บทที่ 4

การทำโครงงานในระบบควบคุมแบบดีซีเอส

4.1 บทนำ

เมื่อต้องการใช้ ระบบควบคุมแบบ ดีซีเอส ควบคุมกระบวนการผลิต การวางแผนงานทั้งหมดก่อน จะปฏิบัติงาน (Project Planing) เป็นเรื่องที่ต้องคำนึงถึงเป็นเรื่องแรก จากบทที่ 3 ได้อธิบายให้เข้าใจระบบ μXL ซึ่งเป็น ระบบควบคุมแบบ ดีซีเอส ที่ใช้เป็นตัวอย่าง การออกแบบ ระบบควบคุมแบบดีซีเอส ในโรงงานจริงไว้แล้ว ในบทนี้จะอธิบายการทำโครงงาน ระบบควบคุมแบบ ดีซีเอส ตั้งแต่การเริ่มวางระบบวางมาตราฐาน การออกแบบส่วนต่างๆ เพื่อให้เข้าใจและนำไปเป็นตัวอย่างในการสร้างโครงงาน ระบบควบคุมแบบ ดีซีเอส อื่นๆ ได้อย่างเข้าใจ ขั้นตอนการทำงานจัดแบ่งออกได้ดังนี้

1. การเลือกชนิดและขนาดของ ระบบควบคุมแบบ ดีซีเอส
2. การกำหนด ระยะเวลาการทำงานในแต่ละขั้นตอน (Scheduler)
3. การออกแบบ ระบบ
   - 3.1 การออกแบบ ฮาร์ดแวร์
   - 3.2 การออกแบบ ซอฟแวร์
4. การสร้างและการตรวจสอบระบบควบคุมแบบ ดีซีเอส

5. การเตรียมระบบและสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้อง (Envelopment Prepare)

6. การเริ่มการใช้ระบบ (Start up)

ในบทนี้จะกล่าวถึง การเลือก, กำหนดระยะเวลาขั้นตอนมและการออกแบบระบบส่วนการสร้างระบบจะกล่าวถึงในบทต่อๆ ไป

4.2 การเลือกชนิดและขนาดของ ระบบควบคุมแบบดีซีเอส

การเลือกรุ่น และ ขนาดของ ระบบควบคุมแบบดีซีเอส จะขึ้นกับลักษณะการใช้งาน โดยแบ่งเป็นส่วนย่อยๆ ดังนี้

- ขนาดของกระบวนการที่จะควบคุม ซึ่ง ระบบควบคุมแบบดีซีเอส สามารถควบคุมกระบวนการขนาดกลางหรือขนาดใหญ่มีทั้งสัญญาณ อะนาล็อก และ สัญญาณดิจิตอล จำนวนมากและแบ่งกระบวนการออกเป็นหลายๆ กระบวนการย่อย โดยระบบ μXL จะเหมาะกับกระบวนการที่มีกระบวนการย่อยหลายๆ กระบวนการสัมพันธ์กัน

- ชนิดของกระบวนการควบคุม โดยทั่วไป ระบบควบคุมแบบดีซีเอส จะใช้ในงานลูพควบคุมต่างๆ ทั้งที่เป็น อะนาล็อกและดิจิตอล ใช้ได้ดีกับระบบการควบคุมแบบป้อนกลับและการควบคุมแบบลำดับขั้น ที่ไม่ต้องการความเร็วสูงมากในการควบคุม (น้อยกว่า 200 ms/scan) ซึ่งเหมาะกับกระบวนการทางโรงงานเคมี แต่จะไม่เหมาะในโรงงานทางไฟฟ้าหรือการควบคุมหุ่นยนต์ เป็นต้น

- ความต้องการความแม่นยำในการควบคุม รวมถึงความปลอดภัย เพื่อตัดสินใจเลือกอุปกรณ์ประกอบ เช่น ระบบชุดรีดันแดนท์ (Redundant System) ระบบส่งไฟฟ้าทดแทน เป็นต้น

- ความรู้ของผู้ปฏิบัติงาน (Operator) ในหัวข้อนี้ในประเทศไทยมีปัญหามาก เนื่องจากบางครั้งในโรงงานที่เปลี่ยนมาใช้ระบบควบคุมแบบดีซีเอส ควบคุมโรงงานแทนระบบ แมนวล ผู้ปฏิบัติงานเก่าจะมีความเข้าใจกระบวนการมาก แต่กลับมีความรู้ในการใช้ ระบบควบคุมแบบดีซีเอส ควบคุมกระบวนการน้อย เนื่องจากปัจจัยด้านภาษา และ ความรู้ทางคอมพิวเตอร์ การเลือกจึงควรคำนึงถึงการใช้งานที่ง่าย เป็นภาษารูปภาพ หรือ ภาษาไทยได้ ก็ดีมาก (ในปัจจุบันยังไม่มี) และการฝึกอบรมให้พนักงานมีความรู้ความเข้าใจเป็นสิ่งจำเป็นมาก

- ระบบการบำรุงรักษา การซ่อม เป็นปัจจัยสำคัญมาก เนื่องจากระบบ บางระบบไม่สามารถหยุดการควบคุมได้ การที่ระบบควบคุมแบบดีซีเอส เกิดความเสียหาย จึงหมายถึงความเสียหาย ของทั้งระบบ บางครั้งมีค่ามากกว่า ราคาระบบควบคุมแบบดีซีเอส การบำรุงรักษาตรวจเช็คเปลี่ยนแปลงอะไหล่ ในเวลาที่กำหนดจึงเป็นสิ่งที่ควรทำได้ง่าย และหาอะไหล่ในเมืองไทยได้ หรือการเก็บอะไหล่ที่สำคัญไว้ และมีช่างที่รู้เรื่องอยู่ในเมืองไทย

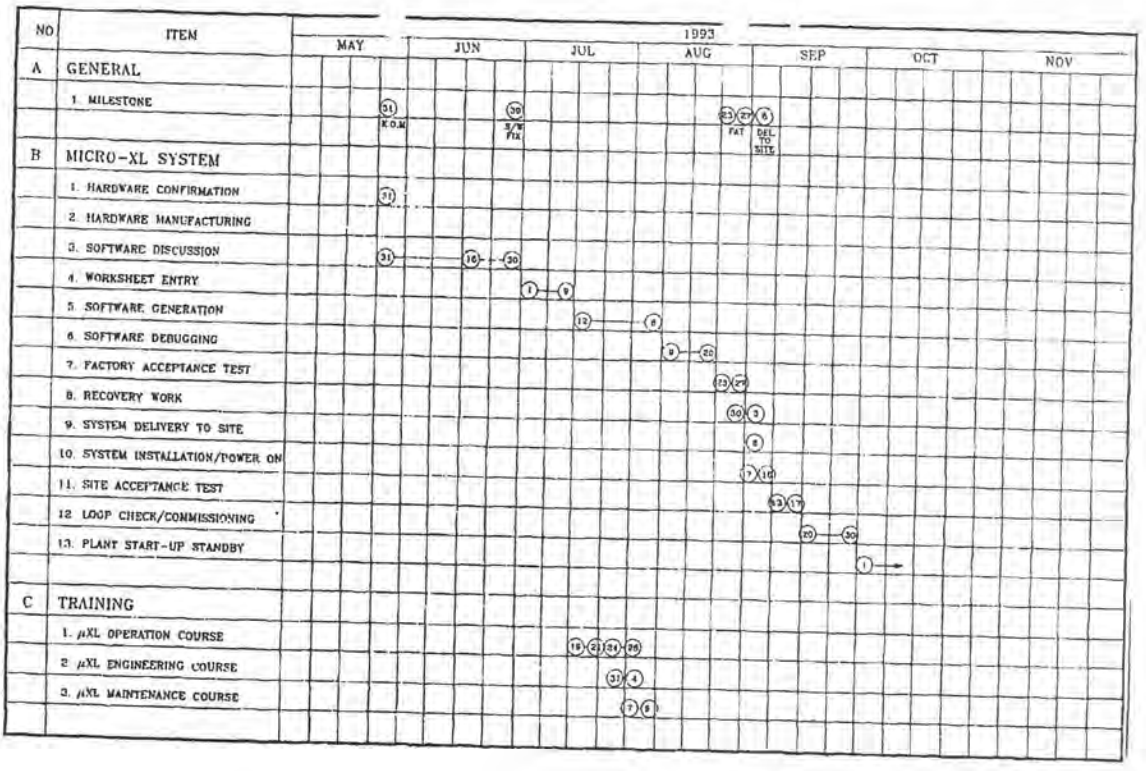
- การแก้ไขเพิ่มเติม และการขยายส่วนกระบวนการเป็นส่วนที่ต้องคำนึงถึง การเลือกระบบควรต้องดูอนาคตว่าจะมีการขยายอีกได้หรือไม่ และยากง่ายอย่างไร

- ราคา

4.3 การวางแผนการดำเนินงาน

การวางแผนการดำเนินงานที่ถูกต้อง และเหมาะสมจะทำให้การทำโครงงานเป็นไปได้ง่ายขึ้น ยิ่งวางแผนงานได้ละเอียด ย่อมส่งผลให้ การติดตามงานเป็นไปได้ง่าย และทันเวลา ทำให้ทุกฝ่ายเตรียมงานได้ง่ายขึ้น

การวางแผนงานควรคำนึงถึงผู้ร่วมงานทุกส่วน และต้องปรึกษาผู้ดำเนินงานในแต่ละส่วนว่าเป็นไปได้จริง



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการวางแผนการดำเนินงานของ ระบบควบคุมแบบดีซีเอส

4.3.1 การแบ่งหน่วยควบคุม โดยปกติจำนวน หน่วย ของ ระบบควบคุมแบบดีซีเอส จะถูกกำหนดไว้ก่อนการสั่งซื้อโดยประมาณจาก สัญญาณอินพุทและเอาท์พุท "I/O" และความต้องการของ โรงงาน แต่ในการกำหนดรายละเอียดของ สัญญาณอินพุทและเอาท์พุท ทั้งหมด ฮาร์ดแวร์ ควรรีบทำให้เสร็จก่อน เพื่อนำไปดำเนินการสั่งของจากต่างประเทศ ซึ่งใช้เวลานานประมาณ 2-3 เดือน ขึ้นกับจำนวนของที่สั่งการ

4.3.2 อบรมให้เข้าใจถึงระบบนั้นๆ ควรแบ่งส่วนออกตามระยะเวลาดังนี้

ก. ก่อนตัดสินใจซื้อ (Demo) ซึ่งอาจแค่แสดงให้เห็นฟังก์ชันต่างๆ ขึ้นอาจมีผู้ขายระบบควบคุมแบบดีซีเอส หลายบริษัททำการเสนอ ซึ่งต้องตัดสินใจเลือกบริษัทที่มีฟังก์ชันที่ต้องการและราคาถูก

ข. ก่อนการออกแบบระบบการทำงาน (Fundamental Engineering Training) เมื่อเริ่มโครงงาน การเรียนรู้ระบบอย่างละเอียดเป็นสิ่งสำคัญมาก เพื่อที่จะสามารถออกแบบระบบที่เหมาะสมที่สุดกับการใช้งาน

ค. หลังจากสร้างระบบแล้วยังไม่ได้ใช้งานกับโรงงานจริง (Operator Training) เป็นการสอนพนักงานควบคุมให้รู้จักการควบคุมโรงงานด้วยระบบควบคุมแบบดีซีเอส โดยใช้ระบบที่สร้างขึ้นมาโดย การจำลองสัญญาณ

ง . การบำรุงรักษาระบบ (Maintenance Training) เป็นการสอนให้วิศวกรโรงงานสามารถแก้ไขปัญหาและบำรุงรักษาระบบ อาจทำหลังจากที่ระบบเริ่มทำงานจริงแล้ว

4.3.3 ช่วงออกแบบ "รายการแสดงการออกแบบฟังก์ชัน" (Functional Specification) จะใช้เวลานานพอควรที่จะทำความเข้าใจ และออกแบบระบบทั้งหมด โดยในช่วงเวลานี้ควรมีการประชุมทำ

ความเข้าใจและออกแบบฟังก์ชันการทำงานจากทั้งผู้ทำโปรแกรม ผู้ที่จะใช้งาน และผู้บำรุงรักษาเพื่อให้มีความเข้าใจตรงกัน โดยรายการแสดงการออกแบบฟังก์ชันนี้จะเป็นตกลงในการทำโปรแกรม

4.3.4 ช่วงตรวจ "รายการแสดงการออกแบบฟังก์ชัน" หลังจากผู้ทำโปรแกรมได้เขียน รายการแสดงการออกแบบฟังก์ชัน ขึ้นแล้วผู้ใช้งานควรตรวจสอบอย่างละเอียด และส่งผลการตรวจแก้ไขให้ผู้ทำโปรแกรมภายในเวลาที่กำหนด

4.3.5 ช่วงการทำโปรแกรม และตรวจสอบ ผู้ทำโปรแกรมเป็นผู้ทำงาน แต่ในขณะเดียวกันแล้วทางโรงงานจำเป็นต้องจัดเตรียมสิ่งต่างๆ ให้พร้อมในการใช้ ระบบควบคุมแบบ ดีซีเอส เช่น ระบบไฟฟ้าสำรอง ห้องควบคุมกระบวนการ แบบการวางสายสัญญาณ

4.3.6 ช่วงการตรวจรับโปรแกรม ผู้ใช้งานจริง (Operator Production) ควรมีส่วนร่วมในการตรวจรับด้วย เพื่อให้โปรแกรมมีความสมบูรณ์ถูกต้องเหมาะสมกับการใช้งานที่สุด ถ้ามีการผิดพลาดหรือเข้าใจไม่ตรงกัน จะมีช่วงเวลาแก้ไขก่อนจะนำ ระบบควบคุมแบบ ดีซีเอส ไปติดตั้งจริง

4.3.7 ช่วงการตรวจรับโปรแกรมซึ่งจะใช้โปรแกรมจำลองค่าตัวแปรกระบวนการ เพื่อการตรวจเช็คฟังก์ชัน ทั้งหมด

4.3.8 ช่วงการติดตั้งและทำการตรวจสอบสัญญาณ เป็นช่วงที่จะทำการตรวจสอบสัญญาณจริง ที่ได้จาก อุปกรณ์ควบคุม ต่างๆ เพื่อให้แน่ใจว่า อุปกรณ์ควบคุม ทุกตัวทำงานถูกต้อง

4.3.9 ช่วงการใช้ ระบบควบคุมแบบ ดีซีเอส ควบคุม ควรให้ผู้ที่ทำโปรแกรมและผู้ที่ออกแบบระบบอยู่ในการเริ่ม ทำงานและควรเริ่มควบคุมที่ละส่วน โดยส่วนอื่นเป็นการควบคุมโดยคน (Manual) ก่อ เมื่อตั้งค่าการควบคุมได้ (Tuning Parameter) ได้แล้วจึงค่อยทำการควบคุมต่อไป

4.3.10 ช่วงการปรับแต่งค่าการ ควบคุม และการปรับแต่ง สัญญาณเตือน หลังจากที่ทำการเริ่มการควบคุมด้วยระบบควบคุมแบบดีซีเอส แล้วผู้ทำโปรแกรมควรใช้เวลาเพื่อเก็บรายละเอียดของการควบคุม ให้ดียิ่งขึ้น (Find Tuning) และปรับแต่งโปรแกรมให้ทำงานได้ดีที่สุดมี สัญญาณเตือนน้อยและมีเฉพาะที่สำคัญ ค่าการรายงานผลถูกต้องซึ่งการปรับแต่งนี้ใช้เวลานาน โดยทั่วไปทางโรงงานจะเป็นผู้ทำ

4.4 วิธีการออกแบบโครงสร้าง และรูปแบบของโปรแกรมระบบควบคุมแบบดีซีเอส (Design Specification)

แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

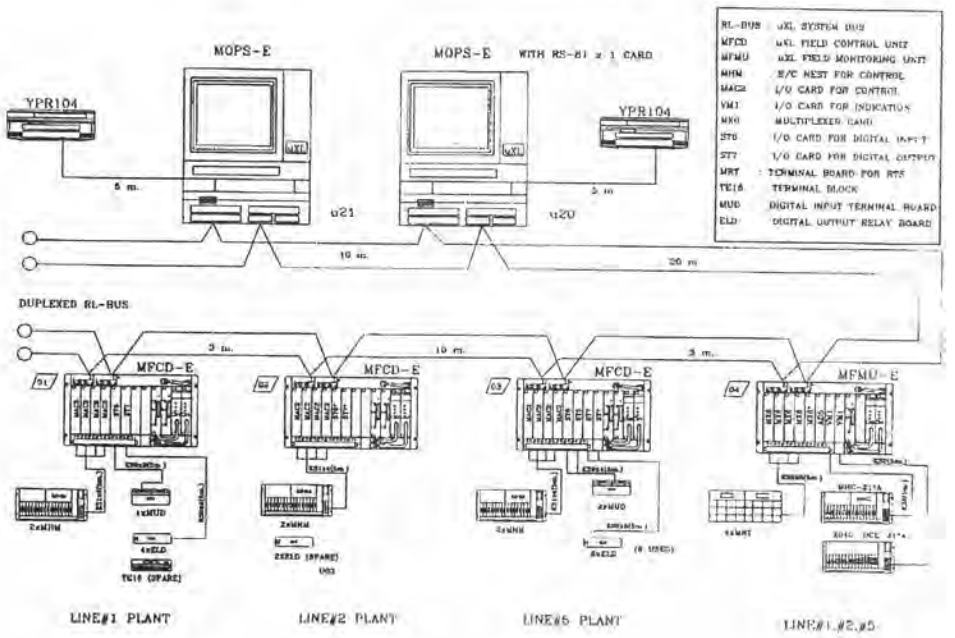
- การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์
- การออกแบบทางด้านซอฟแวร์

4.4.1 การออกแบบโครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์

ก. การแบ่งหน่วยควบคุม ในระบบควบคุมแบบดีซีเอส เป็นการควบคุมแบบแยกส่วน ฉะนั้น การแบ่ง หน่วยควบคุม หรือ ส่วน ระบบควบคุมแบบดีซีเอส นั้น จึงควรคำนึงถึงการใช้งาน ซึ่งอาจจะแบ่งตาม หรือแบ่งตาม กระบวนการ เพื่อความสะดวกในการหยุดระบบเป็นบางส่วนเพื่อทำการซ่อมบำรุง หรืออาจเป็นการแบ่งตามชนิดและความสำคัญของ อุปกรณ์ควบคุม เพื่อความประหยัด คือในส่วนที่เป็น หน่วยควบคุม เป็นส่วนสำคัญ อาจจะต้องมี ระบบ รีดันเดนท์ (Redundancy CPU) ต้องมีความเร็วสูง ส่วนต่างๆ จะต้องไม่เสียง่าย (High Reliability) ต้องมีการเก็บอะไหล่ ที่สามารถนำมาใช้ได้ทันที ในกรณีของ กระบวนการไนล่อน นี้ จะแบ่งตามความสำคัญของ อุปกรณ์ควบคุม เป็น หน่วยควบคุม และหน่วยอินเตอร์เฟส กับมนุษย์โดย หน่วยควบคุม ใช้ ซีพียู และ แบบ ระบบ รีดันเดนท์ ใช้ การ์ดรับส่ง

สัญญาณแบบแยกเป็นแต่ละสัญญาณ เป็นแต่ละ (Parallel Card) ซึ่งสามารถเปลี่ยนได้ทันทีเมื่อเสีย และมีความทนทานสูงกว่า ส่วนสัญญาณที่เป็นสัญญาณเพื่อแสดงค่าแต่ไม่มีการควบคุมจะใช้ "Mutiplexer Card" ที่รวมสัญญาณหลายๆ สัญญาณ ในลักษณะเดียวกัน อยู่ด้วยกัน เพื่อส่งพร้อมกันที่เดียว จึงประหยัดกว่า แต่ค่ามีความทนทานต่ำกว่าแบบแยกสัญญาณ ส่วนของการควบคุมแบบซีเควันซ์(ปั๊ม และวาล์วควบคุม) จะอยู่ใน หน่วยควบคุม เช่นกัน เพื่อสะดวกในการใช้ค่าข้อมูลทางสัญญาณจาก การควบคุมมาเพื่อสร้างเงื่อนไขในการ ควบคุม อุปกรณ์ต่าง ๆ (ปั๊ม และวาล์ว)

ส่วนหน้าจอควรเพียงพอในการควบคุมซึ่งขึ้นกับกระบวนการ โดยกระบวนการที่เป็นแบบแบทช์จะใช้งานหน้าจอมากกว่ากระบวนการที่เป็นแบบต่อเนื่อง และใช้พนักงานควบคุมมาก



รูปที่ 4.2 แสดงการแบ่งหน่วยควบคุม

ข. การกำหนดการ์ดควบคุมการส่งรับสัญญาณ (I/O Card) ในแต่ละหน่วยควบคุม ขึ้นอยู่กับความต้องการของกระบวนการว่าต้องใช้จำนวนและความสำคัญมากน้อยแค่ไหน เช่น "MAC2 Card" ใช้กับ ลูพควบคุม ที่มีความสำคัญมาก "MAC2" มีความสามารถกำหนดให้เป็น รีดันเดนท์ ได้ ซึ่งใช้กับ ลูพควบคุม ที่มีความสำคัญสูงมาก และไม่ต้องการให้เกิดความผิดพลาดจนต้องหยุดการควบคุม ส่วน "VM Crad" เป็นการ์ดที่ใช้แสดงผลหรือลูพควบคุม ซึ่งไม่สำคัญมากนัก และไม่มีความสามารถในการ รีดันเดนท์ แต่ราคาจะถูกกว่าทั้งนี้การเลือกใช้การ์ดแต่ละชนิดควรคำนึงถึง การเก็บอะไหล่ด้วย

ตารางที่ 4.1 การ์ดควบคุมการส่งรับสัญญาณชนิดต่างๆ

I/O CARD	MODEL
CONTROL ANALOG CARD	MAC2 andPAC
LOOP COMMUNICATION CARD	LCS AND LCU
STATUS I/O CARD	ST2,ST3,ST4,ST5,ST6,ST7
PUSH BOTTON CARD	PB5
PULSE INPUT CARD	PM1
ANALOG I/O CARD	VM1,VM2,VM4

ค. การกำหนดการ์ดส่งรับปรับเปลี่ยนสัญญาณ (Signal Condition Card) มีหลักการคล้ายกับกำหนด การ์ดส่งรับสัญญาณ การ์ดส่งรับปรับเปลี่ยนสัญญาณจะขึ้นอยู่กับชนิดของการ์ดควบคุมการส่งรับสัญญาณ และสัญญาณที่เข้ามาซึ่งควรเลือกตามความสำคัญ และชนิดของการ์ด ให้ถูกต้อง เช่น สัญญาณ 4-20 มิลลิแอม ใช้การ์ด "EA1" รับการ์ด ส่ง "EC0" เป็นต้นในตัวอย่างตารางที่ 3.1

ง. การกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ในตู้ แต่ละตู้ควรคำนึงถึงต่อไปนี้

1. การระบายอากาศ เนื่องจาก ซีพียู ของหน่วยควบคุม มีความสำคัญมากควรมีระบายอากาศที่ดี คือมีลมแต่ไม่มีฝุ่น ตัวตู้ควรมีพัดลมระบายอากาศ และมีตัวกรองฝุ่น เพื่อป้องกันฝุ่นละออง และใน 1 ตู้ ไม่ควรมี ซีพียู มากเกินไป เพราะนอกจากจะทำให้ร้อนแล้ว เวลาเกิดปัญหากำลังจ่ายไฟฟ้าในตู้ อาจจะทำให้โรงงานทั้งหมดเสียหายได้

2. ควรมีระยะห่างพอประมาณ ในการวางตู้ เพื่อเกิดช่องว่าง เพื่อง่ายต่อการทำงาน

3. ควรมีป้ายชื่อบอกอุปกรณ์ชนิดต่าง ๆ รวมทั้งระบบความต่างศักย์ไป ให้ถูกต้อง

4. ควรมีการเผื่อที่ไว้สำหรับเพิ่มเติม ในแต่ละหน่วยควบคุมโดยประมาณดังนี้

ระบบใหม่ ~ 15-20 %

ระบบที่เปลี่ยนแปลงจากระบบเดิม ~ 15-10 %

ทั้งนี้ขึ้นกับ กระบวนการว่ามีการขยายปรับปรุงมากน้อยเพียงใด

จ. การจัดทำเอกสารประกอบ ควรมีเอกสารแสดงตำแหน่งของการ์ดต่างๆ ที่ชัดเจนว่าการ์ดใดใช้กับแท็กใด เพื่อง่ายในการเข้าสาย และการตรวจสอบ และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงควรมีการจดบันทึกแก้ไขเพิ่มเติมในเอกสารด้วย ตัวอย่าง รายการฮาร์ดแวร์ ตัวอย่างในภาคผนวกที่ 1

4.4.2 การออกแบบโครงสร้างด้านซอฟแวร์ (Functional Specification)

เพื่อวางโครงสร้างด้านซอฟแวร์ ทั้งหมดให้เป็นระบบเดียวกัน การออกแบบโครงสร้างด้านซอฟแวร์ จึงมีความจำเป็น ทั้งนี้การออกแบบควรคำนึงถึงประโยชน์สูงสุดในการใช้งาน การออกแบบโครงสร้างด้านซอฟแวร์ แบ่งเป็นส่วนสำคัญต่าง ๆ ดังนี้

- บทนำและสัญฐานของระบบ (Introduction and Configuration)
- ระบบชื่อของอุปกรณ์ "แท็ก" (Tag Numbering System) และระบบการทำตารางรายชื่อแท็ก (Tag List)
- การออกแบบระบบควบคุม
- การออกแบบระบบ อินเตอร์เฟส กับมนุษย์

ก. บทนำและสัญฐานของระบบ (Introduction and Configuration)

เพื่อบอกถึงระบบคร่าวๆ การทำงานของ กระบวนการ อย่างย่อๆ และการแบ่งระบบเป็นส่วนๆ อย่างง่าย เพื่อให้เข้าใจระบบโดยรวม

ข. ระบบชื่อของอุปกรณ์และตารางรายชื่ออุปกรณ์ (Tag Numbering System)

"แท็ก" (Tag Name) คือ ป้ายชื่อที่ใช้เรียกแทนอุปกรณ์หรือสัญญาณที่ใช้ในโรงงานรวมทั้งระบบควบคุมแบบดีซีเอสด้วย โดยทั่วไปการตั้งชื่อ แท็ก ในระบบควบคุมแบบดีซีเอส ควรสอดคล้องกับชื่อสัญญาณหรืออุปกรณ์ในโรงงาน โดยการตั้ง แท็ก จะมีการกำหนด แท็ก หลักการในการตั้งชื่อ เพื่อง่ายต่อการตั้งชื่อ และง่ายต่อการอ่านทำความเข้าใจ

การทำตารางรายชื่อแท็ก (Tag List)

เพื่อบอกถึง แท็ก และการใช้งาน อาจรวมถึงตำแหน่ง การจัดเรียง แท็ก มีความหมายมากอาจจัดเรียงได้หลายอย่าง เพื่อสะดวกในงานแตกต่างกัน เช่น

- ตามกระบวนการ เพื่อแสดงความสัมพันธ์ของอุปกรณ์ใน กระบวนการ นั้น ๆ ให้ง่ายในการเข้าใจและสืบค้น
- ตามแท็ก ตัวอักษร เพื่อง่ายต่อผู้ที่ไม่คุ้นเคยกับระบบ กระบวนการ นั้นสามารถสืบค้นได้ง่าย ตามตำแหน่ง อินพุท/เอาท์พุท ตำแหน่งที่อยู่จริง เพื่อง่ายในการลากสายสัญญาณในช่วงแรก เพราะโดยทั่วไป ผู้รับเหมาเข้าสายสัญญาณ จำเป็นต้องรู้ตำแหน่งของการเข้าที่แน่นอน นอกจากนี้ยังสะดวกในการหาที่ว่าง เพื่อการเพิ่มเติมต่อไป
- ตามชนิดของอุปกรณ์ เพื่อสะดวกในการเช็คของและเช็คหน่วยสำรองได้ง่าย
- ตามระยะเวลาของการติดตั้งอุปกรณ์ ก่อนหลัง จะง่ายในการเติมใส่อุปกรณ์ใหม่ และง่ายในการเช็คประวัติเวลา แต่ยากในการค้นหา
- แบบผสม คือ จัดข้อมูลทั้งหมดเข้าใน คอมพิวเตอร์ ในโปรแกรมที่สามรถสืบค้นได้หลายๆ อย่าง คงเป็นสิ่งที่ดี และทำได้ง่ายกว่าการทำเป็นเอกสาร

ตัวอย่าง ระบบการตั้งชื่อ แท็ก และ ตารางรายชื่อ แท็ก ตัวย่างในภาคผนวกที่ 2

ค. การออกแบบระบบควบคุม

- การออกแบบลูพควบคุม
- การออกแบบการควบคุมแบบลำดับขั้น และระบบล็อก ความปลอดภัย

การออกแบบลูพควบคุม (Loop Control)

การออกแบบลูพควบคุมในระบบดีซีเอส จะมีบล็อกรูปแบบการควบคุมให้เลือกใช้ตามลักษณะของกระบวนการโดยมีบล็อกควบคุมสำเร็จให้เลือกใช้ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งบล็อกลูพควบคุมต่างๆ มีประโยชน์เหมาะสมในการใช้ต่างกัน ไม่มีกฎเกณฑ์ตายตัวในการออกแบบ ลูพควบคุม ของระบบควบคุมแบบดีซีเอส ในโรงงานอุตสาหกรรม แต่มีข้อที่ควรคำนึงถึงต่างๆ ดังนี้

- ชนิดของการควบคุม ลักษณะของ กระบวนการ
- ชนิดของตัวควบคุม และ เครื่องอัดรวมทั้ง ความแม่นยำของเครื่องมือวัด
- ความต้องการผลการควบคุมที่แม่นยำ เพราะยิ่งละเอียดมาก เครื่องมือ และตัวควบคุมจะต้องมีคุณภาพสูง
- ความสามารถของ พนักงานควบคุม
- ราคา

ตารางที่ 4.2 ชื่อบล็อกควบคุมของระบบ μXL

Description	Type
Input Indicator	PVI
Input Indicator with Deviation Alarm	PVI-DV
PID Controller	PID
* Sampling PI Controller	PI-HLD
PID Controller with Batch Switch	PID-BSW
Two-Position ON-OFF Controller	ONOFF
Three-Position ON-OFF Controller	ONOFF-G
Time Proportioning ON-OFF Controller	PID-TP
PD Controller with Manual Reset	PD-MR
Blending PI Controller	PI-BLEND
Manual Loader	MLD
Manual Loader with Input Indicator	MLD-PVI

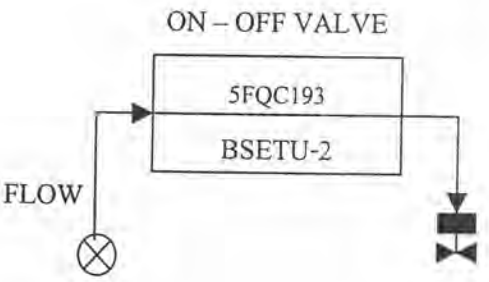
Auto/Manual Station	MLD-SW
*Velocity Limiter	VELLIM
Ratio Set Unit	RATIO
Autoselector	AS-H,M,L
Signal Selector	SS-H,M,L
*Dual Signal Selector	SS-DUAL
Three-Pole, Three-Position Switch	SW-33
*One-Pole, Nine-Position Switch	SW-91
*Data Set Switch, 14-data	DSW-14
Data Set Unt	PID
Data Set Unit with Input Indicator	PI-HLD
13-Zone Program Set Unit	PG-L13
13-Step Program Set Unit	PG-S13
First Order Lag Unit	LAG
First Order Lead Unit	LD
Lead-Lag Unit	LDLAG
Dead-Time Unit	DLAY
Dead-time Compensation Unit	DLAY-C
Moving Average Unit	AVE-M
Cumulative Average Unit	AVE-C
*Line-Segment Function Unit	FUNC
Calculation Unit	CALCU
*Representative Alarm Unit	ALM-R
Batch Set Unit	BSETU
One-Batch Data Set Unit	BDSET-1
Two-Batch Data Set Unit	BDSET-2
Data Acquisition Unit	BDA
*Two Position Motor Control Unit	MC-2
*Three Position Motor Control Unit	MC-3
*Sequence Elements	SW, DI, DO TM, CT, CI, CO
*Unit Data Link	UDL

ในครั้งนี้จะยกตัวอย่างในการออกแบบ ลูพควบคุมบนระบบควบคุมแบบ ดีซีเอส บางชนิดที่มีอยู่ในโรงงานไนล่อน เพื่อ เป็นตัวอย่างในการศึกษาออกแบบต่อไป

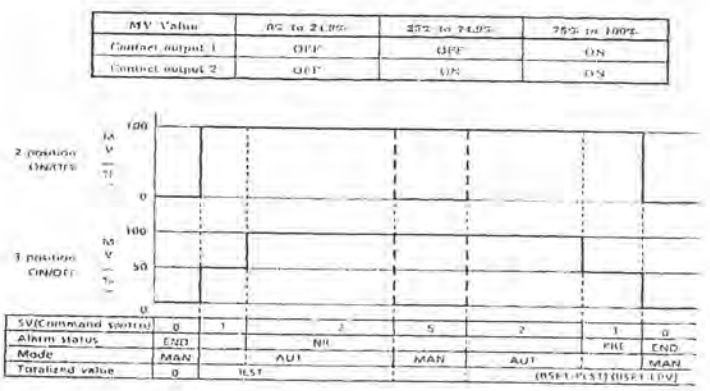
การออกแบบ ลูพควบคุม ในการควบคุมปริมาณสาร (Charge Raw Material)

การควบคุมปริมาณสารในโรงงานไนล่อนนี้มีหลายอย่างคือ

การใช้อัตราการไหลควบคุมปริมาณสารในลูพ 5FQC193



รูปที่ 4.3 การควบคุมปริมาณสารโดยใช้อัตราการไหล



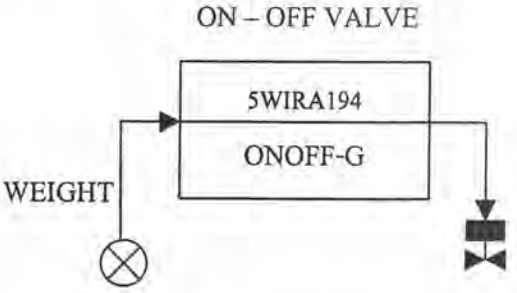
รูปที่ 4.4 กราฟการควบคุมของลูพบล็อก "BSETU-2"

ตัวอย่างการใช้ควบคุมปริมาณอัตราการไหลโดยใช้ วาล์วเปิดปิด ด้วยบล็อก "BSETU-2" ซึ่งเป็นบล็อกช่วยในการควบคุมปริมาณสารโดยใช้อัตราไหลคำนวณหาค่าปริมาณมวลสาร โดยการกำหนดค่าความต้องการปริมาณมวลสาร (BSET) และใส่ปริมาณที่ต้องหรี่วาล์ว (PLST) เริ่มการควบคุมโดย จะเปิดวาล์วสุด (MV=100%) ค่าอัตราการไหลที่ได้จะนำมาคำนวณเทียบกับเวลาได้ออกมาเป็นค่าปริมาณสารที่ไหล (SUM) เข้าในถัง เราจะใช้ปริมาณที่เปรียบเทียบกับปริมาณมวลสารที่เราใส่ความต้องการไว้เบื้องต้น เมื่อปริมาณมวลสารใกล้ถึงปริมาณที่ต้องการ (SUM>BSET-PLST) ลูพจะทำการหรี่วาล์ว ลงเพื่อลดอัตราการไหลให้น้อยลง (MV=50%) อาจประมาณ 10% ของอัตราการเปิดสุด เพื่อง่ายในการควบคุมปริมาณการปิดตอนช่วงสุดท้ายไม่ให้เกิน และเมื่อปริมาณสารถึงปริมาณที่ต้องการ (SUM+ LPV> BSET) ลูพจะสั่งปิด วาล์ว ทันทีโดยค่าของเหลือในท่อสามารถชดเชยโดยใช้ค่า "LPV"

คุณสมบัติการใช้อัตราการไหลควบคุมปริมาณโดยใช้ บล็อก "BSETU-2" คือ

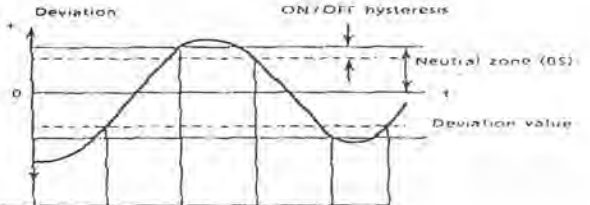
- ใช้ควบคุมการเติมสารในปริมาณมาก ๆ ในเวลารวดเร็ว
- ใช้ควบคุมการเติมสารและการผสมสาร ในท่อได้ย่างดี
- เป็นการควบคุมที่ไม่ละเอียดนักควบแน่นอนในการวัดน้อยเนื่องจากไม่ได้วัดปริมาณโดยตรง แต่วัดจากอัตราการไหล
- การควบคุมนี้ จะไม่บอกว่าท่อหลังจุดวัดอัตราการไหลมีปัญหาหรือไม่ และสารเข้าไปในถังจริงหรือไม่ เพราะฉะนั้นในถังควรมีเครื่องมือวัดระดับ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องด้วย

การใช้การชั่ง การควบคุมปริมาณในการใส่สารจริง โดยใช้วาล์ว เปิดปิด โดยใช้ ลูพชนิด "ONOFF-G" ทำหน้าที่ควบคุม (5WIRA194, 5WIRA195)



รูปที่ 4.5 การควบคุมน้ำหนักสารโดยตรง

โดยการกำหนดค่าเซ็ทพอยท์ (SV) ความต้องการน้ำหนักของสาร ของการควบคุมจะทำโดยการเปลี่ยนหมดเป็น AUTO บล็อกจะทำงานโดยเทียบค่าเซ็ทพอยท์ (SV) กับค่ากระบวนการ (PV) ถ้าค่าเซ็ทมากกว่าค่า กระบวนการ (SV-PV > 0.1) วาล์ว จะเปิดสุด(MV=100%) เมื่อวาล์วเปิดปริมาณสารที่เข้ามาในถังจะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนค่ากระบวนการ เข้าใกล้ค่าเซ็ทพอยท์ (SV-PV<0.1) บล็อก "ON-OFF" จะสั่งให้ วาล์วเปิดหลี่ลง (MV=50%) เพื่อควบคุมน้ำหนักส่วนสุดท้ายได้ง่าย และเมื่อได้ปริมาณตามสารที่ต้องการ (PV=SV) บล็อก "ONOFF-G" จะสั่งให้วาล์วปิด (MV=0%)



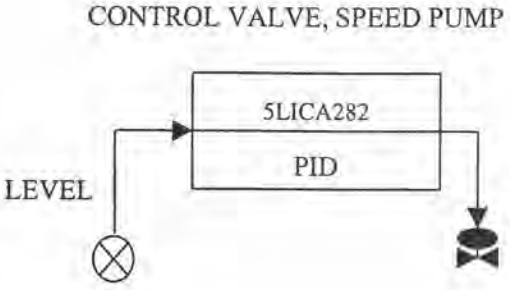
Direct action	Contact 1	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
	Contact 2	ON	OFF	OFF	OFF	ON
	Manipulated variable output	0%	50%	100%	50%	0%
Reverse action	Contact 1	ON	OFF	OFF	OFF	ON
	Contact 2	OFF	OFF	ON	OFF	OFF
	Manipulated variable output	100%	50%	0%	50%	100%

รูปที่ 4.6 กราฟการควบคุมของลูพบล็อก "ONOFF-G"

คุณสมบัติของการใช้ การควบคุมค่าน้ำหนักจากการชั่งโดยตรงโดยใช้บล็อก "ONOFF-G" คือ

- มีความละเอียดสูงเนื่องจากวัดจากน้ำหนักสารที่ได้จริงๆ
- การใช้ ON-OFF, วาล์ว ประหยัดกว่าการใช้วาล์วควบคุม
- เหมาะกับการที่จะเตรียมสารปริมาณน้อยๆ แต่เพื่อต้องการความละเอียดมาก เช่น การควบคุมคะตะลิสท์
- ใช้เวลามากว่า เพื่อการควบคุมโดยใช้อัตราการไหล
- ใช้กับสารที่เป็นของแข็งได้ดี เช่น ชั่งผงก่อนละลายน้ำ

การใช้ระดับสารในการควบคุมปริมาณสารที่ใช้บล็อก โดยใช้ระดับ และ สูพพีไอดี ในควบคุม (5LICA280, 5LICA282)



รูปที่ 4.7 การควบคุมระดับโดยใช้บล็อก "PID"

เป็นการควบคุมแบบดีสครีตพีไอดี (Discret PID Controller) โดยควบคุมระดับสารในถังโดยการเปิดวาล์วควบคุมสารเข้ามากหรือน้อยเพื่อให้ระดับสารอยู่ในระดับที่ต้องการ (SV) สมการคำนวณค่าการควบคุมแบ่งเป็น 2 สมการ ดังนี้

En Algorithm เมื่อระบบมีโหมดการควบคุมเป็น คาสเคสโหมด หรือมีการเปลี่ยน ค่าเซ็ท

$$\Delta MVn = \frac{100}{P_B}\left\{\Delta En + \Delta T(En) + \frac{\tau_d}{\tau_i}\Delta PVn\right\}$$

Mn Algorithm เมื่อระบบมีโหมดการควบคุมเป็น ออโต้โหมด

$$\Delta MVn = \frac{100}{P_B}\left\{\Delta PVn + \Delta T(En) + \frac{\tau_d}{\tau_i}\Delta PVn\right\}$$

MV_n : ค่าการเปลี่ยนแปลงสัญญาณเอาท์พุทที่ใช้ควบคุม

E_n : Deviation (For Direct Action) (PVn-SVn)

$E_n = E_n - E_n$ -1 : ค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดในแต่ละช่วงของ คาบเวลาควบคุมที่คาบเวลา T

T_n : ค่าของ คาบเวลาการควบคุม (Control Period)

PV_n : ค่าการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุท

P_B : P พารามิเตอร์ (Proportional Band %)

T_i : I พารามิเตอร์ (Integral Time (วินาที))

T_d : D พารามิเตอร์ (Derivation Time (วินาที))

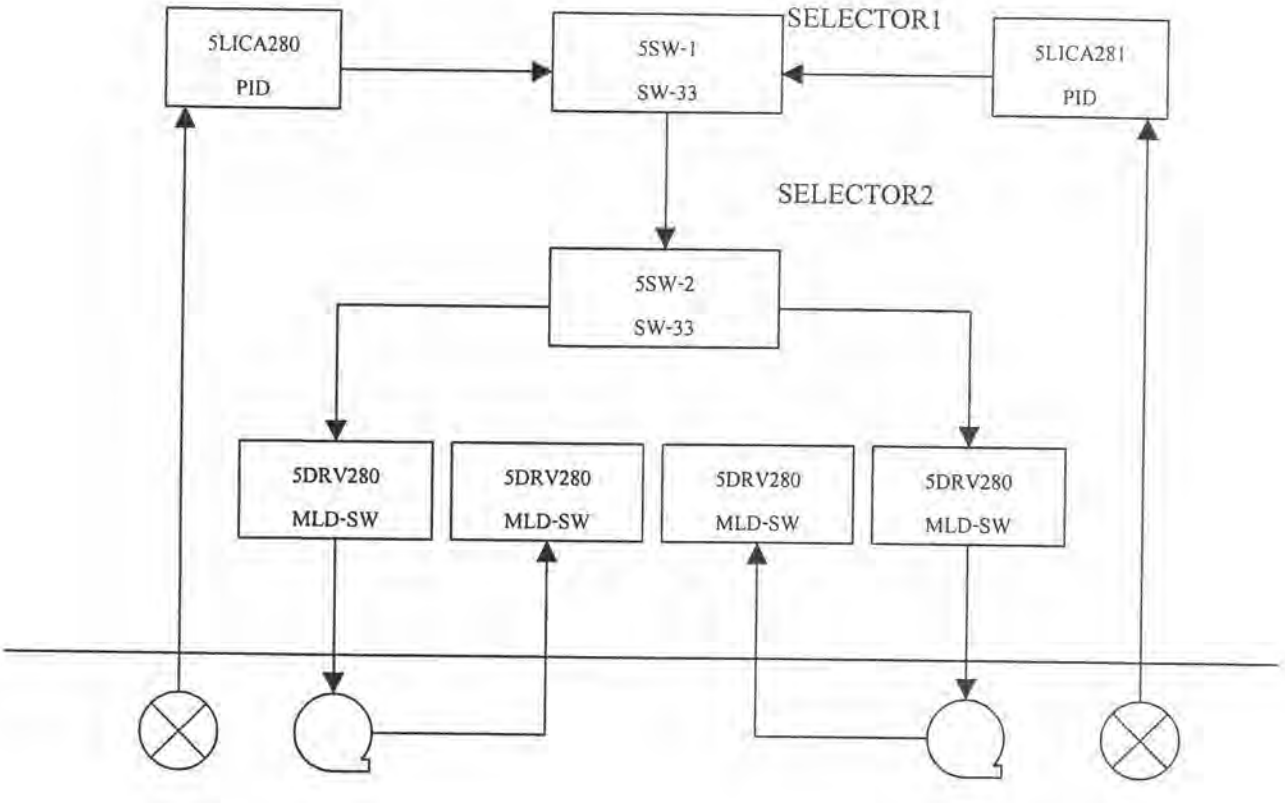
ลูพ พีไอดี จะทำการคำนวณค่าการควบคุม (MV) ส่งไปยังวาล์วควบคุม หรือปรับความเร็วรอบของปั๊ม ให้สามารถควบคุมค่ากระบวนการเข้าสู่ค่าเซ็ทพอยท์ได้

คุณสมบัติของการควบคุมระดับด้วย บล็อก "PID"

- ใช้ควบคุมกระบวนการต่อเนื่องเพื่อรักษาระดับของสารให้อยู่ในระดับที่กำหนด โดยใช้ วาล์วควบคุม (Control Valve) เปิดมาก น้อย เพื่อควบคุม
- ใช้กระบวนการต่อเนื่องไม่มีการหยุด ชะงักเพื่อรอการเติมสาร เพราะการหยุดการเติม จะทำให้สมดุลย์ ของระบบเสียไปได้
- มีราคาแพงกว่า เนื่องจากใช้วาล์วควบคุม
- การควบคุมอาจไม่ละเอียด เท่ากับการชั่ง, ตวงสาร
- ใช้ควบคุมสารในปริมาณมากๆ ได้ ตามขนาดของวาล์วควบคุม

การควบคุมโดยใช้ตัววัดสองตัว และตัวควบคุมสองตัวทำงานขนานกัน (Redundancy)

ในบางการควบคุมที่สำคัญเราต้องการระบบที่สามารถทำงานได้ตลอดเวลา แม้ว่าลูพ ในระบบจะมีปัญหาก็ตาม เพราะฉะนั้น ลูพควบคุมที่สำคัญของลูพจึงต้องการการควบคุมแบบรีดันแดนท์ โดยการใช้ ตัววัดสองตัว และตัวควบคุมสุดท้ายสองตัวดังนี้

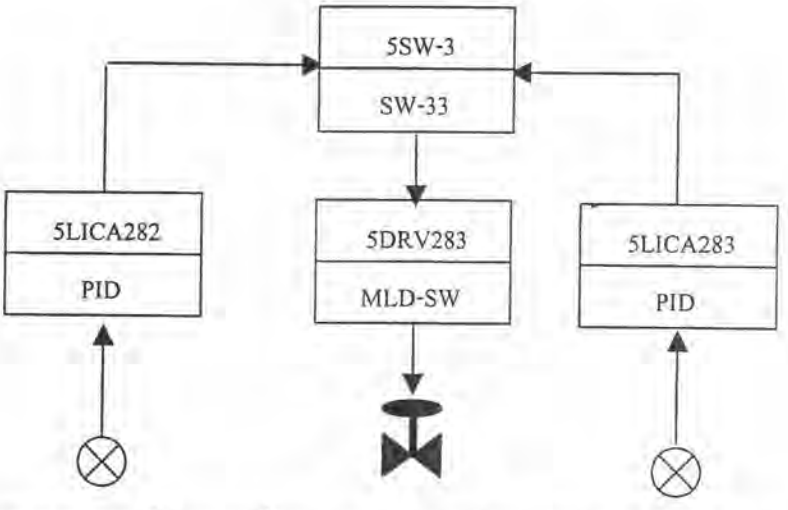


รูปที่ 4.8 ลูพควบคุมแบบรีดันแดนท์ของลูพควบคุมระดับหอ "PREPOLYMERIZE"

ตัวอย่างนี้ จะใช้อุปกรณ์วัดระดับสองตัว ทำงานขนานกันโดยผู้ควบคุมสามารถเลือกใช้ค่าของอุปกรณ์ตัวใดมาเป็นตัวควบคุมได้โดยใช้ สวิทช์ บนหน้ากราฟฟิก เป็นตัวเลือก และในหน้ากราฟฟิกเดียวกัน ผู้ควบคุมสามารถเลือก ปั๊ม ควบคุมความเร็ว ในการควบคุมกระบวนการได้ด้วย และเพื่อไม่ให้ปั๊มแต่ละตัวทำงานหนักมาก เมื่อเลือกปั๊มควบคุมตัวใดแล้วปั๊ม ควบคุมอีกตัวจะปรับให้เดินในความเร็วรอบคงที่ เพื่อช่วยให้ปั๊มที่ควบคุมไม่ต้องควบคุมด้วยความเร็วรอบที่สูงมาก

เมื่ออุปกรณ์วัดระดับหรือปั๊ม ที่ทำการควบคุม เกิดส่งสัญญาณผิดปกติ (Input Open, Output Open) ระบบล็อกความปลอดภัย จะทำงานเปลี่ยนตัวควบคุมเป็นตัวที่หยุดรออยู่

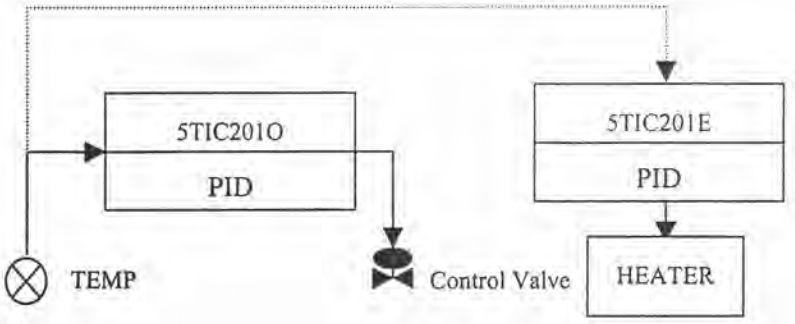
ในการควบคุมหอ "POLYMERIZATION VKTUBE" ก็เช่นกันจะใช้ อุปกรณ์วัดระดับสองชนิดที่แตกต่างกัน วัดค่าระดับและส่งผลไปที่แต่ละหน่วยควบคุมจากนั้นสัญญาณทั้งสองจะมาผ่านสวิทช์ควบคุมและเข้าไปที่หน่วยควบคุมวาล์วสายเข้าดังแสดงในรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ลูพควบคุมแบบรีดันแดนท์ของลูพควบคุมระดับหอ "POLYMERIZE VK TUBE"

การออกแบบลูพควบคุมอุณหภูมิ ด้วยพีไอดีควบคุม ปลอกน้ำมันร้อน และระบบ ฮีตเตอร์

ดังได้กล่าว ถึง พีไอดี ควบคุมระดับของสารมาแล้ว ในลักษณะเดียวกัน แบบจำลองนี้ก็มีตัวอย่างการใช้ลูพ "PID" ควบคุมปลอกน้ำมันร้อนที่ห่อหุ้มรีแอ็คเตอร์ คือ 5TIC201O, 5TIC230O แต่ ในขณะที่ เริ่มให้ความร้อนใหม่ หรือ ระบบ น้ำมันร้อนมีปัญหา ในโรงงานไนล่อนนี้จะใช้ ระบบฮีตเตอร์ไฟฟ้า เปิดปิด เพื่อช่วยให้ความร้อนกับระบบ ได้รวดเร็วขึ้นแต่ ฮีตเตอร์ไฟฟ้า สิ้นเปลืองพลังงานมากกว่า ระบบ น้ำมันร้อนมาก จึงใช้ เพียงช่วงที่จำเป็นเท่านั้น



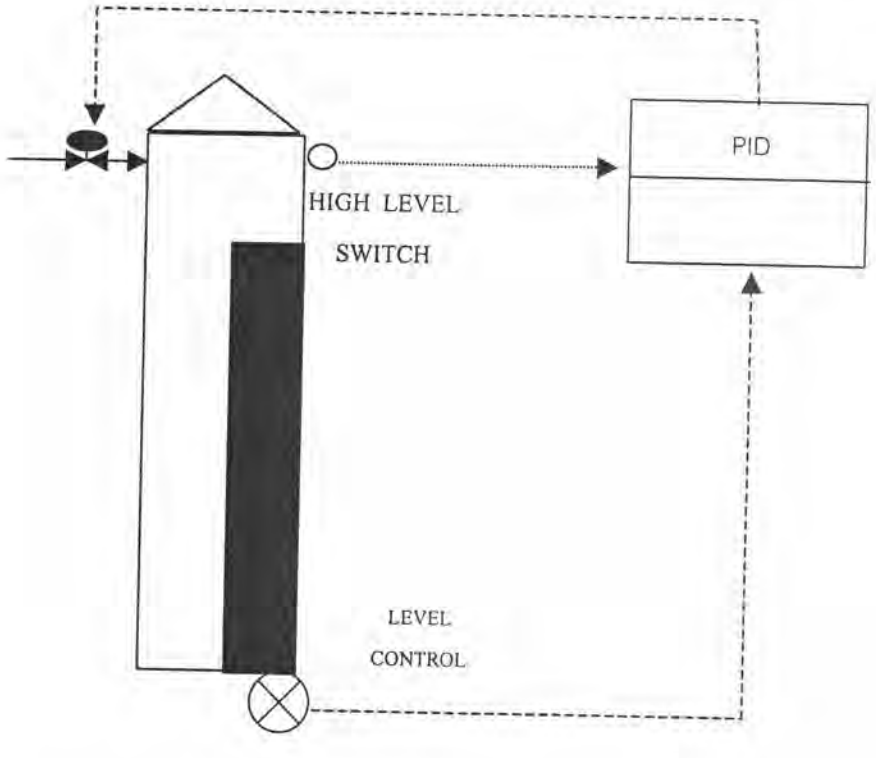
รูปที่ 4.10 การควบคุมอุณหภูมิโดยใช้บล็อก "PID"

การออกแบบระบบตัดเม็ดแบบรีดันแดนท์

ในตัวอย่างโรงงานไนล่อนนี้ ระบบตัดเม็ดได้ออกแบบเป็น 2 สาย ซึ่งโดยการทำงานปกติจะทำงานขนานกัน เพื่อลดภาระของแต่ละสาย แต่ในสภาวะที่สายใดสายหนึ่งผิดปกติ จะสามารถ ใช้อีกสายทำงานเพิ่มชดเชยแทนได้ ดังในรูปที่ 4.33 โดยสายทั้งสองจะออกแบบและใช้ อุปกรณ์ชนิดและขนาดเดียวกันเพื่อง่ายในการเก็บอะไหล่และการบำรุงรักษา

การออกแบบระบบตรวจสอบสัญญาณ

ในจุดติดตั้งสัญญาณควบคุมบางจุด จะเป็นจุดที่ง่ายต่อความเสียหายและ การวัดที่ไม่ตรงกับความเป็นจริง (Signal Error) ดังนั้นการติดตั้งสัญญาณควบคุมอาจมีการติดสัญญาณดิจิตอลตรวจสอบการวัดเพื่อเป็นสัญญาณเตือนและบอกความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์วัดและส่งสัญญาณควบคุม เนื่องจาก เช่น ตัวอย่างในรูปที่ 4.11 มีการติด "LEVEL SWITCH" ในถังเพื่อเตือนบอกระดับน้ำสูงในถังที่มีการติดอุปกรณ์วัดระดับแบบ "DIFF. PRESSURE" เพื่อ ตรวจสอบอีกครั้งว่าอุปกรณ์วัดและส่งสัญญาณระดับทำงานถูกต้อง เพราะถ้าอุปกรณ์ทำงานผิดพลาดอาจหมายถึงสารมีการล้นออกจากถังได้



รูปที่ 4.11 การใช้ "LEVEL SWITCH" ตรวจสอบสัญญาณ "LEVEL CONTROL"

การออกแบบ การควบคุมแบบซีเควันซ์และ ระบบล็อกความปลอดภัย

ระบบการควบคุมแบบ ซีเควันซ์เป็นการควบคุม การทำงานระบบอย่างเป็นขั้นๆ ในแต่ละขั้นก็จะมีการควบคุมกระบวนการย่อยในระบบควบคุม แต่ละระบบจะมีภาษา หรือวิธีเขียน การควบคุมแบบซีเควันซ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งจะมีข้อดีและข้อเสีย ความสะดวกในการใช้ และความง่ายในการเข้าใจแตกต่างกันผู้เขียน ยกตัวอย่าง วิธีการเขียน ซีเควันซ์ ที่ใช้บ่อยในระบบควบคุม เช่น

- ระบบแผนภูมิแลดเดอร์"Ladder Diagram" (ของบริษัท Foxboro และของพีแอลซี)

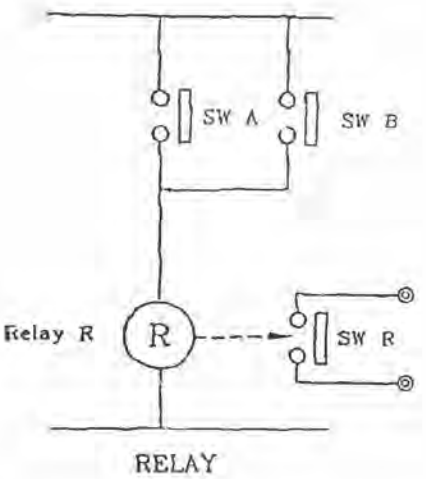
- ระบบภาษาคอมพิวเตอร์ "Dialog Program" (ของบริษัท Honywell)

- ระบบแผนภูมิลำดับ "Sequence Charge" (ของบริษัท Semens)

- ระบบแผนภูมิเงื่อนไข "Logic Diagram" (ของบริษัท Semens)

- ระบบ ตารางซีเควินซ์ "Sequence Table" (ของบริษัท Yokogawa)

คุณสมบัติทั่วไปของระบบแผนภูมิแลดเดอร์ "Ladder Diagram" จะเป็นภาษาพื้นฐานในการเขียน โดยเลียนแบบสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นหลักการเขียน จะต้องมีพื้นฐานความรู้ทางไฟฟ้าค่อนข้างมาก การเขียนปกติจะใช้สำหรับการเขียน ระบบล็อก ง่ายๆ หรือใช้ในการควบคุม พีแอลซี การเขียนกับการใช้งาน ขั้นตอนที่ซับซ้อน จะยุ่งยากทั้งการทำและการหาที่ผิด แต่ปัจจุบันมี ซอฟแวร์ เข้ามาช่วยทำให้การเขียนง่ายขึ้น

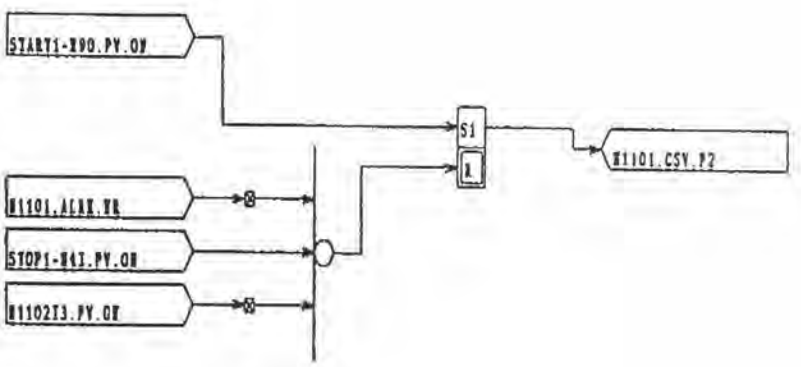


รูปที่ 4.12 แลดเดอร์ทางไฟฟ้า

ระบบภาษาคอมพิวเตอร์ "Dialog Program" เช่น (ภาษาเบสิก, ภาษาโฟรแทรน ฯลฯ) การเขียนจะคล้ายภาษามนุษย์มากที่สุด ลักษณะทั่วไปจะเขียนเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ทั่วไปเหมาะกับการ

เขียน การควบคุมแบบซีเควันซ์ที่ยุ่งยาก หรือมีฟังก์ชันพิเศษในการคำนวณยังรูปไปถึงการคำนวณต่างๆ ด้วย แต่การเขียน ภาษาจะทำให้ใช้เนื้อที่ในการเก็บมาก และผู้เขียนจะต้องมีความสามารถทางการเขียนโปรแกรมภาษาด้วย

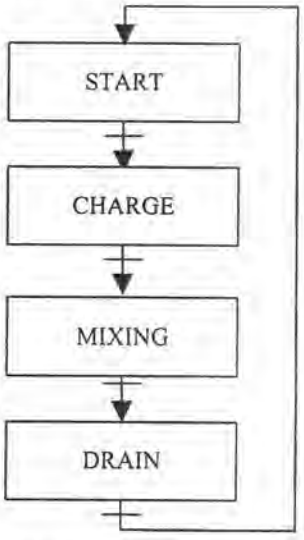
ระบบแผนภูมิเงื่อนไข "Logic Diagram"



รูปที่ 4.13 ลอจิกของซีเควันซ์

คุณสมบัติเงื่อนไข เป็นภาษาภาพที่ใช้แทนความเข้าใจทำอ่านง่าย และเข้าใจการทำงานในปัจจุบันง่าย การแก้ไขก็ทำได้ง่าย เพราะเป็นระบบ หน้ากราฟฟิก และยังแสดงผลการควบคุมโดยการเปลี่ยนสีเส้นได้ด้วย ทำให้เข้าใจการทำงานปัจจุบัน เหมาะในการใช้ทำ ระบบล็อก หรือ การควบคุมลำดับอย่างง่ายๆ เพราะถ้ามีการควบคุมลำดับที่ยุ่งยาก การเขียนยิ่งยุ่งยาก และเปลื้องเนื้อที่ค่อนข้างมาก

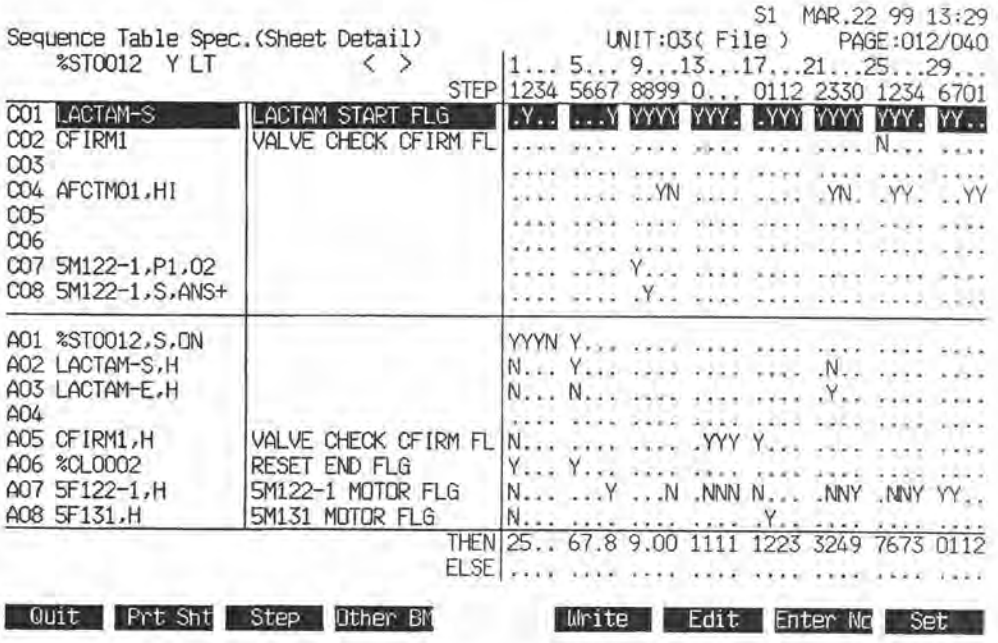
ระบบแผนภูมิลำดับ"Sequence Charge"



รูปที่ 4.14 ระบบแผนภูมิลำดับ

คุณสมบัติของ ระบบแผนภูมิลำดับ "Sequence Diagram" เป็นภาษาภาพที่ใช้แทนความเข้าใจซึ่งง่ายในการเข้าใจและแก้ไข และยังแสดงผลการควบคุมโดยการเปลี่ยนสีแสดงลำดับขั้นตอนการทำงาน แต่โดยทั่วไปจะใช้เป็น ซีเควันซ์ การทำงานหลักเพื่อเรียกไป ซีเควันซ์ การทำงานย่อยอื่น ซึ่งอาจเขียนด้วย ระบบโปรแกรมภาษา, ระบบลอจิก, ระบบแลดเดอร์ หรือ ระบบเป็นตารางซีเควันซ์ ก็ได้ ระบบแผนภูมิลำดับนี้จะเหมาะกับระบบการควบคุมลำดับขั้นที่มีขั้นตอนยุ่งยากแต่ไม่เหมาะจะใช้ในระบบล็อกง่ายๆ

การเขียน ตารางซีเควนซ์ (เป็นภาษาเฉพาะของทาง บริษัทโยโกกาวา)



```
                                                        S1  MAR.22 99 13:29
Sequence Table Spec.(Sheet Detail)                  UNIT:03( File )    PAGE:012/040
    %ST0012  Y LT              < >          1... 5... 9...13...17...21...25...29...
                                       STEP 1234 5667 8899 0... 0112 2330 1234 6701
C01 LACTAM-S          LACTAM START FLG      .Y..  ...Y YYYY YYY. .YYY YYYY YYY. YY..
C02 CFIRM1            VALVE CHECK CFIRM FL  .... .... .... .... .... .... N... ....
C03                                         .... .... .... .... .... .... .... ....
C04 AFCTM01,HI                              .... .... ..YN .... .... .YN. .YY. ..YY
C05                                         .... .... .... .... .... .... .... ....
C06                                         .... .... .... .... .... .... .... ....
C07 SM122-1,P1,02                           .... .... Y... .... .... .... .... ....
C08 SM122-1,S,ANS+                          .... .... .Y.. .... .... .... .... ....
-------------------------------------------------------------------------------------
A01 %ST0012,S,ON                            YYYN Y... .... .... .... .... .... ....
A02 LACTAM-S,H                              N... Y... .... .... .... .N.. .... ....
A03 LACTAM-E,H                              N... N... .... .... .... .Y.. .... ....
A04                                         .... .... .... .... .... .... .... ....
A05 CFIRM1,H          VALVE CHECK CFIRM FL  N... .... .... .YYY Y... .... .... ....
A06 %CL0002           RESET END FLG         Y... Y... .... .... .... .... .... ....
A07 SF122-1,H         SM122-1 MOTOR FLG     N... ...Y ...N .NNN N... .NNY .NNY YY..
A08 SF131,H           SM131 MOTOR FLG       N... .... .... .... .Y.. .... .... ....
                                       THEN 25.. 67.8 9.00 1111 1223 3249 7673 0112
                                       ELSE .... .... .... .... .... .... .... ....

 Quit   Prt Sht   Step   Other BK                Write   Edit   Enter No   Set
```

รูปที่ 4.15 แสดงตัวอย่างตารางซีเควนซ์

เพื่อรวมทั้งข้อดีของการเขียนแบบแลดเดอร์ และแบบซีเควนซ์ลำดับขั้น เข้าด้วยกับการเขียนจะเป็น ภาษาอักษรทั้งหมดทำให้ใช้หน่วยความจำน้อย และสามารถเขียนการควบคุมขั้นตอน ยุ่งยากได้ง่าย แต่เป็นภาษาที่ค่อนข้างเฉพาะเจาะจง ทำให้ ยากในการเข้าใจ ผู้ที่ไม่มีพื้นฐานความรู้ จะไม่สามารถอ่านออกได้ ไม่เหมือนภาษาภาพ หรือภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งผู้ที่มีความทางด้านโปรแกรมก็สามารถอ่านเข้าใจได้ เราจะอธิบายการเขียน ตารางซีเควนซ์ให้เข้าในต่อไป

หลักในการเขียนการควบคุมแบบ ซีเควินซ์ และ ระบบล็อก

เช่นเดียวกับการออกแบบลูพควบคุม การออกแบบการควบคุมซีเควินซ์จะไม่มีหลักแน่นอนตายตัว แต่มีข้อควรคำนึงถึงดังนี้

- ลักษณะของอุปกรณ์ที่ใช้
- ลักษณะของระบบกระบวนการอันตรายหรือสำคัญ
- ความรวดเร็วที่ต้องการในการควบคุม
- ความง่ายในการทำความเข้าใจและแก้ไข
- เอกสารประกอบควรจะแก้ไขตลอดทุกครั้งที่มีการแก้ไข
- ความเข้าใจ ของผู้ใช้งาน
- การใช้ล็อกนั้น วิศวกรควรจะสามารถจะทำการยกเลิกการทำงานแบบล็อกชั่วคราวได้โดยไม่ยากนัก เพื่อการซ่อมแซม หรือวัตถุประสงค์อื่น

ตัวอย่างการออกแบบระบบการควบคุมแบบขั้นตอน และการออกแบบเงื่อนไข

ในโรงงานไนล่อนนี้ จะเป็นตัวอย่างหนึ่งที่ผู้อ่านสามารถนำไปปรับใช้กับระบบอื่นๆ ได้ ในรูปแบบจะนำเสนอในรูปแบบของ เพื่อง่ายในการเข้าใจ ในตัวอย่างนี้ เป็นการเตรียม คาร์โปแลคแทม เพื่อนำไปทำปฏิกิริยาเป็นไนล่อน ซึ่งมีขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

ความหมายของส่วนต่างๆ ในตารางซีเควันซ์

หมายเลขของตาราง ซีเควันซ์ (Sequence Table Number)

ตาราง ซีเควันซ์ แต่ละหน้าจะถูกกำหนดให้มีหมายเลขต่างกัน โดยระบุเป็น %STnnnn เมื่อ nnnn คือค่าพิสัยที่อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0001 ถึง 0040

สัญลักษณ์ (Symbols)

อุปกรณ์แต่ละตัวจะถูกแทนด้วยสัญลักษณ์แตกต่างกันไปตามชนิดและหมายเลขประจำตัวของอุปกรณ์ ซีเควันซ์ นั้นๆ เช่น Contact I/O , Timer / Counter

ดังตัวอย่างเช่น : Timer : %TM nnnn

: Contact Input : % DI nnnn

โดย nnnn แสดงถึงลำดับหมายเลขของ อุปกรณ์ ซีเควันซ์ นั้นๆ

แถว (Rules)

แถว (Rules) คือ กฎทางตรรกศาสตร์ที่แต่ละแถวจะถูกระบุด้วยหมายเลข แถว(Rule Number) โดยแต่ละช่องของ เลขแถว (Rule Number) หนึ่งๆ ที่ตรงกับแถวของ เงื่อนไข และสัญญาณสั่งสามารถเลือกกำหนดสภาวะเงื่อนไขให้เป็น "Y", "N" อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือไม่ก็ปล่อยว่างเอาไว้ เมื่อ เงื่อนไขไม่เกี่ยวข้องกับ เลขแถว (Rule Number) นั้น ตารางซีเควันซ์ จะทำการทำตามลำดับหมายเลขแถว (Rule Number)

แถว (Rule) ถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. เงื่อนไข (Condition Rules)
2. คำสั่ง (Action Rules)

เงื่อนไข (Condition Rules)

สำหรับ เงื่อนไข (Condition Rules) ของ เลขแถว (Rule Number) ที่ 1 ตามตาราง 4.3 สรุปได้ดังนี้คือ

ตารางที่ 4.3 ฟังก์ชันของตารางซีเควินซ์

Symbol	Rule Number
%DI0001	Y
%DI0002	N

จากตารางที่ 4.3 %DI0001 Y หมายถึง เงื่อนไข Condition จะสอดคล้องตรงกับสถานะการณ์ (Event) เมื่อหน้า Contact ของ %DI0001 มีสถานะ ON

%DI0002 N หมายถึง เงื่อนไข Condition จะสอดคล้องตรงกับสถานะการณ์ (Event) เมื่อหน้า Contact ของ %DI0001 มีสถานะ ON และ %DI0002 มีสถานะ OFF

ดังนั้น เลขแถว (Rule Number) 01 จะสอดคล้องกับเหตุการณ์ (Valid) ก็ต่อเมื่อ %DI0001 มีสถานะ ON และ %DI0002 มีสถานะ OFF

แถวคำสั่ง (Action Rule)

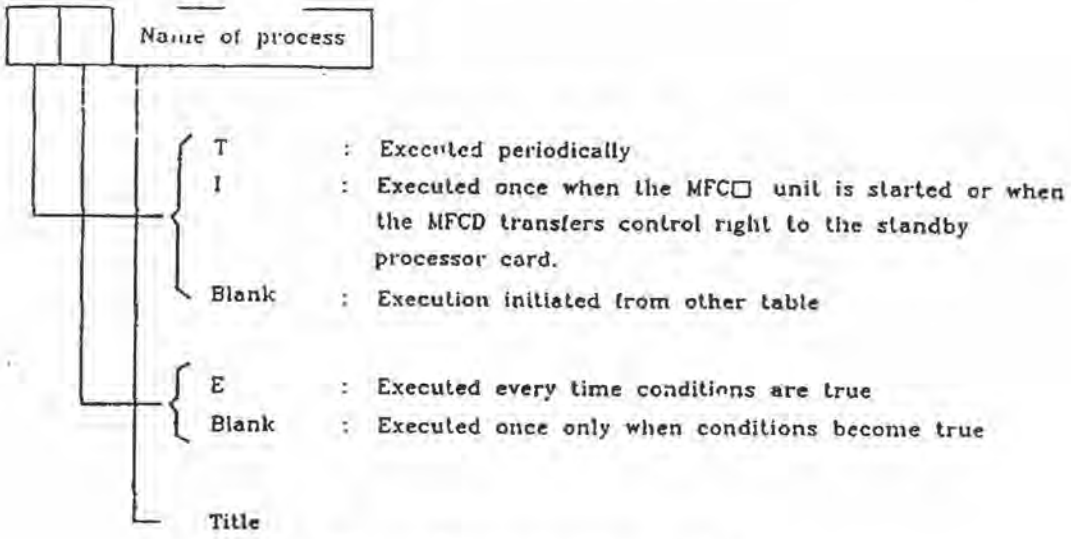
ถ้าหากว่า เงื่อนไข (Condition Signal) ทุกตัวที่อยู่ในแนวของหมายเลขแถว (Rule No.) เดียวกัน สอดคล้องและตรงกับเงื่อนไขทางตรรกที่กำหนดไว้ย่อมส่งผลทำให้เกิดการกระทำต่อ คำสั่ง(Action Signal) จะขึ้นกับประเภทของ อุปกรณ์ซีเควินซ์ (Sequence Elements) นั้นๆ ดังตัวอย่างเช่น อุปกรณ์ ซีเควินซ์เป็น Contact Output (%DOnnnn)

"Y" (Action) หมายถึง การปิดหน้า Contact (Turn Contact On)

"N" (Action) หมายถึง การเปิดหน้า Contact (Turn Contact Off)

" " หมายถึง ไม่มีการกระทำ

เลข สเต็พ คือจำนวน เลขสเต็พมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 99 ในกรณีที่สเต็พ มีค่าระหว่าง 1 ถึง 99 จะพบว่าสเต็พ นั้น จะได้รับการทำงาน ก็ต่อเมื่อลำดับการควบคุม ถึงสเต็พนั้น นั้น แต่ถ้า สเต็พของตารางซีเควันซ์นั้น ทุกตัวมีค่าเป็น 0 จะพบว่าทุกแถวจะมีโอกาสได้รับการทำงาน ที่เวลาเดียวกัน



รูปที่ 4.18 ลักษณะและคาบเวลาการทำงาน

ลักษณะและคาบเวลาการทำงาน (Execution Timing and Action) เป็นพารามิเตอร์ ที่ใช้ในการบรรยายลักษณะการทำงานของ ตารางซีเควันซ์ โดยสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ ดังนี้

- คาบเวลาการทำงาน (Execution Timing) เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดลงในช่องแรก ทางด้านซ้ายสุดประกอบด้วย

T : เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดให้ ตารางซีเควันซ์ ทำการทำงาน ทุกๆ คาบ (Period)

I :เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดให้ ตารางซีเควินซ์การทำงานเพียงครั้งเดียวเมื่อ MFCU หรือ MFCD ได้รับการ เริ่มทำงานครั้งแรก (start – up)

Blank : ช่องว่าง (Blank) เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดให้ ตารางซีเควินซ์ ถูกสั่งเริ่ม ทำงานจากตาราง อื่น

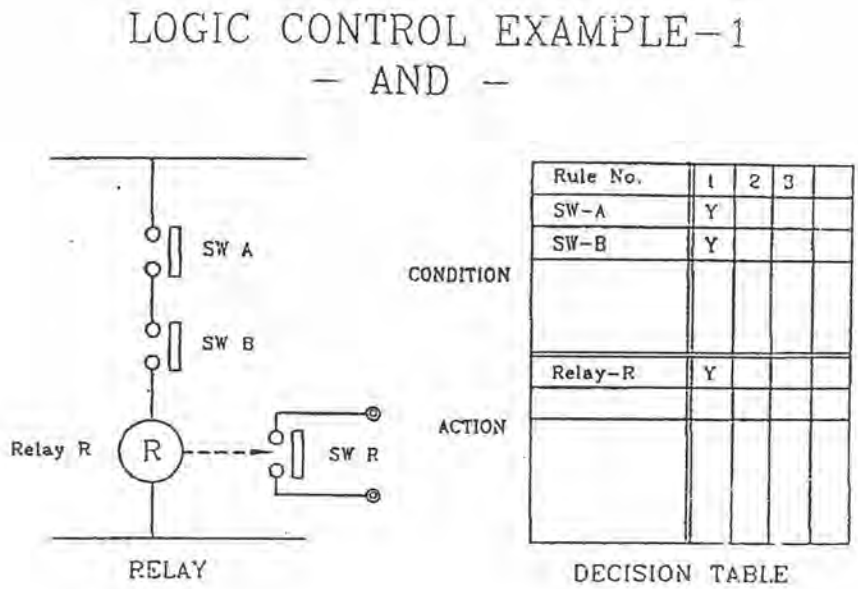
- ลักษณะการทำงาน (Execution Action) เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดลงในช่องที่ 2 จากซ้ายมือ ประกอบด้วย

E : เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดให้ ตารางซีเควินซ์ ทำการทำงาน ทุกๆ ครั้ง ตราบเท่าที่สถานะของ เงื่อนไข (Condition Signal) ตรงกับเงื่อนไขของตรรกใน เลขแถวนั้น

Blank : ช่องว่าง (Blank) เป็นพารามิเตอร์ที่กำหนดให้ ตารางซีเควินซ์ ทำการทำงาน ครั้งหนึ่ง เมื่อสถานะของเงื่อนไข (Condition Signal) เปลี่ยนจากสถานะไม่สอดคล้องตรงกับเงื่อนไขของตรรกกลายเป็นสอดคล้องกับเงื่อนไขตามตรรกของ เลขแถวนั้น

ข้อเปรียบเทียบความคล้ายคลึงระหว่าง ระบบแลดเดอร์ทางไฟฟ้า (Relay Ladder Diagram) กับตารางซีเควินซ์ เพื่อเป็นตัวอย่างในการเขียนตารางซีเควินซ์ ตัวอย่างในรูปที่ 4.19 และ 4.20 ซึ่งเป็นตัวอย่าง การใช้ ลอจิก “และ” และ “หรือ” ตามลำดับ

ลอจิก แบบ และ (AND LOGIC)

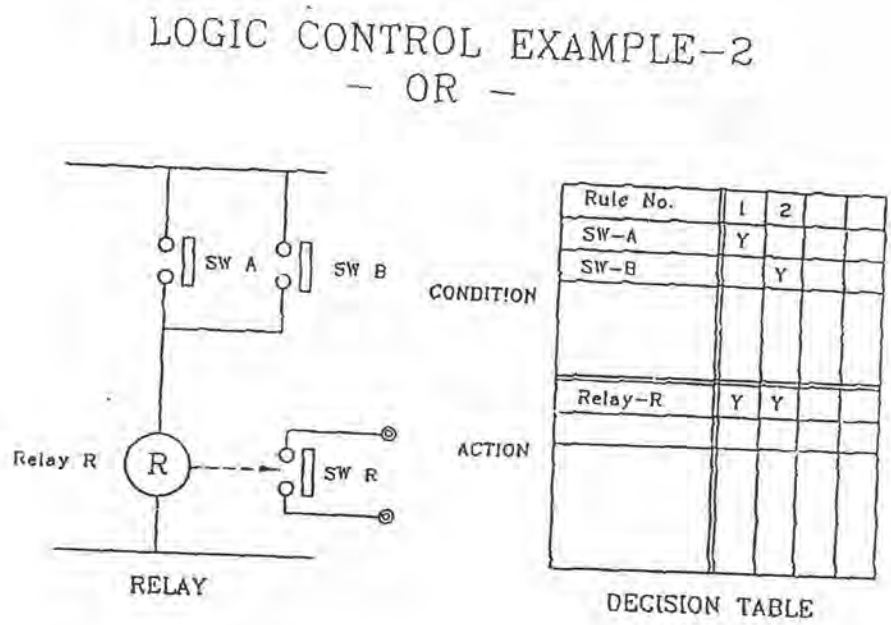


รูปที่ 4.19 ตรรก "และ" (AND) ของแลดเดอร์ และตารางซีเคว็นซ์

คำอธิบาย

จากรูปที่ 4.19 พบว่าการที่จะทำให้ Relay R ตามแลดเดอร์ทำงานได้ก็ต่อเมื่อทั้ง SW-A และ SW-B มีสภาวะ ON ถ้าหากต้องการนำเอาหลักการของเงื่อนไข (AND) ข้างต้นที่ว่ามาแล้วกรอกลงในตารางซีเคว็นซ์ ทางด้านขวามือสามารถกำหนดได้ดังนี้ โดยกำหนดให้ SW-A และ SW-B เป็น เงื่อนไข และกำหนดให้ Relay-R เป็น ส่วนคำสั่ง ค่าตรรกทั้ง เงื่อนไข 1 และ คำสั่งอยู่ในแถวอันเดียวกัน ซึ่งเราเรียกว่า Rule โดยสภาวะ ON ของ สวิทซ์ และ Relay R ถูกแทนด้วย ตรรก Y ข้อสังเกต คือ ตรรกของ SW-A และ SW-B อยู่ในแนว Rule เดียวกัน อันหมายถึงการ AND กัน

ลอจิกแบบ หรือ (OR LOGIC)



รูปที่ 4.20 ตรรก "หรือ" (OR) ของแลดเดอร์ และตารางซีเควินซ์

คำอธิบาย

จากรูปที่ 4.20 พบว่าที่จะทำให้ Relay R ตาม แลดเดอร์ ทำงานได้ ก็ต่อเมื่อ SW-A หรือ SW-B อย่างน้อย ตัวใดตัวหนึ่งมีสภาวะ ON ถ้าหากนำหลักการข้างต้นมากรอกลงใน ตารางซีเควินซ์ ทางด้านขวามือ โดยกำหนดให้ SW-A และ SW-B เป็น เงื่อนไข และ Relay R เป็น คำสั่ง ตามลำดับ สภาวะ ON ของสวิทซ์และ Relay R ถูกแทนด้วยตรรก Y เนื่องจากเป็นตรรก "OR" ตรรกของ SW-A และ SW-B จึงอยู่ต่าง แถว กัน แต่มีการ คำสั่ง กับ Relay R ตัวเดียวกัน

ง. การออกแบบ ระบบอินเตอร์เฟสกับมนุษย์

ระบบอินเตอร์เฟสกับมนุษย์ (Man Machine Interface) เป็นระบบการช่วยที่ช่วยติดต่อระหว่างพนักงานที่ควบคุมกับหน่วยควบคุมให้มีความสะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น และปลอดภัยในการควบคุม ยิ่งขึ้น ในระบบของ μXL จะมีระบบช่วยในการอินเตอร์เฟสกับมนุษย์ ดังนี้

ระบบระดับความปลอดภัย (Security Level)

การมีระบบระดับความปลอดภัยก็เพื่อลดปัญหาเนื่องจากการใช้งาน ระบบอินเตอร์เฟสกับมนุษย์ (Operator Station) อย่างไม่ถูกต้องและ เพื่อเป็นการจำกัดขอบเขตของการใช้งานในแบบระบบอินเตอร์เฟสกับมนุษย์ (Operator Station) ให้อยู่ภายใต้เงื่อนที่เหมาะสมและถูกต้องไม่ว่าจะเป็นการใช้งาน หรือการแสดงภาพที่หน้าจอ ทั้งนี้เราสามารถกำหนด ขอบเขตเหล่านี้ได้ ซึ่งแยกได้เป็น 2 ประเภท

1. กำหนดเงื่อนไขจากตำแหน่งของกุญแจ (Keylock Mode Switch)
2. กำหนดเงื่อนไขจากระดับความปลอดภัยของแท็ก (Tag Access Levels)

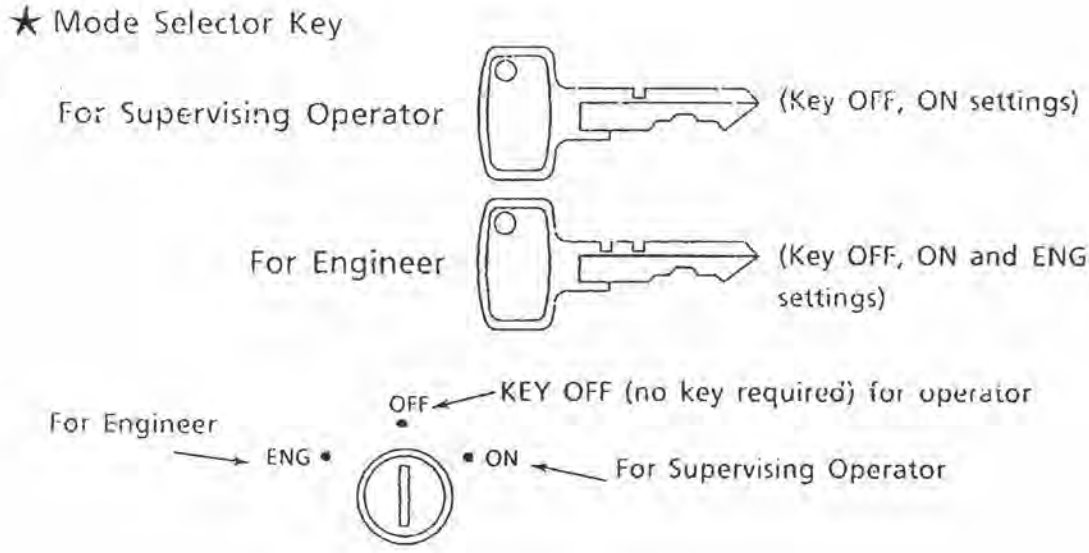
กำหนดเงื่อนไขจากตำแหน่งของกุญแจ (Keylock Mode Switch) ฟังก์ชันของ การอินเตอร์เฟสกับมนุษย์ ถูกแบ่งเป็น ระดับปิด (ไม่มีกุญแจ) ระดับพนักงานควบคุม (Operator key) และ ระดับวิศวกร (Engineering key) ซึ่งถูกแยกโดยตำแหน่งของกุญแจ ดังรูป 4.18

การออกแบบ ระบบระดับความปลอดภัย (Security Level) โดยปกติจะแบ่งเป็น 3 ขั้นดังนี้

1. เมื่อไม่มีกุญแจเลย (OFF) จะสามารถดูกระบวนการและค่าตัวแปรต่างๆได้ แต่ไม่สามารถ แก้ไขค่าตัวแปรได้ เพื่อป้องกันบุคคลที่ไม่เกี่ยวข้องแก้ไขค่าตัวแปรได้

2. เมื่อมีกุญแจระดับพนักงาน(Operator Key) จะสามารถดูกระบวนการและค่าตัวแปรต่างๆได้ รวมทั้งสามารถแก้ไขค่าการควบคุมต่างๆได้ แต่ไม่สามารถแก้ไขโปรแกรมการควบคุมได้

3. เมื่อมีกุญแจระดับวิศวกร (Engineering Key) จะสามารถควบคุมกระบวนการทั้งหมดและสามารถแก้ไขโปรแกรมการควบคุมได้



รูปที่ 4.21 กุญแจความปลอดภัย

การออกแบบ สัญญาณเตือน

การออกแบบ สัญญาณเตือนเพื่อบ่งบอกสิ่งผิดปกติ ในการปฏิบัติการของระบบควบคุม โดยจะมีวันเวลากำกับไว้ เสียงและสีแต่ละสีจะบ่งบอกถึงความหมายที่ต่างกัน เช่น เราอาจให้เมื่อเกิด สัญญาณเตือน นั้น นอกจากมีเสียงแล้วยังมีการเปลี่ยนสีด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นการแยกว่าเกิด สัญญาณเตือน จากอะไร ซึ่งสีนี้แยกตามสถานะของการ เช่น

- อันตราย : สีแดง
- ระวัง : สีเหลือง

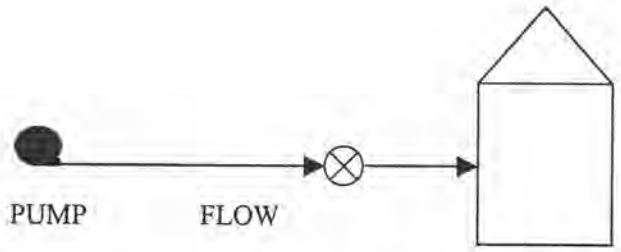
- ไม่รับสัญญาณเตือน : สีน้ำเงิน
- จำลองค่า : สีฟ้า
- ปกติ : สีเขียว
- ไม่มีสัญญาณ : สีขาว

นอกจากนี้เรายังสามารถออกแบบความสำคัญของ สัญญาณเตือน ได้ตาม (Tag Important Level) ดังนี้

ตารางที่ 4.4 ระดับความสำคัญของสัญญาณเตือน

Tag Importance	Alarm Priority
0	High Priority Alarm
1	Medium Priority Alarm
2	Low Priority Alarm
3	Recording Alarm

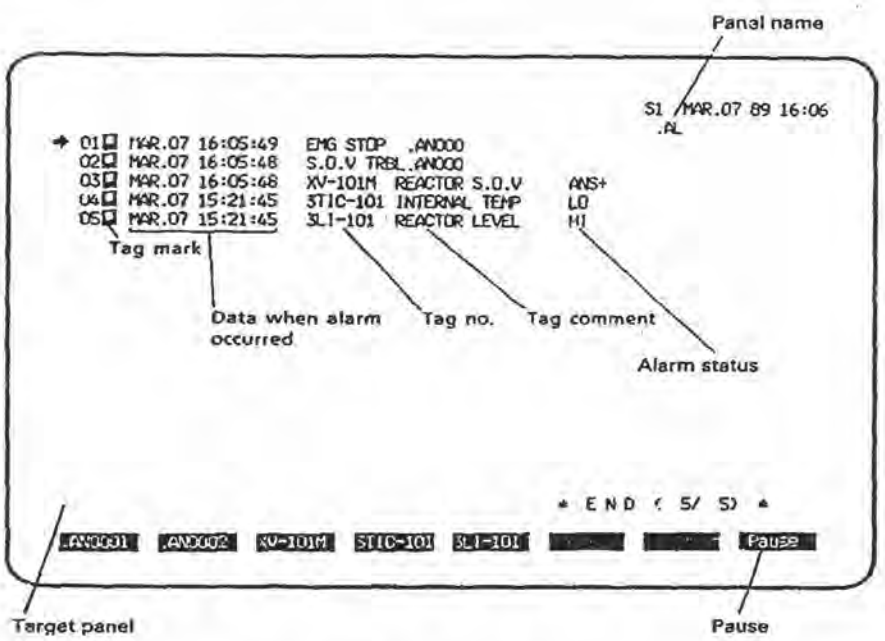
การออกแบบสัญญาณเตือน ควรจะตั้งเฉพาะที่สำคัญและใช้งานจริงๆ เพราะ การมีสัญญาณเตือน มากเกินไปจะทำให้พนักงานควบคุมละเลยไม่สนใจ สัญญาณเตือน ที่เกิดขึ้น นอกจากนั้นยังเปลื้องกระดาษที่พิมพ์ สัญญาณเตือน จำนวนมากอีกด้วย ตัวอย่าง สัญญาณเตือน ที่เกินจำเป็นเช่นตัวอย่างที่ตัวอย่างในรูปที่ 4.22



รูปที่ 4.22 ประกอบสัญญาณเตือนที่ไม่จำเป็น

การวัด อัตราการไหล (Flow Meter) ตัวนี้จะ สัญญาณเตือนอัตราการไหลต่ำ เพื่อบอกว่ามีการอุดตันในท่อหรือมีความเสียหายเกิดขึ้นกับวาล์ว หรือไม่ แต่ในกรณีที่ ปั๊มหยุดทำงาน ย่อมไม่มีสารไหล ก็จะเกิดสัญญาณเตือนอัตราการไหลต่ำเสมอ สัญญาณเตือนนี้ จึงควรเช็คการทำงานของปั๊มด้วย

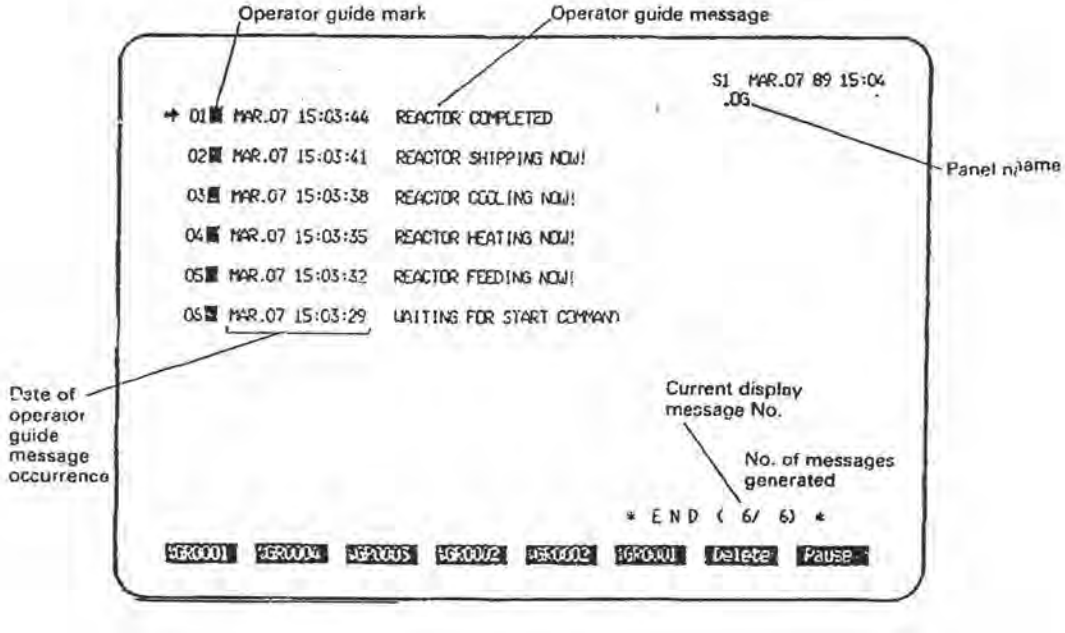
การออกแบบ สัญญาณเตือน ลดให้เหลือเฉพาะที่สำคัญนั้นเป็นเรื่องที่ยากมากเรื่องหนึ่งของระบบควบคุมแบบดีซีเอส เพราะผู้ออกแบบจะต้องมีความรู้ลึกซึ้งกับระบบของการควบคุมอย่างมาก



รูปที่ 4.23 หน้ารวมสัญญาณเตือน

การออกแบบคำแนะนำของพนักงานควบคุม (Operator Guide Message)

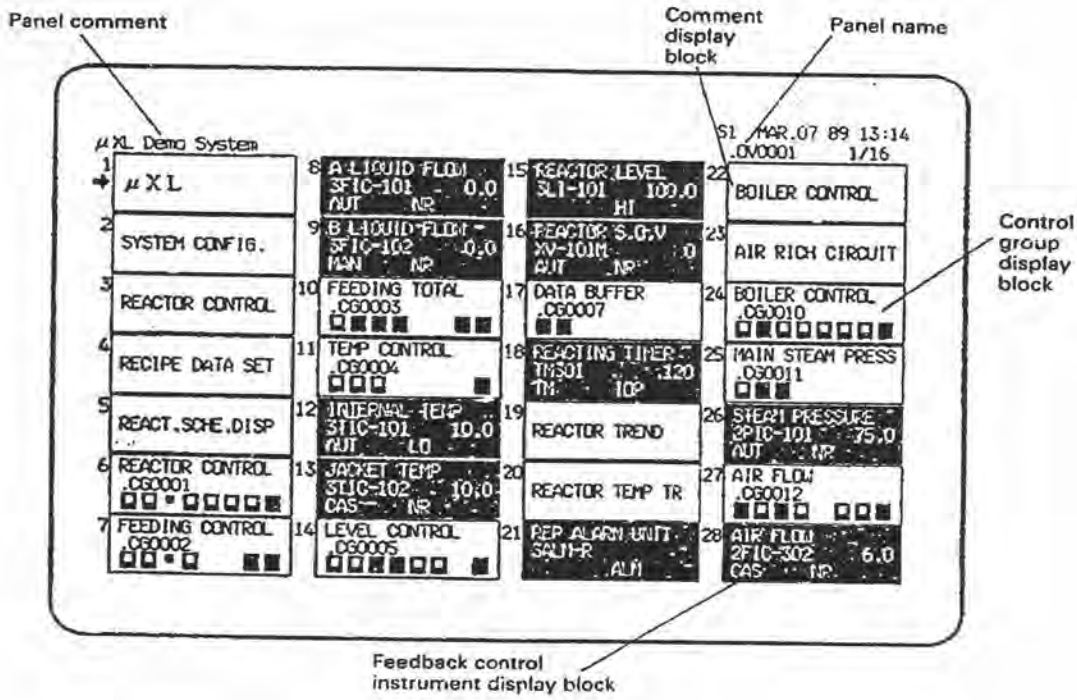
คำแนะนำของพนักงานควบคุม เรียกให้ปรากฏโดยใช้คีย์ "S3" ซึ่งเป็นหน้าที่แสดงข้อความต่างๆ ซึ่งเกี่ยวข้องกับเหตุการณ์ต่างๆ โดยถูกสั่งจากตารางซีเควินซ์ โดยจะเกิดขึ้นตามลำดับก่อนหลังตามเหตุการณ์ต่างๆ เพื่อช่วยแนะนำการทำงานการควบคุมหรือบอกเหตุการณ์ต่างๆในกระบวนการเช่น การเริ่มต้นแบทช์ หรือการสิ้นสุดกระบวนการแต่ละแบทช์ และยังเป็นเครื่องบันทึกเวลาในเหตุการณ์นั้นๆด้วย สีที่ใช้สามารถบ่งบอกถึงลักษณะที่ต่างกันของเหตุการณ์หรือลักษณะต่างกันของกระบวนการได้



รูปที่ 4.24 หน้า คำแนะนำพนักงานควบคุม

การออกแบบหน้าโอเวอร์วิว (Overview Panel)

หน้าโอเวอร์วิวเป็นหน้าแสดงภาพรวมของกระบวนการทั้งหมดหรือกระบวนการย่อยโดยหน้าโอเวอร์วิวใน 1 หน้า ประกอบด้วย บล็อกย่อย 28 บล็อก โดยในแต่ละบล็อกสามารถกำหนดข้อความต่าง ๆ เพื่อเป็น คำอธิบาย และบอกให้ทราบว่าใน กระบวนการ มีอะไรอยู่บ้าง เช่น มีตัวควบคุมอะไรบ้าง กลุ่มของตัวควบคุมอยู่ที่หน้าใดหรือกราฟฟิกของ กระบวนการ อยู่ที่หน้าใด และบล็อกที่ถูกกำหนดเป็นตัวควบคุมสามารถเปลี่ยนสีได้เมื่อเกิดสัญญาณเตือนรวมทั้งพลิกไปหน้าควบคุมตามที่มีอยู่ในบล็อกก็ได้ การเรียกหน้าโอเวอร์วิว ทำได้โดยใช้คีย์ "#" ดังนั้นหน้านี้จึงเป็นการสรุปโดยรวมว่าระบบ ทั้งหมดประกอบด้วยอะไรบ้าง (ดูรูปที่ 4.25)



รูปที่ 4.25 หน้าโอเวอร์วิว

ใน หน้าโอเวอร์วิวแต่ละหน้าประกอบด้วย 28 บล็อก โดยบล็อก เหล่านี้แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ บล็อกแสดงข้อมูลแท็กเดียว, บล็อกแสดงคำอธิบาย และบล็อกแสดงหน้าควบคุมหน้าอื่น

- บล็อกแสดงข้อมูลแท็กเดียว ชนิดนี้มีพื้นสีเพื่อแสดงสถานะสัญญาณเตือน (ปกติ = เขียว, เกิดการสัญญาณเตือน = สีแดง/สีเหลือง, ระงับสัญญาณเตือน= สีน้ำเงิน, จำลองสัญญาณ = สีฟ้า) นอกจากแสดงสีแล้วยังมีการกระพริบเมื่อเกิดการสัญญาณเตือน อีกด้วย

โดยในแต่ละบล็อกมีข้อมูลต่างๆ คือ ชื่อแท็ก และคำอธิบาย, ค่าตัวแปรกระบวนการ (PV), สถานะของลูพ และสถานะของสัญญาณเตือน

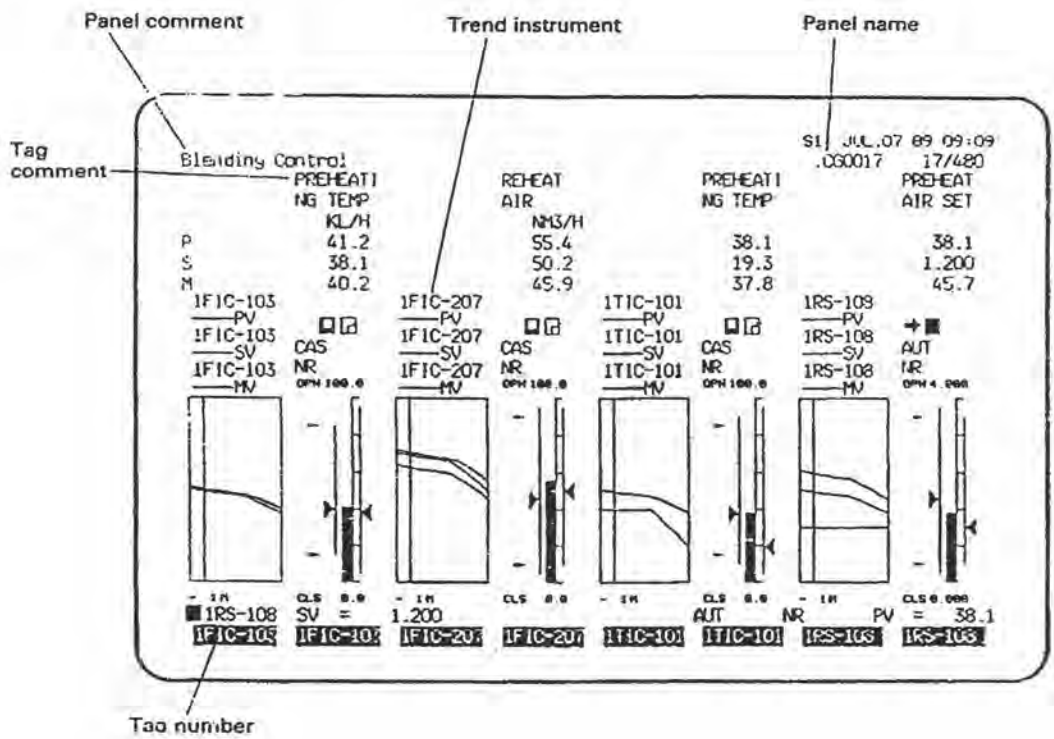
- บล็อกแสดงคำอธิบาย (มี 16 ตัวอักษร) เป็นสีขาวเพื่อให้เห็นชัดเจนและถูกใช้เพื่อแบ่งบล็อกให้เป็นหมวดหมู่

- บล็อกแสดงหน้าควบคุมในบล็อกชนิดนี้ สามารถกำหนดหน้าควบคุมอื่นๆ ลงไปได้ เช่น หน้ากลุ่มควบคุม, หน้ากราฟฟิก, หน้าแสดงกราฟแนวโน้ม หรือแม้กระทั้ง หน้าโอเวอร์วิวเอง การเปลี่ยนตำแหน่งของลูกศรให้และกดปุ่ม "Display" เพื่อเข้าสู่หน้าควบคุมนั้นๆ

การออกแบบหน้าโอเวอร์วิวจะใช้เพื่อดูภาพรวมกระบวนการเมื่อบล็อกสามารถกำหนดให้เป็นหน้าโอเวอร์วิวได้ ดังนั้น กระบวนการทั้งหมดสามารถแสดงได้ด้วย หน้าโอเวอร์วิว เพียงหน้าเดียวโดยใช้หน้าโอเวอร์วิวหน้าแรกแสดงภาพรวมทั้งหมด แล้วแยกย่อยลงไปเป็น หน้าโอเวอร์วิวของแต่ละกระบวนการ ย่อยๆ เพื่อ ให้เห็นภาพกระบวนการทั้งส่วนรวม และส่วนย่อย หรือเป็นหน้าโอเวอร์วิวอื่นๆ เพื่อดูสัญญาณเตือน แทนแผงแสดงสัญญาณเตือนในระบบแผงควบคุมแบบแมนวล โดยจะแสดงแท็กสัญญาณเตือนเพื่อง่ายต่อพนักงานควบคุมที่เคยชินกับแผงควบคุมแบบแมนวลเดิม

การออกแบบหน้ากลุ่มควบคุม (Control Group Panel)

หน้ากลุ่มควบคุมนี้ ใช้แสดงลักษณะเฉพาะของแต่ละอุปกรณ์เราเรียกว่า เฟสเพลท "Instrument Faceplates" ซึ่งแสดงสถานะของกระบวนการ โดยใน 1 หน้า แสดงได้ 8 แท็ก และสามารถปรับค่าการควบคุมได้ ขณะที่กำลังแสดงค่าต่างๆ ใน กระบวนการ อยู่ ซึ่งโดยส่วนใหญ่เป็น กระบวนการ แบบต่อเนื่องซึ่งเมื่อเรียกหน้านี้ขึ้นมาแล้วคล้ายกับว่าเรากำลังหันอยู่ที่แผงควบคุมแมนวลที่ประกอบด้วยหน่วยย่อยต่างๆ



รูปที่ 4.26 แสดงหน้ากลุ่มควบคุม

การออกแบบและจัดกลุ่มควบคุมของสัญญาณต่าง จะช่วยให้สามารถเปรียบเทียบค่ากระบวนการย่อยได้ดีและสามารถมองการควบคุมกระบวนการย่อยได้อย่างเฉพาะเจาะจงซึ่งจะใช้กับกระบวนการที่พนักงานให้ความสนใจเป็นพิเศษ หรือกระบวนการใหม่

การออกแบบกราฟการแสดงแนวโน้ม (Trend Panel)

หน้ากราฟแสดงแนวโน้มมีลักษณะคล้ายกับอุปกรณ์จดบันทึกแบบปากกา (Recorder) บนแผงควบคุมแบบแมนวล ซึ่งในชุดอินเตอร์เฟส กับมนุษย์ของ ระบบ μXL มีฟังก์ชันสำหรับการบันทึกข้อมูลจาก กระบวนการ 4 ฟังก์ชันด้วยกัน คือ กราฟการแสดงแนวโน้มเพื่อการปรับแต่ง (Tuning Trend) (อยู่ที่หน้า Tuning Panel) ส่วน กราฟการแสดงแนวโน้มเวลาจริง (Real Time Trend) , กราฟการแสดงแนวโน้มประวัติ (Historical Trend) และกราฟการแสดงแนวโน้มแบบแบทช์ (Batch Trend) วิ่งจะแสดงรวมอยู่ที่หน้ากราฟการแสดงแนวโน้ม (Trend Panel) ดังนั้นในที่นี้จะขอกล่าวถึง 3 ชนิดหลังที่อยู่ในกราฟการแสดงแนวโน้ม

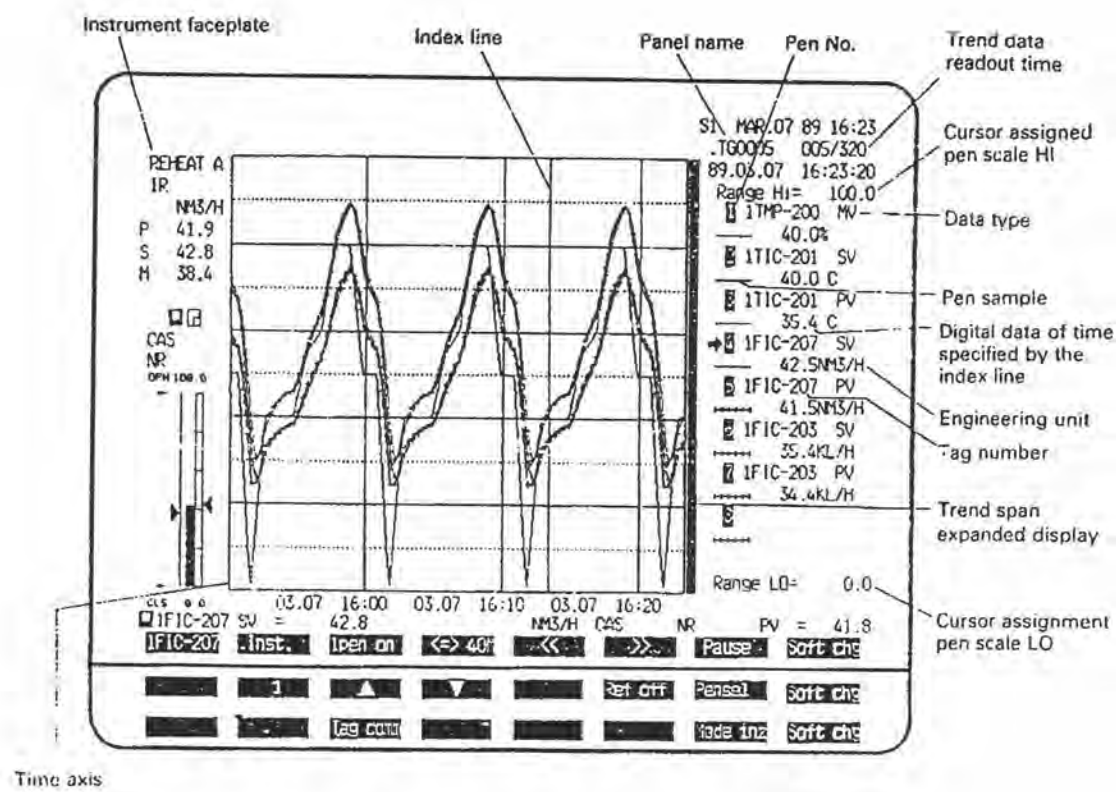
- กราฟการแสดงแนวโน้มเวลาจริง (Real Time Trend) : เป็นการบันทึกค่าจาก กระบวนการโดยมีช่วงเวลาของการบันทึกถึง 4 ชั่วโมง 10 นาที ช่วงเวลา Sampling สัญญาณ 10 วินาที ทำให้สามารถย้อนกลับไปดูข้อมูลของขบวนการได้ 4 ชั่วโมง 10 นาที

- กราฟการแสดงแนวโน้มประวัติ (Historical Trend) : การบันทึกข้อมูลลักษณะนี้ สำหรับการดูข้อมูลย้อนกลับไปเป็นเวลานาน (ได้ถึง 250 ซ.ม) ข้อมูลนี้จะถูกเก็บไว้ในฮาร์ดดิสก์ส่วนข้อมูลก่อนเวลานี้จะถูกลบออกไป

- กราฟแบบแบทช์ (Batch Trend) : เป็นฟังก์ชันการบันทึกข้อมูลของ กระบวนการแบบแบทช์จะเริ่มต้นด้วยการรับคำสั่งสตาร์ทจากภายนอก เช่น มาจากหน่วยควบคุมโดยการบันทึกจะมีการกำหนด

ช่วงเวลาที่แน่นอนและข้อมูลจะถูกเก็บไว้ใน ฮาร์ดดิสก์ โดยปราศจากการลบแต่จะถูกลบเมื่อมีการใช้คำสั่งสตาร์ทแบทช์ อีกครั้ง

การออกแบบหน้ากราฟแสดงแนวโน้ม จะต้องคำนึงถึงขอบเขตของข้อมูลที่แสดงในหน้าเดียวกันควรมีค่าเดียวเพื่อง่ายในการเปรียบเทียบ นอกจากนี้รูปแบบ สีและ ลักษณะเส้นที่ต่างกันจะช่วยให้การเปรียบเทียบง่ายขึ้น



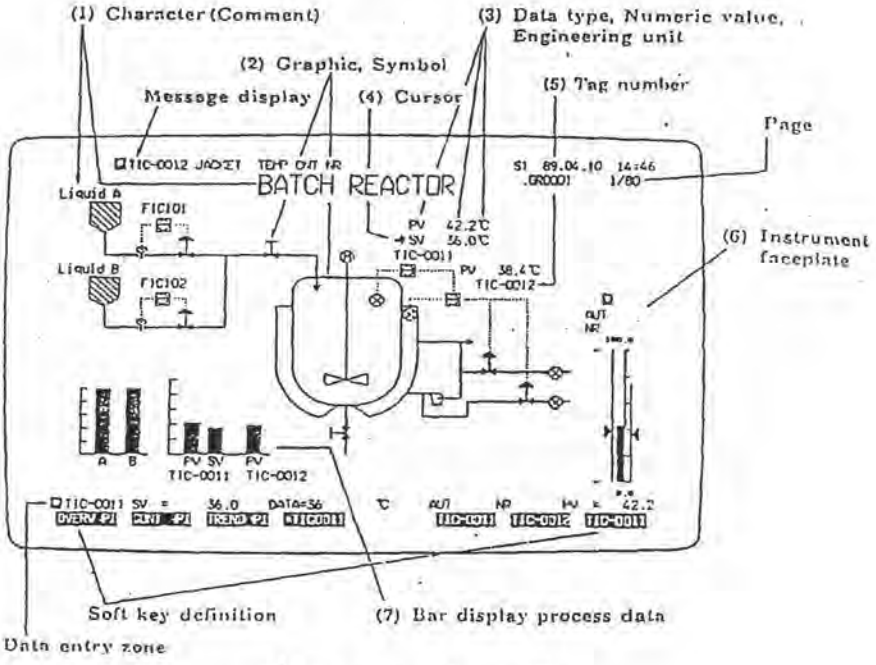
รูปที่ 4.27 รูปกราฟแสดงแนวโน้ม

ตาราง 4.5 ชนิดของหน้ากราฟแสดงแนวโน้ม

ame	Data Sampling System	Recording Time		Data Sampling Period	Number of Recording Points		Recording Pen Assignment	Trend Panel Display Page	
					Type S	Type E Type A		Type S	Type E Type A
Real-Time Trend	Rotary System	250 min		10 sec	128 points	128 point	Trend Panel	Page 1 to 16	Page 1 to 16
Historical Trend (Note)	Rotary System	25 hr.		1 min	256 point	521 point	Trend Configuration definition builder	Page 17 to 48	Page 17 to 48
		50 hr.		1 min					
		125 hr.		5 min					
		250 hr.		10 min					
Batch trend (Note)	Batch System	Referece Pattern not Provided	Referec e Pattern Provide d		128 points	256 points	Trend Configuration builder	Page 81 to 96	Page 81 to 112
		25 hr.	12.5 hr.	1 min					
		50 hr.	25 hr.	2 min					
		125 hr.	62.5 hr	5 min					

การออกแบบ หน้ากราฟฟิก (Graphic Panel)

หน้ากราฟฟิกเป็นหน้าแสดงภาพกระบวนการซึ่งสามารถออกแบบให้เหมาะสมกับแต่ละกระบวนการทำให้ง่ายในการเข้าใจและสามารถควบคุมกระบวนการได้บนหน้ากราฟฟิกนี้ด้วย จึงสะดวกกว่าแผงภาพควบคุม (Mimic) ในแผงควบคุมแบบแมนวล ซึ่งจะใช้หลเพียงหลอดไฟแสดงสถานะของกระบวนการแต่ไม่สามารถควบคุมระบบทั้งหมดได้ หน้ากราฟฟิกจึงเป็นจุดเด่นมากของระบบควบคุมโดยใช้คอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.28 แสดงหน้ากราฟฟิก

การออกแบบ หน้ากราฟฟิก แบ่งเป็นหน้ากราฟฟิก ที่เป็น

- ภาพรวม (Overview graphic)

- หน้ากราฟฟิก ในแต่ละกระบวนการ (Process Graphic)

- หน้ากราฟฟิกแสดงข้อมูล และหน้าแสดงรายงาน

1. หน้าแสดงภาพรวม (Graphic Overview) โดยทั่วไปเป็นหน้าแรกๆ ที่แสดงภาพรวมของกระบวนการ ทั้งหมดอาจมีการแสดงการเปลี่ยนแปลงของการเปิดปิดปั๊ม สำคัญค่าของกระบวนการที่มีความสำคัญต่อกระบวนการโดยรวม เช่น อัตราการผลิต หรือ ระดับความสูงของถังต่าง ๆ ที่สำคัญ รวมทั้ง สัญญาณเตือนที่สำคัญต่อกระบวนการ เช่น ในตัวอย่างกระบวนการนี้ ตัวอย่างรูปที่ 4.29

นอกจากแสดงภาพรวมของกระบวนการแล้วยังสามารถเข้าไปสู่ หน้ากราฟฟิกในส่วนกระบวนการ ย่อยๆ ด้วยเพื่อสะดวกกับพนักงานจะไม่ต้องจำว่ากระบวนการใดอยู่ในกราฟฟิกหน้าใดในกรณีมีกราฟฟิกมากกระบวนการมาก

หน้ากราฟฟิก แสดงภาพรวมของกระบวนการไม่ควรแสดงรายละเอียดมากเกินไป เพราะจะทำให้สับสนว่าส่วนใด ควรแสดงเฉพาะข้อมูลและสัญญาณเตือนที่สำคัญเท่านั้น และควรเข้าไปหน้ากราฟฟิกของกระบวนการย่อยได้อย่างง่ายๆ

2. หน้ากราฟฟิก ในส่วนย่อยแต่ละกระบวนการควรแบ่งตาม กระบวนการย่อยๆ และแสดงรายละเอียดต่างๆ และแสดงการเปลี่ยนแปลงสถานะเปิด, ปิด ของ วาล์ว, ปั๊ม, สัญญาณเตือน, และค่ากระบวนการที่มีสัญญาณเข้ามาที่ระบบควบคุมแบบดีซีเอส และสามารถกดเข้าไปดูที่เฟสเพลท ในอุปกรณ์ที่สำคัญ และใช้ในการควบคุม ตัวอย่างในรูปที่ 4.30-4.34

3. หน้ากราฟฟิก หน้า แสดงข้อมูล เป็นหน้าที่ พนักงานควบคุมใช้ใส่ค่าป้อนค่ากระบวนการ เช่น ตั้งเวลา, ตั้งค่าปริมาณสารที่ต้องการเติม ฯลฯ โดยจะมีค่ากระบวนการจริงให้ดูควบคู่ไป ตัวอย่างรูปที่ 4.35ในการออกแบบสี, สัญญาลักษณ์ , กราฟแท่ง, ข้อมูล, การเปลี่ยนสี, การโมดิฟาย

1. สี การออกแบบสีของหน้ากราฟฟิก ใน ระบบควบคุมแบบดีซีเอส

มีต่างๆ แสดงใน หน้ากราฟฟิก ควรแสดงถึงความต่าง เพื่อง่ายในการทำความเข้าใจ เช่น สี แสดงถึง ท่อสารชนิดต่างๆ ความสำคัญของสัญญาณเตือน, การเปลี่ยนแปลงสถานะของระบบ การเปิดปิด ของปั๊ม, วาล์ว ซึ่งควรกำหนดให้เป็นกฎเกณฑ์และใช้ในหน้ากราฟฟิกทุกหน้าในระบบเดียวกันใน μXL จะมีสีทั้งหมด 8 สี คือ แดง, เขียว, เหลือง, ฟ้า, น้ำเงิน, ม่วง, ขาว, ดำ และสามารถกระพริบเมื่อมีการโมดิฟายได้

2. สัญญาลักษณ์ (Symbol) คือ การแสดงภาพย่อของอุปกรณ์ชนิดต่างๆ เพื่อง่ายในการทำความเข้าใจหน้ากราฟฟิก เนื่องจากเราไม่สามารถเขียนรายละเอียดทั้งหมดของอุปกรณ์ชนิดต่างๆ โดยทั่วไปสัญญาลักษณ์ที่ใช้ควรมีลักษณะใกล้เคียงกับ กระบวนการอุปกรณ์ควบคุมของกระบวนการ โดยกำหนดให้เป็นมาตราฐานเดียวกันทั้งระบบ

3. ข้อมูล (Data) เพื่อแสดงว่าค่าตัวเลขของ อุปกรณ์ควบคุมที่เข้ามาในระบบข้อมูล ควรแสดงค่าจุดทศนิยมเท่าที่จำเป็น เพราะการที่มีข้อมูลในหน้ากราฟฟิกมากเกินไปจะทำค่าที่สำคัญไม่เด่นขึ้นมา และเกิดการสับสนต่อการทำการควบคุม กับระบบข้อมูลควรจะมีจุดทศนิยมและความละเอียดของข้อมูลเท่าที่จำเป็นเท่านั้น ควรมีชื่อ อุปกรณ์ควบคุมและ หน่วยระบุอยู่ข้างข้อมูล เพื่อกันเกิดความสับสนด้วย

4. ปุ่มเมนูกด (Curcor Bottom & Softkey) เป็นปุ่มกดเริ่มเพื่อทำงานควบคุม กระบวนการย่อยต่างๆ กดเพื่อเปลี่ยนหน้าจอไปที่หน้าจออื่นๆ เช่น หน้ากราฟฟิก หน้าอื่นๆ หน้ากลุ่มควบคุม, หน้ากราฟแสดงแนวโน้ม และกดเพื่อแสดงหน้าเฟสเพลท ของอุปกรณ์ควบคุม นั้น นอกจากนี้ ลูกศรแสดงตำแหน่ง (Cursor) ยังสามารถส่งสถานะภาพที่เปลี่ยนแปลงให้กับ

โปรแกรมภาษาเบสิก ที่ทำงานควบคู่กับหน้ากราฟฟิก หน้านั้นๆ เพื่อให้โปรแกรม ทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งที่ได้วางไว้

5. กราฟแท่ง (Bar) โดยทั่วไปใน หน้ากราฟฟิก กราฟ แท่ง จะแสดงถึง ระดับน้ำในถังเพื่อให้รู้ว่าในถังมีสารอยู่เท่าไร โดยระดับ กราฟแท่ง จะขึ้นหรือลง ขึ้นอยู่กับระดับจริงของสารในถัง

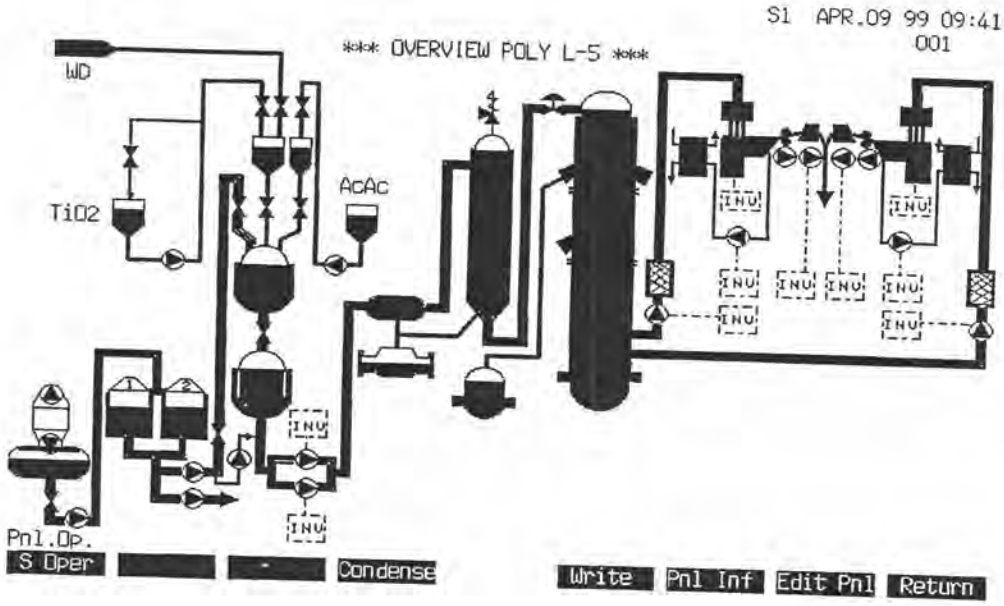
6. การโมดิฟาย (Modify) คือ การเปลี่ยนสีเมื่อเงื่อนไขของระบบถูกต้อง (Modify Graphic) การโมดิฟายหน้ากราฟฟิก เพื่อรับรู้ถึงการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้อย่างง่ายและเข้าใจ เช่น ปั๊ม ทำงานสัญญาลักษณ์ของ ปั๊ม จะเปลี่ยนเป็นสีเขียว ถ้า ปั๊ม หยุดงาน สีของสัญญาณปั๊ม บนหน้ากราฟฟิก จะเปลี่ยนสีแดง และปั๊มเกิดสิ่งผิดปกติ จะเปลี่ยนแปลงสีเหลืองและกระพริบเป็นต้น การโมดิฟายสีที่ใช้ไม่ควรมากเกินไป จะยิ่งยากในการที่พนักงานควบคุมจะเข้าใจ และควรโมดิฟาย จากสัญญาณที่เกิดขึ้นจริงในระบบเป็นหลัก เพราะบางครั้ง การใช้สภาวะที่เกิดจากการประมวลผลของ ระบบควบคุมแบบดีซีเอส แล้วนั้น อาจเกิดการผิดพลาดจากการประมวลผลของ ระบบควบคุมแบบดีซีเอส ทำให้การแสดงการโมดิฟาย นั้นผิดไปได้ การกระพริบควรทำเฉพาะที่เป็นสัญญาณเตือนสำคัญเท่านั้น เมื่อกระตุ้นให้พนักงานควบคุมสนใจกับสิ่งที่เปลี่ยนแปลงในระบบ

7. โปรแกรมภาษาเบสิกบนหน้ากราฟฟิก จะเป็นโปรแกรมการทำงานพร้อมกับหน้ากราฟฟิกที่แสดงอยู่โดย โปรแกรมจะได้รับคำสั่งต่างๆ ผ่านลูกศรแสดงตำแหน่ง (Cursor) เพื่อทำงานตามคำสั่งที่ได้รับ เช่น การเลือกอุปกรณ์ควบคุมอุปกรณ์ควบคุม หรือการสั่งการทำงานในการผสมสารในขั้นตอนต่างๆ

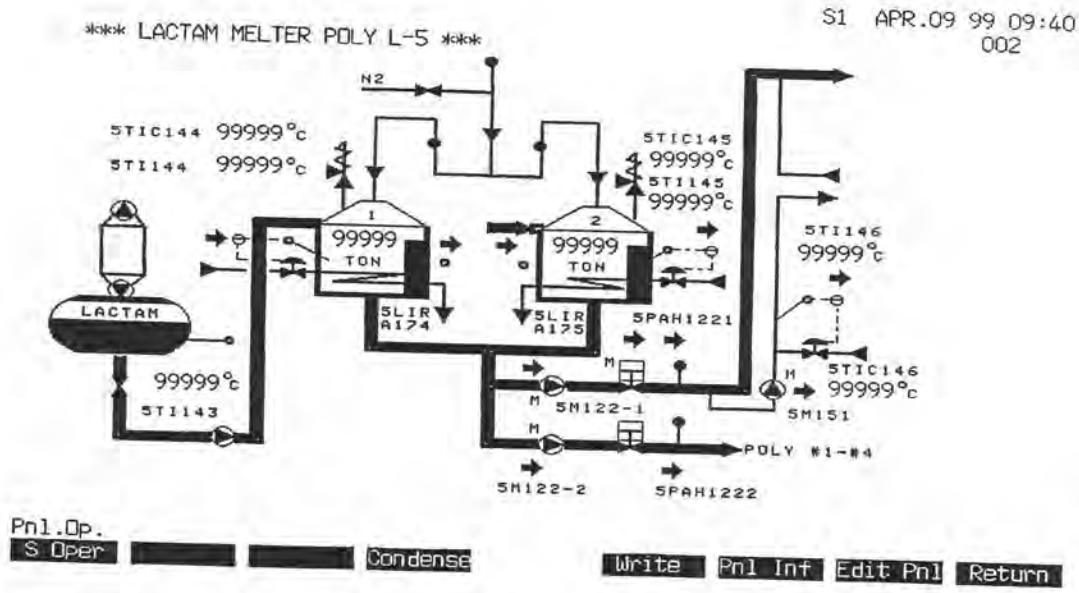
ตารางที่ 4.6 ข้อกำหนดของกราฟฟิกในโรงงานไนล่อน

OBJECTS	**COLOR**
TEXT (TAG ,COMMENT ,UNIT)	WHITE
PROCESS DATA WHEN NORMAL	GREEN
PROCESS DATA WHEN ALARM	RED BLINK
LINE	**COLOR**
LACTEM LINE	YELLOW
TIO2 LINE	GREEN
WATER LINE	CYAN
ACETIC LINE	MAGENTA
COOLING LINE	BLUE
CONTROL LOOP LINE	WHITE DOT LINE
BAR	**COLOR**
LACTEM LEVEL	YELLOW BAR
TIO2 LEVEL	GREEN BAR
WATER LEVEL	CYAN BAR
ACETIC LEVEL	MAGENTA BAR
PRE-POLYMER LEVEL	YELLOW BAR
VK-TUBE	YELLOW BAR

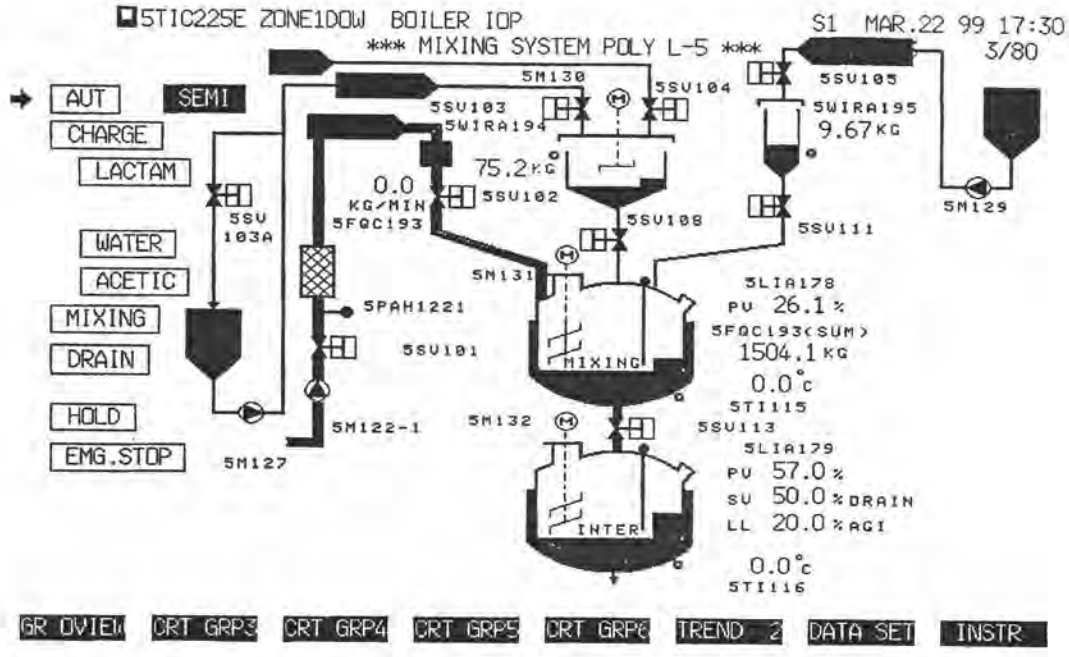
EACH LEVEL ABNORMAL	RED BLINK
EQUIPEMENT(MOTORS,PUMP)	**COLOR**
PUMP RUN	GREEN
STOP	RED
ANS ALARM	YELLOW BRINK
NOT CONTROL BY DCS	WHITE
ONOFF VALVE CONTROL VALVE	**COLOR**
OPEN	GREEN
OPEN 20%	CYAN
CLOSED	RED
ANS ALARM	YELLOW
VALVE NOT CONTROL BY DCS	WHITE
DIGITAL INPUT	**COLOR**
NORMAL	WHITE
ABNORMAL	RED BLINK



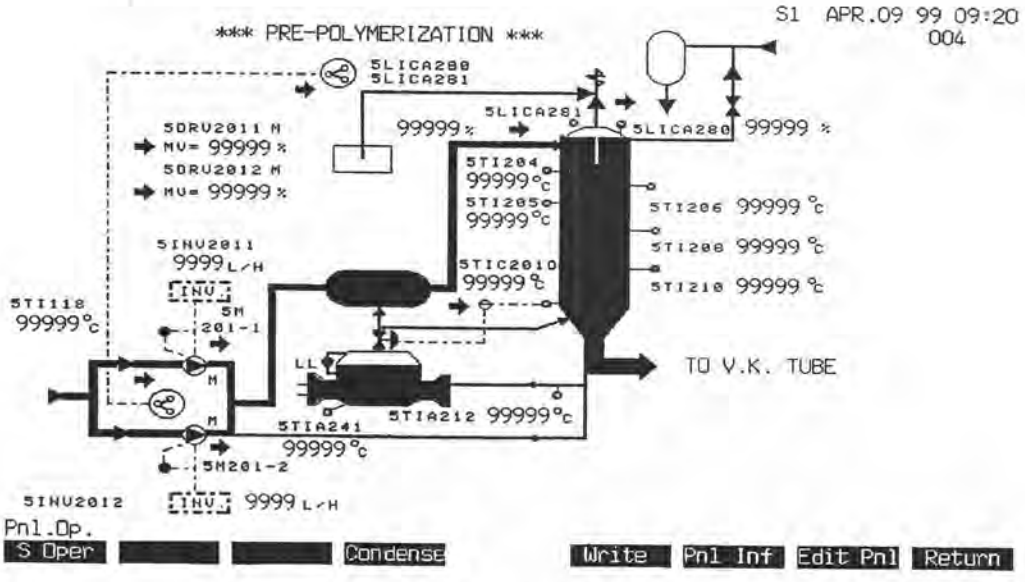
รูปที่ 4.29 แสดงหน้ากราฟฟิกภาพรวมกระบวนการผลิตไนล่อน



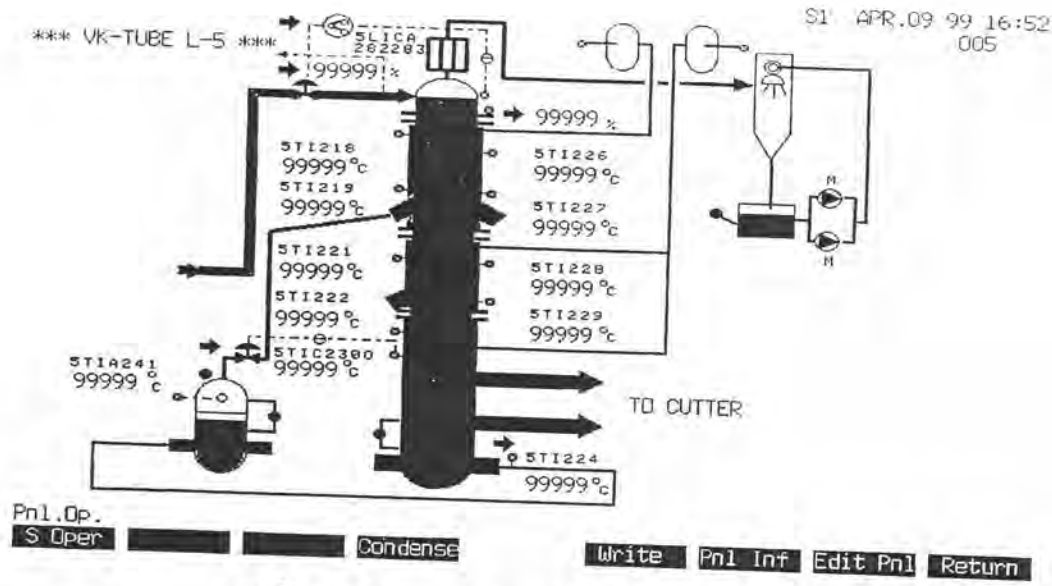
รูปที่ 4.30 หน้ากราฟฟิกการเตรียมแลคแทม



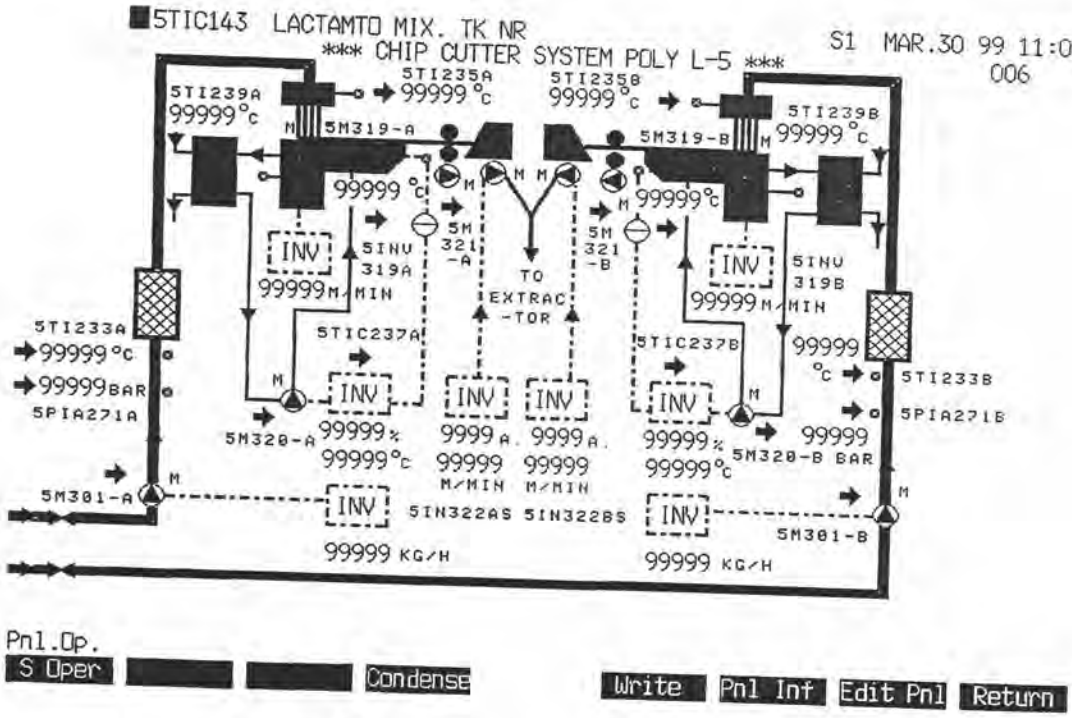
รูปที่ 4.31 หน้ากราฟฟิกการเตรียม สารตั้งต้น



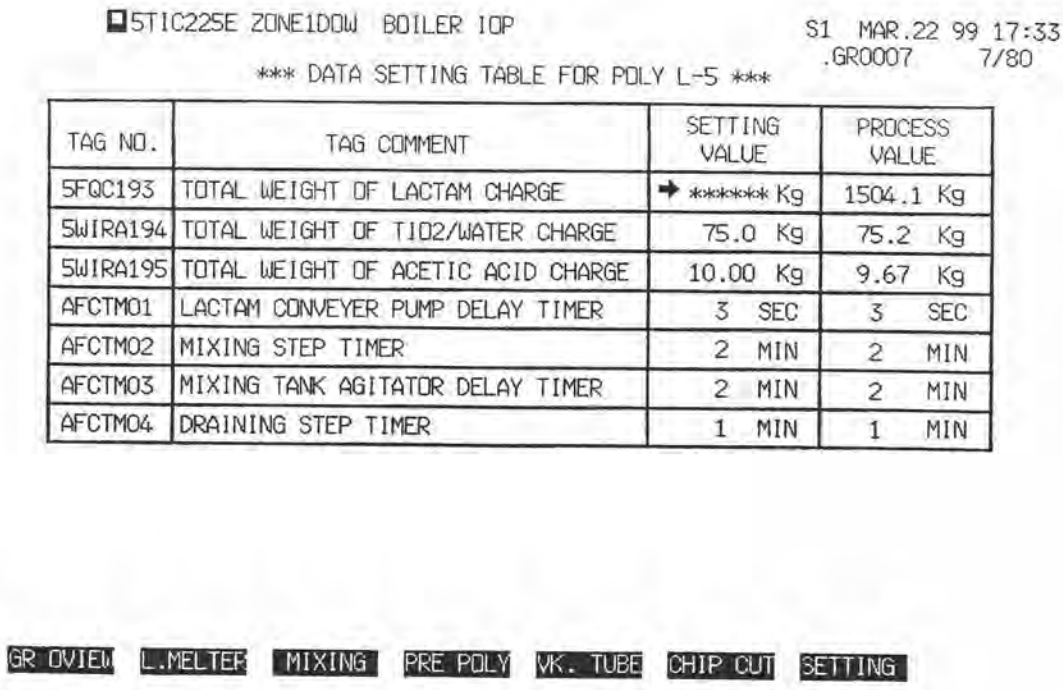
รูปที่ 4.32 หน้ากราฟฟิกหอปฏิกิริยา "Pre Polymer"



รูปที่ 4.33 หน้ากราฟฟิกหอปฏิกิริยา "VK Tube Polymerlization"



รูปที่ 4.34 หน้ากราฟฟิกชุดตัดเม็ดไนล่อน



รูปที่ 4.35 หน้ากราฟฟิกเซ็ทข้อมูล

4.5 สรุป

ในบทนี้ได้กล่าวถึงขั้นตอน ทำการวางแผนการออกแบบระบบซึ่งเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากและควรได้รับความคิดเห็นจากหน่วยงานทุกหน่วยที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมระบบควบคุมแบบดีซีเอสนี้ไม่ว่าจะเป็นวิศวกรกระบวนการ วิศวกรผู้ออกแบบระบบควบคุมวิศวกรการผลิตรวมทั้งพนักงานควบคุมการผลิตฝ่ายซ่อมบำรุงโดยมีวิศวกรโครงการเป็นผู้ประสานงานแต่มิใช่ฝ่ายใดฝ่ายหนึ่งรับผิดชอบฝ่ายเดียวจะทำให้ระบบไม่ดีหรือคุมค่าอย่างที่ควร

การออกแบบระบบควบคุมในระบบควบคุมแบบดีซีเอสของบริษัทอื่นๆ สามารถประยุกต์ใช้จากเนื้อหาในบทนี้เช่นกัน