

โปรแกรมจัดการสำหรับระบบควบคุมแบบเบ็ดเสร็จ

นาย นพดล ล้อประเสริฐ

ศูนย์วิทยทรัพยากร

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2539

ISBN 974-635-965-7

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Management Program for Batch Control Systems

Mr. Noppadol Lawprasert

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the degree of Master of Engineering  
Department of Electrical Engineering

Graduate School  
Chulalongkorn University  
Academic Year 1996

หัวข้อวิทยานิพนธ์      โปรแกรมจัดการสำหรับระบบควบคุมแบบเบ็ดเสร็จ  
โดย                              นาย นพดล ล้อประเสริฐ  
ภาควิชา                        วิศวกรรมไฟฟ้า  
อาจารย์ที่ปรึกษา         ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ

---

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

  
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(ศาสตราจารย์ นพ. ศุภวัฒน์ ชูติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

  
.....ประธานกรรมการ  
(ศาสตราจารย์ ดร. มงคล เดชนครินทร์)

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(อาจารย์ ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. โคทม อารียา)

  
.....กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ศิริ)

  
.....กรรมการ  
(คุณศุภชัย อมรติยางกูร)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว



นพดล ล้อประเสริฐ: โปรแกรมจัดการสำหรับระบบควบคุมแบบแบตช์ (A Management Program for Batch Control Systems) อ.ที่ปรึกษา : ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ  
181 หน้า. ISBN 974-635-965-7.

วิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึงการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมจัดการของระบบควบคุมแบบแบตช์บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรมออกแบบโดยยึดตามมาตรฐานควบคุมแบบแบตช์ ISA-S88.01-1995 ซึ่งทำให้โปรแกรมที่ออกแบบมีลักษณะเป็นมอดูลฟังก์ชันการทำงานย่อย และมีความยืดหยุ่น สะดวกในการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุงเพิ่มเติมในอนาคต โปรแกรมจัดการบนเครื่องคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยมอดูลฟังก์ชันการทำงานต่างๆ คือ การจำลองระบบทางกายภาพ การสร้างกราฟิกช่วยในการออกแบบระบบควบคุม กราฟิกจะแสดงเป็นขั้นตอนของสูตร ทำให้ง่ายต่อการเปลี่ยนแปลงสูตรควบคุม และขั้นตอนการผลิต การตรวจสอบและแสดงผลการทำงานของระบบควบคุม และการสื่อสารข้อมูลของโปรแกรมจัดการไปยัง PLC เพื่อให้ PLC ควบคุมกระบวนการผลิตจริงตามขั้นตอนของสูตรและค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดในโปรแกรมจัดการ โปรแกรมจัดการถูกเขียนขึ้นโดยใช้ภาษาวิชวลเบสิก และระบบฐานข้อมูลของวิทยานิพนธ์นี้ใช้ระบบฐานข้อมูลของไมโครซอฟต์ แอ็กเซสทำให้สามารถนำข้อมูลของกระบวนการผลิตไปใช้ในโปรแกรมต่าง ๆ บนวินโดวส์ได้

การทดสอบโปรแกรมในห้องปฏิบัติการ ทดสอบโดยโปรแกรมจำลองระบบบนเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำการต่อเชื่อมโยงกับ PLC และทำการรับส่งข้อมูลเพื่อทดสอบระบบ ผลการทดสอบโปรแกรมในห้องปฏิบัติการได้ผลเป็นที่น่าพอใจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา .....วิศวกรรมไฟฟ้า.....  
สาขาวิชา .....วิศวกรรมไฟฟ้า.....  
ปีการศึกษา ..... 2539 .....

ลายมือชื่อนิสิต ..... นพดล ล้อประเสริฐ .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... April .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

## C615576 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD:

BATCH / BATCH CONTROL / RECIPE

NOPPADOL LAWPRASERT : A MANAGEMENT PROGRAM FOR BATCH CONTROL SYSTEMS.

THESIS ADVISOR : DR.SOMBOON CHONGCHAIKIT, 181pp. ISBN 974-635-965-7

This thesis presents a design and development of management program for Batch Control Systems. The program is based on Standard ISA-S88.01-1995 (Batch Control). Due to it's modular structure, the program can be easily modified or expanded in the future. The developed program can be described in to Physical Model Editor, Recipe Editor, Graphic for Represent Recipe Procedure, Phase and Procedure Monitor, Communication System Software between Microcomputer and PLC, etc. The program language is based on Visual Basic. Microsoft Access is used as database software.

The system which consists of IBM PC with developed software and PLC has been tested in laboratory. The result are quite satisfactory.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า.....

ปีการศึกษา.....2539.....

ลายมือชื่อนิสิต.....*นพดล ลอประเสริฐ*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*April Oino*.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ดร.สมบูรณ์ จงชัยกิจ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำ ข้อคิดเห็น กำลังใจ ตลอดจนจัดหาตำรา ค่าใช้จ่ายในการทำวิจัยและอุปกรณ์ต่าง ๆ ด้วยดีตลอดมา จึงใคร่ขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิเศษธีรานนท์ ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา และความช่วยเหลือต่าง ๆ ตลอดงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ คุณศุภชัย อมรติยางกูร ที่ได้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะต่าง ๆ และขอขอบคุณ บริษัท เบอร์ลีเยคเกอร์ จำกัด (มหาชน) ที่กรุณาให้ยืม PLC และโปรแกรมเมอร์ ของ Siemens สำหรับใช้ในงานวิจัยนี้

ขอขอบคุณ คุณวรรณวิทย์ กมลเดชเดชา และนิสิตในห้องปฏิบัติการวิจัยทุกท่านที่ได้ กำลังใจ คำแนะนำและให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ

ท้ายนี้ ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งให้ความสนับสนุนในด้านการเงิน และกำลังใจ แก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

นพดล ล้อประเสริฐ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญ

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ข
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเบื้องต้น .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย .....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย .....	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน .....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	3
2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับระบบควบคุมแบบเบ็ดเสร็จ .....	4
2.1 กระบวนการแบบเบ็ดเสร็จ .....	4
2.1.1 กระบวนการแบบเบ็ดเสร็จคืออะไร .....	4
2.1.2 แบบจำลองทางกายภาพของกระบวนการควบคุมแบบเบ็ดเสร็จ .....	7
2.1.3 การจัดแบ่งประเภทของกระบวนการแบบเบ็ดเสร็จ .....	9
2.2 ระบบควบคุมแบบเบ็ดเสร็จ .....	11
2.3 องค์ประกอบของการควบคุม .....	14
2.3.1 การจัดการวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีในกระบวนการผลิต .....	14
2.3.2 สูตร .....	16
2.3.3 การวางแผนและการจัดตารางการผลิต .....	19
2.3.4 โมดและสถานะ .....	19
2.3.5 เหตุการณ์นอกเหนือที่กำหนด .....	21

## สารบัญ(ต่อ)

2.4 การแบ่งกิจกรรมควบคุมของระบบควบคุมแบบเบ็ดเสร็จ .....	22
2.4.1 กิจกรรมจัดการสูตร .....	23
2.4.2 กิจกรรมวางแผนและจัดตารางการผลิต .....	24
2.4.3 กิจกรรมจัดการข้อมูลการผลิต .....	24
2.4.4 กิจกรรมจัดการกระบวนการผลิต .....	25
2.4.5 กิจกรรมดูแลการผลิต .....	26
2.4.6 กิจกรรมควบคุมกระบวนการผลิต .....	28
3. แนวความคิดในการออกแบบระบบควบคุม .....	30
3.1 แนวความคิดในการออกแบบระบบ .....	30
3.2 การเลือกใช้ฮาร์ดแวร์ .....	31
3.3 การออกแบบซอฟต์แวร์ .....	33
3.3.1 ซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์ .....	35
3.3.2 ซอฟต์แวร์รับส่งข้อมูล .....	45
3.3.3 ซอฟต์แวร์ของ PLC .....	50
4. ซอฟต์แวร์ .....	53
4.1 ซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์ .....	53
4.1.1 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมของคอมพิวเตอร์ .....	55
4.1.2 การจัดการระบบฐานข้อมูลของซอฟต์แวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ .....	75
4.2 ซอฟต์แวร์ของ PLC .....	79
4.2.1 การเริ่มต้นทำงาน .....	79
4.2.2 การทำงานของเครื่อง .....	80
4.3 ซอฟต์แวร์รับส่งข้อมูล .....	82
4.3.1 ซอฟต์แวร์รับส่งข้อมูลบนเครื่องคอมพิวเตอร์ .....	82
4.3.2 โปรแกรมรับส่งข้อมูลบนเครื่องควบคุม (PLC) .....	83
5. การทดสอบระบบ .....	85
5.1 การทดสอบการทำงานของระบบบนเครื่องคอมพิวเตอร์ .....	87
5.2 การทดสอบการทำงานของระบบบน PLC .....	96



## สารบัญ(ต่อ)

6. บทสรุปและข้อเสนอแนะ .....	98
6.1 สรุปผลการทำวิทยานิพนธ์ .....	98
6.2 ข้อเสนอแนะ .....	99
รายการอ้างอิง .....	100
ภาคผนวก .....	100
ภาคผนวก ก โปรแกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ .....	102
ภาคผนวก ข แสดงหน้าจอต่าง ๆ ของซอฟต์แวร์บนเครื่องคอมพิวเตอร์ .....	142
ภาคผนวก ค โปรแกรมของ PLC .....	152
ภาคผนวก ง โปรแกรมรับส่งข้อมูลของเครื่องคอมพิวเตอร์ .....	173
ประวัติผู้เขียน .....	181

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

ตารางที่ 3.1 ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนการผลิตของหน่วยผลิต การดำเนินการ และเฟส .....	41
ตารางที่ 3.2 ค่าหน่วยเวลาระหว่างการส่งหรือรับข้อมูลตัวอักษร 2 ตัว สำหรับ การส่งแบบแอสกีที่ความเร็วในการรับส่งต่าง ๆ .....	47
ตารางที่ 3.3 ค่าสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล .....	48



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญภาพ

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างการผลิตแบบแบตช์ .....	5
รูปที่ 2.2 การแบ่งย่อยองค์ประกอบของกระบวนการแบบแบตช์ .....	6
รูปที่ 2.3 การจัดลำดับแบบจำลองทางกายภาพ .....	8
รูปที่ 2.4 โครงสร้างแบบทางเดินเดียว .....	9
รูปที่ 2.5 โครงสร้างแบบหลายทางเดิน .....	10
รูปที่ 2.6 โครงสร้างแบบเครือข่าย .....	11
รูปที่ 2.7 แบบจำลองการควบคุมขั้นตอนการผลิต .....	12
รูปที่ 2.8 ความสัมพันธ์ระหว่างการควบคุมขั้นตอนการผลิต แบบจำลองทางกายภาพ ของกระบวนการผลิตและแบบจำลองกระบวนการ .....	15
รูปที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่างขั้นตอนของสูตรกับการจัดการวัสดุอุปกรณ์ .....	18
รูปที่ 2.10 ความสัมพันธ์ของคำสั่งและการเปลี่ยนแปลงสถานะ .....	20
รูปที่ 2.11 แบบจำลองกิจกรรมควบคุมของกระบวนการแบบแบตช์ .....	22
รูปที่ 2.12 ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันจัดการสูตรทั่วไป สูตรที่ตั้ง และสูตรหลัก .....	23
รูปที่ 2.13 ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันควบคุมต่าง ๆ ของกิจกรรมจัดการกระบวนการผลิต ....	25
รูปที่ 2.14 ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันควบคุมต่าง ๆ ของกิจกรรมดูแลการผลิต .....	27
รูปที่ 2.15 ความสัมพันธ์ของฟังก์ชันการควบคุมต่าง ๆ ของกิจกรรมควบคุม กระบวนการ .....	29
รูปที่ 3.1 ระบบควบคุมแบบแบตช์ที่มีใช้ทั่วไป .....	31
รูปที่ 3.2 ฮาร์ดแวร์ของระบบควบคุมแบบแบตช์ที่เลือกใช้ .....	32
รูปที่ 3.3 หน้าที่ของซอฟต์แวร์ควบคุมระบบส่วนต่าง ๆ .....	34
รูปที่ 3.4 โครงสร้างโปรแกรมควบคุมซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์ .....	36
รูปที่ 3.5 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของสูตร .....	37
รูปที่ 3.6 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของส่วนผสม .....	38
รูปที่ 3.7 โครงสร้างโปรแกรมขั้นตอนของสูตร .....	39
รูปที่ 3.8 ตัวอย่างแบบจำลองทางกายภาพของกระบวนการผลิต .....	40

## สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่ 3.9 ตารางการจัดการแบตเตอรี่ .....	42
รูปที่ 3.10 โครงสร้างของระบบฐานข้อมูล .....	43
รูปที่ 3.11 เฟสลอจิก .....	45
รูปที่ 3.12 ทางเดินของข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์และ PLC .....	45
รูปที่ 3.13 รูปแบบข้อมูลในการรับส่ง .....	47
รูปที่ 3.14 รูปแบบของข้อมูลการรับส่ง .....	48
รูปที่ 3.15 ซอฟต์แวร์ของ PLC .....	49
รูปที่ 4.1 เมนูหลักของโปรแกรมบนเครื่องคอมพิวเตอร์ .....	54
รูปที่ 4.2 ลำดับของการทำงานของโปรแกรมควบคุมระบบ .....	56
รูปที่ 4.3 หน้าจออินพุต .....	57
รูปที่ 4.4 หน้าจอของโปรแกรมแบบจำลองทางกายภาพ .....	58
รูปที่ 4.5 ไฟล์ชาร์ตการเก็บรูปแบบกราฟิกลงไฟล์ข้อมูล .....	59
รูปที่ 4.6 หน้าจอการดำเนินการ .....	60
รูปที่ 4.7 ไฟล์ชาร์ตลำดับของการเช็คค่าข้อมูลและเก็บค่าลงฐานข้อมูลเฟส .....	61
รูปที่ 4.8 หน้าจอเฟส .....	62
รูปที่ 4.9 หน้าจอขั้นตอนการผลิต .....	63
รูปที่ 4.10 ไฟล์ชาร์ตขั้นตอนโปรแกรมการสร้างขั้นตอนการดำเนินการ .....	64
รูปที่ 4.11 ไฟล์ชาร์ตการสร้างกราฟิกของโปรแกรมขั้นตอนของสูตร .....	66
รูปที่ 4.12 ไฟล์ชาร์ตขั้นตอนโปรแกรมของเฟส .....	67
รูปที่ 4.13 หน้าจอตารางการจัดการแบตเตอรี่ .....	69
รูปที่ 4.14 ไฟล์ชาร์ตขั้นตอนการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิเตอร์ควบคุม .....	70
รูปที่ 4.15 ไฟล์ชาร์ตของการควบคุมกระบวนการ .....	72
รูปที่ 4.16 หน้าจอแสดงผลของเฟส .....	73
รูปที่ 4.17 หน้าจอโปรแกรมแสดงผลขั้นตอนการผลิต .....	74
รูปที่ 4.18 ฐานข้อมูลและข้อมูลต่าง ๆ ของฐานข้อมูลซอฟต์แวร์ของเครื่องคอมพิวเตอร์	76

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่ 4.19 การเชื่อมโยงข้อมูลของฐานข้อมูลเฟส ฐานข้อมูลอินพุต ฐานข้อมูลเอาต์พุต และฐานข้อมูลตัวแปรกระบวนการ .....	78
รูปที่ 4.20 การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างฐานข้อมูลลำดับเฟส ฐานข้อมูลลำดับเฟสของ สาขาและฐานข้อมูลต่าง ๆ .....	79
รูปที่ 4.21 การทำงานแบบวนลูปรอง PLC .....	80
รูปที่ 4.22 ไฟล์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมบน PLC .....	81
รูปที่ 4.23 ไฟล์ชาร์ตขั้นตอนโปรแกรมการส่งข้อมูล .....	83
รูปที่ 5.1 ขั้นตอนการผลิตของระบบตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ .....	86
รูปที่ 5.2 ระบบตัวอย่างที่ใช้ทดสอบ .....	87
รูปที่ 5.3 การป้อนไฟล์ข้อมูลชื่อของผลิตภัณฑ์ .....	88
รูปที่ 5.4 กำหนดชื่อของสูตรของไฟล์ผลิตภัณฑ์ที่จะทำการทดลอง .....	89
รูปที่ 5.5 การป้อนข้อมูลที่หน้าจออุปกรณ์ .....	89
รูปที่ 5.6 การเลือกข้อมูลอินพุตที่หน้าจออินพุต .....	90
รูปที่ 5.7 การป้อนข้อมูลพารามิเตอร์ควบคุมที่หน้าจอพารามิเตอร์ .....	91
รูปที่ 5.8 การป้อนข้อมูลที่หน้าจอแบบจำลองกระบวนการ .....	92
รูปที่ 5.9 การป้อนข้อมูลการดำเนินการและเฟสที่หน้าจอ การดำเนินการ .....	92
รูปที่ 5.10 การป้อนข้อมูลของเฟสที่หน้าจอเฟส .....	93
รูปที่ 5.11 การป้อนข้อมูลของขั้นตอนของสูตรที่หน้าจอ ขั้นตอนของสูตร .....	93
รูปที่ 5.12 การกำหนดค่าที่หน้าจอตั้งค่าพอร์ตสื่อสาร .....	94
รูปที่ 5.13 หน้าจอตารางการผลิตเมื่อทำการเริ่มต้นกระบวนการอย่างสมบูรณ์ .....	95
รูปที่ 5.14 การจำลองกระบวนการควบคุมของการทดลอง .....	96
รูปที่ ข-1 หน้าจอเมนูหลัก .....	143
รูปที่ ข-2 หน้าจอผลิตภัณฑ์ใหม่ .....	143
รูปที่ ข-3 หน้าจอเลือกผลิตภัณฑ์ .....	144
รูปที่ ข-4 หน้าจอสูตรใหม่ .....	144
รูปที่ ข-5 หน้าจออุปกรณ์ .....	145
รูปที่ ข-6 หน้าจออินพุต .....	145

## สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่ ข-7 หน้าจอแฮนด์พุด .....	146
รูปที่ ข-8 หน้าจอตัวแปรกระบวนการ .....	146
รูปที่ ข-9 หน้าจอแบบจำลองทางกายภาพ .....	147
รูปที่ ข-10 หน้าจอการดำเนินการ .....	147
รูปที่ ข-11 หน้าจอขั้นตอนของสูตร .....	148
รูปที่ ข-12 หน้าจอเลือกการดำเนินการ .....	148
รูปที่ ข-13 หน้าจอเลือกเฟส .....	149
รูปที่ ข-14 หน้าจอเฟส .....	149
รูปที่ ข-15 หน้าจอเฟสลोजิก .....	150
รูปที่ ข-16 หน้าจอตารางการผลิต .....	150
รูปที่ ข-17 หน้าจอแสดงผลของเฟส .....	151
รูปที่ ข-18 หน้าจอตั้งค่าพอร์ดสื่อสาร .....	151

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย