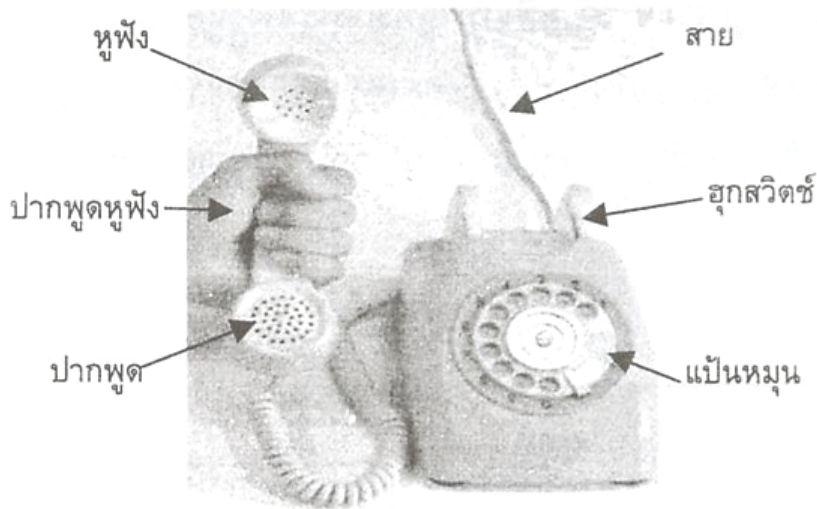


## ใบความรู้ที่ 2

### เรื่อง เครื่องโทรศัพท์

#### 2.1 ส่วนประกอบเบื้องต้นของเครื่องโทรศัพท์

เนื่องจากเครื่องรับโทรศัพท์มีอยู่ในท้องตลาดปัจจุบันนี้ จะมีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มเติมเข้าไปมากมายแท้จริงแล้วถ้าไม่มีสิ่งเหล่านี้เครื่องก็สามารถทำงานได้ ดังนั้นจึงขอกล่าวเฉพาะส่วนประกอบเบื้องต้นที่สำคัญจริงๆ เท่านั้น ดังรูปที่ 2.1 และ รูปที่ 2.2 เป็นวงจรเบื้องต้นของโทรศัพท์



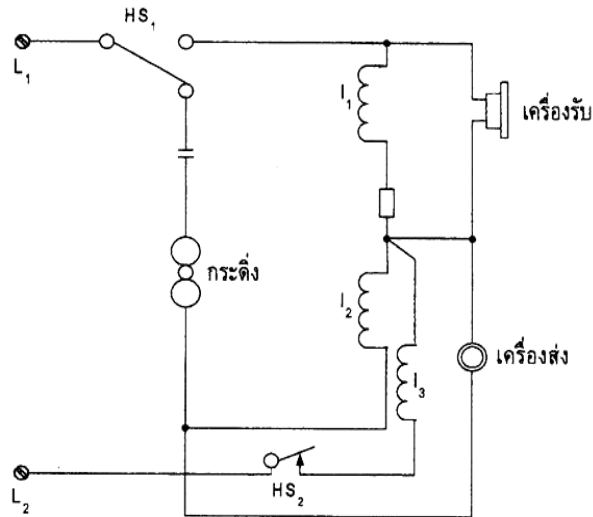
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบภายนอกเครื่องโทรศัพท์

##### 2.1.1 ปากพูด (Transmitter)

อุปกรณ์ตัวนี้แท้จริงแล้วก็คือ ไมโครโฟน ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนเสียงพูดให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ปากพูดที่ใช้อยู่ในโทรศัพท์ปัจจุบันมี 3 แบบ

- คาร์บอน (carbon )
- ไดนามิก (Dynamic)
- คอนเดนเซอร์ (Condensor )

รุ่นใหม่ ๆ จะนิยมใช้ คอนเดนเซอร์ (Condensor ) เป็นปากพูด (Transmitter) เพราะมีขนาดเล็ก ราคากว้าง ความไวสูงกว่ารุ่นอื่นๆ



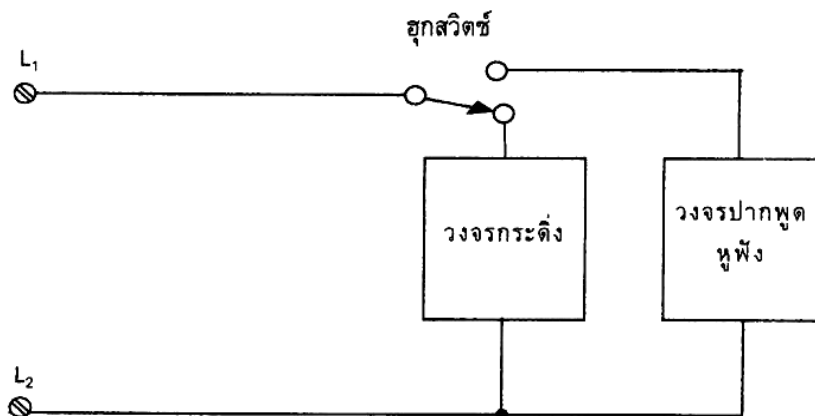
รูปที่ 2.2 วงจรเบื้องต้นเครื่องรับโทรศัพท์

### 2.1.2 หูฟัง (Reciver) คือ ลำโพง (Speaker)

ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียง ลักษณะโครงสร้างของหูฟังไม่เหมือนลำโพงทั่วๆ ไปเพราะต้องออกแบบให้มีขนาดเล็กอยู่ในรูปร่างที่ถูกจำกัดไว้ด้วยพื้นที่ แต่หลักการทำงานก็ยังคงเหมือนเดิม

### 2.1.3 สุกสวิทช์ (Hook Switch)

ลักษณะของสุกสวิทช์ก็คือ เป็นสวิทช์ 2 ทาง ทำหน้าที่เลือกจะทำให้คู่สายโทรศัพท์ต่อเข้ากับวงจรกระดิ่งหรือวงจรปากพูดหูฟัง ดังในรูปที่ 2.3



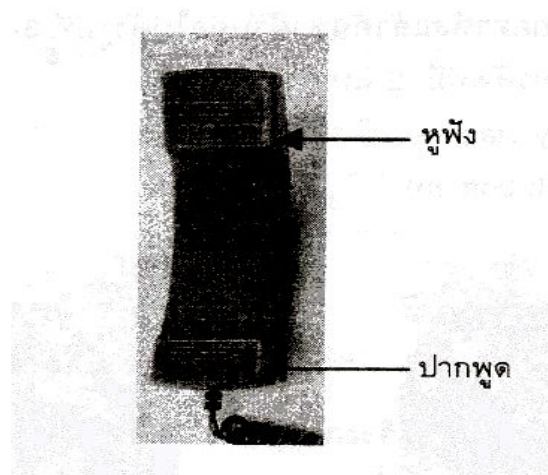
รูปที่ 2.3 บล็อกไดอะแกรมแสดงหน้าที่ สุกสวิทช์

ในขณะที่ไม่มีการใช้โทรศัพท์ สุกสวิทช์ จะต่อเข้ากับวงจรกระดิ่ง แต่เมื่อมีการยกหูสุกสวิทช์วงจรจะต่อเข้ากับวงจรปากพูดหูฟังทันที โดยตัดวงจรกระดิ่งออกไป สุกสวิทช์จะทำงานเมื่อมีการยกหูหรือวางหู เพราะปากพูดหูฟังจะวางทับสุกสวิทช์ไว้ เมื่อเวลายกหูขึ้นก็จะปล่อย เวลาวางลงก็จะทับสุกสวิทช์ทำงาน

#### 2.1.4 ปากพูดหูฟัง (Hand Set)

จะทำหน้าที่เป็นที่อยู่ของปากพูดหูฟัง ซึ่งจะออกแบบปากพูดหูฟังให้เหมาะสมต่อการพูด และฟัง พร้อมๆ กัน ซึ่งรูปร่างโดยทั่วๆ ไปแสดงตามรูปที่ 2.4

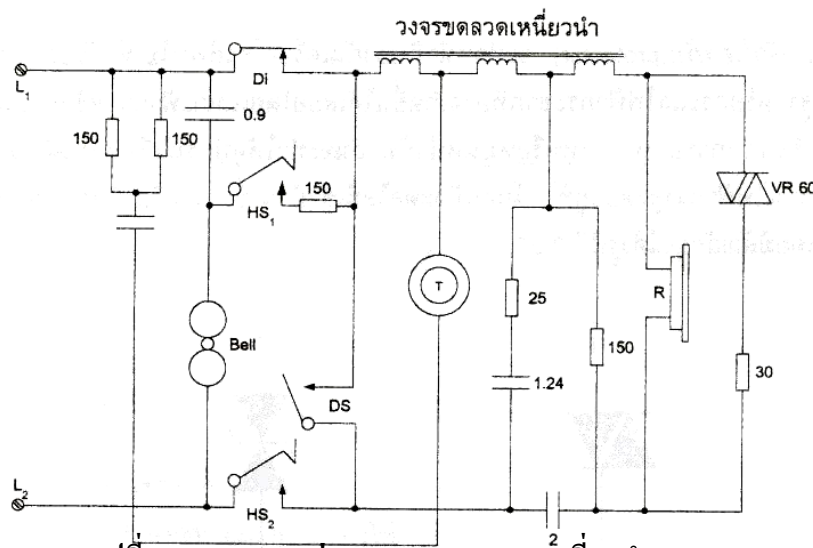
เนื่องจากภายในปากพูดหูฟัง จะมีปากพูดและหูฟังอยู่ภายใน เวลาโทรศัพท์ต้องให้ตำแหน่งปากพูดอยู่ใกล้ๆ ปากและหูฟังอยู่ใกล้ๆ หู จึงจะทำให้การสนทนาได้ยินซึ่งกันและกัน



รูปที่ 2.4 ปากพูดหูฟัง

#### 2.1.5 ขดลวดเหนี่ยวนำ (Induction Coil)

ขดลวดเหนี่ยวนำในเครื่องโทรศัพท์ จะทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ให้เหมาะสมกับสาย และป้องกันไม่ให้เกิดเสียงข้าง (Side Tone) ระหว่างปากพูดและหูฟัง แต่ในเครื่องรุ่นใหม่โดยเฉพาะเครื่องที่มีอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอยู่ด้วย จะไม่มีขดลวดเหนี่ยวนำให้เห็น แต่จะมีการออกแบบชุดเซตด้านอื่นแทนดังรูปที่ 2.6



### 2.1.6 หน้าปัดโทรศัพท์ (Dial)

ทำหน้าที่ให้ผู้รับโทรศัพท์หมุนหรือกดเลขหมายปลายทางที่ต้องการ เมื่อหมุนหรือกดแล้วก็จะมีวงจรสร้างสัญญาณรหัสขึ้นมาตามตัวเลขที่เรากดหรือหมุนส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์ให้ถอดรหัสแล้วค้นหาผู้รับต่อไปดังรูปที่ 2.7

หน้าปัดเครื่องโทรศัพท์มี 2 แบบ

- แบบหมุน (Rotary dial)
- แบบกดปุ่ม (Push Bottom)



แบบหมุน



แบบกดปุ่ม

รูปที่ 2.7 ลักษณะของหน้าปัดโทรศัพท์

### 2.1.6 PROTECTOR

หรือตัวป้องกัน จะทำหน้าที่ป้องกันเครื่องไม่ให้ได้รับอันตรายจากไฟสูงหรือไฟกระชาก ที่อาจเกิดขึ้นได้เสมอโดยเฉพาะฟ้าผ่าหรือไฟกระชากที่เกิดจากการยกหู วางหู หรือหมุนหน้าปัด อันทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ โดยทั่วไปจะมีตัวป้องกันไฟสูงต่ออยู่ก่อนที่ Line จะเข้าบ้านอยู่แล้ว แต่ในเครื่องก็ยังคงมีอีกเพื่อให้เกิดความปลอดภัย

### 2.1.7 RINGER

Ringer หรือ Bell เป็นตัวที่ทำให้เกิดกระดิ่งดังขึ้นในเครื่องโทรศัพท์ เพื่อเรียกให้ผู้รับโทรศัพท์ ปัจจุบันมี 3 แบบ

#### 2.1.7.1 Magneto Ringer

เป็นวงจรกระดิ่งที่มีอยู่ในเครื่องรุ่นเก่า วงจรโทรศัพท์ในระบบ Magneto จะเห็นว่ามีสิ่งสำคัญอยู่ 3 อย่าง คือ Battery , Magneto , Generator และวงจรโทรศัพท์ วงจรนี้จะมี Battery อยู่ด้วย เพื่อเป็นไฟเลี้ยงวงจร และเลี้ยง Line เพราะในระบบนี้ จะเป็นระบบ Local Battery คือผู้เช่า (Subscriber) จะต้องมีการมี Battery ประจำทุกเครื่อง ส่วน Magneto Generator นั้นมีไว้เพื่อให้ผู้โทรศัพท์ (ผู้เรียก) หมุนเพื่อเรียก

Operator ซึ่งเมื่อหมุน Magneto จะมีไฟประมาณ 50 VAC วิ่งไปตาม Line เพื่อให้หลอดไฟ หรือกระดิ่งของ Operator ทำงาน

การทำงานของ Magneto Ringer เมื่อไฟกระดิ่งจากชุดสายประมาณ 50 VAC เข้ามาขดลวดจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นในขดลวดและทำให้ P1 และ P2 เกิดเป็นสนามแม่เหล็กขึ้นมา โดยมีขั้วสลับ N-S กันตลอดเวลา และดูดก้านตีให้เคลื่อนที่ ก้านตีจะไปตีด้วยกระดิ่งความเร็วตามความถี่ของไฟกระดิ่งประมาณ 25Hz

#### **2.1.7.2 Buzzer Ringer**

ในเครื่องรุ่นใหม่จะนิยมใช้ Buzzer เพราะมีขนาดเล็ก ราคาถูก กินกระแสน้อย และยังสามารถเลือกชนิดของเสียงได้ตามชนิดของ Buzzer

การทำงานของ Buzzer Ringer เมื่อมีไฟกระดิ่ง 90 VAC 25 Hz จะถูก R1 ลดขนาด Voltage ลงให้เหลือพอเหมาะ D1-D4 จะ Rectifier และ C1 จะทำการ Filter ให้เป็น DC ส่วน Z1 จะ Regulate Voltage ให้คงที่เพื่อป้อนไฟเลี้ยง ให้ IC1 ให้ IC1 กำเนิด Pulse ออกมาใหม่ มีความถี่ประมาณ 10 Hz เพื่อให้ Buzzer โดยมี R3 และ R4 เป็นตัวเร่ง – ลดเสียง

ปกติแล้ว Buzzer ที่ใช้จะเป็นแบบ Piezo Buzzer ซึ่งจะทำงานด้วย AC Pulse ถ้าเราเอาสัญญาณ AC 25 Hz ที่เข้ามาแล้วลดขนาดลงให้พอเหมาะป้อนให้ Buzzer โดยตรงก็ได้ แต่ความถี่ AC 25 Hz สูงเกินไป ทำให้เสียงที่ออกมาไม่น่าฟัง จึงต้องมี IC1 สร้าง Pulse ที่มีความถี่เหมาะสมขึ้นมาใหม่

#### **2.1.7.3 SPEAKER RINGER**

เครื่องที่มีราคาสูง มีสิ่งอำนวยความสะดวกมากมาย เช่น มี วงจร Hand Free (สนทนาโดยไม่ต้องยกหู) ส่วนมากจะใช้ Speaker เป็น Ringer เพราะเครื่องที่มี Speaker ใช้อยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องมี Buzzer อีก โดยดัดแปลงวงจร Buzzer Ringer ให้สามารถใช้กับ Speaker ได้ แสดงตามรูป

วงจร Speaker Ringer จะดัดแปลงมาจาก Buzzer Ringer โดยนำสัญญาณ IC1 ป้อนเข้าหม้อแปลง (Transformer) หรือ ลดหรือเพิ่ม Voltage และลดเหลี่ยมของ Pulse ให้มี Slope บ้าง ซึ่งจะทำให้ Speaker ไม่เสียหาย

## **2.2 หลักการของระบบโทรศัพท์**

### **2.2.1 วงจรเครื่องโทรศัพท์**

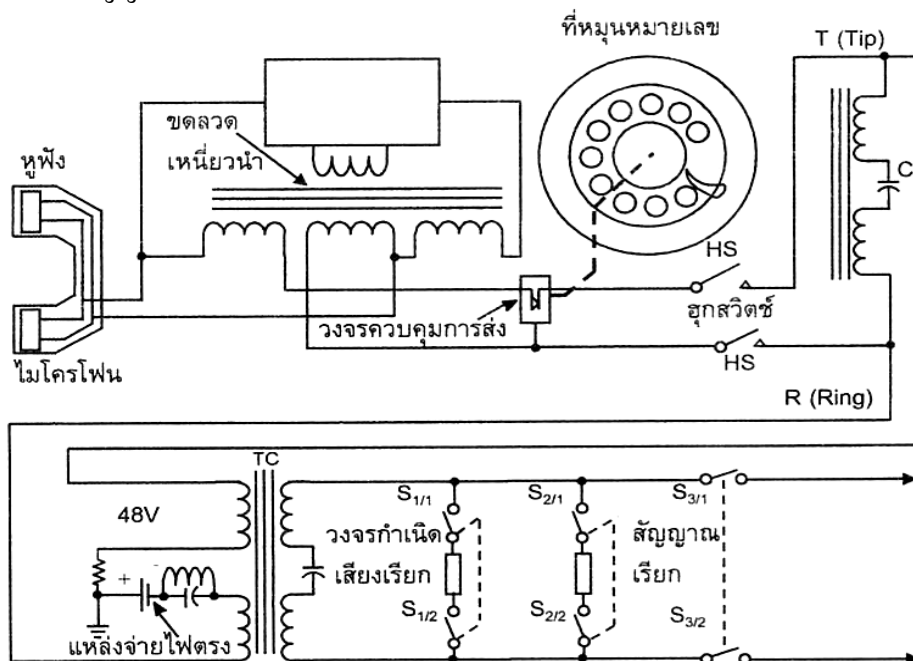
วงจรเครื่องโทรศัพท์ที่มีอยู่ใช้กันในปัจจุบันมีมากมายหลายแบบ มีทั้งวงจรง่าย ๆ มีอุปกรณ์ R-L-C ไม่กี่ตัว และมีทั้งวงจรที่มีสิ่งอำนวยความสะดวกมากมาย บางรุ่นไม่มีอุปกรณ์ Semiconductor บางรุ่นจะมีอุปกรณ์ Semiconductor มากมาย โดยวงจรจะอาศัยไฟเลี้ยงจาก Line ซึ่งปกติ จะมี Line ประมาณ 12 V (เวลา

ขหนู) แต่ถ้าสายยาวมาก อาจเหลือประมาณ 5 ถึง 6 Volt เครื่องรุ่นใหม่ก็ยังสามารถทำงานได้ เพราะได้ออกแบบให้เครื่องทำงานที่ไฟประมาณ 5 ถึง 6 V

วงจรโทรศัพท์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือวงจรกระดิ่ง และวงจรปากพูดหูฟัง จะมี Hook Switch เป็นตัวเลือกว่าจะต่อ Line เข้ากับวงจรใด ในขณะที่วางหู Hook Switch จะต่อเข้ากับวงจรกระดิ่ง เมื่อยกหูจะต่อเข้ากับวงจรขหนูปากพูดหูฟังทันที

วงจรโทรศัพท์ที่จะกล่าวต่อไปนี้เป็นวงจรพื้นฐานทั่ว ๆ ไป โดยแสดงวงจรในระบบแรก ๆ มาจนถึงวงจรที่ใช้กันในปัจจุบัน

โทรศัพท์โดยทั่วไปแล้วมีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือแบบหมุนและแบบกดปุ่ม แบบหมุนนั้นเป็นระบบเก่าที่ใช้พัลส์จากการหมุนหน้าปัดหรือไดอัล เป็นสัญญาณเรียก ส่วนแบบกดปุ่มนั้นจะอาศัยการส่งสัญญาณเป็นความถี่ออกไปเป็นสัญญาณเรียก ซึ่งโทรศัพท์แบบนี้จะใช้วงจรด้านอิเล็กทรอนิกส์แทนกลไกต่างๆ เป็นส่วนใหญ่



รูปที่ 2.8 แสดงวงจรภายในเครื่องโทรศัพท์และการเชื่อมต่อกับชุมสายท้องถิ่น

### 2.2.2 ขั้นตอนของระบบโทรศัพท์ที่ใช้ในการติดต่อจะมีลำดับดังนี้

เครื่องโทรศัพท์จะมีสัญญาณให้ผู้ใช้งานที่ต้องการใช้โทรศัพท์รับรู้ โดยจะส่งสัญญาณไดอัล โทนเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ แสดงว่าพร้อมที่จะติดต่อสื่อสาร และสามารถกดหรือหมุนเลขหมายปลายทาง เสียงที่ได้ยินเมื่อเวลากยกหูเป็นสัญญาณเสียงที่มีความถี่ 350 เฮิรตซ์ กับ 440 เฮิรตซ์รวมกันมา เครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ส่งรหัสหมายเลขที่ผู้เรียกต้องการจะติดต่อด้วยไปยังชุมสายที่ควบคุมเครื่องโทรศัพท์ และจะส่งสัญญาณบอกผู้เรียกว่าหมายเลขที่ต้องการติดต่อด้วยว่างหรือไม่ถ้าว่างก็จะส่งสัญญาณกลับ (Ring Back

Tone) ซึ่งมีความถี่ 440 เฮิร์ตซ์ กับ 480 เฮิร์ตซ์มอดูเลตกันมาโดยจะดัง 2 วินาที แล้วเงียบ 4 วินาทีสลับกันไป แต่ถ้าเลขหมายที่ต้องการเรียกไม่ว่างก็จะส่งสัญญาณความถี่ 480 เฮิร์ตซ์ กับ 620 เฮิร์ตซ์รวมกันมา โทรศัพท์สามารถเปลี่ยนพลังงานเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นพลังงานเสียง และจะปรับระดับแรงดันอย่างอัตโนมัติ ในกรณีที่เกิดการเปลี่ยนแปลงของแรงดันขึ้น เครื่องโทรศัพท์จะส่งสัญญาณไปยังชุมสายเพื่อแจ้งให้ทราบว่าการใช้งานแล้วจะให้ชุมสายเลิกการติดต่อกับอีกฝ่ายหนึ่ง

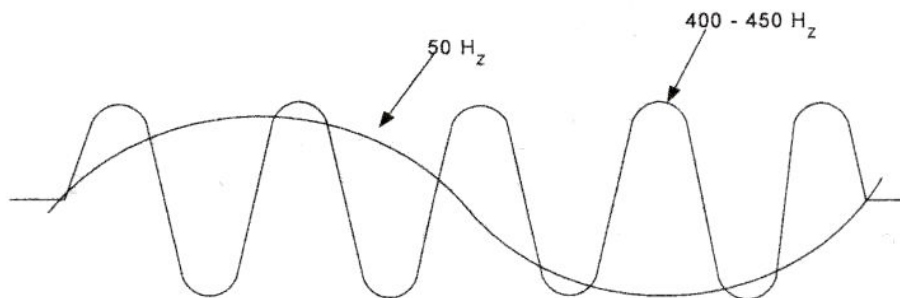
สำหรับกลไกการเชื่อมต่อวงจรจะเป็นดังรูปที่ 2.0 จะเห็นได้ว่าโทรศัพท์จะเชื่อมต่ออยู่กับชุมสาย 2 เส้น คือ ทิปและริง เมื่อผู้ใช้ยกโทรศัพท์ขึ้น แหล่งจ่ายไฟตรงจากชุมสาย 48 โวลต์ ก็จะถูกต่อเข้ากับวงจรของโทรศัพท์โดยสวิตช์ ในส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างหูฟัง ไมโครโฟนกับสายโทรศัพท์จะต้องมีหม้อแปลงอัตโนมัติ (Auto Transformer) ทำหน้าที่ปรับอิมพีแดนซ์ของหูฟังและสายให้สมดุลกัน เพื่อให้การรับส่งสัญญาณมีประสิทธิภาพที่สุดรวมไปถึงทำให้ผู้พูดได้ยินเสียงพูดไปเรียกว่า ไซด์โทน (Side Tone) ในระดับที่เหมาะสม

เมื่อมีการติดต่อกันระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับชุมสายแล้วก็จะมีการส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์สวิตซ์ซึ่งเพื่อบอกให้รู้ว่าขณะนี้คู่สายนี้ไม่ว่างแล้ว สำหรับการหมุนเลขหมายโทรศัพท์คือการส่งพัลส์ตั้งแต่ 1 ถึง 10 พัลส์ ตามหมายเลขหรือในโทรศัพท์แบบกดปุ่มก็จะส่งสัญญาณที่มีค่าความถี่ที่แตกต่างกันไป สำหรับแต่ละเลขหมายที่มีอยู่ 10 หมายเลข ความถี่ที่ส่งออกไปจะเป็นความถี่เสียงที่มีสองความถี่มอดูเลตกัน ทางชุมสายเมื่อได้รับข้อมูลจากผู้เรียก ถ้าปลายสายไม่ว่างชุมสายจะส่งสัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone) ไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบว่าไม่สามารถต่อวงจรได้ แต่ถ้าปลายสายว่างชุมสายก็จะส่งสัญญาณเรียก (Ring Signal) ไปยังปลายสายและส่งสัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) ไปยังผู้เรียกเพื่อแจ้งให้ทราบว่าสามารถต่อวงจรให้ได้ตามต้องการแล้ว

เมื่อปลายทางหรือผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้นการทำงานในส่วนควบคุมของชุมสายโทรศัพท์ก็จะหยุดเพื่อที่จะรอทำงานให้กับผู้อื่นที่เรียกเข้ามาต่อไป แต่หน้าที่ชุมสาย สำหรับตอนนี้ก็คือการทำงานของมิเตอร์สำหรับเรียกเก็บค่าบริการภายหลังในระหว่างที่ทำการสนทนาอยู่ เครื่องโทรศัพท์จะทำงาน 2 โหมดไปพร้อมๆ กัน คือแปลงจากสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียงซึ่งเรียกว่า โหมดรับสัญญาณ (Receiver Mode) และในทางกลับกันโหมดที่ทำหน้าที่แปลงจากสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าจะเรียกว่า โหมดส่งสัญญาณ (Transmitter Mode) ในโหมดนี้เองจะต้องมีการป้อนกลับของสัญญาณที่เรียกว่า ไซด์โทน (Side Tone) เพื่อให้ผู้พูดได้ยินเสียงของตนเองไปด้วย เพราะไม่เช่นนั้นจะไม่สามารถรู้ได้เลยว่าควรพูดให้มีเสียงดังระดับใดคู่สนทนาจึงจะได้ยินเสียงของผู้พูดชัดเจน เมื่อสิ้นสุดการสนทนาทั้ง 2 ฝ่ายวางหูโทรศัพท์ลงสัญญาณจากสวิตช์ก็จะบอกให้ชุมสายทำการเปิดวงจรที่ทำการติดต่อออก อุปกรณ์ต่างๆ ก็จะว่างและพร้อมสำหรับการติดต่อกันครั้งต่อไป

## 2.3 สัญญาณโทน

ในการใช้โทรศัพท์ทุกครั้งเราจะได้ยินเสียงสัญญาณดังอยู่ในหูฟังในสถานะต่างๆ กันโดยเสียงสัญญาณเหล่านั้นจะมีความหมายแตกต่างกันบอกให้รู้ว่าชุมสายพร้อมหรือไม่หรือผู้รับปลายทางเป็นอย่างไร เราสามารถรู้ได้จากสัญญาณเสียงเหล่านี้



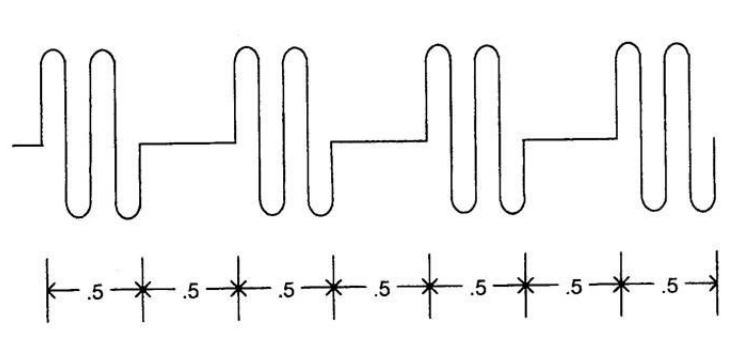
**รูปที่ 2.9 สัญญาณเสียงให้หมุนหรือกด**

### 2.3.1 สัญญาณกด(Dial Tone)

เป็นสัญญาณเสียงที่บอกให้ผู้เรียกทราบว่า ขณะนี้ชุมสายพร้อมแล้วให้ผู้เรียกเริ่มหมุนเลขหมายได้ ลักษณะไดอัลโทนจะใช้ความถี่ที่ 400 ถึง 450 เฮิรตซ์ ดังต่อเนื่องประมาณ 30 วินาที ถ้าผู้เรียกไม่หมุนเลขหมายชุมสายจะส่งสัญญาณไม่ว่างทันทีดังรูปที่ 2.9

### 2.3.2 สัญญาณไม่ว่าง (Busy Tone)

เป็นสัญญาณเสียงที่บอกให้ผู้เรียกทราบถึงความไม่พร้อมของชุมสายหรือผู้รับปลายทางไม่ว่าง ดังนั้นเมื่อได้ยินเสียงสัญญาณไม่ว่าง ให้วางหูแล้วเริ่มต้นใหม่ ลักษณะของเสียงสัญญาณไม่ว่างจะเป็นความถี่ประมาณ 400 ถึง 450 เฮิรตซ์ ดังเป็นจังหวะ 0.5 วินาที เียบ 0.5 วินาทีดังรูปที่ 2.10

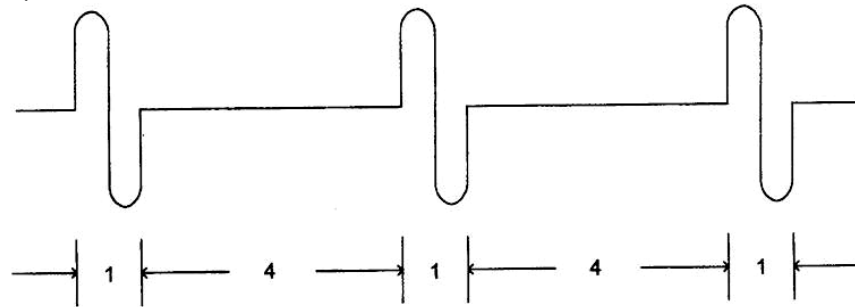


**รูปที่ 2.10 สัญญาณไม่ว่าง**



### 2.3.3 สัญญาณกระดิ่ง (Ringing Tone)

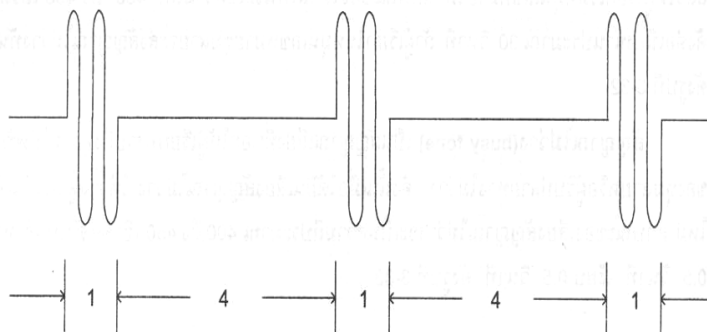
เป็นสัญญาณกระดิ่งดังขึ้นที่เครื่องโทรศัพท์ แสดงว่ามีคนเรียกเข้ามา (เสียงกระดิ่งจะดังที่เครื่องผู้รับเท่านั้น) ลักษณะของสัญญาณกระดิ่ง จะเป็นไฟ 90 โวลต์ 25 เฮิร์ตซ์ มีสัญญาณ 1 วินาที หยุด 4 วินาที ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 สัญญาณกระดิ่ง

### 2.3.4 สัญญาณเรียกติด (Ring Back Tone)

เป็นสัญญาณเสียงที่ดังขึ้นในหูฟังของผู้เรียกให้รู้ว่าปลายทางว่าง (สัญญาณเรียกติด จะดังตลอดคู่สายพร้อมกับสัญญาณกระดิ่ง) ลักษณะของสัญญาณเรียกติด จะเป็นความถี่ 400- 450 เฮิร์ตซ์ ดัง 1 วินาที เงียบ 4 วินาที ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 สัญญาณเรียกติด

## 2.4 การเข้ารหัสและการถอดรหัส

เมื่อเราโทรศัพท์ขณะที่เราหมุนหมายเลขเครื่องโทรศัพท์ก็จะสร้างสัญญาณขึ้นมา สัญญาณหนึ่งซึ่งจะสอดคล้องกับหมายเลขที่เราหมุนสัญญาณนี้เรียกว่า สัญญาณไดอัลโทน (Dial Signal) สัญญาณนี้จะถูกส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์ เพื่อให้ชุมสายทำการตรวจสอบค้นหาหมายเลขผู้รับต่อไป สัญญาณที่ส่งออกไปนี้ก็คือ รหัสหมายเลขโทรศัพท์นั่นเอง ดังนั้นในเครื่องโทรศัพท์จึงมีวงจรเข้ารหัส และที่ชุมสายก็จะมีวงจรถอดรหัสอีกทีหนึ่ง

### 2.4.1 ชนิดของสัญญาณไดอัล

#### 2.4.1.1 ไดอัลพัลส์ (DP – Dial Pulse)

รหัสสัญญาณที่เป็นแบบพัลส์ จะมีลักษณะเป็น DC Pulse คือมีเฉพาะช่วงบวกเท่านั้น

ขนาดความกว้างของพัลส์แต่ละพัลส์ 66.6 ms

ระยะห่างระหว่างพัลส์ 33.3 ms

ระยะห่างระหว่างตัวเลข 400 ms

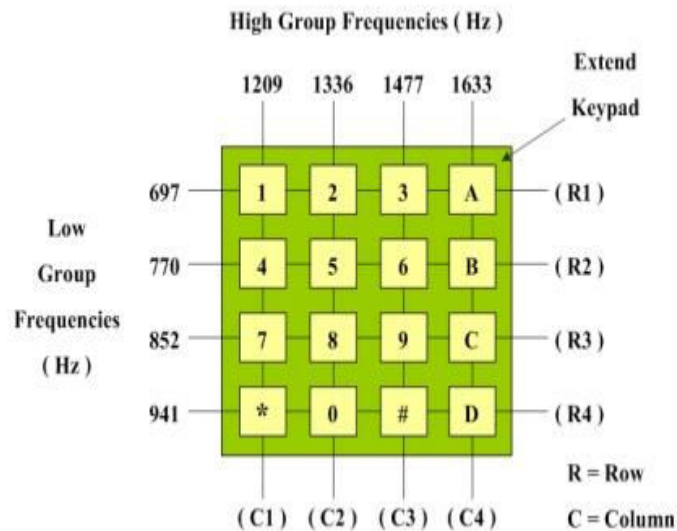
จำนวนพัลส์ที่เกิดขึ้นจะมีจำนวนเท่ากับค่าของตัวเลขแต่ละตัวที่หมุน เช่น เลข 3 จะมี 3 พัลส์ เลข 5 ก็มี 5 พัลส์ เลข 0 มี 10 พัลส์



#### 2.4.1.2 ไดอัลโทนมัลติฟ्रीควเอนซี (Dial Tone Multi Frequency (DTMF))

เครื่องที่ให้รหัสแบบ Dial Tone Multi Frequency นี้เป็นเครื่องแบบกดปุ่มเท่านั้น เครื่องแบบหมุนไม่สามารถทำได้

ลักษณะของสัญญาณ Dial Tone Multi Frequency จะเป็นความถี่ 2 ความถี่ วิ่งคู่กันไปที่ชุมสายโดยความถี่ที่เกิดขึ้นเป็นค่ามาตรฐานสากลตามรูปที่ 2.5



Hz	1029	1336	1477
697	1	2	3
770	4	5	6
852	7	8	9
941	*	0	#

**รูปที่ 2.13 ตารางความถี่ DTMF**

**ตัวอย่าง** ถ้าเรากดหมายเลข 1 จะมีความถี่ 697 กับ 1029 Hz

ถ้าเรากดหมายเลข 8 จะมีความถี่ 852 กับ 1336 Hz

## 2.4.2 การเข้ารหัส Encoder

การเข้ารหัสของเครื่องโทรศัพท์จะสอดคล้องกับชนิดของรหัสไดอัล โดยแบ่งการเข้ารหัสได้ 2 แบบ คือ

1. การเข้ารหัสแบบพัลส์ Pulse Encoder
2. การเข้ารหัสแบบโทน Tone Encoder

### 2.4.2.1 การเข้ารหัสแบบแบบพัลส์ Pulse Encoder

สามารถแยกวิธีการเข้ารหัสตามชนิดของเครื่องได้ 2 วิธี

- วิธีการเข้ารหัสของเครื่องแบบหมุน Rotary Encoder
- วิธีการเข้ารหัสของเครื่องแบบกดปุ่ม Pulse Button Encoder

**วิธีการเข้ารหัสของเครื่องแบบหมุน Rotary Encoder**

โดยทั่วไปเครื่องแบบหมุนจะไม่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ยุ่งยากมากนัก แต่อาศัยการทำงาน Mechanic ที่หน้าปัดเป็นตัวเลขเข้ารหัสจากรูปเครื่องโทรศัพท์ยังไม่ได้ออกยกหู Line จะต่ออยู่กับวงจรกระดิ่งซึ่งมี C1 ต่อกันอยู่ดังรูปนั้นไฟ DC 48 V จึงไม่สามารถผ่านเข้าไปในวงจรกระดิ่งได้ กระแสไม่ไหลไฟใน Line จึงยังคงมี 48 V ดังเดิม แต่เมื่อยกหูโทรศัพท์ Hook Switch จะตัด Line ออกจากวงจรกระดิ่งแล้วต่อ Line เข้ากับวงจรปากพุดหูฟัง โดยทั่วไป ความต้านทานรวมของวงจรโทรศัพท์จะมีประมาณ 500 โอห์ม ดังนั้นเมื่อยกหูโทรศัพท์ไฟ DC 48 V จากชุมสายจึงตกคร่อม R1 R2 และ R 500 โอห์ม (เครื่องโทรศัพท์) รวมทั้งตกคร่อมความต้านทานของ Line ด้วยไฟที่ตกคร่อมจึงมีค่า 6- 12 V แล้วแต่ Line จะยาวมากน้อยแค่ไหนถ้าไฟต่ำกว่า 5 – 6 V เครื่องโทรศัพท์อาจจะไม่ทำงาน

เราจะสังเกตลักษณะ Voltage ใน Line และลักษณะ Current ใน Line เมื่อ Dial Switch ต่ออนุกรมกับ Line เมื่อหมุนโทรศัพท์ในช่วงที่หน้าปัดหมุนกลับ จะมีกระดิ่งไปเจีย Dial Switch ให้วงจร Open จำนวนครั้งของการตัดวงจรเท่ากับค่าตัวเลขที่หมุนในช่วงที่ถูกตัดวงจรก็จะมีกระแสไหลเป็นช่วงๆ Voltage ก็จะเพิ่มเป็นช่วงๆ เพราะไม่มีโหลด 500 โอห์ม ต่ออยู่ ส่วนคาบเวลาของพัลส์ต่างๆ จะถูกตั้งด้วยความเร็วของสปริงที่ทำหน้าที่ดึงปิดกลับและแบนกโดยแบนกจะเป็นค่าลดความเร็วของสปริงโดยทั่วๆ ไปความเร็วของสปริงนี้จะกำหนดเป็นจำนวนพัลส์ต่อวินาที คือ 10 พัลส์ต่อวินาที 20 ต่อวินาที

ทางด้านชุมสายโทรศัพท์ จะมีวงจรถอดรหัสพัลส์ที่ส่งมานี้เช่นอาจเป็นวงจรนับ Counter Pulse หรืออาจเป็น Relay มาต่ออนุกรมกับ Line เพื่อให้การทำงานตามการไหลหรือไม่ไหลของกระแส

### วิธีการเข้ารหัสของเครื่องแบบกดปุ่ม Pulse Botton Encoder

การเข้ารหัสของเครื่องแบบกดปุ่มภายในเครื่องจะมีไอซีสร้างพัลส์โดยแสดงตามรูปเมื่อยกหู Hook Switch จะต่อเข้าไปทำให้มีกระแสไหลผ่าน R1 ผ่าน Switch ในไอซีแล้วลงกราวด์ เพราะฉะนั้นเมื่อ Line มีโหลดไฟใน Line จะตกลงจาก 48 V เหลือเพียง 5 – 12 V เมื่อกดเลขหมายใดๆ วงจร Oscilator ก็จะสร้างพัลส์ขึ้นมา โดยจำนวนพัลส์จะเท่ากับจำนวนเลขที่กดตามค่านั้นๆ พัลส์ที่สร้างขึ้นมาก็จะทำให้ โดยจำนวน Switch จะเปลี่ยนสถานะ Close เป็น Open ตามจังหวะและจำนวนพัลส์ที่เข้ามา เมื่อ Switch เปิดวงจรก็ไม่มีกระแสไหลผ่าน R1 ทำให้ Voltage ใน Line เพิ่มขึ้นตามจังหวะเปิดและปิดของ Switch นั่นคือพัลส์เกิดขึ้นมาตามค่าตัวเลขถ้ามองในด้านกระแสช่วง Switch เปิดและปิด จะมีกระแสไหลเป็นช่วงๆ เช่นกันส่วนคาบเวลาพัลส์ก็กำหนดได้ที่ภาค Oscilator ซึ่งไปควบคุม Switch

#### 2.4.2.2 การเข้ารหัสแบบโทน

การเข้ารหัสแบบโทนจะมีเฉพาะเครื่องกดปุ่มเท่านั้น โดยจะมีไอซีผลิตความถี่ขึ้นมาตามตารางมาตรฐาน โดยจะมีการผลิตความถี่ตลอดเวลาที่ยกหูและมีไฟมาจ่ายให้วงจร เมื่อกด Pulse Botton Switch หมายเลขต่างๆ ก็จะได้ความถี่ออกไปหมายเลขละ 2 ความถี่ เช่นกดหมายเลข 5 จะได้ความถี่ 770 และ 1336 ผ่าน Switch ออกไปได้ หมายเลขอื่นๆ ก็เป็นเช่นนั้น

### 2.4.3 การถอดรหัส Decoder

การถอดรหัสแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ

#### 2.4.3.1 การถอดรหัสแบบ Pulse Decoder

วงจรจะอยู่ที่ชุมสายโทรศัพท์ วิธีถอดรหัสแบบง่ายที่สุดก็คือ ใช้วงจรรนับ Counter มานับจำนวนพัลส์ที่ส่งเข้ามา Out Put ของวงจรรนับก็คือตำแหน่งของผู้รับที่ต้องการ

วงจรรนับ Counter นับได้สูงสุดคือ 5 ตั้งแต่ 1 ถึง 5 ถ้ามี Input เข้ามามากกว่า 5 จะทำให้ Out Put ตั้งแต่ 6 ขึ้นไปป้อนสัญญาณกลับปรีเซตตัวเองทันที เช่นถ้าเราป้อนพัลส์มา 3 ลูก วงจรรนับ 3 Out Put ก็จะเป็น Hight คงสถานะนี้ไปตลอดจนกว่าจะมีการรีเซต ส่วนการ รีเซต นั้นจะป้อนพัลส์ทางขา 15 ทำให้วงจรรนับ Reset Output ทุกตัวเป็น 0 ทันที

#### 2.4.3.2 การถอดรหัสแบบโทน Tone Decoder

การถอดรหัสแบบโตนนั้น เนื่องจากสัญญาณที่ส่งมามีลักษณะเป็น Tone 2 ความถี่ วิ่งคู่กันมาที่ชุมสาย การถอดรหัสจะต้องเปลี่ยนความถี่นั้นให้เป็น Voltage หรือ กระแส หรือกระแส 0 กับ 1 ทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับเราจะนำเอาผลการถอดรหัสนั้นไปใช้ทำอะไร

ตัวอย่างวงจรที่จะอธิบายต่อไปนี้จะเป็นการเปลี่ยนความถี่ให้เป็น 0 กับ 1 เพื่อป้อนให้ Computer ทำงาน ถ้าเรากด 1 จะมีความถี่ 697 Hz กับ 1209 Hz วิ่งคู่กันมาที่ Input ของ Input Filter ทุกตัวจะมี Output Filter ที่ตรงกับความถี่ที่เข้ามานั้น คือ จะมี Output ออกจาก Filter 697 และ 1209 เท่านั้น จากนั้นก็จะถูกส่งต่อ Gate หมายเลข 1 เมื่อ Input ของ AND Gate เลข 1 เป็น 1 ทั้ง 2 ตัว ก็จะทำให้ Output ออกมาเป็น 1 และ Output นี้จะส่งต่อไปให้ Computer จัดการตามลำดับของโปรแกรมต่อไป หมายเลขอื่นๆ ก็เช่นกัน