



การควบคุมแบบดิจิทัล
(DIGITAL CONTROL)

โดย

นายกัลป์

คำภาบุตร

นายกัทร

ละอองแก้ว

วัน เดือน ปี..... 30 ก.ค. ๖5๔๐
เลขทะเบียน..... 036974
เลขเรียกหนังสือ..... T 38062 ก397 ก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา ระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

036974

ปริญญานิพนธ์

ปีการศึกษา 2538

ภาควิชา

วิศวกรรมระบบควบคุม

คณะ

วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง

การควบคุมแบบดิจิทัล

DIGITAL CONTROL

ผู้จัดทำ

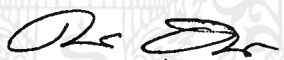
นายกัลป์ คำภาบุตร รหัสประจำตัว 35104021

นายกัทร ละอองแก้ว รหัสประจำตัว 35104023

อาจารย์ที่ปรึกษา



(รศ. สุธีธร เกียรติสุนทร)



(อ. กงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์)

การควบคุมแบบดิจิทัล DIGITAL CONTROL

โดย นายกล้า คำภาบุตร รหัสประจำตัว 35104021
นายกำธร ละอองแก้ว รหัสประจำตัว 35104023

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ. สุธีธร เกียรติสุนทร

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาทฤษฎี และการประยุกต์ใช้งานตัวควบคุมแบบดิจิทัลในการควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรม ในการทดลองจะใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC เป็นตัวควบคุมดิจิทัล โดยเชื่อมต่อกับกระบวนการโดยผ่านตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล และตัวแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาล็อก เพื่อทำการควบคุมกระบวนการของถังผสมถ่ายเทความร้อน โดยอาศัยทฤษฎีการควบคุมแบบดิจิทัลและการควบคุมแบบป้อนล่วงหน้า (FEEDFORWARD CONTROL) เพื่อให้ระดับน้ำและอุณหภูมิของน้ำสามารถเข้าสู่เป้าหมายการควบคุมได้

ABSTRACT

The objective of this thesis is study in digital control strategy and it's application for the controlling in industrial process . The microcomputer IBM PC is used in this experiment as digital controller by connecting with analog to digital converter and digital to analog converter for controlling the process of heat exchanger tank . With the method of digital control and feedforward control , the setpoint of water level and water temperature can be reached.

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์นี้สามารถประสบความสำเร็จลงได้ด้วยดี ในครั้งนี้คณะผู้จัดทำขอขอบคุณ ท่านอาจารย์สุเชียร เกียรติสุนทร ในฐานะที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ คณบดี อนันต์หิรัญรัตน์ ที่คอยติดตามดูแลและขอขอบคุณท่านอาจารย์ทุกท่านในภาคคอนโทรล ซึ่งช่วยให้คำแนะนำตลอดการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้

และนอกจากนี้คณะผู้จัดทำขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ STORE ภาคคอนโทรลที่คอยเอื้อเฟื้อทางด้านอุปกรณ์และเครื่องมือในการทำงานในครั้งนี้

และขอขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ พี่ น้อง และเพื่อน ๆ ที่ให้ความร่วมมือและทำให้คณะผู้จัดทำมีความสุขตลอดชีวิตที่ผ่านมา



สารบัญ

	หน้า
สารบัญภาพ	I
บทที่ 1. บทนำ (INTRODUCTION)	1
บทที่ 2. การควบคุมแบบป้อนกลับ	2
2.1 เครื่องควบคุมแบบป้อนกลับ	5
2.2 คุณสมบัติของระบบป้อนกลับ	9
บทที่ 3. การเลือกและการปรับเครื่องควบคุม	12
3.1 หลักเกณฑ์เบื้องต้นในการเลือกและออกแบบระบบควบคุม	14
3.2 หลักเกณฑ์การตัดสินใจโดยใช้ผลการตอบสนองเชิงจลน์	15
3.3 หลักเกณฑ์การตัดสินใจโดยใช้ผลการตอบสนองเชิงสถิต	17
3.4 การเลือกเครื่องควบคุม	23
3.5 การปรับเครื่องควบคุม	24
3.6 การปรับเครื่องควบคุมโดยวิธีลองผิดลองถูก	30
บทที่ 4 การดำเนินงาน	34
4.1 การควบคุมระดับน้ำ	34
4.2 การควบคุมอุณหภูมิของน้ำ	39
4.3 การควบคุมระดับและอุณหภูมิของน้ำ 1	44
4.4 การควบคุมระดับและอุณหภูมิของน้ำ 2	52
บทที่ 5 การใช้โปรแกรม DCS	62
*เมนู	62
* คำสั่ง	65
* การเชื่อมต่อโปรแกรม DCS กับการ์ดแปลงสัญญาณ	79
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์	82
เอกสารอ้างอิง	84

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 (ก) ผังสัญญาณของกระบวนการอุตสาหกรรม	2
(ข) ผังสัญญาณของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ	3
รูปที่ 2.2 ระบบควบคุมของอุตสาหกรรมแบบต่างๆ	4
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการใช้สัญลักษณ์แทนอุปกรณ์วัดและควบคุมในกระบวนการอุตสาหกรรม	5
รูปที่ 2.4 สัญญาณควบคุมแบบพีไอ	7
รูปที่ 2.5 ผังสัญญาณของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ	9
รูปที่ 2.6 ผังสัญญาณของระบบควบคุมแบบป้อนกลับภายหลังลดรูป	10
รูปที่ 3.1 ผังสัญญาณของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ	12
รูปที่ 3.2 ตอบสนองของกระบวนการที่มีการควบคุมแบบไค ปรับค่า K และการตอบสนองของกระบวนการเร็วขึ้น เมื่อกระบวนการมีความหน่วงน้อยและเกิดการแกว่ง	13
รูปที่ 3.3 ผลการตอบสนองของกระบวนการที่ใช้เครื่องควบคุมต่าง ๆ	14
รูปที่ 3.4 ผลการตอบสนองของระบบควบคุม 2 ระบบ	15
รูปที่ 3.5 ผลการตอบสนองของระบบควบคุม	16
รูปที่ 3.6 ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ	18
รูปที่ 3.7 ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอัตราเร็วของระบบควบคุมชนิด 1	20
รูปที่ 3.8 ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอัตราเร็วของระบบควบคุมชนิด 2	22
รูปที่ 3.9 ระบบควบคุมวงจรมีการเปิดที่ใช้ปรับเครื่องควบคุมโดยวิธีหาผลการตอบสนองของกระบวนการ	26
รูปที่ 3.10	26
รูปที่ 3.11 การแกว่งของระบบวงจรมีการเปิด	29
รูปที่ 3.13 ผลการปรับค่า K_c ของเครื่องควบคุมแบบพี	31
รูปที่ 3.14 ผลการปรับค่า τ_i ของเครื่องควบคุมแบบพีไอ	32
รูปที่ 3.15 ผลการปรับค่า τ_D ของเครื่องควบคุมแบบพีไอ	33
รูปที่ 4.1 การควบคุมระดับน้ำ	34
รูปที่ 4.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงการควบคุมระดับน้ำ	34
รูปที่ 4.3 แสดงบล็อกการทำงานของโปรแกรม DCS ในการควบคุมระดับน้ำ	36
รูปที่ 4.4 รูปแสดงผลการทดลองการควบคุมระดับน้ำ	38
รูปที่ 4.5 การควบคุมอุณหภูมิของน้ำ	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.6 บล็อกไดอะแกรมแสดงการควบคุมอุณหภูมิน้ำ	39
รูปที่ 4.7 แสดงบล็อกการทำงานของโปรแกรม DCS ในการควบคุมอุณหภูมิน้ำ	41
รูปที่ 4.8 รูปแสดงผลการทดลอง การควบคุมอุณหภูมิของน้ำ	43
รูปที่ 4.9 การควบคุมระดับและอุณหภูมิของน้ำ 1	44
รูปที่ 4.10 บล็อกไดอะแกรมแสดงการควบคุมระดับและอุณหภูมิน้ำ 1	44
รูปที่ 4.11 แสดงบล็อกการทำงานของโปรแกรม DCS ในการควบคุม อุณหภูมิและระดับน้ำ 1	47
รูปที่ 4.12 รูปแสดงผลการทดลอง การควบคุมระดับและอุณหภูมิของน้ำ 1	51
รูปที่ 4.13 การควบคุมระดับและอุณหภูมิของน้ำ 2	52
รูปที่ 4.14 บล็อกไดอะแกรมแสดงการควบคุมระดับและอุณหภูมิน้ำ 2	52
รูปที่ 4.15 แสดงบล็อกการทำงานของโปรแกรม DCS ในการควบคุม อุณหภูมิและระดับน้ำ 2	56
รูปที่ 4.16 รูปแสดงผลการทดลอง การควบคุมอุณหภูมิของน้ำ 2	61
รูปที่ 5.1 หน้าจอของเมนู	62
รูปที่ 5.2 การแสดงคำสั่งบนเมนู	64
รูปที่ 5.3 คอลโทรลบล็อกไดอะแกรม	65
รูปที่ 5.4 Control Block Faceplate	67
รูปที่ 5.5 Edit System Memory	68
รูปที่ 5.6 Graphic Display	69
รูปที่ 5.7 หน้าจอของ Graphic Display Generator	70
รูปที่ 5.8 แสดงการกำหนดภาพจำลองใน EDIT ของ Graphic Display Generator	71
รูปที่ 5.9 Group Display	72
รูปที่ 5.10 Input Block Configuration	72
รูปที่ 5.11 Output Block Configuration	73
รูปที่ 5.12 System Configuration	74
รูปที่ 5.13 System Memory Configuration	75
รูปที่ 5.14 Graphic Configuration ใน System Configuration	75
รูปที่ 5.15 Group Configuration ใน System Configuration	76
รูปที่ 5.16 Trend Configuration ใน System Configuration	77
รูปที่ 5.17 Trending Display	78
รูปที่ 5.18 หน้าจอของโปรแกรม Installation	79
รูปที่ 5.19 การกำหนดค่าเอาต์พุต	80
รูปที่ 5.20 การกำหนดค่าอินพุต	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

ความมุ่งหมายของปริญญานิพนธ์

1.1 บทนำ

ในปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทกับมนุษย์มากขึ้น ซึ่งช่วยในการอำนวยความสะดวกต่าง ๆ นานาแก่มนุษย์ทั้งในด้านความรู้ ความบันเทิง ทั้งในด้านชีวิตประจำวันและในการทำงานต่าง ๆ ทั้งนี้เพราะคอมพิวเตอร์ทำงานได้อย่างรวดเร็ว อีกทั้งยังถูกต้อง นอกจากนั้นในวงการอุตสาหกรรมในปัจจุบัน คอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมาก เครื่องจักรในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จะใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงาน ดังนั้นการศึกษาการทำงานของคอมพิวเตอร์และการศึกษาลักษณะการนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานต่าง ๆ จึงมีความจำเป็นและสำคัญมากขึ้น

1.2 จุดประสงค์ของปริญญานิพนธ์

เพื่อศึกษาทฤษฎีและลักษณะในการทำงานของตัวควบคุมแบบดิจิทัล ในการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ และเพื่อให้เกิดการศึกษาในครั้งนี้เป็นพื้นฐานสำหรับผู้ที่จะศึกษาเกี่ยวกับ การทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวกลางในการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ภายนอกตลอดจนผู้สนใจที่จะคัดแปลงและนำผลงานชิ้นต่าง ๆ นี้มาใช้เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์มากขึ้น

บทที่ 2

การควบคุมแบบป้อนกลับ

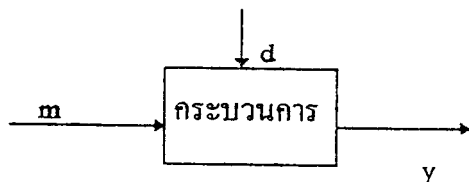
การควบคุมแบบป้อนกลับเป็นการควบคุมแบบพื้นฐานที่เข้าใจง่ายและนิยมใช้ในการควบคุมกระบวนการอุตสาหกรรม ผังสัญญาณของระบบควบคุมแบบป้อนกลับในกระบวนการอุตสาหกรรม ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (ก) ตัวแปรออกหรือสภาพของกระบวนการ $y(t)$ จะเปลี่ยนแปลงตามการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรเข้าของกระบวนการซึ่งประกอบด้วย ตัวแปรปรับกระบวนการ $m(t)$ จากเครื่องควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายและการรบกวนภายนอก $d(t)$ หรือสภาพแวดล้อมภายนอกที่มีผลกระทบต่อเปลี่ยนแปลงของสภาพกระบวนการ การควบคุมสภาพกระบวนการหรือตัวแปรออกของกระบวนการให้มีค่าตามเป้าหมายที่ต้องการในระบบควบคุมแบบป้อนกลับ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (ข) มีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. เครื่องวัด ตรวจสอบสภาพและวัดค่าตัวแปรกระบวนการ y เช่น อุณหภูมิ ความดัน อัตราการไหล และระดับของเหลว และได้ค่าวัด y_m ของกระบวนการจากเครื่องวัด ที่ใช้เป็นตัวแทนแสดงสภาพของกระบวนการ

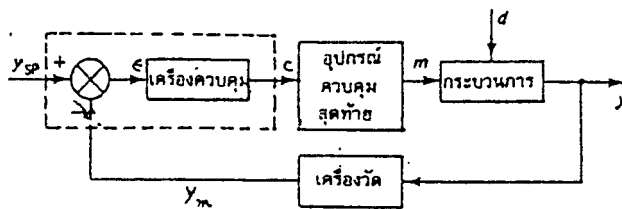
2. อุปกรณ์เปรียบเทียบค่าวัดของกระบวนการ y_m กับค่าสภาพกระบวนการที่ต้องการ ซึ่งเป็นเป้าหมายการควบคุม y_{sp} และคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุม $e = y_{sp} - y_m$

3. เครื่องควบคุมนำค่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุมมาใช้ในการคำนวณเพื่อปรับสภาพของกระบวนการให้เข้าสู่เป้าหมายที่ต้องการ โดยส่งสัญญาณควบคุม c ไปยังกระบวนการเพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุม แต่สัญญาณจากเครื่องควบคุมมักจะไม่สามารถใช้ปรับสภาพของกระบวนการได้โดยตรง เครื่องควบคุมจึงต้องส่งสัญญาณควบคุมไปยังอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายเพื่อเปลี่ยนรูปหรือเพิ่มขนาดของสัญญาณควบคุมให้มีมากพอสำหรับใช้ปรับสภาพของกระบวนการ โดยสัญญาณจากอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายนี้มักจะเรียกว่า สัญญาณปรับกระบวนการ m

ผังสัญญาณของกระบวนการ ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (ก) เรียกว่า ระบบวงเปิด (open loop) และ ผังสัญญาณของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ ดังแสดงใน รูปที่ 2.1 (ข) เรียกว่า ระบบวงปิด (closed loop) เนื่องจากมีการนำค่าตัวแปรออก y ป้อนกลับ เพื่อเปรียบเทียบกับตัวแปรเข้าของระบบควบคุม y_{sp}



(ก) ผังสัญญาณของกระบวนการอุตสาหกรรม



(ข) ผังสัญญาณของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ

รูปที่ 2.1

ระบบควบคุมแบบป้อนกลับในกระบวนการอุตสาหกรรม

1. การควบคุมอัตราการไหล ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ก) และ 2.2(ข) เป็นกระบวนการควบคุมอัตราการไหล 2 กระบวนการ โดยควบคุมอัตราการไหล F ให้มีค่าตามเป้าหมาย F_{sp}
2. การควบคุมความดัน ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ค) เป็นกระบวนการควบคุมความดันภายในถังเก็บ P ให้มีค่าตามเป้าหมาย P_{sp}
3. การควบคุมระดับของเหลว ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ง) และ 2.2 (จ) เป็นกระบวนการควบคุมระดับของเหลวในถัง h ให้มีค่าตามเป้าหมาย h_{sp}
4. การควบคุมอุณหภูมิ ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ฉ) เป็นกระบวนการควบคุมอุณหภูมิ T ให้มีค่าตามเป้าหมาย T_{sp}

การเขียนแบบเพื่อแสดงลักษณะโครงสร้างของระบบควบคุมในกระบวนการอุตสาหกรรมจะใช้สัญลักษณ์วงกลมแทนเครื่องควบคุม และใช้อักษรย่อแสดงชนิดของเครื่องควบคุมดังนี้

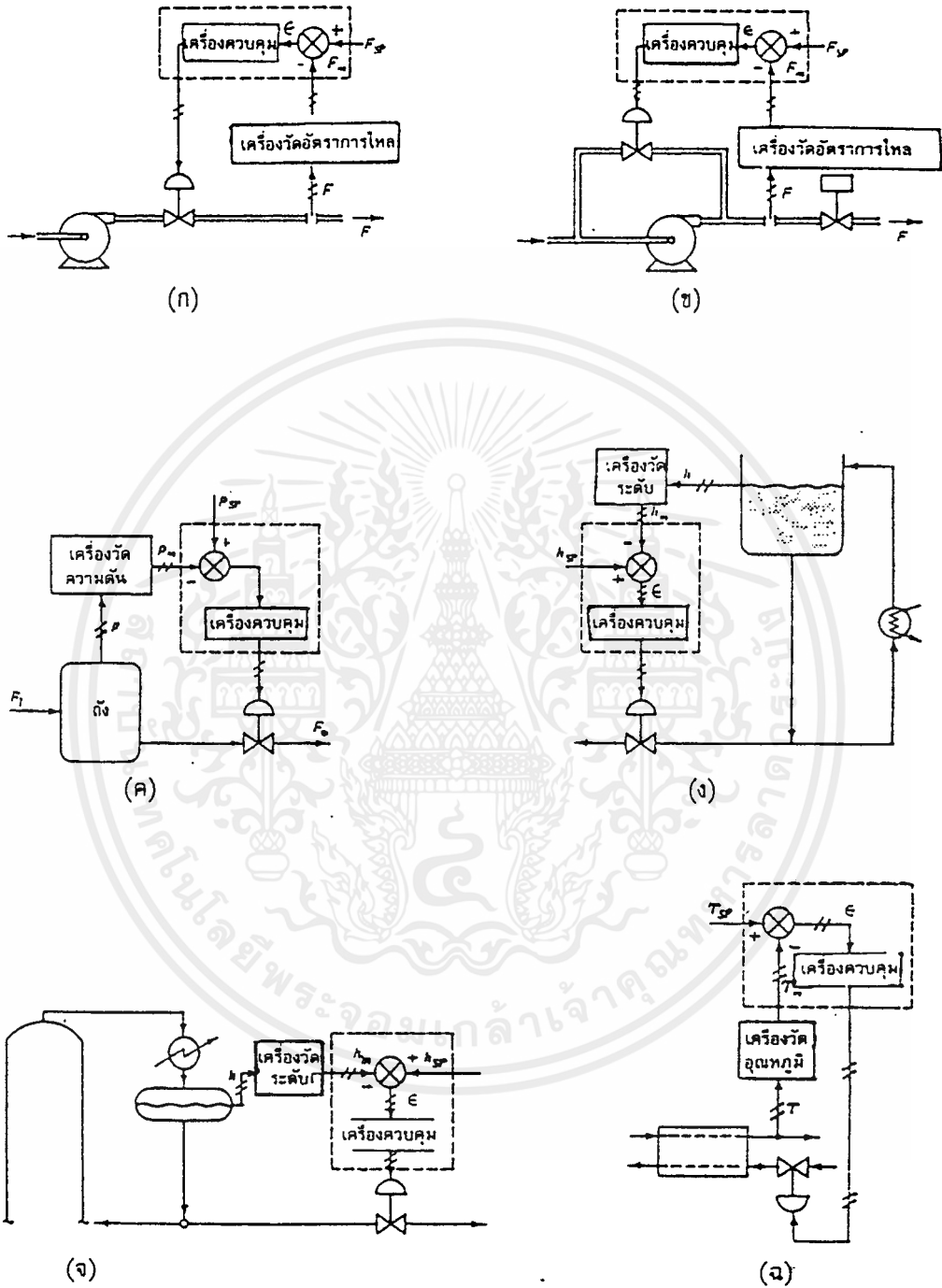
อักษรย่อ FC หมายถึง เครื่องควบคุมอัตราการไหล (flow control)

อักษรย่อ PC หมายถึง เครื่องควบคุมความดัน (pressure control)

อักษรย่อ LC หมายถึง เครื่องควบคุมระดับของเหลว (level control)

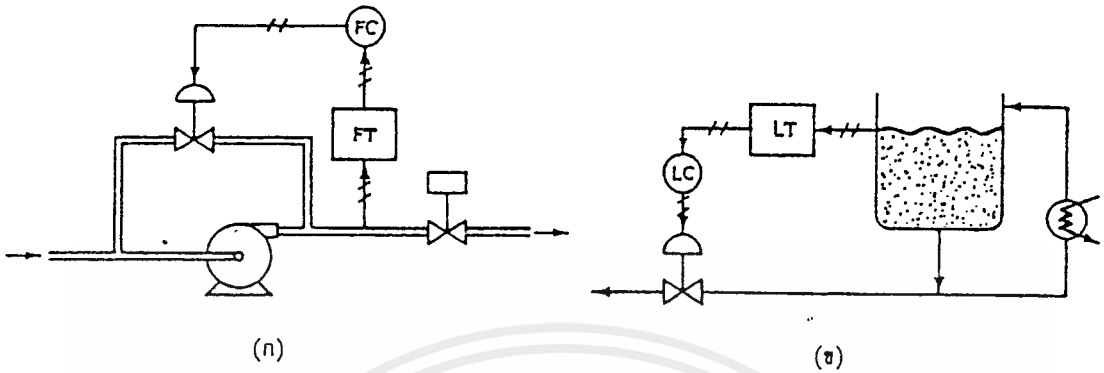
อักษรย่อ TC หมายถึง เครื่องควบคุมอุณหภูมิ (temperature control)

และใช้สัญลักษณ์สี่เหลี่ยมแทนเครื่องวัดและส่งสัญญาณ และใช้อักษรย่อกำกับทำนองเดียวกับเครื่องควบคุม คือ FT, PT, LT และ TT ตามลำดับ รูปที่ 2.3 แสดงตัวอย่างการใช้สัญลักษณ์ต่างๆในระบบควบคุมกระบวนการอุตสาหกรรม



รูปที่ 2.2 ระบบควบคุมกระบวนกรอุตสาหกรรมต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการใช้สัญลักษณ์แทนอุปกรณ์วัดและควบคุมในระบบการอุตสาหกรรม

อุปกรณ์และควบคุมของระบบควบคุมในระบบการอุตสาหกรรมได้กล่าวไว้แล้วบางส่วนในหัวข้อที่ 1.2 คือ กระบวนการ เครื่องวัด เครื่องส่งสัญญาณ สายสัญญาณ เครื่องควบคุม อุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย และอุปกรณ์บันทึกสัญญาณ สำหรับคุณสมบัติและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์หรือทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันของอุปกรณ์เหล่านี้ได้แสดงไว้บางส่วนในบทต่าง ๆ ที่ผ่านมา

2.1 เครื่องควบคุมแบบป้อนกลับ

โครงสร้างของระบบควบคุมแบบป้อนกลับที่ใช้ในระบบการอุตสาหกรรม ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (ข) เครื่องควบคุมจะทำหน้าที่ตรวจสอบสภาพของกระบวนการโดยใช้ค่าวัดของตัวแปรกระบวนการจากเครื่องวัด y_m เปรียบเทียบกับเป้าหมายการควบคุม y_{sp} และสร้างสัญญาณควบคุม c เพื่อปรับสภาพกระบวนการ โดยใช้ค่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุม $e = y_{sp} - y_m$ ในการตัดสินใจ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างค่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุม e กับสัญญาณควบคุม c ของเครื่องควบคุมจะมีลักษณะอย่างไรขึ้นกับชนิดและคุณสมบัติของเครื่องควบคุม

ปัจจุบันเครื่องควบคุมสามารถแบ่งตามโครงสร้างในการทำงานได้ 3 ชนิด คือ เครื่องควบคุมแบบนิวเมติกส์ ทำงานโดยใช้สัญญาณลม เครื่องควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์ (electronic controller) ทำงานโดยใช้วงจรอิเล็กทรอนิกส์เชิงเส้น (linear circuits) สร้างสัญญาณควบคุม และเครื่องควบคุมแบบดิจิทัล ทำงานโดยใช้วงจรตรรก (logic circuit) หรือไมโครโปรเซสเซอร์สร้างสัญญาณควบคุมโดยการเลียนแบบและจำลองการทำงานของเครื่องควบคุมแบบนิวเมติกส์และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมแบบอิเล็กทรอนิกส์จากแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของเครื่องควบคุมแบบเดิม
เครื่องควบคุมแบบพื้นฐานที่ใช้ในระบบควบคุมแบบป้อนกลับในกระบวนการอุตสาหกรรมมี 3
แบบ คือ เครื่องควบคุมแบบพี เครื่องควบคุมแบบพีไอ และเครื่องควบคุมแบบพีไอดี

1. เครื่องควบคุมแบบพี (proportional controller หรือ P controller) สัญญาณควบคุมจะ
แปรผันตรงตามค่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุม

$$c(t) = K_p E(t) + c_s \quad (2.1)$$

เมื่อ K_p คือ อัตราการควบคุมแบบพี (proportional gain) ของเครื่องควบคุม

c_s คือ สัญญาณถ่วง (bias signal) ของเครื่องควบคุม เป็นค่าตัวแปรออกของเครื่องควบคุม
เมื่อค่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุมมีค่า 0

เครื่องควบคุมแบบพี สามารถแสดงอัตราการควบคุม 2 วิธี คือ อัตราการควบคุมแบบพี K_p และ
แถบการควบคุมแบบพี PB (proportional band) โดย $PB = 100/K_p$ % แถบการควบคุมแบบพี
หมายถึง ค่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุม E ที่ทำให้สัญญาณควบคุมมีค่าสูงสุด ตัวอย่างเช่น ถ้า
เครื่องควบคุมแบบพีมีค่าแถบการควบคุมแบบพี $PB = 200$ % จะมีค่า $K_p = 100/200 = 0.5$ แทนค่า
 K_p ในสมการ (2.1) โดยสมมติค่า $c_s = 0$

$$c(t) = 0.5 \times E(t)$$

แสดงว่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุม $E(t)$ จะต้องมียุทธศาสตร์ 2 หรือ 200% ถึงจะทำให้สัญญาณควบคุม
มียุทธศาสตร์สูงสุดคือ 1 หรือ 100%

กระบวนการอุตสาหกรรมทั่วไปสามารถใช้เครื่องควบคุมที่มีค่าอัตราการควบคุมแบบพี
 $0.2 \leq K_p \leq 100$ หรือค่าแถบการควบคุมแบบพี $1 \leq PB \leq 500$ เครื่องควบคุมที่มีค่าอัตราการ
ควบคุมแบบพีมากหรือค่าแถบการควบคุมแบบพีน้อยจะมีความไวในการตอบสนองต่อค่า
ความคลาดเคลื่อนในการควบคุม E สูง ถ้าแสดงค่าสัญญาณควบคุม $c(t)$ ในรูปของตัวแปรเบี่ยง
เบน $c'(t)$

$$c'(t) = c(t) - c_s$$

$$c'(t) = K_p E(t) \quad (2.2)$$

เมื่อแทนค่าการแปลงลาปลาซในสมการ (2.2) จะได้ทรานส์เฟอว์ฟังก์ชันของเครื่องควบคุมแบบพี

$$G_E(s) = K_p \quad (2.3)$$

2. เครื่องควบคุมแบบพีไอ (Proportional - Integral controller หรือ PI controller)

สัญญาณควบคุมมีความสัมพันธ์กับค่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุมตามสมการ

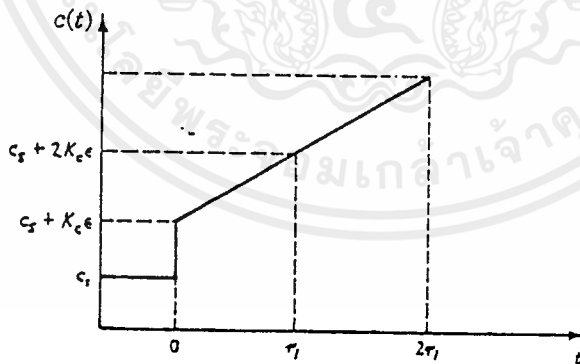
$$c(t) = K_c \varepsilon(t) + \frac{K_c}{\tau_I} \int_0^t \varepsilon(t) dt + c_s \quad (2.4)$$

เมื่อ τ_I คือ ค่าคงที่ของช่วงเวลารวมอินทิเกรต (integral time constant) หรือช่วงเวลากการเริ่มต้นอินทิเกรต (reset time) ของเครื่องควบคุมแบบไอ

เครื่องควบคุมแบบไอแสดงอัตราการควบคุมโดยใช้ค่าคงที่ของช่วงเวลารวมอินทิเกรต หรือช่วงเวลากการเริ่มต้นอินทิเกรต มีหน่วยเป็นนาที/ครั้ง (minutes/repeat) หรือแสดงการควบคุมโดยใช้ค่าอัตราการเริ่มต้นอินทิเกรต มีหน่วยเป็นครั้ง/นาที (repeats/minute) มีค่า $1/\tau_I$

กระบวนการอุตสาหกรรมทั่วไปสามารถใช้เครื่องควบคุมที่มีค่าช่วงเวลากการเริ่มต้นอินทิเกรต $0.1 \leq \tau_I \leq 50$ นาที รูปที่ 2.4 แสดงสัญญาณควบคุมของเครื่องควบคุมแบบพีไอ เริ่มต้น $t = 0$ สัญญาณควบคุมจากการควบคุมแบบพีไออย่างเดียว ตามสมการ (2.4) มีค่า $c = K_c \varepsilon$ เมื่อเวลาผ่านไป τ_I สัญญาณควบคุมจากการควบคุมแบบไอจะมีค่าเท่ากับสัญญาณควบคุมที่ได้จากการควบคุมแบบพีไอเพียงอย่างเดียว

$$\frac{K_c}{\tau_I} \int_0^{\tau_I} \varepsilon(t) dt = \frac{K_c}{\tau_I} \varepsilon \tau_I = K_c \varepsilon$$



รูปที่ 2.4 สัญญาณควบคุมแบบพีไอ

ช่วงเวลากการเริ่มต้นอินทิเกรต τ_I หมายถึง ช่วงเวลาที่เครื่องควบคุมใช้ในการเพิ่มค่าสัญญาณการควบคุมแบบไอจนมีค่าเท่ากับสัญญาณที่ได้จากการควบคุมแบบพีไอเพียงอย่างเดียวหนึ่งครั้ง หรือเครื่องควบคุมแบบไอต้องใช้เวลา τ_I เพื่อเพิ่มสัญญาณควบคุมให้มีค่าเท่ากับสัญญาณที่ได้จากการควบคุมแบบพีไอหนึ่งครั้ง เครื่องควบคุมแบบไอมีคุณสมบัติต่างจากเครื่องควบคุมแบบพีไอ คือ ด้านการคำนวณการอินทิเกรตเป็นแบบวนซ้ำ (discrete) ไม่สามารถอินทิเกรตได้อย่างต่อเนื่อง (continuous) อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณควบคุมจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงตลอดเวลาที่ยังมีค่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอยู่ จากสมการ (2.4) ทรานส์เฟอ์ฟังก์ชันของเครื่องควบคุมแบบพีไอ คือ

$$G_c(s) = K_c \left(1 + \frac{1}{\tau_I s} \right) \quad (2.5)$$

3. เครื่องควบคุมแบบพีไอดี (Proportional-Integral-Derivative controller หรือ PID controller) สัญญาณควบคุมของเครื่องควบคุม คือ

$$c(t) = K_c \varepsilon(t) + \frac{K_c}{\tau_I} \int_0^t \varepsilon(t) dt + K_c \tau_D \frac{d\varepsilon(t)}{dt} + c_s \quad (2.6)$$

เมื่อ τ_D คือ ค่าคงที่ของเวลาอนุพันธ์ (derivative time constant) ของเครื่องควบคุมแบบดี เครื่องควบคุมสร้างสัญญาณควบคุมแบบดีจากพจน์ $d\varepsilon/dt$ ในสมการ (2.6) ซึ่งมีค่าเปลี่ยนแปลงทันทีที่ค่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุม $\varepsilon(t)$ มีการเปลี่ยนแปลง ไม่ว่าจะเป็นค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง และสัญญาณการควบคุมแบบดีจะถูกสร้างขึ้นเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการควบคุมล่วงหน้าทันที ทรานส์เฟอ์ฟังก์ชันของเครื่องควบคุมแบบพีไอดี คือ

$$G_c(s) = K_c \left(1 + \frac{1}{\tau_I s} + \tau_D s \right) \quad (2.7)$$

การควบคุมกระบวนการโดยใช้เครื่องควบคุมแบบดีมีคุณสมบัติที่น่าสนใจ ดังนี้

1. กระบวนการที่ความคลาดเคลื่อนในการควบคุม ε มีค่าคงที่ จะไม่มีสัญญาณการควบคุมแบบดีเกิดขึ้น
2. กระบวนการที่ค่าวัดมีการเปลี่ยนแปลงอยู่เสมอหรือค่าวัดมีการรบกวนจากสัญญาณภายนอกจะทำให้สัญญาณการควบคุมแบบดีจะมีค่าสูง ถึงแม้ว่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุม ε จะมีค่าน้อย

2.2 คุณสมบัติของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ

ระบบควบคุมแบบป้อนกลับในกระบวนการอุตสาหกรรมแบ่งออกเป็น 4 ส่วน คือ กระบวนการ เครื่องวัด เครื่องควบคุม และอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย ดังแสดงในรูปที่ 2.1 (ข) ทรานส์เฟอว์ฟังก์ชันของส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ คือ

1. กระบวนการ

$$y(s) = G_p(s)m(s) + G_d(s)d(s) \quad (2.8)$$

2. เครื่องวัด

$$y_m(s) = G_m(s)y(s) \quad (2.9)$$

3. เครื่องควบคุม

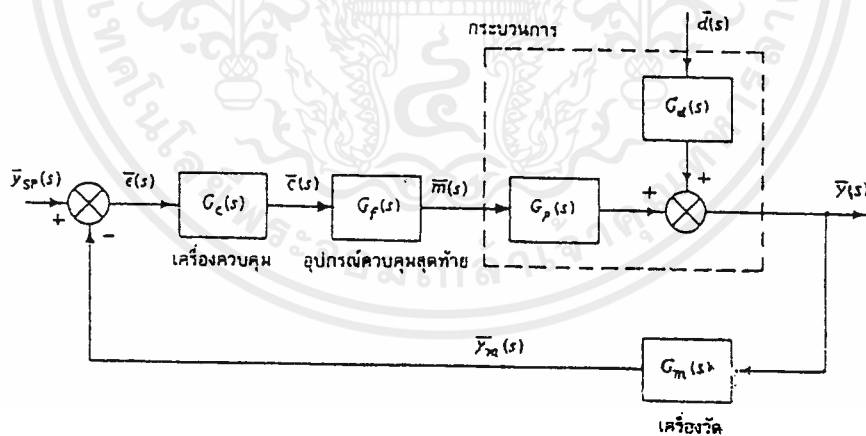
$$E(s) = y_{sp}(s) - y_m(s) \quad (2.10)$$

และ

$$c(s) = G_c(s) E(s) \quad (2.11)$$

4. อุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย

$$m(s) = G_f(s) c(s) \quad (2.12)$$

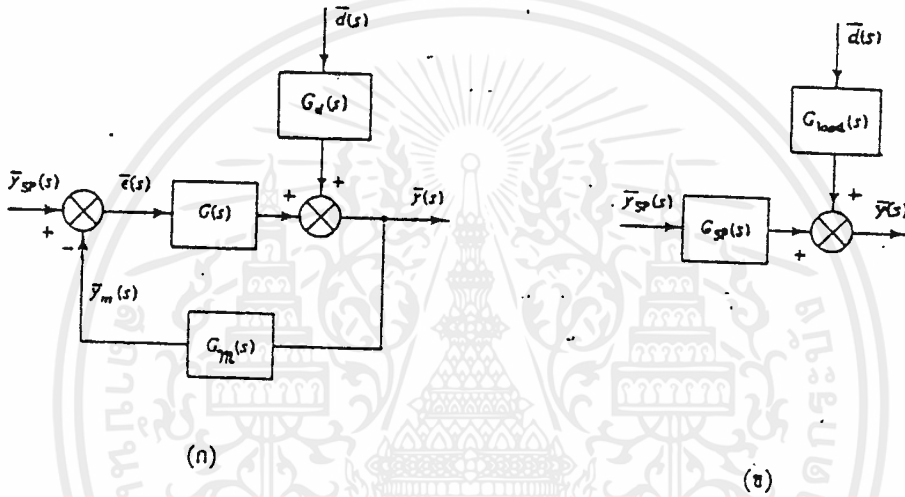


รูปที่ 2.5 ผังสัญญาณของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ

โดย G_p , G_d , G_m , G_c และ G_f คือ ทรานส์เฟอว์ฟังก์ชันของส่วนประกอบ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ใน กระบวนการตามลำดับ ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่าง ๆ ในสมการ (2.8) ถึงสมการ (2.12) แสดงโดยผังสัญญาณรูปที่ 2.5 อัตรายขยายของเส้นทางก้าวหน้า ประกอบด้วย $G = G_c G_f G_p$ และ

อัตราขยายของเส้นทางป้อนกลับ คือ G_m รูปที่ 2.6 แสดงฟังก์ชันสัญญาณของระบบควบคุมแบบป้อนกลับภายหลังได้รับการลดรูปให้เข้าใจง่ายขึ้นสามารถแสดงโดยสมการ (2.12)

$$m(s) = G_f(s) c(s)$$



รูปที่ 2.6 ฟังก์ชันสัญญาณของระบบควบคุมแบบป้อนกลับภายหลังการลดรูป

จากสมการ (2.11)

$$m(s) = G_f(s) G_o(s) E(s)$$

จากสมการ (2.10)

$$m(s) = G_f(s) G_o(s) [y_{sp}(s) - y_m(s)]$$

จากสมการ (2.9)

$$m(s) = G_f(s) G_o(s) [y_{sp}(s) - G_m(s)y(s)]$$

แทนค่าในสมการ (2.8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$y(s) = G_p(s)\{G_f(s) G_o(s) [y_{sp}(s) - G_m(s) y(s)]\} + G_d(s) d(s) \quad (2.13)$$

$$y(s) = \frac{G_p(s)G_f(s)G_c(s)}{1+G_p(s)G_f(s)G_c(s)G_m(s)} y_{sp}(s) + \frac{G_d(s)}{1+G_p(s)G_f(s)G_c(s)G_m(s)} d(s) \quad (2.14)$$

สมการ (2.14) คือ ทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันรวมของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ พจน์แรก แสดงผลการตอบสนองของตัวแปรออกจากผลการเปลี่ยนเป้าหมายการควบคุม และพจน์ที่สอง แสดงผลการตอบสนองของตัวแปรออกจากผลการรบกวนภายนอก แทนค่า

$$\frac{G_p G_f G_c}{1+G_p G_f G_c G_m} = \frac{G}{1+GG_m} = G_{sp} \quad (2.15)$$

$$\frac{G_d}{1+G_p G_f G_c G_m} = \frac{G_d}{1+GG_m} = G_{load} \quad (2.16)$$

G_{sp} คือ ทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันของกระบวนการ เมื่อพิจารณาการเปลี่ยนแปลงเป้าหมายการควบคุม ผลการตอบสนองของตัวแปรออกมีค่า

$$y(s) = G_{sp}(s) y_{sp}(s) \quad (2.17)$$

การควบคุมต้องการให้ค่าตัวแปรออกของกระบวนการ $y(t)$ มีค่าเท่ากับเป้าหมายการควบคุม $y_{sp}(t)$ ตลอดเวลาไม่ว่าเป้าหมายการควบคุมจะมีการเปลี่ยนแปลงอย่างไร การศึกษาวิธีแก้ปัญหาในระบบควบคุมลักษณะเช่นนี้คือ การแก้ปัญหาในการติดตามเป้าหมาย (tracking control problem หรือ servo problem)

G_{load} คือ ทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันของกระบวนการ เมื่อพิจารณาผลกระทบจากการรบกวนภายนอกหรือการเปลี่ยนแปลงค่าภาระการควบคุม (load) ที่รบกวนสภาพของกระบวนการ ผลการตอบสนองของตัวแปรออกมีค่า

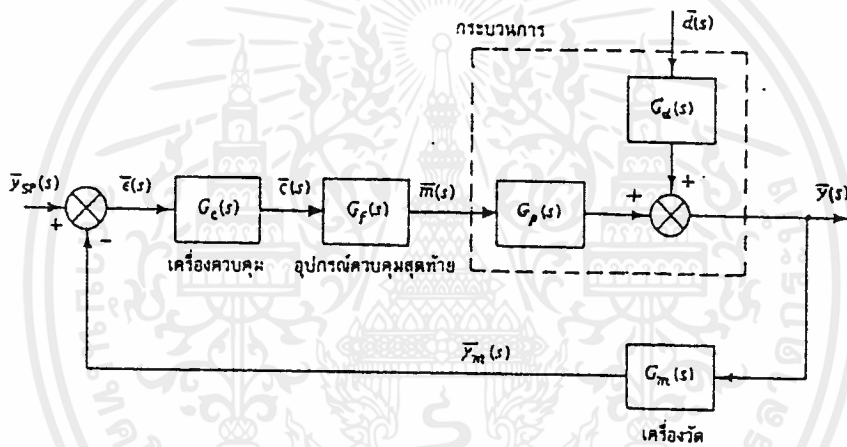
$$y(s) = G_{load}(s) d(s) \quad (2.18)$$

การควบคุมต้องการให้ค่าตัวแปรของกระบวนการ $y(t)$ มีค่าเท่ากับเป้าหมายการควบคุม $y_{sp}(t)$ ตลอดเวลาไม่ว่าการรบกวนจะมีลักษณะอย่างไร การศึกษาวิธีการแก้ปัญหาในระบบควบคุมลักษณะเช่นนี้คือ การแก้ปัญหาคำรักษาสภาพกระบวนการ (regulator control problem)

บทที่ 3

การเลือกและการปรับเครื่องควบคุม

การออกแบบระบบควบคุมแบบป้อนกลับในกระบวนการอุตสาหกรรม คือ การเลือกเครื่องควบคุมแบบพีไอหรือพีไอดี และการปรับเครื่องควบคุมเพื่อหาค่าตัวแปรควบคุมคือ อัตราการควบคุมแบบพี K_c ช่วงเวลาการเริ่มต้นอินทิเกรต τ_I และค่าคงที่ของเวลาอนุพันธ์ τ_D ที่เหมาะสมกับกระบวนการและทำให้ได้ผลการควบคุมที่ดีที่สุด

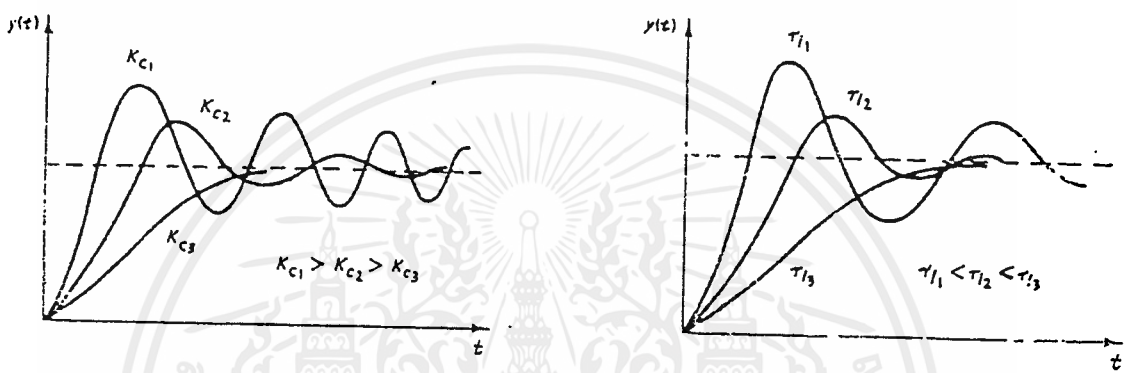


รูปที่ 3.1 ผังสัญญาณของระบบควบคุมแบบป้อนกลับ

ผังสัญญาณของระบบควบคุมแบบป้อนกลับดังแสดงในรูปที่ 3.1 เมื่อภาระการควบคุมหรือเป้าหมายการควบคุมเปลี่ยนแปลงจะทำให้สภาพกระบวนการเปลี่ยนแปลงและเกิดความคลาดเคลื่อนในการควบคุม เครื่องควบคุมจะพยายามปรับสภาพกระบวนการให้เข้าสู่เป้าหมายที่ต้องการ รูปที่ 3.3 แสดงการเปลี่ยนแปลงสภาพของกระบวนการและผลการควบคุมของเครื่องควบคุมแบบต่าง ๆ เมื่อภาระการควบคุมเปลี่ยนแปลงเป็นสัญญาณระดับ ซึ่งจะพบว่าการใช้เครื่องควบคุมต่างชนิดกันจะทำให้ได้ผลการควบคุมต่างกัน สิ่งแรกที่ต้องพิจารณาในการออกแบบระบบควบคุมแบบป้อนกลับในกระบวนการอุตสาหกรรม คือ

1. กระบวนการอุตสาหกรรมที่ต้องการจะควบคุมควรใช้เครื่องควบคุมแบบใด

เมื่อเลือกเครื่องควบคุมที่จะนำมาใช้ควบคุมกระบวนการได้เรียบร้อยแล้ว เช่น ถ้าเลือกใช้เครื่องควบคุมแบบพีไอในการควบคุมกระบวนการ ตัวอย่างรูปที่ 3.2 แสดงว่ากระบวนการที่ใช้เครื่องควบคุมแบบพีไออาจจะได้ผลการควบคุมต่างกัน เมื่อใช้ตัวแปรควบคุม คือ K_c และ τ_I ค่าต่างกัน สิ่งที่ต้องพิจารณาลำดับต่อไป คือ



(ก) ผลการตอบสนองเมื่อปรับค่า K_c

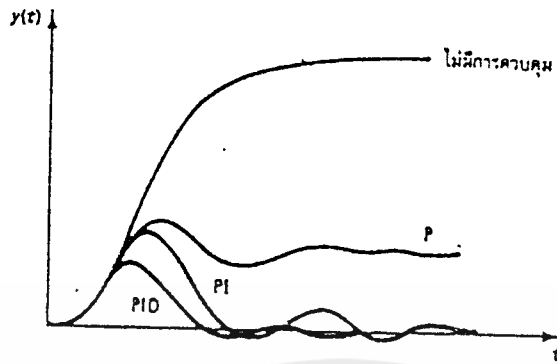
(ข) ผลการตอบสนองเมื่อปรับค่า τ_I

รูปที่ 3.2 ผลการตอบสนองของกระบวนการที่มีการควบคุมแบบไอ ปรับค่า K_c และ τ_I และ การตอบสนองกระบวนการเร็วขึ้น เมื่อกระบวนการมีความหน่วงน้อยและเกิดการแกว่ง

2. เครื่องควบคุมที่ใช้ควบคุมกระบวนการควรปรับตัวแปรควบคุมอย่างไร จึงจะเหมาะสมกับกระบวนการที่ต้องการจะควบคุมและได้ผลการควบคุมที่ดีที่สุด

เมื่อเลือกเครื่องควบคุมและปรับตัวแปรควบคุมเรียบร้อยแล้ว บางครั้งอาจพบว่ากระบวนการสามารถใช้เครื่องควบคุมหลายแบบและสามารถใช้ตัวแปรควบคุมได้หลายชุด ในการปรับสภาพกระบวนการให้เข้าสู่เป้าหมายที่ต้องการ สิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นอันดับสุดท้าย คือ

3. การเลือกเครื่องควบคุมและปรับเครื่องควบคุมให้หลักเกณฑ์ในการเลือกและตัดสินใจอย่างไร จึงจะทราบว่าระบบควบคุมให้ผลการควบคุมที่ดี และเหมาะสมกับกระบวนการมากที่สุด



รูปที่ 3.3 ผลการตอบสนองของกระบวนการที่ใช้เครื่องควบคุมต่าง ๆ

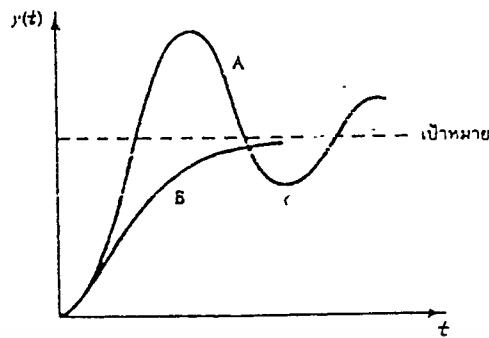
หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกเครื่องควบคุมและปรับตัวแปรควบคุมมีหลายวิธี ขึ้นกับวัตถุประสงค์ในการควบคุมและวัตถุประสงค์ในการออกแบบระบบควบคุม เช่น

- ต้องการลดค่าการตอบสนองสูงสุดของระบบควบคุมให้น้อยที่สุด
- ต้องการลดค่าช่วงเวลาสู่สมดุลให้สั้นที่สุด
- ต้องการลดค่าความคลาดเคลื่อนรวมในการควบคุมให้มีค่าน้อยที่สุด

การใช้หลักเกณฑ์ในการเลือกและตัดสินใจต่างกัน จะทำให้ระบบควบคุมได้ผลการควบคุมต่างกัน

3.1 หลักเกณฑ์เบื้องต้นในการเลือกและออกแบบระบบควบคุม

ผู้ออกแบบระบบควบคุมจะต้องกำหนดหลักเกณฑ์ในการตัดสินใจที่ใช้ในการออกแบบระบบควบคุมเพื่อใช้เป็นมาตรฐานเปรียบเทียบระหว่างระบบควบคุมหลาย ๆ ระบบว่า ผลการควบคุมของระบบควบคุมใด สามารถให้ผลการควบคุมที่ดีที่สุดตามเป้าหมายและความต้องการที่กำหนดไว้ในการออกแบบระบบควบคุม บางครั้งระบบควบคุมระบบหนึ่งอาจให้ผลการควบคุมที่ดีและสอดคล้องกับความต้องการที่สุดสำหรับกระบวนการผลิตอย่างหนึ่ง แต่อาจให้ผลการควบคุมสำหรับกระบวนการผลิตอย่างหนึ่ง แต่อาจให้ผลการควบคุมที่ไม่เหมาะสมกับกระบวนการผลิตอื่นก็ได้ เมื่อใช้หลักเกณฑ์ในการออกแบบระบบควบคุมที่ต่างกันเช่น ระบบควบคุม 2 ระบบ ได้ผลการตอบสนองแสดงโดยโค้ง A และ B ในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ผลการตอบสนองของระบบควบคุม 2 ระบบ

ถ้าการควบคุมต้องการให้สภาพกระบวนการเข้าสู่เป้าหมายเร็วที่สุดจะต้องเลือกใช้ระบบควบคุมที่จะให้ผลการตอบสนองตามเส้นโค้ง A แต่สำหรับการควบคุมที่ต้องการลดช่วงเวลาสู่สมดุลให้สั้นที่สุดควรจะเลือกใช้ระบบควบคุมที่ให้ผลการตอบสนองตามเส้นโค้ง B การออกแบบระบบควบคุมจึงต้องเลือกหลักเกณฑ์ที่ใช้การตัดสินใจให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์และความต้องการให้ถูกต้องตรงกับความต้องการก่อน เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบผลการควบคุมของระบบควบคุมทุกระบบในการออกแบบขั้นตอนต่อไป หลักเกณฑ์ที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกระบบควบคุมทั่วไปแบ่งออกเป็น

1. หลักเกณฑ์การตัดสินใจโดยใช้ผลการตอบสนองเชิงจลน์ (dynamic response performance criteria)
2. หลักเกณฑ์การตัดสินใจโดยใช้ผลการตอบสนองเชิงสถิต (steady state performance criteria)

3.2 หลักเกณฑ์การตัดสินใจโดยใช้ผลการตอบสนองเชิงจลน์

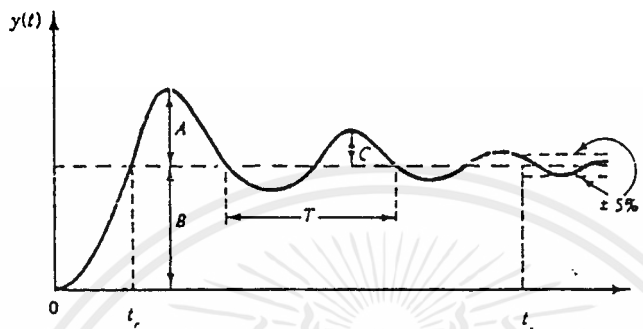
การออกแบบระบบควบคุมโดยใช้ผลการตอบสนองทางจลน์ของระบบควบคุมในการตัดสินใจ มี 2 วิธี คือ

1. การตรวจสอบผลการตอบสนองของระบบควบคุมเฉพาะจุด การตรวจสอบวิธีนี้ค่อนข้างง่ายแต่ไม่สามารถทราบคุณสมบัติทั้งหมดของระบบควบคุม แต่ทราบเพียงคุณสมบัติโดยประมาณของระบบควบคุมเท่านั้น

2. การตรวจสอบผลการตอบสนองของระบบควบคุมทุกจุด ตั้งแต่กระบวนการเริ่มมีการเปลี่ยนแปลง เมื่อเวลา $t = 0$ จนกระบวนการเข้าสู่สภาพสมดุล $t \rightarrow \infty$ การตรวจสอบวิธีนี้ค่อนข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้างยุ่งยากแต่ทำให้สามารถทราบคุณสมบัติต่าง ๆ ทั้งหมดของระบบควบคุมได้ละเอียดกว่าวิธีแรก การตรวจสอบผลการตอบสนองของระบบควบคุมเฉพาะจุดจะใช้พิจารณาเลือกระบบควบคุมจากคุณสมบัติบางประการ โดยใช้ผลการตอบสนองของกระบวนการภายหลังมีการควบคุมจากรูปที่ 3.5 คือ



รูปที่ 3.5 ผลการตอบสนองของระบบควบคุม

1. ผลการตอบสนองสูงสุด
2. เวลาพุ่ง
3. เวลาสู่สมดุล
4. อัตราการลดแทน
5. ความถี่ในการแกว่ง เป็นต้น

คุณสมบัติแต่ละประการที่ได้จากผลการตอบสนองของระบบควบคุมสามารถเปรียบเทียบกันเพื่อช่วยในการตัดสินใจเลือกระบบควบคุมที่เหมาะสมกับกระบวนการมากที่สุด แต่บางครั้งคุณสมบัติเพียงอย่างเดียวหนึ่งอาจไม่เพียงพอ จำเป็นต้องใช้คุณสมบัติหลายประการเพื่อประกอบการตัดสินใจ เช่น ต้องการออกแบบระบบควบคุมที่ทำให้กระบวนการมีผลการตอบสนองสูงสุดน้อยที่สุดและช่วงเวลาสู่สมดุลสั้นที่สุด ซึ่งบางครั้งความต้องการเหล่านี้มักจะมีผลขัดแย้งกันเองในการออกแบบ การใช้เครื่องควบคุมแบบพีไอดี ถ้าต้องการลดผลการตอบสนองสูงสุดของกระบวนการโดยการลดค่า K_c จะทำให้ช่วงเวลาสู่สมดุลของกระบวนการเพิ่มขึ้นด้วย การออกแบบระบบควบคุมจึงต้องพยายามหาข้อยุติและผสมผสานความต้องการต่าง ๆ ที่ขัดแย้งให้ได้ โดยเลือกจุดควบคุมที่ทำให้ผลการตอบสนองของระบบควบคุมมีคุณสมบัติรวมต่าง ๆ ใกล้เคียงกับความต้องการทั้งหมดให้มากที่สุด

คุณสมบัติของระบบควบคุมที่สำคัญ และใช้ในการออกแบบระบบควบคุม คือ อัตราการลดทอนของกระบวนการ จากผลการทดลอง พบว่า กระบวนการที่มีอัตราการลดทอน C/A ดังแสดงในรูปที่ 3.5 เท่ากับ $1/4$ (one quarter decay) จะทำให้กระบวนการมีความเร็วในการตอบสนองและช่วงเวลาสู่สมดุลที่สุด

3.3 หลักเกณฑ์การตัดสินใจโดยใช้ผลการตอบสนองเชิงสถิติ

การตอบสนองเชิงสถิติของระบบควบคุม คือ ผลการตอบสนองของระบบควบคุมภายหลังการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรเข้ามานานมากจนกระบวนการเข้าสู่สภาพสมดุลใหม่ระบบควบคุมทั่วไปจะมีผลการตอบสนองเชิงสถิติต่างกัน เมื่อได้รับตัวแปรเข้าที่มีลักษณะต่างกันเช่น ระบบควบคุมที่ไม่มีความคลาดเคลื่อนในการควบคุมเกิดขึ้นเลย เมื่อตัวแปรเข้าเป็นสัญญาณระดับ อาจมีความคลาดเคลื่อนในการควบคุมเกิดขึ้น เมื่อตัวแปรเข้าเป็นสัญญาณอัตราเร็ว การทำให้ระบบควบคุมไม่มีความคลาดเคลื่อนในการควบคุมเกิดขึ้น สามารถทำได้โดยการแก้ไขคุณสมบัติของระบบควบคุมใหม่ การวิเคราะห์ผลการตอบสนองเชิงสถิติสามารถทำได้โดยพิจารณาแบ่งระบบควบคุมออกเป็นระบบชนิด (type) ต่าง ๆ ตามลักษณะทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันของระบบควบคุมวงเปิด

$$G(s)G_m(s) = \frac{K(s+a_1)(s+a_2).....(s+a_m)}{s^N(s+b_1)(s+b_2).....(s+b_n)} \quad (3.1)$$

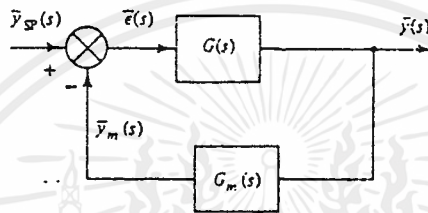
ผลการตอบสนองเชิงสถิติของระบบควบคุมจะเป็นเช่นไร เมื่อได้รับตัวแปรเข้าเป็นสัญญาณระดับ สัญญาณอัตราเร็ว สัญญาณอัตราเร่ง หรือสัญญาณอื่น ๆ ขึ้นกับจำนวนโพลที่จุดกำเนิดของทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันของระบบควบคุมวงเปิด ถ้าทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันไม่มีโพลที่จุดกำเนิด $N = 0$ ระบบควบคุมเป็นระบบชนิด 0 (type 0) ถ้าทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันมีโพลที่จุดกำเนิด 1 ตำแหน่ง $N = 1$ ระบบควบคุมเป็นระบบชนิด 1 (type 1) และระบบที่มีโพลที่จุดกำเนิดจำนวน N ตำแหน่ง เป็นระบบควบคุมชนิด N (type N) ถ้าระบบควบคุมมีโพลที่จุดกำเนิดจำนวนเพิ่มขึ้นจะทำให้ระบบควบคุมมีความแม่นยำในการควบคุมเพิ่มขึ้นด้วยหรือช่วยให้ระบบควบคุมมีความคลาดเคลื่อนในการควบคุมลดลง แต่จะทำให้เสถียรภาพของระบบควบคุมลดลงด้วยเช่นกัน การออกแบบระบบควบคุมทั่วไปจึงพยายามไม่ทำให้ระบบควบคุมมีจำนวนโพลที่จุดกำเนิดมากกว่า

3 ตำแหน่งเพื่อหลีกเลี่ยงไม่ทำให้ระบบควบคุมขาดเสถียรภาพ พังสัญญาณของระบบควบคุมแบบป้อนกลับดังแสดงในรูปที่ 3.6 ทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันรวมของระบบควบคุม คือ

$$\frac{y(s)}{y_{sp}(s)} = \frac{G(s)}{1 + G(s)G_m(s)} \quad (3.2)$$

ทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันระหว่างความคลาดเคลื่อนในการควบคุม $\varepsilon(s)$ และเป้าหมายการควบคุม $y_{sp}(s)$ คือ

$$y_{sp}(s) = G(s)\varepsilon(s)$$



รูปที่ 3.6 ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ

$$\frac{G(s)}{1 + G(s)G_m(s)} y_{sp}(s) = G(s)\varepsilon(s)$$

$$\frac{\varepsilon(s)}{y_{sp}(s)} = \frac{1}{1 + G(s)G_m(s)} \quad (3.3)$$

$$\varepsilon(s) = \frac{1}{1 + G(s)G_m(s)} y_{sp}(s) \quad (3.4)$$

การหาค่าความคลาดเคลื่อนในการควบคุมขณะที่ระบบควบคุมเข้าสู่สภาวะสมดุลจากทฤษฎีค่าสุดท้ายของการแปลงลาปลาซ คือ

$$\varepsilon_{ss} = \lim_{t \rightarrow \infty} \varepsilon(t) = \lim_{s \rightarrow 0} \varepsilon(s)$$

$$\varepsilon_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s y_{sp}(s)}{1 + G(s)G_m(s)} \quad (3.5)$$



ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมของระบบควบคุมขึ้นกับจำนวนโพลที่จุดกำเนิดของระบบควบคุมเองและลักษณะของสัญญาณเข้าที่ใช้ทดสอบระบบควบคุมนั้นทำให้การพิจารณาสามารถแบ่งคุณสมบัติเชิงสถิติของระบบควบคุมออกได้ดังนี้

1. ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมตำแหน่ง คือ ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมเมื่อตัวแปรเข้าเป็นสัญญาณระดับขนาด 1 หน่วยแทนค่า $y_{sp}(s) = 1/s$ ในสมการ (3.5)

$$\varepsilon_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s}{1 + G(s)G_m(s)} \frac{1}{s} \quad (3.6)$$

$$= \frac{1}{1 + G(0)G_m(0)}$$

แทนค่า

$$K_p = \lim_{s \rightarrow 0} G(s)G_m(s) \quad (3.7)$$

$$= G(0)G_m(0)$$

$$\varepsilon_{ss} = \frac{1}{1 + K_p} \quad (3.8)$$

K_p คือ ค่าคงที่ของความคลาดเคลื่อนเชิงสถิติในการควบคุมตำแหน่ง (static position error constant) ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมตำแหน่งของระบบควบคุมชนิด 0

$$K_p = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{K(s+a_1)(s+a_2).....(s+a_m)}{s^0(s+b_1)(s+b_2).....(s+b_n)} = K \quad (3.9)$$

$$\varepsilon_{ss} = \frac{1}{1 + K} \quad (3.10)$$

ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมตำแหน่งของระบบควบคุมชนิด 1,2,...,N

$$K_p = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{K(s+a_1)(s+a_2).....(s+a_m)}{s^N(s+b_1)(s+b_2).....(s+b_n)} \quad (3.11)$$

$$=\infty$$

$$\varepsilon_{ss} = 0 \quad (3.12)$$

2. ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอัตราเร็ว คือ ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมเมื่อตัวแปรเข้าเป็นสัญญาณอัตราเร็วที่มีความชันขนาด 1 หน่วย แทนค่า $y_{sp}(s) = 1/s^2$

$$\varepsilon_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s + sG(s)G_m(s)} \quad (3.13)$$

$$\varepsilon_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{G(s)G_m(s)}$$

แทนค่า

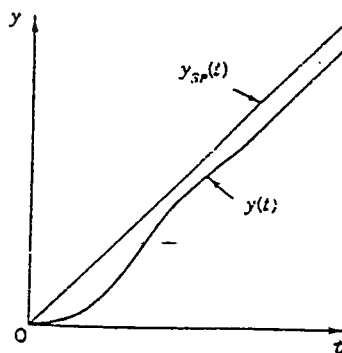
$$K_v = \lim_{s \rightarrow 0} sG(s)G_m(s) \quad (3.14)$$

$$\varepsilon_{ss} = \frac{1}{K_v} \quad (3.15)$$

K_v คือ ค่าคงที่ของความคลาดเคลื่อนเชิงสถิตในการควบคุมอัตราเร็ว (static velocity error constant) ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอัตราเร็วของระบบควบคุมชนิด 0

$$K_v = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{K(s+a_1)(s+a_2).....(s+a_m)}{s^0(s+b_1)(s+b_2).....(s+b_n)} = 0 \quad (3.16)$$

$$\varepsilon = \infty \quad (3.17)$$



รูปที่ 3.7 ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอัตราเร็วของระบบควบคุมชนิด 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$K_v = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{sK(s+a_1)(s+a_2).....(s+a_m)}{s(s+b_1)(s+b_2).....(s+b_n)}$$

$$= K \quad (3.18)$$

$$\varepsilon_{ss} = \frac{1}{K} \quad (3.19)$$

ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอัตราเร็วของระบบควบคุมชนิด 2,3,...,N

$$K_v = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{sK(s+a_1)(s+a_2).....(s+a_m)}{s^N(s+b_1)(s+b_2).....(s+b_n)}$$

$$= \infty \quad (3.20)$$

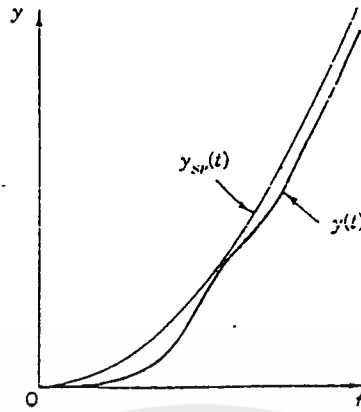
$$\varepsilon_{ss} = 0 \quad (3.21)$$

3. ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอัตราเร่ง คือ ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมเมื่อตัวแปรเข้าเป็นสัญญาณอัตราเร่งที่มีอัตราการเปลี่ยนแปลงความชัน 1 หน่วย $y_{sp}(s) = 1/s^3$ แทนค่า

$$\varepsilon_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s}{1 + G(s)G_m(s)} \frac{1}{s^3} \quad (3.22)$$

$$\varepsilon_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s^2 + s^2 G(s)G_m(s)}$$

$$\varepsilon_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{1}{s^2 G(s)G_m(s)}$$



รูปที่ 3.8 ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอัตราเร่งของระบบควบคุมชนิด 2

แทนค่า

$$K = \lim_{s \rightarrow 0} s^2 G(s) G_m(s) \quad (3.23)$$

$$\varepsilon_{ss} = \frac{1}{K_a} \quad (3.24)$$

K_a คือ ค่าคงที่ของความคลาดเคลื่อนเชิงสถิตในการควบคุมอัตราเร่ง (static acceleration error constant) ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอัตราเร่งของระบบควบคุมชนิด 0

$$K_a = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s^2 K(s+a_1)(s+a_2).....(s+a_m)}{s^0 (s+b_1)(s+b_2).....(s+b_n)} = 0 \quad (3.25)$$

$$\varepsilon_{ss} = \infty \quad (3.26)$$

ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอัตราเร่งของระบบควบคุมชนิด 1

$$K_a = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s^2 K(s+a_1)(s+a_2).....(s+a_m)}{s^1 (s+b_1)(s+b_2).....(s+b_n)} = 0 \quad (3.27)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\varepsilon_{ss} = \infty \quad (3.28)$$

ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอัตราเร่งของระบบควบคุมชนิด 2

$$K_a = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s^2 K(s+a_1)(s+a_2).....(s+a_m)}{s^2 (s+b_1)(s+b_2).....(s+b_n)}$$

$$= K \quad (3.29)$$

$$\varepsilon_{ss} = \frac{1}{K} \quad (3.30)$$

ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมอัตราเร่งของระบบควบคุมชนิด 3,4,...,N

$$K_a = \lim_{s \rightarrow 0} \frac{s^2 K(s+a_1)(s+a_2).....(s+a_m)}{s^N (s+b_1)(s+b_2).....(s+b_n)}$$

$$= \infty \quad (3.31)$$

$$\varepsilon_{ss} = 0 \quad (3.32)$$

3.4 การเลือกเครื่องควบคุมแบบป้อนกลับ

การเลือกใช้เครื่องควบคุมแบบพี พีไอ หรือพีไอดี ในระบบควบคุมแบบป้อนกลับ ให้เหมาะสมกับกระบวนการ มีหลักเกณฑ์การปฏิบัติ ดังนี้

1. เลือกหลักเกณฑ์การอินทิเกรตค่าเวลาความคลาดเคลื่อนแบบ ไอเอสอี ไอเออีหรือ ไอทีเออีให้สอดคล้องกับความต้องการในการออกแบบระบบควบคุม
2. คำนวณค่าตัวแปรควบคุมของเครื่องควบคุมแบบพี พีไอและพีไอดี คือ K_c , τ_I และ τ_D ที่ทำให้การควบคุมมีค่าการอินทิเกรตเวลาความคลาดเคลื่อนน้อยที่สุด
3. เปรียบเทียบค่าอินทิเกรตเวลาความคลาดเคลื่อนของเครื่องควบคุมแบบต่าง ๆ และเลือกเครื่องควบคุมที่ทำให้ค่าอินทิเกรตมีค่าน้อยที่สุด

หลักเกณฑ์การเลือกเครื่องควบคุมดังกล่าว แม้ว่าจะถูกต้องตามทฤษฎีทางคณิตศาสตร์แต่ไม่สามารถจะทำได้สำหรับกระบวนการอุตสาหกรรม เนื่องจากต้องแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความยุ่งยากหลายชั้นตอน

ต้องทราบคุณสมบัติและแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของกระบวนการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบควบคุมทั้งหมด คือ กระบวนการ เครื่องวัดและอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายอย่างถูกต้องซึ่งไม่สามารถทำได้ นอกจากนี้การกำหนดหลักเกณฑ์การหาค่าอินทิเกรตเวลา ความคลาดเคลื่อนและการเลือกสัญญาณทดสอบที่ใช้ในการอินทิเกรตอาจไม่เหมาะสมกับกระบวนการและความต้องการในการออกแบบระบบควบคุมที่แท้จริง การเลือกเครื่องควบคุมเพื่อลดความยุ่งยากในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และเหมาะสมกับการออกแบบระบบควบคุมในกระบวนการอุตสาหกรรมสามารถทำได้โดยพิจารณาการตอบสนองของกระบวนการจากผลการควบคุมแบบพี พีไอและ พีไอดี ดังนี้

1. การควบคุมแบบพี

(ก) การควบคุมแบบพี ทำให้กระบวนการตอบสนองต่อตัวแปรเข้าเร็วขึ้น

(ข) การควบคุมแบบพี ทำให้ระบบควบคุมรวมมีความคลาดเคลื่อนในการควบคุมเกิดขึ้นเสมอ ภายหลังการเปลี่ยนแปลงเป้าหมายการควบคุมหรือภาระการควบคุม นอกจากการควบคุมกระบวนการที่มีคุณสมบัติเป็นกระบวนการความจุอย่างเดียวกับที่ทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันประกอบด้วยพจน์ $1/s$

2. การควบคุมแบบไอ

(ก) การควบคุมแบบไอทำให้ระบบควบคุมรวมไม่มีความคลาดเคลื่อนในการควบคุม แต่มีค่าการตอบสนองสูงสุดเกิดขึ้นทำให้ความคลาดเคลื่อนในการควบคุมของกระบวนการในช่วงแรกมากกว่ากระบวนการเดิม

(ข) การควบคุมแบบไอ ทำให้กระบวนการตอบสนองต่อตัวแปรเข้าภายนอกช้าลงเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการเดิมและผลการตอบสนองจะมีการแกว่งเกิดขึ้นเสมอ

(ค) การปรับค่า K_c เพิ่มขึ้นในการควบคุมแบบไอทำให้กระบวนการตอบสนองเร็วขึ้น แต่มีการแกว่งเพิ่มขึ้นทำให้เสถียรภาพของระบบรวมลดลง

3. การควบคุมแบบดี

(ก) การควบคุมแบบดีส่งสัญญาณควบคุมเพื่อปรับสภาพกระบวนการ ก่อนความคลาดเคลื่อนจริงจะเกิดขึ้นกับกระบวนการทำให้การควบคุมมีผลดีกว่าการควบคุมแบบอื่น

(ข) การควบคุมแบบดี ช่วยเพิ่มเสถียรภาพรวมของกระบวนการให้ดีขึ้น

3.5 การปรับเครื่องควบคุม

การออกแบบระบบควบคุม เมื่อสามารถเลือกเครื่องควบคุมที่เหมาะสมกับการควบคุมกระบวนการแล้ว ขั้นตอนสุดท้ายของการออกแบบระบบควบคุม คือ การเลือกค่าตัวแปรควบคุมที่

เหมาะสมกับกระบวนการหรือการปรับเครื่องควบคุมให้สามารถควบคุมกระบวนการได้ดีและมีประสิทธิภาพ วิธีการปรับเครื่องควบคุมแบบป้อนกลับในกระบวนการอุตสาหกรรมมี 4 วิธีคือ

1. ปรับเครื่องควบคุม โดยกำหนดหลักเกณฑ์การควบคุมจากผลการตอบสนองของกระบวนการเฉพาะจุด เช่น ลดค่าการตอบสนองสูงสุดให้มีค่าน้อยที่สุด ปรับผลการตอบสนองของกระบวนการให้มีค่าอัตราการลดทอน $1/4$ ลดเวลาสู่สมดุลของกระบวนการให้สั้นที่สุด ซึ่งการปรับเครื่องควบคุมโดยวิธีนี้มักทำให้ได้ค่าตัวแปรควบคุมหลายชุด

2. ปรับเครื่องควบคุม โดยใช้หลักเกณฑ์การอินทิเกรตค่าเวลาการคลาดเคลื่อนแบบต่าง ๆ เช่น ไอเอสอี ไอเออี หรือไอทีเออี การปรับเครื่องควบคุมโดยวิธีนี้ ต้องใช้การคำนวณค่อนข้างมาก ทำให้เสียเวลาและมักไม่สามารถใช้กับกระบวนการจริงได้

3. การปรับเครื่องควบคุมโดยใช้สูตรสำเร็จที่ได้จากการทดลองในการปรับเครื่องควบคุมแบบป้อนกลับโดยใช้สูตรสำเร็จที่ได้จากผลการทดลองกับกระบวนการชนิดต่าง ๆ แบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ

(ก) วิธีปรับเครื่องควบคุม โดยการหาผลตอบสนองของกระบวนการเปิด (process reaction curve method)

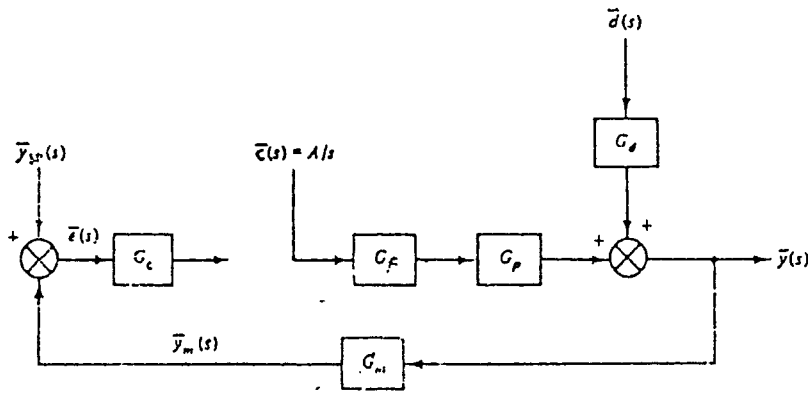
(ข) วิธีปรับเครื่องควบคุมโดยการหาผลการแกว่งของระบบปิด (closed loop cycling method)

4. การปรับเครื่องควบคุมวิธีทดลองผิดทดลองถูก (trial and error method)

การปรับเครื่องควบคุมโดยการหาผลการตอบสนองของกระบวนการเปิด

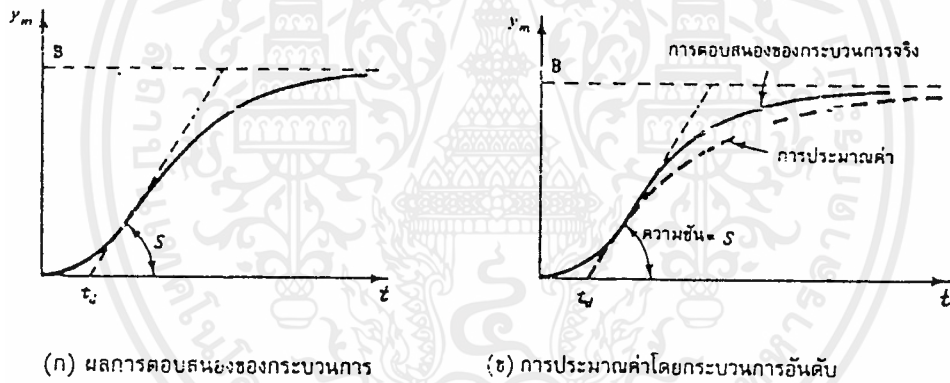
ระบบควบคุมกระบวนการอุตสาหกรรม ดังแสดงในรูปที่ 3.9 ถ้าเปิดวงควบคุมออก ระหว่างเครื่องควบคุมกับอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายและป้อนสัญญาณปรับกระบวนการ c ให้อุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายเป็นสัญญาณระดับขนาด A และสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณวัด $y_m(t)$ ซึ่งเป็นผลการตอบสนองของกระบวนการ ทรานส์เฟอร์ฟังก์ชันระหว่างสัญญาณวัด $y_m(t)$ และสัญญาณปรับกระบวนการ $c(t)$ คือ

$$G_{PROC}(s) = \frac{y_m(s)}{C(s)} = G_f(s)G_p(s)G_m(s) \quad (3.33)$$



รูปที่ 3.10 ระบบควบคุมวงจรเปิดที่ใช้ปรับเครื่องควบคุมโดยวิธีหาผลการตอบสนองของกระบวนการ

สมการ (3.33) แสดงว่า ผลการตอบสนองของกระบวนการขึ้นกับคุณสมบัติของกระบวนการเดิม เครื่องวัด



รูปที่ 3.11

และอุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายและการตอบสนองของกระบวนการอุตสาหกรรมส่วนใหญ่มีลักษณะเป็นคังรูปตัวเอสในรูปที่ 3.11 (a) สามารถประมาณค่าโดยผลการตอบสนองของกระบวนการอันดับหนึ่งและเวลาเฉื่อย ตามโค้งในรูปที่ 3.11 (b) ตามสมการ

$$G_{PROC}(s) = \frac{y_m(s)}{C(s)} = \frac{Ke^{-\tau_d s}}{ts + 1} \quad (3.34)$$

เมื่อ

$K = \frac{\text{ช่วงการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณกระบวนการ}}{\text{ช่วงการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณวัด}}$

$$= B/A$$

$\Gamma = \text{ค่าคงที่การหน่วงเวลาของกระบวนการอันดับหนึ่ง}$
 $= B/S$ เมื่อ S คือ ความชันของเส้นโค้งที่จุดโค้งกลับ

$\Gamma_d = \text{เวลาเฉื่อยของกระบวนการ วัดจากจุดเริ่มต้นเมื่อสัญญาณปรับ}$
 $\text{กระบวนการเริ่มเปลี่ยนแปลงจนสัญญาณวัดเริ่มเปลี่ยนแปลง}$
 ตาม

จี เอช โคเฮน (G.H. Cohen) และจี เอ คูณ (G.A. Coon) ได้ทำการทดลองปรับเครื่องควบคุม และหาสูตรสำเร็จที่ใช้เป็นค่าเริ่มต้นในการปรับตัวแปรควบคุมของเครื่องควบคุมแบบพี พีไอ และ พีไอดีเพื่อให้กระบวนการมีอัตราการผลิตหนึ่งส่วนสี่ ลดความคลาดในการควบคุมให้มีค่าน้อยที่สุด และลดค่าอินทิเกรตความคลาดเคลื่อนกำลังสองให้มีค่าน้อยที่สุด ดังนี้

1. เครื่องควบคุมแบบพี

$$K_p = \frac{1}{K} \frac{\tau}{\tau_d} \left(1 + \frac{\tau_d}{3\tau}\right) \quad (3.35)$$

2. เครื่องควบคุมแบบพีไอ

$$K_p = \frac{1}{K} \frac{\tau}{\tau_d} \left(0.9 + \frac{\tau_d}{12\tau}\right) \quad (3.36)$$

$$\tau_i = \tau_d \frac{30 + 3\tau_d / \tau}{9 + 20\tau_d / \tau} \quad (3.37)$$

3 .เครื่องควบคุมแบบพีไอดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$K_p = \frac{1}{K} \frac{\tau}{\tau_d} \left(\frac{4}{3} + \frac{\tau_d}{4\tau} \right) \quad (3.38)$$

$$\tau_i = \tau_d \frac{32 + 6\tau_d / \tau}{13 + 8\tau_d / \tau} \quad (3.39)$$

$$\tau_D = \tau_d \frac{4}{11 + 2\tau_d / \tau} \quad (3.40)$$

สูตรการปรับเครื่องควบคุมของโคเสนและกุน สามารถใช้กับระบบควบคุมที่กระบวนการมีการตอบสนองลักษณะเป็นโค้งรูปตัวเอสเท่านั้น โดยประมาณคุณสมบัติของกระบวนการเป็นกระบวนการอันดับหนึ่งและเวลาเฉื่อย ถ้าไม่สามารถประมาณค่าตัวแปรกระบวนการจากเส้นโค้ง คือ K , τ และ τ_D ได้อย่างถูกต้อง ค่าตัวแปรที่ใช้ปรับเครื่องควบคุมจากสูตรของโคเสนและกุน สามารถใช้เป็นค่าเริ่มต้นในการปรับเครื่องควบคุมโดยการทดลองผิดทดลองถูกได้ในขั้นตอนต่อไป

การปรับเครื่องควบคุมโดยใช้สูตรสำเร็จของโคเสนและกุน สังเกตพบว่าการปรับค่า K_c ในเครื่องควบคุมแบบพีโอ จะมีค่าน้อยกว่า การปรับค่าในเครื่องควบคุมแบบพี เนื่องจากผลการควบคุมแบบโอทำให้ระบบรวมมีเสถียรภาพลดลง จึงต้องลดค่า K_c เพื่อรักษาเสถียรภาพของระบบไว้ และการปรับเครื่องควบคุมแบบพีโอสามารถเพิ่มค่า K_c ได้มากกว่าเครื่องควบคุมแบบพีและเครื่องควบคุมแบบพีโอ เนื่องจากผลการควบคุมแบบดีช่วยทำให้ระบบรวมมีเสถียรภาพดีขึ้น สำหรับกระบวนการที่ไม่มีเวลาเฉื่อยหรือ ในเส้นโค้งแสดงผลการตอบสนองของกระบวนการจากการทดลองมีค่าน้อยมาก แสดงว่ากระบวนการดังกล่าวมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกระบวนการห้วงเวลาอันดับหนึ่งจากสูตรการปรับเครื่องควบคุมของโคเสนและกุนพบว่า ต้องปรับค่า K_c ของเครื่องควบคุมสูงมาก สำหรับการปรับเครื่องควบคุมในทางปฏิบัติ ถ้าใช้เครื่องควบคุมแบบพี ให้ปรับเครื่องควบคุมให้มีค่า K_c สูงมากที่สุดที่ไม่ทำให้ระบบรวมเกิดการแกว่งเพื่อลดความคลาดเคลื่อนในการควบคุมให้เหลือน้อยที่สุด สำหรับเครื่องควบคุมแบบพีโอให้ปรับค่า K_c จนระบบรวมได้ผลการตอบสนองตามความต้องการ

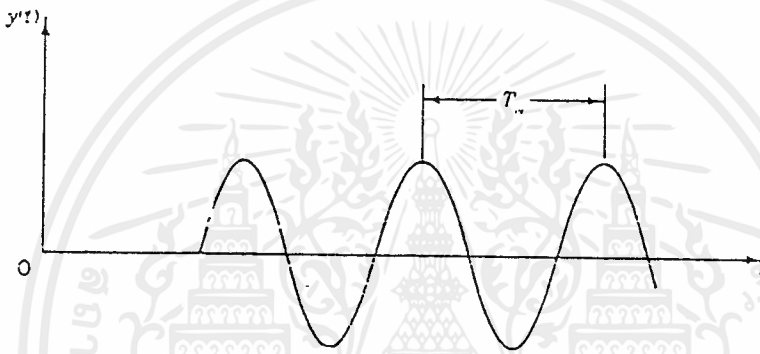
การปรับเครื่องควบคุมโดยการหาผลการแกว่งของระบบปิด

การปรับเครื่องควบคุมโดยวิธีหาผลการแกว่งของระบบปิดต่างจากวิธีหาเส้นโค้ง

แสดงการตอบสนองของกระบวนการ เนื่องจากไม่จำเป็นต้องเปิดวงควบคุมออก ทำให้สามารถเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบและปรับเครื่องควบคุมในกระบวนการได้โดยตรง การปรับเครื่องควบคุมโดยวิธีการหาผลการแกว่งในระบบปิดมีขั้นตอน ดังนี้

1. ปรับเครื่องควบคุมให้ระบบรวมอยู่ในสภาพสมดุล ไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรกระบวนการและสัญญาณควบคุม
2. ปรับตัวแปรควบคุมให้เครื่องควบคุมเหลือการควบคุมแบบพีเพียงอย่างเดียว โดยปรับค่า ให้มีค่ามากที่สุด และปรับค่า ให้มีค่าน้อยที่สุด
3. เปลี่ยนค่าเป้าหมายการควบคุมและสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรกระบวนการจากค่าวัด



รูปที่ 3.12 การแกว่งของระบบควบคุมวงจรมัด

4. ปรับเครื่องควบคุมโดยเพิ่มค่า K_c จนค่าวัดของตัวแปรกระบวนการแกว่งด้วย ความถี่และขนาดคงที่ ดังแสดงในรูปที่ 3.12
5. บันทึกค่าอัตราการควบคุมแบบพี K_c ที่ทำให้ระบบมีการแกว่งโดยมีขนาดคงที่ K_{cr} และคาบเวลาการแกว่งของตัวแปรกระบวนการ T_{cr} ซีกเลอร์และนิโคลส์ได้ทดลองหาสูตรการปรับเครื่องควบคุมโดยวัดคุณสมบัติของกระบวนการจากผลการแกว่งของระบบปิด ดังนี้

1. เครื่องควบคุมแบบพี

$$K_c = K_{cr} / 2 \quad (3.41)$$

2. เครื่องควบคุมแบบพีไอ

$$K_c = K_{cr} / 2.2 \quad (3.42)$$

$$\tau_I = T_{cr} / 12 \quad (3.43)$$

3. เครื่องควบคุมแบบพีไอดี

$$K_c = K_{cr} / 1.7 \quad (3.44)$$

$$\tau_I = T_{cr} / 2 \quad (3.45)$$

$$\tau_d = T_{cr} / 8 \quad (3.46)$$

การปรับเครื่องควบคุมโดยวิธีหาผลการแกว่งของระบบปิด นิยมใช้ในการปรับเครื่องควบคุมในกระบวนการอุตสาหกรรม เนื่องจากต้องการค่าที่วัดจากระบบการเพิงค่าเดียวคือ คาบเวลาการแกว่งของตัวแปร กระบวนการ T_{cr} แต่บางครั้งไม่สามารถนำมาใช้ในการปรับเครื่องควบคุมสำหรับกระบวนการอุตสาหกรรมบางกระบวนการ เนื่องจากการหาค่าของคาบเวลาการแกว่งของตัวแปรกระบวนการ ต้องทดลองปรับกระบวนการจนเกิดการแกว่ง ซึ่งกระบวนการอุตสาหกรรมบางกระบวนการไม่สามารถปล่อยให้มีการแกว่งเกิดขึ้นแม้ว่าการแกว่งจะเกิดในช่วงระยะเวลาอันสั้นก็ตาม

3.6 การปรับเครื่องควบคุมโดยวิธีทดลองผิดทดลองถูก

การปรับเครื่องควบคุมโดยใช้สูตรสำเร็จจากการทดลองต่าง ๆ บางครั้งไม่สามารถทำให้การควบคุมกระบวนการได้ผลดีเท่าที่ควร เนื่องจากกระบวนการที่ใช้ในการทดลองหาสูตรสำหรับปรับเครื่องควบคุมมีคุณสมบัติบางอย่างต่างจากกระบวนการจริงที่ต้องการควบคุม ค่าตัวแปรควบคุมที่ได้จากการใช้สูตรสำเร็จเพียงสามารถใช้เป็นค่าเริ่มต้นในการปรับเครื่องควบคุมโดยไม่ทำให้ระบบรวมสูญเสียเสถียรภาพ และทดลองปรับเครื่องควบคุมโดยสังเกตผลการควบคุมจากการพิจารณาค่าวัดของตัวแปรกระบวนการตามขั้นตอนดังนี้

1. ปรับเครื่องควบคุมให้ระบบรวมอยู่ในสภาพสมดุลไม่มีการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวแปรกระบวนการและสัญญาณควบคุม

2. เปลี่ยนค่าเป้าหมายการควบคุมและสังเกตผลการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรกระบวนการจากค่าวัด
3. ปรับอัตราการควบคุมแบบพี K_c ของเครื่องควบคุมจนได้ผลการตอบสนองของกระบวนการได้ผลการควบคุมดีที่สุด
4. ปรับช่วงเวลาการเริ่มต้นอินทิเกรต ของเครื่องควบคุม จนได้ผลการตอบสนองของกระบวนการได้ผลการควบคุมดีที่สุด
5. ปรับค่าคงที่ของเวลาอนุพันธ์ ของเครื่องควบคุม จนได้ผลการตอบสนองของกระบวนการได้ผลการควบคุมดีที่สุด



(ก) การปรับค่า K_c ที่เหมาะสม

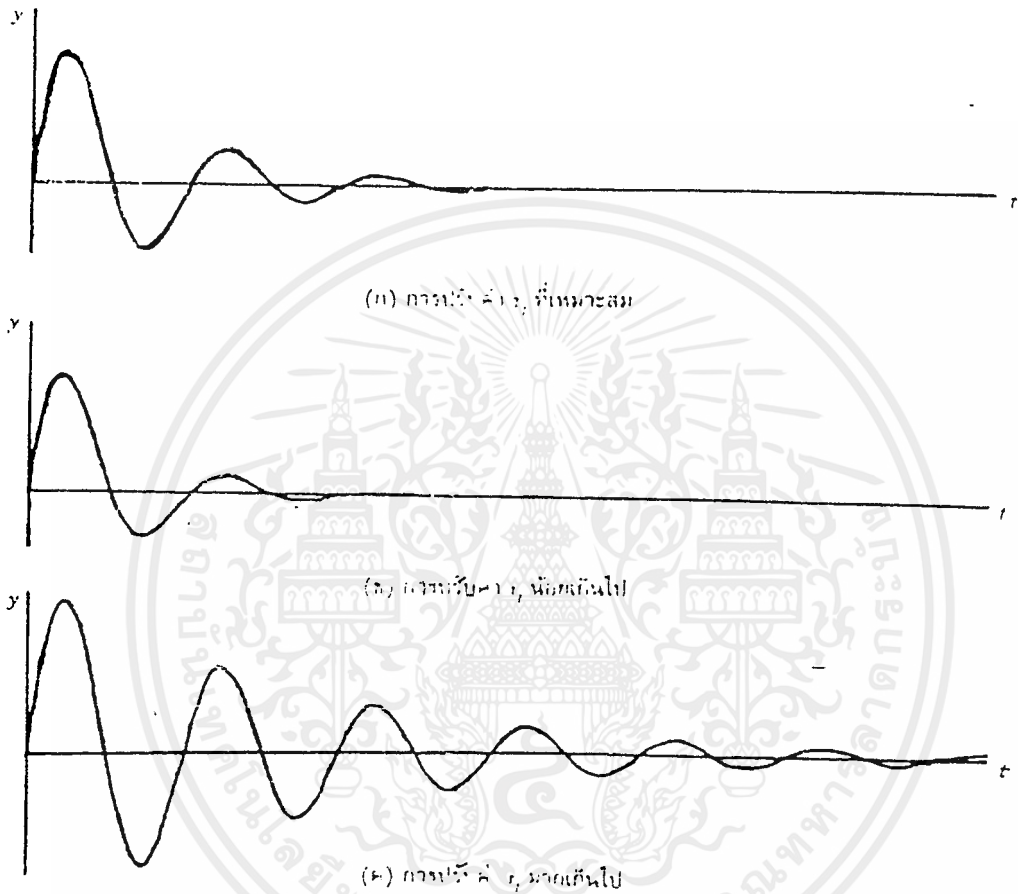


(ข) การปรับค่า K_c มากเกินไป

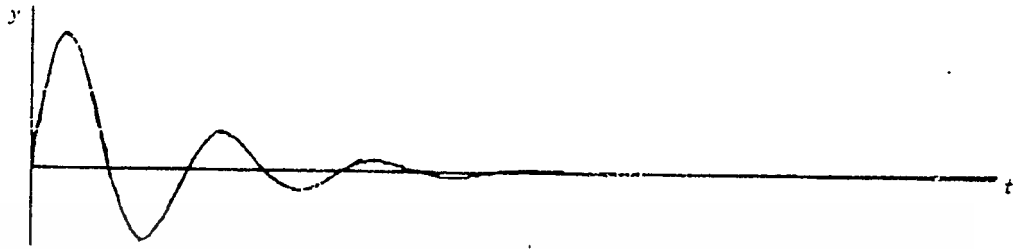


(ค) การปรับค่า K_c น้อยเกินไป

รูปที่ 3.13 ผลการปรับค่า K_c ของเครื่องควบคุมแบบพี



รูปที่ 3.14 ผลการปรับค่า ζ ของเครื่องควบคุมแบบฟีดแบ็ค



(ก) การปรับค่า τ_D ที่เหมาะสม



(ข) การปรับค่า τ_D มากเกินไป



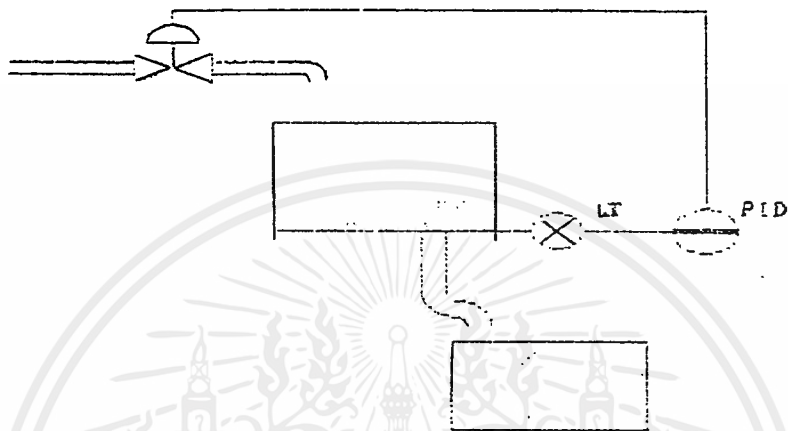
(ค) การปรับค่า τ_D น้อยเกินไป

รูปที่ 3.15 ผลการปรับค่า τ_D ของเครื่องควบคุมแบบพีไอดี

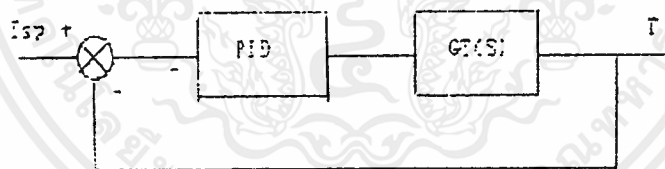
บทที่ 4

การดำเนินงาน

1. การควบคุมระดับน้ำ (LEVEL CONTROL)



รูป 4.1 การควบคุมระดับน้ำ (LEVEL CONTROL)



รูป 4.2 บล็อกไดอะแกรมแสดงการควบคุมระดับน้ำ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ต่อสายสัญญาณจาก LEVEL TRANSMITTER มาเข้าที่ channel 0 ของบอร์ด POLD 780 (B)
2. กำหนดค่าใน input Block Configuration เลือกใช้แอดเดรส AIB00
กำหนดค่าอินพุต (IN) เป็น IO1
กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 5
กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเซนติเมตร (CM)

3. กำหนดค่าใน Control Block Diagram เลือกใช้แอดเดรส ACB00

กำหนด TAG เป็น LC

เลือกฟังก์ชันเป็น PID Control

กำหนดตัวแปรกระบวนการ PV เป็นค่าแอดเดรสของ BC คือ AIB00

กำหนดเซตพอยน์ท์ LS เป็นค่าที่เราต้องการ

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

4. กำหนดค่าใน Output Block Configuration เลือกใช้แอดเดรส AOB00

กำหนด TAG เป็น LV

กำหนดทิศทางการทำงานบังคับวาล์ว (DIRECTION) เป็น DIRECT

กำหนดค่าอินพุต (IN) เป็น TAG ของ CBD คือ LC

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเปอร์เซ็นต์ของการเปิดปิดวาล์ว (%)

กำหนดค่าเอาต์พุต (OUT) เป็น Q01

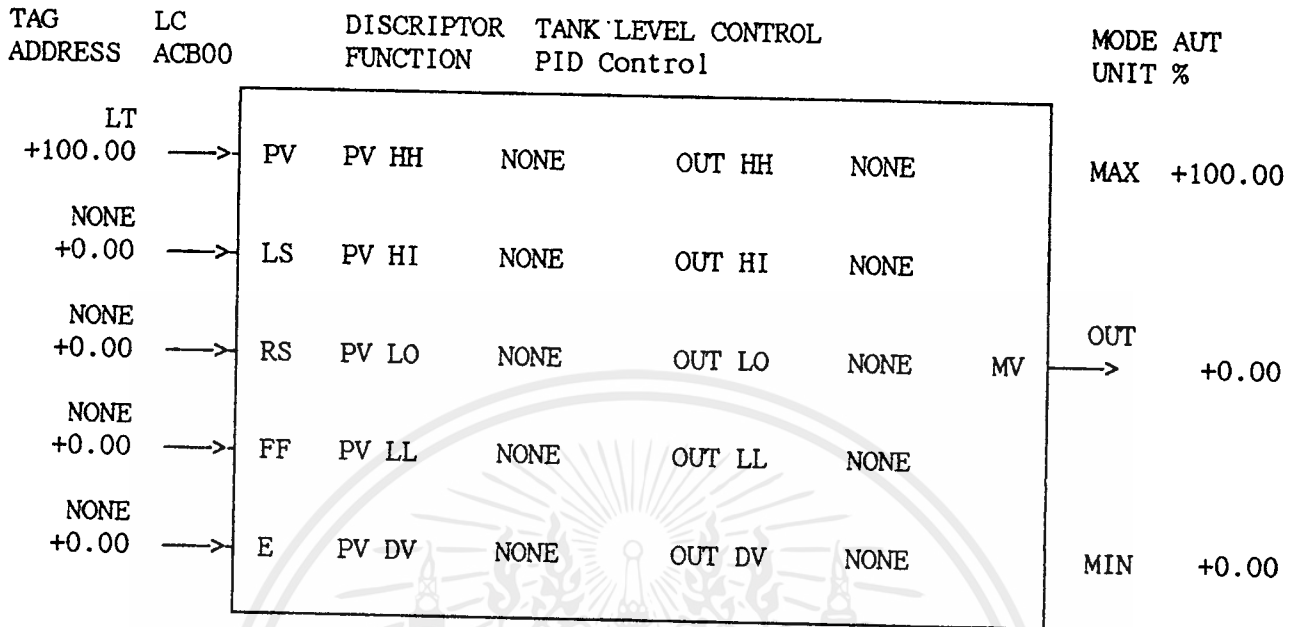
5. ต่อสายสัญญาณจาก channel 0 ของบอร์ดPCLD 780 (A) มาเข้าที่ control valve

(CV) ของกระบวนการ

6. กำหนดค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมที่ Control Block Faceplate

7. กำหนดโหมดการทำงานใน IBC , OBC , CBD เป็นอัตโนมัติ (AUT)

CONTROL BLOCK DIAGRAM



CONTROL BLOCK FACEPLATE

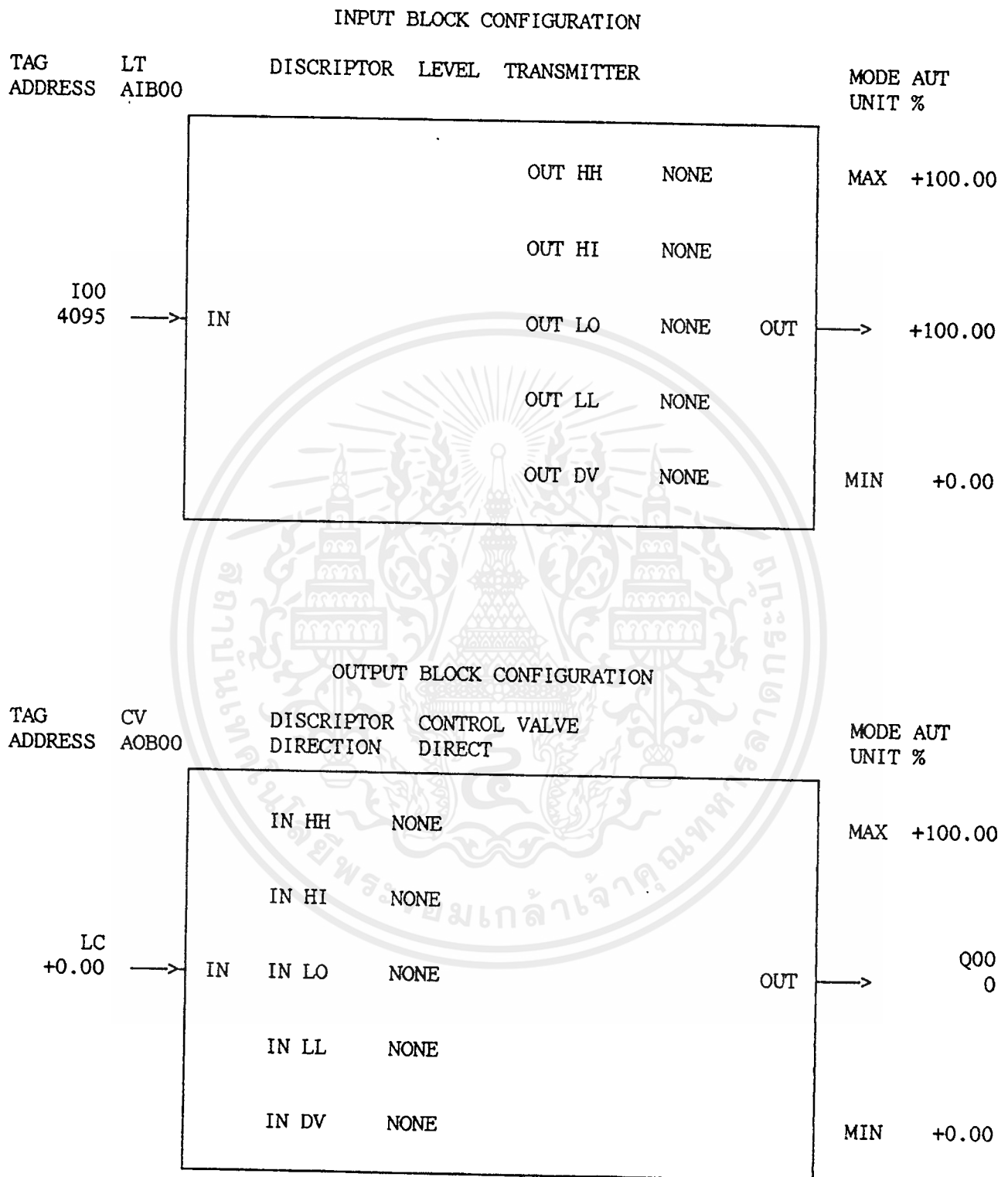
TAG ADDRESS	LC ACB00	DISCRIPTOR FUNCTION	TANK LEVEL CONTROL PID Control	MODE AUT
PV LT	+100.00	E NONE	+0.00	PV 100.0
LS NONE	+50.00	F NONE	+0.00	LS 50.00
RS NONE	+0.00	G NONE	+0.00	RS 0.000
FF NONE	+0.00	H NONE	+0.00	FF 0.000
Kp Gain	+100.00			E 0.000
Ti Int Time	+0.50 sec.			F 0.000
Td Dev Time	+0.00 sec.			G 0.000
Kf FF Gain	+0.00			H 0.000

$$OUT = Kp*(SP-PV) + \Sigma(Ts/Ti)*(SP-PV) + Kp*(Td/Ts)(PV) + Kf*FF$$

OUT +0.00 %

MV 0.000

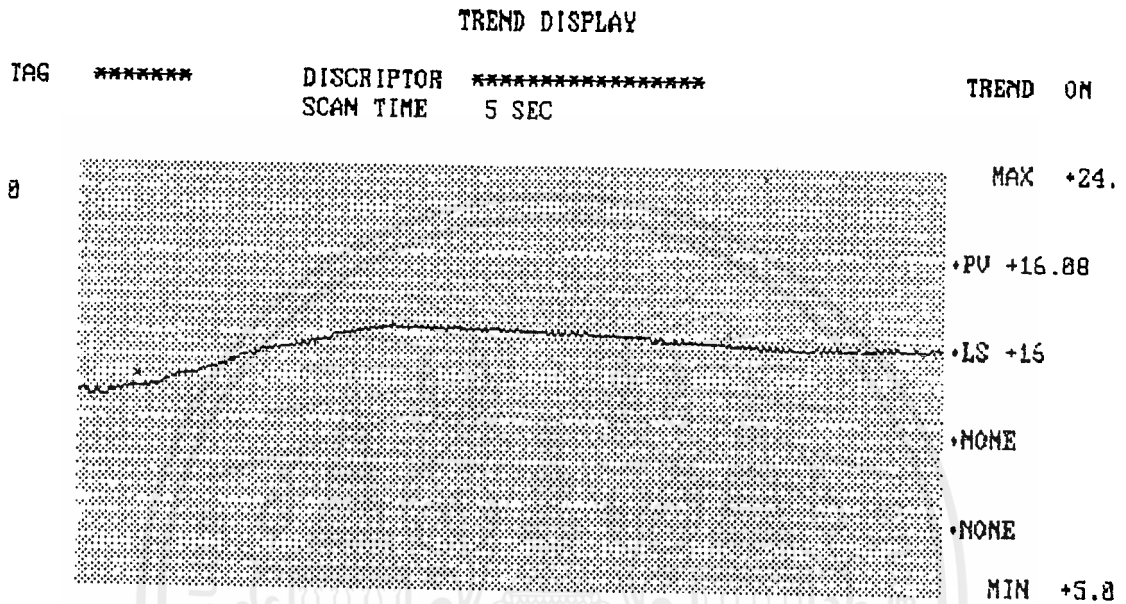
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูป 4.3 แสดงบล็อกการทำงานของ
โปรแกรม DCS ในการควบคุมระดับน้ำ**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

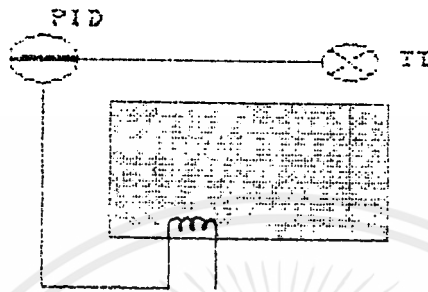
ผลการทดลอง



รูปที่ 4.4 รูปแสดงผลการทดลองการควบคุมระดับน้ำ

จากการทดลองได้ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมดังนี้ $P = 100$, $I = 50$
 จากผลการทดลองพบว่า การควบคุมระดับน้ำจะเข้าสู่สภาวะคงที่ได้เสมอ

2. การควบคุมอุณหภูมิของน้ำ (TEMPERATURE CONTROL)



รูป 4.5 การควบคุมอุณหภูมิของน้ำ (TEMPERATURE CONTROL)



รูป 4.6 บล็อกไดอะแกรมแสดงการควบคุมอุณหภูมิ

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ต่อสายสัญญาณจาก TEMPERATURE TRANSMITTER มาเข้าที่ channel 0 ของบอร์ด PCLD 780 (B)
2. กำหนดค่าใน Input Block Configuration เลือกใช้แอดเดรส AIB00
กำหนดค่าอินพุต (IN) เป็น IO1
กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0
กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100
กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นองศาเซลเซียส (C)
3. กำหนดค่าใน Control Block Diagram เลือกใช้แอดเดรส ACB00
กำหนด TAG เป็น TC

เลือกฟังก์ชันเป็น PID Control

กำหนดค่าแปรกระบวนการ PV เป็นค่าแอดเดรสของ IBC คือ AIB00

กำหนดเซตพอยน์ที่ LS เป็นค่าที่เราต้องการ

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

4. กำหนดค่าใน Output Block Configuration เลือกใช้แอดเดรส AOB00

กำหนด TAG เป็น TV

กำหนดทิศทางการบังคับวาล์ว (DIRECTION) เป็น DIRECT

กำหนดค่าอินพุต (IN) เป็น TAG ของ CBD คือ TC

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเปอร์เซ็นต์ของให้ความร้อน (%)

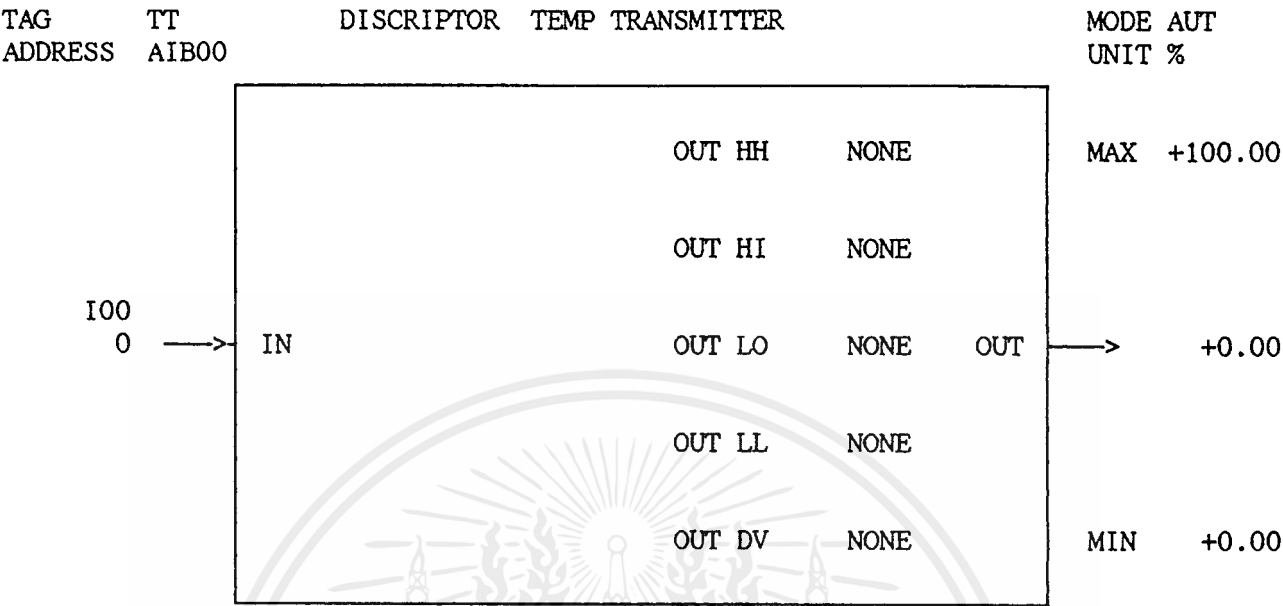
กำหนดค่าเอาต์พุต (OUT) เป็น Q01

5. ต่อสายสัญญาณจาก channel 0 ของบอร์ด PCLD 780 (A) มาเข้าที่ Watt Transducer (WTT) ของกระบวนการ

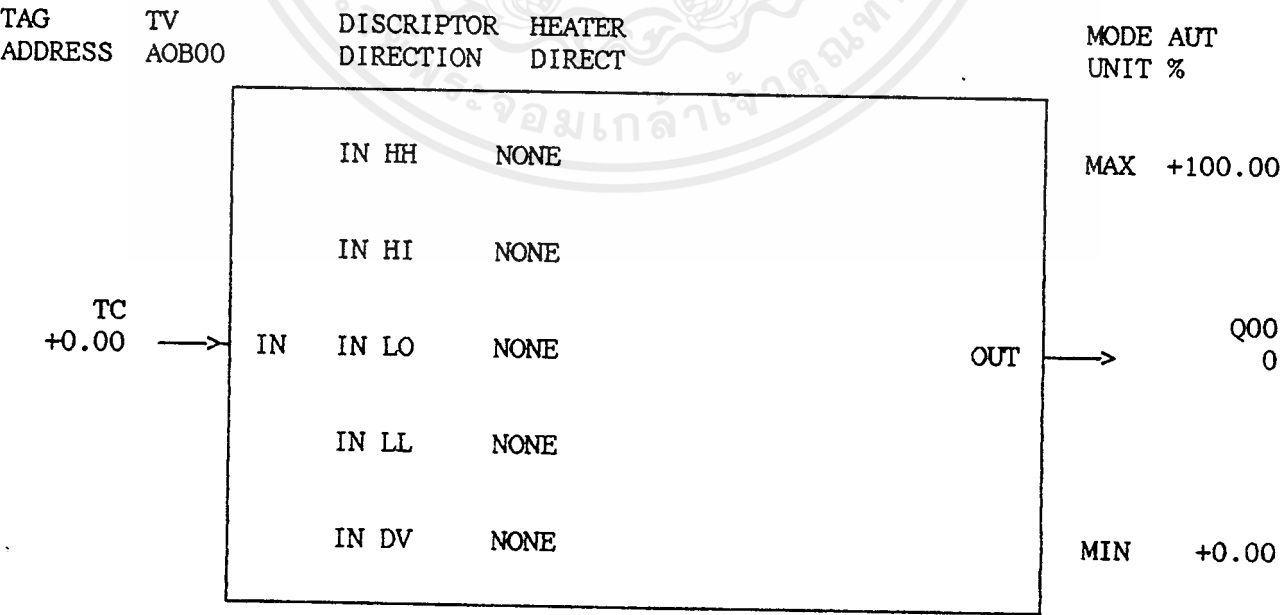
6. กำหนดค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมที่ Control Block Faceplate

7. กำหนดโหมดการทำงานใน IBC , OBC , CBD เป็นอัตโนมัติ (AUT)

INPUT BLOCK CONFIGURATION

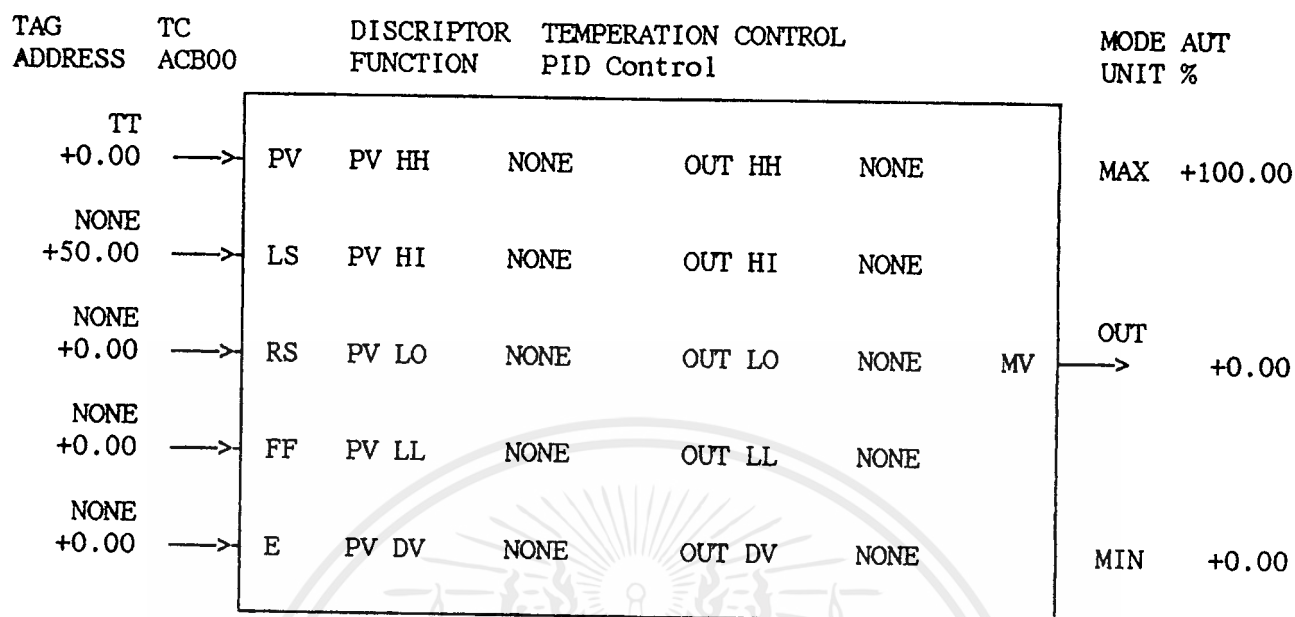


OUTPUT BLOCK CONFIGURATION

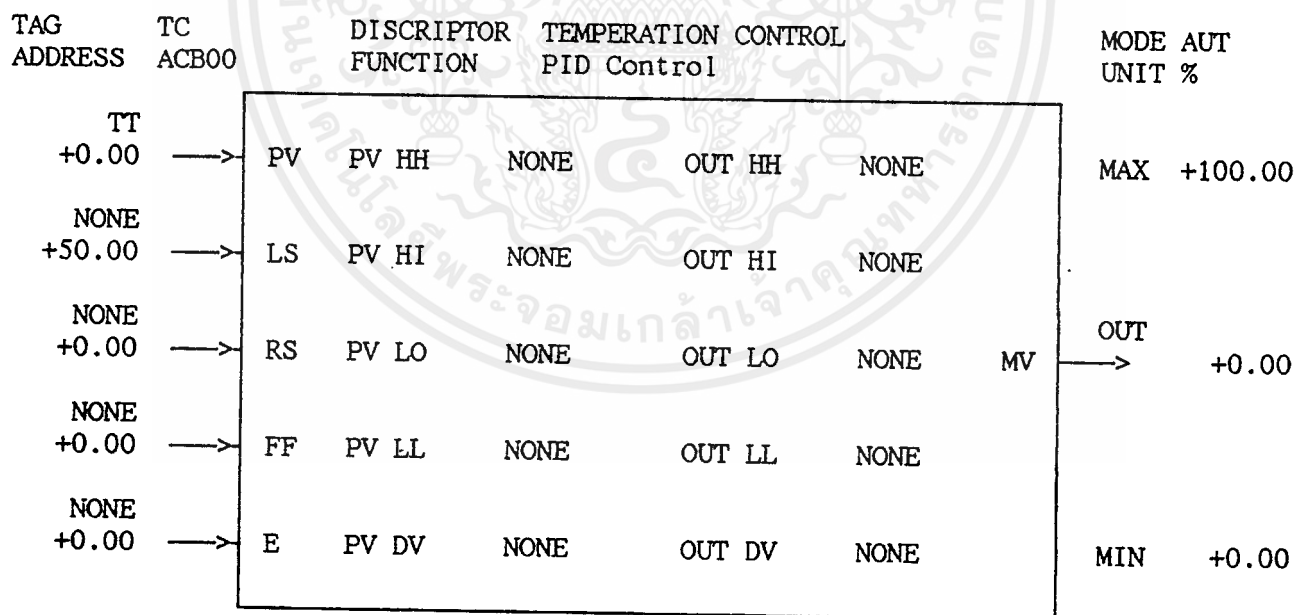


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTROL BLOCK DIAGRAM

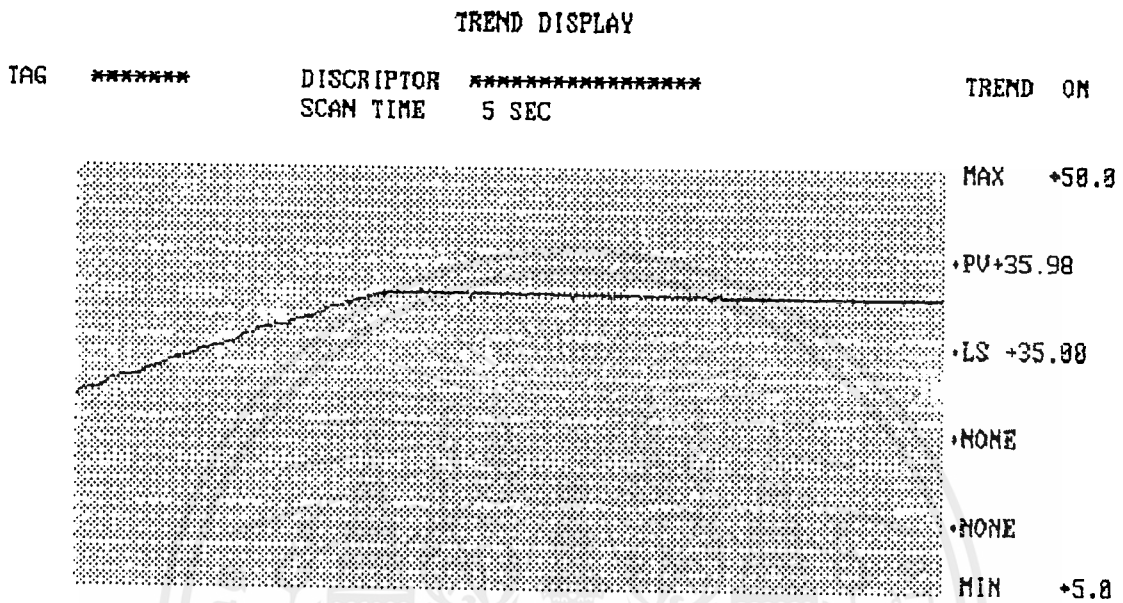


CONTROL BLOCK DIAGRAM



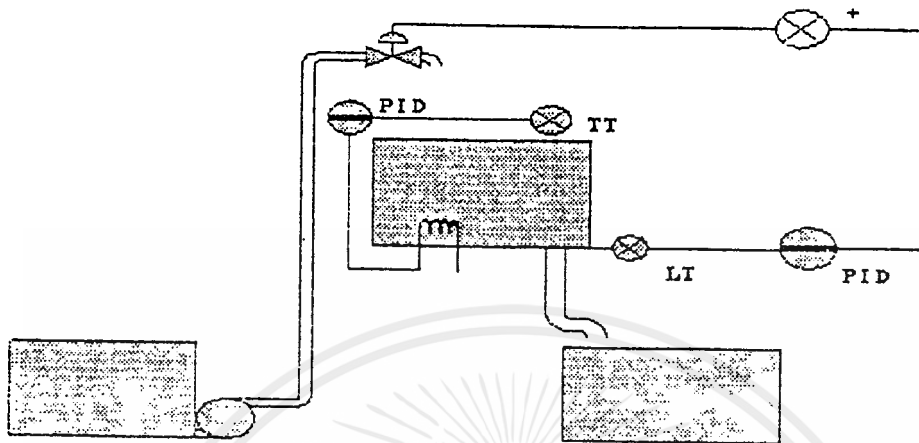
รูป 4.7 แสดงบล็อกการทำงานของ
โปรแกรม DCS ในการควบคุมอุณหภูมิ

ผลการทดลอง

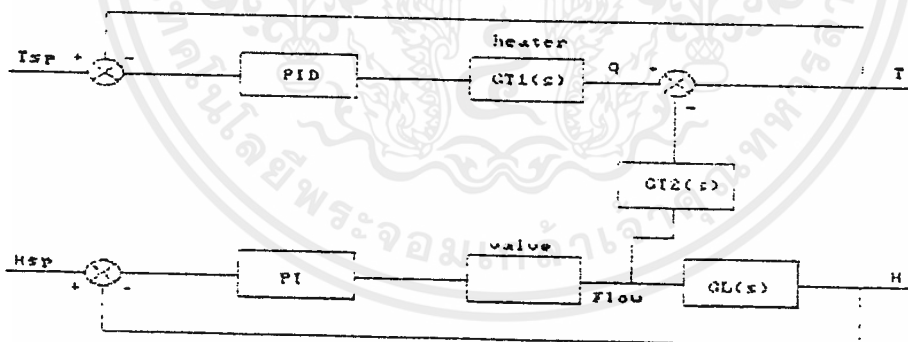


รูป 4.8 รูปแสดงผลการทดลองการควบคุมอุณหภูมิของน้ำ
จากการทดลองได้ค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมดังนี้ $P = 50$, $I = 30$, $D = 0.3$
จากผลการทดลองพบว่า การควบคุมอุณหภูมิ อุณหภูมิจะเข้าสู่เซตพอยน์ช้ามาก

3. การควบคุมระดับและอุณหภูมิของน้ำ (LEVEL AND TEMPERATURE CONTROL 1)



รูปที่ 4.9 การควบคุมระดับและอุณหภูมิของน้ำ 1
(LEVEL AND TEMPERATURE CONTROL 1)



รูปที่ 4.10 บล็อกไดอะแกรมแสดงการควบคุมระดับและอุณหภูมิน้ำ 1

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ต่อสายสัญญาณจาก TEMPERATURE TRANSMITTER (TT) มาเข้าที่ channel 0 ของบอร์ด PCLD 780 (B)
2. ต่อสายสัญญาณจาก LEVEL TRANSMITTER มาเข้าที่ (LT) channel 1 ของบอร์ด PCLD 780 (B)
3. กำหนดค่าใน Input Block Configuration ที่จะรับสัญญาณจาก (TT) เลือกใช้แอดเดรส AIB00

กำหนดค่าอินพุต (IN) เป็น IO1

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นองศาเซลเซียส (C)

4. กำหนดค่าใน Input Block Configuration ที่จะรับสัญญาณจาก (LT) เลือกใช้แอดเดรส AIB01

กำหนดค่าอินพุต (IN) เป็น IO2

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 5

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 24

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเซนติเมตร (CM)

5. กำหนดค่าใน Control Block Diagram เลือกใช้แอดเดรส ACB00

กำหนด TAG เป็น TC

เลือกฟังก์ชันเป็น PID Control

กำหนดตัวแปรกระบวนการ PV เป็นค่าแอดเดรสของ IBC คือ AIB00

กำหนดเซตพอยน์ท์ LS เป็นค่าที่เราต้องการ

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

6. กำหนดค่าใน Control Block Diagram เลือกใช้แอดเดรส ACB01

กำหนด TAG เป็น LC

เลือกฟังก์ชันเป็น PID Control

กำหนดตัวแปรกระบวนการ PV เป็นค่าแอดเดรสของ IBC คือ AIB01

กำหนดเซตพอยน์ท์ LS เป็นค่าที่เราต้องการ

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

7. กำหนดค่าใน Output Block Configuration เลือกใช้แอดเดรส AOB00

กำหนด TAG เป็น TV

กำหนดทิศทางการบังคับวาล์ว (DIRECTION) เป็น DIRECT

กำหนดค่าอินพุต (IN) เป็น TAG ของ CBD คือ TC

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเปอร์เซ็นต์ของการให้ความร้อน (%)

กำหนดค่าเอาต์พุต (OUT) เป็น Q01

8. กำหนดค่าใน Output Block Configuration เลือกใช้แอดเดรส AOB01

กำหนด TAG เป็น LV

กำหนดทิศทางการบังคับวาล์ว (DIRECTION) เป็น DIRECT

กำหนดค่าอินพุต (IN) เป็น TAG ของ CBD คือ LC

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเปอร์เซ็นต์ของการเปิดปิดวาล์ว (%)

กำหนดค่าเอาต์พุต (OUT) เป็น Q02

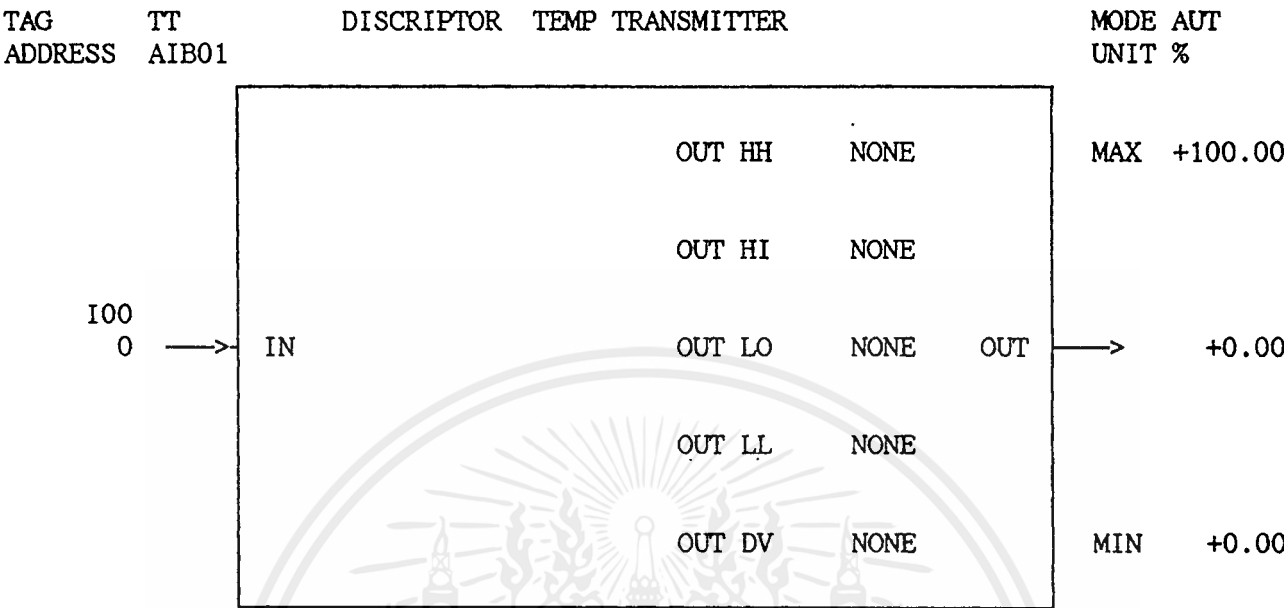
9. ต่อสายสัญญาณจาก channel 0 ของบอร์ด PCLD 780 (A) มาเข้าที่ Watt Transducer (WT) ของกระบวนการ

10. ต่อสายสัญญาณจาก channel 1 ของบอร์ด PCLD 780 (A) มาเข้าที่ Control Valve (CV) ของกระบวนการ

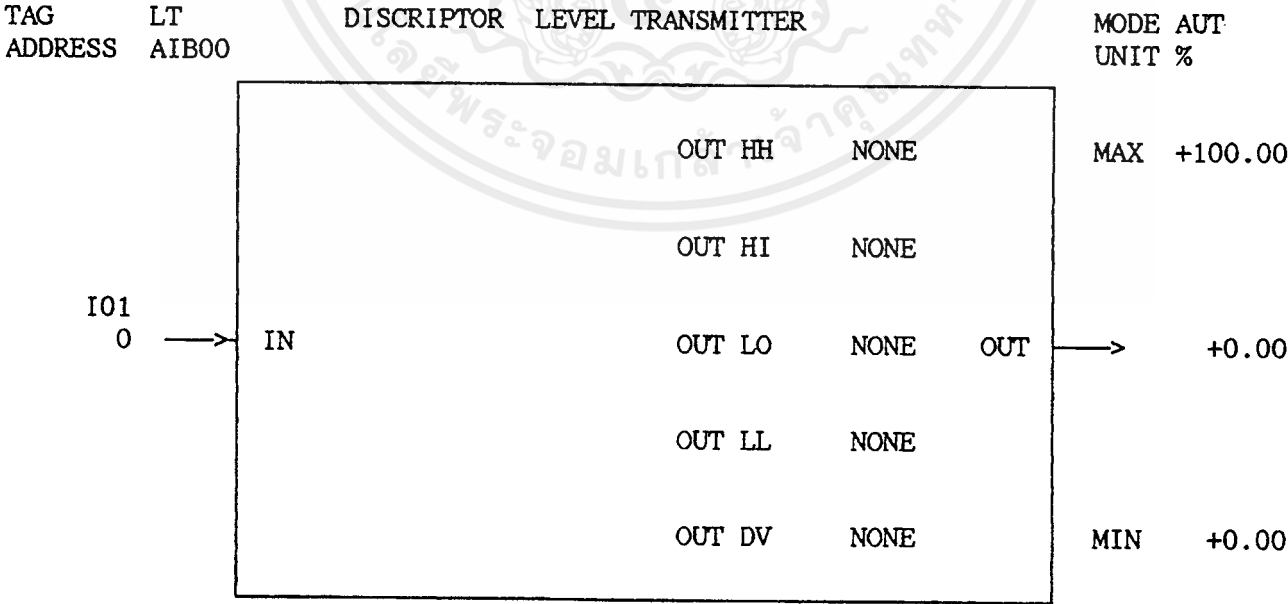
11. กำหนดค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมที่ Control Block Faceplate

12. กำหนดโหมดการทำงานใน IBC , OBC , CBD เป็นอัตโนมัติ (AUT)

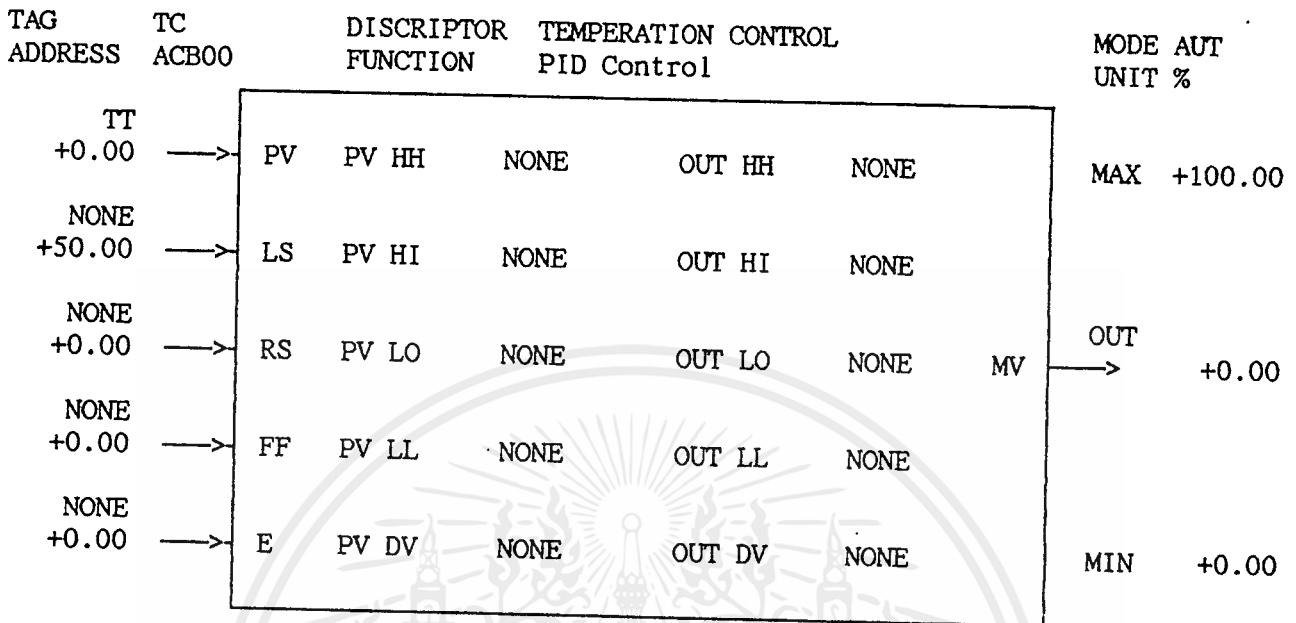
INPUT BLOCK CONFIGURATION



INPUT BLOCK CONFIGURATION



CONTROL BLOCK DIAGRAM



CONTROL BLOCK FACEPLATE

TAG ADDRESS	TC ACB00	DISCRIPTOR FUNCTION	TEMPERATION CONTROL PID Control	MODE AUT
PV TT	+0.00	E	NONE +0.00	PV 0.000
LS NONE	+50.00	F	NONE +0.00	LS 50.00
RS NONE	+0.00	G	NONE +0.00	RS 0.000
FF NONE	+0.00	H	NONE +0.00	FF 0.000
Kp Gain	+50.00			E 0.000
Ti Int Time	+30.00 sec.			F 0.000
Td Dev Time	+0.30 sec.			G 0.000
Kf FF Gain	+0.00			H 0.000

$$OUT = Kp*(SP-PV) + \Sigma(Ts/Ti)*(SP-PV) + Kp*(Td/Ts)(PV) + Kf*FF$$

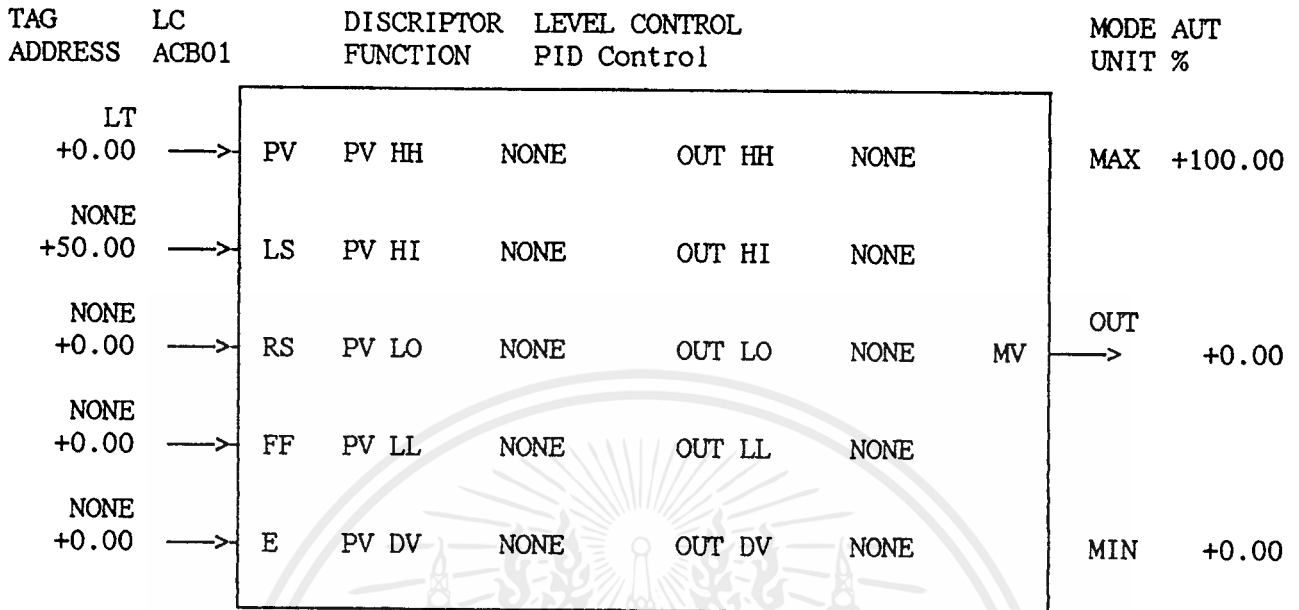
OUT

+0.00 %

MV 0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTROL BLOCK DIAGRAM



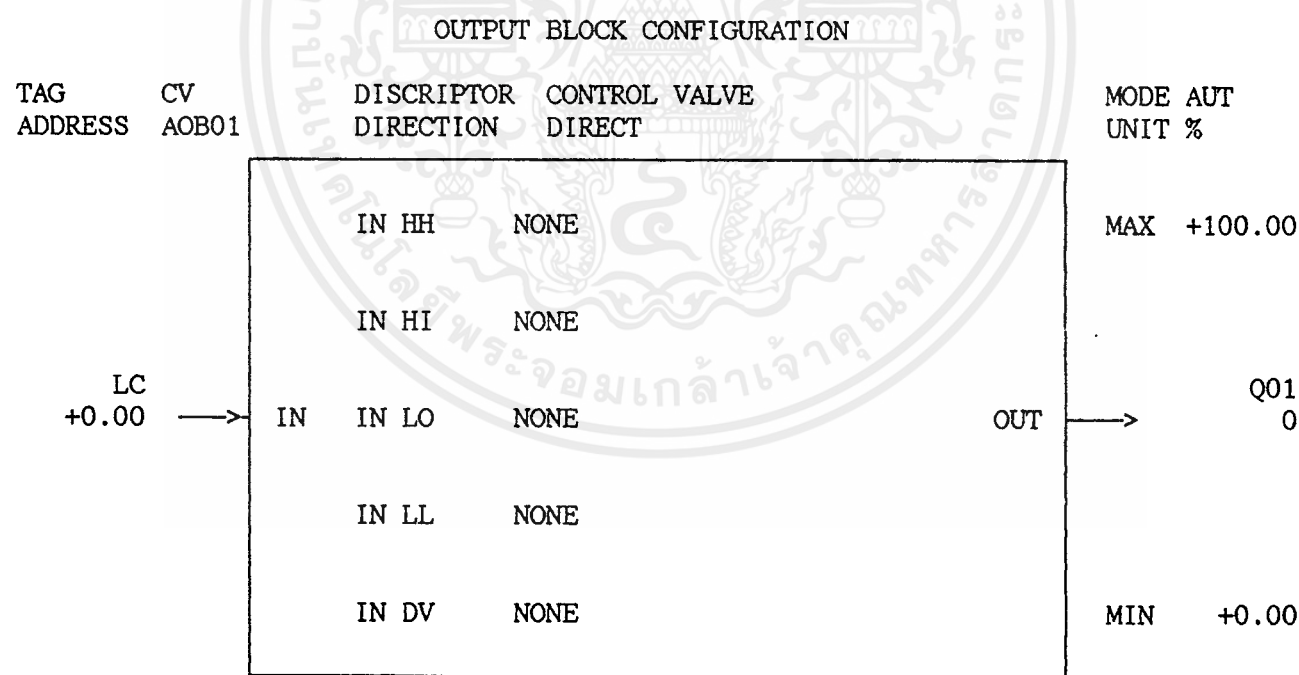
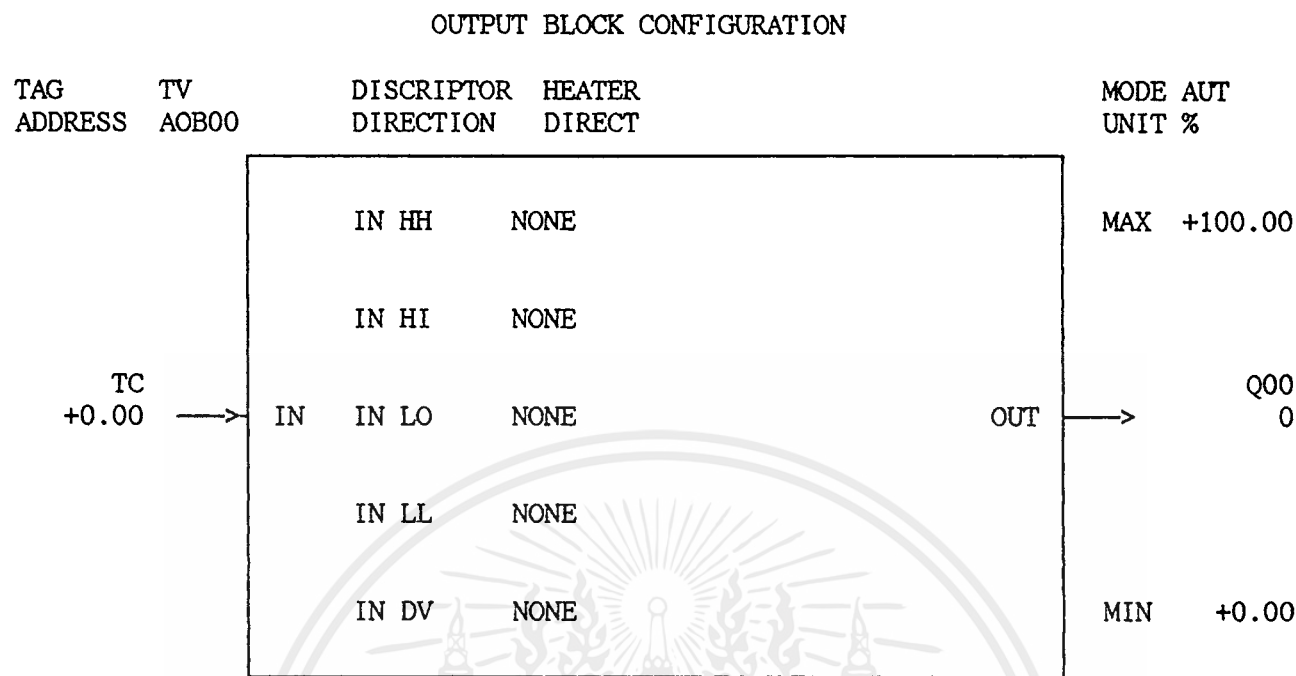
CONTROL BLOCK FACEPLATE

TAG ADDRESS	LC ACB01	DISCRIPTOR FUNCTION	LEVEL CONTROL PID Control	MODE AUT
PV LT	+0.00	E	NONE +0.00	PV 0.000
LS NONE	+50.00	F	NONE +0.00	LS 50.00
RS NONE	+0.00	G	NONE +0.00	RS 0.000
FF NONE	+0.00	H	NONE +0.00	FF 0.000
Kp Gain	+100.00			E 0.000
Ti Int Time	+0.50 sec.			F 0.000
Td Dev Time	+0.00 sec.			G 0.000
Kf FF Gain	+0.00			H 0.000

$$OUT = Kp * (SP - PV) + \Sigma (Ts / Ti) * (SP - PV) + Kp * (Td / Ts) (PV) + Kf * FF$$

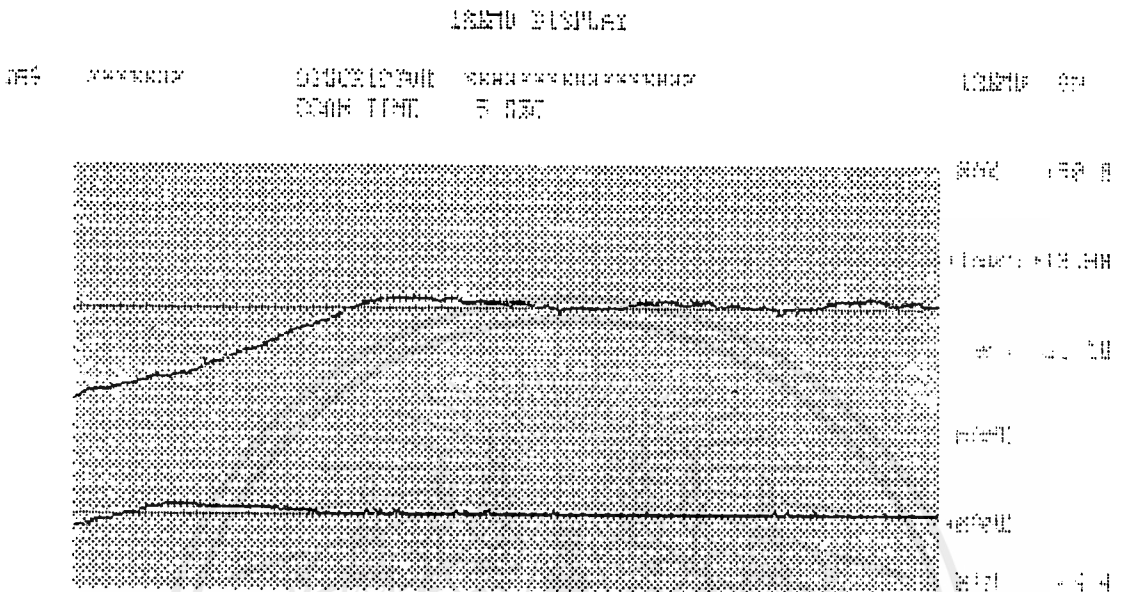
OUT +0.00 % MV 0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**รูปที่ 4.11 แสดงบล็อกการทำงานของ
โปรแกรม DCS ในการควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ 1**

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.12 รูปแสดงผลการทดลองการควบคุมระดับและอุณหภูมิของน้ำ 1

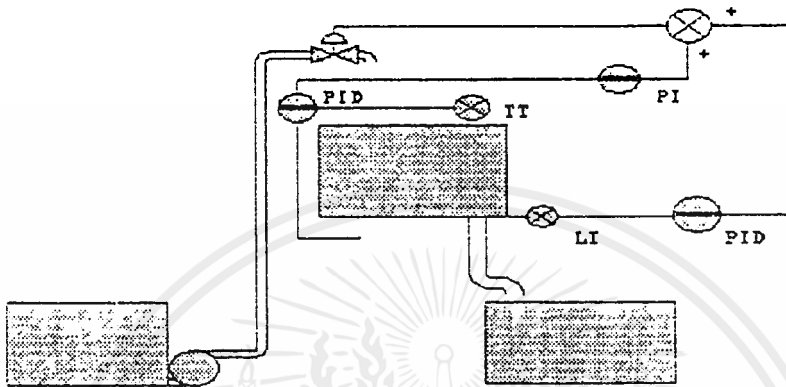
จากการทดลองได้ค่าพารามิเตอร์ดังนี้

ตัวควบคุม TC ดังนี้ $P = 50$, $I = 30$, $D = 0.3$

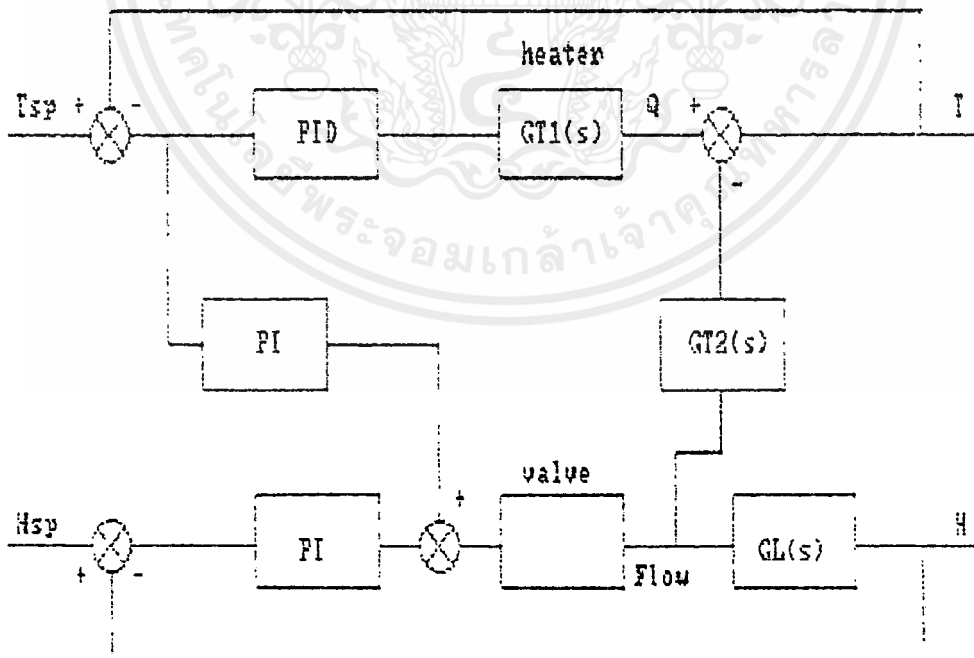
ตัวควบคุม LC ดังนี้ $P = 100$, $I = 50$

จากผลการทดลองพบว่า การควบคุมระดับน้ำจะเข้าสู่สภาวะที่ได้เสมอ แต่ในการควบคุมอุณหภูมิ อุณหภูมิจะเข้าสู่เซตพอยน์ช้ามาก

4. การควบคุมระดับและอุณหภูมิของน้ำ 2 (LEVEL AND TEMPERATURE CONTROL2)



รูปที่ 4.13 การควบคุมระดับและอุณหภูมิของน้ำ 2
(LEVEL AND TEMPERATURE CONTROL 2)



รูป 4.14 บล็อกไดอะแกรมแสดงการควบคุมระดับและอุณหภูมิ น้ำ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ต่อสายสัญญาณจาก TEMPERATURE TRANSMITTER (TT) มาเข้าที่ channel 0 ของบอร์ด PCLD 780 (B)
2. ต่อสายสัญญาณจาก LEVEL TRANSMITTER มาเข้าที่ (LT) channel 1 ของบอร์ด PCLD 780 (B)
3. กำหนดค่าใน Input Block Configuration ที่จะรับสัญญาณจาก (TT) เลือกใช้แอดเดรส AIB00

กำหนดค่าอินพุต (IN) เป็น I01

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นองศาเซลเซียส (C)

4. กำหนดค่าใน Input Block Configuration ที่จะรับสัญญาณจาก (LT) เลือกใช้แอดเดรส AIB01

กำหนดค่าอินพุต (IN) เป็น I02

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 5

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 24

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเซนติเมตร (CM)

5. กำหนดค่าใน Control Block Diagram เลือกใช้แอดเดรส ACB00

กำหนด TAG เป็น TC

เลือกฟังก์ชันเป็น PID Control

กำหนดตัวแปรกระบวนการ PV เป็นค่าแอดเดรสของ IBC คือ AIB00

กำหนดเซตพอยน์ที่ LS เป็นค่าที่เราต้องการ

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

6. กำหนดค่าใน Control Block Diagram เลือกใช้แอดเดรส ACB01

กำหนด TAG เป็น LC

เลือกฟังก์ชันเป็น PID Control

กำหนดตัวแปรกระบวนการ PV เป็นค่าแอดเดรสของ IBC คือ AIB01

กำหนดเซตพอยน์ที่ LS เป็นค่าที่เราต้องการ

กำหนด FF โดยใช้ชื่อแท็ก ACB02

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

7. กำหนดค่าใน Control Block Diagram เลือกใช้แอตเตอเรส ACB02

กำหนด TAG เป็น CC

เลือกฟังก์ชันเป็น PID Control

กำหนดตัวแปรกระบวนการ PV เท่ากับค่าเซตพอยน์ (LS) ของ TC

กำหนดเซตพอยน์ที่ LS เป็น AIB00

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเปอร์เซ็นต์ (%)

8. กำหนดค่าใน Output Block Configuration เลือกใช้แอตเตอเรส AOB00

กำหนด TAG เป็น TV

กำหนดทิศทางการบังคับวาล์ว (DIRECTION) เป็น DIRECT

กำหนดค่าอินพุต (IN) เป็น TAG ของ CBD คือ TC

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเปอร์เซ็นต์ของการให้ความร้อน (%)

กำหนดค่าเอาต์พุต (OUT) เป็น Q01

9. กำหนดค่าใน Output Block Configuration เลือกใช้แอตเตอเรส AOB01

กำหนด TAG เป็น LV

กำหนดทิศทางการบังคับวาล์ว (DIRECTION) เป็น DIRECT

กำหนดค่าอินพุต (IN) เป็น TAG ของ CBD คือ LC

กำหนดค่าต่ำสุดของเอาต์พุต (MIN) เป็น 0

กำหนดค่าสูงสุดของเอาต์พุต (MAX) เป็น 100

กำหนดหน่วย (UNIT) เป็นเปอร์เซ็นต์ของการเปิดปิดวาล์ว (%)

กำหนดค่าเอาต์พุต (OUT) เป็น Q02

10. ต่อสายสัญญาณจาก channel 0 ของบอร์ด PCLD 780 (A) มาเข้าที่ Watt

Transducer (WT) ของกระบวนการ

11. ต่อสายสัญญาณจาก channel 1 ของบอร์ด PCLD 780 (A) มาเข้าที่ control valve

(CV) ของกระบวนการ

12. กำหนดค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมที่ Control Block Faceplate

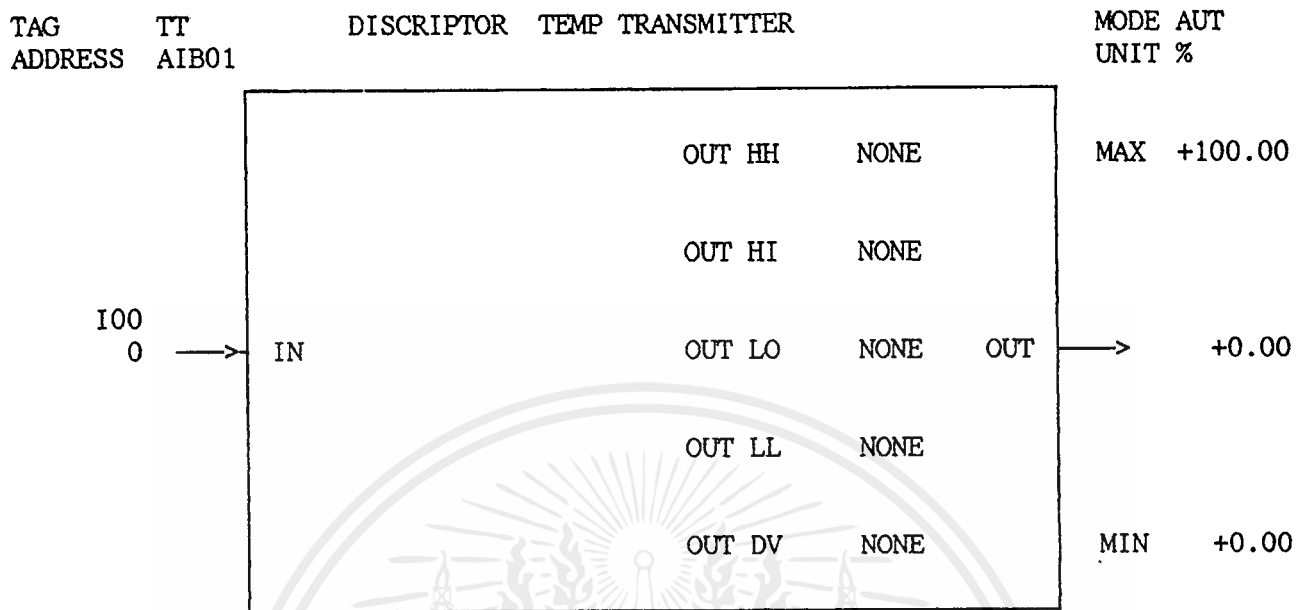
กำหนดค่า Kf เป็น 1

13. กำหนดโหมดการทำงานใน IBC , OBC , CBD เป็นอัตโนมัติ (AUT)

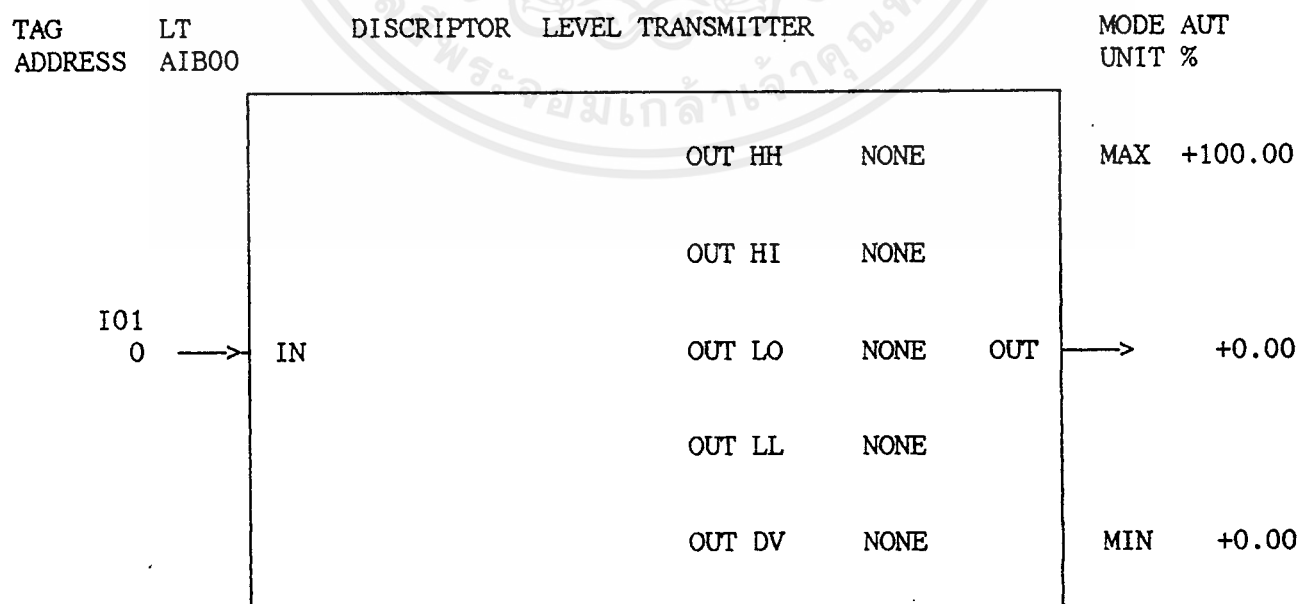


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT BLOCK CONFIGURATION

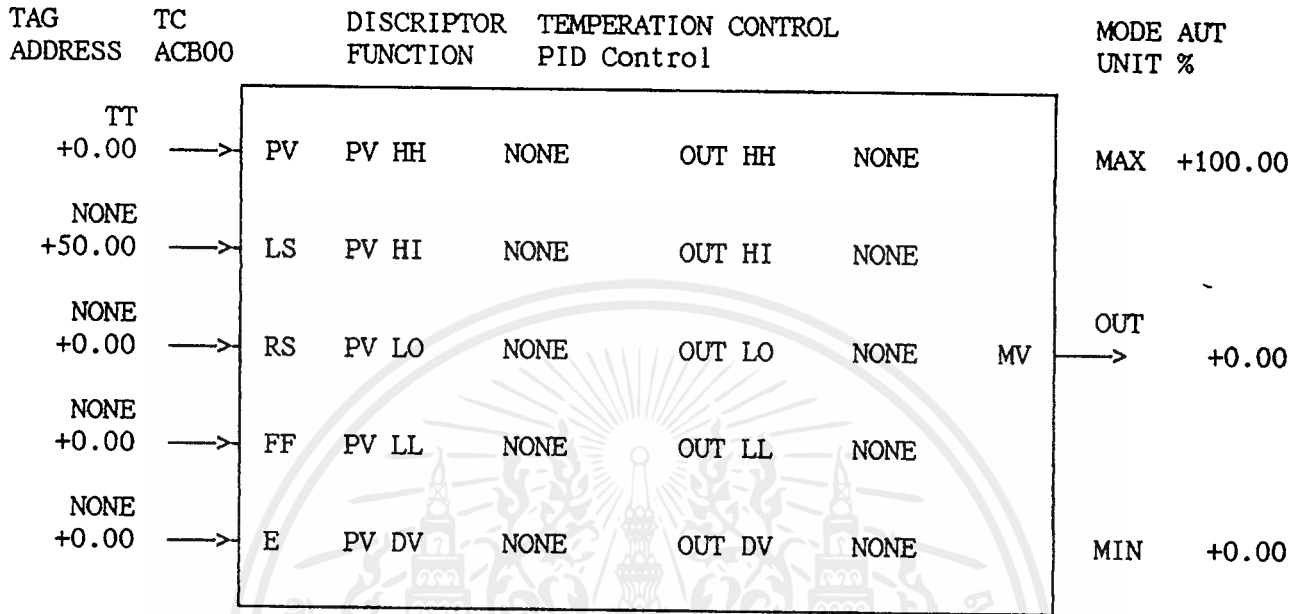


INPUT BLOCK CONFIGURATION

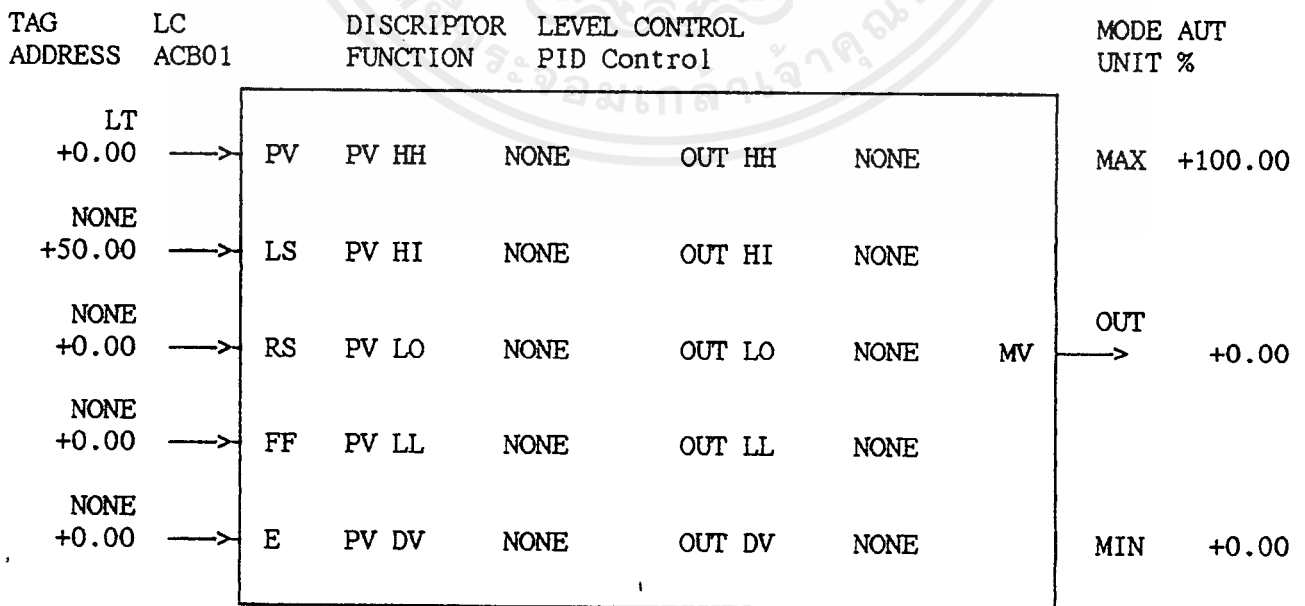


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTROL BLOCK DIAGRAM



CONTROL BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONTROL BLOCK FACEPLATE

TAG ADDRESS	TC ACB00	DISCRIPTOR FUNCTION	TEMPERATION CONTROL PID Control	MODE AUT
PV TT	+0.00	E NONE	+0.00	PV 0.000
LS NONE	+50.00	F NONE	+0.00	LS 50.00
RS NONE	+0.00	G NONE	+0.00	RS 0.000
FF NONE	+0.00	H NONE	+0.00	FF 0.000
				E 0.000
Kp Gain	+50.00			F 0.000
Ti Int Time	+30.00 sec.			G 0.000
Td Dev Time	+0.30 sec.			H 0.000
Kf FF Gain	+0.00			

$$OUT = Kp*(SP-PV) + \Sigma(Ts/Ti)*(SP-PV) + Kp*(Td/Ts)(PV) + Kf*FF$$

OUT +0.00 % MV 0.000

CONTROL BLOCK FACEPLATE

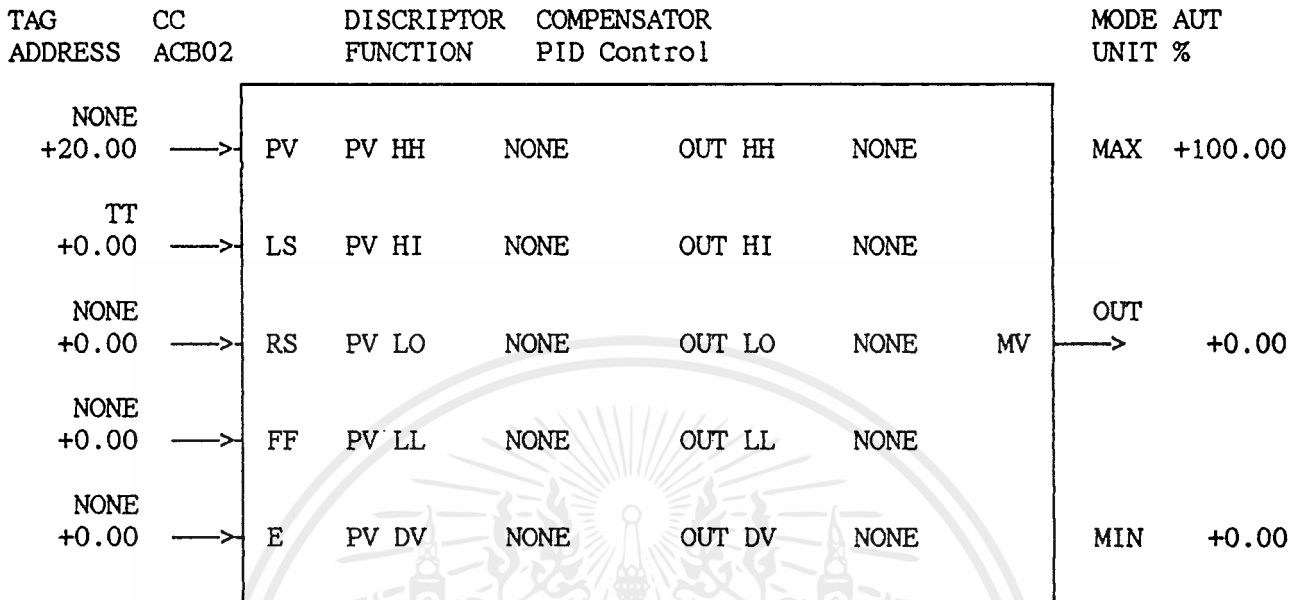
TAG ADDRESS	LC ACB01	DISCRIPTOR FUNCTION	LEVEL CONTROL PID Control	MODE AUT
PV LT	+0.00	E NONE	+0.00	PV 0.000
LS NONE	+50.00	F NONE	+0.00	LS 50.00
RS NONE	+0.00	G NONE	+0.00	RS 0.000
FF NONE	+0.00	H NONE	+0.00	FF 0.000
				E 0.000
Kp Gain	+100.00			F 0.000
Ti Int Time	+0.50 sec.			G 0.000
Td Dev Time	+0.00 sec.			H 0.000
Kf FF Gain	+0.00			

$$OUT = Kp*(SP-PV) + \Sigma(Ts/Ti)*(SP-PV) + Kp*(Td/Ts)(PV) + Kf*FF$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าการณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OUT +0.00 % MV 0.000

CONTROL BLOCK DIAGRAM



CONTROL BLOCK FACEPLATE

TAG ADDRESS	CC ACB02	DISCRIPTOR FUNCTION	COMPENSATOR PID Control	MODE AUT
PV NONE	+20.00	E	NONE +0.00	PV 20.00
LS TT	+0.00	F	NONE +0.00	LS 0.000
RS NONE	+0.00	G	NONE +0.00	RS 0.000
FF NONE	+0.00	H	NONE +0.00	FF 0.000
Kp Gain	+10.00			E 0.000
Ti Int Time	+20.00 sec.			F 0.000
Td Dev Time	+0.00 sec.			G 0.000
Kf FF Gain	+1.00			H 0.000

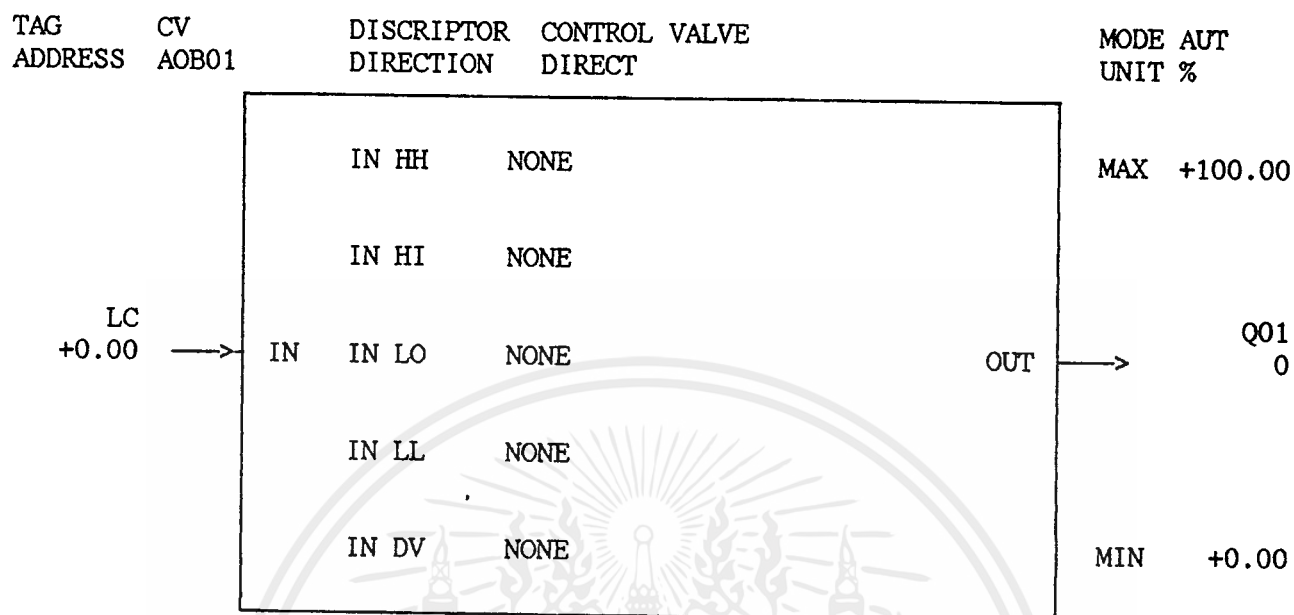
$$OUT = Kp*(SP-PV) + \Sigma(Ts/Ti)*(SP-PV) + Kp*(Td/Ts)(PV) + Kf*FF$$

OUT +0.00 %

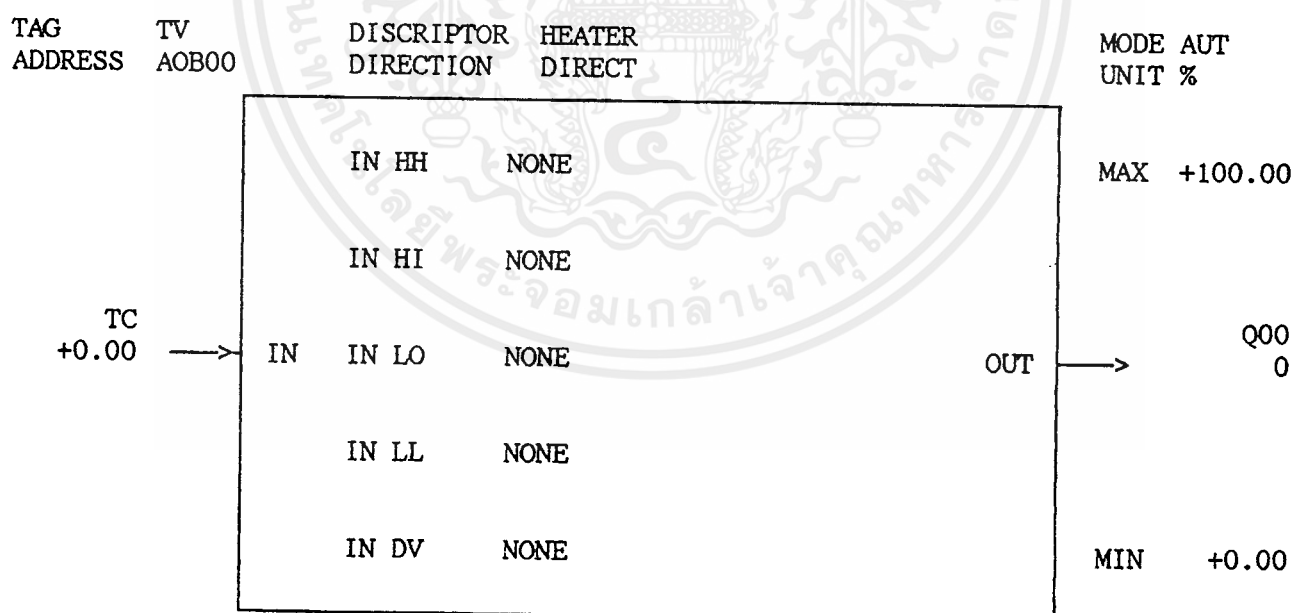
MV 0.000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OUTPUT BLOCK CONFIGURATION

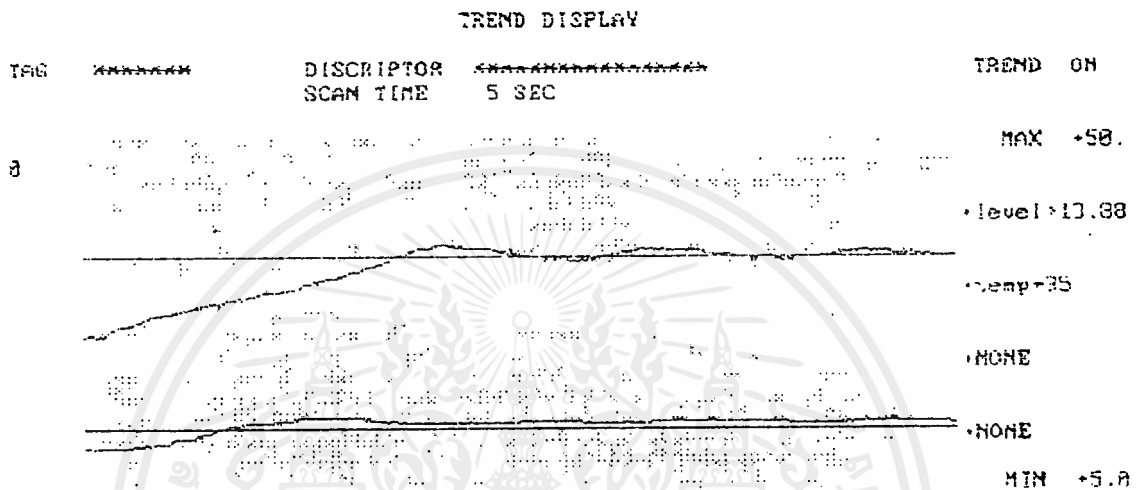


OUTPUT BLOCK CONFIGURATION



รูป 4.15 แสดงบล็อกการทำงานของ
โปรแกรม DCS ในการควบคุมอุณหภูมิและระดับน้ำ 2

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.16 รูปแสดงผลการทดลองการควบคุมระดับและอุณหภูมิของน้ำ 2

จากการทดลองได้ค่าพารามิเตอร์ดังนี้

ตัวควบคุม TC ดังนี้ $P = 50$, $I = 30$, $D = 0.3$

ตัวควบคุม LC ดังนี้ $P = 100$, $I = 70$

ตัวควบคุม CC ดังนี้ $P = 10$, $I = 20$

จากผลการทดลองพบว่า การควบคุมระดับน้ำจะเข้าสู่สภาวะคงที่ได้เสมอ และในการควบคุมอุณหภูมิ อุณหภูมิจะเข้าสู่เซตพอยน์ในเวลาเร็วกว่าเดิมเล็กน้อย แต่จะมี setting time ลดลง

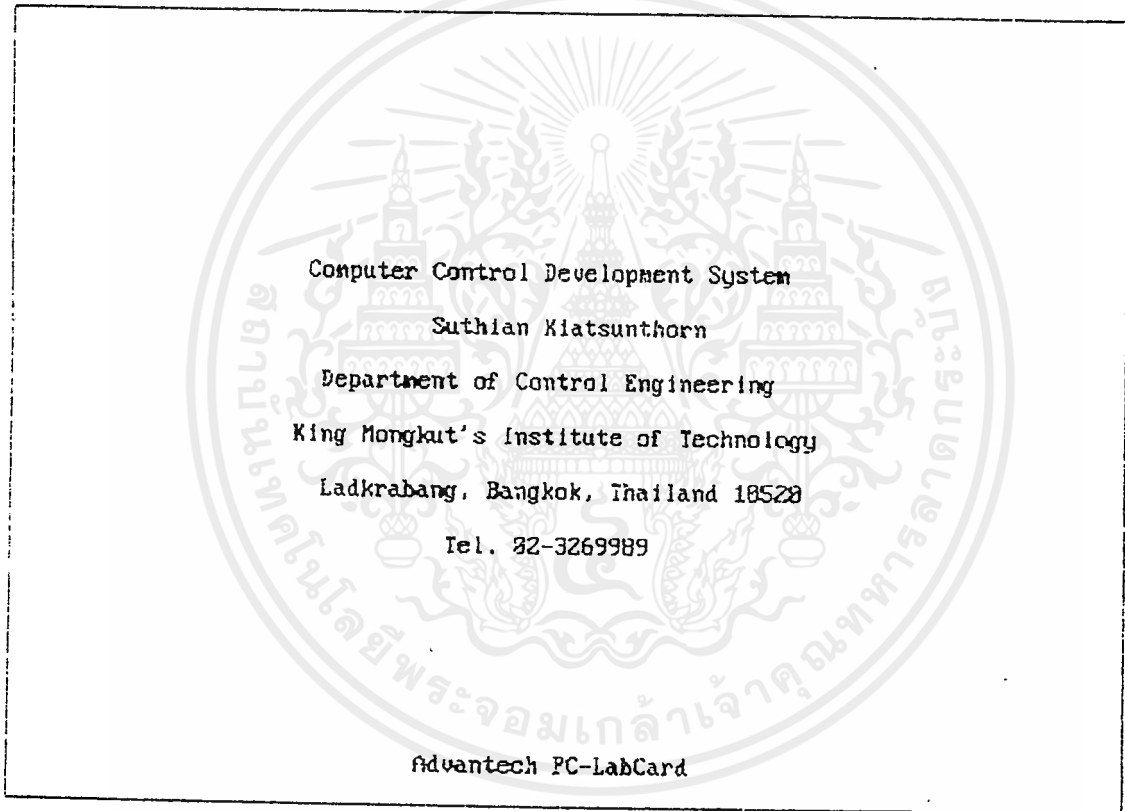
บทที่ 5

การใช้โปรแกรม DCS

เมนู (MENU)

เมื่อเข้าโปรแกรม DCS จะปรากฏหน้าจอตั้งรูป ซึ่งหน้าจอนี้ จะเป็นหน้าจอที่สามารถเข้าไปที่เมนูได้ ดังนั้นก่อนที่จะเข้าไปที่หน้าจอของคำสั่งอื่นได้ จะต้องเข้ามาที่หน้าจอของเมนูนี้ก่อน จึงขอเรียกหน้านี้ว่า เมนู

Command :



รูปที่ 5.1 หน้าจอของเมนู

จากเมนูนี้จะสามารถเข้าไปที่คำสั่งต่าง ๆ ได้โดยกดคีย์ (TAB) ซึ่งคำสั่งแรกที่ปรากฏขึ้น คือ คำสั่ง Alarm List และถ้ากด (TAB) อีกก็จะเป็นคำสั่งต่อไปเรียงไปตามพยัญชนะภาษาอังกฤษ ซึ่งมีคำสั่งต่าง ๆ เรียงไปดังนี้

1. Alarm List
2. Control Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Control Block Faceplate
4. Clear System Memory
5. Digital Block Diagram
6. Digital Block Faceplate
7. Edit System Memory
8. EXIT
9. Graphic Display
10. Graphic Display Generator
11. Group Display
12. Input Block Configuration
13. Initial System Memory
14. Output Block Configuration
15. Run Mode
16. Read System Memory
17. System Configuration
18. Sequential Control Monitor
19. Sequential Control Program
20. Standby Mode
21. Trending display
22. Write System Memory

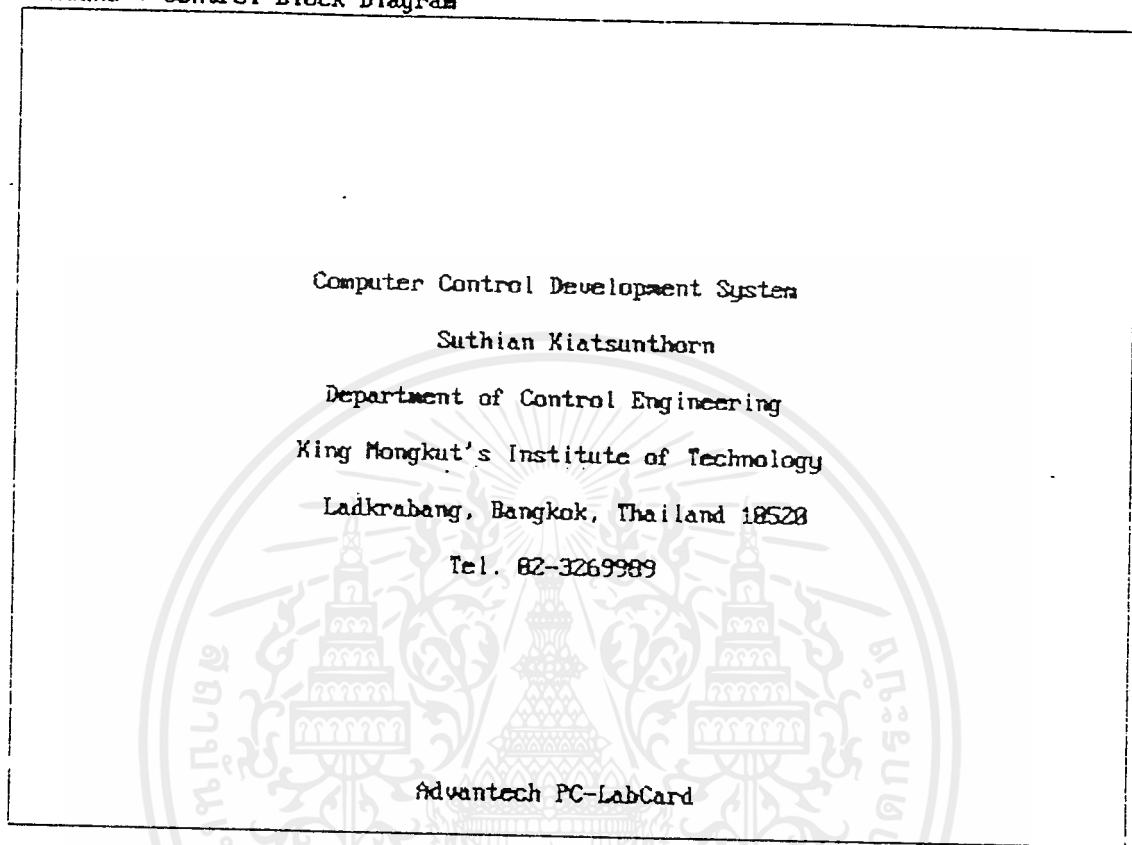
นอกจากนี้ การเข้าไปที่คำสั่งดังกล่าวสามารถทำได้อีกวิธี ซึ่งจะเร็วกว่าวิธีแรก ซึ่ง จะสังเกตเห็นว่าที่เมนู แต่ละคำสั่งบนเมนูจะมีอักษรตัวใหญ่ปรากฏอยู่ เราสามารถกดคีย์ของตัว อักษรเหล่านั้น ก็จะปรากฏคำสั่งดังกล่าวที่เมนู เช่น ถ้าเราต้องการเข้าไปที่ คอนโทรลบล็อก ไดอะแกรม (Control Block Diagram) เราจะกดคีย์ [C][B][D] ก็จะปรากฏ

“ Control Block Diagram ” ที่เมนู

เมื่อมีคำสั่งที่เราต้องการปรากฏบนเมนู เราจะสามารถเข้าไปในบล็อกดังกล่าวได้ โดยกดคีย์ [ENTER] เมื่อเข้าไปสู่ในบล็อกแต่ละบล็อกแล้ว การเข้าไปที่ตำแหน่งต่าง ๆ ในบล็อก แต่ละบล็อกนั้นจะใช้คีย์ [TAB] เป็นการเลื่อนเคอร์เซอร์ ซึ่งมีลักษณะเป็นแถบแดงไปตามตำแหน่ง แต่ถ้าต้องการลบแถบแดงออกไปให้กดคีย์ [ESC] และในการออกจากบล็อกต่าง ๆ ก็ สามารถทำได้โดยการกดคีย์ [ESC] เช่นเดียวกัน ซึ่งเมื่อออกจากบล็อกของคำสั่งนั้นแล้ว จะ ปรากฏเป็นหน้าจอของเมนู ซึ่งสามารถเข้าสู่คำสั่งอื่นได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Command : Control Block Diagram



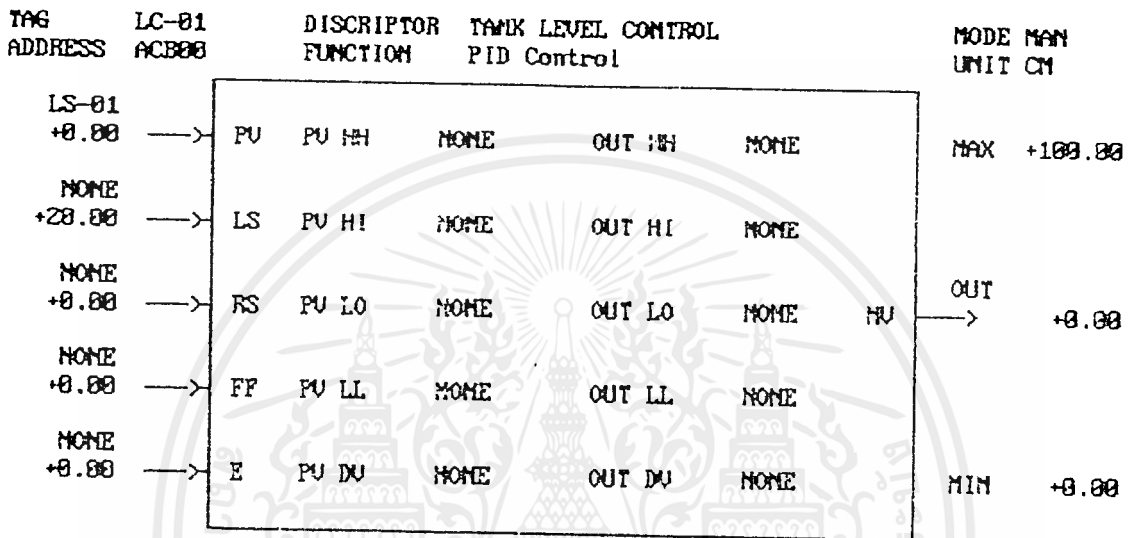
รูปที่ 5.2 การแสดงคำสั่งบนเมนู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำสั่ง (COMMAND)

1. Alarm list (เป็นคำสั่งที่ไม่ได้ใช้ในการทดลองนี้)
2. Control Block Diagram

CONTROL BLOCK DIAGRAM



รูปที่ 5.3 คอนโทรลบล็อกไดอะแกรม

ลักษณะที่แสดงของคอนโทรลบล็อกไดอะแกรม จะเป็นดังรูป ซึ่งจะขออธิบายความหมายของค่าต่าง ๆ ที่ควรรู้ดังนี้

TAG คือชื่อของบล็อกไดอะแกรมที่แอดเดรสที่เฉพาะเจาะจงซึ่งได้ระบุไว้ เพื่อใช้กับการทำงานหนึ่ง เป็นชื่อที่นำไปใช้ลิงค์ต่อกับบล็อกการทำงานอื่น ซึ่งชื่อ TAG นี้ อาจจะไม่ได้ ซึ่งการลิงค์จะสามารถลิงค์โดยระบุแอดเดรสโดยตรงได้ การกำหนด ชื่อ TAG นี้สามารถกำหนดเป็นตัวอักษรใดก็ได้ในคีย์บอร์ด

ADDRESS คือ แอดเดรสที่จองไว้สำหรับการทำงานหนึ่ง สามารถนำไปกำหนดในการลิงค์ต่อกับบล็อกการทำงานอื่น ซึ่งแอดเดรสของแต่ละบล็อกไดอะแกรม จะกำหนดโดยใช้ตัวอักษรต่างกัน ซึ่งสำหรับของคอนโทรลบล็อกไดอะแกรม จะใช้ ACB00 ถึง ACB99

DESCRIPTOR คือ รายละเอียดต่าง ๆ ที่ต้องการจะแสดงไว้ในบล็อกแต่ละบล็อก

FUNCTION คือ ฟังก์ชันของการควบคุมสำหรับ คอนโทรลบล็อกไดอะแกรม มี 20 ฟังก์ชัน ซึ่งแต่ละฟังก์ชันจะมีสมการแสดงให้เห็นอยู่ใน Control Block Faceplate (ซึ่งเราเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งมอบให้กับผู้ใช้งานเพื่อใช้ในการอ้างอิงเท่านั้น ไม่สามารถนำข้อมูลไปใช้ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเปลี่ยนกลับไปกลับมาระหว่างบล็อกของ Control Block Diagram กับบล็อกของ Control Block Faceplate ได้โดยตรงโดยไม่ต้องกลับไปเมนู โดยกดคีย์ [X]) การเลือกฟังก์ชันสามารถทำได้โดยกดคีย์ [Pg Up] และ [Pg Dn] ซึ่งฟังก์ชันของการควบคุมทั้ง 20 ฟังก์ชันมีดังนี้

1. MAN Manual
2. ON/OFF Control
3. PID Control
4. LL Lead/Lag
5. DT Dead Time
6. TOT Totalizer
7. RB Ratio/Bias
8. SSW Signal Selector Switch
9. HSW High Selector Switch
10. LSW Low Selector Switch
11. PLI Piecewise Interpolation
12. POCY Polynomial Function
13. Mass Storage Process
14. Stirred Tank Heater
15. Heat Transfer Process
16. Chemical Reaction Rate
17. CSTR Mass Balance of A
18. CSTR Energy Balance
19. Mixing Process Bal of A
20. Mixing Process Energy Bal

MODE มี 3 โหมด คือ MAN = Manual

AUT = Auto

REM = Remote

สามารถเลือกใช้โหมดทั้ง 3 โดยกดคีย์ [Pg Up] [Pg Dn] และกด [Enter]

เมื่อโหมดที่แสดงอยู่นั้นเป็นโหมดที่ต้องการ

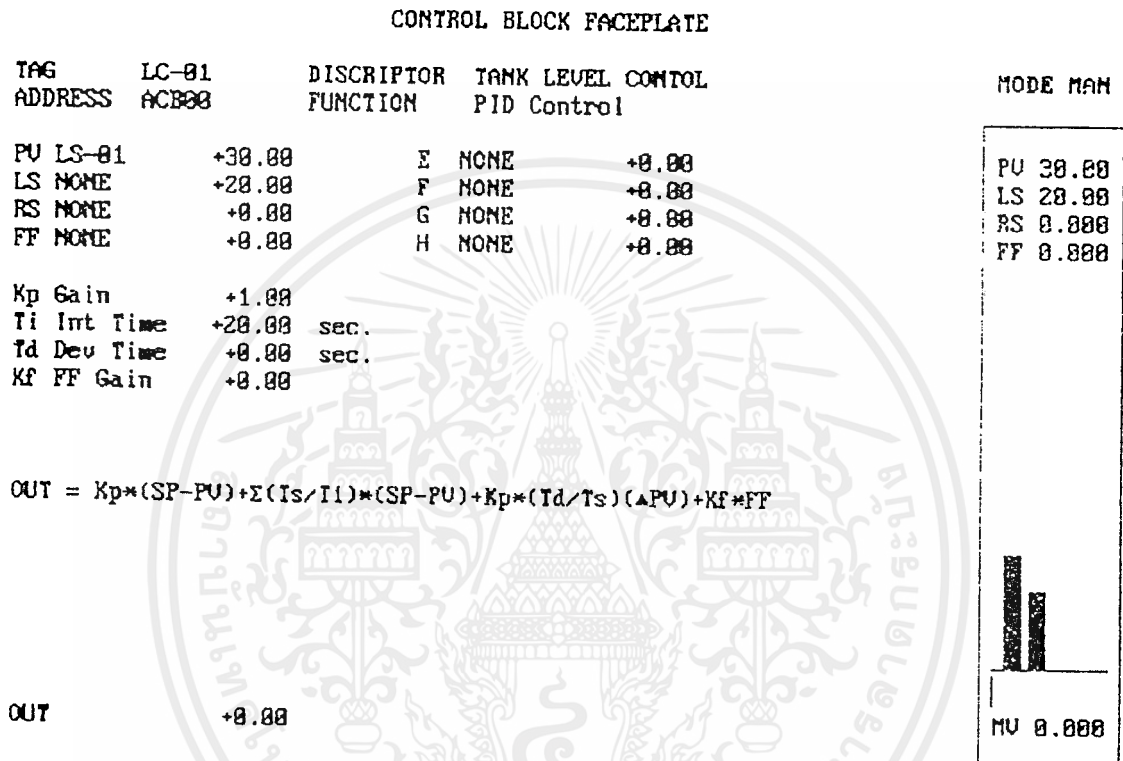
UNIT คือ หน่วยที่ใช้ในบล็อกนั้น

หมายเหตุ สำหรับรอบสี่เหลี่ยมด้านล่างจะมีลักษณะเปลี่ยนไปตาม FUNCTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของบริษัทฯ ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Control Block Faceplate

Control Block Faceplate จะเป็นส่วนที่ใช้แสดงค่าต่าง ๆ ของ คอนโทรลบล็อก ไดอะแกรม ที่แอดเดรสเดียวกัน ซึ่งลักษณะของ Control Block Faceplate จะแตกต่างกันตาม ฟังก์ชันของการควบคุมเหมือนกับลักษณะของคอนโทรลบล็อกไดอะแกรม



รูปที่ 5.4 Control Block Faceplate

ซึ่งลักษณะที่แสดงในบล็อกนี้จะมีอินพุต (PV) , เซตพอยน์ (LS,RS) พารา มิเตอร์ต่าง ๆ ของตัวควบคุม และจะมีสมการแสดงฟังก์ชันการควบคุมในรูปแบบที่เลือก และมีค่า เอาต์พุตของบล็อกควบคุมแสดงที่ด้านล่างสุด ภายใน Faceplate ซึ่งมีลักษณะเป็นกรอบสี่เหลี่ยม ทางด้านขวาจะมีกราฟแท่งแสดงค่าของตัวแปรในการควบคุม และแสดงค่าเป็นตัวเลขด้วยที่ด้าน บนของ Faceplate

4. Clear System Memory คำสั่ง Clear System Memory จะเป็นการเคลียร์ข้อมูล

ที่เราเขียนไว้ในบล็อกต่าง ๆ จะทำให้บล็อกทุกบล็อกเป็นบล็อกเปล่า ที่ยังไม่มีกรใส่ข้อมูลเข้าไป เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่คำสั่งนี้ไม่ได้กระทำกับ System Memory หรือไฟล์ DCS.BLK แต่อย่างใด

5. Digital Block Diagram (เป็นคำสั่งที่ไม่ได้ใช้ในการทดลองนี้)
6. Digital Block Faceplate (เป็นคำสั่งที่ไม่ได้ใช้ในการทดลองนี้)
7. Edit System Memory

SYSTEM MEMORY							
POSITION	DECIMAL	HEXADECIMAL	BINARY				INPUT DATA
I00	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I01	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I02	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I03	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I04	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I05	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I06	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I07	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I08	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I09	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I10	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I11	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I12	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I13	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I14	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I15	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I16	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I17	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I18	0	0000	0000	0000	0000	0000	
I19	0	0000	0000	0000	0000	0000	

รูปที่ 5.5 Edit System Memory

Edit System Memory จะบอกค่าปัจจุบันของตัวแปร ซึ่งเก็บอยู่ในหน่วยความจำของระบบ คือเก็บอยู่ในไฟล์ DCS.BLK ตัวแปรดังกล่าวคือ

I00-I63

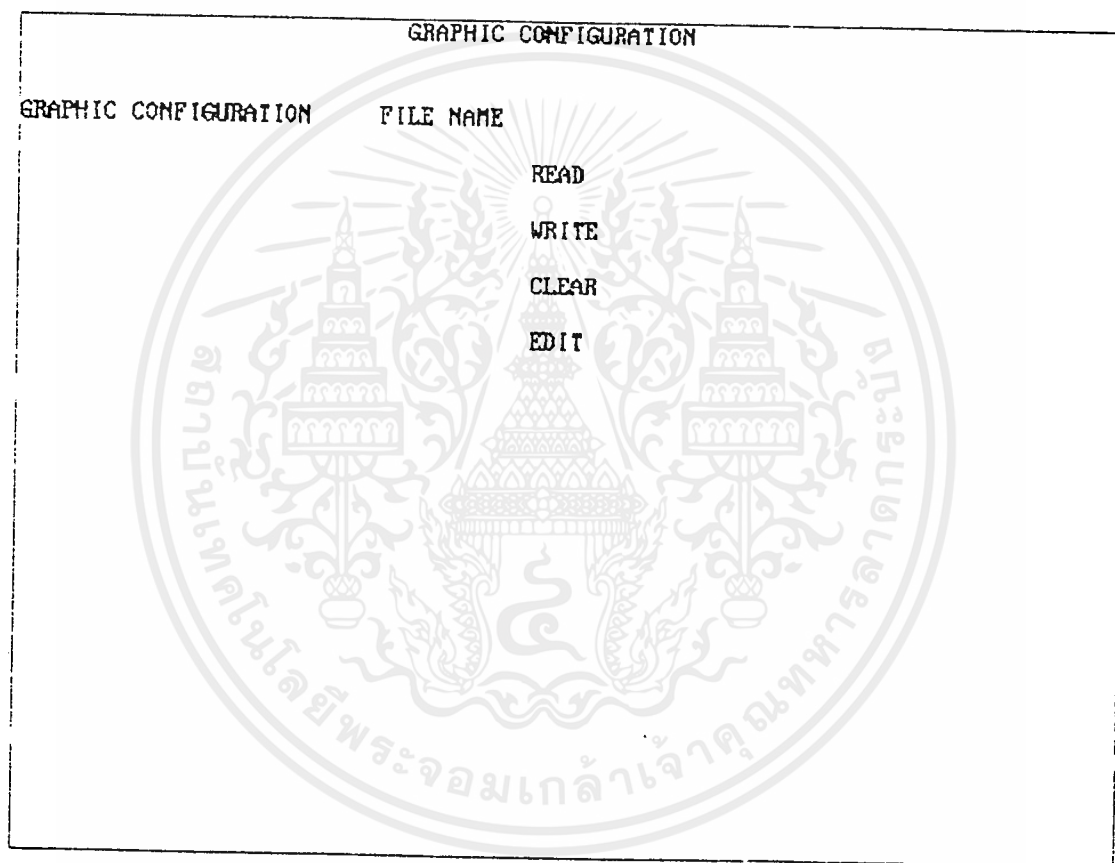
Q00-Q63

F00-F63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Screen 10 ซึ่งในกรณีตัวอย่างที่กล่าวมานี้จะเกิดขึ้นได้ต้องกำหนด Graphic Screen ไว้ทั้ง 10 Graphic Screen ใน Graphic Display Generator ที่มุมล่างด้านซ้ายใน Graphic Display จะมีชื่อไฟล์ของภาพนั้นที่เรากำหนดไว้ใน Graphic Screen ดังกล่าว ดังรูปด้านบนชื่อไฟล์ของภาพที่แสดงอยู่คือ PROJECT4.OBJ ซึ่งภาพที่เรานำมาแสดงใน Graphic Display นี้ สามารถสร้างโดยใช้โปรแกรม GEDIT

10. Graphic Display Generator



รูปที่ 5.7 หน้าจอของ Graphic Display Generator

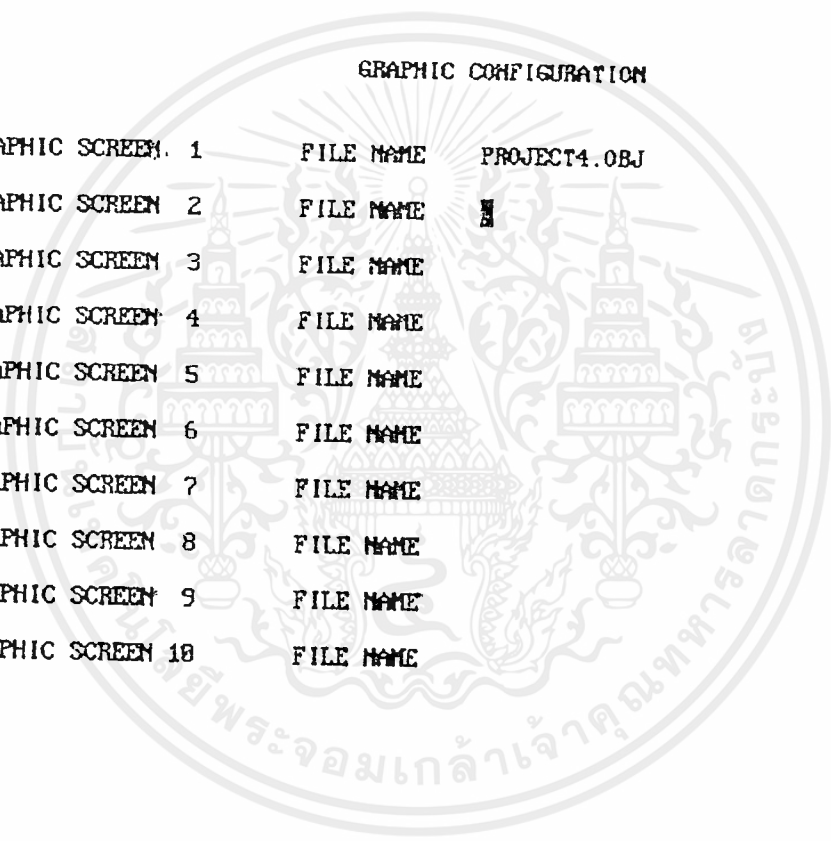
เมื่อเข้ามาในคำสั่งนี้จะเห็นว่าคำสั่ง 4 คำสั่ง คือ READ , WRITE , CLEAR และ EDIT ซึ่งเราสามารถกดคีย์ [Tab] เพื่อเลื่อนเข้าไปในคำสั่งต่าง ๆ นี้ได้

READ จะเป็นคำสั่งเพื่อเรียกข้อมูลที่เขียนไว้ขึ้นมาจากหน่วยความจำ (DCS.GRA)

WRITE จะเป็นคำสั่งเพื่อเขียนข้อมูลซึ่งเรากำหนดไว้ซึ่งเป็นข้อมูลปัจจุบันที่ปรากฏอยู่ใน EDIT ลงในหน่วยความจำ ซึ่งเป็นไฟล์ชื่อ DCS.GRA ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLEAR จะลบข้อมูลที่กำหนดไว้ใน EDIT ขณะนั้นซึ่งจะทำให้ที่ทุก GRAPHIC SCREEN ว่างเปล่า ไม่มีไฟล์ที่กำหนดไว้เหลืออยู่

EDIT ในคำสั่ง EDIT นี้เราสามารถกำหนดและแก้ไขชื่อไฟล์ซึ่งกำหนดไว้ในแต่ละ GRAPHIC SCREEN ได้ ซึ่งชื่อไฟล์จะต้องเป็นชื่อไฟล์ที่ตรงกับที่เรากำหนดไว้ในโปรแกรม Gedit ด้วย เช่นถ้าต้องการให้ปรากฏภาพจำลองดังรูปที่ ให้พิมพ์ชื่อ project4.obj ที่ GRAPHIC SCREEN 1 ดังแสดงในรูปที่ 5.8



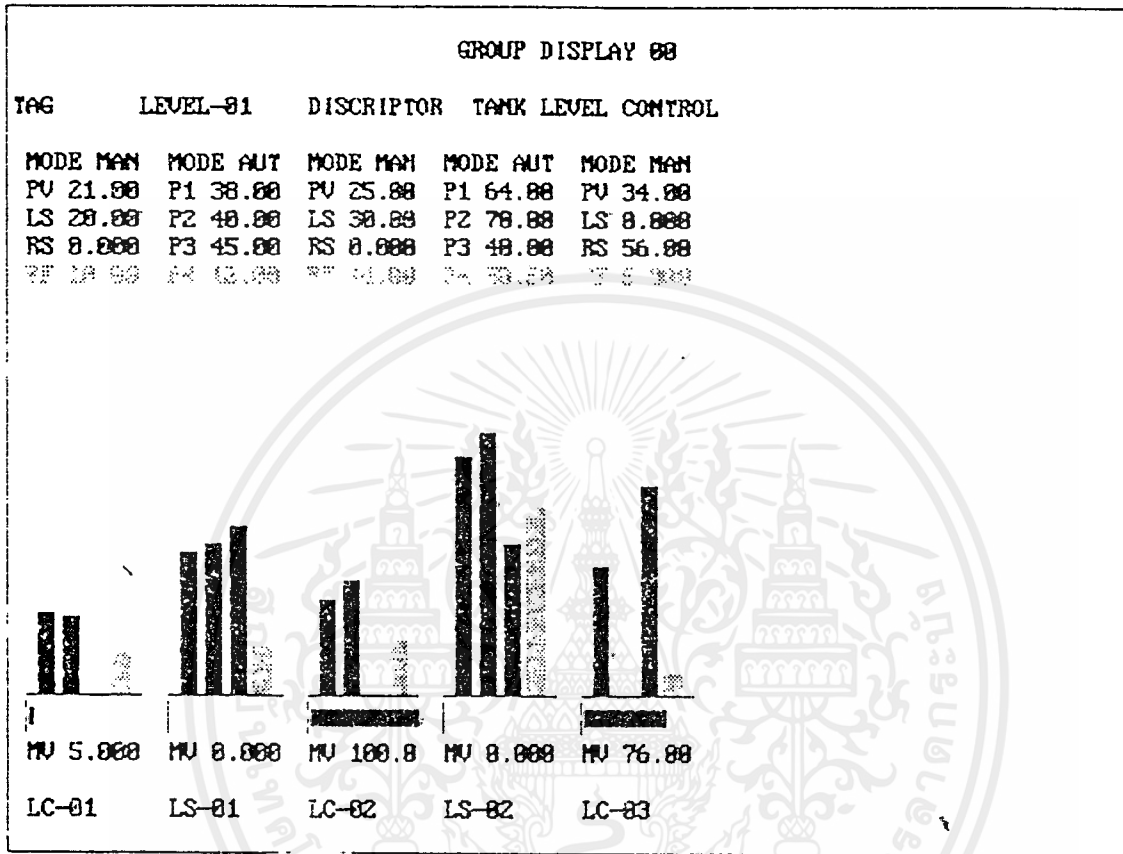
GRAPHIC CONFIGURATION		
GRAPHIC SCREEN 1	FILE NAME	PROJECT4.OBJ
GRAPHIC SCREEN 2	FILE NAME	
GRAPHIC SCREEN 3	FILE NAME	
GRAPHIC SCREEN 4	FILE NAME	
GRAPHIC SCREEN 5	FILE NAME	
GRAPHIC SCREEN 6	FILE NAME	
GRAPHIC SCREEN 7	FILE NAME	
GRAPHIC SCREEN 8	FILE NAME	
GRAPHIC SCREEN 9	FILE NAME	
GRAPHIC SCREEN 10	FILE NAME	

รูปที่ 5.8 แสดงการกำหนดภาพจำลองใน
EDIT ของ graphic Display Generator

11.Group Display

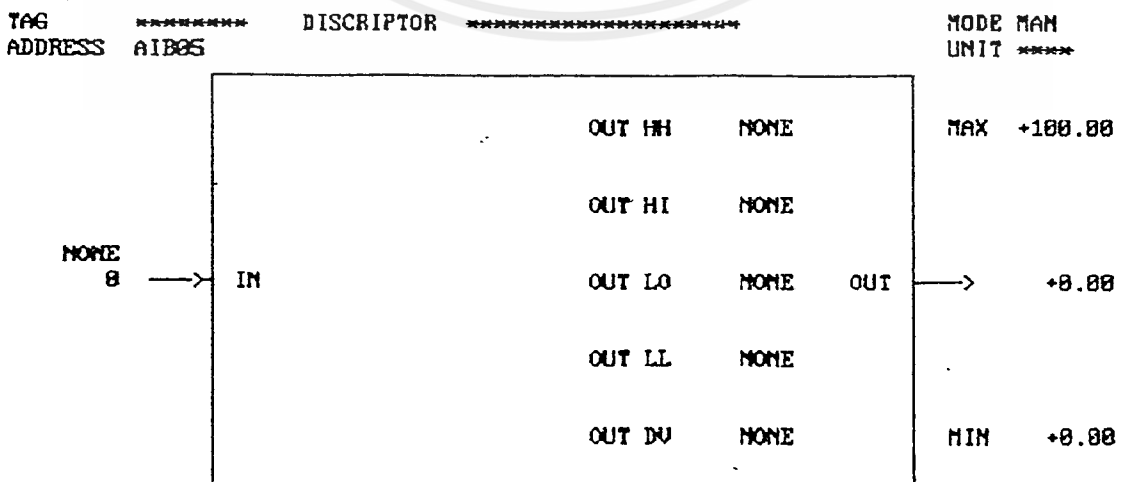
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเรากำหนด ชื่อ TAG และ DESCRIPTOR ของ GROUP DISPLAY นั้น ๆ เรียบร้อยแล้ว ก็ให้ใส่ชื่อ TAG ของ Control Block Faceplate ที่เราต้องการนำมาแสดงที่แถบแดง ด้านล่าง เมื่อใส่ชื่อ TAG แล้วกด [Enter] ก็จะมีปรากฏ Faceplate ของคอนโทรลบล็อกนั้น ๆ ขึ้น มา ซึ่ง Group Display หนึ่งจะสามารถแสดงได้ 8 Faceplate



12. Input Block Configuration

INPUT BLOCK CONFIGURATION



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับรูปที่ 5.10 Input Block Configuration ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

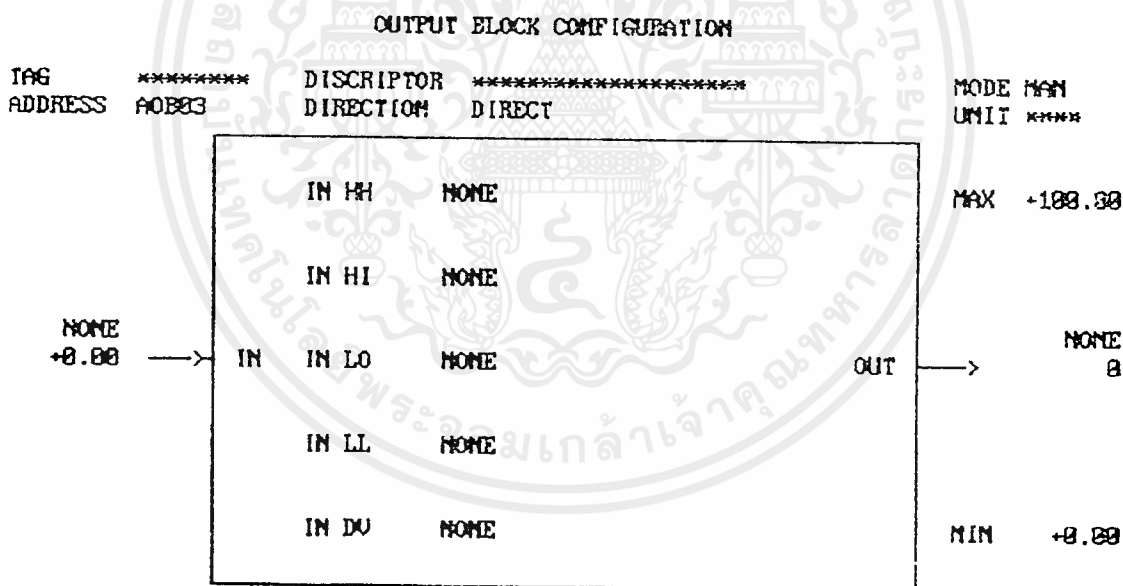
ค่าอินพุตที่ใส่เข้ามา คือ I00 ถึง I63 ซึ่งเป็นค่าอินพุตที่ได้ติดตั้งในโปรแกรม

INSTALL.EXE ไว้เพื่อให้สามารถรับค่าอินพุตจากทรานสมิตเตอร์ (Transmitter) ต่าง ๆ ซึ่งส่งผ่านอินเตอร์เฟสบอร์ดมาได้ตรงตาม channel ของอินเตอร์เฟสบอร์ด

13. Initial System Memory (เป็นคำสั่งที่ไม่ได้ใช้ในการทดลองนี้)

14. Output Block Configuration

เป็นบล็อกที่ใช้กำหนดการนำค่าเอาต์พุตจากคอนโทรลเลอร์ เพื่อส่งไปควบคุมอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Final Control Element)



รูปที่ 5.11 Output Block Configuration

ค่าแอคเครสของ เอาต์พุตเหล่านี้ จะมีตั้งแต่ AOB00 ถึง AOB99

ค่าที่รับเข้ามาเป็นอินพุตของเฮาต์พุตบล็อก คือค่าเอาต์พุตที่ได้จากคอนโทรล

บล็อกทำได้โดยใส่ชื่อ TAG หรือแอคเครสของคอนโทรลบนลื่อนั้นที่ INPUTของเอาต์พุต

หลักรหัสที่เอาต์พุต ของเอาต์พุตบล็อกลื่นจะเป็นการกำหนด channel ของอินเตอร์เฟสบอร์ด ที่จะส่ง

เอาต์พุตออกไปผ่านอินเทอร์เฟซบอร์ด เพื่อส่งต่อไปยังอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย ซึ่งค่าที่กำหนดที่เอาต์พุตของเอาต์พุตบล็อกนี้คือค่า Q00 ถึง Q63 ซึ่งได้ติดตั้งไว้ในโปรแกรม Install.exe

DIRECTION คือลักษณะของการส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย มี 2 ลักษณะคือ Direct และ Reverse ซึ่งกำหนดได้โดยกดคีย์ [Pg Up]และ[Pg Dn]

15. Run Mode

Run Mode เป็นโหมดที่ใช้ในการปฏิบัติการ เมื่ออยู่ใน Run Mode คอนโทรลเลอร์จะทำงานและสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ ซึ่งเมื่อเข้า Run Mode จะทำให้เกิดการปฏิบัติการขึ้นทันที จึงควรแน่ใจว่ากำหนดตัวแปรต่างๆใน configuration อย่างถูกต้องแล้ว เมื่ออยู่ใน Run Mode บล็อกการทำงานต่างๆจะมีวันที่ (DATE) ทางมุมบนซ้ายและเวลา(TIME) ทางมุมบนขวา

16. Read System Memory

เป็นคำสั่งที่ใช้เพื่ออ่านค่าของข้อมูลต่างๆจาก System memory คือ ไฟล์ชื่อ DCS.BLK ขึ้นมาในบล็อกต่างๆ

17. System Configuration

System Configuration เป็นบล็อกที่นำเอา Configuration ของระบบทั้งหมดมารวมไว้เพื่อให้ง่ายต่อการจัดการโดยรวม

SYSTEM CONFIGURATION

SYSTEM CONFIGURATION	FILE NAME	DCS.SYS
SYSTEM MEMORY	FILE NAME	DCS.BLK
SEQUENTIAL PROGRAM	FILE NAME	
GRAPHIC CONFIGURATION	FILE NAME	DCS.GRA
GROUP CONFIGURATION	FILE NAME	DCS.GRP
TREND CONFIGURATION	FILE NAME	DCS.TRD
ALARM LIST	FILE NAME	

รูปที่ 5.12 System Configuration

System memory จะมีคำสั่งซึ่งกระทำกับ System memory ซึ่งคือไฟล์ชื่อ DCS.BLK ซึ่งคำสั่งมีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SYSTEM MEMORY CONFIGURATION

SYSTEM MEMORY	FILE NAME	DCS.BLK
		READ
		WRITE
		CLEAR

รูปที่ 5.13 System Memory Configuration

- * READ เป็นคำสั่งที่ใช้โหลดข้อมูลจากไฟล์ DCS.BLK ขึ้นมาไว้ในบล็อกต่างๆ
- * WRITE เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูล ที่อยู่ในบล็อกขณะนั้นลงไปเก็บไว้ในไฟล์

DCS.BLK

- * CLEAR เป็นคำสั่งที่ใช้เคลียร์ให้บล็อกขณะนั้นว่างเปล่า

GRAPHIC CONFIGURATION เป็นคำสั่งซึ่งใช้ในการกำหนดค่าต่างๆของ Graphic Display ซึ่งจะเหมือนกับคำสั่งใน Graphic Display Generator

GRAPHIC CONFIGURATION

[illegible]

รูปที่ 5.14 Graphic Configuration ใน System Configuration

- * READ เป็นคำสั่งที่ใช้โหลดข้อมูลจากไฟล์ DCS.GRA ขึ้นมาไว้ในบล็อกEDIT
ของ Graphic Display Generator และบล็อก Graphic Display

* WRITE เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูล ที่อยู่ในบล็อก Graphic Display Generator ขณะนั้นลงไปเก็บไว้ในไฟล์ DCS.GRA

* CLEAR เป็นคำสั่งที่ใช้เคลียร์ในบล็อก EDIT ของ Graphic Display Generator และบล็อก Graphic Display ขณะนั้นว่างเปล่า

* EDIT ในคำสั่ง EDIT นี้เราสามารถกำหนดและแก้ไขชื่อไฟล์ซึ่งกำหนดไว้ในแต่ละ GRAPHIC SCREEN ได้ ซึ่งชื่อไฟล์จะต้องเป็นชื่อไฟล์ที่ตรงกับที่เรากำหนดไว้ในโปรแกรม Gedit ด้วย

GROUP CONFIGURATION

GROUP CONFIGURATION

FILE NAME DCS.GRP

READ

WRITE

CLEAR

รูปที่5.15 Group Configuration ใน System Configuration

GROUP CONFIGURATION เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดการเขียนอ่านข้อมูลในบล็อกของ Group Display กับไฟล์ชื่อ DCS.GRP ซึ่งมีคำสั่งดังนี้

* READ เป็นคำสั่งที่ใช้โหลดข้อมูลจากไฟล์ DCS.GRP ขึ้นมาสู่บล็อกของ Group Display

* WRITE เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูลที่มีอยู่ในบล็อก Group Display ลงไปเก็บไว้ในไฟล์ DCS.GRP

* CLEAR เป็นคำสั่งที่ใช้เคลียร์ให้บล็อก Group Display ซึ่งเป็นบล็อกว่างเปล่า

TREND CONFIGURATION เป็นคำสั่งที่ใช้ในการกำหนดการเขียนอ่านข้อมูลในบล็อกของ Trending Display กับไฟล์ชื่อ DCS.TRD และกำหนดการเปิดและปิด ของTrending Display ซึ่งมีคำสั่งดังนี้

TREND CONFIGURATION

TREND CONFIGURATION	FILE NAME	DCS.TRD
	READ	
	WRITE	
	CLEAR	
	ON	
	OFF	

รูปที่ 5.16 Trend Configuration ใน System Configuration

- * READ เป็นคำสั่งที่ใช้โหลดข้อมูลจากไฟล์ DCS.TRD ขึ้นมาสู่บล็อกของ Trending Display
- * WRITE เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูลที่มีอยู่ในบล็อก Trending Display ลงไปเก็บไว้ในไฟล์ DCS.TRD
- * CLEAR เป็นคำสั่งที่ใช้เคลียร์ให้บล็อก Trending Display เป็นบล็อกว่างเปล่า
- * ON เป็นคำสั่งที่ใช้ในการทำงานของ Trending Display ซึ่งทำให้ Trending Dusokat
- * OFF เป็นคำสั่งที่ใช้ปิดการทำงานของ Trending Display ซึ่งทำให้สามารถเข้าไปกำหนด

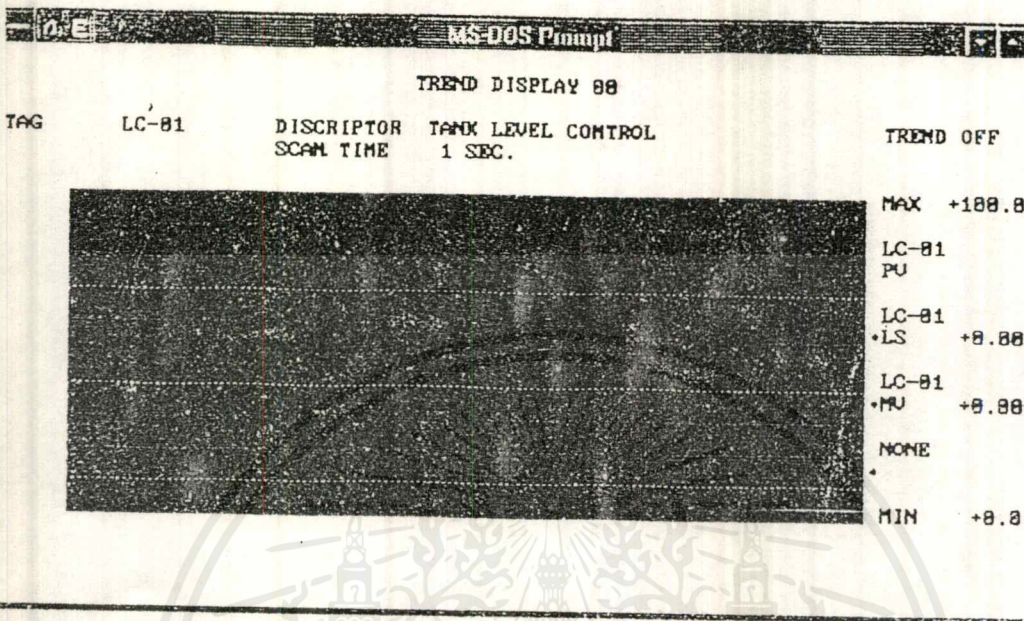
18. Sequential Control Monitor (เป็นคำสั่งที่ไม่ได้ใช้ในการทดลองนี้)

19. Sequential Control Program (เป็นคำสั่งที่ไม่ได้ใช้ในการทดลองนี้)

20. Standby Mode

เป็นโหมดซึ่งไม่มีการปฏิบัติการใดๆเกิดขึ้นในโหมดนี้ เมื่อเข้ามาในโปรแกรมตอนแรกจะอยู่ในโหมดนี้และก่อนที่จะออกจากโปรแกรมจะต้องเข้ามาในโหมดนี้ก่อน

21. Trending Display



รูปที่ 5.17 Trending Display

เป็นส่วนที่ใช้แสดงการเปลี่ยนแปลงของกระบวนการโดยใช้กราฟ โดยสามารถแสดงได้ 16 Display คือ TREND DISPLAY 00 ถึง TREND DISPLAY 15 โดยสามารถเปลี่ยนไป TREND DISPLAY แต่ละบล็อกได้โดยกดคีย์ [Pg Up] และ [Pg Dn]

MAX คือ ค่าสูงสุดที่ต้องการแสดง

MIN คือ ค่าต่ำสุดที่ต้องการแสดง

ในการนำค่าของกระบวนการมาแสดง ทำได้โดยกำหนด ชื่อ TAG ของคอนโทรลเลอร์ที่เราต้องการนำมาแสดง แล้วกดคีย์ [ENTER] หลังจากนั้นจะมีแถบแดงขึ้นที่ด้านล่างของชื่อ TAG สามารถเลือกค่าหรือตัวแปรที่ต้องการให้มันแสดงโดยกดคีย์ [Pg Up] และ [Pg Dn] เมื่อตัวแปรที่ต้องการปรากฏอยู่จึงกด [ENTER]

22. Write System Memory

เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูลที่มีอยู่ในบล็อกต่างๆ นั้นจะไปเก็บที่ System Memory คือ ไฟล์ DCS.BLK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อโปรแกรม DCS กับการ์ดแปลงสัญญาณ (A/D , D/A)

การเชื่อมต่อโปรแกรม DCS กับการ์ดแปลงสัญญาณ จะเชื่อมต่อโดยใช้โปรแกรม INSTALL เมื่อเข้ามาในโปรแกรมนี้อาจจะปรากฏหน้าจอ ดังรูป

DCS PROGRAM INTERFACE CARD INSTALLATION

INTERFACE CARD CONFIGURATION FILE DCS.DRV

INTERFACE CARD DESCRIPTION

Advantech PC-LabCard

INTERFACE CARD CONFIGURATION

READ

WRITE

CLEAR

EDIT

EXIT

รูปที่ 5.18 หน้าจอของโปรแกรม Installation

ข้อมูลที่ใช้ในการ configuration จะถูกเก็บในไฟล์ชื่อ DCS.DRV คำสั่งที่ใช้ในการ configuration มีดังนี้

*READ เป็นคำสั่งที่ใช้โหลดข้อมูลจากไฟล์ DCS.DRV ไปไว้ในบล็อกรหัส EDIT

*WRITE เป็นคำสั่งที่ใช้เขียนข้อมูล ที่อยู่ในบล็อกรหัส EDIT ขณะนั้นลงไปเก็บไว้ในไฟล์

DCS.DRV

*CLEAR เป็นคำสั่งที่ใช้เคลียร์ให้บล็อกรหัสว่างเปล่า

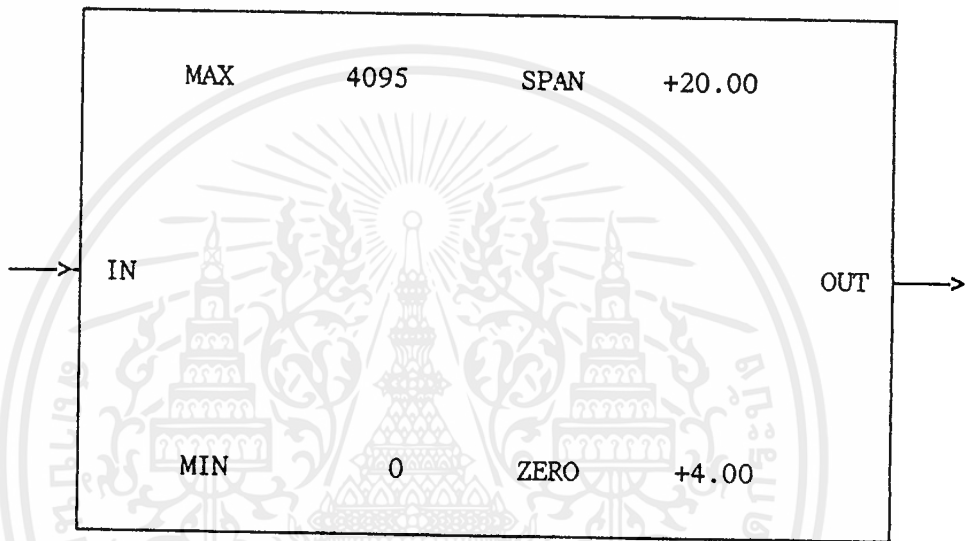
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

*EDIT ในคำสั่ง EDIT นี้เราสามารถกำหนดการติดต่อระหว่างการ์ดกับโปรแกรมได้ดังนี้

การกำหนดค่าสัญญาณออก (OUTPUT CONFIGURATION)

OUTPUT CONFIGURATION

OUTPUT	Q00	TYPE	PCL-726	MODE	ANAL
ADDRESS	02C0	CHANNEL	00	UNIT	mA



รูปที่ 5.19 การกำหนดค่าเอาต์พุต

OUTPUT คือชื่อที่ใช้ติดต่อระหว่างแชนแนล (channel) ของเอาต์พุตของการ์ดแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาล็อกกับสัญญาณจากเอาต์พุตบหลื่อนของโปรแกรม DCS

TYPE คือชื่อของการ์ดแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณอนาล็อกที่นำมาใช้
MODE มี 2 โหมด

ANALOG ส่งสัญญาณออกเป็นสัญญาณอนาล็อก

DIGITAL ส่งสัญญาณออกเป็นสัญญาณดิจิทัล

ADDRESS คือแอดเดรสในหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ที่การ์ดใช้ในการติดต่อซึ่ง
โดยปกติแล้วผู้ใช้งานจะกำหนดมา

CHANNEL คือแชนแนลของการ์ดที่ติดต่อ

UNIT คือหน่วยของสัญญาณที่ส่งออกไป

MAX คือค่าของสัญญาณออกสูงสุดเป็นเลขฐานสิบหก

MIN คือค่าของสัญญาณออกต่ำสุดเป็นเลขฐานสิบหก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPAN คือค่าของสัญญาณออกสูงสุดเป็นเลขฐานสิบ

ZERO คือค่าของสัญญาณออกต่ำสุดเป็นเลขฐานสิบ

สำหรับการทดลองนี้ กำหนดค่าเอาต์พุตดังนี้

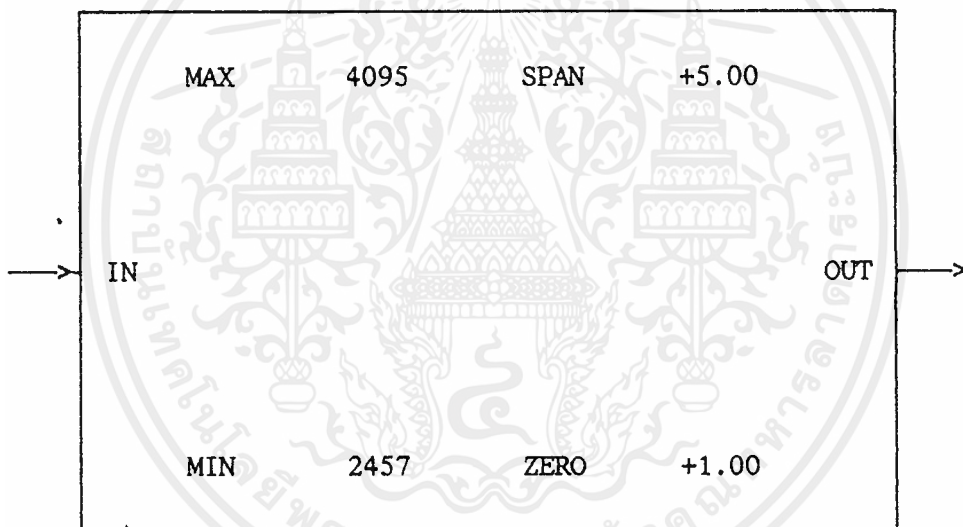
เอาต์พุต Q01 ติดต่อกับการ์ดPCL-726 แชนแนล00 โดยส่งสัญญาณออกเป็น 4 ถึง 20 mA

เอาต์พุต Q02 ติดต่อกับการ์ดPCL-726 แชนแนล01 โดยส่งสัญญาณออกเป็น 4 ถึง 20 mA

การกำหนดค่าสัญญาณเข้า (INPUT CONFIGURATION)

INPUT CONFIGURATION

INPUT	I00	TYPE	PCL-812	MODE	ANALOG
ADDRESS	0220	CHANNEL	00	UNIT	VDC



Advantech PC-LabCard Installation Program

for Digital Control Development System (DCDS)

รูปที่ 5.20 การกำหนดค่าอินพุต

INPUT คือชื่อที่ใช้ติดต่อกะหว่างแชนแนล (channel) ของอินพุตของการ์ดแปลงสัญญาณ
อนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลกับสัญญาณจากเอาต์พุตบล็อกของโปรแกรม DCS

TYPE คือชื่อของการ์ดแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลที่นำมาใช้

MODE มี 2 โหมด

ANALOG ส่งสัญญาณออกเป็นสัญญาณอนาล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปและวิจารณ์

1. การควบคุมระดับน้ำ (LEVEL CONTROL)

จากการทดลองเราพบว่า คอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการควบคุมอัตราการไหลของน้ำเข้า จะมีลักษณะเป็นแบบ เปิด/ปิด (ON / OFF) เมื่อวาล์วเปิดน้อยกว่า 15 % จะไม่มีอัตราการไหลของน้ำเข้า แต่เมื่อวาล์วเปิดมากกว่า 15 % อัตราการไหลของน้ำเข้าจะเท่ากับค่าสูงสุด ซึ่งทำให้การควบคุมอัตราการไหลทำได้ยากมาก แต่เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดของถังกระบวนการมีขนาดใหญ่ ทำให้สามารถทำการควบคุมระดับน้ำได้ โดยใช้ PI โหมด โดยให้ค่า P มาก ๆ และมีค่าผิดพลาด (error) เล็กน้อยซึ่งยอมรับได้

2. การควบคุมอุณหภูมิของน้ำ (TEMPERATURE CONTROL)

ในตอนแรกที่ยังไม่มีการให้น้ำเข้าหรือออกจากถังกระบวนการ โดยกักน้ำไว้ในถังอย่างเดียวนั้นแล้วควบคุมเครื่องทำความร้อนอย่างเดียว จะพบว่าระบบไม่สามารถระบายความร้อนออกในช่วงที่อุณหภูมิของน้ำเกินระดับที่ต้องการได้ ทำให้ระบบเข้าสู่สภาวะคงตัว (steady state) ได้ช้ามาก

3. การควบคุมอุณหภูมิและระดับของน้ำ (TEMPERATURE AND LEVEL CONTROL)

ในตอนแรกได้มีการปรับอัตราการไหลของน้ำเข้าซึ่งมีอุณหภูมิต่ำมาก ควบคุมอุณหภูมิของน้ำในถังร่วมกับเครื่องทำความร้อน จากการทดลองพบว่า วงควบคุมระดับน้ำไม่ได้รับผลกระทบจากวงควบคุมอุณหภูมิ แต่วงควบคุมอุณหภูมิได้รับผลกระทบจากวงควบคุมระดับน้ำ เนื่องจากกระบวนการที่ใช้ในการทดลองนี้ มีอัตราการไหลของน้ำออกช้ามาก ทำให้ระบบสามารถลดพลังงานความร้อนออกได้ช้าด้วย ระบบจึงเข้าสู่สภาวะคงที่ช้า

จากผลการทดลองตอนที่สอง ได้มีการควบคุมความผิดพลาดของอุณหภูมิ ในขณะที่อุณหภูมิสูงเกินความต้องการ ด้วยตัวควบคุมที่ใช้ PI โหมด เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำเข้าซึ่งมีอุณหภูมิต่ำมาก ทำให้ระบบสามารถลดเวลาเฉื่อยของวงควบคุมอุณหภูมิลงได้ แต่จะมีข้อเสียคือ วงควบคุมระดับน้ำจะถูกรบกวนตลอดเวลา ทำให้ได้ผลการตอบสนองไม่ดีเท่าที่ควร

สิ่งที่ต้องปรับปรุงแก้ไข

1. ลักษณะการทำงานของวาล์วซึ่งควบคุมอัตราการไหลของเข้า เป็นแบบ เปิด/ปิด ซึ่งมีสาเหตุจาก

- ขนาดของปั๊มน้ำมีขนาดใหญ่เกินไป
- คุณลักษณะของคอนโทรลเลอร์เป็นแบบ equal percentage

ดังนั้น ทำให้การควบคุมอัตราการไหลทำได้ยาก

2. จากขนาดที่ใหญ่มากของบ่ิม ทำให้อัตราการไหลของน้ำในส่วนช่องของท่อมีขนาดสูงมาก ซึ่งเมื่อกระทบกับผนังท่อหรือกับน้ำในถังน้ำเย็นลง ทำให้อุณหภูมิในถังน้ำเย็นลดความเย็นลงมาก

3. อัตราการไหลของน้ำออกจากถังมีขนาดน้อยมากเมื่อเทียบกับอัตราการไหลของน้ำเข้าสู่อัง เป็นสัดส่วนประมาณ 1 ต่อ 3 ซึ่งมีผลกระทบทำให้การควบคุมอุณหภูมิและระดับของน้ำในถังทำได้ยาก



เอกสารอ้างอิง

1. Benjamin C Kuo , Automatic Control System ,5th ed.,Prentice Hall
International Edition , New Jersey , 1987
2. F G Shinskey , Process Control System , 3rd ed. , McGraw-Hill
International Editions , New York , 1988
3. George Stephannopoulos , Chemical Process Control , Prentice Hall
International Editions , ,New Jersey , 1984
4. Katsuhiko Ogata , Moderd Control Engineering , 2nd ed. ,Prentice Hall
International Editions , New Jersey , 1990

