ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สาย

WIRELESS PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย

นายฐาปกรณ์ ห่อศิริกุล

นายธทัศน์ วุฒิพงศ์วรกิจ

นายอนุพงษ์ หอมขจร

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2538

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สาย

WIRELESS PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

ผู้จัดทำ

1. นายฐาปกรณ์ ห่อศิริกุล 35104131
2. นายธทัศน์ วุฒิพงศ์วรกิจ 35104165
3. นายอนุพงษ์ หอมขจร 35104523

ที่ปรึกษา

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร. ถวิล พึ่งมา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติแบบไร้สาย

WIRELESS PRIVATE AUTOMATIC BRANCH EXCHANGE

โดย

นายฐาปกรณ์ ห่อศิริกุล 35104131

นายธทัศน์ วุฒิพงศ์วรกิจ 35104165

นายอนุพงษ์ หอมขจร 35104523

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.ถวิล พึ่งมา

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้ศึกษาถึงระบบการทำงานทั้งหมดของเครื่องชุมสายปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สาย (Wireless Private Automatic Branch Exchange : WPABX) ซึ่งมีส่วนประกอบได้แก่ การเชื่อมต่อกับคู่สายภายนอก การสร้างสัญญาณให้แก่คู่สายภายใน ระบบการรับส่งคลื่นวิทยุระหว่างเครื่องชุมสายตัวฐานกับเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย และการควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องชุมสาย พร้อมทั้งเสนอการออกแบบเครื่องชุมสายดังกล่าว ให้มีการเชื่อมต่อกับเครื่องโทรศัพท์ไร้สายด้วยคลื่นวิทยุในความถี่ย่าน 46 และ 49 MHz โดยใช้ระบบการมอดูเลทแบบ FM (Frequency Modulation), ค่าความถี่เบี่ยงเบน (Deviation) $\pm$5 kHz และใช้กำลังส่ง 1 วัตต์ สามารถต่อกับคู่สายภายนอกได้ 1 คู่สาย และคู่สายภายในได้ 6 เครื่อง โดยมีฟังก์ชั่นการทำงานพิเศษหลายอย่างด้วยกัน เช่น การโอนสาย การรอสาย การติดต่อภายใน เป็นต้น

ABSTRACT

This project concerns with the overall operation system of wireless private automatic branch Exchange (WPABX) including with the central office line interface, The signal generator for extension, The radio link system between base unit and portable unit and all controlling functions. This WPABX is designed to use citizen band radio to link with wireless telephone of 46 and 49 MHz frefquency range, by using frequency modulation system (FM), with $\pm$5 kHz of frequency deviation, 1 watt power transmission. It is capable to connect 1 central office line and 6 wireless telephone extensions with several special functions such as : line transfer, called waiting intercom and,etc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี	4
2.1 หลักการของ PABX	4
2.1.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของระบบ PABX	4
2.1.2 โครงสร้างทางซอฟท์แวร์ของระบบ PABX	14
บทที่ 3 โครงสร้างและการออกแบบ	21
3.1 ส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุระหว่าง PABX กับเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย(Base Unit)	21
3.2 ส่วนเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย(Handset Unit)	35
3.3 การเชื่อมต่อของระบบ WPABX (Wireless-PABX)	45
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	47
บทที่ 5 สรุปผลและแนวทางพัฒนาต่อ	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 แสดง block diagram ของโครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของ WPABX 1

รูปที่ 2.1 แสดงการเชื่อมต่อของส่วนประกอบส่วนต่างๆของ PABX 5

รูปที่ 2.2 แสดงวงจรส่วนประมวลผลกลาง 6

รูปที่ 2.3 แสดงวงจรเชื่อมต่อกับคู่สายภายนอก 8

รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อของส่วนเชื่อมต่อเสียงพูด 9

รูปที่ 2.5 แสดงวงจรเชื่อมต่อกับคู่สายภายใน 11

รูปที่ 2.6 แสดงวงจรสร้างสัญญาณ 12

รูปที่ 2.7 แสดงวงจรจ่ายไฟเลี้ยง 13

รูปที่ 2.8 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมการทำงานหลักของการใช้บริการหลัก 15

รูปที่ 2.9 แสดงโฟลชาร์ทหลักของการให้บริการการอินเทอร์รัพท์ 16

รูปที่ 2.10 แสดงโฟลชาร์ทย่อยของการให้บริการการยกแฮนด์เซต 17

รูปที่ 2.11 แสดงโฟลชาร์ทย่อยของการให้บริการการวางแฮนด์เซต 18

รูปที่ 2.12 แสดงโฟลชาร์ทย่อยของการให้บริการอินเทอร์รัพท์ 0 19

รูปที่ 2.13 แสดงโฟลชาร์ทย่อยของการให้บริการอินเทอร์รัพท์ 1 20

รูปที่ 3.1 แสดง Block Diagram ของส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุ 22

รูปที่ 3.2 แสดงวงจรทั้งหมดของส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุ
ระหว่าง PABX กับเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย 23

รูปที่ 3.3 แสดงวงจรการเชื่อมต่อกับคู่สายภายในของ PABX 24

รูปที่ 3.4 แสดงสัญญาณเกี่ยวกับการตรวจจับสัญญาณเรียก 24

รูปที่ 3.5 แสดงวงจรส่วนมอดูเลทสัญญาณส่งไปให้เครื่องโทรศัพท์ไร้สาย 26

รูปที่ 3.6 แสดงวงจรขยายสัญญาณก่อนเข้ามอดูเลท 26

รูปที่ 3.7 แสดงวงจรมอดูเลเตอร์แบบใช้วาแรกเตอร์ไดโอด 27

รูปที่ 3.8 แสดงวงจรส่วนดีมอดูเลทสัญญาณที่ได้รับจากเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย 28

รูปที่ 3.9 แสดงขาสัญญาณของ Base CPU 30

รูปที่ 3.10 แสดงวงจรความสัมพันธ์ระหว่างขา 1 Vdd กับ RST ของ CPU 32

รูปที่ 3.11 แสดงวงจรจ่ายไฟเลี้ยงของตัวฐาน 32

รูปที่ 3.12 แสดงโฟลชาร์ทการทำงานส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุระหว่าง
PABX กับเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย 33-34

รูปที่ 3.13 แสดง Block Diagram ของส่วนเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย 36

รูปที่ 3.14 แสดงวงจรของเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย 37

รูปที่ 3.15 แสดงวงจรมอดูเลทของเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.16 แสดงวงจรส่วนดีมอดูเลทสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายตัวฐาน 39
รูปที่ 3.17 แสดงรูปขาสัญญาณของ Handset CPU 40
รูปที่ 3.18 แสดงวงจรส่วนจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่เครื่องโทรศัพท์ 42
รูปที่ 3.19 แสดงโฟลชาร์ทส่วนเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย 44
รูปที่ 3.20 แสดง Block Diagram ของการเชื่อมต่อของทั้งระบบ 45
รูปที่ 4.1 แสดงวงจรภาคจ่ายไฟเลี้ยง 47
รูปที่ 4.2 แสดงวงจรภาพ Interface กับคู่สายภายในของ PABX 48
รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณที่ขาอาโนดของไดโอด D2 เมื่อ
ป้อนไฟ DC +5 Volt ที่ R71 49
รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณที่ขาอาโนดของไดโอด D2 เมื่อ
หยุดป้อนไฟ DC +5 Vlot ที่ R71 50
รูปที่ 4.5 แสดงวงจรขยายสัญญาณก่อนเข้ามอดูเลท 51
รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา Base ของ Q23 52
รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณที่วัดได้ทีขา Collector ของ Q23 52
รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา Collector ของ Q25 53
รูปที่ 4.9 แสดงวงจรมอดูเลเตอร์แบบใช้วาแรกเตอร์ไดโอด 53
รูปที่ 4.10 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา Base ของ Q6 54
รูปที่ 4.11 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา Collector ของ Q6 55
รูปที่ 4.12 แสดงวงจรภาคดีมอดูเลทสัญญาณ 56
รูปที่ 4.13 แสดงเครื่องส่ง FM 56
รูปที่ 4.14 แสดงสเปคตรัมของสัญญาณที่วัดได้ที่ขา 24 ของ IC1 57
รูปที่ 4.15 แสดงสัญญาณ IF ที่วัดได้ที่ขา-5 ของ IC1 58
รูปที่ 4.16 แสดงสัญญาณข้อมูลที่วัดได้ที่ขา 16 ของ IC1 59
รูปที่ 4.17 แสดงสัญญาณ DTMF ที่วัดได้ที่ขา 12 ของ IC1
เมื่อกดปุ่มหมายเลข 3 59
รูปที่ 4.18 แสดงวงจรภาคประมวลผล (CPU) 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

จุดประสงค์ของโครงงานนี้คือ

-เพื่อศึกษาและเข้าใจการทำงานของระบบชุมสายปลายทางอัตโนมัติ(PABX)

-เพื่อต้องการพัฒนาเครื่องชุมสาย PABX แบบเดิม ที่ต้องเดินสายนำสัญญาณจากเครื่องชุมสายฯ ไปยังเครื่องโทรศัพท์ เพื่อไปติดตั้งตามที่ต่างๆไปเป็นเครื่องชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สาย (Wireless-PABX) โดยนำคลื่นวิทยุย่าน 46/49 MH-z ด้วยระบบ FDM มาใช้แทนโครงข่ายแบบเดิม

ฟังก์ชันการทำงานต่าง ๆของ WPABX

1.) หน้าที่หลัก

-ให้บริการเชื่อมต่อระหว่าง 1 คู่สายภายนอกกับ 6 คู่สายภายใน

2.)หน้าที่การให้บริการพิเศษ

-การโอนสาย(Line Transfer)

-การรอสาย(Call Waiting)

-การติดต่อภายใน(Intercom)

-การรับสายแทนกัน

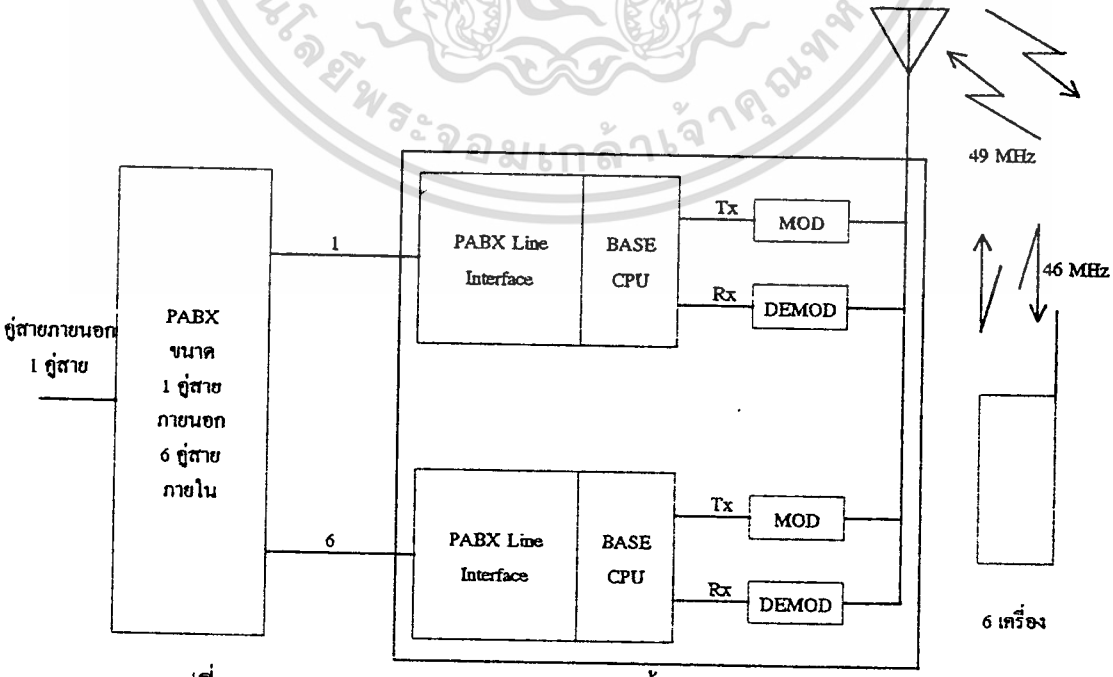
โครงสร้างทั้งหมดของระบบ

ประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

1.)โครงสร้างส่วน PABX

2.)โครงสร้างส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุระหว่าง PABX กับเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย

3.)โครงสร้างส่วนเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย



รูปที่ 1.1 แสดง block diagram ของโครงสร้างทั้งหมดของระบบ WPABX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.)PABX ใช้ขนาด 1 คู่สายภายนอก 6 คู่สายภายใน

2.)ส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุระหว่าง PABX กับโทรศัพท์ไร้สาย

ประกอบด้วย 4 ส่วนสำคัญดังนี้

2.1) ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายภายในของ PABX (PABX Line Interface)

2.2) ส่วนมอดูเลทสัญญาณส่งไปให้เครื่องโทรศัพท์ไร้สาย(Base FM Modulator)

2.3) ส่วนดีมอดูเลทสัญญาณที่ได้รับจากเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย(Base FM Demodulator)

2.4) ส่วนประมวลผล PABX ตัวฐาน(Base CPU)

3.)โครงสร้างส่วนโทรศัพท์ไร้สาย

ประกอบด้วย 3 ส่วนสำคัญดังนี้

3.1) ส่วนมอดูเลทสัญญาณส่งไปให้ชุมสายตัวฐาน(Handset FM Modulator)

3.2) ส่วนดีมอดูเลทสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายตัวฐาน(Handset FM Demodulator)

3.3) ส่วนประมวลผลของเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย(Handset CPU)

มาตรฐานเชื่อมต่อระหว่างสายโทรศัพท์ปลายทางตัวฐานกับเครื่องไร้สาย

การเชื่อมต่อระหว่างชุมสายโทรศัพท์ปลายทางตัวฐานกับเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย เป็นการเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุซึ่งมีมาตรฐานดังนี้

1. ความถี่ย่านที่ใช้เป็นความถี่สำหรับประชาชนในย่าน 46 และ 49 MHz โดยมีการจัดแบ่งความถี่ให้ใช้ติดต่อทั้งหมด 10 ช่องสัญญาณ ซึ่งมีความถี่ดังตารางที่ 2.1

2. รูปแบบการส่งสัญญาณเสียงใช้การมอดูเลทของความถี่ (Frequency Modulation : FM) โดยมีความถี่เบี่ยงเบนไม่เกิน 5 kHz

3. รูปแบบการส่งข้อมูลควบคุมใช้การมอดูเลทแบบ FSK (Frequency Shift Keying) ซึ่งตัวข้อมูลไม่ได้มีการกำหนดมาตราฐานขึ้น จึงเป็นสิทธิของผู้ผลิตที่จะสร้างรหัสในการส่งรับเพื่อการติดต่อระหว่างเครื่องชุมสายตัวฐาน กับเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย

4. กำลังส่งของเครื่องส่งวิทยุ กำหนดไว้ไม่เกิน 1 วัตต์ และมีรัศมีการใช้งานประมาณ 200 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แสดงมาตรฐานความถี่ของคลื่นวิทยุที่ใช้กับ WPABX

เลขช่องสัญญาณ (Channel)	ความถี่ในการส่ง (MHz)	
	ที่ชุมสายตัวฐาน	ที่เครื่องโทรศัพท์ไร้สาย
1	46.610	49.670
2	46.630	49.845
3	46.670	49.860
4	46.710	49.770
5	46.730	49.875
6	46.770	49.830
7	46.830	49.890
8	46.870	49.930
9	46.930	49.990
10	46.970	49.970

ตารางที่ 1.2 แสดงมาตรฐานการรับสัญญาณ DTMF และ AT&T

ข้อกำหนด		NTT	AT&T
ความถี่สัญญาณ	กลุ่มความถี่ต่ำ	667,770,852,941	เหมือนกับ NTT
	กลุ่มความถี่สูง	1209,1336,1477,1633	เหมือนกับ NTT
ความผิดพลาดที่ยอมรับได้		< 1.8%	< 1.5%
กำลังของสัญญาณต่อความถี่		-3 ถึง -24 dBm	0 ถึง -25
ระดับความแตกต่างของสัญญาณ		สูงสุด 5 dB	4 dB ถึง -8 dB a)
เวลาของสัญญาณ	คาบเวลาของสัญญาณ	ต่ำสุด 40 ms	ต่ำสุด 40 ms
	คาบเวลาของช่วงเวลาหยุด	ต่ำสุด 30 ms	ต่ำสุด 40 ms
	ความเร็วของการส่งสัญญาณ	ต่ำสุด 120 ms/digit	ต่ำสุด 93 ms/digit

a) หมายความว่า ระดับสัญญาณของกลุ่มความถี่สูงต้องมากกว่าระดับสัญญาณกลุ่มความถี่ต่ำ 4 dB หรือน้อยกว่า กลุ่มความถี่ต่ำ 8 dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

โครงงานนี้เป็นการนำเอาระบบรับ-ส่งคลื่นวิทยุเข้ามาประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติ หรือ "PABX : Private Automatic Branch Exchange" เพื่อพัฒนาเป็นชุมสายปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สาย ดังนั้นจึงต้องใช้หลักการและทฤษฎีดังต่อไปนี้เพื่อเป็นประโยชน์ในการออกแบบ

2.1 หลักการของ PABX

PABX เป็นอุปกรณ์สลับสาย หรือ เรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Switching ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ทำงานเลียนแบบชุมสายโทรศัพท์ โดยให้บริการแบบอัตโนมัติ และสามารถแบ่งการให้บริการเป็น 2 ลักษณะ คือ

-บริการหลัก ได้แก่ การติดต่อกันระหว่างคู่สายภายนอกกับคู่สายภายใน

-บริการพิเศษ ได้แก่ การติดต่อกันระหว่างคู่สายภายในโดยไม่ต้องผ่านโอเปอเรเตอร์,การโอนสาย, การประชุมร่วม เป็นต้น

โครงสร้างของ PABX ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

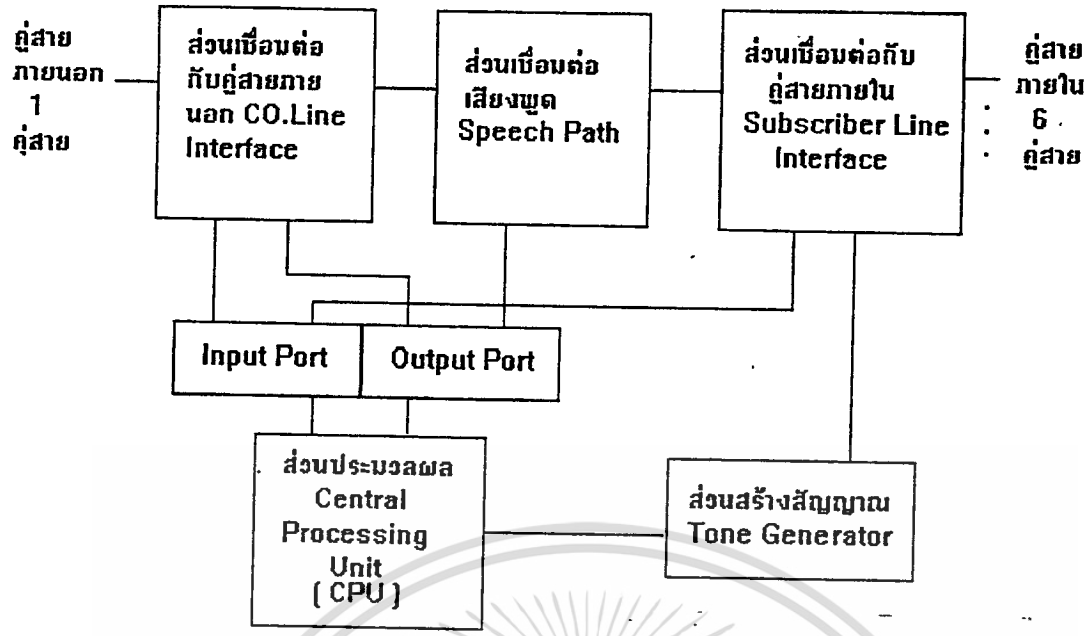
2.1.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

2.2.2 โครงสร้างทางซอฟท์แวร์

2.1.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์

PABX ที่ออกแบบและสร้างนี้ เป็น PABX ประเภท Electronic Branch Exchange โดยอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบ โดยส่งผ่านการควบคุม และตรวจสอบสถานะต่างๆผ่าน พอร์ทที่ใช้ชิพ 8255 PPI และประกอบด้วยส่วนเชื่อมต่อกับสายภายนอก (CO. Line Inter- face), ส่วนเชื่อมต่อช่องสัญญาณ (Speech Path), ส่วนเชื่อมกับสายภายใน (Subscriber Line Interface), ส่วนเชื่อมต่อช่องสัญญาณ (Speech Path), ส่วนสร้างสัญญาณ (Tone Generator) และส่วนจ่ายไฟเลี้ยงของPABX (PABX Power Supply) ซึ่งมีลักษณะการเชื่อมต่อดังรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงการเชื่อมต่อของส่วนประกอบส่วนต่าง ๆ ของ PABX

ส่วนประมวลผลกลาง (Central Processing Unit)

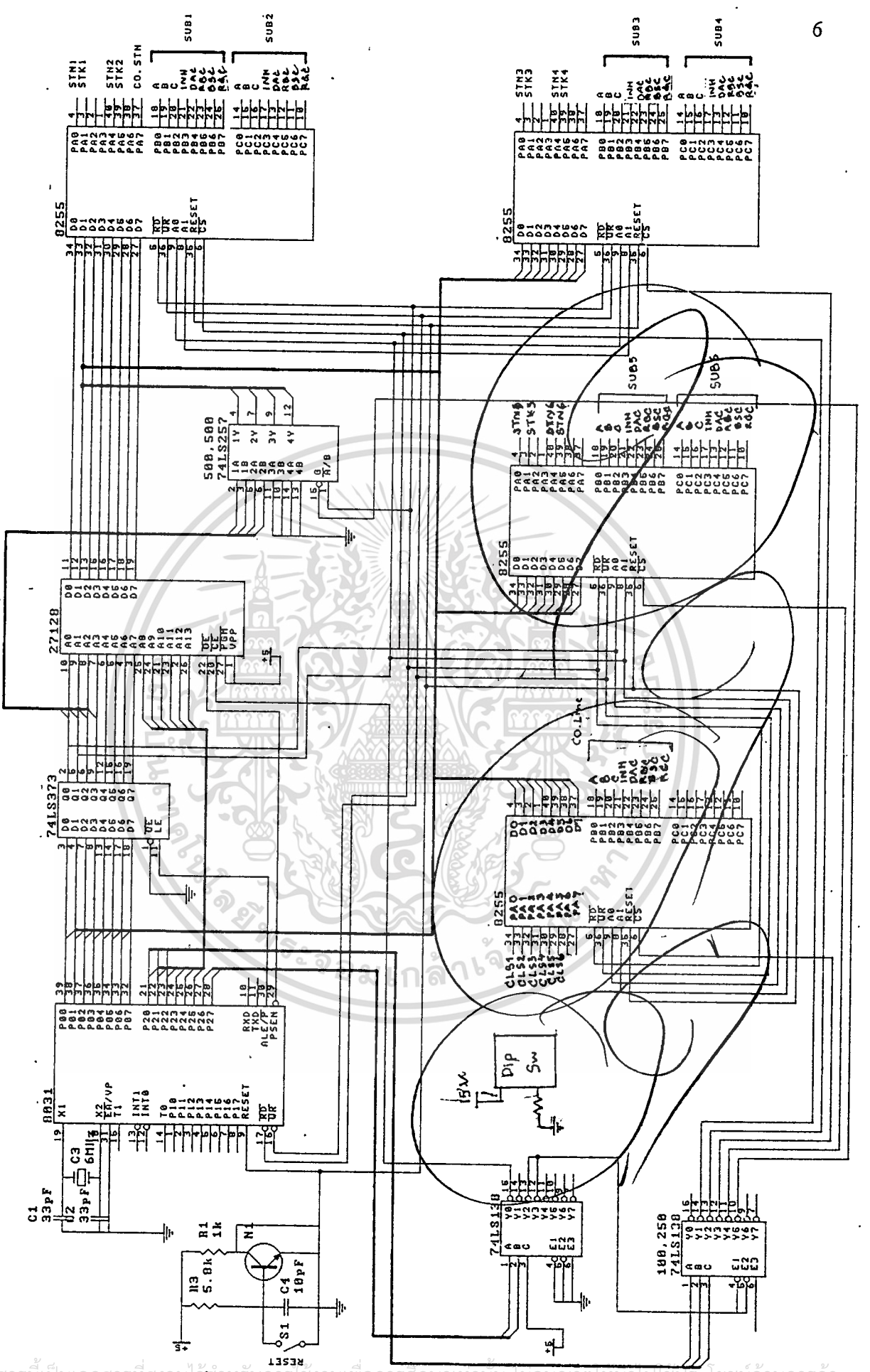
ส่วนนี้ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ 8031, 8255 PPI, วงจรถอดรหัส(Decoder)และหน่วยความจำ (Memory) โดยมีวงจรดังรูปที่ 2.2

CPU จะทำงานตามโปรแกรมจากหน่วยความจำอ่านได้อย่างเดียว (Read Only Memory : ROM) เพื่อควบคุมการทำงานทั้งหมดของชุมสาย โดยรับส่งข้อมูลควบคุมและสถานะต่างๆผ่าน พอร์ท 8255 ที่ต้องการด้วยวงจรถอดรหัส

การเข้ารหัส Address ของวงจรเป็นนี้

Access Address																อุปกรณ์ที่ติดต่อ
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	27128
1	x	x	x	x	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	8255 ตัวที่ 1
1	x	x	x	x	0	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x	8255 ตัวที่ 2
1	x	x	x	x	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x	8255 ตัวที่ 3
1	x	x	x	x	0	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x	8255 ตัวที่ 4
1	x	x	x	x	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x	PROM 74LS287

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.2 แสดงวงจรส่วนประมวลผลกลาง

8255 ตัวที่ 1 ทำหน้าที่ส่งผ่านการควบคุมการทำงาน และรับสถานะของคู่สายภายในคู่ที่ 1, คู่สายภายในคู่ที่ 2 และรับสถานะของคู่สายภายนอก 8255 ตัวที่ 1 นี้มีพอร์ทการรับส่งข้อมูล 8 บิท อยู่ 3 พอร์ท คือ พอร์ท A,B และ C

8255 ตัวที่ 2 ทำหน้าที่ส่งผ่านการควบคุมการทำงานและรับสถานะของคู่สายภายในคู่ที่ 3 และคู่สายภายในคู่ที่ 4 8255 ตัวที่ 2 นี้มีพอร์ทการรับส่งข้อมูล 8 บิทอยู่ 3 พอร์ท คือ พอร์ท A,B และ C

8255 ตัวที่ 3 ทำหน้าที่ส่งผ่านการควบคุมการทำงานและรับสถานะของคู่สายภายในคู่ที่ 5 และคู่สายภายในคู่ที่ 6 8255 ตัวที่ 3 นี้ มีพอร์ทการรับส่งข้อมูล 8 บิทอยู่ 3 พอร์ท คือ พอร์ท A,B และ C

8255 ตัวที่ 4 ทำหน้าที่ส่งผ่านการควบคุมการทำงานและรับสถานะของคู่สายภายนอกและรับสถานะของคู่สายภายใน, 8255 ตัวที่ 4 นี้ มีพอร์ทการับส่งข้อมูล 8 บิทอยู่ 2 พอร์ท คือ พอร์ท A
และ B

ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายภายนอก (CO.Line Interface)

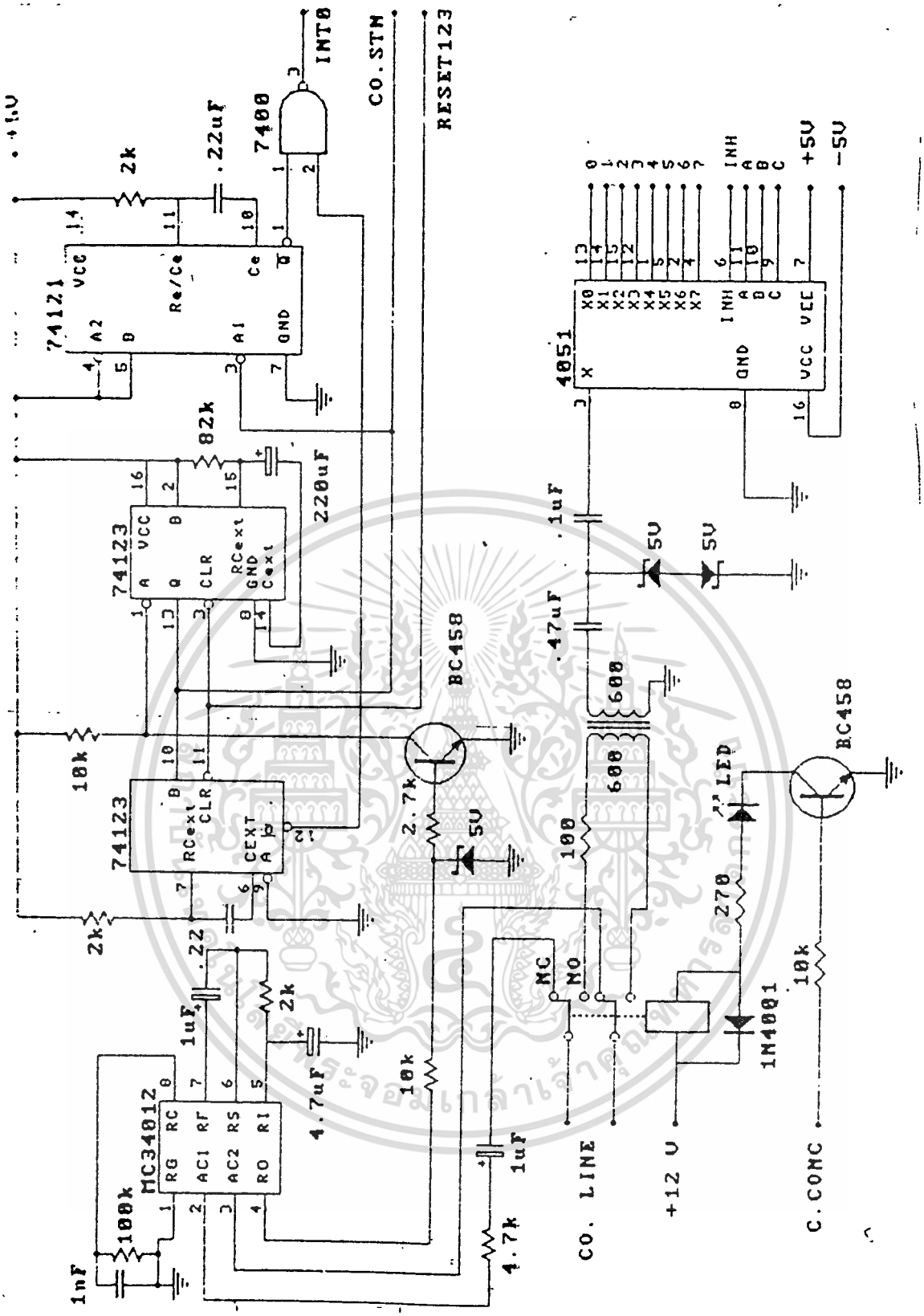
ส่วนนี้ประกอบด้วย วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก (Ringing Signal Detector),วงจร เชื่อมต่อกับคู่สายภายนอก โดยการใช้ทรานสฟอร์มเมอร์คัปปลิ้ง (Transformer Coupling) และวงจรตัดต่อคู่สายภายนอกด้วยรีเลย์ (Relay) ซึ่งมีวงจรดังรูปที่ 2.3

วงจรตรวจจับสัญญาณเรียกนั้นประกอบด้วย IC 34012, 74123, 74121, 7400 เมื่อมีการส่งสัญญาณ INT0 เพื่อไปทำการอินเทอรัพท์ (Interrupt) ไมโครคอลโทลเลอร์ จากนั้นหน่วยประมวลผลจะทำงานตามโปรแกรมโดยการส่งสัญญาณเรียกให้กับคู่สายภายในตามที่โปรแกรมกำหนดไว้ เมื่อคู่สายภายในมีการตอบรับการยกแฮนด์เซ็ท ส่วนประมวลผลก็จะสั่งให้ วงจรตัดต่อคู่สายภายนอกทำงาน โดยส่งสัญญาณ C. CONCผ่านพอร์ทไปควบคุมรีเลย์ให้ต่อคู่สายภายนอก เพื่อให้เชื่อมต่อกับวงจรเชื่อมต่อคูสายภายนอก โดยการใช้ทรานสฟอร์มเมอร์คัปปลิ้ง วงจรนี้ทำหน้าที่เชื่อมต่อคู่สายภายนอกเข้ากับส่วนเชื่อมต่อเสียง โดยใช้ทรานสฟอร์มเมอร์คัปปลิ้งที่มีค่าอิมพิแดนซ์ 600 โอหม์ เมื่อเกิดการเชื่อมต่อดังกล่าวแล้ว ชุมสายขององค์การโทรศัพท์จะตรวจสอบสถานะของคู่สายนี้ได้ว่า ทำการยกแฮนด์เซ็ทแล้วชุมสายขององค์การโทรศัพท์ก็จะยกเลิกการส่งสัญญาณเรียกมายังคู่สายนี้

ส่วนเชื่อมต่อเสียงพูด (Speech Path)

ในส่วนนี้ใช้ IC 4051 ซึ่งเป็นสวิทช์มัลติเพล็กเซอร์ (Switch Multiplexer) ขนาด 1 ออก 8 ทำหน้าที่เป็นทางผ่านของสัญญาณ โดยสามารถควบคุมการตัดต่อช่องสัญญาณจากการควบคุมของส่วนประมวลผลกลางด้วยสัญญาณ A, B, C และ INH A, B และ C แทนเลข ไบนารี 3 บิท ซึ่งสามารถเลือกช่องเส้นสัญญาณได้ 8 เส้น ส่วนสัญญาณ INH เป็นสัญญาณที่ใช้สั่งให้มีการเชื่อมต่อหรือไม่

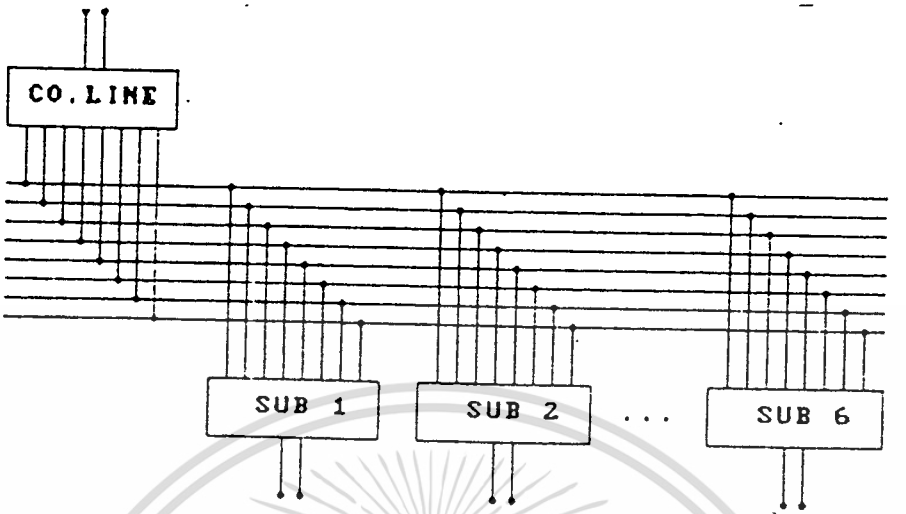
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แสดงวงจรเชื่อมต่อกับคู่สายภายนอก

ลักษณะการเชื่อมต่อของ ส่วนเชื่อมต่อเสียงพูดในแต่ละคู่สายภายใน และคู่สายภายนอกมีลักษณะเป็นเมทริกสวิทช์ (Metrix Switch) ดังรูปที่ 2.4 ยกตัวอย่างเช่น เมื่อคู่สายภาย นอกต้องการเชื่อมต่อกับคู่สายภายในคู่ที่ 1 หน่วยประมวลผลจะสั่งให้ A B C และ INH ของคู่สายภายนอก และคู่สายภายในคู่ที่ 1 มีลอจิกเป็น 0,0,0,0 ตามลำดับ เพื่อให้คู่สายภายนอก และ คู่สายภายในคู่ที่ 1 เชื่อมต่อกับเส้นสัญญาณที่ 1 ทั้งคู่ เป็นผลให้คู่สายภายนอกเชื่อมต่อกับคู่สายภายในคู่ที่ 1

เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงลักษณะการเชื่อมต่อของส่วนเชื่อมต่อเสียงพูด

ส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายภายใน (Subscriber Line Interface)

ส่วนนี้ประกอบด้วย วงจรตรวจจับการยกวางแฮนด์เซ็ท, วงจรควบคุมการปล่อยสัญญาณเสียงต่างๆ, วงจรคู่สายภายใน, วงจรถอดรหัส DTMF (DTMF DECODER), วงจรเชื่อมต่อกับส่วนเชื่อมต่อส่วนเสียงพูด ซึ่งมีวงจรดังรูปที่ 2.5

วงจรตรวจจับการยกวางแฮนด์เซ็ท ประกอบด้วย IC 40106 Schmit Trigger และ 7400 ซึ่งจะสร้างสัญญาณ STN เพื่อเป็นสถานะให้ส่วนประมวลผลตรวจสอบว่า คู่สายนั้นมีการยกหรือวางแฮนด์เซ็ท

วงจรควบคุมการปล่อยสัญญาณเสียงให้คู่สายภายในใช้ IC 74125 Tristate IC นี้จะส่งผ่านสัญญาณจากอินพุทไปยังเอาท์พุท เมื่อขาควบคุมมีลอจิกเป็น 0 เท่านั้น จึงให้สัญญาณเสียงที่กำเนิดขึ้น ซึ่งได้แก่ Dial Tone, Ring Back Tone และ Busy Tone เป็นอินพุทให้สัญญาณควบคุมซึ่งได้แก่ DAC , RBC , BSC เป็นขาควบคุม และนำเอาท์พุทต่อกับคู่สายภายใน สำหรับสัญญาณ Ringing นั้น เนื่องจากเป็นสัญญาณที่มีความดันไฟฟ้าสูงเกินกว่าที่ IC จะรับได้ จึงต้องใช้รีเลย์ในการควบคุมการปล่อยสัญญาณ

วงจรถอดรหัส DTMF ที่ใช้คือ IC 8870 ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณคู่ความถี่ที่ส่งมาจากคู่สายภายในเมื่อมีการกดตัวเลขบนหน้าปัทม์เครื่องโทรศัพท์ ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล 4 ตัว พร้อมทั้งการสร้างสัญญาณ INH เพื่อบอกให้หน่วยประมวลผลทราบว่า มีการกดปุ่มตัวเลขบนหน้าปัทม์โทรศัพท์เกิดขึ้น

วงจรเชื่อมต่อกับส่วนเชื่อมต่อเสียงพูดใช้คาปาซิเตอร์คัปปลิ้ง (Capacitor Coupling) เพื่อให้สัญญาณเสียงผ่านจากคู่สายภายในไปยังส่วนเชื่อมต่อเสียงพูดโดยไม่มีสัญญาณ DC ปน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนสร้างสัญญาณ (Tone Generator)

ส่วนสร้างสัญญาณนี้ใช้วงจร Asatble Multivibrator ร่วมกับ AND Gate เป็นตัวผลิตสัญญาณทั้งหมดของวงจรผลิตสัญญาณ สัญญาณต่างๆที่ใช้ในเครื่องชุมสายมีดังนี้

- Dial Tone เป็นสัญญาณที่ปล่อยให้แก่คู่สายภายในเพื่อบอกให้ทราบว่า ชุมสายพร้อมที่จะให้ผู้ใช้กดหมายเลขโทรศัพท์ที่ต้องการติดต่อด้วยสัญญาณที่สร้างขึ้นเป็นสัญญาณต่อเนื่อง ความถี่ 400 เฮริทซ์

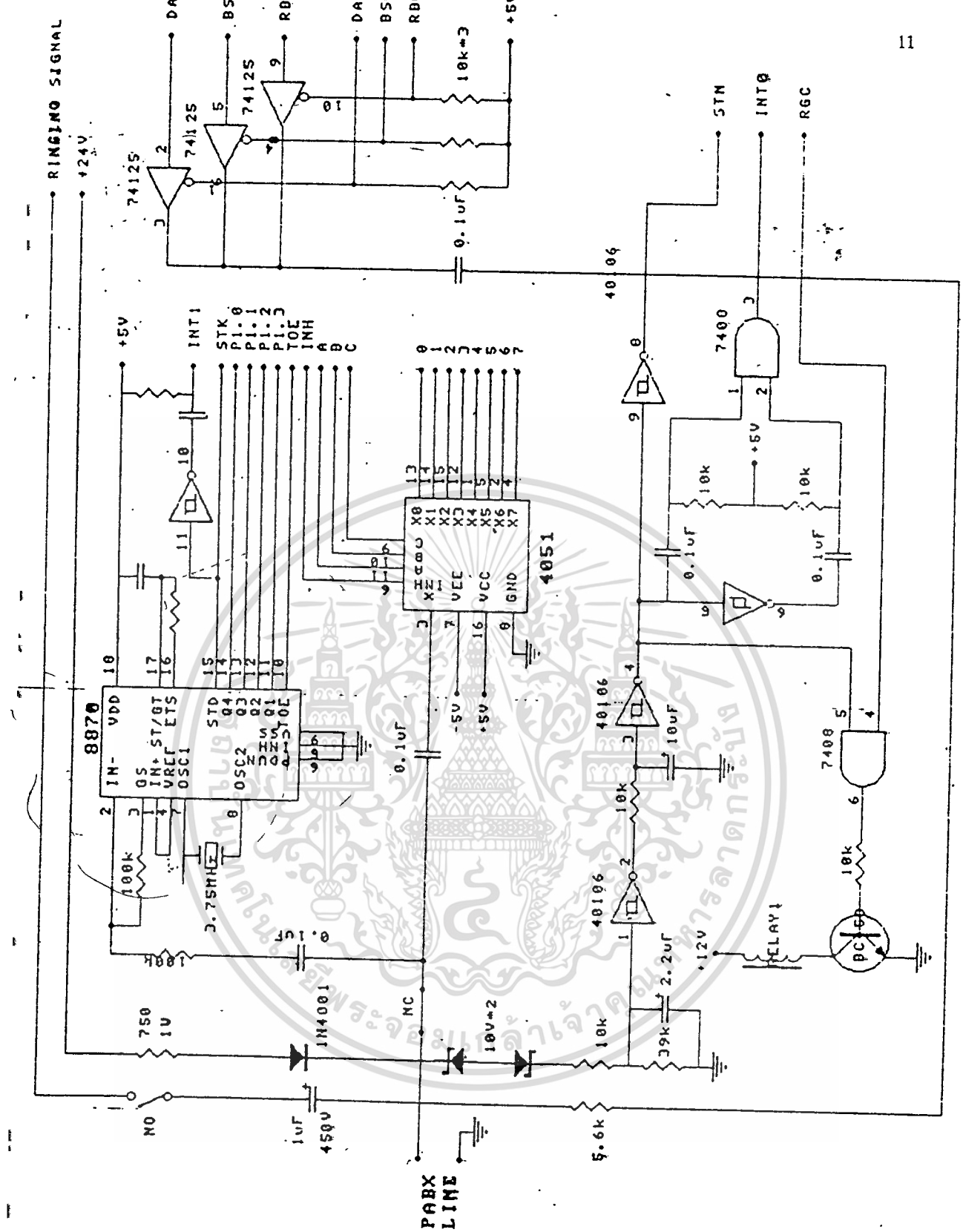
- Busy Tone เป็นสัญญาณที่ปล่อยให้เครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้เพื่อแจ้งว่าไม่สามารถติดต่อกับหมายเลขที่ผู้ใช้ต้องการติดต่อได้ สัญญาณที่สร้างขึ้นเป็นสัญญาณความถี่ 400 เฮริทซ์ ดัง 1 วินาที หยุด 1 วินาที

- Ring Back Tone เป็นสัญญาณที่เครื่องชุมสายส่งให้เครื่องโทรศัพท์ของผู้ใช้โทรศัพท์หลังจากที่ผู้ใช้กดหมายเลขที่ต้องการแล้ว ให้ทราบว่าสามารถติดต่อคู่สายโทรศัพท์ที่ต้องการได้ สัญญาณที่สร้างขึ้นเป็นสัญญาณความถี่ 400 เฮริทซ์ ดัง 1 วินาที หยุด 3 วินาที

-สัญญาณเรียก (Ringing Signal) เป็นสัญญาณที่เครื่องชุมสายส่งให้เครื่องโทรศัพท์ภายในให้กระดิ่งดังเพื่อแจ้งให้ทราบว่ามีผู้ต้องการติดต่อด้วย ลักษณะของสัญญาณเรียกนี้คือเป็นสัญญาณที่มีขนาด 90 โวลท์ (90 Volt RMS) เป็นเวลา 1 วินาที สลับกับการหยุด 3 วินาที

วงจรสร้างสัญญาณต่างๆ เป็นดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



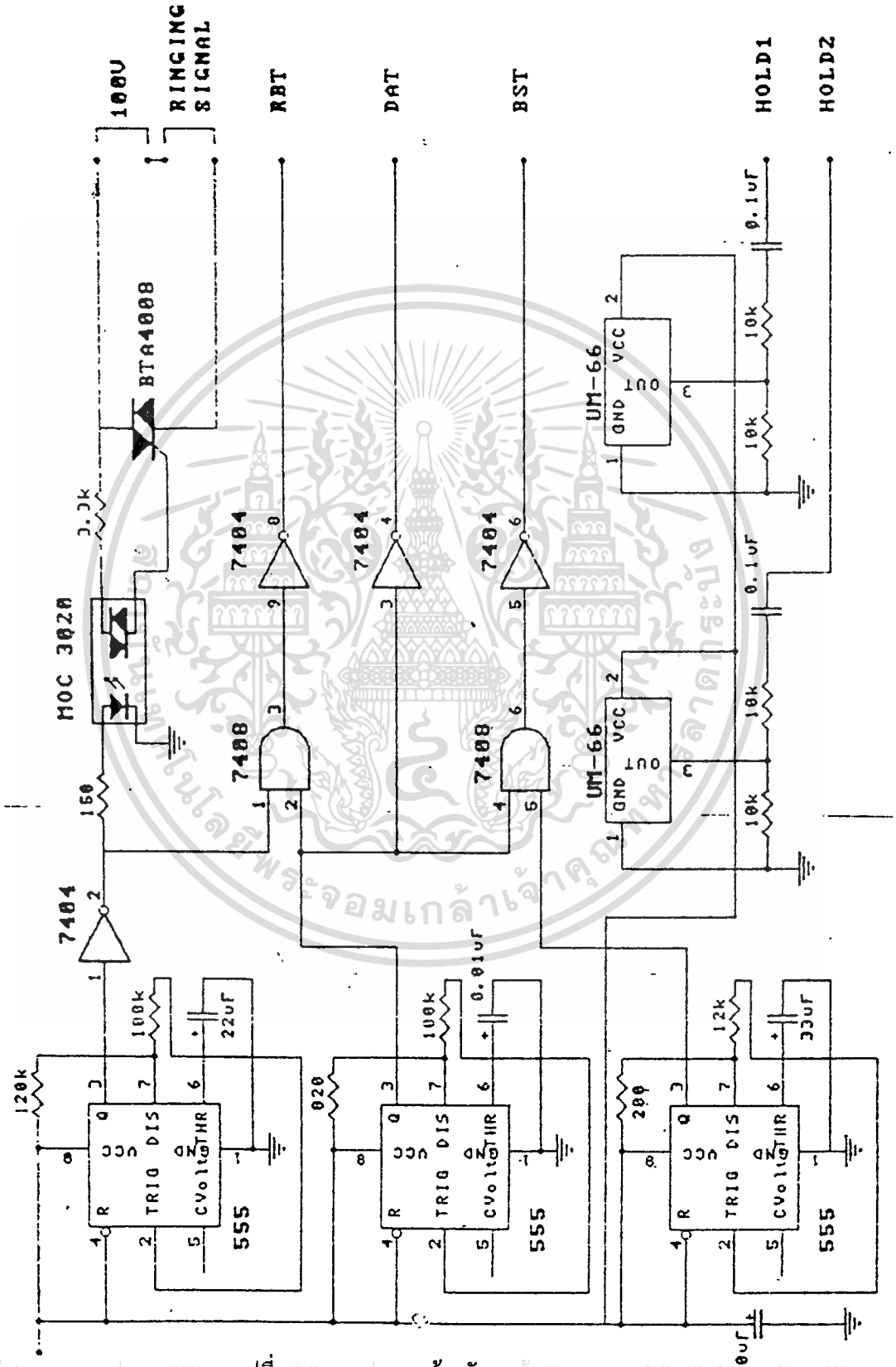
รูปที่ 2.5 แสดงวงจรเชื่อมต่อกับคู่สายภายใน

ส่วนจ่ายไฟเลี้ยงของ PABX (PABX Power Supply)

ส่วนจ่ายไฟเลี้ยงนี้ทำหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าที่จ่ายมาให้แก่ผู้ใช้ตามบ้าน ที่เป็นกระแสสลับขนาด 220 โวลท์ ให้เป็นกระแสตรงขนาด +5, -5, +12 และ +24 โวลท์ โดยประกอบด้วยหม้อแปลงที่แปลงกระแสสลับขนาด 220 โวลท์ให้เป็นกระแสสลับขนาด 12 โวลท์ กับ 24 โวลท์ จากนั้นนำไฟฟ้ากระแสสลับ 12 โวลท์ ไปผ่านไดโอดบริดจ์ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงขนาด +12 โวลท์ แล้วผ่าน IC Regurator MC7805T และ

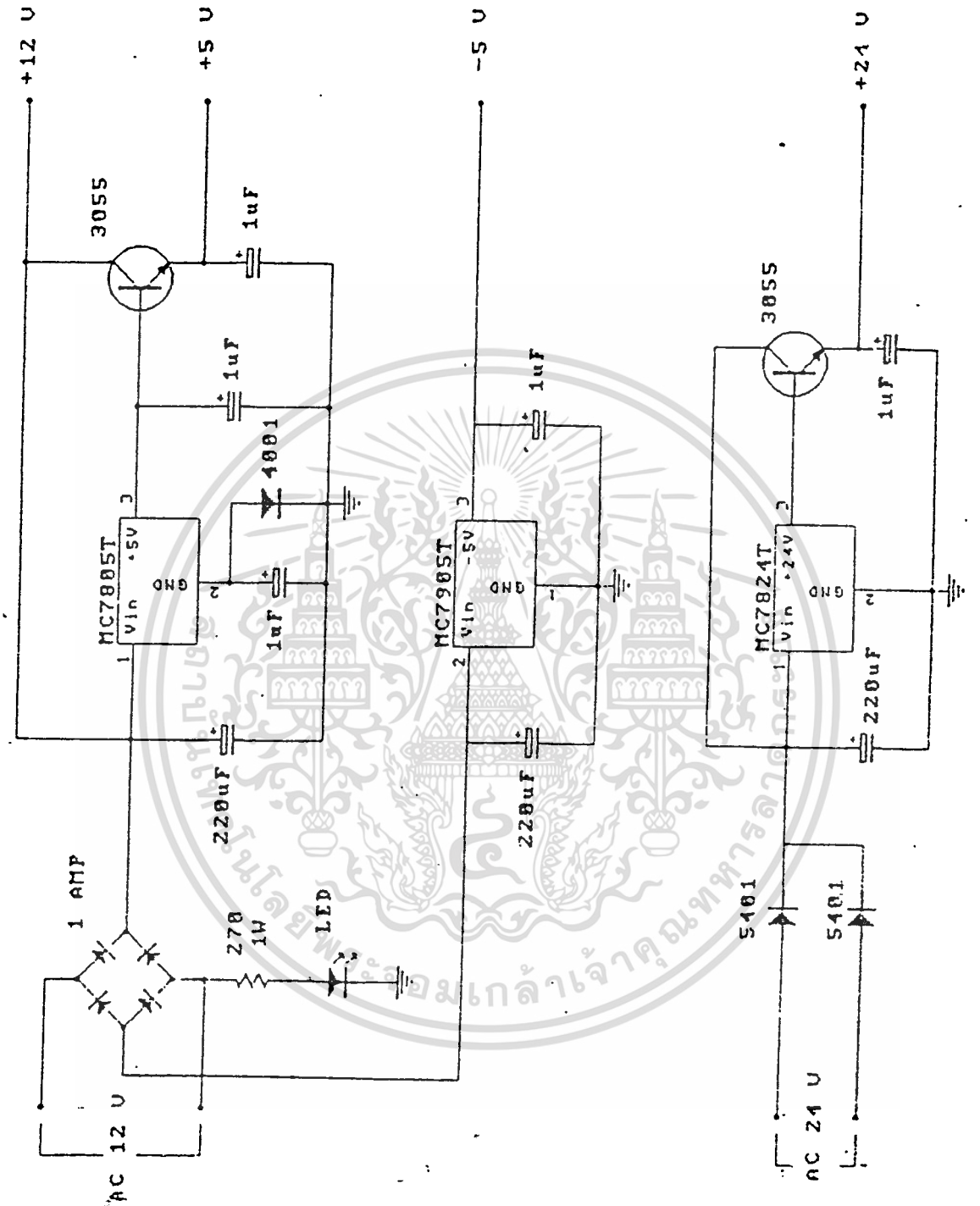
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC7905 ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรงขนาด +5 โวลท์ และ -5 โวลท์ ตามลำดับ ส่วนไฟฟ้ากระแสสลับ 24 โวลท์นั้น จะนำไปผ่านไดโอดให้เป็นกระแสตรงขนาด 24 โวลท์ แล้วนำไปผ่าน IC MC7824 เพื่อให้กระแสไฟมีความคงที่มากขึ้น วงจรจ่ายไฟเลี้ยงเป็นดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.6 แสดงวงจรสร้างสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงวงจรจ่ายไฟเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 โครงสร้างทางซอฟท์แวร์ของ PABX

สำหรับโปรแกรมควบคุมชุมสาย PABX ที่ออกแบบด้วยสำคัญ 3 ส่วนหลักดังนี้

1) โปรแกรมตรวจสอบสถานะของคู่สายโทรศัพท์ (Scan Program)

2) โปรแกรมให้บริการการอินเตอร์รัพท์ 0

3) โปรแกรมให้บริการการอินเตอร์รัพท์ 1

โปรแกรมตรวจสอบสถานะของคู่สายโทรศัพท์ (Scan Program)

โปรแกรมส่วนนี้ทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะของคู่สายโทรศัพท์ ว่ามีสถานะการยก-วางแฮนด์เซ็ท ของคู่สายเป็นอย่างไร และตรวจสอบการใช้ฟังก์ชั่นพิเศษของคู่สายโทรศัพท์ โดยโปรแกรม Scan จะเป็นโปรแกรมที่ทำงานตลอดเวลาเพื่อตรวจสอบพบว่าคู่สายคู่ไหนต้องการใช้บริการ (การยก-วางแฮนด์เซ็ท หรือ การใช้ฟังก์ชั่นพิเศษ) เมื่อมีคู่สายที่ต้องการใช้บริการดังที่กล่าวมา โปรแกรมจะไปทำงานให้บริการตามงานนั้นๆ และหลังจากให้บริการเรียบร้อยแล้วจะกลับมาทำการ Scan ต่อ

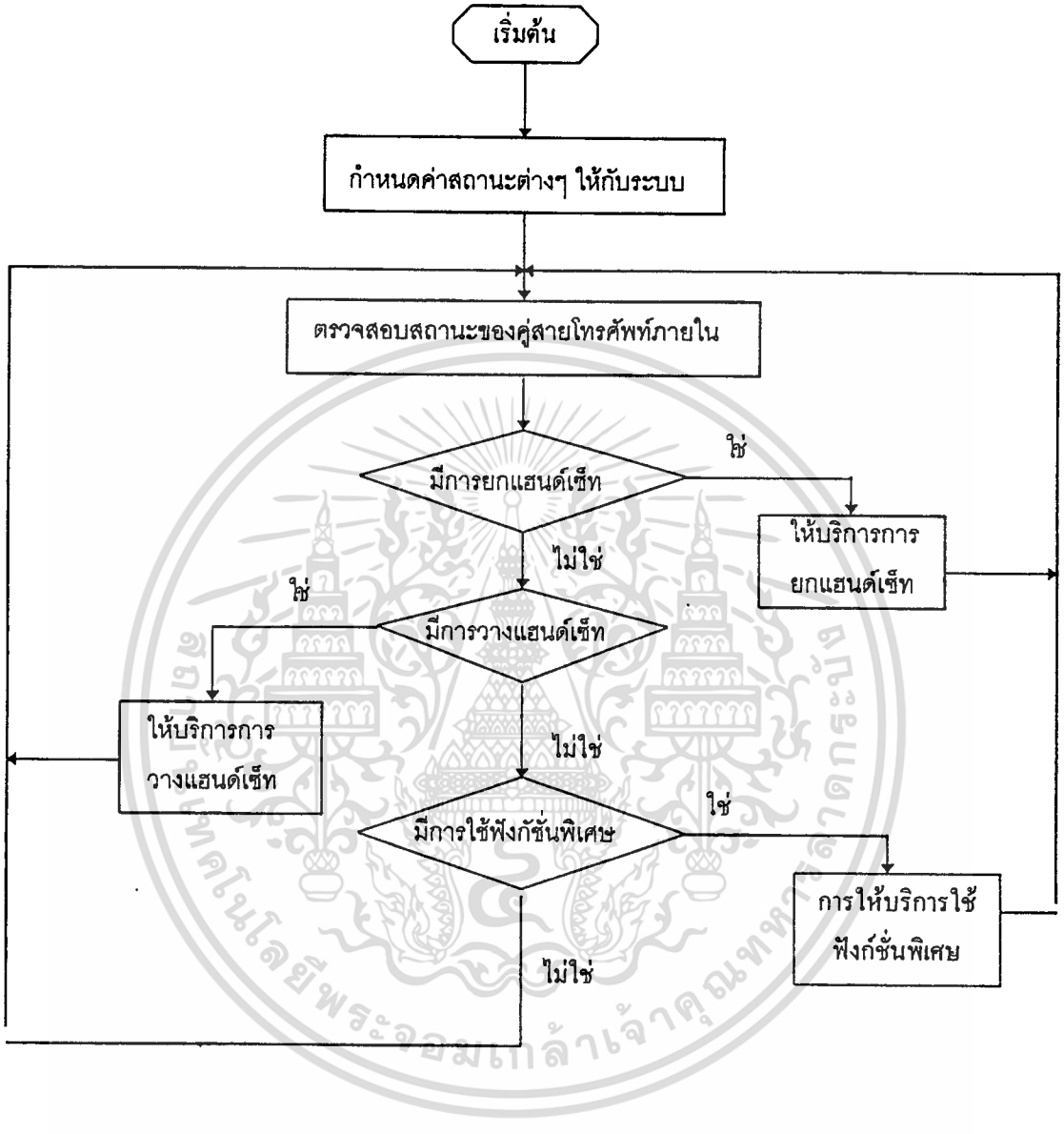
โปรแกรมการให้บริการอินเตอร์รัพท์ 0

สำหรับการทำงานของ CPU ได้กำหนดให้มีการอินเตอร์รัพท์อยู่ 2 ระดับคือ การอินเตอร์รัพท์ 0 และ การอินเตอร์รัพท์ 1 โดยกำหนดให้การอินเตอร์รัพท์ 0 มีความสำคัญ(Priority)มากที่สุดโปรแกรมการให้บริการอินเตอร์รัพท์ 0 จะให้การบริการเมื่อมีสายนอก (Central-Office Line) เรียกเข้ามาโดยจะทำการเชื่อมต่อช่องสัญญาณของสายนอกให้กับคู่สายภายใน (Extension)

โปรแกรมการให้บริการอินเตอร์รัพท์ 1

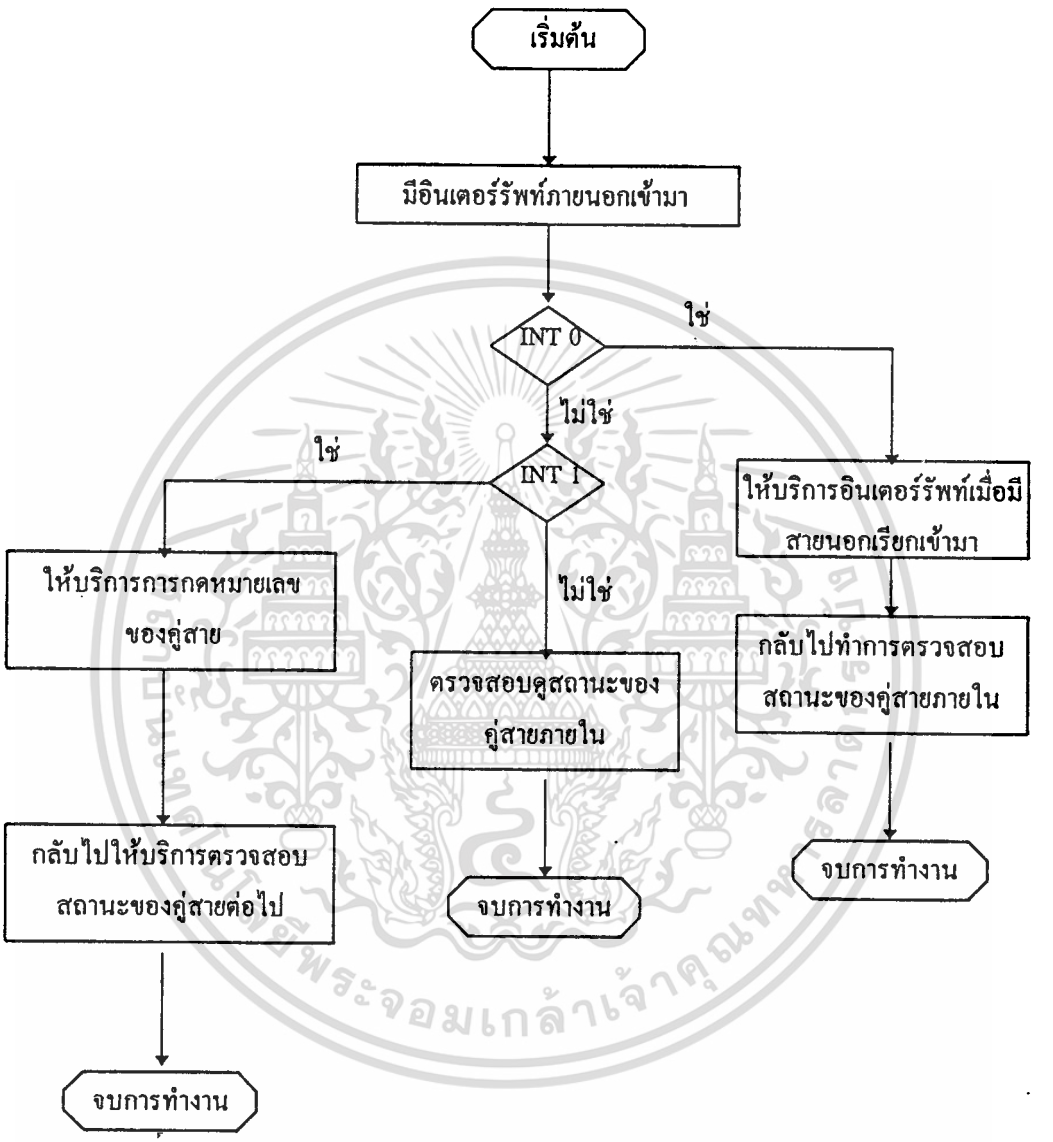
อินเตอร์รัพท์ 1 จะเกิดขึ้นเมื่อมีการกดปุ่มแป้นหมายเลขโทรศัพท์ของคู่สายภายใน โปรแกรมการให้บริการอินเตอร์รัพท์ 1 จะให้บริการการรับหมายเลขที่กด, ทำการตรวจสอบหมายเลขว่าผู้ใช้ต้องการใช้บริการอะไรตลอดจนการเชื่อมต่อช่องสัญญาณให้กับคู่สายภายใน และคู่สายภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



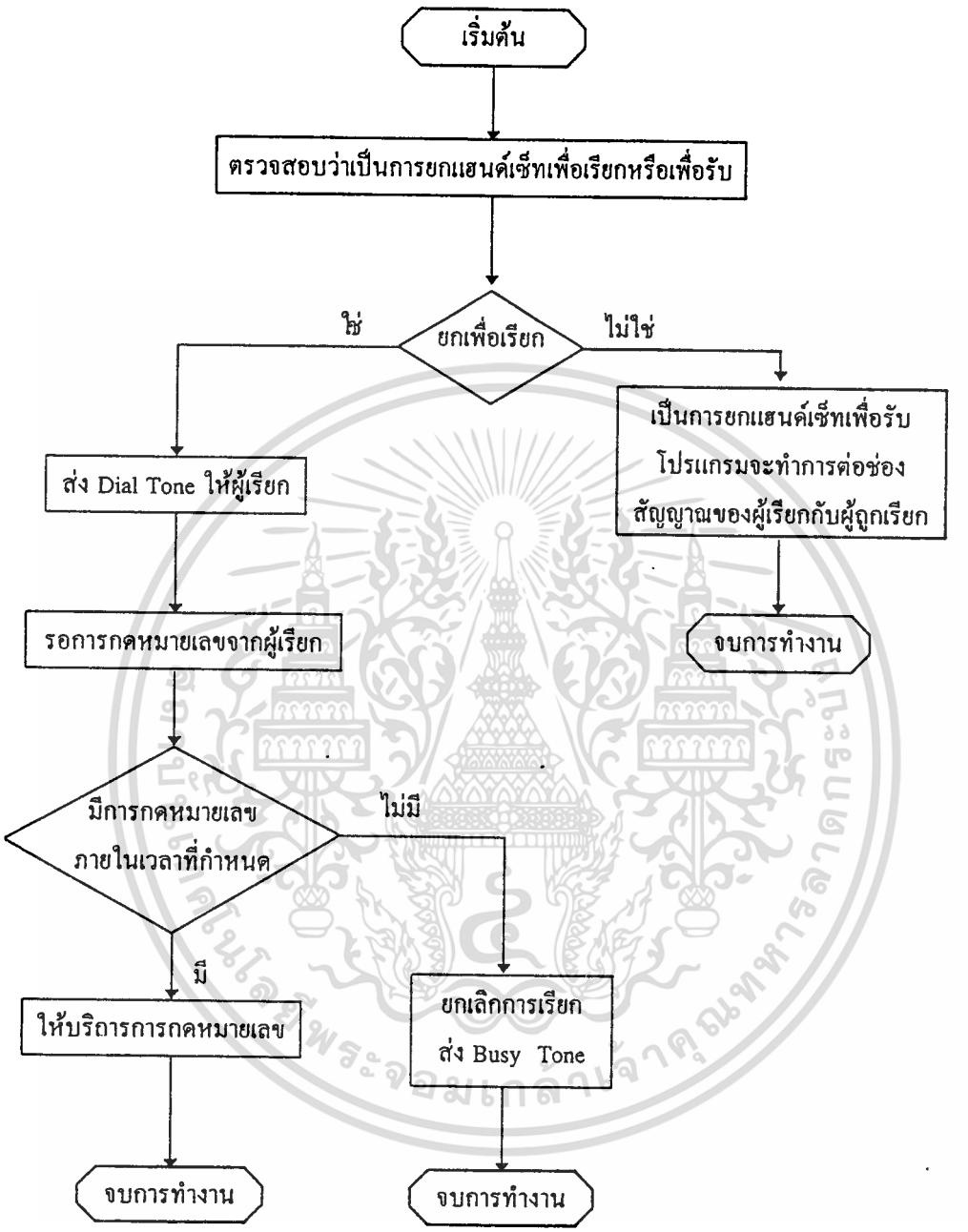
รูปที่ 2.8 แสดงโฟลชาร์ทโปรแกรมการทำงานหลักของการใช้บริการหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



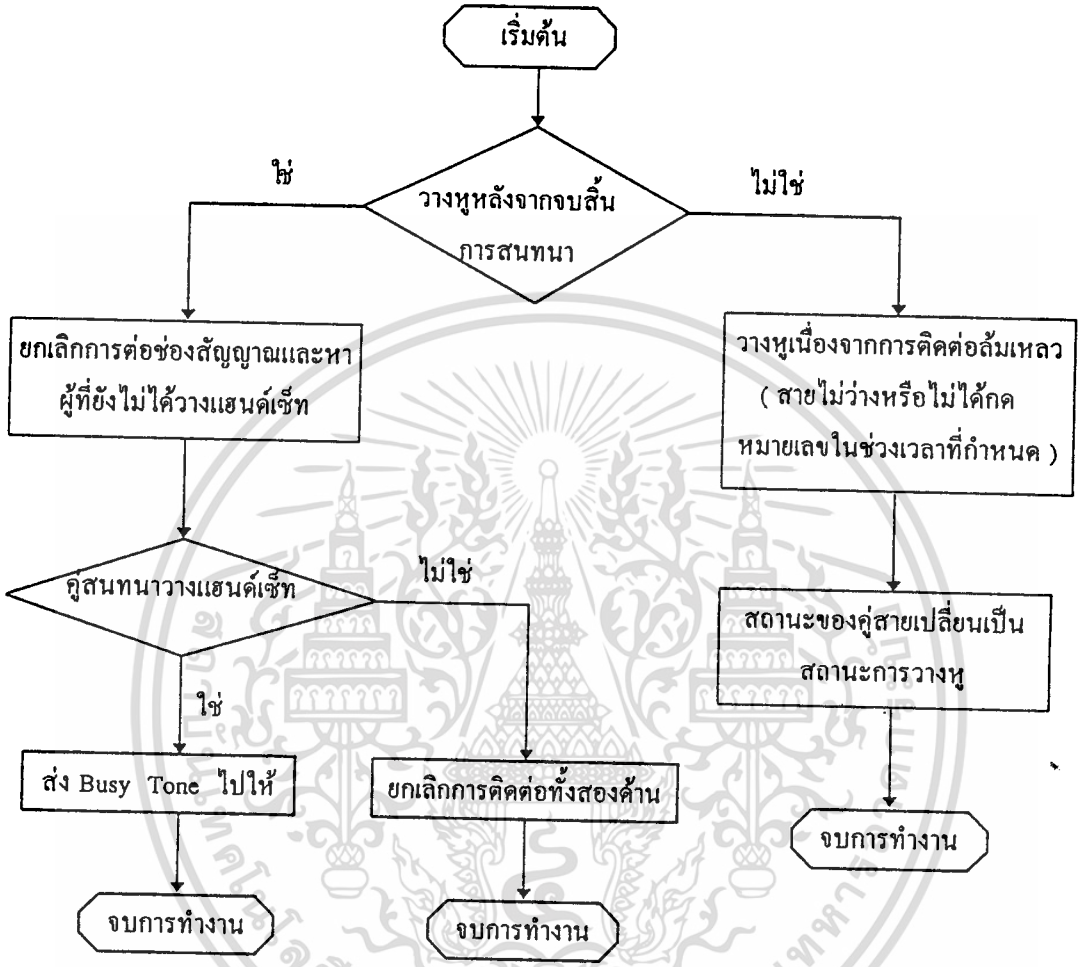
รูปที่ 2.9 แสดงโฟลชาร์ทหลักของการให้บริการการอินเตอร์รัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



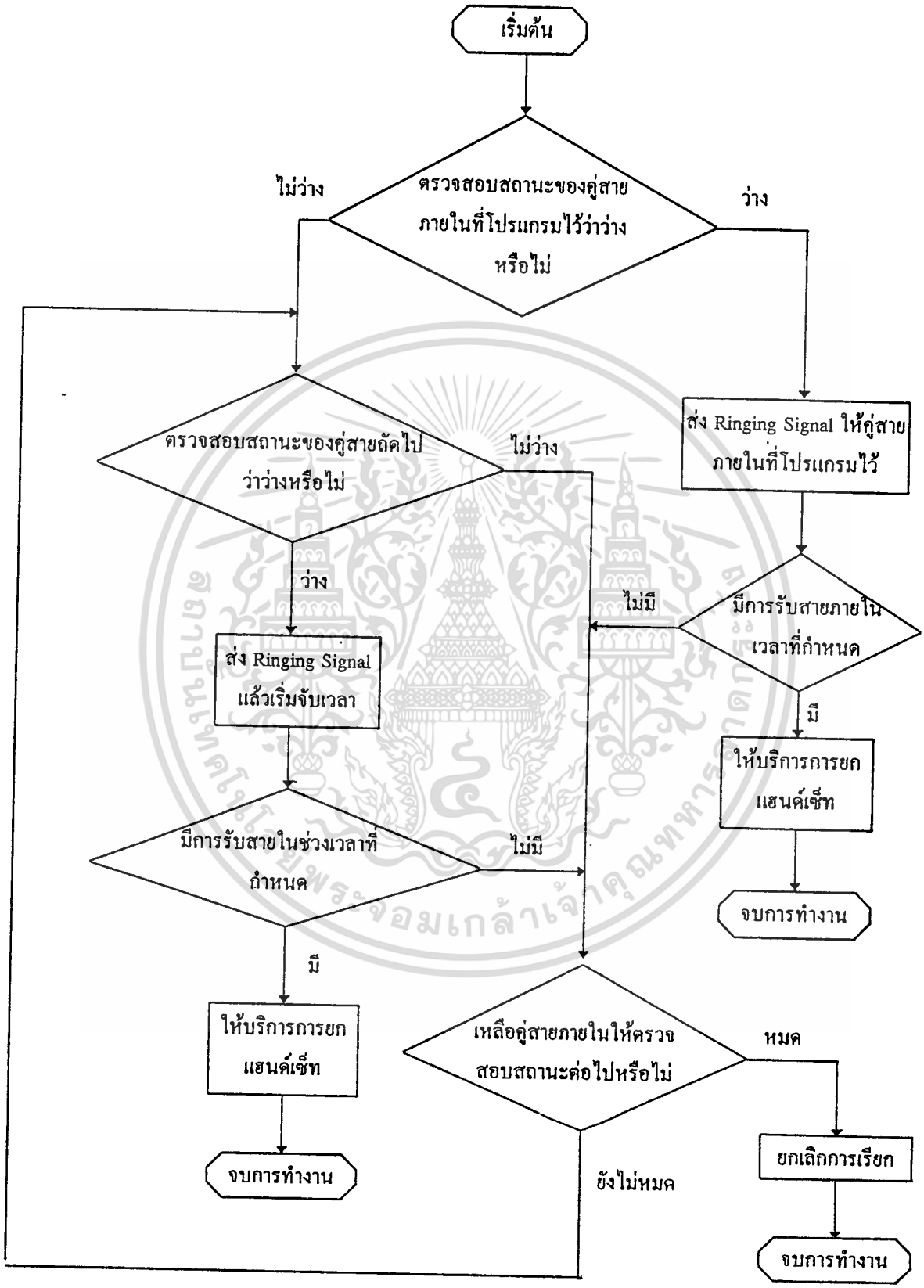
รูปที่ 2.10 แสดงโฟลชาร์ทย่อยของการให้บริการการยกแฮนด์เซ็ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



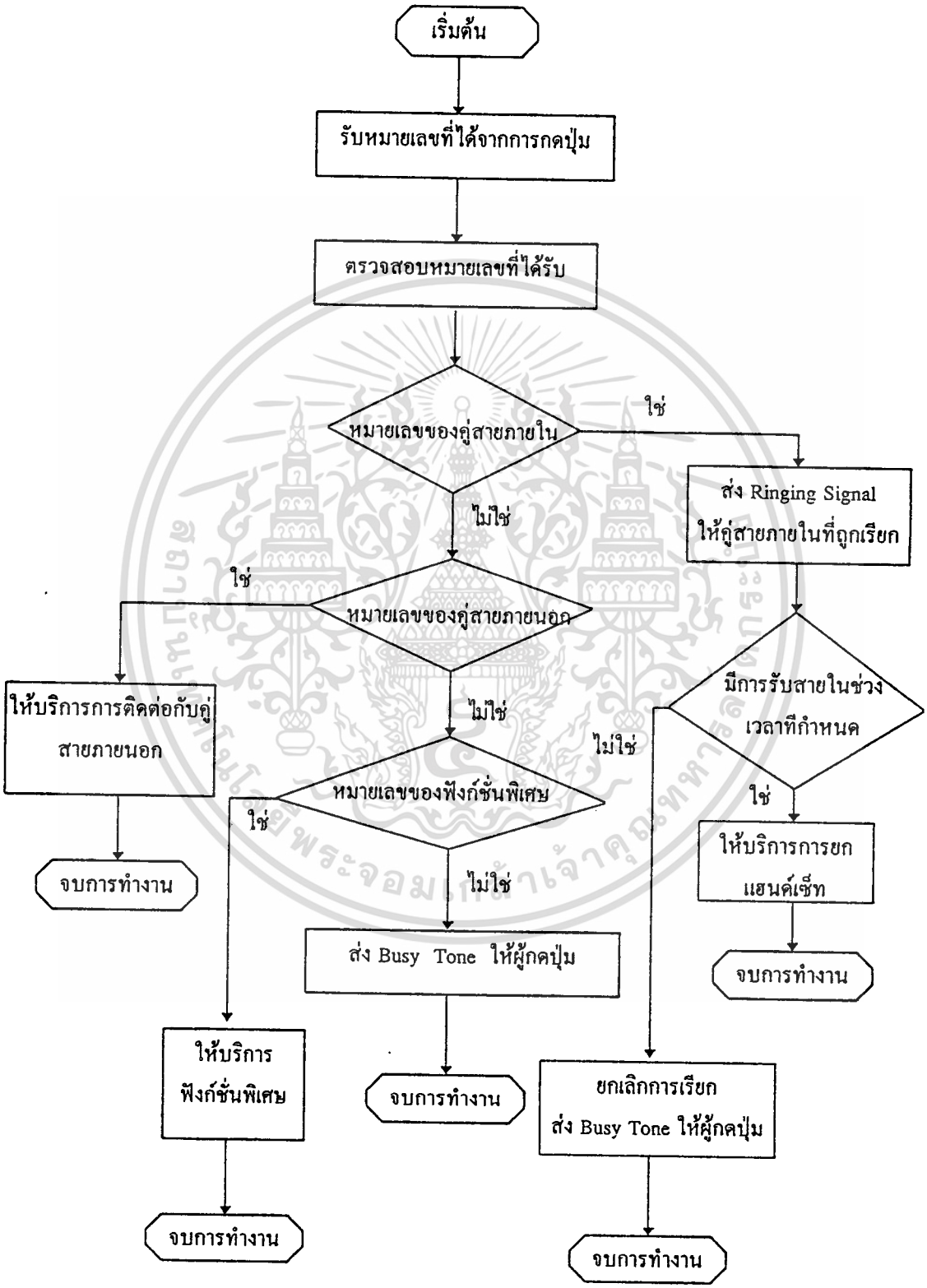
รูปที่ 2.11 แสดงโฟลชาร์ทย่อยของการให้บริการการวางแฮนด์เซ็ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แสดงโฟลชาร์ทย่อยของการให้บริการอินเตอร์รัพท์ 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
037209



รูปที่ 2.13 แสดงโฟลชาร์ทย่อยของการให้บริการอินเตอร์รัพท์ 1 (การกดปุ่ม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
โครงสร้างและการออกแบบ

สำหรับในบทนี้จะเป็นโครงสร้างและการออกแบบของโครงงานนี้ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการพัฒนา PABX แบบเดิมให้เป็น PABX แบบไร้สายนั่นก็คือส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุระหว่าง PABX กับเครื่องโทรศัพท์ไร้สายหรือ Base Unit ซึ่งมีหน้าที่ส่งผ่านสัญญาณต่างๆจากชุมสาย PABX รวมทั้งสัญญาณเสียงสนทนาออกอากาศทางคลื่นวิทยุ เพื่อใช้ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์แบบไร้สาย โดยในโครงงานที่เราออกแบบนี้จะใช้คลื่นวิทยุติดต่อรับ-ส่ง ด้วยความถี่ 49 และ 46 MHz ตามลำดับใช้ระบบการมอดูเลทแบบ FM (Frequency Modulation) ความถี่เบี่ยงเบน ±5 kHz และใช้กำลังส่ง 1 วัตต์ โดยมีส่วนประกอบคือ วงจรภาคส่วนเชื่อมต่อกับสายภายในของ PABX (PABX Line-,Interface),วงจรภาคมอดูเลทสัญญาณส่งไปให้เครื่องโทรศัพท์ไร้สาย (Base FM Demodulator), วงจรภาคดีมอดูเลทสัญญาณที่ได้รับจากเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย (Base FM Demodulater), วงจรภาคประมวลผลของชุมสายตัวฐาน (Base CPU) และวงจรภาคจ่ายไฟเลี้ยงของตัวฐาน (Base Power Supply) ซึ่งมี Block Diagram ดังรูปที่ 3.1 และมีวงจรทั้งหมดเป็นดังรูปที่ 3.2

3.1 ส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุระหว่าง PABX กับเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย

ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้

ภาคส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายภายในของ PABX (PABX Line Interface)

ส่วนนี้ทำหน้าที่เชื่อมต่อสัญญาณกับคู่สายภายในของ PABX โดยสัญญาณโทน (Tone) ต่างๆ เช่น สัญญาณให้กดหมายเลข (Dial Tone); สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone), สัญญาณรอสาย (Ring Back Tone) และเสียงสนทนา จะถูกส่งผ่านไปยังภาคมอดูเลทต่อไป นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ตรวจจับสัญญาณเรียกที่ส่งมาจากคู่สายภายใน ซึ่งมีวงจรดังรูปที่ 3.3

วงจรสำคัญของภาคนี้ได้แก่

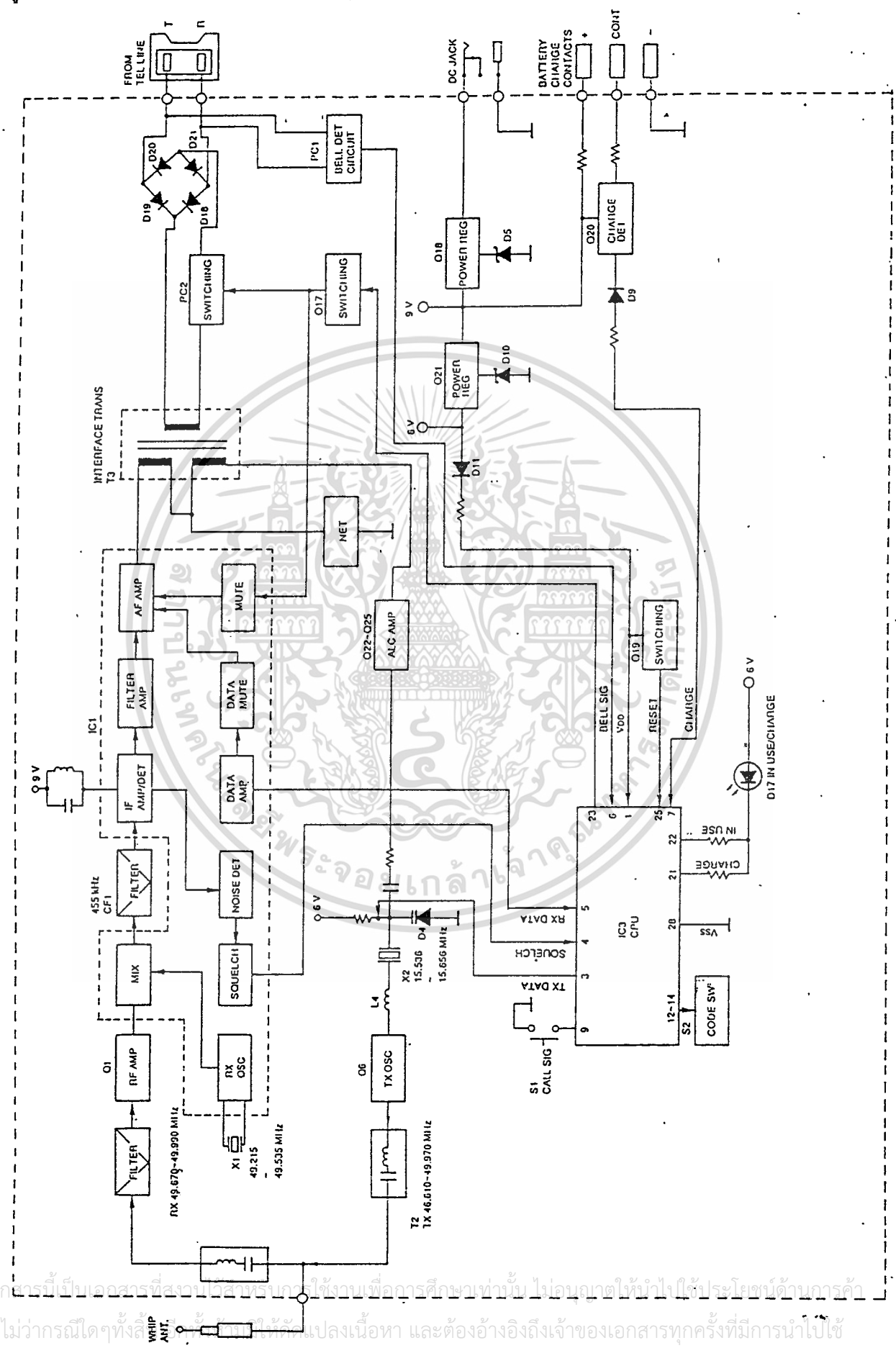
-วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก (Ringing Signal Detection) มีหน้าที่ตรวจจับสัญญาณเรียก (Ringing Signal) ที่ส่งมาจาก PABX โดยสัญญาณเรียกนี้จะมีขนาด 90 Volt(rms) ความถี่ 20 Hz ส่ง 1 วินาที หยุด 3 วินาที โดยอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจจับสัญญาณคือ PC1 หรือ Photo coupler ซึ่งภายในประกอบด้วยไดโอดเปล่งแสง 2 ตัวต่อขนานแบบสลับขั้วกัน และ Photo Transister โดยสัญญาณอินพุท (ขา1,2) ของ PC1 และสัญญาณเอาท์พุท (ขา 3,4) แสดงดังรูปที่ 3.4

การทำงานของวงจรสามารถอธิบายได้ดังนี้ เมื่อมีสัญญาณเรียก (Ringing Signal) มาจากคู่สายภายในของ PABX PC1 จะทำงานโดยจะส่งสัญญาณที่ตรวจจับได้ไปประมวลผลยัง CPU (IC3) ทางขา 6 โดยอัตราส่วนของช่วงสัญญาณที่เป็น Low กับช่วงสัญญาณที่เป็น High เท่ากับ 50% ต่อ 50% และอัตราส่วนที่ CPU จะตรวจจับแล้ว ถือว่ามีสัญญาณเรียกเข้ามาคือ อัตราส่วน Low/High มากกว่า 45%

-วงจรยก-วางหูโทรศัพท์ทางอิเลคโทรนิค (Electronic Hook On/Off) วงจรส่วนนี้ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ Q26 ทำหน้าที่เป็น Hook On/Off Switch และ Q17 เป็นทรานซิสเตอร์ที่ควบคุมสภาวะการ "On"และ "Off"โดย CPU ผ่านทางขา 23 (Pulse) โดยเมื่อ Q17 อยู่ในสภาวะ "On"(ขา 23 ของ CPU เป็น "High") จะมีผลให้สวิทช์ Q26 ทำงาน (Hook On)โดยผ่านการ Coupler สัญญาณจาก PC2

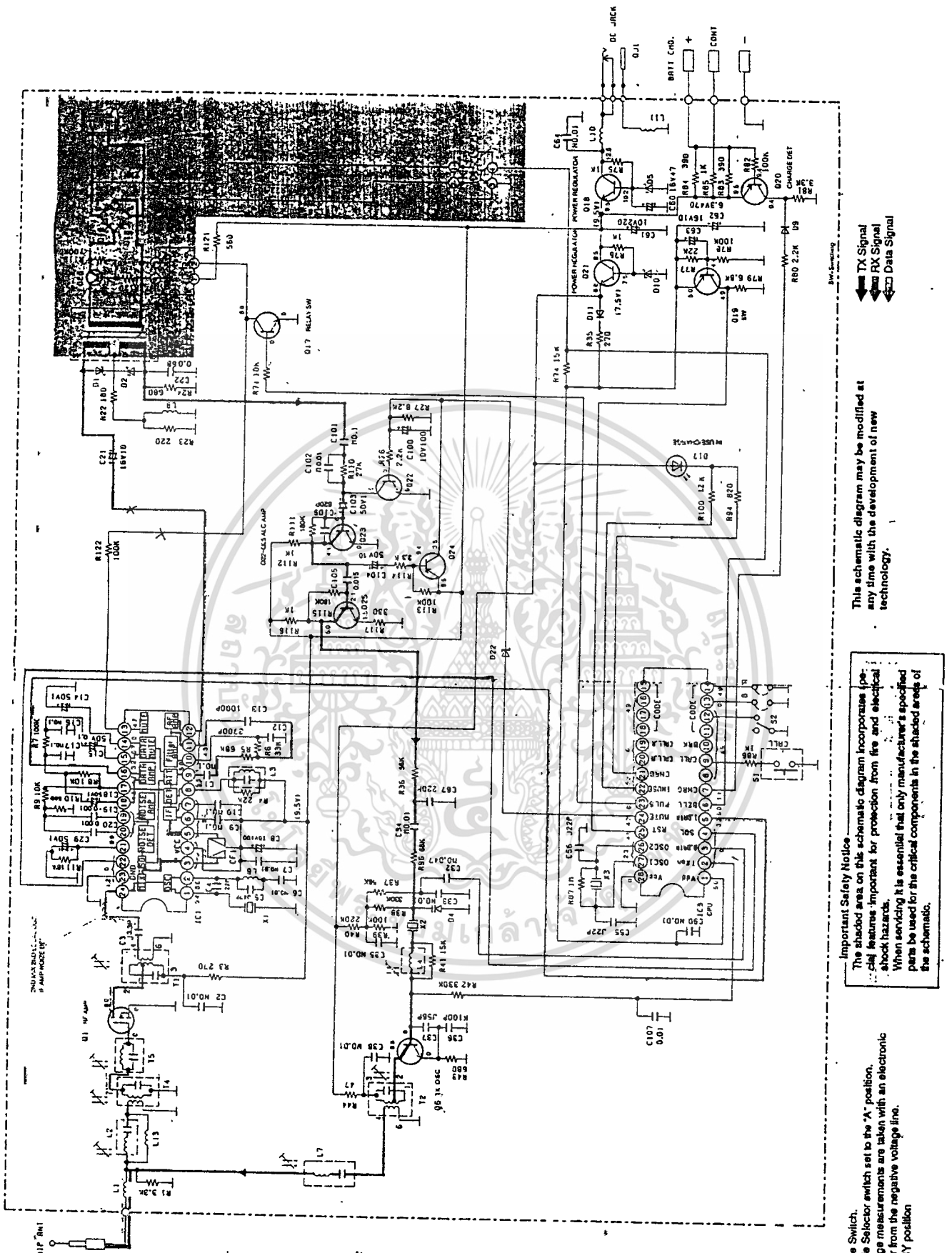
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-วงจร Tranformer coupling วงจรนี้ทำหน้าที่ Coupling สัญญาณจาก PABX Line เพื่อส่งไปยังภาคมอดูเลทหรือจากภาคดีมอดเลทไปยัง PABX Line



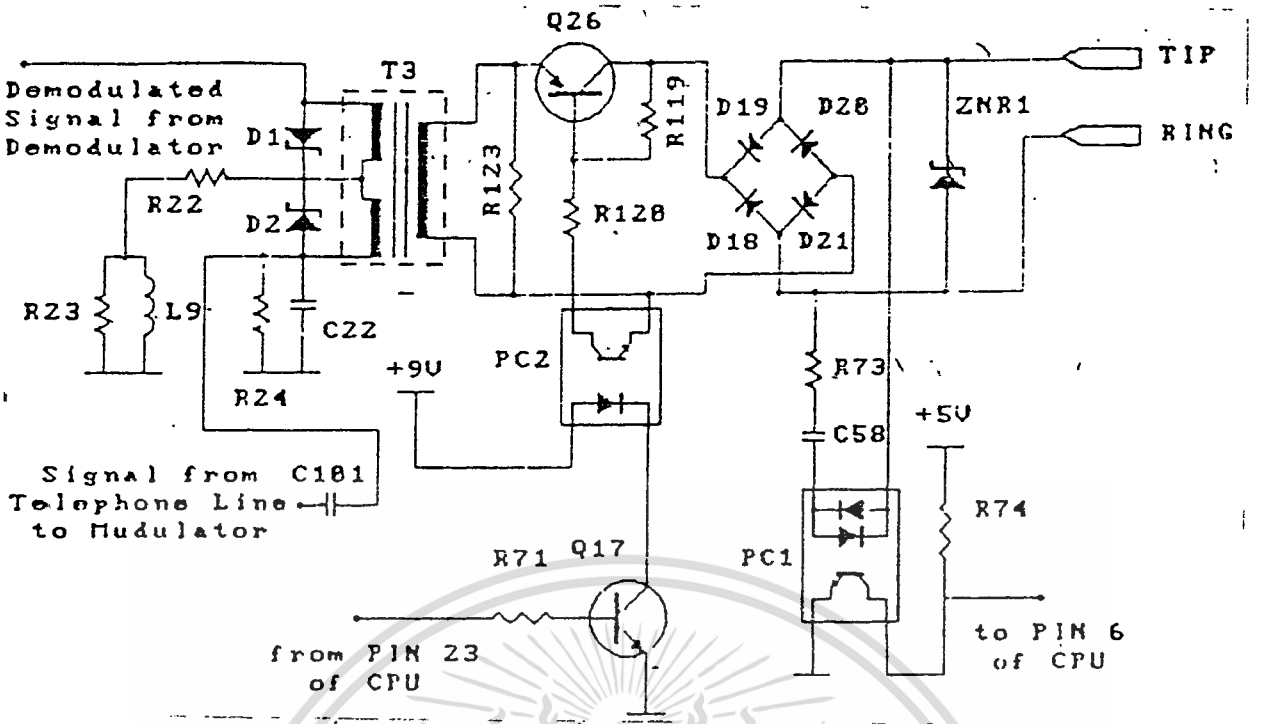
รูปที่ 3.1 แสดงBlock Diagram ของส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งนี้ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

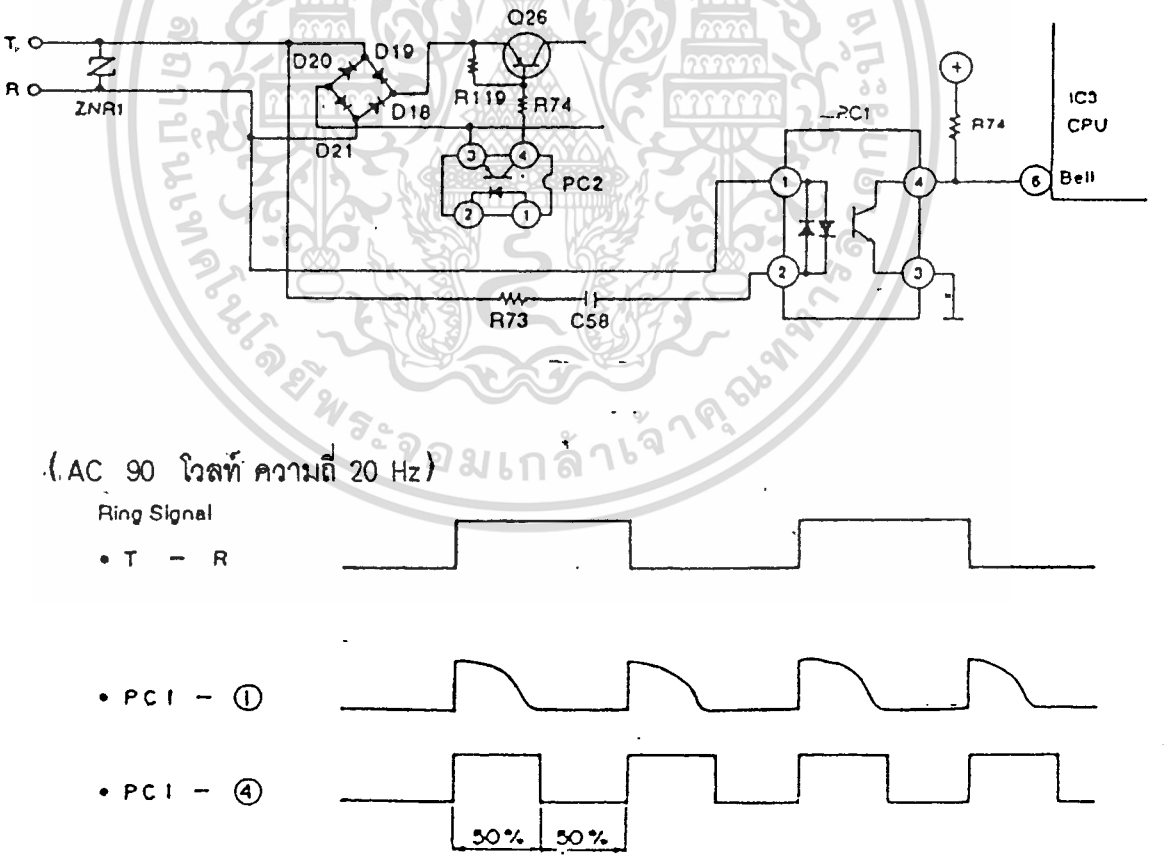


รูปที่ 3.2 แสดงวงจรทั้งหมดของส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุระหว่าง PABX กับเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงวงจรการเชื่อมต่อกับคู่สายภายในของ PABX



รูปที่ 3.4 แสดงสัญญาณเกี่ยวกับการตรวจจับสัญญาณเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานในโหมดโทรศัพท์ (Telephone Mode Operation)

จาก Block Diagram รูปที่ 3.1 เมื่อมีสัญญาณเรียก (Ringing Signal) เข้ามาจากคู่สายภายของ PABX

1) วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก (Ringing Detection Circuit) โดยใช้ Photocoupler PC1 เมื่อเริ่มต้นทำงานวงจรดังกล่าวจะตรวจจับสัญญาณเรียกแล้ว ให้เอาท์พุทดังรูป 3.4 ซึ่งเป็นอินพุทของขา 6 ของ Base CPU

2) เพื่อที่จะส่งสัญญาณติดต่อไปยังแฮนด์เซ็ทว่าได้มีสัญญาณเรียกเข้ามาขา 2 ของ BaseCPU จะนำเข้าสู่โหมดการส่ง (Transmit Mode) (ลอจิก "High") และสัญญาณ Ringing Data จะถูกส่งออกทางขา 3 ของ Base CPU เพื่อนำไปมอดูเลทในรูปแบบ FSK (Frequency Shift Keying)ส่งไปยังแฮนด์เซ็ทต่อไป

3) เมื่อแฮนด์เซ็ทได้รับสัญญาณ Ringing Data และได้ตอบรับโดยการกด Talk ซึ่งสัญญาณข้อมูลการกด Talk จะถูกมอดูเลทแล้วส่งไปยังชุมสายตัวฐาน เมื่อชุมสายตัวฐานได้รับสัญญาณและดีมอดูเลทออกมาเข้าขา 5 ของ CPU ซึ่งข้อมูลที่ได้จะถูกนำไปเปรียบเทียบรหัสว่าเป็นเครื่องลูกข่ายของตนหรือไม่ เมื่อรหัสถูกต้องก็จะส่งสัญญาณควบคุมจากขา 23 ไป "ON" Q17 ซึ่งเป็นผลให้ Q26 และ PC2 ทำงานเข้าสู่ Talk Mode

การตัดต่อวงจรจากแฮนด์เซ็ทยูนิท
(Circuit-Making From The Portable Unit)

จาก Block Diagram รูป 3.1

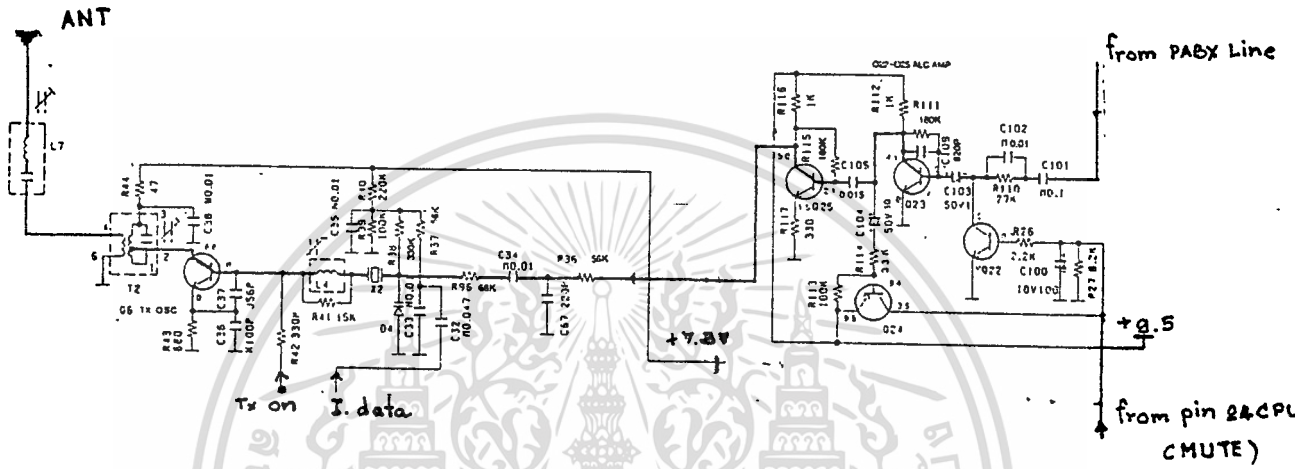
1) เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม Talk-On/Off ข้อมูลจะถูกส่งมายัง Base Unit โดยข้อมูลจะถูกดีมอดูเลทออกมาผ่านวงจรจัดรูปสัญญาณ (Waveform Shaping Circuit) แล้วส่งเข้าขา 5 ของ CPU

2) เมื่อรหัสถูกต้อง ขา 2 ของ Base CPU จะเปลี่ยนเป็น "High" เพื่อ Enable ให้ภาคส่งหรือภาคมอดูเลททำงาน ทำให้การส่งเริ่มต้นขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคมอดูเลทสัญญาณส่งไปให้เครื่องโทรศัพท์ไร้สาย (Base FM Modulater)

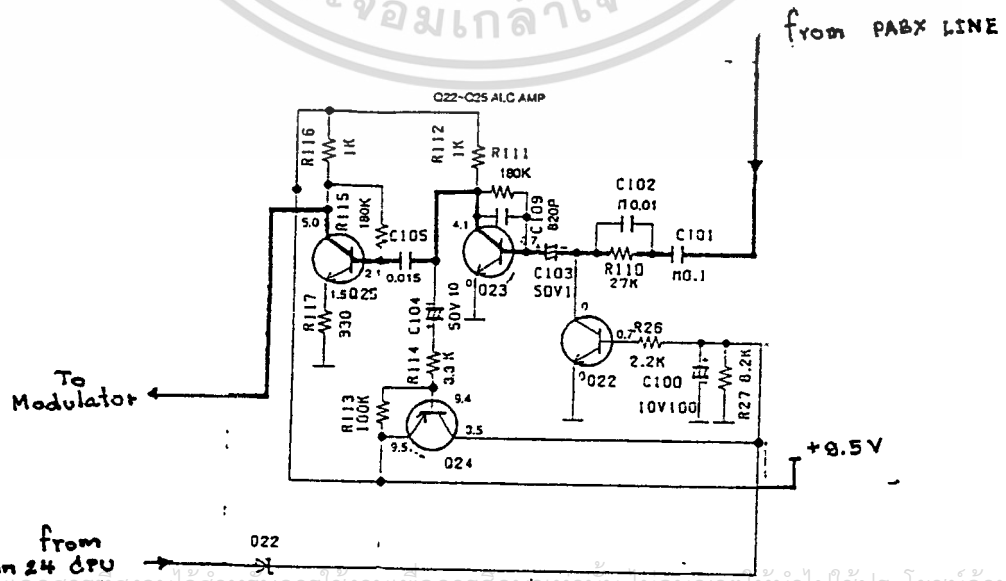
ภาคนี้ทำหน้าที่มอดูเลทสัญญาณย่านความถี่เสียงจากคู่สายภายใน รวมถึงสัญญาณข้อมูลจาก CPU โดยใช้ระบบการมอดูเลทแบบ FM (สำหรับTone Signal) และ FSK (สำหรับ Data Signal) โดยใช้ค่าความถี่เบี่ยงเบน (Frequency Deviation) ไม่เกิน 5 kHz Carrier ในย่านความถี่ 46 MHz เพื่อส่งให้เครื่องโทรศัพท์ไร้สายในการติดต่อและสนทนา ซึ่งส่วนนี้มีวงจรดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรภาคมอดูเลทสัญญาณเพื่อส่งไปให้เครื่องโทรศัพท์ไร้สาย

วงจรสำคัญของภาคนี้ได้แก่

-วงจรขยายสัญญาณก่อนเข้ามอดูเลท ซึ่งมีรายละเอียดของวงจรดังรูปที่ 3.6

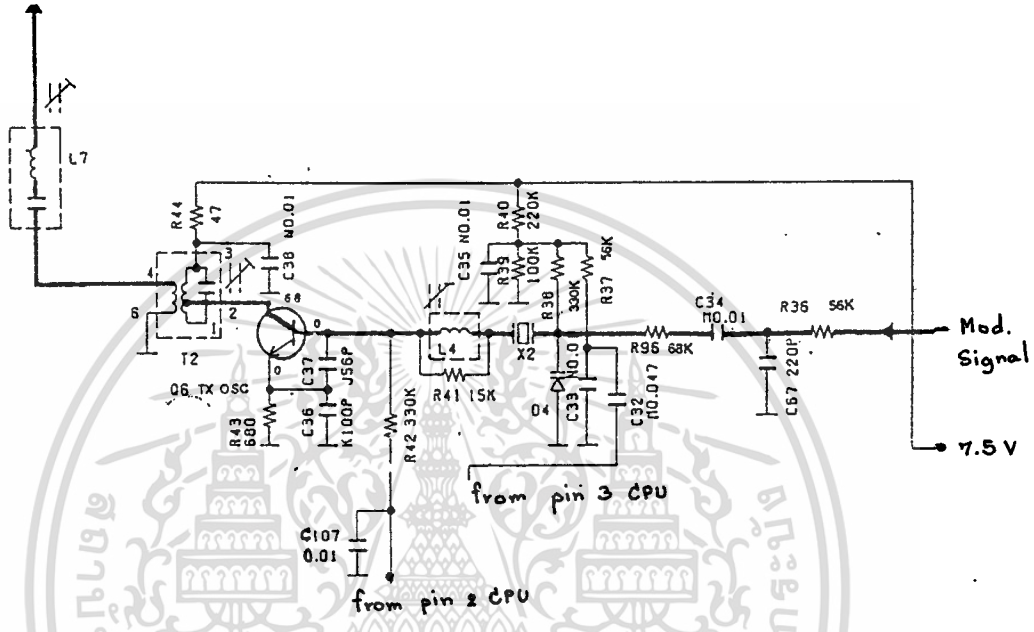


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 แสดงวงจรขยายสัญญาณก่อนเข้ามอดูเลท

วงจรส่วนนี้มีหน้าที่ขยายสัญญาณต่างๆที่ส่งมาจาก PABX Line เพื่อส่งเข้าวงจรมอดูเลเตอร์ต่อไป โดยวงจรส่วนนี้จะประกอบด้วย ทรานซิสเตอร์ ซึ่งใช้เป็นวงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม ที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณ 2 ตัวต่อ Cascade กัน โดยใช้ทรานซิสเตอร์อีก 2 ตัวทำหน้าที่เป็นวงจร Muting ซึ่งควบคุมการขยายสัญญาณโดย Base CPU ผ่านทางขา 24 (MUTE)

-วงจรมอดูเลเตอร์ ซึ่งมีรายละเอียดวงจรดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรมอดูเลเตอร์แบบใช้วาแรกเตอร์ไดโอด

วงจรมอดูเลเตอร์ที่ใช้นี้เป็นวงจรที่ประกอบด้วยวาแรกเตอร์ไดโอด D4 ในวงจรเพียซออสซิลเลเตอร์ (Pierce oscillator) แร่บังคับความถี่ (X2) สำหรับ R38 และ R40 เป็นวงจรไบแอสให้แก่วาแรกเตอร์ แรงดันเสียงก็จะบวกและลบกับสัญญาณไฟไบแอสทำให้ประจุเปลี่ยนแปลง และความถี่ของออสซิลเลเตอร์ก็เปลี่ยนแปลงด้วย เมื่อสัญญาณเสียงแกว่ง (swing) หรือเปลี่ยนค่าไปทางบวก แรงดันไบแอสแบบกลับทางที่คร่อมวาแรกเตอร์ก็จะเพิ่มขึ้น ความจุจะลดลง ทำให้ความถี่ออสซิลเลเตอร์สูงขึ้น เมื่อสัญญาณเสียงแกว่งไปทางลบไฟไบแอสกลับทางคร่อม วาแรกเตอร์ก็จะลดลง ความจุของวาแรกเตอร์จะมากขึ้นทำให้ความถี่ของออสซิลเลเตอร์ลดลง ถ้าสัญญาณเสียงเป็นโทน (เสียง) 1000 เฮิรตซ์ ความถี่ของออสซิลเลเตอร์จะแกว่งไปมาระหว่างความถี่กลางด้วยอัตรา 1000 ครั้งต่อวินาที(อัตราเบี่ยงเบนนั่นเอง) อัตราการเบี่ยงเบนความถี่จะเท่ากับความถี่ของสัญญาณเสียง ถ้าแอมปลิจูดของสัญญาณเสียงเพิ่มขึ้น ช่วงเปลี่ยนแปลงความจุของวาแรกเตอร์จะกว้างมากขึ้น มอดูเลเตอร์ชนิดที่ใช้วาแรกเตอร์นี้ ได้รับความนิยมแพร่หลายมากเพราะสะดวกและมีเสถียรภาพดี

-วงจรขยาย RF (RF Power Amp) ซึ่งกำหนดให้เป็นวงจรขยาย Class C โดยที่ เอาท์พุทของวงจรขยายจะผ่านวงจร Tripler หรือวงจรทวีคูณความถี่ 3 เท่า ซึ่งเป็นวงจรจูน T2 โดยจูนไว้ที่ฮาร์โมนิคที่ 3 ของความถี่ออสซิลเลเตอร์ เพื่อส่งออกอากาศในย่านความถี่ 46 MHz และความถี่ของคริสตอลที่ใช้ในแต่ละช่องสัญญาณเป็นดังตารางที่ 3.1

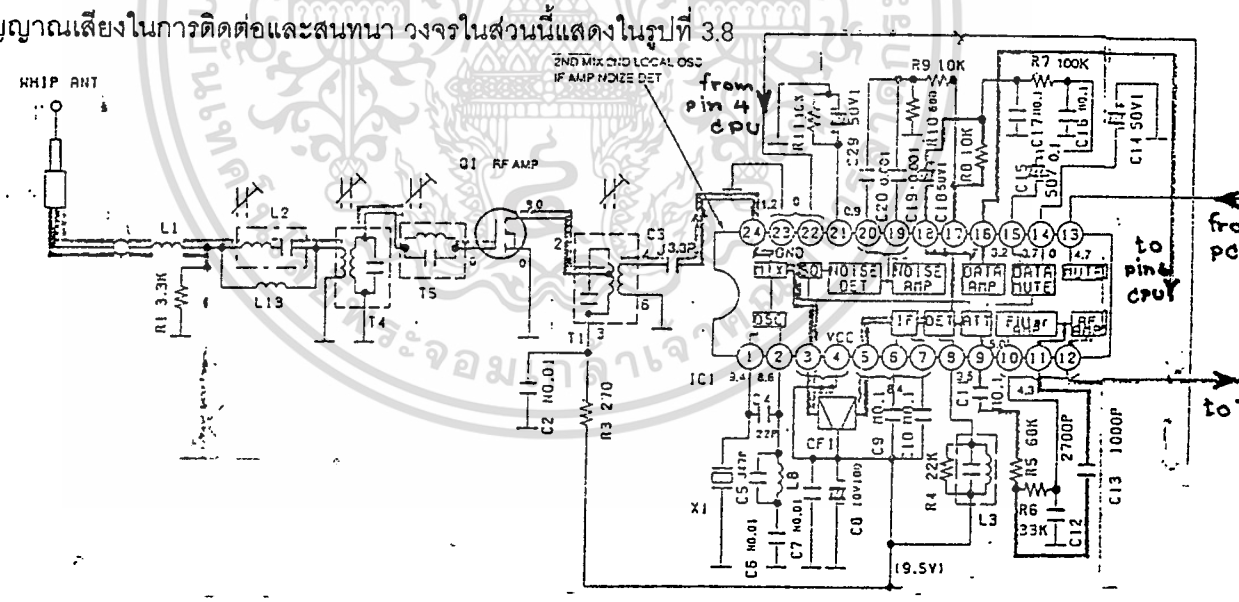
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงความถี่ของคริสตอลที่ใช้กับช่องสัญญาณตามมาตรฐานของ WPABX ในวงจรมอดูเลเตอร์ของชุมสายตัวฐาน

เลขช่องสัญญาณ	ความถี่ที่ส่ง (MHz)	ความถี่ของคริสตอลที่ใช้ (MHz)
1	46.690	15.5367
2	46.630	15.543
3	46.670	15.5567
4	46.710	15.57
5	46.730	15.5767
6	46.770	15.59
7	46.830	15.61
8	46.870	15.623
9	46.930	15.643
10	46.970	15.6567

ส่วนดีมอดูเลทสัญญาณที่ได้รับจากเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย (Base FM Demodulater)

ส่วนนี้ทำหน้าที่ดีมอดูเลทสัญญาณที่ส่งมาจากโทรศัพท์ไร้สายที่ความถี่ 49 MHz ให้อยู่ในย่านสัญญาณเสียงในการติดต่อและสนทนา วงจรในส่วนนี้แสดงในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงวงจรส่วนดีมอดูเลทสัญญาณที่ได้รับจากเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย

ขา 1-2 เป็นขาที่ใช้ป้อนสัญญาณโลคอลออสซิลเลเตอร์ โดยใช้คริสตอล (X1) เป็นตัวออสซิลเลทสัญญาณ

ขา 3 เป็นขาเอาท์พุทของวงจร Mixer ซึ่งป้อนไปยังเซรามิกฟิลเตอร์ (CF1)

ขา 4 Vcc

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา 5 IF INPUT

ขา 6-7 เป็นขาที่ใช้ต่อกับตัวเก็บประจุ C9,C10 เพื่อใช้กับวงจรขยาย IF

ขา 9 เป็นขาที่แยกสัญญาณ.Tone (เสียง) เพื่อส่งผ่านไปยังวงจรกรองสัญญาณ

ขา 11 เป็นขาอินพุทของสัญญาณ Tone

ขา 12 เป็นขาเอาท์พุทของวงจร Audio Amplifier ซึ่งอยู่ภายใน IC

ขา 13-15 MUTE

ขา 16 เป็นขาเอาท์พุทของวงจร Data Amplifier

ขา 17 เป็นขาเอาท์พุทของ สัญญาณข้อมูลที่ Detect ได้

ขา 18 Data-Input

ขา 22 ขาเอาท์พุทของวงจรสเควลช์

ขา 23 GND และ ขา 24 RF INPUT

การทำงานสามารถอธิบายได้ดังนี้ ในภาคแรกของการรับสัญญาณจากสายอากาศคือส่วน วงจรกรองสัญญาณ และวงจรจูน และเพิ่มความไวในการรับสัญญาณโดยใช้ FET Q1 การดีมอดูเลทใช้ IC AN6161 โดย IC นี้ ทำการผสมสัญญาณจากความถี่ย่าน 49 MHz ให้เหลือความถี่ 455 kHz แล้วทำการดีเทคให้เป็นสัญญาณเสียงพร้อมทั้งขยายออกทางขา 12 ของ IC1 เพื่อส่งออกไปยัง PABX Line โดยผ่านภาคเชื่อมต่อกับคู่สายภายในของ PABX และสัญญาณข้อมูลออกทางขา 16 ของ IC1 โดยส่งไปที่ Base CPU (ขา 5) เพื่อบอกให้ CPU ทราบว่ามีการยกหรือวางหูโทรศัพท์ (กด Talk On/Off) การผสมสัญญาณ (MIX) เพื่อแปลงความถี่จากความถี่ย่าน 49 MHz ให้เหลือความถี่ 455 kHz นั้นจะใช้ Local Oscillator ซึ่งใช้คริสตอลที่มีความถี่ต่างๆ ในแต่ละช่องสัญญาณ ดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงความถี่ของคริสตอลที่ใช้กับช่องสัญญาณตามมาตรฐานของ WPABX ในการดีมอดูเลทของชุมสายตัวฐาน

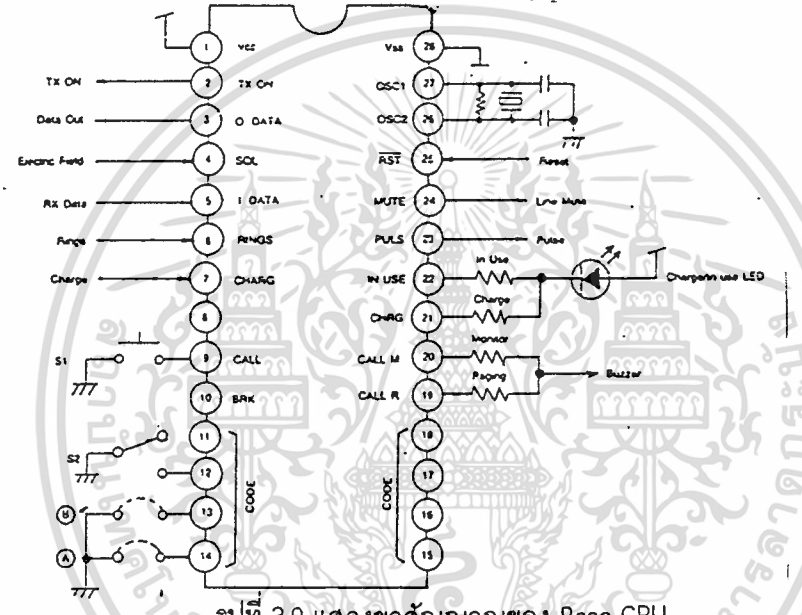
เลขช่องสัญญาณ	ความถี่ที่รับ (MHz)	ความถี่ของคริสตอลที่ใช้ (MHz)
1	49.670	49.215
2	49.845	49.390
3	49.860	49.405
4	49.770	49.315
5	49.875	49.420
6	49.830	49.375
7	49.890	49.435
8	49.930	49.475
9	49.990	49.535
10	49.970	49.515

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผ่านการผสมสัญญาณจนเหลือสัญญาณความถี่ 455 kHz แล้ว สัญญาณจะถูกนำไปผ่านเซรามิคฟิลเตอร์ 455 kHz(Ceramic Filter 455 kHz) สัญญาณที่ได้จะถูกนำไปดีเทคให้ได้สัญญาณเสียง แล้วผ่านวงจรขยายสัญญาณย่านความถี่เสียง (Audio Frequency- Amplifier) ที่มีอยู่ในไอซี สัญญาณเสียงที่ได้เป็นสัญญาณที่ไปป้อนให้แก่คู่สายภายใน ไอซีดังกล่าวยังทำหน้าที่เกี่ยวกับการดีเทคข้อมูล (Data Detection) ซึ่งเป็นข้อมูลในการเชื่อมต่อระหว่าง ชุมสายตัวฐานกับเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย

ส่วนประมวลผลของ PABX ตัวฐาน (Base CPU)

ส่วนนี้ควบคุมการทำงานทั้งหมดของส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุระหว่าง PABX กับเครื่องโทรศัพท์ไร้สายโดยมีขาสัญญาณของ CPU เบอร์ MN 1551 KDC เป็นดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงขาสัญญาณของ Base CPU

รายละเอียดของการทำงานของ CPU เรียงตามขาสัญญาณเป็นดังนี้

ขา 1 Vcc เป็นไฟเลี้ยงของ IC

ขา 2 TXON เป็นขาควบคุมจาก IC CPU นี้เพื่อควบคุมการทำงานของวงจรมอดูเลท ให้ทำงานได้หรือไม่ ถ้าขานี้มีลอจิก Low วงจรมอดูเลทจะไม่ทำงานได้

ขา 3 O.DATA ย่อมาจาก Output Data ที่ส่งมาจากเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย โดย ลอจิก High แทน Data "1" ลอจิก Low แทน Data "0"

ขา 4 SQL ย่อมาจาก Squelch เป็นขาอินพุทรับสถานะการตรวจพบสัญญาณความถี่ carrier ได้รับสถานะมาจาก IC Demodulater

ขา 5 I.DATA ย่อมาจาก Control Data Input เป็นขาอินพุทรับ Data ที่ส่งมาจากเครื่องโทรศัพท์ไร้สายเพื่อให้ CPU ประมวล ผล ถ้ามีลอจิก High แสดงว่าเป็น Data "1" และถ้าเป็นลอจิก Low แสดงว่าเป็น Data "0"

ขา 6 RING ย่อมาจาก Ringing Signal Input เป็นขาอินพุทรับสัญญาณจากวงจรตรวจจับสัญญาณเรียกดังที่ปรากฏในส่วนเชื่อมต่อกับสายภายใน PABX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา 7 CHARGE ย่อมาจาก Charge Condition Input ขานี้ไม่ได้ใช้งาน

ขา 8 ไม่ได้ใช้งาน

ขา 9 CALL ไม่ได้ใช้งาน

ขา 11-18 เป็นขาอินพุทเป็นส่วนที่ใช้กำหนด code ในการรับส่งข้อมูลโต้ตอบกันระหว่างเครื่องชุมสายตัวฐาน กับเครื่องโทรศัพท์ไร้สายเพื่อป้องกันเครื่องโทรศัพท์อื่นที่มี code ไม่ตรงกันมาใช้เครื่องชุมสาย

ขา 19-22 ไม่ได้ใช้งาน

ขา 23 PULSE ย่อมาจาก Pulse Out ขานี้ทำหน้าที่ควบคุมการเชื่อมต่อคู่สายภายในของ PABX กับวงจรมอดูเลทกับวงจรดีมอดูเลท โดยควบคุม Q26 และยังมีหน้าที่สร้างสัญญาณ Pulse ในกรณีที่ใช้การ Dial แบบ Pulse

ขา 24 MUTE ย่อมาจาก Line Mute ขานี้ทำหน้าที่มอดูเลทส่งออกไปให้เครื่องโทรศัพท์ไร้สายเป็นแบบเงียบ

ขา 25 RST ขานี้เกี่ยวข้องการหน่วงเวลาของการทำงานของ CPU หลังจากมีการ ป้อนไฟให้แก่ระบบซึ่งขานี้มีส่วนเกี่ยวกับขา 1 Vdd และมีการทำงานดังรูปที่ 3.9

ขา 26-27 เป็น OSC1 และ OSC2 ย่อมาจาก Clock Out และ Clock In ขานี้ต่อกับคริสตอล 3.992 MHz ที่เป็นฐานเวลาในการทำงานของ CPU

จากรูปที่ 3.10 วงจรทำงานดังนี้

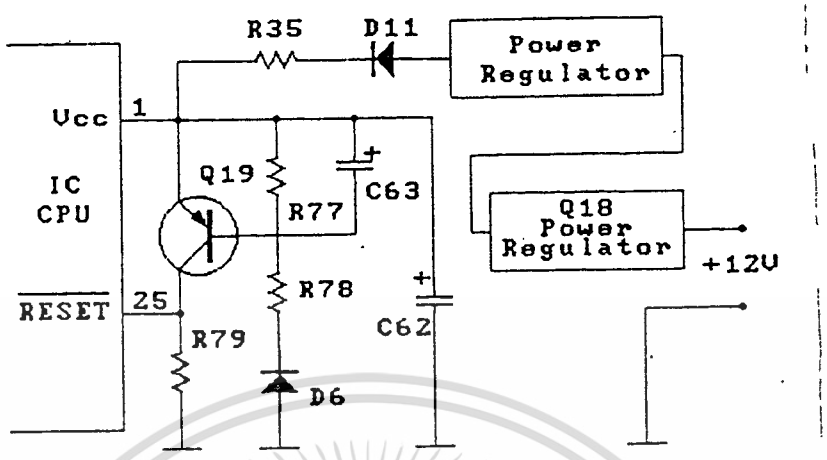
1) เมื่อมีการถอดไฟเลี้ยง 12 โวลท์ ออกจากระบบ สัญญาณไฟที่จุด A เป็นดังรูป

2) Vdd ของ CPU (ขา 1)จะถูกคงไว้ขณะหนึ่งโดยการเก็บประจุของ C62 ในระดับสัญญาณ B ดังรูป

3) เมื่อ Vdd ถึง 4 โวลท์ จะมี Pulse Low Pulse ซึ่งกำเนิดจาก Q19 ป้อนให้กับขา RST ของ CPU และ CPU จะถูกรีเซ็ท

ขา 28 GND เป็น Signal Ground

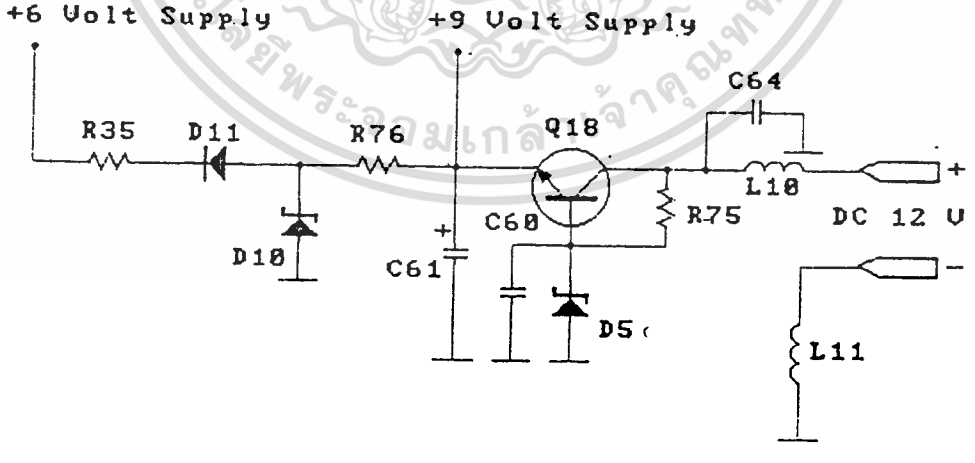
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แสดงวงจรความสัมพันธ์ระหว่างขา 1 Vdd กับ RST ของ CPU

ส่วนจ่ายไฟเลี้ยงของตัวฐาน (Base Power Supply)

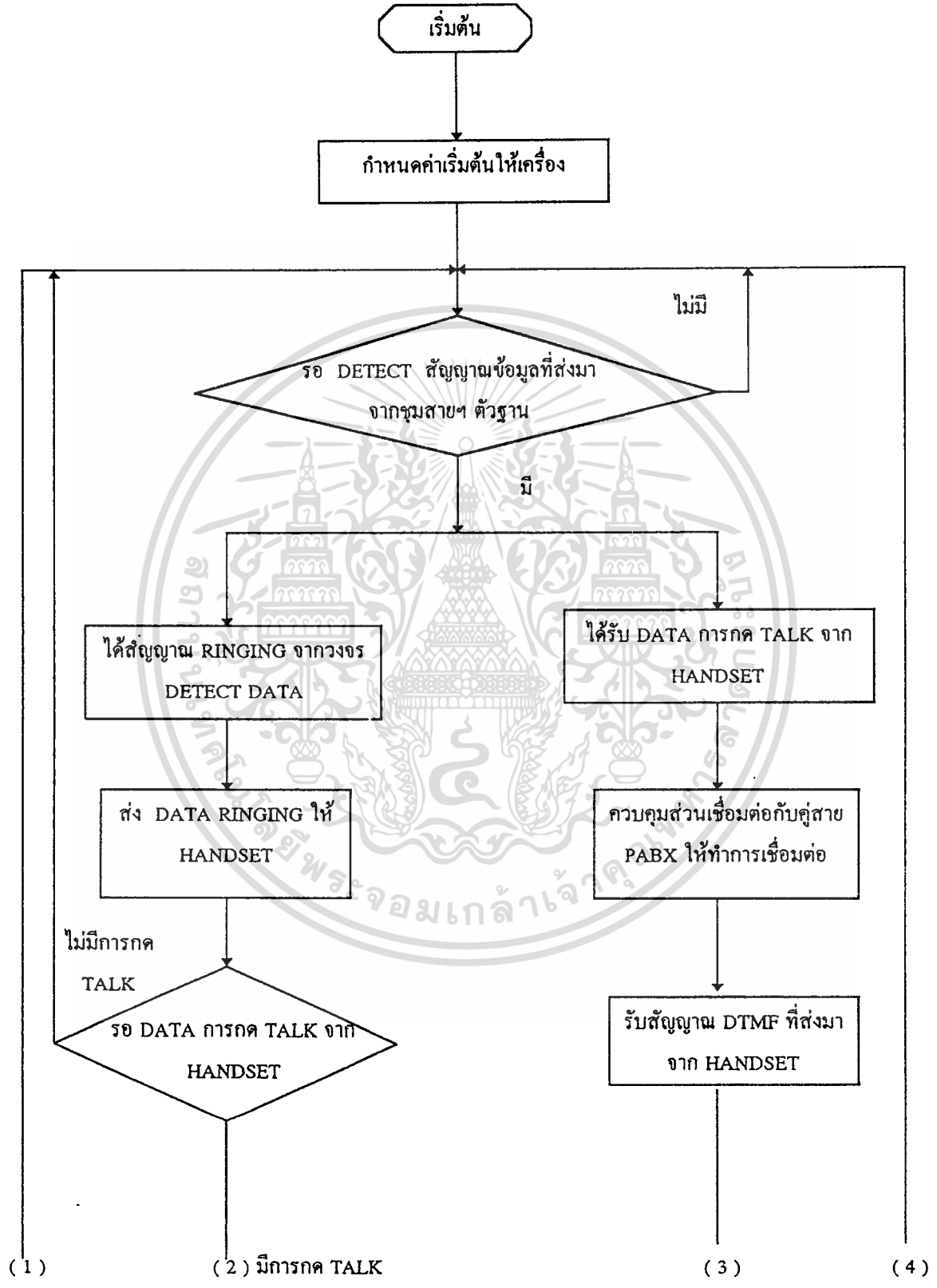
ส่วนนี้ทำหน้าที่สร้างไฟเลี้ยงที่ใช้ในวงจร โดยแปลงจากไฟกระแสตรง 12 โวลท์ที่ได้มาจาก PABX ให้เป็นไฟเลี้ยง 9 โวลท์ และ 5 โวลท์ เพื่อจ่ายให้ส่วนต่างๆ โดยมีวงจรดังรูปที่ 3.11



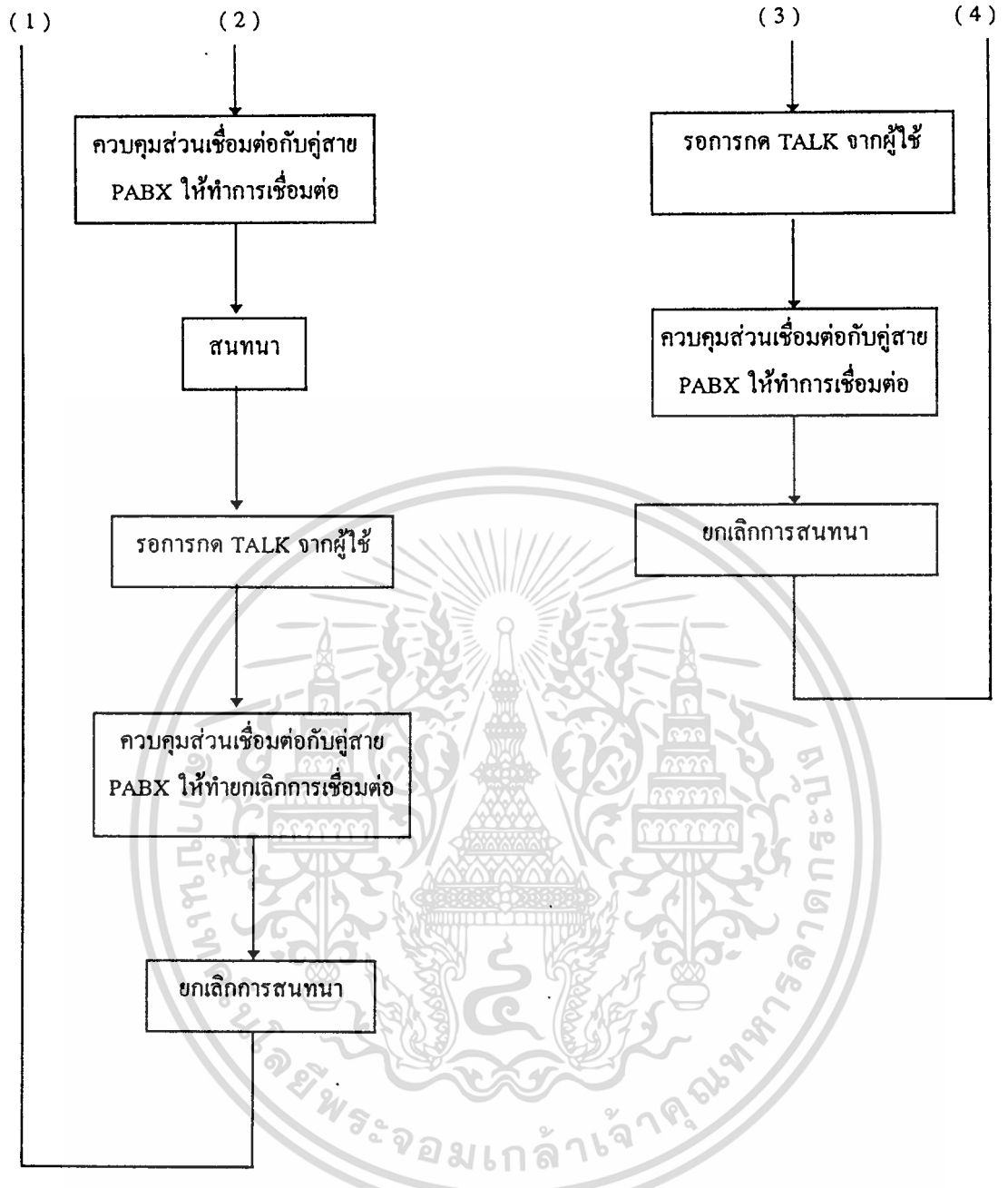
รูปที่ 3.11 แสดงวงจรจ่ายไฟเลี้ยงของตัวฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟลชาร์ทโครงสร้างทางซอฟท์แวร์ของส่วนต่อทางคลื่นวิทยุระหว่าง PABX กับเครื่องโทรศัพท์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แสดงโฟลชาร์ทการทำงานส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุระหว่าง PABX กับ เครื่องโทรศัพท์ไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โครงสร้างส่วนโทรศัพท์ไร้สาย

โครงสร้างส่วนนี้ประกอบด้วย ส่วนมอดูเลทสัญญาณไปให้ชุมสายตัวฐาน (Handset FM Modulator) ส่วนดีมอดูเลทสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายตัวฐาน (Handset FM Demodulator) ส่วนประมวลผลของเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย (Handset CPU) และส่วนจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่เครื่องโทรศัพท์ไร้สาย (Handset Power Supply) โดยมีการเชื่อมต่อดังรูปที่ 3.13 และมีวงจร ทั้งหมดเป็นดังรูปที่ 3.14

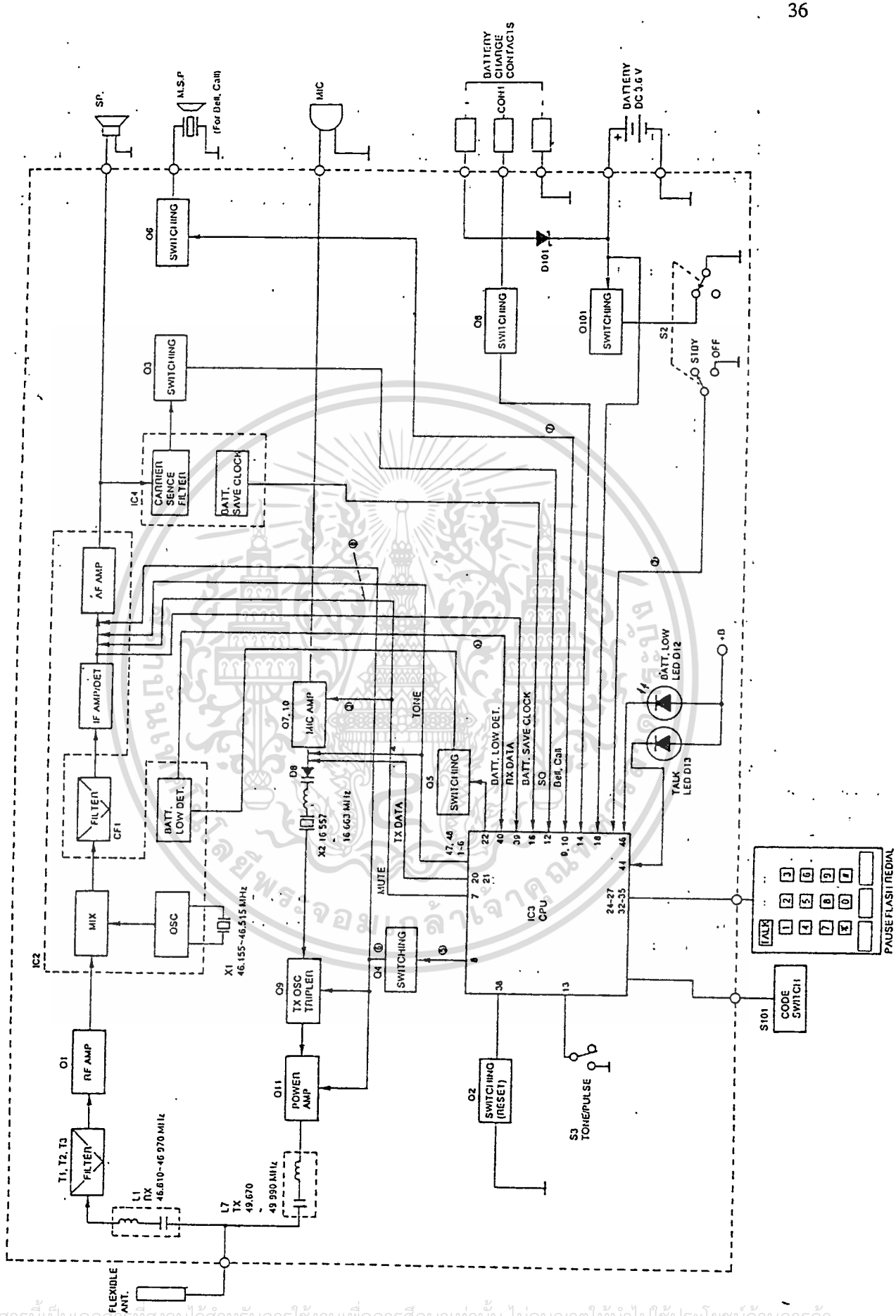
ส่วนมอดูเลทสัญญาณส่งไปให้ชุมสายตัวฐาน.(Handset FM Modulator)

ส่วนนี้ทำหน้าที่ผสมสัญญาณจากสัญญาณย่านความถี่เสียง รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับการเชื่อมต่อระหว่างชุมสายตัวฐานกับเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย ให้อยู่ในย่านความถี่ 49 MHz เพื่อส่งออกอากาศ ซึ่งประกอบด้วย Q7 และ Q10 ที่ทำหน้าที่เป็นวงจรขยายสัญญาณจากไมโครโฟน (Microphone Amplifier), Q9 ทำหน้าที่เป็นออสซิลเลเตอร์ (Oscillator) ที่ถูกควบคุมความถี่โดยคริสตอล ซึ่งใช้ความถี่ของคริสตอลตามช่องสัญญาณดังตารางที่ 3.3 แล้วใช้วงจรจูนในการคูณความถี่ขึ้นเป็น 3 เท่า และใช้ Varactor Diode D8 เป็นตัวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางความถี่ ตามสัญญาณที่นำเข้ามามอดูเลท และใช้ Q11 เป็นตัวขยายกำลังที่มีความถี่สูง (Power Amplifier) วงจรในส่วนนี้แสดงในรูปที่ 3.15

ส่วนดีมอดูเลทสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายตัวฐาน (Handset FM Demodulator)

ส่วนนี้ทำหน้าที่ดีมอดูเลทสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายตัวฐานที่มีความถี่ 46 MHz ให้อยู่ในย่านสัญญาณเสียง ในการติดต่อสนทนา รวมถึงข้อมูลเกี่ยวกับการเชื่อมต่อกันระหว่างชุมสายตัวฐานกับเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย โดยในส่วนแรกเป็นวงจรกรองความถี่และวงจรจูน พร้อมด้วยวงจรขยายสัญญาณด้วย FET Q1 เพื่อเพิ่มความไวในการรับ การดีมอดูเลทใช้ IC AN6160 โดย IC นี่จะทำการผสมสัญญาณจากความถี่ย่าน 46 MHz ให้เหลือสัญญาณความถี่ 455 kHz โดยใช้คริสตอล X1 ที่มีความถี่ตามช่องสัญญาณดังตารางที่ 3.4 จากนั้นจะนำสัญญาณที่ได้ผ่านเซรามิคฟิลเตอร์ แล้วจึงนำไปเข้าไอซี เพื่อดีเทคจนได้สัญญาณเสียงออกมา พร้อมกับการขยายสัญญาณโดยวงจรสัญญาณเสียงที่มีอยู่ในไอซีนั้นด้วยวงจรส่วนนี้เป็นดังรูปที่ 3.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

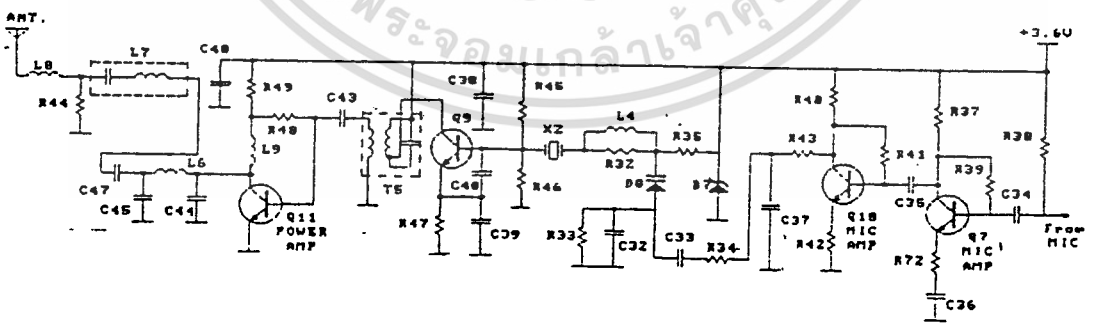


รูปที่ 3.13 แสดงการเชื่อมต่อของส่วนเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 แสดงความถี่ของคริสตอลที่ใช้กับช่องสัญญาณตามมาตราฐานของ WPABX ในการมอดูเลทของเครื่องโทรศัพท์

เลขช่องสัญญาณ	ความถี่ที่ส่ง (MHz)	ความถี่ของคริสตอลที่ใช้ (MHz)
1	49.670	16.556
2	49.845	16.615
3	49.860	16.62
4	49.770	16.59
5	49.875	16.625
6	49.830	16.61
7	49.890	16.63
8	49.930	16.643
9	49.990	16.663
10	49.970	16.656

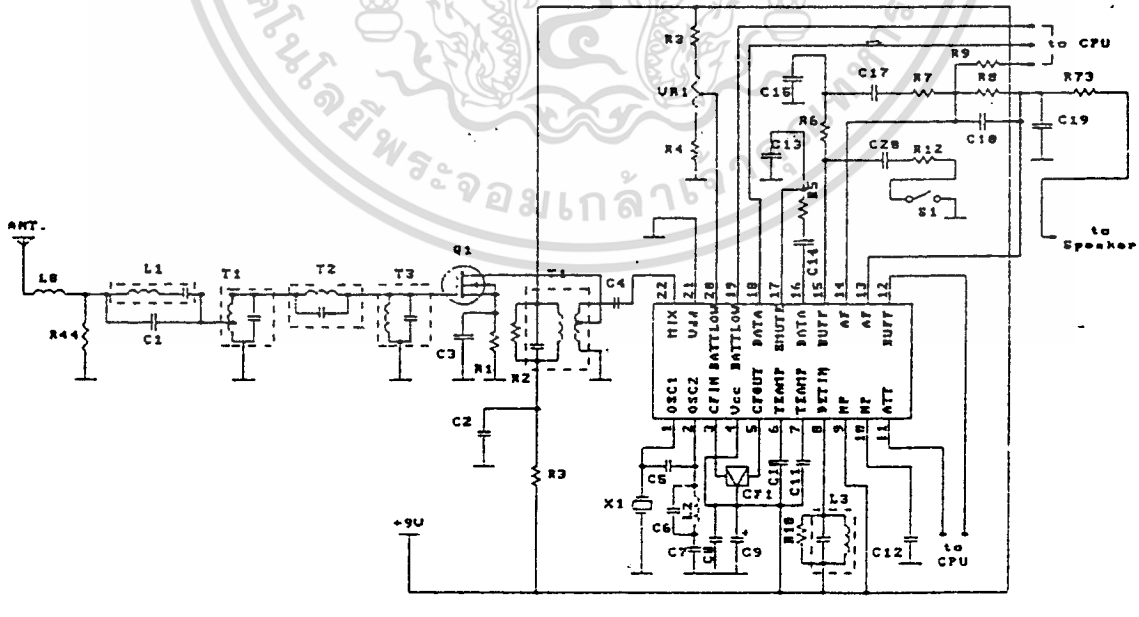


รูปที่ 3.15 แสดงวงจรมอดูเลทของเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 แสดงความถี่ของคริสตอลที่ใช้กับช่องสัญญาณตามมาตราฐานของ WPABX ในการดีมอดูเลทของเครื่องโทรศัพท์

เลขช่องสัญญาณ	ความถี่ที่ส่ง (MHz)	ความถี่ของคริสตอลที่ใช้ (MHz)
1	46.690	46.235
2	46.630	46.175
3	46.670	46.215
4	46.710	46.255
5	46.730	46.275
6	46.770	46.315
7	46.830	46.375
8	46.870	46.415
9	46.930	46.475
10	46.970	46.515

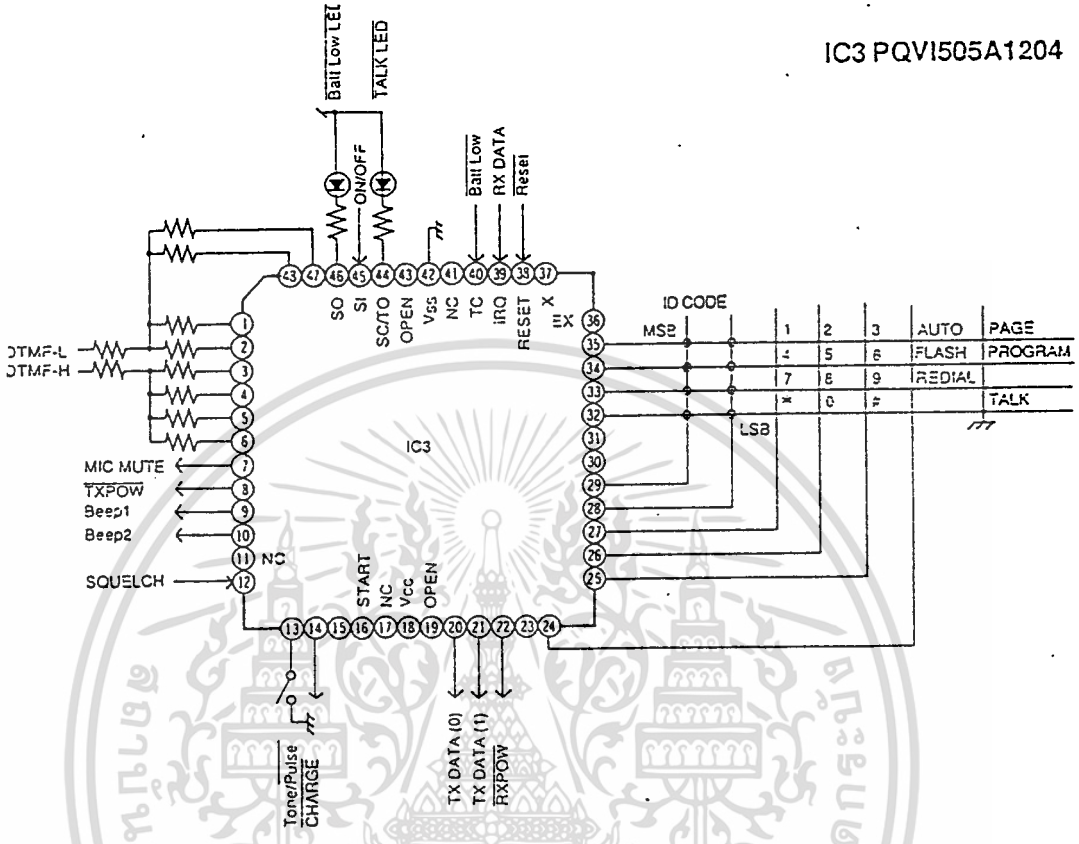


รูปที่ 3.16 แสดงวงจรส่วนดีมอดูเลทสัญญาณที่ส่งมาจากชุมสายตัวฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประมวลผลของเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย (Handset CPU)

ส่วนนี้ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของเครื่องโทรศัพท์ไร้สายโดยใช้ IC PQV1505A 1204 โดยมีขาสัญญาณเป็นดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงรูปขาสัญญาณของ Handset CPU

คำอธิบายของแต่ละขาสัญญาณเป็นดังนี้

ขา 1-2 และ 47-48 DTMF-L Output ทำงานร่วมกับ ขา 3-6 DTMF-H Output ทำหน้าที่ปล่อยสัญญาณ DTMF ตามการกดปุ่มของผู้ใช้เครื่องโทรศัพท์

ขา 7 MIC MUTE เป็นขาควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรขยายสัญญาณเสียงที่มาจากไมโครโฟน (Microphone Amplifier) เมื่อมีลอจิกเป็น Low จะทำให้วงจรขยายไม่ทำงาน เป็นผลให้สัญญาณที่มอดูเลทส่งให้ชุมสายตัวฐานเป็นสัญญาณเงียบ และเมื่อมีลอจิกเป็น High จะทำให้วงจรขยายทำงานเป็นผลให้สามารถติดต่อสนทนากันได้

ขา 8 TX POW ย่อมาจาก Transmitter Power เป็นขาควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรมอดูเลท โดยเมื่อมีลอจิกเป็น High วงจรมอดูเลทจะไม่ทำงาน และถ้ามีลอจิกเป็น

ขา 9-10 BEEP 1-2 ย่อมาจาก Buzzer Output เป็นขาควบคุมการทำงาน Buzzer เมื่อขานี้มีลอจิกเป็นเ LOW แสดงว่า โทรศัพท์ไร้สายอยู่ในภาวะปกติ Buzzer จะไม่ทำงาน และเมื่อขานี้มีลอจิกเป็น HIGH แสดงว่ามีการเรียกตัวเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย Buzzer จะดัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา 12 SQUELCH เป็นขาอินพุท รับสถานะการตรวจจับสัญญาณคลื่นความถี่พาหะ ซึ่งการตรวจจับคลื่นความถี่พาหะเป็นหน้าที่ของ IC ดีมอดูเลเตอร์ ถ้าขานี้มีลอจิกเป็น Low แสดงว่าตรวจจับหาสัญญาณคลื่นพาหะไม่ได้ และ ถ้าขาสัญญาณนี้มีลอจิกเป็น High แสดงว่าตรวจจับพบว่ามีคลื่นพาหะ ขานี้มีผลทำให้ Handset CPU เริ่มทำงานเกี่ยวติดต่อกับชุมสายตัวฐาน

ขา 13 TONE/PULSE เป็นขาอินพุท ซึ่งควบคุมจากผู้ใช้โดยตรง โดย ถ้าผู้ใช้เลื่อนสวิทช์ไปที่ TONE การส่งสัญญาณหมายเลขโทรสัพท์ในการเรียกออกของโทรศัพท์จะเป็นแบบ DTMF Tone Dialing และถ้าผู้ใช้เลื่อนสวิทช์ไปที่ PULSE การส่งหมายเลขโทรศัพท์ที่กล่าวมาจะเป็นแบบ PULSE Dialing

ขา 14 Charge Input เป็นขาที่รับสถานะการ Charge ของแบตเตอรี่ ถ้าเครื่องอยู่ในสภาวะ Charge ขานี้จะมีลอจิกเป็น Low และถ้าเครื่องไม่อยู่ในสภาวะ Charge ขานี้จะมีลอจิกเป็น High

ขา 18 Vcc เป็นขาไฟเลี้ยงของ IC

ขา 20-21 TX DATA ย่อมาจาก Transmit Data เป็นขาที่ทำหน้าที่ปล่อยข้อมูลที่เกี่ยวกับการเชื่อมต่อระหว่างชุมสายตัวฐานโทรศัพท์

ขา 24-27 และ ขา 32-35 เป็นขาที่ทำหน้าที่รับการกดปุ่มต่างๆจากผู้ใช้

ขา 36-37 เป็นขาที่ต่อกับคริสตอลความถี่ 3.992 MHz ซึ่งเป็นฐานเวลาในการทำงานของ CPU

ขา 38 RESET ในภาวะปกติที่ CPU ทำงาน ขานี้จะมีลอจิกเป็น High ขานี้ทำหน้าที่หน่วงเวลาของการจ่ายไฟเลี้ยงให้ CPU ในการเปิดเครื่องโทรศัพท์ และ หน่วงเวลาการหยุดจ่ายไฟเลี้ยงให้ CPU ในการปิดเครื่องโทรศัพท์

ขา 39 RX DATA ย่อมาจาก Receive Data เป็นขาที่รับข้อมูลที่ดีมอดูเลทมาได้ในการติดต่อระหว่างเครื่องชุมสายตัวฐานกับเครื่องโทรศัพท์

ขา 40 BATT.LOW ย่อมาจาก Battery Low Input เป็นขาอินพุทที่รับสถานะว่าขณะนั้นกำลังไฟของแบตเตอรี่ยังใช้การได้หรือไม่ ถ้าขานี้มีลอจิกเป็น Low แปลว่า กำลังไฟของแบตเตอรี่ยังสามารถใช้งานได้เป็นปกติ

ขา 42 Vss เป็นขา Ground ของ IC

ขา 44 TALK LED เป็นขาควบคุมหลอดไฟที่ใช้แสดงให้ผู้ใช้ทราบว่ามีการกด TALK ซึ่งโทรศัพท์จะมีสถานะเป็นการยกแฮนด์เซ็ท

ขา 45 On/Off Switch เป็นขาแสดงสถานะว่าผู้ใช้กดสวิทช์ให้เป็น On หรือ Off โดยถ้าผู้ใช้กด On ขานี้มีสถานะเป็น High และถ้าผู้ใช้กด Off ขานี้มีสถานะเป็น Low

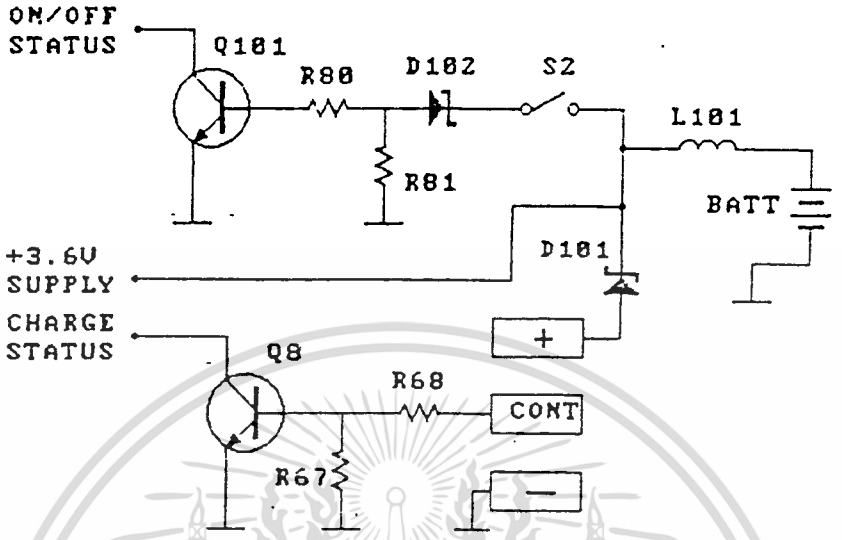
ขา 46 Battery Low LED เป็นขาควบคุม LED ที่แสดงว่ากำลังไฟของแบตเตอรี่อ่อน โดยถ้าขานี้มีลอจิกเป็น Low LED จะติด

ขา 11 , 15-17 , 19 , 23 , 28-31 , 41 ไม่ใช้งาน.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่เครื่องโทรศัพท์ไร้สาย (Handset Power Supply)

ส่วนนี้ใช้แบตเตอรี่ขนาด 3.6 โวลท์พร้อมกับส่วนชาร์จไฟให้แก่แบตเตอรี่ซึ่งมีวงจรดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 แสดงวงจรส่วนจ่ายไฟเลี้ยงให้แก่เครื่องโทรศัพท์

<u>การทำงานทั้งระบบของเครื่องโทรศัพท์ไร้สายสามารถอธิบายได้ดังนี้</u>

การทำงานใน STANDBY MODE

1-1) หน้าที่ในสภาวะ Stanby (Operation In The Stanby Position)

หน้าที่ของเครื่องรับ(Receiver Operation)

a) สัญญาณจะถูกรับโดยเสาอากาศแบบยืดหยุ่นได้ และจะถูกผ่านไปยัง band pass filter ที่ 46 MHz (T1,T2,T3) และจะถูกรับโดยเสาอากาศแบบยืดหยุ่นได้ และจะถูกขยายโดย RF AMP (Q1) จากนั้นจะถูกผสมโดย IC2 เพื่อไปกำเนิดสัญญาณ IF Signal ขนาด 455 kHz สัญญาณ IF นี้จะถูกผ่านไปยังอุปกรณ์ทั้ง 6 ตัว ที่เป็นแบบขั้นบันได Ceramic filter (CFI) ซึ่งจะถูกขยายโดย IC2 และถูก detect โดย L3 จากนั้นก็จะถูกขยายโดย DATA AMP

b) ส่วนประกอบข้อมูลของสัญญาณนี้จะส่งไปยังขาที่ 39 ของ CPU (IC3) ซึ่งเป็นที่พิจารณาว่าใช่หรือไม่ใช่ code ที่ถูกต้องเหมือนกัน

c) เมื่อข้อมูลถูกต้อง สัญญาณจะถูกส่งจาก Ceramic Speaker via Q5 และที่ขาที่ 10 ของ IC3 ทำให้เสียง Call Signal และ Ring Signal แตกต่างกัน

d) ในกรณีนี้ AF output จะถูกทำให้เงียบโดย IC2 ดังนั้น จะไม่มีสัญญาณที่จะได้ยินจาก Speaker

(พิจารณาจาก block diagram ในรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานใน TALK MODE

2-1) หน้าที่ของเครื่องรับ

a) ระหว่างที่อยู่ใน Talk Mode CPU (IC3 ขาที่ 8) จะอยู่ในสถานะ low และ Q4 จะทำงาน ดังนั้น สถานะของตัวส่งจะเข้าไปยังสถานะทำงาน

b) วงจรออสซิลเลเตอร์ (Q9) จะออสซิลเลทที่ความถี่ในย่าน 16 MHz และจะผลิตสัญญาณ Carrier ขนาด 49 MHz กำลังของการขยายจะถูกทำให้สำเร็จโดย Power AMP Q11 จากนั้นก็จะส่งไปเลี้ยงยังเสาอากาศแบบยืดหยุ่น

c) ระหว่างอยู่ใน Talk Mode ขั้นแรกรหัสข้อมูลจะส่งผลออกมาโดย CPU (IC3 ขา 20) จากนั้นก็จะถูก modulate และถูกส่งออกไป การพูดสามารถทำได้เพียงขณะที่ส่วน Handset และส่วน Base มีรหัสที่ตรงกัน

d) ระหว่างที่ pulse ของสัญญาณ Dialing ถูกส่งออกโดย CPU (IC3 ขา 20) สัญญาณจะถูก modulate โดยส่วน modulate จากนั้นก็จะถูกส่งออกไป

e) ระหว่างการส่ง pulse ไฟสีแดง (Talk) จะติดในจังหวะที่เลขหมายถูกกด และถูกส่งไปยัง CPU (IC3 ขา 44)

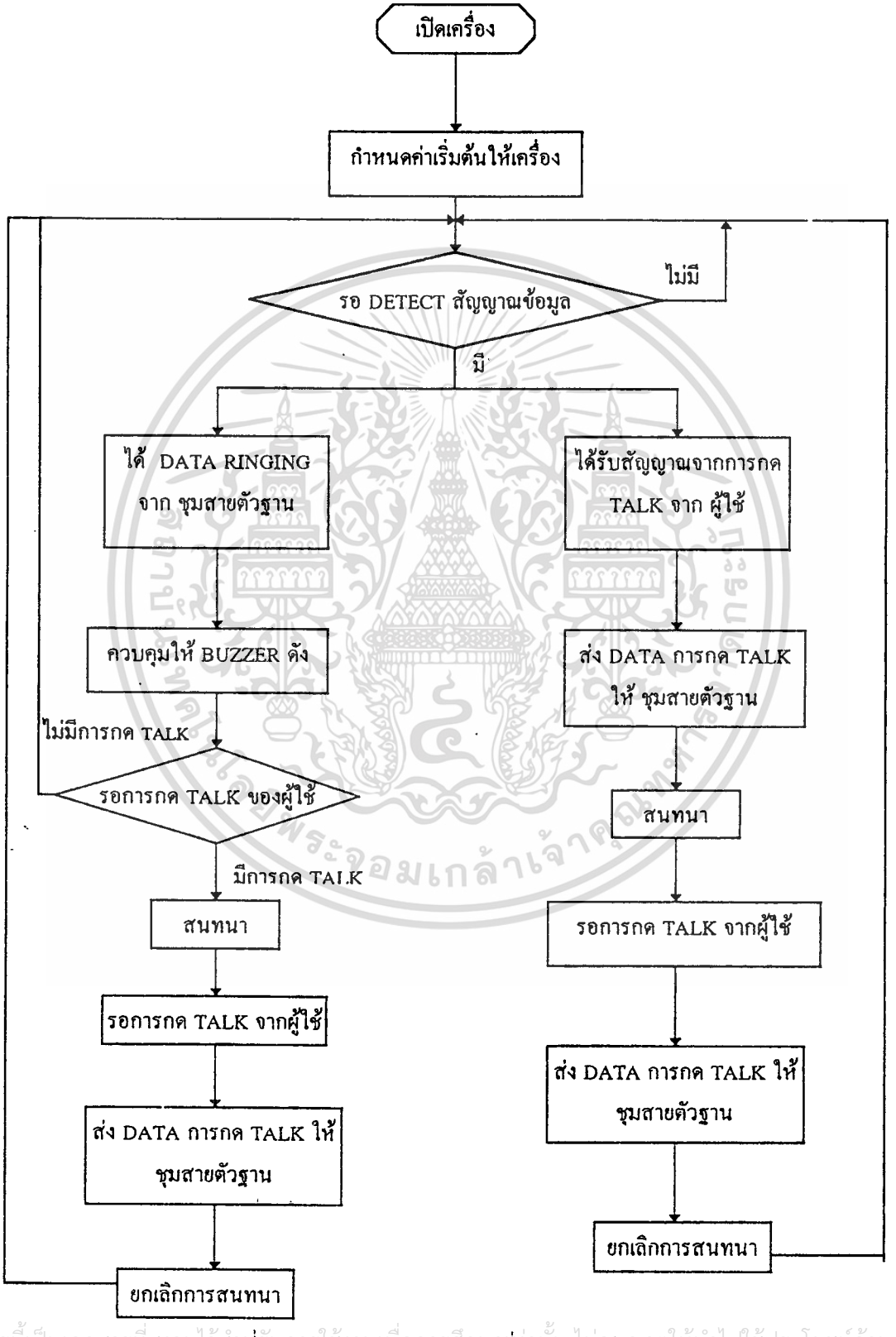
f) ขณะที่ สัญญาณ Dialing ขนาด 4 บิท 2 ขบวนจะถูกส่งออกมาจาก CPU (IC3 ขา 1-6,47,48) จากนั้นจะถูกแปลงโดย A/D ซึ่งสังเคราะห์จากวงจร D/A Converter และจะกลายเป็นสัญญาณ DTMF จะถูกต่อจากหน่วย FM Modulation

(พิจารณาจาก block diagram ในรูปที่ 3.13)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของซอฟท์แวร์ของเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย

โฟลชาร์ทโครงสร้างของซอฟท์แวร์ของเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย



รูปที่ 3.19 แสดงโฟลชาร์ทส่วนเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

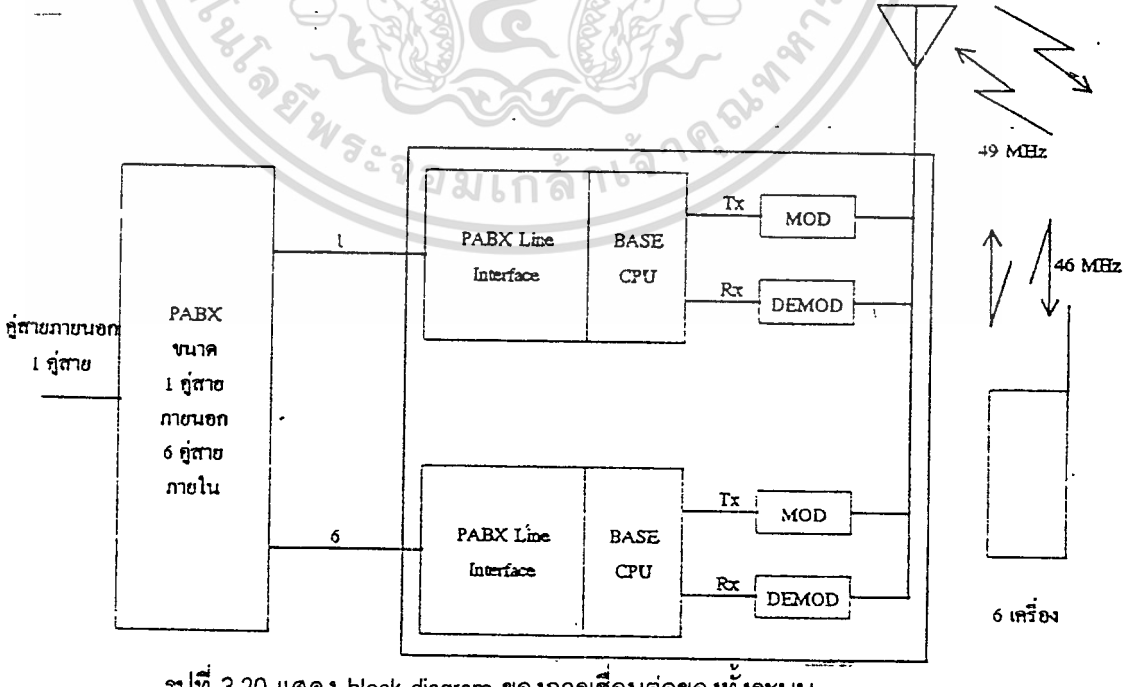
3.3 การเชื่อมต่อของระบบ WPABX (Wireless PABX)

การเชื่อมต่อของระบบ WPABX โดยนำส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุระหว่าง PABX Line กับ เครื่องไร้สาย (Base Unit) ที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 นำมาติดตั้งกับเครื่อง PABX ที่ใช้จะเป็นขนาด 1*6 (1 คู่สายภายนอก 6 คู่สายภายใน)ดังนั้นจึงต้องใช้ส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุสจำนวน 6 ชุด โดยแต่ละชุดจะใช้ความถี่ในการรับ-ส่ง ระหว่าง Base Unit กับ Handset Unit ที่แตกต่างกันเพื่อมิให้มีการรบกวนกันแต่ก็ยังอยู่ในย่าน 46/49 MHz โดยตารางที่ 3.5 แสดงความถี่ที่ใช้รับ-ส่ง กันระหว่าง Base Unit กับ Handset Unit ในแต่ละช่องสัญญาณ

ตารางที่ 3.5 แสดงความถี่ที่ใช้รับ-ส่ง กันระหว่าง Base Unit กับ Handset Unit ในแต่ละช่องสัญญาณ

เลขช่องสัญญาณ (Channel)	ความถี่ในการส่ง (MHz)	
	ที่ชุมสายตัวฐาน	ที่เครื่องโทรศัพท์ไร้สาย
2A	46.630	49.845
4A	46.710	49.770
5A	46.730	49.875
6A	46.770	49.830
8A	46.870	49.930
10A	46.970	49.970

ส่วน block diagram ของการเชื่อมต่อของทั้งระบบสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 แสดง block diagram ของการเชื่อมต่อของทั้งระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

ส่วนเชื่อมต่อทางคลื่นวิทยุ (Base Unit) ทั้ง 6 ชุดควรจะสร้างให้อยู่บนบอร์ดเดียวกันเพื่อความสะดวกในการติดตั้ง และ การรับ-ส่ง ทางคลื่นวิทยุ ของทั้ง 6 ชุดจะทำการรับ-ส่งโดยผ่านสายอากาศเพียงชุดเดียว ดังนั้นจึงทำให้อาจมีปัญหากับการรบกวนกันระหว่างช่องสัญญาณในกรณีที่มีการใช้โทรศัพท์ลูกข่ายมากกว่า 2 เครื่องขึ้นไป นอกจากนี้อาจมีปัญหากับความแรงของสัญญาณที่สามารถรับได้เนื่องจากการไม่แมชชิ่ง (Matching) กันของอิมพีแดนซ์ของสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

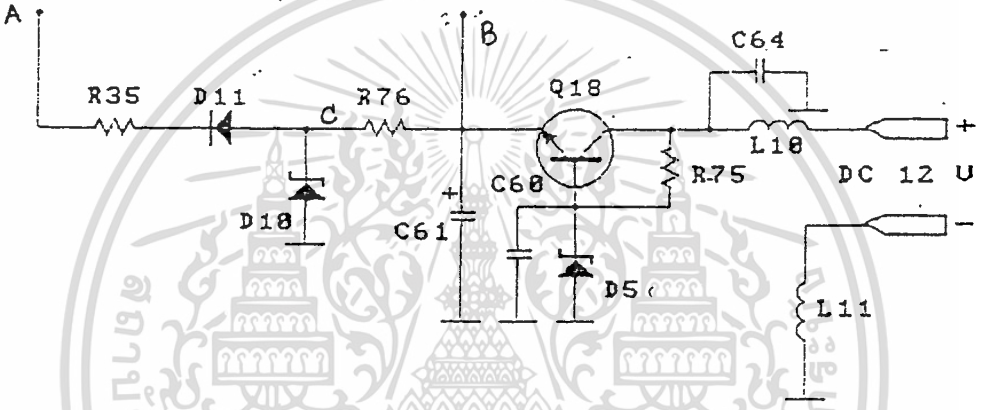
การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองที่ 4.1 ภาคจ่ายไฟเลี้ยง

จุดประสงค์ เพื่อต้องการออกแบบวงจรที่ใช้จ่ายไฟเลี้ยงไปยังวงจรต่างๆ ได้แก่ วงจรภาคเชื่อมต่อกับคู่สายภายในของ PABX โดยใช้ป้อนวงจร Electronic switch ที่ PC2 (ขนาด 9.5 โวลต์) ,วงจรตรวจจับสัญญาณใช้ป้อน PC1 (5 โวลต์) ,วงจรภาคมอดูเลตโดยใช้ป้อนทั้งภาค RF Amp (7.5 โวลต์) ,วงจรภาคขยายสัญญาณก่อนเข้ามอดูเลท (9.5 โวลต์) และภาคประมวลผลโดยใช้ป้อนไฟเลี้ยง IC CPU (5 โวลต์)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงวงจรภาคจ่ายไฟเลี้ยง

2. วัด Voltage ตามจุดต่างๆ เพื่อให้ได้ค่าตามต้องการ โดยที่จุดต่างๆ ควรมีค่าดังนี้

จุด A- 5 โวลต์

จุด B- 9.5 โวลต์

จุด C- 7.5 โวลต์

ผลการทดลอง

จุด A- วัดได้ 4.7 Volt

จุด B- วัดได้ 9.6 Volt

จุด C- วัดได้ 7.2 Volt

สรุปผลการทดลอง

ทั้ง 3 จุดที่วัดได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการ ซึ่งเป็นค่าที่พอใช้ได้

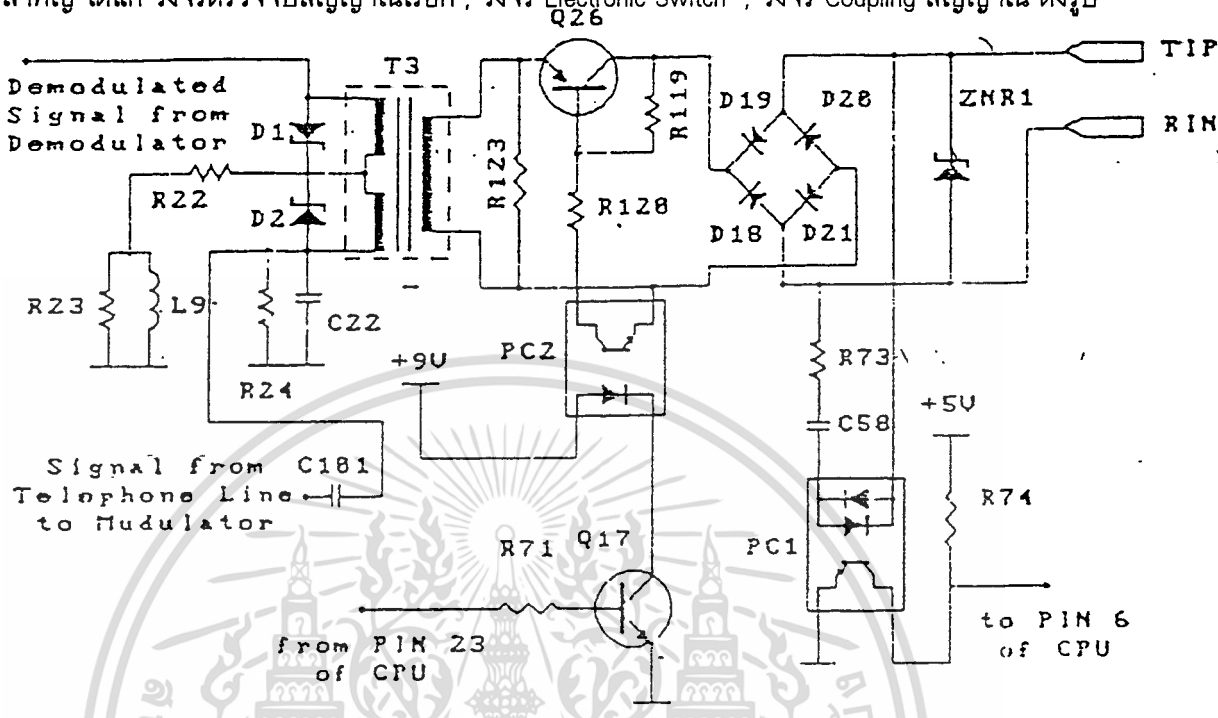
ข้อเสนอแนะ

ถ้าค่าที่ได้ผิดจากค่าที่ต้องการมาก ควรตรวจสอบทรานซิสเตอร์ Q18 และ Q19 ว่าเสียหรือไม่ หรืออาจปรับเปลี่ยนค่า R35 (สำหรับ 5 โวลต์) , ค่า R76 (สำหรับ 7.5 โวลต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองที่ 4.2 ภาค Interface กับคู่สายภายในของ PABX

จุดประสงค์ เพื่อทดลองการทำงานของส่วน Interface กับคู่สายภายในของ PABX ซึ่งมีส่วนประกอบด้วยวงจรสำคัญ ได้แก่ วงจรตรวจจับสัญญาณเรียก , วงจร Electronic Switch , วงจร Coupling สัญญาณ ดังรูป



รูปที่ 4.2 แสดงวงจรภาค Interface กับคู่สายภายในของ PABX

ตอนที่ 1 ทดลองวงจรยก-วางหูโทรศัพท์ทางอิเลคทรอนิค (Electronic Switch)

จุดประสงค์ เพื่อทดลองการทำงานของวงจรยก-วางหูโทรศัพท์ทางอิเลคทรอนิค (Electronic Switch)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ป้อนไฟ DC +5 โวลต์ที่ R71 เพื่อให้ ทรานซิสเตอร์ Q17 อยู่ในสภาวะ "On"
2. ใช้ออสซิลโลสโคป วัดโวลต์เตจ V_{CE} ของ Q26 แล้วบันทึกผล
3. หยุดป้อนไฟ DC +5 โวลต์ที่ ขา R71 แล้วทำตามขั้นตอนที่ 3 อีกครั้ง

ผลการทดลอง

ตอนป้อนไฟ DC +5 โวลต์ที่ R71 ค่าโวลต์เตจ V_{CE} ของ Q26 มีค่า 1.0 โวลต์

เมื่อหยุดป้อนไฟ DC +5 โวลต์ที่ ขา R71 ค่าโวลต์เตจ V_{CE} ของ Q26 มีค่า 0.420 โวลต์

สรุปผลการทดลอง

เมื่อป้อนไฟ DC 5 โวลต์ที่ขา R71 ทำให้ Q17 อยู่ในสถานะ ON ซึ่งส่งผลให้มีกระแสไหลใน PC2 ซึ่งมีหน้าที่ Coupling สัญญาณที่ทำให้ Q26 อยู่ในสถานะ On หรือ Hook On (ยกหู) คือ V_{CE} จะมีค่าโวลต์เตจต่ำ (สามารถนำกระแสได้) และเมื่อหยุดป้อนไฟ ทำให้ Q17 อยู่ในสถานะ Off ซึ่งส่งผลให้ไม่มีกระแสไหลใน PC2 ทำให้ Q26 อยู่ในสถานะ Off หรือ Hook Off (วางหู) นั่นเอง คือ V_{CE} จะมีค่าโวลต์เตจสูง (นำกระแสได้น้อยมาก) โดยในวงจรปกติส่วนที่ใช้ควบคุมการเปิด ปิดของ Q26 คือ Base CPU (IC3) ผ่านทางขา 23 (Pulse)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ทดลองวงจร Tranformer Coupling

จุดประสงค์ เพื่อทดลองการทำงานของวงจร Tranformer Coupling ว่าสามารถ Coupling สัญญาณจาก PABX Line ไปยังภาคมอดูเลทได้

ขั้นตอนการทดลอง

(จากรูปที่ 4.2)

1. ป้อนสายโทรศัพท์ (Dial Tone) เข้าที่ขา T-R (Tip-Ring)
2. ป้อนไฟ DC +5 โวลต์ เข้าที่ขา R71 เพื่อให้ Q26 อยู่ในสภาวะ ยกหู (Hook On)
3. ใช้ออสซิลโลสโคป วัดสัญญาณที่ขาอาโนด ของ ไดโอด D2 แล้วบันทึกผล
4. หยุดป้อนไฟ DC +5 โวลต์ ที่ R71 เพื่อให้ Q17 "Off"แล้วทำตามขั้นตอนที่ 3 อีกครั้ง

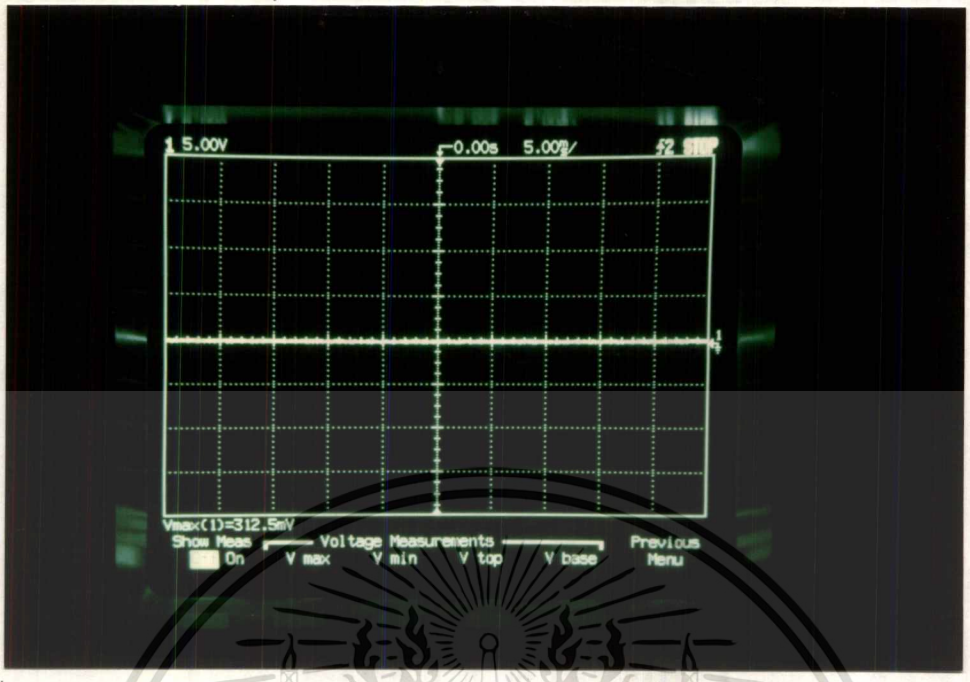
ผลการทดลอง

เมื่อป้อนไฟ DC +5 โวลต์ ที่ R71 สัญญาณที่ขาอาโนด ของ ไดโอด D2 วัดได้เป็นดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 แสดงสัญญาณ Dial Tone ที่ขาอาโนด ของ ไดโอด D2 เมื่อป้อนไฟ DC +5 โวลต์ ที่ R71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อหยุดป้อนไฟ DC +5 โวลต์ ที่ R71 สัญญาณที่ขาอาโนด ของ ไดโอด D2 วัดได้เป็นดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 แสดงสัญญาณ Dial Tone ที่ขาอาโนด ของ ไดโอด D2 เมื่อหยุดป้อนไฟ DC +5 โวลต์ ที่ R71

<u>สรุปผลการทดลอง</u> เมื่อป้อน DC 5 โวลต์เข้าที่ขา R71 จะมีผลทำให้ทรานซิสเตอร์ Q17 ทำงาน (ON) ซึ่งควบคุมการทำงานของ Switch Q26 ซึ่งเมื่อ Switch อยู่ในสภาวะ "ON" (Hook On) ทำให้สัญญาณ Dial Tone สามารถผ่านวงจร Tranformer Coupling ได้โดยสามารถวัดได้ที่ขาอาโนดของไดโอด D2 ดังผลการทดลองในรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

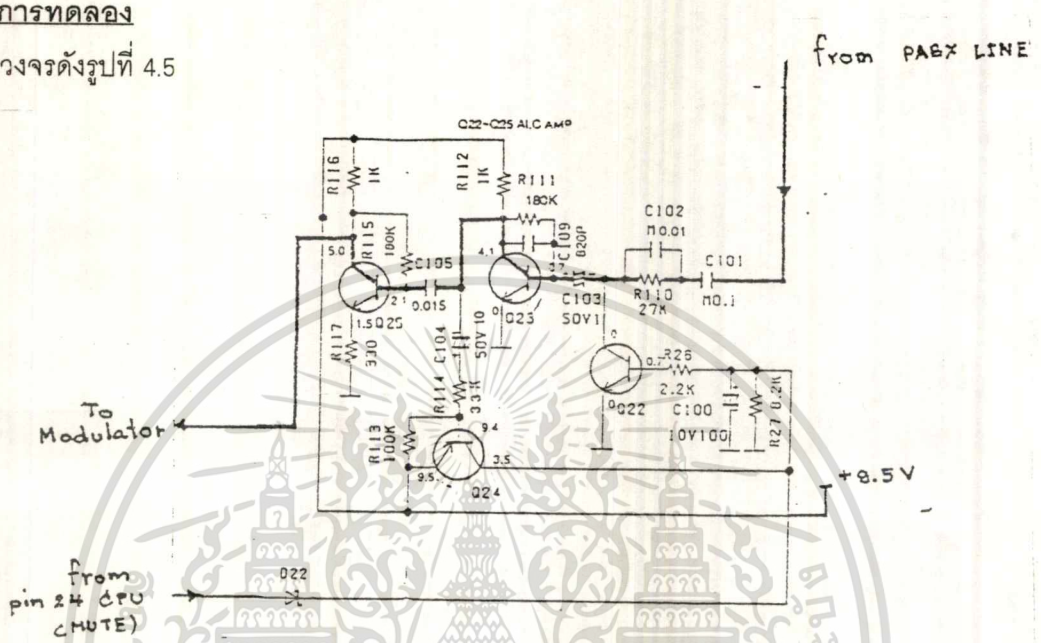
การทดลองที่ 4.3 ภาคมอดูเลทสัญญาณเพื่อส่งออกอากาศ

จุดประสงค์ เพื่อทดลองการทำงานของภาคมอดูเลทสัญญาณเพื่อส่งออกอากาศ ซึ่งวงจรสำคัญของภาคนี้ ได้แก่วงจรขยายสัญญาณก่อนเข้ามอดูเลท, วงจรมอดูเลเตอร์, วงจร RF AMP และวงจร Tripler

ตอนที่ 1 ทดลองวงจรขยายสัญญาณก่อนเข้ามอดูเลท ซึ่งมีวงจรดังรูป

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 4.5

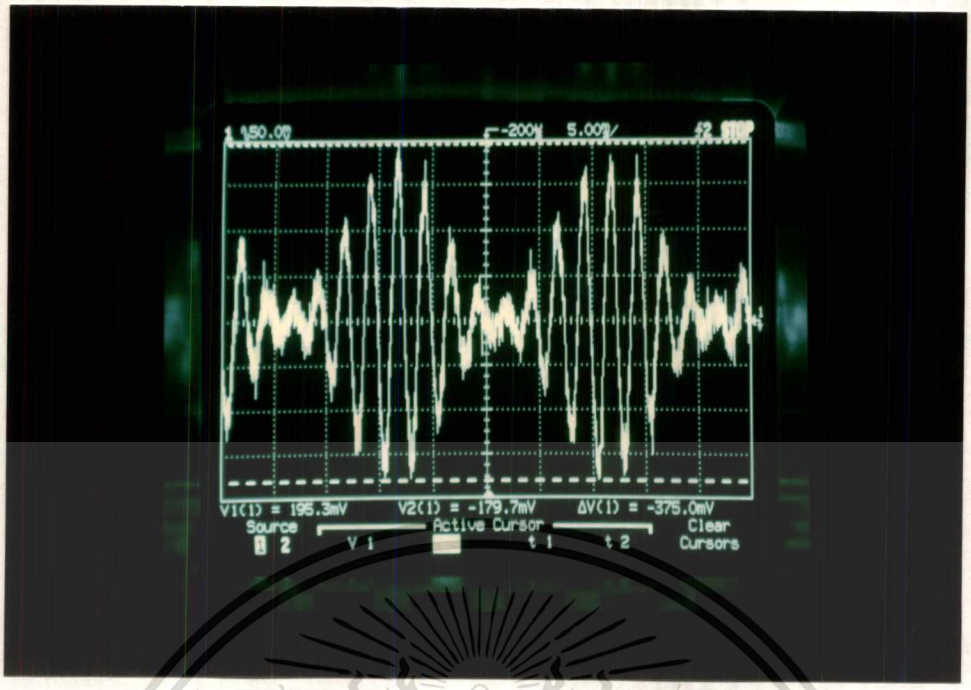


รูปที่ 4.5 แสดงวงจรขยายสัญญาณก่อนเข้ามอดูเลท

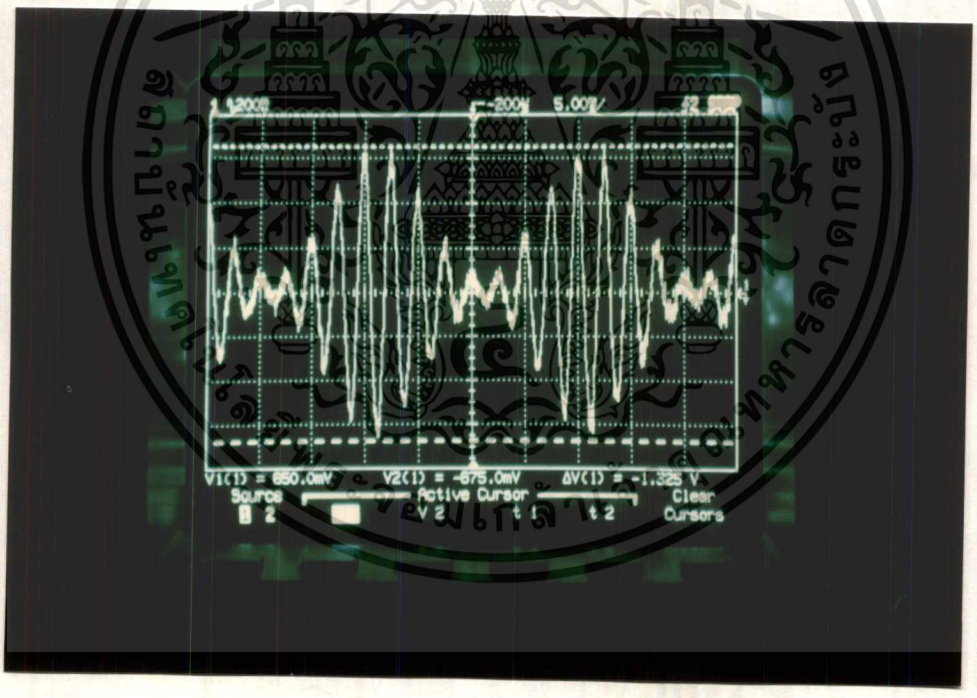
2. เชื่อมต่อวงจรในรูปที่ 4.5 กับวงจรภาค Interface กับคู่สายภายในของ PABX (รูปที่ 4.2)
3. ป้อนสายโทรศัพท์ (Dial Tone) เข้าที่ขา T-R (Tip-Ring)
4. ป้อนไฟ DC +5 โวลต์ เข้าที่ขา R71 เพื่อให้ Q26 อยู่ในสภาวะ ยกหู (Hook On)
5. ป้อน 'LOW' (GND) ให้กับขา Anode ของ ไดโอด D22
6. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดที่ขา Base ของ Q23 แล้วบันทึกผล
7. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดที่ขา Collector ของ Q23 แล้วบันทึกผล
7. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดที่ขา Collector ของ Q25 แล้วบันทึกผล
8. นำสัญญาณที่วัดได้ในขั้นตอนที่ 5,6 และ 7 มาเปรียบเทียบกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.6 แสดงสัญญาณ Dial Tone ที่วัดได้ที่ขา Base ของ Q23



รูปที่ 4.7 แสดงสัญญาณ Dial Tone ที่วัดได้ที่ขา Collector ของ Q23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.8 แสดงสัญญาณ Dial Tone ที่วัดได้ที่ขา Collector ของ Q25

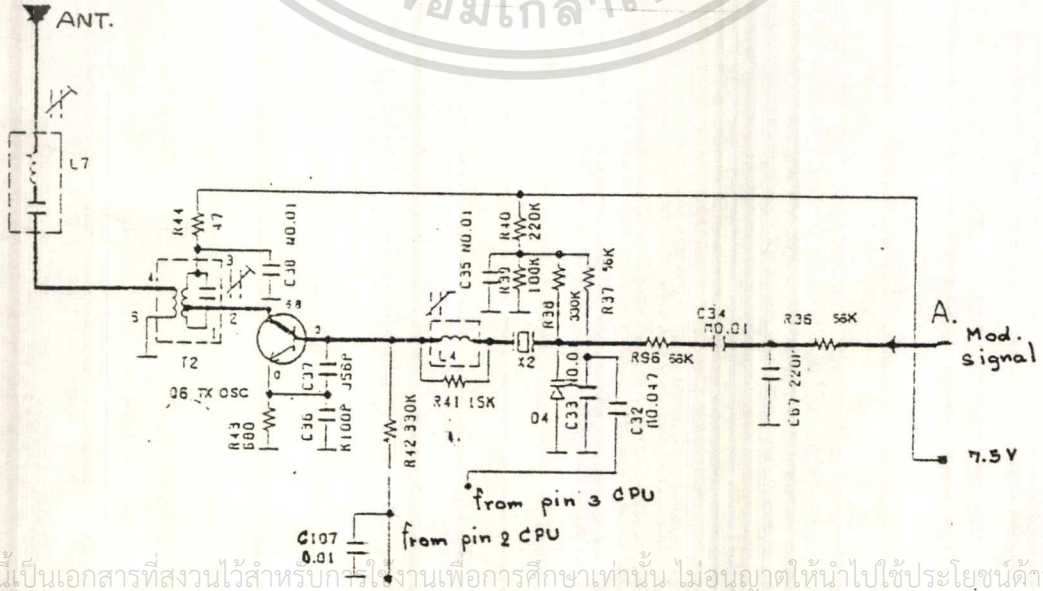
สรุปผลการทดลอง

วงจรส่วนนี้มีหน้าที่ขยายสัญญาณต่างๆที่ส่งมาจาก PABX Line เพื่อส่งเข้าวงจรมอดูเลเตอร์ต่อไป โดยวงจรส่วนนี้จะประกอบด้วย ทรานซิสเตอร์ (Q23 และ Q25) ซึ่งใช้เป็นวงจรขยายแบบอิมิตเตอร์ร่วม 2 ตัว ต่อ Cascade กัน โดยใช้ทรานซิสเตอร์อีก 2 ตัว(Q22 และ Q24) ทำหน้าที่เป็นวงจร Muting ซึ่งควบคุมการขยายสัญญาณโดย Base CPU ผ่านทางขา 24 (MUTE)

ตอนที่ 2 ทดลองการทำงานของวงจรมอดูเลเตอร์

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 แสดงวงจรมอดูเลเตอร์แบบใช้วาแรกเตอร์ไดโอด

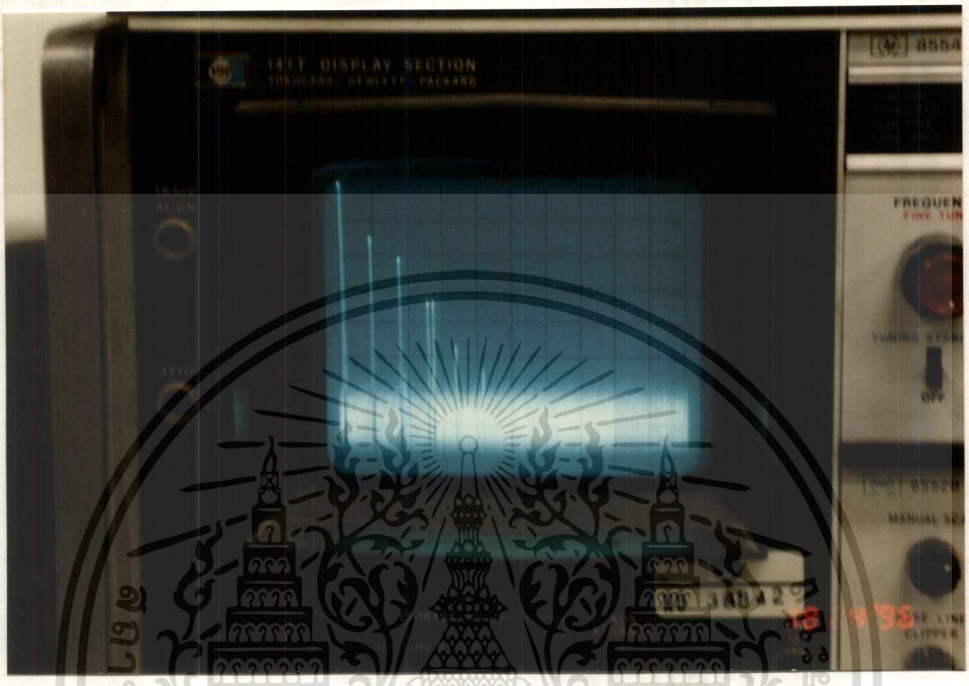
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ป้อนสัญญาณ Sine ความถี่ 5 kHz ขนาด 6 Vp-p เข้าที่จุด A

3. ป้อนไฟ DC +5 Volt เข้าที่ ขา R42 เพื่อ Enable ภาคส่งให้ทำงาน

4. ใช้เครื่องวิเคราะห์ สเปคตรัม (Spectrum Analysis) โดยตั้งความถี่กลางไว้ที่ 15.623 MHz แล้ววัดที่ขา B (Base) ของทรานซิสเตอร์ Q6 แล้วบันทึกผล

ผลการทดลอง



5 kHz/Div

รูปที่ 4.10 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา Base ของ Q6

สรุปผลการทดลอง

ในระบบ FM เราวัดเปอร์เซ็นต์การมอดูเลทโดยดูจากการเปลี่ยนแปลงความถี่ ซึ่งเรานิยมเรียกชื่อเสียใหม่ว่าดัชนีการมอดูเลทโดยที่

ดัชนีการมอดูเลท (m) =ช่วงความถี่เบี่ยงเบน (fd) / ความถี่ของสัญญาณที่เข้ามอดูเลท (fm)

และในระบบ FM สัญญาณ FM รักษาแอมปลิจูดไว้คงที่เสมอ ซึ่งหมายความว่ากำลังของคลื่นพาหะย่อมกระจายไปอยู่ในไซด์แบนด์ ความสัมพันธ์ของพาหะกับไซด์แบนด์ในระบบ FM ขึ้นอยู่กับดัชนีการมอดูเลท เนื่องจากดัชนีการมอดูเลทเป็นตัวกำหนดจำนวนของไซด์แบนด์ที่สำคัญ และแอมปลิจูดของพาหะกับไซด์แบนด์ต่างๆ โดยความถี่ของไซด์แบนด์มีความสัมพันธ์กับความถี่ของสัญญาณเข้ามอดูเลท กล่าวคือ ไซด์แบนด์คู่แรกมีความถี่เท่ากับ fc $\pm$ fm (fc คือความถี่กลางที่เราตั้งให้ตรงกับเครื่องส่ง ,fm คือ ความถี่ของสัญญาณที่เข้ามอดดูเลท) ไซด์แบนด์คู่ที่ 2 มีความถี่เท่ากับ fc $\pm$ 2fm , ... ฯลฯ ดังนั้นแบนด์วิดท์ของคลื่น FM ต้องครอบคลุมจำนวนไซด์แบนด์ที่สำคัญทุกตัว

จากผลการทดลองที่ได้พบว่าไซด์แบนด์คู่แรกมีความถี่ = fc $\pm$ fm = 15.623 MHz $\pm$ 5 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

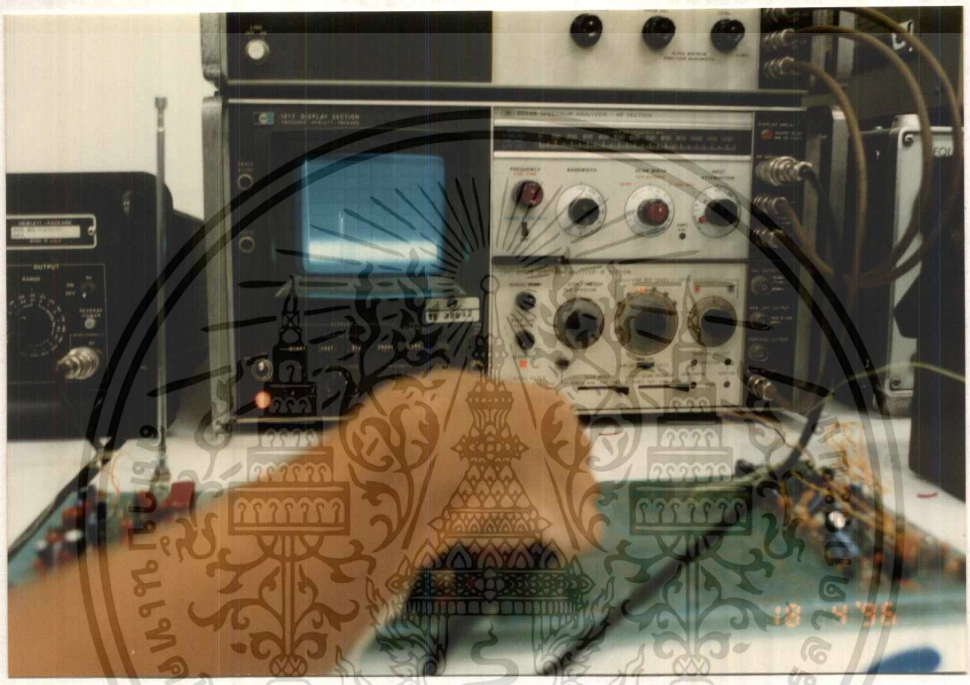
,คู่ที่ 2 เท่ากับ 15.623 MHz ± 10 kHz และคู่ที่ 3 เท่ากับ 15.623 MHz ± 15 kHz ส่วนดัชนีการมอดูเลทจะได้ = 5 kHz / 5 kHz = 1

ตอนที่ 3 ทดลองทำงานของวงจรขยาย RF (RF AMP) และวงจรทวีคูณ 3 เท่า (Tripler)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ใช้วงจรในตอนที่ 2
2. ป้อนไฟ DC +5 Volt เข้าที่ขา R42 เพื่อ Enable ให้ภาคส่งทำงานแต่ไม่ต้องป้อนสัญญาณ Sine
3. ใช้เครื่องวิเคราะห์สเปคตรัมวัดสัญญาณที่ขา Collector ของ Q6 แล้วบันทึกผล

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.11 แสดงสัญญาณที่วัดได้ที่ขา C ของ Q6

สรุปผลการทดลอง

อุปกรณ์ทำหน้าที่เป็น RF AMP และวงจร Tripler คือ ทรานซิสเตอร์ Q6 (ขา C) ใช้ T2 ซึ่งจูนไว้ที่ฮาร์โมนิคที่ 3 ของสัญญาณออสซิลเลท (จาก X2) ซึ่งใช้คริสตอลเป็นอุปกรณ์สร้างสัญญาณที่ความถี่ในช่วง 15.xxx MHz ดังนั้นเมื่อสัญญาณออสซิลเลทผ่าน Q6 และ T2 จะทำให้มีความถี่เพิ่มขึ้นเป็น 3 เท่าจากเดิม เพื่อใช้ส่งไปยังเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย (รับ 46 MHz)

การทดลองที่ 4.4 การทดลองวงจรภาคดีมอดูเลทสัญญาณ

เป็นการทดลองการทำงานของภาครับ ซึ่งใช้วงจร LC Tuner (Tank) ในการจูนและ Filter สัญญาณของภาค Front End , ใช้ IC 1 (AN6161NK) เป็นวงจรดีมอดูเลทซึ่งภายใน IC1 มีวงจรที่สำคัญในการดีมอดีเลท ได้แก่ วงจร Mixer , วงจรขยาย IF , วงจร Detector , วงจร Squelch , วงจร Data AMP เป็นต้น

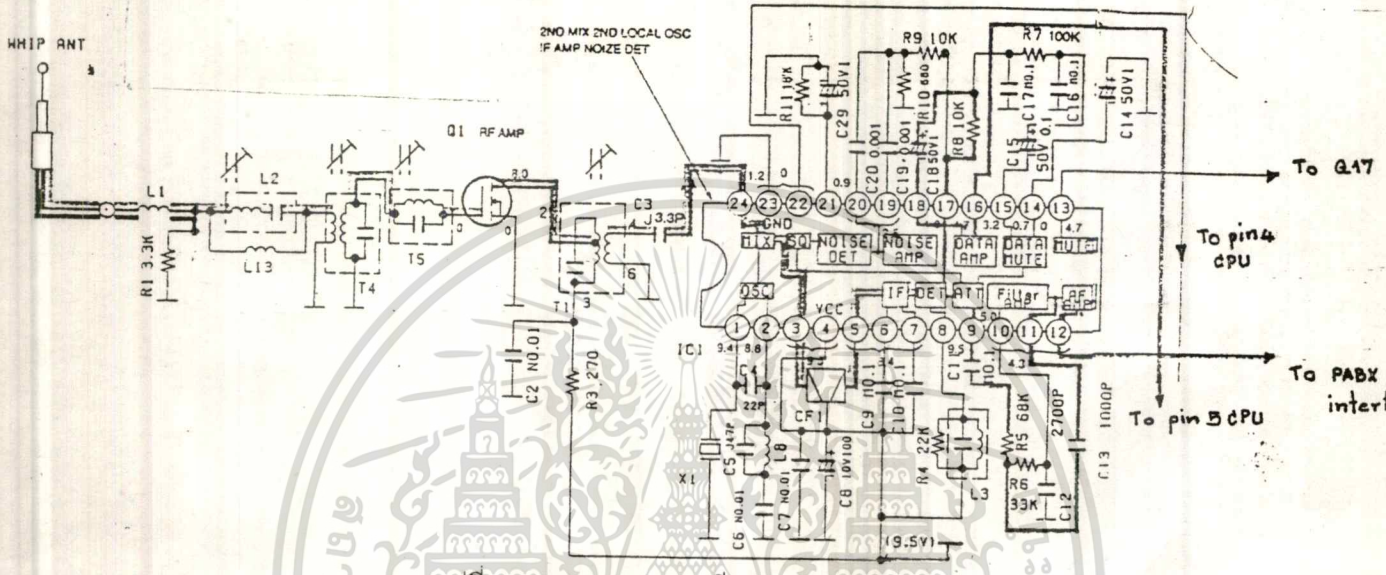
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับการทดลองนี้เราจะทำการทดลองการทำงานของวงจรต่างๆ ดังนี้

- วงจร LC Tuner
- วงจร Mixer
- วงจร Detector

ตอนที่ 1 ทดลองวงจร LC Tuner

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.12 แสดงวงจรภาคดีมอดูเลทสัญญาณ

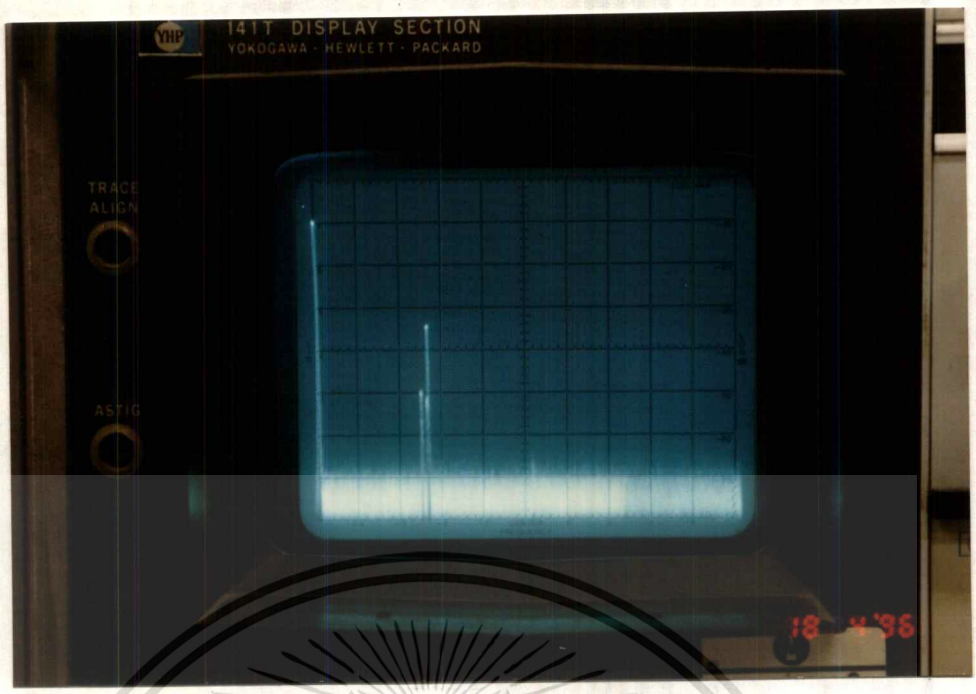
2. ป้อนสัญญาณจากเครื่องส่ง FM โดยตั้งความถี่ส่งให้ตรงกับวงจร Tuner (49.950 MHz) และใช้กำลังส่ง 0 dBm ความถี่เบี่ยงเบนไม่เกิน 5 kHz (ป้อนเข้าที่สายอากาศโดยใช้ขั้วต่อ BNC บัดกรีติดกับสายอากาศ)

3. ใช้เครื่องวิเคราะห์สเปคตรัม (Spectrum Analysis) วัดที่ขา 24 ของ IC1 (IN RF) แล้วบันทึกผล

ผลการทดลอง

รูปที่ 4.13 แสดงเครื่องส่ง FM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



20 MHz/DIV

รูปที่ 4.14 แสดงสเปกตรัมของสัญญาณที่วัดได้ที่ขา 24 ของ IC1

สรุปผลการทดลอง

วงจร LC Tune สามารถจูนและกรองเพื่อในความถี่ที่ต้องการได้

ตอนที่ 2 ทดลองวงจร Mixer

ขั้นตอนการทดลอง

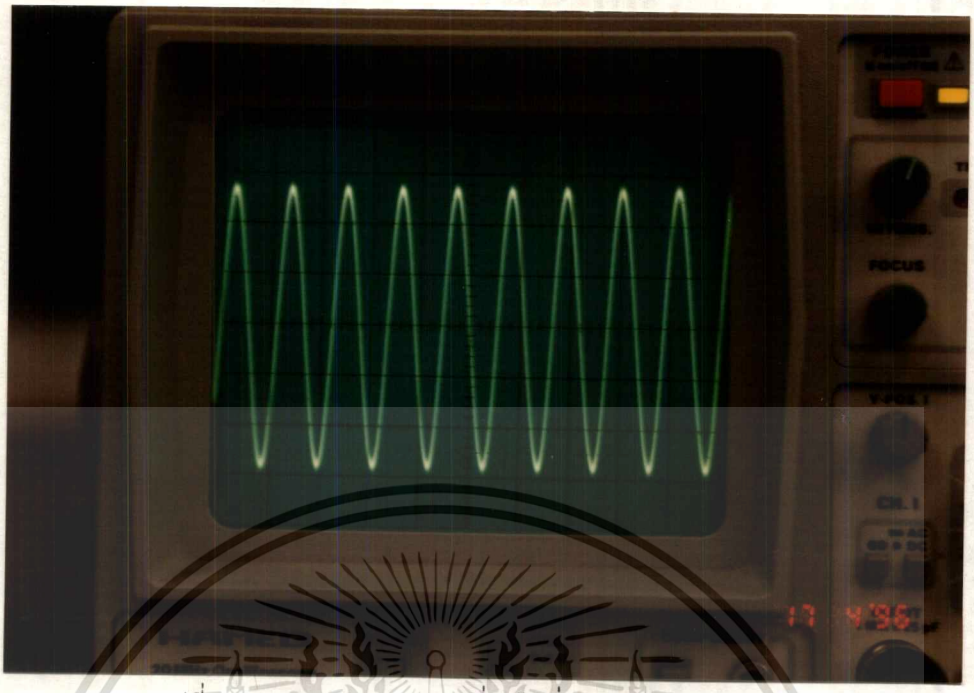
1. ใช้วงจรดังรูป 4.13.

2. ป้อนสัญญาณจากเครื่องส่ง FM โดยใช้ความถี่ส่งใช้ที่ 49.930 MHz แล้วป้อนเข้าที่สายอากาศ (ใช้ข้อต่อ BNC บัดกรีติดกับสายอากาศ)

3. ใช้ออสซิลโลสโคปจับที่ขา 5 ของ IC1 ซึ่งเป็นขาเอาท์พุทของสัญญาณ IF Filter (Ceramic Filter) แล้วบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.15 แสดงสัญญาณ IF ที่วัดได้ที่ขา 5 ของ IC1

สรุปผลการทดลอง

วงจร Mixer สามารถมิกซ์ความถี่พาหะที่รับเข้ามากับความถี่โลคอลออสซิลเลเตอร์ได้ความถี่ IF คือ 455 kHz ได้

ตอนที่ 3 ทดลองวงจร Detector

สัญญาณที่วงจร Detectorสามารถดีเทคได้ 2 ชนิด คือ Audio และ Data โดย Data จะถูกดีเทคแล้วส่งออกทางขา 16 ของ IC1 ซึ่งเชื่อมต่อไปที่ขา 5 (IN DATA) ของ CPU ส่วนสัญญาณ Audio จะถูกดีเทค และขยายออกทางขา 12 ของ IC1 ซึ่งเชื่อมต่อกับวงจรทรานซ์ฟอร์มเมอร์คัปปลิ้ง ในภาคอินเตอร์เฟสกับคู่สายภายในของ PABX

ตอนที่ 3.1 ทดลองการ Detect สัญญาณข้อมูลการกด Talk (Talk Data)

ขั้นตอนการทดลอง

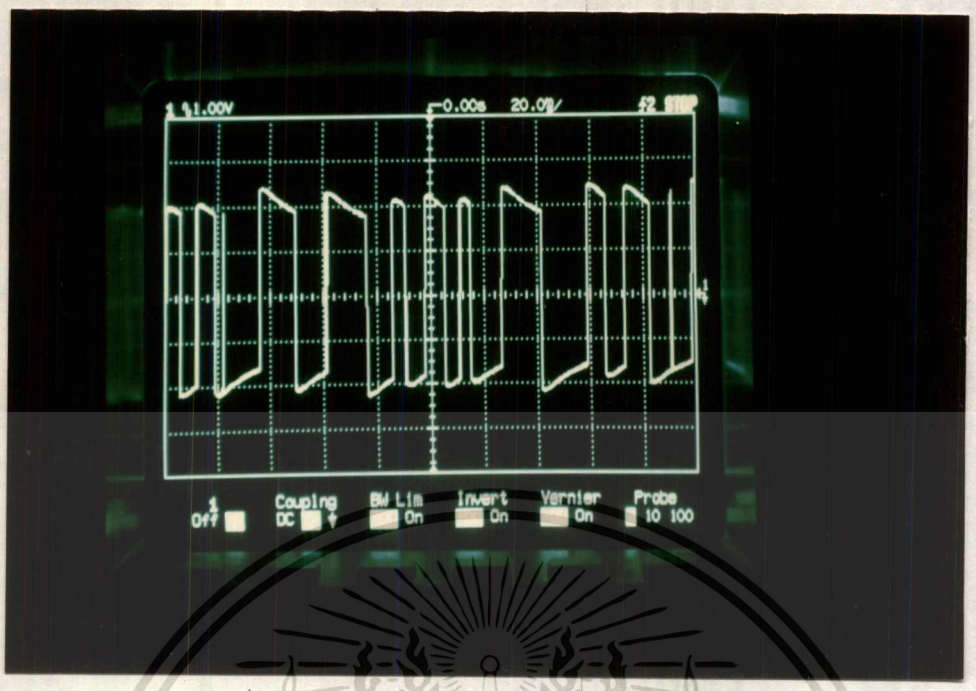
1.ใช้วงจรในรูปที่ 4.13

2. กดปุ่ม Talk (ON) ของเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย

3. ใช้ออสซิลโลสโคปจับที่ขา 16 ของ IC1 แล้วบันทึกผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง



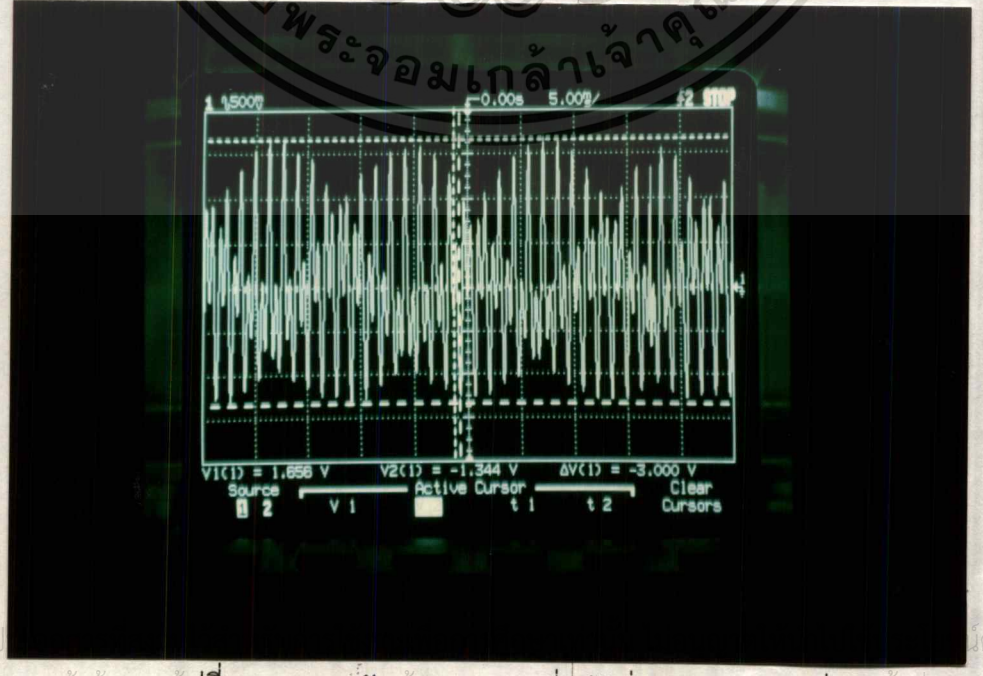
รูปที่ 4.16 แสดงสัญญาณข้อมูลที่วัดได้ที่ขา 16 ของ IC1

ตอนที่ 3.2 ทดลองการตรวจสัญญาณเสียง (Audio)

ขั้นตอนการทดลอง

1. ใช้วงจรในรูปที่ 4.13
2. กดปุ่ม Talk (ON) ที่เครื่องโทรศัพท์ไร้สาย
3. ใช้ออสซิลโลสโคปจับสัญญาณที่ขา 12 ของ IC1 แล้วบันทึกผล
4. กดปุ่มหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งโดยกดค้างไว้
5. สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่จอของออสซิลโลสโคปแล้วบันทึกผลไว้

ผลการทดลอง



รูปที่ 4.17 แสดงสัญญาณ DTMF ที่วัดได้ที่ขา 12 ของ IC1 เมื่อกดปุ่มหมายเลข 3

เอกสารนี้เป็น
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ด้านการค้า

สรุปผลการทดลอง

ในตอนที่ 3.1 เราได้ทดลองการ Detect สัญญาณข้อมูลซึ่งเป็นข้อมูลที่ส่งมาจากเครื่องโทรศัพท์ไร้สาย เพื่อบอกถึงสภาวะการยกหูของโทรศัพท์ (Talk ON) โดยสัญญาณจะถูกดีเทคแล้วส่งออกทางขา 16 เพื่อนำข้อมูลที่ดีเทคได้ไปประมวลผลที่ CPU ต่อไป สำหรับการทดลองในตอนที่ 3.2 เป็นการทดลองการดีเทคสัญญาณ Audio หรือสัญญาณเสียงซึ่งในการทดลองเราได้ทดลองการตรวจจับสัญญาณ DTMF (ซึ่งมีความถี่ในย่านความถี่เสียง) ที่ส่งมาจากเครื่องโทรศัพท์โดยวงจรจะดีเทคสัญญาณเสียงและขยายออกเอาต์พุททางขา 12 ของ IC1 เพื่อส่งต่อไปยังวงจร Transformer Coupling เพื่อคัปปลิ้งสัญญาณผ่านเข้าไปยัง PABX Line ต่อไป

การทดลองที่ 4.5 ภาคประมวลผล

Base CPU เป็นส่วนที่ใช้ควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบซึ่งหน้าที่การทำงานของ Base CPU สามารถแบ่งเป็นโหมดต่างๆ ดังนี้

- Stand.by Mode
- Talk Mode
- Ringing Signal Receipt

ซึ่งการทำงานของ CPU ในแต่ละโหมดสามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงการทำงานของ Base CPU ในโหมดที่ 2

CPU OPERATION

CPU terminals \ Operation mode	Portable Unit STAND BY	Portable Unit TALK	Ring Signal RECEIPT
1 Vcc	H	H	H
2 TX ON	L	H	H
3 OUT DATA	—	—	DATA
4 SQL	L	H	L
5 IN DATA	—	DATA	—
6 RING	H	H	⎍⎍⎍
7 CHARGE	L	L	L
8 N C (Not Used)			
9 CALL KEY			
10 % Break			
11 ┐			
12 |			
13 |			
14 | CODE			
15 |			
16 |			
17 |			
18 ┘			
19 R. CALL			
20 M. CALL			
21 LED (CHARGE)			
22 LED (IN USE)	H	L	H
23 PULSE			
24 MUTE (Not Used)	—	—	—
25 RESET	H	H	H
26 OSC2	—	—	—
27 OSC1	—	—	—
28 VSS	L	L	L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทดลอง

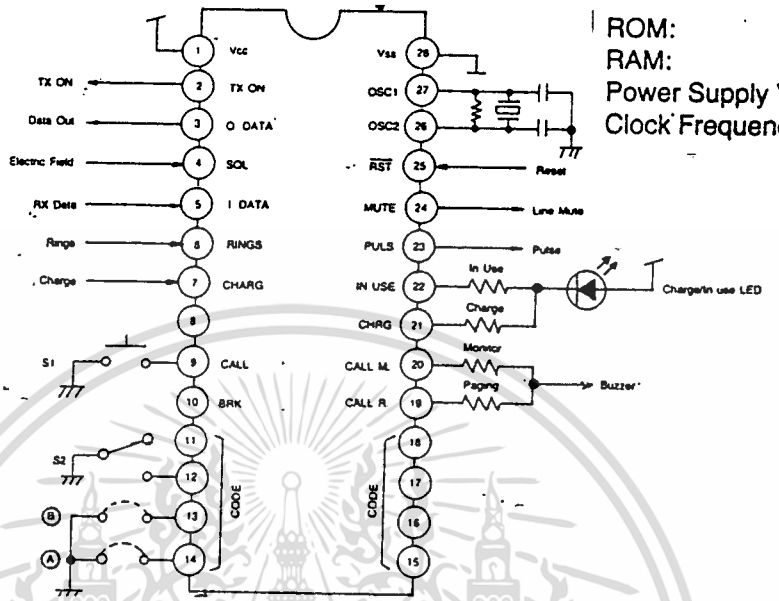
ตอนที่ 1 ทดลองการทำงานของ CPU ในโหมดต่างๆ โดยเริ่มที่ Stand by Mode ก่อน

1. ป้อนไฟเลี้ยง (Vcc) ให้กับ IC CPU (5 Volt)

2. ต่ออุปกรณ์ที่จำเป็นต่างๆ ร่วมกับ IC CPU ดังรูป

IC3 MN1551KDC

ROM:	1K byte
RAM:	64×4 bi
Power Supply Voltage:	3.5 V~6
Clock Frequency:	3.992 M



รูปที่ 4.18 แสดงวงจรภาคประมวลผล (CPU)

3. ใช้ออสซิลโลสโคปวัดที่ขาต่างๆ ของ IC CPU แล้วเปรียบเทียบกับตารางที่ 4.1

ตอนที่ 2 ทดลองการทำงานของ CPU ที่โหมด Talk (การทำงานของ CPU เมื่อมีการกด Talk ที่ Handset Unit)

1. เชื่อมต่อวงจรภาคดีมอดูเลทกับวงจรภาคประมวลผลกลางเข้าด้วยกันโดยเชื่อมต่อขา 16 ของ IC1 (AN6161KDC) ของภาคดีมอดูเลท) เข้าที่ขา 5 (IN DATA) ของ Base CPU (IC3)

2. กดปุ่ม Talk ที่ Handset Unit (เครื่องโทรศัพท์ไร้สาย) เพื่อยกหู (ON)

3. ใช้ออสซิลโลสโคปจับที่ขาต่างๆ ของ IC CPU หลังเปรียบเทียบกับตารางที่ 4.1 ในโหมด Talk

4. สังเกตุการเปลี่ยนแปลงของขา2 (TX ON) ขา 4 (SQ2) และ ขา 23 (Pulse) ซึ่งเป็นขาที่ใช้ควบคุมการทำงานของภาคต่างๆ

ตอนที่ 3 ทดลองการทำงานของ CPU ที่โหมด Ringing Signal Receipt

1. ทำการเชื่อมต่อวงจรภาคส่วนเชื่อมต่อกับคู่สายภายในของ PABX (PABX Line Interface) กับวงจรภาคประมวลผลเข้าด้วยกัน

2. ป้อน Ringing Signal เข้าที่สาย T-R (Tip - Ring)

3. ใช้ออสซิลโลสโคปจับที่ขาต่างๆ ของ IC CPU แล้วเปรียบเทียบกับตารางที่ 4.1 ในโหมด Ringing Receipt

4. สังเกตการเปลี่ยนแปลงที่ขา 6 (Ring) , ขา 2 (TX ON) และขา 3 (OUT DATA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

CPU terminals \ Operation mode	Portable Unit STAND BY	Portable Unit TALK	Ring Signal RECEIPT
1 Vcc	H	H	H
2 TX ON	L	H	H
3 OUT DATA	—	—	DATA
4 SOL	L	H	L
5 IN DATA	—	DATA	—
6 RING	H	H	⎍⎍⎍
7 CHARGE			
8 N C (Not Used)			
9 CALL KEY			
10 % Break			
11 ┐			
12			
13			
14 CODE			
15			
16			
17			
18 ┘			
19 R. CALL			
20 M. CALL			
21 LED (CHARGE)			
22 LED (IN USE)			
23 PULSE	L	H	L
24 MUTE (Not Used)	—	—	—
25 $\overline{\text{RESET}}$	H	H	H
26 OSC2	—	—	—
27 OSC1	—	—	—
28 VSS	L	L	L

สรุปผลการทดลอง

การทดลองในตอนที่ 1 เป็นการทำงานในสถานะ Stand by Mode หรืออยู่ในสถานะการเตรียมพร้อมนั่นเองส่วนที่ 2 เป็นการทดลองในโหมด Talk ซึ่ง CPU ทำงานในโหมดนี้เมื่อมีการกดปุ่ม Talk (ON) ที่ Handset Unit โดยสัญญาณข้อมูลการกด Talk ของ Hand จะถูกส่งมายังสายอากาศผ่านวงจรภาคดีมอดดูเลท ซึ่งวงจรภาคนี้จะ Detect สัญญาณข้อมูลการกด Talk ส่งออกเอาต์พุทขา 16 (IC1) ไปยังขา 5 (IN DATA) ของ Base CPU (IC3) โดย CPU จะตรวจสอบและส่งสัญญาณไปควบคุมวงจรภาคต่างๆ โดยขา 2 (TX ON) จะส่งสัญญาณ 'High' (5 Volt) เพื่อไป Enable วงจรภาคส่ง (Modulate) ให้ทำงานและขา 23 (Pulse) จะส่งสัญญาณ 'High' ไปยังรีเลย์สวิทช์ Q17 เพื่อให้ Q26 ทำงานหรือ ON Switch นั่นเอง และในตอนที่ 3 เป็นการทำงานในโหมด Ringing Signal Receipt ซึ่ง CPU จะทำงานในโหมดนี้เมื่อมีสัญญาณเรียก (Ringing) เข้ามาโดยสัญญาณเรียกจะถูกตรวจจับโดยวงจรตรวจจับสัญญาณเรียก (PC1) ซึ่งจะส่งสัญญาณเป็น Pulse ให้กับขา 6 (BELL) ของ CPU จากนั้น CPU จะตรวจสอบแล้วส่งสัญญาณ 'High' เพื่อไป Enable วงจรภาคส่ง (ขา2) และพร้อมทั้งส่งข้อมูลสัญญาณเรียก (Ringing Data) ไปมอดูเลทกับวงจรมอดูเลเตอร์แล้วส่งออกอากาศไปยัง Handset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและแนวทางการพัฒนาต่อ

สรุปผล

โครงงานที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้งานเป็นชุมสายโทรศัพท์ปลายทางอัตโนมัติแบบไร้สายได้จริง โดยได้ออกแบบลายวงจรรองรับการใช้งานที่มีขนาด 1 คู่สายภายนอก 6 คู่สายภายใน และสามารถใช้งานได้ตรงตามต้องการและการทดลองในวงจรส่วนต่างๆ ก็ให้ผลที่ดี แต่มีปัญหาบางประการเกี่ยวกับการหาอุปกรณ์มาทำให้ครบทั้ง 6 ชุด เนื่องจากอุปกรณ์บางตัวไม่สามารถที่จะหาได้ดังนั้นในโครงงานนี้จึงไม่สามารถทำให้ครบตามความต้องการได้ แต่จากผลการทดลองที่ได้ออกมานั้นก็สามารถยอมรับได้ว่าวงจรที่ออกแบบมานี้ สามารถนำไปใช้งานได้เป็นอย่างดี

แนวทางการพัฒนาต่อ

ขอเสนอแนะให้ชุมสายตัวฐานมีการตรวจสอบการให้บริการโทรศัพท์ลูกข่ายว่าเป็นเครื่องลูกข่ายของตนหรือไม่ ทั้งนี้เนื่องจากระบบเดิมจะใช้ความถี่ที่แตกต่างกันเป็นตัวแบ่งช่องสัญญาณ แต่ไม่มีการตรวจสอบการให้บริการเครื่องลูกข่าย จึงทำให้โทรศัพท์เครื่องอื่นที่ใช้ความถี่เดียวกันสามารถติดต่อกับชุมสายตัวฐานได้ อาจทำให้สามารถลักลอบใช้โทรศัพท์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สามารถลุล่วงไปได้ด้วยดีเนื่องจากการสนับสนุนของ

1. รศ.ดร.ถวิล พึ่งมา อาจารย์ที่ปรึกษา

2.พี่ และเพื่อน ที่ห้อง Project ทุกคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

(1) MOTOROLA, "CMOS APPLICATION-SPECIFIC STANDARD Ics", pp.10-32 to 10-35

(2) MOTOROLA,"TELECOMMUNICATION DEVICE DATA", pp.2-15 to 2-17

(3) จำเริญ โชชัยชาญ, นรินทร์ หลงสมบุญ, พิเชษฐ์ ม่วงนวล , สุพจน์ องค์สรณะคมกุล "ปริญญานิพนธ์เรื่องเครื่องรับส่ง 49 Mhz " ปีการศึกษา 2534

(4) พิเชษฐ์ ม่วงนวล, รศ.ดร.ถวิล พึ่งมา " ชุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบอัตโนมัติ "

(5) PANASONIC " SERVICE MANUAL CORDLESS TELEPHONE KXT-3621B "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้