

การพัฒนาตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ SB-86/P



วิทยานิพนธ์นี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2526

ISBN 974-562-647-3

007831 i 17407316

DEVELOPMENT OF FIELD TELEPHONE SWITCHBOARD SB-86/P

Lt WEERACHAI CHAOKUMNERD



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

1983

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ SB-86/P
โดย ร.ต.วีระชัย เขาวำเน็ด
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.เทียนชัย ประดิศถายน



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

.....
.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ มุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....
.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประดิเมงคการ)

.....
.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุขุมวิทย์ ภูมิวิศิสาร)

.....
.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มนตรี สวัสดิ์ศฤงฆาร)

.....
.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เทียนชัย ประดิศถายน)

.....
.....กรรมการ
(นาวาอากาศเอกประสาร ทิพย์เกษร)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ SB-86/P
 ชื่อผู้ผลิต ร.ต.วีระชัย เขาว์กำเนิด
 ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
 อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.เทียนชัย ประดิษฐาน
 ปีการศึกษา 2526



งานวิจัยนี้ เป็นการศึกษาระบบโทรศัพท์แบบใช้พนักงานต่อ (MANUAL TELEPHONE SYSTEM) และตู้สลับสายโทรศัพท์สนาม โดยมีจุดประสงค์เพื่อพัฒนาวงจรเดิมแบบ SB-86/P และสร้างตู้สลับสายขึ้นมาใช้เอง

งานวิจัย เริ่มด้วยการศึกษาวงจรตู้สลับสายโทรศัพท์สนามที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน ในกองทัพอากาศ ทำการวิเคราะห์ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแต่ละแบบและนำมาพัฒนาออกแบบอุปกรณ์วงจรของระบบ และส่วนประกอบต่าง ๆ ใหม่ เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานเฉพาะกิจ

ตามลักษณะและขนาดระบบตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ เดิม เหมาะสำหรับใช้งานกับหน่วยทหารบนพื้นที่ที่ไม่มี การเคลื่อนย้าย ดังนั้นจึงทำการวิจัยและพัฒนาตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ SB-86/P ขึ้นใช้กับหน่วยงานที่มีการเคลื่อนย้ายสถานที่ได้ เพื่อใช้ให้เป็นประโยชน์แก่ภารกิจที่กองทัพอากาศต้องรับผิดชอบมากที่สุด ทำการคำนวณค่าของส่วนประกอบของวงจรต่าง ๆ สร้างวงจรทดลองและรวบรวมวงจรต่าง ๆ ในระบบของตู้สลับสายโทรศัพท์สนามประกอบ เข้าด้วยกัน สร้างขึ้น เป็นตู้สลับสายโทรศัพท์สนามออกแบบสร้างตู้ (CASE) พร้อมทั้งดัดแปลงวงจรเองทั้งหมด เครื่องนี้สร้างขึ้น เพื่อใช้สำหรับการติดต่อสื่อสารทางด้าน โทรศัพท์ขณะทำการซ้อมระบบการป้องกันภัยทางอากาศ และฝึกซ้อมระหว่างกองทัพอากาศไทยกับกองทัพอากาศประเทศเพื่อนบ้าน

ได้ทำการทดสอบวงจรต่าง ๆ ของตู้สลับสายโทรศัพท์สนามและทดสอบสมรรถนะของตู้สลับสายโทรศัพท์สนามที่สร้างขึ้นเอง ปรากฏว่าวงจรทำงานได้ตามความมุ่งหมาย

Thesis title Development of Field Telephone Switchboard SB-86/P
Name Lt. WEERACHAI CHAOKUMNERD
Thesis Advisor Associate Professor TIENCHAI PRADISTAYON Ph.D
Department Electrical Engineering
Academic Year 1983



This research is to investigate the manual telephone system and field telephone switchboard with the purpose to develop and design new circuits to replace the existing ones.

It begins with the study of several types of field telephone switchboard that are being used in the Royal Thai Air Force, and then the analysis of each type and development of the components of circuit for particular task.

The characteristic and the size of the original field telephone switchboard SB-86/P permit it to be used for the troop that do not move from place to palce. It is, therefore, necessary to conduct a research and to develop a field telephone switchboard SB-86/P for using the task that can be moved from place to place for the best benefit of the authority of the Royal Thai Air Force. The work of this research includes the calculation of the component of the circuits, development and design of new circuits for field telephone switchboard and assembly with new part of circuit to construct field telephone switchboard. Design of chasis and modification of all circuits are done. This switchboard is to be used for communication with telephone system during the maneuver for air defence system as a cooperation between the Royal Thai Air Force and the Air Force of the neighbouring countries,

All these new circuits and the efficiency of the field telephone switchboard have been tested successfully under the actual working system and conditions.



ในการดำเนินงานวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์
ดร.เทียนชัย ประดิศถायน และนาวาอากาศเอกประसार ทิพยเกษร อย่างสูงที่ได้แนะนำแนว
ทางวิธีดำเนินการค้นคว้าทดลองจนประสบความสำเร็จ ขอขอบคุณ ร.ต.บุญเลิศ มีพจน์เพราะ,
ร.ต.ปรีชา ภาคสัญญาไชย, พ.อ.อ. สันติ โพธิ์ทอง, พ.อ.อ. เสนาะ วงษ์กราน,
จ.อ. สุนทร ทองทรัพย์ ที่ช่วยกรุณาจัดสถานที่ทดลองและจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อทำการวิจัย
ขอขอบคุณต่อบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาสับสนุนทุนในการทำวิจัยครั้งนี้
และขอขอบคุณต่อกองทัพอากาศที่ได้ให้ทุนการศึกษาในหลักสูตรนี้ สุดท้ายขอขอบคุณ พ.อ.อ.หญิง
มณฑา เขาว์กำเนิด เป็นผู้ที่ทำให้กำลังใจในการศึกษาชั้นนี้ได้ความสำเร็จเรียบร้อย



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ง
กิตติกรรมประกาศ.....	จ
รายการรูปและกราฟ.....	ช
รายการตาราง.....	ฅ
Symbol list.....	ญ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 คำนำ.....	1
1.2 ระบบโทรศัพท์แบบพนักงานต่อ.....	1
1.3 พิจารณาข้อบกพร่องของตู้สลับสายที่มีใช้อยู่แล้ว.....	12
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	13
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย.....	13
2. ความต้องการของกองทัพอากาศ.....	14
2.1 ประวัติความเป็นมาของกองทัพอากาศ.....	14
2.2 การติดต่อสื่อสารทางด้านโทรศัพท์ภายในกองทัพอากาศ.....	15
2.3 วิวัฒนาการการติดต่อสื่อสารด้านโทรศัพท์ของกองทัพอากาศ.....	15
2.4 ความจำเป็นที่ยังต้องใช้ระบบโทรศัพท์แบบพนักงานต่อ.....	20
3. การออกแบบและการพัฒนาสร้างวงจรของระบบ.....	22
3.1 ส่วนประกอบตู้สลับสายโทรศัพท์แบบแบค เดอร์ร่วม.....	22
3.2 การทำงานของวงจรตู้สลับสายชนิดแบค เดอร์ร่วม.....	23
3.3 การออกแบบตัดแปลงตู้สลับสายโทรศัพท์ SB-86/P ตามที่ต้องการ..	25
3.4 วงจรประชุม.....	32
3.5 วงจรกริ่ง เรียก.....	33
3.6 สวิตช์กระ เตืองตู้สลับสายโทรศัพท์.....	34

	หน้า
3.7 ชุด Power supply	34
4. ประกอบเครื่อง.....	36
5. การพิจารณาสายโทรศัพท์ที่ใช้และการคำนวณหาพารามิเตอร์ของสาย.....	39
5.1 แบบของสายโทรศัพท์ที่ใช้ในราชการทหาร.....	39
5.2 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของสายโทรศัพท์.....	41
5.3 ค่าพารามิเตอร์ของสาย.....	43
5.4 คุณลักษณะ IMPEDANCE ของสาย.....	45
5.5 การส่งกำลังไปตามสายโทรศัพท์.....	47
5.6 การใช้งานในการส่งกำลังของสัญญาณให้ได้มากที่สุดไปตามสาย.....	50
5.7 การสูญเสียในสายส่ง.....	52
6. การทดสอบและการตรวจสอบภาพ.....	55
6.1 การทดสอบ RECTIFIER และ PUSH-TO-TALK SWITCH	55
6.2 การทดสอบสัญญาณประจำ เลขหมาย.....	55
6.3 การทดสอบ OPERATOR'S PACK, TRANSMISSION EFFICIENCY.	58
6.4 การทดสอบ HAND SET, HEAD SET.....	58
6.5 การทดสอบ HAND RINGING GENERATOR.....	61
6.6 สรุปการทดสอบวงจรตู้สลับสาย SB-86/P.....	61
6.7 ทดสอบการทำงานของตู้สลับสายโทรศัพท์ SB-86/P.....	63
7. บทสรุปการวิจัย.....	64
7.1 กล่าวนำ.....	64
7.2 ผลการวิจัย.....	64
7.3 เสนอแนะ.....	66
7.4 สรุป.....	66
เอกสารอ้างอิง.....	68
ภาคผนวก.....	69
ประวัติผู้เขียน.....	78



รายการรูปและกราฟ

รูปที่

หน้า

1.1	โทรศัพท์ชนิดแบด เตอร์ประจำเครื่องต่อกับตู้สลับสาย.....	2
1.2	โทรศัพท์ชนิดแบด เตอร์ร่วมต่อกับตู้สลับสาย.....	3
1.3	แสดงการต่อระหว่างโทรศัพท์ลูกข่ายกับตู้สลับสายโทรศัพท์.....	4
1.4	แสดงวงจรทางสายของตู้สลับสายโทรศัพท์ AN/FTA-13	5
1.5	แสดงวงจรทางสายของตู้สลับสายโทรศัพท์ AN/GTA-6A	7
1.6	แสดงวงจรทางสายของตู้สลับสายโทรศัพท์ PC-3T	11
2.1	แสดงการจัดกองทัพอากาศ.....	14
3.1	วงจรโทรศัพท์แบด เตอร์ร่วมอย่างง่าย.....	22
3.2	วงจรคอร์คของตู้สลับสายโทรศัพท์แบด เตอร์ร่วม.....	23
3.3	วงจรคอร์คและวงจรทางสายของตู้สลับสายโทรศัพท์ชนิดแบด เตอร์ร่วม...	24
3.4	แสดงการเรียกของเครื่องโทรศัพท์ 2 เลขหมาย ผ่านตู้สลับสาย.....	26
3.5	ชุด UNIVERSAL CORD CIRCUIT	27
3.6	SWITCHBOARD COMMON BATTERY LINE CIRCUIT.....	29
3.7	SWITCHBOARD OPERATOR'S CIRCUIT.....	30
3.8	SWITCHBOARD NIGHT ALARM CIRCUIT.....	31
3.9	แสดงการต่อแจ๊คขนานในวงจรประชุม.....	32
3.10	แสดงวงจรรีง เรียก.....	33
3.11	สวิทช์กระเดื่องของตู้สลับสายโทรศัพท์.....	34
3.12	ชุด FULL WAVE RECTIFIER.....	35
4.1	แสดงภาพด้านบนของตู้สลับสาย.....	36
4.2	แสดงภาพด้านหลังของตู้สลับสาย.....	37
4.3	แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ บนแท่นภายในตู้สลับสาย.....	37
4.4	ตู้สลับสายโทรศัพท์สนาม SB-86/P ที่พัฒนาสร้างขึ้น.....	38
5.1	แสดงสายเปิด.....	39
5.2	SPIRAL FOUR CABLE.....	40

รูปที่	หน้า
5.3 FIVE PAIR RUBBER CABLE.....	40
5.4 สายสนามแบบ WD-1/TT.....	41
5.5 แสดงวงจรไฟฟ้าของสายสั้น.....	42
5.6 แสดงวงจรทางไฟฟ้าของสายยาว.....	43
5.7 แสดงวงจรสมมูลของสายยาว.....	44
5.8 TEE AND PI SECTIONS TERMINATED IN Z_0	45
5.9 CHARACTERISTIC IMPEDANCE OF LONG LINE.....	46
5.10 แสดงการส่งกำลังของสัญญาณให้ได้มากที่สุดเมื่อโหลดเปลี่ยนแปลง.....	48
5.11 VARIATION OF POWER TRANSFER.....	50
5.12 POWER TRANSFER FROM TRANSMISSION LINE TO LOAD.....	51
6.1 แสดงการทดสอบ RECTIFIER และ PUSH-TO-TALK SWITCH.....	56
6.2 แสดงการทดสอบสัญญาณประจำเลขหมาย.....	57
6.3 แสดงการทดสอบ OPERATOR'S PACK, TRANSMISSION EFFICIENCY	59
6.4 แสดงการทดสอบ HAND SET, HEAD SET.....	60
6.5 แสดงการทดสอบ HAND RINGING GENERATOR.....	62



รายการตารางประกอบ

ตาราง

หน้า

1	ค่า DISTRIBUTED CONSTANTS.....	44
2	MAXIMUM POWER TRANSFER THEOREM.....	49
3	APPLICATION OF MAXIMUM POWER TRANSFER.....	52
4	ATTENUATION IN DB.....	53

symbol list



SB-86/P	ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ SB-86/P
AN/FTA-13	ตู้สลับสายโทรศัพท์แบบ AN/FTA-13
AN/GTA-6A	ตู้สลับสายโทรศัพท์แบบ AN/GTA-6A
PC-3T	ตู้สลับสายโทรศัพท์แบบไม่ใช่คอร์ค
AN/TCC-7	TELEPHONE TERMINAL ใช้ร่วมกับ SB-86/P
AN/TRC-24	วิทยุถ่ายทอดแบบ AN/TRC-24
EE-8	เครื่องโทรศัพท์สนามแบบ EE-8
TA-312/PT	เครื่องโทรศัพท์สนามแบบ TA-312/PT
DM-570	เครื่องโทรศัพท์สนามแบบ DM-570
X-Y switch	ระบบโทรศัพท์อัตโนมัติแบบ X-Y switch
WD-1/TT	สายโทรศัพท์สนามแบบ WD-1/TT
W-110-B	สายโทรศัพท์สนามแบบ W-110-B
W-14/TT	สายโทรศัพท์สนามแบบ W-14/TT
SW. BD	ตู้สลับสายโทรศัพท์