ปีการศึกษา 2532

เครื่องคิดเงินการใช้โทรศัพท์

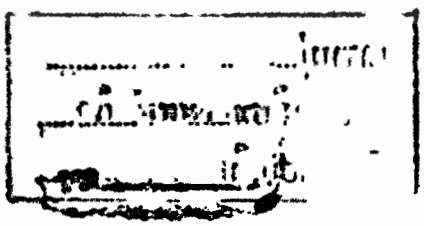
โดย

นาย สุเมธ ธเนศวงค์ 281291

นาย อุ่นดร แซ่ลิ้ม 281320

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. ลมยศ จุณณะปิยะ



ปพ.
ส๑๓
๒๕๓๑

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

023137 -8 ต.ค. 2532

เครื่องคิดเงินการใช้โทรศัพท์

สุเมธ ธเนศวงค์
อุ่นดร แซ่ลิ้ม

อ. สมยศ จุณณะปิยะ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2531

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เรียบเรียงจากผลงานที่ได้สร้างและพัฒนาขึ้นเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการคิดเงินค่าโทรศัพท์ โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์มาควบคุมระบบการทำงาน ซึ่งมีหลักการทำงานโดยการตรวจสอบว่า เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์มีความต้องการโทรติดต่อเรียกออก เครื่องก็จะตรวจสอบสถานะการเรียกออก เมื่อผู้เรียกใช้โทรศัพท์สามารถทำการเรียกติดต่อได้สำเร็จ แล้วสิ้นสุดการสนทนา และวางหูโทรศัพท์ เครื่องจะแสดงข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย เลขหมายโทรศัพท์ปลายทางของผู้รับ เวลาในการสนทนา คำนวณจำนวนเงินค่าใช้โทรศัพท์ โดยข้อมูลทั้งหมดจะแสดงผลออกจอภาพ และจะถูกพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ เพื่อใช้ตรวจสอบในภายหลัง จากวัตถุประสงค์ดังกล่าว จึงได้ทำการออกแบบสร้างและพัฒนาวงจรทั้งระบบฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์ ด้วยอุปกรณ์ที่มีราคาเหมาะสมและมีขีดความสามารถตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

(INTRODUCTION)

โทรศัพท์เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารที่มีความจำเป็นในชีวิตประจำวันด้วยเหตุผลที่ว่าระบบโทรศัพท์เป็นระบบโครงข่ายสื่อสารที่กว้างขวางและครอบคลุมพื้นที่ได้มากที่สุด และอำนวยความสะดวกรวดเร็วในการติดต่อและมีค่าใช้จ่ายน้อย.

บริษัทหรือสำนักงานใหญ่ๆที่มีคู่สายโทรศัพท์สายนอกจำนวนหลายคู่สาย หรือมีโทรศัพท์คู่สายภายในที่ใช้ในการติดต่อทั้งภายนอกและภายใน โดยปกติจะใช้เครื่องชุมสายโทรศัพท์แบบ PBX (PRIVATE BRANCH EXCHANGE) มาควบคุมการทำงานซึ่งอาจเป็นแบบ MANUAL หรือ AUTOMATIC เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์เรียกติดต่อออกไปยังภายนอก เครื่องชุมสายโทรศัพท์แบบ PBX จะไม่มีส่วนของการตรวจสอบ หรือบันทึกการใช้โทรศัพท์ของแต่ละคู่สาย ทำให้มีปัญหาเมื่อต้องการตรวจสอบว่าคู่สายโทรศัพท์ใดมีค่าใช้จ่ายการใช้บริการมากน้อยเพียงใดและจำนวนการใช้โทรศัพท์รวมทั้งสิ้นจะเท่ากับจำนวนที่มีในบิลเก็บเงินค่าบริการโทรศัพท์จากองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยหรือไม่ วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์นี้จึงคิดแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการนำไมโครคอมพิวเตอร์มาควบคุมระบบการทำงานเครื่องคิดเงินการใช้โทรศัพท์ เนื่องจากไมโครคอมพิวเตอร์ถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายมากในปัจจุบันและมีขีดความสามารถสูง.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC/XT (COMPATIBLE) เป็นตัวควบคุมการทำงานเครื่องคิดเงินการใช้โทรศัพท์ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. วงจรตรวจสอบการยกหู เป็นการตรวจสอบว่า มีการติดต่อใช้งานโทรศัพท์

2. วงจรตรวจสอบสัญญาณกริ่งเรียก เป็นส่วนตรวจสอบเพื่อแยกว่าเป็นการใช้งานโทรศัพท์ในฐานะผู้เรียกหรือผู้ตอบรับการเรียก

3. วงจรตรวจแยกสัญญาณโทน เป็นส่วนตรวจสอบเพื่อแยกสถานะการติดต่อว่าเป็นการเริ่มต้นการเรียก การติดต่อได้สำเร็จหรือไม่

4. วงจรตรวจนับสัญญาณพัลส์เลขหมายและเก็บข้อมูล ใช้ในการตรวจแยกว่าเป็นการเรียกทางไกลหรือภายในท้องถิ่น

5. ส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงาน เป็นส่วนควบคุมการตรวจสอบและประมวลผลข้อมูล เลขหมายผู้รับ ตรวจจับเวลาการสนทนา คำนวณเงินค่าใช้บริการ และนำผลที่ได้แสดงออกและพิมพ์เป็นหลักฐานเพื่อการตรวจสอบ หลังจากที่ผู้เรียกสามารถทำการเรียกติดต่อสำเร็จ แล้วสิ้นสุดการสนทนา และวางหูโทรศัพท์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีเนื้อเรื่องแยกหัวข้อเป็นบทๆดังนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงที่มาและแนวความคิดของวิทยานิพนธ์

บทที่ 2 เป็นการอธิบายทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง รายละเอียดของสัญญาณสมาชิกที่นำมาใช้ในการตรวจสอบการทำงาน ระบบการติดต่อของชุมสายทั้งด้านผู้เรียกและผู้รับสัญญาณต่างๆบนสล็อตของไอบีเอ็ม การต่ออินเทอร์เฟสและแนวทางการนำมาใช้ในโครงงาน

บทที่ 3 เป็นการอธิบายขั้นตอนการทำงาน แนวความคิดที่ใช้ตรวจสอบและแสดงบล็อคไดอะแกรม การคำนวณและออกแบบวงจรในส่วนฮาร์ดแวร์ และกล่าวถึงส่วนของโปรแกรมที่ใช้งาน

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลองที่ได้ใช้งาน

บทที่ 5 บทสรุปและวิจารณ์ ปัญหาต่างๆและข้อเสนอ แนวความคิดในการพัฒนาและแก้ไข

ภาคผนวก แสดงรายละเอียดโปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SINE WAVE มีความถี่ 400 Hz ส่งมาในคู่สายเป็นช่วงๆโดยเป็นช่วงจังหวะดัง 0.5 วินาที และเงียบ 0.5 วินาทีสลับกันและมีระดับขนาด 250-300 mVp-p แสดงดังภาพที่ 2.2

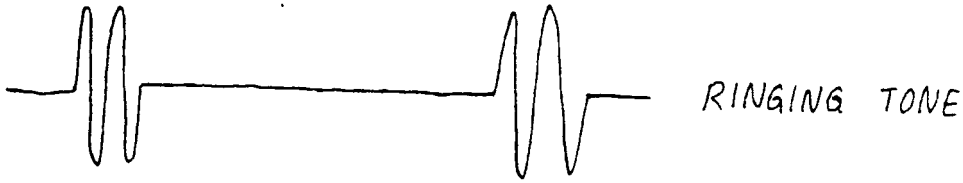
รูป 2.2 สัญญาณไม่ว่าง

3.สัญญาณเรียกกลับ (RBT : RINGBACK TONE) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงว่าการต่อทุกขั้นตอนตามความต้องการของผู้เรียก เครื่องชุมสายโทรศัพท์สามารถดำเนินการติดต่อสำเร็จและแจ้งให้ผู้เรียกทราบ สัญญาณเรียกกลับเป็นสัญญาณ SINE WAVE มีความถี่ 400 Hz ส่งออกมาเป็นช่วงๆ เป็นจังหวะดัง 1 วินาที และเงียบ 4 วินาที สลับกันไป และมีระดับขนาด 400 mVp-p แสดงดังภาพที่ 2.3

รูป 2.3 สัญญาณเรียกกลับ

4.สัญญาณกริ่งเรียก (RGT : RINGING TONE) เป็นสัญญาณเพื่อแสดงว่าการต่อทุกขั้นตอนตามความต้องการของผู้เรียกไปยังผู้รับ เครื่องชุมสายโทรศัพท์สามารถดำเนินการติดต่อสำเร็จ และส่งสัญญาณกริ่งให้ผู้รับมาตอบรับการเรียก สัญญาณกริ่งเรียกเป็นสัญญาณ SINE WAVE ที่มีความถี่ 20 Hz ส่งมาเป็นช่วงๆ โดยมีจังหวะดัง 1 วินาที และเงียบ 4 วินาที มีระดับขนาด 100 Vp-p แสดงดังภาพ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.4 สัญญาณกริ่งเรียก

2.2 ระบบการต่อของเครื่องชุมสายโทรศัพท์

2.2.1 ระบบการต่อทางด้านผู้เรียก

เมื่อผู้เรียกยกหูโทรศัพท์ขึ้นเพื่อทำการเรียกออก จะทำให้ระดับสัญญาณไฟตรง (D.C.VOLTAGE) ของคู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนจาก 48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์

ทำให้เครื่องชุมสายโทรศัพท์ทราบว่าเป็นการเริ่มต้นการเรียก ก็จะส่งสัญญาณให้หมุนไปยังผู้เรียก ในกรณีที่ OUTGOING TRUNK ไม่ว่าง ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียก เพื่อให้ผู้เรียกวางหูสักครู่แล้วจึงเริ่มทำการเรียกออกใหม่ เมื่อผู้เรียกได้ยินสัญญาณให้หมุน ก็จะทำการส่งเลขหมายของผู้รับไปยังชุมสาย อุปกรณ์ของชุมสายโทรศัพท์จะทำการแปลรหัส พร้อมกันนั้นชุมสายโทรศัพท์ก็จะตัดสัญญาณให้หมุน หลังจากได้รับสัญญาณเลขหมายตัวแรก เมื่อเครื่องชุมสายโทรศัพท์ได้รับเลขหมายของผู้รับ ก็จะทำการระบุตำแหน่งของชุมสายปลายทาง จากเลขหมายโดยพิจารณาเลขหมาย 3 หลักแรก เมื่อทราบตำแหน่งแล้วเครื่องชุมสายโทรศัพท์ก็จะทำการเลือกเส้นทาง (ROUTE) ระหว่างชุมสายผู้เรียกกับชุมสายผู้รับให้สามารถติดต่อกันได้แล้ว ก็จะส่งสัญญาณเรียกกลับไปยังผู้เรียก ขณะเดียวกันก็จะส่งสัญญาณกริ่งเรียกไปยังผู้รับ ในกรณีที่ผู้รับกำลังใช้โทรศัพท์อยู่ หรือชุมสายไม่สามารถหาเส้นทางติดต่อได้ชุมสายก็จะส่งสัญญาณไม่ว่างไปยังผู้เรียก เพื่อให้ผู้เรียกวางหู แล้วค่อยทำการเรียกใหม่ เมื่อผู้รับตอบรับการเรียก สัญญาณตอบรับ(ANSWER SIGNAL) ซึ่งเป็นสัญญาณ BACKWARD จะถูกส่งจากผู้รับไปยังชุมสาย ทำให้ชุมสายตัดสัญญาณกริ่งเรียกทางด้านผู้รับและยกเลิกสัญญาณเรียกกลับทางด้านผู้เรียก หลังจากนี้ผู้เรียกและผู้รับก็จะสามารถเริ่มต้นสนทนากันได้ เมื่อมีการวางหูของผู้เรียกและผู้รับเครื่องชุมสายโทรศัพท์ก็จะยกเลิกเส้นทางการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ระบบการต่อด้านผู้รับ

เมื่อเกิดการเรียกไปยังผู้รับได้สำเร็จ เครื่องชุมสายโทรศัพท์จะดำเนินการส่งสัญญาณกริ่งเรียกแจ้งไปยังผู้รับให้ทราบเพื่อทำการตอบรับการเรียก ถ้ายังไม่มีการตอบรับการเรียกภายในเวลา 90 วินาที สัญญาณกริ่งเรียกที่ถูกส่งมาอย่างสม่ำเสมอจะถูกยกเลิกโดยทางชุมสายโทรศัพท์และจะส่งสัญญาณไม่ว่างแจ้งไปยังผู้เรียกให้ทราบว่า ผู้รับไม่ตอบรับการเรียกและให้ทำการเรียกใหม่

กรณีที่ผู้รับตอบรับการเรียกทำให้ระดับสัญญาณไฟตรง (DC) เกิดการเปลี่ยนจาก 48 โวลท์เป็น 10 โวลท์เป็นการแจ้งให้ทางชุมสายโทรศัพท์ทราบสถานะการตอบรับการเรียก ทำให้เกิดการยกเลิกสัญญาณกริ่งเรียกด้านผู้รับและยกเลิกสัญญาณเรียกกลับด้านผู้เรียก หลังจากนั้นวงจรสนทนาระหว่างผู้เรียกและผู้รับสามารถเริ่มต้นการสนทนาได้ เมื่อเกิดสถานะการวางหูของผู้เรียกและผู้รับ ชุมสายโทรศัพท์จะทำการยกเลิกเส้นทางการติดต่อ

2.3 ระบบการกำหนดหมายเลขโทรศัพท์ (NUMBERING SYSTEM)

การต่อโทรศัพท์ของสมาชิกผู้เช่าแต่ละรายผ่านชุมสายโทรศัพท์จำเป็นต้องมีเลขหมายแทนชื่อผู้เช่า และเลขหมายที่ใช้จะต้องเกิดความสะดวกรวดเร็วในการเรียกติดต่อ

ในประเทศไทยการเรียกโทรศัพท์ภายในท้องถิ่นเดียวกัน กำหนดว่าจะต้องหมุนหมายเลขของชุมสายท้องถิ่น (LOCAL OFFICE) และจึงหมุนหมายเลขของผู้เช่า ในกรณีการต่อในเขตอื่นจะต้องมีเลขแสดงการผ่านศูนย์ทางไกลซึ่งเป็นเลขศูนย์ (0) ก่อนแล้วจึงหมุนหมายเลขของศูนย์โทรศัพท์ทางไกล (TOLL CENTER) ต่อจากนั้นจะเป็นเลขหมายของชุมสายท้องถิ่นและเลขหมายของผู้เช่า

กรณีเรียกท้องถิ่นเดียวกัน

K K K - X X X X

หมายเลขชุมสายท้องถิ่น หมายเลขผู้เช่า

กรณีเรียกทางไกล

0 F F K K K - X X X X

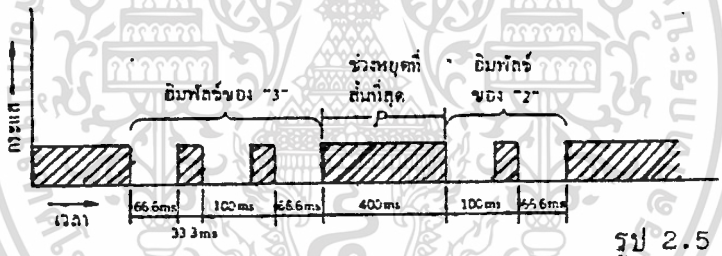
หมายเลขศูนย์ทางไกล ชุมสายท้องถิ่น หมายเลขผู้เช่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบสัญญาณหมายเลข

2.4.1 ระบบ (DECADE D.C. PULSE)

ระบบโทรศัพท์ที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบันระบบอิเล็คทรอนิคส์ (CROSS BAR) การต่อโทรศัพท์ จากหมายเลขหนึ่งอาศัยการหมุนหน้าปัทม์ (DIAL) หรือ แบบกดปุ่มเพื่อสร้างพัลส์ (PUSH BOTTON PULSE) เมื่อผู้เรียกยกหูฟังและได้ยินสัญญาณให้หมุนก็จะเริ่มทำการหมุนเลขหมายที่ต้องการ อุปกรณ์ DIAL IMPULSE CONTACT จะทำหน้าที่ตัดและต่อกระแสไฟตรงในคู่สายโทรศัพท์ โดยทำการตัดต่อกระแสไฟตรงเป็นจำนวนครั้ง เท่ากับจำนวนเลขหมาย มาตราฐานที่องค์การโทรศัพท์กำหนดให้มีความเร็วของพัลส์โดยเฉลี่ยมี 2 แบบ คือ แบบ 10 และ 20 พัลส์ต่อวินาที (PPS) และกำหนดอัตราส่วนของเวลา ของการตัดและการต่อของ DIAL IMPULSE CONTACT เป็น 2 : 1 กรณีแบบ 10 พัลส์ต่อวินาที จะมีอัตราส่วน TIME BREAK : TIME MAKE เป็น 66.6 : 33.3 msec และกำหนดให้มีช่วงระยะเวลาหยุดระหว่างหมายเลข (MINIMUM PAUSE) อย่างน้อย 400 msec ถ้าหากช่วงเวลาหยุดสั้นกว่านี้จะทำให้อุปกรณ์รับพัลส์หมายเลขไม่สามารถรู้ว่าเป็นหมายเลขอะไร



รูป 2.5 สัญญาณพัลส์ดี.ซี.

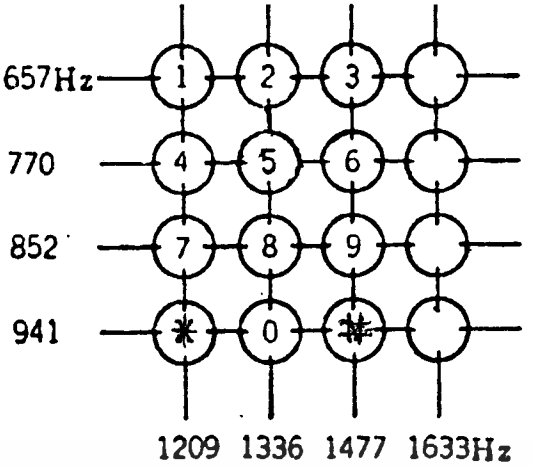
2.4.2 ระบบ DTMF (DUAL TONE MULTI FREQUENCY)

ในระบบชุมสายโทรศัพท์ (SPC : STORED PROGRAM CONTROL) การส่งหมายเลขให้ชุมสายโทรศัพท์รับทราบจะไม่เป็นการหมุนหน้าปัทม์เพื่อตัดต่อกระแสไฟตรงของคู่สาย แต่จะเป็นการกดปุ่มเพื่อส่งสัญญาณคู่ความถี่ออกไปเรียกว่า สัญญาณ DTMF ระบบสัญญาณนี้มีข้อดีคือ

- ใช้เวลาในการเรียกติดต่อส่งหมายเลขน้อยลง
- มีความผิดพลาดในการส่งหมายเลขน้อย
- สามารถเพิ่มบริการพิเศษอื่น ๆ ได้

ระบบสัญญาณแบบนี้ประกอบด้วยความถี่ที่แตกต่างกัน 8 ความถี่ ในหนึ่งสัญญาณเลขหมายประกอบด้วย 2 ความถี่ คือ กลุ่มสัญญาณความถี่ต่ำและกลุ่มสัญญาณความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.6 แสดงความถี่สัญญาณ DTMF

2.5 สัญญาณต่างๆ บนสล็อตของไอบีเอ็มพีซี

ภายในไอบีเอ็มพีซีได้มีการออกแบบให้สามารถที่จะเพิ่มเติมวงจรอินเทอร์เฟสเข้าไปได้ในภายหลังได้โดยผ่านทางสล็อตที่อยู่บนเมนบอร์ดจำนวน 5 สล็อต ซึ่งแต่ละสล็อตจะมีจำนวนขาทั้งสิ้น 62 ขา แบ่งออกเป็น 2 ด้าน ด้านละ 31 ขา โดยการเรียกตำแหน่งของขาบนสล็อตจะใช้อักษรนำ ด้านที่อยู่ทางขวาของสล็อตจะใช้อักษร A นำหน้าเลขตำแหน่งของขาส่วนด้านซ้ายก็จะใช้อักษร B นำหน้า เช่น ขา A24 ก็คือ ขาด้านขวาของสล็อตขาที่ 24

แต่ละขาของสล็อตจะเชื่อมต่อกับเส้นสัญญาณบนเมนบอร์ด ทำให้การสร้างวงจรอินเทอร์เฟสทำได้โดยสะดวก เส้นสัญญาณที่เชื่อมต่อกับขาของสล็อตประกอบด้วย

เส้นสัญญาณบัสแอดเดรส , บัสข้อมูล , บัสควบคุมการเขียนอ่านหน่วยความจำหรือพอร์ทไอโอ , เส้นสัญญาณขออินเทอร์รัพท์ , ขอ DMA , เส้นสัญญาณรีเฟรชหน่วยความจำ นอกจากเส้นสัญญาณเหล่านี้แล้ว สล็อตบนเมนบอร์ดยังเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟของระบบด้วย

รายละเอียดเกี่ยวกับสัญญาณต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในโครงงานนี้

A0-A19 (ADDRESS BUS : ขา A31-A12)

ขาสัญญาณทั้ง 20 ขานี้เป็นเอาท์พุท ใช้สำหรับกำหนดแอดเดรสของหน่วยความจำหรืออุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทที่ 8088 ต้องการติดต่อด้วย โดยที่ A0 จะเป็นนัยสำคัญต่ำสุด (LSB : LEAST SIGNNIFICANT BIT) และ A19 จะมีนัยสำคัญสูงสุด (MSB : MOST SIGNIFICANT BIT) ค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรส A0-A19 นี้ถูกกำหนดโดย 8088 ในขบวนการอ่าน/เขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำหรืออุปกรณ์อินพุทเอาท์พุท แต่ในช่วงขบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DMA นั้น DMA CONTROLLER จะเป็นผู้กำหนดบัสแอดเดรสเอง (ระหว่างนี้ 8088 จะถูกตัดจากระบบ จะเห็นได้ว่าจำนวนเส้นแอดเดรส 20 เส้นสามารถที่ตะอ้างแอดเดรสของหน่วยความจำได้ถึง 1 MByte แต่จะมีแอดเดรสบางแอดเดรสถูกใช้งานโดยระบบอยู่ก่อนแล้วคือ แอดเดรสของหน่วยความจำแรมบนเมนบอร์ดจำนวน 64 KByte และแอดเดรสสำหรับหน่วยความจำรอมจำนวน 48 KByte ซึ่งถูกจัดในช่วงแอดเดรสบนสุดคือ ØFCØØH-ØFFFFH

สำหรับการอ้างแอดเดรสของพอร์ทอินพุทเอาท์พุทจะใช้เส้นแอดเดรสเพียง16เส้น คือ AØ-A15 ทำให้อ้างแอดเดรสของพอร์ทได้ 64K พอร์ท โดยผ่านทางชุดคำสั่ง IN และ OUT ส่วนแอดเดรส A16-A19 จะไม่ถูกใช้งานแต่ภายในไอบีเอ็มพีซีจะใช้เส้นแอดเดรสในการอ้างแอดเดรสของพอร์ทเพียง 1Ø เส้นคือ AØ-A9 และค่าแอดเดรสที่ใช้งานจะอยู่ในช่วง Ø2ØØH-Ø3FFH

DØ-D7 (DATA BUS : ขา A9-A2)

ขาสัญญาณนี้เป็นแบบ BIDIRECTIONAL ซึ่งต่อกับบัสข้อมูลของระบบเพื่อทำหน้าที่ในการส่งผ่านข้อมูลระหว่างพอร์ทอินพุทเอาท์พุทกับระบบ โดยบิท DØ มีนัยสำคัญต่ำสุดและบิท D7 มีนัยสำคัญสูงสุด สำหรับในบัสไซเคิลของการเขียนข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นโดย 8088 ข้อมูลจะถูกส่งออกมาบนบัสข้อมูลก่อนที่สัญญาณ IOW หรือ MEMW จะเปลี่ยนจากลอจิก "Ø" เป็นลอจิก "1" (ขอบขาขึ้น) โดยทั่วไปขอบขาขึ้นของสัญญาณ IOW หรือ MEMW จะถูกใช้เพื่อสั่งให้พอร์ทอินพุทเอาท์พุทหรือหน่วยความจำที่มีแอดเดรสตรงกับค่าแอดเดรสบนบัสข้อมูลรับข้อมูลเก็บไว้ สำหรับในบัสไซเคิลการอ่านข้อมูลที่สร้างขึ้นโดย 8088 นั้นพอร์ทอินพุทเอาท์พุทหรือหน่วยความจำที่ถูกอ้างถึงจะต้องส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูลก่อนที่สัญญาณ IOR หรือ MEMR จะเปลี่ยนจากลอจิก "Ø" เป็นลอจิก "1" (ขอบขาขึ้น)

IOR (I/O READ : ขา B14)

ขาสัญญาณนี้เป็นเอาท์พุทแอคทีฟที่ลอจิก "Ø" ที่สร้างขึ้นโดย 8288 บัสคอนโทรลเลอร์เพื่อแสดงว่าบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นเป็นบัสไซเคิลของการอ่านข้อมูลจากพอร์ทอินพุทเอาท์พุทเพื่อให้พอร์ทที่มีแอดเดรสตรงกับแอดเดรสบนบัสแอดเดรสส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูล โดยข้อมูลจะถูกส่งออกมาบนบัสข้อมูลก่อนขอบขาขึ้นของสัญญาณ IOR ประมาณ 3Ø nanosec เพื่อให้ 8088 รับข้อมูลได้ถูกต้อง สำหรับในขบวนการ DMA 8237A-5 DMA CONTROLLER จะสร้างสัญญาณ IOR เอง โดยที่ค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสจะเป็นค่าแอดเดรสของหน่วย

023137
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความจำ (แทนที่จะเป็นแอดเดรสของพอร์ทไอโอ) ที่พอร์ทไอโอที่ขอ DMA ต้องการจะนำข้อมูลไปเก็บ การที่พอร์ทใดจะส่งข้อมูลออกมาบนบัสข้อมูลนั้นจะอาศัยสัญญาณ DACK จาก DMA CONTROLLER เป็นตัวกำหนด เช่น กรณีสัญญาณ DACK 1 แอคทีฟแสดงว่าพอร์ทไอโอที่ต้องการส่งข้อมูลบนบัสข้อมูลคือ พอร์ทไอโอที่ขอ DMA ผ่านทางแชนแนลที่ 1

IOW (I/O WRITE : ขา B13)

ขาสัญญาณนี้เป็นเอาท์พุทแอคทีฟที่ลอจิก "0" ซึ่งถูกสร้างโดย 8288 BUS CONTROLLER เพื่อแสดงว่าบัสไซเคิลที่เกิดขึ้นนี้เป็นบัสไซเคิลของการเขียนข้อมูลลงบนพอร์ทไอโอเพื่อให้พอร์ทที่มีแอดเดรสตรงกับแอดเดรสบนบัสแอดเดรสรับข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลไปเก็บไว้ เนื่องจากในช่วงที่สัญญาณ IOW นี้แอคทีฟข้อมูลบนบัสข้อมูลอาจยังไม่สมบูรณ์ ดังนั้นในการออกแบบจึงควรใช้ขอบขาขึ้นของสัญญาณ IOW แทนขอบขาลงเพื่อให้ข้อมูลบนบัสข้อมูลสมบูรณ์เสียก่อน สำหรับในขบวนการ DMA นั้น DMA CONTROLLER จะทำการสร้างสัญญาณ IOW เองโดยที่ค่าแอดเดรสบนบัสแอดเดรสจะเป็นค่าแอดเดรสของหน่วยความจำที่พอร์ทไอโอที่ขอ DMA ต้องการอ่านข้อมูล

AEN (ADDRESS ENABLE : ขา A11)

สัญญาณนี้เป็นเอาท์พุทที่ใช้ในการแสดงว่า บัสไซเคิลที่เกิดขึ้นในช่วงที่สัญญาณ AEN แอคทีฟ (ลอจิก 1) เป็นบัสไซเคิลของขบวนการ DMA

สำหรับบนเมนบอร์ด IBM/PC จะใช้สัญญาณนี้ในการดีสเอเบิล (DISABLE) 8288 BUS CONTROLLER และ จะใช้ดีสเอเบิลพอร์ทไอโอต่าง ๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องกับขบวนการ DMA ที่จำเป็นต้องทำเช่นนี้เพราะในขบวนการ DMA 8237A-5 จะส่งแอดเดรสของหน่วยความจำออกมาบนบัสแอดเดรสทำให้สัญญาณ IOR หรือ IOW แอคทีฟด้วย ดังนั้นถ้าไม่ทำการดีสเอเบิลพอร์ทไอโอที่ไม่เกี่ยวข้องอาจทำให้พอร์ทไอโอที่มีแอดเดรสตรงกับแอดเดรสบนบัสแอดเดรส (ซึ่งเป็นแอดเดรสของหน่วยความจำ) ทำการอ่านหรือส่งข้อมูลลงบนบัส ทำให้เกิดความผิดพลาดได้

+5Vdc (ขา B3 และ B29)

ขาทั้ง 2 นี้ต่อกับแหล่งจ่ายไฟ DC +5V ของระบบโดยมีค่าความเที่ยงตรง (REGULATED) +5% คืออยู่ในช่วง 4.75 ถึง 5.2 V

-5Vdc (ขา B5)

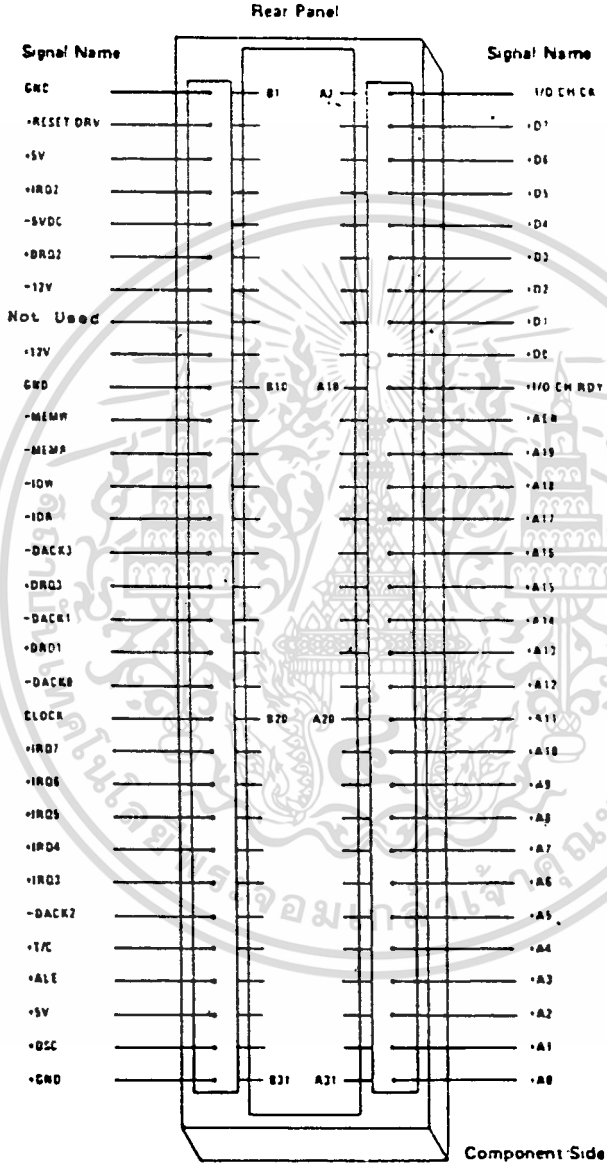
ขานี้ต่อกับแหล่งจ่ายไฟ DC -5V ของระบบโดยมีค่าความเที่ยงตรง (REGULATED)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+10% คืออยู่ในช่วง -5.5 ถึง -4.5 Vdc

GND (ขา B1,B10 และ B31)

ขาทั้ง 3 นี้จะต่อเข้ากับกราวด์ของระบบ



รูป 2.7 แสดงสัญญาณบนสล็อต IBM/PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การจัดแอดเดรสสำหรับพอร์ทอินพุทเอาท์พุทใน IBM/PC

การอ้างแอดเดรสของพอร์ทอินพุทเอาท์พุท

ในการควบคุมและตรวจสอบสภาวะการทำงาน รวมทั้งการอ่านข้อมูลจากอุปรณ์ที่เป็นชิพชัพพอร์ทหรือคาร์ทต่างๆที่ใช้ในระบบของ IBM/PC นั้น จะกระทำโดยผ่านทางพอร์ทอินพุทเอาท์พุทของระบบ ดังนั้นในการที่จะใช้งานหรือควบคุมการทำงานของอุปรณ์เหล่านี้ จึงจำเป้นที่จะต้องศึกษาถึงวิธีการควบคุมพอร์ทอินพุทเอาท์พุทต่างๆของระบบด้วย และเนื่องจากการควบคุมหรือติดต่อกับพอร์ทเหล่านี้ ต้องกระทำโดยการถึงแอดเดรสของพอร์ทอินพุทเอาท์พุทเหล่านั้นโดยตรง เราจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงหลักการอ้างแอดเดรสของ 8088 ใน IBM/PC ด้วย

สำหรับแอดเดรสของพอร์ทอินพุทเอ่ท์พุทต่างๆนั้น จะเป็นแอดเดรสที่ถูกสร้างขึ้นโดย 8088 ซึ่งแอดเดรสเหล่านี้เป็นแอดเดรสที่จัดไว้สำหรับพอร์ทอินพุทเอาท์พุทโดยเฉพาะ คือแยกจากแอดเดรสของหน่วยความจำโดยเด็ดขาด ส่วนการส่งข้อมูลให้กับพอร์ทเหล่านี้จะทำได้โดยการใช้คำสั่ง OUT ของ 8088 ส่งข้อมูลนั้นไปยังแอดเดรสของพอร์ทที่ต้องการ และสำหรับการตรวจสอบหรืออ่านข้อมูลจากพอร์ท ก็จะกระทำได้โดยใช้คำสั่ง IN ของ 8088 อ่านข้อมูลจากแอดเดรสของพอร์ทที่ต้องการเช่นกัน

ภายในไมครโปรเซสเซอร์เบอร์ 8088 นี้จะมีแอดเดรสที่สำหรับใช้กับพอร์ทอินพุทเอาท์พุทอยู่ทั้งสิ้น 65,536 หรือ 64K แอดเดรส (ในขณะที่มีแอดเดรสสำหรับหน่วยความจำอยู่ 1Mbyte) ซึ่งทำให้การอ้างแอดเดรสของพอร์ทอินพุทเอาท์พุทที่ทำงานร่วมกับ 8088 นั้น ต้องใช้จำนวนเส้นแอดเดรสในบัสแอดเดรสทั้งสิ้น 16 เส้น คือ A0-A15 แต่สำหรับใน IBM/PC นี้ถูกออกแบบมาให้ใช้เส้นแอดเดรสเฉพาะ 10 เส้นคือ A0-A9 เท่านั้น ดังนั้นในการอ้างถึงแอดเดรสของพอร์ทของอุปกรณ์หรือชิพชัพพอร์ทใดๆที่ใช้ร่วมกับ IBM/PC จึงใช้จำนวนเส้นแอดเดรสเพียง 10 เส้นด้วย โดยเส้นแอดเดรสที่เหลือคือ A10-A15 นั้นจะไม่ถูกนำไปใช้งาน อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าเส้นแอดเดรส A10-A15 จะไม่ถูกนำไปใช้งาน แต่ค่าแอดเดรสบนเส้นแอดเดรสเหล่านี้ยังคงเปลี่ยนแปลงตามค่าของพอร์ทที่กำหนดไว้ในคำสั่ง OUT หรือ IN อยู่ด้วย เพียงแต่ว่าไม่ได้ถูกนำมาดีโค้ดร่วมกับแอดเดรส A0-A9 เท่านั้น ตัวอย่างเช่นในการใช้คำสั่ง OUT ส่งข้อมูลไปยังพอร์ทที่ตรงกับแอดเดรส 0010H นั้นจะให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลเหมือนกับการส่งข้อมูลไปยังพอร์ทที่ตรงกับแอดเดรส 0410H,0810H,0C10H ทั้งนี้เนื่องจากแอดเดรส 6 บิทบนไม่ได้ถูกใช้งาน จึงทำให้การเปลี่ยนแปลงค่าแอดเดรสบนเส้นแอดเดรส A10-A15 นั้นไม่ทำให้เกิดความแตกต่างใดๆขึ้น

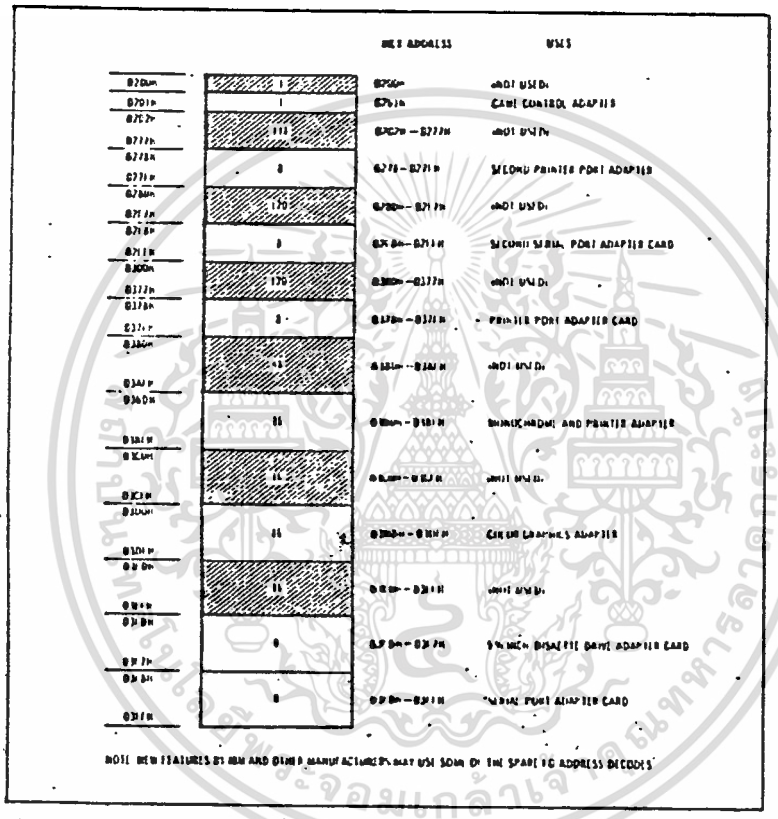
เนื่องจากใน IBM/PC ได้ใช้งานเส้นแอดเดรสเพียง 10 เส้น คือ A0-A9 ดังนั้นจึงสามารถที่จะอ้างแอดเดรสของพอร์ทได้สูงสุดเพียง 1024 พอร์ท (จากจำนวน 64K พอร์ท) เท่านั้น นอกจากนี้ในกรณีที่เป็นการอ่านข้อมูลจากพอร์ทของ IBM/PC ข้อมูลในบิท A9 จะถูกจัดให้มีหน้าที่ในการแบ่งพอร์ททั้ง 1024 พอร์ทออกเป็น 2 ส่วน (ส่วนละ 512 พอร์ท) อีกด้วย กล่าวคือถ้าข้อมูลในบิท A9 มีค่าเป็น "0" แล้ว เราจะทำการอ่านข้อมูลได้เฉพาะจากพอร์ทของอุปกรณ์หรือชิพซัพพอร์ทต่างๆที่อยู่บนเมนบอร์ท (MAIN BOARD) ของ IBM/PC เช่น 8253-5, 8237-5 หรือ 8259A เท่านั้น แต่ถ้าข้อมูลในบิท A9 นี้เป็น "1" ก็จะทำการอ่านข้อมูลได้เฉพาะจากพอร์ทที่อยู่บนคาร์ทต่างๆเท่านั้น

จากที่ได้กล่าวมานั้นจะสรุปได้ว่าพอร์ทบน IBM/PC ทั้ง 1024 พอร์ทถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม โดยที่กลุ่มแรกเป้ฯกลุ่มของพอร์ทที่อยู่บนเมนบอร์ท และกลุ่มที่สองเป็นกลุ่มที่จัดเตรียมไว้สำหรับพอร์ทที่อยู่บนคาร์ทต่างๆ

สำหรับในกรณีของการส่งข้อมูลให้กับพอร์ททั้ง 1024 พอร์ท เราสามารถที่จะเลือกส่งไปยังพอร์ทใดๆใน IBM/PC ได้ ดังนั้นการเลือกแอดเดรสสำหรับพอร์ทที่อยู่บนคาร์ทจึงสามารถทำได้โดยสะดวก แต่อย่างไรก็ตามสิ่งหนึ่งที่ต้องคำนึงถึงก็คือถ้าแอดเดรสที่เราเลือกให้กับพอร์ทนี้ตรงกับค่าแอดเดรสเดิมที่มีอยู่บนเมนบอร์ทแล้ว เมื่อเราทำการส่งข้อมูลให้กับพอร์ทที่อยู่ในตำแหน่งแอดเดรสนี้ ก็จะเท่ากับเป็นการส่งข้อมูลให้กับทีงพอร์ทที่อยู่บนเมนบอร์ทและพอร์ทที่อยู่บนคาร์ทด้วย ซึ่งในกรณีเช่นนี้อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้เช่นกัน ดังนั้นในการกำหนดค่าแอดเดรสให้กับพอร์ทที่ถูกสร้างขึ้นบนคาร์ทต่างๆ จึงควรจะใช้ค่าแอดเดรสที่แอดเดรสบิท A9 มีค่า "1" คือ แอดเดรส 0FE00H จนถึง 0FFFFH เท่านั้น (แอดเดรสในฐานสองทั้งหมด แต่ในการใช้งานจริงอาจเปลี่ยนให้แอดเดรส A10-A15 แต่ละบิทมีค่าเป็น "1" หรือ "0" ก็ได้)

สำหรับรูปที่ 2.9 นี้ จะแสดงถึงการใช้งานแอดเดรสบิทต่างๆในการอ้างแอดเดรสของพอร์ทใน IBM/PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.8 แสดงแอดเดรสของพอร์ทไอโอที่ว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

การคำนวณและออกแบบวงจร

จากรายละเอียดที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับสัญญาณโทนต่างๆของระบบชุมสายโทรศัพท์ที่ส่งมายังสมาชิกผู้ใช้บริการสามารถสรุปแนวความคิดในการตรวจสอบการใช้งานโทรศัพท์.

แนวความคิดการตรวจสอบการตอบรับสายของผู้รับโดยใช้สัญญาณเรียกกลับเป็นสัญญาณตรวจสอบการรับสาย เพราะระบบการทำงานของเครื่องชุมสายโทรศัพท์ระบบอิเล็คทรอนิคส์ หรือ SPC (STORED PROGRAM CONTROL) ในปัจจุบันเมื่อผู้เรียกและผู้รับสามารถเรียกติดต่อได้สำเร็จ ขั้วของคู่สายโทรศัพท์จะไม่มีการสลับขั้ว กรณีที่มีการสลับขั้วของคู่สายก็มีเฉพาะชุมสายในระบบครอสบาร์เท่านั้น แนวความคิดของการใช้สัญญาณเรียกกลับนี้สามารถใช้ตรวจสอบกับระบบชุมสายโทรศัพท์ทั่วไป และแก้ปัญหาเกี่ยวกับความไม่แน่นอนของการสลับขั้วจากชุมสายโทรศัพท์ รายละเอียดของบทนี้กล่าวถึงขั้นตอนการตรวจสอบการใช้งานโทรศัพท์ และแนวความคิดที่ใช้ในการออกแบบและสร้างวงจรตรวจสอบ.

3.1 ขั้นตอนการตรวจสอบการใช้โทรศัพท์

1. เริ่มต้น เมื่อมีการวางหูโทรศัพท์ ส่วนของซอฟแวร์จะสั่งให้ซีพียูทำการเคลียร์ข้อมูลของพอร์ทไอโอต่างๆ.

2. วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ จะตรวจสอบว่ามีผู้เรียกทำการยกหูโทรศัพท์เพื่อเรียกติดต่อหรือไม่.

3. ถ้ามีการยกหูโทรศัพท์ วงจรตรวจสอบสัญญาณกริ่งเรียกจะตรวจสอบว่ามีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามาหรือไม่.

4. ถ้ามีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามา แสดงว่า เป็นการยกหูโทรศัพท์เพื่อตอบรับการเรียก กรณีนี้จะไม่มีผลต่อการทำงานในส่วนของเครื่องคิดเงินโทรศัพท์.

5. ถ้าไม่มีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามา แสดงว่า เป็นการยกหูโทรศัพท์เพื่อทำการเรียกติดต่อออก วงจรตรวจสอบสัญญาณให้หมุนจะตรวจสอบว่าผู้เรียกได้รับสัญญาณให้หมุนเพื่อเริ่มติดต่อได้หรือไม่.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. เมื่อได้รับสัญญาณให้หมุน วงจรตรวจนับเลขหมายจะนับพัลส์เลขหมายของผู้รับและเก็บข้อมูลเลขหมายผู้รับสำหรับการเรียกออกทุกครั้ง โดยเก็บเลขหมายทั้งสิ้นจำนวน 9 หลัก เพราะในกรณีที่เป็นการเรียกทางไกลจากเขตนครหลวงไปยังเขตภูมิภาค เลขหมายจะประกอบด้วยรหัสทางไกล 3 หลักและเลขหมายชุมสายปลายทาง 3 หลัก เลขหมายสมาชิก 3 หลัก ในกรณีที่เป็นการเรียกจากเขตภูมิภาคไปนครหลวงก็จะเป็น 9 หลักเช่นกัน เลขหมายที่เก็บเพื่อใช้ในการตรวจสอบว่าเป็นการเรียกทางไกลหรือเป็นการเรียกในท้องถิ่น โดยตรวจสอบว่าเลขหมายหลักแรกเป็นเลข 0 หรือไม่ ในกรณีทางไกลจะเป็นเลข 0 .

7. เมื่อวงจรตรวจนับเลขหมายเก็บข้อมูลที่เป็นเลขหมายของผู้รับเสร็จเรียบร้อยส่วนของวงจรตรวจสอบสัญญาณโทนจะแสดงสถานะการเรียกติดต่อ.

8. กรณีการเรียกติดต่อสำเร็จ จะได้รับสัญญาณเรียกกลับ วงจรตรวจสอบสัญญาณโทนจะให้ลอจิก 1 กรณีการเรียกติดต่อไม่สำเร็จจะได้รับสัญญาณไม่ว่าง วงจรตรวจสอบสัญญาณโทนจะให้ลอจิก 0 .

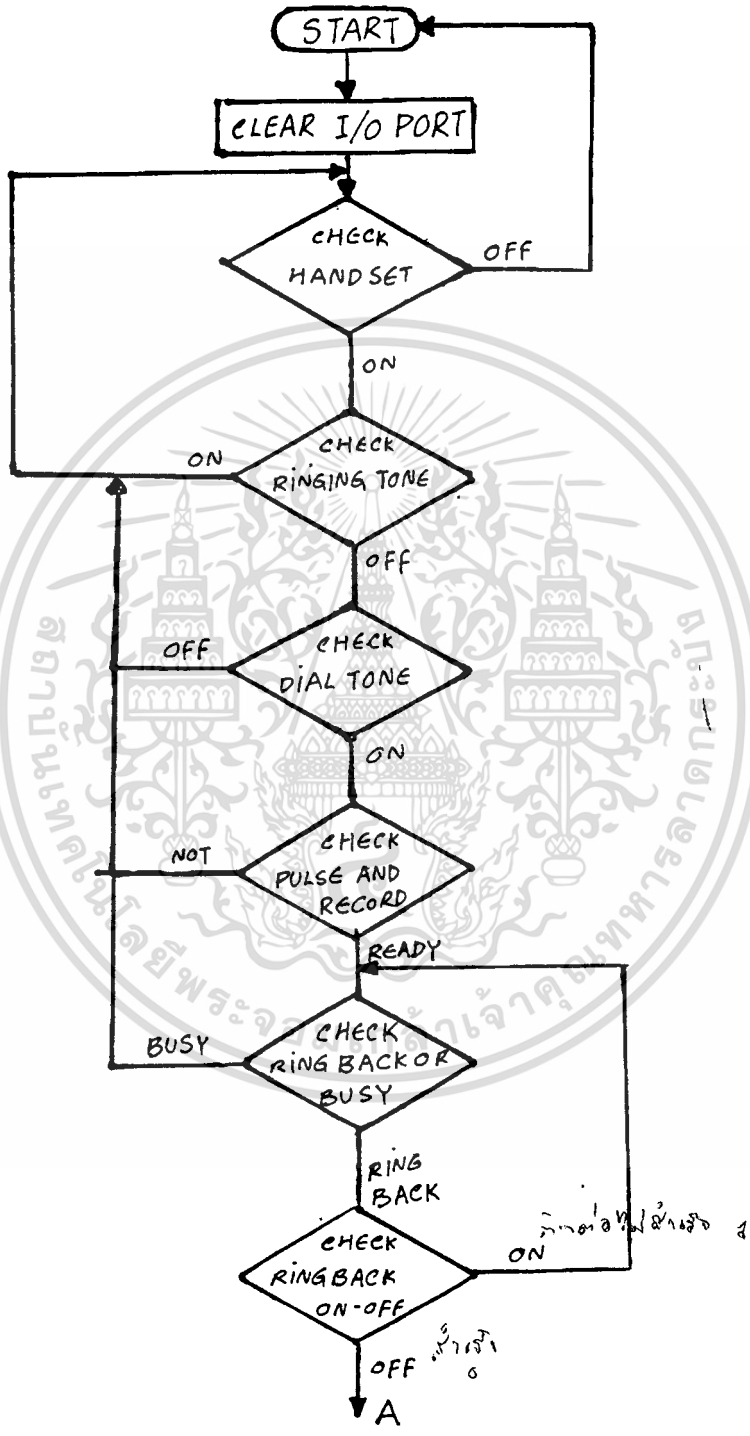
9. กรณีการเรียกติดต่อสำเร็จ เมื่อผู้รับมาตอบรับการเรียกจะทำให้สัญญาณเรียกกลับที่ชุมสายโทรศัพท์ส่งกลับมาหมดไป โดยอาศัยการหมดไปของสัญญาณเรียกกลับและการถือหูโทรศัพท์ของผู้เรียกเป็นการแสดงว่า การเรียกติดต่อสำเร็จ.

10. เมื่อการเรียกติดต่อสำเร็จ จะทำให้วงจรตรวจจับเวลาการใช้โทรศัพท์เริ่มต้นทำงาน ขณะที่ทำการสนทนา ข้อมูลเกี่ยวกับหมายเลขของผู้รับจะถูกตรวจสอบว่าเป็นการเรียกทางไกลหรือการเรียกภายในท้องถิ่น เพื่อคำนวณจำนวนเงินการใช้บริการ.

11. เมื่อการติดต่อสิ้นสุดลงและผู้เรียกวางหูโทรศัพท์ วงจรตรวจนับเวลาจะสิ้นสุดการทำงาน ข้อมูลที่เป็นเลขหมายของผู้รับ เวลาการสนทนาจะถูกใช้ในการคำนวณเงินค่าโทรศัพท์และแสดงผลข้อมูลทั้งหมดออกบนจอภาพและพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ เพื่อการตรวจสอบในภายหลัง.

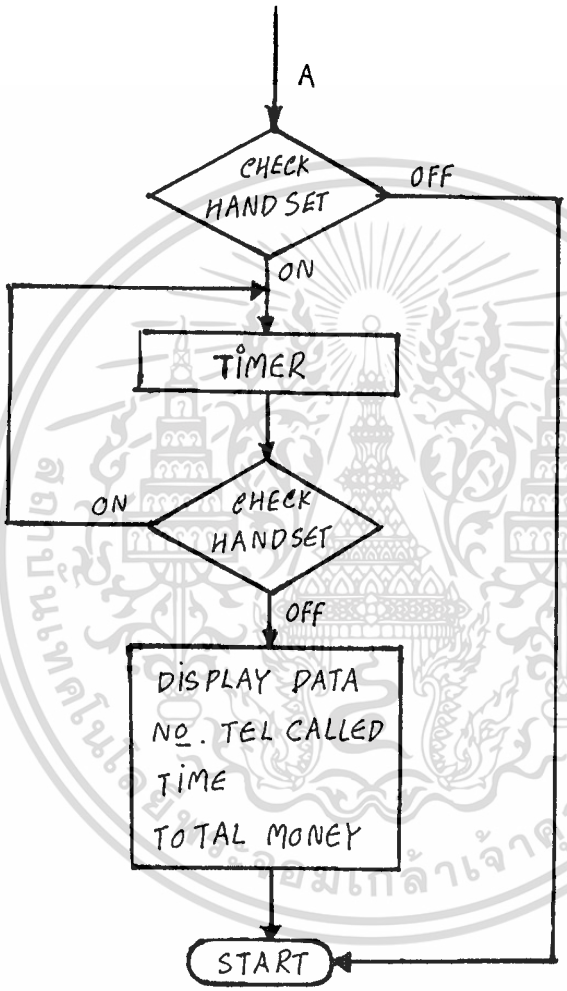
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 FLOW CHART แสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ



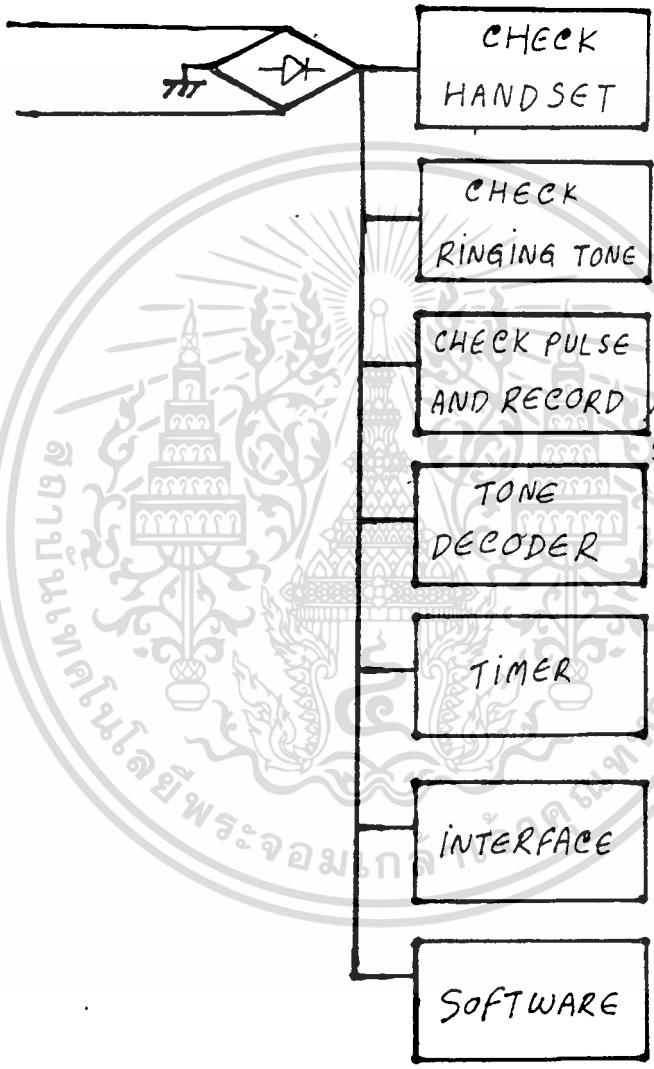
รูป 3.1 โฟลว์ชาร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 แสดงวงจรตรวจสอบของเครื่องคิดเงินการใช้โทรศัพท์ (BLOCK DIAGRAM) ภาพที่ 3.2



รูป 3.2 บล็อกไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การคำนวณและออกแบบวงจร

จากขั้นตอนการทำงานของระบบพบว่า มีการตรวจสอบเป็นขั้นตอนตามลำดับ และต้องตรวจสอบแยกให้ถูกต้อง เป็นการใช้งานโทรศัพท์ในฐานะผู้เรียกหรือผู้รับ และนำผลที่ตรวจสอบได้มาสรุปรวมทั้งมีส่วนของการเก็บข้อมูลเพื่อสามารถให้ทำงานได้อย่างถูกต้อง.

เครื่องคิดเงินการใช้โทรศัพท์ ประกอบด้วยส่วนใหญ่ๆ 2 ส่วน คือ

1. ส่วนของวงจรตรวจสอบ (Hardware)

2. ส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงาน (Software)

ส่วนของวงจรตรวจสอบการใช้งานโทรศัพท์ จะตรวจสอบสัญญาณต่างๆจากคู่สายโทรศัพท์และอาศัยส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงาน ทำให้สามารถทำการตัดสินใจและคำนวณ จัดการข้อมูล เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพและให้ความถูกต้องในการทำงาน.

3.3.1 ส่วนของวงจรตรวจสอบ

แบ่งออกเป็นส่วนๆตามหน้าที่การทำงาน

-วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์ (CHECK HANDSET)

-วงจรตรวจสอบสัญญาณกริ่งเรียก (CHECK RINGING TONE)

-วงจรตรวจสอบสัญญาณโทน (TONE DECODER)

-วงจรตรวจนับพัลส์หมายเลข (CHECK PULSE)

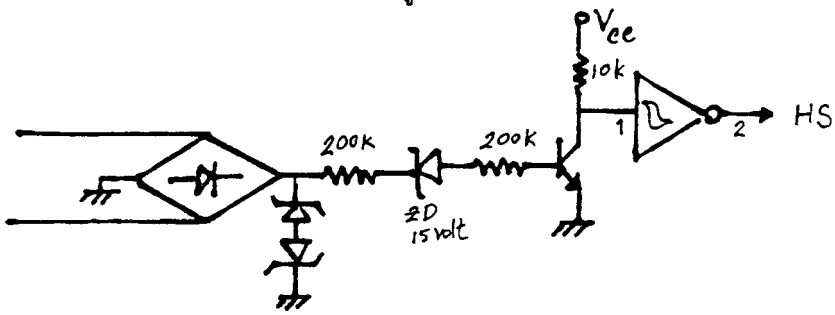
-วงจรนาฬิกา (TIMER)

-วงจรอินเทอร์เฟส (INTERFACE)

-ภาคจ่ายพลังงาน (POWER SUPPLY)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์



วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์

รูปที่ 3.3

หลักการทำงานของวงจรคือ เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์จะทำให้ระดับสัญญาณไฟตรงของคู่สายโทรศัพท์เปลี่ยนจาก 48 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ อาศัยความแตกต่างของสัญญาณในการตรวจสอบ จากรูป 3.3 คู่สายโทรศัพท์จะผ่านบริดจ์ไดโอด เพื่อไม่ต้องคำนึงถึงขั้วบวกและขั้วลบของคู่สายโทรศัพท์ โดยใช้ความต้านทานและซีเนอร์ไดโอด เป็นวงจรแบ่งระดับแรงดัน ไปไบอัสทรานซิสเตอร์ซึ่งทำงานในลักษณะสวิทช์ปิดเปิด

กรณีที่เป็นการวางหูระดับแรงดัน 48 โวลต์ ถูกแบ่งไปตกคร่อมความต้านทาน ทำให้ทรานซิสเตอร์ถูก FORWARD BIAS ให้นำกระแส ทำให้ได้สัญญาณเอาท์พุทเป็น ลอจิก 1

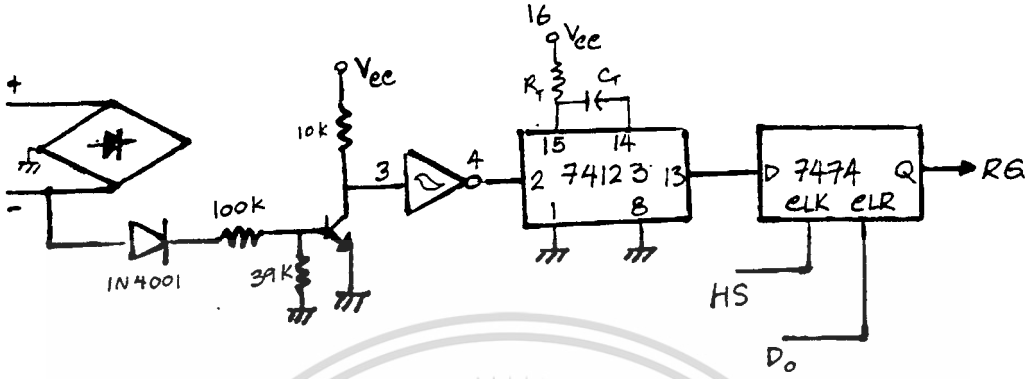
กรณีที่เป็นการยกหูระดับแรงดัน 10 โวลต์ จะตกคร่อมที่ซีเนอร์ไดโอดทั้งหมด ทำให้ไม่มีแรงดันไปไบอัสทรานซิสเตอร์ให้นำกระแส ทำให้ได้สัญญาณเอาท์พุทเป็น ลอจิก 0

ส่วนของซีเนอร์ไดโอด 66 โวลต์ มีเพื่อป้องกันความเสียหายแก่วงจรที่เกิดจากแรงดันไฟฟ้าเนื่องจากสัญญาณกริ่งเรียก

สัญญาณลอจิก 1 และ 0 ใช้เป็นสัญญาณให้ CPU มาอ่านในกรณีที่เป็นลอจิก 1 หรือเป็นการวางหู CPU จะทำการรีเซ็ตวงจรนับพัลส์หมายเลข ในกรณีที่เป็นลอจิก 0 หรือเป็นการยกหู จะใช้เป็นสัญญาณคล็อกให้ ไอซี 7474 (D FLIPFLOP) เพื่อเก็บข้อมูลว่ามีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามาหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 วงจรตรวจสัญญาณกริ่งเรียก

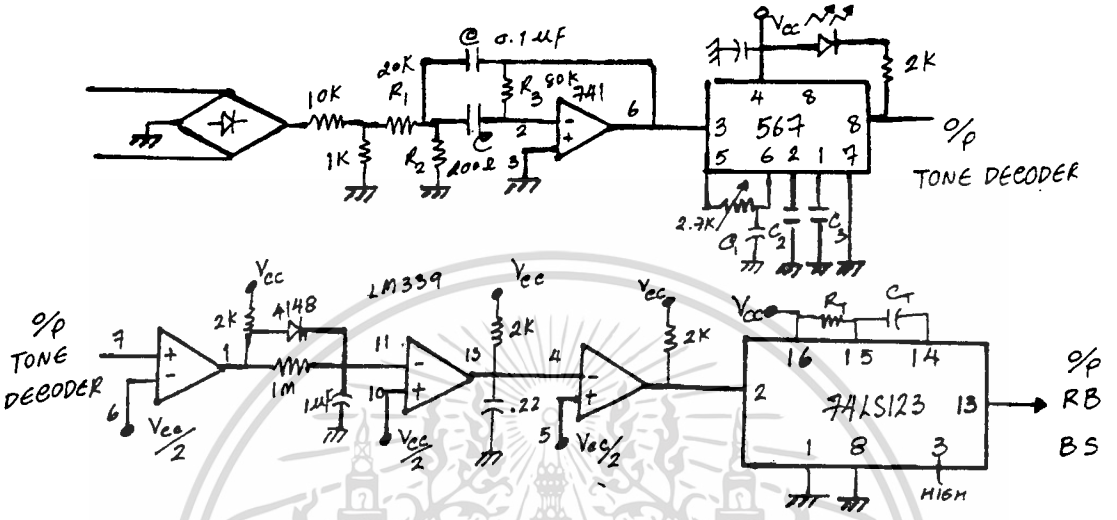


รูป 3.4 วงจรตรวจสัญญาณกริ่งเรียก

จากรูป 3.4 อินพุทของวงจรต่อเข้ากับขั้วลบของคู่สายโทรศัพท์ เมื่อไม่มีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามา ไดโอดจะถูก REVERSE BIAS ทำให้ไม่นำกระแส เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามาซึ่งเป็นสัญญาณ A.C. 100 Vp-p ทำให้ขั้วของคู่สาย มีการสลับขั้วไปตามจังหวะของสัญญาณทำให้ไดโอดนำกระแสและไม่นำกระแสสลับกัน สัญญาณที่ขาคอลเลคเตอร์จะเป็นลอจิก 1 และ 0 สลับกัน ซึ่งใช้เป็นสัญญาณคล็อกให้ ไอซี 74123 (MONOSTABLE RETRIGABLE) เนื่องจากสัญญาณกริ่งเรียกมีช่วงดัง 1 วินาที และช่วงเงียบ 4 วินาที จึงกำหนดให้ความกว้างของพัลส์เท่ากับ 6 วินาที จากสูตร T(w) = 0.29RC โดยกำหนดค่า C= 100 ไมโครฟารัด R= 200 กิโลโอห์ม เมื่อมีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามาทำให้เอาท์พุทของ ไอซี 74123 เป็นลอจิก 1 เพื่อใช้เป็นสัญญาณอินพุทของ ไอซี 7474 เพื่อค้างสถานะ ว่ามีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามาให้ CPU อ่านเพื่อให้ทราบว่าเป็นการตอบรับการเรียก เมื่อมีการวางหู CPU จะทำการเคลียร์ข้อมูลสัญญาณกริ่งเรียกเดิม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 วงจรตรวจแยกสัญญาณโทน



รูป 3.5 วงจรตรวจแยกสัญญาณโทน

รูป 3.5

เนื่องจากสัญญาณในคู่สายโทรศัพท์ มีสัญญาณความถี่อื่นๆเกิดเป็นสัญญาณรบกวน และมีระดับขนาดสัญญาณยังไม่เหมาะสมกับการทำงานของวงจร เพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าวเราจึงเพิ่มวงจรกรองความถี่ เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนที่ไม่ต้องการ ให้ได้สัญญาณโทนที่สะอาด และมีระดับขนาดที่เหมาะสม ส่วนของวงจรกรองความถี่ที่ใช้เป็นวงจรกรองความถี่แบบแถบผ่าน (BANDPASS FILTER) โดยใช้ OPAMP 741 ประกอบร่วมกับ R,C กำหนดคุณสมบัติที่ต้องการและให้ขยายสัญญาณโทน ให้ได้สัญญาณเอาท์พุทมีระดับขนาด 200 mVp-p และมีแบนด์วิดท์ของวงจรกว้างพอที่สามารถจะตรวจสอบได้ถูกต้อง ซึ่งจากข้อกำหนดเราเลือกใช้วงจรกรองแถบความถี่แบบ SECOND ORDER MULTIPLE FEEDBACK

ขั้นตอนการออกแบบวงจร

1. กำหนดความถี่ศูนย์กลาง (FREQUENCY CENTER) Fc = 400 เฮิร์ท
2. กำหนดค่า C =0.1 ไมโครฟารัด
3. อ่านค่า K PARAMETER จากกราฟ ได้ค่า K = 2.5
4. จากค่า K นำไปอ่านค่า R1,R2,R3 ได้ค่าดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

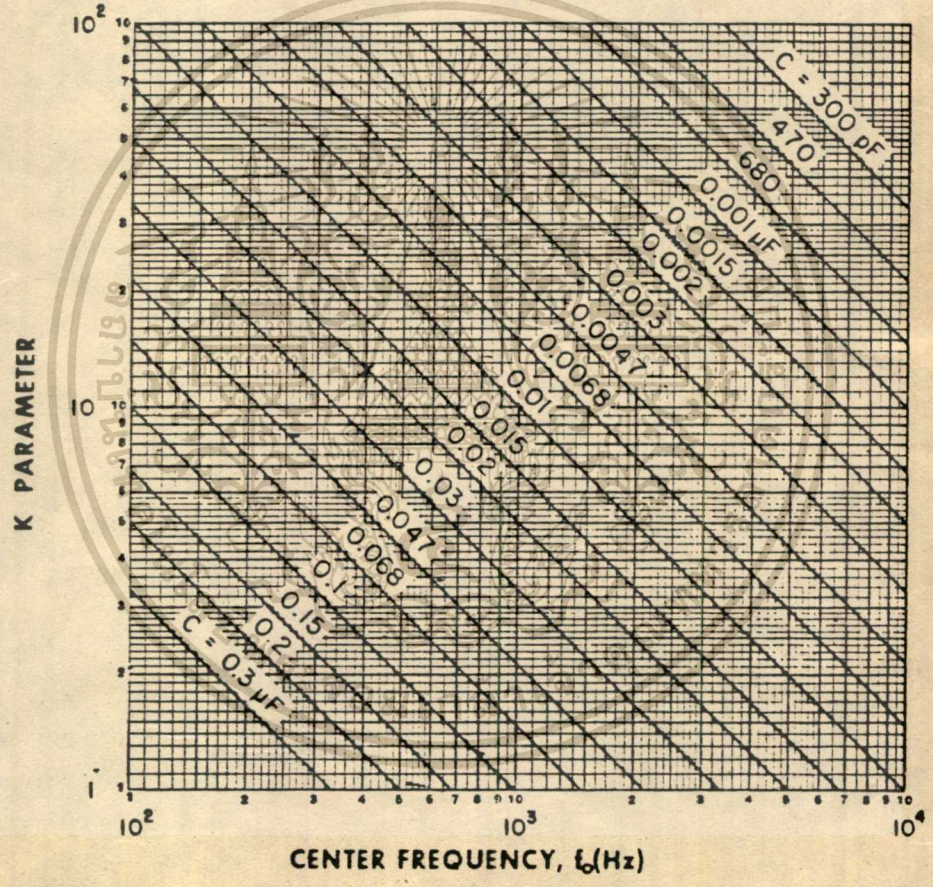
R1 = 20 กิโลโอห์ม

R2 = 200 โอห์ม

R3 = 80 กิโลโอห์ม

5. คำนวณค่า Q จาก Q = 1/2 R3/Rp เมื่อ Rp =R1//R2

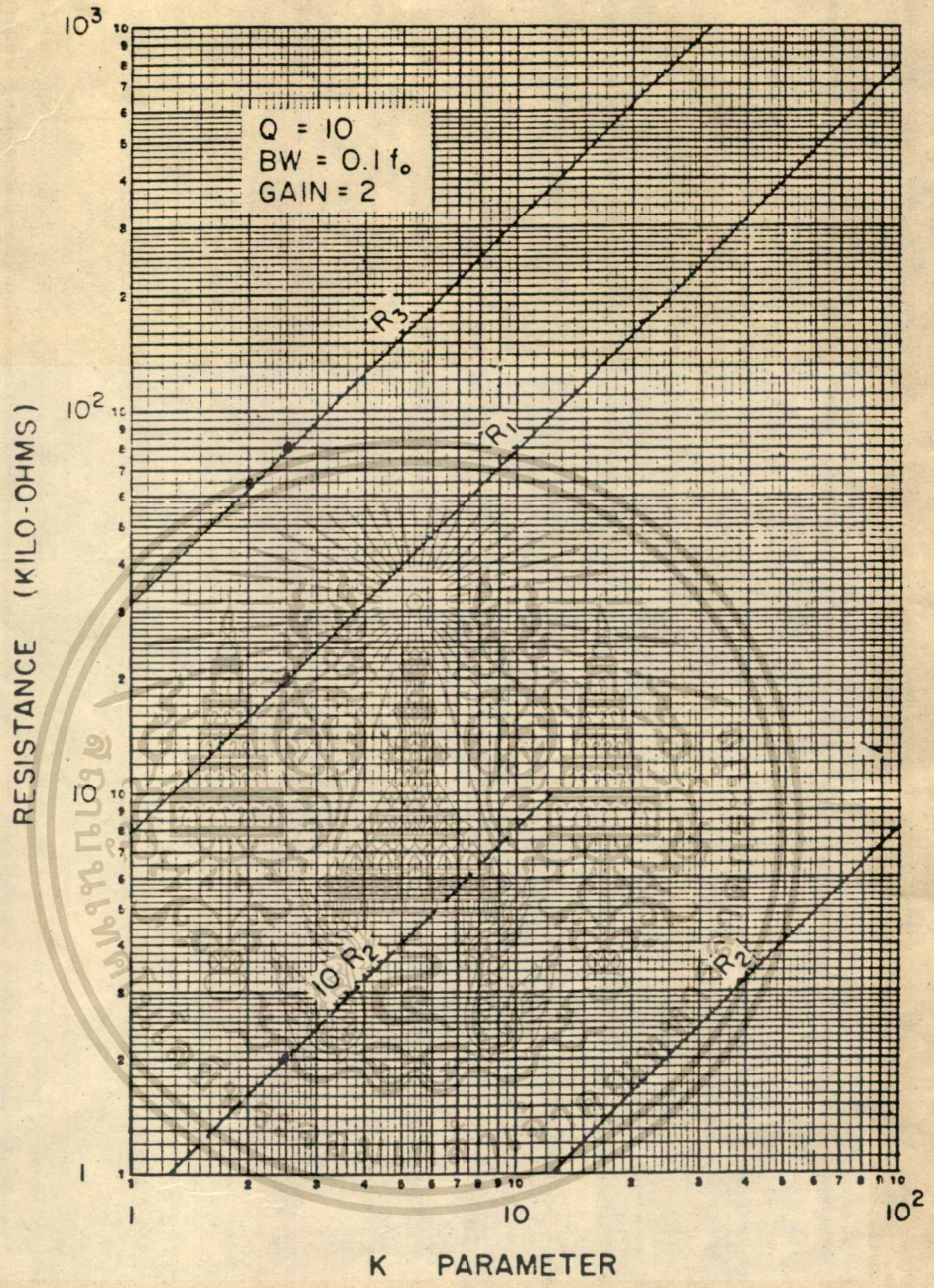
Q = 10



K parameter versus frequency.

กราฟแสดงค่า K พารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Multiple-feedback band-pass filter.

กราฟแสดงค่าความต้านทานเทียบกับค่า K พารามิเตอร์

จากสัญญาณเอาท์พุทของวงจรกรองความถี่ จะใช้เป็นสัญญาณอินพุทให้กับวงจรตรวจแยกสัญญาณโทน (TONE DECODER) ซึ่งเราใช้ไอซี 567 เป็นตัวตรวจแยกสัญญาณโทน การทำงานของไอซี 567 จะใช้หลักการของวงจรเฟสล็อคลูป (PHASE LOCK LOOP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการคำนวณและกำหนดค่าพารามิเตอร์

1. กำหนดความถี่ศูนย์กลางของวงจรเฟสล็อคลูป f = 400 เฮิร์ท

กำหนดค่า C1 = 1 ไมโครฟารัด

หาค่า R1 จากสูตร $f = 1.1 / R1C1$

จะได้ R1 = 2.75 กิโลโอห์ม

2. หาค่า C2 จากสูตร $B.W. = 1070\sqrt{Vin(rms)/fC2}$

กำหนด B.W. = 40 เฮิร์ท

Vin = 200 mVp-p

ดังนั้น C2 = 2.2 ไมโครฟารัด

3. หาค่า C3 = 2*C2 = 4.7 ไมโครฟารัด

การทำงานของวงจรตรวจแยกสัญญาณโทน อธิบายได้ดังนี้

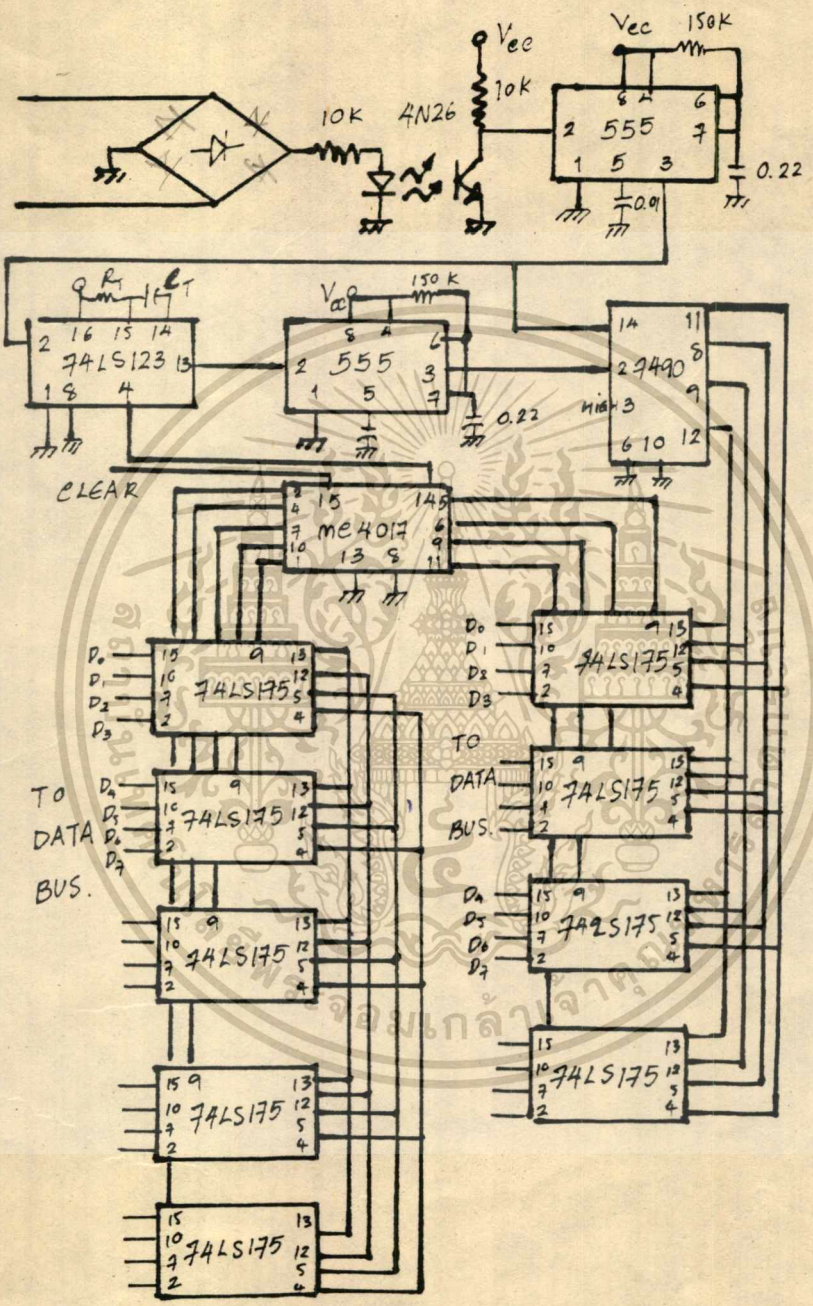
ปกติเมื่อสัญญาณอินพุทมีความถี่ที่แตกต่างจากความถี่ศูนย์กลางของวงจรเฟสล็อคลูป เอาท์พุทของวงจรจะมีสถานะเป็นลอจิก 1 เมื่อสัญญาณอินพุทมีความถี่ตรงกับความถี่ศูนย์กลาง จะได้เอาท์พุทของวงจรเป็นลอจิก Ø ทำให้ได้สัญญาณลอจิก 1 และ Ø ตามจังหวะของสัญญาณโทน

เนื่องจากเราอาศัยสัญญาณเรียกกลับเป็นตัวตรวจการรับสายของผู้รับ แทนการใช้การสลับขั้วของคู่สาย เราจึงเพิ่มส่วนของวงจรที่มีคุณสมบัติดังนี้ เมื่อวงจรได้รับสัญญาณเรียกกลับจะได้เอาท์พุทเป็นลอจิก 1 และเมื่อได้รับสัญญาณไม่ว่างหรือสัญญาณเรียกกลับในคู่สายหมดไปเนื่องจากการตอบรับสายจะได้เอาท์พุทเป็นโลจิก Ø โดยการอาศัยช่วงจังหวะของสัญญาณเรียกกลับซึ่งเป็นช่วงดัง 1 วินาที เงียบ 4 วินาที และช่วงจังหวะของสัญญาณไม่ว่างเป็นช่วงดัง Ø.5 วินาที เงียบ Ø.5 วินาที เป็นตัวตรวจแยกสถานะโดยใช้ ไอซี LM 339 ซึ่งเป็นวงจรเปรียบเทียบ (QUARD COMPARATOR) อาศัยช่วงเวลาในการเก็บประจุและคายประจุของวงจร RC ช่วยในการแยกสัญญาณโทนทั้งสองให้ได้อย่างชัดเจน

เอาท์พุทของไอซี 339 ให้สถานะลอจิก Ø เมื่อได้รับสัญญาณไม่ว่างหรือเมื่อเกิดการหายไปของสัญญาณเรียกกลับ และจะให้ลอจิก 1 และ Ø ตามจังหวะของสัญญาณเรียกกลับซึ่งจะใช้เป็นสัญญาณคล็อกให้ไอซี 74123 โดยกำหนดความกว้างของพัลส์เป็น 6 วินาที และอาศัยสัญญาณจากการยกหูโทรศัพท์มาประกอบร่วมกันในการตรวจสอบ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 วงจรตรวจนับพัลส์และบันทึกหมายเลข



รูป 3.6 วงจรตรวจนับพัลส์และบันทึกหมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 3.6 ใช้ไอซี 4N26 (OPTO TRANSISTOR) เป็นตัวสร้างสัญญาณพัลส์ใหม่และแบ่งแยกระหว่างวงจรกับคู่สายโทรศัพท์เพื่อลดสัญญาณรบกวน วงจรนี้สามารถนับพัลส์หมายเลขโทรศัพท์ได้ทั้งแบบ 10 และ 20 PPS โดยไอซี 555 ใช้เป็นโมโนสเตเบิ้ล และกำหนดความกว้างของพัลส์ให้วงจรนับเท่ากับ 33 mS โดยกำหนดจากสูตร T(w) =1.1RC เมื่อ R= 150 กิโลโอห์ม และ C= .22 ไมโครฟารัด สัญญาณเอาท์พุทของไอซี 555 จะถูกนับโดยไอซี 7490 ซึ่งเป็นวงจรนับสิบ เมื่อวงจรนับพัลส์ทำการนับพัลส์หมายเลขในแต่ละหลักเสร็จ ส่วนของไอซี 74123 และไอซี 555 จะทำการเคลียร์ข้อมูลของไอซี 7490 เพื่อให้สามารถเริ่มต้นการนับในหลักต่อไป ส่วนของไอซี 4017 (DECADE COUNTER) จะใช้เป็นตัวเลือกว่าจะให้ไอซี 74175 ตัวใดทำการเก็บสถานะของข้อมูลที่เป็นพัลส์หมายเลข จากวงจรนับของไอซี 7490 เราใช้ไอซี 74175 ในการเก็บสถานะข้อมูลทั้งหมด 9 ตัว ซึ่งเผื่อไว้สำหรับในกรณีที่เป็นการเรียกทางไกล เมื่อมีสถานะการวางหูเกิดขึ้นไอซี 4017 จะถูกทำการรีเซ็ต เพื่อให้เริ่มต้นการเก็บข้อมูลใหม่.

3.3.6 วงจรนาฬิกา (TIMER)

ในไมโครคอมพิวเตอร์ IBM/PC มีไอซีไทม์เมอร์ 8253 อยู่บนบอร์ดเพื่อทำหน้าที่นับฐานเวลา ภายในไอซี 8253 ประกอบด้วยไทม์เมอร์และเคาท์เตอร์ขนาด 16 บิท จำนวน 3 ตัว ที่สามารถทำงานแยกกันอย่างอิสระ ระบบบนเมนบอร์ดจะใช้งานไทม์เมอร์ทั้งสามตัวดังนี้

ไทม์เมอร์ แชนแนล 0 ทำหน้าที่หารสัญญาณนาฬิกา ให้มีความถี่คงที่ค่าหนึ่งเพื่อใช้เป็นฐานเวลาสำหรับนับ วัน เวลา

ไทม์เมอร์ แชนแนล 1 ใช้ในการรีเฟรชหน่วยความจำแบบแรมแบบไดนามิค โดยอาศัยขบวนการ DMA

ไทม์เมอร์ แชนแนล 2 จะมีเอาท์พุทต่ออยู่กับระบบเสียงบนเครื่อง โดยจะถูกโปรแกรมให้หารความถี่คงที่ค่าหนึ่ง เมื่อเราเปลี่ยนแปลงค่าตัวหาร ก็จะทำให้เปลี่ยนแปลงความถี่ของเสียงที่ออกทางลำโพง

โดยปกติเราสามารถใช้งานไทม์เมอร์แชนแนล 0 เรียกอินเทอร์รัพท์เพื่อนับเวลารวมทั้งสามารถอ่านค่าเวลาได้ แต่จะมีข้อเสียคือ หลังจากปิดเครื่องแล้วนาฬิกาจะหยุดไปด้วย ทำให้ต้องเซ็ตใหม่ ดังนั้นในโครงงานนี้จึงอาศัยวงจรนาฬิกาในมัลติฟังก์ชั่นการ์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในมัลติฟังก์ชั่นการ์ดมีไอซีนาฬิกาเบอร์ MM 58167A ซึ่งถูกออกแบบมาสำหรับให้ใช้กับไมโครคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ ซึ่งจะมีแบตเตอรี่ต่อไว้ทำให้นาฬิกาเดินอย่างเนื่อง แม้จะปิดเครื่อง ในการใช้งานไอซีนาฬิกานี้ เราสามารถใช้ซอฟท์แวร์เพื่อเซ็ตค่าเวลาหรืออ่านค่าเวลาจากไอซีนี้ได้ พอร์ทอินพุทและเอาท์พุทของวงจรนาฬิกาที่เราใช้งานมี 3 พอร์ท คือ

PORT 2C2H อ่านค่า วินาที

PORT 2C3H อ่านค่า นาที

PORT 2C4H อ่านค่า ชั่วโมง

3.3.7 วงจรอินเทอร์เฟส

ในส่วนของวงจรอินเทอร์เฟสจะเป็นวงจรดีโค้ดแอดเดรสของพอร์ทไอโอบนสล็อต เนื่องจากในไอบีเอ็มพีซีสามารถอ้างแอดเดรสของพอร์ทไอโอได้สูงสุด 1024 พอร์ท (A0-A9) โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มของพอร์ทไอโอบนเมนบอร์ด ในกรณีการอ่านข้อมูล บิท A9 จะเป็น 0 และกลุ่มของพอร์ทไอโอบนการ์ดของสล็อตต่าง ๆ ในกรณีการอ่านข้อมูล บิท A9 จะเป็น 1 และการเลือกแอดเดรสสำหรับพอร์ทบนการ์ดจึงไม่ควรตรงกับค่าแอดเดรสที่อยู่บนเมนบอร์ด เพราะอาจทำให้เกิดการผิดพลาดได้

จากการตรวจนับจำนวนพอร์ทไอโอที่ต้องใช้จะแบ่งเป็นอินพุทพอร์ท 5 พอร์ท และเอาท์พุทพอร์ท 1 พอร์ท จากการพิจารณาใน MAP ADDRESS สำหรับพอร์ทไอโอในรูปที่ 3.7 พบว่าแอดเดรสในช่วง 0300H-0377H เป็นบริเวณที่สามารถนำมาใช้งานได้ โดยกำหนดแอดเดรสพอร์ทไอโอที่ใช้ดังนี้

อินพุทพอร์ท มีแอดเดรสในช่วง 0300H-0304H

เอาท์พุทพอร์ท มีแอดเดรสที่ 0305H

ในส่วนของการดีโค้ดใช้ไอซี 74LS138 (3 TO 8 LINE DECODER) และใช้ไอซี 74LS244 (OCTAL BUFFER) เป็นพอร์ทข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบ

การควบคุมการทำงานของเครื่องคิดเงินโทรศัพท์ด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM/PC จะมีความสามารถและประสิทธิภาพได้ดีนั้นขึ้นกับส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงาน ในโครงงานนี้โปรแกรมควบคุมการทำงาน เราใช้ภาษาระดับสูงที่เขียนด้วย "ภาษาปาสคาล" เนื่องจากมีความสามารถในการเข้าถึงระบบฮาร์ดแวร์ และสามารถที่จะใช้ในการประมวลผลข้อมูลได้อีกด้วย ส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงานแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ

1. โปรแกรมตรวจสอบสถานะการใช้งานโทรศัพท์ เป็นส่วนตรวจสอบโดยการอ่านข้อมูลจากพอร์ทอินพุทเอาท์พุทต่างๆ เพื่อให้ทราบสถานะการใช้โทรศัพท์และจะแสดงผลสถานะต่างๆของการใช้โทรศัพท์ออกจอภาพ และจัดการเคลียร์ข้อมูลของระบบเพื่อให้สามารถเริ่มต้นการทำงานได้ถูกต้อง

2. โปรแกรมประมวลผลและคำนวณค่าบริการโทรศัพท์ โปรแกรมส่วนนี้จะประกอบด้วยข้อมูลเกี่ยวกับ รหัสหมายเลขทางไกลของจังหวัดต่างๆ และอัตราค่าบริการต่อนาที เพื่อนำมาใช้ในการคำนวณเงิน

รายละเอียดของโปรแกรมแสดงดังต่อไปนี้

เริ่มต้นจะทำการอ่านข้อมูลในบิท D1 จากพอร์ท $0300 ซึ่งเป็นการตรวจสถานะของการยกหูโทรศัพท์ ถ้ามีค่าเป็น "1" แสดงว่า ไม่มีการยกหูโทรศัพท์ ก็จะทำการเคลียร์พอร์ท $0305 ซึ่งจะเคลียร์สัญญาณกริ่งเรียกและเซ็ตให้ไอซี 4017 counter เริ่มต้นการนับที่ Q0 เพื่อให้การเก็บข้อมูลเก็บได้อย่างถูกต้อง และจะแสดงสถานะว่าไม่มีการยกหูโทรศัพท์บนจอ แล้วจะไปทำการอ่านค่าบิท D1 จากพอร์ท $0300 ซ้ำต่อไปเรื่อยๆ ถ้าหากว่าบิท D1 มีค่าเป็น "0" ก็จะแสดงบนจอว่ามีการยกหูโทรศัพท์ แล้วจะไปทำการอ่านค่าบิท D2 จากพอร์ท $0300 ซึ่งเป็นค่าสถานะของสัญญาณกริ่งเรียก ถ้าบิทนี้มีค่าเป็น "1" แสดงว่ามีสัญญาณกริ่งเรียกเข้ามา โปรแกรมจะแสดงสถานะว่ามีสัญญาณกริ่งเรียก แล้วจะกลับไปอ่านค่าสถานะการยกหูซ้ำต่อไป ถ้าบิท D2 มีค่าเป็น "0" แสดงว่าเป็นการยกหูเพื่อการโทรออก โปรแกรมจะทำการหน่วงเวลาเพื่อให้หมุนหมายเลข แล้วจะทำการอ่านค่าบิท D0 ของพอร์ท $0300 เพื่อทำการเช็คว่ามีสัญญาณเรียกกลับหรือไม่ ถ้าบิท D0 มีค่าเป็น "0" แสดงว่าการติดต่อไม่สำเร็จซึ่งอาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องมาจากหมายเลขปลายทางไม่ว่าง โปรแกรมก็จะกลับไปเริ่มต้นใหม่ ถ้าบิท D0 มีค่าเป็น "1" แสดงว่าการติดต่อไปยังหมายเลขปลายทางนั้นสำเร็จ ก็จะทำการอ่านค่า บิท D0 ของพอร์ท $0300 แล้วนำมา OR กับ บิท D1 ของพอร์ท $0300 ซึ่งก็คือการนำสัญญาณของการยกหูโทรศัพท์ มา OR กับสัญญาณเรียกกลับ นั่นคือถ้าหากค่านี้มีค่าเป็น "0" ก็หมายความว่ามีการตอบรับการเรียก โปรแกรมก็จะทำการบันทึกเวลาการใช้เริ่มต้น ถ้าหากมีค่าเป็น "1" ก็หมายความว่ายังไม่มีการตอบรับการเรียก โปรแกรมก็จะทำการอ่านค่าซ้ำไปจนกว่าจะมีการตอบรับ ซึ่งช่วงเวลาในการอ่านสัญญาณการตอบรับนี้จะวนอ่านประมาณ 85 วินาที ถ้าไม่มีการตอบรับ โปรแกรมจะออกไปที่จุดเริ่มต้นใหม่อีกครั้ง เมื่อมีการตอบรับ โปรแกรมจะไปอ่านค่าบิท D1 ซึ่งก็คือการค่าสัญญาณการยกหูโทรศัพท์ ถ้าบิทนี้มาค่าเป็น "1" ก็หมายความว่าการสนทนาจบสิ้นลง โปรแกรมก็จะทำการอ่านค่าเวลาที่สิ้นสุดการสนทนา เพื่อนำไปคำนวณว่าใช้เวลาในการโทรศัพท์ไปเท่าไร ในการคำนวณค่าบริการในการใช้โทรศัพท์แต่ละครั้งจะมีค่าตัวแปรที่นำมาใช้ในการคำนวณนั้นขึ้นอยู่กับว่า ชุมสายปลายทางที่โทรไปนั้นอยู่ที่ใด อัตราค่าบริการก็จะแตกต่างกันไป เวลาเริ่มต้นการใช้บริการ และเวลาที่ใช้บริการ โปรแกรมจะอ่านค่าหมายเลขสามหลักแรกที่ส่งออกมา (CODE RATE) ทำให้สามารถรู้ได้ว่าชุมสายปลายทางอยู่ที่ใด จะต้องใช้ตัวแปรค่าเท่าใดในการคำนวณค่าบริการ ถ้าหากหมายเลขหลักแรกไม่เท่ากับศูนย์ ก็หมายความว่าเป็นการโทรภายในซึ่งโปรแกรมจะทำคิดค่าบริการเท่ากับ 3 บาท แต่ถ้าหากว่าหมายเลขหลักแรกเท่ากับศูนย์ ก็จะต้องอ่านค่า หมายเลขหลักที่สองและหลักที่สาม เพื่อให้ทราบว่าโทรไปที่ใด จะต้องคิดค่าบริการด้วยอัตราเท่าไร ยกตัวอย่างเช่นอ่านค่าหมายเลขสามหลักแรกของการหมุนได้ 034 ก็จะได้ว่าค่าบริการต่อนาทีเท่ากับ 6 บาท โปรแกรมจะอ่านค่าหมายเลขหลักต่างๆจากพอร์ทดังต่อไปนี้

หมายเลขหลักแรกจะอ่านค่าบิท D4-D7 จากพอร์ทเบอร์ $0300

หมายเลขหลักที่สองจะอ่านค่าบิท D0-D3 จากพอร์ทเบอร์ $0301

หมายเลขหลักที่สามจะอ่านค่าบิท D4-D7 จากพอร์ทเบอร์ $0301

หมายเลขหลักที่สี่จะอ่านค่าบิท D0-D3 จากพอร์ทเบอร์ $0302

หมายเลขหลักที่ห้าจะอ่านค่าบิท D4-D7 จากพอร์ทเบอร์ $0302

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเลขหลักที่หกจะอ่านค่าบิท D0-D3 จากพอร์ทเบอร์ $0303

หมายเลขหลักที่เจ็ดจะอ่านค่าบิท D4-D7 จากพอร์ทเบอร์ $0303

หมายเลขหลักที่แปดจะอ่านค่าบิท D0-D3 จากพอร์ทเบอร์ $0304

หมายเลขหลักที่เก้าจะอ่านค่าบิท D4-D7 จากพอร์ทเบอร์ $0304

ส่วนตัวแปรที่เกี่ยวกับเวลานั้นจะมีสองส่วน คือ เวลาทั้งหมดที่ใช้หน่วยเป็นนาที (TIME USE) และเวลาที่เริ่มใช้บริการ (TIME RATE) จะมีตัวแปรที่ใช้อยู่สามตัว คือ

ถ้าเริ่มใช้บริการตั้งแต่เวลา 7.00 น.- 18.00 น. จะใช้ค่าตัวแปรเป็น 1

ถ้าเริ่มใช้บริการตั้งแต่เวลา 18.01 น.- 22.00 น.จะใช้ค่าตัววแปรเป็น 0.5

ถ้าเริ่มใช้บริการตั้งแต่เวลา 22.01 น.- 6.59 น. จะใช้ค่าตัวแปรเป็น 0.33

ซึ่งอัตราค่าบริการจะคิดจากผลคูณของตัวแปรทั้งสามนี้ คือ

ค่าบริการ = CODE RATE * TIME USE * TIME RATE

เมื่อจบการสนทนาแต่ละครั้งโปรแกรมจะแสดง หมายเลขปลายทางที่ติดต่อ เวลาที่ใช้ในการสนทนา และค่าบริการในแต่ละครั้ง เมื่อจบการทำงานนี้แล้วโปรแกรมจะกลับไปทำงานที่จุดเริ่มต้นใหม่.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
program meter;
label  start,check,release,ringback,wait;
var
 hand,ring,back,stop,busy: byte;
 rate:real;
 receive,count,hour1,hour2,min1,min2,c,a,s,w,h,g,coderate:integer;
 number:array [1..30,1..9] of byte;
 time:array[1..30] of integer;
 price:array[1..30] of real;
   begin
   w:=0;
  start:hand:=port[$0300] and $02;{read handset}
   if hand=2 then
   begin
    clrscr;
    port[$0305]:=0;{clear port when don't hold handset}
    gotoxy(1,1);
    writeln ('handset off');
    delay(300);
    goto start
   end
    else
   begin
   clrscr;
   write ('handset on');
   end;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ring:=port[$0300] and $04;{read ringing}
if ring=4 then
begin
writeln('   ringing on');
delay(2000);
goto start
end
 else
 writeln('    ringing off');
 s:=0;
 wait:delay(1000);{waiting for dial}
 s:=s+1;
if s=15 then
 goto ringback
else
begin
g:=port[$0300] and $02;
 if g=2 then
 begin
 delay(50);
 h:=port[$0300] and $08;
 if h=8 then
 begin
 goto wait
 end
 else
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      goto start;
      end
      else
      goto wait;
      end;
      ringback:back:=port[$0300] and $01;{read ringback}
      if back=0 then
        begin
       delay(1000);
        c:=c+1;
        if c<20 then
        goto ringback
      else
      begin
      writeln('busy on');
      delay(2000);
      goto start;
      end;
      end
      else
    begin
    writeln('     ringback on');
    end;
    count:=0;
check: receive:=(port[$0300] and $02) or (port[$0300] and $01);
    if receive=0 then
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        begin
        writeln('call complete');
        hour1:=((port[$2c4] shr 4)*10) + (port[$2c4] and $0f);
        min1 :=((port[$2c3] shr 4)*10) + (port[$2c3] and $0f);
        end
       else
        begin
       hand:=port[$0300] and $02
     if hand=2 then
      goto start
      else
      count:=count+1;
      delay(1000);
      writeln('waiting ',count,' second');
      if count=85 then
      begin
       goto start
     end
      else
      goto check;
    end;
release: stop:=port[$0300] and $02;
    if stop=0 then
    goto release
    else
    begin
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 w:=w+1;
 hour2:=((port[$2c4] shr 4)*10) + (port[$2c4] and $0f);
 min2 :=((port[$2c3] shr 4)*10) + (port[$2c3] and $0f);
  end;
 time[w]:=((hour2*60)+min2)-((hour1*60)+min1);
  case((hour1*60)+min1) of
 420..1080:rate:=1;
 1080..1320:rate:=0.5;
  else
 rate:=0.33;
  end;
 if time[w]<0 then
  time[w]:=time[w]+1440;
 number[w,1]:=port[$0300] shr 4;
 number[w,2]:=port[$0301] and $0f;
 number[w,3]:=port[$0301] shr 4;
 number[w,4]:=port[$0302] and $0f;
 number[w,5]:=port[$0302] shr 4;
 number[w,6]:=port[$0303] and $0f;
 number[w,7]:=port[$0303] shr 4;
 number[w,8]:=port[$0304] and $0f;
 number[w,9]:=port[$0304] shr 4;
  if number[w,2]<>0 then
begin
 price[w]:=3;
end
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else
 begin
case (number[w,3]*10 +number[w,4]) of
32     :begin
  coderate:= 6    ;
       end;
34     :begin
  coderate:= 6    ;
       end;
35     :begin
  coderate:= 6    ;
       end;
36     :begin
  coderate:= 9    ;
       end;
37     :begin
  coderate:= 6    ;
       end;
38     :begin
  coderate:= 6    ;
       end;
39     :begin
  coderate:= 12   ;
       end;
42     :begin
  coderate:= 18   ;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        end;
43     :begin
  coderate:= 15  ;
        end;
44     :begin
  coderate:= 12  ;
        end;
45     :begin
  coderate:= 15  ;
        end;
53     :begin
  coderate:= 18  ;
        end;
54     :begin
  coderate:= 18  ;
        end;
55     :begin
  coderate:= 15  ;
        end;
56     :begin
  coderate:= 12  ;
        end;
73     :begin
  coderate:= 18  ;
        end;
74     :begin
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    coderate:= 18  ;
          end;
  75     :begin
    coderate:= 18  ;
          end;
  76     :begin
    coderate:= 18  ;
          end;
  77     :begin
    coderate:= 15  ;
          end;
     end;
  price[w]:=time[w]*coderate*rate;
  end;
  if w=1 then
 begin
  for w:=1 to 1 do
  begin
  write('number    ');
 if number[w,2]=0 then
  begin
 for a:=2 to 9 do
 begin
 if a=5 then
 write('-',number[w,a])
  else
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    write(number[w,a])
    end;
    writeln('  time: ',time[w],' price:',price[w],' bath')
    end
     else
    begin
    for a:=2 to 7 do
      begin
     if a=5 then
    write('-',number[w,a])
     else
    write(number[w,a])
     end;
    writeln('  time: ',time[w],' price:',price[w],' bath')
    end;
    end;
    end;
    delay(20000);
    goto start;
end.
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

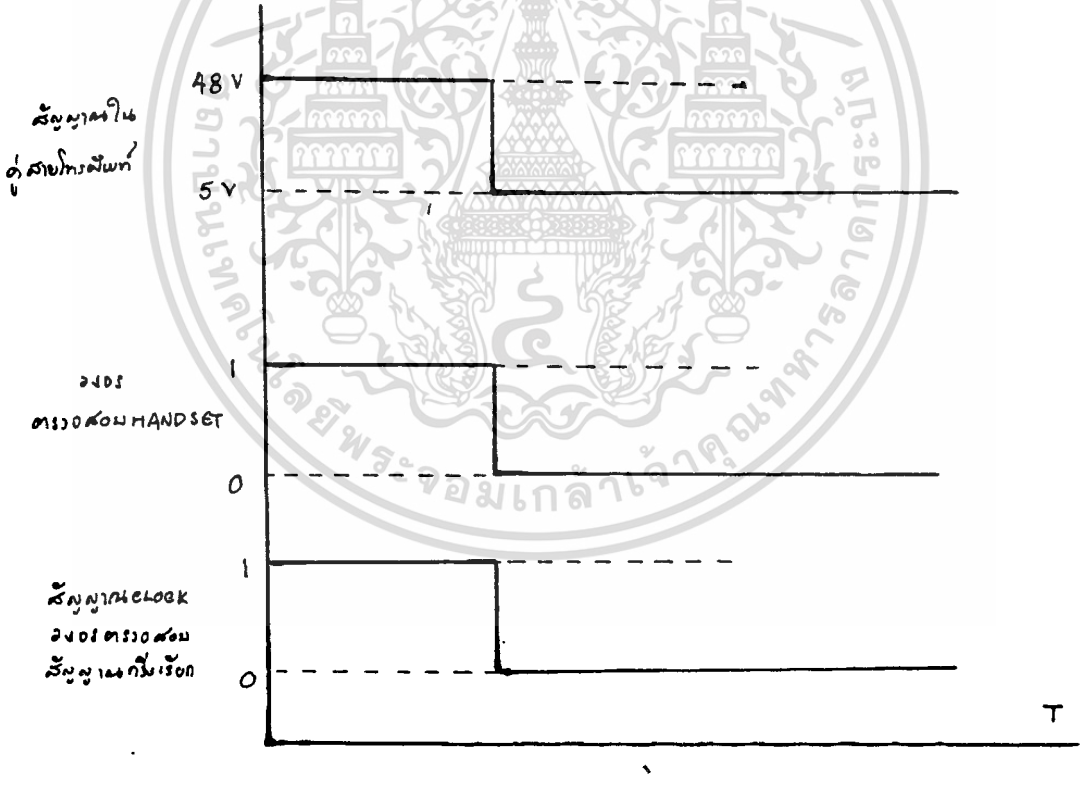
บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองและผลการทดลอง

จากรายละเอียดที่กล่าวถึงในบทที่ 3 เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงานเพื่อตรวจสอบการใช้งานโทรศัพท์และการคำนวณและออกแบบวงจร เพื่อให้สามารถตรวจสอบได้ถูกต้อง จากการทดลองการทำงานของวงจรและนำผลที่ได้มาแสดงแยกตามหน้าที่ของวงจรได้ดังนี้

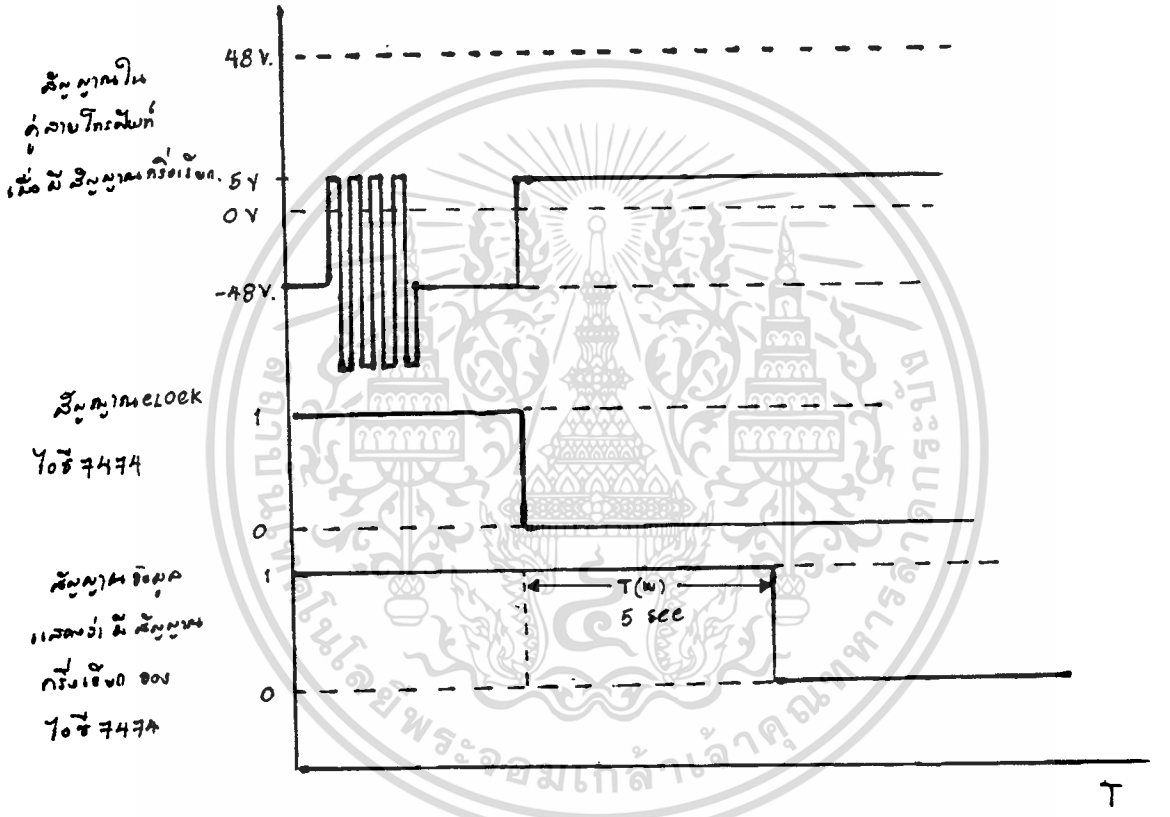
1. วงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์



รูป 4.1 แสดงสัญญาณเอาท์พุทวงจรตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

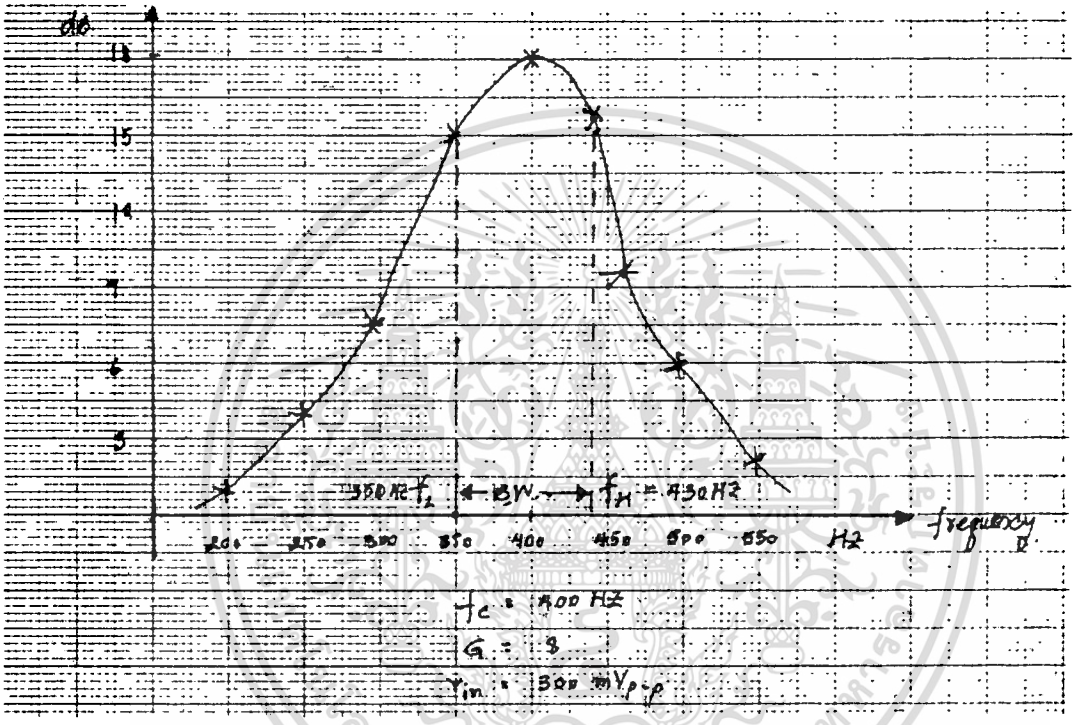
2. วงจรตรวจสอบสัญญาณกริ่งเรียก



รูป 4.2 แสดงสัญญาณเอาท์พุทวงจรตรวจสอบสัญญาณกริ่งเรียก

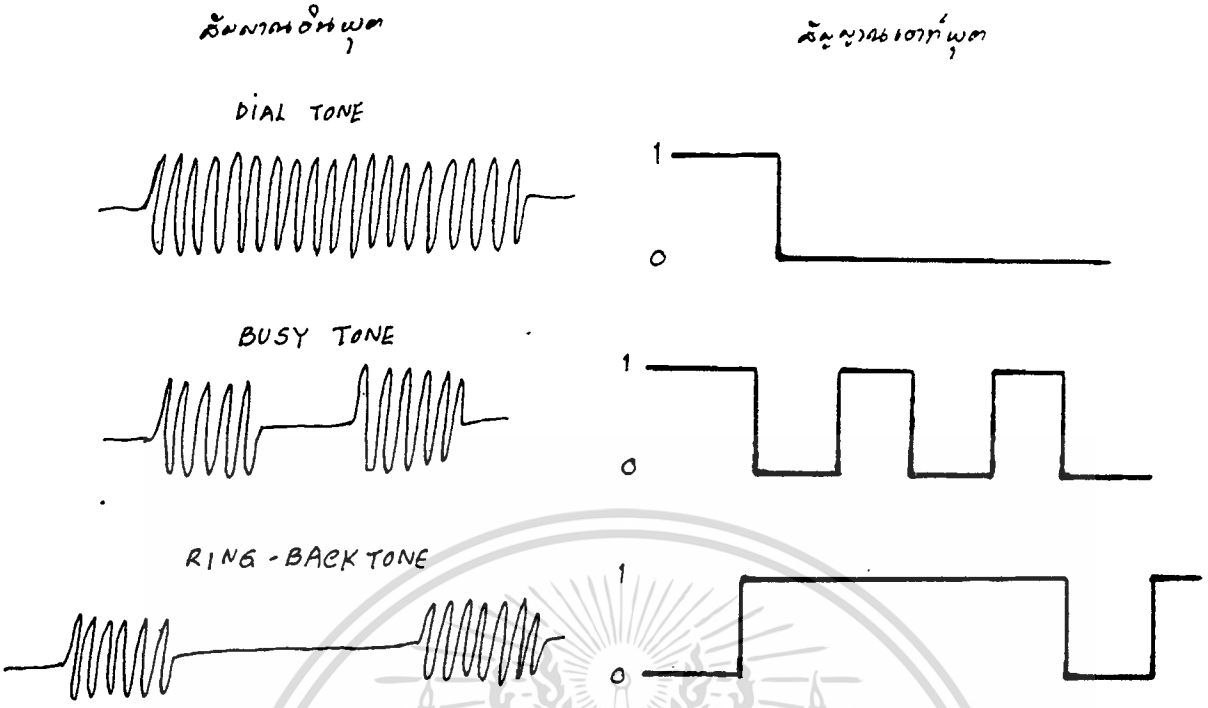
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. วงจรตรวจแยกสัญญาณโทน

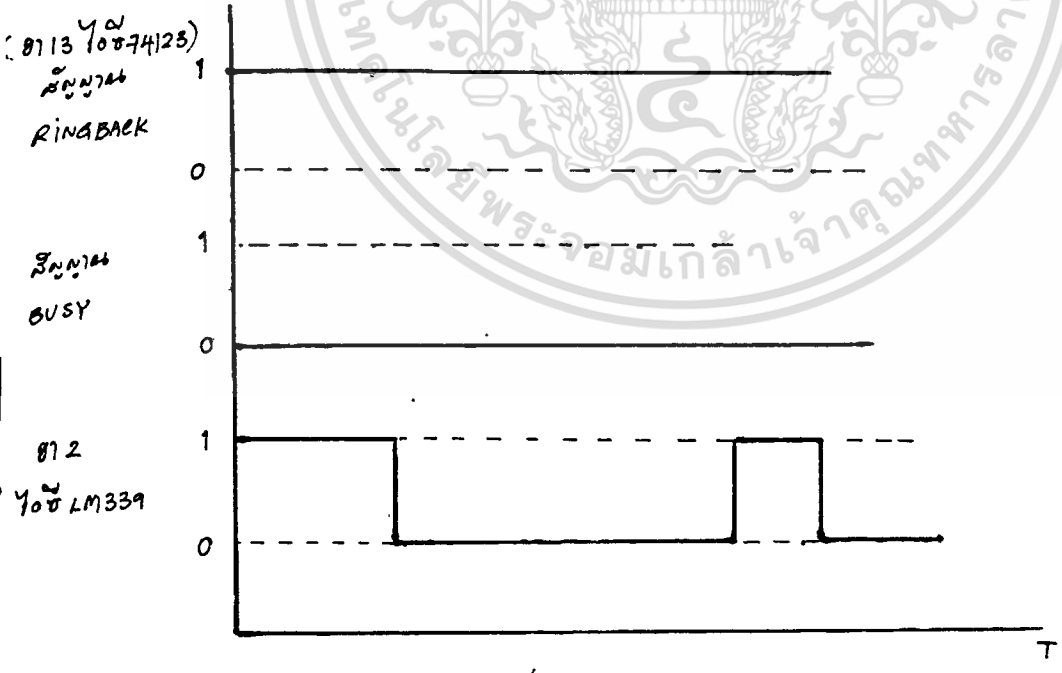


รูป 4.3 แสดงการตอบสนองความถี่ของวงจรกรองแถบความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



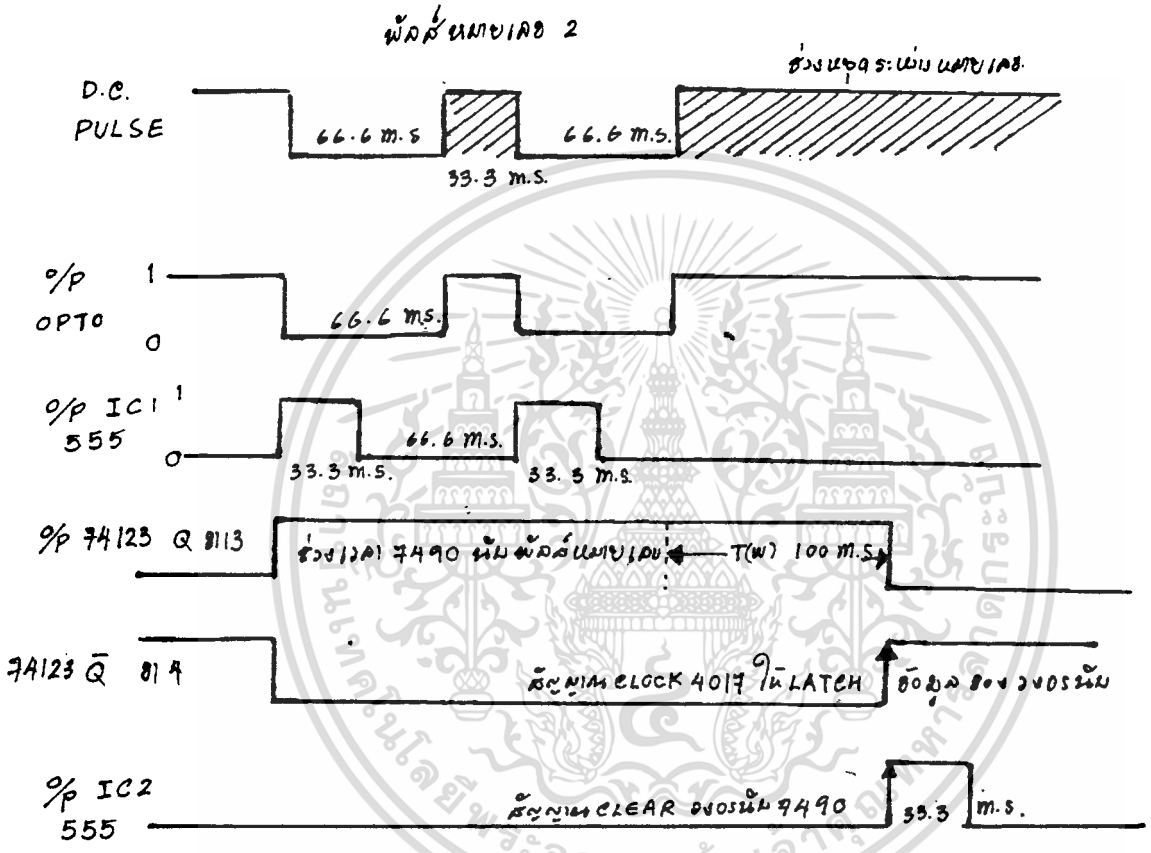
รูป 4.4 แสดงสัญญาณเอาท์พุทของวงจร TONE DECODER



รูป 4.5 แสดงสัญญาณเอาท์พุทวงจรสัญญาณเปรียบเทียบและวงจรโมโนสเตเบิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วงจรตรวจนับพัลส์และเก็บบันทึกหมายเลข



รูป 4.6 แสดงสัญญาณตรวจนับพัลส์หมายเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 บทวิจารณ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการเสนอการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการคิดเงินค่าบริการโทรศัพท์โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน โดยตรวจสอบสถานะการใช้งานในกรณีที่ผู้เรียกสามารถทำการเรียกติดต่อออกสำเร็จ เมื่อสิ้นสุดการสนทนาและผู้เรียกทำการวางหูโทรศัพท์ เครื่องจะนำข้อมูลที่เป็น เลขหมายผู้รับ เวลาในการสนทนา ไปคำนวณเงินค่าใช้บริการและนำผลแสดงออกบนจอภาพ พิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์เพื่อใช้ตรวจสอบในภายหลัง

จากการทดลองผลการทำงานของเครื่อง ปรากฏว่าเครื่องสามารถทำงานได้ตามขั้นตอนที่กำหนด และมีผลการทำงานที่เชื่อถือได้ ทำให้ทราบถึงปัญหา ข้อเสีย ที่เกิดขึ้น สามารถสรุปได้ดังนี้

1. ปัญหาที่เกิดจากระดับสัญญาณของชุมสายโทรศัพท์ มีระดับขนาดไม่เท่ากัน กรณีที่เป็นการเรียกภายในชุมสายเดียวกัน สัญญาณเรียกกลับมีระดับขนาดประมาณ 400-500 mVp-p กรณีที่เป็นการเรียกผ่านชุมสายแต่อยู่ในเขตเดียวกัน จะมีระดับขนาดประมาณ 200-300 mVp-p กรณีที่เป็นการติดต่อทางไกลจะมีระดับขนาด 50-100 mVp-p สาเหตุเป็นเพราะระยะทางที่ติดต่อแตกต่างกัน จึงมีผลต่อการทำงานของชุมสายโทรศัพท์

2. ปัญหาที่เกิดในการสูญเสียเวลาตรวจสอบของซีพียู เพราะเป็นการตรวจสอบในลักษณะ REAL TIME ซีพียูจะเสียเวลาในการตรวจสอบจนกว่าจะสิ้นสุดการติดต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 บทสรุปในการพัฒนาและแก้ไข

1. การเพิ่มในส่วนของวงจรตรวจนับเลขหมายแบบสัญญาณ DTMF โดยใช้ไอซีเบอร์ MT8870 ของบริษัท MITEL ซึ่งเป็นไอซีที่ออกแบบมาทำหน้าที่โดยเฉพาะ

2. แก้ไขในส่วนวงจรขยายสัญญาณเรียกกลับให้ได้ระดับขนาดที่คงที่ และเหมาะสมกับการทำงาน

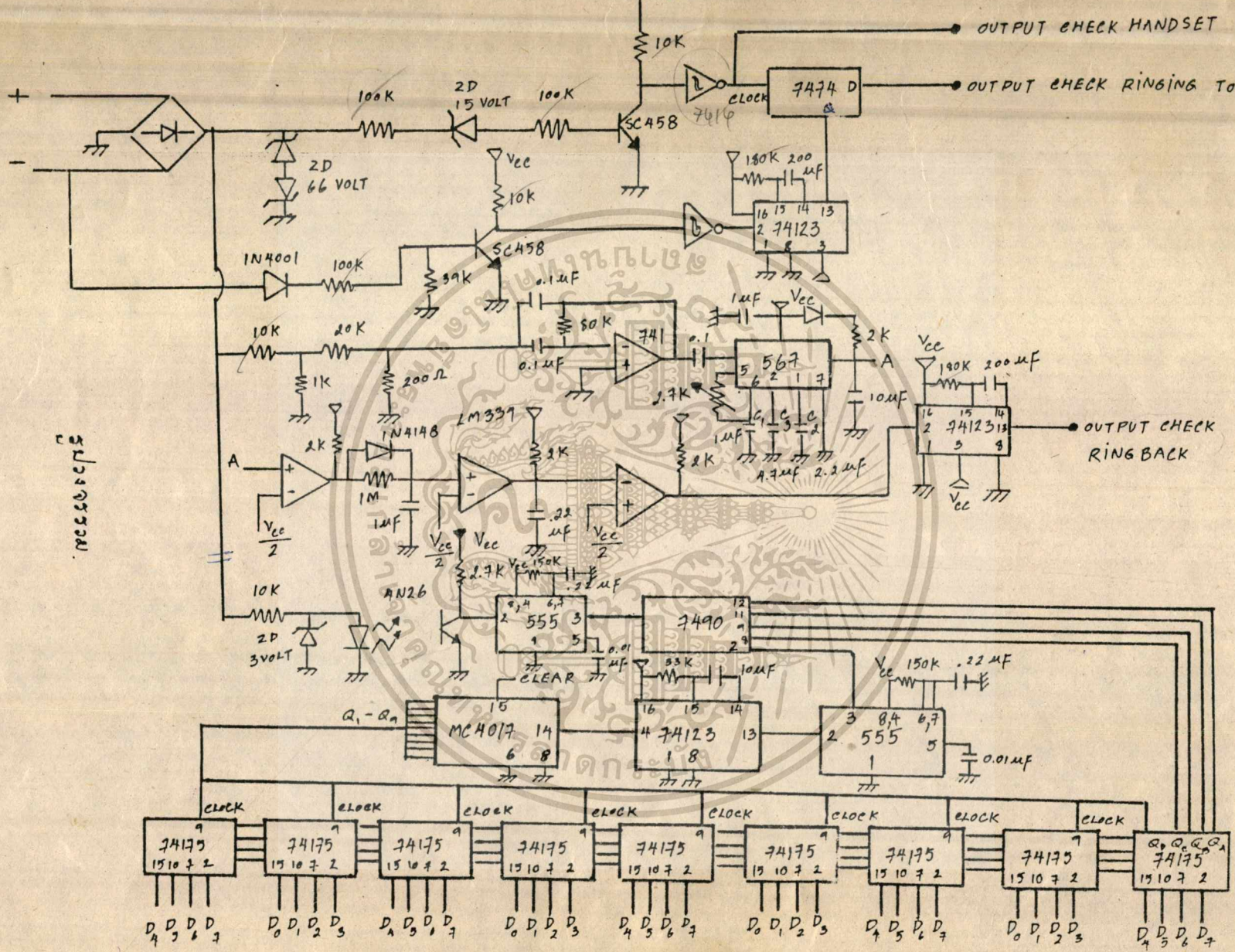
3. การออกแบบแหล่งจ่ายไฟให้ระบบ ให้เพียงพอกับความต้องการมีสัญญาณรบกวนต่ำ การระบายความร้อนที่ดี

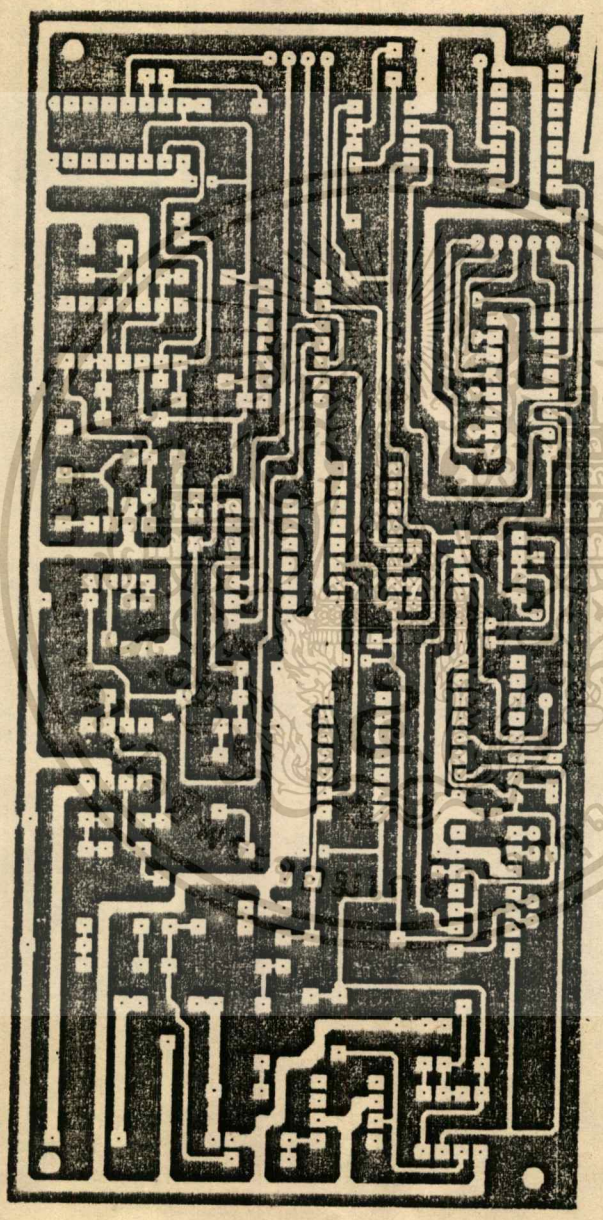
4. สามารถประยุกต์ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ ควบคุมการทำงานแทนไมโครคอมพิวเตอร์ ทำให้เครื่องมีขนาดเล็ก โดยเพิ่มวงจรนาฬิกาและเครื่องพิมพ์ข้อมูล เพื่อให้ระบบมีการทำงานที่สมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

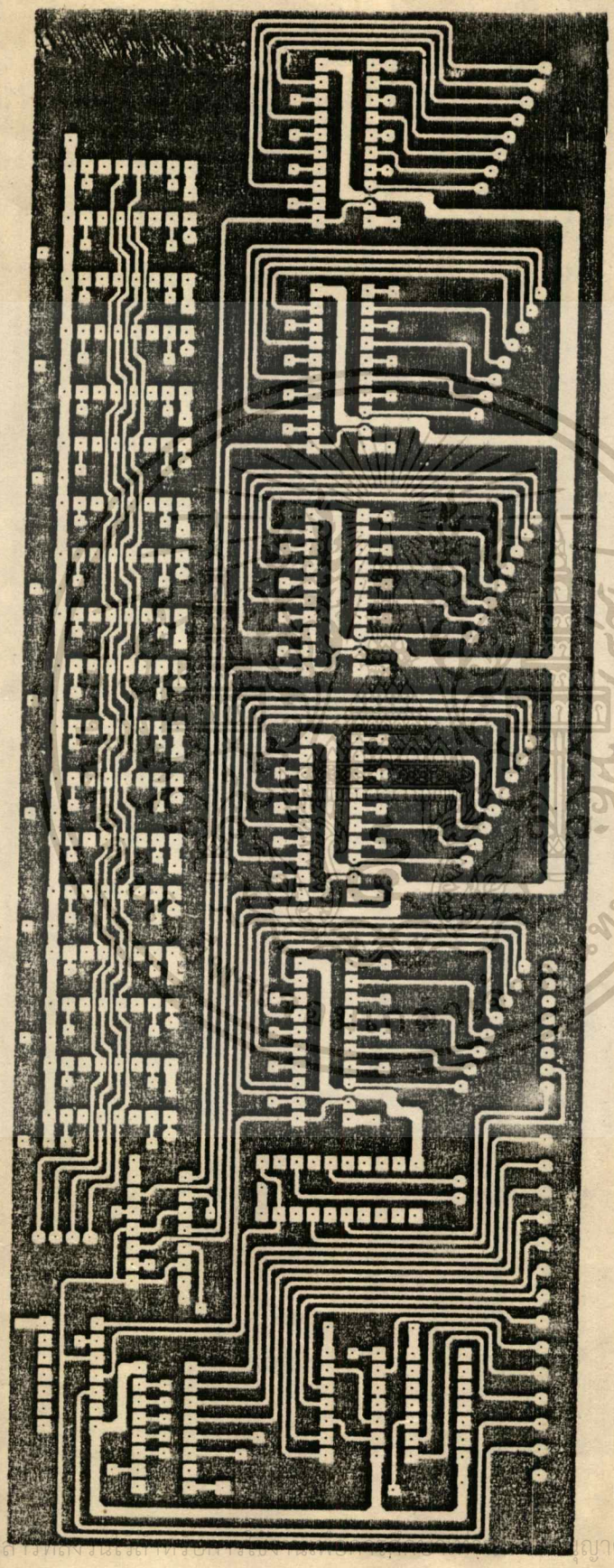
ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

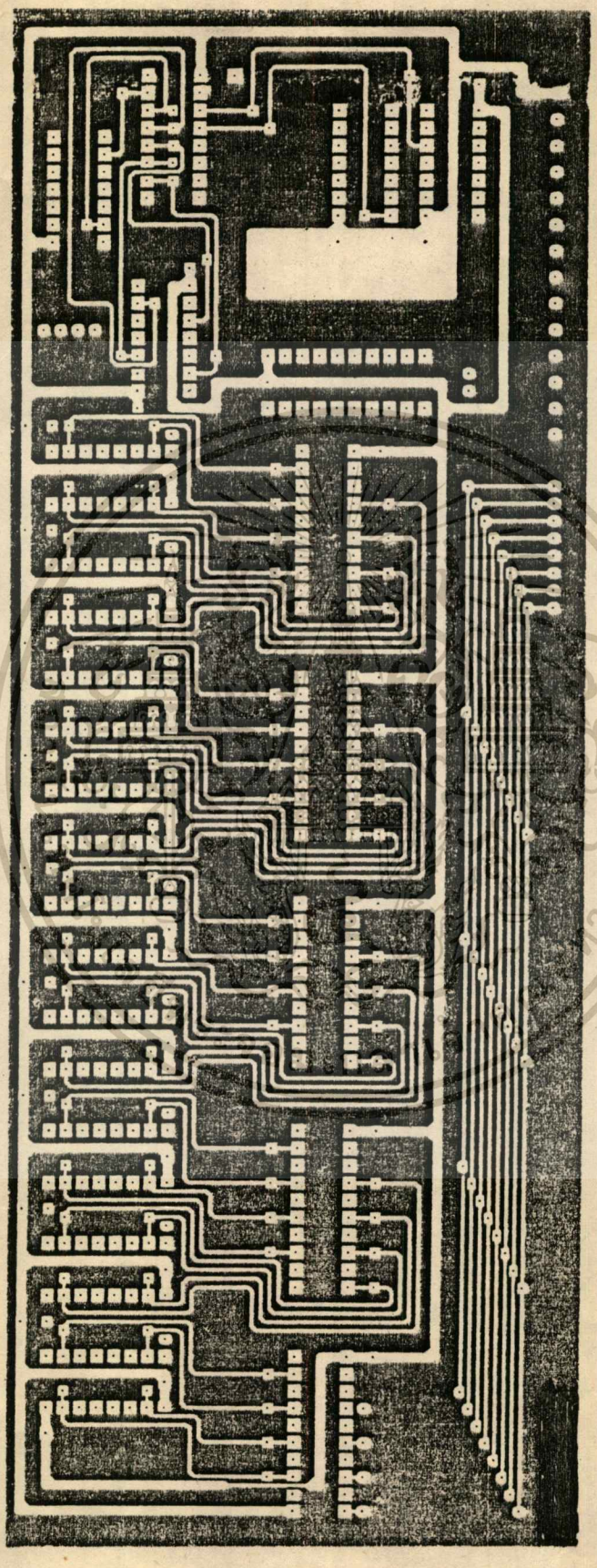

OUTPUT CHECK HANDSET
OUTPUT CHECK RINGING TONE
OUTPUT CHECK RING BACK
7474 D
74123
567
741
LM339
555
7490
MC4017
74175
SC458
IN4001
IN4148
AN26
2D 15 VOLT
2D 66 VOLT
2D 3VOLT
CLOCK
CLEAR
Vcc
100K
10K
20K
1K
200Ω
2K
1M
1.7K
33K
150K
180K
190K
50K
1μF
0.1μF
0.01μF
0.22μF
2.2μF
4.7μF
10μF
200μF



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

LM555/LM555C Timer

General Description

The LM555 is a highly stable device for generating accurate time delays or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For astable operation as an oscillator, the free running frequency and duty cycle are accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output circuit can source or sink up to 200 mA or drive TTL circuits.

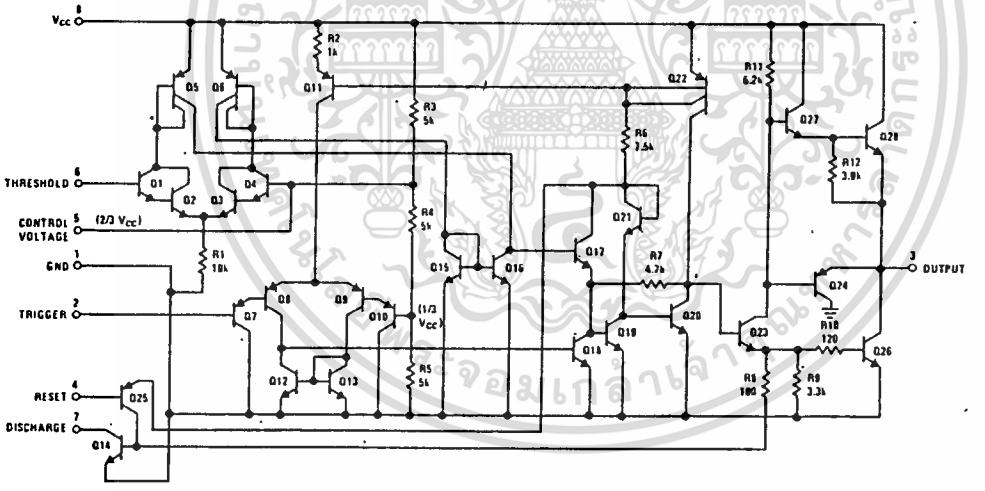
Features

- Direct replacement for SE555/NE555
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes
- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200 mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output

Applications

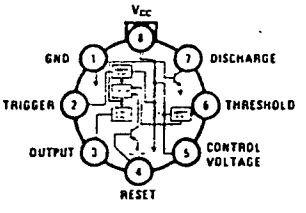
- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation
- Pulse position modulation
- Linear ramp generator

Schematic Diagram



Connection Diagrams

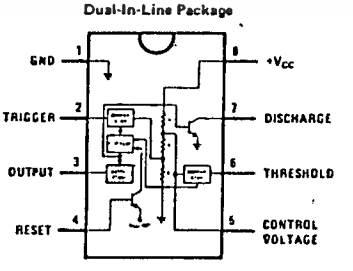
Metal Can Package



TOP VIEW

Order Number LM555H, LM555CH
See NS Package H08C

Dual-In-Line Package



TOP VIEW

Order Number LM555CN
See NS Package N08B
Order Number LM555J or LM555CJ
See NS Package J08A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage	+18V
Power Dissipation (Note 1)	600 mW
Operating Temperature Ranges	
LM555C	0°C to +70°C
LM555	−55°C to +125°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C

Electrical Characteristics (T_A = 25°C, V_{CC} = +5V to +15V, unless otherwise specified)

PARAMETER	CONDITIONS	LIMITS						UNITS
		LM555			LM555C			
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Supply Voltage		4.5		18	4.5		16	V
Supply Current	V_{CC} = 5V, R_L = ∞		3	5		3	6	mA
	V_{CC} = 15V, R_L = ∞ (Low State) (Note 2)		10	12		10	15	mA
Timing Error, Monostable								
Initial Accuracy			0.5			1		%
Drift with Temperature	R_A, R_B = 1k to 100 k, C = 0.1μF, (Note 3)		30			50		ppm/°C
Accuracy over Temperature			1.5			1.5		%
Drift with Supply			0.05			0.1		%/V
Timing Error, Astable								
Initial Accuracy			1.5			2.25		%
Drift with Temperature			90			150		ppm/°C
Accuracy over Temperature			2.5			3.0		%
Drift with Supply			0.15			0.30		%/V
Threshold Voltage			0.667			0.667		× V_{CC}
Trigger Voltage	V_{CC} = 15V	4.8	5	5.2		5		V
	V_{CC} = 5V	1.45	1.67	1.9		1.67		V
Trigger Current			0.01	0.5		0.5	0.9	μA
Reset Voltage		0.4	0.5	1	0.4	0.5	1	V
Reset Current			0.1	0.4		0.1	0.4	mA
Threshold Current	(Note 4)		0.1	0.25		0.1	0.25	μA
Control Voltage Level	V_{CC} = 15V	9.6	10	10.4	9	10	11	V
	V_{CC} = 5V	2.9	3.33	3.8	2.6	3.33	4	V
Pin 7 Leakage Output High			1	100		1	100	nA
Pin 7 Sat (Note 5)								
Output Low	V_{CC} = 15V, I_7 = 15 mA		150			180		mV
Output Low	V_{CC} = 4.5V, I_7 = 4.5 mA		70	100		80	200	mV
Output Voltage Drop (Low)	V_{CC} = 15V							
	I_{SINK} = 10 mA		0.1	0.15		0.1	0.25	V
	I_{SINK} = 50 mA		0.4	0.5		0.4	0.75	V
	I_{SINK} = 100 mA		2	2.2		2	2.5	V
	I_{SINK} = 200 mA		2.5			2.5		V
	V_{CC} = 5V							
	I_{SINK} = 8 mA		0.1	0.25				V
	I_{SINK} = 5 mA					0.25	0.35	V
Output Voltage Drop (High)	I_{SOURCE} = 200 mA, V_{CC} = 15V		12.5			12.5		V
	I_{SOURCE} = 100 mA, V_{CC} = 15V	13	13.3		12.75	13.3		V
	V_{CC} = 5V	3	3.3		2.75	3.3		V
Rise Time of Output			100			100		ns
Fall Time of Output			100			100		ns

Note 1: For operating at elevated temperatures the device must be derated based on a +150°C maximum junction temperature and a thermal resistance of +45°C/W junction to case for TO-5 and +150°C/W junction to ambient for both packages.

Note 2: Supply current when output high typically 1 mA less at V_{CC} = 5V.

Note 3: Tested at V_{CC} = 5V and V_{CC} = 15V.

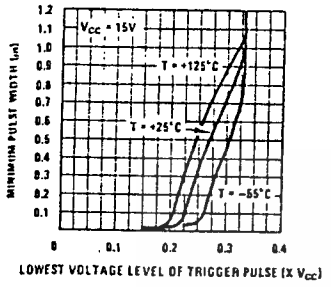
Note 4: This will determine the maximum value of R_A + R_B for 15V operation. The maximum total (R_A + R_B) is 20 MΩ.

Note 5: No protection against excessive pin 7 current is necessary providing the package dissipation rating will not be exceeded.

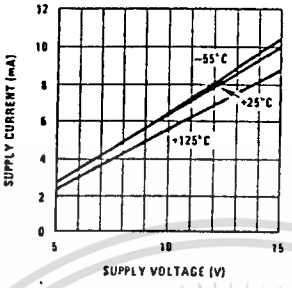
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

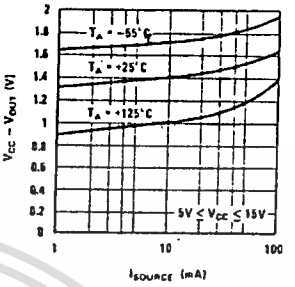
Minimum Pulse Width Required for Triggering



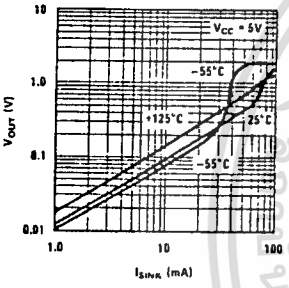
Supply Current vs Supply Voltage



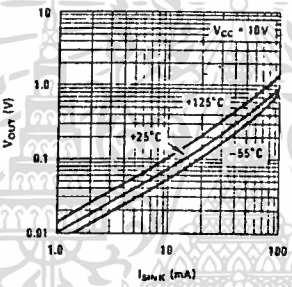
High Output Voltage vs Output Source Current



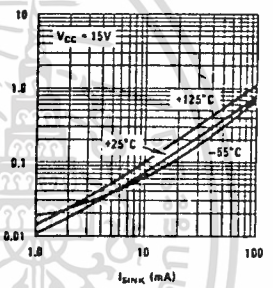
Low Output Voltage vs Output Sink Current



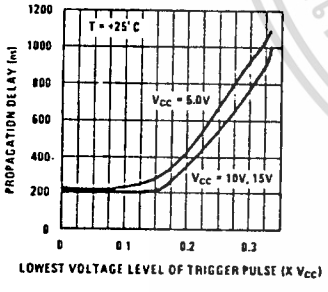
Low Output Voltage vs Output Sink Current



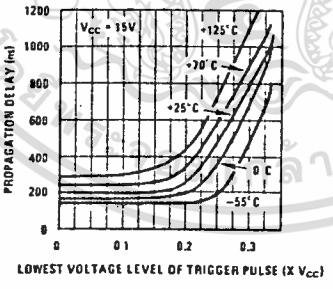
Low Output Voltage vs Output Sink Current



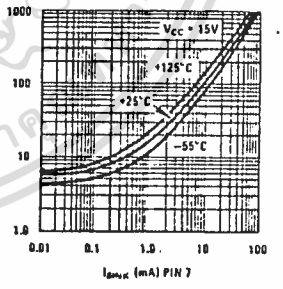
Output Propagation Delay vs Voltage Level of Trigger Pulse



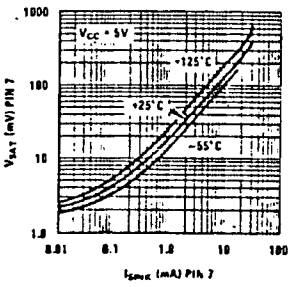
Output Propagation Delay vs Voltage Level of Trigger Pulse



Discharge Transistor (Pin 7) Voltage vs Sink Current



Discharge Transistor (Pin 7) Voltage vs Sink Current



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications Information

MONOSTABLE OPERATION

In this mode of operation, the timer functions as a one-shot (*Figure 1*). The external capacitor is initially held discharged by a transistor inside the timer. Upon application of a negative trigger pulse of less than 1/3 V_{CC} to pin 2, the flip-flop is set which both releases the short circuit across the capacitor and drives the output high.

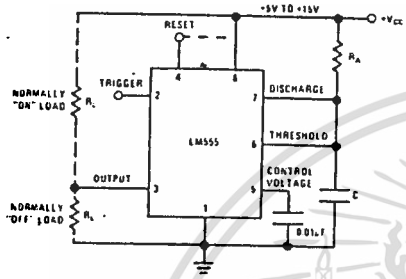


FIGURE 1. Monostable

The voltage across the capacitor then increases exponentially for a period of $t = 1.1\ R_A C$, at the end of which time the voltage equals 2/3 V_{CC}. The comparator then resets the flip-flop which in turn discharges the capacitor and drives the output to its low state. *Figure 2* shows the waveforms generated in this mode of operation. Since the charge and the threshold level of the comparator are both directly proportional to supply voltage, the timing internal is independent of supply.

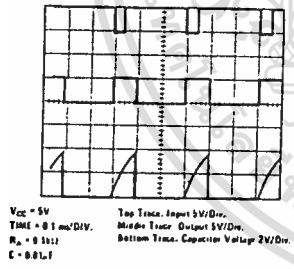


FIGURE 2. Monostable Waveforms

During the timing cycle when the output is high, the further application of a trigger pulse will not effect the circuit. However the circuit can be reset during this time by the application of a negative pulse to the reset terminal (pin 4). The output will then remain in the low state until a trigger pulse is again applied.

When the reset function is not in use, it is recommended that it be connected to V_{CC} to avoid any possibility of false triggering.

Figure 3 is a nomograph for easy determination of R, C values for various time delays.

NOTE: In monostable operation, the trigger should be driven high before the end of timing cycle.

ASTABLE OPERATION

If the circuit is connected as shown in *Figure 4* (pins 2 and 6 connected) it will trigger itself and free run as a

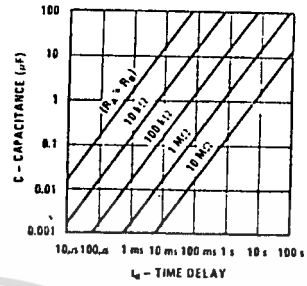


FIGURE 3. Time Delay

multivibrator. The external capacitor charges through $R_A + R_B$ and discharges through R_B. Thus the duty cycle may be precisely set by the ratio of these two resistors.

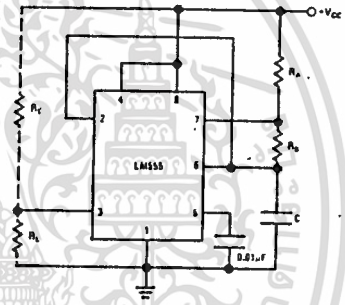


FIGURE 4. Astable

In this mode of operation, the capacitor charges and discharges between 1/3 V_{CC} and 2/3 V_{CC}. As in the triggered mode, the charge and discharge times, and therefore the frequency are independent of the supply voltage.

Figure 5 shows the waveforms generated in this mode of operation.

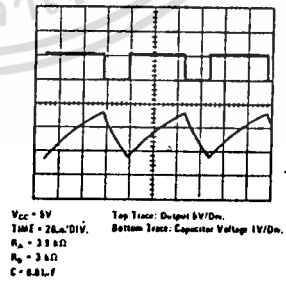


FIGURE 5. Astable Waveforms

The charge time (output high) is given by:

$$t_1 = 0.693\ (R_A + R_B)\ C$$

And the discharge time (output low) by:

$$t_2 = 0.693\ (R_B)\ C$$

Thus the total period is:

$$T = t_1 + t_2 = 0.693\ (R_A + 2R_B)\ C$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

Industrial Blocks

LM567/LM567C Tone Decoder

General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth and output delay.

Features

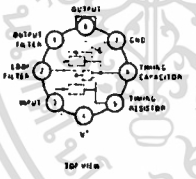
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%
- High rejection of out of band signals and noise.
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from .0.01 Hz to 500 kHz

Applications

- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

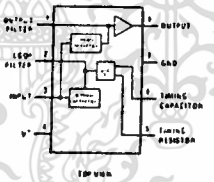
Schematic and Connection Diagrams

Metal Can Package

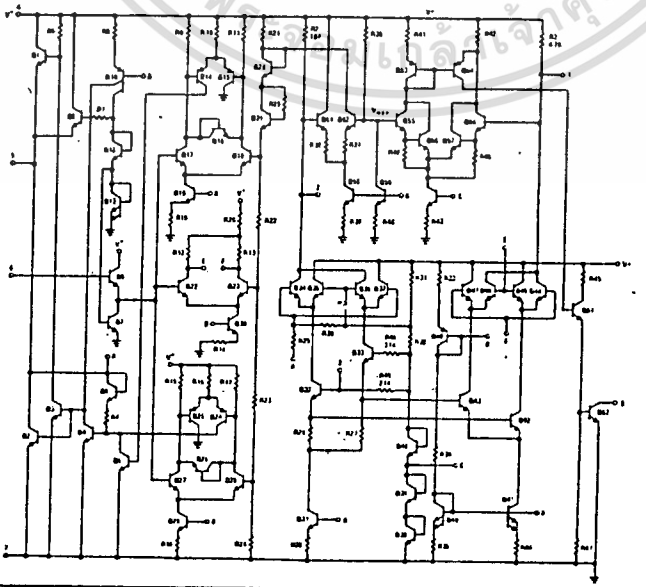


Order Number LM567H or LM567CH
See NS Package H08C

Dual-In-Line Package



Order Number LM567CN
See NS Package N08B



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage Pin	10V
Power Dissipation (Note 1)	300 mW
V_8	15V
V_3	−10V
V_3	V_8 + 0.5V
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Electrical Characteristics (AC Test Circuit, T_A = 25°C, V_C = 5V)

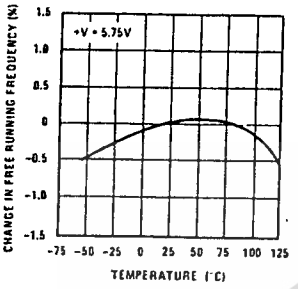
PARAMETERS	CONDITIONS	LM567			LM567C/LM567CN			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current	R_L = 20k							
Quiescent			6	8		7	10	mA
Power Supply Current	R_L = 20k							
Activated			11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20	22	15	20	25	kΩ
Smallest Detectable Input Voltage	I_L = 100 mA, $f_i = f_o$		20	25		20	25	mVrms
Largest No Output Input Voltage	I_C = 100 mA, $f_i = f_o$	10	15		10	15		mVrms
Largest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio			6			6		dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	B_n = 140 kHz		−6			−6		dB
Largest Detection Bandwidth		12	14	16	10	14	18	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Skew			1	2		2	3	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Variation with Temperature			±0.1	0.25		±0.1	0.5	%/°C
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage	4.75V – 6.75V		±1	±2		±1	±5	%/V
Highest Center Frequency		100	500		100	500		kHz
Center Frequency Stability	$0 < T_A < 70$		35 ± 60			35 ± 60		ppm/°C
	$-55 < T_A < +125$		35 ± 140			35 ± 140		ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V – 6.75V		0.5	1.0		0.4	2.0	%/V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			f_o/20			f_o/20		
Output Leakage Current	V_8 = 15V		0.01	25		0.01	25	μA
Output Saturation Voltage	e_i = 25 mV, I_8 = 30 mA		0.2	0.4		0.2	0.4	V
	e_i = 25 mV, I_8 = 100 mA		0.6	1.0		0.6	1.0	
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

Note 1: The maximum junction temperature of the LM567 is 150°C, while that of the LM567C and LM567CN is 100°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on a thermal resistance of 187°C/W, junction to ambient.

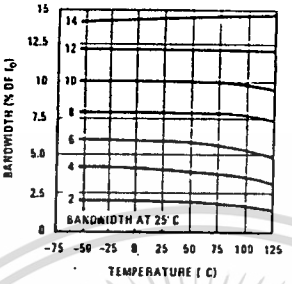
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

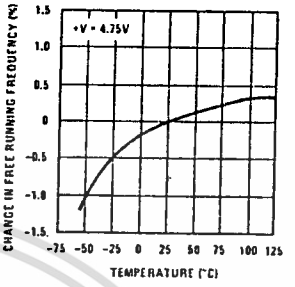
Typical Frequency Drift with Temperature (Mean and S.D.)



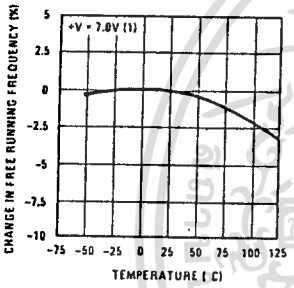
Typical Bandwidth Variation with Temperature



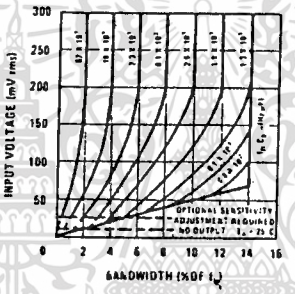
Typical Frequency Drift with (Mean and S.D.) Temperature



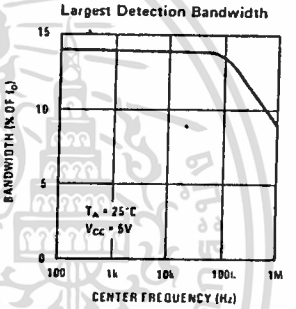
Typical Frequency Drift with Temperature (Mean and S.D.)



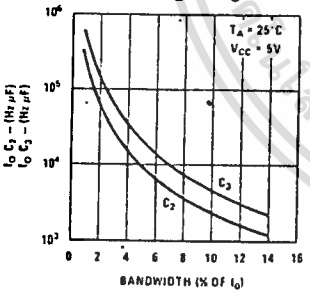
Bandwidth vs Input Signal Amplitude



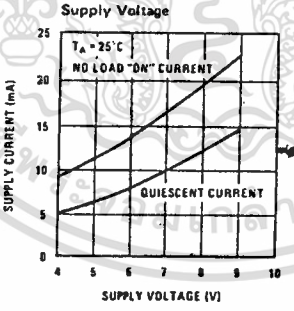
Largest Detection Bandwidth



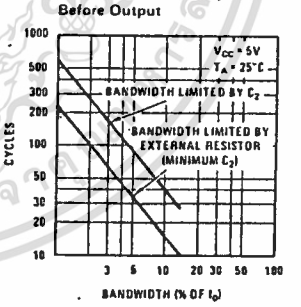
Detection Bandwidth as a Function of C_2 and C_3



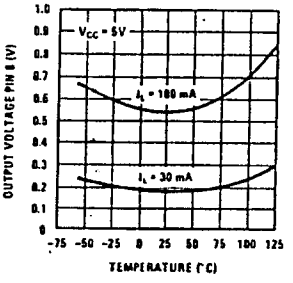
Typical Supply Current vs Supply Voltage



Greatest Number of Cycles Before Output



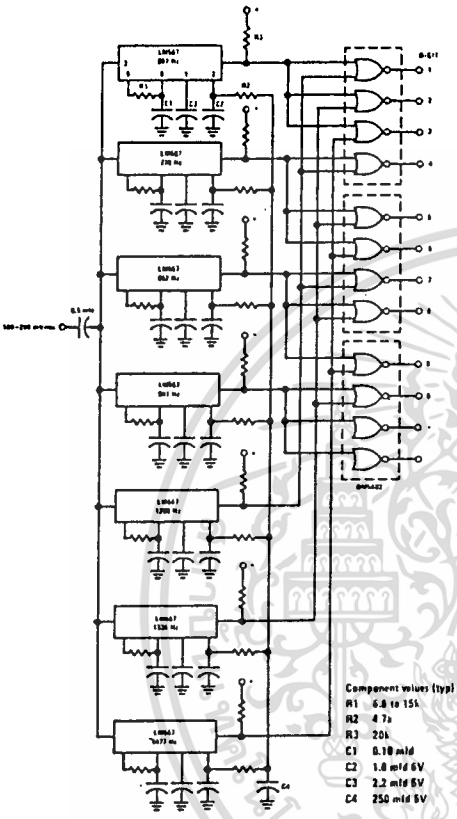
Typical Output Voltage vs Temperature



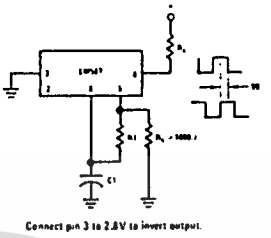
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications

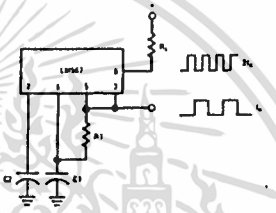
Touch-Tone Decoder



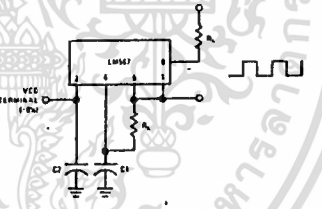
Oscillator with Quadrature Output



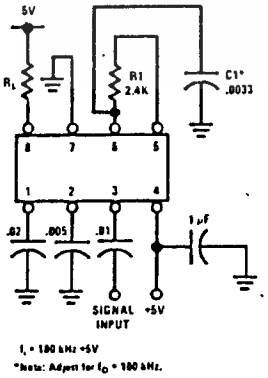
Oscillator with Double Frequency Output



Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



AC Test Circuit



Applications Information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_o \cong \frac{1}{1.1 R_1 C_1}$$

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_i}{f_o C_2}} \quad \text{in \% of } f_o$$

Where:

V_i = Input voltage (volts rms), $V_i \leq 200$ mV

C_2 = Capacitance at Pin 2 (μF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

Operational Amplifiers/Buffers

LM741/LM741A/LM741C/LM741E Operational Amplifier

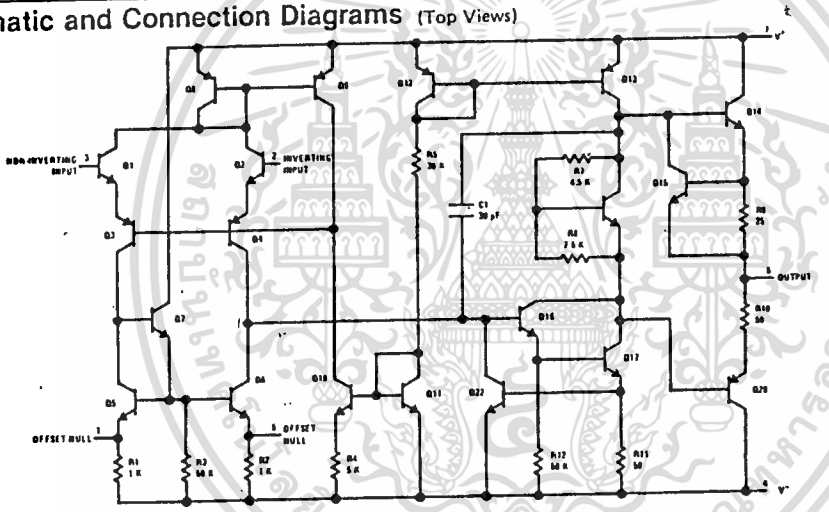
General Description

The LM741 series are general purpose operational amplifiers which feature improved performance over industry standards like the LM709. They are direct, plug-in replacements for the 709C, LM201, MC1439 and 748 in most applications.

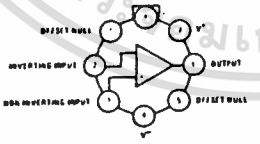
The amplifiers offer many features which make their application nearly foolproof: overload protection on the input and output, no latch-up when the common mode range is exceeded, as well as freedom from oscillations.

The LM741C/LM741E are identical to the LM741/LM741A except that the LM741C/LM741E have their performance guaranteed over a 0°C to +70°C temperature range, instead of −55°C to +125°C.

Schematic and Connection Diagrams (Top Views)

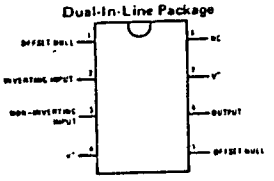


Metal Can Package



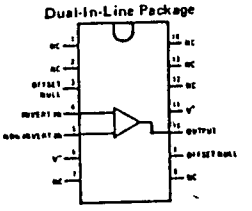
Order Number LM741H, LM741AH, LM741CH or LM741EH
See NS Package H08C

Dual-In-Line Package



Order Number LM741CN or LM741EN
See NS Package N08B
Order Number LM741CJ
See NS Package J08A

Dual-In-Line Package



Order Number LM741CN-14
See NS Package N14A
Order Number LM741J-14, LM741AJ-14 or LM741CJ-14
See NS Package J14A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings

	LM741A	LM741E	LM741	LM741C
Supply Voltage	±22V	±22V	±22V	±18V
Power Dissipation (Note 1)	500 mW	500 mW	500 mW	500 mW
Differential Input Voltage	±30V	±30V	±30V	±30V
Input Voltage (Note 2)	±15V	±15V	±15V	±15V
Output Short Circuit Duration	Indefinite	Indefinite	Indefinite	Indefinite
Operating Temperature Range	−55°C to +125°C	0°C to +70°C	−55°C to +125°C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C	−65°C to +150°C	−65°C to +150°C	−65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C	300°C	300°C	300°C

Electrical Characteristics (Note 3)

PARAMETER	CONDITIONS	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	$T_A = 25°C$					1.0	5.0		2.0	6.0	mV
	$R_S \le 10\ k\Omega$		0.8	3.0							mV
	$R_S \le 50\Omega$										
	$T_{AMIN} \le T_A \le T_{AMAX}$			4.0			6.0			7.5	mV
	$R_S \le 50\Omega$										
	$R_S \le 10\ k\Omega$			15							mV
Average Input Offset Voltage Drift											μV/°C
Input Offset Voltage Adjustment Range	$T_A = 25°C$, $V_S = \pm 20V$	±10				±15			±15		mV
Input Offset Current	$T_A = 25°C$		3.0	30		20	200		20	200	nA
	$T_{AMIN} \le T_A \le T_{AMAX}$			70		85	500			300	nA
Average Input Offset Current Drift				0.5							nA/°C
Input Bias Current	$T_A = 25°C$		30	80		80	500		80	500	nA
	$T_{AMIN} \le T_A \le T_{AMAX}$			0.210			1.5			0.8	μA
Input Resistance	$T_A = 25°C$, $V_S = \pm 20V$	1.0	6.0		0.3	2.0		0.3	2.0		MΩ
	$T_{AMIN} \le T_A \le T_{AMAX}$,	0.5									
	$V_S = \pm 20V$							±12	±13		V
Input Voltage Range	$T_A = 25°C$										
	$T_{AMIN} \le T_A \le T_{AMAX}$				±12	±13					V
Large Signal Voltage Gain	$T_A = 25°C$, $R_L \ge 2\ k\Omega$										V/mV
	$V_S = \pm 20V$, $V_O = \pm 15V$	50									V/mV
	$V_S = \pm 15V$, $V_O = \pm 10V$				50	200		20	200		V/mV
	$T_{AMIN} \le T_A \le T_{AMAX}$,										V/mV
	$R_L \ge 2\ k\Omega$,										V/mV
	$V_S = \pm 20V$, $V_O = \pm 15V$	32									V/mV
	$V_S = \pm 15V$, $V_O = \pm 10V$				25			15			V/mV
	$V_S = \pm 5V$, $V_O = \pm 2V$	10									V/mV
Output Voltage Swing	$V_S = \pm 20V$										V
	$R_L \ge 10\ k\Omega$	±16									V
	$R_L \ge 2\ k\Omega$	±15									V
	$V_S = \pm 15V$										V
	$R_L \ge 10\ k\Omega$				±12	±14		±12	±14		V
	$R_L \ge 2\ k\Omega$				±10	±13		±10	±13		V
Output Short Circuit Current	$T_A = 25°C$	10	25	35		25			25		mA
	$T_{AMIN} < T_A < T_{AMAX}$	10		40							mA
Common-Mode Rejection Ratio	$T_{AMIN} \le T_A \le T_{AMAX}$				70	90		70	90		dB
	$R_S \le 10\ k\Omega$, $V_{CM} = \pm 12V$										
	$R_S \le 50\ k\Omega$, $V_{CM} = \pm 12V$	80	95								dB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (Continued)

PARAMETER	CONDITIONS	LM741A/LM741E			LM741			LM741C			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Supply Voltage Rejection Ratio	$T_{AMIN} \le T_A \le T_{AMAX}$, $V_S = \pm 20V$ to $V_S = \pm 5V$										
	$R_S \le 50\Omega$	86	96								dB
	$R_S \le 10\ k\Omega$				77	96		77	96		dB
Transient Response	$T_A = 25°C$, Unity Gain										
Rise Time			0.25	0.8		0.3			0.3		μs
Overshoot			6.0	20		5			5		%
Bandwidth (Note 4)	$T_A = 25°C$	0.437	1.5								MHz
Slew Rate	$T_A = 25°C$, Unity Gain	0.3	0.7			0.5			0.5		$V/\mu s$
Supply Current	$T_A = 25°C$					1.7	2.8		1.7	2.8	mA
Power Consumption	$T_A = 25°C$										
	$V_S = \pm 20V$		80	150							mW
	$V_S = \pm 15V$					50	85		50	85	mW
LM741A	$V_S = \pm 20V$										
	$T_A = T_{AMIN}$			165							mW
	$T_A = T_{AMAX}$			135							mW
LM741E	$V_S = \pm 20V$			150							mW
	$T_A = T_{AMIN}$			150							mW
	$T_A = T_{AMAX}$			150							mW
LM741	$V_S = \pm 15V$										
	$T_A = T_{AMIN}$					60	100				mW
	$T_A = T_{AMAX}$					45	75				mW

Note 1: The maximum junction temperature of the LM741/LM741A is 150°C, while that of the LM741C/LM741E is 100°C. For operation at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W junction to ambient, or 45°C/W junction to case. The thermal resistance of the dual-in-line package is 100°C/W junction to ambient.

Note 2: For supply voltages less than ±15V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

Note 3: Unless otherwise specified, these specifications apply for $V_S = \pm 15V$, $-55°C \le T_A \le +125°C$ (LM741/LM741A). For the LM741C/LM741E, these specifications are limited to $0°C \le T_A \le +70°C$.

Note 4: Calculated value from: BW (MHz) = 0.35/Rise Time(μs).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ผลงานปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้สามารถสำเร็จลงได้ดีด้วยความสนับสนุนในด้านต่างๆทั้งแนวความคิดและคำแนะนำจากอาจารย์ สมยศ จุณณะปิยะ อาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม และเจ้าหน้าที่ฝ่ายธุรการทุกท่านที่ได้มีส่วนช่วยเหลือตลอดจนเพื่อนๆ ในภาคที่ช่วยเหลือและให้ความสนใจสอบถาม.

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณในความช่วยเหลือของทุกๆท่าน ที่มีส่วนช่วยให้งานปริญญานิพนธ์ชิ้นนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี.

ผู้จัดทำ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

ก. หนังสืออ้างอิงภาษาอังกฤษ

1. JOHN L HILLBURN , DAVID E. JOHNSON

" MANUAL OF ACTIVE FILTER DESIGN " McGraw-HiLL 1973

2. BORLAND INTERNATIONAL INC.

" TURBO PASCAL V.3 REFERENCE AND MANUAL " 1985

3. TEXAS INSTRUMENT " THE TTL DATABOOK FOR DESIGN ENGINEERS "

TEXAS INSTRUMENT INCORPORATION 2nd 1981

4. NATIONAL SEMICONDUCTOR " LINEAR DATABOOK "

NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION 1982

ข. หนังสืออ้างอิงภาษาไทย

1. สุชิน จำจด " วิศวกรรมโทรศัพท์ " คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2529

2. " พระจอมเกล้าลาดกระบังนิทรรศน์ 30 " คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2530

3. ธานิน ถาวรศาสนวงศ์,ทินกร ดุ๊ก " การอินเทอร์เฟส IBM/PC "
สำนักพิมพ์พิสิกส์เซ็นเตอร์ พ.ศ. 2531

4. กลุ่ม CNS " OP AMP " สำนักพิมพ์พิสิกส์เซ็นเตอร์ พ.ศ. 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้