การสื่อสารระหว่างกระบวนการโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียว

MULTI-PROCESS COMMUNICATION ON SINGLE BUS

หัสรังษี ศิริวิมลวรรณ
HUSSARUNGSRI SIRIWIMONWAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2542
ISBN 974-622-590-1

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การสื่อสารระหว่างกระบวนการโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียว

MULTI-PROCESS COMMUNICATION ON SINGLE BUS

T 034565

หัสรังษี ศิริวิมลวรรณ

HUSSARUNGSRI SIRIWIMONWAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2542

ISBN 974-622-590-1

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 34565
วัน, เดือน, ปี 16 พ.ย. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MULTI-PROCESS COMMUNICATION ON SINGLE BUS

HUSSARUNGSRI SIRIWIMONWAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1999

ISBN 974-622-590-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 1999
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสื่อสารระหว่างกระบวนการโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียว

MULTI-PROCESS COMMUNICATION ON SINGLE BUS

ชื่อนักศึกษา นายหัสรังษี ศิริวิมลวรรณ

รหัสประจำตัว 38621218

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.สุเธียร เกียรติสุนทร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.วันชัย	ริ้วรุจา	
รศ.วิทยา	ทิพย์สุวรรณพร	
ดร.วิจิตร	กิณเรศ	
ดร.นนทวัฒน์	จุลเดชะ	
รศ.สุเธียร	เกียรติสุนทร	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ 25 สิงหาคม 2542 เวลา 12.00 -13.00 น.

สถานที่สอบ ห้องสอบวิทยานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ตึก 12 ชั้น ชั้น 4 ห้อง (E12-404)

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 27 **เดือน** สิงหาคม **พ.ศ.** 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การสื่อสารระหว่างกระบวนการโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียว
นักศึกษา	นายหัสรังษี ศิริวิมลวรรณ
รหัสประจำตัว	38621218
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
พ.ศ.	2542
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.สุเธียร เกียรติสุนทร

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เสนอแนวคิดการออกแบบระบบควบคุมกระบวนการผลิตแบบใหม่สำหรับทดแทนระบบควบคุมแบบเดิม ระบบควบคุมแบบใหม่ประกอบด้วยอุปกรณ์รับสัญญาณวัด อุปกรณ์ควบคุม และสถานีปฏิบัติการเชื่อมต่อข้อมูลโดยวิธีการสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลโดยระบบเครือข่ายบัสเดียว อุปกรณ์รับสัญญาณวัดเป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อรับสัญญาณวัดชนิดอนาลอกและดิจิตอลของกระบวนการผลิต อุปกรณ์ควบคุมทำหน้าที่รับสัญญาณวัดจากอุปกรณ์รับสัญญาณวัดและรับเป้าหมายการควบคุมจากสถานีปฏิบัติการ ประมวลผลและคำนวณสัญญาณควบคุมที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการผลิตและส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายเพื่อควบคุมกระบวนการผลิต สถานีปฏิบัติการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์ควบคุมบนเครือข่ายบัสเดียวเพื่อตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิต

โปรแกรมบนสถานีปฏิบัติการปฏิบัติงานโดยระบบปฏิบัติการวินโดว์ เพื่อความสะดวกสำหรับการการใช้งาน การเชื่อมต่อข้อมูลกับระบบควบคุมอื่นและการขยายระบบควบคุมในอนาคตตามแนวความคิดของระบบข่าวสารสำหรับโรงงานในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Multi-process communication on single bus
Student	Mr. Hussarungsri Siriwimonwan
Student ID.	38621218
Degree	Master of Engineering
Programme	Electrical Engineering
Year	1999
Thesis Advisor	Assoc.Prof. Suthian Kiatsunthorn

ABSTRACT

This thesis introduces the new design concept of process-control system in order to supersede old version of process-control system. New process-control system consists of transmitter-type control boards, final control-element control boards and workstations, which are linked by digital single bus. Transmitter-type control board functions to receive analog or digital signal from transmitter or contact. Final control-element control board functions to receive measuring signal from transmitter-type control board and set point from workstation then manipulate to get proper control signal for process. After that will send the signal to final control-element for process control. Personal computer shall be used as workstation to communicate between users and process equipment on the single bus network in order to determine and control the process.

The application program will operate on WINDOWS® platform which is user-friendly. In the future, it can be expanded to a networking system by using the characteristics of WINDOWS operating system. The other computers can access data easily. That is the idea of "Plant Information System".

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เพราะได้รับความเมตตากรุณาจาก ท่านอาจารย์สุเธียร เกียรติสุนทร ซึ่งได้ให้คำปรึกษาแนะนำ ชี้แนวทางในการทำวิทยานิพนธ์แก่ผู้วิจัยตลอดเวลา ผู้วิจัยรู้สึกทราบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่าน และขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ คุณพ่อสมสิทธ์ คุณแม่วิไล ศิริวิมลวรรณ คุณวลัยภรณ์ วิริยะสหกิจ ที่ให้กำลังใจและช่วยเหลือผู้วิจัยอย่างสม่ำเสมอ และต้องอดทนกับข้าพเจ้าในช่วงเวลาที่ผ่านมา

สุดท้ายขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ในครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

หัสรังษี ศิริวิมลวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....1

1.3 แนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....1

1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....2

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา.....3

บทที่ 2 วิวัฒนาการของระบบควบคุมกระบวนการผลิต.....4

บทที่ 3 สถาปัตยกรรมของระบบ.....12

3.1 สถานีปฏิบัติการ(Work Station).....12

3.2 อุปกรณ์กำหนดตารางเวลา(Scheduler).....13

3.3 อุปกรณ์ควบคุมแบบอนาลอก(Analog control board).....14

3.4 อุปกรณ์ควบคุมแบบดิจิตอล(Digital control board).....15

บทที่ 4 วิธีการสื่อสารข้อมูลของกระบวนการโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียว.....19

4.1 ลักษณะการสื่อสารของอุปกรณ์บนระบบ.....19

4.2 โครงสร้างของหน่วยข้อมูล.....20

4.3 วิธีการส่งข้อมูล.....23

4.4 คุณลักษณะของระบบสื่อสาร.....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 โปรแกรมควบคุม.....27

5.1 โปรแกรมบนอุปกรณ์ควบคุม.....27

5.1.1 โปรแกรมบนอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา.....27

5.1.2 โปรแกรมบนอุปกรณ์ควบคุมแบบอนาลอก.....29

5.1.3 โปรแกรมบนอุปกรณ์ควบคุมแบบดิจิตอล.....32

5.2 โปรแกรมบนสถานีปฏิบัติการ.....34

บทที่ 6 การทดลองและผลการทดลอง.....42

บทที่ 7 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....49

เอกสารอ้างอิง.....51

ภาคผนวก.....52

ภาคผนวก ก. บทความที่ได้รับการตีพิมพ์.....52

ภาคผนวก ข. โปรแกรมระบบควบคุมหลักบนอุปกรณ์ควบคุม.....60

ภาคผนวก ค. โปรแกรมระบบควบคุมหลักบนสถานีปฏิบัติการ.....61

ประวัติผู้เขียน.....64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงการพัฒนาเทคโนโลยีของระบบควบคุมและเครื่องมือวัดคุมทางอุตสาหกรรม ในประเทศญี่ปุ่น.....4

3.1 เปรียบเทียบสัญญาณมาตราฐานต่างๆ.....13

4.1 แสดงรายการของคำสั่งต่างๆ.....20

6.1 แอดเดรสของอุปกรณ์ต่างๆ.....43

6.2 ค่าที่ใช้ในการทดลองของวงควบคุม PIC201.....43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 ระบบควบคุมชนิดอนาลอก....8

2.2 ระบบควบคุมชนิดดีดีซี....9

2.3 ระบบควบคุมชนิดดีซีเอส....9

2.4 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณและอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายกับระบบควบคุมชนิดดีซีเอส....10

2.5 ภาพแสดงระบบควบคุมชนิดฟาวเดชั่นฟิวด์บัส....10

2.6 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณและอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายกับระบบควบคุมชนิดกระบวนการหลายจุดโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียว....11

3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ....12

3.2 วงจรอุปกรณ์แปลงสัญญาณ RS485/RS485....13

3.3 วงจรอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา....14

3.4 วงจรอุปกรณ์ควบคุมแบบดิจิตอล....16

3.5 วงจรอุปกรณ์ควบคุมแบบอนาลอก....17

3.6 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกชนิด R2R....18

4.1 แสดงลักษณะการสื่อสารของกระบวนการโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียว....19

4.2 แสดงองค์ประกอบของแพคเกจ....20

4.3 แสดงอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจ่ายช่วงเวลาให้กับสถานีปฏิบัติการเพื่อสื่อสาร แต่สถานีปฏิบัติการตอบกลับมายังอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาว่าไม่มีข้อมูลใหม่จะส่ง....24

4.4 แสดงอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจ่ายช่วงเวลาให้กับสถานีปฏิบัติการเพื่อสื่อสาร สถานีปฏิบัติการได้ขอติดต่อกับเครื่องวัดและส่งสัญญาณความดัน PT201 เพื่อขอค่าสัญญาณวัดปัจจุบันในการควบคุมอัตโนมัติหรือการควบคุมด้วยมือ....24

4.5 แสดงอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจ่ายช่วงเวลาให้กับสถานีปฏิบัติการเพื่อสื่อสาร สถานีปฏิบัติการทำการกำหนดค่าเซตพ้อยท์ให้กับวาล์วควบคุมความดัน PV201 ในการควบคุมอัตโนมัติ....24

เอกสารนี้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.6 แสดงอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจ่ายช่วงเวลาให้กับสถานีปฏิบัติการเพื่อสื่อสาร สถานีปฏิบัติการได้ขอติดต่อกับวาล์วควบคุมความดัน PV201 เพื่อขอค่าปรับแต่งปัจจุบันในการควบคุมอัตโนมัติ.....25
4.7 แสดงอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจ่ายช่วงเวลาให้กับเครื่องวัดและส่งสัญญาณความดัน PT201 เพื่อส่งค่าสัญญาณวัดให้กับวาล์วควบคุม PV201 เพื่อทำการคำนวณพีไอดีในการควบคุมอัตโนมัติ.....25
4.8 แสดงอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาแจ้งสถานีปฏิบัติการว่ามีอุปกรณ์ที่แอดเดรสนั้นๆ ทำงานผิดปรกติ เนื่องจากไม่มีการตอบสนองกลับมายังอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาในช่วงเวลาที่กำหนด.....25
5.1 Flow Chart ของอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา.....28
5.2 Flow Chart ของอุปกรณ์ควบคุมชนิดอนาลอก.....30
5.3 Flow Chart ของอุปกรณ์ควบคุมชนิดดิจิตอล.....33
5.4 จอแสดงกราฟฟิก.....34
5.5 จอรายละเอียด.....35
5.6 จอแสดงกลุ่ม.....35
5.7 จอแสดงแนวโน้ม.....36
5.8 จอเตือนความผิดปรกติของกระบวนการผลิต.....36
5.9 จอเตือนความผิดปรกติของระบบในส่วนของอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ.....37
5.10 จอภาพรวม.....37
5.11 จอภาพหน้าเล็ก.....38
5.12 จอกำหนดฐานข้อมูลของหน่วยควบคุมต่างๆ.....38
5.13 จอกำหนดฐานข้อมูลของจอแสดงกลุ่ม.....39
5.14 จอกำหนดฐานข้อมูลของจอแสดงแนวโน้ม.....39
5.15 จอเริ่มเดินระบบเครือข่าย.....40
5.16 แสดงเมนูหลัก Configuration.....40
5.17 แสดงความสามารถในการกำหนดรหัสผ่านได้.....41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ หน้า

5.18 ก่อนที่จะเข้าไปกำหนดค่าในจอกำหนดฐานข้อมูลของหน่วยควบคุมต่างๆ ระบบจะถามรหัสผ่านก่อน.....41
6.1 แสดงการเตรียมความพร้อมของระบบเพื่อทำการทดสอบ.....42
6.2 แสดงผลการทำงานการควบคุมขบวนการชนิดพีไอดีของ PIC201.....44
6.3 สัญญาณบนสายสัญญาณ.....45
6.4 แสดงโปรแกรมเตือนค่าสัญญาณวัดมีค่าสูงเกินกำหนดในหน้าจอเตือนความผิดปรกติของกระบวนการผลิต.....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ระบบควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ในปัจจุบัน จะใช้หน่วยควบคุมกระบวนการ(Controller)หนึ่งหน่วย ต่อกับอุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณกับควบคุมอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย(Final control element) จำนวนมาก ทำให้ระบบควบคุมทั้งระบบต้องพึ่งการทำงานที่เสถียรของหน่วยควบคุมกระบวนการเป็นอย่างมาก ถ้าหน่วยควบคุมกระบวนการเสียไประบบทั้งระบบจะไม่สามารถทำงานตามปรกติได้ จึงมีความคิดที่จะศึกษาและสร้างระบบควบคุมที่มีความน่าเชื่อถือของระบบควบคุมกระบวนการที่สูงขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

เพื่อศึกษาและทดสอบความเป็นไปได้ที่จะสร้างระบบควบคุมกระบวนการผลิตชนิดใหม่ที่มีความน่าเชื่อถือสูงและมีต้นทุนในการสร้างไม่แพงเมื่อเทียบกับระบบควบคุมที่ต้องสั่งซื้อมาจากต่างประเทศ ให้สามารถใช้งานในประเทศไทยได้อย่างเหมาะสมและสามารถหาอุปกรณ์ประกอบต่างๆ ทั้งหมดได้ภายในประเทศ

1.3 แนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ปัจจุบันได้มีการจัดตั้งองค์กรขึ้นมาองค์กรหนึ่งชื่อว่าฟิวด์บัสฟาวเดชั่น(Fieldbus Foundation) [1] โดยไอเอสเอ(ISA:Instrument Society of America) และไออีซี(IEC:International Electrotechnical Commission) มีสำนักงานใหญ่อยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา มีหน้าที่ในการกำหนดมาตราฐานระบบควบคุมแบบใหม่ที่มีลักษณะการควบคุมแบบกระบวนการหลายจุดแบบอิสระที่อยู่บนสายสัญญาณบัสเดียวโดยมีชื่อโพรโตคอลว่าฟาวเดชั่นฟิวด์บัส(Foundation Fieldbus) ซึ่งเป็นโพรโตคอลที่ถูกออกแบบให้มีการทำงานที่มีความน่าเชื่อถืออย่างสูงและมีเบื้องหลังการทำงานของระบบที่ซับซ้อน ขณะนี้ได้มีบริษัทที่ผลิตอุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณกับอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายจำนวนมากได้เข้าร่วมเป็นสมาชิกเพื่อทำการพัฒนาโพรโตรคอลและมาตราฐานทางด้านไฟฟ้าด้านต่างๆ ของฟาวเดชั่นฟิวด์บัส ให้เป็นหนึ่งเดียวทำให้ในอนาคตอุปกรณ์ของบริษัทต่างๆ สามารถที่จะต่อเข้าเป็นระบบและสื่อสารถึงกันได้โดยไม่มีปัญหากับผู้ซื้อในกรณีที่ผู้ซื้อต้องการเปลี่ยนยี่ห้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสื่อสารของระบบฟาวเดชั่นฟิวด์บัส นี้จะสื่อสารในรูปแบบสัญญาณดิจิตอล อุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณกับอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายบนระบบฟาวเดชั่นฟิวด์บัส จะต้องเป็น

อุปกรณ์เฉพาะที่สนับสนุนโพรโตคอลฟาวเดชั่นฟิวด์บัส อุปกรณ์ปัจจุบันที่ใช้งานอยู่ไม่สามารถถูกนำมาใช้บนระบบนี้ได้ ขณะนี้คณะทำงานฟิวด์บัสฟาวเดชั่นได้ทำการติดตั้งและทดสอบระบบอยู่ในหลายประเทศ โดยมีผลการทดสอบเป็นที่น่าพึงพอใจ ในอนาคตอันใกล้นี้คาดว่าฟาวเดชั่นฟิวด์บัส จะเป็นระบบควบคุมรุ่นใหม่ที่จะมาแทนที่ระบบควบคุมแบบดีซีเอส(DCS:Distributed Control System) เหมือนยุคสมัยที่ระบบดีซีเอสได้เข้ามาแทนที่ระบบควบคุมแบบอนาลอกทั้งชนิดอิเลคโทรนิคส์และนิวเมติกส์

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ขอบเขตของวิทยานิพนธ์นี้มีความประสงค์ที่จะสร้างระบบการสื่อสารระหว่างกระบวนการโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียว เน้นความเป็นอิสระในการควบคุมและสื่อสารที่อุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณกับอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายให้มีความสามารถที่จะสื่อสารถึงกันเองได้โดยที่อุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณไม่จำเป็นต้องส่งข้อมูลไปที่สถานีปฏิบัติการหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ก่อนแล้วสถานีปฏิบัติการค่อยส่งสัญญาณที่รับมาให้กับอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย และทำการย้ายหน่วยควบคุมกระบวนการผลิตไปอยู่ที่อุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายแต่ละตัว ซึ่งมีคุณสมบัติบางส่วนคล้ายฟาวเดชั่นฟิวด์บัส

ในระบบควบคุมที่นำเสนอนี้ถ้าสถานีปฏิบัติการเสีย ระบบควบคุมการผลิตจะยังคงทำงานตามปรกติโดยไม่มีปัญหาถ้าในขณะนั้นวงควบคุม(Loop)นั้นอยู่ในการควบคุมอัตโนมัติ(Auto) ส่วนวงควบคุมที่อยู่ในการควบคุมด้วยมือ(Manual) จะกำหนดตัวเองให้อยู่ในสภาวะปลอดภัย(Safe Condition) ที่ได้ทำการกำหนดไว้ตั้งแต่ตอนสร้างระบบขึ้นมาว่าค่าที่เหมาะสมในกรณีที่ระบบควบคุมเสีย วงควบคุมนี้ควรจะถูกกำหนดให้ถูกวางตัวอย่างไร

การที่ระบบควบคุมแบบใหม่ได้กระจายหน่วยควบคุมกระบวนการไปยังอุปกรณ์แต่ละตัวจึงเป็นการลดความเสี่ยงที่ หน่วยควบคุมกระบวนการผลิตของตัวใดเสียก็จะไม่มีผลกระทบกับอุปกรณ์ตัวอื่นๆ ที่อยู่ในระบบ ซึ่งจะเห็นว่าเป็นระบบควบคุมที่มีความเป็นอิสระในการควบคุมจริง

อีกทั้งระบบใหม่ที่นำเสนอสามารถนำอุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณ และอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายรุ่นปัจจุบันชนิดอนาลอกนำมาใช้ในระบบควบคุมชนิดดิจิตอลได้ ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายของค่าสายสัญญาณ, อุปกรณ์เพิ่มเติมส่วนต่างๆ เป็นจำนวนมาก

ทั้งนี้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ไม่ได้ศึกษากรรมวิธีในการควบคุม(Algorithm) ชนิดใดเป็นการเจาะจงลงไปหรือตรวจสอบว่าจะต้องได้ผลการตอบสนองเป็นที่ดีเยี่ยม แต่ได้หยิบยกการควบคุมกระบวนการผลิตแบบพีไอดี(PID:Proportional, Integral and Derivative) เป็นตัวอย่างว่าเมื่อต่อระบบควบคุมกระบวนการหลายจุดโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียวแล้วเลือกการควบคุมกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตแบบพีไอดี ผลการตอบสนองที่ได้เป็นไปในทางที่สอดคล้องกับกรรมวิธีในการควบคุมกระบวนการผลิตแบบพีไอดีหรือไม่

1.5 ขั้นตอนของการศึกษา

ได้ทำการศึกษาลักษณะการทำงานของระบบควบคุมชนิดฟาวเดชั่นฟิวด์บัส ว่าระบบมีความสามารถหรือคุณสมบัติที่แตกต่างจากระบบควบคุมแบบเก่าอย่างไร แล้วพิจารณาดูว่าระบบที่ใช้อยู่ในปัจจุบันตามโรงงานต่างๆ ถ้าจะทำระบบควบคุมที่มีลักษณะคล้ายอย่างฟาวเดชั่นฟิวด์บัส ขึ้นมาในหน้าที่การทำงานซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบฟาวเดชั่นฟิวด์บัส จะต้องมาทำการดัดแปลงหรือออกแบบวงจรเพิ่มเติมอะไรบ้าง เมื่อทำการสรุปได้แล้วจึงเริ่มออกแบบวงจร สร้างวงจร แล้วทำการทดลองเพื่อทดสอบผลการทำงานว่าเป็นไปตามที่กำหนดไว้ในขอบเขตการวิจัยหรือไม่

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วิวัฒนาการของระบบควบคุมกระบวนการผลิต

ระบบควบคุมกระบวนการผลิตอัตโนมัติของเครื่องมือวัดคุมทางอุตสาหกรรมเช่น เครื่องวัดอุณหภูมิ ความดัน การไหล ได้เริ่มต้นในปี ค.ศ. 1920 ในอุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันในประเทศสหรัฐอเมริกา ช่วงเวลานั้นอุปกรณ์ควบคุมจะมีขนาดใหญ่และทำงานในลักษณะจักรกลติดตั้งอยู่ในกระบวนการผลิต ต่อมาภายหลังอุตสาหกรรมในหลายๆ ชนิดมีความต้องการเครื่องมือวัดคุมทางอุตสาหกรรมมากขึ้นทำให้การพัฒนาเครื่องมือวัดคุมทางอุตสาหกรรมได้มีความเจริญรุดหน้า ตารางที่ 2.1 ได้แสดงวิวัฒนาการในประเทศญี่ปุ่น [2]

ตารางที่ 2.1 แสดงการพัฒนาเทคโนโลยีของระบบควบคุมและเครื่องมือวัดคุมทางอุตสาหกรรมในประเทศญี่ปุ่น

ปี	เหตุการณ์ทางสังคม	เทคโนโลยี
1950	• ฟื้นจากสภาวะสงครามโลกครั้งที่ 2 • มีการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศ • อุตสาหกรรมผ้าสังเคราะห์เจริญรุ่งเรือง • สร้างทรานซิสเตอร์ชนิด Germanium	• กำหนดมาตราฐานของสัญญาณนิวเมติก 3~15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (psi)
1955	• ก่อสร้างคอมเพล็กอุตสาหกรรมปิโตรเลียม • ก่อสร้างสถานีไฟฟ้า • คอมพิวเตอร์ • สร้างทรานซิสเตอร์ชนิด Silicon	• เริ่มใช้ระบบควบคุมแบบอิเลคโทรนิคส์ • เริ่มมีหน้าจอกราฟฟิก
1960	• เริ่มการลงทุนชนิดที่ใช้แรงงานคนน้อยลง	• ระบบควบคุมคอมพิวเตอร์
1965	• ไอซี (IC)	• ดีดีซี
1970	• ไมโครโพรเซสเซอร์ • เริ่มรณรงค์รักษาสภาพแวดล้อม • วิกฤตการณ์น้ำมันครั้งที่ 1	• กำหนดมาตราฐานของสัญญาณไฟฟ้า 4~20 มิลลิแอมป์ดีซี • หุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

1975	• วิกฤตการณ์น้ำมันครั้งที่ 2 • ยุคคอมพิวเตอร์เจริญรุ่งเรือง	• ดีซีเอส • ระบบควบคุมชนิดแพคเกจ (Package)
1980	• ช่วงเศรษฐกิจตกต่ำ	• ซิงเกิลลูปดีดีซี (Single Loop DDC) • ระบบโรงงานอัตโนมัติ

ช่วงปี 1950~1960 เทคโนโลยีของระบบควบคุมและเครื่องมือวัดคุมทางอุตสาหกรรมในญี่ปุ่นเจริญรุ่งเรืองไปกับโรงงานปิโตรเลียม โลหะ และสิ่งทอ ในช่วงแรกๆ ประกอบด้วยอุปกรณ์ระบบควบคุมชนิดอนาลอกจำนวนมากซึ่งแต่ละตัวจะควบคุมอุปกรณ์เพียงแค่วงควบคุมเดียวและเป็นหน่วยควบคุมชนิดนิวเมติกที่ใช้ลมในการขับ ด้วยความเจริญก้าวหน้าทางอิเลคโทรนิคส์และขนาดของกระบวนการมีขนาดใหญ่ขึ้นหน่วยควบคุมชนิดอิเลคโทรนิคส์จึงเข้ามาแทนที่

เมื่อเข้าสู่ปี 1960 คอมพิวเตอร์ได้เริ่มเข้ามาเพื่อบันทึกข้อมูล ตรวจสอบ คำนวณเงื่อนไขเพื่อหาจุดควบคุมกระบวนการผลิตที่ดีหรือปลอดภัยที่สุดเช่นคำนวณหาค่าเซตพ้อยท์(Set point) แล้วทำการส่งค่าไปให้หน่วยควบคุมกระบวนการผลิต

ความคิดที่ต้องการแทนที่หน่วยควบคุมกระบวนการผลิตและหน่วยประมวลผล (Computational Unit) ด้วยการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ควบคุมโดยตรงหรือดีดีซี(DDC:Direct Digital Control) ก็ได้เริ่มขึ้นเมื่อดีดีซีสามารถที่จะควบคุมกระบวนการผลิตได้หลายวงควบคุมโดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเครื่องเดียว แต่เนื่องจากความไม่แน่นอนของการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ในยุคนั้นซึ่งอาจจะหยุดทำงานโดยไม่ทราบสาเหตุ ทำให้ต้องมีการออกแบบคอมพิวเตอร์ให้มีหน่วยประมวลผลกลาง(CPU:Central Processing Unit) หรืออุปกรณ์อื่นๆเพิ่มเป็นสองตัวเพื่อสำรอง ซึ่งทำให้ต้นทุนของระบบมีมูลค่าสูงขึ้น ด้วยเหตุนี้เองดีดีซีจึงไม่สามารถแทนที่ระบบควบคุมชนิดอนาลอกได้ทั้งหมด

นับตั้งแต่ปี 1970 ถึงปัจจุบันไมโครโพรเซสเซอร์ได้ก่อให้เกิดวิวัฒนาการในการเปลี่ยนแปลงในหลากหลายสาขา ซึ่งระบบควบคุมและเครื่องมือวัดคุมก็ได้รับผลกระทบเช่นกัน เนื่องจากว่าไมโครโพรเซสเซอร์เริ่มมีราคาต่ำแต่มีประสิทธิภาพสูง ก่อนหน้านี้เครื่องคอมพิวเตอร์หนึ่งเครื่องถูกใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมดแต่เมื่อมีไมโครโพรเซสเซอร์แล้ว ไมโครโพรเซสเซอร์ได้ถูกกระจายไปทำหน้าที่ในพื้นที่กระบวนการผลิตต่าง ๆ โดยไมโครโพรเซสเซอร์แต่ละตัวจะส่งข้อมูลมายังจอภาพที่

ศูนย์ควบคุมเพื่อใช้ตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิต ตั้งแต่ปี 1975 เป็นต้นมาผู้ผลิตหลายราย รวมถึงในประเทศญี่ปุ่น ได้ขยายการใช้งานไมโครโพรเซสเซอร์ไปในงานควบคุมกระบวนการผลิตแบบแบ็ช (Batch) และซีเคว็นซ (Sequence)

อีกประเด็นหนึ่งที่สำคัญซึ่งเกี่ยวเนื่องกับการพัฒนาระบบเทคโนโลยีการควบคุมคือ การกำหนดมาตราฐานการเชื่อมต่อ เมื่อมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์จำนวนมากจากหลากหลายผู้ผลิตเข้าด้วยกัน มาตรฐานของสัญญาณเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์มีความสำคัญอย่างมาก จึงได้มีการตั้งมาตรฐานครั้งแรกในปี 1950 โดยเอสเอเอ็มเอ(SAMA:Scientific Apparatus Manufacturers Association) ในประเทศอเมริกา โดยจัดตั้งสัญญาณมาตรฐานนิวเมติก ที่มีช่วงตั้งแต่ 3-15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (0.2-1.0 กิโลกรัมต่อตารางเซ็นติเมตร)

มากไปกว่านั้นในปี 1970 สัญญาณกระแสไฟฟ้าที่มีช่วงตั้งแต่ 4-20 มิลลิแอมป์ดีซี ได้ถูกกำหนดขึ้นมาเป็นมาตรฐานโดยไออีซี ด้วยการกำหนดมาตรฐานนี้เอง ทำให้อุตสาหกรรมเครื่องมือวัดและควบคุมกับระบบควบคุมจากผู้ผลิตทั้งหลายสามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างเป็นอิสระอย่างไรก็แล้วแต่ อุตสาหกรรมสมัยใหม่กำลังก้าวไปสู่ยุคดิจิตอล ซึ่งทำให้การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์สามารถส่งสัญญาณสื่อสารได้เป็นจำนวนมาก

จากความเจริญก้าวหน้าทางด้านไมโครโพรเซสเซอร์ โปรแกรมมิ่ง และเนตเวิค ทำให้ในกลางปี 1975 ระบบดีซีเอสได้ก่อกำเนิดขึ้นมา โดยมีแนวคิดของการสร้างระบบนี้คือ

- เพื่อลดค่าใช้จ่ายในกระบวนการผลิตโดยเฉพาะการทำโพรเซสออพทิมัม และกำลังพล
- เพิ่มกำลังการผลิตของอุปกรณ์ที่มีอยู่แล้วให้สูงขึ้น
- ปรับปรุงให้มีความไวในการเปลี่ยนแปลงต่อการเปลี่ยนแปลงกำลังการผลิต การผสมสินค้า และการควบคุมคุณสมบัติของสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- ลดจำนวนความผิดพลาดในการควบคุมกระบวนการผลิต
- สามารถเก็บบันทึกข้อมูลของกระบวนการผลิต เพื่อนำมาใช้ในการวิเคราะห์ในภายหลังได้

โดยทำการกระจายหน่วยควบคุมกระบวนการผลิตไปไว้ในส่วนการผลิตย่อยๆ ที่หน้างานแล้วต่อสายสัญญาณเครือข่ายเข้ามาที่ห้องควบคุม ด้วยคุณสมบัติและความสามารถของระบบควบคุมชนิดดีซีเอสนี่เองที่ทำให้ได้รับความนิยมจากผู้ผลิต จนทำให้ระบบควบคุมชนิดนี้เข้ามาแทนที่ระบบควบคุมในอดีตทั้งหมดที่ผ่านมา ข้อเสียของระบบนี้คือมีราคาแพง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันได้มีการจัดตั้งองค์กรขึ้นมาชื่อว่าฟิวด์บัสฟาวเดชั่น ในประเทศสหรัฐอเมริกาซึ่งเป็นองค์กรที่กำหนดมาตรฐานการสื่อสารที่มีชื่อว่าฟาวเดชั่นฟิวด์บัส บริษัทผู้ผลิตจำนวนมากได้ร่วมกันเข้าเป็นสมาชิกและพัฒนาระบบสื่อสารใหม่นี้ให้มีความสามารถในการสื่อสารบนสายสัญญาณชุดเดียวในรูปของสัญญาณดิจิตอลแบบสองทาง(Full Duplex) โดยการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณและเครื่องควบคุมทุกตัวเข้ากับสายสัญญาณชุดเดียวและย้ายหน่วยควบคุมขั้นพื้นฐานเช่นหน่วยควบคุมพีไอดีไปไว้ที่อุปกรณ์ควบคุมที่หน้างาน ทำให้ฟาวเดชั่นฟิวด์บัสมีข้อดีมากกว่าระบบควบคุมชนิดอนาลอกอื่นๆ รวมถึงระบบควบคุมชนิดดีซีเอสทั่วๆไปคือ

- ลดค่าใช้จ่ายของสายสัญญาณและอุปกรณ์ต่อสายสัญญาณ เนื่องจากสายหนึ่งเส้นสามารถต่ออุปกรณ์ได้หลายตัว
- ลดภาระที่จะต้องสร้างห้องควบคุมขนาดใหญ่ไว้ที่ศูนย์กลาง เนื่องจากสามารถกระจายหน่วยควบคุมหรือหน้าที่อินพุทและเอาพุทส่วนหนึ่งไปไว้ที่อุปกรณ์หน้างาน
- เพิ่มความสามารถของระบบให้มากขึ้น เนื่องจากเป็นการสื่อสารแบบดิจิตอลที่แท้จริง
- ความเร็วในการควบคุมและผลการตอบสนองที่เร็วขึ้น
- อุปกรณ์จากผู้ผลิตแต่ละรายสามารถถูกเปลี่ยนทดแทนกันได้

เป็นต้น คาดว่าฟาวเดชั่นฟิวด์บัส จะเป็นระบบใหม่ของการควบคุมกระบวนการผลิตของวงการอุตสาหกรรมและจะมาแทนที่ระบบควบคุมชนิดดีซีเอสได้ในอนาคตอันใกล้ สิ่งที่ควรระมัดระวังในการใช้ระบบนี้คือการเดินสายสัญญาณของฟาวเดชั่นฟิวด์บัสจะต้องเดินให้เรียบร้อยและปลอดภัยเพื่อไม่ให้สายสัญญาณได้รับอันตราย เพราะถ้าสายขาดแล้วจะทำให้ไม่สามารถสื่อสารได้

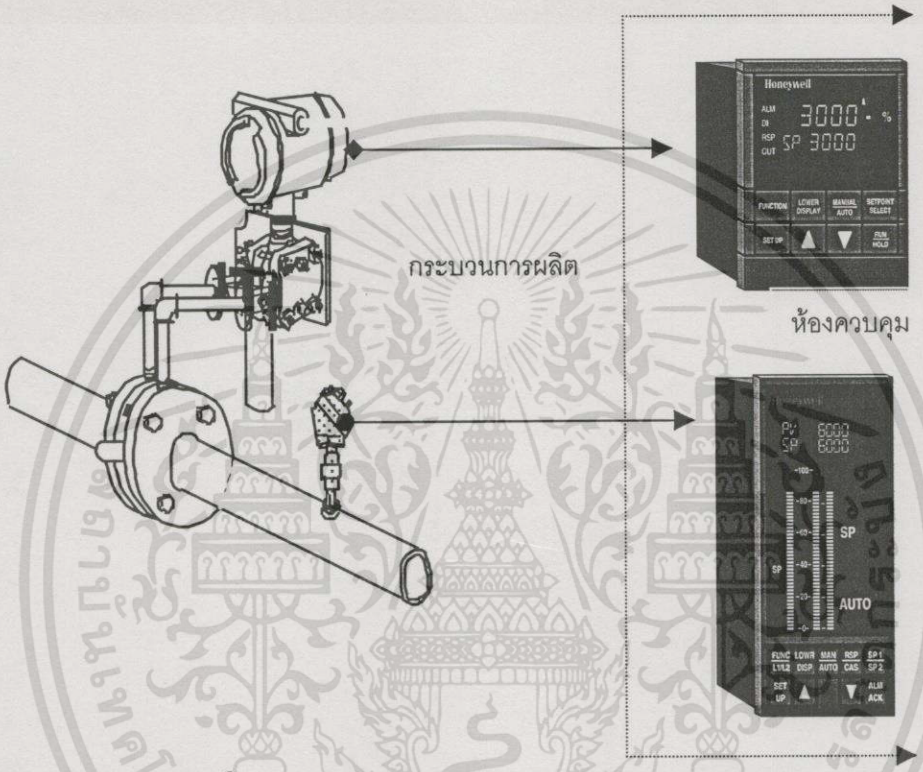
วิทยานิพนธ์นี้จึงได้มีการออกแบบระบบควบคุมกระบวนการหลายจุดโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียว ซึ่งมีลักษณะการทำงานส่วนหนึ่งคล้ายระบบควบคุมชนิดฟาวเดชั่นฟิวด์บัส เพื่อเป็นการเริ่มต้นที่จะศึกษาระบบขึ้นมาใช้เองได้ภายในประเทศไทย

ระบบควบคุมกระบวนการหลายจุดโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียวประกอบด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อซึ่งเชื่อมต่อกับเครื่องวัดและส่งสัญญาณ และอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายทั้งชนิดสัญญาณอนาลอกและดิจิตอลแบบเดิมโดยสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลบนเครือข่ายข้อมูลชุดเดียว เพื่อรับสัญญาณวัดจากกระบวนการผลิตแล้วคำนวนค่าสัญญาณควบคุมและส่งสัญญาณควบคุมกลับเพื่อควบคุมกระบวนการผลิต พร้อมระบบจัดการฐานข้อมูลภายในระบบควบคุมการผลิต

โดยติดตั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเป็นเครื่องมือติดต่อระหว่างผู้ใช้กับระบบควบคุมเพื่อตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตรวมทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกระบวนการผลิต ทำให้

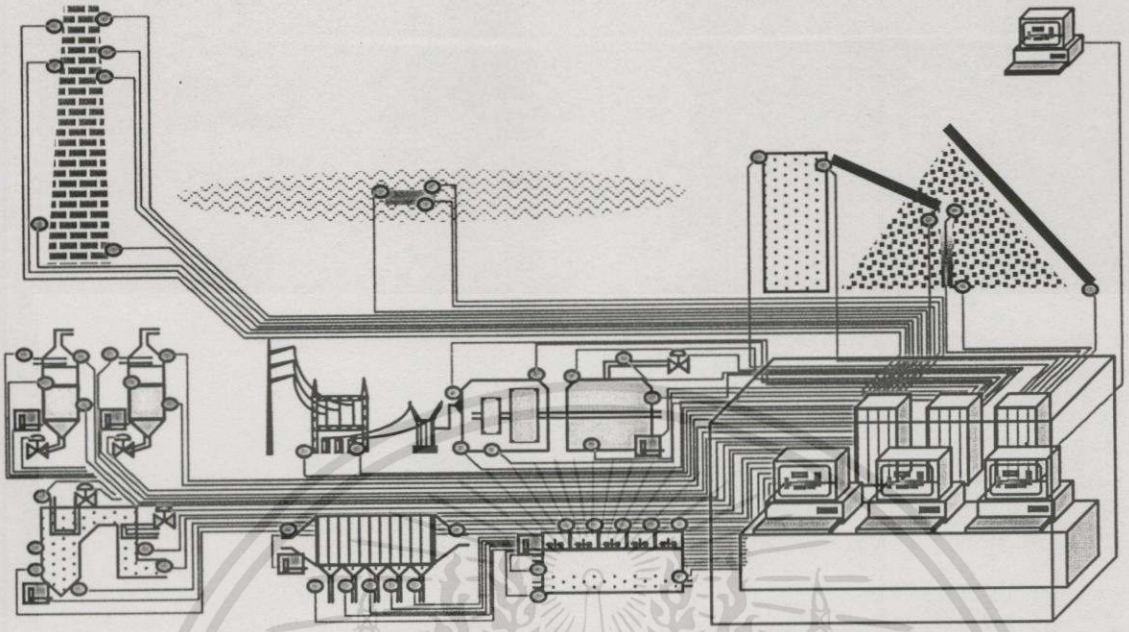
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเก็บรวบรวมข้อมูลของโรงงานอุตสาหกรรมสะดวกกว่าระบบควบคุมแบบเดิมมาก อีกทั้งสามารถลดต้นทุนในส่วนของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้เป็นอันมากเพราะสามารถจัดหาได้โดยทั่วไป

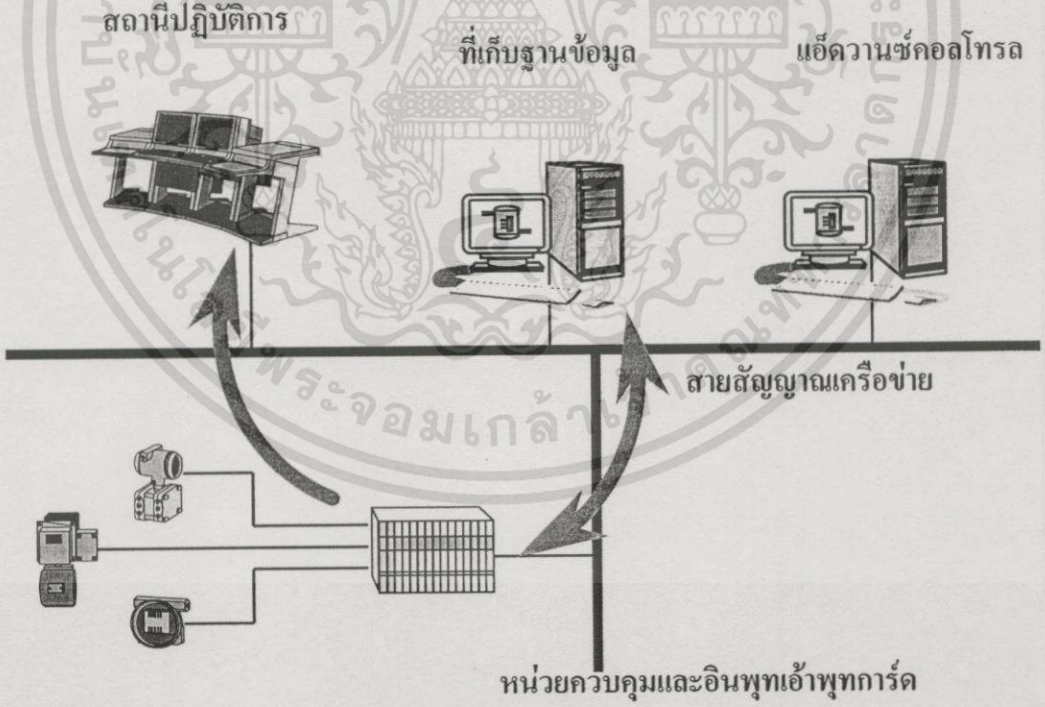


ภาพที่ 2.1 ระบบควบคุมชนิดอนาลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

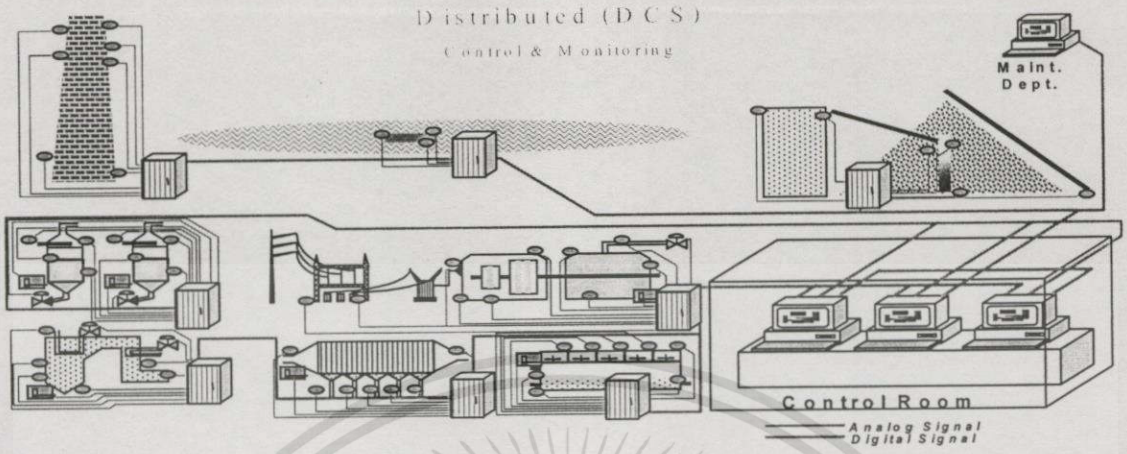


ภาพที่ 2.2 ระบบควบคุมชนิดดีดีซี



ภาพที่ 2.3 ระบบควบคุมชนิดดีซีเอส

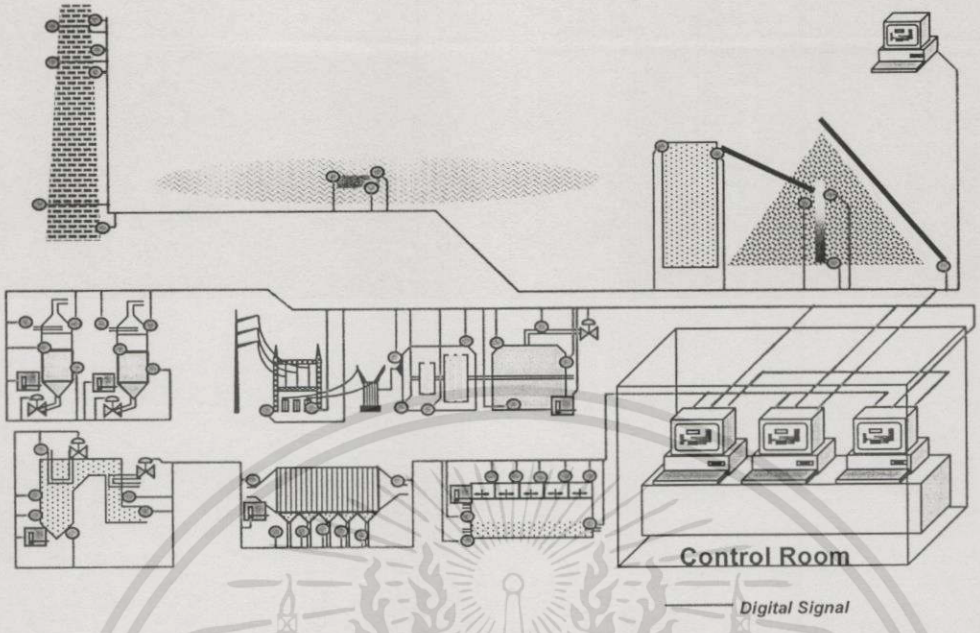
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.4 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณและอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายกับระบบควบคุมชนิดดีซีเอส

ภาพที่ 2.5 ภาพแสดงระบบควบคุมชนิดฟาวเดชั่นฟิวด์บัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



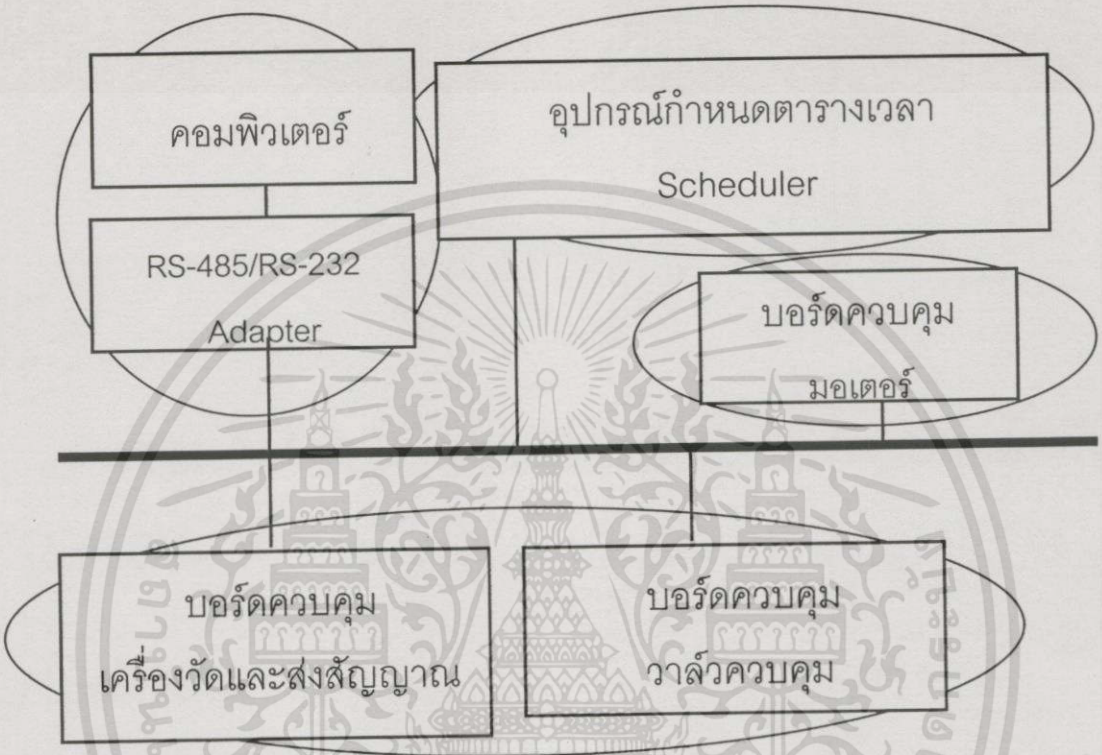
ภาพที่ 2.6 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณและอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายกับระบบควบคุมชนิดกระบวนการหลายจุดโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

สถาปัตยกรรมของระบบ

สามารถแบ่งอุปกรณ์หลักๆ ของระบบออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆ ได้ดังภาพที่ 3.1



ภาพที่ 3.1 สถาปัตยกรรมของระบบ

โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 สถานีปฏิบัติการ(Workstation)

ใช้ทำหน้าที่ตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิต กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับอุปกรณ์ในระบบเครือข่าย และรวบรวมข้อมูลจากกระบวนการผลิตเพื่อสำหรับทำการวิเคราะห์กระบวนการผลิตในภายหลังได้

ที่สถานีปฏิบัติการจะมีการติดตั้งอุปกรณ์แปลงสัญญาณ RS-485/RS-232 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณ RS-232 ของเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเป็นสัญญาณ RS-485 โดยใช้อุปกรณ์หลักเป็นวงจรรวม MAX483 โดยใช้หัวต่อ DB-9 ซึ่งมีเนื้อที่ภายในที่สามารถบรรจุวงจรรวมได้เพียงตัวเดียว และการที่วงจรรวม MAX483 ต้องการอินพุทเป็น

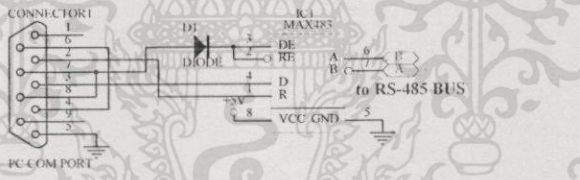
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณตรรกทีทีแอล(TTL) จึงหาทางแปลงสัญญาณ RS-232 ไปเป็น RS-485 โดยไม่ต้องแปลงเป็นสัญญาณตรรกทีทีแอลก่อนได้ โดยเนื่องจากว่าสัญญาณที่เป็น RS-232 นั้นไม่เหมือนกับสัญญาณตรรกทีทีแอล โดยสัญญาณที่พอร์ทอนุกรม(Serial port) จะมีสัญญาณดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 เปรียบเทียบสัญญาณมาตราฐานต่างๆ

ตรรก	สัญญาณตรรกทีทีแอล	สัญญาณ RS-232	สัญญาณพอร์ทอนุกรมของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
0	0 โวลท์	+5~+15 โวลท์	+12 โวลท์
1	5 โวลท์	-15~-5 โวลท์	-12 โวลท์

จากข้อมูลนี้ได้ทำการทดลองแล้วพบว่าถ้าต่อขาสัญญาณ TxD และ RxD เข้ากับ MAX483 โดยตรง จะทำให้การรับส่งข้อมูลเป็นแบบตรงกันข้าม คือเครื่องคอมพิวเตอร์ต้องการส่งตรรก 0 ทางฝั่งตรงกันข้ามจะรับเป็นตรรก 1 จึงทำการสลับขั้วของสายสัญญาณที่จะต่อไปยังบัส จะให้ผลการรับส่งข้อมูลที่ถูกต้อง และใช้ขาสัญญาณ RTS เป็นตัวเลือกว่าจะทำการส่งหรือรับข้อมูล ถ้า RTS ถูกกำหนด(Set) จะเป็นการส่งข้อมูล



ภาพที่ 3.2 วงจรอุปกรณ์แปลงสัญญาณ RS-485/RS-232

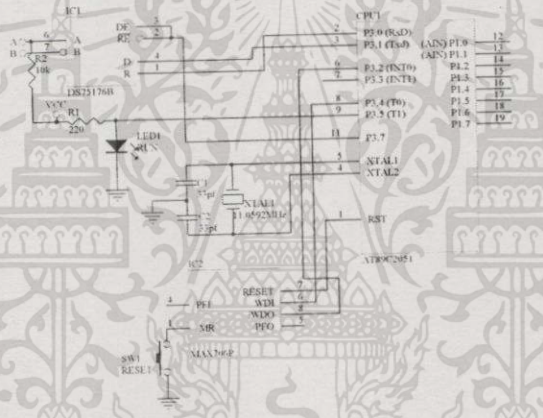
3.2 อุปกรณ์กำหนดตารางเวลา(Scheduler)

ทำหน้าที่ในการควบคุมช่วงเวลาของการสื่อสารของอุปกรณ์ในระบบเครือข่ายสัญญาณชุดเดียว โดยการแจ้งช่วงเวลา(Section-time) ให้อุปกรณ์ตัวนั้นๆ เมื่อถึงเวลาที่อุปกรณ์ตัวนั้นถึงเวลาในการสื่อสารบนบัสเดียวแล้ว

หลักการทำงานทั่วไปของอุปกรณ์ทั้งหมดจะใช้ไมโครโพรเซสเซอร์(Microprocessor) AT89C2051(MCS-51) [3] และเชื่อมต่อกับบัสเครือข่าย RS-485 ที่เลือกใช้มาตราฐาน RS-485 เนื่องจากสนับสนุนการเชื่อมต่อแบบมัลติดร็อป(Multidrop)ในขณะที่ RS-232 ไม่สนับสนุนการทำงานแบบนี้ วงจรรวม DS75176 เป็นตัวแปลงสัญญาณตรรกทีทีแอลเป็นสัญญาณมาตราฐาน RS-485 ซึ่งทำให้สามารถส่งข้อมูลได้ไกลถึง 4000 ฟุต ที่อัตราเร็วของการส่งข้อมูลไม่เกิน

100Kbps ซึ่งในระบบควบคุมแบบอิสระบนบัสเดียวนี้ได้ใช้อัตราเร็วของการส่งข้อมูลที่ 19.2Kbps จึงทำให้การส่งข้อมูลสามารถทำได้ในระยะไกลและมีความน่าเชื่อถือของการรับส่งข้อมูลสูง โดยหลักการทำงานนี้จะเป็นหลักการเดียวกันกับอุปกรณ์ควบคุมแบบอนาลอกและแบบดิจิตอล

อุปกรณ์กำหนดตารางเวลานี้จะมีอุปกรณ์เสริมคือว็อชด็อก(Watchdog) ซึ่งใช้วงจรรวม MAX706 เป็นตัวตรวจสอบการทำงานของไมโครโพรเซสเซอร์ว่ายังทำงานปรกติอยู่หรือเปล่า โดยมีการเขียนโปรแกรมบนไมโครโพรเซสเซอร์ให้มีการส่งสัญญาณไปยังขา WDI ของ MAX706 ในทุกๆ รอบการทำงานของโปรแกรม หากสัญญาณไม่ถูกส่งออกมาเป็นเวลาประมาณ 1.6 วินาที นั่นหมายความว่าไมโครโพรเซสเซอร์ทำงานไม่ถูกต้องหรือเพี้ยนไป ว็อชด็อกจะทำการส่งสัญญาณจากขา WDO ไปยังไมโครโพรเซสเซอร์ ให้กลับมาทำงานต่อตามปรกติ ทำให้ระบบมีความน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น



ภาพที่ 3.3 วงจรอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา

3.3 อุปกรณ์ควบคุมแบบอนาลอก(Analog control board)

ทำหน้าที่แปลงสัญญาณวัดชนิดอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลที่รับมาจากเครื่องวัดและส่งสัญญาณเพื่อส่งเข้าไปในระบบเครือข่าย หรือรับข้อมูลที่อยู่ในระบบเครือข่ายที่อยู่ในรูปสัญญาณดิจิตอลเพื่อทำการตีความหมายแล้วทำการแปลงเป็นสัญญาณอนาลอก เพื่อควบคุมกระบวนการผลิตโดยตรงหรือคำนวณก่อนแล้วทำการควบคุมวาล์วควบคุม (Control valve)

เป็นอุปกรณ์ที่ผู้ใช้สามารถเลือกหน้าที่การทำงานของอุปกรณ์ได้ว่าจะใช้เป็นหน่วยควบคุมเพื่อควบคุมเครื่องวัดและส่งสัญญาณหรือวาล์วควบคุม โดยสามารถถูกกำหนดได้จากสถานีปฏิบัติการโดยตรงทำให้สะดวก รวดเร็วและง่ายต่อการเพิ่มเติมหรือดัดแปลงอุปกรณ์ในโรงงาน อีกทั้งไม่จำเป็นต้องเก็บสำรองอุปกรณ์ที่แตกต่างกันจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือจำหน่ายในเชิงการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ลบข้อความนี้ออก และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่กำหนดอุปกรณ์ให้เป็นอุปกรณ์ควบคุมวาล์วควบคุม วงจรรวม DS75176 จะทำการรับสัญญาณดิจิตอลจากสายสัญญาณบัสเดียวแล้วทำการแปลงเป็นสัญญาณตรรกทีทีแอลให้กับไมโครโพรเซสเซอร์ ๆ จะทำการตีความ คำนวณ หรือปฏิบัติตามคำสั่งถ้าในกรณีที่เป็นข้อมูลของตัวเอง ถ้าไมโครโพรเซสเซอร์มีการคำนวณพีไอดีก็จะทำการส่งค่าปรับแต่ง(MV:Manipulated Value) เพื่อทำการปรับเปอร์เซ็นต์การเปิดของวาล์ว(Throttling)ไปยังวงจรรวม 74LS373(IC7) ข้อมูลจะโดน Latch เมื่อได้รับ Enable signal จากขา INT1 ของไมโครโพรเซสเซอร์ เพื่อทำการส่งข้อมูลขนาด 8 บิทไปยังส่วนของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก(D/A) ก่อนเข้าสู่วงจรแปลงระดับสัญญาณความต่างศักดิ์เป็นกระแส(V/I) เพื่อแปลงแรงดันเป็นกระแสที่ 4~20 มิลลิแอมป์ เพื่อควบคุมวาล์วโดยใช้วงจรรวม LM324 ต่อให้ทำหน้าที่เป็นตัวเปรียบเทียบ และทรานซิสเตอร์ BC327 เป็นตัวไดร์ฟเวอร์(Driver)

ในส่วนของวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก(D/A) นั้นได้ใช้วงจร R2R ซึ่งมีราคาถูกและเที่ยงตรงสูงวงจรรวม 74LS373(IC6) จะต่อกับแอลอีดี(LED) เพื่อแสดงสถานะการทำงาน และวงจรรวม 74LS244(IC3) จะต่อกับดิพสวิช(DIP Switch) เพื่อใช้ในการเลือกแอดเดรสของอุปกรณ์ซึ่งสามารถตั้งค่าแอดเดรสได้ทั้งหมด 255 ค่า

ในกรณีที่กำหนดอุปกรณ์ให้เป็นตัวควบคุมที่ใช้กับเครื่องวัดและส่งสัญญาณ จะมีส่วนอินพุทที่ใช้เทคนิค Successive Approximation Analog-to-Digital Converter ทำการแปลงกระแสขนาด 4~20 มิลลิแอมป์ เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อส่งข้อมูลเข้าระบบเครือข่ายต่อไป

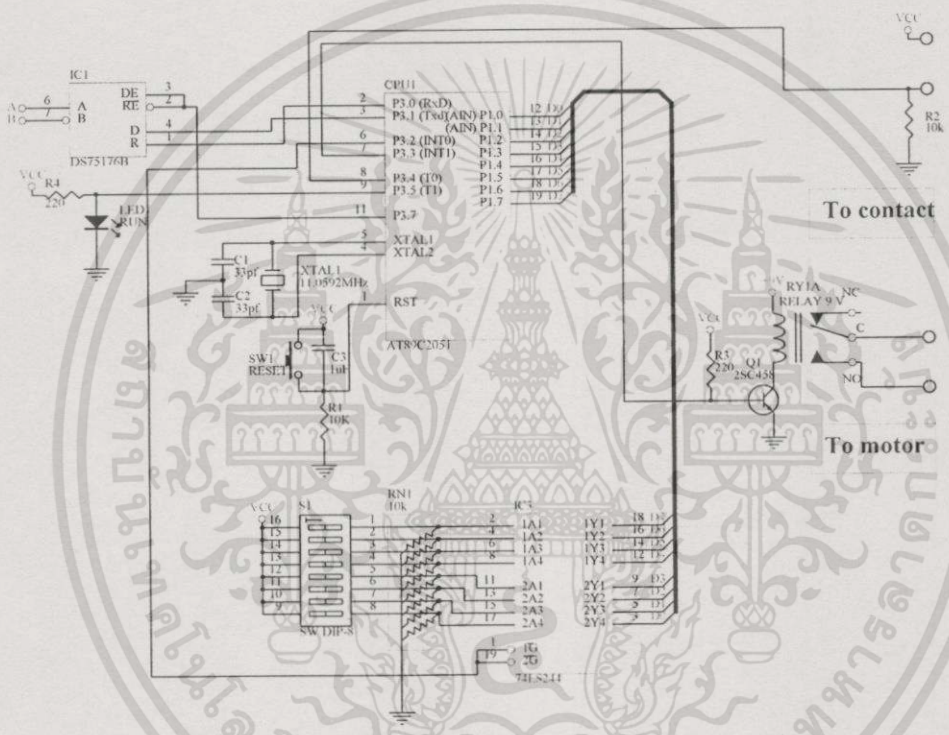
3.4 อุปกรณ์ควบคุมแบบดิจิตอล(Digital control board)

ทำหน้าที่ในการรับสัญญาณชนิดดิจิตอลจากระบบเครือข่ายแล้วทำการตีความหมายเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า หรือรับสถานะการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าจากหน้าสัมผัสช่วย(Auxiliary contact) ของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากำลังทำงานอยู่หรือหยุดการทำงานแล้วทำการแปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อทำการส่งเข้าไปในระบบเครือข่าย

ควบคุมเอาพุทของอุปกรณ์ที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบออนออฟ(ON/OFF) โดยใช้รีเลย์ต่อออกไปควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง โดยใช้ทรานซิสเตอร์ 2SC458(Q1) เป็นตัวไดว์ฟเวอร์ซึ่งถูกควบคุมโดยขา INT1 ของไมโครโพรเซสเซอร์ ในส่วนของอินพุทจะต่อเข้ากับหน้าสัมผัสช่วยของแมกเนติกคอนแทคเตอร์ซึ่งจะรับข้อมูลเข้าทางขา T0 ของไมโครโพรเซสเซอร์ โดยถ้ากรณีมอเตอร์ทำงาน(หน้าสัมผัสช่วยจะปิด) จะได้สัญญาณเป็นตรรก1 และถ้ามอเตอร์ไม่ทำงาน(หน้าสัมผัสช่วยจะเปิด) จะได้ตรรก 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ

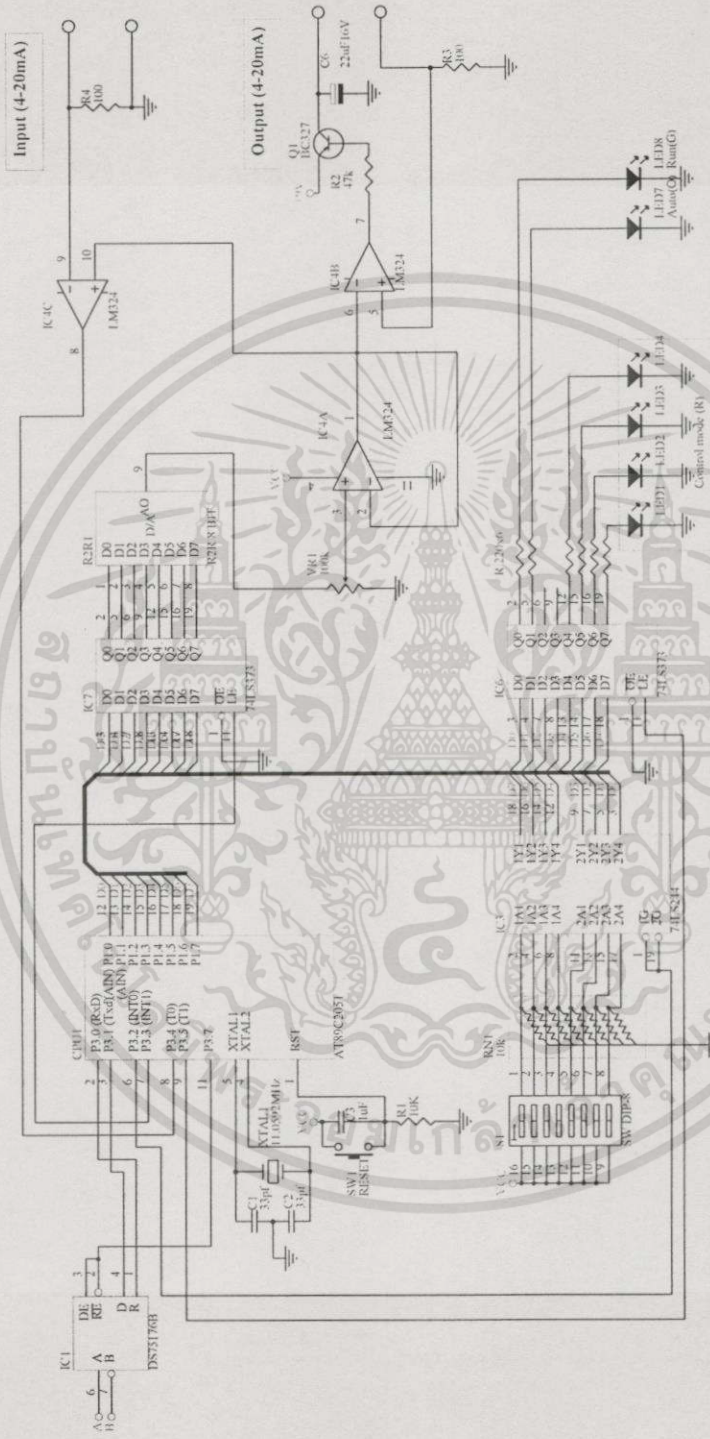
วงจรรวม 74LS244(IC3) ถูกต่อเข้ากับดิพสวิช เพื่อใช้ในการเลือกแอดเดรสของอุปกรณ์ซึ่งสามารถตั้งค่าแอดเดรสได้ทั้งหมด 255 ค่า



ภาพที่ 3.4 วงจรอุปกรณ์ควบคุมแบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



ภาพที่ 3.5 วงจรอุปกรณ์ควบคุมแบบอนาลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น การอ้างอิงควรอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34565

ภาพที่ 3.6 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอกชนิด R2R

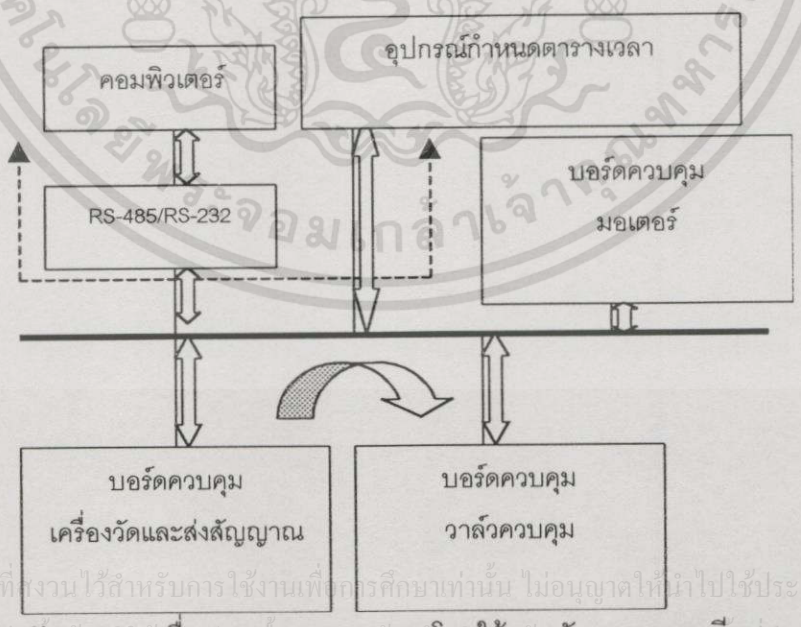
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
วิธีการสื่อสารข้อมูลของกระบวนการโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียว

4.1 ลักษณะการสื่อสารของอุปกรณ์บนระบบ

การสื่อสารในสายสัญญาณเครือข่ายจะเป็นลักษณะของการสื่อสารทางเดียว(Half Duplex) [4] โดยมีอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาทำหน้าที่ในการจัดช่วงเวลาการทำงานของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่บนสายสัญญาณทั้งหมด ซึ่งช่วงเวลาแต่ละช่วงของอุปกรณ์จะถูกกำหนดแน่นอนเท่ากัน ทำให้ระบบสื่อสารมีความเสถียรค่อนข้างสูง เนื่องจากอุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์ไม่สามารถหน่วงช่วงเวลาของตัวเองออกไปได้ ต้องสื่อสารภายในช่วงเวลาที่ถูกกำหนดเท่านั้น ทำให้อุปกรณ์ทุกตัวได้มีโอกาสในการใช้สายสัญญาณเพื่อการสื่อสาร

อุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์สามารถที่จะติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์นั้นเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตได้โดยตรง(Peer-to-Peer Communication) เช่นผู้ควบคุมต้องการส่งค่าเซตพ้อยท์ผ่านทางสถานีปฏิบัติการไปยังวาล์วควบคุม หรือต้องการอ่านค่าสัญญาณวัดจากเครื่องวัดและส่งสัญญาณแล้วแสดงบนจอสถานีปฏิบัติการ หรือเครื่องวัดและส่งสัญญาณต้องการส่งสัญญาณวัดไปหาวาล์วควบคุมเพื่อควบคุมกระบวนการผลิต เป็นต้น ลักษณะของทิศทางการไหลของสัญญาณเหล่านี้สามารถแสดงได้ตามภาพที่ 4.1



ภาพที่ 4.1 แสดงลักษณะการสื่อสารของกระบวนการโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้นำเนื้อหาไปใช้ในรูปแบบอื่นๆ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

4.2 โครงสร้างของหน่วยข้อมูล (Data Structure)

ในวิทยานิพนธ์นี้จะมีการสื่อสารผ่านทางมาตราฐาน RS-485 และมีโครงสร้างของโพรโตคอล(Protocol) ที่ประกอบด้วย 3 ไบท์(Byte) ในหนึ่งแพคเกจ(Package) ดังภาพที่ 4.2

ไบท์ที่ 1 ไบท์กำหนดแอดเดรส	ไบท์ที่ 2 ไบท์กำหนดคำสั่ง	ไบท์ที่ 3 ไบท์พิเศษ

ภาพที่ 4.2 แสดงองค์ประกอบของแพคเกจ

อุปกรณ์ไหนต้องการที่จะติดต่อกับอุปกรณ์อะไรสามารถกำหนดค่าแอดเดรสที่จะต้องการติดต่อด้วยในแพคเกจไบท์ที่ 1 และต้องการให้แอดเดรสนั้นทำอะไรสามารถกำหนดได้ในไบท์ที่ 2 ซึ่งเป็นชุดคำสั่ง และถ้าชุดคำสั่งนั้นมีรายละเอียดเพิ่มเติมก็กำหนดได้ในไบท์ที่ 3

รายละเอียดของคำสั่ง (Command) ในไบท์กำหนดคำสั่ง ดูได้จากตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงรายการของคำสั่งต่างๆ

รหัส	คำสั่ง	ทิศทางของสัญญาณ	คำอธิบายเพิ่มเติม
00h	ไม่มีข้อมูลจะส่ง	สถานีปฏิบัติการ →อุปกรณ์ กำหนดตารางเวลา	
C1h	ช่วงเวลาสำหรับสถานีปฏิบัติการ	อุปกรณ์กำหนดตารางเวลา→สถานีปฏิบัติการ	ช่วงเวลาของสถานีปฏิบัติการที่จะให้ส่งข้อมูลออกมา
62h	สถานีปฏิบัติการร้องขอค่าสัญญาณวัดหรือค่าปรับแต่ง	สถานีปฏิบัติการ→เครื่องวัดและส่งสัญญาณ หรือวาล์วควบคุม	รหัสคำสั่งนี้อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจะหน่วงช่วงเวลาขนาด 1 แพคเกจ
43h	กำหนดค่าสภาวะปลอดภัย	สถานีปฏิบัติการ→วาล์วควบคุม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รหัส	คำสั่ง	ทิศทางของสัญญาณ	คำอธิบายเพิ่มเติม
04h	กำหนดอุปกรณ์ควบคุมให้อยู่ในการควบคุมด้วยมือ	สถานีปฏิบัติการ →เครื่องวัดและส่งสัญญาณ และวาล์วควบคุม	อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจะทำการลบแอดเดรสนี้ออกจากตารางการควบคุมอัตโนมัติ;ไบท์ที่ 3=00h สำหรับอุปกรณ์อื่นๆ, 55h สำหรับวาล์วควบคุม, AAh สำหรับเครื่องวัดและส่งสัญญาณ
05h	กำหนดอุปกรณ์ควบคุมให้อยู่ในการควบคุมอัตโนมัติ	สถานีปฏิบัติการ→เครื่องวัดและส่งสัญญาณ และวาล์วควบคุม	อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจะทำการเพิ่มแอดเดรสนี้เข้าในตารางการควบคุมอัตโนมัติ; ไบท์ที่ 3=00h สำหรับอุปกรณ์อื่นๆ, 55h สำหรับวาล์วควบคุม, AAh สำหรับเครื่องวัดและส่งสัญญาณ
46h	กำหนดค่าเซตพ้อยท์	สถานีปฏิบัติการ→วาล์วควบคุม	
47h	กำหนดค่าพี	สถานีปฏิบัติการ→วาล์วควบคุม	
48h	กำหนดค่าไอ	สถานีปฏิบัติการ→วาล์วควบคุม	
49h	กำหนดค่าดี	สถานีปฏิบัติการ→วาล์วควบคุม	
4Ah	กำหนดค่าปรับแต่ง	สถานีปฏิบัติการ→วาล์วควบคุม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รหัส	คำสั่ง	ทิศทางของสัญญาณ	คำอธิบายเพิ่มเติม
CBh	สัญญาณเตือน กรณีที่อุปกรณ์ควบคุมใดๆ ทำงานผิดปรกติ	อุปกรณ์กำหนดตาราง เวลา→สถานีปฏิบัติการ	ไบท์ที่ 3 คือค่าแอดเดรสที่ทำงานผิดปรกติ
8Ch	ส่งค่าสัญญาณวัด	เครื่องวัดและส่งสัญญาณ→วาล์วควบคุม หรือ สถานีปฏิบัติการ	
8Dh	ส่งค่าปรับแต่ง	วาล์วควบคุม→สถานีปฏิบัติการ	
CEh	ช่วงเวลาส่งค่าสัญญาณวัดไปยังวาล์วควบคุม	อุปกรณ์กำหนดตาราง เวลา→เครื่องวัดและส่งสัญญาณ	เครื่องวัดและส่งสัญญาณจะทำการส่งค่าสัญญาณวัดไปยังวาล์วควบคุมโดยตรง
4Fh	กำหนดคู่แอดเดรสของวงควบคุม	สถานีปฏิบัติการ→เครื่องวัดและส่งสัญญาณ และวาล์วควบคุม	ใช้ในการควบคุมอัตโนมัติ
50h	กำหนดชนิดของขบวนการควบคุมในการควบคุมแบบอัตโนมัติ	สถานีปฏิบัติการ→วาล์วควบคุม	กำหนดการควบคุมในไบท์ที่ 3 0=ไม่เลือกการควบคุม 1=Standard PID control 2=Non linear PID control 3=Sampled data PI control 4=Batch PID control 5=Feed-Forward control 6=Discrete

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

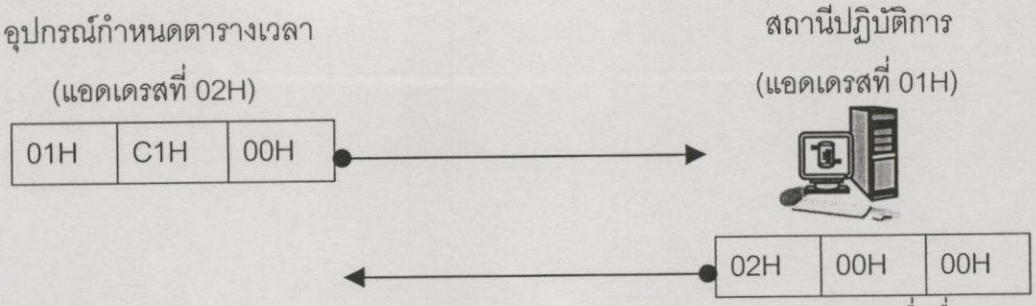
ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

รหัส	คำสั่ง	ทิศทางของสัญญาณ	คำอธิบายเพิ่มเติม
51h	กำหนดชนิดของอุปกรณ์ควบคุม	สถานีปฏิบัติการ→เครื่องวัดและส่งสัญญาณ และวาล์วควบคุม	กำหนดไบท์ที่ 3=55h คือวาล์วควบคุม กำหนดไบท์ที่ 3=AAh คือเครื่องวัดและส่งสัญญาณ
F4h	ตรวจสอบอุปกรณ์บนระบบแต่ละหน่วยกำลังทำงานอยู่หรือไม่	อุปกรณ์กำหนดตารางเวลา→เครื่องวัดและส่งสัญญาณ , วาล์วควบคุม และอุปกรณ์ควบคุมชนิดดิจิตอล	
95h	อุปกรณ์กำลังทำงานตามปรกติอยู่	เครื่องวัดและส่งสัญญาณ , วาล์วควบคุม และอุปกรณ์ควบคุมชนิดดิจิตอล→อุปกรณ์กำหนดตารางเวลา	
12h	หยุดการทำงานของวงควบคุม	สถานีปฏิบัติการ→เครื่องวัดและส่งสัญญาณ , วาล์วควบคุม และอุปกรณ์ควบคุมชนิดดิจิตอล	อุปกรณ์บนระบบควบคุมทั้งหมดจะหยุดถ้า ไบท์ที่ 1=00h. การกำหนดคำสั่งจะอยู่ในรูปแบบ “แอดเดรส,12h,B5h”.
13h	เริ่มการทำงานของวงควบคุม	สถานีปฏิบัติการ→เครื่องวัดและส่งสัญญาณ , วาล์วควบคุม และอุปกรณ์ควบคุมชนิดดิจิตอล	อุปกรณ์บนระบบควบคุมทั้งหมดจะเริ่มถ้า ไบท์ที่ 1=00h. การกำหนดคำสั่งจะอยู่ในรูปแบบ “address,13h,B5h”.

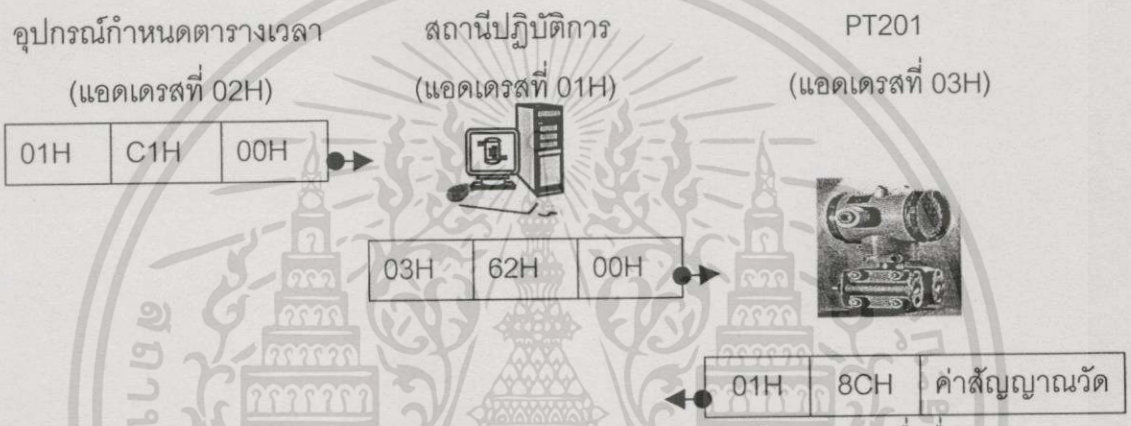
4.3 วิธีการส่งข้อมูล

ลำดับหรือขั้นตอนการส่งแพ็คเกจข้อมูลหรือการสื่อสารสามารถอธิบายได้ดังภาพที่ 4.3~4.8

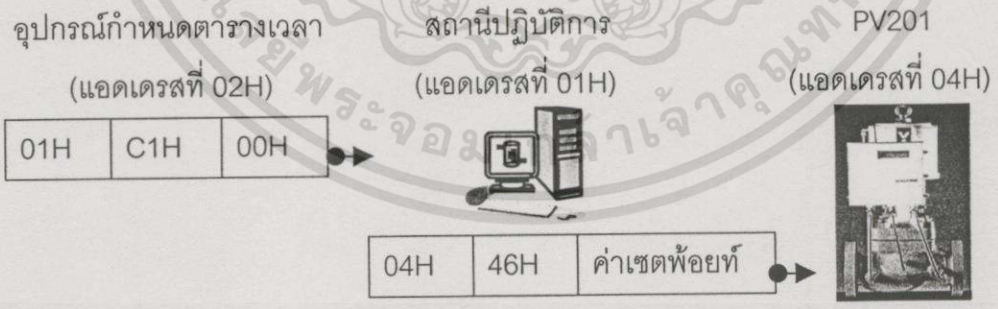
เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ



ภาพที่ 4.3 แสดงอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจ่ายช่วงเวลาให้กับสถานีปฏิบัติการเพื่อสื่อสาร แต่สถานีปฏิบัติการตอบกลับมายังอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาว่าไม่มีข้อมูลใหม่จะส่ง



ภาพที่ 4.4 แสดงอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจ่ายช่วงเวลาให้กับสถานีปฏิบัติการเพื่อสื่อสาร สถานีปฏิบัติการได้ขอติดต่อกับเครื่องวัดและส่งสัญญาณความดัน PT201 เพื่อขอค่าสัญญาณวัดปัจจุบันในการควบคุมอัตโนมัติหรือการควบคุมด้วยมือ

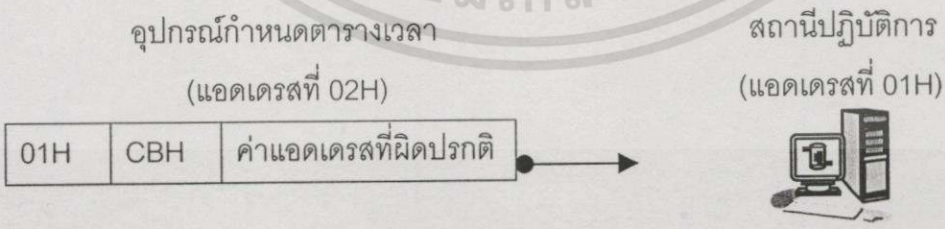


ภาพที่ 4.5 แสดงอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจ่ายช่วงเวลาให้กับสถานีปฏิบัติการเพื่อสื่อสาร สถานีปฏิบัติการทำการกำหนดค่าเซตพ้อยท์ให้กับวาล์วควบคุมความดัน PV201 ในการควบคุมอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.6 แสดงอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจ่ายช่วงเวลาให้กับสถานีปฏิบัติการเพื่อสื่อสาร สถานีปฏิบัติการได้ขอติดต่อกับวาล์วควบคุมความดัน PV201 เพื่อขอค่าปรับแต่งปัจจุบันในการควบคุมอัตโนมัติ

ภาพที่ 4.7 แสดงอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจ่ายช่วงเวลาให้กับเครื่องวัดและส่งสัญญาณความดัน PT201 เพื่อส่งค่าสัญญาณวัดให้กับวาล์วควบคุมความดัน PV201 เพื่อทำการคำนวณพีไอดีในการควบคุมอัตโนมัติ



ภาพที่ 4.8 แสดงอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาแจ้งสถานีปฏิบัติการว่ามีอุปกรณ์ที่แอดเดรสนั้นๆ ทำงานผิดปรกติ เนื่องจากไม่มีการตอบสนองกลับมายังอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาในช่วงเวลาที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 คุณลักษณะของระบบสื่อสาร (Feature)

ในกรณีที่การสื่อสารเสียอุปกรณ์ต่างๆ จะกำหนดตัวเองให้อยู่ในสภาวะปลอดภัยโดย สามารถจำแนกรายละเอียดได้ดังนี้

4.4.1 การสื่อสารจากอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาไปยังสถานีปฏิบัติการเสีย

ถ้าสถานีปฏิบัติการไม่ทำงานหรือสายต่อเข้าสถานีปฏิบัติการชำรุด อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาและอุปกรณ์ที่อยู่ในการควบคุมอัตโนมัติอยู่แล้วก็จะทำงานตามปรกติเสมือนไม่มีอะไรผิดปรกติเกิดขึ้น แต่อุปกรณ์ที่อยู่ในการควบคุมด้วยมือจะกำหนดตัวเองให้อยู่ที่ค่าปรับแต่งที่สภาวะปลอดภัยซึ่งถูกกำหนดค่าเอาไว้ล่วงหน้าแล้ว

4.4.2 การสื่อสารจากอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาไปยังอุปกรณ์ควบคุมเสีย

ถ้าอุปกรณ์ควบคุมไม่ทำงานหรือสายต่อเข้าอุปกรณ์ชำรุด อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจะรู้ได้โดยการที่ส่งช่วงเวลาของอุปกรณ์ไปให้อุปกรณ์นั้นแต่ไม่มีการตอบสนองกลับมา แสดงว่าการสื่อสารไปยังอุปกรณ์ควบคุมนั้นเสียแล้ว และจะส่งสัญญาณแจ้งไปให้สถานีปฏิบัติการเพื่อแสดงบนหน้าจอต่อไป

4.4.3 อุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆไม่ได้รับแพคเกจ

ในกรณีที่อุปกรณ์ควบคุมต่างๆไม่ได้รับแพคเกจอะไรเลยในเวลาประมาณ 1.14 วินาที (เกิดจากการกำหนดค่าในไทม์เมอร์: Timer) เนื่องจากอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาไม่ทำงานตามปรกติ อุปกรณ์ควบคุมจะทำการกำหนดตัวเองในอยู่ในสภาวะปลอดภัยที่ค่าปรับแต่งที่สภาวะปลอดภัย โดยไม่ว่าขณะนั้นอุปกรณ์ควบคุมจะอยู่ในการควบคุมอัตโนมัติหรือการควบคุมด้วยมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
โปรแกรมควบคุม

5.1 โปรแกรมบนอุปกรณ์ควบคุม (Control board software)

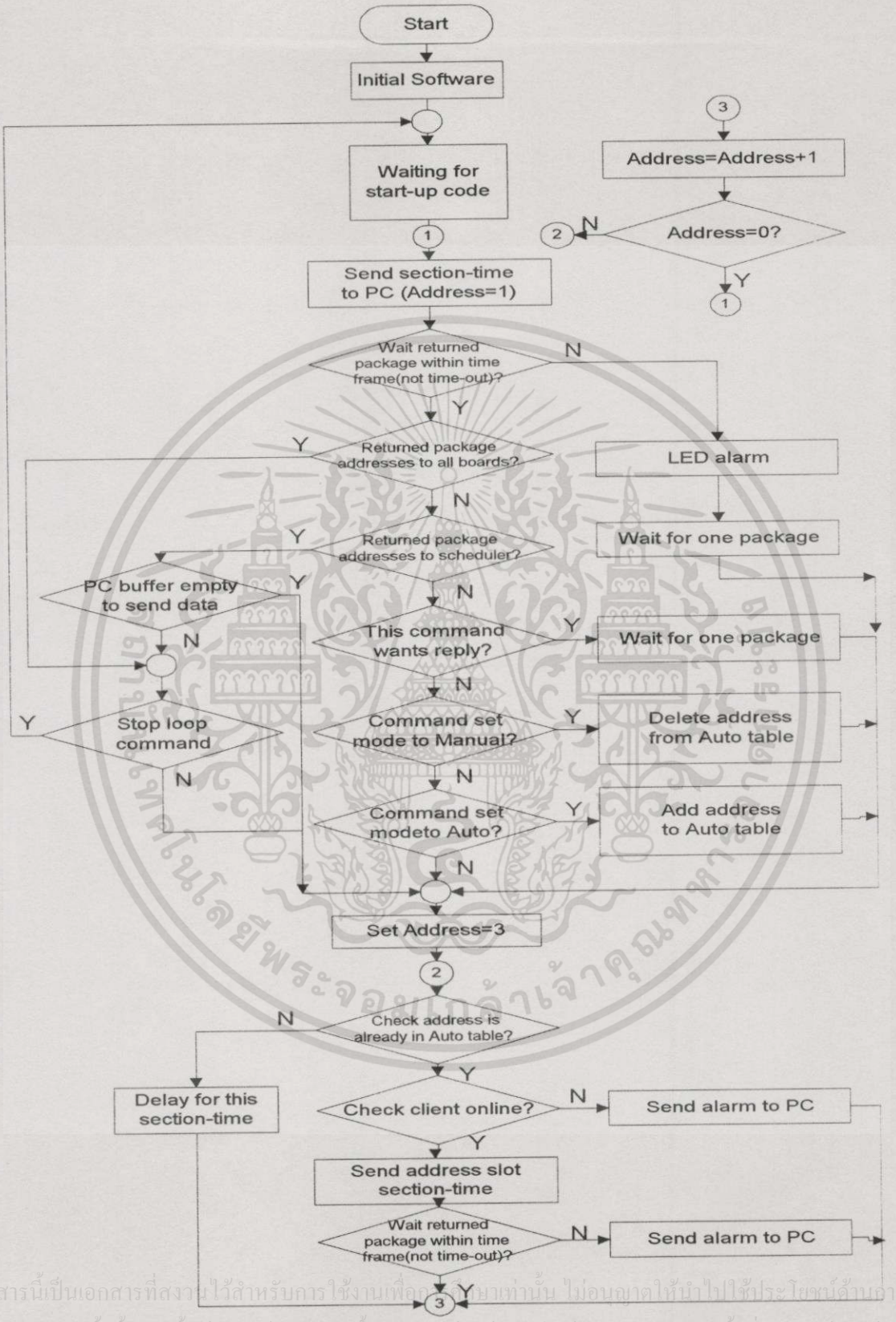
สามารถแบ่งโปรแกรมออกตามอุปกรณ์ได้ 3 หมวดดังนี้คือ

5.1.1 โปรแกรมบนอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา

หน้าที่ของโปรแกรมคือจะทำการส่งช่วงเวลาการทำงานไปให้อุปกรณ์ต่างๆ, ตรวจสอบอุปกรณ์ที่อยู่ในการควบคุมอัตโนมัติ และตรวจสอบอุปกรณ์ที่อยู่ในเครือข่ายบัสเดียวว่ายังทำงานปรกติหรือไม่เพื่อแจ้งไปยังสถานีปฏิบัติการ โดยสามารถอธิบายการทำงานโดยสังเขปได้คือโปรแกรมจะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆเช่นค่าแอดเดรส อัตราเร็วของการส่งสัญญาณบนสายสัญญาณเครือข่าย เตรียมบัฟเฟอร์ของตัวแปรต่างๆ รีเซตไทเมอร์ และเอ็นนาเบิ้ลอินเตอร์รัพท์เป็นต้น แล้วจะทำการรอรหัสให้ทำงานจากสถานีปฏิบัติการ ถ้าได้รับรหัสเข้ามาแล้วก็จะทำการจ่ายช่วงเวลาให้กับสถานีปฏิบัติการเป็นอันดับแรกแล้วจะทำการตรวจสอบรหัสคำสั่งที่ตอบกลับมาจากสถานีปฏิบัติการว่าเป็นคำสั่งชนิดที่สงให้อุปกรณ์ทุกตัวรับทราบหรือไม่ ถ้าใช่จะเป็นคำสั่งเดียวคือให้อุปกรณ์ทุกตัวหยุดการทำงาน ถ้าไม่ใช่จะตรวจสอบว่าเป็นคำสั่งที่สงเฉพาะเจาะจงมาที่อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาหรือไม่ ถ้าใช่เป็นการที่สถานีปฏิบัติการบอกว่าสถานีปฏิบัติการไม่มีข้อมูลส่งหรือไม่ ถ้าใช่ก็ไปเริ่มจ่ายช่วงเวลาให้กับอุปกรณ์ในแอดเดรสถัดไป ในกรณีที่คำสั่งที่ส่งออกมาจากสถานีปฏิบัติการไม่ได้ต้องการส่งให้อุปกรณ์กำหนดตารางเวลา อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจะตรวจสอบว่าเป็นคำสั่งที่ต้องการรอคำตอบกลับหรือไม่ถ้าใช่จะรอเวลาหนึ่งช่วงแพคเกจ ถ้าไม่ใช่คำสั่งนั้นเป็นคำสั่งกำหนดวงควบคุมให้อยู่ในการควบคุมอัตโนมัติหรือควบคุมด้วยมือ ในกรณีเป็นการควบคุมอัตโนมัติก็จะบันทึกในหน่วยความจำเก็บเป็นข้อมูลไว้ส่วนในกรณีที่อยู่ในการควบคุมด้วยมือก็จะลบข้อมูลของวงควบคุมออกจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะไปจ่ายช่วงเวลาให้กับอุปกรณ์ทุกตัวที่อยู่ในระบบในตำแหน่งแอดเดรสถัดไป ในระหว่างการรอค่ากลับคืนมาหรือช่วงเวลาที่จ่ายให้ออกไปอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจะคอยตรวจสอบเวลาการตอบสนองกลับว่าอยู่ในช่วงเวลาที่กำหนดหรือไม่ ถ้าไม่แสดงว่าอุปกรณ์นั้นๆอาจจะเสียแล้วจะแจ้งไปยังสถานีปฏิบัติการให้ทราบ

ลำดับการทำงานของโปรแกรมโดยละเอียดถูกอธิบายได้ตามภาพที่ 5.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.1 Flow Chart ของอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

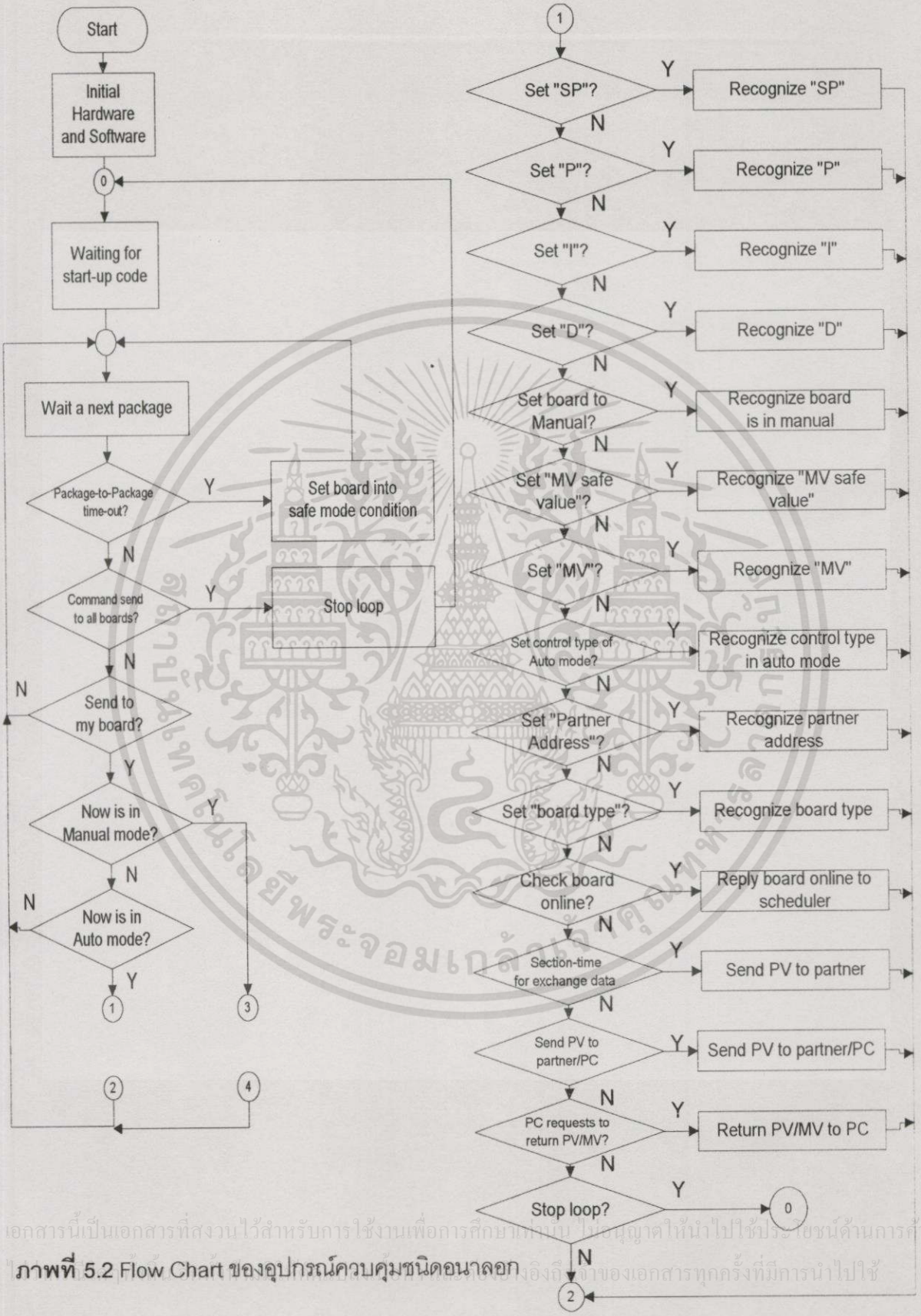
5.1.2 โปรแกรมบนอุปกรณ์ควบคุมแบบอนาลอก

หน้าที่ของโปรแกรมคือจะทำการตอบสนองตามคำสั่งของสถานีปฏิบัติการและอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา และมีการคำนวณค่าพีไอดีในกรณีที่อุปกรณ์อยู่ในการควบคุมอัตโนมัติ โดยสามารถอธิบายการทำงานอย่างสังเขปได้คือโปรแกรมจะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ เช่นค่าแอดเดรส อัตราเร็วของการส่งสัญญาณบนสายสัญญาณเครือข่าย เตรียมบัฟเฟอร์ของตัวแปรต่างๆ รีเซตไทเมอร์ และเอ็นนาเบิ้ลอินเตอร์รัพท์เป็นต้น แล้วจะทำการรอรหัสให้ทำงานจากสถานีปฏิบัติการ ถ้าได้รับรหัสเข้ามาแล้วก็จะเริ่มทำงานและรอรหัสคำสั่งอื่นๆต่อไป ถ้าคำสั่งถัดไปที่เข้ามาเป็นคำสั่งชนิดที่ส่งให้อุปกรณ์ทุกตัวรับทราบก็จะเป็นคำสั่งเดียวคือให้อุปกรณ์ทุกตัวหยุดการทำงาน ถ้าไม่ใช่จะตรวจสอบว่าเป็นคำสั่งที่ส่งเฉพาะเจาะจงมาที่อุปกรณ์ตัวเองหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ก็จะไปเริ่มรอรหัสคำสั่งต่อไปใหม่ ถ้าใช่คำสั่งนั้นเป็นคำสั่งกำหนดวงควบคุมให้อยู่ในการควบคุมอัตโนมัติหรือควบคุมด้วยมือ ในกรณีเป็นการควบคุมอัตโนมัติจะทำการตรวจสอบว่าคำสั่งถัดไปเป็นคำสั่งชนิดใดเช่น กำหนดค่าเซตพ้อยท์, ค่าพี, ค่าไอ, ค่าดี, ค่าปรับแต่งปลอดภัย, ค่าปรับแต่ง, ค่าแอดเดรสคู่ที่อยู่ในวงควบคุมเดียวกัน, กำหนดชนิดของอุปกรณ์, ตรวจสอบอุปกรณ์กำลังทำงานอยู่หรือไม่, เป็นช่วงเวลาให้ส่งข้อมูลจากอุปกรณ์วัดและส่งสัญญาณไปยังวาล์วควบคุม, ส่งค่าสัญญาณวัดไปยังสถานีปฏิบัติการหรือคู่ในวงควบคุมเดียวกัน, สถานีปฏิบัติการร้องขอค่าสัญญาณวัดหรือค่าปรับแต่ง, กำหนดอุปกรณ์ให้อยู่ในการควบคุมด้วยมือ หรือหยุดวงควบคุม เป็นต้น

ในกรณีที่อยู่ในการควบคุมด้วยมือจะทำการตรวจสอบว่าคำสั่งถัดไปเป็นคำสั่งชนิดใดเช่น กำหนดค่าเซตพ้อยท์, ค่าพี, ค่าไอ, ค่าดี, ค่าปรับแต่งปลอดภัย, ค่าปรับแต่ง, ค่าแอดเดรสคู่ที่อยู่ในวงควบคุมเดียวกัน, กำหนดชนิดของอุปกรณ์, ตรวจสอบอุปกรณ์กำลังทำงานอยู่หรือไม่, สถานีปฏิบัติการร้องขอค่าสัญญาณวัดหรือค่าปรับแต่ง, กำหนดอุปกรณ์ให้อยู่ในการควบคุมอัตโนมัติ หรือหยุดวงควบคุม เป็นต้น

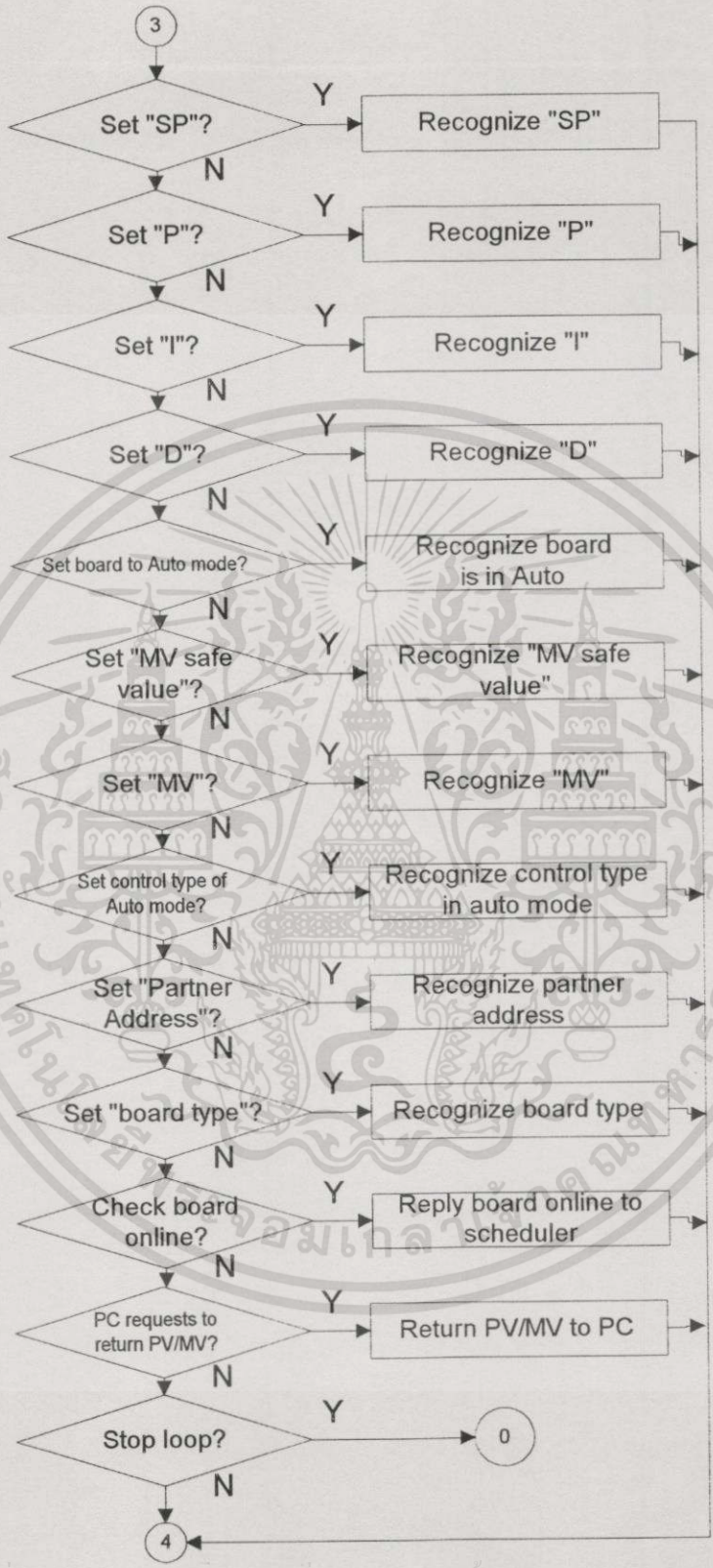
ลำดับการทำงานของโปรแกรมโดยละเอียดถูกอธิบายได้ตามภาพที่ 5.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.2 Flow Chart ของอุปกรณ์ควบคุมชนิดอนาลอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.2 (ต่อ)

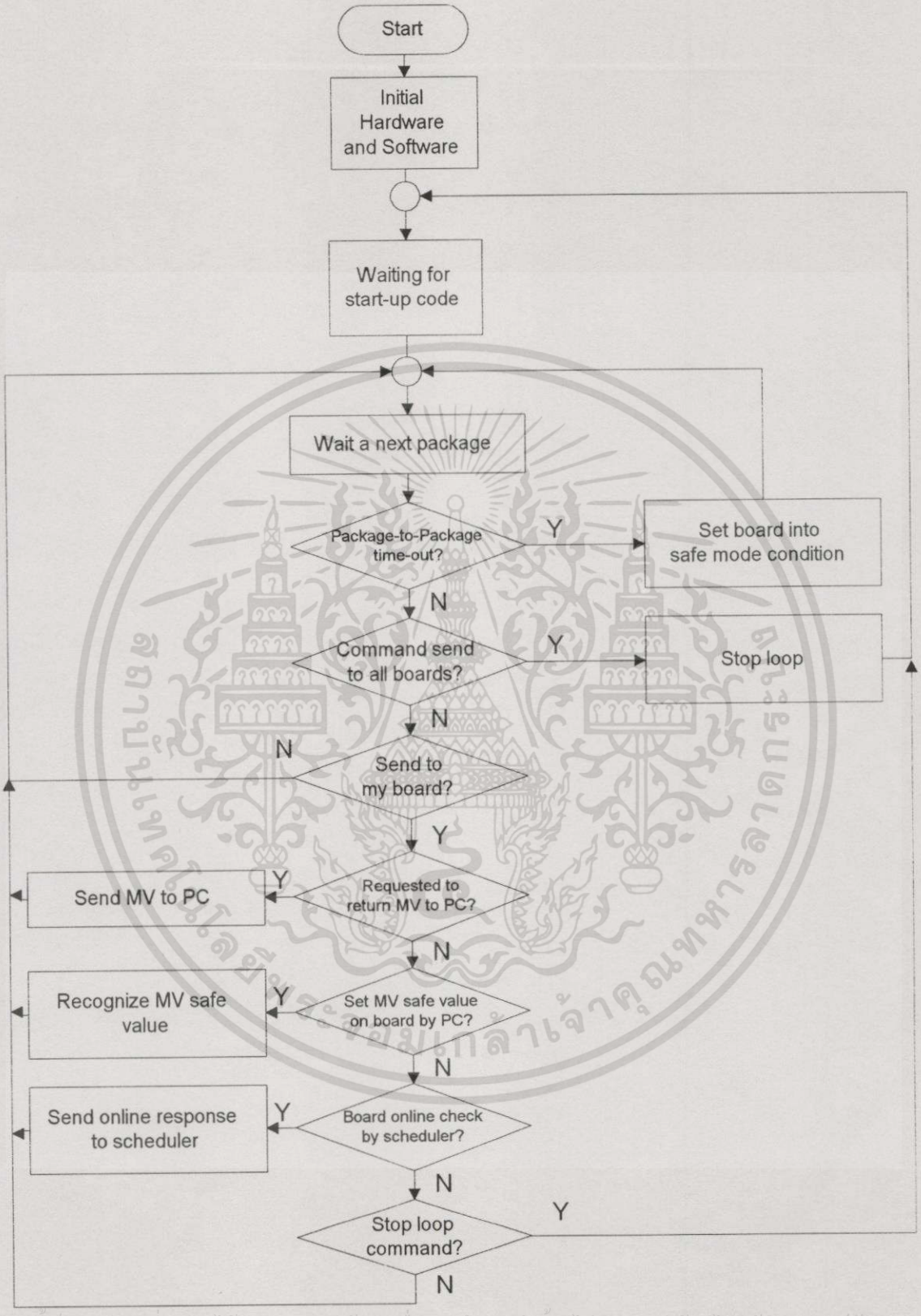
เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์การที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 โปรแกรมบนอุปกรณ์ควบคุมแบบดิจิตอล

หน้าที่ของโปรแกรมคือจะทำการตอบสนองตามคำสั่งของสถานีปฏิบัติการและอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา โดยไม่มีการคำนวณใดๆ โดยสามารถอธิบายการทำงานอย่างสังเขปได้คือ โปรแกรมจะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ เช่นค่าแอดเดรส อัตราเร็วของการส่งสัญญาณบนสายสัญญาณเครือข่าย เตรียมบัฟเฟอร์ของตัวแปรต่างๆ รีเซตไทเมอร์ และเอ็นนาเบิ้ลอินเตอร์รัพท์เป็นต้น แล้วจะทำการรอรหัสให้ทำงานจากสถานีปฏิบัติการ ถ้าได้รับรหัสเข้ามาแล้วก็จะเริ่มทำงานและรอรหัสคำสั่งอื่นๆต่อไป ถ้าคำสั่งถัดไปที่เข้ามาเป็นคำสั่งชนิดที่ส่งให้อุปกรณ์ทุกตัวรับทราบก็จะเป็นคำสั่งเดียวคือให้อุปกรณ์ทุกตัวหยุดการทำงาน ถ้าไม่ใช่จะตรวจสอบว่าเป็นคำสั่งที่ส่งเฉพาะเจาะจงมาที่อุปกรณ์ตัวเองหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ก็จะไปเริ่มรอรหัสคำสั่งต่อไปใหม่ ถ้าใช่จะตรวจสอบต่อไปว่าคำสั่งที่เข้ามาคือคำสั่งสถานีปฏิบัติการร้องขอค่าปรับแต่ง, สถานีปฏิบัติการต้องการกำหนดค่าปรับแต่งปลอดภัยบนอุปกรณ์, อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาขอตรวจสอบว่าอุปกรณ์กำลังทำงานอยู่หรือไม่ หรือ เป็นคำสั่งให้หยุดการทำงาน

ลำดับการทำงานของโปรแกรมโดยละเอียดถูกอธิบายได้ตามภาพที่ 5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.3 Flow Chart ของอุปกรณ์ควบคุมชนิดดิจิตอล

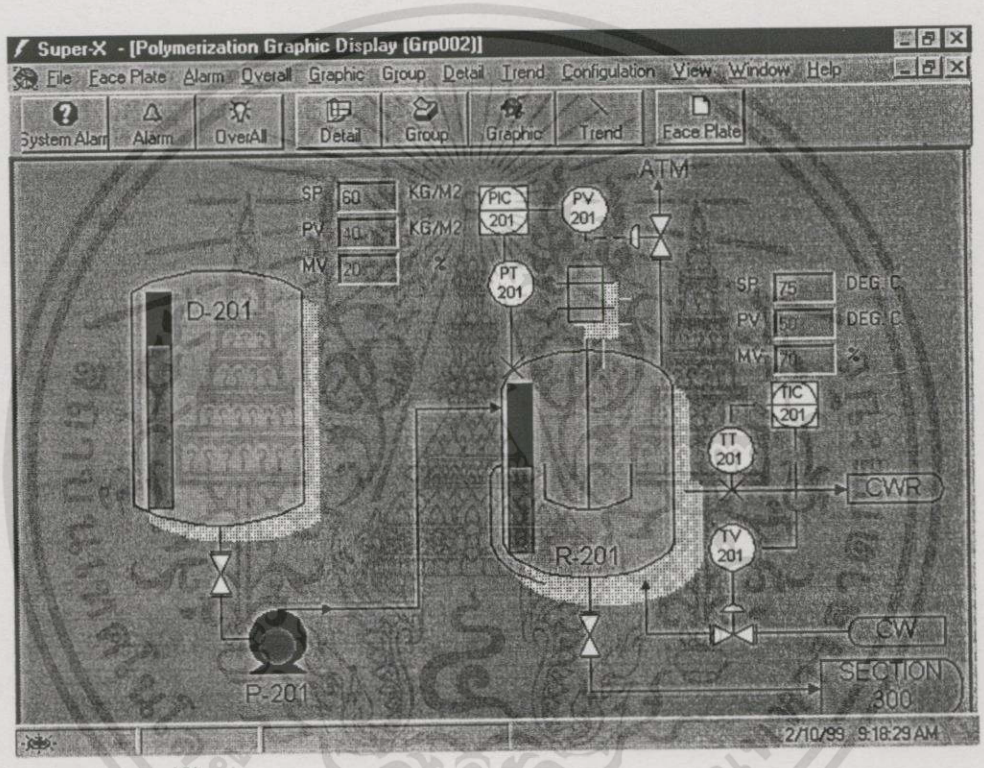
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1 โปรแกรมบนสถานีปฏิบัติการ (Workstation software)

โปรแกรมที่ใช้มีชื่อว่า Super-X ซึ่งทำงานอยู่ภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดว์(WINDOWS) โดยมีหน้าจอที่ใช้ในการควบคุมอยู่หลายชนิดพอกล่าวได้ดังนี้

5.2.1 จอแสดงกราฟฟิก (Graphic Display)

ใช้แสดงแผนภาพของขบวนการผลิตทำให้ง่ายต่อการเข้าใจและการมองภาพรวมในการควบคุมกระบวนการผลิตทั้งหมดของหน่วยการผลิตนั้นๆ

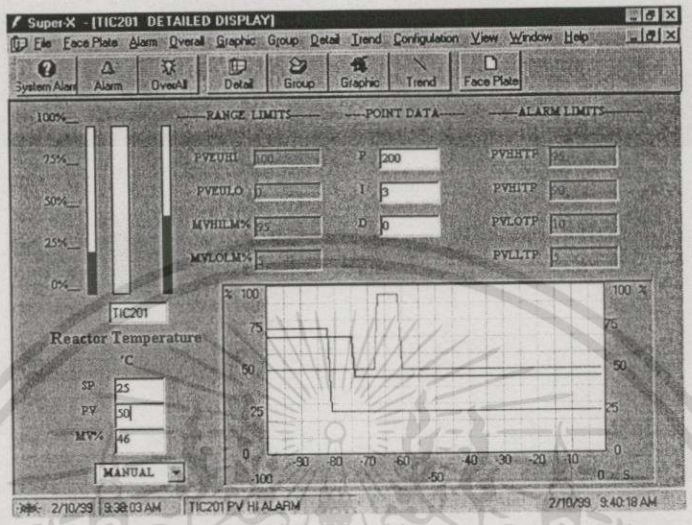


ภาพที่ 5.4 จอแสดงกราฟฟิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 **จอรายละเอียด** (Detailed Display)

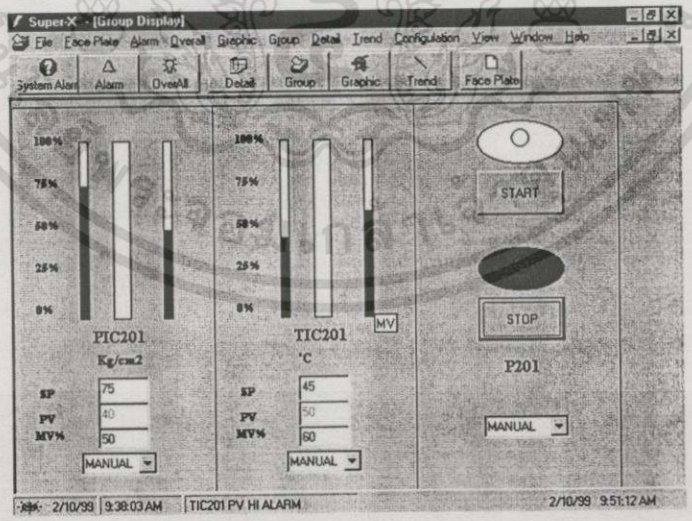
เป็นจอที่ใช้ในการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีความสำคัญในการควบคุมเช่น ค่าเซตพ้อยท์, พี, ไอ, ดี, ชนิดการควบคุม และค่าอื่นๆของวงควบคุมนั้นโดยเฉพาะ



ภาพที่ 5.5 จอรายละเอียด

5.2.3 **จอแสดงกลุ่ม**(Group Display)

เป็นจอที่ใช้ควบคุมและแสดงสถานะ เมื่อต้องการจะดูความสัมพันธ์ของวงควบคุมที่มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันในขณะเวลาใดๆพร้อมกัน

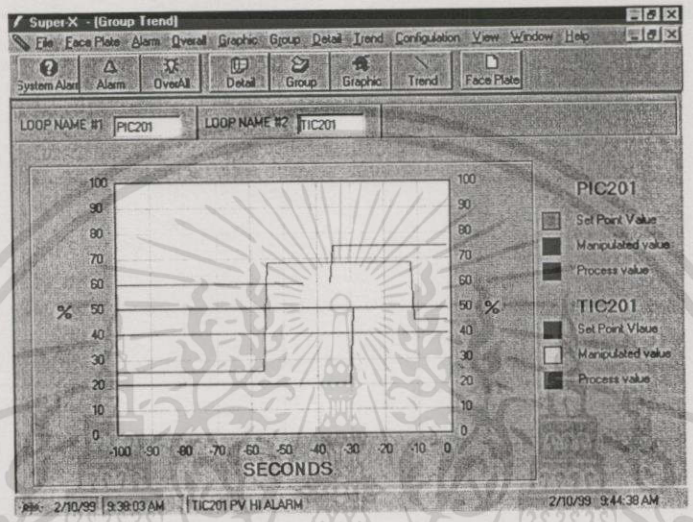


ภาพที่ 5.6 จอแสดงกลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4 **จอแสดงแนวโน้ม** (Trend Display)

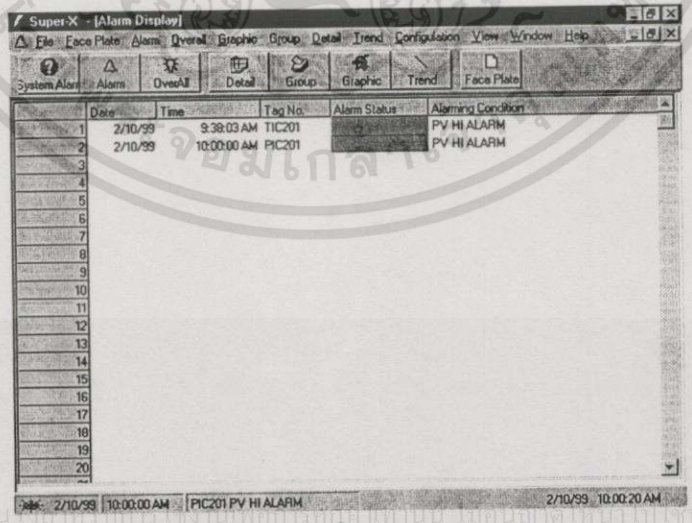
เป็นจอที่ใช้แสดงเส้นแนวโน้มของค่าสัญญาณวัด, ค่าเซตพ้อยท์และค่าปรับแต่ง ของวงควบคุมนั้นๆสามารถแสดงได้พร้อมกันมากสุด 2 วงควบคุมในเวลาเดียวกันและสามารถดูข้อมูลย้อนหลังได้ 1 นาที 40 วินาที ที่ผ่านไป



ภาพที่ 5.7 จอแสดงแนวโน้ม

5.2.5 **จอเตือนความผิดปรกติของกระบวนการผลิต**(Process Alarm Display)

เป็นจอที่รวบรวมว่ามีอะไรผิดปรกติเกิดขึ้นแล้วได้ถูกแก้ไขแล้วหรือยัง โดยสามารถดูย้อนกลับหลังได้ 50 เหตุการณ์ผิดปรกติล่าสุด

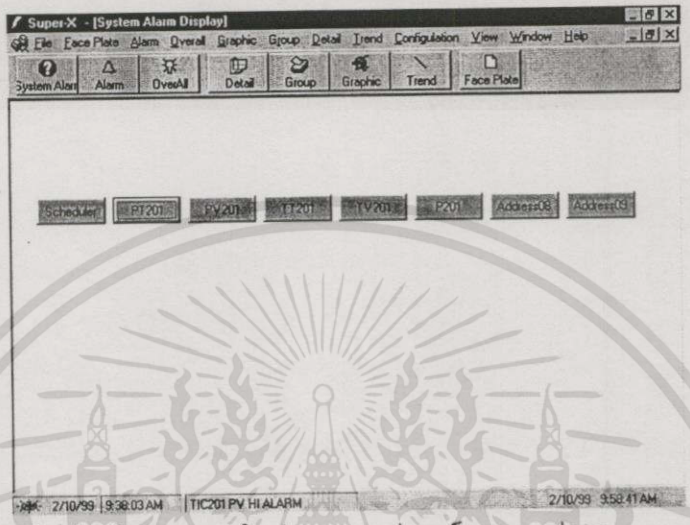


ภาพที่ 5.8 จอเตือนความผิดปรกติของกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.6 **จอเตือนความผิดปรกติของระบบในส่วนของอุปกรณ์ควบคุมต่าง ๆ**(System Alarm Display)

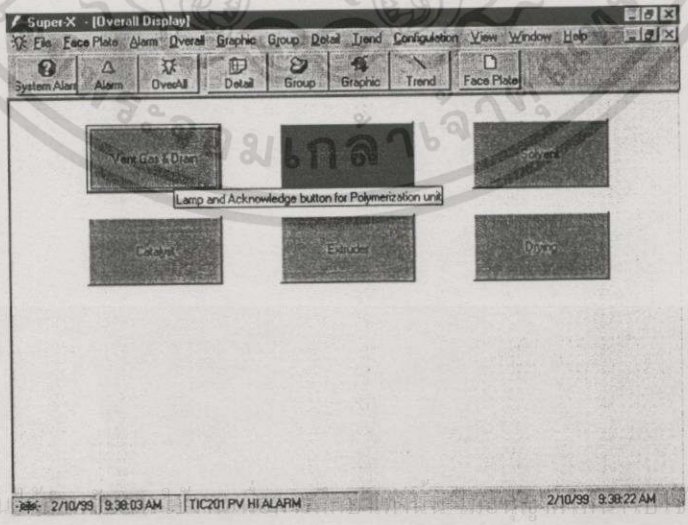
เป็นจอที่แสดงสถานะของอุปกรณ์แต่ละตัวว่าทำงานเป็นปรกติหรือไม่



ภาพที่ 5.9 จอเตือนความผิดปรกติของระบบในส่วนของอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ

5.2.7 **จอภาพรวม**(Overall Display)

เป็นจอที่แสดงความผิดปรกติที่เป็นภาพรวมทั้งหมดของระบบ โดยแบ่งออกเป็นหน่วยผลิตต่างๆ ทำให้ผู้ควบคุมกระบวนการผลิตทราบว่าในส่วนการผลิตส่วนไหนที่มีปัญหา ที่ต้องเข้าไปทำการแก้ไข

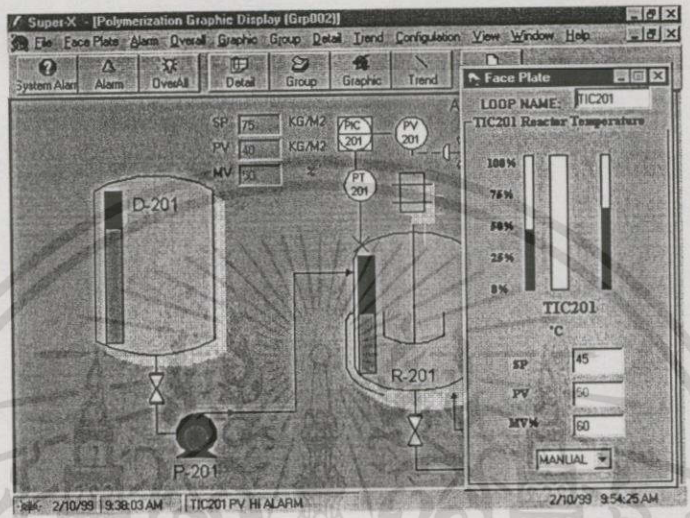


ภาพที่ 5.10 จอภาพรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.8 **จอภาพหน้าเล็ก**(Face Plat Display)

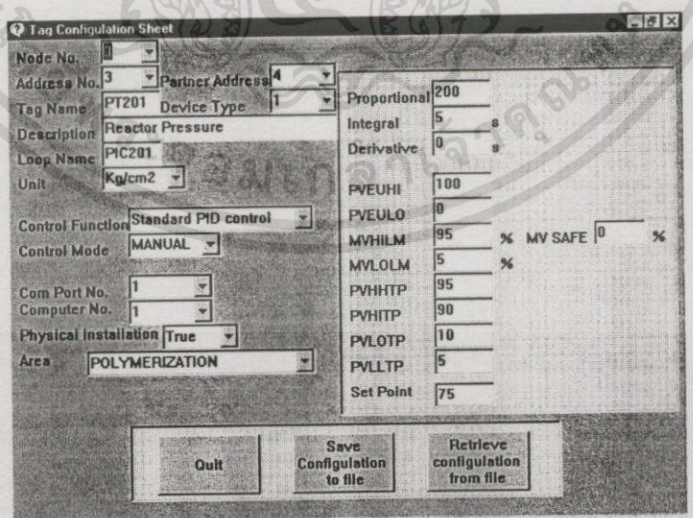
เป็นจอที่แสดงอยู่บนจอชนิดอื่นได้เนื่องจากมีขนาดเล็ก และสามารถที่จะควบคุมวงควบคุมกระบวนการโดยการเปลี่ยนค่าเซตพ้อยท์ในการควบคุมอัตโนมัติหรือค่าปรับแต่งในการควบคุมด้วยมือได้



ภาพที่ 5.11 จอภาพหน้าเล็ก

5.2.9 **จอกำหนดฐานข้อมูลของหน่วยควบคุมต่าง ๆ**(Tag Configuration Display)

เป็นจอที่ใช้ในการกำหนดค่าต่างๆให้กับอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อใช้เป็นค่าเริ่มต้นของระบบก่อนการสั่งให้ทั้งระบบทำงาน

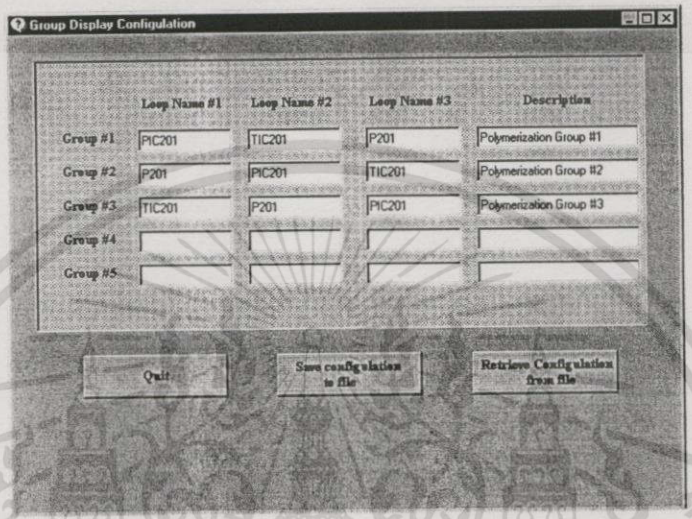


ภาพที่ 5.12 จอกำหนดฐานข้อมูลของหน่วยควบคุมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.10 **จอกำหนดฐานข้อมูลของจอแสดงกลุ่ม**(Group Configuration)

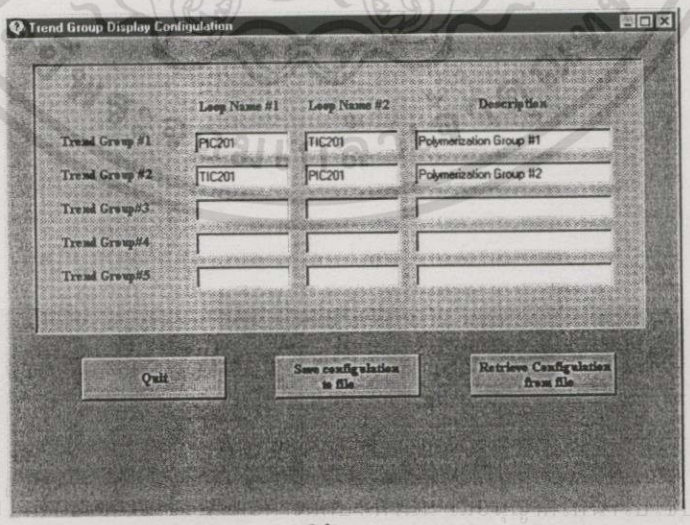
เป็นจอที่ใช้ในการกำหนดกลุ่มของวงควบคุมต่างๆ ที่ต้องการให้อยู่ในจอเดียวกันเมื่อต้องการเรียกดูจากจอแสดงกลุ่ม



ภาพที่ 5.13 จอกำหนดฐานข้อมูลของจอแสดงกลุ่ม

5.2.11 **จอกำหนดฐานข้อมูลของจอแสดงแนวโน้ม**(Trend Configuration display)

เป็นจอที่ใช้ในการกำหนดกลุ่มของวงควบคุมต่างๆ ที่ต้องการให้อยู่ในจอเดียวกันเมื่อต้องการเรียกดูจากจอแสดงแนวโน้ม

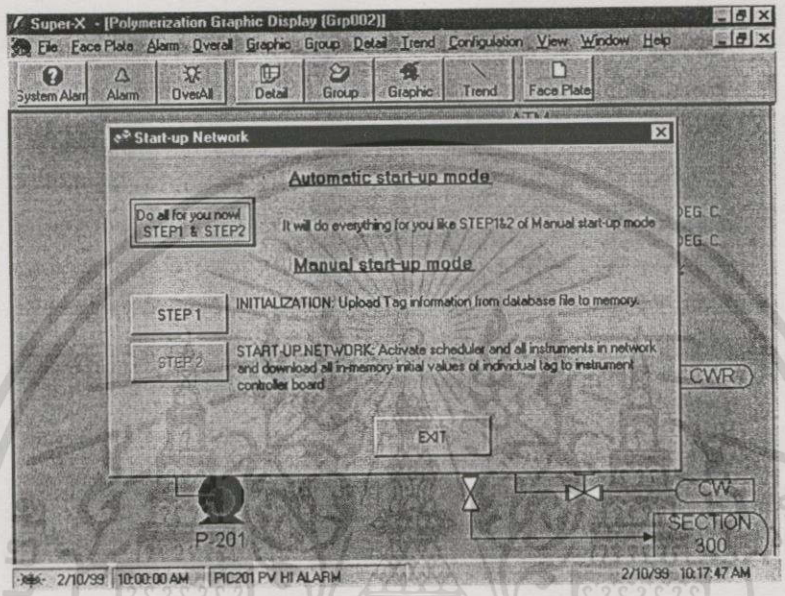


ภาพที่ 5.14 จอกำหนดฐานข้อมูลของจอแสดงแนวโน้ม

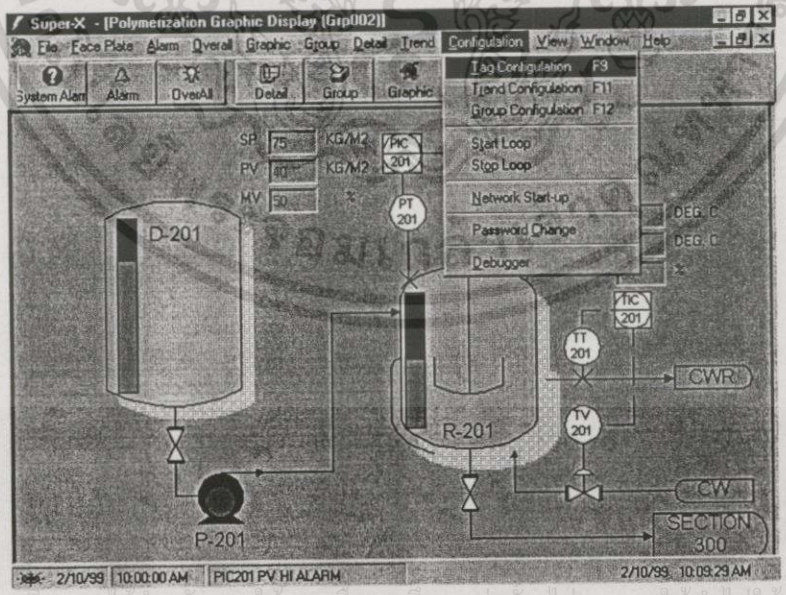
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน ประโยชน์ด้านการค้า
ทั้งนี้ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.12 **จอเริ่มเดินระบบเครือข่าย** (Network Startup Display)

ใช้สำหรับการกำหนดค่าเริ่มต้นของอุปกรณ์ต่างๆ และทำการเริ่มอนุญาติให้อุปกรณ์ต่างๆ เริ่มทำงานได้

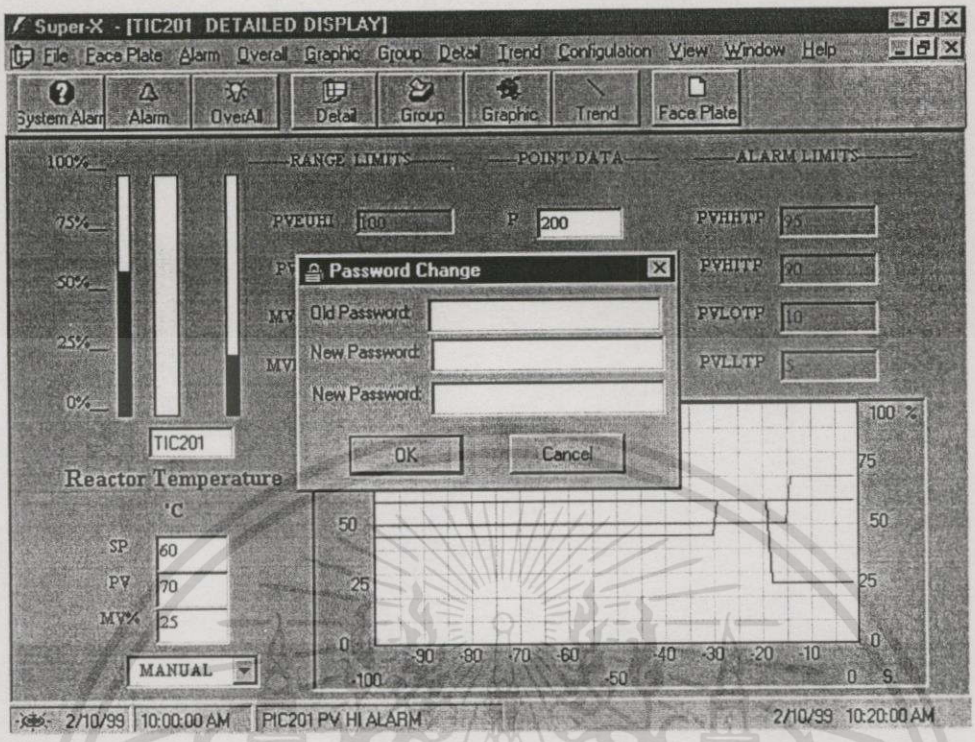


ภาพที่ 5.15 จอเริ่มเดินระบบเครือข่าย

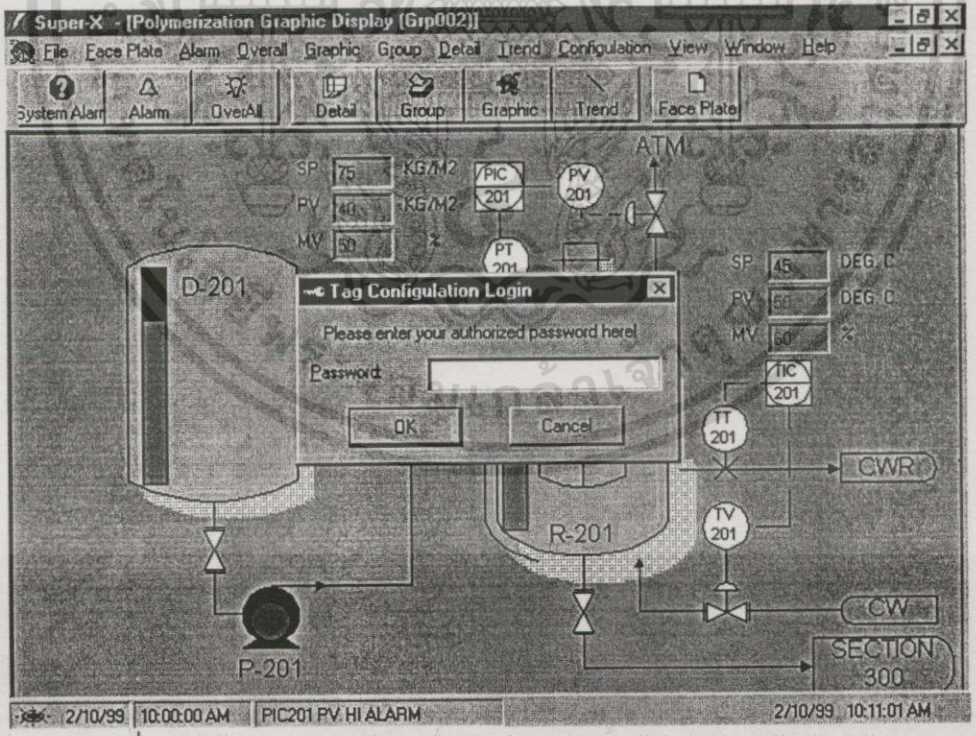


ภาพที่ 5.16 แสดงเมนูหลัก Configuration

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.17 แสดงความสามารถในการกำหนดรหัสผ่านได้



ภาพที่ 5.18 ก่อนที่จะเข้าไปกำหนดค่าในจอกำหนดฐานข้อมูลของหน่วยควบคุมต่างๆ ระบบจะถามรหัสผ่านก่อน

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การทดลองและผลการทดลอง

เมื่อประกอบอุปกรณ์ส่วนต่างๆเข้าด้วยกันเป็นระบบเครือข่ายแล้ว เริ่มทำการทดสอบระบบ 6 หัวข้อด้วยกัน คือ

1 ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมพีไอดีในสภาวะระบบทำงานปรกติ

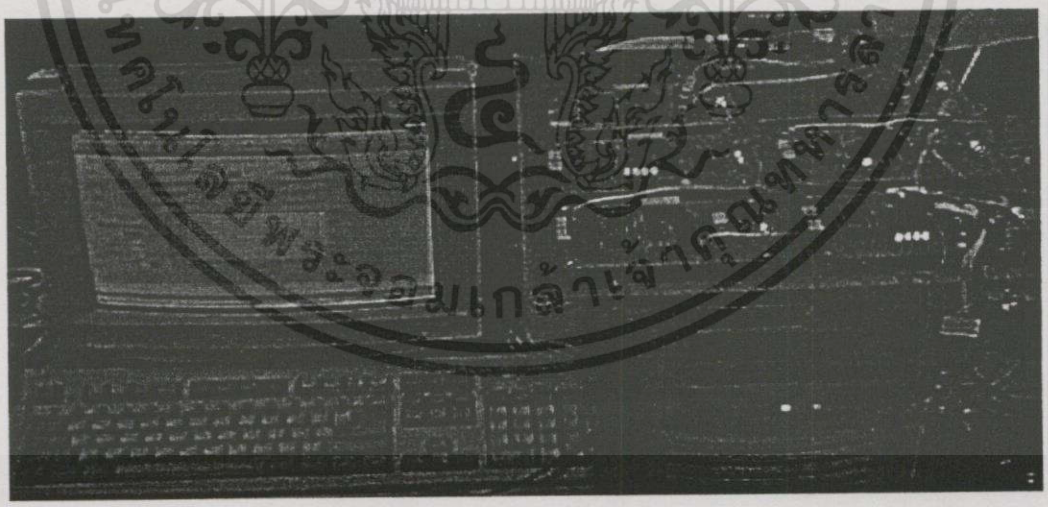
2 ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมพีไอดีในการควบคุมแบบอัตโนมัติ ในกรณีที่สถานีปฏิบัติการเสีย หรือโปรแกรมทำงานผิดพลาด หรือสายสัญญาณเครือข่ายชำรุด

3 ทดสอบการตอบสนองของอุปกรณ์ที่อยู่ในการควบคุมด้วยมือ ในกรณีที่สถานีปฏิบัติการเสีย

4 ทดสอบการตอบสนองของอุปกรณ์ต่างๆ ในกรณีที่อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาเสีย

5 ทดสอบการแสดงผลบนสถานีปฏิบัติการ ในกรณีที่ค่าสัญญาณวัดมีค่ามากหรือน้อยกว่าค่าที่ตั้งเอาไว้ในหน้าจอเตือนความผิดปรกติของกระบวนการผลิต

6 ทดสอบอุปกรณ์ควบคุมเสีย อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจะตรวจสอบพบแล้วจะแจ้งให้สถานีปฏิบัติการทราบเพื่อแสดงผลบนหน้าจอเตือนความผิดปรกติของระบบในส่วนของอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ



ภาพที่ 6.1 แสดงการเตรียมความพร้อมของระบบเพื่อทำการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมพีไอดีในสภาวะระบบทำงานปรกติ

จุดประสงค์เพื่อทดสอบความสามารถในการควบคุมกระบวนการชนิดพีไอดี

ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นในจอกำหนดฐานข้อมูลของหน่วยควบคุมต่างๆ และเซตดิพสวิสท์บนอุปกรณ์ควบคุมตามแอดเดรสที่ปรากฏในตารางที่ 6.1 และใส่ค่าต่างๆในตารางที่ 6.2 ลงในจอกำหนดฐานข้อมูลของหน่วยควบคุม PT201 เนื่องจากการทดลองจะเน้นวงควบคุม PIC201 เป็นหลักและอุปกรณ์อื่นเป็นองค์ประกอบ

ตารางที่ 6.1 แอดเดรสของอุปกรณ์ต่างๆ

แอดเดรส	อุปกรณ์	วงควบคุม	รายละเอียด
1	PC	-	สถานีปฏิบัติการ
2	Scheduler	-	อุปกรณ์กำหนดตารางเวลา
3	PT201	PIC201	เครื่องมือวัดชนิดความดัน
4	PV201	PIC201	วาล์วควบคุมความดัน
5	TT201	TIC201	เครื่องมือวัดชนิดอุณหภูมิ
6	TV201	TIC201	วาล์วควบคุมอุณหภูมิ
7	M201	M201	มอเตอร์

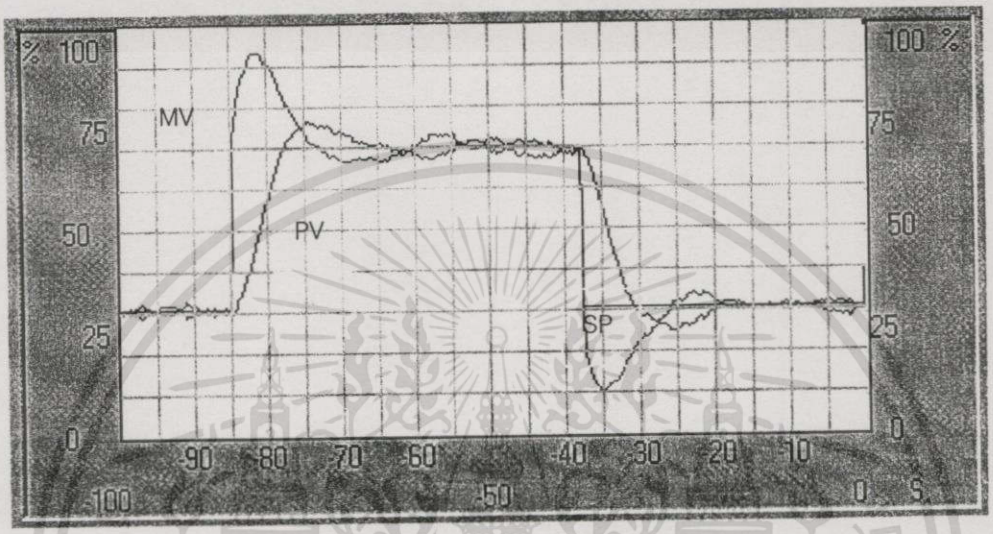
ตารางที่ 6.2 ค่าที่ใช้ในการทดลองของวงควบคุม PIC201

รายละเอียด	โค้ด	ค่าเริ่มต้น
พี	P	80%
ไอ	I	5 วินาที
ดี	D	0 วินาที
เซตพ้อยท์	SP	30%
ค่าสัญญาณวัดสูงสุดให้เตือน	PVHITP	90 kg/cm2
ค่าสัญญาณวัดต่ำสุดให้เตือน	PVLOTP	10 kg/cm2
ชนิดของกระบวนการควบคุม		พีไอดี
ค่าปรับแต่งในตำแหน่งที่ปลอดภัย		50%
ช่วงของค่าสัญญาณวัดสูงสุด	PVEUHI	100
ช่วงของค่าสัญญาณวัดต่ำสุด	PVEULO	0
การควบคุม		อัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นของอุปกรณ์ต่างๆทั้งหมดผ่านทางสถานีปฏิบัติการโดยเน้น PT201 และใช้อุปกรณ์จำลองกระบวนการ(Process Simulator) เพื่อจำลองการทำงานของเครื่องมือวัดและส่งสัญญาณ(PT201) และวาล์วควบคุม(PV201) เริ่มเดินระบบ

ทำการปรับแต่งค่าเซตพ้อยท์เป็น 30%,70%และ30% ตามลำดับเพื่อดูผลการตอบสนองการควบคุมชนิดพีไอดี ซึ่งจะได้ผลดังภาพที่ 6.2 บนหน้าจอแสดงรายละเอียด



ภาพที่ 6.2 แสดงผลการทำงานการควบคุมขบวนการชนิดพีไอดีของ PIC201

6.2 ทดสอบการทำงานของระบบควบคุมพีไอดีในการควบคุมแบบอัตโนมัติในกรณีที่สถานีปฏิบัติการเสีย หรือโปรแกรมทำงานผิดพลาด หรือสายสัญญาณเครือข่ายชำรุด

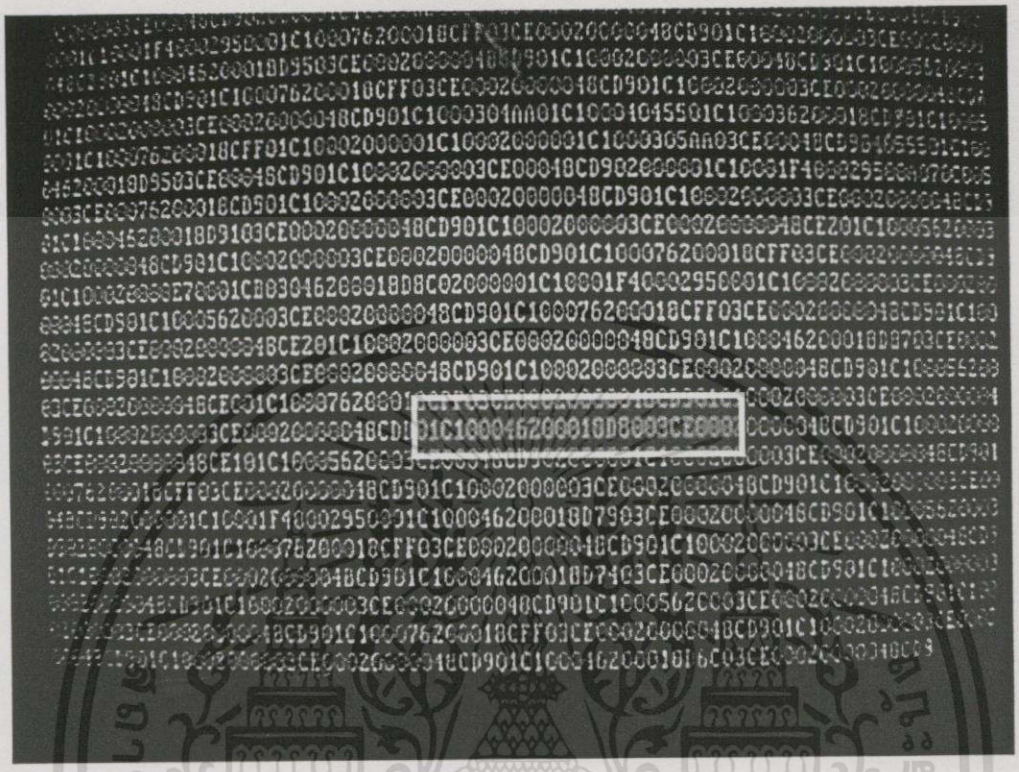
จุดประสงค์เพื่อทดสอบว่าในกรณีที่สถานีปฏิบัติการเสีย วงควบคุมที่อยู่ในการควบคุมอัตโนมัติจะยังคงทำการควบคุมกระบวนการชนิดพีไอดีตามปรกติ

ตอนนี้จะทำการดึงสายสัญญาณออกจากสถานีปฏิบัติการ หรือทำการออกจากโปรแกรมควบคุมหลัก(Super-X) หลังจากที่ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นให้ระบบแล้ว ซึ่งจะทำให้เราไม่สามารถควบคุมระบบหรือตรวจสอบอุปกรณ์อะไรได้อีกต่อไปผ่านทางหน้าจอสถานีปฏิบัติการ ดังนั้นเราจึงต้องทำการตรวจสอบผ่านทางมาตราวัด(Guage) บนอุปกรณ์จำลองกระบวนการที่ทำหน้าที่จำลองการทำงานเครื่องมือวัดและส่งสัญญาณ และวาล์วควบคุมในปัจจุบัน ซึ่งค่าบนมาตราวัดนี้คือค่าสัญญาณวัดและค่าปรับแต่งนั่นเอง

จากการสังเกตุค่าบนมาตราวัดจะพบการแสดงค่าของสัญญาณวัดและค่าปรับแต่งที่มีทิศทางสอดคล้องกับผลการทดลองในข้อ 6.1 ทำให้สามารถสรุปได้ว่าการที่สถานีปฏิบัติการไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานตามปรกติ ก็ไม่ได้กระทบการทำหน้าที่การควบคุมในการสื่อสารระหว่างกระบวนการโดยใช้สายสัญญาณชุดเดียวแต่อย่างใด



ภาพที่ 6.3 ภาพสัญญาณบนสายสัญญาณ

จากภาพที่ 6.3 จะพบว่าถึงแม้นสถานีปฏิบัติการจะถูกปลดออกไปจากระบบแต่การสื่อสารบนสายสัญญาณยังคงเป็นไปตามปรกติ ในส่วนหน้าจอที่ถูกตีกรอบเป็นส่วนที่จะเน้นให้เห็นว่าอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจ่ายช่วงเวลาให้กับสถานีปฏิบัติการแล้วสถานีปฏิบัติการขอติดต่อกับ PV201 เพื่อขอค่าปรับแต่ง PV201 ได้ทำการส่งค่าปรับแต่งกลับมาให้สถานีปฏิบัติการในเวลาต่อมา จากนั้นอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาได้ไปจ่ายช่วงเวลาให้กับ PT201 เพื่อให้ทำการส่งข้อมูลไปยัง PV201 เพื่อทำการควบคุมพีไอดีต่อไป

6.3 ทดสอบการตอบสนองของอุปกรณ์ที่อยู่ในการควบคุมด้วยมือในกรณีที่สถานีปฏิบัติการเสีย

จุดประสงค์เพื่อทดสอบว่าในกรณีที่สถานีปฏิบัติการเสีย วงควบคุมที่อยู่ในการควบคุมด้วยมือจะกำหนดตัวอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาวะปลอดภัยตามค่าที่ได้ตั้งเอาไว้ตั้งแต่ตอนเริ่มต้นเดินระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปลี่ยนการควบคุมของวงควบคุม PIC201 จากการควบคุมอัตโนมัติเป็นการควบคุมด้วยมือ ดึงสายสัญญาณออกจากสถานีปฏิบัติการ หรือทำการออกจากโปรแกรมควบคุมหลัก หลังจากที่ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับระบบแล้ว

ทำการสังเกตุค่าบนมาตราวัดของอุปกรณ์จำลองวาล์วควบคุมเช่นเดียวกับการทดลองในข้อ 6.2 ของ PV201 จะพบว่าค่าที่แสดงบนมาตราวัดในขณะนี้มีค่าเท่ากับค่าปรับแต่งในตำแหน่งที่ปลอดภัยคืออยู่ที่ 50% เท่ากับค่าที่เรากำหนดไว้ตั้งแต่ต้น

6.4 ทดสอบการตอบสนองของอุปกรณ์ต่างๆ ในกรณีที่อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาเสีย

จุดประสงค์เพื่อทดสอบว่าในกรณีที่อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาเสีย วงควบคุมที่อยู่ในการควบคุมอัตโนมัติและการควบคุมด้วยมือจะกำหนดตัวอุปกรณ์ให้อยู่ในสภาวะปลอดภัยตามค่าที่ได้ตั้งเอาไว้ตั้งแต่ตอนเริ่มต้นเดินระบบ

เปลี่ยนการควบคุมของวงควบคุม PIC201 จากการควบคุมด้วยมือเป็นการควบคุมอัตโนมัติ แล้วกำหนดค่าการควบคุมของวงควบคุม M201 เป็นการควบคุมด้วยมือโดยมีค่าปรับแต่งในตำแหน่งที่ปลอดภัยเท่ากับ 0 คือหยุดการทำงานเมื่อสถานีปฏิบัติการหรืออุปกรณ์กำหนดตารางเวลาเสีย แล้วทำการกำหนดค่าเริ่มต้นให้ระบบ ทำการสั่งให้มอเตอร์ทำงานซึ่งในที่นี้เราจะดูที่รีเลย์ว่าติดหรือไม่

ดึงไมโครโพรเซสเซอร์ออกจากวงจรอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา สังเกตที่มาตราวัดของอุปกรณ์จำลองวาล์วควบคุม PV201 เช่นเดียวกับข้อ 6.2 จะพบว่ามีค่าเท่ากับค่าปรับแต่งในตำแหน่งที่ปลอดภัยคือเท่ากับ 50% ส่วน M201 รีเลย์จะทำงานเพื่อสั่งหยุดมอเตอร์ตามค่าที่เรากำหนดไว้ตั้งแต่ต้น

การทดสอบหัวข้อนี้พบว่าไม่ว่าอุปกรณ์ต่างๆจะอยู่ในการควบคุมการทำงานโหมดไหน เราสามารถกำหนดค่าสภาวะปลอดภัยให้กับอุปกรณ์นั้นๆได้ เพื่อรองรับการทำงานที่อาจจะเกิดความผิดพลาดในกรณีที่สถานีปฏิบัติการ หรืออุปกรณ์กำหนดตารางเวลาเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.5 ทดสอบการแสดงผลบนสถานีปฏิบัติการในกรณีที่ค่าสัญญาณวัดมีค่ามากหรือน้อยกว่าค่าที่ตั้งเอาไว้ในหน้าจอเตือนความผิดปรกติของกระบวนการผลิต

จุดประสงค์เพื่อทดสอบว่าในกรณีที่อุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณได้รับค่าสัญญาณวัดสูงหรือต่ำกว่าค่าที่กำหนดเอาไว้ สถานีปฏิบัติการจะทำการร้องเตือนบนหน้าจอสถานีปฏิบัติการ

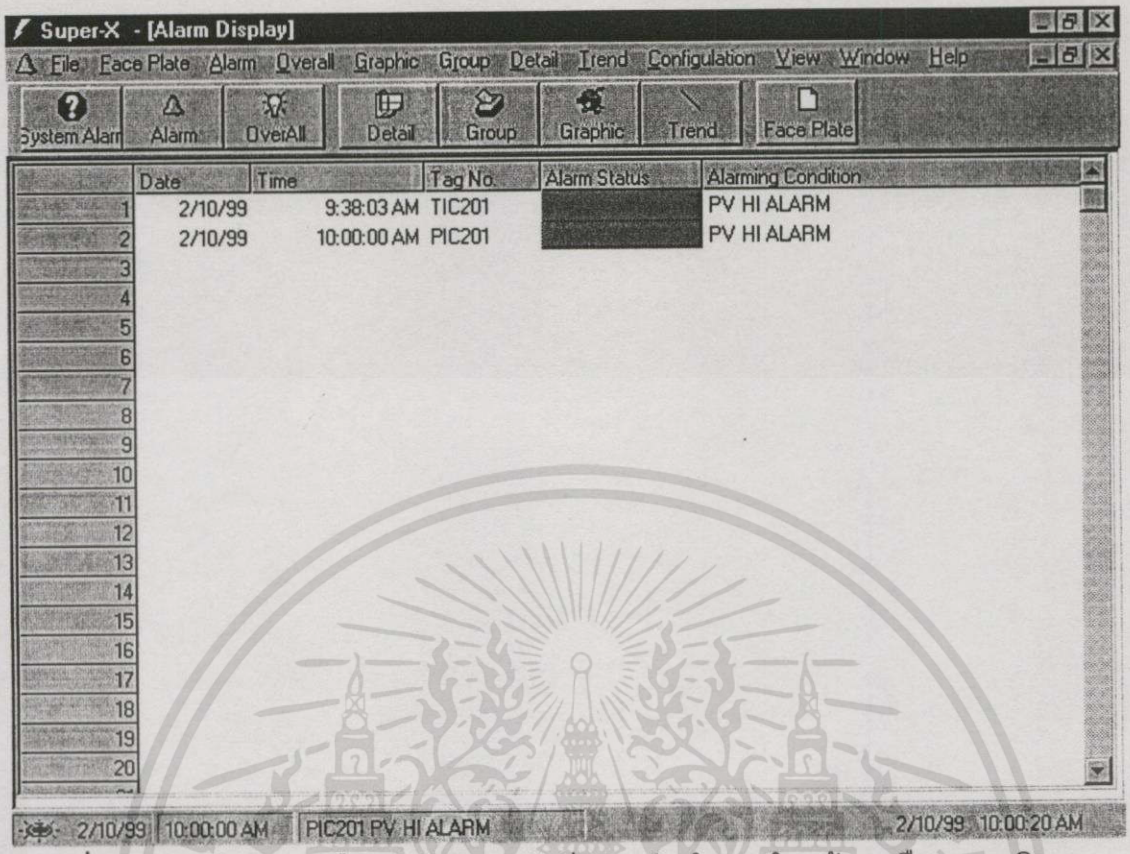
ทำการทดสอบแบบวงควบคุมเปิด(Open Loop) เปิดดูเส้นแนวโน้มที่หน้าจอรายละเอียดแล้วทำการป้อนค่าสัญญาณวัด โดยการป้อนกระแสตรงเริ่มจาก 12 มิลลิแอมป์(ซึ่งจะเท่ากับค่าสัญญาณวัด 50 Kg/cm2) เข้าที่อุปกรณ์ควบคุมแบบอนาล็อคของเครื่องมือวัดและส่งสัญญาณ ปรับค่าเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนกระทั่งค่ากระแสประมาณ 18.4 มิลลิแอมป์(ซึ่งค่าสัญญาณวัดจะเท่ากับ 90 Kg/cm2) แล้วจอเตือนความผิดปรกติของกระบวนการผลิตจะร้องบอกว่าค่าความดันของ PT201 ขณะนี้มีค่าสูงเกินกำหนดที่ตั้งค่าไว้แล้วดังภาพที่ 6.4

6.6 ทดสอบอุปกรณ์ควบคุมเสีย อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาตรวจสอบพบแล้วจะแจ้งให้สถานีปฏิบัติการทราบเพื่อแสดงผลบนหน้าจอเตือนความผิดปรกติของระบบ

จุดประสงค์เพื่อทดสอบว่าในกรณีที่อุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณ กับวาล์วควบคุมใดๆบนระบบเครือข่ายเสีย สถานีปฏิบัติการจะทำการร้องเตือนบนหน้าจอสถานีปฏิบัติการ

ทำการเริ่มเดินระบบตามปรกติเหมือนข้อ 6.1 ดึงสายสัญญาณออกจากอุปกรณ์ควบคุม PT201 อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจะตรวจพบว่า PT201 ขณะนี้หลุดออกจากระบบ จึงทำการแจ้งให้สถานีปฏิบัติการรับทราบ เพื่อส่งสัญญาณเตือนออกมาให้พนักงานได้รู้ที่หน้าจอเตือนความผิดปรกติของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 6.4 แสดงโปรแกรมเตือนค่าสัญญาณวัดมีค่าสูงเกินกำหนดในหน้าจอเตือนความผิดปรกติของกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

จากผลการทดลองข้างต้นเราจะพบว่า การควบคุมกระบวนการหลายจุดแบบอิสระบนบัสเดียวให้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ คือถึงแม้ว่าโปรแกรมบนสถานีปฏิบัติการจะเกิดการทำงานผิดพลาดหรือสายของระบบเครือข่ายบัสเดียวที่ต่อเข้าสถานีปฏิบัติการเกิดชำรุด วงควบคุมที่มีการควบคุมอยู่ในการควบคุมอัตโนมัติ ยังคงทำการควบคุมพีไอดีอยู่ตามปรกติเสมือนไม่มีปัญหาอะไร ส่วนวงควบคุมที่อยู่ในการควบคุมด้วยมือก็จะกำหนดตัวเองในอยู่ในสภาวะปลอดภัยที่เราได้กำหนดค่าไว้ล่วงหน้า ทำให้ระบบของเรามีความน่าเชื่อถือเป็นอย่างสูง ในวิทยานิพนธ์นี้เราสามารถต่ออุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณและเครื่องมือควบคุมต่างๆเพื่อให้เป็นระบบควบคุมแบบเครือข่ายได้ทั้งหมด 255 อุปกรณ์

ในอนาคตเราสามารถที่จะพัฒนาให้ระบบนี้สามารถต่ออุปกรณ์มากกว่า 255 ตัวได้ และขณะเดียวกันสามารถเพิ่มจำนวนสถานีปฏิบัติการเพื่อเพิ่มจำนวนหน้าจอให้มากขึ้น อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการควบคุมที่ดีในระบบที่ใหญ่มากกว่านี้ที่ต้องการเพิ่มคนช่วยในการควบคุม หรือทำการปรับปรุงเพิ่มอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาอีกตัวหนึ่งเพื่อใช้เป็นอุปกรณ์สำรอง (Redundancy)ในกรณีที่อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาหลักเสียตัวสำรองจะต้องเข้าทำงานแทนที่ทันทีเพื่อไม่ให้ระบบล้มลง เราอาจจะกล่าวได้ว่าอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาคือหัวใจของระบบควบคุมกระบวนการหลายจุดแบบอิสระบนบัสเดียวก็ว่าได้

เนื่องจากความไม่ซับซ้อนของวงจรและโปรแกรมของอุปกรณ์กำหนดตารางเวลารวมทั้งลักษณะการติดตั้งเพื่อนำไปใช้งานจริงที่จะถูกติดตั้งภายในห้องควบคุมภายใต้ระบบปรับอากาศที่ควบคุมให้อุณหภูมิและความชื้นคงที่ค่าหนึ่ง จะทำให้การทำงานของอุปกรณ์ชนิดนี้มีความเสถียรน่าเชื่อถือเป็นอย่างมาก

การพัฒนาสถานีปฏิบัติการ โดยการเชื่อมต่อสถานีปฏิบัติการทั้งหมดให้เป็นเครือข่ายจะทำให้สถานีปฏิบัติการแต่ละเครื่องสามารถแลกเปลี่ยนหรือดูข้อมูลข้ามกันได้ อันเป็นผลดีที่ถ้าจอสถานีปฏิบัติการเครื่องใดเครื่องหนึ่งเสียก็สามารถดูจากเครื่องอื่นทดแทนได้ ทำให้ไม่สูญเสียการควบคุมระบบในช่วงเวลานั้นๆ และการที่สถานีปฏิบัติการถูกต่อในรูปเครือข่ายนี้เองทำให้เราสามารถใช้ฐานข้อมูลของโรงงาน(Plant Information System) ร่วมกันอย่างมีประสิทธิภาพ

อีกจุดที่น่าจะมีการพัฒนาในอนาคตคือ ปัจจุบันบัสจะถูกใช้เพื่อจุดประสงค์ในการสื่อสารสัญญาณเท่านั้น ดังนั้นบอร์ดควบคุมจึงต้องการสายพาวเวอร์ซัพพลาย(Power Supply) ต่างหาก ดังนั้นถ้ามีการพัฒนาออกแบบวงจรใหม่ให้มีการส่งพาวเวอร์ซัพพลายอยู่บนสายสัญญาณได้

ด้วย จะทำให้เราสามารถประหยัดสายสัญญาณได้อีก ซึ่งปัจจุบันอุปกรณ์เครื่องวัดและส่งสัญญาณและเครื่องมือควบคุมจะรับพาวเวอร์ซัพพลายจากสายสื่อสารโดยตรงอยู่แล้ว

จุดสุดท้ายโปรแกรมบนสถานีปฏิบัติการ ปัจจุบันผู้ใช้งานไม่จำเป็นต้องทำการโปรแกรมอะไรอีกเลยบนโปรแกรมหลัก ยกเว้นแต่จอกราฟฟิคเท่านั้นที่ยังคงต้องมีการโปรแกรมที่ซ้อสโค้ด (Source code) ซึ่งอาจจะทำให้โปรแกรมในส่วนอื่นถูกแก้ไขโดยไม่ตั้งใจ เนื่องจากเป็นส่วนที่ต้องขึ้นอยู่กับลักษณะของกระบวนการผลิตที่แปรผันไปตามสถานที่ๆจะนำไปใช้งาน ดังนั้นก่อนที่จะเริ่มใช้งานระบบควบคุมกระบวนการหลายจุดแบบอิสระบนบัสเดียว ผู้ที่มีความรู้ทางด้านการพัฒนาโปรแกรมวิสชวลเบสิก(Visual Basic [5] ของ Microsoft®) จะต้องทำการออกแบบจอแสดงกราฟฟิคให้เหมาะสมกับลักษณะในการใช้งานนั้นๆ ดังนั้นในอนาคตถ้ามีการเขียนโปรแกรมเพื่อสนับสนุนการสร้างกราฟฟิกด้วยในตัว น่าจะทำให้โปรแกรมหลักบนสถานีปฏิบัติการมีความสมบูรณ์มากขึ้น

ในมุมมองของการนำไปใช้งานจริงเราจะสามารถประหยัดเงินลงทุนได้อย่างมากมายสำหรับค่าสายสัญญาณ, เทอร์มิแน็ล(Terminal), การ์ด Input/Output, สถานีปฏิบัติการ แต่สิ่งที่ต้องพึงระวังคือการเดินสายเครือข่ายบัสเดียวในโรงงาน ในการติดตั้งจะต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ อาจจะจำเป็นต้องเดินสายสัญญาณภายในท่อร้อยสายไฟ(Conduit) ตลอด เพื่อไม่ให้สายสัญญาณได้รับอันตรายจากการถูกตัดขาดหรือถูกทำให้ชำรุด ซึ่งจะทำให้เราไม่สามารถควบคุมอุปกรณ์ที่ต่อพ่วงตั้งแต่ส่วนที่ขาดเป็นต้นไปได้แต่อุปกรณ์ที่ถูกทำให้มีปัญหาเหล่านี้จะเข้าสู่สภาวะปลอดภัยในตำแหน่งที่เรากำหนดไว้ตั้งแต่ต้น ทำให้เรามีความรู้สึกว่าปลอดภัยในระดับหนึ่ง

จากบทสรุปและข้อเสนอแนะที่กล่าวมาข้างต้น ถ้าเรามีการพัฒนาระบบควบคุมกระบวนการหลายจุดแบบอิสระบนบัสเดียวต่อไป เราอาจจะได้ระบบควบคุมอัตโนมัติที่มีคุณภาพน่าเชื่อถือระบบหนึ่ง ที่จะสามารถสงวนเงินตราที่ประเทศไทยต้องนำเข้าระบบควบคุมอัตโนมัติจากต่างประเทศในแต่ละปีได้เป็นจำนวนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Fieldbus Foundation. "Foundation Fieldbus." [Online]. Available : http:// www.fieldbus.org. 1999.

[2] Tasuku Senbon, Futoshi Hanabuchi. **Instrumentation System (Fundamentals and Applications)**. Tokyo : Ohmsha. 1987.

[3] Intel. **MCS-51 Programmer's Guide and Instruction Set.** Washington : Intel Corporation. 1996.

[4] Gofton P.W. **Master Serial Communications.** California : SYBEX Inc. 1994.

[5] Eidahl L.D. **Using Visual Basic 5.0.** Platinum Edition. Indianapolis : Que Corporation. 1997.

[7] Gray J.W. **PID Routines for MC68HC11K4 and MC68HC11N4** Microcontroller. Hong Kong : Motorola Inc. 1992.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
บทความที่ได้รับการตีพิมพ์

1 บทความ "การควบคุมกระบวนการหลายจุดแบบอิสระบนบัสเดียว"

ตีพิมพ์ในวารสารวิศวสารลาดกระบัง ปีที่ 16 ฉบับที่ 2 เดือนมิถุนายน 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมกระบวนการหลายจุดแบบอิสระบนบัสเดียว

Independent multi-process control on single bus

สุเธียร เกียรติสุนทร หัสรังษี ศิริวิมลวรรณ ศุภกิจ เข็มนิมิตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอความคิดการออกแบบระบบควบคุมกระบวนการผลิตแบบใหม่เพื่อทดแทนระบบควบคุมกระบวนการผลิตแบบเดิม ระบบควบคุมแบบใหม่จะประกอบด้วย อุปกรณ์เชื่อมต่อรับสัญญาณวัดชนิดอนาล็อคจากเครื่องมือวัดแปลงเป็นข้อมูลชนิดดิจิตอลโดยเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายบัสเดียว อุปกรณ์เชื่อมต่อชนิดอนาล็อคบนเครื่องมือควบคุมจะรับข้อมูลสัญญาณวัดแบบดิจิตอลจากเครื่องมือวัดทางระบบเครือข่ายบัสเดียว แปลงเป็นข้อมูลชนิดอนาล็อคเพื่อใช้เป็นสัญญาณควบคุมให้กับกระบวนการผลิต เครื่องคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เป็นสถานีปฏิบัติการติดต่อกับระบบเครือข่ายบัสเดียวเพื่อตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตโดยวิธีสื่อสารข้อมูลแบบดิจิตอลกับเครื่องมือวัดและเครื่องมือควบคุมกระบวนการผลิต

โปรแกรมที่สร้างขึ้นทำงานบนระบบปฏิบัติการวินโดว์ โดยเน้นการให้ความสะดวกและใช้งานง่าย รวมทั้งการขยายระบบเป็นเครือข่ายในอนาคต ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นที่ต่อเข้ามาในระบบสามารถเข้ามาดึงฐานข้อมูลที่ต้องการได้ง่ายอีกด้วย ซึ่งเป็นแนวคิดของระบบข้อมูลข่าวสารของโรงงาน(Plant Information System) สำหรับอนาคต

Abstract

This paper introduces the concept of next generation of control system design which consists of interface hardware which receives analog signal from analog transmitter. The signal is then transformed to digital signal prior sending to single bus. An interface hardware partner mounted on final-control element will receive that measured signal from single bus for internal calculation and transforms digital to analog signal prior sending control signal to control final-control element. In order to examine and control process easier, a personal computer is utilized for this propose. The application program will operate on WINDOWS platform which is user-friendly. In the future it can be expanded to a networking system by using the characteristics of WINDOWS operating system. The other computers can access data easily. That is the idea of "Plant Information System".

1. บทนำ

ปัจจุบันระบบควบคุมสำหรับควบคุมกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรมสามารถแบ่งเป็น 2 ระบบ คือ ระบบควบคุมชนิดอนาล็อค(Analog Control System) และระบบควบคุมชนิดดีซีเอส (DCS)

ระบบควบคุมแบบอนาล็อค ประกอบด้วยเครื่องมือวัดและควบคุมชนิดสัญญาณอนาล็อคภายในกระบวนการผลิต โดยติดตั้งเครื่องควบคุมชนิดสัญญาณอนาล็อคแบบอิเลคโทรนิคส์หรือนิวเมติกไว้ภายในห้องควบคุมของโรงงานอุตสาหกรรมห่างจากกระบวนการผลิตมากทำให้

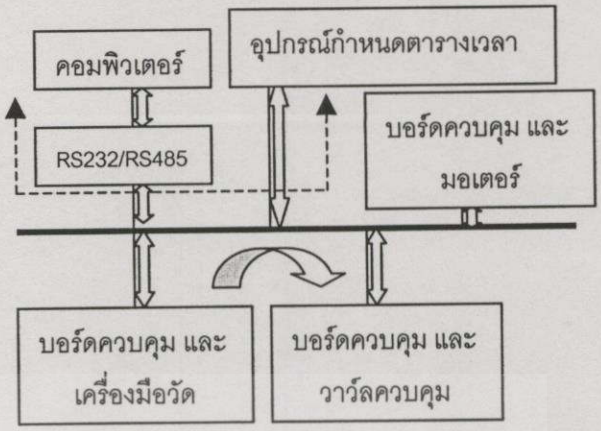
ต้องเชื่อมโยงสายสัญญาณวัดและสัญญาณควบคุมระหว่างเครื่องมือวัดและควบคุมของกระบวนการผลิตกับเครื่องควบคุมภายในห้องควบคุมจำนวนมาก การเก็บรวบรวมข้อมูลของระบบควบคุมและกระบวนการผลิตต้องใช้พนักงานปฏิบัติการจำนวนมาก

ระบบควบคุมแบบดีซีเอส ประกอบด้วยหน่วยควบคุมติดตั้งภายในกระบวนการผลิตโดยเชื่อมต่อกับเครื่องมือวัดและควบคุมของระบบควบคุมแบบเดิมโดยใช้สายสัญญาณชนิดอนาล็อค และติดตั้งสถานีปฏิบัติการภายในห้องควบคุมของโรงงานอุตสาหกรรม ระหว่างหน่วยควบคุมและสถานีปฏิบัติการ เชื่อมโยงข้อมูลโดยใช้สายสัญญาณเครือข่ายเพื่อลดจำนวนสายสัญญาณระหว่างกระบวนการผลิตกับห้องควบคุม แต่ความน่าเชื่อถือ (Reliability)ของระบบควบคุมจะลดลงเนื่องจากหน่วยควบคุมต้องเชื่อมต่อกับเครื่องมือวัดและควบคุมภายในกระบวนการผลิตจำนวนมาก

การออกแบบระบบควบคุมแบบใหม่ที่นำเสนอมีลักษณะการทำงานที่คล้ายคลึงกับเทคโนโลยีใหม่ในอนาคตที่ชื่อว่า Fieldbus ซึ่งคาดว่าจะเป็นขุดถัดไปของดีซีเอส จึงน่ามีข้อดีในแง่อุปกรณ์แต่ละตัวสามารถส่งค่าตัวแปรที่วัดได้มากกว่าหนึ่งชนิด,ลดจำนวนสายสัญญาณ,เพิ่มความน่าเชื่อถือให้กับระบบควบคุมเนื่องจากการทำงานเป็นอิสระไม่ขึ้นกับคอมพิวเตอร์และราคาถูก ดังนั้นถ้ามีการพัฒนาต่อไปในอนาคตจนสามารถนำมาใช้งานจริง จะสามารถสงวนเงินตราของประเทศได้เป็นจำนวนมาก

2. หลักการทำงาน

ระบบควบคุมแบบควบคุมกระบวนการหลายจุดแบบอิสระบนบัสเดียวประกอบด้วยเครื่องมือวัดและเครื่องมือควบคุมจำนวนมากเชื่อมต่อข้อมูลโดยสายสัญญาณเครือข่ายแบบดิจิตอลเพียงบัสเดียวแทนสายสัญญาณวัดและสายสัญญาณควบคุมจำนวนมากและกระจายหน่วยควบคุมกระบวนการโดยติดตั้งร่วมกับเครื่องมือวัดและวาล์วควบคุมเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบควบคุม ซึ่งต่างจากระบบควบคุมชนิดอนาล็อคและชนิดดีซีเอส



รูปที่ 1. ลักษณะการเชื่อมต่อและการติดต่อของระบบ

3. อุปกรณ์(Hardware)

เราสามารถแบ่งอุปกรณ์หลักๆออกเป็น 4 ส่วนใหญ่ๆได้ดังนี้

1. สถานีปฏิบัติการ(Workstation) ทำหน้าที่ตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิต, กำหนดค่าเริ่มต้นให้กับอุปกรณ์ในระบบเครือข่าย และรวบรวมข้อมูลจากกระบวนการผลิต สำหรับการวิเคราะห์กระบวนการผลิตภายหลัง
2. อุปกรณ์กำหนดตารางเวลา (Scheduler) ทำหน้าที่ควบคุมช่วงเวลาการสื่อสารของอุปกรณ์ในระบบเครือข่ายบัสเดียว
3. อุปกรณ์ควบคุมแบบอนาล็อค(Analog control board) ทำหน้าที่แปลงสัญญาณวัดชนิดอนาล็อคเป็นสัญญาณดิจิตอลหรือแปลงกลับเพื่อติดต่อกับระบบเครือข่าย และรับข้อมูลจากระบบเครือข่ายเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตโดยตรงหรือคำนวณก่อนแล้วทำการควบคุมวาว์ลควบคุม
4. อุปกรณ์ควบคุมแบบดิจิตอล(Discrete control board) ทำหน้าที่รับสัญญาณวัดและส่งสัญญาณควบคุมชนิด ON/OFF เพื่อติดต่อกับระบบเครือข่าย

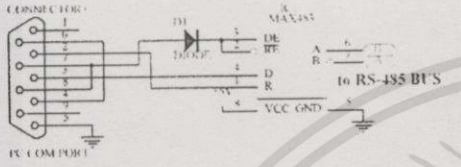
หลักการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ AT89C2051(MCS-51) และเชื่อมต่อกับบัสเครือข่าย RS-485 วงจรรวม DS75176 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณตรรกระดับ TTL เป็นสัญญาณมาตราฐาน

RS-485 สามารถส่งข้อมูลได้ไกลถึง 4000 ฟุต ที่อัตราการส่งข้อมูลไม่เกิน 100Kbps สำหรับระบบควบคุมแบบอิสระบนบัสเดียวใช้อัตราเร็วการส่งข้อมูลที่ 19.2Kbps เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของการรับส่งข้อมูล

รายละเอียดทางวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์มีดังต่อไปนี้

3.1 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ RS-232/RS-485

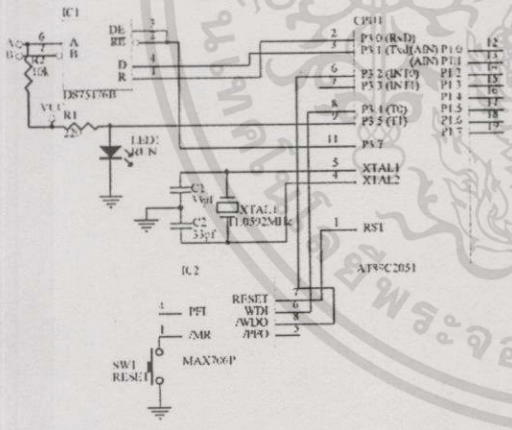
เป็นอุปกรณ์แปลงสัญญาณตามมาตราฐาน RS-232 เป็น RS-485 และแปลงกลับโดยใช้วงจรรวม MAX483



รูปที่ 2 วงจรแปลงสัญญาณ RS-485/RS-232

3.2 อุปกรณ์กำหนดตารางเวลา

อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาประกอบด้วยไมโครโพรเซสเซอร์และวงจรรวม MAX-706 เป็นวงจรตรวจสอบ(Watchdog) การทำงานของไมโครโพรเซสเซอร์ทุก 1.6 วินาที เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือ



รูปที่ 3 วงจรอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา

3.3 อุปกรณ์ควบคุมแบบอนาล็อค

อุปกรณ์ควบคุมแบบอนาล็อคสามารถเลือกการทำงานเพื่อรับสัญญาณวัดหรือส่งสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ โดยกำหนดจากสถานีปฏิบัติการทำให้สามารถลดจำนวนอุปกรณ์สำรองของระบบควบคุมได้มาก

การรับสัญญาณวัด จะมีวงจรซึ่งใช้เทคนิค Successive Approximation Analog-to-Digital แปลงสัญญาณวัด 4~20 mA เป็นสัญญาณดิจิตอลให้กับสายสัญญาณเครือข่าย

การส่งสัญญาณควบคุม ไมโครโพรเซสเซอร์รับสัญญาณควบคุมจากสายสัญญาณเครือข่าย แล้วคำนวณสัญญาณควบคุมแบบ PID วงจร D/A แปลงสัญญาณควบคุมชนิด PID เป็นสัญญาณควบคุมระดับ 4~20mA

สามารถตั้งค่าแอดเดรสของบอร์ดได้ทั้งหมด 255 ค่า

3.4 อุปกรณ์ควบคุมแบบดิจิตอล

อุปกรณ์ควบคุมแบบดิจิตอลสามารถทำงานเพื่อรับสัญญาณวัดหรือส่งสัญญาณควบคุมอุปกรณ์ที่ทำงานในลักษณะ ON/OFF ได้บนอุปกรณ์ตัวเดียวกัน

การรับสัญญาณวัด ไมโครโพรเซสเซอร์จะตรวจสอบการปิดเปิดของหน้าสัมผัส(Contact) ถ้าหน้าสัมผัสปิดแสดงว่าอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กำลังทำงาน

การส่งสัญญาณควบคุม ไมโครโพรเซสเซอร์รับสัญญาณควบคุมจากสายสัญญาณเครือข่าย แล้วทำการเปิดปิดหน้าสัมผัสของรีเลย์เพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ที่ต่ออยู่ให้ทำงานหรือหยุดทำงาน

สามารถตั้งค่าแอดเดรสของบอร์ดได้ทั้งหมด 255 ค่า

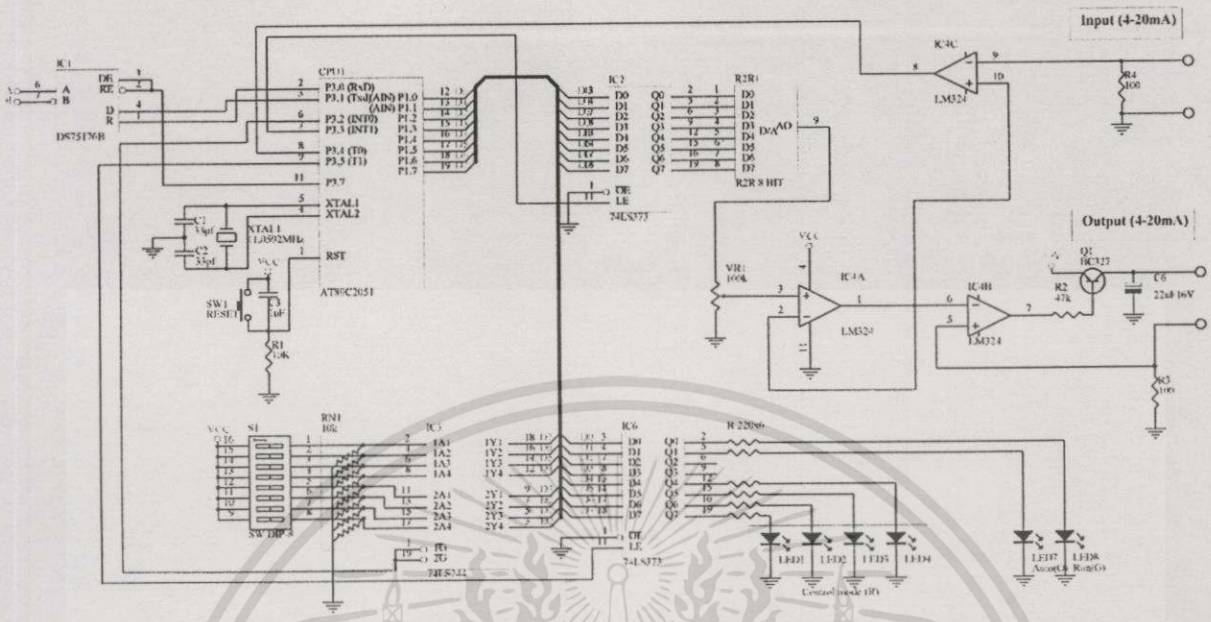
4. ระบบเครือข่ายบัสเดียว

ในบทความนี้จะมีการสื่อสารผ่านทางมาตราฐาน RS485 และจะมีโครงสร้างของโพรโตคอล(Protocol) ที่ประกอบด้วย 3 ไบท์(Byte) ในหนึ่งแพคเกจ(Package)ดังนี้

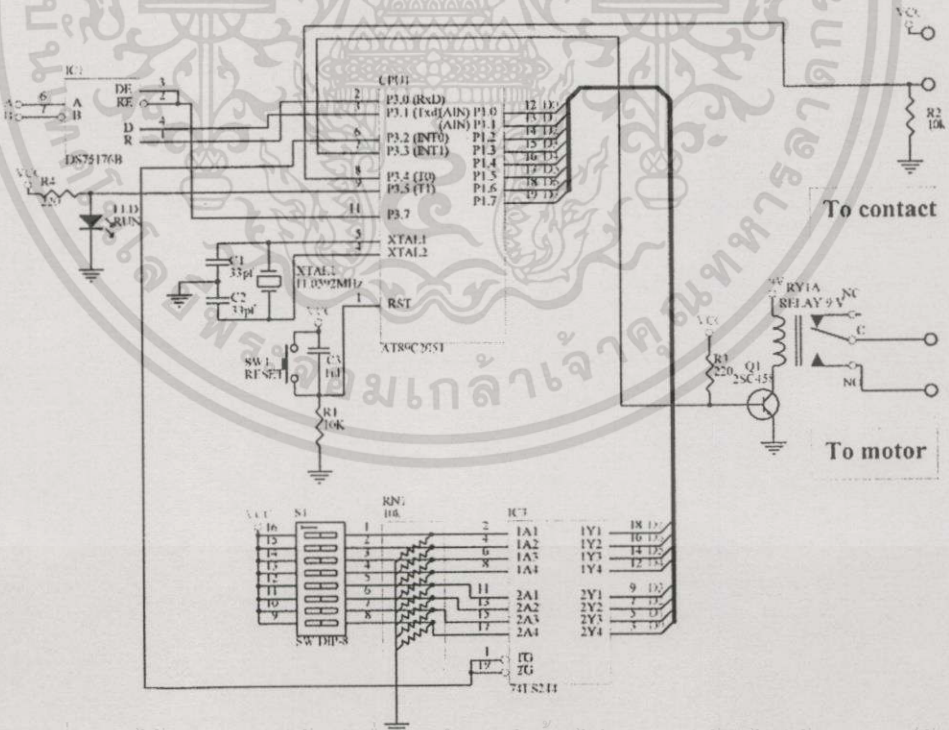
ไบท์ที่ 1	ไบท์ที่ 2	ไบท์ที่ 3
แอดเดรส	คำสั่ง	ไบท์พิเศษ

อุปกรณ์ไหนต้องการที่จะติดต่อกับอุปกรณ์อะไรสามารถกำหนดค่าแอดเดรสที่ต้องการติดต่อด้วยในแพคเกจไบท์ที่ 1 และต้องการให้แอดเดรสนั้นทำอะไรสามารถกำหนดได้ในไบท์ที่ 2 ซึ่งเป็นชุดคำสั่ง และถ้าชุดคำสั่งนั้นมีรายละเอียดเพิ่มเติมก็กำหนดในไบท์ที่ 3 ตัวอย่างของคำสั่ง (Command) ในไบท์คำสั่งดูได้จากตารางที่ 1

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 วงจรอุปกรณ์ควบคุมแบบอนาล็อค



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5 วงจรอุปกรณ์ควบคุมแบบดิจิตอล

รหัส	คำสั่ง	ทิศทางของคำสั่ง	หมายเหตุ
00h	Empty	PC→Scheduler	No command to send.
C1h	Section time for PC	Scheduler→PC	PC's time to send out data
62h	PC request to return MV / PV value	PC→Board	Scheduler will detect and delay for a package
43h	Set MV safe value to board	PC→Board	
04h	Set board to Manual mode	PC →Board	

ตารางที่ 1 แสดงตัวอย่างของรายการคำสั่งจากทั้งหมด 22 คำสั่ง

ในกรณีที่การสื่อสารขัดข้อง(Fail) บอร์ดต่างๆ จะกำหนดตัวเองให้อยู่ในสภาวะปลอดภัย (Safe Condition) โดยสามารถจำแนกรายละเอียดได้ดังนี้

1. การสื่อสารจากอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาไปยังเครื่องคอมพิวเตอร์ขัดข้อง อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาและบอร์ดที่อยู่ในโหมดอัตโนมัติอยู่แล้วก็จะทำงานตามปรกติโดยไม่มีผลกระทบ แต่บอร์ดที่อยู่ในโหมด Manual จะกำหนดตัวเองให้อยู่ที่ค่า MV safe value
2. การสื่อสารจากอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาไปยังบอร์ดควบคุมขัดข้อง อุปกรณ์กำหนดตารางเวลาจะรู้ได้โดยการที่ส่ง Section-time ไปให้บอร์ดนั้นแต่ไม่มีการตอบสนองกลับมา แสดงว่าการสื่อสารไปยังบอร์ดควบคุมนั้นขัดข้อง แล้วตัวกำหนดตารางเวลาจะส่งสัญญาณ Alarm ไปให้เครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อแสดงบนหน้าจอต่อไป
3. ในกรณีที่บอร์ดควบคุมไม่ได้รับแพคเกจอะไรเลยในเวลาประมาณ 1.14 วินาที เนื่องจากตัวกำหนดตารางเวลาไม่ทำงานตามปรกติ อุปกรณ์จะทำการกำหนดตัวเองให้อยู่ในสภาวะปลอดภัยที่ MV Safe Value

5. โปรแกรมควบคุมการปฏิบัติการ (Program)

สามารถแบ่งโปรแกรมออกตามอุปกรณ์ได้ 4 หมวดดังนี้คือ

5.1 อุปกรณ์กำหนดตารางเวลา โปรแกรมจะทำการส่งช่วงเวลาการทำงานไปให้อุปกรณ์ต่างๆ,ตรวจสอบอุปกรณ์ที่อยู่ในโหมดอัตโนมัติ และตรวจสอบอุปกรณ์ที่อยู่ในเครือข่ายบัสเดียวว่ายังทำงานปรกติหรือไม่เพื่อแจ้งไปยังคอมพิวเตอร์

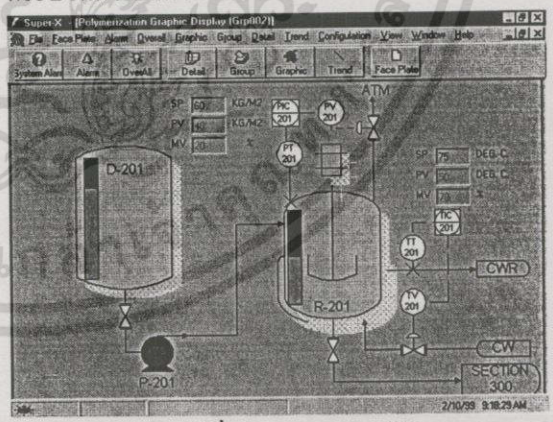
5.2 อุปกรณ์ควบคุมแบบอนาล็อค โปรแกรมจะทำการตอบสนองตามคำสั่งของคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา และมีการคำนวณค่า PID ในกรณีที่อุปกรณ์อยู่ในโหมดอัตโนมัติด้วย

5.3 อุปกรณ์ควบคุมแบบดิจิตอล โปรแกรมจะทำการตอบสนองตามคำสั่งของคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา โดยไม่มีการคำนวณใดๆ

5.4 โปรแกรมบนสถานีปฏิบัติการ(Workstation software)

โปรแกรมทำงานอยู่ภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดว์ โดยมีหน้าจอที่ใช้ในการควบคุมอยู่มากกว่า 10 ชนิด พอกล่าวเป็นตัวอย่างได้ดังนี้

5.4.1 จอแสดงกราฟฟิค (Graphic Display) ใช้แสดง Scheme หรือ Flow diagram ของขบวนการผลิตทำให้ง่ายต่อการเข้าใจและการมองภาพรวมในการควบคุมกระบวนการผลิตในขณะนั้น



รูปที่ 6 จอแสดงกราฟฟิค

5.4.2 จอรายละเอียด (Detailed Display) เป็นจอที่ใช้ในการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่มีความสำคัญในการควบคุมเช่น ค่า Set point, P, I, D, โหมด และอื่นๆของลูปนั้นโดยเฉพาะ

5.4.3 จอเตือนความผิดปรกติของกระบวนการผลิต(Alarm Display) เป็นจอที่รวบรวมว่ามีอะไรผิดปรกติ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

หรือเปล่าแล้วได้ถูกแก้ไขหรือยัง โดยสามารถดูย้อนหลังกลับได้ 50 เหตุการณ์ผิดปรกติล่าสุด เป็นต้น

6. การทดลองและผลการทดลอง

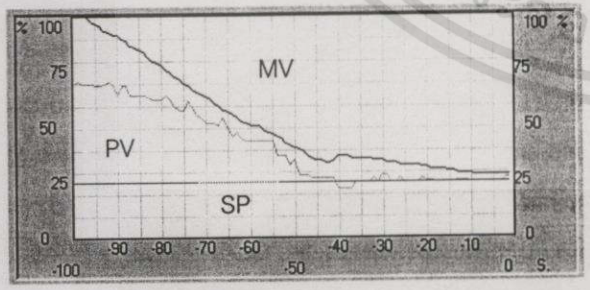
ทำการทดสอบผลการทำงานของระบบ 2 หัวข้อดังนี้

6.1 ทดสอบการทำงานของระบบควบคุม PID โดยกำหนดค่าต่างๆตามตารางที่ 2

Description	Code	Initial value
Proportional Band	P	80%
Integral Time	I	5 second
Derivative Time	D	0 second
Set Point	SP	25%
Control function		Standard PID
MV Safe Value		50%
Control mode		Auto

ตารางที่ 2 ค่าที่ใช้ในการทดลอง

เปิดดูเส้นแนวโน้มที่หน้าจอ Detailed Display แล้วทำการป้อน PV ซึ่งถูกจำลองโดยการป้อนกระแสตรงเริ่มจาก 20 mA (PV=100 kg/cm2) เข้าที่บอร์ดเครื่องมือวัด ปรับค่าลดลงเรื่อยๆเพื่อควบคุมค่า PV ให้เข้าใกล้ SP เราจะพบว่าเส้นแนวโน้มของ MV ช่วงแรกๆ จะมีค่าความชันค่อนข้างมาก เนื่องจากค่า PV ต่างจากค่า SP มาก เมื่อเวลาผ่านไปค่า PV เข้าใกล้ค่า SP มากขึ้นเส้น MV ก็ลดความชันลงเรื่อยๆตามลำดับ จนกระทั่ง PV เท่ากับ SP แล้วเส้น MV จะมีค่าความชันเป็น 0



รูปที่ 7 กราฟผลการทดสอบ

6.2 ทดสอบความเป็นอิสระในการทำงานของ PID ในกรณีที่เครื่องคอมพิวเตอร์เกิดเสียไม่สามารถทำงานตามปรกติได้ โดยการดึงสายระบบเครือข่ายบัสเดียวออกจากเครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งจะทำให้เราไม่สามารถควบคุมระบบหรือตรวจสอบอุปกรณ์อะไรได้อีกต่อไป ดังนั้นเราจึงทำการเอาความต้านทาน 250 โอห์มมาต่อเข้าที่บอร์ดวาล์วควบคุมขาเอ้าพุท 4~20mA แล้วทำการวัดค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อม ถ้านำค่าที่วัดได้มาวาดกราฟเราจะได้กราฟคล้ายรูปที่7 ถ้าอุปกรณ์ถูกเปลี่ยนเข้าโหมดManual อุปกรณ์ก็จะเซตตัวเองให้อยู่ในสภาวะปลอดภัยที่วาวล์เปิด50%

7. บทสรุป

จากผลการทดลองข้างต้นเราจะพบว่า การควบคุมกระบวนการหลายจุดแบบอิสระบนบัสเดียวให้ผลการทดลองเป็นที่น่าพอใจ คือถึงแม้นว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เกิดการทำงานผิดพลาดหรือสายระบบเครือข่ายของเครื่องคอมพิวเตอร์เกิดชำรุด ลูปที่มีการควบคุมอยู่ในโหมดอัตโนมัติ ยังคงทำการควบคุม PID อยู่ตามปรกติเสมือนไม่มีปัญหาอะไร ส่วนลูปที่อยู่ในโหมด Manual ก็จะเซตตัวเองให้อยู่ใน Safe Condition ที่เรากำหนดค่าไว้ล่วงหน้า ทำให้ระบบของเรามีความน่าเชื่อถือเป็นอย่างสูง ในบทความนี้เราสามารถต่ออุปกรณ์เครื่องมือวัดและควบคุมต่างๆเพื่อให้เป็นระบบควบคุมแบบเครือข่ายได้ทั้งหมด 255 อุปกรณ์

ในอนาคตเราสามารถที่จะพัฒนาให้ระบบนี้สามารถต่ออุปกรณ์มากกว่า 255 ตัวได้ และขณะเดียวกันสามารถเพิ่มจำนวนคอมพิวเตอร์เพื่อให้มีจำนวนหน้าจอเพิ่มมากขึ้น อันจะก่อให้เกิดประโยชน์ในการควบคุมที่ดีในระบบที่ใหญ่ขึ้นที่ต้องการเพิ่มคนช่วยในการควบคุม หรือทำการเพิ่มอุปกรณ์กำหนดตารางเวลาอีกตัวหนึ่งเพื่อให้เป็นตัวสำรองในกรณีที่ตัวหลักเสียตัวสำรองจะต้องทำงานแทนทันที

ในแง่ของการนำไปใช้งานจริงเราจะสามารถประหยัดเงินลงทุนสำหรับค่า สายเคเบิล, Terminal, I/O การ์ด, เครื่องคอมพิวเตอร์ ได้เป็นจำนวนมาก แต่สิ่งที่ต้องพึงระวังคือการเดินสายบัสในการติดตั้งในโรงงานจะต้องมีความระมัดระวังเป็นอย่างมาก อาจจะจำเป็นต้องเดินสายเคเบิลภายในท่อร้อยสายไฟตลอด เพื่อไม่ให้สายเคเบิลได้รับอันตรายจากการถูกตัดขาด หรือถูกทำให้ชำรุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. เอกสารอ้างอิง

[1] L.D.Eidahl. 1997. **Using Visual Basic 5.0.** Platinum Edition. Indianapolis : Que Corporation.

[2] Fieldbus Foundation. 1998. **Foundation Fieldbus Technical Overview FD-043**. Revision 1.0

[3] J.W. Gray. 1992. **PID routines for MC68HC11K4 and MC68HC11N4 microcontroller**. Hong Kong : Motorola Inc.

[4] Intel. **MCS-51 Programmer's Guide and instruction set.** Washington : Intel Corporation.

[5] P.W. Gofton. 1994. **Master Serial Communications.** California : SYBEX Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

โปรแกรมระบบควบคุมหลักบนอุปกรณ์ควบคุม

โปรแกรมถูกบันทึกไว้ในแผ่น CD-ROM ท้ายเล่มอยู่ในแฟ้มข้อมูล Annex/Annex B Content.DOC เขียนโดยใช้ Microsoft Word 97®

ในแฟ้มข้อมูลนี้ประกอบด้วยโปรแกรมดังรายละเอียดในตารางข้างล่างตามลำดับ

ลำดับที่	ชื่อโปรแกรม	คำอธิบาย
1	โปรแกรมบนอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา	ใช้ควบคุมการปฏิบัติงานบนอุปกรณ์กำหนดตารางเวลา ดังภาพที่ 5.1
2	โปรแกรมบนบอร์ดควบคุมชนิดอนาลอก	ใช้ควบคุมการปฏิบัติงานบนอุปกรณ์ควบคุมชนิดอนาลอก ดังภาพที่ 5.2
3	โปรแกรมบนบอร์ดควบคุมชนิดดิจิตอล	ใช้ควบคุมการปฏิบัติงานบนอุปกรณ์ควบคุมชนิดดิจิตอล ดังภาพที่ 5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

โปรแกรมระบบควบคุมหลักบนสถานีปฏิบัติการ

โปรแกรมถูกบันทึกไว้ในแผ่น CD-ROM ท้ายเล่ม ซึ่งอยู่ในสองรูปแบบเพื่อสะดวกในการใช้งานหรืออ้างอิงคือ

- แฟ้มข้อมูลชนิดเท็กซ์ไฟล์ใน Annex/Annex C Content.DOC เขียนโดยใช้ Microsoft Word 97®
- แฟ้มข้อมูลที่อยู่ในรูปแอปพลิเคชั่นโปรแกรมที่เขียนด้วยโปรแกรม Visual Basic version 5.0 ของ Microsoft® ในไดเรกทรอรี Workstation program/Source Code และ โปรแกรมพร้อมติดตั้งใช้งานในไดเรกทรอรี Workstation program/Setup/Disk 1~4

ในแฟ้มข้อมูลแอปพลิเคชั่นโปรแกรมจะประกอบด้วยโปรแกรมหลักๆ ดังมีรายละเอียดที่จะแสดงในตารางข้างล่างตามลำดับ ส่วนโปรแกรมที่ไม่ได้กล่าวถึงจะเป็นโปรแกรมที่ช่วยในการทำงานของโปรแกรมหลัก

ลำดับที่	ชื่อโปรแกรม	คำอธิบาย
1	Starter.bas	โปรแกรมโหลดหน้าจอต่างๆขึ้นมาพร้อมใช้งาน
2	Initialization.bas	โปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับระบบ
3	Queue.bas	โปรแกรมจัดการเรียงลำดับก่อนหลังของข้อมูลที่สถานีปฏิบัติการต้องการส่งออกไป
4	PVCheck.bas	โปรแกรมจัดการตรวจสอบค่าสัญญาณวัดของเครื่องวัดและส่งสัญญาณของอุปกรณ์นั้นๆ ว่าอยู่ในช่วงที่กำหนดไว้หรือไม่
5	DetailDisplayModule.bas	โปรแกรมกำหนดค่าตัวแปรเฉพาะ
6	GroupConDataBase.bas	โปรแกรมกำหนดค่าตัวแปรเฉพาะของกลุ่ม
7	GroupSelection.bas	โปรแกรมกำหนดค่าตัวแปรเฉพาะของกลุ่มในการเลือก
8	TagDataBase.bas	โปรแกรมกำหนดโครงสร้างฐานข้อมูลของอุปกรณ์แต่และตัวในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9	TrendConDataBase.bas	โปรแกรมกำหนดค่าตัวแปรเฉพาะของกลุ่มเส้นแนวโน้ม
10	AlarmDisplay.frm	หน้าจอแสดงความผิดปรกติของกระบวนการผลิตต่างๆในระบบ
11	DetailDisplay.frm	หน้าจอแสดงเส้นแนวโน้มของกระบวนการและสามารถกำหนดค่าของกระบวนการผลิตต่างๆ เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการได้
12	FacePlate.frm	หน้าจอภาพขนาดเล็กที่สามารถใช้กำหนดค่าของวงควบคุมของกระบวนการผลิตได้
13	FrmAbout.frm	หน้าจอแสดงการแนะนำตัวของโปรแกรม
14	FrmMain.frm	หน้าจอหลักของโปรแกรมที่หน้าจออื่นๆ จะต้องถูกเรียกผ่านทางหน้าจอนี้
15	FrmNetworkLogin.frm	หน้าจอที่ต้องใส่รหัสผ่านก่อนถึงจะเข้าไปสั่งให้อุปกรณ์ในเครือข่ายเริ่มการทำงานได้
16	PasswordChange.frm	หน้าจอที่สามารถให้เปลี่ยนรหัสผ่านได้
17	FrmSplash.frm	หน้าจอแสดงความเป็นทรัพย์สินของผู้สร้างโปรแกรม
18	FrmStartLoop.frm	หน้าจอที่สามารถสั่งให้อุปกรณ์ใดๆ เริ่มทำงานได้
19	FrmStartLoopLogin.frm	หน้าจอที่ต้องใส่รหัสผ่านก่อนถึงจะเข้าไปสั่งให้อุปกรณ์ใดๆ เริ่มการทำงานได้
20	FrmStartupNetwork.frm	หน้าจอที่สามารถสั่งให้อุปกรณ์ทุกตัว เริ่มทำงานได้
21	FrmStopLoop.frm	หน้าจอที่สามารถสั่งให้อุปกรณ์ใดๆ หยุดทำงานได้
22	FrmStopLoopLogin.frm	หน้าจอที่ต้องใส่รหัสผ่านก่อนถึงจะเข้าไปสั่งให้อุปกรณ์ใดๆ หยุดการทำงานได้
23	FrmTagConfigurationLogin.frm	หน้าจอที่ต้องใส่รหัสผ่านก่อนถึงจะเข้าไปทำการกำหนดรายละเอียดต่างๆ ของอุปกรณ์ในระบบแต่ละตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ[illegible]ให้ผู้ใดนำไปใช้ประโยชน์ในทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

24	GroupConfiguration.frm	หน้าจอที่ให้ทำการกำหนดชุดของวงควบคุมให้แสดงพร้อมกันถ้าถูกเรียกให้แสดงที่หน้าจอ
25	GroupDisplay.frm	หน้าจอแสดงกลุ่มของวงควบคุมที่ถูกเลือก
26	GroupSelectionDisplay.frm	หน้าจอแสดงการให้เลือกชุดของกลุ่มวงควบคุมที่จะให้แสดงที่หน้าจอ
27	GroupTrend.frm	หน้าจอแสดงกลุ่มของเส้นแนวโน้มที่ถูกเลือก
28	HardwareAlarmDisplay.frm	หน้าจอแสดงการทำงานผิดปรกติของอุปกรณ์ที่อยู่ในระบบทั้งหมด
29	IomManager.frm	โปรแกรมและหน้าจอที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกจากสถานีปฏิบัติการ
30	OverallDisplay.frm	หน้าจอแสดงภาพทั่วไปของกระบวนการผลิตว่ามีความผิดปรกติในหน่วยการผลิตไหนบ้าง
31	PolymerizationGraphic.frm	หน้าจอแสดงภาพกราฟฟิคของกระบวนการผลิต
32	TagConfiguration.frm	หน้าจอที่ให้กำหนดรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ในระบบก่อนเริ่มเดินระบบ
33	TrendConfiguration.frm	หน้าจอที่ให้ทำการกำหนดชุดของเส้นแนวโน้มให้แสดงพร้อมกันถ้าถูกเรียกให้แสดงที่หน้าจอ
34	TrendSelectionDisplay.frm	หน้าจอแสดงการให้เลือกชุดของเส้นแนวโน้มที่จะให้แสดงที่หน้าจอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายหัสรังษี ศิริวิมลวรรณ เกิดเมื่อวันที่ 19 ธันวาคม 2511 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเลคทรอนิคส์ จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปี 2534 แล้วเข้าทำงานกับบริษัท Schlumberger S.A. ในต่างประเทศ ปัจจุบันทำงานอยู่ที่บริษัทเคมีภัณฑ์ซิเมนต์ไทย จำกัด กลุ่มปิโตรเคมีของปูนซิเมนต์ไทย ตำบลมาบตาพุด อำเภอเมือง จังหวัดระยอง ในตำแหน่งผู้จัดการวิศวกรรมระบบควบคุม ฝ่ายวิศวกรรมโครงการ และเป็นผู้ดูแลงานวิศวกรรมเคมี และระบบซ่อมบำรุงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้