ปีการศึกษา 2531

เครื่องช่วยหมุนโทรศัพท์โดยใช้เสียง

โดย

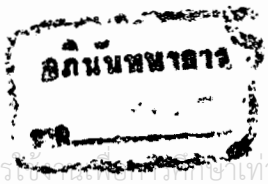
นายสมพงษ์ วงษ์สุวรรณ

นายสมศักดิ์ วจีวรสิทธิ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ สุชิน จำจด

อาจารย์ สมยศ จุฒะปิยะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท 023227

10 ส.ค. 2532

ปริญญานิพนธ์การศึกษา 2531

ภาควิชา โทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง เครื่องช่วยหมุนโทรศัพท์โดยใช้เสียง
ผู้จัดทำ

1. นายสมพงษ์ วงษ์ผุวรรณ 28.1303
2. นายสมศักดิ์ วจีวรสิทธิ์ 28.1307

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ สมยศ จุณณะปิยะ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ สุชิน จำจด)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

023227

เครื่องช่วยหมุนโทรศัพท์โดยใช้เสียง

สมพงษ์ วงษ์สุวรรณ
สมศักดิ์ วจีวรสิทธิ์
สุชิน จำจด อาจารย์ที่ปรึกษา
สมยศ จุณณะปิยะ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2531

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นเรื่องเกี่ยวกับการช่วยหมุนโทรศัพท์แบบหนึ่ง ซึ่งใช้เสียงเป็นตัวสั่งงาน คือเราจะแปลงสัญญาณเสียง(Analog)เป็นสัญญาณดิจิตอล(Digital) แล้วทำการเก็บไว้ในหน่วยความจำ (เราจะใช้ชื่อคนหนึ่งพยางค์ พูดจากคนคนเดียวกัน โดยแต่ละชื่อให้มีการเน้นเสียงที่แตกต่างกัน เพื่อสะดวกในการค้นหา) แล้วเราจะเก็บหมายเลขโทรศัพท์ของคนคนนั้นไว้ด้วย เวลาใช้งานเราก็พูดชื่อคนที่ต้องการจะโทรศัพท์ไปหา (หนึ่งพยางค์นั้น) เครื่องก็จะตรวจสอบว่าอยู่ตำแหน่งไหน เมื่อเจอแล้วก็จะทำการต่อเลขหมายโทรศัพท์ของคนคนนั้นให้และถ้าคู่สายไม่ว่าง เครื่องก็จะทำการเรียกซ้ำให้อีกจนกว่าจะติด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎี	2
	2.1 วิธีการจำเสียง	2
	2.2 ทฤษฎีโทรศัพท์	7
	2.3 ภาคแปลงสัญญาณ	16
	2.4 ตัวประมวลผลกลาง	25
บทที่ 3	การคำนวณและการสร้าง	31
	3.1 การออกแบบระบบการจำเสียง	31
	3.2 การออกแบบระบบช่วยหมุน	39
	3.3 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบช่วยหมุน	41
	3.4 ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก	44
	3.5 ส่วนสร้างพัลส์โทรศัพท์	49
	3.6 วงจรเสมือนยกหู วางหู	51
บทที่ 4	การทดลองและผลการทดลอง	53
บทที่ 5	บทวิจารณ์และสรุป	59
ภาคผนวก		
โฟลชาร์ตและโปรแกรม		61
กิตติกรรมประกาศ		
หนังสืออ้างอิง		

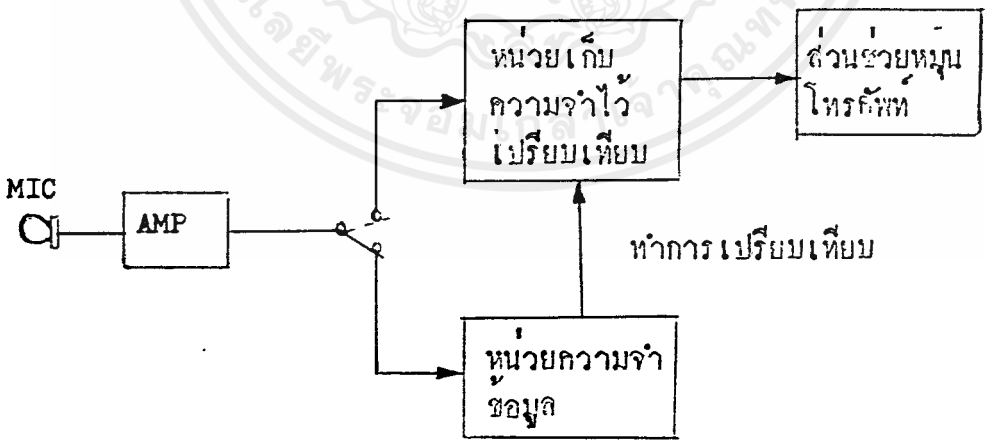
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 1
บทนำ

โทรศัพท์เป็นเครื่องที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย โดยเฉพาะในสำนักงานที่จะต้องมีการติดต่อสื่อสารกันตลอดเวลา นึ่งเป็นสิ่งจำเป็นมาก ลดเวลาในการเดินทางลงได้มาก เพราะสามารถติดต่อได้หลายแห่งในเวลาใกล้เคียงกัน

ถึงแม้โทรศัพท์เป็นเครื่องมือที่มีความสะดวกสะบายอยู่แล้ว แต่มนุษย์ก็ต้องการความสะดวกสบายอย่างไม่สิ้นสุด ความไม่สะดวกของโทรศัพท์ธรรมดา เช่น ขณะโทรศัพท์ออกต้องหมุนหรือกดเลขหมายถึง 7 ครั้ง (เฉพาะในเขตกรุงเทพฯ ส่วนต่างจังหวัดมี 6 หมายเลข) แต่รวมกับระหัสทางไกลแล้วจะเป็น 9 หมายเลข ถ้าโทรไม่ติดก็ต้องมีการหมุนหมายเลขหวนซ้ำอีก ทำให้เสียเวลามาก ดังนั้นในปัจจุบันจึงได้มีการผลิตโทรศัพท์ออกมาเพื่ออำนวยความสะดวกมากมาย เช่น มีการจำเลขหมายไว้ในหน่วยความจำวันหลังจะมาหมุนก็กดเพียงแค่ 2 ปุ่ม เมื่อไม่ติดก็มีการหมุนหวนให้ใหม่จนกว่าจะติด หรืออาจดึงไมล์มาพูดเพียงพยางค์เดียว แล้วเครื่องจะต่อให้จนกว่าจะติดดังโครงงานนี้

บล็อกไดอะแกรม กว้าว ๆ ของโครงงานนี้มีดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 2
ทฤษฎี

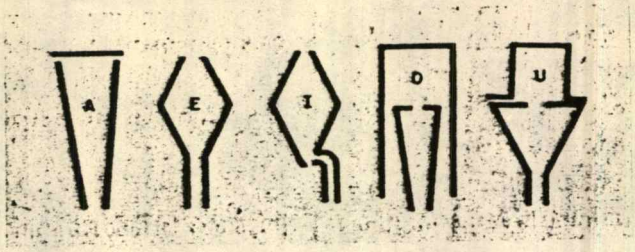
2.1 วิธีการจำเสียง

ในอดีตเรามีความฝันว่า จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจในเสียงพูดของมนุษย์ คือสามารถรับคำสั่งเป็นเสียงพูดจากผู้สั่งได้โดยตรง จึงทำให้มีผู้คิดวิธีการต่าง ๆ ไว้หลายวิธี หลักสำคัญมันอยู่ที่ว่า เราจะทำอย่างไรให้คอมพิวเตอร์เข้าใจ หรือสามารถวิเคราะห์จำแนกเสียงที่มันได้ยิน เมื่อทำเช่นนี้ได้สิ่งที่ตามมาก็หมายถึงการนำไปใช้ประโยชน์ในรูปแบบที่เหมาะสมอย่างเช่น หุ่นยนต์รับใช้ ซึ่งดูจะเกินความจำเป็นสำหรับภาวะเศรษฐกิจอย่างบ้านเรา แต่ประโยชน์ด้านอื่นยังมีอีกมากมาย ลองคิดดูถ้าเครื่องพิมพ์ดีดสามารถพิมพ์ข้อความได้ทันทีที่ได้ยินเสียงสั่ง เราคงจะไม่ปฏิเสธนะว่านั่นหมายถึงสุดยอดแห่งความสะดวกสบาย นอกจากนั้นทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตตลอดจนงานวิจัยระดับสูง ก็จะเริ่มผสมผสานการควบคุมทางเครื่องจักรกล เช่น รถขุดรถยก โดยมีทั้งระบบกดปุ่มและระบบควบคุมด้วยเสียง ซึ่งเป็นที่แน่นอนว่าประสิทธิภาพของการทำงานย่อมสูงขึ้น แนวความคิดนี้จึงน่าสนใจมาก และจะขอกล่าวย้อนหลังถึงความเป็นมาสักหน่อย

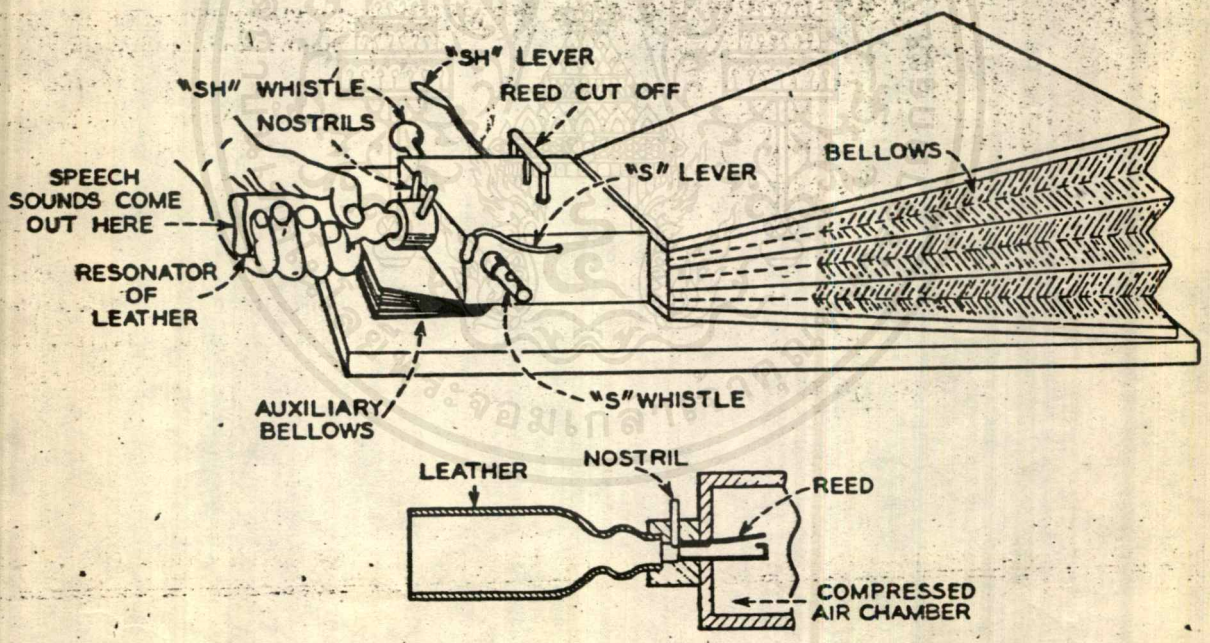
สิ่งประดิษฐ์ชิ้นแรกที่สามารถสร้างเสียงเลียนแบบมนุษย์ได้ เป็นระบบแมคคานิคล้วน MECHANICAL SPEAKING MACHINE ในที่นี้จะเรียกว่า "เครื่องจักรสร้างเสียงเลียนแบบเสียงพูด" เครื่องจักรนี้สร้างสำเร็จในปี พ.ศ. 2322 โดย คราทซีนไกล์ KRAT - ZENSTEIN และได้รับรางวัลสิ่งประดิษฐ์ประจำปีที่เรียกว่า "THE IMPERIAL ACADEMY OF PETERSBURG โดยสร้างเป็นกล่องก้องเสียง ACOUSTIC RESONATOR ที่มีลักษณะคล้ายช่องว่างในปากคน และตรงทางลมเข้าของกล่องมีลิ้นทำให้เกิดการสั่นของอากาศคล้ายลิ้นของเครื่องดนตรีชนิดปากเป่าทั่วไป เครื่องที่สร้างขึ้นครั้งแรกนี้ สามารถออกเสียงสระได้เพียง 5 ตัวเท่านั้นคือ A,E,I,O และ U แต่เครื่องยังไม่สามารถรับฟังได้ ลักษณะและขนาดของกล่องแตกต่างกันตามเสียงที่สร้างขึ้น ดังรูปที่ 2.1

อีกไม่กี่ปีต่อมา เครื่องจักรสร้างเสียงเลียนแบบเสียงพูดได้รับการพัฒนาอีกขั้นหนึ่ง และสร้างสำเร็จในปี พ.ศ. 2334 โดย วูฟแกงก์ วัน กีมพีเลน แห่ง เวียนนา WOLFGANG VON KEMPELEW OF VIENNA เครื่องนี้สามารถออกเสียงได้ทั้งสระและพยัญชนะแต่เครื่องยังรับฟังเสียงพูดไม่ได้เช่นกัน เครื่องดังกล่าวมีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 อุปกรณ์สังเคราะห์เสียงสระ A,E,I,O,U ของ คราทซีนไกล์ โดยใช้กล่องก้องเสียงมีลักษณะคล้ายกรวยตรงจุดทางเข้าของลมมีลิ้นเสียงเหมือนกัน เสียงที่สร้างขึ้นทำได้อย่างต่อเนื่องโดยอาศัยลมเป่าจากหีบลม เสียงจะดังออกมาทางด้านมือจับดูรูปที่ 2.2 ประกอบ

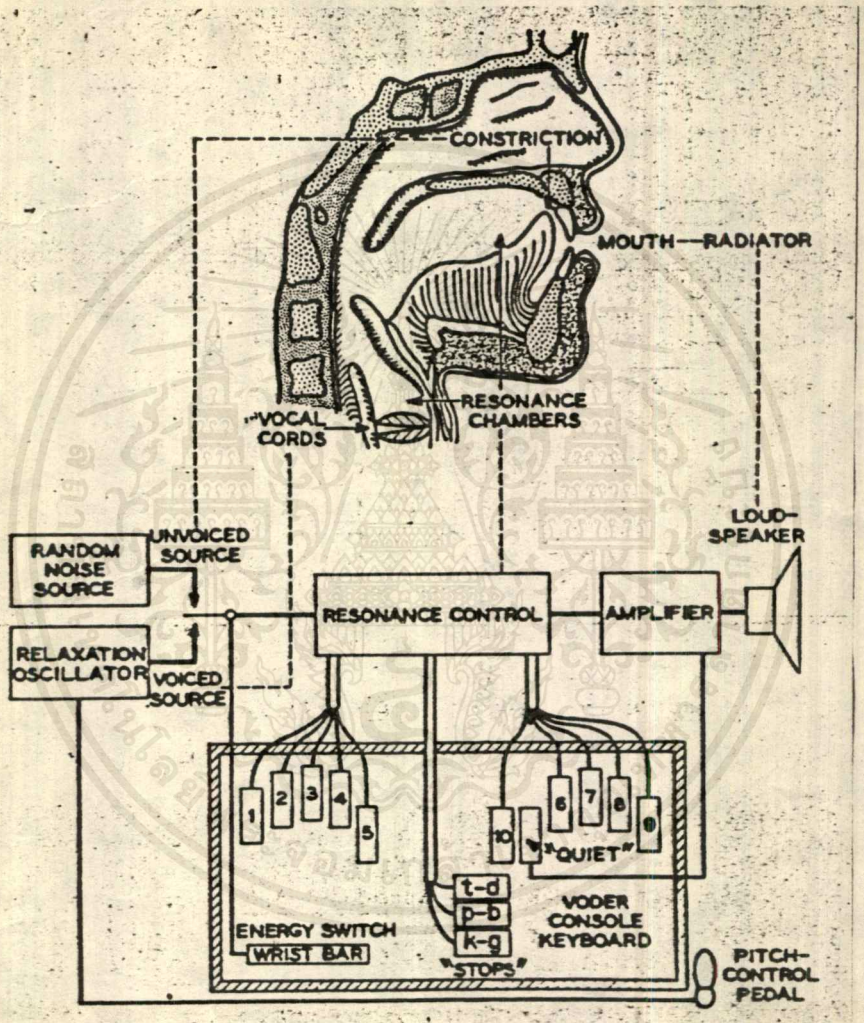


รูปที่ 2.2 เครื่องจักรสร้างเสียงเลียนแบบเสียงพูดของ วัน กิมเพเลน

เมื่อมีการศึกษาเกี่ยวกับการสร้างเสียงเลียนแบบเสียงพูดกว้างขวางขึ้นประกอบกับการพัฒนาวงจรไฟฟ้า ทำให้เริ่มมีการนำวงจรไฟฟ้ามาแทนระบบแมคคานิคมากขึ้น และในที่สุดเครื่องสร้างเสียงระบบวงจรไฟฟ้า ELECTICAL SPEAKING MACHINE

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็สร้างขึ้นสำเร็จ และนำไปแสดงในงาน WORLD'S FAIR ในปี พ.ศ. 2482 ที่นิวยอร์ก และในปีถัดมาที่นานฟรานซิสโก ดูรูปที่ 2.3 เครื่องจักรสร้างเสียงระบบวงจรไฟฟ้านี้เป็นจุดเริ่มต้นของ ของเครื่องเสียงที่รู้จักกันในนาม ของ โวโคเดอร์ (VOCODER) หรือ กนตรีพูดได้



รูปที่ 2.3 บล็อกไดอะแกรมของเครื่องจักรสร้างเสียงระบบไฟฟ้า

ในขณะที่โวโคเดอร์ ถูกนำไปใช้อย่างแพร่หลายก็พอดีเป็นยุคของการพัฒนาทางอิเล็คทรอนิคส์และคอมพิวเตอร์ และเวลาเดียวกันความรู้เกี่ยวธรรมชาติของเสียงพูดก็พัฒนาขึ้นมาก ในยุคนี้เครื่องเริ่มมีความสามารถที่จะรับฟังเสียงได้ด้วย การจำเสียงพูดได้ SPEECH RECOGNITION นั้น เริ่มจากการเปลี่ยนสัญญาณเสียงซึ่งอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์เข้าใจได้ คือสัญญาณดิจิตอลแล้วอาศัยความเร็วของคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการคำนวณและวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้คณิตศาสตร์เข้าช่วย จึงเห็นได้ว่าระบบปัจจุบันนี้แทบจะไม่มีส่วนที่เป็นแมคคานิคอยู่เลย

2.1.1 วิธีการวิเคราะห์และศึกษาเสียงพูด (SPEECH ANALYSIS METHODS)

2.1.1.1 ระบัสรูปแบบทางดิจิทอล (DIGITAL WAVEFORM CODING)

2.1.1.2 วิธีวิเคราะห์ทางเวลา (TIME DOMAIN ANALYSIS METHODS)

2.1.1.3 วิเคราะห์สเปคตรัมเวลาสั้น (SHORT-TIME SPECTRUM METHODS)

2.1.1.4 กระบวนเสียงแบบโฮโมโมฟิก (HOMOMOPHIC SPEECH PROCESSING)

2.1.1.5 วิเคราะห์ทำนายเชิงเส้น (LINEAR PREDICTIVE ANALYSIS)

2.1.2 หน่วยการจำเสียงพูด (SPEECH RECOGNITION UNIT) มีการจำแนกวิธีการตามลักษณะของการพูดไว้ 4 แบบ คือ

2.1.2.1 ผู้พูดคนเดิม หรือผู้พูดคนเดียวกัน (SPEAKER DEPENDENT RECOGNITION SYSTEM) และวิธีการพูดจะต้องพูดแบบเป็นคำแยกจากกัน (DISCRETE UTTERANCE) คือการพูดเป็นหน่วยเสียง หน่วยพยางค์ หน่วยคำ หรือหน่วยวลี สิ่งที่เครื่องจะต้องทำก็คือ เมื่อฟังเสียงจากผู้พูดแล้วจะต้องบันทึกรูปแบบของเสียงตามวิธีของเครื่องเอง และเครื่องก็จะต้องรู้เองว่าหากพูดให้ฟังอีกครั้งจะเหมือนกับคำพูดเดิมที่ผู้พูดคนเดิมสอนไว้หรือไม่ โดยอาศัยขั้นตอนดังนี้

เมื่อผู้ใช้ต้องการสอนให้เครื่องรู้จักคำโดยพูดผ่านไมโครโฟนสัญญาณเสียง ซึ่งขณะนี้อยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้า จะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณดิจิตอลก่อน จากนั้นก็จะนำข้อมูลดิจิตอลไปเก็บไว้เลย หรืออาจจะคำนวณสัมประสิทธิ์ชุดหนึ่ง ซึ่งจะบอกถึงลักษณะเฉพาะของคำนั้น ๆ และเก็บข้อมูลต้นแบบนี้ไว้ในหน่วยความจำ ข้อมูลต้นแบบของคำนี้เรียกว่า เทมเพลทต้นแบบ (TEMPLATS) กระบวนการจนถึงขั้นนี้เรียกว่า การสอนเครื่องให้รู้จักคำ (TRAINING) การทำงานของเครื่องจะมีความเชื่อถือได้มากน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับยุทธวิธี (ALGORITHM) ที่ใช้ในการวิเคราะห์ สำหรับความจุของจำนวนคำขึ้นอยู่กับขนาดของหน่วยความจำ (MEMORY) เวลาของการค้นหาคำ (ที่รู้จักแล้ว) จะเพิ่มขึ้นตามจำนวนคำที่สอนไว้ด้วย ยิ่งจำนวนคำมีมาก ยุทธวิธีที่จะค้นคำให้ได้รวดเร็วก็ยุ่งยากและซับซ้อนยิ่งขึ้น

2.1.2.2 ผู้พูดเป็นใครก็ได้ (SPEAKER INDEPENDENT RECOGNITION SYSTEM) และวิธีการพูดยังเป็นแบบแยกจากกันสำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เดียวกัน วิธีในแบบที่สองนี้จะสามารถจำคำได้น้อยกว่าวิธีในแบบแรกมาก วิธีนี้ไม่ต้องการเทมเพลทต้นแบบจากผู้พูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คนเดิมเหมือนแบบแรก แต่เทมเพลทต้นแบบจะถูกโปรแกรมไว้ล่วงหน้า แล้วใช้ยุทธวิธีจัดเข้ากลุ่มเพื่อที่จะฟังเสียงคนใดก็ได้

2.1.2.3 สอนให้เครื่องรู้จักคำในลักษณะของหน่วยเสียง หรือหน่วยพยางค์เท่านั้นอย่างไม่ต่อเนื่อง (UNCONNECTED SPEECH) เป็นเทคนิคที่เริ่มใช้มาก่อนใช้กับระบบที่ไม่แพง ตัวเทมเพลทต้นแบบจะถูกเก็บไว้ เป็นหน่วยเสียงหรือหน่วยพยางค์เท่านั้น ต่างกับสองแบบแรกซึ่งจะเป็นหน่วยเสียง หน่วยพยางค์ หน่วยคำ หรือหน่วยวลีก็ได้

2.1.2.4 แบบสุดท้ายผู้พูดสามารถพูดแบบต่อเนื่องเหมือนการพูดปกติ (CONNECTED SPEECH) เครื่องจะต้องสามารถรู้จักและจำแนกคำที่มีการออกเสียงเชื่อมต่อกัน การพูดแบบนี้สำหรับมนุษย์รู้สึกเป็นของง่าย เพราะไม่ต้องตระเตรียมอะไรเป็นพิเศษ แต่สำหรับเครื่องเป็นสิ่งที่ยากมาก เพราะการพูดแบบต่อเนื่องทำความยุ่งยากให้กับเครื่องมากเวลาที่มีเสียงควบกล้ำ การพูดแบบนี้ไม่สามารถหาเส้นแบ่งเขตระหว่างคำ หรือระหว่างพยางค์ได้อย่างแม่นยำ ดังนั้นการรู้จักคำโดยวิธีเอาเทมเพลทที่กำลังได้ยินไปเปรียบกับเทมเพลทต้นแบบ จึงไม่ใช่ของง่าย วิธีการนี้ใช้ได้กับคอมพิวเตอร์ระดับมินิขึ้นไปเท่านั้น

วิธีที่ใช้ต่อไปนี้เป็นการสอนให้คอมพิวเตอร์รู้จักคำ หรือจำคำโดยใช้วิธีในแบบที่หนึ่ง คือ ผู้พูดคนเดิมและพูดเป็นคำแยกกัน ซึ่งเป็นแบบที่ง่ายสามารถค้นหาเทมเพลทต้นแบบได้อย่างรวดเร็วเราจะวิเคราะห์ในรูปแบบขององค์ประกอบทาง ความถี่ของสัญญาณใด ๆ ที่เรียกมันว่า สเปคตรัม วิธีวิเคราะห์สเปคตรัมนี้จะต้องใช้ฟิวเตอร์ (FILTER) หลายตัว มีลักษณะคล้ายอีควอไลเซอร์ เพื่อจะบันทึกระดับพลังงานในแต่ละช่วงความถี่ตามจำนวนฟิวเตอร์ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีโทรศัพท์

2.2.1 ความรู้เบื้องต้นของผู้รับโทรศัพท์

หน้าที่หลักของโทรศัพท์คือ การส่งสัญญาณเสียงจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งโดยสัญญาณจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วส่งตามสายไปยังผู้รับ

เครื่องโทรศัพท์แยกออกเป็นชนิดต่าง ๆ ได้หลายอย่าง เช่น แยกตามกลไกเป็นระบบอัตโนมัติ โทรศัพท์ระบบแบทเตอรี่ร่วมและโทรศัพท์ระบบแม่เหล็ก แยกตามลักษณะการใช้งานเป็นโทรศัพท์ของผู้เช่า โทรศัพท์บริการติดต่อกับเรือ และโทรศัพท์สาธารณะ ในปัจจุบันโทรศัพท์ของผู้เช่ามีอยู่ 3 ชนิดคือ

- โทรศัพท์แบบหมุน
- โทรศัพท์แบบกดปุ่ม เป็นพลัลส์
- โทรศัพท์ระบบดูดความถี่

ส่วนประกอบในการทำงานทุกชนิดเหมือนกัน คือประกอบด้วยระบบเสียงพูด (SPEECH SYSTEM) และระบบการให้สัญญาณ (SIGNALLING SYSTEM)

ระบบเสียงพูด เครื่องโทรศัพท์ที่ติดตั้งอยู่ปลายสายด้านผู้เช่า เปลี่ยนเสียงพูดเป็นกระแสไฟฟ้า แล้วส่งไปผ่านชุมสายไปยังเครื่องโทรศัพท์ที่ปลายสายอีกด้านหนึ่ง ซึ่งจะสร้างเสียงพูดกลับมา

ระบบการให้สัญญาณ ระบบนี้ช่วยให้เรารับหรือส่งสัญญาณเรียกได้ เช่นระบบโทรศัพท์แบบพลัลส์ เป็นตัวกำหนดหมายเลข

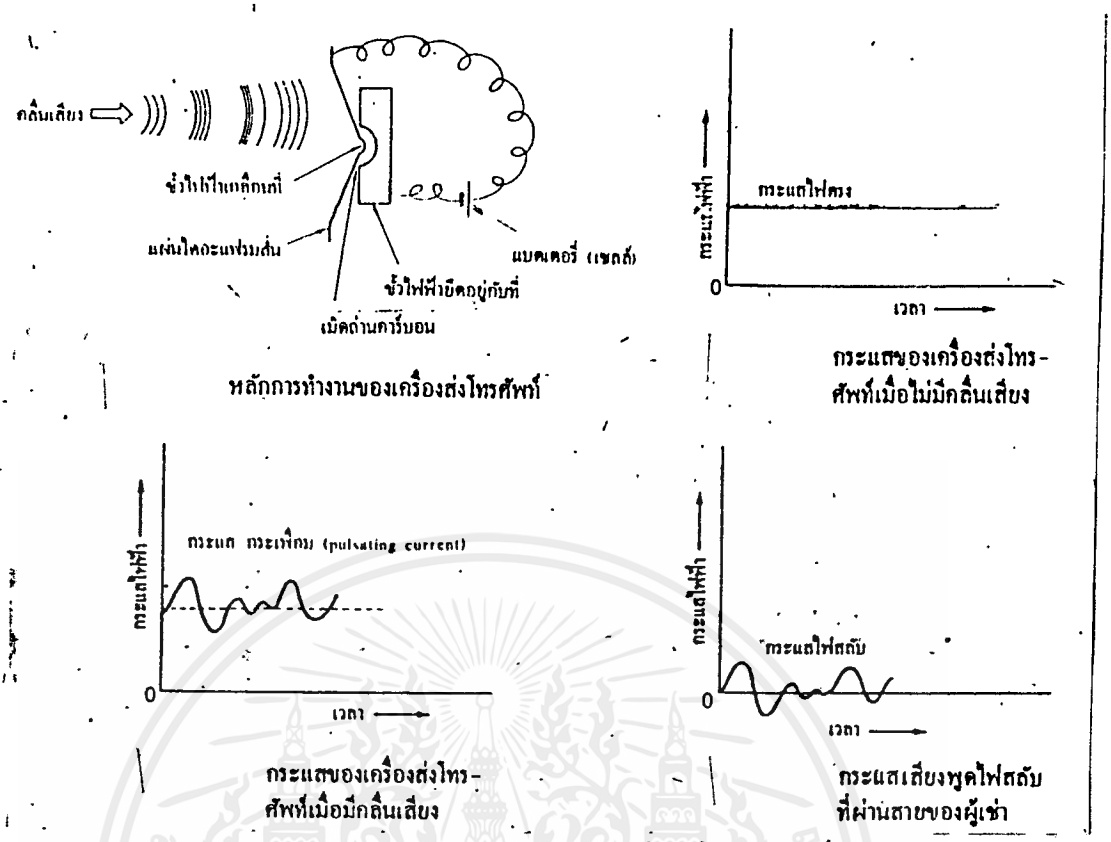
2.2.2 หลักการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ระบบพลัลส์ส่วนประกอบที่สำคัญของโทรศัพท์คือ เครื่องส่งเครื่องรับ กระดิ่ง ขดลวดเหนี่ยวนำ และแท่งแม่เหล็ก (สำหรับโทรศัพท์ระบบแม่เหล็กหน้าปัดหมุนหมายเลข ของโทรศัพท์อัตโนมัติ)

2.2.2.1 เครื่องส่ง

เครื่องส่งเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนคลื่นเสียง ให้เป็นกระแสไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.4

มีแม็กการ์บรนอัดอยู่เต็มช่องระหว่างขั้วไฟฟ้า เคลื่อนที่ได้และขั้วคีย์กอยู่กับที่ แต่ละขั้วต่ออยู่กับขั้วแบตเตอรี่ที่ชุมสาย แผ่นไดอะแฟรม ยึดอยู่กับขั้วเคลื่อนที่ เมื่อไม่มีคลื่นเสียงกระแสที่ไหลในวงจรจะคงที่ เมื่อมีคลื่นเสียงกระแสจะเปลี่ยนไป เนื่องจากความต้านทานของเม็ดถ่านเปลี่ยนไปดังนั้นเครื่องส่งจะเปลี่ยนแรงกดรองคลื่นเสียงเป็นกระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 หลักการทำงานของเครื่องส่งโทรศัพท์

2.2.2.2 เครื่องรับ

เครื่องรับเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนกระแสไฟฟ้า ของเสียงพูดที่ส่งมาตามสายโทรศัพท์ เป็นสัญญาณเสียงตามเดิม หลักการก็คือ มีขดลวดยึดอยู่กับแต่ละขั้วของแม่เหล็กถาวรและต่อกันอยู่อย่างอนุกรมแต่กลับทางกัน ทำให้เกิดฟลักซ์แม่เหล็กไปเสริมหรือหักล้างกับแม่เหล็กถาวร ตามทิศทางการไหลของกระแส ทำให้แผ่นไดอะแฟรมสั่นตา มขนาดและความถี่รองกระแสไฟสลับ ดังรูปที่ 2.5

2.2.2.3 กระดิ่งแม่เหล็ก (MAGNETO BELL)

เมื่อโทรศัพท์เรียกกระดิ่งแม่เหล็กจะดัง เพื่อแ ดงว่ามีการเรียกดังแสดงในรูปที่ 2.6 กระดิ่งแม่เหล็กประกอบด้วย แม่เหล็กถาวรรูปตัวยู ขั้วข้างหนึ่งมีเหล็กออ่นติดอยู่ และบนแท่งเหล็กนั้นมีแม่เหล็กไฟฟ้าสองอัน วางอยู่อีกต่อหนึ่ง ขดลวดรองแม่เหล็กไฟฟ้าทั้งสองต่อกันอย่างอนุกรมแต่กลับทิศกัน

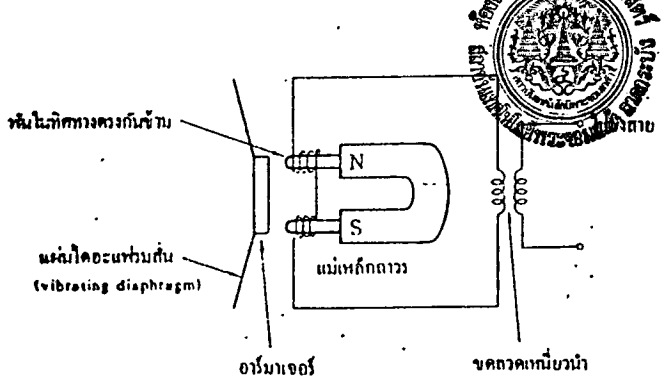
เมื่อไม่มีสัญญาณไฟฟ้า ฟลักซ์แม่เหล็กถาวรจะแบ่งผ่าน แท่งแม่เหล็กไฟฟ้าเท่า ๆ กัน เมื่อมีสัญญาณกระแสสลับเข้ามาทำให้ฟลักซ์แม่เหล็กไม่เท่ากัน ก้านจึงถูกไปกระทบกระดิ่งให้ดัง

2.2.2.4 หน้าปัทม์โทรศัพท์

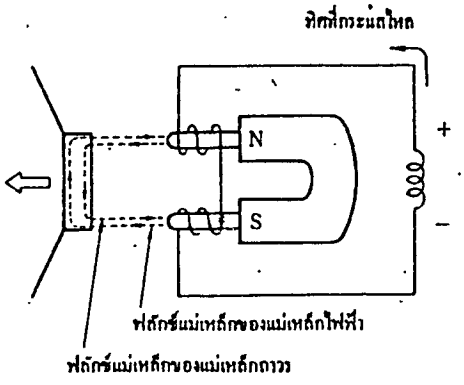
หน้าปัทม์โทรศัพท์ เป็นอุปกรณ์ตัดต่อสาย เมื่อเรียกหมายเลขของผู้รับ เมื่อฝ่ายผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้นสวิทช์ขอเกี่ยว (HOOK SWITCH) จะอยู่ในตำแหน่งที่ต่อให้ครบวงจรไหลไปยังชุมสาย เพื่อให้ผู้เรียกหมุนหมายเลขได้

การหมุนเลขหมายจะทำให้ลูกเบี้ยวอิมพัลส์ (IMPULSE CAM)

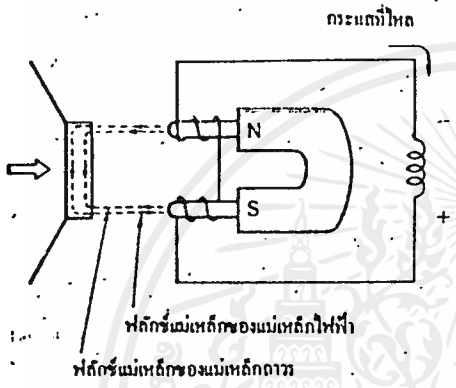
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



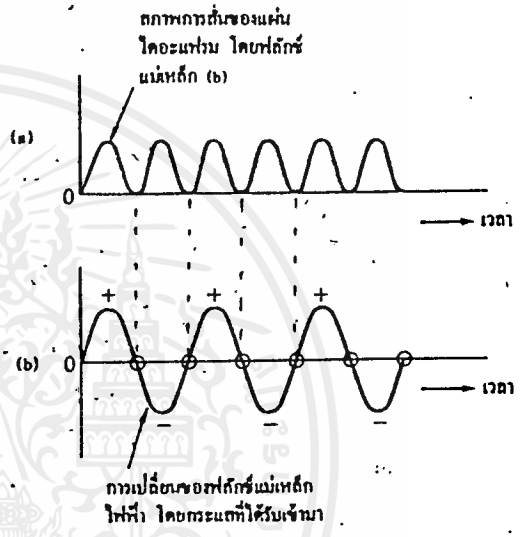
ผังแสดงส่วนต่าง ๆ ของเครื่องรับโทรศัพท์



การทำงานของเครื่องรับโทรศัพท์
(แสดงตอนแผ่นไดอะแฟรมกำลังแยกออกจากแท่งแม่เหล็ก)

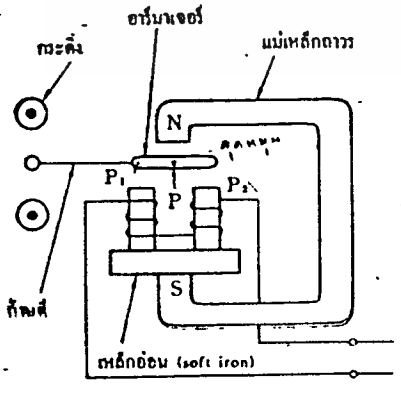


การทำงานของเครื่องรับโทรศัพท์
(แสดงตอนแผ่นไดอะแฟรมกำลังถูกดึงเข้าหาแท่งแม่เหล็ก)

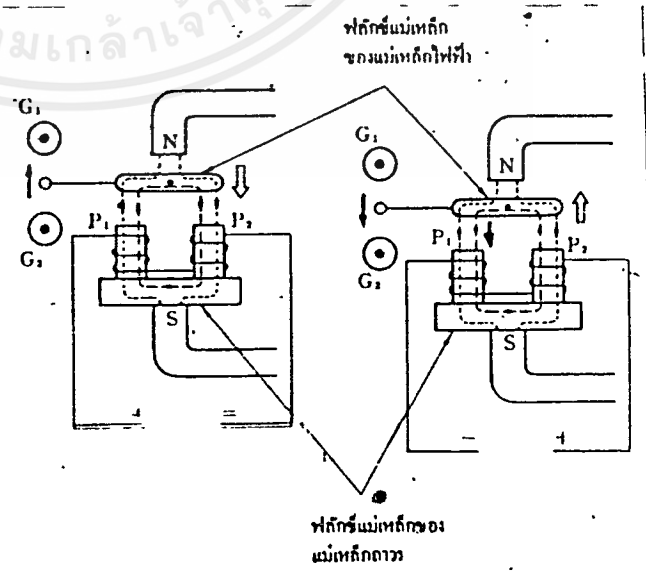


การทำงานของเครื่องรับโทรศัพท์

รูปที่ 2.5 แสดงการทำงานของเครื่องรับโทรศัพท์



รูปที่ 1.2.9 ผังการทำงานของกระดิ่งโทรศัพท์



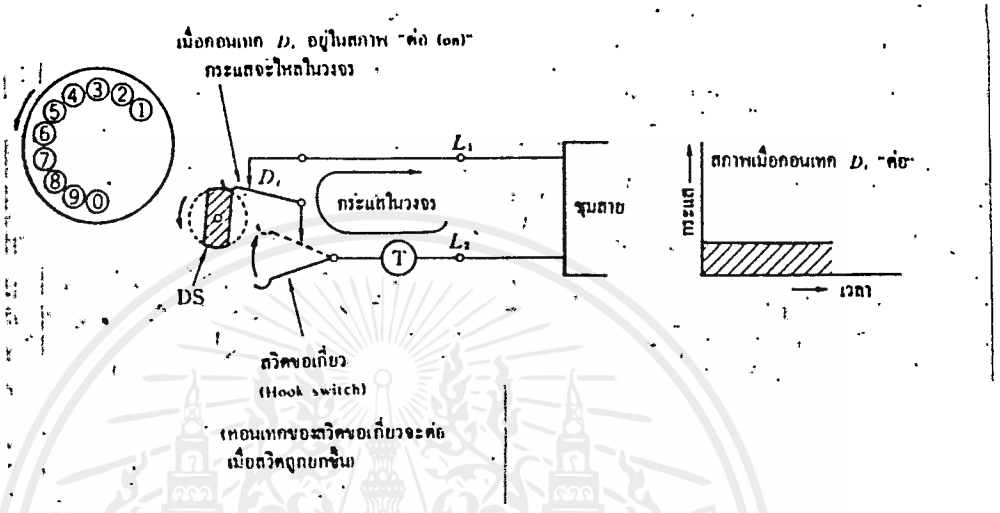
รูปที่ 1.2.10 การทำงานของกระดิ่ง

รูปที่ 2.6 แสดงการทำงานของกระดิ่ง

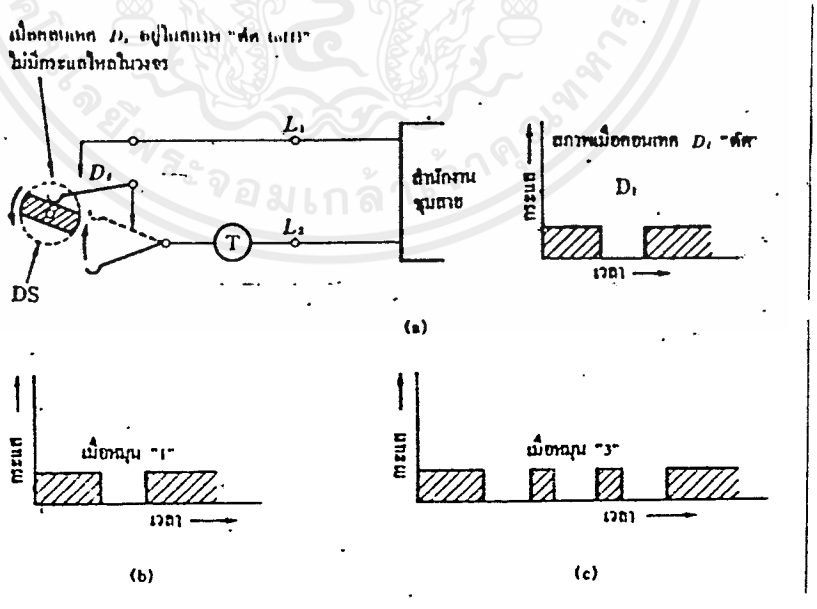
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร ห้ามมิให้นำไปใช้

023227

D_{DS} ไปกระทำต่ออิมพัลซ์ คอนเทค (IMPULSE CONTACT) อย่างเป็นจังหวะ ดังรูปที่ 2.7 อิมพัลซ์ของหน้าปัทม์ประกอบด้วยคุณสมบัติ 3 อย่างคือ ความเร็วของอิมพัลซ์ อัตราส่วนของการต่อ (MAKE RATIO)และช่วงหยุดที่สั้นที่สุด (MINIMUM PAUSE)ถ้าคุณสมบัติอย่างหนึ่งอย่างใดต่ำกว่ามาตราฐานการต่อโทรศัพท์จะไม่เป็นปกติ



รูปที่ 2.7 การทำงานของการหมุนหน้าปัทม์ เมื่อคอนเทคD_1ต่อ



รูปที่ 2.8 การทำงานของการหมุนหน้าปัทม์ เมื่อคอนเทค D_1ตัด

ความเร็วของพัลซ์ คือจำนวนการตัดต่อของอิมพัลซ์คอนเทค มีอยู่ 2 ค่าคือ 10 และ 20 อิมพัลซ์ต่อวินาทีปัจจุบันองค์การโทรศัพท์กำหนดให้ใช้แบบ 20อิมพัลซ์ต่อวินาที

2.2.3 วิธีการใช้โทรศัพท์และลักษณะสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

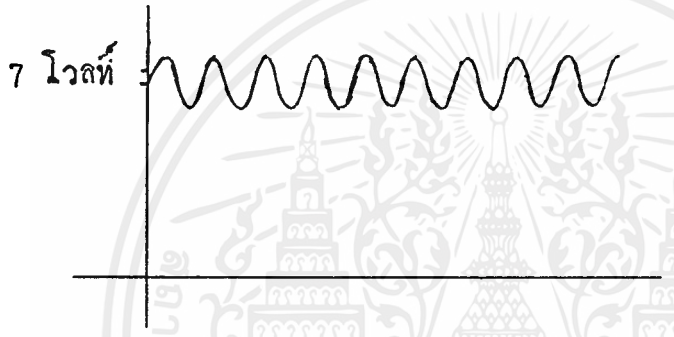
สัญญาณโทรศัพท์มีอยู่ 3 ชนิดคือ สัญญาณดีซี (DC) เอซี (AC) และสัญญาณดีซีพัลซ์ (DC PULSE)

การพิจารณาวิธีใช้โทรศัพท์ และสัญญาณโทรศัพท์แบ่งเป็น 2 ลักษณะตามวิธีใช้คือ

2.2.3.1 เมื่อเป็นผู้เรียก

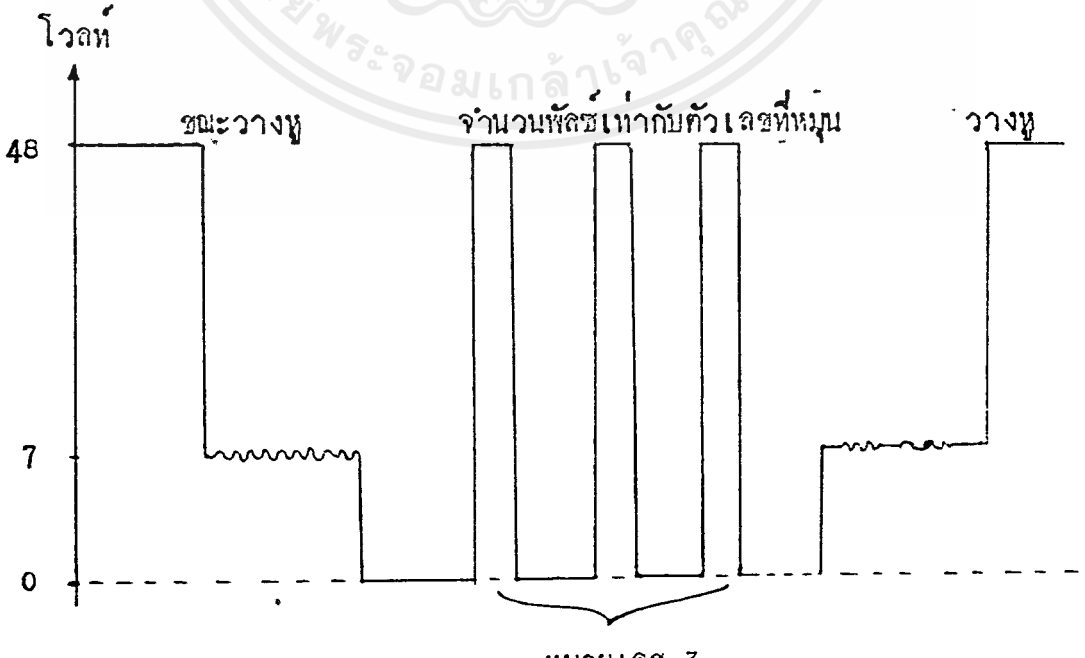
- เมื่อโทรศัพท์ยังไม่ได้ใช้ สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์เป็น 48 โวลท์ดีซี

- เมื่อยกหูขึ้น สัญญาณระหว่างสายโทรศัพท์จะตกเป็น 7 โวลท์ดีซี และจะมีสัญญาณให้หมุน (DIAL TONE) เป็นสัญญาณเอซี 400 เฮิร์ต 400 มิลลิโวลท์ ดังรูปที่ 2.9 แสดงว่าพร้อมที่จะโทรออก



รูปที่ 2.9 สัญญาณให้หมุน

- หมุนหน้าปัทม์หรือกดปุ่ม ตามเลขหมายที่ต้องการเรียก สัญญาณระหว่างสายจะเป็นดีซีพัลซ์ จำนวนพัลซ์เท่ากับหมายเลขที่กดหรือหมุน ดังรูปที่ 2.10



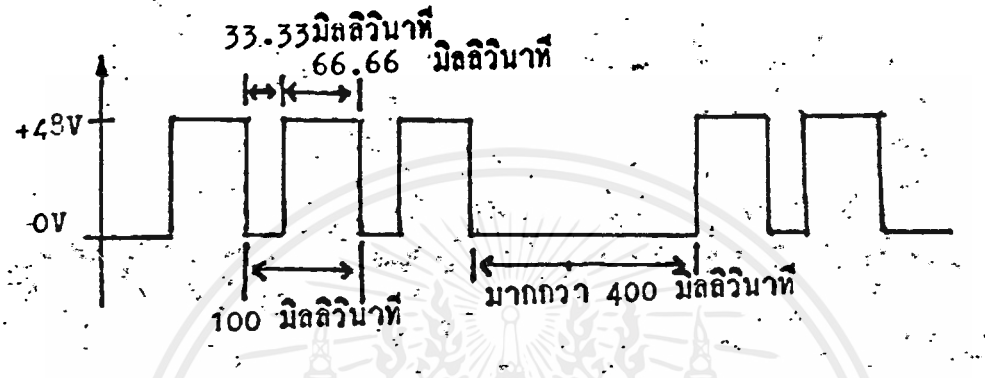
รูปที่ 2.10 สัญญาณโทรศัพท์เมื่อเป็นผู้เรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งนี้ต้องได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารก่อนเท่านั้น ขอสงวนสิทธิ์ในการดำเนินคดีกับผู้ที่ละเมิดลิขสิทธิ์

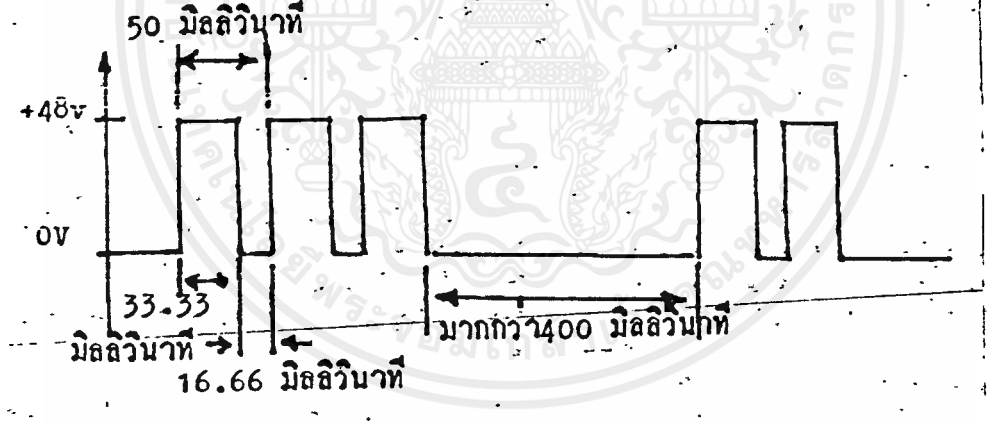
ความถี่ของพัลซ์ กำหนดเป็นมาตราฐานมี 2 ความถี่คือ 10 พัลซ์ต่อวินาที และ 20พัลซ์ต่อวินาที และอัตราส่วนของช่วงเวลาที่ต่อ (MAKE) และตัดสาย (BREAK)จะเป็น 1:2เสมอ เช่น

ที่ความถี่ 10 พัลซ์ต่อวินาที

1พัลซ์ใช้เวลา 0.1 วินาที หรือ 100 มิลลิวินาที ช่วงเวลาที่ตัดสายเป็น 100x2/3 เท่ากับ 66.66 วินาที ช่วงเวลาที่ต่อสายเป็น 100x1/3 เท่ากับ 33.33 วินาทีดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ความถี่ 10 พัลซ์ต่อวินาที



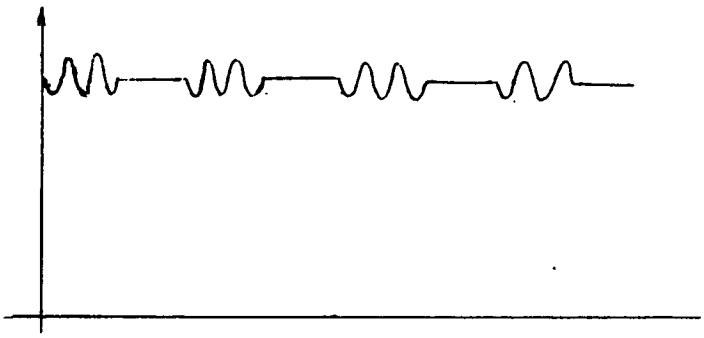
รูปที่ 2. 12 ความถี่ 20 พัลซ์ต่อวินาที

ช่วงหยุดระหว่างสัญญาณพัลซ์ของหมายเลขจะต้องมากกว่าหรือเท่ากับ 400 มิลลิวินาที

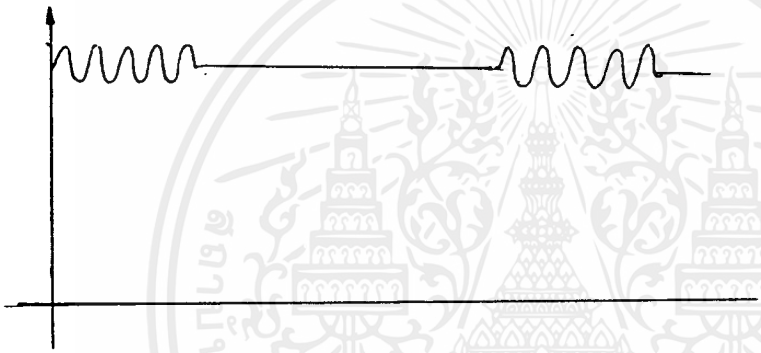
-หลังจากกดหรือหมุนหน้าปัทม์ครบทุกหมายเลขแล้วสัญญาณระหว่างสู่สายจะเป็น 7 โวลท์ดีซี ในกรณีที่เครื่องรับไม่ว่าง จะมีสัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE) เป็นสัญญาณเอซี 400 เฮิร์ท 400 มิลลิโวลท์ โดยดัง 0.5 วินาที เงียบ 0.5 วินาที ดังรูปที่ 2.13 ให้วางหูแล้วจึงโทรใหม่

ในกรณีที่เครื่องรับว่างจะได้ยินสัญญาณเรียกกลับ (RING BACK TONE) เป็นสัญญาณเอซี 400 เฮิร์ท 400 มิลลิโวลท์ โดยดัง 1 วินาที เงียบ 2 วินาทีดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 สัญญาณไม่ว่าง



รูปที่ 2.14 สัญญาณเรียกกลับ

- เมื่อผู้เรียกว่างงู สัญญาณระหว่างคู่สายจะเป็น 48 โวลท์ดีซีตามปกติ

2.2.3.2 เมื่อเป็นผู้รับ

- โทรศัพท์เมื่อยังไม่มีใครเรียกมา สัญญาณระหว่างคู่สายจะเป็น 48 โวลท์ดีซี

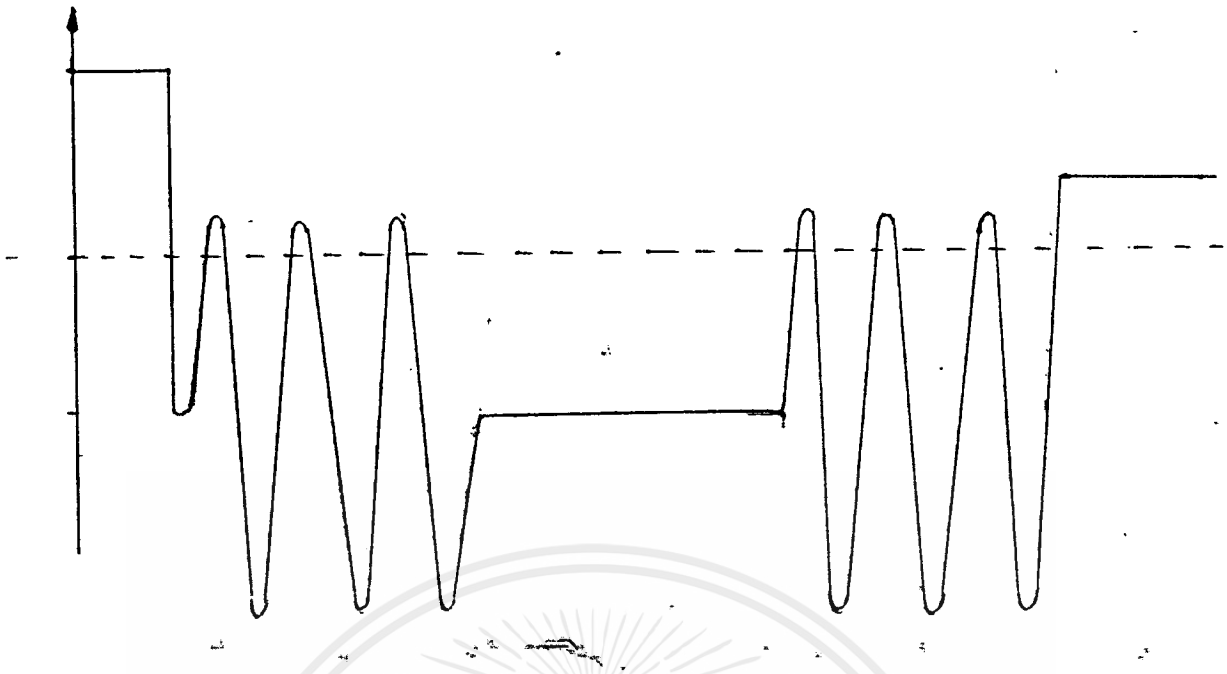
- เมื่อมีผู้เรียกเข้ามา สัญญาณระหว่างคู่สายจะเป็น -48 โวลท์ดีซี พร้อมกับมีสัญญาณกระดิ่งเอซี 20 เฮิร์ต 90 โวลท์ โดยดัง 1 วินาที เงียบ 2 วินาทีดังรูปที่ 2.15

2.2.4 หลักการทำงานของโทรศัพท์แบบคู่ความถี่

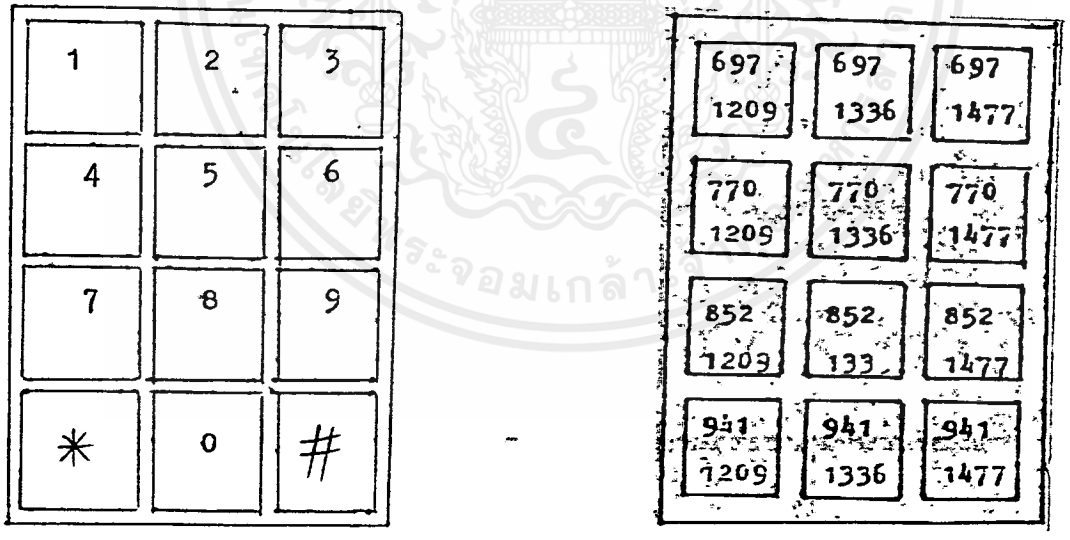
หลักการทำงานของเครื่องรับและเครื่องส่งจะเหมือนกับโทรศัพท์แบบพัลส์ ซึ่งกล่าวมาแล้วในที่นี้จะกล่าวเฉพาะหน้าปัดโทรศัพท์เท่านั้น

หน้าปัดโทรศัพท์แบบนี้จะเป็นแบบกดปุ่มโดยมี 12 คีย์ เป็นปุ่มเลขหมาย 1 ถึง 10 ส่วน 2 คีย์ที่เหลือเป็นคีย์ ที่จะใช้ในกรณีพิเศษอื่น ๆ ตามที่จะมีการนำไปใช้ประโยชน์กันต่อไป ตำแหน่งของคีย์เป็นดังรูปที่ 2.16 (ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 เมื่อมีสัญญาณเรียก



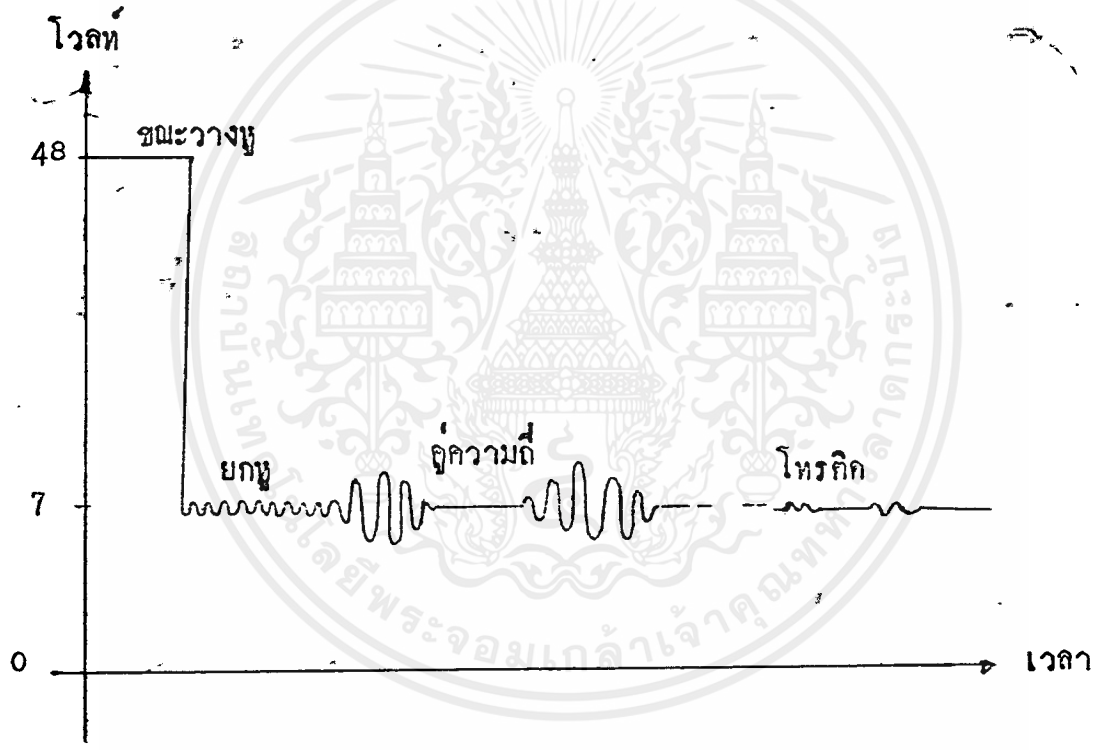
(ก) (ข)

รูปที่ 2.16 ตำแหน่ง และคู่ความถี่ของแต่ละคีย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเรากดคีย์ใดคีย์หนึ่ง วงจรในโทรศัพท์ จะผลิตความถี่ 2 ความถี่ออกไปยังคู่สาย-โทรศัพท์ แทนจำนวนพัลซ์ในระบบพัลซ์ แต่ละคีย์มีคู่ความถี่ที่แตกต่างกันไป ดังรูปที่ 2.16(ข) โดยแต่ละคีย์เป็นความถี่อันหนึ่งและความถี่สูงอันหนึ่ง วงจรในโทรศัพท์สามารถผลิตคู่ความถี่ที่แตกต่างกันได้ถึง 16 คู่ความถี่ จากการจับคู่กันระหว่างความถี่ต่ำ 4 ความถี่กับความถี่สูง 4 ความถี่ แต่ใช้เพียง 12 คู่ความถี่เท่านั้น ส่วนที่เหลือสำหรับการขยายออกแบบในอนาคต

หลักการใช้โทรศัพท์ และสัญญาณใช้โทรศัพท์แบบนี้คล้ายโทรศัพท์แบบพัลซ์ทุกอย่าง - ผิดกันตรงที่สัญญาณ เลขหมายส่งเป็นคู่ความถี่เท่านั้น ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 สัญญาณในสายโทรศัพท์ระบบคู่ความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ภาคแปลงสัญญาณ (DATA CONVERSION)

โดยทั่ว ๆ ไป ปริมาณทางกายภาพต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ ความดัน สามารถวัดได้โดยแปลงค่าปริมาณเหล่านั้นเป็นสัญญาณไฟฟ้า ซึ่งเราจะเรียกสัญญาณทางไฟฟ้าเหล่านั้นว่า สัญญาณอะนาล็อก (ANALOG SIGNAL) ซึ่งสามารถวัดได้ โดยต่อเนื่องโดยสัมพันธ์กับปริมาณทางกายภาพในทางตรงกันข้ามสัญญาณดิจิตอลจะเป็นลักษณะ 2 ระดับ คือ 0 และ 1 แม้ว่าสัญญาณอะนาล็อกจะแสดงค่าทางกายภาพได้อย่างต่อเนื่อง แต่มันก็ยากที่จะทำการประมวลผล (PROCESS) หรือ เก็บ (STORE) ไว้นำออกมาใช้อีกในเวลาต่อมา โดยที่มีค่าความผิดพลาดน้อยสัญญาณ อะนาล็อก ยากที่จะอ่านและแปลงออกมา โดยเฉพาะในบริเวณที่มีสัญญาณรบกวน

ฉะนั้นเราจะให้ประโยชน์จากการประมวลผลทางดิจิตอล และการเก็บข้อมูลทางดิจิตอล โดยที่ข้อมูลทางอะนาล็อกจะต้องถูกแปลงเป็นข้อมูลทางดิจิตอลด้วย ตัวแปลงสัญญาณ (ANALOG TO DIGITAL OF A/D) ยกตัวอย่าง เช่น ดิจิตอลโวลท์มิเตอร์

ตัวแปลงสัญญาณ (ANALOG TO DIGITAL CONVERTER)

ตัวแปลงสัญญาณสามารถใช้อินเตอร์เฟส (INTER FACE) สัญญาณอะนาล็อกต่าง ๆ กับวงจรดิจิตอลทั่ว ๆ ไป การเลือกใช้งานตัวแปลงสัญญาณขึ้นอยู่กับ ควบคุมแน่นอน (ACCURACY) และความเร็วที่ต้องการ เพื่อที่จะแปลงสัญญาณอะนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิตอลได้ โดยที่มีความถูกต้องตามต้องการ ชนิดรองตัวแปลงสัญญาณมีอยู่ 4 แบบ คือ

2.3.1 การประมาณอย่างต่อเนื่อง

2.3.2 วิธีเปรียบเทียบแบบชนาน

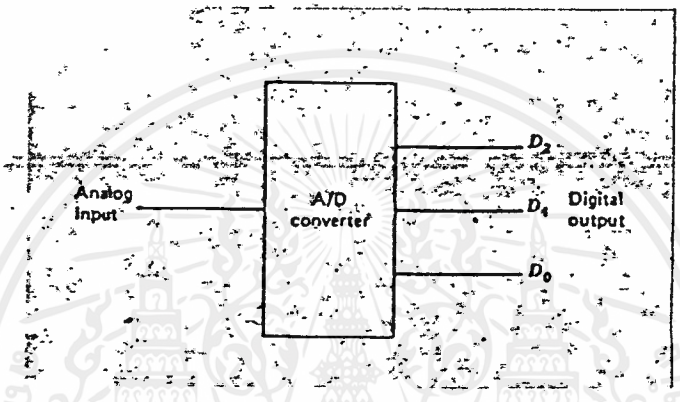
2.3.3 วิธีชิงเกิ้ลแรมพ์หรือชิงเกิ้ลสโลป

2.3.4 วิธีนับ

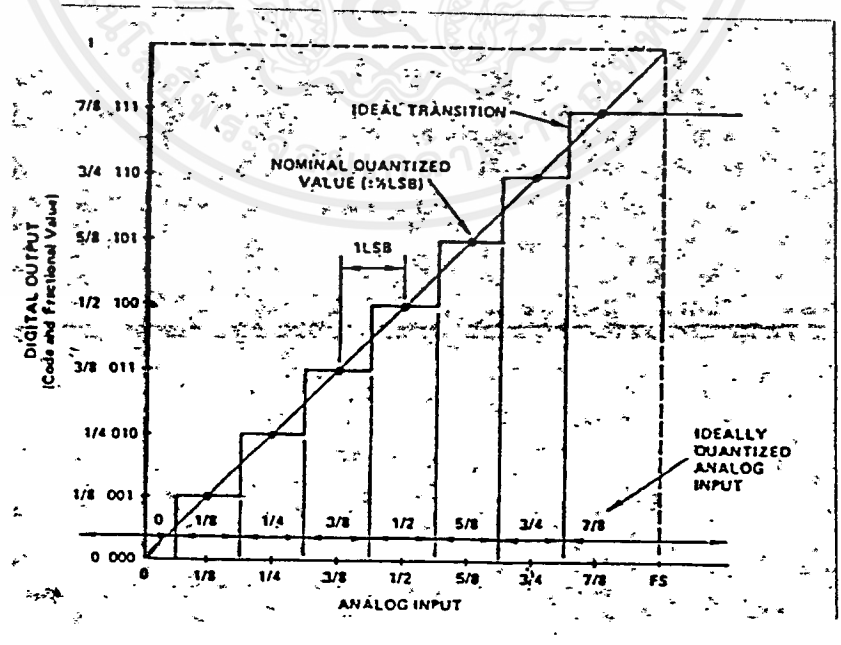
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะทั่วไปของตัวแปลงสัญญาณ

ตามรูปที่ 2.18แสดงถึงคุณลักษณะทางอุดมคติของตัวแปลงสัญญาณอย่างไรก็ตาม การใช้งานจริง ๆ จะต้องเบี่ยงเบนออกไปจากคุณลักษณะทางอุดมคติ ค่าที่เบี่ยงเบนออกไปถูกกำหนดโดยคุณสมบัติดังที่จะกล่าวดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.18บล็อกไดอะแกรม ตัวแปลงสัญญาณ 3 บิท



รูปที่ 2.19 ฟังก์ชั่นของตัวแปลงสัญญาณ 3 บิท ทางอุดมคติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONVERSION TIME คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้ในการแปลงสัญญาณอินพุทอะนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิตอลทางเอาท์พุท ซึ่งจะมีผลทางหน่วงเวลาในวงจร ตามปกติอาจจะกำหนดเป็นจำนวนครั้งที่แปลงสัญญาณต่อวินาที ซึ่งข้อนี้เป็นจุดสำคัญที่สุดในการเลือกใช้

RESOLUTION คือ จำนวนอินพุทโวลเตจ (INPUT VOLTAGE). ที่เปลี่ยนโดยที่ต้องเปลี่ยนดิจิตอลเอาท์พุทไป 1 LSB RESOLUTION สามารถกำหนดโดยจำนวนเอาท์พุทบิท เช่น RESOLUTION ของ 8 BIT CONVERTOR สามารถกำหนดได้เป็น 8 BIT หรือ

$\frac{1}{2^8} = \frac{1}{256}$

QUANTIZING ERROR OF UNCERTAINTY คือ ความผิดพลาดที่ไม่สามารถแยกออกได้จากแบ่งสัญญาณที่ต่อเนื่องออกเป็นจำนวนที่แน่นอนของอิจิตอล ซึ่งจะเท่ากับ $\pm\frac{1}{2}$ และจะเท่ากับความไม่อ่นนอน ณ จุดที่มีการเปลี่ยนแปลง (TRANSITION POINT)

ABSOLUTE ACCURACY คือ ความผิดพลาดทั้งหมดระหว่างทางอุดมคติและความเป็นจริงของสัญญาณอินพุทโวลเตจ เพื่อจะแปลงเป็นโค้ด (CODE) ทางดิจิตอลมันจะประกอบด้วย QUANTIZATION ERROR , GAIN ERROR , ZERO ERROR , และ NONLINEARITIES

RELATIVE ACCURACY คือ ความเบี่ยงเบนของอะนาล็อกโวลเตจจากค่าทางอุดมคติ แสดงอยู่ในรูปอัตราส่วนของ FULL SCALE กับ GAIN และ OFF SET ERROR โดยปรับเป็น 0 RELATIVE ACCURACY จะเป็นฟังชั่นเชิงเส้นและตามปกติจะกำหนดเป็น $\pm\frac{1}{2}$ LSB สูงสุด องค์ประกอบที่มีผลต่อ RELATIVE ACCURACY คือ DIFFERENTIAL LINEARITY, OFF SET และ GAIN ERROR, TEMPERATURE COEFFICIENTS และ

และ POWER SUPPLY SENSIVITY

NO MISSING CODE คือ ค่าทางดิจิตอลที่ออกทางเอาท์พุทของตัวสัญญาณที่สมนัยกับสัญญาณอินพุทโวลเตจ 1 LSB โดยที่อาจจะเบี่ยงเบนออกไปจากค่าทางอุดมคติเรียกว่า DIFFERENTIAL NINLINEARITY ถ้า DIFFERENTIAL NONLINEARITY มากกว่า 1 LSB จะเป็นค่าที่ผิดพลาด (MISSING CODE)คุณสมบัติของ MISSING CODE ไม่ควรจะเกิดเพื่อความเหมาะสมในการแปลงสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

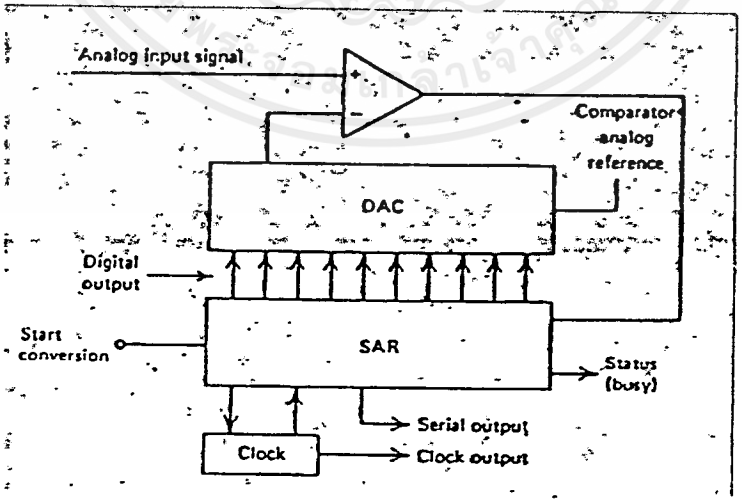
2.3.1 การประมาณอย่างต่อเนื่อง (SUCCESSIVE APPROXIMATION)

เทคนิคของการประมาณอย่างต่อเนื่อง เป็นหนึ่งในวิธีการทั่วไปที่ใช้กันอยู่ สำหรับตัวแปลงสัญญาณที่ใช้งานทั่วไป โดยที่มันจะเปรียบเทียบอินพุทที่เข้ามากับเอาท์พุทของตัวแปลงกลับ ที่อยู่ภายใน โดยที่อินพุทของตัวแปลงกลับจะถูกกำเนิดภายในตัวแปลงสัญญาณเหมือนกัน เมื่อค่าเอาท์พุทของตัวแปลงกลับเท่ากับอินพุทโวลเตจ ค่าดิจิตอลที่ผลิตออกมาจะเป็นค่าดิจิตอลทางเอาท์พุท

กระบวนการของการเปรียบเทียบสัญญาณอะนาล็อกโวลเตจกับเอาท์พุทของตัวแปลงกลับคล้ายการชั่งน้ำหนักของสารทั่วไป โดยเปรียบเทียบเป็นอัตราส่วนที่ละ 1/2,1/4,1/8 และ 1/16 โดยเริ่มที่กระบวนการมากที่สุดคือ 1/2 ถ้ามากกว่าก็จะเพิ่มอีก1/4 เปรียบเทียบถ้ามากกว่าหรือน้อยกว่าจะเพิ่มหรือลดอีก 1/8 ไปเรื่อยจนกว่าจะเท่ากัน

ตามรูปที่ 2.20 จะแสดงบล็อคไดอะแกรม ของตัวแปลงสัญญาณแบบการประมาณอย่างต่อเนื่อง มีส่วนสำคัญอยู่ 3 วงจรคือ

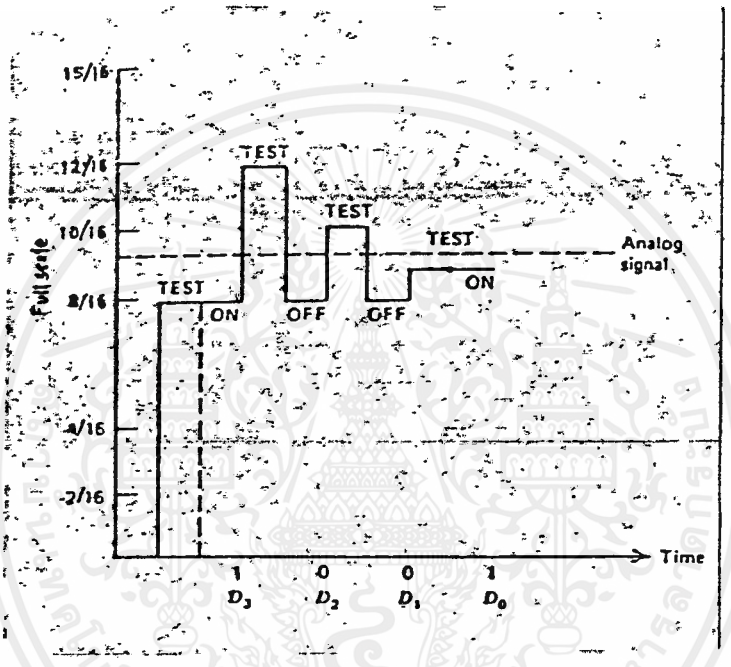
1) วงจรเปรียบเทียบ
2) ตัวแปลงกลับ
3) ตัวเก็บสถานะ



รูปที่ 2.20 บล็อคไดอะแกรมของการประมาณอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามรูปที่ 2.21 จะแสดงการเปรียบเทียบการแปลงกลับของขบวนการแปลงของ 4 บิท เมื่อ D3 เป็น 1 DAC เอาท์พุทน้อยกว่าค่าอินพุทที่เข้ามา เพราะฉะนั้น D_3 จะเป็น 1 เมื่อบิท D_2 จะต้องเป็น 1 เอาท์พุทที่ออกมาของตัวแปลงกลับจะมีค่าเกินอินพุทที่เข้ามา ดังนั้นบิท D_2 จะต้องเป็น 0 ขณะเดียวกัน ให้บิท D_1 เป็น 0 และบิท D_0 เป็น 1 เปรียบเทียบกับอินพุทดูก็เท่ากัน ค่าดิจิตอลของเอาท์พุทจะเป็น 1001



รูปที่ 2.21 ขบวนการภายใน ในการที่จะกำหนดเอาท์พุท

การแปลงสัญญาณแบบการประมาณอย่างต่อเนื่อง มีลักษณะทั่วไปที่ใช้งานดังนี้

1) เหมาะกับงานที่ใช้ความเร็วสูงๆในการแปลงสัญญาณ
2) สามารถมี RESOLUTION ได้สูงถึง 16 บิท
3) มี CONVERTION TIME ที่แน่นอนซึ่งขึ้นอยู่กับอินพุทโวลเตจ
4) สำหรับอินพุทที่มีการเปลี่ยนแปลงเร็ว ควรจะเพิ่มวงจร SAMPLE AND HOLD
5) คุณสมบัติสำหรับความเป็นเชิงเส้นและความเร็วขึ้นอยู่กับ คุณสมบัติของตัวแปลงกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

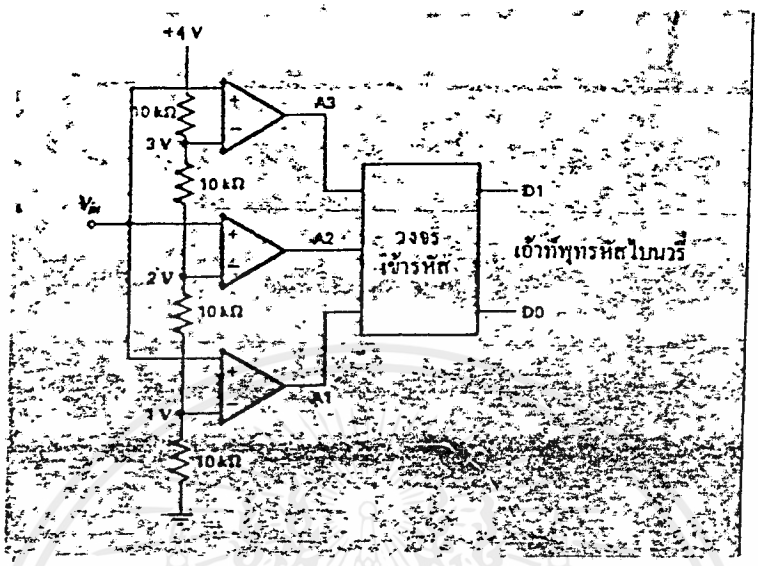
2.3.2 วิธีเปรียบเทียบแบบขนาน

วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและใช้เวลาในการแปลงค่าเร็วมาก จากรูปที่ 2.22 วงจรประกอบด้วยตัวต้านทานต่อกันเป็นโวลท์เตจดีไวเดอร์ ซึ่งจะทำให้เกิดเป็นโวลเตจอ้างอิงให้ออปแอมป์ คอมพาราเตอร์ทั้ง 3 ตัวในวงจรนี้โวลเตจอ้างอิงที่จ่ายให้ตัวต้านทานเป็น 4 โวลท์ ซึ่งจะเป็นค่าสูงสุดของแรงดันอินพุทเช่นกัน

ค่าเอาท์พุทของคอมพาราเตอร์แต่ละตัวจะเป็น "1" ถ้าแรงดันอินพุทที่ขานอนอินเวอร์ติง (+) มากกว่าแรงดันอ้างอิงที่ขาอินเวอร์ติง (-) แรงดันอะนาล็อกจะถูกป้อนเข้าที่ขานอนอินเวอร์ติง (+) ของคอมพาราเตอร์ทุกตัวพร้อมกันเป็นแบบขนาน จากตารางที่ 1 จะเห็นได้ว่าถ้าแรงดันอินพุทน้อยกว่า 1 โวลท์จะไม่มีคอมพาราเตอร์ตัวไหนที่ให้เอาท์พุทเป็น "1" กรณีที่แรงดันอินพุทมีค่าอยู่ระหว่าง 1 ถึง 2 โวลท์ คอมพาราเตอร์ A_1 จะให้เอาท์พุทเป็น "1" กรณีที่แรงดันมีค่าอยู่ระหว่าง 2 ถึง 3 โวลท์ คอมพาราเตอร์ A_1 และ A_2 จะให้เอาท์พุทเป็น "1" และในกรณีที่แรงดันมากกว่า 3 โวลท์ขึ้นไป คอมพาราเตอร์ทุกตัวจะให้เอาท์พุทเป็น "1" หมด สัญญาณที่ได้จากคอมพาราเตอร์ A_1, A_2 และ A_3 จะป้อนให้กับวงจรเข้ารหัส (ENCODER) เพื่อแปลงเป็นค่าไบนารี่ต่อไป

วงจรคอมพาราเตอร์แบบขนานที่ยกตัวอย่างนี้เป็นชนิด 2 บิท เรสโซลูชั่น ซึ่งจะใช้ออปแอมป์คอมพาราเตอร์ 3 ตัว ถ้าต้องการชนิด N บิท เรสโซลูชั่นจะต้องใช้ออปแอมป์คอมพาราเตอร์ถึง $2^N - 1$ ตัว เช่น 8 บิท เรสโซลูชั่นต้องใช้ออปแอมป์คอมพาราเตอร์ 255 ตัว การที่ต้องใช้ออปแอมป์คอมพาราเตอร์จำนวนมาก จึงเป็นข้อเสียของตัวแปลงสัญญาณชนิดนี้ แต่ถึงอย่างไรก็ตามตัวแปลงสัญญาณชนิดนี้ก็มีข้อดีในเรื่องของความเร็วค่าดิจิตอลจะได้รับทันทีหลังจากล่าเสียเวลาการเดินทาง (PROPAGATION DELATIME) ของคอมพาราเตอร์และวงจรเข้ารหัส ดังนั้นตัวแปลงสัญญาณชนิดนี้จึงมีชื่ออีกชื่อหนึ่งว่า "แฟลช" (FLASH) เนื่องจากความเร็วในการแปลงข้อมูลสูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 วงจรเปรียบเทียบแบบขนาน

V_{in} (โวลท์)	เข้าที่พุทคอมพาราเตอร์			เข้าที่พุทไบนารี่	
	A1	A2	A3	D1	D0
0 to 1	0	0	0	0	0
1 to 2	1	0	0	0	1
2 to 3	1	1	0	1	0
3 to 4	1	1	1	1	1

ตารางที่ 1 ค่าเอาท์พุทจากแรงกันอินพุทหลายค่า

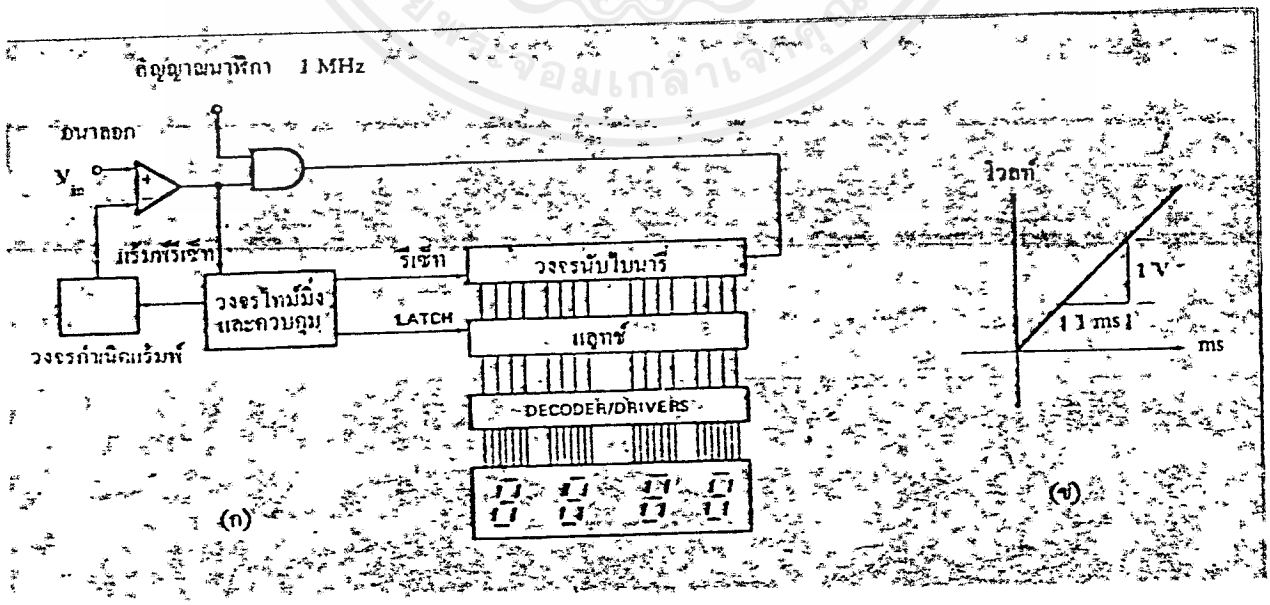
2.3.3 วิธีชิงเก้ลแรมพ์หรือชิงเก้ลสโลป

ตัวแปลงสัญญาณชนิดนี้ (ดังรูปที่ 2.23 ก.) ประกอบด้วยวงจรกำเนิดสัญญาณแรมพ์, คอมพาราเตอร์และ ไบนารีเคาน์เตอร์ (BCD) เมื่อเริ่มต้นการแปลงข้อมูล วงจรกำเนิดสัญญาณแรมพ์และเคาน์เตอร์จะถูกรีเซ็ทเป็น 0 แรงดันอะนาล็อกจะถูกป้อนทางขานอนอินเวอร์ติง (+) ของออปแอมป์คอมพาราเตอร์ เมื่อใดที่อินพุทนี้มีค่าเป็นบวกมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

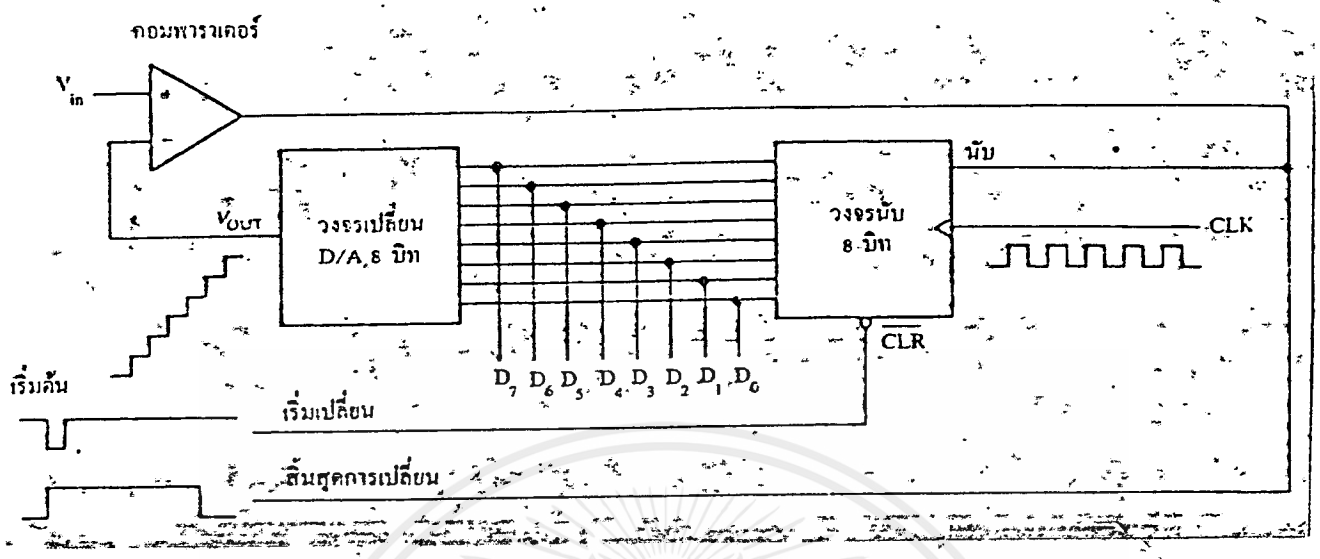
ขาอินเวอร์ติง (-) เอาท์พุทของคอมพาราเตอร์จะเป็น "1" ตลอด และค่า "1" นี้จะอีนาเบิ้ล (ENABLE) แอนด์เกท ทำให้สัญญาณนาฬิกา (CLOCK PULSE) เข้าไปสู่วงจรนับพร้อมทั้งเป็นจุดเริ่มต้นของการกำเนิดสัญญาณแรมพ์ ค่าของแรงดันแรมพ์ที่จะเป็นบวกไปจนกระทั่งเกินค่าของแรงดันอินพุท ซึ่งจะทำให้เอาท์พุทของคอมพาราเตอร์เป็น "0" ส่งให้แอนด์เกทตัดสัญญาณนาฬิกา และส่งให้วงจรควบคุมรีเซ็ทวงจรกำเนิดสัญญาณแรมพ์พร้อมทั้งแลทช์ (LATCH) วงจรนับเพื่อนำค่าดิจิตอลเอาท์พุทไปแสดงผล

สมมติว่า ถ้าให้สัญญาณนาฬิกามีความถี่ 1 เมกะเฮิร์ต วงจร BCD เคาน์เตอร์ 4 หลัก แรงดันอินพุท (VIM) มีค่า 2,000 โวลท์ และวงจรกำเนิดสัญญาณแรมพ์ให้สโลป (SLOPE) 1 โวลท์ต่อมิลลิวินาที ดังรูปที่ 2.23 ข. ดังนั้น ถ้าป้อนแรงดันอินพุทให้วงจรแปลงสัญญาณนี้ทำงาน วงจรกำเนิดสัญญาณแรมพ์จะใช้เวลา 2 มิลลิวินาที เพื่อกำเนิดสัญญาณจากจุดเริ่มต้นถึง 2 โวลท์ แล้วหยุดวงจรเคาน์เตอร์จากเวลา 2 มิลลิวินาทีนี้ สัญญาณนาฬิกาจะมีทั้งหมด 2,000 พัลซ์ ซึ่งจะถูกนับโดยเคาน์เตอร์วงจรควบคุมจะส่งสัญญาณแลทช์ เพื่อส่งค่าดิจิตอลไปแสดงผล ถ้าเราใส่จุดทศนิยมที่เหมาะสมให้กับ LED แสดงผลเป็นทศนิยม 3 ตำแหน่งจะได้ค่า 2,000 ซึ่งก็จะเท่ากับค่าแรงดันอะนาล็อกที่ป้อนทางอินพุทคือ 2 โวลท์ วงจรที่ยกตัวอย่างนี้สามารถแรงดันอะนาล็อกได้ถึง 9,999 โวลท์ จากหลักการอันนี้สามารถนำไปสร้างเป็นดิจิตอลโวลท์มิเตอร์แบบง่าย ๆ ได้อีกด้วย



รูปที่ 2.23 ชิงเกิ้ลแรมพ์ตัวแปลงสัญญาณ (ก) บล็อกไกอะแกรม (ข) ความเอียงของแรมพ์

เอกสารนี้เผยแพร่เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 ตัวแปลงสัญญาณวิธีนับ

2.3.4 วิธีนับ

ตัวแปลงสัญญาณวิธีนับ(ดังรูปที่ 2.24) ประกอบด้วยคอมพาราเตอร์ 8 บิท ตัวแปลงกลับและ 8 บิท เคาน์เตอร์ แรงดันอะนาล็อคจะป้อนเข้าทางขา 1 และค่าดิจิตอลเอาท์พุทที่ได้จะได้จาก 8 บิท เคาน์เตอร์ D_7 ถึง D_0 เคาน์เตอร์จะทำงานเมื่อขานับ (COUNT) เป็น "1" และจะหยุดทำงานเมื่อขานับเป็น "0" ค่าดิจิตอลเอาท์พุทที่ได้จะผ่านตัวแปลงกลับได้เป็นค่าอะนาล็อคเอาท์พุทเพื่อป้อนให้ขาอินเวอร์ติง(—)ของคอมพาราเตอร์

การทำงานเริ่มจากขาเริ่ม(START)จะส่งพัลส์มาเป็นลอจิก "0" เพื่อเคลียร์ 8 บิท เคาน์เตอร์เมื่อขาเริ่มกลับไปเป็น "1" เคาน์เตอร์ก็พร้อมที่จะนับในขณะที่ขา 2 มีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้นเมื่อป้อนค่าแรงดันอะนาล็อค ออปแอมป์คอมพาราเตอร์จะให้เอาท์พุทเป็น "1" เคาน์เตอร์จะเริ่มนับจากศูนย์ขึ้นไปเนื่องจากเอาท์พุทจากเคาน์เตอร์ส่งไปให้ตัวแปลงกลับทำให้ได้เอาท์พุทจากตัวแปลงกลับ(ขา 2)เป็นรูปขั้นบันไดเมื่อใดที่ขา 1 มีค่ามากกว่าขา 2 คอมพาราเตอร์ ก็จะให้ลอจิก "1" และเคาน์เตอร์ก็จะนับต่อไป ได้ว่าขา 2 เป็นรูปขั้นบันไดสูงขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงจุดๆหนึ่งที่ขา 2 มีค่ามากกว่าขา 1 ทำให้เอาท์พุทจากคอมพาราเตอร์เป็นลอจิก "0" เคาน์เตอร์จะหยุดนับ เราก็จะได้ค่าดิจิตอลเอาท์พุท D_7 ถึง D_0 ซึ่งเป็นค่าที่แปลงมาจากแรงดันอะนาล็อคทางอินพุทสัญญาณขอบขาลงของขานับเรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณสิ้นสุดการแปลงข้อมูล ซึ่งใช้สำหรับบอกให้วงจรอื่นๆ ที่ทำงานร่วมกันว่าการแปลงข้อมูลจากอะนาล็อคเป็นดิจิตอลได้สิ้นสุดลงแล้ว

ถ้าข้อมูลอะนาล็อคอินพุทมีการเปลี่ยนแปลงอีก วงจรภายนอกจะต้องส่งพัลซ์เริ่มเพื่อมาเริ่มต้นการแปลงข้อมูลใหม่ โดยจะเคลียร์เคาท์เตอร์และเริ่มวงจรการเปลี่ยนแปลงข้อมูลอีกครั้ง จนกระทั่งได้ค่าดิจิตอลเอาท์พุท สัญญาณสิ้นสุดการแปลงข้อมูลก็จะตกเป็นชอบชาลง

ข้อเสียของวิธีนับคือ ใช้เวลาในการแปลงค่านานเพราะว่าวงจรนับ จะนับจนกระทั่งถึงจุดที่ ชา 2 เริ่มจะมากกว่าอะนาล็อคอินพุท ตัวอย่างเช่น 8 บิท คอนเวอร์เตอร์ต้องใช้เวลาในการแปลงถึง 255 คาบของสัญญาณนาฬิกา หรือ 12 บิท คอนเวอร์เตอร์ต้องใช้เวลาในการแปลงถึง 4,095 คาบของสัญญาณนาฬิกา

2.4 ตัวประมวลผลกลาง

ตัวประมวลผลกลางหรือไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 นั้น เป็นไมโครโปรเซสเซอร์ที่ประกอบขึ้นจากรีจีสเตอร์ต่างๆ ทั้งขนาด 8 บิทและ 16 บิทที่สามารถเรียกมาใช้งานได้เลย โปรแกรมที่เก็บอยู่ในเมมโมรี่โครงสร้างภายในของ Z-80 สามารถเขียนเป็นบล็อคไดอะแกรมได้ดังรูปที่ 2.25

ในการใช้งานต่างๆมักจะพิจารณาว่าหน่วยประมวลผลกลางนั่นคือ กลุ่มของรีจีสเตอร์และแฟลกต่างๆ รวมกันอยู่ สำหรับใน Z-80 นั้นมีรีจีสเตอร์ต่างๆ ดังรูปที่ 2.26

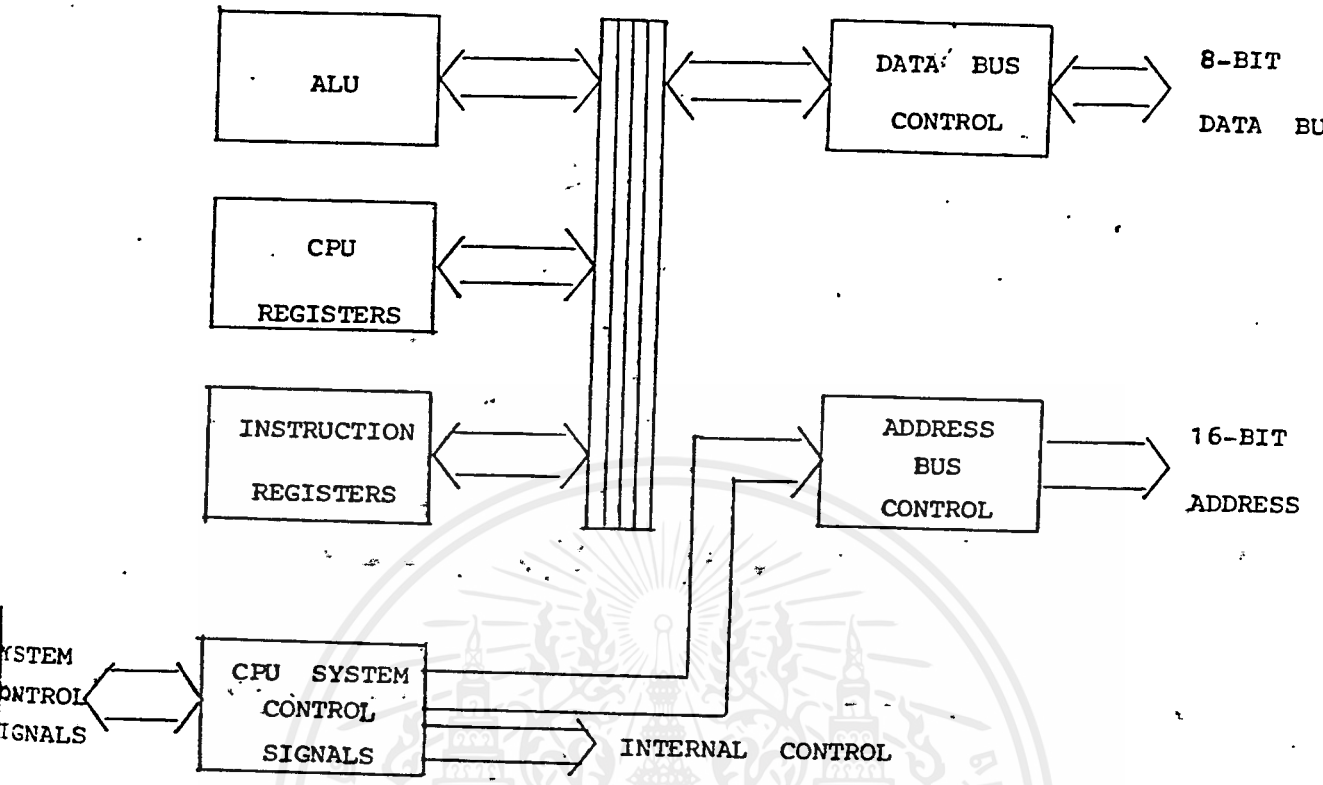
รีจีสเตอร์ Z-80 นั้นแบ่งออกเป็น 3 ประเภทคือ

2.4.1 แอคคิวมูเลเตอร์และรีจีสเตอร์สถานะ
(ACCUMULATOR AND FLAGS REGISTER)

2.4.2 รีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไป (GENERAL PURPOSE REGISTER)

2.4.3 รีจีสเตอร์ใช้งานเฉพาะ (SPECIAL PURPOSE REGISTER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 แสดงโครงสร้างภายในของตัวประมวลผลกลาง

MAIN REG SET ALTERNATE REG SET

A	FLAGS	A'	FLAGS'	ACCUMULATOR & FLAGS
B	C	B'	C'	
D	E	D'	E'	GENERAL PURPOSE REGISTERS
H	L	H'	L'	
I	R			
IX				
IY				SPECIAL PURPOSE REGISTERS
SP				
PC				

รูปที่ 2.26 แสดงรีจีสเตอร์ของตัวประมวลผลกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 แอคคิวมูเลเตอร์สถานะ

ภายใน Z-80 ประกอบด้วยแอคคิวมูเลเตอร์และรีจิสเตอร์สถานะอย่างละ 2 ตัวที่เป็นอิสระต่อกัน ตัวหนึ่งอยู่ที่ชุดหลักและอีกตัวหนึ่งอยู่ที่ชุดสำรอง แอคคิวมูเลเตอร์และรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิท ทั้งการคำนวณทางตรรกและทางคณิตศาสตร์ ส่วนรีจิสเตอร์สถานะหรือรีจิสเตอร์แฟลก (FLAG REGISTER) นั้นเป็นตัวแสดงถึงตัวสภาวะต่างภายในของตัวประมวลผลภายหลังการปฏิบัติคำสั่ง เช่น สภาวะค่าศูนย์ (ZERO) เครื่องหมาย (SIGN) พาริตี้ (PARITY) ตัวทด (CARRY) และโอเวอร์โฟลว์ (OVERFLOW)

2.4.2 รีจิสเตอร์ในกลุ่มแรกคือ A,F,B,C,D,E,H,L เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิท ใช้งานทั่วไปโดยรีจิสเตอร์เหล่านี้สามารถประกอบรวมกันอยู่เป็นคู่รีจิสเตอร์ได้คือ AF,BC,DE และ HL โดยคู่รีจิสเตอร์เหล่านี้จะได้รับการใช้งานในลักษณะของรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิท การกระทำภายในซีพียู อาจจะอาศัยเพียงรีจิสเตอร์เดียวหรือกระทำเป็นคู่รีจิสเตอร์ได้โดยที่ A คือ แอคคิวมูเลเตอร์ คือแฟลก แฟลกของ Z-80 จะมีกันทั้งหมด 6 ตัวจึงใช้เนื้อที่ 6 บิท แต่ Z-80 อาศัยการเพิ่มบิทอีกอีก 2บิท และกลายเป็นรีจิสเตอร์ F รีจิสเตอร์F นี้สามารถได้รับการเซท-รีเซท การกระทำตามคำสั่งทางคณิตศาสตร์หรือลอจิกได้ และสามารถใช้ F เหมือนรีจิสเตอร์หนึ่งซึ่งเมื่อรวมกันกับA แล้ว จะกลายเป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิทได้

2.4.3 รีจิสเตอร์ใช้งานโดยเฉพาะ

เป็นกลุ่มรีจิสเตอร์ที่สามารถเก็บข้อมูลได้โดย เป็นตัวเก็บข้อมูลที่มาจากรีจิสเตอร์หลัก-รีจิสเตอร์ชุดนี้จึงมีด้วยกัน 8 ตัวคือ A',F',B',C',D',E',H',L' รีจิสเตอร์เหล่านี้ เป็นรีจิสเตอร์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลชั่วคราวในการที่ต้องการใช้รีจิสเตอร์หลักทำงานอย่างอื่นก่อน ดังนั้นรีจิสเตอร์กลุ่มนี้จึงไม่สามารถกระทำทางคณิตศาสตร์และลอจิกได้ กลุ่มรีจิสเตอร์ที่ใช้งานเฉพาะอย่าง

โปรแกรมเคาน์เตอร์ (COUNTER) โปรแกรมเคาน์เตอร์เป็นรีจิสเตอร์ขนาด-16 บิท นี้เป็นตัวกำหนดตำแหน่งโปรแกรม ในขณะสภาวะการกระทำการเฟทช์ โดยการทำการเฟทช์ที่อยู่ในโปรแกรมเคาน์เตอร์จะไปปรากฏอยู่ที่แอดเดรสบัส เพื่อชี้ไปยังตำแหน่งหน่วยความจำให้ซีพียูอ่านคำสั่งมาถอดความหมาย ค่าที่อยู่ในโปรแกรมเคาน์เตอร์จะเพิ่มค่าได้อย่างอัตโนมัติหลังการกระทำการเฟทช์ แต่ถ้าหากซีพียูกระทำตามคำสั่งให้ข้ามไปยังตำแหน่งอื่น (JUMP) ค่าแอดเดรสที่จะกระโดดข้ามนั้นโหลดมายังโปรแกรมเคาน์เตอร์ได้อย่างอัตโนมัติ

สแตคพอยเตอร์ (STACK POINTER) เป็นรีจิสเตอร์ที่มีขนาด 16บิท ที่ใช้สำหรับไปยังแอดเดรสนั้นๆ ของสแตคที่อยู่ในแรม (RAM) โดยส่วนของสแตคมีลักษณะโครงสร้างเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำแบบเก็บที่สั่งเรียกออกก่อน (LAST IN FIRST OUT)ข้อมูลในสแตคอาจได้รับการดัน (PUSH) หรือดึง (POP) มาจากข้อมูลรีจิสเตอร์ภายในซีพียู ลักษณะของสแตคในที่นี้ยังเป็นส่วนช่วยในการกระทำอินเตอร์รัพท์ และการเรียกโปรแกรมย่อย กล่าวคือในคำอินเตอร์รัพท์ค่าของโปรแกรมเคาน์เตอร์จะได้รับการเก็บรักษาไว้ในสแตค ครั้นเมื่อโปรแกรมกลับมาจากอินเตอร์รัพท์ไปกระทำยังโปรแกรมหลักจะนำค่าจากสแตคกลับมายังโปรแกรมเคาน์เตอร์ใหม่ ในทำนองเดียวกัน การกระโดดไปกระทำยังโปรแกรมย่อย ก็เช่นเดียวกัน ดังนั้นการกระทำในรูปโปรแกรมรัพหรือโปรแกรมย่อย สามารถซ้อนกันได้ไม่มีสิ้นสุด

อินเดครีจิสเตอร์ (INDEX REGISTER) ซีพียู Z-80มีอินดีจิสเตอร์ขนาด 16 บิท 2 ตัวแต่ละตัวใช้ประโยชน์ในการทำหน้าที่เป็นตัวเก็บแอดเดรสฐาน (BASE ADDRESS) เพื่อทำหน้าที่อ้างแอดเดรสแบบอินเดคแอดเดรสซิ่ง (ADDRESSING) ในโหมดของอินเดคแอดเดรสซึ่งมีข้อมูลอยู่ในอินเดครีจิสเตอร์นี้จะรวมกับข้อมูลที่ติดมากับคำสั่งอีก 8 บิท เพื่อใช้ตัวกำหนดแอดเดรสให้กับคำสั่ง ข้อมูลที่ติดกับคำสั่งนี้เรียกว่าดิสเพลสเมนท์ (DISPLACEMENT) ซึ่งจะเก็บในรูปแบบของตัวเลข 2'S คอมพลีเมนท์

อินเตอร์รัพท์เพจเดรสรีจิสเตอร์ (INTERRUPT PAGE ADDRESSING)การอินเตอร์รัพท์ของ Z-80 มีประสิทธิภาพสูง กล่าวคือเมื่อเกิดการอินเตอร์รัพท์ในโหมดนี้ขึ้นมันสามารถอ้างแอดเดรส โดยนำข้อมูลไปกระทำโปรแกรมในที่ก็ได้ในหน่วยความจำโดยอาศัยค่ารีจิสเตอร์ I รวมกับค่าที่ส่งมาจากอุปกรณ์เพอริเฟอรัลอีก 8 บิทขึ้นไปยังค่าในหน่วยความจำ เพื่อนำค่านั้นมาไหมดเข้ามาในโปรแกรมเคาน์เตอร์เพื่อกระทำต่อไปด้วยวิธีการนี้เราสามารถกระโดดเข้าไปทำที่ใดก็ได้ในหน่วยความจำ

รีจิสเตอร์รีเฟรสหน่วยความจำ (MEMORY REFLESH REGISTER) การต่อซีพียูกับหน่วยความจำนั้นโดยปกติจะต่อกับความจำชนิดสแตติคได้โดยง่าย แต่อย่างไรก็ดีชนิดไดนามิคที่ต้องการรีเฟรสมีราคาถูกกว่า มีความสูงแน่นกว่า ให้ข้อดีกว่าประการหนึ่ง คือมันสามารถให้การรีเฟรชหน่วยความจำได้โดยสามารถอัตโนมัติ โดยค่าใน รีจิสเตอร์จะเพิ่มขึ้นอีก ทุกครั้งที่มีการกระทำการเฟทช์คำสั่ง และข้อมูลในรีจิสเตอร์ นี้จะส่งออกไปยังแอดเดรสบัสในส่วนบิทที่มีนัยสำคัญต่ำจังหวะการส่งนี้เป็นจังหวะเดียวกันที่ซีพียูส่งสัญญาณรีเฟรชออกมา ดูโปรแกรมสามารถกำหนดค่าให้รีจิสเตอร์ นี้ได้ แต่ค่าในรีจิสเตอร์นี้จะเรียกใช้โดยผู้โปรแกรมทางคำสั่งโดยตรงไม่ได้

รีจิสเตอร์คำสั่งและส่วนควบคุม(INSTRUCTION AND CONTROL) ในการกระทำการเฟทช์ซีพียูจะอ่านคำสั่งจากหน่วยความจำที่เป็นหน่วยความจำที่เป็นส่วนของโปรแกรมโดยรอคำสั่งนั้น มาเก็บไว้ใน เพื่อทำการถอดรหัสคำสั่งและและส่งสัญญาณควบคุมการทำงานภายในซีพียู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือควบคุมการทำงานรองระบบการควบคุมเหล่านี้ จะออกมาในจังหวะต่างๆกันเพื่อใช้ควบคุมระบบการทำงานต่อไป

ในการคำนวนทั้งทางคณิตศาสตร์ และทางตรรกของ Z-80 นั้นเป็นแบบ 8 บิท โดยเกิดขึ้นที่หน่วยคำนวนทางคณิตศาสตร์และทางตรรก (ARITHMETIC AND LOGIC U.) หน่วย ALU นี้จะติดต่อภายในกับรีจิสเตอร์ต่างๆซึ่งข้อมูลที่นำมาประมวลผลอาจจะมาจากภายนอกซีพียู หรือภายในซีพียูก็ได้ เพราะ การประมวลผลในส่วน ALU ที่สำคัญประกอบด้วย.

การเลื่อนทางซ้ายหรือขวา (LEFT OR RIGHT SHIFT)

การเพิ่มค่าขั้นหนึ่งหรืออิครีเมนท์ (INCREMENT)

การลดค่าลงไปหนึ่งหรือดีครีเมนท์ (DECREMENT)

การบวก (ADD)

การลบ (SUBTRACK)

การแอนด์ (AND)

การออร์ (OR)

การเอกซ์คลูซีฟออร์ (EXCLUSIVE - OR)

การเปรียบเทียบ (COMPARE)

การเซ็ทบิท (SET BIT)

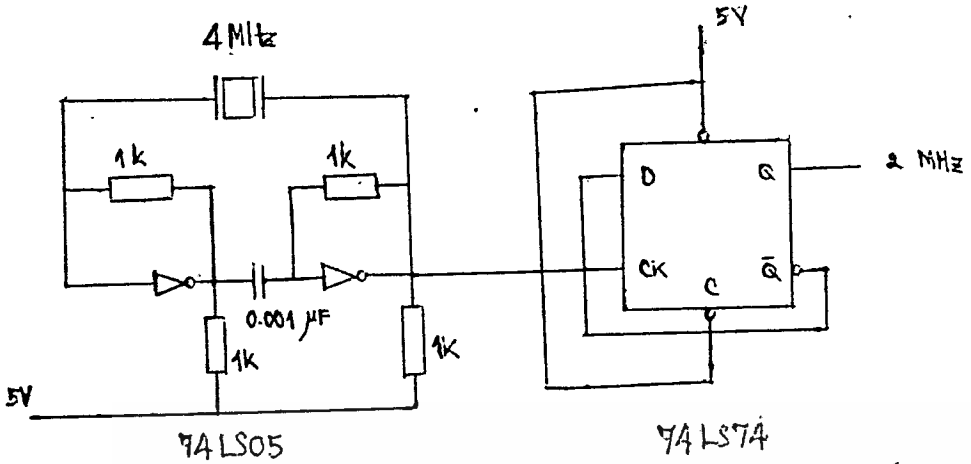
การรีเซ็ทบิท (RESET BIT)

การตรวจสอบบิท (TEST BIT)

เป็นหน่วยประมวลผลกลางที่มีข้อมูลขนาด 8 บิท (D_0 ถึง D_7) ขนาด 16 บิท (A_0 ถึง A_{15}) มีรีจิสเตอร์หลักขนาด 8 บิท ใช้งานทั่ว ไป 6 รีเจสเตอร์ คือ A,F,B,C,D,Eและ M,Lมีรีจิสเตอร์สำรองขนาด 8 บิท ใช้งานอีก 8 รีจิสเตอร์ A',F',B',C',D',M'และ L' มีรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ ขนาด 8 บิท 2รีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะ 16 บิท อีก 4 รีจิสเตอร์คือรีจิสเตอร์ IX, IY, SP และ PC และมีคำสั่งที่ใช้งานได้ถึง 158 คำสั่ง

สัญญาณนาฬิกา เป็นสัญญาณที่สำคัญมากที่ประกอบเข้ากับซีพียู เพื่อให้ซีพียูทำงานได้ วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาที่ออกแบบไว้เป็น ชะสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ (ASTABLE MULTIVIBRATOR)มีความถี่ 2 เมกกะเฮิร์ท ได้จากวงจรออสซิเลเตอร์ที่มีคริสตอล(CRYSTAL) เป็นตัวควบคุมความถี่ออสซิลเลทที่ความถี่ 4 เมกกะเฮิร์ท จากนั้นป้อนเข้าวงจรหาร (ด้วย 74 LS 74) เพื่อให้ได้ความถี่เป็น 2 เมกกะเฮิร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 แสดงวงจรสร้างความถี่ 2 เมกกะเฮิร์ท

หน่วยความจำ (MEMORY)

หน่วยความจำที่ออกแบบไว้ในระบบไมโครโปรเซสเซอร์นี้ แบ่งเป็น2 ชนิดคือ

หน่วยความจำแบบแรนดอม (RANDOM ACCESS MEMORY หรือ RAM) เป็นหน่วยความจำชนิดที่เก็บข้อมูลได้ และขณะเดียวกันซีพียูสามารถจะเปลี่ยนแปลงข้อมูลในหน่วยความจำนั้นได้หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งคือ เป็นหน่วยความจำที่อ่านออกมาหรือเขียนเข้าไปได้ (READ WRITE MEMORY) ตลอดเวลาที่มีไฟเลี้ยง (SUPPLY) อยู่ถ้าเราปิดเครื่องข้อมูลเหล่านั้นจะหายไป ในที่นี้ใช้ไอซีเบอร์ 6116 ซึ่งมีความจุ 2 K 8 ไบท์

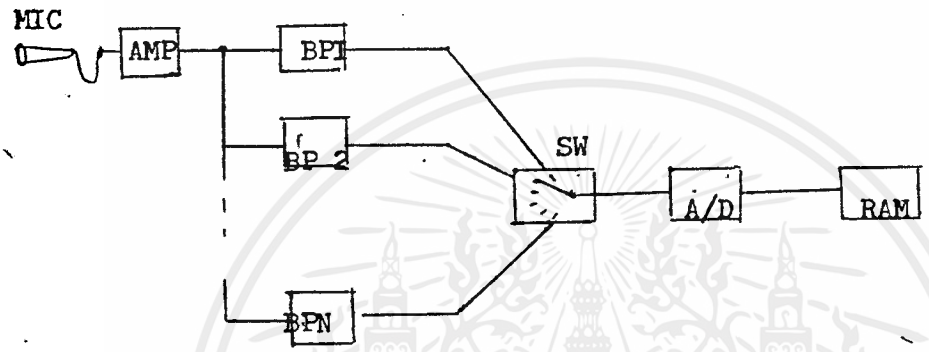
หน่วยความจำแบบอ่านอย่างเดียว (READ ONLY MEMORY หรือ ROM) เราจะเขียนข้อมูลเข้าไปในหน่วยความจำชนิดนี้เพียงครั้งเดียว และข้อมูลนั้นจะอยู่ตลอดไป แม้จะไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม เวลาใช้งาน ซีพียู จะอ่านข้อมูลออกมาเพียงอย่างเดียวนิยมใช้เก็บโปรแกรมหลัก (MONITOR PROGRAM) คือโปรแกรมขั้นตอนการทำงานของซีพียูในการควบคุมซีพียูจะอ่านข้อมูลออกจากหน่วยความจำนี้และปฏิบัติคำสั่ง(EXECUTE) ตามลำดับขั้นตอนของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวนและการสร้าง

3.1 การออกแบบระบบจำเลียง

3.1.1 บล็อคไดอะแกรมของระบบวิธีที่เราจะใช้เป็นวิธีที่ง่าย สามารถค้นหาเสียงต้นแบบได้รวดเร็ว คือเราจะวิเคราะห์ในรูปแบบขององค์ประกอบทางความถี่ของสัญญาณ ซึ่งเราจะใช้ฟิวเตอร์สำหรับเก็บค่าความเข้มของสัญญาณแต่ละความถี่โดยแปลงจาก อะนาล็อค เป็นดิจิตอลดังรูปที่ 3.1

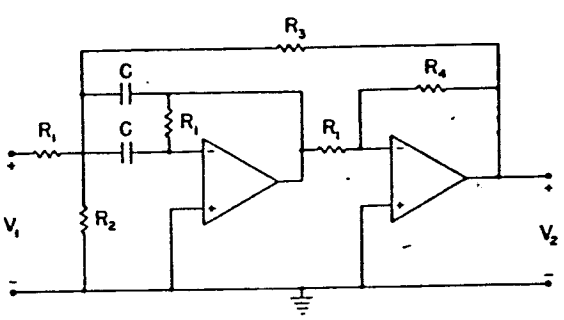


รูปที่ 3.1 แสดงบล็อคไดอะแกรมคร่าว ๆ

จากเสียงพูดจะเข้าไปยังไมล์โครโฟนทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้นต่อไปยังวงจรกรองช่วงความถี่ (BAND PASS FILTER)โดยเราจะกำหนดเสียงความถี่ศูนย์กลางไว้ตามความเหมาะสมครงเอาท์พุทของวงจรกรองช่วงความถี่จะต่อไปยัง อะนาล็อค สวิทช์ (ANALOG SWITCH) เพื่อเลือกอ่านตั้งแต่วงจรกรองช่วงความถี่ที่ 1 ถึงวงจรกรองความถี่ที่ N แล้วทำการแปลงค่าจากอะนาล็อค เป็นดิจิตอล เก็บไว้ในหน่วยความจำ

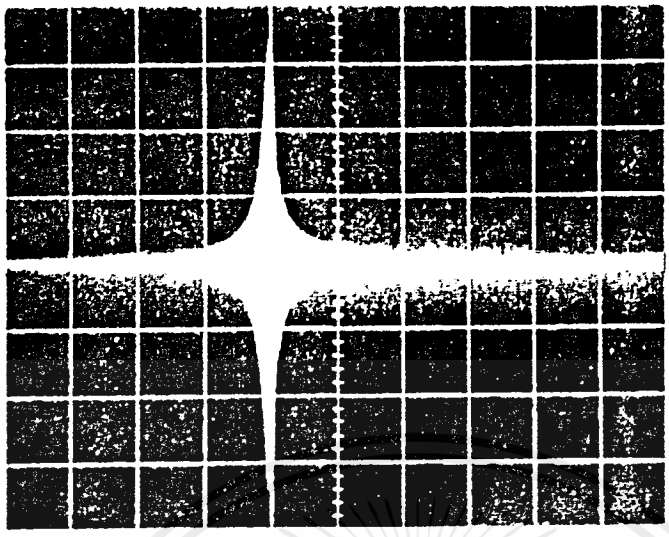
3.1.2 วงจรกรองช่วงความถี่

เพื่อที่จะหาความเข้มของแต่ละช่วงความถี่เราจำเป็นต้องใช้วงจรกรองช่วงความถี่ ในที่นี้จะใช้วงจรกรองช่วงความถี่แบบป้อนกลับบวกอันดับสอง (SECOND-ORDER POSITIVE FEEDBACK) แสดงในรูปที่ 3.2 และแสดงการตอบสนอง (RESPONSE)ของวงจรดังรูปที่3.3



รูปที่ 3.2 วงจรกรองช่วงความถี่แบบป้อนกลับบวกอันดับสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงการตอบสนองของวงจรกรองช่วงความถี่

การหาค่า พารามิเตอร์(PARAMETER) ของวงจรสามารถคำนวนได้ดังนี้

ขั้นแรก กำหนดค่า Q และค่าความถี่ศูนย์กลาง (CENTER FREQUENCY)

ขั้นสอง กำหนดค่า C ที่จะใช้ในวงจร

ขั้นสาม หาค่า K จากกราฟ

ขั้นสี่ หาค่า R1, R2, R3, R4 จากกราฟ

จากการกำหนดค่าและเลือกกราฟ จะได้ Q=40 G=4 DB แบนด์วิดธ์ (BAND WIDTH)

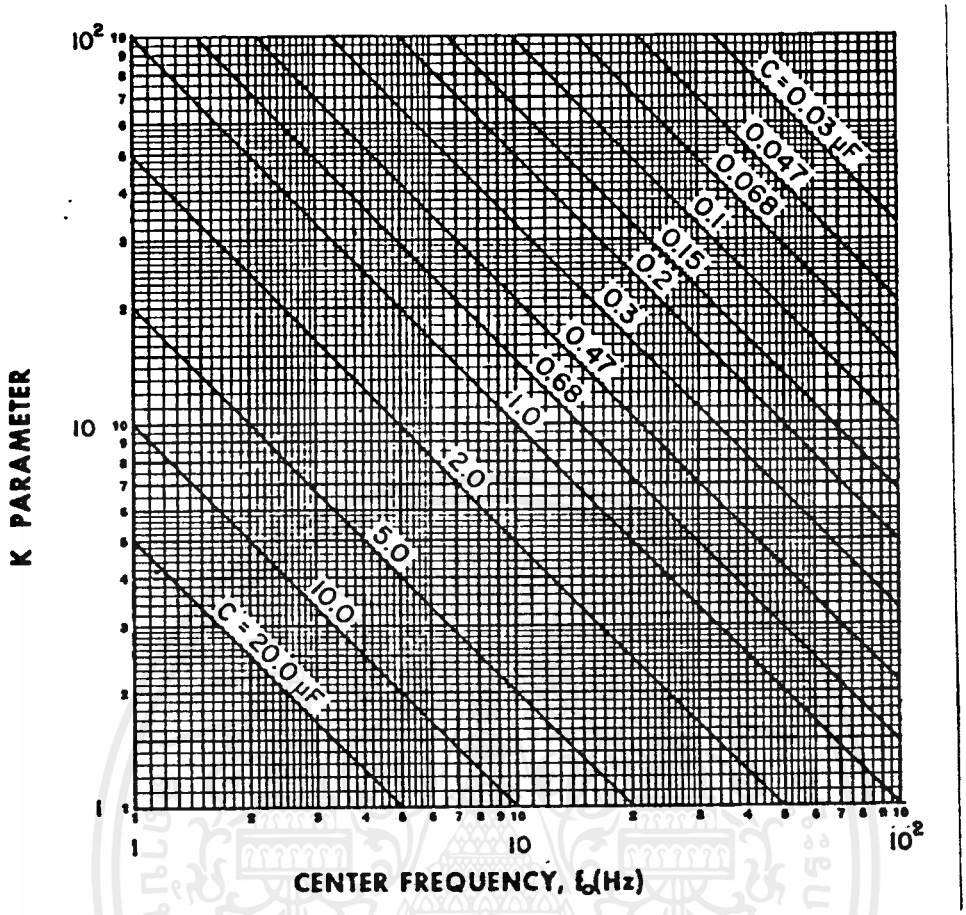
เลือกใช้C ค่าเท่ากันหมด คือเท่ากับ 0.01 µF จะได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่าง

ความถี่ศูนย์กลาง และค่าความต้านทานดังตารางข้างล่าง

FO (HZ)	R1(KΩ)	R2(KΩ)	R3 (KΩ)	R4 (KΩ)
250	400	11.0	140	250
300	340	9.4	120	210
350	280	7.7	100	175
400	250	7.0	86	156
450	220	6.0	77	140
500	200	5.5	70	125

ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่ศูนย์กลางและความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่า K, C และค่าความถี่ศูนย์กลาง

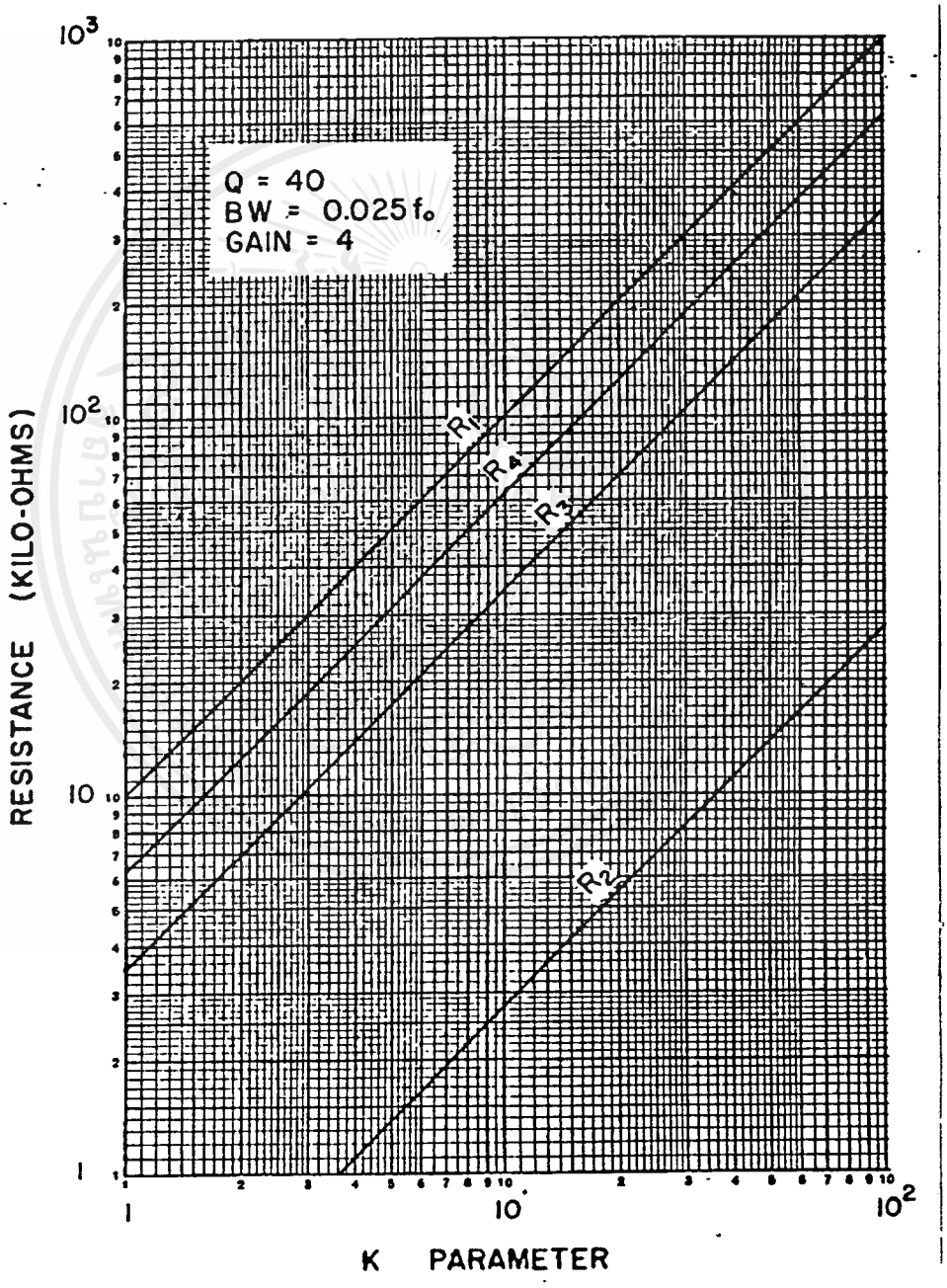
สาเหตุที่ใช้ความถี่ศูนย์กลาง ดังในตารางก็เพราะว่าหากลองใช้ความถี่ศูนย์กลางค่า อื่น ๆ แล้ว ความแรงของสัญญาณมันจะน้อยในขณะที่ ความถี่ศูนย์กลางในตารางมีค่ามาก ตอนแรกคิดว่าจะใช้ค่าความถี่ศูนย์กลางที่มีค่าห่างกันมาก ๆ และจุดไหนสัญญาณน้อยก็จะขยายเอา แต่ก็กลัวจะเจอปัญหาความสัมพันธ์แต่ละความถี่ไม่เป็นเชิงเส้นกัน สรุปก็เลยใช้ค่าในตารางดีกว่า

3.1.3 ส่วนสวิทช์ เราจะใช้อะนาล็อค สวิทช์ เบอร์ CD 4066 ซึ่งเป็น ซีมอส ส่วนวงจรควบคุมของ อะนาล็อคสวิทช์ ได้มาจากส่วนดีโค้ด ใช้ไอซี TTL เบอร์ 74LS 138 ซึ่งควบคุมการอ่านจากไมโครโปรเซสเซอร์อีกที

3.1.4 ใช้วิธีเปรียบเทียบแบบขนาน เพราะเป็นวิธีที่ใช้งานง่าย และใช้เวลาในการแปลงค่าเร็วมาก ดังได้กล่าวมาแล้วในเรื่องภาคแปลงสัญญาณ เราใช้ไอซีเบอร์ LM 3914 ซึ่งเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

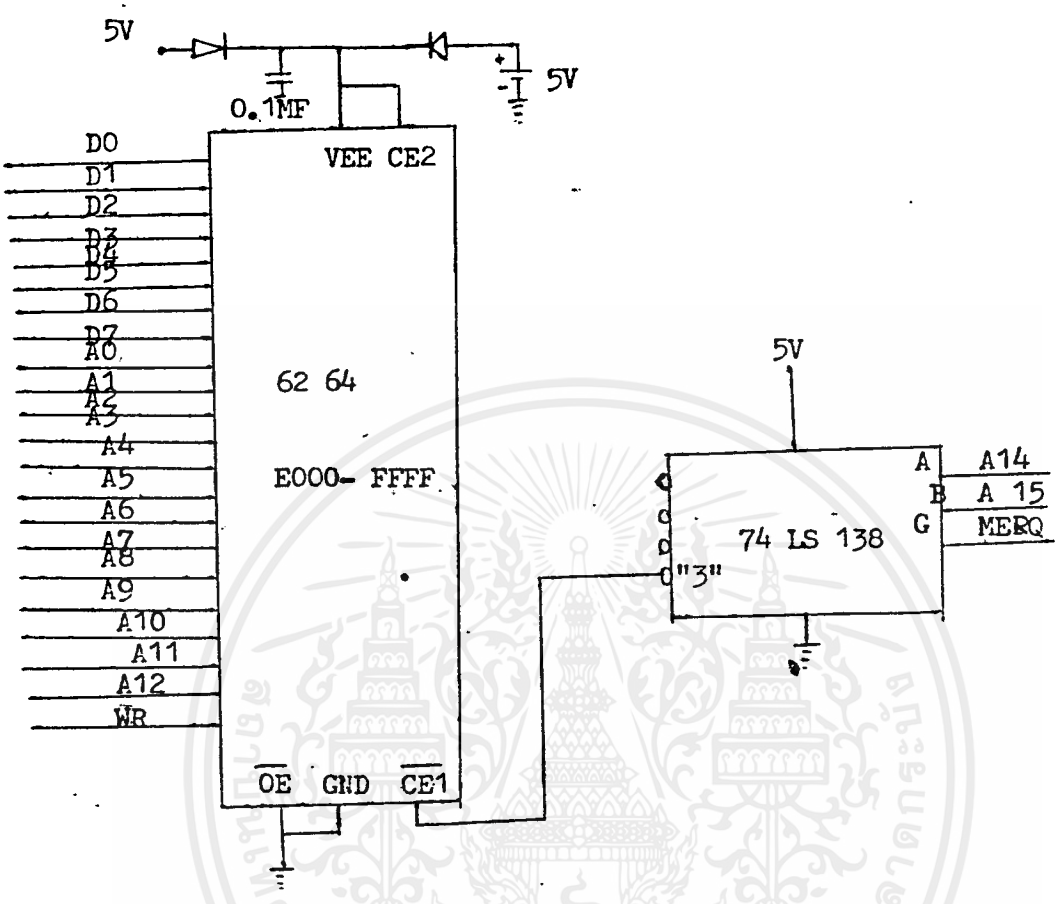
ไอซีวัดแรงดัน แสดงผลด้วย อาจจะวัดเป็นจุด หรือปบบเป็นแถบก็ได้ ภายใน ไอซี มีออปแอมป์ คอมพาราเตอร์ อยู่ 10 ตัว ทำให้ได้เอาท์พุท 10 ระดับ ต่อไปยัง ไอซี เบอร์ 74147 ทำหน้าที่ เข้ารหัส ตามอันดับ จาก 10 ระดับเป็นเลขฐานสอง 4 บิท ซึ่งจะส่งไปเก็บไว้ในหน่วยความจำต่อไปอีกที



รูปที่ 3.5กราฟแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างค่า k กับค่าความต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5. แรม(RAM) เป็นหน่วยความจำที่เราจะต่อเพิ่มเข้ามาใหม่ เพื่อใช้เก็บข้อมูลของระบบ และเราจะจ่ายไฟเลี้ยงให้ตลอดเวลา เพื่อป้องกันข้อมูลสูญหาย แรมตัวนี้เป็นผลพ่วงมาจากเทอมต้น มีขนาดความจำ 8 กิโลไบท์ และการต่อวงจรตามรูปที่3.6



รูปที่ 3.6 แสดงการต่อหน่วยความจำ

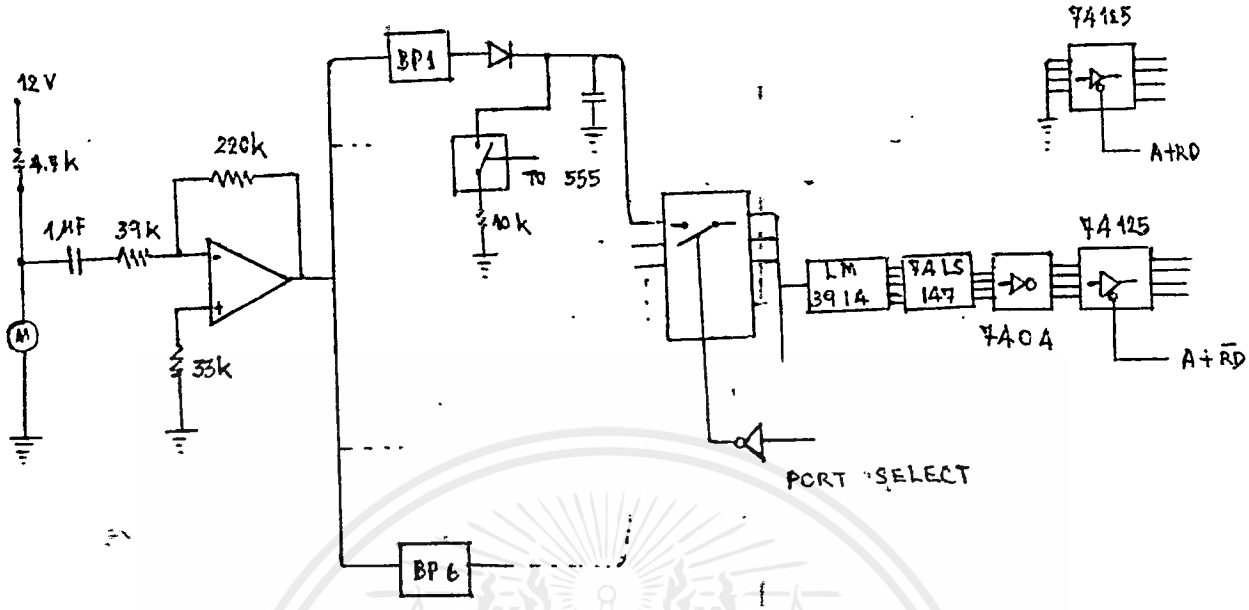
3.1.6. บล็อคไดอะแกรมอย่างละ เอียด ของระบบดังแสดงในรูปที่ 3.7

3.1.7. รายละเอียดวงจรวิวมของรูปที่ 3.7 แสดงในรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9

3.1.8. อธิบายการทำงานของวงจรรวม

เมื่อพูดเสียงจะเข้าไมค์แบบคอนเดนเซอร์ ทำการขยายโดย ออปแอมป์ตัวแรก แล้วต่อไปยังวงจรกรองช่วงความถี่ซึ่งการออกแบบ และวงจรอธิบายแล้วในหัวข้อ 3.1.2. ออกจากวงจรช่วยความถี่ จะมีไดโอด เบอร์4148 และ C ค่า $\frac{1}{MF}$ ต่ออยู่ อุปกรณ์สองตัวนี้มีความสำคัญมากในการที่จะรักษาระดับแรงดันที่ออกจาก วงจรกรองช่วงความถี่ เพื่อรอให้ ซีพียู ค่อย ๆ สแกนอ่านที่ละจุด เมื่อซีพียูอ่านเสร็จแล้ว ก็จะต้องทำให้จุดนี้เป็นระดับกราวด์ อีกครั้งโดยใช้ไอซีเบอร์ 555 มาหน่วงเวลา เมื่อครบเวลาหน่วงก็จะต่อออะนาล็อคสวิทช์ เมื่อคายแรงดันที่ C ลงกราวด์ เมื่อรอสัญญาณใหม่ที่จะเข้ามา

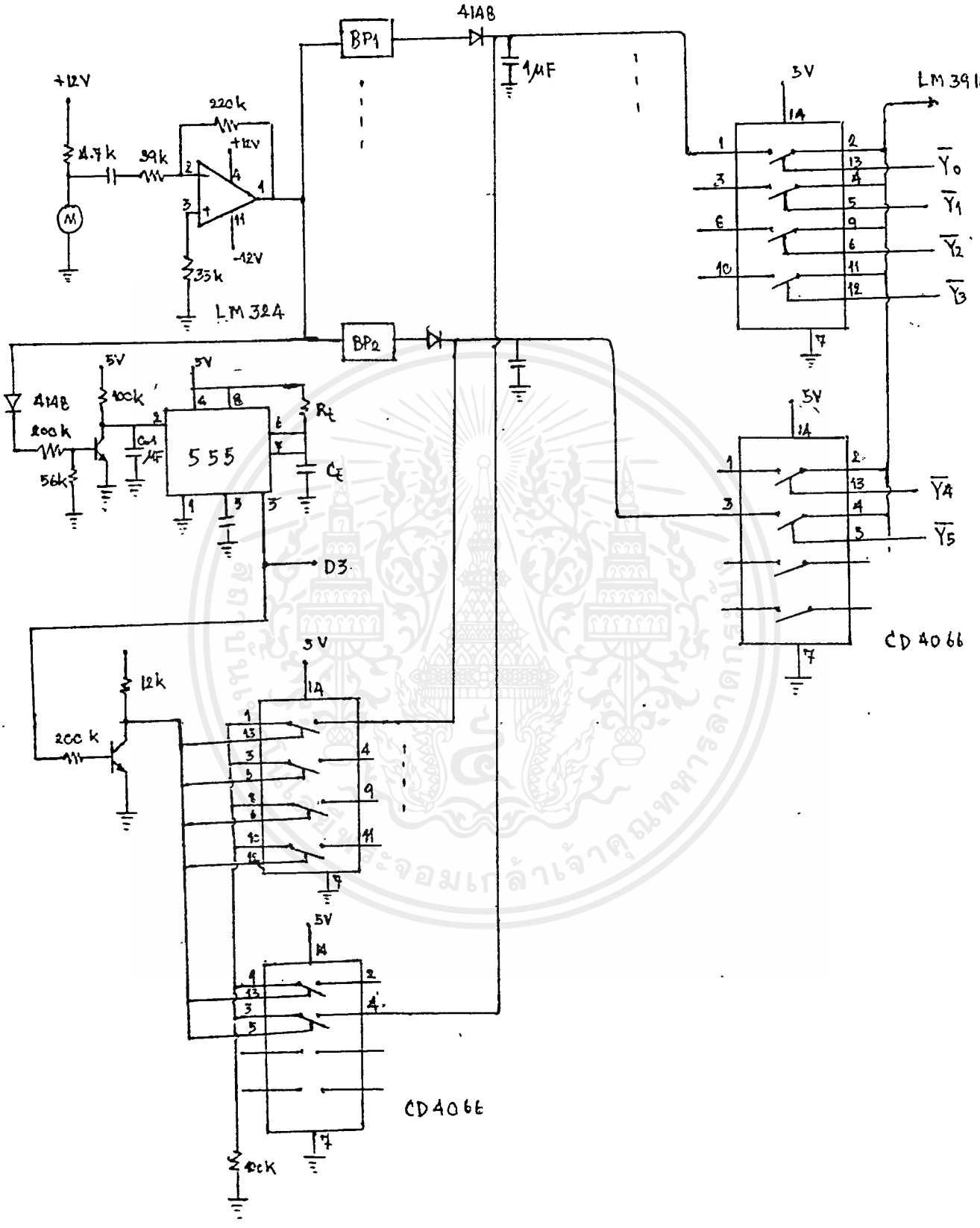
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 บล็อคไดอะแกรมของระบบอย่างละเอียด

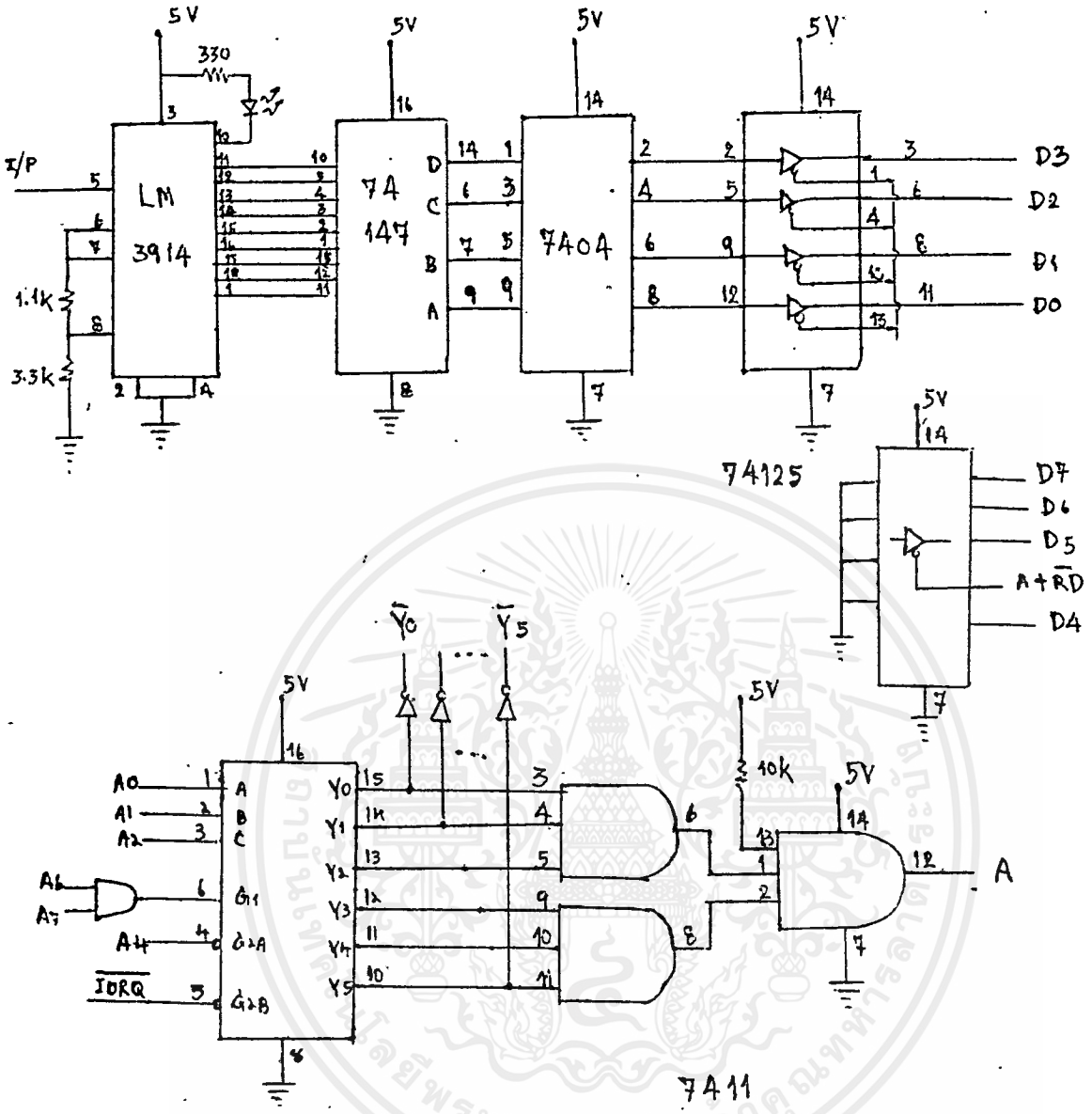
เมื่อมีสัญญาณ เข้ามาซีพียู จะทำการแสกนอ่าน ที่ละจุดโดยใช้ไอซี ดีโคดเดอร์ เบอร์ 74138 ไปทำการต่ออะนาล็อคสวิทช์ ให้แรงดันที่ประจุ อยู่ที่ตัว C ต่อเข้าไปยัง LM 3914 เมื่อทำการแปลงค่าอะนาล็อคเป็นดิจิตอล แต่ค่าที่ออกจากไอซี เข้ารหัส(74147) มันจะทำงานแล้วให้ค่า "0" ออกมา เราจะต้องแปลงเป็น "1" โดยใช้อินเวอร์เตอร์(INVERTOR) และต่อเข้าไปยังบัฟเฟอร์ เบอร์ 74125 ซึ่งเป็นแบบไตรสเตท เอาท์พุท (TRISTATE O/P) โดยใช้สัญญาณกระตุ้นจาก เอาท์พุทของวงจรดีโคดเดอร์รวมกับสัญญาณอ่าน ค่าที่ได้นี้จะเป็นข้อมูลที่ 4 บิทล่าง ส่วน 4บิท บน เราจะให้ข้อมูลเป็น "0" ตลอด เราจึงต่ออินพุท ของ 74125 ลงกราวด์ไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.8 แสดงวงจรรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่3.9 แสดงวงจรรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบระบบช่วยหมุน

ในโครงงานนี้ได้อาศัยการทำงานของวงจรทาง ฮาร์ดแวร์ ร่วมกับการทำงานของโปรแกรม ทาง ซอฟแวร์ โดยแบ่งตามลักษณะหน้าที่การทำงานของส่วนต่าง ๆ ดังนี้ ส่วน

วงจร (HARDWARE)

ส่วนควบคุมการทำงานของวงจรระบบ

ส่วนควบคุมการทำงานของระบบ เป็นส่วนสำคัญในโครงงานนี้เพราะเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของวงจรส่วนอื่น ๆ โดยทำหน้าที่ตรวจสอบสภาวะของเครื่องโทรศัพท์ โดยวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบนี้สามารถแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ได้คือ

(1) วงจรประมวลผลและหน่วยความจำ

ในวงจรส่วนนี้ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์Z 80 ทำหน้าที่เป็นวงจรประมวลผล และหน่วยความจำใช้ ขนาด 2 กิโลไบท์สำหรับเป็น มอนิเตอร์ โปรแกรมของ 80 และมีหน่วยความ จำแบบ แรม ขนาด 2 กิโลไบท์สำหรับเก็บข้อมูล

(2) วงจรแสดงผล และสร้างสัญญาณเสียง

โดยแสดงผลได้เป็น LED ตัวเลข7 ซิกเมนท์ 6 หลัก เพื่อให้ผู้ใช้งานรับรู้สภาวะการทำงานในช่วงเวลาต่าง ๆ ของ การหมุนโทรศัพท์

(3) วงจรถอดระหัส

วงจรถอดระหัสจะทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ของ อินพุท และเอาท์พุท ที่ได้จากวงจรส่วนต่าง ๆ ซึ่งตำแหน่งของ อินพุท และเอาท์พุท กำหนดเป็นตำแหน่งของพอร์ท โดยจะมีการเลือกใช้จากการ ENABLEโดย ไมโครคอ มพิวเตอร์เมื่อจำเป็นต้องใช้ (สภาวะยังไม่ทำงานจะเป็นHIGH IMPEDANCE)

3.2.2 ส่วนตรวจจับและแยกสัญญาณให้หมุน,สัญญาณไม่ว่าง, สัญญาณเรียกกลับ

ส่วนประกอบของวงจรนี้ประกอบด้วย.

วงจร กรองสัญญาณ ซึ่งทำหน้าที่กรองสัญญาณที่ต้องการนำมาใช้ให้สะอาดเนื่องจากในคู่สายโทรศัพท์มีสัญญาณรบกวนอยู่มาก ซึ่งถ้าไม่ทำการกรองสัญญาณจะทำให้การทำงานของวงจรส่วนต่อไปเกิดการผิดพลาด

วงจร ตรวจจับสัญญาณ ส่วนนี้อาศัยการทำงานของ เบอร์ 567 ซึ่งทำหน้าที่เป็นตัวถอดสัญญาณเสียง โดยตรวจจับเฉพาะสัญญาณ 400 HZ

วงจรแยกสัญญาณเรียกกลับ ส่วนนี้อาศัยวงจรไมโนสเตเบิลแบะกระตุ้นซ้ำ(RETRIGGERABLE MONOSTABLE) ทำงานร่วมกับวงจรหน่วงเวลาเพื่อแยกสัญญาณเรียกกลับออกมาต่างหากส่วนสร้างโทรศัพท์

วงจรส่วนนี้อาศัยการส่งข้อมูล "1" หรือ "0" จากไมโครโปรเซสเซอร์ โทรศัพท์ (โดยใช้การหน่วงเวลาทางซอฟแวร์ ที่เหมาะสม ก็จะได้สัญญาณที่เสมือนกับส่งหมุนออกไปนั่นเอง)

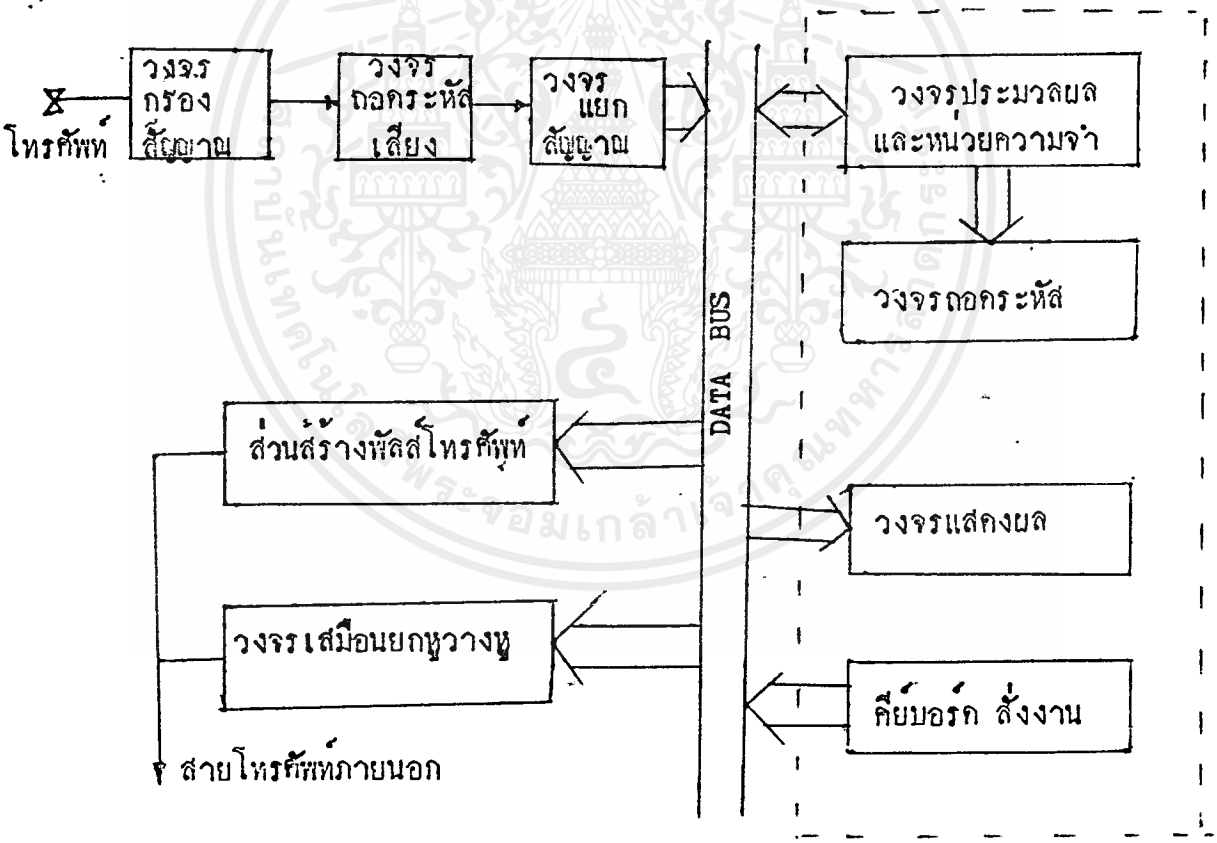
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ส่วนวงจรเสมือนยกหู,วางหู (HOLD LINE)

เนื่องจากในเวลายกหูโทรศัพท์ก็เสมือนกับการต่อโหลด ระหว่าง คู่สาย ซึ่งจะทำให้ได้สัญญาณให้หมุนจากชุมสาย การใช้งานของโครงงานนี้ผู้ใช้จะไม่ต้องทำการยกหู วางหูทุกครั้งในกรณีที่ต่อไม่ติด วงจรนี้จะช่วยทำการยกหู,วางหูโทรศัพท์ แทนผู้ใช้โดยอัตโนมัติ

ส่วนโปรแกรม (SOFT WARE)

ในส่วนของ ซอฟแวร์ที่ใช้ในโครงงานนี้เขียนขึ้นโดยใช้ภาษาแอสแซมบลี้ (ASSEMBLY ของไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 โปรแกรมที่เขียนขึ้นโดยใช้ภาษานี้ยังแบ่งออกเป็นโปรแกรมย่อย(SUB PROGRAM) ซึ่งใช้สำหรับควบคุมการทำงานที่ต่างกัน



รูปที่ 3.10 บล็อคไดอะแกรม การทำงานของส่วนช่วยหมุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบช่วยหมุน

วงจรประมวลผลและหน่วยความจำ

เนื่องด้วยส่วนนี้ทำหน้าที่เป็นตัวเลือกและควบคุมการทำงานทั้งหมด ของวงจรเพื่อให้มีความเหมาะสมกับระบบทั้งหมด และยังมีหน้าที่เป็นส่วนเก็บข้อมูลต่าง ๆ เพื่อไว้ประมวลผลในภายหลัง ซึ่งจำเป็นจะต้องมีความสามารถทำหน้าที่การงานอย่างมีประสิทธิภาพและมีความเร็วพอ ดังนั้นจึงใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นตัวควบคุม

โดยจากรูป 3.11 IC$_1$, IC$_2$ ซึ่งเป็นอินเวอร์สเตอ จำทำหน้าที่ขยสัญญาณนาฬิกา (CLOCK) ซึ่งมีแร่ยลีก (CRYSTAL) ทำหน้าที่ควบคุมความถี่ (3.58เมกกะเฮิร์ท) สัญญาณนี้จะถูกส่งไปยังขา CLK ของ IC3 ซึ่งเป็น ฟลูปฟลอป เพื่อสร้างความถี่ 3.58เมกกะเฮิร์ท /2 คือ 1.79 เมกกะเฮริท์ สำหรับ IC4 จะใช้สำหรับสัญญาณ รีเซ็ต โดยการเปิดเครื่องหรือกด RS สัญญาณRSTจะถูกส่งไปที่ซีพียู และ RST จะส่งไปที่ 8255 IC5 เป็นไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 ทำหน้าที่เป็นวงจรหน่วยประมวลผลโดยมีอินเตอร์ โปรแกรมเก็บไว้ใน IC6ซึ่งเป็นหน่วยความจำแบบ รอม ตั้งแต่ ADDRESS ...ร์ 0000-0 FFF สำหรับ IC8 เป็นหน่วยความจำแบบแรม โดยมี ตำแหน่งใช้งานตั้งแต่ 1800-1 FFF เป็นตำแหน่งที่เก็บความจำ ข้อมูลที่ใช้งาน ซึ่งเป็นการเลือกตำแหน่งของหน่วยความจำ IC 6-8 ได้จาก IC4, IC10, IC11 ซึ่งเป็นวงจรถอดระหัสดีโคด ตำแหน่งไว้

วงจรถอดระหัส

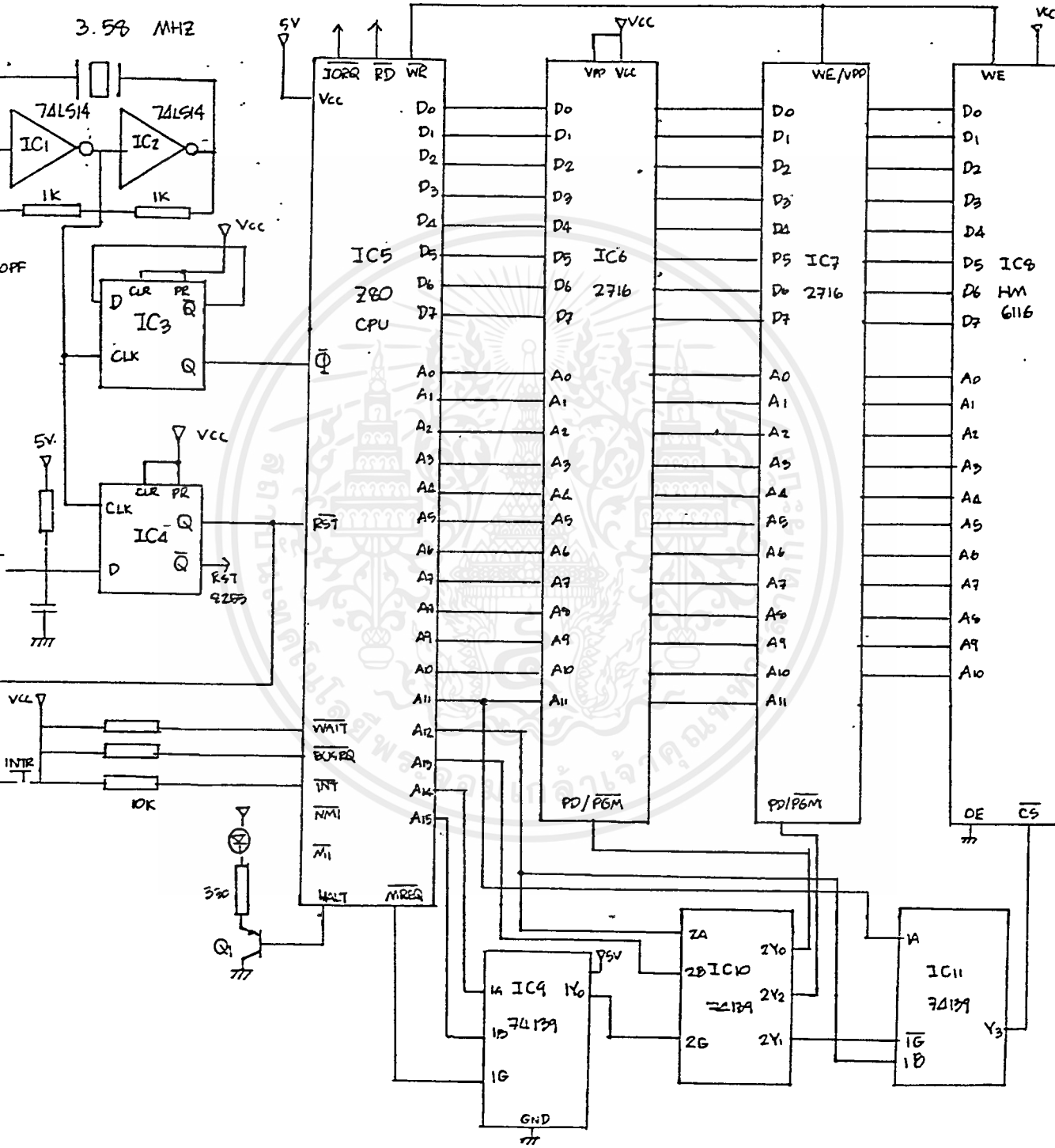
วงจรถอดระหัสจะทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดตำแหน่งต่าง ๆ ของอินพุท และเอาท์พุท ที่ได้จากวงจรส่วนต่าง ๆ โดยตำแหน่งของอินพุท และเอาท์พุท จะเป็นตำแหน่งของพอร์ท ดังนี้

ตำแหน่ง พอร์ท	การใช้งาน
00-03	พอร์ทควบคุมการแสกนและแสดงผล
0	รับอินพุทเข้ามาตรวจสอบ
1	ควบคุมการ HOLD LINE
2	ควบคุมการสร้างพัลส์โพรซัพพ์

จากรูปที่ 5.2 สัญญาณ IORQ จาก Z-80CPU จะทำหน้าที่ "0" เมื่อต้องการใช้ส่วน อินพุท/เอาท์พุท สัญญาณนี้จะเข้ามา ขา ENABLE G2 ของ IC1 มาจากสาย ซึ่งเป็นวงจรถอดระหัสแบบ เข้า 2 ออก 4 โดยอินพุท ของ IC1มาจากสาย ตำแหน่ง (BUS ADDRESS) ตำแหน่ง A_7 , A_6 ถ้าเป็นการดีโคดของเอาท์พุ ท Y_0 (เอาท์พุท เป็น"0") จะเป็นการเลือกการทำงานของ IC3 ซึ่งจะทำงานเมื่อ C_5 เป็น "0" โดย IC$_3$ทำหน้าที่เป็น อินพุท/เอาท์พุท แบบฉบานเบอร์ 8255 ซึ่งควบคุมการสแกนคีบอร์ด การ DISPLAYของ LED ,สร้างสัญญาณเสียง

ถ้าเป็นการดีโคด เอาท์พุท Y_5 เอาท์พุทนี้จะไปทำให้ ซึ่งเป็นวงจรถอดระหัส (เข้า3 ออก8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



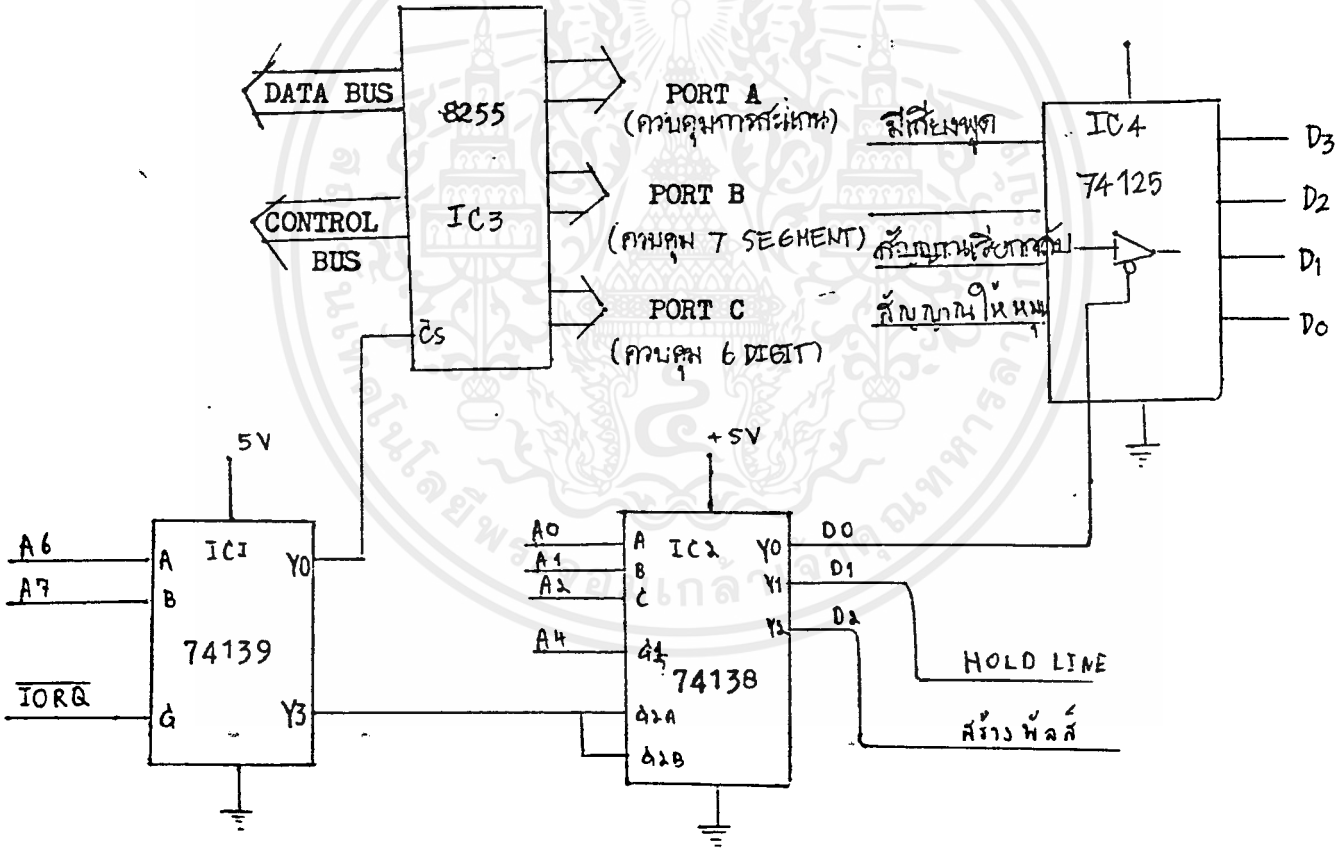
รูปที่ 3.11 วงจรประมวลผลและหน่วยความจำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานก็อเข้าขา ENABLE G2B G2B ซึ่งทำงานที่ "0" และ ENABLE G1 เราต่อกับไฟเลี้ยงทำให้ทำงานตลอดเวลาอินพุทของ EC 2 รับข้อมูลจากตำแหน่ง A0,A1,A2 ถ้าเป็นการดีโคดให้ Y_0 ของ IC_2 ทำงาน จะไปทำให้ขา C ของ IC_4 ทำงาน ซึ่ง IC_4 ทำหน้าที่เป็นบัฟเฟอร์รับข้อมูลเข้ามาตรวจสอบ (พอร์ทนี้ก็คือ อ D0)

ถ้า Y_1 VO,IC_2ทำงานพอร์ท D_1 จะไปเข้าวงจรควบคุมการยกหูที่ทำการวางหูหมุนใหม่

ถ้า Y_2 ของIC_2 ทำงาน(พอร์ท D_2) จะไปทำให้วงจรสร้างพัลส์โทรศัพท์ทำงานตัดต่อ รีเลย์ ทำงานส่งพัลส์ เลขหมายที่ต้องการติดต่อออกไป



รูปที่3.12 วงจรถอดระหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 วงจรแสดงผล และ คีบอร์ด

ในส่วนของวงจรนี้จะเป็นการแสดงผล และสั่งงาน ไมโครโปรเซสเซอร์ โดยคีบอร์ด จากรูปที่ 3.13 ซึ่งเป็นอินพุตเอาท์พุทบอร์ทซึ่งจากวงจรถอดรหัสคือตำแหน่งพอร์ทที่ 00-03 โดยเอาทพุท ของวงจรถอดรหัสจะมาที่ขา CS ของ IC 1เป็นการเลือกใช้ พอร์ท นี้ IC1 นี้มีอินพุทเอาท์พุท อร์ทสำหรับใช้งานอยู่ 3 พอร์ท โดยพอร์ท B (PB0-PB7) จะควบคุมแต่ละซิกเมนท์ของการ DISPLAY ซึ่งขา PB0-PB7 ต่อติดกับ IC 2และIC3 ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรขับซิกเมนท์

สำหรับ พอร์ท C (PC0-PC8) จะใช้เพื่อเลือกว่าการแสดงผลหลักใดว่าจะทำงาน ขาPC0-PC8 ต่ออยู่กับ IC4 ซึ่งเป็นหน้าที่เป็นวงจรขับ 6 หลัก ใช้วิธีมัลติเพลกซ์ เท่านั้นที่จะถูกเลือกในเวลาหนึ่งจากขวาไปซ้าย ซึ่งการมัลติเพลกซ์ มีความเร็วสูงมากโดยการควบคุมการทำงานของโมนิเตอร์โปรแกรม

จะเป็นตัวทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงานซึ่ง Q1 จะไปขับลำโพงทำให้เกิดเสียง และ ขณะเดียวกันก็จะขับไดโอดเปล่งแสงด้วย

สำหรับพอร์ทA (PA0-PA8) ซึ่งจะเป็นพอร์ทที่สแกนคีย์บอร์ด ว่าคีย์ใดถูกกด ถ้าไม่มีคีย์ใดถูกกด PA0-PA8จะเป็น "1"แต่ถ้ามีคีย์ใดถูกกดดีพีพู จะตรวจว่าเป็นคีย์ใดได้จาก โปรแกรม -สแกน คีย์บอร์ด

3.4 ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก

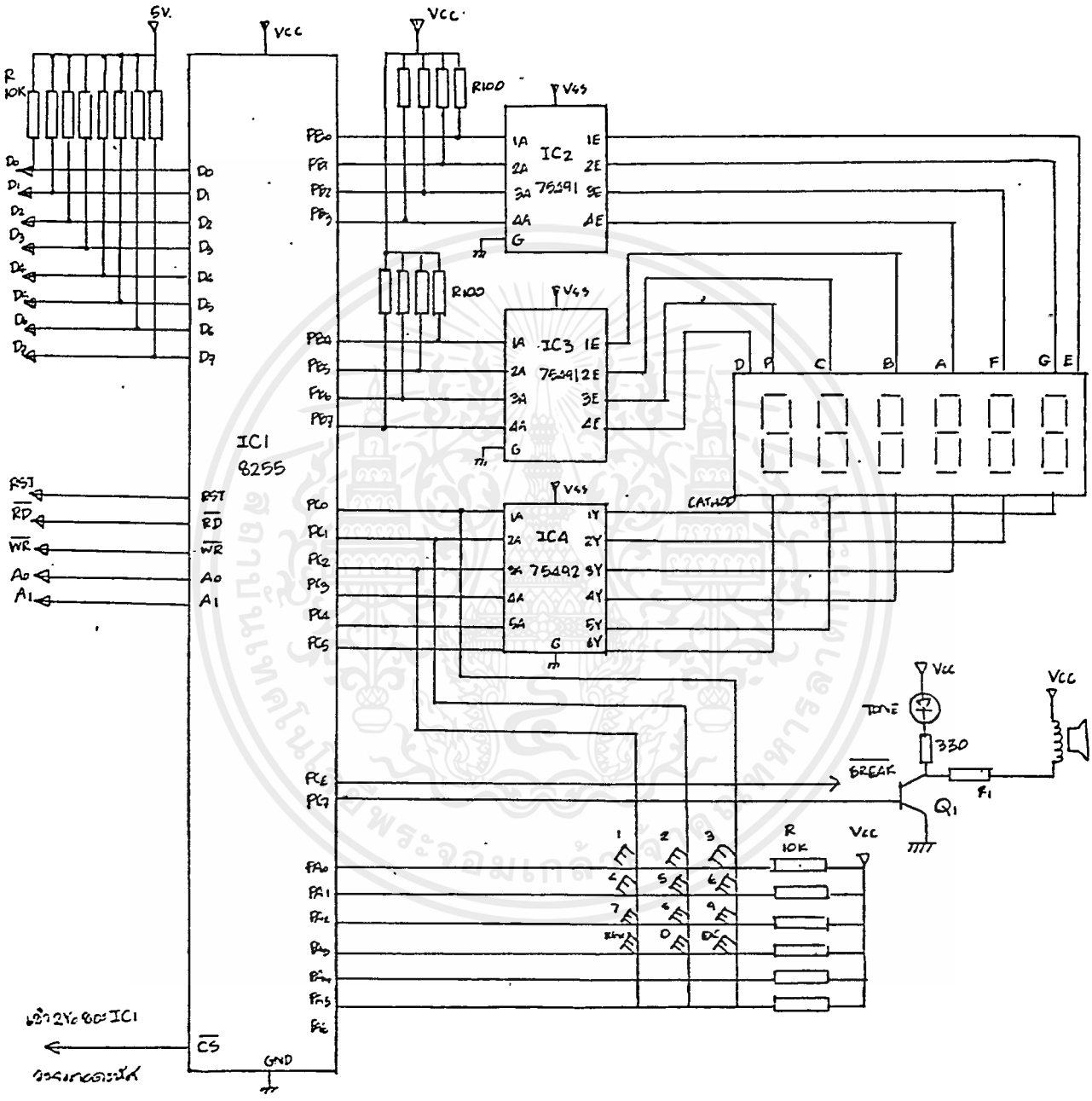
เนื่องจากในสายโทรศัพท์จะพบว่ามีสิ่งรบกวนเกิดขึ้นอย่างมากซึ่งจะมีผลทำให้สัญญาณที่ป้อนเข้า อิมพุท ของวงจรถอดระหัสเสียง (TONE DECO DER CIRCUIT) ไม่สะอาดพอ และจากการทดลองปรากฏว่าสัญญาณไม่ว่างและสัญญาณเรียกกลับต่างก็เป็นสัญญาณที่มีความถี่เดียวกันจะแตกต่างกันก็ตรงช่วงเวลาส่งและช่วงเวลาหยุดเท่านั้น ดังรูปที่ 3.14 และรูปที่ 3.16

จะเห็นได้ว่า ในส่วนของสัญญาณที่ส่งกลับมายังผู้เรียกนั้นจะเป็นสัญญาณความถี่เดียวกันหมด เราจะต้องกรองสัญญาณให้สะอาดด้วยวงจรกรองช่วงความถี่ ซึ่งได้แสดงวงจรและการคำนวนในหัวข้อ 3.1.2 ในที่นี้ขอยกมาใช้เลย เมื่อได้สัญญาณที่สะอาดแล้ว ก็จะต่อไปเข้าวงจรถอดระหัสเสียง

3.4.1 วงจรถอดระหัสเสียง

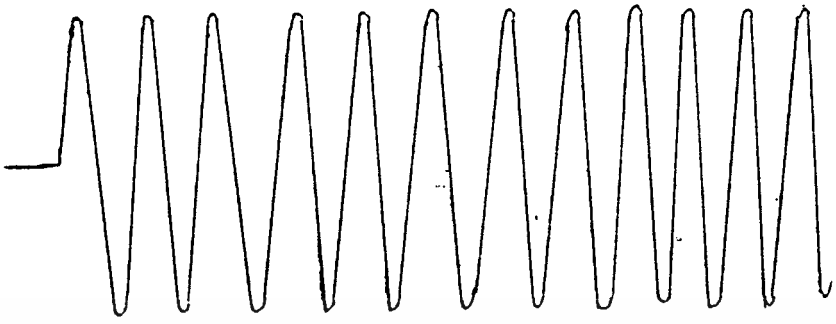
วงจรถอดระหัสเสียงอาศัยการทำงานของ เฟส ล็อค ลูป (PHASE LOCK LOOP) เข้ามาช่วยโดยวงจรถอดระหัสเสียงจะช่วยแยกความแตกต่างของสัญญาณต่าง ๆ ที่เข้ามา คือเมื่อมีสัญญาณที่ตรงกับความถี่ศูนย์กลางที่ตั้งไว้จะได้ เอาท์พุท เป็นลอจิก (LOGIC)"0" ส่วนความถี่อื่น ๆ เอาท์พุทจะเป็นลอจิก "1" หมด ส่วนวงจรแสดงในรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

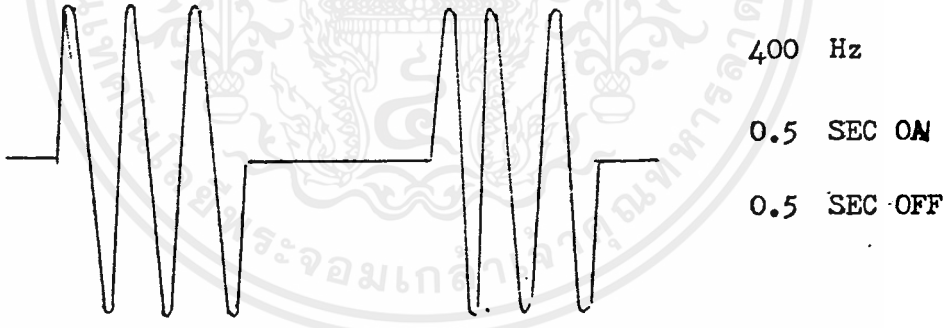


รูปที่ 3.13 วงจรแสดงผล และคีย์บอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

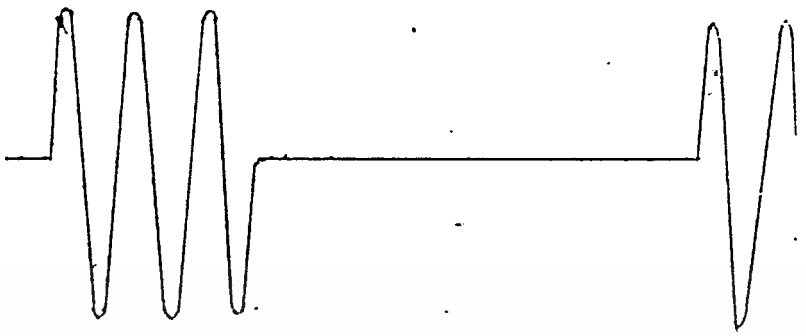


รูปที่ 3.14 แสดงสัญญาณให้หมุนเป็นความถี่ 400 Hz ตลอด

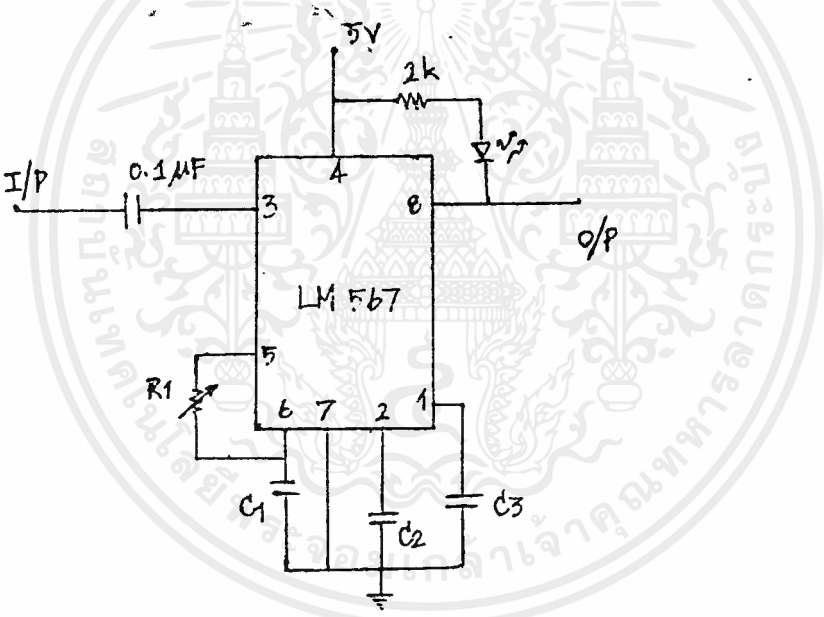


รูปที่ 3.15 แสดงสัญญาณไม่ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 แสดงสัญญาณเรียกกลับ



รูปที่ 3.17 แสดงวงจรถอดระหัสเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การหาค่า พารามิเตอร์ต่าง ๆของวงจรกำนวนได้ดังนี้

ขั้นแรก กำหนด ความถี่ศูนย์กลาง (f_o)

ขั้นที่สอง- กำหนด R_1, C_1 จาก $f_o = 1.1/R_1C_1$

ขั้นที่สาม กำหนดค่า C_2 จาก แบนด์วิดธ์

$$BW. = 1040\sqrt{\frac{V_{in(rms)}}{f_o C_2}} \quad (\%\text{ของ } f_o)$$

ให้ $BW = 4\ \%$ ของ f_o $V_{in} = 200\ mV_{rms}$

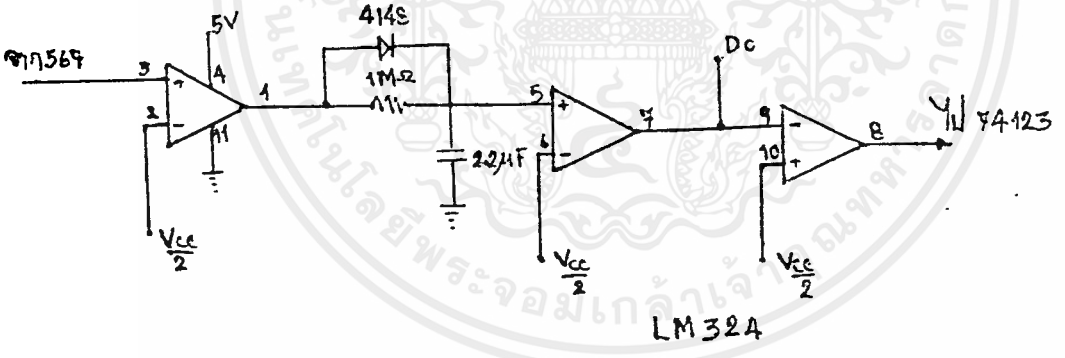
ขั้นที่สี่ หาค่า C_3 จาก $C_3 \geq C_2$

จากการคำนวนโดยกำหนดว่า $f_o = 400$ Hz ละได้ $R_1 = 2.4\ k\Omega$

$C_1 = 1\ \mu F$, $C_2 = 2.2\ \mu F$, $C_3 = 4.4\ \mu F$

3.4.2 การแยกสัญญาณเรียกกลับ

ตอนแรกที่ทดลองพอออกจาก วงจรถอดรหัสเสียงก็ไปเข้าวงจร โมโนสเตเบิล แบบกระตุ้นซ้ำ (RETRIGGERABLE MONOSTABLE)เลย เมื่อเวลาเราพูดหรือมีเสียงอะไรนิดหน่อยก็จะไปกระตุ้นวงจรโมโนสเตเบิลให้ทำงาน ซึ่งเป็นสิ่งไม่ต้องการ จึงต้องมีวงจรหน่วงเวลาอีกชุดหนึ่ง ดังรูปที่ 3.18

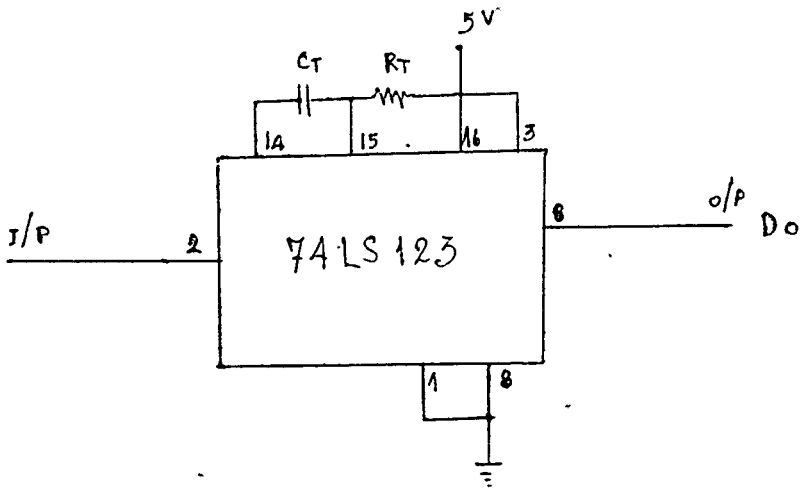


รูปที่ 3.18 แสดงการหน่วงเวลา

เมื่อมีความถี่ 400 เฮิร์ท เข้ามา เอาท์พุทของวงจรถอดรหัสเสียงจะมีลอจิกเป็น "0" จะทำให้ เอาท์พุทของ ออปแอมป์ตัวแรกซึ่งเดยเป็น "1" อยู่กลายเป็น"0" ที่ซึ่งเคยเป็น "1" อยู่ก็จะค่อย ๆกลายประจุผ่าน ความต้านทาน จนกระทั่ง ขา (+) มีค่าน้อยกว่าขา (−) ก็จะทำให้ เอาท์พุท มีค่าเป็น "0" ส่วนออปแอมป์ตัวสุดท้าย ทำหน้าที่เป็น อินเวอร์เตอร์ธรรมดา ที่เอาท์พุทของ ออปแอมป์ตัวแรกถ้าเวลาที่เป็น "0" สั้น ๆ ก็จะไม่ทำให้ เอาท์พุทของออปแอมป์ ตัวที่สองเปลี่ยนแปลง ซึ่งก็จะไม่มีสัญญาณไปกระตุ้น 74123 ตรงจุดนี้จะทำให้เราแยกสัญญาณไม่ว่างกับสัญญาณเรียกกลับได้

วงจรโมโนสเตเบิลกระตุ้นซ้ำ จะมีวงจรดังรูปที่ 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19แสดงวงจรโมโนสเตเบิลแบบกระตุ้นซ้ำ

เราต้องการจะให้กระตุ้นที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณ จึงต้องต่อขา เตรียร์ ไว้ที่สถานะ "1" ขา ไว้ที่สถานะ "0" ที่ขา จะได้พัลส์ ออกมาเป็นรูป ⎍‾⎍ คาบเวลาที่มีสถานะเป็น "1" คือ

$$T(w) = 0.29\,(C_T)(R_T)\,(1 + 0.7/R_T)$$

เลือกใช้ 100 μF $R = 100\ k\Omega$ จะได้ $T(w) = 4.53$ วินาที

3.4.3วงจรรวมของระบบตรวจสอบสัญญาณเรียกดังแสดงในรูปที่ 3.20

3.5 ส่วนสร้างพัลส์โทรศัพท์

วงจรสร้างสัญญาณพัลส์ จะทำหน้าที่พัลส์ เพื่อส่งออกเมื่อต้องการติดต่อโทรศัพท์ภายนอก วงจรนี้ถูกควบคุมโดยส่วนควบคุมการทำงานของระบบ วงจรที่ใช้งานจริงเป็นดังรูปที่ 3.21

จากรูปที่ 3.21 พอร์ทดีโค้ดถูกสั่งงานจากไมโครโปรเซสเซอร์ ให้เอาท์พุทเป็น "0" แต่สัญญาณที่จะนำมาเป็น CLK ให้กับ IC_2 (D FLIP FLOP) ต้องเป็น "1" ดังนั้นจึงต้องผ่าน IC_1 ซึ่งเป็นตัวอินเวอร์เตอร์ก่อน อินพุทของ IC_2 มาจาก D_6 ซึ่งเมื่อได้รับการ อีนาเบิ้ล แล้ว เอาท์พุทของ IC_2 จะไปกระตุ้นให้ ทราสซิสเตอร์ เปิดและปิดรีเลย์เป็นเวลาที่เหมาะสม โดยการออกแบบดังนี้

โทรศัพท์ระบบ 10 พัลส์ต่อวินาที

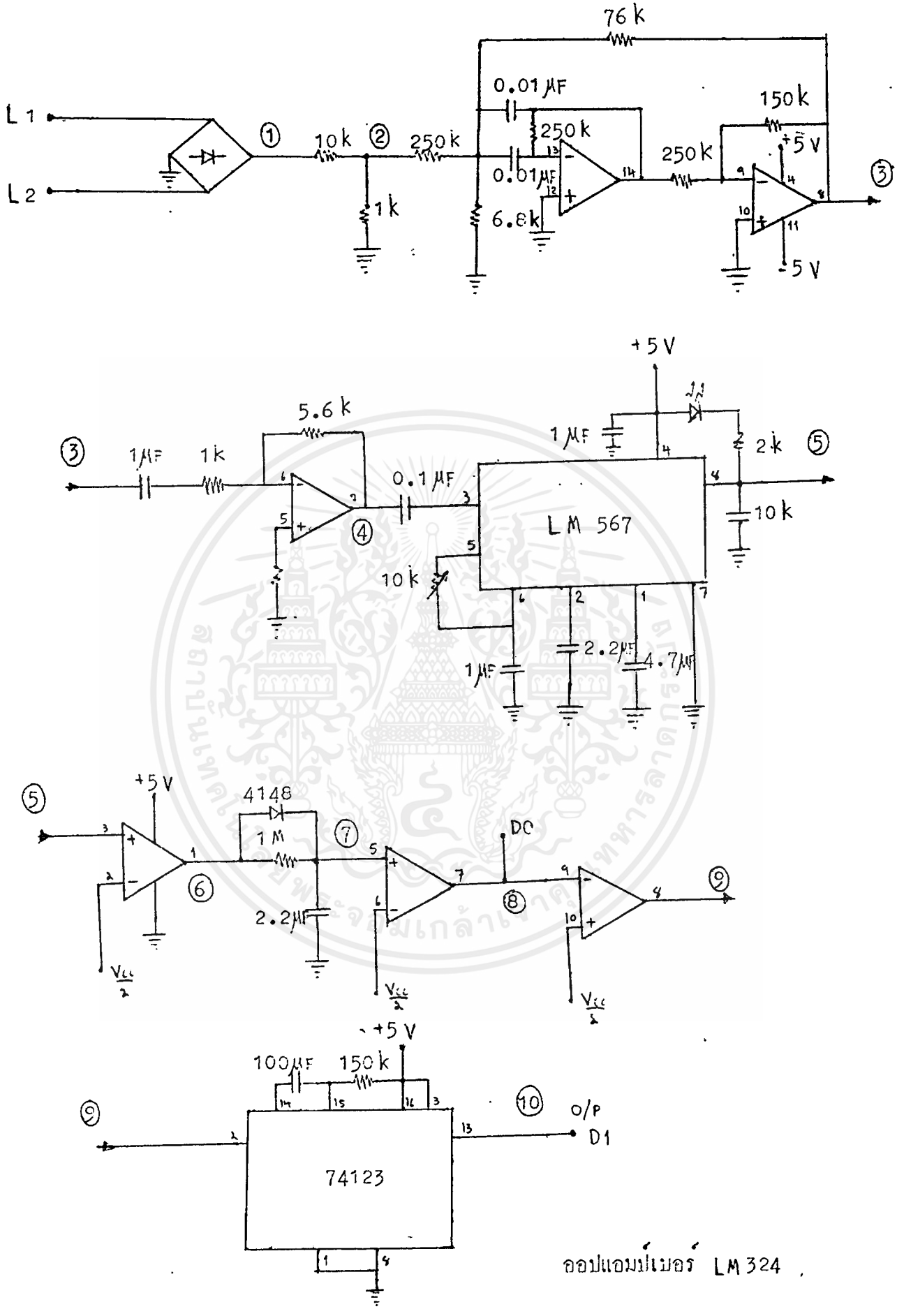
1 พัลส์ใช้เวลา 100 มิลลิวินาที

ช่วงเวลาคั่นต่อเป็น 2 ต่อ 1

ดังนั้นช่วงเวลาที่คั่นสายเป็น 100 2/3 66.66 มิลลิวินาที

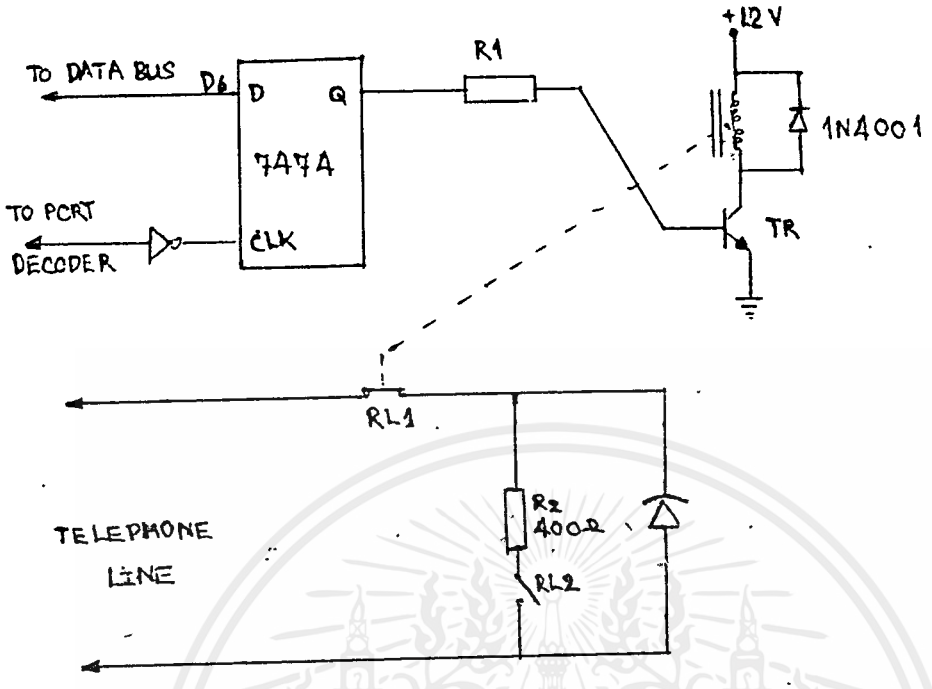
ช่วงเวลาที่ต่อสายเป็น 100 1/3 33.33 มิลลิวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 แสดงวงจรรวมของระบบตรวจสอบสัญญาณเรียก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 วงจรสร้างพัลส์โทรศัพท์

การทำงานช่วงเวลาที่จะตัดสาย (ระดับสัญญาณของสายโทรศัพท์ประมาณ 48 โวลท์) เสมือนการส่งพัลส์ 1 ถูกโดยโปรแกรมสั่งงานให้ลอจิก "1" ออกไป (รีเลย์ ปกติปิด) และช่วงเวลาที่ต่อสาย เสมือนการหยุดส่งพัลส์ โดยโปรแกรมสั่งงานให้ลอจิกเป็น "0" สำหรับช่วงหยุดเวลาระหว่างเลขหมายต้องมากกว่า 400 มิลลิวินาที (ส่งลอจิก "0")

โทรศัพท์ระบบ 20 พัลส์ต่อวินาที

1 พัลส์ใช้เวลา 50 มิลลิวินาที

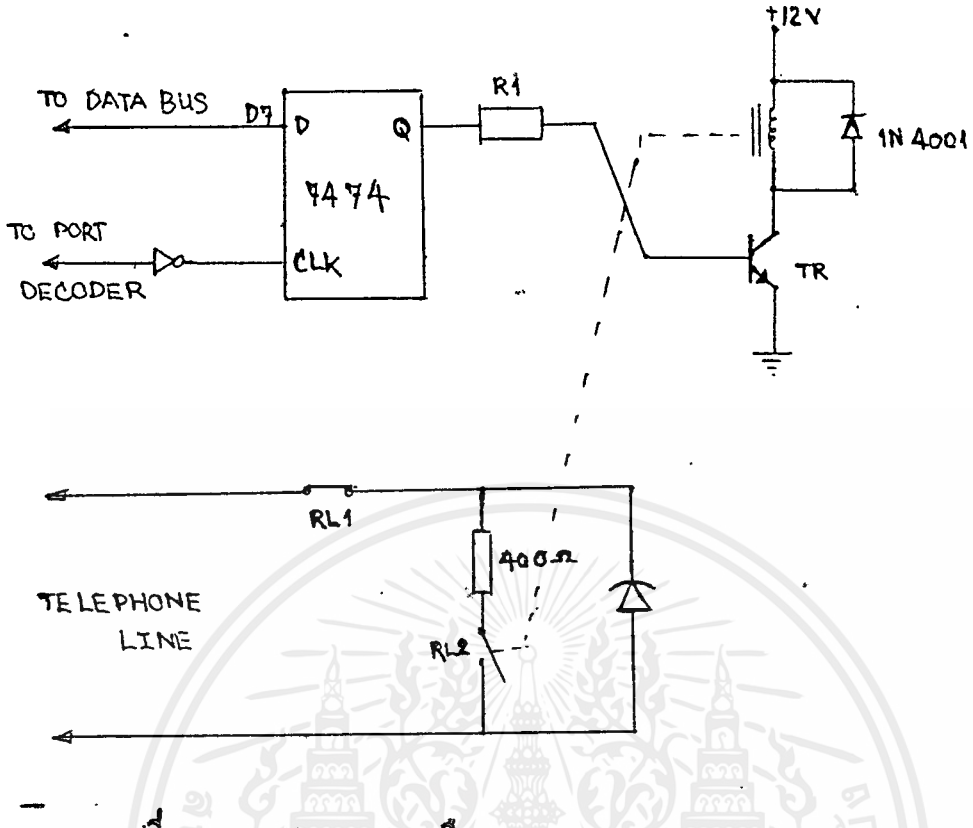
ช่วงเวลาที่ตัดสายเป็น 50 2/3 33.33 มิลลิวินาที

ช่วงเวลาที่ต่อสายเป็น 50 1/3 16.11 มิลลิวินาที

3.6 วงจรเสมือนยกหูและวางหู

วงจรนี้จะทำหน้าที่ต่อความต้านทาน ขนาด 400 โอห์มเพื่อเป็น โหลด ให้กับสายโทรศัพท์ ซึ่งก็เสมือนการยกหูเพื่อช่วงเวลาการหมุนอย่างอัตโนมัติ วงจรนี้จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระดับดังรูปที่ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 แสดงวงจรเสมือนวางหูยกหู

การทำงานคือรีเลย์จะควบคุมโดย 7474 ซึ่งเป็นตัวชับทรานซิสเตอร์ อีกที 7474 นี้รับข้อมูลจากวงจรส่วนควบคุมการทำงานของระบบ โดยรับตำแหน่งข้อมูล 7 และวงจรถอดระหัสอยู่ที่ตำแหน่งพอร์ทหมายจะส่งลอจิก "1" เพื่อให้รีเลย์ทำงาน และลอจิก "0" เมื่อต้องการยกเลิกการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ระบบจำเสียง

ตัวแรกที่ทดลองก็คือ ภาคขยายแบบอินเวอร์สติ้ง จากวงจรในรูปที่ 3.8

$$V_o = - \frac{R_2}{R_1} V_i$$

$$= - \frac{220K}{39K} V_i$$

$$= - 5.64 V_i$$

เป็นการขยายแบบกลับขั้ว (เครื่องหมายเป็นลบ) มีอัตราขยายเท่ากับ 5.64 เท่า จากการทดลองวัด เอาท์พุทได้เท่ากับ 2.2 โวลเทท อินพุทจากไมล์ เท่ากับ 400 mV

$$\text{อัตราขยาย} = \frac{2.2\ V}{400mV} = 5.5$$

จะเห็นได้ว่าใกล้เคียงกับทฤษฎี ส่วนความต้านทานที่ขาบวก (33 กิโลโอหม์) เป็นการจำกัด ออฟเซท โวลเทท (OFF SET VOLTAGE)คือกรณีที่ อินพุทต่อลงกราวด์แล้วยังมีค่า โวลเทท ออกมาค่าหนึ่ง

ส่วนวงจรกรองช่วงความถี่ ซึ่งใช้ค่า Q = 40 อัตราขยาย 4 dB

จะได้แบนวิดธ์ $= \frac{F_o}{Q}$

$$= \frac{F_o}{40}$$

$$= 0.025\ f_o$$

$$(dB) = 20 \log \frac{V_o}{V_i}$$

$$4 = 20 \log \frac{V_o}{V_i} \quad \therefore \frac{V_o}{V_i} = 1.586$$

จากการทดลองเนื่องจาก ความละเอียดของกราฟไม่เพียงพอหาค่า ความต้านทานไม่พอดีกับที่คำนวน (กรณีนี้ไม่ใช้ค่าความต้านแบบปรับได้เพราะใช้หลายชุดทำให้เปลือง) และค่าความผิดพลาดในอุปกรณ์เองทำให้ความถี่ศูนย์กลาง และอัตราการขยายผิดไปจากทฤษฎีบ้าง แต่ก็อยู่ที่วิสัยที่ยอมได้โดยเฉพาะความถี่ศูนย์กลางซึ่งเราไม่ได้กำหนดเฉพาะลงไปจะมีแต่อัตราขยาย ซึ่งได้มีการปรับให้ได้ใกล้เคียงกัน ผลการทดลองดังตารางข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FO(HZ)	FO(HZ)	อัตราขยาย	แบนด์วิดธ์
250	250	2.0	6.25
300	290	1.8	7.50
350	340	1.8	8.75
400	400	2.0	10.00
450	450	2.0	11.25
500	490	2.0	12.5

ออกจากวงจรกรองช่วงความถี่ จะผ่านไดโอด 4148 จะยอมให้สัญญาณ ผ่านได้เฉพาะซีกบวก ไปประจุไฟฟ้าให้ตัวเก็บความจุตามความแรงของสัญญาณที่เข้ามาในแต่ละความถี่ ศูนย์กลางของพยางค์ ค่านี้จะถูกเก็บไว้นาน จึงต้องมีวงจรคายประจุ ได้แก่วงจรหน่วงเวลาของ 555 และอนาล็อคสวิทช์เราจะหน่วงเวลาไว้พอ ซีพียู อ่านข้อมูลครบทุกจุด เราก็จะคายประจุทำให้จุดนี้เป็น สถานะกราวด์ เพื่อรอรับสัญญาณของพยางค์ใหม่ต่อไป

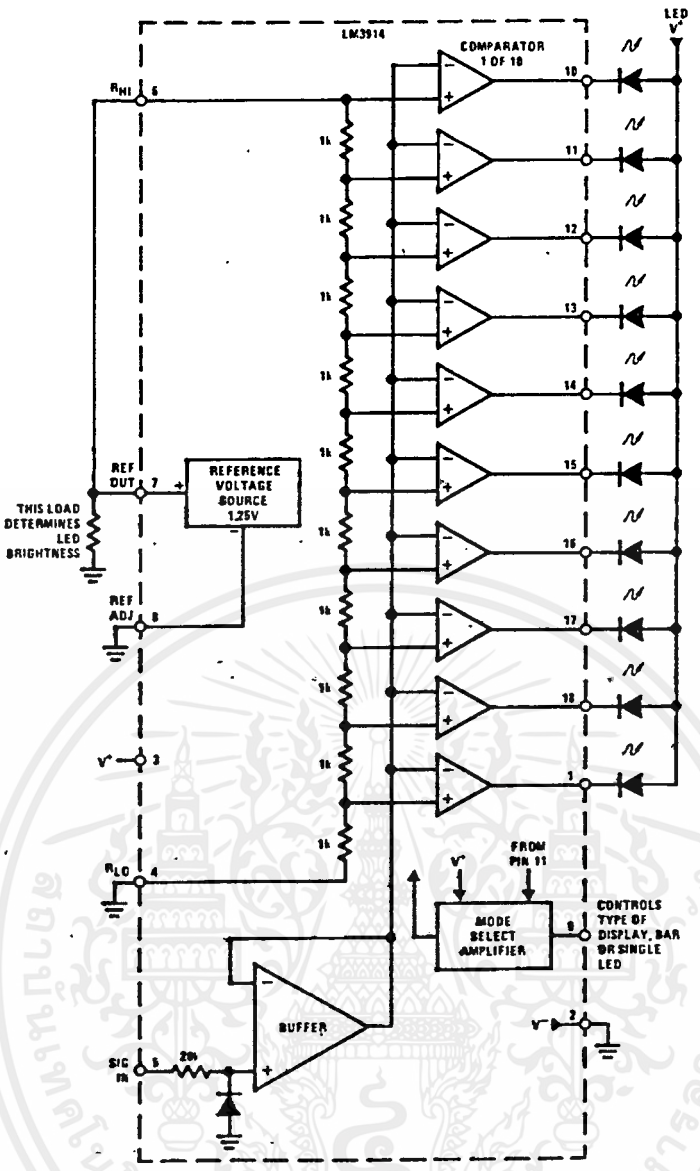
การอ่านข้อมูลแต่ละจุด จะถูกควบคุมโดย ซี พี ยู โดยผ่านวงจร ดีโคดเดอร์ สแกนอ่าน ในวงจรนี้ใช้วงจรกรองความถี่ 6 ชุด ก็จึงใช้ ไอซีดีโคดเดอร์ เบอร์ 74138 เส้นทางที่ต่อจะไปเข้า ไอ ซี เบอร์ LM 3914 ซึ่งเป็นตัวบอกระดับแรงดันว่าถึงระดับไหน (จาก ถึง 5 แบ่งเป็น 10 ระดับตามรูปที่ 4.1).

เมื่อแรงดันถึงช่วงระดับไหน จุดนั้นก็จะมีสถานะเป็น "0" ซึ่งจากการทดลอง แรงดันส่วนมากจะเกิน 5 อาจจะเป็นเพราะ พูดดัง หรือใกล้ไมล์เกินไปหรืออัตราขยายมากไปซึ่งถ้าไม่พูดติดไมล์ก็จะหาระยะมาตราฐานไม่ได้

จากนั้นก็จะไปเข้าวงจรเข้ารหัสจาก 10 ระดับเป็นเลขฐาน สอง 4 บิท ซึ่งการทำงานดังตารางข้างล่าง

จากการทดลองเมื่อระดับโวลเทจเกิน 5 เวลาเข้ารหัสบางครั้ง เอาท์พุต จะเกิดอาการสั่น (OSCILLATE) ซึ่งอาจจะมีปัญหาเวลา ซีพียู จะไปอ่านค่าจากตารางจะเห็นว่าการทำงานมันจะให้ค่าเป็น "ลอจิก"0" เราจึงต้องแปลงกลับโดยใช้อินเวอร์เตอร์ แล้วจะไปวงจรบัฟเฟอร์ สัญญาณกระตุ้นได้จาก เอาท์พุทของวงจรดีโคดเดอร์ ผ่านแอนแกท แล้วมารวมกับสัญญาณ $\overline{RD}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงการแบ่งระดับแรงดันของ 3914

'147, 'LS147
FUNCTION TABLE

INPUTS									OUTPUTS			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	D	C	B	A
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	X	X	X	X	X	X	L	L	H	H	L
X	X	X	X	X	X	X	L	H	L	H	H	H
X	X	X	X	X	X	L	H	H	H	L	L	L
X	X	X	X	X	L	H	H	H	H	L	L	H
X	X	X	X	L	H	H	H	H	H	L	H	L
X	X	X	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
X	X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	L
X	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

H = high logic level, L = low logic level, X = irrelevant

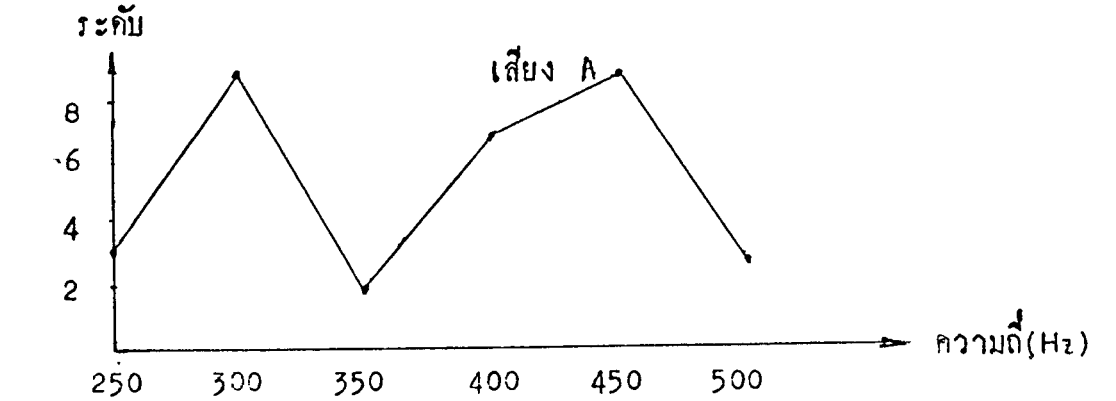
ตารางแสดงการเข้ารหัส

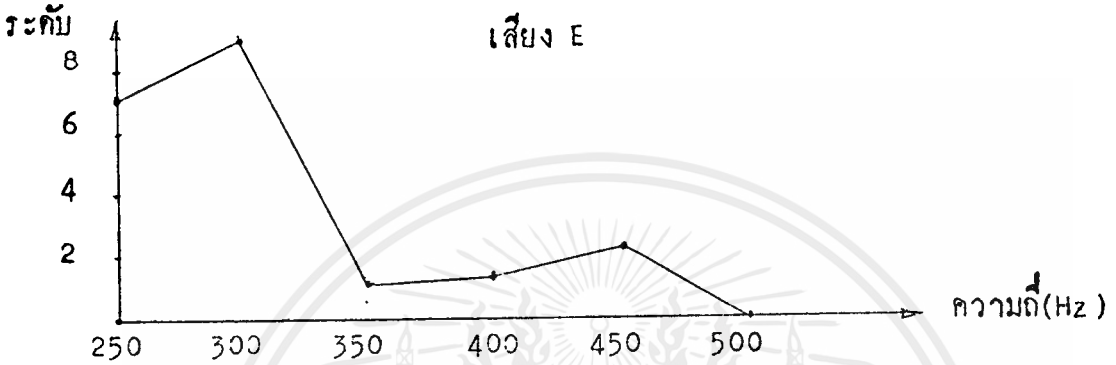
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

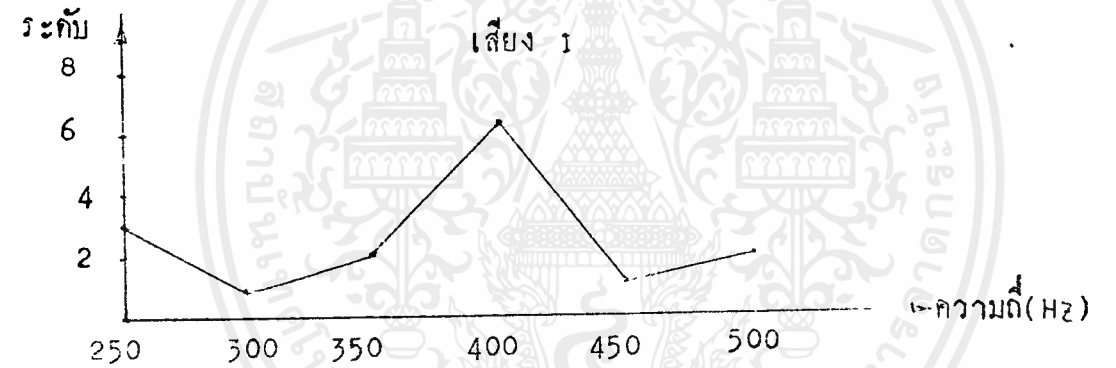
ความถี่ (Hz) / เสียง	250	300	350	400	450	500
A	3	9	2	7	9	3
	3	5	5	9	9	9
	1	3	4	8	9	9
	5	9	3	9	9	8
	4	9	3	9	9	6
E	7	9	1	1	2	0
	9	9	1	3	1	0
	3	6	4	1	0	0
	2	4	4	1	0	0
	8	9	1	1	1	0
I	3	1	0	6	1	2
	2	2	0	6	2	4
	3	1	0	9	1	0
	5	8	2	6	9	2
	6	4	3	9	3	0
O	5	2	3	9	8	9
	3	4	1	5	4	7
	4	7	3	9	9	9
	3	4	1	8	5	6
	3	6	2	7	9	9
U	3	9	5	7	7	2
	2	9	3	1	4	0
	9	9	4	7	4	1
	3	9	1	3	6	0
	9	9	2	7	1	1

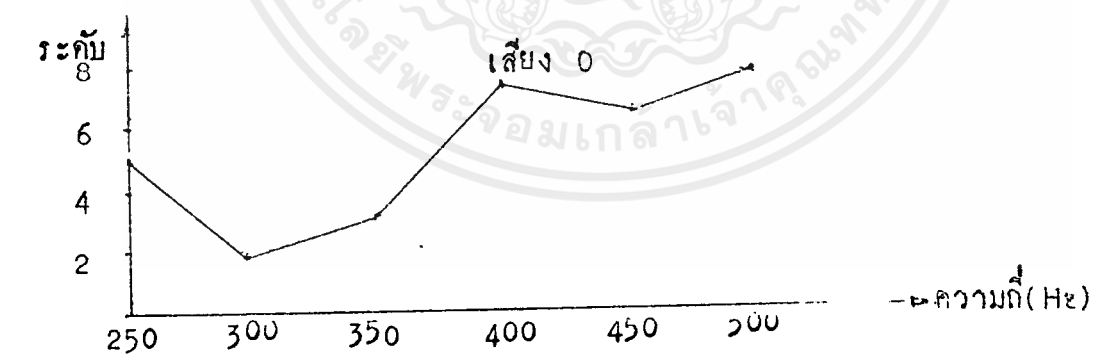
ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับเสียงต่างๆ

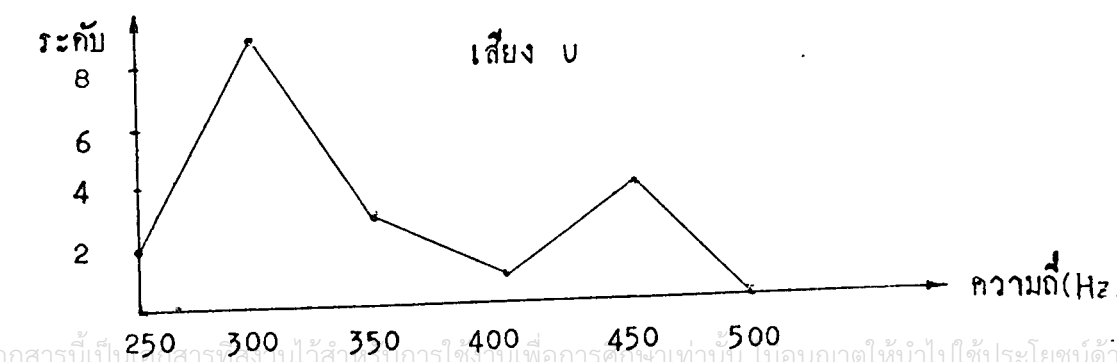
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้











กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความถี่กับเสียงต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนอีก 4 บิท ซึ่งเป็นบิทบน เราจะป้อนค่าให้เป็นลอจิก "0" เพื่อความแน่นอนในการโปรแกรม ตอนเปรียบเทียบ

ส่วนสุดท้ายเป็นหน่วยความจำแบบแรม ซึ่งมีขนาด 8 กิโลไบท์ 8 บิท เราจะได้คีโค้ดให้อยู่ในตำแหน่งที่ D000 - FFFF และจะมีไฟเลี้ยงจ่ายให้ตลอดเพื่อป้องกันข้อมูลหายไป การคีโค้ดใช้ไอซีเบอร์ 74139

4.2 ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก

ซึ่งสัญญาณต่างๆ ดังแสดงตามหมายเลขดังรูปที่ 4.2 และมีผลการทดลองตามจุดต่างๆดังต่อไปนี้

จุดที่ 1 6 โวลท์ดีซีและ 400 มิลลิโวลท์เอซี

จุดที่ 2 0.6 โวลท์ดีซีและ 40 มิลลิโวลท์เอซี

จุดที่ 3 70 มิลลิโวลท์เอซี

จุดที่ 4 400 มิลลิโวลท์เอซี

จุดที่ 5 เมื่อมี 400 เฮิร์ต เป็น 0 โวลท์
เมื่อไม่มี 400 เฮิร์ต เป็น 3.6 โวลท์

จุดที่ 6 เหมือนจุดที่ 5

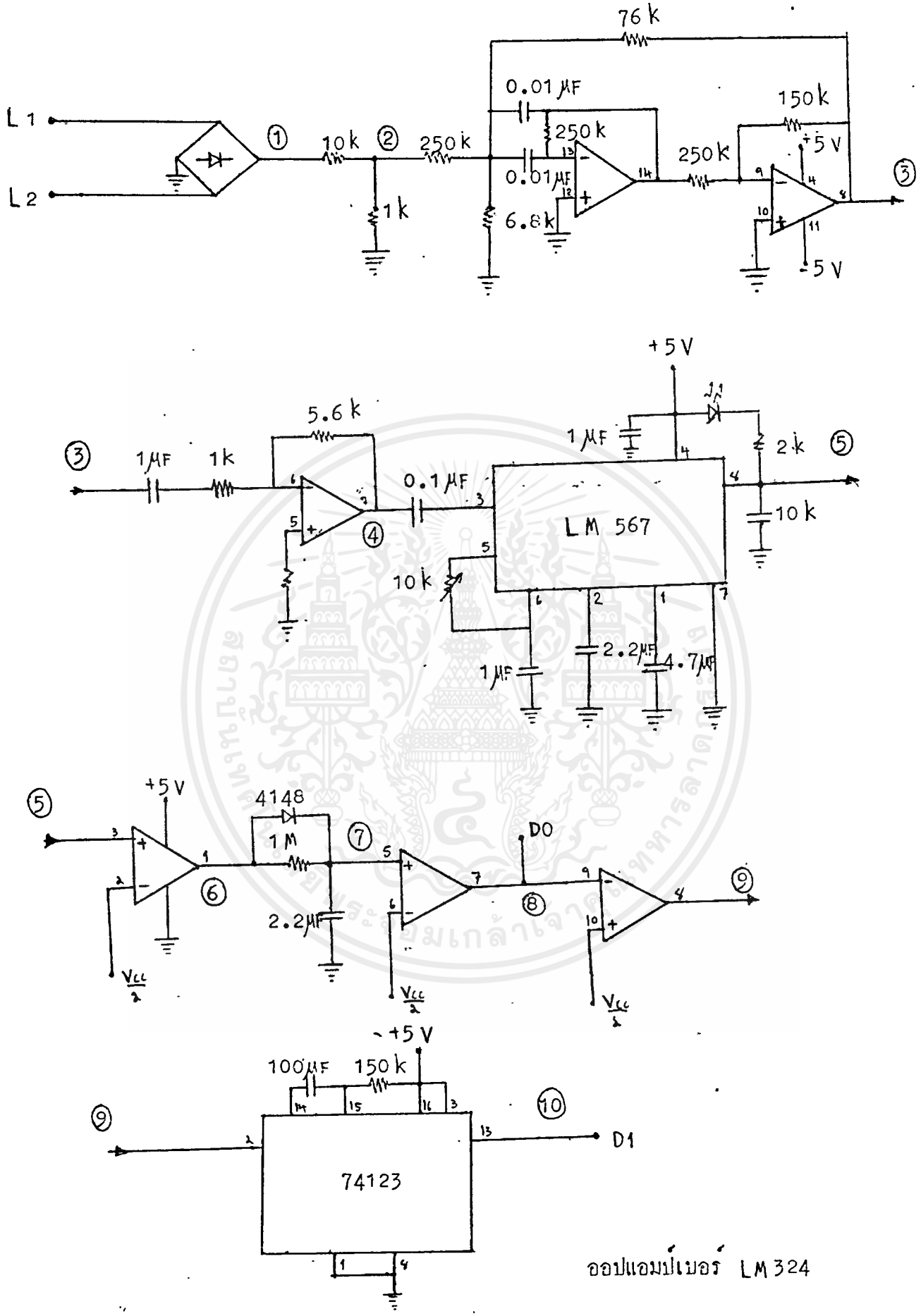
จุดที่ 7 เมื่อไม่มี 400 เฮิร์ต เป็น 3.6 โวลท์
มีสัญญาณให้หมุน เป็น 0 โวลท์
มีสัญญาณไม่ว่าง เป็นดังรูปที่ 4.3
มีสัญญาณเรียกกลับ เป็นดังรูปที่ 4.4

จุดที่ 8 เมื่อไม่มี 400 เฮิร์ต เป็น 3.6 โวลท์
มีสัญญาณให้หมุน เป็น 0 โวลท์
มีสัญญาณไม่ว่าง เป็น 0 โวลท์
มีสัญญาณเรียกกลับ เป็นดังรูปที่ 4.5

จุดที่ 9 ตรงกันข้ามกับจุดที่ 8

จุดที่ 10 เมื่อไม่มี 400 เฮิร์ต เป็น 0 โวลท์
มีสัญญาณให้หมุน เป็น 0 โวลท์
มีสัญญาณไม่ว่าง เป็น 0 โวลท์
มีสัญญาณเรียกกลับ เป็น 4.2 โวลท์ ตลอด

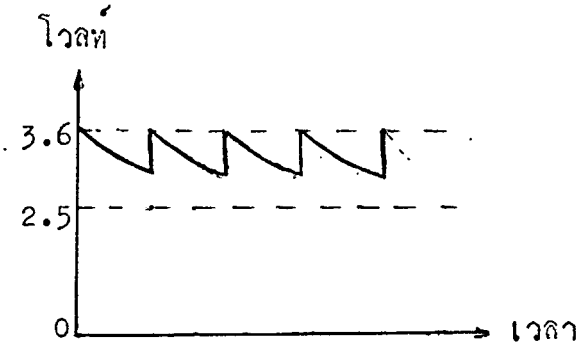
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



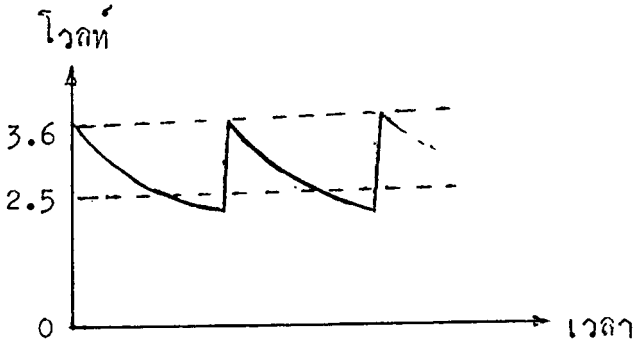
ออปแอมป์เบอร์ LM 324

รูปที่ 4.2 แสดงวงจรรวมส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก

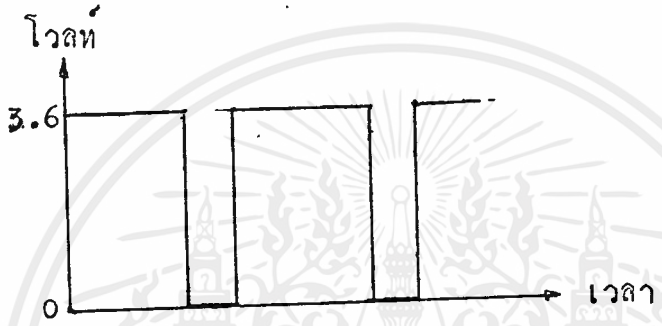
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 เมื่อมีสัญญาณไม่ว่าง



รูปที่ 4.4 เมื่อมีสัญญาณเรียกกลับ



รูปที่ 4.5 แสดงสัญญาณตอนเรียกกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

ปริญญานิพนธ์เรื่องเครื่องช่วยหมุนโทรศัพท์โดยใช้เสียงนี้ ผู้จัดทำคิดว่ามีประโยชน์มากในการติดต่อสื่อสาร เพราะสามารถลดเวลาในการติดต่อลง และมีประโยชน์ในการช่วยหมุนโทรศัพท์ในขณะที่เราขับรถอยู่ ซึ่งสมาธิและสายตาของเราส่วนใหญ่จะต้องมองไปที่ท้องถนน ถ้าเวลาเราจะโทรศัพท์แล้วเรากำมลงมากดปุ่มหรือหมุนหน้าปัทม์ ก็อาจจะทำให้เกิดอุบัติเหตุได้ ซึ่งถ้าใช้เครื่องช่วยหมุนนี้แล้ว จะไม่มีปัญหาและสามารถเพิ่มเลขหมายได้ด้วย โดยการพัฒนาทางโปรแกรม

ในโครงงานนี้ถ้าต้องการจะค้นหาเสียงที่มีความใกล้เคียงกันมากๆ ก็จำเป็นจะต้องมีการเพิ่มชุดของวงจรกรองช่วงความถี่ให้มากขึ้น และพัฒนาโปรแกรมให้มีความละเอียดมากกว่านี้ เพื่อที่จะได้สามารถค้นหาชื่อได้เจอ และภาคแปลงสัญญาณจากอะนาล็อคเป็นดิจิตอล ก็จะต้องใช้ขนาด 8 บิทแทนเพื่อให้มีความละเอียดมากขึ้น

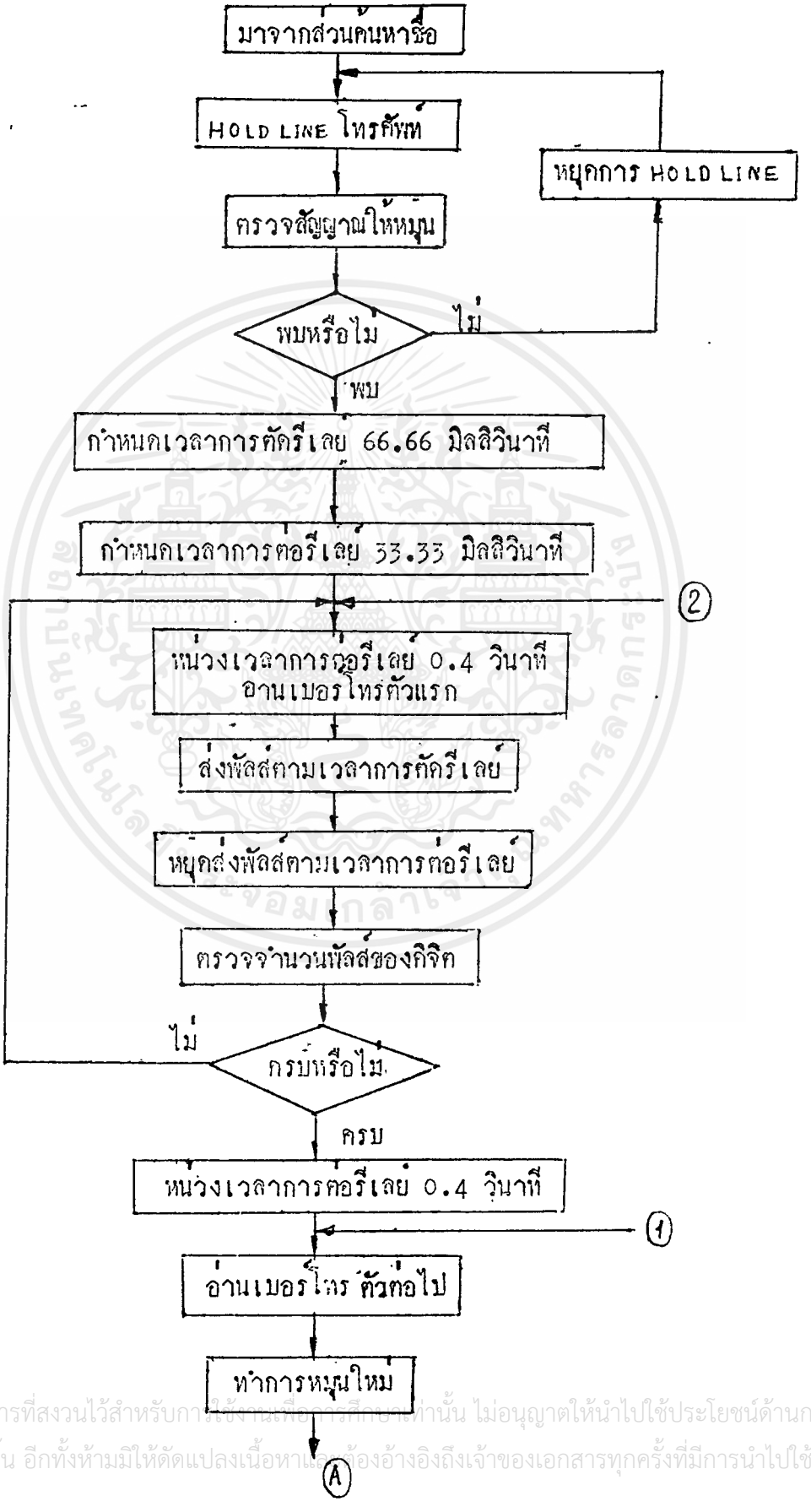
ในส่วนช่วยหมุน วงจรที่สำคัญได้แก่ส่วนตรวจสอบสัญญาณเรียก ซึ่งในโครงงานนี้ใช้วงจรกรองช่วงความถี่แบบแบนด์วิดธ์แคบ ทำให้ได้ผลเป็นที่น่าพอใจ แต่ก็อาจมีปัญหาทำให้เกิดความผิดพลาดอยู่บ้าง เนื่องจากสัญญาณโทรศัพท์ที่ผ่านตัวกลางเป็นระยะทางไกลๆ จะมีสัญญาณรบกวนเข้ามารบกวนมาก ซึ่งทำให้การตรวจสอบสัญญาณต่างๆ เกิดการผิดพลาดได้เป็นบางครั้ง และชุมสายแต่ละชุมสายซึ่งอยู่ใกล้ไกลไม่เท่ากันทำให้ช่วงเวลาการมีสัญญาณ 400 เฮิร์ต และไม่มีสัญญาณ 400 เฮิร์ต บางครั้งไม่เท่ากัน จะต้องสร้างวงจรให้ทำงานได้ทุกสถานะด้วย ในโครงงานนี้สามารถยุบเป็นระบบเดียวกันได้ โดยไม่ต้องอาศัย ซิงเกิลบอร์ดให้ยุ่งยาก เปลืองเนื้อที่ และยังช่วยลดต้นทุนด้วย การออกแบบแหล่งจ่ายไฟให้ระบบ ควรคำนึงถึงความต้องการของระบบให้พอเพียง มีความสามารถที่จะกำจัดสัญญาณรบกวนต่างๆ ได้ดี การระบายความร้อนให้ถูกต้อง เพื่อการใช้งานที่สมบูรณ์แบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

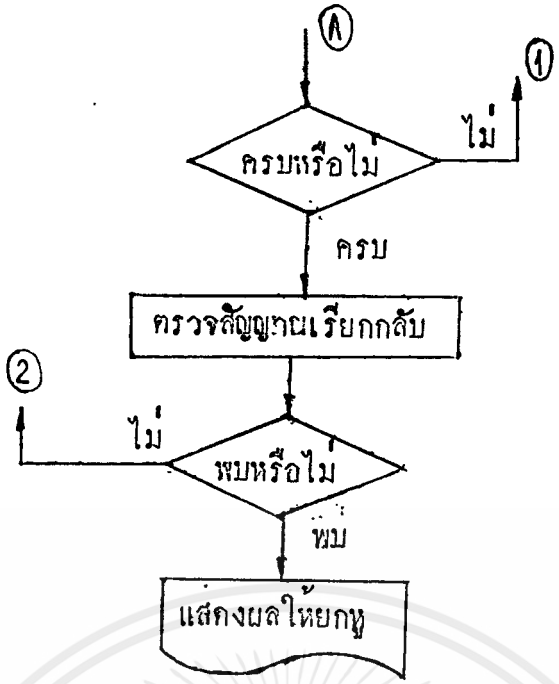
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมช่วยหมุน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                .z80
                                .phase  0e100h
E100  01 02 03 04       temp:   db      01,02,03,04,06
E104  06
E105  00 00 00 00       sample: db      00,00,00,00,00,00,00,00
E109  00 00 00 00
E10D  00 00 00 00               db      00,00,00,00,00,00,00,00
E111  00 00 00 00
E115  00 00 00 00               db      00,00,00,00,00,00,00,00
E119  00 00 00 00
E11D  00 00 00 00               db      00,00,00,00,00,00,00,00
E121  00 00 00 00
E125  00 00 00 00               db      00,00,00,00,00,00,00,00
E129  00 00 00 00
E12D                    dispcl:
E12D  41 42 44 48               db      041h,042h,044h,048h,050h,060h
E131  50 60
E133  BD 30 9B BA       number: db      0bdh,030h,09bh,0bah,036h,0aeh,0afh,038h,0bfh,0beh
E137  36 AE AF 38
E13B  BF BE

                                ;******** subroutine ********
E13D                    getdat:
E13D  C5                        push    bc
E13E  DD E5                     push    ix
E140  DD 21 E100                ld      ix,temp
E144  DB C0                     in      a,(0c0h)
E146  DD 77 00                  ld      (ix+0),a
E149  DB C1                     in      a,(0c1h)
E14B  DD 77 01                  ld      (ix+1),a
E14E  DB C2                     in      a,(0c2h)
E150  DD 77 02                  ld      (ix+2),a
E153  DB C3                     in      a,(0c3h)
E155  DD 77 03                  ld      (ix+3),a
E158  DB C4                     in      a,(0c4h)
E15A  DD 77 04                  ld      (ix+4),a
E15D  DB C5                     in      a,(0c5h)
E15F  DD 77 05                  ld      (ix+5),a
E162  0E 00                     ld      c,00
E164  06 06                     ld      b,06
E166  DD 7E 00          loop1:  ld      a,(ix+0)
E169  DD BE 01                  cp      (ix+1)
E16C  FA E173                   jp      M,less
E16F  79                        ld      a,c
E170  F6 01                     or      01
E172  4F                        ld      c,a
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
E173  CB 21          less:  sla   c
E175  DD 23                 inc   ix
E177  05                    dec   b
E178  C2 E166               jp    nz,loop1
E17B  79                    ld    a,c
E17C  DD E1                 pop   ix
E17E  C1                    pop   bc
E17F  C9                    ret

E180                cont:
E180  C5                    push  bc
E181  06 FF                 ld    b,0ffh
E183  0E FF         lpct1:  ld    c,0ffh
E185  3E CA         lpct2:  ld    a,0cah
E187  D3 01                 out   (01),a
E189  3E 44                 ld    a,044h
E18B  D3 02                 out   (02),a
E18D  0D                    dec   c
E18E  C2 E185               jp    nz,lpct2
E191  05                    dec   b
E192  C2 E183               jp    nz,lpct1
E195  C1                    pop   bc
E196  C9                    ret

E197                dspnum:
E197  1E FF         y2:     ld    e,0ffh
E199  0E FF         y1:     ld    c,0ffh
E19B  7E                    ld    a,(hl)
E19C  D3 01                 out   (01),a
E19E  3E 41                 ld    a,041h
E1A0  D3 02                 out   (02),a
E1A2  05                    dec   b
E1A3  C2 E199               jp    nz,y1
E1A6  1D                    dec   e
E1A7  C2 E197               jp    nz,y2
E1AA  C9                    ret

E1AB                dispnu:
E1AB  3E 23                 ld    a,023h
E1AD  D3 01                 out   (01),a
E1AF  3E 60                 ld    a,060h
E1B1  D3 02                 out   (02),a
E1B3  3E 40                 ld    a,040h
E1B5  D3 02                 out   (02),a
E1B7  3E B5                 ld    a,0b5h
E1B9  D3 01                 out   (01),a
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
E1BB  3E 50              ld    a,050h
E1BD  D3 02              out   (02),a
E1BF  3E 40              ld    a,040h
E1C1  D3 02              out   (02),a
E1C3  C9                 ret

E1C4                  dispno:
E1C4  3E 23              ld    a,023h
E1C6  D3 01              out   (01),a
E1C8  3E 60              ld    a,060h
E1CA  D3 02              out   (02),a
E1CC  3E 40              ld    a,040h
E1CE  D3 02              out   (02),a
E1D0  3E F5              ld    a,0f5h
E1D2  D3 01              out   (01),a
E1D4  3E 50              ld    a,050h
E1D6  D3 02              out   (02),a
E1D8  3E 40              ld    a,040h
E1DA  D3 02              out   (02),a
E1DC  C9                 ret

E1DD                  getkbd:
E1DD  D5                 push  de
E1DE  11 EA00            ld    de,0ea00h
E1E1  3E FE              ld    a,0feh
E1E3  21 F000            ld    hl,0f000h
E1E6  D3 02              out   (02),a
E1E8  DB 00              in    a,(00h)
E1EA  CB 47              bit   0,a
E1EC  C2 E1FA            jp    nz,lget1
E1EF  36 03              ld    (hl),03
E1F1  3E 79              ld    a,079h
E1F3  12                 ld    (de),a
E1F4  CD E197            call  dspnum
E1F7  C3 E2C0            jp    lget11
E1FA                  lget1:
E1FA  CB 4F              bit   1,a
E1FC  C2 E20A            jp    nz,lget2
E1FF  36 07              ld    (hl),07h
E201  3E 70              ld    a,070h
E203  12                 ld    (de),a
E204  CD E197            call  dspnum
E207  C3 E2C0            jp    lget11
E20A                  lget2:
E20A  3E FE              ld    a,0feh
E20C  D3 02              out   (02),a
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
E20E  DB 00                    in      a,(00)
E210  CB 47                    bit     0,a
E212  C2 E220                  jp      nz,lget3
E215  36 02                    ld      (hl),02h
E217  3E 9B                    ld      a,09bh
E219  12                       ld      (de),a
E21A  CD E197                  call    dspnum
E21D  C3 E2C0                  jp      lget11
E220                    lget3:
E220  CB 4F                    bit     1,a
E222  C2 E230                  jp      nz,lget4
E225  36 06                    ld      (hl),06
E227  3E AF                    ld      a,0afh
E229  12                       ld      (de),a
E22A  CD E197                  call    dspnum
E22D  C3 E2C0                  jp      lget11
E230                    lget4:
E230  3E FB                    ld      a,0fbh
E232  D3 02                    out     (02),a
E234  DB 00                    in      a,(00)
E236  CB 47                    bit     0,a
E238  C2 E246                  jp      nz,lget5
E23B  36 01                    ld      (hl),01
E23D  3E 30                    ld      a,030h
E23F  12                       ld      (de),a
E240  CD E197                  call    dspnum
E243  C3 E2C0                  jp      lget11
E246                    lget5:
E246  CB 4F                    bit     1,a
E248  C2 E256                  jp      nz,lget6
E24B  36 05                    ld      (hl),05
E24D  3E AE                    ld      a,0aeh
E24F  12                       ld      (de),a
E250  CD E197                  call    dspnum
E253  C3 E2C0                  jp      lget11
E256                    lget6:
E256  CB 57                    bit     2,a
E258  C2 E266                  jp      nz,lget7
E25B  36 09                    ld      (hl),09
E25D  3E BE                    ld      a,0beh
E25F  12                       ld      (de),a
E260  CD E197                  call    dspnum
E263  C3 E2C0                  jp      lget11
E266                    lget7:
E266  3E F7                    ld      a,0f7h
E268  D3 02                    out     (02),a
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
E26A  DB 00                    in      a,(00)
E26C  CB 47                    bit     0,a
E26E  C2 E27C                  jp      nz,lget8
E271  36 00                    ld      (hl),00
E273  3E BB                    ld      a,0bbh
E275  12                       ld      (de),a
E276  CD E197                  call    dspnum
E279  C3 E2C0                  jp      lget11
E27C                    lget8:
E27C  CB 4F                    bit     1,a
E27E  C2 E28C                  jp      nz,lget9
E281  36 04                    ld      (hl),04
E283  3E 36                    ld      a,036h
E285  12                       ld      (de),a
E286  CD E197                  call    dspnum
E289  C3 E2C0                  jp      lget11
E28C                    lget9:
E28C  CB 57                    bit     2,a
E28E  C2 E29C                  jp      nz,lget10
E291  36 08                    ld      (hl),08
E293  3E BF                    ld      a,0bfh
E295  12                       ld      (de),a
E296  CD E197                  call    dspnum
E299  C3 E2C0                  jp      lget11
E29C                    lget10:
E29C  3E 07                    ld      a,07
E29E  B9                       cp      c
E29F  CA E2AE                  jp      z,lget12
E2A2  3E 05                    ld      a,05
E2A4  B8                       cp      b
E2A5  CC E180                  call    z,cont
E2A8  CD E197                  call    dspnum
E2AB  C3 E1DD                  jp      getkbd
E2AE                    lget12:
E2AE  3E 07                    ld      a,07
E2B0  B9                       cp      c
E2B1  C2 E2BA                  jp      nz,lget13
E2B4  CD E1AB                  call    dispnu
E2B7  C3 E1DD                  jp      getkbd
E2BA                    lget13:
E2BA  CD E197                  call    dspnum
E2BD  C3 E1DD                  jp      getkbd
E2C0                    lget11:
E2C0  13                       inc     de
E2C1  C5                       push    bc
E2C2  06 FF                    ld      b,0ffh
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
E314  CD E336                    call    del66
E317  CD E323                    call    del33
E31A  0D                         dec     c
E31B  C2 E314                    jp      nz,diallp
E31E  CD E301                    call    d400ms
E321  C1                         pop     bc
E322  C9                         ret

E323                       del33:
E323  3E 80                      ld      a,080h
E325  D3 D2                      out     (0d2h),a
E327  C5                         push    bc
E328  06 15                      ld      b,015h
E32A                       l1d133:
E32A  0E FF                      ld      c,0ffh
E32C                       l2d133:
E32C  0D                         dec     c
E32D  C2 E32C                    jp      nz,l2d133
E330  05                         dec     b
E331  C2 E32A                    jp      nz,l1d133
E334  C1                         pop     bc
E335  C9                         ret

E336                       del66:
E336  3E 00                      ld      a,00
E338  D3 D2                      out     (0d2h),a
E33A  C5                         push    bc
E33B  06 2A                      ld      b,02ah
E33D                       l1d166:
E33D  0E FF                      ld      c,0ffh
E33F                       l2d166:
E33F  0D                         dec     c
E340  C2 E33F                    jp      nz,l2d166
E343  05                         dec     b
E344  C2 E33D                    jp      nz,l1d166
E347  C1                         pop     bc
E348  C9                         ret

                                 ;********  main program ********

E349  06 05                start:  ld      b,05
E34B  FD 21 E105                 ld      iy,sample
E34F  DB D0                st1:  in      a,(0d0h)
E351  CB 5F                      bit     3,a
E353  CA E34F                    jp      z,st1
E356  CD E13D                    call    getdat
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
E359  FD 77 00                ld      (iy),a
E35C  CD E1AB                 call    dispnu
E35F  0E 07                   ld      c,07
E361                  gettel:
E361  CD E1DD                 call    getkbd
E364  FD 23                   inc     iy
E366  FD 77 00                ld      (iy),a
E369  0D                      dec     c
E36A  C2 E361                 jp      nz,gettel
E36D  FD 23                   inc     iy
E36F  05                      dec     b
E370  C2 E34F                 jp      nz,st1
E373                  nofund:
E373  DB D0                   in      a,(0d0h)
E375  CB 5F                   bit     3,a
E377  CC E1C4                 call    z,dispno
E37A  CD E13D                 call    getdat
E37D  06 05                   ld      b,5
E37F  11 0008                 ld      de,08
E382  DD 21 E105              ld      ix,sample
E386                  testsp:
E386  DD BE 00                cp      (ix)
E389  CA E398                 jp      z,found
E38C  DD 19                   add     ix,de
E38E  05                      dec     b
E38F  C2 E386                 jp      nz,testsp
E392  CD E1C4                 call    dispno
E395  C3 E373                 jp      nofund
E398                  found:
E398  C5                      push    bc
E399  06 FF           loop13: ld      b,0ffh
E39B  0E FF           loop14: ld      c,0ffh
E39D  3E B6                   ld      a,0b6h
E39F  D3 01                   out     (01),a
E3A1  3E 60                   ld      a,060h
E3A3  D3 02                   out     (02),a
E3A5  3E 40                   ld      a,040h
E3A7  D3 02                   out     (02),a
E3A9  3E 8F                   ld      a,08fh
E3AB  D3 01                   out     (01),a
E3AD  3E 50                   ld      a,050h
E3AF  D3 02                   out     (02),a
E3B1  3E 40                   ld      a,040h
E3B3  D3 02                   out     (02),a
E3B5  3E AE                   ld      a,0aeh
E3B7  D3 01                   out     (01),a
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
E40B  3E 50        ld    a,050h
E40D  D3 02        out   (02),a
E40F  3E 40        ld    a,040h
E411  D3 02        out   (02),a
E413  3E 3D        ld    a,03dh
E415  D3 01        out   (01),a
E417  3E 48        ld    a,048h
E419  D3 02        out   (02),a
E41B  3E 40        ld    a,040h
E41D  D3 02        out   (02),a
E41F  3E B7        ld    a,0b7h
E421  D3 01        out   (01),a
E423  3E 44        ld    a,044h
E425  D3 02        out   (02),a
E427  3E 40        ld    a,040h
E429  D3 02        out   (02),a
E42B  3E B6        ld    a,0b6h
E42D  D3 01        out   (01),a
E42F  3E 42        ld    a,042h
E431  D3 02        out   (02),a
E433  3E 40        ld    a,040h
E435  D3 02        out   (02),a
E437  C3 E3FB      jp    ready

                   end   start
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Macros:

Symbols:

ANYDGT	E3DA	CONT	E180	D400MS	E301	DEL33	E323
DEL66	E336	DIAL	E310	DIALLP	E314	DIALTN	E3CE
DISPCL	E12D	DISPNO	E1C4	DISPNU	E1AB	DLLP1	E3E8
DLLP2	E3EA	DSPNUM	E197	FOUND	E398	GETDAT	E13D
GETKBD	E1DD	GETTEL	E361	L17	E2C4	L18	E2C6
L1DL33	E32A	L1DL66	E33D	L2DL33	E32C	L2DL66	E33F
LESS	E173	LGET1	E1FA	LGET10	E29C	LGET11	E2C0
LGET12	E2AE	LGET13	E2BA	LGET2	E20A	LGET3	E220
LGET4	E230	LGET5	E246	LGET6	E256	LGET7	E266
LGET8	E27C	LGET9	E28C	LOOP1	E166	LOOP13	E399
LOOP14	E39B	LOOP6	E306	LOOP7	E304	LPCT1	E183
LPCT2	E185	NOFUND	E373	NUMBER	E133	READY	E3FB
SAMPLE	E105	ST1	E34F	START	E349	TEMP	E100
TESTSP	E386	Y1	E199	Y2	E197		

No Fatal error(s)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้สำเร็จลงด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำจาก อาจารย์ สมยศ จุณณะปิยะ และ อาจารย์ในภาควิชาโทรคมนาคม ทุกท่าน

ผู้เขียนขอขอบพระคุณในความช่วยเหลือของทุก ๆ ท่านที่มีส่วนช่วยให้งานปริญญานิพนธ์ ครั้งนี้ สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผู้จัดทำ
20 กุมภาพันธ์ 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. กร.โกศล เกียรติสุวรรณ์, มร.ชิเงกิ โชจิ," เทคโนโลยีโทรคมนาคม", บริษัท สำนักพิมพ์แว่นกมล จำกัด,พิมพ์ครั้งที่ 3, 2527
2. สุชิน จำจด, "วิศวกรรมโทรศัพท์", ภาควิชาโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พิมพ์ครั้งที่ 4,2529
3. สุวัจชัย สวัสดิ์ศรี, "ET-ขูกไก้", วารสารเซมิคอนดักเตอร์อิเลคทรอนิคส์, ฉบับที่ 87, 2531
4. John L. Hilbrun, David E.Johnson, "Manual of Active Filter Design", McGraw-Hill Book Company,1973
5. Texas Instruments,"The TTL Data Book for Design Engineers", Texas Instruments Incorporated, 2nd, 1981
6. Multitech Industrial Corporation, "Micro-Professer MPF-I Exp. Manual", Anndigi Company, 1981
7. James W. Coffron, "Z-80 Application", Zibex, 1982
8. National Semiconductor,"Linear Databook", National Semiconductor Coporation, 1982

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้