

การพัฒนาตัวควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้ขนาดเล็ก



นายสมพงษ์ ฉัตรแสงอุทัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2532

ISBN 974-569-904-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

016139

i 10304265

DEVELOPMENT OF A SMALL PROGRAMMABLE
SEQUENCE CONTROLLER

Mr. Sompong Chatsanguthai

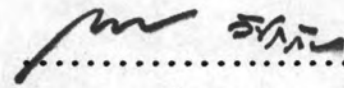
A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1989

หัวข้อวิทยานิพนธ์
โดย
ภาควิชา
อาจารย์ที่ปรึกษา

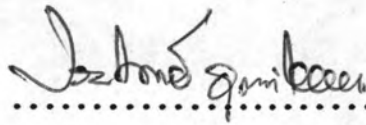
การพัฒนาตัวควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้ขนาดเล็ก
นาย สมพงษ์ จิตรแสงอุทัย
วิศวกรรมไฟฟ้า
รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์

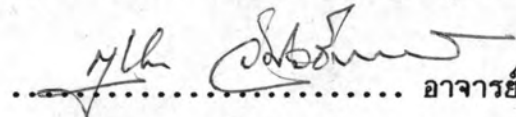


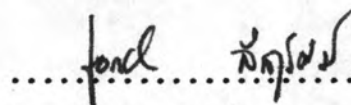
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยบันทึกนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

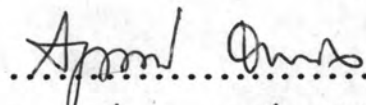

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. อถรร วัชรราชัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประโมทย์ ออณห์ไวทยะ)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. เอกชัย ลีลาวัศม์)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ)



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ส่งพวงค์ ฉัตรแสงอุทัย : การพัฒนาตัวควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้ขนาดเล็ก (DEVELOPMENT OF A SMALL PROGRAMMABLE SEQUENCE CONTROLLER) อ.ที่ปรึกษา : รศ.กฤษดา วิชาญธรรณท์, 132 หน้า.

วิทยานิพนธ์นี้จะกล่าวถึงการพัฒนาตัวควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้ขนาดเล็ก ตัวเครื่องจะประกอบด้วย ตัวควบคุม (Control Unit) และตัวป้อนโปรแกรม (Programming Console) ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์เบอร์ 8085 เป็นตัวควบคุม มีขนาด 8 บิต มีความถี่ในการทำงาน 6 MHz มีจำนวน I/O 32 จุดและสามารถขยายต่อเป็น 64 จุด โปรแกรมภาษาที่ใช้ในการควบคุม เป็นโปรแกรมภาษาลadder (Ladder Diagram) ป้อนไปยังตัวควบคุมโดยผ่านตัวป้อนโปรแกรม (Programming Console) สามารถโปรแกรมได้สูงสุด 1000 ขั้นตอน (Step) มีความเร็วเฉลี่ยในการทำงานของคำสั่งพื้นฐาน 15.6 usec./Step การประมวลผลในการแปลคำสั่ง (Ladder Interpreter) ใช้วิธี AUTO INCREMENT ซึ่งสามารถประมวลผลได้รวดเร็ว มีความสามารถในการควบคุมซีควเอนซ์แบบพื้นฐานได้เป็นอย่างดี โดยนำไปทดสอบควบคุมเครื่องจักรจริง ซึ่งให้ผลการทำงานเป็นที่น่าพอใจ

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิสิต ธีรวัฒน์ วิชาญธรรณท์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา วิชาญธรรณท์



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

SOMPONG CHATSANGUTHAI : DEVELOPMENT OF A SMALL PROGRAMMABLE SE-
QUENCE CONTROLLER. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. KRISADA VISAVA-
TEERANON, M. ENG. 132 pp.

This thesis presents a development of a a small programmable se-
quence controller. The controller consists of a control unit and a pro-
gramming console. The control unit utilizes 8085 microprocessor with 6
MHz system clock and provides 32 I/O which can be expanded to a maximum of
64 I/O for the input output signals. Ladder diagram method is used for the
programming language and program can be entered to controller via the pro-
gramming console. The controller can handle up to 1000 steps of ladder
instruction and the average processing time of each basic instruction is
15.6 usec. The ladder interpreter employs auto increment technique
which is fast enough for the processing of the ladder diagram. The system
has been tested in actual machine control and proved to be working satis-
factory.

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิสิต สมพงษ์ ฉัตรสาธิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ย. ห. ธีระพานิช



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากรองศาสตราจารย์ กฤษดา วิชาวี
รานนท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ อีกทั้งช่วยจัดหาตำราและ
อุปกรณ์ตลอดจนค่าใช้จ่ายในการทดลองสร้างเครื่องต้นแบบ จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ อาจารย์ ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ อาจารย์หัวหน้าห้องปฏิบัติการวัด
คุมทางอุตสาหกรรม ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้คำแนะนำและให้
คำปรึกษา จนสามารถแก้ไขปัญหาว่างอย่างให้ลุล่วงไปได้ด้วยดี

ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณวรุณี จิตขจรวานิช คุณอำนาจ แสงวิโรจน์พันธ์ และนิสิตใน
ห้องปฏิบัติการวิจัยทุกท่านซึ่งไม่สามารถเอ่ยนามมาทั้งหมดได้ ที่ให้กำลังใจและให้ความช่วยเหลือ
ต่าง ๆ

ท้ายนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดาและมารดาซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและ
ให้กำลังใจแก่ข้าพเจ้าเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฏ
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความเบื้องต้น	1
1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย	2
1.4 ขั้นตอนการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับตัวควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้	
2.1 ตัวควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้คืออะไร	4
2.2 ประวัติความเป็นมาของ PC	4
2.3 โครงสร้างของ PC	6
2.3.1 ซีพียู	6
2.3.2 หน่วยความจำข้อมูล	7
2.3.3 หน่วยความจำโปรแกรม	7
2.3.4 ภาควินพุท	7
2.3.5 ภาควเอาต์พุท	8
2.3.6 PERIPHERAL DEVICES	8
2.4 ระบบเลขฐาน	9
2.4.1 ความสำคัญของระบบเลขฐาน	9
2.4.2 ชนิดของระบบเลขฐาน	9
2.5 ระบบเลขฐานที่ใช้ใน PC ของต่างประเทศ	10
2.6 ระบบการโปรแกรม	12
2.6.1 BOOLEAN LOGIC EQUATION	12

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.6.2	THE MNEMONIC LANGUAGE	13
2.6.3	THE LOGIC DIAGRAM LANGUAGE	13
2.6.4	LADDER DIAGRAM LANGUAGE	13
2.6.5	LADDER DIAGRAM WITH DATA FLOW	13
2.6.6	FUNCTION CHART	17
3.	การออกแบบตัวควบคุมลำดับที่โปรแกรมได้	
3.1	แนวความคิดในการออกแบบระบบ	18
3.2	แนวความคิดในการออกแบบฮาร์ดแวร์	20
3.2.1	หน่วยควบคุม	22
3.2.2	ตัวป้อนโปรแกรม	24
3.3	แนวการออกแบบซอฟต์แวร์	25
3.3.1	คำสั่งเบื้องต้นของ PC	25
3.3.2	เทคนิคของโปรแกรมควบคุมการแปลคำสั่ง	28
4.	ฮาร์ดแวร์ของตัวควบคุมแบบลำดับที่โปรแกรมได้	
4.1	ฮาร์ดแวร์ของตัวควบคุม	34
4.1.1	ซีพียู และหน่วยความจำ	34
4.1.2	วงจรมินิพุก	38
4.1.3	วงจรถูก	41
4.1.4	ระบบฐานเวลาของ PC	44
4.1.5	วงจรมินิเตอร์เฟสกับอุปกรณ์	45
4.1.6	วงจรรีเซ็ทระบบ	48
4.1.7	ระบบจ่ายไฟสำรอง	48
4.2	ฮาร์ดแวร์ของตัวป้อนโปรแกรม	50
4.2.1	มินิพุก	50
4.2.2	เอาก์พุก	50
5.	ซอฟต์แวร์ควบคุมระบบของ PC	
5.1	โปรแกรมหลัก	55
5.1.1	โปรแกรมบริการโหมดโปรแกรม	57
5.1.2	โปรแกรมบริการโหมดทำงาน	59

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.1.3 โปรแกรมอินเทอร์พรีท	62
5.2 การทำงานของคำสั่ง	62
5.2.1 LOADและOUTPUT INSTRUCTIONS	62
5.2.2 AND INSTRUCTION	63
5.2.3 OR INSTRUCTION	63
5.2.4 LOAD NOT,AND NOTและOR NOT INSTRUCTIONS	64
5.2.5 AND-BLOCK INSTRUCTION	67
5.2.6 OR-BLOCK INSTRUCTION	68
5.2.7 TIMER INSTRUCTION	70
5.2.8 COUNTER INSTRUCTION	72
5.2.9 DATA SET INSTRUCTION	74
5.2.10 END INSTRUCTION	75
5.2.11 PULSE INSTRUCTION	76
5.2.12 SHIFT INSTRUCTION	77
5.3 โปรแกรมจัดการตัวป้อนโปรแกรม	78
5.4 โครงสร้างข้อมูลของระบบ	100
6. การสร้างเครื่องควบคุมและการทดสอบ	
6.1 การสร้างฮาร์ดแวร์ของ PC	104
6.2 การทดสอบซอฟต์แวร์ของ PC	105
6.3 การออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์	105
6.4 การทดสอบ	108
6.4.1 การทดสอบการทำงานของคำสั่ง	108
6.4.1.1 การทดสอบคำสั่งพื้นฐาน	108
6.4.1.2 การหาเวลาเฉลี่ยของคำสั่งพื้นฐาน	108
6.4.2 การทดสอบกับระบบจำลองของสายพานลำเลียง	112
6.4.2.1 ระบบจำลองของสายพานลำเลียง	112
6.4.2.2 รูปแบบการควบคุม	116
6.4.2.3 ขั้นตอนการทดสอบ	120

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
7. บทสรุปและข้อเสนอแนะ	
7.1 สรุปผลการทำวิทยานิพนธ์	128
7.2 ข้อเสนอแนะ	129
7.2.1 การปรับปรุงฮาร์ดแวร์	129
7.2.2 การปรับปรุงซอฟต์แวร์	129
เอกสารอ้างอิง	130
ประวัติผู้เขียน	132



ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงการเปรียบเทียบการใช้ระบบเลขฐานใน PC ของต่างประเทศ	11
2.2 แสดงการเปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของแต่ละภาษา	17
3.1 แสดงการเปรียบเทียบโปรแกรมควบคุมการแปลคำสั่ง	33
5.1 แสดงตาราง PARSER STATE	85
5.1 แสดงตาราง PARSER STATE (ต่อ)	86
5.1 แสดงตาราง PARSER STATE (ต่อ)	87
5.1 แสดงตาราง PARSER STATE (ต่อ)	88
5.1 แสดงตาราง PARSER STATE (ต่อ)	89
5.2 แสดงตัวแปรที่ใช้ในการเข้าตาราง PARSER STATE	91
5.3 แสดงการแปลงโค้ดจากการกดคีย์	92
5.4 แสดงแอดเดรสของ PRESENT STATE (PARSER ENTRY TABLE)	93
5.5 แสดงการชี้แอดเดรสของ ACTION ROUTINE	95
5.6 แสดงการทำงานของโปรแกรม ACTION ROUTINE	96
6.1 แสดงค่าเวลาของคำสั่งจากการคำนวณ	108
6.2 แสดงความกว้างของคาบตามจำนวนคำสั่ง	111



สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างของ PC	6
2.2 แสดงตัวอย่างโปรแกรมควบคุม	12
2.3 แสดงตัวอย่างของสมการบูลีน	14
2.4 แสดงตัวอย่างของภาษา MNEMONIC	14
2.5 แสดงตัวอย่างภาษา LOGIC DIAGRAM	14
2.6 แสดงตัวอย่างของภาษา LADDER DIAGRAM	14
2.7 แสดงตัวอย่างของภาษา LADDER DIAGRAM WITH FUNCTIONAL BLOCKS.	15
2.8 แสดงตัวอย่างของภาษา LADDER DIAGRAM WITH DATA FLOW	15
2.9 แสดงตัวอย่างของภาษา FUNCTION CHART	16
3.1 แสดงบล็อกโคโตะแกรมของตัวควบคุมแบบลำดับ	21
3.2 แสดงคำสั่งเบื้องต้นที่ใช้ใน PC	26
3.3 แสดงตัวอย่างโปรแกรมขั้นบันไดที่ใช้ควบคุม	27
3.4 แสดงตัวอย่างโปรแกรมโมดูลที่เก็บในหน่วยความจำผู้ใช้	27
3.5 แสดงวงรอบการทำงานของตัวแปลคำสั่ง	28
3.6 แสดงการแปลคำสั่งด้วยวิธี TABLE LOOK UP	29
3.7 แสดงการแปลคำสั่งด้วยวิธี CALL	30
3.8 แสดงการแปลคำสั่งด้วยวิธี AUTO INCREMENT	31
3.9 แสดงการแปลคำสั่งด้วยวิธี COMPILER	32
4.1 แสดงวงจรพีพิวและหน่วยความจำ	35
4.2 แสดงการจัดหน่วยความจำของระบบ	37
4.3 แสดงวงจร อินพุทพอร์ท	39
4.4 แสดงวงจร อินพุทอินเตอร์เฟส	40
4.5 แสดงวงจร เอาท์พุทพอร์ท	42
4.6 แสดงวงจร เอาท์พุทอินเตอร์เฟส	43
4.7 แสดงพอร์มเมทของตัวตั้งเวลา	44
4.8 แสดงโหมดการทำงานของตัวตั้งเวลา	44
4.9 แสดงวงจรอินเตอร์เฟสหน่วยขยายอินพุทและเอาท์พุท	46
4.10 แสดงวงจรอินเตอร์เฟสตัวป้อนโปรแกรม	47
4.11 แสดงวงจรรีเซทและวงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบเตอร์	49

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ	หน้า
4.12 แสดงวงจรควบคุมคีย์บอร์ดและหน่วยแสดงผล	51
4.13 แสดงวงจรหน่วยแสดงผล	52
4.14 แสดงแบบฟอร์มการเก็บข้อมูลของคีย์ใน 8279	54
4.15 แสดงสภาวะของรีจิสเตอร์สภาวะ FIFO	54
5.1 แสดงไฟล์วาร์ทของโปรแกรมหลัก	56
5.2 แสดงไฟล์วาร์ทการทำงานของโหมดโปรแกรม	58
5.3 แสดงไฟล์วาร์ทการทำงานของโหมดทำงาน	60
5.4 แสดงการใช้คำสั่ง LOAD และคำสั่ง OUT	62
5.5 แสดงการใช้คำสั่ง AND	63
5.6 แสดงการใช้คำสั่ง OR	63
5.7 แสดงการใช้คำสั่ง LOAD-NOT, AND-NOT และ OR-NOT	64
5.8 แสดงการทำงานของรีจิสเตอร์ในคำสั่ง LOAD	64
5.9 แสดงการทำงานของรีจิสเตอร์ในคำสั่ง LOAD-NOT	65
5.10 แสดงการทำงานของรีจิสเตอร์ในคำสั่ง OUT	65
5.11 แสดงการทำงานของรีจิสเตอร์ในคำสั่ง AND	66
5.12 แสดงการทำงานของรีจิสเตอร์ในคำสั่ง AND-NOT	66
5.13 แสดงการทำงานของรีจิสเตอร์ในคำสั่ง OR	66
5.14 แสดงการทำงานของรีจิสเตอร์ในคำสั่ง OR-NOT	67
5.15 แสดงการใช้คำสั่ง AND-BLOCK	67
5.16 แสดงการทำงานของรีจิสเตอร์ในคำสั่ง AND-BLOCK	68
5.17 แสดงการใช้คำสั่ง OR-BLOCK	69
5.18 แสดงการทำงานของรีจิสเตอร์ในคำสั่ง OR-BLOCK	70
5.19 แสดงการใช้คำสั่ง TIMER	71
5.20 แสดงไฟล์วาร์ทของตัวตั้งเวลา	72
5.21 แสดงการใช้คำสั่ง COUNTER	73
5.22 แสดงไฟล์วาร์ทของตัวนับ	74
5.23 แสดงการใช้คำสั่ง END	75
5.24 แสดงการทำงานของคำสั่ง END	76
5.25 แสดงการทำงานของคำสั่ง PULSE	76

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพ	หน้า
5.26 แสดงการทำงานของคำสั่ง SHIFT	77
5.27 แสดงคีย์ซาร์ทของตัวป้อนโปรแกรม	79
5.27 แสดงคีย์ซาร์ทของตัวป้อนโปรแกรม(ต่อ)	80
5.27 แสดงคีย์ซาร์ทของตัวป้อนโปรแกรม(ต่อ)	81
5.27 แสดงคีย์ซาร์ทของตัวป้อนโปรแกรม(ต่อ)	82
5.28 แสดงไฟล์ซาร์ทของโปรแกรม KEYBOARD PARSER	90
5.29 แสดงไฟล์ซาร์ทของโปรแกรมจับคู่	94
5.30 แสดงไฟล์ซาร์ทของการทำ ACTION ROUTINE	95
5.31 แสดงการจัดแอดเดรสของ OPERAND ใน DATA MEMORY	101
5.32 แสดงโครงสร้างข้อมูลของระบบ	103
6.1 แสดงรูปร่างที่สร้างโดยการเดินสาย Wire Wrap	104
6.2 แสดงแผ่นวงจรพิมพ์ของตัวควบคุม	106
6.3 แสดงแผ่นวงจรพิมพ์ของตัวป้อนโปรแกรม	107
6.4 แสดง PC ที่สร้างอย่างสมบูรณ์	107
6.5 แสดงโปรแกรมขั้นบันไดที่ใช้หาค่าเวลาของคำสั่ง	110
6.6 แสดงไทมิงของคำสั่ง Pulse	111
6.7 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบจำลองของสายพานลำเลียง	113
6.8 แสดงระบบจำลองของสายพานลำเลียง	114
6.9 แสดงไทมิง ซาร์ทโหมด 1	117
6.10 แสดงไทมิง ซาร์ทโหมด 2	117
6.11 แสดงไทมิง ซาร์ทโหมด 3	118
6.12 แสดงไฟล์ซาร์ทการควบคุมในโหมดอัตโนมัติ	119
6.13 แสดงวงจรขั้นบันไดที่ใช้ในการควบคุม	121
6.13 แสดงวงจรขั้นบันไดที่ใช้ในการควบคุม(ต่อ)	122
6.13 แสดงวงจรขั้นบันไดที่ใช้ในการควบคุม(ต่อ)	123
6.13 แสดงวงจรขั้นบันไดที่ใช้ในการควบคุม(ต่อ)	124
6.14 แสดงโปรแกรมโมมอนิค	125
6.14 แสดงโปรแกรมโมมอนิค(ต่อ)	126
6.14 แสดงโปรแกรมโมมอนิค(ต่อ)	127