สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ดีซีเอส

Distributed Control Systems

โดย

นายธวัชชัย นันทะ

นายนภดล ทองเขียว

สบ
ว3955
2547

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61427
วัน,เดือน,ปี 17 ก.ค. 2549

b 11355445
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชา วิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ดีซีเอส

Distributed Control Systems

ผู้จัดทำ

1. นายธวัชชัย นันทะ 45015322
2. นายนภดล ทองเขียว 45015326

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.สุเธียร เกียรติสุนทร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดีซีเอส

Distributed Control Systems

นายธวัชชัย นันทะ
นายนภดล ทองเขียว
รศ.สุเธียร เกียรติสุนทร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของโครงงานนี้เป็นการเขียนโปรแกรมเลียนแบบระบบควบคุมดีซีเอส เพื่อเป็นการศึกษาทฤษฎี โครงสร้าง ส่วนประกอบและการทำงานของดีซีเอส โดยเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีโครงสร้าง ส่วนประกอบต่างๆ ของดีซีเอส แล้วใช้โปรแกรม Microsoft Visual C++ 6.0 ในการเขียนโปรแกรมจำลองระบบควบคุมดีซีเอส โดยจะเป็นการจำลองการควบคุมระดับของของเหลวเป็นหลัก โดยใช้การควบคุมเป็นแบบพีไอดี

Abstract

The objective of the project is simulation programs of DCS (Distributed Control System) for study about theory, structure, element and action of DCS. Begin the study about theory, structure, element of DCS and simulate programming of DCS by use Microsoft Visual C++ version 6.0. In this simulation programs of DCS is liquid level control and use PID system as a controller.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
สารบัญ	II
สารบัญรูปภาพ	IV
บทที่1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	2
1.2 วัตถุประสงค์ในการดำเนินงาน	2
1.3 ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำโครงงาน	2
1.4 เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์	2
บทที่2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 โครงสร้างพื้นฐานของระบบดีซีเอส	5
2.1.1 หน่วยเชื่อมต่อกระบวนการ	5
2.1.2 หน่วยควบคุมกระบวนการ	9
2.1.3 หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของพนักงานและหน่วยปฏิบัติการวิศวกร	11
2.1.4 หน่วยเชื่อมต่อเครือข่าย	12
2.1.5 หน่วยเก็บข้อมูลและประวัติกระบวนการ	14
2..1.6 หน่วยเชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์	14
2.1.7 หน่วยเชื่อมต่อกับระบบเครื่องมือย่อย	15
2.1.8 หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้า	16
2.2 ระบบควบคุม	16
2.2.1 ระบบควบคุมแบบวงเปิด	16
2.2.2 ระบบควบคุมแบบวงปิด	17
2.2.3 การควบคุมแบบป้อนกลับ	17
2.2.4 การควบคุมแบบไปข้างหน้า	25
บทที่3 หลักการออกแบบ	26
3.1 หน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส	26
3.1.1 หน่วยส่งสัญญาณชนิดควบคุมด้วยมือ	26
3.1.2 หน่วยควบคุมชนิดติดและดับ	27
3.1.3 หน่วยควบคุมชนิดพีไอดี	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 หน่วยชดเชยชนิดมุมนำและมุมตาม 30
3.1.5 หน่วยชดเชยชนิดกระบวนการหน่วงเวลา 32
3.1.6 หน่วยควบคุมชนิดสัดส่วน 33
3.1.7 หน่วยผลรวม 34
3.1.8 หน่วยรับข้อมูลชนิดแอนะล็อก 35
3.1.9 หน่วยส่งข้อมูลชนิดแอนะล็อก 36
3.2 การกำหนดโครงสร้างระบบควบคุมของดีซีเอส 37
3.2.1 หน่วยรับข้อมูลชนิดแอนะล็อก LT-01 38
3.2.2 หน่วยควบคุมชนิดพีไอดี LC-01 38
3.2.3 หน่วยควบคุมชนิดพีไอดี FC-01 38
3.2.4 หน่วยส่งสัญญาณชนิดแอนะล็อก CV-01 38
บทที่4 ผลการทดลองการใช้งานโปรแกรมดีซีเอส 40
4.1 การทดลองควบคุม Liquid Tank Level Control 40
4.2 การทดลองควบคุม Two Noninteracting Tank 49
บทที่5 บทวิจารณ์และสรุป 55
5.1 สรุปผลการทดลอง 55
5.2 วิจารณ์การทดลอง 55
5.3 ประโยชน์ที่ได้จากการทำโครงงาน 55
5.4 ปัญหาที่พบในการทำโครงงาน 55

กิตติกรรมประกาศ
หนังสืออ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 ลักษณะการควบคุมแบบเดิม 4
รูปที่ 2.2 ลักษณะการควบคุมแบบดีซีเอส 4
รูปที่ 2.3 โครงสร้างและส่วนประกอบของหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการ 6
รูปที่ 2.4 การติดตั้งเครื่องวัดและส่งสัญญาณกับหน่วยรับสัญญาณของดีซีเอส 7
รูปที่ 2.5 การติดตั้งหน่วยส่งสัญญาณแอนะล็อกของดีซีเอสกับวาล์วควบคุม 8
รูปที่ 2.6 หน่วยรับสัญญาณดิจิตอลชนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงของดีซีเอส 8
รูปที่ 2.7 หน่วยส่งสัญญาณดิจิตอลชนิดSCR ของดีซีเอส 9
รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของหน่วยควบคุมกระบวนการ 10
รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ภายในของหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบนของดีซีเอส 12
รูปที่ 2.10 โครงสร้างและส่วนประกอบของหน่วยเชื่อมต่อเครือข่ายดีซีเอส 13
รูปที่ 2.11 หน่วยเก็บข้อมูลประวัติกระบวนการร่วมกับหน่วยติดต่อและปฏิบัติงานของผู้ใช้ 14
รูปที่ 2.12 การเชื่อมต่อเครื่องมือย่อยของดีซีเอส 15
รูปที่ 2.13 โครงสร้างและส่วนประกอบภายในของหน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้าของดีซีเอส 16
รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทและเอาท์พุทของระบบควบคุมแบบวงเปิด 17
รูปที่ 2.15 ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทและเอาท์พุทของระบบควบคุมแบบวงปิด 17
รูปที่ 2.16 ลักษณะของระบบควบคุมป้อนกลับ 18
รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมของตัวควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง 19
รูปที่ 2.18 ช่วง Difference Gap 19
รูปที่ 2.19 บล็อกไดอะแกรมการควบคุมแบบสัดส่วน 20
รูปที่ 2.20 ผลตอบสนองของการควบคุมแบบสัดส่วน 20
รูปที่ 2.21 บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมแบบ Integral 21
รูปที่ 2.22 ผลตอบสนองของการควบคุมแบบอินทิกรัลจากสัญญาณขั้นบันได 22
รูปที่ 2.23 บล็อกไดอะแกรมของตัวควบคุมแบบดี 22
รูปที่ 2.24 การควบคุมแบบพีไอ 23
รูปที่ 2.25 การควบคุมแบบพีดี 24
รูปที่ 2.26 ผลตอบสนองการควบคุมแบบพีไอดีกับสัญญาณเข้าแบบขั้นบันได 25
รูปที่ 2.27 ผลตอบสนองของกระบวนการต่อการควบคุมแบบวงเปิด 25
รูปที่ 2.28 การควบคุมแบบไปข้างหน้า 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 การเชื่อมโยงหน่วยข้อมูลภายในของดีซีเอส 26
รูปที่ 3.2 หน่วยส่งสัญญาณชนิดควบคุมด้วยมือ 27
รูปที่ 3.3 หน่วยควบคุมชนิดติดและดับ 28
รูปที่ 3.4 หน่วยควบคุมชนิดพีไอดี 29
รูปที่ 3.5 หน่วยชดเชยชนิดมุมนำและมุมตาม 31
รูปที่ 3.6 หน่วยชดเชยชนิดกระบวนการหน่วงเวลา 32
รูปที่ 3.7 หน่วยควบคุมชนิดสัดส่วน 33
รูปที่ 3.8 สัญญาณออกของหน่วยผลรวม 34
รูปที่ 3.9 หน่วยรับข้อมูลชนิดแอนะล็อก 35
รูปที่ 3.10 หน่วยส่งข้อมูลชนิดแอนะล็อก 36
รูปที่ 3.11 ระบบควบคุมแบบวงอันดับ 38
รูปที่ 3.12 โครงสร้างของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส 39
รูปที่ 4.1 แสดง Plant ที่เราเลือกเพื่อใช้ในการควบคุม 40
รูปที่ 4.2 แสดงการเลือกหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส 41
รูปที่ 4.3 แสดงการเชื่อมต่อหน่วยเครื่องมือภายในของถังกระบวนการ 41
รูปที่ 4.4 แสดง Block Diagram ของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส 42
รูปที่ 4.5 แสดงรายละเอียดของพีไอดีของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส 43
รูปที่ 4.6 แสดง Signal ของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส 44
รูปที่ 4.7 แสดง Analog Input Block ของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส 45
รูปที่ 4.8 แสดง Analog Output Block ของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส 46
รูปที่ 4.9 แสดงการสั่งให้โปรแกรมดีซีเอสทำงาน 47
รูปที่ 4.10 แสดงการทำงานของ Liquid Tank Level Control 47
รูปที่ 4.11 แสดงกราฟการทำงานของ Liquid Tank Level Control 48
รูปที่ 4.12 แสดงการทำงานของ Liquid Tank Level Control เมื่อระดับเข้าใกล้ค่า Setpoint 48
รูปที่ 4.13 แสดงกราฟการทำงานของ Liquid Tank Level Control เมื่อระดับเข้าใกล้ค่า Setpoint 49
รูปที่ 4.14 แสดงกระบวนการแบบ Two Noninteracting Tank 49
รูปที่ 4.15 แสดงการเชื่อมต่อเครื่องมือภายในกระบวนการแบบ Two Noninteracting Tank 50
รูปที่ 4.16 แสดงการเชื่อมต่อเครื่องมือภายในของดีซีเอสของบล็อก LIC00 51
รูปที่ 4.17 แสดงการเชื่อมต่อหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสของบล็อก LIC01 52
รูปที่ 4.18 แสดงการเชื่อมต่อเครื่องมือภายในของดีซีเอสของบล็อก Analog Output Block 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.19 แสดงกราฟการทำงานของ Two Noninteracting Tank ในส่วนของบล็อก LIC01 53
รูปที่ 4.20 แสดงกราฟการทำงานของ Two Noninteracting Tank ในส่วนของบล็อก LIC00 53
รูปที่ 4.21 แสดงกราฟการทำงานของ Two Noninteracting Tank ในส่วนของบล็อก AOB61 54
รูปที่ 4.22 แสดงการทำงานของ Two Noninteracting Tank 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

หลักการของระบบควบคุมโดยใช้คอมพิวเตอร์ไม่ใช่เป็นของใหม่เท่าใดนัก ตามจริงแล้วก็คือ การนำข้อมูลจากอุปกรณ์ควบคุมและอุปกรณ์วัดค่าต่างๆ ในกระบวนการทำงาน (process) มาประมวลผลและส่งสัญญาณควบคุมออกไป โดยเปลี่ยนการควบคุมโดยใช้มนุษย์มาเป็นการควบคุมแบบอัตโนมัติและเป็นการทำงานแบบแอนะล็อกมาเป็นแบบดิจิตอล ซึ่งในระยะเริ่มต้นของการควบคุม การควบคุมกระบวนการจะเป็นแบบแอนะล็อกทั้งหมดโดยสัญญาณการควบคุมเป็นความดันอากาศ (air pressure) หรือ กระแสไฟฟ้า โดยเรียกระบบควบคุมแบบนี้ว่าระบบควบคุมแบบนิวแมติกส์ (pneumatic process systems) และระบบควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์ (electronic process control systems) ตัวอย่างที่เห็นได้ชัด คือ เครื่องโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (programmable logic controller) ซึ่งมีการนำมาใช้งานอย่างชัดเจนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970

ต่อมาเมื่อระบบดิจิตอลเริ่มมีบทบาทเข้ามาแทนที่ระบบแอนะล็อกมากขึ้นในลูปการควบคุม จึงมีการนำระบบดิจิตอลเข้าช่วยในการควบคุม โดยในระยะเริ่มแรกนั้นได้มีการนำระบบดิจิตอลเข้ามาช่วยในการบันทึกข้อมูลของระบบ คอมพิวเตอร์เริ่มมีความจำเป็นต่อการใช้งานมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากระบบควบคุมยุคใหม่มีความสลับซับซ้อนมากขึ้นและต้องการความแม่นยำในการควบคุมมากขึ้นงานแรกที่มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้งาน ได้แก่ งานแสดงผลและดูแลการควบคุม (supervisory control) และหลังจากนั้นได้มีการนำคอมพิวเตอร์มาควบคุมการปรับจุดเป้าหมาย (set point) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุม ซึ่งสัญญาณเหล่านี้จะถูกแปลงแล้วส่งไปยังตัวควบคุมแอนะล็อก

ในที่สุดเมื่อระบบดิจิตอลได้เข้ามาแทนที่ระบบแอนะล็อกเกือบทั้งหมด ทำให้มีการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นตัวควบคุมโดยตรง ซึ่งเรารู้จักกันในนามของ Direct Digital Control (DDC) หรือ Computer Process Control ซึ่งระบบ DDC ได้มีการนำมาใช้ครั้งแรกในโรงงานปิโตรเคมีเมื่อปี ค.ศ. 1963 แต่เพื่อความปลอดภัยในช่วงแรกของการใช้งาน ได้มีการนำระบบควบคุมแบบแอนะล็อกมาใช้ร่วมด้วยเพื่อเป็นการสำรองเมื่อระบบคอมพิวเตอร์เกิดขัดข้องข้อดีของระบบควบคุมที่ใช้คอมพิวเตอร์มีหลายประการ เช่น ในการปรับพารามิเตอร์ต่างๆ จะไม่เกิดการดริฟท์ (drift) ความสามารถในการสร้างการควบคุมที่สลับซับซ้อน และความสามารถในการปรับพารามิเตอร์ตามสภาวะที่เปลี่ยนแปลงได้อย่างเหมาะสม (optimum control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

เมื่อเรานึกถึงการควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งมีกระบวนการผลิตมากมายและติดตั้งอยู่ในสถานที่ต่างกันภายในโรงงานผู้ควบคุมที่คอยทำหน้าที่เช็คผล บันทึกข้อมูล และทำการควบคุมกระบวนการผลิต จะต้องเดินไปเพื่อทำหน้าที่ซึ่งเป็นการไม่สะดวก อีกทั้งในกระบวนการผลิตบางอย่างอาจเป็นอันตรายต่อสุขภาพของผู้ที่ทำหน้าที่อยู่ใกล้ได้

ระบบควบคุมแบบดีซีเอส จึงเป็นระบบควบคุมที่น่าสนใจระบบหนึ่ง ที่ควรทำการศึกษาเกี่ยวกับหลักการพื้นฐานของดีซีเอส หน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส โครงสร้างและการทำงานของดีซีเอส รวมถึงส่วนต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับดีซีเอส

1.2 วัตถุประสงค์ในการดำเนินงาน

1. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับส่วนประกอบ โครงสร้างพื้นฐาน และหลักการทำงานของดีซีเอส
2. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมและการใช้งานโปรแกรม Microsoft Visual C++ 6.0
3. เพื่อศึกษาการควบคุมระบบดีซีเอส โดยใช้การควบคุมแบบ PID Controller
4. เพื่อศึกษาการออกแบบโปรแกรมการจำลองการควบคุมระดับน้ำ

1.3 ขั้นตอนการศึกษาและการจัดทำโครงงาน

การศึกษาและจัดทำโครงงานนี้เริ่มต้นจากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับส่วนประกอบ โครงสร้างและหลักการทำงานของดีซีเอส รวมถึงการศึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม Microsoft Visual C++ version 6.0 ซึ่งโครงงานนี้ต้องอาศัยพื้นฐานการเขียนโปรแกรมเป็นอย่างมาก รวมถึงการนำทฤษฎีทางด้านระบบควบคุมมาจำลองการทำงานของการควบคุมระดับน้ำ

โครงงานนี้เป็นโครงงานที่นำเอาหลักการ โครงสร้าง และการทำงานของระบบดีซีเอส มาเขียนโปรแกรมเลียนแบบโดยในโครงงานนี้จะเน้นการควบคุมระดับน้ำเป็นหลักและใช้การควบคุมแบบพีไอดี โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual C++ 6.0

1.4 เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่กล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ในบทที่2 เป็นการกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานและหลักการของดีซีเอสและระบบควบคุม บทที่3 กล่าวถึงหลักการออกแบบการเขียนโปรแกรมจำลองการทำงานของดีซีเอส บทที่4 เป็นส่วนของการทดลอง ผลการทดลอง บทที่5 กล่าวถึงส่วนวิจารณ์และสรุปผลการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น แนวทางการปรับปรุงและพัฒนาโครงงานชิ้นนี้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

ความพยายามของมนุษย์ในการควบคุม ขบวนการทางอุตสาหกรรมเป็นแบบอัตโนมัติได้มีมานานแล้ว ตั้งแต่การสร้างเทอร์โมสตัส สำหรับควบคุมเตาเผาในปี ค.ศ.1620 แต่ระบบควบคุมเริ่มเป็นรูปเป็นร่างอย่างจริงจังเมื่อประมาณ 50 ปีที่ผ่านมา

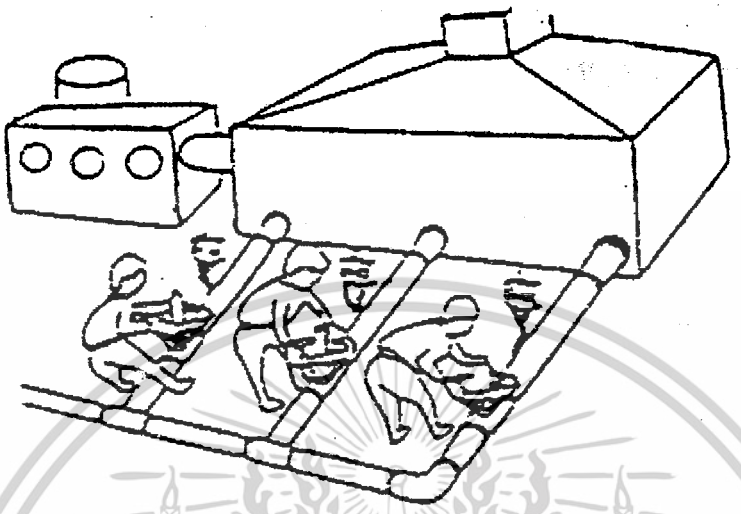
การที่ระบบควบคุมมีการพัฒนาอย่างจริงจังตั้งแต่ปี ค.ศ.1930 มาจนถึงปัจจุบันนั้นมีตัวกระตุ้นอยู่ 2 ประการคือ ความต้องการของผู้บริโภคและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่ทำให้ระบบควบคุมมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ดีซีเอส (Distributed Control System) เป็นเครื่องมือสำหรับควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมซึ่งเป็นวิวัฒนาการอีกขั้นหนึ่งของระบบควบคุมจากเดิม ที่ผู้ควบคุมอยู่ใกล้กับตัวคอนโทรลเลอร์ (controller) ซึ่งวางอยู่ใกล้กับกระบวนการที่ทำการควบคุม โดยผู้ควบคุมทำหน้าที่คอยเช็คผล บันทึกข้อมูล และทำการควบคุมจากจุดที่กระบวนการดำเนินการอยู่ โดยการแบ่งแยกระบบออกเป็นส่วนปฏิบัติการ (operate) และส่วนควบคุมกระบวนการแยกออกจากกันซึ่งระบบดีซีเอสนี้ ประกอบไปด้วยคอมพิวเตอร์หลายๆ ตัวต่อกันเป็นระบบ ฟังก์ชั่นการควบคุมจะถูกกระจายให้คอมพิวเตอร์เล็กๆ แต่ละส่วนทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการย่อยๆ โดยข้อมูลของกระบวนการย่อยๆ ทุกกระบวนการจะถูกส่งผ่านส่วนสื่อสารไปเก็บรวบรวมที่คอมพิวเตอร์อีกตัวซึ่งทำหน้าที่ติดต่อกับพนักงานโดยผ่านทางจอภาพและแป้นกดระบบนี้นิยมใช้เป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ สำหรับควบคุมกระบวนการผลิตภายในอุตสาหกรรม ตัวอย่างเช่นเตาเผาและหม้อกำเนิดไอน้ำของโรงจักรไฟฟ้า หอกลั่น (distillation column) ของโรงกลั่นน้ำมัน . ถังปฏิกรณ์ (reactor tank) ของโรงงานอุตสาหกรรมเคมี และระบบบำบัดน้ำเสียของโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ

ระบบควบคุมของโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่เดิมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือการควบคุมแบบป้อนกลับ (feedback control) และการควบคุมแบบติดดับ (on-off control) การควบคุมแบบป้อนกลับหรือการควบคุมชนิดสัญญาณต่อเนื่อง (continuous control) ภายในโรงงานอุตสาหกรรมแบบเดิมมักติดตั้งเครื่องควบคุมชนิดนิวแมติกส์ หรืออิเล็กทรอนิกส์แบบพีไอดีเป็นเครื่องควบคุม ซึ่งเครื่องควบคุมชนิดนิวแมติกส์จะรวมไว้ในห้องควบคุมกลางของโรงงานอุตสาหกรรม แต่ในขณะนั้นอุปกรณ์ควบคุมชนิดนิวแมติกส์ยังไม่มีเครื่องวัดและส่งสัญญาณที่มีการควบคุมให้สัญญาณลมเป็นมาตราฐานได้ ทำให้จำเป็นต้องติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมไว้ในบริเวณใกล้เคียงกับการผลิตเป็นจุดๆ ทั่วบริเวณโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้ไม่สะดวกเพราะไม่สามารถมองเห็นระบบรวมและทำการคอนโทรลจากจุดเดียวได้ และกระบวนการทำงานบางอย่างยังเป็นอันตรายสำหรับผู้ที่อยู่ใกล้ได้

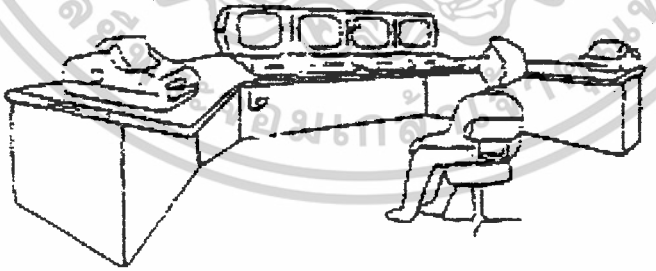
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมแบบดีซีเอสจึงถือกำเนิดขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว จนเป็นที่ยอมรับและเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบัน



รูปที่ 2.1 ลักษณะการควบคุมแบบเดิม

โรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ส่วนมาก มีความต้องการที่จะขยายกำลังการผลิตของตนเพิ่มขึ้นทำให้ห้องควบคุมกลางของโรงงานอุตสาหกรรมต้องมีขนาดใหญ่มาก พื้นที่จึงมีไม่เพียงพอสำหรับติดตั้งอุปกรณ์และเครื่องควบคุมทั้งหมดในโรงงานอุตสาหกรรมได้ ทำให้เป็นอุปสรรคสำหรับการปฏิบัติงานของพนักงาน ที่ต้องเดินตรวจสอบเครื่องควบคุมจำนวนมากบนแผงควบคุมตลอดเวลา ทำให้เกิดความพยายามในการแก้ปัญหาดังกล่าว โดยการกระจายหน้าที่ของเครื่องมือสำหรับควบคุมกระบวนการผลิตเป็นส่วนๆ ให้สามารถเก็บรวบรวมข้อมูลของกระบวนการผลิตทั้งหมดแสดงให้พนักงานควบคุมทราบและตรวจสอบได้



รูปที่ 2.2 ลักษณะการควบคุมแบบดีซีเอส

ดีซีเอสรุ่นแรกเป็นเครื่องมือสำหรับควบคุมการผลิตแทนเครื่องควบคุมชนิดนิวแมติกส์และอิเล็กทรอนิกส์ประกอบด้วย อุปกรณ์สำหรับควบคุมกระบวนการผลิตที่ติดตั้งในบริเวณพื้นที่การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตทำหน้าที่รับสัญญาณวัดของกระบวนการผลิตจากเครื่องวัด ส่งสัญญาณควบคุมสำหรับควบคุมกระบวนการผลิตไปยังวาล์วควบคุมและอุปกรณ์สำหรับติดต่อควบคุมของพนักงานติดตั้งในบริเวณห้องควบคุม สำหรับพนักงาน ใช้ตรวจสอบและควบคุมการผลิตระหว่างอุปกรณ์ควบคุมการผลิตกับอุปกรณ์ติดต่อ การปฏิบัติงานของพนักงาน จะเชื่อมโยงติดต่อกันโดยใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์สำหรับควบคุมการผลิตจะติดตั้งตามตำแหน่งต่างๆ ในบริเวณกระบวนการผลิตทั่วโรงงานอุตสาหกรรมเป็นการกระจายหน้าที่การควบคุมกระบวนการผลิต ให้กับเครื่องควบคุมกระบวนการและติดตั้งอุปกรณ์ติดต่อปฏิบัติงานของพนักงานในบริเวณห้องควบคุมกลางทำให้พนักงานสามารถตรวจสอบข้อมูลจากกระบวนการผลิต และควบคุมกระบวนการของโรงงานอุตสาหกรรมทั้งหมดจากห้องควบคุมเพียงห้องเดียวได้ กระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมแบ่งความรับผิดชอบในการควบคุมกระบวนการผลิตให้กับอุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ ในห้องควบคุม ทำให้ระบบมีความน่าเชื่อถือสูง กล่าวคือหากเกิดความเสียหายขึ้นของอุปกรณ์ควบคุมหรือเครื่องมือควบคุม จะทำให้กระบวนการผลิตเฉพาะส่วนที่มีสิ่งผิดปกติได้รับความเสียหายเท่านั้น กระบวนการผลิตส่วนอื่นยังสามารถดำเนินการผลิตได้ตามปกติ ดีซีเอสสามารถชดเชยจุดบกพร่องของระบบควบคุมแบบเดิม โดยแบ่งหน้าที่การควบคุมกระบวนการผลิตให้กับอุปกรณ์ส่วนต่างๆ ของดีซีเอสรับผิดชอบเพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบควบคุม มีการเขียนโปรแกรมเช่นเดียวกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อกำหนดคุณสมบัติของระบบควบคุมให้เพิ่มประสิทธิภาพของการผลิตให้สูงขึ้น

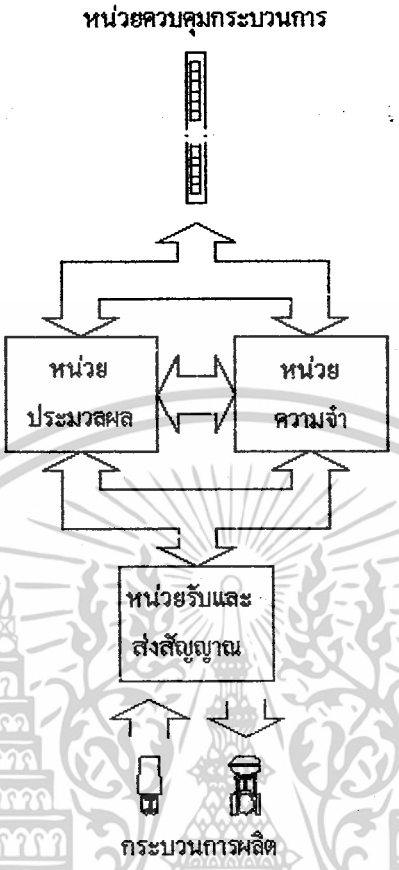
ดีซีเอสนอกจากสามารถแก้ไขจุดบกพร่องของอุปกรณ์ควบคุมแบบอื่นๆ ยังสามารถเปลี่ยนวิธีการปฏิบัติงานของพนักงานในโรงงานอุตสาหกรรมให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยการนำเอาจอภาพและแป้นพิมพ์ที่มีลักษณะเช่นเดียวกับเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป มาเป็นอุปกรณ์ติดต่อปฏิบัติงานของพนักงานในการควบคุมระบบ ร่วมกับการใช้ภาพจากคอมพิวเตอร์กราฟิก ให้แสดงภาพจำลองของแผงหน้าปัดเครื่องมือต่างๆ ภาพจำลองเครื่องจักรอุปกรณ์ในกระบวนการผลิตบนจอภาพ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับพนักงานในการควบคุมการผลิต

2.1 โครงสร้างพื้นฐานของระบบดีซีเอส

2.1.1 หน่วยเชื่อมต่อกระบวนการ (process interface module)

หน่วยเชื่อมต่อกระบวนการเป็นอุปกรณ์สำหรับติดต่อกับกระบวนการผลิตของดีซีเอส โดยรับสัญญาณวัดจากกระบวนการผลิตมายังดีซีเอสแล้วส่งสัญญาณควบคุมจากดีซีเอสกลับไปยังกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างและส่วนประกอบของหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการ

หน่วยเชื่อมต่อกระบวนการ ประกอบด้วย

- **หน่วยบริหารจัดการของหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการ** ทำหน้าที่ควบคุมการรับสัญญาณวัดและส่งสัญญาณควบคุมระหว่างดีซีเอสกับกระบวนการผลิต เพื่อควบคุมการปฏิบัติงานของอุปกรณ์อื่นทั้งหมดภายในหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการของดีซีเอส

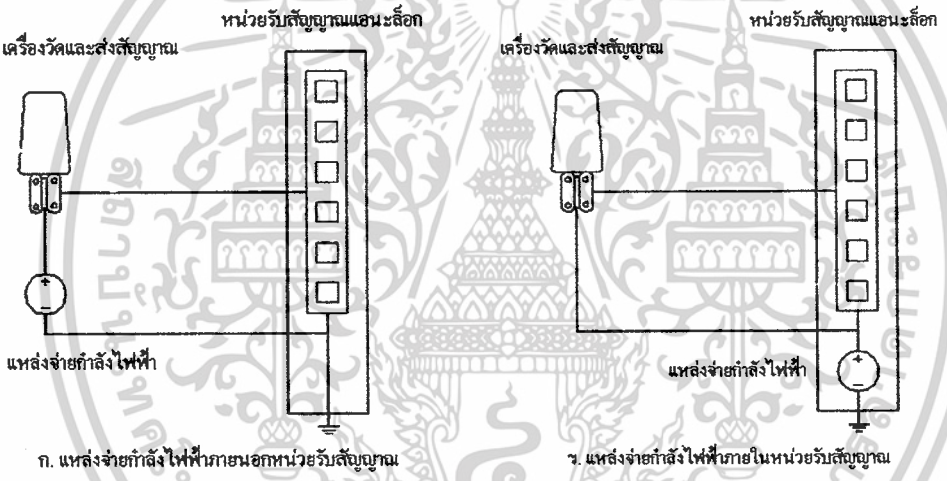
- **หน่วยความจำของหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการ** ประกอบด้วยหน่วยความจำชนิดรอมและแรมทำหน้าที่เก็บโปรแกรมข้อมูลสำหรับการปฏิบัติงาน รับสัญญาณวัดและส่งสัญญาณควบคุมของหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการ

- **หน่วยรับและส่งสัญญาณของหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการ** ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการกับกระบวนการผลิต ภายในหน่วยรับและส่งสัญญาณประกอบด้วยอุปกรณ์ขยายสัญญาณ อุปกรณ์ปรับระดับสัญญาณ อุปกรณ์แปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล และอุปกรณ์แปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณแอนะล็อก ทำหน้าที่รับสัญญาณวัดและส่งสัญญาณควบคุมชนิดสัญญาณแอนะล็อกและสัญญาณดิจิตอล ระหว่างดีซีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับกระบวนการผลิต ภายในหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการของดีซีเอสต้องประกอบด้วยหน่วยรับและส่งสัญญาณหลายชนิดเพื่อให้ดีซีเอสสามารถเลือกติดตั้งหน่วยรับและส่งสัญญาณให้เหมาะสมกับการเชื่อมต่อกับกระบวนการผลิตของดีซีเอส ประกอบด้วย

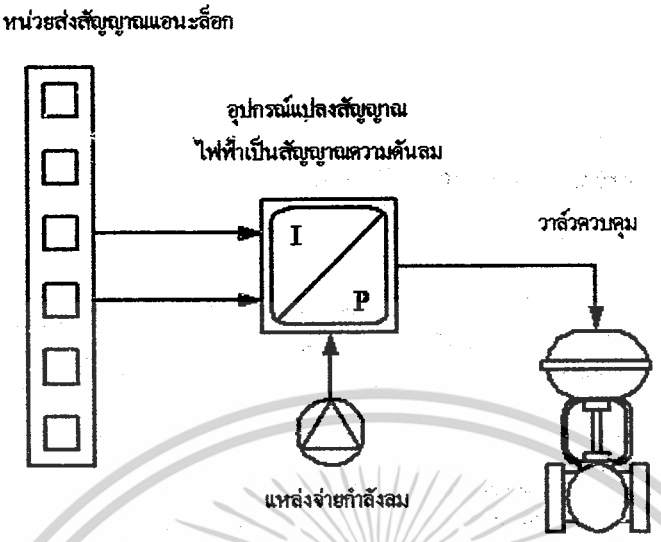
ก. หน่วยรับสัญญาณแอนะล็อก แบ่งออกเป็นหน่วยรับสัญญาณวัดชนิดแรงดันไฟฟ้าตรงมาตรฐาน 0 ถึง 10 โวลต์ หน่วยรับสัญญาณกระแสไฟฟ้าตรงมาตรฐาน 4 ถึง 20 มิลลิแอมแปร์ เช่น เครื่องวัดอุณหภูมิชนิดเทอร์โมคัปเปิล เครื่องวัดอุณหภูมิชนิดความต้านทาน หรือ เสตรนเกจ (strain gauge) สำหรับวัดขนาดวัตถุ แรง อัตราเร่งดีซีเอสสามารถเลือกติดตั้งหน่วยรับสัญญาณแอนะล็อกร่วมกับเครื่องวัดและส่งสัญญาณ 2 วิธี คือการติดตั้งแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าร่วมกับเครื่องวัดและส่งสัญญาณวัดภายนอกหน่วยรับสัญญาณแอนะล็อกของดีซีเอส หรือการติดตั้งเครื่องวัดและส่งสัญญาณโดยเลือกแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจากภายในหน่วยรับสัญญาณแอนะล็อกของดีซีเอส



รูปที่ 2.4 การติดตั้งเครื่องวัดและส่งสัญญาณกับหน่วยรับสัญญาณของดีซีเอส

ข. หน่วยส่งสัญญาณแอนะล็อก เป็นอุปกรณ์สำหรับสัญญาณควบคุมชนิดแอนะล็อกจากดีซีเอสไปยังกระบวนการผลิต เช่น วาล์วควบคุม และมอเตอร์ไฟฟ้า ดีซีเอสทั่วไปสามารถติดตั้งหน่วยส่งสัญญาณแอนะล็อกร่วมกับอุปกรณ์ภายนอก โดยใช้แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าภายในของดีซีเอส โดยไม่จำเป็นต้องติดตั้งแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าภายนอกดีซีเอส การส่งสัญญาณควบคุมสำหรับติดต่อกับวาล์วควบคุมชนิดรับสัญญาณลมมาตรฐาน 3 ถึง 15 ปอนด์/ตร.นิ้ว ดีซีเอสต้องติดตั้งอุปกรณ์แปลงสัญญาณกระแสไฟฟ้าเป็นสัญญาณความดันลม (I/P) ภายนอกดีซีเอสและบางครั้งดีซีเอสยังสามารถติดตั้งอุปกรณ์แปลงกระแสไฟฟ้าเป็นสัญญาณความดันลมไว้ภายในหน่วยส่งสัญญาณของดีซีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การติดตั้งหน่วยส่งสัญญาณแอนะล็อกของดีซีเอสกับวาล์วควบคุม

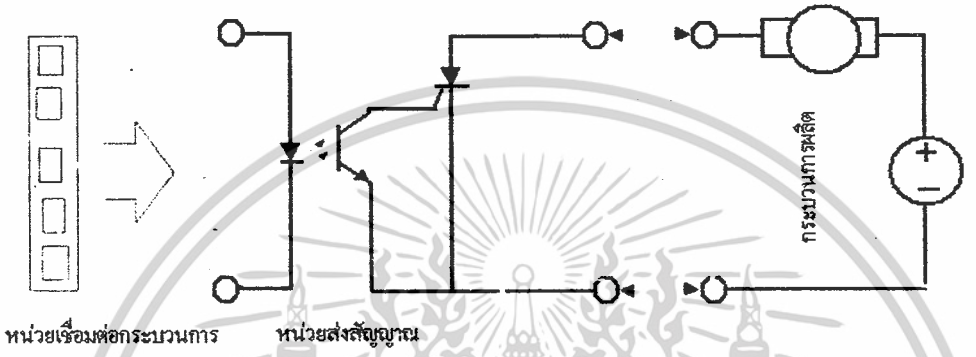
ค. **หน่วยรับสัญญาณดิจิตอล** เป็นอุปกรณ์รับสัญญาณชนิดสภาวะตรรกเพื่อแสดงสภาวะการปฏิบัติงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ในกระบวนการผลิตของดีซีเอส เช่น การเปิดปิดวงจรของสวิตช์ไฟฟ้า อุปกรณ์ตรวจวัดความดัน ระดับของเหลว อุณหภูมิ หน่วยรับสัญญาณดิจิตอลของดีซีเอส ประกอบด้วย สภาวะตรรกะระดับ 0 หรือ 5 โวลต์ จากวงจรชนิดดิจิตอล และการเปิดหรือปิดวงจรไฟฟ้าของหน้าสัมผัสต่างๆ มักใช้แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจากภายนอกหน่วยรับสัญญาณเพื่อแสดงสภาวะการปฏิบัติงานของกระบวนการผลิต

รูปที่ 2.6 หน่วยรับสัญญาณดิจิตอลชนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ของดีซีเอส

ง. **หน่วยส่งสัญญาณดิจิตอล** เป็นอุปกรณ์ส่งสัญญาณควบคุมชนิดสภาวะตรรกจากดีซีเอสไปยังกระบวนการผลิต เช่น การควบคุมการติดและดับของหลอดไฟสัญญาณ การควบคุมการปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิดวาล์ว การควบคุมการเริ่มหรือหยุดของมอเตอร์ หน่วยส่งสัญญาณดิจิตอลของดีซีเอส ประกอบด้วย หน่วยส่งสัญญาณชนิดหน้าสัมผัสสำหรับควบคุมวงจรไฟฟ้าทั่วไป หน่วยส่งสัญญาณชนิดทรานซิสเตอร์ หรือ SCR สำหรับควบคุมวงจรไฟฟ้ากระแสตรง และหน่วยส่งสัญญาณชนิดไทรแอค (triac) สำหรับควบคุมวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (SCR และ triac ใช้เพื่อต้องการหลีกเลี่ยงการสึกหรอจากการเคลื่อนที่ของชิ้นส่วนหน้าสัมผัสรีเลย์)



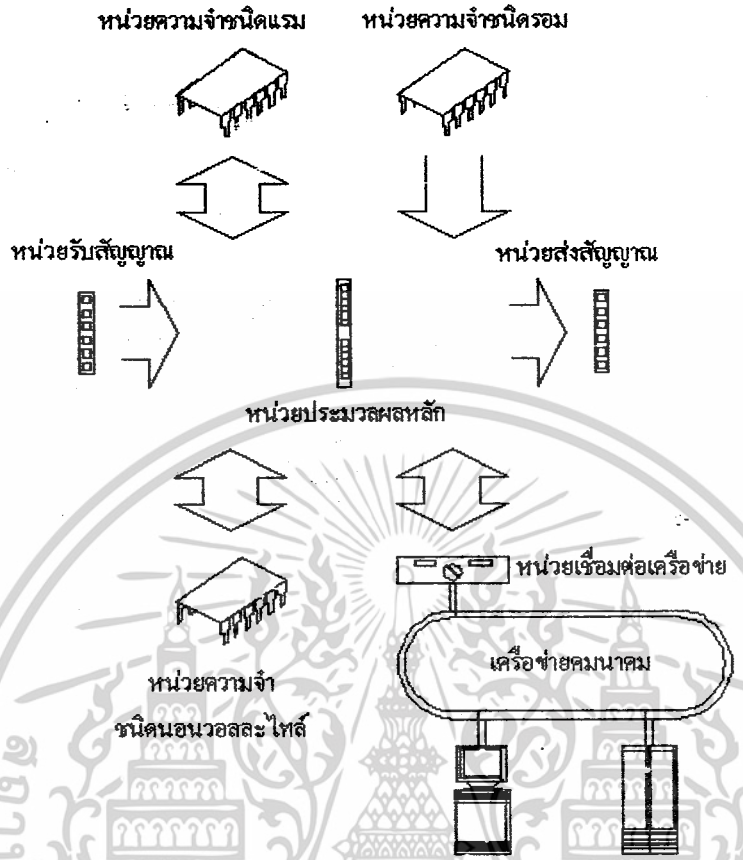
รูปที่ 2.7 หน่วยส่งสัญญาณดิจิตอลชนิดSCR ของดีซีเอส

2.1.2 หน่วยควบคุมกระบวนการ (Process control module)

เป็นอุปกรณ์หลักของดีซีเอสสำหรับควบคุมกระบวนการผลิตโดยรับข้อมูลของกระบวนการผลิตจากหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการเพื่อคำนวณค่าของสัญญาณควบคุมและส่งกลับไปยังหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการเพื่อควบคุมกระบวนการผลิตอีกทีหนึ่งโครงสร้างและส่วนประกอบของหน่วยควบคุมกระบวนการคล้ายกับเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับควบคุมกระบวนการผลิตทั่วไป คือ

- **หน่วยประมวลผลหลัก** ทำหน้าที่ประมวลผลข้อมูลสำหรับการควบคุมกระบวนการผลิตโดยนำสัญญาณวัดจากกระบวนการผลิตและคำสั่งจากพนักงานควบคุมมา เป็นข้อมูลสำหรับการประมวลผลคำนวณสัญญาณควบคุมกระบวนการผลิตของดีซีเอส
- **หน่วยความจำชนิดแรม** ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมและข้อมูลสำหรับการประมวลผลส่วนใหญ่ ของหน่วยประมวลผลหลักในการควบคุมกระบวนการผลิตของหน่วยควบคุมกระบวนการของดีซีเอส
- **หน่วยความจำชนิดรอม** ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมมาตรฐานและข้อมูลเริ่มต้นสำหรับการประมวลผลของหน่วยประมวลผลหลักของหน่วยควบคุมกระบวนการสำหรับการควบคุมกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของหน่วยควบคุมกระบวนการ

- **หน่วยความจำชนิดนอนวอลทะไทล์** ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมและข้อมูลสำรองระหว่างการประมวลผลของหน่วยประมวลผลหลักคล้ายกับหน่วยเก็บข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป หน่วยความจำชนิดนี้สามารถเก็บรักษาข้อมูลไม่ให้สูญหายโดยปราศจากกำลังไฟฟ้าและสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขข้อมูลได้ง่าย

- **หน่วยรับสัญญาณ** ทำหน้าที่รับสัญญาณวัดชนิดสัญญาณแอนะล็อกและสภาวะตรรกชนิดสัญญาณดิจิตอลจากกระบวนการผลิต โดยติดต่อกับหน่วยรับสัญญาณแอนะล็อกและหน่วยรับสัญญาณดิจิตอลที่เป็นหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการสำหรับเชื่อมต่อกับกระบวนการผลิตภายนอกหน่วยควบคุมกระบวนการของดีซีเอส

- **หน่วยส่งสัญญาณ** ทำหน้าที่ส่งสัญญาณควบคุมชนิดแอนะล็อกและสภาวะควบคุมชนิดสัญญาณดิจิตอลไปยังกระบวนการผลิต โดยเชื่อมต่อกับหน่วยประมวลผลของหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการชนิดหน่วยส่งสัญญาณแอนะล็อกและหน่วยส่งสัญญาณดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **หน่วยเชื่อมต่อเครือข่าย** ทำหน้าที่ติดต่อกับระบบเครือข่ายของดีซีเอสโดยเชื่อมต่อกับหน่วยประมวลผลหลักของกระบวนการกับอุปกรณ์เชื่อมต่อระบบเครือข่ายของดีซีเอส

2.1.3 หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของพนักงาน และ หน่วยปฏิบัติการวิศวกร

(Operator interface module and Engineering workstation)

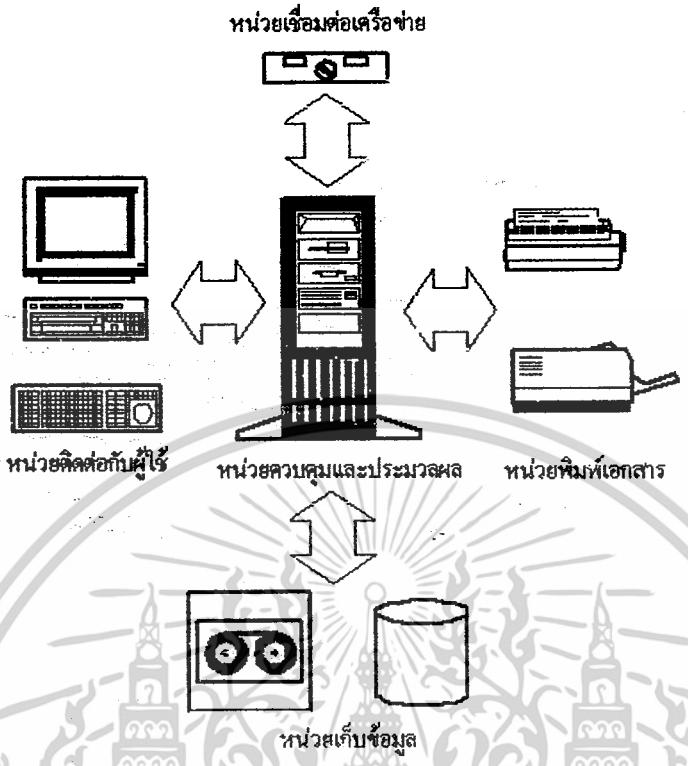
เป็นอุปกรณ์ติดต่อระหว่างดีซีเอสกับผู้ใช้ระดับวิศวกรและพนักงานทั่วไป หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของพนักงานทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ติดต่อกับพนักงานเพื่อตรวจสอบและควบคุมระบวนการผลิต หน่วยปฏิบัติการของวิศวกรทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ติดต่อระหว่างดีซีเอสกับวิศวกรเพื่อกำหนดโครงสร้างของระบบควบคุมและเชื่อมต่อเครื่องมือภายในระบบดีซีเอส กำหนดรายละเอียดและลำดับการแสดงภาพกราฟิกของพนักงาน การเก็บบันทึกข้อมูลแสดงแนวโน้ม ประวัติกระบวนการ และข้อมูลเตือนเหตุการณ์ต่างๆของดีซีเอส หน่วยติดต่อและปฏิบัติของผู้ใช้ของ ดีซีเอสสามารถแบ่งเป็น 2 ระดับประกอบด้วย

- **หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบน** ประกอบด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์สำหรับปฏิบัติงานเฉพาะด้าน ทำหน้าที่ติดต่อกับผู้ใช้เพื่อตรวจสอบและควบคุมกระบวนการการผลิต โดยมีจอภาพและแป้นพิมพ์เป็นอุปกรณ์สำหรับการรับและส่งข้อมูลภายนอกและภายใน ประกอบด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ หน่วยความจำ และวงจรอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ดีซีเอสสามารถใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลทั่วไปทำหน้าที่เป็นหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบนได้ หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบนของดีซีเอสแสดงดังรูปที่ 2.9

- **หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับล่าง** ได้รับการติดตั้งเพื่อเป็นเครื่องมือตรวจสอบและควบคุมกระบวนการสำรอง เพื่อปฏิบัติหน้าที่แทนเครื่องมือหลักของดีซีเอส เมื่อเครื่องมือหลักได้รับความเสียหาย ไม่สามารถปฏิบัติหน้าที่ได้ตามปกติ หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับล่างของดีซีเอส อนุญาตให้ผู้ใช้สามารถตรวจสภาพของกระบวนการผลิตและส่งสัญญาณควบคุมกลับไปยังกระบวนการผลิต เป็นสัญญาณชนิดแอนะล็อกและสัญญาณดิจิตอลจากบริเวณกระบวนการผลิตโดยตรง หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับล่างของดีซีเอส ประกอบด้วยเครื่องมือต่างๆ ดังนี้

1. สถานีควบคุมแอนะล็อก (analog panel station)
2. หน่วยส่งสัญญาณควบคุมชนิดแอนะล็อก (analog output bypass unit)
3. หน่วยส่งสัญญาณควบคุมชนิดดิจิตอล (digital output bypass unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



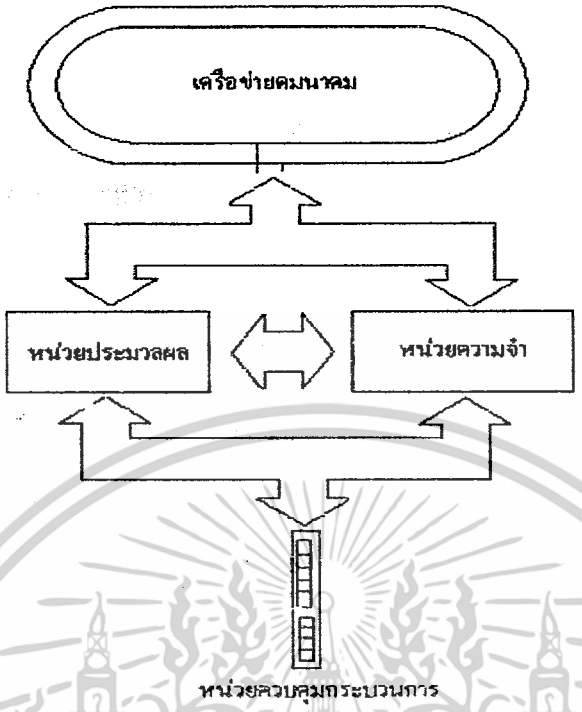
รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ภายในของหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบนของดีซีเอส

2.1.4 หน่วยเชื่อมต่อเครือข่าย (Communication module)

ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์สำหรับติดต่อและนับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องมือต่างๆ มีหน้าที่เชื่อมต่อและควบคุมกระบวนการผลิตของดีซีเอสกับเครือข่ายคมนาคมของระบบควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเครือข่ายคมนาคมจะทำหน้าที่เชื่อมโยงข้อมูลและคำสั่งของอุปกรณ์ประกอบต่างๆ เป็นระบบเดียวกัน เครือข่ายคมนาคมของดีซีเอสอาจเป็นเครือข่ายเส้นทางเดียวหรือเครือข่ายวงแหวน แต่จะต้องประกอบด้วยเครือข่ายหลักหนึ่งเครือข่ายและเครือข่ายสำรองเพิ่มขึ้นจากเครือข่ายปกติอีกหนึ่งเครือข่ายเสมอ ทำให้เครือข่ายคมนาคมของดีซีเอสเป็นโครงสร้างเครือข่ายแบบเส้นทางเดียวสองชั้นหรือเครือข่ายแบบวงแหวนสองชั้น หน่วยเชื่อมต่อเครือข่ายของดีซีเอส ประกอบด้วย

- **หน่วยประมวลผล** ทำหน้าที่ดูแลการติดต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลของหน่วยเชื่อมต่อเครือข่ายกับเครือข่ายคมนาคมดีซีเอส และควบคุมการปฏิบัติงานของส่วนประกอบอื่นทั้งหมดภายในหน่วยเชื่อมต่อเครือข่ายของดีซีเอสให้ถูกต้อง
- **หน่วยความจำ** ประกอบด้วยหน่วยความจำชนิดรอมทำหน้าที่เก็บโปรแกรมควบคุมการปฏิบัติงานของหน่วยประมวลผล และหน่วยความจำชนิดแรมสำหรับเก็บข้อมูลชั่วคราวเพื่อรอการติดต่อกับระบบเครือข่ายของหน่วยเชื่อมต่อและควบคุมกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 โครงสร้างและส่วนประกอบของหน่วยเชื่อมต่อเครือข่ายดีซีเอส

- **อุปกรณ์เชื่อมต่อเครือข่าย** ทำหน้าที่ติดต่อรับส่งข้อมูลระหว่างระบบเครือข่ายกับเครื่องมือเชื่อมต่อและควบคุมกระบวนการของดีซีเอส อุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายของระบบควบคุมประกอบด้วย

อุปกรณ์ทวนสัญญาณ ทำหน้าที่ขยายกำลังของสัญญาณสำหรับการสื่อสารข้อมูลภายในระบบเครือข่าย ระบบเครือข่ายมักติดตั้งอุปกรณ์ทวนสัญญาณเพื่อเพิ่มจุดการเชื่อมต่อเครื่องมือของระบบเครือข่ายหรือเพิ่มระยะทางการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องมือภายในระบบเครือข่ายบริดจ์ ทำหน้าที่เปลี่ยนแปลงวิธีการแปลงข้อมูลรหัสเลขฐานสองเป็นสัญญาณไฟฟ้า บริดจ์ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลและโปรแกรมสำหรับควบคุมการเชื่อมต่อข้อมูลของระบบเครือข่าย บริดจ์แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ บริดจ์พื้นฐาน ทำหน้าที่เชื่อมต่อข้อมูลระหว่างระบบเครือข่าย โดยไม่สามารถตรวจสอบตำแหน่งของเครื่องมือส่งข้อมูลต้นทางและเครื่องมือรับข้อมูลปลายทางทำให้ข้อมูลภายในระบบเครือข่ายทั้งหมดต้องผ่านบริดจ์ตลอดเวลา บริดจ์แบบสมาร์ต จะเพิ่มประสิทธิภาพการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างระบบเครือข่ายโดยตรวจสอบตำแหน่งของเครื่องมือส่งข้อมูลต้นทางและเครื่องมือรับข้อมูลปลายทางระหว่างการส่งผ่านข้อมูลระหว่างบริดจ์ทุกครั้งทำให้สามารถกลั่นกรองและเลือกเฉพาะข้อมูลที่ต้องการติดต่อได้

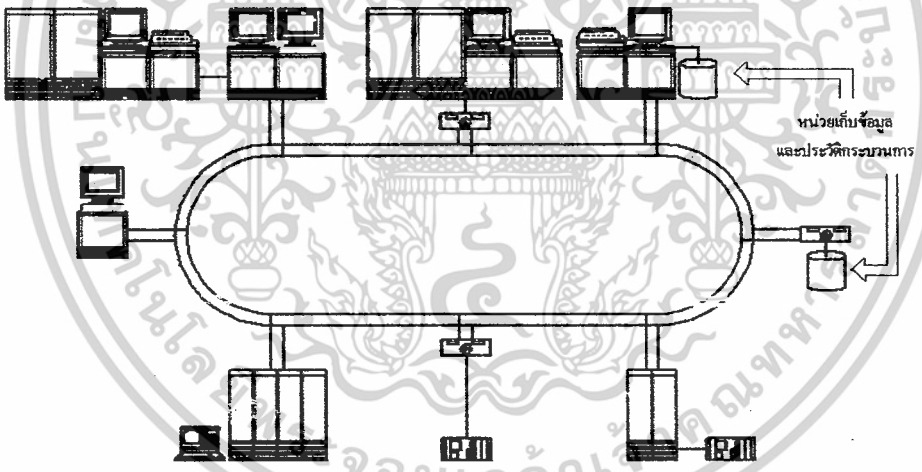
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เร้าเตอร์ เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูลของเครือข่ายระดับชั้นเชื่อมต่อเครือข่ายสำหรับกำหนดเส้นทางการเดินทางของข้อมูลภายในระบบเครือข่ายขนาดใหญ่และซับซ้อนที่ประกอบด้วยครือข่ายย่อยจำนวนมาก

เกตเวย์ เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูลระหว่างระบบเครือข่ายที่แบบมาตรฐานการเชื่อมต่อเครือข่ายต่างกัน

2.1.5 หน่วยเก็บข้อมูลและประวัติกระบวนการ (Process data and history module)

เป็นอุปกรณ์สำหรับเก็บข้อมูลสำหรับการควบคุมการะบวนการผลิตของดีซีเอสและข้อมูลประวัติของกระบวนการ หน่วยเก็บข้อมูลและประวัติกระบวนการของดีซีเอสมักติดตั้งร่วมกับหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของพนักงานและวิศวกร แต่ดีซีเอสอาจแยกหน่วยเก็บข้อมูลและประวัติการะบวนการอุปกรณ์อิสระโดยมีอุปกรณ์เชื่อมต่อกับเครือข่ายคมนาคมของตนเอง อุปกรณ์เก็บข้อมูลเบื้องต้นของดีซีเอสประกอบด้วยอุปกรณ์เก็บข้อมูลชนิดจานแม่เหล็ก เทปแม่เหล็ก ในรูปที่ 2.11 แสดงหน่วยเก็บข้อมูลและประวัติกระบวนการ ติดตั้งร่วมกับหน่วยติดต่อและปฏิบัติงานของผู้ใช้



รูปที่ 2.11 หน่วยเก็บข้อมูลประวัติกระบวนการติดตั้งร่วมกับหน่วยติดต่อและปฏิบัติงานขอผู้ใช้

2.1.6 หน่วยเชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer network interface module)

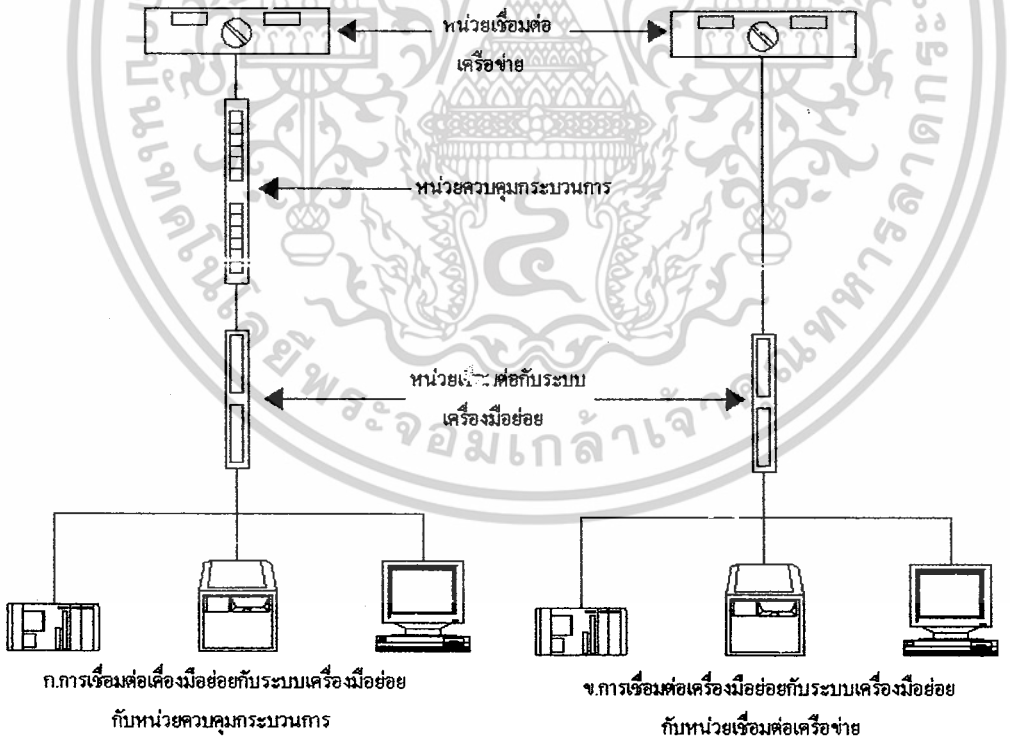
เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างเครือข่ายของดีซีเอสกับเครือข่ายของคอมพิวเตอร์อื่นสำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลและบริหารระบบควบคุม ดีซีเอสสามารถติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ภายนอกระบบดีซีเอสโดยใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อของหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของพนักงานและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิศวกรหรือเชื่อมต่อกับเครือข่ายของดีซีเอส โดยตรงโดยใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์

2.1.7 หน่วยเชื่อมต่อกับระบบเครื่องมือย่อย (Subsystem interface module)

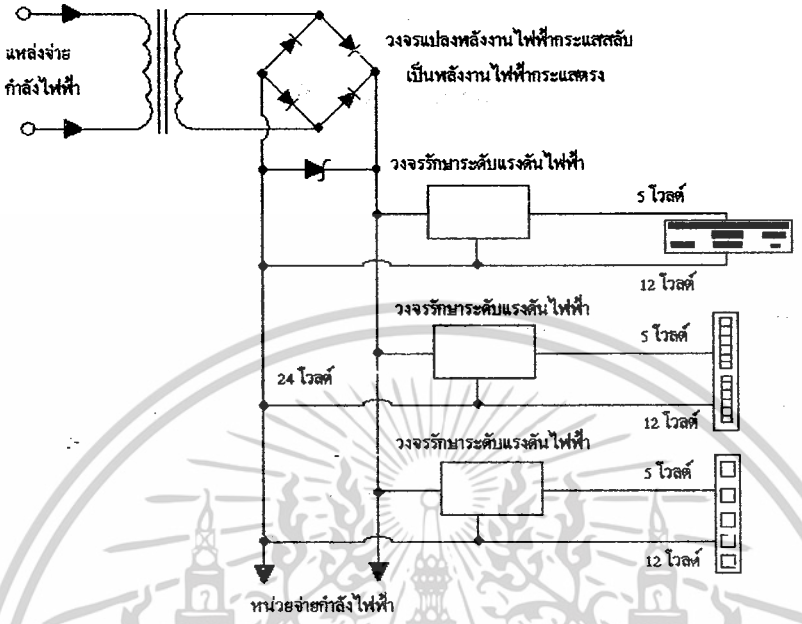
เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างดีซีเอสกับเครื่องมืออื่นๆ ในระบบควบคุมภายนอกดีซีเอส เช่น พีแอลซี อุปกรณ์รับและส่งข้อมูลระยะไกล และเครื่องมืออื่นๆ ในระบบควบคุมที่มีหน่วยประมวลผลของตนเอง ดีซีเอสสามารถติดต่อกับเครื่องมืออื่นในระบบควบคุมโดยผ่านเครือข่ายย่อยของหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการหรือเชื่อมต่อกับเครือข่ายคมนาคมของดีซีเอสโดยตรง โดยใช้หน่วยเชื่อมต่อระบบเครื่องมือย่อยเช่นเดียวกับเครือข่ายคอมพิวเตอร์ระบบอื่นๆ หน่วยเชื่อมต่อกับระบบเครื่องมือย่อยของดีซีเอสประกอบด้วยหน่วยประมวลผลหลักทำหน้าที่ดูแลและตรวจสอบการติดต่อและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างดีซีเอสกับระบบควบคุมภายนอกดีซีเอสในโรงงานอุตสาหกรรม และหน่วยประมวลผลรอง ปฏิบัติงานร่วมกับหน่วยประมวลผลหลักเพื่อควบคุมดูแลการรับส่งข้อมูลแบบดิจิตอลของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในหน่วยเชื่อมต่อกับระบบเครื่องมือย่อยของดีซีเอสกับระบบควบคุมภายนอก



รูปที่ 2.12 การเชื่อมต่อเครื่องมือย่อยของดีซีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.8 หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้า (Power supply module)



รูปที่ 2.13 โครงสร้างและส่วนประกอบภายในของหน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้าของดีซีเอส

หน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ทุกส่วนของดีซีเอส อุปกรณ์จ่ายกำลังไฟฟ้าทำหน้าที่กำจัดสัญญาณรบกวนและปรับระดับแรงดันให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ต่างๆของดีซีเอส และเก็บพลังงานสำรองสำหรับระบบดีซีเอส

2.2 ระบบควบคุม

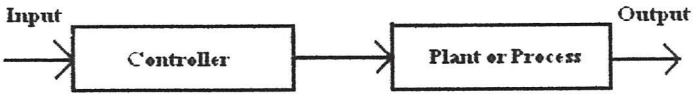
ในระบบควบคุมที่มีอยู่เราสามารถที่จะแบ่งแยกระบบควบคุมนั้นๆ ออกตามลักษณะของการทำงาน ซึ่งถ้าเราพิจารณาแล้วเราสามารถจะจำแนกได้เป็น 2 ประเภท คือระบบควบคุมแบบวงปิด (open-loop control systems) และระบบควบคุมแบบวงปิด (closed-loop control systems or feedback control systems)

2.2.1 ระบบควบคุมแบบวงเปิด

ระบบควบคุมแบบวงเปิดเป็นระบบควบคุมที่เอาท์พุตของระบบควบคุมไม่มีผลต่อการควบคุม คือเอาท์พุตของระบบจะไม่ถูกวัดหรือป้อนกลับ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับอินพุต รูปที่2.14 เป็นบล็อกไดอะแกรมแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาท์พุตของระบบควบคุมแบบวงเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

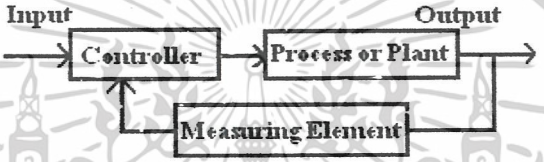
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาท์พุตของระบบควบคุมแบบวงเปิด

2.2.2 ระบบควบคุมแบบวงปิด

เป็นระบบควบคุมที่นำสัญญาณเอาท์พุตที่ได้จากกระบวนการนั้นป้อนกลับมาเปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุตที่ต้องการ ซึ่งจะได้สัญญาณความคลาดเคลื่อน โดยเป็นสัญญาณความแตกต่างระหว่างสัญญาณอินพุตและสัญญาณป้อนกลับ และจะถูกป้อนให้กับตัวควบคุมอีกครั้ง เพื่อที่จะลดค่าความคลาดเคลื่อนให้น้อยลง บล็อกไดอะแกรมระบบควบคุมแบบวงปิดแสดงดังรูปที่2.15



รูปที่ 2.15 ความสัมพันธ์ระหว่างอินพุตและเอาท์พุตของระบบควบคุมแบบวงปิด

2.2.3 การควบคุมแบบป้อนกลับ

หลักการของระบบควบคุมป้อนกลับ ได้มีการนำมาใช้เมื่อประมาณ 200 ปีที่แล้ว เจมส์ วัตต์ได้นำเอาหลักการดังกล่าวมาสร้างเครื่องควบคุมความเร็วให้กับเครื่องจักรไอน้ำ จากนั้นอุตสาหกรรมต่างๆ ได้หันมาให้ความสนใจและนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายจนกระทั่งปัจจุบัน ระบบควบคุมทางอุตสาหกรรมแบบป้อนกลับ โดยทั่วไปประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วน ดังนี้

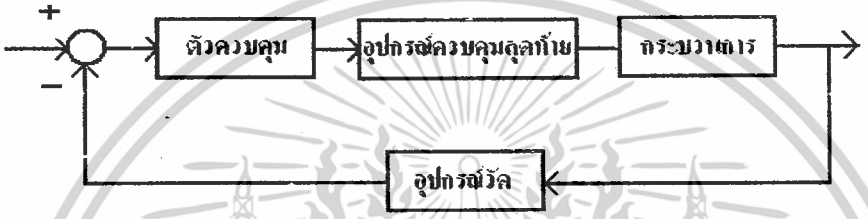
- **ตัวควบคุม** (controller) เป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณควบคุมเพื่อทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการที่ต้องการควบคุม โดยมีเอาท์พุตหรือผลตอบสนองเป็นไปตามที่ต้องการ ตัวควบคุมโดยทั่วไปมีอยู่หลายชนิดเช่น ตัวควบคุมแบบออน-ออฟ ตัวควบคุมแบบ พี ตัวควบคุมแบบไอ ตัวควบคุมแบบ ดี หรือการใช้ตัวควบคุมหลายๆ ชนิดร่วมกันเช่น ตัวควบคุมแบบ พีไอ ตัวควบคุมแบบ พีดี ตัวควบคุมแบบ พีไอดี เป็นต้น

- **ตัวควบคุมสุดท้าย** (final control element) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปรับสภาวะของกระบวนการ ด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรปรับกระบวนการ ตามคำสั่งหรือสัญญาณที่ได้รับจากตัวควบคุม อุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายนั้น มีอยู่หลายชนิดด้วยกัน เช่น วาล์วควบคุม อินเวิตเตอร์ หรือแอคทูเอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
61427

- **กระบวนการ** (Plant or Process) หมายถึง ระบบหรือกระบวนการทางฟิสิกส์ ที่ต้องการควบคุมให้เป็นไปตามสภาวะที่ต้องการ เช่น การควบคุมระดับของเหลว การควบคุมอุณหภูมิ

- **อุปกรณ์วัด** (Measuring Instrument) หมายถึง อุปกรณ์ที่ใช้วัดสัญญาณเอาท์พุตของระบบว่าเป็นไปตาม อินพุต ที่เราต้องการหรือยังโดยป้อนสัญญาณกลับเพื่อไปลบกับค่าอินพุต ที่เราตั้งไว้แล้วให้ตัวควบคุม นำไปคำนวณเพื่อให้ระบบมีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด อุปกรณ์วัดตัวไปมีหลายชนิดเช่น ทาโคมิเตอร์ เอนโคดเดอร์ เซนเซอร์ หรือทรานส์ดิวเซอร์ชนิดต่างๆ ระบบควบคุมป้อนกลับทั่วๆ ไปจะมีบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ลักษณะของระบบควบคุมป้อนกลับ

การที่จะเข้าใจถึงการทำงานของการควบคุมแบบป้อนกลับ เราสามารถดูได้จากข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของมัน ดังนี้

ข้อได้เปรียบ (advantages) ของการควบคุมแบบป้อนกลับ คือ เป็นวิธีการที่ง่ายที่ชดเชยการรบกวนกระบวนการทุกชนิด การรบกวนกระบวนการทุกๆ ตัว จะมีผลต่อตัวแปรที่ถูกควบคุม และเมื่อค่าตัวแปรเบี่ยงเบนจากค่าที่ตั้งไว้ ตัวควบคุมจะเปลี่ยนแปลงค่าเอาท์พุทให้กลับเข้าสู่ค่าเป้าหมาย

ข้อเสียเปรียบ (disadvantages) ของการควบคุมแบบป้อนกลับ คือ มันสามารถชดเชยการรบกวนได้เพียงหลังจากที่ตัวแปรถูกควบคุม เบี่ยงเบนจากค่าที่ตั้งไว้ไปแล้วเท่านั้นนั่นคือ การรบกวนจะกระจายไปยังกระบวนการทั้งหมด ก่อนที่การควบคุมแบบป้อนกลับจะชดเชยให้มัน

ตัวควบคุมแบบป้อนกลับ ทำหน้าที่ตรวจสอบสภาพของกระบวนการ โดยรับสัญญาณวัดจากเครื่องวัดเปรียบเทียบกับค่าเป้าหมาย และสร้างสัญญาณควบคุมที่เหมาะสมเพื่อปรับสภาพ ของกระบวนการให้เข้าสู่เป้าหมายตามที่ต้องการ

ชนิดของตัวควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ในกระบวนการอุตสาหกรรม จำแนกออกได้ตามลักษณะการควบคุม ดังรายละเอียดดังต่อไปนี้

- **การควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง** ในการควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง การควบคุมจะทำงานในตำแหน่งที่คงที่เพียง 2 ตำแหน่งเท่านั้น ในบางครั้งจึงมีชื่อเรียกว่า การควบคุมแบบเปิดปิด การ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

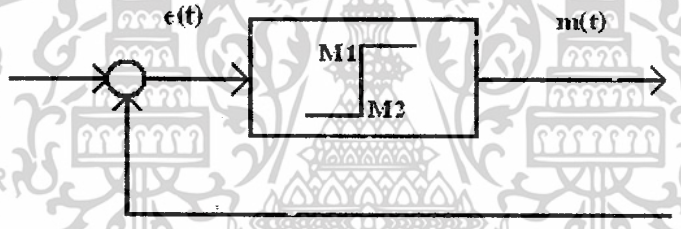
ควบคุม 2 ตำแหน่งนั้นจะเป็นการควบคุมแบบง่ายๆ และไม่แพง ดังนั้นจึงนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในงานควบคุมอุตสาหกรรม และในกรณีที่ผลจากการแกว่ง (Oscillate) นั้นเป็นที่ยอมรับได้

กำหนดให้สัญญาณเอาท์พุตของตัวควบคุมเป็น m(t) และสัญญาณค่าความคลาดเคลื่อนเป็น e(t) ดังนั้นในการควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง สัญญาณจะมีเพียงค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดเท่านั้น โดยจะขึ้นอยู่ว่าค่าสัญญาณความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็นบวกหรือลบ นั้นคือ

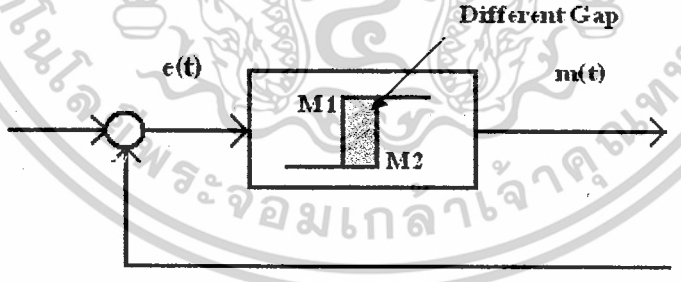
$M(t) = M1$ สำหรับ $e(t) > 0$: โดยที่ M1 และM2

$M(t) = M2$ สำหรับ $e(t) < 0$

รูปที่ 2.17 แสดงถึงบล็อกไดอะแกรมของตัวควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง และสำหรับช่วงซึ่งสัญญาณค่าความคลาดเคลื่อนเปลี่ยนแปลงไปก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง (Switching) ของการควบคุมนั้นเรียกว่า Difference Gap ดังแสดงดังรูปที่ ช่วง Difference Gap นี้บางครั้งเป็นการทำให้เกิดขึ้นเพื่อป้องกันการเปิด-ปิดบ่อยครั้งเกินไป



รูปที่ 2.17 บล็อกไดอะแกรมของตัวควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง



รูปที่ 2.18 ช่วง Difference Gap

- การควบคุมแบบสัดส่วน (proportional control action) เป็นกริยาการควบคุมซึ่งค่อนข้างจะสม่ำเสมอและเป็นเชิงเส้นระหว่างการเปลี่ยนแปลงของอินพุตและเอาท์พุต ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณควบคุม m(t) กับสัญญาณค่าความคลาดเคลื่อน e(t) คือ

$$m(t) = Kp \cdot e(t)$$

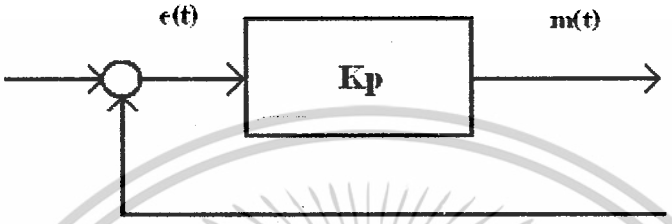
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ

$$\frac{M(s)}{E(s)} = Kp$$

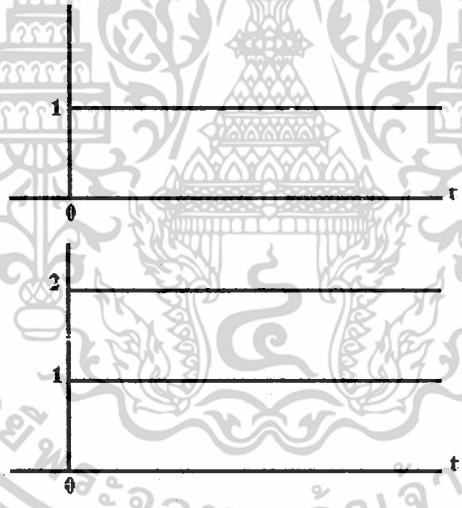
$$PB = \left(\frac{1}{Kp}\right) \cdot 100\%$$

โดยที่ K_p จะอยู่ในเทอมของ Proportional Sensitivity หรือแกน (gain)



รูปที่ 2.19 บล็อกไดอะแกรมการควบคุมแบบสัดส่วน

Proportional Band (PB) เป็นการเปลี่ยนแปลงของอินพุทเพื่อที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเอาท์พุตมากที่สุด ในการควบคุมแบบสัดส่วน



รูปที่ 2.20 ผลตอบสนองของการควบคุมแบบสัดส่วน

การเกิด Offset เป็นคุณลักษณะของระบบควบคุมแบบสัดส่วน ทั้งนี้เนื่องจากการทำงานของระบบควบคุมแบบสัดส่วนนั้นไม่สามารถควบคุมระบบที่มีโหลด เปลี่ยนแปลงได้ดีเท่าที่ควร และในกรณีที่โหลดคงที่แต่เปลี่ยนค่าของระดับค่าเป้าหมาย ที่ควบคุมไปก็จะเกิด Offset ขึ้นเช่นเดียวกัน โดยที่ Offset ก็คือค่าความแตกต่างของอินพุตและเอาท์พุตที่สภาวะคงที่เมื่อเป้าหมายคงที่นั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถลดค่า Offset ได้โดย

1. เพิ่มอัตราการขยายแบบสัดส่วน
2. เพิ่มค่าสัญญาณจัดการที่สภาวะเริ่มต้น (m_0)

$$M_T = (K_p \cdot e) + m_0$$

3. เปลี่ยนค่าเป้าหมาย

- **การควบคุมแบบไอ** (integral control action) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการควบคุมแบบรีเซท โดยการควบคุมจะพิจารณาค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นทั้งหมด ซึ่งการหาค่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุมแบบไอนั้นจะต้องหาพื้นที่ทั้งหมดภายใต้กราฟ ของค่าความคลาดเคลื่อนต่อเวลาจากนั้นนำไปคูณกับค่าคงที่ ที่เรียกว่า อัตราการขยายของตัวควบคุมแบบไอ (Integral Gain) โดยจะมีค่าความสัมพันธ์ระหว่างเอาท์พุตของตัวควบคุม m(t) และค่าความคลาดเคลื่อน e(t) ดังนี้

$$m(t) = K_1 \cdot \int_0^t e(t)dt$$

หรือ

$$\frac{dm(t)}{E(s)} = K_1 \cdot e(t)$$

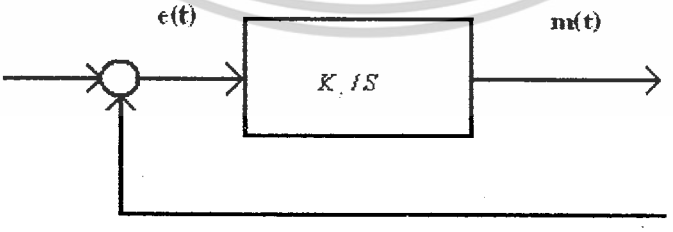
โดยที่ K_1 เป็นค่าคงที่ที่สามารถปรับค่าได้

e(t) = ค่าความผิดพลาดของกระบวนการ

ฟังก์ชั่นถ่ายโอน (transfer function) ของตัวแปรควบคุมแบบอินทิกรัลคือ

$$\frac{M(s)}{E(s)} = \frac{K_1}{s}$$

โดยสามารถแสดงในรูปของบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 2.21

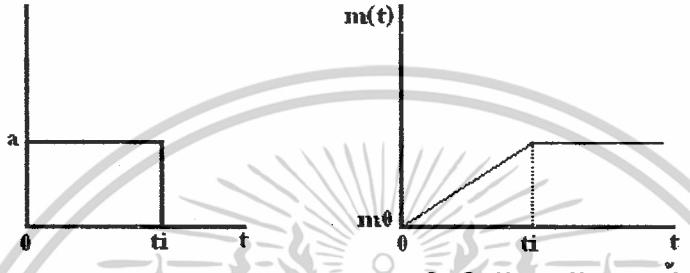


รูปที่ 2.21 บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมแบบ Integral

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมแบบอินทิกรัลนั้นค่าเอาท์พุตของตัวควบคุม m(t) จะเปลี่ยนแปลงตามค่าความผิดพลาด e(t) ดังนั้นถ้าค่าความผิดพลาดเกิดขึ้น ทำให้ระบบได้ค่าที่ผิดไปจากค่าที่ต้องการแล้วอุปกรณ์ควบคุมจะจัดการกับค่าความผิดพลาดโดยเร็ว (โดยลดค่าความผิดพลาดนี้หมดไป) เมื่อตัวแปรควบคุมอยู่ที่ค่าเป้าหมายแล้วอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายจะยังไม่ทำงาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบอยู่ในสภาวะที่แล้วนั้นเอง

ดังนั้นในการควบคุมแบบอินทิกรัลจะทำให้ไม่เกิดค่า Offset ขึ้นมาดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ผลตอบสนองของการควบคุมแบบอินทิกรัลจากสัญญาณขั้นบันได

- **การควบคุมแบบดี** (derivative control action) การควบคุมแบบนี้ค่าสัญญาณเอาท์พุตของตัวควบคุมจะขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของค่าความคลาดเคลื่อนต่อเวลา จะเห็นได้ว่าค่าความคลาดเคลื่อนนี้มีโอกาสเป็นศูนย์ได้ และค่าเอาท์พุตนี้สามารถเปลี่ยนแปลงให้มีค่าที่สูงขึ้นได้ เมื่อความคลาดเคลื่อนเกิดการเปลี่ยนแปลง โดยมีความสัมพันธ์ดังนี้

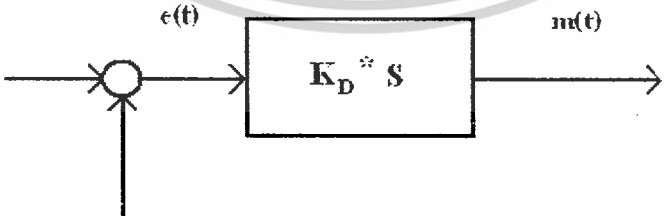
$$m(t) = K_D \cdot \frac{de(t)}{dt}$$

หรือ

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_D S$$

โดยที่ K_D เป็นค่าคงที่ที่สามารถปรับค่าได้

e(t) = ค่าความผิดพลาดของกระบวนการ



รูปที่ 2.23 บล็อกไดอะแกรมของตัวควบคุมแบบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการควบคุมลักษณะนี้ เหมาะสำหรับกระบวนการที่มีเวลาหน่วงมากๆ เพราะสามารถแก้ความคลาดเคลื่อนด้วยการกระทำล่วงหน้าก่อนที่จะมีการกระทำเกิดขึ้นได้จึงช่วยให้ผลตอบสนองของกระบวนการเร็วขึ้นแต่มีข้อเสียคือ การควบคุมแบบนี้จะมีความไวต่อสัญญาณ ค่าความคลาดเคลื่อนมาก โดยเฉพาะในกรณีที่ค่า ทีดี หรือ เดดี มีค่ามากซึ่งจะทำให้ค่าพุ่งขึ้นสูงได้ ดังนั้นการควบคุมแบบนี้จึงไม่เหมาะกับการควบคุมกระบวนการที่มีค่าเวลาหน่วงเวลาน้อยๆ และกระบวนการที่มีการเปลี่ยนแปลงได้ง่าย เช่นระบบควบคุมการไหล หรือระบบควบคุมแรงดัน โดยการควบคุมในลักษณะนี้ไม่สามารถนำไปใช้ได้อย่างโดดเดี่ยว เพราะว่าเมื่อค่าความคลาดเคลื่อนเป็นศูนย์ จะทำให้สัญญาณเอาท์พุต ของตัวควบคุมเป็นศูนย์ไปด้วย

- **การควบคุมแบบพีไอ** (proportional and integral control active) เป็นการควบคุมที่ค่าเอาท์พุต เป็นสัดส่วนแบบเชิงเส้นกับผลรวมของค่าอินพุทและค่าอินทิกรัลเชิงเวลาของอินพุต โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการดังต่อไปนี้

$$m(t) = (K_p \cdot e(t)) + \left(\frac{K_p}{T_1}\right)\int_0^t e(t)dt$$

หรือ

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p \cdot \left(1 + \frac{1}{Ts}\right)$$

โดยที่ K_p เป็นค่าของ Proportional Sensitivity หรือเกน (gain)

T_1 เป็นค่าของ Integral Time

รูปที่ 2.24 การควบคุมแบบพีไอ

ข้อได้เปรียบของการรวมชุดอินทิกรัลและชุดควบคุมแบบสัดส่วน คือชุดอินทิกรัลจะจำกัด Offset ของชุดควบคุมแบบสัดส่วนให้หมดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การควบคุมแบบพีดี** (proportional and derivative control action) เป็นการควบคุมซึ่งค่าเอาท์พุตของสัดส่วน โดยตรงกับผลรวมของค่าอินพุต กับผลคูณคาบเวลา กับอัตราการเปลี่ยนแปลงอินพุต โดยสามารถแสดงสมการดังต่อไปนี้

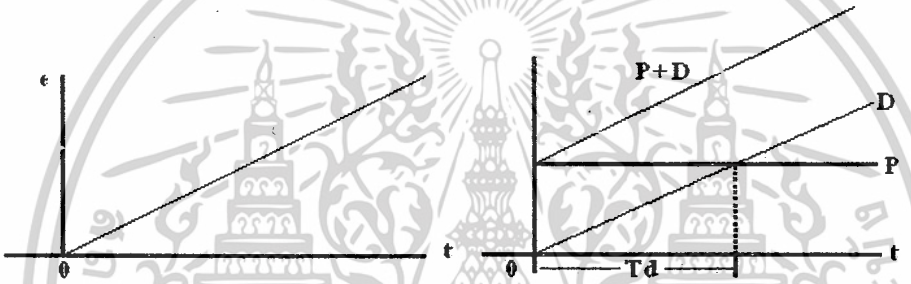
$$m(t) = (K_P \cdot e(t)) + \left(K_P \cdot T_D \cdot \frac{de(t)}{dt} \right)$$

หรือ

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_P(1 + T_D S)$$

โดยที่ K_p เป็นค่าของ Proportional Sensitivity หรือ (gain)

T_D เป็นค่าของ Derivative Time



รูปที่ 2.25 การควบคุมแบบพีดี

ข้อได้เปรียบของการควบคุมแบบพีดีนี้คือ เมื่อสัญญาณเข้าเป็นแบบเชิงเส้น (Ramp) จะมีผลตอบสนองทางเวลาได้เปรียบกว่าการควบคุมแบบสัดส่วนอย่างเดียว

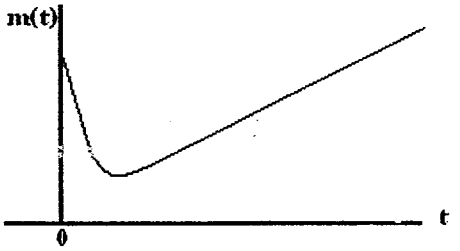
- **การควบคุมแบบพีไอดี** (proportional integral and derivative control active) จากที่กล่าวมาแล้วว่าการควบคุมแบบ พีดีทำให้ระบบเข้าสู่เสถียรภาพเร็วแต่ไม่สามารถทำให้ค่า ออฟเซทหมดลงไปได้ ส่วนการควบคุมแบบ พีไอนั้นทำให้ค่าออฟเซท ณ สภาวะคงที่หมดไป แต่จะทำให้ใช้เวลานานในการที่จะเข้าสู่สภาวะคงที่ ดังนั้นเพื่อต้องการให้ระบบมรเสถียรภาพที่ดีที่สุด เราจึงต้องรวมการควบคุมเป็นแบบ พีไอดี โดยสามารถแสดงได้โดยสมการต่อไปนี้

$$m(t) = (K_P \cdot e(t)) + \left(K_P \cdot T_D \cdot \frac{de(t)}{dt} \right) + \left(\frac{K_P}{T_1} \right) \int_0^1 e(t)dt$$

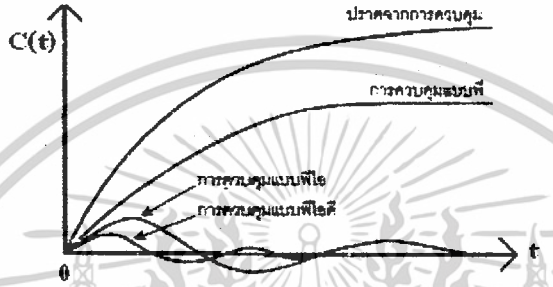
หรือ

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_P \cdot \left(1 + T_D S + \frac{1}{TiS} \right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 ผลตอบสนองการควบคุมแบบพีไอดีกับสัญญาณเข้าแบบขั้นบันได

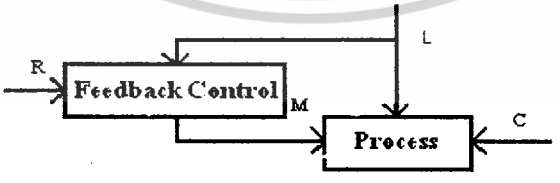


รูปที่ 2.27 ผลตอบสนองของกระบวนการต่อการควบคุมแบบวงเปิด

จากรูป เป็นลักษณะของผลตอบสนองกระบวนการหลังจากมีการเปลี่ยนแปลงค่าเป้าหมายแบบขั้นบันได ของการควบคุมแบบวงปิด ผลตอบสนองของกระบวนการแทนด้วย $C(t)$ แสดงการเปลี่ยนแปลงค่าเป้าหมายเริ่มต้น หากไม่มีการควบคุมแบบป้อนกลับกระบวนการจะต้องใช้เวลานานมากในการเข้าสู่สภาวะคงที่

2.2.4 การควบคุมแบบไปข้างหน้า

จุดประสงค์ของการควบคุมแบบไปข้างหน้า คือ การวัดการรบกวนกระบวนการและชดเชยให้กับระบบ ก่อนที่ค่าตัวแปรที่ถูกควบคุมจะเบี่ยงเบนไปจากค่าที่ตั้งไว้ ถ้าเราประยุกต์ใช้ได้อย่างถูกต้อง ค่าตัวแปรที่ถูกควบคุมจะไม่เบี่ยงเบนไปจากค่าเป้าหมาย

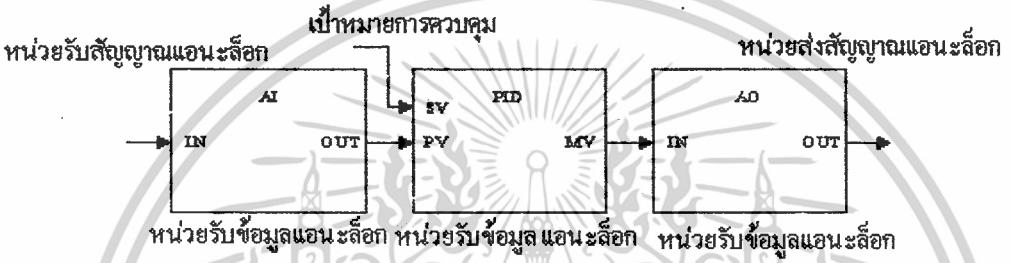


รูปที่ 2.28 การควบคุมแบบไปข้างหน้า (feed forward control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการออกแบบ

การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส ประกอบด้วยการเชื่อมโยงข้อมูลสัญญาณวัด ของหน่วยรับสัญญาณแอนะล็อกจากหน่วยรับข้อมูลแอนะล็อก กับหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี และการเชื่อมโยงข้อมูลสัญญาณของหน่วยส่งสัญญาณ จากหน่วยควบคุมชนิดพีไอดีกับหน่วยส่งสัญญาณแอนะล็อก



รูปที่ 3.1 การเชื่อมโยงหน่วยข้อมูลภายในของดีซีเอส

3.1 หน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส

หน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส เป็นโปรแกรมย่อยภายในหน่วยความจำของหน่วยควบคุมกระบวนการ สำหรับหน่วยประมวลผลของหน่วยควบคุมกระบวนการ นำมาปฏิบัติเพื่อให้หน่วยเชื่อมต่อและควบคุมกระบวนการ สามารถปฏิบัติหน้าที่ตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิต เช่นเดียวกับเครื่องมือวัดและเครื่องมือควบคุมของระบบควบคุมภายในโรงงานอุตสาหกรรมแบบเดิม

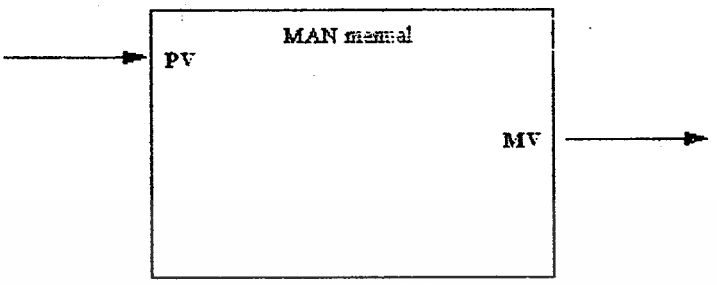
บริษัทผู้ผลิตดีซีเอส ต่างพยายามจัดทำหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสของตนให้สามารถปฏิบัติหน้าที่ตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตภายในระบบควบคุมแทนเครื่องมือวัดและเครื่องมือควบคุมของโรงงานอุตสาหกรรมแบบเดิมทั้งหมด

3.1.1 หน่วยส่งสัญญาณชนิดควบคุมด้วยมือ (Manual Control)

หน่วยส่งสัญญาณชนิดควบคุมด้วยมือเป็นหน่วยเครื่องมือสำหรับผู้ใช้ สามารถส่งสัญญาณควบคุมโดยตรงจากหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ไปยังเครื่องมือควบคุมภายในกระบวนการผลิตโดยตรงความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณเข้าและสัญญาณออกของหน่วยควบคุมด้วยมือสามารถแสดงได้โดยสมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$MV = PV$$



รูปที่ 3.2 หน่วยส่งสัญญาณชนิดควบคุมด้วยมือ

หน่วยส่งสัญญาณชนิดควบคุมด้วยมือ ไม่จำเป็นต้องกำหนดรายละเอียดการปฏิบัติงานของหน่วยเครื่องมือ โดยแบบการควบคุม (MODE) ของหน่วยส่งสัญญาณชนิดควบคุมด้วยมือสามารถกำหนดได้ 2 แบบ คือ

MAN แบบการควบคุมด้วยมือ สัญญาณควบคุม (MV) ของหน่วยส่งสัญญาณชนิดควบคุมด้วยมืออนุญาตให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดโดยตรงจากหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ของดีซีเอส

AUT แบบการควบคุมอัตโนมัติ หน่วยส่งสัญญาณชนิดควบคุมด้วยมือ ส่งสัญญาณควบคุม (MV) โดยรับข้อมูลจากสัญญาณเข้า (PV) ของหน่วยส่งสัญญาณชนิดควบคุมด้วยมือ

การติดตั้งหน่วยส่งสัญญาณชนิดควบคุมด้วยมือของดีซีเอส เนื่องจากวัตถุประสงค์ดังนี้

- หน่วยส่งสัญญาณชนิดควบคุมด้วยมือ ทำหน้าที่ เป็นเครื่องมือรับข้อมูลจากผู้ใช้เพื่อส่งสัญญาณควบคุมไปยังกระบวนการผลิตหรือหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส ภายในระบบควบคุม
- หน่วยส่งสัญญาณชนิดควบคุมด้วยมือ ทำให้มีหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสขึ้นภายในหน่วยความจำของหน่วยควบคุมกระบวนการ เพื่อเป็นหน่วยเครื่องมือสำหรับอ้างอิงตำแหน่งในการบันทึกข้อมูลแสดงประวัติและแนวโน้มของกระบวนการผลิตแสดงข้อมูลของระบบควบคุมกระบวนการผลิตบนจอภาพ ของหน่วยติดต่อปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบนของดีซีเอส

3.1.2 หน่วยควบคุมชนิดติดและดับ (ON / OFF control)

หน่วยควบคุมชนิดติดและดับ เป็นหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส สำหรับควบคุมกระบวนการแทนเครื่องควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือนิวแมติกส์ของระบบควบคุมแบบเดิม ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณเข้าและสัญญาณออกของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับสามารถแสดง

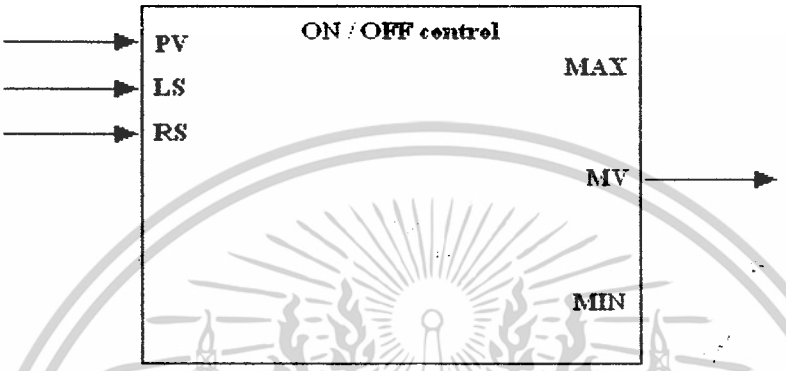
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้โดยสมการ

$$MV = MAX \quad \text{เมื่อ} \quad SV > PV$$

และ

$$MV = MIN \quad \text{เมื่อ} \quad SV < PV$$



รูปที่ 3.3 หน่วยควบคุมชนิดติดและดับ

MV สัญญาณควบคุมของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับ

PV ตัวแปรกระบวนการของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับ

LS เป้าหมายการควบคุม (SV) ของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับ เมื่อแบบการปฏิบัติหน้าที่ของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับเป็นการควบคุมอัตโนมัติ (AUT) เป็นเป้าหมายการควบคุมปกติ (local setpoint) ของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับ

RS เป้าหมายการควบคุม (SV) ของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับ เมื่อแบบการปฏิบัติหน้าที่ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี เป็นแบบการควบคุมระยะไกล (REM) หรือแบบการควบคุมแบบวงอันดับ (CAS ย่อมาจาก CAScade mode) เป็นเป้าหมายการควบคุมระยะไกล (remote setpoint) ของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับ

MAX สัญญาณควบคุม (MV) สูงสุดของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับ

MIN สัญญาณควบคุม (MV) ต่ำสุดของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับ

แบบการควบคุม (MODE) ของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับ แบ่งเป็น 3 แบบ คือ

MAN แบบการควบคุมด้วยมือ สัญญาณควบคุม (MV) ของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับอนุญาตให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนด โดยตรงจากหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ของดีซีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

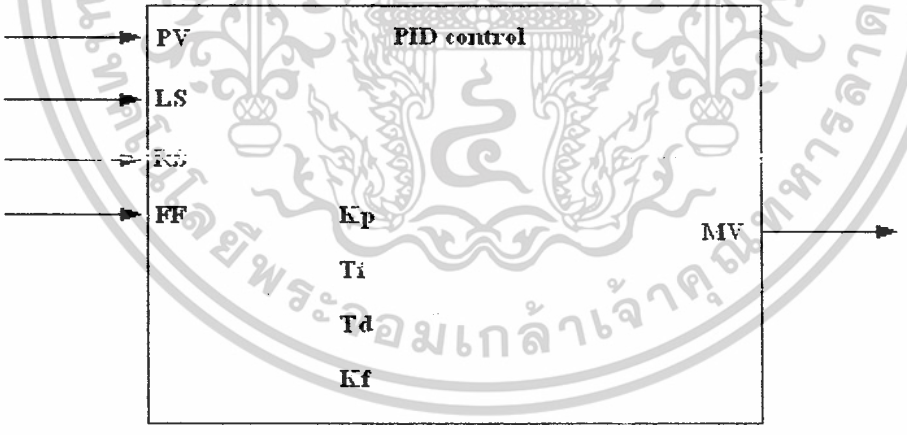
AUT แบบการควบคุมอัตโนมัติ สัญญาณควบคุม (MV) ของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับ ได้จากการประมวลผลเพื่อกำเนิดสัญญาณควบคุมของเครื่องควบคุมชนิดติดและดับภายในหน่วยควบคุมกระบวนการของดีซีเอส โดยหน่วยควบคุมชนิดพีไอดีรับเป้าหมายการควบคุม SV จากเป้าหมายการควบคุมปกติ (LS)

REM แบบการควบคุมระยะไกล (REM) สัญญาณควบคุม (MV) ของหน่วยควบคุมชนิดติดและดับ ได้จากการประมวลผลเช่นเดียวกับแบบการควบคุมอัตโนมัติ (AUT) โดยหน่วยควบคุมชนิดติดและดับรับเป้าหมายการควบคุม SV จากเป้าหมายการควบคุมระยะไกล (RS) แทนเป้าหมายการควบคุมปกติ (LS)

3.1.3 หน่วยควบคุมชนิดพีไอดี

หน่วยควบคุมชนิดพีไอดีเป็นหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสสำหรับควบคุมกระบวนการแทนเครื่องควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์หรือนิวแมตริกส์ชนิดพีไอดีของระบบควบคุมแบบเดิม ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณเข้าและสัญญาณออกของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดีสามารถแสดงโดยสมการ

$$MV = K_P\left((SV - PV) + \frac{1}{T_i}\int (SV - PV)\cdot dt + T_d\frac{d(SV - PV)}{dt}\right) + K_f \cdot FF$$



รูปที่ 3.4 หน่วยควบคุมชนิดพีไอดี

MV สัญญาณควบคุมของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี

PV ตัวแปรกระบวนการของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LS เป้าหมายการควบคุม (SV) ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี เมื่อแบบการปฏิบัติหน้าที่ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดีเป็นแบบการควบคุมอัตโนมัติ (AUT) เป็นเป้าหมายการควบคุมปกติ (local setpoint) ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี

RS เป้าหมายการควบคุม (SV) ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี เมื่อแบบการปฏิบัติหน้าที่ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดีเป็นแบบการควบคุมระยะไกล (REM) หรือแบบการควบคุมแบบวงอันดับ (CAS ย่อมาจาก CAScade mode) เป็นเป้าหมายการควบคุมระยะไกล (remote setpoint) ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี

FF สัญญาณเข้าสำหรับการควบคุมแบบป้อนล่วงหน้า (feed forward control)

Kp อัตราการควบคุมแบบพี ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี

Ti ช่วงเวลาอินทิเกรต ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี

Td ช่วงเวลาอนุพันธ์ ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี

Kf อัตราการควบคุมแบบป้อนล่วงหน้า ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี

แบบการควบคุม (MODE) ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี แบ่งเป็น 3 แบบ คือ

MAN แบบการควบคุมด้วยมือ สัญญาณควบคุม (MV) ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดี อนุญาตให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดโดยตรงจากหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ของดีซีเอส

AUT แบบการควบคุมอัตโนมัติ สัญญาณควบคุม (MV) ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดีได้จากการประมวลผลเพื่อกำเนิดสัญญาณควบคุมตามสมการของเครื่องควบคุมแบบพีไอดีภายในหน่วยควบคุมกระบวนการของดีซีเอส โดยหน่วยควบคุมชนิดพีไอดีรับเป้าหมายการควบคุม SV จากเป้าหมายการควบคุมปกติ (LS)

REM แบบการควบคุมระยะไกล (REM) หรือแบบการควบคุมแบบวงอันดับ (CAS) สัญญาณควบคุม (MV) ของหน่วยควบคุมชนิดพีไอดีได้จากการประมวลผลเช่นเดียวกับแบบการควบคุมอัตโนมัติ (AUT) โดยหน่วยควบคุมชนิดพีไอดีรับเป้าหมายการควบคุม SV จากเป้าหมายการควบคุมระยะไกล (RS) แทนเป้าหมายการควบคุมปกติ (LS)

3.1.4 หน่วยชดเชยชนิดมุมนำและมุมตาม (Lead / Lag Compensator)

หน่วยชดเชยชนิดมุมนำและมุมตามเป็นหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสสำหรับควบกระบวนการ เช่นเดียวกับกับหน่วยควบคุมชนิดพีไอดีของดีซีเอส ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณเข้าและสัญญาณออก ของหน่วยควบคุมชนิดมุมนำและมุมตาม สามารถแสดงได้ด้วยสมการ

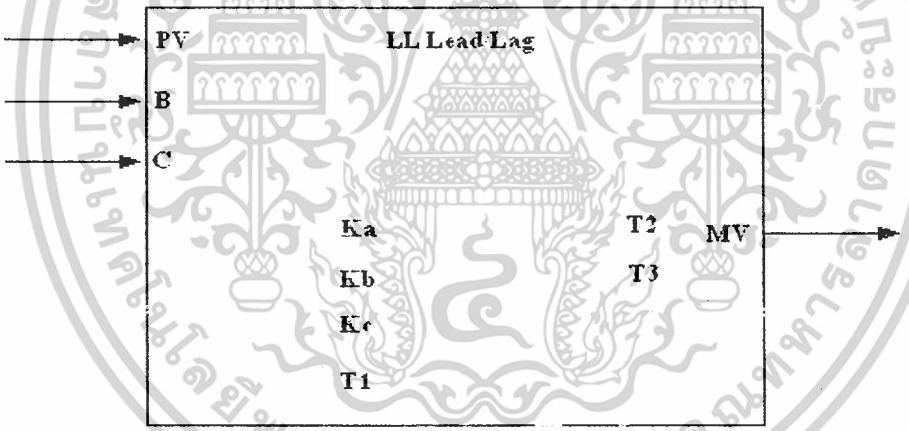
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$MV = Ka\left(\frac{sT_1+1}{(sT_2+1)(sT_2+1)}\right)PV + K_bB + K_cC$$

ดีซีเอสสามารถประมวลผลสัญญาณเข้าเพื่อประมวลผลสัญญาณออก ของหน่วยชนิดมุมนำและมุมตามโดยวิธีการประมาณค่าอนุพันธ์ของสัญญาณ PV และ MV โดยสมการ

$$MV = \frac{\frac{Ka}{Ts}\left((T_1+1)\cdot PV(t) + T_1\cdot PV(t-T_s)\right)}{\frac{T_2T_3}{T_s^2}+\frac{T_2+T_3}{T_s}+1} + K_bB + K_cC$$

$$+\frac{\left(2\frac{T_2T_3}{T_s}+\frac{T_2+T_3}{T_s}\right)\cdot MV(t-T_s) - \frac{T_2T_3}{T_s}MV(t-2T_s)}{\frac{T_2T_3}{T_s^2}+\frac{T_2+T_3}{T_s}+1}$$



รูปที่ 3.5 หน่วยชดเชยชนิดมุมนำและมุมตาม

MV สัญญาณออกของหน่วยชดเชยชนิดมุมนำและมุมตาม

PV สัญญาณเข้าหลักของหน่วยชดเชยชนิดมุมนำและมุมตาม

B สัญญาณเข้าของหน่วยชดเชยชนิดมุมนำและมุมตาม

C สัญญาณเข้าของหน่วยชดเชยชนิดมุมนำและมุมตาม

Ka อัตราขยายหลักของหน่วยชดเชยชนิดมุมนำและมุมตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Kb อัตราขยายของหน่วยชดเชยชนิดมุมนำและมุมตาม

Kc อัตราขยายของหน่วยชดเชยชนิดมุมนำและมุมตาม

T1 ค่าคงที่การหน่วงของหน่วยชดเชยชนิดมุมนำ

T2 ค่าคงที่การหน่วงของหน่วยชดเชยชนิดมุมตาม

T3 ค่าคงที่การหน่วงของหน่วยชดเชยชนิดมุมตาม

แบบการควบคุม (MODE) ของหน่วยควบคุมชนิดมุมนำและมุมตาม แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

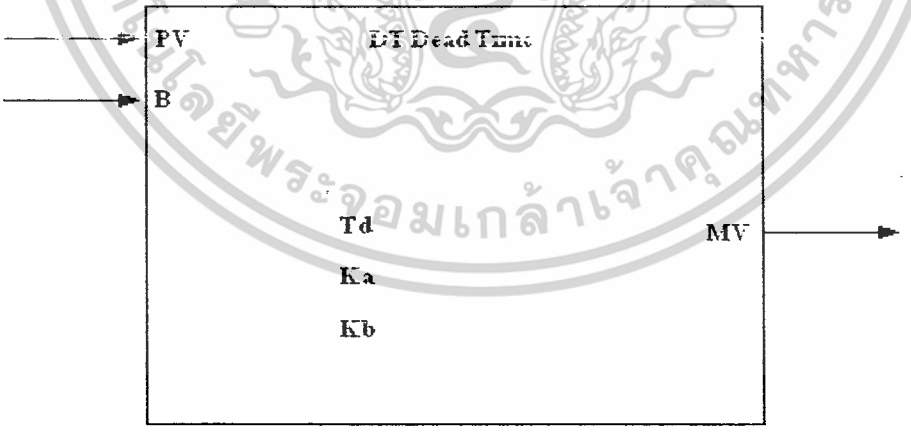
MAN แบบการควบคุมด้วยมือ สัญญาณออก (MV) อนุญาตให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดโดยตรงจากหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ของดีซีเอส

AUT แบบการควบคุมอัตโนมัติ สัญญาณควบคุม (MV) ได้จากการประมวลผลภายในหน่วยควบคุมกระบวนการของดีซีเอส

3.1.5 หน่วยชดเชยชนิดกระบวนการหน่วงเวลา (Delay Time Compensator)

หน่วยชดเชยชนิดกระบวนการหน่วงเวลาเป็นหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส สำหรับควบคุมกระบวนการแบบป้อนกลับลวงหน้า เช่นเดียวกับหน่วยชดเชยชนิดมุมนำและมุมตาม ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณออกและสัญญาณเข้า ของหน่วยชดเชยชนิดกระบวนการหน่วงเวลาสามารถแสดงด้วยสมการ

$$MV(t) = K_a PV(t - Td) + K_b B$$



รูปที่ 3.6 หน่วยชดเชยชนิดกระบวนการหน่วงเวลา

MV สัญญาณออกของหน่วยชดเชยชนิดกระบวนการหน่วงเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PV สัญญาณเข้าหลักของหน่วยชดเชยชนิดกระบวนการหน่วงเวลา

B สัญญาณเข้าของหน่วยชดเชยชนิดกระบวนการหน่วงเวลา

Td ช่วงระยะการหน่วงเวลา (delay time) ของหน่วยชดเชยชนิดกระบวนการหน่วงเวลา

Ka อัตราขยายหลักของหน่วยชดเชยชนิดกระบวนการหน่วงเวลา

Kb อัตราขยายของหน่วยชดเชยชนิดกระบวนการหน่วงเวลา

แบบการควบคุม (MODE) ของหน่วยชดเชยชนิดกระบวนการหน่วงเวลาแบ่งเป็น 2 แบบ คือ

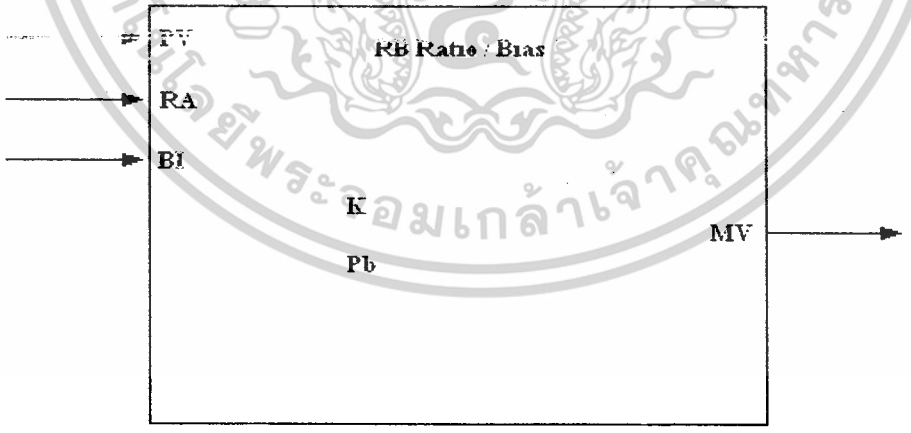
MAN แบบการควบคุมด้วยมือ สัญญาณออก (MV) อนุญาตให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดโดยตรงจากหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ของดีซีเอส

AUT แบบการควบคุมอัตโนมัติ สัญญาณควบคุม (MV) ได้จากการประมวลผลภายในหน่วยควบคุมกระบวนการของดีซีเอส

3.1.6 หน่วยควบคุมชนิดสัดส่วน (Ratio / Bias Controller)

หน่วยควบคุมชนิดสัดส่วนเป็นเครื่องมือภายในของดีซีเอสสำหรับควบคุมแบบป้อนล่วงหน้า ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณเข้าและสัญญาณออก ของหน่วยควบคุมชนิดสัดส่วนสามารถแสดงโดยสมการ

$$MV = K_a RA(PV - P_b) + BI$$



รูปที่ 3.7 หน่วยควบคุมชนิดสัดส่วน

MV สัญญาณออกของหน่วยควบคุมชนิดสัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PV สัญญาณเข้าหลักของหน่วยควบคุมชนิดสัดส่วน

RA สัญญาณเข้าของหน่วยควบคุมชนิดสัดส่วน

BI สัญญาณเข้าของหน่วยควบคุมชนิดสัดส่วน

K อัตราขยายหน่วยควบคุมชนิดสัดส่วน

Pb อัตราการชดเชยสัญญาณเข้าหลักของหน่วยควบคุมชนิดสัดส่วน

แบบการควบคุม (MODE) ของหน่วยควบคุมสัดส่วน แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

MAN แบบการควบคุมด้วยมือ สัญญาณออก (MV) อนุญาตให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดโดยตรงจากหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ของดีซีเอส

AUT แบบการควบคุมอัตโนมัติ สัญญาณควบคุม (MV) ได้จากการประมวลผลภายในหน่วยควบคุมกระบวนการของดีซีเอส

3.1.7 หน่วยผลรวม (Totalizer)

หน่วยผลรวมเป็นหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสสำหรับคำนวณผลรวมของสัญญาณโดยการอินทิเกรตความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณเข้าและสัญญาณออกของหน่วยผลรวม แสดงโดยสมการ

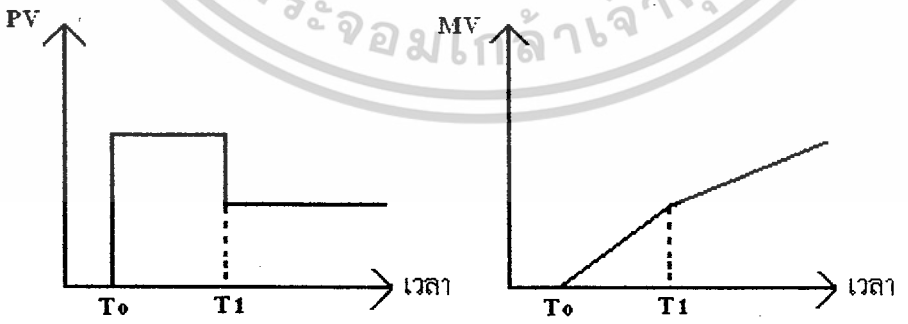
$$MV = \frac{K}{Ti}\int PV \cdot dt$$

MV สัญญาณออกของหน่วยผลรวม

PV สัญญาณเข้าของหน่วยผลรวม

K อัตราขยายสำหรับการอินทิเกรตของหน่วยผลรวม

Ti ช่วงเวลาอินทิเกรตของหน่วยผลรวม



รูปที่ 3.8 สัญญาณออกของหน่วยผลรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบการควบคุม (MODE) ของหน่วยผลรวม แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

MAN แบบการควบคุมด้วยมือ สัญญาณออก (MV) อนุญาตให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดโดยตรงจาก หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ของดีซีเอส

AUT แบบการควบคุมอัตโนมัติ สัญญาณควบคุม (MV) ได้จากการอินทิเกรตสัญญาณเข้าของ หน่วยผลรวมของดีซีเอส

3.1.8 หน่วยรับข้อมูลชนิดแอนะล็อก (Analog Input)

หน่วยข้อมูลชนิดแอนะล็อก เป็นหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส สำหรับรับสัญญาณวัดชนิดแอนะล็อกจากกระบวนการผลิต โดยติดต่อกับหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการของดีซีเอส เพื่อส่งข้อมูลจากกระบวนการผลิตให้กับหน่วยเครื่องมือภายในอื่นของดีซีเอส

รูปที่ 3.9 หน่วยรับข้อมูลชนิดแอนะล็อก

IN สัญญาณเข้าของหน่วยรับข้อมูลชนิดแอนะล็อก

OUT สัญญาณออกของหน่วยรับข้อมูลชนิดแอนะล็อก

แบบการควบคุม (MODE) ของหน่วยรับข้อมูลชนิดแอนะล็อก แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

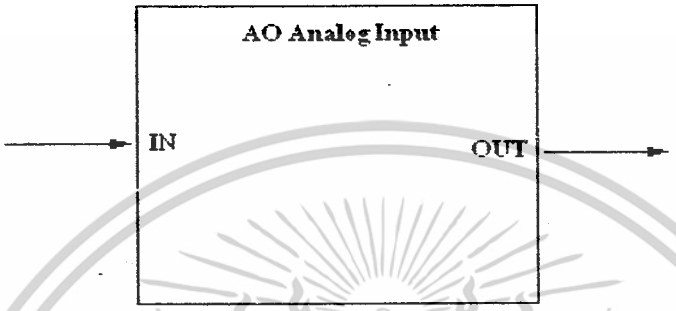
MAN แบบการควบคุมด้วยมือ สัญญาณออก (OUT) อนุญาตให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดโดยตรงจาก หน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ของดีซีเอส

AUT แบบการควบคุมอัตโนมัติ สัญญาณออก (OUT) ได้จากการรับข้อมูลจากหน่วยเชื่อมต่อ กระบวนการดีซีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.9 หน่วยส่งข้อมูลชนิดแอนะล็อก (Analog Output)

หน่วยส่งข้อมูลชนิดแอนะล็อก เป็นหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส สำหรับส่งสัญญาณควบคุมชนิดแอนะล็อก จากหน่วยเครื่องมือภายในอื่นของดีซีเอสไปยังกระบวนการผลิตโดยติดต่อกับหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการของดีซีเอส



รูปที่ 3.10 หน่วยส่งข้อมูลชนิดแอนะล็อก

IN สัญญาณเข้าของหน่วยส่งข้อมูลชนิดแอนะล็อก

OUT สัญญาณออกของหน่วยส่งข้อมูลชนิดแอนะล็อก

แบบการควบคุม (MODE) ของหน่วยส่งข้อมูลชนิดแอนะล็อก แบ่งเป็น 2 แบบ คือ

MAN แบบการควบคุมด้วยมือ สัญญาณออก (OUT) อนุญาตให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดโดยตรงจากหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ของดีซีเอส

AUT แบบการควบคุมอัตโนมัติ สัญญาณออก (OUT) ได้จากการรับข้อมูลจากหน่วยเครื่องมือภายในอื่นของดีซีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การกำหนดโครงสร้างระบบควบคุมของดีซีเอส

การกำหนดโครงสร้างระบบควบคุมของดีซีเอส คือ การสร้างหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสและการกำหนดรายละเอียดการปฏิบัติงานตรวจสอบและควบคุมกระบวนการผลิตของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส บริษัทผู้ผลิตดีซีเอสมักให้ผู้ใช้สามารถกำหนดโครงสร้างของระบบควบคุม โดยการเชื่อมโยงสายข้อมูล(soft wiring) แทนการเชื่อมโยงสายสัญญาณ (hard wiring)ชนิดลวดตัวนำระหว่างเครื่องมือวัดและเครื่องมือควบคุมภายในโรงงานอุตสาหกรรมแบบเดิม โดยผู้ใช้ที่มีความรู้พื้นฐานและประสบการณ์เกี่ยวกับเครื่องคอมพิวเตอร์เพียงเล็กน้อย และไม่จำเป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาก่อนจะสามารถกำหนดโครงสร้างระบบควบคุมของดีซีเอสได้ โดยการศึกษาด้วยตนเองหรือรับการอบรมการใช้เครื่องมือติดต่อปฏิบัติการ สำหรับผู้ใช้ดีซีเอสเพียงเล็กน้อย

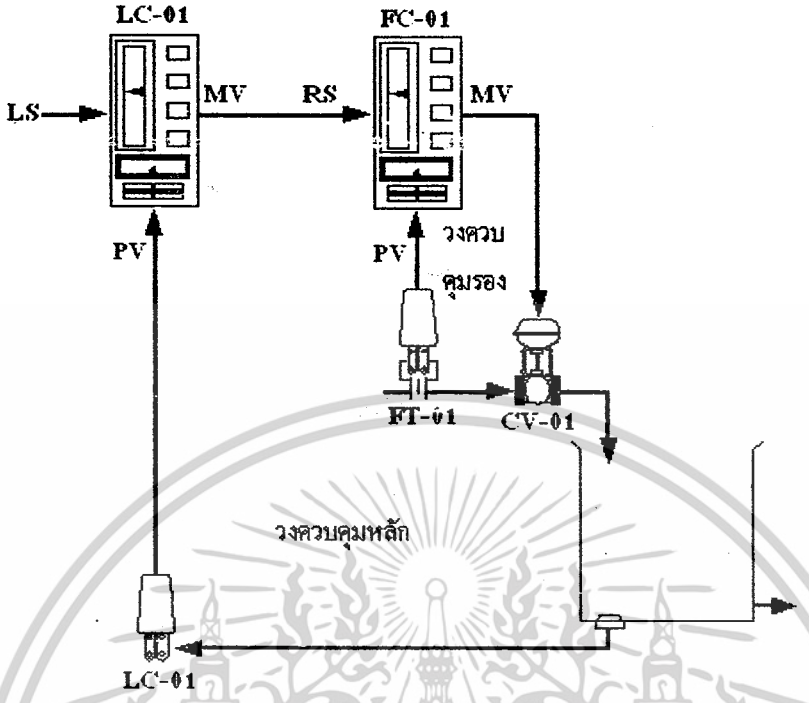
การกำหนดโครงสร้างระบบควบคุมของดีซีเอสประกอบด้วยการจัดเตรียมโครงสร้างข้อมูลสำหรับการประมวลของโปรแกรมย่อยหน่วยเครื่องมือภายในดีซีเอส และการเชื่อมโยงสายข้อมูลเพื่อกำหนดตำแหน่งการรับข้อมูล สำหรับการประมวลผลของหน่วยเครื่องมือและตำแหน่งการส่งผลลัพธ์จากการประมวลผลของหน่วยเครื่องมือภายใน ให้กับหน่วยเครื่องมือภายในอื่นๆ ของดีซีเอส และเครื่องมืออื่นๆ ภายในระบบควบคุม

ผู้ใช้สามารถสร้างหน่วยเครื่องมือภายในและกำหนดโครงสร้างการเชื่อมโยงสายข้อมูลระหว่างหน่วยเครื่องมือภายในดีซีเอส โดยการปฏิบัติงานร่วมกับหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับวิศวกรของดีซีเอส

ตัวอย่าง การกำหนดโครงสร้างของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสสำหรับระบบควบคุมระดับเหลวแบบวงอันดับของระบบควบคุมแบบเดิม ประกอบด้วยเครื่องควบคุมชนิดพีไอดีจำนวน 2 เครื่อง เครื่องควบคุมระดับ LC-01 เป็นเครื่องควบคุมหลัก เครื่องควบคุมอัตราการไหล FC-01 เป็นเครื่องควบคุมรอง รับสัญญาณวัดจากเครื่องวัดและส่งสัญญาณระดับ LT-01 เครื่องวัดและส่งสัญญาณอัตราการไหล FT-01 ตามลำดับ เครื่องควบคุมของวงควบคุมหลัก LC-01 รับเป้าหมายการควบคุม (LS) ของผู้ใช้แล้วส่งสัญญาณควบคุม (MV) เป็นสัญญาณเป้าหมายการควบคุมระยะไกล (RS) ให้กับเครื่องควบคุมของวงควบคุมรอง FC-01 และเครื่องควบคุมอัตราการไหล FC-01 ส่งสัญญาณควบคุมไปยังวาล์วควบคุม CV-01

การกำหนดโครงสร้างของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส สำหรับระบบควบคุมระดับของเหลวแบบวงอันดับ ประกอบด้วยการสร้างหน่วยเครื่องภายในเชื่อมโยงสายข้อมูลระหว่างหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ระบบควบคุมแบบวงอันดับ

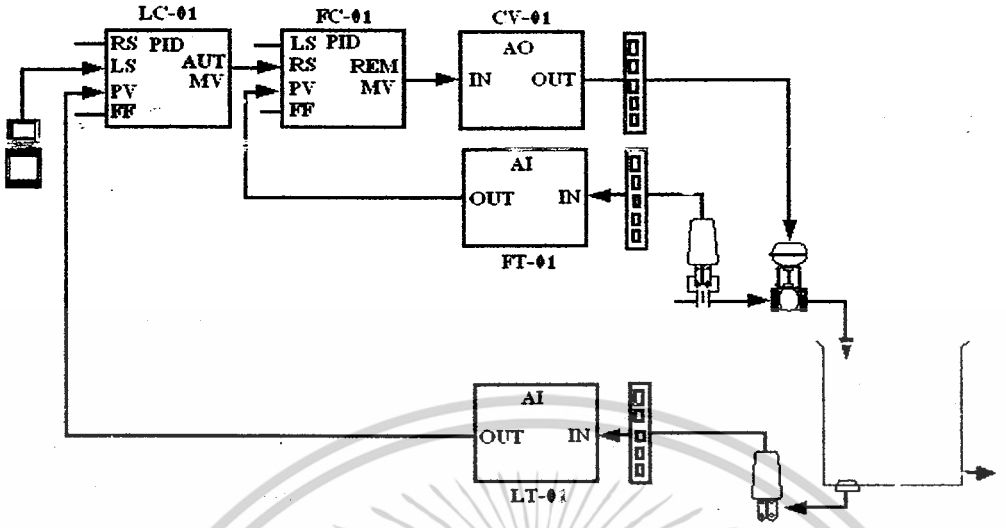
3.2.1 หน่วยรับข้อมูลชนิดแอนะล็อก LT-01 สำหรับรับสัญญาณระดับของเหลวจากเครื่องวัดและส่งสัญญาณระดับของเหลว และหน่วยรับข้อมูลชนิดแอนะล็อก FT-01 สำหรับรับสัญญาณอัตราการไหลจากเครื่องวัดและส่งสัญญาณอัตราการไหล จากหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการชนิดหน่วยรับสัญญาณแอนะล็อกของดีซีเอส

3.2.2 หน่วยควบคุมชนิดพีไอดี LC-01 สำหรับวงควบคุมหลัก รับข้อมูลเป้าหมายการควบคุม (LS) จากหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ และข้อมูลสัญญาณวัดระดับของเหลว (PV) จากหน่วยรับข้อมูลชนิดแอนะล็อก LT-01 หน่วยควบคุม LC-01 ส่งสัญญาณควบคุม (MV) ให้กับหน่วยควบคุมสำหรับวงควบคุมรอง

3.2.3 หน่วยควบคุมชนิดพีไอดี FC-01 สำหรับวงควบคุมรอง รับข้อมูลเป้าหมายการควบคุมระยะใกล (RS) จากสัญญาณควบคุม (MV) ของหน่วยควบคุม FC-01 และข้อมูลสัญญาณวัดอัตราการไหล (PV) จากหน่วยรับข้อมูลชนิดแอนะล็อก FT-01 หน่วยควบคุม FC-01 จะส่งสัญญาณควบคุม (MV) ให้กับวาล์วควบคุมของกระบวนการผลิตโดยหน่วยส่งข้อมูลชนิดแอนะล็อก

3.2.4 หน่วยส่งสัญญาณชนิดแอนะล็อก CV-01 สำหรับสัญญาณควบคุม (MV) จากหน่วยควบคุม FC-01 ส่งให้กับวาล์วควบคุมภายในกระบวนการผลิตโดยหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการชนิดหน่วยส่งสัญญาณแอนะล็อกของดีซีเอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 โครงสร้างของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส

การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยเครื่องมือภายในและการกำหนดโครงสร้างของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส แบ่งออกเป็น 3 แนวทาง คือ

1. การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส โดยการระบุตำแหน่งรับข้อมูลและส่งข้อมูลของหน่วยเครื่องมือภายใน โดยเพิ่มข้อมูลในตารางฐานข้อมูลของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส พร้อมกับการการกำหนดชนิดและรายละเอียดอื่นๆ ของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส การกำหนดโครงสร้างของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสโดยการเพิ่มข้อมูลในตารางฐานข้อมูลของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสโดยตรงเหมาะสำหรับดีซีเอสขนาดเล็กและโปรแกรมของระบบปฏิบัติการสำหรับหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบนไม่มีความซับซ้อนมาก แต่ไม่ให้ความสะดวกแก่ผู้ใช้ในระหว่างการกำหนดโครงสร้างของระบบควบคุมมากนัก

2. การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส โดยการระบุตำแหน่งรับข้อมูลและส่งข้อมูลของหน่วยเครื่องมือภายใน โดยการสร้างฟังก์ชันบล็อก (function block) ของหน่วยเครื่องมือภายในและเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยเครื่องมือภายในโดยการเพิ่มข้อมูลในฟังก์ชันบล็อกของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส

3. การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส โดยการระบุตำแหน่งรับข้อมูลและส่งข้อมูลของหน่วยเครื่องมือภายในโดยการสร้างฟังก์ชันบล็อกของหน่วยเครื่องมือภายในและเชื่อมโยงหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสบนจอภาพของหน่วยติดต่อและปฏิบัติการของผู้ใช้ระดับบนของดีซีเอสโดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

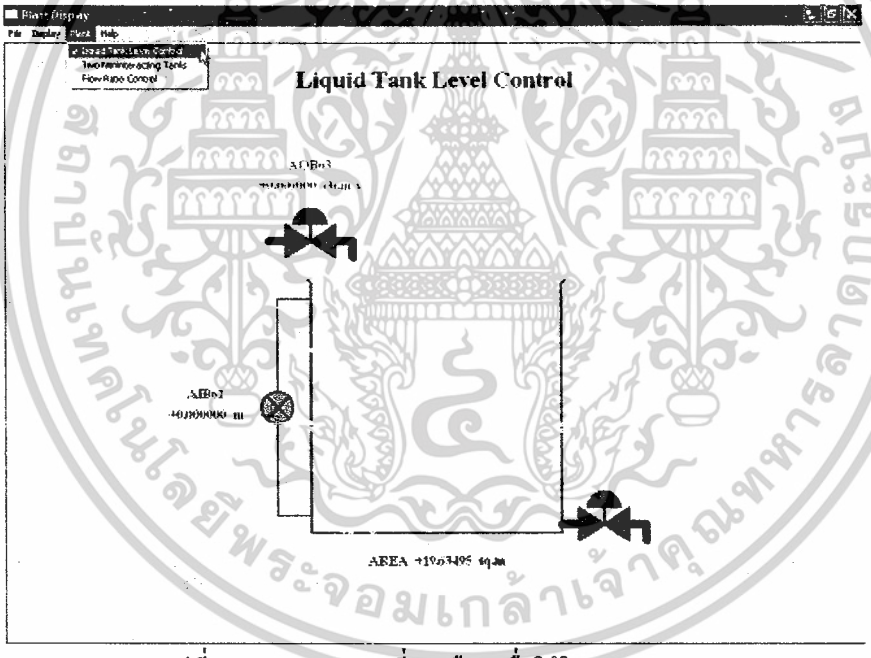
บทที่ 4
ผลการทดลองใช้งานโปรแกรมดีซีเอส

4.1 การทดลองควบคุม Liquid Tank Level Control มีขั้นตอนการทอลองดังนี้

1. คลิกที่ไอคอน จะเข้าสู่จอภาพหลักของโปรแกรมดีซีเอส

2. ขั้นตอนแรกในการควบคุมเราจะต้องเลือกกระบวนการที่จะทำการควบคุม จากหน้าต่างหลักของโปรแกรมดีซีเอสเลือก Display คลิก Plant ก็จะเข้าสู่หน้าต่างของ Plant Display

3. คลิกเลือกกระบวนการที่จะทำการควบคุมโดยเลือก Plant คลิกเลือกกระบวนการที่จะทำการควบคุมซึ่งมีให้เลือก 3 กระบวนการ (ซึ่งในที่นี้จะขอยกตัวอย่างการควบคุมระดับของเหลวในถังกระบวนการ คลิก Liquid Tank Level Control)

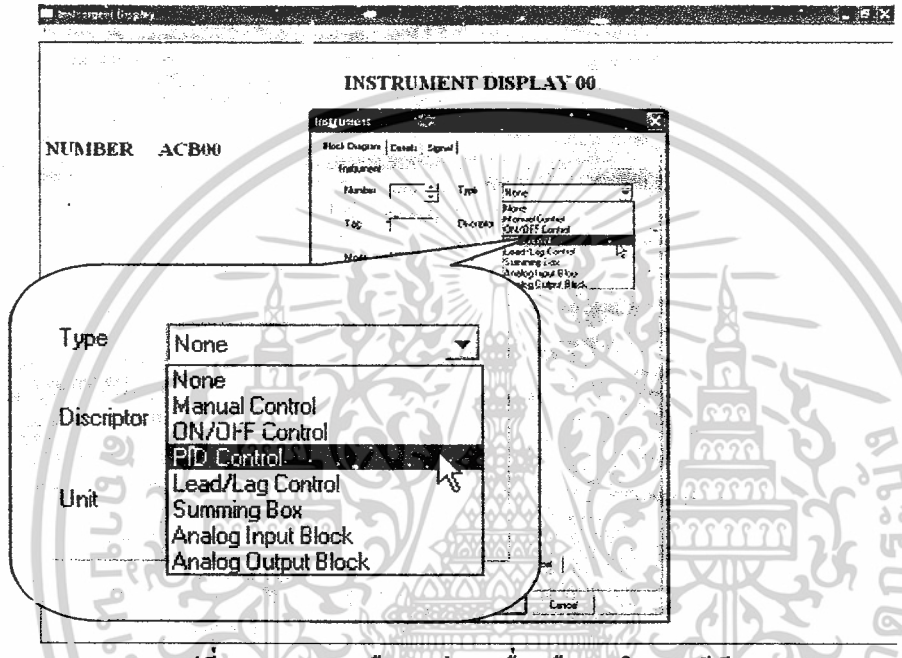


รูปที่ 4.1 แสดง Plant ที่เราเลือกเพื่อใช้ในการควบคุม

เมื่อเราทำการเลือกกระบวนการแล้วเราจะได้AIB62 ซึ่งจะเป็นหน่วยรับข้อมูลชนิดแอนะล็อกสำหรับรับสัญญาณวัดชนิดแอนะล็อกจากถังกระบวนการเพื่อส่งข้อมูลจากถังกระบวนการให้กับหน่วยเครื่องมือภายในอื่นของดีซีเอสและAOB63 ซึ่งจะเป็นหน่วยส่งข้อมูลชนิดแอนะล็อก สำหรับส่งสัญญาณวัดชนิดแอนะล็อกจากหน่วยเครื่องมือภายในอื่นของดีซีเอสไปยังถังกระบวน การ

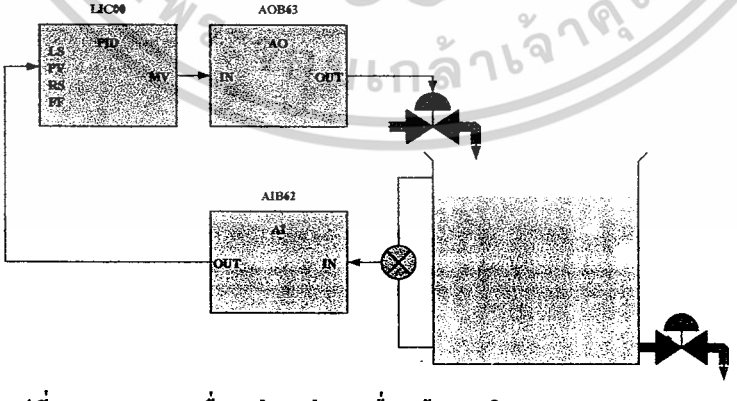
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อเราได้ถังกระบวนการที่จะควบคุมแล้ว ให้เราเลือกเครื่องมือภายในของดีซีเอสที่จะทำการควบคุมถังกระบวนการ โดยคลิกที่ Display เลือก Instruments เมื่อเราคลิกเลือกแล้วก็จะเข้ามาสู่หน้าต่างของ Instrument Display แล้ว คลิกขวา ก็จะแสดง Dialog ของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสในการควบคุมถังกระบวนการนี้เราจะเลือกเครื่องมือภายในของดีซีเอสที่จะใช้ทำการควบคุมถังกระบวนการชนิด PID Control



รูปที่4.2 แสดงการเลือกหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส

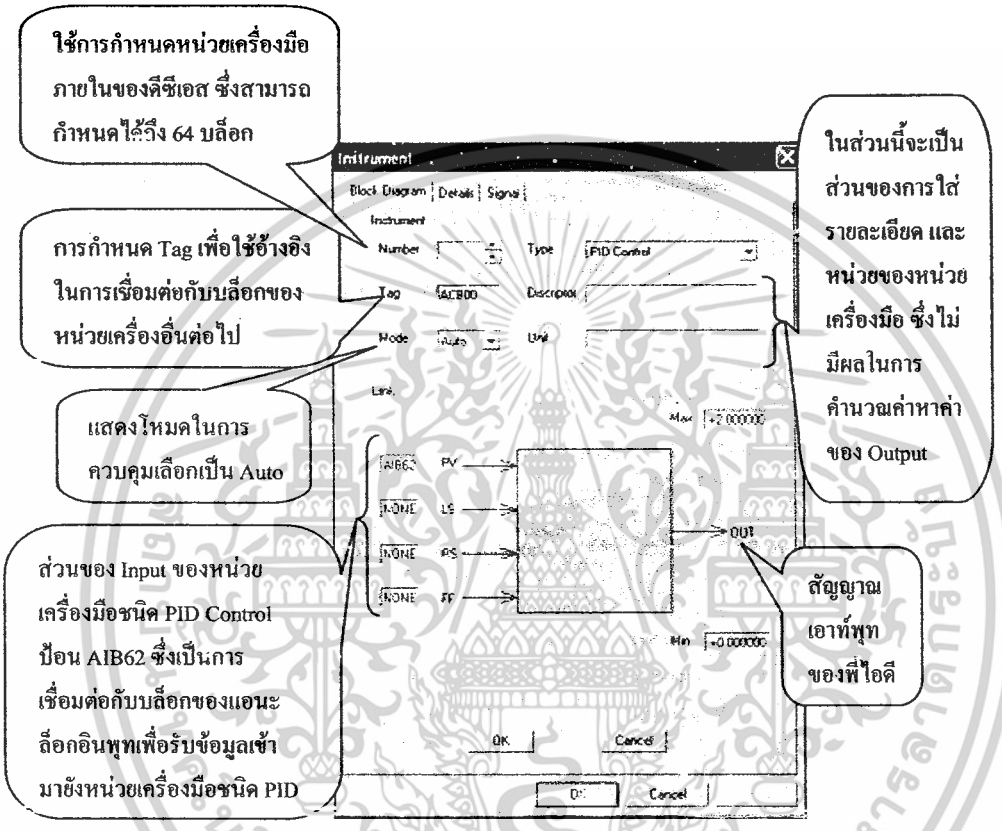
ในการควบคุมถังกระบวนการจะมีลักษณะการเชื่อมต่อหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสดังการเชื่อมต่อบล็อก ดังรูป



รูปที่4.3 แสดงการเชื่อมต่อหน่วยเครื่องมือภายในของถังกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

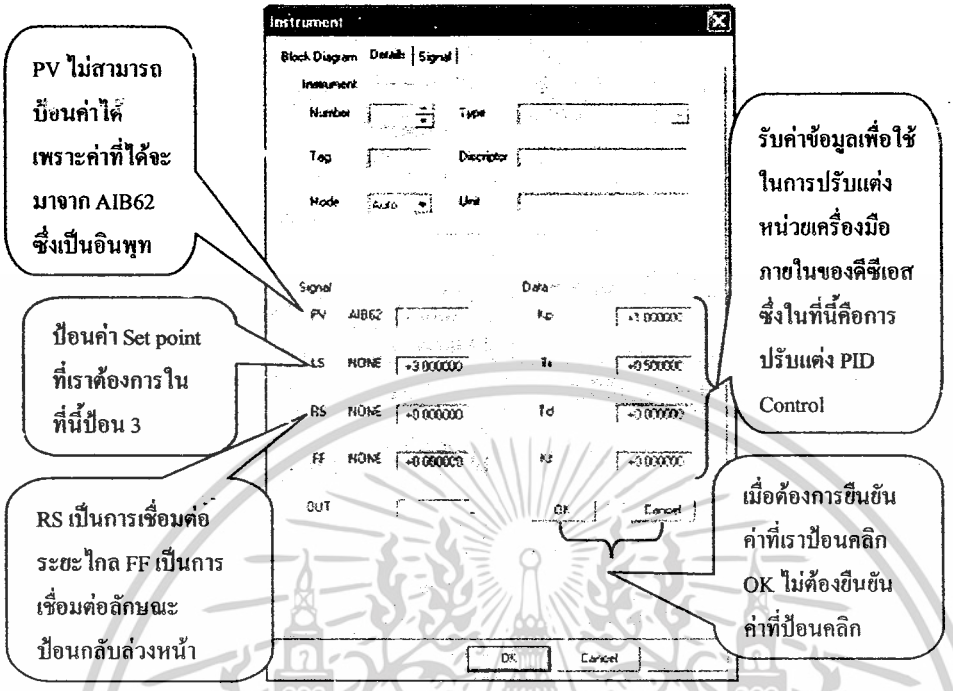
5. เมื่อคลิกขวาที่หน้าต่าง Instrument Display จะได้ Dialog ของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส เมื่อเราเลือกหน่วยเครื่องมือที่จะควบคุมเป็นชนิด PID Control ทำการเชื่อมต่อบล็อกปรับแต่งค่าและรายละเอียดต่างๆ ของหน่วยเชื่อมต่อกระบวนการภายในของดีซีเอส ดังต่อไปนี้



รูปที่ 4.4 แสดง Block Diagram ของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส

เมื่อเราทำการกำหนดรายละเอียดในส่วนของDialog Block Diagram เสร็จสิ้นแล้ว ให้เราคลิกเลือกไปที่Dialog ของ Instrument Details เพื่อทำการกำหนดรายละเอียดในส่วนของการปรับแต่งระบบควบคุมแบบพีไอดีตามความต้องการของผู้ควบคุม ดังแสดงในรูปที่ 4.5

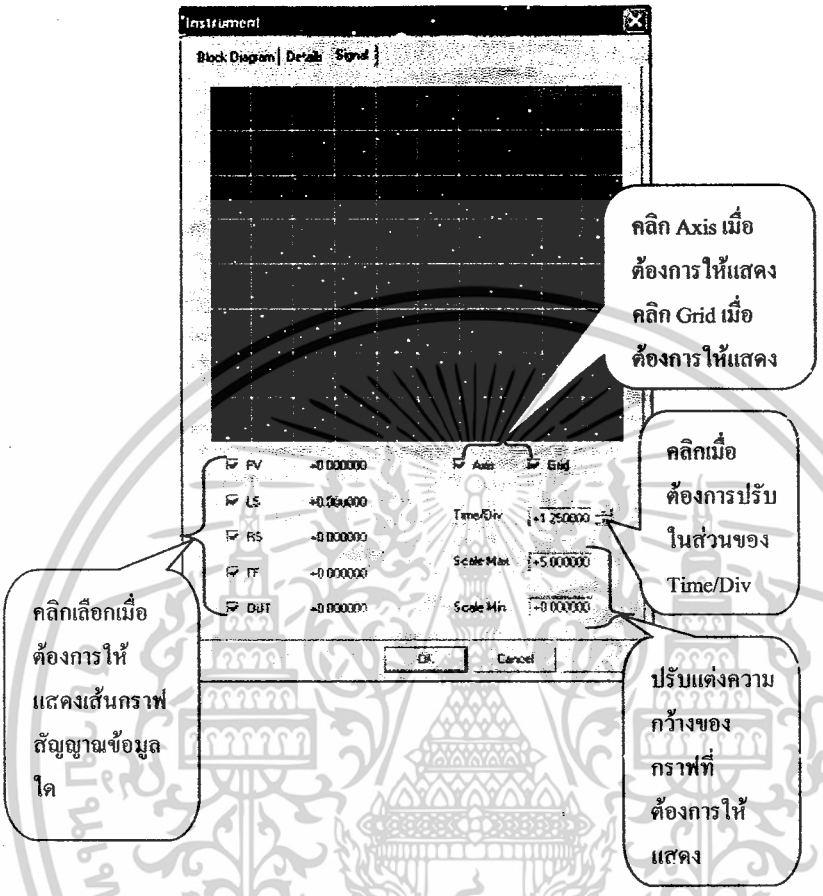
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 แสดงรายละเอียดของพีไอดี ของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส

เมื่อเราทำการกำหนดรายละเอียดในส่วนของDialog Details Diagram เสร็จสิ้นแล้ว ให้เราคลิกเลือกไปที่Dialog ของ Instrument Signal เพื่อทำการกำหนดรายละเอียดในส่วนของการแสดงผล ในลักษณะกราฟว่าต้องการให้แสดงเส้นกราฟใดบ้างหรือว่าไม่ต้องการให้แสดงเส้นกราฟเส้นใด และ การแสดงผลว่าต้องการดูขนาดของเส้นกราฟที่แสดงสัญญาณต่างๆ นั้นที่ Time/Div เท่าไหร่ ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.6

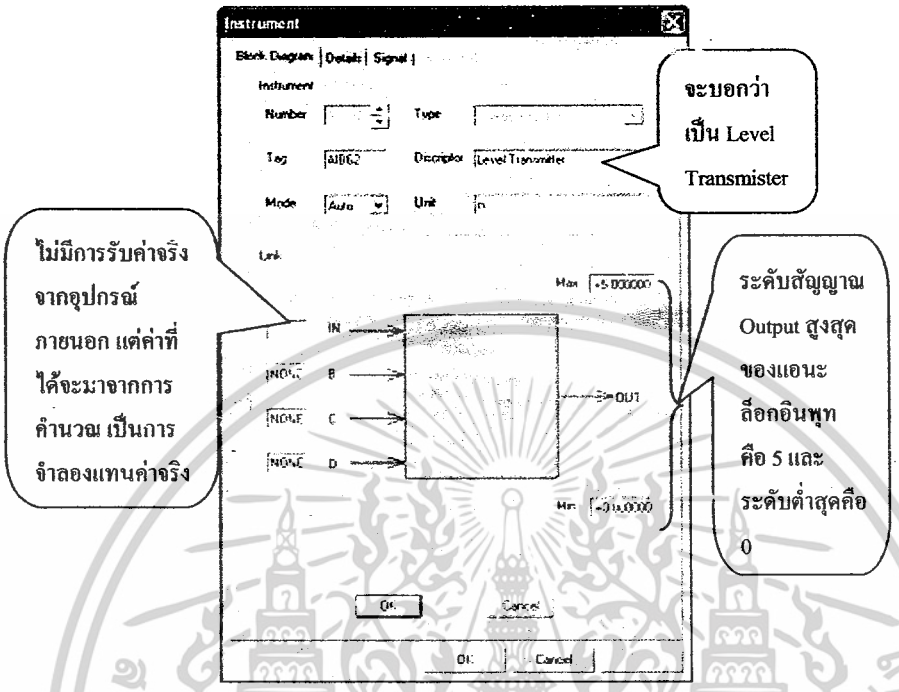
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 แสดง Signal ของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส

เมื่อเราทำการกำหนดรายละเอียดในส่วนของการแสดงกราฟสัญญาณข้อมูลของระบบควบคุมแบบพีไอดี เสร็จสิ้นแล้ว ให้เราคลิกปุ่ม OK เพื่อทำการยืนยันการปรับแต่งข้อมูลของตัวควบคุมแบบพีไอดีที่เราทำการเลือก หลังจากนั้นคลิกเม้าท์ด้านขวามือเพื่อตรวจสอบดูรายละเอียดในส่วนของอินพุทบล็อก ดังรูปที่ 4.7

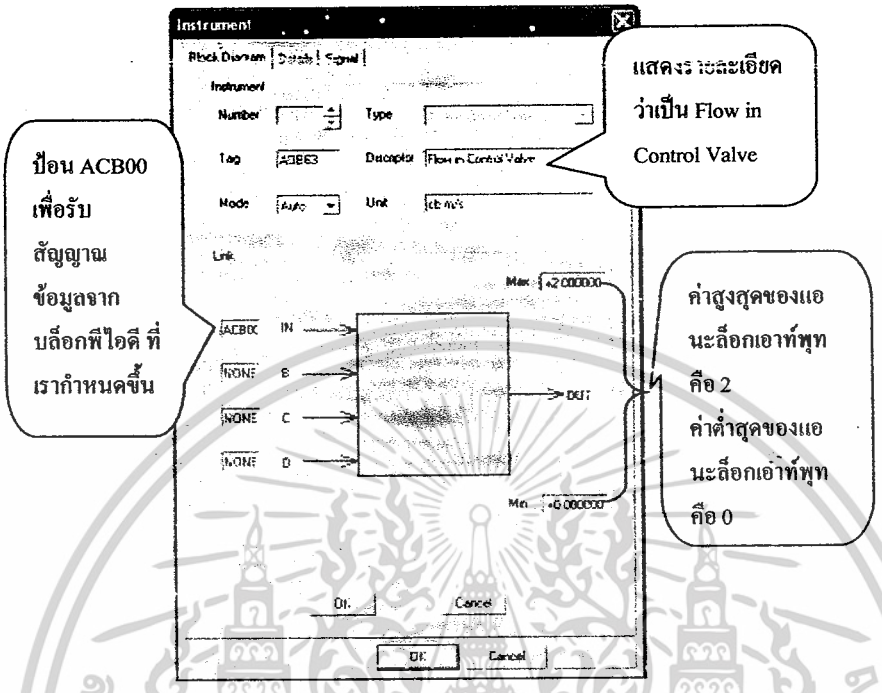
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 แสดง Analog Input Block ของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส

เมื่อเราทำการตรวจสอบในส่วนของรายละเอียดของบล็อกอินพุทเสร็จสิ้นแล้ว เราทำการเชื่อมต่อบล็อกพีไอดี ซึ่งเป็นหน่วยเครื่องมือภายในที่เราทำการกำหนดขึ้นเพื่อทำการควบคุมระดับของของเหลวในถังกระบวนการ กับบล็อกเอาท์พุท โดยลักษณะการเชื่อมต่อมีลักษณะคล้ายกันกับบล็อกของพีไอดี โดยรายละเอียดและการเชื่อมต่อบล็อกได้แสดงไว้ดังรูปที่ 4.8

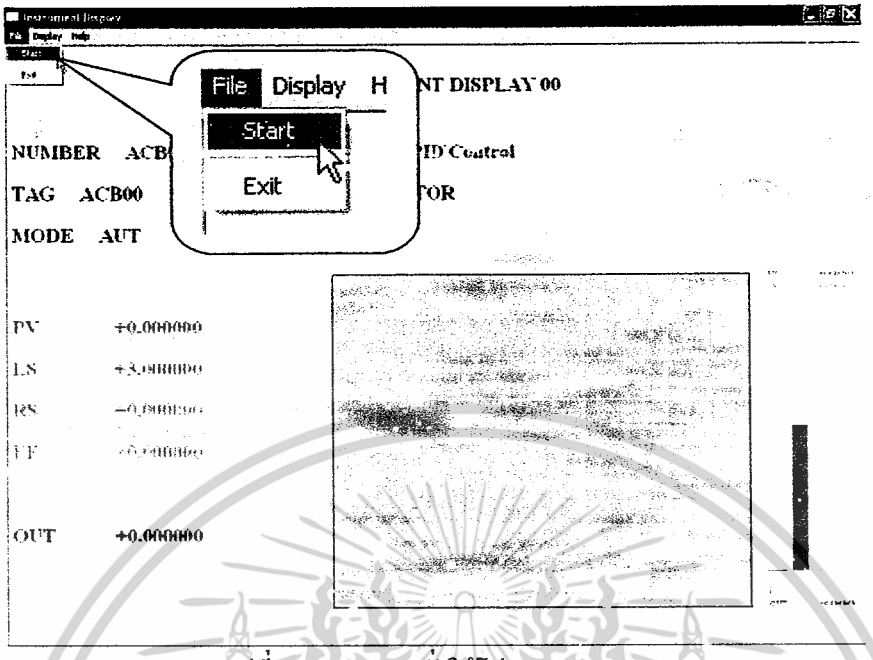
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 แสดง Analog Output Block ของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส

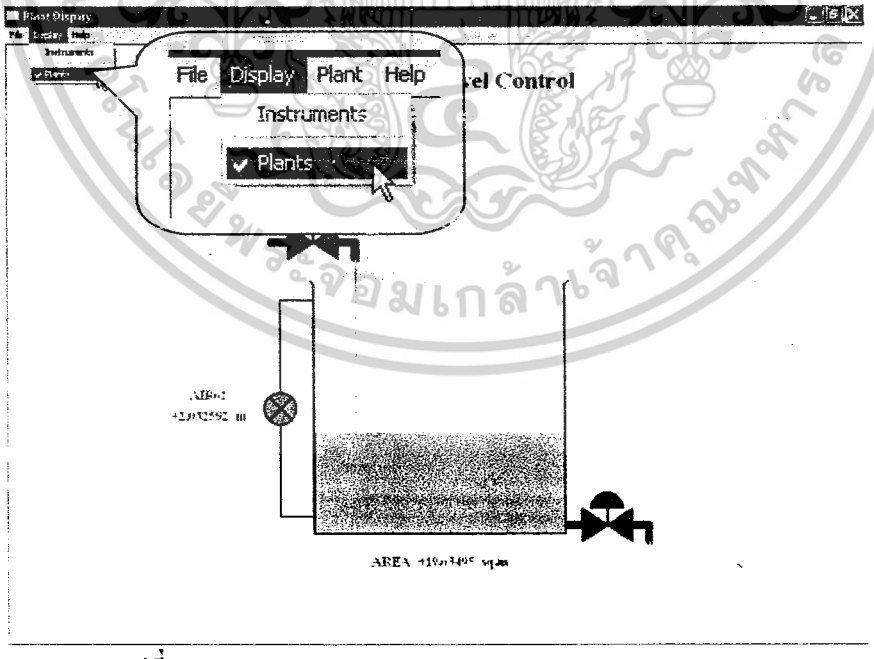
6. เมื่อเราทำการเชื่อมต่อบล็อกของสัญญาณอินพุทเข้ากับตัวควบคุมการ ซึ่งเราเลือกเป็นพีไอดี และเชื่อมต่อตัวควบคุมการพีไอดีเข้ากับบล็อกของสัญญาณเอาท์พุทของกระบวนการที่เราทำการควบคุมเสร็จสิ้นแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือ การสั่งให้โปรแกรมทำงานโดยเลือกที่ File คลิก Start ดังรูปที่ 4.9 ซึ่งเมื่อเราทำการเริ่มการทำงานแล้ว เรายังสามารถปรับแต่งเพิ่มเติมในส่วนของรายละเอียดของตัวบล็อกควบคุมกระบวนการพีไอดีได้ด้วยว่า เราต้องการปรับแต่งค่าพี ไอ ดี เท่าไหร่ให้ระบบของเราเข้าสู่เสถียรภาพได้เร็วและดีที่สุด และยังสามารถปรับค่าในส่วนของ setpoint ใหม่ที่เราต้องการได้ด้วยซึ่งก็ทำการปรับแต่งในส่วนของ Instrument Details

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงการสั่งให้โปรแกรมทำงาน

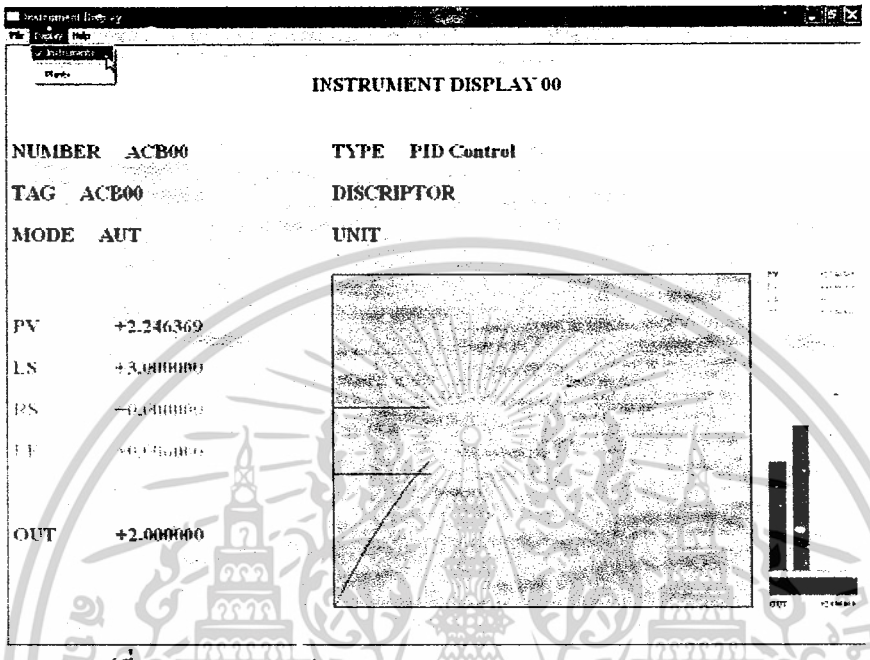
7. เมื่อโปรแกรมเริ่มทำงานหากเราต้องการที่จะดูการทำงานของถังกระบวนการ ว่าระดับของเหลวมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ให้เราเลือกที่ Display คลิกที่ Plant เราก็จะได้พบการทำงานของถังกระบวนการ ดังรูปที่ 4.10



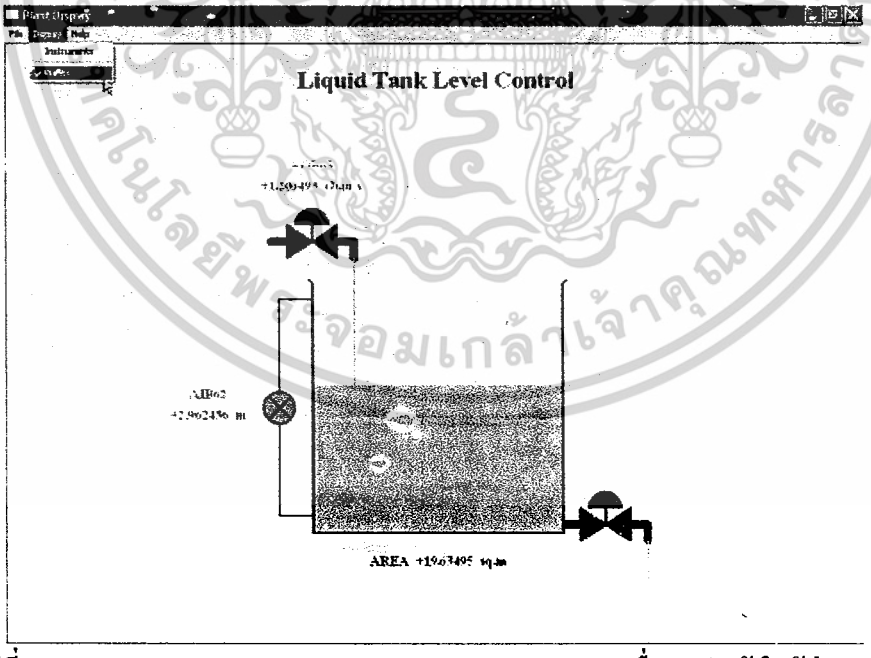
รูปที่ 4.10 แสดงการทำงานของ Liquid Tank Level Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และหากเราต้องการดูกราฟการทำงานของระบบให้เราเลือกที่ Display คลิก Instruments ก็จะพบกับรายละเอียดต่างของระบบ พร้อมการทำงานของระบบ

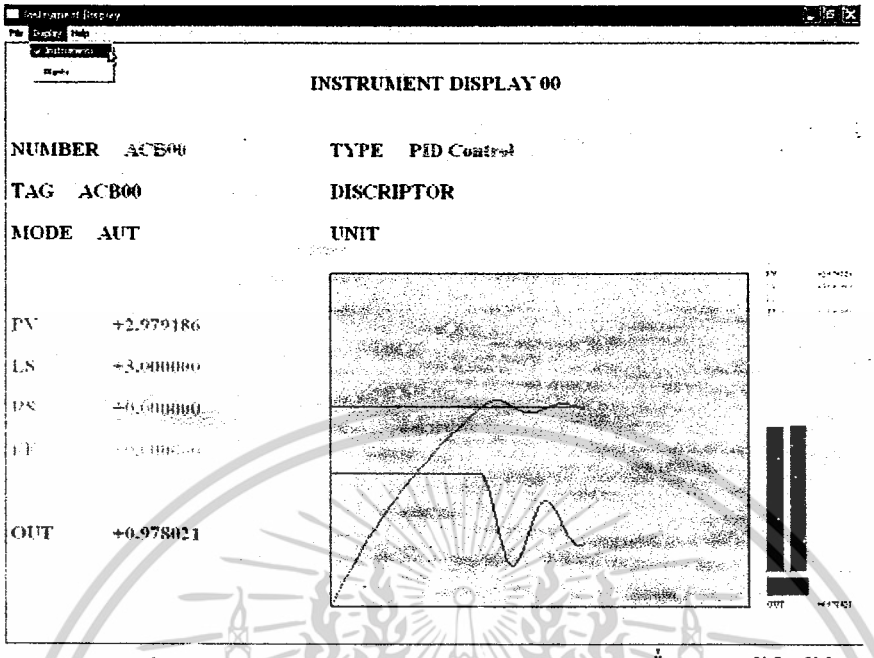


รูปที่ 4.11 แสดงกราฟการทำงานของ Liquid Tank Level Control



รูปที่ 4.12 แสดงการทำงานของ Liquid Tank Level Control เมื่อระดับเข้าใกล้ค่า Setpoint

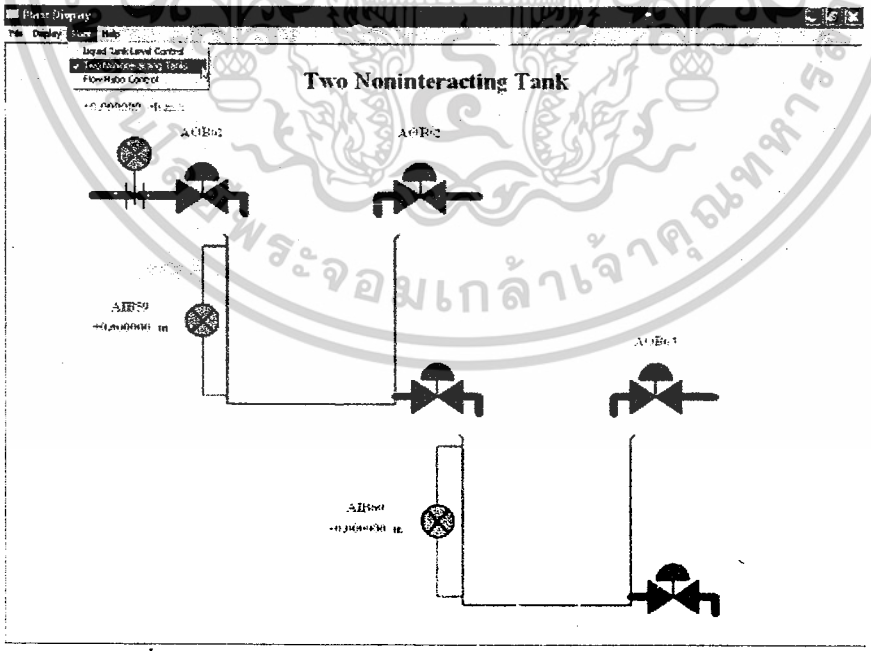
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 แสดงกราฟการทำงานของ Liquid Tank Level Control เมื่อระดับเข้าใกล้ค่า Setpoint

4.2 การทดลองควบคุม Two Noninteracting Tank มีขั้นตอนการควบคุม ดังนี้

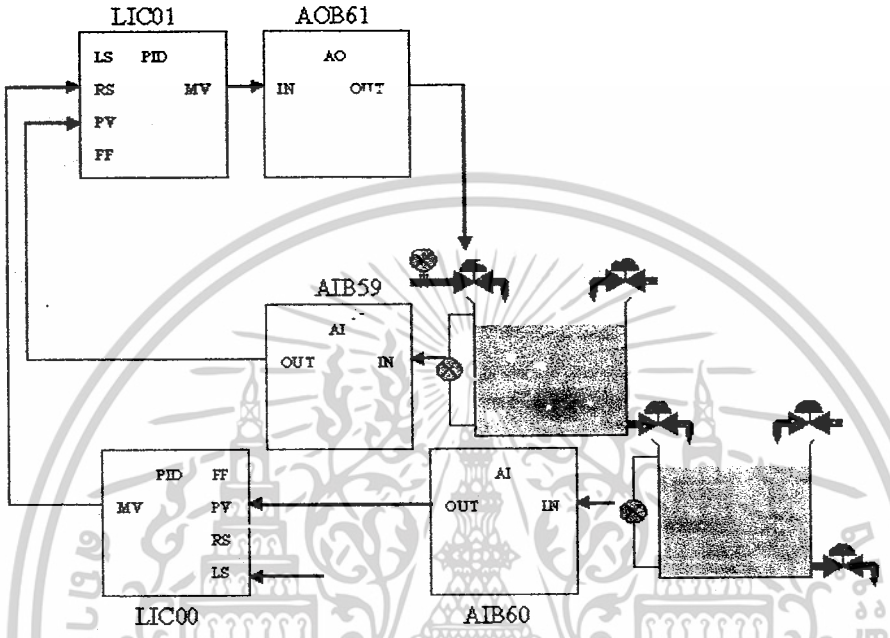
1. เมื่อเข้าโปรแกรมของดีซีเอสแล้วให้เราเลือก Display คลิก Plant ซึ่งจะเข้าไปในส่วนของ Plant Display เลือกที่ Plant คลิกเลือก Two Noninteracting Tank ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 แสดงกระบวนการแบบ Two Noninteracting Tank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

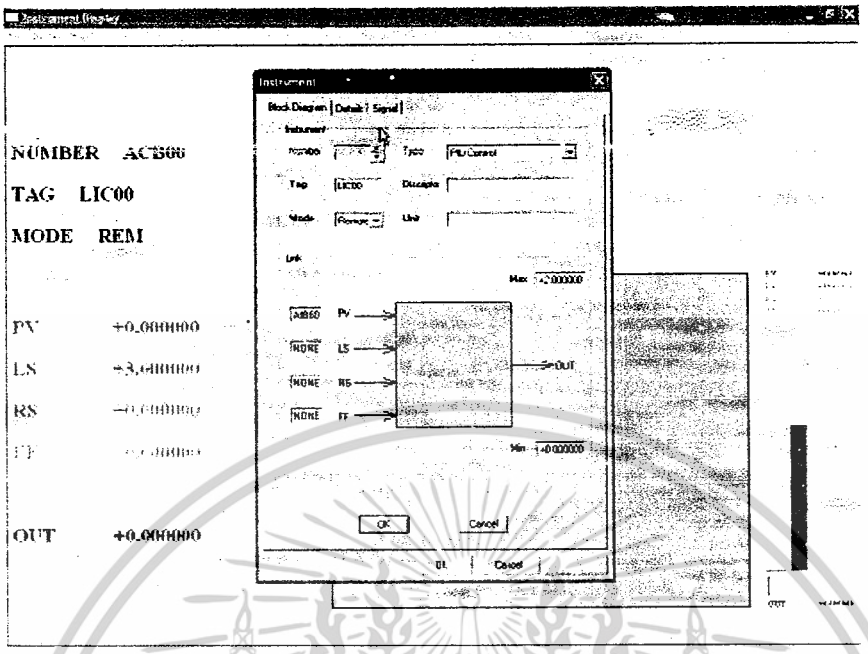
2. เมื่อเราได้กระบวนการที่จะทำการควบคุมแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็ทำการเชื่อมต่อหน่วยภายในของดีซีเอส ซึ่งบล็อกการเชื่อมต่อแสดงดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แสดงการเชื่อมต่อหน่วยเครื่องมือภายในกระบวนการแบบ Two Noninteracting Tank

3. เมื่อเรารู้การเชื่อมต่อของแต่ละบล็อคแล้ว แล้วทำการเชื่อมต่อหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส โดยการเลือกที่ Display คลิก Instrument ก็จะเข้าสู่ Instrument Display คลิกขวาเพื่อเรียก Dialog Instrument ทำการเชื่อมต่อบล็อกโดยทำการเชื่อมต่อบล็อก LIC00 ก่อน โดยที่ Dialog Instrument Block Diagram ทำการป้อนค่าดังนี้ Tag ป้อน LIC00, Mode เลือก Auto, PV ป้อน AIB60, Max ป้อน 2, Min ป้อน 0, คลิก OK เพื่อยืนยันการป้อนค่า, ที่ Dialog Instrument Details ทำการป้อนค่าดังนี้ ที่ RS ป้อน 3, ที่ Kp ป้อน 1, ที่ Ti ป้อน 10, ที่ Td ป้อน 0,คลิก OK เพื่อยืนยันการป้อนค่า,ที่ Dialog Instrument Signal ทำการป้อนค่าดังนี้ Scale Max ป้อน 5, Scale Min ป้อน 0, Time/Div เลือกตามที่ต้องการ คลิก OK เพื่อยืนยันการป้อนค่าทั้งหมดในส่วนของบล็อก LIC00 ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.16

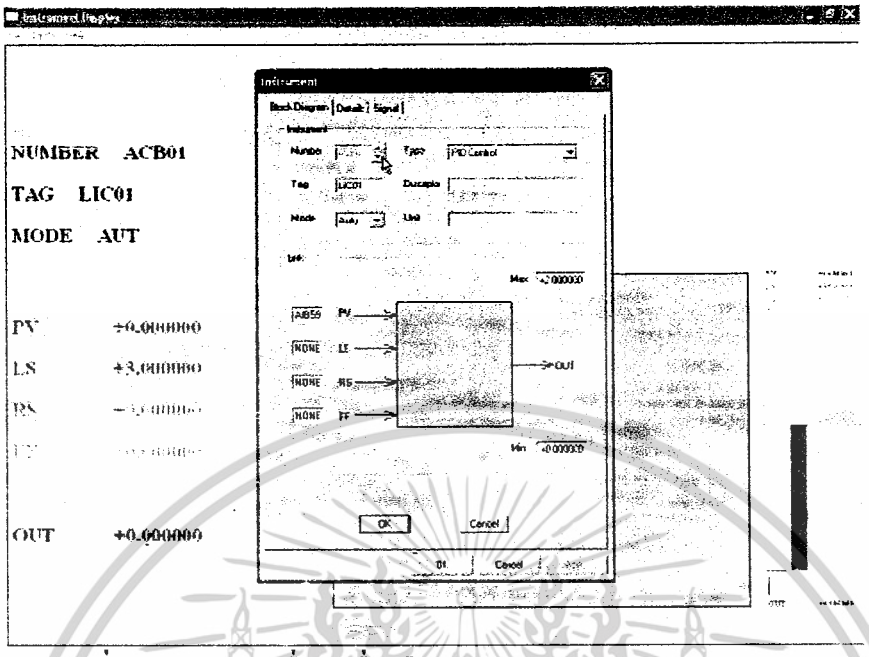
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 แสดงการเชื่อมเครื่องมือภายในของดีซีเอสของบล็อก LIC00

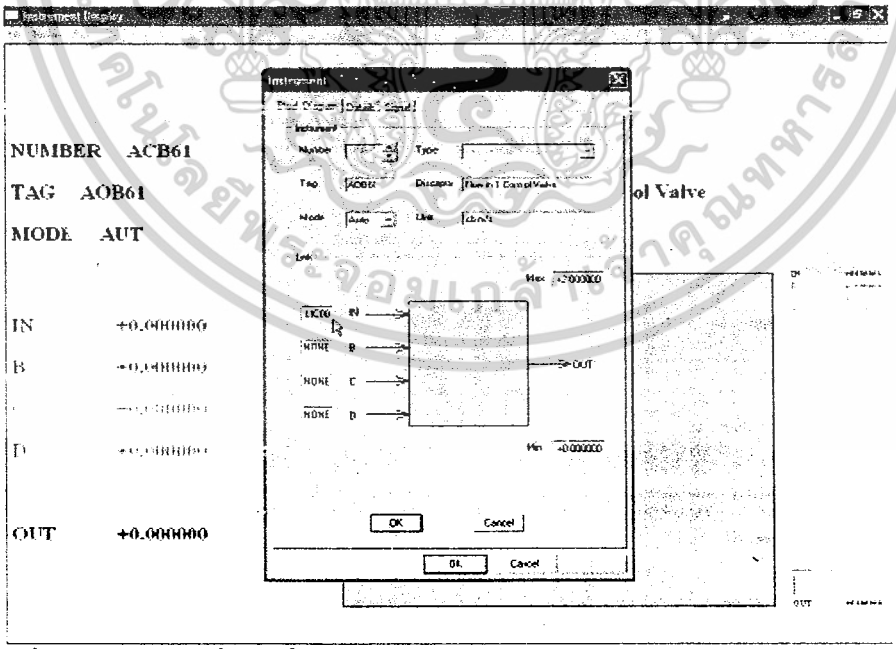
4. ทำการเชื่อมต่อบล็อก LIC01 ดังต่อไปนี้ คลิกขวาเพื่อเรียก Dialog Instrument ทำการเชื่อมต่อบล็อก ที่ Dialog Instrument Block Diagram ทำการป้อนค่าดังนี้ ที่ Number เลือก ACB ที่ยังไม่มีการเชื่อมต่อบล็อกTag ป้อน LIC01, Mode เลือก Remote, PV ป้อน AIB59, Max ป้อน 2, Min ป้อน 0, คลิก OK เพื่อยืนยันการป้อนค่า, ที่ Dialog Instrument Details ทำการป้อนค่าดังนี้ ที่ RS ป้อน 3, ที่ Kp ป้อน 1, ที่ Ti ป้อน 0.5, ที่ Td ป้อน 0,คลิก OK เพื่อยืนยันการป้อนค่า,ที่ Dialog Instrument Signal ทำการป้อนค่าดังนี้ Scale Max ป้อน 5, Scale Min ป้อน 0, Time/Div เลือกตามที่ต้องการ คลิก OK เพื่อยืนยันการป้อนค่าทั้งหมดในส่วนของบล็อก LIC01 ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 แสดงการเชื่อมเครื่องมือภายในของดีซีเอสของบล็อก LIC01

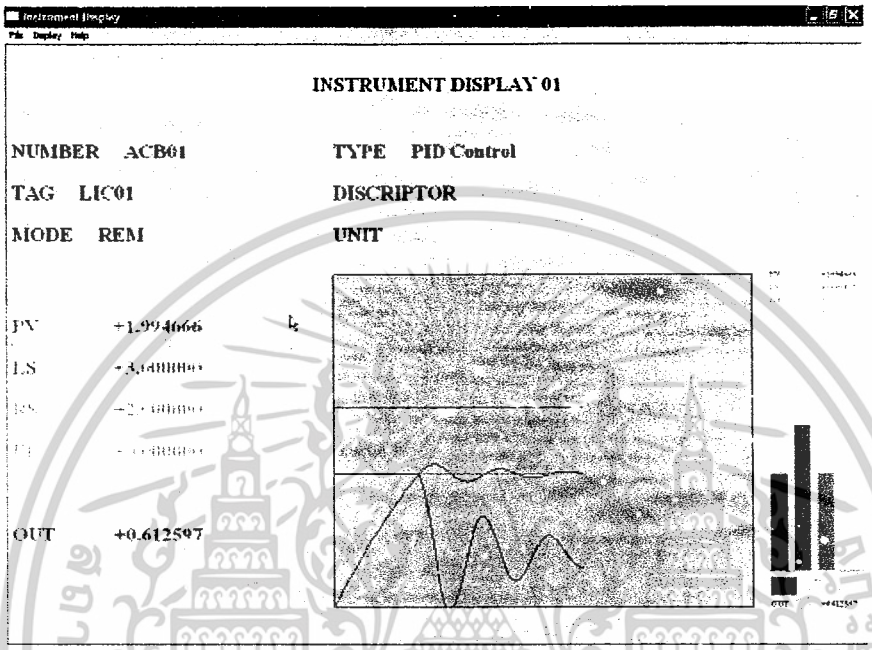
5. ทำการเชื่อมต่อบล็อก Analog Output Block ดังต่อไปนี้ คลิกขวาเพื่อเรียก Dialog Instrument ทำการเชื่อมต่อบล็อก ที่ Dialog Instrument Block Diagram ทำการป้อนค่าดังนี้ PV ป้อน LIC01, ส่วนที่จะกำหนดโดยการเขียนโปรแกรมแล้วไม่ต้องกำหนดอีก คลิก OK เพื่อยืนยันการป้อนค่าส่วนของบล็อก Analog Output Block ซึ่งแสดงดังรูปที่ 4.18



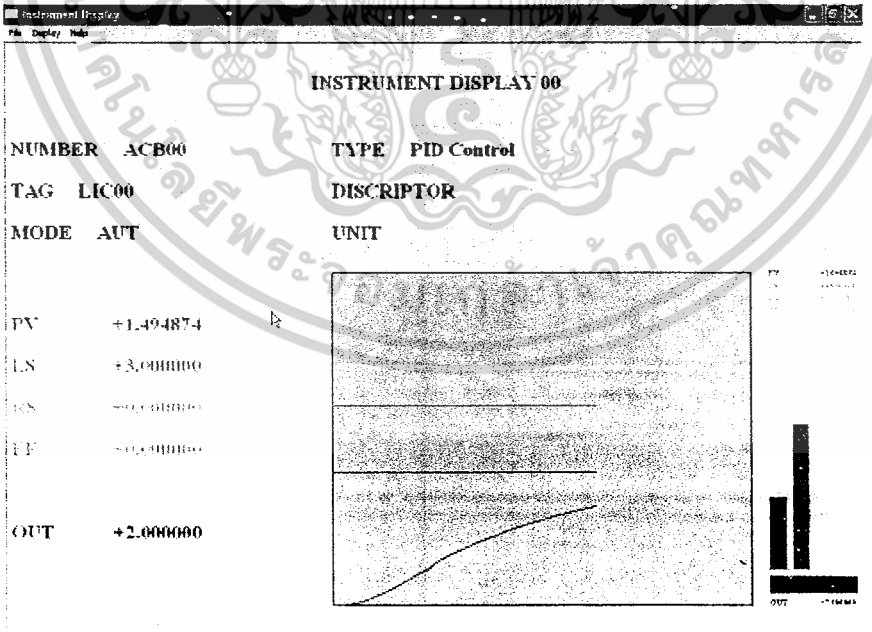
รูปที่ 4.18 แสดงการเชื่อมเครื่องมือภายในของดีซีเอสของบล็อก Analog Output Block

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อทำการเชื่อมต่อบล็อกภายในเสร็จแล้ว ทำการรันโปรแกรม โดยเลือกที่ Flie คลิก Start และเราสามาดูการทำงานของแต่ละบล็อกของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสได้ เช่น ดูกราฟการทำงานของหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส ในส่วนของบล็อก LIC00, LIC01, Analog Output Block และสามารดูกระบวนการของ Two Noninteracting Tank ดังแสดงในรูปที่ 4.19

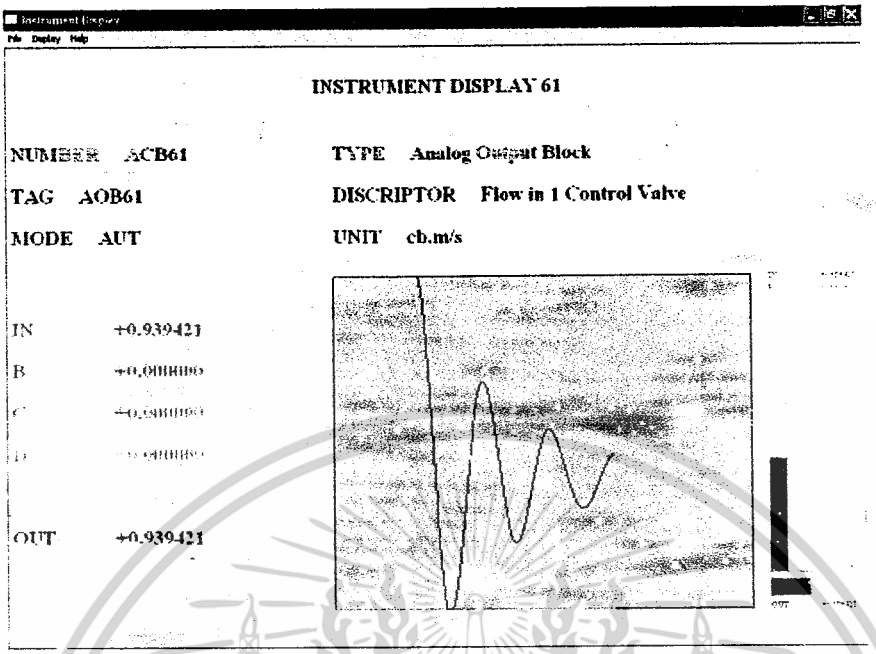


รูปที่ 4.19 แสดงกราฟการทำงานของ Two Noninteracting Tank ในส่วนของบล็อก LIC01

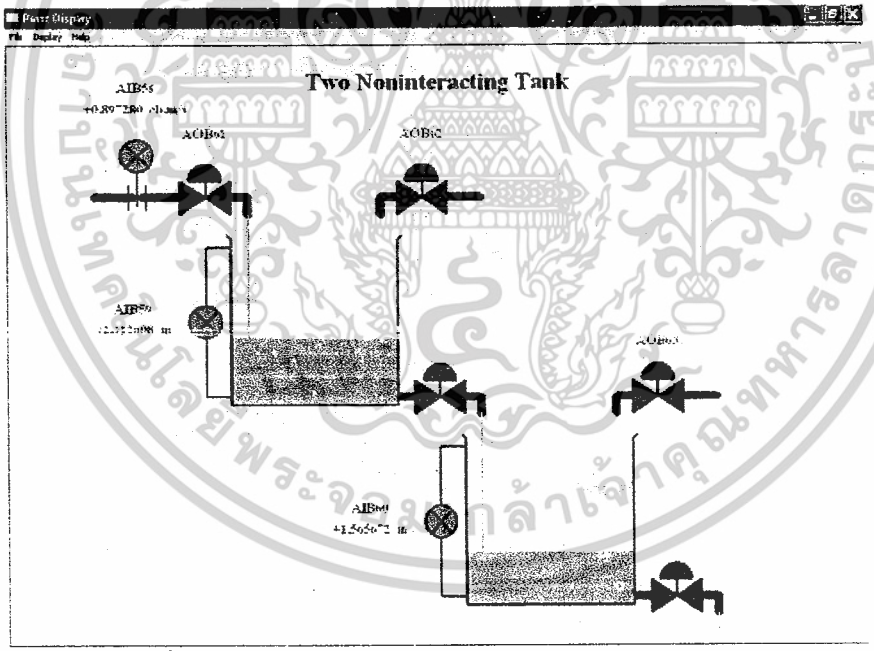


รูปที่ 4.20 แสดงกราฟการทำงานของ Two Noninteracting Tank ในส่วนของบล็อก LIC00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 แสดงกราฟการทำงานของ Two Noninteracting Tank ในส่วนของบล็อก AOB61



รูปที่ 4.22 แสดงการทำงานของ Two Noninteracting Tank

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการใช้โปรแกรมดีซีเอสที่ทำการจำลองขึ้น ในการควบคุมระดับของของเหลวในถังกระบวนการ โดยใช้การควบคุมแบบพีไอดี ค่าที่ได้ ซึ่งแสดงออกทางกราฟแสดงผลของสัญญาณ และ จากถังกระบวนการ ทำให้รู้ว่าโปรแกรมที่ทำการเขียนขึ้นสามารถใช้งานได้จริง เพราะผลที่ได้มีลักษณะเหมือนการทำงานจริงของกระบวน ซึ่งทำการเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณ และผลของการทดลองยังสามารถแสดงออกได้ทั้งในลักษณะเป็นกราฟแสดงผล และ แสดงในลักษณะถังกระบวนการซึ่งทำให้มองเห็นภาพได้ชัดเจนมากขึ้น

5.2 วิจารณ์การทดลอง

การทำโครงงานนี้จำเป็นจะต้องทำการศึกษาความรู้พื้นฐานทางด้านระบบควบคุมเพื่อใช้ในการออกแบบหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอส ศึกษาการทำงานของดีซีเอสเพื่อให้รู้ว่าการเชื่อมต่อในลักษณะใดเป็นการเชื่อมต่อที่เรียกว่าดีซีเอส แล้วนำมาเขียนโปรแกรมจำลองการทำงานของดีซีเอส และยังต้องศึกษาในส่วนของการเขียนโปรแกรมด้วยว่าจะเขียนในลักษณะใดให้โปรแกรมที่เราเขียนขึ้นใช้งานง่าย

5.3 ประโยชน์ที่ได้จากการทำโครงงานนี้

ในการทำโครงงานนี้ต้องอาศัยความรู้ในหลายๆ ด้าน ทั้งความรู้ในการเขียนโปแกรม ความรู้เกี่ยวกับระบบควบคุม และความรู้ทางด้านดีซีเอส ทำให้ผู้จัดทำได้รับประสบการณ์มากมาย ได้รับประโยชน์ทางด้านการทำงาน ได้ฝึกการแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น เกิดประโยชน์ทางด้านการประสานงานในการทำงานร่วมกัน ทำให้มีการฝึกวางแผนอย่างมีระบบและแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้นร่วมกัน

5.4 ปัญหาที่พบในการทำโครงงานนี้

ปัญหาที่พบในการทำโครงงานนี้ คือ การขาดความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรมเนื่องจากการขาดประสบการณ์ ทำให้ต้องใช้เวลาในการศึกษาเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวพอสมควร และในส่วนของการออกแบบหน่วยเครื่องมือภายในของดีซีเอสเนื่องจากระบบดีซีเอสของแต่ละบริษัทผู้ผลิตมีความแตกต่างกันทำให้เราเลือกออกแบบเฉพาะหน่วยเครื่องมือที่ใช้กันอย่างกว้างขวางเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานและปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ทั้งนี้เนื่องจากได้รับความกรุณาเป็นอย่างสูงจาก รศ.สุเธียร เกียรติสุนทร ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา คอยให้คำแนะนำ เสนอแนะแนวทางอันเป็นประโยชน์ในการจัดทำโครงงาน ขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิประสาทความรู้ทั้งหลายแก่ผู้จัดทำ ขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่น้อง ครอบครัว ที่ให้กำลังใจและคอยให้การสนับสนุนเสมอมา ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ณ โอกาสนี้ด้วย

ผู้จัดทำ
นายธวัชชัย นันทะ
นายนภดล ทองเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. ชุดชัย ลีลาศวัฒนกุล, "คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งานวิชวลซีพลัสพลัสเวอร์ชั่น 6.0 ฉบับโปรแกรมเมอร์", อินโฟเพรส, 752 หน้า, 2544

2. รศ.สุเธียร เกียรติสุนทร, "ดีซีเอส", ส.ส.ท., 412 หน้า, 2543

3. C.L. Albert, D.A. Coggan, "Fundamentals of Industrial Control", Instrument Society of America, 1992

4. Lan G. Warnock, "Programmable Controllers Operation and Application", New York : Prentice-Hall, 1988

5. Michael P. Lukas, "Distributed Control Systems", New York : Van Nostrand Reinhold Co., 1986

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้