

บทที่ 1

บทนำ

1.1 คำนำ

ระบบการติดต่อสื่อสารทางด้านโทรศัพท์ มีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายทั้งทางด้านการทหาร และทางด้านการพลเรือนทั่วโลก การสื่อสารด้วยโทรศัพท์นั้น เป็นการสื่อสารโดยใช้หลักวิชาทางเทคนิคทำการรับและส่งข่าวจากผู้ส่งหรือสถานีส่งไปยังผู้รับหรือสถานีรับ โดยอาศัยสายเป็นตัวนำพาไป เครื่องโทรศัพท์เป็นเครื่องมือสื่อสารโดยใช้ไฟฟ้า ซึ่งใช้ทำการสื่อสารโดยวิธีเปลี่ยนคลื่นเสียงเป็นคลื่นไฟฟ้า จากเครื่องส่ง (ปากพูด) ไปยังเครื่องรับ (หูฟัง) และจากเครื่องรับเปลี่ยนคลื่นไฟฟ้าให้กลับเป็นคลื่นเสียงต่อไป ทั้งนี้โดยอาศัยสาย (wire) เป็นสื่อสารในการนำคลื่นไฟฟ้า โทรศัพท์แบบพนักงานต่อระบบหนึ่งประกอบด้วย เครื่องโทรศัพท์จำนวนหลายร้อย เลขหมายด้วยกัน ในการติดต่อสื่อสารระหว่างโทรศัพท์ เลขหมายใด ๆ จะติดต่อถึงกันได้โดยง่ายโดยผ่านตู้สลับสายโทรศัพท์ (Telephone switch-board) การต่อถึงกันได้โดยใช้พนักงานโทรศัพท์กลางเป็นผู้ต่อ ด้วยวิธีการใช้คอร์ด (cord) ชนิด plug เสียบเข้าไปยัง jack ของเลขหมายโทรศัพท์ ทั้ง 2 เครื่อง ก็ทำให้สามารถสนทนากันได้

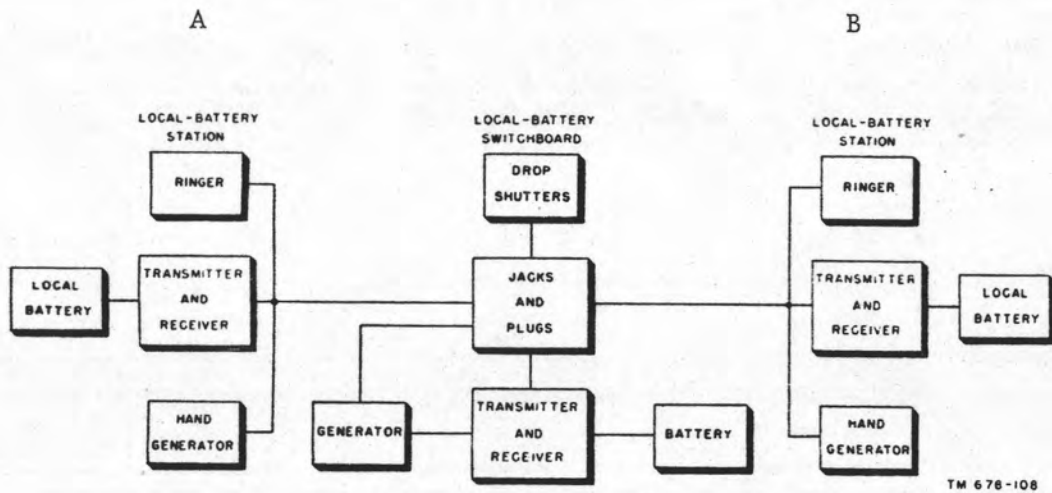
ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามที่ใช้อยู่ในกิจการกองทัพอากาศขณะนี้ส่วนใหญ่ได้รับการสนับสนุนจากด้านการทหารระหว่างประเทศตั้งแต่สมัยสงครามโลกและสมัยที่มีฐานทัพอากาศสหรัฐอเมริกาอยู่ในประเทศไทย เวลานี้เป็นเครื่องที่อยู่ในสภาพค่อนข้างทรุดโทรมจึงต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศด้วยราคาแพง ฉะนั้นจึงควรที่จะมีการพัฒนาและค้นคว้าทดลอง เพื่อออกแบบวงจรและสร้างเครื่องที่มีคุณภาพดี เหมาะกับงานเฉพาะกิจขึ้นใช้งานเอง โดยไม่ต้องเสียเงินตราซื้อจากต่างประเทศ

1.2 ระบบโทรศัพท์แบบพนักงานต่อ

ส่วนมากทางกิจการด้านทหารหน่วยเล็ก ๆ จะใช้ระบบโทรศัพท์แบบพนักงานต่อสามารถแยกประเภทตามแหล่งกำเนิดไฟฟ้าที่จ่ายให้กับระบบเครื่องส่ง (ปากพูด) ดังนี้

1.2.1 ระบบแบตเตอรี่ประจำเครื่อง

ระบบนี้แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเครื่องส่ง (ปากพูด) และอุปกรณ์สัญญาณจะรวมอยู่ที่ตัวเครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่องระบบนี้เมื่อนำไปใช้กับตู้สลับสายโทรศัพท์ก็ต้องเป็นตู้สลับสายโทรศัพท์แบบแบตเตอรี่ประจำ ตามรูป 1.1

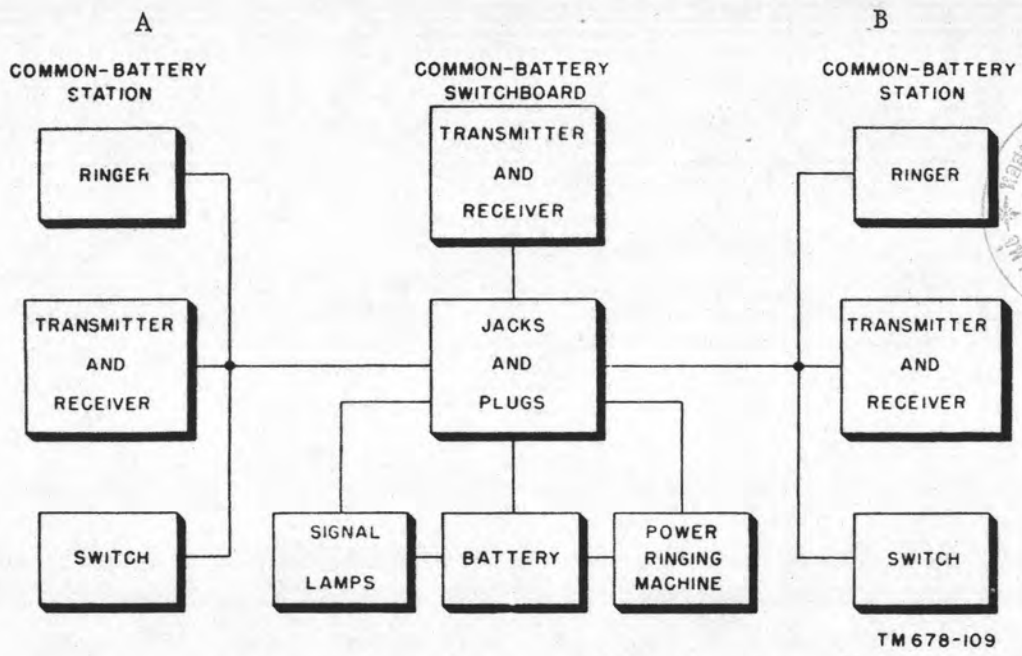


รูป 1.1 โทรศัพท์ชนิดแบตเตอรี่ประจำเครื่องต่อกับผู้สลับสาย

จากรูป 1.1 เมื่อเครื่องโทรศัพท์สถานี A ต้องการที่จะเรียกสถานี B ผู้เรียกก็จะหมุนเครื่องกำเนิดสัญญาณกริ่ง (Hand generator) จะทำให้เกิดสัญญาณเสียงขึ้นที่ตู้สลับสายพร้อมทั้งอุปกรณ์สัญญาณแสดงให้เห็นด้วยสายตา (Drop shutter) ประจำ Jack เลขหมายที่เรียกเข้ามา พนักงานโทรศัพท์กลางจะใช้คอร์ด (Cord) ดอรับ (Answer plug cord) เสียบเข้าไปยัง Jack เลขหมายและสอบถามความต้องการที่จะต่อเลขหมายอะไร เมื่อทราบความประสงค์ของผู้เรียกแล้วก็จะใช้คอร์ดเรียก (Call plug cord) เสียบเข้าไปยังเลขหมายของสถานี B พร้อมทั้งกดคีย์ (key) และหมุนเครื่องกำเนิดสัญญาณเรียกไปยังสถานี B เมื่อสถานี B ดอรับทั้งสองสถานีก็สนทนากันได้ เมื่อสิ้นสุดการสนทนาผู้ใช้ที่สถานี A หรือ B หมุนเครื่องกำเนิดสัญญาณอีกครั้ง เพื่อให้พนักงานโทรศัพท์กลางทราบว่าเลิกใช้งานแล้ว พนักงานโทรศัพท์กลางจะได้เก็บคอร์ดกลับสู่ตำแหน่งเดิมพร้อมที่จะใช้เรียกครั้งต่อไป

1.2.2 ระบบแบตเตอรี่ร่วม

ระบบนี้แหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเครื่องส่ง (ปากพูด) และอุปกรณ์สัญญาณจะติดตั้งอยู่ที่ชุมสายกลาง ระบบนี้ก็เช่นกัน เมื่อจะนำไปใช้ เป็นลูกข่ายของผู้สลับสายก็จะต้องใช้กับตู้สลับสายแบบแบตเตอรี่ร่วม ตามรูป 1.2



TM 678-109

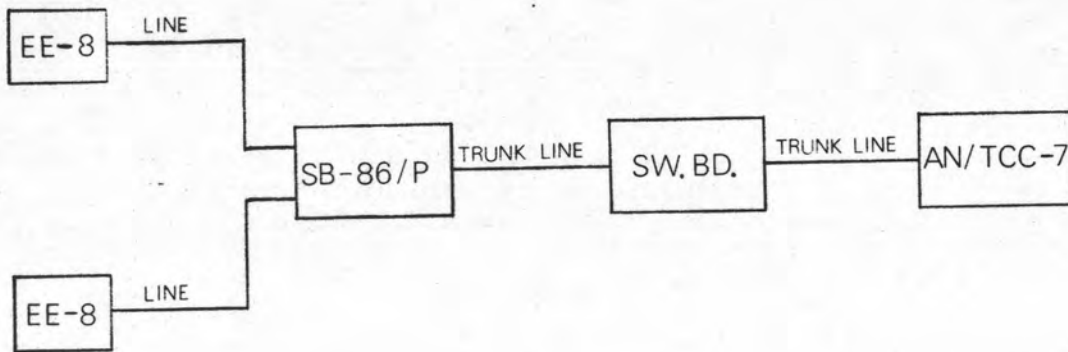
รูปที่ 1.2 โทรศัพท์ชนิดแบตเตอรี่ร่วมต่อกับตู้สลับสายโทรศัพท์

จากรูป 1.2 เมื่อเครื่องโทรศัพท์สถานี A ต้องการที่จะเรียกสถานี B ผู้ใช้ที่สถานี A ก็จะยกปากพูดหูฟังขึ้นจากรองรับ ก็จะทำให้เกิดสัญญาณแสดงที่ตู้สลับสายโทรศัพท์เป็นดวงไฟติดสว่างเหนือ jack เลขหมายที่เรียกเข้ามา พนักงานโทรศัพท์กลางก็จะตอบรับท่านเองเดียวกับระบบแบตเตอรี่ประจำเครื่องที่กล่าวมาแล้ว เมื่อทราบความต้องการเรียกไปยังสถานี B พนักงานโทรศัพท์กลางก็จะเรียกไปยังสถานี B ท่านเองเดียวกันกับแบบแบตเตอรี่ประจำเครื่อง แต่ว่าเพียงแต่กดคีย์เท่านั้น สัญญาณเรียกจากเครื่องกำเนิดก็จะส่งออกไปยังสถานี B เมื่อสถานี B ยกหูตอบรับทั้งคู่ก็สนทนากันได้ตามต้องการ เมื่อจบการสนทนาผู้ใช้โทรศัพท์ที่สถานีใดสถานีหนึ่งวางหูลงบนที่รองรับก็จะมีสัญญาณแสดงให้พนักงานโทรศัพท์กลางทราบ พนักงานโทรศัพท์กลางก็จะดึงคอร์ด (cord) กลับสู่ตำแหน่งเดิมพร้อมที่จะใช้เรียกครั้งต่อไป

ตู้สลับสายโทรศัพท์ที่ใช้กับเครื่องโทรศัพท์ดังกล่าวมาแล้วมีอยู่หลายแบบที่ใช้อยู่ในกองทัพอากาศ ซึ่งจะนำมาศึกษาค้นคว้า เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาวิจัยมีอยู่ดังนี้

1.2.2.1 ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ SB-86/P

SB-86/P เป็นตู้สลับสายแบบใช้แบตเตอรี่ประจำเครื่อง เป็นตู้สลับสายที่เหมาะสมสำหรับใช้กับหน่วยทหารที่ไม่ต้องเคลื่อนย้าย เช่น ฐานบิน, หน่วยปฏิบัติการใช้กำลังทางอากาศยุทธวิธี เป็นต้น



รูป 1.3 แสดงการต่อระหว่างโทรศัพท์ลูกข่ายกับตู้สลับสายโทรศัพท์

จากรูป 1.3 จะเห็นว่าโทรศัพท์ลูกข่ายเป็นโทรศัพท์สนามแบบแมคเตอร์ประจำเครื่อง EE-8 ในกรณีนี้ผู้ใช้โทรศัพท์ลูกข่ายสามารถที่จะต่อผ่านตู้สลับสายชนิดแมคเตอร์ประจำเครื่องแบบ SB-86/P โดยสายโทรศัพท์สนามซึ่งตู้สลับสายโทรศัพท์สนาม SB-86/P¹ ยังต่อกับชุมสายพลเรือน และชุดเครื่องสื่อสารแบบ AN/TCC-7² โดยผ่าน trunk line เมื่อหมุนเครื่องกำเนิดสัญญาณที่ โทรศัพท์สนามแบบ EE-8 จะเกิดกระแสไฟสลับ 20 Hz, 90-100 V ไปยังตู้สลับสายโทรศัพท์

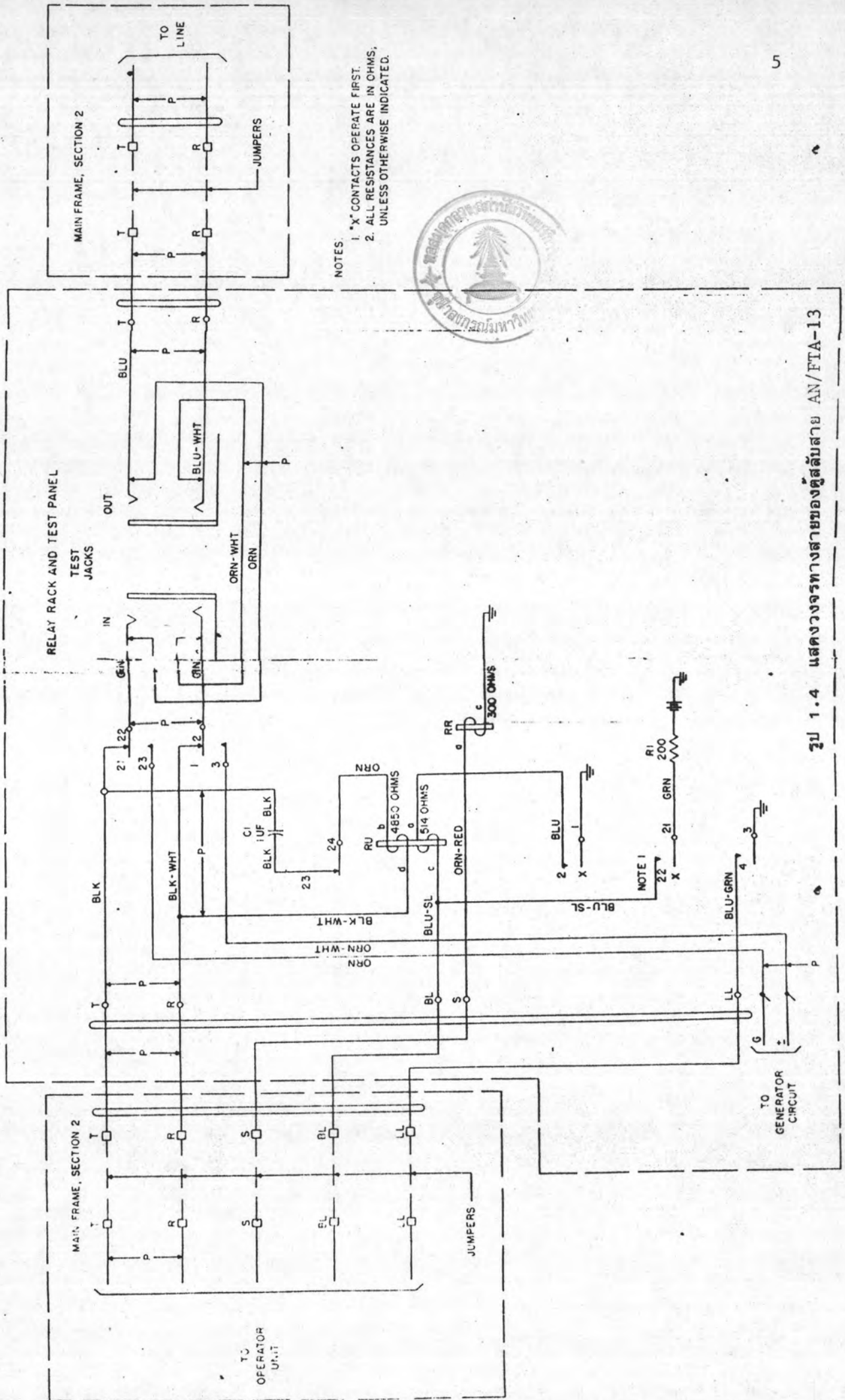
ไปทำให้เกิดสัญญาณแสดงให้พนักงานโทรศัพท์กลางทราบ พนักงานโทรศัพท์กลางจะดำเนินการตามขั้นตอนดังที่กล่าวมาแล้วในข้อ 1.2.1

สรุปหลักการทำงานของตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ SB-86/P

- เป็นตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบแมคเตอร์ประจำเครื่อง
- Jack field section 1 ชุด มี 30 jack ใช้ได้กับโทรศัพท์ลูกข่ายได้ 30 เครื่อง
- สามารถขยายให้เป็นตู้สลับสาย 60 ทางสายได้ โดยต้องเพิ่มชุด jack field อีก 1 ชุด
- วงจร Megneto signaling 15-26.5 Volts DC
- วงจร Operator's telephone 3 Volts DC
- วงจร Night alarm and panel lamp 3 Volts DC

1.2.2.2 ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ AN/FTA-13

ตู้สลับสายแบบ AN/FTA-13³ สร้างขึ้นใช้กับสถานีเรดาร์เพื่อใช้ในการติดต่อประสานงานของพนักงานที่สถานีเรดาร์กับหน่วยควบคุมการปฏิบัติการต่าง ๆ



NOTES:
 1. "X" CONTACTS OPERATE FIRST.
 2. ALL RESISTANCES ARE IN OHMS, UNLESS OTHERWISE INDICATED.



รูป 1.4 แสดงวงจรทางสายของผู้สลับสาย AN/FTA-13



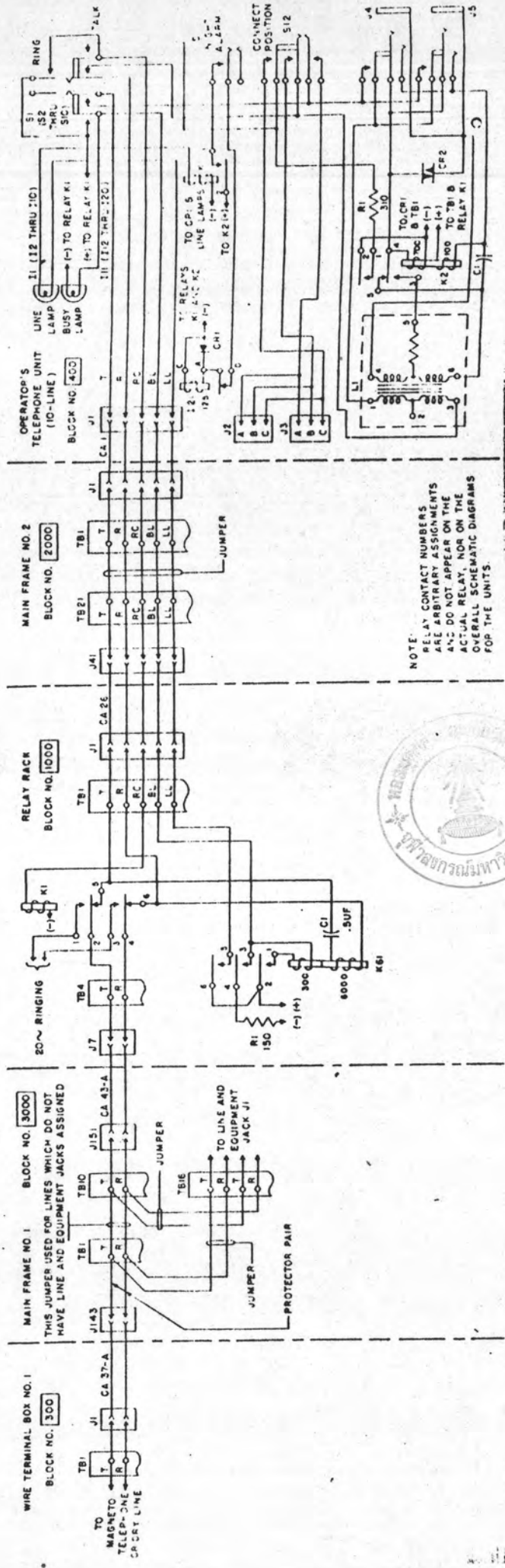
จากรูป 1.4 การเรียกเข้าสัญญาณกริ่งจากเครื่องที่เรียกจะมาจากสายเส้น R ผ่าน ขดลวด b - d ของ relay RU และผ่าน condenser C1 กลับไปตามเส้น T ครอบคลุมที่ เครื่องโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา รีเลย์ RU ทำงาน Contact X จะส่ง ground ไปตามเส้น BL ไปทำให้ครอบวงจร holding โดยผ่านขดลวด a - c เมื่อ RU ทำงานเต็มที่ contact 3-4 จะส่ง ground ไปตามสาย LL ทำให้ครอบวงจร "INC" lamp ดวงไฟเรียกเข้าจะติด เมื่อ พนักงานโทรศัพท์กลางเห็นสัญญาณก็จะตอบรับโดยผลักสวิตช์ talk-ring ไปยังตำแหน่ง talk จะทำให้รีเลย์ RU ปลดปล่อย รีเลย์ RU ปลดปล่อยจะทำให้ตัดวงจรดวงไฟ "INC" lamp ออก พนักงาน โทรศัพท์กลางและผู้เรียกเข้ามาสามารถสนทนากันได้โดยวงจรสนทนา ผ่านมาตามสายเส้น T-R ต่อกับ operator's unit เมื่อพนักงานโทรศัพท์กลางต้องการเรียกออกไปขึ้นตอณก็เหมือนกัน ที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 1.2.1 แต่เพียงกดสวิตช์ talk-ring ไปยังตำแหน่ง ring เท่านั้น จะทำให้รีเลย์ RR ทำงาน โดยได้ ground ตามสาย S รีเลย์ RR ทำงานจะตัดสายเส้น T และ R ที่ operator unit ต่อสาย T และ R ไปยังทางสายเครื่องโทรศัพท์ และจะส่งสัญญาณ กริ่ง 20 cycle ไปยังเครื่องที่ถูกเรียก เมื่อปล่อยสวิตช์ talk-ring กลับสู่ตำแหน่งเดิมก็จะ ทำให้ relay RR ปลดปล่อยสายเส้น T และ R ก็จะกลับมาต่ออย่างเดิม เพื่อให้เป็นวงจรสนทนา

สรุปหลักการทำงานของตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ AN/FTA-13

- ใช้ได้กับโทรศัพท์ลูกข่ายได้ 300 เลขหมาย
- สามารถต่อวงจร magneto ได้ 60 วงจร
- ต่อวงจรวิทยุได้ 20 channels
- ใช้กับระบบ CB ได้ 30 ทางสาย
- ชุดแหล่งจ่ายไฟให้กับระบบประกอบด้วยแบตเตอรี่ 6 V 4 หม้อ (รวมเป็น 24 V)
- ชุดเครื่องตัดกระแส (Rectifier) input 115 ± 10 V AC แปลงออกมาเป็น กระแสไฟ 24 V DC ใช้ในการบรรจุแบตเตอรี่
- ชุดเครื่องกำเนิดสัญญาณกริ่งเรียกใช้ Frequency converter แบบ Vibrating reed เปลี่ยน 115 ± 10 V AC 60 CPS เป็น 75 - 90 V AC 20 CPS

1.2.2.3 ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ AN/GTA-6A

ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ AN/GTA-6A⁴ ออกแบบมาเพื่อใช้กับสถานีเรดาร์ต่าง ๆ ระบบนี้ใช้ติดตั้งระหว่างพนักงานเรดาร์ ณ สถานีหนึ่งติดต่อกับจุดต่าง ๆ ของข่ายเรดาร์ที่อยู่ภายนอก



รูป 1.5 แสดงวงจรทางสายของตู้สลับสายโทรศัพท์ AN/GTA-6A

เช่น ศูนย์ข่าวสารชุมสายโทรศัพท์ของพลเรือน, ที่บังคับการบิน เป็นต้น จากรูป 1.5 แสดงวงจรทางสายของพนักงานโทรศัพท์กลางต่อกับโทรศัพท์ลูกข่ายแบบชนิดแบดเตอร์ประจำเครื่อง การเรียกเข้าของโทรศัพท์ลูกข่ายสัญญาณครั้ง เรียกมาจากเครื่องกำเนิดสัญญาณผ่านมาที่ Wire Terminal Box No.1 เข้ามาที่ Wire Terminal Box บน Terminal Board TB-301 ผ่าน Connector J301 ไปตาม Cable CA 37-A ไปยัง Main Frame No.1 ผ่านเข้าไปยัง Connector J3143 ผ่าน Protector Pair F3001 (1) ไปยัง Terminal Board TB3001 ถ้าทางสายต่ออยู่กับ Line และ Jack จะผ่านไปยัง Terminal Board TB3016 ไปยัง Jack J3001 และ J3021 ไปยัง Terminal Board TB3010 ถ้าสายต่อโดยตรงกระแสจะผ่านจาก Terminal Board TB3010 ผ่าน Connector J3151 ไปต่อกับ Cable CA43-A และเข้าไปยัง Relay Rack ที่ Connector J1007 จาก Connector J1007 ผ่านหมุดตัวบน บน Terminal Board TB1004 ผ่าน CONTACTS 2 และ 5 ของ Relay K1001 ผ่าน Capacitor C1001 ผ่านขดลวดของ Relay K1061 และ Contact 6 และ 4 ของ Relay K1001 ผ่าน Ring Terminal บน TB 1004 และ Contact ของ Relay K1061 Contact 1 และ 2, 3 และ 4 ของ Relay ทำให้ครบวงจรแบดเตอร์ผ่านขดลวดที่สองของ Relay K1061 เป็นการ Hold ตัวเอง Contact 6 และ 5 ของ Relay K1061 ปิดเป็นทางผ่านไปยังหมุด LL ของ Terminal Board TB1001 ผ่านไปยัง Connector J1001 ผ่านไปตาม Cable CA26 และเข้าไปยัง Main Frame No.2 บน Connector J2041 ไปตาม Terminal Board TB2021 ผ่าน Connector J2041 ผ่าน Cable CA1 และไปยัง Operator's Telephone Unit (10 - Line) บน Connector J401 และยังผ่านไปยัง Line Lamp I401 และกลับมายังขั้วลบของแบดเตอร์ผ่านขดลวดของรีเลย์ K401 ทำให้ดวงไฟ I401 ติดสว่าง เมื่อพนักงานโทรศัพท์กลางเห็นสัญญาณดวงไฟซึ่งแสดงว่ามีการเรียกเข้ามายังตู้สลับสายก็จะ Talk-Ring Key S401 ไปยังตำแหน่ง Talk จะทำให้ต่อสายเส้น Tip และ Ring ผ่าน Contact ของ Talk-Ring Key S401 ไปยัง Operator Circuit พนักงานโทรศัพท์กลางก็สามารถติดต่อสอบถามความต้องการของเครื่องที่เรียกเข้ามา โดยผ่านจาก Operator's Telephone Unit ไปยัง Main Frame No.2 ที่ Contact J2001 ผ่านหมุด T และ R ของ Terminal Board TB2001 และ TB 2021 สายผ่าน Jumpers แล้วผ่านไปยัง Connector J2041 และ Cable CA26 ผ่านไปยัง Relay Rack ผ่าน Main Frame No.1 และผ่าน Wire Terminal Box No.2 ไปยังเครื่องโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา เมื่อพนักงานโทรศัพท์กลางทราบความมุ่งหมายของเครื่องที่

เรียกเข้ามาแล้วต้องการ เรียกไปยัง เลขหมายที่ต้องการก็ปฏิบัติการ เหมือนกับตู้สลับสายแบบ AN/FTA-13 ตามหัวข้อ 1.2.2.2 โดยวงจรการทำงานสัญญาณกริ่งผ่าน Connector J401 ผ่าน Cable CA 1 ไปยัง Main Frame No.2 ไปยัง Connector J2001 ผ่านสาย Jumper ที่ Terminal Board TB2001 และ TB2021 ไปยัง Connector J2041 ผ่าน Cable CA 26 ไปยัง Relay Rack ที่ Connector J1001 ผ่าน Terminal Board TB1001 ผ่านขดลวดของ Relay K1001 รีเลย์ Contact 1 และ 2 , 3 และ 4 ปิด ส่งกริ่ง 20 Cycle ผ่าน Contact tip และ Ring บน Terminal Board TB1004 ผ่าน Connector J1007 ไปยัง Cable CA 43-A ไปยัง Main Frame No.1 ไปยัง Connector J3151 ไปยัง Terminal Boards TB3010 และ TB3001 ผ่าน Protector Pair F3001 ผ่าน Connector J3143 ไปยัง Wire Terminal Box No.1 ไปยัง Connector J301 ผ่าน Terminal Board TB301 ไปยังเครื่องโทรศัพท์ที่ต้องการ เรียก ก็จะสามารถติดต่อกันได้ตามต้องการ

สรุป หลักการทำงานของตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ AN/GTA-6A

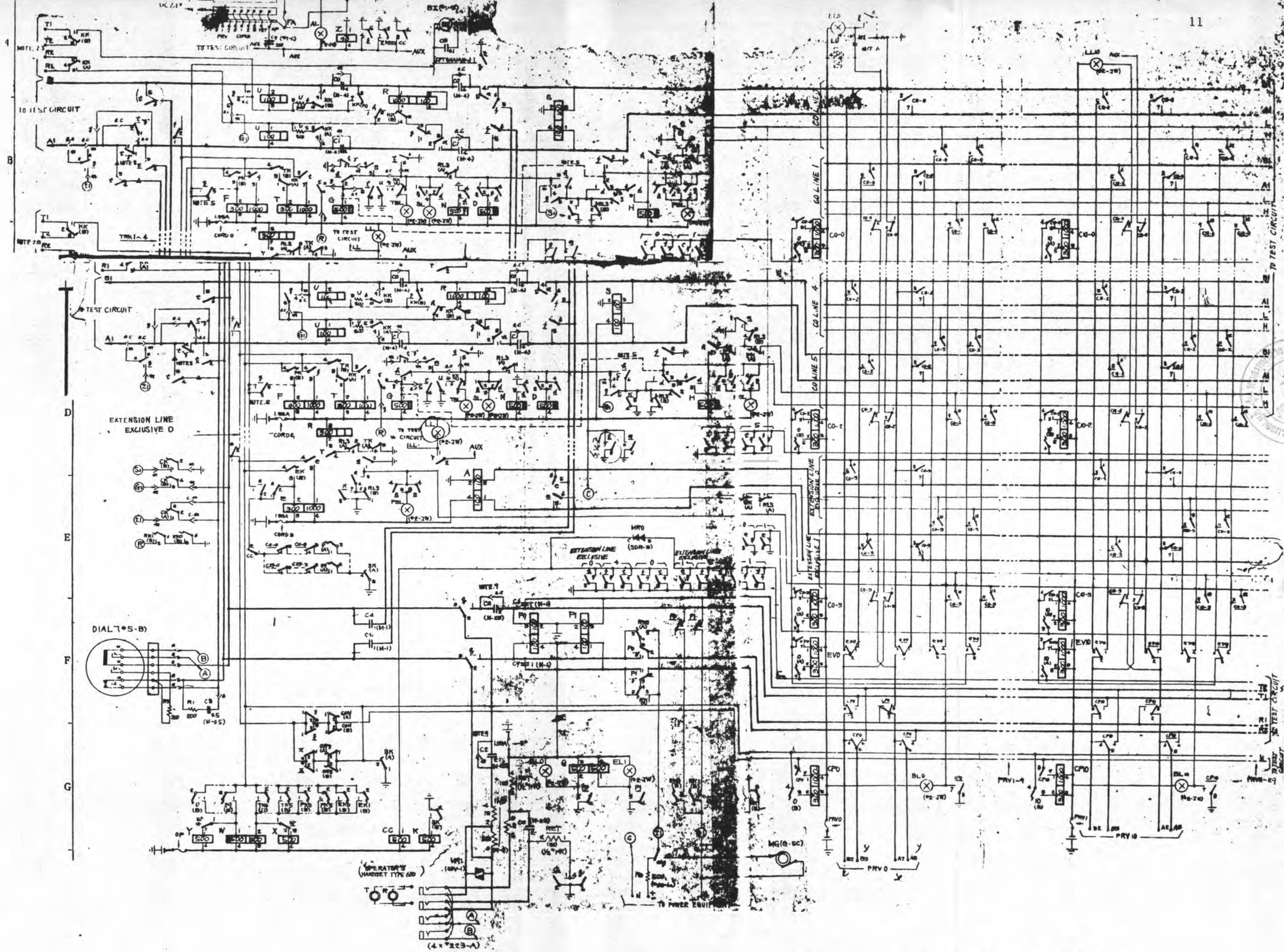
- ใช้ได้กับโทรศัพท์ลูกข่าย 160 เลขหมาย
- ใช้ได้กับโทรศัพท์แบบ Common Battery ได้ 40 เลขหมาย
- ใช้ได้กับระบบโทรศัพท์แบบ Local Battery ได้ 20 เลขหมาย
- ชุดแหล่งจ่ายไฟให้กับระบบ ประกอบด้วยแบตเตอรี่ 6 V4 หม้อ (รวมเป็น 24 โวลต์)
- ชุดเครื่องดัดกระแส (Rectifier) Input 115 ± 10 VAC 60 Cycle แปลงออกมาเป็นไฟ 24 VDC ใช้ในการบรรจุแบตเตอรี่
- ชุดเครื่องกำเนิดสัญญาณกริ่งเรียกใช้ Frequency Converter แบบ Vibrating Reed เปลี่ยน 115 ± 10 VAC 60 CPS เป็น 75-90 VAC 20 CPS

1.2.2.4 ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ PC-3T

เป็นตู้สลับสายแบบไม่ใช้ cords (cordless) ใช้ได้กับโทรศัพท์ลูกข่าย 30 เครื่อง เป็นแบบชนิด Common Battery เหมาะสำหรับใช้กับหน่วยทหารที่ไม่มีการเคลื่อนที่ เช่น ใช้เป็นตู้สลับสายโทรศัพท์กลางของฐานบิน, กองบินต่าง ๆ เป็นต้น จากรูปที่ 1.6 เมื่อโทรศัพท์ลูกข่าย ยกปากพูดหูฟังขึ้นจากรองรับ ทำให้ดวงไฟ LL ติดพร้อมกับสัญญาณเสียงดัง เมื่อพนักงานโทรศัพท์กลาง เห็นสัญญาณดวงไฟก็จะกดปุ่มที่ตรงกับสัญญาณไฟทำให้รีเลย์ CP ทำงาน มันจะ Hold ตัวเอง ดวงไฟ LL จะดับ ดวงไฟ BL ติดสว่าง รีเลย์ Z ปล่อยให้ตัดวงจรสัญญาณเสียง ถ้ากรณีที่มีการ



เรียกมาจากโทรศัพท์ "A" รีเลย์ PO ทำงานดวงไฟ ELO ติดสว่าง ขณะเดียวกันถ้ามาจากโทรศัพท์ "B" รีเลย์ P1 ทำงาน ดวงไฟ EL 1 ติดสว่าง ทั้งสองกรณีของการเรียกเข้าจะทำให้รีเลย์ Q ทำงาน จะทำให้ดวงไฟสัญญาณของโทรศัพท์ "A" และโทรศัพท์ "B" ทำงาน โดยที่พนักงานโทรศัพท์กลางสามารถแยกได้ง่ายว่าเป็นสัญญาณมาจากโทรศัพท์ "A" หรือ "B" พนักงานโทรศัพท์กลางจะคอยรับและสอบถามความต้องการของเครื่องที่เรียกเข้ามาได้โดยกดปุ่ม EXT ทำให้รีเลย์ E ใน Link No.1 ทำงานและมันจะ Hold ตัวเอง ในกรณีที่ Link Nol ไม่ว่าง รีเลย์ E ของ Link No.0 จะทำงานและ Hold ตัวเอง ถ้าทั้งสองไม่ว่างจะทำให้รีเลย์ F สำหรับ Link ที่ว่างนั้นทำงาน เมื่อรีเลย์ E หรือ F ทำงาน รีเลย์ CC จะทำงานเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการรบกวนรีเลย์ E หรือ F ในขณะที่ทำงาน แม้ว่าพนักงานโทรศัพท์กลางจะกดปุ่ม EXT อันอื่นอีก เมื่อรีเลย์ E หรือ F ทำงาน ดวงไฟ PBL ติดสว่างในขณะเดียวกันรีเลย์ C และ EV ทำงานเป็นการต่อเลขหมายที่เรียกเข้ามายัง Link 2 ต่อจากนั้น พนักงานโทรศัพท์กลางก็จะกดปุ่ม EXT สำหรับเตรียมการเรียกเลขหมายที่ต้องการทำให้รีเลย์ CP, C และ EV ทำงานดวงไฟ BL จะติดสว่าง หรืออีกนัยหนึ่งขณะที่รีเลย์ Y ทำงานในช่วงที่ Slow Operate ของรีเลย์ W รีเลย์ CP ของเครื่องที่เรียกเข้ามาปล่อยให้รีเลย์ P และ Q ปล่อยด้วยดวงไฟ EL จะดับ ในช่วงนี้รีเลย์ A หรือ S จะทำงานขึ้นต่อไปพนักงานโทรศัพท์กลางกดปุ่ม Ring (A) (RKO) สัญญาณครั้งจะถูกส่งไปยังโทรศัพท์ "A" ถ้ากดปุ่ม Ring (B) (RK1) สัญญาณครั้งจะถูกส่งไปยังโทรศัพท์เครื่อง "B" เมื่อเครื่องที่ถูกเรียกตอบรับรีเลย์ PO (หรือ P1) และ Q จะทำงานและดวงไฟ ELO (หรือ EL1) ติด พนักงานโทรศัพท์จะกดปุ่ม CON (CON) ทำให้รีเลย์ CP ของเครื่องที่ถูกเรียกปล่อยให้รีเลย์ P และ Q ปล่อยด้วย ดวงไฟ EL ดับ ส่วนรีเลย์ C และ EV ยังคงทำงาน ซึ่งเป็นวงจรทางผ่านของเครื่องทั้งสองทำให้สามารถสนทนากันได้ ต่อจากนั้นพนักงานโทรศัพท์กลางจะกดปุ่ม OPR REL (ORS) ทำให้รีเลย์ E (หรือ F) และ CC ปล่อยตัดวงจรพนักงานโทรศัพท์กลางออกจากเครื่องที่สนทนาทั้งสอง เมื่อทั้งคู่เสร็จสิ้นการสนทนาเครื่องทั้งสองวางปากพูดหูฟังลงบนแท่นรองรับรีเลย์ A (หรือ S) ปล่อยให้กลับสู่สภาพปกติ พร้อมทั้งจะรับการเรียกครั้งต่อไป



รูป 1.6 แสดงวงจรทางสายของตู้สลับสายโทรศัพท์ PC-3T

สรุปหลักการการทำงานของตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ PC-3T

- ใช้ได้กับโทรศัพท์ลูกข่ายแบบชนิด Battery ร่วมได้ 30 เลขหมาย
- ชุดแหล่งจ่ายไฟฟ้าให้กับระบบ 24 VDC
- ชุดเครื่องตัดกระแส (Rectifier) Input 110 หรือ 220 VAC แปลงออกมาเป็นไฟ 24 VDC
- ชุดเครื่องกำเนิดสัญญาณกริ่งแบบ Vibrating Reed เปลี่ยน 110 หรือ 220 VAC เป็น 75 VAC $16 \sim 24$ Hz

1.3 พิจารณาข้อบกพร่องของตู้สลับสายที่มีใช้อยู่แล้ว

1.3.1 การพิจารณาสังเกตจุดอ่อนของตู้สลับสายโทรศัพท์สนามชนิดต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้ว จากสถิติการตรวจซ่อมตู้สลับสายโทรศัพท์สนามของฝ่ายการช่างโทรศัพท์ แผนกโทรศัพท์กองอำนวยการและโทรคมนาคม กรมสื่อสารทหารอากาศ ปรากฏจุดอ่อนของตู้สลับสายโทรศัพท์สนามดังนี้

1.3.2 ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ SB-86/P ตามข้อ 1.2.2.1 เป็นตู้สลับสายแบบใช้คอร์ด (Cord) เป็นตัวเชื่อมต่อวงจรเลขหมายต่าง ๆ สายคอร์ดมีขนาดเล็กสายตัวนำภายในเพราะหักง่าย นอกจากนั้นชุดปากชุดหูฟังของพนักงานโทรศัพท์กลาง (Head-Set) ชักข้องัดได้ง่ายเนื่องจากมีสวิทช์ตัดต่อวงจรปากชุดในขณะที่พนักงานโทรศัพท์กลางตอบรับผู้ที่เรียก เข้ามาต้องกดสวิทช์เพื่อให้ไฟไปเลี้ยงปากชุด ประการสุดท้ายชุดแหล่งจ่ายไฟให้กับตู้สลับสายโทรศัพท์ใช้ถ่านไฟฉาย (Drycell) สปริงรองรับถ่านไฟฉายมักเกิดเป็นสนิมทำให้จ่ายไฟไม่สะดวกทำให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่ทำงาน

1.3.3 ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ AN/FTA-13 ตามข้อ 1.2.2.2 จากการสังเกตข้อชักข้องัดของตู้สลับสายแบบนี้ สถิติการตรวจซ่อมของศูนย์ปฏิบัติการสื่อสาร กรมควบคุมการปฏิบัติการทางอากาศ พบเหตุเสีย และจุดอ่อนของตู้สลับสายชนิดนี้เกิดจากคอร์ดตอบรับและคอร์ดเรียก เลขหมายสายตัวนำภายในชำรุดเป็นส่วนมาก คาร์บอนปากชุดหูฟังของพนักงานโทรศัพท์กลางขึ้น ทำให้การสนทนาไม่สะดวก

1.3.4 ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ AN/GTA-6A ตามข้อ 1.2.2.3 ข้อสังเกตเกี่ยวกับจุดอ่อนและข้อบกพร่องของตู้สลับสายชนิดนี้ เหมือนกับตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ AN/FTA-13 ตามข้อ 1.3.3

1.3.5 ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามชนิด PC-3T⁵ ตามข้อ 1.2.4 เป็นตู้สลับสายที่ไม่ใช้
 คอร์ด (Cordless) ตามสถิติการตรวจซ่อมของตู้สลับสายชนิดนี้จุดอ่อนอยู่ที่ปุ่มกดรับและปุ่มกดเรียก
 ของตู้ชำรุดได้ง่าย วัสดุคุณภาพการทำงานจากระบบเสียหายมากกว่าตู้สลับสายแบบ ข้อ 1.2.2.1
 1.2.2.2 และ 1.2.2.3

1.3.6 ตู้สลับสายโทรศัพท์สนามทั้งหมดที่นำมาวิเคราะห์การทำงานและศึกษาวงจรพร้อม
 ทั้งพิจารณาความเหมาะสมของตู้สลับสายที่ใช้ในงาน สรุปข้อสำคัญได้ดังนี้

- ตู้สลับสายโทรศัพท์แบบต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ส่วนมากเป็นแบบใช้คอร์ด
 (Cord) เป็นตัวเชื่อมวงจร เลขหมายต่าง ๆ ยกเว้นตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ PC-3T ตามข้อ
 1.1.2.4

- ชุดแหล่งกำเนิดไฟที่จ่ายให้ตู้สลับสายส่วนมากจะใช้ไฟตรง 24 V DC จ่ายควบคุม
 วงจรทำงานต่าง ๆ ยกเว้นตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ SB-86/P ตามข้อ 1.2.2.1

- จากการพิจารณาการติดตั้งตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบต่าง ๆ ใช้ในกองทัพอากาศ
 ส่วนมากใช้กับหน่วยงานที่ไม่มีการ เคลื่อนย้ายตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาแล้ว
 เป็นตู้ที่ออกแบบมา มีขนาดใหญ่ น้ำหนักมาก ไม่เหมาะหน่วยงานที่มีการ เคลื่อนย้าย

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

งานวิจัยนี้จะ เป็นการออกแบบและพัฒนาวงจรตู้สลับสายโทรศัพท์สนามแบบ SB-86/P
 โดยแยกทำทีละส่วนพร้อมทั้งทดสอบการทำงานของแต่ละส่วนให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ นอก
 จากนี้ยังพยายามใช้ Relay และคอร์ดที่มีประสิทธิภาพดีควบคุมวงจรให้ใช้งานได้ดีที่สุด พร้อมทั้ง
 ทดสอบสมรรถนะของตู้สลับสายโทรศัพท์ที่ได้พัฒนาขึ้นมา

1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย ทำให้สามารถสร้างตู้สลับสายโทรศัพท์สนามที่มีประสิทธิภาพ
 และ เล็กกระทัดรัดเหมาะที่จะใช้กับงานสนามในกิจการของกองทัพอากาศ เป็นการประหยัดงบประมาณ
 ของทางราชการในการสั่งซื้อจากต่างประเทศ