สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหว พร้อมบันทึกภาพและโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ โดยผ่านทางระบบโทรศัพท์

MOVEMENT DETECTION SYSTEM WITH RECORDING AND AUTOMATIC CALL EMERGENCY

T050231

นายสุรชัย มะนะงาม
นายวิโรจน์ แสงเงิน
นายอภิชาติ เสริมธนวิศาล

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 50231
วัน,เดือน,ปี 28 เม.ย. 2547

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOVEMENT DETECTION SYSTEM WITH RECORDING AND AUTOMATIC CALL EMERGENCY

SURACHAI MANA_NGAM

WIROTE SAENG_NGURN

APICHAT SERMTHANAWISAL

A THESIS SUBMITTED PARTAIL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหวพร้อมบันทึกภาพและโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ โดยผ่านทางระบบโทรศัพท์

MOVEMENT DETECTION SYSTEM WITH RECORDING AND AUTOMATIC CALL EMERGENCY

นักศึกษาผู้จัดทำ นายสุรชัย มะนะงาม **รหัสประจำตัว** 43015493

นายวิโรจน์ แสงเงิน **รหัสประจำตัว** 43015535

นายอภิชาติ เสริมธนวิศาล **รหัสประจำตัว** 43015548

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม

ปีการศึกษา 2545

อาจารย์ ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์	

วัน/เดือน/ปี ที่สอบ วันที่ 22 เมษายน พ.ศ. 2546

สถานที่สอบ ณ ห้องสอบ ปริญญานิพนธ์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชารับรองแล้ว

(ผศ.ประสิทธ์ จุลเสรีวงศ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหว พร้อมบันทึกภาพและโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ โดยผ่านทางระบบโทรศัพท์ MOVEMENT DETECTION SYSTEM WITH RECORDING AND AUTOMATIC CALL EMERGENCY
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายสุรชัย มะนะงาม นายวิโรจน์ แสงเงิน นายอภิชาติ เสริมธนวิศาล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์
ปีการศึกษา	2545

บทคัดย่อ

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้ คณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นความสำคัญของความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน เพราะในปัจจุบันนี้ได้มีการโจรกรรมกันมากขึ้นและมีการพัฒนารูปแบบให้ทันสมัยยิ่งขึ้นจึงทำให้การป้องกันแบบเดิม ๆ นำมาใช้ไม่ค่อยได้ผลนักในปัจจุบันจึงเป็นเหตุให้คณะผู้จัดทำได้คิดค้นโดยการนำวงจรต่าง ๆ มาประกอบเข้าด้วยกันเป็นเครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหวพร้อมบันทึกภาพและโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ โดยเครื่องนี้จะประกอบไปด้วยวงจรต่างคือ วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหววงจรโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ วงจรบันทึกเสียง โดยจะมีขั้นตอนการทำงานดังนี้ เมื่อมีผู้บุกรุกเข้ามาในรัศมีการตรวจจับ วงจรชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวและวงจรชุดสเต็ปมอเตอร์จะทำงาน โดยจะสั่งให้มีการบันทึกภาพการกระทำของผู้บุกรุกพร้อมทั้งสั่งให้วงจรโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติทำการโทรไปยังหมายเลขที่เราบันทึกไว้ โดยการติดตั้งสามารถป้องกันการสังเกตของผู้บุกรุกได้ เพราะอุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถไว้ห่างจากพื้นที่ตรวจจับได้ส่วนกล้องก็จะมีขนาดเล็กอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	movement detection system with recording and automatic call emergency	
Authors	Mr.Surachai	Mana_ngam
	Mr.Wirote	Saeng_ngurn
	Mr.Apichat	Sermthanawisal
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr Fusak	Cheevasuvit
Year	2002	

ABSTRACT

The main objective of this research is This research was conducted with the main objective to help ensuie the safety both in life and property of people especially in this modern era. At present, there are many innovative methods in robbery thence, the traditional protective tools world not be workable anymor More modernize protections were initiated movement detection system with recording and automatic call emergency this projec to put together several circuit to be movement detection circuit, automatic call circuit, recording circuit . The step to work therefore as when the person to attack come in a ray detect the movement detection circuit and stepping motor control circuit will work to promptly. Which could record all the intruder's actions as well as automatically call to the person whose telephone number has been memoried the installaction of this machine was also difficult to observe by the intruders Since the Camera is small and allthe component will be put in the place that far away from radar area

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์ ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชา และนายพรพัฒน์ สมพันธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษาในด้านเทคนิคการเขียนโปรแกรมแก่ผู้เขียน ขอขอบพระคุณท่านคณะกรรมการสอบทุกท่านที่ได้สละเวลาอันมีค่า ขอขอบพระคุณ คุณพ่อคุณแม่และขอบคุณ เพื่อน ๆ ที่ได้ช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำ ปริญญานิพนธ์

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 1

1.5 เนื้อหาโดยสังเขป 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ 3

2.1 หลักการพื้นฐานของกล้องโทรทัศน์ CCD 3

2.1.1 CCD คืออะไร 4

2.1.2 การนำ CCD ไปใช้ในงานถ่ายภาพ 6

2.1.3 การติดตั้งและใช้งาน 8

2.1.4 ขีดจำกัดของ CCD 10

2.1.5 ตัวรับภาพแบบมอส 15

2.1.6 ประโยชน์และคุณภาพของกล้อง CCD 15

2.2 ไอซีบันทึกเสียง ตระกูล ISD 1200/ISD 1400 16

2.2.1 สมาชิกในตระกูล ISD 12xx/14xx 16

2.2.2 คุณสมบัติของ ISD 12xx/ISD 14xx 17

2.2.3 การทำงานเบื้องต้น 18

2.2.4 การประยุกต์ใช้งาน 18

2.3 ไพโรอิเล็กทริกอุปกรณ์ตรวจจับรังสีอินฟราเรด 20

2.3.1 เฟรชนอลเลนส์ 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.2 ส่วนประกอบภายในตัวไพโรอิเล็กทริก 22
2.3.3 ลักษณะของตัวไพโรอิเล็กทริก 24
2.3.4 เซรามิกสารที่นำมาทำเป็นตัวไวแสง 26

บทที่ 3 สเต็ปมอเตอร์ 27
3.1 กล่าวนำ 27
3.2 ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ 27
3.2.1 หลักการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ 28
3.2.2 ชนิดของสเต็ปมอเตอร์ 29
3.3 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์ 36
3.3.1 ระบบขับ 36

บทที่ 4 การออกแบบการสร้างและการทำงาน 38
4.1 วงจรบันทึกเสียงระบบดิจิตอล 38
4.1.1 การทำงาน 38
4.1.2 การต่อใช้งาน 39
4.1.3 การบันทึก 40
4.1.4 การเล่นกลับ 41
4.1.5 การทดสอบ 41
4.2 วงจรโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ 42
4.2.1 การทำงาน 42
4.2.2 การต่อใช้งาน 42
4.2.3 การโปรแกรมหมายเลข 43
4.2.4 การนำไปต่อกับชุดบันทึกเสียงระบบดิจิตอล 44
4.2.5 การต่อขยายเพิ่มหมายเลข 44
4.3 วงจรชุดกำเนิดแสงอินฟราเรด 47
4.4 วงจรตรวจจับและควบคุมการบันทึก 48
4.5 ขั้นตอนการสร้าง 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.6 การปรับแต่ง 51
4.7 การติดตั้งใช้งานกับเครื่องเล่นวีดีโอ 52

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง 53
5.1 ขั้นตอนการทดลอง 53
5.2 หลักการทำงานการตรวจจับและการควบคุมกล้อง 53
5.3 ผลการทดลอง 55
5.4 แสดงรูปชิ้นงานจริง 55

บทที่ 6 บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา 58
6.1 บทสรุป 58
6.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข 58
6.2.1 การรวบรวมข้อมูล 58
6.2.2 การประกอบและติดตั้ง 58
6.3 แนวทางการพัฒนา 59
บรรณานุกรม 60
ภาคผนวก 61
ภาคผนวก ก 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1.1 บล็อกไดอะแกรมเบื้องต้น....1

2.1 โครงสร้างทั่วไปและการทำงานของ CCD....4

2.2 รูปคลื่นของการหมุนเฟสที่มีความสัมพันธ์กัน และลักษณะการถ่ายเทประจุ....4

2.3 ลักษณะของตัว CCD ขนาดต่าง ๆ ด้านบนเป็นขนาด 1500*1500 พิกเซลและด้านล่าง เป็นขนาด 385*578 พิกเซล....5

2.4 ส่วนประกอบหลักของระบบ CCD....6

2.5 การติดตั้ง CCD แบบรับแสงโดยตรง....7

2.6 ภาพที่บันทึกได้จาก CCD โดยใช้ฟิลเตอร์ที่ความยาวคลื่นต่างกัน....7

2.7 ภาพถ่ายด้วยเทคนิคพิเศษ ด้านบนถ่ายเพื่อเก็บรายละเอียดของแสงน้อย ๆ และด้านล่าง ถ่ายเฉพาะโครงสร้างของใจกลางแกแลคซี่....8

2.8 โครงสร้างเบื้องต้นของเครื่องสเปกโตรกราฟที่ใช้ CCD ต่อร่วม....9

2.9 ส่วนรับภาพและพิกเซลอิลิเมนต์....11

2.10 ภายในหนึ่ง CCD พิกเซลอิลีเมนต์จะมีอิเล็กตรอนเกิดขึ้นและถ่ายเทไปทาง OFD....11

2.11 ทิศทางการถ่ายเทของอิเล็กตรอนใน OFD หรือ Overflow Frain....12

2.12 การถ่ายเทอิเล็กตรอนโดยผ่านทางรีจิสเตอร์ในแนวตั้งและรีจิสเตอร์ในแนวระดับ....13

2.13 การถ่ายเทอิเล็กตรอนจะทำให้เกิดมีอิเล็กตรอนสูญเสีย....13

2.14 โครงสร้างของ CCD เฟรมทรานเฟอร์....14

2.15 โครงสร้างของตัวรับภาพแบบ MOS....14

2.16 เทคโนโลยีชดเชย Original Special Effect ของโซนี่....15

2.17 การจัดขาใช้งานของ ISD 12xx/ISD 14xx....16

2.18 บล็อกไดอะแกรมภายในตัวไอซี....18

2.19 วงจรประยุกต์ใช้งาน ISD 12xx/14xx....20

2.20 พื้นที่ที่ถูกตรวจจับแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ตามจำนวนของเลนส์....22

2.21 สัญลักษณ์ภายในตัวไพโรอิเล็กตริก....23

2.22 รูปร่างของไพโรอิเล็กทริก....23

2.23 ไพโรอิเล็กทริกตัวถังแบบ SOT – 49 / D....24

2.24 ตำแหน่งโดยละเอียดของชิ้นส่วนภายใน....25

2.25 สัญลักษณ์ของไพโรอิเล็กทริก....25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.26 รูปทรงภายในตัวจริง 26

3.1 แสดงภาพตัดขวางของสเต็ปมอเตอร์แบบ 3 เฟส 30

3.2 แสดงตำแหน่งสมดุลย์เมื่อเฟสใดเฟสหนึ่งของสเต็ปมอเตอร์ถูกกระตุ้น 30

3.3 แสดงแรงภายนอกที่มีผลต่อเส้นแรงแม่เหล็ก 30

3.4 แสดงขั้นตอนการเคลื่อนที่ของโรเตอร์เมื่อสเต็ปมอเตอร์ถูกกระตุ้น 31

3.5 แสดงขั้นตอนการเคลื่อนที่ของสเต็ปมอเตอร์ 32

3.6 แสดงการเปรียบเทียบเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างช่องว่างที่กว้างและแคบ 32

3.7 (a) แสดงมอเตอร์ 3 เฟส (b) แสดงมอเตอร์ 4 เฟส 33

3.8 แสดงโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร 34

3.9 แสดงการทำงานของสเต็ปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรขนาด 4 เฟส 34

3.10 แสดงโครงสร้างของไฮบริดจ์สเต็ปมอเตอร์ 35

3.11 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบขับสเต็ปมอเตอร์ 37

4.1 วงจรบันทึกเสียงระบบดิจิตอล 39

4.2 การต่อใช้งาน 40

4.3 การต่อใช้งานของชุดบันทึกเสียงระบบดิจิตอล และชุดโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ 45

4.4 วงจรโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ 46

4.5 วงจรชุดกำเนิดแสงอินฟราเรด 47

4.6 วงจรตรวจจับการเคลื่อนไหวและควบคุมเครื่องเล่นพร้อมบันทึกภาพวีดีโอ 49

4.7 (ก) ลายทองแดงชุดกำเนิดอินฟราเรด (ข) ลายทองแดงชุดควบคุมการตรวจจับ 49

5.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหวพร้อมบันทึกภาพและโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ โดยผ่านระบบโทรศัพท์ 54

5.2 วงจรควบคุมการทำงาน 55

5.3 ชุดอินฟราเรดเซนเซอร์ 56

5.4 ตัวตรวจจับ PIR และกล้อง CCD 56

5.5 ตัวเครื่องพร้อมใช้งาน 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ผู้กระทำผิดในลักษณะบุกรุกเพื่อทำการโจรกรรมได้พัฒนาความสามารถของตัวเองขึ้นมาก หรืออีกข้อหนึ่งที่สำคัญคือผู้กระทำผิดนั้นเป็นผู้ที่มีการศึกษาในเรื่องของระบบป้องกันภัยอยู่แล้ว และอาจจะเรียกบุคคลในกลุ่มนี้ว่าโจรปริญญา ดังนั้นแค่ระบบป้องกันภัยที่ใช้ตัวตรวจจับธรรมดา ๆ จนถึงขนาดที่มีประสิทธิภาพดีมากก็อาจจะยับยั้งการบุกรุกของบุคคลเหล่านี้ไว้ไม่ได้ถึงจะทำได้แต่ก็ไม่ทั้งหมด ดังนั้นหากระบบป้องกันดังกล่าวเกิดช่องว่างเช่นนี้ ระบบตรวจจับภาพจึงน่าจะมีบทบาทสำคัญมากเพราะเป็นการติดตั้งในตำแหน่งที่ห่างไกลจากความสามารถของผู้บุกรุกที่จะกระทำการตัดขาดหรือพบเห็นระบบป้องกันภัยดังกล่าว และสามารถบันทึกภาพของผู้บุกรุกได้ทำให้อย่างน้อยก็ทราบว่าผู้บุกรุกมีรูปร่างลักษณะอย่างไรและยังสามารถแจ้งเหตุไปที่ที่เราต้องการได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อรักษาความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินในการถูกโจรกรรม
2. เพื่อนำไปประยุกต์ใช้กับระบบโทรทัศน์วงจรปิดแบบเดิมและนำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์รักษาความปลอดภัยอื่น ๆ ได้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

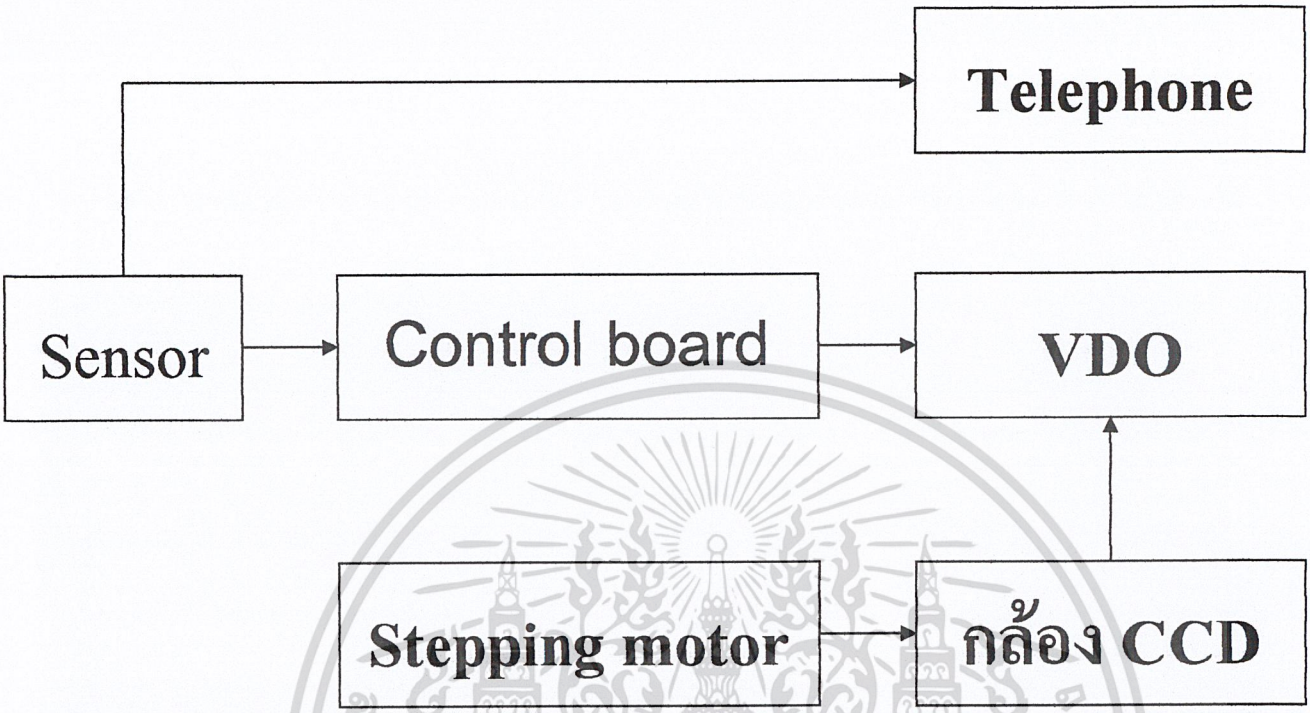
ใช้หลักการตรวจจับรังสีอินฟราเรดในรูปของการตรวจจับความเคลื่อนไหวที่เปลี่ยนแปลงภายในห้องมีรัศมีการตรวจจับประมาณ 5 - 10 เมตร (ขึ้นอยู่กับการปรับแต่ง) สามารถโทรแจ้งเหตุโดยผ่านคู่สายโทรศัพท์ได้จำนวน 3 หมายเลข (สามารถขยายเพิ่มเติมได้) ตามที่ผู้ใช้กำหนด ในกรณีที่สายไม่ว่างสามารถทวนหมายเลขซ้ำได้ 3 รอบ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ใช้เพื่อรักษาความปลอดภัยแทนพนักงานรักษาความปลอดภัยได้ หรือใช้ติดตั้งควบคู่ไปกับการทำงานของพนักงานรักษาความปลอดภัยเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานก็ทำได้ โดยเครื่องสามารถทำงานได้ตลอดเวลา เครื่องนี้ไม่มีขีดจำกัดเกี่ยวกับการนำไปใช้งานแล้วแต่ความเหมาะสมของผู้นำเอาไปใช้งาน ซึ่งประโยชน์ที่ได้รับจะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับการนำเอาไปใช้งาน คณะผู้จัดทำหวังว่าสิ่งประดิษฐ์นี้คงจะมีประโยชน์อย่างยิ่งต่อผู้ที่สนใจเกี่ยวกับระบบรักษาความปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 เนื้อหาโดยสังเขป



ภาพที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมเบื้องต้น

เมื่อมีการเคลื่อนไหวในพื้นที่ตรวจจับชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวจะทำงานและส่งสัญญาณไปยังบอร์ดควบคุมจากนั้นบอร์ดควบคุมก็จะสั่งให้กล้อง CCD ทำการจับภาพผู้บุกรุกโดยมีสเต็ปปิ้งมอเตอร์ควบคุมการหมุนของกล้องและนำไปแสดงผลที่จอมอนิเตอร์และทำการบันทึกภาพ ในขณะเดียวกันตัวตรวจจับความเคลื่อนไหวก็สั่งให้ชุดโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติทำงานพร้อมๆ กันด้วยหากชุดตรวจจับความเคลื่อนไหวไม่สามารถตรวจจับความเคลื่อนไหวได้ การบันทึกภาพก็จะหยุดทำงานทันทีและเมื่อตรวจจับได้อีกก็จะทำงานอย่างนี้ต่อไปเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 หลักการพื้นฐานของกล้องโทรทัศน์ CCD

สิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ชิ้นหนึ่งที่กำลังมาแรงและได้รับความนิยมอย่างท่วมท้นในขณะนี้หลายคนคงรู้จักกันบ้างแล้วกับอุปกรณ์ที่มีชื่อว่า CCD (Charge-Coupled Device)

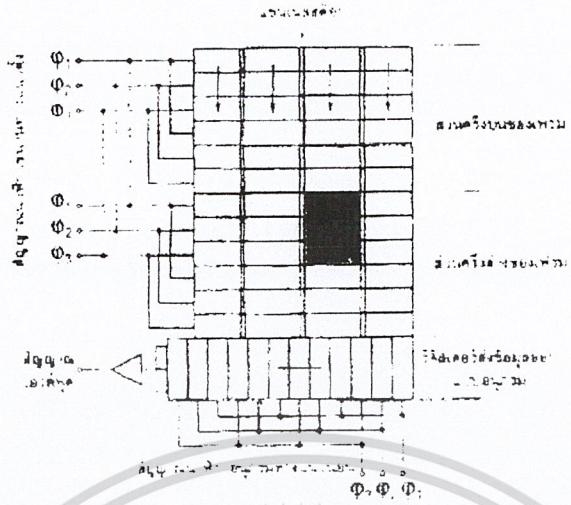
อุปกรณ์ตัวนี้ทำหน้าที่เป็นตัวเปลี่ยนพลังงานแสงไปเป็นพลังงานไฟฟ้าเพื่อนำไปเข้าระบบอิมเมจโปรเซสซิ่ง ซึ่งถ้าพิจารณาดูแล้วอุปกรณ์จำพวกนี้มีอยู่มากมายหลายชนิดด้วยกันแต่ CCD มีคุณสมบัติที่พิเศษกว่ารวมถึงการทำงานก็ไม่ธรรมดา โดยไม่มีการใช้ใช้ปืนอิเล็กตรอนเป็นส่วนประกอบแต่กลับใช้การเปลี่ยนเฟสในการควบคุมการทำงานแทน

จุดเริ่มต้นของการนำอุปกรณ์ CCD มาใช้งานเป็นครั้งแรกส่วนใหญ่เกี่ยวข้องกับงานด้านดาราศาสตร์เมื่อประมาณทศวรรษที่ผ่านมา แต่ครั้งนั้นก็ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าใดนักเพราะว่านักดาราศาสตร์ในขณะนั้นยังไม่ค้นพบวิธีการที่จะนำอุปกรณ์ CCD ไปใช้งานให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด จนกระทั่งเมื่อไม่นานมานี้สิ่งที่นักดาราศาสตร์ทั้งหลายรอคอยมานานก็ประสบความสำเร็จ นั่นคือกล้องโทรทัศน์ (telescope) ประสิทธิภาพสูง โดยการนำเอาอุปกรณ์ CCD มาประกอบร่วมและเป็นนวกรรมใหม่ที่พลิกประวัติศาสตร์ของวงการดาราศาสตร์ตั้งแต่นั้น กล้องดังกล่าวสามารถถ่ายภาพดวงดาวที่มีแสงสว่างสลัว ๆ ได้อย่างชัดเจน ซึ่งปกติสายตามนุษย์ไม่สามารถเห็นได้ถึงแม้ว่าจะใช้กล้องดูดาวขนาดใหญ่ก็ตาม CCD ได้รับความนิยมตลอดมาจนถึงทุกวันนี้ และราคาก็ถูกลงในปัจจุบันจึงมีการนำมาใช้กับงานด้านถ่ายภาพอย่างแพร่หลาย เช่น ในกล้องวีดีโอ เป็นต้น

CCD มีความพิเศษจากอุปกรณ์อื่นในตระกูลเดียวกันหลายประการอาทิเช่น มีย่านตอบสนองต่อความยาวคลื่นได้กว้าง มีช่วงไดนามิกเรนจ์กว้างและเก็บรายละเอียดของภาพได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เมื่อก่อนการถ่ายภาพต้องใช้เวลานานมากและภาพที่ได้ออกมาก็ไม่ชัดเจน โดยเฉพาะในส่วนที่มีแสงสว่างน้อย แต่เมื่อนำ CCD มาใช้งานกลับทำให้ภาพที่ได้มีความไวต่อแสงสว่างน้อย ๆ มากขึ้น ต่อไปเรามาทำความรู้จักกับ CCD กันก่อนถึงการทำงานและขีดจำกัดของตัวมันในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

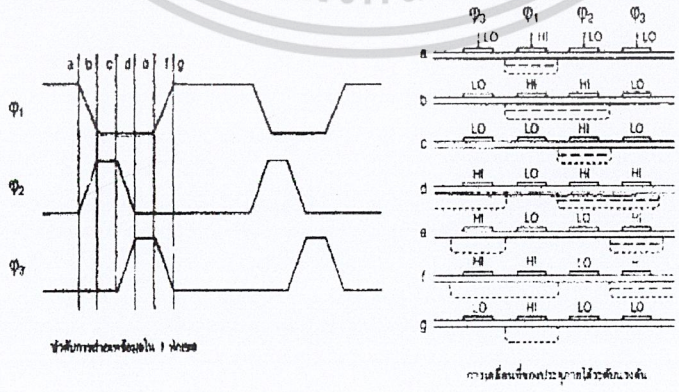


ภาพที่ 2.1 โครงสร้างทั่วไปและการทำงานของ CCD

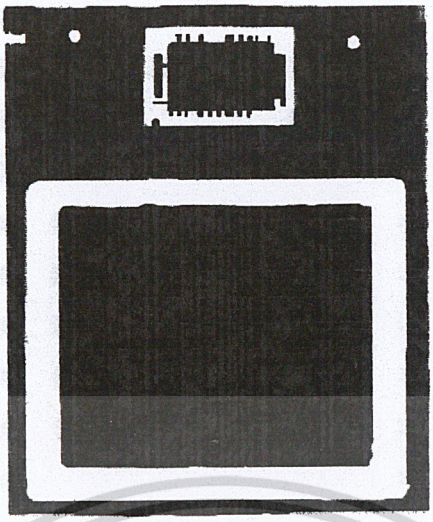
2.1.1 CCD คืออะไร

อุปกรณ์ CCD ถือกำเนิดขึ้นเมื่อประมาณ 20 ปีที่แล้ว ซึ่งในขณะนั้นยังอยู่ในรูปแบบของอุปกรณ์หน่วยความจำรอม (random access) แต่ CCD มีการถูกนำไปใช้งานมากกว่านั้นซึ่งเป็นได้ทั้งดีเลย์ไลน์ ส่วนประมวลผลสัญญาณและที่สำคัญที่สุดคือสามารถทำเป็นอุปกรณ์ตรวจจับแสงประสิทธิภาพสูง CCD เป็นชื่อย่อมาจากคำว่า Charge-Coupled Device

จากภาพที่ 2.1 แสดงให้เห็นถึงโครงสร้างทั่วไป และการคัปปลิ้งสัญญาณของอุปกรณ์ตัวนี้จะเห็นได้ว่ามีการแบ่งพื้นที่ออกเป็นส่วนเล็ก ๆ มากมายซึ่งแต่ละชิ้นส่วนนั้นเรียกว่า พิกเซล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 ลักษณะของตัว CCD ขนาดต่าง ๆ ด้านบนเป็นขนาด 1500*1500 พิกเซล และด้านล่างเป็นขนาด 385*578 พิกเซล

ถ้าสังเกตจากโครงสร้างแล้วเห็นได้ว่า CCD ไม่มีการแบ่งแต่ละพิกเซลออกเป็นตำแหน่งแอดเดรสเหมือนในหน่วยความจำชนิดอื่น แต่มีการแบ่งออกเป็นแถว (row) และหลัก (column) โดยมีส่วนคั่นกลางที่เรียกว่า แชนเนลสต็อป (channel stop) กั้นระหว่างแต่ละหลักอยู่ ภายในแต่ละพิกเซลจะมีประจุอยู่หนึ่งตัวที่ทำให้เกิดภาพ และจะมีการถ่ายเทเมื่อมีแสงมาตกกระทบ การถ่ายเทก็ย่อมมีตัวพาหรือยึดเหนี่ยวซึ่ง CCD ใช้หลักการหมุนเฟส (phase clock voltages) มาใช้ในแต่ละแถวจะมีการกำหนดสถานะทางไฟฟ้าด้วยการหมุนเฟส 3 เฟสที่มีความสัมพันธ์กันระหว่างช่วงเวลาและแรงดันและด้วยการทำงานเช่นนี้ประจุจากแต่ละพิกเซลจึงมีการถ่ายเทจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งได้ เมื่อประจุเคลื่อนมาจนถึงสุดขอบของแถว ก็จะมีการส่งผ่านให้กับรีจิสเตอร์รับข้อมูลต่อไปเพื่อนำสัญญาณส่งผ่านสู่ภายนอก โดยการทยอยข้อมูลแบบอนุกรมของรีจิสเตอร์และถูกควบคุมด้วยการหมุนเฟสเช่นเดียวกัน ดังนั้นผลรวมของการหมุนเฟสทั้งด้านแนวนอนและแนวตั้งจึงสามารถนำประจุออกสู่ภายนอกได้ เพื่อใช้ในการประมวลผลและสร้างภาพต่อไป ภาพที่ 2.2 แสดงให้เห็นถึงลักษณะรูปคลื่นและเฟสที่มีความสัมพันธ์และลักษณะการเคลื่อนที่ของประจุเมื่อมีการถ่ายเท

สำหรับความละเอียดของภาพและความไวต่อแสงสว่างน้อย ๆ ขึ้นอยู่กับจำนวนพิกเซลบนตัว CCD ซึ่งมีให้เลือกหลายขนาดตามต้องการ ตั้งแต่ 385*578,1500*1500,2048*2048 พิกเซล เป็นต้น และราคาของแต่ละขนาดก็ต่างกันยิ่งมีจำนวนพิกเซลมากเท่าใดประสิทธิภาพก็ยิ่งสูงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารฟรีสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่านั้นและที่สำคัญราคาก็สูงตามไปด้วย ภาพที่ 2.3 แสดงถึงลักษณะและขนาดของอุปกรณ์ CCD ในขนาดต่าง ๆ

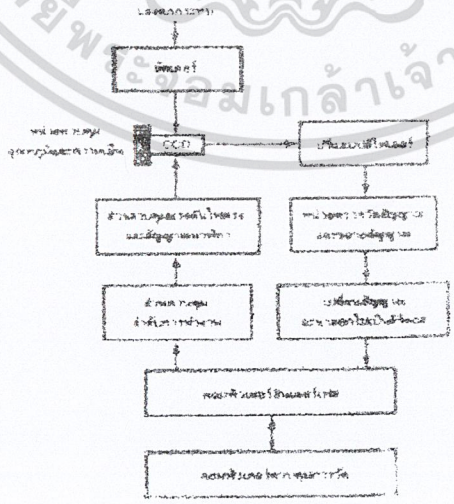
จากที่กล่าวในขั้นต้นแล้วว่าอุปกรณ์ตัวนี้ไม่ธรรมดา มันสามารถถ่ายภาพดวงดาวที่มีแสงสว่างน้อย ๆ ได้อย่างชัดเจนแต่กว่าจะได้ภาพมาก็ต้องผ่านกระบวนการและอุปกรณ์ต่อร่วมที่ต้องใช้เทคโนโลยีชั้นสูงมาประกอบการทำงานด้วย

2.1.2 การนำ CCD ไปใช้ในงานถ่ายภาพ

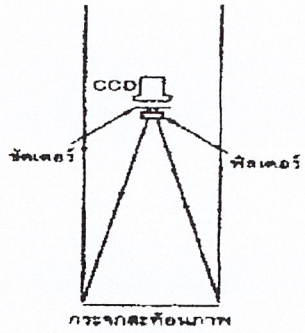
โดยปกติอุปกรณ์ CCD สามารถทำงานได้ด้วยอุณหภูมิห้องปกติ (room temperature) สำหรับใช้ในงานถ่ายภาพที่มีแสงพอประมาณ เช่น การถ่ายภาพด้วยกล้องโทรทัศน์ กล้องถ่ายรูป และกล้องวีดีโอ ซึ่งก็ทำงานได้เป็นอย่างดีแต่โดยทั่วไปอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกือบทุกชนิด โดยเฉพาะจำพวกสารกึ่งตัวนำมักมีการรั่วไหลของกระแสส่วนน้อย ๆ เกิดขึ้น CCD ก็มีเช่นเดียวกัน

การถ่ายภาพดวงดาวที่มีแสงสว่างน้อย ๆ นั้น จึงจำเป็นต้องคำนึงถึงกระแสรั่วไหลในส่วนนี้เพื่อให้ CCD สามารถเก็บแสงได้ดีที่สุด วิธีแก้ไขก็คือ พยายามลดอุณหภูมิให้ต่ำมาก ๆ ประมาณติดลบ 120 องศาเซลเซียส โดยใช้ไนโตรเจนเหลวให้ความเย็นอย่างรุนแรงกับ CCD กระแสรั่วไหลจะลดลงมากในขณะที่มีความร้อนจะมีอิเล็กตรอนรั่วไหลสูงถึง 100,000 อิเล็กตรอน/พิกเซล

นอกจากการแก้ปัญหาเนื่องจากกระแสรั่วไหลแล้ว ยังต้องมีส่วนอื่นอีกมากมายประกอบอยู่ด้วยดังภาพที่ 2.4 ระบบชัตเตอร์ที่ใช้ทำงานด้วยเครื่องกลไฟฟ้าควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ ซึ่งควบคุมการตั้งเวลาเปิดหน้ากล้อง



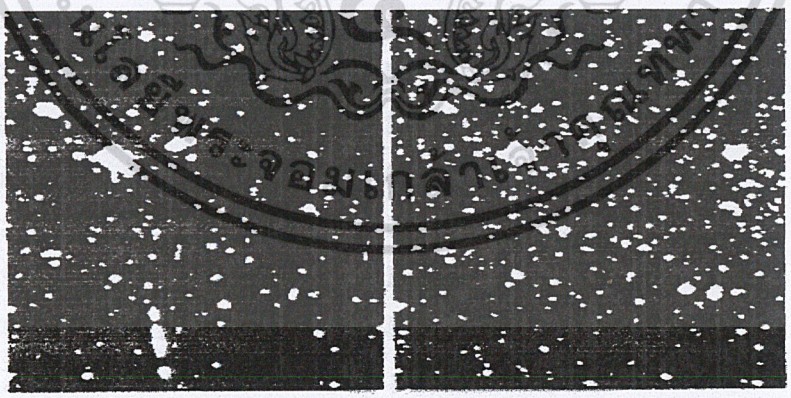
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 การติดตั้ง CCD แบบรับแสงโดยตรง

ความไวในการถ่ายภาพเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญ ดังนั้นการตรวจวัดแสงจึงจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีสัญญาณรบกวนต่ำและมีระบบป้องกันที่ดีโดยเฉพาะในส่วนของวงจรภายนอก ซึ่งต้องมีการออกแบบวงจรให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และที่สำคัญต้องทำให้เกิดสัญญาณรบกวนต่ำที่สุดอาทิเช่น วงจรปรีแอมและวงจรแซมปลิ้ง

จากภาพที่ 2.4 เห็นได้ว่านอกจากวงจรที่กล่าวมาทั้งหมดแล้วแล้วยังมีส่วนอื่นที่ร่วมอยู่ในกระบวนการอีกหลายส่วน เช่น ส่วนของวงจรขยายและวัดสัญญาณ วงจรแปลงสัญญาณอะนาลอกไปสู่ดิจิตอลเพื่ออินเตอร์เฟสกับเครื่องคอมพิวเตอร์ และวงจรกำหนดแรงดันไบแอสไฟตรงและสัญญาณนาฬิกาเพื่อควบคุมการทำงานของ CCD ซึ่งก็ถูกควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ทั้งหมด



(ก) (ข)

ภาพที่ 2.6 ภาพที่บันทึกได้จาก CCD โดยใช้ฟิลเตอร์ที่ความยาวคลื่นต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การติดตั้งและใช้งาน

โดยปกติเราสามารถนำอุปกรณ์ CCD มาติดตั้งและใช้งานแบบง่าย ๆ ได้เช่นกัน แต่ทั้งประสิทธิภาพ ความละเอียด และความไวต่อแสงนั้นจะด้อยกว่าเมื่อติดตั้งแบบเต็มระบบ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว การติดตั้งแบบง่าย ๆ นี้คือออกแบบติดตั้งให้ CCD รับแสงโดยตรงเลยแต่ต้องมีการปรับโฟกัสของกล้องโทรทัศน์ให้ดี เพื่อให้ได้ภาพที่คมชัดและมีรายละเอียดชัดเจนที่สุด

ภาพที่ 2.5 แสดงให้เห็นถึงการติดตั้ง CCD แบบง่าย ชัตเตอร์ที่ใช้อาจควบคุมด้วยมือหรือเครื่องกลก็ได้ ซึ่งต้องมีการจับเวลาเปิดหน้ากล้องที่เหมาะสมด้วยสำหรับฟิลเตอร์เป็นตัวทำหน้าที่กรองความถี่ของคลื่นแสงที่ไม่ต้องการทิ้งไป หรือเป็นตัวกำหนดความยาวคลื่นที่ต้องการนั่นเอง ภาพที่ 2.6 แสดงให้เห็นถึงภาพที่ถ่ายจากอุปกรณ์ CCD โดยใช้ฟิลเตอร์ที่ความยาวคลื่นต่างกัน

ภาพที่ 2.6 (ก) ถ่ายโดยใช้ฟิลเตอร์ย่านสีแดง (R-band) จะเห็นได้ชัดว่าเมื่อถ่ายโดยใช้ฟิลเตอร์ย่านอินฟราเรดภาพที่ 2.6 (ข) จะเห็นจำนวนดวงดาวที่มีความยาวคลื่นในช่วงอินฟราเรดมากกว่าถ่ายโดยใช้ฟิลเตอร์ย่านสีแดงและนี่เองคือประโยชน์ของฟิลเตอร์ที่นำมาใช้งาน



ภาพที่ 2.7 ภาพถ่ายด้วยเทคนิคพิเศษ ด้านบนถ่ายเพื่อเก็บรายละเอียดของแสงน้อย ๆ และด้านล่างถ่ายเฉพาะโครงสร้างของใจกลางแกแลคซี่

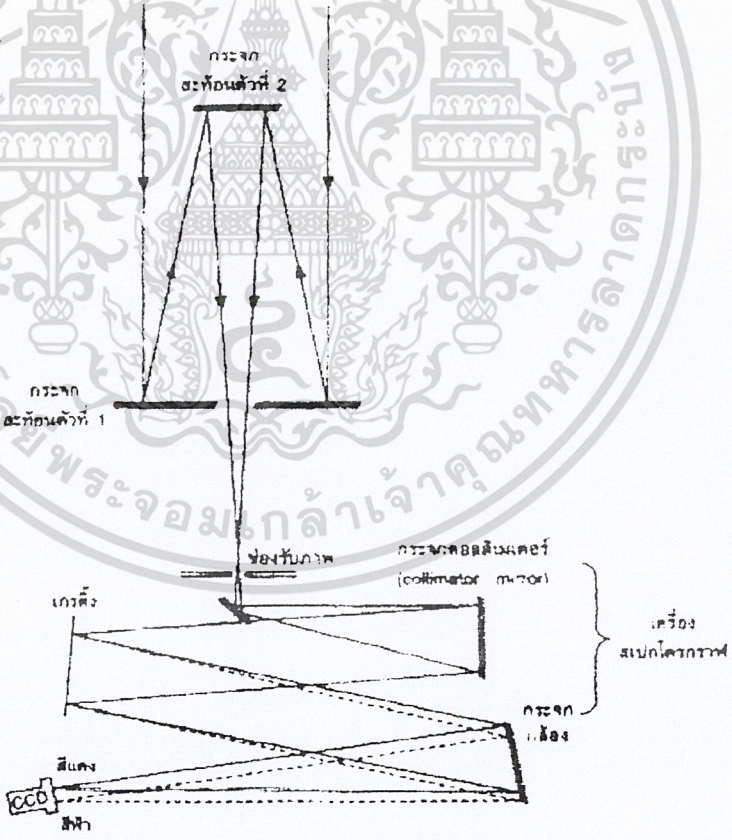
ที่กล่าวมาแล้วว่า CCD มีช่วงไดนามิกเรนจ์ที่กว้าง ประโยชน์อีกอย่างหนึ่งที่นำมาใช้คือการถ่ายภาพของกลุ่มดาวหรือที่เรียกว่า แกแลคซี่ (galaxy) ซึ่งมีลักษณะเป็นกระจุกดาวหนาแน่นอยู่ระหว่างใจกลาง ด้วยเทคนิคการถ่ายภาพของ CCD อีกแบบหนึ่ง คือสามารถทำให้ CCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เก็บรายละเอียดในส่วนที่มีแสงน้อยของกลุ่มดาวทั้งหมด หรือถ่ายเฉพาะโครงสร้างของใจกลาง โดยลดความไวในการรับแสงของ CCD ลงซึ่งแสดงให้เห็นความแตกต่างด้วยเทคนิคพิเศษนี้ได้แสดงดังภาพที่ 2.7

CCD ยังถูกนำไปใช้ในเครื่องมือวัดที่สำคัญอีกชิ้นหนึ่งในการศึกษาด้านดาราศาสตร์นั่นคือเครื่องวัดและบันทึกสเปกตรัม (spectroscopic) ภาพที่ 2.8 แสดงให้เห็นถึงส่วนประกอบเบื้องต้นของเครื่องนี้ เครื่องบันทึกสเปกตรัมมีประโยชน์ในการวัดความแรงของแต่ละความยาวคลื่นที่เกิดขึ้นบนดวงดาวแกแลคซี่ หรือท้องฟ้าในยามค่ำคืนนอกจากการประยุกต์ใช้งานทั้งหมดที่กล่าวมาแล้ว CCD ยังถูกนำไปใช้งานด้านอื่นอีกมากมายตั้งแต่เครื่องมือวัดจนถึงเครื่องถ่ายภาพจนในปัจจุบันอุปกรณ์ถ่ายภาพเกือบทุกชนิดต้องมี CCD ประกอบอยู่ด้วย งานด้านดาราศาสตร์เป็นเพียงอีกแขนงหนึ่งที่นำ CCD มาใช้

CCD มีคุณประโยชน์มากมายแต่เป็นเรื่องธรรมดาที่ต้องมีขีดจำกัดอยู่บ้าง เหมือนดังอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัวอื่น ๆ ซึ่งจะกล่าวต่อไป



ภาพที่ 2.8 โครงสร้างเบื้องต้นของเครื่องสเปกโตรกราฟที่ใช้ CCD ต่อร่วม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.8 โครงสร้างเบื้องต้นของเครื่องสเปกโตรกราฟที่ใช้ CCD ต่อร่วม

2.1.4 ขีดจำกัดของ CCD

CCD ในขณะนี้ยังไม่อาจเรียกได้ว่าเป็นอุปกรณ์ที่สมบูรณ์เท่าใดนัก เพราะยังมีคุณสมบัติที่จำเป็นต้องมีการพัฒนาและแก้ไขอีกหลายจุด CCD ผลิตขึ้นจากสารกึ่งตัวนำชนิดซิลิกอน ซึ่งในขณะนี้ยังไม่สามารถผลิตอุปกรณ์ CCD ที่มีขนาดใหญ่ได้ อันเนื่องมาจากกระบวนการผลิตซิลิกอนนั่นเอง ทำให้การออกแบบจึงจำเป็นต้องนำ CCD หลาย ๆ ตัว มาต่อแบบเมตริกกันเพื่อให้ได้ขนาดใหญ่ขึ้น

แต่ทั้งนั้นผลที่ได้ตามมาก็คือเกิดการสูญเสียขึ้นระหว่าง CCD แต่ละตัว ทำให้ทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพซึ่งในปัจจุบัน CCD ที่นำมาใช้จะเป็นขนาด 512*512 พิกเซลเสียเป็นส่วนใหญ่ ถึงแม้ว่า CCD ขนาด 1024*1024 พิกเซล และขนาด 2048*2048 พิกเซลจะมีออกมาให้ใช้กันบ้างแล้วก็ตาม

การตอบสนองต่อความยาวคลื่นของ CCD ยังไม่หยุดอยู่เพียงเท่านี้ เป้าหมายต่อไปของ CCD จะมีการพัฒนาทั้งด้านขนาดของตัวอุปกรณ์ซึ่งจะเหลือเพียง 15 ไมครอน และสามารถตรวจจับแสงได้ทั้งด้านหน้าและด้านหลัง ปรับปรุงประสิทธิภาพของการทำงานให้ได้ถึง 80 เปอร์เซ็นต์ เพิ่มความไวต่อความยาวคลื่นสีน้ำเงินและแสงที่มีความสว่างน้อยด้วย ตลอดจนการถ่ายเทประจุจนกระทั่งส่งข้อมูลออกจากตัว CCD ต้องออกแบบระบบให้ป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดีจนใกล้เคียง 100 เปอร์เซ็นต์ การทำงาน CCD ต้องมีลักษณะเป็นเชิงเส้น (linear) ตลอดย่านวัด ซึ่งในจุดนี้ต้องพัฒนากันถึงกระบวนการผลิต รวมถึงการออบแบบโครงสร้างบน CCD

CCD หรืออุปกรณ์ Charge Coupled Device ก็คือ VLSI (Very Large Scale IC) ที่บรรจุด้วยจุดรับภาพมากกว่า 250,000 จุด วางเรียงอยู่บนแผ่นตรวจจับแสงในพื้นที่ขนาดเล็กเพียง 8.8*6.6 มิลลิเมตร เป็นผลจากการพัฒนาของเทคโนโลยีทางด้านอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ CCD จะให้อิเล็กตรอนเมื่อมีแสงสว่างตกกระทบตัวมัน ปริมาณของอิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นจะเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนกับความเข้มของแสงที่ได้รับ โดยแบ่งการทำงานภายใน CCD เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

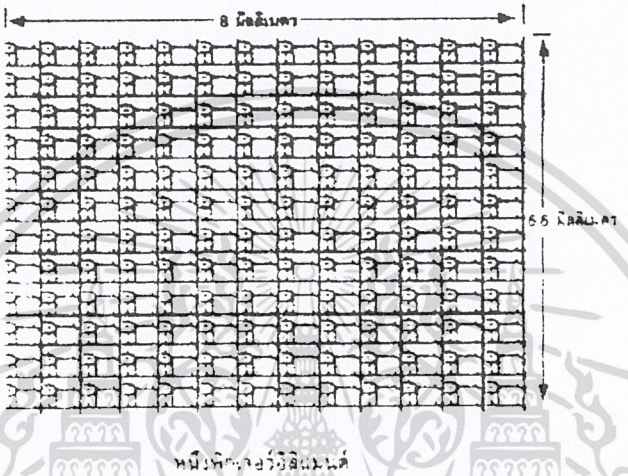
- กำเนิดอิเล็กตรอนจากแสงที่ได้รับ จุดรับภาพแต่ละจุดจะให้กำเนิดอิเล็กตรอนตามความเข้มของแสงที่ไปรับซีลด์อะลูมิเนียมของจุดรับภาพ ตามภาพที่ 2.9 จะทำหน้าที่บังแสงไม่ให้ตกไปยังส่วนอื่น ๆ ยกเว้นบริเวณตัวตรวจจับแสง

- เก็บรักษาอิเล็กตรอน ค่าความต่างศักย์ ดังแสดงในภาพที่ 2.10 จะอยู่ภายในของจุดรับภาพแต่ละจุด อิเล็กตรอนที่ถูกเก็บอยู่ในตัวตรวจจับแสงเป็นจำนวนมากจะไหลลงสู่ OFD (Over Flow Drain) และขจัดปัญหาการเกิดหางของภาพ (Becoming) ซึ่งเกิดขึ้นเสมอสำหรับกล้องอื่นด้วยวิธีนี้จะสามารถรักษาระดับสูงสุดของอิเล็กตรอนให้คงที่แม้ว่าจะมีแสงสว่างมากเกินไป

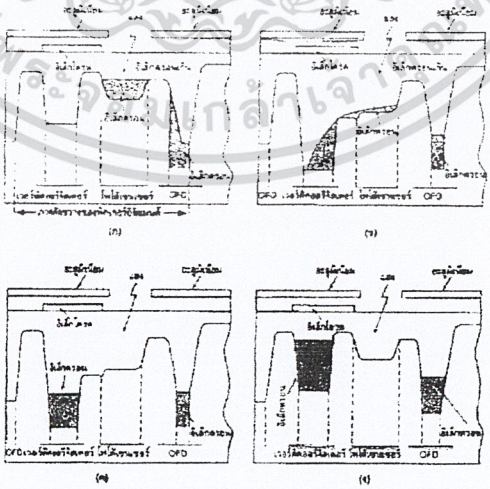
- ถ่ายเทอิเล็กตรอน ขณะที่มีแรงไฟป้อนให้กับอิเล็กโทรดของจุดรับภาพ ส่วนลึกของแต่ละแรงดันภายใต้อิเล็กโทรดจะเพิ่มขึ้น อิเล็กตรอนที่ถูกเก็บไว้จะเริ่มถ่ายเทลงมาให้กับรีจิสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กตรอนถูกถ่ายทอดออกหมดแล้ว ความต่างศักย์ที่ป้อนให้กับอิเล็กโทรดจะหยุดด้วยดังแสดงในภาพที่ 2.10 (ง) นั่นคือ ความลึกของแต่ละแรงดันก็จะลดน้อยลงและกลับคืนมาเหมือนเดิม เป็นการถ่ายเทอิเล็กตรอนจากโฟโต้เซนเซอร์ไปสู่รีจิสเตอร์ในแนวตั้งได้สิ้นสุดลง ในระหว่างการถ่ายเทอิเล็กตรอนภายในอยู่จะยังไม่มีการกำเนิดอิเล็กตรอนใหม่แม้ว่าตัวตรวจจับแสงกำลังรับแสงอยู่ก็ตาม เป็นเพราะว่าความเร็วในการถ่ายเทนั้นสูงกว่าการเกิดอิเล็กตรอน การถ่ายเทอิเล็กตรอนของ CCD นี้สามารถตัดปัญหาภาพเผาไหม้และภาพที่มีลักษณะเป็นดาวหางได้



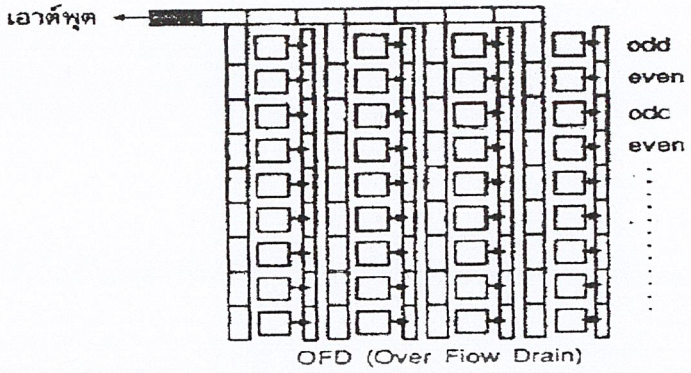
ภาพที่ 2.9 ส่วนรับภาพและพิกเซลอิลิเมนต์



ภาพที่ 2.10 ภายในหนึ่ง CCD พิกเซลอิลีเมนต์จะมีอิเล็กตรอนเกิดขึ้นและถ่ายเทไปทาง OFD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.10 ภายในหนึ่ง CCD พิกเซลอิลีเมนต์จะมีอิเล็กตรอนเกิดขึ้นและถ่ายเทไปทาง OFD



ภาพที่ 2.11 ทิศทางการถ่ายเทของอิเล็กตรอนใน OFD หรือ Overflow Frain

ทั้ง 3 ขั้นตอนนั้นเป็นหลักการทำงานพื้นฐานของตัวรับภาพแบบ CCD คือ ขั้นตอนแรกรับแสงและกำเนิดอิเล็กตรอนและเก็บเอาไว้ และขั้นตอนสุดท้ายอิเล็กตรอนที่ถูกเก็บไว้นั้นก็จะถูกถ่ายเทผ่านรีจิสเตอร์ในแนวตั้ง (Vertical Shift Register) และรีจิสเตอร์ในแนวระดับ (Horizontal Shift Register) แล้วส่งไปวงจรเอาต์พุตที่เรียกว่า อินเตอร์ไลน์ทรานสเฟอร์ซีซีดี อิมเมจเซนเซอร์ (Interline Tranter CCD Image Sensor) บริษัทโซนี่ได้ทำวิธีการอินเตอร์ไลน์ทรานสเฟอร์ให้กับตัวรับภาพ CCD ภาพที่ 2.13 แสดงภาพโครงสร้างของอินเตอร์ไลน์ทรานเฟอร์ซีซีดีอิมเมจเซนเซอร์เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเห็นการฉายแสงลงบนพื้นที่ CCD นั้น เหมือนกับปรากฏบนจอมอนิเตอร์ จากภาพเป็นรีจิสเตอร์ในแนวตั้งและ OFD ได้เชื่อมต่อประสานกับรีจิสเตอร์ ข้อพิเศษของ CCD แบบนี้ก็คือ ลดอาการของภาพที่มีสีเลอะ (Smear) หรือเป็นหิมะที่เกิดขึ้นในตัว CCD ที่กล่าวมาแล้ว อิเล็กตรอนที่เกิดขึ้นถูกถ่ายเทไปยังเวอร์ติคอลชิฟรีจิสเตอร์ และฮอริซอลตอลชิฟรีจิสเตอร์เหมือนกับถนนและอิเล็กตรอนที่ถูกถ่ายเทก็เหมือนรถที่วิ่งบนถนน เคลื่อนไปอย่างมีลำดับต่อเนื่องกันตลอดตามภาพที่ 2.12 ไปสู่ภาคขยายอินเตอร์ไลน์ทรานสเฟอร์ CCD ดีกว่าอุปกรณ์อื่น ๆ อย่างไร เมื่อเปรียบเทียบระหว่างอินเตอร์ไลน์ทรานสเฟอร์ซีซีดีกับเฟรมทรานสเฟอร์ซีซีดี จะเห็นว่าถึงแม้เฟรมทรานสเฟอร์ซีซีดีอิมเมจเซนเซอร์จะมีโครงสร้างที่ง่ายกว่า แต่ก็มีข้อเสียอยู่บ้างหลายประการดังนี้

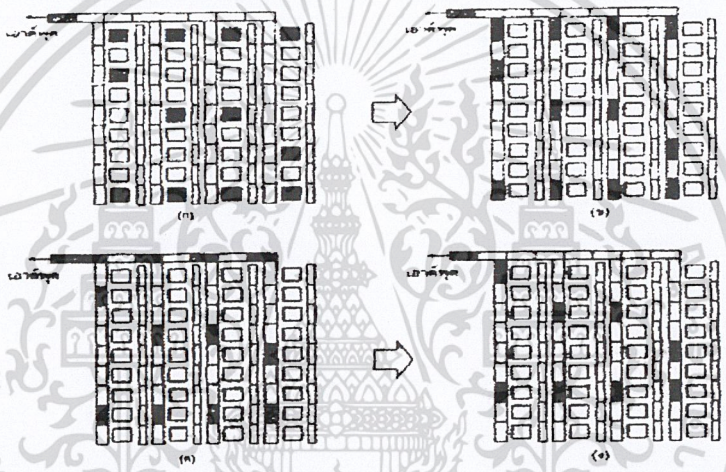
1. มีขนาดใหญ่ทำให้ต้นทุนการผลิตสูง

2. เนื่องจากการถ่ายเทอิเล็กตรอนระหว่างโฟโตเซนซิ่งกับสตอเรจเป็นไปเร็วมาก ดังนั้นจึงทำให้รายละเอียดทางด้านแนวตั้ง (Vertical) ลดลงซึ่งเปรียบเสมือนกับคนที่หิ้วน้ำเต็มถังแล้ววิ่งด้วยความเร็วน้ำนั้นย่อมจะมีการกระฉอกออกไปบ้าง ทำให้ประสิทธิภาพที่ได้เสียไป

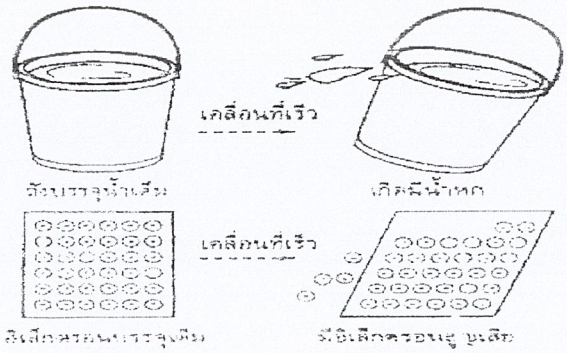
3. ในระหว่างการถ่ายเทอิเล็กตรอนโฟโตเซนซิ่ง ซึ่งรับหน้าที่เป็นรีจิสเตอร์ในแนวตั้งนั้นหมายถึง ต้องมีชัตเตอร์แบบกลไก (Mechanical Shutter) ใช้เพื่อตัดแสงในช่วงการถ่ายเทอิเล็กตรอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มิฉะนั้นภาพจะเลอะเลือน อย่างไรก็ตามชัตเตอร์แบบกลไก ทำให้เกิดปัญหาหลายประการ เช่น ทำให้การผลิตยุ่งยากขึ้น ความแน่นอนในการทำงานต่ำลง และเกิดนอยส์ เป็นต้น ภาพที่2.14 เป็นภาพของเฟรมทรานสเฟอร์อิมเมจเซนเซอร์ ข้อได้เปรียบระหว่างกล้องซีซีดีแบบ 3 ชิป เหนือกว่ากล้อง 3 หลอดในเรื่องของความไวแสงและภาพเกิดรอยไหม้ (Image burning) น้อยใช้กำลังไฟน้อย และมีความทนทาน แต่กล้อง 3 หลอดก็มีข้อดีตรงที่มีความชัดเจนสูงกว่า ดังนั้นกล้องซีซีดีที่เป็นแบบ 3 ชิปจึงเหมาะกับงานประเภทงานที่ถ่ายภาพนอกสถานที่ ซึ่งต้องการกล้องที่มีความต้านทานต่อการเผาไหม้สูง มีความไวและความคงทนแข็งแรง เป็นต้น ส่วนกล้อง 3 หลอดนั้นจะใช้เมื่อต้องการคุณภาพของภาพเท่านั้น

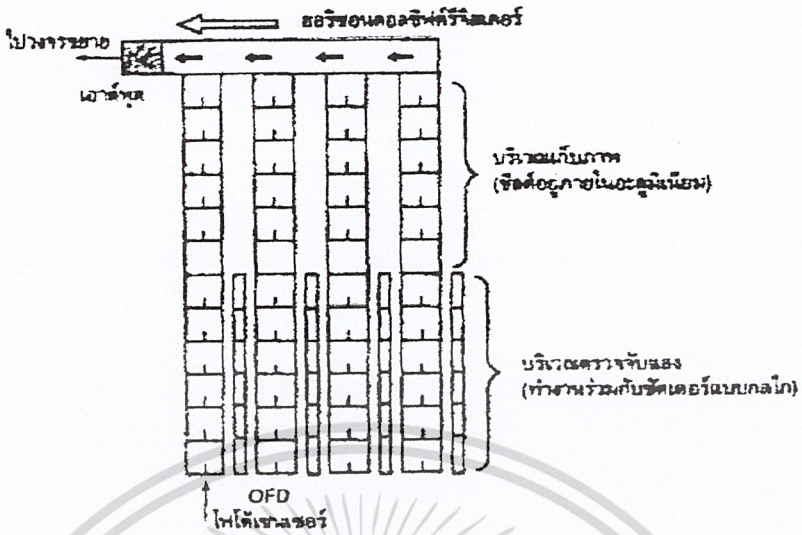


ภาพที่ 2.12 การถ่ายเทอิเล็กตรอนโดยผ่านทางรีจิสเตอร์ในแนวตั้งและรีจิสเตอร์ในแนวระดับ

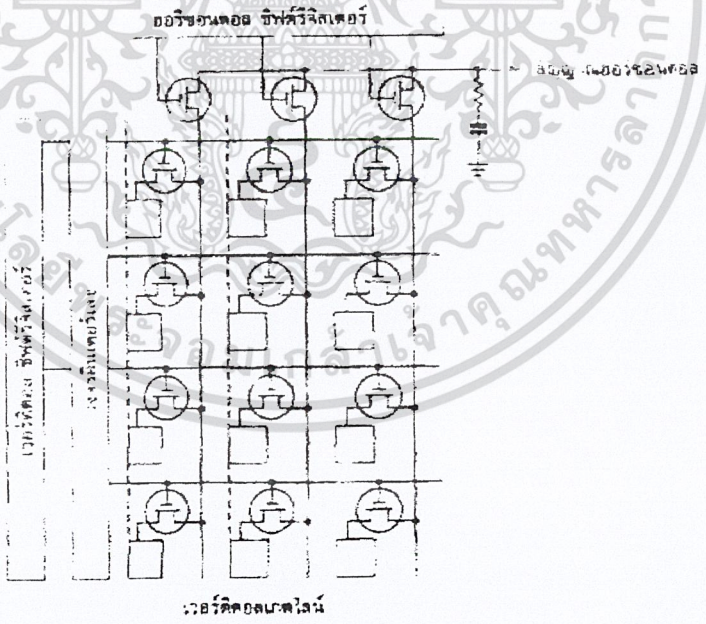


ภาพที่ 2.13 การถ่ายเทอิเล็กตรอนจะทำให้เกิดมีอิเล็กตรอนสูญเสีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

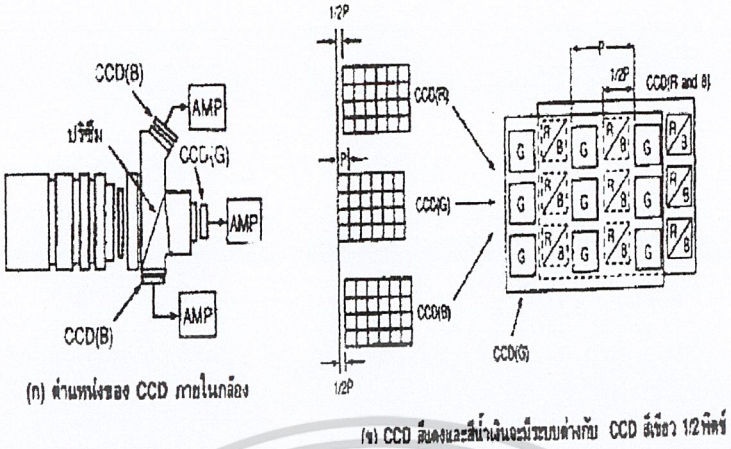


ภาพที่ 2.14 โครงสร้างของ CCD แบบเฟรมทรานเฟอร์



ภาพที่ 2.15 โครงสร้างของตัวรับภาพแบบ MOS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.16 เทคโนโลยีชดเชย Original Special Effect ของโซนี่

2.1.5 ตัวรับภาพแบบมอส

ตัวรับภาพแบบมอสจะใช้ทรานซิสเตอร์แบบมอสเป็นตัวสวิตช์ซึ่งคล้ายกับหน่วยความจำแบบ DRAM ดังภาพที่ 2.15 แม้ว่าอุปกรณ์ชนิดนี้จะสามารถเก็บประจุได้เป็นจำนวนมาก แต่มันก็ทำให้เกิดสัญญาณรบกวนมากเช่นเดียวกันและตัวรับภาพ CCD ก็มีคุณสมบัติเหนือกว่ามากในด้านของความไวแสงและนอยส์ โดยใช้เทคโนโลยี Original Special Offect ของโซนี่ โดยการติดตั้ง CCD สีแดงและสีน้ำเงินให้มีระยะแตกต่างกับสีเขียว ½ พิท (Pitch) ดังในภาพที่ 2.16 ด้วยเทคนิคอันนี้จะทำให้ได้พิกเจอร์อิลีเมนต์เป็น 2 เท่า และทำให้ได้ความชัดเจนของภาพสูงสุด

2.1.6 ประโยชน์และคุณภาพของกล้อง CCD

1. ภาพที่ได้มีการสูญเสียน้อย
2. มีความไวสูง
3. มีน้ำหนักเบา
4. ให้ภาพที่ละเอียดและคมชัด
5. กล้องไม่เป็นรูปรอยไหม้เมื่อถูกแสงอาทิตย์
6. ไม่เกิดภาพล้า (Nolag)
7. ไม่เกิดภาพเป็นรูปดาวหาง
8. เมื่อสัญญาณแสงต่ำไม่ต้องตั้งปรับ (No Registration)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

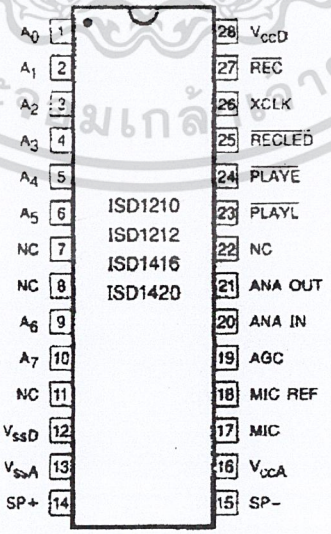
2.2 ไอซีบันทึกเสียง ตระกูล ISD 1200/ISD 1400

แต่สำหรับไอซีในตระกูล ISD นี้อาศัยเทคโนโลยีการบันทึกเสียงทางอะนาลอกโดยตรงและภายในประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลไว้ภายในทำให้สามารถบันทึกเสียงได้นานตั้งแต่ 10 – 20 วินาทีตามเบอร์ไอซีตระกูล ISD 12xx และ ISD 14xx ซึ่งการใช้งานและการจัดการขาของไอซีตระกูลนี้เหมือนกันหมดต่างกันตรงความสามารถในการบันทึกเสียงเท่านั้นเอง

2.2.1 สมาชิกในตระกูล ISD 12xx/14xx

ก่อนที่จะทำความรู้จักกับอุปนิสัยใจคอของสมาชิกในตระกูล ISD 12xx/ISO 1400 นี้ก็น่าจะมาทำความรู้จักกับหน้าตาของไอซีตระกูลนี้กันก่อนว่ามีการจัดขาใช้งานอย่างไรบ้าง และบรรจุอยู่ในตัวถังชนิดไหนเพื่อเวลานำไปใช้งานจะได้วางแผนการออกแบบแผ่นวงจรพิมพ์ หรือตัวกล่องได้ถูกต้องและเหมาะสม โดยรูปร่างของไอซี ISD 12xx/ISD 14xx ได้แสดงไว้ในภาพที่ 2.17 ซึ่งแสดงรูปร่าง และลักษณะการจัดขาของไอซี

คุณลักษณะที่แตกต่างไปจากไอซีบันทึกเสียงที่เคยมีมาก็คือ ระยะเวลาบันทึกเสียงด้วยตัวไอซีเอง (ไม่มีหน่วยความจำต่อเพิ่มภายนอก) สามารถบันทึกได้นานกว่า โดยจะกำหนดมาเป็นเบอร์ซึ่งแต่ละเบอร์ไอซีจะมีระยะเวลาต่างกันในการบันทึกและก็อยู่ในตระกูล ISD เช่นกันลักษณะโดยรวมด้านอื่น ๆ นั้นเหมือนกันทุกประการและมีลักษณะการต่อใช้งานเหมือนกัน ทำให้ง่ายต่อการพัฒนาในลักษณะของการเพิ่มระยะเวลาในการบันทึก เพียงแต่เปลี่ยนเบอร์ไอซีในตระกูลนี้เท่านั้น นอกจากนั้นหากต้องการระยะเวลาการบันทึกที่ยาวนานมากขึ้น ก็สามารถทำได้โดยต้องทำการเพิ่มหน่วยความจำภายนอกเข้าไปโดยไม่มีความยุ่งยากแต่ประการใด



ภาพที่ 2.17 การจัดขาใช้งานของ ISD 12xx/ISD 14xx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.2.2 คุณสมบัติของ ISD 12xx/ISD 14xx

1. ใช้ฟังก์ชั่นการบันทึกและเล่นกลับด้วยตัวของมันเอง
   - ไม่มีไอซีเบอร์อื่น ๆ ประกอบเพิ่มเติมภายนอก
   - ต่ออุปกรณ์ร่วมภายนอกน้อยมาก
2. ให้ระดับสัญญาณในการบันทึกที่มีประสิทธิภาพสูง
3. สามารถต่อกับสวิตซ์ควบคุมการบันทึกเล่นกลับ และสามารถหยุดชั่วขณะเพื่อทำการปรับระดับสัญญาณต่าง ๆ ได้
4. ข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ไม่สูญหายถึงแม้ว่าจะไม่มีแรงดันจ่ายให้กับตัวไอซี
5. เก็บข้อมูลไว้ได้นานถึง 100 ปี แม้ไม่มีแรงดันไฟเลี้ยง
6. สามารถบันทึกใหม่ได้ 100,000 ครั้งปกติ
7. มีวงจรฐานเวลาภายใน
8. ไม่มีการโปรแกรมในตัวไอซีและไม่ต้องพัฒนาระบบเพิ่มเติมเพื่อให้ทำงานได้
9. มีระบบสแตนด์บายเพื่อประหยัดพลังงานจากแหล่งจ่ายเมื่อไม่มีการบันทึก
10. ใช้แรงดันไฟเลี้ยงเดี่ยว กินกระแสขณะสแตนด์บายต่ำเพียง 0.5 ไมโครแอมป์

จากคุณสมบัติคร่าว ๆ ของไอซีที่ได้กล่าวมาข้างต้น ก็พอจะทราบได้ว่าเป็นไอซีที่ได้รับการออกแบบขึ้นมาเพื่อให้ง่ายเวลานำใช้งาน โดยทั่วไปของ ISD12xx/ISD14xx แล้ว ก็มีรูปร่างหน้าตาเหมือนกับไอซีโดยทั่วไป แต่ว่าขาใช้งานและบล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในไอซีไม่เหมือนกัน โดยเฉพาะไอซีในตระกูล ISD12xx/ISD14xx นี้จะถูกผลิตขึ้นมาเป็นไอซีที่ทำหน้าที่บันทึกและเล่นกลับจนจบกระบวนการภายในไอซีเพียงตัวเดียว เพื่อประโยชน์และต้องการให้เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่บันทึกข้อมูลเพียงสั้น ๆ ข้อมูลหนึ่ง รวมทั้งคุณภาพของสัญญาณที่บันทึกและเล่นกลับก็ถือได้ว่าดีมากไม่แตกต่างจากการบันทึกลงบนตลับเทป โครงสร้างของบล็อกไดอะแกรมการทำงานภายในไอซีแสดงไว้ในภาพที่ 2.18 ซึ่งแสดงถึงบล็อกการทำงานทุกส่วนภายในตัวไอซี

ภายในตัวไอซีประกอบไปด้วยส่วนการทำงานที่สำคัญทุกส่วนโดยมีอุปกรณ์พาสซีฟต่อภายนอกเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ซึ่งภายในก็มีวงจรกำเนิดความถี่ฐานเวลาชนิด CMOS วงจรขยายสัญญาณไมโครโฟน วงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ วงจรกรองความถี่และวงจรขยายสัญญาณออกสู่ลำโพงแต่สัญญาณที่ขับลำโพงโดยตรงจากไอซีตัวนี้อาจจะดังไม่พอก็สามารถต่อวงจรขยายสัญญาณขนาดเล็กภายนอกเพิ่มเติมได้ เพื่อให้สามารถขับลำโพงให้ได้ยินเสียงดังมากขึ้น

นอกจากนั้นยังสามารถพัฒนาวงจร หรือแก้ไขวงจรเพิ่มเติมเพื่อต้องการให้วงจรสามารถใช้ลำโพงเป็นไมโครโฟนได้พร้อมกับการขับสัญญาณเสียงที่บันทึกไว้ออกมาให้ได้ยินได้อีก ซึ่งทั้งสองหน้าที่จะทำงานไม่พร้อมกัน (ทำงานคนละจังหวะกัน) การควบคุมการบันทึกและเล่นกลับสามารถควบคุมได้ด้วยปุ่มเพียงสองปุ่มเท่านั้น

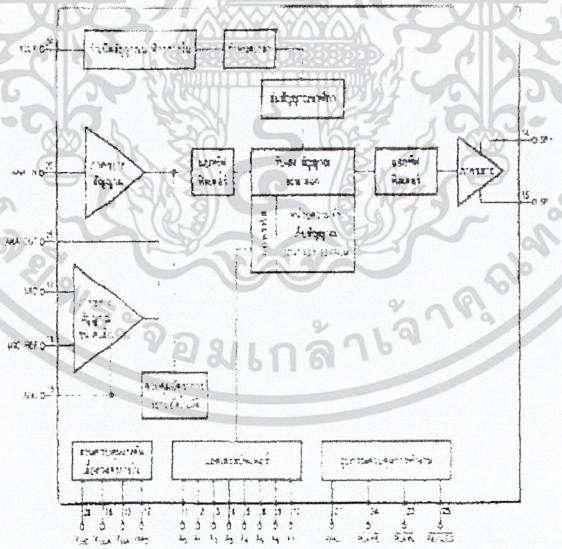
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50231

สัญญาณที่จะทำการบันทึกจะถูกเก็บหรือบันทึกลงบนหน่วยความจำภายในไอซีซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ไม่ต้องการแรงดันไฟสำรอง ขณะที่ไม่มีการจ่ายแรงดันให้กับวงจรซึ่งสามารถเก็บข้อมูลไว้ได้นานเป็นร้อยปีเลยทีเดียว ลักษณะการบันทึกลงบนหน่วยความจำภายในไอซีจะทำการบันทึกสัญญาณอนาล็อกโดยตรง (Direct Analog Storage Technology : DAST) ซึ่งสัญญาณที่ได้นี้อาจจะเป็นสัญญาณเสียงพูดหรือสัญญาณย่านความถี่เสียง 20 เฮิรตซ์ถึง 20 กิโลเฮิรตซ์ การบันทึกสัญญาณจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำภายในชนิด EEPROM ซึ่งสามารถบันทึกและลบใหม่ในอัตราการบันทึก 100,000 ครั้ง ตลอดอายุการใช้งานของ IC นับว่ามากเลยทีเดียว

2.2.3 การทำงานเบื้องต้น

การทำงานเบื้องต้นของ ISD12xx/14xx จะเป็นชิพไอซีเพียงตัวเดียวและมีสัญญาณควบคุมการทำงานในฟังก์ชั่นต่าง ๆ เป็นสัญญาณแบบเดี่ยว (Single singnal) เพื่อควบคุมที่ขา REC และสัญญาณควบคุมสองสวิตซ์ คือควบคุมที่ขา PLAYE และ PLAYL นอกจากนั้นหากต้องการให้สามารถควบคุมการบันทึกได้หลาย ๆ ลักษณะก็สามารถทำได้โดยใช้ขาแอดเดรสไลน์ มาทำการประยุกต์ใช้งานควบคุมได้เช่นกัน และการทำงานของขาใช้งานแต่ละขาก็จะอธิบายสั้น ๆ ถึงหน้าที่และลักษณะการทำงาน



ภาพที่ 2.18 บล็อกไดอะแกรมภายในตัวไอซี

ประสิทธิภาพของเสียงที่บันทึก ประสิทธิภาพของสัญญาณที่ทำการบันทึกและเล่นกลับจะมีคุณภาพของสัญญาณที่ดีมากเนื่องจากการบันทึกและเล่นกลับจะใช้เทคโนโลยี DAST ดังได้กล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาแล้วโดยสัญญาณที่ทำการบันทึก หรือสัญญาณเสียงพูดที่เข้าทางอินพุตจะถูกบันทึกหรือเก็บเข้าไปไว้ใน EPROM ซึ่งเป็นหน่วยความจำภายในโดยตรงด้วยสัญญาณแบบอนาลอก และการเล่นกลับออกมาก็จะเหมือนกับสัญญาณก่อนที่จะทำการบันทึก เพราะการเล่นกลับไม่มีผลของคุณสมบัติหัวเทปมาเกี่ยวข้อง เพราะในกรณีนี้ไม่ได้ใช้หัวเทปในการขยายสัญญาณออกมาแต่ใช้กระบวนการทางดิจิตอลแทน

ตัวไอซีจะทำการปิดตัวเองเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับ ในขณะที่วงรอบหรือขั้นตอนการทำงานเล่นกลับหรือบันทึกสิ้นสุดลง ไอซีตัวนั้นจะมีฟังก์ชั่นการทำงานให้ตัดเข้าสู่โหมดทำงานสแตนซ์บายเพื่อให้ปริมาณการใช้กำลังอยู่ในระดับที่ต่ำเพื่อต้องการประหยัดแบตเตอรี่ ซึ่งจะกินกระแสเพียง 0.5 ไมโครแอมป์เท่านั้น ในช่วงที่ทำการเล่นกลับจบลงวงจรภายในก็จะตัดกลับมาสู่สภาวะสแตนซ์บายในโหมดของการบันทึก หลังจากที่ทำการบันทึกเสร็จสิ้นลงก็จะกลับสู่โหมดของการสแตนซ์บาย เมื่อขาควบคุม REC มีระดับลอจิกเป็น “1”

ควบคุมการบันทึก (REC) ที่ขาควบคุมการบันทึกทางอินพุตนี้ต้องการระดับลอจิก “0” เพื่อทำการบันทึกสัญญาณและจะเริ่มทำการบันทึกเมื่อระดับลอจิกที่ขา REC เป็นลอจิก “0” และสภาวะลอจิกที่ขานี้จะต้องคงสถานะอยู่ที่ “0” ตลอดขณะทำการบันทึก และการบันทึกที่ขา REC จะต้องได้รับสัญญาณให้ทำการบันทึกก่อนเสมอ ก่อนที่จะทำการเล่นกลับหรือก่อนที่จะมีสัญญาณมาควบคุมที่ขา PLAYL หรือขา PLAYE ถ้าที่ขา REC มีระดับลอจิก “0” เพิ่มขึ้นไปเป็นค่าแรงดันบวก (ขึ้นไปเป็น “1”) ก็จะเข้าสู่การทำงานของการเล่นกลับ

ควบคุมการเล่นกลับ (PLAYE) เมื่อขาควบคุมการเล่นกลับนี้ได้รับระดับลอจิกเป็น “0” หรือได้รับการกระตุ้นด้วยลอจิก “0” ที่อินพุตนี้วงจรก็จะเริ่มทำการเล่นกลับเพื่อนำข้อมูลที่ถูกบันทึกอยู่แสดงออกมาทางลำโพง การเล่นกลับในฟังก์ชั่นนี้จะเป็นการเล่นกลับอย่างต่อเนื่องจนกว่าจะถึงข้อมูลสุดท้ายที่ทำการบันทึกตามเวลาที่กำหนด (10-20) วินาที หรือเล่นกลับจนกว่าข้อมูลที่บันทึกใน EPROM ทุกข้อมูลจะถูกเล่นกลับออกมาทั้งหมด ซึ่งเป็นการเล่นกลับอย่างสมบูรณ์หลังจากนั้นก็ตัดเข้าสู่โหมดสแตนซ์บาย ในระหว่างที่กำลังอยู่ในสภาวะเล่นกลับนั้นทันทีที่ขา PLAYE มีสถานะเป็น “1” การเล่นกลับก็จะหยุดลงทันที

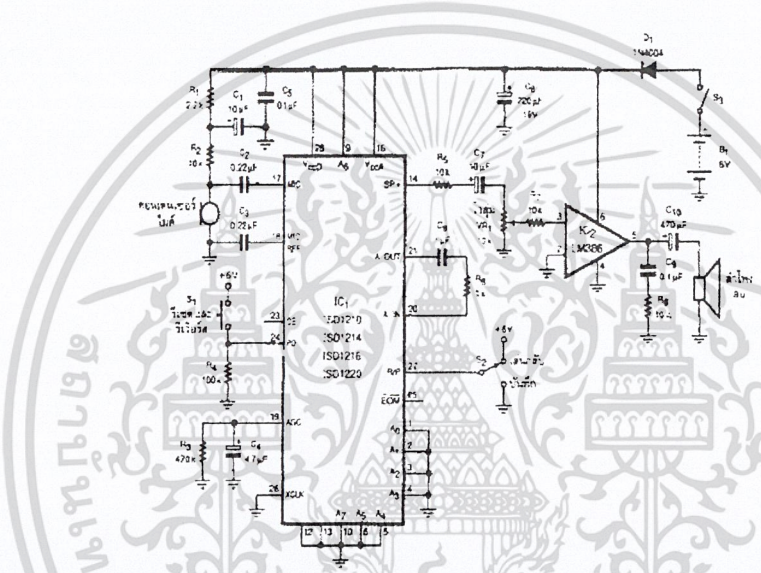
ควบคุมการเล่นกลับ (PLAYL) เมื่อขาอินพุตนี้มีการเปลี่ยนแปลงระดับลอจิกจาก “1” ไปถึงระดับลอจิก “0” จะเป็นการเล่นกลับแบบต่อเนื่องจนกระทั่งที่ขา PLAYL เพิ่มขึ้นเป็น “1” หมายถึงเกิดการตรวจจับการเล่นสิ้นสุดลงแล้ว หรือจบสิ้นข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ใน EPROM แล้วก็จะทำการกลับมาสู่สภาวะสแตนซ์บายเช่นเดิม

2.2.4 การประยุกต์ใช้งาน

สำหรับการประยุกต์ใช้งานไอซีตระกูล ISD12xx/14xx นี้ง่ายมาก เพราะได้กล่าวไว้แล้วว่ามีอุปกรณ์พาสซีฟประกอบร่วมภายนอกน้อยมาก รวมทั้งคุณสมบัติของการจัดบล็อกการทำงานต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในตัวไอซีเอง ครบถ้วนสมบูรณ์ทุกหน้าที่การทำงานแล้ว ดังแสดงวงจรประยุกต์ใช้งานไว้ในภาพที่ 2.19 จากวงจรจะสังเกตเห็นว่าได้เพิ่มวงจรขยายสัญญาณออกลำโพงเข้ามาอีกหนึ่งชุด เพื่อต้องการให้เสียงที่ชัดเจนและดังยิ่งขึ้น มี VR1 ทำหน้าที่เป็นโวลุ่มปรับความดังของเสียงให้กับวงจรภาคขยายเสียง IC2 สัญญาณที่ต้องการบันทึกจะผ่านมาทางไมโครโฟน MIC1 มีสวิตช์ S1 ทำการรีเซตและเริ่มการบันทึกใหม่ S2 ทำหน้าที่เลือกฟังก์ชั่นให้บันทึกหรือเล่นกลับ ที่ขา 19 ของ IC1 ถูกต่ออยู่กับตัวต้านทานและตัวเก็บประจุฟิลเตอร์ ทำหน้าที่เป็นวงจรควบคุมอัตราการขยายอัตโนมัติ ตัวต้านทานค่า 10K ที่ต่อกับขา 14 ของ IC1 ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้เอาต์พุตของ IC1 ถูกโหลดสัญญาณมากเกินไป



ภาพที่ 2.19 วงจรประยุกต์ใช้งาน ISD 12xx/14xx

ที่กล่าวมาเป็นการประยุกต์ใช้งานแบบง่าย ๆ แต่ลักษณะการนำไปใช้งานก็มีอีกมากมาย เช่น ใช้ในเครื่องตอบรับโทรศัพท์ติดตามประตูบ้านทักทายผู้คนที่ผ่านเข้ามาเยี่ยมเยียน ในตุ๊กตาของเด็กเล่นต่าง ๆ เป็นต้น รูปแบบการนำไปใช้งานหลากหลายเป็นการบ่งบอกถึงคุณค่าและประโยชน์ของการพัฒนาอุปกรณ์ชนิดนี้ขึ้นมา ประโยชน์ที่ได้รับจะสูงสุดก็ต่อเมื่อถูกนำไปใช้งานได้อย่างถูกทักษะและความเหมาะสม

2.3 ไพโรอิเล็กทริกอุปกรณ์ตรวจจับรังสีอินฟราเรด

ที่จริงแล้วการตรวจจับผู้บุกรุกด้วยวิธีตรวจจับการเปลี่ยนแปลงลำแสงของอินฟราเรดไม่ใช่เป็นของใหม่อะไร หากแต่มีใช้กันมานานกว่า 20 ปี ซึ่งหลักการนี้ได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้กับงาน

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มากมาย เช่น ประตูอัตโนมัติ หรืองานอื่น ๆ อีกมากมายซึ่งปัจจุบันนับได้ว่าเป็นมาตรฐานของการตรวจจับสิ่งกีดขวางก็ว่าได้

ปริญญานิพนธ์นี้ก็อาศัยการเปลี่ยนแปลงของลำแสงอินฟราเรดเช่นกัน แต่ไม่ใช่วิธีก่อน ๆ ที่ใช้ตัวส่งพัลส์และตัวตรวจจับการเปลี่ยนแปลงของพัลส์ที่ถูกส่งออกมา แต่จะเป็นชนิดที่เรียกว่า ซิงเกิ้ลเอนด์ (singleend type) คือมีแต่ตัวรับเท่านั้นคอยตรวจจับการเปลี่ยนแปลงโดยอาศัยหลักการที่เรียกว่า พาสซีฟอินฟราเรดดีเทคเตอร์ (passive infrared detector) คือการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงความร้อนจากการเปลี่ยนแปลงของรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาจากตัวของคนหรือสัตว์ในขณะที่มีการเคลื่อนไหว

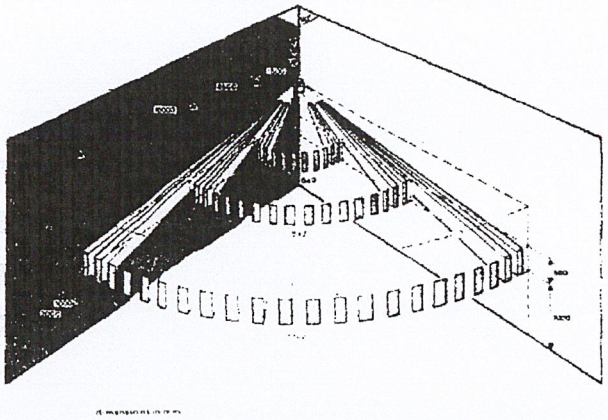
ในตัวคนหรือสัตว์จะมีพลังงานความร้อนแผ่ออกมาในปริมาณที่แน่นอนอยู่จำนวนหนึ่งแต่เมื่อเกิดการเคลื่อนที่จะเป็นเหตุให้อุณหภูมิในบริเวณนั้นเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งคลื่นรังสีความร้อนที่แผ่กระจายออกมาจะครอบคลุมแถบความถี่ในย่านคลื่นแสงและคลื่นวิทยุประมาณ 0.74 – 300 ไมโครเมตร ซึ่งปกติเราเรียกแถบความถี่นี้ว่า แถบอินฟราเรด (infrared region) พลังงานที่แผ่ออกมาจะถูกตรวจจับด้วยตัวตรวจจับที่เรียกว่า ไพโรอิเล็กทริก (pyroelectric) โดยมีเลนส์กรองแสงเฟรชนอลเลนส์ (fresnel lens) เป็นตัวช่วยตัดแสงที่ไม่ต้องการออก และยอมให้แสงในย่านที่ตามองไม่เห็น (ย่านอินฟราเรด) ผ่านไปได้ ทั้งยังเป็นตัวกำหนดรัศมีของการตรวจจับให้ได้ความไวสูงขึ้นอีกด้วย

2.3.1 เฟรชนอลเลนส์

เฟรชนอลเลนส์ ประกอบด้วยเลนส์ขนาดเล็ก ๆ หลายชุดวางเรียงกันไปซึ่งจะให้ความยาวโฟกัสที่สั้นมาก ในการใช้งานพื้นที่ที่ถูกตรวจจับจะถูกแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ตามจำนวนเลนส์ที่ประกอบเข้าด้วยกัน เมื่อจำนวนเลนส์เพิ่มมากขึ้นก็จะทำให้สามารถตรวจจับครอบคลุมพื้นที่ได้กว้างขึ้นดังแสดงในภาพที่ 2.20

เมื่อมีคนหรือสัตว์เคลื่อนที่ผ่านจากพื้นที่ส่วนหนึ่งไปยังอีกส่วนหนึ่ง ซึ่งอยู่ในรัศมีของเฟรชนอลเลนส์ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงในทางอุณหภูมิโดยมีเลนส์ทำหน้าที่เป็นตัวรวมแสงหรือพลังงานความร้อนที่แผ่ออกมานี้ไปยังจุดโฟกัส ซึ่ง ณ. จุดนี้เป็นตำแหน่งที่เราได้ติดตั้งตัวรับแสงคือไพโรอิเล็กทริกไว้แล้วซึ่งมันจะรับรู้การเปลี่ยนแปลงและผลิตสัญญาณป้อนเข้าวงจรกำเนิดสัญญาณเตือนภัยอีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.20 พื้นที่ตรวจจับแบ่งออกเป็นส่วน ๆ ตามจำนวนของเลนส์

2.3.2 ส่วนประกอบภายในตัวไพโรอิเล็กทริก

ไพโรอิเล็กทริกนับได้ว่าเป็นหัวใจของปริญญานิพนธ์นี้เลยทีเดียว เนื่องจากถูกออกแบบให้มีความสามารถที่จะรับรู้ได้ว่ามีคนหรือสัตว์เข้ามาใกล้ตัวมันซึ่งอาศัยหลักการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยการเปลี่ยนแปลงของรังสีอินฟราเรดที่แผ่ออกมาเนื่องจากการเคลื่อนไหวของคนหรือสัตว์ในรัศมีที่มันสามารถจะรับรู้ได้

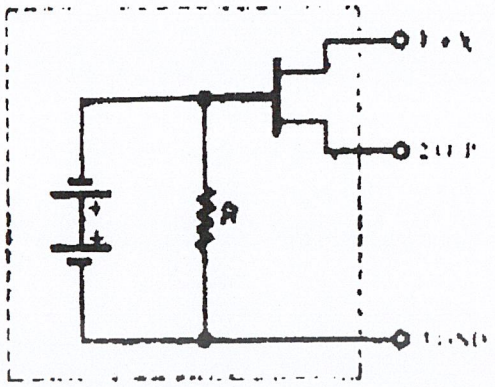
โครงสร้างภายในของตัวตรวจจับแบบไพโรอิเล็กทริกมีส่วนประกอบที่สำคัญ ๆ คือ

1. ตัวไวแสงที่ทำจากผลึกของลิเทียมซัลเฟต 2 ชุด
2. เฟ็ต 1 ตัว ประกอบเข้าด้วยกันภายในตัวถังแบบ TO-5

ชิ้นส่วนของผลึกแร่แต่ละตัวจะมีขนาดประมาณ 2 x 1 มม. ต่ออนุกรมกันอยู่แต่ต่อกลับขั้วกันซึ่งจากคุณสมบัติของผลึกชนิดนี้ เมื่อมันถูกทำให้ร้อนจะเกิดประจุไฟฟ้าที่ผิวของทั้ง 2 ด้านที่อยู่ตรงข้ามกัน ดังนั้นเมื่อมีสัญญาณใด ๆ (ต้องเป็นสัญญาณที่มันตอบสนองได้โดยขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะของตัวมัน) มาตกกระทบตัวมันเข้าอย่างต่อเนื่อง เป็นเหตุให้สัญญาณลบและบวกถูกผลิตขึ้น ซึ่งสัญญาณที่ถูกผลิตขึ้นนี้จะเกิดการเปลี่ยนแปลงเป็นช่วงกว้างมากจากยอดถึงยอดของสัญญาณ แต่เนื่องจากผลึกทั้ง 2 ต่อกลับขั้วกันอยู่จึงทำให้ผลรวมของทั้ง 2 สัญญาณหักล้างกันหมดไป ลักษณะดังกล่าวนับเป็นผลดีอย่างมากในอันที่จะป้องกันการทำงานในสภาวะที่เราไม่ต้องการ เช่น

- แสงรบกวนจากภายนอก เช่น แสงแดดซึ่งจัดเป็นแสงที่ต่อเนื่อง
- การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเนื่องจากสภาวะแวดล้อมซึ่งโดยปกติไม่ได้เปลี่ยนในทันทีทันใด
- การเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการสั่นสะเทือน ที่ไม่ได้เกิดจากคนหรือสัตว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.21 สัญลักษณ์ภายในตัวไพโรอิเล็กตริก



ภาพที่ 2.22 รูปร่างของไพโรอิเล็กทริก

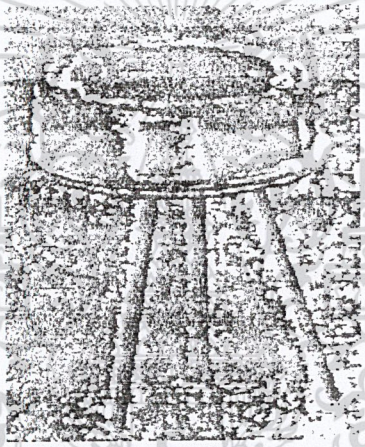
ในภาพที่ 2.21 เป็นสัญลักษณ์ภายในตัวไพโรอิเล็กทริก โดยใช้สัญลักษณ์ของคาปาซิเตอร์ 2 ตัวต่อกลับขั้วกันอยู่เอาต์พุตของผลึกทั้ง 2 ชุดต่อเข้ากับเฟ็ตชนิดเอ็น – แชนแนล (n-channel) และอุปกรณ์ประเภทไม่เป็นเชิงเส้น (non-linear) ให้แรงขึ้น โดยมีคุณสมบัติทางด้านของสัญญาณรบกวนต่ำความต้านทานขาเข้าสูง

ในภาพที่ 2.22 เป็นรูปร่างของตัวไพโรอิเล็กทริกบรรจุอยู่ในตัวถังแบบ TO-5 โดยมีช่องเพื่อให้ลำแสงอินฟราเรดผ่านเข้าไปได้ เมื่อใดก็ตามที่สัญญาณที่ผ่านเข้าไปตกกระทบยังตัวคริสตอลทั้ง 2 ตัว เป็นสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงแบบไม่ต่อเนื่องและไม่สม่ำเสมอ จะเป็นเหตุให้เกิดค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างเกิดขึ้นระหว่างผลึกทั้ง 2 ชิ้น ทำให้ได้สัญญาณจำนวนหนึ่งมาขยายให้แรงขึ้นและป้อนเข้าวงจรเตือนภัยที่ถูกออกแบบขึ้นโดยเฉพาะ

ในระบบความปลอดภัยของโรงงานได้ให้ความสนใจ และความสำคัญกับตัวตรวจจับแบบพาสซีฟอินฟราเรด (passive infrared) เพื่อที่จะนำมาเสริมใช้กับระบบ อัลตร้าโซนิก และระบบไมโครเวฟที่มีอยู่แล้ว และทางบริษัทฟิลลิปส์ได้แนะนำอุปกรณ์ตรวจจับอินฟราเรดที่ทำงานได้ในอุณหภูมิห้องและราคายังถูก คือเบอร์ RPV86 ถึงเบอร์ RPV89 ตัวตรวจจับแต่ละตัวประกอบด้วยตัวที่มีความไวต่อสัญญาณอินฟราเรด ตัวแมตชิ่งอิมพีแดนซ์ที่มีสัญญาณรบกวนต่ำและช่องที่จะรับแสงอินฟราเรดผ่านเข้าไปกระทบอุปกรณ์ภายใน ซึ่งทั้งหมดบรรจุอยู่ในตัวถังแบบ TO-5 หรือ SOT-49/D



ภาพที่ 2.23 ไพโรอิเล็กทริกตัวถังแบบ SOT – 49 / D

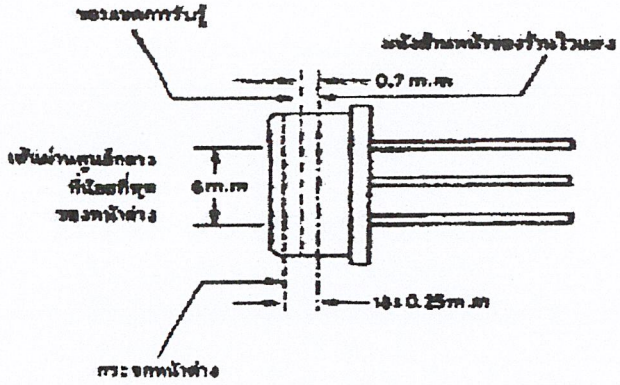
อุปกรณ์ที่มีความไวต่อแสงอินฟราเรดนี้ประกอบด้วยแผ่นเซรามิก ซึ่งมีอิเล็กโทรดที่เป็นโลหะวางประกบทั้ง 2 ข้าง โดยตัวไพโรอิเล็กทริกซึ่งเป็นแบบชนิดแผ่นเซรามิกจะให้กำเนิดสัญญาณไฟฟ้าที่อิเล็กโทรดเมื่อมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลง

2.3.3 ลักษณะของตัวไพโรอิเล็กทริก

ตัวไพโรอิเล็กทริกบรรจุอยู่ในตัวถังแบบ TO-5 หรือ SOT-49/D ซึ่งมีช่องให้แสงผ่านได้ ดังแสดงในภาพที่ 2.24 โดยจะมีช่องให้แสงผ่านได้ มีอยู่ 2 ชนิดคือ

- แบบซิลิกอน (silicon) ที่ยอมให้แสงผ่านในย่านความยาวคลื่น 1 μm ถึง 15 μm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



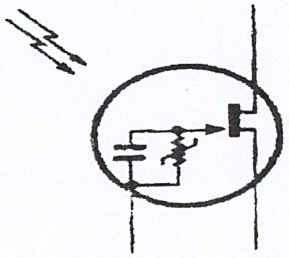
ภาพที่ 2.24 ตำแหน่งโดยละเอียดของชิ้นส่วนภายใน

- แบบเดย์ไลต์ฟิลเตอร์ (daylightfilter) ตอบสนองต่อแสงที่มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 6.5 μm ถึงมากกว่า 14 μm (เพื่อไม่ให้อุปกรณ์มีผลต่อแสงจากดวงอาทิตย์) จุดที่น่าสนใจในทางปฏิบัติคือ เนื่องจากอุปกรณ์ที่เป็นช่องให้แสงผ่านนี้มีค่าสัมประสิทธิ์ในการหักเหสูง ดังนั้นการวางตำแหน่งของตัวไวแสง (senitive element) ควรมีระยะห่างจากแผ่นช่องให้แสงเข้า 0.7 mm. และขนาดของตัวไวแสงมี 2 ขนาดคือ 2x2 mm. หรือ 2x1 mm

ในทางไฟฟ้านั้น ตัวตรวจจับประกอบด้วย

- ตัวเก็บประจุ (ตัวไวแสง)
- เอ็นแชนแนลเฟ็ต (n-channel Fet)
- วงจรนอนลิเนียร์ (NON-linear)

ส่วนประกอบทั้งหมดแสดงในภาพที่ 2.25 ส่วนภาพที่ 2.26 เป็นลักษณะจริง ๆ ภายในวงจรนอนลิเนียร์มีประโยชน์อย่างมากในตัวตรวจจับ ซึ่งมันใช้ป้องกันขาเกทของเฟ็ต (ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวงจรแมตชิ่งอิมพีแดนซ์) ที่อาจจะเสียหายได้เนื่องจากแรงดันไฟลบที่เกินมาก ๆ และยังทำหน้าที่จำกัดแรงดันของตัวไพโรอิเล็กทริกจากการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิรอบ ๆ ตัวของมันซึ่งจะทำให้เกิดการโอเวอร์โหลดของวงจรปรีแอมป์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.25 สัญลักษณ์ของไพโรอิเล็กทริก

2.3.4 เซรามิก สารที่นำมาทำเป็นตัวไวแสง

ไพโรอิเล็กทริกแบบที่ประกอบด้วยแผ่นเซรามิก ซึ่งทำการวิจัยค้นคว้าได้ที่ห้องทดลองของบริษัทฟิลลิปส์ แผ่นเซรามิกที่มีชื่อว่า ลีนไซโคเนต ไตตาเนต (lean zirconate titanate) ถูกผ่านกรรมวิธีโด๊ปในขนาดที่เพียงพอจนทำให้มีคุณสมบัติในการทำเป็นตัวตรวจจับสัญญาณอินฟราเรด ซึ่งตัวตรวจจับนี้จะไม่มีความไวต่อน้ำและอื่น ๆ ดังนั้นมันสามารถจับต้องได้เหมือนกับอุปกรณ์พวกเซมิคอนดักเตอร์ที่ใช้ในโรงงานทั่ว ๆ ไป วัสดุชนิดนี้มีอุณหภูมิคูรี่สูงมาก และสามารถทำงานได้กับอุณหภูมิถึง 100 C ยิ่งไปกว่านั้นมันยังมีผลตอบสนองได้ดีต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเพียงเล็กน้อย

อุณหภูมิคูรี่ คือ อุณหภูมิที่ทำให้คุณสมบัติการเป็นแม่เหล็กของเนื้อสารเปลี่ยนจากสภาพเฟอร์โรแมกเนติก (ferromagnetic) ไปเป็นพาราแมกเนติก (paramagnetic) ซึ่งปกติแล้วจะต่ำกว่าจุดหลอมละลายของสารนั้น ๆ

สารเฟอร์โรแมกเนติก เป็นสารที่โมเลกุลมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กอยู่แล้วและเมื่อได้รับสนามแม่เหล็กจากภายนอกมากระทำกับสนามแม่เหล็กภายใน เนื่องจากไดโพลแม่เหล็กภายในเนื้อสารจะเสริมกับสนามแม่เหล็กภายนอกทำให้สนามแม่เหล็กรวมภายในมีขนาดความเข้มสูงกว่าสนามแม่เหล็กภายนอกหลายเท่า และเมื่อสนามแม่เหล็กภายนอกถูกแยกออกไปแล้วสนามแม่เหล็กภายในก็จะยังมีความเข้มเหลือค้างอยู่บ้าง



ภาพที่ 2.26 รูปทรงภายในตัวจริง

สารพาราแมกเนติก สารชนิดนี้มีคุณสมบัติของแม่เหล็กถาวรอย่างอ่อน แต่จะไม่แสดงตัวเป็นแม่เหล็ก ถ้าไม่มีสนามแม่เหล็กจากภายนอกมากระทำ ไดโพลแม่เหล็กในเนื้อสารนี้จะทำให้สนามแม่เหล็กภายในเสริมกับสนามแม่เหล็กภายนอกเล็กน้อย ทำให้ขนาดความเข้มผลรวมของสารแม่เหล็กภายในเนื้อสารสูงกว่าภายนอกไม่มากนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
สเต็ปมอเตอร์

3.1 กล่าวนำ

สเต็ปมอเตอร์ คืออุปกรณ์ที่เคลื่อนที่เป็นสเต็ปโดยการกระตุ้นด้วยวิธีการทางแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งเปลี่ยนสัญญาณดิจิตอลทางอินพุตซึ่งปั่นพัลส์ไปเป็นการเคลื่อนที่แบบอนาล็อกที่เอาต์พุต สเต็ปมอเตอร์บางครั้งถูกเรียกว่า สเต็ปปิ้งมอเตอร์หรือ สเต็ปเปอร์มอเตอร์ ที่ได้สมญานามเช่นนี้ก็เพราะว่า มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ซึ่งเคลื่อนที่เมื่อถูกกระตุ้นโดยโวลท์เตจหรือกระแส ซึ่งโดยมากจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรงเอาต์พุตของสเต็ปมอเตอร์จะมีจำนวนเท่ากับจำนวนของคำสั่งอินพุตซึ่งมีลักษณะเป็นพัลส์ โดยเมื่อป้อนกระแสให้กับสเต็ปมอเตอร์แล้วสเต็ปมอเตอร์จะมีการเคลื่อนที่เพิ่มขึ้น 1 สเต็ป

สเต็ปมอเตอร์มีมาประมาณ 40 กว่าปีแล้ว สมัยก่อนการใช้งานสเต็ปมอเตอร์ยังไม่ค่อยนิยมเพราะมีประสิทธิภาพต่ำสู้เอซีมอเตอร์และดีซีมอเตอร์ไม่ได้ แต่เมื่อไม่นานมานี้ได้มีการนำดิจิตอลคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้จึงได้เปลี่ยนรูปแบบการควบคุมสเต็ปมอเตอร์ใหม่ โดยใช้การควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งจะช่วยให้ใช้งานสเต็ปมอเตอร์ได้สะดวกขึ้นและมีประโยชน์ในการใช้สอยมากขึ้น ในปัจจุบันนี้สเต็ปมอเตอร์ได้ถูกนำมาใช้ในงานเป็นอุปกรณ์ที่ใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ เช่น ปริ้นเตอร์ดิสค์ไดรว์ และนอกจากนี้ยังถูกใช้เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมเชิงเลข การควบคุมกระบวนการ และการควบคุมอุปกรณ์ทางเครื่องมือกล เป็นต้น

การควบคุมการทำงานของสเต็ปมอเตอร์โดยทั่วไปใช้วงจรขับสเต็ปซึ่งให้สเต็ปมอเตอร์ตอบสนองต่อสัญญาณพัลซ์ทำให้เกิดการออสซิลเลทระหว่างสเต็ปของการเคลื่อนที่ ทำให้สเต็ปมอเตอร์สั่นระหว่างใช้งาน การแก้ปัญหาดังกล่าวกระทำได้ด้วยวิธีการแด้มพ์ (DAMPING METHOD) ของสเต็ปมอเตอร์ ซึ่งวิธีนี้เป็นการแก้ปัญหาตามลักษณะเฉพาะของมอเตอร์แต่ละตัว

3.2 ทฤษฎีพื้นฐานและหลักการการทำงานของสเต็ปมอเตอร์

อีกแนวทางหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหาของการติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์กับมอเตอร์ ก็คือ การใช้มอเตอร์ที่ง่ายต่อการควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ สเต็ปมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่เหมาะกับงานเช่นนี้มาก เพราะมันสามารถควบคุมให้หมุนได้โดยใช้สภาวะเพียง 2 สถานะ (NO – OFF) ซึ่งสัญญาณที่ว่านี้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถสร้างขึ้นได้ง่าย

สเต็ปมอเตอร์มีขดลวดอยู่หลายขด โดยที่แต่ละขดจะทำการควบคุมการจ่ายกระแสโดยสัญญาณ NO- OFF ทำให้สามารถควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ได้ตราบใดเท่าที่ยังไม่เกิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเกินกำลัง (OVERLOAD) ตราบนั้นมันยังคงรักษาตำแหน่งเดิมจนกระทั่งมีการกระตุ้นการจ่ายกระแสอีกครั้ง และเนื่องจากสเต็ปมอเตอร์สามารถควบคุมตำแหน่งได้โดยการส่งสัญญาณกระตุ้นทำให้ไม่จำเป็นต้องใช้ตัววัดตำแหน่ง (ENCODER) ในการทำงานข้อเสียของสเต็ปมอเตอร์คือ มันมีข้อจำกัดด้านความเร็วเมื่อเปรียบเทียบกับ DC SERVO MOTOR ที่มีขนาดเท่ากันและยังมีการสั่นสะเทือน (VIBRATION) สูงทำให้การเคลื่อนที่เป็นไปแบบไม่ราบเรียบ

3.2.1 หลักการทำงานของสเต็ปมอเตอร์

สเต็ปมอเตอร์สามารถแบ่งโครงสร้างทางกายภาพออกเป็น 2 ส่วนคือสเตเตอร์ (STATOR) และโรเตอร์ (ROTOR) ตัวสเตเตอร์เป็นส่วนที่อยู่กับที่ประกอบด้วย ขดลวดทองแดงซึ่งพันอยู่รอบแกนเหล็กเพื่อสร้างสนามแม่เหล็กเมื่อมีการจ่ายกระแสผ่านขดลวด ส่วนโรเตอร์เป็นส่วนที่เคลื่อนที่ได้มีลักษณะเป็นแท่งเหล็กทรงกลมและที่ผิวรอบนอกมีลักษณะเป็นซี่ฟันซึ่งทำจากแม่เหล็กถาวร

เมื่อยังไม่มีการจ่ายกระแสให้กับขดลวดของมอเตอร์ ซี่ฟันอันใดอันหนึ่งของโรเตอร์จะอยู่ในตำแหน่งที่ตรงกันกับซี่ฟันอันใดอันหนึ่งของสเตเตอร์ ทั้งนี้เป็นเพราะแม่เหล็กถาวรของตัวมอเตอร์ที่ตัวของโรเตอร์พยายามที่จะทำให้ความต้านทานทางแม่เหล็กไฟฟ้า (RELUCTANCE) มีค่าน้อยที่สุด ซึ่งจุดที่ซี่ฟันของตัวโรเตอร์และสเตเตอร์ตรงกันนั้นมีค่าความต้านทานทางแม่เหล็กไฟฟ้าน้อยที่สุด ทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้ามากที่สุด และจากรูปเส้นแรงแม่เหล็กไฟฟ้าจะทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กเหนือและใต้ขึ้นมา 2 คู่ ทั้งที่ตัวสเตเตอร์และตัวโรเตอร์ค่าทอร์คที่ทำให้ตัวของโรเตอร์สามารถยึดติดอยู่ในตำแหน่งดังกล่าวนี้เรียกว่า ดีเท็นท์ทอร์ค (DETENT TORQUE) หมายความว่า การที่จะทำให้มอเตอร์เคลื่อนที่ในขณะที่ไม่ได้จ่ายกระแสให้กับขดลวดของมอเตอร์จะต้องออกแรงมากกว่าค่าของดีเท็นทอร์ค จึงจะทำให้โรเตอร์เริ่มหมุนได้

เมื่อจ่ายกระแสให้กับขดลวดที่อยู่ในสเตเตอร์คู่ใดคู่หนึ่ง จะทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กเหนือและขั้วแม่เหล็กใต้ที่ซี่ฟันของตัวสเตเตอร์ ซึ่งจะดึงดูดซี่ฟันของตัวโรเตอร์ที่มีขั้วแม่เหล็กที่มีศักย์ต่างกันที่อยู่ใกล้ที่สุดเข้าไว้ ตำแหน่งนี้เรียกว่าสเตเบิ้ลโพลซิชั่น (STABLE POSITION) ของโรเตอร์จะมีจำนวนเท่ากับจำนวนซี่ฟันของโรเตอร์ และแรงที่จะทำให้โรเตอร์เปลี่ยนตำแหน่งไปจากตำแหน่งสเตเบิ้ลโพลซิชั่นนี้เรียกว่า โฮลดิ้ง ทอร์ค (HOLDING TORQUE) เมื่อสับเปลี่ยนการจ่ายกระแสให้แก่ขดลวด จากขดหนึ่งไปยังอีกขดหนึ่งเนื่องจากขดลวดวางอยู่ในตำแหน่งที่ต่างกัน ก็จะทำให้ตัวสเตเตอร์ดึงดูดซี่ฟันของตัวโรเตอร์อีกซี่หนึ่งที่ใกล้ที่สุดเข้าไว้ ซึ่งจะทำให้ตัวโรเตอร์เคลื่อนที่ไป 1 สเต็ปหรือ 30 องศาจากนั้นก็เปลี่ยนไปจ่ายกระแสให้กับขดลวดชุดแรก โดยในคราวนี้เปลี่ยนทิศทางการไหลของกระแสให้ตรงกันข้ามกับครั้งแรก ซึ่งทำให้ตัวโรเตอร์เคลื่อนที่ไปอีก 1 สเต็ป (เคลื่อนที่ไป 30 องศา) หลังจากนั้นก็ไปจ่ายกระแสให้กับขดลวดชุดที่สอง โดยกลับทิศทางของกระแสที่ป้อนให้อีกเช่นกัน ทำให้โรเตอร์หมุนไป 90 องศา ถ้าหากเราต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนที่หนึ่งรอบ เราต้องทำการกระตุ้นให้มอเตอร์เคลื่อนที่ไปจนครบ 12 สเต็ป และถ้าต้องการให้โรเตอร์หมุนไปอีกทิศทางหนึ่งก็ทำการสลับลำดับการจ่ายกระแส ตามลำดับ

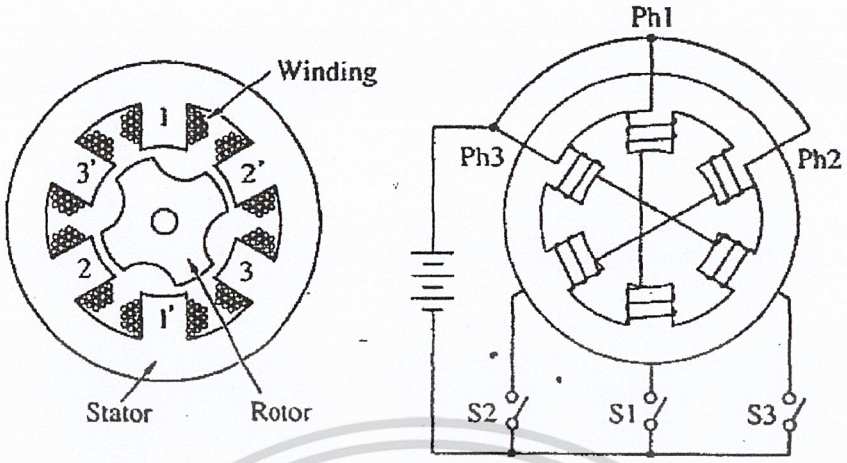
ถ้าจ่ายกระแสให้แก่ขดลวดทั้งสองพร้อม ๆ กัน ซี่ฟันของโรเตอร์จะอยู่ ณ ตำแหน่งระหว่างซี่ฟันของสเตเตอร์ เพราะฉะนั้นการจ่ายกระแสให้แก่มอเตอร์แบบนี้จะให้ทอร์คมากกว่าแบบที่จ่ายกระแสในเวลาขณะใดขณะหนึ่งเพียงขดเดียว การป้อนกระแสให้กับขดลวดแต่ละขดเพื่อให้สเต็ปมอเตอร์เคลื่อนที่ถ้าในตอนแรกจ่ายกระแสให้กับขดลวดเพียงขดเดียวแล้วสเต็ปต่อไปจะจ่ายกระแสให้กับขดลวดพร้อม ๆ กันสองขดลวด ทำอย่างนี้สลับกันไปจะทำให้โรเตอร์เคลื่อนที่ไปสเต็ปละ 15 องศา และในการขับเคลื่อนแบบนี้จะทำให้สเต็ปต่อรอบ (STEP/REV) เพิ่มขึ้นเป็นเท่าตัว การขับสเต็ปมอเตอร์แบบนี้เรียกว่า การขับแบบครึ่งสเต็ป (HALF STEPPING) ซึ่งนิยมใช้กันในงานอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก แม้บางครั้งจะให้ทอร์คน้อยกว่าแต่มีข้อดีกว่าการขับแบบเต็มสเต็ป (FULL STEPPING) ก็คือการเคลื่อนที่เป็นไปอย่างราบเรียบ (ที่ความเร็วไม่สูงมากนัก) อีกทั้งมีความแม่นยำสูงและการสั่นสะเทือนน้อยกว่า

3.2.2 ชนิดของสเต็ปมอเตอร์

สเต็ปมอเตอร์สามารถแบ่งได้หลายชนิดตามลักษณะโครงสร้างและการใช้งานดังต่อไปนี้

3.2.2.1 สเต็ปมอเตอร์ชนิดปรับค่ารีลัคแตนซ์ได้ สเต็ปมอเตอร์ชนิดนี้สามารถปรับค่ารีลัคแตนซ์ได้ซึ่งภาพที่ 3.1 แสดงภาพตัดขวางของสเต็ปมอเตอร์แบบ 3 เฟส โดยที่สเตเตอร์มีฟันทั้งหมด 6 ซี่ และซี่ที่อยู่ตรงข้ามกันหรือที่ทำมุม 180 องศาซึ่งกันและกันจะเป็นเฟสเดียวกัน ขดลวดที่พันอยู่ที่ฟันของสเตเตอร์ในแต่ละเฟสจะต่ออนุกรมหรือขนานก็ได้ จากภาพที่ 3.1 เป็นการต่อแบบอนุกรมส่วนโรเตอร์นั้นมีฟัน 4 ซี่ ทั้งโรเตอร์และสเตเตอร์ทำมาจากโลหะซิลิกอนซึ่งมีสภาพซึมซับทางแม่เหล็กสูง และยอมให้สนามแม่เหล็กจำนวนมากไหลผ่านได้ฟันของสเตเตอร์ในเฟสเดียวกันจะมีขั้วต่างกัน โดยซี่ฟัน I, II, III เป็นขั้วเหนือและซี่ I′, II′, III′ เป็นขั้วใต้หลังจากถูกกระตุ้น

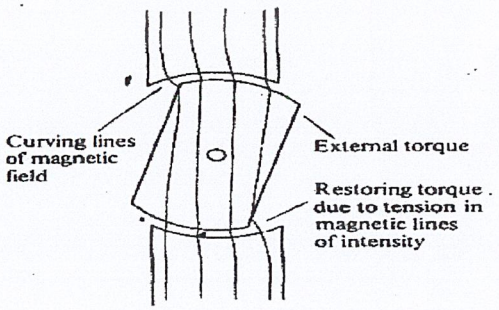
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แสดงภาพตัดขวางของสเต็ปมอเตอร์แบบ 3 เฟส

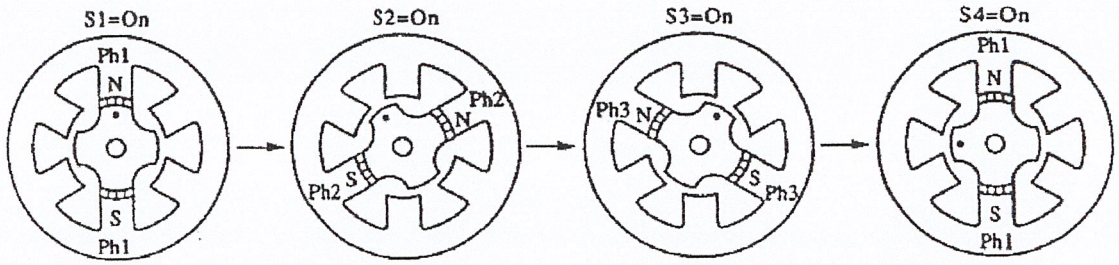


ภาพที่ 3.2 แสดงตำแหน่งสมดุลย์เมื่อเฟสใดเฟสหนึ่งของสเต็ปมอเตอร์ถูกกระตุ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.3 แสดงแรงภายนอกที่มีผลต่อเส้นแรงแม่เหล็ก



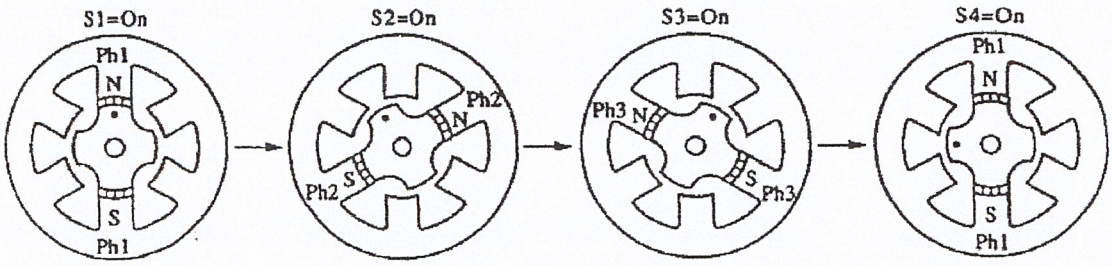
ภาพที่ 3.4 แสดงขั้นตอนการเคลื่อนที่ของโรเตอร์เมื่อสเต็ปมอเตอร์ถูกกระตุ้น

กระแสที่ไหลในแต่ละเฟสถูกควบคุมโดยสวิทต์ ปิด/เปิด ถ้าเฟส I ถูกกระตุ้นจะมีกระแสไหลและเกิดฟลักซ์แม่เหล็กดังแสดงในภาพที่ 3.2 แกนโรเตอร์จะอยู่ตำแหน่งเดียวกับซี่ I และ I′ ทำให้ทั้งโรเตอร์และสเตเตอร์อยู่ในแนวเดียวกันกรณีนี้จะทำให้ค่ารีลัคแตนซ์มีค่าน้อยที่สุดซึ่งเป็นตำแหน่งที่สมดุลย์ ถ้าโรเตอร์ถูกกระทำจากแรงภายนอกจะทำให้เปลี่ยนตำแหน่ง ดังภาพที่ 3.3 แรงบิดกระทำกับโรเตอร์ในทิศตามเข็มนาฬิกาทำให้ตำแหน่งเปลี่ยนไปมีผลทำให้เส้นแรงแม่เหล็กเคลื่อนที่จากซี่ของโรเตอร์และสเตเตอร์ เมื่อโรเตอร์และสเตเตอร์ไม่ได้อยู่ในแนวเดียวกันแล้วค่ารีลัคแตนซ์จะมีค่ามากจากนั้นสเต็ปมอเตอร์จะทำตัวให้มีค่ารีลัคแตนซ์น้อยที่สุด พอเฟส II ถูกกระตุ้นดังภาพที่ 3.4 โรเตอร์ถูกแรงภายนอกกระทำให้เคลื่อนที่ไป 30 องศา ในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาจากนั้นก็จะย้ายจากมุมที่เกิดการกระตุ้นแต่ละครั้งให้กลับไปยังตำแหน่งเดิมเรียกว่า สเต็ป คุณสมบัติที่ดีของสเต็ปมอเตอร์มีดังนี้

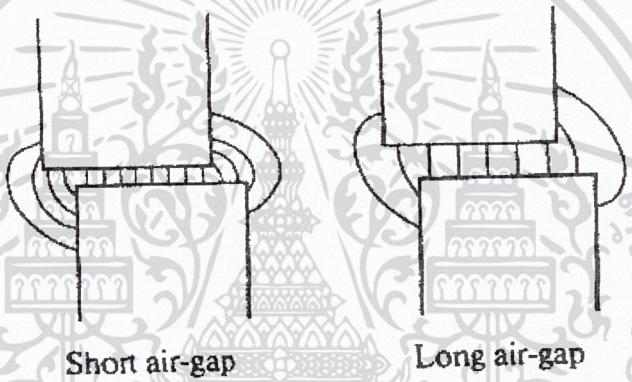
- ช่องว่าง (AIR GAP) ต้องมีขนาดเล็กที่สุด

ช่องว่างระหว่างฟันของโรเตอร์และสเตเตอร์ต้องเล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้ทอร์คที่เกิดขึ้นมีค่ามากและมีความแม่นยำทางตำแหน่งมากขึ้น ภาพที่ 3.6 แสดงถึงรูปแบบการเปรียบเทียบระหว่างช่องว่างที่กว้างและแคบในขณะที่แหล่งกำเนิดสนามแม่เหล็กแหล่งเดียวกันหรือมีระดับ ความรุนแรงเท่ากัน ช่องอากาศที่เล็กกว่าจะให้ทอร์คมากกว่าและทำให้เคลื่อนที่จากจุดสมดุลย์น้อยกว่าช่องว่างขนาดใหญ่เมื่อมีแรงบิดจากภายนอกมากระทำต่อโรเตอร์เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.5 แสดงขั้นตอนการเคลื่อนที่ของสเต็ปมอเตอร์

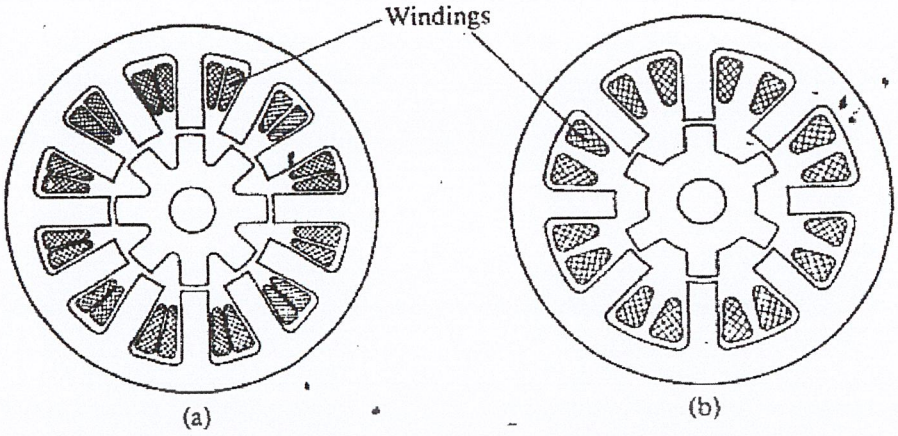


ภาพที่ 3.6 แสดงการเปรียบเทียบเส้นแรงแม่เหล็กระหว่างช่องว่างที่กว้างและแคบ

- มุมของการสเต็ปแคบ

คุณสมบัติอีกประการหนึ่งของสเตเตอร์ คือจะต้องมีมุมของการสเต็ปที่เล็กที่สุดเท่าที่จะให้เป็นไปได้มุมที่แสดงในภาพที่ 3.2 ยังไม่ถือว่าเป็นมุมที่เล็กแต่ในภาพที่ 3.7 (a) นั้นได้แสดงมอเตอร์ 3 เฟสซึ่งมีจำนวนฟันของโรเตอร์และสเตเตอร์เป็น 2 เท่าของภาพที่ 3.2 ส่วนภาพที่ 3.7 (b) แสดงมอเตอร์ 4 เฟสมุมของการสเต็ปทั้ง 2 โครงสร้างนี้เท่ากับ 15 องศา นอกจากนี้ยังมีบางชนิดที่มีมุมของการสเต็ป 7.5 องศา โดยฟันของโรเตอร์และสเตเตอร์มี 12 และ 16 ซี่ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.7 (a) แสดงมอเตอร์ 3 เฟส (b) แสดงมอเตอร์ 4 เฟส

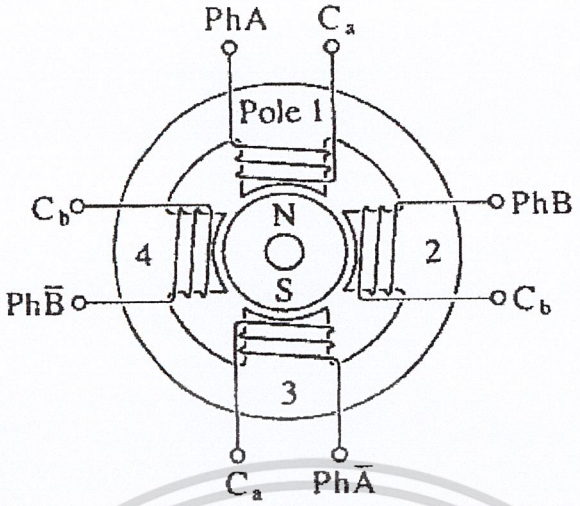
ความสัมพันธ์ของมุมในการสเต็ป θ_S มุมเฟส m จำนวนซี่ฟันของโรเตอร์ N_r จำนวนสเต็ป S แสดงดังสมการ

$$S = \frac{360}{\theta_S} = m \cdot N_r \tag{3.1}$$

เพื่อที่จะลดขนาดของมุมสเต็ปลงต้องเพิ่มจำนวนซี่ฟันของโรเตอร์โดยที่โครงสร้างของแต่ละขั้วของเฟสใดๆของสเตเตอร์จะมีหลายซี่ฟัน แต่ก็ไม่ใช่องค์ประกอบโดยตรงที่จะกำหนดมุมของ สเต็ปมอเตอร์

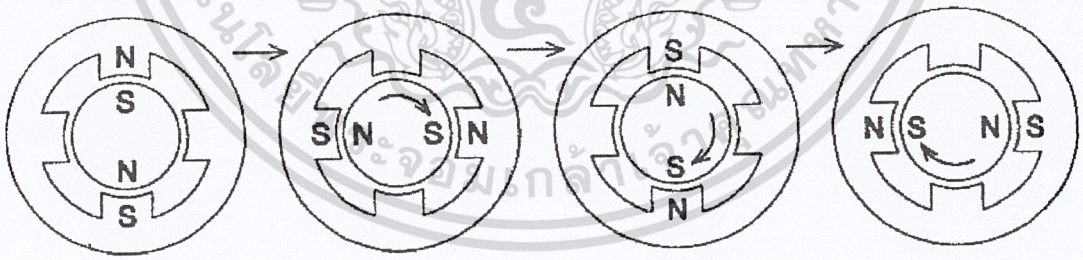
3.2.2.2 สเต็ปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร สเต็ปมอเตอร์ชนิดนี้ใช้แม่เหล็กถาวรเป็นโรเตอร์และมีซี่ฟันของสเตเตอร์ภายในถูกพันด้วยขดลวดสำหรับสร้างสนามแม่เหล็กเมื่อต้องการให้สเต็ปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรมีขนาดของสเต็ปเล็กลงจะต้องเพิ่มขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์และ จำนวนซี่ฟันของสเตเตอร์แต่มีขีดจำกัดในการเพิ่มจำนวนขั้วแม่เหล็กของโรเตอร์เนื่องจากการสร้างแม่เหล็กถาวรให้มีโครงสร้างโดยมีขั้วแม่เหล็กหลายขั้วนั้นทำได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.8 แสดงโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร

ตัวอย่างการทำงานของสเต็ปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร สมมติว่าสเต็ปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรขนาด 4 เฟส มีโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวรทรงกระบอกและสเตเตอร์มี 4 ซี่ฟันซึ่งรอบ ๆ พันด้วยขดลวด มีรูปแบบพื้นฐานของการทำงานคือ เมื่อสร้างสัญญาณกระตุ้นตามลำดับเฟสโรเตอร์จะหมุนไปตามทิศทางของการกระตุ้น ดังแสดงในภาพที่ 3.9

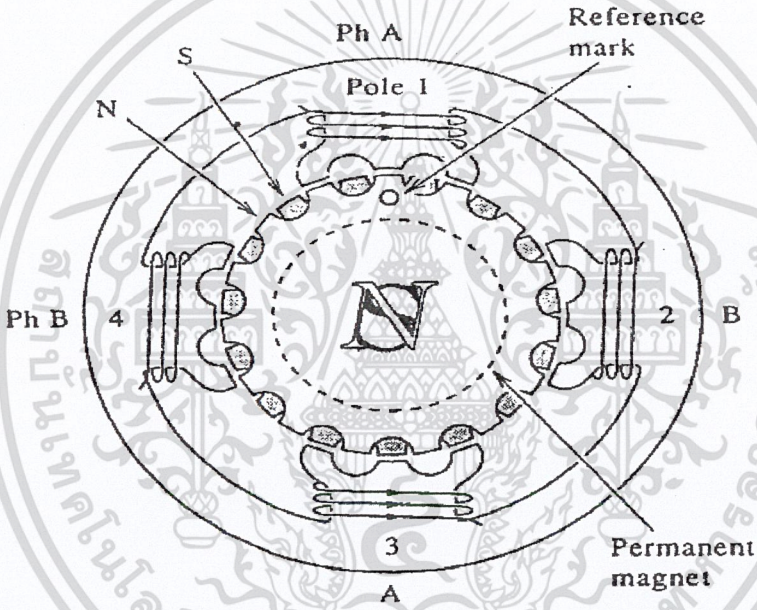


ภาพที่ 3.9 แสดงการทำงานของสเต็ปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรขนาด 4 เฟส

ข้อเสียของสเต็ปมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรคือ มีขนาดมุมสเต็ปใหญ่ทำให้ความละเอียดของสเต็ปต่อรอบน้อย เนื่องจากโครงสร้างของโรเตอร์เป็นแบบแม่เหล็กถาวรการสร้างแม่เหล็กถาวรให้มีขั้วหลายขั้วทำได้ยาก ทำให้ไม่สามารถสร้างสเต็ปขนาดเล็กได้ทำให้ค่าทอร์คที่ได้มีค่าต่อหน่วยต่อปริมาตรต่ำ ถ้าต้องการปรับประสิทธิภาพในเรื่องของทอร์ค แม่เหล็กถาวรที่ใช้ต้องทำจากสารแม่เหล็กที่มีความเป็นแม่เหล็กสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2.3 สเต็ปมอเตอร์แบบไฮบริดจ์ สเต็ปมอเตอร์ชนิดนี้มีแกนโรเตอร์เป็นแบบแม่เหล็กถาวร โดยมีการออกแบบให้มีการทำงานร่วมกันของมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรและมอเตอร์แบบปรับค่ารีลัคแตนซ์โดยทั่วไปไฮบริดจ์สเต็ปมอเตอร์นี้มีโครงสร้างของสเตเตอร์คล้ายกับโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์แบบปรับค่ารีลัคแตนซ์ได้ แต่ต่างกันที่การต่อขดลวดโดยที่แต่ละเฟสของสเต็ปมอเตอร์แบบปรับค่ารีลัคแตนซ์จะมีขดลวด 2 ขดแต่ละขดมีขั้วต่างกันแต่ไฮบริดจ์สเต็ปมอเตอร์ขดลวดทั้งสองจะพันอยู่ที่ขั้วเดียวกันเรียกว่า ไบโพลาร์ ซึ่งในการกระตุ้นแต่ละครั้งจะให้ขั้วที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 3.10 แสดงโครงสร้างของไฮบริดจ์สเต็ปมอเตอร์

3.2.2.4 คุณสมบัติที่สำคัญของไฮบริดจ์สเต็ปมอเตอร์ โครงสร้างของมอเตอร์จะมีแม่เหล็กถาวรอยู่ตรงกลางระหว่างเฟสทั้งสอง ทำให้การเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็กทำได้โดยใช้สนามแม่เหล็กซึ่งสร้างจากสเตเตอร์ซึ่งเป็นสนามแม่เหล็กแบบเฮทเทอโพลาร์ ดังนั้นทอร์คเกิดจากการทำงานร่วมกันของสนามแม่เหล็ก 2 ชนิดคือ สนามจากแม่เหล็กถาวรและสนามแม่เหล็กเหนี่ยวนำที่เกิดจากการกระตุ้นของขดลวดแต่ละขด โครงสร้างซี่ฟันของสเตเตอร์จะใหญ่กว่าซี่ฟันของโรเตอร์เล็กน้อยเพื่อเพิ่มความถูกต้องแม่นยำทางตำแหน่งของการเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของไฮบริดจ์สเต็ปมอเตอร์ที่แตกต่างจากสเต็ปมอเตอร์แบบแปรค่ารีลัคแตนซ์ได้คือแรงบิดที่เกิดขึ้นจากสนามแม่เหล็กจะไม่ขึ้นอยู่กับกระแสที่ไหลผ่านขดลวดเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของซี่ฟันด้วยซึ่งซี่ฟันถูกออกแบบเพื่อให้ได้โครงสร้างขนาดเล็กและใช้แม่เหล็กถาวรเป็นแกนกลางเพื่อลดผลของการออสซิลเลททางแมคคานิค

ข้อดีของไฮบริดจ์สเต็ปมอเตอร์คือ มีขนาดสเต็ปขนาดเล็ก มีความละเอียดของสเต็ปต่อรอบสูง มีค่าทอร์คสูงกว่าสเต็ปมอเตอร์แบบปรับค่ารีลัคแตนซ์ได้ แต่สเต็ปมอเตอร์แบบปรับค่ารีลัคแตนซ์ได้มีแรงเฉื่อยทางแมคคานิคน้อยกว่าไฮบริดจ์สเต็ปมอเตอร์

นอกจากสเต็ปมอเตอร์ทั้ง 3 ชนิดที่กล่าวมาแล้วยังมีสเต็ปมอเตอร์แบบอื่น ๆ ที่ไม่ได้กล่าวถึงอีกเช่น ลิเนียร์สเต็ปมอเตอร์ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่ได้รับการออกแบบให้มีการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้น อิเล็คโทรดไฮดรอลิคสเต็ปมอเตอร์ซึ่งเป็นสเต็ปมอเตอร์กำลังสูงที่ใช้งานอุตสาหกรรม เป็นต้น

3.3 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์

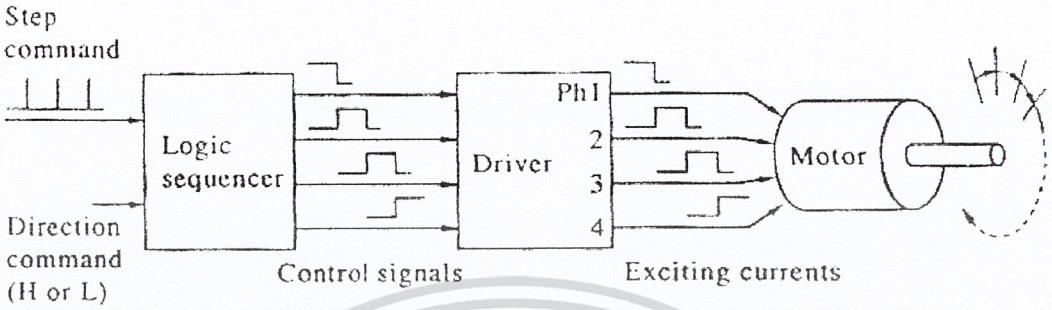
วงจรขับสเต็ปมอเตอร์ (STEPPER DRIVE) เป็นวงจรแปลงสัญญาณที่มีขนาดเล็ก ๆ (SMALL SIGNAL) จากระบบควบคุม (CONTROL SYSTEM) ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้าที่มีกำลังมากขึ้นเพื่อส่งมอบให้กับมอเตอร์ในการทำให้สเต็ปมอเตอร์เคลื่อนที่ มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่ให้ผลิตผลเป็นทอร์คและทอร์คนี้ได้ถูกสร้างโดยสนามแม่เหล็ก (MAGNETIC FIELD) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อมีการจ่ายกระแสให้กับขดลวดของสเต็ปมอเตอร์ทำให้เกิดแรงที่เรียกว่าแรงขับเคลื่อนแม่เหล็ก (MAGNETO MOTIVE FORCE หรือ M.M.F.)

3.3.1 ระบบขับ

ในภาพที่ 3.11 ได้แสดงถึงพื้นฐานของระบบขับสเต็ปมอเตอร์ ในภาพที่ 3.11 (a) แสดงถึงส่วนของลอจิกซีเควนเซอร์ (LOGIC SEQUENCER) ไดรเวอร์ (DRIVER) และระบบขับสเต็ปมอเตอร์ชนิด 4 เฟส (FOUR-PHASE STEPMOTOR) เมื่อมีสัญญาณสเต็ปพัลส์เข้ามาทางลอจิกซีเควนเซอร์ จะทำให้เกิดสัญญาณควบคุมออกจากลอจิกซีเควนเซอร์ในลักษณะต่างๆ กันดังภาพเพื่อทำให้ไดรเวอร์ทำการขยายสัญญาณและส่งไปควบคุมให้สเต็ปมอเตอร์หมุนไปตามทิศทางที่ต้องการ ทิศทางของการหมุนถูกกำหนดโดยสถานะของสัญญาณกำหนดทิศทาง (DIRECTION SIGNAL) เช่นถ้ามีสถานะที่เข้ามาเป็นสถานะสูง (HIGH LEVEL) ก็ให้หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เป็นต้น ในบางครั้งเมื่อมอเตอร์ต้องการจำนวนสเต็ปหลาย ๆ สเต็ปในการเคลื่อนที่จึงจำเป็นต้องมีอินพุตคอนโทรลเลอร์ (INPUT CONTROLLER) ในการจัดเตรียมสัญญาณที่เข้ามาให้เป็นสัญญาณที่ลอจิกซีเควนเซอร์สามารถทำให้มอเตอร์เคลื่อนที่ได้ ดังแสดงไว้ให้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 3.11 (b) แสดงให้เห็นว่าเมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามา 1 อินพุต ทำให้หน่วยอินพุตคอนโทรลเลอร์ทำการกำเนิดสัญญาณพัลส์จำนวน 4 พัลส์ให้กับลอจิกซีเควนเซอร์



(a) From logic sequencer to motor



(b) Input controller

ภาพที่ 3.11 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบขับสเต็ปมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบ การสร้างและการทำงาน

4.1 วงจรบันทึกเสียงระบบดิจิตอล

เมื่อพูดถึงไอซีบันทึกเสียงในตระกูล ISD10xx แล้ว เมื่อพิจารณาดูแล้วยังมีข้อเสียอยู่หลายประการ ดังนั้นจึงขอแนะนำอุปกรณ์บันทึกเสียงในตระกูลเดียวกันแต่เป็นตัวใหม่คือ ISD1416 และ ISD1420 แต่ในปริญญานิพนธ์นี้ในการบันทึกเสียงเลือกใช้ ISD 1420 ซึ่งไอซีเบอร์นี้สามารถบันทึกเสียงได้นานถึง 20 วินาที คุณสมบัติต่าง ๆ ของไอซีทั้งสองกลุ่มนี้มีความคล้ายคลึงกันหลายประการเกือบเรียกได้ว่าเหมือนกันแต่ ISD1420 ได้ปรับปรุงคุณสมบัติให้ดีขึ้นคือ มีวงจรสำหรับควบคุมการทำงานให้กลับสู่โหมดสแตนด์บาย หรือปิดตัวเองโดยอัตโนมัติเมื่อไม่มีการบันทึกหรือเล่นกลับเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานจากแบตเตอรี่ ซึ่งใน ISD 1016 และ ISD 1020 ไม่มีและ ISD 1420 ต้องการอุปกรณ์ต่อร่วมภายนอกน้อยมาก

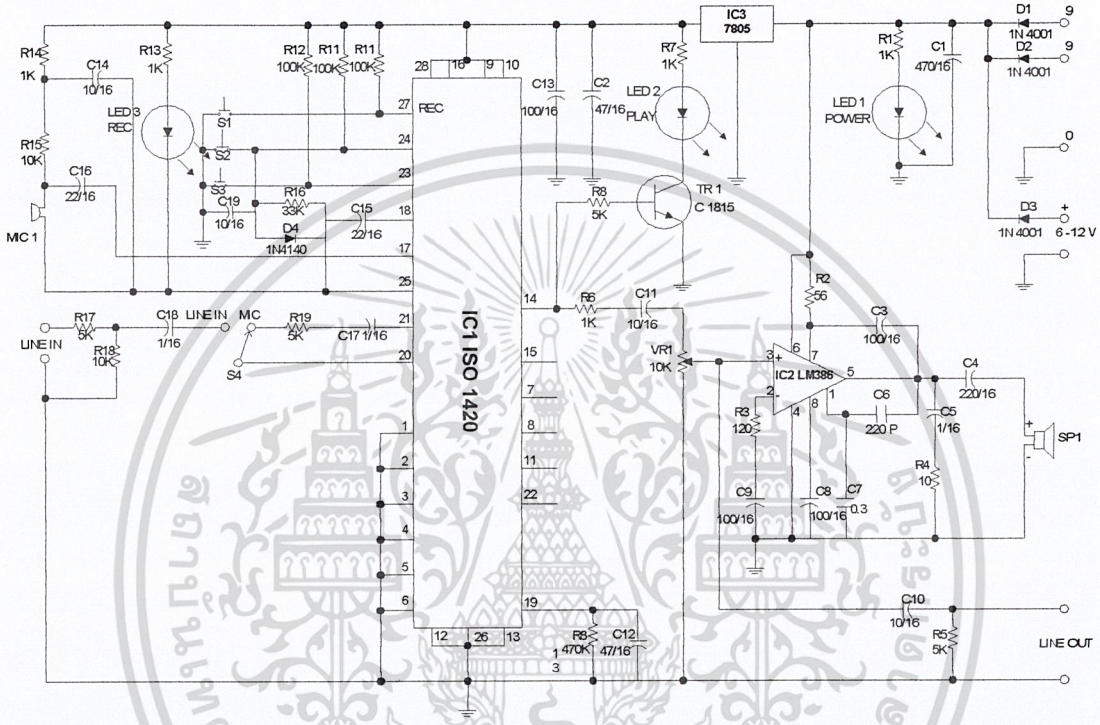
4.1.1 การทำงาน

วงจรสมบูรณ์ของวงจรบันทึกเสียงระบบดิจิตอลนี้แสดงในภาพที่ 4.1 เป็นวงจรที่ง่ายและใช้อุปกรณ์น้อยชิ้น การทำงานเริ่มต้นโดยเมื่อจ่ายไฟเลี้ยงจากแบตเตอรี่ 9 โวลต์ให้วงจร IC1 ก็พร้อมที่จะรับข้อมูลเพื่อทำการบันทึก โดยมีสวิตช์ S1 ถูกกดให้ต่อวงจรทำให้ขาที่ควบคุมการบันทึก REC มีสถานะเป็น “0” ในขณะนี้จะเกิดการบันทึกเสียงเข้าไปใน IC1 โดยทำการบันทึกผ่านทางไมค์คอนเดนเซอร์ ไมโครโฟน (MIC1) ทำหน้าที่รับสัญญาณเสียงโดย R14 และ R15 เป็นตัวจัดไบแอสให้กับไมค์ สัญญาณจะถูกคัปปลิ้งผ่าน C15 มาเข้าที่ขา 18 เพื่อทำการขยายสัญญาณให้แรงขึ้น สัญญาณที่ผ่านการขยายโดยวงจรปรีแอมป์จะออกมาทางขา 21 ซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอกเอาต์พุต และคัปปลิ้งผ่าน R19 และ C17 เข้าขา 20 ซึ่งจะเป็นวงจรขยายสัญญาณไอซีเช่นกัน สัญญาณที่ถูกขยายจะถูกบันทึกลงไว้ในหน่วยความจำภายในไอซีขาที่ 20 (RECLED) เป็นขาขับชุดแสดงสภาวะขณะทำการบันทึกซึ่งแสดงผลโดย LED3 โดยที่ขา 19 มีตัวต้านทาน R9 และ C12 จัดเป็นวงจรรักษาระดับสัญญาณการบันทึกให้คงที่หรือ AGC (Automatic gain control) เพื่อให้สัญญาณของการบันทึกมีความเหมาะสมเมื่อเล่นกลับสัญญาณจะได้ไม่เกิดความผิดเพี้ยน

เมื่อทำการบันทึกไปจนครบเวลาที่กำหนดไว้คือ 20 วินาที วงจรบันทึกจะหยุดทำงานทันที หากต้องการเล่นกลับก็ต้องควบคุมที่ขา 23 (PLAYL)ด้วยลอจิก “0” โดยการกดสวิตช์ S3 กระบวนการเล่นกลับก็จะทำงานขึ้นภายในตัวไอซีและสัญญาณเอาต์พุตออกมาทางขา 14 ถึงแม้ว่าเอาต์พุตนี้จะสามารถขับลำโพงเล็ก ๆ ได้โดยตรง แต่อาจจะมีระดับความดังของสัญญาณเสียงที่เบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เกินไปดังนั้นจึงต้องเพิ่มความดังของเสียงโดยการเพิ่มภาคขยายเสียงเข้าไป โดยสัญญาณเสียงจะถูกคัปปลิ้งผ่าน R6 และ C11 มาเข้าโวลุ่ม VR1 สัญญาณจะถูกส่งเข้าสู่ขา 3 ของ IC2 ซึ่งเป็นไอซีขยายเสียงที่รู้จักกันดี สัญญาณที่ผ่านการขยายแล้วจะออกมาทางขา 5 ของ IC2 ผ่าน C4 ขับออกสู่ลำโพง SP1 โดยมี C5 และ R4 ทำหน้าที่ชดเชยวงจรย่านความถี่สูงและยังสามารถป้องกันการเกิดออสซิสเลตทางเอาต์พุตของวงจรขยายอีกด้วย



ภาพที่ 4.1 วงจรบันทึกเสียงระบบดิจิตอล

แรงดันไฟเลี้ยงวงจรได้จากแบตเตอรี่ 9 โวลต์ ซึ่งแรงดันนี้สามารถจ่ายให้กับ IC2 ได้โดยตรงแต่สำหรับ IC1 ต้องการแรงดันไฟตรง + 5 โวลต์ จึงต้องเพิ่มชุดเรกูเลเตอร์ IC3 เพื่อทำการควบคุมแรงดันให้คงที่โดยมี D1 เป็นตัวป้องกันการต่อแรงดันแบตเตอรี่ผิดขั้ว

4.1.2 การต่อใช้งาน

- จุดต่อ +12V - เป็นจุดต่อไฟเข้า 12 โวลต์ ในกรณีที่ต่อจากถ่านแบตเตอรี่ หรือจากอแดปเตอร์ 12 โวลต์ก็ได้ จุดนี้สามารถจ่ายไฟได้ตั้งแต่ 6 – 12 โวลต์

- จุดต่อ +IN - เป็นจุดที่รับสัญญาณจากเทปจูนเนอร์หรือแหล่งอื่น ๆ เพื่อนำมาบันทึกเสียงเข้าในไอซี โดยความแรงของสัญญาณไม่ควรเกิน 1 โวลต์ ซึ่งในการบันทึกที่จุดนี้จะต้องเลื่อนสวิตช์ S4 มาทาง LINE IN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

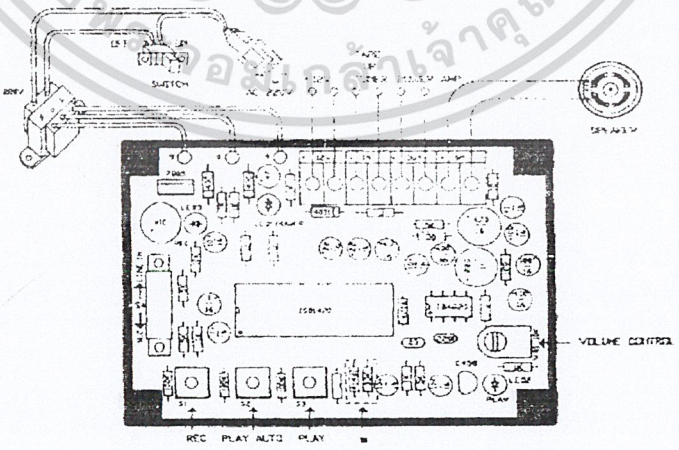
- จุด + OUT - เป็นจุดที่สัญญาณออกจากไอซีโดยตรง สัญญาณที่ออกจากไอซีโดยตรงมีความแรงของสัญญาณประมาณ 500 มิลลิโวลต์ สามารถนำไปต่อกับเครื่องขยายเสียงหรือนำไปเข้าเครื่องบันทึกเสียงอีกเครื่องก็ได้โดยต่อสัญญาณจากจุดนี้ไปเข้าจุด +IN- ของอีกเครื่องหนึ่ง

- จุด +SP- เป็นจุดต่อลำโพง โดยสามารถต่อลำโพงขนาดเล็กได้กำลังที่ออกที่จุดนี้ประมาณ 2 วัตต์ โดยสามารถปรับความแรงของเสียงได้ที่ VR1

- จุด 9, 0, 9 เป็นจุดต่อหม้อแปลงขนาด 300 มิลลิแอมป์ขึ้นไปถ้ามีไฟ 12 โวลต์ต่อที่จุด +12- แล้วจุดนี้ไม่จำเป็นต้องต่อ

4.1.3 การบันทึก

ในการบันทึกเมื่อจ่ายไฟเข้าวงจร LED 1 จะติดแสดงว่าวงจรพร้อมที่จะทำงาน สามารถเลือกสัญญาณเพื่อนำมาบันทึกได้ที่สวิตช์ S4 โดยถ้าเลื่อนสวิตช์ S4 มาทาง MIC แสดงว่าสัญญาณที่ทำการบันทึกจะรับมาจากไมค์คอนแดนเซอร์ แต่ถ้าเลื่อนสวิตช์ S4 มาทาง LINE IN แสดงว่าสัญญาณที่ทำการบันทึกจะรับมาจากจุด IN เมื่อเลื่อนสวิตช์ S4 ตามสัญญาณที่ต้องการบันทึกแล้วให้กดสวิตช์ S1 ค้างไว้ ตอนนี้ LED3 จะติดค้างแสดงว่าตอนนี้ไอซีกำลังทำการบันทึก เมื่อเรากดสวิตช์ S1 ค้างไว้เป็นเวลา 20 วินาที LED3 จะดับแม้เราจะกดสวิตช์ S1 ค้างไว้ก็ตามแสดงว่าไอซีได้ทำการบันทึกจนเต็มแล้ว ให้ปล่อยสวิตช์ S1 แต่ถ้าในตอนบันทึกเรากดสวิตช์ S1 เป็นเวลานาน 10 วินาทีแล้วปล่อย LED3 ก็จะติดค้างแค่ 10 วินาทีแล้วก็จะดับ แสดงว่าไอซีบันทึกข้อความไว้เป็นเวลา 10 วินาที ซึ่งตอนเล่นกลับไอซีจะอ่านข้อมูลมา 10 วินาทีเช่นกัน หากต้องการลบข้อมูลที่บันทึกไว้ให้กดสวิตช์ S1 แล้วปล่อย LED2 กับ LED3 จะกระพริบพร้อมกันแล้วกดสวิตช์ S3 ไอซีจะลบข้อมูลทั้งหมดที่บันทึกไว้



ภาพที่ 4.2 การต่อใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.4 การเล่นกลับ

การเล่นกลับจะมีสวิตช์เล่นกลับอยู่ 2 ตัวคือ S2 กับ S3 โดยเมื่อกดสวิตช์ S3 จะทำให้ไอซีทำการอ่านข้อมูลออกมา โดยจะต้องกดสวิตช์ค้างไว้ข้อมูลจึงจะถูกอ่านออกมาทั้งหมด แต่ถ้าอ่านข้อมูลแล้วปล่อยสวิตช์ S3 จะทำให้ไอซีหยุดอ่านข้อมูลแต่ถ้ากดสวิตช์ S3 อีกครั้ง ไอซีจะทำการอ่านข้อมูลอีกโดยจะเริ่มอ่านข้อมูลตั้งแต่ต้นใหม่ เมื่อกดสวิตช์ S2 จะทำให้ไอซีทำการอ่านข้อมูลในตัวของมันเอง และจะทำการเริ่มใหม่วนไปเรื่อย ๆ หากต้องการให้ไอซีหยุดอ่านข้อมูลให้กดสวิตช์ S3 แล้วปล่อย

LED จะมีอยู่ด้วยกัน 3 ตัวเพื่อแสดงผลตามตำแหน่งดังนี้

- LED 1 เป็น LED POWER เมื่อจ่ายไฟเข้าวงจร LED 1 จะต้องติด
- LED 2 เป็น LED ที่แสดงว่า IC กำลังทำการอ่านข้อมูล
- LED 3 เป็น LED ที่แสดงว่าตอนนี้ IC กำลังทำการบันทึก

4.1.5 การทดสอบ

1. ให้ต่อลำโพงเข้าที่จุด SP
2. ต่อไฟ 12 โวลต์เข้าที่ + 12 - โวลต์ LED 1 POWER จะต้องติด
3. เลื่อนสวิตช์ S4 ไปทาง MIC
4. กดสวิตช์ S1 ค้างไว้ LED3 REC จะติดทดลองพูดเสียงเข้าที่ไมค์
5. ปล่อยสวิตช์ S1 LED3 REC จะดับ
6. กดสวิตช์ S3 ค้างไว้ LED2 PLAY จะติดเสียงที่เราพูดในตอนบันทึกจะดังออกมาจนหมดแล้วเสียงก็จะหยุดพร้อม ๆ กับ LED2 จะดับ
7. ปล่อยสวิตช์ S3 แล้วกดสวิตช์ S2 แล้วปล่อย LED2 PLAY จะติด เสียงที่เราพูดในตอนบันทึกจะดังออกมาจนหมดและจะวนกลับไปเริ่มต้นใหม่ (ดังวน) ให้กดสวิตช์ S3 แล้วปล่อยเสียงที่บันทึกก็จะหายไป
8. เลื่อนสวิตช์ S4 มาทาง LINE IN ป้อนสัญญาณจากภายนอกเข้าที่ IN แล้วทำการทดลองตามข้อ 4 ข้อ 5 และข้อ 6 ตามลำดับ

S1 – บันทึกเสียง

S2 – อ่านข้อความเมื่อกดสวิตช์ แล้วปล่อย

S3 – อ่านข้อความวนเมื่อกดสวิตช์ค้างไว้

VR1 – เป็นตัวปรับความแรงของเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 วงจรโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ

ชุดวงจรโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติประกอบด้วยรายละเอียดดังนี้

4.2.1 การทำงาน

เมื่อเรา ON สวิตช์ตอนนี้ LED1 จะติดวงจรจะทำการหน่วงเวลาเป็นเวลา 30 วินาที ซึ่งในตอนนี้วงจรจะไม่ทำการตรวจจับเมื่อผ่านช่วงเวลานี้ไปแล้ววงจรก็พร้อมจะทำงาน เมื่อใดก็ตามที่สวิตช์ SENSOR ถูกเปิดออกแล้วปิดเข้าหรือเปิดค้างไว้ก็ตาม LED 3 จะติด แสดงว่าวงจรทำการตรวจจับแล้ว วงจรจะทำการหมุนหมายเลขโปรแกรมที่ 1 หลังจากนั้น LED 2 จะติดแสดงว่าวงจรทำการหมุนหมายเลขโปรแกรมที่ 1 เรียบร้อยแล้วพร้อม ๆ กับส่งเสียงสัญญาณฉุกเฉินไปตามคู่สายโทรศัพท์เป็นเวลา 1 นาที LED2 จะดับเป็นเวลาประมาณ 2 วินาที LED2 จะติดอีกเป็นครั้งที่ 2 แสดงว่าวงจรทำการหมุนหมายเลขโปรแกรมที่ 2 พร้อม ๆ กับส่งเสียงสัญญาณฉุกเฉินไปตามคู่สายโทรศัพท์เป็นเวลา 1 นาที LED2 ก็จะดับอีกเป็นเวลา 5 วินาที LED2 จะดับอีกเป็นครั้งที่ 3 พร้อม ๆ กับส่งสัญญาณฉุกเฉินไปตามคู่สายโทรศัพท์ เป็นเวลา 1 วินาที LED2 ก็จะดับ แสดงว่าตอนนี้เครื่องได้ทำการหมุนหมายเลขครบ 1 รอบ ถ้าเราต่อจุด FIGURE 1 โดยต่อจุด COM กับหมายเลข 3 วงจรก็จะทำการเริ่มต้นหมุนหมายเลขทั้งสามครบ 3 รอบ วงจรจะหยุดหมุนหมายเลขอัตโนมัติหากต้องการให้วงจรทำการตรวจจับใหม่ ต้องมาทำการ OFF สวิตช์ที่ตัวเครื่องแล้ว ON สวิตช์ใหม่ตามที่กล่าวมาข้างต้นสวิตช์ SW 1 นั้นถูกปรับไว้ที่หมายเลข 3 แต่ถ้าสวิตช์ SW 1 ถูกปรับที่ หมายเลข 1 หรือที่หมายเลข 2 วงจรก็จะถูกหมุนแค่ 1 หรือ 2 ตามที่สวิตช์ SW1 ถูกปรับอยู่แต่จะหมุนกี่รอบขึ้นอยู่ที่การต่อจุด FIGURE 1

4.2.2 การต่อใช้งาน

- DC 12 V เป็นจุดต่อกับไฟ 12 โวลต์จากอแดปเตอร์ 12 โวลต์ กระแสที่จ่ายไม่ควรต่ำกว่า 100 มิลลิแอมป์
- จุด +9V- เป็นจุดต่อกับถ่าน 9 โวลต์เพื่อป้องกันไฟดับ
- จุด SW เป็นจุดต่อกับสวิตช์เปิด – ปิดไฟเพื่อจ่ายให้แก่วงจร
- จุด SENSOR เป็นจุดต่อกับ SENSOR หรือมาจากสวิตช์กันขโมยก็ได้ซึ่งสวิตช์ที่นำมาต่อจะต้องเป็น NC คือปกติสวิตช์ตัวนี้จะต่อถึงกัน เมื่อมีการตรวจจับได้สวิตช์ตัวนี้จะไม่ต่อถึงกันหรือนำไปต่อกับสวิตช์แม่เหล็กก็ได้
- จุด +IN- จุดนี้เป็นจุดที่นำไปต่อกับจุด +OUT- ของชุดบันทึกเสียงระบบดิจิตอลถ้าไม่ต่อก็ให้ปล่อยลอยไว้
- จุด TEL IN นำไปต่อกับคู่สายโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SW 1 ปรับเลือกว่าจะให้วงจรโทรไปแจ้งเหตุ 1-3 หมายเลข

เลื่อนมาทางหมายเลข 1 แสดงว่าให้โทรไปแจ้งเหตุที่ช่องโปรแกรมที่ 1

เลื่อนมาทางหมายเลข 2 แสดงว่าให้โทรไปแจ้งเหตุที่ช่องโปรแกรมที่ 1,2

เลื่อนมาทางหมายเลข 3 แสดงว่าให้โทรไปแจ้งเหตุที่ช่องโปรแกรมที่ 1,2,3

FIGURE 1 เป็นจุดเลือกว่าจะให้วงจรทำการโทรแจ้งเหตุจำนวนกี่รอบ ปกติในแผ่น PCB จะต่อจุด COM ไปที่หมายเลขที่ต้องการ FIGURE 2 เป็นจุดต่อสำหรับให้วงจรโทรไปแจ้งเหตุในกรณีที่เกิน 3 หมายเลขซึ่งจะกล่าวในภายหลัง

4.2.3 การโปรแกรมหมายเลข

1. กดหมายเลขที่ต้องการไม่เกิน 10 ตัว
2. กดปุ่ม MODE ค้างไว้
3. กดปุ่ม * แล้วปล่อยโดยปุ่ม MODE ยังค้างไว้อยู่
4. ปล่อยปุ่ม * แล้วกดหมายเลขช่องที่ต้องการบันทึก (1 –3)
5. ปล่อยปุ่ม MODE

ตัวอย่าง ต้องการ หมายเลข 3758058 ไว้ที่ช่อง 1

หมายเลข 7310015 ไว้ที่ช่อง 2

หมายเลข 7310013 ไว้ที่ช่อง 3

1) กดหมายเลข 3758058
2) กดปุ่ม MODE ค้างไว้
3) กดปุ่ม * (เครื่องหมายดอกจันทร์) ปุ่ม MODE ยังค้างไว้อยู่
4) ปล่อยปุ่ม * กดหมายเลข 1
5) ปล่อยปุ่ม MODE
6) ทำตามข้อ (1),(2),(3),(4),(5) โดยข้อ (1) จะต้องเปลี่ยนหมายเลขเป็น 7310015 และข้อ (4) เปลี่ยนเป็นกดหมายเลข 2
7) ทำตามข้อ (1),(2),(3),(4),(5) โดยข้อ (1) จะต้องเปลี่ยนหมายเลขเป็น 7310013 และข้อ (4) เปลี่ยนเป็นกดหมายเลข 3

เมื่อต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเรียบร้อยแล้วให้ ON สวิตช์ ตอนนี้ LED1 จะติดแสดงว่าตอนนี้มีไฟเข้าแล้วโดย LED ดวงอื่น ๆ จะยังไม่ติดหลังจาก ON สวิตช์แล้วให้ทำการโปรแกรมหมายเลขตามต้องการ (ซึ่งการโปรแกรมได้กล่าวมาแล้ว) ให้ OFF สวิตช์ LED1 จะดับ เมื่อเสร็จขั้นตอนนี้วงจรก็พร้อมจะใช้งานได้แล้วซึ่งในการโปรแกรมจะทำการโปรแกรมแค่ตอนแรกเท่านั้น หากต้องการเปลี่ยนหมายเลขก็ให้ทำการโปรแกรมใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 การนำไปต่อกับชุดบันทึกเสียงระบบดิจิตอล

การต่อให้ต่อตามภาพที่ 4.3

- จุด ON ให้ต่อกับ S2 โดยต่อด้านที่ต่อกับขา 24 ของ IC ISD 1420
- จุด OFF ให้ต่อกับ S3 โดยต่อด้านที่ต่อกับขา 23 ของ IC ISD 1420
- จุด GND ให้ต่อกับขั้วลบของชุดบันทึกเสียง
- จด +IN– นำไปต่อกับจุด +OUT- ของชุดบันทึกเสียงโดยจะต้องต่อให้ถูกขั้วด้วย
- ขั้วบวกของชุดบันทึกเสียงให้ต่อไปที่ขั้วของ C 4700 μF/16V เมื่อนำมาต่อกับชุดบันทึกเสียงแล้วข้อความที่ส่งไปตามคู่สายจะเป็นเสียงจากชุดบันทึกเสียง แผ่นปริ้นต์ของวงจร MAX 12 นี้จะต้องถอด RX 150 k ที่ทำเป็นเส้นล้อมรอบไว้ออกจากแผ่นปริ้นต์ ถ้าไม่ถอดออกเสียงสัญญาณฉุกเฉินจะเข้าไปปนกับเสียงของเครื่องบันทึกเสียง ในวงจรจะมีถ่าน 9 โวลต์ก้อนเล็กเป็น BACK UP ให้วงจรในกรณีที่ไฟดับหากนำไปต่อกับชุดบันทึกเสียงจะต้องเปลี่ยนเป็นถ่านขนาด AA จำนวน 6 ก้อนหรือถ่านขนาดใหญ่กว่า

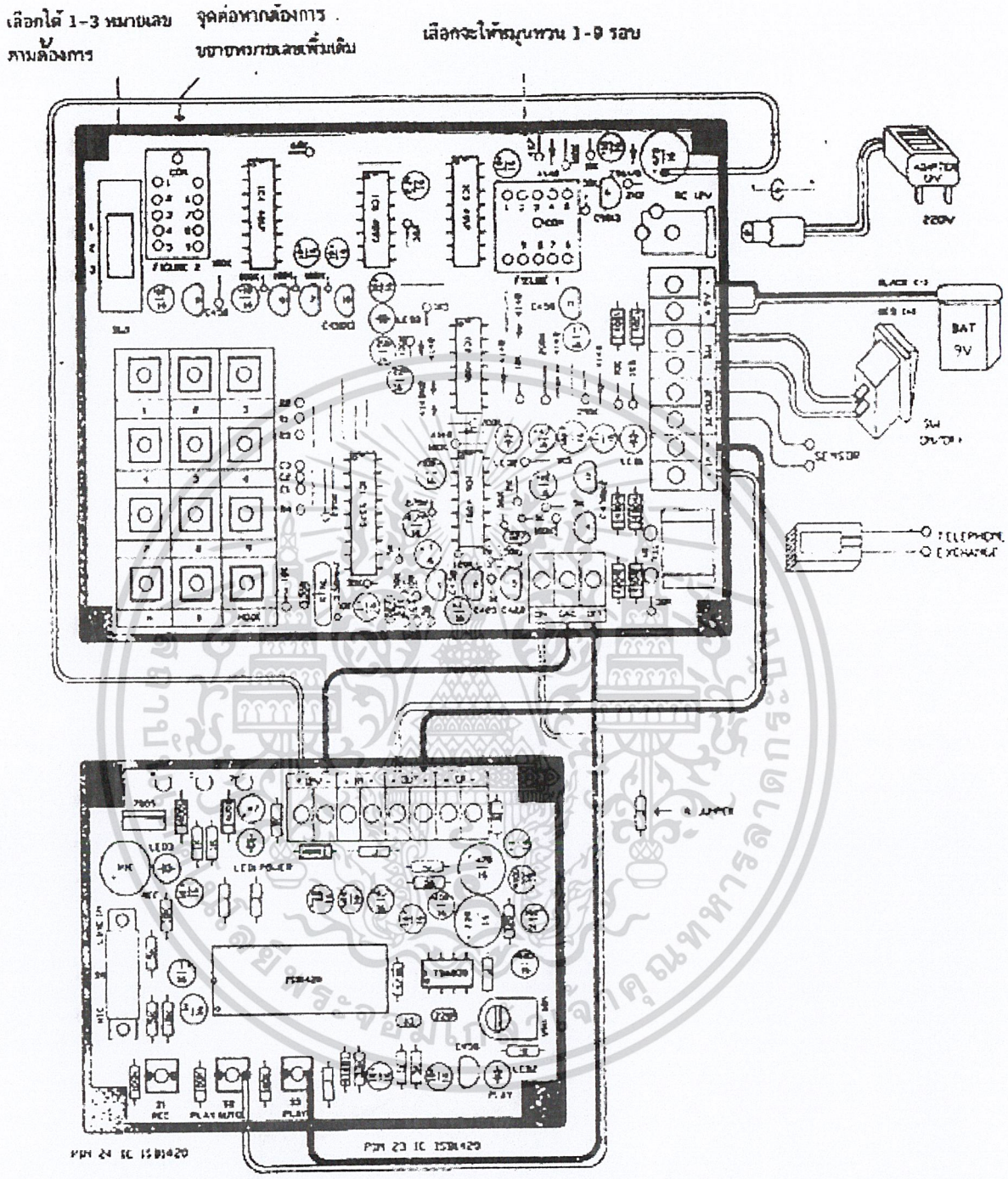
4.2.5 การต่อขยายเพิ่มหมายเลข

สามารถทำการต่อเพิ่มเพื่อขยายหมายเลขได้ 9 หมายเลข การขยายให้ถอด SW1 ออกโดยตำแหน่งเพิ่มให้ดูตามภาพที่ 4.3

- หมายเลข 4,5,6,7,8,9 มาจากกรอบของ FIGURE 2
- C1,C2,C3,R1,R2,R3 ได้มาจากจุด C1,C2,C3,R1,R2,R3 ใกล้กับสวิตช์กดเลขหมาย
- คอนเดนเซอร์ใช้ C 10μF/16V ตัวต้านทานใช้ค่า 100 k และทรานซิสเตอร์ใช้ C 1815

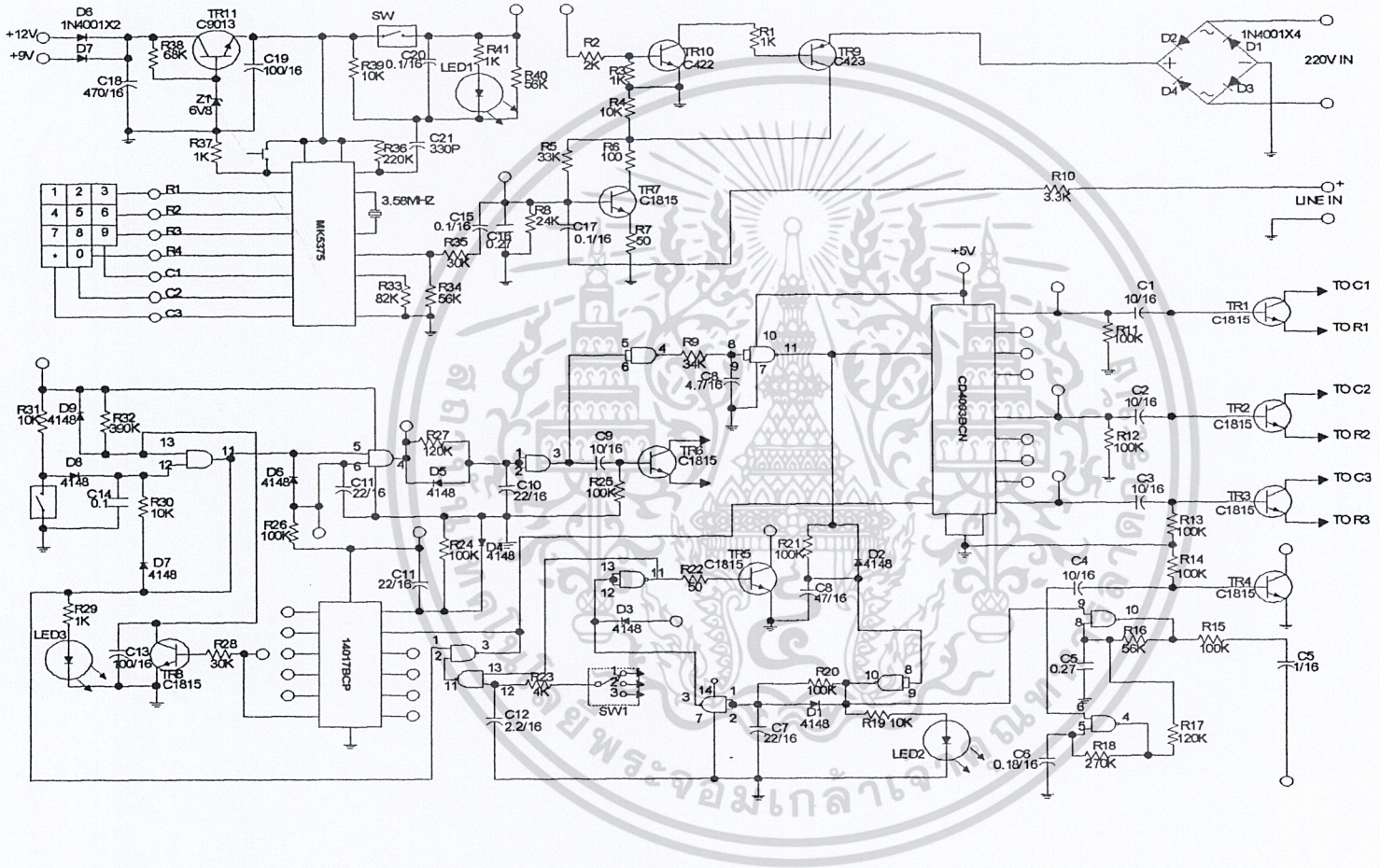
ตามภาพที่ 4.3 เป็นการต่อขยายได้ถึง 9 หมายเลข ถ้าต้องการเพิ่มอีก 2 หมายเลขก็ต่อเพิ่มแค่โปรแกรมที่ 4 และ โปรแกรมที่ 5 จุดโปรแกรมสุดท้ายคือ หมายเลข 5 ให้ต่อไปจุด COM แต่ถ้าต้องการเพิ่ม 4 หมายเลขก็จะต้องเพิ่มอีก โปรแกรมที่ 4,5,6 และโปรแกรมที่ 7 จุดโปรแกรมสุดท้ายคือหมายเลข 7 ให้ต่อกับจุด COM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 การต่อใช้งานของชุดบันทึกเสียงระบบดิจิตอล และชุดโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ

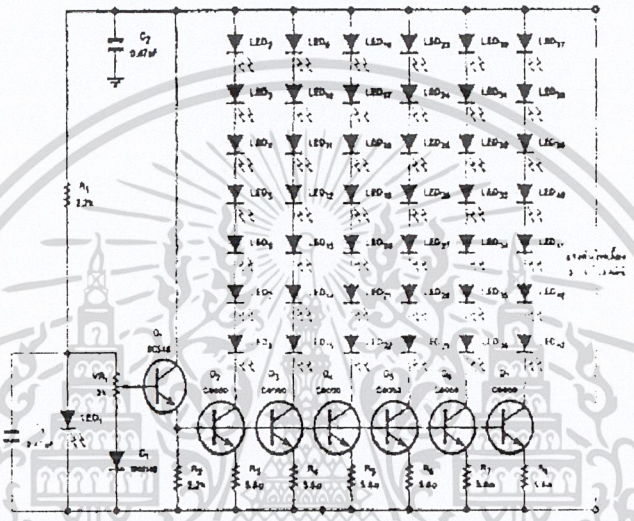
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.4 วงจรโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ

4.3 วงจรชุดกำเนิดแสงอินฟราเรด

วงจรสมบูรณ์ของแหล่งกำเนิดแสงอินฟราเรด แสดงไว้ในภาพที่ 4.5 ซึ่งประกอบไปด้วยตัวส่งลำแสงอินฟราเรดทั้งหมด 42 ตัวต่อขนานกันทั้งหมด 6 ชุด แต่ละชุดจะมีตัวอินฟราเรดตัวส่งต่ออนุกรมกันทั้งหมด 7 ตัว โดยค่ากระแสสำหรับขับในแต่ละแถวนั้นจะควบคุมได้จากค่าของแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R2 และจากวงจรจะทำให้กระแสขับอินฟราเรดในแต่ละแถวจะปรับได้สูงสุดที่ 100 มิลลิแอมป์ต่อแถวโดยปรับได้ด้วย VR1



ภาพที่ 4.5 วงจรชุดกำเนิดแสงอินฟราเรด

แรงดันที่ตกคร่อม LED1 จะเป็นแรงดันอ้างอิง 1.8 โวลต์และ LED1 นี้ก็ควรจะเป็นสีแดงจะเหมาะสมกว่า ถ้าทำการปรับค่า VR1 ให้ขากลางเลื่อนมาทางขั้วแอโนดของ LED1 ที่ขาเบสของ Q1 ก็จะได้รับแรงดันไบแอส 1.8 โวลต์ เนื่องจากแรงดันที่ตกคร่อมขาเบส - อิมิตเตอร์ของ Q1 มีค่าเท่ากับ 0.6 โวลต์จึงทำให้แรงดันที่ตกคร่อม R2 เท่ากับ 1.2 โวลต์ และเป็นแรงดันที่จะไบแอสให้กับขาเบสของ Q2 และ Q7 ทำให้แรงดันที่ตกคร่อม R3 และ R8 เท่ากับแรงดันที่ตกคร่อม R2 ลบด้วยแรงดันเบส - อิมิตเตอร์ของ Q2 และ Q7 ซึ่งจะได้เท่ากับ 0.6 โวลต์ หากจะคำนวณหากระแสที่ขับไดโอดอินฟราเรดในแต่ละแถวแล้วก็จะได้ตามกฎของโอห์มดังนี้คือ แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานอิมิตเตอร์ (R3 และ R8) หารด้วยความต้านทานของตัวต้านทานอิตมิเตอร์นั้นก็จะได้ 0.6/5.6 เท่ากับประมาณ 107 มิลลิแอมป์ และกระแสค่านี้เองที่จะเป็นกระแสคอลเล็กเตอร์ที่ใช้ขับแถวของไดโอดอินฟราเรดในแต่ละแถว

การลดค่าแรงดันที่ขาเบสของ Q1 ลงจะทำให้กระแสที่ขับไดโอดอินฟราเรดลดลงด้วย กล่าวคือ การลดอัตรากระแสที่ใช้ขับไดโอดอินฟราเรดที่เปล่งออกมามีความเข้มลดลงด้วยแต่ก็เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การลดอัตราการสิ้นเปลืองกำลังงานที่เสียไปกับวงจรนี้ให้ลดต่ำลง ซึ่งเป็นการดีหากแหล่งจ่ายกำลังงานเป็นแบตเตอรี่เพราะจะยืดอายุการใช้งานให้นานกว่าเดิม การเซตที่ VR1 ในค่าที่สูงสุดจะทำให้ความเข้มของแสงอินฟราเรดมีค่าความสูงตามไปด้วยซึ่งนั่นก็คือค่าอัตรากระแสขับไดโอดอินฟราเรดสูงสุดนั่นเอง

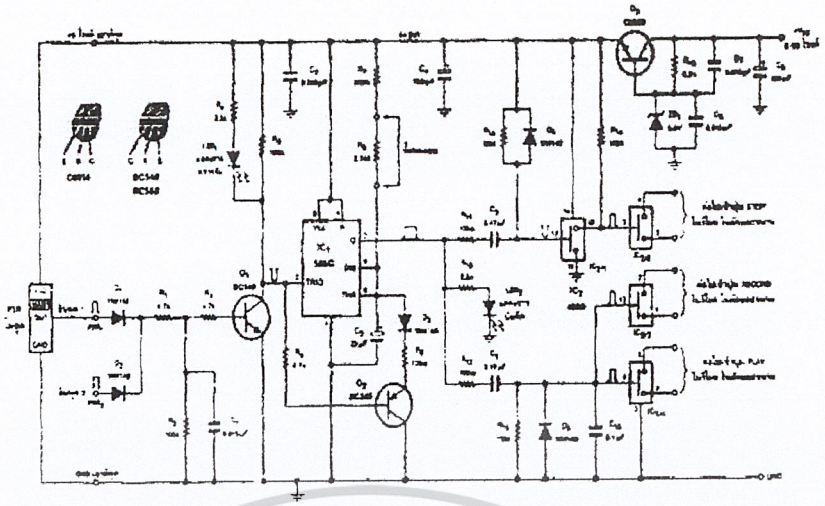
4.4 วงจรตรวจจับและควบคุมการบันทึก

วงจรที่ทำหน้าที่ตรวจจับความเคลื่อนไหว และควบคุมการบันทึกแสดงไว้ในภาพที่ 4.5 ตัวอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่หลักในการควบคุมการบันทึกและหยุดบันทึกของเครื่องเล่นวีดีโอคือ IC1 และตัวตรวจจับ PIR 1 และ PIR 2 ส่วนตัวกล้องที่ใช้ตรวจจับภาพนั้นจะใช้กล้องวีดีโอ CCD โมดูลการทำงานอาศัย IC1 คือไอซีไทเมอร์เบอร์ 555 ทำการสร้างพัลส์ควบคุมออกมาจากการตรวจจับการเคลื่อนไหว PIR โมดูลสัญญาณทางอินพุตจะผ่านไดโอด D1 และ D2 (ทั้งสองชุดตามลำดับ) โดยสัญญาณพัลส์กระตุ้นทางอินพุตนี้จะเป็นสัญญาณพัลส์บวกเพื่อไบแอสตรงให้กับ Q1 ให้สวิตช์สามารถทำงานได้ แต่ Q1 นี้จะทำหน้าที่เป็นอินเวอร์เตอร์คือให้เอาต์พุตตรงข้ามกับอินพุต ดังนั้นที่ขาคอลเล็กเตอร์ Q1 จะมีพัลส์ลบกระตุ้นเป็นพัลส์ที่จะกระตุ้นให้กับขา 2 ของ IC1 ทำให้เอาต์พุตขา 3 ของ IC1 มีเอาต์พุตพัลส์ออกมาเป็นพัลส์บวกโดยค่าเวลาของพัลส์นี้จะขึ้นอยู่กับค่าของ R7 ค่า R8 และ C1 ตามค่าที่ระบุไว้ในวงจรนี้จะให้ค่าเวลาของพัลส์เท่ากับ 1 นาที

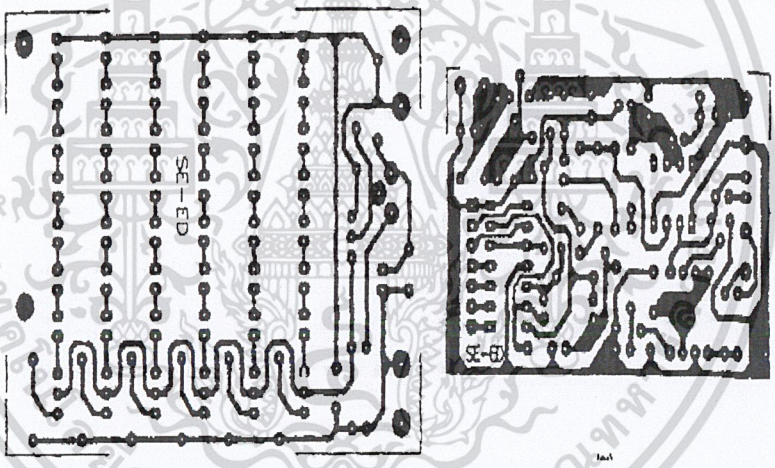
สัญญาณพัลส์กระตุ้นที่เข้ามาทางขา 2 ของ IC1 จะทำให้ Q2 ทำงานด้วยในช่วงเวลาของพัลส์นี้จะเป็นผลทำให้ C3 เกิดการคายประจุผ่าน D3 ผ่าน R9 และ Q2 ทำให้วงจรครบรอบของการตั้งเวลาหรือค่าเวลาที่ต้องนับนั้นถูกทำให้เริ่มต้นใหม่ที่ค่าศูนย์ทันที เหมือนกับเป็นการรีเซตและเริ่มต้นการทำงานใหม่ในเวลาเดียวกัน ดังนั้นพัลส์ทางเอาต์พุตขา 3 ของ IC1 จะมีสถานะเป็น “1” และเกิดการหน่วงเวลาอยู่ในสภาวะนั้นก่อนที่พัลส์เอาต์พุตนี้จะตกลงมาเป็น “0” หลังจากที่ได้รับการกระตุ้นที่ขา 2 ของ IC1 ในครั้งหลังสุดผ่านไปและในขณะที่มีการกระตุ้นทางอินพุตของ IC1 นี้ LED1 จะเป็นตัวแสดงสภาวะว่ามีการกระตุ้นทางอินพุตแล้ว โดยค่าเวลาของการต่อหน้าสัมผัสของ IC2/2 และ IC2/3 จะติดค้างครั้งละ 2 วินาที

ในช่วงเวลาที่เอาต์พุตขา 3 ของ IC1 เป็น “1” นี้จะเป็นพัลส์บวกที่ทำให้ LED2 ติดสว่างขึ้นแสดงสภาวะของการสั่งงานในหน้าที่บันทึกโดยมี R 10 จำกัดกระแสไว้ให้เหมาะสมในจังหวะนี้เอง C6 จะทำการชาร์จประจุผ่าน R 12 และ R 15 เพื่อทำการลดความกว้างของพัลส์เอาต์พุตลงครึ่งหนึ่งจ่ายให้กับขา 13 ของ IC2/3 เป็นการกระตุ้นสวิตช์ภายในตัวไอซีให้ต่อหน้าสัมผัส โดยที่ขา 1 และขา 2 ของ IC2/3 จะถูกต่อออกไปขนานอยู่กับจุดต่อสวิตช์ควบคุมการบันทึกในเครื่องเล่นวีดีโอเทปทำให้เครื่องเล่นเริ่มการทำงานในหน้าที่บันทึก โดยมี D1 ทำหน้าที่ควบคุมรูปสัญญาณพัลส์ให้คงที่และ C 10 ทำหน้าที่รักษาระดับของสัญญาณพัลส์ให้คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 วงจรตรวจจับการเคลื่อนไหวและควบคุมเครื่องเล่นพร้อมบันทึกภาพวีดีโอ



ภาพที่ 4.7 (ก) ลายทองแดงชุดกำเนิดอินฟราเรด (ข) ลายทองแดงชุดควบคุมการตรวจจับ

ขณะที่กำลังเริ่มการบันทึกนั้นพัลส์เอาต์พุต "1" ลูกเดียวกันจะผ่าน R 11 และชาร์จประจุใน C5 ไปเข้าขา 12 ของ IC2/1 โดยปกติแล้วพัลส์นี้จะเป็น "1" อยู่แล้วเนื่องจาก R 13 นั่นเอง ดังนั้นพัลส์เอาต์พุตจึงไม่มีผลต่อสวิตช์ IC2/1 จึงทำให้ขา 5 ของ IC2/2 มีสถานะเป็น "0" จึงไม่ทำงานและไม่สามารถทำการหยุดบันทึกได้เพราะขณะนั้น C5 จะคายประจุผ่าน D4 จึงทำให้แรงดันที่ขั้วทั้งสองของ C5 มีค่าเป็น "1" เท่ากันจึงทำให้ขา 12 มีการกระตุ้นอยู่แล้วทำให้ขา 10 และ 11 ต่อหน้าสัมผัสถึงกันทำให้ขา 5 ของ IC2/2 ไม่ต่อถึงกันจึงยังไม่เกิดการหยุดการบันทึก

แต่เมื่อเอาต์พุตของ IC1 มีพัลส์ "0" ออกมาจะทำให้ C6 คายประจุ ผ่าน D5 และ IC1 จึงทำให้เกิดวงรอบของเวลาใหม่พร้อมกับ C5 และ IC1 จึงทำให้เกิดวงรอบของเวลาใหม่พร้อมกับ R 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ในเชิงประโยชน์ทางการค้า

ทำให้ที่ขา 12 ของ IC2/1 มีสถานะเป็น “0” หน้าสัมผัสสวิตช์ภายใน IC2/1 จึงไม่ต่อถึงกัน ทำให้แรงดันที่ขา 5 ของ IC2/1 มีสถานะเป็น “1” ทำให้ IC2/2 ได้รับการกระตุ้นโดยค่าเวลาในการกระตุ้นนั้นจะเท่ากับการชาร์จประจุของ C5 ได้ประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์ดังนั้นที่ขา 4 และ 3 ของ IC2/2 ที่ต่อขนานอยู่กับสวิตช์ STOP ของ IC2/2 ก็จะตกลงมาเป็นศูนย์ตามเดิมเพื่อรอการกระตุ้นใหม่

สำหรับในบางส่วนของวงจรเช่น Q3 ทำหน้าที่เป็นวงจรกำหนดแรงดัน 5 โวลต์คงที่ให้กับวงจรทั้งหมด และเป็นการขยายกระแสให้กับวงจรด้วยทำให้วงจรสามารถรับแรงดันไฟเลี้ยงอินพุตได้กว้างตั้งแต่ 6 ถึง 20 โวลต์ดีซีจึงง่ายต่อการนำไปใช้งานร่วมกับอุปกรณ์กล้องวีดีโอได้ง่าย โดยอาจใช้แหล่งจ่ายแรงดันไฟเลี้ยงจากอุปกรณ์ดังกล่าวได้เลยโดยไม่ต้องสร้างแหล่งจ่ายแรงดันไฟตรงขึ้นมาใหม่

4.5 ขั้นตอนการสร้าง

เมื่อทำความเข้าใจการทำงานของวงจรสมบูรณ์ทั้งหมดแล้ว ต่อมาก็เป็นการสร้างขึ้นมาใช้งานตามความต้องการโดยเริ่มแรกนำวงจรบันทึกเสียงระบบดิจิตอล วงจรโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติ วงจรหน่วงเวลา วงจรชุดกำเนิดแสงอินฟราเรด วงจรตรวจจับและควบคุมการบันทึกมาประกอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ของแต่ละวงจรลงบนแผ่นวงจรพิมพ์ โดยได้อธิบายการสร้างและการปรับแต่งไว้ก่อนแล้วส่วนการที่จะประกอบอุปกรณ์บนชุดกำเนิดแสงอินฟราเรดซึ่งมีจำนวนหลายตัว การประกอบควรใส่ตัวต้านทานก่อน อันดับสุดท้ายค่อยใส่ตัวอินฟราเรดลงไปโดยใส่ลงไปให้ชิดกับแผ่นวงจรพิมพ์อินฟราเรดตัวส่งนี้ในหนึ่งตัวจะมีมุมการกระจายของแสงออกมาประมาณ 12 องศา จึงทำให้มั่นใจได้ว่าอินฟราเรดที่สร้างขึ้นมาครอบคลุมพื้นที่บริเวณกว้างได้อย่างสบาย และความเข้มของแสงก็นับได้ว่ากล้องสามารถตรวจจับภาพได้ในเวลากลางคืนที่มืดสนิทได้ จากนั้นก็นำกล่องอเนกประสงค์มาบรรจุให้เรียบร้อยและดูแข็งแรงเพื่อสำหรับการติดตั้งในที่ต่าง ๆ ได้ง่าย

การประกอบอุปกรณ์ของชุดตรวจจับการเคลื่อนไหวแม้ว่าอุปกรณ์หลายตัวและหลากหลายชนิด แต่แผ่นวงจรพิมพ์ก็ถูกสร้างมาให้มีขนาดเล็กเพียงนิดเดียวเพื่อให้สามารถติดตั้งไว้ได้ในพื้นที่มิดชิดและจำกัดได้ ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์ก็ให้คำนึงถึงขั้ว ตำแหน่งและค่าของอุปกรณ์ที่ประกอบลงไปให้ถูกต้อง และควรใส่อุปกรณ์ที่มีความสูงน้อยกว่าตัวอื่นก่อนแล้วค่อยเรียงลำดับขนาดของอุปกรณ์ที่ตัวใหญ่ขึ้นมาเรื่อย ๆ ทำการตรวจสอบความถูกต้องและความเรียบร้อยหลังจากประกอบเสร็จแล้ว ถ้าหากเกิดความผิดพลาดขึ้นก็ให้ทำการแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนที่จะทำการเดินสายเข้าระบบให้ครบถ้วน และควรจะทำการตรวจสอบการทำงานเพื่อความแน่นอนของระบบตรวจจับและควบคุมการทำงานของเครื่องเล่นวีดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การปรับแต่ง

การปรับแต่งจะเริ่มตรวจสอบการทำงานของส่วนกำเนิดแสงอินฟราเรดก่อน โดยในช่วงก่อนการต่อไฟเลี้ยงเข้าสู่แผ่นวงจรพิมพ์ของชุด LED อินฟราเรดควรปรับ VR1 ให้มาอยู่ที่ตำแหน่งกึ่งกลางไว้ก่อน จากนั้นค่อยต่อไฟเลี้ยงวงจรค่า 12 โวลต์ดีซีให้กับวงจร จากนั้นให้ใช้แอมมิเตอร์ต่อวัดระแสทางด้านไฟเลี้ยงวงจรก่อนและตั้งย่านวัดกระแสไฟที่ 1 แอมป์ เมื่อต่อในลักษณะอนุกรมเรียบร้อยแล้วให้จ่ายแรงดันไฟเลี้ยงเข้าสู่วงจรอ่านค่ากระแสที่เครื่องมือวัดจะต้องอ่านได้ค่า 600 มิลลิแอมป์ แต่ถ้าหากค่ากระแสที่วัดได้ไม่ถึงหรือต่ำกว่า 600 มิลลิแอมป์ หรืออาจจะได้ค่าเกิน 600 มิลลิแอมป์ก็ให้ทำการปรับแต่งที่ VR1 จนกว่าจะได้ค่าตามที่ระบุไปแล้ว

หากการปรับแต่งที่ผ่านมาข้างต้นเป็นไปตามที่กล่าวมาแล้วก็แสดงว่าส่วนกำเนิดแสงอินฟราเรดนั้นทำงานได้ตามต้องการ แต่ถ้าหากไม่เป็นไปตามที่กล่าวมาก็สามารถตรวจสอบได้ดังนี้คือ วัดแรงดันตกคร่อม R3 กับ R8 ว่ามีค่าเท่ากับ 0.6 โวลต์หรือไม่ถ้าไม่เท่า แสดงว่ากระแสไม่สามารถไหลผ่านตัวต้านทานตัวนี้ได้ให้ตรวจสอบดูว่าต่อทรานซิสเตอร์ถูกต้องหรือไม่ หรือมีจุดบัดกรีไม่ติดหรือไม่ จากนั้นตรวจสอบดูการทำงานของ LED อินฟราเรดโดยวัดแรงดันตกคร่อม LED อินฟราเรดแต่ละตัวในขณะนำกระแส (ต่อถูกขั้วจะมีแรงดันตกคร่อม 1.3 โวลต์ แต่ถ้ากระแสโดยรวมของชุดกำเนิดแสงอินฟราเรดไหลเกิน 600 มิลลิแอมป์ ปรับ VR1 ก็ไม่สามารถลดลงได้แสดงว่ามีส่วนใดส่วนหนึ่งเกิดการลัดวงจรอยู่ภายในแผ่นวงจรพิมพ์นั้น) ถ้าหากต้องการตรวจสอบดูว่าความเข้มของแสงอินฟราเรดจะมากน้อยเพียงใดก็สามารถทดสอบได้โดยต่อกล้อง CCD โมดูลเข้ากับจอมอนิเตอร์พร้อมกับจ่ายไฟเลี้ยงแล้วเอาไปตรวจจับภาพในที่มืดพร้อมกับส่องแสงอินฟราเรดที่สร้างขึ้นนี้ไปในทิศทางเดียวกันที่จอมอนิเตอร์จะต้องแสดงภาพออกมาเหมือนกับที่ถูกใช้ในตอนกลางวัน

การปรับแต่งชุดควบคุมการทำงานของเครื่องเล่นวีดีโอเทป และปรับแต่งส่วนตรวจจับความเคลื่อนไหว PIR โมดูล เริ่มต้นโดยการต่อ PIR โมดูลเข้ากับอินพุตของวงจร ส่วนอินพุตที่เหลือยังไม่ต้องต่ออะไรเข้าไปส่วนทางด้านเอาต์พุตหน้าสัมผัสของสวิตช์ขา 3 ขา 4 ของ IC2/2 และขา 1 ขา 2 ของ IC2/3 รวมทั้ง ขา 8 และขา 9 ของ IC2/4 นั้นยังไม่ต้องต่อเข้าไปกับรีโมตหรือเครื่องเล่นวีดีโอให้ปล่อยลอยไว้ก่อน จากนั้นต่อแหล่งจ่ายไฟ 6 ถึง 20 โวลต์ดีซีเข้าสู่แผ่นวงจรพิมพ์ควรหลีกเลี่ยงการทดสอบในบริเวณที่มีการเคลื่อนไหวผ่านชุด PIR โมดูลบ่อยครั้งมากนักเนื่องจากจะสังเกตดูการทำงานได้ลำบากอาจเกิดการสับสนในการทำงานของวงจรขึ้นได้

อันดับแรกของการทดสอบให้จ่ายแรงดัน 5 โวลต์ เข้าที่อินพุตที่ยังว่างอยู่จะต้องสังเกตเห็น LED 1 ติดสว่างขึ้นเมื่อได้รับพัลส์กระตุ้นในตอนแรก และจะคงสถานะอยู่ประมาณ 1 นาทีหลังจากที่มีพัลส์กระตุ้นลูกสุดท้ายผ่านไป แต่ถ้าหากว่าไม่ต้องการดูผลนานเป็นนาทีก็สามารถลัดวงจรตรงจุดที่ต่อคร่อม R8 ได้จะทำให้ระยะเวลาสั้นลงมาและจะเห็นผลการทำงานในอันดับต่อไปเร็วขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นให้ใช้โอห์มมิเตอร์วัดความต้านทานที่ขา 1 กับ ขา 2 ของไอซี 2/3 จะต้องอ่านค่าได้ที่ความต้านทานต่ำมาก ๆ ในช่วง 2 วินาทีในทุก ๆ ครั้ง ที่ LED2 ติดสว่างขึ้นลักษณะเช่นนี้แสดงถึงการทำงานในหน้าที่ควบคุมการบันทึกของเครื่องเล่นวีดีโอ ลักษณะการทำงานเช่นนี้จะเกิดขึ้นเฉพาะเมื่อเอาต์พุตของไอซี 1 มีสถานะเป็น "1" เท่านั้น ต่อจากนั้นทำการตรวจสอบสวิตช์ไอซี 2/2 โดยวัดความต้านทานระหว่างขา 3 และ 4 ของไอซี 2/2 ในขณะที่มีการกระตุ้นทางอินพุตเดียวกันนี้ สวิตช์ไอซี 2/2 จะไม่ต่อหน้าสัมผัสถึงกันแค่สั้น ๆ แต่จะไม่ต่อเป็นเวลานานเท่ากับการทำงานบันทึกภาพ 1 นาที

หากการทำงานไม่เป็นไปตามที่กล่าวมาข้างต้นให้ทำการตรวจสอบดู Q1 และ Q2 ตลอดจนขั้วของไดโอดและตัวเก็บประจุว่ามีการต่อผิดขั้วผิดตำแหน่งหรือเปล่า เมื่อพบความผิดพลาดแล้วให้ทำการแก้ไขให้ถูกต้องและทำการตรวจสอบการทำงานตามขั้นตอนที่กล่าวมาอีกครั้ง

4.7 การติดตั้งใช้งานกับเครื่องเล่นวีดีโอ

อันดับแรกให้ทำการเปิดฝาครอบเครื่องบันทึกภาพวีดีโอออกมา พร้อมกับหาจุดยึดหรือหน้าปัดที่เป็นพลาสติกออกก่อน ต่อจากนั้นสังเกตรงแผงของวงจรที่ติดตั้งอยู่ที่หน้าปัดจะเห็นว่ามีสวิตช์ควบคุมต่าง ๆ อยู่ โดยประกอบด้วยตัวบันทึก ตัวเล่น ตัวกรอเดินหน้า ตัวกรอถอยหลัง และตัวหยุด เป็นต้น ให้สังเกตที่ตำแหน่งตัวบันทึก ตัวเล่น และตัวหยุดโดยที่หน้าปัดนี้จะมีตัวอักษรติดไว้ใกล้ ๆ กับสวิตช์ที่ติดตั้งอยู่ เมื่อพบแล้วให้พลิกกลับไปดูด้านลายทองแดง ในตำแหน่งจะเห็นจุดบัดกรีของขาสวิตช์ในตำแหน่งต่าง ๆ อันดับต่อไปคือ หาตำแหน่งของสวิตช์ว่าขาใดบ้างที่เวลากดสวิตช์แล้วต่อวงจรถึงกัน โดยการใช้โอห์มมิเตอร์วัดพร้อมกับทดลองกดสวิตช์ตามไปด้วย เมื่อพบตำแหน่งของขาดังกล่าว ซึ่งก็คือตำแหน่งที่จะต้องต่อสวิตช์ควบคุมจากชุดควบคุมที่ต้องตั้งขึ้นมาในลักษณะขนานกันกับสวิตช์เครื่องเล่นนี้

ข้อดีของการดัดแปลงที่ตัวเครื่องเล่นคือ มีโครงสร้างของลายทองแดงที่แผงหน้าปัดที่จะทำการต่อสามารถดัดแปลงได้มากกว่าในตัวรีโมต และสามารถทำการเดินสายต่อไปยังแผงหน้าปัดได้ง่ายกว่าและมีจุดหรือตำแหน่งที่ต้องการเพิ่มเติมนั้นสังเกตได้ชัดเจนกว่า ดังนั้นเมื่อเราทำการดัดแปลงเสร็จแล้วควรทดลองการทำงานโดยดูตามการทำงานที่กล่าวมาแล้วตั้งแต่ต้น

ข้อควรจำอีกประการหนึ่งคือ เมื่อติดตั้งระบบไปเรียบร้อยแล้วระบบก็พร้อมที่จะทำการตรวจจับผู้บุกรุกได้ทันที ดังนั้นเมื่อเวลาที่ต้องการจะใช้งานเป็นเครื่องเล่นปกติจะต้องปิดระบบป้องกันภัยก่อนมิเช่นนั้นแล้วม้วนเทปวีดีโอที่กำลังชมอยู่อาจจะถูกบันทึกซ้ำลงไป ทำให้ภาพยนต์ที่กำลังชมอยู่ถูกลบออกไปได้จึงต้องควรระมัดระวังในจุดนี้เป็นพิเศษ

สำหรับพื้นที่การตรวจจับมีขนาดไม่กว้างนักสามารถใช้ตัวตรวจจับ PIR ชุดเดียวได้และยังสามารถเพิ่มกล้อง CCD ได้อีก และ PIR ที่เหลือยังสามารถแยกไปตรวจจับอีกที่หนึ่งได้โดยรวมสัญญาณวีดีโอของทั้งสองพื้นที่เข้าด้วยกันก่อนจะป้อนเข้าเครื่องเล่นวีดีโอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

5.1 ขั้นตอนการทดลอง

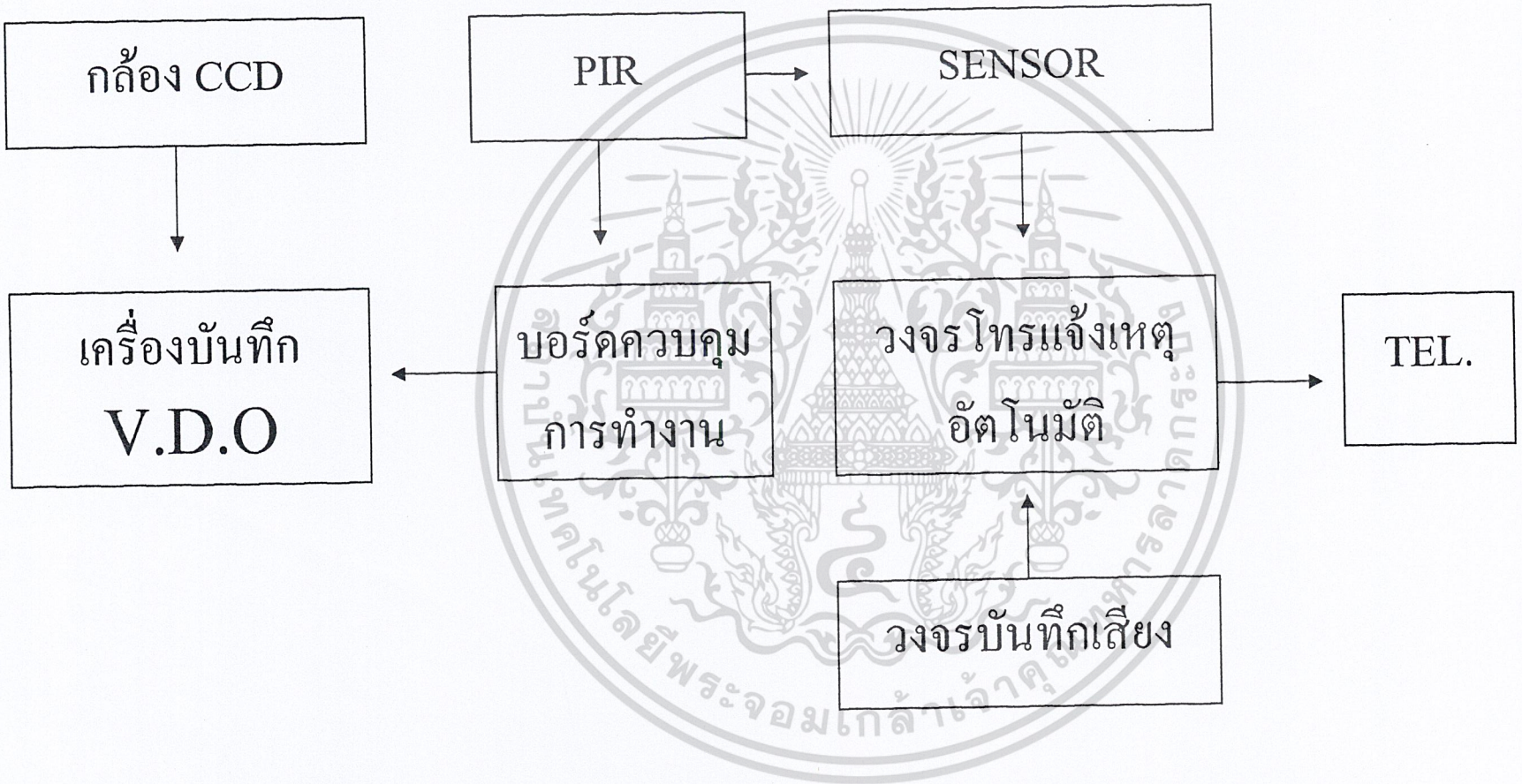
1. ประกอบวงจรตามบล็อกไดอะแกรม
2. ON สวิตช์ เริ่มการทำงานของทุกระบบ
3. ให้บุคคลใดบุคคลหนึ่งเข้าไปในห้องที่ทำการทดลอง ซึ่งภายในห้องได้ทำการติดตั้งตัวไพโรอิเล็กทริก (PIR) ไว้สำหรับตรวจจับความเคลื่อนไหว และมีกล้อง CCD ติดตั้งไว้เป็นตัวตรวจจับภาพภายในห้อง
4. สังเกตจากเครื่องบันทึกภาพว่ามีการบันทึกหรือไม่ โดยการนำม้วนวีดีโอที่ทำการบันทึกมาเปิดดูว่ามีภาพหรือไม่
5. สังเกตชุดโทรแจ้งเหตุมีการแจ้งเหตุหรือไม่ โดยสังเกต LED ที่หน้าปัด ถ้า LED ติด - ดับ สลับกันแสดงว่าวงจรกำลังทำการแจ้งเหตุ

5.2 หลักการทำงานการตรวจจับและการควบคุมกล้อง

จากการตรวจจับวัตถุจะรับอินพุต จาก PIR โมดูล เข้าที่ port 2 และตำแหน่งของกล้องจะรับที่ port 1 ในสภาวะแรกเมื่อกล้องไม่ได้อยู่ในตำแหน่งที่กำหนดเอาไว้โปรแกรม จะสั่งให้กล้องทำการสแกนไปมาขวาและซ้ายและจะมาหยุดที่ตำแหน่งกึ่งกลางหลังจากนั้นจะรับอินพุต จาก port 2 เมื่อตำแหน่งเปลี่ยนไปโปรแกรมก็จะทำการตรวจสอบเงื่อนไขต่าง ๆ เมื่อตรงกับเงื่อนไขใดก็จะทำตามคำสั่งในเงื่อนไขนั้นแล้วสั่งให้กล้องเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนั้น โดยจะทำการควบคุมจากบอร์ดควบคุมมีหลักการทำงานดังนี้

1. ติดตั้งตัวตรวจจับการเคลื่อนไหว (PIR MODULE) ไว้ 3 ตำแหน่ง คือ ขวา กลาง และ ซ้าย จะส่งไป port 2 ของบอร์ดควบคุม
2. ติดตั้งการตรวจจับตำแหน่งของกล้องโดยใช้ LDR 3 ชุดวางในตำแหน่งเดียวกับ PIR และส่งไป port 1 ของบอร์ดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.1 บล็อกไดอะแกรมเครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหวพร้อมบันทึกภาพและโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติโดยผ่านระบบโทรศัพท์

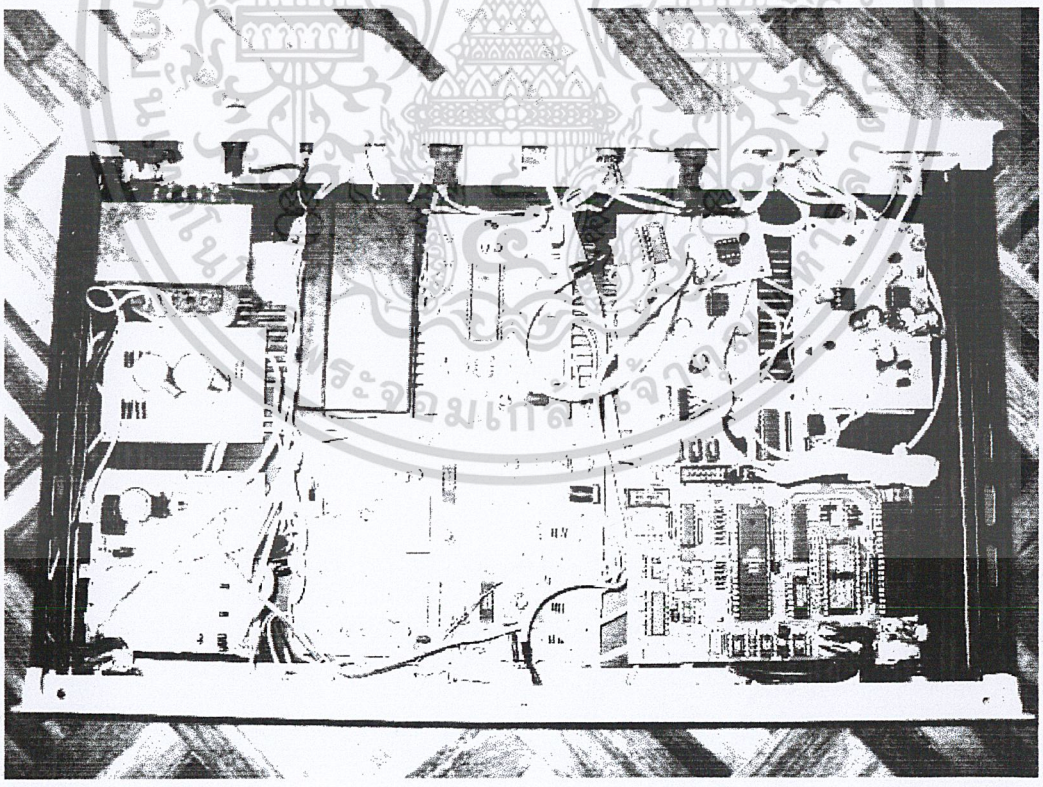
3. ทำการตรวจสอบเงื่อนไขต่าง ๆ ว่าอยู่ในเงื่อนไขใด มันก็จะกระโดดไปทำตาม program ในเงื่อนไขนั้น
4. เมื่อทำ sub program นั้นจบหนึ่งรอบก็จะกลับมารับค่าแล้วทำตามในข้อ 3 เป็นอย่างนี้ไปเรื่อย ๆ

5.3 ผลการทดลอง

จากการทดลอง ON สวิตช์แล้วเครื่องสามารถบันทึกภาพได้ตามต้องการและโทรแจ้งเหตุได้ทั้ง 3 เลขหมาย โดยหมุนเวียนสลับกันทำงานส่วนการบันทึกภาพนั้นจะมีการบันทึกเฉพาะช่วงที่มีการเคลื่อนไหวเท่านั้น

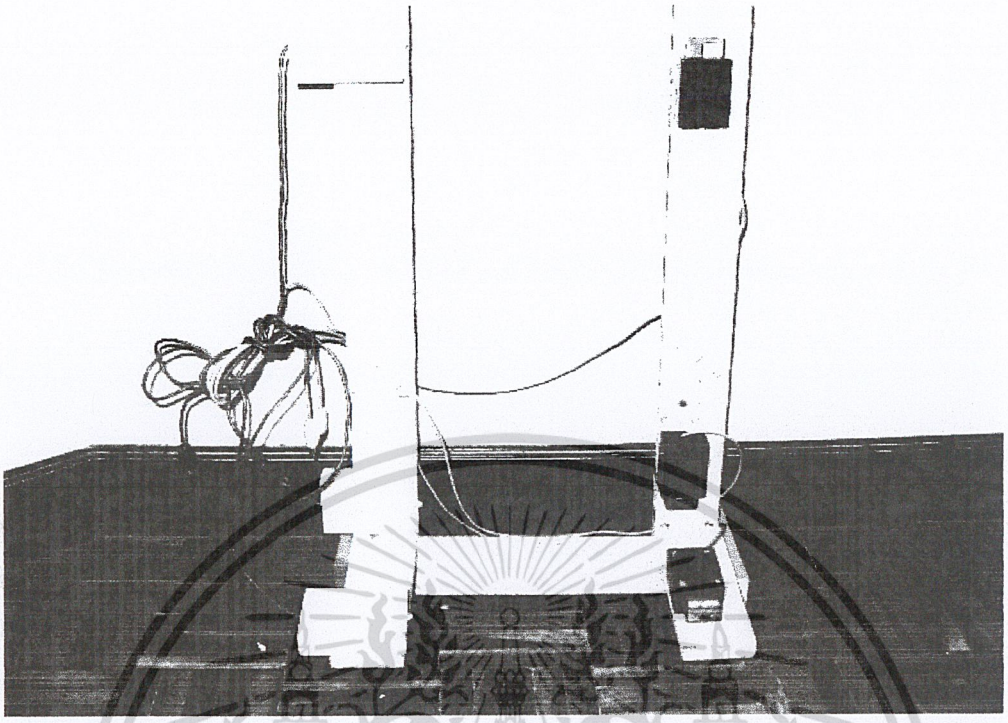
การทำงานในส่วนต่าง ๆ ของเครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหวพร้อมบันทึกภาพและโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติโดยผ่านระบบโทรศัพท์ได้แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานไว้แล้วดังภาพที่ 5.1

5.4 แสดงรูปชิ้นงานจริง

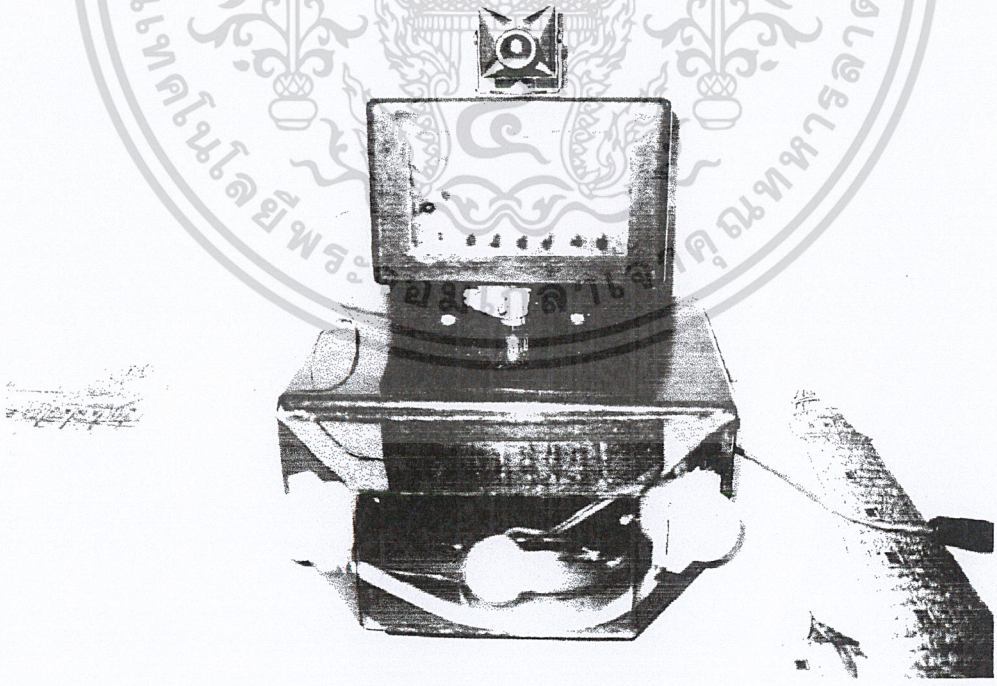


ภาพที่ 5.2 วงจรควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

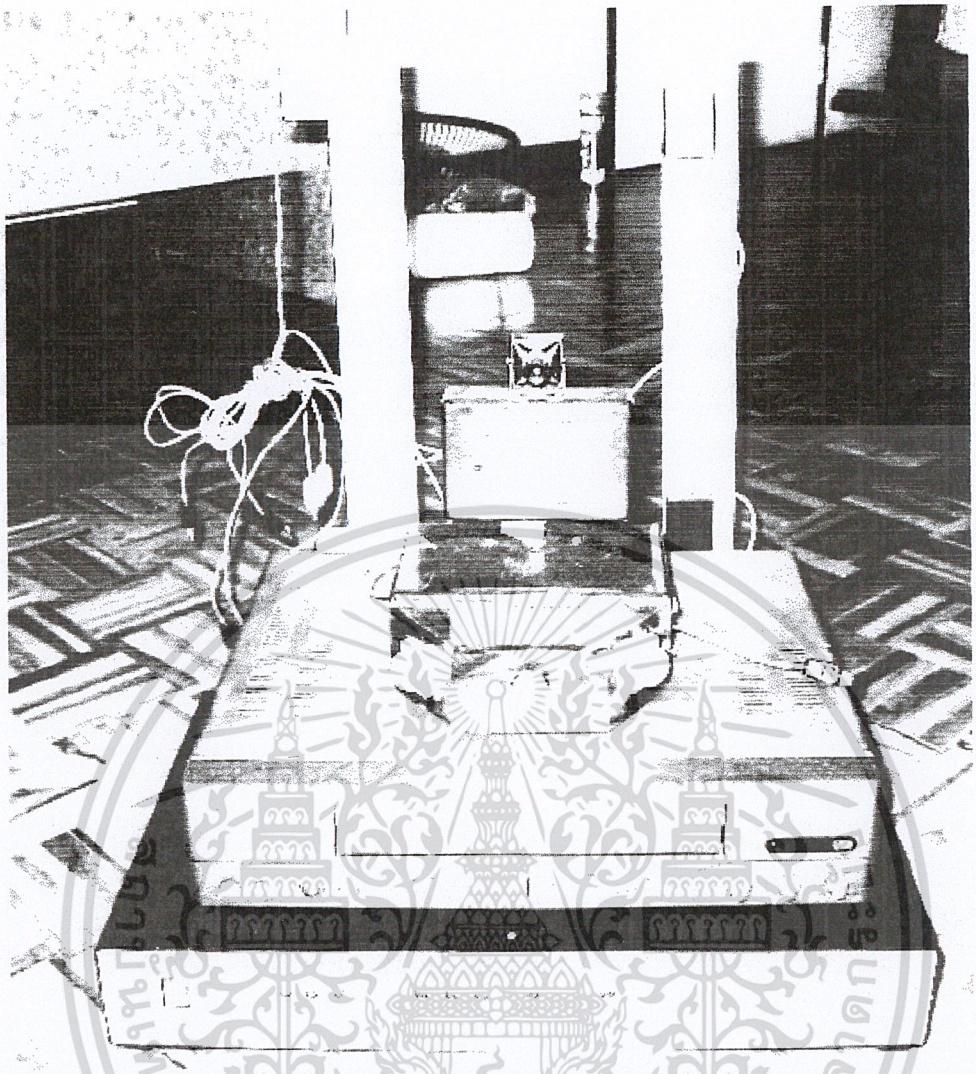


ภาพที่ 5.3 ชุดอินฟราเรดเซนเซอร์



ภาพที่ 5.4 ตัวตรวจจับ PIR และกล้อง CCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5.5 ตัวเครื่องพร้อมใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทสรุป ปัญหา แนวทางแก้ไข และพัฒนา

6.1 บทสรุป

เครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหวพร้อมบันทึกภาพและโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติโดยผ่านระบบโทรศัพท์ที่ได้สร้างขึ้นนี้เมื่อนำมาทดสอบการทำงานของเครื่องแล้ว ทำให้รู้ถึงระยะเวลาการทำงานของแต่ละภาพพร้อมทั้งเปรียบเทียบการทำงานของเครื่องในแต่ละครั้ง เพื่อปรับปรุงให้เครื่องมีประสิทธิภาพในการทำงานได้มากขึ้น และมีข้อผิดพลาดน้อยที่สุดจนเป็นผลสำเร็จพร้อมที่จะนำไปใช้งานได้ตามความต้องการ

6.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

ปัญหาที่เกิดขึ้นมีมากมายแต่จำแนกได้เป็นข้อ ๆ ดังนี้พร้อมทั้งแนวทางแก้ไขด้วย

6.2.1 การรวบรวมข้อมูล

การรวบรวมข้อมูลเนื่องจากการจัดหาข้อมูลนั้นเนื้อหามีจำนวนไม่มากนัก จึงต้องมีการหาข้อมูลตามแหล่งต่าง ๆ เพิ่มเติม และเมื่อได้ข้อมูลมาแล้วจะต้องนำมาวิเคราะห์และพิจารณาถึงข้อมูลนั้น ๆ ว่ามีข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับปริญญานิพนธ์นี้มากน้อยเพียงใด หรือมีข้อแตกต่างกันอย่างไรบ้าง แล้วจึงมาทำความเข้าใจให้กับตัวเองและกับสมาชิกในกลุ่มจึงจะนำข้อมูลที่รวบรวมได้ไปเรียบเรียงและจัดพิมพ์เป็นเอกสารประกอบการทำงานต่อไป

6.2.2 การประกอบและติดตั้ง

การสร้างเครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหวพร้อมบันทึกภาพและโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติโดยผ่านระบบโทรศัพท์นี้ มีส่วนประกอบของวงจรต่าง ๆ หลายวงจรทำให้ต้องหาซื้อวงจรนั้นตามที่ต่าง ๆ หลายที่และเมื่อหาซื้อได้แล้วก็นำวงจรนั้นมาประกอบและวิเคราะห์การทำงานของวงจรนั้น ๆ บางวงจรก็ต้องดัดแปลงการทำงานของมันบ้างเพื่อที่จะนำมาทำเป็นวงจรเดียวกัน ซึ่งต้องทดสอบการทำงานแต่ละวงจรหลายครั้งจนวงจรนั้นทำงานได้ตามต้องการ

6.3 แนวทางการพัฒนา

แนวทางการพัฒนาของเครื่องตรวจจับความเคลื่อนไหวพร้อมบันทึกภาพและโทรแจ้งเหตุอัตโนมัติโดยผ่านระบบโทรศัพท์ สามารถพัฒนารูปแบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นได้มากมายโดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อาจทำเป็นวงจรตรวจจับแก๊สรั่ว วงจรตรวจจับเปลวไฟและวงจรอื่น ๆ อีกมากมาย ตลอดจนการนำวงจรนี้ไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่น ๆ ได้อีกด้วยแล้วแต่การนำไปปะยุกต์ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ชนะธิป รักชลธี , "ไมโครสเต็ป สเต็ปมอเตอร์ คอนโทรลเลอร์" , ปริญญานิพนธ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , 2538.
2. Lewis C. Eggebrecht, "Interfacing to the IBM Personal Computer" , Howard w. sams & Co., Inc , 1983.
3. บัณฑิต จามรภูติ , คู่มือการใช้งาน Protel 99. เชียงใหม่ : บัณฑิตเพรส, 2544.
4. โตศักดิ์ ทัศนานุตริยะ , การผลิต การส่งและจ่ายไฟฟ้า. กรุงเทพ : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2544.
5. ศัพท์วิศวกรรมไฟฟ้าเล่ม 4 ศัพท์การควบคุมอัตโนมัติ. กรุงเทพมหานคร : สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม, 2527.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

February 1993

CD4093BM/CD4093BC Quad 2-Input NAND Schmitt Trigger

General Description

The CD4093B consists of four Schmitt-trigger circuits. Each circuit functions as a 2-input NAND gate with Schmitt-trigger action on both inputs. The gate switches at different points for positive and negative-going signals. The difference between the positive (V_{T^+}) and the negative voltage (V_{T^-}) is defined as hysteresis voltage (V_H).

All outputs have equal source and sink currents and conform to standard B-series output drive (see Static Electrical Characteristics).

Features

- Wide supply voltage range 3.0V to 15V
- Schmitt-trigger on each input with no external components
- Noise immunity greater than 50%
- Equal source and sink currents
- No limit on input rise and fall time
- Standard B-series output drive
- Hysteresis voltage (any input) $T_A = 25°C$

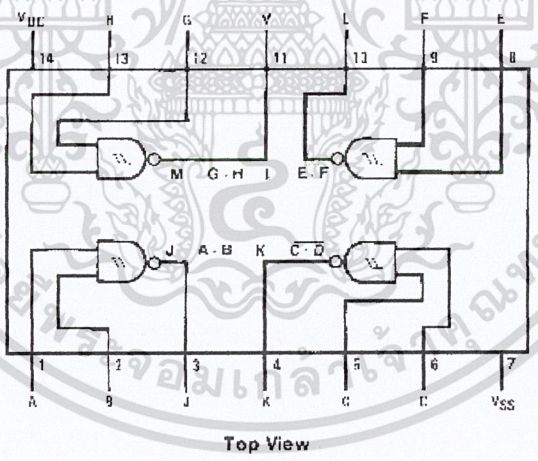
Typical	$V_{DD} = 5.0V$	$V_H = 1.5V$
	$V_{DD} = 10V$	$V_H = 2.2V$
	$V_{DD} = 15V$	$V_H = 2.7V$
Guaranteed		$V_H = 0.1\ V_{DD}$

Applications

- Wave and pulse shapers
- High-noise-environment systems
- Monostable multivibrators
- Astable multivibrators
- NAND logic

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



Top View

Order Number CD4093B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Notes 1 & 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

DC Supply Voltage (V_{DD})	−0.5 to +18 V_{DC}
Input Voltage (V_{IN})	−0.5 to V_{DD} +0.5 V_{DC}
Storage Temperature Range (T_S)	−65°C to +150°C
Power Dissipation (P_D)	
Dual-In-Line	700 mW
Small Outline	500 mW
Lead Temperature (T_L) (Soldering, 10 seconds)	260°C

Recommended Operating Conditions (Note 2)

DC Supply Voltage (V_{DD})	3 to 15 V_{DC}
Input Voltage (V_{IN})	0 to V_{DD} V_{DC}
Operating Temperature Range (T_A)	
CD4093BM	−55°C to +125°C
CD4093BC	−40°C to +85°C

DC Electrical Characteristics CD4093BM (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	−55°C		+25°C			+125°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device Current	V_{DD} = 5V		0.25			0.25		7.5	μA
		V_{DD} = 10V		0.5			0.5		15.0	μA
		V_{DD} = 15V		1.0			1.0		30.0	μA
V_{OL}	Low Level Output Voltage	V_{IN} = V_{DD}, $\|I_O\|$ < 1 μA								
		V_{DD} = 5V		0.05		0	0.05		0.05	V
		V_{DD} = 10V		0.05		0	0.05		0.05	V
		V_{DD} = 15V		0.05		0	0.05		0.05	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	V_{IN} = V_{SS}, $\|I_O\|$ < 1 μA								
		V_{DD} = 5V	4.95		4.95	5		4.95		V
		V_{DD} = 10V	9.95		9.95	10		9.95		V
		V_{DD} = 15V	14.95		14.95	15		14.95		V
V_T	Negative-Going Threshold Voltage (Any Input)	$\|I_O\|$ < 1 μA								
		V_{DD} = 5V, V_O = 4.5V	1.3	2.25	1.5	1.8	2.25	1.5	2.3	V
		V_{DD} = 10V, V_O = 9V	2.85	4.5	3.0	4.1	4.5	3.0	4.65	V
		V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V	4.35	6.75	4.5	6.3	6.75	4.5	6.9	V
V_T^+	Positive-Going Threshold Voltage (Any Input)	$\|I_O\|$ < 1 μA								
		V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V	2.75	3.65	2.75	3.3	3.5	2.65	3.5	V
		V_{DD} = 10V, V_O = 1V	5.5	7.15	5.5	6.2	7.0	5.35	7.0	V
		V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V	8.25	10.65	8.25	9.0	10.5	8.1	10.5	V
V_H	Hysteresis ($V_T^+ - V_T^-$) (Any Input)	V_{DD} = 5V	0.5	2.35	0.5	1.5	2.0	0.35	2.0	V
		V_{DD} = 10V	1.0	4.30	1.0	2.2	4.0	0.70	4.0	V
		V_{DD} = 15V	1.5	6.30	1.5	2.7	6.0	1.20	6.0	V
I_{OL}	Low Level Output Current (Note 3)	V_{IN} = V_{DD}								
		V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V	0.64		0.51	0.88		0.36		mA
		V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V	1.6		1.3	2.25		0.9		mA
		V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V	4.2		3.4	8.8		2.4		mA
I_{OH}	High Level Output Current (Note 3)	V_{IN} = V_{SS}								
		V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V	0.64		0.51	0.88		0.36		mA
		V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V	1.6		1.3	2.25		0.9		mA
		V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V	4.2		3.4	8.8		2.4		mA
I_{IN}	Input Current	V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V		0.1		10^{-5}	0.1		1.0	μA
		V_{DD} = 15V, V_{IN} = 15V		0.1		10^{-5}	0.1		1.0	μA

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed; they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Recommended Operating Conditions" and "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.

Note 2: V_{SS} = 0V unless otherwise specified.

Note 3: I_{OH} and I_{OL} are tested one output at a time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC Electrical Characteristics CD4093BC (Note 2)

Symbol	Parameter	Conditions	−40°C		+25°C			+85°C		Units
			Min	Max	Min	Typ	Max	Min	Max	
I_{DD}	Quiescent Device Current	V_{DD} = 5V		1.0			1.0		7.5	μA
		V_{DD} = 10V		2.0			2.0		15.0	μA
		V_{DD} = 15V		4.0			4.0		30.0	μA
V_{OL}	Low Level Output Voltage	V_{IN} = V_{DD}, $\|I_O\|$ < 1 μA								
		V_{DD} = 5V		0.05		0	0.05		0.05	V
		V_{DD} = 10V		0.05		0	0.05		0.05	V
		V_{DD} = 15V		0.05		0	0.05		0.05	V
V_{OH}	High Level Output Voltage	V_{IN} = V_{SS}, $\|I_O\|$ < 1 μA								
		V_{DD} = 5V	4.95		4.95	5		4.95		V
		V_{DD} = 10V	9.95		9.95	10		9.95		V
		V_{DD} = 15V	14.95		14.95	15		14.95		V
V_T^-	Negative-Going Threshold Voltage (Any Input)	$\|I_O\|$ < 1 μA								
		V_{DD} = 5V, V_O = 4.5V	1.3	2.25	1.5	1.8	2.25	1.5	2.3	V
		V_{DD} = 10V, V_O = 9V	2.85	4.5	3.0	4.1	4.5	3.0	4.65	V
		V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V	4.35	6.75	4.5	6.3	6.75	4.5	6.9	V
V_T^+	Positive-Going Threshold Voltage (Any Input)	$\|I_O\|$ < 1 μA								
		V_{DD} = 5V, V_O = 0.5V	2.75	3.6	2.75	3.3	3.5	2.65	3.5	V
		V_{DD} = 10V, V_O = 1V	5.5	7.15	5.5	6.2	7.0	5.35	7.0	V
		V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V	8.25	10.65	8.25	9.0	10.5	8.1	10.5	V
V_H	Hysteresis ($V_T^+ - V_T^-$) (Any Input)	V_{DD} = 5V	0.5	2.35	0.5	1.5	2.0	0.35	2.0	V
		V_{DD} = 10V	1.0	4.3	1.0	2.2	4.0	0.70	4.0	V
		V_{DD} = 15V	1.5	6.3	1.5	2.7	6.0	1.20	6.0	V
I_{OL}	Low Level Output Current (Note 3)	V_{IN} = V_{DD}								
		V_{DD} = 5V, V_O = 0.4V	0.52		0.44	0.88		0.36		mA
		V_{DD} = 10V, V_O = 0.5V	1.3		1.1	2.25		0.9		mA
		V_{DD} = 15V, V_O = 1.5V	3.6		3.0	8.8		2.4		mA
I_{OH}	High Level Output Current (Note 3)	V_{IN} = V_{SS}								
		V_{DD} = 5V, V_O = 4.6V	−0.52		0.44	−0.88		−0.36		mA
		V_{DD} = 10V, V_O = 9.5V	−1.3		−1.1	−2.25		−0.9		mA
		V_{DD} = 15V, V_O = 13.5V	−3.6		−3.0	−8.8		−2.4		mA
I_{IN}	Input Current	V_{DD} = 15V, V_{IN} = 0V		−0.3		-10^{-5}	−0.3		−1.0	μA
		V_{DD} = 15V, V_{IN} = 15V		0.3		10^{-5}	0.3		1.0	μA

AC Electrical Characteristics*

T_A = 25°C, C_L = 50 pF, R_L = 200k, Input t_r, t_f = 20 ns, unless otherwise specified

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{PHL}, t_{PLH}	Propagation Delay Time	V_{DD} = 5V		300	450	ns
		V_{DD} = 10V		120	210	ns
		V_{DD} = 15V		80	160	ns
t_{THL}, t_{TLH}	Transition Time	V_{DD} = 5V		90	145	ns
		V_{DD} = 10V		50	75	ns
		V_{DD} = 15V		40	60	ns
C_{IN}	Input Capacitance	(Any Input)		5.0	7.5	pF
C_{PD}	Power Dissipation Capacitance	(Per Gate)		24		pF

*AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

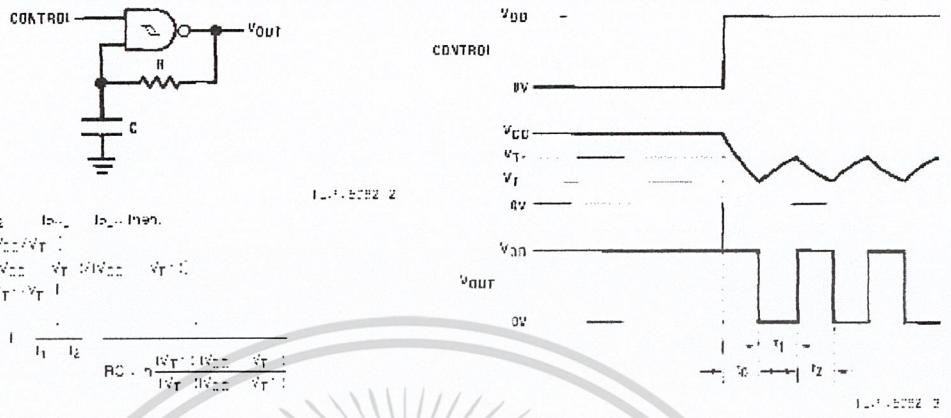
Note 2: V_{SS} = 0V unless otherwise specified.

Note 3: I_{OH} and I_{OL} are tested one output at a time.

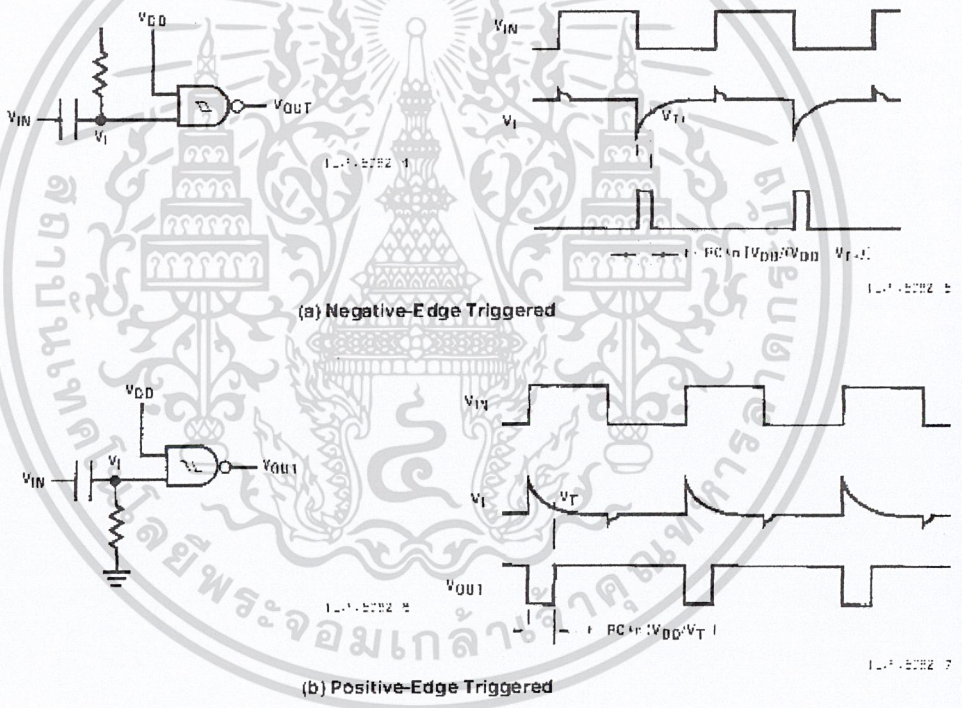
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications

Gated Oscillator



Gated One-Shot



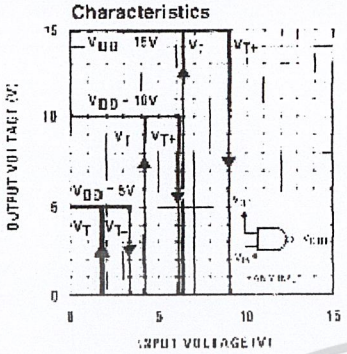
(a) Negative-Edge Triggered

(b) Positive-Edge Triggered

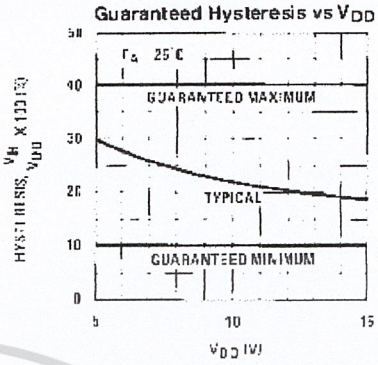
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

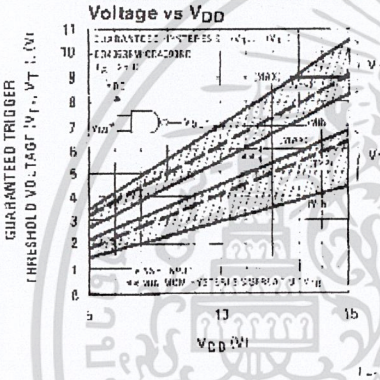
Typical Transfer Characteristics



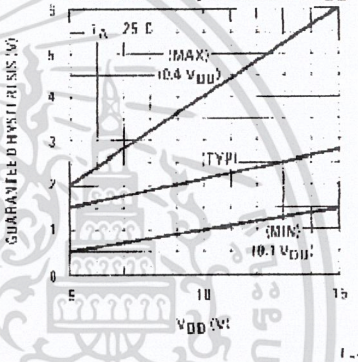
Guaranteed Hysteresis vs V_{DD}



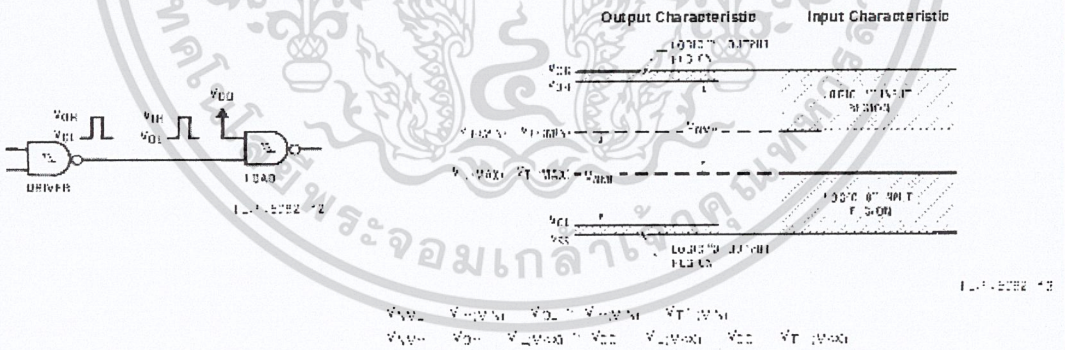
Guaranteed Trigger Threshold Voltage vs V_{DD}



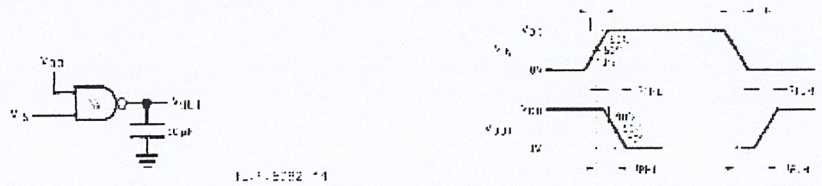
Guaranteed Hysteresis vs V_{DD}



Input and Output Characteristics

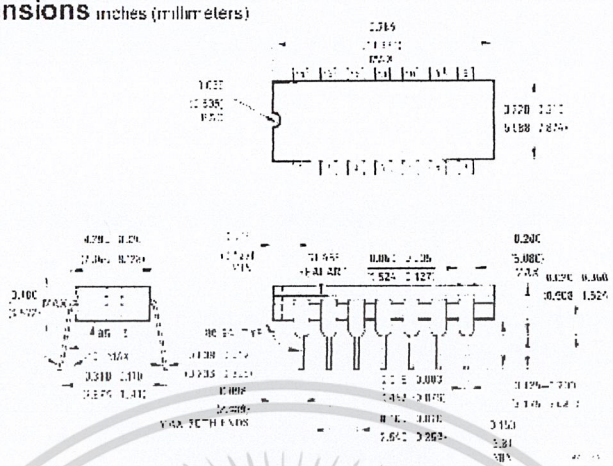


AC Test Circuits and Switching Time Waveforms

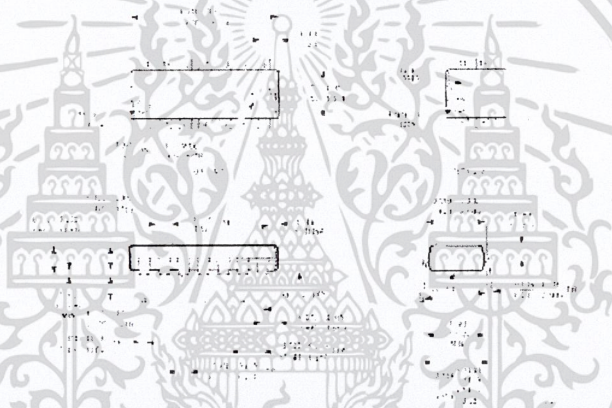


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters)



Ceramic Dual-In-Line Package (J)
Order Number CD4093BMJ or CD4093BCJ
NS Package Number J14A



Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number CD4093BM or CD4093BCN
NS Package Number N14A

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform, when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation
National Semiconductor Europe
National Semiconductor Hong Kong Ltd.
National Semiconductor Japan Ltd.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

February 2000

National Semiconductor

LM555
Timer

General Description

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

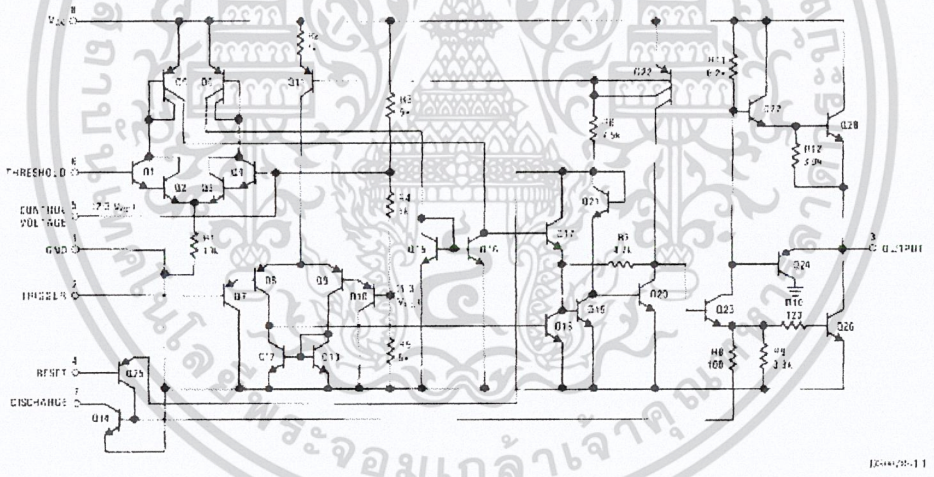
Features

- Direct replacement for SE555/NE555
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes
- Adjustable duty cycle
- Output can source or sink 200 mA
- Output and supply TTL compatible
- Temperature stability better than 0.005% per °C
- Normally on and normally off output
- Available in 8-pin MSOP package

Applications

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

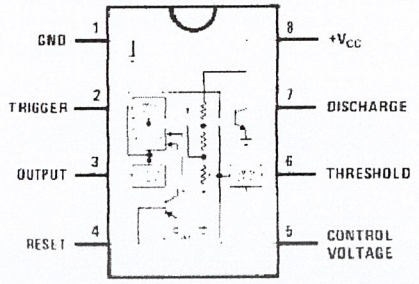
Schematic Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Connection Diagram

Dual-In-Line, Small Outline
and Molded Mini Small Outline Packages



Top View

Ordering Information

Package	Part Number	Package Marking	Media Transport	NSC Drawing
8-Pin SOIC	LM555CM	LM555CM	Rails	M08A
	LM555CMX	LM555CM	2.5k Units Tape and Reel	
8-Pin MSOP	LM555CMM	Z55	1k Units Tape and Reel	MUA08A
	LM555CMMX	Z55	3.5k Units Tape and Reel	
8-Pin MDIP	LM555CN	LM555CN	Rails	N08E

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 2)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage	+18V
Power Dissipation (Note 3)	
LM555CM, LM555CN	1180 mW
LM555CMM	613 mW
Operating Temperature Ranges	
LM555C	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Soldering Information

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 Seconds)	260°C
Small Outline Packages	
(SOIC and MSOP)	
Vapor Phase (60 Seconds)	215°C
Infrared (15 Seconds)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics (Notes 1, 2)

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

Parameter	Conditions	Limits LM555C			Units
		Min	Typ	Max	
Supply Voltage		4.5		16	V
Supply Current	V_{CC} = 5V, R_L = ∞ V_{CC} = 15V, R_L = ∞ (Low State) (Note 4)		3 10	6 15	mA
Timing Error, Monostable					
Initial Accuracy			1		%
Drift with Temperature	R_A = 1k to 100kΩ, C = 0.1μF, (Note 5)		50		ppm/°C
Accuracy over Temperature			1.5		%
Drift with Supply			0.1		%/V
Timing Error, Astable					
Initial Accuracy			2.25		%
Drift with Temperature	R_A, R_B = 1k to 100kΩ, C = 0.1μF, (Note 5)		150		ppm/°C
Accuracy over Temperature			3.0		%
Drift with Supply			0.30		%/V
Threshold Voltage			0.667		x V_{CC}
Trigger Voltage	V_{CC} = 15V V_{CC} = 5V		5 1.67		V V
Trigger Current			0.5	0.9	μA
Reset Voltage		0.4	0.5	1	V
Reset Current			0.1	0.4	mA
Threshold Current	(Note 6)		0.1	0.25	μA
Control Voltage Level	V_{CC} = 15V V_{CC} = 5V	9 2.6	10 3.33	11 4	V
Pin 7 Leakage Output High			1	100	nA
Pin 7 Sat (Note 7)					
Output Low	V_{CC} = 15V, I_7 = 15mA		180		mV
Output Low	V_{CC} = 4.5V, I_7 = 4.5mA		80	200	mV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (Notes 1, 2) (Continued)

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

Parameter	Conditions	Limits			Units
		LM555C			
		Min	Typ	Max	
Output Voltage Drop (Low)	V_{CC} = 15V				
	I_{SINK} = 10mA		0.1	0.25	V
	I_{SINK} = 50mA		0.4	0.75	V
	I_{SINK} = 100mA		2	2.5	V
	I_{SINK} = 200mA		2.5		V
	V_{CC} = 5V				
	I_{SINK} = 8mA				V
	I_{SINK} = 5mA		0.25	0.35	V
Output Voltage Drop (High)	I_{SOURCE} = 200mA, V_{CC} = 15V		12.5		V
	I_{SOURCE} = 100mA, V_{CC} = 15V	12.75	13.3		V
	V_{CC} = 5V	2.75	3.3		V
Rise Time of Output			100		ns
Fall Time of Output			100		ns

Note 1: All voltages are measured with respect to the ground pin, unless otherwise specified.

Note 2: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

Note 3: For operating at elevated temperatures the device must be derated above 25°C based on a +150°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 106°C/W (DIP), 170°C/W (S0-8), and 204°C/W (MSOP) junction to ambient.

Note 4: Supply current when output high typically 1 mA less at V_{CC} = 5V.

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

Note 6: This will determine the maximum value of R_A + R_B for 15V operation. The maximum total (R_A + R_B) is 20MΩ.

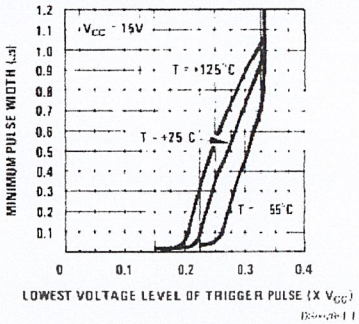
Note 7: No protection against excessive pin 7 current is necessary providing the package dissipation rating will not be exceeded.

Note 8: Refer to RETS555X drawing of military LM555H and LM555J versions for specifications.

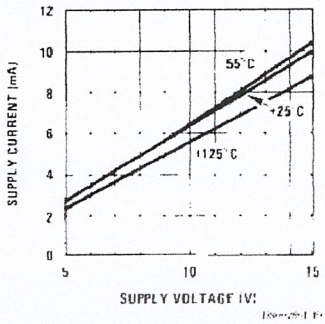
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics

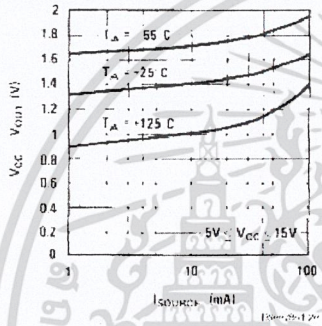
Minimum Pulse Width Required for Triggering



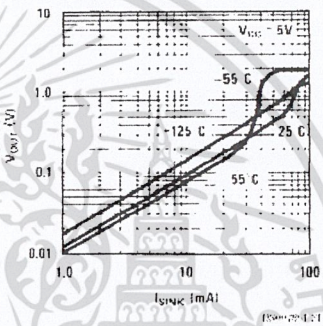
Supply Current vs. Supply Voltage



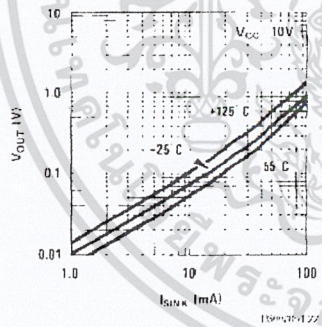
High Output Voltage vs. Output Source Current



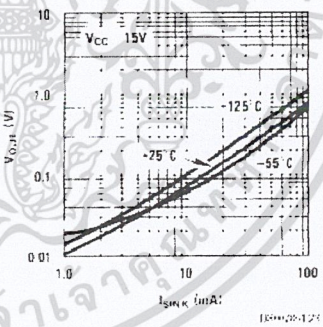
Low Output Voltage vs. Output Sink Current



Low Output Voltage vs. Output Sink Current



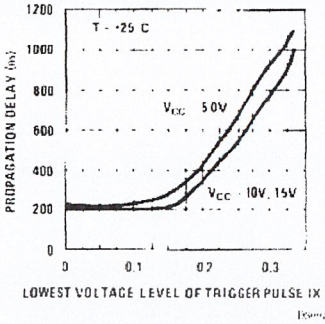
Low Output Voltage vs. Output Sink Current



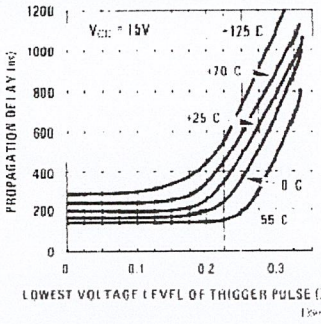
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics (Continued)

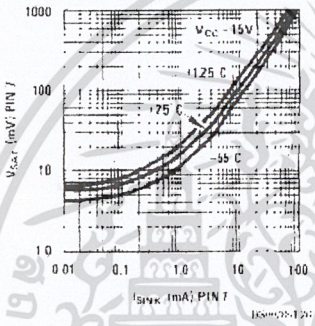
Output Propagation Delay vs.
Voltage Level of Trigger Pulse



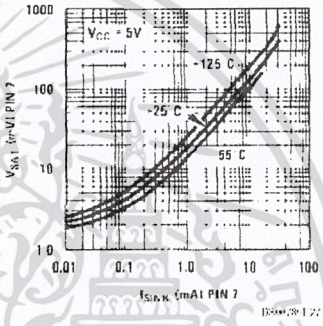
Output Propagation Delay vs.
Voltage Level of Trigger Pulse



Discharge Transistor (Pin 7)
Voltage vs. Sink Current



Discharge Transistor (Pin 7)
Voltage vs. Sink Current



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications Information

MONOSTABLE OPERATION

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

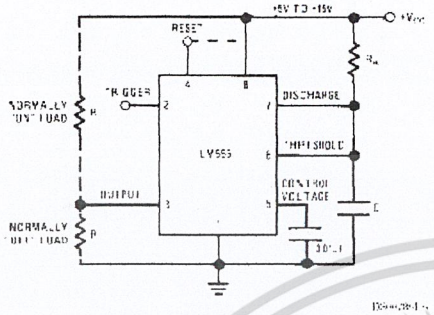
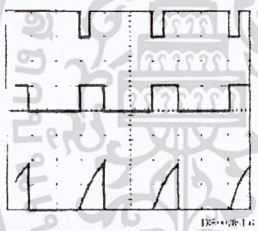


FIGURE 1. Monostable

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



V_{CC} = 5V
TIME = 0.1 ms/DIV.
R_A = 9.1kΩ
C = 0.01µF
Upper Trace: Input 5V/DIV.
Middle Trace: Output 5V/DIV.
Bottom Trace: Capacitor Voltage 2V/DIV.

FIGURE 2. Monostable Waveforms

During the timing cycle when the output is high, the further application of a trigger pulse will not effect the circuit so long as the trigger input is returned high at least 10µs before the end of the timing interval. However the circuit can be reset during this time by the application of a negative pulse to the reset terminal (pin 4). The output will then remain in the low state until a trigger pulse is again applied.

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

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

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

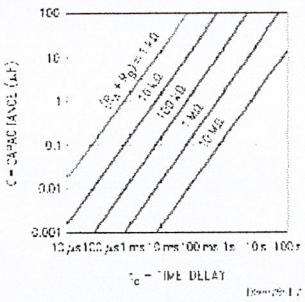


FIGURE 3. Time Delay

ASTABLE OPERATION

If the circuit is connected as shown in *Figure 4* (pins 2 and 6 connected) it will trigger itself and free run as a multivibrator. The external capacitor charges through $R_A + R_B$, and discharges through R_B. Thus the duty cycle may be precisely set by the ratio of these two resistors.

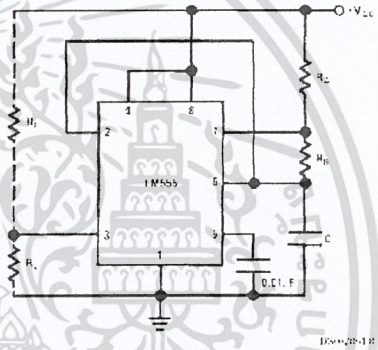


FIGURE 4. Astable

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications Information (Continued)

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

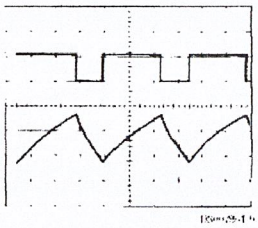


FIGURE 5. Astable Waveforms

The charge time (output high) is given by:

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

And the discharge time (output low) by:

$$t_2 = 0.693 (R_B) C$$

Thus the total period is:

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

The frequency of oscillation is:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.44}{(R_A + 2R_B) C}$$

Figure 6 may be used for quick determination of these RC values.

The duty cycle is:

$$D = \frac{R_B}{R_A + 2R_B}$$

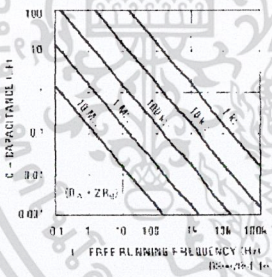


FIGURE 6. Free Running Frequency

FREQUENCY DIVIDER

The monostable circuit of *Figure 1* can be used as a frequency divider by adjusting the length of the timing cycle. *Figure 7* shows the waveforms generated in a divide by three circuit.

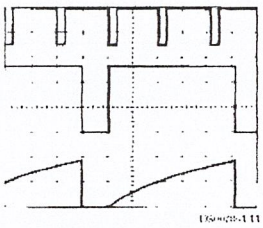


FIGURE 7. Frequency Divider

PULSE WIDTH MODULATOR

When the timer is connected in the monostable mode and triggered with a continuous pulse train, the output pulse width can be modulated by a signal applied to pin 5. *Figure 8* shows the circuit, and in *Figure 9* are some waveform examples.

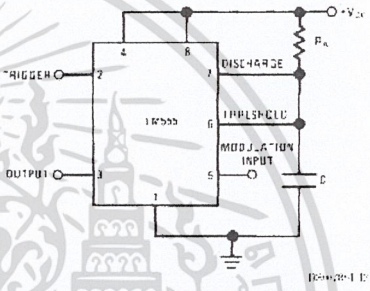


FIGURE 8. Pulse Width Modulator

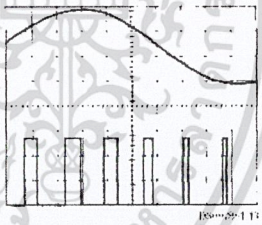


FIGURE 9. Pulse Width Modulator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications Information (Continued)

PULSE POSITION MODULATOR

This application uses the timer connected for astable operation, as in *Figure 10*, with a modulating signal again applied to the control voltage terminal. The pulse position varies with the modulating signal, since the threshold voltage and hence the time delay is varied. *Figure 11* shows the waveforms generated for a triangle wave modulation signal.

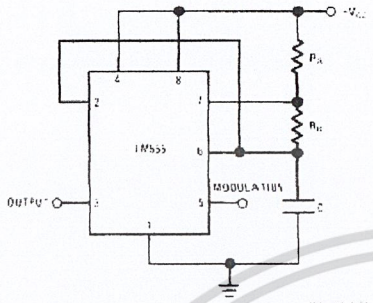


FIGURE 10. Pulse Position Modulator

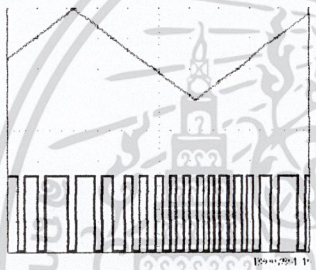


FIGURE 11. Pulse Position Modulator

LINEAR RAMP

When the pullup resistor, R_A, in the monostable circuit is replaced by a constant current source, a linear ramp is generated. *Figure 12* shows a circuit configuration that will perform this function.

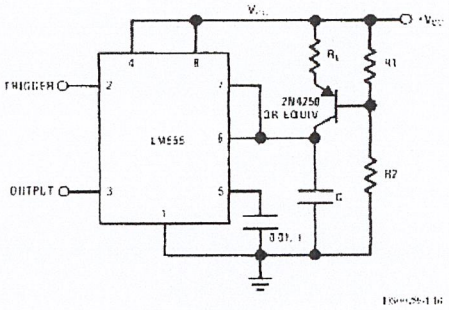


FIGURE 12.

Figure 13 shows waveforms generated by the linear ramp. The time interval is given by:

$$T = \frac{2/3\, V_{CC}\, R_E\, (R_1 - R_2)\, C}{R_1\, V_{CC} - V_{BE}\,(R_1 + R_2)}$$

$V_{BE} = 0.6V$

$V_{EE} = 0.6V$

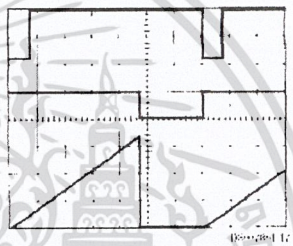


FIGURE 13. Linear Ramp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Applications Information (Continued)

50% DUTY CYCLE OSCILLATOR

For a 50% duty cycle, the resistors R_A and R_B may be connected as in *Figure 14*. The time period for the output high is the same as previous, $t_1 = 0.693\ R_A\ C$. For the output low it is t_2 =

$$\left[(R_A R_B)/(R_A + R_B)\right] C \ln\left[\frac{R_B - 2R_A}{2R_B - R_A}\right]$$

Thus the frequency of oscillation is

$$f = \frac{1}{t_1 + t_2}$$

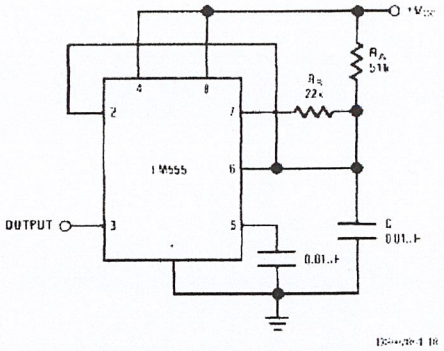


FIGURE 14. 50% Duty Cycle Oscillator

Note that this circuit will not oscillate if R_B is greater than 1/2 R_A because the junction of R_A and R_B cannot bring pin 2 down to 1/3 V_{CC} and trigger the lower comparator.

ADDITIONAL INFORMATION

Adequate power supply bypassing is necessary to protect associated circuitry. Minimum recommended is 0.1µF in parallel with 1µF electrolytic.

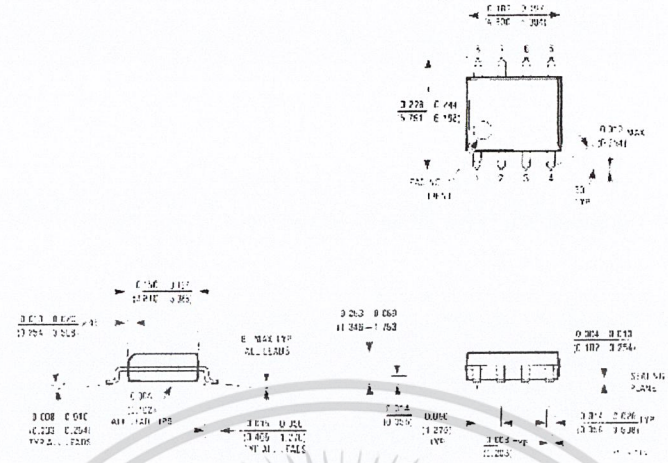
Lower comparator storage time can be as long as 10µs when pin 2 is driven fully to ground for triggering. This limits the monostable pulse width to 10µs minimum.

Delay time reset to output is 0.47µs typical. Minimum reset pulse width must be 0.3µs typical.

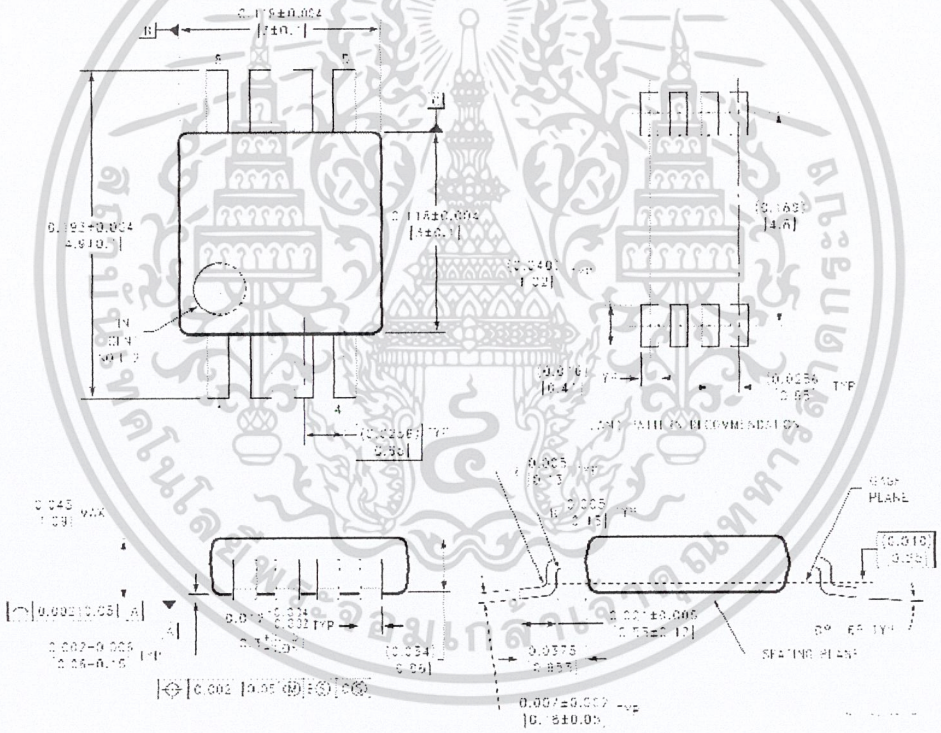
Pin 7 current switches within 20ns of the output (pin 3) voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



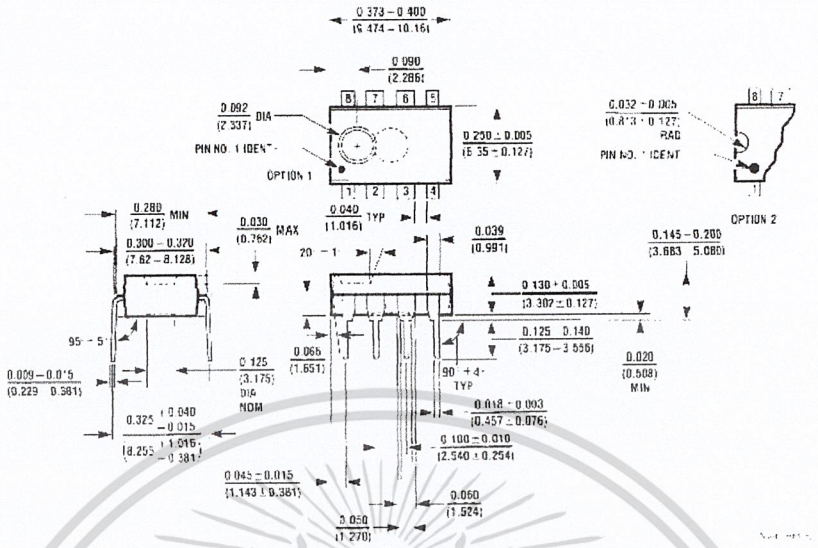
Small Outline Package (M)
NS Package Number M08A



8-Lead (0.118" Wide) Molded Mini Small Outline Package
NS Package Number MUA08A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Molded Dual-In-Line Package (N)
NS Package Number N08E

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.

2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation
Americas
Tel: 1-800-272-9959
Fax: 1-800-737-7018
Email: support@nsc.com
www.national.com

National Semiconductor Europe
Fax: +49 (0) 180-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 69 9508 6208
English Tel: +44 (0) 870 24 0 2171
Français Tel: +33 (0) 1 41 91 8790

National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: ap.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-3-5639-7560
Fax: 81-3-5639-7507

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้