

การสร้างชุมชนสายโทรศัพท์สาขาขนาดเล็กระบบอิเล็กทรอนิกส์



ร.อ. อรุณรัช เดือนศิริ

ศูนย์วิทยบริการ
วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2529

ISBN 974 - 566 - 221 - 6

013410

i 15568233

๑

CONSTRUCTION OF A SMALL ELECTRONIC
PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

CAPT. ANURAK THUENSIRI

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

1986

ISBN 974 - 566 - 221 - 6

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสร้างชุมสายโทรศัพท์สาขาขนาดเล็ก แบบอัตโนมัติ ระบบอิเล็กทรอนิกส์
โดย ร.อ. อรุณรักษ์ เกื้ออนศิริ
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ฤชกา วิศวัตธีรานนท์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัย อนุมัติเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

Handwritten signature

.....
(รองศาสตราจารย์ ดร. สรชัย ทิศาอุบลบุตร)
รักษาการในตำแหน่งรองคณบดี ฝ่ายวิชาการ
ปฏิบัติราชการแทนรักษาการในตำแหน่งคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

Handwritten signatureประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ จุมพล พรหมพิทักษ์)

Handwritten signatureกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ ประพัฒน์มงคล)

Handwritten signatureกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. เนติศร โจน่อารยานนท์)

Handwritten signatureกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ฤชกา วิศวัตธีรานนท์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การสร้างชุมสายโทรศัพท์สาขาขนาดเล็ก แบบอัตโนมัติ ระบบอิเล็กทรอนิกส์
 ชื่อผู้ศึกษา ร.ธ. อนุรักษ์ เกื่อนศิริ
 อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ฤกษ์คา วิศวธรานนท์
 ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
 ปีการศึกษา 2528




บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ จะกล่าวถึงการออกแบบและสร้าง ชุมสายโทรศัพท์สาขาขนาดเล็กแบบอัตโนมัติระบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้ออกแบบชุมสายโทรศัพท์สาขา ขนาด 16 เลขหมาย สามารถเชื่อมต่อกับชุมสายภายนอกได้ 4 เลขหมาย ระบบสวิตชิงแบบเว็ค เป็นแบบสเปซคิวิชั่น ใช้แอลเอสดีทีพี เป็น ครอสทอยท์สวิตช์ ทำการคัทต่อวงจร ภาครับสถานะของโทรศัพท์สามารถรับสถานะของโทรศัพท์ที่มีความต้านทานของโทรศัพท์รวมทั้งสายเกินกว่า 1,800 โอห์ม ใช้กับโทรศัพท์แบบหมุนหน้าบัตร ซึ่งมีใช้กันทั่วไป การควบคุมระบบใช้ ซีพียู เบอร์ Z-80 ทิวขนาดของหน่วยความจำ 6 กิโลไบท์ ซึ่งใช้เป็นโปรแกรมควบคุมระบบ มีหน้าที่การทำงานจากระบบ เช่น การเรียกภายใน การเรียกภายนอก การเรียกเข้ามา การโอนสาย ซึ่งเป็นพื้นฐานที่สำคัญของระบบชุมสายขนาดเล็ก ได้ทดสอบและทดลองนำระบบไปติดตั้งทดลองใช้งานจริง ปรากฏว่าระบบสามารถทำงานได้ถูกต้อง ได้ผลดีเป็นที่น่าพอใจ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

9



THESIS TITLE CONSTRUCTION OF A SMALL ELECTRONIC
PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

NAME CAPT. ANURAK THUANSIRI

THESIS ADVISOR ASSOCIATE PROFESSOR KRISADA VISAVATEERANON

DEPARTMENT ELECTRICAL ENGINEERING

ACADEMIC YEAR 1985

ABSTRACT

THIS THESIS DESCRIBES THE DESIGN AND CONSTRUCTION OF A SMALL ELECTRONIC PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE. THIS EXCHANGE HAS 16 EXTENSION LINES AND CAN BE CONNECTED TO 4 CENTRAL OFFICE LINES. THE SWITCHING NETWORK SYSTEM IS SPACE DIVISION MULTIPLEXING UTILIZING ANALOG SWITCHES AS CROSSPOINT SWITCHES. THE LINE CIRCUITS ARE CAPABLE OF HANDLING THE SITUATION OF THE TELEPHONES EVEN THOUGH THE TOTAL RESISTANCE OF THE TELEPHONE AND THE LINE MIGHT EXCEED 1,800 OHMS. THIS BRANCH EXCHANGE CAN BE USED WITH COMMON DIALING TELEPHONES. THE SYSTEM IS CONTROLLED BY A Z-80 CPU WITH A 6-KILOBYTE PROGRAMMABLE MEMORY. THE ESSENTIAL FUNCTIONS OF THE SYSTEM ARE INTRA - OFFICE CALL, OUTGOING CALL, INCOMING CALL AND TRANSFER. THE SYSTEM HAS BEEN TESTED AND INSTALLED FOR PRACTICAL USE AND HAS BEEN PROVED TO BE WORKING SATISFACTORILY



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้จากการช่วยเหลือของ รองศาสตราจารย์กฤษดา วิชาธรานนท์ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์และเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา สำหรับในการทดลอง ระบบคลอดจากคำแนะนำในหลักนิยมของระบบโทรศัพท์ ได้รับความอนุเคราะห์ จาก พันเอก บุลฤทธิ์ เจริญราช หัวหน้ากองการสื่อสาร กรมการทหารสื่อสาร ซึ่งให้การสนับสนุนอุปกรณ์ โทรศัพท์ทุกชิ้น ในรายละเอียดของดูมสายได้รับคำแนะนำจาก เรืออากาศเอก ธวัชชัย เลื่อนฉวี ข้าราชการจ่าใครที่จะขอบพระคุณท่านที่ได้กล่าวนามมาแล้วข้างต้น

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ นั้จิทวีทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้ให้ โอกาสเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	จ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
ปกติดิกรรรมประกาศ	ค
สารบัญตาราง	ญ
สารบัญรูปภาพ	ฎ
บทที่	
1. บทนำ	1
1.1 กล่าวโดยทั่วไป	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
2. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับโทรศัทพ์	4
2.1 ชนิดของโทรศัทพ์	4
2.2 แนวความคิดของชุมสายโทรศัทพ์	7
2.3 ชนิดของชุมสายโทรศัทพ์	12
2.4 ระบบของชุมสายโทรศัทพ์อัตโนมัติ	13
2.5 ข้อเปรียบเทียบระหว่างชุมสายแบบกล-ไฟฟ้า กับ ระบบอิเล็กทรอนิกส์	13
2.6 ชุมสายระบบ STORE PROGRAM CONTROL (S.P.C.).....	16

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่

3.	ระบบชุมสายโทรศัพท์ที่พัฒนา	21
3.1	คุณลักษณะเฉพาะ	21
3.2	แนวความคิดของระบบ	22
3.3	การกำหนดขนาดของชุมสายโทรศัพท์	30
3.4	บล็อกไดอะแกรมของระบบ	35
4.	การออกแบบวงจร	38
4.1	วงจรรับสถานะของโทรศัพท์	38
4.2	วงจรสวิทชิงเนทเว็ค	59
4.3	วงจรเชื่อมต่อกับชุมสาย ภายนอก แบบ 2 ทิศทาง	80
5.	การออกแบบวงจรควบคุม	88
5.1	วงจร ซีพียูและพอร์ท	88
5.2	วงจรถ้าเบ็คสัญญาณ	93
5.3	วงจรแหล่งจ่ายไฟ	101
6.	โปรแกรม ควบคุมระบบ	102
6.1	แนวความคิดในการเขียนโปรแกรม	103
6.2	โครงสร้างของโปรแกรม ควบคุมระบบ	110
6.3	เครื่องมือช่วยในการเขียนโปรแกรม	120
7.	การทดลองระบบ	125
7.1	การทดลองเรียกภายใน	125

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
7.2 การทดลองเรียกออกภายนอก	126
7.3 การทดลองเรียกเข้ามาในชุมสาย	126
7.4 การทดลองโอนเลขหมาย	126
7.5 การทดลองใช้งานจริง	127
8. บทสรุป	143
8.1 สรุปผลการวิจัย	143
8.2 ปัญหาที่พบในการหาวิทยานิพนธ์	144
8.3 ข้อเสนอแนะในการแก้ไขปัญหา	145
8.4 แนวความคิดในการพัฒนาระบบ	146
เอกสารอ้างอิง	148
ภาคผนวก ก. ตารางการเทียบค่าเอสลิงค์	150
ภาคผนวก ข. รายละเอียดของ ไอซี สวิตชิงเนตเวิร์ก	152
ภาคผนวก ค. วงจรสมบูรณ์ ของชุมสายโทรศัพท์	156
ภาคผนวก ง. โปรแกรมควบคุมระบบ	163
ภาคผนวก จ. ไฟลวซาร์ตของโปรแกรม	181
ประวัติผู้เขียน	227

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1. ข้อเปรียบเทียบระหว่างชุมสายกล-ไฟฟ้ากับชุมสายอิเล็กทรอนิกส์	14
4.1 การเลือกทางเนวนอน	77
4.2 การเลือกทางแนวตั้ง	77
4.3 การแบ่งสัญญาณ DATA ในการควบคุม	78
4.4 การเลือกทางสายร่วม โดยใช้สัญญาณสไตรป	79
6.1 การจัดเฟสในหน่วยความจำ	113



 ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาพ

รูปที่

หน้า

2.1	วงจรโทรศัพท์แบบง่าย	5
2.2	วงจรโทรศัพท์ แบบแบบตลับประจำชุมสาย	6
2.3	ข่ายโทรศัพท์สายตรง	7
2.4	การใช้ชุมสายในการติดต่อวงจร	8
2.5	การเชื่อมต่อระหว่างชุมสายโทรศัพท์	9
2.6	ชุมสายแบบพนักงานต่อวงจร	9
2.7	ชุมสายระบบSTEP BY STEP	10
2.8	ชุมสายระบบครอสบาร์	10
2.9	ชุมสายระบบอิเล็กทรอนิกส์	11
2.10	ความแตกต่างระหว่างชุมสายแบบอนาล็อกและดิจิทัล	17
2.11	การติดต่อวงจรในสวิตช์แนวเว็ค	18
2.12	ระบบ เอส พี ซี แบบดิจิทัล	19
3.1	แนวความคิดของระบบ	24
3.2	สถานะเริ่มยกหูโทรศัพท์	25
3.3	สถานะเมื่อเริ่มหมุนเบอร์	26
3.4	สถานะกำลังเรียก	27
3.5	สถานะผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์	27
3.6	สถานะเมื่อมีการวางหูโทรศัพท์	28
3.7	สถานะเมื่อมีการเรียกออกภายนอกชุมสาย	29
3.8	สถานะการโอนเลขหมาย	30

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่

หน้า

3.9	บล็อกไดอะแกรมของระบบ	31
4.1	การตรวจรับสถานะยกหู-วางหู โทรศัพท์แบบเดิม	39
4.2	ให้ตัวคั่นทานแทนรีเลย์ ในการรับสถานะ	40
4.3	การแทนตัวคั่นทานด้วย แหล่งจ่ายกระแสคงที่	41
4.4	การนำไอซี รักษาระดับแรงดันคงที่มาเป็นแหล่งจ่ายกระแสคงที่	41
4.5	การใช้แหล่งจ่ายกระแสคงที่แทนค่าความต้านทาน	42
4.6	วงจรรับ สถานะการยกหู-วางหูโทรศัพท์	43
4.7	แรงดันไฟฟ้าคอกคร่อมโทรศัพท์ในสภาวะต่าง ๆ	44
4.8	สัญญาณจาก เอาพุท ของ OPTO COUPLER	44
4.9	วงจรแยกสถานะการวางหู การหมุนหน้าบัค	45
4.10	สถานะของการวางหู-ยกหู และการหมุนหน้าบัค	46
4.11	วงจรที่เพิ่มเติมนั้นมา	47
4.12	สถานะช่วงการหมุนหน้าบัค	48
4.13	แนวความคิดในการส่งสัญญาณกระตุ้น	49
4.14	การทดลองรับสถานะยกหู-วางหูโทรศัพท์	51
4.15	การทดลองรับเลขหมาย	52
4.16	การนำเอาวงจร ที่ได้จากแนวความคิดมาออกแบบ	53
4.17	วงจรรับสถานะโทรศัพท์	54
4.18	หน่วยรับ เลขหมายประกอบด้วยสัญญาณ	55
4.19	การเชื่อมต่อเพื่อทดสอบวงจร	57

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.20	เพิ่มตัวเก็บประจุกรอมสายโทรศัทพ์ 58
4.21	เพิ่มตัวเก็บประจุที่ขา Vcc ของ 74LS74 59
4.22	แนวความคิดของการชักคองจร 60
4.23	แนวความคิดของสวิชิ่งเนทเวค 61
4.24	แนวความคิดในการใช้รีเลย์ชักคองจร 62
4.25	การเขียนวงจรในรูป แมทริกซ์ 63
4.26	การใช้จุดแทนรีเลย์ 64
4.27	จุดในแมทริกซ์ แทนรีเลย์ 1 คู่ 64
4.28	ใช้การเขียนเส้นเคียว แทน 1 คู่สาย 65
4.29	รูปแบบง่ายของอนาลอกสวิทช์ 66
4.30	การทดลอง ใช้อนาลอกสวิทช์ 2 ตัว ชักคองจร 68
4.31	โครงสร้าง IC MC-142100 70
4.32	โครงสร้าง สวิทชิ่งเนทเวค 72
4.33	ใช้ MC142100 ต่อรวมเป็นแมทริกซ์ 73
4.34	รูป 16 × 12 แมทริกซ์ 74
4.35	บล็อกไดอะแกรม 16 × 12 แมทริกซ์ 74
4.36	บล็อกไดอะแกรมของวงจร สวิทชิ่งเนทเวค 75
4.37	โครงสร้างภายใน ไอซี MC 142100 77
4.38	การทดลองชักคองจร 80
4.39	การทำให้ครบวงจรคู่สายโทรศัทพ์ 81

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.40 การเพิ่มรีเลย์ เพื่อการตัดต่อวงจรเสมือนหมุนหน้าปัด	๕2
4.41 วงจรรูป ของชุมสายภายนอก	๕2
4.42 วงจรรับสัญญาณกระดิ่ง	๕3
4.43 การเชื่อมต่อสัญญาณพูด	๕3
4.44 การทดลอง หมุนหน้าปัด โทรศัพท์	๕4
4.45 การทดลอง เรียกเข้ามาจากชุมสายภายนอก	๕5
4.46 วงจรเชื่อมต่อชุมสายภายนอก	๕5
4.47 การรวมระบบ เชื่อมต่อภายนอก	๕6
4.48 การทดสอบวงจรเชื่อมต่อภายนอก	๕7
5.1 บล็อกไดอะแกรม ของหน่วยควบคุม	๕9
5.2 แผนผังโปรแกรม	90
5.3 วงจรวอชชีก็อก	91
5.4 การทดสอบวงจร	92
5.5 รูปคลื่นของวงจร วอชชีก็อก	93
5.6 รูปรวมสัญญาณ	95
5.7 วงจรการเพิกำเนิกสัญญาณ	96
5.8 ไดอะแกรมเวลาของการหาร	96
5.9 การกำเนิก RECALL RINGING TONE	97
5.10 การกำเนิกสัญญาณ TRANSFER NOT PERMITTED.....	98
5.11 การกำเนิกสัญญาณ RINGBACK TONE.....	99

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่

หน้า

5.12	วงจรรขยายกำลัง 425 เฮิรซ์	100
5.13	วงจรรคอมมิเนชั่น โดจิก	100
6.1	โฟลวชาร์คของระบบ	105
6.2	การจคัโปรแกรมย่อย	107
6.3	โคอะแกรมของระบบ	108
6.4	การจคัเนื้อที่ในหน่วยความจำ	110
6.5	การจคัแอกเคสเซอร์ท	111
6.6	การจคัคาร์คเลขหมาย	112
6.7	เครื่องมือช่วยในการเขียนโปรแกรม	120
6.8	เครื่องมือช่วยแก้ไขโปรแกรม	121
6.9	รูปเครื่องมือสำหรับพัฒนาโปรแกรม	122
6.10	รูปชุดสายโพรคัท์ขนาดเลคที่คัสร้าง	122
6.11	RAM ชนิด 2 ทิศทาง	123
6.12	รูปเครื่องมือแก้ไขโปรแกรม	123
6.13	รูปแผนวงจรร ซึ่ยู่ ทคัเชื่อมกับ RAM ชนิด 2 ทิศทาง	124
6.14	วงจรรอคัโปรแกรมใน EPROM	124
7.1	รูปชุดสายโพรคัท์ขนาดเลคที่คัคคองสร้างขณะกำลังห้อนา	131
7.2	คัานหลัง เครื่องชุดสายขณะกำลังพัฒนา	131
7.3	ภาครับสถานะโพรคัท์จำนวน 8 แผนวงจรรทิมพ์	132
7.4	แผนวงจรรทิมพ์ของวงจรรรับสถานะโพรคัท์	132
7.5	แผนวงจรรทิมพ์ภาคลว้เง็งเนทเวค	133

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
7.6	แผนวงจรพิมพ์ภาค ซีพียู 133
7.7	แผนวงจรเชื่อมต่อตู้มลายภายนอก 134
7.8	วงจรแหล่งจ่ายไฟ 134
7.9	สัญญาณหน้าบัค 135
7.10	สัญญาณขณะคำสั่งหมุนหน้าบัค 135
7.11	สัญญาณอินเทอร์รัพท์เทียบกับสัญญาณในการทำงานครบ 1 รอบ 136
7.12	สัญญาณอินเทอร์รัพท์เทียบกับสัญญาณวางรอบขณะที่หลุดจากโปรแกรมหลัก 136
7.13	การทดลอง ตู้สายโทรศัทพ์ ขณะคำสั่งพัฒนาโปรแกรม 137
7.14	ขณะกำลังเชื่อมต่อกับตู้สายทางยูทอวีซี 137
7.15	ทรอสบารส์วิทซ์ ของตู้สายแบบทรอสบารส์ ขณะทำการเชื่อมต่อกับตู้สายที่ได้ทดลองสร้าง 138
7.16	ตู้สายอิเล็กทรอนิกส์ รุ่น ASB 100 ของบริษัทอริคสัน ที่ได้ทดลองเชื่อมต่อ 139
7.17	ศูนย์ควบคุมและซ่อมบำรุงโทรศัพท์ของกรมการทหารสื่อสาร ซึ่งใช้เป็นสถานที่ติดตั้งตู้สายที่ได้ทดลองสร้าง 140
7.18	ตู้สายสาขาโทรศัพท์ที่ได้ทดลองสร้างเปรียบเทียบกับตู้สายขนาด 48 เลขหมาย 140
7.19	ทดลองติดตั้ง ตู้สายโทรศัพท์ที่ได้ทดลองสร้าง 141
7.20	การเชื่อมต่อกับเลขหมาย ของตู้สายองค์การโทรศัพท์ 141

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
7.21 คำรับรองการปฏิบัติงาน	142
ค.1 วงจร รับสถานะโทรศัพท์	157
ค.2 วงจรสวิตช์แจ้งเตือนเว็ค	158
ค.3 วงจรเชื่อมต่อชุดสายภายนอก	159
ค.4 วงจรกำหนดทิศทางเวลา	160
ค.5 วงจร ซีพียู	161
ค.6 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	162

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย