

การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมเชิงเส้น
บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์



นาย ศุภชัย วรพจน์พิศุทธิ์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974 - 632 -446 - 2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๕16๓54๑6๔

A Development of Software for Analysis and Design of Linear Control Systems
on a Microcomputer


Mr. Supachai Vorapojpisut

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
for the Degree of Master of Engineering
Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1995
ISBN 974 - 632 - 446 - 2


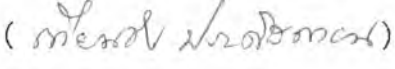


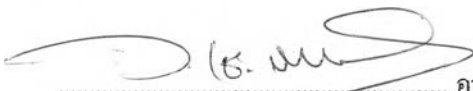
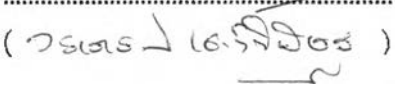
หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมเชิงเส้นบน
 เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
โดย นาย ศุภชัย วรพจน์พิศุทธิ์
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. วราภรณ์ เชาวีวิศิษฐ์

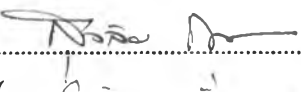

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้หัวข้อวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต


.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ดุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


.....ประธานกรรมการ
()


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
()


.....กรรมการ
()

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ศุภชัย วรพจน์พิศุทธิ์ : การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุม
เชิงเส้นบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (A DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR ANALYSIS AND
DESIGN LINEAR CONTROL SYSTEMS ON A MICROCOMPUTER) อ. ที่ปรึกษา : รศ.ดร. วราภรณ์
เซาว์วิศิษฏ์, 79 หน้า. ISBN 974-632-446-2

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอขั้นตอนและรายละเอียดของการพัฒนาซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์
สำหรับวิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมเชิงเส้น การคำนวณภายในซอฟต์แวร์อิงบนทฤษฎี
ควบคุม 3 แบบ คือ ทฤษฎีแบบคลาสสิก แบบสมัยใหม่ และแบบดิจิทัล ในการวิเคราะห์และ
ออกแบบระบบเชิงเส้นที่ไม่ขึ้นกับเวลา โปรแกรมพัฒนาขึ้นด้วยภาษา C++ และทำงานภายใต้โปรแกรม
Microsoft Windows ตั้งแต่รุ่น 3.1 ขึ้นไป



ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา ระบบควบคุม
ปีการศึกษา 2537

ลายมือชื่อนิสิต วรพจน์พิศุทธิ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. วราภรณ์
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C315659 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING
KEY WORD: CAD / CONTROL SYSTEM

SUPACHAI VORAPOJPISUT : A DEVELOPMENT OF SOFTWARE FOR
ANALYSIS AND DESIGN LINEAR CONTROL SYSTEMS ON A MICROCOMPUTER.
THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. VARPORN JAOVISIDHA, PH.D. 79 pp.
ISBN 974-632-446-2

This research presents a computation program for analysis and design linear time-invariant control systems based on classical, modern and digital control theory. Software is developed by C++ language and run under Microsoft Windows version 3.1 environment.

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา.....ระบบควบคุม
ปีการศึกษา..... 2537

ลายมือชื่อนิสิต.....*Supachai Vorapojpisut*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....*Varporn Jaovisidha*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดีของ รศ.ดร. วราภรณ์ เชาว์วิศิษฐ และ รศ.ดร. สุวลัย กลั่นความดี ซึ่งอาจารย์ทั้งสองท่านได้ให้แง่คิด การสนับสนุน และความรู้ต่างๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัยมาด้วยดีตลอด รวมทั้งเพื่อนและนิสิตรุ่นน้องในห้องปฏิบัติการระบบควบคุม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในหลายๆ ด้านตลอดการทำวิจัยครั้งนี้ ข้าพเจ้าต้องขอขอบพระคุณมาไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ศุภชัย วรพจน์พิศุทธิ์



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญภาพ	ช
บทที่	
1. บทนำ	1
2. หลักการทำงาน และโครงสร้างข้อมูล	6
3. อัลกอริทึมที่สำคัญในโปรแกรม	29
4. การประยุกต์ใช้งานโปรแกรม	51
5. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	73
รายการอ้างอิง	77
ประวัติผู้เขียน	79





สารบัญภาพ

	หน้า
รูป 2-1	หน้าที่การทำงานภายในโปรแกรม 21
รูป 2-2	ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลภายในโปรแกรม 22
รูป 2-3	โครงสร้างระบบเมนู 23
รูป 2-4	โครงสร้างของคลาสแบบ Envelope-Letter 24
รูป 2-5	การใช้โครงสร้างของคลาสแบบ Functor 25
รูป 2-6	โครงสร้างของคลาสข้อมูลทางด้านคณิตศาสตร์ 26
รูป 2-7	โครงสร้างของคลาสสำหรับการวิเคราะห์และออกแบบตามทฤษฎี ควบคุม 26
รูป 2-8	โครงสร้างของคลาสสำหรับการแสดงกราฟ 27
รูป 2-9	การทำงานภายในส่วนโปรแกรมหลัก 28
รูป 4-1	ผลตอบเชิงเวลาของระบบวงปิดสำหรับกรณีไม่มีระบบควบคุม กรณีต่อตัวควบคุมแบบ PID และกรณีต่อตัวชดเชยแบบล้ำหน้า .. 64
รูป 4-2	กราฟ Bode Plot ของระบบวงเปิด 64
รูป 4-3	กราฟ Bode Plot ของระบบวงเปิด เมื่อมีการต่อตัวควบคุม แบบ PID 65
รูป 4-4	ผลตอบเชิงเวลาของระบบวงปิด เมื่อมีการต่อตัวชดเชยแบบ ล้ำหน้า ในกรณีที่มีเงื่อนไขการออกแบบต่างกัน 65
รูป 4-5	กราฟ Bode Plot ของระบบวงเปิด เมื่อมีการต่อตัวชดเชยแบบ ล้ำหน้า ในกรณีที่มีเงื่อนไขในการออกแบบต่างกัน 66
รูป 4-6	กราฟ Bode Plot ของระบบที่ต่อตัวชดเชยแบบล้ำหน้า 66
รูป 4-7	ผลตอบเชิงเวลาของ y_1 เมื่อต่อเป็นระบบวงปิด ในกรณีไม่มีการ ควบคุม กรณีกำหนดตำแหน่ง Poles และกรณีเล็งเลิศ 67
รูป 4-8	ผลตอบเชิงเวลาของ y_2 เมื่อต่อเป็นระบบวงปิด ในกรณีไม่มีการ ควบคุม กรณีกำหนดตำแหน่ง Poles และกรณีเล็งเลิศ 67
รูป 4-9	ผลตอบเชิงเวลาของ y_3 เมื่อต่อเป็นระบบวงปิด ในกรณีไม่มีการ ควบคุม กรณีกำหนดตำแหน่ง Poles และกรณีเล็งเลิศ 68
รูป 4-10	กราฟผลตอบเชิงเวลาของระบบวงปิด 68

	หน้า
รูป 4-11 กราฟผลตอบเชิงเวลาของระบบวงปิด แบบต่อเนื่องและแบบ ไม่ต่อเนื่อง	69
รูป 4-12 กราฟผลตอบเชิงเวลาของ y_1 กรณีไม่มีการป้อนกลับ และกรณี มีการป้อนกลับ	69
รูป 4-13 กราฟผลตอบเชิงเวลาของ y_2 กรณีไม่มีการป้อนกลับ และกรณี มีการป้อนกลับ	70
รูป 4-14 กราฟผลตอบเชิงเวลาของ y_3 กรณีไม่มีการป้อนกลับ และกรณี มีการป้อนกลับ	70
รูป 4-15 กราฟผลตอบเชิงเวลาของ y_1 เมื่อมีการป้อนกลับ กรณีระบบ ต่อเนื่อง และกรณีระบบไม่ต่อเนื่อง	71
รูป 4-16 กราฟผลตอบเชิงเวลาของ y_2 เมื่อมีการป้อนกลับ กรณีระบบ ต่อเนื่อง และกรณีระบบไม่ต่อเนื่อง	71
รูป 4-17 กราฟผลตอบเชิงเวลาของ y_3 เมื่อมีการป้อนกลับ กรณีระบบ ต่อเนื่อง และกรณีระบบไม่ต่อเนื่อง	72