



ปีการศึกษา 2533

GAS OR VAPOR ALARM SYSTEM

จัดทำโดย

นาย ปรัชไมทย์ จุฑะสุวรรณ 32.6114

นาย สัมฤทธิ์ เหลืองอร่ามศรี 32.6132

อาจารย์ที่ปรึกษา

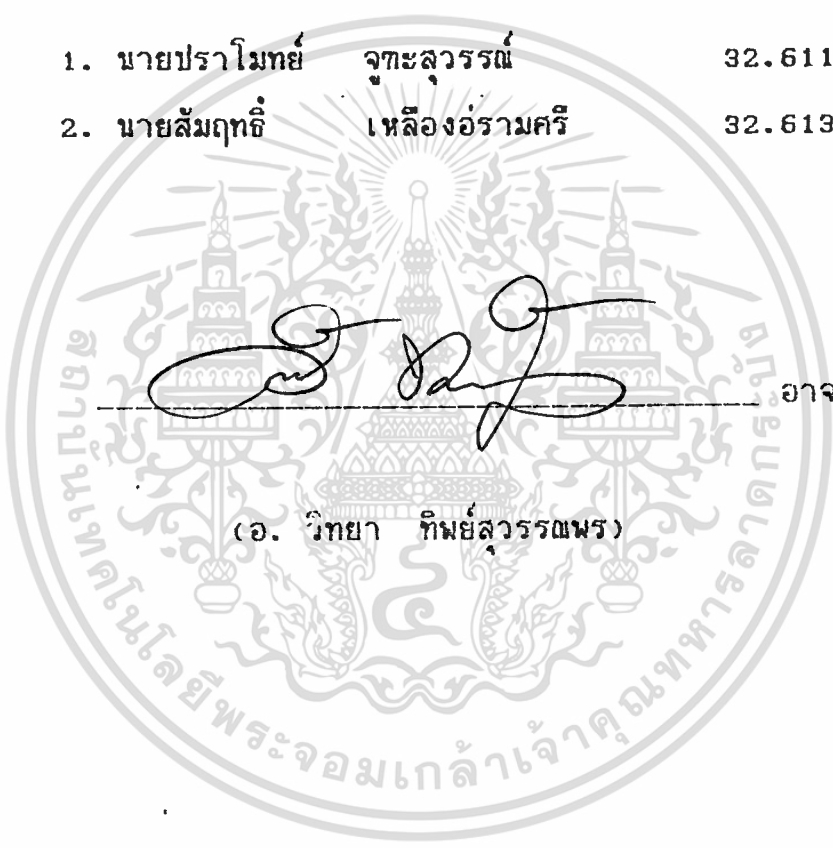
อ. วิทยา ทิพย์สุวรรณพร

ปริชานาณิพนธ์ ปีการศึกษา 2533

GAS OR VAPOR ALARM SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นายปราโมทย์ จุกะสุวรรณ 32.6114
2. นายสัมฤทธิ์ เหลืองอัครามศรี 32.6132



[Handwritten signature]

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. วิทยา ทิพย์สุวรรณพร)

เลขหมั 7.39154 ๗1
เลขทะเบียน 027987
วัน, เดือน, ปี 1.๙.๖4

สารบัญ

บทคัดย่อ	1
ABSTRACT	11
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีโครงสร้างและส่วนที่เกี่ยวข้อง	2
2.1 GAS DETECTING DEVICE	2
2.1.1 GAS SENSOR US-1(#TGS 813)	14
2.1.2 หลักการของระบบตรวจจับแก๊ส	15
2.2 ระบบเตือนภัย	23
2.2.1 ระบบไมโครโปรเซสเซอร์	23
2.2.2 ตัวแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล	44
2.2.3 ตัวแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก	52
2.3 ภาคแสดงผล	56
2.3.1 การแสดงผลทางเครื่องพิมพ์	56
2.3.2 การแสดงผลทางเสียง	63
2.4 แหล่งจ่ายกระแสตรง	72
บทที่ 3 การคำนวณและการสร้าง	76
3.1 การคำนวณและการออกแบบ	76
3.2 วงจรลายปริ้นท์และวงจรการทำงาน	87
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	91
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	92
ภาคผนวก	93
กิตติกรรมประกาศ	119
หนังสืออ้างอิง	120

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเตือนภัยพร้อมแสดงผล

ปราโมทย์ จุฑะสุวรรณ
 สัมฤทธิ์ เหลืองอร่ามศรี
 อ. วิทยา ทิพย์สุวรรณพร
 (อาจารย์ที่ปรึกษา)

บทคัดย่อ

ในบรรดาอุปกรณ์เซนเซอร์ทั้งหลาย มีการใช้งานที่แตกต่างกันไป ขึ้นอยู่กับว่าความจำเป็นในงานนั้นๆเป็นอย่างไร แก๊สเซนเซอร์ก็เป็นอุปกรณ์อีกอย่างที่มีการใช้งานกันอย่างกว้างขวาง ตั้งแต่อุณหภูมิต่ำต่อเนื่องไปจนถึงอุณหภูมิสูง ตามการเลือกใช้งานแก๊ส เมื่อเกิดการรั่วไหลของแก๊สขึ้น แก๊สเซนเซอร์สามารถรับแก๊สแล้วแปลงมาเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าตามปริมาณของแก๊สที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งสามารถแสดงผลออกมาเป็น percentage ได้ นอกจากนี้แล้ว ยังบอกตำแหน่งและส่งสัญญาณไปควบคุมอัตราการไหลได้ ผลลัพธ์ที่เตือนให้ทราบ เมื่อเกิดการรั่วไหลของแก๊สขึ้น แบ่งได้เป็น 3 ทาง คือ ทางสัญญาณเสียง , เครื่องพิมพ์และจอภาพ นอกจากนี้แล้วยังสามารถส่งสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์เปิด-ปิดวาล์ว ได้ตามโปรแกรมที่ตั้งไว้

GAS OR VAPOR ALARM SYSTEM

PRAMOTE JUTASUWAN

SAMRIT LEUANGARAMSRI

VITTAYA TIPSUWANNAPORN

(ADVICER)

ABSTRACT

Generally, a sensor elements have been applied differently depending on application's significant. It is used in widely application and can detect gases, vapor and smoke. Sensors are heated in at least two temperature cycles continuously from a starting temperature value according to their various kinds and a with a predetermined pattern which is optimized for selective gases. When, it is leaked, gas sensor can convert to pulse signal with different quantity of gases and this will show to you when it has been leaked in any area. Therefore, we can divide recall in 3 way : sound signal, printer and monitor. Furthermore the responding can be sent to control the valve element follow is set program.

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันชีวิตประจำวันของเรา ได้มีการยุ่งเกี่ยวกับเรื่องแก๊สมากขึ้น ที่พบเห็นเด่นชัดก็คือโศกนาฏกรรมที่เพิ่งเกิดมาเมื่อเดือนกันยายนที่ผ่านมา ปี2538 นี้เอง ทำให้มีผู้เสียชีวิตมากมาย สาเหตุก็เนื่องมาจากแก๊สและความประมาทของกลุ่มคนเพียงกลุ่มเดียวเท่านั้น นอกจากนี้แล้วในท้องปฏิบัติการณ์ต่างๆ ก็ยังมีการใช้แก๊สกันอย่างกว้างขวาง หรือแม้แต่ในบ้านเรือนทั่วไป ฉะนั้นเมื่อความต้องการมีค่ามากขึ้น โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเร่งผลิตให้มากขึ้น เพื่อตอบสนองความต้องการของมนุษย์ ยิ่งนับวันจะทวีสูงขึ้นเรื่อยๆ สาเหตุนี้เอง จึงอาจทำให้โรงงานอุตสาหกรรมขาดความรอบคอบ ในการบรรจุหรือการขนย้าย

ดังนั้น อันตรายจากการใช้แก๊สจึงมีมากขึ้น ควรนำจะหาวิธีป้องกันและลดอันตรายที่อาจจะเกิดขึ้น วิธีการอันหนึ่งที่ใช้ได้ก็คือ การตรวจจับแก๊สโดยใช้ GAS SENSOR เป็นหลัก ในการตรวจจับซึ่งตัวตรวจจับนี้มีหลายชนิด ขึ้นอยู่กับว่าเป็นแก๊สชนิดใด ในประเทศไทยเรา ยังมีใช้อุปกรณ์แก๊สเซนเซอร์นี้อยู่เนิ่นนาน สาเหตุเนื่องจากว่าอุปกรณ์ชนิดนี้ ถ้ามีประสิทธิภาพดีแล้วจะมีราคาแพงมาก แต่สำหรับโรงงานนี้แล้ว จะใช้ตัวเซนเซอร์ MODEL #TGS 813 ซึ่งเป็นชนิดเดียวที่มีอยู่ในขณะนี้ แต่สามารถนำมาใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพพอสมควร เมื่อเทียบกับราคาแล้ว คุณสมบัติอีกอย่างหนึ่งของแก๊สเซนเซอร์นี้ สามารถตรวจจับควันได้ด้วยแต่ไม่สู้จะดีนัก

จะเห็นว่า ระบบเตือนภัยแก๊สนี้ จะสามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวาง ในโรงงานจึงมีแนวความคิดว่า น่าจะนำมาประยุกต์ใช้กันให้แพร่หลายให้มากกว่านี้ จึงได้นำเอาระบบไมโครโปรเซสเซอร์ เข้ามาควบคุมการทำงานของระบบ ด้วยโปรแกรมการทำงานที่ตั้งไว้

นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงโปรแกรมได้อีกด้วย เพื่อให้สามารถทราบได้ทันทีเมื่อเกิดมีแก๊สรั่วไหล ในจำนวนหลาย ๆ แห่งที่มีการตรวจจับนี้อยู่ ทำให้ผู้มีหน้าที่รับผิดชอบได้ทราบ และมีหลักฐานจากเครื่องนิมน์ให้ทราบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีโครงสร้างและส่วนที่เกี่ยวข้อง

2.1 GAS DETECTING DEVICE

อุปกรณ์ตรวจจับ gas ใช้สำหรับตรวจจับ gas ที่ติดไฟ รวมทั้งการวัดที่อาศัยวัสดุสารกึ่งตัวนำ หมายความว่า จะมีกระแสไหลผ่านสารกึ่งตัวนำ เมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงความต้านทานไฟฟ้าภายในตัวเอง เนื่องจากสาเหตุของ gas ติดไฟ และการเกิดความร้อน (heating) หมายถึง สารกึ่งตัวนำนี้จะเกิดความร้อนขึ้น ในตัวเองตามคุณสมบัติของสารเอง

งานประดิษฐ์นี้มีความสัมพันธ์กับตัวตรวจจับ gas และการใช้ประโยชน์จากตัวนำด้วยวัสดุสารกึ่งตัวนำ metal oxide ซึ่งจะเกิดการเปลี่ยนแปลง ของความต้านทานทางไฟฟ้าเมื่อมี gas ไวกไฟเข้ามา เช่น hydrogen, carbon monoxide, alcohol vapor และ gasoline vapor และ smoke ซึ่งแบ่งตามชนิดของตัวตรวจจับแต่ละเบอร์ไป

ความร้อนดับแรกสำหรับการตรวจจับ gas และ smoke นั้นมีการใช้ประโยชน์จากเปลี่ยนแปลง ทางความต้านทานของเส้นลวด platinum wire และใช้ multi-state amplifier เพราะเมื่อมีการตรวจจับแต่ละครั้งนั้น กว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไป ต้องใช้เวลาเป็นนาทิจึงด้วยเหตุผลนี้จึงต้องมีส่วนประกอบอื่น ๆ มากมาย และโครงสร้างที่แพง เพื่อป้องกันการใช้งานในโดมหรือภายใต้ภาวะปกปิด

ศิลปะในการใช้งานอุปกรณ์นี้ สำหรับตรวจจับ gas คาร์บอนมอนอกไซด์ โดยเฉพาะนี้จะทำให้สีรอมตัวนั้นดำไว้ก่อน วิธี palladium chloride เป็นอีกวิธีที่ลดการกระทำของ gas คาร์บอนมอนอกไซด์ได้ การตรวจจับด้วยวิธี photo-tube อุปกรณ์ตรวจจับนี้ ใช้กรณีถ้าเกิดมีไอน้ำที่ระเหยเข้ามาครอบคลุมบริเวณ หรือเข้าไปในตัวตรวจจับนี้ อย่างมากจะทำให้ตัวตรวจจับ gas นี้ ไม่สามารถทำการตรวจจับ gas ดังกล่าวถึงข้อเสียลักษณะดังกล่าว จึงขอกกล่าวต่อเนื่องเลย ตัว sensor เมื่อถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำมาใช้ในงานของอุณหภูมิต่ำ ช่วงค่า gas คาร์บอนมอนอกไซด์ ทำให้การวัด ครั้งนี้ล้มเหลว เมื่ออุณหภูมิโดยรอบสูงเกินไป สาเหตุเพราะว่าจะเกิดมี gas กิ่ง เข้าแทรกได้ง่าย ซึ่งจะเกิดปัญหาขึ้นมา 3 ประการ กับ metal oxide semiconductor gas sensors ดังนี้ %

1) ขาดความไวในการ detecting หรือ ไม่มีความสามารถ ที่จะจำแนกความแตกต่างของแก๊สได้คือนอ

2) เมื่อเกิดความชื้นขึ้นที่ตัว sensor เองแล้วจะทำให้เกิดการผิดพลาดขึ้นเองกับตัว sensor เพราะเมื่อได้รับแก๊สแล้วผลทาง output ที่ออกมาแล้ว จะไม่สามารถแยกได้ เพราะจะมีลักษณะคล้ายกันหมด จึงถือว่าไอน้ำเป็นตัวที่มารบกวนตัว sensor ให้เกิดการ ทำงานผิดพลาดนั่นเอง

3) ปัญหา falling asleep หมายความว่า ในลักษณะของตัว sensor ที่เป็น solid state นี้ เมื่อติดตั้งไว้นานๆ แต่ไม่ได้ใช้งาน แล้วจะเกิดความล้าตัวเอง เมื่อนำไปใช้งานอีกครั้งจะทำให้เกิดการผิดพลาดขึ้น เพราะฉะนั้น ก่อนอื่นต้องมีการไล่ความชื้น ให้อยู่ในสภาพปกติก่อนการใช้งาน ประมาณ 20 นาที

เมื่อมีการตรวจจับแก๊ส กรณีที่ไม่ทราบว่าเป็นแก๊สชนิดใดนั้นจะต้องนำแก๊สนั้น มาทำการเปรียบเทียบกับอัตราส่วนของมาตรฐานการวัด ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับระดับ แอมพลิจูด เวลาเปรียบเทียบ curve ของแก๊สแต่ละชนิด

วัตถุประสงค์ของการประดิษฐ์ตัวตรวจจับแก๊สขึ้นมา นี้ เพื่อมาอธิบายพฤติกรรมล้า คับก่อนหลัง ของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊ส และเตรียมพร้อมอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สให้มีความไวที่สุด ในการใช้งานตรวจจับแก๊สและควัน ซึ่งสามารถตรวจจับได้ซ้ำๆ กัน อุปกรณ์ ตรวจจับแก๊ส ที่มีส่วนประกอบสอดคล้องกัน ตามโครงสร้างของ metal oxide semiconductor material ซึ่งจะเป็ นวัสดุที่มีการเปลี่ยนแปลง ทางความต้านทาน ไฟฟ้า เมื่อเกิดการแผ่ของแก๊สและควัน คู่ของอิเล็กทรอนิกส์ก็จะให้กระแสตาม ลักษณะโครงสร้าง ความร้อนที่เกิดขึ้นที่ตัว จะทำให้การทำงานของตัว sensor มีความเสถียรภาพมากขึ้น พร้อมทั้งปรับปรุงความไวด้วย และยังผลิตสัญญาณออกมาเตือนภัย (alarm) เมื่อความต้านทานของ body เกิดการเปลี่ยนแปลง เมื่อ ตรวจจับแก๊สได้ อธิบายโครงสร้างดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1. เป็นกราฟที่แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความไวในการตรวจ
จับแก๊สของอุปกรณ์ตรวจจับที่เป็นสารกึ่งตัวนำ

รูปที่ 2. เป็นภาพด้านข้างของ body อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สที่สอดคล้องกับงานประ
ดิษฐ์นี้

รูปที่ 3. เป็นภาพตัดด้านขวางตามแนวเส้น 3-3 ของรูปที่ 2

รูปที่ 4. เป็นภาพตัดด้านข้าง 2 ส่วน ของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊ส

รูปที่ 5. เป็นภาพตัดด้านข้างของรูปที่ 4 ตามแนวเส้น 5-5

รูปที่ 6-8. เป็นภาพส่วนย่อยของส่วนเติมเต็มต่างๆ ของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊ส

รูปที่ 9. เป็นภาพของส่วนที่ยังเหลืออยู่

รูปที่ 10. เป็นกราฟอธิบายการทำงานของ gas detecting device ของ
รูปที่ 9

อ้างอิงรูปที่ 1. ข้อกำหนดของความต้านทาน SnO_2 sensing element
ของ gas detecting device ของงานประดิษฐ์ตัว sensor นี้ ถูกพล็อตขึ้นมา
จากศูนย์รวมที่ตรงกันข้าม (abscissa) กับ isobutane ในอากาศที่อุณหภูมิต่างกัน
slope ของ curves จะบ่งบอกถึงความไว ในการตรวจจับของ element เปลี่ยน
แปลงอย่างไม่เป็นระเบียบ และไม่ต่อเนื่องดังที่ได้เคยอ้างอิงแก๊สที่อุณหภูมิต่ำ เช่น
 60°C และอุณหภูมิสูงถึง 350°C อย่างไรก็ตาม curve เป็นความสัมพันธ์ แบบ
uniform และต่อเนื่องภายในย่านอุณหภูมิประมาณ 150°C ถึง 250°C ซึ่ง
มีการใช้มากในย่านนี้ ด้วยเหตุผลดังกล่าวว่าทำไมจึงใช้ gas sensing element
มาเป็นสิ่งประดิษฐ์นี้ เพื่อนำไปใช้กับอุปกรณ์ heating

อ้างอิงรูป 2. และ 3. ดังแสดงถึงรูปร่างของสิ่งประดิษฐ์ที่เป็นท่อฉนวน
(insulating tube) 2 ทำด้วยเซรามิกตั้งตัวอย่าง ความหนาของผนังท่อ 2
ถูกทำขึ้นด้วยแผ่นบางเท่าที่เป็นไปได้ ด้วยโครงสร้างที่แข็งแรงพอเพียง รูปร่าง
ring-shaped metal oxide semiconductor 10 ถูกติดตั้งบนผิวหน้าของจุดกึ่ง
กลางของท่อฉนวน 2 ตัวอย่างเช่น metal oxide semiconductor อาจเป็น
 SnO_2 ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำชนิด N-TYPE ชั้นของ SnO_2 สามารถประยุกต์ เป็นชั้น
กลมรอบ ๆ โดยประมาณ ดังรูป 3. โดยจะขึ้นรูปด้วยการอัด, เผาหรือขัด ด้วยการยิง
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

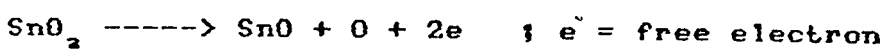
อย่างเหมาะสม ซึ่งแผ่นฟิล์มบาง ๆ ของ SnO_2 สามารถใช้ได้ตามโอกาสที่ต้องการ

metal electrodes 61 และ 62 ถูกอ้างถึงบนผิวทั้ง 2 ของ metal oxide semiconductor body 10 ทำ electrical contact โดยใช้วิธีการพัฒนาไอลงไปกองรวมไว้อย่างเหมาะสม lead-out conductors 81 และ 82 ทำต่อไปถึง metal electrode 61 และ 62 และขดลวดความร้อนวงกันหอย 12 เป็นตำแหน่งภายในท่อฉนวน 2 , heater 12 อาจจะเป็นก้านตรง เมื่อท่อฉนวนมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายในเล็ก ๆ

ในอุปกรณ์ตรวจจับ gas ตัวนำที่เป็นสาย 81 และ 82 ถูกต่ออนุกรมกัน เช่น ต่อกับ buzzer 14 เข้าไปในบ้าน ที่เวลาเดียวกัน แรงดันพอเหมาะ ถูกนำมาใช้กับ heater 12 ไปจนเกิดความร้อนขึ้นที่ตัว metal oxide semiconductor 10 ที่ $150^{\circ}C$ ถึง $250^{\circ}C$

ในปัจจุบันอุปกรณ์ตรวจจับ gas ถูกติดตั้งในบรรยากาศรอบตัวค่าความต้านทานของ metal oxide semiconductor (MOS) 10 ประมาณ $1/2$ เมกกะโอห์ม ในกรณีนี้ buzzer ไม่สามารถเตือนเหตุถ้ามีกระแสไหลผ่านตัวเองน้อย 14 เมื่อได้รับ gas ในอากาศเพียง 1 % อย่างไรก็ตามความต้านทานของ MOS 10 มีค่าประมาณ 1200 โอห์ม และ buzzer จะเกิดเสียงเตือนขึ้น เมื่อศูนย์กลางของ town-gas drops ลง 0 % ความต้านทานของ MOS body 10 กลับมาเป็น $1/2$ เมกกะโอห์มซึ่งจะเกิดขึ้นภายในเวลาอันสั้น

วัสดุ MOS 10 ประกอบด้วยสาร N-TYPE เช่น ZnO , Fe_2O_3 , TiO_2 , V_2O_5 , MnO_2 , WO_2 , ThO_2 , MoO_3 , CdO or $PbCrO_4$ ในการเพิ่ม SnO_2 เข้าไปในส่วนประกอบที่เป็นรูปร่างขึ้น gas ที่ตรวจจับได้ เช่น H_2 , CO , C_2H_2 , CH_4 , C_2H_5OH , C_2H_6 และ C_4H_{10} และควัน การนำไฟฟ้าของ N-TYPE MOSs เช่น SnO_2 , ZnO , Fe_2O_3 เป็นต้น จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการแพร่กระจายของ gas เกิดขึ้น ในประเภทของ SnO_2 ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำ N-TYPE การนำไฟฟ้านั้นขึ้นอยู่กับการแพร่กระจายของอิเล็กตรอน ถ้า gas เกิดการแพร่มา ติดต่อกับ crystal ของ SnO_2 ก็จะเกิดปฏิกิริยาใน crystal คล้ายกับเป็นการ reducing ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Oxygen ถูกกระจายอิเล็กตรอนของอ็อกซิเจนออกจกตัวใน Cry-
 tal ซึ่งจะเพิ่มความนำขึ้นในทิศทางที่สอดคล้องกับการทดลอง มีการพบว่า การเปลี่ยน
 ความนำของ SnO_2 มีความสัมพันธ์เฉพาะกับแก๊สเท่านั้น และจริง ๆ แล้ว ขึ้นอยู่กับ
 เวลาการแพร่กระจายของบรรยากาศ เมื่อแก๊สเกิดการรั่วไหล การเปลี่ยนแปลง
 ความนำของวัสดุอื่น ๆ เช่น ZnO และ Fe_2O_3 ถูกผลิตมาในลักษณะที่คล้ายกัน

รูปร่างสารกึ่งตัวนำ 10 สามารถทำด้วยวัสดุ MOS มีความนำเป็นแบบ
 P-TYPE ตัวอย่างเช่น P-TYPE MOS ซึ่งรู้จักกันในนามของ Cr_2O_3 , MoO_3 , CoO และ
 NiO เมื่อวัสดุ P-TYPE MOS เหล่านี้ถูกให้ความร้อนมันก็จะซึมซับ OXYGEN ใน
 อากาศในรูปของ hold ใน Crystals ซึ่งมีความไวสูงมาก อย่างไรก็ตาม P-TYPE
 Semiconductor จะเกิดการลดอุณหภูมิกรรม ดังกล่าวลง เมื่อ gas และ คิวบิตลดลง
 จำนวน hold ที่ว่างของ OXYGEN ถูกผลิตใน P-TYPE Semiconductor Crystal
 ไปรวมตัวกับ free electrons โดย free electrons เหล่านี้ถูกเติมลงใน hold
 ก็จะไปเพิ่มความต้านทานของ Semiconductor

ในกรณีของ P-TYPE Semiconductor มันมีความสำคัญกับ buzzer
 14 กับ Relay และต่อวงจรเตือนด้วยการติดต่อจาก Relay Relay นี้ถูกนำไปใช้
 เพื่อคอยจ่ายพลังงานสนามไฟฟ้าให้ buzzer ทางอ้อม เมื่อควันหรือแก๊สในอากาศลด
 ลง Contact ก็จะไปปิดเป็นเหตุให้ไม่มีพลังงานจ่ายให้ buzzer การเตือนก็จะหยุดลง
 เมื่อ P-TYPE Semiconductor จะมี Relay เป็นตัวจ่ายพลังงาน
 ให้อีกครั้ง Power จากการสมมติ นำเอามาพิจารณาเปรียบเทียบกับ N-TYPE
 Semiconductors อย่างไรก็ตาม การเตือนนั้นจะไม่เคยผิดพลาด แม้จะเป็น
 เรื่องยากสำหรับการตรวจจับแก๊สอย่างทันทีทันใดก็ตาม

รูป 4. และ 5. แสดงถึงรูปพื้นฐานภายนอกที่ 2 ของอุปกรณ์ตรวจจับ Gas
 Insulating Rod 16 ซึ่ง Ceramic มี 3 electrode 18, 20 และ 22 fixed.
 ชั้นบาง ๆ 24 ของ MOS ของ N-TYPE หรือ P-TYPE เมื่อเกิดการนำก็จะไปจ่าย
 พลังงานให้ที่ main body ระหว่าง electrode 18 และ 20 heater winding
 26 ถูกทำเป็นขดระหว่างอิเล็กโทรด 20 และ 22 และปลายทั้ง 2 ของขด
 ลวดความร้อน 24 ต่อกับ electrode 20 และ 22 เมื่อชั้นสารกึ่งตัวนำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

N-TYPE Semiconductor ในโครงสร้างนี้ electrode 18 ต่อผ่าน buzzer 14 ถึง terminal ของ secondary winding ของหม้อแปลง 28 จะต่อไว้กับ supply ซึ่งจะมีกระแสไหลผ่านไปยัง heater 26 ที่ชั้นสารกึ่งตัวนำ 24 ก็จะได้รับความร้อน

โครงสร้างลักษณะของอุปกรณ์ตรวจจับ gas ทำขึ้นสำหรับใช้เตือนเมื่อมีแก๊สเข้ามา เช่น H_2 , Co, C_2H_2 , CH_4 และ คาร์บอน ที่เกิดในอากาศค่า ๆ หนึ่งสูงกว่าปกติ การทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สดังแสดงในรูป 2 , 3

รูป 6. โครงสร้างลักษณะที่ 3 ของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สนี้ Insulating Plate 40 ขึ้นรูปด้วย Ceramic มี electrode 42 ประกอบด้วย ขดลวดตัวนำและกระจกตะกั่ว (Solder Glass) 44 ONE FACE, Coil Heater 48 ของ Pt, Rd, Au, Nichrome หรือ Like หรือ Alloy บรรจุด้วย Glass Adhesive 50 ถึงผิวหน้าอื่นของแผ่นฉนวน 4 heater 48 มีสายตัวนำ 52 และ 54 Numeral 56 กำหนดด้วย P-TYPES or N-TYPES MOS มีรูปร่างเป็นวงรีและปิดด้วยแผ่นฉนวน 40

ในอุปกรณ์ตรวจจับแก๊ส สายตัวนำ 46 และ 52 จะต่อปลายทั้งสองข้างเข้ากับ buzzer 14 ของอุปกรณ์เตือน รวมทั้ง Relay และ Power Supply 58 และ heater current source 60 ถูกต่อระหว่างตัวนำ 52 และ 54 เมื่อลดแก๊สที่ส่วนกลางลง เช่น H_2 , Co, C_2H_2 หรือ CH_4 หรือ คาร์บอนในอากาศเพิ่มขึ้น การนำทางไฟฟ้าของ semiconductor 56 เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (ในกรณีของ N-TYPE) หรือลดลง (ในกรณีของ P-TYPE) ดังนั้นกระแสที่ไหลจาก Power Supply 58 ไปยัง buzzer 14 , conductor 46 , electrode 42 , semiconductor 56 , heater 48 และ conductor 52 และ 54 เข้าไปยัง Power Supply 58 ส่งสัญญาณไปยัง buzzer 14 สามารถกำเนิดสัญญาณเตือนออกมาได้

อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สดังรูป 7. Metal Electrode 70 ขึ้นรูปโดยการระเหย หรือ baking บนผิวหนึ่งของฉนวน 40 และตัวนำ 46 ต่อไปยัง Electrode 70 รายละเอียดการทำงานและโครงสร้างอื่นของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สนี้ ดังรูป 6.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างลักษณะที่ 5 ดังรูป 8. เป็นรูปร่างของตัวตรวจจับแก๊สขนาดเล็กตามรูปร่าง MOS ลักษณะกลม 66 มี diameter 1mm. หรือ เนื้อหนาน้อยกว่าตัวอย่าง linear heater 68 และ Electrode ก้านตรง 74 แทรกภายใน Numeral 46 และ Numeral 52 และ 54 อ้างถึงสายตัวนำของ heater 68 และ Electrode 74 ตัวนำ 46,52 และ 54 เท่ากับส่วนของ heater 68 และ Electrode 74 หลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สภายใน semiconductor มีสัมประสิทธิ์อุณหภูมิทางลบของความต้านทาน ถูกใช้กับ heater ให้ความร้อนวัสดุตัวนำ MOS วัสดุอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สใช้ใน GAS DETECTING DEVICE จะต้องมีการบำรุงรักษาที่อุณหภูมิสูงขึ้น เช่น 150°C to 250°C เพื่อที่จะปรับปรุงความไวของการตรวจจับแก๊ส และคุณลักษณะความเสถียรภาพระหว่าง course การใช้อุณหภูมิบรรยากาศ ต้องมีความแตกต่างเกิน 40°C ซึ่งมันเป็นการยากที่บำรุงรักษาค่าไว้ให้คงที่โดยใช้ประโยชน์ Joule's heat ของ heater จาก Metallic Resistance Wire รวมถึงการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ของอุณหภูมิโดยรอบ

รูปที่ 9. Rod-Shape รูปร่าง Gas Detecting Metal Oxide 84 และ Semiconductor Rod 86 อาจจะมีความแตกต่างมากกว่า สารกึ่งตัวนำ Gas Detecting 84 แต่อาจเหมือนกัน เช่น เพล SnO_2 ขึ้นรูปเป็น Single Body Numeral 88,90 และ 92 ซึ่งให้เห็นถึง Electrode แบ่ง Electrical contact กับ Semiconductor Rod ทั้งสองที่อ้างถึง

จากรูป Electrode 88 และ 90 ทำเป็นข้อต่อผ่านไป buzzer หรือ Relay ไป Power Supply และ Electrode 90,92 ถูกต่อกับความที่เสถียร 94 มีค่า ๆ หนึ่ง เช่น σ_0 (โอห์ม) ความต้าน R ของ Semiconductor Heater Rod 86 เป็นค่าความต้านทานค่าหนึ่งที่สูงพอสมควร σ_0 ของตัวต้านทานเสถียรภาพ 94 ประการแรก Major Part ของ Source Voltage v_0 ถูกประยุกต์มาใช้กับ Semiconductor Heater 86 ให้ความร้อนในตัวมันเองด้วยการเพิ่มอุณหภูมิของ Semiconductor Heater 86, Resistance ทำให้ค่าต่ำและปริมาณความร้อนที่เปลี่ยนแปลง รูป 10. แสดงความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงปริมาณความร้อนค่าหนึ่ง และความต้านทานของ Semiconductor Heater 86 ดังรูป ค่าความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาดเห็นาไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

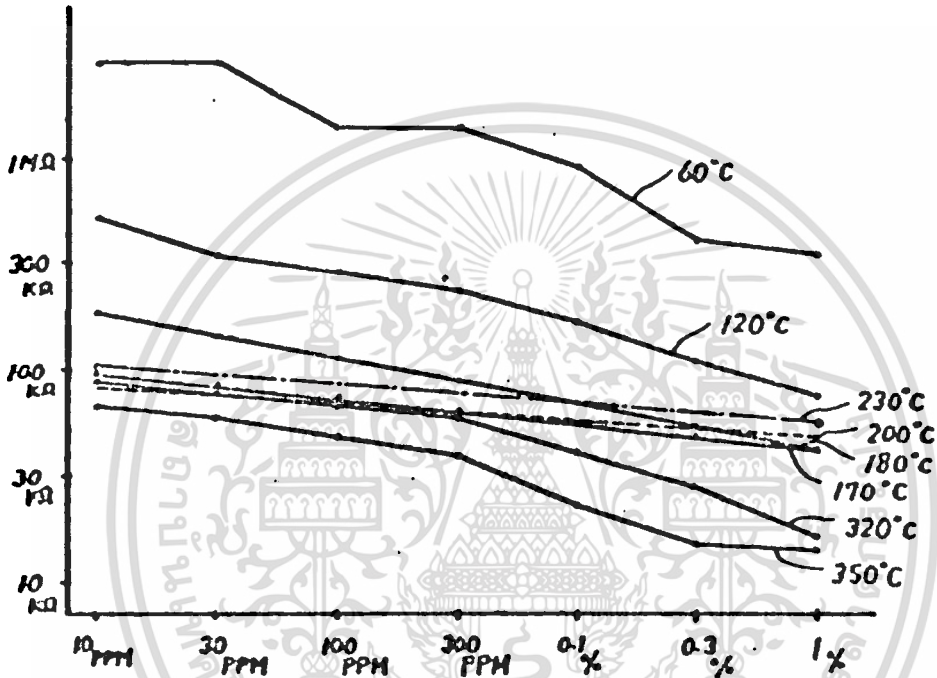
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ร้อนสูงสุด (v^2) 4σ จะได้รับเมื่อความต้านทาน R ของ Semiconductor Heater Rod 86 มีค่าเท่ากับ σ ของตัวต้านทานเสถียร 94 ถ้าความต้านทาน σ ของตัวต้านทานเสถียร 94 และความต้านทานสัมพันธ์กับลักษณะอุณหภูมิของวัสดุสารกึ่งตัวนำของ Semiconductor Heater 86 ถูกเลือกใช้ เพื่อพิจารณาปริมาณความร้อนที่จุด R_1 เมื่อ $R_1 = \sigma$, ความต้านทาน R ของ Heater Rod 86 กลายมาเป็นความต้านทานต่ำกว่า R_1 ถ้าอุณหภูมิรอบตัวเพิ่มขึ้น ในทางตรงกันข้าม R จะกลายมาเป็นค่าสูงกว่า R_1 ในกรณีที่อุณหภูมิกลับลงมามีค่าอีกครั้ง ดังนั้น อุณหภูมิของ GAS DETECTING SEMICONDUCTOR 84 ต้องรักษาให้มีค่าคงที่ค่าหนึ่งไว้ คอยเทียบกับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปรอบข้าง ถ้ามีการแพร่ของแก๊ส ก็สามารถตรวจจับได้ด้วยควมไว โดยที่สาร Semiconductor Heater จะต่อผ่านโดยตรง กับตัวต้านทานเสถียร ถึง Power Supply ในรูป 9. มีความไวสูง ในการเปรียบเทียบกับ Metal Wire Heater โดยใช้ Semiconductor Heater เป็นการเพิ่มข้อดีเข้าไปด้วย ซึ่งใช้หม้อแปลงลงมีราคาแพงสำหรับ Heater ที่บางครั้งไม่ต้องการใช้เท่าไร เพราะสามารถใช้อุปกรณ์ราคาถูกลงกว่าได้

อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สนี้มีความไวกับสารเคมีดังนี้ H_2 , CO , C_2H_4 , C_4 , C_2H_5OH , C_3H_8 , C_4H_{10} , GASOLINE VAPOR, SMOKE, ฝุ่นถ่าน ซึ่งมีความไวที่ดีมากตัวหนึ่ง

อุปกรณ์ตรวจวัดแก๊ส

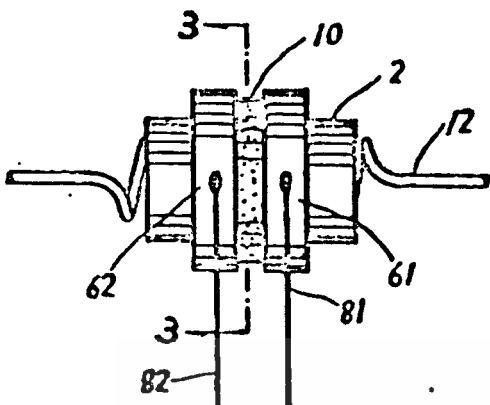


รูปที่ 1.

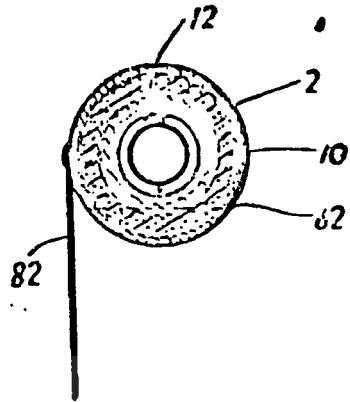
INVENTOR.
NAOYOSHI TAGUCHI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

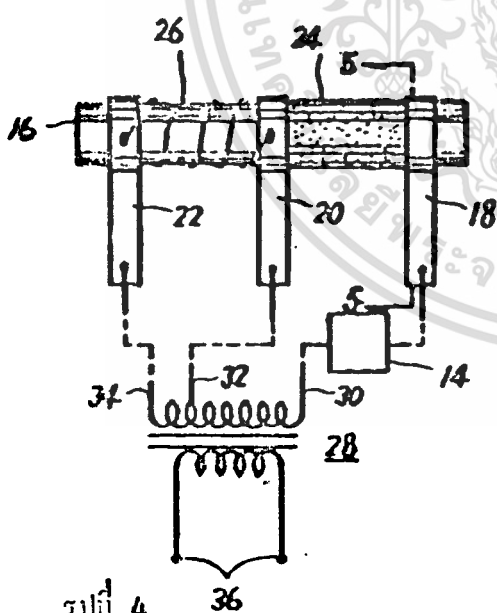
อุปกรณ์ตรวจจับสนิท



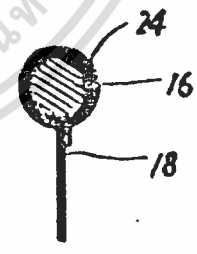
รูปที่ 2.



รูปที่ 3.

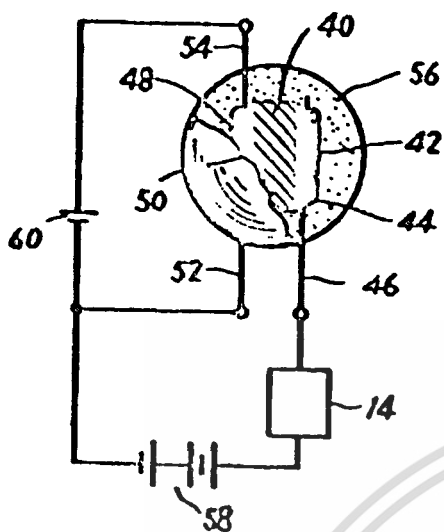


รูปที่ 4.

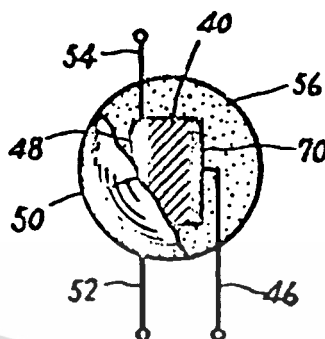


รูปที่ 5.

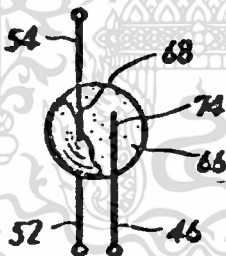
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.



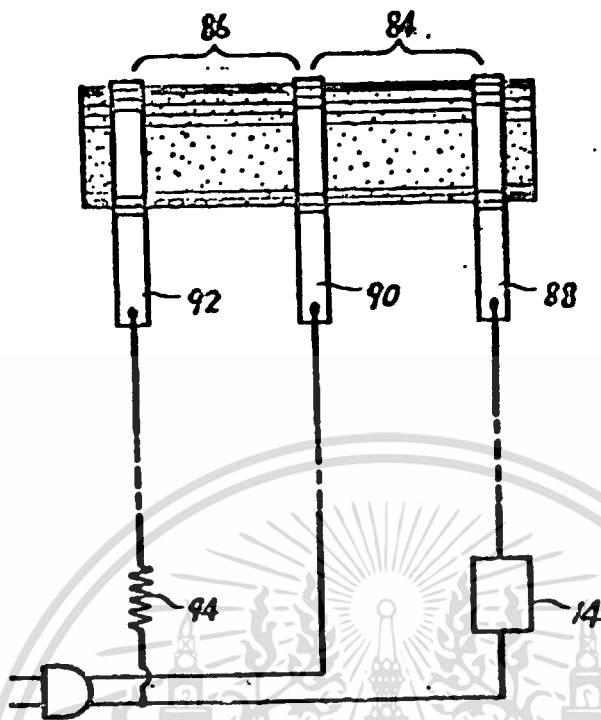
รูปที่ 7.



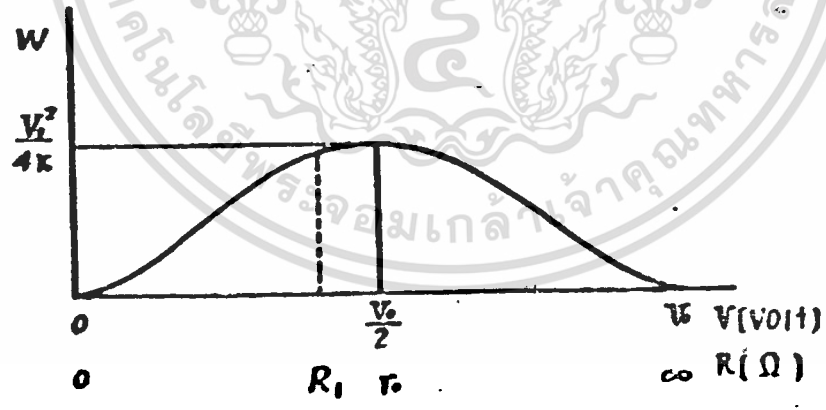
รูปที่ 8.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ตรวจจัมแก๊ส



รูปที่ 9.



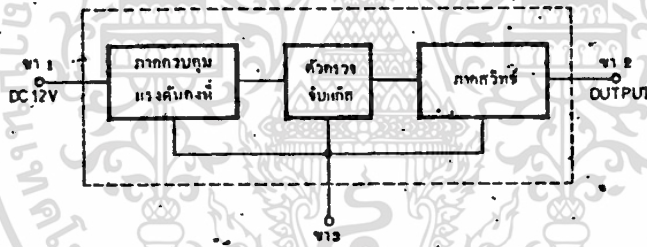
รูปที่ 10.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

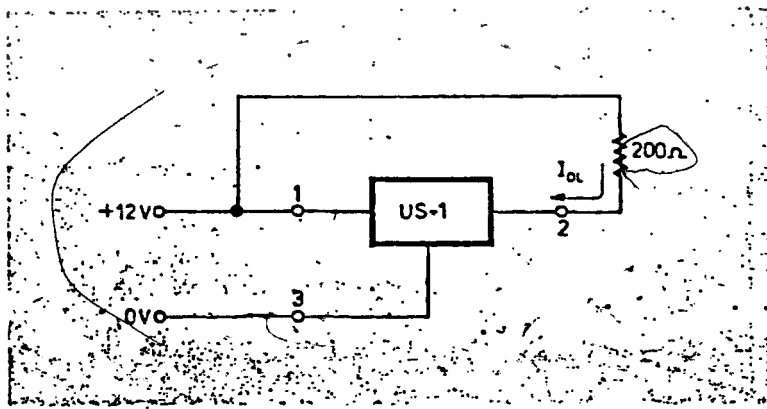
2.1.1 GAS SENSOR US-1 (#TGS 813)

แก๊สเซนเซอร์ เป็นรุ่นที่ใช้ในโครงการนี้ แก๊สในที่นี่หมายถึง แก๊สมีเทน (methane) ที่นำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงในรถยนต์ สามารถเห็นกันโดยทั่วไป ต่อไปในอนาคตคงอาจจะสามารถนำไปประยุกต์ ใช้ในอุปกรณ์ต่างๆ ได้อีกเพราะโอกาสที่จะเกิดมีอันตรายเกิดขึ้นแก๊สรั่วขณะใช้งานนั้นมีมาก จึงได้มีการผลิตตัวตรวจจับแก๊สขึ้นมา โดยบริษัท FIGARO ในประเทศญี่ปุ่น และให้ชื่อรุ่นว่า US-1

ลักษณะการใช้งานตัวตรวจจับ รุ่น US-1 มีลักษณะเป็นโมดูลกลมๆ ภายใน ประกอบด้วยตัวตรวจจับแก๊ส , วงจรเรกกูเรเตอร์ และวงจรสวิทช์มีชาโวลต์ ออกมา 3 ขา เพียงแต่ต่อไฟเข้าก็สามารถใช้ได้ทันที โครงสร้างภายนอก/ภายใน เป็นดังรูป 2.11



รูป. 2.11 แสดงโครงสร้างภายนอกและการต่อใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารรูป 2.12 ห่วงจรพื้นฐานของการต่อตัวตรวจจับแก๊สไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานนี้ ใช้ของบริษัท ภูมิภาค จำกัด รุ่น #TGS 813 ซึ่งเป็นสารกึ่งตัวนำที่ไวต่อแก๊สพอลสมควาร อีกอย่างมันเป็นรุ่นเดียวที่มีใช้กันอยู่(ขายในท้องตลาด)

MODEL# TGS 813 นั้นจะมีความไวต่อแก๊สหุงต้ม เช่น โพรเพน บิวเทน และมีเทน เป็นต้น จึงทำให้เหมาะที่จะนำมาใช้ทำเครื่องตรวจจับแก๊สหุงต้ม ที่รั่วในบ้านที่อยู่อาศัยและเนื่องจาก ไม่ไวต่ออัลกอฮอล์และคาร์บอนไดออกไซด์ จึงลดปัญหาการเตือนผิดพลาดไปได้มาก

2.1.3.1.1 ลักษณะโครงสร้างของแก๊สเซนเซอร์

แก๊สเซนเซอร์ ถูกสร้างขึ้นมาจากสารกึ่งตัวนำชนิด N-type ซึ่งประกอบด้วยดีบุกออกไซด์(Tin-oxide:SnO₂) ซึ่งจะมีคุณสมบัติคือ ค่าความนำไฟฟ้า (conductivity) จะเพิ่มเมื่อมีพวกแก๊สติดไฟ (combustible gases) เข้ามาทำปฏิกิริยา อาทิเช่น ไฮโดรเจน คาร์บอนมอนอกไซด์ มีเทน ฯลฯ

รอบๆ สารกึ่งตัวนำจะมีลวดความร้อน ล้อมรอบอยู่เพื่อทำหน้าที่ให้แก๊สและไอถูกดูดซับและระเหยไปได้เร็วขึ้น และยังเป็นการลดผลของอุณหภูมิภายนอก และความชื้นที่จะมามีผลต่อการนำไฟฟ้าของชั้นสารกึ่งตัวนำ

-คุณสมบัติหลักของแก๊สเซนเซอร์

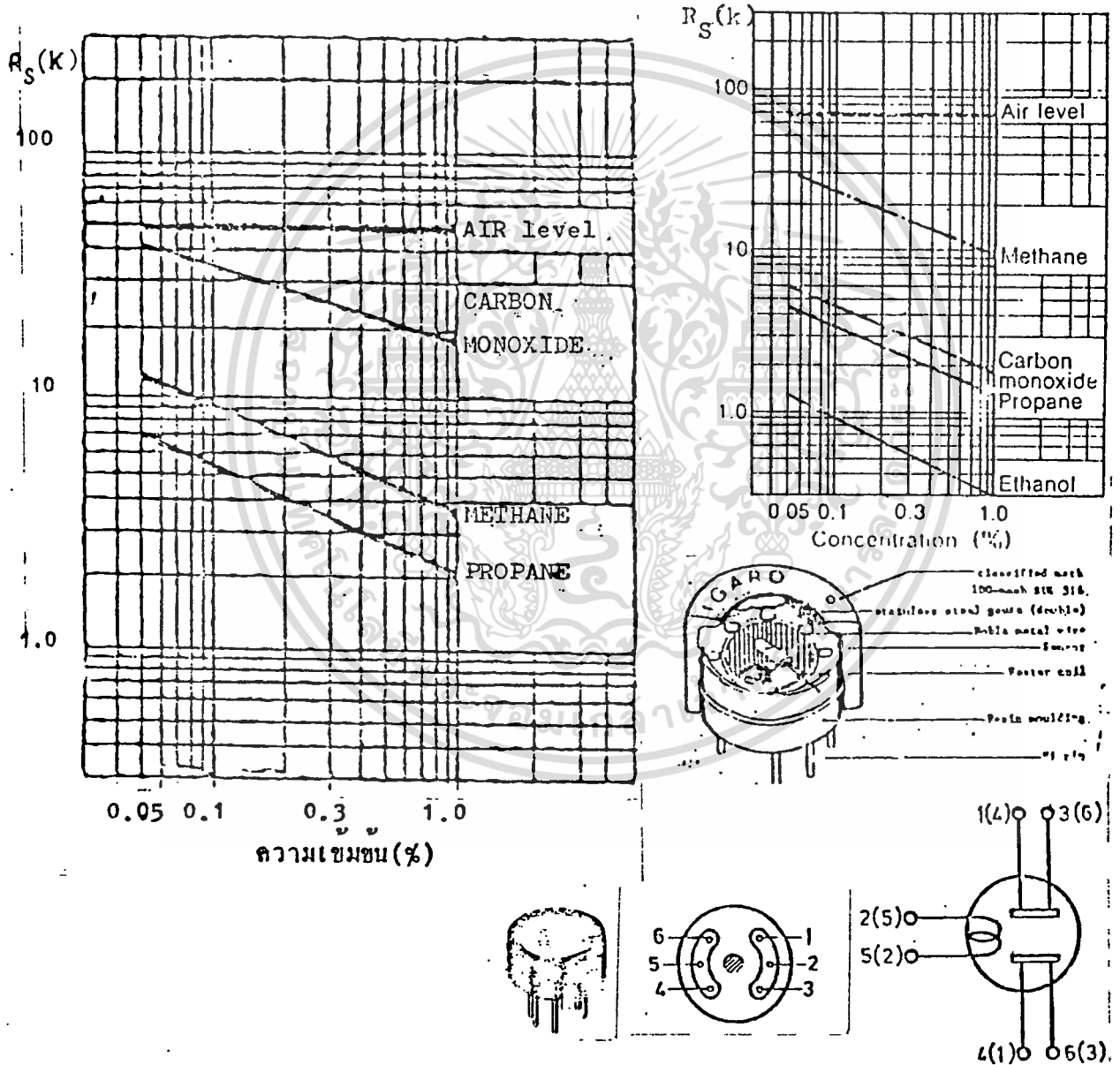
เมื่อโมเลกุลของแก๊สถูกดูดซับบนผิวของสารกึ่งตัวนำ จะทำให้เกิดการถ่ายเทพลังงานขึ้น อันเนื่องมาจากความแตกต่างระหว่างระดับพลังงานของโมเลกุลของแก๊ส กับผิวสารกึ่งตัวนำ เช่น สารกึ่งตัวนำชนิดเอ็น อ็อกซิเจนซึ่งตามคุณสมบัติจะเป็นตัวรับอิเล็กตรอน (เนื่องจากอิเล็กตรอนวงนอกสุดของแก๊สอ็อกซิเจนเป็น 6) ซึ่งเมื่อมันถูกดูดซับบนผิวสารกึ่งตัวนำ ส่งผ่าน ๆ มายังอ็อกซิเจนที่ถูกดูดไว้ จะเป็นผลให้ค่าความนำทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำในแก๊สเซนเซอร์ลดลง ในทางกลับกันถ้าปริมาณของแก๊สอ็อกซิเจน มีน้อย แรงดันจะน้อย ค่าความนำทางไฟฟ้าของสารกึ่งตัวนำก็จะสูงขึ้น เนื่องจาก ความดันของอ็อกซิเจนในอากาศนี้ ค่าที่ในสภาวะปกติ อัตราส่วนและปริมาณของอ็อกซิเจน ที่ถูกดูดโดยแก๊สเซนเซอร์ จะมีความสัมพันธ์กับอุณหภูมิของแก๊สเซนเซอร์ ฉะนั้นค่าความนำไฟฟ้าของแก๊สเซนเซอร์คงที่ นั่นคือในสภาวะปกติตัวแก๊สเซนเซอร์จะรับเอาอ็อกซิเจนไว้แล้ว และมีค่าความนำไฟฟ้าอยู่ที่ค่าหนึ่งคงที่ ดังนั้น ถ้ามีแก๊สชนิดอื่น ซึ่งเป็นแก๊สชนิดที่ติดไฟ เช่น พวก"ไฮโดรคาร์บอน"เข้ามา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โมเลกุลของแก๊สที่เข้ามาแทนที่ จะเกิดการถ่ายเทจำนวนอิเล็กตรอนไปในทิศทางตรงกันข้ามกับอิเล็กตรอน คือ อิเล็กตรอนจะส่งผ่านไปยังสารกึ่งตัวนำที่มีความเข้มข้นของอิเล็กตรอนมากกว่า เป็นผลทำให้ค่าความนำไฟฟ้าของตัวแก๊สเซนเซอร์เพิ่มขึ้น นั่นคือค่าความต้านทานของมันลดลง และจะทำการลดลงเท่าไรนั้น ขึ้นอยู่กับความเข้มข้นของแก๊สที่เข้ามาและชนิดของแก๊สด้วย ดังรูปโครงสร้างภายนอกของ TGS#813 และกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความต้านทาน

TGS # 813

TGS #812



รูป 2.14 แสดงกราฟความต้านทานของสารกึ่งตัวนำที่ความเข้มข้นของแก๊สต่าง ๆ และลักษณะโครงสร้างของแก๊สเซนเซอร์

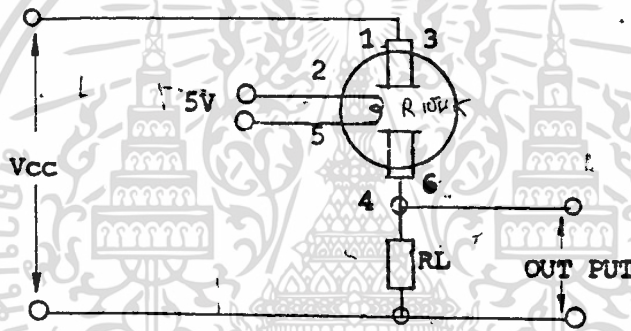
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-วิธีการใช้งานของตัวแก๊สเซนเซอร์

การใช้งานของแก๊สเซนเซอร์นี้ จะใช้แรงดันโดยประมาณ 5 v มาป้อนให้แก่วลวดความต้านทาน (Heat-Wire) ขดลวดจะกินกระแสไฟฟ้าประมาณ 125 mA แล้วต่อปลายอิเล็กโทรด (Electrode) ทั้งสองของชั้นสารกึ่งตัวนำพาไปหาไฟเลี้ยงโดยประมาณ ซึ่งผ่านความต้านทานโหลด (R_L) ดังรูป

ไฟเลี้ยงนี้ต้องไม่เกินกว่า 24 v อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปแล้วมักใช้ไฟเลี้ยงมีค่าน้อยกว่า 5 v และไม่มากกว่า 15 v

เนื่องจากคุณสมบัติต้านทานความต้านทาน หรือความไวของตัวแก๊สเซนเซอร์นี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและความชื้นมาก ดังนั้น เพื่อให้การทำงานดีขึ้นและเชื่อถือได้สูง ไฟเลี้ยงวงจรขดลวดความร้อนจึงควรมีค่าคงที่



รูปแสดงวิธีการใช้งานตัวแก๊สเซนเซอร์แบบเบื้องต้นที่ง่าย

-พื้นฐานในการวัดด้วยแก๊สเซนเซอร์

ในสภาวะอากาศปกติ ตัวแก๊สเซนเซอร์จะมีความต้านทานไฟสูง High Electrical Resistance ถ้าตัวเซนเซอร์อยู่ในสภาวะที่มีแก๊สติดไฟปกคลุม ก็จะทำให้ค่าความต้านทานของตัวมันเองลดลง เนื่องจากความชื้นของแก๊สดังได้กล่าวมาแล้ว จากการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานนี้ ทำให้แรงดันที่ตกคร่อมความต้านทานโหลด (R_L) เปลี่ยนแปลงไปด้วย

นั่นคือ เมื่อความต้านทานของแก๊สของแก๊สเซนเซอร์ลดลงมากจะได้ค่าแรงดันที่ความต้านทานโหลดสูงขึ้น ซึ่งเราสามารถนำปริมาณของแรงดันดังกล่าวไปเปรียบเทียบกับปริมาณของแก๊สที่รับเข้ามา

อย่างไรก็ตาม เนื่องจากความต้านทานของชั้นสารกึ่งตัวนำไม่ได้ลดลงเป็นอัตรา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนกับปริมาณของแก๊สหรือไอ แต่เปลี่ยนแปลงในลักษณะเอ็กโปเนนเชียล (Exponential) ดังนั้น จะแปรค่าแรงดันที่ได้รับออกมาเป็นความเข้มข้นของแก๊ส โดยตรงไม่ได้ ใช้ได้แต่ เปรียบเทียบว่า มีมากหรือน้อยเท่านั้น

ลักษณะสำคัญอีกอย่างหนึ่งในตัวแก๊สเซนเซอร์ก็คือ มันสามารถคงค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลง อันเนื่องมาจากความเข้มข้นของแก๊สไว้ชั่วระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งนับว่าเหมาะสมสมควรกว่าจะกลับสู่สภาพปกติ

-ข้อเสนอแนะบางประการที่ควรทราบ

เมื่อเริ่มใช้งานควรจะอุ่นตัวแก๊สเซนเซอร์ก่อนประมาณ 10 นาที ให้ความต้านทานของชิ้นสารกึ่งตัวนำเข้าที่เสถียรก่อนและถ้าไม่ได้ใช้งานมานานหรือเก็บไว้ในที่มีความชื้นมาก ๆ มานาน ก็ควรไล่ความชื้นหรือแก๊สพิษที่ตกค้างค้างเสียบก่อน โดยการป้อนแรงดันไฟฟ้าให้ขดลวดความร้อนสูงกว่าปกติเล็กน้อย เช่น ป้อนประมาณ 6 V เข้าไปประมาณ 2-3 นาทีก่อนแล้วจึงค่อยลดลงมาเป็น 5 V ตามเดิม

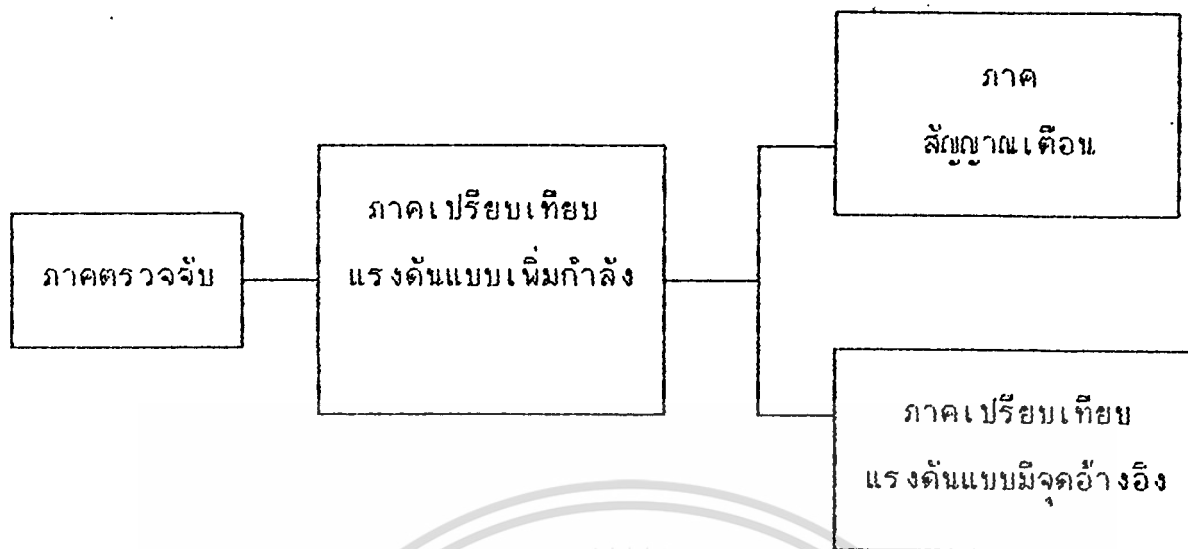
เมื่อมันพร้อมแล้วจะสามารถรับรู้การเปลี่ยนแปลงของปริมาณแก๊สไม่ก็วินาทีเท่านั้น และเมื่อแก๊สหมดไปแล้วก็จะกลับคืนสู่สภาพเดิมได้อีกในเวลาประมาณ 2-3 นาที

2.1.3.2 กลุ่มวงจรเครื่องจับแก๊ส

มีส่วนประกอบหลักอยู่ 4 ภาคด้วยกัน คือ

- ภาคตรวจจับ
- ภาคเปรียบเทียบแรงดันแบบป้อนกลับเพิ่มกำลัง
- ภาคสัญญาณเตือน
- ภาคเปรียบเทียบแบบมีแรงดันอ้างอิงธรรมดา

ซึ่งสามารถเขียนเป็น Block Diagram ได้ดังนี้



รูป 2.15 โคอะแกมรล่วนประกอบ

- ภาคตรวจจذب

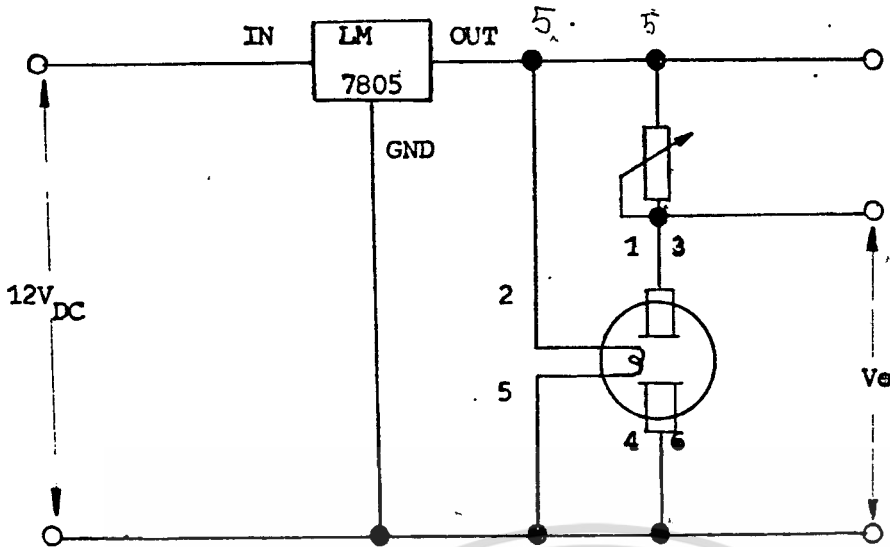
วงจรภาคตรวจจذب ประกอบด้วย ไอซีเรกูเลท (IC Regulate), ตัวแก๊สเซนเซอร์, ตัวความต้านทานปรับค่าได้

ในการใช้งานนั้น เพื่อให้สามารถนำไปใช้ประกอบกับวงจรภาคต่อไป ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ต้องการ จึงนำเอาแรงดันที่ตกคร่อมตัวแก๊สเซนเซอร์เป็นแรงดันสำหรับการนำไปเปรียบเทียบต่อไป

สำหรับความต้านทาน ที่ใช้แบบปรับค่าได้ก็เพราะสามารถที่จะเปลี่ยนค่าตามแก๊สเซนเซอร์ในการตรวจจذبแก๊สแต่ละชนิด ตามคุณสมบัติของแก๊สเซนเซอร์แต่ละชนิด

ส่วนไอซีเรกูเลท มีหน้าที่รักษาระดับแรงดันไฟ เพื่อป้องกันเลี้ยงขดลวดความร้อนให้คงที่ เพื่อให้การทำงานของแก๊สเซนเซอร์ดีขึ้นและมีความเชื่อถือได้สูง นอกจากนี้ ยังทำให้เวลาที่ใช้ในการทำให้ค่าความนำไฟฟ้า ของตัวตรวจจذبแก๊สที่เปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากได้รับแก๊สกลับมีค่าความนำทางไฟฟ้า เหมือนอยู่ในสภาวะแก๊สปกติ เมื่อควันหรือแก๊สนั้นหมดไปได้เร็วขึ้น เราก็สามารถใช้งาน อีกครั้งหนึ่งติดต่อกันไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

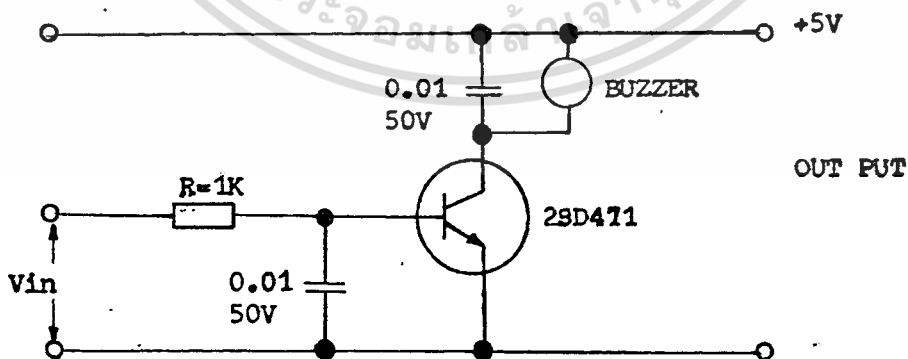


รูป 2.16 วงจรภาคตรวจจذبแก๊ส

- ภาคเปรียบเทียบแรงดันแบบป้อนกลับเพิ่มกำลัง

ในทางปฏิบัติแล้ว ส่วนของวงจรนี้จะใช้ วงจร Instrumentation Amplifier เป็นตัวเปรียบเทียบแรงดันทางเข้าจากอนาล็อกสวิทช์ ซึ่งช่วงการเปลี่ยนแปลงของเอาต์พุต ตัวเซนเซอร์แก๊สจะอยู่ระหว่าง 1.30-5.00 v โดยประมาณ หลังจากที่ผ่านมา Instrumentation Amplifier จะกำหนดให้เอาต์พุตอยู่ระหว่าง 0.00-100.00 % ซึ่งส่วนนี้จะขึ้นอยู่กับโปรแกรมที่สั่งให้ทำงาน ซึ่งขอกกล่าวในรายละเอียดต่อไป

- ภาคสัญญาณเตือน



รูป 2.18 แสดงการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์เซอร์

จากรูป การทำงานของอิเล็กทรอนิกส์เซอร์ (Electric Buzzer) จะ

ทำการส่งเสียงที่มีความถี่ออกมา โดยต้องขึ้นอยู่กับทรานซิสเตอร์ที่มีการทำงานเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ขอสงวนสิทธิ์ในสิ่งที่ปรากฏ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Handwritten notes at the bottom of the page, including the name 'วิภาดา' and some illegible text.

หรือไม่ ถ้าทรานซิสเตอร์ไม่ทำงาน จะเป็นเสมือนความต้านทานที่มีค่าสูงมาก มาต่ออนุกรมกัน ทำให้บัสเซอร์มีแรงดันตกคร่อมไม่เพียงพอ จึงไม่ส่งเสียงออกมา

ในสภาพปกติแรงดันเข้า (อินพุทโวลต์เดจ) มีค่าต่ำมาก ประมาณศูนย์โวลต์ (ไอซี คอมพาราเตอร์) ไม่นพอที่จะทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้ เมื่อแรงดันเข้ามีค่าสูงก็จะทำให้มีไบแอสเพียงพอให้ทรานซิสเตอร์ทำงานได้ บัสเซอร์ก็จะส่งเสียงออกมาได้

2.2 ระบบเตือนภัย

2.2.1 ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ (microprocessor system)

ในจำพวกระบบไมโครโปรเซสเซอร์มีอุปกรณ์ที่เป็น CPU มากมาย ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการควบคุมระบบต่าง ๆ แล้วแต่ประโยชน์ในการเลือกใช้งานแต่ละประเภท โครงงานเป็นโครงงานที่เลือกใช้ CPU เบอร์ Z-80 ซึ่งเป็นที่นิยมมากพอสมควร ในปัจจุบันอีกทั้งราคาไม่แพงมากนัก

1. CPU # Z-80

ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 เป็น UP ขนาด 8 บิต ที่ได้พัฒนามาจาก UP เบอร์ 8080 ของบริษัทอินเทล โดยได้ทำการแก้ไขข้อบกพร่องบางอย่างของ UP เบอร์ 8080 มีระบบฮาร์ดแวร์ที่มีความสามารถ นอกจากนั้น CPU นี้ ยังสามารถใช้ซอฟต์แวร์ของระบบที่โซกับ CPU 8080 ได้อีกด้วย

เหตุผลในการศึกษา UP โดยใช้ CPU Z-80 นี้ เนื่องจากโครงสร้างของ ซีพียู Z-80 เป็นโครงสร้างที่มีความเข้าใจง่าย ทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และการนำไปเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก รวมทั้งชุดคำสั่งต่าง ๆ ของระบบซอฟต์แวร์ยังเข้าใจง่ายอีกทั้งมีขีดความสามารถในการทำงานสูงพอสมควร

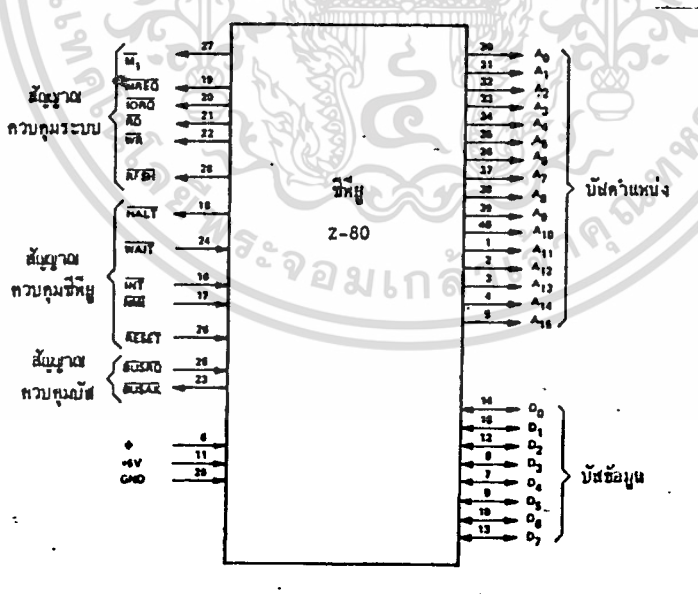
โครงสร้าง CPU Z-80

ซ้ายของรีจิสเตอร์ตำแหน่งหรือคู่ของรีจิสเตอร์ต่างๆ Z-80 มีลักษณะที่น่าสนใจนอกรูปได้คือ

1. Z-80 มีลักษณะทางซอฟต์แวร์ที่สามารถนำไปใช้แทน UP เบอร์ 8080
2. Z-80 มีลักษณะพิเศษทางฮาร์ดแวร์หลายประการ เช่น มีโครงสร้างที่มีความสามารถรวมอยู่ในชิปเดียว ใช้อัตราของสัญญาณนาฬิกาสูงถึง 4 MHz. ในปัจจุบันสามารถเพิ่มอัตราเร็วของสัญญาณนาฬิกาได้สูงถึง 8 MHz. ใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเพียงชุดเดียวคือ 5 โวลท์ และต้องการสัญญาณนาฬิกาเพียงเฟสเดียว
3. อุปกรณ์ที่เป็นชิปประกอบหาได้ง่าย เช่น ชิปที่ใช้ต่อกับ PERIPHERAL ต่างๆ ซึ่งใช้ในการอินเตอร์เฟสข้อมูลทั้งแบบขนานและแบบอนุกรม
4. ปัจจุบันมีผู้ผลิตชิป Z-80 ด้วยเทคโนโลยีอื่น ๆ เช่น CMOS ทำให้สิ้นเปลืองกำลังงานน้อยมาก

ขาและสัญญาณสำหรับการเชื่อมต่อ

Z-80 เป็นแบบ DUAL IN-LINE PACKAGE (DIP) หรือที่เรียกว่าแบบติดตะขาน 40 ขา ดังรูป 2.2.12



รูป 2.2.12 แสดงขาต่างๆของ Z-80

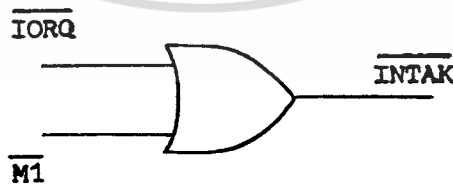
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อธิบายรายละเอียดต่อไปนี้

$A_{15}-A_0$ เป็นสายสัญญาณกำหนดตำแหน่ง (Address Bus) โดยที่ A_0 เป็นบิตทางด้านต่ำ (LSB) ขาเหล่านี้เป็นเอาต์พุตแบบ 3 สถานะ (Tri-State) และจะให้แอกทีฟที่ลอจิก "1" บัสนี้ มีด้วยกันทั้งหมด 16 สาย ดังนั้น จึงสามารถติดต่อกับหน่วยความจำได้ถึง $2^{16} = 65536$ ตำแหน่ง (64 KBYTE) นอกจากนี้ ยังสามารถใช้ในการกำหนดตำแหน่งของพอร์ตอินพุต/เอาต์พุต เมื่อใช้กลุ่มคำสั่งอินพุต/เอาต์พุต ได้โดยใช้ 8 บิต ด้านต่ำ (A_7-A_0) เพื่อแสดงตำแหน่งของพอร์ต ดังนั้นจึงสามารถกำหนดพอร์ตอินพุตได้ 256 พอร์ต หรือกำหนดพอร์ตเอาต์พุตได้ถึง 256 พอร์ต เช่นกัน และในช่วงเวลารีเฟรช (REFRESH) บัสด้านต่ำ 7 บิต (A_6-A_0) จะใช้แสดงตำแหน่งของหน่วยความจำแบบไดนามิกที่จะได้รับการรีเฟรช

D_7-D_0 เป็นสายสัญญาณข้อมูล (Data Bus) D_0 เป็นบิตทางด้านต่ำ ลักษณะเป็นบัสนแบบ 2 ทางแบบ 3 สถานะ ขนาด 8 บิต และแอกทีฟที่ลอจิก "1" ใช้เป็นเส้นทางเพื่อผ่านของข้อมูลระหว่าง μP กับหน่วยความจำ หรืออุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตต่างๆ

$\overline{M1}$ (Machine Cycle One) เป็นขาเอาต์พุตและแอกทีฟที่ลอจิก "0" เมื่อขาที่แอกทีฟ นี้ให้เห็นว่าขณะนี้กำลังอยู่ในสถานะของการเฟตซ์คำสั่ง และถ้าเป็นคำสั่งที่มีรหัส 2 ไบต์ ส่วนของ $\overline{M1}$ จะถูกสร้างขึ้นขณะเฟตซ์แต่ละไบต์ ลักษณะของคำสั่งที่มีขนาด 2 ไบต์ เช่น คำสั่งที่มีรหัสที่เริ่มต้นด้วย CBH, DDH, EDH, หรือ FDH นอกจากนั้นสัญญาณ $\overline{M1}$ นี้จะใช้ร่วมกับ \overline{IORQ} เพื่อสร้างสัญญาณตอบรับการอินเตอร์รัพ (Interrupt Acknowledge) โดยใช้วงจรลอจิกง่าย ๆ ดังรูป 2.2.13



รูป 2.2.13 แสดงวงจรสร้างสัญญาณการอินเตอร์รัพ

\overline{MEMRQ} (Memory Request) เป็นเอาต์พุตแบบสามสถานะและแอกทีฟที่ลอจิก "0" เมื่อสายสัญญาณนี้แอกทีฟ บอกให้ทราบว่า ขณะนี้ μP ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำ เพื่ออ่านหรือเขียนข้อมูล โดยที่ตำแหน่งของหน่วยความจำ จะปรากฏอยู่บนบัสตำแหน่งแล้ว

\overline{IORQ} (Input/Output Request) เป็นเอาต์พุตแบบ 3 สถานะ และแอกทีฟที่ลोजิก"0" สายสัญญาณนี้แอกทีฟขอกให้ทราบว่าขณะนี้ทางด้านไบต์ต่ำ (A_7-A_0) ของบัสตำแหน่งบรรจุตำแหน่งของพอร์ทที่จะส่งถ่ายข้อมูลระหว่าง μP กับอุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุท นอกจากนี้จะใช้ร่วมกับสัญญาณ $\overline{M1}$ เพื่อตอบรับการอินเทอร์รัพต์ดังรูป 2.2.3 และขณะนี้เวกเตอร์ของการอินเทอร์รัพต์ จะส่งผ่านเข้ามาในบัสข้อมูล เพื่อกำหนดตำแหน่งของโปรแกรมบริการอินเทอร์รัพต์

\overline{RD} (Memory Read) เป็นเอาต์พุตแบบสามสถานะ และแอกทีฟที่ลोजิก"0" สัญญาณนี้เพื่อชี้ว่าขณะนี้ μP ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำ หรือจากอุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุท

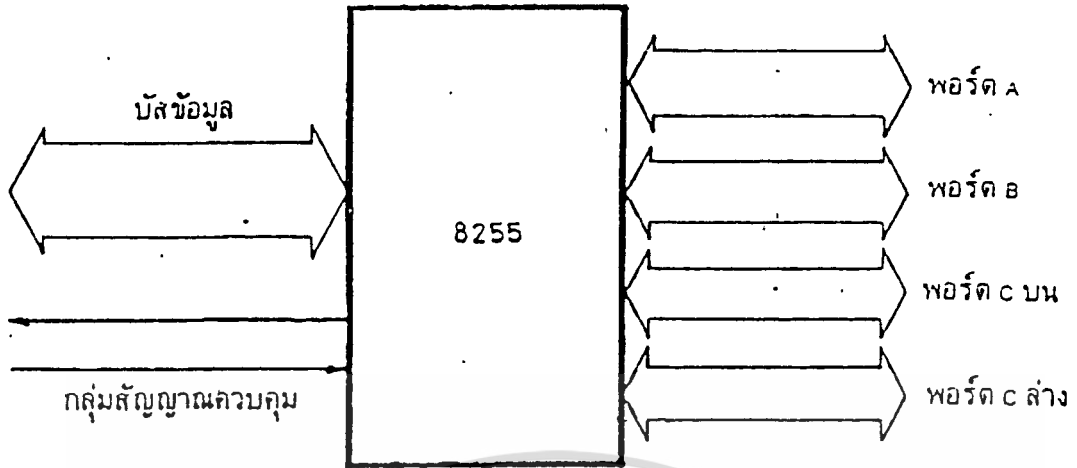
\overline{WR} (Memory Write) เป็นเอาต์พุตแบบสามสถานะ และแอกทีฟที่ลोजิก"0" เมื่อสัญญาณนี้แอกทีฟชี้ว่าขณะนี้ μP ต้องการเขียนข้อมูลเข้าหน่วยความจำหรือเข้าอุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุท

\overline{RFSH} (Refresh) เป็นเอาต์พุตแอกทีฟที่ลोजิก"0" \overline{RFSH} เป็นสัญญาณเพื่อชี้ว่าขณะนี้บัสตำแหน่งทางด้านต่ำ 7 บิต (A_6-A_0) บรรจุค่าหน่วยความจำแบบไดนามิกแอมที่จจะรีเฟรชและสัญญาณ \overline{MERQ} ในช่วงนี้ จะนำไปใช้เป็นสัญญาณอ่านเพื่อรีเฟรช (Refresh Read) ไดนามิกแอมทั้งหมดที่ใช้ในระบบ

\overline{HALT} (Halt State) เป็นเอาต์พุต แอกทีฟที่ลोजิก "0" เป็นสัญญาณเพื่อชี้ว่าขณะนี้ไมโครโปรเซสเซอร์ ปฏิบัติคำสั่ง \overline{HALT} จากโปรแกรม และกำลังรอสัญญาณการอินเทอร์รัพชันคนอนมาสเคเบิลหรือมาสเคเบิล (เมื่อสั่งให้ยอมรับ) จากอุปกรณ์ภายนอก ถ้าได้รับสัญญาณการอินเทอร์รัพ แล้วจึงทำงานต่อไปได้ในขณะหยุดรอ (Halted) นี้ ซีพียูจะกระทำคำสั่ง NOP (No-Operation) เพื่อเป็นการเพชชคำสั่งที่ไม่ทำให้การรีเฟรชหยุดชะงักลง

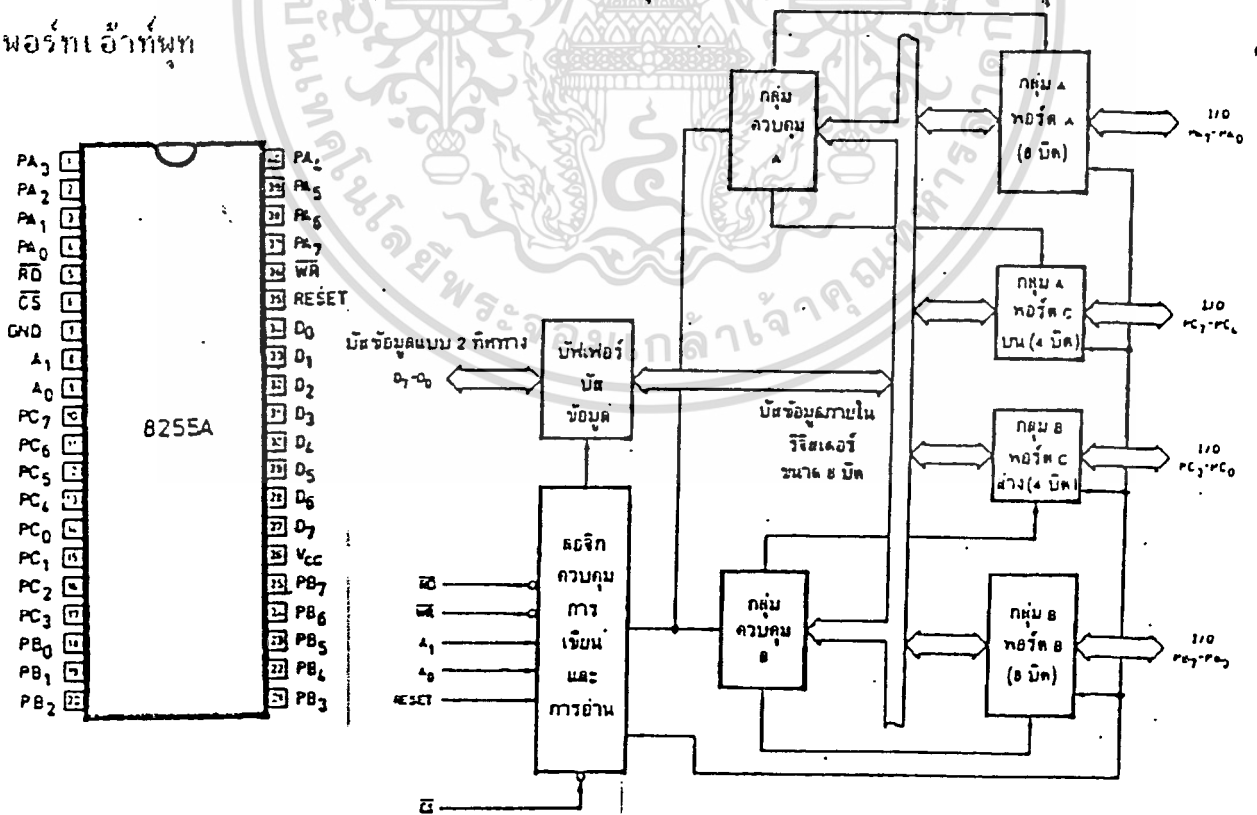
\overline{WAIT} (wait) เป็นอินพุต แอกทีฟที่ลोजิก "0" เป็นสัญญาณเพื่อชี้ว่าการส่งถ่ายข้อมูลระหว่าง μP และหน่วยความจำ หรืออุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุต ยังไม่เรียบร้อย และให้ μP หยุดรอ ตราบเท่าที่ขา \overline{WAIT} นี้ยังแอกทีฟอยู่ ดังนั้นจะใช้เพื่อให้หน่วยความจำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



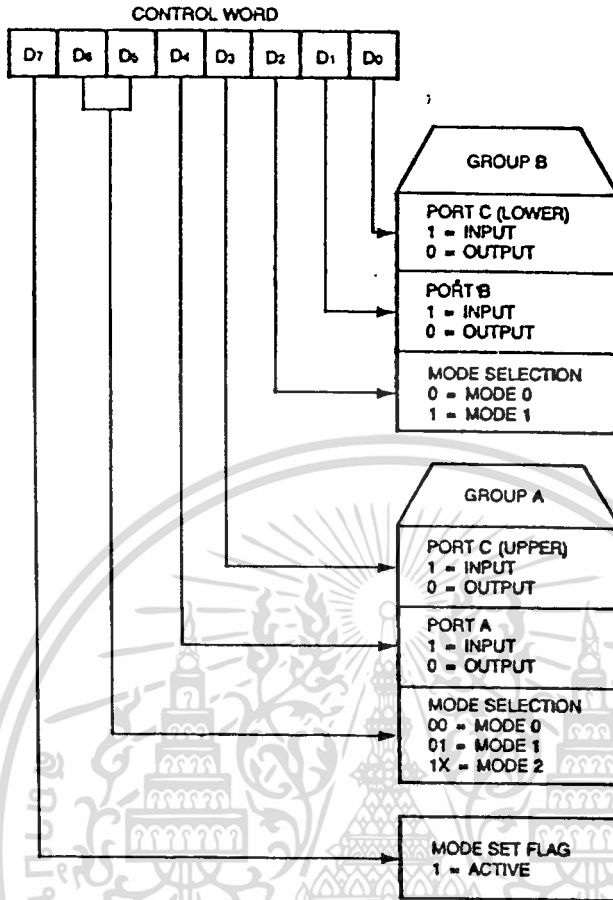
รูป 2.2.15 โครงสร้างของไอซี 8255

การเรียงพอร์ตของ 8255 จะเรียกพอร์ตว่า พอร์ต A, B และ C โดยพอร์ต C แยกเป็น 2 ส่วน คือ $PC_0 - PC_3$ เรียกว่าพอร์ต C ล่างจำนวน 4 บิต และพอร์ต C บน คือ $PC_4 - PC_7$ ที่พิเศษคือ พอร์ตทุกพอร์ต เป็นได้ทั้งพอร์ตอินพุต และพอร์ตเอาต์พุต



รูป 2.2.16 แสดงการจัดขาไอซี 8255 และผังวงจรภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.2.17 ความหมายของบิตต่าง ๆ ของรหัสควบคุม

เป็นแผนผังภายในตัวไอซี และการจัดวางขาไอซี 8255 โดยนำมาจากคู่มือของไอซี 8255 โดยนำมาจากคู่มือไอซี ของบริษัท INTEL COOPERATION

การทำงานของวงจรมักจะใช้สัญญาณควบคุมจากไมโครโปรเซสเซอร์มาควบคุมการทำงาน โดยไมโครโปรเซสเซอร์ส่งคำสั่งมาโปรแกรมการทำงาน หรือกำหนดรูปแบบของพอร์ตให้เป็นอินพุตหรือเอาต์พุตได้
ขาต่าง ๆ ของ 8255

เพื่อให้เข้าใจวิธีการต่อใช้งานระหว่าง MPF-1 กับ 8255 จึงจำเป็นต้องเข้าใจความหมายและตำแหน่งของขาต่าง ๆ เสียก่อน ข้าง 40 ขาประกอบด้วยเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

D_0-D_7 เป็นขาข้อมูลอินพุต-เอาต์พุตที่จะต้องผ่านเข้าออกจากส่วนนี้ D_0-D_7 จึงต่อเข้ากับระบบบัสของไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถอ่านหรือเขียนข้อมูลจากพอร์ตผ่านทางบัสนี้

CS (เลือกชิป) ขานี้เป็นขาอินพุตที่จะรับสัญญาณจากภายนอก เพื่อเลือกชิป 8255 นี้ โดยเลือกขานี้เป็นลอจิก "0" จะทำให้ตัว 8255 ต่อกับระบบบัสของไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์เขียนหรืออ่านข้อมูลจากพอร์ตได้

RD ขาสัญญาณการอ่าน เป็นสัญญาณอินพุตที่ต้องส่งมาจาก CPU เมื่อสัญญาณที่ขานี้เป็น "0" และ CS เป็น "0" ด้วย ตัว 8255 จะทำให้ตัวชิปผู้อ่านข้อมูลจากบัสในขณะที่เป็นพอร์ตอินพุต

WR ขาสัญญาณการเขียนจะ ACTIVE เมื่อ WR เป็น "0" และ CS เป็น "0" สัญญาณนี้มาจาก CPU เมื่อต้องการเขียนข้อมูลลงบนพอร์ตที่กำหนด

A_0-A_1 ขา ADDRESS ลอจิกของทั้ง 2 จะถอดรหัสออกเป็น 4 เพื่อกำหนดรีจิสเตอร์ภายในที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุต-เอาต์พุตของ 8255

RESET ขาริเซตเป็นสัญญาณ ส่งจากภายนอกเข้ามาทำการริเซต 8255 เพื่อเคลียร์สถานะต่าง ๆ ของ 8255 เมื่อ 8255 รับการริเซต มันจะกลับเข้าสู่โหมดอินพุต หรือทุกพอร์ตเป็นพอร์ตอินพุต

PA_0-PA_7 เป็นสายสัญญาณที่พอร์ตของ 8255 ที่ชื่อพอร์ต A การเลือกพอร์ตจะเลือกพอร์ตโดยขาแอดเดรส A_0-A_1

PC_0-PC_7 เป็นสายสัญญาณที่เป็นพอร์ต C ของ 8255 การกำหนดพอร์ตนี้ จะได้รับการกำหนดโดยขาแอดเดรส A_0-A_1 พอร์ต นี้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือกลุ่ม PC_0-PC_3 และกลุ่ม PC_4-PC_7

โหมด (MODE) ต่าง ๆ ของ 8255

การเลือกการทำงานของ 8255 สามารถเลือกให้ทำงานได้หลายรูปแบบโดยเรียกแต่ละแบบว่า โหมด (MODE) ต่าง ๆ ดังมีอยู่ 3 โหมด คือ โหมด 0 โหมด 1 และโหมด 2

(1) โหมด 0 อินพุต-เอาต์พุต แบบพื้นฐาน

การกำหนดโหมดการทำงานจะต้องส่งข้อมูลคำสั่งเข้าไปในโปรแกรมในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอร์ทควบคุมของ 8255 แต่ละบิตของข้อมูลที่ส่งไป จะมีความหมายในตัวเอง ลักษณะความหมายของแต่ละบิตของรหัสควบคุมแสดงได้ดังรูป

การโปรแกรม 8255 คือ การให้ค่ารหัสบิตต่าง ๆ เข้าไปในรหัสควบคุม แล้วส่งไปยังรีจิสเตอร์ของนอร์ทควบคุมลงดูความหมายของบิตต่าง ๆ ดังนี้

บิต D_7 เป็นบิตแสดงรหัสคำสั่งควบคุม ถ้าบิตนี้เป็น " 1 " จะหมายถึงรหัสควบคุมนี้จะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงการเซทโหมดต่าง ๆ ของ 8255

บิต D_6 และ D_5 เป็นการเลือกโหมดของนอร์ท A ซึ่งมี 3 โหมดคือ โหมด 0 , 1 และ 2

บิต D_4 ถ้ามีค่าเท่ากับ " 0 " มีความหมายถึง การกำหนดนอร์ท A เป็นเอาต์พุตถ้ามีค่าเป็น " 1 " จะกำหนดให้นอร์ท A เป็นอินพุต

บิต D_3 เป็นบิตที่บอกการเซทของนอร์ท C บน ถ้าเป็น " 0 " จะทำให้นอร์ท C บน เป็นเอาต์พุต

บิต D_2 เป็นบิตที่บอกการเซทโหมดของนอร์ท B ถ้าเป็น " 0 " หมายถึงการเลือกนอร์ท B เป็นโหมด 0 ถ้าเป็น " 1 " คือการเลือกโหมด 1

บิต D_1 เป็นการกำหนด อินพุต-เอาต์พุต ของนอร์ท B ถ้าเป็น " 0 " คือเอาต์พุต แต่ถ้าเป็น " 1 " คืออินพุต

บิต D_0 เป็นการกำหนด อินพุต-เอาต์พุต ของนอร์ท C ล่าง ถ้าเป็นลอจิก " 0 " คือเอาต์พุต และ " 1 " เป็นอินพุต

การใช้งาน 8255 ในโหมด 0

การทำงานของ 8255 ในโหมด 0 จะเป็นนอร์ทอินพุต หรือเอาต์พุตแบบธรรมดาเราสามารถกำหนดให้ 8255 ทำงานในโหมด 0 ได้โดยส่ง CONTROL WORD ไปยังนอร์ทควบคุมมีค่า ดังนี้

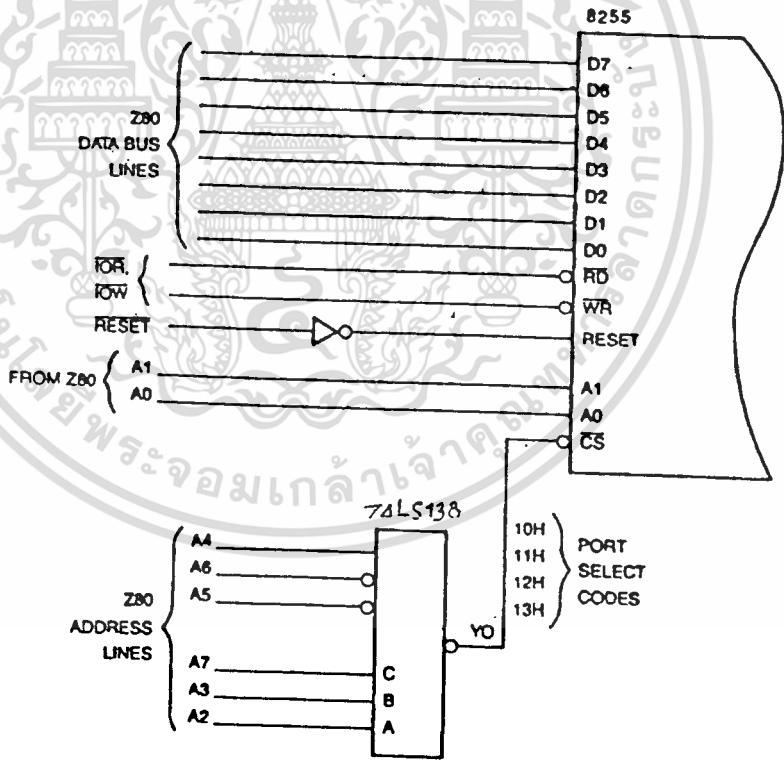
D_7	D_6	D_5	D_4	D_3	D_2	D_1	D_0
1	0	0	0	0	0	0	0

จากคำสั่งควบคุมในรูป 000 สามารถอธิบายความหมายของบิตต่าง ๆ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- $D_7 = 1$ กำหนดให้ข้อมูลนี้เป็น CONTROL WORD
- $D_6, D_5 = 0$ กำหนดให้พอร์ต A ใน 8255 ทำงานในโหมด 0
- $D_4 = 0$ กำหนดให้พอร์ต A เป็นเอาต์พุต
- $D_3 = 0$ กำหนดให้ 4 บิตบนของพอร์ต C เป็นเอาต์พุต
- $D_2 = 0$ กำหนดให้พอร์ต B ทำงานในโหมด 0
- $D_1 = 0$ กำหนดให้พอร์ต B เป็นเอาต์พุต
- $D_0 = 0$ กำหนด 4 บิตล่างของพอร์ต C เป็นเอาต์พุต

จาก CONTROL WORD ที่ส่งออกไป จะกำหนดให้พอร์ต A, B, C เป็นเอาต์พุตพอร์ตทั้งหมด ซึ่งเราสามารถต่อกับอุปกรณ์ภายนอกทั้งหมดได้ 24 บิต สำหรับคำสั่งของ Z-80 ที่จะกำหนดให้ 8255 ที่มีการต่อตามรูป 001 ทำงานในโหมด 0 จะเป็น ดังนี้



รูป 2.2.18 การต่อ 8255 เข้ากับ Z-80

```
LD  A,80H          ; SET CONTROL WORD
OUT (13H),A       ; OUT CONTROL WORD TO 8255
```

เมื่อ 8255 ถูกโปรแกรมแล้ว เราสามารถส่งข้อมูลไปที่พอร์ตตามต้องการ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนักเรียนเห็นใบโฆษณาเกี่ยวกับการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การได้โดยคำสั่ง OUT ของ Z-80 เช่นเราต้องการส่งข้อมูล 23 H ออกไปที่พอร์ท A, 14H ออกไปที่พอร์ท B และ 73 H ออกไปที่พอร์ท C เราสามารถทำได้โดยใช้โปรแกรมดังนี้

```
LD  A,23H          ;SET UP PORT A DATA
OUT (10H),A        ;OUTPUT DATA TO PORT A
LD  A,41H          ;SET UP PORT A DATA
OUT (11H),A        ;OUT DATA TO PORT B
LD  A,73H          ;SET UP PORT C DATA
OUT (12H),A        ;OUT DATA TO PORT C
```

หลังจากโปรแกรมนี้ถูก EXECUTE แล้ว ที่พอร์ท A, B และ C จะมีค่าตามที่กำหนดการทำงานในโหมดนี้จะทำให้เราได้เข้าที่พอร์ท 3 พอร์ท ที่ประกอบอยู่ใน 8255

เราสามารถโปรแกรมให้ 8255 ทำงานในลักษณะของอินพุตและเอาพุตก็ได้เช่น ต้องการให้พอร์ท A และ C เป็นเอาพุตพอร์ทและพอร์ท B เป็นอินพุตพอร์ท เราสามารถเขียน CONTROL WORD ได้ดังนี้

D ₇	D ₆	D ₅	D ₄	D ₃	D ₂	D ₁	D ₀
1	0	0	0	0	0	1	0

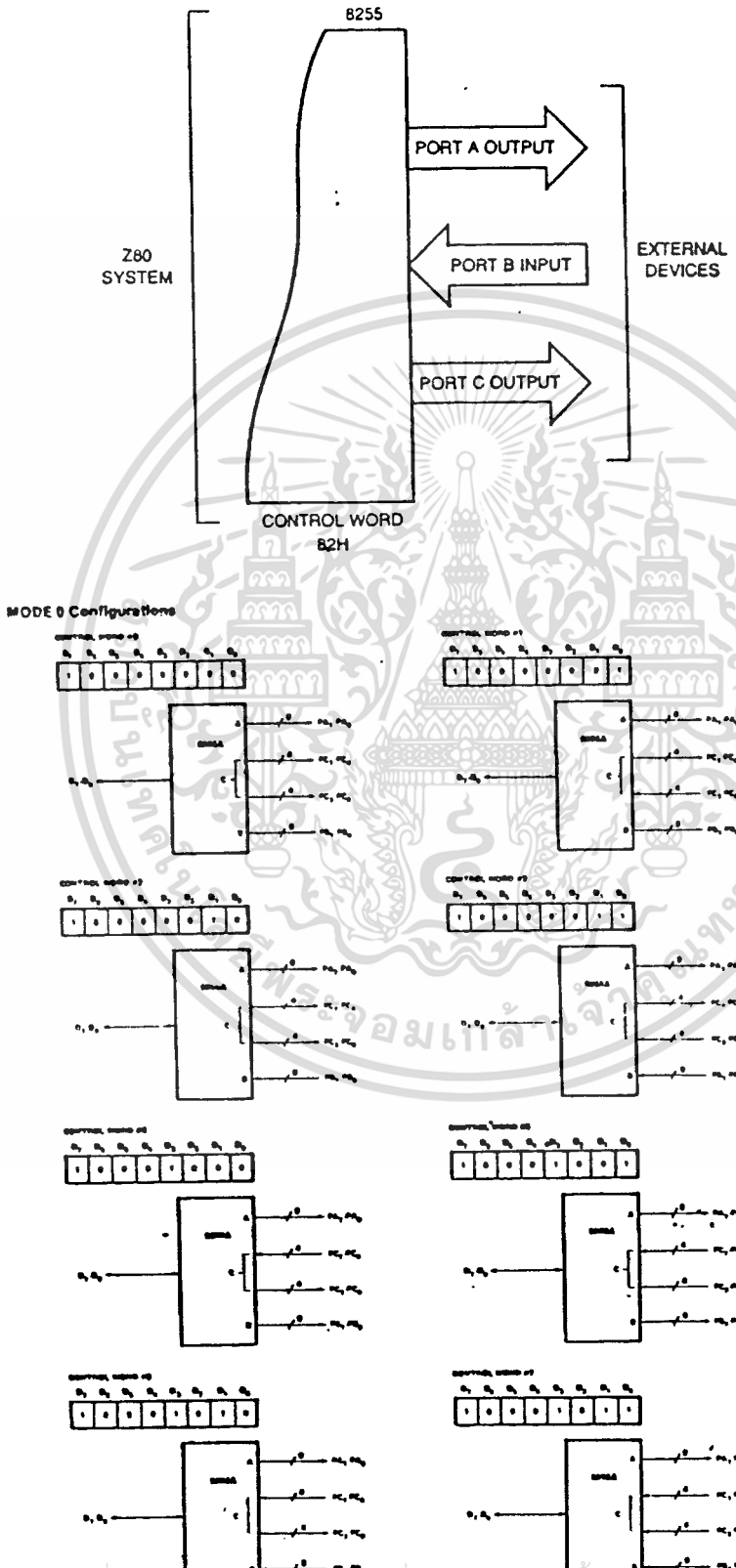
เมื่อ CONTROL WORD ถูกส่งไปยัง 8255 การทำงานของ 8255 จะ เป็นไปตามที่เราต้องการ ซึ่งเราสามารถอ่านข้อมูลเข้ามาทางพอร์ท B ได้โดยคำสั่ง IN ดังนี้

```
IN  A,(11H)        ;READ DATA FORM PORT B
```

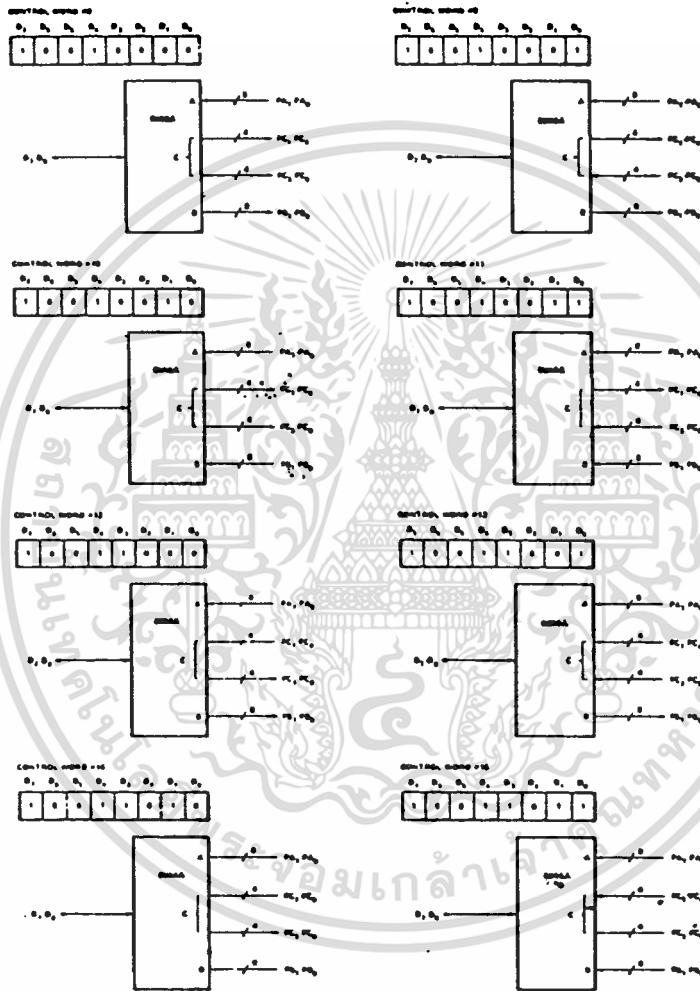
เราสามารถกำหนดการทำงานของ 8255 ในโหมด 0 ได้หลายแบบต่าง ๆ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังแสดงดังรูป 2.2.19, 2.2.20, 2.2.21

ต่อไปนี้เป็นรูปแสดง การทำงานของ 8255 แบบต่าง ๆ ในโหมด 0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

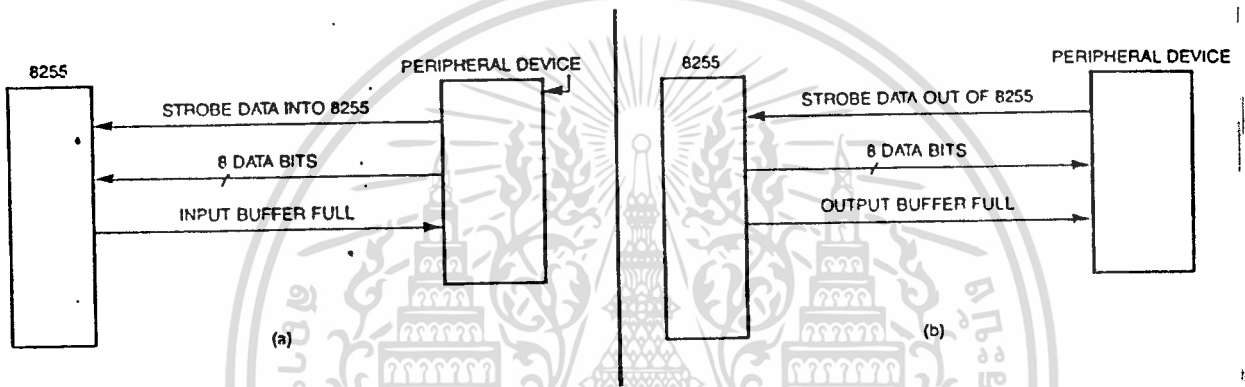


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งาน 8255 ในโหมด 1

การใช้งาน 8255 ในโหมด 1 จะเป็นการรับหรือส่งข้อมูลแบบมีการตรวจสอบความพร้อม (Handshake) โดยใช้พอร์ท A และ B เป็นพอร์ทข้อมูลขนาด 8 บิต 2 พอร์ท และใช้สัญญาณ 4 บิตสูงของพอร์ท C เป็นสัญญาณตรวจสอบของพอร์ท A และ 4 บิตต่ำของพอร์ท C เป็นสัญญาณตรวจสอบของพอร์ท B

การส่งหรือรับข้อมูลแบบมีการตรวจสอบ คืออุปกรณ์ภายนอกจะตรวจสอบสถานะของ 8255 ว่ามีสภาพที่พร้อมจะรับหรือส่งข้อมูลหรือไม่ โดยใช้สัญญาณตรวจสอบของพอร์ท C ดังแสดงในรูป 2.2.22



รูป 2.2.22 แสดงการรับส่งข้อมูลของ 8255 แบบมีการตรวจสอบสัญญาณ

จากรูป 2.2.22 แสดงการรับส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมายัง 8255 โดยอุปกรณ์ภายนอกจะตรวจสอบสัญญาณ IBF (Input Buffer Full) ของ 8255 ก่อนว่าข้อมูลภายใน 8255 ถูก CPU อ่านไปหรือยังเมื่อข้อมูลใน 8255 ถูก CPU อ่านไปแล้วสัญญาณ IBF ก็จะถูกรีเซตอุปกรณ์ภายนอกก็จะส่งข้อมูลมาให้กับ 8255 อีก และเมื่อ 8255 ได้รับข้อมูลแล้วสัญญาณ IBF ก็จะ Active จนกว่า CPU จะอ่านข้อมูลออกไปสัญญาณ IBF จึงจะถูกรีเซตอีกครั้งหนึ่ง

จากรูป 2.2.22 แสดงการส่งข้อมูลจาก 8255 ไปยังอุปกรณ์ภายนอก โดย 8255 จะมีสัญญาณ OBF (Output Buffer Full) บอกให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่าตัว 8255 มีข้อมูลพร้อมที่จะส่งออกไปแล้วให้อุปกรณ์ภายนอกส่งสัญญาณ STROBE มารับข้อมูลไปได้ เมื่ออุปกรณ์ภายนอกส่งสัญญาณ STROBE เมื่อรับข้อมูลไปแล้วสัญญาณ OBF ก็จะถูกรีเซตเพื่อแสดงข้อมูลใน 8255 ได้ถูกส่งออกไปแล้ว ในช่วง

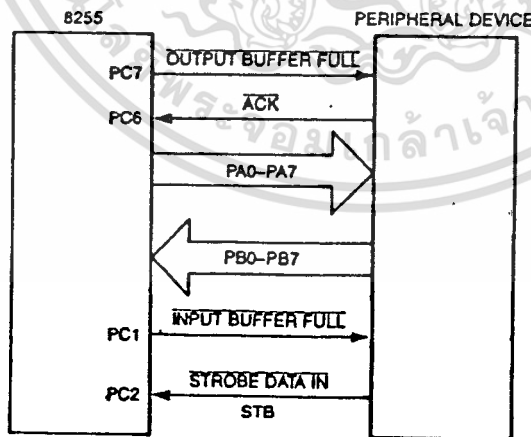
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครโปรเซสเซอร์ จะส่งข้อมูลใหม่เข้ามายัง 8255 อีก

การส่งข้อมูลแบบมีการตรวจสอบความพร้อมจะมีประโยชน์มาก ในกรณีที่อุปกรณ์ภายนอก มีการทำงานช้ากว่าการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ การทำงานในลักษณะนี้ไมโครโปรเซสเซอร์จะส่งข้อมูลไปยัง OUTPUT BUFFER แล้วไปทำงานอย่างอื่นได้จนกว่าอุปกรณ์ภายนอกจะรับข้อมูลออกไป ไมโครโปรเซสเซอร์จึงจะกลับมาส่งข้อมูลออกไปยัง OUTPUT BUFFER

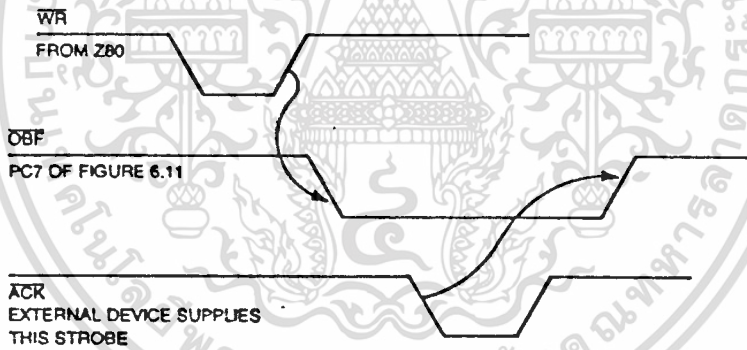
ตัวอย่างการใช้ 8255 เพื่อรับส่งข้อมูลแบบมีการตรวจสอบสัญญาณความพร้อมโดยได้ส่งข้อมูลไปทางพอร์ต A และรับข้อมูลมาทางพอร์ต B เราสามารถกำหนดการทำงานได้โดยส่ง CONTROL WORD ค่า 10100110 หรือ A6H ไปยังพอร์ตควบคุมของ 8255 จะทำให้ 8255 มีการทำงานดังแสดงในรูป 2.2.23 ข้อมูลจะถูกส่งไปพอร์ต A สัญญาณ OBF จะอยู่ที่ขา PC₇ สัญญาณ ACK จากภายนอกจะอยู่ที่ขา PC₆ ข้อมูลที่เป็นอินพุต จะรับมาทางพอร์ต B สัญญาณ IBF อยู่ที่ PC₁ และสัญญาณ STROBE DATA IN อยู่ที่ PC₂



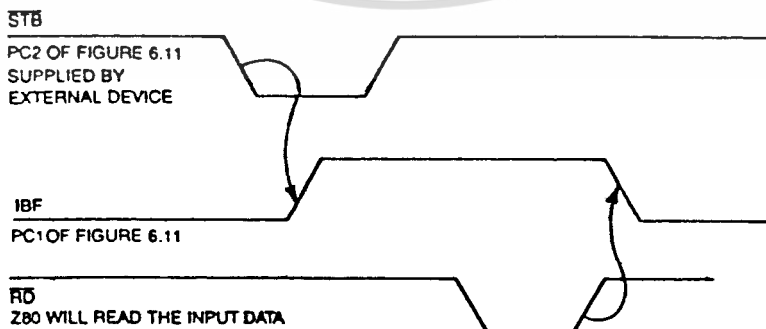
รูป 2.2.23 แสดงการทำงานของ 8255 ในโหมด 1 พอร์ต A เป็น I/P, พอร์ต B เป็น O/P เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อใช้ 8255 ในโหมด 1 พอร์ท C จะทำงานดังนี้

PCn	IN	OUT
PC0	INTB	INTB
PC1	IBFB	OBFB
PC2	STBB	ACKB
PC3	INTA	INTA
PC4	STBA	I/O
PC5	IBFA	I/O
PC6	I/O	ACKA
PC7	I/O	OBFA



แสดง ไตอะแกรมเวลาของการส่งผ่านข้อมูลจากพอร์ท A ไปยังอุปกรณ์ภายนอก.



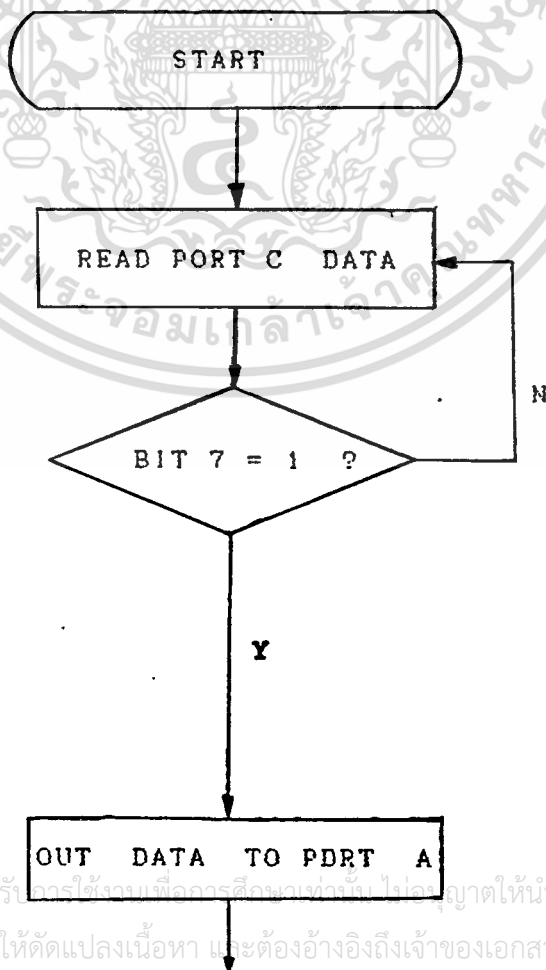
แสดง ไตอะแกรมเวลาของสัญญาณที่เกิดขึ้น ขณะส่งผ่านจากอุปกรณ์ภายนอก เข้าสู่ 8255.

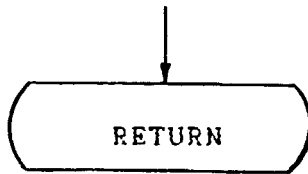
รูป 2.2.24 แสดงไตอะแกรมสัญญาณตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของสัญญาณต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกของ 8255 ในโหมด 1 แสดงได้ดังรูป 2.2.24 ซึ่งเราสามารถใช้นสัญญาณ INTA หรือ INTB เป็นสัญญาณอินเทอร์รัพท์ ที่จะส่งให้กับ CPU ได้ โดยเราจะต้องเขียนโปรแกรม ตรวจสอบสัญญาณ IBF หรือ OBF ก่อน ว่าเป็นการรับและส่งข้อมูลของพอร์ท A หรือ B แล้วจึงทำการรับหรือส่งข้อมูลออกไปที่พอร์ทนั้นต่อไป ซึ่งจะทำให้ CPU ไม่ต้องคอยตรวจสอบสัญญาณ IBF หรือ OBF อยู่ตลอดเวลา

ในกรณีของการส่งข้อมูลออกไปยังภายนอก ไมโครโปรเซสเซอร์จะต้องตรวจสอบสถานะของสัญญาณ OBF ก่อน ซึ่งจะทำให้ได้โดยการอ่านข้อมูลจากพอร์ท C เข้ามาด้วยคำสั่งอินพุทแล้วตรวจสอบบิต 7 ถ้าบิต 7 มีค่าเป็น 1 แสดงว่าอุปกรณ์ภายนอกได้นำข้อมูลที่อยู่ใน 8255 ไปแล้ว ไมโครโปรเซสเซอร์ก็จะส่งข้อมูลมายังพอร์ท A อีก จะทำให้ D7 ของพอร์ท C มีค่าเป็น 0 เพื่อแสดงให้อุปกรณ์ภายนอกทราบว่า 8255 มีข้อมูลพร้อมจะส่งออกไปแล้ว อุปกรณ์ภายนอกก็จะส่งสัญญาณ ACK เข้ามาทาง บิต 6 ของพอร์ท C เพื่อรับข้อมูลออกไป





รูป 2.2.25 แสดงผังการทำงานของโปรแกรม

โปรแกรมการทำงานของไมโครโปรเซสเซอร์ 2-80 ตามผังงานจะเป็นดังนี้

```

ODATA EQU 24E8H ;ADDRESS OF OUTPUT DATA
ORG 1800H
BACK IN A,(12H) ;READ PORT C DATA
      BIT 7 ,A ;TEST BIT 7 = 1 ?
      JP Z,BACK ;NOT = 1
      LD A,(ODATA) ;GET OUTPUT DATA IN REGISTER A
      OUT (10H),A ;OUTPUT DATA TO PORT A
      RET

```

กรณีของการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกผ่าน 8255 ไมโครโปรเซสเซอร์

จะตรวจสอบสัญญาณ IBF คือ BIT D1 ของพอร์ท C เมื่อ บิตนี้มีค่า " 1 "

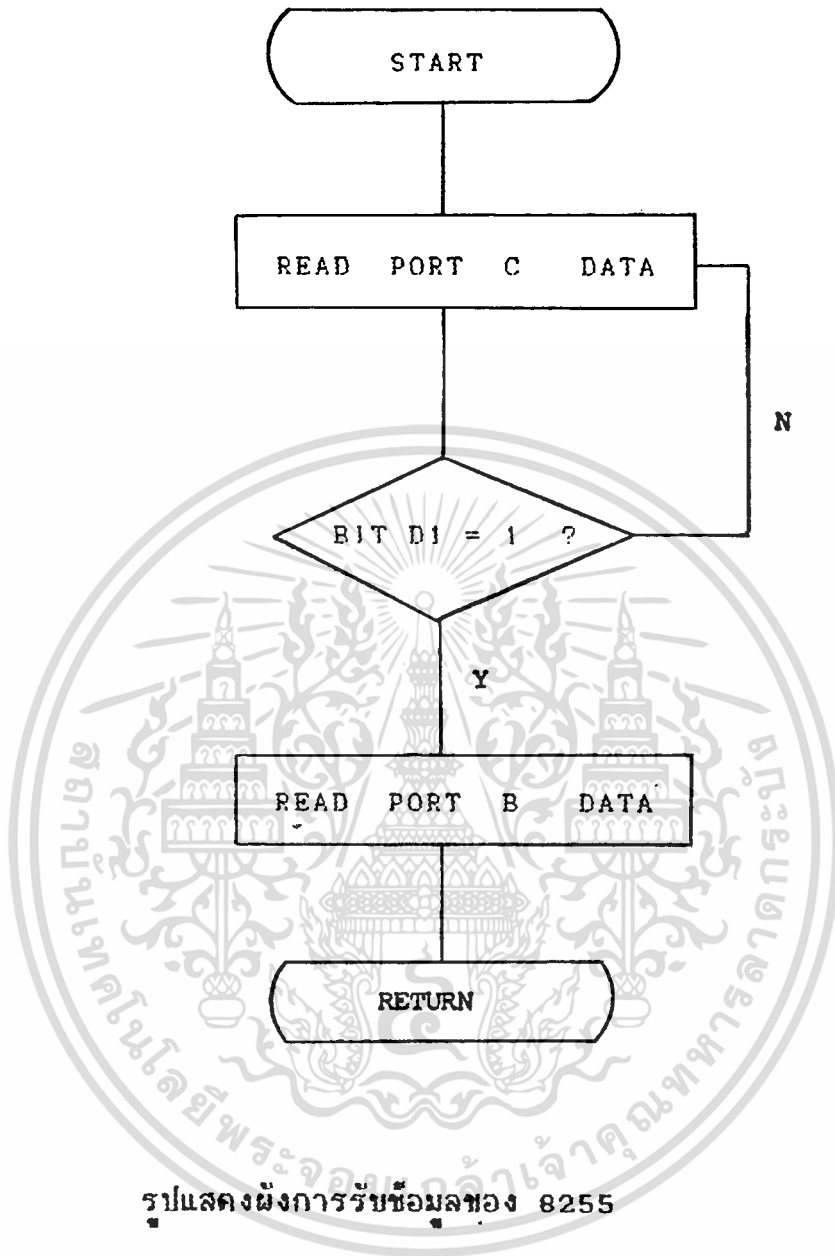
แสดงว่าอุปกรณ์ภายนอกได้ส่งข้อมูลเข้ามาทางพอร์ท B ด้วยสัญญาณ STB แล้ว ใน

ขณะนี้ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถอ่านข้อมูลจากพอร์ท B เข้ามาได้ โดยใช้คำสั่งอื่น

เช่น

เมื่อไมโครโปรเซสเซอร์ได้อ่านข้อมูลจะทำให้สัญญาณ IBF มีค่าเป็น "0"

เมื่อขอให้อุปกรณ์ภายนอกส่งข้อมูลเข้ามายัง 8255 อีก



รูปแสดงผังการรับข้อมูลของ 8255

โปรแกรมการรับข้อมูลของ 8255

```
BACK    IN    A,(12H)      ;    READ  PORT C
        BIT   1,A         ;    TEST  BIT 1 = 1
        JPZ  , BACK      ;    DATA NOT STROBED IN YET
        IN   A,(11H)     ;    DATA READY READ IT
        RET
```

END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ตัวแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นดิจิตอล (A/D converter)

2.2.21 A/D converter ชนิด counter

ตัวแปลงสัญญาณแอนาล็อกเป็นดิจิตอลหรือเรียกว่า ADCs หรือ encoders ใช้เทคนิคหลายวงจรที่แตกต่างเพื่อเป็นเครื่องมือทำหน้าที่แปลงข้อมูล ดังเช่น A/D converter อย่างไรก็ตามความสำคัญของวงจรที่ใช้กันอยู่ทุกวันนี้เทคนิคที่สามารถหาได้นั้น ทางเลือก ขึ้นอยู่กับจำนวนบิตและความเร็วที่ต้องการ ตัวแปลง A/D อย่างง่าย ชนิดหนึ่งคือ ชนิด counter หรือ ชนิด servo วงจรนี้ใช้ตัวนับที่เป็นดิจิตอลเพื่อความคุม อินพุต D/A สัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้กับตัวนับ และเอาต์พุตของ D/A จะเพิ่มขึ้นเป็นสแต็ป 1 LSB ที่เวลาหนึ่ง ตัวเปรียบเทียบจะเปรียบเทียบเอาต์พุตของ D/A กับอินพุตที่เป็น อนาล็อกและหยุดสัญญาณนาฬิกาเมื่อมันเท่ากันและตัวนับเอาต์พุตก็จะเป็นดิจิตอลเวิร์ด



รูปที่ 2.2.21A แสดง A/D converter of tracking type

ตัวแปลงสัญญาณนี้ เป็นแบบที่ง่าย ๆ การปรับปรุงเทคนิคนี้ เป็นดังรูป 2.2.21A เรียกว่า Tracking A/D converter ใช้ในระบบควบคุมเป็นส่วนใหญ่ ตัวนับขึ้น-ลงจะควบคุม DACs และสัญญาณนาฬิกาถูกต่อโดยตรง กับอินพุตของตัวนับขึ้นอยู่กับเอาต์พุต D/A ว่า จะเพิ่มขึ้นหรือลดลงเพื่อค้นหาอินพุตที่เป็นอนาล็อก ผลประโยชน์ที่ได้รับของ Tracking A/D converter คือสามารถทำงานต่อเนื่องตามสัญญาณอินพุต เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

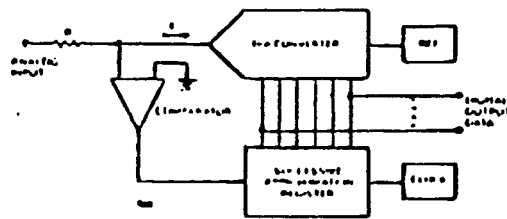
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และทำให้ข้อมูลเอาท์พุททันตามอินพุท

ถ้าสัญญาณไม่เปลี่ยนแปลงเร็วเกินไป สำหรับสัญญาณอินพุทที่เปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย การเปลี่ยนแปลงต้องค่อนข้างเร็ว ตัวแปลงข้อมูลสามารถทำให้มันทำงานทั้ง 2 modes คือ track หรือไม่ก็ hold โดยควบคุมอินพุทเป็นดิจิทัล

2.2.22 Successive-Approximation A/D Converters

เมื่อก่อนเทคนิค A/D Converter ที่ใช้กันแพร่หลาย โดยทั่วไป ที่ใช้งานมีความเร็วพอประมาณจนถึงความเร็วสูง คือ A/D ชนิด Successive-Approximation วิธีนี้ จัดแบ่งอยู่ในพวกเทคนิคที่รู้จักกันคือ ชนิด Feedback A/D Converter ซึ่งเป็นตัวนับชนิดหนึ่ง ในทั้งสองกรณี D/A Converter อยู่ในลูปป้อนกลับของวงจรดิจิทัลคอนโทรล ซึ่งเปลี่ยน output ของมันเองจนกระทั่งมีค่า input ในกรณีของ Successive-Approximation Converters DACs เป็นตัวที่ถูกควบคุมที่เหมาะสมเพื่อที่จะทำให้การแปลงข้อมูลที่สมบูรณ์จน n steps เมื่อ n เป็นจำนวนบิตของคอนเวอร์เตอร์ชนิดนี้ เปรียบเหมือนการชั่งน้ำหนัก ที่ไม่รับนสเกลที่สมมูลย์ โดยใช้น้ำหนักมาตรฐานเป็นลำดับไบนารี เช่น $1, 1/2, 1/4, 1/8, \dots, 1/n$ กิโลกรัม การปฏิบัติที่ถูกต้องคือ เริ่มที่น้ำหนักมาตรฐานที่ใหญ่ที่สุดก่อน และกระทำต่อไปลดลงจนถึงตัวที่น้อยที่สุด น้ำหนักที่มากที่สุดถูกวางบนแผ่นรองก่อน ถ้ามันไม่กระดกก็เพิ่มน้ำหนักเข้าไป ถ้าตัวสมมูลย์เอียงก็เอาน้ำหนักออกและเอาอันใหม่ที่ตัดไปใส่แทนปฏิบัติอย่างนี้ใช้สำหรับน้ำหนักที่ใหญ่ที่สุดก่อน แล้วก็ลดลงไปเรื่อยๆ จนกระทั่งถึงเล็กที่สุด หลังจากที่ได้ใส่น้ำหนักมาตรฐานครั้งที่ n และพยายามตัดสินใจอย่างมีเหตุผล การชั่งน้ำหนักก็เสร็จ ผลรวมของน้ำหนักมาตรฐานที่อยู่บนเครื่องชั่ง จะมีค่าใกล้เคียงกับสิ่งของที่ชั่งจริงมากที่สุด และเป็นค่าประมาณตัวที่ไม่รู้จัก



รูป 2.2.22A A/D Converter แบบ Successive-Approximation

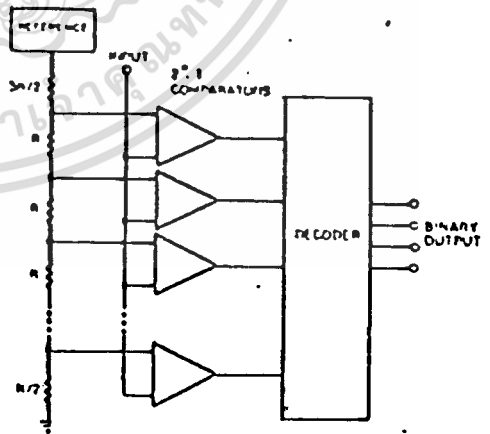
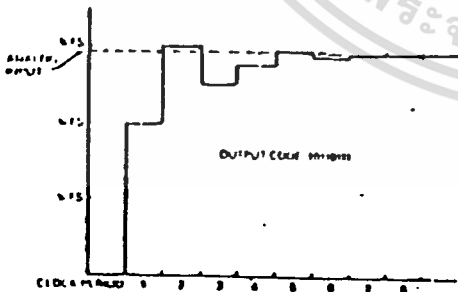
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใน A/D Converter ที่แสดงในรูป 2.2.22A Successive - Approximation Register (SAR) ความคม D/A Converter โดยคอยชั่งน้ำหนักของลอจิก ในตอนแรก SAR จะทำงานที่มีน้ำหนักสำคัญมากของ DACs และตัวเปรียบเทียบ n ครั้ง output ของ SAR แสดงบิตทั้งหมดเหล่านี้ ซึ่งยังคงทำงาน และผลิตรหัสดิจิทัลที่ต้องการ สัญญาณนาฬิกาควบคุมเวลาของ SAR รูปที่ 2.2.23A แสดง output ของ D/A Converter ระหว่างที่มีการแปลงข้อมูล ประสิทธิภาพของการแปลงของเทคนิคนี้ คือต้องการให้ใช้เวลาแปลงข้อมูลที่สั้นมาก เช่น ถ้า A/D 10 bit ใช้เวลาในการแปลง 1 μ s หรือน้อยกว่าและ 12 bit ใช้เวลา 2 μ s หรือน้อยกว่า ซึ่งแน่นอนความเร็วขึ้นอยู่กับวงจรภายในโดยเฉพาะของ D/A และตัวเปรียบเทียบสำหรับปรับปรุงให้มีความเร็วสูงขึ้น

2.2.23 A/D คอนเวอร์เตอร์แบบขนาน

สำหรับการแปลงข้อมูลที่รวดเร็วเป็นพิเศษ ต้องการในการประมวลผลสัญญาณวิดีโอและใช้งานกับเรดาร์ซึ่งเพิ่มขึ้นถึง 8 bit ความตั้งใจที่ต้องการ ด้วยเทคนิคที่แตกต่างกันคือ วิธี parallel ดังรูป 2.2.23B



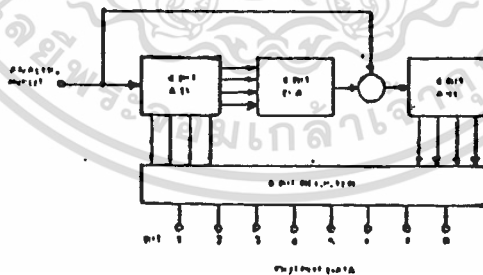
รูป 2.2.23A output ของ D/A ขนาด 8 บิตของ Successive-Approximation Converter

รูป 2.2.23B A/D Converter แบบขนาน 4 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรนี้ใช้ตัวเปรียบเทียบเท่ากับ $2^n - 1$ เพื่อต่อโดยตรงกับ quantizer transfer function ของ A/D converter จุด trip-points ของตัวเปรียบเทียบ ถูกทำให้ว่าง 1 LSB โดยตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมเป็นแบบลูกโซ่และแรงดันอ้างอิง สำหรับแรงดันอนาล็อก ป้อนให้กับแรงดันอินพุทของตัวเปรียบเทียบทั้งหมด ถูกไบอัส ด้วยแรงดันด้านเบื้องล่างให้ทำงาน และส่วนข้างบนนั้นยังคงไม่ทำงาน เมื่อตัวเปรียบเทียบทั้งหมดเปลี่ยนสภาวะพร้อมกันก็เป็นการทำงานเสต็ปหนึ่งของ quantization process อย่างไรก็ตาม ในขั้นที่สองก็ต้องการ เมื่อเอาท์พุทของตัวเปรียบเทียบไม่ได้เป็นแบบไบนารี เพราะฉะนั้น วงจร ultra-fast decoder ถูกใช้ในการทำการแปลง logic ไปเป็นแบบไบนารี เทคนิคแบบขนาน การเข้าถึงจะพร้อมกัน โดยมีความเร็วสูงเพราะว่าการทำงานจะมีสองลำดับเท่านั้น เพื่อทำการแปลงข้อมูล

อย่างไรก็ตาม ขอบเขตของวิธีการของตัวเปรียบเทียบส่วนมากถูกต้องการเพื่อความเหมาะสม ตัวอย่างเช่น ตัวเปลี่ยนข้อมูล 4 บิต ต้องการตัวเปรียบเทียบ 15 ตัว เท่านั้น แต่ในคอนเวอร์เตอร์ ขนาด 8 บิต ต้องการ 255 จากเหตุผลนี้การใช้งานโดยทั่วไปกับอุปกรณ์ A/D ขนาด 8 บิต กับ 4 บิต ดังแสดงในรูป 2.2.23C



รูป 2.2.23C แสดง A/D converter ขนาด 8 บิต 2 stage

ผลลัพธ์การแปลง 4 บิตแรก ถูกเปลี่ยนกลับเป็นอนาล็อก ผลลัพธ์ที่เหลือถูกเปลี่ยนโดยการ A/D 4 บิต และข้อมูลสองส่วน ถูกรวมในรีจิสเตอร์เอาท์พุทขนาด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

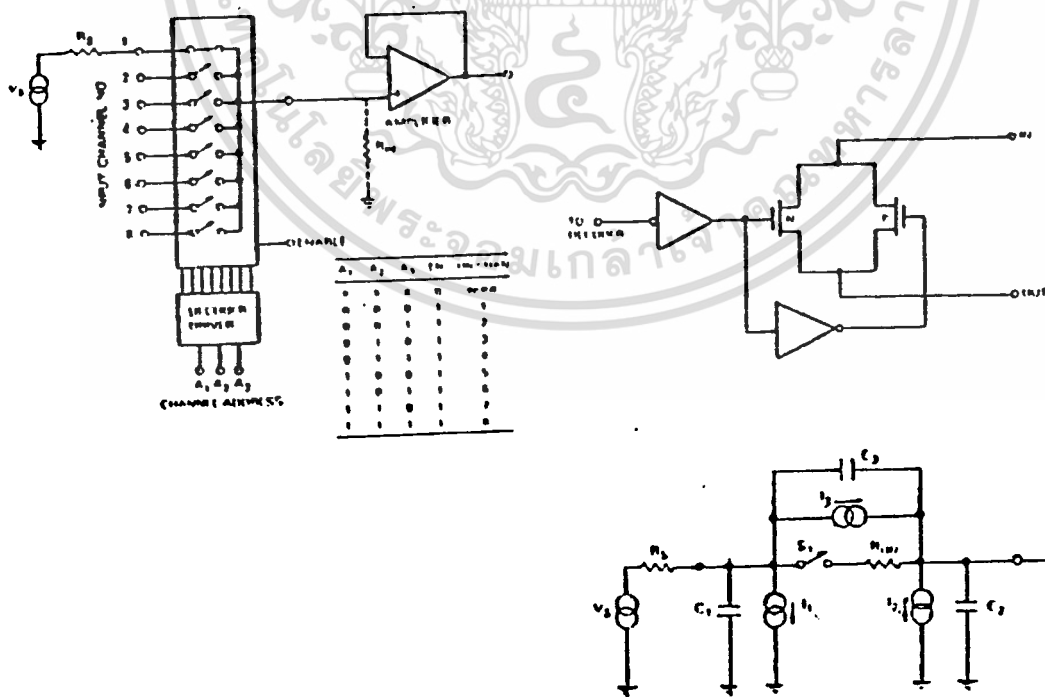
8 บิต คอนเวอร์เตอร์ชนิดนี้เป็นขนาด 8 บิต มีความถี่ประมาณ 20 MHz และสูงกว่าก็มี ถ้าเป็นส่วนเดียว 4 บิต การแปลงทำได้ถึง 50-100 MHz

2.2.24 Analog Multiplexers

2.2.24.1 การทำงานของ Analog Multiplexing Operation

เป็นวงจรซึ่งแบ่งช่วงเวลาของ A/D Converter ให้แก่หลายช่วงที่แตกต่างกันเนื่องจากวงจร A/D เป็นส่วนที่แพงที่สุดในระบบ data acquisition ซึ่งเป็นการประหยัดกว่าที่จะ Multiplexing สัญญาณแอนะล็อกอินพุต ให้แก่วงจร A/D โดยทั่วไปวงจร Analog Multiplexer จะทำงานให้กับวงจร Sample and Hold ซึ่งจะรักษาแรงดันแอนะล็อก ที่ต้องการเอาไว้เป็นระยะเวลาานพอสำหรับการเปลี่ยน A/D

ดังแสดงในรูป 2.2.24.1A วงจรแอนะล็อกมัลติเพล็กซ์แฉวของอิเล็กทรอนิกส์สวิตซ์ที่ต่อขนานกันและกันต่อส่วนเอาต์พุตรวมกันด้วยสวิตซ์เพียงตัวเดียว ที่ปิดวงจรในช่วงเวลาหนึ่ง การพิจารณาสวิตซ์ที่นิยมกันมีทั้ง 4, 8 และ 16 ช่อง ซึ่งถูกต่อแบบเดี่ยว (Single-ended) or dual (differential)



รูป 2.2.24.1A Analog Multiplexer Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรอนาล็อกมัลติเพล็กซ์ยังประกอบไปด้วยวงจรถอดรหัสและวงจร Driver ซึ่งจะทำการถอดรหัสของอินพุตเป็นไบนารี และไปต่อสวิทช์ที่ตรงกัน วงจรนี้จะอินเตอร์เฟลกับอินพุต TTL และจะขับสวิทช์มัลติเพล็กซ์ด้วยแรงดันที่ถูกควบคุมให้เหมาะสมสำหรับวงจรอนาล็อกมัลติเพล็กซ์ที่แสดงเป็นวงจรถอดรหัสจาก 1 ใน 8 วงจรที่ถูกใช้

2.2.24.2 Analog Multiplexer Characteristics

เนื่องจากการต่อความต้านทานแบบอนุกรม มันใช้วิธีธรรมดาเพื่อให้ออนาล็อกมัลติเพล็กซ์ทำงานในโวลต์ที่มีความต้านทานสูง เช่น input ของบัพเฟอร์ที่มี gain เป็น 1 ที่แสดงไว้ใน diagram อิมพีแดนซ์ของโวลต์มีค่ามาก เมื่อเปรียบเทียบกับความต้านทานบนตัวสวิทช์ และความต้านทานของแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งทำให้การ Transfer ยังคงมีความแน่นอนสูง Transfer error เป็นค่าผิดพลาดที่อินพุตกับเอาต์พุตของ Multiplexer เมื่อถูกต่ออยู่กับแหล่งจ่ายและโวลต์ ซึ่งอาจจะอธิบายเป็นเปอร์เซ็นต์ ของแรงดันอินพุต

ในระบบ data acquisition ค่า Transfer error อยู่ในช่วง 0.1 - 0.01 % หรือน้อยกว่า ซึ่งสามารถทำได้โดยการใช้ออฟแอมป์ เป็นบัพเฟอร์ต่อกับอินพุตอิมพีแดนซ์ ซึ่งมีค่าอยู่ในช่วง $10^0 - 10^{12}$ ในวงจร Sample-hold ส่วนมากจะมีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์สูงด้วย

คุณสมบัติที่สำคัญอื่นๆ ของวงจรอนาล็อกมัลติเพล็กซ์ คือ การสวิทช์ซึ่งแบบ bread-before make มีการหน่วงเวลาน้อยมากระหว่างการเปลี่ยนการสัมผัสจากแชนแนล 1 ไปยังแชนแนลต่อไป ซึ่งเป็นการแน่นอนว่าอินพุตแชนแนล อยู่ติดกันจะไม่ได้สัมผัสร่วมกัน คุณสมบัติที่สำคัญ อีกข้อหนึ่งของอนาล็อกมัลติเพล็กซ์คือค่า Settling Time มันเป็นข้อจำกัดที่เหมือนกับที่เคยกล่าวมาแล้ว สำหรับแอมป์ปิลินหลายเออร์ ยอมรับเมื่อมันจะถูกใช้วัดจากเวลาที่แชนแนลถูกสวิทช์ให้ทำงาน

Throughout Rate เป็นอัตราสูงสุดที่ซึ่งตัว multiplexer สามารถเปลี่ยนตำแหน่งหนึ่งด้วย Setting เอาต์พุตตามพิกัดที่แม่นยำ

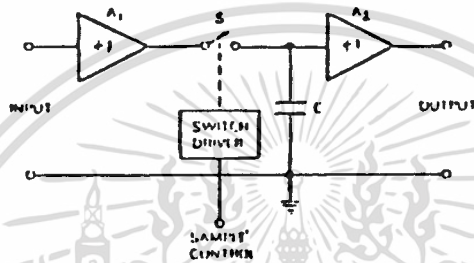
crosstalk เป็นอัตราส่วนของแรงดัน output/input โดยที่ทุกแชนแนลต่อขนานกันและหยุดทำงาน จะบอกค่าอัตราลดทอนของสัญญาณที่ผ่าน เข้าทางอินพุตออกทางเอาต์พุตที่มีหน่วยเป็น db

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.24.3 Sample-Hold Circuits

1) การทำงานของ Sample-Hold

ข้อพิจารณาอันแรกคือ เป็นเครื่องใช้เก็บรายละเอียดของสัญญาณอนาล็อกและช่วยลด aperture time ของ A/D มันเป็นอุปกรณ์ที่เรียกว่า Voltage-Memory ซึ่งเป็นแรงดันอินพุตที่ได้รับเข้ามา และเก็บไว้ที่คาปาซิเตอร์ ซึ่งมีคุณภาพสูง วงจรที่รู้จักกันแพร่หลายเป็น ดังรูป 2.2.24.2A



รูป 2.2.24.3A วงจร Sample-Hold เบื้องต้น

A_1 เป็นอินพุตบัฟเฟอร์ซึ่งมีค่า input impedance สูง ซึ่งอาจเป็น Analog Multiplexer เอาท์พุทของ A_1 ต้องสามารถขับคาปาซิเตอร์ด้วยเสถียรภาพและขับกระแสได้อย่างพอเพียง เพื่อชาร์จประจุได้อย่างรวดเร็ว S_1 เป็นอิเล็กทรอนิกส์สวิตช์ ปกติจะใช้ FET ซึ่งทำงาน on และ off ได้รวดเร็ว โดยวงจร driver ซึ่งอินเตอร์เฟสกับอินพุทของ TTL

C เป็นคาปาซิเตอร์ ซึ่งมีค่ากระแสรั่วไหลต่ำ และมีคุณสมบัติของการรั่วซึมต่ำอาจจะเป็นชนิด polysterene , pycarbonate , polypropylene หรือ teflon ในกรณีของ Sample-Hold แบบไฮบริดคาปาซิเตอร์แบบ MOS จะถูกใช้มาก

A_2 เป็นตัวขยายทางเอาท์พุท ซึ่งเป็นบัฟเฟอร์แรงดันให้คาปาซิเตอร์เพราะฉะนั้นต้องมีกระแสไปสู่อินพุทที่ต่ำและจากเหตุผลนี้จึงใช้ FET เป็นตัวขยายทางอินพุท

วงจร Sample-Hold มีการทำงาน 2 โหมด คือ Sample Mode หรือ Tracking เมื่อสวิตช์ถูกปิด และ hold mode เมื่อสวิตช์เปิด ปกติวงจร Sample-Hold จะกำหนดให้ทำงาน 1 ใน 2 วิธีพื้นฐาน อุปกรณ์สามารถทำงานอย่างต่อเนื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามสัญญาณอินพุต และถูกต่อสวิทช์ให้ทำงานใน hold mode ที่เวลาที่แน่นอนในพิกัดที่กำหนดไว้เท่านั้น เวลาที่ใช้ส่วนใหญ่จะเสียไปที่ส่วน Tracking Mode ในการใช้ วงจร deglitcher ที่เอาท์พุทของ D/A ก็เป็นตัวอย่างของการใช้วงจร Sample-Hold

อีกทางหนึ่งสามารถทำให้อุปกรณ์ใช้เวลาส่วนใหญ่ใน hold mode และค่อยต่อไปยัง Sample Mode เพื่อที่จะรับระดับสัญญาณตัวใหม่ ในกรณีที่ใช้วงจร Sample Hold ในระบบ data acquisition

2) คุณสมบัติ Sample-Hold

จำนวนพารามิเตอร์ที่สำคัญในการปรับปรุงคุณสมบัติ ของวงจร Sample-Hold ที่สำคัญที่สุดคือ acquisition time มีนิยามเหมือนกับ Settling Time ของ Amplifier ซึ่งเป็นเวลาที่ต้องการหลังจากที่มีคำสั่งให้ Sample สำหรับคาปาซิเตอร์ที่ทำหน้าที่ hold ทำการซารท์ประจุ สเกลแรงดันและยังคงอยู่ในพิกัดย่าน error ใกล้เคียง ค่าสุดท้าย และพิกัดที่สำคัญอื่นๆ คือ

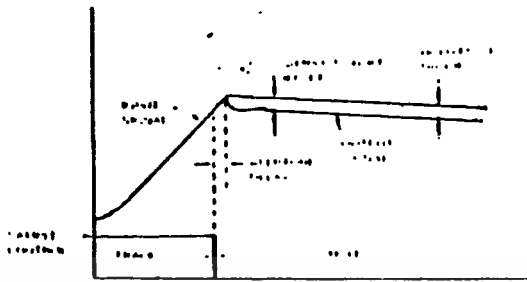
2.1) Hold-Mode Drop คือ แรงดัน output ที่เปลี่ยนแปลงต่อหน่วยเวลา เมื่อ Sample Switch เปิดวงจร สาเหตุ เนื่องมาจากกระแสรั่วไหลของคาปาซิเตอร์และสวิทช์ และกระแสเอาท์พุท

2.2) Hold-Mode Feed Through เป็นเปอร์เซ็นต์ของสัญญาณอินพุต ที่ถ่ายทอดไปยังเอาท์พุท เมื่อ Sample Switch เปิดวงจร มันจะถูกวัดเทียบกับสัญญาณอินพุตที่เป็น Sinusoidal เฟส ของ Sample-Hold ส่วนใหญ่ทำงานเปลี่ยนจาก Sample-Hold เป็น Hold-Mode โดยที่แรงดันอินพุตคงที่ สาเหตุโดยการถ่ายทอดประจุบนตัวคาปาซิเตอร์ ทำให้มันหยุดทำงาน

2.3) Aperture-Delay เป็นเวลาที่ผ่านไป จากการได้รับคำสั่ง จนถึงสวิทช์เปิดวงจรจริง โดยทั่วไปจะต้องน้อยกว่าไมโครวินาที

2.4) Aperture Uncertainty เป็นเวลาที่เปลี่ยนแปลงจากตัวอย่างหนึ่งไป อีกตัวอย่างหนึ่ง ของ Aperture delay ซึ่งขีดจำกัดที่แน่นอน คือ เป็นจุดที่ให้ทันเวลาของการเปิดสวิทช์ Aperture Uncertainty เป็นเวลาที่ถูกใช้เพื่อหาว่า Aperture Error เนื่องจากการเปลี่ยนของสัญญาณอินพุต ข้อจำกัดหลายอย่างดังกล่าวแสดง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่นับผูกมัดให้นำไปใช้โดยไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังรูป 2.2.24.2B



รูป 2.2.24.2B แสดงคุณลักษณะของ Sample-Hold

2.2.3 ตัวแปลงสัญญาณจากดิจิทัลเป็นอนาล็อก (DIGITAL TO ANALOG CONVERTER)

DACs Converters เป็นเครื่องมือที่ติดต่อสื่อสารของคอมพิวเตอร์กับโลกภายนอก มันถูกใช้ในงานหลายอย่างจากระบบแสดงผล CRT และเป็นตัวรับ VOICE Synthesizers ไปยังระบบทดสอบอัตโนมัติ Digitally Controlled Attenuators และขบวนการควบคุมการเต้นของหัวใจ รวมทั้งเป็นองค์ประกอบที่อยู่ภายในตัว ADCs เป็นส่วนใหญ่ ตัว DACs และ termed decodes โดยการติดต่อสื่อสารทางวิศวกรรม

1) R-2R D/A Converter

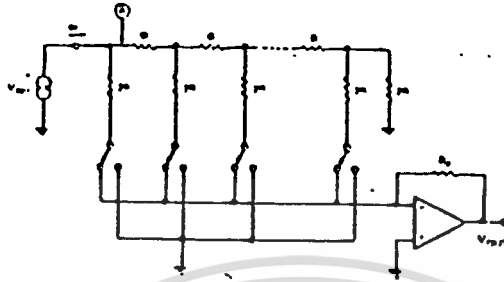
เทคนิคที่นิยมใช้สำหรับ D/A คือ วิธี R-2R Ladder ตัวแสดงในรูป

2.2.3A วงจรประกอบด้วยตัวต้านทานที่อนุกรม มีค่าเป็น R และตัวต้านทานที่ต่อขนานมีค่า 2R ได้ตัวต้านทานที่ต่อขนานกัน แต่ละตัวมีสวิทช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งต่อตัวต้านทานกับกราวด์หรือไม่ก็เส้นรวมของกระแสเอาท์พุท การทำงานของวง R-2R Ladder เป็นพื้นฐานในการแบ่งกระแสไบนารี มันจะไหลลง Ladder การพิจารณารูปร่างภายนอกของ Ladder ที่จุด A วัดค่าความต้านทาน 2R เพราะฉะนั้นตัวอ้างอิงอินพุทกับ Ladder มีความต้านทานและที่กระแสอ้างอิงแยกออกเป็น 2 ส่วนที่เท่ากัน มันมองเห็นความต้านทานที่เท่ากัน ในทิศทางเหมือนกันกระแสจะไหลลงที่ Ladder ไปทางขวาอย่างต่อเนื่องเพื่อแบ่งไปยังสองส่วนที่เท่ากัน ที่จุดต่อตัวต้านทานแต่ละจุด ผลการซึ่งน้ำหนักรหัสไบนารีที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่ต่อขนานกันแต่ละตัวใน Ladder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาด้านนี้ ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์ที่ควบคุมสัญญาณดิจิทัล เพื่อต่อกระแสให้กับกราวด์ หรือไม่ก็เส้นที่รวมกัน



รูป 2.2.3A แสดงวงจร R-2R Ladder D/A Converters

สมมติให้บิตทั้งหมดทำงานดังแสดงในไดอะแกรม วงจรข้างต้น เส้นรวมของกระแสเอาท์พุทต่อยังออฟแอมป์ ซึ่งเปลี่ยนกระแสเป็นแรงดัน

$$I_{out} = V_{REF} / R (1/2 + 1/4 + 1/8 + \dots + 1/2^n) \text{ ---- 2.2.31}$$

ซึ่งเป็นอนุกรมโบนารี ผลรวมของกระแสทั้งหมดจะได้เป็น

$$I_{out} = V_{REF} / R (1-2^{-n}) \text{ ---- 2.2.32}$$

เมื่อเทอม 2^{-n} แทนส่วนของกระแสอินพุทที่ไหลผ่านปลายตัวต้าน $2R$ ลงกราวด์ที่ด้านขวา ข้อได้เปรียบของเทคนิคแบบ R-2R ladder คือ ต้องการตัวต้านทานสองค่าเท่านั้น เป็นผลให้กรณีของ Matching หรือ Trimming และ temperature Tracking ตีมาก รวมทั้งสำหรับใช้งานที่มีความเร็วสูง สามารถใช้ตัวต้านทานเทียบเคียงให้เป็นค่าต่ำได้ จะได้รับผลที่ดีมากสำหรับ D/A โดยใช้ network ตัวต้านทาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบ Laser-Trimmed Thin Film

2) Weighted Current Source D/A Converter

การออกแบบตัวแปลง D/A ที่นิยมใช้ในปัจจุบันดังแสดงในรูป 2.2.3C แกวของทรานซิสเตอร์ใช้ เป็นสวิตช์ตัวซึ่งน้ำหนักกระแสไบนารี ถูกทำให้สำเร็จโดยการ ใช้ตัวต้านทานที่อิมิเตอร์กับความสัมพันธ์กับค่าของ $R, 2R, 4R, \dots, 2^n R$ แล้วนำ ผลลัพธ์กระแสคอลเลคเตอร์รวมกันที่จุด Summing แหล่งจ่ายกระแสถูกสวิตช์ให้เปิด และปิดจากอินพุทของ TTL ซึ่งควบคุมโดยการต่อไดโอดกับอิมิเตอร์ เมื่ออินพุทของ TTL เป็น High แหล่งจ่ายกระแสก็จะทำงาน ถ้าหาก Low มันก็จะหยุดทำงานโดย กระแสที่ไหลผ่านไดโอด ความเร็วในการสวิตช์ที่ได้รับมีความเร็วมาก เพราะว่ามี การควบคุมโดยตรงของกระแสจากทรานซิสเตอร์ และแหล่งจ่ายกระแสจะไม่ถึงจุด อิ่มตัว การอินเตอร์เฟสด้วยระบบมาตรฐานของ TTL แหล่งจ่ายกระแสถูกไบอัสด้วย แรงดัน $+1.2V$ กระแสอิมิเตอร์ถูกปรับให้มีค่าคงที่ โดยการควบคุมที่ตัวแอมป์ปี สฟลายเออร์และวงจรรออ้างอิงแรงดันที่แน่นอน ร่วมกับไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ การรวม กระแสเอาต์พุทใน D/A บางชนิดที่มีความเร็วสูง กระแสเอาต์พุทถูกใช้ขับโหลดที่เป็น ตัวต้านทาน โดยตรงแต่แรงดันเอาต์พุทบวกในกรณีนี้ ถูกจำกัดเพียง ≈ 1 โวลต์

การออกแบบ weight current source มีประโยชน์คือแก้ไขง่ายและความเร็วสูง ทรานซิสเตอร์ที่เป็นแหล่งจ่ายกระแสทั้งชนิด PNP และ NPN สามารถ ใช้ได้กับเทคนิค ดังกล่าวนี้นี้ แม้ว่าการอินเตอร์เฟสกับแหล่งจ่ายกระแสแบบ NPN นั้น ยากกว่า เทคนิคเทคนิคแบบนี้ ส่วนมากใช้ใน monolithic, hybrid และโมดูล D/A ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน

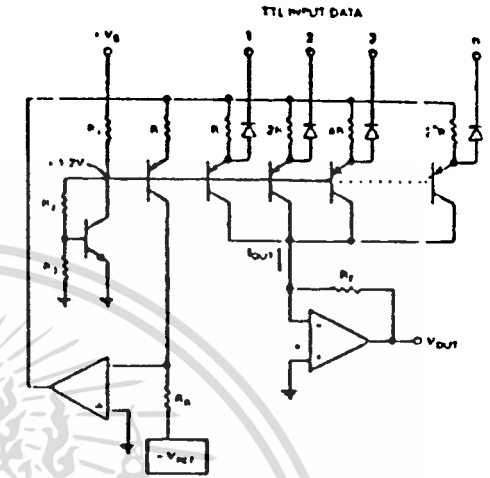
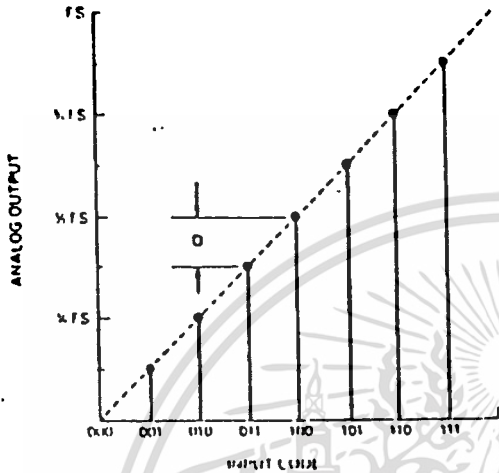


Figure 18 Weighted Current Source D/A Converter

รูป 2.2.3B แสดงทรานสเฟอร์ฟังก์ชันของ D/A Converter 3 bit

รูป 2.2.3C แสดง D/A Converter แบบ weighted Current Source

3) Multiplying and Deglitched D/A Converter

ในวิธี 2-2R Ladder เป็นตัวใช้เฉพาะสำหรับตัวแปลงสัญญาณ D/A ชนิด multiplying โดยตัวแปลงสัญญาณเหล่านี้แรงดันอ้างอิงสามารถเปลี่ยนแปลงบนย่าน $+V_{max}$ พร้อมกับผลเอาที่นุทของแรงดันอ้างอิงและอินพุตที่เป็นดิจิตอล การเพิ่มจำนวนสามารถกระทำได้ในควอทแดนซ์ที่ 1, 2 หรือ 4 ถ้าแรงดันอ้างอิงเป็น Unipolar เป็นวงจร multiplying DAC ควอทแดนซ์ 1 ถ้ามันเป็น bipolar วงจรเป็น two-quadant multiplying DAC การทำงานทั้ง 4 ควอทแดนซ์ เส้นรวมกระแสทั้งสองดังแสดงในรูป 2.2.3A จะต้องรวมจากแต่ละส่วนโดยออปแอมป์ใน multiplying D/A Converters สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ปกติ จะถูกใช้กับอุปกรณ์ซีมอส ตามธรรมดา multiplying DACs ถูกใช้ในการควบคุม gain เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตโนมัติ การให้กำเนิดตัวอักษรในจอCRT , Complex Function Generators digital Attenuators และวงจร Divider

การออกแบบตัวแปลงสัญญาณ D/A ที่สำคัญอีกอันหนึ่งที่เป็นข้อได้เปรียบทั้งเทคนิค แบบ weight current source และเทคนิคแบบ R-2R Ladder วงจรแสดงใน รูป 2.2.3A ใช้แหล่งจ่ายกระแสเพื่อขั้วจุดต่อของวงจร R-2R Ladder ประโยชน์ของแหล่งจ่ายกระแสที่มีค่าเท่ากัน จะเห็นได้ชัดว่า เมื่อตัวต้านทานที่อิมิตเตอร์ สมมาตรกันและความเร็วของการสวิตช์ซึ่งก็สมมาตร เทคนิคนี้ถูกใช้มากใน D/A มีความเร็วสูงมาก ๆ

2.3 ภาคแสดงผล

2.3.1 การแสดงผลทางเครื่องพิมพ์ (DISPLAY TO PRINTER)

การเชื่อมต่อของสัญญาณที่ใช้ส่งข้อมูล ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์นั้น ทำได้ 2 แบบ คือ แบบขนานและแบบอนุกรม ในที่นี้ จะขอกกล่าวถึงการส่งแบบขนาน ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง

การส่งข้อมูลแบบขนาน ระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์นั้น มีมาตรฐานที่นิยมกันมากที่สุด คือ มาตรฐานของ เซ็นทรอนิกส์ (CENTRONICS) ซึ่งมีการใช้กันทั่วไปในเครื่องพิมพ์ทุกชนิด ที่มีการรับส่งข้อมูลแบบขนาน สัญญาณต่าง ๆ ของเครื่องพิมพ์จะเป็นดังตาราง

PIN	SIGNAL	NAME	DIRECTION	PIN	SIGNAL	NAME	DIRECTION
1		<u>DATA STROBE</u>	IN	19		TWISTED PAIR GND	
2		DATA 1	IN	20		"_____"	
3		DATA 2	IN	21		"_____"	
4		DATA 3	IN	22		"_____"	
5		DATA 4	IN	23		"_____"	

6	DATA 5	IN	24	"_____"	
7	DATA 6	IN	25	"_____"	
8	DATA 7	IN	26	"_____"	
9	DATA 8	IN	27	"_____"	
10	\overline{ACK}	OUT	28	"_____"	
11	BUSY	OUT	29	"_____"	
12	PAPER EMPTY	OUT	30	"_____"	
13	SELECT	OUT	31	INPUT - PRIME	IN
14	AUTOFEED - XT	IN	32	\overline{FAULT}	OUT
15	-		33	GND	
16	GND		34	-	
17	CHASSIS GROUND		35	-	
18	+5V		36	SELECT	IN

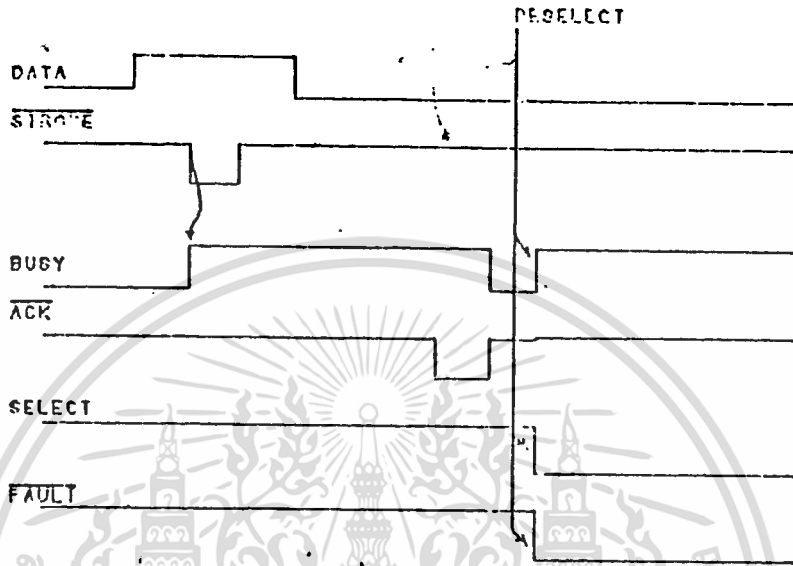


รูป แสดงไคอะแกรมการรับส่งข้อมูลของเครื่องพิมพ์

การรับส่งข้อมูลจากเครื่องคอมพิวเตอร์ หากเครื่องพิมพ์ไม่พร้อม ก็จะส่ง

สัญญาณ BUSY ออกมา เครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องตรวจสอบข้อมูลสองสัญญาณ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BUSY ของเครื่องพิมพ์ว่า มีค่าเป็น 1 หรือไม่ หากมีค่าเป็น 1 แสดงว่าเครื่องพิมพ์ไม่พร้อมที่จะรับข้อมูล เครื่องคอมพิวเตอร์จะต้องรอจนกว่าสัญญาณนี้ มีค่าลอจิกเป็น 0 จึงจะส่งข้อมูลไปให้กับเครื่องพิมพ์ได้ ซึ่งโดยละแกรมเวลาของการรับส่งข้อมูลเป็น ดังรูป



รูป แสดงไคอะแกรมเวลาของการรับส่งข้อมูลเมื่อ BUSY

หน้าที่ของสัญญาณต่าง ๆ

STROBE เป็นสัญญาณควบคุมการส่งข้อมูลที่อยู่บนบัสข้อมูลให้เครื่องพิมพ์ สัญญาณนี้ จะมีความกว้างของพัลส์ มากกว่า 1 ไมโครวินาที(μs)

DATA 1-8 เป็นสัญญาณข้อมูลที่ส่งให้กับเครื่องพิมพ์

ACK เป็นสัญญาณพัลส์ที่ส่งออกมาจากเครื่องพิมพ์ เพื่อบอกให้ทราบว่าขณะนี้ เครื่องพิมพ์ได้รับข้อมูล 1 ไบต์ ที่ส่งมาเรียบร้อยแล้ว

BUSY เมื่อสัญญาณนี้เป็นลอจิก 1 แสดงว่าเครื่องพิมพ์ไม่พร้อมที่จะรับข้อมูล ซึ่ง สัญญาณนี้ จะเป็นลอจิก 1 เมื่อเกิดกรณีเหล่านี้

1. มีการรับข้อมูลเข้ามาเข้ามาเต็มบัฟเฟอร์
2. เครื่องพิมพ์ไม่ได้อยู่ในสภาวะของการติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ (DESELECT)
3. เกิดการผิดพลาดขึ้นกับเครื่องพิมพ์

PE เป็นสัญญาณแสดงภาวะของกระดาษพิมพ์ สัญญาณนี้จะมีค่าเป็นลอจิก 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อไม่มีกระดาษพิมพ์

SELECT เป็นสัญญาณแสดงสถานะของเครื่องพิมพ์ว่า พร้อมที่จะติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์หรือไม่ หากมีค่าลอจิก 1 แสดงว่าเครื่องพิมพ์พร้อมที่จะติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ SELECT หากมีค่าเป็นลอจิกเป็นลอจิก 0 แสดงว่าเครื่องพิมพ์ไม่พร้อมที่จะติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ (DESELECT) สัญญาณนี้จะมีค่าเป็นลอจิก 1 เมื่อเรากดปุ่ม SELECT ที่เครื่องพิมพ์หรือเครื่องพิมพ์ได้รับโค้ด DC 1

CHASSIS GND เป็นกราวด์ของเครื่องพิมพ์

TWISTED PAIR GND เป็นกราวด์ของสัญญาณที่ใช้ร่วมกับสัญญาณข้อมูลและสัญญาณควบคุมต่าง ๆ

FAULT เมื่อสัญญาณนี้มีค่าลอจิก 0 แสดงว่าแสดงว่าเครื่องพิมพ์ไม่พร้อมที่จะติดต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสัญญาณนี้จะเป็น 0 เมื่อมีความผิดพลาดต่อไปนี้

1. ไม่มีกระดาษในเครื่องพิมพ์
2. เครื่องพิมพ์อยู่ในสถานะ DESELECT
3. เครื่องพิมพ์ทำงานผิดพลาด

INPUT PRIME เมื่อสัญญาณนี้เป็นพัลส์ 0 จะทำให้เครื่องกลับไปอยู่ในสถานะเริ่มต้น

SELECT IN เมื่อสัญญาณนี้มีค่าลอจิก 1 เราสามารถควบคุมการติดต่อกับเครื่องพิมพ์ได้ด้วยโค้ด DC1 และ DC3

AUTOFEED - XT เมื่อสัญญาณนี้มีค่าลอจิก 0 เครื่องพิมพ์จะพิมพ์ line feed หลังจากพิมพ์ในแต่ละบรรทัดแล้ว

การส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังเครื่องพิมพ์ จะเป็นแบบมีการตรวจสอบความพร้อม ซึ่งสามารถแสดงไต่อะแกรมเวลาได้ดังกล่าว

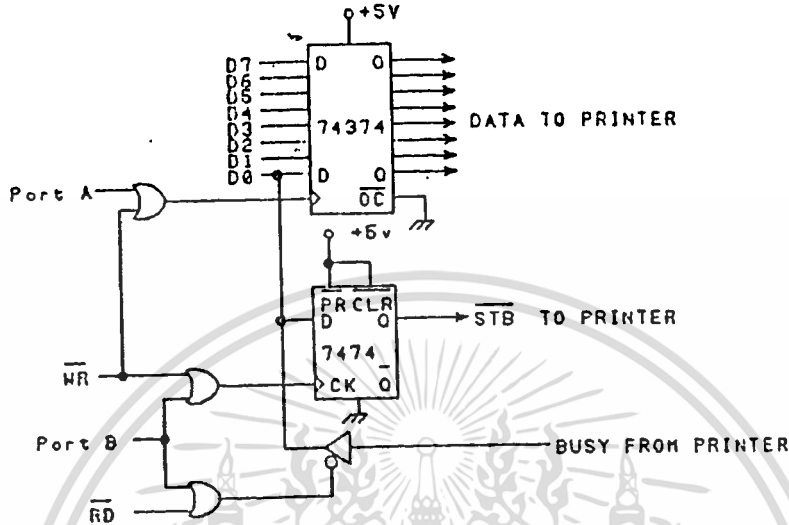
1. การต่อไมโครโปรเซสเซอร์กับเครื่องพิมพ์

การต่อ μP กับเครื่องพิมพ์นั้น เราจะต้องต่อวงจรเชื่อมต่อที่ใช้สำหรับส่งข้อมูลขนาน มีการตรวจสอบโดย μP จะต้องมีพอร์ตเอาต์พุตสำหรับส่งข้อมูล 1 พอร์ต สำหรับส่งสัญญาณควบคุม (STROBE) 1 พอร์ต และมีพอร์ตอินพุตสำหรับตรวจสอบสถานะของเครื่องพิมพ์ (BUSY) อีก 1 PORT วงจรที่เราใช้เชื่อมต่อ อาจใช้

8255 ตัวเดียวก็ได้หรือใช้อุปกรณ์ ทิทแอลที่เป็นเกตและบัฟเฟอร์ต่าง ๆ มาต่อร่วมกัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก็ได้ ในที่นี้จะขอยกตัวอย่างวงจร 1 ชุด เป็นวงจรที่ใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ดังรูป ซึ่งมีพอร์ท A เป็นเอาต์พุต สำหรับส่งข้อมูล พอร์ท B เอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณ STROBE และพอร์ท B อินพุตสำหรับตรวจสอบสัญญาณ BUSY



รูป วงจรเชื่อมต่อไมโครโปรเซสเซอร์กับเครื่องพิมพ์

ข้อสำคัญ: ข้อมูลที่เราส่งไปให้กับเครื่องพิมพ์นั้นจะต้องเป็นรหัส ASCII ซึ่งแบ่งเป็น 2 ประเภทคือ รหัสของข้อมูลที่เป็นตัวอักษรและอักขระต่าง ๆ ซึ่งสามารถออกแบบได้ที่เครื่องพิมพ์ และรหัสควบคุมการทำงานและควบคุมรูปแบบของการพิมพ์ที่ใช้สำหรับการทำงานของเครื่องพิมพ์ในลักษณะต่าง ๆ มาก แต่ในที่นี้จะขอกำหนดเฉพาะแต่คำสั่งสำคัญ ๆ เท่านั้น

CR (Carriage Return) รหัส 0DH ใช้สำหรับควบคุมเครื่องพิมพ์ให้เลื่อนหัวพิมพ์ไปอยู่จุดเริ่มต้นทางซ้ายมือ โดยข้อมูลที่อยู่ในบัฟเฟอร์ก่อนรหัสนี้ จะถูกพิมพ์ออกมาก่อน

LF (Line Feed) รหัส 0AH สำหรับให้เครื่องพิมพ์ พิมพ์ข้อมูลในบัฟเฟอร์และเลื่อนกระดาษพิมพ์ไปหนึ่งบรรทัด

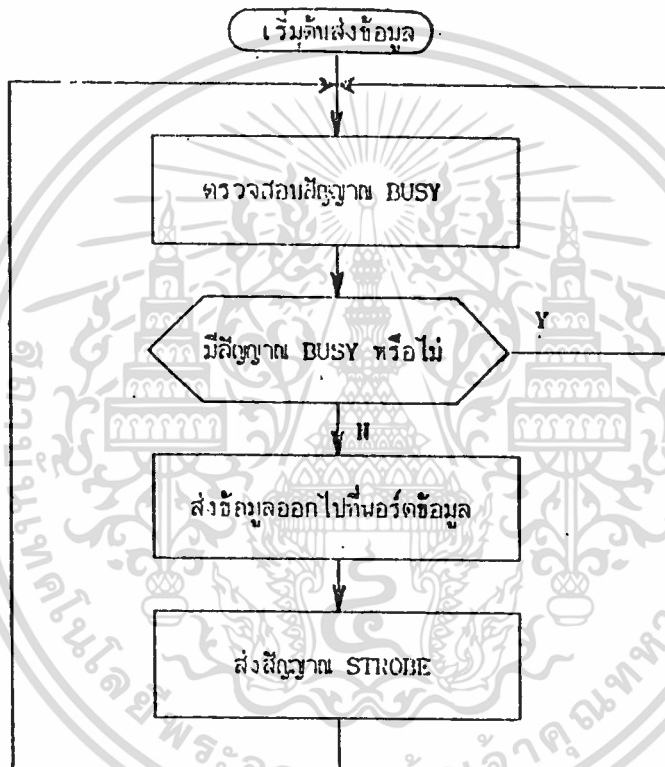
FF (Form Feed) รหัส 0CH สำหรับควบคุมเครื่องพิมพ์ให้เลื่อนกระดาษไปครบหน้า เพื่อขึ้นหน้าใหม่

CAN (Cancel) รหัส 18H สำหรับยกเลิกข้อมูล ที่เข้ามาก่อนหน้านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. โปรแกรมควบคุมการส่งข้อมูลเบื้องต้น

เมื่อเราต่อวงจร เชื่อมต่อระหว่างไมโครโปรเซสเซอร์กับเครื่องพิมพ์แล้ว หากเราต้องการให้เครื่องพิมพ์ พิมพ์ตัวอักษรที่เราต้องการ เราจะส่งข้อมูลหรือต้องส่งไป กับเครื่องพิมพ์ โดยการส่งข้อมูลไปให้กับเครื่องพิมพ์ เราจะต้องตรวจสอบความพร้อม ของเครื่องพิมพ์ ก่อนว่าพร้อมหรือยังที่จะรับข้อมูลหรือไม่ หากเครื่องพิมพ์พร้อมเราจึง จะส่งข้อมูลไปให้ดังแผนผังงานดังนี้



รูป แผนผังการทำงานของ การส่งข้อมูล

จากรูปแผนผังของโปรแกรมเราสามารถนำมาเขียนเป็นโปรแกรมย่อยสำหรับ ทำการส่งข้อมูลที่อยู่ในรีจิสเตอร์ A ออกไปให้กับเครื่องพิมพ์ได้ดังนี้

```
;subprogram "SEND" for send data in register A to printer
```

```
STBP EQU OCOH ; STROBE output port OCOH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

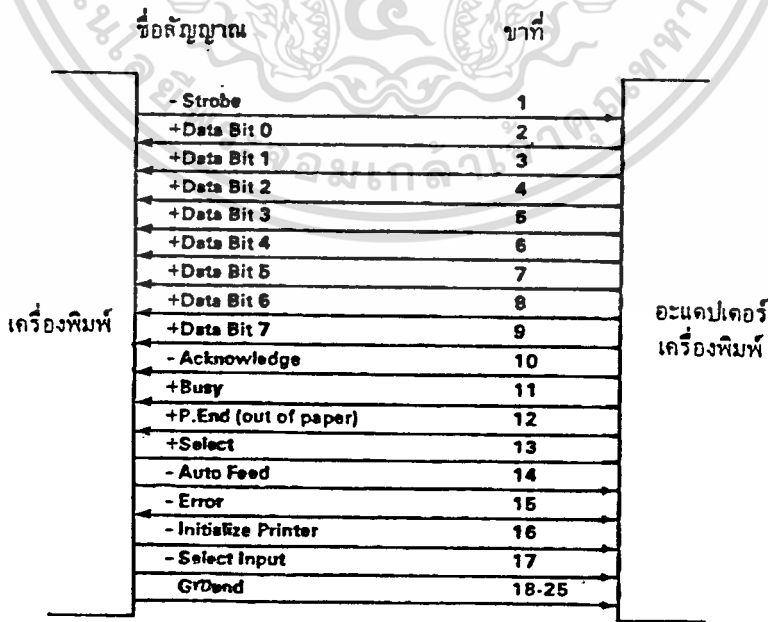
```

STBLOW EQU 00 ; STROBE LOW
STBHI EQU 01 ; STROBE HIGH
BUSYP EQU 0COH ; BUSY input port 0COH
DATAP EQU 0AOH ; DATA output port 0AOH
BUSY EQU 01H ; BUSY mask

```

สำหรับเครื่องไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้ทดลองของบริษัท อิทีที จำกัด เวอร์ชัน 3.0 ซึ่งตีโค้ดไว้ที่ 20,21,22,23 และ พอร์ต 0AOH คือ 60 และพอร์ต 0COH คือ 80

เมื่อเราส่งข้อมูลให้กับเครื่องพิมพ์แล้ว หากข้อมูลที่เราส่งไปให้กับเครื่องพิมพ์ เป็นรหัสของตัวอักษรที่สามารถพิมพ์ออกมาได้ เช่น รหัส 41H อักษร A เครื่องพิมพ์ จะยังไม่พิมพ์ข้อมูลออกมา โดยจะเก็บข้อมูลนั้นไว้ในบัฟเฟอร์ก่อน จนกว่าจะได้รับรหัสควบคุม CR (0DH) เครื่องพิมพ์จึงจะพิมพ์ข้อมูลออกมาแล้วเลื่อนหัวพิมพ์ไปอยู่ทางซ้ายมือสุดและหากเราต้องการให้เครื่องพิมพ์เลื่อนกระดาษไป 1 บรรทัด เพื่อให้เครื่องพิมพ์ พิมพ์ข้อมูลใหม่ทับกับของเดิม เราต้องส่งรหัสควบคุม LF (0AH) ไปให้เครื่องพิมพ์ด้วย เพื่อให้เครื่องพิมพ์เลื่อนกระดาษพิมพ์ไป 1 บรรทัด



รูป แสดงการเชื่อมโยงกับเครื่องพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	0	16	32	48	64	80	96	112
0	0	1	2	3	4	5	6	7
0	0	▶	◀	0	@	P	'	p
1	1	☺	◀	!	I	A	Q	a
2	2	☹	!	"	2	B	R	b
3	3	♥	!!	#	3	C	S	c
4	4	♦	¶	\$	4	D	T	d
5	5	♣	§	%	5	E	U	e
6	6	♠	=	&	6	F	V	f
7	7	•	↓	'	7	G	W	g
8	R	◼		(8	H	X	h
9	9	○)	9	I	Y	i
10	Λ	○	-	*	:	J	Z	j
11	B	σ	-	+	;	K	I	k
12	C	∅	L	.	<	L	\	
13	D	♪	-	-	=	M	I	m
14	E	♪	▲	.	>	N	^	n
15	F	☼	▼	/	?	O	_	o

ตารางรหัส ASCII

2.3.2 การแสดงผลทางเสียง (ELECTRIC BUZZER)

สำหรับโครงงานนี้ อุปกรณ์เตือนภัยทางเสียงนั้น จะใช้เพียโซอิเล็กทริก (Piezo Electric Buzzer) จะขอกล่าวรายละเอียด หลักการแพร่เสียงของอุปกรณ์ เพียโซอิเล็กทริก ซึ่งรวมไปถึงบัสเซอร์, ลำโพงเพียโซและตัวลือตัวรับในโทรทัศน์ พร้อมทั้งจะขอกล่าวรายละเอียดมาตรฐานของอุปกรณ์ ซึ่งกำหนดขึ้นโดยสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของญี่ปุ่น

ก. ประเภทของเพียโซ (TYPE OF PIEZO)

ตัวเพียโซ เป็นอุปกรณ์ประเภทหนึ่งในอุปกรณ์เพียโซที่กำเนิดเสียงเท่านั้น โดยสามารถแบ่งออกเป็นกลุ่มได้ดังนี้

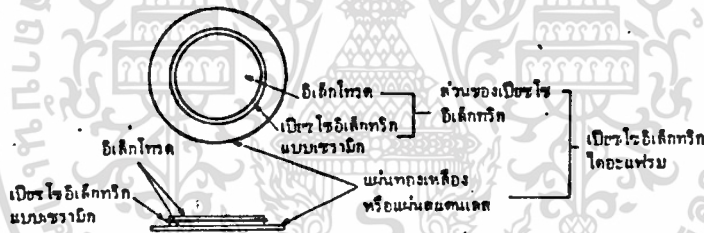
1. เพียโซอิเล็กทริกไดอะแฟรม เป็นส่วนพื้นฐานของอุปกรณ์เพียโซประเภทอื่น ซึ่งเพียโซอิเล็กทริกและแผ่นสแตนเลสหรือแผ่นทองเหลือง ที่มีลักษณะกลม ซึ่งจะถูกปิดไว้ด้านข้างของเพียโซอิเล็กทริก ในส่วนของเพียโซอิเล็กทริกนั้น ยังประกอบด้วยส่วนที่เป็นขั้วไฟฟ้า และส่วนที่เป็นเพียโซแบบเซรามิค ดังในรูป 2.3.2A เป็นส่วนประกอบต่างๆ ของแผ่นเพียโซอิเล็กทริกไดอะแฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.3.2A แสดงตัวอย่างจริงของเพียโซโซชนิดต่าง ๆ



รูป 2.3.2B แสดงโครงสร้างของเพียโซอิเล็กทริกโคอะแฟรม

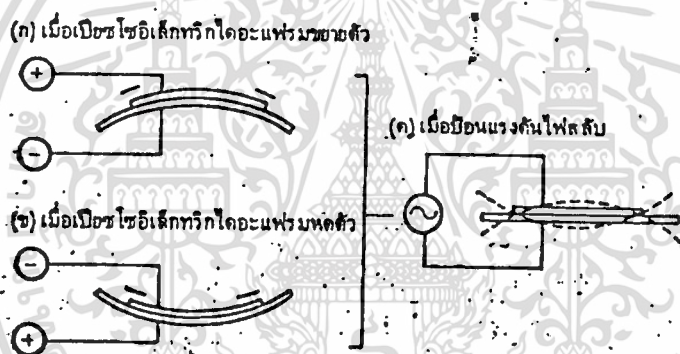
2. เพียโซโซอิเล็กทริกตัวเดออร์ ในอุปกรณ์ตัวนี้จะมียกฐานะเป็นตัวกึ่งนำผลึกที่มีแผ่นเพียโซโซโคอะแฟรมอยู่ข้างใน โดยในการกำหนดเสียงนั้นจะต้องมีวงจรกำเนิดเสียงนั้นจะต้องมีวงจรกำเนิดสัญญาณจากภายนอก

3. เพียโซโซอิเล็กทริกมิชเชอร์ หรือมิชเชอร์ เป็นการรวมระหว่างตัวเพียโซอิเล็กทริกตัวเดออร์กั่วงจรกำเนิดสัญญาณ ดังนั้นการใช้งานมิชเชอร์นั้นจึงสะดวกเพียงแต่ป้อนแรงดันไฟตรงให้กับมันเท่านั้นในการกำเนิดเสียง

4. ลำโพงเพียโซโซ มีลักษณะคล้ายกับตัวเพียโซโซอิเล็กทริกตัวเดออร์ เพียงแต่มีการปรับแต่งเพิ่มเติม เพื่อให้มีการตอบสนองในช่วงความถี่เสียงพูดได้มากขึ้นนั่นเอง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข. หลักการกำเนิดเสียงของเปียชโซ

จากรูป 2.3.2B เราทราบแล้วว่าลักษณะของแผ่นเปียชโซอิเล็กทริกไดอะแฟรมเป็นอย่างไร ตัวเปียชโซจะใช้ไดอะแฟรมนี้เป็นส่วนกำเนิดเสียงเป็นหลักและถ้าป้อนอินพุทโวลต์เตจ ที่ขั้วของเปียชโซ จะทำให้เปียชโซเกิดการบิดตัว มีความผิดเพี้ยนทางด้านรูปร่างในความผิดเพี้ยนที่เกิดขึ้นกับตัวเปียชโซที่มีลักษณะเป็นแผ่นกลมนี้ มันจะยึดตัวในส่วนปลายและหดตัวในส่วนกลาง จนกว่าแผ่นเหล็กนี้ไม่สามารถยึดหดตัวได้อีกส่วนทิศทางการขยาย และหดตัวได้แสดงในรูป 2.3.2B ก. เมื่อส่วนไดอะแฟรมขยายตัวรูป 2.3.2B ข. แสดงส่วนไดอะแฟรมเมื่อหดตัว

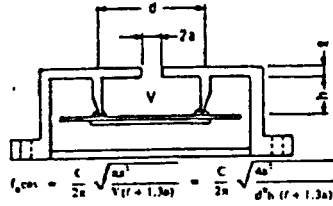


รูป 2.3.2C แสดงหลักการกำเนิดเสียงของเปียชโซอิเล็กทริกไดอะแฟรม

จากผลที่เกิดขึ้นดังกล่าว เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าสลับผ่านที่ขั้วไฟฟ้า ก็จะทำให้เกิดการสลับไปมาระหว่างการหดและการขยายตัวของส่วนเปียชโซอิเล็กทริก เกิดการสั่นเป็นคลื่นเสียงในอากาศ ซึ่งถ้าป้อนแรงดันที่มีความถี่ 2 KHZ. เข้าไป จะทำให้เปียชโซสั่นตัวที่ความถี่ 2 KHZ. ทำให้เกิดคลื่นเสียงที่มีความถี่ 2 KHZ. เช่นกัน

จากตัวอย่างที่กล่าวมาในรูป 2.3.2C ส่วนของเปียชโซอิเล็กทริกและแผ่นเหล็กกลมถูกตีครวนเข้ากันเป็นเปียชโซอิเล็กทริกไดอะแฟรม โดยจะเป็นไปในลักษณะของโครงสร้างเดี่ยว แต่การใช้งานจริงนั้น เปียชโซอิเล็กทริกไดอะแฟรมจะเป็นลักษณะโครงสร้างคู่โดยเสริมแผ่นเหล็กติดในด้านที่เหลือ นั้นหมายถึงว่า จะมีแผ่นเหล็กติดกับส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาติให้นำไปเผยแพร่โดยไม่หวังกำไร



$$f_{cm} = \frac{c}{2a} \sqrt{\frac{\epsilon_0 \epsilon'}{\epsilon_0 \epsilon' + 1.36}} = \frac{c}{2h} \sqrt{\frac{\epsilon_0 \epsilon'}{\epsilon_0 \epsilon' + 1.36}}$$

f_{cm} = ความถี่เรโซแนนซ์ของช่องมีหน่วยเป็น
เฮิรตซ์

C = ความเร็วของแสงเท่ากับ 3×10^8
เซนติเมตรต่อวินาที

a = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูในช่องมี
หน่วยเป็นเซนติเมตร

d = ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของแผ่นไดอะ-
แฟรม มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

h = ค่าความหนาของช่อง มีหน่วยเป็นเซนติ-
เมตร

f = ค่าความหนาของช่อง

รูป 2.3.2E แสดงภาพตัดขวางของช่องและตัวถัง

เพื่อเพิ่มหลังขั้วต้นของเสียงจากเปียโซโซให้มากขึ้น ในบัสเซอรัจึงมีตัวถังที่มีลักษณะแบบจุด (ในรูป 2.3.2D ก.) ซึ่งความถี่เรโซแนนซ์ของช่อง (f_{cm}) สามารถคำนวณได้จากสูตรในรูป 2.3.2E ดังนั้น แล้วเปียโซโซอิเล็กทริกไดอะแฟรม และตัวช่องนี้ จะมีความถี่เรโซแนนซ์ของตัวเองก็คือ f_0 และ f_{cm} ดังนั้น ในการออกแบบจะต้องได้ค่าที่เหมาะสมระหว่างความถี่ทั้งสอง เพื่อให้หลังขั้วต้นเป็นไปอย่างสมบูรณ์ หรือในการออกแบบให้มีการตอบสนองช่วงความถี่พิเศษ ในด้านความถี่ของเสียงก็สามารถกระทำได้เช่นกัน

สำหรับวิธีการขับตัวบัสเซอรันั้น เป็นการขับจากแหล่งกำเนิดสัญญาณภายนอกหรือไม่ก็จากแหล่งกำเนิดสัญญาณภายใน ส่วนใหญ่การขับแบบแหล่งกำเนิดสัญญาณภายนอก ได้แก่ สัญญาณเอาท์พุทของวงจรมัลติเพลกซ์จำนวนออกสซิเลเตอร์ เช่นวงจรมัลติไพล์เตอร์หรือในอุปกรณ์จำนวน LSI ในบัสเซอรัที่ใช้วิธีการขับจากแหล่งกำเนิดสัญญาณภายนอกนั้น ได้ถูกออกแบบให้มีการยึดตัวไดอะแฟรมในจุกครอบนอก หรือตามแนวขอบ (คือแบบในรูป 2.3.2D ข.) ก็เพื่อให้บัสเซอรัตอบสนองในช่วงความถี่กว้างและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีพลังขับเคลื่อน เสียงที่ดี จะเห็นว่าลักษณะการบิดตัวตามเส้นประในรูป 2.3.2D ข. ที่แสดงไว้จะมีช่วงการบิดตัวที่กว้าง การใช้งานบิชเซอรัชชนิดนี้ จึงเหมาะกับเสียงประเภทหลายเสียงอย่างเช่น เสียงเลียนแบบต่างๆ ในเกมส์อิเล็กทรอนิกส์และยังเหมาะกับโทรทัศน์ที่มีลักษณะเสียงสัญญาณที่แตกต่างกันมากขึ้นอีกด้วย

ในการขับแบบภายในได้แสดงในรูป 2.3.2G โดยเปียโซโซอิลเลคทริกไดอะแฟรมกับหัวป้อนกลับถูกต้องเป็นวงจรรอสซีเลเตอร์อย่างง่ายที่ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ ตัวและตัวต้านทานอีก 3 ตัวเท่านั้น ในรูป 2.3.2F ข. แสดงภาพตัดขวางของบิชเซอรัชที่ประกอบไดอะแฟรมและวงจรรกำเนิดความถี่ภายในรวมเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน ซึ่งจากรูปแสดงตัวถังเดียวกัน ซึ่งจากรูปแสดงตัวไดอะแฟรมถูกยึดในลักษณะแบบจุด (ดูรูป 2.3.2D ก.) การยึดในลักษณะนี้ มีความเหมาะสมมากในกรณีต้องการให้ความถี่ที่สมบูรณ์ผลิตรออกมา ใกล้เคียงกับความถี่รีโซแนนซ์มากที่สุด ด้วยคุณสมบัติของการยึดแบบจุดทำให้มีค่าการสั่นในการบิดตัวสูง, การออสซีเลเตอร์ที่คงที่และคุณภาพของเสียงที่ผลิตมีความดังมาก ดังนั้น เสียงที่ได้จากบิชเซอรัชชนิดนี้จึงมีความสนั่นหวานใหว่อยุ่พอตัว

ง. ลำโพงเปียโซโซ

ลำโพงเปียโซโซ ก็คือ เปียโซโซอิลเลคทริกชาวเตอร์ที่ให้การตอบสนองในช่วงความถี่เสียงพูดโดยทั่วไปแล้วมักใช้ในตัวสื่อ/ตัวรับในโทรทัศน์ และลำโพงขนาดเล็ก

จ. ผนังและลำโพงเปียโซโซ

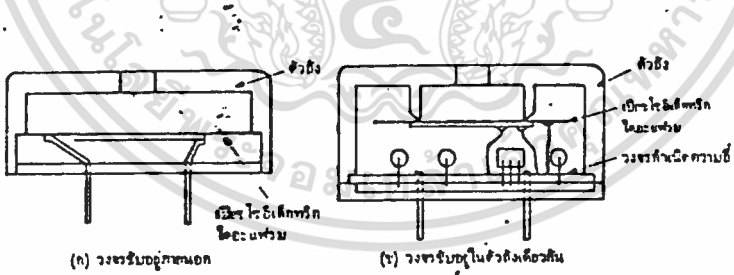
ในขณะที่ความแพร่หลายของโทรทัศน์จอผลึกเหลว, วิทยุขนาดบางและเครื่องบันทึกเสียงขนาดเล็กมีมากขึ้น ผนังและลำโพงแบบไดนามิกที่ใช้กันอยู่ทั่วไป แบบเดิมนั้นมักก่อปัญหา นั่นคือการสั่นเป็ลียงกำลังไฟมาากๆทำให้ไม่เหมาะกับแหล่งจ่ายกำลังจำพวกแบตเตอรี่ ทั้งยังก่อให้เกิดอำนาจทางแม่เหล็กอีกด้วย

ในการแก้ปัญหาดังกล่าวนี้ จำเป็นต้องมีค่าคงที่ของฉนวน และค่าสัมประสิทธิ์การเชื่อมต่อในส่วนของเปียโซโซอิลเลคทริกเซรามิกที่ดีขึ้น ทำให้เปียโซโซซึ่งใช้งานสำหรับผนังและลำโพงเปียโซโซ มีความบางกว่าปกติ คือประมาณ 20 ไมโครเมตร หรือ 50 ไมโครเมตร ทั้งนี้ ยังขึ้นอยู่กับ การติดตั้งตัวเปียโซโซ และเทคโนโลยีการผลิตขึ้นส่วนอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

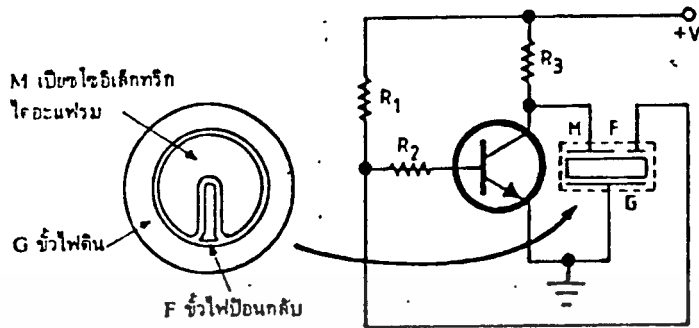
คุณสมบัติของหนังและล้าโพงเปียชโซที่เด่นชัด คงจะเป็นการสิ้นเปลืองกำลังไฟที่ต่ำ เมื่อเทียบกับแบบเดิมแล้ว หนังเปียชโซสิ้นเปลืองกำลังไฟต่ำกว่า 10 - 20 เท่า และในล้าโพงเปียชโซสิ้นเปลืองกำลังไฟต่ำกว่า 10 เท่า โดยประมาณ ในด้านรูปร่างที่บางเล็กนั้น ทำให้สามารถลดขนาดวิทยุ ที่ดูเทอะทะในอดีต ให้กลับกลายเป็นลัดส่วนเหลือเพียงบัตรเครดิต ได้อย่างสบายๆ

ในรูป 2.3.2K แสดงภาพตัดขวางของหนังเปียชโซอิเล็กทรอนิกส์โคอะแฟรม เบอร์ 6NB-13-9DM-4A0 พร้อมแสดงคุณสมบัติ การตอบสนองทางความถี่ในรูปแบบแสดงถึงรายละเอียดของหนังแบบแบนใหม่ แต่อีกไม่นานนักรูปแบบดังกล่าวนี้ คงถูกพัฒนาไปอีกอย่างแน่นอน ส่วนล้าโพงเปียชโซได้มีพัฒนาคุณสมบัติให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยการนำแผ่นโฟมเรซินอะคูสติก รวมเข้าเปียชโซอิเล็กทรอนิกส์โคอะแฟรม เบอร์ VSB 5EW-0301B and VSB 50EW-0301B เข้าไว้ด้วยกัน โดยล้าโพงเปียชโซนี้สิ้นเปลืองกำลังไฟต่ำมาก ไม่ทำให้เกิดอำนาจสนามแม่เหล็กในด้านการใช้งาน ตัวอย่างเช่น แผ่นการ์ดชุดโต๊ะ, นาฬิกาบอกเวลาด้วยเสียง, บอร์ดประชาสัมพันธ์คอมพิวเตอร์ หรือแม้แต่ว่าโพงส่วนนอกในชุดหนังสเตอริโอ

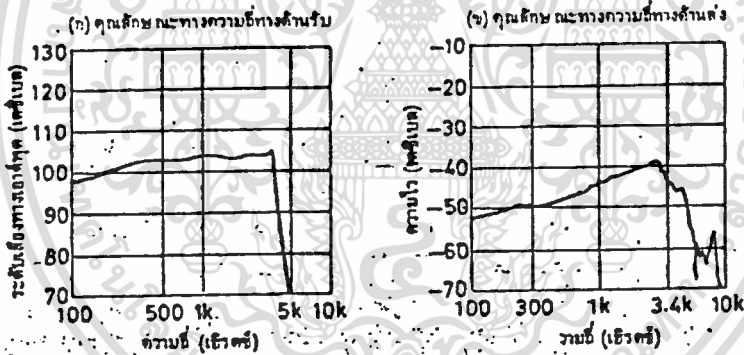


รูป 2.3.2F แสดงเปียชโซอิเล็กทรอนิกส์ชาวด์เคอร์ และบัสเซอร์ ก. ชาวด์เคอร์ และ ข. บัสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

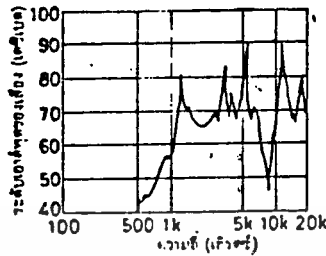


รูป 2.3.2G แสดงวงจรกำเนิดเสียงสำหรับเป็ชโซอิเล็กทริกแบบ 3 ขั้ว



รูป 2.3.2H แสดงกราฟการตอบสนองของทางความถี่ของเป็ชโซอิเล็กทริกทั้งตัวส่งและตัวรับ รหัส PKD34EP-01R

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.3.21 แสดงคุณสมบัติทางความถี่ของกระดิ่งเป็ชโซ รหัส PK34EW-1101

จ. มาตรฐาน EIAJ

ในเดือนพฤษภาคม ปี ค.ศ. 1968 ที่ผ่านมา ทางสมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของญี่ปุ่น ได้กำหนดมาตรฐาน RC-7801 EIAJ ไว้สำหรับอุปกรณ์เซรามิคเป็ชโซอิเล็กทริกซาวด์เคอร์ และบัชเชอร์โดยรวมถึงทรานสดิวเซอร์ที่ใช้แผ่นเพลาในการกำเนิดเสียงทั้งแบบโครงสร้างเดี่ยวและคู่ ในมาตรฐานนี้ กำหนดเป็ชโซอิเล็กทริกไดอะแฟรม, ซาวด์เคอร์ และบัชเชอร์ ซึ่งยกเว้นลำโพงเป็ชโซ

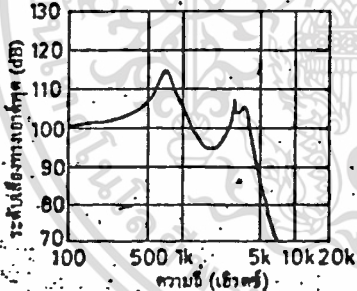
ส่วนในแนวความคิดเห็นนั้น ก็ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น จึงจะไม่ขอกล่าวซ้ำอีก หากพอสรุปได้จากรูป 2.3.2B และรูป 2.3.2F ก. ข. รหัสที่กำหนดขึ้นในมาตรฐานนี้ มีความชัดเจนสูง โดยระบุถึงชนิดและคุณสมบัติ รวมถึงวิธีการวัดอีกด้วย

ด้วยความแพร่หลายของอุปกรณ์เป็ชโซอิเล็กทริกบัชเชอร์อย่างรวดเร็ว มีการพัฒนาในด้านการใช้งานที่กว้างขวางมากยิ่งขึ้น ไม่ว่าจะเป็นลำโพงเป็ชโซ และอุปกรณ์ประเภทอื่นก็ตามที แต่สิ่งเหล่านี้ที่แสดงให้เห็นจริงว่าอีกไม่นานนัก อุปกรณ์เป็ชโซ คงเป็นอุปกรณ์ตัวสำคัญอีกตัวหนึ่งของโลกอิเล็กทรอนิกส์ นั่นก็คือมาตรฐานของ EIAJ นั่นเอง

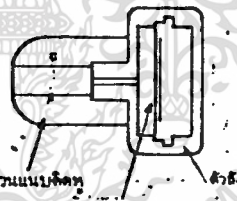


รูป 2.3.2J แสดงตัวจริงของ PKM-3EW-1101

ระดับแรงดันอินพุต : 1 โวลต์รูปคลื่นไซน์



(ก) คุณลักษณะทางความถี่



เป็นโรยอิเล็กทรอนิกส์ไอซีแพน

(ข) แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของหูฟัง

รูป 2.3.2K แสดงภาพตัดขวางของหูฟังเป็ยซีโซ

2.4 แหล่งจ่ายกระแสตรง (POWER SUPPLY)

ประกอบด้วยส่วนสำคัญคือ

2.4.1 หม้อแปลง (Transformer)

2.4.2 ชุดเรกติไฟเออร์ (Rectifier)

2.4.3 ชุดสวิตซ์ทรานซิสเตอร์อัตโนมัติ (Auto Switch Transistor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อเผยแพร่เห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

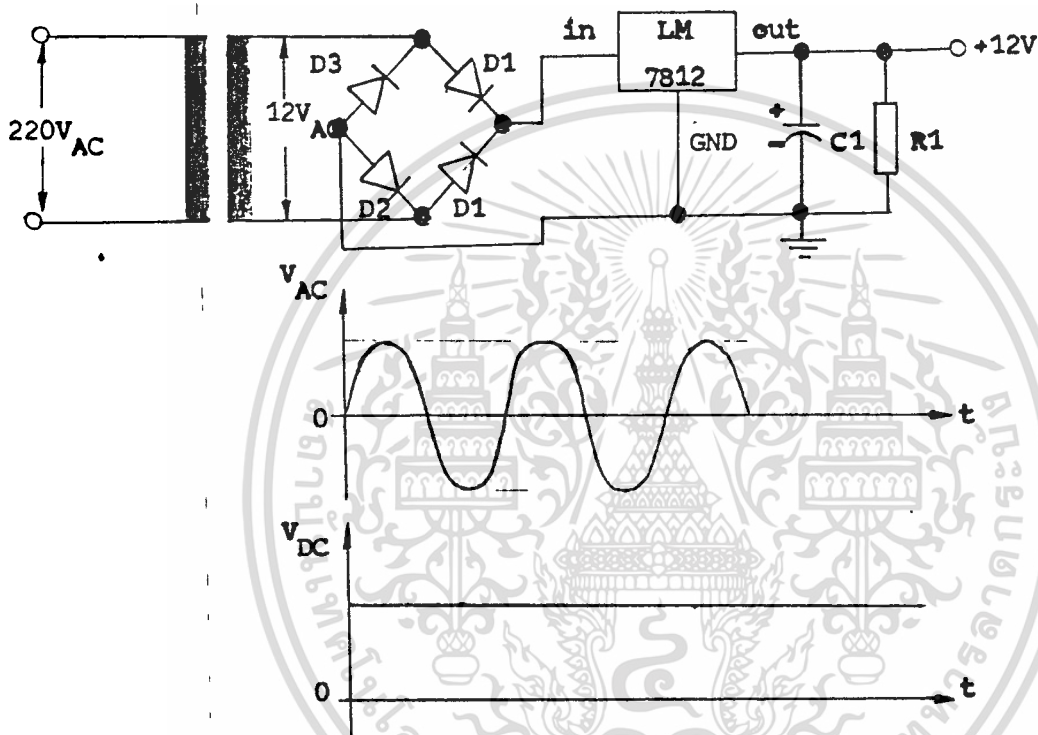
2.4.4 ชุดเรกูเลเตอร์ (Regulator Circuit)

2.4.1 หม้อแปลง

มีหน้าที่แปลงไฟกระแสสลับ 220 v ให้ลดต่ำลงเป็นกระแสสลับ 12 v โดยอาศัยการเหนี่ยวนำของขดลวด ระหว่างขดปฐมภูมิกับทุติยภูมิ

2.4.2 ชุดเรกติไฟเออร์

มีหน้าที่แปลงไฟกระแสสลับ 12 v ให้เป็นไฟกระแสตรง +12 v



รูป 2.4A วงจรแปลงไฟกระแสสลับเป็นไฟกระแสตรง

หลักการทํางาน

1. ชุดเรกติไฟเออร์ เป็นแบบฟูลเวฟเรกติไฟเออร์ การเรียงกระแสไฟตรงจึงเป็นลักษณะแบบเต็มคลื่น (FULL WAVE RECTIFIER)

2. ถ้าให้ที่จุด A มีครึ่งไซเคิลบวกเข้ามาที่จุด B จะเป็นครึ่งไซเคิลลบ ดังนั้นจะทำให้ไดโอด 1 (D1) นำกระแสไฟฟ้าไป ผ่านชุดกรองกระแสไฟฟ้า (Filter) ซึ่งประกอบด้วย R และ C ต่อไปจะไหลผ่านไดโอด 2 (D2) ผ่านหม้อแปลงไปครบวงจรที่ไดโอด 1

3. ต่อมาเมื่อจุด A เป็นครึ่งไซเคิลลบและที่จุด B เป็นครึ่งไซเคิลบวก จะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

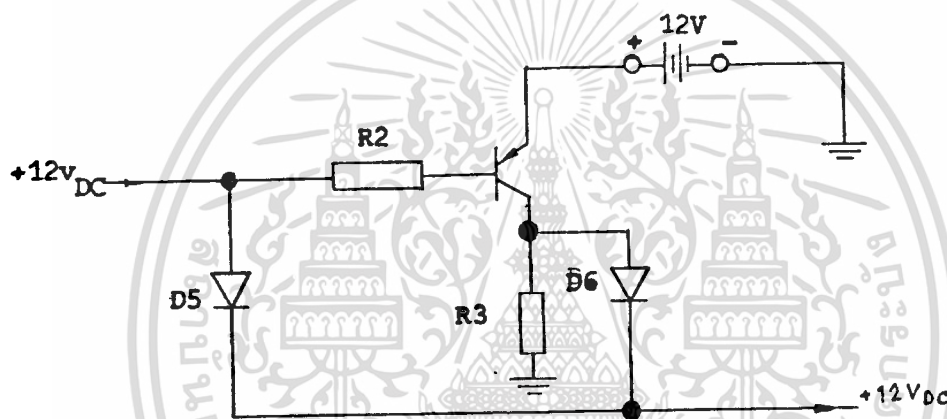
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดโอด 4 (D4) นำกระแสไฟฟ้า ไหลผ่าน Filter แล้วไปไหลผ่านไดโอด 3 (D3) ผ่านหม้อแปลงไปครบวงจรที่ไดโอด 4 (D4).

4. การทำงานเช่นนี้ จะสลับการทำงานเช่นนี้ตลอดเวลา ดังนั้นจะเห็นว่า ทุกๆ ไซเคิลของความถี่ไฟฟ้าที่เข้ามาจะถูกนำมาเรียงกระแสไฟตรง อย่างต่อเนื่องตลอดเวลา

2.4.3 ชุดสวิตช์ทราซซิสเตอร์อัตโนมัติ

มีหน้าที่เป็นตัวตัดต่อวงจรให้กับแบตเตอรี่ 12 v เพื่อไปจ่ายให้กับวงจรต่อไปแทน ในกรณีที่ไฟฟ้ากระแสสลับเกิดขัดข้อง เช่น ไฟดับ



รูป 2.4B วงจรสวิตช์อัตโนมัติ

-หลักการทำงาน

ในสภาวะปกติ ทราซซิสเตอร์ (TR1) จะไม่นำกระแสไฟฟ้า เนื่องจากทราซซิสเตอร์ตัวนี้เป็นชนิด พีเอ็นพี (PNP TYPE) ดังนั้น ทราซซิสเตอร์จะทำงานก็ต่อเมื่อได้รับไบอัสเป็นลบเท่านั้น ซึ่งในสภาวะปกตินี้ ทราซซิสเตอร์จะได้รับไบอัสเป็นบวกตลอดเวลา พอไฟดับ จะทำให้ไบอัสที่เป็นบวกมีแรงไฟต่ำลง สภาวะเช่นนี้ทำให้ทราซซิสเตอร์เริ่มนำกระแสไฟฟ้า ลักษณะดังกล่าว เปรียบเทียบเสมือนทราซซิสเตอร์เป็นสวิตช์ปิดวงจรเป็นการต่อวงจรให้กับแบตเตอรี่ 12 v เพื่อจ่ายไฟแทนต่อไปทำให้เครื่องทำงานอยู่ตลอดเวลา

สำหรับไดโอด 5 (D5) และไดโอด 6 (D6) ทำหน้าที่กันกระแสไฟกระแสสลับ และยอมให้เฉพาะไฟกระแสตรงผ่านเท่านั้น เพื่อให้วงจรได้รับกระแส

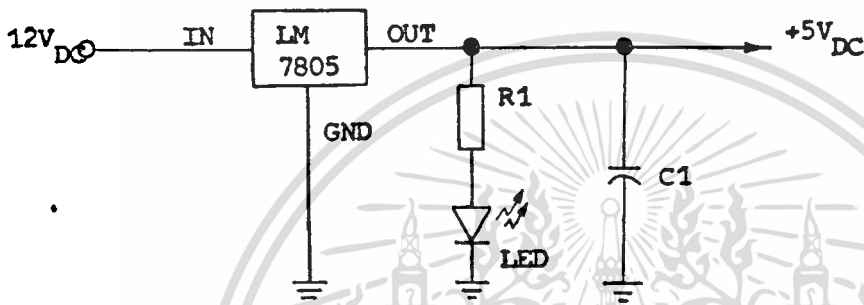
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดตรงจริง ๆ เท่านั้น

2.4.4 ชุดเรกกูเลท

มีหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลงตามความต้องการ พร้อมกันนั้นก็ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำลงนี้ ให้คงที่ตลอดเวลาจากวงจรจะทำให้ไอซีเบอร์ 7805 ซึ่งเป็นไอซีเรกกูเลทสำเร็จรูป เพียงประกอบวงจรโดยต่อไฟเข้ากับขาของไอซีให้ถูกต้องตามตำแหน่งเท่านั้น ดังรูป 2.4C



รูป 2.4C แสดวงจรเรกกูเลทและตัวแสดการทำงาน

จากวงจร จะเห็นว่า R1 และ LED จะทำหน้าที่คอยแสดว่ามีไฟฟ้ากระแสตรงจ่ายให้กับวงจรหรือไม่ ส่วนความต้านทาน R1 เป็นเพียงตัวลดแรงดันไฟฟ้าให้กับ LED เพื่อไม่ให้ LED ได้รับแรงดันไฟฟ้าเกินความต้องการ สำหรับ C1 จะทำหน้าที่กรองกระแสไฟตรงให้เรียบขึ้น จะเห็นว่าวงจรภาคต่าง ๆ ของแหล่งจ่ายไฟที่ได้กล่าวมาแล้ว เมื่อประกอบรวมกันเป็นวงจรก็สามารถทำงานได้ดีพอสมควร

ซึ่งจะทำหน้าที่จ่ายไฟกระแสตรงและแรงดันไฟฟ้าให้แก่วงจรและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ

สำหรับข้อดีของวงจรนี้คือ สามารถจ่ายไฟให้ได้ตลอดเวลา แม้ว่าไฟฟ้าในบ้านจะดับก็ตาม (ต่อแบตเตอรี่อยู่) เนื่องจากวงจรนี้ มีส่วนที่ใช้ตัดต่อระหว่างไฟบ้านกับไฟจากแบตเตอรี่ กล่าวคือ ถ้ากรณีที่ไฟฟ้าในบ้านดับ (นำอุปกรณ์ชนิดนี้ไปใช้ในบ้าน) วงจรตัดต่อระหว่างไฟบ้านกับไฟจากแบตเตอรี่ เพื่อจ่ายไฟแทนจนกว่าไฟฟ้าในบ้านจะติด วงจรตัดต่อจึงจะทำหน้าที่ต่อไฟให้ใช้กับไฟฟ้าในบ้านอย่างเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

จากบทที่ผ่านมา เราได้ทราบหลักการทํางาน ทั้งของเครื่องตรวจจับแก๊สที่สามารถเตือนภัยและแสดงผลด้วยพร้อมกัน ดังกล่าว ตลอดจนวงจรแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งก็ได้อธิบาย แบ่งส่วนการทํางานออกเป็นส่วต่าง ๆ แล้ว แต่ทั้งนี้เพื่อให้ผู้มีความสนใจในโครงการนี้ได้ทราบถึง วิธีการในการคำนวณคืดออกแบวงจร ซึ่งได้กล่าวถึงเฉพาะวงจรที่มีความลําคัญต่อโครงการนี้เท่านั้น เพราะว่าในส่วนของอุปกรณ์บางอย่าง เช่น คุณสมบัติการทํางานของไอซี แต่ละเบอร์นั้นมีลักษณะเฉพาะอย่างไร ซึ่งจะสามารถศึกษาได้จากคู่มือของแต่ละบริษัท (ภาคผนวก)

ดังนั้น วงจรที่กล่าวถึงในบทนี้ จึงมีดังต่อไปนี้

3.1 การคำนวณและออกแบบวงจร

- 3.1.1 วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบมีแรงดันอ้างอิง
- 3.1.2 วงจรอินสทรูเมนต์แอมป์
- 3.1.3 การออกแบบวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา
- 3.1.4 การเลือกเซนเซอร์ 64 ตำแหน่ง
- 3.1.5 การแสดงผลตัวเลขทางจอภาพ
- 3.1.6 การแสดงผลทางสัญญาณเสียง
- 3.1.7 การแสดงผลทางเครื่องพิมพ์
- 3.1.8 การออกแบบวงจรหน่วงเวลา
- 3.1.9 การติดตั้งเครื่องตรวจจับแก๊ส

3.2 วงจรและลายวงจรพิมพ์

- 3.2.1 วงจรเครื่องตรวจจับแก๊ส
- 3.2.2 วงจรระบบเตือนภัย (ทั้งหมด)
- 3.2.3 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

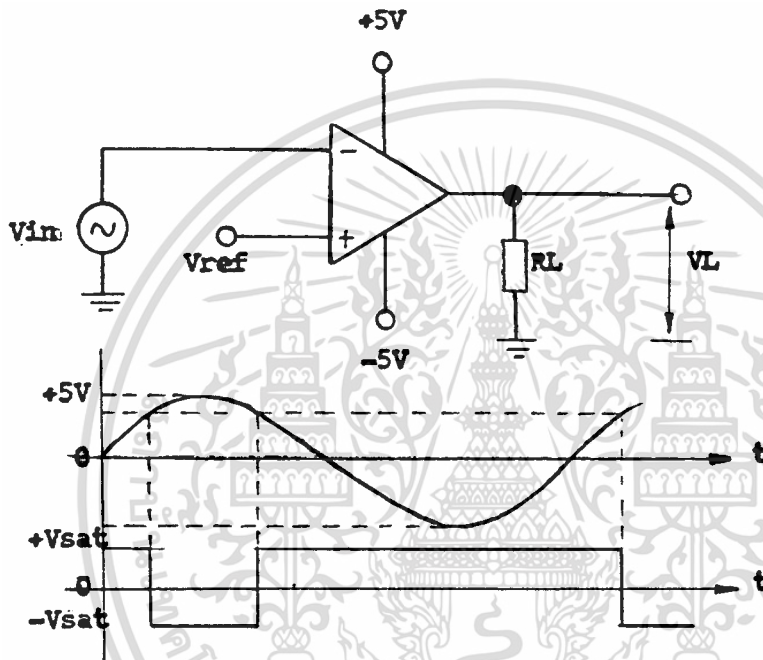
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 รายการอุปกรณ์

3.1.1 วงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบมีแรงดันอ้างอิง

วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (สัญญาณ) จะทำหน้าที่เปรียบเทียบระดับแรงดันขาเข้า ขาหนึ่งกับแรงดันอ้างอิงที่ขาสัญญาณเข้าอีกขาหนึ่ง ระดับแรงดันอ้างอิงอาจจะ เป็น ทวกล, ลข หรือ ศูนย์ (Ground) ก็ได้

- การเปรียบเทียบแรงดันด้วยจุดสัญญาณเข้าขาลบ (-)



รูป 3.1A แสดงการเปรียบเทียบแรงดันด้วยจุดสัญญาณเข้าขาลบ

จากรูป 3.1A แรงดันอ้างอิง (แรงดันเปรียบเทียบ) จะต่ออยู่กับขาสัญญาณเข้า (+) ส่วนระดับแรงดันที่เราต้องการจะเปรียบเทียบต่ออยู่กับขาสัญญาณ (-) ดังนั้น ระดับแรงดันทางออก (V_o) จะขึ้นอยู่กับแรงดันทางเข้า (V_{in}) ที่มีค่ามากกว่าหรือน้อยกว่าระดับแรงดันอ้างอิง จากรูปจะเห็นว่า เมื่อระดับแรงดันทางเข้ามีค่าน้อยกว่าแรงดันอ้างอิงแล้ว แรงดันทางออกจะมีค่าเท่ากับแรงดันสูงสุด ($+V_{sat}$) แต่เมื่อแรงดันทางเข้ามากกว่าแรงดันอ้างอิงแม้เพียงเล็กน้อย แรงดันทางออกจะเปลี่ยนสถานะกลับเป็นค่าต่ำสุด ($-V_{sat}$) ทันที

3.1.2 วงจรอินสตรูเมนต์แอมป์ [INSTRUMENTATION AMPLIFIER (IA)]

อินสตรูเมนต์แอมป์ปรีไฟร์เออร์ บางครั้งเรียกว่า DATA AMPLIFIER เป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

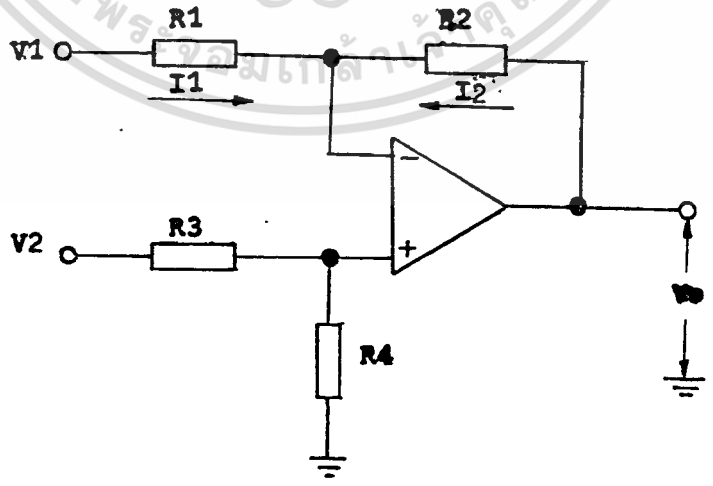
วงจรขยายแบบหนึ่งที่ใช้วัดสัญญาณจากทรานสดิวเซอร์ แบบต่าง ๆ โดยที่สัญญาณที่รับมานั้นจะถูกขยายได้ โดยไม่ผิดเพี้ยน และมีความถูกต้องสูง

$$V_o = A(V_2 - V_1) ; \text{ ลักษณะ difference amplifier}$$

ดังนั้น อินสตรูमेंท์ แอมป์ลิไฟเออร์ (IA) จึงต้องมีคุณสมบัติที่เป็นวงจรขยายในอุดมคติ เมื่อพิจารณาระบบควบคุมแล้วจะพบว่า ความถี่ที่ใช้มักจะถูกอยู่ในช่วงความถี่ต่ำคือ ตั้งแต่ 0 Hz - 500 Hz ดังนั้น การนำออปแอมป์มาใช้งานจึงเป็นอุปกรณ์ขยายสัญญาณที่เหมาะสม ที่จะให้การตอบสนองความถี่ต่ำได้ดี แต่อิมพีแดนซ์ทางเข้าของวงจรขยายแบบกลับเฟสของออปแอมป์ 1 เสตจะมีค่าต่ำ ดังนั้น การพัฒนาอินสตรูमेंท์ แอมป์ลิไฟ์ (IA) ให้ใช้งานจริงได้ จะต้องทำให้มีคุณสมบัติดังนี้

1. ค่าอเนนซ์, ความถูกต้องและอัตราขยายเสถียรภาพ มักใช้อยู่ในย่าน 1-1000
2. อินพุทอิมพีแดนซ์มีค่าเป็นอเนนซ์
3. อัตราขยายมีค่าเป็นอเนนซ์และเอาท์พุทอิมพีแดนซ์ต่ำ

ในเครื่องมือวัดส่วนใหญ่จะมีการปรับซีโร (Zero) เพื่อเป็นการกำหนดจุดเริ่มต้นของการวัดและและขณะเดียวกันกับการปรับสเปน (span) ก็คือการปรับอัตราขยายเพื่อให้ทราบถึง ค่าสูงสุดที่ได้จากการวัดจากหลักการทั้ง 2 พบว่ามีความสัมพันธ์โดยตรงกับออฟเซตทางเข้า (input offset) และอัตราขยายของอินสตรูमेंท์ แอมป์ลิไฟ์เออร์ (IA) หลักการนี้จึงเริ่มจากดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์ลิไฟ์เออร์ (Differential Amplifier)



รูป 1. แสดงวงจรดิฟเฟอเรนเชียลแอมป์ลิไฟ์เออร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 1. ใช้หลักการของเคอร์ชอฟ เคอร์เร้นท์

$$I_1 = I_2 \quad \text{----- (1)}$$

เพราะฉะนั้น จะได้ $(V_1 - V_x)/R_1 = (V_o - V_x)/R_2$ ----- (2)

เมื่อ $V_x = [R_4 / (R_3 + R_4)] \cdot V_2$ ----- (3)

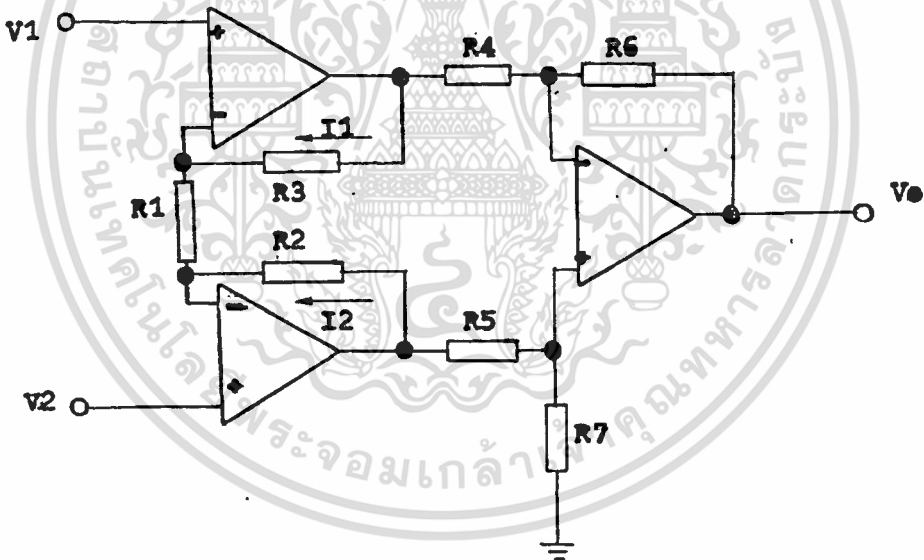
แทนค่า (3) ใน (2) จะได้

$$V_o = [R_4 \cdot (R_1 + R_2) \cdot V_2 - R_2 \cdot (R_3 + R_4) \cdot V_1] / [R_1 \cdot (R_3 + R_4)] \quad \text{---- (4)}$$

ถ้า $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R$ จะได้ว่า

$$V_o = V_2 - V_1 \quad \text{----- (5)}$$

จากวงจรรูปที่ 1. วงจรยังไม่สามารถใช้งานได้ดี ถ้านำไปขยายสัญญาณขนาดต่ำ ๆ ดังนั้นจึงต้องเพิ่มภาคขยายให้กับวงจร ซึ่งวงจรทางเข้าทั้ง 2 ตัวจะต้องมีค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ต่ำจึงกลายเป็นวงจรรูป 2.



รูปที่ 2. วงจรอินสตรูเมนต์แอมพลิไฟเออร์

วิเคราะห์วงจรในรูปที่ 2

$$V_{o1} = I_1 (R_1 + R_2) + V_2 \quad \text{----- (6)}$$

$$I_1 = (V_1 + V_2) / R_1 \quad \text{----- (7)}$$

เมื่อ $R = R_1 = R_2$ และ $R_4 = R_5 = R_6 = R_7$ พบว่า

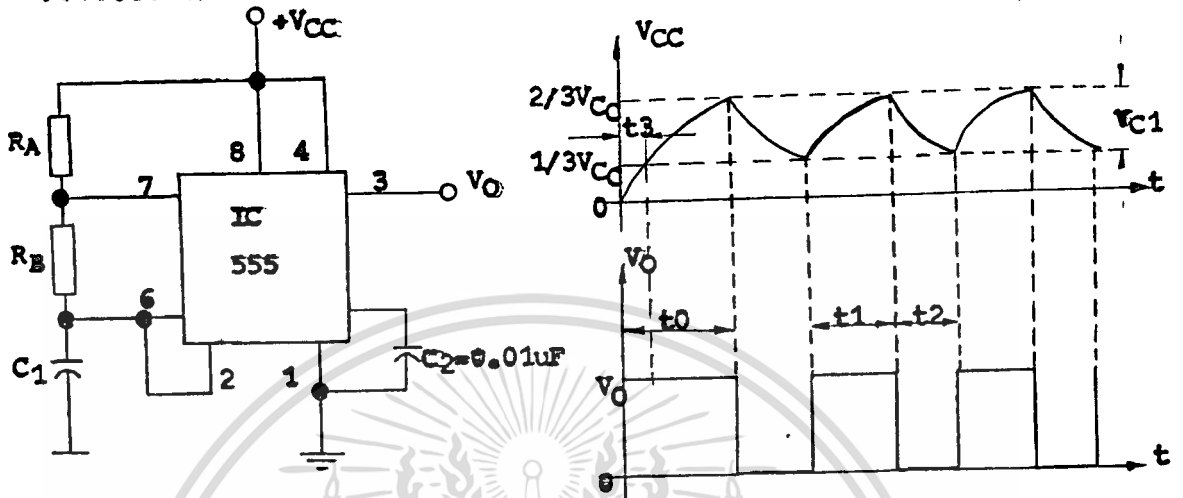
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_o = (1 + 2R/R_1) \cdot (V_2 - V_1) \quad \text{----- (8)}$$

3.1.3 การออกแบบวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกา

วงจรรอสเตเบิลมีลต์ติไวเบรเตอร์ เรามีหลักการในการคำนวณค่าต่าง ๆ ดังนี้



รูป 3.1D วงจรรอสเตเบิลมีลต์ติไวเบรเตอร์

- t_1 = เวลาในการเก็บประจุจาก $1/3 V_{cc}$ ถึง $2/3 V_{cc}$
- t_2 = เวลาในการคายประจุจาก $2/3 V_{cc}$ จนเหลือ $1/3 V_{cc}$
- t_0 = เวลาในการเก็บประจุจาก 0 ถึง $2/3 V_{cc}$
- t_3 = เวลาในการเก็บประจุจาก 0 ถึง $1/3 V_{cc}$
- $t_1 = t_0 - t_3$

เมื่อ C_1 เก็บประจุ

$$V = V(1 - e^{-t/RC})$$

$$1 - e^{-t/RC} = V_c/V$$

$$e^{-t/RC} = 1 - V_c/V$$

$$t/RC = \ln(1 - V_c/V)$$

$$-t = \ln(1 - V_c/V) RC$$

$$\text{แทนค่า } t_1 = -\{\ln(1 - (2/3V)/V) RC - \ln(1 - (1/3V)/V) RC\}$$

$$t_1 = -\{\ln(1/3) - \ln(2/3)\} RC$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการปฏิบัติงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\begin{aligned}
&= -(\ln (1/3)/(2/3))RC \\
&= -\ln 1/2 RC \\
&= -\ln 0.5 (R_A + R_B)C1
\end{aligned}$$

เมื่อ C1 ค่ายประจุ Vc = Vs(e^{-t/R})

$$\begin{aligned}
(1/3) V &= (2/3)Ve^{-t/R} \\
e^{-t/R} &= 1/2 \\
-t &= \ln(1/2) RC \\
t2 &= -(\ln 0.5)(R_B)(C1)
\end{aligned}$$

คาบเวลาต่อ 1 cycle

$$\begin{aligned}
T &= t1 + t2 \\
T &= -[\ln 0.5(R_A + R_B)C1 + \ln 0.5(R_B)C1] \\
T &= -\ln 0.5 (R_A + 2R_B)C1
\end{aligned}$$

เพื่อให้เข้าใจง่าย ; T = |ln 0.5| (R_A + 2R_B) C1

จาก f = 1/T

so f = 1/|ln 0.5| (R_A + 2R_B) C1

และ |ln 0.5| = 0.69314718

และ t1/t2 = (R_A + R_B)/R_B

ปกติแล้ว การออกแบบจะกำหนดค่าคงที่ไว้ค่า ๆหนึ่ง โดยถ้ากำหนด R_A คงที่แล้ว R_B เปลี่ยนแปลงไปที่ค่าต่าง ๆ ฉะนั้นก็สามารถหาค่าความถี่สูงสุดและต่ำสุดได้ตามต้องการ

หมายเหตุ: ความถี่ คือ f

3.1.4 การเลือกตัว SENSERS

ตัวเซนเซอร์ที่ใช้จะใช้เป็นแบบอนาลอก โดยอินพุตที่เข้ามา จะเปลี่ยนแปลง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นแบบ อนุาลอก โดยตรงได้ถึง 256 ตำแหน่ง แต่เลือกใช้เพียง 64 ตำแหน่ง เพื่อไม่ให้เกิดการสแกนตำแหน่งมากเกินไป โดยการสแกน เลือกใช้ จะใช้วงจรเป็น อนุาลอกสวิตช์ ซึ่งจะรับอินพุตได้ถึง 10 V ทำการสแกน 64 ตำแหน่ง การควบคุม การสแกนจะใช้ $\mu P(Z-80)$ เป็นตัวส่งสัญญาณเพื่อการสแกน โดยส่งออกมาที่ขา DATA INPUT ที่เข้ามาจากวงจร เลือก(สแกน)จะถูกปรับแต่งเพื่อให้อยู่ในช่วง มาตรฐานต่อไป ในภาค อิเล็กทรอนิกส์แอมพลิไฟเออร์

3.1.5 การแสดงออกทางจอภาพ

การแสดงจอภาพ จะใช้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่แสดงว่าปริมาณของแก๊สที่รั่ว โดยคิดเป็น เปอร์เซ็นต์ คือจาก 0-100 % และอีกส่วนจะแสดงผลจากคีย์บอร์ด เพื่อให้ทราบว่า คีย์บอร์ดกำลังกดอะไรและวงจรถูกกำลังทำหน้าที่อะไร โดยจะเขียนเป็นตัวหนังสือให้เห็น

3.1.6 การแสดงออกทางเสียง

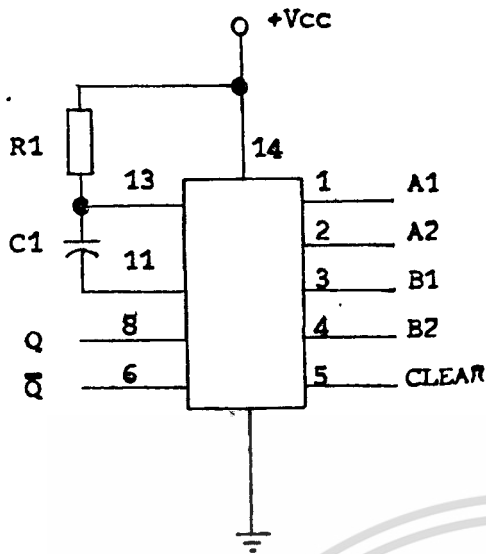
การแสดงออกทางเสียงนี้ จะอาศัยอิเล็กทรอนิกส์บัสเซอร์เป็นสำคัญ เพราะใน งานการตรวจจับแก๊สนี้ จะตรวจจับแก๊สประเภทแก๊สสูงต่ำซึ่งจะติดไฟได้ง่าย ฉะนั้น เมื่อมีประกายไฟหรือความร้อนสูงขึ้นจากปกติถึงช่วงหนึ่ง ก็จะสามารถติดไฟได้ทุกเมื่อ ฉะนั้น จึงเลือกใช้อุปกรณ์เตือนภัยทางเสียงที่ไม่ทำให้เกิดประกายไฟเป็นอันตราย ซึ่ง การทำงานของบัสเซอร์นี้จะแสดงผลออกมาเมื่อมีแก๊สรั่วทันทีที่ Z-80 ส่งสัญญาณออกมาพร้อมกับแสดงผลให้ทราบในส่วนอื่นด้วย

3.1.7 การแสดงผลทางเครื่องพิมพ์

ในส่วนนี้ก็จะมีการแสดงผลเพื่อใช้เป็นหลักฐานให้ทราบเป็นรูปธรรม มีการรับ ส่งข้อมูลกับ μP ตลอดเวลาเพื่อตรวจสอบสัญญาณลอจิกในการแสดงผลตามโปรแกรมที่กำหนดไว้

3.1.8 การออกแบบวงจรหน่วงเวลา

วงจรหน่วงเวลานี้ใช้ ไอซีเบอร์ 74122 เป็น Retriggerable Monostable Multivibrator With Clear ซึ่งสามารถเขียนวงจรการใช้งาน และตารางทำงานได้ดังรูป 3.1E



74122. '122. 'LS122. 'L122 (See Note 4)

CLEAR	INPUTS				OUTPUTS	
	A1	A2	B1	B2	Q	Q̄
L	X	X	X	X	L	H
X	H	H	X	X	L	H
X	X	X	L	X	L	H
X	X	X	X	L	L	H
X	L	X	H	H	L	H
H	L	X	H	.	∅	∅
H	X	L	H	H	L	H
H	X	L	.	H	∅	∅
H	X	L	H	↑	∅	∅
H	H	.	H	H	∅	∅
H	.	.	H	H	∅	∅
H	.	H	H	H	∅	∅
.	L	X	H	H	∅	∅
.	X	L	H	H	∅	∅

รูป 3.1E แสดงวงจรและตารางการใช้งานไอซี 74122

หน้าที่ของโมโนสเตเบิล คือจะหน่วงเวลาของลอจิกสวิทช์ให้สวิทช์ค้างอยู่ที่ภาคแลทซ์ซึ่งที่เป็น "0" คือมีการทำงานเช่น เซอร์ที่จุดนั้น เพื่อต้องการให้แสดงผลค้างอยู่ชั่วขณะหนึ่ง เพื่อจะได้อ่านตัวเลขได้ทัน

ดังนั้น จึงต้องมีการนำสัญญาณนาฬิกาไปตรึง เพื่อให้โมโนสเตเบิลทำงาน ซึ่งสัญญาณที่นาฬิกาจะ เกิดขึ้นต่อเมื่อลอจิกสวิทช์ไปเจอแลทซ์ซึ่ง ที่มีลอจิก "0" เท่านั้น เมื่อนำมาวิเคราะห์ จะพบว่าสามารถทำได้ 2 ทาง คือ

1. นำเอาเอาท์พุทของออร์เกตทั้ง 9 ตัวมาแอนด์กัน เมื่อสวิทช์ไปเจอแลทซ์ซึ่งที่เป็น "0" เข้าลอจิก "0" ก็จะผ่าน ออร์เกต มาเข้า แอนด์เกต ทำให้เอาท์ของแอนด์เกตเป็น "0" นำไปตรึงโมโนสเตเบิลให้หยุดการสวิทช์ เพื่อแสดงผลให้ดู เมื่อครบเวลาที่ตั้งไว้แล้ว จึงทำการสวิทช์ต่อไป ข้อเสียของวิธีนี้คือ ไม่มีแอนด์เกต 9 อินพุทจึงทำให้สิ้นเปลืองมาก

2. นำเอาเอาท์พุทจากเอ็นโค้ดเดอร์มาแอนด์กัน สำหรับวงจรนี้ใช้แอนด์เกต 4 อินพุทแทน เนื่องจาก รหัสเอาท์ของเอ็นโค้ดเดอร์จะเป็น "1111" ดังนั้น การแอนด์กันจะได้ "0" หากมีลอจิก "0" จากแลทซ์ซึ่งผ่านการสวิทช์เข้ามา เอาท์พุทที่เกิดขึ้นจะต้องมีค่า (DATA) ขึ้น ผู้ใช้ต้องมีเอาท์หนึ่งเป็น "0" อย่างน้อย 1 ตัว ดังนั้น การแอนด์กัน จึงได้ "1" เกิดขึ้นหากไม่มีลอจิก "0" จากแลทซ์ซึ่งผ่านเข้ามา เอาท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พหุจะเป็น "0"

3.1.9 การออกแบบติดตั้งเครื่องตรวจจับแก๊ส

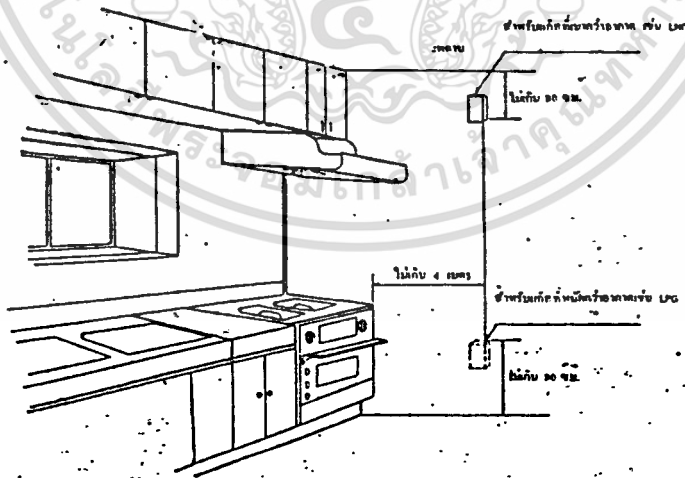
ในการติดตั้งเครื่องตรวจจับแก๊ส ต้องคำนึงถึงอาคาร สถานที่และตำแหน่งที่จะติดตั้งเครื่องตรวจจับแก๊ส เพราะถึงเครื่องตรวจจับแก๊สจะมีประสิทธิภาพดีอย่างไรก็ตาม แต่ถ้าการติดตั้งไม่ดี ก็จะทำให้ประสิทธิภาพในการเตือนภัยลดต่ำลง ฉะนั้น การติดตั้งเครื่องตรวจจับแก๊ส จึงถือได้ว่าเป็นมีความสำคัญ ต่อระบบตรวจจับแก๊ส เช่นกัน

การติดตั้งเครื่องตรวจจับแก๊สนั้น ต้องขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการใช้งานด้วยว่า เราจะใช้เตือนภัยแก๊สรั่ว หรือเตือนภัยเมื่อเกิดไฟไหม้

ในกรณี ที่ใช้เตือนภัยแก๊สรั่ว เช่น การติดตั้งเครื่องตรวจจับแก๊สในครัวนั้นระยะห่างระหว่างเครื่องตรวจจับแก๊ส กับเตาแก๊สไม่ควรเกิน 4 เมตรสูงสุด และในกรณี เป็นประเภทหนักกว่าอากาศ เช่น LPG (แก๊สที่ใช้หุงต้ม) ก็ควรติดเครื่องตรวจจับแก๊สสูงจากพื้นไม่เกิน 30 cm. ถ้าใช้กับแก๊สที่เบากว่าอากาศ เช่น LPG ควรติดเครื่องตรวจจับแก๊สต่ำกว่าเพดานไม่เกิน 30 cm. เช่นกัน ดังรูป 3.1H, I

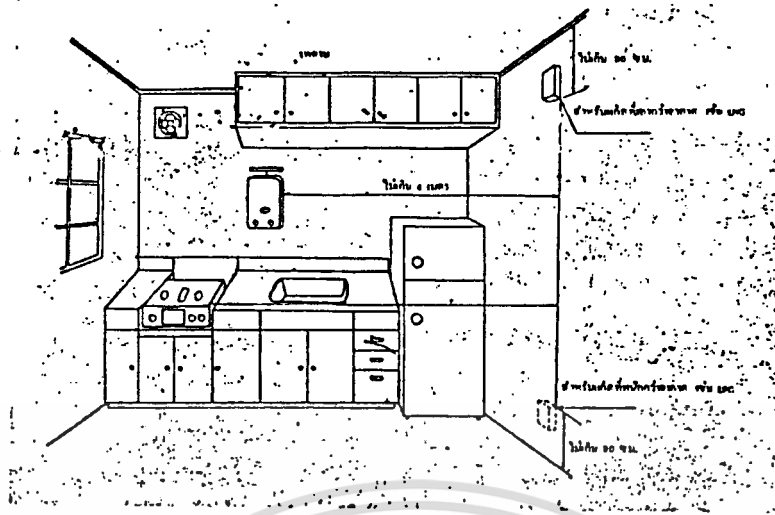
LPG = liquified petroleum gas

LNG = liquified natural gas



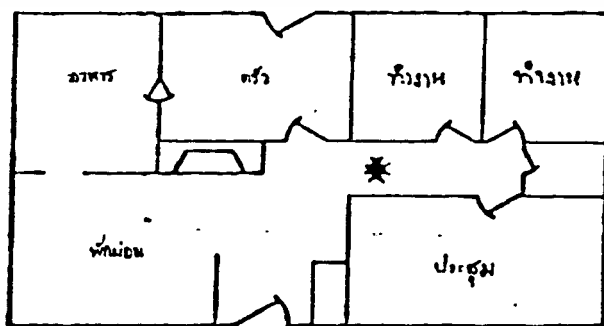
รูป 3.1 H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

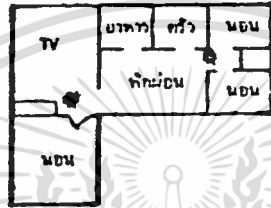
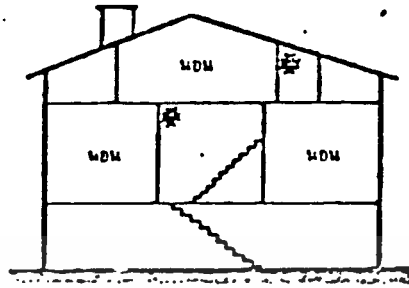


รูป ๓.๑๑

ในกรณีที่ใช้เตาแก๊ส เมื่อเกิดไฟไหม้ในอาคารทั่วไปสำหรับระดับการเตือนภัย
 ที่ดีที่สุดควรติดตั้ง ควรตรวจจับแก๊ส ที่บริเวณช่องทางเดินที่อยู่ระหว่างห้องต่าง ๆ และ
 ที่บริเวณฝ้าเพดานเหนือช่องบันได บริเวณอื่น ๆ ที่ควรติดตั้งเพิ่มเติมต่อไปคือ ใน
 ห้องต่าง ๆ เช่น ห้องทำงาน ห้องประชุม ห้องโถง ห้องอาหาร ห้องพักผ่อน
 โรงรถ ฯลฯ ในการติดตั้งเครื่องตรวจจับแก๊สไว้ที่ฝ้าเพดานบริเวณกลาง หรือใกล้
 เคียงควรติดตั้งห่างจากผนังห้องอย่างน้อย 15 ซม. ส่วนกรณีติดตั้งเครื่องไว้ที่ฝ้าผนัง
 ห้อง ควรติดตั้งให้ต่ำลงมาจากฝ้าเพดานอย่างน้อย 15 ซม. แต่ไม่ควรติดตั้งให้ต่ำลงมา
 จากฝ้าเพดานเกิน 30 ซม. และควรติดตั้งเครื่องให้ห่างจากมุมห้องอย่างน้อย 30
 ซม. แสดงดังรูป ๓.๑๐



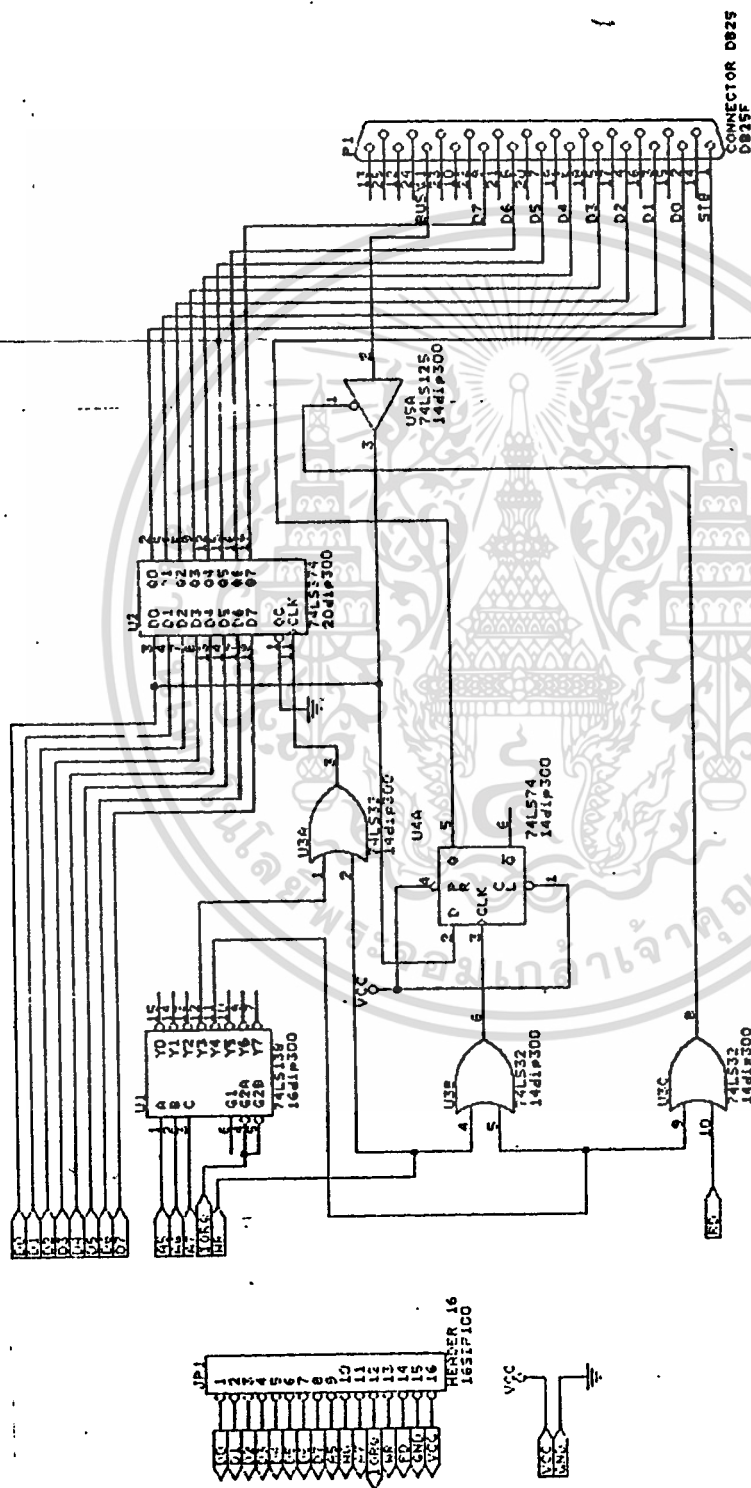
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



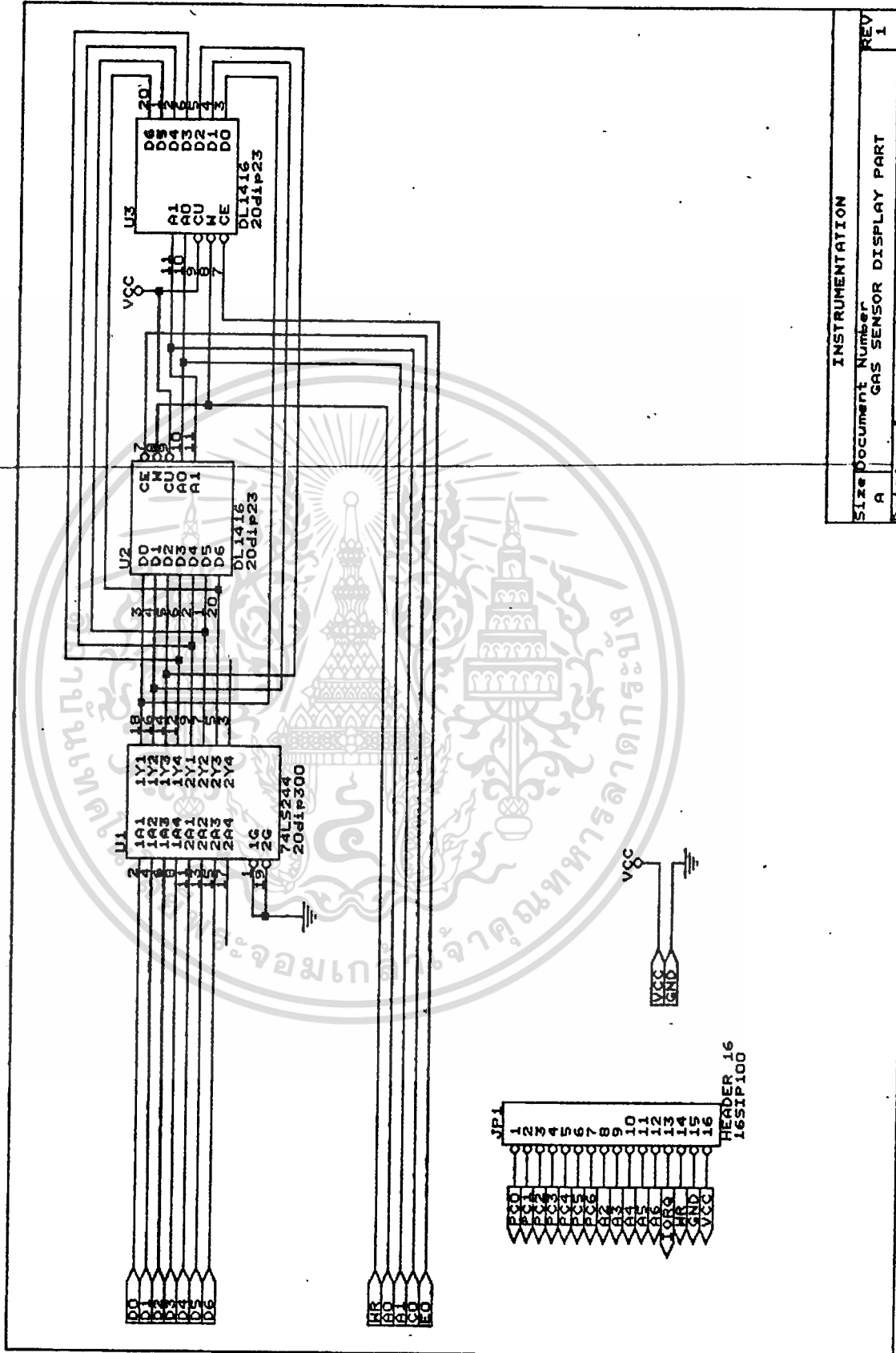
รูป ๑. 1๘ แบบแปลนสถานที่ติดตั้งเครื่องตรวจจับแก๊ส



3.2 วงจรส่วนประกอบระบบเตือนภัยแก๊สพร้อมทั้งแสดงผล

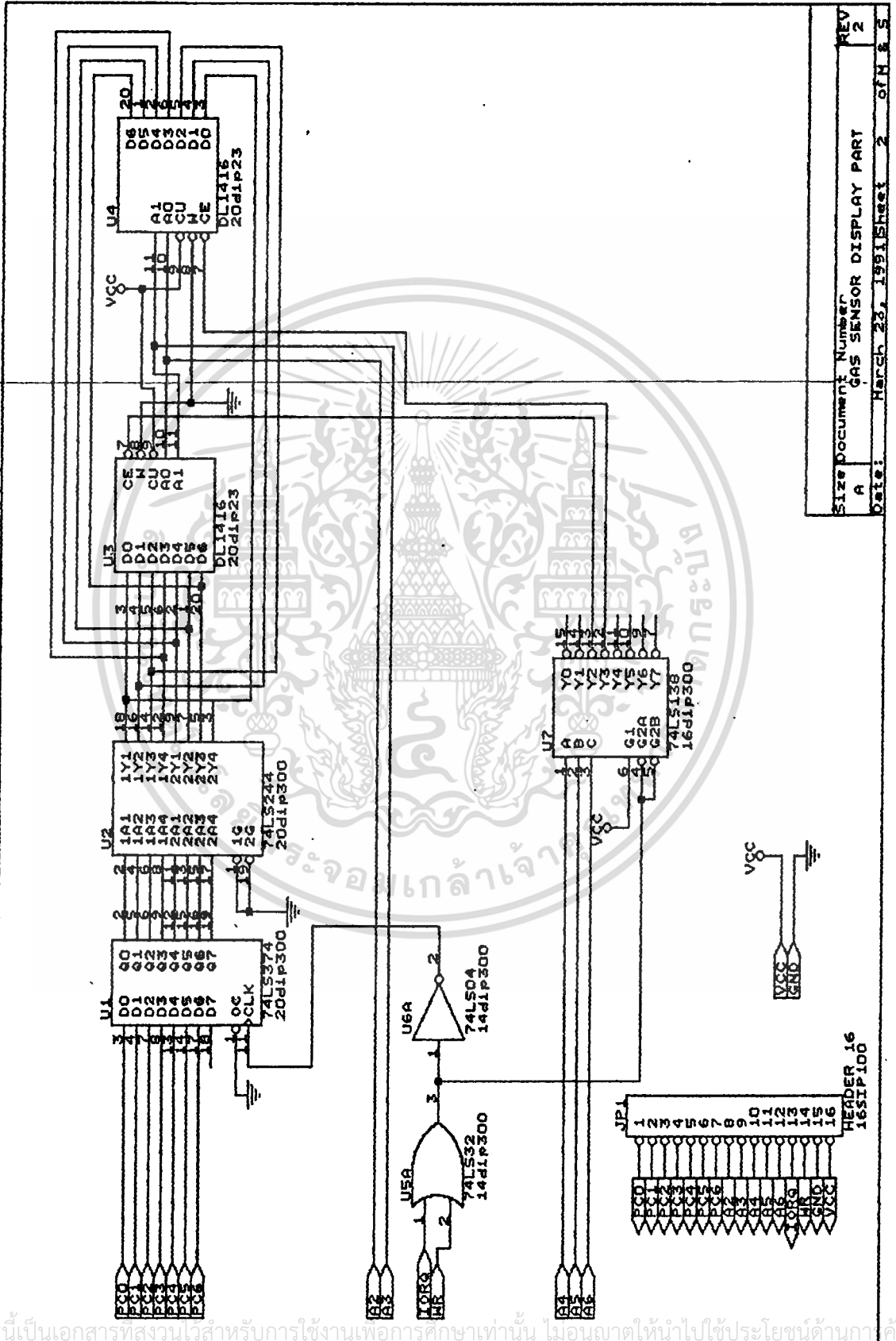


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



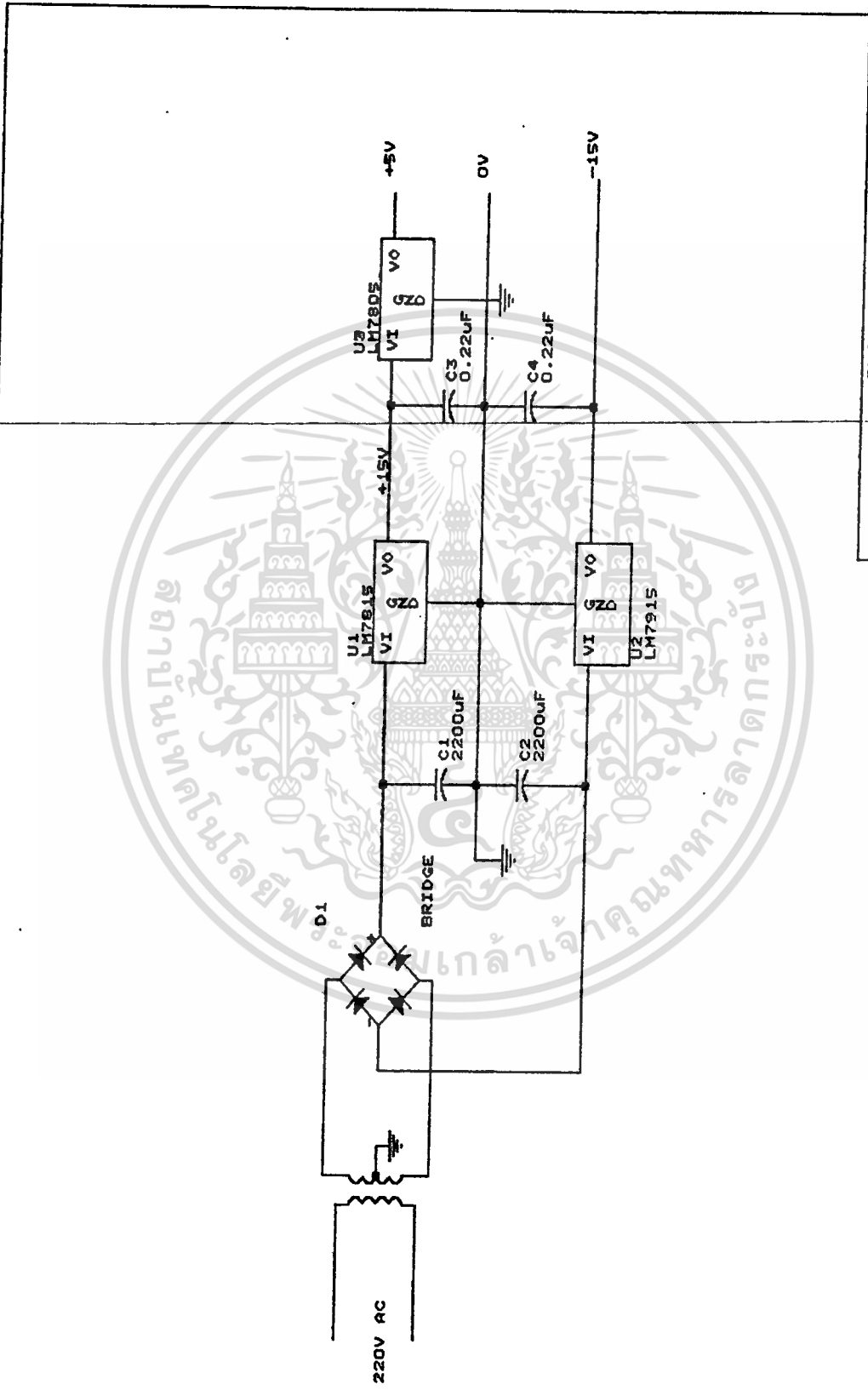
INSTRUMENTATION
 Size Document Number
 A GAS SENSOR DISPLAY PART
 REV 1
 Date: January 1, 1980 Sheet 1 of 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



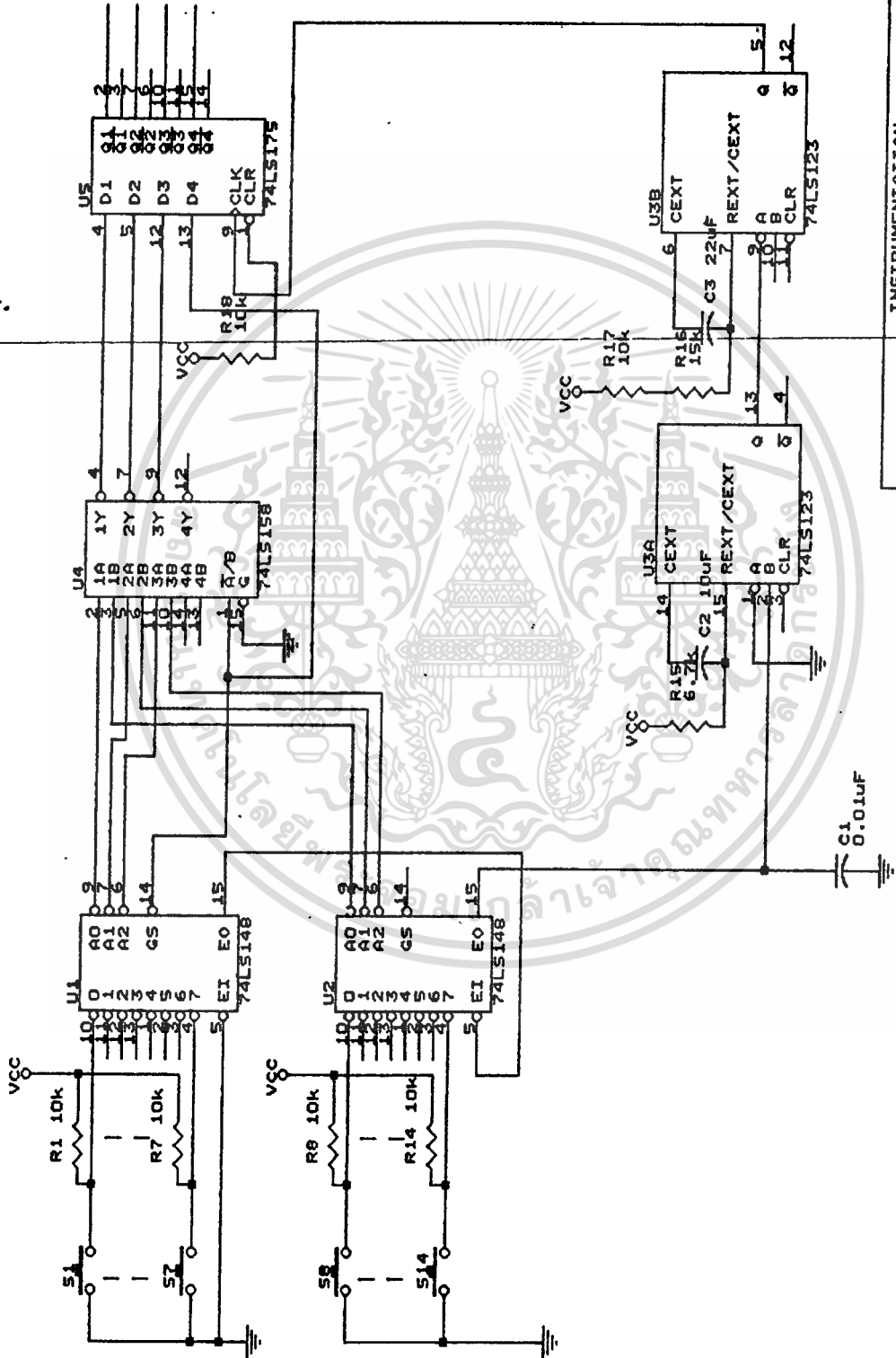
Size	document	Number	REV
A	GAS SENSOR DISPLAY PART	2	2
Date:	March 23, 1991 Sheet 2 of 5		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



INSTRUMENTATION	
Size Document Number	REV
A	4
GAS SENSOR POWER SUPPLY PART	
Date: January 1, 1980	Sheet 4 of 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีใช้งานเฉพาะเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานต้นสังกัด
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



INSTRUMENTATION	
Size Document Number	REV
A	5
Date: January 1, 1980	Sheet 5 of 8

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ระบบเตือนภัยพร้อมแสดงผล ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญหลายส่วน แบ่งออกเป็นภาคๆ ดังนี้

4.1 ภาค A/D CONVERTER

เป็นภาคที่เปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล โดยใช้ความถี่ของออสซิลเลเตอร์ประมาณ 500 MHZ และใช้วงจรหารความถี่ด้วย 8 สัญญาณทางอินพุท จะกำหนดให้เปลี่ยนแปลงในช่วง 0-5 โวลท์ โดยมีสัญญาณเอาต์พุทเป็นดิจิตอล สัญญาณนี้จะส่งไปอินเทอร์เฟซที่ CPU Z-80 ทั้งนี้มีสัญญาณอนาลอกสวิทช์ส่งมายังพอร์ต ในที่นี้จะใช้พอร์ต A เป็นตัวรับและส่งสัญญาณอินพุทเข้าไป Z-80 โดยรับจากเอาต์พุทของ A/D

4.2 ภาคแสดงผล (ALARM PARTS)

ส่วนนี้จะใช้ ออโต้เล็คทรอนิกส์, Intelligent Display และ เครื่องพิมพ์ ซึ่งจากโปรแกรม การสั่งให้ทำงานนั้นจะส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ทั้ง 3 ชนิด เมื่อมีแก๊สรั่วไหลเข้ามาจะให้เครื่องพิมพ์แสดงค่าเปอร์เซ็นต์การรั่วไหล ว่ามีค่าเท่าไร พร้อมทั้งแสดงตำแหน่งที่เกิดการรั่วไหล โดยเครื่องพิมพ์จะพิมพ์ครั้งละ 3 บรรทัดต่อการสแกนพบ 1 ครั้ง ผลก็เป็นไปตามที่ตั้งไว้ ส่วนทางจอภาพจะทำการกระหนาบที่มีการรั่วไหลเกิดขึ้น ซึ่งจะแสดงคำว่า "LEAKAGE" เมื่อมีการรีเซตที่แป้นพิมพ์ ส่วนออโต้เล็คทรอนิกส์จะตั้งตลอดเวลา จนกว่าจะรีเซตเครื่อง (ดับไฟเข้าแหล่งจ่าย)

4.3 แป้นพิมพ์ (KEYBOARD)

ส่วนนี้มีตัวเลขตั้งแต่ 0-9 เพื่อเลือกตำแหน่งที่ต้องการทราบการรั่วไหลที่เกิดขึ้น ส่วน ปุ่ม FUCN จะสั่งให้เครื่องทำงานเพื่อดูตำแหน่งดังกล่าว กรณีที่ต้องการให้เครื่องเริ่มทำงานใหม่จะกดรีเซตแล้วกดที่ปุ่ม RUN เพื่อให้เครื่องเริ่มทำงานใหม่ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 อนุาลอกสวิตซ์

ภาคที่ต้องทำงานตลอดเวลาคือ ภาคสแกนของอนุาลอกสวิตซ์โดย Z-80 จะส่งสัญญาณลอจิก"1" เพื่อให้อนุาลอกสวิตซ์ทำงานตามที่ตั้งโปรแกรมไว้ทุกประการ ทุกครั้งที่มีการรีเซ็ต เครื่องนี้จะพิมพ์คำว่า

GAS OR VAPOR ALARM SYSTEM

.....BY.....

- | | | | |
|------------|---------------|---------|------------|
| 1. PRAMOTE | JUTASUWAN | 32.6114 | INSTRUMENT |
| 2. SAMRIT | LEUANGARAMSRI | 32.6132 | INSTRUMENT |



บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

ระบบเตือนภัยพร้อมแสดงผล เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรักษาความปลอดภัยอีกรูปแบบหนึ่งที่ได้มีการใช้งานกันอย่างมากในโรงงานอุตสาหกรรมปิโตรเคมีก็กล่าวได้ว่าสามารถแสดงปริมาณการรั่วไหลได้เท่านั้น อีกทั้งมีราคาแพงมากด้วย แต่อย่างไรก็ตามส่วนที่จะทำให้ระบบการทำงานได้ประสิทธิภาพดีคือ ตัวเซนเซอร์ที่มีประสิทธิภาพ วัตถุประสงค์ของปฏิบัติการ จะสามารถทำให้การทำงานได้เร็วขึ้น นั่นก็หมายความว่า เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานนั่นเอง

เครื่องนี้ประกอบด้วยส่วนใหญ่ ๆ 2 ส่วน คือ 1. ส่วนของไมโครโพรเซสเซอร์ ซึ่งเรียกว่าชิพ และคอยเก็บโปรแกรมมอนิเตอร์ไว้ 2. ส่วนของตัวเซนเซอร์ โดยสัญญาณที่ได้รับมาก็จะนำข้อมูลออกมาเสนอทันที นอกจากนี้ ยังมี EPROM ซึ่งเป็นตัวเก็บโปรแกรมภาษาแอสแซมบลี เพื่อควบคุมการทำงานของระบบ ดังนั้น ชิพนี้ จะต้องทำงานให้เร็วและแน่นอน แม้ว่าสัญญาณที่เข้ามามีค่าเพียงเล็กน้อยก็ตาม ชิพก็จะทำงานทันที

ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้งาน

ถ้าเทียบอุปกรณ์ที่เป็น ชิพด้วยกันแล้ว Z-80 ยังมีการทำงานดีกว่า MCS-51 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์เพราะฉะนั้นน่าจะนำเบอร์นี้มาใช้แทนได้ เพื่อพัฒนาการทำงานต่อไป

ในระบบอุตสาหกรรมปิโตรเคมีหรือทั่วไป คอมพิวเตอร์มีบทบาทสำคัญมากในการควบคุมการทำงานของระบบ ฉะนั้น สามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้งานดังกล่าวได้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานต่อไป ทำให้ไม่แพ้เครื่องต่างประเทศที่ราคาแพงเลย อีกทั้งสามารถเปลี่ยนตัวเซนเซอร์ใหม่ได้ตามต้องการ ถ้าสามารถติดต่อหาตัวเซนเซอร์ได้ตามชนิดสารที่ต้องการตรวจสอบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z80-CPU Absolute Maximum Ratings

Temperature Under Bias	Specified operating range
Storage Temperature	-45°C to +150°C
Voltage On Any Pin with Respect to Ground	-0.3V to +7V
Power Dissipation	1.5W

Comment
Stresses above those listed under "Absolute Maximum Rating" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other condition above those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Note: For Z80-CPU of AE and DF characteristics remain the same for the ordinary grade parts except I_{CC}
 $I_{CC} = 200\text{mA}$

Z80-CPU D.C. Characteristics

$T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 5\%$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition
V_{ILC}	Clock Input Low Voltage	-0.1		0.45	V	
V_{IHC}	Clock Input High Voltage	$V_{CC} - 0.5$		$V_{CC} + 0.3$	V	
V_{IL}	Input Low Voltage	-0.3		0.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.0		V_{CC}	V	
V_{OL}	Output Low Voltage			0.4	V	$I_{OL} = 1\text{mA}$
V_{OH}	Output High Voltage	2.4		V_{CC}	V	$I_{OH} = -240\mu\text{A}$
I_{CC}	Power Supply Current			150	mA	
I_{IL}	Input Leakage Current			10	μA	$V_{IN} = 0$ to V_{CC}
I_{IOH}	Tri-State Output Leakage Current in Float			10	μA	$V_{OUT} = 2.4$ to V_{CC}
I_{IOL}	Tri-State Output Leakage Current in Float			-10	μA	$V_{OUT} = 0.4\text{V}$
I_{ID}	Data Bus Leakage Current in Input Mode			± 10	μA	$0 < V_{IN} < V_{CC}$

Capacitance

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $f = 1\text{MHz}$, unmeasured pins returned to ground

Symbol	Parameter	Max	Unit
C_{ϕ}	Clock Capacitance	35	pf
C_{IN}	Input Capacitance	5	pf
C_{OUT}	Output Capacitance	10	pf

Z80-CPU Ordering Information

C - Ceramic
P - Plastic
S - Standard 5V $\pm 5\%$ @ 70°C
E - Extended 5V $\pm 5\%$ -40° to 85°C
M - Military 5V $\pm 10\%$ -55° to 125°C

Z80A-CPU D.C. Characteristics

$T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C , $V_{CC} = 5\text{V} \pm 5\%$, unless otherwise specified.

Symbol	Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Test Condition
V_{ILC}	Clock Input Low Voltage	-0.1		0.45	V	
V_{IHC}	Clock Input High Voltage	$V_{CC} - 0.5$		$V_{CC} + 0.3$	V	
V_{IL}	Input Low Voltage	-0.3		0.8	V	
V_{IH}	Input High Voltage	2.0		V_{CC}	V	
V_{OL}	Output Low Voltage			0.4	V	$I_{OL} = 1\text{mA}$
V_{OH}	Output High Voltage	2.4		V_{CC}	V	$I_{OH} = -240\mu\text{A}$
I_{CC}	Power Supply Current		40	200	mA	
I_{IL}	Input Leakage Current			10	μA	$V_{IN} = 0$ to V_{CC}
I_{IOH}	Tri-State Output Leakage Current in Float			10	μA	$V_{OUT} = 2.4$ to V_{CC}
I_{IOL}	Tri-State Output Leakage Current in Float			-10	μA	$V_{OUT} = 0.4\text{V}$
I_{ID}	Data Bus Leakage Current in Input Mode			± 10	μA	$0 < V_{IN} < V_{CC}$

Capacitance

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $f = 1\text{MHz}$, unmeasured pins returned to ground

Symbol	Parameter	Max	Unit
C_{ϕ}	Clock Capacitance	35	pf
C_{IN}	Input Capacitance	4	pf
C_{OUT}	Output Capacitance	10	pf

Z80A-CPU Ordering Information

C - Ceramic
P - Plastic
S - Standard 5V $\pm 5\%$ @ 70°C

We reprint data sheets on pages 7-D2 through 7-D13 by permission of Zilog, Incorporated.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z80-CPU

A.C. Characteristics

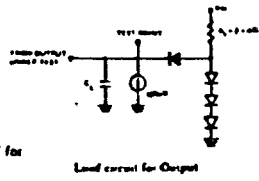
$T_A = 0^\circ\text{C}$ to 70°C , $V_{CC} = +5V \pm 5\%$, Unless Otherwise Noted.

Signal	Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	Test Condition
Clock	t_{PH} (PH)	Clock Period	4	11.2	µsec	
	t_{PL} (PL)	Clock Pulse Width, Clock High	180	11	µsec	
	t_{CL} (CL)	Clock Pulse Width, Clock Low	180	2000	µsec	
	t_{RST}	Clock Rise and Fall Time		40	µsec	
A_{0-15}	$t_{D}(AD)$	Address Output Delay		12	µsec	$C_L = 50\text{pF}$
	$t_{S}(AD)$	Address Setup Time		110	µsec	
	$t_{H}(AD)$	Address Hold Time		111	µsec	
	$t_{D}(MR)$	Address Stable From \overline{MRQ} (Memory Cycle)		121	µsec	
	$t_{D}(WR)$	Address Stable From \overline{WR} (Memory Cycle)		121	µsec	
	$t_{D}(RD)$	Address Stable From \overline{RD} (Memory Cycle)		121	µsec	
D_{0-7}	$t_{D}(D)$	Data Output Delay		230	µsec	$C_L = 50\text{pF}$
	$t_{S}(D)$	Data Setup Time		40	µsec	
	$t_{H}(D)$	Data Hold Time		40	µsec	
	$t_{D}(MR)$	Data Stable From \overline{MRQ} (Memory Cycle)		151	µsec	
	$t_{D}(WR)$	Data Stable From \overline{WR} (Memory Cycle)		151	µsec	
	$t_{D}(RD)$	Data Stable From \overline{RD} (Memory Cycle)		151	µsec	
	t_{H}	Bus Hold Time (no Setup Time)		11	µsec	
\overline{MRQ}	$t_{D}(\overline{MRQ})$	\overline{MRQ} Delay From Falling Edge of Clock		100	µsec	$C_L = 50\text{pF}$
	$t_{R}(\overline{MRQ})$	\overline{MRQ} Delay From Rising Edge of Clock		100	µsec	
	$t_{W}(\overline{MRQ})$	\overline{MRQ} Pulse Width		181	µsec	
	$t_{F}(\overline{MRQ})$	\overline{MRQ} Fall Time		191	µsec	
\overline{IORQ}	$t_{D}(\overline{IORQ})$	\overline{IORQ} Delay From Rising Edge of Clock		90	µsec	$C_L = 50\text{pF}$
	$t_{R}(\overline{IORQ})$	\overline{IORQ} Delay From Falling Edge of Clock		110	µsec	
	$t_{W}(\overline{IORQ})$	\overline{IORQ} Pulse Width		100	µsec	
	$t_{F}(\overline{IORQ})$	\overline{IORQ} Fall Time		110	µsec	
\overline{RD}	$t_{D}(\overline{RD})$	\overline{RD} Delay From Rising Edge of Clock		100	µsec	$C_L = 50\text{pF}$
	$t_{R}(\overline{RD})$	\overline{RD} Delay From Falling Edge of Clock		110	µsec	
	$t_{W}(\overline{RD})$	\overline{RD} Pulse Width		100	µsec	
	$t_{F}(\overline{RD})$	\overline{RD} Fall Time		110	µsec	
\overline{WR}	$t_{D}(\overline{WR})$	\overline{WR} Delay From Rising Edge of Clock		80	µsec	$C_L = 50\text{pF}$
	$t_{R}(\overline{WR})$	\overline{WR} Delay From Falling Edge of Clock		90	µsec	
	$t_{W}(\overline{WR})$	\overline{WR} Pulse Width		100	µsec	
	$t_{F}(\overline{WR})$	\overline{WR} Fall Time		110	µsec	
$\overline{M1}$	$t_{D}(\overline{M1})$	$\overline{M1}$ Delay From Rising Edge of Clock		130	µsec	$C_L = 50\text{pF}$
	$t_{R}(\overline{M1})$	$\overline{M1}$ Delay From Falling Edge of Clock		130	µsec	
\overline{RFSH}	$t_{D}(\overline{RFSH})$	\overline{RFSH} Delay From Rising Edge of Clock		180	µsec	$C_L = 50\text{pF}$
	$t_{R}(\overline{RFSH})$	\overline{RFSH} Delay From Falling Edge of Clock		130	µsec	
\overline{WAIT}	$t_{S}(\overline{WAIT})$	\overline{WAIT} Setup Time to Falling Edge of Clock		70	µsec	
\overline{HALT}	$t_{D}(\overline{HALT})$	\overline{HALT} Delay Time From Falling Edge of Clock		300	µsec	$C_L = 50\text{pF}$
\overline{INT}	$t_{S}(\overline{INT})$	\overline{INT} Setup Time to Rising Edge of Clock		80	µsec	
\overline{NMI}	$t_{W}(\overline{NMI})$	\overline{NMI} Pulse Width		80	µsec	
\overline{BUSRQ}	$t_{S}(\overline{BUSRQ})$	\overline{BUSRQ} Setup Time to Rising Edge of Clock		80	µsec	
\overline{BUSAK}	$t_{D}(\overline{BUSAK})$	\overline{BUSAK} Delay From Rising Edge of Clock		120	µsec	$C_L = 50\text{pF}$
	$t_{R}(\overline{BUSAK})$	\overline{BUSAK} Delay From Falling Edge of Clock		110	µsec	
\overline{RSTY}	$t_{S}(\overline{RSTY})$	\overline{RSTY} Setup Time to Rising Edge of Clock		80	µsec	
\overline{INT}	$t_{D}(\overline{INT})$	Delay to First \overline{MRQ} , \overline{IORQ} , \overline{RD} and \overline{WR}		100	µsec	
	$t_{H}(\overline{INT})$	\overline{INT} Stable From \overline{MRQ} (except Ack.)		111	µsec	

- (1) $t_{PH} + t_{PL} + t_{RST} + t_{D}(AD) + t_{S}(AD) + t_{H}(AD) + t_{D}(MR) + t_{D}(WR) + t_{D}(RD) + t_{D}(\overline{MRQ}) + t_{D}(\overline{IORQ}) + t_{D}(\overline{RD}) + t_{D}(\overline{WR}) + t_{D}(\overline{M1}) + t_{D}(\overline{RFSH}) + t_{D}(\overline{BUSAK}) + t_{S}(\overline{RSTY}) + t_{D}(\overline{INT}) + t_{H}(\overline{INT})$
- (2) $t_{PH} + t_{PL} + t_{RST}$
- (3) $t_{PH} + t_{PL} + t_{RST} + t_{D}(MR) + t_{D}(WR) + t_{D}(RD) + t_{D}(\overline{MRQ}) + t_{D}(\overline{IORQ}) + t_{D}(\overline{RD}) + t_{D}(\overline{WR}) + t_{D}(\overline{M1}) + t_{D}(\overline{RFSH}) + t_{D}(\overline{BUSAK}) + t_{S}(\overline{RSTY}) + t_{D}(\overline{INT}) + t_{H}(\overline{INT})$
- (4) $t_{PH} + t_{PL} + t_{RST} + t_{D}(MR) + t_{D}(WR) + t_{D}(RD) + t_{D}(\overline{MRQ}) + t_{D}(\overline{IORQ}) + t_{D}(\overline{RD}) + t_{D}(\overline{WR}) + t_{D}(\overline{M1}) + t_{D}(\overline{RFSH}) + t_{D}(\overline{BUSAK}) + t_{S}(\overline{RSTY}) + t_{D}(\overline{INT}) + t_{H}(\overline{INT})$
- (5) $t_{PH} + t_{PL} + t_{RST} + t_{D}(MR) + t_{D}(WR) + t_{D}(RD) + t_{D}(\overline{MRQ}) + t_{D}(\overline{IORQ}) + t_{D}(\overline{RD}) + t_{D}(\overline{WR}) + t_{D}(\overline{M1}) + t_{D}(\overline{RFSH}) + t_{D}(\overline{BUSAK}) + t_{S}(\overline{RSTY}) + t_{D}(\overline{INT}) + t_{H}(\overline{INT})$
- (6) $t_{PH} + t_{PL} + t_{RST} + t_{D}(MR) + t_{D}(WR) + t_{D}(RD) + t_{D}(\overline{MRQ}) + t_{D}(\overline{IORQ}) + t_{D}(\overline{RD}) + t_{D}(\overline{WR}) + t_{D}(\overline{M1}) + t_{D}(\overline{RFSH}) + t_{D}(\overline{BUSAK}) + t_{S}(\overline{RSTY}) + t_{D}(\overline{INT}) + t_{H}(\overline{INT})$
- (7) $t_{PH} + t_{PL} + t_{RST} + t_{D}(MR) + t_{D}(WR) + t_{D}(RD) + t_{D}(\overline{MRQ}) + t_{D}(\overline{IORQ}) + t_{D}(\overline{RD}) + t_{D}(\overline{WR}) + t_{D}(\overline{M1}) + t_{D}(\overline{RFSH}) + t_{D}(\overline{BUSAK}) + t_{S}(\overline{RSTY}) + t_{D}(\overline{INT}) + t_{H}(\overline{INT})$
- (8) $t_{PH} + t_{PL} + t_{RST} + t_{D}(MR) + t_{D}(WR) + t_{D}(RD) + t_{D}(\overline{MRQ}) + t_{D}(\overline{IORQ}) + t_{D}(\overline{RD}) + t_{D}(\overline{WR}) + t_{D}(\overline{M1}) + t_{D}(\overline{RFSH}) + t_{D}(\overline{BUSAK}) + t_{S}(\overline{RSTY}) + t_{D}(\overline{INT}) + t_{H}(\overline{INT})$
- (9) $t_{PH} + t_{PL} + t_{RST} + t_{D}(MR) + t_{D}(WR) + t_{D}(RD) + t_{D}(\overline{MRQ}) + t_{D}(\overline{IORQ}) + t_{D}(\overline{RD}) + t_{D}(\overline{WR}) + t_{D}(\overline{M1}) + t_{D}(\overline{RFSH}) + t_{D}(\overline{BUSAK}) + t_{S}(\overline{RSTY}) + t_{D}(\overline{INT}) + t_{H}(\overline{INT})$
- (10) $t_{PH} + t_{PL} + t_{RST} + t_{D}(MR) + t_{D}(WR) + t_{D}(RD) + t_{D}(\overline{MRQ}) + t_{D}(\overline{IORQ}) + t_{D}(\overline{RD}) + t_{D}(\overline{WR}) + t_{D}(\overline{M1}) + t_{D}(\overline{RFSH}) + t_{D}(\overline{BUSAK}) + t_{S}(\overline{RSTY}) + t_{D}(\overline{INT}) + t_{H}(\overline{INT})$
- (11) $t_{PH} + t_{PL} + t_{RST} + t_{D}(MR) + t_{D}(WR) + t_{D}(RD) + t_{D}(\overline{MRQ}) + t_{D}(\overline{IORQ}) + t_{D}(\overline{RD}) + t_{D}(\overline{WR}) + t_{D}(\overline{M1}) + t_{D}(\overline{RFSH}) + t_{D}(\overline{BUSAK}) + t_{S}(\overline{RSTY}) + t_{D}(\overline{INT}) + t_{H}(\overline{INT})$

NOTES

- A Data should be enabled when the CPU data bus when $\overline{M1}$ is low during interrupt acknowledge data should be enabled when $\overline{M1}$ and $\overline{M2}$ are both active
- B All control signals are internally synchronized so they may be safely interconnected with signals to other chips
- C The \overline{RFSH} signal must be active for a minimum of 1 clock cycle
- D Output Delay is standard operation
 $T_A = 70^\circ\text{C}$ $V_{CC} = +5V \pm 5\%$
 Add 10nsec delay for each 50pF increase in load up to a maximum of 200pF for the data bus & 100pF for address & control lines
- E Although data by design listing parameters $t_{D}(MR)$ of 180µsec maximum



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z80-CPU

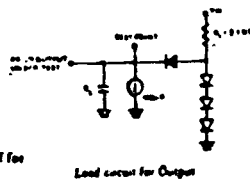
A.C. Characteristics

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = +5V ± 5%, Unless Otherwise Noted.

Signal	Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	Test Condition
φ	t _{CH}	Clock Period	A	11.21	μsec	[12] t _{CH} = t _{CH(0H)} + t _{CH(L)} + t _{CH}
	t _{CH(0H)}	Clock Pulse Width (Clock High)	180	6	μsec	
	t _{CH(L)}	Clock Pulse Width (Clock Low)	180	2000	μsec	
	t _{CH}	Clock Rise and Fall Time		30	μsec	
A ₀₋₁₅	t _{AD(1)}	Address Output Delay		145	μsec	C _L = 50pF
	t _{AD(2)}	Delay to Float		110	μsec	
	t _{AD(3)}	Address Setup Time to \overline{MEMO} (Memory Enable)	111		μsec	
	t _{AD(4)}	Address Setup Time to \overline{MEMO} (RD or WR or \overline{MEMO})	121		μsec	
	t _{AD(5)}	Address Setup Time to \overline{MEMO} (RD, WR, \overline{MEMO} or \overline{MEMO})	131		μsec	
D ₀₋₇	t _{DD(1)}	Data Output Delay		230	μsec	C _L = 50pF
	t _{DD(2)}	Delay to Float During Memory Enable		90	μsec	
	t _{DD(3)}	Data Setup Time to Rising Edge of Clock (Data 0)	75		μsec	
	t _{DD(4)}	Data Setup Time to Falling Edge of Clock (Data 0)	65		μsec	
	t _{DD(5)}	Data Setup Time to \overline{MEMO} (Memory Enable)	151		μsec	
	t _{DD(6)}	Data Setup Time to \overline{MEMO} (RD or WR)	161		μsec	
t _{DD(7)}	Data Setup Time to \overline{MEMO} (RD or WR)	171		μsec		
t _{DD(8)}	Max. Hold Time for Setup Time		0		μsec	
\overline{MEMO}	t _{DL(1)}	\overline{MEMO} Delay from Falling Edge of Clock (RD Low)		100	μsec	C _L = 50pF
	t _{DL(2)}	\overline{MEMO} Delay from Rising Edge of Clock (RD High)		100	μsec	
	t _{DL(3)}	\overline{MEMO} Delay from Falling Edge of Clock (RD High)		100	μsec	
	t _{DL(4)}	Pulse Width: \overline{MEMO} Low	181		μsec	
	t _{DL(5)}	Pulse Width: \overline{MEMO} High	191		μsec	
\overline{MEMO}	t _{DR(1)}	\overline{MEMO} Delay from Rising Edge of Clock (RD Low)		90	μsec	C _L = 50pF
	t _{DR(2)}	\overline{MEMO} Delay from Falling Edge of Clock (RD Low)		110	μsec	
	t _{DR(3)}	\overline{MEMO} Delay from Rising Edge of Clock (RD High)		100	μsec	
	t _{DR(4)}	\overline{MEMO} Delay from Falling Edge of Clock (RD High)		110	μsec	
RD	t _{DR(1)}	R \overline{D} Delay from Rising Edge of Clock (RD Low)		100	μsec	C _L = 50pF
	t _{DR(2)}	R \overline{D} Delay from Falling Edge of Clock (RD Low)		130	μsec	
	t _{DR(3)}	R \overline{D} Delay from Rising Edge of Clock (RD High)		100	μsec	
	t _{DR(4)}	R \overline{D} Delay from Falling Edge of Clock (RD High)		110	μsec	
	t _{DR(5)}	R \overline{D} Delay from Falling Edge of Clock (RD High)		110	μsec	
WR	t _{DR(1)}	W \overline{R} Delay from Rising Edge of Clock (WR Low)		80	μsec	C _L = 50pF
	t _{DR(2)}	W \overline{R} Delay from Falling Edge of Clock (WR Low)		90	μsec	
	t _{DR(3)}	W \overline{R} Delay from Rising Edge of Clock (WR High)		100	μsec	
	t _{DR(4)}	W \overline{R} Delay from Falling Edge of Clock (WR High)		100	μsec	
	t _{DR(5)}	Pulse Width: W \overline{R} Low	110		μsec	
M1	t _{DM(1)}	M1 Delay from Rising Edge of Clock (M1 Low)		130	μsec	C _L = 50pF
	t _{DM(2)}	M1 Delay from Rising Edge of Clock (M1 High)		130	μsec	
RTS1	t _{DR(1)}	RTS1 Delay from Rising Edge of Clock (RTS1 Low)		180	μsec	C _L = 50pF
	t _{DR(2)}	RTS1 Delay from Falling Edge of Clock (RTS1 High)		130	μsec	
HALT	t _{HALT(1)}	HALT Setup Time to Rising Edge of Clock	70		μsec	C _L = 50pF
HALT	t _{HALT(2)}	HALT Delay Time from Falling Edge of Clock		300	μsec	
INT	t _{INT(1)}	INT Setup Time to Rising Edge of Clock	80		μsec	C _L = 50pF
CSM	t _{CSM(1)}	Pulse Width: CSM Low	80		μsec	
BUSRO	t _{BUSRO(1)}	BUSRO Setup Time to Rising Edge of Clock	80		μsec	C _L = 50pF
BUSAK	t _{BUSAK(1)}	BUSAK Delay from Rising Edge of Clock (BUSAK Low)		120	μsec	
BUSAK	t _{BUSAK(2)}	BUSAK Delay from Falling Edge of Clock (BUSAK High)		110	μsec	
RTS1	t _{RTS1(1)}	RTS1 Setup Time to Rising Edge of Clock	90		μsec	C _L = 50pF
INT	t _{INT(1)}	Delay to Float (M \overline{RTO} , M \overline{RTO} and W \overline{R})		100	μsec	
M1	t _{M1(1)}	M1 Setup Time to \overline{MEMO} (Interrupt Ack)	111		μsec	[11] t _{M1(1)} = t _{M1(1)} + t _{M1(2)} + t _{M1(3)} + t _{M1(4)} + t _{M1(5)}

NOTES

- Delay should be measured across the I/O data bus when \overline{MEMO} is active. Delay to \overline{MEMO} after acknowledge data should be measured when M1 and RTS1 are both active.
- All control signals are normally asynchronous unless otherwise specified. All times with respect to the clock.
- The RTS1 signal must be active for a maximum of 1 clock cycle.
- Output Delay is loaded condition.
 TA = 70°C, V_{CC} = +5V ± 5%.
 Add 10nsec delay for each 50pf increase in load up to a maximum of 200pf for the data bus & 100pf for address & control lines.
- Although data bus design timing parameters are given, it is the user's responsibility to ensure that the data bus is designed to meet these requirements.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z80A-CPU

A.C. Characteristics

T_A = 0°C to 70°C, V_{CC} = +5V ± 5%, Unless Otherwise Noted.

Signal	Symbol	Parameter	Min	Max	Unit	Test Conditions
φ	t _{PH} (ΦH)	Clock Period	25	112	μsec	
	t _{PL} (ΦL)	Clock Pulse Width, Clock High	110	111	μsec	
	t _{PL} (ΦL)	Clock Pulse Width, Clock Low	110	1000	μsec	
	t _{FL}	Clock Rise and Fall Time		10	nansec	
A ₀₋₁₅	t _{D(AD)}	Address Output Delay		150	nansec	C _L = 50pF
	t _{F(AD)}	Delay to Float		90	nansec	
	t _{ACM}	Address Stable Prior to MREQ (Memory Cycle)	111		nansec	
	t _{AS1}	Address Stable Prior to RD, WR, RD or WR (I/O Cycle)	121		nansec	
	t _{AS2}	Address Stable from RD, WR, RD or WR	131		nansec	
	t _{AS3}	Address Stable from RD or WR During Float	141		nansec	
D ₀₋₇	t _{D(D)}	Data Output Delay		150	nansec	C _L = 50pF
	t _{F(D)}	Delay to Float During Write Cycle		90	nansec	
	t _{SD(D)}	Data Setup Time to Rising Edge of Clock During M1 Cycle	33		nansec	
	t _{SD(D)}	Data Setup Time to Falling Edge of Clock During M1 to M5	50		nansec	
	t _{DCM}	Data Stable Prior to WR (Memory Cycle)	151		nansec	
	t _{DC1}	Data Stable Prior to WR (I/O Cycle)	161		nansec	
	t _{DF}	Data Stable from WR	171		nansec	
MREQ	t _{DL(MR)}	MREQ Delay From Falling Edge of Clock, MREQ Low		85	nansec	C _L = 50pF
	t _{DH(MR)}	MREQ Delay From Rising Edge of Clock, MREQ High		85	nansec	
	t _{DL(MR)}	MREQ Delay From Falling Edge of Clock, MREQ High		85	nansec	
	t _{PL(MR)}	Pulse Width, MREQ Low	181		nansec	
	t _{PL(MR)}	Pulse Width, MREQ High	191		nansec	
IORQ	t _{DL(IR)}	IORQ Delay From Rising Edge of Clock, IORQ Low		75	nansec	C _L = 50pF
	t _{DH(IR)}	IORQ Delay From Falling Edge of Clock, IORQ Low		85	nansec	
	t _{DL(IR)}	IORQ Delay From Rising Edge of Clock, IORQ High		85	nansec	
	t _{DH(IR)}	IORQ Delay From Falling Edge of Clock, IORQ High		85	nansec	
RD	t _{DL(RD)}	RD Delay From Rising Edge of Clock, RD Low		85	nansec	C _L = 50pF
	t _{DH(RD)}	RD Delay From Falling Edge of Clock, RD Low		95	nansec	
	t _{DL(RD)}	RD Delay From Rising Edge of Clock, RD High		85	nansec	
	t _{DH(RD)}	RD Delay From Falling Edge of Clock, RD High		85	nansec	
WR	t _{DL(WR)}	WR Delay From Rising Edge of Clock, WR Low		65	nansec	C _L = 50pF
	t _{DH(WR)}	WR Delay From Falling Edge of Clock, WR Low		85	nansec	
	t _{DL(WR)}	WR Delay From Rising Edge of Clock, WR High		80	nansec	
	t _{PL(WR)}	Pulse Width, WR Low	1101		nansec	
M1	t _{DL(M1)}	M1 Delay From Rising Edge of Clock, M1 Low		100	nansec	C _L = 50pF
	t _{DH(M1)}	M1 Delay From Rising Edge of Clock, M1 High		100	nansec	
RFSH	t _{DL(RF)}	RFSH Delay From Rising Edge of Clock, RFSH Low		130	nansec	C _L = 50pF
	t _{DH(RF)}	RFSH Delay From Rising Edge of Clock, RFSH High		120	nansec	
WAIT	t _W (WT)	WAIT Setup Time to Falling Edge of Clock	70		nansec	
HALT	t _D (HT)	HALT Delay Time From Falling Edge of Clock		300	nansec	C _L = 50pF
INT	t _S (IT)	INT Setup Time to Rising Edge of Clock	80		nansec	
NSM	t _W (NML)	Pulse Width, NSM Low	80		nansec	
BUSRQ	t _S (BQ)	BUSRQ Setup Time to Rising Edge of Clock	50		nansec	
BUSAK	t _D (BA)	BUSAK Delay From Rising Edge of Clock, BUSAK Low		100	nansec	C _L = 50pF
	t _D (BA)	BUSAK Delay From Falling Edge of Clock, BUSAK High		100	nansec	
RESET	t _S (RS)	RESET Setup Time to Rising Edge of Clock	60		nansec	
	t _F (FC)	Delay to Float (MREQ, IORQ, RD and WR)		80	nansec	
	t _{MS}	M1 Stable Prior to IORQ (Interrupt Act.)	1111		nansec	

[12] t_{FL} = t_{PH}(ΦH) + t_{PL}(ΦL) + t_{FL} + t_{FL}

[11] t_{ACM} = t_{PH}(ΦH) + t_{FL} - 65

[12] t_{AS1} = t_{FL} - 70

[13] t_{AS2} = t_{PH}(ΦL) + t_{FL} - 50

[14] t_{AS3} = t_{PH}(ΦL) + t_{FL} - 45

[15] t_{DCM} = t_{FL} - 170

[16] t_{DC1} = t_{PH}(ΦL) + t_{FL} - 170

[17] t_{DF} = t_{PH}(ΦL) + t_{FL} - 70

[18] t_{PL}(MR) = t_{FL} - 30

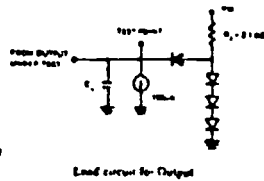
[19] t_{PL}(MR) = t_{PH}(ΦH) + t_{FL} - 20

[20] t_{PL}(WR) = t_{FL} - 30

[21] t_{MS} = 2t_{FL} + t_{PH}(ΦH) + t_{FL} - 65

NOTES

- A Data should be enabled onto the CPU data bus when RD is active. During interrupt acknowledge data should be enabled when INT and IORQ are both active.
- B All control signals are univernally synchronized, so they may be totally asynchronous with respect to the clock.
- C The RESET signal must be active for a minimum of 3 clock cycles.
- D Output Delay vs. Loaded Capacitance
T_A = 10°C V_{CC} = +5V ± 5%
Add 10nsec delay for each 50pF increase in load up to maximum of 200pF for data bus or +100pF for address & control lines.
- E Although stated by design, timing parameters t_{DC1} of 200nsec minimum.



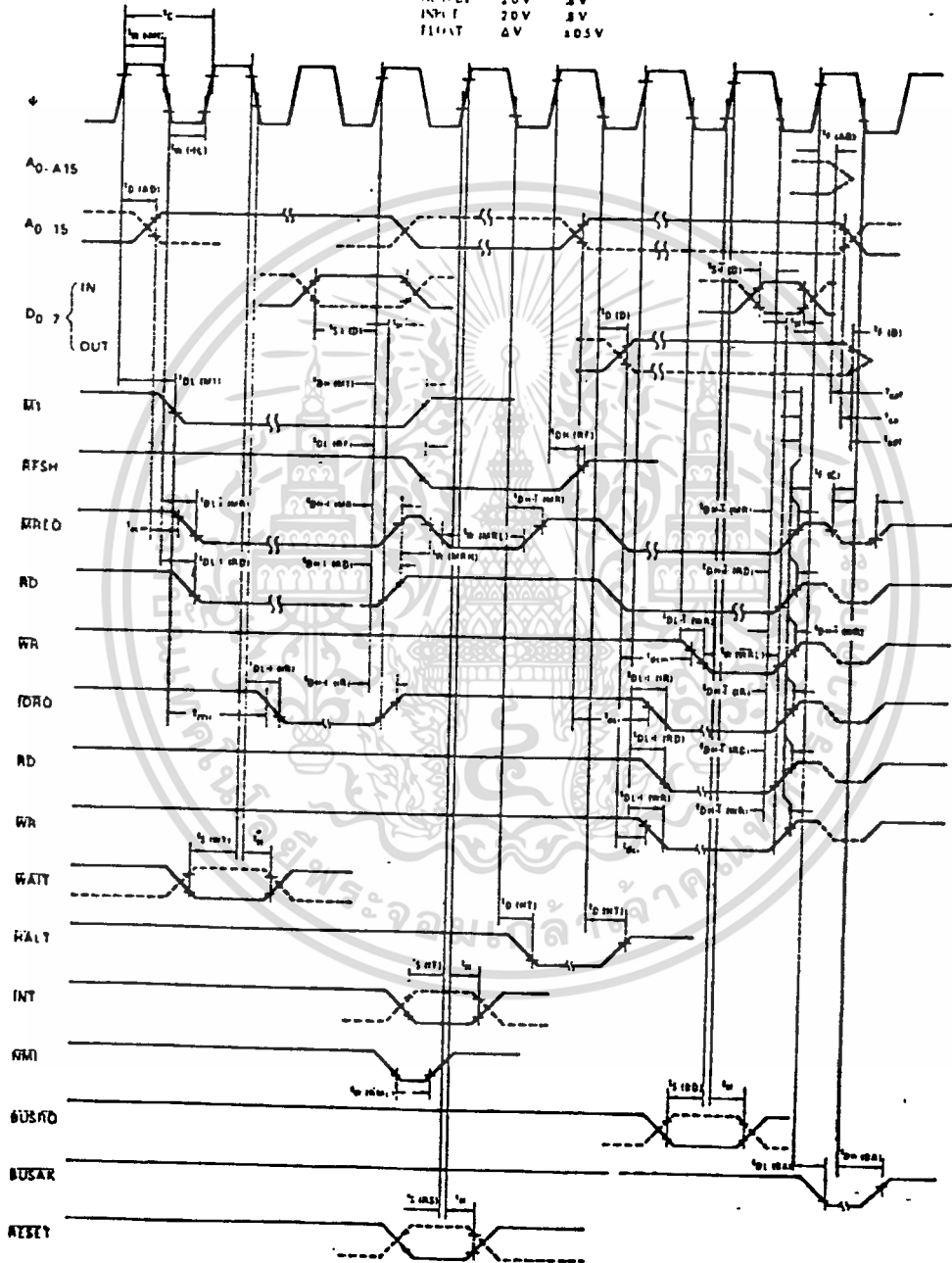
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z80-CPU

A.C. Timing Diagram

Timing measurements are made at the following voltages, unless otherwise specified:

CEP	K	V _{CC}	-5V	.45V
DR. I/O	UT	20V	3V	
INP	I	20V	3V	
FL	INT	5V	10.5V	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

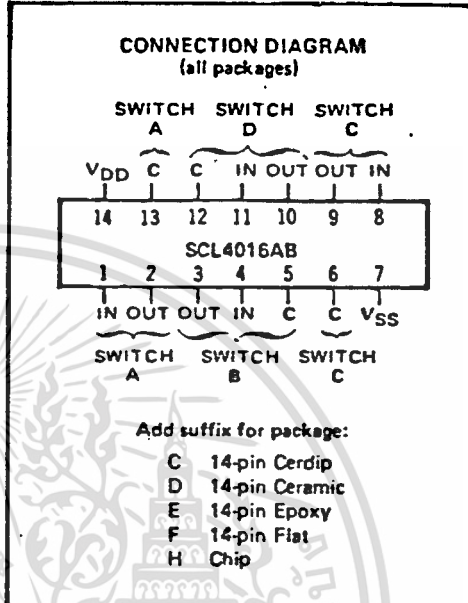
SCL4016AB



CMOS QUAD ANALOG SWITCH

FEATURES

- ◆ Wide Range of Digital and Analog Signal Levels - Digital or Analog Signals to 18 Volts peak
- ◆ Low ON Resistance - 200 Ω typ. over 15Vp-p Signal Input Range, @ 15Vdc
- ◆ Matched Switch Characteristics - 10 Ω typ. Difference between RON Values at a Fixed Bias Point over 15Vp-p Signal Input Range @ 15Vdc
- ◆ High On/Off Output Voltage Ratio - 65 dB typ. @ $f_{is} = 10\text{kHz}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$
- ◆ High degree of Linearity - $\leq 0.4\%$ Distortion typ. @ $f_{is} = 1\text{kHz}$, $V_{is} = 5\text{V}_{p-p}$, $V_{DD} - V_{SS} \geq 10\text{V}$, $R_L = 10\text{k}\Omega$
- ◆ Extremely Low OFF Switch Leakage Resulting in Very Low Offset Current and High Effective OFF resistance - 10pA typ. @ $V_{DD} - V_{SS} = 10\text{V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$
- ◆ Extremely High Control Input Impedance (Control Circuit Isolated from Signal Circuit) - 10¹² Ω typ.
- ◆ Low Crosstalk between Switches - -50dB typ. @ $f_{is} = 0.9\text{MHz}$, $R_L = 1\text{k}\Omega$
- ◆ Matched Control-Input to Signal-Output Capacitances - Reduces Output Signal Transients
- ◆ Transmits Frequencies up to 40MHz



DESCRIPTION

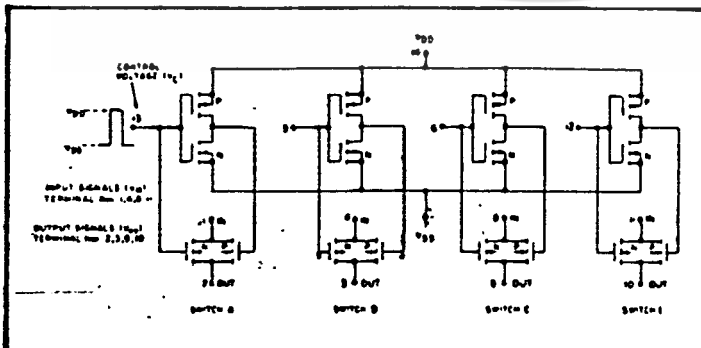
The SCL4016AB is a single-chip monolithic silicon integrated circuit containing eight N-channel and eight P-channel enhancement-mode MOS transistors connected to form four independent bilateral signal switches. Each switch consists of both P- and N-channel devices with common source and drain connections. A single control signal is required per switch. Both P and N devices in a given switch are biased ON or OFF by the control signal. The CMOS switch permits peak input-signal voltage swings equal to the full supply voltage, a considerable advantage over single-channel types.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

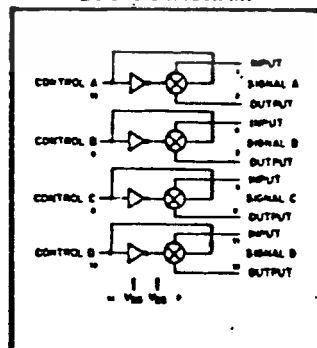
For maximum reliability:

DC Supply Voltage	$V_{DD} - V_{SS}$	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T_A	-55 to +125	$^\circ\text{C}$
C, D, F, H Device		-40 to +85	$^\circ\text{C}$
E Device			

SCHEMATIC DIAGRAM



LOGIC DIAGRAM



ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC CHARACTERISTICS^{1,2}

PARAMETER	CONDITIONS	V _{IS} (Vdc)	V _{DD} (Vdc)	T _{LOW} ³		25°C			T _{HIGH} ³		Units	
				Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.		
QUIESCENT DEVICE CURRENT I _{DD}	V _{IN} = V _{IS} or V _{DD} All valid input combinations	0	5	-	0.05	-	0.0005	0.05	-	1.5	μA _{dc}	
		0	10	-	0.1	-	0.001	0.1	-	3.0		
		0	15	-	0.2	-	0.002	0.2	-	6.0		
MINIMUM INPUT HIGH VOLTAGE (Control Input) V _{IH}	V _{IS} = V _{IS} V _{OS} = V _{DD} I _{OS} = 10μA	0	5	-	2.9	-	1.5	2.9	-	2.4	Vdc	
		0	10	-	2.9	-	1.5	2.7	-	2.4		
		0	15	-	2.9	-	1.5	2.7	-	2.4		
MAXIMUM INPUT LOW VOLTAGE (Control Input) V _{IL}	V _{IS} = V _{IS} V _{OS} = V _{DD} I _{OS} = 10μA	0	5	0.9	-	0.7	1.5	-	0.4	-	Vdc	
		0	10	0.9	-	0.7	1.5	-	0.4	-		
		0	15	0.9	-	0.7	1.5	-	0.4	-		
SWITCH INPUT/OUTPUT LEAKAGE (Switch off) I _{OFF}	V _C = V _{IS} V _{IS}	±7.5	-7.5	+7.5	-	±250	-	±0.1	±250	-	nA _{dc}	
		±5	-5	+5	-	±125	-	±0.01	±125	-		±2500
ON-RESISTANCE C, D, F, H device E device	R _{ON} V _C = V _{DD} R _L = 10kΩ	V _{IS} (Vdc)	-7.5	+7.5	-	360	-	200	400	-	600	Ω
					-	360	-	200	400	-	600	
					-	775	-	280	850	-	1230	
		±5	-5	+5	-	600	-	250	650	-	950	Ω
					-	600	-	250	650	-	950	
					-	1870	-	580	2000	-	2600	
		±15	0	+15	-	360	-	200	400	-	600	Ω
					-	360	-	200	400	-	600	
					-	775	-	300	850	-	1230	
		±10	0	+10	-	600	-	250	650	-	950	Ω
					-	600	-	250	650	-	950	
					-	1870	-	560	2000	-	2600	
E device	R _{ON} V _C = V _{DD} R _L = 10kΩ	V _{IS} (Vdc)	-7.5	+7.5	-	370	-	200	400	-	520	Ω
					-	370	-	200	400	-	520	
					-	790	-	260	850	-	1080	
		±5	-5	+5	-	610	-	250	650	-	940	Ω
					-	610	-	250	650	-	940	
					-	1900	-	580	2000	-	2380	
		±15	0	+15	-	370	-	200	400	-	520	Ω
					-	370	-	200	400	-	520	
					-	790	-	300	850	-	1080	
		±10	0	+10	-	610	-	250	650	-	940	Ω
					-	610	-	250	650	-	940	
					-	1600	-	560	2000	-	2380	
ON-RESISTANCE MATCH (Same package) ΔR _{ON}	V _{IS} (Vdc) V _C = V _{DD} R _L = 10kΩ	±7.5	-7.5	+7.5	-	-	-	30	-	-	Ω	
		±5	-5	+5	-	-	-	15	-	-		

- NOTES: ¹ Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".
² T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.
 = -40°C for E device.
 T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
 = + 85°C for E device.
³ This device has been designed for balanced output drive current specifications. Consult Family Specifications.

DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50 pF, T_A = 25°C)

PARAMETER	CONDITIONS	V _{IS} (Vdc)	V _{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	UNIT
SIGNAL INPUTS (V _{IS}) AND OUTPUTS (V _{OS})							
PROPAGATION DELAY TIME Signal input to signal output t _{PLH} t _{PHL}	V _C = V _{DD} V _{IS} = square wave R _L = 10kΩ	0	5	-	20	40	ns
		0	10	-	10	20	
		0	15	-	7.5	15	
BANDWIDTH (-3dB) (Sine Wave) BW	V _C = V _{DD} V _{IS} = 5V _{pp} centered @0.0Vdc	R _L	5	+5	-	54	MHz
		1kΩ	-	-	-	40	
		10kΩ	-	-	-	38	
		1MΩ	-	-	-	37	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4016AB

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Continued)

DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50 pF, T_A = 25°C) (Continued)

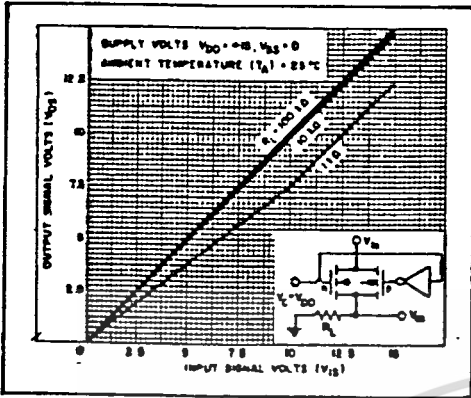
PARAMETER	CONDITIONS	V _{IN} (Vdc)	V _{OUT} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
SIGNAL INPUTS (V _{IN}) AND OUTPUTS (V _{OUT}) (Continued)							
INSERTION LOSS (= 20 log 10 $\frac{V_{OUT}}{V_{IN}}$)	V _C = V _{DD} V _{IN} = 5V _{pp} centered @0.0Vdc	R _L 1kΩ 10kΩ 100kΩ 1MΩ	-5	+5	-	2.3 0.2 0.1 0.05	dB
SIGNAL DISTORTION (Sine Wave)	V _C = V _{DD} V _{IN} = 5V _{pp} centered @0.0Vdc f _{IN} = 1.0kHz R _L = 10kΩ		-5	+5	-	0.4	%
FEEDTHROUGH (-50dB)	V _C = V _{SS} V _{IN} = 5V _{pp} centered @0.0Vdc	R _L 1kΩ 10kΩ 100kΩ 1MΩ	-5	+5	-	1250 140 18 2	kHz
CROSSTALK (-50dB) (Between two switches)	V _C (A) = V _{DD} V _C (B) = V _{SS} V _{IN} (A) = 5V _{pp} centered @0.0Vdc R _L = 1.0k		-5	+5	-	0.0	MHz
CAPACITANCE							
Input	C _{IN}					4	pF
Output	C _{OUT}	V _C = V _{SS}	-5	+5		4	pF
Feedthrough	C _{OFF}					0.2	pF
CONTROL INPUT (V _C)							
PROPAGATION DELAY TIME	t _{PLH} t _{PHL}	V _{SS} < V _{IN} < V _{DD} R _L = 10kΩ	0	5	-	40	ns
Turn on			0	10	-	20	
			0	15	-	15	
MAXIMUM INPUT FREQUENCY	f _C	V _{SS} < V _{IN} < V _{DD} R _L = 1.0kΩ	0	5	-	5	MHz
			0	10	-	10	
			0	15	-	12	
CROSSTALK (To signal port)		V _C = Square wave R _L = 10kΩ R _{IN} = 1.0k	0	5	-	30	mV
			0	10	-	50	
			0	15	-	100	

TYPICAL ON-RESISTANCE CHARACTERISTICS

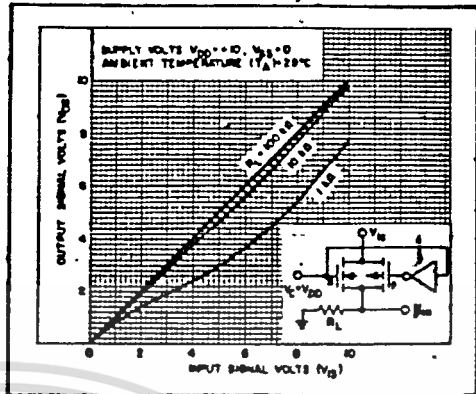
CHARACTERISTIC*	SUPPLY CONDITIONS		LOAD CONDITIONS					
	V _{DD} (V)	V _{SS} (V)	R _L = 1kΩ		R _L = 10kΩ		R _L = 100kΩ	
			VALUE (Ω)	V _{IN} (V)	VALUE (Ω)	V _{IN} (V)	VALUE (Ω)	V _{IN} (V)
R _{ON}	+15	0	200	+15	200	+15	180	+15
R _{ON(max.)}	+15	0	200	0	200	0	200	0
R _{ON}	+10	0	280	+10	250	+10	240	+10
R _{ON(max.)}	+10	0	280	0	250	0	300	0
R _{ON}	+5	0	800	+5	470	+5	450	+5
R _{ON(max.)}	+5	0	800	0	480	0	800	0
R _{ON}	+5	0	1.7k	+4.2	7k	+2.8	3k	+2.7
R _{ON}	+7.5	-7.5	200	+7.5	200	+7.5	180	+7.5
R _{ON(max.)}	+7.5	-7.5	200	-7.5	200	-7.5	180	-7.5
R _{ON}	+5	-5	280	+5	250	+5	240	+5
R _{ON(max.)}	+5	-5	280	0	250	0	240	0
R _{ON}	+2.5	-2.5	800	+2.5	450	+2.5	480	+2.5
R _{ON(max.)}	+2.5	-2.5	800	0	450	0	480	0

* Measured from a perfect switch. R_{ON} = 0Ω.

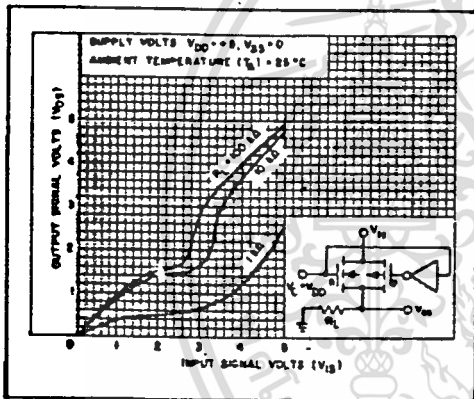
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



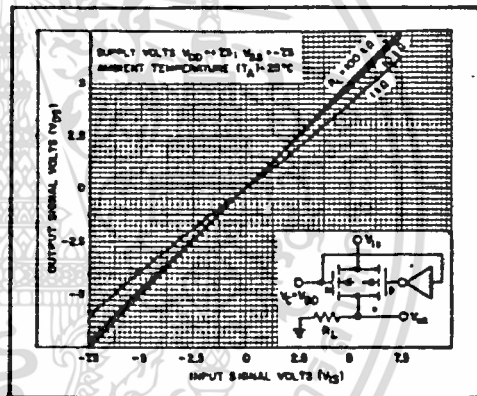
Typ. ON characteristics for 1 of 4 switches with $V_{DD}=+15V$, $V_{SS}=0V$



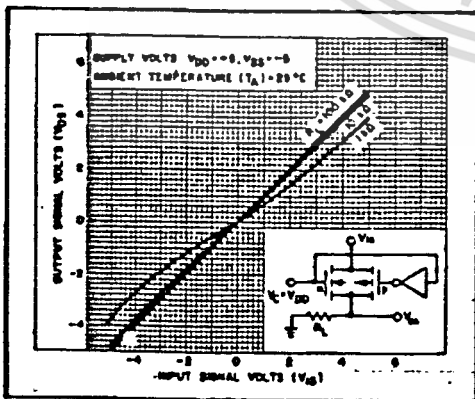
Typ. ON characteristics for 1 of 4 switches with $V_{DD}=+10V$, $V_{SS}=0V$



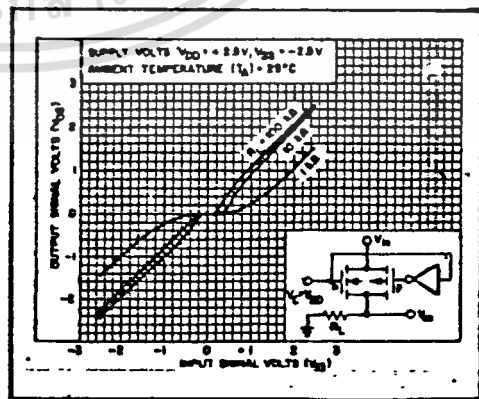
Typ. ON characteristics for 1 of 4 switches with $V_{DD}=+5V$, $V_{SS}=0V$



Typ. ON characteristics for 1 of 4 switches with $V_{DD}=+7.5V$, $V_{SS}=-7.5V$



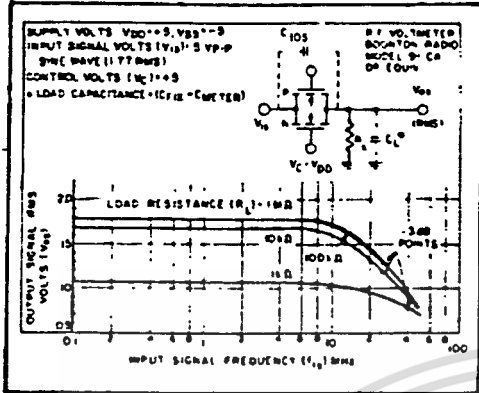
Typ. ON characteristics for 1 of 4 switches with $V_{DD}=+5V$, $V_{SS}=-5V$



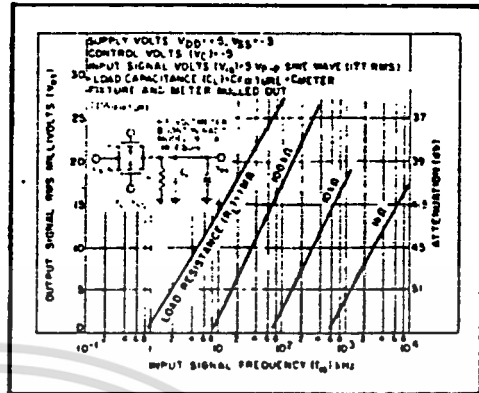
Typ. ON characteristics for 1 of 4 switches with $V_{DD}=+2.5V$, $V_{SS}=-2.5V$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

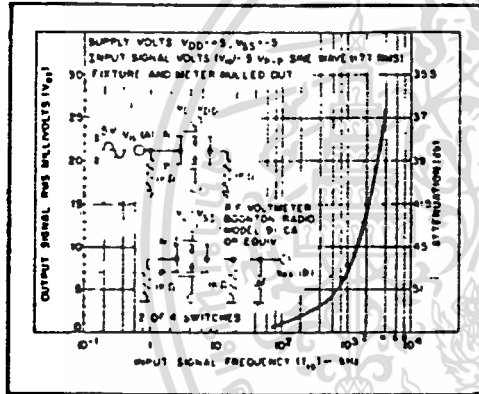
SCL4016AB



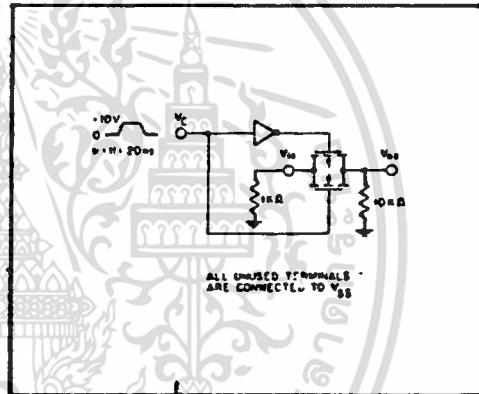
Typ. switch frequency response - switch ON



Typ. feedthru vs. freq. - switch OFF



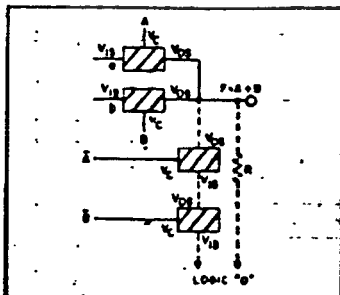
Typ. crosstalk between switch circuits in the same package



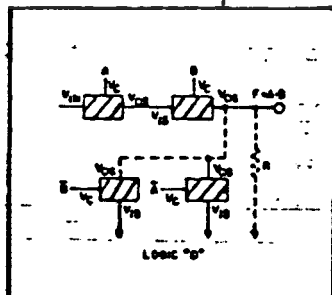
Crosstalk-control input to signal output

APPLICATIONS INFORMATION

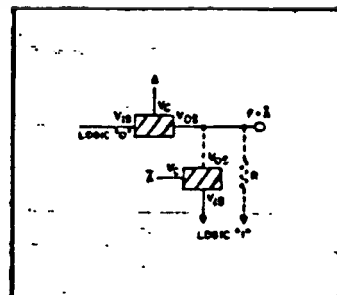
LOGIC FUNCTIONS USING THE SCL4016AB



OR Gate



AND Gate



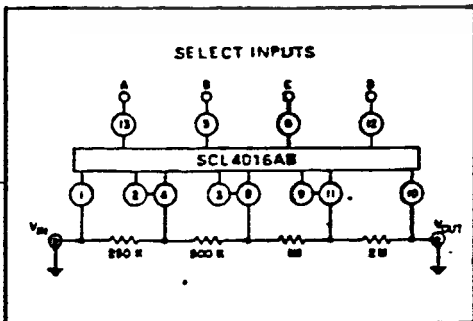
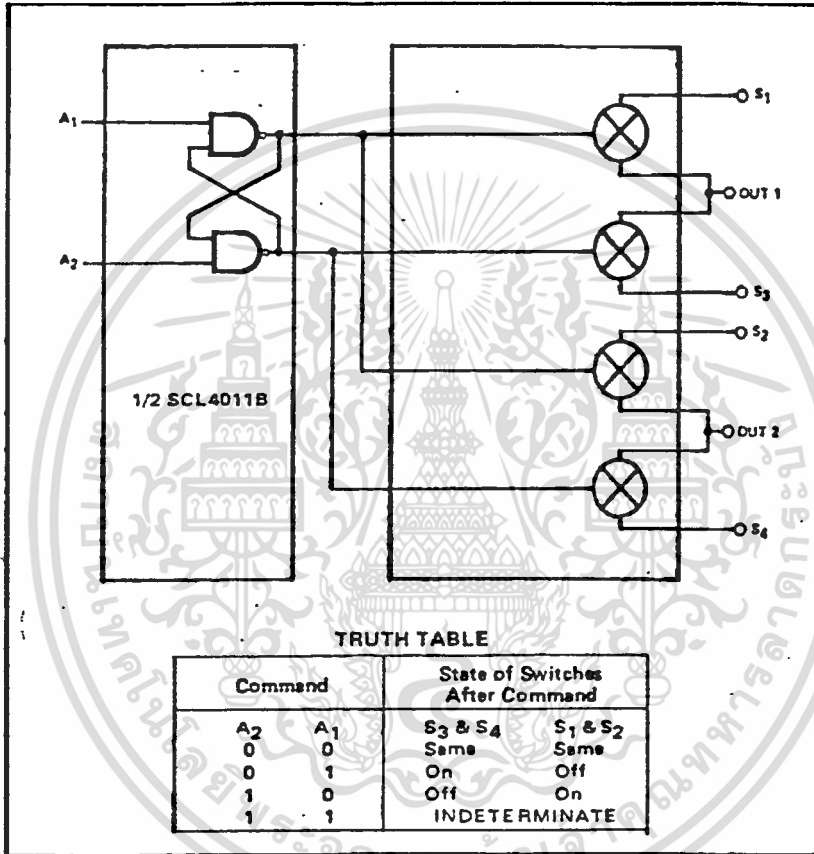
Inverter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

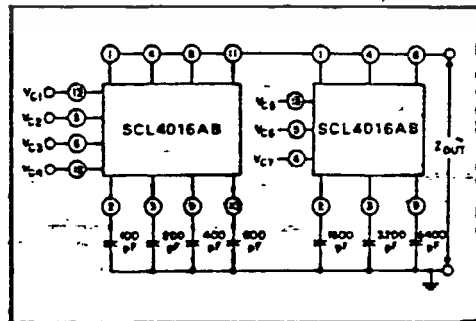
APPLICATIONS INFORMATION (Continued)

LATCHING DPDT SWITCH

The latch feature insures positive switching action in response to non-repetitive or erratic commands. A HIGH input to A₁ turns S₃ and S₄ ON, a HIGH to A₂ turns S₁ and S₂ ON. Desirable for use with limit detectors, peak detectors, or mechanical contact closures.



Digitally controlled resistor network



Digitally-controlled capacitor network.
(VC1 → VC7 are Select Inputs)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V^+ = +15\text{ Vdc}$, $V^- = -15\text{ Vdc}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	MCBC1741, MCB1741F			Unit
		Min	Typ	Max	
Open Loop Voltage Gain ($R_L = 2.0\text{ k}\Omega$) ($V_O = \pm 10\text{ V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$) ($V_O = \pm 10\text{ V}$, $T_A = -55\text{ to }+125^\circ\text{C}$)	A_{VOL}	50,000 25,000	200,000 -	- -	-
Output Impedance ($f = 20\text{ Hz}$)	Z_o	-	75	-	Ω
Input Impedance ($f = 20\text{ Hz}$)	Z_{in}	0.3	1.0	-	Meg Ω
Output Voltage Swing ($R_L = 10\text{ k}\Omega$) ($R_L = 2.0\text{ k}\Omega$) ($R_L = 2.0\text{ k}\Omega$, $T_A = -55\text{ to }+125^\circ\text{C}$)	V_o	± 12 ± 10 ± 10	± 14 ± 13 -	-	V_{peak}
Input Common-Mode Voltage Swing	CMV_{in}	± 12	± 13	-	V_{peak}
Common-Mode Rejection Ratio ($f = 20\text{ Hz}$)	CM_{rej}	70	90	-	dB
Input Bias Current ($T_A = +25^\circ\text{C}$) ($T_A = -55^\circ\text{C}$)	I_b	- -	0.2 0.5	0.5 1.5	μA
Input Offset Current ($T_A = +25^\circ\text{C}$) ($T_A = -55\text{ to }+125^\circ\text{C}$)	I_{io}	- -	0.03 -	0.2 0.5	μA
Input Offset Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$) ($T_A = -55^\circ\text{C to }+125^\circ\text{C}$)	V_{io}	- -	1.0 -	5.0 6.0	mV
Step Response Gain = 100, $R_1 = 1.0\text{ k}\Omega$, $R_2 = 100\text{ k}\Omega$, $R_3 = 1.0\text{ k}\Omega$	t_f t_{pd} dV_{out}/dt ①	- - -	29 8.5 1.0	- - -	μs μs V/ μs
Gain = 10, $R_1 = 1.0\text{ k}\Omega$, $R_2 = 10\text{ k}\Omega$, $R_3 = 1.0\text{ k}\Omega$	t_f t_{pd} dV_{out}/dt ①	- - -	3.0 1.0 1.0	- - -	μs μs V/ μs
Gain = 1, $R_1 = 10\text{ k}\Omega$, $R_2 = 10\text{ k}\Omega$, $R_3 = 5.0\text{ k}\Omega$	t_f t_{pd} dV_{out}/dt ①	- - -	0.6 0.38 0.8	- - -	μs μs V/ μs
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage ($R_S = 50\ \Omega$, $T_A = -55^\circ\text{C to }+125^\circ\text{C}$) ($R_S = 10\text{ k}\Omega$, $T_A = -55^\circ\text{C to }+125^\circ\text{C}$)	$[TC]_{V_{io}}$	- -	3.0 6.0	- -	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Average Temperature Coefficient of Input Offset Current ($T_A = -55\text{ to }+125^\circ\text{C}$)	$[TC]_{I_{io}}$	-	50	-	$\text{pA}/^\circ\text{C}$
DC Power Dissipation (Power Supply = $\pm 15\text{ V}$, $V_O = 0\text{ V}$)	P_D	-	50	85	mW
Positive Supply Sensitivity (V^- constant)	S^+	-	30	150	$\mu\text{V}/\text{V}$
Negative Supply Sensitivity (V^+ constant)	S^-	-	30	150	$\mu\text{V}/\text{V}$
Power Bandwidth ($A_V = 1$, $R_L = 2.0\text{ k}\Omega$, THD = 5%, $V_O = 20\text{ V}_{pp}$)	PBW	-	10	-	kHz

① dV_{out}/dt = Slew Rate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MCBC1741, MCB1741F (continued)

TYPICAL CHARACTERISTICS (continued)
 $V^+ = +15$ Vdc, $V^- = -15$ Vdc, $T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

FIGURE 3 - POWER BANDWIDTH
 (LARGE SIGNAL SWING versus FREQUENCY)

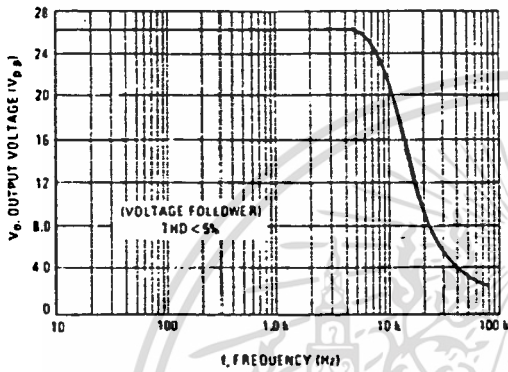


FIGURE 4 - OPEN LOOP FREQUENCY RESPONSE

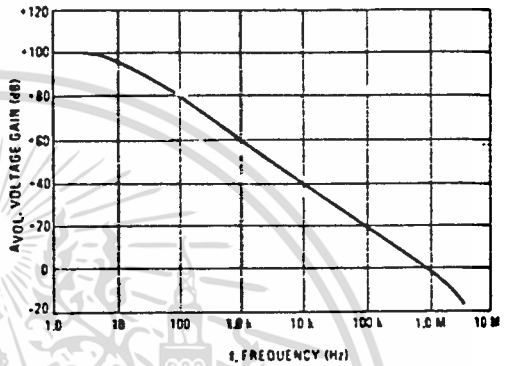


FIGURE 5 - OUTPUT VOLTAGE SWING
 versus LOAD RESISTANCE

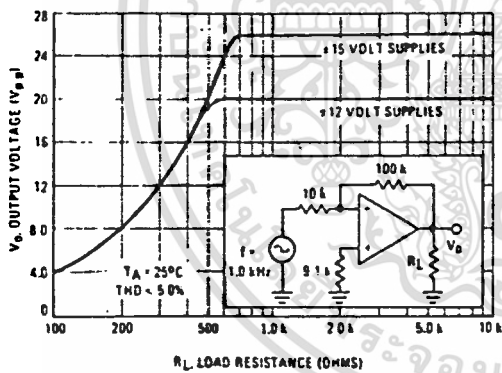


FIGURE 6 - COMMON-MODE REJECTION
 RATIO versus FREQUENCY

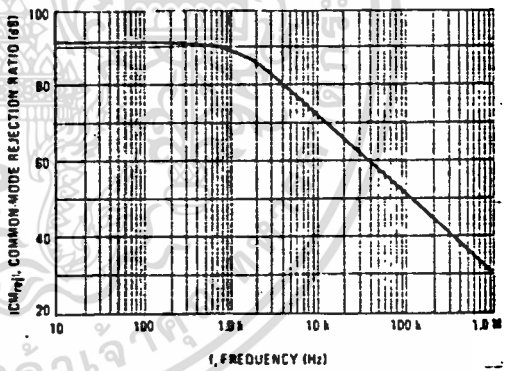


FIGURE 7 - INPUT OFFSET CURRENT
 versus TEMPERATURE

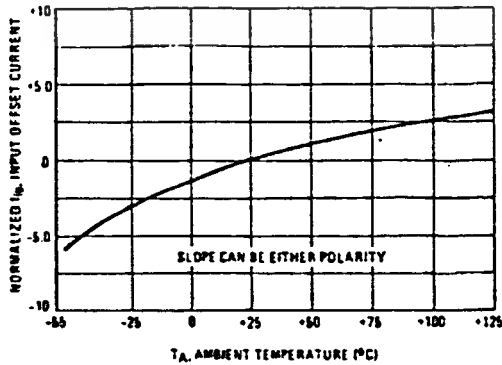
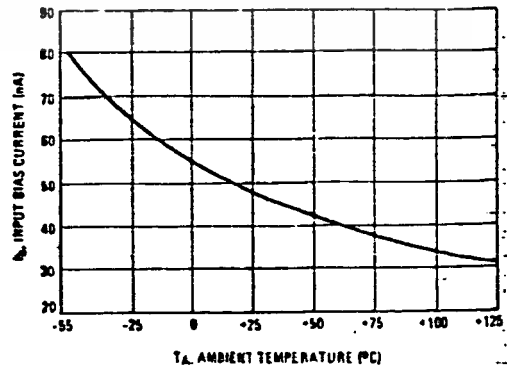


FIGURE 8 - INPUT BIAS CURRENT
 versus TEMPERATURE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลง, เนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกานำไปใช้

MCBC1741, MCB1741F (continued)

TYPICAL CHARACTERISTICS (continued)
 (V⁺ = +15 Vdc, V⁻ = -15 Vdc, T_A = +25°C unless otherwise noted.)

FIGURE 9 - POWER DISSIPATION versus POWER SUPPLY VOLTAGE

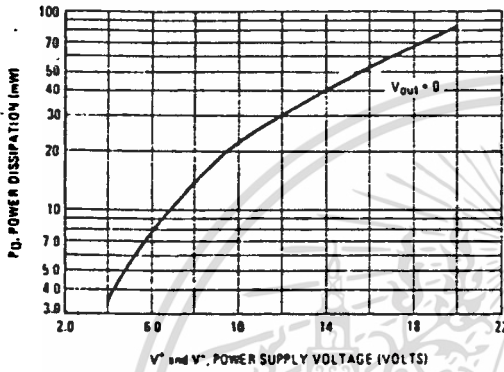


FIGURE 10 - OUTPUT NOISE versus SOURCE RESISTANCE

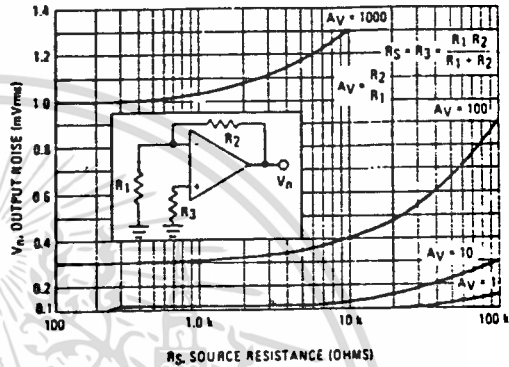
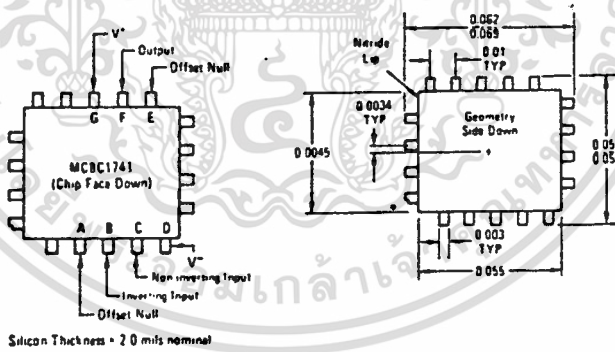


FIGURE 11 - BONDING DIAGRAM



PACKAGING AND HANDLING

The MCBC1741 beam-lead sealed junction linear integrated circuit is available in chip form (non-encapsulated) as shown in the outline dimensional drawing. The shipping carrier for chips is a 2" square glass plate on which the chips are placed. A thin layer of polymer film covers the plate and retains the chips in place. The chips do not adhere to the film when it is lifted to remove them from the carrier. Care must be exercised when removing the chips from the carrier to ensure that the beams are not bent. A vacuum pickup is useful for this purpose.

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	JQ	ND	W1	SN54S04	JQ	ND	W1	SN54LS04	JQ	ND	W1	SN5404	JQ	ND	W1	SN54L04	JQ	ND	W1	SN74L04	JQ	ND	W1
FAIRCHILD	FMS4504/FM5404	DD	ND	W1	FMS4504/FM5404	DD	ND	W1	FMS4504/FM5404	DD	ND	W1	FMS4504/FM5404	DD	ND	W1	FMS4504/FM5404	DD	ND	W1	FMS4504/FM5404	DD	ND	W1
MOTOROLA	MC3404	LD	ND	F0	MC3404	LD	ND	F0	MC3404	LD	ND	F0	MC3404	LD	ND	F0	MC3404	LD	ND	F0	MC3404	LD	ND	F0
N.S.C.	DM74S04	ND	ND	W1	DM74S04	ND	ND	W1	DM74S04	ND	ND	W1	DM74S04	ND	ND	W1	DM74S04	ND	ND	W1	DM74S04	ND	ND	W1
PHILIPS	N74S04	Q	ND	W1	N74S04	Q	ND	W1	N74LS04	Q	ND	W1	F4241/7404	Q	ND	W1	N74LS04	Q	ND	W1	N74LS04	Q	ND	W1
SIGNETICS	SS4S04	FQ	AD	W1	SS4S04	FQ	AD	W1	SS4S04	FQ	AD	W1	SS4S04	FQ	AD	W1	SS4S04	FQ	AD	W1	SS4S04	FQ	AD	W1
SIEMENS	N74S04	FQ	AD	W1	N74S04	FQ	AD	W1	N74LS04	FQ	AD	W1	N74S04	FQ	AD	W1	N74S04	FQ	AD	W1	N74S04	FQ	AD	W1
FUJITSU									74LS04	M7	ND	W1	MB418	Q	ND	W1								
HITACHI	HD74S04	Q	ND	W1	HD74S04	Q	ND	W1	HD74LS04	Q	ND	W1	HD7404	Q	ND	W1	HD7404	Q	ND	W1	HD7404	Q	ND	W1
mitsubishi	M55S04	Q	ND	W1	M55S04	Q	ND	W1	M74LS04	P1	ND	W1	M53204	P1	ND	W1	M53204	P1	ND	W1	M53204	P1	ND	W1
NEC	74S04	C1	ND	W1	74S04	C1	ND	W1	74LS04	C1	ND	W1	μPB235	DD	ND	W1	μPB235	DD	ND	W1	μPB235	DD	ND	W1
TOSHIBA													TD3404A	P1	ND	W1	TD3404A	P1	ND	W1	TD3404A	P1	ND	W1

Electrical Characteristics SN54LS04, SN74LS04

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage V _{CC}	TV	Operating voltage	SN54LS	-55°C to 125°C
Input voltage	TV	Temperature range	SN74LS	FC to 150°C
		Storage temperature limit		-65°C to 150°C

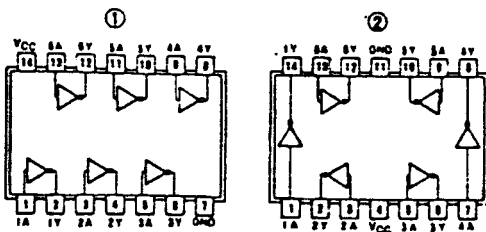
recommended operating conditions

	SN54LS04			SN74LS04			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage V _{CC}	0.5	5	5.5	0.75	5	5.25	V
Maximum output current I _{OH}			-40			-40	mA
Maximum output current I _{OL}			0			0	mA
Operating free-air temperature T _a	-55	125	0	70	0	70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

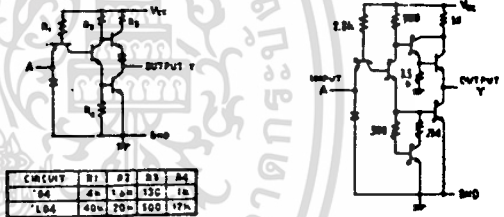
PARAMETER	TEST CONDITIONS †	MIN	TYP ‡	MAX	UNIT
V _{IH}	High-level input voltage		2		V
V _{IL}	Low-level input voltage			0.8	V
V _I	Input clamp voltage	V _{CC} = MIN, I _I = -18mA		-1.3	V
V _{OH}	High-level output voltage	V _{CC} = MIN, I _{OH} = MAX, V _I = V _{IL} MAX.	2.7	3.4	V
V _{OL}	Low-level output voltage	V _{CC} = MIN, V _I = 2V, I _{OL} = 8mA		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	mA
I _{CCM}	Supply current	V _{CC} = MAX, Total, outputs high	1.2	2.4	mA
I _{CCL}	Supply current	V _{CC} = MAX, 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, T _a = 25°C, C _L = 15PF, R _L = 2kΩ	9	15	ns
t _{PHL}	Propagation delay time, high-to-low-level output		10	15	ns

Pin Assignments (Top View)

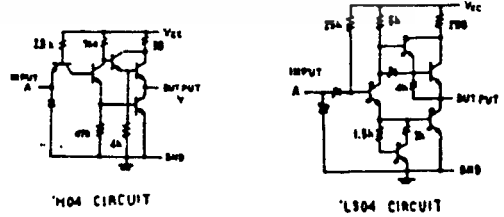


positive logic:
Y = \bar{X}

Schematics (each gate)



'04, '04L CIRCUITS



'04L CIRCUIT

'LS04 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 SN54M/SN74M and SN54S/SN74S, duration of short-circuit should not exceed 1 second.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

54122/74122 Retriggerable Monostable Multivibrator with 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.							SN54LS122	J I	W1				SN54LS122	J L	W1
FAIRCHILD							SN74LS122	J I	W1				SN74LS122	J L	W1
MOTOROLA							DM54LS122	J					MC74LS122	P	
N.S.C.							DM74LS122	I							
PHILIPS															
SIGNETICE															
SIEMENS															
FUJITSU															
HITACHI							HD74LS122	P							
MITSUBISHI															
NEC															
TOSHIBA															

Electrical Characteristics SN54LS122, SN74LS122

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range

Supply voltage, V_{CC}	V	Operating free-air temperature range	SN54LS122	55°C to 125°C
Input voltage	V	Storage temperature range	SN74LS122	0°C to 70°C
				Δ°C to 150°C

recommended operating conditions

PARAMETER	SN54LS122			SN74LS122			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	mA
Low-level output current, I_{OL}			4			4	mA
Pulse width, t_p	8 or 8 inputs high	40		8			ns
	4 or 8 inputs low	40		8			ns
External timing resistors, R_{ext}	1	100	1	1	100	1	kΩ
External timing capacitors, C_{ext}		to maximum			to maximum		μF
Storage capacitance of first clear terminal		10			10		μF
Switching free-air temperature, T_a	0	25	75	0	25	75	°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	$V_{CC} - 1.5V$		1.5	V
V_{OH}	High-level output voltage	$V_{CC} - 1.5V$, $I_{OH} = 400\mu A$ See Note 1	2.7	3.5	V
V_{OL}	Low-level output voltage	$V_{CC} - 1.5V$, $I_{OL} = 8mA$ See Note 1	0.35	0.5	V
I_I	Input current at maximum input voltage	$V_{CC} - 1.5V$, $V_I = 7V$		0.1	mA
I_{IH}	High-level input current	$V_{CC} - 1.5V$, $V_I = 7V$		20	μA
I_{IL}	Low-level input current	$V_{CC} - 1.5V$, $V_I = 0.4V$		0.4	mA
I_{OS}	Short-circuit output current	$V_{CC} - 1.5V$, See Note 1	-20	100	mA
I_{CC}	Supply current (quiescent or measured)	$V_{CC} - 1.5V$, See Notes 2 and 3	6	11	mA
t_{PLH}	from A to output Q		23	33	ns
	from B to output Q		23	44	ns
t_{PHL}	from A to output Q	$V_{CC} - 3.6V$, $F_A = 25°C$, $C_L = 15pF$, $R_L = 2kΩ$	32	45	ns
	from B to output Q		34	56	ns
t_{PHL}	from Clear to output Q		20	47	ns
t_{PLH}	from Clear to output Q		28	45	ns
$t_{Q0(min)}$	from A or B to output Q		115	200	ns
t_{W0}	from A or B to output Q	$C_{ext} = 1000pF$, $R_{ext} = 10kΩ$	4	4.5	μs

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

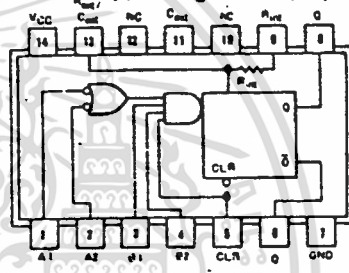
‡ All typical values are at $V_{CC} = 5V$, $T_A = 25°C$.

§ Not more than one output should be 0.

¶ t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output. t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output.

‡ t_{W0} = width of pulse at output Q.

Pin Assignment (Top View)



122 Pin 10kΩ/100V
L 122 Pin 20kΩ/100V

Function Table

122, LS122, L122 (See Note 4)

CLEAR	INPUTS				OUTPUTS	
	A1	A2	B1	B2	Q	Q̄
L	X	X	X	X	L	H
X	H	H	X	X	L	H
X	X	X	L	X	L	H
X	X	X	X	L	L	H
X	L	X	H	H	L	H
L	X	X	H	H	L	H
X	L	X	H	H	L	H
X	X	L	H	H	L	H
X	X	X	L	H	L	H
X	X	X	X	L	L	H
X	X	X	X	H	L	H
X	X	X	X	H	H	L
X	X	X	X	H	H	H

NOTES: 1: Ground C_{ext} to measure V_{OH} at 0V_{OL} at 0, or 10s at 0. C_{ext} 4 open to measure V_{OL} at 0, V_{OL} at 0, or 10s at 0.

2: 10 microseconds t_{CC} is measured (after clearing) with 2.4V applied to all clear and B inputs, B inputs grounded, all outputs open, $C_{ext} = 0.02\mu F$, and $R_{ext} = 25kΩ$. R_{int} is open.

3: t_{CC} is measured in the triggered state with 2.4V applied to all clear and B inputs, A inputs grounded, all output open, $C_{ext} = 0.02\mu F$, and $R_{ext} = 25kΩ$. R_{int} is open.

4: A: A high-level (steady state), L = low-level (steady state), ↑ = transition from low to high level, ↓ = transition from high to low level, \square = high-level pulse, \square = one low-level pulse, X = irrelevant (any input, including transitions).

B: To use the external timing resistor connect R_{ext} to V_{CC} .

C: An external timing capacitor may be connected between C_{ext} and R_{ext} (C_{ext} dominates).

D: For accurate repeatable pulse widths, connect an external resistor between R_{ext} , C_{ext} and V_{CC} with R_{int} open-circuited.

E: To obtain variable pulse widths, connect external variable resistor between R_{ext} or R_{ext}/C_{ext} and V_{CC} .

54393/74393 Dual 4-Bit Binary Counter

	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						
	C	P	M	OF	C	P	M	OF	C	P	M	OF	C	P	M	OF	C	P	M	OF				
T. I.									SN54LS393	J0			SN54393	J0										
FAIRCHILD									SN74LS393	J0	NS		SN74393	J0	NS									
MOTOROLA																								
R. S. C.																								
PHILIPS																								
SIGNETICS																								
SIEMENS																								
FUJITSU																								
HITACHI																								
MITSUBISHI									M74LS393		PJ													
NEC																								
TOSHIBA																								

Electrical Characteristics SN54LS393/SN74LS393

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	Storage temperature range	SN54LS	0°C to 70°C
				-65°C to 125°C

recommended operating conditions

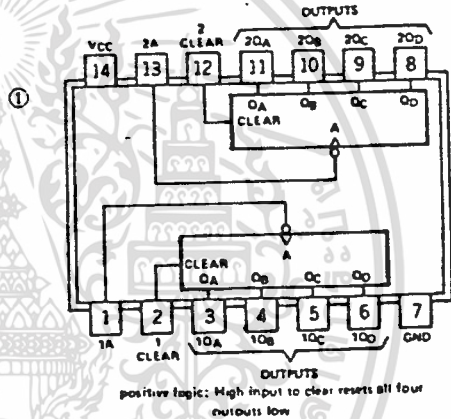
	SN54LS393			SN74LS393			UNIT
	MIN	NOM	MAX	MIN	NOM	MAX	
Supply voltage V _{CC}	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
High-level output current, I _{OH}			400			-400	mA
Low-level output current, I _{OL}			4			8	mA
Count frequency, f _{count}	A input	0	25	0	25		MHz
	B input	0	20	0	20		
Pulse width, t _p	A input high or low	20	20	20			ns
	B input high or low	25	25				
Clear high	20						
Clear inactive-state setup time, t _{setup}	25		25				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} =MAX, I _I =-10mA			-1.5	V	
V _{OH} High-level output voltage	V _{CC} =MAX, I _{OH} =-2V, I _{OL} =-400μA	2.7	3.0		V	
V _{OL} Low-level output voltage	V _{CC} =MIN, V _I =2V, I _{OL} =8mA	0.35	0.5		V	
I _I Input current at maximum input voltage	Clear	V _{CC} =MAX, V _I =7V		0.1	mA	
	Input A	V _{CC} MAX, V _I =5.5V		0.7	mA	
I _{OH} High-level output current	Clear	V _{CC} =MAX, V _I =2.5V		20	mA	
	A	V _{CC} =MAX, V _I =2.5V		100	mA	
I _{OL} Low-level output current	Clear	V _{CC} =MAX, V _I =2.7V		0.4	mA	
	A	V _{CC} =MAX, V _I =2.7V		-1.6	mA	
I _{OS} Short-circuit output current		V _{CC} =MAX	SN54	-20	100	mA
		V _{CC} =MAX	SN74	20	-100	mA
V _{CC} Supply current	V _{CC} =MAX. See Note 1		15	24	mA	
t _{max} from A to output Q _A	V _{CC} =5V, T _A =25°C	25	35		ns	
t _{PLH} from A to output Q _A	C _L =15pF, R _L =2kΩ	17	20		ns	
t _{PHL} from A to output Q _A		13	20		ns	
t _{PLH} from A to output Q _D		40	60		ns	
t _{PHL} from A to output Q _D		40	60		ns	
t _{PHL} from Clear to Any output		24	35		ns	

NOTE: t_{CC} is measured with all outputs open, both other inputs grounded following momentary connection to 4.5V, and all other inputs grounded.

Pin Assignment (Top View)

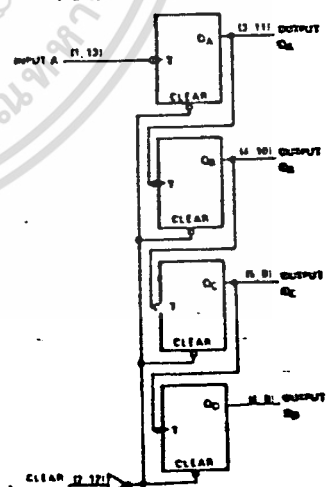


Function Table

COUNT SEQUENCE (EACH COUNTER)

COUNT	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H
10	H	L	H	L
11	H	L	H	H
12	H	H	L	L
13	H	H	L	H
14	H	H	H	L
15	H	H	H	H

Functional Block Diagram



393 DUAL 4-BIT BINARY COUNTER

The arrow indicates that the falling edge of the clock pulse is used for reference.
 t_{PLH} = maximum count frequency; t_{PHL} = propagation delay time, high-to-low-level output; t_{PLH} = propagation delay time, low-to-high-level output.
 1 The Q_A outputs of the 393 are tested at I_{OL} = 16 mA plus the limit value for I_{OL} for the B input. This permits driving the B input while maintaining full fan-out capability.
 2 For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions.
 3 All typical values are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C.
 4 Not more than one output should be shorted at a time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิศวกรรมความปลอดภัย

ข้อปฏิบัติความปลอดภัยการเก็บถังบรรจุแก๊ส

* เก็บถังแก๊สในสถานที่ที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี-แห้ง ห่างจากแหล่งกำเนิดความร้อนหรือแหล่งกำเนิดประกายไฟ ทั้งนี้ไม่ได้ออกแบบสำหรับใช้ที่อุณหภูมิสูงกว่า 54°C เมื่อเก็บต้องตรวจดูด้วยว่าได้สวมฝาครอบวาล์วแล้ว

* แยกเก็บถังบรรจุแก๊สออกซิเจน กับถังแก๊สไวไฟห่างจากกันอย่างน้อย 6 m. (20 ft.) หรือใช้กำแพงที่สามารถทนไฟได้นานครึ่งชม. มีความสูง 1.5 m. (5 ft.) ขึ้น

* เก็บถังห่างจากวัสดุหรือสารไวไฟ เช่น ลิ้น้ำมัน สารละลายต่างๆ อย่างน้อย 6 m.

* มีแท็กหมายเลขประจำถัง และชื่อแก๊สที่บรรจุในถัง หากไม่ทราบให้ติดป้ายถึงนั้นว่า "ไม่ทราบชื่อแก๊ส" และแจ้งให้ผู้เจ้าหน้าที่ต่อไป ไม่ควรรู้ใช้เป็นเครื่องหมายกำหนดชนิดของแก๊ส

แบบสำรวจ

* กำหนดพื้นที่จัดเก็บถังแก๊สตามประเภทแก๊สที่บรรจุในถัง ได้แก่ แก๊สไวไฟ แก๊สที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาแล้ว ให้แก๊สออกซิเจนและแก๊สเฉื่อย

* ใช้ถังบรรจุแก๊สที่หมุนเวียนจากผู้จำหน่ายเท่านั้น

* วางแผนการจัดเก็บให้สามารถใช้ถึงจุดเก่าได้ก่อนโดยสะดวก

* ในสถานที่ทำงานควรเก็บถังแก๊สที่ใช้เฉพาะในงานเท่านั้น

* กำหนดสถานที่จัดเก็บถังแก๊ส และติดป้าย "ห้ามสูบบุหรี่" รวมทั้งกฎข้อบังคับต่างๆ

* เก็บถังไว้ในที่ๆ จะไม่เปราะเปื้อนกับน้ำมันหรือจารบี

* ไม่ว่าถังนั้นจะบรรจุแก๊สหรือถังเปล่าให้ตั้งตั้งและยึดด้วยโซ่กันถังล้ม

* ทุกถังต้องติดรายละเอียดต่างๆ อย่างถูกต้องชัดเจน หากไม่ถูกต้องอย่ารับไว้

* จัดเก็บถังมีแก๊สแยกจากถังเปล่า เพื่อป้องกันอันตรายจากเติมแก๊สผิดถัง

* ปิดวาล์วถังแก๊สทั้งหมดแล้ว สวมฝาครอบวาล์ว ทำเครื่องหมายแสดงว่าถังเปล่าหรือติดป้ายว่า "ถังเปล่า" และส่งคืนผู้จำหน่ายทันที

* ป้องกันถังแก๊สจากสภาพอากาศร้อนจัดหรือเย็นจัด เช่น อย่านำให้ถูกแสงแดดโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตรง เป็นต้น

* จัดเก็บถังแก๊สให้ห่างจากลิฟท์ บันได ประตูและทางเดิน

ข้อควรปฏิบัติความปลอดภัยการติดตั้งเพื่อใช้แก๊ส

การใช้อุปกรณ์ควบคุมความดัน

* ขนาดท่อของอุปกรณ์ควบคุมความดันกับวาล์วของถัง ต้องมีขนาดที่สวมกันได้พอดี ทำความสะอาดวาล์วก่อนที่จะสวมกับอุปกรณ์ควบคุมความดัน ต่ออุปกรณ์ควบคุมความดันกับวาล์วที่ถัง

* ตรวจสอบวาล์วระหว่างถังแก๊สกับอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้แก๊ส เมื่อต้องใช้แก๊สไวไฟ

* ใช้อุปกรณ์ควบคุมความดันที่ออกแบบสำหรับแก๊สที่บรรจุในถัง และอย่าใช้อุปกรณ์นี้เพื่อปิดแก๊สในถัง เพราะอาจรั่วได้ ทำให้แรงดันแก๊สที่ออกมาสูงเกินไป เมื่อไม่ต้องการใช้แก๊สให้ปิดวาล์วที่ถัง

ข้อพิจารณาในการติดตั้งเพื่อใช้แก๊ส

* ปฏิบัติงานในบริเวณที่มีอากาศถ่ายเทได้ดี เพื่อลดอันตรายของความเป็นพิษลง ความไวไฟ และความมีฤทธิ์กัดกร่อนของแก๊ส

* ใช้เครื่องตรวจจับแก๊สรั่วขณะมีการปฏิบัติงานใช้แก๊สพิษ

* เมื่อใช้แก๊สพิษมีฤทธิ์กัดกร่อนให้หมั่นตรวจสอบวาล์วบ่อยๆ เพื่อป้องกันวาล์วฝืดหรือติด และล้างอุปกรณ์ควบคุมความดันและวาล์วต่างๆ ด้วยอากาศแห้งหรือน้ำไตรเจนหลังการใช้แก๊สทุกครั้ง อย่าคงอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ไว้บนถังเว้นแต่จะต้องใช้แก๊สบ่อยๆ ก่อนที่จะปล่อยแก๊สลงเก็บในสภาพของเหลว ให้ใช้วาล์วตรวจสอบหรือใช้เครื่องมือป้องกันการเกิดสูญญากาศทุกครั้ง -4 เพื่อป้องกันอันตรายจากการดูดกลับ

* ไม่ต่อดังแก๊สโดยตรงกับถังที่ใช้สำหรับทำปฏิกิริยา

* ถอดอุปกรณ์ควบคุมความดัน ออกจากถังที่ใช้แก๊สหมดแล้ว ปิดฝาครอบและเขียนป้ายบอก"ถังเปล่า" ไม่ควรใช้แก๊สหมดถัง ควรเหลือให้มีความดันเล็กน้อย เพื่อขับไล่สิ่งเจือปนออก

แบบสำรวจข้อปฏิบัติ

* สวมแว่นนิรภัยเพื่อป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้น หากอุปกรณ์ทำงานผิดพลาด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- * ยืนอยู่ด้านหนึ่งและห่างจากหน้าปิดของ เครื่องวัดความดันขณะ เปิดวาล์วที่ถึง
- * วางกบฏแจปากตายไว้ในที่ๆ จะสามารถนำมาใช้ปิดถังแก๊สได้เร็วทันที
- * ตรวจสอบให้แน่ใจว่าข้อต่อระหว่างอุปกรณ์ควบคุมความดันกับวาล์วที่ถึงแก๊สแน่นสนิทแล้ว
- * ตรวจสอบเช็คความถูกต้องของ เครื่องวัดความดันอย่างน้อยทุกปี
- * ท่อส่งแก๊สและอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้กับแก๊สไวไฟต้องต่อสายดิน

ข้อห้าม

- * ห้ามใช้ประแจจับท่อ หรือ คีม ในการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมความดัน ให้ใช้ประแจปากตายที่มีขนาดเหมาะสม
- * ห้ามใช้อุปกรณ์ควบคุมความดันปะปนกัน ให้ใช้ตามชนิดของแก๊ส
- * ห้ามใช้น้ำมันหรือจารบี ช่วยในการขันอุปกรณ์ควบคุมความดันเข้าที่ เพราะน้ำมันหรือจารบีอาจจะ เป็นสาเหตุให้เกิดการระเบิดได้
- * ห้ามใช้ถังแก๊สที่ไม่มีอุปกรณ์ควบคุม ความดัน เนื่องจากแรงดันแก๊สในถังจะสูงเกินกว่าอุปกรณ์ที่ใช้งานจะทนได้
- * ห้ามใช้แก๊สมีแรงดันขับไล่ฝุ่นหรือสิ่งสกปรกต่างๆ
- * ห้ามดับเพลิงที่เกิดจากแก๊สจนกว่าจะปิดแก๊สก่อน เพราะแก๊สอาจติดไฟขึ้นใหม่และระเบิดได้

ข้อปฏิบัติความปลอดภัยการอุปกรณ์ควบคุมแก๊ส

การเปิด

1. ตรวจสอบว่า วาล์วควบคุมการจ่ายแก๊สปิด
2. หมุนเกลียวปรับความดันไปในทิศทางเข็มนาฬิกาจนคลาย
3. ค่อยๆ เปิดวาล์วที่ถึงจนสุด
4. ตรวจสอบค่าแรงดันแก๊สที่ เครื่องวัดความดันของแก๊สในถังว่า อยู่ในเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ หากได้ค่าผิดไปแสดงว่าเกิดการรั่วที่วาล์ว หรือข้อต่อต่างๆ
5. หมุนเกลียวปรับความดันไปในทิศทางเข็มนาฬิกาจนกระทั่งถึงความดันที่ต้องการ
6. เปิดแก๊สออกด้วยวาล์วควบคุมการจ่ายแก๊ส

การปิด

1. ปิดวาล์วที่ถึงก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ปลดปล่อยแก๊สที่ตกค้างในวาล์วต่างๆ ออกให้หมด
3. เมื่อเชื่อมบนหน้าปัดตกลงมาที่ 0 ให้หมุนปิดเกลียวปรับความดัน
4. ปิดวาล์วควบคุมการจ่ายแก๊ส

หมายเหตุ: ห้ามปรับใช้อุปกรณ์ควบคุมความดันเป็นอุปกรณ์ควบคุมการปล่อยแก๊สเพราะเป็นการใช้ผิดวัตถุประสงค์ ปริมาณแก๊สที่ปล่อยมามากขึ้นด้วยวิธีนี้ อาจมีแรงดันสูงกว่าระดับที่ออกแบบไว้

การตรวจบำรุงรักษา

*ตัวอุปกรณ์ควบคุมความดันแก๊สที่ไม่มีฤทธิ์กัดกร่อน เช่น ไนโตรเจน ฮีเลียม ทุกเดือน

*ตัวอุปกรณ์ควบคุมความดันแก๊สที่มีฤทธิ์กัดกร่อน เช่น คลอรีน ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ทุกสัปดาห์

ขั้นตอนการตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมความดัน

*ปลดปล่อยแรงดันออกจากระบบให้หมด เครื่องวัดควรอ่านได้ 0

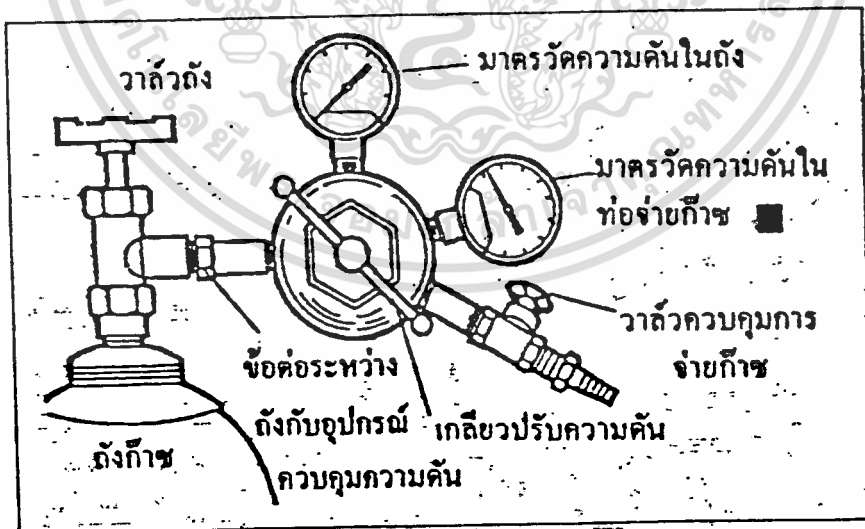
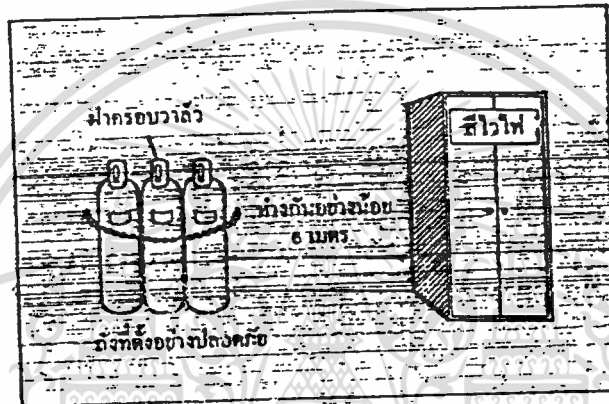
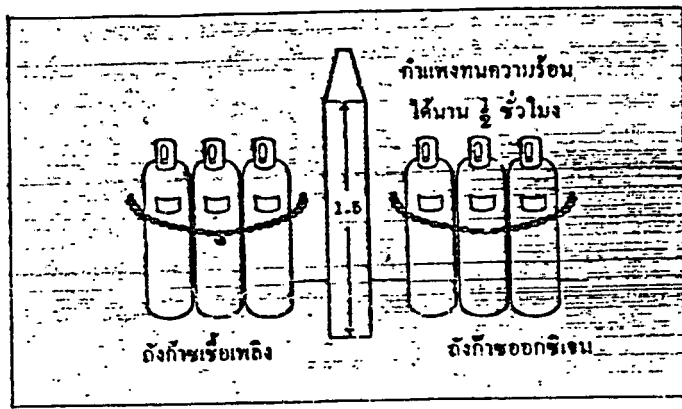
*เปิดวาล์วที่ถึงและหมุนเกลียวปรับความดัน ทวนเข็มนาฬิกาจนคลาย ความดันที่ขึ้นสูงนี้ ควรแสดงค่าความดันของแก๊สในถัง ส่วนเครื่องวัดความดันในท่อจ่ายแก๊สไม่ควรแสดงค่าใดๆ

*ตรวจสอบเครื่องวัดความดันในท่อจ่ายแก๊ส ว่าความดันไม่เพิ่มขึ้นภายใน 10 นาที ในขณะที่วาล์วควบคุมการจ่ายแก๊สปิดอยู่

*หมุนเกลียวปรับความดันตามเข็มนาฬิกาจนเครื่องวัดความดันในท่อจ่ายแก๊ส หากไม่สามารถปรับความดันในท่อจ่ายแก๊สหรือการปรับเกลียวผิดปกติ แสดงว่า การทำงานของอุปกรณ์ไม่ถูกต้อง

*ปิดวาล์วถึงและสังเกตระดับความดันบนหน้าปัดทั้งสอง หากความดันลดภายใน 10 นาที แสดงมีการรั่วไหลอุปกรณ์ควบคุมความดัน

*หากตรวจพบการชำรุด ควรส่งให้ผู้จำหน่ายซ่อมแซม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[54] GAS OR VAPOR ALARM SYSTEM INCLUDING SCANNING GAS SENSORS

[75] Inventors: Stanislaw Bukowiecki, Uerikon; Gustav Pfister, Uetikon; Alfons Reis, Stäfa; Alan P. Troup, Männedorf; Hans-Peter Ulli, Zurich, all of Switzerland

[73] Assignee: Cerberus AG, Männedorf, Switzerland

[21] Appl. No.: 481,375

[22] Filed: Apr. 1, 1983

[30] Foreign Application Priority Data
Apr. 15, 1982 [CH] Switzerland 2290/82

[51] Int. Cl.⁴ G08B 17/10
[52] U.S. Cl. 340/634; 73/23; 422/98

[58] Field of Search 340/632, 633, 634; 73/23, 27 R; 422/98; 324/71.5; 338/34

[56] References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

2,583,930	1/1952	Cotton	340/633 X
3,906,473	9/1975	Levine	340/634
3,932,807	1/1976	Wilson	340/634 X
4,088,986	5/1978	Boucher	340/628 X
4,160,163	7/1979	Nakachi	250/339
4,399,684	8/1983	Advani et al.	73/23 X

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

2313413	3/1978	Fed. Rep. of Germany
2809873	9/1978	Fed. Rep. of Germany
2383440	3/1977	France

OTHER PUBLICATIONS

The Radio and Electronic Engineer, vol. 44, No. 2, Feb. 1974; "Applications of the Tauguchi Gas Sensor to Alarms for Inflammable Gases" by Watson et al., pp. 85-91.

Primary Examiner—James L. Rowland
Assistant Examiner—Daniel Myer
Attorney, Agent, or Firm—Werner W. Kleeman

[57] ABSTRACT

A sensor element responding to gases and/or vapors is heated in at least two temperature cycles continuously from a starting temperature value to an upper temperature value in accordance with a predetermined pattern which is optimized for selective gases. The temperature is lowered to the starting temperature value in accordance with the same or a different pattern. During the temperature cycles a signal which depends on the composition of the gas or vapor atmosphere delivered by the sensor element is compared in an electronic evaluation circuit to stored values which are characteristic for the presence of selective components in the gas and/or vapor.

13 Claims, 4 Drawing Figures

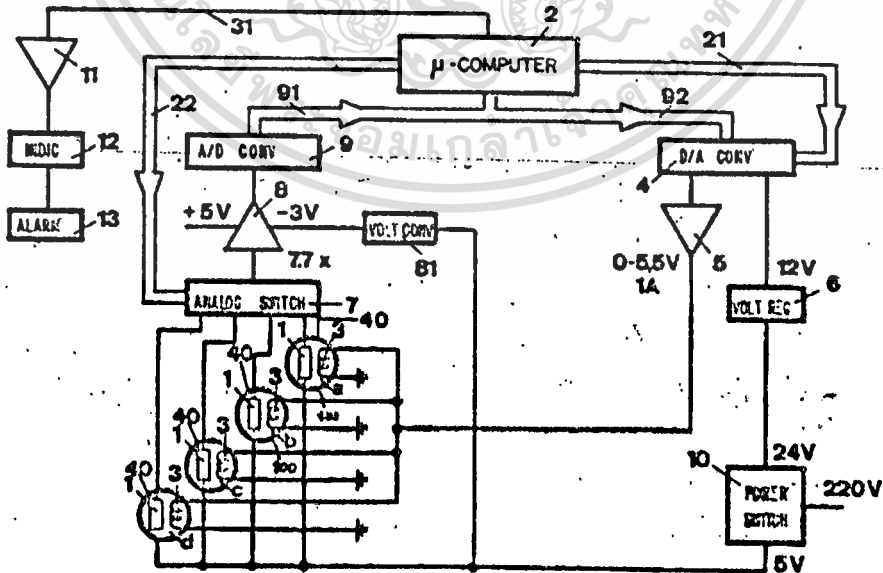


FIG. 1

Fig. 1

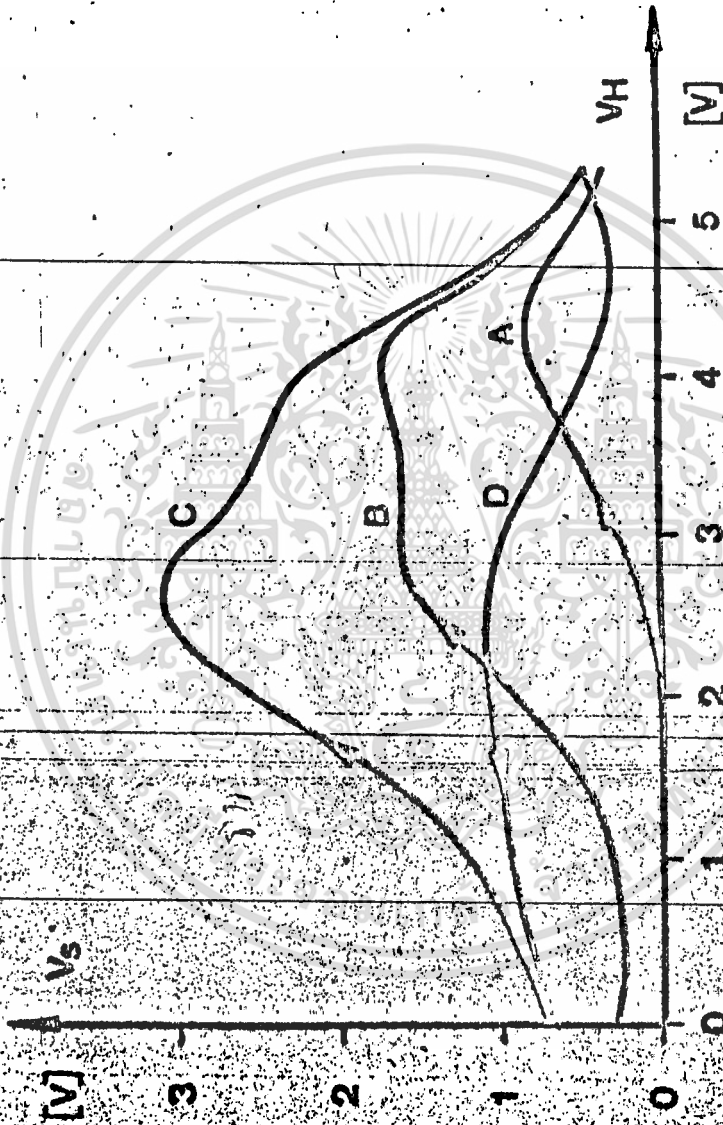


FIG. 1

Fig. 2

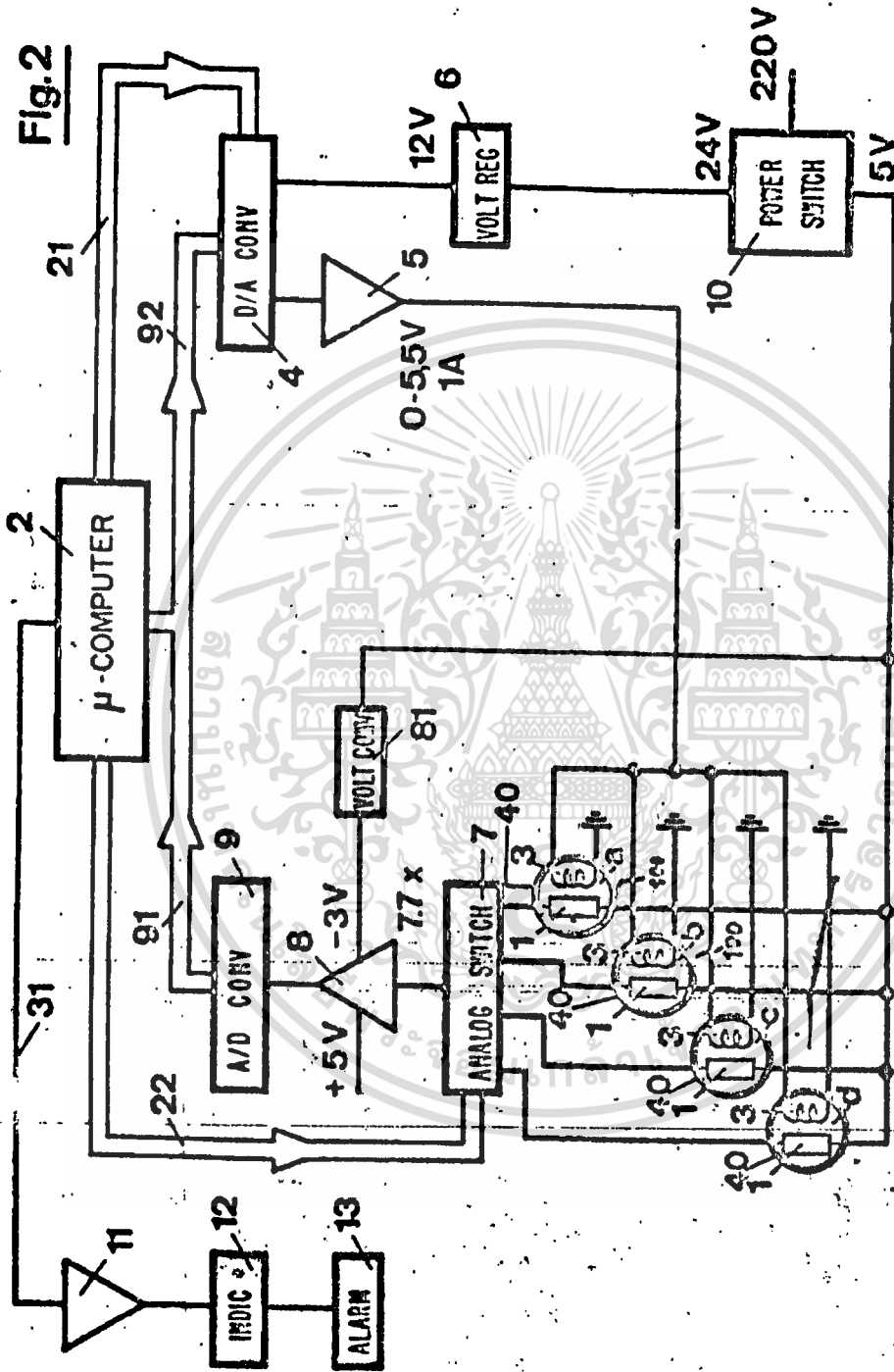
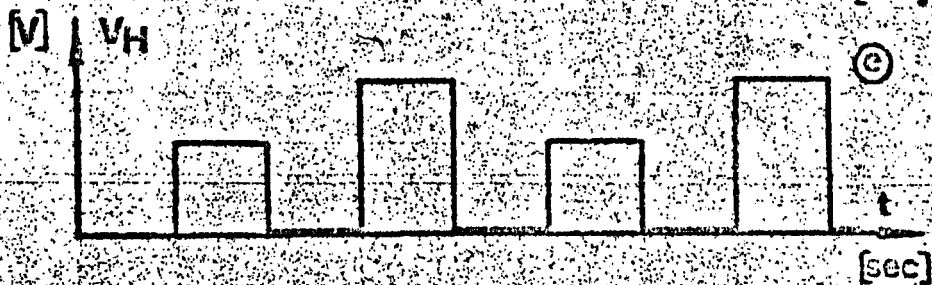
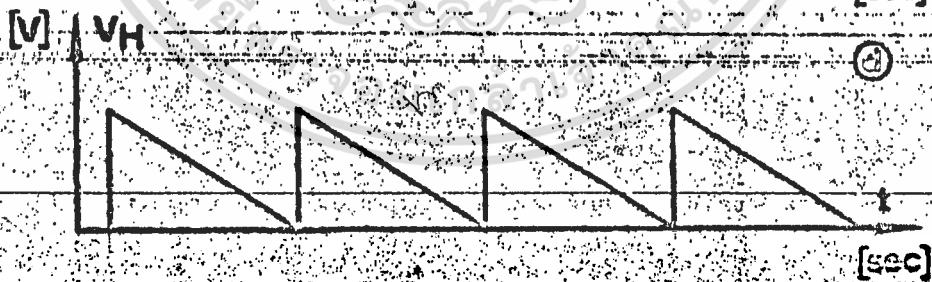
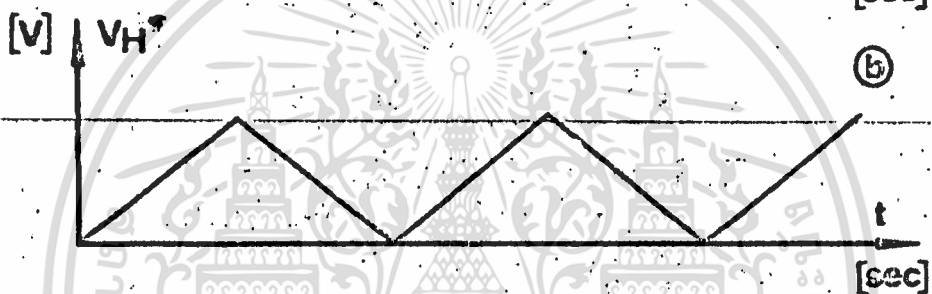
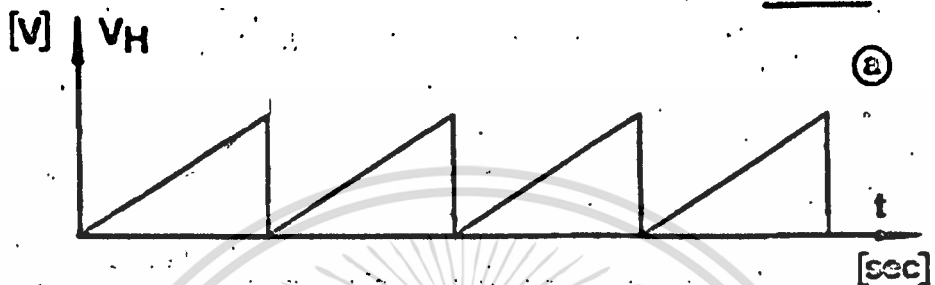


FIG. 2

Fig. 3



(1/2)

Fig. 4

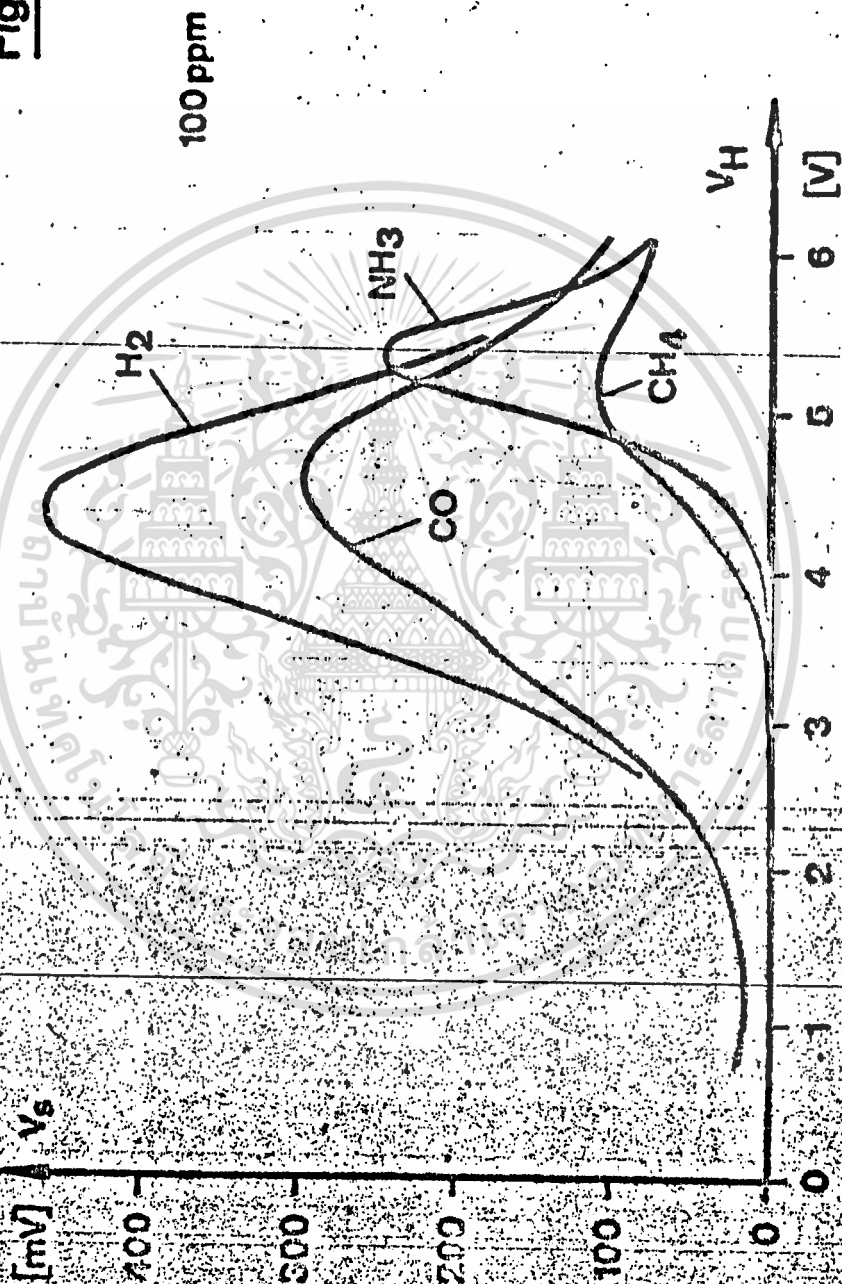


FIG. 4

GAS OR VAPOR ALARM SYSTEM INCLUDING SCANNING GAS SENSORS

BACKGROUND OF THE INVENTION

The invention relates to a new and improved gas or vapor alarm system containing at least one heatable and gas-sensitive sensor element and an evaluation or processing circuit.

In present times the environment is endangered and contaminated to a progressively increasing extent, and thus, organic living things or life must be increasingly protected from toxic and explosive gases or chemical vapors. Such protection is of particular importance and urgency in the chemical industry, traffic installations, such as garages or tunnels and in heating installations. Such protection, however, is not feasible without a preceding warning. Metal oxide semiconductors have become fairly well accepted as sensors suitable for such warning purposes. The metal oxide semiconductors (MOS's) react in their heated state, by virtue of a conductivity change thereof, to toxic and/or reducing gases or vapors as well as to water present in their environment. The change in conductivity is utilized as an indication of the integral gas or vapor concentration which is present.

Also, metal oxide beads impregnated with a catalyst have been used for the detection of explosive vapors or gases. The temperature increase, generated by combustion in the environmental air, at the heated surface of the bead is measured and thus serves to establish the presence of combustible gases.

It can be further recognized from research reports that gas sensor elements, like the so-called GAS FETs or CHEMFETs, are being developed on the basis of silicon technology and are supposed to be particularly suited for detecting explosive gases, such as hydrogen, or toxic gases like carbon monoxide, see NTG Fachberichte, Volume 79, 1982.

It has also been mentioned that pyroelectric elements fabricated, for example, of LiTaO_3 are sufficiently sensitive to be able to detect temperature variations generated by the desorption of gases from the surface of such sensor element (Chemically Sensitive Devices, Elsevier, 1980).

The sensor elements given here as examples are operated at a constant elevated temperature which is determined by the response time and the cooling time, on the one hand, and by the gas to be measured, on the other hand. While already by virtue of the selection of the value of the constant temperature some preference may be obtained for the detection of individual gases, the sensor elements operated in such manner do not give any information as to the nature of the gas component or the chemical vapor. In such case the sensor element is considered to have a wide or broad band response behavior. For example, certain harmless concentrations of hydrogen produce a change in the electrical conductivity of a metal oxide semiconductor gas sensor element which is of the same magnitude as that which would be produced by a high and dangerous concentration of methane gas. A result thereof is undesirably signalling or indicating a false state-of-danger which frequently entails rather high consequential costs due to, for instance, unnecessary evacuation of an area, production interruption and so forth. There is therefore the desire to selectively detect individual dangerous gases. In practice this requirement has been fulfilled by

manufacturing specific gas sensor elements for a certain gas-like, for example, a selective sensor element for hydrogen sulphide or for a certain vapor or by equipping a metal-oxide semiconductor with preceding or upstream arranged filters for blocking the access of undesired gases. It is a disadvantage of these techniques that by virtue of such absolute selectivity other components are not detected which are simultaneously present in the environment. Heretofore there thus prevailed the limitation that there was carried out detection of only a single individual gas or vapor component in the environment. Other possibly occurring components were totally neglected. Thus, poisoning phenomena or explosions unfortunately have been known to occur without any response from the alarm system.

In a method for determining the content of a carbon monoxide component in a gas mixture as known, for example, from German Patent Publication No. 2,313,413, published Mar. 2, 1978, a metal-oxide semiconductor is heated to a predetermined temperature by means of a heating wire. After an uncontrolled cooling to room or ambient temperature there is accomplished the carbon monoxide measurement which is differentiated and integrated in a subsequently connected electronic evaluation or processing circuit. The evaluation or processing only occurs in time intervals during which no measurement is accomplished. In this method it is a disadvantage that during the cooling period various gases can settle at the surface of the semiconductor sensor element which then generate a signal similar to that generated by carbon monoxide. Also, at the most only one gas can be selectively detected using this method according to which the gas is detected at constant temperature which is about room temperature. Consequently, as stated hereinbefore, the required degree of selectivity is not ensured.

SUMMARY OF THE INVENTION

Therefore, with the foregoing in mind it is a primary object of the present invention to provide a new and improved gas or vapor alarm system which is not associated with the aforementioned limitations and drawbacks of the prior art systems.

Another and more specific object of the present invention aims at making full use of the wide or broad band sensitivity range particularly of gas sensor elements formed on the basis of metal oxides.

Still a further significant object of the present invention is directed to a new and improved gas or vapor alarm system using sensor elements having a wide or broad band sensitivity range in order to selectively and simultaneously detect individual gases, vapors or types of gases.

Another significant object of the present invention is directed to a new and improved construction of a gas or vapor alarm system comprising one or more gas sensor elements formed, for example, by metal-oxide semiconductors and an electronic evaluation or processing circuit, which alarm system is composed of relatively simple components, is quite economical to manufacture, extremely easy to use, not readily subject to breakdown or malfunction, and affords the high degree of selective sensitivity required in such type of apparatus.

Now in order to implement these and still further objects of the invention, which will become more readily apparent as the description proceeds, the gas or vapor alarm system of the present development is mani-

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีไปใช้

tested by the features that, the temperature of the sensor is increased in at least two cycles continuously from a starting value to an upper threshold value according to a predetermined pattern which is optimized for individual gases and subsequently decreased to the starting value according to the same or to a different pattern, and the signal indicated by the sensor element during the temperature cycles and depending upon the composition of the gas atmosphere is compared in a subsequently connected electronic circuit with stored values which are characteristic for the presence of predetermined or selective gas and/or vapor components.

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

The invention will be better understood and objects other than those set forth above, will become apparent when consideration is given to the following detailed description thereof. Such description makes reference to the annexed drawings wherein:

FIG. 1 is a graphic representation of the change in the electric properties of a metal-oxide semiconductor used as a sensor element in a gas or vapor alarm system according to the invention under the action of selective temperature cycles in the presence of different gases and vapors;

FIG. 2 is a block diagram of the electronic circuit in the gas or vapor alarm system according to the invention for controlling the heating of the metal-oxide semiconductor and for evaluation or processing the output signals thereof which indicate the electric properties of the metal-oxide semiconductor;

FIGS. 3a to 3e show different patterns of the changes in the heating voltage during a number of heating and cooling cycles of the metal-oxide semiconductor; and

FIG. 4 is a graphic representation of different output signals obtained for different gases and shows the corresponding response curves.

DETAILED DESCRIPTION OF THE PREFERRED EMBODIMENTS

Describing now the drawings, it is to be understood that only enough of the structure and characteristics of the gas or vapor alarm system according to the invention have been shown as needed for those skilled in the art to readily understand the underlying principles and concepts of the present development, while simplifying the showing of the drawings. Turning attention now specifically to FIG. 1, there is plotted along the abscissa of the depicted graph the heating voltage V_H in volts used for heating-up the metal-oxide semiconductor 1 including the related heating resistor 3 as shown in FIG. 2. The heating voltage V_H produces a temperature lying in the range from room or ambient temperature to 500° C. in the metal-oxide semiconductor 1. By virtue of such temperature range the entire sensitivity range is covered. Along the ordinate of the graph depicted in FIG. 1 the voltage signals V_S are indicated in mV and which are generated as output signals by the metal-oxide semiconductor 1. These signals are proportional to the electrical conductivity of the metal-oxide semiconductor sensor element which changes under the action of the gases or vapors present in its environment and in correspondence with the temperature state thereof. The signals are evaluated or processed in the electronic circuit shown in the block circuit diagram of FIG. 2. In a similar way temperature changes due to the gas atmosphere can be evaluated in the case of a sensor element which detects heat of combustion instead of a

change in the electrical conductance or conductivity. The evaluation process will be discussed hereinafter with reference to FIG. 2.

The curve A in FIG. 1 relates to standard air. The increase in the output signal at a heating voltage V_H in the range of 4-5 volts depends upon the air humidity, and thus, can be processed to determine the air humidity. The temperature cycle of the metal-oxide semiconductor, as controlled by the heating voltage, undergoes an excursion to the upper threshold value and then back to the starting value of 0 volts. A temperature cycle having a cycle time of 60 seconds and of FIG. 1 indicated in FIG. 3a was used for recording the curve A. The curves B, C and D indicate the presence of carbon monoxide in an amount of 400 ppm in the environmental or ambient air. The different shapes or envelopes of the curves result from different patterns of the temperature cycles. Thus, there will be evident the eminent significance of the temperature cycle during heating and cooling of the metal-oxide semiconductor. It has been found that by appropriately selecting the temperature cycle the response characteristic can be optimized for individual gases. This will be particularly evident upon comparing the curve C in FIG. 1 to the curve B. The peak value in the curve C is substantially more distinctly expressed or accentuated than in the curve B, although both curves indicate the same concentration of carbon monoxide, namely 400 ppm in the air. The curve B has been generated using the same temperature cycle as shown in FIG. 3a and which was used for recording the background as represented by curve A. The curve C generated using a temperature cycle whose heating voltage follows the path or pattern shown in FIG. 3b. 60 seconds were selected for each of the ascending and descending branches of the heating cycle. The curve D was generated using a heating voltage following the path or pattern shown in FIG. 3d with a cycle time of 60 seconds.

The shape or configuration of the curves shown in FIG. 1 furthermore depend very strongly upon the cycle times for the ascending and descending heating voltage slopes or ramps. The cycle time, in turn, is determined by the geometric structure and properties of the sensor element. For the sensors used in the embodiment discussed herein a cycle time of 60 seconds appeared to be optimal. When using miniaturized sensor elements which have an improved thermal coupling between the heating resistor 3 and the sensor element or material it is then possible to employ more rapid cycle times.

FIG. 2 shows a block circuit diagram of an exemplary embodiment of electronic circuit which can be used for operating, for example, four sensor elements a, b, c and d. It is to be expressly understood, however, that any desired number of sensor elements a, b, c, d can be readily used. The sensor elements, or sensors a, b, c, d may either be arranged at different places in one room or area or in different rooms or areas. The sensor elements a, b, c, d may be constituted by metal-oxide semiconductors in the presence or in the absence of catalysts, by beads of ceramic metal oxides preferably containing at least one catalyst, where there is used the effect of generated heat, by MOS-transistors, MIS-diodes or by pyroelectric elements containing a gas absorbing layer.

The metal-oxide semiconductors which form the sensor elements a, b, c, d in the embodiment shown in FIG. 2, for example, may be made of tin dioxide includ-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า ไม่นับว่าตีพิมพ์ในชื่อของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา หรือข้อมูลใดๆไปยังเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ing catalyst additives like, for example, platinum or palladium. Each sensor element a, b, c, d may be considered to comprise a respective heating resistor 3 and one of the metal-oxide semiconductors, generally indicated by reference character 100, or a ceramic metal-oxide represented as a resistor 1 in the drawing. Each one of the resistors 1 is connected to a temperature measuring device 40. A microcomputer 2 constitutes an electronic circuit which controls the heating power or output at each of the sensor elements a, b, c, d via a data bus 21, a digital-to-analog converter 4 and an amplifier 5. The heating voltage V_H is varied according to a pattern or course as programmed in the microcomputer 2. Examples of such patterns have been shown in FIGS. 3a to 3c.

In the embodiment shown in FIG. 2 all four of the sensor elements a, b, c, d are supplied with the same heating power according to the same temperature pattern or course. It will be understood that each heating resistor or resistance 3 of the four sensors a, b, c, d may be individually connected to an amplifier, like the amplifier 5, so that each sensor element or sensor a, b, c, d may have applied thereto an individual temperature pattern programmed by the microcomputer 2. The digital-to-analog converter 4 is powered with current by the voltage regulator 6 which is connected to a suitable power supply 10. The power supply 10 may be, for example, a transformer transforming the standard mains voltage of, for example, 220 volts to the required voltage of, for instance, 24 volts. The sensor elements or sensors a, b, c, d are exposed to environmental or ambient air. During the entire temperature cycle the electrical conductance or conductivity of each sensor element or sensor a, b, c, d is determined by continuously measuring their electrical resistance. In the case of the preferably catalyst-containing ceramic metal-oxides represented by the resistors 1, the temperature measuring devices 40 render an output signal indicative of the temperature of each sensor element or sensor a, b, c, d.

The output signals generated by the sensor elements a, b, c, d are sequentially sampled or scanned by an analog switch 7 and are furnished to the microcomputer 2 via an amplifier 8, an analog-to-digital converter 9 and a data bus 91. The sampling or scanning operation is controlled by the microcomputer 2 via the data bus 22. The output signals of the sensor elements a, b, c, d are processed in the microcomputer 2 in such a way that curves are obtained as shown, for example, in FIG. 1. The measured curves are compared to preprogrammed response cycle patterns which are stored in the microcomputer 2. During such comparison also the temperature cycle is taken into account which results from heating the corresponding sensor element or sensor a, b, c, d. In the event that the comparison results in ambiguities, then the microcomputer 2 will activate the heating resistors 3 via the data bus 21, the digital-to-analog converter 4 and the amplifier 5 in such a manner that a different temperature cycle is obtained. This operation is repeated until the comparison operation performed in the microcomputer 2 renders an unambiguous result. Such result is then, for example, supplied to the amplifier 11 by means of a line 11 and then to a suitable indicating device or printer 12, as the case may be. There the detected gas or the vapors are indicated and dangerous concentrations thereof rendered discernible by the alarm giving or sounding stage 13. In the embodiment shown in FIG. 2 a measuring voltage of 5 volts is indicated at the power supply 10 for generating the output

signals of the sensor elements a, b, c, d. This voltage, of course, also can be increased. Such voltage increase will augment or enhance the selective detection gas or of the vapors. A change in such measuring voltage for the sensor elements or sensors a, b, c, d will have to be stored in the microcomputer 2 which, then, will have to take such into account during the various comparison operations. A voltage converter 81 supplies the voltage of -3 volts required for operating the amplifier 8.

As already mentioned, FIGS. 3a to 3c show examples of various patterns of temperature cycles.

FIG. 3a shows a continuous increase or ascent of the heating voltage V_H to 5 volts. Thereafter the heating voltage is reduced to 0 volts. The temperature of the sensor element or sensor a, b, c, d changes depending upon the heating voltage. This is a function of the thermal coupling between the heating resistor or resistance 3 and the material of the sensor element or sensor a, b, c, d. The time is plotted in FIG. 3a along the abscissa in seconds. As also already mentioned with reference to FIG. 1, the time for the increase and for the decrease of the heating voltage in each case is 60 seconds. According to FIG. 3a, the heating voltage is again immediately thereafter increased to the same maximum value of 5 volts. Thereafter, the heating voltage drops again to 0 volts. The sensor element or sensor a, b, c, d is heated-up and cooled in a number of temperature cycles. As already mentioned with reference to FIG. 2 the temperature cycles are controlled by the microcomputer 2. This microcomputer 2 also may vary the ascending or descending slope of the heating voltage V_H . As desired, greater or smaller voltage values as well as times can be employed. The selection of these parameters will depend upon the evaluation of the output signals delivered by the sensor elements a, b, c, d in the evaluation or processing circuit shown in FIG. 2.

FIG. 3b illustrates that the ascending and the descending branch or leg of the heating voltage V_H have equal lengths and also the same slope. In this example, the time for heating-up the heating resistor 3 of the sensor element a, b, c, d and the time for reducing the heating voltage are 60 seconds. The next heating step follows immediately. Also in this case, the microcomputer 2 may induce changes in the voltage values as well as in the shape of the heating and cooling curves and also in the time t.

According to FIG. 3c the heating voltage V_H is switched-on and switched-off similar to the pattern or cyclic course shown in FIG. 3c (60 seconds), however, with the difference that, here, a time interval of, for example, 60 seconds elapses between the turn-off and the next following turn-on of the heating voltage. Also in this case, the microcomputer 2 may induce changes in the voltage values as well as in the shape of the voltage curve and in the time t. This will depend, as already previously mentioned a number of times, in accordance with the evaluation of the output signals furnished by the sensor elements a, b, c, d.

FIG. 3d shows an immediate increase of the heating voltage V_H to the maximum value at the moment the heating is turned on and a slow decrease of the heating voltage. This again occurs within a time span or interval of 60 seconds. Thereafter the heating voltage V_H is again switched to the maximum value of, for example, 4 volts and again slowly decreased. Also, in this example, the microcomputer 2 may induce changes depending upon the evaluation of the output signals from the sensor element or sensor a, b, c, d as, for example, in the

voltage values, in the shape of the heating or cooling curve and in the time t .

FIG. 3e shows an instantaneous increase of the heating voltage to a value of 3 volts. The heating voltage remains constant for a time period of 60 seconds and, then, decreases again. Thereafter the sensor element a, b, c, d is not heated for approximately the same time. The next following heating-up phase occurs in the same pattern but to a higher voltage value, such as for example, 6 volts. With this procedure there is intended to be illustrated that the microcomputer 2 already has changed the voltage value.

Since FIGS. 3a to 3e only illustrate examples it will be understood that the heating voltage also may be increased or decreased in other wave-like shapes and also the time t can be changed.

FIG. 4 shows response curves for the gases hydrogen, carbon monoxide, ammonia and methane which individually have been mixed with air at a volume concentration of 0.01 percent by volume which corresponds to 100 ppm. The profiles or envelopes have been recorded using the temperature cycle indicated in FIG. 3a. The different shapes of the response curves are clearly recognized and they are characteristic for the selective gases. In particular the response maxima are located at different heating voltages. The exact shape of the curves therein depends upon the thermal coupling between the heating resistor 3 and the material of the sensor element a, b, c, d. Also, the shape of the curves is strongly affected by the addition of suitable catalysts.

While there are shown and described present preferred embodiments of the invention, it is to be distinctly understood that the invention is not limited thereto, but may be otherwise variously embodied and practiced within the scope of the following claims.

Accordingly, what we claim is:

1. A gas or vapor alarm system comprising:

at least one heatable sensor element for generating an output signal in dependency upon the presence of a gas or vapor;
heating means for continuously changing the temperature of said sensor element through at least two temperature cycles from a starting value to an upper threshold value in accordance with a predetermined pattern and thereafter back to said starting value according to a preselected pattern, which patterns are optimized with respect to selective ones of said gases or vapors;
said output signal of said sensor element varying during said temperature cycles as a function of the composition of said gas or vapor;
an electronic circuit for receiving the output signals of the sensor element; and
said electronic circuit comparing the variation of said output signal during said temperature cycle of said sensor element with stored ones of such variations which are characteristic for the presence of predetermined components of said gas or vapor.

2. The alarm system as defined in claim 1, wherein: said sensor element comprises a heatable semiconductor element on the basis of a ceramic metal-oxide; said semiconductor element having a conductance which changes as a function of the environmental gas atmosphere and thus serves to generate said output signal.

3. The alarm system as defined in claim 2, further including:

at least one catalyst provided for said sensor element optimizing the detection of predetermined ones of said gases or vapors.

4. The alarm system as defined in claim 1, further including:

a temperature measuring device;
a heatable ceramic metal-oxide forming said sensor element;

at least one catalyst provided for said ceramic metal-oxide; and

said ceramic metal-oxide being attached to said temperature measuring device by means of which the temperature increase generated by the interaction of said sensor element with said gas or vapor forms said output signal.

5. The alarm system as defined in claim 1, wherein: said sensor element comprises a modified heatable semiconductor component having a gas or vapor dependent characteristic and used for generating said output signal.

6. The alarm system as defined in claim 5, wherein: said semiconductor component comprises a MIS-diode.

7. The alarm system as defined in claim 5, wherein: said semiconductor component comprises a MOS-transistor.

8. The alarm system as defined in claim 1, wherein: said sensor element comprises a heatable pyroelectric element provided with a gas or vapor absorbing layer;

said gas or vapor is absorbed at said heatable pyroelectric element during a cooling phase of said temperature cycles; and

a pyroelectric current of said heatable pyroelectric element is modified by desorbing said gas or vapor from said heatable pyroelectric element and utilized as said output signal.

9. The alarm system as defined in claim 1, wherein: said electronic circuit contains means enabling providing different temperature cycles for individual ones of said sensor elements.

10. The alarm system as defined in claim 1, wherein: said electronic circuit contains means for varying said temperature cycles in correspondence to said output signal received by said electronic circuit in order to optimize the indication of detected ones of said components in said gas or vapor.

11. The alarm system as defined in claim 1, wherein: a plurality of said sensor elements are provided; said temperature cycles have starting times, cycle periods and temperature patterns; and said starting times, said cycle periods and said temperature patterns are different for individual ones of said plurality of sensor elements.

12. The alarm system as defined in claim 1, wherein: said heating means continuously change the temperature of said sensor element through at least two temperature cycles from a starting value to an upper threshold value in accordance with said predetermined pattern and thereafter back to said starting value according to said preselected pattern which corresponds to said predetermined pattern.

13. The alarm system as defined in claim 1, wherein: said heating means continuously change the temperature of said sensor element through at least two temperature cycles from a starting value to an upper threshold value in accordance with said predetermined pattern and thereafter back to said starting value according to said preselected pattern which is different from and does not correspond to said predetermined pattern.

กิตติกรรมประกาศ

นับตั้งแต่ได้เริ่มทำโครงการนี้ขึ้นมา กลุ่มข้าพเจ้าได้มีอุปสรรคหลายอย่างในการหาอุปกรณ์เช่นเซอร์ตัวนี้ กว่าจะได้มานั้นแสนลำบาก แต่ก็ติดตรงที่ได้ติดต่อกับบุคคลหลายท่าน เช่น อ. ยืน กุ์ววรรณ ที่ มก. , สถาบันส่งเสริมเทคโนโลยี ไทย-ญี่ปุ่น ฝ่ายเครื่องมือวัดฯ และฝ่ายห้างร้าน เป็นต้น .

นอกจากนี้ ต้องขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาและอ. เกษตร ภาควิชาวัดคุมฯ ที่ได้ให้คำแนะนำในเรื่องต่าง ๆ อีกทั้งขอขใจเพื่อน ๆ ร่วมห้องทุกคนที่ให้คำแนะนำและคอยเป็นกำลังใจ โดยเฉพาะเพื่อนร่วมหอพักกับกลุ่มข้าพเจ้า (ชั้น 4) จนทำให้โครงการนี้สำเร็จขึ้นมาได้

ปราโมทย์ จุฑะสุวรรณ
ลัมฤทธิ เหลืองอร่ามศรี

หนังสืออ้างอิง

1. กรมทะเบียนการค้าภายใน, วารสารสิทธิบัตร GAS OR VAPOR ALARM SYSTEM, เลขที่ 4567475 และ 3906473, 4160163
2. ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมเทคโนโลยีทางอุตสาหกรรม, การทดลองอนาลอกเป็นดิจิตอล, คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
3. ยืน ภู่วรรณ, การใช้งานไมโครโพรเซสเซอร์, บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, ปี2532
4. บริษัท เนชั่นแนลเซมิคอนดักเตอร์ จำกัด, คู่มือ Linear IC
5. อุดม จินประดับและวรวงษ์ รัตนโรตวิ, การทดลองไมโครโพรเซสเซอร์ 2, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า พระนครเหนือ, ปี2533
6. บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด, วารสารเซมิคอนดักเตอร์, ฉบับที่ 103, หน้าที่ 305-309
7. สมาคมวิศวกรรมสารแห่งประเทศไทย, วารสารวิศวกรรมสาร, ปีที่ 43, เล่มที่ 5, หน้า 104-105
8. Jame W. Coffron; "Z-80 APPLICATIONS", SYBEX Inc., United States Of America, 1983
9. Data Acquisition & Conversion Hand Book
10. Susskind, A.K., Notes on Analog-Digital Conversion Techniques., John Willey Book Company, New York, 1975
11. Scluid, H., "D/A Conversion", Electronics Design, 1968

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้