรือตัวแอสกี " & "

หลังจากที่ปลายทางรับข้อมูลไปแล้วโปรแกรมรับส่งข้อมูลที่ปลายทางจะแปลงรหัสโค้ดเหล่านี้กลับเป็นค่าตัวเลข แล้วจึงนำข้อมูลเหล่านี้ไปใช้เก็บยังปลายทางข้อมูลที่กำหนด เช่น ถ้าข้อมูลที่รับ เมื่อถอดรหัสแอสกีเป็นตัวเลขแล้วเป็น $ 001X00+00001& โปรแกรมจะนำข้อมูลไปเก็บยังพื้นที่ข้อมูลของคำสั่งของเฟสที่ 1 และเก็บข้อมูลเป็น +00001 หรือถ้าโปรแกรมปลายทางรับข้อมูลเป็น $001Z01+0001002+00020& โปรแกรมจะนำข้อมูลไปเก็บยังพื้นที่ข้อมูลของพารามิเตอร์ควบคุมชุดที่ 1 และเก็บข้อมูลที่ 1 ของพารามิเตอร์ควบคุมชุดที่ 1 เป็น 10 ข้อมูลที่ 2 ของพารามิเตอร์ควบคุมชุดที่ 1 เป็น 20 เป็นต้น

3.3.3 ซอฟต์แวร์ของ PLC

เป็นซอฟต์แวร์สำหรับควบคุม PLC ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ควบคุมระบบจริง โดยซอฟต์แวร์ส่วนนี้จะรับข้อมูลพารามิเตอร์การควบคุม คำสั่ง และขั้นตอนการผลิตจากซอฟต์แวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งส่งผ่านมาทางซอฟต์แวร์รับส่งข้อมูลมาประมวลผลร่วมกับโปรแกรมควบคุมของ PLC และสถานะของเครื่องจักร ณ เวลานั้น ๆ แล้วทำการส่งคำสั่งควบคุมไปยังอุปกรณ์ควบคุมระบบให้กระบวนการทำงานตามโปรแกรมที่ต้องการ ดังรูปที่ 3.15

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.15 ซอฟต์แวร์ของ PLC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

โปรแกรมภาษาที่ใช้ในการควบคุมเป็นภาษาเฉพาะสำหรับอุปกรณ์ PLC ซึ่งโดยทั่วไปภาษา PLC มีอยู่ 4 ลักษณะ คือ ภาษาซีเควนเชียลฟังก์ชันชาร์ตซึ่งเป็นภาษาควบคุมสำหรับการควบคุมแบบลำดับ ภาษาขั้นบันไดซึ่งเป็นภาษาควบคุมที่มีรูปแบบและโครงสร้างของภาษาคล้ายกับแบบวงจรทางไฟฟ้า ภาษาฟังก์ชันชาร์ตซึ่งเป็นภาษาควบคุมที่มีรูปแบบและโครงสร้างของภาษาคล้ายบล็อกไดอะแกรมนำมาเรียงต่อกันเป็นโปรแกรมควบคุม และภาษาที่เป็นลักษณะ

ของคำสั่งเรียงกันซึ่งเป็นภาษาควบคุมที่แตกต่างกันไปตามยี่ห้อของ PLC (ดูตัวอย่างโปรแกรมได้ที่ภาคผนวก ง) ที่เลือกใช้ส่วนใหญ่จะมีรูปแบบคล้าย ๆ กับภาษาเบสิกแต่มีการออกแบบการใช้งานคำสั่งหลักและคำสั่งช่วยแตกต่างกันออกไป

การเลือกใช้ภาษา PLC สำหรับการโปรแกรมงานระบบควบคุมจะขึ้นกับความเหมาะสมของรูปแบบงานควบคุมซึ่งแต่ละภาษาจะมีความยืดหยุ่นเหมาะสมกับงานที่แตกต่างกันและขึ้นกับความถนัดของโปรแกรมเมอร์ ซึ่งสำหรับงานวิจัยนี้ใช้ภาษาขั้นบันได และภาษาที่เป็นคำสั่งเรียงกันมาเขียนเป็นโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิต

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย