ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยคอมพิวเตอร์

(COMPUTERIZE SECURITY SYSTEMS)

ชนะ โลหะทรัพย์ทวี

สัรัพฒน์ สารีกุล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยทรัพยากร

024717 29 มค. 2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยคอมพิวเตอร์
(COMPUTERIZE SECURITY SYSTEMS)

ชนะ ไลหะทรัพย์หวี
ณัฐพันธ์ สารีกุล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีอิเลคทรอนิคส์
คณะ วิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
2530

024717

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยคอมพิวเตอร์

(COMPUTERIZE SECURITY SYSTEMS)

ชนะ ไลหะทรัพย์ทวี

มัธพัฒน์ สารีกุล

ได้รับการพิจารณาอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา

ตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีอิเลคทรอนิคส์

คณะกรรมการตรวจสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

( )

.....กรรมการ

( )

.....กรรมการ

( )

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ก

กิตติกรรมประกาศ ง

บทที่ จ

1. บทนำ 1
   - อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณ 1
   - อุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ทางแสง 15
   - อุปกรณ์เซนเซอร์ในระบบรักษาความปลอดภัย 21
2. การติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ 33
   - สัญญาณนาฬิกาของระบบ 35
   - การดีโค้ดแอดเดรสของแอปเปิล 36
   - สัญญาณควบคุมที่ใช้ในการอินเตอร์เฟส 43
3. การออกแบบระบบรักษาความปลอดภัยด้วยคอมพิวเตอร์ 46
   - อุปกรณ์การตรวจสอบสัญญาณ 48
   - การออกแบบชุดอินเตอร์เฟส 54
   - ภาคเอาท์พุทควบคุม 57
   - การทำงานของเครื่อง 60
   - การออกแบบโปรแกรมควบคุม 61
   - การทำงานของโปรแกรม 61
   - โปรแกรมควบคุม 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4. บทสรุป 79
- การนำใช้งาน 81
- การพัฒนาระบบ 83
บรรณานุกรม 84
ภาคผนวก 85
ผนวก ก 85
ผนวก ข 89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ชื่อเรื่องปริญญานิพนธ์ ระบบรักษาความปลอดภัยด้วยคอมพิวเตอร์
(COMPUTERIZE SECURITY SYSTEMS)

ชื่อผู้เขียน นาย ชนะ ไลหะทรัพย์ทวี 29.3305
นาย อัรพัฒน์ สารีกุล 29.3308

ปริญญานิพนธ์ อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเลคทรอนิคส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันนี้ระบบรักษาความปลอดภัยได้มีใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นระบบที่ยุ่งยากซับซ้อน ดังนั้นไมโครคอมพิวเตอร์จึงได้เข้ามามีบทบาทในการควบคุมเพื่อลดความยุ่งยากซับซ้อนของระบบ และยังเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ระบบรักษาความปลอดภัยที่ควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันมีแพร่หลายไม่มากนักซึ่งเป็นระบบที่ใหญ่ไม่สามารถนำมาใช้ได้ทั่วไป จึงได้ออกแบบระบบขึ้นใหม่ให้ขนาดเล็ก และประสิทธิภาพยังคงเดิม

ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นการออกแบบระบบรักษาความปลอดภัยที่ควบคุมด้วยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ APPLE II โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้ บทที่ 1 กล่าวถึงอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณทั่วไป และที่เกี่ยวข้องกับระบบรักษาความปลอดภัย บทที่ 2 กล่าวถึงการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ APPLE II บทที่ 3 เป็นการออกแบบระบบรักษาความปลอดภัยด้วยคอมพิวเตอร์ บทที่ 4 เป็นการสรุปผลงานที่ได้จากการออกแบบ รวมทั้งวิธีการนำไปใช้งาน และการพัฒนาระบบต่อไป

ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นระบบที่ได้ออกแบบขึ้น ให้ผลการทำงานตรงตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ สามารถที่จะนำไปใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ใช้ติดตั้งในอาคารที่พักอาศัยหรือสถานที่อื่นๆ มีประสิทธิภาพในการทำงานโดยที่ราคาไม่สูงมากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จด้วยดีจากความช่วยเหลือแนะนำ และสนับสนุนจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ข้าพเจ้าต้องขอขอบคุณมา ณ. โอกาสนี้

อาจารย์ ต.ร. ไพศาล นาคพิพัฒน์ *

และอีกหลายท่านที่ได้ให้ความสนับสนุน ข้าพเจ้าต้องขอขอบคุณอีกครั้งหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 1

บทนำ

คำนำ เนื่องจากระบบรักษาความปลอดภัยส่วนใหญ่ จะเกี่ยวข้องกับวงจรอิเลคทรอนิคส์ การที่สามารถนำมาต่อร่วมกัน หรือ อินเตอร์เฟส (interface) เข้ากับ ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของระบบรักษาความปลอดภัย จะทำให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น เชื่อถือได้มากขึ้น ในระบบรักษาความปลอดภัย ส่วนที่สำคัญของระบบจะต้องมีอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาน หรือเรียกว่า SENSOR

อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาน

เซ็นเซอร์ (SENSORS) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงของสภาวะแวดล้อม และ สิ่งต่างๆ เช่น อุณหภูมิ แสง เสียง สารเคมี แรงสั่นสะเทือน ปริมาณทางไฟฟ้าการเคลื่อนที่ของวัตถุ ฯลฯ

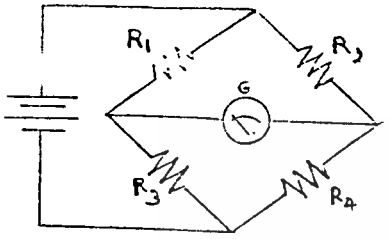
ทรานสดิวเซอร์ (TRANSDUCERS) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานในรูปต่างๆ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เช่น พลังงานความร้อน พลังงานแสงสว่าง พลังงานเสียง พลังงานจากคลื่นความถี่วิทยุ พลังงานกล สนามแม่เหล็ก ฯลฯ

อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาน ที่กล่าวข้างต้นชิ้นแต่ละชนิดจะมีลักษณะการทำงานแตกต่างกัน ตัวอย่างเช่น ทรานสดิวเซอร์ที่อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานซึ่งจะแปรผันกับ อุณหภูมิ ความร้อน เป็นต้น ออปโตทรานสดิวเซอร์ทรานสดิวเซอร์ที่ใช้หลักการของสอลเอฟเฟค อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน ดิ, ดักาช หรืออุปกรณ์สวิทช์ และยังมีอีกหลายชนิดซึ่งจะกล่าวต่อไป

ทรานสดิวเซอร์ที่อาศัยหลักการเปลี่ยนค่าความต้านทาน

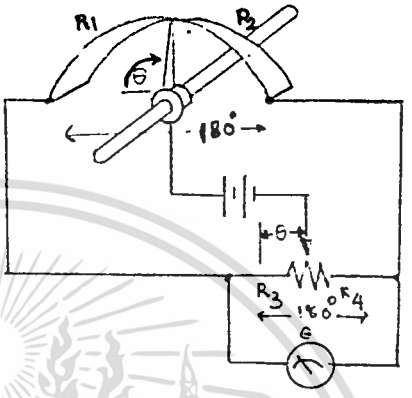
การใช้ตัวต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้เป็นทรานสดิวเซอร์เป็นที่แพร่หลาย และมีใช้ค่อนข้างมากโดยหลักการที่ใช้จะเป็นวิธีการของ วิทสโตนบริดจ์(WHEATSTONE BRIDGE) ดังรูป 1.1.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



$R_1R_4 = R_2R_3$

รูป 1.1.1 วิทสโตนบริดจ์



รูป 1.1.2 ใช้ตัวต้านทานเป็นทรานสดิวเซอร์วัดมุมของเพลา

ตัวอย่างการใช้งานดังรูป1.1.2 ซึ่งใช้ตัวต้านทานแปรค่าวัดมุมหมุนของเพลาสมมุติว่าแกนของเพลาหมุนไปทำให้เกิดมุมที่ตัวต้านทานที่ต่อกับแขนเพลา และแบ่งค่าตัวต้านทานออกเป็น R1,R2 ซึ่งอาจทำให้บริดจ์ไม่สมดุลได้วิธีจะทำให้บริดจ์สมดุลก็โดยวิธีการปรับพอท (POTENTIOHMMETER) เพื่อแบ่งค่าความต้านทาน R3 และ R4 ให้พอเหมาะส่วนของพอทนั้นเอง ถ้าเราปรับแต่งในการหมุนแล้วมีสเกลอ่านค่ามุมได้โดยตรงซึ่งจะเห็นว่าเมื่อบริดจ์สมดุลย์ R3/R4 = R1/R2 หรือ R3.R4 = R1.R4 นั่นคือถ้า R1/R2 เป็นมุม 0/180 องศาเราก็จะปรับแต่ง R3/R4 ตามแกนเป็นตัวเลข 0/180 องศาได้

ด้วยหลักการของวิทสโตนบริดจ์ สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกมาก ตัวอย่างเช่นเครื่องชั่งน้ำหนัก ฯลฯ

สเตรนเกจส์ (STRAIN GAUGES)

สเตรนเกจส์ เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยลวดเส้นเล็กๆ ขดอยู่บนแผ่นกระดาษหรือพลาสติกบางๆ เมื่อต้องการใช้ก็จะปะติดลงบนแผ่นชิ้นวัสดุที่จะต้องการวัดการยืดตัวบิดหรือการขยายตัว โดยคุณสมบัติของสเตรนเกจส์ จะเปลี่ยนค่าความต้านทานตามขนาดของ การยืดหรือ หดตัวของวัสดุโดยให้ความสัมพันธ์ดังนี้

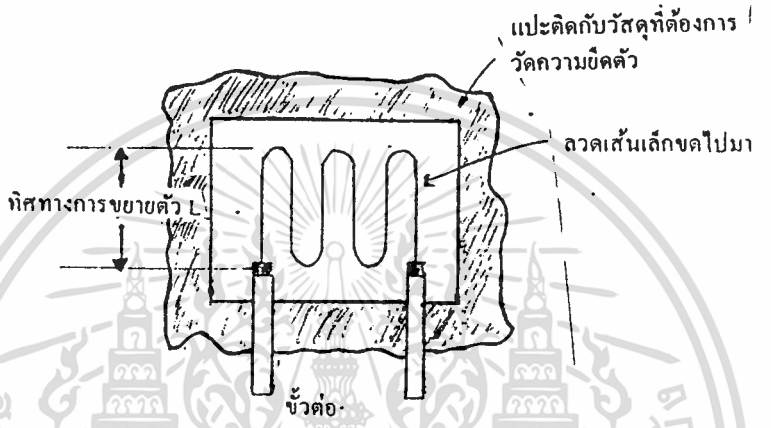
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

$$\Delta R/R = K\Delta L/L$$

K = เป็นค่าคงตัวของคุณสมบัติของสเตรนเกจส์

R = คือค่าความต้านทาน

L = คือค่าระยะทางที่ยืดตัวหรือหดตัว



รูป 1.2 ลักษณะทั่วไปของเสตรนเกจส์

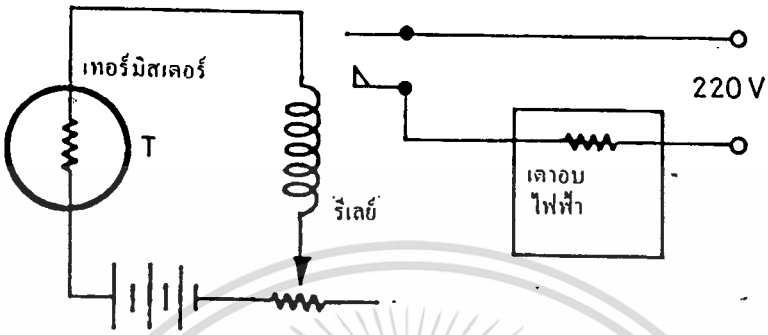
ประโยชน์หลักของสเตรนเกจส์ก็คือ เป็นตัวที่ให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงตามการยืดตัว หรือ หดตัวของวัสดุที่ต้องการวัด ในการวัดนั้นเราก็จะหาค่าความต้านทานที่เพิ่มขึ้น ซึ่งก็จะเป็นสัดส่วนเดียวกับความยาวที่เพิ่มขึ้น ทำให้เรานำเอาค่าความยาวที่เพิ่มขึ้นนั้นไปใช้ประโยชน์อย่างอื่นเช่น วัดความเค้น หรือความเครียดในคานเสา เป็นต้น

วัดอุณหภูมิด้วยหลักการแปรค่าความต้านทาน

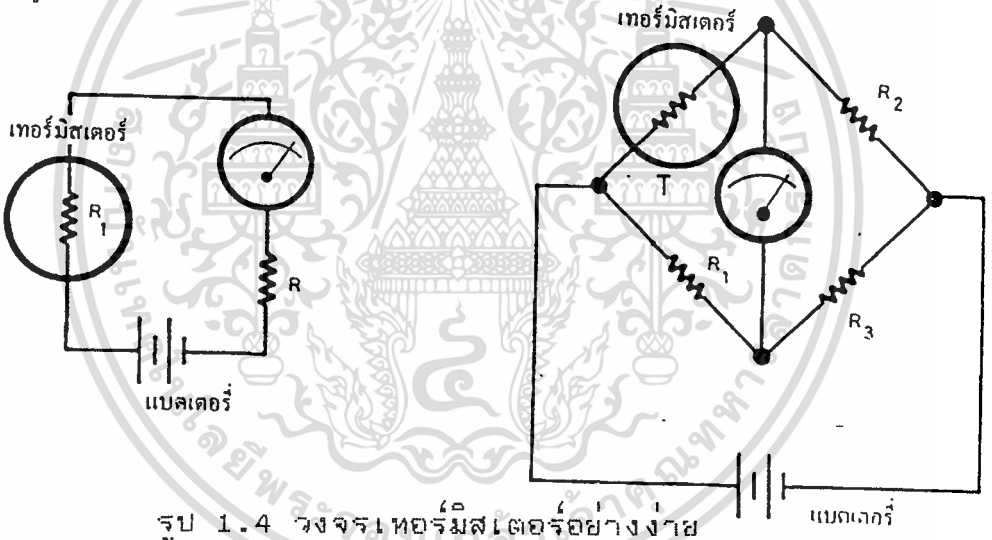
อุปกรณ์หลักที่ใช้ในการวัดอุณหภูมิที่จะกล่าวถึงนี้ คือ เทอร์มิสเตอร์ (THERMISTER) เทอร์มิสเตอร์ เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำให้คุณสมบัติแปรค่าความต้านทานในทางลดลง เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นและในทางกลับกัน เมื่ออุณหภูมิลดลงค่าความต้านทานก็จะเพิ่มขึ้น ค่าโดยเฉลี่ยของการแปรค่าจะอยู่ในราว -2% ต่อองศาฟาเรนไฮต์ แต่อย่างไรก็ตาม การแปรค่าของเทอร์มิสเตอร์ไม่ได้เป็นเชิงเส้นตลอดเทอร์มิสเตอร์บางแบบสามารถใช้ได้ถึงอุณหภูมิประมาณ 250 องศาเซลเซียส มีรูปร่างหลายแบบ เช่น เป็นแผ่น สี่เหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ทรงกลมซึ่งมีสองขา



รูป 1.3 วงจรอย่างง่ายใช้เทอร์มิสเตอร์เป็นเทอร์โมสตัท



รูป 1.4 วงจรเทอร์มิสเตอร์อย่างง่าย

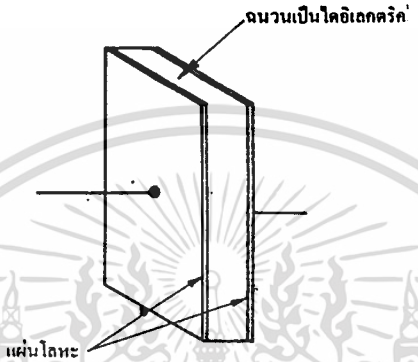
การใช้หลักการของตัวเก็บประจุเป็นทรานสดิวเซอร์

เมื่อนำแผ่นโลหะสองแผ่นวางขนานกันโดยมีวัสดุฉนวนวางขั้นกลาง ครั้นเมื่อต่อขาออกจากแผ่นขั้วโลหะทั้งสองผลที่ได้คือ ตัวเก็บประจุ ค่าตัวเก็บประจุสามารถคำนวณได้จากสูตร

$$C = KA/L$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เมื่อ K = เป็นค่าคงตัวของสารที่นำมาขั้นกลาง
A = เป็นพื้นที่ผิวแผ่นโลหะ
L = เป็นระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะ



รูป 1.5 หลักการของตัวเก็บประจุอย่างง่าย

การให้ค่าตัวเก็บประจุแปรค่าได้อาจทำได้หลายวิธี เช่นให้สารไดอิเลคตริกเปลี่ยน ให้พื้นที่แผ่นโลหะเปลี่ยน หรือให้ระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะเปลี่ยน ก็ทำให้ค่า C เปลี่ยนแปลงโดยปกติค่า C ที่เปลี่ยนแปลงนั้นอาจจะอยู่ในระดับที่ค่อนข้างต่ำ แต่ถ้าหากนำมาพิจารณาในแง่ของอิมพีแดนซ์ โดยใช้ความถี่สูงจะมีผลทำให้การเปลี่ยนแปลงทางอิมพีแดนซ์ สูงเนื่องจาก

$$Z = \frac{1}{2\pi fC}$$

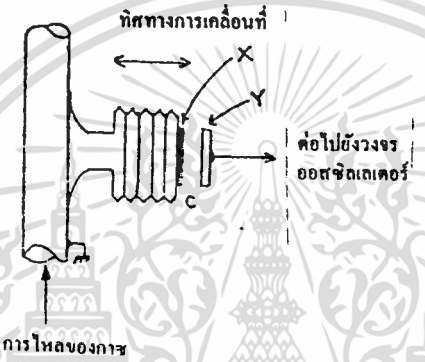
Z = คือค่าอิมพีแดนซ์ของตัวเก็บประจุที่ความถี่ f

การดัดแปลงเพื่อนำไปใช้งานของทรานสดิวเซอร์ ชนิดแปรค่าตัวเก็บประจุอาจทำได้อย่างกว้างขวาง เช่นใช้เป็นอุปกรณ์วัดหรือตรวจสอบระดับของเหลวหรือสารที่เป็นผง วิธีการอาจกระทำในลักษณะการสร้างส่วนตรวจสอบเป็นแผ่นโลหะสองแผ่น โดยให้ของเหลวสามารถผ่านเข้าในช่องระหว่างกลางเพื่อให้แปรเปลี่ยนค่าตัวเก็บประจุตามระดับของเหลวที่ผ่านเข้าไป นอกจากนี้ยังสามารถใช้หลักการของตัวเก็บประจุไปใช้ในการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เช่นเครื่องวัดความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก เมล็ดพืช โดยความชื้นจะทำให้ค่าของตัวเก็บประจุเปลี่ยนไป

รูป 1.6 เป็นวิธีหนึ่งในการใช้หลักการของตัวเก็บประจุในการวัดความดันของก๊าซจากกรณีนี้ถ้าให้ก๊าซมีความดันมากมันจะกดแผ่นไลหะด้าน X ด้วยแรงที่สูงขึ้น ทำให้ระยะของแผ่นไลหะ X-Y ลดลง ค่าตัวเก็บประจุจะพลอยมีค่าสูงขึ้น และนำไปใช้เปลี่ยนความถี่ในวงจรออสซิลเลเตอร์เพื่อที่จะดีเทคต่อไป



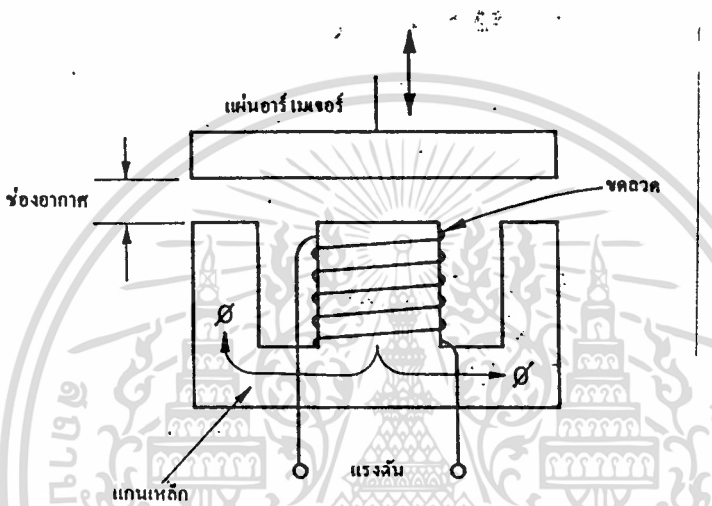
รูป 1.6 การใช้หลักการของตัวเก็บประจุเพื่อดีเทคความดัน

ทรานสดิวเซอร์แปรค่าความเหนี่ยวนำเปลี่ยนแปลง

ในวงจรแม่เหล็กก็มีหลักการคำนวณ หรือพิจารณาคล้ายคลึงกับวงจรทางไฟฟ้า โดยมีความหนาแน่นเส้นแรงเปรียบเสมือนกระแสไฟฟ้าค่ารีแอคแตนซ์เปรียบเสมือนค่าความต้านทานในวงจรโดยมีค่า N*I เสมือนเป็นแหล่งจ่ายเส้นแรงแม่เหล็ก ค่ารีแอคแตนซ์ของวงจรแม่เหล็กขึ้นอยู่กับ รูปร่างและชนิดของอุปกรณ์ที่นำมาใช้ และผลในการเปลี่ยนแปลงค่ารีแอคแตนซ์ในวงจรแม่เหล็กนี้เองจะทำให้ค่าความเหนี่ยวนำ หรือค่า L เกิดการเปลี่ยนแปลงตาม

- จากรูป 1.7 เส้นทางเดินของแรงแม่เหล็กจะแยกเป็นวงรอบสองข้างผ่านช่องอากาศถ้าให้ขนาดความกว้างของช่องอากาศมาก ค่ารีแอคแตนซ์จะมีค่าสูง ส่วนค่าความเหนี่ยวนำหรือค่าอินดัคแตนซ์จะมีค่าลดลง เราอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงของค่าอินดัคแตนซ์นี้เป็นหลักในการทำทรานสดิวเซอร์

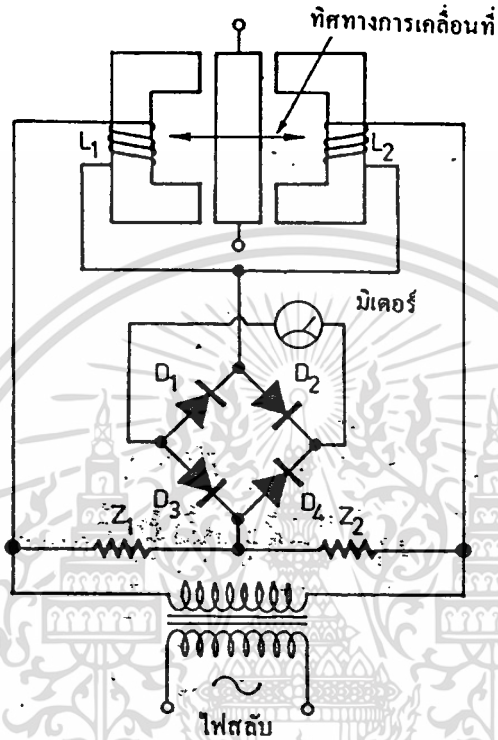
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 1.7 แสดงลักษณะของทรานสดิวเซอร์ที่ใช้ค่าความเหนี่ยวนำเปลี่ยนแปลง

ตัวอย่างที่ใช้ในการเปลี่ยนแปลงทางค่าความเหนี่ยวนำแสดงให้เห็นดังรูป 1.8 โดยอาศัยหลักการของวงจรบริดจ์ชนิดไฟสลับ การสมดุลย์ของบริดจ์เกิดขึ้นเมื่อค่า L1/L2 และ Z1/Z2 มีค่าเท่ากัน ส่วนการสมดุลย์ของบริดจ์เราใช้ไดโอดสี่ตัว ทำการเรคติไฟร์ให้เป็นสัญญาณตรงแล้วนำมาเป็นตัวตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 1.8 การใช้ทรานสดิวเซอร์ชนิดความเหนี่ยวนำเปลี่ยนไปในการตรวจสอบการเคลื่อนที่

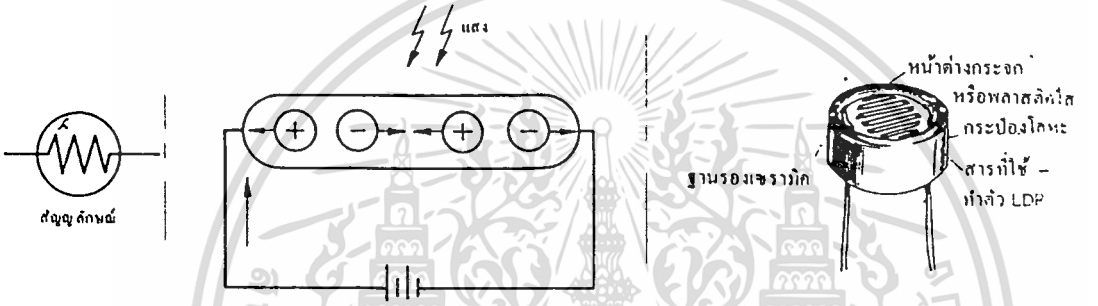
เราใช้หลักการนี้ในการวัดความเร่งของรถยนต์ เครื่องบิน ฯลฯ ด้วยการตรวจสอบการเคลื่อนที่ของอาเมเจอร์แกนกลาง และหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำสามารถนำมาใช้ตรวจสอบการไหลของกระแส เป็นต้น

ออฟโต้ทรานสดิวเซอร์ (OPTO TRANSDUCER)

ปฏิกิริยาที่แสงตกกระทบต่อพื้นผิวสารกึ่งตัวนำบางชนิด ทำให้คุณสมบัติเดิมเปลี่ยนไปอุปกรณ์ที่มีลักษณะการทำงานขึ้นกับเงื่อนไขของแสง มีหลายชนิดดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ตัวต้านทานไวแสง หรือ LDR (LIGHT DEPENDENT RESISTER) หรือค่าความต้านทานที่แปรค่าตามแสง โดยเมื่อป้อนพลังงานอย่างเพียงพอให้กับ วาเลนซ์อิเลคตรอนของสารกึ่งตัวนำจะทำให้เกิดการแตกตัวของโฮลและอิเลคตรอนเกิดขึ้นมากมาย พลังงานที่ทำให้โฮลและอิเลคตรอนแตกตัวนี้จะต้องเป็นพลังงานที่มาจากภายนอก เช่น แสง ความร้อนปริมาณของพลังงานที่ต้องการทำให้เกิดการแตกตัวของโฮลและอิเลคตรอน จะขึ้นอยู่กับสารนั้น ๆ



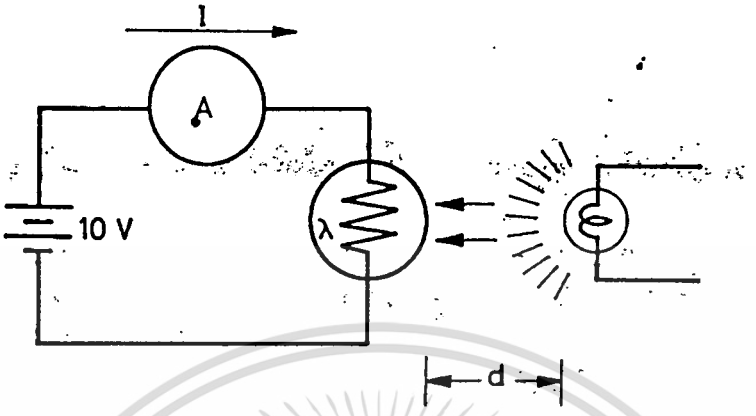
LDR ส่วนใหญ่ทำมาจากสารกึ่งตัวนำจำพวกแคดเมียมซัลไฟด์ หรือแคดเมียมเซเลไนด์ซึ่งให้ผลตอบสนองต่อแสงได้ดี ที่ความยาวคลื่นประมาณ 4000–10000 'A ซึ่งเป็นแถบความถี่แสงที่มองเห็น

ลักษณะการทำงานจะเห็นได้ว่า เมื่อแสงมีความเข้มมากๆ มาตกกระทบก็จะทำ ๆ ตัวมันสามารถนำกระแสได้ดีขึ้นเป็นผลทำให้ค่าความต้านทานในตัวมันลดลง

ข้อดีในการใช้งานของ LDR คือ มีความไวต่อแสงสูง ราคาถูก มีขนาดเล็กมีการเปลี่ยนแปลงค่าได้กว้าง ข้อเสียเมื่อเทียบกับอุปกรณ์รับแสงอื่นๆ คือมีผลตอบสนองต่อความถี่แสงแคบ

ตัวอย่างการใช้งานของ LDR อย่างง่าย ๆ คือใช้เป็นตัววัดความเข้มของแสง โดยต่อเป็นวงจรเบื้องต้นง่ายๆ ดังรูป 1.10

024717
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



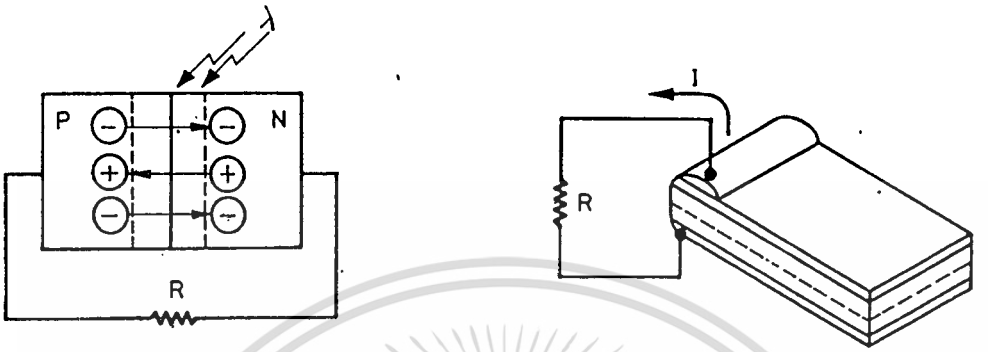
รูป 1.10 ตัวอย่างวงจรวัดความเข้มของแสง

เซลแสงอาทิตย์ เป็นอุปกรณ์ที่สามารถสร้างแรงขับดันขึ้นมาได้ เมื่อได้รับแสง ซึ่งก็คืออุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ตัวอุปกรณ์ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำ P–N ที่ประกอบเป็นรอยต่อ และเมื่อประกอบเป็นวงจรก็ไม่จำเป็นต้องต่อกับแหล่งจ่ายไฟภายนอก และจะมีกระแสไหลผ่านวงจรได้เอง สารกึ่งตัวนำที่ใช้ทำเป็นเซลแสงอาทิตย์ส่วนใหญ่เป็นสารจำพวก ซิลิกอน หรือ เซเลเนียม เป็นส่วนใหญ่ สำหรับสารเซเลเนียมแล้วจะให้ผลตอบสนองต่อแสงที่ตาเรามองเห็นได้ ส่วนซิลิกอนจะให้ผลตอบสนองค่อนไปทางอินฟาเรด ดังนั้น เซลแสงอาทิตย์จึงเหมาะที่จะใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงได้

หลักการทำงานของเซลแสงอาทิตย์ คือเมื่อได้รับแสงจะทำให้โฮลและอิเลคตรอนแยกตัวออกจากกันถ้าหากเป็นการแยกที่เกิดทางด้านสาร ชนิด P อิเลคตรอนอิสระที่เกิดขึ้นก็จะเคลื่อนกลับเข้าทาง N ถ้าหากเกิดการแตกตัวที่ผิว N ตัวโฮลก็จะเคลื่อนที่เข้าทางผิว P จะเห็นได้ว่าเกิดการเคลื่อนที่ของพาหะ เป็นผลทำให้ เกิดแรงดันตกคร่อมตัวมัน เมื่อต่อครบวงจรก็จะเกิดกระแสไหลขึ้นได้

สำหรับสารชนิด เซเลเนียมจะให้ผลตอบสนองต่อแสงในช่วงความยาวคลื่น 2500 ถึง 7500 ‘A สำหรับซิลิกอนจะอยู่ในราว 3500 ถึง 11500 ‘A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

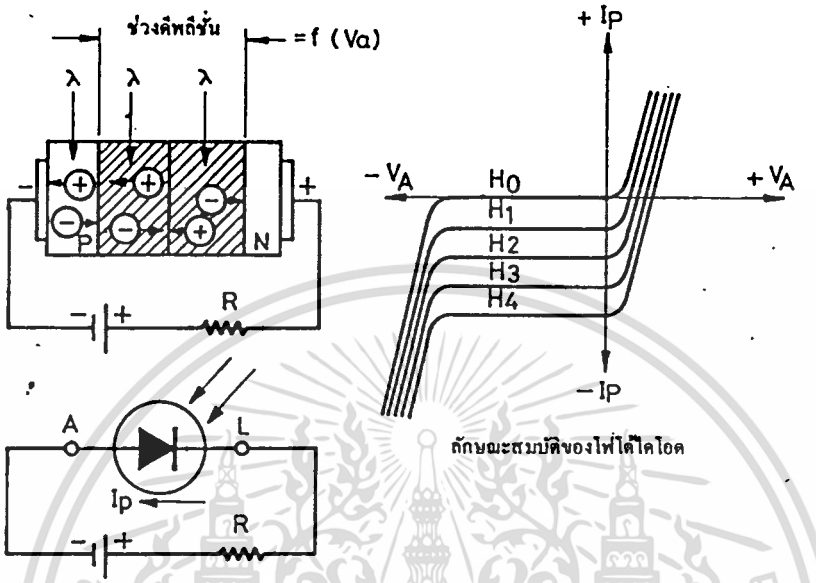


รูป 1.11 โครงสร้างและการทำงานของเซลแสงอาทิตย์

ไฟโต้ไดโอด เป็นอุปกรณ์ไวแสงชนิดหนึ่งซึ่งประกอบด้วยรอยต่อ P–N เช่นเดียวกับเซลแสงอาทิตย์ แต่มีลักษณะบางอย่างแตกต่างกันคือ การใช้งานของไฟโต้ไดโอดจะให้กระแสไหลผ่านตัวมันขึ้นอยู่กับแสง เมื่อไฟโต้ไดโอดชนิดซิลิกอนถูกไบอัสกลับด้วยแรงดันค่าหนึ่งและมีแสงส่องไปที่บริเวณรอยต่อถ้าแสงที่ส่องมีความยาวคลื่นที่พอเหมาะจะมีกระแสไหลในวงจรโดยเป็นสัดส่วนกับ ความเข้มของแสงที่ส่องผ่านบนอุปกรณ์นั้นลักษณะทั่วไปขณะไบอัสตรงจะยังคงเหมือนกับไดโอดธรรมดา คือให้กระแสไหลผ่านตัวมันเองได้ การทำงานของไฟโต้ไดโอดกล่าวได้ดังนี้ เมื่อแสงตกกระทบบริเวณรอยต่อจะทำให้เกิดการแตกตัวของโฮลและอิเลคตรอนอิสระ โฮลและอิเลคตรอนอิสระจะถูกแรงดันไบอัสกลับเหนี่ยวนำให้เกิดกระแสไหลข้ามรอยต่อเป็นกระแสเนื่องจากแสงได้ โดยปกติค่ากระแสเนื่องจากแสงนี้มีค่าค่อนข้างต่ำมาก อยู่ในช่วง 1–10 uA เท่านั้นดังนั้นการใช้งานของไฟโต้ไดโอดจะต้องมีตัวขยายกระแสเพิ่มเติม

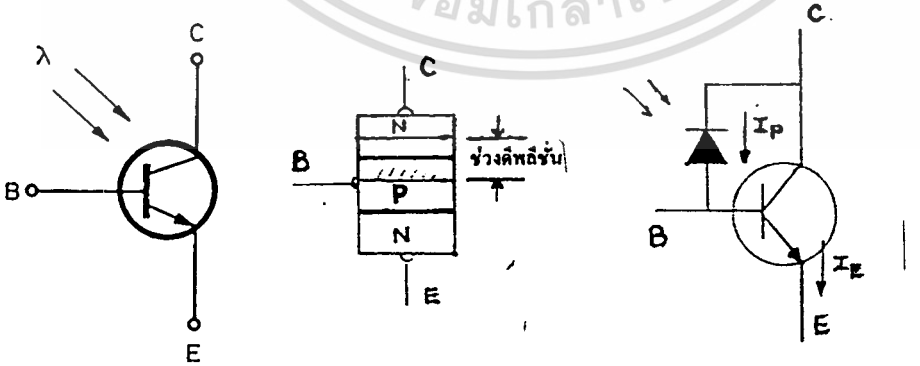
ไดโอดที่ไวต่อแสงชนิดซิลิกอนมีสัมประสิทธิ์ของการเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิต่ำและผลตอบสนองต่อแสงไว นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมผลตอบสนองต่อความถี่ของแสงและความเร็วได้โดยรูปร่างลักษณะและการโด๊ปของรอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 1.12 แสดงการทำงานและลักษณะสมบัติของโฟโต้ไดโอด

โฟโต้ทรานซิสเตอร์ อาศัยหลักการเดียวกับโฟโต้ไดโอด แต่โฟโต้ทรานซิส-เตอร์ให้ข้อดีกว่า โฟโต้ไดโอดมากทั้งนี้เพราะว่ากระแสที่ได้จะผ่านการขยายด้วยทรานซิสเตอร์ก่อนในภาวะปกติของการใช้งานของโฟโต้ทรานซิสเตอร์ รอยต่อระหว่างเบส และอีมิตเตอร์จะต่อไบอัสตรงส่วนรอยต่อระหว่างเบส-คอลเลคเตอร์ จะต่อไบอัสกลับหรือต่อเอง เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการแปรค่ากระแสขึ้นกับแสง



รูป 1.13 แสดงสัญลักษณ์โครงสร้างของโฟโต้ทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

เมื่อไบอัสกลับที่รอยต่อระหว่างเบส-คอลเลคเตอร์ และมีแสงฉายมาที่บริเวณรอยต่อ กระแสเบสจะถูกขยาย ด้วยอัตราขยายด้วยทรานซิสเตอร์เป็นกระแสอีมิตเตอร์ และถ้าไบอัสขั้วเบสด้วยกระแสเบสภายนอกก็จะถูกขยายรวมกับกระแสเนื่องจากแสงด้วย

ถ้าให้ Ip = กระแสที่เกิดขึ้นเนื่องจากแสง

IB = กระแสที่มาจากภายนอก

IE = กระแสอีมิตเตอร์

hFE = อัตราขยายของทรานซิสเตอร์

จากสมการของทรานซิสเตอร์ IC = hFE*IB และ IE = IC+(IB+Ip)

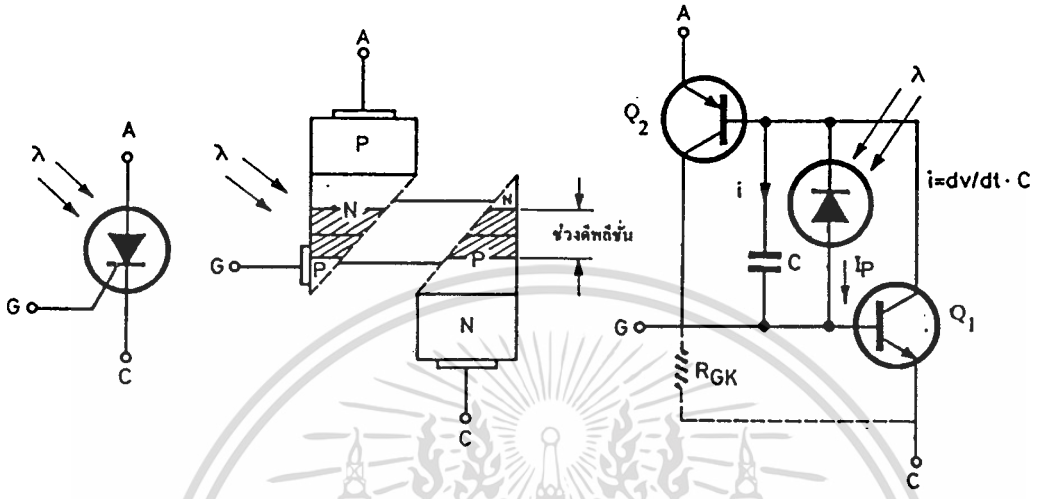
จะได้ IE = IB(hFE+1)+Ip ≅ hFE(IB+Ip)

จะเห็นได้ว่ากระแส IE เปลี่ยนแปลงตามกระแส Ip ด้วยอัตราขยายถึง hFE+1 ซึ่งถ้า Ip มีค่าเปลี่ยนแปลงจาก 1 ถึง 10 uA และให้ hFE มีค่าประมาณ 100 เราจะได้ค่า IE เปลี่ยนแปลงจาก 100 uA ถึง 1 mA

ถ้าอัตราขยายยิ่งสูง จะทำให้ผลตอบสนองต่อแสงไวขึ้น ค่า hFE สูง ๆ จะต้องทำให้รอยต่อเบส-คอลเลคเตอร์มีพื้นที่มาก แต่ก็ทำให้กระแสรั่วไหลสูงขึ้นด้วยเพราะรอยต่อจะถูกไบอัสกลับ

โฟโต้เอสซีอาร์ จากวงจรสมมูลย์ของโฟโต้เอสซีอาร์จะเห็นได้ว่าคล้ายกับวงจรสมมูลย์ของเอสซีอาร์ธรรมดาแต่จะมีโฟโต้ไดโอดต่อที่เบสของทรานซิสเตอร์ Q2 ดังนั้นถ้ามีการทริกที่เกท เอสซีอาร์นั้นก็จะนำกระแสได้ด้วยหลักการทั่วไปของเอสซีอาร์ แต่ถ้าหากไม่มีการทริกเอสซีอาร์แต่เรานำตัวเอสซีอาร์ให้ถูกแสงสว่างก็จะเป็นการทำให้ เกิดกระแส Ip ขึ้นและถ้ากระแส Ip มีค่ามากขึ้นถึงค่าหนึ่งพอเพียงที่จะทำให้ Q1 ทำงานมันก็เสมือนเป็นการทริกเอสซีอาร์ให้ทำงาน เกิดภาวะการรีเจนเนอเรทีฟให้เอสซีอาร์นำกระแสได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 1.14 โครงสร้างและวงจรสมมูลย์ของไฟโต้เอสซีอาร์แทนด้วยทรานซิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

อุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ทางแสง

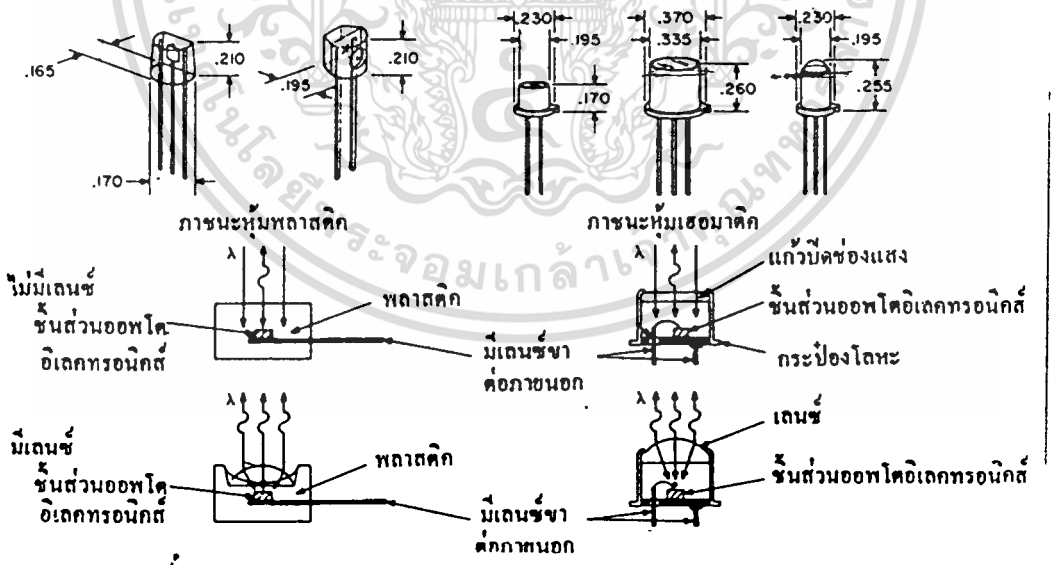
อุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ทางแสงมีรูปร่างหลายแบบขึ้นอยู่กับ จุดมุ่งหมายของการใช้งานโดยแบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ ดังนี้

1 อุปกรณ์เป็นตัวอิสระ เช่น ตัวปล่อยแสง หรือ ตัวตีเทคแสง

2 อุปกรณ์ตรวจสอบการตัดแสง และการสะท้อนแสง ซึ่งจะตรวจวัตถุต่างๆ โดยควบคุมทิศทางของแสง

3 อุปกรณ์เชื่อมต่อด้วยแสง ซึ่งจะส่งผ่านสัญญาณไฟฟ้าโดยตรง ไม่ต้องมีสายไฟเชื่อมโยง

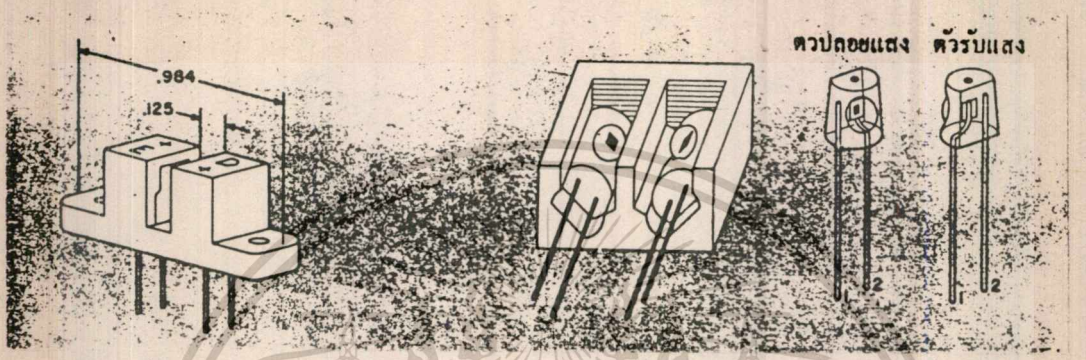
1 อุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ทางแสง ที่เป็นตัวอิสระ ที่จะปล่อยแสง หรือจะตีเทคแสง ภาชนะหุ้มต้องทำหน้าที่ป้องกันชิ้นส่วนภายใน และยอมให้แสงผ่านไปได้ นั่นคือตัวกระป๋องหุ้มต้องมีช่องแสง ช่องแสงอาจมีเลนส์เป็นส่วนประกอบซึ่งทำให้ผลตอบสนองดีขึ้น ความไวและมุมรับแสงได้กว้าง การกระจายของแสงลดลง เลนส์เป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ จึงต้องพิจารณาการใช้เลนส์ด้วย เพราะการเปลี่ยนแปลงของเลนส์จะมีผลต่อตัวอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ทางแสงอย่างมาก ดังนั้นถ้าต้องการอุปกรณ์หมอตราขยายสูงจึงควรใช้อุปกรณ์หมเลนส์ภายนอกแทน



รูป 1.15 แสดงรูปร่างโครงสร้างของอุปกรณ์ปล่อยแสงและตีเทคแสง

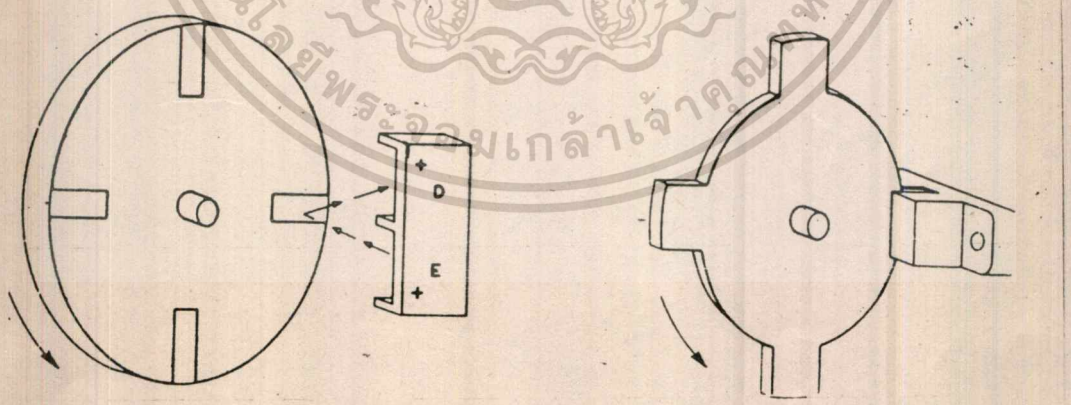
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารที่ใช้ทำภาชนะหุ้มมี 2 ชนิด คือพลาสติกและเซรามิค ทั้งสองแบบมีทั้งชนิดมีเลนส์และไม่มีเลนส์จะขนานกับขาภายนอก ชนิดเซรามิคสามารถใช้ที่กำลังสูงๆ ช่วงอุณหภูมิกว้าง ราคาแพงกว่าแบบพลาสติก



รูป 1.16 อุปกรณ์ตรวจสอบการสะท้อน สร้างขึ้นจากตัวรับแสงและตัวปล่อยแสง

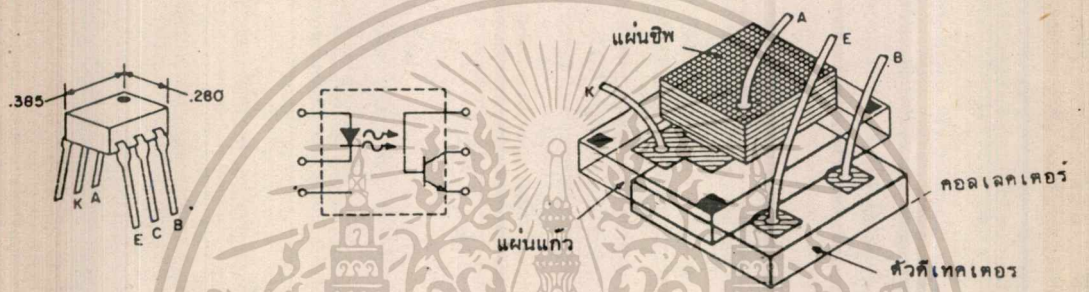
2 อุปกรณ์ตรวจสอบการตัดแสงและการสะท้อนของแสง อุปกรณ์ตรวจสอบการตัดแสงส่วนใหญ่จะสร้างขึ้นจาก ตัวปล่อยแสงและตัวรับแสงแบบพลาสติก เพราะมีราคาถูกและประกอบได้ง่ายส่วนการสะท้อนแสงจะต้องให้แสงพุ่งเป็นลำ สะท้อนกลับมายังตัวรับแสง ดังนั้นจึงควรใช้อุปกรณ์ชนิดมีเลนซ์เพื่อทำให้การทำงานดีขึ้น



รูป 1.17 ตัวอย่างการใช้อุปกรณ์สะท้อนแสงและการตัดแสงสำหรับวัดความเร็วของเพลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

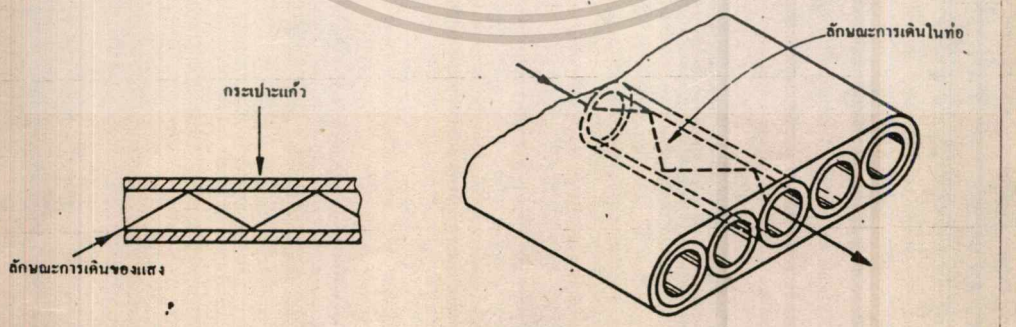
3 การเชื่อมต่อด้วยแสง อุปกรณ์เชื่อมต่อด้วยแสงหรือเรียกว่า ออพโต้ไอโซ-เลเตอร์ เป็นอุปกรณ์ทางด้านอิเลคทรอนิกส์ล้วน ๆ ทิศทางการเคลื่อนที่ของแสงจะคงที่อยู่ในตัวอุปกรณ์ใช้เปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าให้เป็นแสง และจากแสงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า โดยไม่ต้องมีสายเชื่อมโยงระหว่างวงจร แรงดันระหว่างอุปกรณ์สองข้างคือตัวปล่อยแสงและตัวรับแสงจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับระยะระหว่างตัวปล่อยแสง และตัวรับแสงระยะยิ่งห่างกันมากอัตราการส่งผ่านสัญญาณจะน้อย



รูป 1.18 แสดงอุปกรณ์เชื่อมต่อด้วยแสงและสัญญลักษณ์

ไฟเบอร์ออพติก

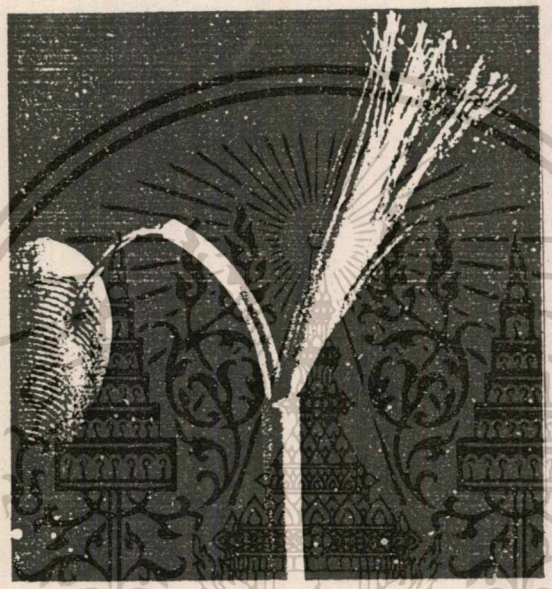
เราสามารถสร้างท่อเส้นใยเล็ก ๆ ที่ให้แสงเดินผ่านไปได้ เสมือนวิ่งไปในสายไฟฟ้าที่มีการคดเคี้ยวไปเหมือนกัน ลักษณะพิเศษของการใช้แสงเดินผ่านไปในท่อนี้ ทำให้เกิดการสื่อสารด้วยแสงผ่านช่องทางนี้ ลักษณะของไฟเบอร์ออพติกและการใช้งาน จะเป็นดังนี้



รูป 1.19 ไฟเบอร์ออพติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การเคลื่อนที่ของแสงผ่านไฟเบอร์ออพติกไปในทางคดเคี้ยวได้อาศัย หลักการสะท้อนของแสงผ่านผนังในสายไปในทิศทางที่เคลื่อนที่ตามสายได้ ด้วยเหตุนี้เราจึงประยุกต์ใช้งานของไฟเบอร์ออพติกในด้านการสื่อสาร ฯลฯ เราใช้ไฟเบอร์ออพติกเป็นท่อส่งสัญญานแสงไปยังจุดต่างๆหรือรับสัญญานแสงจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง

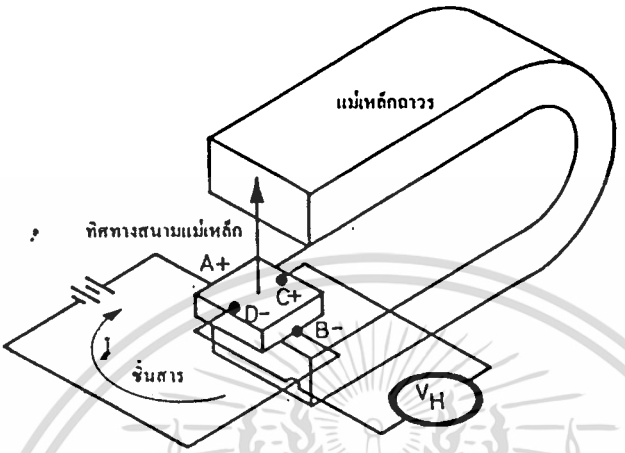


รูป 1.20 ตัวอย่างไฟเบอร์ออพติก

ทรานสดิวเซอร์ที่ใช้หลักการของฮอลล์เอฟเฟค

การนำหลักการของฮอลล์เอฟเฟคมาใช้ประโยชน์ เกิดขึ้นหลังจากที่เรานำเอาสารกึ่งตัวนำมาใช้เป็นอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ต่างๆ หลักการของฮอลล์เอฟเฟคกล่าวได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

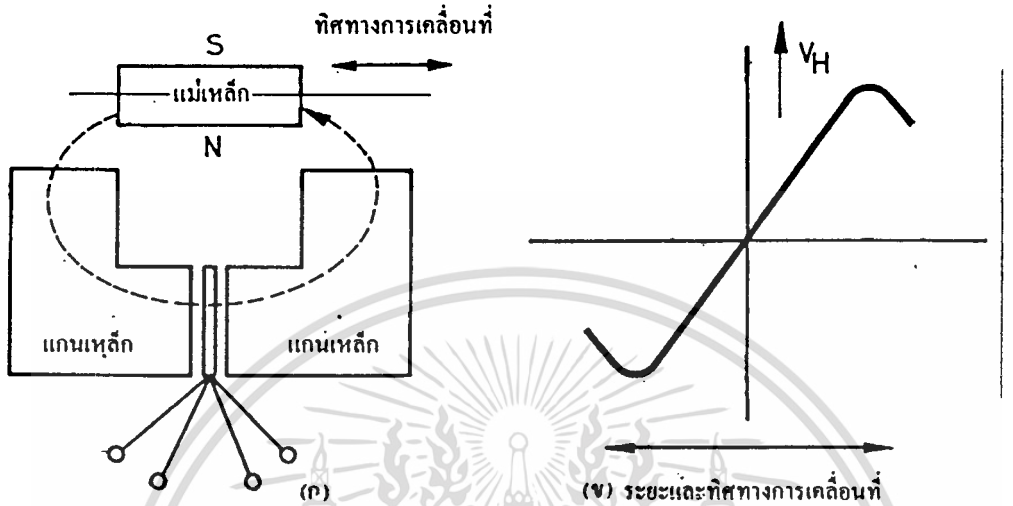


รูป 1.21

เพื่อนำชิ้นสารที่ต้องการทำเป็นทรานสดิวเซอร์วางตั้งฉากกับทิศทางของสนามแม่เหล็กแล้วต่อชิ้นสารเข้ากับวงจรไฟฟ้าโดยให้ด้าน A ต่อเข้ากับขั้วบวกของแบตเตอรี่ ด้าน B ต่อกับขั้วลบของแบตเตอรี่ กระแส I และสนามแม่เหล็ก H จะไหลทำมุมตั้งฉากกันเป็นผลให้นำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าฮอลล์ (HALL VOLTAGE) ขึ้นระหว่างขั้ว C และ D ของแผ่นชิ้นสาร ทิศทางของแรงดันเหนี่ยวนำจะเป็นไปตามกฎของการเหนี่ยวนำโดยมีขั้วบวกอยู่ทางขั้ว C และขั้วลบอยู่ทางขั้ว D

เราอาศัยหลักการของฮอลล์ไปใช้ประโยชน์ในเครื่องมือหลายอย่าง ทั้งนี้ถ้าพิจารณาหลักการจะเห็นว่าถ้าให้ค่ากระแส I เป็นค่ากระแสคงที่ แรงดัน VH ที่เกิดขึ้นจะแปรค่าตามสนามแม่เหล็ก เราจึงนำเอาหลักการนี้ไปใช้ในการวัดความเข้มของสนามแม่เหล็ก โดยใช้วิธีทำแผ่นสารให้บางมากแล้วสอดเข้าไปในส่วนของทางเดินสนามแม่เหล็ก จากหลักการนี้เราประยุกต์ใช้เป็นทรานสดิวเซอร์วัดอย่างอื่นได้ ดังตัวอย่างรูป 1.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 1.22 ใช้หลักการฮอลล์เอฟเฟคในการวัดระยะการเคลื่อนที่

ในการณีที่เราเอาแม่เหล็กถาวรยึดติดกับอุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนที่ โดยมีทิศทางการเคลื่อนที่ตามแนวที่เขียนไว้ในรูปบน ผลของการเคลื่อนที่จะทำให้สนามแม่เหล็ก เกิดการเปลี่ยนแปลงซึ่งยังผลทำให้เกิดแรงดัน VH ตามรูป ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

อุปกรณ์เซนเซอร์ อุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ อุปกรณ์ดีเทคเตอร์ หรืออุปกรณ์ตรวจจับสัญญาน ในระบบรักษาความปลอดภัยนั้นสามารถนำอุปกรณ์ที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นมาประยุกต์ใช้กับระบบรักษาความปลอดภัยได้ ระบบรักษาความปลอดภัยที่ดีจะต้องมีความแม่นยำ ตอบสนองได้ดี มิฉะนั้นแล้วระบบจะทำงานผิดพลาดได้ ส่วนใหญ่ระบบรักษาความปลอดภัยได้แบ่งออกเป็นหลายๆ ประเภทดังนี้

1 ระบบแจ้งสัญญานและป้องกันอัคคีภัย

2 ระบบแจ้งสัญญานและป้องกันผู้บุกรุก

3 ระบบแจ้งสัญญานและป้องกันวงจรทางไฟฟ้า

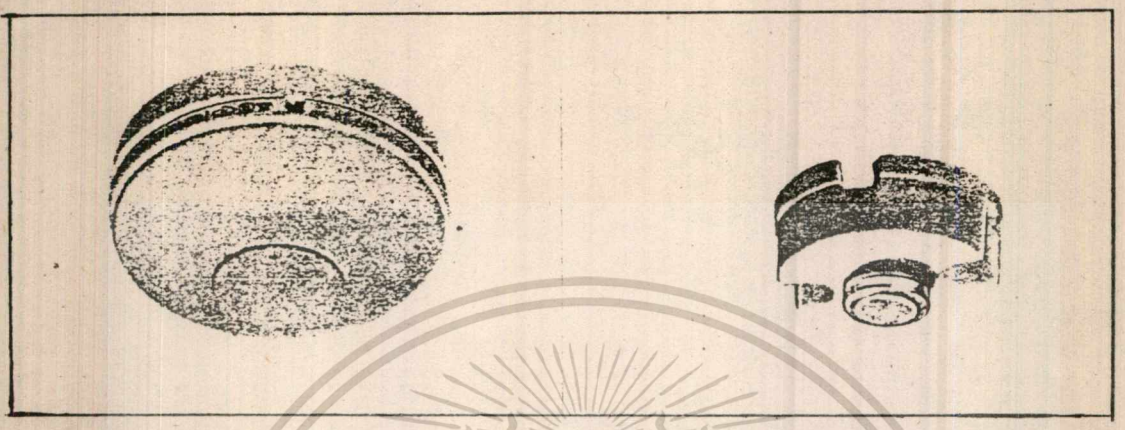
ฯลฯ

อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาน เพื่อป้องกันอัคคีภัยที่สามารถให้ผลในการป้องกันได้เป็นอย่างดีการป้องกันในกรณีนี้จะใช้อุปกรณ์ดีเทคเตอร์สองแบบด้วยกันคือ อุปกรณ์ดีเทคความร้อน และ อุปกรณ์ดีเทคควัน

อุปกรณ์ดีเทคความร้อน (HEAT DETECTER)

อุปกรณ์ดีเทคความร้อนมี 2 หลักการคือ หลักการแรกจะเป็นตัวตรวจจับอุณหภูมิดูงที่ช่วงจะทำงานเมื่ออุณหภูมิแวดล้อมมีค่าถึงช่วงที่ตั้งไว้ เช่น 135 องศาฟาเรนไฮต์ หรือปรับตัวอุณหภูมิได้ธรรมดาตัวตรวจจับเหล่านี้จะเป็นแบบ N/O การติดตั้งจะติดตั้งตามใต้ฝ้าเพดานในตำแหน่งที่คิดว่าการตรวจจับไฟไหม้ได้ดีที่สุด พื้นที่ในการตรวจจับต่อตัวอุปกรณ์ต่างๆ ไปจะไม่เกิน 900 ตารางฟุตส่วนแบบที่สองของอุปกรณ์ดีเทคความร้อนนี้เป็นแบบที่จับทั้งอุณหภูมิดังที่เหมือนแบบแรก รวมกับการตรวจจับอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิ กล่าวคือถ้าอัตราการเพิ่มของอุณหภูมิรวดเร็วถึงขนาด 5 องศาฟาเรนไฮต์ต่อ 20 วินาที แล้วตัวตรวจจับจะทำงานทันที การติดตั้งก็เช่นเดียวกันคือ ติดใต้ฝ้าเพดานหันหัวลง

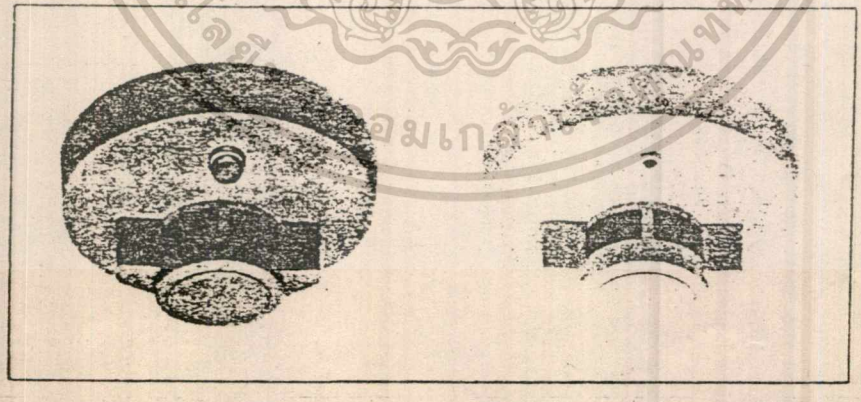
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 1.23 ตัวอย่างของอุปกรณ์ที่ใช้ตรวจเทคความร้อนแบบต่าง ๆ

อุปกรณ์ตรวจควัน (SMOKE DETECTER)

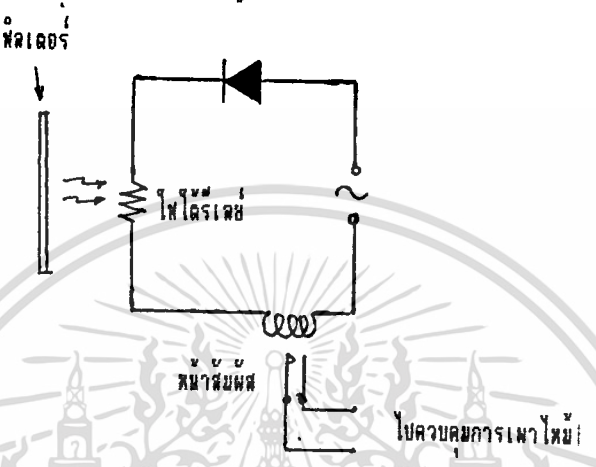
อุปกรณ์ตรวจควัน เป็นที่ยอมรับกันแล้วว่า ขณะเกิดเพลิงไหม้ ควันเป็นสิ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นและมีจำนวนมาก ฉะนั้นถ้าเราตรวจสอบควันจะเป็นเหตุให้เราทราบล่วงหน้าก่อนการตรวจเทคความร้อน อุปกรณ์ตรวจจับควันที่ขายกันมีสองแบบคือ ใช้หลักการไฟโตอิเลคทริกและแบบไอโอไนเซชั่น (ใช้สารกัมมันตรังสี)



รูป 1.24 ตัวอย่างอุปกรณ์ตรวจควันแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การตีเทคตัน หรือเปลวเพลิงนี้อาจดัดแปลงลักษณะการตีเทคเป็นการตีเทคลักษณะของเปลวเพลิงหรือความร้อนในเตาเผาก็ได้ วงจรในรูป 1.25 เป็นวิธีการนำไฟ-ไต้รีเลย์ตรวจสอบความร้อนในเตาเผาโดยดูจากแสงที่ผ่านตัวกรองระดับต่าง ๆ เข้ามา



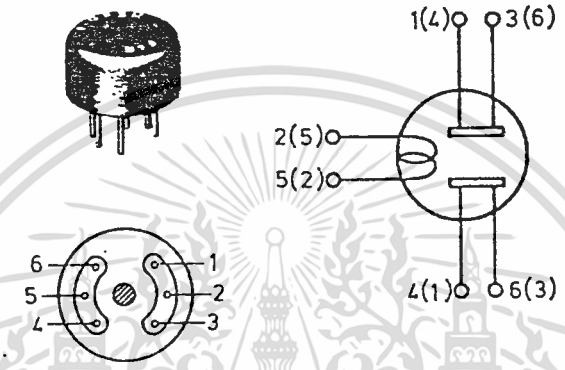
รูป 1.25 การใช้ไฟโต้รีเลย์ควบคุมการเผาไหม้ในเตาเผา

ในระบบป้องกันอัคคีภัย จึงใช้อุปกรณ์ตีเทคความร้อน และอุปกรณ์ตีเทคควันทำงานร่วมกัน และในระบบป้องกันอัคคีภัยนั้น สามารถป้องกันแหล่งที่อาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้ ตัวอย่างแหล่งที่ทำให้เกิดอัคคีภัยได้แก่ แหล่งสารเคมี แหล่งก๊าซ เป็นต้น

อุปกรณ์ตีเทคก๊าซ

วิธีการตีเทคก๊าซในปัจจุบันมีหลายวิธี เช่นใช้ท่อสารเคมี สีของสารภายในท่อจะเปลี่ยนไปเนื่องจากปฏิกิริยาระหว่างก๊าซกับสารเคมีภายในท่อ วิธีนี้เหมาะกับการตรวจสอบเป็นครั้งคราวและใช้งานได้เพียงครั้งเดียว นอกจากนี้ยังมีวิธีการใช้แสงอินฟราเรดใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตเมตรี ใช้เครื่องก๊าซโครมาโตกราฟ วิธีหลังนี้ให้ผลแน่นอนแต่ราคาสูง จึงเหมาะสมกับงานวิจัยหรืองานที่ต้องการค่าที่แน่นอน สำหรับวิธีที่กล่าวถึงนี้ใช้สารกึ่งตัวนำที่ไวต่อก๊าซ คือมีสาร Nแพร่อยู่บน SnO2 เมื่อมีก๊าซชนิดรีดิวซิ่ง (REDUCING) หรือก๊าซที่ติดไฟมาปรากฏที่ผิวของสารกึ่งตัวนำ ความต้านทานของสารกึ่ง-ตัวนำจะลดลง วิธีนี้ให้ความไวสูง ราคาถูกใช้เป็นอุปกรณ์เตือนภัยได้ดี

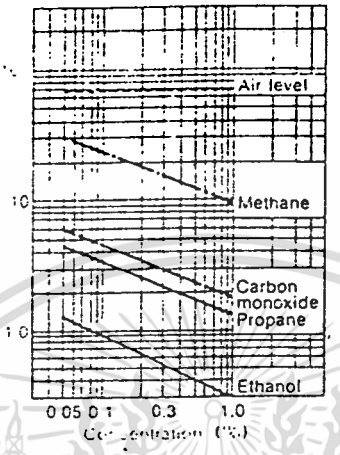
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 1.26 รูปร่างและสัญลักษณ์ อุปกรณ์ตรวจก๊าซ

อุปกรณ์ตรวจจับก๊าซนั้น เหมาะที่จะใช้ทำเป็นเครื่องเตือนก๊าซรั่ว (ก๊าซที่ติดไฟ) หรือ เครื่องวัด คาร์บอนไดออกไซด์ เครื่องเตือนไฟไหม้ (โดยตรวจจับก๊าซที่ติดไฟได้ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของควัน) เครื่องวัดอากาศเป็นพิษ เพราะอุปกรณ์นี้มีความไวต่อก๊าซพิษ เช่น คาร์บอนมอนอกไซด์ แอมโมเนีย ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ และ ไอของสารอินทรีย์ เช่น แอลกอฮอล์ เบนซิน มีเทน ก๊าซหุงต้ม เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

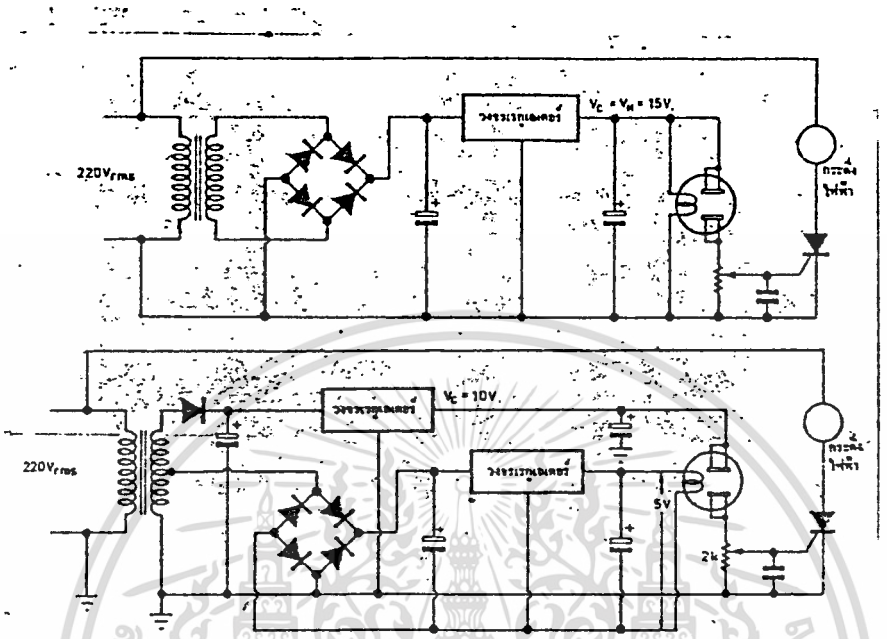


รูป 1.27 แสดงกราฟความต้านทานที่ความเข้มข้นของก๊าซต่าง ๆ ของ TGS 812

กราฟที่แสดงเป็นกราฟแสดงค่าความต้านทานของสารกึ่งตัวนำ เบอร์ TGS 812 ที่ผลิตโดยบริษัทฟิกาโร โดยพิจารณาที่ความเข้มข้นต่าง ๆ กัน

ภายในตัวก๊าซดีเทคนิมีลวดความร้อนอยู่ภายใน เพื่อขับไล่ความชื้นออก และทำให้การทำงานไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ และความชื้นภายนอก แรงดันนี้ต้องป้อนให้ลวดความร้อนตลอดเวลา (VH) คือ 5 โวลท์ และลวดนี้จะดึงกระแสประมาณ 50 มิลลิแอมป์ ยกเว้นแต่ว่าถ้าเก็บไว้นาน โดยไม่ได้ใช้งานเลย ในระยะแรกจะต้องเพิ่มแรงดันให้สูงกว่านี้เล็กน้อย นอกจากนี้ต้องป้อนแรงดันไบอัสให้แก่สารกึ่งตัวนำ ที่ทำหน้าที่ดักจับก๊าซ(Vc) ตลอดเวลาด้วยค่า Vc นี้จะต้องไม่มากกว่า 24 โวลท์ ตัวอย่างการต่อวงจรดังรูป 1.28 แรงดันที่ออกมาเป็นแรงดันคร่อม RL ความต้านทานระหว่างสารกึ่งตัวนำทั้งสองภายในของอุปกรณ์ดีเทคก๊าซนี้มีชื่อเรียกย่อ ๆ ว่า Rs ซึ่งมีค่าลดลงเมื่อความเข้มของก๊าซที่ดีเทคนี้มีค่าสูงขึ้น เมื่อเปิดเครื่องให้ทำงานแล้วจะต้องคอยประมาณ 1 ถึง 2 นาที ก่อนจะพร้อมที่จะทำงานได้ตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



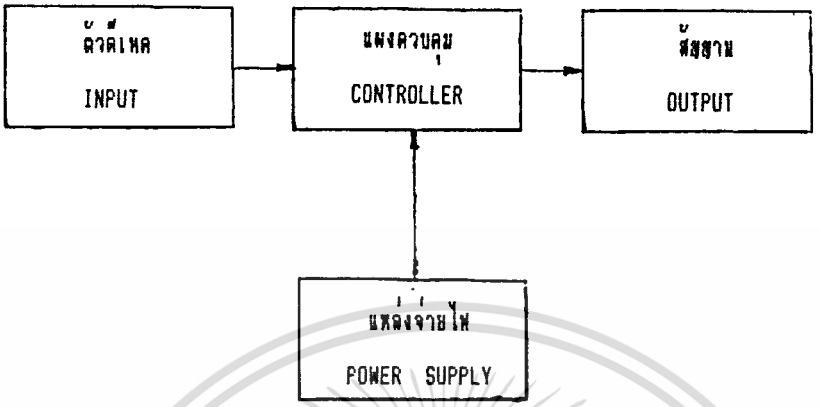
รูป 1.28 ตัวอย่างวงจรใช้งานของตัวตีเทคก๊าซ

รูป 1.28เป็นตัวอย่างการใช้งานเครื่องเตือนภัยในทางปฏิบัติเมื่อก๊าซที่ต้องการตรวจจับเกิดขึ้นมากเกินกว่าที่กำหนด แรงดันที่ป้อนผ่านไปเทนชิโอมิเตอร์มายัง SCR จนมากพอ SCR ก็จะกระแสและทำให้กระดิ่งไฟฟ้าดังได้ หรือนำไปต่อกับวงจรอื่นได้ เราสามารถปรับระดับความเข้มของก๊าซที่จะทำให้กระดิ่งไฟฟ้าดังโดยการปรับ พอท แต่ก่อนปรับควรป้อนไฟเข้าเครื่องให้นานพอสมควร เพื่อให้อุณหภูมิ และความชื้นภายในตัวของมันคงที่ก่อน

<u>การเตือนภัยจากผู้บุกรุก</u>

การบุกรุกในที่นี้อาจจะหมายถึง ขโมยบุกรุกเข้ามาโจรกรรมทรัพย์สิน การทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับตัวตีเทคมีระบบป้องกันคล้ายคลึงกัน โดยระบบการทำงานของการเตือนภัยจะประกอบส่วนต่าง ๆดังรูป 1.29

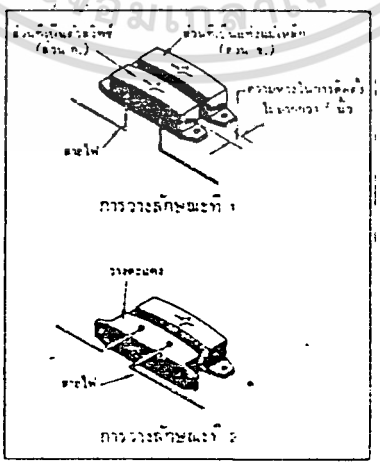
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 1.29 ไดอะแกรมระบบการเตือนภัย

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นตัวตรวจจับหรือดีเทคนิคมีหลายอย่างด้วยกันซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

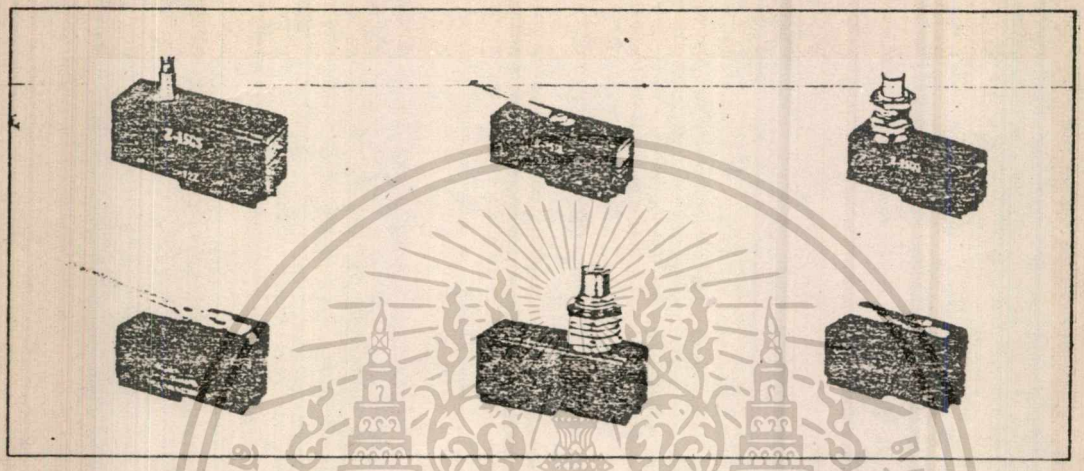
สวิทช์แม่เหล็ก (MAGNETIC SWITCH) สวิทช์นี้เป็นสวิทช์ที่ติดตั้งง่าย มีความแน่นอนสูงแต่จะต้องใช้เป็นคู่ และมีทั้งชนิด NO และชนิด NC การติดตั้งจะติดส่วนที่มีแม่เหล็กเข้ากับส่วนที่เคลื่อนไหวได้ เช่น ประตู หน้าต่าง เป็นต้น ส่วนตัวสวิทช์จะติดอยู่กับส่วนที่คงที่ และต่อสายออกมา หากใช้ในการป้องกันผู้บุกรุก อาจต้องซ่อนสวิทช์เหล่านี้ไว้ ขณะที่ทั้งสองส่วนนี้ประกบใกล้กัน สวิทช์จะถูกอำนาจแม่เหล็กกระทำอยู่ แต่เมื่อไรที่ส่วนแม่เหล็กเคลื่อนออก สวิทช์ก็จะเปลี่ยนตำแหน่ง ส่งงานไปที่แผงควบคุมทันที ตัวอย่างสวิทช์ชนิดนี้และวิธีการติดตั้งแสดงไว้ดังรูป 1.30



รูป 1.30 ตัวอย่างของสวิทช์แม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

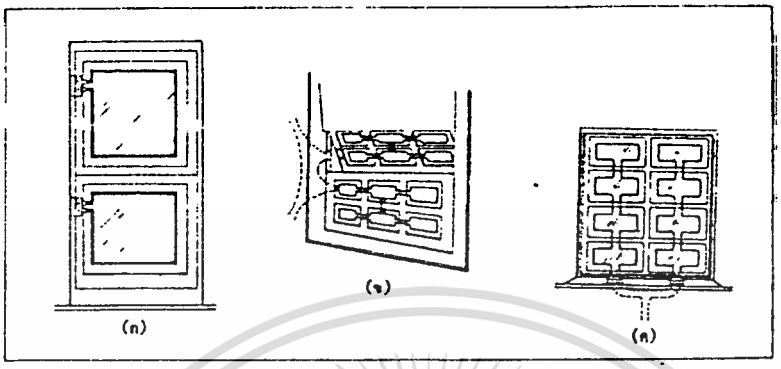
ไมโครสวิทช์(MICRO SWITCH) สวิทช์ชนิดนี้ได้รับการออกแบบ มาให้ใช้งานเฉพาะอย่าง รูปร่างของไมโครสวิทช์มีแตกต่างกันไปตามสถานะการที่ใช้ การติดตั้งไมโครสวิทช์จะต้องระมัดระวัง เพราะส่วนของแรงกดอาจทำให้สวิทช์แตกได้



รูป 1.31 ตัวอย่างของไมโครสวิทช์แบบต่าง ๆ

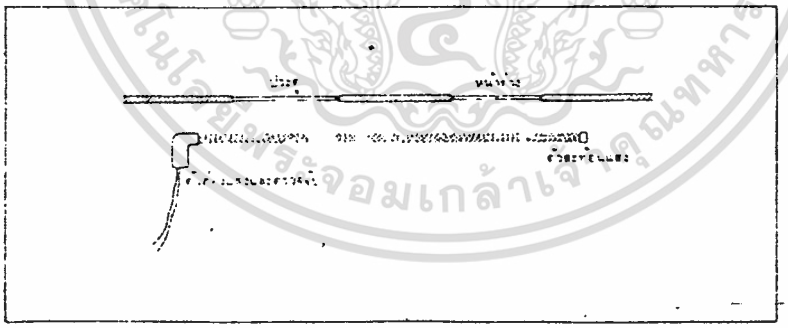
อลูมิเนียมฟอยล์(ALUMENIUM FOIL) ลักษณะเป็นแผ่นบาง ๆเป็นวัตถุนำไฟฟ้า เวลาใช้ให้นำเอาแถบอลูมิเนียมฟอยล์บาง ๆ ติดไว้ตามวัสดุบางอย่างที่แตกหักง่าย เช่น กระจกหน้าต่าง แล้วแต่งให้สวยงาม การติดอลูมิเนียมฟอยล์อาจติดไว้กับชิ้นส่วนเครื่องไฟฟ้า เครื่องจักร ฯลฯได้ ถ้าเกิดการแตกหักก็ให้วงจรเตือนภัยทำงานทันที แต่วัสดุที่ติดไว้จะต้องเป็นฉนวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 1.32 การใช้อลูมิเนียมฟอยล์ตกแต่งเข้ากับหน้าต่างแบบต่าง ๆกัน

ตัวตรวจจับใช้แสง(PHOTOELECTRIC SENSOR) ตัวตรวจจับแบบนี้เป็นตัวประกอบระบบให้สมบูรณ์ขึ้น โดยใช้ตัวรับและตัวส่งดังที่กล่าวมาแล้ว การใช้แสงนี้อาจรวมไปถึงการใช้แสงอินฟราเรดก็ได้



รูป 1.33 การประยุกต์ตัวตรวจจับ การบุกรุกโดยใช้แสง

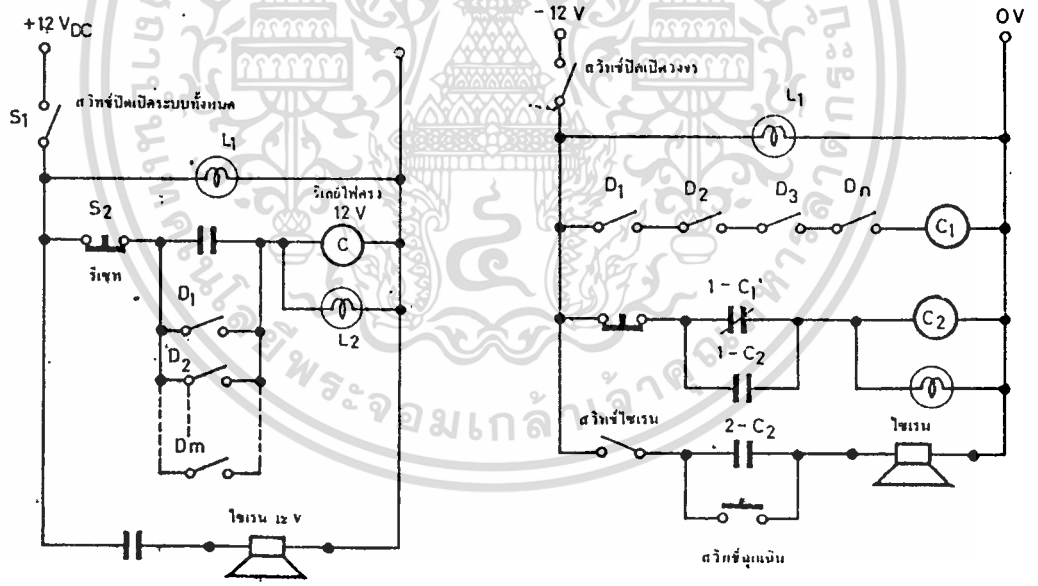
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การประกอบระบบเตือนภัยผู้บุกรุก

วงจรที่ประกอบเป็นระบบเตือนภัย อาจจะเป็นวงจรแบบพื้นฐานง่ายๆ ซึ่งประกอบขึ้นด้วยอุปกรณ์ดีเทคต่อกับตัวบอกการเตือนภัยโดยตรง หรือประกอบเป็นวงจรที่มีตัวตรวจจับหรือดีเทคอยู่หลายอย่างรวมกัน

วงจรรูป 1.34 เป็นวงจรระบบเตือนภัยอย่างง่ายๆ ที่ใช้สวิทช์ดีเทคแบบต่างๆ ได้จาก S1 ถึง Sn ซึ่งจะต้องต่อขนานกันไปได้เป็นจำนวนมาก

สวิทช์ที่ต่อ S1...S4 เป็นสวิทช์ที่ใช้ต่อเพื่อเตือนภัยต่าง ๆ เช่น เวลาเกิดไฟไหม้ ก๊าซรั่ว และขโมย เป็นต้น การเริ่มทำให้วงจรทำงานเพียงแต่ใช้สวิทช์ SW1 ป้อนกระแสจ่ายให้วงจรในกรณีนี้ถ้าเกิดสัญญาณเตือนภัย สัญญาณนี้จะดังค้างต่อไป ซึ่งเราจะทำการรีเซทได้ด้วยสวิทช์รีเซท SW2



รูป 1.34 วงจรควบคุม OPEN CIRCUIT และ รูป 1.35 CLOSE CIRCUIT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูป 1.35 เป็นการพัฒนาจากวงจรในรูปก่อน ซึ่งสามารถป้องกันกรณีที่อาจมีผู้บุกรุกหรือขโมยรู้ทันและตัดสายตัวดีเทคเสียก่อน หรือในบางกรณีถ้าเกิดสายตัวดีเทคของวงจรเกิดหลวมหลุดเราก็ไม่มีทางรู้ได้ว่าจุดนั้นไม่ปลอดภัยเสียแล้ว วิธีแก้เราจะใช้วงจรปิด (CLOSE CIRCUIT) คือ เราเอาตัวดีเทคมาต่ออนุกรมกัน โดยให้กระแสจำนวนหนึ่งไหลเลี้ยงผ่านวงจรตลอดมา ในวงจรนี้จะมีรีเลย์เพิ่มขึ้นมาอีกหนึ่งตัวคือรีเลย์ C1 เมื่อสับสวิทช์ SW1 หลอดไฟ L1 จะสว่าง เป็นการบอกว่าวงจรกำลังทำงาน S1...Sn ต่ออนุกรมกัน

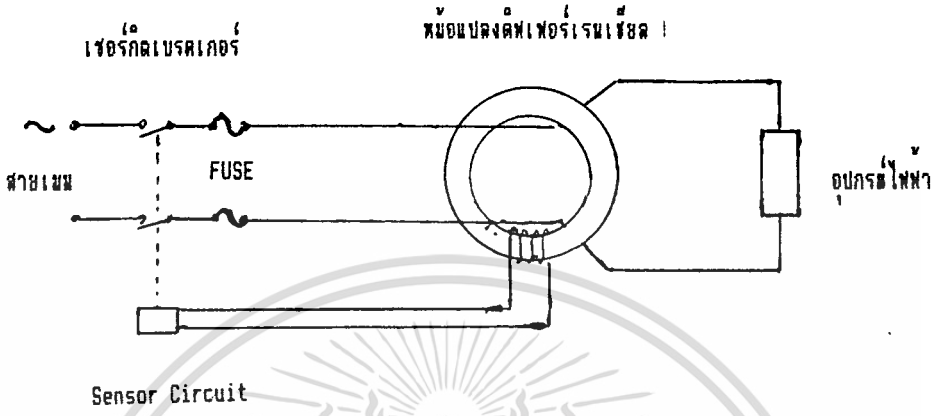
นอกจากนี้เรายังใช้วิธีการหน่วงเวลาในบางกรณี เช่น หน่วงเวลาในการทำงาน หรือ หน่วงเวลาในการเตือนภัยเป็นต้น

<u>ระบบป้องกันวงจรทางไฟฟ้า</u>

ระบบป้องกันอันตรายจากไฟรั่ว ดูด ใช้ได้ผลและมีประสิทธิภาพวิธีหนึ่งก็คือป้องกันด้วยเครื่องตัดไฟ เมื่อเกิดไฟรั่วขึ้นจะตัดไฟโดยอัตโนมัติ หรือเรียกว่า GROUND FAULT INTERRUPTER (GFI) หรือ EARTH LEAKAGE CIRCUIT BREAKERS โดยสามารถป้องกันวงจรทั้งหมดได้ ถ้าเกิดไฟรั่วที่จุดใดจุดหนึ่งของวงจร เครื่องก็จะตัดวงจรขาออกจากสายเมน ทันที

- เครื่องตัดวงจรกระแสไฟรั่วทำงานโดยอาศัยหลักการที่ว่า ถ้าเกิดมีกระแสรั่วลงรั่วลงดินกระแสนี้จะเป็นตัวไปกระตุ้นให้วงจรตักจับ (SENSING CIRCUIT) ทำงานคือทำให้ CIRCUIT BREAKER ตัดวงจรออกจากสายเมน ทันที ในรูปที่ 1.36 แสดงถึงส่วนสำคัญของวงจรเครื่องตัดกระแสไฟรั่ว ซึ่งประกอบด้วยหม้อแปลงดิฟเฟอเรนเชียล สายไฟที่จะจ่ายพลังงานให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าจะผ่านหม้อแปลงนี้ กระแสไหลเข้าสมมุติเป็นสายหนึ่งไปยังเครื่องใช้ไฟฟ้าแล้วย้อนกลับมาทางอีกสายหนึ่ง โดยผ่านหม้อแปลงเช่นกัน ในยามปกติคือไม่มีกระแสรั่ว กระแสที่ไหลเข้าจะเท่ากับกระแสที่ไหลออก ฉะนั้นผลรับของเส้นแรงแม่เหล็กในแกนเหล็กของหม้อแปลงดิฟเฟอเรนเชียล เป็นศูนย์ ไม่เกิดแรงดันเหนี่ยวนำในขดลวดที่สอง (SECONDARY) ไม่มีผลต่อเซอร์กิทเบรคเกอร์ ถ้ามีกระแสรั่วลงดินที่ใดในวงจรที่อยู่หลังเครื่องตัดวงจรไฟรั่ว กระแสที่ไหลเข้าและไหลออกผ่านหม้อแปลงจะไม่เท่ากันเป็นผลให้เกิดผลลัพธ์ สนามแม่เหล็กเกิดแรงดันเหนี่ยวนำขึ้นไปกระตุ้นให้เซอร์กิทเบรคเกอร์ ตัดวงจรออกจากสายเมน ทันที คือภายในเวลา 0.1 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 1.36 หลักการทั่ว ๆ ไปของระบบป้องกันทางไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 2

การติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์

เนื่องจาก PROJECT นี้ได้ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ APPLE II เป็นตัวควบคุมการทำงานดังนั้นจะต้องทำการศึกษาทางด้านอินเตอร์เฟส โดยการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของเครื่อง จะใช้ทาง I/O SLOT ซึ่งมีอยู่ด้วยกันทั้งหมด 8 SLOT เราสามารถใช้การอินเตอร์เฟสกับ I/O SLOT ได้

สำหรับขาสัญญาณต่าง ๆ ในแต่ละ SLOT นั้นจะถูกกำหนดขึ้น เหมือนกันหมดทุก SLOT จำนวนขาทั้งหมด 50 ขา รายละเอียดบางขาของบางSLOT ได้แสดงไว้ตังรูป 2.1

รูป 2.1 แสดงรายละเอียดการจัดขา จุดต่อมี 50 ขา ต่อ 1 SLOT ซึ่งสามารถแยกออกได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้

1 กลุ่มแรก คือ ขาสัญญานมาตรฐาน ในการติดต่อกับหน่วยความจำ และพอร์ทได้แก่ขา A0-A15 ขา D0-D7 ขา R/$\overline{W}$ ขา $\overline{DEVSEL}$ ขา $\overline{IOSEL}$ ขา $\overline{IOSTRB}$ รวม 28 ขา

2 กลุ่มที่สอง เป็นสัญญานเกี่ยวกับทำ DMA อินเตอร์รัพท์ และ รีเซ็ท ได้แก่ ขา $\overline{RDY}$ ขา $\overline{DMA}$ ขา $\overline{NMI}$ ขา $\overline{IRQ}$ ขา $\overline{RES}$ ขา $\overline{INH}$ ขา $\overline{USER1}$ ขา INT IN กับ INT OUT ขา DMA IN กับ DMA OUT รวม 11 ขา

3 กลุ่มที่สาม เป็นสัญญานนาฬิกา ได้แก่ ขา 7M (7MHz) ขา ϕ0 ขา ϕ1 และขา ϕ3 รวม 4 ขา

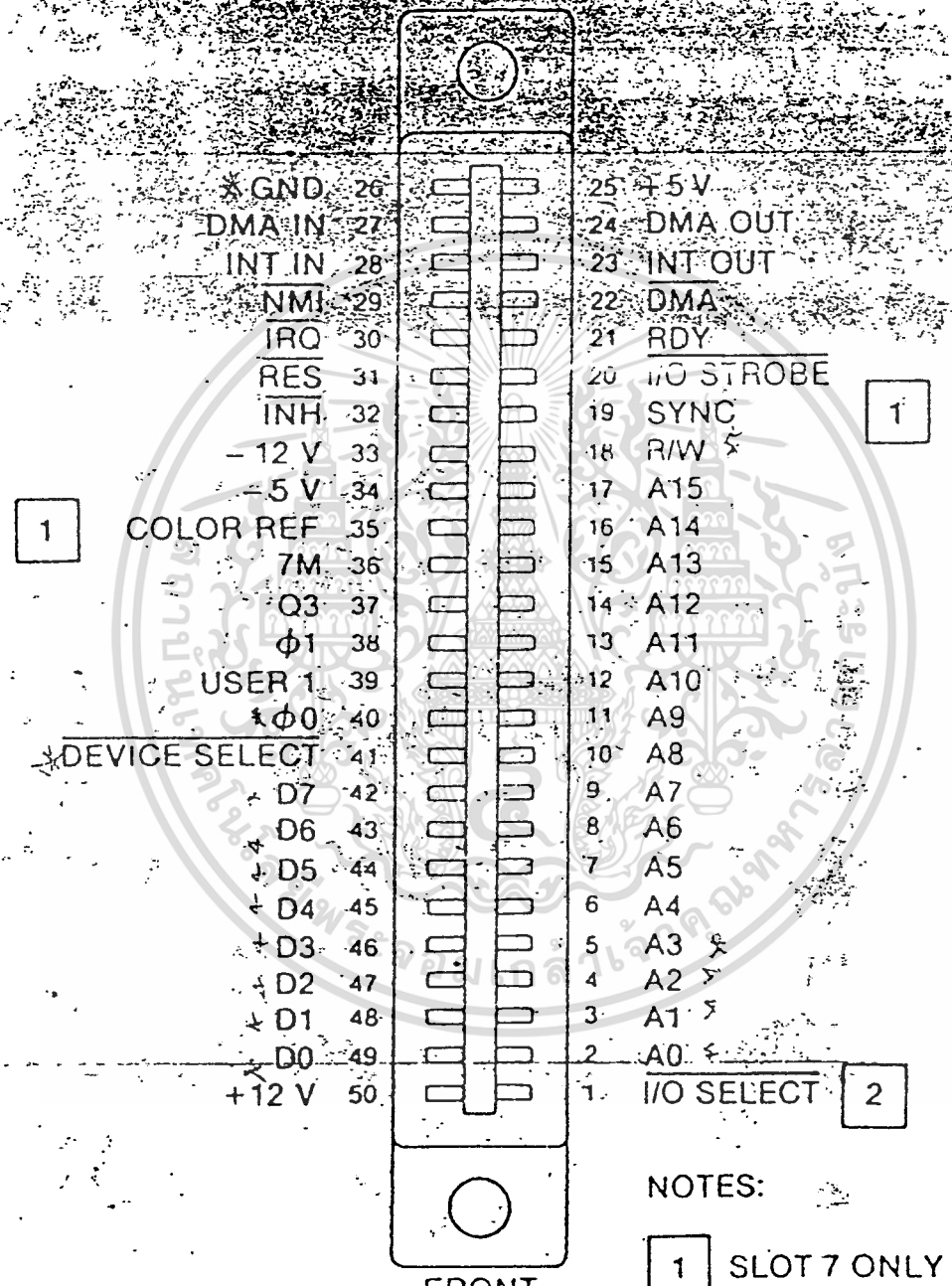
4 กลุ่มที่สี่ เกี่ยวกับสัญญานภาพ ได้แก่ COLOR REF และ SYNC รวม 2 ขา

5 กลุ่มที่ห้า เป็นแหล่งจ่ายแรงดัน ได้แก่ GND +5 -5 +12 และ -12 VOLT รวม 5 ขา

PROJECT นี้ได้ใช้ขาสัญญานบางขาเพื่อนำมาใช้ในการต่อออก ซึ่งได้แก่ ขา A0 ถึง A3 เพื่อนำไปดีโค้ดต่อ ขา D0 ถึง D7 ขา R/$\overline{W}$ ขา $\overline{DEVSEL}$ และ GND รวม 15 ขาก่อนที่จะใช้งานจะต้องทำการศึกษาสัญญานขาต่าง ๆก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 2 แสดงการจัดขาของสลอต ขา DEVICE SELECT ในเนื้อเรื่องเขียนเป็น DEVSEL
I/O STROBE ในเนื้อเรื่องเขียนเป็น IOSTRB
I/O SELECT ในเนื้อเรื่องเขียนเป็น IOSET



NOTES:

1 SLOT 7 ONLY

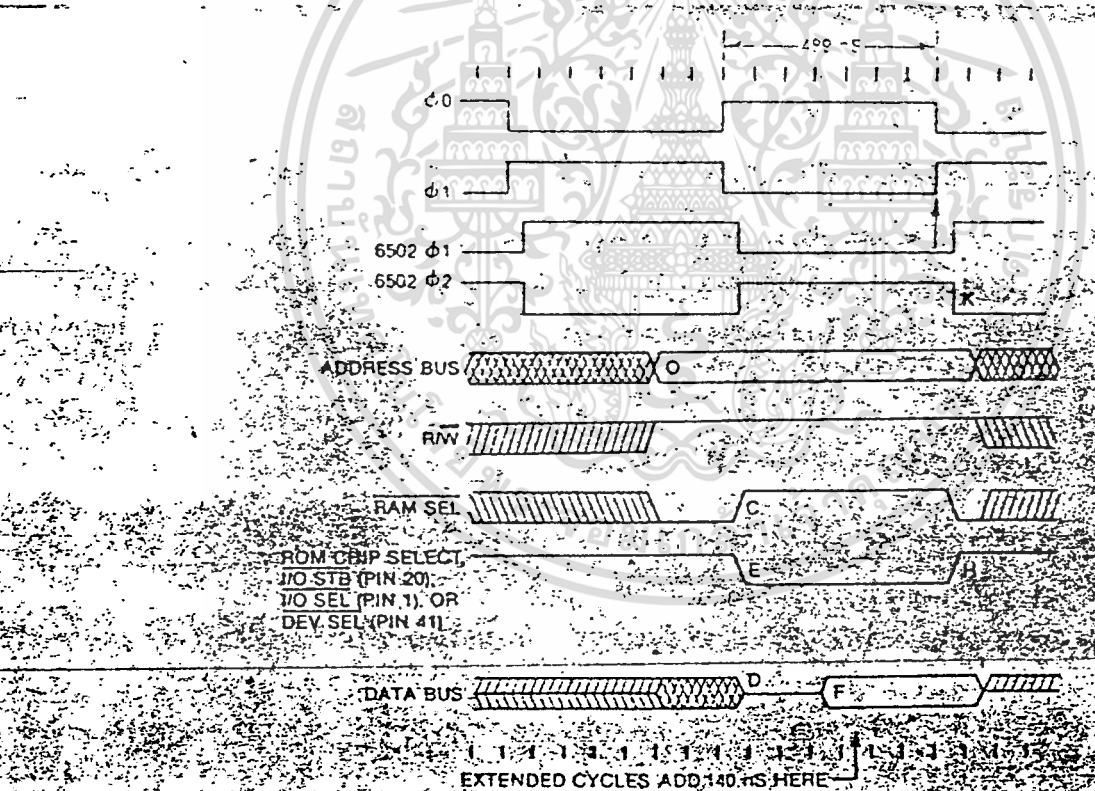
2 SLOTS 1-7 ONLY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สัญญาณนาฬิกาของระบบ

ระบบคอมพิวเตอร์ทั่วไปจะใช้สัญญาณนาฬิกาให้กับ CPU เป็นสัญญาณนาฬิกาของระบบด้วยในกรณีของเครื่องแอปเปิ้ล มีข้อแตกต่างคือ แอปเปิ้ลได้สร้างสัญญาณนาฬิกา $\phi 0$ กับ $\phi 1$ ขึ้นและนำ $\phi 0$ ไปผ่านเกทเพื่อควบคุมการทำงาน แล้วจึงจ่ายให้แก่ 6502 $\phi 0$ ซึ่งจะได้สัญญาณนาฬิกาอีก 2 เฟส คือ 6502 $\phi 1$ และ 6502 $\phi 2$

ผู้สร้าง CPU 6502 ได้กำหนดให้ใช้สัญญาณทั้งสองนี้เป็นสัญญาณนาฬิกาของระบบแต่ แอปเปิ้ลไม่ได้ดำเนินการ โดยนำแต่ 6502 $\phi 1$ ไปใช้ในเรื่องที่เกี่ยวกับการรับฟเฟอร์ ขาดาต้าของ 65ϕ2 เพียงเรื่องเดียวเท่านั้น และในบางแห่งก็เรียก $\phi 0$ เป็น $\phi 2$ เพื่อให้สอดคล้องกับข้อกำหนดของ 6502 จึงทำให้เพิ่มความสับสน เพราะมีช่วง DELAY TIME แสดงดังรูป 2.2 จึงจะขอเรียกเป็น $\phi 0$ กับ $\phi 1$ ดังเดิม



รูปที่ 2.2 แสดงสัญญาณนาฬิกา และสัญญาณอื่นในช่วงการ READ ใน 16K ไบท์สูง ส่วนในช่วงการ WRITE จะกลับลอจิกที่ขา R/$\overline{W}$ ตรงตำแหน่งที่ θ_1 คือจุดที่ต้องการให้ READ หรือ WRITE

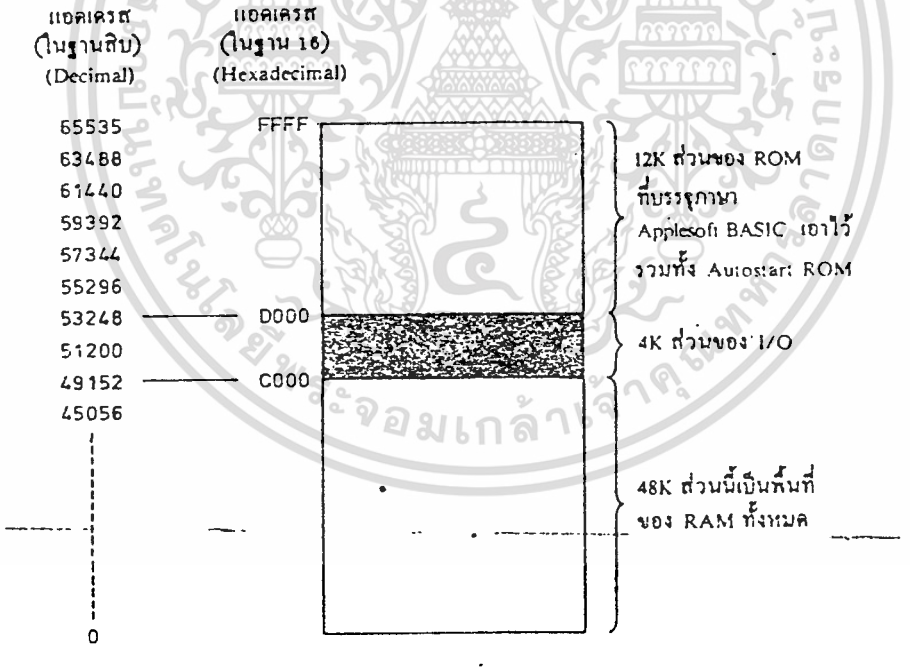
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สัญญาณนาฬิกา $\phi 0$ กับ $\phi 1$ มีเฟสตรงข้ามกันโดยตรง เพราะได้มาจาก Q และ $\bar{Q}$ ของฟลิปฟลอปตัวเดียวกันไม่เหมือนกับ 6502 $\phi 1$ กับ 6502 $\phi 2$ ซึ่งมีลักษณะเฟสคร่อมกันดังนั้นการนำพอร์ทของ 6502 เช่น PIA 6520 มาใช้ควรจะต้องพิจารณา

อีกเรื่องหนึ่งคือ แอปเปิ้ล ได้กำหนดการเรียกช่วงเวลาไว้ว่า ให้เป็นช่วง $\phi 0$ เมื่อ $\phi 0$="1" และช่วง $\phi 1$ เมื่อ $\phi 1$="1" และได้แบ่งเวลาใช้งานระบบบัสให้แก่ ซีพียู กับ CRTC คนละครึ่ง คือ ซีพียู จะยึดครองบัสในช่วงเวลา $\phi 0$ และ CRTC จะยึดครองบัสในช่วงเวลา $\phi 1$ ดังจะเห็นได้จากการดีโค้ดแอดเดรส

การดีโค้ดแอดเดรสของแอปเปิ้ล

โดยที่ 6502 ได้วางระบบพอร์ทไว้ในแบบ MEMORY MAP I/O PORT การศึกษาถึงเรื่องพอร์ท จึงต้องศึกษาถึงการดีโค้ดแอดเดรสด้วย แอปเปิ้ลได้แยกการดีโค้ดแอดเดรสไว้เป็น 2 ช่วง คือ 48 K ไบท์ต่ำ กับ 16 K ไบท์สูง คือ แอดเดรส $C000 ถึง $FFFF ดังรูป 2.3 และ 2.4

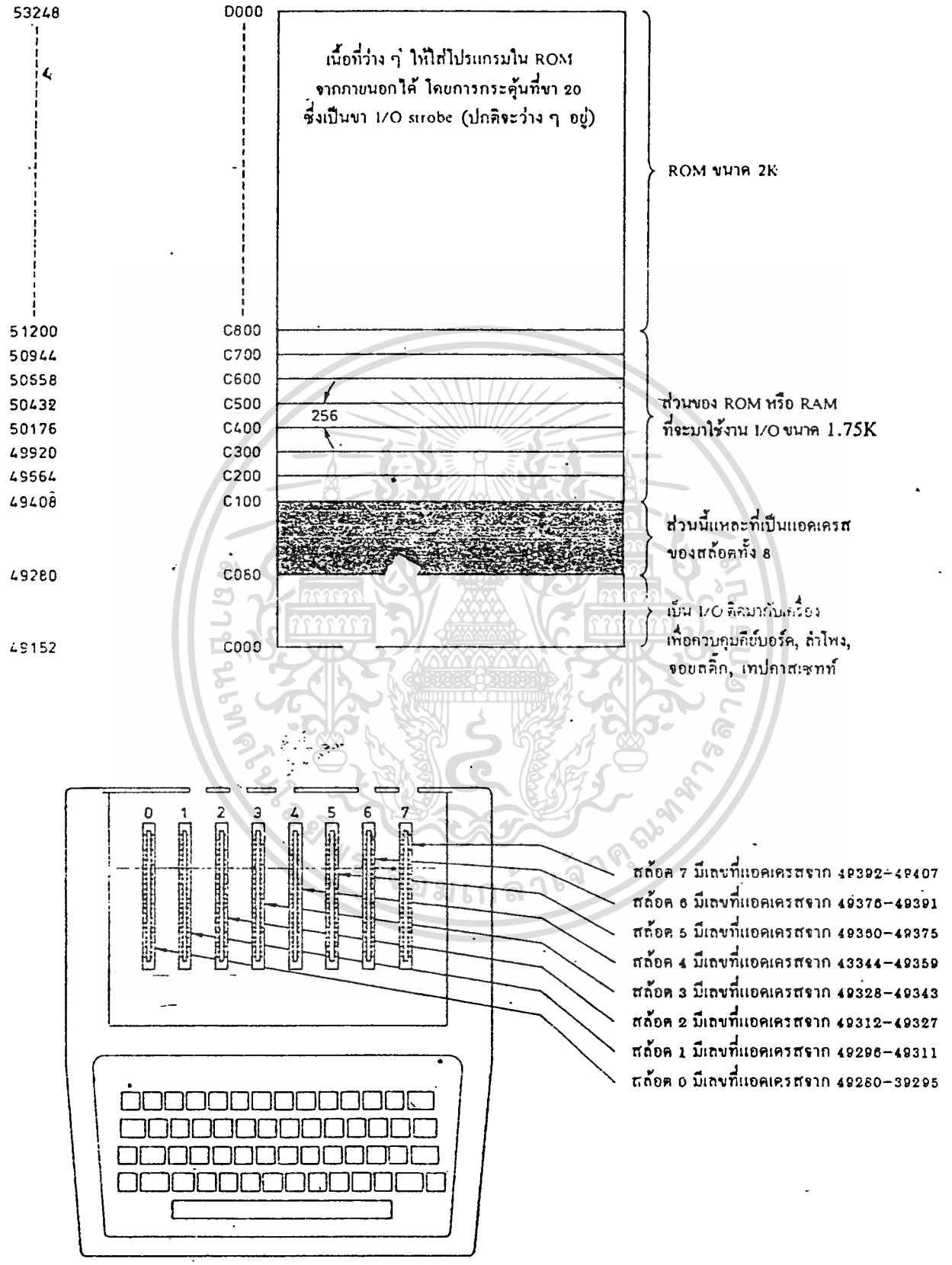


รูปที่ 2.3 แสดงหน่วยความจำทั้ง 64 K ของ APPLE II

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

แอดเดรส(ในฐานสิบ) (Decimal)

แอดเดรส(ในฐาน 16) (Hexadecimal)



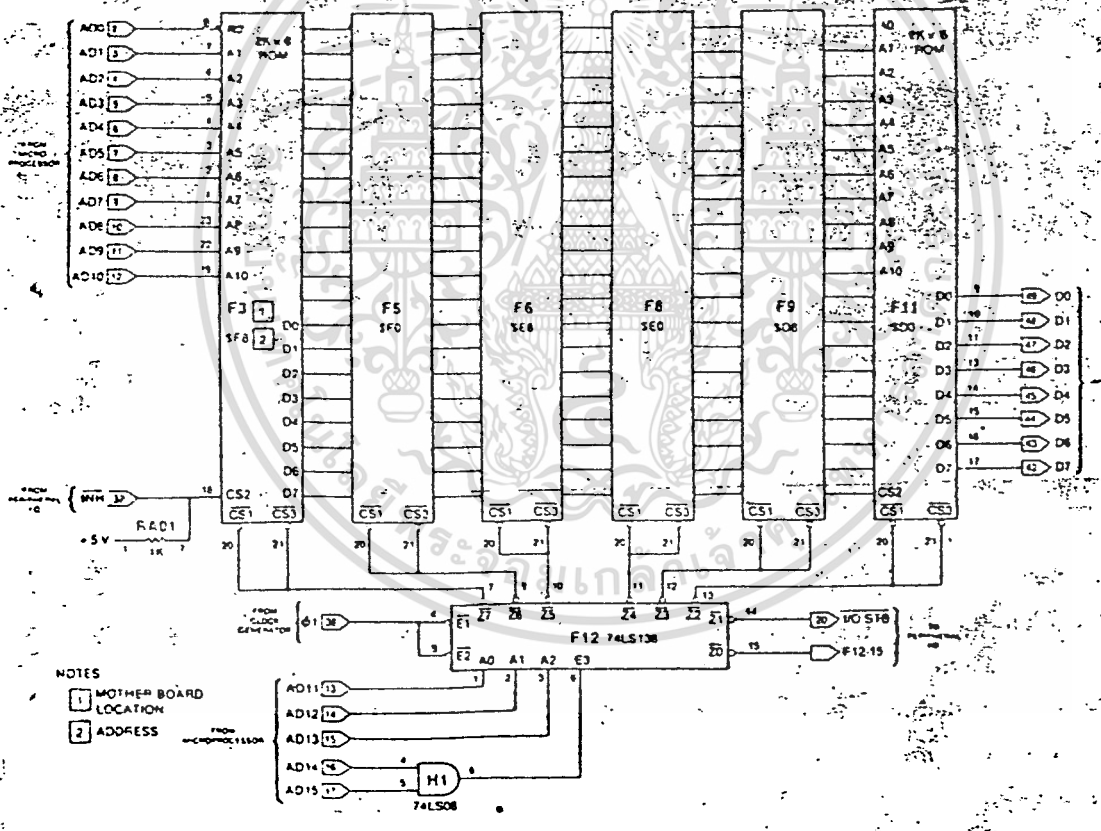
รูปที่ 2 แสดงหน่วยความจำในส่วนที่เป็นแอดเดรสของ I/O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ในหน้านี้จะกล่าวถึงการดีโค้ดแอดเดรสที่ $C000 ถึง $FFFF เท่านั้น ซึ่งการดีโค้ดทั้งสองช่วงเป็นอิสระไม่ขึ้นต่อกัน ในการดีโค้ดนี้จะกล่าวถึง จะขอกล่าวในลักษณะเป็นหน้า PAGE ซึ่งหน้าหนึ่งมี 256 ไบท์ เช่น PGE $00 จะหมายถึงแอดเดรส $0000ถึง $00FF หรือ PGE $C5 จะหมายถึง $C500 ถึง $C5FF ทำนองเดียวกัน PGE $C0 ถึง PGE$FF จะหมายถึง $C000 ถึง $FFFF

การดีโค้ดใน 16 Kไบท์สูงเริ่มต้นที่ IC F12ซึ่งเป็น 74LS138 คือ 3TO 8 LINE DECODER/MULTIPLEXER ดังรูป 2.5

รูปที่ 2.5แสดงการดีโค้ดแอดเดรส 16K ไบท์สูงครั้งแรก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โดยที่แอปเปิ้ลนำ $\phi 1$ มาเข้าขา $\overline{E1}$ กับ $\overline{E2}$ นั่นคือจะทำให้ F12 ดีโค้ดเมื่อ $\phi 1$ เป็น 0 หรือดีโค้ดในช่วง $\phi 0$ (เมื่อ $\phi 0$ เป็น 1) คือในช่วงเวลา $\phi 0$ ความหมายของการดีโค้ดในที่นี้คือ ถ้ามันดีโค้ด ขา O/P ที่ตรงกับข้อมูลทาง I/P (เพียงขาเดียว) จะเป็นลอจิก 0 ในเวลาปกติ คือเมื่อไม่มีการดีโค้ด ขา O/P ทุกขาจะเป็นลอจิก 1

และนำขา A14 กับ A15 มา AND กันไปเข้าขา E3 นั่นคือจะทำให้ F12 ดีโค้ดต่อเมื่อทั้งสองขานี้เป็นลอจิก 1 ทั้งคู่ เท่ากับ เป็นการกำหนดช่วงดีโค้ดว่า ให้ดีโค้ดตั้งแต่แอดเดรส $C000 คือ PGE $C0 เป็นต้นไปถึง PGE $FF ถ้าซีพียูให้ค่าแอดเดรสต่ำกว่านี้ ($C000) วงจรดีโค้ดจะไม่ทำงาน ซึ่งเป็นการดีโค้ด 16K ไบท์สูงจากนี้ได้ นำขา A11,A12 และ A13 มาเข้าขา A0,A1 และ A2 ของ F12 ตามลำดับ ดังนั้นการดีโค้ดแอดเดรสได้ดังนี้

$\overline{Z0}$ = PGE $C0 ถึง PGE $C7 ซึ่งจะนำไปดีโค้ดต่อที่ H12 เป็น SELECTOR ของพอร์ทและหน่วยความจำ ดังจะกล่าวต่อไป

$\overline{Z1}$ = PGE $C8 ถึง PGE $CF เป็น $\overline{IOSTB}$ เพื่อเลือกหน่วยความจำในการ์ดซึ่งเสียบอยู่ในแต่ละสลอต ซึ่งจะกล่าวต่อไป

$\overline{Z2}$ ถึง $\overline{Z7}$ นำไปเป็น $\overline{CS}$ ของหน่วยความจำ ROM ขนาด 2K ไบท์จำนวน 6 ตัวมีชื่อตาม PGE $ เริ่มต้นคือ D0,D8,E0,E8,F0 และ F8 ซึ่งเป็นมอนิเตอร์และเป็นอินเตอร์พรีตเตอร์ของภาษาเบสิก

การดีโค้ดต่อไป แอปเปิ้ลได้นำขา $\overline{Z0}$ ของ F12 (PGE $C0 ถึง PGE $C7) ไปดีโค้ดต่อ โดยนำไปเข้าขา $\overline{E1}$ และ $\overline{E2}$ ของ H12 ซึ่งเป็น 74LS138 อีก 1 ตัว ตามรูป 2.6 เพื่อให้ดีโค้ดต่อในช่วงแอดเดรสนี้ ส่วนขา E3 ของ H12 ได้ให้ลอจิก 1 ไว้โดยต่อ R 1K กับ Vcc กับต่อขานี้ไปยังขา USER1 บนสลอต (หากผู้ใช้ให้ลอจิก 0 แก่ USER1 จะเป็นการยกเลิกการดีโค้ดของ H12) การดีโค้ดทำโดยนำขา A8,A9 และ A10 A0,A1 และ A2 ของ H12 ตามลำดับ จึงดีโค้ดได้ดังนี้

$\overline{Z0}$ = PGE $C0 นำไปดีโค้ดต่อเป็น SELECTOR ของพอร์ท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

$\overline{Z1}$ ถึง $\overline{Z7}$ = PGE $C1 ถึง PGE $C7 ตามลำดับเป็น $\overline{IOSEL}$ มันจะเลือกหน่วยความจำขนาด 256 ไบท์ในแต่ละสลอตโดยตรงตั้งแต่ 1 ถึงสลอต 7 (คือไม่มีลอจิกนี้ในสลอต 0) ซึ่งจะกล่าวต่อไป

การดีโค้ดครั้งที่สาม แอปเปิ้ลได้นำขา $\overline{Z0}$ ของ H12 (PGE $C0) ไปเข้าขา E1 ของ H2 ซึ่งเป็น 74LS138 อีก1 ตัว หากดูตามรูป 2.6 จะเห็นได้ว่าได้แยกขา Z0 ของ H12 ไปอีกทางหนึ่งซึ่งจะนำไปดีโค้ดต่อ เป็น ON-BOARD I/O ที่รู้จักกันในชื่อของ SOFT SWITCH ต่าง ๆ

ส่วนที่ H2 ได้นำ ϕ1 มาเข้าขา $\overline{E2}$ อีกครั้ง คงเพื่อลดเวลาเมื่อเสียไปเนื่องจากการดีโค้ดมาเป็นตามลำดับ A7 มาเข้าขา E3 เพื่อเป็นการกำหนดให้ H2 ดีโค้ดในช่วงแอดเดรส $C08x ถึง $C08x เท่านั้น (x=0 ถึง F) เมื่อนำขา A4,A5 และ A6 มาเข้าขา A1,A2 และ A3 ของ H2 ตามลำดับ จะดีโค้ดได้ดังนี้

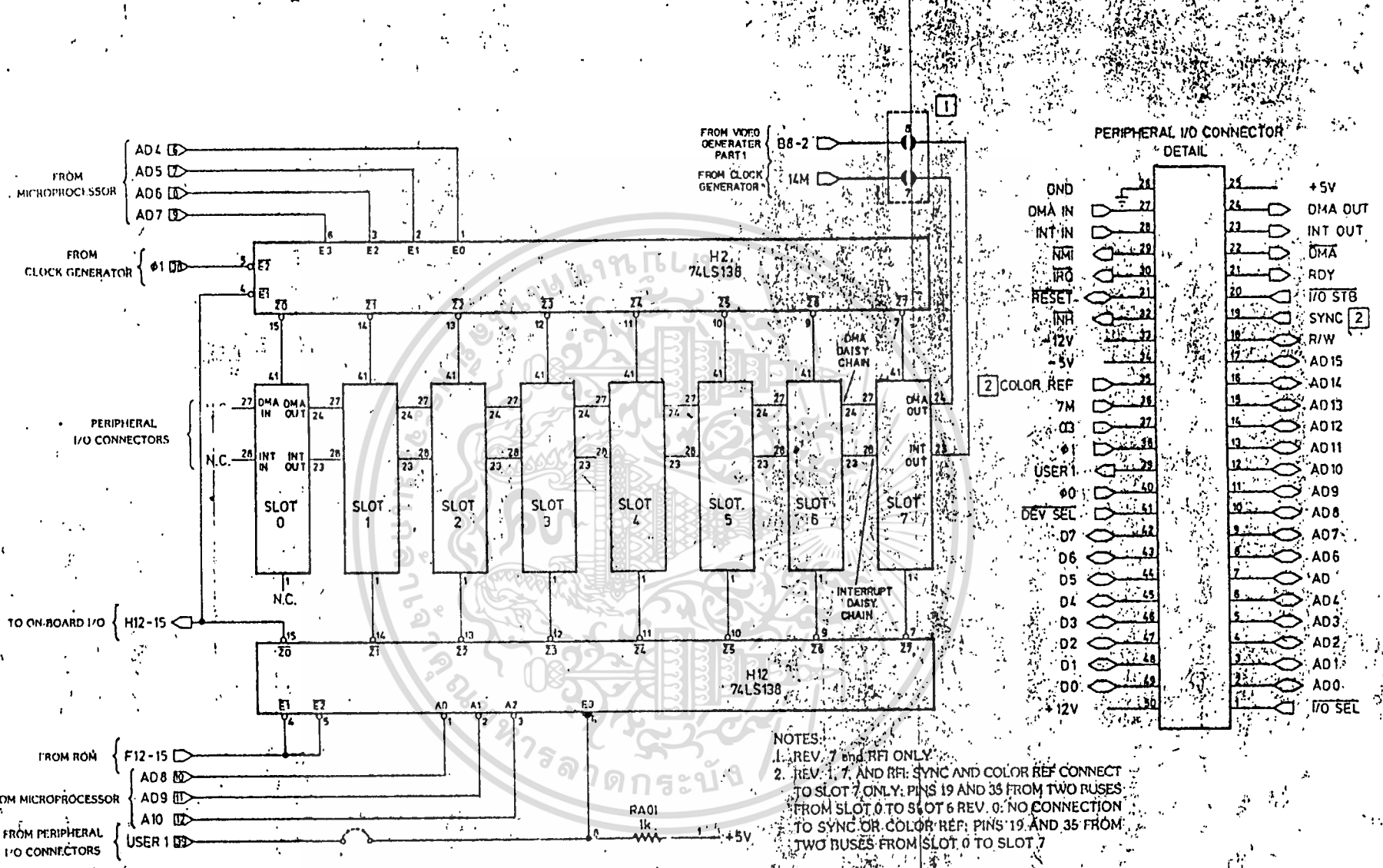
$\overline{Z0}$ = แอดเดรส $C08x เป็น $\overline{DEVSEL}$ ของสลอต 0

$\overline{Z1}$ = แอดเดรส $C09x เป็น $\overline{DEVSEL}$ ของสลอต 1

และต่อ ๆ ไปจนถึง $\overline{Z7}$ = $C0Fx เป็น $\overline{DEVSEL}$ ของสลอต 7

แอปเปิ้ลได้ให้ชื่อที่ขาของสลอตเป็น $\overline{DEVSEL}$ เพื่อให้การเรียก $\overline{DEVSEL}$ ในแต่ละสลอตเป็นแบบทั่วๆไปจึงให้เป็น $C0mx ; m แทนด้วย m = 8+n เมื่อn แทนตำแหน่งหมายเลขสลอตจาก 0 ถึง 7 เช่นเมื่อนำอุปกรณ์ ,PROJECT นี้ไปเสียบสลอต 2 จะได้ตำแหน่งแอดเดรสถึงพอร์ทนี้เป็น $C0Ax (x=0 ถึง F) หากนำ $\overline{DEVSEL}$ นี้ไปใช้ จะใช้ได้ 1 พอร์ทโดยตรงแต่ถ้าต้องการที่จะให้เลือกพอร์ทได้ 16 พอร์ท ก็ต้องนำ A0 ถึง A3 (4 TO 16 DECODER) ซึ่งจะได้เป็น $C0A0 ถึง $C0AF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 3 แสดงการดีโค้ดแอดเดรส ครั้งที่ 2 และที่ 3

$\overline{\text{IOSEL}}$ และ $\overline{\text{IOSTRB}}$

หากอุปกรณ์นั้นมีโปรแกรมเฉพาะของมัน และถ้าไม่ต้องการเก็บโปรแกรมนี้ไว้ในหน่วยความจำ 48K ไบท์ต่ำ เราสามารถเก็บไว้ ณ แอดเดรสที่จะกล่าวต่อไปนี้ ส่วนตัวที่เป็นหน่วยความจำให้เก็บไว้บนการ์ดที่ทำขึ้น

ถ้าหากโปรแกรมยาวไม่เกิน 256 ไบท์ จะสามารถเก็บไว้ที่แอดเดรส $CnOOO ถึง CnFF (n คือหมายเลขสลอต แต่สำหรับกรณีนี้ให้เว้นสลอต 0) การอ้างแอดเดรสถึงหน่วยความจำเหล่านี้ สามารถอ้างได้โดยตรง เพราะมีขา $\overline{\text{IOSEL}}$ ของแต่ละสลอตอยู่แล้ว ซึ่งจะต้องต่อขา A0 ถึง A7 ขา D0 ถึง D7 ขา R/W ขา GND และ Vcc

แต่ถ้าโปรแกรมยาวเกิน 256 ไบท์ จะต้องเก็บไว้ที่แอดเดรส $C800 ถึง $CFFF คือ 2K ไบท์ จะสังเกตุเห็นว่า ในแอดเดรสนี้ไม่มีหมายเลขสลอตนั่นคือ แอดเดรสนี้เป็นของกลาง หน่วยความจำของทุกสลอตจะใช้แอดเดรสเดียวกันนี้ ได้โดยที่เราต้องต่อขา $\overline{\text{IOSTRB}}$ และ A0 ถึง A10 ไปให้

ปัญหามีอยู่ว่า เราจะให้ ซีพียูแอดเดรสถึงหน่วยความจำในสลอตที่ต้องการได้อย่างไร แอปเปิลได้กำหนดให้สามารถใช้หน่วยความจำ ขนาด 2K ไบท์ นี้ได้ทีละสลอตเท่านั้น โดยที่ถ้า ซีพียูอ้างแอดเดรส $CFFF เมื่อใด เราต้องทำเป็น SOFT SWITCH ไว้ว่าให้หน่วยความจำนี้ ของทุกสลอตถอนตัวออกจากบัส และเมื่อเราต้องการให้ ซีพียู ติดต่อกับหน่วยความจำ 2K ไบท์นี้ ของสลอตใดให้ติดต่อผ่าน $\overline{\text{IOSEL}}$ คือ $CnOO ถึง $CnFF ของสลอตนั้นก่อนซึ่งเราจะต้องจัดวงจรเป็น SOFT SWITCH ให้ต่อหน่วยความจำ 2K ของสลอตนั้นเข้ากับบัส การจัดทำเนินการตามนี้เรียก เป็นการจัดมาตรฐานของแอปเปิล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สัญญานควบคุมที่ใช้ในการอินเตอร์เฟส

สัญญานควบคุมที่จำเป็นต้องใช้ ในการอินเตอร์เฟสกับ 6502 CPU ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ APPLE II มีดังนี้

1 $\overline{\text{I/O SELECT}}$ ($\overline{\text{IOSEL}}$) อยู่ที่ขา 1 ของสลอต แอคตีฟลอจิกต่ำ สัญญาน $\overline{\text{IOSEL}}$ ในสลอตที่ n จะแอคตีฟเมื่อมีการอ้างแอดเดรสตั้งแต่ CnOO ถึง CnFF เช่นเมื่อเราอ้างแอดเดรสที่ C200 สัญญาน $\overline{\text{IOSEL}}$ ในสลอตที่ 2 เท่านั้นที่แอคตีฟ ที่สลอตอื่น ๆ $\overline{\text{IOSEL}}$ จะไม่แอคตีฟ สำหรับช่วงตำแหน่งของแอดเดรสที่ทำให้สัญญาน $\overline{\text{IOSEL}}$ แอคตีฟแสดงไว้ในตารางที่ 2.1

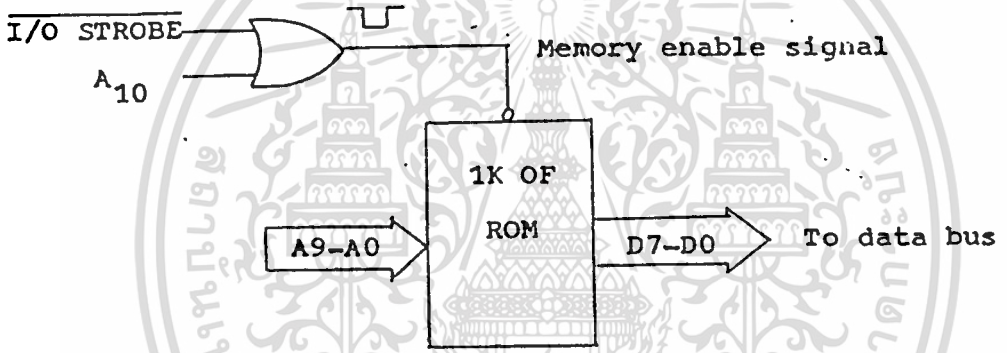
จะเห็นได้ว่าสัญญาน $\overline{\text{IOSEL}}$ ในแต่ละสลอตสามารถอ้างอ้างตำแหน่งแอดเดรสได้ 256 ตำแหน่ง คือ 00 ถึง FF ดังนั้นเราจึงสามารถใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ถึง 256 I/O Devices ในแต่ละสลอต

Interface slot	Address Range	
1	C100 - C1FF	49408 - 49663
2	C200 - C2FF	49664 - 49919
3	C300 - C3FF	49920 - 50175
4	C400 - C4FF	50176 - 50431
5	C500 - C5FF	50432 - 50687
6	C600 - C6FF	50688 - 50943
7	C700 - C7FF	50944 - 51199

ตาราง 2.1 ตำแหน่งของแอดเดรสแต่ละสลอต ที่ทำให้สัญญาน $\overline{\text{I/O SELECT}}$ แอคตีฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2 $\overline{\text{I/O STROBE}}$ ($\overline{\text{IOSTRB}}$) แอคตีฟลอจิกต่ำ และสัญญาณนี้จะแอคตีฟเมื่อถูกอ้างในช่วง $C800 ถึง $CFFF ซึ่งสัญญาณ $\overline{\text{IOSTRB}}$ นี้ จะแอคตีฟทุกสลอตพร้อม ๆ กัน เราสามารถที่จะใช้สัญญาณนี้ อีเนเบิล หน่วยความจำ (Memory Chip) และอุปกรณ์ I/O ได้ (I/O Devices) ตัวอย่างได้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.7 ซึ่งใช้สัญญาณ $\overline{\text{IOSTRB}}$ เป็นตัวเลือกหน่วยความจำแบบ ROM ขนาด 1 K



รูปที่ 2.7 แสดงการใช้สัญญาณ $\overline{\text{IOSTRB}}$ ในการ อีเนเบิลหน่วยความจำ

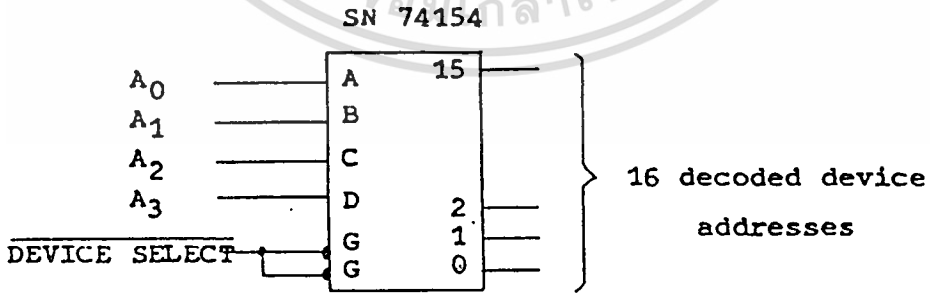
3 $\overline{\text{DEVICE SELECT}}$ ($\overline{\text{DEVSEL}}$) สัญญาณนี้จะแอคตีฟเมื่อมีการอ้างแอดเดรสในช่วงต่าง ๆ คล้ายกับสัญญาณ $\overline{\text{I/O SELECT}}$ ตามตาราง 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Interface slot	Address Range	
0	C080 - C08F	49280 - 49295
1	C090 - C09F	49296 - 49311
2	C0A0 - C0AF	49312 - 49327
3	C0B0 - C0BF	49328 - 49343
4	C0C0 - C0CF	49344 - 49359
5	C0D0 - C0DF	49360 - 49375
6	C0E0 - C0EF	49376 - 49391
7	C0F0 - C0FF	49392 - 49407

ตาราง 2.2 ตำแหน่งของแอดเดรสแต่ละสลอต ที่ทำให้สัญญาน $\overline{\text{DEVICE SELECT}}$ แอคตีฟ

จากตาราง 2.2 จะเห็นว่า ในแต่ละสลอตนั้นสามารถอ้างแอดเดรสได้ในช่วง 16 แอดเดรสเท่านั้น ถ้าอุปกรณ์ภายนอกมีมากกว่านี้ เราสามารถที่จะขยายได้ด้วยการใช้ดีโค้ดเดอร์ (Decoder) เข้ามาช่วยดังตัวอย่างในรูป 2.8 เราใช้แอดเดรส A0-A3 และสัญญาน $\overline{\text{DEVICE SELECT}}$ สามารถดีโค้ดออกมาได้ถึง 16 devices



รูปที่ 2.8 การใช้สัญญาน DEVICE SELECT เพื่ออีเนเบิล 16 address decoder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 3

การออกแบบระบบรักษาความปลอดภัยด้วยคอมพิวเตอร์

แนวความคิดในการออกแบบ

ในยุคที่คอมพิวเตอร์ยังไม่มีบทบาท หรือ แพร่หลาย ระบบรักษาความปลอดภัยเป็นระบบอิเลคทรอนิคส์ที่ง่าย ๆ ไม่ใหญ่โตมากนัก และส่วนมากจะเป็นระบบเตือนภัย มิใช่ระบบรักษาความปลอดภัย เพราะระบบเตือนภัยจะเป็นเพียงแจ้งเหตุเท่านั้นแต่ระบบรักษาความปลอดภัยจะทำการป้องกันและแก้ไขเหตุเบื้องต้น ต่อมาเมื่อคอมพิวเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวัน การนำเอาระบบไมโครคอมพิวเตอร์มาใช้ในระบบรักษาความปลอดภัย จะช่วยทำให้ความซับซ้อนของวงจรอิเลคทรอนิคส์น้อยลง และสามารถทำให้ความเชื่อถือได้มีมากขึ้น ในปัจจุบันนี้ จึงได้นำเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ที่มีราคาถูก มาออกแบบเพื่อให้ต้นทุนของระบบต่ำ เพื่อที่จะนำมาใช้กันได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งแนวทางในการออกแบบชุดอินเตอร์เฟสนี้ ได้ออกแบบเพื่อให้ใช้ได้กับไมโครคอมพิวเตอร์เครื่องทั่วๆไปเพียงแก้ไขดัดแปลงวงจรเล็กน้อย และชุดอินเตอร์เฟสนี้ทำให้การเขียนโปรแกรมควบคุมง่าย ระบบนี้จะต้องมีชุดหน้าสัญญาณจากที่เกิดเหตุเข้ามา และแสดงผลที่ MONITOR จากนั้นไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณไปควบคุม ณ. จุดนั้น ๆ ซึ่งจะเป็นการป้องกันเหตุเบื้องต้น

สำหรับแนวความคิดในการออกแบบโปรแกรมควบคุมระบบ เพื่อให้ระบบทำงานได้แม่นยำ ไวต่อการควบคุม จึงได้ใช้ภาษาเครื่อง และ ภาษาแอสเซมบลี ซึ่งอาจจะทำให้เข้าใจยากสำหรับผู้ที่ไม่มีพื้นฐานความรู้ทางภาษานี้ และโปรแกรมจะต้องทำการแสดงผลออกที่จอ MONTOR เพื่อแจ้งภาวะของที่เกิดเหตุเพื่อให้เจ้าหน้าที่ประจำอยู่เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ได้ทราบเหตุ เพื่อดำเนินการต่อไป

จากการศึกษาอุปกรณ์ตรวจจับสัญญาน และการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ที่กล่าวมาแล้วในสองบทแรก สามารถทำการออกแบบระบบโดยกำหนดวัตถุประสงค์ของระบบไว้ดังนี้

1 เป็นระบบรักษาความปลอดภัยที่สามารถ .
- ป้องกันอัคคีภัย
- ป้องกันผู้บุกรุก
- ป้องกันระบบทางไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2 สามารถควบคุมระบบในลักษณะหนึ่งอินพุทต่อหนึ่งเอาพุทควบคุมซึ่งมีทั้งหมด 64 อินพุท และ 64 เอาท์พุท

3 สามารถแสดงตำแหน่งจุดตรวจสอบทางจอ MONITOR

4 สามารถใช้ได้ทั้งการควบคุมโดยตรง และใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ควบคุม

5 มีความแม่นยำ เที่ยงตรงต่อการตรวจจับสัญญาณทางอินพุท และการควบคุมทางเอาท์พุท

จากวัตถุประสงค์ข้างต้นได้ลำดับการออกแบบพร้อมทั้งการทำงานผลการทดลองโดยมีรายละเอียดดังนี้

1 อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาน

2 วงจรอินเตอร์เฟส

3 ภาคเอาท์พุทควบคุม

4 โปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1 อุปกรณ์การตรวจสอบสัญญาน

การทำงานของ Heat detector

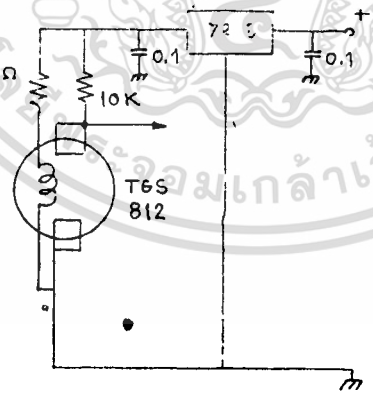
Heatdetector เป็น switch แบบ NO จะทำงานที่อุณหภูมิ 55 ถึง 65 องศาเซนเซียส ในขณะปรกติสวิทย์จะ open และเมื่อเกิดความร้อน (ขณะเกิดเพลิง) อุณหภูมิประมาณ 60 องศาเซนเซียส สวิทย์ก็จะ close

การทดลอง ได้ใช้อุณหภูมิของน้ำอุ่น ประมาณ 60 องศาเซนเซียส ทำให้สวิทย์ close

การทำงานของ Gas detetor

ในขณะที่ใช้งานปรกติ ต้องมีการจ่ายไฟแก่ลวดความร้อน เพื่อขับไล่ความชื้นออก และทำให้การทำงานไม่ขึ้นอยู่กับ อุณหภูมิและความชื้นภายนอก แรงดันที่ใช้ประมาณ 5 V. ลวดจะดึงกระแสประมาณ 50 mA ขณะใช้งานภาวะปรกติ ค่าความต้านทานภายในจะสูงขึ้นมากเป็น 20 K ohm เมื่อมีก๊าซ จะทำให้ค่าความต้านทานภายในลดลงเหลือ 500 ohm ถึง 2000 ohm จึงนำสภาวะการเปลี่ยนแปลงนี้มาใช้งานเพื่อ Sensor ก๊าซ

การทดลอง ได้ใช้ก๊าซไฟแช็คไปไกล้บริเวณตัว Gas detector แล้วใช้ ohm มิเตอร์ วัดความต้านทานของตัวมัน จะเห็นการเปลี่ยนแปลงในขณะที่มีก๊าซเกิดขึ้น

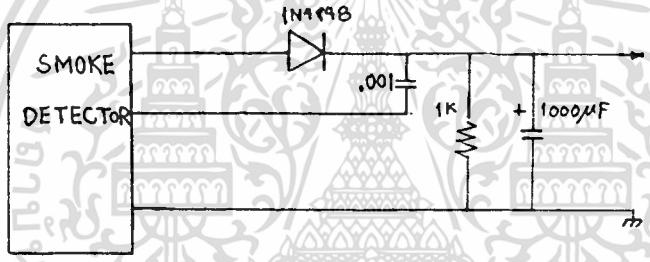


รูปที่ 3 1 วงจร Gas detector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การทำงานของ Smoke detector

Smoke detector ที่ใช้เป็นแบบ ไอโอไนเซชั่น (โดยใช้สารกัมมันตรังสี) ในขณะที่มีควันเกิดขึ้น Smoke detector จะให้สัญญานรูป sine ความถี่สูงออกมาโดยวงจรออสซิลเลเตอร์ภายใน ความถี่ประมาณ 10 KHz คงที่ สัญญานที่เป็นความถี่ 10 KHz นี้ไม่สามารถต่อเข้ากับวงจรดิจิตอลโดยตรง จะต้องทำการแปลงสัญญานนี้เป็นดิจิตอลเสียก่อน จากการออกแบบได้ใช้วิธีการเปลี่ยนแปลงเป็นสัญญานดิจิตอลแบบง่ายๆ เนื่องจากสัญญานความถี่สูง 10 KHz นี้คงที่ ได้ออกแบบวงจรดีเทค โดยมีหลักการดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจร Smoke detector

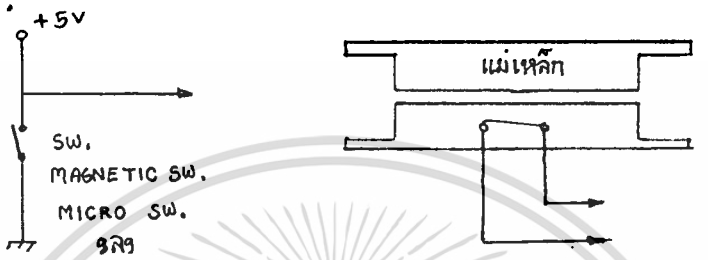
สัญญาน 10 KHz ทางช่วงบวกจะผ่านไดโอด 1N4148 แล้วถูกกรองออกด้วย C filter 100 uF ทำให้สัญญานเป็นแรงดันไฟตรงเรียบขึ้นเป็นลอจิก "1" เพราะฉะนั้นเมื่อ Smoke deetector ทำงาน เอาท์พุทของ Smoke detector จะให้ลอจิก "1" และเมื่อสภาวะปรกติ Smoke detector ก็จะให้ลอจิก "0"

การทดลอง เมื่อต่อวงจรข้างต้นร่วมกับชุดอุปกรณ์ Smoke detector สามารถให้ผลเป็นลอจิก เพื่อส่งไปยังวงจรดิจิตอลได้ (เพื่ออินเตอร์เฟสเข้ากับระบบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การทำงานของ Magnetic SW.

สวิทช์แม่เหล็กแบบ N.C.



รูปที่ 3.3

ในขณะที่สองส่วนประกบกันอยู่ สวิทช์จะถูกอำนาจแม่เหล็กกระทำคือ SW. close และเมื่อโรทชันส่วนทั้งสองนี้แยกออกจากกัน สวิทช์ก็จะเปลี่ยนตำแหน่ง สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานที่ตำแหน่งหมุนการเคลื่อนที่ เช่นที่ ประตู หน้าต่าง เป็นต้น

การทดลอง ใช้โอห์มมิเตอร์วัดที่ขาออกของสวิทช์ แล้วสังเกตุดูการเปลี่ยนแปลงของโอห์มมิเตอร์ เมื่อมีการเคลื่อนที่ของสวิทช์ ทั้งสองส่วนออกจากกัน

การทำงานของชุดตรวจจับแรงดัน

ในการตรวจระดับแรงดัน ว่าอยู่ในระดับปกติหรือไม่นั้นเราจะตรวจสอบที่ระดับแรงดันต่ำ คือเราจะลดแรงดันจาก 220 V. AC. แล้วทำการตรวจสอบที่แรงดันต่ำ โดยใช้หม้อแปลงทรานฟอร์มเมอร์ 220 V. ไปเป็น แรงดันต่ำประมาณ 9 ,10 V. ค่าแรงดัน 9 V. เป็นแรงดันใช้ในการตรวจสอบ ,ค่าแรงดัน 10 V. เป็นแรงดันที่ใช้ในการปรับแต่ง ดังจะกล่าวต่อไป

ในขณะที่แรงดันอินพุทปกติ 220 V. แรงดันทางเอาท์พุทจะได้เป็น 9 V. และเมื่อแรงดันอินพุทลดลง หรือเพิ่มขึ้น ประมาณ 10 % คือระหว่างค่าประมาณ 200 V. ถึง 240 V. ก็จะทำให้แรงดันทางเอาท์พุทเปลี่ยนแปลงในช่วง 8 V. ถึง 10 V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

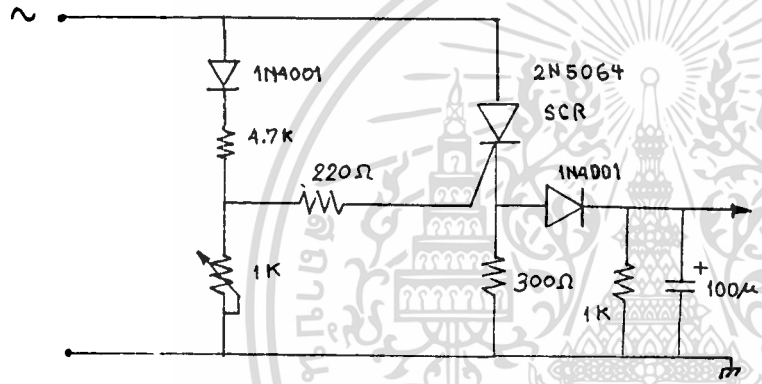
โดยการคำนวณจาก สูตร Ep/Es = n

เมื่อภาวะปกติ n = 220/9 = 24.44

เมื่อแรงดันเปลี่ยนแปลงประมาณ 10% ได้อินพุทเป็น 198 V.และ 242 V.

แรงดันเอาท์พุทเท่ากับ 198/24.4 = 8.1 V.และ 242/24.4 = 9.9 V.

ดังนั้นจึงได้ออกแบบวงจรดังรูปโดยใช้ SCR ทำหน้าที่เป็นสวิทช์เมื่อเกิดภาวะแรงดันต่ำกว่าปรกติ และภาวะแรงดันสูงกว่าปกติโดยการทริกที่เกทของ SCR ดังรูป 3.4



การปรับแรงดันให้ SCR ON,OFF โดยปรับ VR 1K (25 รอบ) ปรับละเอียด

กรณี 1 ขณะปรับแรงดันอินพุท = 9 V. ปรับ VR 1 K ให้ SCR1 ON และขณะนี้ใช้งานได้อินพุท = 9 V.

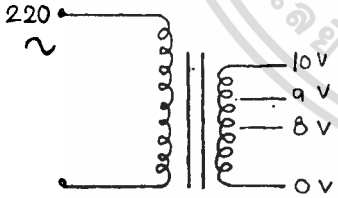
-เมื่อแรงดันปรกติ SCR1 จะ ON ให้ลอจิก "1"

-เมื่อแรงดันลดลง SCR1 จะ OFF ให้ลอจิก "0"

กรณี 2 ขณะปรับแรงดันอินพุท 10 V. ปรับ VR 1K ให้ SCR2 ON และขณะใช้งานได้อินพุท 9 V.

-เมื่อแรงดันปรกติ SCR2 จะ OFF ให้ลอจิก "0"

-เมื่อแรงดันเกิน (สูงขึ้น) SCR2 จะ ON ให้ลอจิก "1"



รูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การปรับแรงดันให้ SCR ON,OFF โดยปรับ VR 1K (25 รอบ) ปรับละเอียด

กรณี 1 SCR ขณะปรับแต่งให้อินพุท = 9 V. ปรับ VR 1 K ให้ SCR1 ON และขณะที่ใช้งานให้อินพุท = 9 V.

-เมื่อแรงดันปรกติ SCR1 จะ ON ให้ลอจิก "1"

-เมื่อแรงดันลดลง SCR1 จะ OFF ให้ลอจิก "0"

กรณี 2 SCR2 ขณะปรับแต่งให้อินพุท 10 V. ปรับ VR 1K ให้ SCR2 ON และขณะใช้งานให้อินพุท 9 V.

-เมื่อแรงดันปรกติ SCR2 จะ OFF ให้ลอจิก "0"

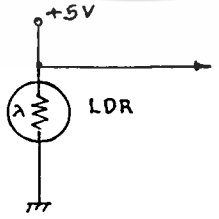
-เมื่อแรงดันเกิน (สูงขึ้น) SCR2 จะ ON ให้ลอจิก "1"

จากกรณีที่ 1 นำมาผ่าน inverter เพื่อให้แสดงผลในภาวะแรงดันลดลง คือ เมื่อแรงดันลดลง จะให้แสดงลอจิก "1" และภาวะปกติจะให้ลอจิก "0"

จากกรณีที่ 2 นำมาผ่าน inverter 2 ตัว เพื่อให้แสดงผลในภาวะแรงดันเกิน (และให้เอาท์พุท เป็นสัญญาณมากขึ้น) คือ ขณะเมื่อแรงดันเกินค่าที่ตั้งไว้ จะให้แสดงลอจิก "1" และในภาวะปกติจะเป็นลอจิก "0"

การทำงานของความต้านทานไวแสง

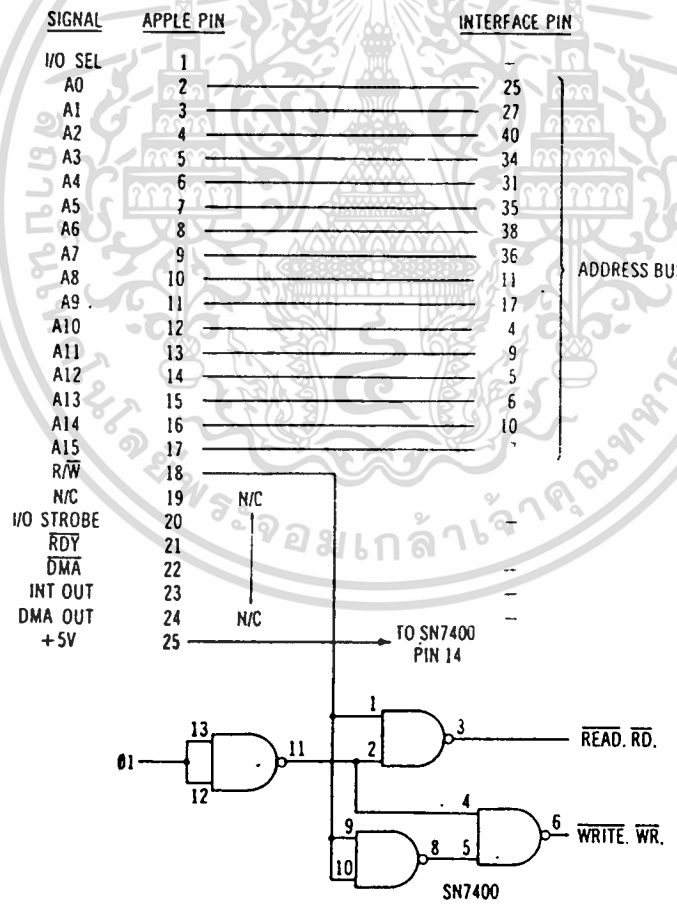
ได้นำ LDR ความต้านทานที่เปลี่ยนค่าตามความเข้มของแสงสามารถนำมาใช้เป็นอุปกรณ์สวิทช์โดยต่อวงจรดังรูปที่ 3.5 เมื่อ LDR ถูกแสงทำให้ค่าความต้านทานลดลง เป็นผลให้สวิทช์อยู่ในลักษณะปิด และเมื่อ LDR ไม่ถูกแสงก็จะทำให้ค่าความต้านทานสูงขึ้น เป็นผลให้สวิทช์อยู่ในลักษณะเปิด



รูปที่ 3.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การทดลอง เมื่อต่อวงจรดังรูป สามารถนำ LDR มาใช้เป็นเป็นสวิทช์สำหรับระบบรักษาความปลอดภัย มีเอาท์พุทดังนี้ ขณะถูกแสงจะให้เอาท์พุทลอจิกต่ำ และเมื่อบังแสงไว้จะให้เอาท์พุทลอจิกสูง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

2 การออกแบบชุดอินเตอร์เฟส

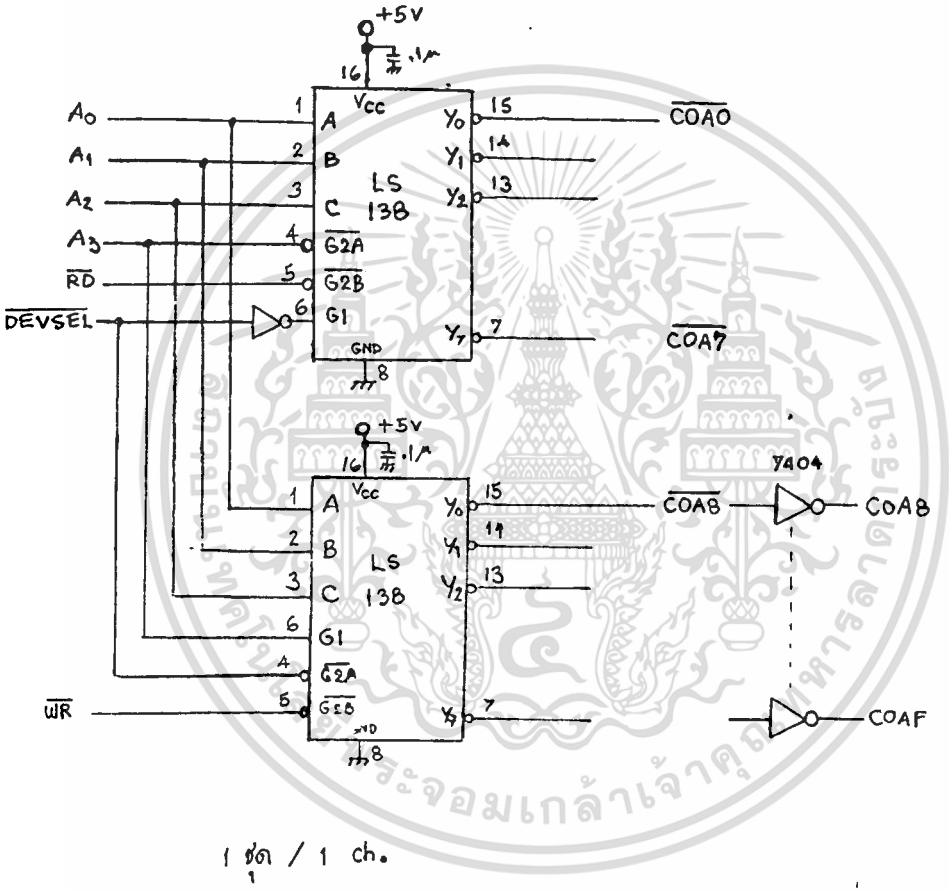
ในการออกแบบชุดอินเตอร์เฟส เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรมควบคุม โดยนำมาใช้ร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์ APPLE II เพื่อแสดงผลที่จอภาพด้วย ทำให้สะดวกต่อการค้นหาจุดเกิดเหตุ โดยการเขียนโปรแกรมเพื่อแสดงกราฟฟิก และข้อมูลของภาพหรือรูปกราฟฟิกนั้น จะแสดงพื้นที่ตรวจจับที่วางอุปกรณ์เซ็นเซอร์เพื่อง่ายต่อการดูผล โดยดูทางจอ MONITOR และเอาท์พุทยังใช้วิธีควบคุมจุดต่อจุด และเป็นการนำเอาเครื่อง APPLE II มาใช้ประโยชน์ในด้านการรักษาความปลอดภัย โดยใช้ชุดอินเตอร์เฟสชุดนี้ ต่อผ่านทาง SLOT 2 ของ APPLE II โดยเพิ่มโปรแกรมควบคุมอีกเล็กน้อย(ทางด้านกราฟฟิกเป็นส่วนใหญ่) ดังจะกล่าวต่อไป

การออกแบบชุดอินเตอร์เฟสนี้ใช้ ดิจิตอล IC ประเภท TTL ทั้งหมดเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้พอร์ทเฉพาะเบอร์ เช่น 6522 ซึ่งเป็นพอร์ทสำหรับ 6502 CPU ทั้งนี้เพราะการเขียนโปรแกรมควบคุมยากขึ้น และการขยายระบบยากขึ้น หรือ ถ้าจะนำไปใช้ร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นที่ใช้ CPU เบอร์อื่น ก็จะไม่สามารถทำได้ง่าย การออกแบบชุดอินเตอร์เฟสนี้สามารถที่จะนำมาพัฒนาระบบต่อไปได้ง่าย และสามารถดัดแปลงเพียงเล็กน้อยก็สามารถ นำชุดอินเตอร์เฟสนี้ ไปใช้ร่วมกับไมโครคอมพิวเตอร์เครื่องอื่น หรือเครื่อง 16 บิท IBM PC ซึ่งการเขียนโปรแกรมควบคุมก็สามารถทำได้ง่าย วงจรดังรูป 3.6

การทำงาน

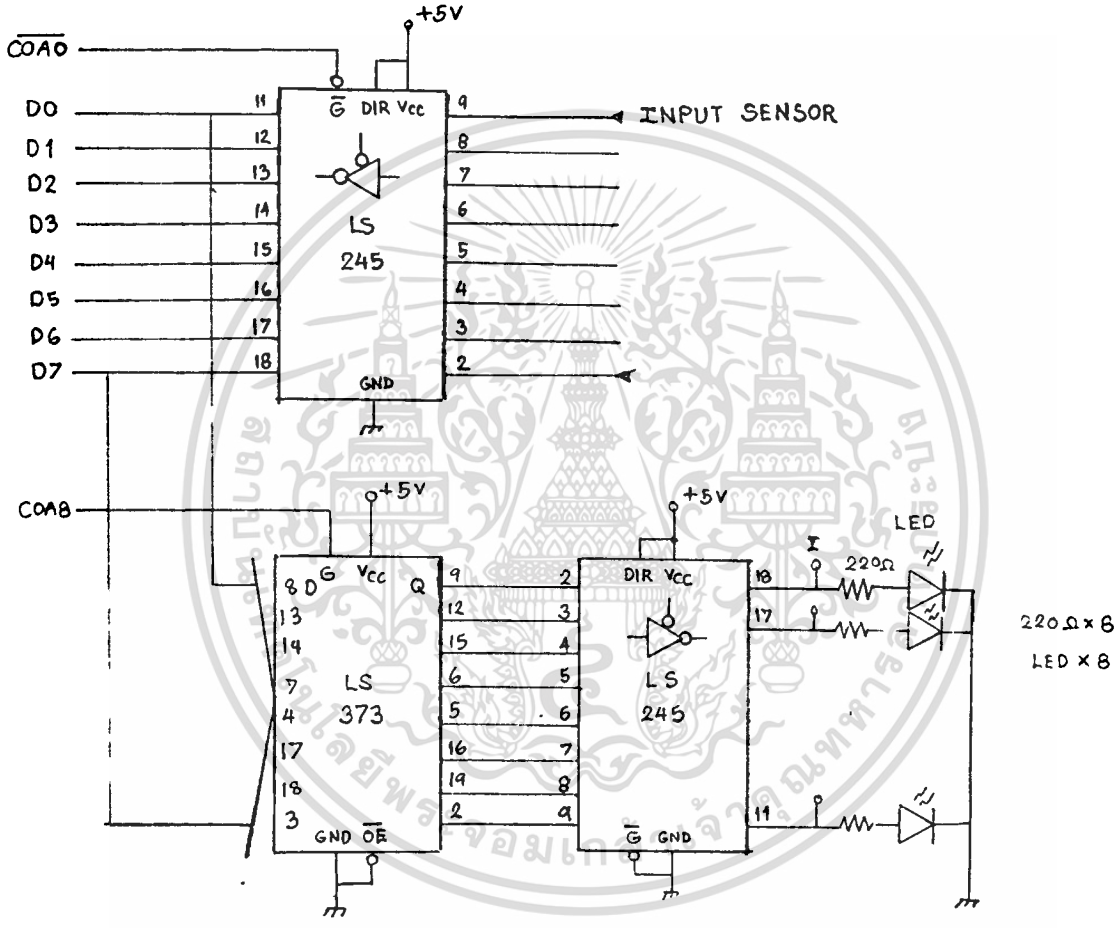
จากวงจรสัญญาณควบคุมที่ใช้ได้แก่ 01, R/W, DEVICE SELECT, A0-A3 ปกติในช่วงการ R/W หน่วยความจำสัญญาน 01 จะเป็นลอจิกต่ำ เมื่อผ่าน NAND GATE ได้แยกสัญญานออกเป็น RD และ WR จากนั้นนำสัญญานทั้งหมดที่กล่าวมาข้างต้นเข้าสู่วงจรดีโค้ดเดอร์ โดยใช้ IC TTL 74LS138 ตัวบนจะแอคตีฟในช่วงการ READ ส่วนตัวล่างจะแอคตีฟในช่วงการ WRITE จะดีโค้ดตำแหน่งแอดเดรส C0A0 - C0AF ซึ่งใช้สัญญาน DEVICE SELECT ในสลอต 2 (C0A0 - C0AF) มาควบคุม ในการอ่านข้อมูลจะอ่านที่ตำแหน่ง C0A0-C0A7 ซึ่งต่อได้ 8 ชุด และในการเขียนหรือการส่งข้อมูลจะส่งไปที่ตำแหน่ง C0A8-C0AF ซึ่งต่อได้ 8 ชุดเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูป 3.6a วงจร Decoder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

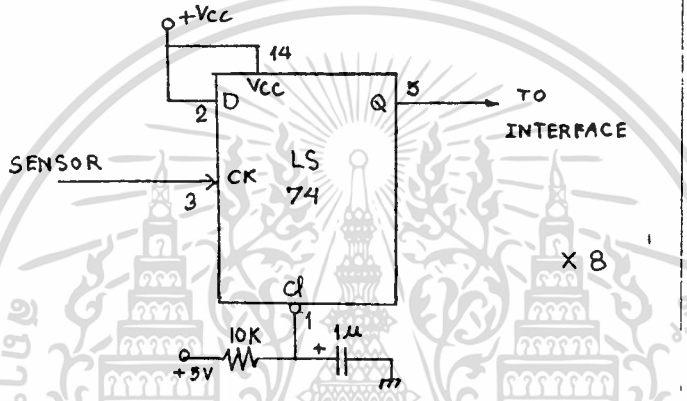


รูปที่ 3.6b วงจรควบคุม

รูปที่ 3.6 วงจรภาค INTERFACE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ในการอ่านข้อมูลจากอินพุทซึ่งเป็นเซ็นเซอร์ จะผ่านวงจร LATCH IC TTL 74LS74 โดยจะให้เอาพุท Q เป็น "1" ขณะที่มีสัญญาณอินพุท ดังรูป 3.7 จากนั้นจะเข้าสู่ BUFFER IC TTL 74LS245 ทำหน้าที่แยกส่วนอินพุทและเอาพุทออกจากกันและทำหน้าที่เป็นอินพุทของวงจร ส่วนเอาพุทของวงจรใช้ LATCH IC TTL 74LS373 เพื่อ LATCH ข้อมูลทางเอาท์พุทและขยายกระแสด้วย IC TTL 74LS245 เข้าสู่ภาคเอาพุทควบคุมต่อไป

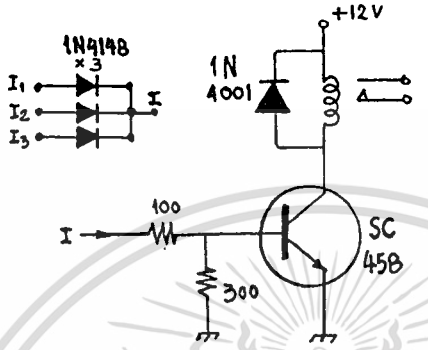


รูปที่ 3.7 LATCH INPUT

3 ภาคเอาท์พุทควบคุม

การควบคุมเอาท์พุทเพื่อป้องกันในระบบรักษาความปลอดภัย ในชุดนี้ได้ใช้วงจรขยาย TR เพื่อขับรีเลย์ ใช้สำหรับในการเตือนภัยต่าง ๆ เช่น สำหรับเปิด-ปิด โซลินอยล์วาล์ว เพื่อเปิดน้ำในกรณีที่เกิดเพลิงไหม้ และส่งสัญญาณเตือนภัย หรือตัดกระแสไฟฟ้า เป็นต้น ซึ่งภาคเอาพุทนี้สามารถใช้ วงจรอื่นแทนได้ เช่น ใช้ SCR หรือจะใช้อุปกรณ์ทางแสงที่กล่าวมาในบทที่ 1 แสดงภาคเอาพุทควบคุมดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

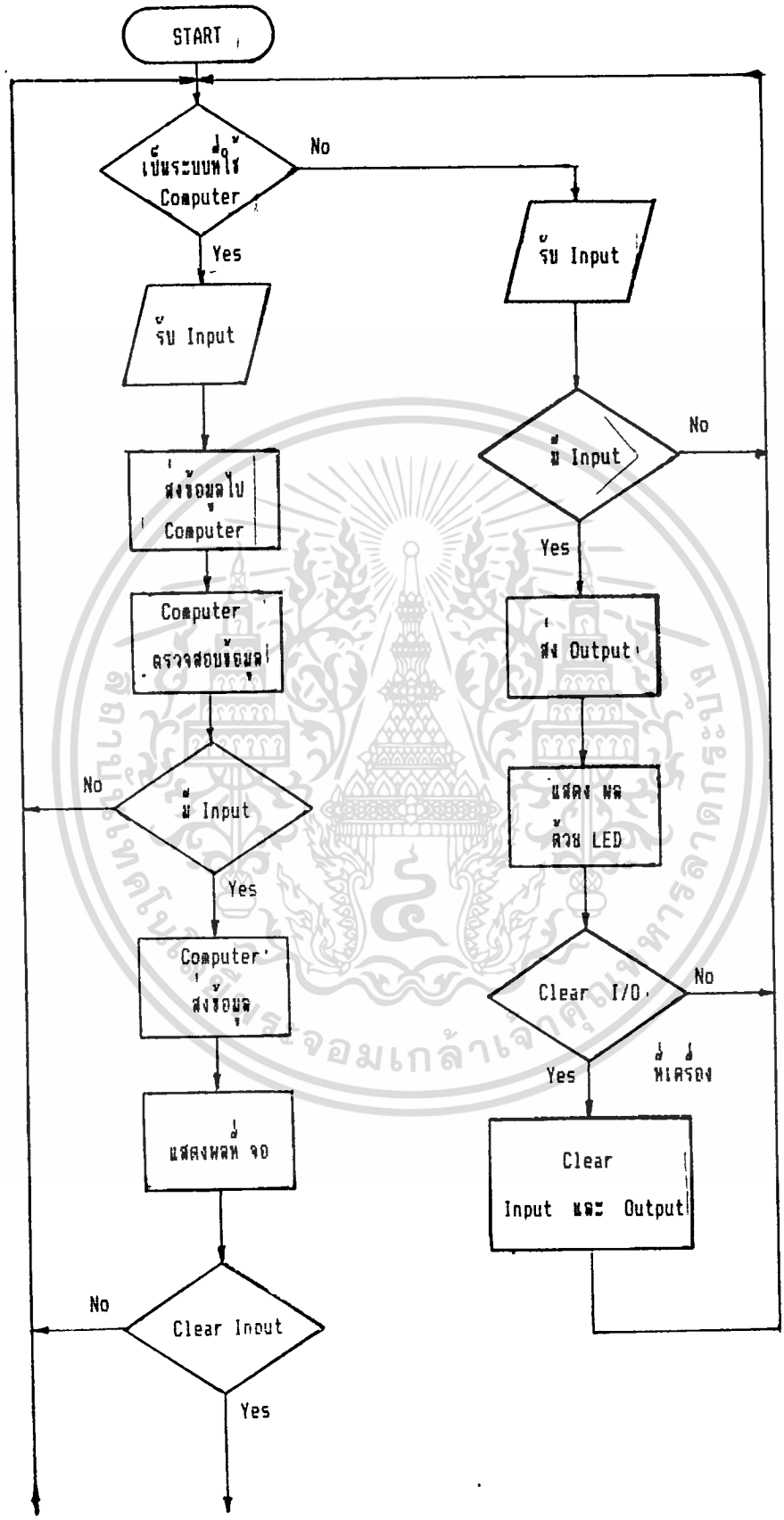


รูปที่ 3.8 ภาคเอาท์พุท

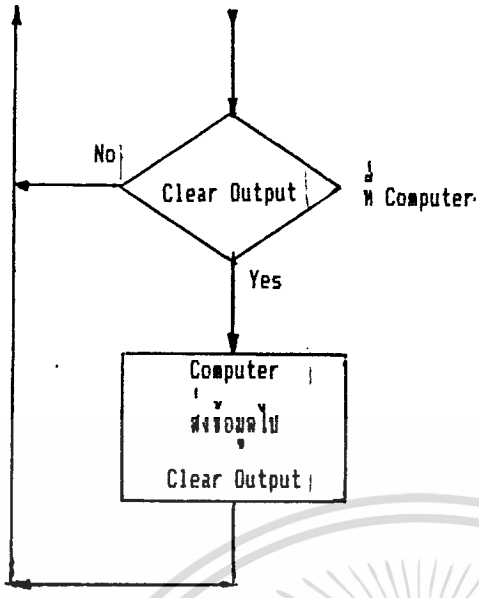
การทำงาน

อินพุทมาจากภาคอินเตอร์เฟส 74LS245 (output) เข้าสู่ขา เบส ของทรานซิสเตอร์ ในขณะที่มีสัญญานเอาพุทจะทำให้ TR ON ทำให้ รีเลย์ต่อ และในขณะที่ไม่มีสัญญานเอาพุท TR จะ OFF ทำให้ รีเลย์ตัด สัญญานเอาพุทจะมีก็ต่อเมื่อมีสัญญานอินพุทเข้ามาในระบบ โดยเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญานเอาพุทออกมาควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 3.9 FLOWCHART ของระบบรักษาความปลอดภัย

การทำงานของเครื่อง

เมื่อเป็นระบบ Direct โดยการปรับสวิทช์ไปที่ตำแหน่ง DIRECT

1. เครื่องจะตอบรับอินพุท ของแต่ละชั้น
2. เมื่อมีอินพุทเข้ามา จะส่งสัญญานไปควบคุมที่เอาท์พุท
   และแสดงผลด้วย LED
3. CLEAR อินพุทของแต่ละชั้นโดยที่สวิทช์หน้าบ้าน

เมื่อระบบควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์โดยการปรับสวิทช์ไปที่ COMPUTER

1. เครื่องจะตอบรับอินพุท ของแต่ละชั้น
2. เมื่อไม่มีอินพุทที่จอภาพจะแสดงภาพของแต่ละชั้น
   เมื่อมีอินพุทเข้ามา จะส่งเข้าไปยังคอมพิวเตอร์
3. คอมพิวเตอร์ตรวจสอบข้อมูลแล้วส่งสัญญานไปควบคุมที่เอาท์พุท
   พร้อมทั้งแสดงผลที่จอ และที่ LED
4. CLEAR อินพุทของแต่ละชั้นโดยที่สวิทช์ที่หน้าบ้าน
   CLEAR เอาท์พุทโดยที่เครื่องคอมพิวเตอร์ (ESC)

ภาพที่แสดงเป็นตำแหน่งของอินพุทและสัญญานเตือนเอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4 การออกแบบโปรแกรมควบคุม

โปรแกรมนี้มีส่วนสำคัญมาก เพราะต้องใช้ควบคุมการทำงานทั้งหมด ของระบบรักษาความปลอดภัย โปรแกรมจะเป็นตัวดำเนินการทั้งหมด ทั้งการรับ INPUT,ส่ง OUTPUT หรือการแสดงภาพ เมื่อโปรแกรมมีส่วนสำคัญ ดังนั้นต้องพิจารณาภาษาที่จะใช้จะต้องเป็นภาษาที่มีการทำงานรวดเร็ว เนื่องจากระบบรักษาความปลอดภัยต้องการความรวดเร็วและต้องมีความแน่นอนที่สูง

ภาษาแอสเซมบลี (ASSEMBLY) ก็เป็นอีกภาษาหนึ่งที่มีการทำงานที่รวดเร็วจึงเป็นภาษาที่นำมาใช้ควบคุมระบบนี้ ต่อมาก็จะมาพิจารณาถึงความต้องการของระบบโดยการแบ่งออกเป็นข้อใหญ่ๆ ดังนี้

1. สามารถตรวจสอบสัญญาณ INPUT ที่เข้ามาได้พร้อมกันหลายๆ จุด
2. สามารถทำการตรวจสอบข้อมูลของ INPUT หรือสภาวะทาง INPUT
3. จะต้องทำการแสดงภาพหรือสภาวะที่เกิดออกทางจอภาพ
4. สามารถกลับไปรับสัญญาณจาก INPUT ได้อีก ถึงจะมี INPUT ตรงก่อนอยู่แล้วก็ตาม

เมื่อได้รู้ถึงความต้องการของระบบแล้ว ก็ทำการเขียนลำดับขั้นการทำงาน (FLOW CHART) เพราะการเขียนลำดับขั้นการทำงาน ทำให้การเขียนโปรแกรมง่ายและสะดวกขึ้นอีกทั้งยังง่ายต่อการตรวจสอบแก้ไข ดังรูปที่ 3.10

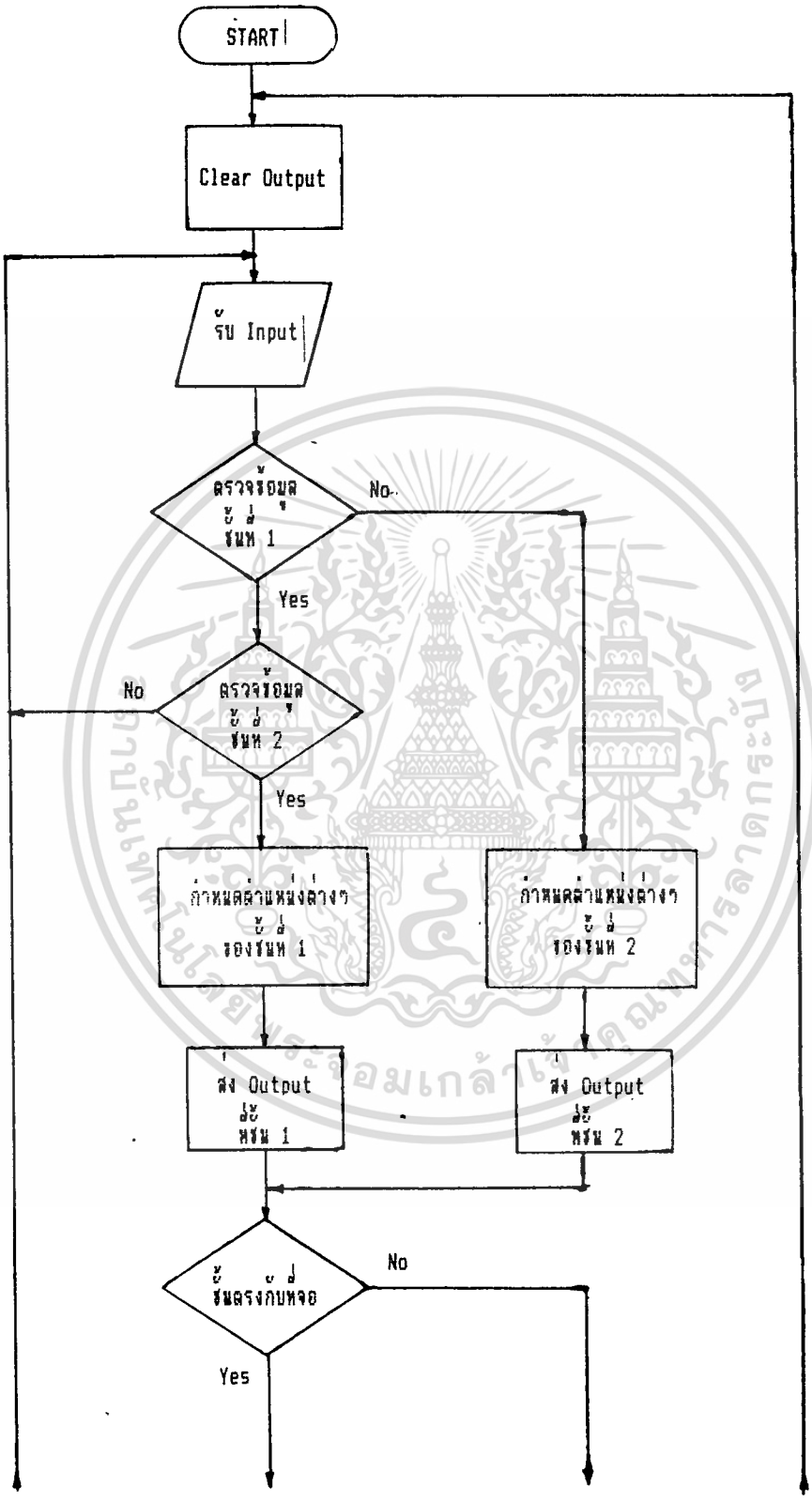
การทำงานของโปรแกรม

1. เริ่มโปรแกรมที่ ADDRESS $6000
2. ทำการแสดงภาพแบบจำลองของสถานที่
3. ทำการ CLEAR OUTPUT และข้อมูล INPUT ที่อยู่ในหน่วยความจำ
4. รอรับสัญญาณจาก INPUT ทั้ง 8 จุดพร้อมกัน
5. ทำการตรวจสอบข้อมูลทั้ง 2 ชั้น ว่ามีสัญญาณ INPUT เข้ามาหรือไม่
6. ถ้าไม่มีสัญญาณทั้ง 2 ชั้น ให้กลับไปรอรับสัญญาณที่ข้อ 4
7. ทำการตรวจสอบสภาวะ และกำหนดตำแหน่งต่างๆ ของภาพที่จะแสดงออกที่จอภาพ
8. ส่งข้อมูล INPUT ที่อยู่ในหน่วยความจำออกทาง OUTPUT
9. ตรวจสอบชั้นที่มี INPUT ตรงกับภาพที่แสดงบนจอภาพ

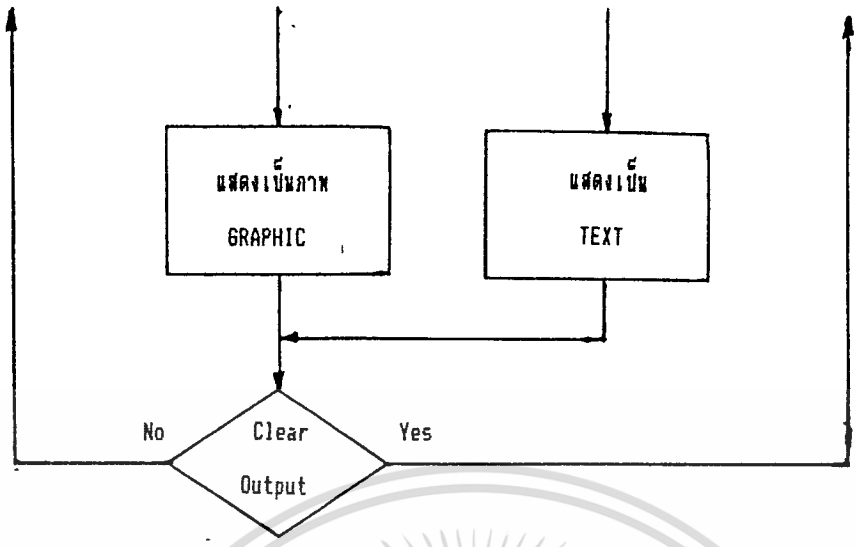
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

10. ถ้าไม่ตรงให้แสดงเป็น TEXT
11. แสดงภาพเป็น GRAPHIC
12. มีการ CLEAR OUTPUT หรือไม่
13. ถ้ามีกลับไปเริ่มที่ข้อ 3
14. กลับไปรอสัญญาณ INPUT ที่ข้อ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



รูปที่ 3.10 FLOWCHART ของโปรแกรมควบคุมระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
!L    1 ;  LISA VERSION 2.5G
    2 ********************************
    3 **  PROGRAM SECURITY SYSTEM   **
    4 **  BY     : ELECTRONICS      **
    5 **           TECHNOLOGY       **
    6 **  MAJOR  : INDUSTRIAL       **
    7 **  KING MONGKUT'S INSTITUTE  **
    8 **  OF TECHNOLOGY LADKRABANG  **
    9 ********************************
   10 ;
   11 ; START PROGRAM AT $6000
   12 ;
   13           ORG $6000
   14           OBJ $6000
   15 ; STACK
   16 IPL       EPZ $00
   17 IPH       EPZ $01
   18 OPL       EPZ $02
   19 OPH       EPZ $03
   20 STL       EPZ $04
   21 STH       EPZ $05
   22 DPL       EPZ $06
   23 DPH       EPZ $07
   24 GRA       EPZ $08
   25 JP        EPZ $09
   26 JP1       EPZ $0A
   27 JP2       EPZ $0B
   28 CHX       EPZ $0C
   29 CLSS      EPZ $0D
   30 CLASS     EPZ $0E
   31 JX        EPZ $0F
   32 DDRAW     EPZ $10
   33 LOOP1     EPZ $11
   34 LOOP2     EPZ $12
   35 LOOP3     EPZ $13
   36 DEPTH     EPZ $14
   37 PAGE      EPZ $15
   38 LENG      EPZ $16
   39 LOC       EPZ $17
   40 RD        EPZ $18
   41 DATA      EPZ $1A
   42 PIC1      EPZ $20
   43 PIC2      EPZ $28
   44 HOR       EPZ $30
   45 VER       EPZ $38
   46 LOOP4     EPZ $50
   47 SD        EPZ $40
   48 KEY       EQU $C000
   49 CLKEY     EQU $C010
   50 SOU       EQU $C030
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
S1        EQU $C050
S2        EQU $C057
S3        EQU $C054
S4        EQU $C055
S5        EQU $C053
S6        EQU $C052
;
; START PROGRAM
;
          JMP START
;
****************************
**    DATA SCAN PICTURE   **
****************************
;
; APPLE
          HEX 0408183E1F7F3E1C
          HEX 0000000000000000
; THIEF
          HEX 0000000000000000
          HEX 387C546C3810385E
          HEX 0000000000000001
          HEX 0000407E18100000
          HEX 5F6D6C7650727A6A
          HEX 0302060404050504
          HEX 0000000000000000
          HEX 6C6C6C6C28286C6E
          HEX 0000000000000000
; FIRE
          HEX 0000000000000000
          HEX 0000000010181834
          HEX 0000000000000001
          HEX 002060244C586850
          HEX 5A4A66331B596C32
          HEX 0101002131 3A161A
          HEX 505027592E786000
          HEX 27331A2E5B365947
          HEX 0D09754E39070100
; GAS
          HEX 0000000000000000
          HEX 0205050A0A0C3F33
          HEX 0000000000000000
          HEX 0000406060202020
          HEX 3F377B7F40044E64
          HEX 0000000101010101
          HEX 7020202060406060
          HEX 7F204E607F7F4C7F
          HEX 0301010101000101
;
*****************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
101 ** DATA CLEAR PICTURE      **
102 ******************************
103 ;
104           HEX 0000000000000000
105           HEX 0000000000000000
106           HEX 0000000000000000
107           HEX 0000000000000000
108           HEX 0000000000000000
109           HEX 0000000000000000
110           HEX 0000000000000000
111           HEX 0000000000000000
112           HEX 0000000000000000
113           HEX 0000000000000000
114 ; TEXT DATA
115 ; FIRE
116           HEX 417D7D617D7D7D00
117           HEX 6377777777776300
118           HEX 615D5D61756D5D00
119           HEX 417D7D617D7D4100
120           HEX 7F7F7F7F7F7F7F00
121 ; GAS
122           HEX 635D7D7D4D5D6300
123           HEX F7EBDDDDC1DDDD00
124           HEX 635D7D635F5D6300
125           HEX 7F7F7F7F7F7F7F00
126           HEX 7F7F7F7F7F7F7F00
127 ; THIEF
128           HEX 4177777777777700
129           HEX 5D5D5D415D5D5D00
130           HEX 6377777777776300
131           HEX 417D7D617D7D4100
132           HEX 417D7D617D7D7D00
133 ; ADDRESS GRAPHIC
134 ; LO-BYTE
135 GL        HEX 0080008000800080
136           HEX 28A828A828A828A8
137           HEX 50D050D050D050D0
138 ; HI-BYTE
139 GH        HEX 2020212122222323
140           HEX 2020212122222323
141           HEX 2020212122222323
142 ; TABLE ADDRESS
143 ; LO-BYTE
144 TABL      HEX EB135BA33B638B
145 ; HI-BYTE
146 TABH      HEX 60606060616161
147 ;
148 ; LOCATE OF PICTURE
149 ; .
150 HOR1      HEX 0510051817051709
151 HOR2      HEX 050A1805050A1806
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
152 ;
153 VER1      HEX 050511050F050C11
154 VER2      HEX 0511120D05111212
155 ;
156 HORT      HEX 1D1D1D1D1D1D1D1D
157 VERT      HEX 0405060708090A0B
158 ;
159 START     CLC                     ;CLEAR CARRY FLAG
160           LDA S1                  ;SET GRAPHIC
161           LDA S2                  ;MODE HI-RES
162           LDA S3                  ;PAGE 1
163           LDA #$03                ;
164           STA LENG                ;LOAD LENGTH
165           LDA #$00                ;
166           STA PAGE                ;SET PAGE
167           LDX #$A0                ;LOAD INPUT LO
168           LDY #$A8                ;LOAD OUTPUT LO
169           LDA #$C0                ;LOAD I/O HI
170           STX IPL                 ;
171           STY OPL                 ;
172           STA IPH                 ;
173           STA OPH                 ;
174 ************************
175 **   CLEAR  OUTPUT     **
176 ************************
177 ;
178 CLOP      LDA #$00                ;CLEAR DATA
179           STA PAGE                ;
180           STA DATA                ;CLASS 1 AND
181           STA DATA+1              ;CLASS 2
182           LDY #$00                ;
183 COP       STY LOOP4
184           LDA #$00                ;CLEAR
185           STA (OPL),Y             ;OUTPUT
186           JSR CLETX
187           LDY LOOP4
188           INY
189           CPY #$02                ;CLASS 1 AND
190           BNE COP                 ;CLASS 2
191           LDA #$20
192           STA PAGE
193           JSR CLETX
194           LDA #$00
195           STA PAGE
196           LDX #$00                ;
197 CP        LDA #$00                ;
198           STA SD+1,X              ;CLEAR DATA
199           STA PIC1,X              ;CLEAR PICTURE
200           STA PIC2,X              ;
201           STA HOR,X               ;CLEAR HOR
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
202             STA VER,X               ;CLEAR VER
203             INX
204             CPX #$08
205             BNE CP
206 ; CLEAY KEY
207             LDA CLKEY
208 ; WAIT INPUT
209 INPUT       CLC                     ;CLEAR CARRY
210             JSR APPLE               ;JUMP SCAN PICTURE
211 ;
212 ****************************
213 **      WAIT  INPUT         **
214 ****************************
215 ;
216             LDX #$00
217             LDY #$00
218             STX JX
219 LOIN        LDA (IPL),Y
220             ORA DATA,X
221             STA DATA,X
222             LDA KEY
223             CMP #$B1
224             BEQ CLASS1
225             CMP #$B2
226             BEQ CLASS2
227             INC JX
228             LDY JX
229             LDX JX
230             CPX #$02
231             BNE LOIN
232             LDX #$00
233             STX LOOP4
234 CXIN        LDA #$00
235             LDX LOOP4
236             CPX #$02
237             BEQ IN
238             CMP DATA,X
239             BNE IN1
240             INC LOOP4
241             LDX LOOP4
242             CPX #$02
243             BNE CXIN
244 IN          JMP INPUT
245 CLASS1      LDA CLKEY
246             LDA S3
247             LDA #$00
248             STA PAGE
249             LDA #$00
250             STA CLSS
251             JMP INPUT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
252 CLASS2    LDA CLKEY
253           LDA S4
254           LDA #$20
255           STA PAGE
256           LDA #$01
257           STA CLSS
258           JMP INPUT
259 IN1       INC LOOP4
260           STX CLASS
261           LDA IPL                 ;LOAD INPUT LO-BYTE
262           CLC                     ;CLEAR CARRY FLAG
263           ADC CLASS               ;
264           STA CHX                 ;STORE IN CHX
265           CMP #$A0                ;COMPARE CLASS
266           BEQ CL1                 ;
267           CMP #$A1                ;1 OR 2
268           BEQ CL2                 ;
269,          JMP INPUT
270 CL1       LDA S3                  ;CALL GRAPHIC
271           LDA #$00                ;LOAD VALUE 0
272           CMP CLSS
273           BEQ OUT
274 CL2       LDA S4
275           LDA #$01
276           CMP CLSS
277           BEQ OUT
278           JMP CL1
279 ;
280 ****************************
281 **  OUTPUT INTERFACE      **
282 **  CONTROL               **
283 ****************************
284 ;
285 OUT       LDX #$00
286           LDY #$00
287 OUTPUT    LDA DATA,X
288           STA (OPL),Y
289           INX
290           INY
291           CPY #$02
292           BNE OUTPUT
293           JSR CHECK
294           LDA CLSS                ;
295           CMP CLASS               ;
296           BNE DT
297           JSR SHAPE
298           JSR SOUND
299           JSR CLPIC
300           JSR DELAY
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
ESC       LDA KEY              ;CHECK KEYBOARD
          CMP #$9B             ;'ESC'
          BEQ CLR
          JMP CXIN
CLR       JMP CLOP
DT        JSR SOUND
          JSR DELAY
          JMP ESC
;
*****************************
**      SCAN PICTURE       **
*****************************
;
SCAN      LDX #$00
SC1       LDA (STL,X)          ;LOAD PICTURE
          STA (DPL),Y          ;SAVE AT GRAP
          INC STL              ;ADD LO-BYTE
          BNE CO               ;CARRY = 0
          INC STH              ;ADD HI-BYTE
CO        LDA DPH              ;LOAD HI-BYTE
          CLC                  ;CLEAR CARRY
          ADC #$04             ;ADD ADDR GRAP
          STA DPH              ;SAVE HI-BYTE
          DEC DEPTH            ;DECREMENT
          BNE SC1              ;DEPTH <> 0
          RTS
;
*****************************
**      CHECK  INPUT       **
*****************************
;
CHECK     CLC                  ;CLEAR CARRY
          LDA CLSS
          CMP CLASS
          BEQ NTXT
          LDX CLASS
          LDA DATA,X
          CMP #$00
          BEQ NTXT
          JMP TEXT
NTXT      LDX #$00
          STX JP
          LDX CLASS
          LDA DATA,X
          STA RD
*****************************
**     SHIFT DATA          **
*****************************
;
          LDY #$08
SHIFT     LDA RD
SH        ASL                  ;SHIFT 1 BIT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
353             BCS C1                  ;CHECK CARRY
354             DEY                     ;DECREMENT Y
355             BNE SH                  ;Y = 0
356             RTS                     ;RETURN
357 C1          STY LOOP2               ;SAVE Y
358             STA RD                  ;SAVE DATA
359             LDA #$00                ;
360 ROT         ROL                     ;ROTATE CARRY
361             DEC LOOP2               ;DECREMENT LOOP2
362             BNE ROT                 ;LOOP1 = 0
363             JMP CHX2
364 ;
365 ****************************
366 **  SET LOCATION AND      **
367 **  DRAW PICTURE          **
368 ****************************
369 ;
370 SETLO       LDX JP1                 ;
371             LDA TABL,X              ;LOAD LOCATE PIC.
372             STA STL                 ;SAVE AT STL
373             LDA TABH,X              ;
374             STA STH                 ;HI-BYTE
375             LDX VER                 ;LOAD VERTICAL
376             STX JP2
377 SETO        LDA GL,X                ;GRAPH LO-BYTE
378             CLC
379             ADC HOR                 ;ADD LO WITH HOR
380             STA DPL                 ;SAVE LO-BYTE
381             LDA GH,X                ;GRAPH HI-BYTE
382             CLC
383             ADC PAGE
384             STA GRA
385             LDY #$00
386 SET1        JSR DRAW                ;DRAW ON MONITOR
387             JSR SCAN                ;
388             INY
389             CPY LENG                ;CHECK LENGTH
390             BNE SET1
391             LDX LOC
392             INC JP2                 ;
393             LDX JP2                 ;
394             DEC LOOP1               ;DECREMENT LOOP1
395             BNE SETO
396             RTS
397 ****************************
398 **    CHECK INPUT DATA    **
399 **    FIRE, GAS, THIEF    **
400 ****************************
401 CHX2        CMP #$80                ; -
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
402             BNE SE1                 ;DATA <> 80
403             LDX #$00                ;LOAD TABLE
404             LDA #$02                ;LOAD PIC.FIRE
405             JMP TABLE
406 SE1         CMP #$40                ;
407             BNE SE2                 ;DATA <> 40
408             LDX #$01                ;LOAD TABLE
409             LDA #$02                ;LOAD PIC.FIRE
410             JMP TABLE
411 SE2         CMP #$20                ;
412             BNE SE3                 ;DATA <> 20
413             LDX #$02                ;LOAD TABLE
414             LDA #$03                ;LOAD PIC.GAS
415             JMP TABLE
416 SE3         CMP #$10                ;
417             BNE SE4                 ;DATA <> 10
418             LDX #$03                ;LOAD TABLE
419             LDA #$01                ;LOAD PIC.THIEF
420             JMP TABLE
421 SE4         CMP #$08                ;
422             BNE SE5                 ;DATA <> 08
423             LDX #$04                ;LOAD TABLE
424             LDA #$01                ;LOAD PIC.THIEF
425             JMP TABLE
426 SE5         CMP #$04                ;
427             BNE SE6                 ;DATA <> 04
428             LDX #$05                ;LOAD TABLE
429             LDA #$01                ;LOAD PIC.THIEF
430             JMP TABLE
431 SE6         CMP #$02                ;
432             BNE SE7                 ;DATA <> 02
433             LDX #$06                ;LOAD TABLE
434             LDA #$01                ;LOAD PIC.THIEF
435             JMP TABLE
436 SE7         CMP #$01                ;
437             BNE ECHX2               ;DATA <> 01
438             LDX #$07                ;LOAD TABLE
439             LDA #$01                ;LOAD PIC.THIEF
440             JMP TABLE
441 ECHX2       RTS
442 ************************
443 **     SUB TABLE       **
444 ************************
445 ;
446 TABLE       LDY #$00                ;
447             CPY CLASS               ;CHECK CLASS
448             BNE CLS2                ;
449             STA PIC1                ;SAVE PIC.
450             LDA VER1,X              ;
451             STA VER                 ;SAVE VER.1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
452             LDA HOR1,X              ;
453             STA HOR                 ;SAVE HOR.1
454             RTS
455 CLS2        STA PIC2                ;SAVE PIC.2
456             LDA VER2,X              ;
457             STA VER                 ;SAVE VER.2
458             LDA HOR2,X              ;
459             STA HOR                 ;SAVE HOR.2
460             RTS
461 ;
462 ****************************
463 **     SCAN PIC.APPLE      **
464 ****************************
465 ;
466 APPLE       LDA #$02                ;
467             STA DDRAW               ;
468             LDX #$03                ;LO-BYTE TABLE
469             LDY #$60                ;HI-BYTE TABLE
470             STX STL                 ;SAVE IN STL
471             STY STH                 ;SAVE IN STH
472             LDX #$00                ;LO-BYTE GRAPH
473             STX DPL                 ;SAVE GRAPH
474             LDA #$20                ;HI-BYTE GRAPH
475             CLC                     ;CLEAR CARRY
476             ADC PAGE                ;SET PAGE
477             STA GRA                 ;SAVE HI-BYTE
478 P1          JSR DRAW                ;SCAN PICTURE
479             LDY #$00
480             JSR SCAN
481             JSR DELAY               ;DELAY
482             DEC DDRAW               ;DECREMENT DDRAW
483             BNE P1                  ;DDRAW = 00
484             RTS                     ;END SUBROUTINE
485 ;
486 ************************
487 **    DRAW ON MONITOR   **
488 ************************
489 ;
490 DRAW        LDX #$08                ;LOAD DEPTH
491             STX DEPTH               ;SAVE X
492             LDA GRA                 ;LOAD HI-BYTE
493             STA DPH
494             RTS
495 ;
496 ************************
497 **  LOAD SHAPE TABLE   **
498 ************************
499 ;
500 SHAPE       LDY #$00                ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
501             CPY CLASS               ;CHECK CLASS
502             BNE CLSS2               ;
503             LDA PIC1                ;LOAD PIC.1
504             STA JP1                 ;
505             JMP SETP                ;JUMP SETUP
506 CLSS2       LDA PIC2                ;LOAD PIC.2
507             STA JP1                 ;
508 SETP        LDA #$03                ;LOAD LENG
509             STA LOOP1               ;SAVE IN LOOP1
510             JSR SETLO               ;SET LOCATION
511             RTS
512 ;
513 ****************************
514 **          SOUND           **
515 ****************************
516 ;
517 SOUND       LDX #$B0
518 SOU0        LDY #$70
519             LDA SOU                 ;ADDRESS SOUND
520 SOU1        DEY                     ;DECREMENT Y
521             BNE SOU1
522             DEX                     ;DECREMENT X
523             BNE SOU0
524             RTS
525 ;
526 ****************************
527 **          DELAY           **
528 ****************************
529 ;
530 DELAY       LDX #$A0
531 DEL0        LDY #$00
532 DEL1        DEY
533             BNE DEL1
534             DEX
535             BNE DEL0
536             RTS
537 ****************************
538 **     CLEAR PICTURE        **
539 ****************************
540 ;
541 CLPIC       LDA #$00                ;
542             STA PIC1                ;CLEAR PIC.1
543             STA PIC2                ;CLEAR PIC.2
544             JSR SHAPE               ;
545             RTS
546 ;
547 ****************************
548 **     LOAD TABLE TEXT      **
549 ****************************
550 ;
551 TBT         LDY #$00                ;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
552             CPY CLASS               ;CHECK CLASS
553             BNE CS3
554             STA PIC1                ;SAVE TEXT.1
555             JMP CS4
556 CS3         STA PIC2                ;SAVE TEXT.2
557 CS4         LDA VERT,X              ;LOAD VER TEXT
558             STA VER
559             LDA HORT,X              ;LOAD HOR TEXT
560             STA HOR
561             JMP SHATX
562 ;
563 ****************************
564 **    DISPLAY TEXT          **
565 ****************************
566 ;
567 TEXT        LDX CLASS
568             LDA DATA,X
569             STA RD
570             LDY #$08                ;
571 SHITX       LDA RD                  ;LOAD DATA
572             STY LOOP3
573 ST          ASL
574             BCS CT                  ;CARRY SET
575             DEY
576             BNE ST                  ;
577             RTS
578 CT          STY LOOP2               ;
579             STY LOOP3
580             STA RD
581             LDA #$00
582 ROTT        ROL                     ;ROTATE DATA
583             DEC LOOP2
584             BNE ROTT
585             JSR CHXT
586             LDY LOOP3
587             DEY
588             BNE SHITX
589 ;
590 ************************
591 **      SET  TEXT       **
592 ************************
593 ;
594 SHATX       LDY #$00
595             CPY CLASS
596             BNE CS5
597             LDA PIC1                ;LOAD TEXT
598             STA JP1                 ;SAVE TEXT
599             JMP SETXT
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
600 CS5       LDA PIC2              ;
601           STA JP1
602 ;
603 ************************
604 **   SCAN  TEXT        **
605 ************************
606 ;
607 SETXT     LDX JP1               ;LOAD PIC. TEXT
608           LDA TABL,X            ;LOAD LO-BYTE
609           STA STL               ;
610           LDA TABH,X            ;LOAD HI-BYTE
611           STA STH               ;
612           LDX VER               ;LOAD VERTICAL
613           LDA GL,X              ;LOAD GRAPH LO-BYTE
614           CLC                   ;CLEAR CARRY
615           ADC HOR               ;GRAPH LO+HOR
616           STA DPL               ;SAVE GRAPH LO-BYTE
617           LDA GH,X              ;LOAD GRAPH HI-BYTE
618           CLC                   ;CLEAR CARRY
619           ADC PAGE              ;GRAPH HI+PAGE
620           STA GRA               ;SAVE GRAPH HI-BYTE
621           LDY #$00
622 SET2      JSR DRAW
623           JSR SCAN
624           INY
625           CPY #$05
626           BNE SET2
627           RTS
628 ;
629 ************************
630 **     CHECK TEXT      **
631 ************************
632 ;
633 CHXT      CMP #$80              ;
634           BNE SE8               ;
635           LDX #$00
636           LDA #$04
637           JMP TBT
638 SE8       CMP #$40              ;
639           BNE SE9               ;
640           LDX #$01
641           LDA #$04
642           JMP TBT
643 SE9       CMP #$20              ;
644           BNE SE10              ;
645           LDX #$02
646           LDA #$05
647           JMP TBT
648 SE10      CMP #$10              ;
649           BNE SE11              ;
650           LDX #$03
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
651             LDA #$06
652             JMP TBT
653 SE11        CMP #$08            ;
654             BNE SE12            ;
655             LDX #$04
656             LDA #$06
657             JMP TBT
658 SE12        CMP #$04            ;
659             BNE SE13            ;
660             LDX #$05
661             LDA #$06
662             JMP TBT
663 SE13        CMP #$02            ;
664             BNE SE14            ;
665             LDX #$06
666             LDA #$06
667             JMP TBT
668 SE14        CMP #$01            ;
669             BNE ECHX3           ;
670             LDX #$07
671             LDA #$06
672             JMP TBT
673 ECHX3       RTS
674 CLETX       LDA #$00
675             STA PIC1
676             STA PIC2
677             STA JP1
678 CTX2        LDX #$00
679 CTX1        STX LOOP3
680             LDA VERT,X
681             STA VER
682             LDA HORT,X
683             STA HOR
684             JSR SETXT
685             INC LOOP3
686             LDX LOOP3
687             CPX #$08
688             BNE CTX1
689             RTS
690             END
!
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 4

บทสรุป

จากการทดลอง ระบบได้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 ซึ่งสามารถที่จะนำไปใช้งานสำหรับ เป็นระบบรักษาความปลอดภัยด้วยคอมพิวเตอร์ภายในที่พักอาศัย ตามโรงพยาบาล โรงแรม โรงงาน เป็นต้น เพื่อให้ระบบเป็นที่เชื่อถือได้จึงทำการทดลอง ทดสอบ และปรับแต่งจนสามารถใช้งานได้ดี โดยทำตามขั้นตอนและสามารถสรุปได้ดังต่อไปนี้

สรุปผลขั้นตอนของโครงงานนี้

1. อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาน ทำงานตามที่ได้ทดลองสามารถนำมาใช้งานร่วมกับ ระบบรักษาความปลอดภัย หรือต่อใช้งานร่วมกับระบบอื่น ๆ ได้ (ได้ผล ถูกต้อง ดี)

2. วงจรรับสัญญาณอินพุท ซึ่งจะ LATCH ข้อมูลทางด้านอินพุทไว้ โดยใช้ I.C. TTL 74LS74 รับสัญญานจากอุปกรณ์ตรวจจับสัญญานแล้วมาเข้าที่ขา Ck ของ I.C. สามารถ Clear สัญญาณอินพุทได้ เอาท์พุทออกทางขา Q ของไอซีนี้ซึ่งจะให้เอาท์พุทเป็นลอจิก "1" ก็ต่อเมื่อมีสัญญาณอินพุทเข้ามาที่ขา Ck ดังวงจรในบทที่ 3 รูปที่ 3.7 เอาท์พุทที่ขา Q นำไปเข้าวงจรภาคอินเตอร์เฟสในบทที่ 3 รูปที่ 3.6 เมื่อทำการทดลองวงจร LATCH สัญญานอินพุท จะให้ผลตามที่ได้ออกแบบไว้จึงได้นำวงจรนี้มาใช้ในระบบ (ได้ผล ถูกต้อง)

3. ภาคอินเตอร์เฟส การทดลองได้ทำการทดลองบนแผ่น proto-board ประกอบด้วยวงจรดีโค้ดเดอร์ I/O การทดสอบภาคนี้เพื่อให้ได้ผลตามวัตถุประสงค์จึงได้ทดลองกับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ APPLE II การทดสอบภาคนี้ให้ต่อขาสัญญานต่าง ๆ ที่ใช้ของวงจรเข้าทาง SLOT 2 และใช้โปรแกรมภาษาเบสิกทดสอบดังนี้

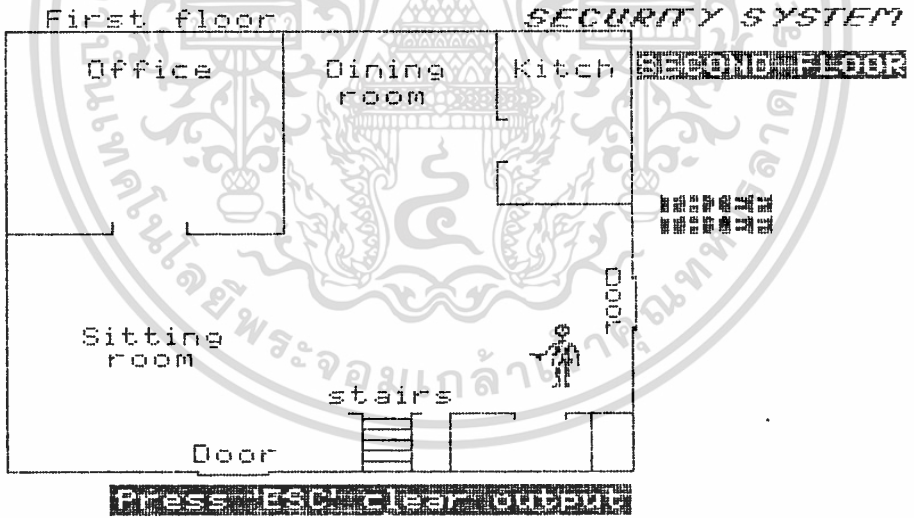
```
10 A = PEEK (49312)
20 POKE 49320,A
30 PRINT A
40 GOTO 10
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ผลที่ได้จากการทดสอบเป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้ สัญญาณอินพุทที่ใช้ทดสอบได้ ใช้ DIP Switch เป็นตัวกำหนดข้อมูลอินพุท ใช้ LED แสดงผลที่เอาท์พุท และให้พิมพ์ข้อมูลออกที่จอภาพ (ได้ผล ถูกต้อง)

4. ภาคเอาท์พุทควบคุม ซึ่งการทำงานของวงจร ทรานซิสเตอร์ จะทำหน้าที่เป็นสวิทช์ โดยการควบคุมที่ขา เบส ในการทดสอบภาคนี้โดยการป้อนลอจิก "1" เข้าไปที่ขา เบส มีผลทำให้ รีเลย์ทำงาน (ได้ผล ถูกต้อง)

เมื่อทำการประกอบวงจร รวมเข้าด้วยกันทั้งหมดโดยทำแผ่นวงจรพิมพ์ขึ้นในภาคผนวก ก และทำการทดสอบด้วยโปรแกรมที่ออกแบบโดยเฉพาะ เขียนด้วยภาษาเครื่องและภาษาแอสเซมบลี้ ผลการทดสอบเป็นที่พอใจ การแสดงผลเป็น GRAPHIC และ TEXT สามารถควบคุมที่เอาท์พุท (ได้ผล ถูกต้อง สามารถนำไปใช้งานได้)



แสดงภาพ ในกรณีที่เกิดเหตุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การนำไปใช้งาน

เมื่อประกอบสำเร็จเรียบร้อย ในการใช้งานระบบจะใช้ควบคู่ไปกับไมโครคอมพิวเตอร์ APPLE II และโปรแกรมควบคุมที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 3 ซึ่งอาจจะคีย์เป็นภาษาเครื่อง หรือภาษาแอสเซมบลี้ ก็ได้ ระบบนี้สามารถใช้งานได้ทั่ว ๆไป ภาพ GRAPHIC และ TEXT ที่ออกแบบไว้เป็น ที่พักอาศัยอาคาร 2 ชั้น ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้ด้วยโปรแกรมเพื่อให้แสดง ภาพ GRAPHIC และ TEXT ของอาคารอื่น เช่น โรงแรม โรงงาน โรงพยาบาล ฯลฯ อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณทุกตัวจะต้องทำการติดตั้ง ณ. ที่ตำแหน่ง ตามที่ภาพได้แสดงผลทางจอ Monitor อาจจะเป็นบริเวณหน้าต่าง ประตู ห้องนอน ห้องครัว เป็นต้น

ลำดับการใช้งานดังนี้

1 เปิดเครื่องระบบรักษาความปลอดภัย ถ้าอินพุทมีสัญญานแสดง ต้องกดปุ่ม CLEAR ก่อน

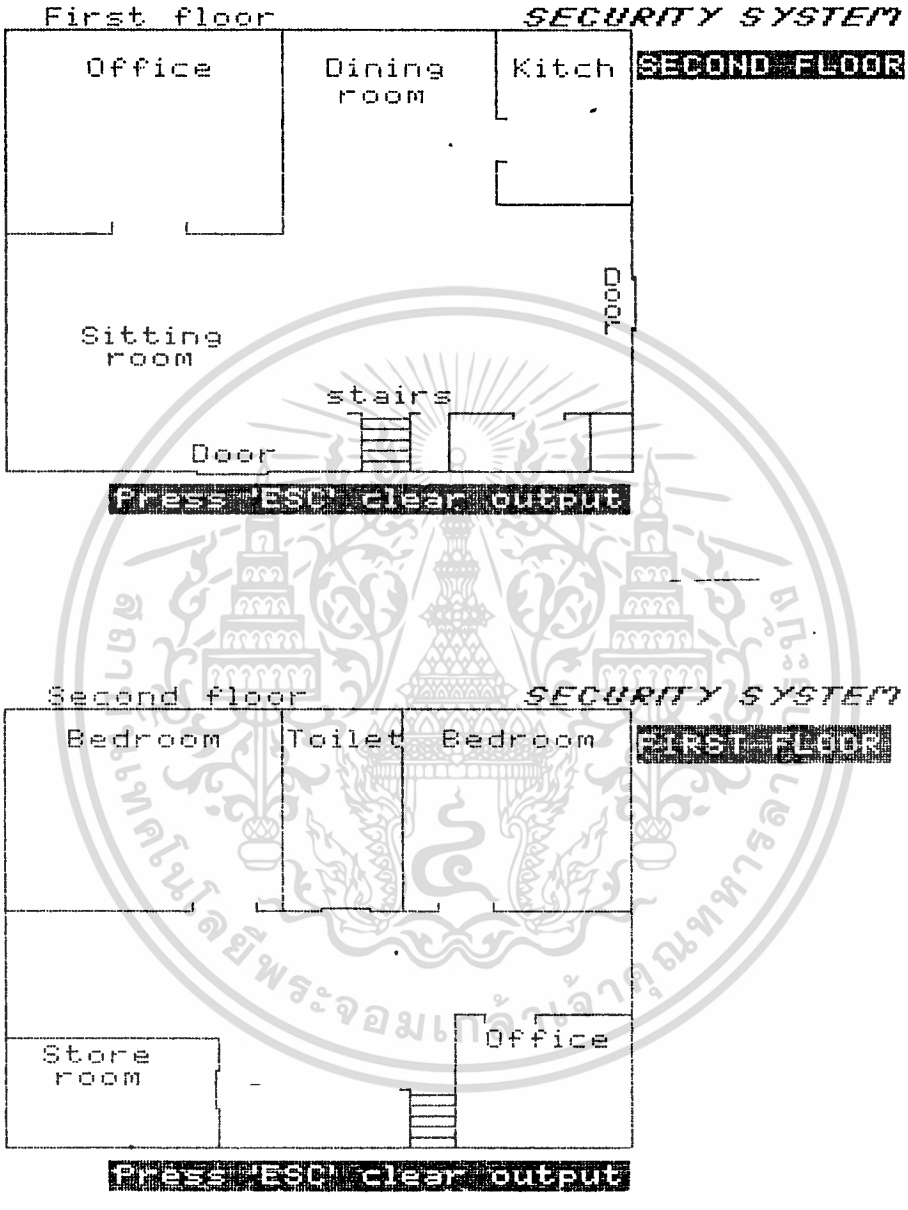
2 ใส่แผ่นโปรแกรมควบคุมที่ DRIVE ของ APPLE II เปิดเครื่อง APPLE II เพื่อ LOAD โปรแกรม สวิทช์ตำแหน่ง DIRECT ใช้ในกรณีที่ไม่ใช้เครื่อง APPLE II เมื่อถึงขั้นตอนนี้จอ MONITOR จะต้องแสดงภาพ (เปลี่ยนภาพโดยกดคีย์ 1 หรือ 2)

3 เครื่องพร้อมที่จะทำงาน ซึ่งจะคอยตรวจสอบสัญญานที่เข้ามาทางอินพุท กรณีที่เครื่องตรวจพบสัญญานที่อินพุทที่จอ MONITOR จะแสดงภาพสัญญานเตือน และที่เครื่องจะแสดงผลเป็น LED และที่เอาท์พุทของเครื่องสามารถนำไปควบคุมอุปกรณ์อื่นได้ เช่น ควบคุมการปิด-เปิด น้ำ ด้วย โซลินอยล์ วาล์ว หรือ เสียงไซเรน เป็นต้น

การต่ออุปกรณ์ตรวจจับสัญญานเข้ากับตัวเครื่อง ดังนี้

D7	ต่อเข้ากับ SMOKE DETECTER
D6,D5,D4	ต่อเข้ากับอุปกรณ์ตรวจจับสัญญานกรณีเกิดเพลิงไหม้ชนิดอื่น
D3,D2	ต่อเข้ากับอุปกรณ์ตรวจจับสัญญานกรณีเกิดผู้บุกรุก
D1,D0	ต่อเข้ากับอุปกรณ์ตรวจจับสัญญานกรณี ทางไฟฟ้า หรือกรณีเกิดผู้บุกรุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



แสดงภาพของแต่ละชั้นในกรณีปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

การพัฒนาระบบ

อินเตอร์เฟสที่ออกแบบขึ้นนี้ ถือได้ว่าเกือบจะเป็นชุด เอนกประสงค์ สามารถต่อร่วมกัน หรือ อินเตอร์เฟสเข้ากับระบบอื่น ๆที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์อื่นได้ เนื่องจากไม่ได้นจาะจงใช้เฉพาะเบอร์ PORT ของ CPU นั้น ๆดังวงจรในรูป ได้ใช้ IC LATCH 74LS373 ,Buffer 74LS245 และ ดีโค๊ดตำแหน่งด้วย IC 74LS138 ในที่นี้ได้ออกแบบไว้ที่ COA0-COAF คือตำแหน่งของ DEVSEL ที่ SLOT 2 ดังนั้นวงจรอินเตอร์-เฟสดังกล่าวจึงสามารถต่อร่วมเข้ากับ IBM PC. ได้อีกด้วยโดยการต่อชุด ดีโค๊ดตำแหน่งเพิ่มขึ้น และการเขียนโปรแกรมควบคุมใหม่ เนื่องจากเครื่อง IBM PC. ใช้ CPU 8088 คนละเบอร์กับ APPLE II

ข้อดีของระบบรักษาความปลอดภัยของอินเตอร์เฟสชุดนี้

1. เป็นชุดอินเตอร์เฟสแบบเอนกประสงค์ จึงง่ายต่อการใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์อื่น ๆ
2. จุดควบคุมมีมากพอ ที่จะใช้ควบคุมในระบบใหญ่ ๆได้
3. สามารถแสดงผลได้ทั้งภาพกราฟฟิก ,LED และอุปกรณ์ควบคุมเอาท์พุท เช่น SOLINOID VALUE เมื่อเกิดเพลิงไหม้ ฯ. ตำแหน่งนั้น ๆ
4. ประสิทธิภาพความเชื่อถือได้มีมากกว่า
5. ความไวของระบบในการตัดต่อ เตือน แสดงผล ดีกว่า
6. ราคาไม่สูงมากนัก เมื่อเปรียบเทียบกับประสิทธิภาพของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บรรณานุกรม

1. JONATHAN A. TITUS DAVID G. LARSEN
   CHRISTOPHER A. TITUS , APPLE INTERFACING
2. Lance A. Leventhal , 6502 ASSEMBLY LANGUAGE PROGRAMMING
3. Rodnay Zaks , Advanced 6502 Programming
4. MARVIN L. DE JONG , APPLE II ASSEMBLY LANGUAGE
5. ยืน ภู่วรวรรณ , อิเลคทรอนิคส์ อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ผนวก ก

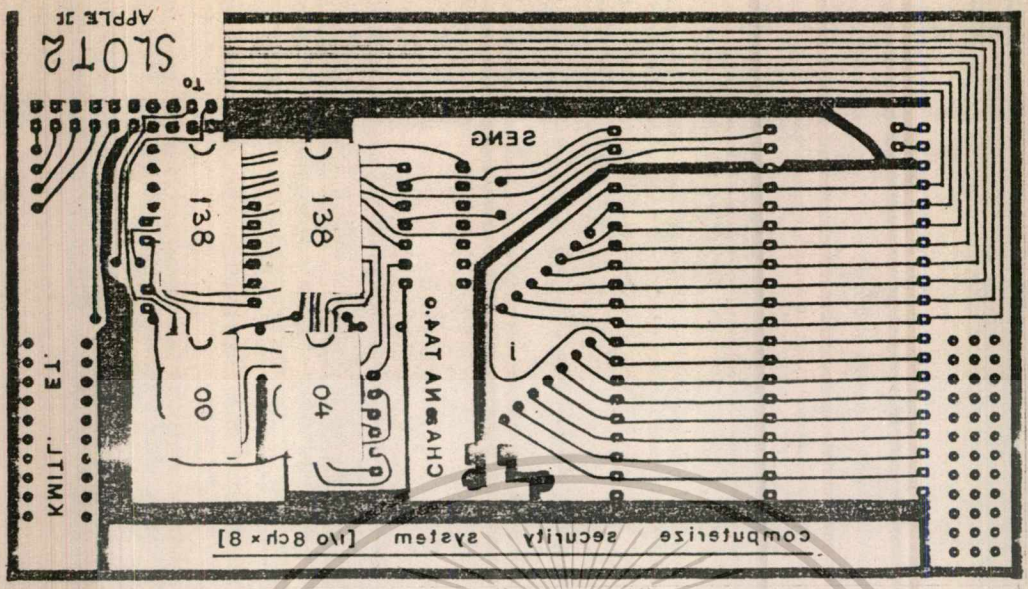
รายการอุปกรณ์ชุดอินเตอร์เฟส

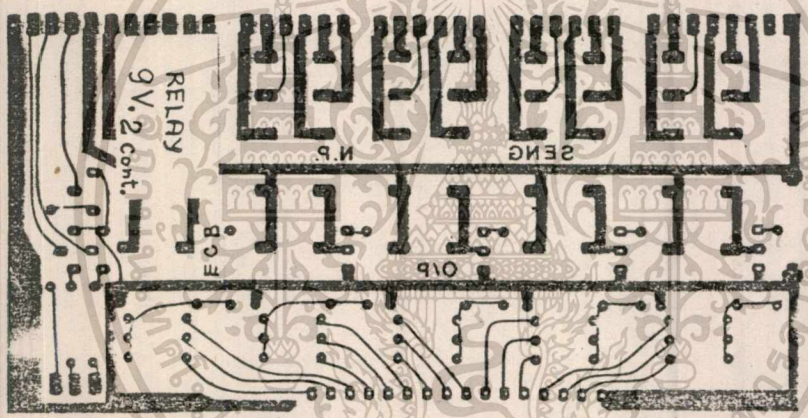
อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาน	จำนวน
SMOKE DETECTER	1
HEAT DETECTER	1
MAGNETIC SWITCH	1
MICRO SWITCH	1
LDR	1
I.C. TTL	จำนวน
74LS00	1
74LS04	2
74LS74	4
74LS138	2
74LS245	2
74LS373	1
I.C. 7805	1
อื่น ๆ	จำนวน
TRANSISTOR 2SC458	5
RELAY 9 V. 2 CONTACT	5
CONNECTOR	1
อื่น ๆ R,C,SW,แผ่นวงจรพิมพ์,กล่อง ฯลฯ	ตามวงจร

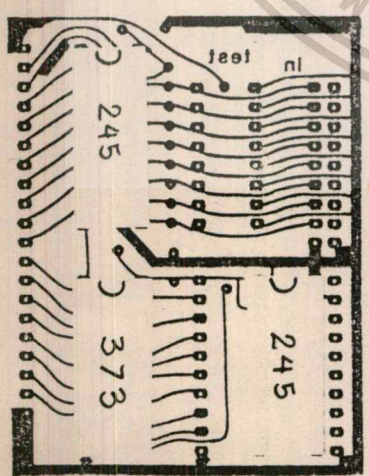
รายการ SOFTWARE

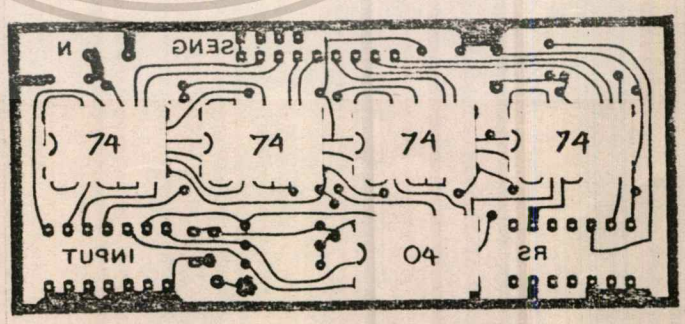
โปรแกรมควบคุมระบบ (DISKETTE)	1 แผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

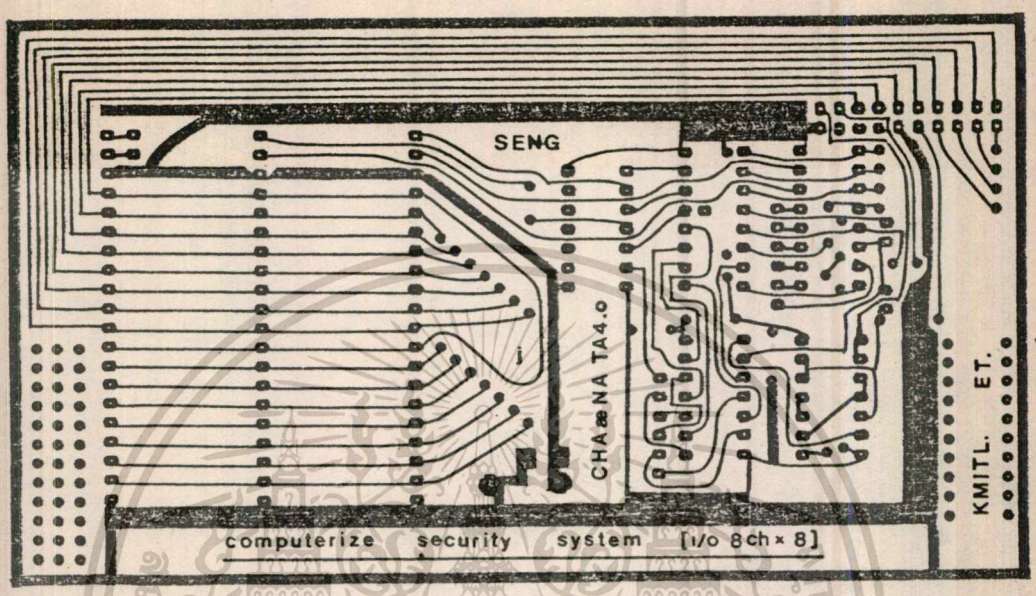


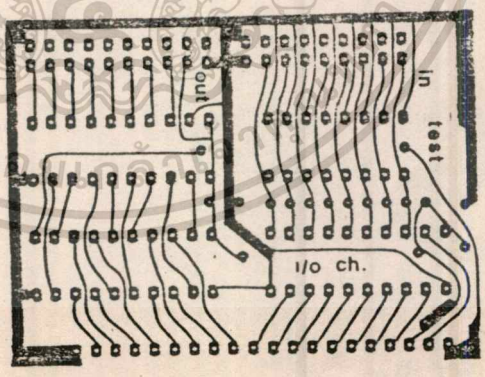




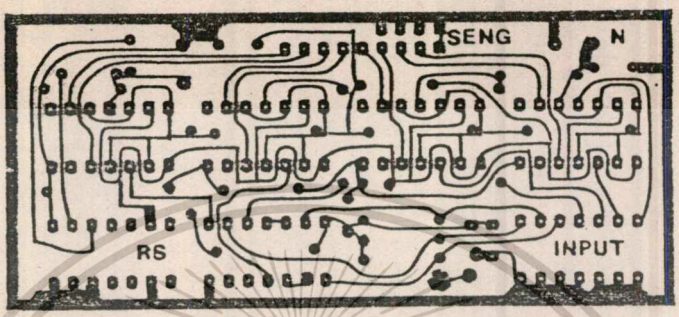


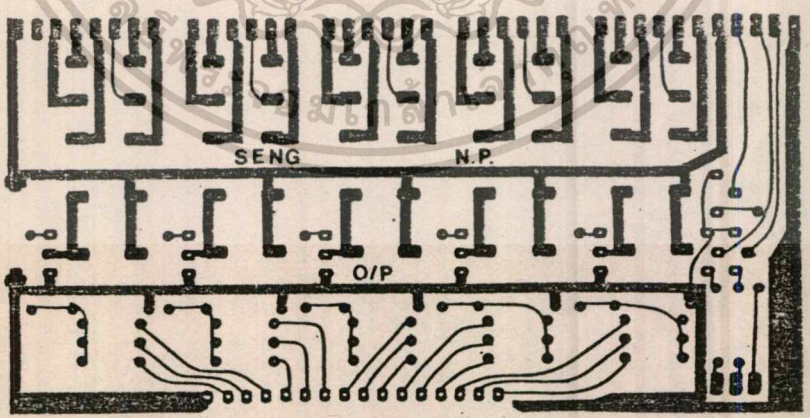
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า





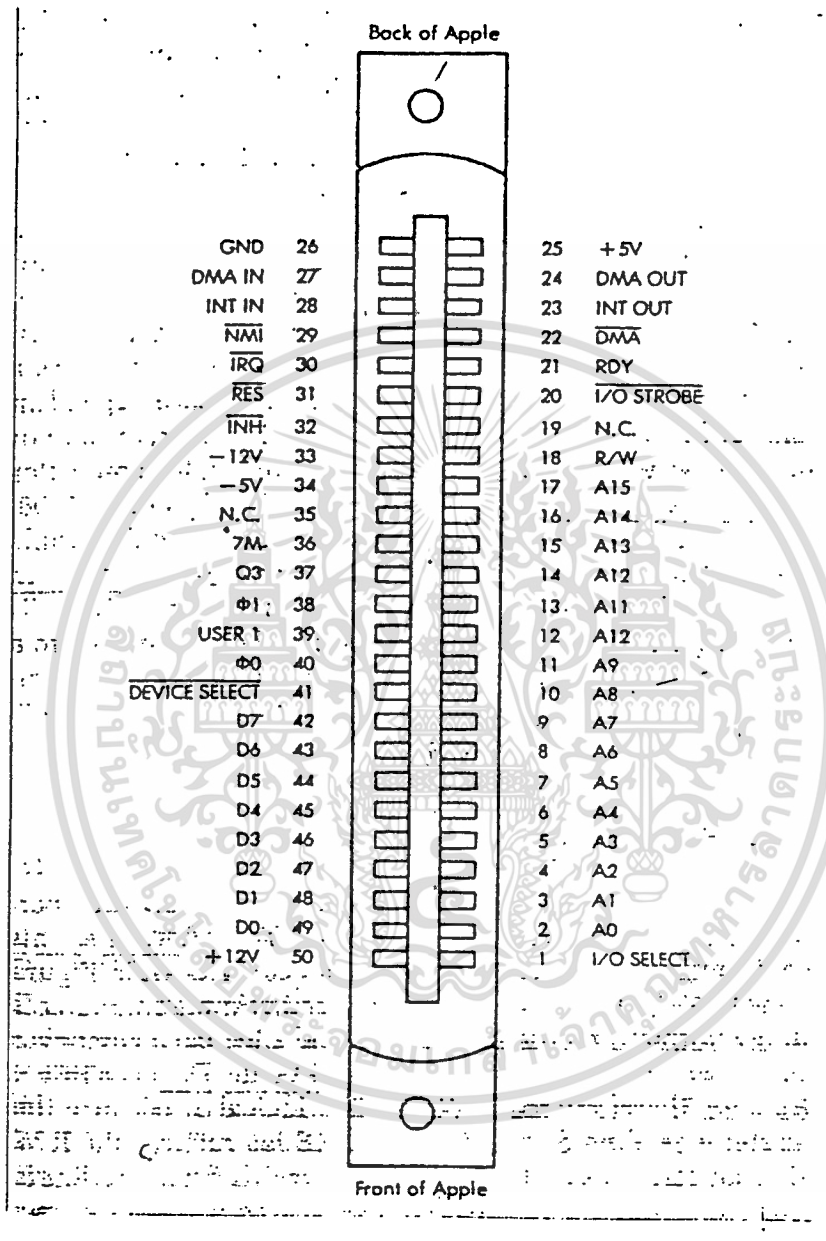
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ผนวก ข



แสดง I/O slot ในเครื่องแอปเปิ้ล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ขาที่	ชื่อขา	การใช้งาน
1	$\overline{\text{I/O SELECT}}$	มีทุกสล็อตยกเว้นสล็อต 0 แอดทีฟระหว่างที่ ϕ_1 เป็น 0 ที่คลอจิก "0" เมื่อมีการเรียกแอดเดรสช่วง $ CN00 – $ CNFF โดยที่ n เป็นเลขที่สล็อต
2–17	$A0 – A_{15}	คือขาแอดเดรสของสล็อต
18	R/W	ควบคุมการอ่านหรือเขียนข้อมูล ที่สภาวะลอจิก "0" เป็นการเขียนข้อมูลส่วนสภาวะ "1" เป็นการอ่านข้อมูล
19	SYNC	เป็นสัญญาณที่ใช้ซิงก์ (Sync) กับ Video timing มีเฉพาะสล็อต 7 เท่านั้น
20	$\overline{\text{I/O STROBE}}$	เป็นขาสัญญาณที่ต่อร่วมกันทุกสล็อต แอดทีฟระหว่างที่ ϕ เป็น 0 ที่คลอจิก "0" เมื่อมีการเรียกแอดเดรสช่วง $ C800 – $ CFFF
21	RDY	เป็นขาที่แสดงสภาวะการทำงานของอุปกรณ์เพอร์ริเฟอรัลที่ส่งไปบอก CPU
22	DMA	ควบคุมการทำ Direct-memory access ของอุปกรณ์เพอร์ริเฟอรัล กับหน่วยความจำ
23	INT OUT	เป็นสัญญาณที่ใช้จัดลำดับความสำคัญของการทำอินเตอร์รัพ
24	DMA OUT	ใช้จัดลำดับความสำคัญของอุปกรณ์เพอร์ริเฟอรัลในการทำ Direct memory access
25	+5 Volts	สามารถจ่ายกระแสถึง 500 mA
26	GND	เป็นขากราวด์ของระบบ
27	DMA IN	ใช้ร่วมกับขา DMA OUT เพื่อจัดลำดับความสำคัญในการทำ Direct memory access
28	INT IN	ใช้ร่วมกับขา INT OUT เพื่อจัดลำดับความสำคัญในการทำอินเตอร์รัพชนิด maskable
29	$\overline{\text{NMI}}$	เป็นขาอินเตอร์รัพชนิด Non-maskable
30	$\overline{\text{IRQ}}$	เป็นขาอินเตอร์รัพชนิด maskable และสามารถจัดลำดับความสำคัญในการขออินเตอร์รัพได้
31	$\overline{\text{RES}}$	เป็นขาชนิดสองทิศทางใช้สำหรับรีเซ็ท การทำงานของเครื่องแอปเปิ้ลและอุปกรณ์เพอร์ริเฟอรัล
32	$\overline{\text{INH}}$	ทำงานที่คลอจิก "0" เป็นการยกเลิก การทำงาน ROM ในช่วงแอดเดรส $ D000 – $ FFFF
33	–12 Volts	สามารถจ่ายกระแสได้ 200 mA
34	+5 Volts	สามารถจ่ายกระแสได้ 200 mA เช่นเดียวกับสัญญาณไฟ +12 Volts
35	COLOR REF	มีเฉพาะสล็อต 7 ให้สัญญาณความถี่ 3.58 MHz
36	7M	เป็นขาสัญญาณความถี่มาตรฐาน 7.159 MHz
37	Q_3	ให้สัญญาณความถี่มาตรฐาน 2.046 MHz
38	ϕ_1	เป็นขาความถี่ 1.023 MHz ของ CPU ใช้แทนขาสัญญาณนาฬิกา 6502 ϕ_1
39	USER 1	เป็นการยกเลิกการดีโค้ดของไอซี H12 และ H2 ในช่วงแอดเดรส $ C000 – $ C7FF เมื่อให้คลอจิก 0
40	ϕ_0	ให้ความถี่เช่นเดียวกันกับขา ϕ_1 แต่มีเฟสตรงกันข้ามใช้แทนสัญญาณนาฬิกา 6502 ϕ_2
41	$\overline{\text{DEV SEL}}$	มีทุกสล็อต แต่ละสล็อตมีช่วงแอดเดรสที่ $ C0X0 – $ C0XF: X = N + 8 เมื่อ N คือ เลขสล็อต
42–49	$D_7 – D_0	เป็นขาข้อมูลของสล็อต
50	+12 Volts	สามารถจ่ายกระแสได้ถึง 250 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สถาปัตยกรรมของ CPU 6502

รูปร่างภายนอกของ 6502 ก็เหมือนกับ ไอซี 40 ขาธรรมดา ในด้านการใช้งานก็เหมือนกับไมโครโปรเซสเซอร์รุ่นมาตราฐานในยุคบุกเบิก โดยทั่วไปคือใช้สาร NMOS ทำงานในย่านความถี่เป็นเมกกะเฮิร์ทซ์ หากเทียบกับ Z80 จะมีข้อแตกต่างที่เห็นเด่นชัดในเรื่องนี้ Z80 ใช้สัญญาณนาฬิกา 2 MHz การทำงานในช่วงจังหวะการทำงานหนึ่งๆ เช่น ช่วงการเฟ็ท คือ การอ่านคำสั่งจากหน่วยความจำ Z80 ต้องใช้เวลาถึง 4 CYCLE คือ 4 ไมโครวินาที ส่วน 6502 ใช้สัญญาณนาฬิกา 1 MHz ซึ่งช้ากว่า แต่ในช่วงการทำงานหนึ่งๆ จะใช้เวลาเพียง 1 CYCLE คือ 1 ไมโครวินาทีเท่านั้น แต่สำหรับแต่ละช่วงการทำงานที่สมบูรณ์ จะต้องประกอบด้วยช่วงการตีความและการปฏิบัติตามคำสั่ง สมมติว่าเป็นคำสั่งไบท์เดียว Z80 จะทำงานเสร็จโดยสมบูรณ์ใน 1 แมชันไซเคิล แต่ของ 6502 ต้องการอีก 1 แมชันไซเคิล

ไมโครโปรเซสเซอร์โดยทั่วไปจะแบ่งการจัดขาออกเป็น 3 กลุ่ม ตามลักษณะการทำงานของมัน คือ

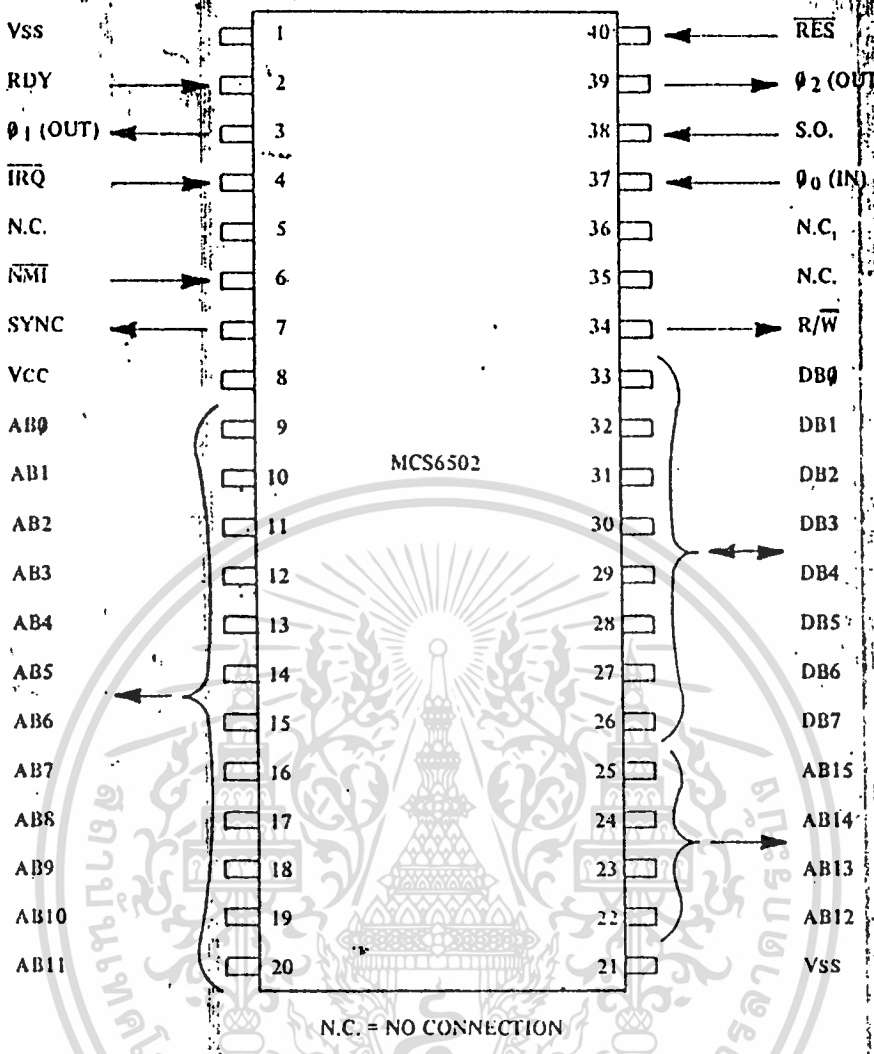
- แอดเดรสบัส (Address Bus)
- ดาต้าบัส (Data Bus)
- คอนโทรลบัส (Control Bus) ซึ่งของ 6502 ได้จัดไว้ 10 ขา เป็นขาอินพุท 6 ขา ได้แก่ OO,RDY,NMI,IRQ,RES และ SO เป็นขาเอาท์พุท 4 ขา คือ O1,O2,R/W และ SYNC

ผู้จัดทำได้แสดงการจัดขาบน CPU 6502 ไว้ในรูปที่ 1

สัญญาณนาฬิกาของระบบ (System Clock)

ในการศึกษา CPU เบอร์ใดเบอร์หนึ่งหลังจากที่ได้อ่านเรื่องราวของมันอย่างคร่าวๆ แล้ว สิ่งที่ควรให้ความสนใจอันดับแรกคือ สัญญาณนาฬิกาของระบบ ดังแสดงในรูป 3,4,5

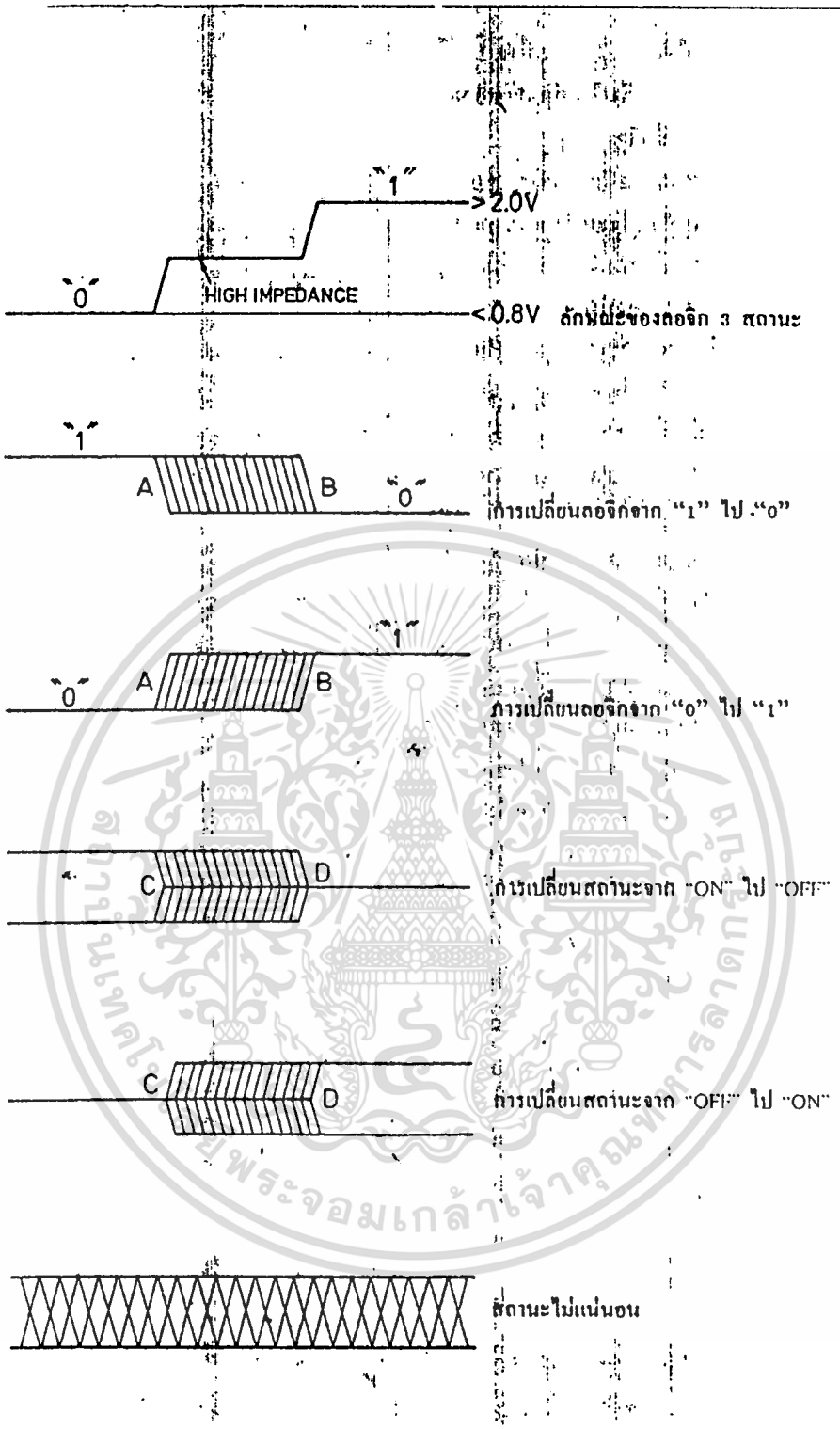
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



Pin Name	Description	Type
R/W	Read/Write control	Output
IRQ	Interrupt request	Input
NMI	Non-maskable interrupt	Input
RESET	Reset	Input
Φ0	CPU clock	Input
Φ1, Φ2	System clocks	Output
DB0 - DB7	Data Bus	Tristate bidirectional
AB0 - AB15	Address Bus	Output
RDY	Single cycle control	Input
SO	Set Overflow flag	Input
SYNC	Identify op code fetch cycle	Output
VCC, Vss	Power and Ground	

รูปที่ 1 แสดงการจัดขาของ 6502

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

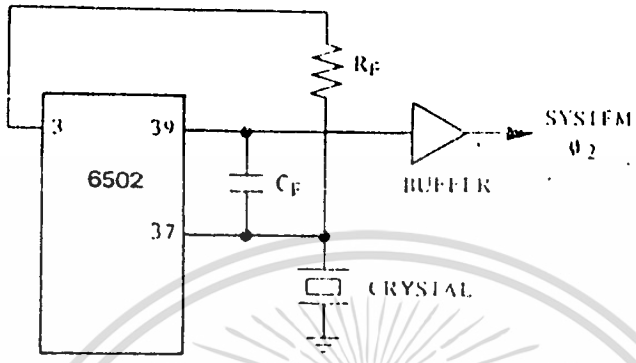


รูปที่ 2 แสดงสถานะของสัญญาณ

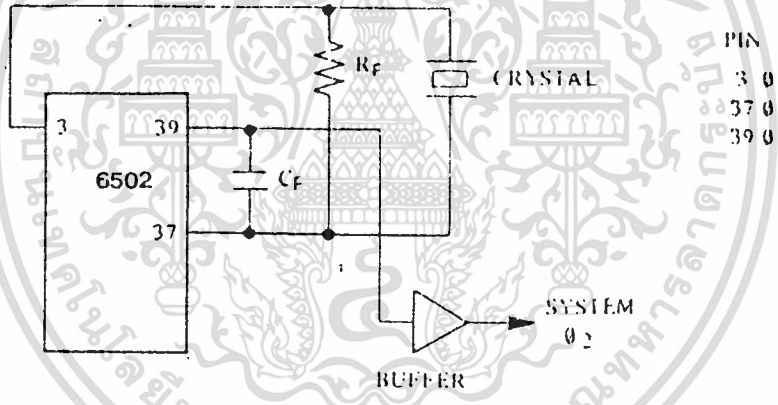
- ใน TTL ถือว่าสัญญาณที่มีแรงดันต่ำกว่า 0.8V เป็นลอจิก '0' ถ้าสูงกว่า 2V เป็นลอจิก '1' และเรียกสถานะทั้งสองนี้ว่า "ON state" พวกที่เป็น 3-STATE จะมีสถานะที่สามคือ high impedance และเรียกว่า "OFF state"
- การเปลี่ยนสถานะของสัญญาณ อาจกำหนดช่วงเวลาไม่แน่นอนไม่ได้ จะอยู่ในช่วงเวลา A ถึง B หรือ C ถึง D
- สถานะไม่แน่นอนส่วนมากเกิดในบัสในช่องที่มีการสับเปลี่ยนแอดเดรสหรือเปลี่ยนจาก READ ไป WRITE และกลับกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

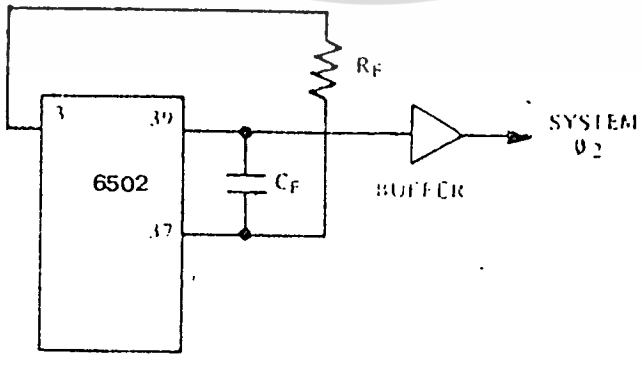
รูปที่ 3 แสดงการจัดวงจรสัญญาณนาฬิกา



MCS6502 Parallel Mode Crystal Controlled Oscillator

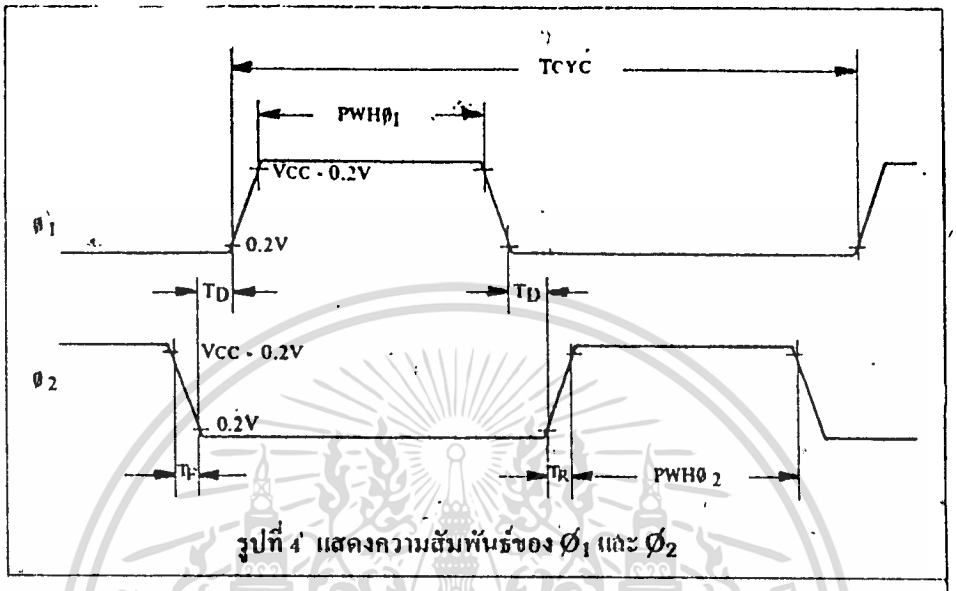


MCS6502 Series Mode Crystal Controlled Oscillator



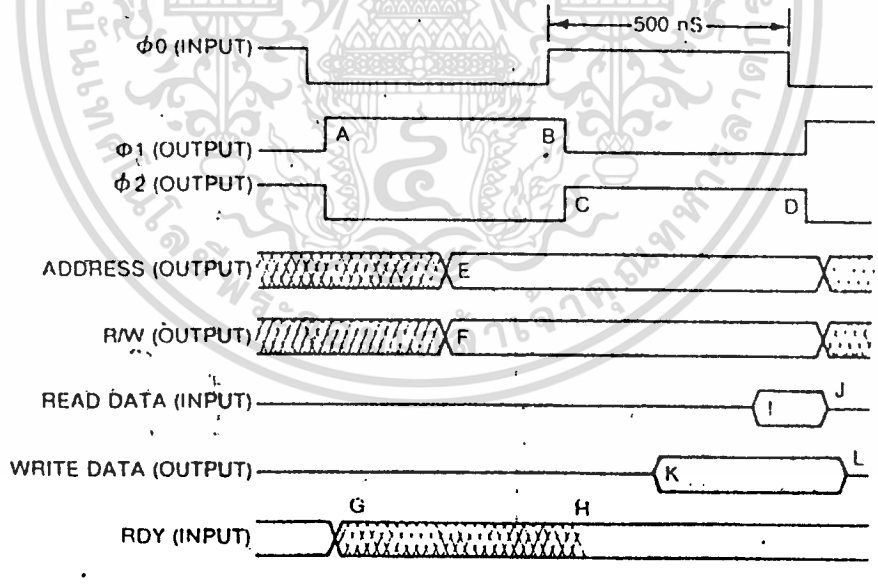
MCS6502 Time Base Generator ; RC Network

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



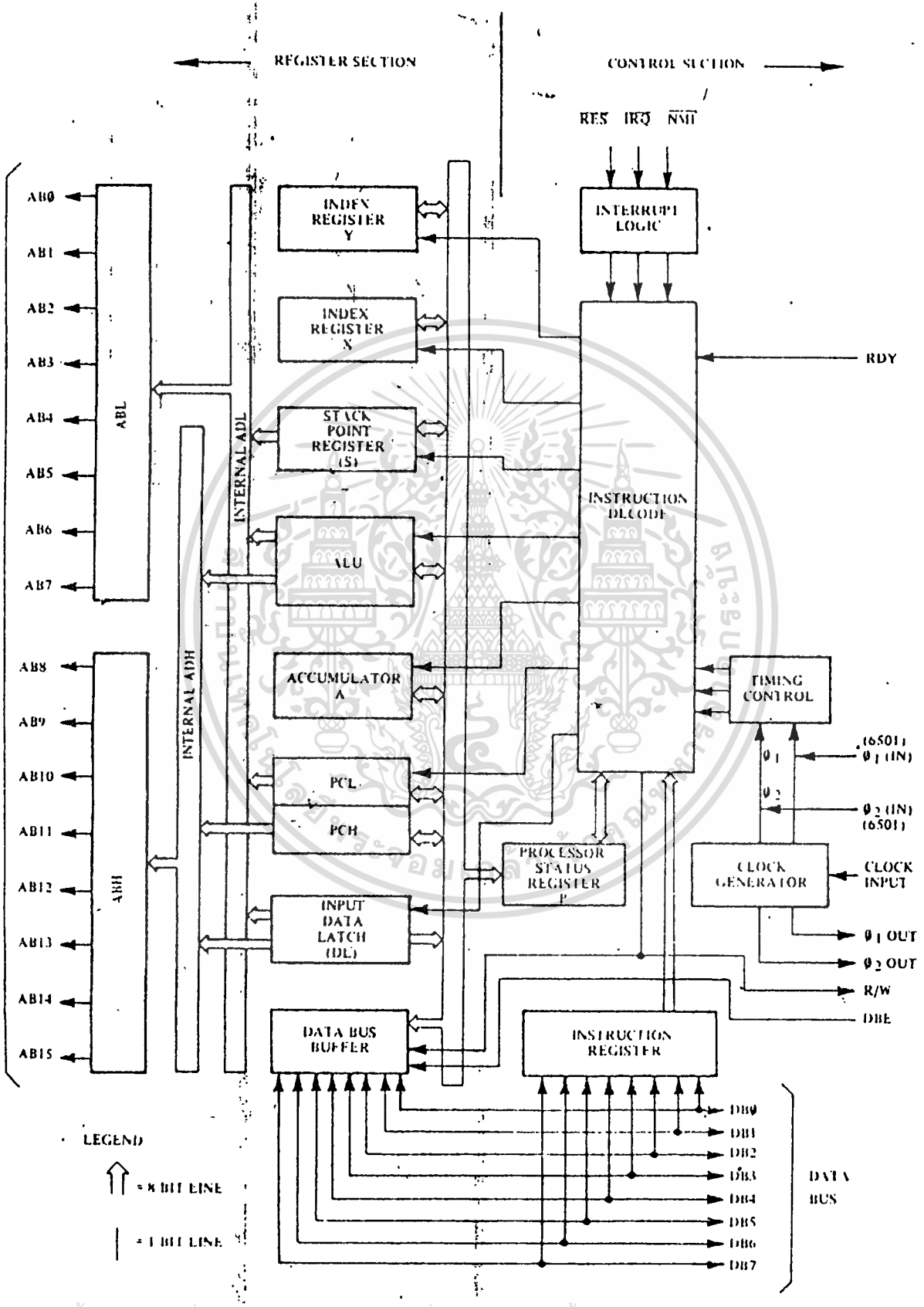
รูปที่ 4 แสดงความสัมพันธ์ของ $\emptyset_1$ และ $\emptyset_2$

รูปที่ 5 แสดงช่วงการ READ และ WRITE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 7 โครงสร้างภายในของ 650X



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

INSTRUCTION ADDRESSING MODES AND RELATED EXECUTION TIMES (in clock cycles)

	Accumulator	Immediate	Zero Page	Zero Page, X	Zero Page, Y	Absolute	Absolute, X	Absolute, Y	Implied	Relative	(Indirect, X)	(Indirect), Y	Absolute Indirect
ADC		2	3	4		4	4*	4*			6	5*	
AND		2	3	4		4	4*	4*			6	5*	
ASL	2		5	6		6	7						
BCC										2**			
BCS										2**			
BEQ										2**			
BIT			3			4							
BMI										2**			
BNE										2**			
BPL										2**			
BRK													
BVC										2**			
BVS										2**			
CLC									2				
CLD									2				
CLI									2				
CLV									2				
CMP		2	3	4		4	4*	4*			6	5*	
CPX		2	3			4							
CPY		2	3			4							
DEC			5	6		6	7						
DEX									2				
DEY									2				
EOR		2	3	4		4	4*	4*			6	5*	
INC			5	6		6	7						
INX									2				
INY									2				
JMP						3							5

	Accumulator	Immediate	Zero Page	Zero Page, X	Zero Page, Y	Absolute	Absolute, X	Absolute, Y	Implied	Relative	(Indirect, X)	(Indirect), Y	Absolute Indirect
JSR						6							
LDA		2	3	4		4	4*	4*			6	5*	
LDX		2	3		4	4		4*					
LDY		2	3	4		4	4*						
LSR	2		5	6		6	7						
NOP									2				
ORA		2	3	4		4	4*	4*			6	5*	
PHA									3				
PHP									3				
PLA									4				
PLP									4				
ROL	2		5	6		6	7						
RTI									6				
RTS									6				
SBC		2	3	4		4	4*	4*			6	5*	
SEC									2				
SED									2				
SEI									2				
STA			3	4		4	5	5			6	6	
STX*			3		4	4							
STY**			3	4		4							
TAX									2				
TAY									2				
TSX									2				
TXA									2				
TXS									2				
TYA									2				

* Add one cycle if indexing across page boundary
** Add one cycle if branch is taken, Add one additional if branching operation crosses page boundary

ตารางที่ 1 แสดงการอ้างแอดเดรสและแมชีนไซเกิล

ตารางที่ 2 แสดงความหมายของนีมอนิคหรือออปโค้ด

MCS6501-MCS6505 MICROPROCESSOR INSTRUCTION SET – ALPHABETIC SEQUENCE

ADC	Add Memory to Accumulator with Carry
AND	"AND" Memory with Accumulator
ASL	Shift Left One Bit (Memory or Accumulator)
BCC	Branch on Carry Clear
BCS	Branch on Carry Set
BEQ	Branch on Result Zero
BIT	Test Bits in Memory with Accumulator
BMI	Branch on Result Minus
BNE	Branch on Result not Zero
BPL	Branch on Result Plus
BRK	Force Break
BVC	Branch on Overflow Clear
BVS	Branch on Overflow Set
CLC	Clear Carry Flag
CLD	Clear Decimal Mode
CLI	Clear Interrupt Disable Bit
CLV	Clear Overflow Flag
CMP	Compare Memory and Accumulator
CPX	Compare Memory and Index X
CPY	Compare Memory and Index Y
DEC	Decrement Memory by One
DEX	Decrement Index X by One
DEY	Decrement Index Y by One
EOR	"Exclusive-Or" Memory with Accumulator
INC	Increment Memory by One
INX	Increment Index X by One
INY	Increment Index Y by One
JMP	Jump to New Location
JSR	Jump to New Location Saving Return Address
LDA	Load Accumulator with Memory
LDX	Load Index X with Memory
LDY	Load Index Y with Memory
LSR	Shift Right One Bit (Memory or Accumulator)
NOP	No Operation
ORA	"OR" Memory with Accumulator
PHA	Push Accumulator on Stack
PHP	Push Processor Status on Stack
PLA	Pull Accumulator from Stack
PLP	Pull Processor Status from Stack
ROL	Rotate One Bit Left (Memory or Accumulator)
RTI	Return from Interrupt
RTS	Return from Subroutine
SBC	Subtract Memory from Accumulator with Borrow
SEC	Set Carry Flag
SED	Set Decimal Mode
SEI	Set Interrupt Disable Status
STA	Store Accumulator in Memory
STX	Store Index X in Memory
STY	Store Index Y in Memory
TAX	Transfer Accumulator to Index X
TAY	Transfer Accumulator to Index Y
TSX	Transfer Stack Pointer to Index X
TXA	Transfer Index X to Accumulator
TXS	Transfer Index X to Stack Pointer
TYA	Transfer Index Y to Accumulator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5400/7400 Quadruple 2-Input Positive-NAND Gate

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF
T.I.	SN54S00	J⑭	N⑭		W⑭	SN54H00	J⑭			W⑭	SN54LS00	J⑭			W⑭	SN5400	J⑭			W⑭	SN54L00	J⑭	N⑭	T⑫	
	SN74S00	J⑭	N⑭			SN74H00	J⑭	N⑭			SN74LS00	J⑭	N⑭			SN7400	J⑭	N⑭			SN74L00	J⑭	N⑭	T⑫	
FAIRCHILD	FM54S00/FM93S00	D⑭				FM54H00/FM93H00	D⑭			F⑭	FM54LS00/FM93LS00	D⑭			F⑭	FM5400/FM93N00	D⑭			F⑭					
	FC74S00/FC93S00	D⑭	P⑭			FC74H00/FC93H00	D⑭	P⑭			FC74LS00/FC93LS00	D⑭	P⑭			FC7400/FC93N00	D⑭	P⑭							
MOTOROLA						MC3100	L⑦			F⑭						MC5400	L⑦			F⑭					
						MC3000	L⑦	P⑦		F⑭	SN74LS00		P⑦			MC7400	L⑦	P⑦		F⑭					
N.S.C.						DM54H00	J⑦	W⑦			DM54LS00					DM5400	J⑦	W⑦		W⑫	DM54L00	J⑦	N⑦		F⑭
	DM74S00		N⑦			DM74H00	J⑦	N⑦			DM74LS00					DM7400	J⑦	N⑦			DM74L00	J⑦	N⑦		F⑭
PHILIPS	N74S00		⑦			GJH131/74H00		⑦			N74LS00		⑦			FJH131/7400		⑦							
SIGNETICS	N54S00	F⑦	A⑦		W⑭	S54H00	F⑦	A⑦		W⑫						S5400	F⑦	A⑦		W⑫					
	N74S00	F⑦	A⑦			N74H00	F⑦	A⑦			N74LS00		A⑦			N7400	F⑦	A⑦							
SIEMENS																FLH101		⑦							
FUJITSU						MB601		M⑦			74LS00		M⑦			MB400		M⑦							
HITACHI	HD74S00	⑦	P⑦								HD74LS00		P⑦			HD7400/HD2503	⑦	P⑦							
MITSUBISHI	M5S000		P⑦								M74LS00		P⑦			M53200		P⑦							
NEC	μPB2S00	D⑦									74LS00		C⑦			μPB201	D⑦	C⑦							
TOSHIBA																TD3400A		P⑦							

Electrical Characteristics SN54LS00/SN74LS00

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
Interemitter voltage	5.5V	Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommended operating conditions

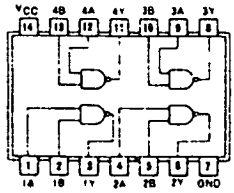
	SN54LS00			SN74LS00			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature T_A	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

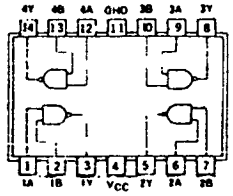
PARAMETER		TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC}=MIN, I_I=−18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC}=MIN, V_{IL}=V_{IL} max, I_{OH}=MAX		2.7	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC}=MIN, V_{IH}=2V, I_{OL}=4mA			0.2	0.4	V
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC}=MAX, V_I=7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC}=MAX, V_{IH}=2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC}=MAX, V_{IL}=0.4V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current*	V_{CC}=MAX	SBLS Family	−20		−100	mA
			74LS Family	−18		−100	
I_{CCH}	Supply current	V_{CC}=MAX	Total, outputs high		4	8	mA
I_{CCL}	Supply current	V_{CC}=MAX	Total, outputs low		12	22	mA
I_{CC}	Supply current	V_{CC}=5V	Average per gate (50% duty cycle)		0.4		mA
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output	V_{CC}=5V, C_L=15pF,	T_A=25°C, R_L=2kΩ		9	15	ns
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output				10	15	ns

Pin Assignments (Top View)

①

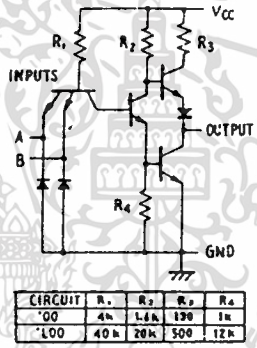


②



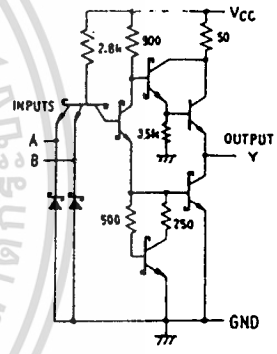
positive logic:
$Y = \overline{AB}$

Schematics (each gate)

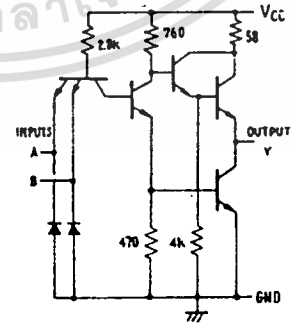


CIRCUIT	R_1	R_2	R_3	R_4
'00	4k	1.6k	130	1k
'L00	40k	20k	500	12k

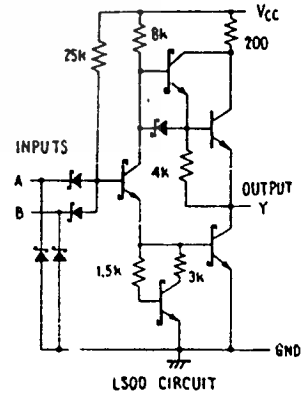
Input clamp diodes not on SN54L'/SN74L' circuits.
'00, 'L00 CIRCUITS



S00 CIRCUIT



'H00 CIRCUIT



LS00 CIRCUIT

Resistor values shown are nominal and in ohms

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions
‡ All typical values are at V_{CC}=5V, T_A=25°C
* Not more than one output should be shorted at a time, and for SN54H/SN74H and SN54S/SN74S, duration of short-circuit should not exceed 1 second

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5402/7402 Quadruple 2-Input Positive-NOR Gate

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standerd TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package			
		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF
T. I.	SN54S02	J⑭			W⑭						SN54LS02	J⑭			W⑭	SN5402	J⑭			W⑭	SN54L02	J⑭	N⑭	T⑭	
	SN74S02	J⑭	N⑭								SN74LS02	J⑭	N⑭			SN7402	J⑭	N⑭			SN74L02	J⑭	N⑭	T⑭	
FAIRCHILD	FW54S02 / FW9S02	D⑭			F⑭						FW54LS02 / FW9LS02	D⑭			F⑭	FM5402 / FM9N02	D⑭			F⑭					
	FC74S02 / FC9S02	D⑭	P⑭		F⑭						FC74LS02 / FC9LS02	D⑭	P⑭		F⑭	FC7402 / FC9N02	D⑭	P⑭							
MOTOROLA	---															MC5402	L⑭			F⑭					
											SN74LS02		P⑭			MC7402	L⑭	P⑭		F⑭					
N. S. C.											DM54LS02					DM5402	J⑭	N⑭		W⑭	DM54L02	J⑭	N⑭		F⑭
											DM74LS02					DM7402	J⑭	N⑭			DM74L02	J⑭	N⑭		F⑭
PHILIPS	N74S02		①								N74LS02		⑭			FJH221 / 7402		⑭							
SIGNETICS																S5402	F⑭	A⑭		W⑭					
	N74S02		A⑭								N74LS02		A⑭			N7402	F⑭	A⑭							
SIEMENS																FLH191		⑭							
FUJITSU											74LS02		MB			MB617		MB							
HITACHI	HD74S02		P⑭								HD74LS02		P⑭			HD7402 / HD2511	⑭	P⑭							
MITSUBISHI											M74LS02		P⑭			M5J202		P⑭							
NEC																μPB232	D⑭	C⑭							
TOSHIBA																TD3402A		P⑭							

Electrical Characteristics SN54LS02/SN74LS02

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommended operating conditions

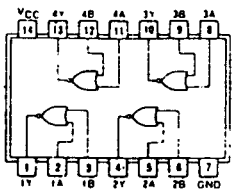
	SN54LS02			SN74LS02			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current I_{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

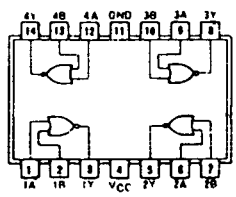
PARAMTER			TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage				2			V
V_{IL}	Low-level input voltage						0.8	V
V_I	Input clamp voltage		V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage		V_{CC} = MIN, V_{IL} = V_{IL} max, I_{OH} = MAX		2.7	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage		V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, I_{OL} = 4mA			0.25	0.4	V
I_I	Input current at maximum input voltage		V_{CC} = MAX, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	Data inputs	V_{CC} = MAX, V_{IH} = 2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	Data inputs	V_{CC} = MAX, V_{IL} = 0.4V				0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current◆		V_{CC} = MAX,	SNLS Family	−20		−100	mA
				NLS Family	−20		−100	
I_{CCH}	Supply current		V_{CC} = MAX	Total, outputs high		1.6	3.2	mA
I_{CCL}	Supply current			Total, outputs low		2.8	5.4	mA
I_{CC}	Supply current		V_{CC} = 5V	Average per gate (50% duty cycle)		0.55		mA
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output		V_{CC} = 5V, C_L = 15pF	T_A = 25°C, R_L = 2kΩ		10	15	ns
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output					10	15	ns

Pin Assignments (Top View)

①

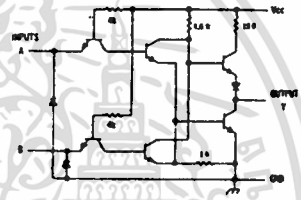


②

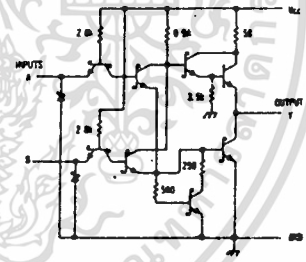


positive logic:
$Y = \overline{A + B}$

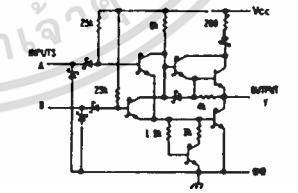
Schematics (each gate)



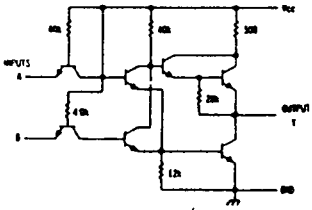
'02 CIRCUIT



'S02 CIRCUIT



'LS02 CIRCUIT



'L02 CIRCUIT

Resistor values shown are nominal and in ohms.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
◆ Not more than one output should be shorted at a time, and for SN54S/SN74S duration of output short-circuit should not exceed one second.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5404/7404 Hex Inverter

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package			
		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF
T.I.	SN54S04	J			W	SN54H04	J			W	SN54LS04	J			W	SN5404	J			W	SN54L04	J	N	T	
	SN74S04	J	N			SN74H04	J	N			SN74LS04	J	N			SN7404	J	N			SN74L04	J	N	T	
FAIRCHILD	FM54S04/FM9S04	D				FM54H04/FM9H04	D			F	FM54LS04/FM9LS04	D			F	FM5404/FM9N04	D			F					
	FC74S04/FC9S04	D	P			FC74H04/FC9H04	D	P			FC74LS04/FC9LS04	D	P		F	FM7404/FC9N04	D	P							
MOTOROLA						MC3108	L			F						MC5404	L			F					
						MC3008	L	P		F	SN74LS04		P			MC7404	L	P							
N.S.C.						DM54H04	J	N			DM54LS04					DM5404	J	N		W	DM54L04	J	N		F
	DM74S04		N			DM74H04	J	N			DM74LS04					DM7404	J	N			DM74L04	J	N		F
PHILIPS	N74S04		①			N74H04		①			N74LS04					FJH241/7404									
SIGNETICS	S54S04	F	A		W	S54H04	F	A		W						S5404	F	A		W					
	N74S04	F	A		W	N74H04	F	A			N74LS04		A			N7404	F	A							
SIEMENS																FLH211									
FUJITSU											74LS04		M			MB418		M							
HITACHI	HD74S04		P								HD74LS04		P			HD7404/HD2522		P							
MITSUBISHI	M5S004		P								M74LS04		P			M53204		P							
NEC	74S04		C								74LS04		C			μPB235	D								
TOSHIBA																TD3404A		P							

Electrical Characteristics SN54LS04/SN74LS04

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

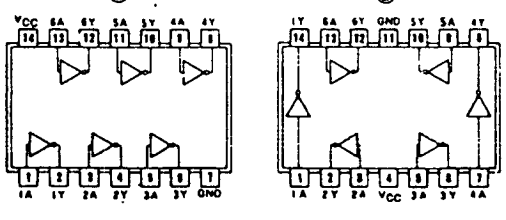
recommended operating conditions

	SN54LS04			SN74LS04			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

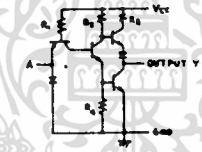
PARAMETER		TEST CONDITIONS †		MIN	TYP ‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IL} = V_{IL} max, I_{OH} = MAX		2.7	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, I_{OL} = 4mA				0.4	V
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_{IH} = 2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_{IL} = 0.4V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current *	V_{CC} = MAX	54LS Family	−20		−100	mA
			74LS Family	−20		−100	
I_{CCH}	Supply current	V_{CC} = MAX	Total, outputs high		1.2	2.4	mA
I_{CCL}	Supply current		Total, outputs low		3.6	6.6	mA
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = 5V	Average per gate (50% duty cycle)		0.4		mA
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output	V_{CC} = 5V, C_L = 15PF,	T_A = 25°C, R_L = 2KΩ		9	15	ns
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output				10	15	ns

Pin Assignments (Top View)



positive logic :
$Y = \overline{A}$

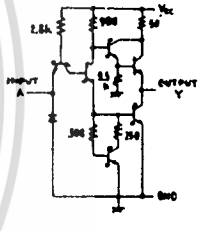
Schematics (each gate)



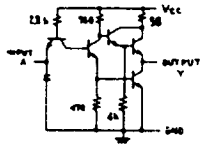
CIRCUIT	R1	R2	R3	R4
'04	4K	1.6K	130	1K
'L04	40K	20K	500	12K

Input clamp diodes not on SN54L/74L* circuits.

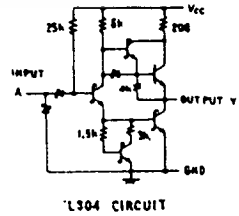
'04, 'L04 CIRCUITS



S04 CIRCUIT



H04 CIRCUIT



'L304 CIRCUIT

Resistor values shown are nominal and in ohms.

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
* Not more than one output should be shorted at a time, and for SN54H/SN74H and SN54S/SN74S, duration of short-circuit should not exceed 1 second.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5474/7474 Dual D-Type Positive-Edge-Triggered Flip-Flop with Preset and Clear

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF
T.I.	SN54S74	J①			W①	SN54H74	J①			W②	SN54LS74	J①			W①	SN5474	J①			W②	SN54L74	J①	N①	T②	
	SN74S74	J①	N①			SN74H74	J①	N①			SN74LS74	J①	N①			SN7474	J①	N①			SN74L74	J①	N①	T②	
FAIRCHILD	FM54S74/FM84S74	D①			F①	FM54H74/FM84H74	D①			F①	[illegible]	R①			F①	FM5474/FM84N74	D①			F②					
	FC74S74/FC84S74	D①	P①			FC74H74/FC84H74	D①	P①		F②	FC74LS74/FC84LS74	R①	P①		F①	FC7474/FC84N74	D①	P①							
MOTOROLA											SN74LS74	P①													
N.S.C.						DM54H74	J①	N①			DM54LS74	P①				DM5474	J①	N①		W②	DM54L74	J①	N①		F②
	DM74S74		N①			DM74H74	J①	N①			DM74LS74					DM7474	J①	N①			DM74L74	J①	N①		F②
PHILIPS	N74S74		①			GJJ131/74H74		①			N74LS74		①			FJJ131/7474		①							
SIGNETICS	S54S74					S54H74	F①	A①		W①						S5474	F①	A①		W②					
	N74S74					N74H74	F①	A①			N74LS74	A①				N7474	F①	A①							
SIEMENS																									
																FLJ141		①							
FUJITSU											74LS74	A①				MB420	①	M①							
HITACHI	HD74S74	①	P①								HD74LS74	P①				HD7474/HD2510	①	P①							
MITSUBISHI	M74S74		P①								M74LS74	P①				M5327/M5374		P①							
NEC	74S74		C①								74LS74	C①				μPB214	D①	C①							
TOSHIBA																TC3474A		P①							

Electrical Characteristics SN54LS74/SN74LS74

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS74 −55°C to 125°C
Input voltage	5.5V		SN74LS74 0°C to 70°C
		Storage temperature range	−65°C to 150°C

recommended operating conditions

		SN54LS74 MIN	NOM	MAX	SN74LS74 MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}		4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}				−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}				4			8	mA
Pulse width, t_w	Clock high	25			25			ns
	Preset or clear low	25			25			
Setup time, t_{su}	High-level data	25†			25†			ns
	Low-level data	20†			20†			
Hold time, t_h		5†			5†			ns
Operating free-air temperature, T_A		−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

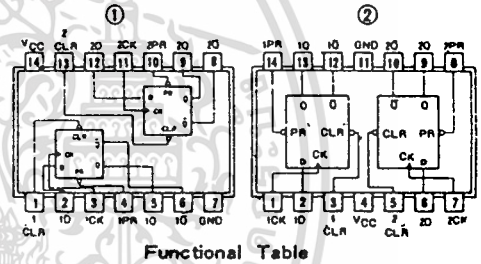
PARAMETER*		TEST CONDITIONS†	MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage		2			V
V_{IL}	Low-level input voltage				0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA			−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8 V, I_{OH} = MAX	2.7	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8 V, I_{OL} = 4mA		0.25	0.4	V
I_I	Input current at maximum input voltage: D, J, K	V_{CC} = MAX, V_I = 7V			0.1	mA
	Clear				0.2	
	Preset				0.2	
	Clock				0.1	
I_{IH}	High-level input current: D, J, K	V_{CC} = MAX, V_I = 2.7V			20	μA
	Clear				40	
	Preset				40	
	Clock				20	
I_{IL}	Low-level input current: D, J, K	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4 V			−0.4	mA
	Clear				−0.8	
	Preset				−0.8	
	Clock				0.4	
I_{OS}	Short-circuit output current*: Series 54LS	V_{CC} = MAX	−20		−100	mA
	Series 74LS		−20		−100	
I_{CC}	Supply current (Average per flip-flop)	V_{CC} = MAX See Note 1		4	8	mA
	clock frequency	V_{CC} = 5V, T_A = 25°C, C_L = 15pF, R_L = 2kΩ	25	33		MHz
t_{PLH}	from clear, preset or clock (as appropriate) to Q or Q̄			13	25	ns
t_{PHL}				25	40	

NOTE 1: With all outputs open, I_{CC} is measured with the Q and Q̄ outputs high in turn. At the time of measurement, the clock input is grounded.

2. H = high level (steady state), L = low level (steady state), X = irrelevant, ↑ = transition from low to high level, Q_0 = the level of Q before the indicated input conditions were established, * This configuration is nonstable; that is, it will not persist when preset and clear inputs return to their inactive (high) level.

†For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
*Not more than one output should be shorted at a time.
t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output.
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output.
The arrow indicates the edge of the clock pulse used for reference: ↑ for the rising edge.

Pin Assignments (Top View)

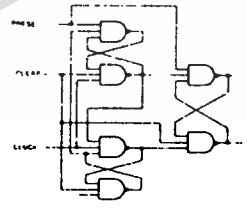


Functional Table

'74, 'H74, 'LS74, 'S74 (See Note 2)

INPUTS				OUTPUTS	
PRESET	CLEAR	CLOCK	D	Q	Q̄
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H*	H*
H	H	↑	H	H	L
H	H	↑	L	L	H
H	H	L	X	Q_0	$\bar{Q}_0$

Functional Block Diagram



'74, 'S74, 'H74, 'LS74 DUAL D FLIP-FLOP WITH CLEAR AND PRESET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

5475/7475 4-Bit Bistable Latch

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF
T.I.											SN54LS75		J		W	SN5475		J		W	SN54L75		J		
											SN74LS75		J	N		SN7475		J	N		SL74L75		J	N	
FAIRCHILD																FM5475 FM9375		D		F					
																FC7475 FC9375		D	P	F					
MOTOROLA																MC7475			P						
N.S.C.											DM54LS75			I		DM5475		J	N	W	DM54L75A				
											DM74LS75			I		DM7475		J	N		DM74L75A				
PHILIPS																									
											N74LS75			I		FJJ181 7475			I						
SIGNETICS																55475			B						
											N74LS75		A			N7475			B						
SIEMENS																									
																FLJ151			I						
FUJITSU																									
HITACHI											HD74LS75			P	I	HD7475, HD2517			P	I					
MITSUBISHI											M74LS75			P	I	M53275			P	J					
NEC																μPB217		D		C					
TOSHIBA																TD3475A			P	J					

Electrical Characteristics SN54LS75/SN74LS75

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	5.5V		SN74LS	0°C to 70°C
Interemitter voltage (see Note 1)	5.5V	Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommended operating conditions

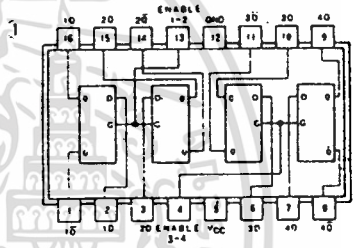
	SN54LS75 MIN	NOM	MAX	SN74LS75 MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Width of enabling pulse, t_w	20			20			ns
Data hold time, t_{hold}	0			0			ns
Setup time, t_{setup}	20			20			ns
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER ◆			TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage				2			V
V_{IL}	Low-level input voltage						0.8	V
V_I	Input clamp voltage		V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage		V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OH} = −400μA		2.7	3.4		V
V_{OL}	Low-level output voltage		V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OL} = 4mA			0.25	0.4	V
I_I	Input current at maximum input voltage	D input	V_{CC} = MAX, V_I = 7V				0.1	mA
		G input					0.4	
I_{IH}	High-level input current	D input	V_{CC} = MAX, V_I = 2.7V				20	μA
		G input					80	
I_{IL}	Low-level input current	D input	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4V				−0.4	mA
		G input					−1.6	
I_{OS}	Short-circuit output current ◆		V_{CC} = MAX	SN54LS	−20		−100	mA
				SN74LS	−20		−100	
I_{CC}	Supply current		V_{CC} = MAX, See Note 2	SN54LS		6.3	12	mA
				SN74LS		6.9	13	
t_{PLH}	from D to output Q		V_{CC} = 5V, T_A = 25°C, C_L = 15pF, R_L = 2kΩ			15	27	ns
t_{PHL}						9	17	
t_{PLH}	from D to output Q̄					12	20	ns
t_{PHL}						7	15	
t_{PLH}	from G to output Q					15	27	ns
t_{PHL}						14	25	
t_{PLH}	from G to output Q̄					16	30	ns
t_{PHL}						7	15	

† For conditions shown as MIN or MAX, use appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
◆ Not more than one output should be shorted at a time
■ t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

Pin Assignment (Top View)

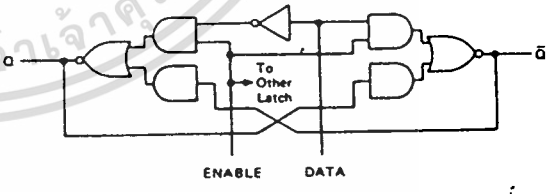


positive logic: see function table

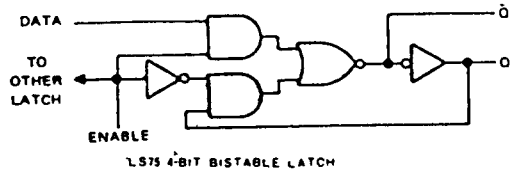
FUNCTION TABLE
75 · L75 (Each Latch)

INPUTS D	G	OUTPUTS Q	Q̄
L	H	L	H
H	H	H	L
X	L	Q_0	$\bar{Q}_0$

H = high level, L = low level, X = irrelevant
Q_0 = the level of Q before the high-to-low transition of G



'75'L75 4-BIT BISTABLE LATCH



'LS75 4-BIT BISTABLE LATCH

NOTES: 1. This is the voltage between two emitters of a multiple-emitter input transistor
2. I_{CC} is tested with all inputs grounded and all outputs open.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

54138/74138 3-Line-to-8-Line Decoder

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF
T.I.	SN54S138	J			W						SN54LS138	J			W										
	SN74S138	J	N								SN74LS138	J	N												
FAIRCHILD	/FJH138	阿									FJH138/FJH138	阿			阿										
	FC74S138/FC03S138	阿									FC74LS138/FC03LS138	阿			阿										
MOTOROLA											SN74LS138		P												
N.S.C.	DM74S138		J								DM74LS138		J												
											DM54LS138		J												
PHILIPS	N74S138		A								N74LS138		A												
SIGNETICS	S54S138	F	B		W																				
	N74S138	F	B								N74LS138		A												
SIEMENS																									
FUJITSU											74LS138		M												
HITACHI											HD74LS138		P												
MITSUBISHI	M74S138		P								M74LS138		P												
NEC											74LS138		C												
TOSHIBA																									

Electrical Characteristics SN54LS138/SN74LS138

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommended operarating conditions

	SN54LS138 MIN	NOM	MAX	SN74LS138 MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			−400			−400	μA
Low-level output current, I_{OL}			4			8	mA
Operating free-air temperature, T_A	−55		125	0		70	°C

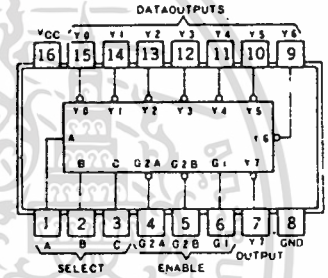
electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER		TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_I	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V, I_{OH} = −400μA	SN54LS	2.5	3.4		V
			SN74LS	2.7	3.4		
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.8V	I_{OL} = 4mA		0.25	0.4	V
			I_{OL} = 8mA		0.35	0.5	
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current*	V_{CC} = MAX		−20		−100	mA
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = MAX, Outputs enabled and open			6.3	10	mA

t_{PLH}	From Binary select to Any output	V_{CC} = 5V, T_A = 25°C, C_L = 15pF, R_L = 2kΩ	levels of delay	2	13	20	ns
t_{PHL}					27	41	
t_{PLH}				3	18	27	ns
t_{PHL}					26	39	
t_{PLH}	From Enable to Any output			2	12	18	ns
t_{PHL}					21	32	
t_{PLH}				3	17	26	ns
t_{PHL}					25	38	

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable device type.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
* Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit test should not exceed one second.
t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output

Pin Assignment (Top View)



positive logic
see function table

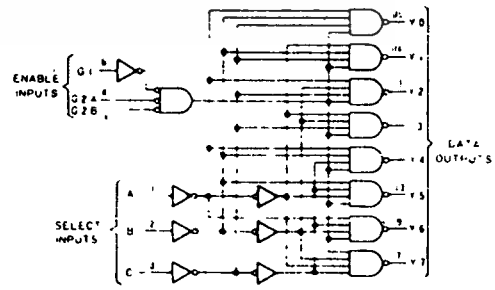
Function Table

'S138 'LS138

INPUTS ENABLE G1	INPUTS ENABLE G2*	INPUTS SELECT C	B	A	OUTPUTS Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7
X	H	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H
H	L	L	H	L	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	L	H	L	L	H	H	H	H	L	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

* G2 = G2A + G2B
H = high level, L = low level, X = irrelevant

Functional Block Diagram



'S138 'LS138 DECODER DEMULTIPLEXER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

54244/74244 Octal Buffers/Line Drivers/Line Receivers

	Schttky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package			
		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF
T. I.											SN54LS244	J													
											SN74LS244	J	N												
FAIRCHILD																									
MOTOROLA																									
N. S. C.																									
PHILIPS																									
SIGNETICS																									
SIEMENS																									
FUJITSU																									
HITACHI																									
MITSUBISHI																									
NEC																									
TOSHIBA																									

Electrical Characteristics SN54LS244/SN74LS244

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	55°C to 125°C
Input voltage	5.5V		SN74LS	0°C to 70°C
Interemitter voltage	5.5V	Storage temperature range		65°C to 150°C

recommended operating conditions

	LS54LS244			SN74LS244			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			12			15	mA
Low-level output current, I_{OL}			12			24	mA
Operating free-air temperature, T_A	55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

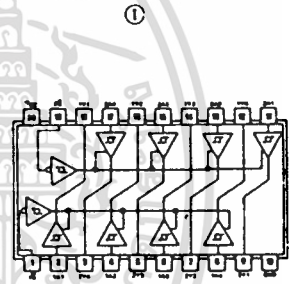
PARAMETER		TEST CONDITIONS †		SN74LS MIN	SN74LS TYP‡	SN74LS MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_{IK}	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
	Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$)	V_{CC} = MIN		0.2	0.4		V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max, I_{OH} = −3mA		2.4	3.4		V
		V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = 0.5V, I_{OH} = 6MAX		2			
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max	I_{OL} = 12mA			0.4	V
			I_{OL} = 24mA			0.5	
I_{OZH}	Off-state output current, high-level voltage applied	V_{CC} = MAX, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max	V_O = 2.7V			20	μA
I_{OZL}	Off-state output current, low-level voltage applied		V_O = 0.4V			−20	
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX,	V_I = 7V			0.1	mA
I_{IH}	High-level input current, any input	V_{CC} = MAX,	V_I = 2.7V			20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX,	V_{IL} = 0.4V			−0.2	mA
I_{OS}	Short-circuit output current ◆	V_{CC} = MAX		−40		−225	mA
I_{CC}	Supply current, Outputs high	V_{CC} = MAX, Outputs open	All ‘LS244		13	23	mA
	Supply current, Outputs low		All ‘LS244		27	46	
	Supply current, All outputs disabled		‘LS244		32	54	

switching characteristics, V_{CC} 5V, T_A 25°C

PARAMETER		TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
t_{PLH}	Propagation delay time, low-to-high-level output			9	14	ns
t_{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output	C_L = 45pF, R_L 667Ω, See Note 2		12	18	ns
t_{PZL}	Output enable time to low level			20	30	ns
t_{PZH}	Output enable time to high level			15	23	ns
t_{PLZ}	Output disable time from low level	C_L = 5pF, R_L 667Ω, See Note 2		15	25	ns
t_{PHZ}	Output disable time from high level			10	18	ns

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} 5V, T_A 25°C.
◆ Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not exceed one second.
NOTE 2 : Load circuit and voltage wave forms are shown on page 3-11.

Pin Assignment (Top View)



SN54LS244 (J) SN74LS244 (J, N)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

54245 74245 Octal Bus Transceivers with 3-state Outputs

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL			
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF
											SN54LS245	J		W	W									
											SN74LS245	J	N											
FAIRCHILD																								
MOTOROLA																								
NEC																								
NEC																								
PHILIPS																								
SIGNETICS																								
SIEMENS																								
SANYO																								
HITACHI																								
MITSUBISHI																								
TOSHIBA																								

Electrical Characteristics SN54LS245/SN74LS245

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7 V	Operating free-air temperature range	SN54LS	55°C to 125°C
Input voltage	7 V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		65°C to 150°C

recommended operating conditions

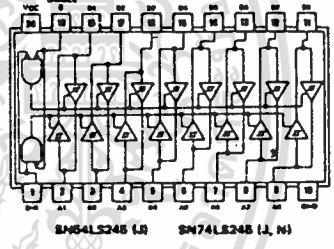
	SN54LS245 MIN	NOM	MAX	SN74LS245 MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}			-12			-15	mA
Low-level output current, I_{OL}			12			24	mA
Operating free-air temperature, T_A	-55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER	TEST CONDITIONS†		SN74LS245 MIN	TYP‡	MAX	UNIT
High-level input voltage			2			V
Low-level input voltage					0.8	V
Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = -18mA				-1.5	V
Hysteresis ($V_{T+} - V_{T-}$) A or B input	V_{CC} = MIN			0.2	0.4	V
High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max	I_{OH} = -3mA	2.4	3.4		V
		I_{OH} = MAX	2			
Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max	I_{OL} = 12mA			0.4	V
		I_{OL} = 24mA			0.5	
Off-state output current, high-level voltage applied	V_{CC} = MAX, G at 2V	V_O = 2.7 V			10	μA
Off-state output current, low-level voltage applied		V_O = 0.4V			-200	
Input current at maximum input voltage: A or B	V_{CC} = MAX	V_I = 5.5V			0.1	mA
DIR or G		V_I = 7V			0.1	
High-level input current	V_{CC} = MAX, V_{IH} = 2.7V				20	μA
Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_{IL} = 0.4V				-0.2	mA
Short-circuit output current	V_{CC} = MAX		-40		-225	mA
Supply current: Total, outputs high	V_{CC} = MAX	Outputs open		48	70	mA
Total, outputs low				62	90	
Outputs at Hi-Z				64	95	

switching characteristics, V_{CC} = 5V, T_A = 25°C

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Propagation delay time, low-to-high-level output	C_L = 45pF, R_L = 667Ω, See Note 2		8	12	ns
Propagation delay time, high-to-low-level output			8	12	ns
Output enable time to low level			27	40	ns
Output enable time to high level			25	40	ns
Output disable time from low level	C_L = 5pF, R_L = 667Ω, See Note 2		15	25	ns
Output disable time from high level			15	25	ns



SN54LS245 (J) SN74LS245 (J, N)

†Conditions shown as MIN or MAX use the appropriate value specified under recommended operating conditions
‡All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
§Not more than one output should be shorted at a time, and duration of the short-circuit should not not exceed one second

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

54373/74373 Octal D-Type Transparent Latches and Edge-Triggered Flip-Flops

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package				Device Type	Package			
		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF
T.I	SN54S373	J									SN54LS373	J													
	SN74S373	J	N								SN74LS373	J	N												
FAIRCHILD																									
MOTOROLA																									
N.S.C.																									
PHILIPS																									
SIGNETICS																									
SIEMENS																									
FUJITSU																									
HITACHI																									
MITSUBISHI																									
NEC																									
TOSHIBA																									

Electrical Characteristics SN54LS373/SN74LS373

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		65°C to 150°C

recommend operating conditions

		SN54LS373			SN74LS373			UNIT
		MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage, V_{CC}		4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I_{OH}				−1			−2.6	mA
High-level output voltage, V_{OH}				5.5			5.5	V
Pulse width, t_w	Clock enable high	15			15			ns
	Clock enable high	15			15			
Setup time, t_{SUTUP}		0			0			ns
Hold time, t_{hold}		10			10			ns
Operating free-air temperature, T_A		−55		125	0		70	°C

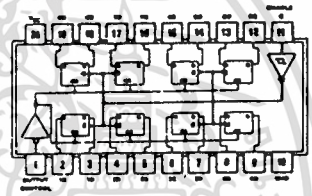
electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS†		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_{IK}	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max, I_{OH} = MAX		2.4	3.1		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max	I_{OL} = 24mA		0.35	0.5	V
I_{OZH}	Off-state output current, high-level voltage applied	V_{CC} = MAX, V_{IH} = 2V, V_O = 2.7V				20	μA
I_{OZL}	Off-state output current, low-level voltage applied	V_{CC} = MAX V_{IH} = 2V, V_O = 0.4V				−20	μA
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current §	V_{CC} = MAX		−30		130	mA
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = MAX, Output control at 4.5V	'LS373		24	40	mA

switching characteristics, V_{CC} = 5V, T_A = 25°C

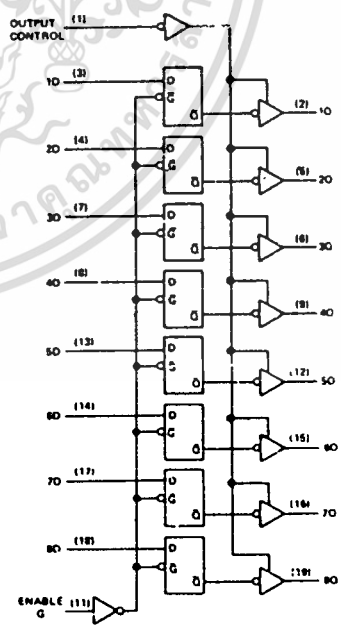
PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
f_{max}			C_L = 45pF, R_L = 667Ω, See Notes 2 and 3				MHz
t_{PLH}	Data	Any Q			12	18	ns
t_{PHL}					12	18	
t_{PLH}	Clock or enable	Any Q			20	30	ns
t_{PHL}					18	30	
t_{PZH}	Output Control	Any Q			15	28	ns
t_{PZL}					25	36	
t_{PHZ}	Output Control	Any Q	C_L = 5pF, R_L = 667Ω, See Note 3		12	20	ns
t_{PLZ}					15	25	

Pin Assignments (Top View)



SN54LS373 (J) SN74LS373 (J, N)
SN54S373 (J) SN74S373 (J, N)

'LS373, 'S373
TRANSPARENT LATCHES



† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
§ Not more than one output should be shorted at a time and duration of the short circuit should not exceed one second.

NOTES 2. Maximum clock frequency is tested with all outputs loaded.
3. See load circuits and waveforms on page 3-11.

f_{max} = maximum clock frequency
t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output
t_{PZH} = output enable time to high level
t_{PZL} = output enable time to low level
t_{PHZ} = output disable time from high level
t_{PLZ} = output disable time from low level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

54374 / 74374 Octal D-Type Transparent Latches and Edge-Triggered Flip-Flops

	Schottky TTL					High-Speed TTL					Low-Power Schottky TTL					Standard TTL					Low-Power TTL				
	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF	Device Type	Package C	P	M	CF
T.I.	SN54S374 J SN74S374 J N										SN54LS374 J SN74LS374 J N														
FAIRCHILD																									
MOTOROLA																									
N.S.C.																									
PHILIPS																									
SIGNETICS																									
SIEMENS																									
FUJITSU																									
HITACHI																									
MITSUBISHI																									
NEC																									
TOSHIBA																									

Electrical Characteristics SN54LS374/SN74LS374

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	7V	Operating free-air temperature range	SN54LS	−55°C to 125°C
Input voltage	7V		SN74LS	0°C to 70°C
		Storage temperature range		−65°C to 150°C

recommend operating conditions

		SN54LS374 MIN	NOM	MAX	SN74LS374 MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{CC}		4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output voltage, V_{OH}				−400			−400	μA
High-level output current, I_{OH}				16			16	mA
Width of clock enabling pulse, t_w	High	15			15			ns
	Low	15			15			
Data hold time, t_{hold}		0↑			0↑			ns
Setup time, t_{setup}		20↑			20↑			ns
Operating free-air temperature, T_A		−55		125	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range (unless otherwise noted)

PARAMETER		TEST CONDITIONS‡		MIN	TYP‡	MAX	UNIT
V_{IH}	High-level input voltage			2			V
V_{IL}	Low-level input voltage					0.8	V
V_{IK}	Input clamp voltage	V_{CC} = MIN, I_I = −18mA				−1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max, I_{OH} = MAX		2.4	3.1		V
V_{OL}	Low-level output voltage	V_{CC} = MIN, V_{IH} = 2V, V_{IL} = V_{IL} max	I_{OL} = 24mA		0.35	0.5	V
I_{OZH}	Off-state output current, high-level voltage applied	V_{CC} = MAX, V_{IH} = 2V, V_O = 2.7V				20	μA
I_{OZL}	Off-state output current, low-level voltage applied	V_{CC} = MAX, V_{IH} = 2V, V_O = 0.4V				−20	μA
I_I	Input current at maximum input voltage	V_{CC} = MAX, V_I = 7V				0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 2.7V				20	μA
I_{IL}	Low-level input current	V_{CC} = MAX, V_I = 0.4V				−0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current §	V_{CC} = MAX		−30		−130	mA
I_{CC}	Supply current	V_{CC} = MAX Output control at 4.5V	LS374		27	40	mA

switching characteristics, V_{CC} = 5V, T_A = 25°C

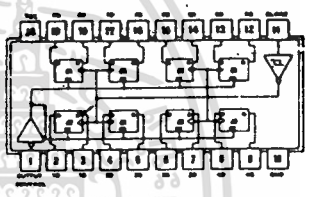
PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
f_{max}				35	50		MHz
t_{PLH}	Data	Any Q	C_L = 45pF, R_L = 667Ω, See Notes 2 and 3		15	28	ns
t_{PHL}					19	28	
t_{PLH}	Clock or enable	Any Q			20	28	
t_{PHL}					21	28	
t_{PZH}	Output Control	Any Q					ns
t_{PZL}							
t_{PHZ}	Output Control	Any Q	C_L = 5pF, R_L = 667Ω, See Note 3		12	20	ns
t_{PLZ}					14	25	

† For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.

‡ All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C

§ Not more than one output should be shorted at a time and duration of the short circuit should not exceed one second.

Pin Assignment (Top View)



SN54LS374 (J) SN74LS374 (J, N)
SN54S374 (J) SN74S374 (J, N)

'LS374, 'S374 FUNCTION TABLE

OUTPUT CONTROL	CLOCK	D	OUTPUT
L	↑	H	H
L	↑	L	L
L	L	X	Q_0
H	X	X	Z

NOTES 2. Maximum clock frequency is tested with all outputs loaded
3. See load circuits and waveforms on page 3-11

f_{max} = maximum clock frequency
t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output
t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output
t_{PZH} = output enable time to high level
t_{PZL} = output enable time to low level
t_{PHZ} = output disable time from high level
t_{PLZ} = output disable time from low level

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า