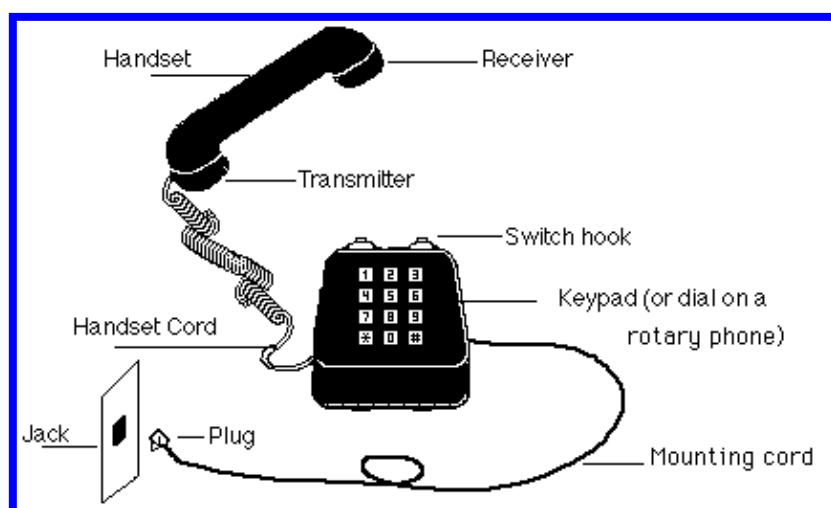




เอกสารประกอบการสอน
วิชา โทรศัพท์ (Telephone) รหัสวิชา 2105 – 2114
ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พ.ศ. 2556
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม



นายภัทร ทองสามสี
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะ ชำนาญการ

สาขาวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาลัยเทคนิคราชบุรี
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ

หน่วยที่ 2

วงจรและการทำงานของเครื่องโทรศัพท์

สาระสำคัญ

วงจรและการทำงานของเครื่องโทรศัพท์มีความสำคัญมาก ดังนั้นนักเรียนจะต้องมีความรู้ ความเข้าใจ เกี่ยวกับเรื่องส่วนประกอบของเครื่องโทรศัพท์ แผนภาพบล็อก(block diagram) การทำงานของเครื่องโทรศัพท์และ สัญญาณพื้นฐานที่ใช้ในโทรศัพท์ เพื่อความรู้ความเข้าใจไปใช้ในวิชาชีพได้

สาระการเรียนรู้

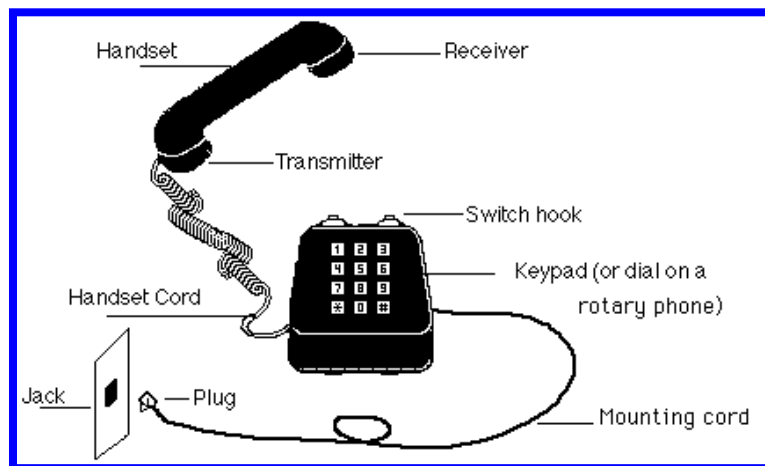
1. ส่วนประกอบของเครื่องโทรศัพท์
2. เครื่องรับโทรศัพท์
 - 2.1 แผนภาพบล็อก ของเครื่องรับโทรศัพท์
 - 2.2 การทำงานของเครื่องรับโทรศัพท์
3. สัญญาณพื้นฐานที่ใช้ในโทรศัพท์
 - 3.1 สัญญาณที่เครื่องโทรศัพท์สร้างขึ้น
 - 3.2 สัญญาณพื้นฐานที่รับจากชุมสายโทรศัพท์

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่คาดหวัง

1. บอกส่วนประกอบเบื้องต้นของเครื่องโทรศัพท์ได้
2. บอกส่วนประกอบของ แผนภาพบล็อก ของเครื่องโทรศัพท์ได้
3. อธิบายหลักการทำงาน ของเครื่องรับโทรศัพท์ได้
4. บอกลักษณะของสัญญาณ ที่เครื่องโทรศัพท์สร้างขึ้นได้
5. บอกลักษณะของสัญญาณพื้นฐาน ที่รับจากชุมสายโทรศัพท์ได้

1. ส่วนประกอบของเครื่องโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณเสียงพูดให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าและเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้ากลับเป็นสัญญาณเสียงในขณะที่สนทนากัน ตัวเครื่องโทรศัพท์ที่มีใช้งานอยู่ในปัจจุบันมีอยู่หลายรูปแบบ หลายรูปร่าง หลายขนาด หลายราคา มีทั้งแบบรูปร่างที่ทันสมัย หรือแบบโบราณ บางรุ่นมีหน่วยความจำหรือมีปุ่มอำนวยความสะดวกมากมาย มีทั้งแบบกดปุ่มหรือแบบหมุนให้ผู้ใช้ได้เลือกใช้ตามความต้องการ อย่างไรก็ตามเครื่องโทรศัพท์ทุกเครื่องมีหน้าที่เหมือนกัน คือใช้สำหรับสนทนากัน ส่วนที่เพิ่มเติมเข้ามานั้นเป็นการเพิ่มเพื่อช่วยให้เกิดความสะดวกสบาย ในการใช้งานมากยิ่งขึ้นนั่นเอง เครื่องโทรศัพท์ที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบันนี้ มีส่วนประกอบเบื้องต้นที่สำคัญแสดงดังรูปที่ 2.1

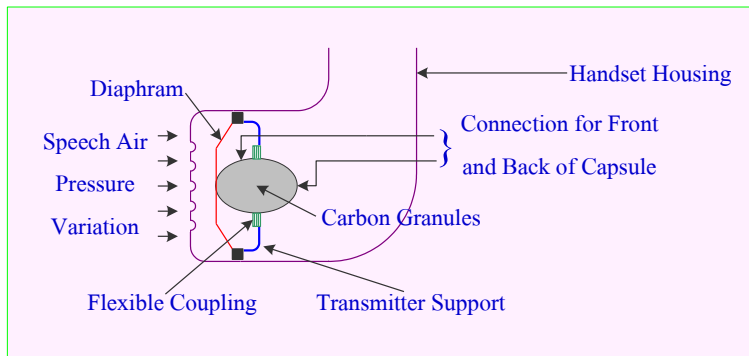


รูปที่ 2.1 แสดงส่วนประกอบเครื่องรับโทรศัพท์

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555.

1.1 ปากพูดของโทรศัพท์ (Transmitter) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงของผู้พูดเป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งก็คือ ไมโครโฟนนั่นเอง ที่มีใช้ในโทรศัพท์มี 3 แบบ คือ

1.1.1 ปากพูดแบบคาร์บอน (Carbon Microphone) คิดค้นโดย Thomas Alwa Edison มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.2 เมื่อคลื่นเสียงกระทบกับแผ่นไดอะแฟรม (Diaphragm) จะทำให้แผ่นไดอะแฟรมสั่นไปมา พลังงานเสียงจะเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ในตำแหน่งที่แผ่นไดอะแฟรมถูกกด จะทำให้ผงถ่าน (Carbon Granule) ถูกอัดติดกันมากยิ่งขึ้น ทำให้ค่าความต้านทานเกิดการเปลี่ยนแปลงตามระดับของเสียงที่ตกกระทบ เป็นผลทำให้กระแสไฟตรง ที่ไหลผ่านความต้านทานของปากพูดของโทรศัพท์มีการเปลี่ยนแปลงตามสัญญาณเสียงที่ได้รับ



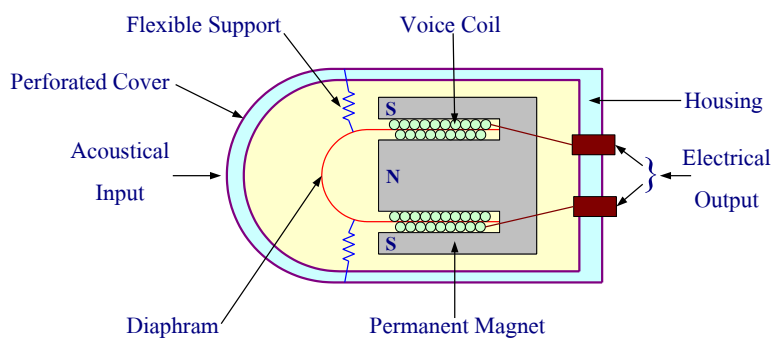
โครงสร้างคาร์บอนไมโครโฟน

ลักษณะตัวคาร์บอนไมโครโฟน

รูปที่ 2.2 แสดงปากพูดแบบคาร์บอน

ที่มา : <http://www.orbem.co.uk/mics/bth.htm>

1.1.2 ปากพูดแบบไดนามิก (Dynamic Microphone) ไมโครโฟนแบบไดนามิก จะประกอบด้วยขดลวดพันอยู่บนฟอรมพลาสติกทรงกระบอกที่ยึดติดกับแผ่นไดอะแฟรมบางๆ แล้วสวมลงในช่องว่างระหว่างแม่เหล็กถาวร เมื่อมีคลื่นเสียงมากระทบแผ่นไดอะแฟรม แผ่นไดอะแฟรมที่เป็นพลาสติกหรือแผ่นอลูมิเนียมบาง ๆ ก็จะมีการอัดและคลายตัวตามคลื่นเสียง ทำให้ขดลวดเคลื่อนที่เข้าออกตามไปด้วย ซึ่งขดลวดนี้จะเคลื่อนที่ตัดกับสนามแม่เหล็กถาวรเป็นผลทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าออกมาที่ขดลวด ตามคลื่นเสียงที่เข้ามาระทบ ปากพูดแบบไดนามิกมีโครงสร้างดังรูปที่ 2.3



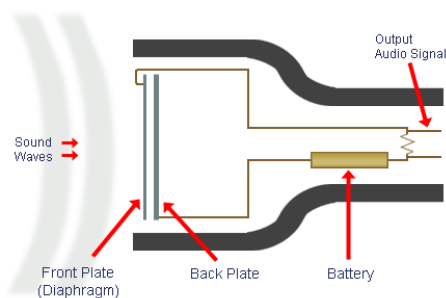
โครงสร้างไดนามิกไมโครโฟน

ลักษณะตัวไดนามิกไมโครโฟน

รูปที่ 2.3 แสดงปากพูดแบบแม่เหล็กไฟฟ้า

ที่มา : http://images.art-phone.de/popup_images-1116_0/fernsig-5628-dyn-dynamic-microphone.jpg

1.1.3 ปากพูดแบบคอนเดนเซอร์ (Condenser Microphone) ไมโครโฟนแบบคอนเดนเซอร์นี้จะต้องมีไฟเลี้ยงขนาด 3-48 โวลต์ จ่ายให้อยู่ตลอดเวลาที่มีการใช้งาน หลักการทำงานคือเมื่อมีการเคลื่อนไหวเข้าใกล้และห่างออกจากกันระหว่างไดอะแฟรมกับแบคเพลท (Back plate) โดยแบคเพลทจะอยู่กับที่ และส่วนที่เป็นไดอะแฟรมจะเคลื่อนไหวตามเสียงที่เข้ามา จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางประจุไฟฟ้าเป็นผลทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าขนาดเล็กมากขึ้น สัญญาณไฟฟ้าขนาดเล็กนี้จะถูกนำไปขยายด้วยภาคขยายสัญญาณเล็กๆ ต่อไป ไมโครโฟนชนิดนี้ มีคุณสมบัติทางเสียงที่ดีเหมือนธรรมชาติจึงเป็นที่นิยมใช้งาน มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.4



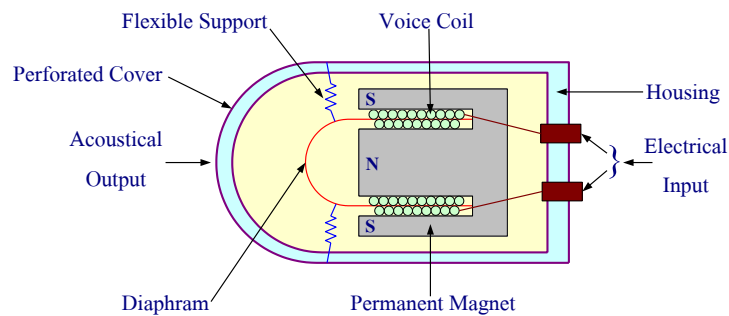
โครงสร้างคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน

ลักษณะตัวคอนเดนเซอร์ไมโครโฟน

รูปที่ 2.4 แสดงปากพูดแบบคอนเดนเซอร์

ที่มา : <http://forum.mdhousegroup.com/index.php?topic=408.0>

1.2 หูฟัง (Receiver) โดยทั่วไปหูฟังก็คือลำโพง (Speaker) ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียง ลักษณะโครงสร้างของหูฟังก็เหมือนกับลำโพงทั่วไป แต่จะถูกออกแบบให้มีขนาดเล็กและอยู่ในรูปร่างที่ถูกจำกัดไว้ด้วยพื้นที่ให้เหมาะสมกับการใช้งาน หูฟังโทรศัพท์ที่นิยมใช้คือ แบบแม่เหล็กไฟฟ้า มีลักษณะเหมือนกับปากพูดแบบแม่เหล็กไฟฟ้าแต่ทำงานกลับกัน จากรูปที่ 2.5 เมื่อมีสัญญาณไฟฟ้าป้อนเข้าที่ขดลวดเสียง (Voice Coil) จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กสถิตขึ้น ซึ่งจะไปผลักหรือดูดกับอำนาจแม่เหล็กถาวรในรูปตัวอี เป็นผลทำให้ขดลวดเสียงเกิดการเคลื่อนที่ ทำให้เกิดเสียงขึ้น



รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างหูฟัง

ที่มา: นายภัทร ทองสามสี ; 2555.

1.3 มือถือ (Hand Set) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นที่อยู่ของปากพูดและหูฟัง หรือบางครั้งเราเรียกว่า หูโทรศัพท์ โดยจะต้องออกแบบให้ตำแหน่งของปากพูดอยู่ใกล้ปากและหูฟังอยู่ใกล้หู เพื่อให้การสนทนาได้ยินซึ่งกันและกันได้อย่างชัดเจน โดยทั่วไปจะมีรูปร่าง แสดงตามรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงรูปร่างของมือถือ

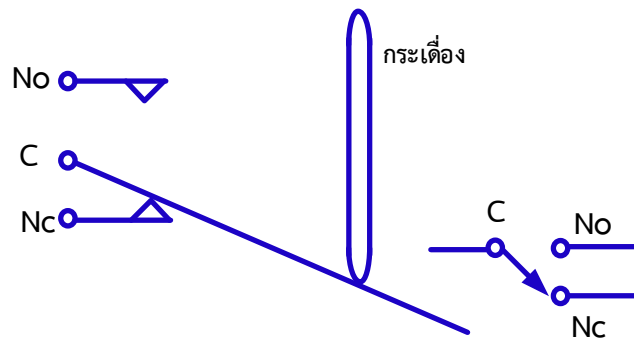
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

1.4 ฮุคสวิตช์ (Hook Switch) เป็นสวิตช์ 2 ทาง ที่ทำหน้าที่เลือกสถานการณ์ทำงานของคู่สายสัญญาณโทรศัพท์ (Line) ซึ่งจะต่อเข้ากับวงจรกระดิ่ง (Ringer) ขณะวางสายอยู่ หรือเลือกต่อกับวงจรปากพูดหูฟังขณะยกหูโทรศัพท์ขึ้นใช้งาน ดังแสดงตามรูปที่ 2.7

No – Normal open

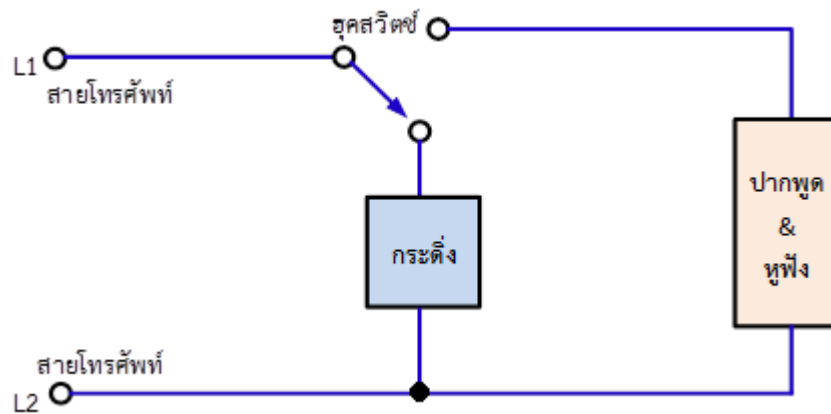
Nc – Normal close

C - Common



รูปที่ 2.7 แสดงลักษณะและสัญลักษณ์ของฮุคสวิตช์

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555



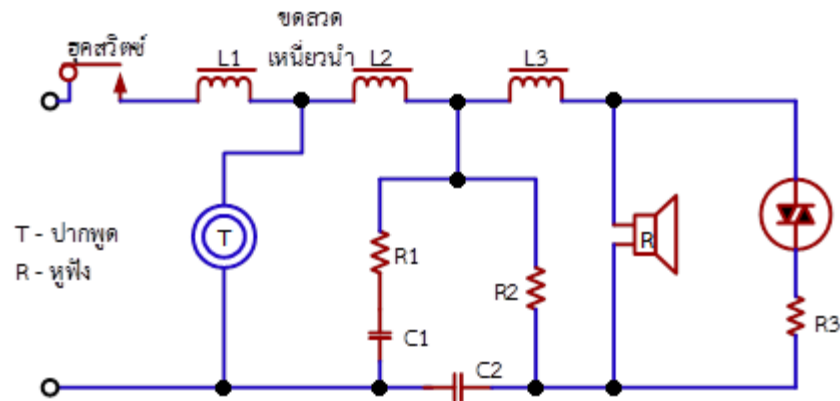
รูปที่ 2.8 แสดงหน้าที่ของฮุคสวิตช์

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

จากรูปที่ 2.8 ในขณะที่ยางสายอยู่ฮุคสวิตช์ จะต่อสายสัญญาณโทรศัพท์เข้ากับกระดิ่งเพื่อรองรับการเรียกเข้า แต่เมื่อเรายกหูโทรศัพท์หรือมือถือขึ้น ในขณะรับสายเรียกเข้า หรือขณะจะโทรออก สายสัญญาณโทรศัพท์จะถูกต่อเข้ากับวงจรปากพูดกับหูฟัง

1.5 ขดลวดเหนี่ยวนำ (Induction Coil) ในเครื่องโทรศัพท์จะทำหน้าที่ปรับ อิมพีแดนซ์ (Impedance) ให้เหมาะสมกับระยะทางของสายที่ใช้ และป้องกันไม่ให้เกิดไซด์โทน(Side Tone) ที่

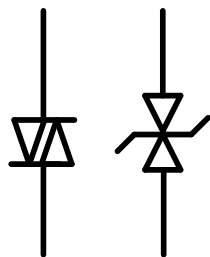
แรงเกินไปหรือเบาเกินไป เพราะถ้าไซด็ทอนแรงเกินไปจะทำให้ผู้พูด พูดเบา และถ้าไซด็ทอนเบาเกินไปจะทำให้ผู้พูด พูดแรง แต่ในเครื่องรุ่นใหม่ โดยเฉพาะเครื่องที่มีอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำอยู่ด้วยจะไม่มีขดลวดเหนี่ยวนำให้เห็น แต่จะมีใช้วงจรไฮบริด (Hybrid) แทน



รูปที่ 2.9 แสดงการต่อของขดลวดเหนี่ยวนำ

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

1.6 ตัวป้องกัน (Protector) จะทำหน้าที่ป้องกัน เครื่องโทรศัพท์ไม่ให้ได้รับอันตราย จากไฟฟ้าแรงดันสูงหรือไฟกระชากที่อาจเกิดขึ้นได้เสมอโดยเฉพาะฟ้าผ่า หรือไฟกระชากที่เกิดจากการยกหูลวงหูหรือหมุนหน้าปัดอันจะทำให้อุปกรณ์ภายในเสียหายได้ โดยทั่วไปจะมีตัวป้องกันไฟแรงดันสูงต่ออยู่กับกล่องกันฟ้านอกอาคารก่อนที่สายสัญญาณโทรศัพท์จะต่อเข้าบ้านอยู่แล้ว และในเครื่องโทรศัพท์บางรุ่นก็ยังมีตัวป้องกันนี้ต่ออยู่ เพื่อจะได้เกิดความปลอดภัยมากยิ่งขึ้น



สัญลักษณ์ตัวป้องกัน



ลักษณะอุปกรณ์ตัวป้องกัน

รูปที่ 2.10 แสดงสัญลักษณ์และอุปกรณ์ตัวป้องกัน

ที่มา: นายภัทร ทองสามสี ; 2555.

1.7 หน้าปัดโทรศัพท์ (Dial) ทำหน้าที่รองรับการหมุนหรือกดเลขหมายปลายทางของผู้ใช้โทรศัพท์ ซึ่งเมื่อการหมุนหรือกดเลขหมายแล้ว ภายในเครื่องโทรศัพท์จะมีวงจรสร้างสัญญาณรหัสขึ้นมาตามตัวเลขที่เราหมุนหรือกดส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์เพื่อถอดรหัสค่าตัวเลขเพื่อทำการค้นหาผู้รับต่อไป หน้าปัดของเครื่องโทรศัพท์มี 2 อย่าง เป็นโทรศัพท์แบบหมุน (Rotary Dial) และโทรศัพท์แบบกดปุ่ม (Push Button)



โทรศัพท์แบบหมุน



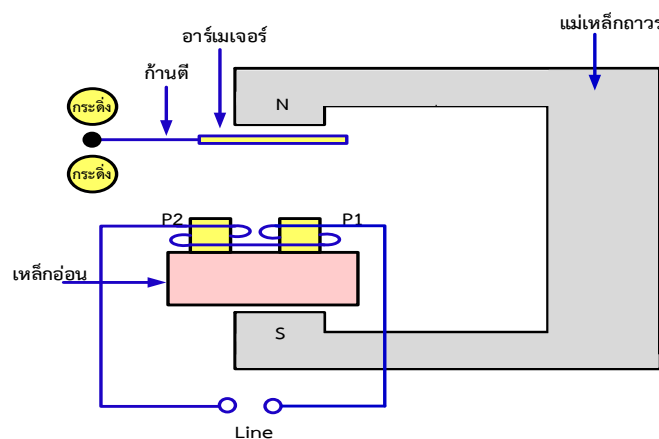
โทรศัพท์แบบกดปุ่ม

รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะของหน้าปัดโทรศัพท์

ที่มา: นายภัทร ทองสามสี ; 2555.

1.8 กระดิ่ง (Ringer) เมื่อมีการเรียก ไปยังเลขหมายปลายทาง(ผู้ถูกเรียก) ชุมสายโทรศัพท์จะส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังที่เครื่องโทรศัพท์ของผู้ถูกเรียก กระดิ่งจะเป็นตัวทำให้เกิดเสียงดังขึ้นในเครื่องโทรศัพท์เพื่อเรียกให้ผู้รับมารับโทรศัพท์ ซึ่งในปัจจุบันมีการใช้งานอยู่ 3 แบบ

1.8.1 กระดิ่งแบบสนามแม่เหล็ก (Magneto Ringer) เป็นวงจรกระดิ่งที่มีอยู่ในเครื่องรุ่นเก่า โครงสร้างของกระดิ่งแบบสนามแม่เหล็ก แสดงตามรูปที่ 2.12

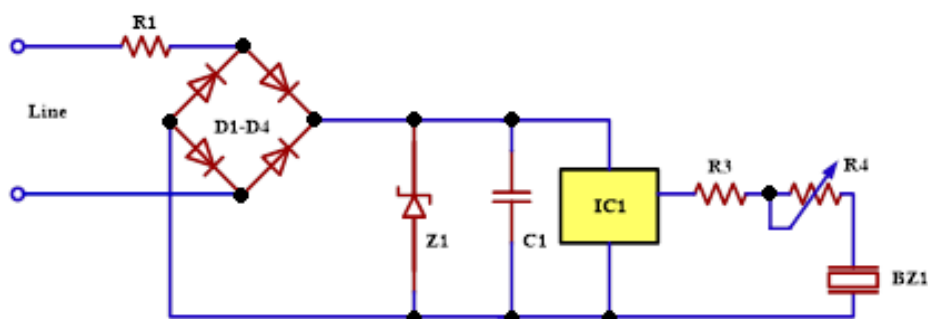


รูปที่ 2.12 แสดงโครงสร้างกระดิ่งแบบสนามแม่เหล็ก

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

การทำงานของ กระดิ่งแบบสนามแม่เหล็ก แม่เหล็กถาวรจะมีอำนาจของเส้นแรงแม่เหล็ก จากขั้วเหนือไปขั้วใต้ เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งจากชุมสายประมาณ 90 โวลต์ เอซี มาเข้าที่ขั้วลวดจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กสถิตขึ้นในขดลวด และทำให้ P1 และ P2 เกิดเป็นแม่เหล็กสถิตขึ้นมาด้วย โดยจะมีขั้วเหนือ(N) – ขั้วใต้(S) สลับกันตลอดเวลา ในขณะที่ขั้วของแม่เหล็กสถิตเหมือนกับแม่เหล็กถาวร ก็จะดูดก้านติลง หากขั้วต่างกันก็จะผลักก้านติขึ้น ทำให้ก้านติเกิดการเคลื่อนที่ไปตีด้วยกระดิ่งให้ดัง ด้วยความเร็วตามความถี่ของไฟสัญญาณกระดิ่งคือ ประมาณ 25 Hz

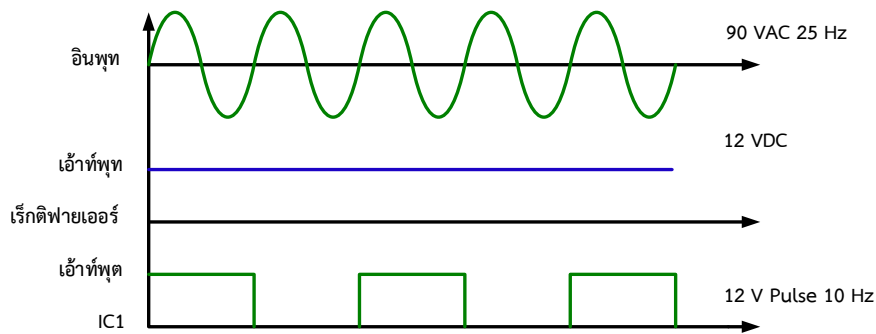
1.8.2 กระดิ่งแบบบัสเซอร์ (Buzzer Ringer) ในเครื่องโทรศัพท์รุ่นใหม่ ๆ จะนิยมใช้ บัสเซอร์เป็นกระดิ่ง เพราะบัสเซอร์มีขนาดเล็กและมีราคาถูก กินกระแสไฟฟ้าน้อย และยังสามารถเลือกชนิดของเสียงได้ตามชนิดของบัสเซอร์ ดังแสดงในวงจรตามรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 แสดงวงจรกระดิ่งแบบบัสเซอร์

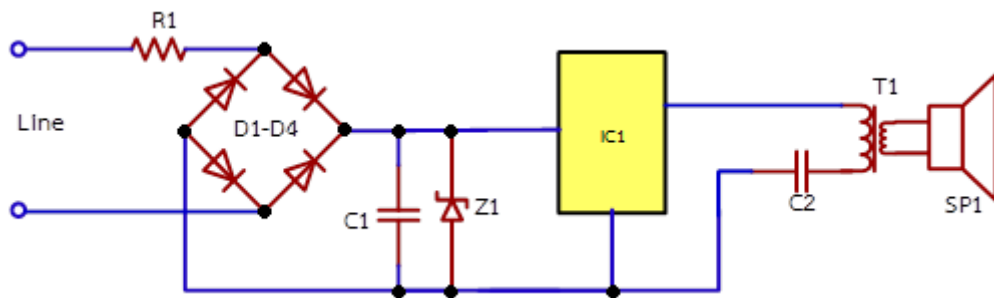
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี; 2555

ในการทำงานของกระดิ่งแบบบัสเซอร์นั้น เมื่อมีสัญญาณกระดิ่งขนาด 90 โวลต์ เอซี 25 Hz จะถูกตัวต้านทาน R1 ลดขนาดแรงดันลงให้เหลือพอเหมาะ ไดโอด D1 – D4 จะเป็นตัวเรียงกระแส และ ตัวเก็บประจุ C1 จะเป็นตัวกรองกระแสทำให้ได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนซีเนอร์ไดโอด Z1 จะเป็นตัวควบคุมแรงดัน ทำให้มีแรงดันต่ำลงและคงที่ประมาณ 12 – 15 โวลต์ เพื่อป้อนเป็นไฟเลี้ยงให้แก่วงจรรวม IC1 โดย IC1 จะเป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์ (Pulse Generator) ขนาดความถี่ประมาณ 10 Hz เพื่อป้อนให้แก่บัสเซอร์ โดยมีตัวต้านทาน R3 และ R4 เป็นตัวควบคุมระดับของเสียงปกติแล้ว บัสเซอร์ที่ใช้จะเป็น Piezo Buzzer ซึ่งจะทำงานด้วยสัญญาณพัลส์ ถ้านำเอาสัญญาณกระดิ่ง (25 Hz) ที่เข้ามา ลดขนาดลงให้พอเหมาะแล้วป้อนให้กับบัสเซอร์โดยตรงก็ได้ แต่ความถี่ขนาด 25 Hz จะสูงเกินไปทำให้เสียงออกมาไม่น่าฟัง จึงต้องนำ IC1 มาเป็นตัวสร้างสัญญาณพัลส์ที่มีความถี่ที่เหมาะสมขึ้นมาใหม่



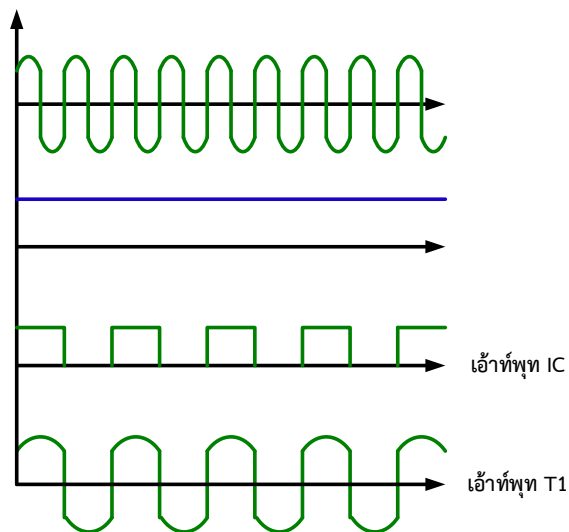
รูปที่ 2.14 แสดงสัญญาณที่จุดต่าง ๆ ในวงจรกระตุ้น
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี; 2555

1.8.3 กระดิ่งแบบลำโพงขนาดเล็ก (Speaker Ringer) เครื่องโทรศัพท์ที่มีราคาสูงจะมีสิ่งอำนวยความสะดวกเพิ่มขึ้น เช่น มีวงจรสนทนาโดยไม่ต้องยกหู (Hand Free) อยู่ด้วย ส่วนมากจะใช้ลำโพงขนาดเล็กเป็นกระดิ่งแทน เพราะในเครื่องโทรศัพท์จะมีลำโพงขนาดเล็ก ใช้อยู่แล้วจึงไม่จำเป็นต้องมี บัสเซอร์อีก โดยดัดแปลงวงจรกระตุ้นแบบบัสเซอร์ ให้สามารถใช้กับ ลำโพงขนาดเล็กได้ ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แสดงวงจรกระตุ้นแบบ กระดิ่งแบบลำโพงขนาดเล็ก
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี; 2555

วงจรกระตุ้นแบบลำโพงขนาดเล็กจะดัดแปลงมาจากวงจรกระตุ้นแบบบัสเซอร์ โดยนำสัญญาณจาก IC1 ป้อนเข้าหม้อแปลง เพื่อใช้เพิ่มหรือลดแรงดัน และช่วยลดขอบเหลี่ยมของสัญญาณพัลส์ ทำให้มีความสัญญาณมีการเปลี่ยนแปลงลงบ้าง ซึ่งจะทำให้ลำโพงขนาดเล็กสามารถทำงานได้ไม่เกิดความเสียหาย



รูปที่ 2.16 แสดงสัญญาณจุดต่าง ๆ ในวงจรกระดิ่งแบบลำโพงขนาดเล็ก
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี; 2555

1.9 สายต่อ (Line Connection) สายที่ใช้ต่อสำหรับเครื่องโทรศัพท์ นั้นมี 2 เส้น คือ สายที่ใช้ต่อกับคู่สายโทรศัพท์ (Line) เข้ากับ เครื่องโทรศัพท์ ซึ่งเราจะเรียกว่า “Mounting Cord” มีลักษณะเป็นสายอ่อนมีสายภายใน 2 เส้น ด้านปลายสายจะต่อเข้ากับ หัวต่อ แบบ RJ 11 โดยใช้คู่กลาง และสายอีกชนิดหนึ่งเป็นสายที่ใช้สำหรับต่อ ระหว่างตัวเครื่องโทรศัพท์กับมือถือ ซึ่งเราเรียกว่า “Handset Cord” มีลักษณะเป็นสายอ่อนตีเกลียว ภายในมีสายอยู่ 4 เส้น คือ คู่ เหลือง-ดำ กับ แดง-เขียว โดยจะให้สำหรับ ต่อเข้ากับชุด ของปากพูด 1 คู่ และ ต่อเข้ากับหูฟังอีก 1 คู่ ปลายทั้งสอง ด้าน ต่อเข้ากับหัวต่อแบบ RJ 12 ซึ่งมีขนาดเล็กกว่า RJ 11 เล็กน้อย ดังแสดงตามรูปที่ 2.17



สายต่อเข้าเครื่อง แบบ RJ 11



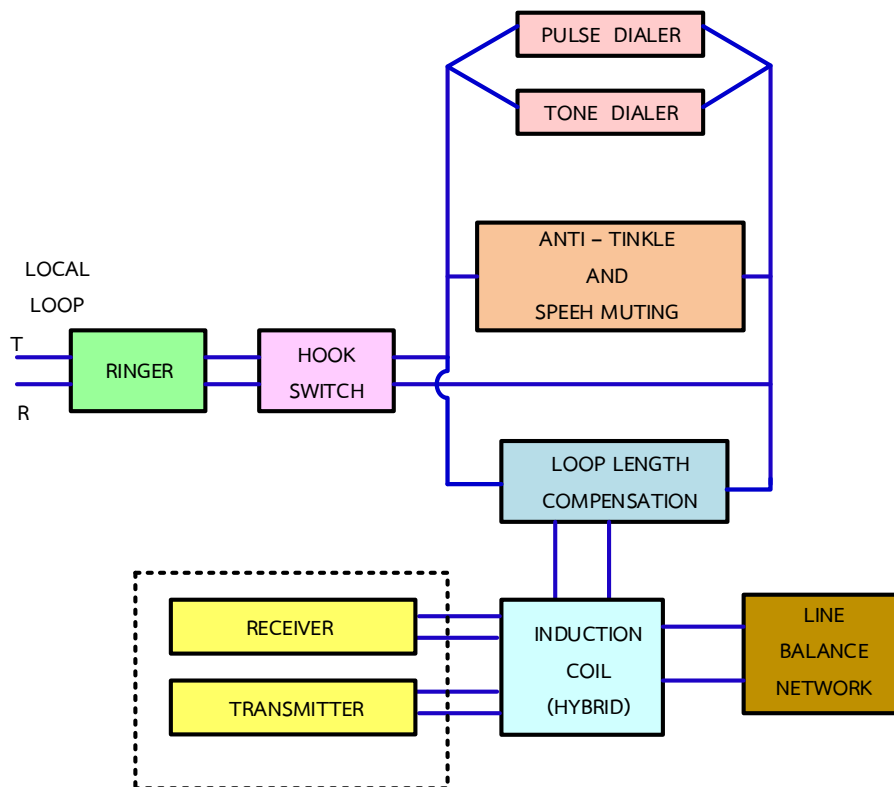
สายต่อ เชื่อมมือถือ แบบ RJ 12

รูปที่ 2.17 แสดงสายต่อสำหรับเครื่องโทรศัพท์
ที่มา: นายภัทร ทองสามสี ; 2555

2. เครื่องรับโทรศัพท์

วงจรเครื่องรับโทรศัพท์ที่มีใช้อยู่ในปัจจุบัน มีมากมายหลายแบบมีทั้งวงจรง่ายๆ มีอุปกรณ์ R, L และ C ไม่กี่ตัว บางรุ่นไม่มีอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำเลย บางรุ่นจะมีอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำมากมาย วงจรที่มีอุปกรณ์ สารกึ่งตัวนำจะอาศัยไฟเลี้ยงวงจรจากคู่สายสัญญาณโทรศัพท์ (Line) ซึ่งปกติจะมีระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ประมาณ 12 โวลต์ (เวลายกหู) แต่ถ้าสายยาวมาก อาจเหลือประมาณ 5 ถึง 6 โวลต์ เครื่องโทรศัพท์รุ่นใหม่ๆ ก็ยังทำงานได้เพราะได้ออกแบบให้เครื่องทำงานที่ไฟประมาณ 5 ถึง 6 โวลต์ขึ้นไป

2.1 Block Diagram ของวงจรโทรศัพท์



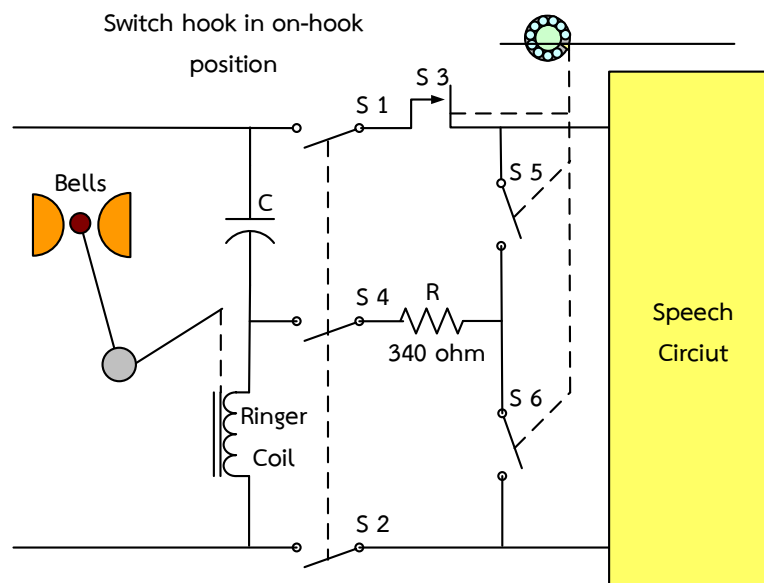
รูปที่ 2.18 แสดง แผนภาพบล็อก ของวงจรโทรศัพท์

ที่มา: นายภัทร ทองสามสี ; 2555

จากรูปที่ 2.18 เป็น แผนภาพบล็อก ของส่วนต่างๆ ที่จำเป็นในเครื่องโทรศัพท์ โดยจะเชื่อมต่อกับชุมสาย ด้วยสาย T (tip) และสาย R (ring) และมีส่วนประกอบที่สำคัญดังนี้

2.1.1 วงจรกำเนิดเสียงกระดิ่ง (Ringer) เป็นวงจรแรกที่เชื่อมต่อระหว่างวงจรภายในของเครื่อง โทรศัพท์ กับอุปกรณ์ของชุมสาย ซึ่งเมื่อมีการติดต่อมาจากผู้เรียก ชุมสายจะส่งสัญญาณเรียก (ringing signal) มายังเครื่องโทรศัพท์ วงจรกระดิ่งจะกำเนิดเสียงกระดิ่งดังขึ้น เพื่อให้ผู้รับรู้ว่า มีผู้ที่ต้องการสนทนาด้วย

2.1.2 ฮุคสวิทช์ (Hook Switch) ทำหน้าที่เลือกต่อสายสัญญาณโทรศัพท์เข้ากับกระดิ่ง หรือวงจรภายในของเครื่องโทรศัพท์ เมื่อวางหูโทรศัพท์ตามปกติ ฮุคสวิทช์จะถูกเปิดวงจร ทำให้ไม่มีแรงดันจากชุมสาย จากรูปที่ 2.19 เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สวิตช์ S1 และ S2 ก็จะปิดวงจรทำให้มีกระแสจากชุมสายไหลครบวงจรผ่านเครื่องโทรศัพท์ได้ ในขณะที่เดียวกันกระแสก็จะไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ที่ชุมสาย จะทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ที่ชุมสายถูกปิดลงเพื่อที่จะให้อุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ในชุมสายพร้อมที่จะทำการติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ได้ จากนั้นชุมสายก็จะส่งสัญญาณหมุน (dial tone) ไปยังผู้ที่ยกหูโทรศัพท์ เพื่อให้ผู้นั้นส่งเลขหมายโทรศัพท์ที่ต้องการจะติดต่อมายังชุมสาย หลังจากชุมสายได้รับเลขหมายแรกที่ถูส่งมาแล้ว ชุมสายจะยกเลิกสัญญาณหมุน ซึ่งกระบวนการจะเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว



รูปที่ 2.19 แสดงฮุคสวิทช์และวงจรป้องกันกระดิ่งและตัดเสียงพูด

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555.

2.1.3 วงจรตัดเสียงขณะทำการส่งสัญญาณหมายเลข (Anti-Tinkle And Speech Muting) เป็นวงจรป้องกันกระดิ่งและตัดเสียงพูด จากรูปที่ 2.19 ขณะที่หมุนโทรศัพท์จะมีการตัดต่อของไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งอีกด้านหนึ่งของวงจรจะต่ออยู่กับรีเลย์ในชุมสาย ทำให้เกิดแรงดันย้อนกลับที่มีขนาดสูงมาก เป็นเหตุให้กระดิ่งดังขึ้นตามจำนวนพัลส์ที่หมุน และเกิดสัญญาณเสียงที่ไม่ต้องการขึ้นที่หูฟัง ดังนั้นวงจรในส่วนนี้จะคอยป้องกันเหตุไม่พึงประสงค์ทั้งสอง คือ สวิตช์ S5 และ S6 จะลัดวงจรด้านอินพุตของวงจรส่วนเสียงพูด ทำให้ไม่มีกระแสไฟใด ๆ ไหลผ่านวงจรส่วนเสียงพูดแต่ในสถานะที่ไม่มีการหมุนหมายเลข สวิตช์ S5 และ S6 ก็จะเป็นวงจร ตัวเก็บประจุ C ที่เพิ่มเข้ามาพร้อม R ขนาด 340 โอห์มก็จะลดขนาดของแรงดันที่ผ่านกระดิ่งลงให้อยู่ในระดับที่กระดิ่งจะไม่ทำงาน

2.1.4 การส่งหมายเลขโทรศัพท์ ไปยังชุมสายโทรศัพท์สามารถทำได้ 2 วิธี วิธีแรกเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ (Pulse Dialer) ที่แสดงค่าของหมายเลขต่างๆ ออกมาเป็นสัญญาณพัลส์ และอีกวิธีคือ การส่งสัญญาณความถี่ (Tone Dialer) ความถี่จะมีค่าต่างกันตามเลขหมายที่กด โดยค่าของตัวเลขจะถูกสร้างค่าความถี่ 2 ความถี่ที่มอดูเลตกัน

2.1.5 ไฮบริด (Hybrid) ทำหน้าที่เป็นวงจรเชื่อมต่อระหว่างระบบ 4 สาย เข้ากับ ระบบ 2 สาย ทำให้โทรศัพท์สามารถสื่อสารกันได้แบบสองทิศทาง ในวงจรเครื่องโทรศัพท์จะใช้ระบบ 4 สาย สำหรับ ส่งสัญญาณเสียง 2 สาย และใช้สำหรับส่งสัญญาณเข้าหูฟัง 2 สาย ส่วนระบบ 2 สาย จะใช้สำหรับเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์เข้ากับชุมสายระดับท้องถิ่นโดยจะต่อผ่านสาย T และ R เพียง 2 สายเท่านั้น

2.1.6 ตัวรับ (Receiver) โดยทั่วไปเรียกว่า “หูฟัง” หรือ ลำโพงขนาดเล็ก ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณ ไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณเสียง

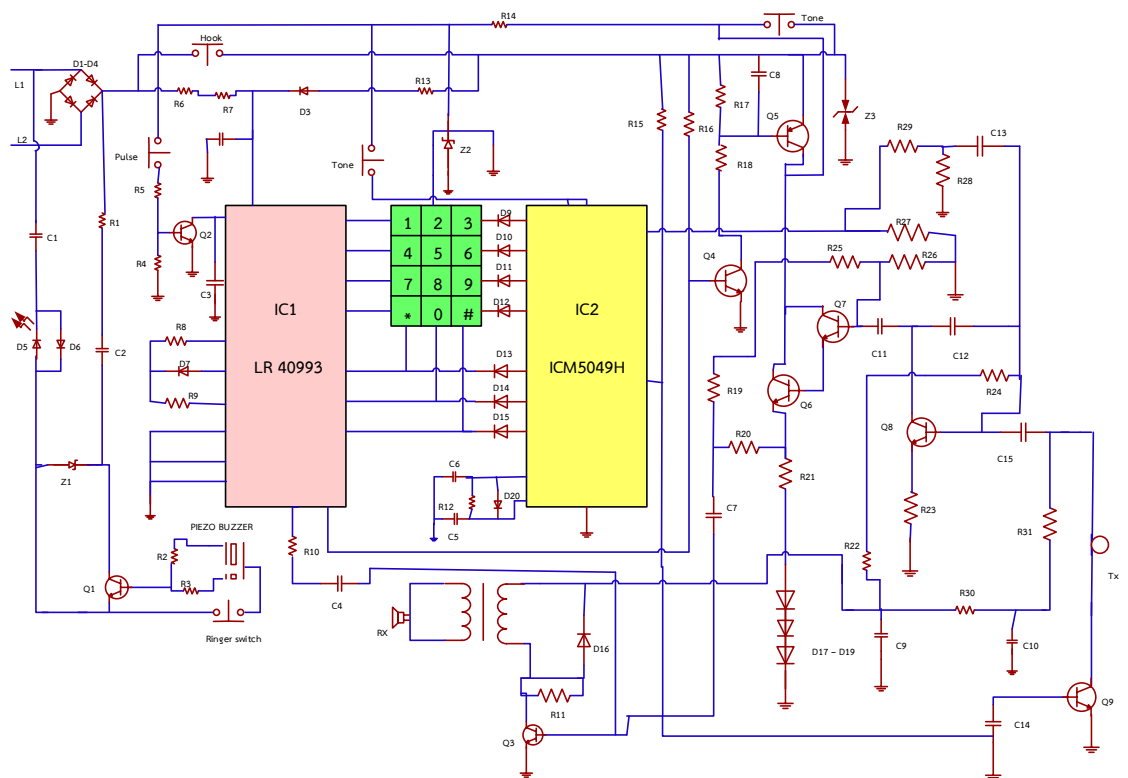
2.1.7 ตัวส่ง (Transmitter) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณเสียงของผู้พูดเป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งก็คือ ไมโครโฟนนั่นเอง

2.1.8 วงจรปรับความสมดุลของอิมพีแดนซ์ (Line Balance Network) จะทำหน้าที่ร่วมกับไฮบริด เพื่อควบคุมเสียงพูดแบบสองทิศทาง โดยจะแมตซ์อิมพีแดนซ์ของสายส่งสัญญาณจากชุมสายกับอิมพีแดนซ์ของวงจร ให้มีความสมดุลกัน เพื่อการส่งสัญญาณเสียงพูดในระหว่างการสนทนาให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด

2.1.9 วงจรชดเชยความสูญเสียเนื่องจากความยาวของสายส่ง (Loop Length Compensation) จะทำหน้าที่ชดเชยให้การสนทนาเนื่องจากอยู่ห่างไกลจากชุมสาย เพื่อให้เสียงไม่ขาดหายไปและมีความชัดเจนยิ่งขึ้น นั่นเอง

2.2 การทำงานของเครื่องโทรศัพท์ ในปัจจุบันเครื่องโทรศัพท์ที่ใช้งานอยู่นั้น สามารถใช้งานได้ทั้งแบบหมุน (Pulse) และแบบกดปุ่ม (Tone) จากในรูปที่ 2.20 การทำงานจะแบ่งการทำงานได้

ในสภาวะที่โทรออกในวงจรนี้ เราสามารถทำการเลือกส่งสัญญาณไดอัล (Dial) ได้ว่าจะส่งแบบหมุน หรือแบบกดปุ่ม โดยที่ IC₁ จะทำหน้าที่ผลิตสัญญาณพัลส์ ร่วมกับการกดคีย์ตัวเลข โดย IC₁ จะแปลงตัวเลขที่กดให้เป็นสัญญาณพัลส์แทน ส่วน IC₂ จะทำหน้าที่ ผลิตสัญญาณเสียง(Tone) ร่วมกับปุ่มกด เมื่อสัญญาณเลขหมายได้ถูกส่งผ่านไปยังชุมสายโทรศัพท์แล้ว ชุมสายจะทำการเรียกไปยังเลขหมายปลายทาง เมื่อปลายทางรับสายแล้ว ก็จะสามารถ สนทนากันได้เลย เพราะ Q₄ และ Q₅ ทำงาน ประกอบกับเมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น จะทำให้ฮุคสวิชต์วงจรให้กับวงจรปากพูดและหูฟัง เป็นผลทำให้ Q₃ และ Q₉ ทำงาน จึงทำให้สามารถสนทนากันได้



ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

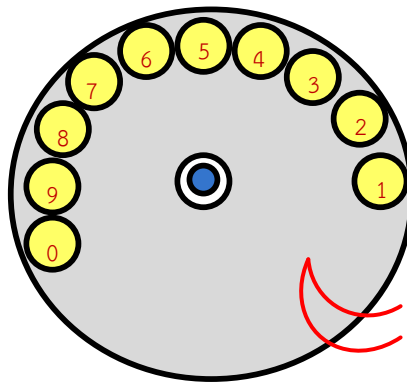
3. สัญญาณพื้นฐานที่ใช้ในระบบโทรศัพท์

ในระบบโทรศัพท์จะมีสัญญาณพื้นฐานที่ใช้ในการบ่งบอกลักษณะการทำงาน 2 ลักษณะคือ

3.1 สัญญาณที่เครื่องโทรศัพท์สร้างขึ้น

เมื่อต้องการใช้โทรศัพท์โทรออก ขณะที่หมุนหรือกดเลขหมาย เครื่องโทรศัพท์จะสร้างสัญญาณเลขหมายขึ้นมาสัญญาณหนึ่ง ซึ่งจะสอดคล้องกับเลขหมายที่หมุนหรือกด และสัญญาณนี้จะถูกส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์เพื่อให้ชุมสายทำการตรวจสอบ ค้นหา เลขหมายปลายทางต่อไป ดังนั้น ในเครื่องโทรศัพท์จะต้องมีวงจรเข้ารหัส หรือส่วนที่สร้างรหัสเลขหมายโทรศัพท์ที่อยู่ในทุกเครื่องและที่ชุมสายโทรศัพท์ ก็จะมีวงจรถอดรหัสอีกทีหนึ่งโดยรหัสสัญญาณที่เครื่องโทรศัพท์สร้างขึ้นมานี้มีอยู่ 2 ชนิดคือ

3.1.1 ไดอัล พัลส์ (Dial Pulse) ในเครื่องโทรศัพท์รุ่นเก่าจะเป็นเครื่องแบบหมุนและเป็นเครื่องที่ไม่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์อยู่ใน อาศัยการทำงานของกลไกที่หน้าปัด เป็นตัวเข้ารหัสแทน โดยได้ออกแบบระยะในการสร้างสัญญาณไว้ ในการหมุนแต่ละเลขหมายแต่ละตัว จะต้องหมุนให้สุดจนถึงตัวางข้างที่ออกแบบไว้ และต้องรอนกว่าตัวหมุน จะหมุนกลับมาจนหยุดเสียก่อนจึงจะหมุนเลขถัดไปได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.21 ซึ่งในปัจจุบันรหัสสัญญาณแบบพัลส์นี้ไม่เป็นที่ยอมรับ เพราะต้องใช้เวลานานในการหมุนหมายเลขปลายทางจนกว่าจะครบ 9 หลักในเบอร์บ้าน หรือ 10 หลักในเบอร์โทรศัพท์มือถือ

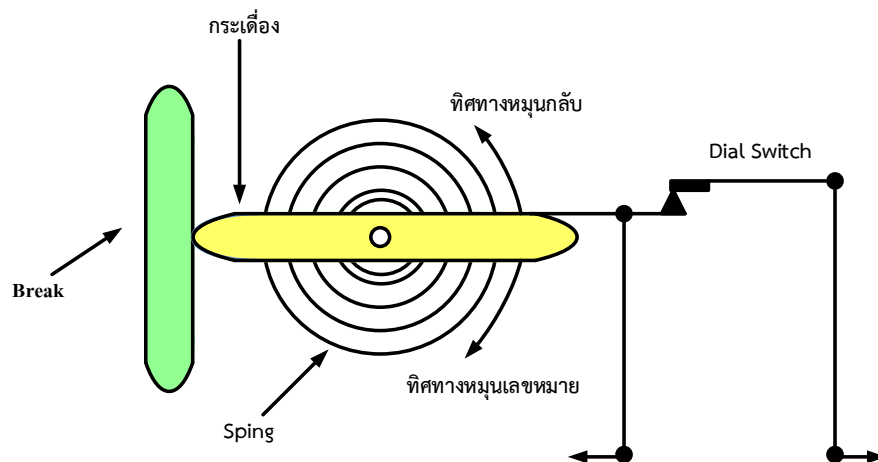


รูปที่ 2.21 แสดงหน้าปัดของเครื่องหมุน

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

ในโครงสร้างของตัวเข้ารหัสแบบหมุนนั้น จะมีขดลวดแบบสปริง ที่ออกแบบระยะในการหมุนแต่ละเลขหมายไว้ เช่นหากหมุนหมายเลข 3 ระยะของสปริงที่ถูกหมุนไปจะบีบรัดตัวเองเข้าไป ในขณะที่หมุน เมื่อปล่อยมือออกสปริงจะคลายตัวหมุนกลับ ในขณะที่กระดิ่งจะหมุนกลับด้วย ทำให้

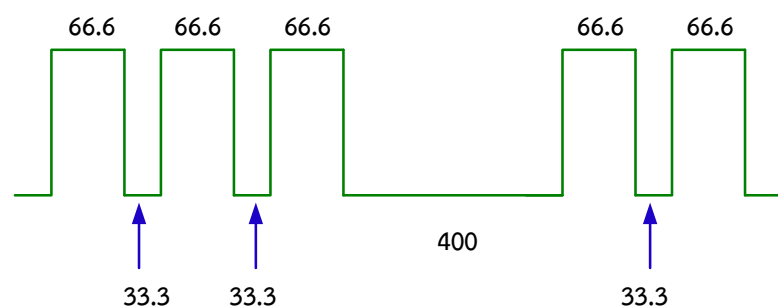
ไปแตะกับได้อัลสวิตช์ได้ จำนวน 3 ครั้ง จึงทำให้ ได้จำนวนพัลส์ 3 ลูกออกไปนั่นเอง ส่วนคาบเวลาของพัลส์ต่างๆ นั้นจะถูกตั้งด้วยความเร็วของลวดสปริงที่ทำหน้าที่ดึงลวดสปริง และเบรกจะเป็นตัวลดความเร็วของสปริง โดยทั่วไปความเร็วของสปริงนี้จะกำหนดเป็นจำนวน 10 พัลส์ต่อวินาทีหรือ 20 พัลส์ต่อวินาทีดังแสดงดังรูป 2.22



รูปที่ 2.22 แสดงลักษณะโครงสร้างของได้อัลพัลส์

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

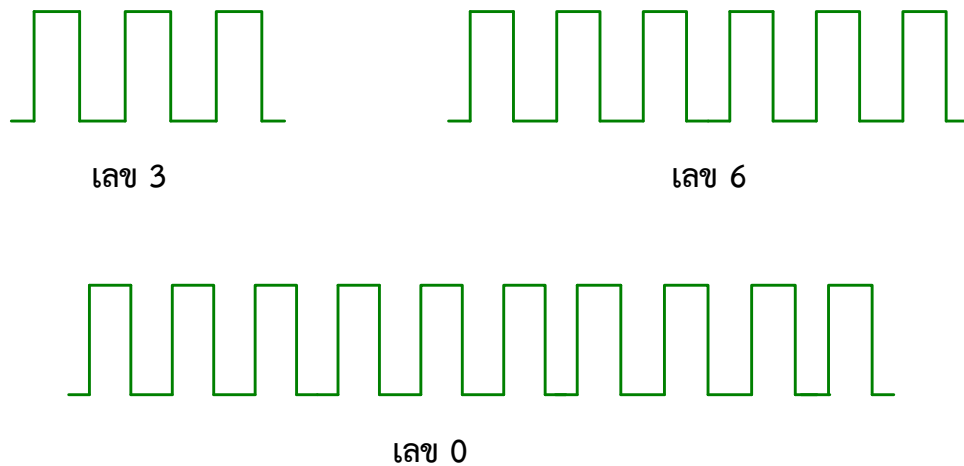
รหัสสัญญาณแบบพัลส์จะมีลักษณะเป็น DC Pulse ที่มีขนาดความกว้างของพัลส์แต่ละพัลส์ 66.6 ms มีระยะห่างระหว่างพัลส์ 33.3 ms และมีระยะห่างระหว่างตัวเลข 400 ms ดังแสดงในรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 ขนาดของสัญญาณได้อัลพัลส์

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

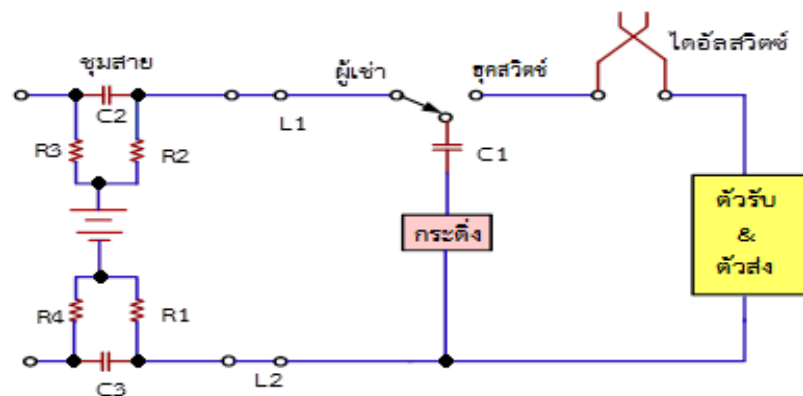
สัญญาณได้อัลพัลส์จะเกิดจากการหมุนเลขหมาย โดยจะมีจำนวนพัลส์เกิดขึ้นเท่ากับค่าของตัวเลขแต่ละตัวที่หมุน เช่น หมุนหมายเลข 3 จะได้จำนวน 3 พัลส์, หมุนหมายเลข 6 จะได้จำนวน 6 พัลส์, หมุนหมายเลข 0 จะได้จำนวน 10 พัลส์ (เลข 0 คือ 10) ดังแสดงในรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 จำนวนพัลส์แต่ละตัวเลข

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

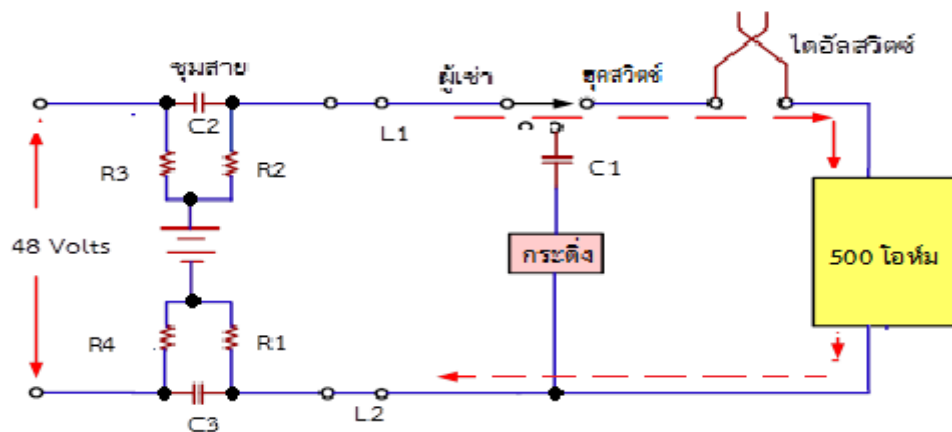
ในรูปที่ 2.25 เมื่อเครื่องโทรศัพท์อยู่ในสภาวะวางหู คู่สายโทรศัพท์จะต่ออยู่กับวงจรกระดิ่ง ซึ่งมี C1 ต่อกันอยู่ ดังนั้นไฟฟ้ากระแสตรงเลี้ยงคู่สายโทรศัพท์ 48 โวลต์ จึงไม่สามารถผ่านเข้าไปในวงจรกระดิ่งได้ กระแสจึงไม่ไหลไปในคู่สายโทรศัพท์ทำให้ยังคงมีระดับแรงดันไฟเลี้ยง 48 โวลต์ตามปกติ แต่เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ขึ้น สวิตช์จะตัดคู่สายโทรศัพท์ออกจากกระดิ่ง แล้วต่อคู่สายโทรศัพท์เข้ากับวงจรปากพูดหูฟัง



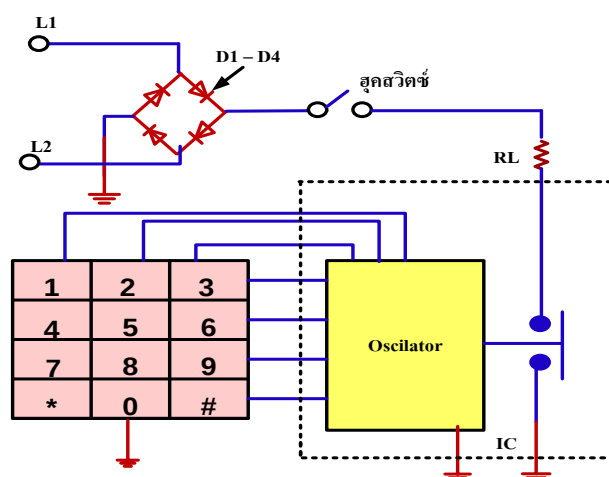
รูปที่ 2.25 แสดงลักษณะการต่อโทรศัพท์กับชุมสาย

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

โดยทั่วไปค่าความต้านทานรวมของเครื่องโทรศัพท์ (ปากพูดหูฟังและวงจรประกอบอื่นๆ) จะมีค่าประมาณ 500 โอห์ม ดังแสดงตามรูปที่ 2.26 ดังนั้นเมื่อยกหูโทรศัพท์ขึ้นไฟเลี้ยงคู่สายโทรศัพท์ 48 โวลต์ จากชุมสายจึงตกคร่อม R_1 และ R_2 และ 500 โอห์ม (เครื่องโทรศัพท์) รวมทั้งตกคร่อมความต้านทานของคู่สายโทรศัพท์ด้วย จึงทำให้แรงดันไฟที่ตกคร่อมขณะเครื่องโทรศัพท์ยกหู จะมีประมาณ 6 ถึง 12 โวลต์ แล้วแต่ ว่าคู่สายโทรศัพท์จะมีความยาวมากน้อยเท่าใดจากระยะของสายโทรศัพท์จากชุมสายมายังเครื่องรับโทรศัพท์ ถ้าหากไฟต่ำกว่า 5 ถึง 6 โวลต์ เครื่องโทรศัพท์อาจไม่ทำงาน โดยเฉพาะเครื่องโทรศัพท์รุ่นใหม่ ๆ ที่มีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ภายใน เพราะวงจรภายในใช้วงจรรวมในการควบคุมการทำงาน

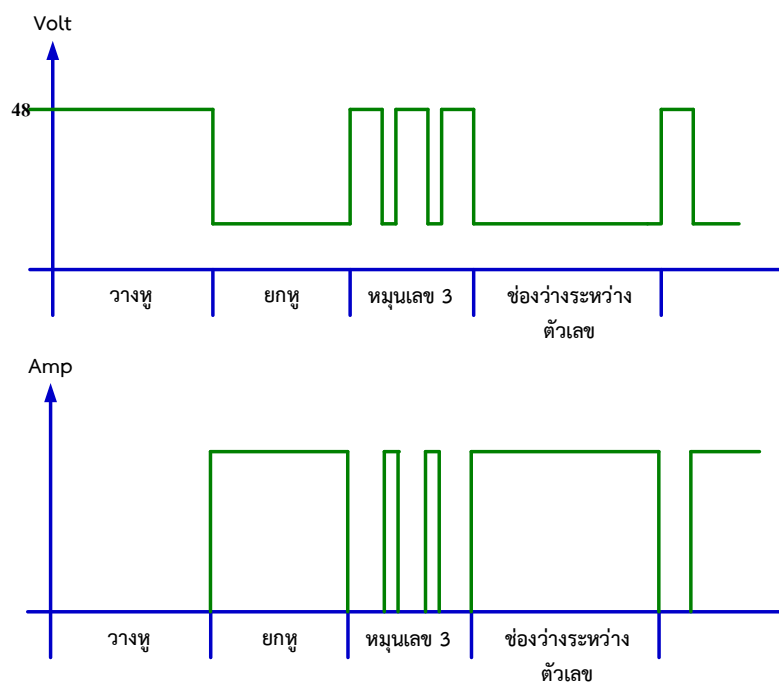


รูปที่ 2.26 วงจรรวมเครื่องโทรศัพท์
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555



รูปที่ 2.27 วงจรพื้นฐานของไอซีสร้างรหัสพัลส์
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

การเข้ารหัสสัญญาณได้อัลพัลส์นอกจากจะใช้ในเครื่องโทรศัพท์แบบหมุนแล้ว ยังสามารถทำได้โดยใช้เครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่ม ดังแสดงตามรูปที่ 2.27 วงจรภายในจะมีวงจรรวมสร้างพัลส์ เมื่อยกหูโทรศัพท์ขึ้น อุกสวิตช์จะต่อไฟเข้ามาทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวต้านทาน RL และสวิตช์แล้วลงกราวด์ทำให้ครบวงจร ไฟเลี้ยงคู่สายโทรศัพท์ 48 โวลต์ จะตกลงมาเหลือ 5 ถึง 12 โวลต์ ทำให้ไอซีสามารถทำงานได้ เมื่อกดเลขหมายใดๆ วงจรออสซิลเลเตอร์ก็จะสร้างพัลส์ขึ้นมา จะเท่ากับค่าของตัวเลขนั้นๆ พัลส์ที่สร้างขึ้นมาก็จะทำให้สวิตช์เปลี่ยนสถานะจากปิดเป็นเปิดตามจังหวะและจำนวนพัลส์ที่เข้ามา เมื่อสวิตช์ไม่มีกระแสไหลผ่านตัวต้านทาน RL ก็ไม่ได้เป็นโหลดของคู่สายโทรศัพท์ทำให้แรงดันในคู่สายโทรศัพท์ เพิ่มขึ้นตามจังหวะเปิดและปิดของสวิตช์ นั่นคือเกิดพัลส์ตามค่าของตัวเลขหรือถ้าจะมองค่าของกระแสช่วงสวิตช์ เปิดหรือปิดก็จะมีกระแสไหลเป็นช่วงๆ เช่นกันส่วนค่าเวลาของพัลส์ ก็กำหนดได้ที่ภาคออสซิลเลเตอร์ซึ่งไปควบคุมสวิตช์อีกทีหนึ่งแสดงตามรูปที่ 2.28

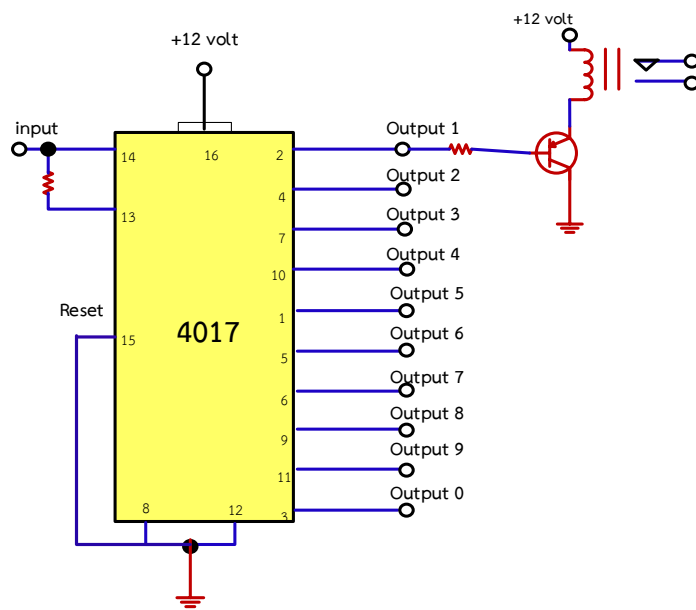


รูปที่ 2.28 แสดงลักษณะแรงดันและกระแสในคู่สายโทรศัพท์ขณะส่งได้อัลพัลส์

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

เมื่อสัญญาณได้อัลพัลส์ถูกส่งไปถึงชุมสายโทรศัพท์ การถอดรหัสนี้จะใช้วงจรนับ (Counter) มานับจำนวนพัลส์ที่ส่งเข้ามา เอาท์พุท(output) ของวงจรนับก็คือตำแหน่งของผู้รับที่ต้องการติดต่อด้วยนั่นเอง จากรูปที่ 2.29 เป็นวงจรนับที่ออกแบบไว้ให้นับได้สูงสุด 10 ทำหน้าที่เป็นตัวถอดรหัสเลขหมายที่ผู้เรียกหมุนเข้ามา ซึ่งในที่นี้จะแสดงเฉพาะวงจรรหัสแบบได้อัลพัลส์ โดยการใช่วงจรรวม เบอร์ 4017 ซึ่งเป็นวงจรนับมีการทำงานเมื่อผู้เรียกหมุนเลขหมายโทรศัพท์ก็จะเกิดสัญญาณพัลส์ ส่งจากเครื่องผู้เข้าวงเข้ามาที่ชุมสายโทรศัพท์ สัญญาณพัลส์จะป้อนเข้าอินพุทของวงจรแปลข้อมูล ซึ่งจะนับ

จำนวนพัลส์ที่เข้ามา เช่น ถ้าหมุนเลข 2 ก็จะมีจำนวนพัลส์ 2 พัลส์ เข้ามาทำให้วงจรนับสามารถนับ 2 มีสภาวะ “1” ที่ เอาท์พุท 2 หรือ ถ้าหมุน เลข 3 ก็จะมีสภาวะ “1” ที่ เอาท์พุท 3 เรานำสภาวะ ต่างๆ ที่ เอาท์พุท ของวงจรนับนี้ ไปส่งให้กับหมายเลขที่ต้องการติดต่อ มาต่อกับวงจรพุดในตำแหน่ง รับได้



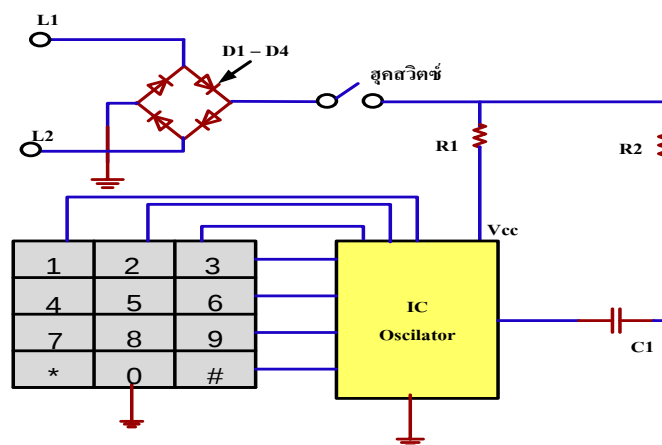
รูปที่ 2.29 วงจรนับพัลส์
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

3.1.2 ดูอัลโทน มัลติฟรีควเอนซี (Dual Tone Multi Frequency) เรามักเรียกกันย่อๆ ว่า DTMF ซึ่งเป็นวิธีการนำเอาความถี่สองความถี่มาผสมกัน โดยมีกลุ่มความถี่ต่ำถูกกำหนดไว้ในด้านแถว (Rows) และกลุ่มความถี่สูงถูกกำหนดไว้ในด้านหลัก (Columns) ซึ่งมีความถี่เป็นไปตามมาตรฐานสากลที่ CCITT กำหนดไว้ ดังรูปที่ 2.30 ในการกดหมายเลขแต่ละครั้ง จะได้ความถี่ 2 ความถี่ผสมกันออกไป เช่น กดหมายเลข 1 จะได้ความถี่ด้านต่ำ 697 Hz ผสมกันความถี่ด้านสูง 1,209 Hz ออกไป ถ้ากดหมายเลข 5 จะได้ความถี่ด้านต่ำ 770 Hz ผสมกันความถี่ด้านสูง 1,336 Hz ออกไป เป็นต้น ซึ่ง ในปัจจุบันปุ่มกดจะใช้เพียง 12 ปุ่ม ในกลุ่มตัวอักษร 4 ปุ่ม ไม่ได้นำมาใช้งาน ผู้ผลิตจึงสร้างออกมาใช้งานเพียง 12 ปุ่ม เป็นการประหยัดต้นทุนการผลิต และในหมายเลข 5 จะมีจุด 1 จุด ซึ่งมีไว้ให้บริการสำหรับคนพิการตาบอดได้ใช้งานในเวลาสัมผัส

Hz	1209	1336	1477	1633
697	1	2	3	A
770	4	5	6	B
852	7	8	9	C
941	*	0	#	D

รูปที่ 2.30 แสดงค่าความถี่ DTMF
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

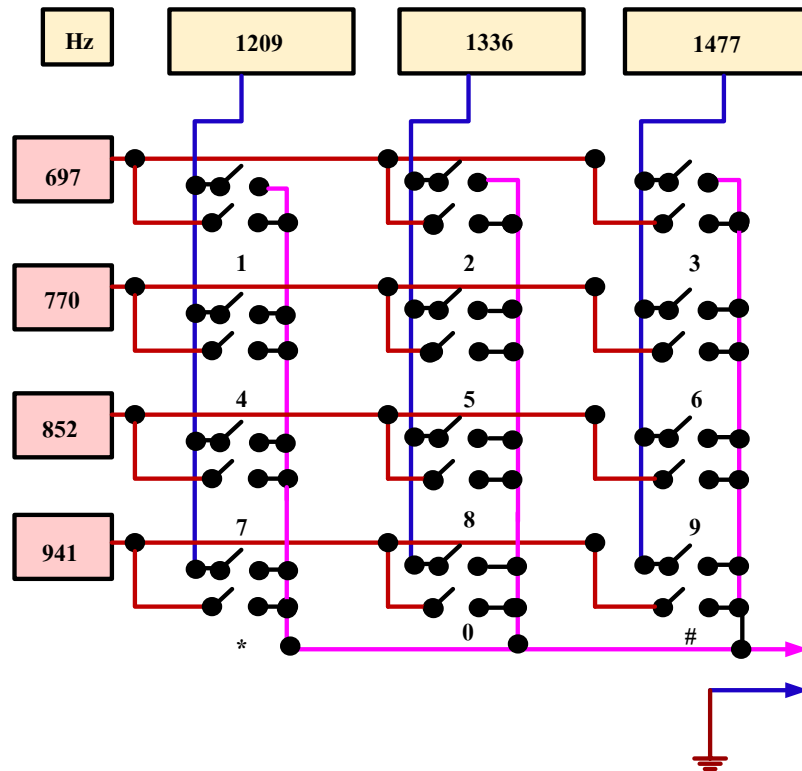
การเข้ารหัสสัญญาณ DTMF นี้ จะมีเฉพาะเครื่องโทรศัพท์แบบกดปุ่มเท่านั้น ดังแสดงในรูปที่ 2.31 เมื่อมีการกดปุ่มโทรศัพท์จะทำให้มีแรงดันประมาณ 5-12 โวลต์ ผ่านตัวต้านทาน R1 ทำให้วงจรรวมทำงาน ผลิตความถี่ขึ้นตลอดเวลา เมื่อกดปุ่มหมายเลขตัวใดก็จะได้ความถี่ออกมาหมายเลข 2 ความถี่ แล้วส่งไปให้ชุมสายต่อไป



รูปที่ 2.31 แสดงวงจรพื้นฐานของ DTMF
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

โครงสร้างภายในของ DTMF เป็นสวิตซ์ดังรูปที่ 2.32 เมื่อกดปุ่มหมายเลขใด ก็จะได้ 2 ความถี่ ผสมกันออกไป เช่น กดหมายเลข 2 จะได้ความถี่ค่า 697 Hz และ 1,336 Hz ผสมกันผ่านสวิตซ์ออกไป หากกดหมายเลข 4 จะได้ความถี่ค่า 770 Hz และ 1,209 Hz ผสมกันผ่านสวิตซ์ออกไปได้ หรือกด

หมายเลข 9 จะได้ความถี่ค่า 852 Hz และ 1,477 Hz ผสมกันผ่านสวิทช์ออกไปได้ หากกดปุ่มหมายเลขอื่นๆ ก็จะได้ค่าความถี่ 2 ค่าเช่นเดียวกัน แต่ความถี่ที่ได้จะเป็นคนละค่ากัน

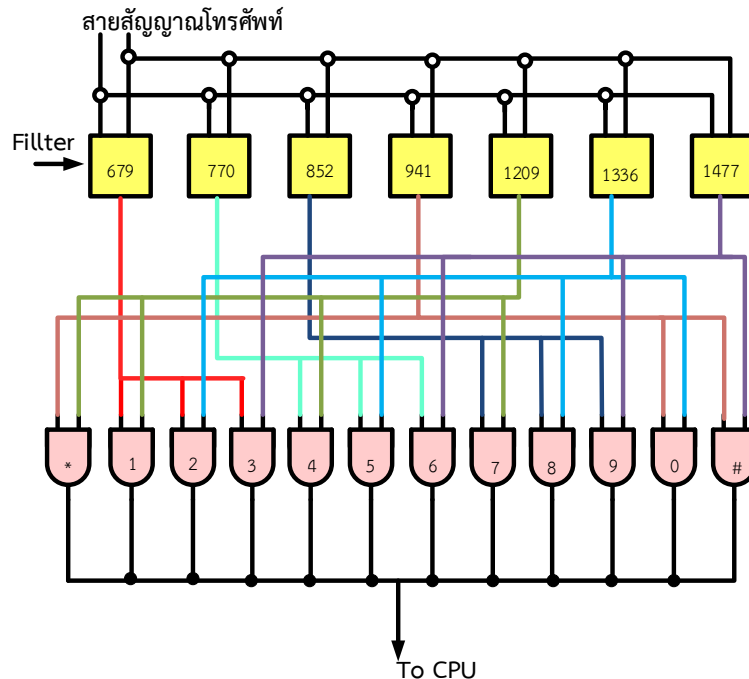


รูปที่ 2.32 แสดงตำแหน่งสวิทช์เลือกความถี่ต่าง ๆ

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

ในการถอดรหัสแบบ DTMF เนื่องจากสัญญาณที่ส่งมามีลักษณะเป็น 2 ความถี่ ผสมกันมาอย่าง ชุ่มสาย การถอดรหัสเราจะต้องเปลี่ยนความถี่ 2 ความถี่ นั้นให้เป็นค่าของแรงดัน หรือภาวะ “0” กับ “1” โดยใช้ตัวกรองความถี่ (Filter) ในการกรองความถี่ ดังแสดงในรูป 2.33 เมื่อมีการส่งความถี่ของ หมายเลขใดมา ตัวกรองความถี่ทุกตัวจะได้รับค่าความถี่นั้นๆทุกตัว หากมีความถี่ตรงกันตัวกรองความถี่ ตัวใดก็จะให้เอาต์พุตออกมาเป็น “1” ตัวใดไม่ตรงกับค่าความถี่นั้นก็ จะได้ค่าออกมาเป็น “0” เอาต์พุตที่ได้จะส่งไปเป็นอินพุตของแอนด์เกต(And Gate) หากแอนด์เกตตัวใดได้รับอินพุตเป็น “1” ทั้งคู่ ก็ จะได้เอาต์พุตเป็น “1” ทำให้รู้ได้ว่าหมายเลขที่กดเป็นหมายเลขใด เช่น สมมติเรากด หมายเลข 5 ก็จะมีความถี่ 770 Hz กับ 1,336 Hz ผสมคู่กันมาเข้าที่อินพุตของตัวกรองความถี่ทุกตัว แต่จะมีเอาต์พุตออกมาเป็น “1” เฉพาะตัวกรองความถี่ 770 Hz และ 1,336 Hz เท่านั้น และจะ ต่อมาเป็นอินพุตของแอนด์เกต หมายเลข 5 เมื่อแอนด์เกต หมายเลข 5 มีอินพุตเป็น “1”

ทั้ง 2 อินพุตก็จะให้เอาต์พุตเป็น “1” ออกมานั่นเอง และจากเอาต์พุตของแอนด์เกต จะส่งต่อไปให้ ซีพียูของคอมพิวเตอร์จัดการตามลำดับชั้นของโปรแกรมต่อไป



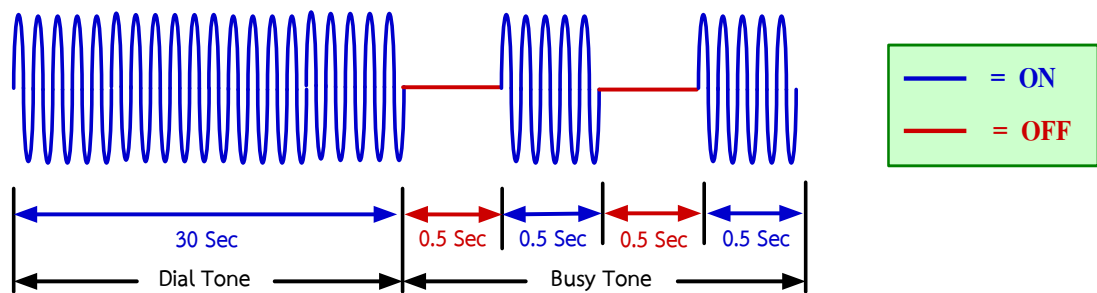
รูปที่ 2.34 วงจรถอดรหัส DTMF

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

3.2 สัญญาณพื้นฐานที่รับจากชุมสายโทรศัพท์

ในระบบโทรศัพท์จะมีสัญญาณโทน (Signal Tone) ที่บ่งบอกลักษณะการทำงานในสถานะต่างๆ ที่ถูกส่งมาจากชุมสายโทรศัพท์ ดังนี้

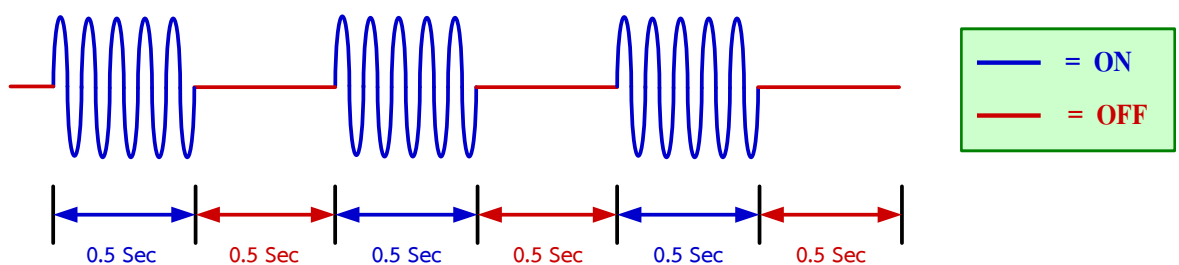
3.2.1 สัญญาณให้หมุนเลขหมาย (Dial Tone) เป็นสัญญาณเสียงที่บอกให้ผู้เรียกทราบว่า ขณะนี้ชุมสายพร้อมใช้งานแล้วให้ผู้เรียกเริ่มหมุนหรือกดเลขหมายได้ ลักษณะของสัญญาณไดอัลโทนจะประกอบด้วยความถี่ 400 Hz ถึง 450 Hz นำมาโมดูเลต(modulate) กับความถี่ 50 Hz โดยสัญญาณจะดังต่อเนื่อง นานประมาณ 30 วินาที ถ้าผู้เรียกไม่หมุนหรือกดเลขหมายชุมสายจะตัดเป็น busy ทันที



รูปที่ 2.35 สัญญาณให้หมายเลขหมาย

ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

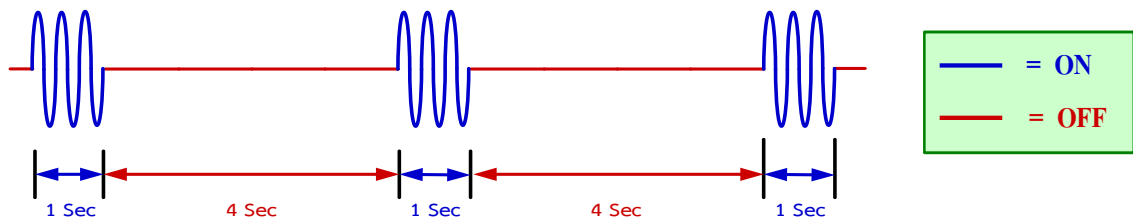
3.2.2 สัญญาณสายไม่ว่าง (Busy Tone) เป็นสัญญาณเสียงที่บอกให้ผู้เรียกทราบถึงความไม่พร้อมของชุมสายหรือผู้รับปลายทางสายไม่ว่าง หรืออาจเป็นกรณีวางสายไม่สนิท ดังนั้น เมื่อได้ยินเสียงสัญญาณสายไม่ว่างให้วางหูแล้วเริ่มต้นใหม่ ลักษณะของสัญญาณสายไม่ว่าง จะเป็นความถี่ประมาณ 400 Hz ถึง 450 Hz ดังเป็นจังหวะ เสียงดัง 0.5 วินาที (ON) และเสียงเงียบ 0.5 วินาที (OFF)



รูปที่ 2.36 สัญญาณสายไม่ว่าง

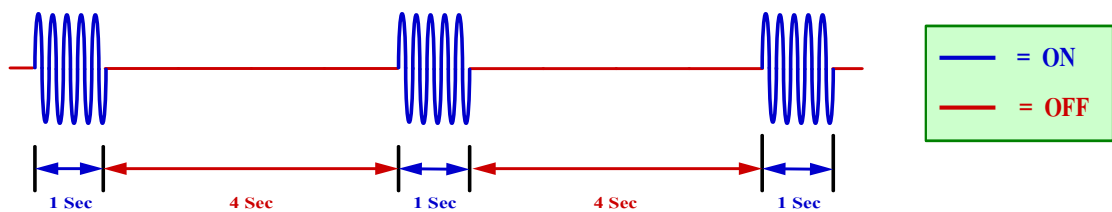
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

3.2.3 สัญญาณเสียงเรียก (Ringing Tone) เป็นสัญญาณกระดิ่งเพื่อบอกให้รู้ว่ามีผู้เรียกเข้ามา สัญญาณนี้จะสิ้นสุดเมื่อทำการยกหูโทรศัพท์ขึ้นรับ หรือ ไม่มีผู้รับนานประมาณ 30 วินาที ลักษณะของสัญญาณเสียงเรียกจะเป็นไฟขนาด 90 โวลต์ 25 Hz เสียงดัง 1 วินาที (ON) เสียงเงียบ 4 วินาที (OFF)



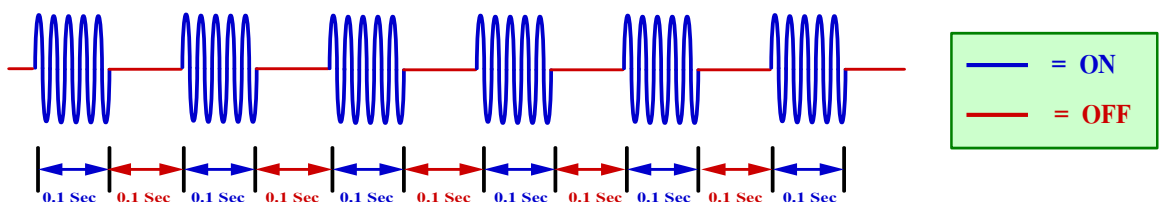
รูปที่ 2.37 สัญญาณเสียงเรียก
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

3.2.4 สัญญาณเรียกกลับ (Ring Back Tone) เป็นสัญญาณเสียงที่ดังขึ้นในหูฟังของผู้ถูกเรียกบอกให้รู้ว่าเลขหมายปลายทางว่าง ต่อติดแล้วรอผู้รับสายอยู่ ลักษณะของเรียกกลับจะเป็นความถี่ 400 Hz ถึง 450 Hz มีเสียงดัง 1 วินาที (ON) และมีเสียงเงียบ 4 วินาที (OFF)



รูปที่ 2.38 สัญญาณเรียกกลับ
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

3.2.5 สัญญาณนูโทน (Nu Tone) เป็นสัญญาณเสียงที่บอกให้ผู้เรียกรู้ว่า หมายเลขที่เรียกไปนั้นยังไม่ได้ติดตั้งให้บริการลักษณะของสัญญาณนูโทน จะเป็นความถี่ประมาณ 400 Hz ถึง 450 Hz ดังเป็นจังหวะ เสียงดัง 0.1 วินาที (ON) เสียงเงียบ 0.1 วินาที (OFF) ดังต่อเนื่อง



รูปที่ 2.39 สัญญาณนูโทน
ที่มา : นายภัทร ทองสามสี ; 2555

ในปัจจุบันนอกจากสัญญาณนูโตนดังในรูปที่ 2.39 แล้ว ยังมีสัญญาณลักษณะอื่นๆ ที่อาจได้ยินเป็นเสียงตอบรับอัตโนมัติ ซึ่งเป็นเสียงบันทึกของพนักงาน เช่น

แบบฝึกหัดหน่วยที่ 2

วิชา โทรศัพท์

เรื่อง เครื่องโทรศัพท์

จำนวน 10 ข้อ

ระดับ ปวช.3

สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

10 คะแนน

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (×) ลงหน้าข้อที่ถูกต้อง (ข้อละ 1 คะแนน)

1. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของเครื่องโทรศัพท์

ก. ปากพูดโทรศัพท์

ค. ตัวป้องกัน

ข. ฮุกสวิทช์

ง. แหล่งจ่ายไฟ

2. ข้อใดไม่ใช่ปากพูดของโทรศัพท์

ก. ปากพูดแบบคาร์บอน

ค. ปากพูดแบบแม่เหล็กไฟฟ้า

ข. ปากพูดแบบบริบบอน

ง. ปากพูดแบบคอนเดนเซอร์

3. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของแผนภาพบล็อกของโทรศัพท์

ก. วงจรกำเนิดเสียงกระดิ่ง

ค. Transmission Line

ข. ฮุกสวิทช์

ง. Line Balance Network

4. ส่วนใดทำหน้าที่ป้องกันกระดิ่งและตัดเสียงพูด

ก. Anti-Tinkle and Speech Muting

ค. Line Balance Network

ข. Loop Length Compensation

ง. Induction Coil (Hybrid)

5. ในการทำงานของเครื่องโทรศัพท์สิ่งใดทำหน้าที่ผลิตสัญญาณโตน

ก. IC LR 40993

ค. Piezo Buzzer

ข. Q4

ง. IC M5049H

6. ข้อใดคือสัดส่วนของสัญญาณไดอัลพัลส์

ก. 33/66

ค. 66.6/33.3

ข. 66.3/33.6

ง. 66/33

7. DTMF ย่อมาจากข้อใด

ก. Dial Tone Multi Frequency

ค. Dial Tone Multiplex Frequency

ข. Dual Tone Multi Frequency

ง. Dual Tone Multiplex Frequency

8. ใน DTMF เมื่อกดหมายเลข 5 จะได้ความถี่ตามข้อใด

ก. 697 + 1209

ค. 852 + 1477

ข. 770 + 1336

ง. 941 + 1633

9. สัญญาณใดที่บ่งบอกถึงความพร้อมในการใช้งาน

ก. Dial Tone

ค. Ring Tone

ข. Busy Tone

ง. Ring Back Tone

10. สัญญาณที่มีลักษณะที่ใช้ความถี่ 400-450 Hz ดัง 0.5 sec เฝียบ 0.5 sec คือข้อใด

ก. Dial Tone

ค. Ring Tone

ข. Busy Tone

ง. Ring Back Tone

แบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2

วิชา โทรศัพท์

เรื่อง เครื่องโทรศัพท์

จำนวน 10 ข้อ

ระดับ ปวช.3

สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

10 คะแนน

คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (×) ลงหน้าข้อที่ถูกต้อง (ข้อละ 1 คะแนน)

1. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของเครื่องโทรศัพท์

ก. มือถือ

ค. หน้าปัดโทรศัพท์

ข. กระดิ่ง

ง. สายอากาศ

2. ข้อใดไม่ใช่กระดิ่งที่ใช้ในเครื่องโทรศัพท์

ก. กระดิ่งแบบสนามแม่เหล็ก

ค. กระดิ่งแบบคอนเดนเซอร์

ข. กระดิ่งแบบบัสเซอร์

ง. กระดิ่งแบบลำโพง

3. ข้อใดไม่ใช่ส่วนประกอบของบล็อกไดอะแกรมของโทรศัพท์

ก. Receiver

ค. Hook Switch

ข. Mounting Cord

ง. Transmitter

4. ส่วนใดทำหน้าที่เชื่อมต่อ 2 ทิศทาง

ก. Induction Coil (Hybrid)

ค. Line Balance Network

ข. Loop Length Compensation

ง. Anti-Tinkle and Speech Muting

5. ในการทำงานของเครื่องโทรศัพท์สิ่งใดทำหน้าที่ผลิตสัญญาณพัลส์

ก. IC M5049H

ค. Piezo Buzzer

ข. IC LR 40993

ง. Q4

6. ในการหมุนไดอัลพัลส์เลข 0 จะเกิดสิ่งใดขึ้น

ก. ไม่มีสัญญาณพัลส์เกิดขึ้น ค. ได้สัญญาณพัลส์จำนวน 1 ลูก

ข. ได้สัญญาณพัลส์จำนวน 5 ลูก ง. ได้สัญญาณพัลส์จำนวน 10 ลูก

7. ใน DTMF เมื่อกดหมายเลข 1 จะได้ความถี่ตามข้อใด

ก. $697 + 1209$ ค. $852 + 1477$

ข. $770 + 1336$ ง. $941 + 1633$

8. ใน DTMF เมื่อกดหมายเลข 9 จะได้ความถี่ตามข้อใด

ก. $697 + 1209$ ค. $852 + 1477$

ข. $770 + 1336$ ง. $941 + 1633$

9. สัญญาณใดที่บ่งบอกถึงความไม่พร้อมในการทำงาน

ก. Dial Tone ค. Ring Tone

ข. Busy Tone ง. Ring Back Tone

10. สัญญาณที่มีลักษณะที่ใช้ความถี่ 400-450 Hz มามอดูเลตกับความถี่ 50 Hz ดังต่อไปนี้ข้อใด

ก. Dial Tone ค. Ring Tone

ข. Busy Tone ง. Ring Back Tone

เฉลยแบบฝึกหัดหน่วยที่ 2

วิชา โทรศัพท์

เรื่อง เครื่องโทรศัพท์

จำนวน 10 ข้อ

ระดับ ปวช.3

สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

10 คะแนน

.....
คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (×) ลง
หน้าข้อที่ถูกต้อง (ข้อละ 1 คะแนน)

ข้อที่ 1 ง.

ข้อที่ 2 ข.

ข้อที่ 3 ค.

ข้อที่ 4 ก.

ข้อที่ 5 ง.

ข้อที่ 6 ค.

ข้อที่ 7 ก.

ข้อที่ 8 ข.

ข้อที่ 9 ก.

ข้อที่ 10 ข.

เฉลยแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยที่ 2

วิชา โทรศัพท์

เรื่อง เครื่องโทรศัพท์

จำนวน 10 ข้อ

ระดับ ปวช.3

สาขาวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

10 คะแนน

.....
คำสั่ง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (×) ลง
หน้าข้อที่ถูกต้อง (ข้อละ 1 คะแนน)

ข้อที่ 1 ง.

ข้อที่ 2 ค.

ข้อที่ 3 ข.

ข้อที่ 4 ก.

ข้อที่ 5 ข.

ข้อที่ 6 ง.

ข้อที่ 7 ก.

ข้อที่ 8 ค.

ข้อที่ 9 ข.

ข้อที่ 10 ก.

.....

บรรณานุกรม

- ธวัชชัย เลื่อนฉวี. เทคโนโลยีโทรศัพท์. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดการพิมพ์, 2531
- สุชิน จำจด. วิศวกรรมโทรศัพท์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้าลาดกระบัง , 2536
- ถวิล พึ่งมา. ระบบชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิทัล. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ พระจอมเกล้าลาดกระบัง , 2535
- สุรศักดิ์ ศรีมากรณ์. ทฤษฎีและเทคนิคระบบโทรศัพท์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, 2543
- วีระศักดิ์ สุวรรณเพชร. ระบบโทรศัพท์. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ, มปป.
- Stephen J. Bigelow; Joseph J. Carr; Steve Winder. **Understanding Telephone Electronics** _____ . **Basic Telecommunication**. Bangkok : Telecom Training & Development, 1994
- <http://audio-video-fun.blogspot.com/2009/11/blog-post.html>. สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2554
- http://art-phone.net/p_115_grey-dynamic.html สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2554
- <http://www.fulltechnology.co.th/blog/?p=238> สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2554
- http://www.one-2-win.com/telephone_02.htm สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2554
- <http://dailygizmo.wordpress.com/2008/03/29/โทรศัพท์> สืบค้นเมื่อ 14 มีนาคม 2554