สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องเล่นซีดีแบบอัตโนมัติ

Automatic CD-Player

โดย

นาย ดนัย จงนอก

นาย ตรัยวิทย์ รัตนเจียมรังษี

ปพ.
ว1236ค
2549

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 72857
วัน,เดือน,ปี 23 มิ.ย. 2550

.b 11773364
.i.....

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเล่นซีดีแบบอัตโนมัติ

Automatic CD-Player

โดย

นาย ดนัย จงนอก รหัส 46010231

นาย ตรัยวิทย์ รัตนเจียมรังษี รหัส 46010243

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.กิติพล ชิตสกุล

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2549

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องเล่นซีดีอัตโนมัติ

ผู้จัดทำ 1.นาย ดนัย จงนอก รหัส 46010231

2.นาย ตรัยวิทย์ รัตนเจียมรังษี รหัส 46010243

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.กิตติพล ชิตสกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์เรื่อง เครื่องเล่นซีดีอัตโนมัติ

Automatic CD Player

จัดทำโดย นายดนัย จงนอก รหัส 46010231

นายตรัยวิทย์ รัตนเจียมรังษี รหัส 46010243

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.กิติพล ชิตสกุล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ผ่านการตรวจสอบจากอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.กิติพล ชิตสกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเล่นซีดีแบบอัตโนมัติ

นายดนัย ขงนอก รหัส 46010231
นายตรัยวิทย์ รัตนเจียมรังษี รหัส 46010243
ดร.กิติพล ชิตสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

ในงานแสดงนิทรรศการต่างๆ เช่น งานแสดงศิลปะ หรืองานแสดงด้านวิชาการต่างๆ เป็นต้น โดยปกติจะมีการให้รายละเอียดของชิ้นงานซึ่งส่วนใหญ่จะมีรูปแบบเป็นตัวหนังสือเพื่อให้ผู้ที่มาชมงานได้อ่านทำความเข้าใจในชิ้นงานนั้นๆ ในบางครั้งเป็นการไม่สะดวกและยุ่งยากในการที่จะทำการอ่านเนื้อหารายละเอียดของชิ้นงาน เพื่อความสะดวกในการรับรู้รายละเอียดของชิ้นงานและทำให้การชมนิทรรศการน่าสนใจยิ่งขึ้น ดังนั้นเครื่องเล่นซีดีแบบอัตโนมัติจึงเป็นสิ่งที่สร้างมาเพื่อแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งตัวเครื่องจะทำการเล่นแผ่นซีดีซึ่งได้บันทึกคำบรรยายเกี่ยวกับนิทรรศการนั้นๆไว้ออกมาในรูปแบบของเสียงโดยอัตโนมัติเมื่อมีผู้มาชมงาน

โครงงานนี้เป็นการศึกษาและออกแบบเครื่องเล่นซีดีแบบอัตโนมัติโดยใช้ อินฟราเรดเซนเซอร์ในการตรวจจับการเคลื่อนไหวของคนแล้วทำการส่งสัญญาณออกมาเข้าตัวไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อส่งสัญญาณไปควบคุมให้ซีดี-รอม ทำงาน โดยที่ตัวเครื่องซีดี-รอมจะมีหน้าจอแสดงระยะเวลาการอ่านแผ่นซีดีอยู่ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automatic CD-Player

Mr.Danai jongnok ID. 46010231
Mr.Traiwit Rattanachaimrangsi ID. 46010243
Dr. Kitipol Chitsakul Advisor
Educational Year 2006

Abstract

Generally, in an art or academic exhibition, detail of exhibition need to be explained for more understanding. Since reading is sometimes difficult to giving all detail to spectators. More conveniently, sound may be used.

An automatic cd-player presented in this thesis is used to play record sound in two modes, manual and automatic. In manual mode, a spectator plays/stops record sound by pressing controlling switches. In automatic mode, the player employed infrared-sensor to detect a spectator and play record automatically. A microcontroller is used to receive the commands and control the cd-player. The time remaining is reminded on LCD panel included in the player.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ

อาจารย์ ดร. กิติพล ชิตสกุล (อาจารย์ที่ปรึกษา) และอาจารย์ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ทุกท่าน ที่ให้คำปรึกษาและแนะนำเกี่ยวกับโครงงานเครื่องเล่นซีดีอัตโนมัติ อีกทั้งเอื้ออำนวยในส่วนของเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ในการทดลอง และสั่งสอนให้ความรู้จนสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในการทำโครงงานครั้งนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.2 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.3 ประโยชน์ที่จะได้รับ	1
1.4โครงสร้างของโครงงาน	1
บทที่ 2 อินฟราเรดเซ็นเซอร์	2
บทที่ 3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	6
3.1 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051	6
3.2 โครงสร้างหน่วยความจำของ 8051	8
บทที่ 4 โปรโตคอลที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับซีดีรอม	13
4.1 มาตรฐาน ATA	13
4.1.1 การเชื่อมต่อทางกายภาพ	13
4.1.2 ขาเชื่อมต่อสำหรับรับส่งข้อมูล	14
4.1.3 รีจิสเตอร์ภายใน	16
4.1.4 โปรโตคอลการส่งข้อมูล	17
4.2 ATAPI	19
4.2.1 ATAPI Protocol	19
4.2.2 ATAPI PACKET Command	20
4.2.3 Status Register for Packet Command	20
4.3 ขั้นตอนการส่งคำสั่งแบบ PIOที่มีข้อมูลเข้าสู่ Host	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 หลักการทำงานของเครื่องเล่นซีดีรอม	26
5.1 A Fundamental Introduction to CD player	26
5.2 สรุปเกี่ยวกับตัวระบบ	27
5.3 คุณสมบัติและหลักการทำงานของแผ่นซีดี	29
5.3.1 CD-ROM (Compact Discs Read Only Memory)	29
5.3.2 Digital-to-analog Converters	30
5.3.3 Multi-Bit Converter	31
5.3.4 Low -Bit- Converter	31
5.3.5 Over sampling and Noise Shaping	33
5.4 มาตรฐาน ISO 9660	35
5.4.1 ภาพรวมโครงสร้าง ISO9660	35
5.4.2 โครงสร้างของไดเรคทอรี	39
5.4.3 Path Table	41
5.5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับซีดีรอม	42
5.5.1 ความรู้เกี่ยวกับไดร์ฟซีดีรอม	42
5.5.2 ประเภทของไดร์ฟ CD-ROM	46
5.5.3 กระบวนการอ่านและเขียนซีดี	47
5.5.4 แทร็ก (Track) และ เซสชั่น (Session)	52
5.5.5 มัลติเซสชั่น (Multi Sessions)	53
บทที่ 6 การออกแบบและการสร้าง	54
6.1 วงจรตรวจสอบสิ่งกีดขวาง	54
6.1.1 วงจรตัวส่ง	54
6.1.2 วงจรตัวรับ	55
6.2 วงจรควบคุมการทำงาน CD-ROM	56
6.2.1วงจรส่วนของสวิตช์ควบคุมและจอแสดงผล LCD	56
6.2.2วงจรควบคุมหลักของการควบคุมตัวเครื่อง CD-ROM	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.3 Block Diagram แสดงการทำงานในส่วนการควบคุมCD-ROM 59

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

6.2.4 การสร้างและออกแบบการควบคุมซีดีรอมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 60

6.2.5 Block Diagram ของการ scan key 61

บทที่ 7 การทดลองและผลการทดลอง 62

7.1 การทดลองและผลการทดลองของวงจรตรวจสอบสิ่งกีดขวาง 62

7.2 การทดลองและผลการทดลองของวงจรควบคุม CD-ROM 63

บทที่ 8 บทสรุป 64

บรรณานุกรม 65

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประกอบด้วยคลื่นไฟฟ้า (E) และคลื่นแม่เหล็ก (M)	2
รูปที่ 2.2 แถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า	3
รูปที่ 3.1 การจัดขาของ 8051	8
รูปที่ 3.2 แสดงหน่วยความจำโปรแกรมของ 8051	9
รูปที่ 3.3 แสดงหน่วยความจำข้อมูลของ 8051	9
รูปที่ 3.4 แสดงหน่วยความจำข้อมูลภายใน	10
รูปที่3.5 แสดงตำแหน่งการอ้างอิงระดับบิตของรีจิสเตอร์ SFR	12
รูปที่4.1 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างโฮสต์กับอุปกรณ์ 2 ตัว	13
รูปที่4.2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างโฮสต์กับอุปกรณ์ตัวเดียว	14
รูปที่ 4.3 ตัวเชื่อมต่อขนาด 40 ขา ตามมาตรฐาน ATA	14
รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะขั้วไฟเลี้ยงของเครื่องเล่นซีดี	16
รูปที่ 5.1 แสดงส่วนประกอบภายในแผ่นซีดี	30
รูปที่ 5.2 แสดงลายแทร็กของแผ่นซีดี	30
รูปที่ 5.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ PWM/MASH digital to analog converters	32
รูปที่ 5.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ PDM digital-to-analog converter	33
รูปที่ 5.5 แสดงการลักษณะการทำ over sampling	34
รูปที่ 5.6 โครงสร้าง ISO 9660	35
รูปที่ 5.7 Primary Volume Descriptor	36
รูปที่ 5.8 d-characters	37
รูปที่ 5.9 a – character	38
รูปที่ 5.10 ระดับชั้นไดเรคทอรี	39
รูปที่ 5.11 ไดเรคทอรีแม่	40
รูปที่ 5.12 ตัวอย่างไดร์ฟ CD-ROM	42
รูปที่ 5.13 ตัวอย่างไดร์ฟ CD-Writer	42
รูปที่ 5.14 ตัวอย่างไดร์ฟ DVD-ROM	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.15 ตัวอย่างไดร์ฟแบบ Combo (ถูกผสม) 43
รูปที่ 5.16 แผ่น CD-R และ CD-RW 44

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5.17 ส่วนประกอบของแผ่นซีดี CD- R (Recordable) 44
รูปที่ 5.18 ส่วนประกอบของแผ่น CD-R 45
รูปที่ 5.19 ส่วนประกอบของแผ่นซีดี CD-RW 46
รูปที่ 5.20 ส่วนประกอบของแผ่นซีดี CD-RW 46
รูปที่ 5.21 ตัว X ที่ต่อท้ายตัวเลข 47
รูปที่ 5.22 แผ่นซีดีที่ถูกบันทึกมาแล้วจากโรงงาน 48
รูปที่ 5.23 ลักษณะของผิวแผ่นที่ถูกปั๊มข้อมูลแล้ว 49
รูปที่ 5.24 ส่วนประกอบภายในเครื่องเล่นซีดี 49
รูปที่ 5.25 ลักษณะของสัญญาณที่อ่านได้จากแผ่นซีดี 50
รูปที่ 5.26 เครื่องเขียนแผ่นซีดี 50
รูปที่ 5.27 ลำแสงสำหรับเขียน 51
รูปที่ 5.28 แสงเลเซอร์สำหรับการเขียน 52
รูปที่ 5.29 ลักษณะของแทร็กที่วนเป็นรูปก้นหอย 52
รูปที่ 6.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของวงจรตรวจจับบุคคล 54
รูปที่ 6.2 วงจรภาคส่ง 55
รูปที่ 6.3 วงจรภาครับ 55
รูปที่ 6.4 วงจรควบคุมการทำงานเครื่องเล่นแผ่น CD-ROM 57
รูปที่ 6.5 วงจรการเชื่อมต่อกับชุดแสดงผล LCD และสวิตช์ควบคุม 58
รูปที่ 6.6 Block Diagram แสดงการทำงานในส่วนการควบคุมCD-ROM 59
รูปที่ 6.7 Block Diagramควบคุมซีดีรอมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 60
รูปที่ 6.8 Block Diagram ของการ scan key 61
รูปที่ 7.1 แสดงระยะการตรวจจับสิ่งกีดขวาง 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดง ความยาวช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่าง ๆ	4
ตารางที่ 3.1 หน้าที่พิเศษของขาต่างๆของ PORT 3	7
ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดและหน้าที่ของขาแต่ละขาตามมาตรฐาน IDE	15
ตารางที่ 4.2 แสดงแอดเดรสของรีจิสเตอร์ตามมาตรฐาน ATA	17
ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับรีจิสเตอร์ต่างๆที่ใช้ใน ATAPI	21
ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดตามมาตรฐานของ "Red Book"	28
ตารางที่ 5.2 ความยาวของ path	40
ตารางที่ 5.3 File Identifier	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1ความเป็นมาของโครงงาน

โครงงานนี้เป็นการประยุกต์การใช้ CD-ROM เพื่อใช้ในเล่นและหยุดแบบอัตโนมัติเพื่อใช้ในงานแสดงนิทรรศการต่างๆ โดยใช้เซ็นเซอร์ เป็นเสมือนคำสั่งการทำงานของ CD-ROMโดยการควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ผ่านสายIDE ตามมาตรฐาน ATAPI และมี LCD เป็นตัวแสดงผลเวลาการทำงานของแผ่นที่เล่นอยู่

1.2วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจกับการเชื่อมต่อของ CD-ROM

2.เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจไมโครคอนโทลเลอร์ MCS-51

3.เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจการใช้เซ็นเซอร์

4.นำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการปฏิบัติงานจริงได้

5.นำเครื่องเล่นซีดีอัตโนมัตินี้ไปใช้งานจริง คือนำไปใช้งานนิทรรศการได้

1.3ขอบเขตของโครงงาน

1.สามารถเล่นเมื่อมีคนมาหยุดที่บริเวณจรวจจับของเซ็นเซอร์ได้

2.สามารถหยุดเล่นเมื่อไม่มีคนหรือคนออกไปจากบริเวณตรวจจับของเซ็นเซอร์ได้

3.สามารถแสดงเวลาในการเล่นแผ่นซีดีได้

4.มีระบบกดด้วยมือ(manual) และสามารถทำงานได้

1.4โครงสร้างของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์นี้ได้รวบรวม แนวคิดของการทำโครงงาน ทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องการออกแบบ การทดลองและผลการทดลอง ซึ่งรวบรวมไว้เป็นบทเป็นตอนดังนี้

บทที่1 กล่าวถึงความเป็นมา วัตถุประสงค์ ขอบเขตของการทำโครงงาน

บทที่2 กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีของอินฟราเรดเซ็นเซอร์

บทที่3 กล่าวถึงหลักการและทฤษฎีของไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่4 กล่าวถึงโปรโตคอลที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับซีดีรอมตามมาตรฐาน ATA และ ATAPI

บทที่5 กล่าวหลักการทำงานของเครื่องเล่นซีดี

บทที่6 กล่าวถึงการออกแบบและการสร้างเครื่องเล่นซีดีอัตโนมัติ

บทที่7 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลอง

บทที่8 กล่าวถึงบทสรุปของโครงงานและปัญหาของโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
อินฟราเรดเซ็นเซอร์

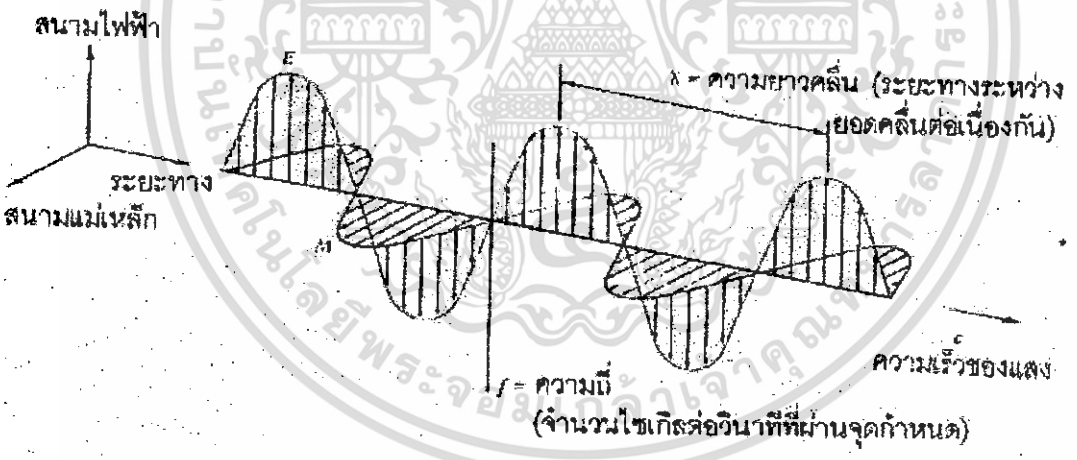
แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Radiation หรือ EMR) จะแผ่พลังงานไปตามทฤษฎีของคลื่น (Wave Theory) ที่มีการเคลื่อนที่แบบฮาร์โมนิค (Harmonic) มีช่วงซ้ำและจังหวะเท่ากันในเวลาหนึ่ง มีความเร็วเท่ากับความเร็วแสง (c) ระยะทางจากยอดคลื่นถึงยอดคลื่นถัดไปเรียกว่าความยาวคลื่น (λ) และจำนวนยอดคลื่นที่เคลื่อนผ่านจุดคงที่จุดหนึ่งต่อหน่วยเวลา เรียกว่าความถี่คลื่น (f) ซึ่งมีความสัมพันธ์ กับความยาวคลื่น ดังนี้

$$\lambda = c/f$$

เมื่อ λ = ความยาวคลื่น (μm)

c = ความเร็วของแสงมีค่าคงที่ (3×10^8 ม./วินาที)

f = ความถี่ของคลื่น (รอบ/วินาที หรือ Hertz)



รูปที่ 2.1 คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่ประกอบด้วยคลื่นไฟฟ้า (E) และคลื่นแม่เหล็ก (M)

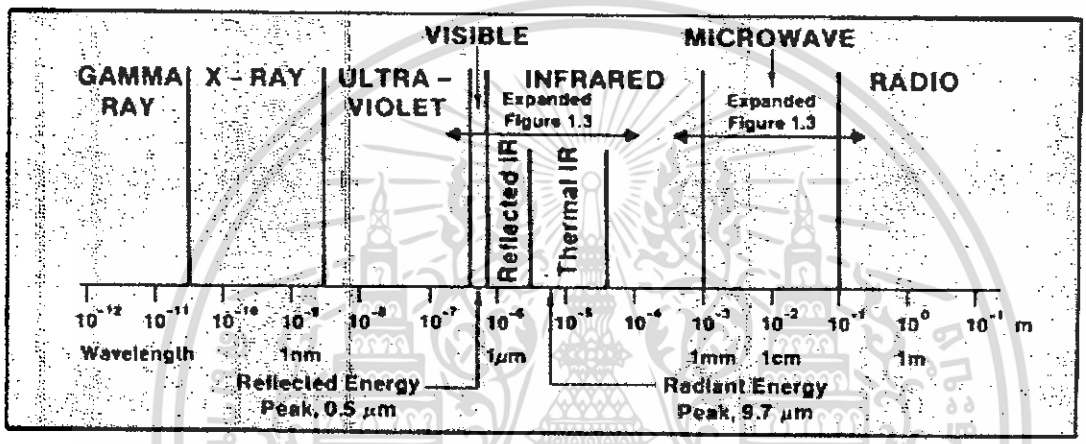
ความยาวคลื่นและความถี่คลื่น มีความสัมพันธ์กันแบบผกผัน คือ ความยาวคลื่นมากความถี่จะน้อย ความยาวคลื่นมีหน่วยวัดเรียกว่า ไมโครมิเตอร์ (Micrometer, μm) หรือไมครอน (Micron) ซึ่งเท่ากับ 0.000001 ม. หรือ 10^{-6} ม.

คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า แบ่งออกได้ตามความยาวของคลื่นที่เรียกว่า ช่วงคลื่น (Band) ตั้งแต่ช่วงคลื่นที่มีความยาวสั้นที่สุด คือ รังสีคอสมิค (Cosmic ray) มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 10^{-10}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมครอน จนถึงช่วงคลื่นวิทยุที่มีความยาวคลื่นหลายกิโลเมตร สำหรับคุณสมบัติของช่วงคลื่นประกอบไปด้วยช่วงคลื่นตามลำดับของความยาวดังนี้ รังสีแกมม่า รังสีเอ็กซ์ อุลตราไวโอเล็ต ตามองเห็น อินฟราเรด ไมโครเวฟ และคลื่นวิทยุ

ช่วงคลื่นที่มีผลตอบสนองต่อตาของมนุษย์ คือ 0.3-.07 ไมครอน แบ่งเป็น 3 ช่วงคือ น้ำเงิน เขียว และแดง ถัดไปเป็นช่วงคลื่นได้แดงที่แบ่งเป็น 2 ช่วงกว้างๆ คือ อินฟราเรดช่วงใกล้ (Near Infrared) หรืออินฟราเรดสะท้อนแสงระหว่าง 0.7-3 ไมครอน และอินฟราเรดช่วงความร้อนระหว่าง 3-15 ไมครอน



รูปที่ 2.2 แถบคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงคลื่น	ความยาวช่วงคลื่น	รายละเอียด
รังสีแกมม่า (Gamma ray)	< 0.03 ไมครอน	รังสีแกมม่าถูกดูดซึมทั้งหมดโดยบรรยากาศชั้นบน จึงไม่ได้ใช้ในการสำรวจระยะไกล
รังสีเอ็กซ์ (X-ray)	0.03 - 3.1 ไมครอน	รังสีเอ็กซ์เรย์ถูกดูดซึมทั้งหมดโดยชั้นบรรยากาศเช่นกัน
รังสีเหนือม่วงหรือรังสีอุลตราไวโอเลต (Ultraviolet)	0.03 - 0.4 ไมครอน	ช่วงคลื่นสั้นกว่า 0.3 ไมครอน ถูกดูดซึมทั้งหมดโดยโอโซน (O3) ในบรรยากาศชั้นบน
ช่วงคลื่นไวโอเลตภาพถ่าย(Photographic UV band)	0.3 - 0.4 ไมครอน	ช่วงคลื่นสามารถผ่านชั้นบรรยากาศ สามารถถ่ายภาพด้วยฟิล์มถ่ายรูปแต่การกระจายในชั้นบรรยากาศเป็นอุปสรรคมาก
ช่วงคลื่นตามองเห็นได้ (Visible)	0.4 - 0.7 ไมครอน	บันทึกภาพด้วยฟิล์มและอุปกรณ์บันทึกภาพได้รวมทั้งช่วงคลื่นโลกมีการสะท้อนพลังงานสูงสุด (reflected energy peak) ที่ 0.5 ไมครอน ช่วงคลื่นแคบที่มีผลตอบสนองสายตามนุษย์แบ่งได้ 3 ช่วงย่อย คือ 0.4-0.5 ไมครอน สีน้ำเงิน 0.5-0.6 ไมครอน สีเขียว 0.6-0.7 ไมครอน สีแดง
อินฟราเรด (Infrared)	0.7 - 100 ไมครอน	มีปฏิสัมพันธ์กับวัตถุตามความยาวคลื่นและการผ่านชั้นบรรยากาศ มีการดูดซึมในบางช่วงคลื่น
ช่วงคลื่นอินฟราเรดชนิดสะท้อน (Reflected IR band)	0.7-3.0 ไมครอน	สะท้อนรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งไม่มีรายละเอียดเกี่ยวกับช่วงความร้อนของวัตถุช่วงคลื่น 0.7-0.9 ไมครอน สามารถถ่ายรูปด้วยฟิล์มเรียกว่าช่วงคลื่นอินฟราเรด photographic IR band
ช่วงคลื่นอินฟราเรดชนิดความร้อน (Thermal IR band)	3-5 ไมครอน 8-14 ไมครอน	การบันทึกภาพต้องใช้อุปกรณ์พิเศษ เช่น ตัวกวาดตรวจ (scanners) ไม่สามารถบันทึกภาพได้ทั้งระบบ active และpassive
คลื่นสั้น (Microwave)	0.1-30 cm	ช่วงคลื่นยาวสามารถทะลุผ่านหมอกและฝนได้บันทึกภาพได้ทั้งระบบ active และ passive
เรดาร์ (Radar)	0.1-3.0 cm	ระบบ active มีความยาวช่วงคลื่นต่างๆ เช่น Ka band (10 mm), X band (30 มม.) และ L band (25 ซม.)
วิทยุ (Radio)	> 30 cm	ช่วงคลื่นที่ยาวที่สุด บางครั้งมีเรดาร์อยู่ในช่วงนี้ด้วย

ตารางที่2.1 ตารางแสดง ความยาวช่วงคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสงอินฟราเรด (infrared light) คือคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วงประมาณ 0.75 μm ถึงประมาณ 1,000 μm ถูกค้นพบโดย Sir William Herchel เมื่อ ค.ศ. 1800 แสงอินฟราเรด แบ่งออกเป็นช่วงย่อยๆได้ 3 ช่วง

1) ช่วงอินฟราเรดใกล้ (near infrared : 0.75-3 m)
2) ช่วงอินฟราเรดกลาง (middle infrared : 3-25 m)
3) ช่วงอินฟราเรดไกล (far infrared : 25-1,000 m)

เนื่องจากตาของมนุษย์มีความไวต่อแสงเฉพาะในช่วงแสงมองเห็นซึ่งมีความยาวคลื่นประมาณ 0.4-0.7 μm ดังนั้นตาของมนุษย์จึงไม่สามารถมองเห็นแสงอินฟราเรด แต่เนื่องจากวัสดุทุกชนิดที่มีอุณหภูมิสูงกว่าศูนย์องศาสมบูรณ์จะเปล่งแสงอินฟราเรดออกมาเสมอ อินฟราเรดมีประโยชน์ต่อมนุษย์มากมายเช่น ใช้ตรวจวัสดุ ใช้วัดอุณหภูมิของวัสดุโดยไม่มีการสัมผัส ใช้ในการสื่อสาร วัดคุมอุตสาหกรรม อุปกรณ์ทางการแพทย์

สำหรับเครื่องเล่นซีดีอัตโนมัติได้มีการนำแสงอินฟราเรดมาประยุกต์ใช้งานในส่วนเซนเซอร์โดยการให้ภาคส่ง ส่งแสงอินฟราเรดออกไปถ้ามีมนุษย์มากีดขวางการเคลื่อนที่ของแสงอินฟราเรดก็จะเกิดการสะท้อนขึ้น โดยจะให้ภาครับทำหน้าที่รับแสงอินฟราเรดที่สะท้อนเข้ามา ดังนั้นเครื่องเล่นซีดีอัตโนมัติจะสามารถรับรู้ได้ว่ามีมนุษย์มากีดขวางโดยดูจากแสงอินฟราเรดที่สะท้อนเข้ามานั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3
ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS-51 ที่ใช้ในการทำโครงงานนี้จะอ้างอิงถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลMCS51 ซึ่งมีหน่วยความจำแบบแฟลชของAtmel Corporation เบอร์ที่ขึ้นด้วยAT89

3.1 การจัดขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051

V_{cc}: สำหรับแหล่งจ่ายไฟฟ้า(+5V)

V_{ss}: สำหรับต่อลงกราวด์

P0: เป็นขาพอร์ต 0 ของ 8051 ที่มีขนาด 8 บิตชนิดสองทิศทาง ซึ่งแต่ละบิตสามารถกำหนดได้เป็นทั้งอินพุทและเอาท์พุท สำหรับใช้งานทั่วไปหากต้องการให้เป็นอินพุตทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังบิตนั้น โดยแต่ละบิตเมื่อเป็นเอาท์พุทสามารถต่อพ่วงกับอุปกรณ์ TTL แบบ LS ได้8 ตัว และยังเป็นขาให้สัญญาณ Address 8 บิตแรกในกรณีที่ใช้หน่วยจำภายนอก

P1: เป็นขาพอร์ต 1 ของ 8051 ขนาด 8 บิต ชนิดสองทิศทางแบบ Quasi bidirectional ซึ่งแต่ละบิตสามารถกำหนดให้เป็นทั้งอินพุต และเอาท์พุตสำหรับใช้งานทั่วไป หากต้องการให้เป็นอินพุตสามารถเขียนข้อมูล "1" ไปยังบิตนั้น และสามารถต่อพ่วงกับอุปกรณ์ LS TTL ได้ 4 ตัว

P2: เป็นขาพอร์ต 2 ของ 8051 ขนาด 8 บิต ชนิดสองทิศทางแบบ Quasi bidiectional เช่นเดียวกับพอร์ต 1 นอกจากนี้พอร์ต 2 ยังทำหน้าที่ให้สัญญาน Address 8 บิตบน ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำภายนอก ในกรณีอ้าง Address หน่วยความจำขนาด 16 บิต ดังนั้นขณะที่ใช้หน่วยจำภายนอก จะต้องไม่มีการเขียนข้อมูลใดๆ ไปที่พอร์ต 2 จะทำให้เกิดความผิดพลาดของการทำงานได้

P3: เป็นขาพอร์ต 3 ของ 8051 ขนาด 8 บิต ชนิดสองทิศทางแบบ Quasi bidirectional เช่นเดียวกับขาพอร์ต 1 และพอร์ต 2 แต่พอร์ต 3 นี้จะมีหน้าที่พิเศษดังตารางที่3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาพอร์ต	หน้าที่พิเศษ
P3.0	RxD (สำหรับรับข้อมูลแบบอนุกรม)
P3.1	TxD (สำหรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม)
P3.2	INT0 (ขาอินเตอร์รัพท์ภายนอก 0)
P3.3	INT1 (ขาอินเตอร์รัพท์ภายนอก 1)
P3.4	T0 (ขาอินพุทของ Timer 0)
P3.5	T1 (ขาอินพุทของ Timer 1)
P3.6	WR (สำหรับสัญญาณเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก)
P3.7	RD (สำหรับสัญญาณอ่านหน่วยความจำข้อมูลภายนอก)

ตารางที่3.1 หน้าที่พิเศษของขาต่างๆของ PORT 3

ดังนั้นเมื่อทีการใช้สัญญาณดังกล่าว จึงไม่ควรเขียนข้อมูลไปที่พอร์ต 3 จะทำให้การทำงานของข้อมูลผิดพลาดได้

RST: เป็นขาสำหรับรีเซตการทำงานของ 8051 โดยการให้ลอจิก "1" เป็นเวลาอย่างน้อย 2 ช่วง Machine Cycle

ALE: ปีนขาที่ใช้ในการควบคุมของการแลตของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก

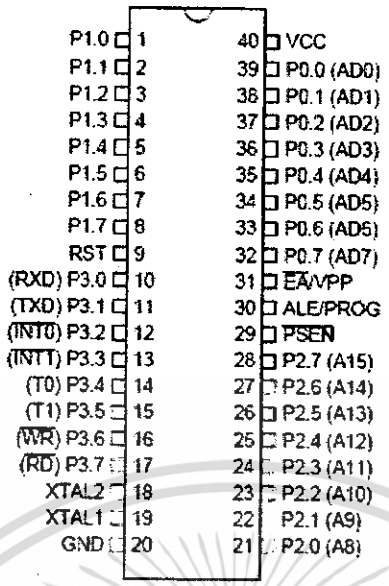
PSEN: เป็นขาสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

EA: เป็นขาใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยให้ลอจิก "0" จะอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และลอจิก "1" จะอ่านหน่วยความจำโปรแกรมข้อมูลภายใน

XTAL1: ขาเข้าของวงจรกำเนิดความถี่อ้างอิงภายในของ 8051

XTAL2: ขาออกของวงจรกำเนิดความถี่อ้างอิงภายในของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

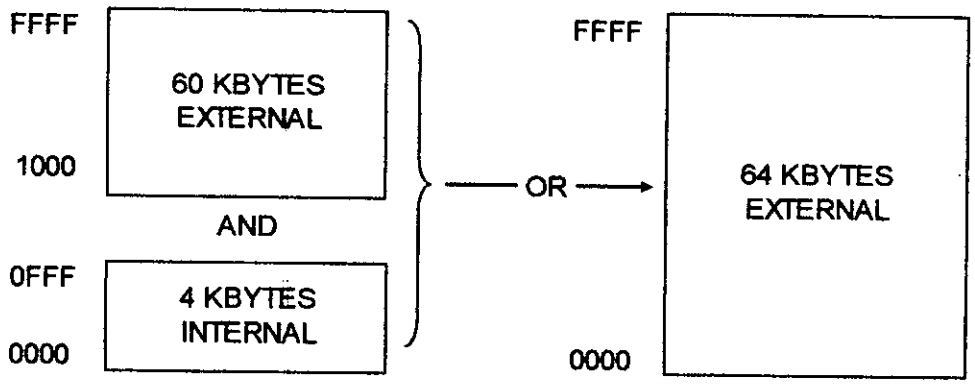


รูปที่ 3.1 การจัดขาของ 8051

3.2 โครงสร้างหน่วยความจำของ 8051

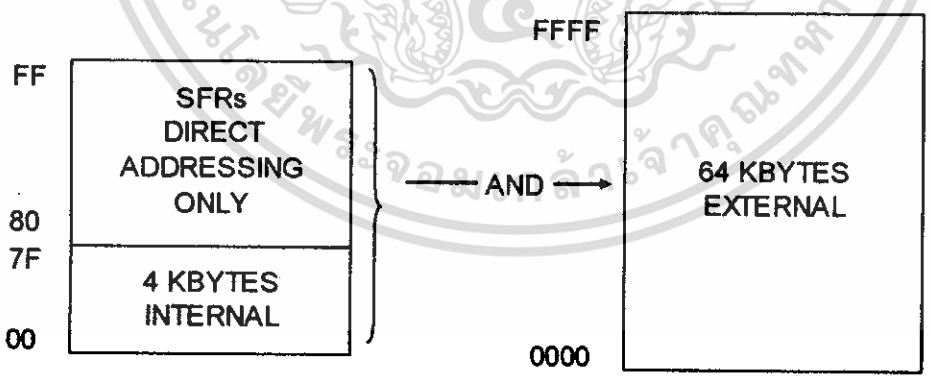
ดังที่กล่าวมาแล้ว 8051 จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็นสองส่วน ได้แก่ หน่วยความจำสำหรับโปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล โดยมีขนาดของแต่ละส่วนเท่ากับ 64 กิโลไบต์ ในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมจะเป็นส่วนหน่วยความจำสำหรับอ่านอย่างเดียว โดยที่ 8051 จะใช้สัญญาณ PSEN ในการอ่านเท่านั้น แต่หน่วยความจำข้อมูลของ 8051 จะสามารถอ่านและเขียนได้ โดยสัญญาณ RD และ WR ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้สามารถรวมหน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลเข้าด้วยกันได้ โดยนำสัญญาณ RD และ PSEN มาต่อเข้าวงจร AND GATE สำหรับสร้างสัญญาณในการอ่านหน่วยความจำ นอกจากนี้หน่วยความจำโปรแกรมยังแบ่งออกเป็นภายนอกและภายในของ 8051 ดังแสดงในรูปที่ 3.2 และ รูปที่ 3.3 โดยรูปที่ 3.2 แสดงหน่วยความจำโปรแกรมกรณีที่เลือกใช้หน่วยความจำภายนอกและภายใน ในด้านซ้ายมือเป็นส่วนหนึ่งของหน่วยความจำโปรแกรมภายในที่มีขนาด 4 กิโลไบต์ของ 8051 ส่วนที่เหลือเป็นหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ส่วนด้านขวามือแสดงหน่วยความจำโปรแกรมเมื่อเลือกให้ติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงหน่วยความจำโปรแกรมของ 8051

สำหรับหน่วยความจำข้อมูลของ 8051 สามารถแบ่งออกเป็นภายนอกและภายใน โดยหน่วยความจำภายนอกแสดงไว้ด้านขวามือของรูปที่ 3.3 ซึ่งมีขนาด 64 กิโลไบต์ ส่วนหน่วยความจำข้อมูลภายในแสดงไว้ด้านซ้ายของรูปที่ 3.3 โดยหน่วยจำโปรแกรมภายในของ 8051 แบ่งออกเป็นสองส่วน ได้แก่ ส่วนของหน่วยความจำข้อมูลที่สามารถอ้างอิงแบบ Direct และ Indirect ซึ่งมีขนาด 128 ไบต์ กับหน่วยความจำที่อ้างอิงได้เฉพาะแบบ Direct หรือในส่วนนี้จะเรียกอีกแบบหนึ่งว่า SFR(Special Function Register) โดยจะแบ่งได้ดังนี้



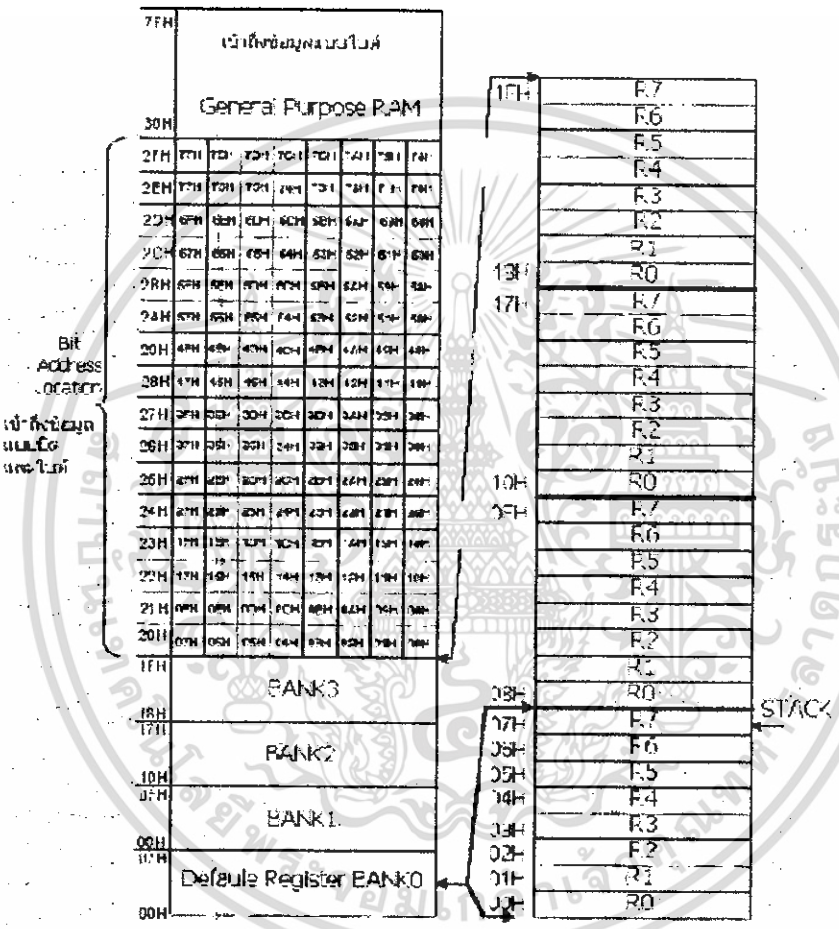
รูปที่ 3.3 แสดงหน่วยความจำข้อมูลของ 8051

ในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมข้อมูลภายนที่อ้างอิงแบบ Direct และ Indirect นั้นสามารถแบ่งออกได 3 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 3.4 โดยมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 เรียกว่า Register Bank 0-3 ซึ่งอยู่ตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูลภายในตั้งแต่00H ถึง 1FH จำนวน 32 ไบต์ โดยแบ่งออกเป็นชุด ชุดละ 8 ไบต์ จำนวน 4 ชุด ซึ่งแต่ละชุดจะมีชื่อเรียกเป็น R0-R7 จะเป็น Regiter ที่ใช้งาน โดยเมื่อ 8051 ถูกรีเซต Regiter Bank 0 จะถูกเลือกใช้

ส่วนที่ 2 เรียกว่า Bit Addressable Ares ซึ่งมีขนาด 16 ไบต์ที่ตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูล 20 H ถึง 2FH ในส่วนนี้สามารถที่จะอ้างอิงข้อมูลได้เป็นระดับบิตถึง 128 บิต โดยการอ้างอิงตำแหน่งโดยตรงในลักษณะบิต ตั้งแต่ตำแหน่ง 00H ถึง 7FH



รูปที่ 3.4 แสดงหน่วยความจำข้อมูลภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่3 เรียกว่า Scratch Pad Area จะอยู่ที่ตำแหน่งตั้งแต่ 30H ถึง 7FH ซึ่งเป็นบริเวณหน่วยความจำข้อมูลภายในเอนกประสงค์ที่ผู้ใช้สามารถใช้ได้โดยตรง นอกจากนี้ยังสามารถใช้หน่วยความจำข้อมูลบริเวณนี้สำหรับการเก็บข้อมูลแบบ Stack ได้ด้วนในส่วนของหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ใช้อ้างอิงแบบ Direct เพียงอย่างเดียวหรือที่เรียกว่า SFR ซึ่งเป็นส่วนสำหรับเก็บหรือกำหนดการทำงานภายในของ 8051

ในส่วนของบริเวณนี้จะมีขนาด 128 ไบต์แต่ในการใช้งานนั้นใช้ได้เฉพาะตำแหน่งซึ่งแสดงไว้ในรูป 2.6 เท่านั้น หากผู้ใช้อ้างตำแหน่งนอกเหนือจากนี้นั้นจะได้ข้อมูลที่คาดเดาไม่ได้ โดยแต่ละตำแหน่งจะมีหน้าที่ดังนี้

ACC : เป็น Accumulator ซึ่งเป็นรีจิสเตอร์สำหรับการประมวลทางคณิตศาสตร์และลอจิก โดยผู้ใช้สามารถอ้างอิงได้ในรูปแบบของไบต์หรือระดับบิตได้

B: เป็นรีจิสเตอร์พิเศษสำหรับใช้กับคำสั่งในการคูณหรือหาร นอกจากนี้ยังใช้เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บพักข้อมูลได้

PSW : เป็นรีจิสเตอร์ Program Status Word หรือแฟลกจะแสดงสถานการณ์ทำงานของ 8051 สำหรับการตรวจสอบซึ่งจะอธิบายรายละเอียดในภายหลัง

SP : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับชี้หน่วยความจำข้อมูลภายในสำหรับการเก็บแบบ Stack

DPTR : เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต โดยแบ่งเป็น 8 บิตบนและ 8 บิตล่างให้สำหรับชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลภายนอกหรือสำหรับการอ่านตารางข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรม

P0 : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับพอร์ต 0 ของ 8051

P1 : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับพอร์ต 1 ของ 8051

P2 : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับพอร์ต 2 ของ 8051

P3 : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับพอร์ต 3 ของ 8051

IP : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับกำหนดลำดับความสำคัญของการอินเตอรีรัพท์ของ 8051

IE : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับกำหนดการรับหรือไม่รับการอินเตอร์รัพท์ของ 8051

TMOD : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับควบคุมหน้าที่ของ Timer/Counter ของ 8051

TCON : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของ Timer/Counter ของ 8051

T2CON : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของ Timer/Counter 2 ของ 8051

TH0 : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter0 8 บิตบน

TL0 : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter0 8 บิตล่าง

TH1 : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter1 8 บิตบน

TL1 : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter1 8 บิตล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TH2 : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter2 8 บิตบนของ 8052

TL2 : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter2 8 บิตล่างของ 8052

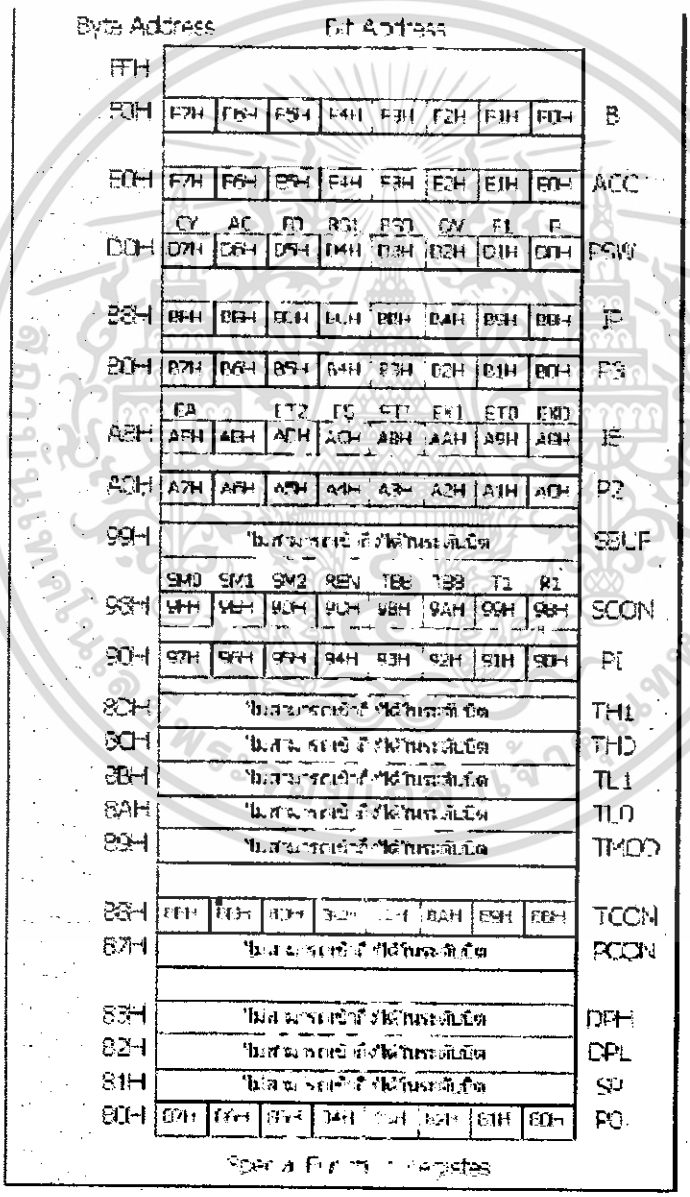
RCAP2H : เป็น Capture Register ของ Timer/Counter2 8 บิตบนของ8052

SCON : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับควบคุมการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมของ 8051

SBUF : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับเก็บพักข้อมูลที่ได้จากการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมของ 8051

PCON : เป็นรีจิสเตอร์สำหรับควบคุมการทำงานของ 8051 ด้านเกี่ยวกับการใช้กำลังไฟฟ้า

ในส่วนของรีจิสเตอร์ SFR นี้สามารถที่จะอ้างอิงในระดับบิตได้โดยตำแหน่งการอ้างอิงระดับบิตซึ่งได้แสดงไว้ในรูปที่3.5



รูปที่3.5 แสดงตำแหน่งการอ้างอิงระดับบิตของรีจิสเตอร์ SFR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

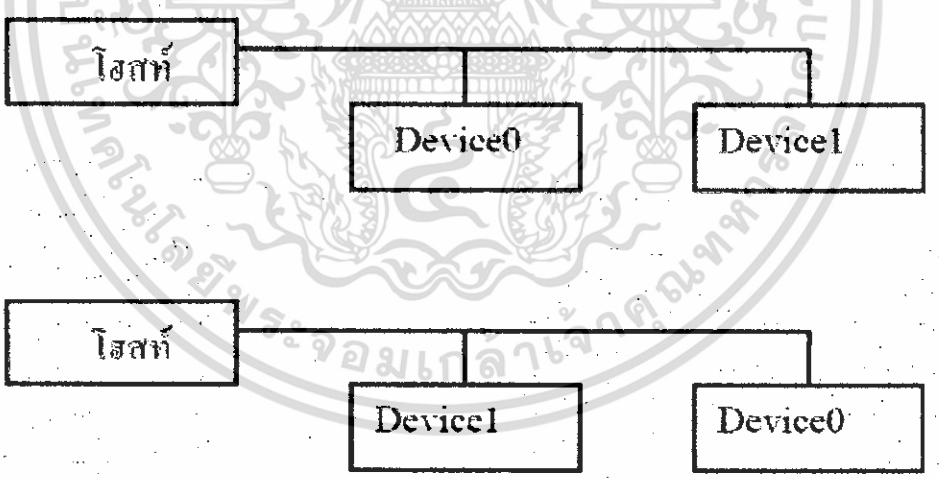
บทที่4
โปรโตคอลที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับซีดีรอม

ซีดีรอมที่ผลิตขึ้นมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในปัจจุบันนั้นมีการเชื่อมต่อ เป็นไปตามมาตรฐาน ATAPI ซึ่งเป็นมาตรฐานที่เพิ่มเติมจากมาตรฐาน ATA ซึ่งเป็นมาตรฐานในการเชื่อมต่อฮาร์ดดิสเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตามมาตรฐาน ATAPI จะเหมือนกับมาตรฐาน ATA ทั้งหมด จะมีส่วนที่ต่างกันคือส่วนที่ส่งคำสั่งเข้าไปยังตัวอุปกรณ์จะต้องจะต้องส่งเป็นชุดคำสั่ง

4.1 มาตรฐาน ATA

4.1.1 การเชื่อมต่อทางกายภาพ

ตามมาตรฐาน ATA สามารถนำอุปกรณ์มาเชื่อมต่อกันได้ 1-2 ตัว โดยอุปกรณ์นั้นต้องเชื่อมต่อกับส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมมัน หรือที่เรียกว่า โฮสต์อะแดปเตอร์ (Host Adaptor) และถ้าอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อมี2ตัว อุปกรณ์จะต้องเชื่อมต่อกันแบบ daisy chain configuration ซึ่งอุปกรณ์ตัวหนึ่งจะถูกกำหนดเป็น Device0 และอีกตัวหนึ่งจะเป็น Devide1



รูปที่4.1 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างโฮสต์กับอุปกรณ์ 2 ตัว

การกำหนดว่าอุปกรณ์ตัวใดเป็น Device0 หรือ Device1 นั้นอาจทำได้หลายวิธี

-สวิทช์หรือจัมเปอร์ (Jumper) บนอุปกรณ์

-การใช้ขา Cable Select (CSEL)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเชื่อต่ออุปกรณ์ 2 ตัวนั้นตำแหน่งในการต่อสายไฟจะไม่มีผลต่อการเชื่อมต่อ ถ้ามีอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อแบบ ATA เพียงตัวเดียว ถ้าโฮสต์กับอุปกรณ์ควรจะอยู่ที่ปลายทั้ง 2 ด้านของสายไฟ

รูปที่4.2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างโฮสต์กับอุปกรณ์ตัวเดียว

4.1.2 ขาเชื่อมต่อสำหรับรับส่งข้อมูล

ตามมาตรฐาน ATA ขาเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์และโฮสต์เป็นตัวเชื่อมต่อขนาด 40 ขา ซึ่งมีการจัดวางตำแหน่งดังรูป

(ก)แผนผังขาทางด้านของตัวอุปกรณ์ (ข)แผนผังขาทางด้านสายเคเบิล

รูปที่ 4.3 ตัวเชื่อมต่อขนาด 40 ขา ตามมาตรฐาน ATA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดหน้าที่ของแต่ละขาแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

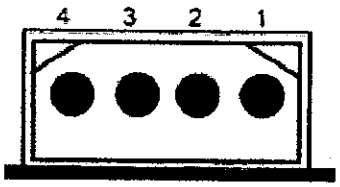
ขาที่	ชื่อขา	หน้าที่	ขาที่	ชื่อขา	หน้าที่
1	-RESET	Reset	21	N/C	Not Connect
2	GND	Ground	22	GND	Ground
3	DD7	DATA7	23	-IOW	Write Strobe
4	DD8	DATA8	24	GND	Ground
5	DD6	DATA6	25	-IOR	Read Strobe
6	DD9	DATA9	26	GND	Ground
7	DD5	DATA5	27	IORDY	I/O Ready
8	DD10	DATA10	28	ALE	Address Latch
9	DD4	DATA4	29	N/C	Not Connect
10	DD11	DATA11	30	GND	Ground
11	DD3	DATA11	31	IRQR	Interrupt
12	DD12	DATA12	32	-IOCS	Chip Select
13	DD2	DATA2	33	DA1	Address
14	DD13	DATA13	34	N/C	Not connect
15	DD1	DATA1	35	DA0	Address
16	DD14	DATA14	36	DA2	Address
17	DD0	DATA0	37	-CS0	(1F0-1F7)
18	DD15	DATA15	38	-CS1	(3F6-3F7)
19	GND	Ground	39	-ACTIVE	LED Driver
20	KEY	Key	40	GND	Ground

ตารางที่ 4.1 แสดงรายละเอียดและหน้าที่ของขาแต่ละขาตามมาตรฐาน IDE

จากจำนวนทั้งหมด 40 ขา เป็นส่วนของขาส่งข้อมูลขนาด 16 บิตอยู่ 16 ขา ส่วนที่ทำหน้าที่กำหนดตำแหน่งรีจิสเตอร์ที่จะเขียนอีก 5 ขา ส่วนที่ใช้ควบคุมการส่งข้อมูลในแบบ DMA 2 ขา และรีเซ็ต 1 ขา และส่วนที่เหลือเป็นขาสำหรับควบคุมการทำงานต่างๆของตัวอุปกรณ์ เช่น สัญญาณอ่าน-เขียนสัญญาณอินเตอร์รัพ เป็นต้น

ในส่วนของไฟเลี้ยงที่เป็นไปตามมาตรฐาน ATA นั้นจะเป็นตัวเชื่อมต่อขนาด 4 ขา ดังรูปที่ 4.4 โดยจะมีไฟเลี้ยง 2 ชุด ชุดหนึ่งจ่ายไฟตรง 12 โวลต์ อีกชุดหนึ่งจ่ายไฟตรง 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 แสดงลักษณะขั้วไฟเลี้ยงของเครื่องเล่นซีดี

4.1.3 รีจิสเตอร์ภายใน

ตามมาตรฐาน ATA นั้น การสั่งงานเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ จะต้องกระทำผ่านรีจิสเตอร์ ต่างๆภายในอุปกรณ์นั้นๆ โดยการกำหนดรีจิสเตอร์ที่ใช้งานนั้น จะกำหนดผ่านสายสัญญาณทั้ง 5 แล้ว การเขียนหรืออ่านรีจิสเตอร์ในตำแหน่งเดียวกันนั้นยังเป็นการอ้างถึงรีจิสเตอร์คนละตัวกันด้วย

รีจิสเตอร์ทั้งหมดสามารถแบ่งออกได้เป็นสองส่วนใหญ่ๆคือ

-รีจิสเตอร์ Command Block จะถูกใช้เพื่อส่งคำสั่งไปยังอุปกรณ์หรือส่งสถานะของอุปกรณ์กลับมายังโฮสต์

-รีจิสเตอร์ Control Block จะถูกใช้เพื่อให้อุปกรณ์เข้าควบคุม และส่งค่าสถานะสำรอง (alternate status)

ตำแหน่งของรีจิสเตอร์ต่างตามมาตรฐาน ATA เป็นไปตามตารางที่ 4.2 รีจิสเตอร์แต่ละตัว มีขนาด 16 บิต และมีหน้าที่การทำงานแตกต่างกันไป ต่อไปจะขอกล่าวถึงหน้าที่การทำงานของรีจิสเตอร์บางตัวที่สำคัญ

-รีจิสเตอร์ข้อมูล (Data Register) เป็นตำแหน่งรีจิสเตอร์ทำหน้าที่ส่งข้อมูลจากตัวอุปกรณ์ไปยังโฮสต์ และรับข้อมูลจากโฮสต์เข้ามา

-รีจิสเตอร์ Error เก็บสถานะของการทำงานคำสั่งล่าสุด ใช้สำหรับตรวจสอบความผิดพลาดในการทำงาน

-รีจิสเตอร์ Device/Head ใช้กำหนดตัวอุปกรณ์ที่จะใช้งานเนื่องจากการต่ออุปกรณ์ตามมาตรฐาน ATA สามารถต่อได้ 2 ตัว จึงต้องมีการเลือกอุปกรณ์ที่ใช้งานด้วย

-รีจิสเตอร์สถานะ (Status Register) เก็บสถานะปัจจุบันของตัวอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

แอดเดรส					หน้าที่	
CS0-	CS1-	DA2	DA1	DA0	READ(DIOR-)	WRITE(DIOW-)
N	N	X	X	X	บัสข้อมูลอยู่ในสถานะอิมพีแดนซ์สูง	ไม่ใช้
รีจิสเตอร์ Control Block						
N	A	0	X	X	บัสข้อมูลอยู่ในสถานะอิมพีแดนซ์สูง	ไม่ใช้
N	A	1	0	X	บัสข้อมูลอยู่ในสถานะอิมพีแดนซ์สูง	ไม่ใช้
N	A	1	1	0	Alternate Status	Device Control
N	A	1	1	1	ไม่ใช้	ไม่ใช้
รีจิสเตอร์ Command Block						
A	N	0	0	0	Data	Data
A	N	0	0	1	Error	Error
A	N	0	1	0	Sector Count	Sector Count
A	N	0	1	1	Sector Number	Sector Number
A	N	1	0	0	Cylinder Low	Cylinder Low
A	N	1	0	1	Cylinder High	Cylinder High
A	N	1	1	0	Device Head	Device/Head
A	N	1	1	1	Status	Status
A	A	X	X	X	Invalid Address	Invalid Address

A=signal asserted, N=signal negated, x=don't care

ตารางที่ 4.2 แสดงแอดเดรสของรีจิสเตอร์ตามมาตรฐาน ATA

-รีจิสเตอร์คำสั่ง (Command Register) เป็นตำแหน่งรีจิสเตอร์ที่ใช้เขียนคำสั่งเข้ามาเพื่อควบคุมการทำงานของตัวอุปกรณ์

รีจิสเตอร์ที่กล่าวมาข้างต้น บางตัวจะมีการกำหนดหน้าที่การทำงานเป็นบิตๆ โดยแต่ละบิตแยกกันอย่างอิสระ

4.1.4 โปรโตคอลการส่งข้อมูล

การควบคุมอุปกรณ์ตามมาตรฐาน ATA นั้นต้องส่งข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์ต่างๆของตัวอุปกรณ์นั้นๆ โดยการส่งข้อมูลไปยังรีจิสเตอร์ภายในนั้นจำเป็นจะต้องมีลำดับในการเขียนรีจิสเตอร์ต่างๆอย่างถูกต้องจึงจะสามารถส่งคำสั่งได้อย่างถูกต้อง โปรโตคอลในการส่งคำสั่งเพื่อการควบคุมทำงานของ

72857
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ สามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทต่างๆตามข้อมูลที่อ่านออกมาจากตัวอุปกรณ์ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ประเภท

-คำสั่งที่ไม่มีการส่งข้อมูลกลับจากตัวอุปกรณ์

-คำสั่งที่มีการส่งข้อมูลกลับแบบ PIO

-คำสั่งที่มีการส่งข้อมูลกลับแบบ DMA

โปรโตคอลทั้งสามส่วนจะมีส่วนที่คล้ายกันและต่างกันในบางส่วน ซึ่งจะขอกล่าวแยกเป็นชนิดๆ ดังนี้

4.1.4.1 โปรโตคอลการส่งคำสั่งที่ไม่มีการส่งข้อมูลกลับ

ลำดับการส่งคำสั่งที่ไม่มีการส่งข้อมูลจากตัวอุปกรณ์กลับมายังโฮสต์เป็นไปดังนี้

1.โฮสต์ต้องเช็คค่าบิต BSY ภายในรีจิสเตอร์สถานะ จนกว่าบิต BSY จะเท่ากับ 0

2.เขียนรีจิสเตอร์ Device/Head เพื่อเลือกตัวอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม

3.ตรวจสอบค่าภายในรีจิสเตอร์สถานะ โดยรอจนกว่าบิต BSY จะเท่ากับ 0 และบิต DRDY จะเท่ากับ1

4.เขียนพารามิเตอร์ต่างๆที่แต่ละคำสั่งต้องการลงในรีจิสเตอร์ต่างๆ ตามความต้องการของแต่ละคำสั่ง

5.เขียนคำสั่งที่ต้องการลงในรีจิสเตอร์คำสั่ง

6.เมื่ออุปกรณ์ได้รับการเขียนรีจิสเตอร์คำสั่ง ต่างๆอุปกรณ์จะเซ็ตบิต BSY เป็น 1 และปฏิบัติตามคำสั่งที่สั่ง

7.เมื่อทำตามคำสั่งนั้นๆเสร็จสิ้นอุปกรณ์จะเคลียร์ค่าบิต BSY และส่งสัญญาณอินเตอร์รัพท์กลับมายังโฮสต์

8.ในกรณีที่เกิดความผิดพลาดในการส่งข้อมูลจะรายงานความผิดพลาดในรีจิสเตอร์ Error

4.1.4.2 โปรโตคอลการส่งคำสั่งที่มีการส่งข้อมูลกลับในแบบ PIO

การส่งคำสั่งที่มีการส่งข้อมูลกลับในแบบ PIO นี้จะมีส่วนที่เหมือนกับการส่งคำสั่งที่ไม่มีการส่งข้อมูลกลับตั้งแต่ลำดับที่ 1 ถึงลำดับที่ 5

1.โฮสต์ต้องเช็คค่าบิต BSY ภายในรีจิสเตอร์สถานะ จนกว่าบิต BSY จะเท่ากับ 0

2.เขียนรีจิสเตอร์ Device/Head เพื่อเลือกตัวอุปกรณ์ที่ต้องการควบคุม

3.ตรวจสอบค่าภายในรีจิสเตอร์สถานะ โดยรอจนกว่าบิต BSY จะเท่ากับ 0 และบิต DRDY จะเท่ากับ1

4.เขียนพารามิเตอร์ต่างๆที่แต่ละคำสั่งต้องการลงในรีจิสเตอร์ต่างๆ ตามความต้องการของแต่ละคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.เขียนคำสั่งที่ต้องการลงในรีจิสเตอร์คำสั่ง

6.อุปกรณ์จะเซ็ตบิต BSY และปฏิบัติตามคำสั่งที่ส่งเข้าไป และเตรียมส่งข้อมูลชุดแรกไปยังโฮสต์

7.เมื่อพร้อมที่จะส่งข้อมูลออกมา อุปกรณ์จะเซ็ตบิต DRQ และเคลียร์บิต BSY และส่งสัญญาณอินเตอร์รัพท์กลับมายังโฮสต์

8.โฮสต์อ่านข้อมูลจากตัวอุปกรณ์

9.เซ็ตบิต DRQ ภายในรีจิสเตอร์สถานะ ถ้าบิต DRQ เท่ากับ 1 หมายถึงยังมีข้อมูลเวิร์ดถัดไปที่จะส่งออกมายังโฮสต์ แต่ถ้าหมดข้อมูลที่จะส่งแล้วบิต DRQ จะเท่ากับ 0 และบิต BSY จะเท่ากับ 0

4.1.4.3 โปรโตคอลการส่งคำสั่งที่มีการส่งข้อมูลกลับในแบบ DMA

การส่งคำสั่งที่มีการส่งข้อมูลกลับในแบบ DMA นี้จะคล้ายกับการส่งข้อมูลที่ส่งข้อมูลที่ไม่มีการส่งข้อมูลกลับตั้งแต่ลำดับ 1ถึง 5 เช่นเดียวกับการส่งข้อมูลกลับแบบ PIO แต่หลังจากนั้นการส่งข้อมูลจากตัวโฮสท์จะเป็นไปตามมารฐานการส่งข้อมูลแบบ DMA ซึ่งในงานนี้ไม่ได้ใช้โปรโตคอลนี้จึงไม่ขอกล่าวละเอียด

4.2 ATAPI

มาตรฐาน ATAPI เป็นมารฐานที่อยู่บนมารฐาน ATA อีกทีหนึ่ง จากเดิมที่การควบคุมอุปกรณ์ในมาตรฐาน ATA เพียงเวิร์ดเดียวในการสั่งงาน ในมาตรฐาน ATAPI นี้จะเปลี่ยนรูปแบบการส่งคำสั่งจากเวิร์ดเดียวเป็นแพ็คเกตของคำสั่งแทน เพื่อความยืดหยุ่นในการสั่งงานอุปกรณ์ แต่ถึงอย่างไรก็ตามมาตรฐานATAPI เป็นมาตรฐานที่อยู่บนมาตรฐาน ATA ดังนั้นการเชื่อมต่อขาเชื่อมต่อ (Connector) และลำดับการส่งสัญญาณจะเหมือนกับมาตรฐาน ATA ทั้งหมด ส่วนที่แตกต่างไปบ้างคือ รีจิสเตอร์ภายในอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลงหน้าที่การทำงานไปบางส่วน และส่วนที่แตกต่างกันกับมาตรฐาน ATA อย่างชัดเจนก็คือโปรโตคอลที่ใช้ส่งคำสั่งควบคุมอุปกรณ์

4.2.1 ATAPI Protocol

ATAPI Device จะถูกสั่งด้วยวิธีการ 2 วิธีด้วยกัน คือ

1. คำสั่งพื้นฐานของมาตรฐาน ATA
2. คำสั่งแบบเป็นแพ็คเก็ต (Packet Command)

ทั้งสอง 2 วิธีอุปกรณ์จะคอยรับคำสั่งจาก Host เพื่อปฏิบัติตามและจะแจ้งสถานะของตัวอุปกรณ์ให้กับ Host เมื่อทำคำสั่งเสร็จ แต่ถ้ามีอุปกรณ์มากกว่า 1 ตัว ต่อพ่วงกันอยู่ คำสั่งจะถูกเขียนไปสู่ทุกตัวและจะมีเฉพาะคำสั่งเลือกอุปกรณ์เท่านั้นที่จะทำ โดยที่ Device 1 จะแจ้งสถานะของตัวมันสู่ Device 0 ผ่านทางบิต PDIAG "The Protocol" ของ ATAPI ก็คือการใช้คำสั่ง ATA แบบใหม่ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่า "ATAPI Packet Command" โปรโตคอลของ ATA ทั้งหมดจะถูกส่งเป็นแบบ Packet Command แต่เมื่อมีการส่งคำสั่งออกไปแล้วจะมีกฎใหม่ ๆ เพิ่มเข้ามา

1. บิต DRQ ที่อยู่ใน Status Register จะถูกนำมาใช้ร่วมกับ Interrupt Reason Register เพื่อกำหนด Interrupt Type

2. คำสั่งของการจัดการกับตัวอุปกรณ์จะถูกส่งเป็น Packet ผ่าน Data Register

3. ค่าคำสั่งที่ส่งไปโดย Packet Command จะเหมือนกับของ Task File

4. Byte Count จะถูกใช้เพื่อกำหนดปริมาณข้อมูลที่ Host จะถ่ายโอนไปในแต่ละ DRQ Interrupt

5. The ATAPI Feature Register จะถูกใช้เพื่อบอกเมื่อ DMA ถูกใช้ด้วยการใช้ออปโคด (Opcode) ที่ต่างกัน

6. สถานะสุดท้ายที่จะชี้บอกกับตัว Host จะส่งเป็น interrupt หลังจากข้อมูลสุดท้ายได้ถูกถ่ายโอนไปโปรโตคอลที่ว่ามานี้จะถูกเพิ่มเข้ามาเมื่อมีการส่ง Packet Command ออกไปแล้วเท่านั้น จนกระทั่ง Host ได้อ่าน Completion Status หลังจาก Host ได้ทำการอ่าน Completion Status แล้ว Task File Register และ Protocol ต่างๆจะกลับเข้าสู่รูปแบบมาตรฐานของ ATA

4.2.2 ATAPI PACKET Command

ATAPI Packet Command จะคล้ายกับคำสั่งของ ATA ปกติ โดยการเริ่มต้นด้วย The Task Register และการเซ็ต Drive Selection Bit และการเขียนไบต์คำสั่งเข้าไปใน Command Register ด้วยคำสั่ง ATA ปกติบิต DRQ จะถูกสร้างขึ้นมาเพื่อบอกว่าข้อมูลสำหรับคำสั่งควรจะถูกส่งเข้าไปหรือออกมาจากตัวอุปกรณ์แต่ถ้าเป็นรูปแบบ Packet Command บิต DRQ จะถูกสร้างมาเพื่อบอกว่า Command Packet Data ควรจะถูกเขียนเข้าไปในตัวอุปกรณ์ในการส่งแบบ ATA Packet Command สามารถที่จะส่งคำสั่งออกไปได้โดยไม่ต้องสนใจสถานะของบิต DRDY Status

4.2.3 Status Register for Packet Command

การติดต่อเข้าไปหรือออกมาจากตัวอุปกรณ์จะกระทำผ่าน I/O Register ซึ่งจะทำผ่านรีจิสเตอร์ที่ถูกเลือกโดยการในใส่สัญญาณจาก Host (CS0-, CS1-, DA2, DA1, DA0, DIOR-, DIOW-) ซึ่งจะแสดงได้ดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แอดเดรส					หน้าที่	
CS0-	CS1-	DA2	DA1	DA0	READ(DIOR-)	WRITE(DIOW-)
รีจิสเตอร์ Control Block						
N	A	0	0	0	สถานะฟล็อปปี้ A	ไม่ใช้
N	A	0	0	1	สถานะฟล็อปปี้ A	ไม่ใช้
N	A	0	1	0	ไม่ใช้	Floppy Digital Output
N	A	0	1	1	ควบคุม Floppy ID Tape	สงวน
N	A	1	0	0	สถานะ Floppy Controller	สงวน
N	A	1	0	1	รีจิสเตอร์บล็อกคำสั่ง	
N	A	1	1	0	สถานะ Altemate ATAPI	ควบคุมอุปกรณ์
N	A	1	1	1	ไม่ใช้	ไม่ใช้
รีจิสเตอร์ Command Block						
A	N	0	0	0	Data	
A	N	0	0	1	Error	Error
A	N	0	1	0	Sector Count	Sector Count
A	N	0	1	1	Sector Number	Sector Number
A	N	1	0	0	Cylinder Low	Cylinder Low
A	N	1	0	1	Cylinder High	Cylinder High
A	N	1	1	0	Device Head	Device Head
A	N	1	1	1	Status	Status
A	A	X	X	X	Invalid Address	Invalid Address

ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดเกี่ยวกับรีจิสเตอร์ต่างๆที่ใช้ใน ATAPI

ใน ATAPI Register จะอ้างอิงด้วยการใช้ขนาด 8 บิตทุกตัว ยกเว้น Data Register จะใช้ขนาดในการติดต่อเป็น 16 บิตเราจะทำการอธิบายหน้าที่ต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์แต่ละส่วนดังนี้

4.2.3.1 ATAPI Device Control Register

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reserved				1	SRST	nIEN	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 4 – 7 : สงวนไว้เผื่อใช้ในอนาคต

บิต 3 : เป็น 1 เสมอ

บิต 2 : SRST บิตนี้คือ Software Reset ซึ่งขั้นตอนในการรีเซ็ตจะทำเป็นขั้นตอนซึ่งจะได้อธิบายไว้ในตอนต่อไป

บิต 1 : nIEN บิตนี้จะเป็นตัว Enable/Disable ของ Interrupt ที่จะมีถึงHost

เมื่อ nIEN = 0: ขา INTRQ จะอยู่ในสถานะ Tri-State Buffer

เมื่อ nIEN = 1: ขา INTRQ จะอยู่ในสถานะ High Impedance

บิต 0 : เป็น 0 เสมอ

4.2.3.2 ATAPI Error Register

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Sense Key				MCR	ABRT	EOM	ILI

บิต 4 – 7 : Sense Key ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป

บิต 3 : MCR (Media Change Requested) ถูกใช้ตามมาตรฐาน ATA

บิต 2 : ABRT (Aborted Command) ถูกใช้ตามมาตรฐาน ATA

บิต 1 : EOM (End of Media Detected)

บิต 0 : ILI (Illegal Length Indication)

4.2.3.3 ATAPI Feature Register

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reserved						Overlap	DMA

บิต 2 – 7 : สงวนไว้เผื่อใช้ในอนาคต

บิต 1 : Overlap (Optional)

บิต 0 : DMA (Optional) บางคำสั่งจะถ่ายโอนข้อมูลผ่านการเชื่อมต่อแบบDMA แต่บิตนี้จะไม่ใช้ในการคำสั่งแบบแพ็คเก็ต (Command Packet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3.4 ATAPI Interrupt Reason Register

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Reserved					Release	IO	CoD

บิต 3 – 7 : สงวนไว้เผื่อใช้ในอนาคต

บิต 2 : RELEASE เป็นตัวบอกว่าอุปกรณ์ได้มีการปล่อย ATA busก่อนที่คำสั่งจะทำเสร็จ

บิต 1 : IO เป็นรีจิสเตอร์ที่ชี้บอกถึงทิศทางในการโอนถ่ายข้อมูลว่าข้อมูลเข้าไปใน Host หรือออก จาก Host โดยถ้า IO = 1 แสดงว่าข้อมูลไหลเข้าไปใน Host IO = 0 แสดงว่าข้อมูลไหลออกจาก Host

บิต 0 : CoD (Command or Data)โดยถ้า CoD = 1 แสดงว่าข้อมูลที่โอนถ่ายกันเป็น คำสั่ง (Command) CoD = 0 แสดงว่าข้อมูลที่โอนถ่ายกันเป็นข้อมูล (Data)

4.2.3.5 ATAPI Byte Count Register

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
Byte Count (bits 0-7)							
Byte Count (bits 8-15)							

Byte Count จะใช้ใน PIO Mode เท่านั้น การกระทำคำสั่งจะทำการเซ็ตก่อนที่จะมีการส่งคำสั่งแพ็คเก็ตคำสั่งออกไป (Command Packet) ในรีจิสเตอร์นี้จะประกอบไปด้วยขนาดของคำสั่ง ทั้งหมดที่จะมีการโอนถ่ายเพียงหนึ่งกลุ่มข้อมูลเท่านั้น เช่น คำสั่ง Mode Select/Sense สำหรับคำสั่งที่ต้องการ DRQ Interrupt หลายๆครั้ง เช่น คำสั่ง Read / Write จะทำโดยการเซ็ตขนาดที่ต้องการเมื่อมีการส่งข้อมูลตัวอุปกรณ์จะทำการเซ็ต Byte Count Register ให้มีขนาดเท่ากับจำนวนข้อมูลที่Host จะทำการโอนถ่ายและจะทำการปล่อย DRQ Interrupt ข้อมูลภายในของรีจิสเตอร์จะไม่เปลี่ยนจนกว่าข้อมูลเวิร์ดแรกจะทำส่งเข้าไปหรือออกจาก Data Register เมื่อเริ่มมีการส่งข้อมูลตัวอุปกรณ์จะทำการเปลี่ยนขนาดของ byte count

4.2.3.6 ATAPI Drive Select Register

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	Reserved	1	DRV	Reserved for SAM LUN			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บิต 4 : เป็นการเลือกตัวอุปกรณ์ว่าจะเป็นไดร์ฟไหน

โดยถ้า DRV = 0: แสดงว่าต้องการติดต่อกับ Device 0

โดยถ้า DRV = 1: แสดงว่าต้องการติดต่อกับ Device 1

4.2.3.7 ATAPI Status Register

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
BSY	DRDY	DMA/DF	SERVICE/DSC	DRQ	CORR	Reserved	CHECK

บิต 7 : BSY (Busy) บิตนี้จะถูกเซ็ตเมื่อตัวอุปกรณ์มีการเข้าถึงข้อมูลภายใน Command Block

บิต 6 : DRDY เป็นบิตที่บอกว่าตัวอุปกรณ์มีการตอบสนองต่อคำสั่งATA

บิต 5 : DMA READY / DF บิตนี้จะเป็นตัวบอกว่าตัวอุปกรณ์นั้นพร้อมที่จะทำการโอนถ่ายข้อมูล ในโหมด DMA บิตนี้จะถูกสงวนไว้ใช้ในอนาคตเพื่อเพิ่มความสามารถในการ Overlap

บิต 4 : SERVICE / DSC บิตนี้จะเป็นตัวบอกว่าตัวอุปกรณ์กำลังร้องขอ Service หรือ Interrupt และจะไม่เคลียร์บิตนี้จนกว่าจะได้รับคำสั่ง Service Command

บิต 3 : DRQ (Data Request) เป็นบิตที่บอกว่าตัวอุปกรณ์พร้อมที่โอนถ่ายข้อมูลระหว่าง Host กับตัวอุปกรณ์ ข้อมูลใน ATAPI InterruptReason จะมีการเปลี่ยนแปลงในระหว่างที่มี Packet Command และเมื่อ DRQ = 1

บิต 2 : CORR บิตนี้จะเป็นตัวบอกว่ามีการเกิด Correctable Error

บิต 1 : สงวนไว้เผื่อใช้ในอนาคต

บิต 0 : CHECK จะเป็นตัวบอกว่ามีการเกิด Error ขึ้นในระหว่างที่มีการประมวลผลของคำสั่งก่อนหน้านี้

4.3 ขั้นตอนการส่งคำสั่งแบบ PIOที่มีข้อมูลเข้าสู่ Host

ขั้นตอนเหล่านี้จะประกอบด้วยคำสั่งเช่น คำสั่ง Inquiry, Read และอื่นๆ

1. Host จะต้องคอยเช็คค่า BSY = 0, DRQ = 0 แล้วก็เขียนพารามิเตอร์ต่างๆลงใน Feature, Byte Count และ Drive/Head Register

2. Host จะทำการเขียน Packet Command Code (A0H) เข้าไปใน Command Register

3. ตัวอุปกรณ์จะทำการเซ็ต BSY และทำการเตรียมรับคำสั่ง Packet Command

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อตัวอุปกรณ์พร้อมที่จะรับคำสั่ง Packet Command ตัวอุปกรณ์จะทำการเซ็ตบิต CoD และเคลียร์บิตIO ส่วนบิต DRQ จะทำการเซ็ตขึ้นมาทันทีหรือก่อนที่บิต BSY จะเคลียร์ลง

5. หลังจากเจอสัญญาณ DRQ แล้ว Host ก็จะทำการเขียนคำสั่งจำนวน 12 ไบต์ลงใน Data Register

6. หลังจากนั้นตัวอุปกรณ์จะทำการเคลียร์ DRQ (เมื่อคำสั่งไบต์ที่ 12 ได้เขียนไปแล้ว) และจะทำการเซ็ตบิต BSY และจะทำการอ่าน Feature และ Byte Count ที่สั่งมาจาก Host และตัวอุปกรณ์จะทำการรอรับข้อมูลที่จะทำการคอนถ่ายมา

7. เมื่อมีข้อมูลเข้ามาตัวอุปกรณ์จะทำการใส่จำนวนไบต์ข้อมูลลงใน Byte Count Register และจะทำการเซ็ต IO และเคลียร์ CoD และจะทำการเซ็ต DRQ และเคลียร์ BSY และเซ็ต INTRQ

8. หลังจากเจอสัญญาณ INTRQ แล้ว Host จะทำการอ่าน DRQ เพื่อจะได้กำหนดคำสั่งต่อไปถ้า DRQ = 0 ตัวอุปกรณ์จะทำการยุติคำสั่ง แต่ถ้า DRQ =1 แล้ว Host จะทำการอ่านค่าข้อมูล (จำนวนไบต์ใน Byte Count Register) ผ่านทาง Data Register

9. ตัวอุปกรณ์จะเคลียร์ DRQ (ถ้ามีความต้องการจะโอนถ่ายข้อมูลอีก BSY จะเท่ากับ 1 และให้ปฏิบัติตามตั้งแต่ข้อ 7. ลงมา

10. เมื่อตัวอุปกรณ์พร้อมที่จะแสดงสถานะของตัวเอง ตัวอุปกรณ์จะทำการใส่ค่า Completion Status เข้าไปใน Status Register, และจะทำการเซ็ต CoD, IO, DRDY และเคลียร์ BSY, DRQ และปล่อยสัญญาณ INTRQ

11. หลังจากเจอสัญญาณ INTRQ&DRQ =0 Host จะทำการอ่าน Status Register

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
หลักการทำงานของเครื่องเล่นซีดีรอม

5.1 A Fundamental Introduction to CD player

ในทุกวันนี้เครื่องเล่นซีดีเป็นอุปกรณ์ที่มีผู้บริโภคใช้กันอยู่ทั่วทุกหนทุกแห่งและด้วยเทคโนโลยีและการออกแบบที่ล้ำยุคล้ำสมัยและในเรื่องของราคาทำให้ผู้บริโภคมีสิทธิเลือกความพึงพอใจของสินค้าซึ่งมีให้เลือกมากมาย (เอกสารฉบับนี้พยายามที่จะทำให้ผู้อ่านได้ทราบถึงพื้นฐานและหลักการทำงานในเครื่องเล่นซีดีทั่วๆไป และถ้าผู้อ่านมีความรู้ทางด้านการประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) ก็จะทำให้ผู้อ่านนั้นสามารถเข้าใจมากขึ้น

<u>ความเสถียรของดิจิตอลโดเมน</u>

ในสมัยก่อนโทมัส เอดิสัน (Thomas Edison) ได้สร้างเครื่องบันทึกเสียงขึ้นมาในปี 1877 จึงได้เกิดการเจริญเติบโตเป็นอย่างมากในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการบันทึกเสียง และไม่ว่าจะเป็นกระบวนการขั้นตอนของเอดิสันหรือของคนอื่นๆก็มีหลักการพื้นฐานกระบวนการเหมือนกัน การนำสัญญาณออดิโอจากระบบทางกายภาพหรือทางไฟฟ้าเพื่อให้สามารถติดต่อกับสื่อกลางการบันทึกเสียงเป็นตัวอุปสรรคในการพัฒนาอยู่ หลังจากนั้นประมาณ 100 ปี อนาลอกออดิโอก็ได้มาถึงจุดอิ่มตัวและข้อบกพร่องที่เกี่ยวกับระบบอนาลอกก็มีให้เห็นมากขึ้น ดังนั้นเรื่องของราคาก็จะสูงขึ้นตามความสามารถในการที่จะแก้ไขจุดอ่อนจุดด้อยต่างๆ

ในสัญญาณอนาลอกนั้นมีข้อบกพร่องต่างๆในตัว อย่างเช่น คลื่นแปลกปลอมปะปนอยู่กับสัญญาณต้นแบบดังนั้นในขณะที่ทำการเล่นก็จะไม่มีการแยกพวกสัญญาณ Noise หรือ สัญญาณ Distortions ออกไปจาก Original signal ในระบบอนาลอกทุกๆระบบจะมีผลข้างเคียงด้วยกันทั้งนั้นซึ่งได้แก่สัญญาณรบกวนของระบบซึ่งก็คือผลรวมของDistortionรวมกับ noise ที่เกิดจากอุปกรณ์แต่ละตัวในวงจร และท้ายที่สุดอุปกรณ์อนาลอกก็ค่อย ๆ ถูกลดบทบาทลงไป

ดังนั้นความจำเป็นที่จะต้องการรูปแบบออดิโอจึงมีปรากฏให้เห็นอย่างชัดเจนและเราก็ได้ตัวดิจิตอลออดิโอนี้มาช่วยแก้ไขจุดอ่อนจุดด้อยที่มีอยู่ในระบบของอนาลอกสิ่งสำคัญของสัญญาณดิจิตอลออดิโอคือมันสามารถแยก Noise กับ Distortion ออกจากสัญญาณอนาลอกออดิโอได้ คุณภาพของสัญญาณดิจิตอลออดิโอไม่ได้อยู่ที่กลไกการอ่านหรือตัวกลางในระบบ ส่วนตัวแปรเช่น Frequency response, linearity และnoiseเป็นตัวแปรตอนแปลงจากดิจิตอลไปเป็นอนาลอกเท่านั้น (DAC) ส่วนปัจจัยที่เกี่ยวกับระบบดิจิตอลออดิโอประกอบด้วย Bandwidth ทางออดิโอที่ 5-22000 Hz, 90+ dB dynamic range และ felt Response ตลอดย่านความถี่

ก่อนที่จะมีการรู้จักเครื่องเล่นซีดีในปี 1982 นั้น เทคโนโลยีและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องได้มีมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นานแล้วโดยเริ่มตั้งแต่ปี 1841 นักคณิตศาสตร์ที่ชื่ออกัสติน-หลุยส์ โคชี่ (Augustin-Louis Cauchy) ได้นำเสนอทฤษฎีการแซมปลิง (Sampling Theorem) หลังจากนั้นประมาณ 80 ปี นายเจ.อาร์ คาร์สัน (J.R Carson) ได้ตีพิมพ์บทความที่เกี่ยวข้องการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เรื่อง Time Sampling in communications ในปี 1982 การบรรยายที่ American Institute of Electrical Engineers นาย แฮรี่ ไนควิสท์ (Harry Nyquist) ได้ทำการพิสูจน์ทฤษฎีในหัวข้อ "Certain Topics in Telegraph Transmission Theorem" ในปี1937 และในปี 1948 A. Reeve ได้นำเสนอเรื่อง Pulse Code Modulation (PCM) และ John Bordeen, William Shockley, และ Water Braltain ได้ประดิษฐ์ BJT Transistor muj Bell Labs 2ปีต่อมาในปี1950 Richard W. Hamming ได้ตีพิมพ์บทความเกี่ยวกับเรื่อง error correction and detetioncodes. ในปี1958 C.H. Tawnes และ A.L.Shonvlow ได้ทำการประดิษฐ์ เลเซอร์ (Laser) ขึ้นมาในปีเดียวกัน I.S.Reed and G.Solomon ได้ตีพิมพ์บทความในเรื่องของ error correction and detetioncodes ที่ใช้ในเครื่องเล่นซีดี และก่อนหน้าที่เครื่องเล่นซีดีจะออกสู่ตลาดนั้น 15 ปี สถาบัน NHK Technical Research Institute ได้มีการทดลองในส่วนของ PMC Digital audio recorder ด้วยอัตรา แซมปลิงที่ 30 kHz และความละเอียดอยู่ที่ 12 บิต 2 ปีต่อมา บริษัทโซนีก็ทำขึ้นมาเหมือนกันที่อัตราแซมปลิง 47.25 kHz และความละเอียดอยู่ที่ 13 บิต ส่วนอีกทางซีกโลกหนึ่ง นักฟิสิกส์ชาวดัตช์ Klaas Compaan ได้ใช้แผ่นแก้วในการเก็บรูปขาวดำโดยใช้การ mod ทางความถี่ ที่Philips Laboratories 4ปีให้หลังในปี1973วิศวกร Philips ได้เริ่มต้นทำการค้นคว้าประยุกต์งานเสียงในระบบที่เกี่ยวกับงานทางด้าน "Video" ดิสก์ต้นแบบใช้อัตราการแซมปลิงที่ 44 kHz และใช้ DAC 14 บิต แสดง S/N ได้ 80 dB และได้ไปแสดงผลงานในงาน Tokyo Audio Fair ในปี 1977 โดยมีบริษัท Mitsubishi,Sony,Hitachi ได้ร่วมกันในงานดังกล่าวอีก 1 ปี ต่อมา Philips ได้เข้าร่วมด้วยในเดือนมีนาคม 1979 Philips ได้เปิดตัวด้านเครื่องเล่นซีดีในยุโรป และSony ก็ตามมาทำร่วมกันกับ Philips หลังจากที่บริษัท Matsushita ได้ปฏิเสธไม่เข้าร่วมพอในเดือนมิถุนายนปี 1980ได้มีการร่วมมือกันอย่างเป็นทางการแล้วได้เสนอมาตรของ CD และอีก 1 ปีต่อมาในปี 1981 บริษัท Sharp ก็ประสบความสำเร็จกับการสร้าง Semiconductor laser ในปี 1982 หลังจากที่ดีมีการพัฒนากันมานานหลายปี Sony กับ Philips ก็ได้เปิดตัวเครื่องเล่นแก่ท้องตลาดในยุโรปต่อมาไม่นานก็ได้มีการเปิดตัวในสหรัฐอเมริกา 12 ปี ต่อมา การพัฒนาทางด้านดิจิตอลออดิโอเป็นไปอย่างต่อเนื่องและรุดหน้าไปอย่างรวดเร็วจนความเป็นอนาลอกได้ถูกบดบังและค่อยๆหายไป

5.2 สรุปเกี่ยวกับตัวระบบ

สเปคของเครื่องเล่นซีดีและแผ่นซีดีจะถูกกำหนดตามมาตรฐานที่เรียกว่า "Red Book" ซึ่งกำหนดการร่วมมือกันของบริษัท Sony, Philips, และ PolyGram รายละเอียดได้แสดงดังตารางข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Disc	Specification
เวลาในการเล่นแผ่น	74 นาที 33 วินาที (MAX)
ความเร็วในการหมุนแผ่น	1.2 – 1.4 เมตร/วินาที
ระยะห่างระหว่างแทรก	1.6 ไมครอน
เส้นผ่าศูนย์กลาง	120 มิลลิเมตร
ความหนาของแผ่น	1.2 มิลลิเมตร
เส้นผ่าศูนย์กลางรูของแผ่น	15 มิลลิเมตร
พื้นที่ในการบันทึก	46 – 117 มิลลิเมตร
พื้นที่ของสัญญาณ	50 – 116 มิลลิเมตร
วัสดุที่ใช้ผลิตแผ่น	วัสดุใดก็ได้ที่ค่าดัชนีหักเหอยู่ที่1.5
ความยาวน้อยที่สุดของแต่ละ พิทช์	0.833 ไมครอน
ความยาวมากที่สุดของแต่ละ พิทช์	3.05 ไมครอน
ความลึกในแต่ละ พิทช์	ประมาณ 0.11 ไมครอน
ความกว้างในแต่ละ พิทช์	ประมาณ 0.5 ไมครอน
ระบบ Optical	**Specification**
ความยาวคลื่น	⋋ = 780 นาโนเมตร (7800 อังสตรอม)
ความลึกการโฟกัส	+/- 2 ไมครอน

รูปแบบสัญญาณ	Specification
จำนวนของแชนแนล	2 แชนแนล
การควอนไตเซชั่น	16-บิต
ความถี่ในการแซมปลิ้ง	44.1 KHz
ความเร็วบิตของแชนแนล	4.3218 เมกะบิต/วินาที
ความเร็วบิตของข้อมูล	2.0338 เมกะบิต/วินาที
อัตราส่วนความเร็วบิตระหว่าง	8:17
รูปแบบสัญญาณ	**Specification**
ข้อมูลกับแชนแนล	
ระบบการมอดูเลชั่น	8-14 มอดูเลชั่น (EFM)

ตารางที่ 5.1 แสดงรายละเอียดตามมาตรฐานของ "Red Book"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องเล่นซีดีจะประกอบด้วยระบบย่อยๆ 2 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนของประมวลผลสัญญาณทางออดิโอและ

2. ส่วนของระบบควบคุมและชุดเซอร์โว (servo)

โดยในส่วนของระบบควบคุม, เซอร์โว, ดิสเพลย์ และกระบวนการปฏิบัติการต่างๆเครื่องเล่นรวมไปถึงส่วนของ spindle motor, auto-tracking, lens focus และก็ส่วนของ user interface ในส่วนของการประมวลผลสัญญาณออดิโอนั้น จะครอบคลุมส่วนต่างๆอื่นทั้งหมดของตัวเครื่องเล่น บล็อกไดอะแกรมของเครื่องเล่นซีดีแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตั้งแต่ได้มีการเปิดตัวเครื่องเล่นซีดีไปในปี 1982 ตลาดก็ได้มีการพัฒนาเครื่องเล่นเป็น 3 ยุคโดย

*ยุคแรก*เครื่องเล่นซีดีจะมีลักษณะพิเศษคือเป็น Multi bit DAC คู่กับ brick wall filter

ยุคที่ 2 เครื่องเล่นซีดีจะมีลักษณะพิเศษคือใช้ Multi bit DAC เหมือนในยุคแรกแต่ได้นำข้อดีของ Digital over sampling filter มาใช้ร่วมกับอนาลอกฟิลเตอร์

ยุคที่ 3 เครื่องเล่นซีดีจะมีลักษณะพิเศษคือ ใช้ส่วน low –bit ของ DAC ร่วมกับ over sampling filter

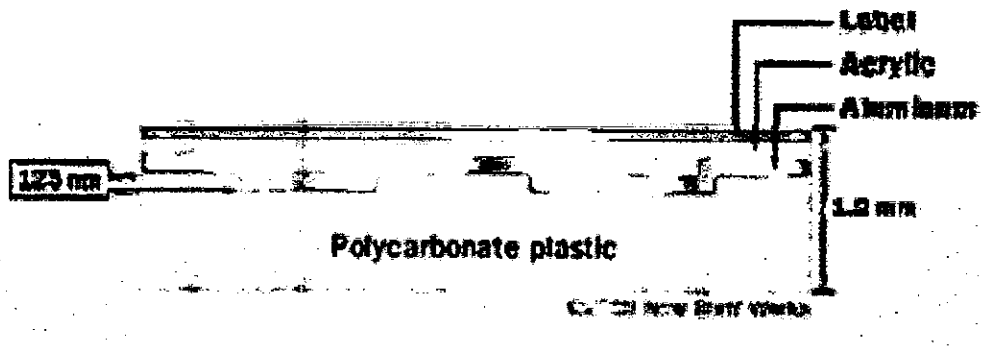
5.3 คุณสมบัติและหลักการทำงานของแผ่นซีดี

5.3.1 CD-ROM (Compact Discs Read Only Memory)

CD-ROM (Compact Discs Read Only Memory) เป็นอุปกรณ์บันทึกข้อมูลรูปแบบหนึ่ง โดยเฉพาะข้อมูลทางด้าน Multimedia เนื่องจาก Multimedia ต้องใช้สื่อเป็นจำนวนมาก เช่น ภาพและเสียง สิ่งเหล่านี้จัดว่าเป็น ข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ ถ้ามีการเก็บรูปภาพเป็นจำนวนมาก และเสียงที่มีความยาวนานๆ เช่น Music Video ที่มีความยาวประมาณ 3-4 นาที จะต้องใช้เนื้อที่ในการเก็บถึง 50 MBหรือบางไฟล์อาจจะเล็ก/ใหญ่ กว่าได้ ดังนั้นข้อมูลเหล่านี้โดยมาก จึงถูกเก็บไว้ใน CD-ROM ซึ่งมีความสามารถในการบันทึกข้อมูลได้มาก ซึ่งแผ่น CD-ROM จะมี 2 ขนาดความจุข้อมูล คือ 650 และ700 เมกะไบต์แผ่น CD เป็นแผ่นพลาสติกเคลือบ ลักษณะวงกลม มีช่องตรงกลาง ขนาด 4.8 นิ้ว (12cm.) หนา 1.2 มิลลิเมตร ประกอบด้วย

- แผ่นพลาสติกทำจากสาร polycarbonate
- สารอลูมิเนียม (aluminum) ซึ่งฉีดลงบนแผ่นพลาสติก polycarbonate ให้มีลักษณะเป็นร่องๆ
- สารอคีลิค (acrylic) เคลือบบน Aluminum เพื่อป้องกันผิว
- เลเบล (Label) ซึ่งมักจะเป็นสีเคลือบบน Acrylic อีกที เพื่อแสดงตราการค้า หรือรูปภาพต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.1 แสดงส่วนประกอบภายในแผ่นซีดี

แผ่น CD มี Track เพียง Track เดียว ไม่เหมือนกับแผ่นดิสก์ที่ประกอบด้วยTrack หลาย Trackโดยจะหมุนจากซีดีด้านในออกสู่ด้านนอกทำให้แผ่น CDมีขนาดเล็กกว่า 12 cm. ได้ แผ่น CD ในปัจจุบันมีขนาดเล็ก เรียกว่า Mini CD-R มีความจุอย่างต่ำ 2 MB เป็นต้น

รูปที่ 5.2 แสดงลายแทร็กของแผ่นซีดี

วงของ Track จะมีระยะห่างกัน 1.6 ไมครอน (Micron) โดย Track จะถูกแบ่งเป็นท่อนเล็กๆ (Bump) เรียงกันเป็นแถว แต่ละท่อนมีความกว้าง 0.5 ไมครอน ยาว 0.83 ไมครอน และสูง 125 นาโนเมตร (nanometers) ถ้านำ Bump แต่ละท่อน มาต่อเรียงกัน จะได้ความยาว 3 กิโลเมตรต่อแผ่น CD 1 แผ่น

5.3.2 Digital-to-analog Converters

เครื่องเล่นรุ่นแรกเลยที่สร้างโดย Sony, Philips และบริษัทอื่นๆจะใช้ 14 bit Converters ซึ่งในตอนนั้นได้มีการพัฒนาปรับปรุงอย่างกว้างขวางมากกว่าตัวอุปกรณ์ที่อนาลอก แต่ถึงกระนั้นทุก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันนี้ถือว่าคุณภาพต่ำเมื่อเทียบกับมาตรฐานของทุกวันนี้ ซึ่งตอนเปิดตัวแรกๆในปี 1982 ตอนนั้น Converter 16 บิตยังเป็นมาตรฐานอยู่แต่พอมาปี 1989 หลายๆโรงงานได้นิยมทำตัว converterออกมาเป็นแบบ 18 และ20 บิต

5.3.3 Multi-Bit Converter

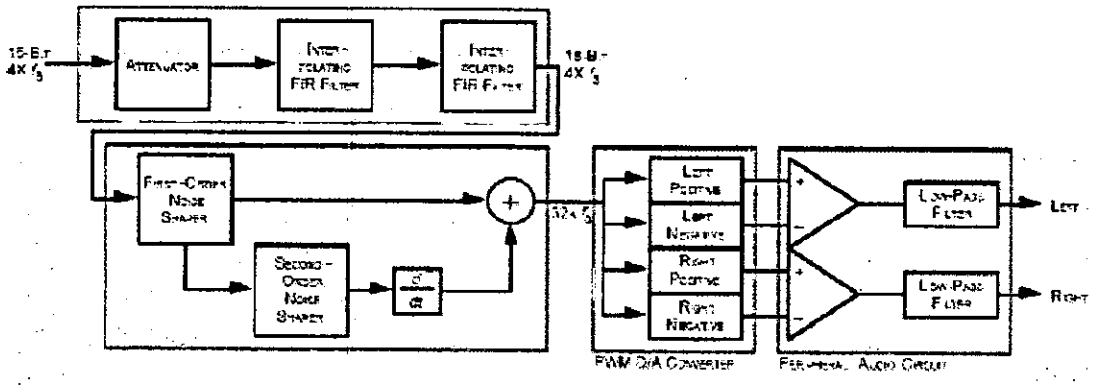
ถ้าพูดถึงตัว Multi-Bit Converter แล้วมันสามารถออกแบบได้หลายวิธีซึ่งที่ใช้กันบ่อยก็ได้แก่ladder network converter, integrating converter และ dynamic element matching converter แต่ยิ่งมีบิตมากก็จะมีปัญหาเกี่ยวกับ error สูงเช่นกัน

5.3.4 Low -Bit- Converter

ทำมาเพื่อแก้ปัญหาข้อบกพร่องต่างๆที่มีใน Multi-Bit Converter ซึ่งมีการพัฒนาและแข่งขันอยู่2 ที่ คือที่แรกบริษัท Matsushita กับ2บริษัท Sony โดยจะทำการ convert ข้อมูลทั้งหมดในแบบขนานที่ความถี่แซมปลิงวิธีการของทั้งคู่จะได้ความยาวข้อมูลที่สั้นกว่าและด้วยอัตราที่สูงกว่า ส่วนการ converts serial data จะอยู่ในกระบวนการทางดิจิตอลซึ่งทุกวันนี้มีความเป็นไปได้อย่างมากถ้าใช้เรื่องของ DSP เข้ามาเกี่ยวข้อง

วิธีการของบริษัท Matsushita จะให้หลักการของ Pulse width Modulation (PWM) ในการออกแบบนี้ ความกว้างของสัญญาณพัลส์จะทำหน้าที่แทนข้อมูลค่าหนึ่งๆณะนั้นในขั้นตอนของ PWM ก็จะมีความกว้างที่แน่นอน และมี Jitter น้อยซึ่งทำให้เกิดความแม่นยำสูงและความเป็นเชิงเส้นสูงที่เอาท์พุทชื่อทางการค้าของกระบวนการที่เรียกว่า MASH (Multi-stage noise Shaping) โดยกระบวนการจะเริ่มที่MASH Converter จะทำการ over sampling digital filter เป็นจำนวน 4ครั้งด้วนกันและตามด้วย first-order กับ second- order noise shaper ต่อขนานกันอยู่และเอาท์พุทที่ออกจาก noise shaper จะถูกป้อนเข้าไปใน PWM converter ซึ่งเอาท์พุทจะได้จากการ low-pass filter แล้วบล็อกไดอะแกรมของระบบMASHแสดงได้ดังรูปที่ 5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

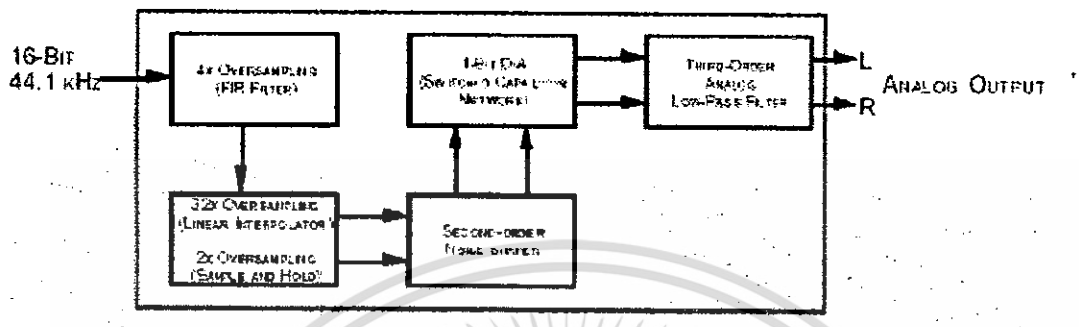


รูปที่ 5.3 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ PWM/MASH digital to analog converters

Digital finite impulse response (FIR) filter จะสร้างข้อมูล 18 บิต จาก 16 บิต อินพุทแซมปลิงหลังจากที่มีการคูณ over sampling ไป 4 ครั้งคราวนี้ the noise shaper จะแปลงข้อมูล 18 บิตนี้ไปเป็น 11-Step quantized format เพื่อ PWM หลังการคูณ 8ครั้ง over sampling ระบบ PWM จะถูกปฏิบัติการด้าย 768* original sampling frequency (33.868MHz)ถ้ามีการ convert ทีละบิตจากสัญญาณ 16 บิต จริงแล้วในการแสดงค่าแต่ละแอมปลิจูดต้องใช้ถึง 65,536 พัลส์ แต่การทำเช่นนี้จะต้องใช้ความเร็วเกินกว่า 2.98 GHz ซึ่งเร็วกว่าเทคโนโลยีทางด้าน Bipolar จะทำได้ ดังนั้นในการแปลง data 18 บิตไปเป็น 11-Step output ในการทำของ MASH converter สามารถเรียกได้ว่าเป็นแบบ "3.5-bit converter" วิธีการที่สองในเทคนิค Low-Bit Conversion โดยบริษัท Philips ซึ่งใช้วิธี Pulse-Density Modulation (PDM) หรือ Bit stream Conversion ในเทคนิคนี้อัตราส่วนความหนาแน่นของสัญญาณพัลส์จะสัมพันธ์กับข้อมูล 16 บิต PDM Converter เป็นเทคโนโลยีแบบ 1 บิต สัญญาณที่ทำหน้าที่แทนนั้นอาจจะไม่ปรากฏให้เห็นชัดแบบทันทีทันใด ตัวอย่างง่ายๆที่จะแสดงให้เห็นเพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น เช่น ถ้าไฟเปิดห้องก็จะสว่างแต่ถ้าไฟปิดห้องก็จะมืด แต่ถ้าเกิดเป็นการปิด-เปิดกลับไปกลับมาอย่างเร็วๆ ก็จะมีความสว่างลางๆเกิดขึ้นมา ข้อมูลที่ได้จากการ Sampling จากชิปถอดรหัสถูกส่งไปทำการคูณกับค่าความถี่ Over sampling ด้วยค่าเท่ากับ 4 และที่ตรงนี้ฟิลเตอร์แบบนี้จะทำให้ได้คุณภาพของเอาท์พุทสูงเพราะมันเป็น phase-linear ส่วน First-order noise shaping จะถูกกระทำโดย accumulator ของตัวคูณในฟิลเตอร์และส่งต่อมาที่Second filter ซึ่งจะประกอบด้วย Linear Interpolator และ Sample and Hold Circuit ณ ขั้นตอนนี้สัญญาณดิจิตอลฟิลเตอร์ความถี่ 352 KHz ที่ -20 dB จะถูกเพิ่มเข้าไปในสัญญาณ sampling เพื่อลดความไม่เป็นเชิงเส้นที่จะเกิดจาก Error ของการ Quantization และที่จุดนี้ผลรวมทั้งหมดของการOver sampling คือ 256 เท่า และจำนวนข้อมูลเพิ่มเป็น 17 บิต คราวนี้ข้อมูลจะป้อนเข้าไปยัง Second-Order noise shaper ด้วยความถี่ 11.2896 MHz noise shaper จะทำการลดข้อมูลจาก 17 บิตข้อมูลให้เหลือ 1 บิตแต่เป็นแบบสตรีม (bit stream) โดยใช้หลักการ ซิกม่า-เดลต้ามอดูเลชั่น (Σ-Δ Modulation) ในกระบวนการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Quantization noise จะถูกสร้างขึ้นใหม่จากความถี่ออดิโอโดยมีค่าเป็นกำลังสองของmagnitude ส่วนบิตสตรีมจะถูกแปลงเป็นอนาลอกโดยใช้สวิทช์คาปาซิเตอร์ บล็อกไดอะแกรมของ PDM Converter แสดงได้ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ PDM digital-to-analog converter

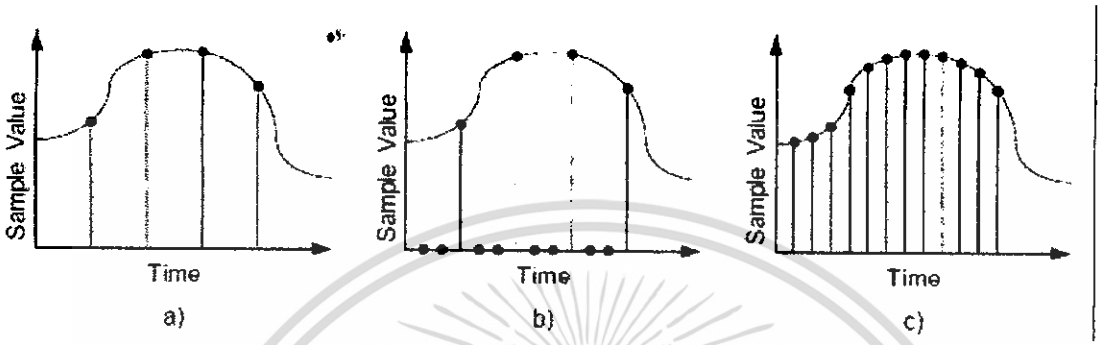
เพราะว่ามีแรงดันอ้างอิงเพียง 2 ค่าเท่านั้นใน PDM Converter และไม่มี Level Matching ไว้ในการปรับปรุงแก้ไขให้เที่ยงตรงดังนั้น Linearity error ที่ผสมมาจึงถูกกำจัดทิ้งไป เมื่อเปรียบเทียบกันกับ THD และ Linearity error สำหรับ converter 16, 18, 20 และ 1 บิต ได้ผลน่าสนใจดังนี้ ในส่วนของ PWM, PDM Converter จะได้ค่าที่ < ± 1 dB ความเป็นเชิงเส้นของสัญญาณอินพุทจาก -100 ถึง -80 dB ซึ่งจะเท่ากันหลังจากผ่านช่วงเชิงเส้นไปแล้วและถ้าดูคุณสมบัติของเครื่องเล่นตามท้องตลาดถ้าเป็นแบบ converter 18, 20 บิต และใช้อัตราการคูณอยู่ที่ 4,8,16,32 จะได้ผลมากขึ้นเป็น ± 4 dB ส่วน linearity error จะสูงถึง -75 dB ในการทดสอบ THD ด้วยค่า -60 dB ที่เป็นสัญญาณรูปซายน์ ที่ความถี่ 1 KHz จะมีการเกิดฮาร์โมนิคสูงถึงอันดับที่ 13 ที่ระดับสูงกว่า -110 dB จะมีเพียงแต่ PDM Converter เท่านั้นที่จะสามารถจัดการฮาร์โมนิคได้ทั้งหมด

5.3.5 Over sampling and Noise Shaping

Over sampling ถ้าจะให้นิยามง่ายๆก็คือ การใช้ค่าความถี่ในการแซมปลิ้งให้สูงกว่าที่ได้กำหนดไว้ในทฤษฎีในควิสท์ (Nyquist Theorem) ซึ่งการใช้ Over sampling จะทำให้เกิดผลดีคือเราจะได้อัตราส่วนสัญญาณของสัญญาณต่อสัญญาณรบกวน (Signal-to-noise ratio) สูงขึ้นและการลดลงของ Quantization noise ในย่านความถี่ออดิโอและจะสามารถลดลงได้อีกมากมายถ้าเกิดได้มีการใช้ Over sampling ควบคู่กับ Noise-Shapers การทำ Over sampling จะดีถ้าเกิดใช้หลักการทาง digital signal processing (DSP) เพราะในการจะทำการทดลองไม่ว่าจะเกี่ยวกับการปรับแต่งหรือวิธีอื่นใดก็จะกระทำการได้ง่ายอันเนื่องมาจากในการทำการทดลองใน DSP จะมีความเที่ยงตรงสูงและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำกระบวนการซ้ำไปซ้ำมาได้และผลที่ได้ก็ยังมีการ distortion และ noise น้อยซึ่งถ้าเราใช้วิธีการทางอนาลอกนั้นทำไม่ได้ ในกระบวนการทำ Over sampling สามารถทำได้ง่ายด้วยการแทรกบิต "0" ลงไประหว่างช่วงของสัญญาณ sampling ซึ่งจะได้ผลของการ sampling ออกมาใหม่ได้ดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 แสดงการลักษณะการทำ over sampling
โดยรูป a) คือสัญญาณที่ทำการ sampling ในตอนแรก
โดยรูป b) คือสัญญาณที่ทำการแทรกบิต "0" ลงไปในแต่ละการ
โดยรูป c) คือสัญญาณที่ทำการ Interpolate sampling ออกมาแล้ว

แต่จากผลของการทำ Over sampling ก็จะทำให้เกิดความยาวของ data word เพิ่มมากขึ้น และเพราะว่าความถี่ในการ sampling เพิ่มมากขึ้นสัญญาณรบกวนในส่วนของออดิโอก็จะเพิ่มมากขึ้นด้วยเราจึงต้องใช้เครื่องมือตัวหนึ่งเข้ามาจัดการกับส่วนเกินที่ว่านี้ซึ่งนั่นก็คือ Noise-Shaping

Noise-Shaping เป็นเครื่องมือที่นำมาใช้แก้ปัญหาที่ได้กล่าวมาแล้วในเรื่องของการทำ over sampling โดยเราจำ Noise-Shaping มาเป็นตัวลดขนาดความยาวของ data word ซึ่งเกิดมามากเกินไปเมื่อขนาดของ data word ลดลงสัญญาณรบกวนที่อยู่ในช่วงของสัญญาณออดิโอก็จะถูกตัดออกไปด้วยและจากที่ได้กล่าวมาแล้วในช่วงต้นเกี่ยวกับเรื่องของ Noise-Shaper ซึ่ง Noise-Shaper ก็คือการแก้ไขดัดแปลงย่านความถี่ของสัญญาณ error ซึ่งทำได้โดยการตัดส่วนของ quantization error ออกไปจากย่านความถี่ออดิโอ Noise-Shaping จะทำการลดค่า quantization error ออกไปโดยการใช้เทคนิคเนกาตีฟฟีดแบ็ค (Negative Feedback)

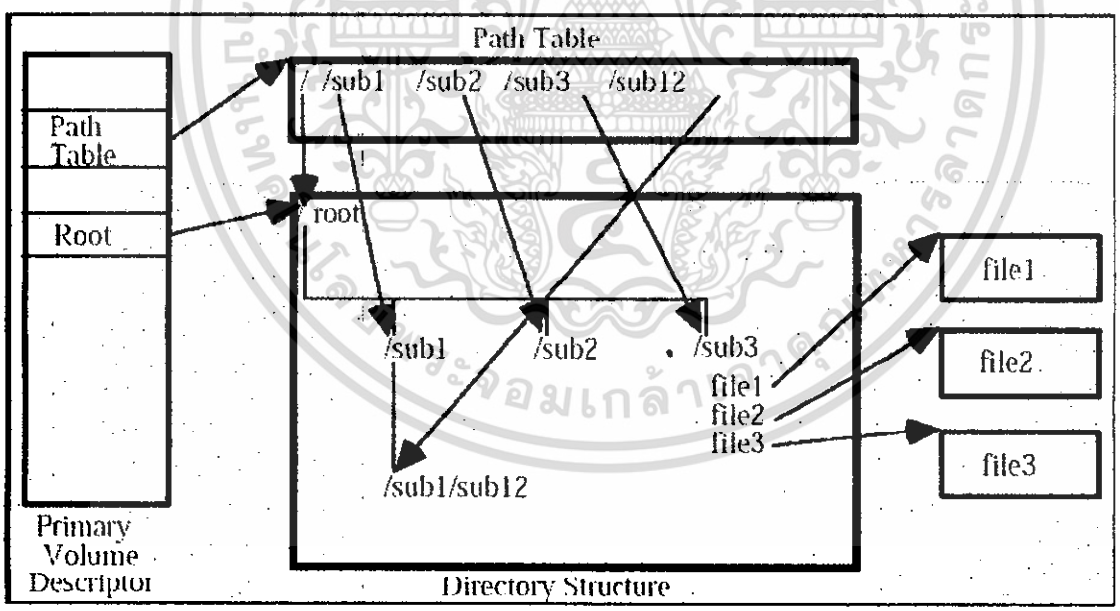
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 มาตรฐาน ISO 9660

คอมแพคดิสค์ (CD) ถูกเรียกได้ว่าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประสบความสำเร็จในตลาดผู้บริโภคอย่างสูงที่สุดเท่าที่เคยวางตลาดมา ตั้งแต่การแนะนำสินค้าชนิดนี้ในเดือนมิถุนายน 1980 ทำให้ CD มีอิทธิพลต่ออุตสาหกรรมดนตรีและเป็นทางเลือกสำหรับผู้ฟังดนตรีหลายล้านคน เนื่องจากความถูกต้องสูงเป็นพิเศษซึ่งเกิดจากเทคนิคการบันทึกแบบดิจิตอล และการแก้ไขข้อมูลนั้นสามารถทำได้ยากมากซึ่งเกิดจากการบันทึกแบบออปติคอล (Optical) คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้ CD มีเสน่ห์น่าสนใจในการเป็นตัวกลางของข้อมูลดิจิตอล ลักษณะเด่นอื่นที่ทำให้ CD น่าสนใจ ก็คือการที่สามารถผลิตออกมาในประมาณมากๆได้อย่างรวดเร็ว

แต่ในระยะแรกของการเกิดนั้นยังไม่มีมาตรฐานใดๆ เข้ามารับรองรูปแบบของการเขียนข้อมูลในตัวแผ่น ทำให้เกิดปัญหาในด้านความเข้ากันได้ของแผ่นซีดี ซึ่งเป็นปัญหาอย่างมากในด้านการพัฒนา จึงมีการจับมือกันระหว่างผู้ผลิตซีดีรอมหลายรายในการสร้างมาตรฐานร่วมกันให้เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่นิยามโดย Red Book, Yellow Book และ ISO 9660 ทำให้ปัจจุบันสามารถใช้ CD กับฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ได้เกือบจะทุกรูปแบบ

5.4.1 ภาพรวมโครงสร้าง ISO9660



รูปที่ 5.6 โครงสร้าง ISO 9660

โครงสร้างทางข้อมูลของ ISO 9660 แบ่งได้เป็น 3 ส่วนหลัก คือ Volume Descriptor, Directory Structure และ Path Table โครงสร้างเหล่านี้เกี่ยวข้องซึ่งกันและกันดังแสดงในรูปที่

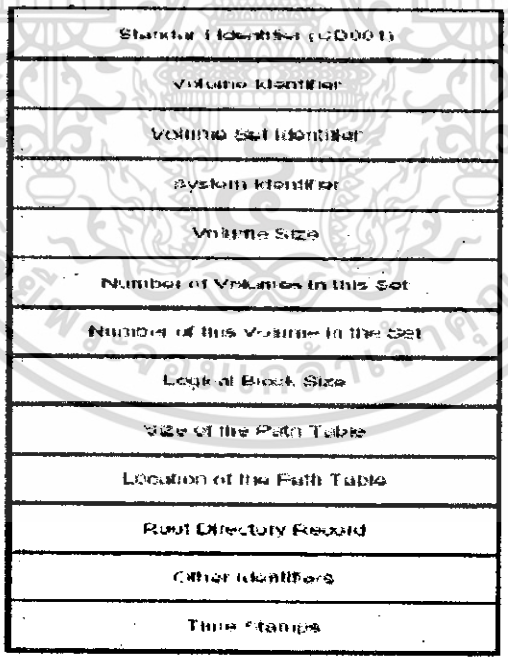
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1Volume Descriptor จะบอกตำแหน่งของ Directory Structure และ Path Table ไดเรคทอรี่จะบอกตำแหน่งของไฟล์ และ Path Table จะเป็นวิธีลัดไปสู่แต่ละไดเรคทอรี

The Volume Descriptor

มี Volume Descriptor อยู่ 4 ชนิดที่นิยามใน ISO 9660 คือ Primary Volume Descriptor, Boot Record, Supplementary Volume Descriptor และ Volume Partition Descriptor โดย Primary Volume Descriptor ถูกใช้ทั่วไป Boot Record ใช้สำหรับระบบที่ต้องแสดงบางอย่างของการตั้งค่าเริ่มต้น(initialization) ก่อนที่ใช้จะสามารถเข้าถึง Volume ได้ แม้ว่า ISO 9660 จะไม่กำหนดว่าข้อมูลอะไรบ้างที่ต้องอยู่ใน Boot Record หรือวิธีที่จะใช้ข้อมูลเหล่านั้น Supplementary Volume Descriptor สามารถใช้ระบุ alternate character set สำหรับระบบที่ไม่สนับสนุน ISO 646 character set ส่วน Volume Partition Descriptor สามารถใช้แบ่ง Volume ออกเป็น Volume ให้มีขนาดเล็กลง Volume Descriptor จะเริ่มการอัดที่ Logical Sector 16 (ซึ่งตอบสนองภายใน 2 วินาทีและ 16เซคเตอร์ใน CD หรือใน CD "Atime", 00:02:16)

Primary Volume Descriptor



รูปที่ 5.7 Primary Volume Descriptor

Primary Volume Descriptor เป็นจุดเริ่มต้นในการระบุ CD-ROM ประกอบด้วย Standard Identifier, Volume Identifier, Volume Set Identifier, System Identifier, Volume Size, Number of

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Volume in this set, Number of this Volume in the set, Size Logical Block, Size of the Path Table, Location of the Path Table, Root Directory Record, Other Identifiers และเวลาสำคัญที่เกี่ยวข้องกับ Volume

Standard Identifier เป็นกลุ่มของตัวอักษร และมีค่า CD001 ตามมาตรฐาน ISO9660 ซึ่งจะบอกระบบปฏิบัติการว่านี่คือดิสค์ตาม ISO 9660 เพื่อที่จะแบ่งแยก Volume ออกจากระบบไฟล์อื่นโดยใช้แบบแผนง่ายๆ เช่น High Sierra ซึ่งมี Standard Identifier คือ CD-ROM และ Compact Disc Interactive ซึ่งมี Standard Identifier คือ CD-I

Volume Identifier ตัวอักษรที่ใช้จะถูกกำหนดโดย ISO 9660 ซึ่งเรียกว่า dcharacter และไม่สามารถยาวเกิน 31 ตัวอักษรได้

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R

S T U V W X Y Z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _

รูปที่ 5.8 d-characters

Volume Set Identifier เป็นการระบุชื่อของ Multiple Volume ที่ Volume นั้นอยู่ Volume Set Identifier จะเหมือนกับ Volume Identifier ตรงที่จะถูกระบุโดย d – character และไม่สามารถยาวเกิน 31 ตัวอักษรได้ ตัวอย่างเช่น ถ้า Volume นี้ชื่อ DICTIONARY_E_H ก็อาจจะมี Volume Set Identifier เป็น DICTIONARY ซึ่งหมายความว่า Volume นี้มีเวิร์ดเริ่มด้วยตัวอักษร E ถึง H และVolume Set จะเป็นกลุ่มของดิสค์สำหรับตัวอักษรทั้งหมด

System Identifier จะระบุว่าระบบนั้นสามารถยอมรับได้และสามารถทำให้เกิดlogic บน เซคเตอร์ 0 -15 ได้ ตัวอักษรที่ถูกใช้ในระบบ ID คือสิ่งที่ ISO 9660 เรียกว่า a character และมีความยาวจำกัดที่ 31 ตัวอักษร

Volume Size เป็นจำนวนซึ่งบอกระบบปฏิบัติการว่ามี Logical Block อยู่ใน Volume Set นั้นเท่าไหร่ Logical Block เป็นวิธีทั่วไปในการหาตำแหน่งของข้อมูลที่อยู่ใน Volume ซึ่งแต่ละตำแหน่งทั้งหมดนี้จะมี Logical Block Number

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S

T U V W X Y Z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 _ sp

! " % ' ( ) * + , - . / : ; < = > ?

รูปที่ 5.9 a – character

Volume Set Size เป็นจำนวนซึ่งบอกระบบปฏิบัติการว่ามี Volume อยู่ใน Volume Set นั้นเท่าไหร่ Volume Scquence Number เป็นตำแหน่งใน Multiple Volume Set ที่ Volume นั้นอยู่ยกตัวอย่างเช่น แผ่นดิสค์แผ่นหนึ่งมี Volume Set Size = 5 และ Volume Sequence Number = 3 แสดงว่าดิสค์แผ่นนี้เป็นดิสค์แผ่นที่ 3 ของดิสค์ชุดที่ 5

Logical Block Size เป็นจำนวนไบต์ที่จัดรูปแบบแล้วเกิดที่ว่างที่น้อยที่สุดซึ่งถูกจัดสรรใน Volume นั้นๆ จำนวนนี้สามารถเป็น 512, 1024 หรือ 2048 ไบต์ก็ได้ ส่วนมากดิสค์ ISO9660 จะใช้ Logical Block Size ขนาด 2048 ไบต์ ซึ่งมีขนาดเดียวกันกับขนาดของเซคเตอร์

Path Table Size จะบอกระบบปฏิบัติการว่ามีจำนวนไบต์เท่าไหร่ที่อยู่ใน Path Table ระบบปฏิบัติการส่วนมากจะใช้ Path Table ใน fast memory, local memory (RAM) การใช้ Path Table Size เป็นวิธีที่รวดเร็วสำหรับระบบปฏิบัติการที่จะรู้ว่าจะต้องจัดสรรหน่วยความจำเท่าไหร่ก่อนที่มันจะอ่าน Path Table วิธีนี้ทำให้ระบบปฏิบัติการอ่าน Path Table เพียงครั้งเดียวเท่านั้น เป็นการประหยัดเวลา

Root Directory Record จะบรรจุข้อมูลที่ระบบปฏิบัติการต้องการในการระบุตำแหน่งและอ่านไดเรคทอรีที่อยู่ระดับบนสุด รูปแบบของ Root Directory Record จะเหมือนกับ Directory Record อื่นๆ

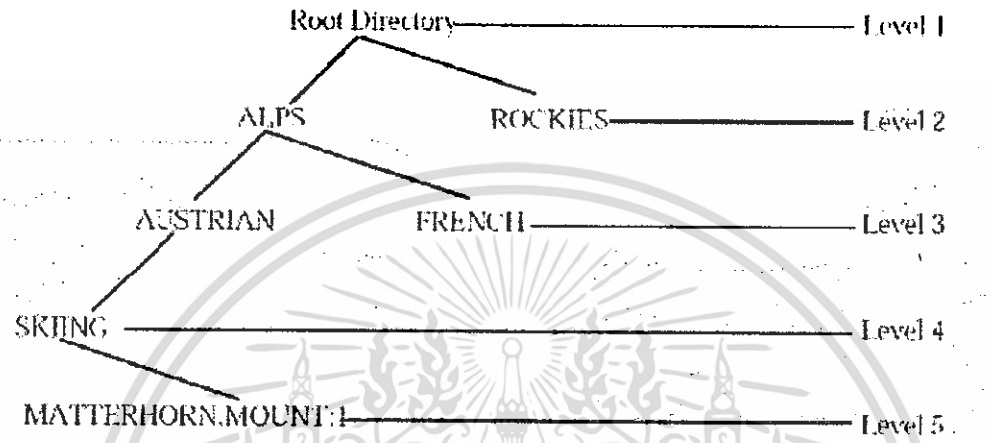
Identifier อื่นๆ ใน Primary Volume Descriptor นั้นจะบรรจุข้อมูลเกี่ยวกับว่าใครเป็นผู้ตีพิมพ์ Volume นี้, ใครเตรียมข้อมูล, การประยุกต์ใช้งาน และชื่อของไฟล์ซึ่งบรรจุ copyright notice, บทคัดย่อ และบรรณานุกรม

Time Stamps เป็นฟิลด์ (field) ใน Primary Volume Descriptor ซึ่งบรรจุข้อมูลเกี่ยวกับว่า Volume นั้น ถูกสร้างขึ้นเมื่อไหร่, ถูกปรับปรุงเมื่อไหร่, เมื่อไหร่ที่ข้อมูลนั้นใช้ได้และเมื่อไหร่ที่เลิกใช้ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2 โครงสร้างของไดเรคทอรี

โครงสร้างของไดเรคทอรีตาม ISO 9660 ได้ถูกจัดแบ่งเป็นระดับชั้นต่างๆคล้ายกับระบบไฟล์ส่วนใหญ่ ส่วนบนสุดของระดับชั้น คือ Root Directory ซึ่งจะระบุตำแหน่งอยู่ใน Primary Volume Descriptor



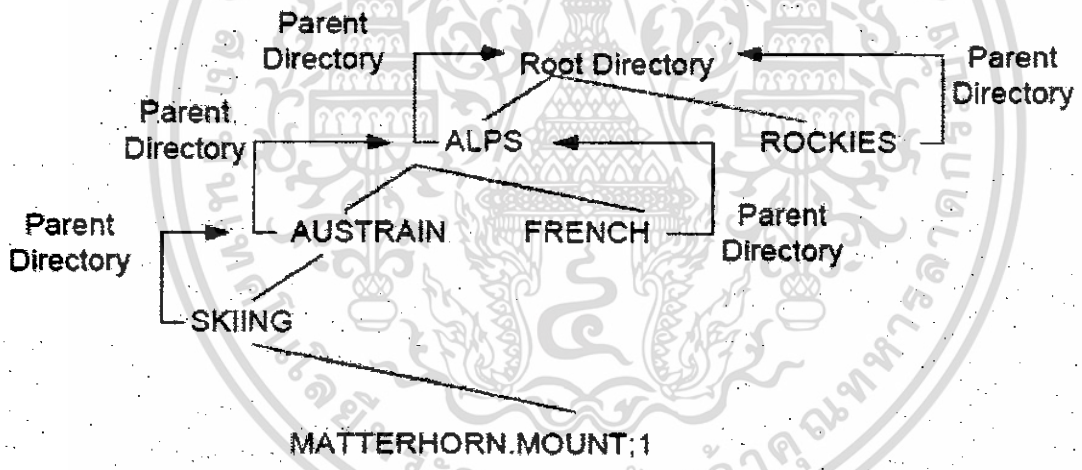
รูปที่ 5.10 ระดับชั้นไดเรคทอรี

จากรูป Root Directory เป็นไดเรคทอรีที่อยู่ Level 1 เท่านั้น ไดเรคทอรีย่อย ALPS และ ROCKIES จะอยู่ Level 2, ไดเรคทอรีย่อย AUSTRAIN และ FRENCH จะอยู่ Level 3 ไดเรคทอรีย่อย SKIING จะอยู่ Level 4 และไฟล์ MATTERHORN.MOUNT; 1 จะอยู่ Level 5
ISO 9660 ได้กำหนดให้สามารถมีความกว้างของ Directory Structure ได้สูงสุด คือ Level 8 นอกจากนี้ยังกำหนดความยาว path ของแต่ละไฟล์ ซึ่งหาได้จากผลรวมของความยาวไดเรคทอรีทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง, ความยาวของ File Identifier และจำนวนไดเรคทอรีที่เกี่ยวข้อง ความยาว path จะต้องไม่เกิน 225 จากรูปที่ 5.10 จะมีความยาว path คือ 39 ดังตารางที่ 5.2
ไดเรคทอรีใน ISO 9660 Volume จะถูกบันทึกอยู่ในรูปของไฟล์ซึ่งบรรจุกลุ่มของ Directory record ในแต่ละ directory record จะอธิบายถึงไฟล์หนึ่งหรือไดเรคทอรีอื่น แต่ละไดเรคทอรีจะมีไดเรคทอรีแม่ (parent directory) ในไดเรคทอรีแม่จะบรรจุ directory record ซึ่งใช้ระบุไดเรคทอรีนั้น แสดงดังรูปที่ 5.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Identifier	Length
ALPS	4
AUSTNRIA	8
SKIING	6
MATTERHORN.MOUNT;1	18
Number of directories	3
Sum of lengths and number of directories	39

ตารางที่ 5.2ความยาวของ path



รูปที่ 5.11 ไดเรคทอรีแม่

ชื่อไฟล์

ตามมาตรฐาน ISO 9660 ทุกๆไฟล์และทุกๆไดเรคทอรีจะต้องมีชื่อ และชื่อนั้นเรียกว่า File Identifier โดยที่ File Identifier จะประกอบไปด้วย 5 ส่วน ดังแสดงในตารางที่ 5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	1) File Name	2) SEPARATOR 1	3) File Name Extension	4) SEPARATOR 2	5) File Version Number
contents	d-characters (see figure 3)	.	d-characters (see figure 3)	;	a number from 1 to 32767
file 1	MATTERHORN	.	MOUNT	;	1
file 2	PIKES_PEAK	.		;	1
file 3		.	HILLS	;	1
directory	SKIING				

ตารางที่ 5.3 File Identifier

File Identifier จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขดังนี้

- ถ้า File Name ไม่มีตัวอักษรแล้ว File Name Extension จะต้องมีอย่างน้อย 1 ตัวอักษรดังแสดงในตารางที่ 5.3 ไฟล์ 3

- ถ้า File Name Extension ไม่มีตัวอักษรแล้ว File Name จะต้องมีอย่างน้อย 1 ตัวอักษรดังแสดงในตารางที่ 5.3 ไฟล์ 2

- ผลรวมความยาวของจำนวนตัวอักษรของ File Name และ File Name Extension จะต้องไม่เกิน 30 ตัวอักษร

ส่วนไดเรคทอรี ตามมาตรฐาน ISO 9660 จะถูกกำหนดให้มีแต่ชื่อไฟล์เท่านั้น จะไม่มี SEPARATOR1 (.), SEPARATOR2 (.); File Name Extension หรือ File Version Number ดังแสดงในตารางที่ 5.3 ไดเรคทอรี

5.4.3 Path Table

Path Table เป็นวิธีลัดที่ระบบปฏิบัติการเลือกใช้ในการไปสู่แต่ละไดเรคทอรีบนดิสก์ เพื่อที่จะให้ได้ไฟล์ที่ต้องการ Path Table จะเก็บชื่อไดเรคทอรี, ชื่อไดเรคทอรีแม่ และที่อยู่สำหรับแต่ละไดเรคทอรียกเว้น Root Directory

ส่วนใหญ่ระบบปฏิบัติการจะอ่าน Path Table ก่อน 1 ครั้งและเก็บไว้ในหน่วยความจำมากกว่าที่จะอ่านหลายๆครั้ง ตัวอย่างดังรูปที่ 5.5 ถ้าระบบปฏิบัติการไม่ใช้ Path Table แล้วจะต้องอ่าน Root Directory เพื่อที่จะหาตำแหน่งของไดเรคทอรี ALPS จากนั้นอ่านไดเรคทอรีALPS เพื่อที่จะหาตำแหน่งของไดเรคทอรี AUSTRAIN แล้วอ่านไดเรคทอรี SKIING เพื่อที่จะหาตำแหน่งของไฟล์ MATTERHORN.MOUNT; 1 แต่ถ้าใช้ Path Table ระบบปฏิบัติการจะค้นหาตำแหน่งของไดเรคทอรี่ SKIING ใน Path Table, อ่านไดเรคทอรี SKIING และหาตำแหน่งของไฟล์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

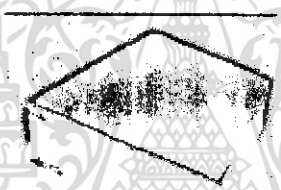
จากตัวอย่างข้างต้นพบว่าการค้นหาตำแหน่งจองไฟล์โดยไม่ใช้ Path Table จะต้องอ่านข้อมูลจาก CD-ROM ถึง 4 ครั้ง แต่ถ้าใช้ Path Table จะอ่านข้อมูลเพียงแค่ครั้งเดียว ซึ่งใน CDROM ทั่ว ๆ ไป การขับ (Drive) จะใช้เวลาในการเข้าถึงข้อมูล (seek time) ประมาณ 0.25 วินาทีดังนั้น ช่วงเวลาที่แตกต่างกันในการค้นหาจะเท่ากับ 0.75 วินาที ในกรณีที่ต้องการเข้าถึงไฟล์จำนวนมาก ช่วงเวลาที่ต่างกันนี้จะมีผลต่อการทำงาน

5.5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับซีดีรอม

5.5.1 ความรู้เกี่ยวกับไดร์ฟซีดีรอม (CD-ROM Drive)

5.5.1.1ไดร์ฟ CD-ROM

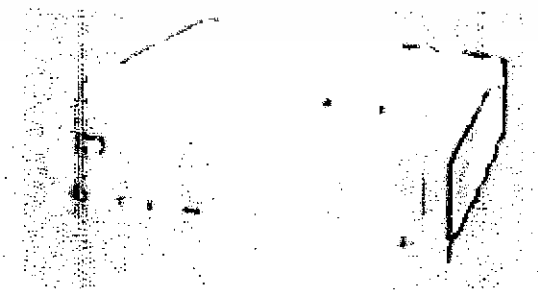
เป็นไดร์ฟซีดีที่ใช้อ่านแผ่นซีดี แต่ไม่สามารถเขียนแผ่นซีดีได้ จะใช้ดูหนัง ฟังเพลง และอ่านข้อมูลที่บันทึกไว้ ราคาค่อนข้างถูกและสำหรับแผ่นที่ใช้กับแผ่นที่ใช้กับเครื่องชนิดนี้ให้สังเกตด้านหน้าของแผ่นเป็น CD-R หรือ CD-RW ที่บันทึกข้อมูลลงแผ่นซีดีได้



รูปที่ 5.12 ตัวอย่างไดร์ฟ CD-ROM

5.5.1.2 ไดร์ฟ CD-Writer หรือ CD-RW (Rewritable)

เป็นไดร์ฟซีดีที่ใช้ในการอ่านและเขียนแผ่นซีดีได้ ซึ่งสามารถเขียนแผ่นซีดีทั้งแบบ CDRW ที่เขียนซ้ำได้หลายครั้ง หรือแบบ CD-R ที่เขียนได้เพียงครั้งเดียว

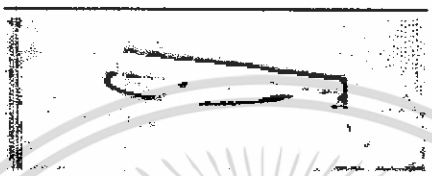


รูปที่ 5.13 ตัวอย่างไดร์ฟ CD-Writer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.1.3 ไดร์ฟ DVD-ROM

เป็นไดร์ฟที่ใช้อ่าน แผ่นดีวีดี (DVD) และซีดีทั่วไป ซึ่งแผ่น DVD นี้จะเป็นแผ่นที่มีการเพิ่มพื้นที่ของแผ่นให้มีความจุสูงมากกว่าแผ่นซีดีหลายเท่า สมมติว่าหนังหนึ่งเรื่องถ้าบันทึกในแผ่นซีดีปกติต้องใช้ 2-3 แผ่น แต่ DVD จะใช้เพียงแผ่นเดียวเท่านั้น อีกทั้งยังสามารถเลือกภาษาในการชมภาพยนตร์ได้ 8 ภาษา และให้ภาพที่คมชัดมากกว่าซีดีปกติถึง 8 เท่า พร้อมทั้งระบบเสียงที่มีคุณภาพที่ดีในแบบรอบทิศทาง (Dobly Digital) เสมือนมาจากห้องสตูดิโอเลยที่เดียว



รูปที่ 5.14 ตัวอย่างไดร์ฟ DVD-ROM

5.5.1.4 ไดร์ฟแบบ Combo (ลูกผสม)

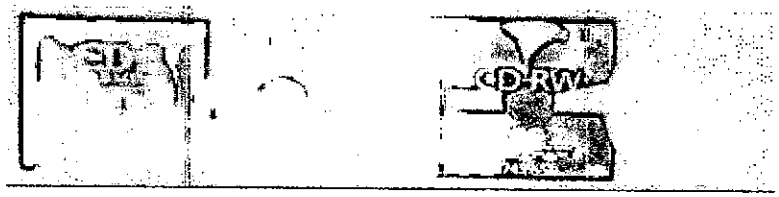
เป็นไดร์ฟที่สามารถเล่นแผ่น DVD และยังใช้เขียนและลบข้อมูลในแผ่นซีดีได้เช่นเดียวกับไดร์ฟ CD-Writer

รูปที่ 5.15 ตัวอย่างไดร์ฟแบบ Combo (ลูกผสม)

5.5.1.5 แผ่น CD-R และ CD-RW

แผ่น CD-R ที่ใช้ในการบันทึกได้ครั้งเดียวและไม่สามารถลบหรือแก้ไขข้อมูลได้ จะมีหลากหลายขนาดความจุให้เลือกซื้อ ตั้งแต่ขนาด 650 MB, 700 MB, 730 MB ซึ่งมีราคาตั้งแต่ 9-20 บาท สำหรับแผ่น CD-RW ที่สามารถเขียนข้อมูลลงได้หลายๆ ครั้ง และสามารถลบข้อมูลและทำการเขียนซ้ำไปซ้ำมาได้หลายรอบ ปัจจุบันจะมีขนาด 650 และ 700 MB มีราคาตั้งแต่ 60-150 บาท ตามแต่ขนาดของความจุและคุณภาพของแผ่นซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.16 แผ่น CD-R และ CD-RW

1. แผ่น CD-Recordable หรือ CD-R

โดยปกติแล้วแผ่นซีดีที่มีขายตามร้านซอฟท์แวร์ต่างๆ จะมีรูปแบบหลากหลายและมีสีสันมากมายให้เราได้เลือกซื้อเลือกหาตามขนาดความจุ ของที่เราต้องการ แผ่นซีดีไม่ว่าจะเป็นแผ่นซีดีที่ใช้ในการเขียนเพียงครั้งเดียว (CD-Recordable) ซึ่งจะมีราคาค่อนข้างถูกประมาณแผ่นละ 9-20 บาท โดยทั่วไปแล้วจะมีความจุประมาณ 80 นาที หรือ 700 MB และรองรับความเร็วในการเขียนซีดีตั้งแต่ 2X ไปจนถึง 56X ซึ่งเราสามารถสังเกตได้บนแผ่นซีดีนั่นเอง ควรเลือกซื้อแผ่นซีดีให้ตรงกับความเร็วของเครื่อง CD-Writer ซึ่งจะช่วยให้ไม่ทำให้เกิดปัญหาในการเขียนซีดี ซีดีแบบราประหยัดมักจะมีข้อความ (Budget) ซึ่งเราสามารถสังเกตได้ที่ด้านหน้าของแผ่น

รูปที่ 5.17 ส่วนประกอบของแผ่นซีดี CD- R (Recordable)

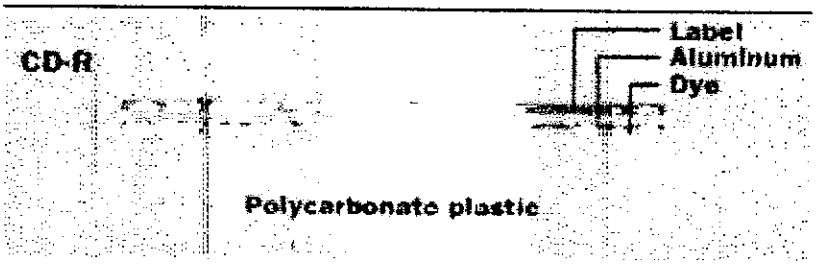
โดยทั่วไปการเลือกซื้อแผ่นซีดีไม่ควรจะเลือกซื้อที่ราถูกแสนถูกมากไป เพราะโรงงานมีผลิตซีดีจะเคลือบสารฉาบแผ่นซีดี เพื่อบันทึกข้อมูลบางมาก เพื่อลดต้นทุนให้ถูกลง และส่วนมากก็จะเป็นแผ่นซีดี โนเนม ไม่มียี่ห้อ ไม่ควรซื้อหา แม้ว่าอาจจะใช้บันทึกได้ แต่โดยส่วนมาแล้วมักจะเขียนแผ่นซีดีเสียบ่อยๆ และอายุของแผ่นซีดีจะค่อนข้างสั้น ใช้ได้ไม่ค่อยนาน

ส่วนประกอบของแผ่น CD-R

โดยทั่วไปแล้วแผ่น CD-R จะมีเนื้อของแผ่นถูกแบ่งออกเป็นชั้นๆซึ่งไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า และชั้นเหล่านี้จะถูกบีบอัดให้เป็นเนื้อเดียวกันตามกระบวนการผลิต ซึ่งจะมีอยู่ด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 ชั้นดังนี้



รูปที่ 5.18 ส่วนประกอบของแผ่น CD-R

ชั้นที่ 1

จะเป็นส่วนที่อยู่บนสุดของแผ่นซีดี ซึ่งเราจะเรียกชั้นนี้ว่า เลเบล (Lable) หรืออาจจะเรียกว่าเป็นป้ายฉลากก็ได้ และในด้านหน้าส่วนนี้ยังสามารถสกรีนลวดลายรูปภาพต่างๆลงบนซีดีได้ เช่นที่นิยมทำกับแผ่นซีดีหนังหรือซีดีเพลง และเรายังสามารถสัมผัสจับแตะต้องส่วนนี้ได้ โดยไม่มีผลทำให้แผ่นเสียแต่อย่างใด

ชั้นที่ 2

ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเก็บข้อมูล เป็นชั้นที่ทำมาจากโลหะบางๆที่เรียกว่า อลูมินัม (Aluminum) ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการสะท้อนแสงในการยิงลำแสงเลเซอร์จากเครื่องเล่นซีดีหรือไดร์ฟซีดีรอม เพื่ออ่านข้อมูล

ชั้นที่ 3

ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการเก็บข้อมูลโดยตรง โดยเป็นชั้นของสารเคลือบที่เรียกว่า ดายน์ (Dye) โดยเมื่อเริ่มต้นสารนี้จะโปร่งแสงตลอดทั้งแผ่น ทำให้แสงเลเซอร์สามารถส่องผ่านไปยังชั้นอลูมินัมและสะท้อนกลับได้ เมื่อมีการบันทึกข้อมูลที่เป็นรหัส 0 แสงเลเซอร์สำหรับเขียนจะทำให้สารในชั้นนี้ตรงจุดนั้นทึบแสงไม่สามารถสะท้อกลับได้ ซึ่งมีผลเช่นเดียวกับส่วนของหลุมในแผ่นซีดีปั๊มนั่นเอง

ชั้นที่ 4

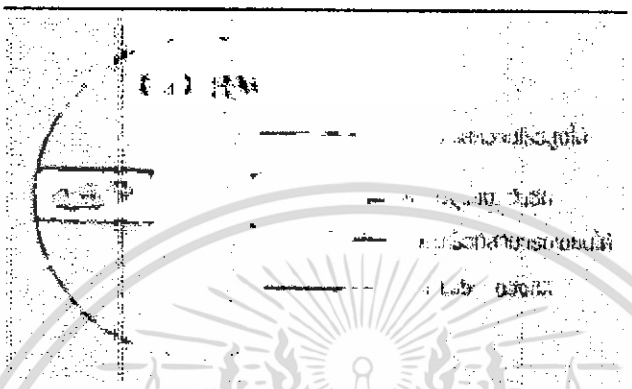
ส่วนนี้เป็นส่วนที่เป็นเนื้อพลาสติกซึ่งเป็นส่วนที่หนาสุดและสารที่ทำมาจากโพลีคาร์บอนเนตพลาสติก (Polycarbonate plastic) ทำหน้าที่ในการป้องกันอันตรายกับส่วนที่เป็นข้อมูลในชั้นที่4 ด้วย และยังทำหน้าที่ในการจับจุดโฟกัสที่ลำสงเลเซอร์ยิงเข้ามา

2. แผ่น CD-Rewritable หรือ CD-RW

สำหรับแผ่นซีดีที่ใช้ในการเขียนซ้ำได้หลายๆครั้ง (CD-RW หรือ CD-Rewritable) เป็นแผ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีดีที่มีขายตามร้านซอฟท์แวร์ทั่วไป โดยแผ่นซีดีจะมีความจุตั้งแต่ 650 MB หรือประมาณ 74 นาที บางรุ่นอาจจะจุได้ถึง 700 MB หรือ ประมาณ 80 นาที ตามแต่รุ่นที่ผลิตความเร็วในการเขียนซีดีจะอยู่ประมาณ 4X ไปจนถึง 24X และเมื่อเราต้องการเขียนซีดีหลายๆครั้งๆจะต้องทำการลบข้อมูลในแผ่นซีดีก่อนการเขนข้อมูล ในครั้งต่อเสมอโดยปกติเราจะนิยมลบข้อมูลด้วยโปรแกรม Nero Express ทำให้เราสามารถเขียนได้หลายๆครั้ง ราของแผ่นCD-RW จะอยู่ที่ 40-120 บาท



รูปที่ 5.19 ส่วนประกอบของแผ่นซีดี CD-RW

ส่วนประกอบของแผ่นซีดี CD-RW

CD-RW เป็นอีกก้าวหนึ่งของแผ่นซีดีที่บันทึกได้ โดยทำการเพิ่มความสามารถในกาลบข้อมูลที่บันทึกแล้วออกได้ ทำให้เราสามารถบันทึก ลบ และแก้ไขข้อมูลที่บันทึกไว้แล้วได้ และสามารถบันทึกซ้ำได้หลายๆครั้ง ในการนี้ ในแผ่นจะมีการเพิ่มชั้นสารพิเศษขึ้นมา เรียกว่า Phase change compound ซึ่งเป็นสารประกอบทางเคมีที่เกิดจาก silver, antimony, tellurium และ indium โดยชั้นของสารประกอบนี้จะอยู่ได้ชั้นอลูมินัมสะท้อนแสง และทำหน้าที่เป็นตัวกรองแสงให้ยิงผ่านไปยังชั้นอลูมิเนียมได้หรือไม่ เพื่อสร้างรหัสดิจิตอลในแบแลนด์และบั๊มพ์เช่นเดียวกับในแผ่น CD-R

รูปที่ 5.20 ส่วนประกอบของแผ่นซีดี CD-RW

5.5.2 ประเภทของไดร์ฟ CD-ROM

สำหรับไดร์ฟซีดีรอมที่ใช้กันในปัจจุบันจะแบ่งตามชนิดของการเชื่อมต่อได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. ไดร์ฟแบบต่อภายนอก (External)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นไดร์ฟซีดีที่อยู่ภายนอกซีพียู โดยจะแยกออกจากต่อเครื่องเหมาะสำหรับการพกพาที่ไหน ๆ ได้ตามอำเภอใจ แค่เสียบที่ช่อง USB Port ของคอมพิวเตอร์เครื่องไหนก็ได้ก็สามารถทำงานได้เลย ไม่ว่าจะเป็นการเล่นเพลงดูหนังเรื่องต่าง ๆ ได้อย่างง่ายดาย แต่ราคาค่อนข้างแพง

2. ไดร์ฟแบบต่อภายใน (Internal)

เป็นไดร์ฟซีดีรอมที่อยู่ติดภายนอกในตัวเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นที่นิยมใช้กับในปัจจุบัน แต่ประสิทธิภาพไม่ได้แตกต่างกันมากมาย ราคาค่อนข้างถูกกว่าแบบภายนอก

ความเร็วในการอ่านและเขียนของไดร์ฟซีดี (Speed)

การก๊อปปี้แผ่นซีดี (CopyCD) หรือเขียนข้อมูลลงแผ่นซีดีให้ได้รวดเร็วนั้น ให้สังเกตความเร็วของไดร์ฟซีดี ที่ปรากฏอยู่ทางด้านหน้าของเครื่อง เช่น 40X24X52X ตัว X ที่ต่อท้ายตัวเลขหมายถึง กี่เท่า (1X=150 กิโลไบต์ต่อวินาที) เช่น 40X จะหมายถึง เอา 40 X150=6000 กิโลไบต์ต่อวินาที (Kilobyte per Second) หรือเรียกย่อ ๆ ว่า Kbps โดยตัวเลขทั้งสามส่วนจะหมายถึงความเร็วดังต่อไปนี้

40X คือ ความเร็วในการเขียนข้อมูลลงแผ่นซีดี CD-R (40 X150=6000 Kbps)

24X คือ ความเร็วในการเขียนข้อมูลลงแผ่น CD-RW (24X150=3600 Kbps)

52X คือ ความเร็วในการอ่านข้อมูล เพลง และภาพยนตร์ (52X150=7800 Kbps)

X = ตัวบอกความเร็ว

ความเร็วของซีดีรอมไดร์ฟ จะระบุเป็นจำนวนเท่าของความเร็วปกติของซีดีรอมไดร์ฟรุ่นแรก โดยใช้ตัวเลขตามด้วยเครื่องหมายคูณ ซึ่งภายหลังนิยมเรียกว่า เอ็กซ์ แทน ตัวอย่างเช่นซีดีรอมไดร์ฟที่มีความเร็ว 48x จะหมายถึง ไดร์ฟซีดีรอมที่มีความเร็วเป็น 48 เท่าของความเร็วปกติ (150 กิโลไบต์ต่อวินาที) เป็นต้น แต่ความเร็วที่แจ้งไว้นั้นจะเป็นความเร็วสูงสุดที่ตัวไดร์ฟใช้ในการอ่านเท่านั้น จึงมักใส่คำว่า Max ไว้ต่อท้ายความเร็วที่ระบุด้วย

รูปที่ 5.21 ตัว X ที่ต่อท้ายตัวเลข

5.5.3 กระบวนการอ่านและเขียนซีดี

แผ่นซีดีเริ่มแรกที่รู้จักคุ่นเคย เห็นจะเป็นแผ่นซีดีเพลง (Audio CD) ที่ผลิตมาจากโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั่นเอง เมื่อเรานำแผ่นเพลงใส่ลงในเครื่องเล่นซีดีหรือไดร์ฟซีดีรอมและเริ่มเล่น เราก็ได้รับความสุขจากเสียงเพลงที่เราชื่นชอบ แต่เราจะรู้บ้างไหมว่ากว่าเสียงเพลงนั้นจะส่งเสียงออกมาให้เราฟังได้จะต้องผ่านกระบวนการอย่างไร ลักษณะการบันทึกข้อมูลถูกบันทึกอย่างไร การอ่านอ่านอย่างไร สิ่งเหล่านี้จะเป็นพื้นฐานที่จะช่วยให้เราเข้าใจหลักการ

5.5.3.1 กระบวนการอ่านข้อมูลในแผ่นซีดี

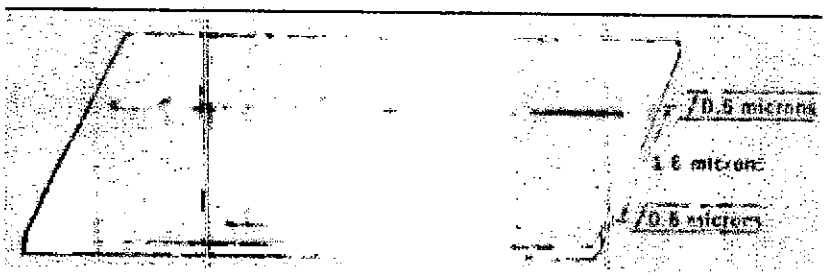
แผ่นซีดีเพลงหรือซีดีหนังที่ผลิตมาจากโรงงาน (หรือที่เรียกกันว่า แผ่นปั๊ม) ทั่วไปจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 12 เซนติเมตร (4.8 นิ้ว) และหนาเพียง 1.2 มิลลิเมตร ทำจากพลาสติกพลีคาร์บอเนตใส ในการผลิตจะบันทึกข้อมูลลงโดยการปั๊มให้เกิดเป็นหลุมเล็ก ๆ (เรียกว่าการ บั๊มพ์ (bump)) เรียงกันไปเป็นแนวเส้นต่อเนื่องกันไปเป็นวงวนเป็นก้นหอย เพื่อสร้างเป็นรหัสแทนข้อมูลแบบดิจิตอล โดยส่วนที่เป็นหลุมจะแทนรหัสที่เป็น 0 ในขณะที่ส่วนที่ยังราบเรียบอยู่ (เรียกว่าแลนด์ (land)) จะแทนรหัสที่เป็น 1 จากนั้นจะทำการฉาบชั้นของอลูมินัม (aluminum) สะท้อนแสงลงบนผิวที่ถูกปั๊ม แล้วเคลือบด้วยสารอะคะลิค (Acrylic) อีกชั้นก่อนที่จะนำไปพิมพ์ลายลงบนหน้าแผ่น (Label) ซึ่งภาพตัดขวางของแผ่นจะแสดงไว้ดังรูปที่ 5.22 แผ่นซีดีที่ถูกบันทึกมาแล้วจากโรงงาน

แนวข้อมูลที่ถูกบันทึกนี้ จะเรียกว่า แทร็ก (Track) ซึ่งจะมีขนาดเล็กมาก โดยมีความกว้างเพียง 0.5 ไครอน (Micron) และห่างกันเพียง 1.6 ไมครอน (1 ไมครอน = 1ในล้านของ 1 เมตร)

รูปที่ 5.22 แผ่นซีดีที่ถูกบันทึกมาแล้วจากโรงงาน

แนวข้อมูลที่ถูกบันทึกนี้ จะเรียกว่า แทร็ก (Track) ซึ่งจะมีขนาดเล็กมาก โดยมีความกว้างเพียง 0.5 ไครอน (Micron) และห่างกันเพียง 1.6 ไมครอน (1 ไมครอน = 1ในล้านของ 1 เมตร)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



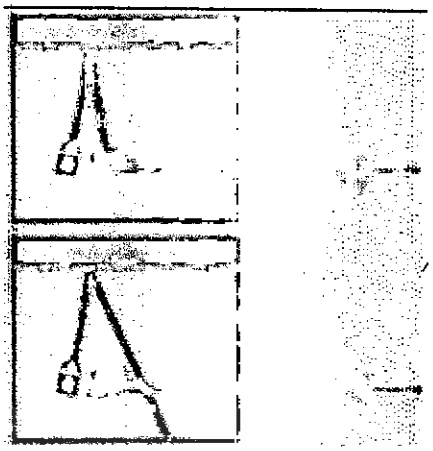
รูปที่ 5.23 ลักษณะของผิวแผ่นที่ถูกปั๊มข้อมูลแล้ว

เนื่องจากแนวข้อมูลหรือแทร็กที่ถูกบันทึกไว้มีขนาดเล็กมาก เครื่องเล่นซีดีหรือไดร์ฟซีดีรอมจึงต้องมีระบบควบคุมการอ่านที่แม่นยำ ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่างๆดังรูป

รูปที่ 5.24 ส่วนประกอบภายในเครื่องเล่นซีดี

เมื่อเรานำแผ่นซีเพลงหรือซีดีหนังที่ผลิตมาจากโรงงานมาเปิดเล่นที่เครื่องเล่นซีดีหรือตัวไดร์ฟซีดีรอม เครื่องจะทำการอ่านข้อมูลจากแผ่นซีดีโดยอาศัยการยิงลำแสงเลเซอร์จากไดร์ฟซีดีรอม ไปตามแนวร่องข้อมูลที่ถูกบันทึกไว้ โดยแสงจะส่องผ่านชั้นพลาสติกใสไปกระทบกับพื้นผิวในชั้นอลูมินัมสะท้อนแสง ของแผ่น ซึ่งส่วนที่เป็นหลุม (Bump) กับส่วนที่ราบเรียบ (Land) จะให้มุมในการสะท้อนที่แตกต่างกัน ซึ่งตัวรับแสงสะท้อนจะรับแสงนี้ยังตัวแปลงข้อมูล เพื่อแปลงเป็นรหัสดิจิตอลต่อไป ในส่วนที่เป็นหลุมจะถูกแปลงรหัสให้เป็น 0 ในขณะที่ส่วนราบเรียบจะถูกแปลงให้เป็นรหัส 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.25 ลักษณะของสัญญาณที่อ่านได้จากแผ่นซีดี

5.5.3.2 กระบวนการเขียนข้อมูลลงในแผ่น CD-R

เครื่องเขียนแผ่นซีดีหรือ CD-Writer หรือ CD-Burner จะมีส่วนประกอบภายในเช่นเดียวกับเครื่องเล่นซีดี แต่นอกจากการใช้แสงเลเซอร์สำหรับอ่านข้อมูล (Read laser) แล้วยังมีแสงเลเซอร์สำหรับการเขียน (write laser) เพิ่มขึ้นมาอีก แสงเลเซอร์สำหรับการเขียนนี้จะมีความเข้มของแสงมากกว่าแสงสำหรับอ่าน ซึ่งจะทำให้ผิวของชั้นสารในแผ่นซีดีเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ ในขณะที่แสงสำหรับอ่านจะไม่มีผลใด ๆ กับผิวของชั้นสาร เพียงแต่จะทำให้เกิดการสะท้อนกลับเพื่ออ่านข้อมูลเท่านั้น

รูปที่ 5.26 เครื่องเขียนแผ่นซีดี

ในการเขียนข้อมูลลงในแผ่น CD-R นั้น จะไม่มีการสร้างหลุมข้อมูลเหมือนกับการบันทึกในแผ่นปั๊มที่ผลิตจากโรงงานแต่อย่างใด แต่อาศัยเทคนิคบางประการที่ทำให้เกิดการสะท้อนที่แตกต่างกันไปเพื่อให้ผลเช่นเดียวกัน

แผ่น CD-R ใหม่ที่ยังไม่ได้บันทึกข้อมูลลงไป สารเคลือบในชั้นดายน์ของแผ่นจะมีความโปร่งแสงเหมือนกันตลอดทั้งแผ่น ส่วนที่เป็นพื้นผิวที่แสงผ่านได้นี้เราจะเรียกว่า แลนด์ (land) ซึ่งจะใช้รหัสเป็น 1 ในการเก็บข้อมูลในส่วนเนื้อพื้นผิวบริเวณนี้และเมื่อมีการบันทึกข้อมูลลงแผ่นซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยไดร์ฟ CD-Writer ตัวไดร์ฟจะทำการยิงแสงเลเซอร์สำหรับเขียน (Write laser) ซึ่งมีความเข้มของแสงมากกว่าแสงที่ใช้ในการอ่าน (read laser) มากระทบยังพื้นผิวซีดี พื้นผิวในส่วนของดายน์ซึ่งโปร่งแสงอยู่เดิมก็จะถูกลำแสงเลเซอร์เผาไหม้จนทำให้บริเวณพื้นผิวนั้นทึบแสง ทำให้แสงสำหรับอ่านไม่สามารถผ่านและสะท้อนกลับได้ ซึ่งมีผลเช่นเดียวกับส่วนของหลุม บั๊มพ์ (Bump) ในแผ่นซีดีนั่นเอง โดยส่วนนี้ จะให้รหัสข้อมูลเป็น 0

รูปที่ 5.27 ลำแสงสำหรับเขียน

ด้วยความแตกต่างของส่วนของดายน์ในแผ่นดังกล่าว จะทำให้ลำแสงเลเซอร์ที่ยิงมาจากไดร์ฟซีดีรอมสามารถแยกแยะข้อมูลที่เขียนลงไปในแผ่นซีดีได้ และส่วนของ แลนด์ และบั๊มพ์ ก็จะมีผลทำให้ลำแสงเลเซอร์สะท้อนกลับแตกต่างกันออกไป ผลก็คือ ถ้าหากเราไปทำให้แผ่นซีดีบริเวณที่ใช้อ่านข้อมูลเป็นรอยขีดข่วน จะทำให้เครื่องเล่นซีดีหรือไดร์ฟซีดีรอมไม่สามารถแยกแยะแสงสะท้อนให้ถูกต้องได้ การสะท้อนแสงก็จะเกิดข้อผิวพลาด ผลสุดท้ายจะทำให้แผ่นนั้นอ่านสะดุดหรือไม่ก็ชำรุดเสียหายไปเลย

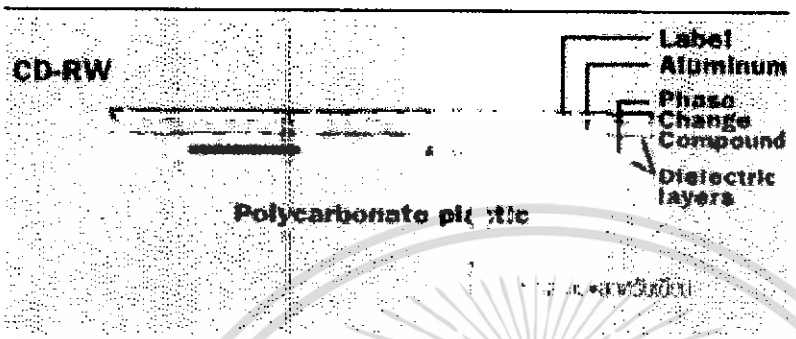
5.5.3.3 การบันทึกข้อมูลลงในแผ่น CD-RW

สารประกอบ Phase change compound นี้ จะเปลี่ยนแปลงสถานะได้เมื่อถูกแสงเลเซอร์ที่มีความร้อนที่อุณหภูมิคงที่จุดหนึ่ง โดยเมื่อสารประกอบนี้ถูกความร้อนที่อุณหภูมิประมาณ 200 องศาเซนเซียส มันจะเปลี่ยนสถานะเป็นของแข็ง (Crystalline state) ซึ่งโปร่งแสง ให้แสงผ่านได้ และเมื่ออุณหภูมิเกิน 600 องศาเซนเซียสซึ่งเป็นจุดหลอมเหลว ซึ่งทึบแสง แผ่น CD-RW ใหม่ ๆ ที่ยังไม่ได้บันทึกข้อมูล ชั้นสารประกอบนี้จะอยู่ในสถานะ crystalline ทั้งแผ่น แสงจึงสามารถยิงผ่านและสะท้อนกลับได้ซึ่งจะให้รหัสข้อมูลเป็น 1 เช่นเดียวกับส่วนของแลนด์ เมื่อมีการเขียนข้อมูล CDWriterก็ยิงแสงเลเซอร์สำหรับเขียน (Write laser) ที่มีความเข้มและร้อนพอที่จะทำให้สารประกอบตรงจุดนั้นหลอมเหลวและทำให้จุดนั้นทึบแสง เพื่อบันทึกแทนรหัส 0 เช่นเดียวกับส่วนของบั๊มพ์ในแผ่นซีดีปั๊มนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.3.4 การลบข้อมูลในแผ่น CD-RW

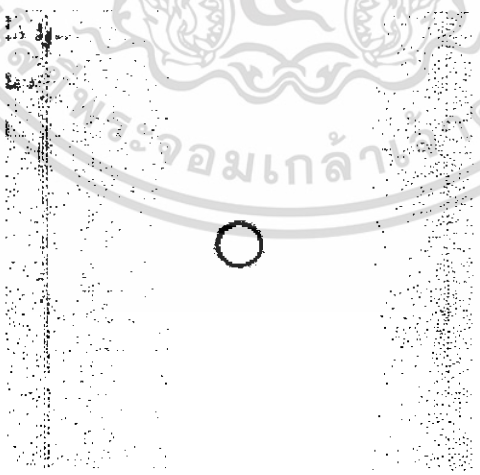
ในการลบข้อมูลที่ถูกเขียนไว้แล้วนั้น ไดร์ฟ CD-Writer จะยิงแสงสำหรับลบ (Erase laser)ที่จะทำการเปลี่ยนสถานะของชั้นสารประกอบในจุดนั้นจากสถานะหลอมเหลวที่ทึบแสง ซึ่งมีรหัสเป็น 0 ให้กลับไปเป็นสถานะของแข็งที่โปร่งแสง เพื่อให้เขียนซ้ำได้ใหม่อีกครั้ง



รูปที่ 5.28 แสงเลเซอร์สำหรับการเขียน

5.5.4 แทร็ก (Track) และ เซสชั่น (Session)

โดยปกติแล้วเมื่อเราได้ทำการเขียนข้อมูลลงแผ่นซีดี ข้อมูลนั้นจะถูกบันทึกเป็นแนวเส้นที่เรียกว่า แทร็ก (Track) ซึ่งจะถูกบันทึกจากวงในสุดของแผ่นไล่ออกมายังวงนอกสุดคล้ายกับรูปก้นหอยวนออกมา จนเต็มแผ่นในขณะที่เซสชั่น (Session) จะเป็นส่วนที่บอกจุดเริ่มต้นและตำแหน่งสิ้นสุดในการเขียนข้อมูลแต่ละครั้งลงในแผ่นซีดี



รูปที่ 5.29 ลักษณะของแทร็กที่วนเป็นรูปก้นหอย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประเภทของแทร็ก

แทร็กจะมีอยู่ 2 ประเภทตามชนิดของข้อมูลที่ถูกบันทึก คือ

1. แทร็กเพลง (Audio Track)

เป็นแทร็กที่ในการเก็บเพลงที่เล่นตามเครื่องเล่นทั่วๆไป(แต่ไม่รวมMP3) โดยจะเก็บแต่ละเพลงเป็นแทร็ก ถ้าบันทึกเพลงลงไปในแผ่นซีดีซัก10เพลง เครื่องจะทำการสร้างแทร็กเพลงทั้งหมด 10 แทร็ก ต่อ 1 เซสชั่น ซึ่งประโยชน์ของแทร็กนั้นจะช่วยให้สารถเล่นเพลงได้ก่อนหลังโดยไม่จำเป็นว่าต้องเล่นเพลงตามลำดับนั่นเอง

2. แทร็กข้อมูล (Data Track)

เป็นแทร็กที่ใช้ในการเก็บข้อมูล(Data) ทั่วๆไป ไม่ว่าจะเป็นไฟล์ของโปรแกรม Word (.doc), Excel (.xls), Text Document (.txt) และไฟล์งานต่างๆ ซึ่งโดยทั่วไปเมื่อเราบันทึกข้อมูลลงในแผ่นซีดีนั้นในครั้งแรก เครื่องจะบันทึกข้อมูลที่เราเลือกไว้ขณะนั้นลงในแทร็กเดียวกัน ซึ่งจะได้ 1 แทร็ก ต่อ 1 เซสชั่น

หากเราบันทึกเพลงและข้อมูลในแผ่นซีดีเดียวกันเครื่องจะสร้างเซสชั่นเป็น 2 เซสชั่นคือ เซสชั่นของเพลง (Audio Track) และเซสชั่นของข้อมูล (Data Track) นั่นเอง

5.5.5 มัลติเซสชั่น (Multi Sessions)

เซสชั่น (Session) เป็นส่วนที่บกจุดเริ่มต้นและตำแหน่งสิ้นสุดในการเขียนข้อมูล แต่ละครั้งลงในแผ่นซีดี ไม่ว่าจะเป็นแทร็กเพลง (Audio Track) หรือข้อมูล (Data Track) อย่างน้อยที่สุดถ้าเราได้บันทึกข้อมูลในแผ่นซีดีในครั้งแรกก็จะได้ 1 แทร็ก ต่อ 1 เซสชั่น (ซึ่งภายในเซสชั่นก็มีแทร็กอยู่ข้างในเสมอ) และในการบันทึกข้อมูลลงในแผ่นซีดีนั้นเราสามารถบันทึกได้หลายเซสชั่น ซึ่งเรียกว่า การบันทึกมัลติเซสชั่น (Multi Sessions) ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าเราได้ทำการเปิด- ปิด เซสชั่น ทิ้งไว้หรือไม่ ส่วนจำนวนครั้งที่ได้ทำการบันทึกนั้น ถ้าเป็นแทร็กเพลงเราจะนิยมบันทึก ในครั้งเดียว(จะมีกี่เพลงก็ได้) ต่อ1เซสชั่น โดยแต่ละเพลงก็จะอยู่คนละแทร็กกัน ในขณะที่แทร็กข้อมูลจะสามารถบันทึกลงแผ่นซีดีแผ่นเดียวกันได้หลายๆครั้ง ผลก็คือจะได้แทร็กและเซสชั่นตามจำนวนครั้งที่ลงบันทึกที่ทำการบันทึก อาทิเช่น ถ้าเราได้บันทึกข้อมูลไป 4 ครั้ง ก็จะได้4 แทร็ก 4 เซสชั่นนั่นเอง แต่การบันทึกเพลงซ้ำหลายๆครั้งในแบบมัลติเซสชั่น (Multi Sessions) ไม่เป็นที่นิยมบันทึกกัน เพราะจะเป็นการเปิดเซสชั่นว่างทิ้งไว้ ซึ่งจะมีผลทำให้เครื่องเล่นเพลงค้นหาเพลงไม่เจอ เสมือนว่าเพลงนั้นไม่มีอยู่ในแผ่นเลย ดังนั้นการบันทึกเพลงจึงควรจะคำนวณเพลงให้พอเหมาะกับพื้นที่ในซีดีเพื่อไม่ให้เนื้อที่สูญเปล่า

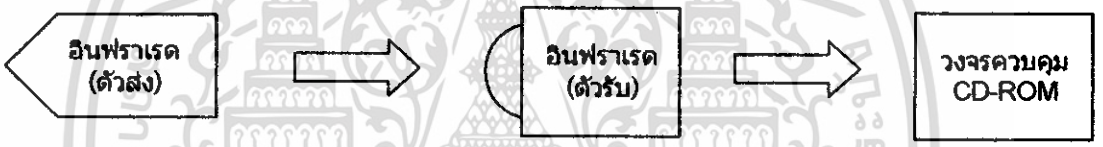
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
การออกแบบและการสร้าง

เครื่องเล่นซีดีอัตโนมัติมีประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ คือ ส่วนตรวจจับบุคคลและส่วนควบคุม CD-ROM และแบ่งการทำงานของเครื่องเล่นซีดีอัตโนมัติเป็น 2 ลักษณะการทำงาน คือ การทำงานแบบออโตเมติก(Automatic)กับแบบสั่งงานด้วยปุ่มกด(Manual) ถ้าปรับสวิตช์ไปที่ Manual เครื่องจะทำงานตามฟังก์ชันของปุ่มกด และถ้าปรับสวิตช์ไปที่ Auto เครื่องจะทำงานโดยรับสัญญาณจากวงจรตรวจจับบุคคล

6.1 วงจรตรวจจับบุคคล

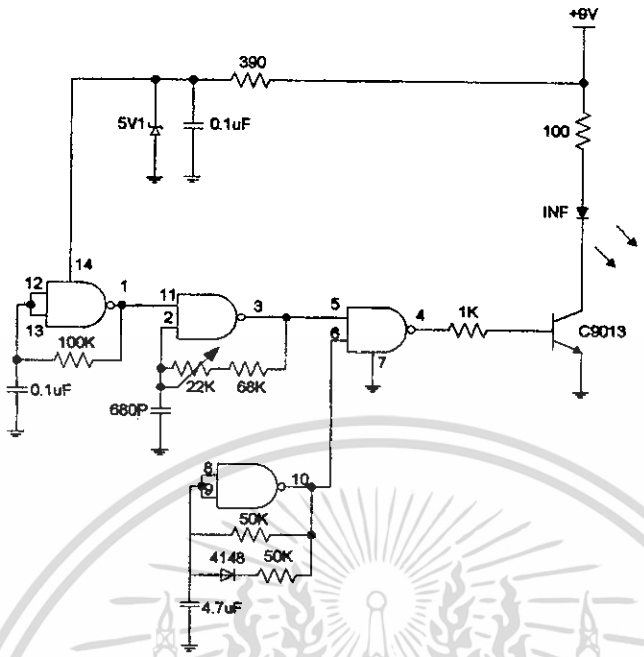
ในส่วนของวงจรตรวจจับบุคคล ตัววงจรจะมีอยู่ 2 ส่วนด้วยกัน คือ ตัวรับและตัวส่ง โดยขั้นตอนการทำงานของเครื่องเล่นซีดีอัตโนมัติในส่วนนี้แสดงได้ดังรูป



รูปที่ 6.1 แสดงขั้นตอนการทำงานของวงจรตรวจจับบุคคล

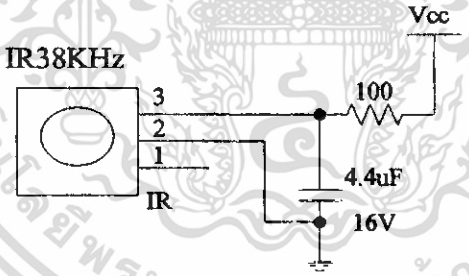
6.1.1 วงจรตัวส่ง จะอาศัย NAND Gate (IC4093)เป็นตัวผลิตความถี่พาหะประมาณ 37-41 kHz แล้วส่งเข้าทรานซิสเตอร์ C9013 เพื่อขยายสัญญาณให้แรงขึ้นก่อนส่งออกไปยังตัวอินฟราเรด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.2 วงจรภาคส่ง

6.1.2 วงจรตัวรับ มีโมดูลภาครับ PIC1010SMB รับคลื่นอินฟราเรดจากตัวส่ง ตัวโมดูลจะกรองความถี่พาหะ 37-41 kHz ออกจนเหลือแต่ความถี่ต่ำ



รูปที่ 6.3 วงจรภาครับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 วงจรควบคุมการทำงาน CD-ROM

วงจรถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของสวิตช์ควบคุมและจอแสดงผล LCD และส่วนการควบคุม CD-ROM

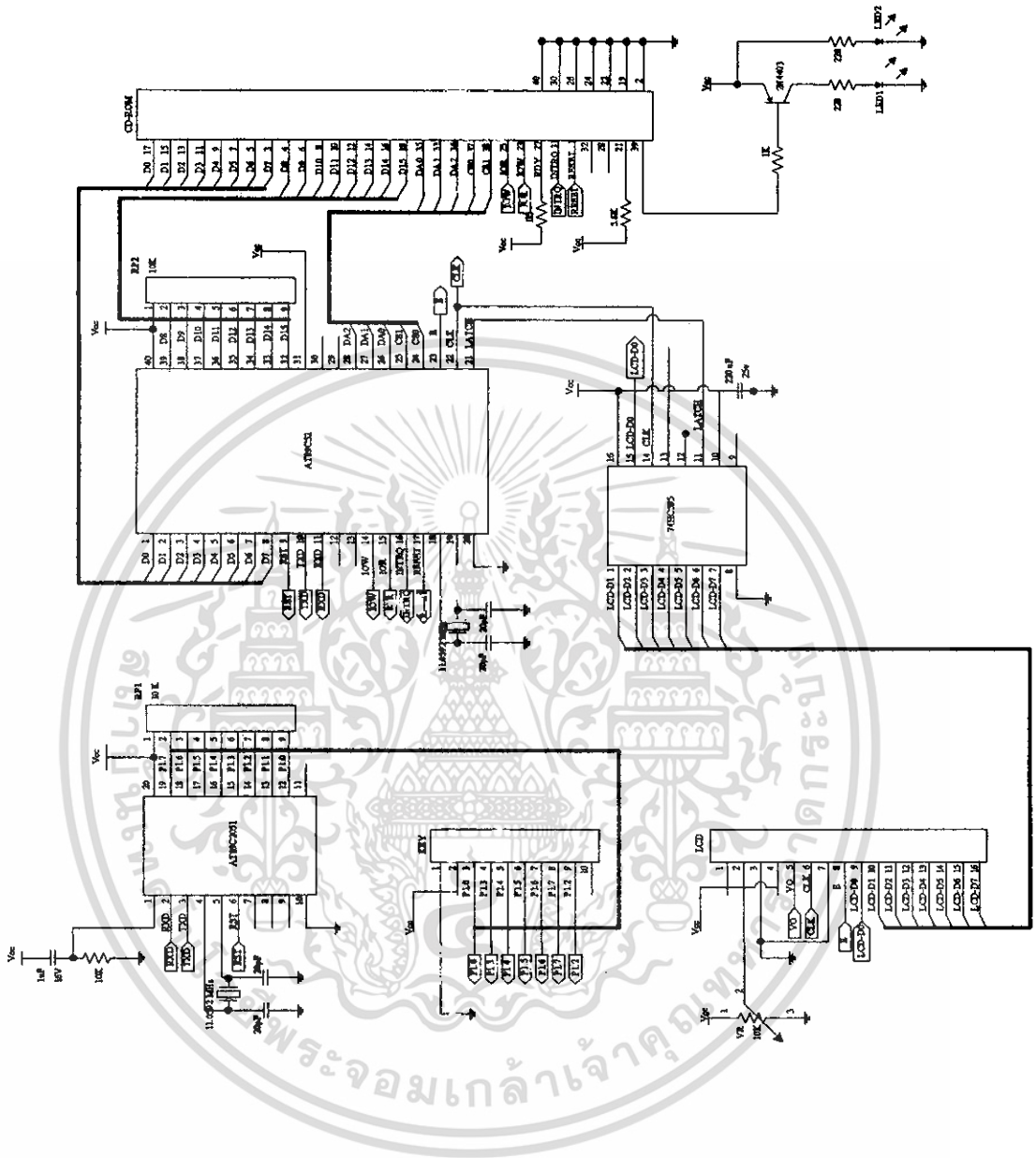
6.2.1 วงจรส่วนของสวิตช์ควบคุมและจอแสดงผล LCD

จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C2051 ที่ควบคุมการทำงานของฟังก์ชันคีย์ซึ่งจะประกอบด้วยปุ่มเปิด-ปิด(Power), การเปิด-ปิด(Eject), การหยุดเล่น(Stop), การเล่นแผ่น(Play), การเล่นเพลงถัดไป 1 เพลง(Forward), การย้อนเล่นเพลง 1 เพลง(Reverse) รวมถึงการรับข้อมูลจากอินฟราเรด
และใช้ไอซี 74HC595 ส่งข้อมูลแบบ Shift Bit ทีละ 1 บิต โดยให้ข้อมูลเอาท์พุท 8 บิตเพื่อควบคุมการทำงานของ LCD

6.2.2 วงจรควบคุมหลักของการควบคุมตัวเครื่อง CD-ROM

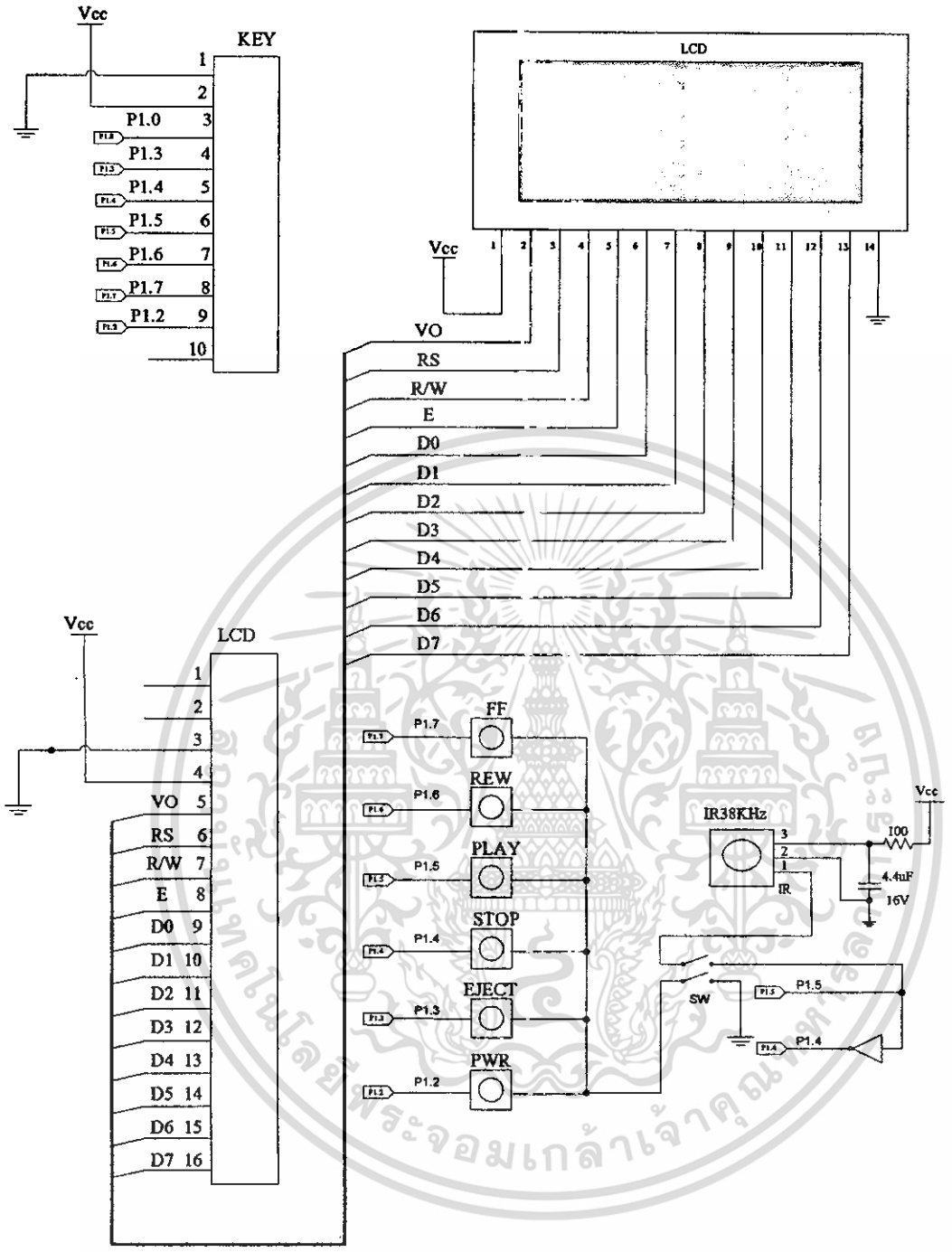
จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 เป็นตัวควบคุมการทำงานหลัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.4 วงจรควบคุมการทำงานเครื่องเล่นแผ่น CD-ROM

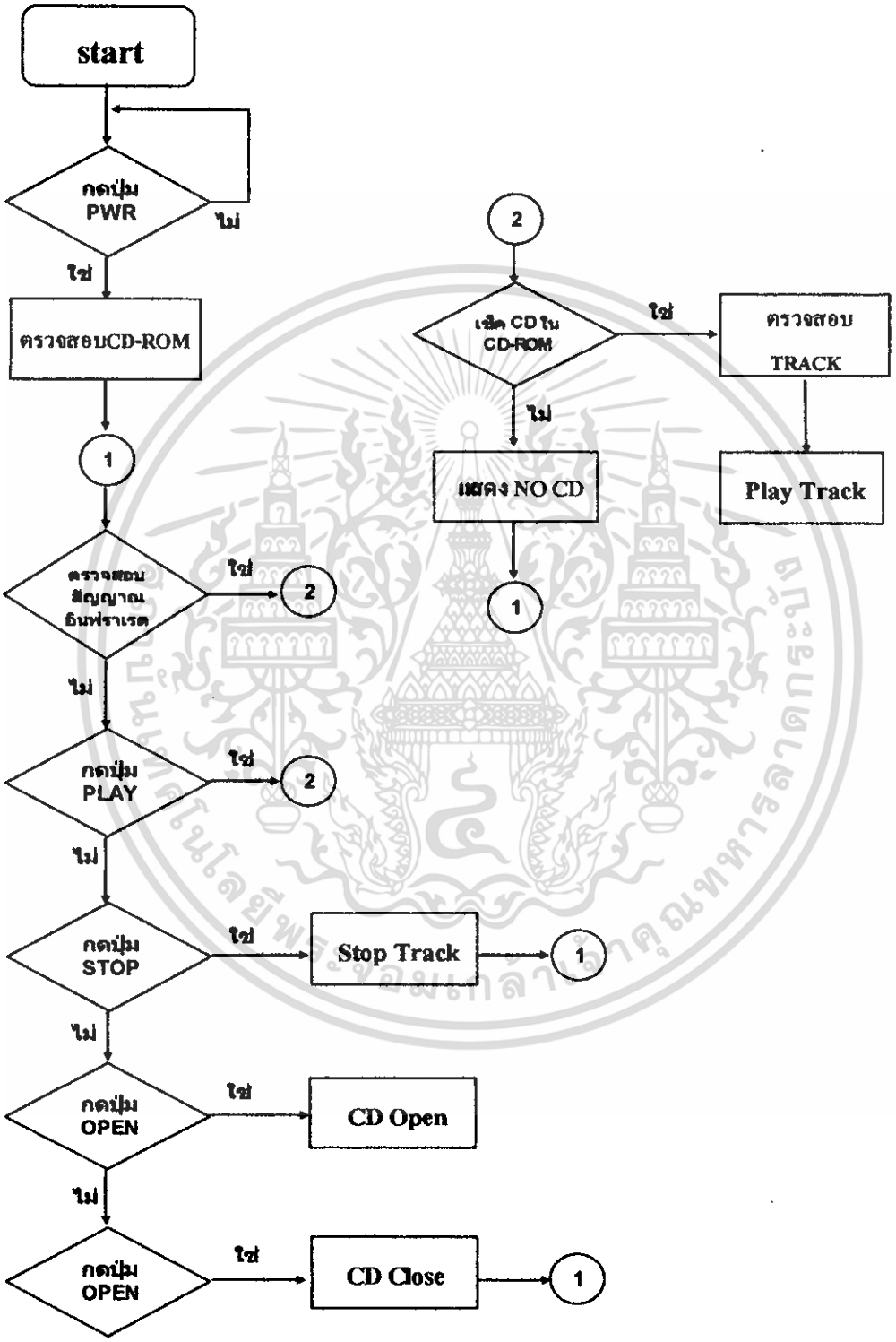
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6.5 วงจรการเชื่อมต่อกับชุดแสดงผล LCD และสวิตช์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.3 Block Diagram แสดงการทำงานในส่วนการควบคุมCD-ROM

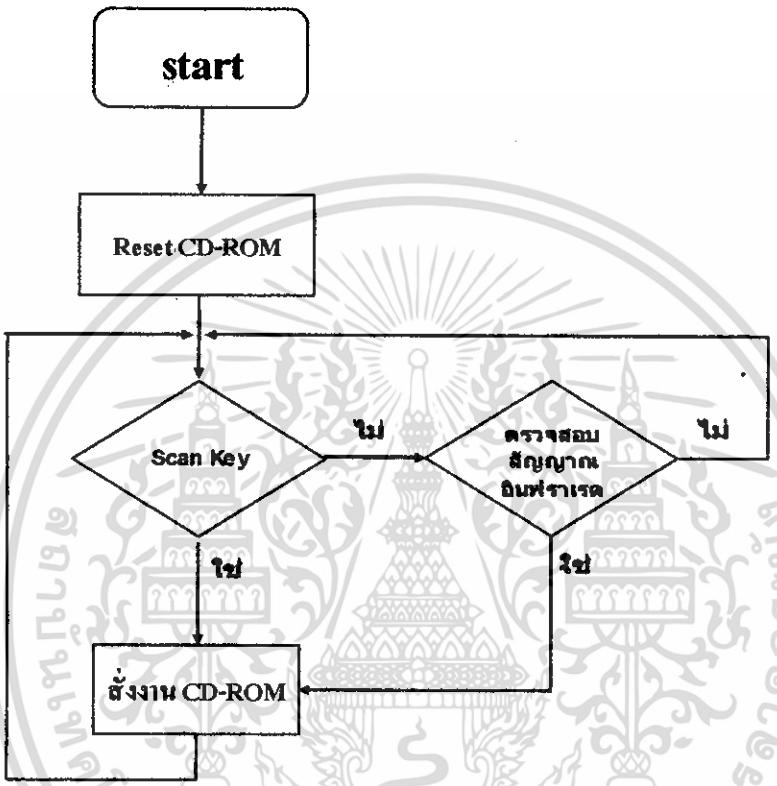


รูปที่ 6.6 Block Diagram แสดงการทำงานในส่วนการควบคุมCD-ROM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.4 การสร้างและออกแบบการควบคุมซีดีรอมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงงานจะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงาน ในการสแกนคีย์ควบคุมภาคจ่ายไฟ และควบคุม CD-ROM ให้ทำงานเป็นเครื่องเล่น CD AUDIO โดยโฟลว์ชาร์ต

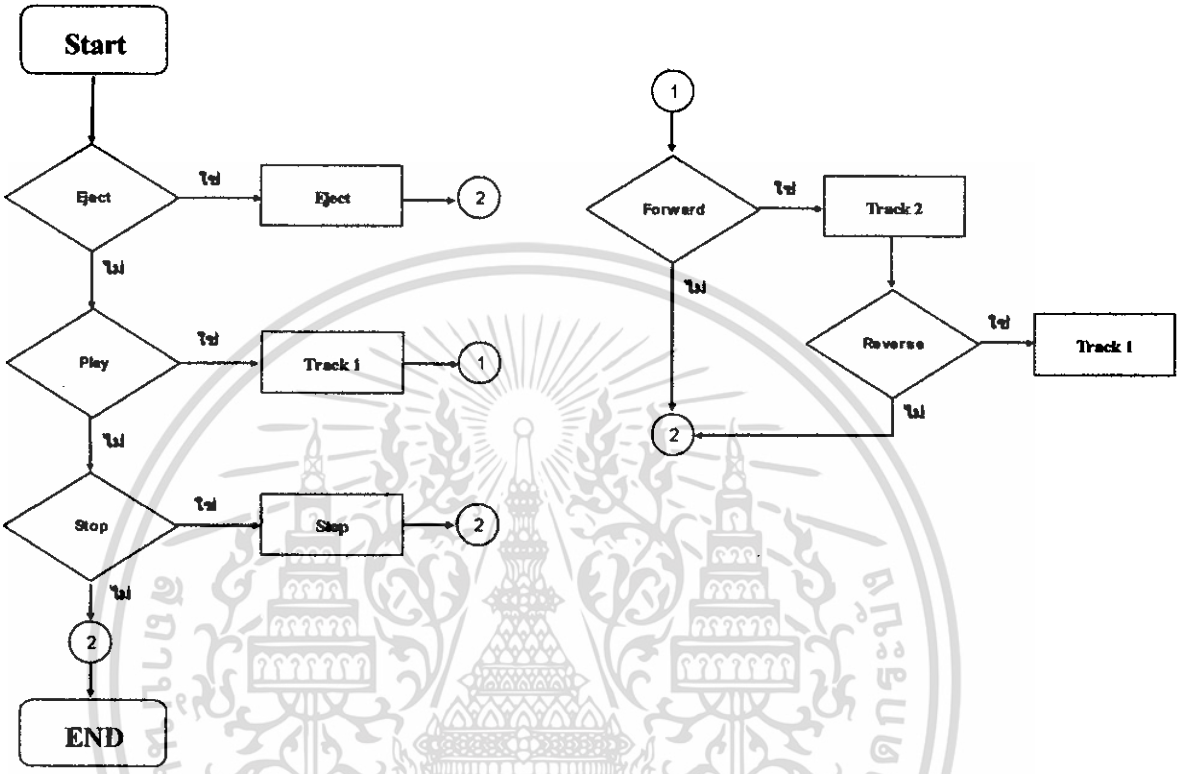


รูปที่ 6.7 Block Diagramควบคุมซีดีรอมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2.5 Block Diagram ของการ scan key

จะเป็นการตรวจสอบการทำงานของสวิตช์ว่ามีการกดปุ่มต่างๆ เข้ามาหรือไม่ ถ้ามีการกดก็จะกระโดดไปทำตามคำสั่งของปุ่มต่างๆที่กำหนด



รูปที่ 6.8 Block Diagram ของการ scan key

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

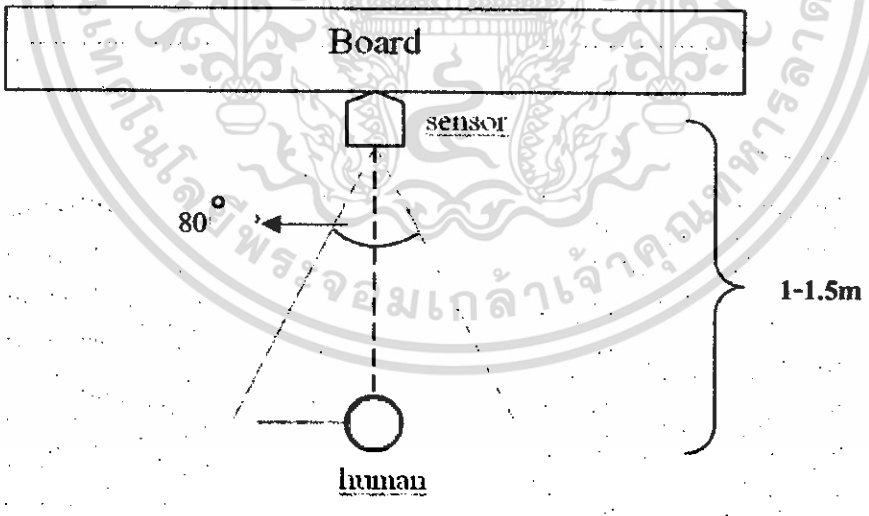
การทดลองและผลการทดลอง

7.1 การทดลองและผลการทดลองของวงจรตรวจจับบุคคล

1. จัดวางให้ตัวเซนเซอร์อยู่ในแนวระนาบดังรูป 7.1
2. จ่ายไฟ 9 V ให้กับวงจร
3. ตรวจวัดระยะการตรวจจับบุคคล โดยทำการยืนที่ระยะห่างจากตัวเซนเซอร์เป็นระยะมากสุดที่ตัวเซนเซอร์ไม่สามารถตรวจจับบุคคล ได้โดยดูจากสัญญาณที่ออกมาจากวงจรอินฟราเรดตัวรับ ถ้ามีสัญญาณเกิดขึ้นแสดงว่าวงจรสามารถตรวจจับบุคคลได้ แต่ถ้าไม่มีสัญญาณเกิดขึ้นให้ขยับเข้ามาใกล้ตัวเซนเซอร์จนสามารถเกิดสัญญาณที่วงจรอินฟราเรดตัวรับ

4. ตรวจวัดมุมที่ตัวเซนเซอร์สามารถตรวจจับได้ โดยทำการยืนที่มุม 180° ที่ทำกับตัวเซนเซอร์ แล้วสังเกตุว่าเกิดสัญญาณขึ้นหรือไม่ ถ้าไม่เกิดให้ยืนที่มุมลดลงจาก 180° เรื่อยๆจนแล้วหาค่ามุมมากสุดที่วงจรสามารถตรวจจับบุคคลได้

ผลที่ได้คือวงจรสามารถตรวจจับบุคคลได้ภายในระยะ 1-1.5 เมตรและมุมที่สามารถตรวจจับบุคคลได้อยู่ที่ประมาณ 80°



รูปที่ 7.1 แสดงระยะการตรวจจับบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 การทดลองและผลการทดลองของวงจรควบคุม CD-ROM

การทดลองการควบคุมการทำงานของ CD-ROMสามารถทำงานตามฟังก์ชันทั่วไปของเครื่องเล่น CD เช่น การกด Play, Stop, Eject เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8
บทสรุป

ในปริญญานิพนธ์ได้รายงานการออกแบบสร้างเครื่องเล่นซีดีอัตโนมัติ สามารถใช้ได้กับงานนิทรรศการต่างๆ เพื่อใช้เล่นเสียงเพื่ออธิบายรายละเอียดเกี่ยวกับนิทรรศการนั้นๆ โดยเราจะจัดวางเครื่องเล่นซีดีอัตโนมัติไว้ด้านหน้าของบอร์ดแสดงนิทรรศการ เมื่อผู้เข้ามาชมงานเดินมาอยู่ตรงหน้าบอร์ดทำให้ตัวเซนเซอร์สามารถตรวจจับได้ทำให้ส่งสัญญาณไปสั่งให้เครื่องเล่นซีดีเล่นแผ่น CD ซึ่งได้บันทึกไฟล์เสียงในส่วนของเนื้อหารายละเอียดเกี่ยวกับนิทรรศการนั้นๆ

จากผลการทดลองเซนเซอร์สามารถที่จะตรวจจับบุคคลได้ในระยะ 1-1.5 เมตรและมุมที่สามารถตรวจจับบุคคลได้อยู่ที่ประมาณ 80° ในแนวระนาบ ดังนั้นการนำไปใช้งานจึงต้องจัดวางตัวเซนเซอร์นี้ให้อยู่ในระยะดังกล่าว ส่วนความไวในการตอบสนองของวงจรตรวจจับบุคคลถือว่าดี

ในส่วนที่สองของโครงงานนี้ ได้ออกแบบฮาร์แวร์ควบคุมฟังก์ชัน ของ CD-ROM โดยตรง โดยใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ AT89C2051 และ AT89C52 จากผลการทดสอบ ปรากฏว่าใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์

ในการใช้งานได้แบ่งการทำงานของเครื่องเล่นซีดีอัตโนมัติเป็น 2 ลักษณะการทำงาน คือ การทำงานแบบออโตเมติก(Automatic)กับแบบสั่งงานด้วยปุ่มกด(Manual) ถ้าผู้ใช้ปรับสวิตช์ไปที่ Manual เครื่องจะทำงานตามฟังก์ชันของปุ่มกด และถ้าปรับสวิตช์ไปที่ Auto เครื่องจะทำงานโดยรับสัญญาณจากวงจรตรวจจับบุคคล โดยในการทำงานแบบออโตเมติกนี้ปุ่มกดบนตัวเครื่องจะไม่ทำงาน

จากโครงงานนี้ทางคณะผู้จัดทำเล็งเห็นว่าได้ประโยชน์ในการปรับปรุงพัฒนาต่อไปได้ในอนาคตให้เล่นได้ทั้งภาพและเสียงเสมือนเครื่องเล่น VCD ทำให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. อุดม จีนประดับ,"ไมโครคอลโทรลเลอร์ MCS-51 Microcontroller MCS-51", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 249 หน้า
2. สมศักดิ์ เลอยุกต์, "เทคนิคสารพันสร้างสรรค์งาน CD", กรุงเทพฯ: ซอฟท์เพรส, 2546, 296 หน้า
3. อภิรักษ์ นามแถ่ง, เครื่องแปลง CD-ROM เป็นเครื่องเล่น CD สำหรับฟังเพลง, "วารสารเซมิคอนดักเตอร์-อิเล็กทรอนิกส์", ฉบับที่ 265, 2547, หน้า 161-168
4. ข้อมูล ATAPI จาก http://www.t13.org/
5. Darren Hill, "Standalone CD-ROM Audio Controller", Loughborough University, 16 Pages
6. Ken Bromham, Pandora's Sound & Music Box, "elector electronics", Vol. 4, 2004, pp 52-57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

M54HC595
M74HC595

8 BIT SHIFT REGISTER WITH OUTPUT LATCHES (3 STATE)

- HIGH SPEED
  f_{MAX} = 55 MHz (TYP.) AT V_{CC} = 5 V
- LOW POWER DISSIPATION
  I_{CC} = 4 µA (MAX.) AT T_A = 25 °C
- HIGH NOISE IMMUNITY
  $V_{NIH} = V_{NIL}$ = 28 % V_{CC} (MIN.)
- OUTPUT DRIVE CAPABILITY
  15 LSTTL LOADS FOR QA TO QH
  10 LSTTL LOADS FOR QH'
- SYMMETRICAL OUTPUT IMPEDANCE
  $|I_{OH}| = I_{OL}$ = 6 mA (MIN.) FOR QA TO QH
  $|I_{OH}| = I_{OL}$ = 4 mA (MIN.) FOR QH'
- BALANCED PROPAGATION DELAYS
  $t_{PLH} = t_{PHL}$
- WIDE OPERATING VOLTAGE RANGE
  V_{CC} (OPR) = 2 V TO 6 V
- PIN AND FUNCTION COMPATIBLE
  WITH LSTTL 54/74LS595

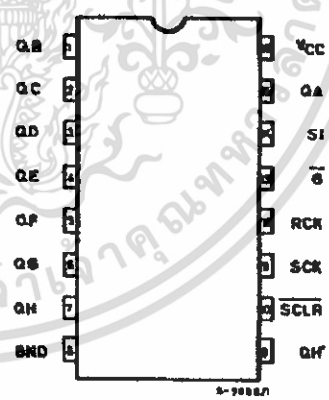
B1R (Plastic Package) F1R (Ceramic Package)

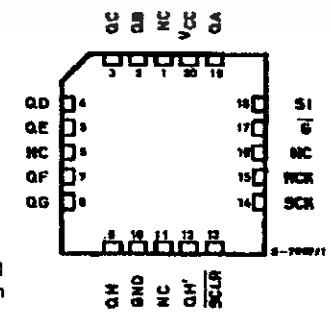
M1R (Micro Package) C1R (Chip Carrier)

ORDER CODES :

M54HC595F1R	M74HC595M1R
M74HC595B1R	M74HC595C1R

PIN CONNECTIONS (top view)





NC = No Internal Connection

DESCRIPTION

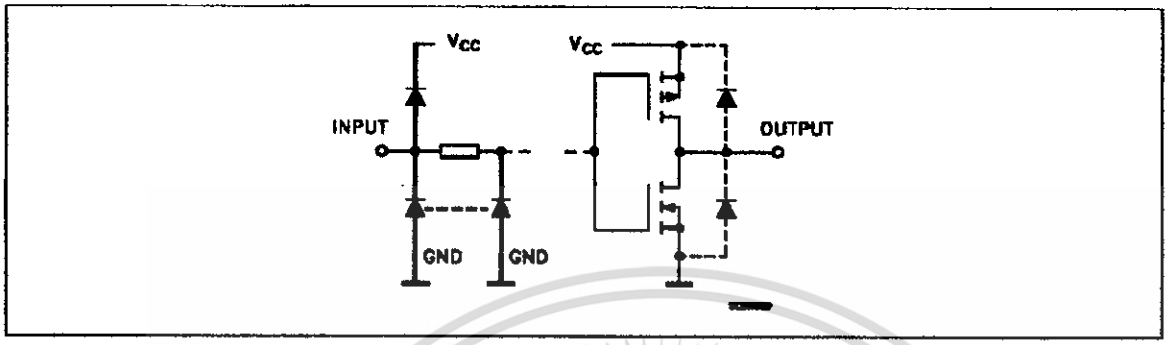
The M54/74HC595 is a high speed CMOS 8-BIT SHIFT REGISTERS/OUTPUT LATCHES (3-STATE) fabricated in silicon C^2MOS technology. It has the same high speed performance of LSTTL combined with true CMOS low power consumption. This device contains an 8-bit serial-in, parallel-out shift register that feeds an 8-bit D-type storage register. The storage register has 8 3-STATE outputs. Separate clocks are provided for both the shift register and the storage register.

The shift register has a direct-overriding clear, serial input, and serial output (standard) pins for cascading. Both the shift register and storage register use positive-edge triggered clocks. If both clocks are connected together, the shift register state will always be one clock pulse ahead of the storage register.

All inputs are equipped with protection circuits against static discharge and transient excess voltage.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INPUT AND OUTPUT EQUIVALENT CIRCUIT

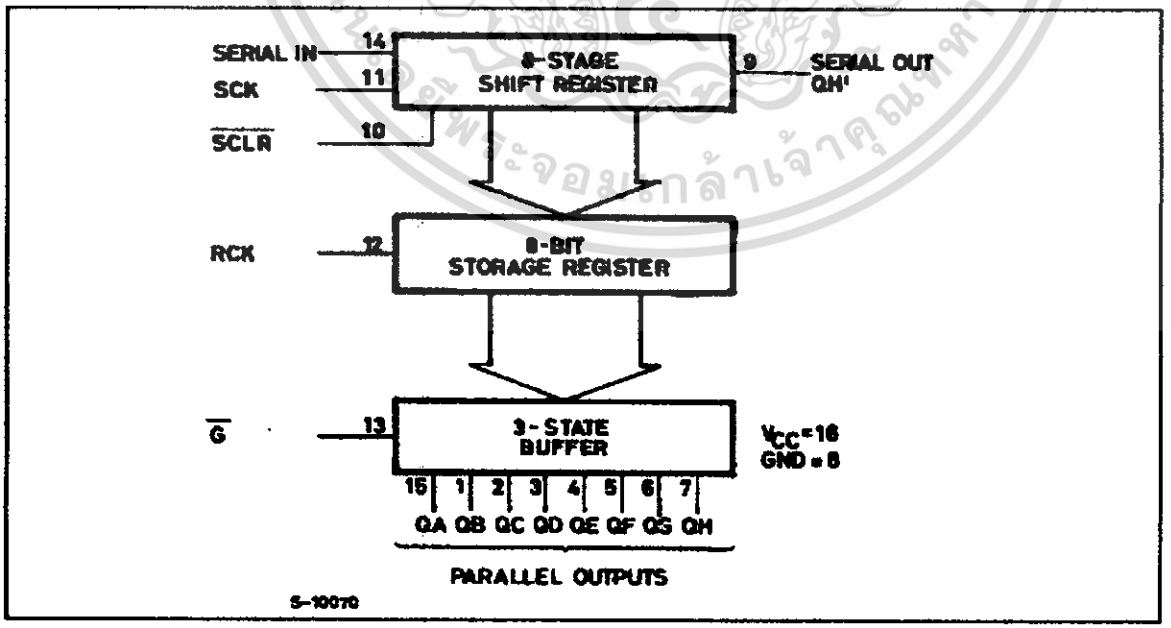


TRUTH TABLE

INPUTS					OUTPUT
SI	SCK	$\overline{SCLR}$	RCK	$\overline{G}$	
X	X	X	X	H	QA THRU QH OUTPUTS DISABLE
X	X	X	X	L	QA THRU QH OUTPUTS ENABLE
X	X	L	X	X	SHIFT REGISTER IS CLEARED
L	⌐	H	X	X	FIRST STAGE OF S.R. BECOMES "L" OTHER STAGES STORE THE DATA OF PREVIOUS STAGE, RESPECTIVELY
H	⌐	H	X	X	FIRST STAGE OF S.R. BECOMES "H" OTHER STAGES STORE THE DATA OF PREVIOUS STAGE, RESPECTIVELY
X	¬	H	X	X	STATE OF S.R IS NOT CHANGED
X	X	X	⌐	X	S.R. DATA IS STORED INTO STORAGE REGISTER
X	X	X	¬	X	STORAGE REGISTER STATE IS NOT CHANGED

X: DON'T CARE

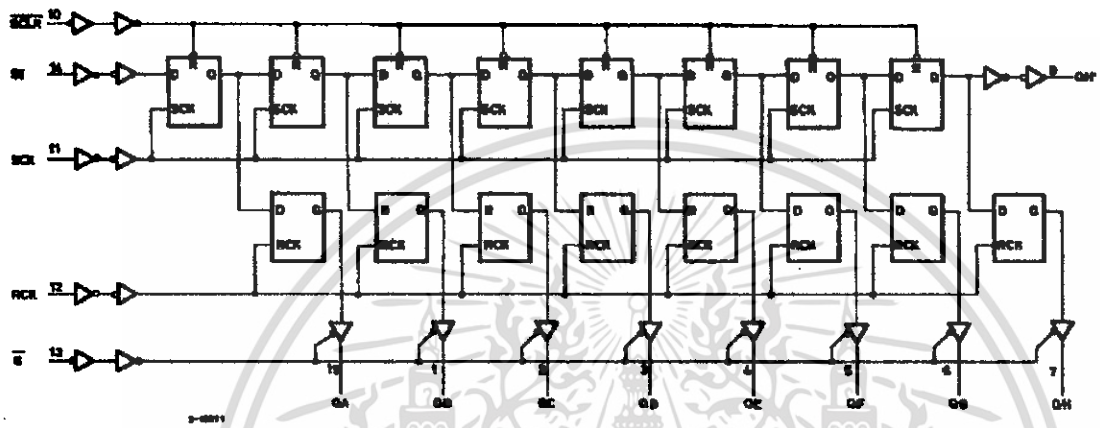
LOGIC DIAGRAM



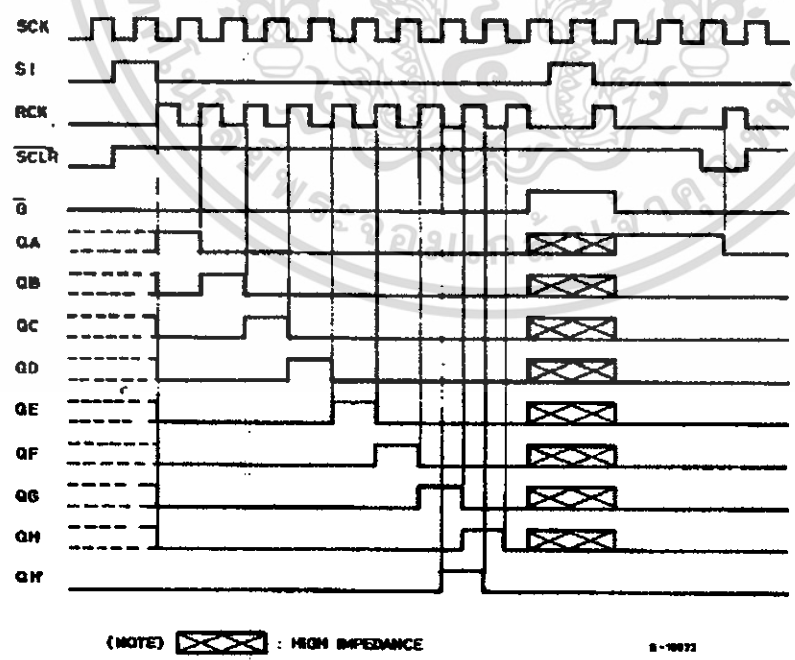
SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC DIAGRAM



TIMING CHART

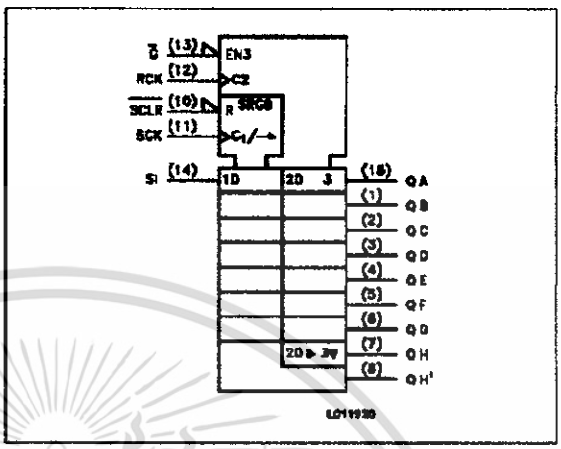


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN DESCRIPTION

PIN No	SYMBOL	NAME AND FUNCTION
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 15	QA to QH	Data Outputs
9	QH'	Serial Data Outputs
10	$\overline{SCLR}$	Shift Register Clear Input
11	SCK	Shift Register Clock Input
13	$\overline{G}$	Output Enable Input
14	SI	Serial Data Input
12	RCK	Storage Register Clock Input
8	GND	Ground (0V)
16	V_{CC}	Positive Supply Voltage

IEC LOGIC SYMBOL



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	-0.5 to +7	V
V_I	DC Input Voltage	-0.5 to V_{CC} + 0.5	V
V_O	DC Output Voltage	-0.5 to V_{CC} + 0.5	V
I_{IK}	DC Input Diode Current	± 20	mA
I_{OK}	DC Output Diode Current	± 20	mA
I_O	DC Output Current Per Output Pin QA-QH	± 35	mA
I_O	DC Output Current Per Output Pin QH'	± 25	mA
I_{CC} or I_{GND}	DC V_{CC} or Ground Current	± 70	mA
P_D	Power Dissipation	500 (*)	mW
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to +150	°C
T_L	Lead Temperature (10 sec)	300	°C

Absolute Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation under these condition is not implied.
(*) 500 mW: ≅ 65 °C derate to 300 mW by 10mW/°C: 65 °C to 85 °C

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter		Value	Unit
V_{CC}	Supply Voltage		2 to 6	V
V_I	Input Voltage		0 to V_{CC}	V
V_O	Output Voltage		0 to V_{CC}	V
T_{op}	Operating Temperature: **M54HC** Series **M74HC** Series		-55 to +125 -40 to +85	°C °C
t_r, t_f	Input Rise and Fall Time	V_{CC} = 2 V	0 to 1000	ns
		V_{CC} = 4.5 V	0 to 500	
		V_{CC} = 6 V	0 to 400	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC SPECIFICATIONS

Symbol	Parameter	Test Conditions			Value							Unit
		Vcc (V)			T_A = 25 °C 54HC and 74HC			-40 to 85 °C 74HC		-55 to 125 °C 54HC		
					Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
V_{IH}	High Level Input Voltage	2.0			1.5			1.5		1.5		V
		4.5			3.15			3.15		3.15		
		6.0			4.2			4.2		4.2		
V_{IL}	Low Level Input Voltage	2.0					0.5		0.5		0.5	V
		4.5					1.35		1.35		1.35	
		6.0					1.8		1.8		1.8	
V_{OH}	High Level Output Voltage (for QH' output)	2.0	V_I = V_{IH} or V_{IL}	I_O=-20 µA	1.9	2.0		1.9		1.9		V
		4.5			4.4	4.5		4.4		4.4		
		6.0			5.9	6.0		5.9		5.9		
		4.5		I_O=-4.0 mA	4.18	4.31		4.13		4.10		
		6.0		I_O=-5.2 mA	5.68	5.8		5.63		5.60		
V_{OH}	High Level Output Voltage (for QA to QH outputs)	2.0	V_I = V_{IH} or V_{IL}	I_O=-20 µA	1.9	2.0		1.9		1.9		V
		4.5			4.4	4.5		4.4		4.4		
		6.0			5.9	6.0		5.9		5.9		
		4.5		I_O=-6.0 mA	4.18	4.31		4.13		4.10		
		6.0		I_O=-7.8 mA	5.68	5.8		5.63		5.60		
V_{OL}	Low Level Output Voltage (for QH' output)	2.0	V_I = V_{IH} or V_{IL}	I_O= 20 µA		0.0	0.1		0.1		0.1	V
		4.5				0.0	0.1		0.1		0.1	
		6.0				0.0	0.1		0.1		0.1	
		4.5		I_O= 4.0 mA		0.17	0.26		0.33		0.40	
		6.0		I_O= 5.2 mA		0.18	0.26		0.33		0.40	
V_{OL}	Low Level Output Voltage (for QA to QH outputs)	2.0	V_I = V_{IH} or V_{IL}	I_O= 20 µA		0.0	0.1		0.1		0.1	V
		4.5				0.0	0.1		0.1		0.1	
		6.0				0.0	0.1		0.1		0.1	
		4.5		I_O= 6.0 mA		0.17	0.26		0.33		0.40	
		6.0		I_O= 7.8 mA		0.18	0.26		0.33		0.40	
I_I	Input Leakage Current	6.0	V_I = V_{CC} or GND				±0.1		±1		±1	µA
I_{OZ}	3 State Output Off State Current	6.0	V_I = V_{IH} or V_{IL} V_O = V_{CC} or GND				±0.5		±5		±10	µA
I_{CC}	Quiescent Supply Current	6.0	V_I = V_{CC} or GND				4		40		80	µA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (C_L = 50 pF, Input t_r = t_f = 6 ns)

Symbol	Parameter	Test Conditions			Value							Unit
		Vcc (V)	C_L (pF)		T_A = 25 °C 54HC and 74HC			-40 to 85 °C 74HC		-55 to 125 °C 54HC		
					Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
t_{TLH} t_{THL}	Output Transition Time (Qn)	2.0	50			25	60		75		90	ns
		4.5				7	12		15		18	
		6.0				6	10		13		15	
t_{TLH} t_{THL}	Output Transition Time (QH')	2.0	50			30	75		95		115	ns
		4.5				8	15		19		23	
		6.0				7	13		16		20	
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Time (SCK - QH')	2.0	50			45	125		155		190	ns
		4.5				15	25		31		38	
		6.0				13	21		26		32	
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Time (SCLR - QH')	2.0	50			60	175		220		265	ns
		4.5				18	35		44		53	
		6.0				15	30		37		45	
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Time (RCK - Qn)	2.0	50			60	150		190		225	ns
		4.5				20	30		38		45	
		6.0				17	26		32		38	
		2.0	150			75	190		240		285	ns
		4.5				25	38		48		57	
		6.0				22	32		41		48	
t_{PZL} t_{PZH}	3 State Output Enable Time	2.0	50	R_L = 1 KΩ		45	135		170		205	ns
		4.5				15	27		34		41	
		6.0				13	23		29		35	
		2.0	150	R_L = 1 KΩ		60	175		220		265	ns
		4.5				20	35		44		53	
		6.0				17	30		37		45	
t_{PLZ} t_{PHZ}	3 State Output Disable Time	2.0	50	R_L = 1 KΩ		30	150		190		225	ns
		4.5				15	30		38		45	
		6.0				14	26		32		38	
f_{MAX}	Maximum Clock Frequency	2.0	50		6.0	17		4.8		4		ns
		4.5			30	50		24		20		
		6.0			35	59		28		24		
		2.0	150		5.2	14		4.2		3.4		ns
		4.5			26	40		21		17		
		6.0			31	45		25		20		
$t_{W(H)}$	Minimum Pulse Width (SCK, RCK)	2.0	50			17	75		95		110	ns
		4.5				6	15		19		22	
		6.0				6	13		16		19	
$t_{W(L)}$	Minimum Pulse Width (SCLR)	2.0	50			20	75		95		110	ns
		4.5				6	15		19		22	
		6.0				6	13		16		19	
t_s	Minimum Set-up Time (SI - CCK)	2.0	50			25	50		65		75	ns
		4.5				5	10		13		15	
		6.0				4	9		11		13	

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

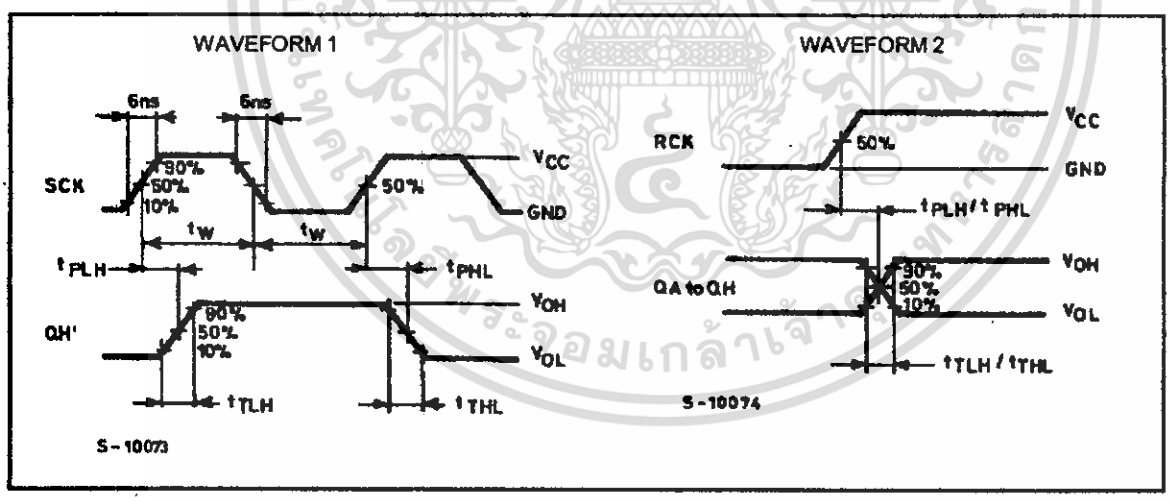
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (C_L = 50 pF, Input $t_r = t_f$ = 6 ns)

Symbol	Parameter	Test Conditions			Value							Unit
		V_{CC} (V)	C_L (pF)		T_A = 25 °C 54HC and 74HC			-40 to 85 °C 74HC		-55 to 125 °C 54HC		
					Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	
t_s	Minimum Set-up Time (SCK - RCK)	2.0	50			35	75		95		110	ns
		4.5				8	15		19		22	
		6.0				6	13		16		19	
t_s	Minimum Set-up Time ($\overline{SCRL}$ - RCK)	2.0	50			40	100		125		145	ns
		4.5				10	20		25		29	
		6.0				7	17		21		25	
t_h	Minimum Hold Time	2.0	50				0		0		0	ns
		4.5					0		0		0	
		6.0					0		0		0	
t_{REM}	Minimum Clear Remuval Time	2.0	50			15	50		65		75	ns
		4.5				3	10		13		15	
		6.0				3	9		11		13	
C_{IN}	Input Capacitance					5	10		10		10	pF
C_{PD} (*)	Power Dissipation Capacitance					184						pF

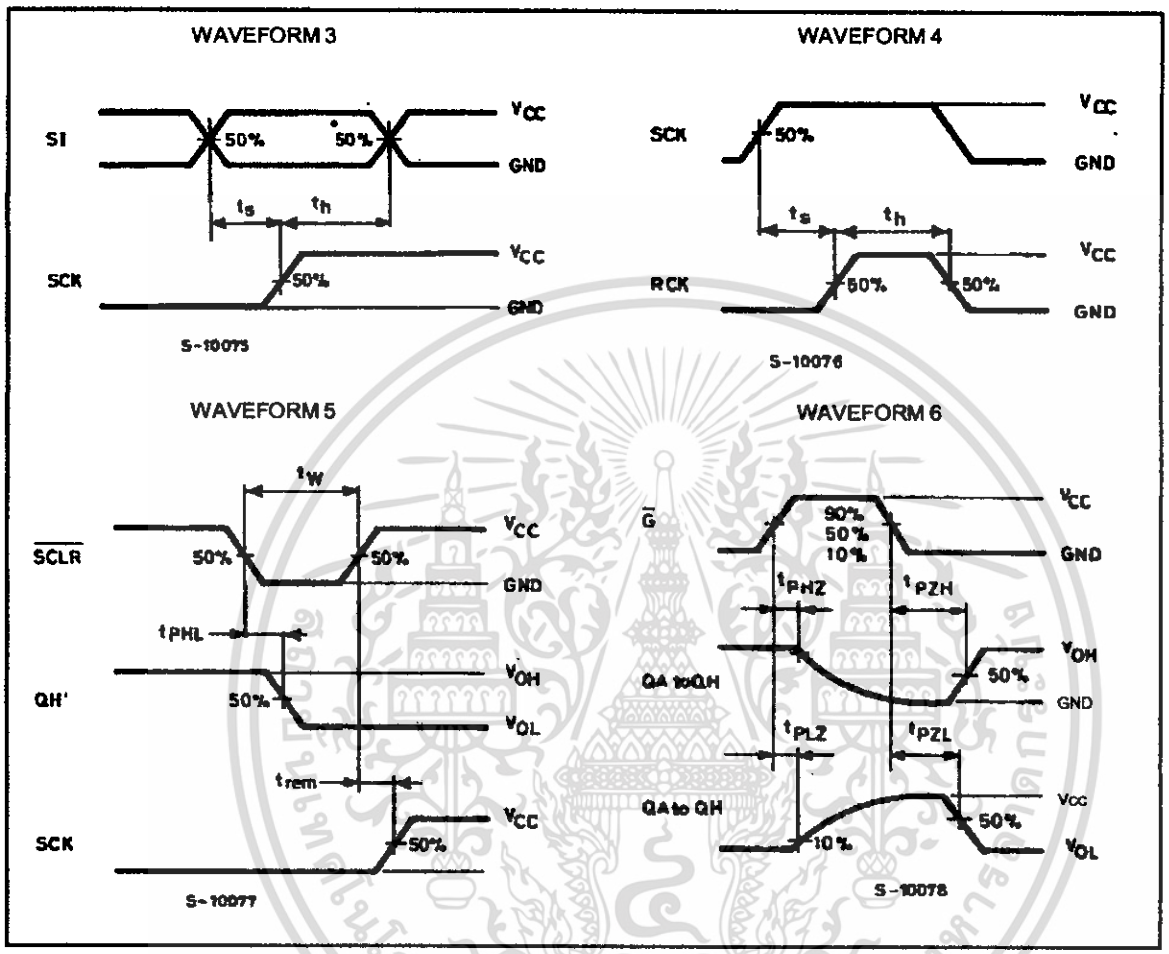
(*) C_{PD} is defined as the value of the IC's internal equivalent capacitance which is calculated from the operating current consumption without load. (Refer to Test Circuit). Average operting current can be obtained by the following equation. $I_{CC}(opr) = C_{PD} \cdot V_{CC} \cdot f_{IN} + I_{CC}$

SWITCHING CHARACTERISTICS TEST WAVEFORM

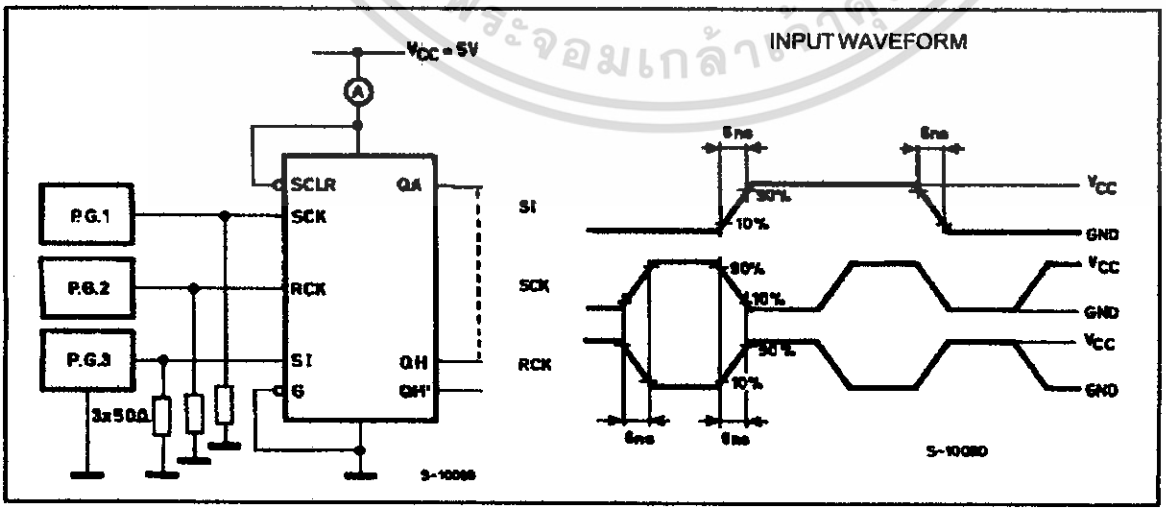


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING CHARACTERISTICS TEST WAVEFORM (continued)



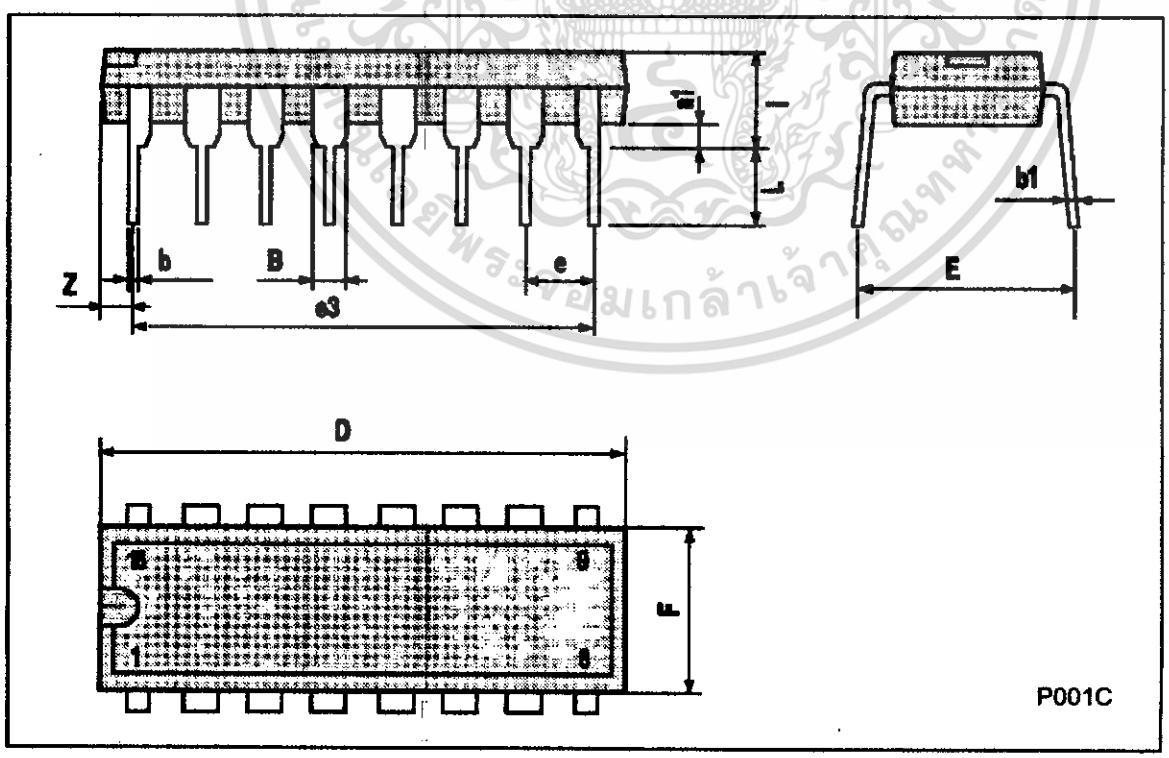
TEST CIRCUIT I_{CC} (Opr.)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Plastic DIP16 (0.25) MECHANICAL DATA

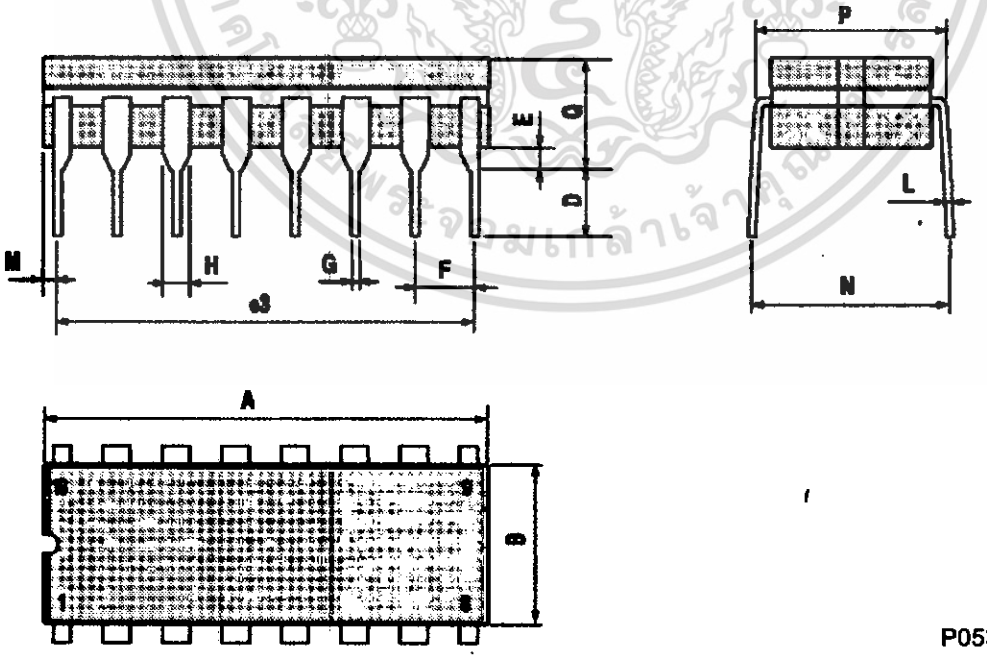
DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1	0.51			0.020		
B	0.77		1.65	0.030		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		17.78			0.700	
F			7.1			0.280
I			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z			1.27			0.050



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ceramic DIP16/1 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			20			0.787
B			7			0.276
D		3.3			0.130	
E	0.38			0.015		
e3		17.78			0.700	
F	2.29		2.79	0.090		0.110
G	0.4		0.55	0.016		0.022
H	1.17		1.52	0.046		0.060
L	0.22		0.31	0.009		0.012
M	0.51		1.27	0.020		0.050
N			10.3			0.406
P	7.8		8.05	0.307		0.317
Q			5.08			0.200



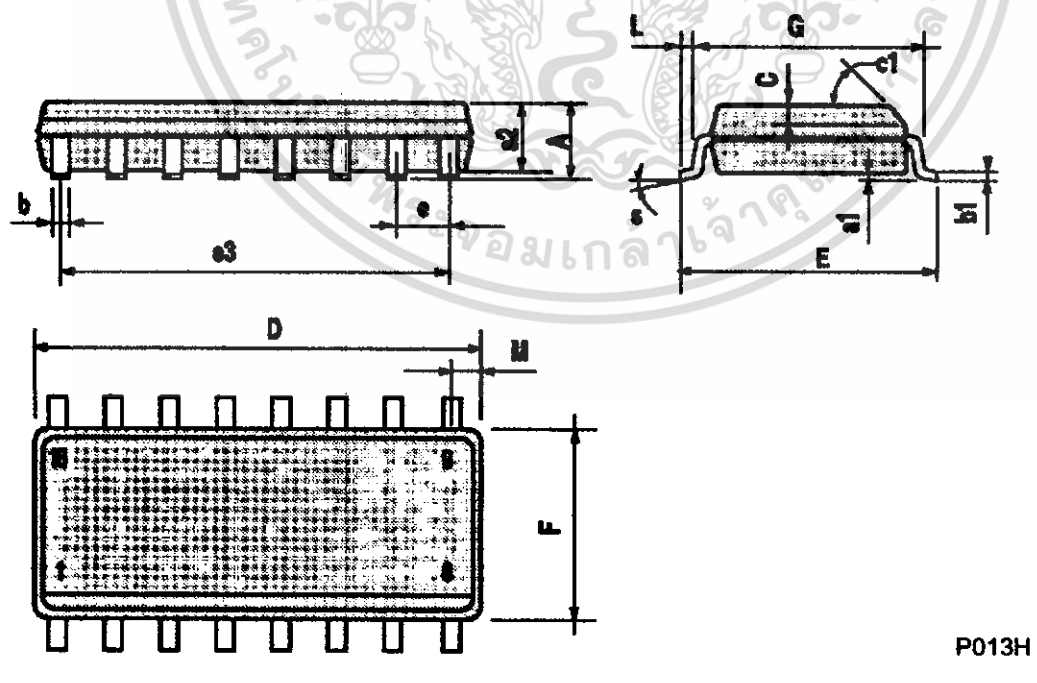
P053D

SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SO16 (Narrow) MECHANICAL DATA

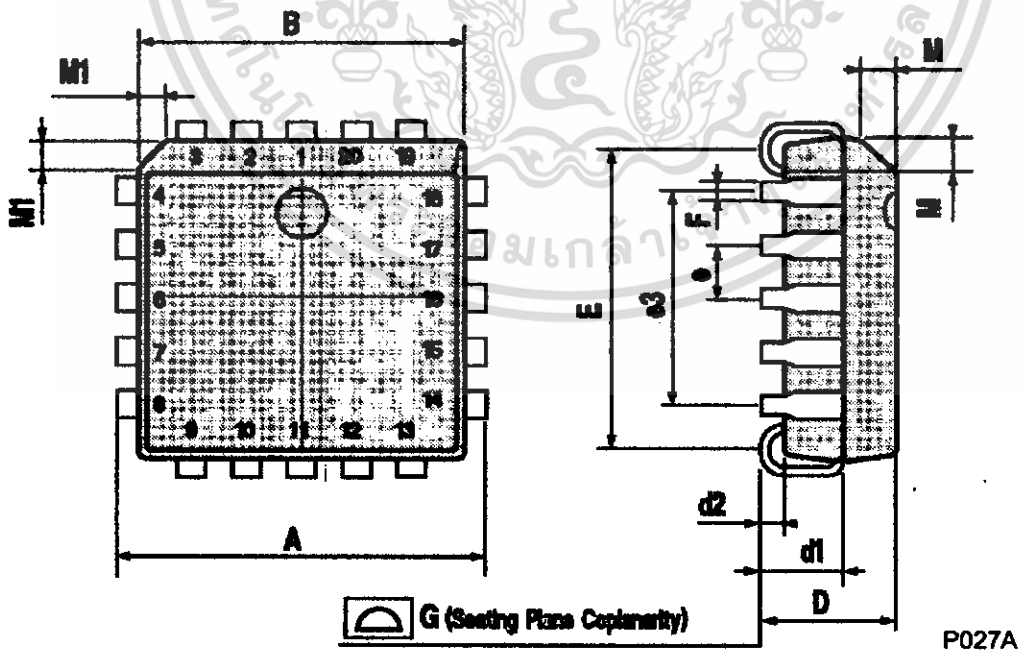
DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			1.75			0.068
a1	0.1		0.2	0.004		0.007
a2			1.65			0.064
b	0.35		0.46	0.013		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.019	
c1	45° (typ.)					
D	9.8		10	0.385		0.393
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		8.89			0.350	
F	3.8		4.0	0.149		0.157
G	4.6		5.3	0.181		0.208
L	0.5		1.27	0.019		0.050
M			0.62			0.024
S	8° (max.)					



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLCC20 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	9.78		10.03	0.385		0.395
B	8.89		9.04	0.350		0.356
D	4.2		4.57	0.165		0.180
d1		2.54			0.100	
d2		0.56			0.022	
E	7.37		8.38	0.290		0.330
e		1.27			0.050	
e3		5.08			0.200	
F		0.38			0.015	
G			0.101			0.004
M		1.27			0.050	
M1		1.14			0.045	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้