การพัฒนาตัวควบคุมแบบจูนปรับตัวเองโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์

นาย บุญเสริม แจ้งอรุณ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2530

ISBN 974-568-384-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013019

I 10292640

DEVELOPMENT OF MICROCOMPUTER BASED SELF-TUNING CONTROLLER

MR. Boonserm Changaroon

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1987

ISBN 974-568-384-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพัฒนาตัวควบคุมแบบจูนปรับตัวเองโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์
โดย	นาย บุญเสริม แจ้งอรุณ
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สุวลัย กลั่นความดี
	รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยอนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(ดร. วราภรณ์ เชาว์วิศิษฐ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุวลัย กลั่นความดี)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์)

..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประยูร เชี่ยววัฒนา)

..... กรรมการ
(ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ)

บุญเสริม แจ้งอรุณ : การพัฒนาตัวควบคุมแบบจูนปรับตัวเองโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ (DEVELOPMENT OF MICROCOMPUTER BASED SELF-TUNING CONTROLLER) อ.ที่ปรึกษา: รศ.ดร.สุวลัย กลั่นความดี, รศ. กฤษดา วิศวธีรานนท์, 118 หน้า.

สมรรถนะของการควบคุมกระบวนการที่ใช้กันในทางปฏิบัติจะเลวลงเมื่อกระบวนการมีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์และสิ่งรบกวนเกิดขึ้นภายในกระบวนการ วิทยานิพนธ์นี้เป็นการพัฒนาตัวควบคุมโดยการประยุกต์ใช้การควบคุมแบบจูนปรับตัวเองกับกระบวนการดังกล่าวข้างต้น เพื่อให้การควบคุมมีสมรรถนะดีขึ้น ระบบที่ควบคุมเป็นระบบควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุม สามารถแสดงทั้งผลของการจำลองแบบเชิงเลขของระบบควบคุมและผลของการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งจะเห็นว่าการควบคุมแบบจูนปรับตัวเองเหมาะที่จะใช้ควบคุมระบบที่มีการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์มากกว่าการควบคุมด้วยวิธีจูนแบบอื่น

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2530 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

BOONSERM CHANGAROON : DEVELOPMENT OF MICROCOMPUTER BASED SELF-TUNING CONTROLLER. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF.SUVALAI GLANKWAMDEE,Ph.D., ASSO. PROF.KRISADA VISAVATEERANON,M.Eng. 118 PP.

The performance of a class of controller is studied, when the controller is used to control a system with unknown constant or slowly varying parameters. The thesis describes the development of a self-tuning control of the system to achieve better performance. Digital simulation are performed using microcomputer to compare the performance of self-tuning control to that of classical PID control, using the Ziegler & Nichols tuning rules. Implementation of various classes of self-tuning control on 16-bit microcomputer to on-line control temperature of a model plant is illustrated. The real time trail demonstrates the better performance of the self-tuning control in controlling the plant over the standard Ziegler & Nichols tuning rules, PID control.

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2530 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณสถาบันวิจัย และพัฒนาคณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่สนับสนุนโครงการวิจัยนี้ด้วยเงินทุน UNIT CELL ปี 2529 และปี 2530 ขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร. สุวลัย กลั่นความดี และ รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ช่วยเหลือด้านคำแนะนำ ข้อคิดเห็นต่าง ๆ ของการวิจัยด้วยดี รวมทั้งให้กำลังใจในการทำงานวิจัยแก่ผู้เขียนเป็นอย่างมาก นอกจากนี้ขอขอบคุณ ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ และห้องปฏิบัติการและวิจัยระบบควบคุมที่ให้ความเอื้อเฟื้อ เครื่องมือ อุปกรณ์ ตลอดจนอำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการ จนงานวิจัยสำเร็จลุล่วง

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

.....

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่

1 บทนำ 1

ปัญหาของระบบควบคุม 1

จุดประสงค์ของวิทยานิพนธ์ 3

ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ 4

วิธีดำเนินงานของวิทยานิพนธ์ 5

ประโยชน์ที่ได้จากการทำวิทยานิพนธ์ 5

2 การควบคุมแบบจูนปรับตัวเอง 6

ลักษณะการควบคุมแบบจูนปรับตัวเอง 6

รูปแบบและปัญหาของการควบคุมแบบจูนปรับตัวเอง 9

ชนิดของการควบคุมแบบจูนปรับตัวเอง 10

การควบคุมแบบ Classical control 11

ระบบหนึ่งอินพุตหนึ่งเอาต์พุต 11

การควบคุมแบบเล็งเลิศ 11

ตัวควบคุมชนิดกำหนดโพล 14

ระบบหลายอินพุตหลายเอาต์พุต 17

การควบคุมแบบ Modern control 18

การควบคุมแบบกำหนดโพล 19

สรุป 23

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
3	การจำลองเชิงเลขของระบบควบคุม	24
	จุดประสงค์ของการจำลอง	24
	การจำลองกระบวนการ	24
	การจำลองตัวควบคุม	27
	ตัวควบคุมแบบ PID	27
	ตัวควบคุมแบบจูนปรับตัวเอง	27
	ตัวควบคุมแบบจูนปรับตัวเองชนิดเล็งเลิศ	27
	ตัวควบคุมแบบจูนปรับตัวเองชนิดกำหนดโพล	28
	ตัวควบคุมแบบจูนปรับตัวเองชนิด PID	29
	ผลของการจำลองเชิงเลข	29
	ตัวควบคุมแบบ PID	31
	ตัวควบคุมแบบจูนปรับตัวเอง	35
	สรุป	42
4	การควบคุมอุณหภูมิของกระบวนการ	43
	ระบบที่ใช้ควบคุม	43
	ชุดทดลอง FLT	44
	การกำหนดรูปแบบของการทดลอง	45
	ข้อจำกัดของกระบวนการ	47
	ตัวควบคุมที่ใช้ในการทดลอง	47
	การเลือกความถี่ในการสุ่มข้อมูล	48
	การทดลองควบคุมกระบวนการ	49
	สรุป	58
5	สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	59
	สรุปการทำวิทยานิพนธ์	59
	การแก้ไขกระบวนการควบคุมอุณหภูมิ	63
	แนวการปรับปรุงตัวควบคุม	63

สารบัญ(ต่อ)

บทที่		หน้า
	แนวการพัฒนาตัวควบคุม	65
	ตัวควบคุมในอุตสาหกรรม	66
เอกสารอ้างอิง	.....	68
ภาคผนวก	.....	71
	ภาคผนวก ก โปรแกรมที่ใช้ทดสอบ	72
	ภาคผนวก ข แสดงลักษณะของผลตอบของกระบวนการในการจำลอง	100
	ภาคผนวก ข แสดงลักษณะของผลตอบของการควบคุมอุณหภูมิ	106
ประวัติผู้เขียน	.....	118

สารบัญตาราง

ตาราง		หน้า
5.1	เปรียบเทียบการควบคุมแบบจูนปรับตัวเองในการจำลองเชิงเลข	61
5.2	เปรียบเทียบการควบคุมแบบจูนปรับตัวเองในการควบคุมอุณหภูมิ	62

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	โครงสร้างของการควบคุมแบบจูนปรับตัวเอง	7
3.1	ลักษณะของ Stirred tank	25
3.2	ระบบควบคุมอุณหภูมิที่จำลอง	29
3.3	Block diagram ของระบบที่ใช้จำลอง	30
3.4	แสดงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่าง ๆ	31
3.5	ผลตอบของกระบวนการควบคุมด้วย PID	32
3.6	ผลตอบของกระบวนการควบคุมด้วย PID เมื่อความสูงลดลง 20%,30%,40%	33
3.7	ผลตอบของกระบวนการควบคุมด้วย PID เมื่ออัตราขยายเพิ่มขึ้น 20%,40%,60%	34
3.8	ผลตอบของกระบวนการควบคุมด้วย PID เมื่ออัตราไหลเพิ่มขึ้น 2 เท่า และความสูงลดลง 50%,80%,90%	35
3.9	แสดงผลตอบของกระบวนการโดยการควบคุมแบบ MV เปรียบเทียบกับการควบคุมแบบ PID เมื่อความสูงลดลง 40%	37
3.10	แสดงผลตอบของตัวควบคุมโดยการควบคุมแบบ MV เปรียบเทียบกับการควบคุมแบบ PID เมื่อความสูงลดลง 40%	37
3.11	แสดงผลตอบของกระบวนการโดยการควบคุมแบบ GMV เปรียบเทียบกับการควบคุมแบบ PID เมื่อความสูงลดลง 40%	38
3.12	แสดงผลตอบของตัวควบคุมโดยการควบคุมแบบ GMV เปรียบเทียบกับการควบคุมแบบ PID เมื่อความสูงลดลง 40%	38
3.13	แสดงผลตอบของกระบวนการโดยการควบคุมแบบ PPL (Implicit) เปรียบเทียบกับการควบคุมแบบ PID เมื่อความสูงลดลง 40%	39
3.14	แสดงผลตอบของตัวควบคุมโดยการควบคุมแบบ PPL (Implicit) เปรียบเทียบกับการควบคุมแบบ PID เมื่อความสูงลดลง 40%	39
3.15	แสดงผลตอบของกระบวนการโดยการควบคุมแบบ PPL (Emplicit) เปรียบเทียบกับการควบคุมแบบ PID เมื่อความสูงลดลง 40%	40

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.16	แสดงผลตอบของตัวควบคุมโดยการควบคุมแบบ PPL (Emplicit) เปรียบเทียบกับการควบคุมแบบ PID เมื่อความสูงลดลง 40%	40
3.17	แสดงผลตอบของกระบวนการโดยการควบคุมแบบ PID (on-line) เปรียบเทียบกับการควบคุมแบบ PID เมื่อความสูงลดลง 40%	41
3.18	แสดงผลตอบของตัวควบคุมโดยการควบคุมแบบ PID (on-line) เปรียบเทียบกับการควบคุมแบบ PID เมื่อความสูงลดลง 40%	41
4.1	ชุดทดลอง FLT	44
4.2	โครงสร้างของ FLT	45
4.3	Block diagram ของระบบควบคุมอุณหภูมิ	50
4.4	ผลตอบและกิริยาควบคุมของกระบวนการเมื่อทดลองควบคุมระบบแบบปิด	51
4.5	แสดงผลตอบของกระบวนการ (บน) และผลตอบของตัวควบคุม (ล่าง) โดยควบคุมด้วย Conventional PID	53
4.6	แสดงผลตอบของกระบวนการ (บน) และผลตอบของตัวควบคุม (ล่าง) โดยควบคุมด้วย MV	54
4.7	แสดงผลตอบของกระบวนการ (บน) และผลตอบของตัวควบคุม (ล่าง) โดยควบคุมด้วย GMV	55
4.8	แสดงผลตอบของกระบวนการ (บน) และผลตอบของตัวควบคุม (ล่าง) โดยควบคุมด้วย PPL	56
4.9	แสดงผลตอบของกระบวนการ (บน) และผลตอบของตัวควบคุม (ล่าง) โดยควบคุมด้วย PI (on-line)	57