

การพัฒนาโปรแกรมควบคุมสำหรับตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดเล็ก
ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z80



นาย เจริญชัย เจริญทุ่งเมือง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2531

ISBN 974-569-635-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015932

117510946

DEVELOPMENT OF A Z80 BASED PORTABLE CONTROL PROGRAM FOR
SMALL PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

Mr. Charrearnchai Charrearntangmeng

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

1988

ISBN 974-569-635-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาโปรแกรมควบคุมสำหรับตู้สาขาอัตโนมัติขนาดเล็ก
ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z80

โดย

นายเจริญชัย เจริญทั้งเมือง

ภาควิชา


วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์





บัณฑิตวิทยาลัยจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

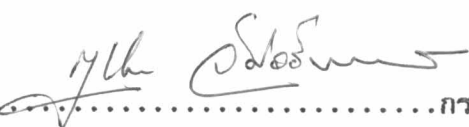

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร.ถาวร วัชรภักย์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จุมพล พรหมพิทักษ์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต ไรจน์อารยานนท์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย ลีลาวัณย์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์)



เจริญชัย เจริญทั้ง เมือง : การพัฒนาโปรแกรมควบคุมสำหรับตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดเล็ก
ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 (DEVELOPMENT OF A Z80 BASED PORTABLE CONTROL
PROGRAM FOR SMALL PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE) อ.ที่ปรึกษา :
รศ.กฤษดา วิศวธีรานนท์, 144 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กล่าวถึงแนวความคิดอย่างมีระบบในการพัฒนาโปรแกรมควบคุมสำหรับระบบตู้
สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดเล็ก (PABX) โปรแกรมนี้มีโครงสร้างแบบ 3 ลำดับชั้น ได้แก่ ส่วน
อินพุทเอ้าท์พุท (BIOS) ส่วนบริการ เรียกใช้โปรแกรมย่อย (SERVICE ROUTINES) และส่วนโปรแกรม
หลัก (MAIN PROGRAM) แต่ละลำดับชั้นสามารถถูกพัฒนา หรือปรับปรุงได้อย่างเป็นอิสระต่อกัน ใน 3 ลำดับ
นี้ ส่วนอินพุทเอ้าท์พุท เป็นลำดับเดียว เท่านั้นที่ขึ้นกับฮาร์ดแวร์ เพราะมันต้องจัดการกับฮาร์ดแวร์โดยตรง
ฉะนั้นโปรแกรมควบคุมนี้จึงสามารถนำไปใช้ในระบตู้สาขาโทรศัพท์ได้แทบทุกชนิด โดยเพียงแต่แก้ไขโปรแกรม
ย่อยในส่วนอินพุทเอ้าท์พุท ยิ่งกว่านั้นการเพิ่มเติมหรือปรับปรุงขีดความสามารถด้านการบริการก็สามารถทำได้
กับโปรแกรมได้ง่าย โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงส่วนอินพุทเอ้าท์พุทอีก

โปรแกรมควบคุมนี้ถูกพัฒนาในโครงสร้างแบบมัลติลาร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้มีการคิดค้นภาษา
เทียมที่มีชื่อว่า ภาษาการเปลี่ยนสถานะ (STATE TRANSITION LANGUAGE เรียกย่อ ๆ ว่า STL) เพื่อ
อำนวยความสะดวกในการเขียนรหัสของโปรแกรม โปรแกรมควบคุมนี้ได้ถูกนำไปใช้งาน และทดสอบกับระบบ
ตู้ชุมสายโทรศัพท์จริงที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z80 ซึ่งสามารถรับสายนอก 8 สาย และสายใน 36 สาย
อย่างได้ผลดี

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิสิต

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา



CHARREARNCHAI CHARREARNTANGMENG : DEVELOPMENT OF A Z80 BASED PORTABLE CONTROL PROGRAM FOR SMALL PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. KRISADA VISAVATEERANON, M.ENG., 144 PP.

This thesis describes a systematic concept in developing a control program for small private automatic branch exchange (PABX) systems. The program is structured into 3 hierarchical levels, i.e. The Basic Input Output System (BIOS), the Service Routine and the Main Program. Each level can be developed or modified independently. Among the 3 levels, the BIOS is the only level that is hardware dependent since it deals directly with the hardware. Hence this control program can be easily implemented in most small PABX systems of any kind by simply modifying its BIOS routines. Furthermore, the addition and modification of service feature can be done to the program easily without changing its BIOS.

This control program is developed in a modular structure. In particular, a pseudo language, called State Transition Language (STL), is invented to facilitate the coding of the program. This control program has been implemented and tested satisfactorily in a real Z80 based PABX system which can accommodate 8 external CO lines and 36 internal extension lines.

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2531

ลายมือชื่อนิติต *(Signature)*

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *(Signature)*



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบคุณ รองศาสตราจารย์ ฤกษ์ดา วิศวีรานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่างๆ

ขอขอบคุณ คุณวิเชียร คณาสิริวัฒน์ ช่างเทคนิคที่ช่วยติดตั้งและทดลองระบบ

ขอขอบคุณ นิสิตห้องปฏิบัติการวิจัยระบบเชิงเลข และ นิสิตปริญญาโท ห้องปฏิบัติการวิจัยระบบไฟฟ้าสื่อสาร ที่ช่วยเหลือให้คำแนะนำ และช่วยให้กำลังใจในการทำงาน และ ขอขอบคุณ คณะผู้จัดพิมพ์ ตันฉบับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งได้ช่วยทำให้วิทยานิพนธ์นี้ สำเร็จเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์



สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญประกอบ	ญ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 ความเบื้องต้น	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
2. ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับโทรศัพท์	4
2.1 หน้าที่ของตู้สาขาโทรศัพท์	4
2.2 วิชาการของเทคโนโลยีของตู้สาขาโทรศัพท์	4
2.2.1 ตู้สาขาโทรศัพท์ระบบ MANUAL	5
2.2.2 ตู้สาขาโทรศัพท์แบบใช้อุปกรณ์เครื่องกล ไฟฟ้า	5
2.2.3 ตู้สาขาโทรศัพท์อิเล็กทรอนิกส์	6
2.3 คุณสมบัติการบริการพิเศษของตู้สาขาโทรศัพท์อัตโนมัติ	7
3. ข้อกำหนดในการออกแบบ	9
3.1 ความเป็นอิสระจากฮาร์ดแวร์	9
3.1.1 ซีพียู	9
3.1.2 หน่วยความจำ ROM	9
3.1.3 หน่วยความจำ RAM	10
3.1.4 โครงสร้างของวงจรสวิตซ์	10
3.1.5 ขนาดของตู้สาขาโทรศัพท์	10
3.2 มีโครงสร้างที่ง่ายต่อการพัฒนา	11
3.3 การให้บริการพิเศษ	11
4. การทำงานแบบสถานะ	13

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4.1	การทำงานแบบสถานะ 13
4.2	โคอะแกรมสถานะ 15
4.3	สัญลักษณ์ที่ใช้ในโคอะแกรมสถานะ 17
5.	ภาษา STL 19
5.1	ความจำเป็น 19
5.2	ลักษณะของภาษา 19
5.3	ตัวแปร 20
5.4	สถานะ 23
5.5	การตรวจสอบเงื่อนไข 23
5.6	คำสั่งต่าง ๆ 24
5.7	การใส่ COMMENT ในภาษา STL 30
5.8	การแปลงโคอะแกรมสถานะเป็นภาษา STL 30
6.	พีเจอร้และแนวทางการพัฒนา 31
6.1	ส่วนทำงานพื้นฐาน 31
6.2	การโทรภายใน 35
6.3	การทำงานกับสายนอก 38
6.4	การบริการพิเศษ 43
6.5	การโทรออกซ้ำเบอร์เดิม 43
6.6	การจองสายภายใน 45
6.7	การยกเลิกการจองสาย 48
6.8	การฝากสาย 49
6.9	การพักสาย และโอนสาย 51
6.10	การรับสายแทนกัน 56
6.11	การกำหนดขอบเขตในการใช้เครื่องรับโทรศัพท์ 59
7.	แนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรมจริง 61

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
7.1	การแบ่งโปรแกรมออกเป็น ส่วน ๆ 61
7.2	การใช้งานหน่วยความจำ 62
7.3	การแปลงภาษา STL มาเป็นโปรแกรมจริง 64
7.4	การแบ่งเวลาให้เครื่องรับโทรศัพท์แต่ละเครื่อง 67
8.	โปรแกรมส่วนควบคุม อินพุท เอาท์พุท 69
8.1	การทำงานของโปรแกรมส่วนควบคุม อินพุท เอาท์พุท 69
8.2	การเรียกใช้โปรแกรมย่อย 70
8.3	โปรแกรมย่อยสำหรับใช้งานพิเศษ 72
8.4	โปรแกรมย่อยกลุ่มสำหรับถามขนาดของคู่สาขาโทรศัพท์ 73
8.5	โปรแกรมย่อยกลุ่มทำหน้าที่จัดการหน่วยความจำ 81
8.6	โปรแกรมย่อยกลุ่มควบคุมระบบสวิทซ์สัญญาณเสียง 83
8.7	โปรแกรมย่อยกลุ่มทำหน้าที่จับเวลา 89
8.8	โปรแกรมย่อยกลุ่มควบคุมการสร้างจังหวะเสียง 91
8.9	โปรแกรมย่อยกลุ่มทำหน้าที่ตรวจสอบการยกหู วางหู และการหมุนตัวเลข 93
8.10	โปรแกรมย่อยกลุ่มควบคุมสายนอก 96
8.11	โปรแกรมย่อยกลุ่มแสดงความผิดพลาด 100
8.12	โปรแกรมย่อยกลุ่มทำหน้าที่รับตัวเลขแบบกดปุ่ม 100
9.	โปรแกรมส่วนบริการโปรแกรมย่อย 103
9.1	การใช้งานโปรแกรมจัดการโปรแกรมย่อย 104
9.2	โปรแกรมย่อยกลุ่มควบคุมการจองอุปกรณ์ 105
9.3	โปรแกรมย่อยกลุ่มตรวจสอบเบอร์ และรหัสคำสั่ง 107
10.	โปรแกรมหลัก 112
10.1	การใช้งานหน่วยความจำในโปรแกรมหลัก 112
10.2	หน่วยความจำประจำเครื่องรับโทรศัพท์ และประจำสายนอก 112

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
10.3 การเข้าถึงหน่วยความจำประจำเครื่องรับโทรศัพท์	118
10.4 การทำงานแบบสถานะ	119
11. คู่สาขาที่ใช้ทดสอบโปรแกรม	121
11.1 หน่วยควบคุม	121
11.2 โครงสร้างของวงจรสวิตซ์	121
11.3 ตารางเก็บลักษณะของฮาร์ดแวร์	123
11.4 การใช้งานบริการพิเศษ	127
12. สรุป	128
12.1 สรุป	128
12.2 ข้อเสนอแนะ	129
เอกสารอ้างอิง	131
ภาคผนวก	133
ประวัติผู้เขียน	144



สารบัญรูปประกอบ

รูป	หน้า
2.1 หลักการทำงานของตู้สาขาแบบ SPACE DIVISION	7
2.2 หลักการทำงานของตู้สาขาแบบ TIME DIVISION	7
4.1 การทำงานตามขั้นตอน	14
4.2 รูปแบบของ โคอะแกมมสถานะที่ใช้ในการออกแบบวงจรลจจิก	16
4.3 ตัวอย่าง โคอะแกมมสถานะของโทรศัพท์	16
4.4 สัญลักษณ์ที่ใช้ใน โคอะแกมมสถานะ	17
5.1 ตัวอย่างสถานะ	23
6.1 โคอะแกมมสถานะของส่วนทำงานพื้นฐาน	32
6.2 โคอะแกมมสถานะของการโทรภายใน	37
6.3 โคอะแกมมสถานะของการโทรออก	39
6.4 โคอะแกมมสถานะของการรับสายนอก	40
6.5 โคอะแกมมสถานะของการโทรออกซ้ำเบอร์เดิม	44
6.6 โคอะแกมมสถานะของการจองสาย	47
6.7 โคอะแกมมสถานะของการฝากสาย	50
6.8 โคอะแกมมสถานะของการพักและโอนสาย	52
6.9 โคอะแกมมสถานะของการรับสายแทน	58
7.1 การแบ่งโปรแกรมเป็น 3 ส่วน	62
7.2 MEMORY MAP ของการใช้งานหน่วยความจำ ROM	63
7.3 การแปลงภาษา STL	65
7.4 การใช้ MACRO ในการแปลงภาษา STL	66
7.5 การทำงานของโปรแกรมควบคุม	68
8.1 แสดงโครงสร้างของตารางเก็บแอดเดรสเริ่มต้น	71
8.2 แสดงโครงสร้างของ STRING	76
8.3 การต่อสัญญาณเสียงในวงจรสวิตซ์แบบดิจิทัล	84
8.4 การต่อสัญญาณเสียงในวงจรสวิตซ์แบบอนาล็อก	85

สารบัญรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
8.5 แสดงตัวอย่างการกำหนดรูปแบบของสัญญาณกระดิ่ง	91
9.1 แสดงรูปแบบของตารางคำสั่ง	109
10.1 ตำแหน่งของหน่วยความจำประจำเครื่องรับโทรศัพท์และสายนอก	113
10.2 หน่วยความจำประจำเครื่องรับโทรศัพท์	116
10.3 หน่วยความจำประจำสายนอก	117
11.1 โครงสร้างของตู้ชุมสายที่ใช้	122
11.2 รูปแบบสัญญาณเสียง	123
11.3 ตารางเก็บลักษณะอาร์คแวร์	126