สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

Dimmer Controller Using Standard DMX-512

เครื่องควบคุมดิมเมอร์ด้วยมาตรฐาน DMX-512

นาย ทวีศักดิ์ บุญชื่น

นาย ยิ่งยศ เหล่าอมรพงศ์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....36890
วัน, เดือน, ปี.....29 ส.ค. 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องควบคุมดิมเมอร์ด้วยมาตรฐาน DMX-512
โดย	นาย ทวีศักดิ์ บุญชื่น
	นาย ยิ่งยศ เหล่าอมรพงศ์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ. อุทัย ศรีธีระวิโรจน์
ภาควิชา	เทคนิคอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา	2542

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับ **ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้** เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์ **บัณฑิต**

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
( )
..... กรรมการ
( )
..... กรรมการ
( )
..... กรรมการ
( )
..... กรรมการ
( )

ลิขสิทธิ์ของคณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมดิมเมอร์ด้วยมาตรฐาน DMX-512

นาย ทวีศักดิ์ บุญชื่น
นาย ยิ่งยศ เหล่าอมรพงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ. อุทัย ศรีธีระวิโรจน์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการใช้คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลมาควบคุมดิมเมอร์หรืออุปกรณ์ควบคุมแสง โดยใช้มาตรฐาน DMX-512 ซึ่งสามารถควบคุมอุปกรณ์ได้ 512 ช่อง โดยสัญญาณควบคุมจะถูกมัลติเพล็กซ์และเชื่อมต่อผ่านพอร์ตอนุกรม RS-485 ด้วยการ์ด 1512B/LC สัญญาณถูกส่งออกด้วยสายเคเบิลชนิด 3 เส้น ไปยังภาครับด้วยระยะทางได้สูงถึง 1000 เมตร ภาครับประกอบด้วยวงจรดีมัลติเพล็กซ์และตัวแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก สัญญาณควบคุมแบบดิจิตอลทั้ง 512 ช่อง จะถูกแปลงเป็นสัญญาณไฟกระแสตรง 0 ถึง 10 โวลท์ เพื่อนำไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ

ในปริญญานิพนธ์นี้ได้สร้างภาครับที่ทำการดีมัลติเพล็กซ์เพียง 16 ช่องเท่านั้น แต่ถ้าหากต้องการเพิ่มจำนวนช่องก็สามารถเพิ่มบอร์ดวงจรดีมัลติเพล็กซ์ได้ เช่น ถ้าใช้ 32 บอร์ดก็จะได้สัญญาณควบคุม 512 ช่อง

การเขียนโปรแกรมควบคุมใช้เลเวลไฟเวอร์ชั่น 3 โดยมีเมนูและแผงควบคุมที่ง่ายและสะดวกในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIMMER CONTROLLER USING STANDARD DMX-512

Mr.Tawesak Boonchuen

Mr.Yingyote Laoamonpong

ADVISOR

Asst.Prof.U-thai Sritheeravirojana

ABSTRACT

This thesis presents a PC base controller to control dimmer or lighting equipment by using standard DMX-512. The signal of 512 channels are multiplex and interfacing to series port RS-485 by interface card 1512B/LC. The output signals are transmit via 3 wires cable as long as 1 km. to the reciever which compose of demultiplex circuit in standard DMX-512 and digital to analog convertor. Digital control signal 512 channels are converted to DC. 0-10 volts.

In this thesis, only 16 channels demultiplex circuit in standard DMX-512 are made. But more channel number can be get by increasing demultiplex circuit board. Using 32 boards for 512 channels.

The programming control are use delphi version 3. The main menu have console panel and many function which easy and convenience in application.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ ผศ.อุทัย ศรีธีระวิโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำต่างๆที่เกี่ยวกับโครงงานนี้ ตลอดจนช่วยจัดหาอุปกรณ์ในการทำโครงงานให้ ทำให้เกิดความสะดวกในการทำโครงงานเป็นอย่างมาก ขอบพระคุณอาจารย์ ภุชงค์ หงส์สุวรรณ ที่ให้คำปรึกษาทางด้านซอฟท์แวร์ ขอบพระคุณ ผศ.อรลาภ แสงอรุณ และคุณสุรพล สุประดิษฐ์ ที่ให้ความช่วยเหลือในการจัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆจากต่างประเทศ ขอบคุณภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรมที่ให้ความช่วยเหลือทางด้านอุปกรณ์ในการทดลอง ขอบคุณคุณสรพงษ์ แซ่เตีย ที่คอยให้คำปรึกษาและคำแนะนำที่เป็นประโยชน์เสมอมา และขอบคุณเพื่อนๆทุกคนที่คอยให้กำลังใจตลอดมา จนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีทุกประการ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญรูปภาพ	จ
สารบัญตาราง	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการทำงานเบื้องต้นของ DMX-512	3
1.2 ประโยชน์และการนำไปใช้งาน	4
บทที่ 2 ทฤษฎี DMX-512	5
2.1 ลักษณะโปรโตคอลในการควบคุมแสงตามมาตรฐาน DMX-512	5
2.2 ลักษณะของสายเคเบิลที่ใช้ในการส่งสัญญาณ DMX-512	7
2.3 รูปแบบคุณลักษณะของสัญญาณ DMX-512	9
2.4 ลักษณะโดยทั่วไปและประโยชน์ ของพีซี DMX T1 และพีซี DMX R1/2	12
2.5 ขอบเขตการประยุกต์การใช้งานของมาตรฐาน DMX-512	13
2.6 ลักษณะทางกายภาพของมาตรฐาน DMX-512	13
2.7 วิธีการในการต่อความต้านทานในเครือข่าย DMX-512	15
2.8 การสะท้อนกลับของสัญญาณมาตรฐาน DMX-512	17
2.9 ค่าความจุและค่าความเหนี่ยวนำบนสายเคเบิล	19
บทที่ 3 วงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512	21
3.1 กล่าวนำ	21
3.2 การทำงานของวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512	23
3.3 การทำงานในโหมดทดสอบ(Test Mode)	28
บทที่ 4 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน DMX-512	29
4.1 กล่าวนำ	29
4.2 ส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรมควบคุม DMX-512	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	33
5.1 วัตถุประสงค์	33
5.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง	33
5.3 การทดลองและผลการทดลอง	33
บทที่ 6 บทสรุปและแนวทางการพัฒนาโครงงาน	42
6.1 บทสรุป	42
6.2 แนวทางในการพัฒนาโครงการ	43
บรรณานุกรม	
ภาคผนวก ก. แสดงวงจรและลายปริ๊นซ์วงจรดีมัลติเพล็กซ์	
ภาคผนวก ข. โปรแกรมควบคุมการทำงาน	
ภาคผนวก ค. ข้อมูลของอุปกรณ์ในวงจรดีมัลติเพล็กซ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปภาพ **หน้า**

บทที่ 1 บทนำ

รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดะแกรมโดยรวมของโครงงาน DMX-512 3

บทที่ 2 ทฤษฎี DMX-512

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของสัญญาณข้อมูล DMX 6

รูปที่ 2.2 แสดงแผนผังของ DMX-512 ที่ต่อความต้านทานที่ปลายทาง 7

รูปที่ 2.3 แสดงรูปโครงสร้างโดยทั่วไปของ DMX ที่มีการต่ออุปกรณ์ทวนสัญญาณ 8

รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ในการส่งสัญญาณ DMX-512 10

รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะในการต่ออุปกรณ์ในลักษณ์ลูกโซ่ 11

รูปที่ 2.6 รูปแสดงลักษณะการใช้พอร์ตอนุกรม RS-485 ในการส่งสัญญาณ 14

รูปที่ 2.7 แสดงวิธีการต่อความต้านทานในเครือข่าย DMX-512 16

รูปที่ 2.8 แสดงรูปการนำมาตรฐานDMX-512 ไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ 20

บทที่ 3 วงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512

รูปที่ 3.1 แสดงรูปบล็อกไดอะแกรมโดยรวมของวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512 24

รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมการต่อวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512 ช่อง1 ถึงช่อง 96 25

รูปที่ 3.3 แสดงรูปของสัญญาณข้อมูล DMX-512 ที่ผ่านเข้ามาที่ไอซีเบอร์ 75176 25

รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมการต่อวงจร ดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512 ช่อง 1 ถึง 512 26

รูปที่ 3.5 แสดงรูปสัญญาณนาฬิกาที่ขาต่างๆ ของไอซีเบอร์ AL4005 27

บทที่ 4 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน DMX-512

รูปที่ 4.1 แสดงภาพลักษณะโดยรวมของโปรแกรมควบคุม DMX-512 29

รูปที่ 4.2 แสดงส่วนต่างๆของคำสั่งใน Menu 30

รูปที่ 4.3 แสดงส่วนของคำสั่งต่างๆในเมนู OPTION 30

รูปที่ 4.4 แสดงส่วนของคำสั่งต่างๆในเมนู FORMAT 31

รูปที่ 4.5 แสดงหน้าต่างที่เกิดขึ้นเมื่อเลือกคำสั่งที่ เมนู PROJECT 31

รูปที่ 4.6 แสดงแผงปรับระดับแรงดัน ช่อง 1 ถึง ช่อง 512 32

รูปที่ 4.7 แสดง STATUS BAR ที่ใช้แสดงวันเดือนปีและเวลาปัจจุบัน 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปภาพ **หน้า**

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง

รูปที่ 5.1 แสดงรูปสัญญาณ DMX บวก ที่วัดจากขา 6 ของไอซี เบอร์ 75176 34

รูปที่ 5.2 แสดงรูปสัญญาณ DMX ลบ ที่วัดขา 7 ของไอซีเบอร์ 75176 34

รูปที่ 5.3 แสดงรูปสัญญาณที่วัดที่ขา 22 ของไอซีเบอร์ AL 4005 35

รูปที่ 5.4 แสดงรูปสัญญาณDACที่วัดที่ขา 8 ของไอซีเบอร์ AL 4005 36

รูปที่ 5.5 แสดงรูปสัญญาณนาฬิกา(CLK OUT)ที่ขา 20 ของไอซีเบอร์ AL 4005 37

รูปที่ 5.6 แสดงรูปของสัญญาณชิพซีเล็กซ์(CS0-CS5)ที่วัดที่ขาของไอซี 7407B 38

รูปที่ 5.7 แสดงรูปสัญญาณอนาล็อกที่วัดที่ขา 1 ของไอซีเบอร์NE5532 39

รูปที่ 5.8 แสดงรูปสัญญาณไฟกระแสตรงทางเอาท์พุทเมื่อทำการปรับแรงดันที่ 5 โวลท์ 40

รูปที่ 5.9 แสดงรูปสัญญาณไฟกระแสตรงทางเอาท์พุทเมื่อทำการปรับแรงดันที่ 10 โวลท์ 40

รูปที่ 5.10 แสดงภาพถ่ายโดยรวมของวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512 ที่ใช้ในโครงงาน 41

รูปที่ 5.11 แสดงภาพถ่ายด้านหลังกล่องวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512 ที่ประกอบเสร็จแล้ว 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติและชนิดของสายเคเบิลที่ใช้งานต่างๆ 17
ตารางที่ 3.1 แสดงหน้าที่และคุณสมบัติขาต่างๆของไอซี AL4005 22
ตารางที่ 3.2 แสดงการทดสอบการทำงานในโหมดทดสอบ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในสมัยก่อนการควบคุมอุปกรณ์ทางด้านแสง จะต้องมีการทำรายการลำดับขั้นตอนต่างๆ มากมาย เพื่อแสดงให้เห็นว่าจะควบคุมอุปกรณ์ใดก่อนหรือจะให้อุปกรณ์ต่างๆทำงานในขั้นตอนใด การควบคุมหลอดไฟที่ใช้ในงานแสดงจะใช้มอเตอร์ที่มีคอนแทค(Contact) โดยอาศัยการหมุนของมอเตอร์ เพื่อให้คอนแทคสัมผัสในตำแหน่งหลอดไฟดวงต่างๆ เมื่อคอนแทคสัมผัส ณ จุดใดก็จะทำให้หลอดไฟ ณ ตำแหน่งนั้นติดสว่าง ซึ่งหากใช้ในงานแสดงใหญ่ๆเราจะต้องใช้จำนวนของหลอดไฟเพิ่มมากขึ้น ความเร็วที่ใช้ในการควบคุมก็จะต้องเพิ่มขึ้นด้วยแต่เนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้มีความเร็วที่จำกัดอยู่ในระดับหนึ่งเท่านั้นจึงเป็นปัญหาในการควบคุมหลอดไฟให้ติดสว่างในช่วงเวลาที่เราต้องการ และหากใช้งานในระดับความเร็วมากๆอาจเกิดปัญหาในเรื่องหน้าสัมผัสของคอนแทคได้ นอกจากนี้ยังต้องใช้สายเคเบิลจำนวนมากเชื่อมต่อระหว่างแผงควบคุม(Console)กับหลอดไฟ เพื่อให้เกิดความสะดวก รวดเร็ว และขจัดปัญหาต่างๆ จึงได้มีการคิดค้นดิมเมอร์อิเล็กทรอนิกส์(Electronics Dimmer) ซึ่งเป็นการใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมแทนตัวแผงควบคุม โดยการจำลองแผงควบคุมซึ่งใช้โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาส่งข้อมูลผ่านการ์ดอินเตอร์เฟส (InterfaceCard) ส่งแรงดันเป็นสัญญาณพัลซ์(Pulse)ออกไปผ่านสายไฟเคเบิล 3 เส้นคือค่าแรงดัน +5โวลท์ -5 โวลท์ และ 0 โวลท์หรือสายกราวด์ (Ground) ส่งไปเข้าทางภาครับโดยที่ทางภาครับนี้ก็จะมีวงจรดีมัลติเพล็กซ์(Demultiplex) ต่อมาได้มีการพัฒนาระบบควบคุมแสงเพื่อให้เป็นมาตรฐานสากล ซึ่งปัจจุบันมาตรฐานที่ใช้คือมาตรฐาน DMX-512 นั่นเอง สิ่งประดิษฐ์นี้ก่อให้เกิดประโยชน์อย่างยิ่ง โดยมันสามารถทำการโหลด(Load) และจัดเก็บหรือบันทึก(Save) เพื่อสะดวกในการติดตั้งระบบสำหรับการใช้งานในครั้งต่อไป

การควบคุมใช้เพียงแรงดันไฟกระแสตรง(DC)เพียงเล็กน้อยเพื่อไปหมุนโคมไฟทำให้เกิดความแตกต่างของระดับในการส่องสว่างและเพิ่มลดระดับของแสงไฟ โดยแรงดันจะวิ่งไปตามสายไฟแต่ละเส้น สำหรับแต่ละช่อง(channel) และระบบตามฟังก์ชั่น(function)การใช้งานที่ได้กำหนด ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ เช่น

1.เกิดสัญญาณรบกวน(noise) และ เอิร์ทลูป(earth loops)ถ้าหากขนาดและความยาวของสายที่ใช้งานไม่เหมาะสม

2.การทำงานจะมีลักษณะที่ไม่เป็นเชิงเส้น(Linear) ถ้าหากใช้ชนิดของโคมไฟต่างชนิดกันมาใช้งานร่วม

จนมาถึงยุคที่ใช้แผงควบคุมที่มีพื้นฐานการทำงานมาจากคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกต่อการเรียกใช้ข้อมูล ซึ่งสัญญาณเอาท์พุท(Output)ที่ได้นั้นจะเป็นอนาล็อก(Analog)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเรายังสามารถปรับปรุงการทำงานให้ดีขึ้นได้อีกโดยการรวมสัญญาณแล้วจึงส่งสัญญาณไปตามสายไฟเพียง 3 เส้น

นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังสามารถที่จะทำการคำนวณได้ทุกรูปแบบของการใช้งาน รวมไปถึงระดับในการส่องสว่างของโคมไฟแต่ละตัวและปัญหาเรื่องความแตกต่างของยี่ห้ออุปกรณ์และรวมถึงความแตกต่างของแผงควบคุมในการใช้งานร่วมกัน

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดทำการเขียนโปรแกรมที่สามารถทำการควบคุมแรงดัน 0 โวลท์ ถึง10 โวลท์ โดยมีช่องในการใช้งาน 512 ช่อง ซึ่งเราสามารถนำแรงดันที่ได้นี้ไปประยุกต์ใช้งานต่างๆได้ตามที่ต้องการ

เนื้อหาต่างๆที่ได้กล่าวไว้ในปริญญานิพนธ์นี้มีดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงประวัติความเป็นมาของมาตรฐาน DMX-512 จากอดีตจนถึงปัจจุบันและอธิบายเนื้อหาทฤษฎีคร่าวๆ และลักษณะโดยรวมของโครงงานและประโยชน์การไปใช้งานของ DMX-512

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีของมาตรฐาน DMX-512 โดยรวมซึ่งมีเนื้อหาที่เกี่ยวกับหลักการทำงาน วิธีในการส่งสัญญาณ DMX ลักษณะของรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ส่งสัญญาณ DMX-512 ปัญหาการเกิดการสะท้อนกลับของสัญญาณที่ส่งออกจากทางภาคส่งและอธิบายวิธีการแก้ไข

บทที่ 3 วงจรดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณ DMX-512 โดยจะกล่าวถึงวงจรลักษณะของวงจรของดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512 โดยมี IC AL4005 เป็นตัวที่ใช้ควบคุมการทำงานของวงจรทั้งหมดและแสดงรูปบล็อกไดอะแกรมของวงจรดีมัลติเพล็กซ์โดยรวมและวิธีการเพิ่มชุดของวงจรดีมัลติเพล็กซ์ให้สามารถใช้งานได้สูงสุด 512 ช่อง

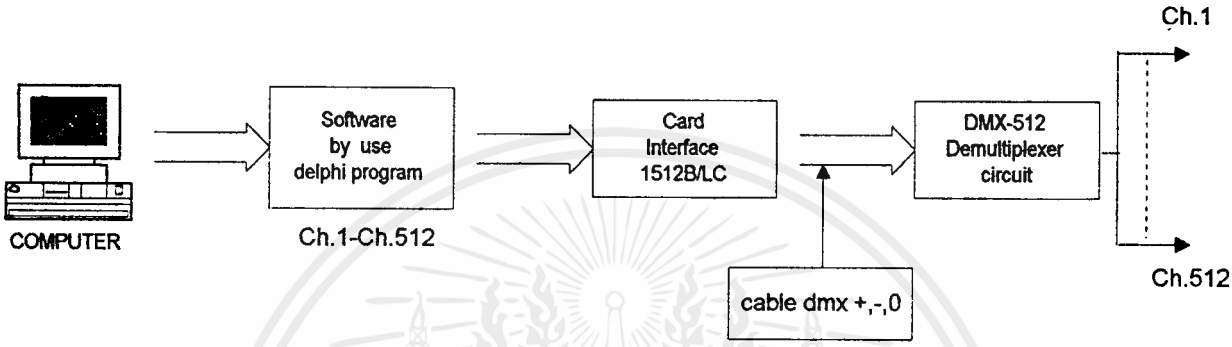
บทที่ 4 กล่าวถึงการออกแบบโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของDMX-512 ซึ่งจะอธิบายส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรมทั้งหมดที่ใช้ควบคุมการส่งสัญญาณตามมาตรฐาน DMX-512

บทที่ 5 กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของวงจรดิมัลติเพล็กซ์ แสดงรูปสัญญาณที่วัดตามจุดต่างๆของวงจรดิมัลติเพล็กซ์ DMX-512

บทที่ 6 บทสรุปและแนวทางในการพัฒนาโครงงาน จะเป็นการสรุปผลที่ได้จากทดลองปัญหาที่พบเจอในการทดลองรวมไปถึงการอธิบายวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆที่พบเจอในการทดลองและแนวทางในการพัฒนาโครงงานเพื่อให้สามารถที่จะนำไปประยุกต์ในการใช้งานจริงอย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ประกอบด้วยภาคผนวก ก. ซึ่งประกอบด้วยวงจรดีมัลติเพล็กซ์และลายปริ้นซ์ที่ใช้โครงงานนี้ ภาคผนวก ข. เป็นส่วนโปรแกรมควบคุมการทำงานและภาคผนวก ค. ซึ่งเกี่ยวกับข้อมูลของอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512



รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดะแกรมโดยรวมของโครงงาน DMX-512

1.1 หลักการทำงานเบื้องต้นของ DMX-512

จากรูปบล็อกไดอะแกรมที่ 1.1 จะเห็นได้ว่ารูปของสัญญาณที่ส่งนั้นจะใช้คอมพิวเตอร์เป็นส่วนในการควบคุมการทำงาน โดยเริ่มจากโปรแกรมที่เขียนโดยใช้โปรแกรมเดลไฟในการเขียนโดยมีช่องการใช้ควบคุมการทำงานทั้งหมด 512 ช่องในส่วนของตัวโปรแกรมจะมีส่วนของคำสั่งที่ใช้ในการเรียกใช้งานของการ์ดอินเตอร์เฟส 1512B/LC และที่การ์ดอินเตอร์เฟสนี้จะมีส่วนวงจรมัลติเพล็กซ์ วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อกและวงจรที่ใช้การดีโค้ดแอดเดรส จากนั้นสัญญาณที่ออกจากการ์ดอินเตอร์เฟส จะมีสัญญาณไฟออก 3 เส้น คือ +5 โวลท์ -5 โวลท์ และ 0 โวลท์ ซึ่งที่แรงดันไฟ 0 โวลท์ก็คือส่วนของกราวด์นั่นเอง และจากนั้นสัญญาณไฟ 3 เส้นนี้จะไปเข้าที่วงจรดีมัลติเพล็กซ์ ที่วงจรดีมัลติเพล็กซ์นี้จะมีไอซี AL4005 ที่เป็นส่วนสำคัญที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงานของวงจรทางดีมัลติเพล็กซ์ทั้งหมดและนอกจากนั้นยังมีวงจรแปลงสัญญาณแอดเดรสที่มาจากไอซี AL4005 ให้เป็นสัญญาณอนาล็อก และมีไอซีดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณทางเอาท์พุทให้เป็น 16 ช่องการใช้งาน ไอซี AL4005นี้สามารถที่จะให้เอาท์พุทได้สูงสุด 96 ช่องการใช้งาน ถ้าเราจะทำให้ทางเอาท์พุทนั้นมีช่องการใช้งานได้สูงสุด 512 ช่องการใช้งาน จะต้องใช้ไอซี AL4005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อแบบขนานกัน 6 ชุดจึงจะทำให้มีช่องการใช้งาน 512 ช่องตามต้องการซึ่งจะมีการอธิบายการต่อใช้งานในบทที่ 3 เรื่องวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512

1.2 ประโยชน์และการนำไปใช้งาน

1. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานเวทีต่างๆเช่น ในดิสโก้เธคที่มีโคมไฟที่ใช้งานหลายตัว โดยเราสามารถที่จะนำไปควบคุมโคมไฟแต่ละตัวให้ทำงานตามความต้องการได้

2.ในส่วนของการใช้งานนั้นเราสามารถที่จะบันทึกการใช้งานในแต่ละครั้งได้ โดยมีส่วนของเมนูเซฟ ที่สามารถบันทึกการใช้งานในแต่ละงานได้ โดยสามารถที่จะเซฟได้สูงสุดถึง 45 รูปแบบ ทำให้ใช้งานมีความสะดวกเป็นอย่างมากและสามารถช่วยลดเวลาในการปรับแต่งในแต่ละครั้ง ซึ่งสามารถที่จะเซฟลงหน่วยความจำ แล้วสามารถเรียกใช้งานได้เลย

3.ในส่วนของโปรแกรมนั้นมีส่วนของไฟกระพริบซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ในงานที่ต้องการรูปแบบของการใช้งานที่มากขึ้น เช่นในงานเทศกาลต่างๆที่ใช้หลอดไฟหลายๆดวง โดยเราสามารถทำให้เป็นไฟวิ่งหรือไฟกระพริบ ทำให้มีความสวยงามมากขึ้น

4. ใช้สำหรับควบคุมไฟในงานเวทีการแสดงละคร ภาพยนตร์ และการถ่ายทำละครในห้องสตูดิโอ

5. สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่ต้องระดับแสงสว่างไม่เท่ากัน เช่น ตามโรงงานต่างๆ จะมีส่วนของแผนกต่างๆที่ต้องการระดับแสงสว่างไม่เท่ากันโดยเราสามารถที่จะปรับระดับแรงดันได้จากโปรแกรมควบคุมการทำงานที่เขียน ซึ่งทำให้สามารถที่จะปรับระดับแรงดันได้ตามความต้องการตามลักษณะของงานที่ใช้แรงดันไฟที่ต่างกันไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี DMX-512

2.1 ลักษณะโปรโตคอลในการควบคุมแสงตามมาตรฐาน DMX-512

มาตรฐานของ DMX-512 ถูกออกแบบไว้เป็นมาตรฐานเพื่อใช้ในการควบคุมดิมเมอร์ (Dimmer) โดยจะใช้อุปกรณ์แผงควบคุมไฟ(LightingConsole)เป็นส่วนที่ควบคุมการทำงาน ซึ่งสัญญาณที่ออกจากแผงควบคุมไฟนี้จะถูกมัลติเพล็กซ์ เป็นสัญญาณดิจิตอลและถูกส่งออกไปเข้าทางภาคเอาท์พุทเพื่อดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณออกมาและนำสัญญาณที่รับได้นั้นไปควบคุมอุปกรณ์ได้ถึง 512 อุปกรณ์ ภายในเวลาเดียวกันในส่วนของอุปกรณ์ที่ถูกควบคุมโดยตัวแผงควบคุมไฟ ซึ่งภายในจะประกอบไปด้วย Scroller, non-dim relays, Ligting Moving, Graphical light ในปัจจุบันได้มีการพัฒนาระบบควบคุมโดยใช้คอมพิวเตอร์มาควบคุมแทน ตัวแผงควบคุมแสงไฟในระบบการส่งสัญญาณของระบบ DMX-512 จะส่งสัญญาณดิจิตอล ที่มีค่า 0 หรือ 1 ออกไปจากตัวแผงควบคุม อุปกรณ์ส่งสัญญาณออกเป็นสัญญาณดิจิตอลไปสู่อุปกรณ์ในภาครับ (ตัวอย่างเช่น ดิมเมอร์) แล้วทำการเปลี่ยนรหัสนั้นเป็นคำสั่งที่ใช้งาน(ตัวอย่างการใช้เครื่องดิมเมอร์เพื่อปรับไปสู่ระดับแรงดันต่างๆ กัน)

สัญญาณจะถูกส่งผ่านไปบนสาย 3 เส้นพร้อมๆกันซึ่งจะใช้สายเคเบิลชนิดเกลียว(Twist Pair)หรือการใช้คอนเนคเตอร์(Connector) ซึ่งตัวคอนเนคเตอร์ที่นำมาใช้มี 5 ขาเป็นแบบ XLR แต่สำหรับในมาตรฐานของ DMX-512 จะใช้ที่ ขา1,ขา2 และขา3 เท่านั้น

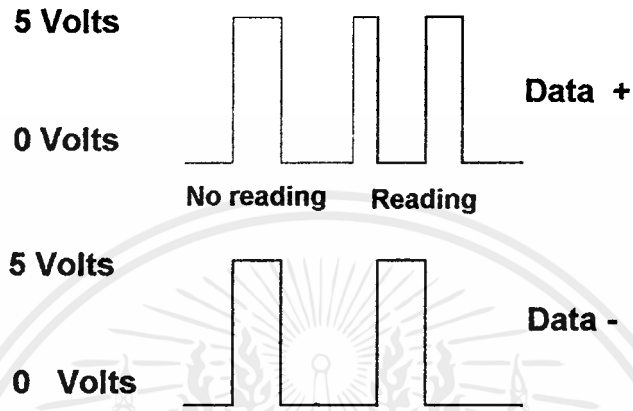
โดยที่ ขา 1 คือ ขาสัญญาณกราวด์ร่วมซึ่งมีค่าแรงดัน 0 โวลท์(PIN 1: Signal Common (Shield))

ขา 2 คือ ขาสัญญาณข้อมูลไฟลบ 5 โวลท์ (Signal Data -)

ขา 3 คือขาสัญญาณข้อมูลไฟบวก 5 โวลท์ (Signal Data +)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DMX-512



รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของสัญญาณข้อมูล DMX

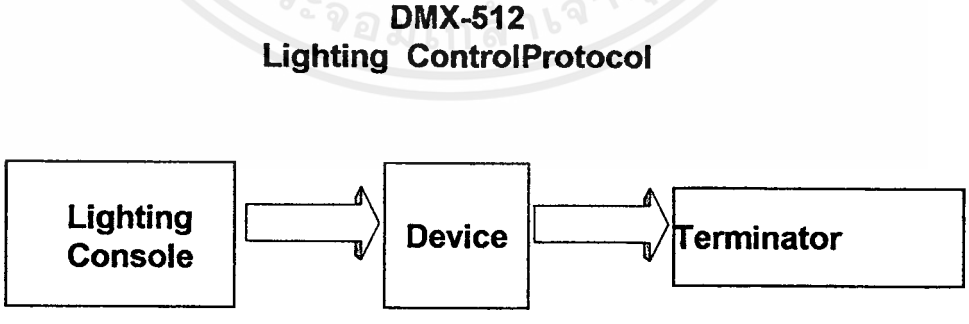
ที่ภาครับจะรับสัญญาณมาเพียง 2 เส้น คือที่ขา 2 และขา 3 แล้วจะทำการเปรียบเทียบระดับความแตกต่างของระดับแรงดันโดยใช้อุปกรณ์ออปแอมป์ในการเปรียบเทียบแรงดัน โดยแรงดันที่เพิ่มขึ้นบนสายนำสัญญาณจะถูกเปลี่ยนเป็นระดับต่างๆ ซึ่งที่เราพบเห็นโดยทั่วไปจะเป็นแบบดิฟเฟอเรนเชี่ยล(Differential)และสัญญาณที่ทำการเปรียบเทียบแล้วจะถูกเปลี่ยนรหัสเป็นสัญญาณดิจิตอล เมื่อสัญญาณทั้ง 2 เส้นไม่มีความแตกต่างของระดับแรงดันก็จะไม่มีการถอดรหัสเป็นสัญญาณดิจิตอลและถ้าเกิดมีการแทรกของสัญญาณอย่างบังเอิญเข้าไปบนสายนำสัญญาณแล้ว จะทำให้ไม่มีการตอบสนองต่อการส่งข้อมูลในระยะยาวเมื่อมีการเกิดการแทรกของสัญญาณเกิดขึ้นในสายส่งสัญญาณที่เป็นแบบสายคู่ความใกล้เคียงของสายทั้ง2 เส้นจะมีการแบ่งการเกิดการแทรกของสัญญาณในสายทั้งคู่ สัญญาณจะถูกส่งไปควบคุมอุปกรณ์ทั้ง 512 อุปกรณ์ อย่างต่อเนื่องและถูกส่งไปอย่างซ้ำๆตามทางไหลของข้อมูล ในการรับสัญญาณในส่วนของวงจรดีมัลติเพล็กซ์เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ สัญญาณที่ส่งมาจะมีการระบุตำแหน่ง(Address)กับหมายเลขตั้งแต่หมายเลข 1 ถึง 512 ซึ่งทางภาครับจะมีการตอบสนองข้อมูลที่ส่งมาซึ่งมีลักษณะเช่นเดียวกันและจะมีการกำหนดตำแหน่งของข้อมูลที่ส่งมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่อุปกรณ์ทางด้านรับคือส่วนของวงจรดีมัลติเพล็กซ์ จะวิเคราะห์เปรียบเทียบสัญญาณทั้ง 2 สัญญาณที่ส่งมาบนขา 2 และขา 3 เพื่อเปรียบความแตกต่าง หากสัญญาณที่สายเส้นหนึ่งเป็นระดับแรงดันที่ไต่ขึ้น(Voltage rise) อีกเส้นหนึ่งเป็นส่วนของแรงดันที่ตกลง(Voltage fall)ซึ่งจะทำให้เกิดความแตกต่างของสัญญาณขึ้น ต่อจากนั้นมันจะทำการแปลความหมายของสัญญาณดิจิตอล แต่ถ้าสัญญาณทั้ง 2 เหมือนกันก็จะไม่มีการแปลความหมายของสัญญาณดิจิตอล นั่นเอง

2.2 ลักษณะของสายเคเบิลที่ใช้ในการส่งสัญญาณ DMX-512

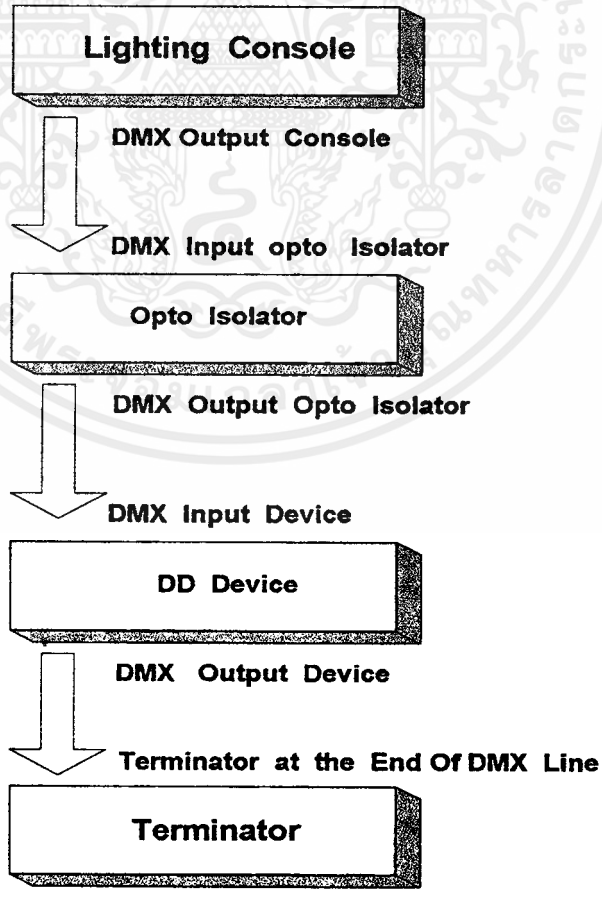
สายเคเบิลที่ใช้ในมาตรฐาน DMX-512 จะใช้สายเคเบิลชนิด EIA RS-422/485 ซึ่งใช้ในการส่งสัญญาณ DMX-512 โดยปกติแล้วในการต่ออุปกรณ์ที่รับสัญญาณมาจากตัวแผงควบคุมใช้วิธีต่อในลักษณะเป็นลำดับกันไปตามลำดับเหมือนกับโซ่ ซึ่งมีวิธีการต่อจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งถัดไป ในการส่งสัญญาณนั้นจะเริ่มต้นจากตัวแผงควบคุมและในการติดตั้งอุปกรณ์ในภาคสุดท้ายของ DMX จะใช้ความต้านทาน(Resister)ต่อที่จุดปลายของสายของ DMX ในการติดตั้งตัวความต้านทานนี้จะมีผลดีก็คือจะเป็นการลดผลกระทบที่เกิดจากการที่สัญญาณสะท้อนกลับ ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดสัญญาณผิดเพี้ยนหรือที่เราเรียกว่า สัญญาณ Error ในสัญญาณDMXได้ ซึ่งค่าของความต้านทานในตัวความต้านทาน ซึ่งเราจะต้องมีการเลือกใช้ค่าความต้านทานให้ถูกต้อง โดยการที่ดูจากชนิดของสายเคเบิลเป็นหลัก ซึ่งในอุปกรณ์บางตัวอาจจะมีการเลือกใช้ตัวความต้านทานที่ภาคสุดท้ายของมันเองที่ปลายของสายเคเบิล



รูปที่ 2.2 แสดงแผนผังของ DMX-512 ที่ต่อความต้านทานที่ปลายทางต่อจากอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแยกสายเคเบิลออกเป็นหลายๆเส้น สัญญาณ DMX จะผ่านไปยังอุปกรณ์ที่ใช้ในการทวนสัญญาณ(Opto-repeater) โดยตัวอุปกรณ์ทวนสัญญาณจะทำการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าไปเป็นสัญญาณแสง นอกจากนี้การแบ่งสายสัญญาณหลายๆเส้นยังเป็นการป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นจากแรงดันที่สูงเกินไปเนื่องจากการเกิดเหตุขัดข้องในระหว่างการเดินทางของสัญญาณไปในเครือข่ายในสายเคเบิลเมื่อสัญญาณนั้นไปถึงภาครับ ทางภาครับนั้นจะมีวงจรที่ใช้ในการทวนสัญญาณเริ่มต้นของสัญญาณข้อมูล DMX ที่ส่งมาจากทางแผงควบคุมทางภาคส่งและจะส่งสัญญาณที่รับมานั้นไปสู่ทางเอาท์พุท ข้อมูลทางอินพุทนั้นจะมีการสร้างใหม่ทางเอาท์พุทตลอดเวลาที่สัญญาณมาถึงที่ทางภาครับและจะมีวงจรสำหรับกำจัดความเพี้ยนของสัญญาณที่เกิดขึ้น ซึ่งสัญญาณ DMX ที่ผ่านออกทางเอาท์พุทจากอุปกรณ์ทวนสัญญาณนั้นจะมีความแรงของสัญญาณที่เท่ากันกับสัญญาณที่ออกจากแผงควบคุมทางภาคส่ง



รูปที่ 2.3 แสดงรูปโครงสร้างโดยทั่วไปของ DMX ที่มีการต่ออุปกรณ์ทวนสัญญาณ

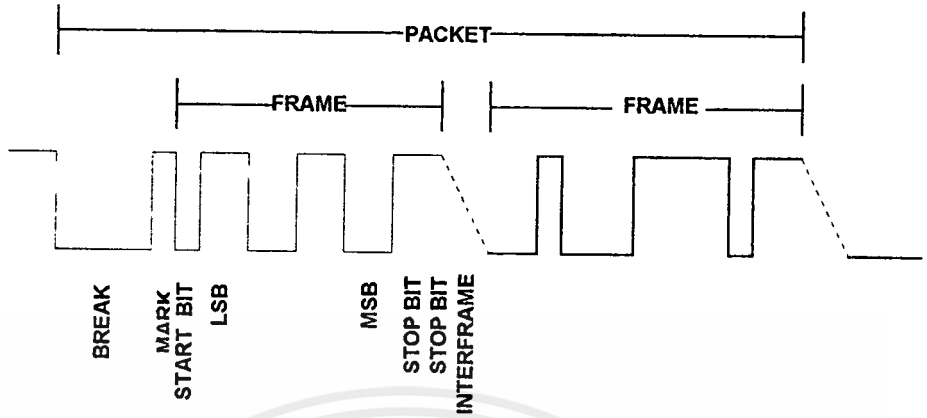
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 รูปแบบคุณลักษณะของสัญญาณ DMX-512

มาตรฐานของสัญญาณDMX-512 นั้นมีพื้นฐานของระบบการสื่อสารของสัญญาณในรูปแบบของสัญญาณอะซิงโครนัสในลักษณะการต่อแบบอนุกรม ซึ่งคุณลักษณะทั้งหมดทางไฟฟ้าของสัญญาณDMX-512 จะมีมาตรฐานของสัญญาณที่ส่งตรงกับพอร์ตอนุกรมมาตรฐานEIA-485 ซึ่งมีลักษณะแรงดันที่โหนดร่วมอยู่ช่วงระหว่าง -7 โวลท์ ถึง +12 โวลท์ ซึ่งในระบบของมาตรฐาน DMX-512 มีรูปแบบมาตรฐานในการส่งข้อมูล DMX ซึ่งประกอบของสัญญาณในมาตรฐาน DMX-512 ประกอบไปด้วยอัตราการส่งข้อมูล รูปแบบของข้อมูลที่สามารถใช้ได้กับชนิดของเคเบิลและตัวของคอนเนคเตอร์(Connector)ที่ใช้งาน มาตรฐานของ DMX-512 ที่แสดงในอุปกรณ์ 2 ชนิดก็คือ ตัวของแผงควบคุมและตัวของดิมเมอร์ ตัวของแผงควบคุมจะทำการส่งข้อมูลสัญญาณ DMX และตัวดิมเมอร์หรือที่ทางภาครับจะเป็นตัวรับข้อมูลเหล่านั้นไว้ ในส่วนนี้มันจะไม่มีการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นและจะไม่มีการรับรองข้อมูลที่ถูกรับไว้ ในการใช้งานจริงนั้นจะต้องมีการบำรุงรักษาสายเคเบิลสัญญาณที่ใช้งานอยู่เสมอ เพื่อที่จะทำให้อัตราการส่งสัญญาณข้อมูล DMX นั้นเป็นไปอย่างต่อเนื่องโดยตลอดและไม่มีความผิดพลาดของสัญญาณเกิดขึ้นภายในสายเคเบิล ในการส่งสัญญาณข้อมูลของ DMX จะสามารถส่งสัญญาณข้อมูลได้ที่ความเร็วสูงสุดถึง 250,000 บิทต่อวินาที ที่อัตราการส่งสัญญาณข้อมูลนี้ที่ค่าสูงสุดของช่องสัญญาณแต่ละช่องของช่องสัญญาณ DMX ทั้ง 512 ช่องนั้น จะสามารถเพิ่มอัตราการส่งสัญญาณข้อมูลได้ถึง 44.11 ครั้งในหนึ่งวินาที

ตัวดิมเมอร์หรือที่ทางภาครับ สัญญาณที่รับได้จะถูกเรียงลำดับสัญญาณDMX ตามอัตราการส่งสัญญาณข้อมูลที่สูงๆได้ แต่อย่างไรก็ตามปกติมาตรฐานของ DMX-512 ไม่ต้องการที่จะส่งข้อมูลที่อัตราความเร็วสูงโดยที่ตัวแผงควบคุมจะส่งข้อมูลด้วยอัตราการส่ง 250,000 บิทต่อวินาทีและในการส่งสัญญาณข้อมูลของ DMX-512 นี้จะส่งในรูปของแพ็กเกตข้อมูล DMX ซึ่งจะส่งเป็น 1 แพ็กเกต ต่อ วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



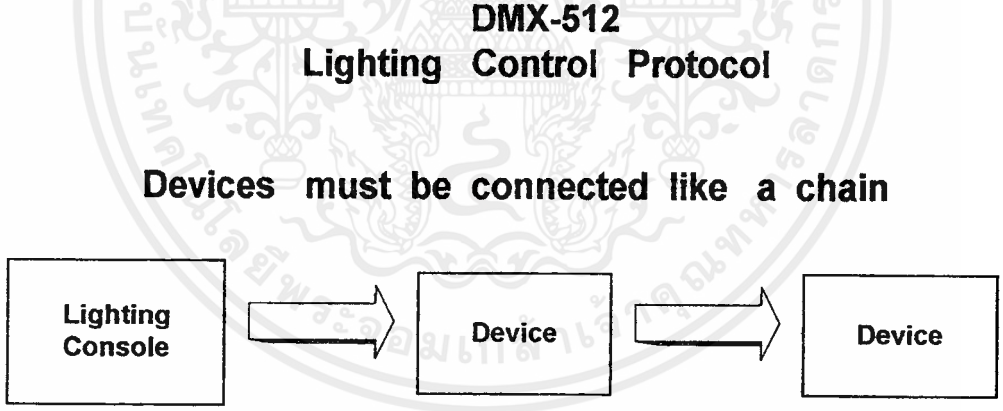
รูปที่ 2.4 แสดงรูปแบบของสัญญาณที่ใช้ในการส่งสัญญาณ DMX-512

สัญญาณที่ทางแผงควบคุมส่งมาจะอยู่ที่จุดเริ่มต้นของข้อมูลของดิมเมอร์ ซึ่งสัญญาณนี้เรียกว่าสัญญาณเบรค(Break)ซึ่งในส่วนของสัญญาณเบรคนี้จะประกอบไปด้วย ระดับสูง(High)หรือระดับต่ำ (Low) และที่ค่าเวลาน้อยที่สุดของสัญญาณเบรคจะมีค่าอยู่ที่ค่าเวลา 88 มิลลิวินาทีและค่าเวลาที่มากที่สุดที่เวลา1 วินาที ถัดจากช่วงค่าเวลาของสัญญาณเบรคก็จะเป็นสัญญาณมาร์ค(Mark) ข้อมูลDMX ที่เป็นเฟรมจะมีจำนวนบิทอยู่ 11 บิท ซึ่งบิทที่ 1 คือบิทของสัญญาณข้อมูลเริ่มต้นที่มีค่าบิทของสัญญาณอยู่ในระดับที่ต่ำ บิทที่ 2 ถึงบิทที่ 9 เป็นบิทของข้อมูล และจะเรียงลำดับจากบิทที่มีความสำคัญน้อยมากไปหาบิทที่มีความสำคัญมากขึ้นตามลำดับ บิทที่ 10 และบิทที่ 11 คือบิทหยุดของข้อมูลสัญญาณ DMX-512 ที่มีค่าระดับของสัญญาณเป็นระดับต่ำและในแต่ละเฟรมที่จุดสุดท้ายจะมีค่าเวลาของสัญญาณเป็น 44 มิลลิวินาที(Millisecond) ที่เฟรมแรกในทางไหลของข้อมูลจะเป็นโค้ด(Code)เริ่มต้นของสัญญาณที่ใช้งานไม่ได้ ซึ่งจะเป็นตัวบอกถึงลักษณะของอุปกรณ์ DMX ว่าข้อมูลที่ส่งมาเป็นสัญญาณข้อมูลของอุปกรณ์ตัวใด สัญญาณข้อมูลของ DMX-512จะมีลักษณะของเฟรมข้อมูลที่เป็นไปตามลำดับดังแสดงในรูปที่ 2.6 สัญญาณข้อมูลของ DMX จะเป็นเลขขนาด 8 บิท ซึ่งถ้าคิดเป็นเลขจำนวนเต็มก็จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 255 ซึ่งมาตรฐาน DMX-512 จะยอมให้มีข้อมูลในการส่งได้สูงสุดถึง 512 ข้อมูลในเฟรม โดยที่สัญญาณจะเริ่มต้นที่โค้ดเริ่มต้น(Start Code)และที่ตัวแผงควบคุมจะสามารถส่งสัญญาณข้อมูลได้ 2-3 ข้อมูลตามที่มันต้องการ

ในมาตรฐานของDMX-512 จะแสดงชนิดของสายเคเบิลและตัวคอนเนคเตอร์ที่ใช้ สำหรับในงานทั่วๆไปแล้วสายเคเบิลจะใช้สายแบบสายตีเกลียวคู่(Twist Pair)และที่ตัวคอนเนคเตอร์ก็จะมีรูปแบบคือเป็นแบบที่มี 5 ขา แบบXLR ซึ่งสัญญาณข้อมูลจะถูกส่งออกไปโดยทันทีโดยที่ตัวของคอนเนคเตอร์ตัวเมีย(ตัวที่ต่อออกจากแผงควบคุม)และสัญญาณจะถูกรับไว้โดยใช้ตัวคอนเนคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวผู้ (เป็นตัวที่ต่อเข้าที่ทางภาครับหรือวงจรดีมัลติเพล็กซ์) ในการต่อใช้งานไม่ควรมีจุดที่ต่อใช้งานมากกว่า 32 จุดที่จะสามารถที่จะติดตั้งได้ภายในเครือข่ายและจะต้องมีอุปกรณ์ทวนสัญญาณติดตั้งไว้ในเครือข่ายด้วย ความยาวของสายเคเบิลที่ใช้งานกันโดยทั่วไปจะใช้ความยาวสูงสุดที่ 1000 เมตร แต่สำหรับในการติดตั้งตัวอุปกรณ์ทวนสัญญาณนี้ ควรจะวางไว้ในตำแหน่งระหว่างความยาว 1000 เมตรที่กำหนดไว้ และสำหรับในการต่อสายเคเบิลที่ใช้งาน ที่ตัวคอนเนคเตอร์ตัวเมียที่ ขา1 จะถูกต่อไว้ที่กราวด์หรือที่เรียกสาย Shield ของสายเคเบิล ที่ขา 2และขา 3 จะถูกต่อเป็นลักษณะของ 1 คู่ของสายสัญญาณข้อมูล ที่ขา 4 และ ขา 5 จะถูกต่ออยู่ในคู่อื่น ที่ขา 2 ก็คือขาที่ต่อแรงดันลบ (-Ve)และที่ขา 3 จะต่อแรงดันบวก(+Ve) สำหรับขา 4 และขา 5 โดยทั้ง 2 ขาสามารถที่จะเลือกต่อได้ตามความต้องการ โดยเราสามารถที่จะลิงค์(Link) ข้อมูลกับ Compliment และไดร์ฟที่ DMX ที่ ปลายทางของ DMX-512 ควรจะต่อค่าความต้านทานค่า เท่ากับ 120 โอห์มเข้าไป ระหว่างข้อมูลทีละคู่ที่จุดปลายของอุปกรณ์และจะต่อกันในลักษณะเป็นลูกโซ่



รูปที่ 2.5 แสดงลักษณะในการต่ออุปกรณ์ในลักษณะลูกโซ่

พื้นฐานในการใช้งานของมาตรฐานDMX–512 ได้รับความสนใจเป็นอย่างมากสำหรับเทคโนโลยีทางด้านแสงในปัจจุบัน ซึ่งโปรโตคอลของมาตรฐานDMX-512 เราสามารถที่จะควบคุมอุปกรณ์ได้พร้อมกันถึง 512 อุปกรณ์ในแต่ละช่องในเวลาเดียวกัน โดยสัญญาณข้อมูลจะถูกส่งไปในสายส่งสัญญาณในลักษณะเป็นแบบอนุกรม มาตรฐานDMX-512 เป็นมาตรฐานที่มีการนำมาใช้กันอย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับแสง โดยที่โปรโตคอลของ DMX –512 จะมีเอฟพีเอฟ(FPF)เป็นบริษัทที่ช่วยสนับสนุนพื้นฐานทางด้านฮาร์ดแวร์และในขณะเดียวกันถ้าในกระบวนการในมาตรฐานของDMX-512 ที่มีแต่ส่วนของฮาร์ดแวร์อย่างเดียวในการทำงานซึ่งจะไม่มีความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพียงพอต่อการทำงานได้อย่างสมบูรณ์ โดยที่บริษัทเอฟพีเอฟจะมีการรวมเอาเทคโนโลยีของ DMX-512 กับเทคโนโลยีของสิ่งต่างๆเข้าด้วยกัน โดยการปล่อยผลิตภัณฑ์ไปสู่ตลาดการค้าพีซี เพื่อเป็นการเปิดโอกาสในการพัฒนาผลิตภัณฑ์นานาชนิด

2.4 ลักษณะโดยทั่วไปและประโยชน์ ของพีซี DMX T1 และพีซี DMX R1/2

2.4.1 สามารถที่จะควบคุมช่องสัญญาณได้ถึง 512 ช่อง

2.4.2 ยอมรับโปรโตคอลของ DMX-512 แบบเต็ม

2.4.3 เครื่องรับ DMX-512 ISA Bus

2.4.4 ไม่มีปัญหาเกี่ยวเรื่องของเวลาในตัว ซอฟแวร์ และเฟรมเลื่อนใน DMX-512

2.4.5 ตำแหน่งของแผนผังในหน่วยความจำ

2.4.6 ใช้เวลาในการพัฒนา ซอฟแวร์ ลดลง

2.4.7 ลดเวลาที่ตลาดมีให้กับผู้พัฒนาซึ่งมีประโยชน์ในด้านการแข่งขัน

2.4.8 ออกแบบการผลิตได้ง่าย

2.4.9 ลดค่าใช้จ่ายทางด้าน ฮาร์ดแวร์

2.4.10 มีความสามารถหลายด้านในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เสนอโดยวงการ PC

2.4.11 บนบอร์ด(Board) เป็นแบบ Fast Dual Part Ram ที่ใช้สำหรับในการเก็บข้อมูลเพื่อทำให้ข้อมูลในDMX-512 มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

สำหรับในเครื่องส่งพีซีDMX T1 ของทางบริษัทFPF มีลักษณะที่สำคัญคือจะมีอัตราการรีเฟรชข้อมูลที่สูงสุด สัญญาณข้อมูลที่ถูกส่งไปในหมายเลขช่องของ DMX-512 จะมีการทวนสัญญาณข้อมูลซ้ำในระหว่างการส่งสัญญาณข้อมูลและทางบริษัทเอฟพีเอฟที่ผลิตเครื่องรับพีซี DMX R1/2 มีลักษณะที่สำคัญก็คือเป็นมาตรฐานที่ได้มีการยอมรับในมาตรฐานของDMX-512ปี 1986 มีการตรวจสอบเฟรมข้อมูลที่ผิดพลาดของ DMX-512 นอกจากนี้ยังมีระบบการป้องกันข้อมูลที่ไม่ถูกต้องและรีจีสเตอร์สถานะที่ผิดพลาดทั้งหมดในฮาร์ดแวร์ รวมทั้งโค้ดเริ่มต้นทั้งหมดของ DMX จะถูกซัพพอร์ตไว้ มีการทำให้โค้ดเริ่มต้นทางภาครับเกิดการปราศจากเฟรมที่ไหลลื่นและการเข้าถึงในการควบคุมรีจีสเตอร์เพื่อใช้ในการขยายขอบข่ายของมาตรฐาน DMX-512

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ขอบเขตการประยุกต์การใช้งานของมาตรฐาน DMX-512

2.5.1ใช้ในการรวมและควบคุมแสงในสตูดิโอ(Studio Lighting)

2.5.2ใช้ในการรวมและควบคุมเกี่ยวกับทางด้านสถาปัตยกรรม

2.5.3 DMX-512 ที่ทำหน้าที่เสมือนเป็นแผงควบคุม

2.5.4 ใช้ในระบบควบคุมในตู้สาขาในชุมสายโทรศัพท์(PABX/Telephone)

2.5.5 ใช้เชื่อมต่อกันภายในพื้นที่ และเครือข่ายพื้นที่ที่กว้าง (Wide Area Network)

ตัวอย่างเช่น ในระบบเครือข่ายของ อีเทอร์เนต(Ethernet) และ โทเคนริง(Token ring)

2.5.6 สามารถใช้ในการเชื่อมต่อไปสู่ ระบบแลน(LAN=Local Area Network)แบบที่ไร้สาย ตัวอย่างเช่น เอสอโลฮา(S-Aloha) และ เสปคตรัม(Spectrum)

2.5.7 ใช้ในการการควบคุมมอเตอร์ ซึ่งสามารถทำการควบคุมด้วยความถูกต้องและแม่นยำ (ตัวอย่างเช่น 8,16,32 บิท เป็นต้น)

2.5.8 ใช้ในการรวมเข้ากันกับอุปกรณ์มัลติมิเดียร์วีอาร์(Multi-media VR)

2.6 ลักษณะทางกายภาพของมาตรฐาน DMX-512

สัญญาณข้อมูลในมาตรฐาน DMX-512 ในระหว่างอุปกรณ์ การส่งและการรับจะถูกแปลโดยอุปกรณ์ทางภาครับและภาคส่งที่ถูกแสดงในรูปของแพ็คแกตข้อมูล โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้า ซึ่งจะใช้สัญญาณดิจิตอล 1 หรือ 0 ส่งออกจากแผงควบคุม ซึ่งสัญญาณที่ส่งไปนั้นจะถูกเชื่อมต่อกันโดยใช้พอร์ตอนุกรมมาตรฐาน EIA485 แต่เรามักจะเคยชินในชื่อของ RS485 มากกว่า ซึ่งมาตรฐาน RS485 นั้นจะมีความแตกต่างจาก RS232 ตรงที่พอร์ตข้างหลัง ในระบบงานซึ่งมีการวัดในแบบพิเศษนั้นจะมีพอร์ตใน RS485 สำหรับใช้ในกระบวนการควบคุมงาน แต่สำหรับในรูปแบบในการสื่อสารในพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS485และพอร์ตอนุกรม RS232 จะมีรูปแบบที่แตกต่างกันมากที่เดียว ซึ่งเราสามารถเปรียบเทียบความแตกต่างของรูปแบบของพอร์ตอนุกรมRS485และRS232ได้กับการใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษอย่างเดียวกันแต่เพื่อเขียน 2 ภาษาที่แตกต่างกัน

ในมาตรฐานของ RS485 จะใช้สาย 2 หรือ 3 เส้น เพื่อส่งสัญญาณดิจิตอล ในแบบระดับสูง(HI) หรือ ระดับต่ำ(LO)คือ

1. สายสัญญาณแรงดันบวก(+S)
2. สายสัญญาณแรงดันลบ (-S)
3. สายสัญญาณศูนย์หรือสายกราวด์(0 V)

ซึ่งเราสามารถอธิบายรูปแบบของสัญญาณที่ส่งออกจากพอร์ตอนุกรม RS485 คือ

-สัญญาณดิจิตอล 1 จะถูกส่งออก เมื่อสายแรงดันบวก มีศักย์สูงกว่าแรงดันลบ

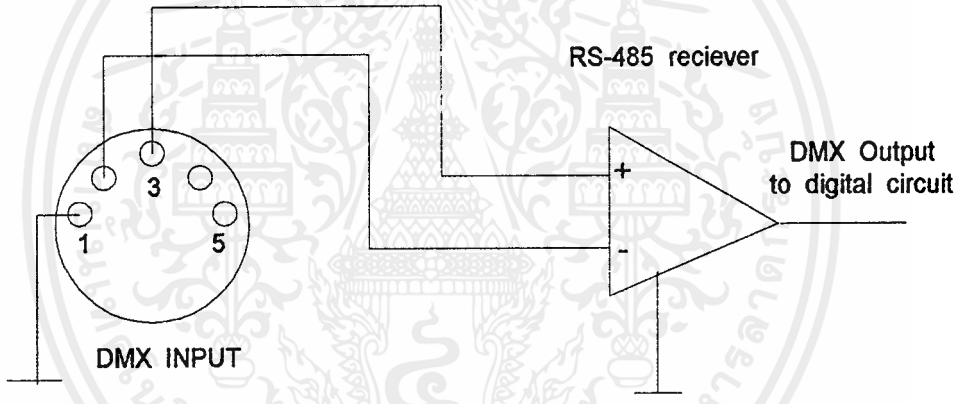
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-สัญญาณดิจิตอล 0 จะถูกส่งออก เมื่อ สายแรงดันบวก มีศักย์ต่ำกว่าสายแรงดันลบ

เช่น ในการสัญญาณดิจิตอลระดับ 1 ที่สายแรงดันบวกนั้นจะมีค่าแรงดันของสายที่ +5 V และสายที่เป็นแรงดันลบจะมีค่าระดับแรงดันของสายที่ –5 V

ในการส่งสัญญาณดิจิตอล 0 ที่สายที่เป็นแรงดันบวกนั้นจะมีค่าแรงดันที่สายเท่ากับ –5 V และสาย แรงดันลบ จะมีค่าแรงดันที่สาย เท่ากับ +5 V

-ความแตกต่างระหว่างข้อมูลในสาย 2 เส้น ไม่ใช่ความความแตกต่างของแรงดันในสายแต่ละเส้น สายกราวนด์ในพื้นที่บางแห่งไม่จำเป็นต้องมีก็ได้ในการติดตั้ง EIA485ในงานบางแห่งสำหรับระดับความต่างศักย์หรือระดับแรงดันสูงหรือต่ำที่ใช้ในมาตรฐานของการเชื่อมพอร์ตอนุกรม RS485 ในบางครั้งใช้แรงดันได้ถึงขนาดแรงดันที่+12 V(วัดโดยเทียบกราวด์)หรือต่ำสุดที่ -7 V (วัดโดยเทียบกราวด์)



รูปที่ 2.6 รูปแสดงลักษณะการใช้พอร์ตอนุกรม RS-485 ในการส่งสัญญาณ

สำหรับในพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน EIA458 หรือ RS485 ควรจะใช้ที่แรงดันต่ำสุดที่200 มิลลิโวลท์ หรือประมาณเท่ากับ 1 ใน 5 ของแรงดันทั้งหมด ซึ่งสิ่งที่จำเป็นก็คือการควบคุมโหนดร่วมโดยทั่วไป ซึ่งเป็นการควบคุมความสัมพันธ์ของความแตกต่างของแรงดันระหว่างสาย 2 เส้น ซึ่งในการควบคุมแรงดันของสายนำสัญญาณถือเป็นสิ่งที่สำคัญมากและส่วนที่ถูกใช้อย่างบ่อยๆในการส่งสัญญาณ DMX ก็คือในส่วนสายกราวด์ สายเคเบิลที่ใช้ในการส่งสัญญาณข้อมูลซึ่งจะมีสายชิลด์ที่ทำหน้าที่เสมือนเป็นกราวด์ของสายสัญญาณ สายชิลด์หรือสายกราวด์มีประโยชน์อยู่ 2 อย่าง คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

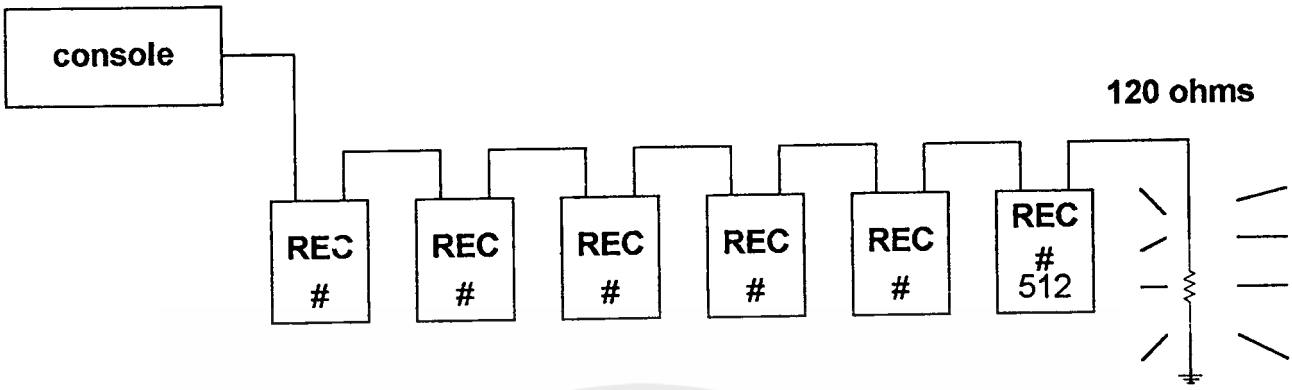
1. เป็นการช่วยป้องกันสัญญาณรบกวนที่อาจจะเกิดขึ้นกับสายส่งสัญญาณข้อมูลทั้ง 2 เส้น และที่จะเกิดขึ้นในเฟสเดียวกัน

2. ข้อมูลที่ถูกส่งออกจากทางแผงควบคุมที่แรงดันบวกหรือลบ 5 โวลท์ แล้วสัญญาณข้อมูลที่ส่งไปผ่านไปได้ไม่ดี ความต้านทานของสายเคเบิลทั้งคู่ที่ใช้นั้นจะต้องให้มีค่าความต้านทานเท่ากันที่สายส่งสัญญาณข้อมูลทั้ง 2 เส้น ซึ่งก็หมายความว่าถ้ามันมีแรงดันตกลงมาที่บวกหรือลบ 100 มิลลิโวลท์และที่ทางเครื่องรับหรือวงจรดีมัลติเพล็กซ์จะมีส่วนของวงจรที่ใช้ในการป้องกันความแตกต่างของสัญญาณข้อมูลสายทั้ง 2 เส้น ซึ่งทำให้ข่าวสารข้อมูลจะสามารถผ่านออกไปที่ทางเอาท์พุทได้ ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะว่าสัญญาณความแตกต่างของข้อมูลที่ระดับแรงดัน 200 มิลลิโวลท์ จะมีค่าคงที่ที่จุดหนึ่งนั่นเอง

2.7 วิธีการในการต่อความต้านทานในเครือข่าย DMX-512

ที่ทางภาคเอาท์พุทของ มาตรฐาน DMX-512 ซึ่ง USITT DMX-512 กำหนดให้ทำหน้าที่เป็นเครื่องส่ง เช่นที่แผงควบคุม ส่วนของโปรแกรมหรือซอฟแวร์และอื่นๆ ซึ่งมีความจุของไดร์ฟสูงถึง 32 หน่วย(Units) เช่น สแกนเนอร์ ดิมเมอร์ อุปกรณ์ในการปรับแต่ง หรือ อื่นๆ ซึ่งในระบบของมาตรฐาน DMX-512 จะใช้การต่อแบบอนุกรมทั้งในส่วนของทางภาคอินพุทและทางภาคเอาท์พุทของDMX-512 ซึ่งตามปกติแล้วที่อุปกรณ์ที่เกี่ยวกับทางด้านงานที่เกี่ยวกับเสียงนั้น จะมีลักษณะที่เป็นในทางตรงกันข้ามกับอุปกรณ์ทางด้านแสง สำหรับที่ภาคเอาท์พุทหรือ DMX เอาท์พุท นั้นตัวคอนเนคเตอร์ที่ใช้งานนั้นจะเป็นตัวเมียเสมอและที่ภาคอินพุทนั้นที่ตัวคอนเนคเตอร์จะเป็นตัวผู้เสมอ ในงานที่เราขับที่มีมากกว่า 32 หน่วย โดยเราจะต้องนำตัวสปลิตเตอร์(Splitter)หรือตัวแยกสัญญาณมาใช้งาน โดยที่ตัวของสปลิตเตอร์จะประกอบไปด้วยตัวคอนเนคเตอร์อินพุทและตัวคอนเนคเตอร์เอาท์พุท ที่ตัวคอนเนคเตอร์ของทาง DMX เอาท์พุทแต่ละตัวจะสามารถขับได้ถึง 32 หน่วย ในแต่ละตัวของ 32 หน่วยควรจะต้องใช้ร่วมกับเครื่องรับที่ใช้มาตรฐาน EIA485 ที่มีลักษณะที่ใช้งานร่วมกันได้ แต่ถ้าในบางหน่วยจะถูกเจาะจงการโหลดอัพ(Load up)ในสายมากกว่า ซึ่งในหน่วยที่น้อยกว่าก็จะมีการถูกใช้ในสายนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงวิธีการต่อความต้านทานในเครือข่าย DMX-512

อุปกรณ์ในการสื่อสารข้อมูลที่เหมือนกันทั้งหมด จะต้องมีตัวต้านทานที่ต่อไว้ทางปลายทางออกและค่าของความต้านทานที่ใช้งานต้องใช้ค่าที่เหมาะสมในการต่อ โดยปกติทั่วไปค่าของความต้านทานที่ถูกใช้จะใช้ค่าเท่ากับ 1200 โอห์ม ค่ากำลังเท่ากับ 0.25 วัตต์ ซึ่งความต้านทานนี้จะถูกเชื่อมต่อที่ระหว่างขา 2 และ ขา 3 ของคอนเนคเตอร์ 5ขาแบบ XLR ซึ่งเป็นภาคสุดท้ายบนสายสัญญาณ ถ้าเกิดเราไม่ทำตามขั้นตอนนี้ก็จะทำให้สัญญาณข้อมูลที่ส่งไปทางเอาท์พุท เกิดการสะท้อนกลับลงมาสู่สาย สัญญาณข้อมูลที่ถูกสะท้อนกลับนี้จะเป็นสาเหตุให้การส่งข้อมูลบนสายส่งข้อมูลเกิดการผิดพลาดได้และเป็นสาเหตุให้การเคลื่อนย้ายของสัญญาณบนสายเคเบิลผิดพลาดหรือเกิดการกระพริบขึ้น ซึ่งความต้านทานที่ถูกต่อที่ทางปลายทางจะดูดคลื่นที่ปลายทางเป็นผลให้ข้อมูลไม่ถูกสะท้อนกลับคืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.1 แสดงคุณสมบัติและชนิดของสายเคเบิลที่ใช้งานต่างๆ

Make	Type No	Gavge	Insulation	Temperature
Belden	8227	20	PVC	80
Belden	9182	22	PVC	60
Belden	9271	25	PVC	60
Belden	9207	20	PVC	75
Belden	9841	24	PVC	80
Belden	1162A	20	PVC	80
Proplex	PC222T	22	PVC	100
Proplex	PC222P	22	Polyyurethan	100
Alpha	9816	18	Polyyurethan	80
Alpha	9817	20	Polyyurethan	80
Alpha	9818	20	Polyyurethan	80
Alpha	9823	22	Polyyurethan	80
Alpha	9821	25	Polyyurethan	80

เทอร์มิเนต(Terminate) คือที่จุดปลายทางของ DMX–512 มีความจำเป็นอย่างมากที่เราจะต้องทำการควบคุมจุดซึ่งอยู่ที่ปลายทางของระบบ DMX-512 ซึ่งสาเหตุของความบกพร่องหรือความเสียหายต่างๆส่วนใหญ่มีสาเหตุมาจากความไม่ถูกต้องหรือความผิดพลาดที่ปลายทาง

2.8 การสะท้อนกลับของสัญญาณมาตรฐาน DMX-512

สัญญาณตามมาตรฐานของDMX-512 จะมีส่วนประกอบทางไฟฟ้าอยู่ในย่านความถี่วิทยุ (Radio Frequency(RF))ซึ่งสายเคเบิลที่นำพาความถี่วิทยุเราเรียกว่าทรานสมิสชั่นลายน์ (Transmission Line)และมีลักษณะพิเศษที่เกี่ยวกับสายทรานสมิสชั่นลายน์ ซึ่งบรรยายเกี่ยวกับว่าเกิดอะไรขึ้นเมื่อสัญญาณได้เดินทางไปในสายเคเบิล(ที่ความเร็วเกินคลื่นของแสง)แล้วเมื่อสัญญาณถูกดึกลับที่ปลายสายของสายเคเบิล ซึ่งพลังงานจะถูกดูดกลืนที่สายเคเบิลและการดูดกลืนพลังงานจะเกิดขึ้นสูงสุด ซึ่งในที่นี้เราจะใช้ตัวความต้านทานมาแมชชิ่ง(Matching Impedance)โดยที่ปลายสายของสายเคเบิลนั้น ตัวต้านทานจะต่อคร่อมสายข้อมูล คุณลักษณะในสายเคเบิลของระบบDMX-512 ควรจะมีคุณลักษณะทาง อิมพีแดนซ์(Impedance)ที่มีค่าเท่ากับ 120 โอห์ม(ค่าความต้านของใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

36890

มาตรฐาน DMX-512 ควรจะมีค่าอยู่ระหว่าง 100 โอห์ม จนถึง 120 โอห์ม ก็เพียงพอ) แต่ค่าความต้านทาน 120 โอห์ม ปกติเราจะเจาะจงใช้ในการต่อที่ปลายทางของ DMX-512

สัญญาณข้อมูลที่เดินทางผ่านเข้าไปในสายเคเบิล จะมีความเร็วคร่าวๆประมาณเท่ากับ60 เปอร์เซนต์ของความเร็วแสง ถึงแม้ว่าสัญญาณข้อมูลที่ส่งไปจะมีความเร็วสูงมากก็ตามแต่สัญญาณข้อมูลที่เดินทางไปในสายเคเบิลจะมีลักษณะที่ไม่เป็นสัญญาณชั่วขณะ ข้อมูลที่ใช้ใน DMX-512 จะใช้สัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณที่ใช้ในการส่งข้อมูล ในแต่ละสัญญาณดิจิตอลจะถูกวางบนเส้นสายส่งสัญญาณที่เวลา 4 ไมโครวินาที ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับสัญญาณที่ค่าของสัญญาณดิจิตอลครึ่งหนึ่งของที่ค่าเวลา 4 ไมโครวินาที ก็คือเวลาที่ 2 ไมโครวินาทีนั่นเอง สัญญาณจะสามารถเดินทางไปและกลับได้ระยะทางประมาณ 590 ฟุตของความยาวสายเคเบิลทั้งหมด ดังนั้นถ้าอุปกรณ์มีการวางบนสายเคเบิลดังที่ได้กล่าวมาแล้ว มันจะได้สัญญาณสะท้อนกลับเหมือนกับสัญญาณในช่วงแรกและจะทำให้มองเห็นเป็น 2 หมายเลข ในการส่งสัญญาณในแต่ละครั้งซึ่งจะเป็นผลให้สัญญาณรวมกันอย่างยุ่งเหยิง

ในปัญหาของDMX-512 จะต้องทำการควบคุมค่าต่างๆมีความถูกต้องโดยเฉพาะที่ปลายทางของระบบDMX-512 ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่สำคัญมาก ในสายเคเบิลที่มีความยาวของสายเคเบิลสั้นกว่า 590 ฟุต(feet) ได้มีการสรุปแนวทางของปัญหากับสายเคเบิลที่มีความยาวของสายมากกว่า 500 ฟุต เราสามารถมองเห็นแนวทางของปัญหาที่เกิดขึ้นดังนี้คือ

1. สายเคเบิลจะถูกใช้ที่ความเร็ว"ต่ำ"กับสัญญาณข้อมูลที่ระยะในการเดินทางน้อยกว่า60 % ของความเร็วแสง

2. ปัญหาการสะท้อนกลับของสัญญาณ สามารถที่จะเกิดขึ้นได้ที่ปลายสายของเคเบิล บางที่อาจจะทำให้สัญญาณถูกหน่วงเวลาและมีการถูกสะท้อนกลับขึ้นและลงหลายครั้งบนสายเคเบิล เป็นเหตุให้สัญญาณถูกหน่วงเวลาไป 2 ไมโครวินาทีบนสายเคเบิลที่มีความยาวของสายเคเบิลสั้นกว่าสัญญาณที่ออกจากแผงควบคุม จะทำให้สัญญาณมีความแรงอ่อนลงอีก เป็นผลทำให้เกิดปัญหาขึ้นที่ยุ่งยากตามมาอีกมากมาย

3. ปัญหาที่ไม่ได้เป็นสาเหตุของการเกิดการสะท้อนกลับ แต่เกิดจากสัญญาณรบกวนหรือเกิดจากความผิดเพี้ยนของสัญญาณ ซึ่งการใช้ค่าความต้านทานที่มีค่าต่ำต่อที่ทางปลายทางของสายเคเบิล จะมีผลช่วยให้สัญญาณที่รับได้นั้นดีขึ้นได้

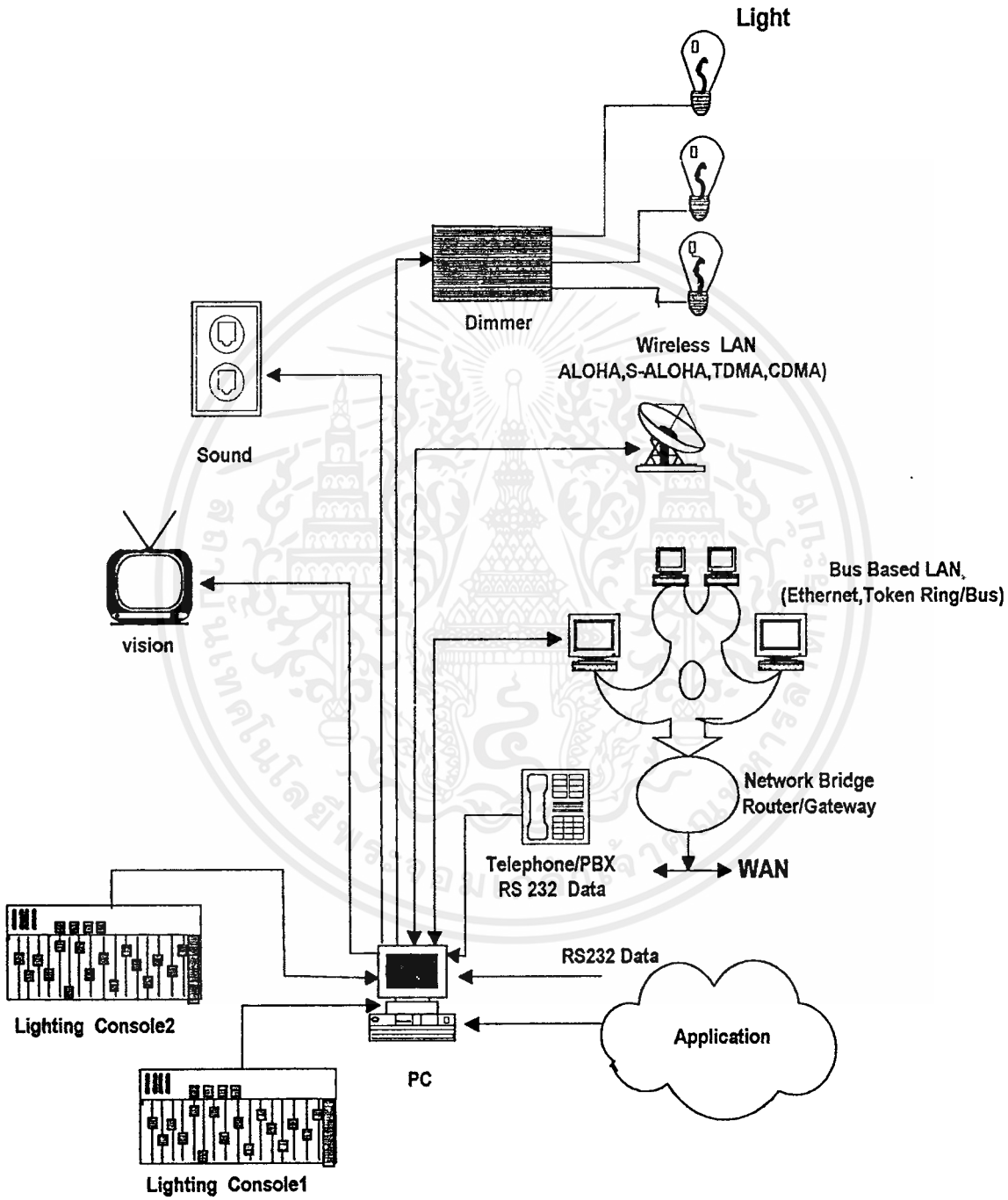
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 ค่าความจุและค่าความเหนี่ยวนำบนสายเคเบิล

เมื่อเราสังเกตดูรูปของสัญญาณของ DMX-512 ที่ออออสซิลโลสโคป เราจะสังเกตเห็นความผิดเพี้ยนของสัญญาณ ซึ่งความผิดเพี้ยนของสัญญาณนั้นเกิดขึ้นเนื่องจากสายเคเบิลมีค่าความจุและค่าความเหนี่ยวนำ ซึ่งค่าความจุและค่าความเหนี่ยวนำนี้จะทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า "RINGGING" (การเกิดออสซิลเลต (Oscillate) ที่จุดเริ่มต้นหรือที่จุดสุดท้ายของสัญญาณดิจิตอล) ซึ่งจะเกิดขึ้นบริเวณรอบๆสายนำสัญญาณ ถึงแม้ว่าค่าของความต้านจะมีค่าต่ำจะมีผลกระทบที่ต่ำกว่ากรณีของสายเคเบิลที่เกิดค่าความจุและค่าความนำ ซึ่งได้มีการแก้ไขปัญหานี้โดยการใช้ค่าความต้านทานที่เหมาะสมมาต่อที่ทางด้านปลายทางของสายเคเบิล

สัญญาณรบกวน(Noise)ในระบบที่มีค่าอิมพีแดนซ์ของสายเคเบิลต่ำจะมีค่าของสัญญาณทางไฟฟ้าน้อยกว่าระบบที่มีค่าของอิมพีแดนซ์ในสายเคเบิลสูง ซึ่งในการแก้ไขปัญหาที่ทางด้านปลายทาง ในระบบที่ค่าความไวของสัญญาณสูงจะช่วยลดปัญหาของสัญญาณรบกวนลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงรูปการนำมาตรฐานDMX-512 ไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512

3.1 กล่าวนำ

ในวงจรดีมัลติเพล็กซ์DMX-512 ที่อยู่ทางภาครับนั้น ในส่วนของอุปกรณ์ที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดของวงจรดีมัลติเพล็กซ์ที่สำคัญที่สุดคือ ไอซีโปรเซสเซอร์ AL 4005 ซึ่งถูกออกแบบสร้างขึ้นโดย Atistic Licence (UK) Ltd. ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตอุปกรณ์เพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์ทางด้านแสงโดยเฉพาะ สำหรับไอซี AL4005 นี้จะทำหน้าที่เป็นตัวดีโค้ด(Decode)แอดเดรสของสัญญาณ DMX-512 ที่ส่งมาจากทางคอมพิวเตอร์ผ่านการ์ดอินเตอร์เฟส(InterfaceCard)และในส่วนของวงจรดีมัลติเพล็กซ์นั้นยังมีวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอล(Digital)ให้เป็นสัญญาณอนาล็อก(Analog) โดยที่วงจรดิมัลติเพล็กซ์ DMX-512 นี้ถูกออกแบบเพื่อสามารถใช้งานได้สูงสุดถึง 96 ช่อง ซึ่งสัญญาณอนาล็อกที่ได้ดังกล่าวจะถูกนำไปใช้ควบคุมดิมเมอร์หรืออุปกรณ์ต่างๆตามความต้องการต่อไป

ในส่วนของวงจรอื่นๆในวงจรดีมัลติเพล็กซ์ที่มีความสำคัญที่นำมาใช้ต่อประกอบร่วมกับไอซี AL4005จะประกอบไปด้วยวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อก(Digital to Analog Convertor)ใช้ไอซีเบอร์AD557 วงจรมัลติเพล็กซ์สัญญาณอนาล็อก(Analog Multiplexer) ใช้ไอซีเบอร์4067และอุปกรณ์ขยายแรงดันซึ่งใช้ไอซีออปแอมป์เบอร์ TL084 ในการทดลอง ซึ่งคุณสมบัติและหน้าที่ของขาต่างๆของไอซี AL4005 นั้น แสดงดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงหน้าที่และคุณสมบัติขาต่างๆของไอซีเบอร์ AL4005

ขา	หน้าที่การใช้งานของแต่ละขา	อินพุท/เอาท์พุท
1	VCC 5 V	-
2	Chip Select 0	เอาท์พุท
3	Chip Select 1	เอาท์พุท
4	Chip Select 2	เอาท์พุท
5	Chip Select 3	เอาท์พุท
6	Chip Select 4	เอาท์พุท
7	Chip Select 5	เอาท์พุท
8	DAC Select	เอาท์พุท
9	TRIG-ScopeTrigger	เอาท์พุท
10	GND 1	อินพุท
11	BCD Unit 1	อินพุท
12	BCD Unit 2	อินพุท
13	BCD Unit 4	อินพุท
14	BCD Unit 8 (MSB)	อินพุท
15	BCD Ten 1	อินพุท
16	BCD Ten 2	อินพุท
17	BCD Ten 4	อินพุท
18	BCD Ten 8 (msb)	อินพุท
19	Osc1 (16 MHZ CRYTAL)	อินพุท
20	Osc2 (CLK OUT)	เอาท์พุท
21	AUX2(NC)	-
22	DMX512 TTL Receive	อินพุท
23	AUX1(NC)	-
24	Good Rx	เอาท์พุท
25	AUX4(NC)	-
26	AUX3(NC)	-
27	Test	อินพุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

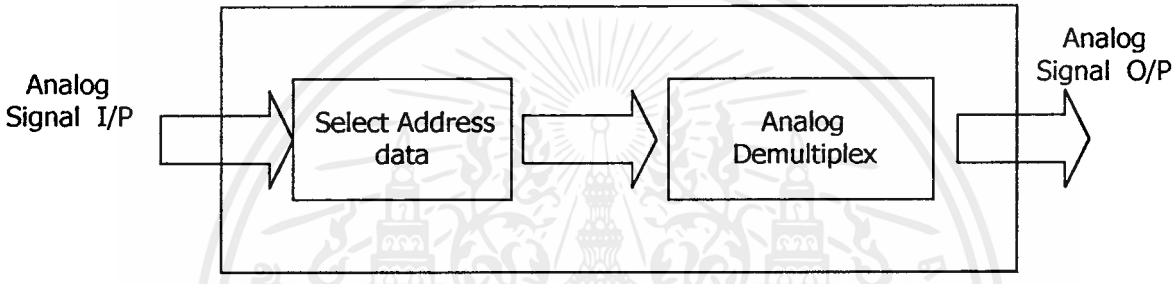
28	BCD Hundred 4	อินพุท
29	BCD Hundred 2	อินพุท
30	BCD Hundred 1	อินพุท
31	GND2	อินพุท
32	MCLR	อินพุท
33	D7	เอาท์พุท
34	D6	เอาท์พุท
35	D5	เอาท์พุท
36	D4	เอาท์พุท
37	AD3	เอาท์พุท
38	AD2	เอาท์พุท
39	AD1	เอาท์พุท
40	AD0	เอาท์พุท

3.2 การทำงานของวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512

สัญญาณที่รับมาจากทางอินพุทของวงจรดีมัลติเพล็กซ์เริ่มแรกจะมาเข้าที่ไอซีเบอร์74176 ซึ่งเป็นไอซีพอร์ตอนุกรมตามมาตรฐาน RS-485 ที่ใช้ในการขยายสัญญาณให้มีความแรงของสัญญาณเพิ่มขึ้นซึ่งรูปแบบของสัญญาณแสดงดังรูปที่ 3.3 หลังจากนั้นสัญญาณที่รับมาจะถูกส่งไปเข้าที่ขาอินพุทขา 22 ของไอซีเบอร์ AL4005 ซึ่งไอซีเบอร์ AL4005 นี้จะทำหน้าที่ในการกำหนดแอดเดรสที่รับได้ออกที่เอาท์พุทและที่สัญญาณแอดเดรส A0 ถึง A3 จะถูกส่งต่อไปเข้าที่ไอซีเบอร์ 7407B ซึ่งไอซีบัฟเฟอร์ที่ใช้ในการขยายกระแสและที่ไอซี AL 4005 จะมีส่วนของสัญญาณชิพซีเล็กซ์(Chip Select) ตั้งแต่ CS0 ถึง CS5และถูกส่งไปที่ไอซีเบอร์ 7407B เพื่อทำการขยายกระแสเช่นเดียวกัน จากนั้นสัญญาณแอดเดรสและสัญญาณชิพซีเล็กซ์ ซึ่งจะนำมารวมกันเพื่อใช้เป็นสัญญาณมัลติเพล็กซ์บัส และที่ขาแอดเดรส AD0 ถึง AD7 จะถูกส่งไปเข้าที่ไอซีเบอร์ AD557 ซึ่งทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อกและต่อจากนั้นสัญญาณที่ขาอนาล็อก สัญญาณแอดเดรส A0 ถึง A3 ขาชิพซีเล็กซ์ศูนย์(CS0)และขาสัญญาณอนาล็อกที่ออกมาจากขาของไอซีเบอร์ AD557 ซึ่งสัญญาณทั้ง 3 สัญญาณนี้จะถูกนำมารวมกันที่ไอซีเบอร์4667 ซึ่งทำหน้าที่ในการดีมัลติเพล็กซ์สัญญาณออกเป็นสัญญาณที่ใช้งาน 16 ช่อง โดยที่ในแต่ละช่องสามารถที่จะทำการปรับ

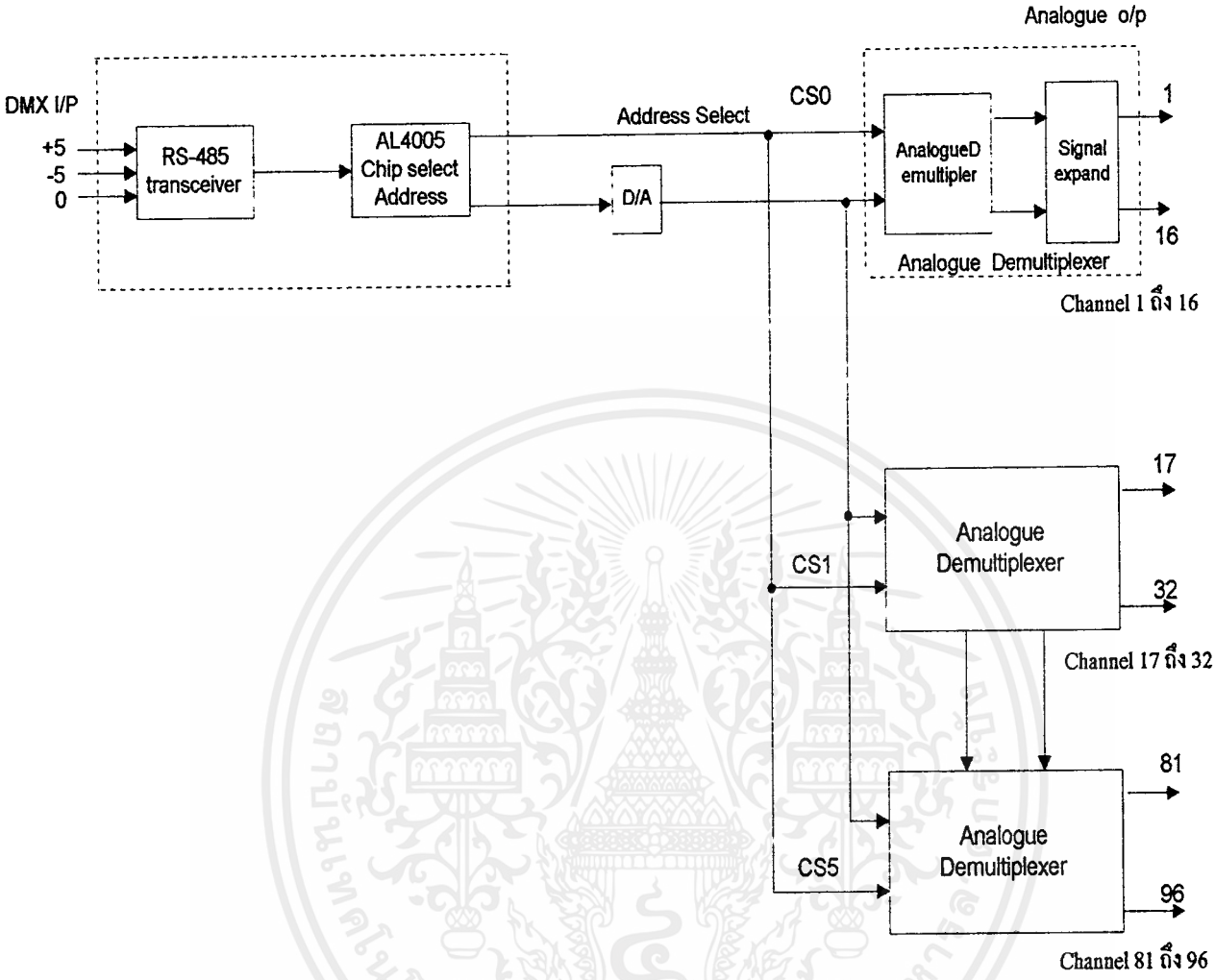
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรงดันได้ตั้งแต่ 0 โวลท์ถึง 10โวลท์ซึ่งเราสามารถทำการปรับเปลี่ยนแรงดันได้ที่ทางโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้น ในวงจรดีมัลติเพล็กซ์นี้เราสามารถเพิ่มช่องสัญญาณการใช้งานได้สูงสุดถึง 96 ช่องต่อการใช้ไอซีเบอร์AL4005 1 ตัวในการควบคุมซึ่งดูรูปบล็อกไดอะแกรมการต่อวงจรดีมัลติเพล็กซ์ ช่องที่ 1 ถึง 96 ในรูปที่ 3.2 แต่เราสามารถเพิ่มช่องการใช้งานได้สูงสุด 512 ช่องโดยใช้ไอซี AL4005 ทั้งหมด 6 ชุดด้วยกัน โดยที่ทางเอาท์พุทที่ได้ในแต่ละช่องจะเป็นสัญญาณอนาล็อกมีค่าแรงดัน ตั้งแต่ 0 โวลท์ จนถึง 10 โวลท์

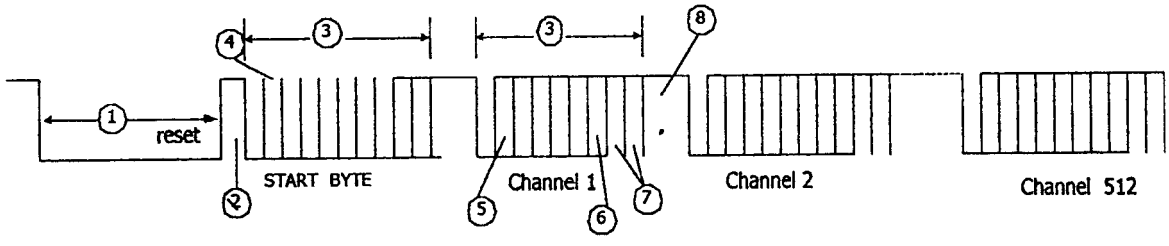


รูปที่ 3.1 แสดงรูปบล็อกไดอะแกรมโดยรวมของวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

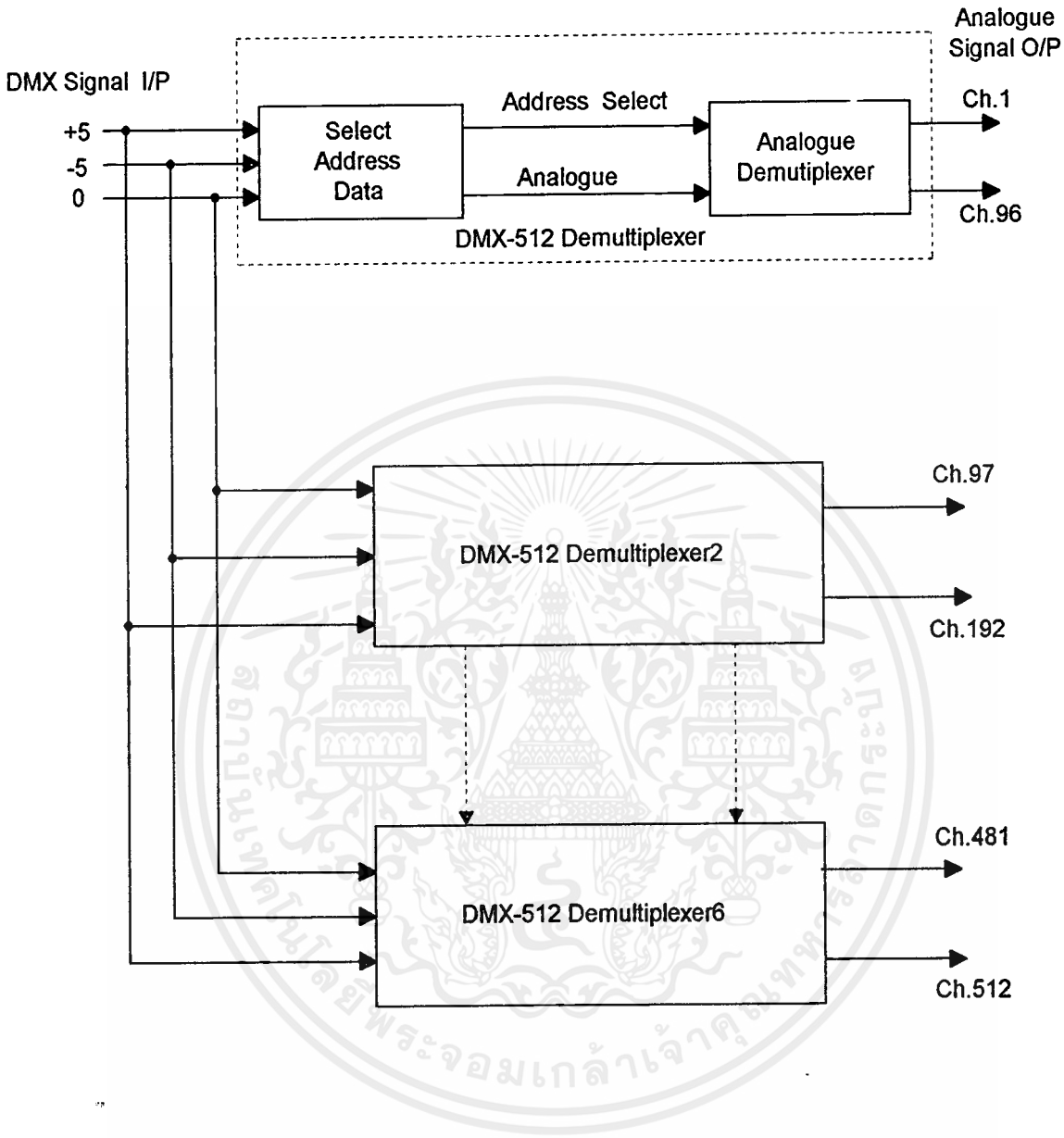


รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมการต่อวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512 ช่อง 1 ถึง ช่อง 96



รูปที่ 3.3 แสดงรูปของสัญญาณข้อมูล DMX-512 ที่ผ่านเข้ามาที่ไอซีเบอร์ 75176

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

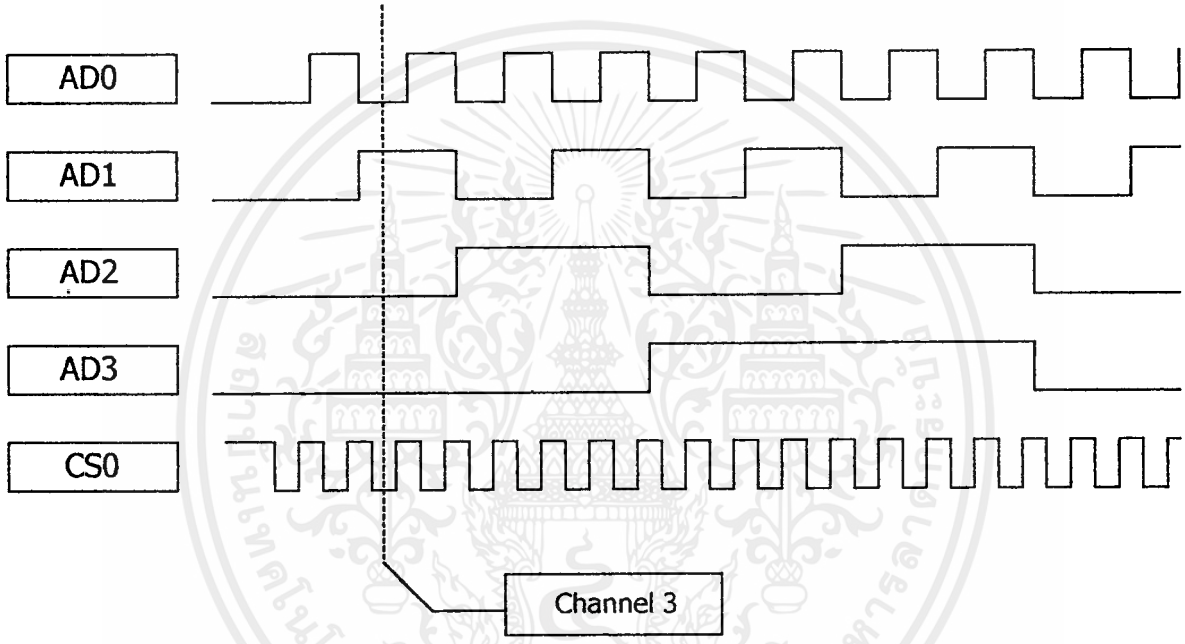


รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมการต่อวงจร ดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512 ช่อง 1 ถึง 512

จากรูปที่ 3.4 จะเห็นได้ว่าเป็นการแสดงการต่อใช้งานของวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512 ซึ่งจากรูปนั้นก็คือ การนำวงจรดีมัลติเพล็กซ์ 96 ช่อง จำนวน 6 ชุดวงจรมาทำการต่อขนานกัน ซึ่งก็จะทำให้ได้ช่องสัญญาณการใช้งานถึง 512 ช่องซึ่งในการต่อใช้งานนี้จะต้องใช้ไอซี AL4005 จำนวน 6 ตัวด้วยกันในการควบคุม และแต่ช่องสามารถทำการปรับแรงดันได้ตั้งแต่ 0 โวลท์ จนถึง แรงดันที่ 10 โวลท์ เพื่อนำแรงดันที่ได้ไปใช้ควบคุมดิมเมอร์หรืออุปกรณ์ตามความต้องการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่ขาAD0-AD3และCS0-CS5จะถูกใช้เป็นแอดเดรสในการมัลติเพล็กซ์สัญญาณขอ งวงจร ซึ่งไซเคิลของสัญญาณนาฬิกาจะมีการเปลี่ยนแปลงตามอัตราการรีเฟรช(Refresh Rate)ของ สัญญาณ DMX-512 ซึ่งรูปสัญญาณที่มาใช้ในการดีมัลติเพล็กซ์ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงรูปสัญญาณนาฬิกาที่ขาต่างๆ ของไอซีเบอร์ AL4005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทำงานในโหมดทดสอบ(Test Mode)

ที่ตัวดิพสวิทช์(DIP SWITCH) ซึ่งจะเป็นเลขบีซีดี(BCD) มีหน้าที่ในการตั้งค่าแอดเดรสที่ใช้งานโดยที่เราสามารถที่จะตั้งค่าแอดเดรสเริ่มต้นได้ ซึ่งในการใช้งานจริงจะใช้ค่าแอดเดรสที่มีค่าของเลข 3 หลักคือหลักร้อย หลักสิบ และหลักหน่วย แอดเดรสที่เราตั้งค่าจะเป็นค่าของแอดเดรสเริ่มต้น ในโครงงานนี้ได้จัดทำวงจรดีมัลติเพล็กซ์ที่มีช่องการใช้งาน 16 ช่อง เมื่อเราทำการตั้งค่าแอดเดรสที่ดิพสวิทช์ที่ตำแหน่ง 001 แอดเดรสเริ่มต้นก็จะเริ่มต้นที่ช่องที่ 1 เป็นช่องแรกไปจนถึงช่องที่ 16 เป็นช่องสุดท้าย แต่ถ้าเราตั้งค่าของแอดเดรสเริ่มต้นที่ 101 แอดเดรสเริ่มต้นก็จะไปเริ่มที่ช่องการใช้งานที่ 101 ถึงช่องที่ 116 โดยเราสามารถที่จะทำการเพิ่มช่องการใช้งานได้ด้วยการเพิ่มชุดของวงจรดีมัลติเพล็กซ์ขึ้นมา เราสามารถที่จะเพิ่มวงจรดีมัลติเพล็กซ์ขึ้นได้โดยมีไอซี AL4005 เป็นตัวควบคุมการทำงานอีก 6 ชุดด้วยกัน ซึ่งจะทำให้มีช่องการใช้งานรวมทั้งหมด512 ช่องการใช้งาน สำหรับการตั้งค่าของแอดเดรสที่ใช้งานนั้นจะต้องมีการตั้งค่าในโหมดทดสอบดูด้วยว่าการทำงานเป็นตามในโหมดทดสอบหรือไม่ ถ้าการทำงานเป็นไปตามในโหมดทดสอบก็แสดงว่าวงจรดีมัลติเพล็กซ์สามารถใช้งานได้ ซึ่งตารางในโหมดทดสอบนั้นดูได้จากตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงการทดสอบการทำงานในโหมดทดสอบ

Hundreds	Tens	Units	Output	D M X Input
0	0	0	All Off	Off
0	0	1	Controlled by inputs	On
5	1	2	Controlled by inputs	On
7	0	1	Output 1 @ 100%	Off
6	0	1	Output 1 @ 50%	Off
7	6	9	Output 69 @ 100%	Off
6	1	2	Output 12 @ 50%	Off

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน DMX-512

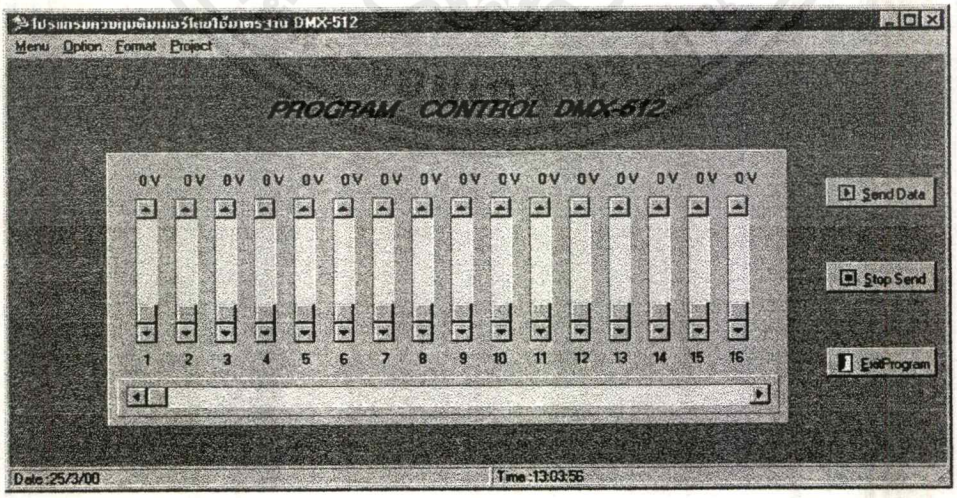
4.1 กล่าวนำ

ในส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของ DMX-512 นั้น เป็นโปรแกรมที่เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานในการปรับระดับแรงดันไฟในแต่ละช่องซึ่งในโครงงานนี้ได้ใช้โปรแกรมบอร์แลนด์เดลไฟล์เวอร์ชั่น 4.0 (BORLAND VERSION 4.0) สำหรับการเขียนโปรแกรม ซึ่งในส่วนของโปรแกรมจะมีส่วนของคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมและติดตั้งการ์ดอินเตอร์เฟส 1512 B/LC เพื่อให้การ์ดอินเตอร์เฟสสามารถที่จะเริ่มต้นการใช้งานได้ ซึ่งการ์ดอินเตอร์เฟส 1512 B/LC นี้จะรองรับกับการส่งข้อมูลได้ถึง 512 ช่องการใช้งาน การ์ดอินเตอร์เฟสจะส่งสัญญาณข้อมูลในรูปแบบอนุกรมต่อเนื่องกันออกไปทางเอาท์พุท ส่งสัญญาณออกไปผ่านทางสายสัญญาณ 3 เส้นคือ DMX บวก,ลบ และส่วนของกราวด์

ในส่วนของตัวโปรแกรมที่ใช้งานจะประกอบไปด้วยส่วนของเมนูบาร์ ซึ่งในส่วนของเมนูบาร์นี้ก็จะมีคำสั่งต่างๆในการใช้งานเพื่อควบคุมแรงดันในแต่ละช่องการใช้งานเพื่อให้เป็นไปตามความต้องการซึ่งจะอธิบายโดยละเอียดในหัวข้อของ ส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรมต่อไป

4.2 ส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรมควบคุม DMX-512

โปรแกรมควบคุม DMX-512 ประกอบไปด้วยคำสั่งต่างๆใช้ในการควบคุมการทำงานโดยที่คำสั่งต่างๆนั้นจะอยู่ที่ เมนูบาร์ ส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรมดูได้จากรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แสดงภาพลักษณะโดยรวมของโปรแกรมควบคุม DMX-512

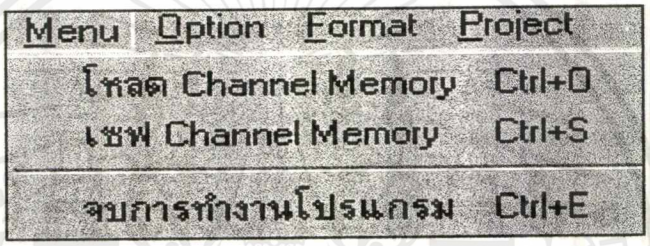
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 เป็นรูปลักษณะของโปรแกรมควบคุม DMX-512 โดยใช้โปรแกรม เดลไฟล์ ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งที่โปรแกรมจะประกอบไปด้วยส่วนของเมนูบาร์ซึ่งประกอบไปด้วย

4.1.1 Menu,Option,Format และ Project

4.1.1.1 MENU

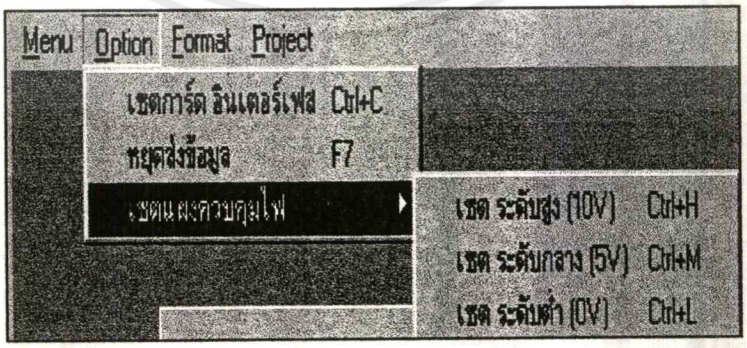
ในส่วนของคำสั่ง Menu ที่อยู่ที่เมนูบาร์จะประกอบไปด้วยคำสั่ง โหลด Channel Memory ซึ่งใช้ในการโหลดสถานะของช่องการใช้งานที่เราได้ทำการเซฟเอาไว้ที่ เซฟ Channel Memory โดยที่เราสามารถที่จะโหลดจาก Memory มาใช้งานได้ 45 รูปแบบและเราสามารถออกจากโปรแกรมที่ใช้งานอยู่นั้นโดยเลือกที่คำสั่ง จบการทำงานโปรแกรม โดยดูจากรูป ที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงส่วนต่างๆของคำสั่งใน Menu

4.1.1.2 เมนู OPTION

ในส่วนของเมนู Option นั้นจะมีส่วนประกอบในการเซตการ์ดอินเตอร์เฟส 1512B/LCเพื่อให้ การ์ดนั้นอยู่ในสภาวะที่พร้อมจะใช้งาน คำสั่งในการหยุดส่งข้อมูลเป็นคำสั่งที่ใช้การให้การ์ดอินเตอร์เฟสนั้นหยุดทำการส่งข้อมูล คำสั่งเซตแผงควบคุมไฟเป็นคำสั่งที่ใช้ในการเซตระดับแรงดันตามความต้องการซึ่งมีอยู่ 3 ระดับคือระดับสูง 10 โวลท์ ระดับกลาง 5 โวลท์และระดับต่ำ 0 โวลท์



รูปที่ 4.3 แสดงส่วนของคำสั่งต่างๆในเมนู OPTION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

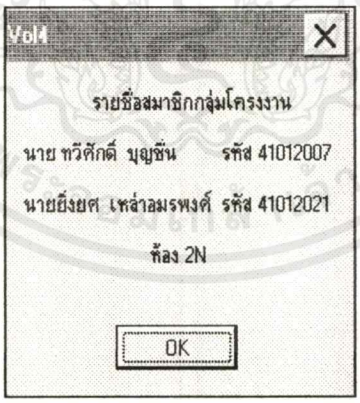
4.1.1.3 เมนู FORMAT

เมนู FORMAT เป็นเมนูที่มีคำสั่งในการสร้างไฟกระพริบซึ่งมีรูปแบบของไฟกระพริบอยู่ 2 รูปแบบ โดยที่เมื่อเราเลือกที่คำสั่งนี้แล้วจะทำให้แรงดันที่ช่อง 1 ถึงช่อง 512 นั้นเกิดเปลี่ยนระดับสลับกันระหว่าง 0 โวลท์และ 10 โวลท์ แสดงดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 แสดงส่วนของคำสั่งต่างๆในเมนู FORMAT

4.1.1.4 เมนู PROJECT

เป็นเมนูที่แสดงรายชื่อผู้ทำโครงงานแสดงดังรูปที่ 4.5

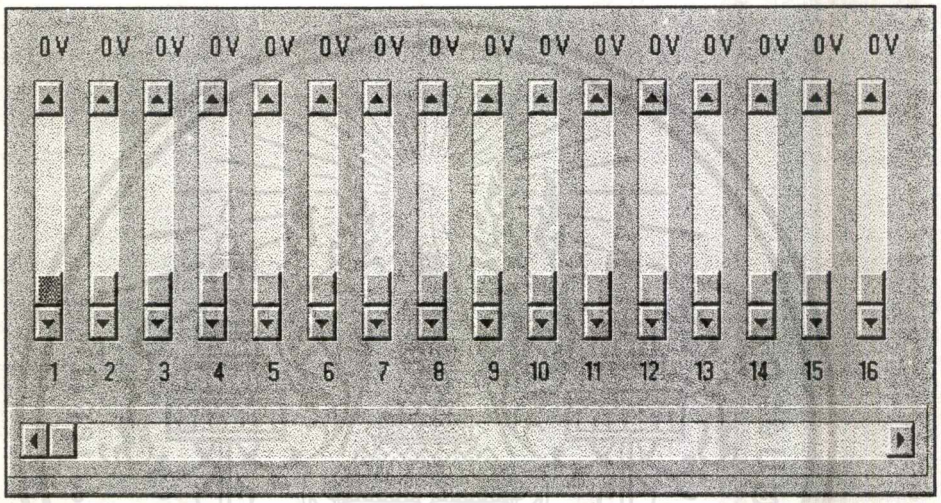


รูปที่ 4.5 แสดงหน้าต่างที่เกิดขึ้นเมื่อเลือกคำสั่งที่ เมนู PROJECT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2แผงปรับระดับแรงดัน

ส่วนของแผงควบคุมแรงดันซึ่งมีจำนวนทั้งหมด 512 ช่องการใช้งานโดยสามารถเลื่อนช่องการใช้งานได้จากสไลด์ด้านล่าง ซึ่งสามารถเลื่อนได้ครั้งละ 16 ช่อง และที่สโครล์บาร์(Scroll Bar) ของแต่ละช่องสามารถที่ปรับเปลี่ยนแรงดันได้ตั้งแต่ 0 โวลท์ถึงแรงดัน 10 โวลท์ แสดงดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แสดงแผงปรับระดับแรงดัน ช่อง 1 ถึง ช่อง 512

4.1.3 STATUS BAR

ใช้แสดงสถานะของวัน เดือน ปีและเวลาในปัจจุบันที่ใช้งานโปรแกรม ดังแสดงในรูปที่4.7

รูปที่ 4.7 แสดง STATUS BAR ที่ใช้แสดงวันเดือนปีและเวลาปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การทดลองและผลการทดลอง

5.1 วัตถุประสงค์

เพื่อทำการวัดสัญญาณตามจุดต่างๆของวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512 แล้วนำผลที่ได้ไปเปรียบเทียบกับรูปสัญญาณทางทฤษฎี โดยจะทำการวัดสัญญาณเริ่มตั้งแต่สัญญาณทางเข้า สัญญาณตามขาของไอซีต่างๆในวงจร ไปจนถึงรูปสัญญาณแรงดันไฟกระแสตรงที่ทางเอาท์พุทของวงจร

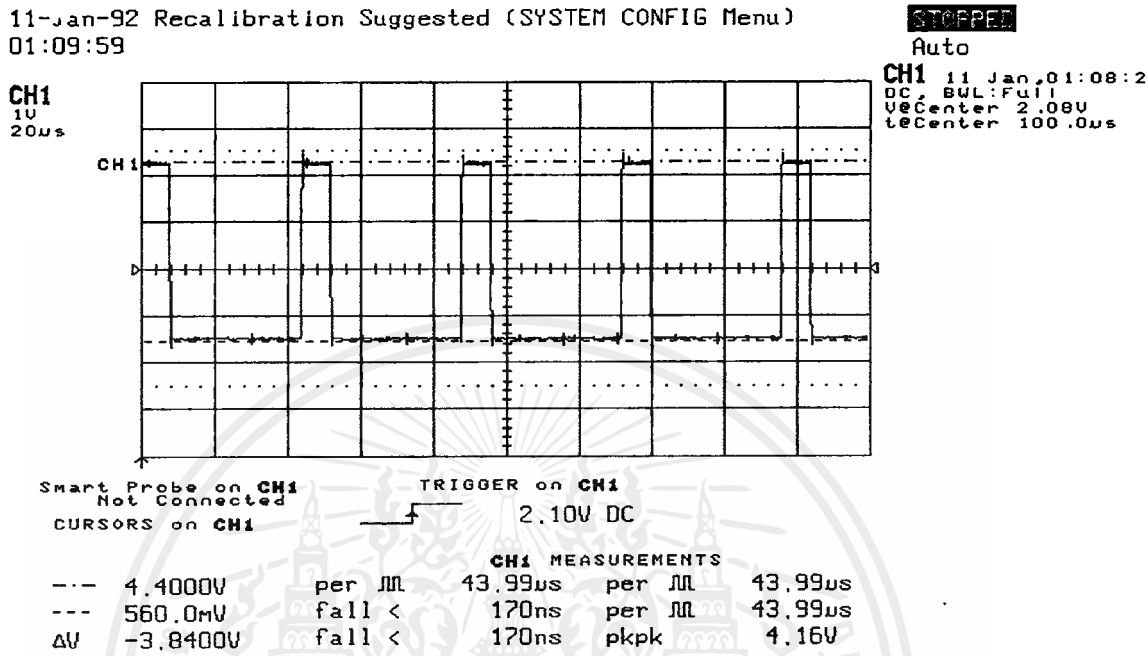
5.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. ออสซิลโลสโคป ยี่ห้อ LECROY รุ่น LS140 1 เครื่อง
2. มัลติมิเตอร์ 1 เครื่อง
3. สายโพรบสำหรับสโคป 2 เส้น
4. วงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512
5. พาวเวอร์ซัพพลาย 1 เครื่อง
6. การ์ดอินเตอร์เฟส 1512 B/LC
7. โปรแกรมควบคุมการทำงาน

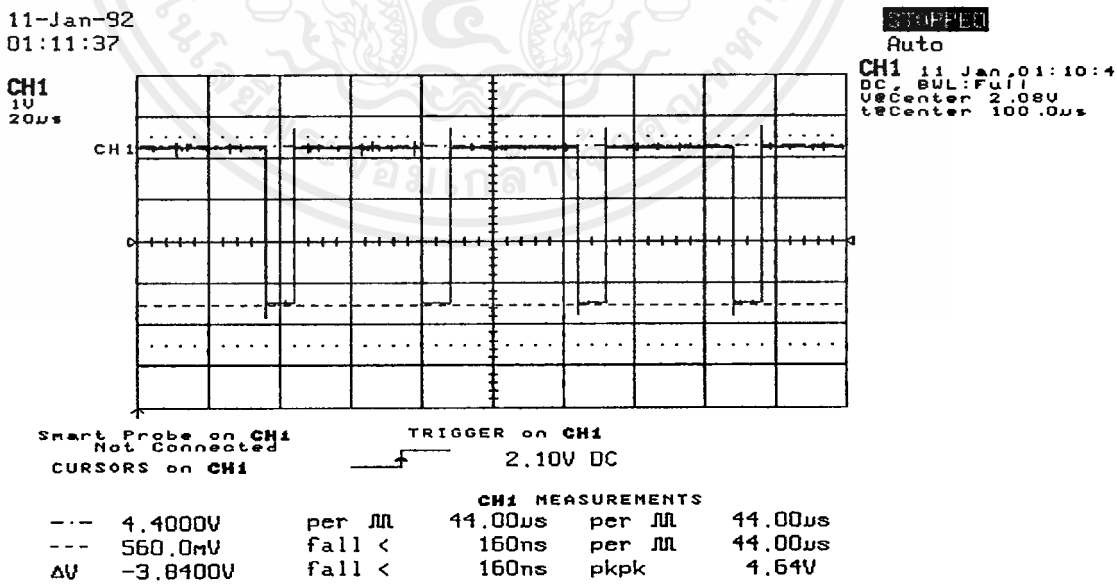
5.3 การทดลองและผลการทดลอง

สำหรับการทดลองนั้นเริ่มจากการเปิดโปรแกรมควบคุมการทำงาน จากนั้นทำการส่งข้อมูลควบคุมไปยัง DMX-Card 1512B/LC ซึ่งจะมีส่วนของวงจรมัลติเพล็กซ์ทำการมัลติเพล็กซ์สัญญาณออกมา 3 สัญญาณ ประกอบด้วยสัญญาณ DMX บวก,DMX ลบ และกราวนด์ ผ่านสายนำสัญญาณไปเข้าวงจรดีมัลติเพล็กซ์ สัญญาณเอาท์พุทจากวงจรดีมัลติเพล็กซ์ที่ได้จะเป็นแรงดันไฟกระแสตรงสามารถปรับระดับแรงดันได้ระหว่าง 0 ถึง 10 โวลท์ ออกทางช่องสัญญาณที่กำหนดตามที่ผู้ควบคุมได้ทำการควบคุมผ่านทางโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



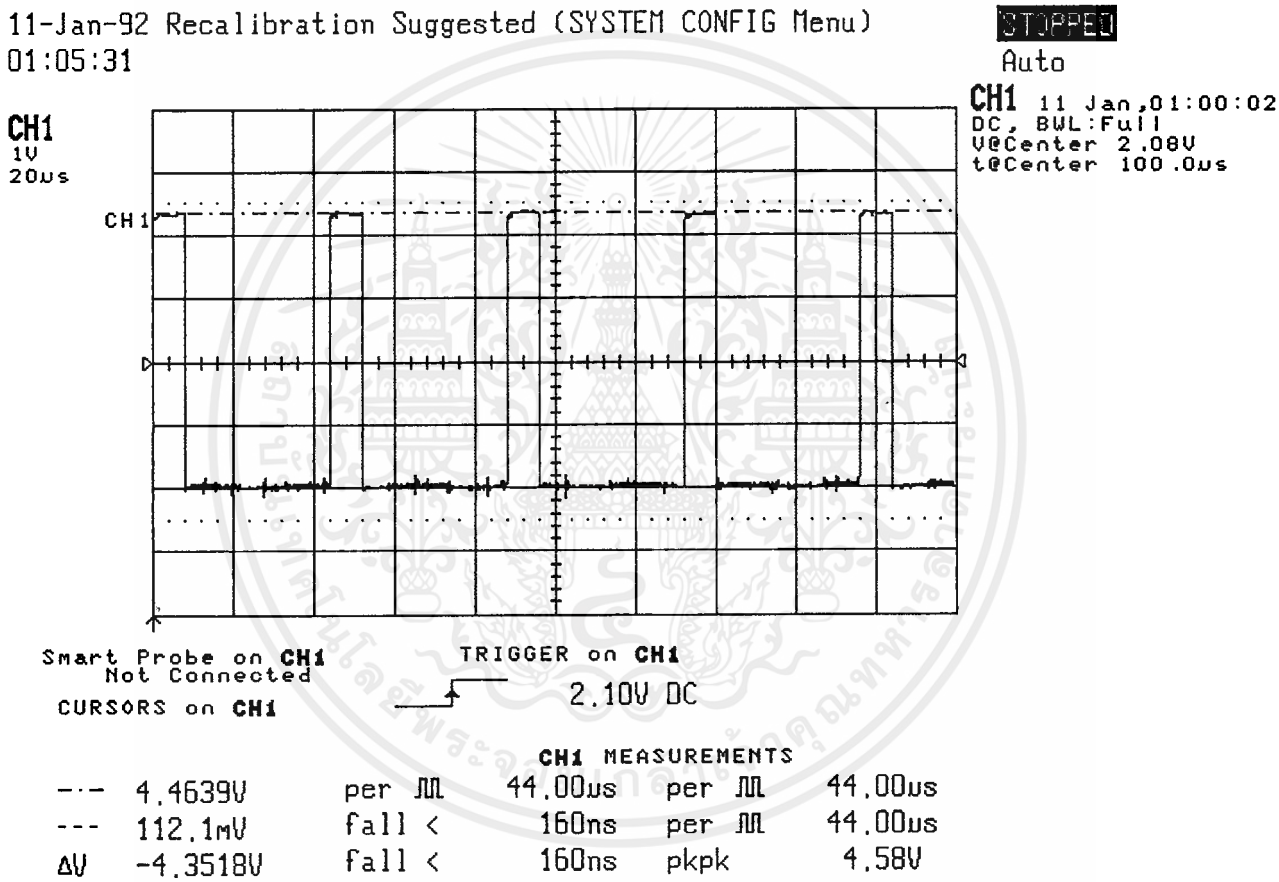
รูปที่ 5.1 แสดงรูปสัญญาณ DMX บวก ที่วัดจากขา 6 ของไอซี เบอร์ 75176



รูปที่ 5.2 แสดงรูปสัญญาณ DMX ลบ ที่วัดขา 7 ของไอซีเบอร์ 75176

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

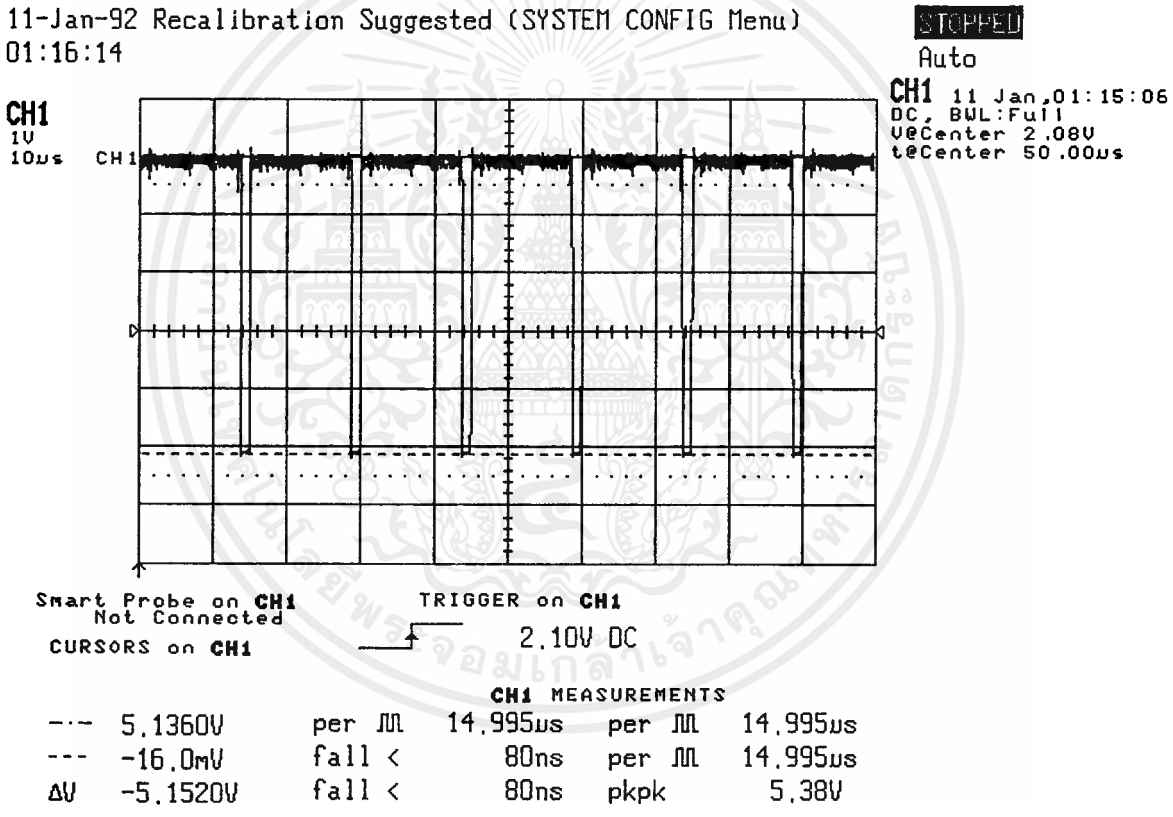
จากรูปที่ 5.1 และรูปที่ 5.2 เป็นรูปสัญญาณข้อมูล DMX บวกและDMX ลบ ที่วัดที่ขา 6และขา 7ของไอซีเบอร์ 75176 ซึ่งเป็นไอซีของพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน RS-485 ที่ทำหน้าที่ในการเปรียบเทียบสัญญาณ DMX ทั้ง 2 สัญญาณเข้าด้วยกันแล้วทำการส่งออกไปที่ ขา 1 ซึ่งรูปสัญญาณนั้นแสดงดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แสดงรูปสัญญาณที่วัดที่ขา 22 ของไอซีเบอร์ AL 4005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

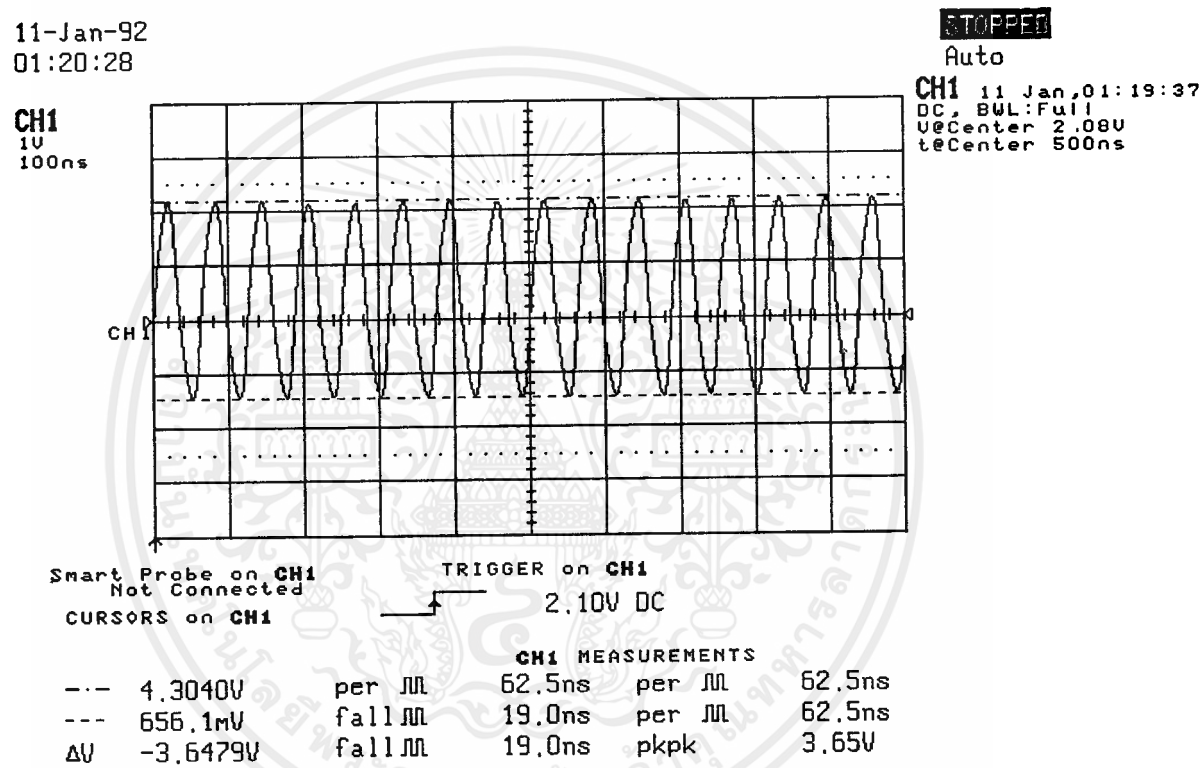
ไอซีเบอร์ AL4005 จะทำหน้าที่เป็นตัวประมวลผลของสัญญาณ DMX-512 ที่รับเข้ามาแล้วจะทำการดีโค้ดแอดเดรสออกมาเป็นเลขขนาด 8 บิทจาก A0 ถึง A7 และที่ไอซี AL4005 จะทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อก ซึ่งสัญญาณที่ได้นั้นจะออกที่ขา 8 ซึ่งแสดงดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 แสดงรูปสัญญาณDACที่วัดที่ขา 8 ของไอซีเบอร์ AL 4005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

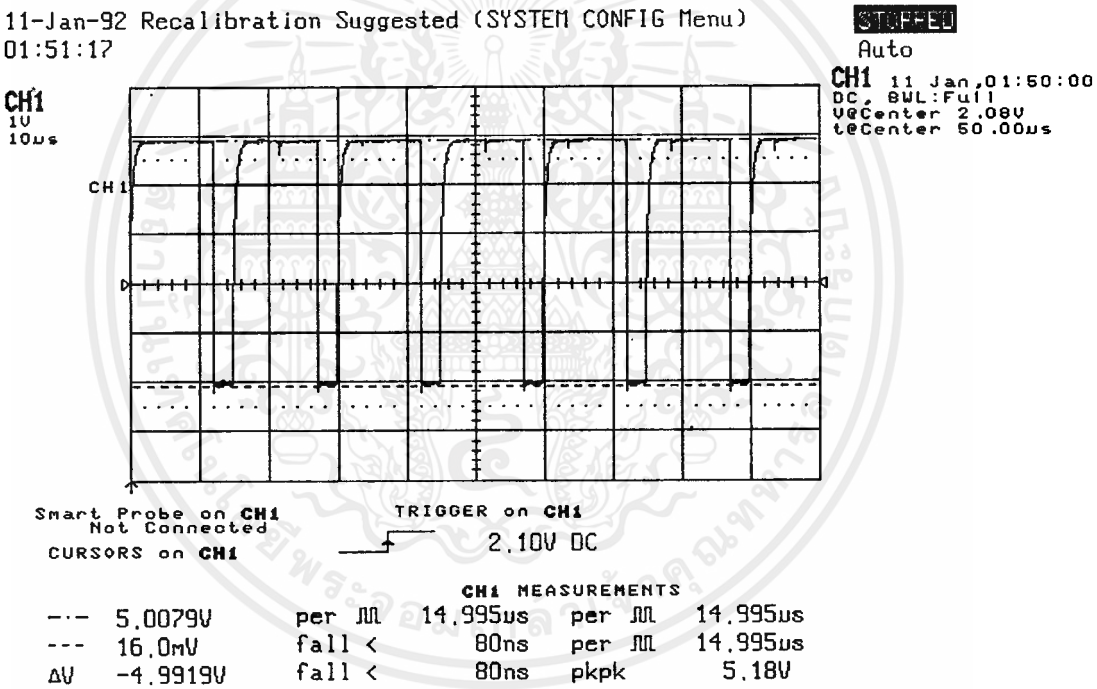
นอกจากนี้ที่ไอซีเบอร์ AL4005 ยังทำหน้าที่ในการผลิตสัญญาณนาฬิกา(Clock Out) ส่งออกที่ขา 20 ซึ่งสัญญาณนาฬิกานี้จะนำไปใช้ในการช่วยผลิตความถี่ออสซิลเลทให้วงจรดีมัลติเพล็กซ์ รูปสัญญาณนาฬิกาที่ได้นั้นแสดงดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 แสดงรูปสัญญาณนาฬิกา(CLK OUT)ที่ขา 20 ของไอซีเบอร์ AL 4005

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

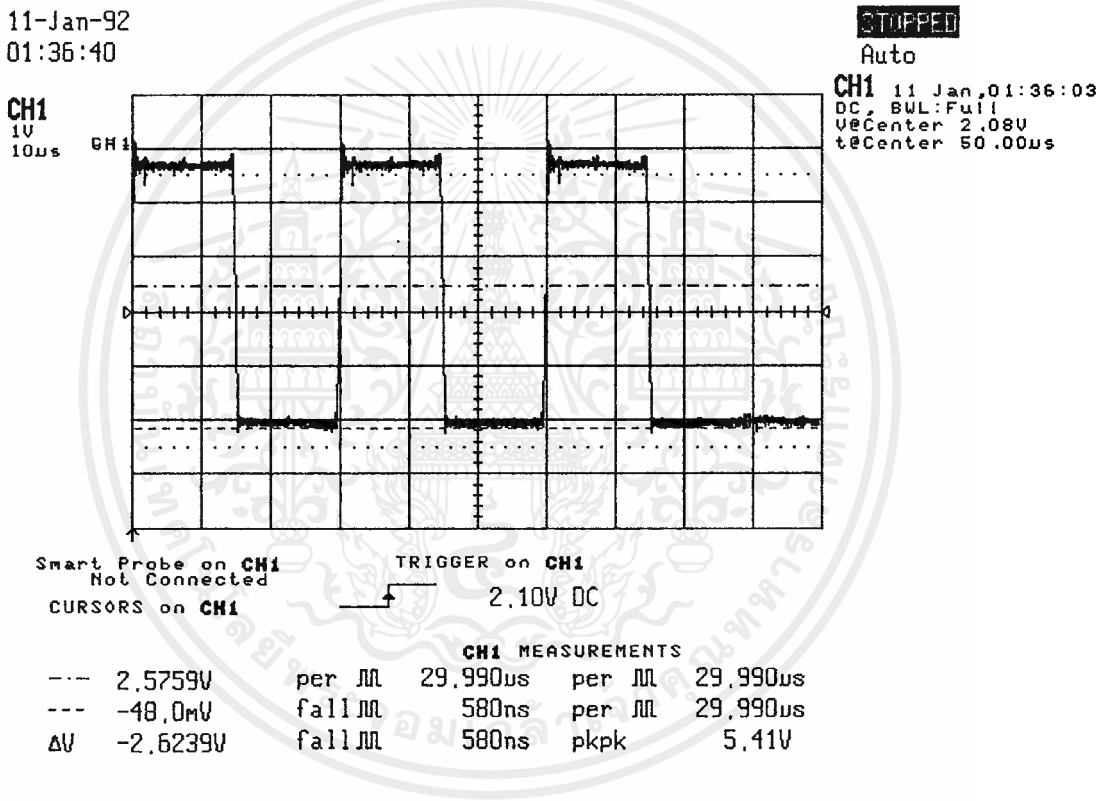
ที่สัญญาณขา 2 ถึงขา 7 ของไอซีเบอร์ AL4005 เป็นสัญญาณชิพซีเล็กซ์(Chip Select)ซึ่งทำหน้าที่ในการเลือกชุดของวงจรดีมัลติเพล็กซ์ที่ส่งออกที่ทางเอาท์พุทโดยจากโครงงานนี้ได้ใช้สัญญาณชิพซีเล็กซ์เพียงสัญญาณเดียวคือ ที่สัญญาณชิพซีเล็กซ์ศูนย์(CS0) เพื่อใช้ควบคุมสัญญาณทางเอาท์พุท 16 ช่องการใช้งาน แต่เราสามารถที่จะเพิ่มช่องการใช้งานเป็น 96 ช่องการใช้งานได้โดยการที่จะต้องใช้สัญญาณชิพซีเล็กซ์ทั้งหมด 6 สัญญาณด้วยกันคือตั้งแต่สัญญาณชิพซีเล็กซ์ศูนย์ถึงสัญญาณชิพซีเล็กซ์ห้า(CS0-CS5) ซึ่งสัญญาณชิพซีเล็กซ์ที่ได้ทั้ง 6 สัญญาณนี้จะมีรูปสัญญาณที่เหมือนกันดังแสดงดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 แสดงรูปของสัญญาณชิพซีเล็กซ์(CS0-CS5)ที่วัดที่ขาของไอซีเบอร์7407B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

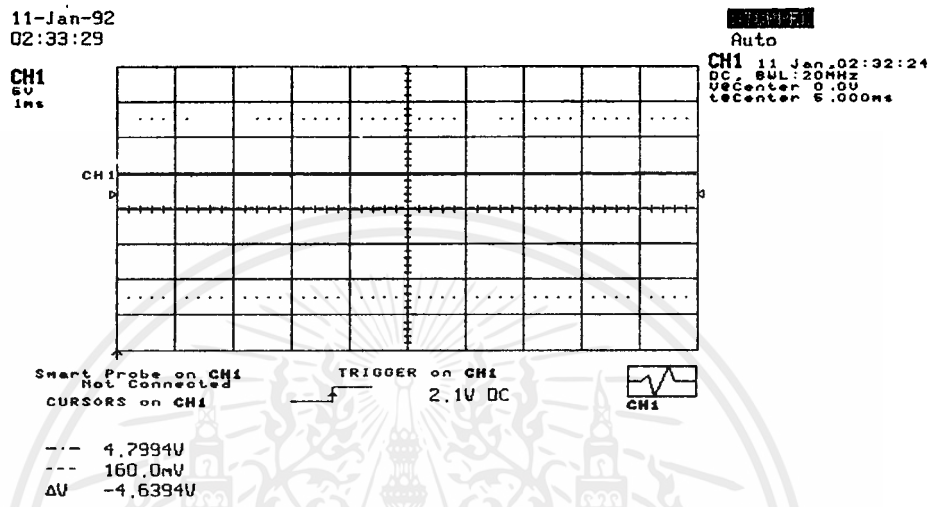
สัญญาณที่มีความสำคัญอีกสัญญาณหนึ่งก็คือสัญญาณอนาล็อกที่ทำการวัดสัญญาณที่ทางเอาท์พุทของไอซีเบอร์ NE5532 ซึ่งองค์ประกอบภายในของไอซีนั้นเป็นวงจรออปแอมป์ ทำหน้าในการขยายสัญญาณที่รับมาจากไอซีเบอร์AD557 ไอซีเบอร์AD557นี้จะทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณดิจิตอลขนาด 8 บิทให้เป็นสัญญาณอนาล็อก รูปของสัญญาณที่ได้นั้นแสดงดังรูปที่ 5.7 เมื่อทำการปรับแรงดันทางอินพุทที่ช่อง 1 ช่อง3 และช่อง 5 ที่ระดับแรงดัน 10 โวลท์



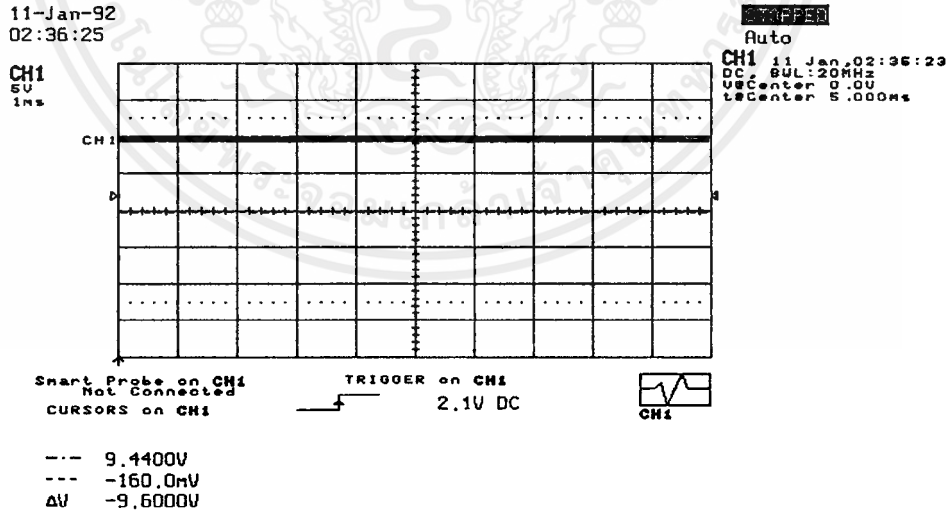
รูปที่ 5.7 แสดงรูปสัญญาณอนาล็อกที่วัดที่ขา 1 ของไอซีเบอร์NE5532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.8 แสดงรูปคลื่นของสัญญาณทางเอาท์พุทซึ่งเป็นไฟกระแสตรงที่ช่องการใช้งานที่1 จากรูปคลื่นของสัญญาณที่แสดงดังรูปที่ 5.8 นี้ เมื่อทำการปรับระดับแรงดันไปที่ 5 โวลท์และรูปที่ 5.9 เมื่อทำการปรับระดับแรงดันที่ 10 โวลท์

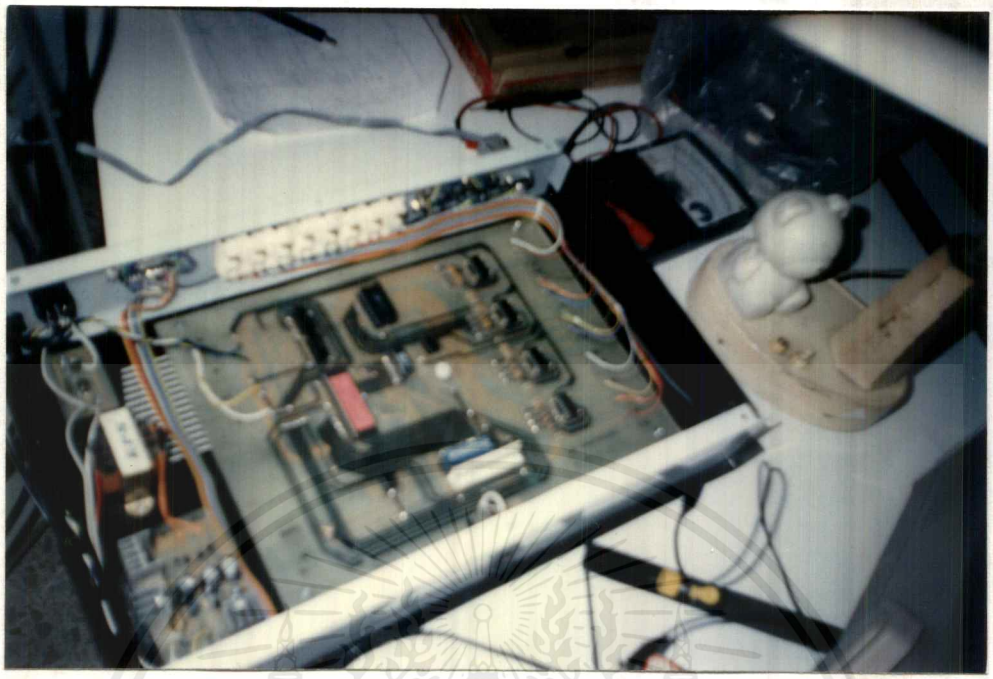


รูปที่ 5.8 แสดงรูปสัญญาณไฟกระแสตรงทางเอาท์พุทเมื่อทำการปรับแรงดันที่ 5 โวลท์

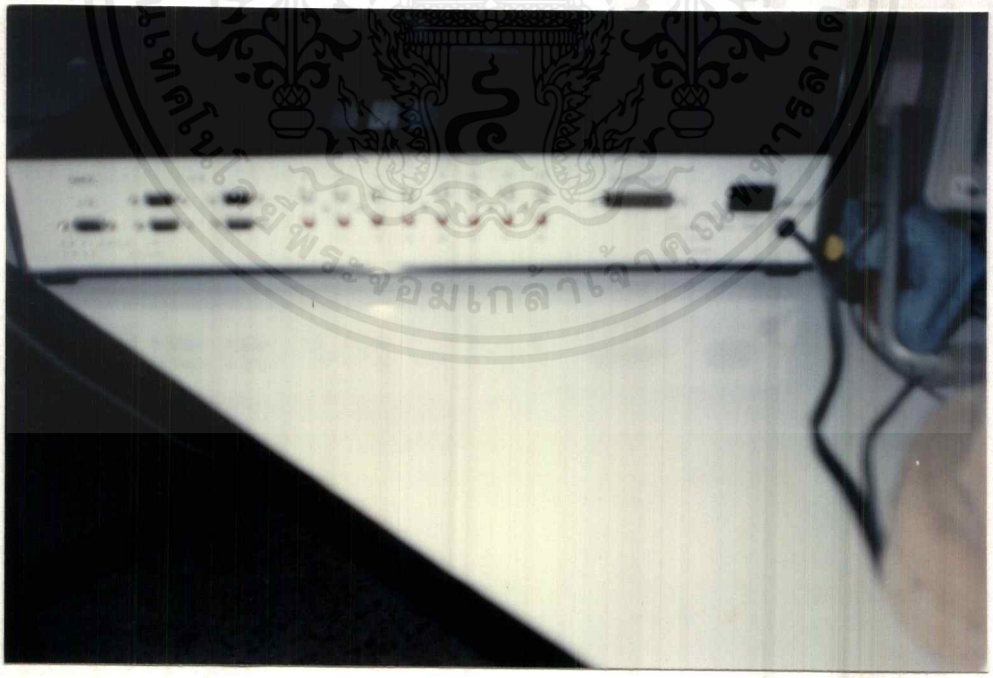


รูปที่ 5.9 แสดงรูปสัญญาณไฟกระแสตรงทางเอาท์พุทเมื่อทำการปรับแรงดันที่ 10 โวลท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.10 แสดงภาพถ่ายโดยรวมของวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512 ที่ใช้ในโครงงาน



รูปที่ 5.11 แสดงภาพถ่ายด้านหลังกล่องวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512 ที่ประกอบเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทสรุปและแนวทางการพัฒนาโครงงาน

6.1 บทสรุป

ในการนำวงจรดีมัลติเพล็กซ์เพื่อนำไปใช้ในงานจริงเพื่อควบคุมอุปกรณ์ต่างๆตามที่เราต้องการนั้น จะต้องมีการใช้มาตรฐานพอร์ตอนุกรม RS-485ซึ่งมีหน้าที่ในการรักษาระดับสัญญาณที่ออกจากการ์ดอินเตอร์เฟสให้มีความแรงของสัญญาณที่คงที่สม่ำเสมออยู่ตลอดเวลา จึงทำให้สามารถที่จะนำไปใช้ควบคุมอุปกรณ์ที่มีระยะทางไกลๆได้และสามารถที่จะควบคุมอุปกรณ์ได้ทั่วถึงกันครบทุกอุปกรณ์ สำหรับโปรแกรมควบคุมการทำงานเราสามารถที่จะเพิ่มเทคนิคหรือลูกเล่นต่างๆในโปรแกรมได้เช่น การเขียนโปรแกรมแสดงไฟติดสลับระหว่าง 0 โวลท์ถึง 10 โวลท์ ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมได้โดยการใช้ไทเมอร์(Timer)มาควบคุมเกี่ยวกับเวลาในการเปลี่ยนแรงดันในแต่ละครั้ง ในส่วนของการทดลองการวัดสัญญาณที่วงจรดีมัลติเพล็กซ์นั้น จะเห็นว่ารูปร่างของสัญญาณที่ได้จะมีรูปร่างที่ผิดเพี้ยนไปจากรูปร่างของสัญญาณทางทฤษฎีเพียงเล็กน้อยซึ่งความผิดเพี้ยนที่เกิดขึ้นนี้ก็อันเนื่องมาจากค่าของสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นในวงจรตามจุดต่างๆแต่สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นนี้จะไม่มีผลกับวงจรมากนักต่อสัญญาณเอาท์พุทที่ได้ จากการทดลองที่ผ่านมาในโครงงานนี้นั้นเกิดปัญหาต่างๆมากมาย เช่น การใช้ไอซีเบอร์ที่สามารถใช้แทนกันได้จะมีผลกระทบต่อสัญญาณทางเอาท์พุทเหมือนกันเช่นที่ไอซีที่ทำหน้าที่ในการแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อกคือไอซี AD557 ซึ่งในช่วงแรกเราใช้ไอซีเบอร์AD558 ในการทดลองซึ่งผลที่ได้จากการทดลองก็คือสัญญาณที่ออกทางเอาท์พุทจะมีสัญญาณออกเพียงช่องเดียวคือสัญญาณที่ช่อง 1 ส่วนช่องอื่นๆจะไม่มีสัญญาณเอาท์พุทออก ซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นนี้เกิดจากการที่ไอซีเบอร์ AD557 กับไอซีเบอร์ AD558 นั้น คุณสมบัติส่วนใหญ่แล้วจะเหมือนกันทุกประการ สำหรับในงานที่ใช้งานโดยไม่คำนึงถึงเรื่องของค่าเวลานั้นไอซี 2 เบอร์นี้สามารถที่จะใช้แทนกันได้ แต่สำหรับในโครงงานนี้ค่าเวลามีผลต่อวงจรเป็นอย่างมาก ค่าเวลาที่ผิดพลาดเพียงไม่กี่ไมโครวินาทีก็มีผลทำให้วงจรทำงานผิดพลาดได้ และปัญหาที่เกิดขึ้นอีกอย่างหนึ่งที่พบเจอในโครงงานนี้ก็คือ แรงดันไฟกระแสตรงที่ได้ทางเอาท์พุทสามารถปรับเปลี่ยนแรงดันได้สูงสุดเพียง 5 โวลท์เท่านั้น จึงได้มีการประยุกต์ใช้ไอซีเบอร์ TL084 ซึ่งเป็นไอซีออปแอมป์ทางเอาท์พุท ทำเป็นวงจรนอนอินเวอร์ติ้ง(Noninverting) กำหนดให้วงจรมีเกนการขยาย 2 เท่าโดยการปรับเปลี่ยนค่าความต้านทาน ซึ่งจากการแก้ไขนี้ทำให้วงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512 ที่มีแรงดันออกทางเอาท์พุทเท่ากับ 10 โวลท์ตามค่าแรงดันที่ทำการปรับที่ทางด้านโปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ปิยะ อำนวยพร.เรียนลัดจากตัวอย่าง BORLAND DELPHI 3.กรุงเทพมหานคร :บริษัท เฟิสท์ แปซิฟิก มีเดีย(ไทยแลนด์) จำกัด,2541.

กนก กุสุมาลย์และไกรวุฒิ มั่นเสถียรสิน.คู่มือการเขียนโปรแกรมด้วย Delphi4. กรุงเทพมหานคร:บริษัท ซัคเซส มีเดีย จำกัด,2541.

จักรพงษ์ สุขประเสริฐ,กนกพร ภาวศุทธิกุลและสัจจะ จรัสรุ่งวีวร.คู่มือการเขียนโปรแกรมด้วย Delphi 4 ฉบับสมบูรณ์.นนทบุรี:สำนักพิมพ์อินโฟเพรส,2542.

สมจิตร อาจอินทร์.หลักการเขียนโปรแกรมภาษาปาสคาล.ขอนแก่น:กองทุนส่งเสริมการพิมพ์ตำรา มหาวิทยาลัยขอนแก่น,2540.

บัณฑิต จามรภูติ.คู่มือการใช้ Protel For Windows.กรุงเทพมหานคร:หจก.เม็ดทราย พริ้นติ้ง,2540.

Website ที่ใช้ในการค้นคว้าหาข้อมูล

www.avolites.com/

www.dmx512.com/

www.soundlight.de/home.htm

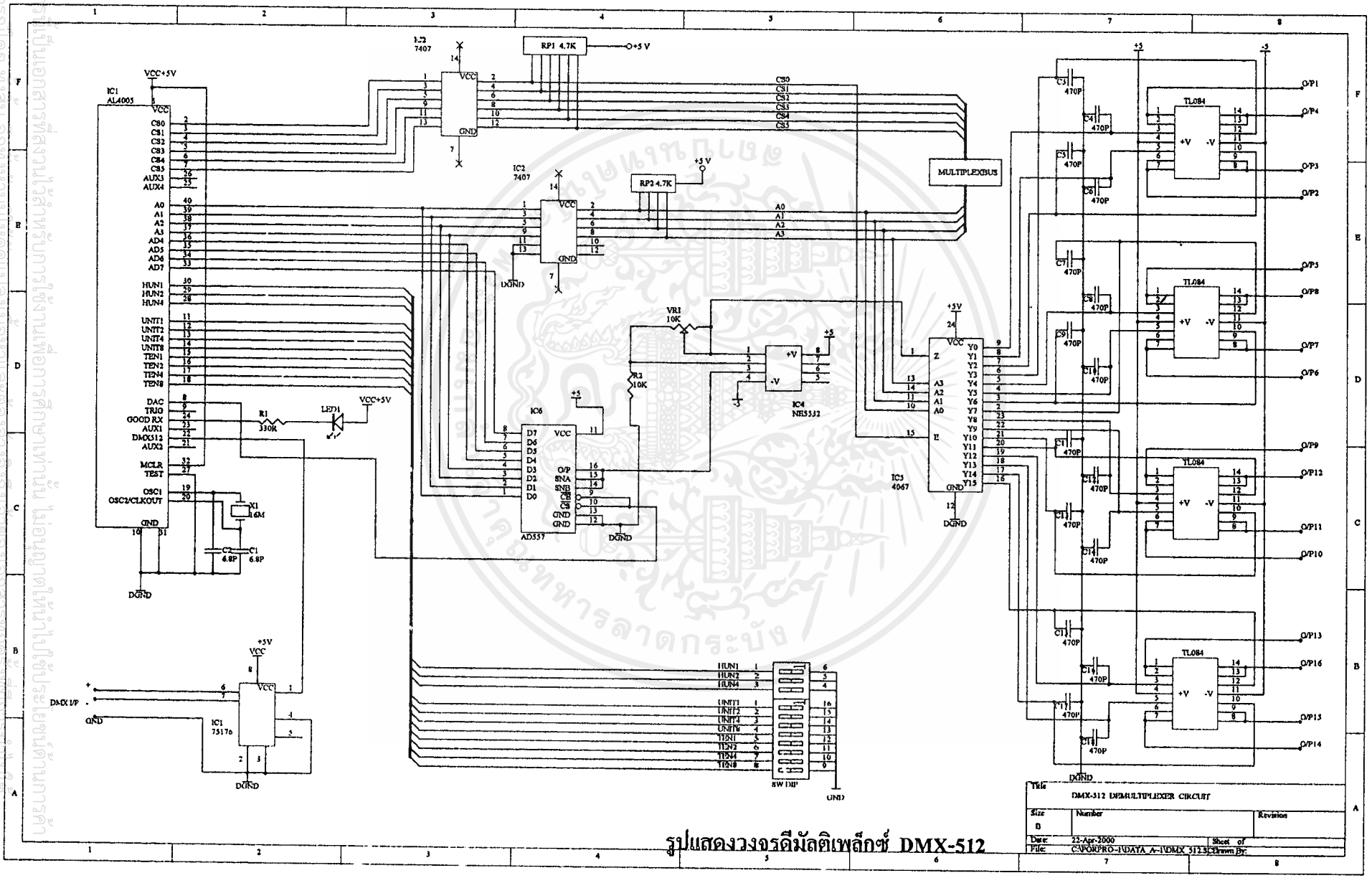
www.Artisticlicence.com/

www.hitex.com/chipdir/chipdir.htm

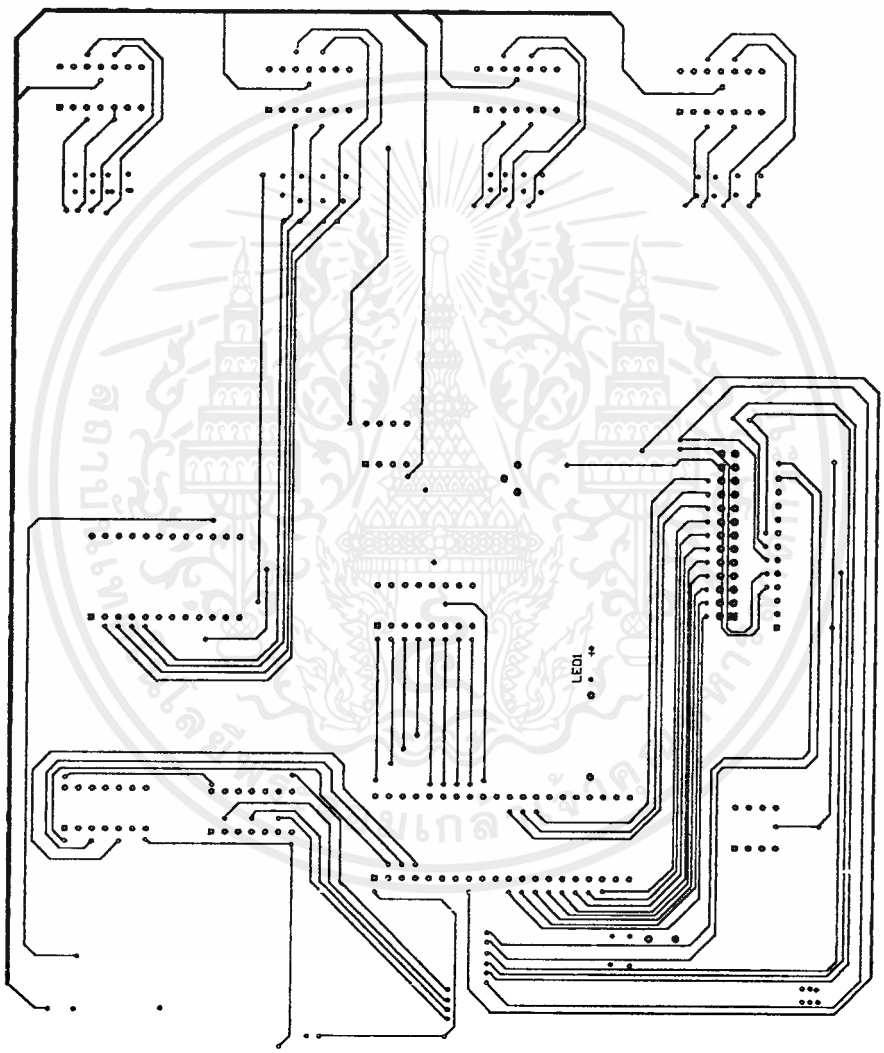
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
แสดงวงจรและลายปริ๊นท์วงจรดีมัลติเพล็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

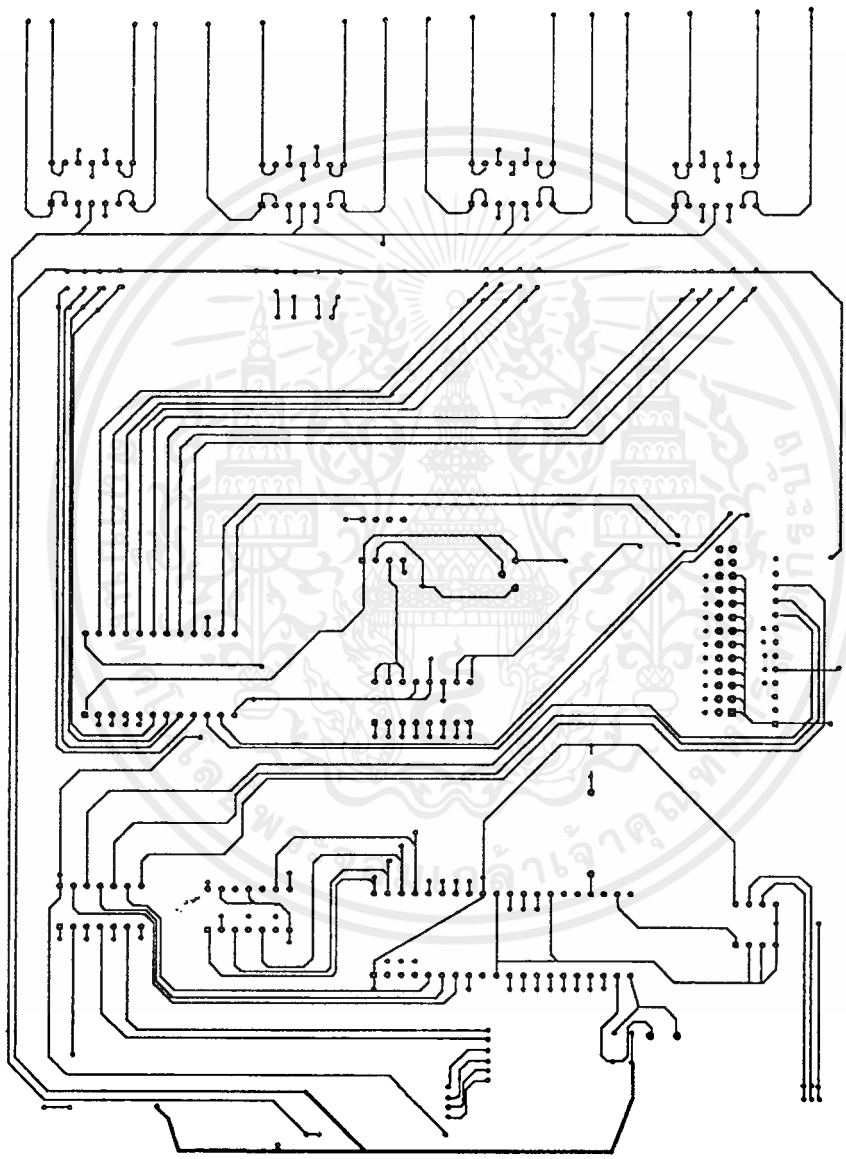


รูปแสดงวงจรดีมัลติเพล็กซ์ DMX-512



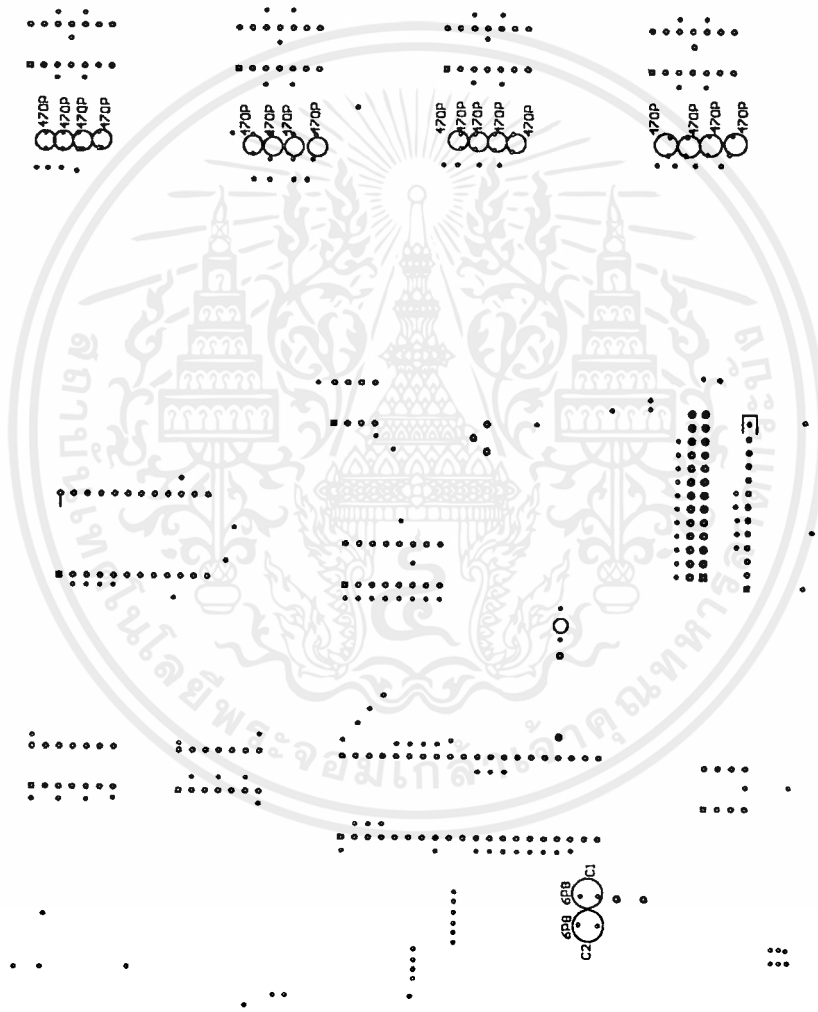
รูปแสดงลายปริ๊นท์ด้านบนของวงจรดีมัลติเพล็กซ์(ย่อขนาด 70%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



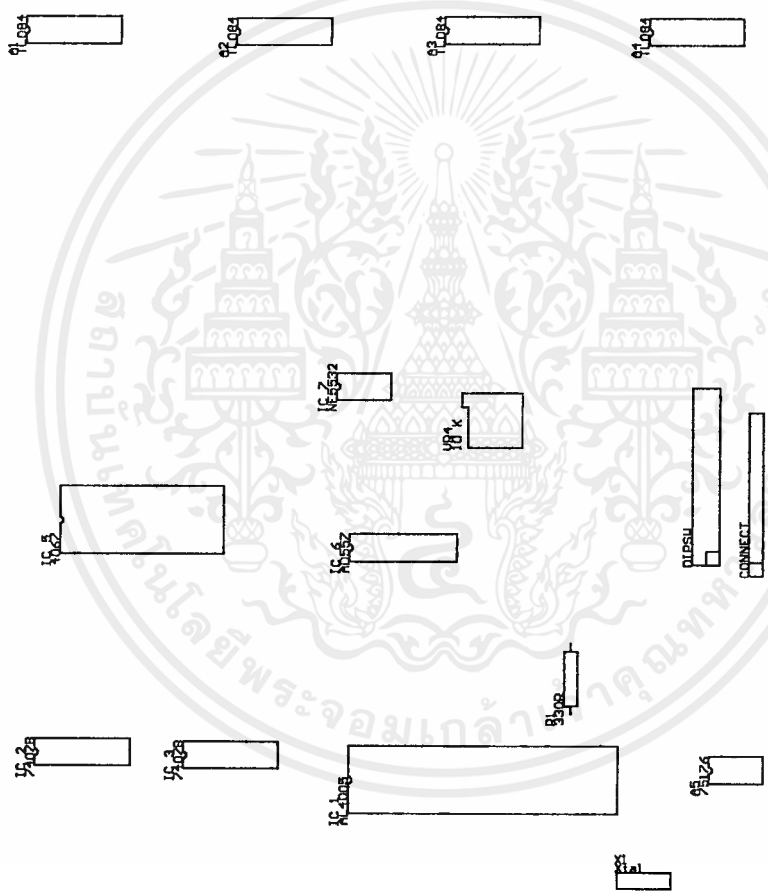
รูปแสดงลายปริ๊นท์ด้านล่างของวงจรดีมัลติเพล็กซ์(ย่อขนาด 70 %)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



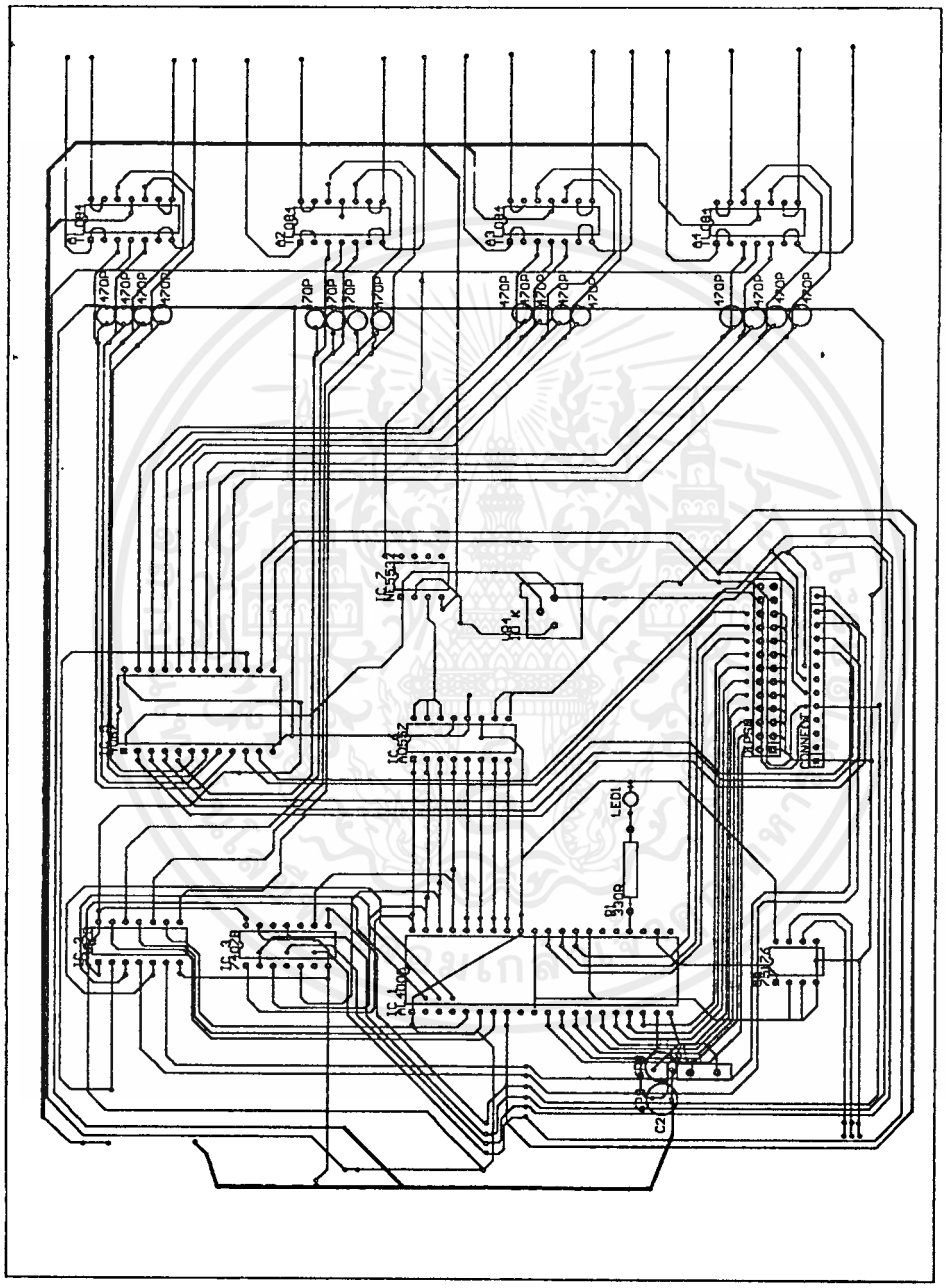
รูปแสดงตำแหน่งรูบัดกรีของวงจรดีมัลติเพล็กซ์(ย่อขนาด 70%)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงตำแหน่งการวางอุปกรณ์ในวงจรดีมัลติเพล็กซ์(ย่อขนาด 70 %)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงลายปริ๊นท์และอุปกรณ์ทั้งหมดของวงจรดีมัลติเพล็กซ์(ย่อขนาด 70 %)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการทำงาน

ในส่วนของโปรแกรมควบคุมการทำงานนั้นใช้โปแกรมบอร์แลนด์เดลไฟเวอร์ชั่น 4.0 ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรมได้แสดงแล้วในบทที่ 4 และในส่วนของโปรแกรมเดลไฟจะใช้พื้นฐานของโปรแกรมภาษาปาสคาลมาใช้ในการเขียน โปรแกรมซึ่งในส่วนของตัวโปรแกรมทั้งหมดมีดังต่อไปนี้

```
unit project;
interface

uses
 Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
 StdCtrls, ExtCtrls, Menus, Buttons, ComCtrls;

type
 TForm1 = class(TForm)
  Panel1: TPanel;
  MainMenu1: TMainMenu;
  Mwnu1: TMenuItem;
  Exit1: TMenuItem;
  Label1: TLabel;
  Label2: TLabel;
  Label3: TLabel;
  Label4: TLabel;
  Label5: TLabel;
  Label6: TLabel;
  Label7: TLabel;
  Label8: TLabel;
  Label9: TLabel;
  Label10: TLabel;
  Label11: TLabel;
  Label12: TLabel;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Label13: TLabel;

Label14: TLabel;

Label15: TLabel;

Label16: TLabel;

ScrollBar2: TScrollBar;

ScrollBar3: TScrollBar;

ScrollBar4: TScrollBar;

ScrollBar5: TScrollBar;

ScrollBar6: TScrollBar;

ScrollBar7: TScrollBar;

ScrollBar8: TScrollBar;

ScrollBar9: TScrollBar;

ScrollBar10: TScrollBar;

ScrollBar11: TScrollBar;

ScrollBar12: TScrollBar;

ScrollBar13: TScrollBar;

ScrollBar14: TScrollBar;

ScrollBar15: TScrollBar;

ScrollBar16: TScrollBar;

ScrollBar17: TScrollBar;

ch1: TLabel;

ch2: TLabel;

ch3: TLabel;

ch4: TLabel;

ch5: TLabel;

ch6: TLabel;

ch7: TLabel;

ch8: TLabel;

ch9: TLabel;

ch10: TLabel;

ch11: TLabel;

ch12: TLabel;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ch13: TLabel;

ch14: TLabel;

ch15: TLabel;

ch16: TLabel;

Load1: TMenuItem;

Save1: TMenuItem;

N1: TMenuItem;

Data1: TMenuItem;

OpenDialog1: TOpenDialog;

SaveDialog1: TSaveDialog;

Timer1: TTimer;

BitBtn1: TBitBtn;

BitBtn2: TBitBtn;

BitBtn3: TBitBtn;

SetCard1: TMenuItem;

Panel2: TPanel;

sc: TScrollBar;

StopSend1: TMenuItem;

Timer2: TTimer;

Timer3: TTimer;

Format1: TMenuItem;

flash1: TMenuItem;

N11: TMenuItem;

Timer4: TTimer;

Timer5: TTimer;

N21: TMenuItem;

SetButton1: TMenuItem;

SetHigh2: TMenuItem;

SetMeduim2: TMenuItem;

SetLow2: TMenuItem;

Programer1: TMenuItem;

Panel3: TPanel;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Edit1: TEdit;
Button1: TButton;
Label18: TLabel;
Panel4: TPanel;
Button2: TButton;
Edit2: TEdit;
Label19: TLabel;
Label20: TLabel;
Label17: TLabel;
StatusBar1: TStatusBar;
Timer6: TTimer;
procedure scChange(Sender: TObject);
procedure Exit1Click(Sender: TObject);
procedure ScrollBar2Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar3Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar4Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar5Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar6Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar7Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar8Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar9Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar10Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar11Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar12Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar13Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar14Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar15Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar16Change(Sender: TObject);
procedure ScrollBar17Change(Sender: TObject);
procedure Timer1Timer(Sender: TObject);

procedure Save1Click(Sender: TObject);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure FormActivate(Sender: TObject);
procedure BitBtn3Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn1Click(Sender: TObject);
procedure BitBtn2Click(Sender: TObject);
procedure SetCard1Click(Sender: TObject);
procedure Load1Click(Sender: TObject);
procedure StopSend1Click(Sender: TObject);
procedure SetHigh1Click(Sender: TObject);
procedure SetMeduim1Click(Sender: TObject);
procedure SetLow1Click(Sender: TObject);
procedure Timer2Timer(Sender: TObject);
procedure Timer3Timer(Sender: TObject);
procedure N11Click(Sender: TObject);
procedure Timer4Timer(Sender: TObject);
procedure Timer5Timer(Sender: TObject);
procedure N21Click(Sender: TObject);
procedure SetHigh2Click(Sender: TObject);
procedure SetMeduim2Click(Sender: TObject);
procedure SetLow2Click(Sender: TObject);
procedure Programer1Click(Sender: TObject);
procedure Button1Click(Sender: TObject);
procedure Button2Click(Sender: TObject);
procedure FormClick(Sender: TObject);
procedure Panel1Click(Sender: TObject);
procedure FormCreate(Sender: TObject);
procedure Timer6Timer(Sender: TObject);
procedure Label17Click(Sender: TObject);


private
  { Private declarations }
public
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  { Public declarations }

  dummy:Byte;
  CardAdr:Integer;
  dmx:Array[0..511] of Byte ;
  end;
  const volt =255;
var

  Form1: TForm1;
  sc1:Integer;
implementation


{$R *.DFM}

procedure vbWByte(CardAdr,ByteAdr:Word;dm:SmallInt);stdcall;external'dmxcard.dll';
function  vbCardAdr(dummy:SmallInt):LongInt;stdcall;external'dmxcard.dll';
function  vbDMXStart(CardAdr:SmallInt):LongInt;stdcall;external'dmxcard.dll';
function  vbDMXStop(CardAdr:SmallInt):LongInt;stdcall;external'dmxcard.dll';

procedure TForm1.scChange(Sender: TObject);

begin
   sc1:=Sc.Position;
   Label1.caption:=inttostr(1+sc1);
   Label2.caption:=inttostr(2+sc1);
   Label3.caption:=inttostr(3+sc1);
   Label4.caption:=inttostr(4+sc1);
   Label5.caption:=inttostr(5+sc1);
   Label6.caption:=inttostr(6+sc1);
   Label7.caption:=inttostr(7+sc1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Label8.caption:=inttostr(8+sc1);
    Label9.caption:=inttostr(9+sc1);
    Label10.caption:=inttostr(10+sc1);
    Label11.caption:=inttostr(11+sc1);
    Label12.caption:=inttostr(12+sc1);
    Label13.caption:=inttostr(13+sc1);
    Label14.caption:=inttostr(14+sc1);
    Label15.caption:=inttostr(15+sc1);
    Label16.caption:=inttostr(16+sc1);

    Scrollbar2.Position:=volt-dmx[sc1];
    Scrollbar3.Position:=volt-dmx[1+sc1];
    Scrollbar4.Position:=volt-dmx[2+sc1];
    Scrollbar5.Position:=volt-dmx[3+sc1];
    Scrollbar6.Position:=volt-dmx[4+sc1];
    Scrollbar7.Position:=volt-dmx[5+sc1];
    Scrollbar8.Position:=volt-dmx[6+sc1];
    Scrollbar9.Position:=volt-dmx[7+sc1];
    Scrollbar10.Position:=volt-dmx[8+sc1];
    Scrollbar11.Position:=volt-dmx[9+sc1];
    Scrollbar12.Position:=volt-dmx[10+sc1];
    Scrollbar13.Position:=volt-dmx[11+sc1];
    Scrollbar14.Position:=volt-dmx[12+sc1];
    Scrollbar15.Position:=volt-dmx[13+sc1];
    Scrollbar16.Position:=volt-dmx[14+sc1];
    Scrollbar17.Position:=volt-dmx[15+sc1];
  end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
procedure TForm1.Exit1Click(Sender: TObject);
begin
  close;
end;

 procedure TForm1.ScrollBar2Change(Sender: TObject);
  var sc2:Integer;
  begin
    sc2:=Scrollbar2.Position;
    dmx[sc.position]:=volt-sc2;
    ch1.caption:=inttostr((dmx[sc.position])div 25)+' '+'V';
  end;

 procedure TForm1.ScrollBar3Change(Sender: TObject);
 var sc3:Integer;
 begin
   sc3:=Scrollbar3.Position;
   dmx[1+sc.position ]:=volt-sc3;
   ch2.caption:=inttostr((dmx[1+sc.position ])div 25)+' '+'V';
 end;

 procedure TForm1.ScrollBar4Change(Sender: TObject);
  var sc4:Integer;
 begin
    sc4:=Scrollbar4.Position;
    dmx[2+sc.position ]:=volt-sc4;
    ch3.caption:=inttostr((dmx[2+sc.position ])div 25)+' '+'V';
 end;

  procedure TForm1.ScrollBar5Change(Sender: TObject);
    var sc5:Integer;
  begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  sc5:=Scrollbar5.Position;
  dmx[3+sc.position ]:=volt-sc5;
  ch4.caption:=inttostr((dmx[3+sc.position ])div 25)+' '+'V';
end;

procedure TForm1.ScrollBar6Change(Sender: TObject);
 var sc6:Integer;
begin
  sc6:=Scrollbar6.Position;
  dmx[4+sc.position ]:=volt-sc6;
  ch5.caption:=inttostr((dmx[4+sc.position ])div 25)+' '+'V';
end;

procedure TForm1.ScrollBar7Change(Sender: TObject);
 var sc7:Integer;
begin
  sc7:=Scrollbar7.Position;
  dmx[5+sc.position ]:=volt-sc7;
  ch6.caption:=inttostr((dmx[5+sc.position ])div 25)+' '+'V';
end;

procedure TForm1.ScrollBar8Change(Sender: TObject);
var sc8:Integer;
begin
  sc8:=Scrollbar8.Position;
  dmx[6+sc.position ]:=volt-sc8;
  ch7.caption:=inttostr((dmx[6+sc.position ])div 25)+' '+'V';
end;

procedure TForm1.ScrollBar9Change(Sender: TObject);
var sc9:Integer;
begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  sc9:=Scrollbar9.Position;
  dmx[7+sc.position ]:=volt-sc9;
  ch8.caption:=inttostr((dmx[7+sc.position ])div 25)+' '+'V';
end;

procedure TForm1.ScrollBar10Change(Sender: TObject);
var sc10:Integer;
begin
  sc10:=Scrollbar10.Position;
  dmx[8+sc.position ]:=volt-sc10;
  ch9.caption:=inttostr((dmx[8+sc.position ])div 25)+' '+'V';
end;

procedure TForm1.ScrollBar11Change(Sender: TObject);
var sc11:Integer;
begin
  sc11:=Scrollbar11.Position;
  dmx[9+sc.position ]:=volt-sc11;
  ch10.caption:=inttostr((dmx[9+sc.position ])div 25)+' '+'V';
end;

procedure TForm1.ScrollBar12Change(Sender: TObject);
var sc12:Integer;
begin
  sc12:=Scrollbar12.Position;
  dmx[10+sc.position ]:=volt-sc12;
  ch11.caption:=inttostr((dmx[10+sc.position ])div 25)+' '+'V';
end;

procedure TForm1.ScrollBar13Change(Sender: TObject);
var sc13:Integer;
begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  sc13:=Scrollbar13.Position;
  dmx[11+sc.position ]:=volt-sc13;
  ch12.caption:=inttostr((dmx[11+sc.position ])div 25)+' '+'V';
end;

procedure TForm1.ScrollBar14Change(Sender: TObject);
var sc14:Integer;
begin
  sc14:=Scrollbar14.Position;
  dmx[12+sc.position ]:=volt-sc14;
  ch13.caption:=inttostr((dmx[12+sc.position ])div 25)+' '+'V';
end;

procedure TForm1.ScrollBar15Change(Sender: TObject);
var sc15:Integer;
begin
  sc15:=Scrollbar15.Position;
  dmx[13+sc.position ]:=volt-sc15;
  ch14.caption:=inttostr((dmx[13+sc.position ])div 25)+' '+'V';
end;

procedure TForm1.ScrollBar16Change(Sender: TObject);
var sc16:Integer;
begin
  sc16:=Scrollbar16.Position;
  dmx[14+sc.position ]:=volt-sc16;
  ch15.caption:=inttostr((dmx[14+sc.position ])div 25)+' '+'V';
end;

procedure TForm1.ScrollBar17Change(Sender: TObject);
var sc17:Integer;
begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    sc17:=Scrollbar17.Position;
    dmx[15+sc.position ]:=volt-sc17;
    ch16.caption:=inttostr((dmx[15+sc.position ])div 25)+' '+'V';
  end;

 procedure TForm1.Timer1Timer(Sender: TObject);
  var  i:Integer;
 begin
    if (CardAdr > 0) then        {ตรวจสอบแอดเดรสของการ์ดอินเตอร์เฟส}
    begin
      for i:=0 to 511 do
        begin
          vbWByte(CardAdr,$400+i,dmx[i]);     {ส่งค่าข้อมูลไปที่การ์ดอินเตอร์เฟส}
        end;
      dummy:=vbDMXStart(CardAdr);    {กำหนดให้การ์ดเริ่มต้นการส่งข้อมูล}
    end;
 end;


 procedure TForm1.Save1Click(Sender: TObject);
 begin
    panel4.visible:=true;
    panel3.visible:=false;
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
 end;
 procedure TForm1.FormActivate(Sender: TObject);
  var f:file of Byte;
      i:Integer;
      b_sys:Byte;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    text:String;
begin
  CardAdr:=vbCardAdr(0); {กำหนดให้ตำแหน่งเริ่มต้นของการ์ดอินเตอร์เฟสเป็นเลขจำนวนเต็ม}
  Text:=InttoStr(CardAdr); {เปลี่ยนเลขจำนวนเต็มเป็นรูปแบบของ TEXT}
   if (CardAdr>$FF) then
   begin
     MessageDlg('O.K. Read Card Complete! Address:'+Text,mtInformation,[mbOK],0);
     AssignFile(f,'dmxcard.bin'); {กำหนดชื่อไฟล์เพื่อใช้ในการอ่านข้อมูล}
     reset(f); { เปิดไฟล์เพื่ออ่าน }
     i:=0;
     while not eof(f) do {ตรวจสอบข้อมูลในไฟล์ว่าอ่านเสร็จเรียบร้อยหรือยัง}
     begin
       read(f,b_sys);
       vbWByte(CardAdr,i,b_sys); {ส่งค่าที่อ่านได้ไปที่การ์ดอินเตอร์เฟสเพื่อทำการเซต}
       inc(i);
     end;
     closefile (f);
     {เซตค่าพารามิเตอร์ต่างๆในการ์ดอินเตอร์เฟส}
     vbWByte(CardAdr,$03F0,60);  {เซตค่า Strartsync Duration}
     vbWByte(CardAdr,$03F1,0);   {เซตค่า StartByte ในการส่งข้อมูล DMX}
     vbWByte(CardAdr,$03F2,30);  {เซตค่า End Idle Time(uS)}
     vbWByte(CardAdr,$03F3,0);   {เซตค่า Low Byte Channel Count}
     vbWByte(CardAdr,$03F4,1);   {เซตค่า High Byte Channel Count }
     vbWByte(CardAdr,$03F5,0);   {เซตในการส่งค่าข้อมูลซ้ำ}
     vbWByte(CardAdr,$03F6,0);   {เซตค่า Inter-Digit Time}
     vbWByte(CardAdr,$03F7,0);   {ค่าข้อมูลไม่ได้ใช้ }
     vbWByte(CardAdr,$03F8,0);   {เซตค่า Card Mode}
     vbWByte(CardAdr,$03F9,0);    {เซตค่า Card Type Return Value}


     for i:=$400 to $5FF do   {ส่งค่าข้อมูลในช่อง 1 ถึง 512 ไปที่การ์ดอินเตอร์เฟส}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        vbWByte(CardAdr,i,0);
        Timer1.Enabled:=true;
        BitBtn1.Enabled:=False;
        end;
 end;

 procedure TForm1.BitBtn3Click(Sender: TObject);
 begin
   close;
 end;

 procedure TForm1.BitBtn1Click(Sender: TObject);
 begin
   BitBtn1.Enabled:=False;
   BitBtn2.Enabled:=True;
   Timer1.Enabled:=True;
   panel3.visible:=false;
   panel4.visible:=false;
 end;

 procedure TForm1.BitBtn2Click(Sender: TObject);
 begin
   BitBtn2.Enabled:=False;
   BitBtn1.Enabled:=True;
   Timer1.Enabled:=False;
   panel3.visible:=false;
   panel4.visible:=false;
 end;

 procedure TForm1.SetCard1Click(Sender: TObject);
 begin
   FormActivate(Setcard1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  panel3.visible:=false;
  panel4.visible:=false;
  timer2.enabled:=false;
  timer3.enabled:=false;
  timer4.enabled:=false;
  timer5.enabled:=false;
end;

procedure TForm1.Load1Click(Sender: TObject);
begin
  panel3.visible:=true;
  panel4.visible:=false;
  timer2.enabled:=false;
  timer3.enabled:=false;
  timer4.enabled:=false;
  timer5.enabled:=false;
end;


procedure TForm1.StopSend1Click(Sender: TObject);
begin
  BitBtn2.Enabled:=False;
  BitBtn1.Enabled:=True;
  Timer1.Enabled:=False;
  panel3.visible:=false;
  panel4.visible:=false;
end;

procedure TForm1.SetHigh1Click(Sender: TObject);
var i:Integer;
begin
  for i:=0 to 511 do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
dmx[i]:=255;
  Scrollbar2.Position:=volt-dmx[sc.position];
  Scrollbar3.Position:=volt-dmx[1+sc.position];
  Scrollbar4.Position:=volt-dmx[2+sc.position];
  Scrollbar5.Position:=volt-dmx[3+sc.position];
  Scrollbar6.Position:=volt-dmx[4+sc.position];
  Scrollbar7.Position:=volt-dmx[5+sc.position];
  Scrollbar8.Position:=volt-dmx[6+sc.position];
  Scrollbar9.Position:=volt-dmx[7+sc.position];
  Scrollbar10.Position:=volt-dmx[8+sc.position];
  Scrollbar11.Position:=volt-dmx[9+sc.position];
  Scrollbar12.Position:=volt-dmx[10+sc.position];
  Scrollbar13.Position:=volt-dmx[11+sc.position];
  Scrollbar14.Position:=volt-dmx[12+sc.position];
  Scrollbar15.Position:=volt-dmx[13+sc.position];
  Scrollbar16.Position:=volt-dmx[14+sc.position];
  Scrollbar17.Position:=volt-dmx[15+sc.position];

  timer2.enabled:=false;
  timer3.enabled:=false;
  timer4.enabled:=false;
  timer5.enabled:=false;
end;

procedure TForm1.SetMeduim1Click(Sender: TObject);
var i:Integer;
begin
  for i:=0 to 511 do
  dmx[i]:=135;

  Scrollbar2.Position:=volt-dmx[sc.position];
  Scrollbar3.Position:=volt-dmx[1+sc.position];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Scrollbar4.Position:=volt-dmx[2+sc.position];
  Scrollbar5.Position:=volt-dmx[3+sc.position];
  Scrollbar6.Position:=volt-dmx[4+sc.position];
  Scrollbar7.Position:=volt-dmx[5+sc.position];
  Scrollbar8.Position:=volt-dmx[6+sc.position];
  Scrollbar9.Position:=volt-dmx[7+sc.position];
  Scrollbar10.Position:=volt-dmx[8+sc.position];
  Scrollbar11.Position:=volt-dmx[9+sc.position];
  Scrollbar12.Position:=volt-dmx[10+sc.position];
  Scrollbar13.Position:=volt-dmx[11+sc.position];
  Scrollbar14.Position:=volt-dmx[12+sc.position];
  Scrollbar15.Position:=volt-dmx[13+sc.position];
  Scrollbar16.Position:=volt-dmx[14+sc.position];
  Scrollbar17.Position:=volt-dmx[15+sc.position];

  timer2.enabled:=false;
  timer3.enabled:=false;
  timer4.enabled:=false;
  timer5.enabled:=false;
end;

procedure TForm1.SetLow1Click(Sender: TObject);
var i:Integer;
begin
  for i:=0 to 511 do
  dmx[i]:=0;

  Scrollbar2.Position:=volt-dmx[sc.position];
  Scrollbar3.Position:=volt-dmx[1+sc.position];
  Scrollbar4.Position:=volt-dmx[2+sc.position];
  Scrollbar5.Position:=volt-dmx[3+sc.position];
  Scrollbar6.Position:=volt-dmx[4+sc.position];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Scrollbar7.Position:=volt-dmx[5+sc.position];
  Scrollbar8.Position:=volt-dmx[6+sc.position];
  Scrollbar9.Position:=volt-dmx[7+sc.position];
  Scrollbar10.Position:=volt-dmx[8+sc.position];
  Scrollbar11.Position:=volt-dmx[9+sc.position];
  Scrollbar12.Position:=volt-dmx[10+sc.position];
  Scrollbar13.Position:=volt-dmx[11+sc.position];
  Scrollbar14.Position:=volt-dmx[12+sc.position];
  Scrollbar15.Position:=volt-dmx[13+sc.position];
  Scrollbar16.Position:=volt-dmx[14+sc.position];
  Scrollbar17.Position:=volt-dmx[15+sc.position];

  timer2.enabled:=false;
  timer3.enabled:=false;
  timer4.enabled:=false;
  timer5.enabled:=false;
end;

procedure TForm1.Timer2Timer(Sender: TObject);
begin
  scrollbar2.position:=0;
  scrollbar3.position:=255;
  scrollbar4.position:=0;
  scrollbar5.position:=255;
  scrollbar6.position:=0;
  scrollbar7.position:=255;
  scrollbar8.position:=0;
  scrollbar9.position:=255;
  scrollbar10.position:=0;
  scrollbar11.position:=255;
  scrollbar12.position:=0;
  scrollbar13.position:=255;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  scrollbar14.position:=0;
  scrollbar15.position:=255;
  scrollbar16.position:=0;
  scrollbar17.position:=255;

  timer2.interval:=500;
  timer3.interval:=1000;
  timer3.enabled:=true;
  timer4.enabled:=false;
  timer5.enabled:=false;
  timer3.tag:=0;
end;

procedure TForm1.Timer3Timer(Sender: TObject);
begin
  scrollbar2.position:=255;
  scrollbar3.position:=0;
  scrollbar4.position:=255;
  scrollbar5.position:=0;
  scrollbar6.position:=255;
  scrollbar7.position:=0;
  scrollbar8.position:=255;
  scrollbar9.position:=0;
  scrollbar10.position:=255;
  scrollbar11.position:=0;
  scrollbar12.position:=255;
  scrollbar13.position:=0;
  scrollbar14.position:=255;
  scrollbar15.position:=0;
  scrollbar16.position:=255;
  scrollbar17.position:=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  timer2.tag:=0;
  timer2.interval:=1000;
  timer3.interval:=500;
end;

procedure TForm1.N11Click(Sender: TObject);
begin
  timer4.enabled:=true;
  timer5.enabled:=false;
  timer3.enabled:=false;
  timer2.enabled:=false;
  panel3.visible:=false;
  panel4.visible:=false;
end;

procedure TForm1.Timer4Timer(Sender: TObject);
var i:Integer;
begin
  for i:=0 to 511 do
  dmx[i]:=255;

  Scrollbar2.Position:=volt-dmx[sc.position];
  Scrollbar3.Position:=volt-dmx[1+sc.position];
  Scrollbar4.Position:=volt-dmx[2+sc.position];
  Scrollbar5.Position:=volt-dmx[3+sc.position];
  Scrollbar6.Position:=volt-dmx[4+sc.position];
  Scrollbar7.Position:=volt-dmx[5+sc.position];
  Scrollbar8.Position:=volt-dmx[6+sc.position];
  Scrollbar9.Position:=volt-dmx[7+sc.position];
  Scrollbar10.Position:=volt-dmx[8+sc.position];
  Scrollbar11.Position:=volt-dmx[9+sc.position];
  Scrollbar12.Position:=volt-dmx[10+sc.position];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Scrollbar13.Position:=volt-dmx[11+sc.position];
  Scrollbar14.Position:=volt-dmx[12+sc.position];
  Scrollbar15.Position:=volt-dmx[13+sc.position];
  Scrollbar16.Position:=volt-dmx[14+sc.position];
  Scrollbar17.Position:=volt-dmx[15+sc.position];

  timer2.enabled:=false;
  timer3.enabled:=false;
  timer5.enabled:=true;
  timer4.Interval:=500;
  timer5.Interval:=1000;
  timer5.tag:=0;
end;

procedure TForm1.Timer5Timer(Sender: TObject);
var i:Integer;
begin
  for i:=0 to 511 do
  dmx[i]:=0;

  Scrollbar2.Position:=volt-dmx[sc.position];
  Scrollbar3.Position:=volt-dmx[1+sc.position];
  Scrollbar4.Position:=volt-dmx[2+sc.position];
  Scrollbar5.Position:=volt-dmx[3+sc.position];
  Scrollbar6.Position:=volt-dmx[4+sc.position];
  Scrollbar7.Position:=volt-dmx[5+sc.position];
  Scrollbar8.Position:=volt-dmx[6+sc.position];
  Scrollbar9.Position:=volt-dmx[7+sc.position];
  Scrollbar10.Position:=volt-dmx[8+sc.position];
  Scrollbar11.Position:=volt-dmx[9+sc.position];
  Scrollbar12.Position:=volt-dmx[10+sc.position];
  Scrollbar13.Position:=volt-dmx[11+sc.position];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Scrollbar14.Position:=volt-dmx[12+sc.position];
    Scrollbar15.Position:=volt-dmx[13+sc.position];
    Scrollbar16.Position:=volt-dmx[14+sc.position];
    Scrollbar17.Position:=volt-dmx[15+sc.position];

    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false,
    timer4.interval:=1000;
    timer5.interval:=500;
    timer4.tag:=0;
  end;

  procedure TForm1.N21Click(Sender: TObject);
  begin
    timer2.enabled:=true;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
    panel3.visible:=false;
    panel4.visible:=false;
  end;

  procedure TForm1.SetHigh2Click(Sender: TObject);
  var i:Integer;
  begin
    for i:=0 to 511 do
    dmx[i]:=255;

    Scrollbar2.Position:=volt-dmx[sc.position];
    Scrollbar3.Position:=volt-dmx[1+sc.position];
    Scrollbar4.Position:=volt-dmx[2+sc.position];
    Scrollbar5.Position:=volt-dmx[3+sc.position];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Scrollbar6.Position:=volt-dmx[4+sc.position];
    Scrollbar7.Position:=volt-dmx[5+sc.position];
    Scrollbar8.Position:=volt-dmx[6+sc.position];
    Scrollbar9.Position:=volt-dmx[7+sc.position];
    Scrollbar10.Position:=volt-dmx[8+sc.position];
    Scrollbar11.Position:=volt-dmx[9+sc.position];
    Scrollbar12.Position:=volt-dmx[10+sc.position];
    Scrollbar13.Position:=volt-dmx[11+sc.position];
    Scrollbar14.Position:=volt-dmx[12+sc.position];
    Scrollbar15.Position:=volt-dmx[13+sc.position];
    Scrollbar16.Position:=volt-dmx[14+sc.position];
    Scrollbar17.Position:=volt-dmx[15+sc.position];

    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
    panel3.visible:=false;
    panel4.visible:=false;
end;

procedure TForm1.SetMeduim2Click(Sender: TObject);
var i:Integer;
begin
    for i:=0 to 511 do
    dmx[i]:=135;

    Scrollbar2.Position:=volt-dmx[sc.position];
    Scrollbar3.Position:=volt-dmx[1+sc.position];
    Scrollbar4.Position:=volt-dmx[2+sc.position];
    Scrollbar5.Position:=volt-dmx[3+sc.position];
    Scrollbar6.Position:=volt-dmx[4+sc.position];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Scrollbar7.Position:=volt-dmx[5+sc.position];
  Scrollbar8.Position:=volt-dmx[6+sc.position];
  Scrollbar9.Position:=volt-dmx[7+sc.position];
  Scrollbar10.Position:=volt-dmx[8+sc.position];
  Scrollbar11.Position:=volt-dmx[9+sc.position];
  Scrollbar12.Position:=volt-dmx[10+sc.position];
  Scrollbar13.Position:=volt-dmx[11+sc.position];
  Scrollbar14.Position:=volt-dmx[12+sc.position];
  Scrollbar15.Position:=volt-dmx[13+sc.position];
  Scrollbar16.Position:=volt-dmx[14+sc.position];
  Scrollbar17.Position:=volt-dmx[15+sc.position];

  timer2.enabled:=false;
  timer3.enabled:=false;
  timer4.enabled:=false;
  timer5.enabled:=false;
  panel3.visible:=false;
  panel4.visible:=false;
end;

procedure TForm1.SetLow2Click(Sender: TObject);
var i:Integer;
begin
  for i:=0 to 511 do
  dmx[i]:=0;

  Scrollbar2.Position:=volt-dmx[sc.position];
  Scrollbar3.Position:=volt-dmx[1+sc.position];
  Scrollbar4.Position:=volt-dmx[2+sc.position];
  Scrollbar5.Position:=volt-dmx[3+sc.position];
  Scrollbar6.Position:=volt-dmx[4+sc.position];
  Scrollbar7.Position:=volt-dmx[5+sc.position];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  Scrollbar8.Position:=volt-dmx[6+sc.position];
  Scrollbar9.Position:=volt-dmx[7+sc.position];
  Scrollbar10.Position:=volt-dmx[8+sc.position];
  Scrollbar11.Position:=volt-dmx[9+sc.position];
  Scrollbar12.Position:=volt-dmx[10+sc.position];
  Scrollbar13.Position:=volt-dmx[11+sc.position];
  Scrollbar14.Position:=volt-dmx[12+sc.position];
  Scrollbar15.Position:=volt-dmx[13+sc.position];
  Scrollbar16.Position:=volt-dmx[14+sc.position];
  Scrollbar17.Position:=volt-dmx[15+sc.position];

   timer2.enabled:=false;
   timer3.enabled:=false;
   timer4.enabled:=false;
   timer5.enabled:=false;
   panel3.visible:=false;
   panel4.visible:=false;
 end;

 procedure TForm1.Programer1Click(Sender: TObject);
 var p:string;
 begin
   p:='          รายชื่อสมาชิกกลุ่มโครงงาน'+chr(10);
   p:=p+chr(10)+'นาย ทวีศักดิ์ บุญชื่น       รหัส 41012007'+chr(10);
   p:=p+chr(10)+'นายยิ่งยศ เหล่าอมรพงศ์ รหัส 41012021'+chr(10);
   p:=p+chr(10)+'                    ห้อง 2N      '+chr(10);
   showmessage(p);
   panel3.visible:=false;
   panel4.visible:=false;
 end;

   procedure TForm1.Button1Click(Sender: TObject);
```

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
var  number,i:Integer;
    f:textfile;
    s:string;
begin
  number:=strtoint(edit1.text);     {ป้อนค่าหมายเลขที่ต้องการโหลดค่าตั้งแต่ 1 ถึง 45}
  case number of
  1:begin
      Assignfile(f,'data1.dmx');
      reset(f);
      for  i:=0 to 511 do
       begin
         readln(f,s);
         dmx[i]:= strtoint(s);
       end;
      closefile(f);
      timer2.enabled:=false;
      timer3.enabled:=false;
      timer4.enabled:=false;
      timer5.enabled:=false;
    end;

  2:begin
      Assignfile(f,'data2.dmx');
      reset(f);
      for  i:=0 to 511 do
       begin
         readln(f,s);
         dmx[i]:= strtoint(s);
       end;
      closefile(f);
      timer2.enabled:=false;
      timer3.enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

3:begin
    Assignfile(f,'data3.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
   end;

 4:begin
     Assignfile(f,'data4.dmx');
     reset(f);
     for  i:=0 to 511 do
      begin
        readln(f,s);
        dmx[i]:= strtoint(s);
      end;
     closefile(f);
     timer2.enabled:=false;
     timer3.enabled:=false;
     timer4.enabled:=false;
     timer5.enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 end;


5:begin
    Assignfile(f,'data5.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
 end;


6:begin
    Assignfile(f,'data6.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
      begin
        readln(f,s);
        dmx[i]:= strtoint(s);
      end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
7:begin
    Assignfile(f,'data7.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

8:begin
    Assignfile(f,'data8.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

9:begin
    Assignfile(f,'data9.dmx');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  reset(f);
  for  i:=0 to 511 do
   begin
     readln(f,s);
     dmx[i]:= strtoint(s);
   end;
  closefile(f);
  timer2.enabled:=false;
  timer3.enabled:=false;
  timer4.enabled:=false;
  timer5.enabled:=false;
 end;

10:begin
   Assignfile(f,'data10.dmx');
   reset(f);
   for  i:=0 to 511 do
    begin
      readln(f,s);
      dmx[i]:= strtoint(s);
    end;
   closefile(f);
   timer2.enabled:=false;
   timer3.enabled:=false;
   timer4.enabled:=false;
   timer5.enabled:=false;
  end;

11:begin
   Assignfile(f,'data11.dmx');
   reset(f);
   for  i:=0 to 511 do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      begin
        readln(f,s);
        dmx[i]:= strtoint(s);
      end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

12:begin
    Assignfile(f,'data12.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
      begin
        readln(f,s);
        dmx[i]:= strtoint(s);
      end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
end;

13:begin
    Assignfile(f,'data13.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
      begin
        readln(f,s);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        dmx[i]:= strtoint(s);
      end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

14:begin
    Assignfile(f,'data14.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

15:begin
    Assignfile(f,'data15.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

16:begin
    Assignfile(f,'data16.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
    end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;
17:begin
    Assignfile(f,'data17.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

18:begin
    Assignfile(f,'data18.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

19:begin
    Assignfile(f,'data19.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  end;

20:begin
    Assignfile(f,'data20.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

21:begin
    Assignfile(f,'data21.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
22:begin
    Assignfile(f,'data22.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

23:begin
    Assignfile(f,'data23.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

24:begin
    Assignfile(f,'data24.dmx');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      reset(f);
      for  i:=0 to 511 do
       begin
         readln(f,s);
         dmx[i]:= strtoint(s);
       end;
      closefile(f);
      timer2.enabled:=false;
      timer3.enabled:=false;
      timer4.enabled:=false;
      timer5.enabled:=false;
   end;

25:begin
      Assignfile(f,'data25.dmx');
      reset(f);
      for  i:=0 to 511 do
       begin
         readln(f,s);
         dmx[i]:= strtoint(s);
       end;
      closefile(f);
      timer2.enabled:=false;
      timer3.enabled:=false;
      timer4.enabled:=false;
      timer5.enabled:=false;
   end;

26:begin
      Assignfile(f,'data26.dmx');
      reset(f);
      for  i:=0 to 511 do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      begin
        readln(f,s);
        dmx[i]:= strtoint(s);
      end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

27:begin
    Assignfile(f,'data27.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

28:begin
    Assignfile(f,'data28.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
   closefile(f);
   timer2.enabled:=false;
   timer3.enabled:=false;
   timer4.enabled:=false;
   timer5.enabled:=false;
 end;

29:begin
   Assignfile(f,'data29.dmx');
   reset(f);
   for  i:=0 to 511 do
    begin
      readln(f,s);
      dmx[i]:= strtoint(s);
    end;
   closefile(f);
   timer2.enabled:=false;
   timer3.enabled:=false;
   timer4.enabled:=false;
   timer5.enabled:=false;
 end;

30:begin
   Assignfile(f,'data30.dmx');
   reset(f);
   for  i:=0 to 511 do
    begin
      readln(f,s);
      dmx[i]:= strtoint(s);
    end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
end;

31:begin
    Assignfile(f,'data31.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

 32:begin
     Assignfile(f,'data32.dmx');
     reset(f);
     for  i:=0 to 511 do
      begin
        readln(f,s);
        dmx[i]:= strtoint(s);
      end;
     closefile(f);
     timer2.enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

33:begin
    Assignfile(f,'data33.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

34:begin
    Assignfile(f,'data34.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    timer5.enabled:=false;
  end;

35:begin
    Assignfile(f,'data35.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

36:begin
    Assignfile(f,'data36.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
37:begin
    Assignfile(f,'data37.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

38:begin
    Assignfile(f,'data38.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
      end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

39:begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Assignfile(f,'data39.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
        dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
 end;

40:begin
    Assignfile(f,'data40.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
        dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

 42:begin
     Assignfile(f,'data42.dmx');
      reset(f);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
        dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

43:begin
    Assignfile(f,'data43.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
       readln(f,s);
       dmx[i]:= strtoint(s);
     end;
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
   end;

 44:begin
    Assignfile(f,'data44.dmx');
    reset(f);
    for  i:=0 to 511 do
     begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        readln(f,s);
         dmx[i]:= strtoint(s);
       end;
     closefile(f);
     timer2.enabled:=false;
     timer3.enabled:=false;
     timer4.enabled:=false;
     timer5.enabled:=false;
   end;

 45:begin
     Assignfile(f,'data45.dmx');
     reset(f);
     for  i:=0 to 511 do
      begin
        readln(f,s);
         dmx[i]:= strtoint(s);
      end;
     closefile(f);
     timer2.enabled:=false;
     timer3.enabled:=false;
     timer4.enabled:=false;
     timer5.enabled:=false;
   end;
   else
   ShowMessage('ใส่หมายเลขผิดพลาด  กรุณาใส่อีกครั้ง');
  end;
end;


 procedure TForm1.Button2Click(Sender: TObject);
  var number,i:Integer;
```

เอกสารนี้จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    f:textfile;
begin
    number:=strtoint(Edit2.text);  {ป้อนค่าหมายที่ต้องการเซฟหมายเลขที่ 1 ถึง 45 }
    case number of

    1:begin
        Assignfile(f,'data1.dmx');
        rewrite(f);
        for i:=0 to 511 do
        writeln(f,inttostr(dmx[i]));
        closefile(f);
        timer2.enabled:=false;
        timer3.enabled:=false;
        timer4.enabled:=false;
        timer5.enabled:=false;
      end;

    2:begin
        Assignfile(f,'data2.dmx');
        rewrite(f);
        for i:=0 to 511 do
        writeln(f,inttostr(dmx[i]));
        closefile(f);
        timer2.enabled:=false;
        timer3.enabled:=false;
        timer4.enabled:=false;
        timer5.enabled:=false;
      end;

    3:begin
        Assignfile(f,'data3.dmx');
        rewrite(f);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

4:begin
    Assignfile(f,'data4.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

5:begin
    Assignfile(f,'data5.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6:begin
    Assignfile(f,'data6.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
 end;

7:begin
    Assignfile(f,'data7.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

 8:begin
     Assignfile(f,'data8.dmx');
     rewrite(f);
     for i:=0 to 511 do
     writeln(f,inttostr(dmx[i]));
     closefile(f);
     timer2.enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
 end;

9:begin
    Assignfile(f,'data9.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

10:begin
    Assignfile(f,'data10.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

11:begin
    Assignfile(f,'data11.dmx');
    rewrite(f);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

12:begin
    Assignfile(f,'data12.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

13:begin
    Assignfile(f,'data13.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
14:begin
    Assignfile(f,'data14.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

15:begin
    Assignfile(f,'data15.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

16:begin
    Assignfile(f,'data16.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

17:begin
    Assignfile(f,'data17.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

18:begin
    Assignfile(f,'data18.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

19:begin
    Assignfile(f,'data19.dmx');
    rewrite(f);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

20:begin
    Assignfile(f,'data20.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

21:begin
    Assignfile(f,'data21.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
22:begin
    Assignfile(f,'data22.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

23:begin
    Assignfile(f,'data23.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

24:begin
    Assignfile(f,'data24.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

25:begin
    Assignfile(f,'data25.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

26:begin
    Assignfile(f,'data26.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

27:begin
    Assignfile(f,'data27.dmx');
    rewrite(f);
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

28:begin
    Assignfile(f,'data28.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
   end;

 29:begin
     Assignfile(f,'data29.dmx');
     rewrite(f);
     for i:=0 to 511 do
     writeln(f,inttostr(dmx[i]));
     closefile(f);
     timer2.enabled:=false;
     timer3.enabled:=false;
     timer4.enabled:=false;
     timer5.enabled:=false;
    end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
30:begin
    Assignfile(f,'data30.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

 31:begin
     Assignfile(f,'data31.dmx');
     rewrite(f);
     for i:=0 to 511 do
     writeln(f,inttostr(dmx[i]));
     closefile(f);
     timer2.enabled:=false;
     timer3.enabled:=false;
     timer4.enabled:=false;
     timer5.enabled:=false;
   end;

  32:begin
      Assignfile(f,'data32.dmx');
      rewrite(f);
      for i:=0 to 511 do
      writeln(f,inttostr(dmx[i]));
      closefile(f);
      timer2.enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

33:begin
    Assignfile(f,'data33.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

34:begin
    Assignfile(f,'data34.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

35:begin
    Assignfile(f,'data35.dmx');
    rewrite(f);
```

เอกสารนี้มีไว้เพื่อการใช้งานที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

36:begin
    Assignfile(f,'data36.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

37:begin
    Assignfile(f,'data37.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
38:begin
    Assignfile(f,'data38.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;
39:begin
    Assignfile(f,'data39.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
   end;

 40:begin
    Assignfile(f,'data40.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

41:begin
    Assignfile(f,'data41.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

42:begin
    Assignfile(f,'data42.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

43:begin
    Assignfile(f,'data43.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
 end;

44:begin
    Assignfile(f,'data44.dmx');
    rewrite(f);
    for i:=0 to 511 do
    writeln(f,inttostr(dmx[i]));
    closefile(f);
    timer2.enabled:=false;
    timer3.enabled:=false;
    timer4.enabled:=false;
    timer5.enabled:=false;
  end;

45:begin
     Assignfile(f,'data45.dmx');
     rewrite(f);
     for i:=0 to 511 do
     writeln(f,inttostr(dmx[i]));
     closefile(f);
     timer2.enabled:=false;
     timer3.enabled:=false;
     timer4.enabled:=false;
     timer5.enabled:=false;
   end;
  else
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  end;
end;

procedure TForm1.FormClick(Sender: TObject);
begin
  panel3.visible:=false;
  panel4.visible:=false;
end;

procedure TForm1.Panel1Click(Sender: TObject);
begin
  panel3.visible:=false;
  panel4.visible:=false;
end;

procedure TForm1.FormCreate(Sender: TObject);
begin
  StatusBar1.Panels[0].Text:='Date :'+DateToStr(date);  {แสดงค่าวันที่ปัจจุบัน }
end;

procedure TForm1.Timer6Timer(Sender: TObject);
begin
  StatusBar1.Panels[1].Text:='Time :'+TimeToStr(Time);   {แสดงค่าเวลาปัจจุบัน}
end;

procedure TForm1.Label17Click(Sender: TObject);
begin
  panel3.visible:=False;
  panel4.visible:=False;
end;
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

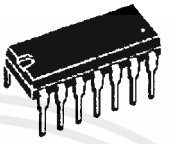
ภาคผนวก ค.
ข้อมูลของอุปกรณ์ในวงจรดีมัลติเพล็กซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

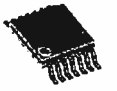
TL084
TL084A - TL084B

GENERAL PURPOSEJ-FET QUAD OPERATIONAL AMPLIFIERS

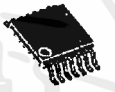
- WIDE COMMON-MODE (UP TO V_{CC}^+) AND DIFFERENTIAL VOLTAGE RANGE
- LOW INPUT BIAS AND OFFSET CURRENT
- OUTPUT SHORT-CIRCUIT PROTECTION
- HIGH INPUT IMPEDANCE J–FET INPUT STAGE
- INTERNAL FREQUENCY COMPENSATION
- LATCH UP FREE OPERATION
- HIGH SLEW RATE : 16V/µs (typ)



N
DIP14
(Plastic Package)



D
SO14
(Plastic Micropackage)



P
TSSOP14
(Thin Shrink Small Outline Package)

DESCRIPTION

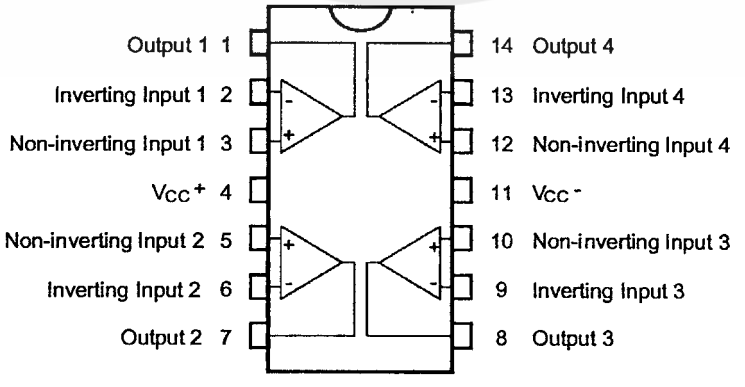
The TL084, TL084A and TL084B are high speed J–FET input quad operational amplifiers incorporating well matched, high voltage J–FET and bipolar transistors in a monolithic integrated circuit.

The devices feature high slew rates, low input bias and offset currents, and low offset voltage temperature coefficient.

ORDER CODES

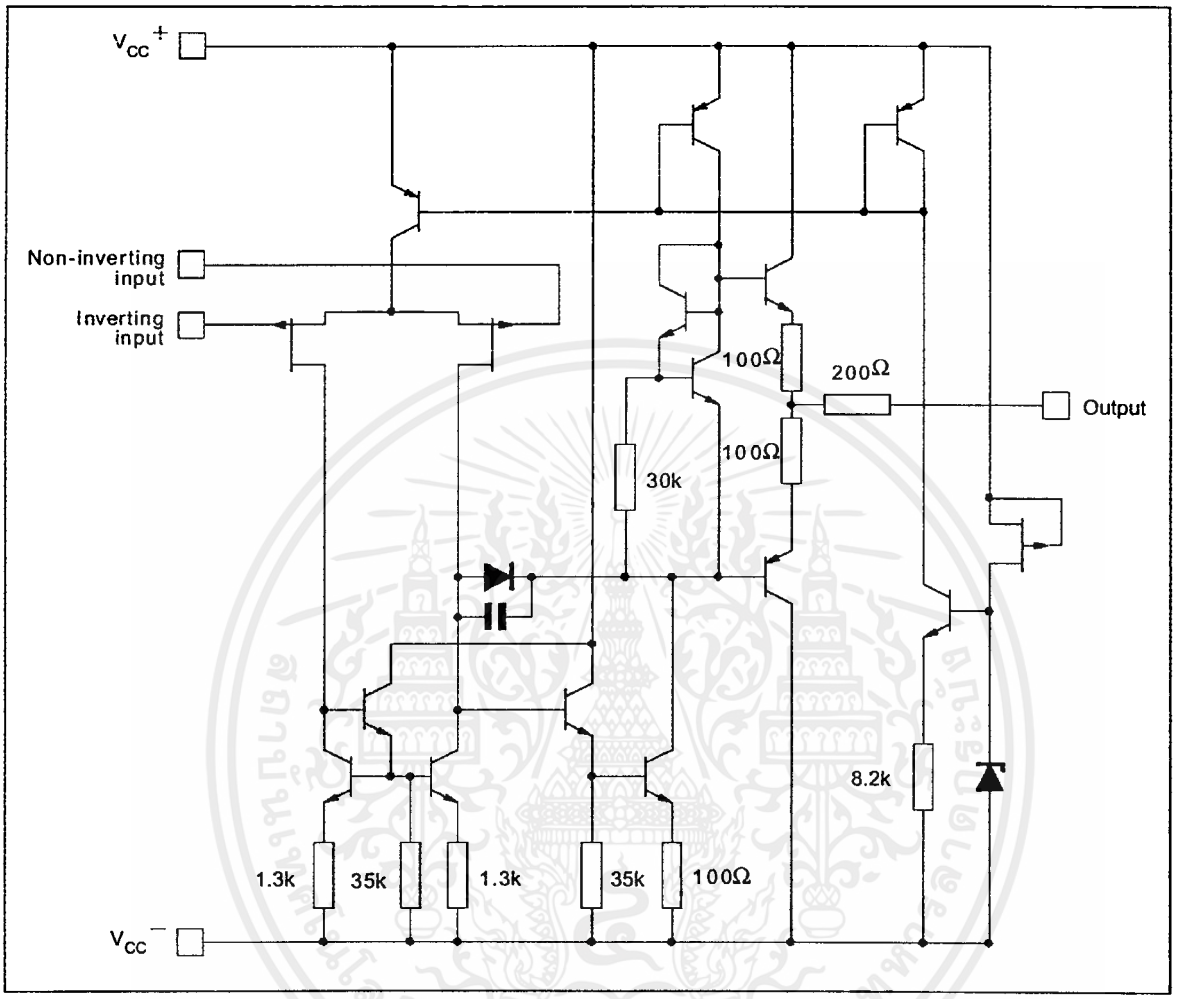
Part Number	Temperature Range	Package		
		N	D	P
TL084M/AM/BM	–55°C, +125°C	•	•	•
TL084I/AI/BI	–40°C, +105°C	•	•	•
TL084C/AC/BC	0°C, +70°C	•	•	•
Examples : TL084CN, TL084CD				

PIN CONNECTIONS (top view)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHEMATIC DIAGRAM (each amplifier)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter		Value	Unit
V_{CC}	Supply Voltage - (note 1)		±18	V
V_i	Input Voltage - (note 3)		±15	V
V_{id}	Differential Input Voltage - (note 2)		±30	V
P_{tot}	Power Dissipation		680	mW
	Output Short-circuit Duration - (note 4)		Infinite	
T_{oper}	Operating Free Air Temperature Range	TL084C,AC,BC TL084I,AI,BI TL084M,AM,BM	0 to 70 –40 to 105 –55 to 125	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range		–65 to 150	°C

Notes : 1. All voltage values, except differential voltage, are with respect to the zero reference level (ground) of the supply voltages where the zero reference level is the midpoint between V_{CC}^+ and V_{CC}^-.
2. Differential voltages are at the non-inverting input terminal with respect to the inverting input terminal.
3. The magnitude of the input voltage must never exceed the magnitude of the supply voltage or 15 volts, whichever is less.
4. The output may be shorted to ground or to either supply. Temperature and /or supply voltages must be limited to ensure that the dissipation rating is not exceeded.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

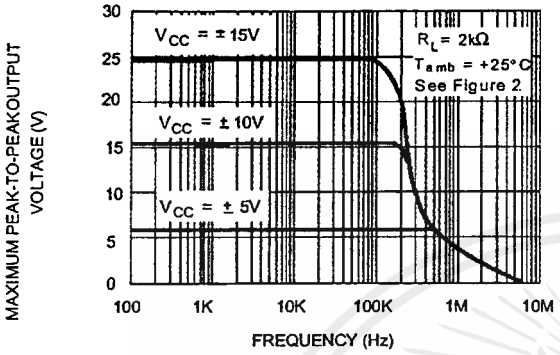
V_{CC} = ±15V, T_{amb} = 25°C (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter		TL084I,M,AC,AI, AM,BC,BI,BM			TL084C			Unit
			Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
V_{io}	Input Offset Voltage (R_S = 50Ω)								mV
	T_{amb} = 25°C	TL084		3	10		3	10	
		TL084A		3	6				
		TL084B		1	3				
	$T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$	TL084			13			13	
		TL084A			7				
		TL084B			5				
DV_{io}	Input Offset Voltage Drift			10			10		µV/°C
I_{io}	Input Offset Current *								
	T_{amb} = 25°C			5	100		5	100	pA
	$T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$				4			4	nA
I_{ib}	Input Bias Current *								
	T_{amb} = 25°C			20	200		30	400	pA
	$T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$				20			20	nA
A_{vd}	Large Signal Voltage Gain (R_L = 2kΩ, V_O = ±10V)								V/mV
	T_{amb} = 25°C		50	200		25	200		
	$T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$		25			15			
SVR	Supply Voltage Rejection Ratio (R_S = 50Ω)								dB
	T_{amb} = 25°C		80	86		70	86		
	$T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$		80			70			
I_{CC}	Supply Current, per Amp, no Load								mA
	T_{amb} = 25°C			1.4	2.5		1.4	2.5	
	$T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$				2.5			2.5	
V_{icm}	Input Common Mode Voltage Range		±11	+15 -12		±11	+15 -12		V
CMR	Common Mode Rejection Ratio (R_S = 50Ω)								dB
	T_{amb} = 25°C		80	86		70	86		
	$T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$		80			70			
Ios	Output Short-circuit Current								mA
	T_{amb} = 25°C		10	40	60	10	40	60	
	$T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$		10		60	10		60	
$\pm V_{OPP}$	Output Voltage Swing								V
	T_{amb} = 25°C	R_L = 2kΩ	10	12		10	12		
		R_L = 10kΩ	12	13.5		12	13.5		
	$T_{min.} \le T_{amb} \le T_{max.}$	R_L = 2kΩ	10			10			
		R_L = 10kΩ	12			12			
SR	Slew Rate (V_{in} = 10V, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF, T_{amb} = 25°C, unity gain)		8	16		8	16		V/µs
t_r	Rise Time (V_{in} = 20mV, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF, T_{amb} = 25°C, unity gain)			0.1			0.1		µs
K_{OV}	Overshoot (V_{in} = 20mV, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF, T_{amb} = 25°C, unity gain)			10			10		%
GBP	Gain Bandwidth Product (f = 100kHz, T_{amb} = 25°C, V_{in} = 10mV, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF)		2.5	4		2.5	4		MHz
R_i	Input Resistance			10^{12}			10^{12}		Ω
THD	Total Harmonic Distortion (f = 1kHz, A_V = 20dB, R_L = 2kΩ, C_L = 100pF, T_{amb} = 25°C, V_O = $2V_{PP}$)			0.01			0.01		%
e_n	Equivalent Input Noise Voltage (f = 1kHz, R_s = 100Ω)			15			15		$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$
Øm	Phase Margin			45			45		Degrees
V_{O1}/V_{O2}	Channel Separation (A_v = 100)			120			120		dB

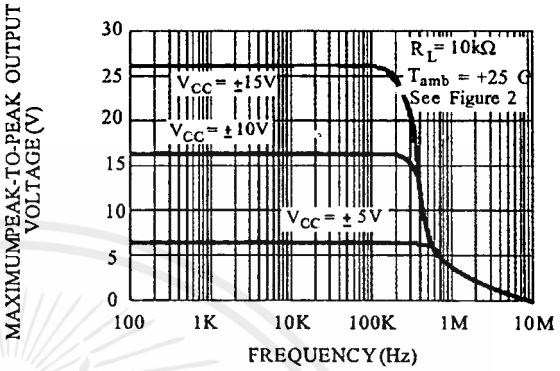
* The input bias currents are junction leakage currents which approximately double for every 10°C increase in the junction temperature.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

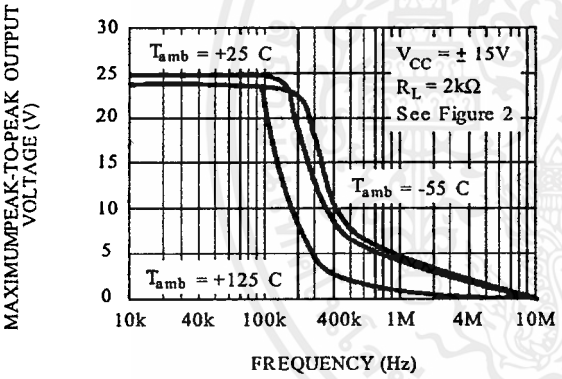
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS FREQUENCY



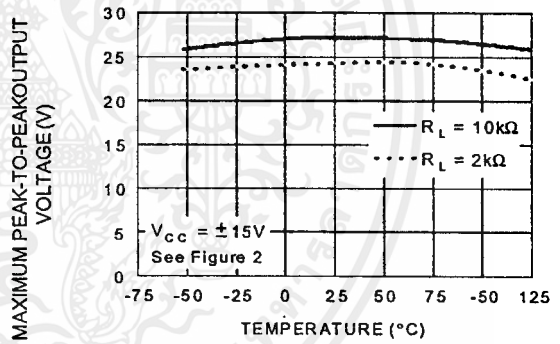
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS FREQUENCY



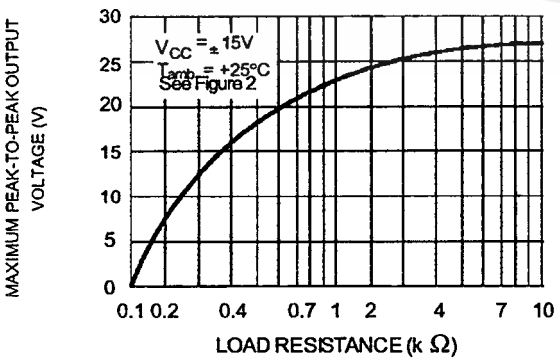
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS FREQUENCY



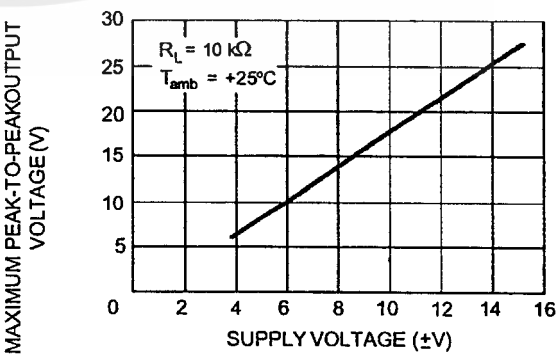
MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS FREE AIR TEMP.



MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS LOAD RESISTANCE

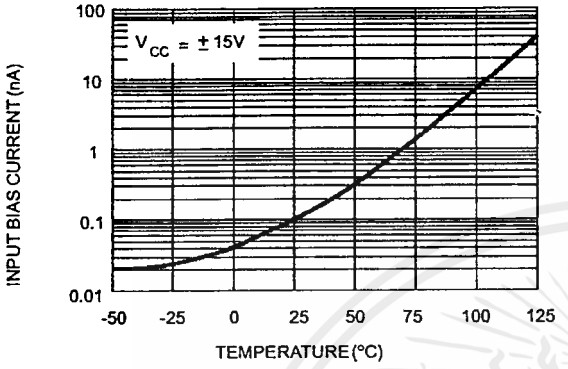


MAXIMUM PEAK-TO-PEAK OUTPUT VOLTAGE VERSUS SUPPLY VOLTAGE

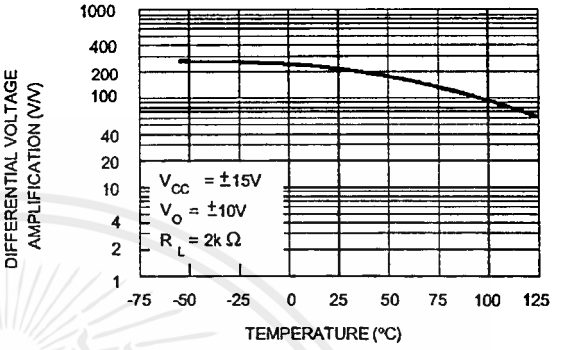


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

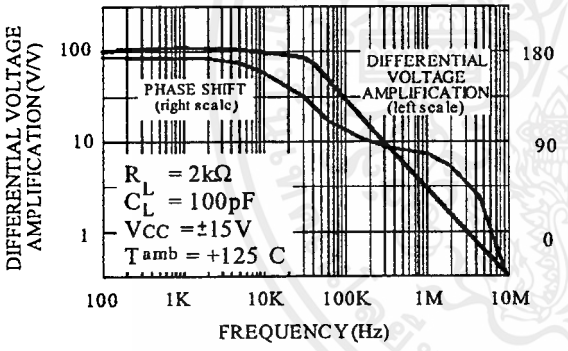
INPUT BIAS CURRENT VERSUS FREE AIR TEMPERATURE



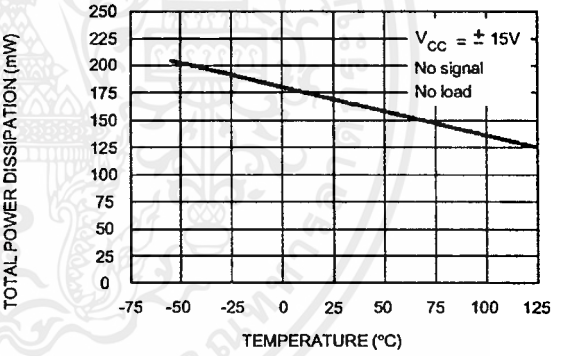
LARGE SIGNAL DIFFERENTIAL VOLTAGE AMPLIFICATION VERSUS FREE AIR TEMPERATURE



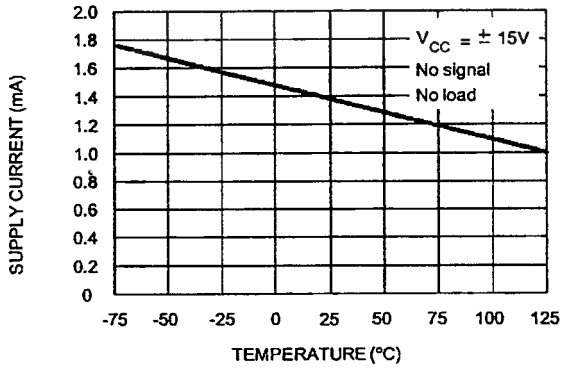
LARGE SIGNAL DIFFERENTIAL VOLTAGE AMPLIFICATION AND PHASE SHIFT VERSUS FREQUENCY



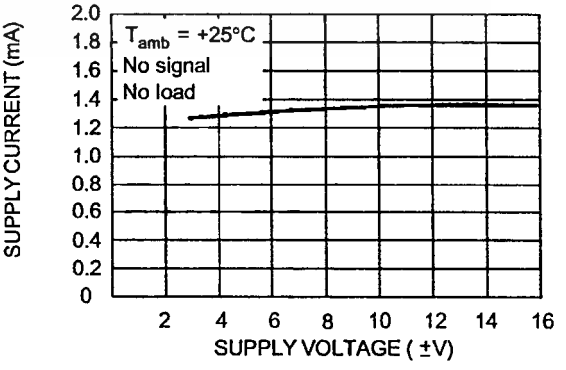
TOTAL POWER DISSIPATION VERSUS FREE AIR TEMPERATURE



SUPPLY CURRENT PER AMPLIFIER VERSUS FREE AIR TEMPERATURE

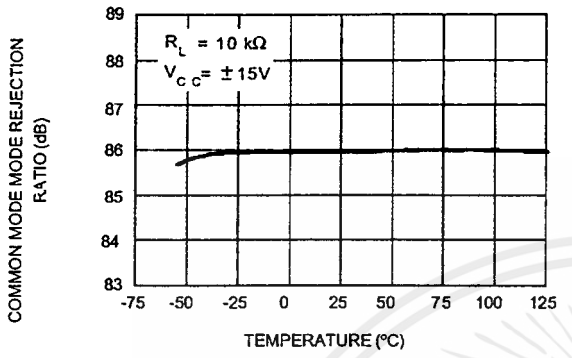


SUPPLY CURRENT PER AMPLIFIER VERSUS SUPPLY VOLTAGE

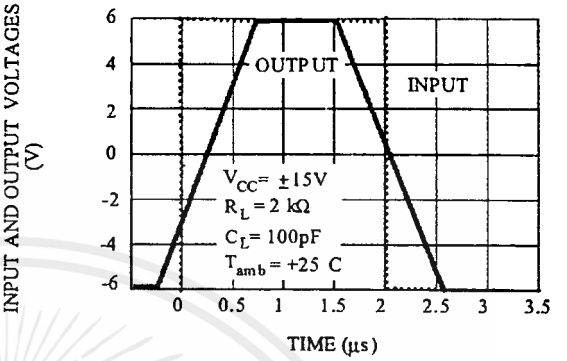


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

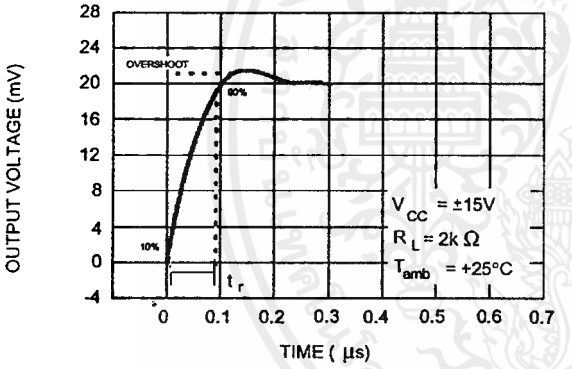
COMMON MODE REJECTION RATIO VERSUS FREE AIR TEMPERATURE



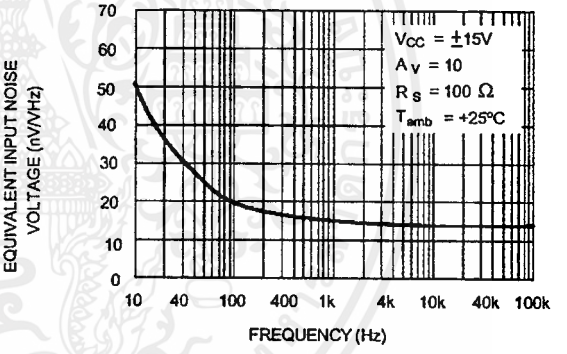
VOLTAGE FOLLOWER LARGE SIGNAL PULSE RESPONSE



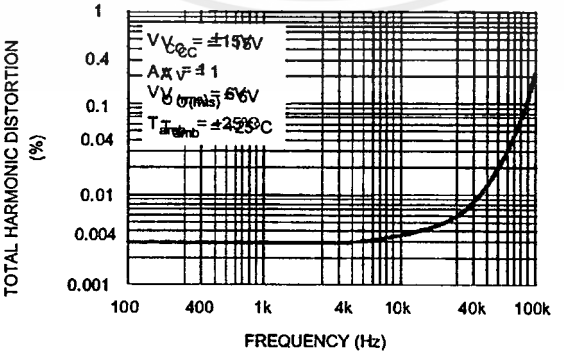
OUTPUT VOLTAGE VERSUS ELAPSED TIME



EQUIVALENT INPUT NOISE VOLTAGE VERSUS FREQUENCY



TOTAL HARMONIC DISTORTION VERSUS FREQUENCY



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

Figure 1 : Voltage Follower

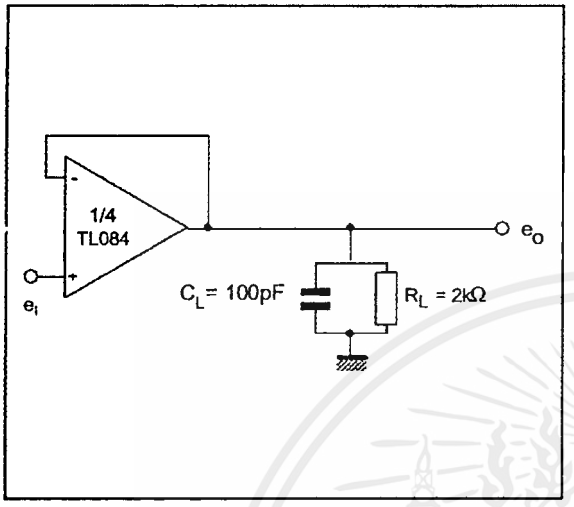
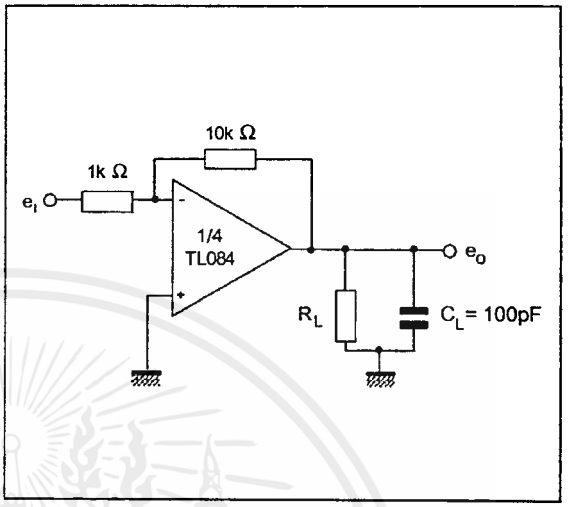
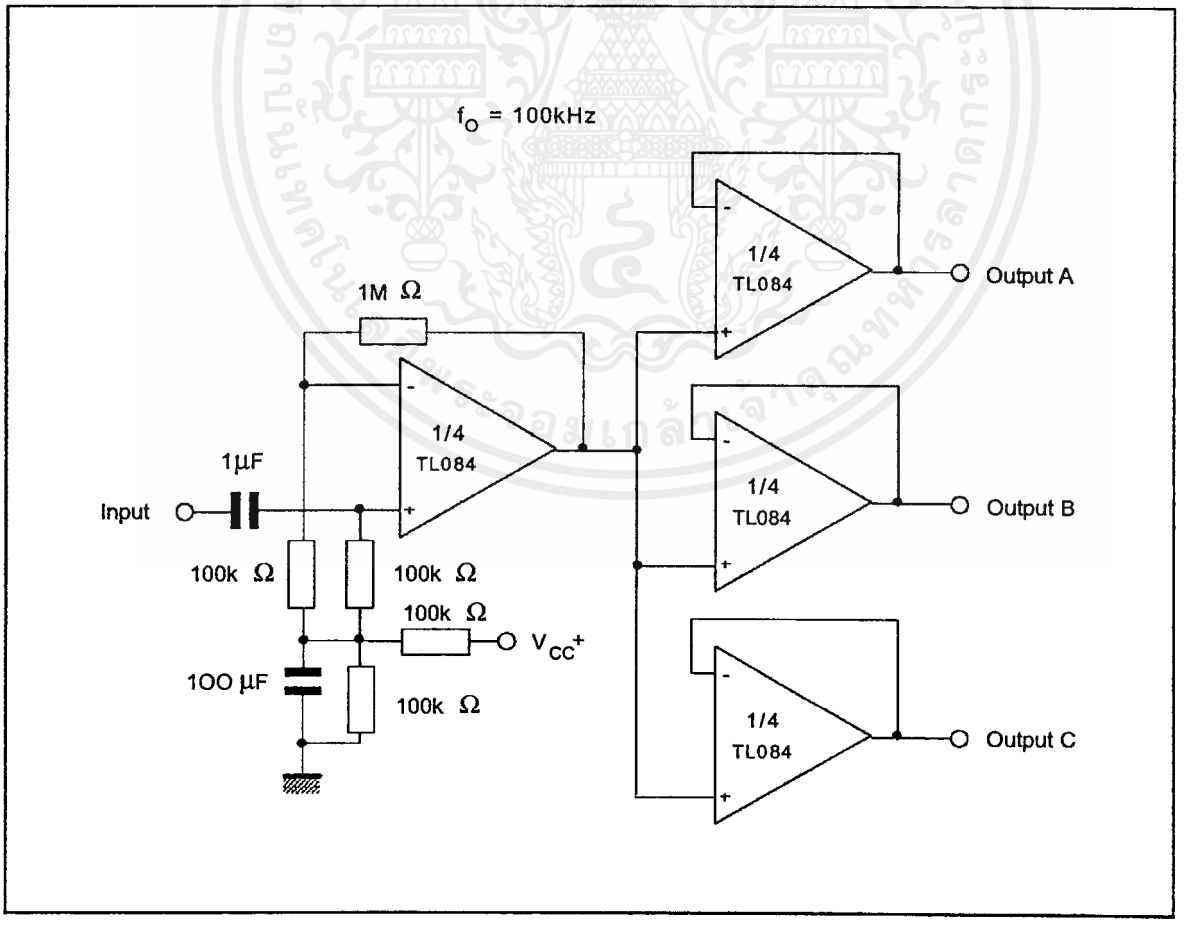


Figure 2 : Gain-of-10 Inverting Amplifier



TYPICAL APPLICATIONS

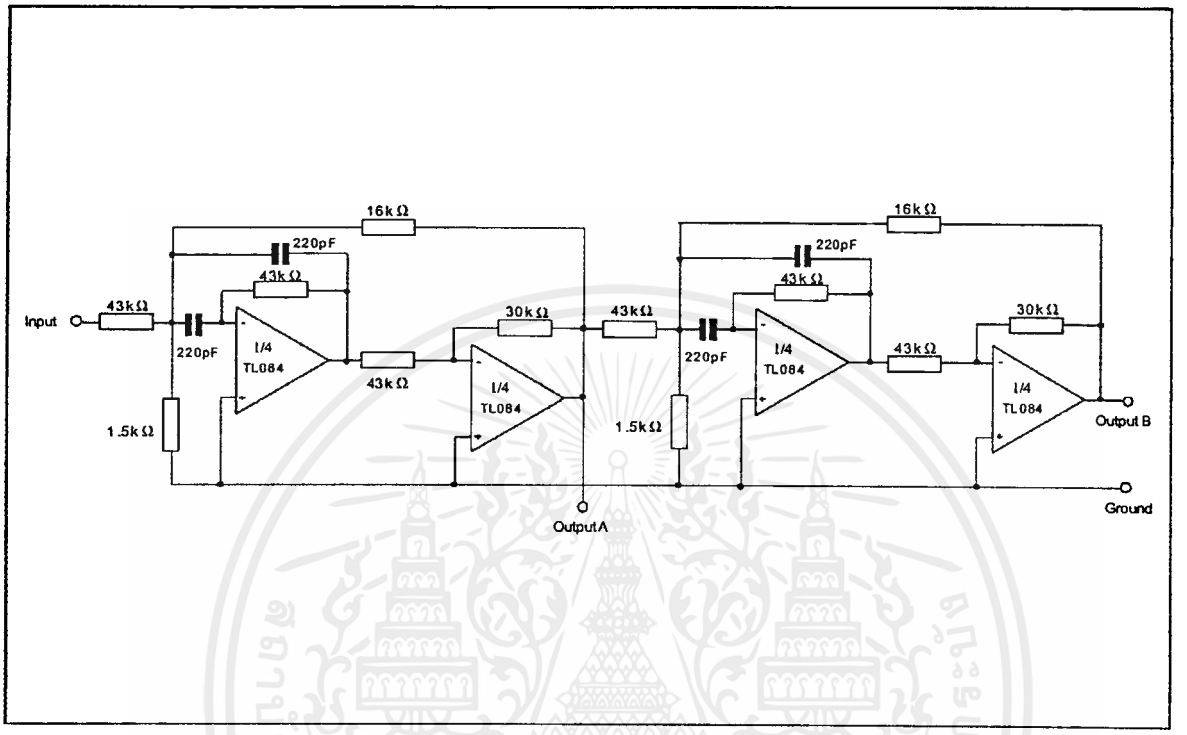
AUDIO DISTRIBUTION AMPLIFIER



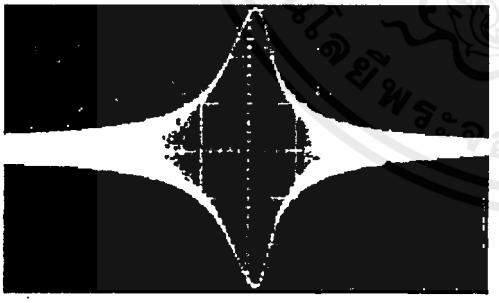
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL APPLICATIONS (continued)

POSITIVE FEEDBACK BANDPASS FILTER

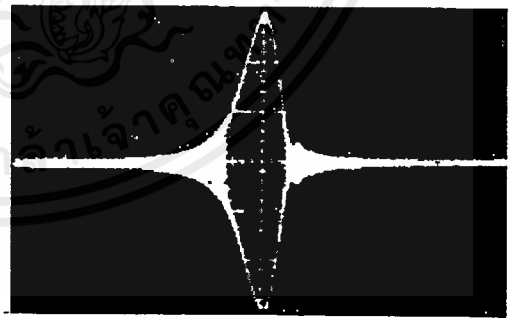


OUTPUT A



SECOND ORDER BANDPASS FILTER
fo = 100kHz ; Q = 30 ; Gain = 4

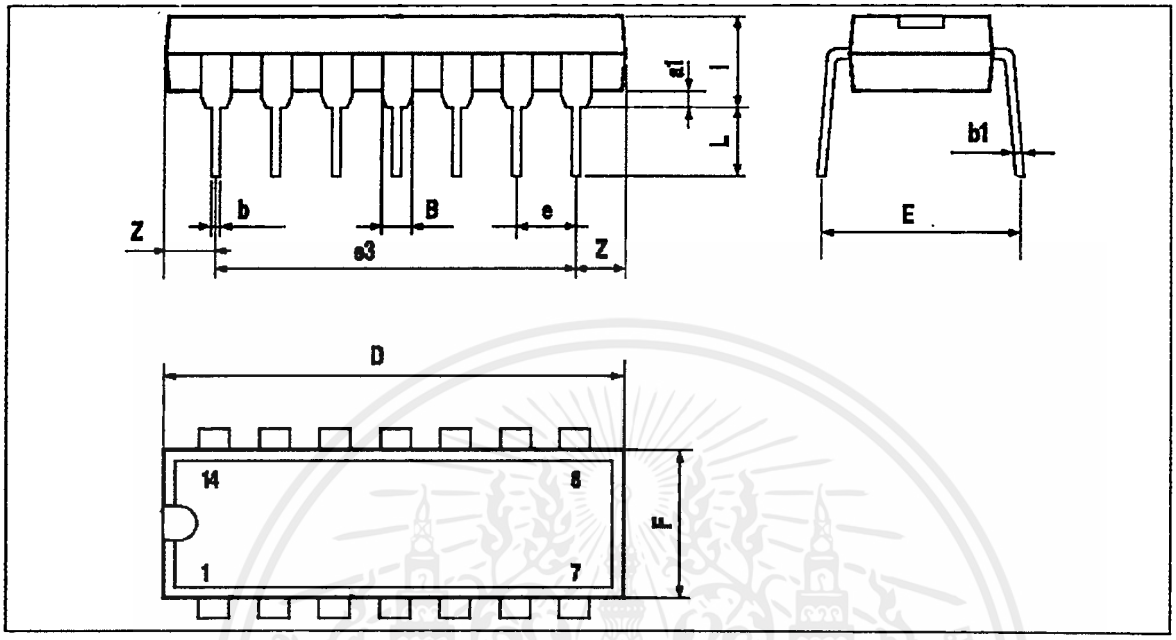
OUTPUT B



CASCADED BANDPASS FILTER
fo = 100kHz ; Q = 69 ; Gain = 16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MECHANICAL DATA
14 PINS - PLASTIC DIP

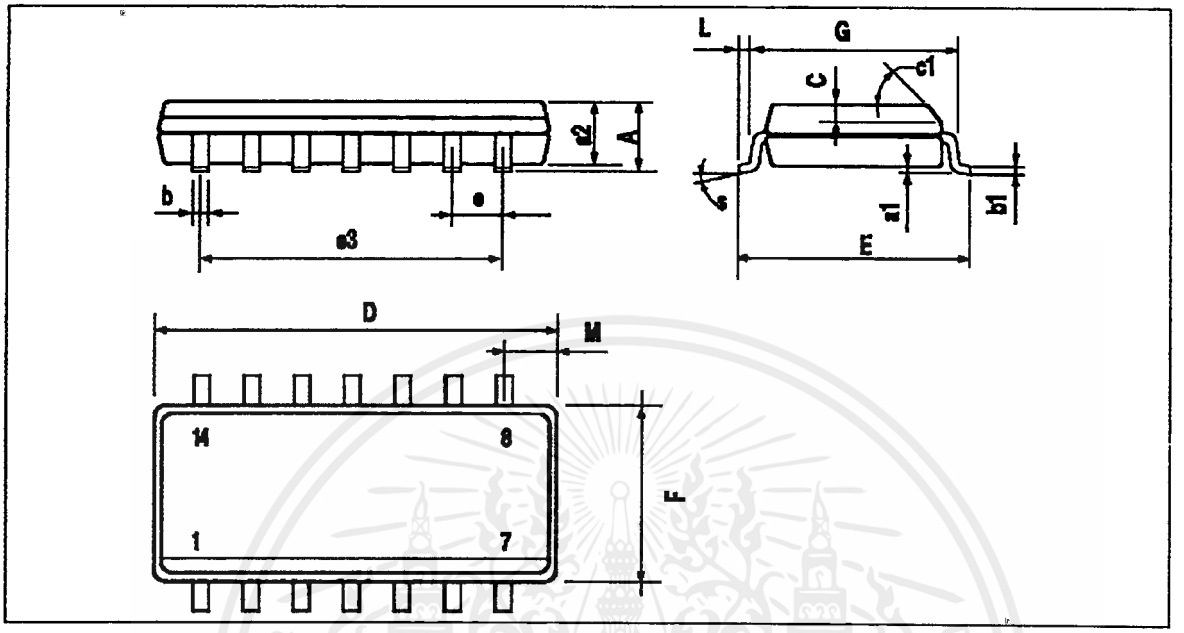


Dimensions	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
a1	0.51			0.020		
B	1.39		1.65	0.055		0.065
b		0.5			0.020	
b1		0.25			0.010	
D			20			0.787
E		8.5			0.335	
e		2.54			0.100	
e3		15.24			0.600	
F			7.1			0.280
i			5.1			0.201
L		3.3			0.130	
Z	1.27		2.54	0.050		0.100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MECHANICAL DATA

14 PINS - PLASTIC MICROPACKAGE (SO)

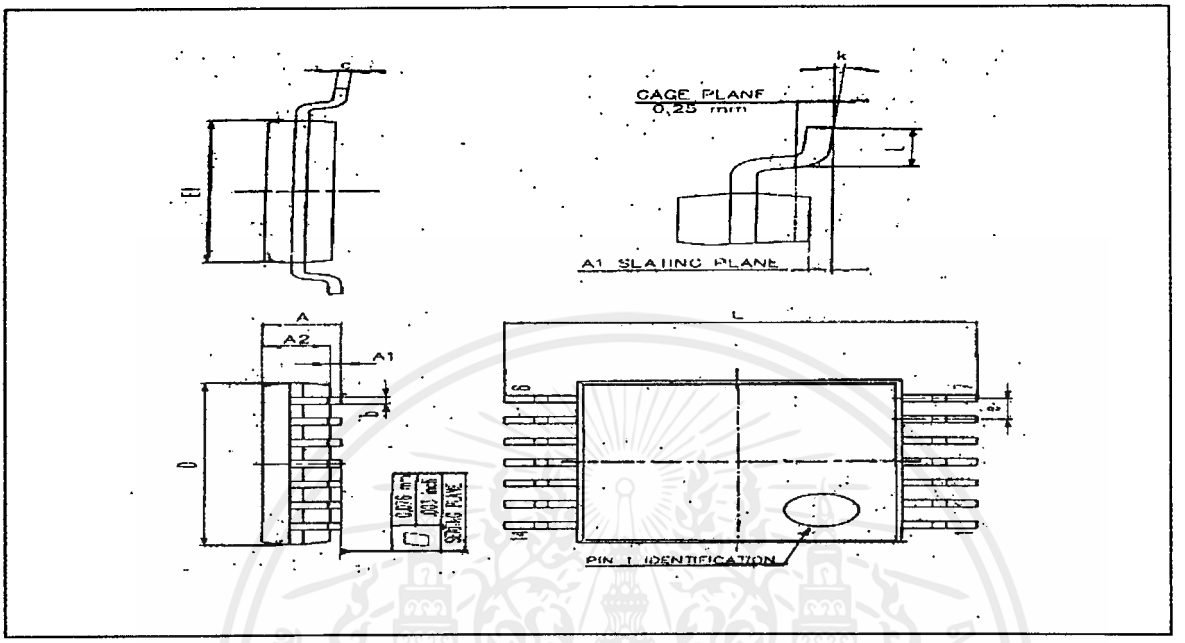


Dimensions	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A			1.75			0.069
a1	0.1		0.2	0.004		0.008
a2			1.6			0.063
b	0.35		0.46	0.014		0.018
b1	0.19		0.25	0.007		0.010
C		0.5			0.020	
c1	45° (typ.)					
D	8.55		8.75	0.336		0.334
E	5.8		6.2	0.228		0.244
e		1.27			0.050	
e3		7.62			0.300	
F	3.8		4.0	0.150		0.157
G	4.6		5.3	0.181		0.208
L	0.5		1.27	0.020		0.050
M			0.68			0.027
S	8° (max.)					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PACKAGE MECHANICAL DATA

14 PINS - THIN SHRINK SMALL OUTLINE PACKAGE



Dim.	Millimeters			Inches		
	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.
A			1.20			0.05
A1	0.05		0.15	0.01		0.006
A2	0.80	1.00	1.05	0.031	0.039	0.041
b	0.19		0.30	0.007		0.15
c	0.09		0.20	0.003		0.012
D	4.90	5.00	5.10	0.192	0.196	0.20
E		6.40			0.252	
E1	4.30	4.40	4.50	0.169	0.173	0.177
e		0.65			0.025	
k	0°		8°	0°		8°
l	0.50	0.60	0.75	0.09	0.0236	0.030

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

© The ST logo is a trademark of STMicroelectronics

© 1999 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - Canada - China - France - Germany - Italy - Japan - Korea - Malaysia - Malta - Mexico - Morocco
The Netherlands - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - Taiwan - Thailand - United Kingdom - U.S.A.

© http://www.st.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

M75176P, M75177P
M75178P, M75179P

RS-485 TRANSCEIVER

DESCRIPTION

Each of the M75176 to M75179 is a semiconductor IC with a built-in differential driver and a built-in differential receiver both of which meet the EIA standards RS-422A and RS-485.

FEATURES

Common
- 5V single power supply
- With output control input (except M75179P)

Driver
- 54Ω terminal resistor connectable between outputs.
- High output impedance at power-OFF time
- Built-in output current limit circuit

Receiver
- High input sensitivity (±200mV max.)
- Hysteresis input (50mV typ.)
- High input impedance (12kΩ min.)
- "H" emitted when input is open (failsafe function)

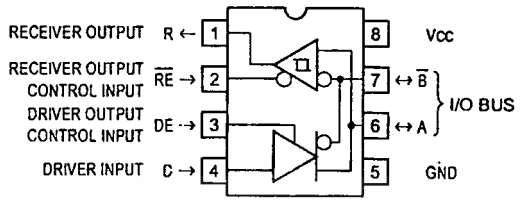
APPLICATION

High-speed data transmission interface for digital equipment

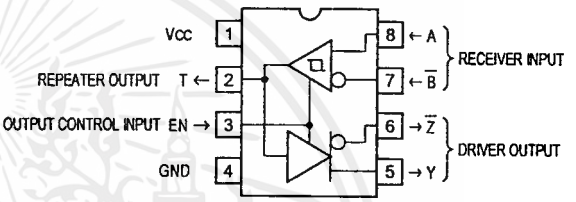
DESCRIPTION OF FUNCTION

The M75176P to M75179P are line interface ICs which meet EIA standards RS-422A and RS-485, and are suitable for long-distance, high-speed data transmission.
The M75176P is designed to connect the driver circuit output and the receiver input to each other internally, and serves as a line transceiver. The M75177P/M75178P is designed to connect the receiver circuit output and the driver circuit input internally, and serves as a line repeater. The M75177P and M75178P enter the output enabled state with active "H" and active "L", respectively. The M75179P is equipped with a built-in differential driver and a built-in differential receiver. It does not have an output control input pin but its output impedance at the power-OFF time goes high.

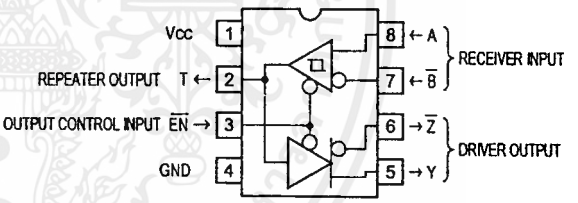
PIN CONFIGURATION (TOP VIEW)



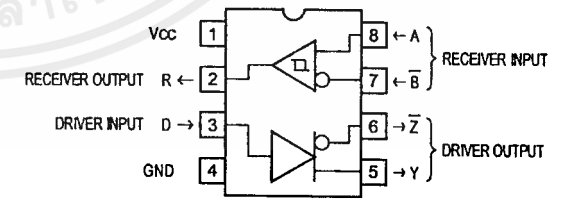
M75176P



M75177P



M75178P



M75179P

Outline 8P4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FUNCTION TABLE (Note 1)

(a) M75176P

Driver

INPUTS		OUTPUTS	
D	DE	A	$\overline{B}$
H	H	H	L
L	H	L	H
X	L	Z	Z

Receiver

INPUTS		OUTPUTS
V_{ID}	$\overline{RE}$	R
V_{ID} > 0.2V	L	H
–0.2V < V_{ID} < 0.2V	L	*
V_{ID} < –0.2V	L	L
X	H	Z

(b) M75177P/M75178P

INPUTS			OUTPUTS		
V_{ID}	EN (M75177P)	$\overline{EN}$ (M75178P)	T	Y	$\overline{Z}$
V_{ID} > 0.2V	H	L	H	H	L
–0.2V < V_{ID} < 0.2V	H	L	*	*	*
V_{ID} < –0.2V	H	L	L	L	H
X	L	H	Z	Z	Z

(c) M75179P

Driver

INPUTS	OUTPUTS	
D	Y	$\overline{Z}$
H	H	L
L	L	H

Receiver

INPUTS	OUTPUTS
V_{ID}	R
V_{ID} > 0.2V	H
–0.2V < V_{ID} < 0.2V	*
V_{ID} < –0.2V	L

Note 1: V_{ID}: (A applied voltage) – ($\overline{B}$ applied voltage)
X : Either "L" or "H"
* : Output state is not defined.
Z : High impedance state.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter		Conditions	Ratings	Unit
V_{CC}	Supply voltage			–0.5 ~ +7	V
V_{ID}	Differential input voltage	75177/178/179		–25 ~ +25	V
V_{IE}	Enable input voltage	75176/177/178		–0.5 ~ +5.5	V
Pd	Power dissipation (Note 2)		When Ta=25°C	925	mW
Tstg	Storage temperature			–65 ~ 150	°C

Note 2: When Ta ≥ 25°C, do derating according to the attached thermal derating.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter			Limits			Unit
				Min.	Typ.	Max.	
V_{CC}	Supply voltage			4.75	5	5.25	V
V_I, V_{IC}	Bus pin voltage (each pin voltage, in-phase input voltage)			–7		+12	V
V_{ID}	Differential input voltage			–12		+12	V
I_{OH}	"H" output current	Driver		0		–60	mA
		Receiver		0		–400	μA
I_{OL}	"L" output current	Driver		0		60	mA
		Receiver	V_{OL} < 0.45V	0		8	
			V_{OL} < 0.5V	0		16	
Topr	Operating ambient temperature			–20		75	°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Driver) (V_{CC} = 5V ± 5%, Ta = –20 ~ 75°C, unless otherwise noted)

Symbol	Parameter		Test conditions		Limits			Unit
					Min.	Typ.*	Max.	
V_{IH}	"H" input voltage				2			V
V_{IL}	"L" input voltage						0.8	V
V_{IK}	Input clamp voltage		I_I=–18mA				–1.5	V
$\|V_{OD1}\|$	Differential output voltage 1		I_O=0mA		1.5		6	V
$\|V_{OD2}\|$	Differential output voltage 2		R_L=100Ω See Fig. 1.		2 (Note 3)	2.42		V
					V_{OD1}/2			
			R_L=54Ω See Fig. 1.		1.5	2.18	5	
$\Delta\|V_{OD}\|$	Differential output voltage variance width						±0.2	V
V_{OC}	In-phase output voltage		R_L=54/100Ω See Fig. 1.		–1	2.08	3	V
$\Delta\|V_{OC}\|$	In-phase output voltage variance width						±0.2	V
I_O	Output current	75176	Output disable	V_O=12V			1	mA
				V_O=–7V			–0.8	
		75177/178/179	V_{CC}=0V, V_O=–7 ~ +12V				±100	μA
I_{OZ}	Off-state output current	75177/178	V_O=–7 ~ +12V				±300	μA
I_{IH}	"H" input current		V_I=2.4V				20	μA
I_{IL}	"L" input current		V_I=0.4V				–400	μA
I_{OS}	Output short-circuit current		V_O=–7V				–250	mA
			V_O=0V				–150	
			V_O=V_{CC}				250	
			V_O=12V				250	
I_{CC}	Supply voltage		No output load	Output enable		29.5	48	mA
				Output disable		32.5	48	

*: The standard value is given on the condition of V_{CC} = 5V and Ta = 25°C.
Note 3: The standard is 1.9V (min.) when Ta ≤ 0°C.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCHING CHARACTERISTICS (Driver) (V_{CC} = 5V, T_a=25°C)

Symbol	Parameter	Test conditions	Limits			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
t_{DD}	Differential output delay time	R_L=54Ω, C_L=50pF, See Fig. 2.		13	25	ns
t_{TD}	Differential output transition time			11	25	ns
t_{PLH}	Output "L - H" propagation delay time	R_L=27Ω, C_L=50pF, See Fig. 3.		15	25	ns
t_{PHL}	Output "H - L" propagation delay time			12	25	ns
t_{PZH}	"H" enable time	R_L=110Ω, C_L=50pF, See Figs. 4 & 5.		23	35	ns
t_{PZL}	"L" enable time			16	35	ns
t_{PHZ}	"H" disable time			11	25	ns
t_{PLZ}	"L" disable time			22	35	ns

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Receiver) (V_{CC} = 5V ± 5%, T_a = –20 ~ 75°C, unless otherwise noted)

Symbol	Parameter		Test conditions		Limits			Unit
					Min.	Typ.*	Max.	
V_{TH}	High threshold voltage		V_O=2.7V, I_O=–0.4mA				0.2	V
V_{TL}	Low threshold voltage		V_O=0.5V, I_O=16mA		–0.2			V
$V_{T+} - V_{T-}$	Hysteresis width (Note 4)					50		mV
V_{IK}	Enable input clamp voltage		I_I=–18mA				–1.5	V
V_{OH}	"H" output voltage		V_{ID}=0.2V, I_{OH}=–0.4mA		2.7	3.6		V
V_{OL}	"L" output voltage		V_{ID}=–0.2V	I_{OL}=8mA		0.23	0.45	V
				I_{OL}=16mA		0.30	0.5	
I_{OZ}	Off-state output current	75176	V_O=0.4 ~ 2.4V				±20	μA
		75177/178	V_O=0.4V				–400	
			V_O=2.4V				20	
I_I	Line input current		Other input 0V	V_O=12V			1	mA
				V_O=–7V			–0.8	
I_{IH}	"H" enable input current	75176/177/178	V_{IH}=2.7V				20	μA
I_{IL}	"L" enable input current	75176	V_{IL}=0.4V				–100	μA
		75177/178					–400	
r_i	Input resistance				12			kΩ
I_{OS}	Output short-circuit current		V_O=0V		–15		–85	mA
I_{CC}	Supply voltage		No output load	Output enable			48	mA
				Output disable			48	

*: The standard value is given on the condition of V_{CC} = 5V and T_a = 25°C.
Note 4: The hysteresis width is the difference between positive threshold voltage V_{T+} and negative threshold voltage V_{T-}.

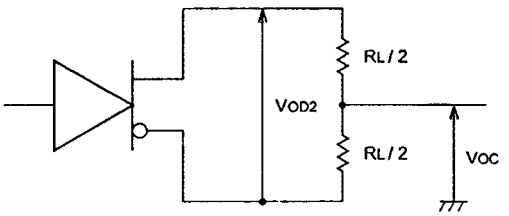
SWITCHING CHARACTERISTICS (Receiver) (V_{CC} = 5V, T_a=25°C)

Symbol	Parameter	Test conditions	Limits			Unit
			Min.	Typ.	Max.	
t_{PLH}	Output "L - H" propagation delay time	C_L=15pF, See Fig. 6.		22	35	ns
t_{PHL}	Output "H - L" propagation delay time			19	35	ns
t_{PZH}	"H" enable time	C_L=15pF, See Fig. 7.		9	20	ns
t_{PZL}	"L" enable time			11	20	ns
t_{PHZ}	"H" disable time	C_L=15pF, See Fig. 7.		17	35	ns
t_{PLZ}	"L" disable time			22	35	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

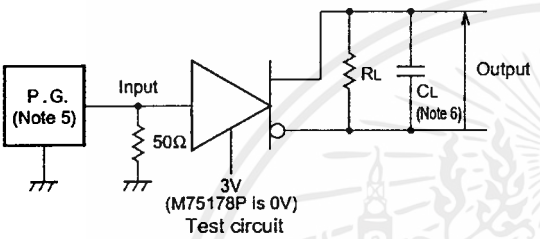
TEST CIRCUITS

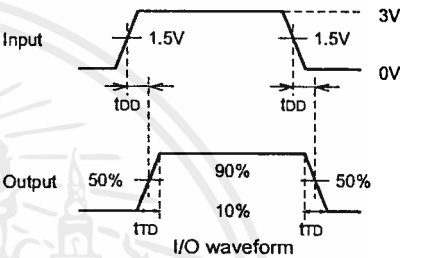
Fig. 1



Driver differential output voltage 2, in-phase output voltage

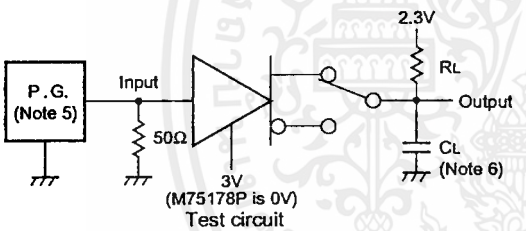
Fig. 2

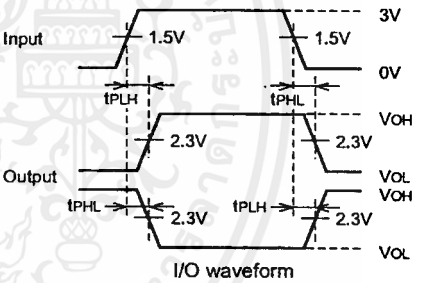




Driver differential output delay time and transition time

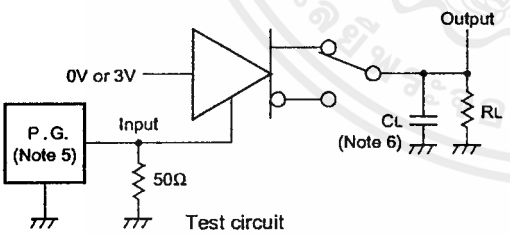
Fig. 3

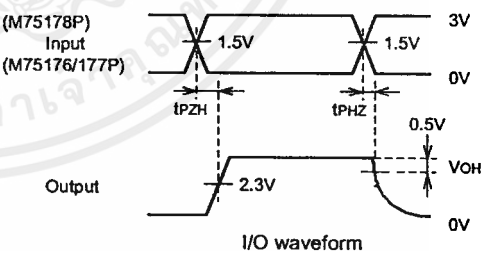




Driver delay time

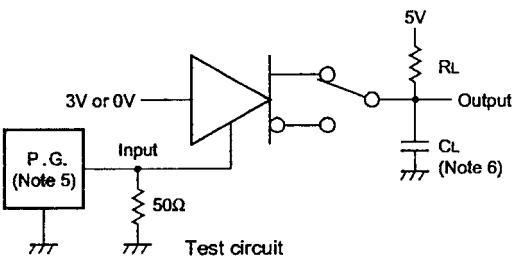
Fig. 4

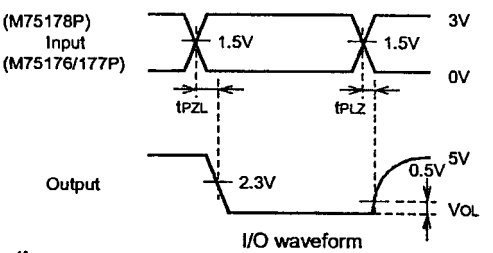




Driver enable/disable time

Fig. 5



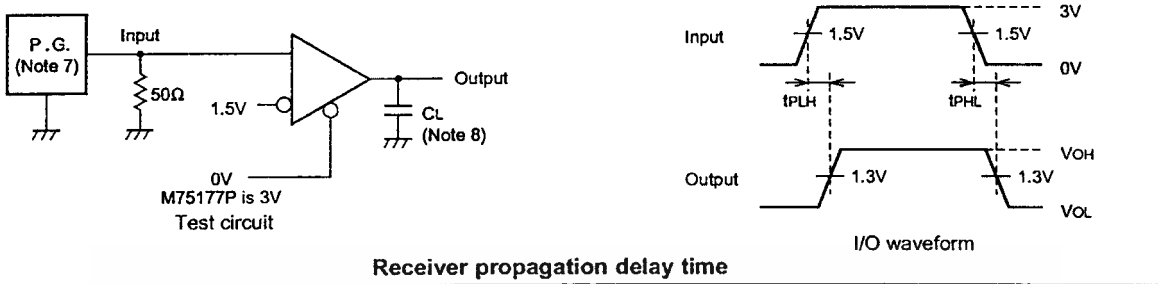


Driver enable/disable time

Note 5: The pulse generator is PRR ≤ 1MHz, duty ratio = 50%, tr ≤ 6ns, tf ≤ 6ns, ZOUT = 50Ω.
6: CL includes jigs and probe capacitance.

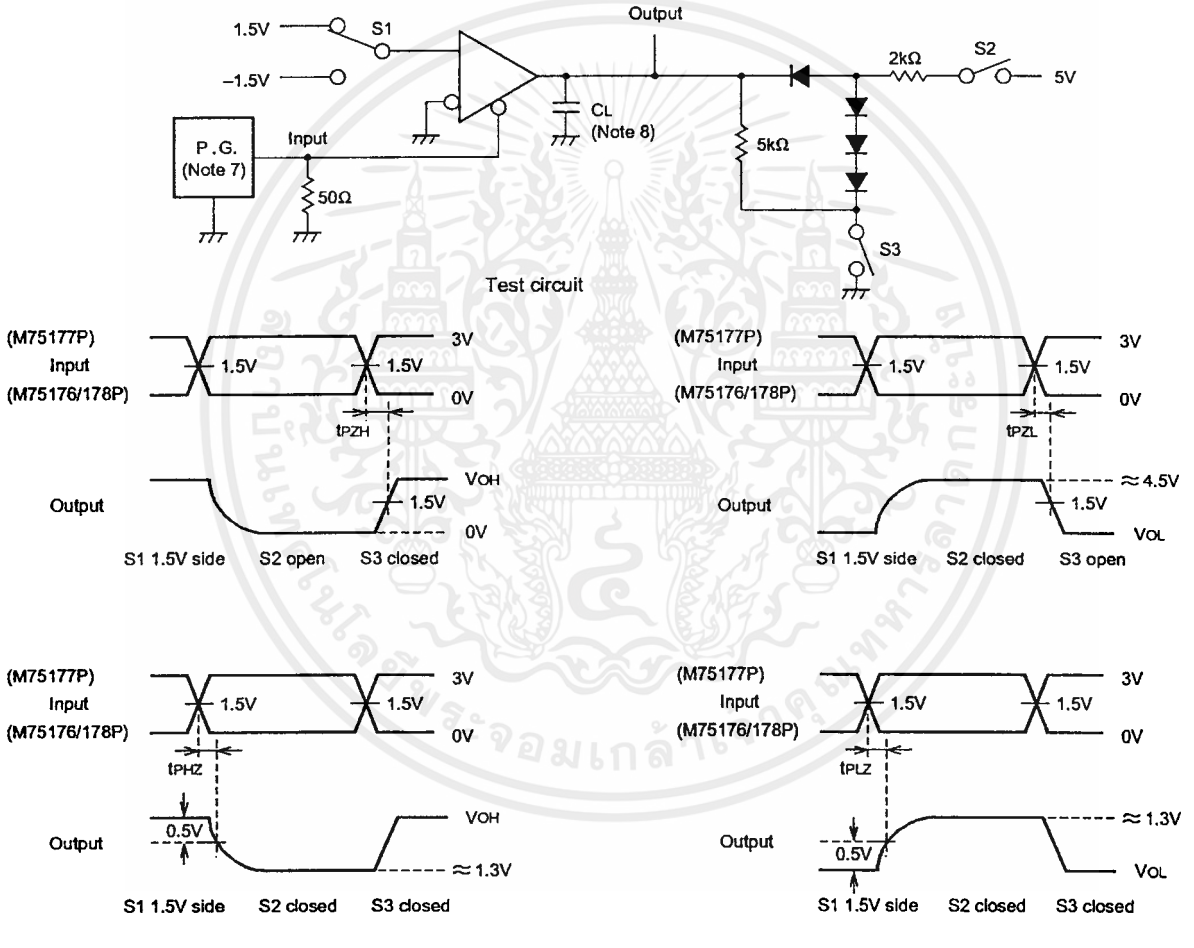
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 6



Receiver propagation delay time

Fig. 7



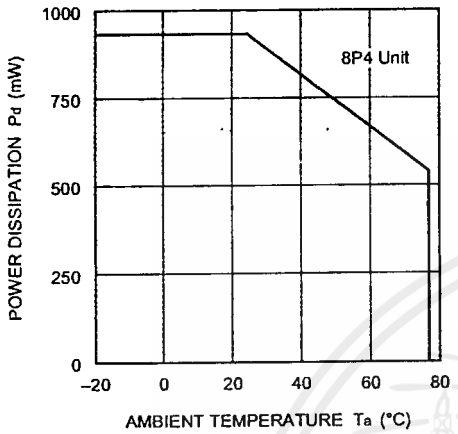
Receiver enable/disable time

Note 7: The pulse generator is PRR ≤ 1MHz, duty ratio = 50%, t_r ≤ 6ns, t_f ≤ 6ns, Z_{OUT} = 50Ω.
8: C_L includes jigs and probe capacitance.

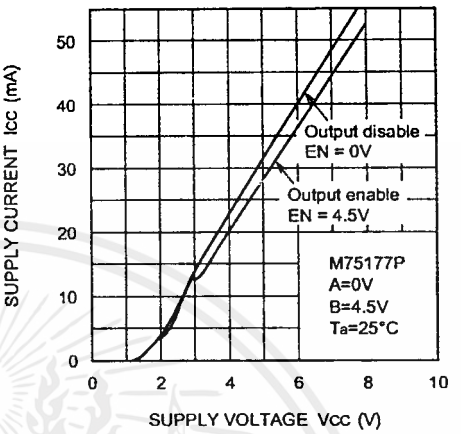
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THERMAL DERATING

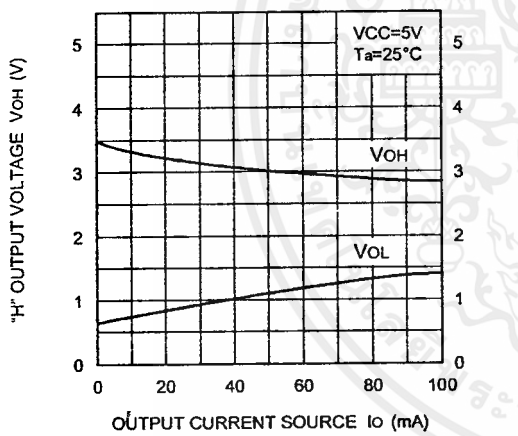
THERMAL DERATING CHARACTERISTIC



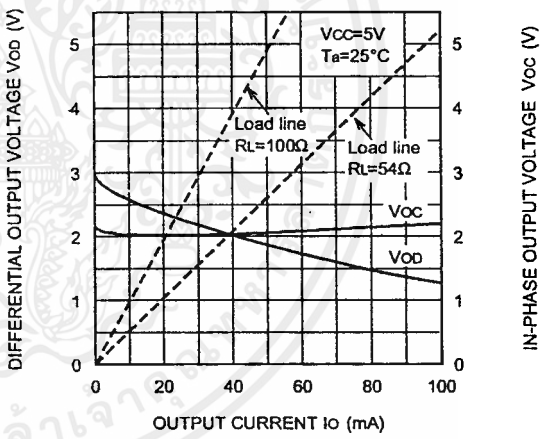
SUPPLY CURRENT - SUPPLY VOLTAGE CHARACTERISTIC



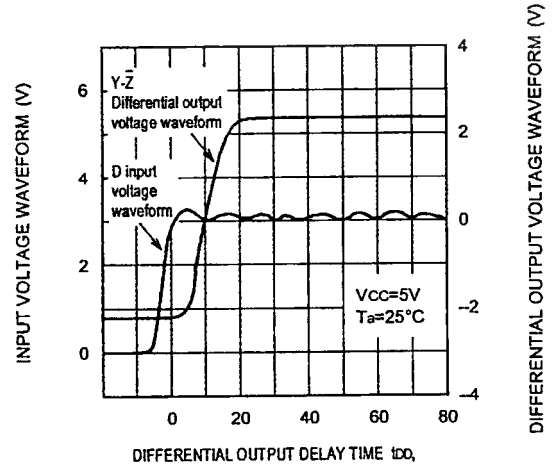
DRIVER
"H" OUTPUT VOLTAGE
"L" OUTPUT VOLTAGE - OUTPUT CURRENT CHARACTERISTIC



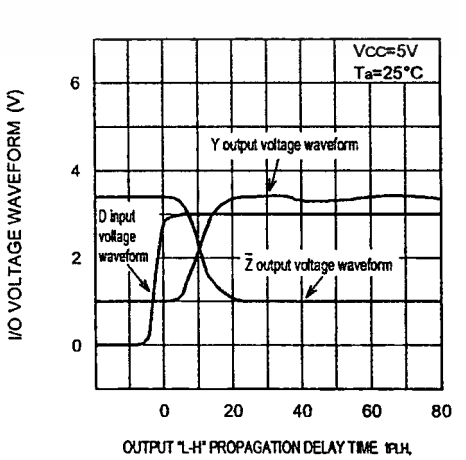
DIFFERENTIAL OUTPUT VOLTAGE
IN-PHASE OUTPUT VOLTAGE - OUTPUT CURRENT CHARACTERISTIC



SWITCHING CHARACTERISTIC

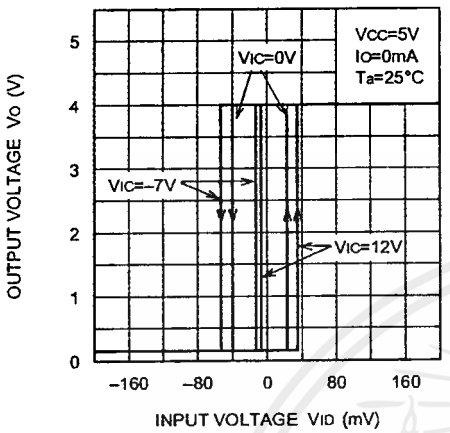


SWITCHING CHARACTERISTIC

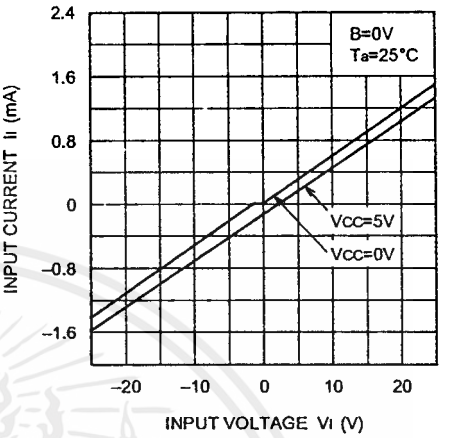


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

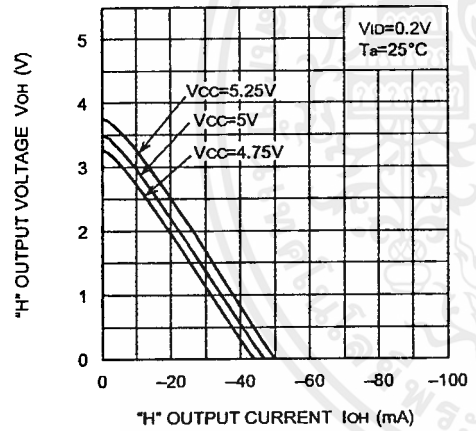
RECEIVER
I/O TRANSMISSION CHARACTERISTIC (A→R)



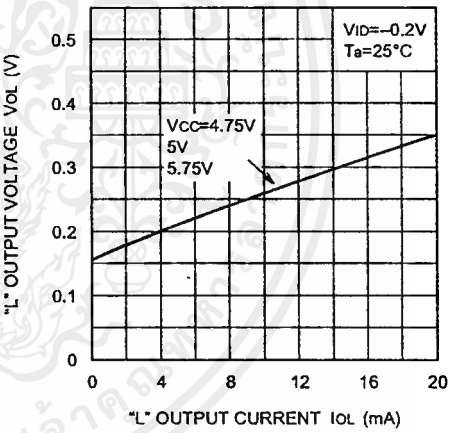
INPUT CURRENT - INPUT VOLTAGE CHARACTERISTIC (A)



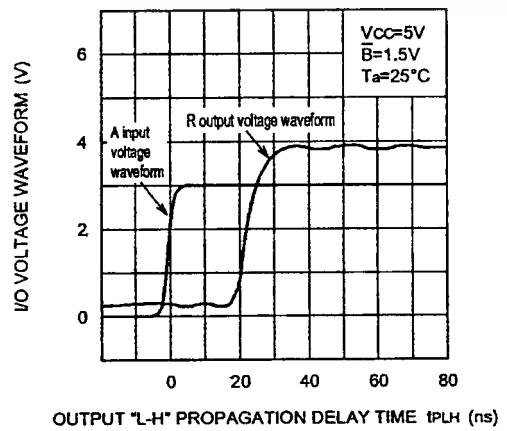
"H" OUTPUT VOLTAGE - "H" OUTPUT CURRENT CHARACTERISTIC



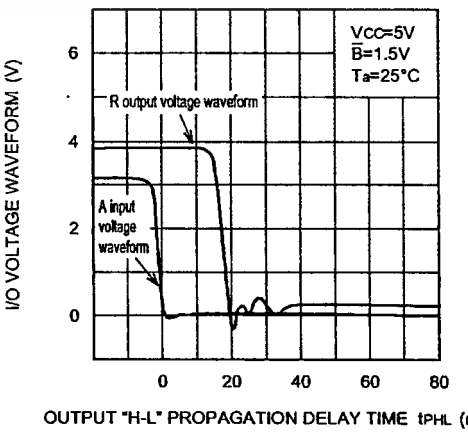
"L" OUTPUT VOLTAGE - "L" OUTPUT CURRENT CHARACTERISTIC



SWITCHING CHARACTERISTIC

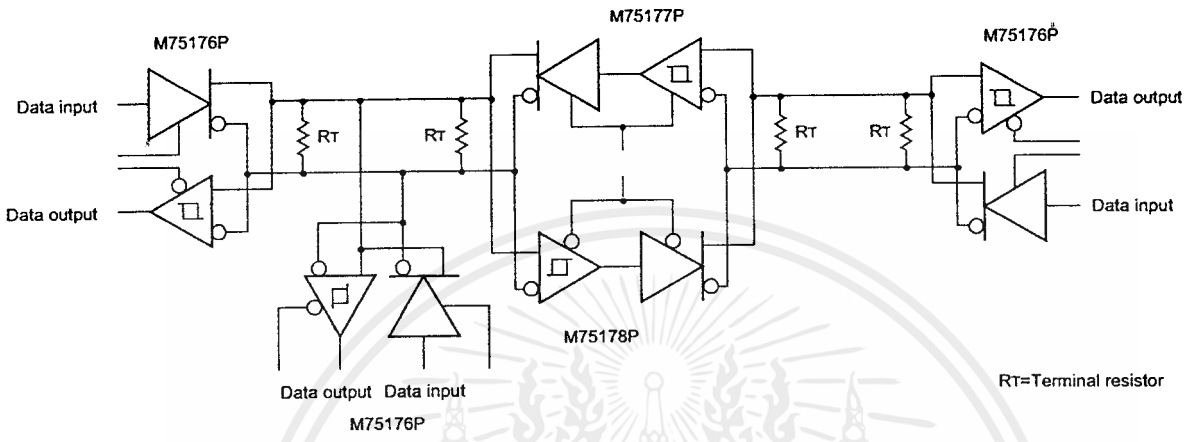


SWITCHING CHARACTERISTIC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATION EXAMPLE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

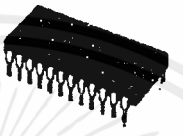
SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

HCC/HCF4067B
HCC/HCF4097B

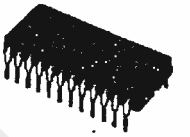
ANALOG MULTIPLEXER/DEMULTIPLEXER

4067B–SINGLE 16-CHANNEL
4097B–DIFFERENTIAL 8-CHANNEL

- LOW ON RESISTANCE: 125Ω (typ.) OVER 15 Vp-p SIGNAL INPUT RANGE FOR V_{DD} - V_{SS} = 15V
- HIGH OFF RESISTANCE: CHANNEL LEAKAGE OF ±10pA (typ.) @ V_{DD} - V_{SS} = 10V
- MATCHED SWITCH CHARACTERISTICS: ΔR_{ON} = 5Ω (typ.) FOR V_{DD} - V_{SS} = 15V
- VERY LOW QUIESCENT POWER DISSIPATION UNDER A DIGITAL CONTROL INPUT AND SUPPLY CONDITIONS: 0.2µW (typ.) @ V_{DD} -V_{SS} = 10V
- BINARY ADDRESS DECODING ON CHIP
- QUIESCENT CURRENT SPECIFIED TO 20V FOR HCC DEVICE
- STANDARDIZED SYMMETRICAL OUTPUT CHARACTERISTICS
- 5V, 10V AND 15V PARAMETRIC RATINGS
- INPUT CURRENT OF 100nA AT 18V AND 25°C FOR HCC DEVICE
- 100% TESTED FOR QUIESCENT CURRENT
- MEETS ALL REQUIREMENTS OF JEDEC TENTATIVE STANDARD No 13A, "STANDARD SPECIFICATIONS FOR DESCRIPTION OF B SERIE CMOS DEVICES"



EY
(Plastic Package)



F
(Ceramic Package)

M1
(Micro Package)

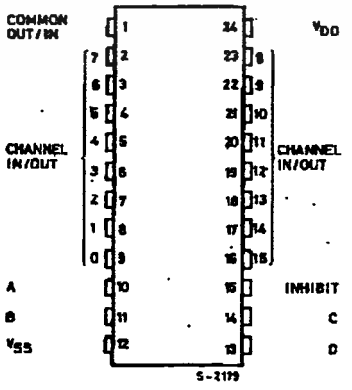
C1
(Chip Carrier)

ORDER CODES :

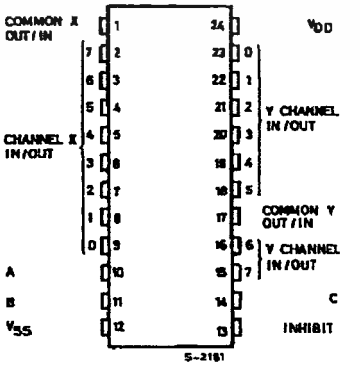
HCC40XXBF	HCF40XXBM1
HCF40XXBEY	HCF40XXBC1

PIN CONNECTIONS

4067B



4097B



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESCRIPTION

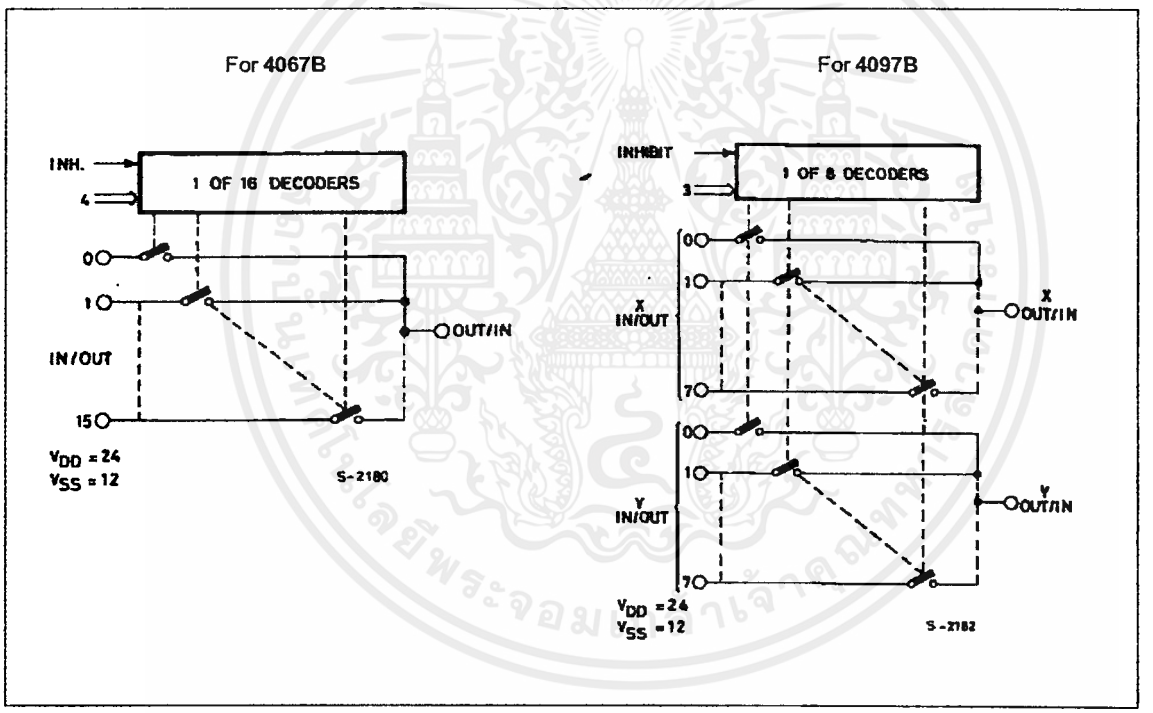
The **HCC4067B, HCC4097B** (extended temperature range) and **HCF4067B, HCF4097B** (intermediate temperature range) are monolithic integrated circuits available in 24-lead dual in line plastic or ceramic package.

The **HCC/HCF4067B** and **HCC/HCF4097B** COS/MOS analog multiplexers/demultiplexers are digitally controlled analog switches having low ON impedance, low OFF leakage current and internal address decoding. in addition, the ON resistance is relatively constant over the full input-signal range.

The **HCC/HCF4067B** ia a 16-channel multiplexer with four binary control inputs A, B, C, D, and an inhibit input, arranged so that any combination of the inputs selects one switch.

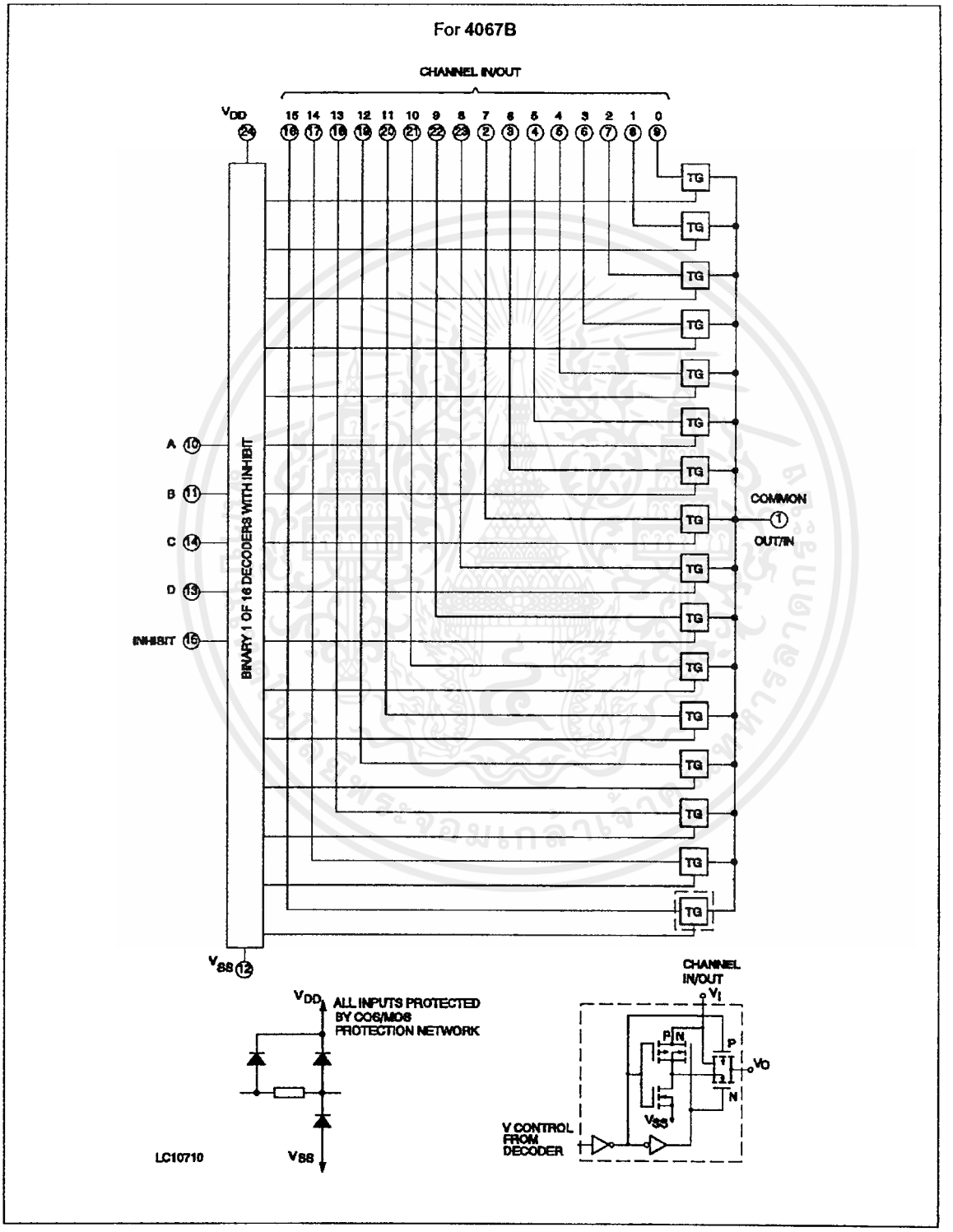
The **HCC/HCF4097** is a differential 8-channel multiplexer having three binary control inputs A, B, C, and an inhibit input. The inputs permit selection of one

FUNCTIONAL DIAGRAM



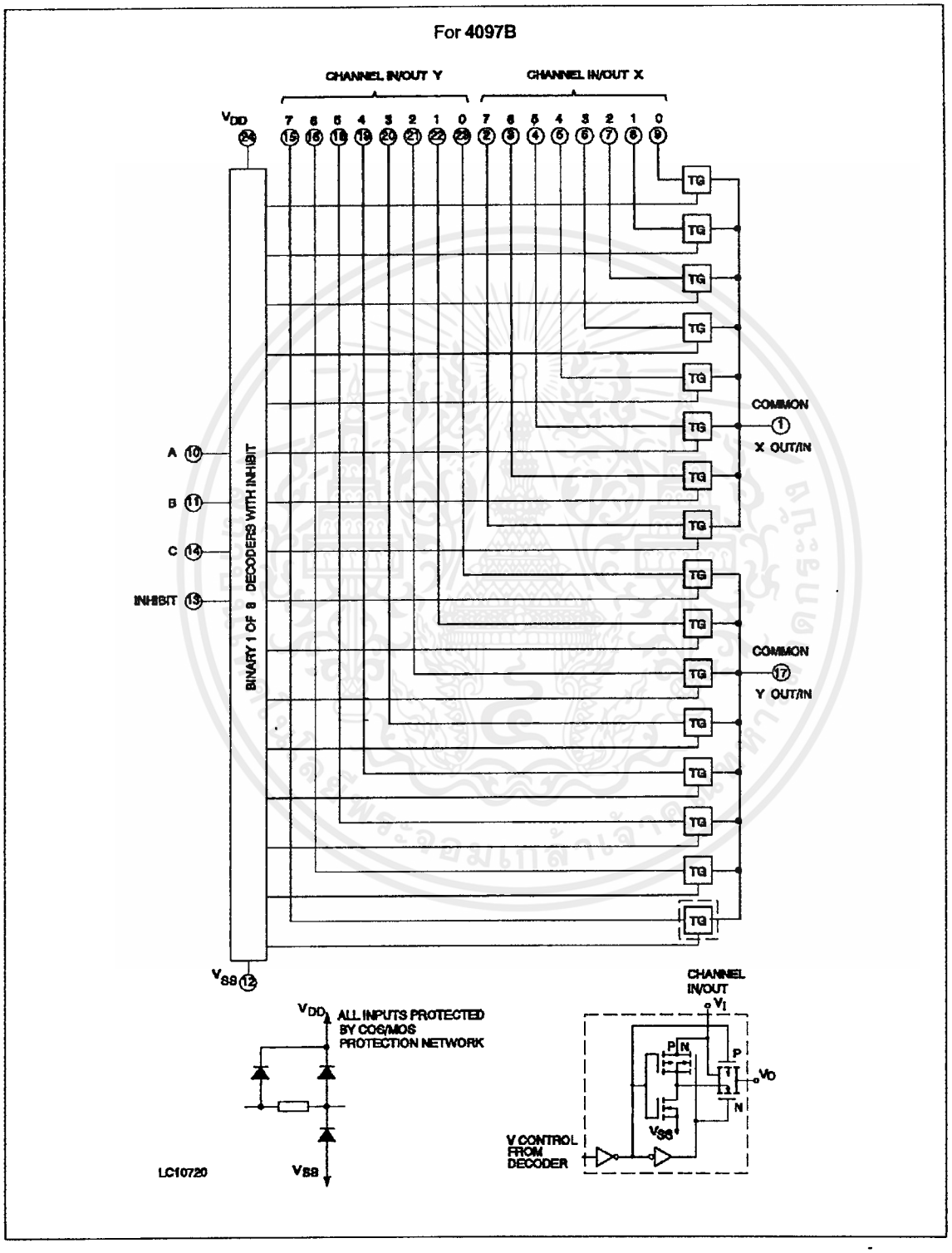
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRUTH TABLES FOR HCC/HCF4067B

A	B	C	D	INH	SELECTED CHANNEL
X	X	X	X	1	None
0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1
0	1	0	0	0	2
1	1	0	0	0	3
0	0	1	0	0	4
1	0	1	0	0	5
0	1	1	0	0	6
1	1	1	0	0	7
0	0	0	1	0	8
1	0	0	1	0	9
0	1	0	1	0	10
1	1	0	1	0	11
0	0	1	1	0	12
1	0	1	1	0	13
0	1	1	1	0	14
1	1	1	1	0	15

TRUTH TABLE FOR HCC/HCF4097B

A	B	C	INH	SELECTED CHANNEL
X	X	X	1	None
0	0	0	0	0X 0Y
1	0	0	0	1X 1Y
0	1	0	0	2X 2Y
1	1	0	0	3X 3Y
0	0	1	0	4X 4Y
1	0	1	0	5X 5Y
0	1	1	0	6X 6Y
1	1	1	0	7X 7Y

ABSOLUTE MAXIMUM RATING

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{DD} *	Supply Voltage: HCC Types HCF Types	-0.5 to +20 -0.5 to +18	V V
V_i	Input Voltage	-0.5 to V_{DD} + 0.5	V
I_I	DC Input Current (any one input)	± 10	mA
P_{tot}	Total Power Dissipation (per package) Dissipation per Output Transistor for Top = Full Package Temperature Range	200 100	mW mW
T_{op}	Operating Temperature: HCC Types HCF Types	-55 to +125 -40 to +85	°C °C
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to +150	°C

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

* All voltage values are referred to V_{SS} pin voltage.

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{DD}	Supply Voltage: HCC Types HCF Types	3 to 18 3 to 15	V V
V_I	Input Voltage	0 to V_{DD}	V
T_{op}	Operating Temperature: HCC Types HCF Types	-55 to +125 -40 to +85	°C °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (over recommended operating conditions)

Symbol	Parameter		Test Conditios				Value							Unit
			V_{IS} (V)	V_{EE} (V)	V_{SS} (V)	V_{DD} (V)	T_{LOW} * Min.	T_{LOW} * Max.	25 °C Min.	25 °C Typ.	25 °C Max.	T_{HIGH} * Min.	T_{HIGH} * Max.	
I_L	Quiescent Supply Current	HCC types				5		5		0.04	5		150	□A
						10		10		0.04	10		300	
						15		20		0.04	20		600	
						20		100		0.08	100		3000	
		HCF types				5		20		0.04	20		150	
						10		40		0.04	40		300	
						15		80		0.04	80		600	
SWITCH														
R_{ON}	On Resistance	HCC types	$0 \le V_I \le V_{DD}$	0	0	5		800		470	1050		1300	□
						10		310		180	400		580	
						15		200		125	240		320	
		HCF types	$0 \le V_I \le V_{DD}$	0	0	5		850		470	1050		1200	
						10		330		180	400		520	
						15		210		125	240		300	
□ON	Resistance □ R_{ON} (Between any two channels)			0	0	5				10				□
						10				10				
						15				5				
OFF (•) Channel Leakage Current	Any Channel OFF	HCC types		0	0	18		100		±0.1	100		1000	□A
	All Channel OFF (common OUT/IN)	HCC types		0	0	18		100		±0.1	100		1000	
	Any Channel OFF	HCF types		0	0	15		300		±0.1	300		1000	
	All Channel OFF (common OUT/IN)	HCF types		0	0	15		300		±0.1	300		1000	
C	Capacitance Input Output for 4067 Output for 4097 Feedthrough				-5	5				5 55 35 0.2				pF
CONTROL														
V_{IL}	Input Low Voltage		= V_{DD} thru 1K□	$V_{EE}=V_{SS}$ R_L =1K□ to V_{SS} I_{IS} < 2□A (on all OFF channels)		5		1.5			1.5		1.5	V
						10		3			3		3	
						15		4			4		4	
V_{IH}	Input High Voltage					5	3.5		3.5			3.5		V
						10	7		7			7		
						15	11		11			11		
I_{IH} I_{IL}	Input Leackage Current	HCC types	V_I = 0/18V			18		±0.1		$\pm 10^{-3}$	±0.1		±1	□A
		HCF types	V_I = 0/15V			15		±0.3		$\pm 10^{-3}$	±0.3		±1	
C_I	Input Capacitance		Any Address or Inhibit Input							5	7.5			pF

• Determined by minimum feasible leakage measurement for automatic testing
* T_{LOW} = -55 °C for **HCC** device: -40 °C for **HCF** device.
* T_{HIGH} = +125 °C for **HCC** device: +85 °C for **HCF** device.
The Noise Margin for both "1" and "0" level is: 1V min. with V_{DD} = 5 V, 2 V min. with V_{DD} = 10 V, 2.5 V min. with V_{DD} = 15 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DYNAMIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_{amb} = 25 °C, C_L = 50 pF, R_L = 200 KΩ, typical temperature coefficent for all V_{DD} values is 03 %/°C, all input rise and fall times= 20 ns)

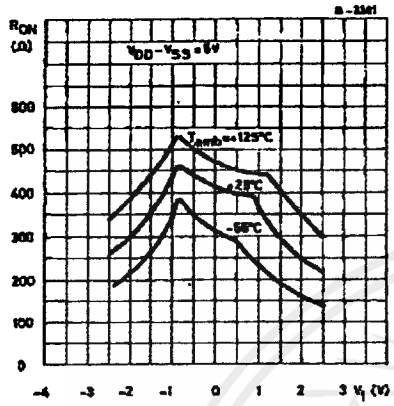
Symbol	Parameter	Test Conditions							Value		Unit
		V_C (V)	R_L (KΩ)	f_i (KHz)	V_I (V)	V_{SS} (V)	V_{DD} (V)		Typ.	Max.	
SWITCH											
t_{pd}	Propagation Delay Time (Signal Input to Output)	= V_{DD}	200		⎍	0	5		30	60	ns
							10		15	30	
							15		11	20	
	Frequency Response Channel "ON" (Sine Wave Input) at $20\ Log \frac{V_O}{V_I}$ □□ 3 dB	= V_{DD}	1		5 (•)	0	10	V_O at Common OUT/IN — 4067B	14		ns
								V_O at Common OUT/IN — 4097B	20		
								V_O at Any Channel	60		
	Feedthrough (All Channels OFF) at $20\ Log \frac{V_O}{V_I}$ □□ 40 dB	= V_{SS}	1		5 (•)	0	10	V_O at Common OUT/IN — 4067B	20		MHz
								V_O at Common OUT/IN — 4097B	12		
								V_O at Any Channel	8		
	Frequency Signal Crosstalk at $20Log \frac{V_{OBB}}{V_{OAO}}$ □□40dB	$V_{C(A)}$=V_{DD}	1		5 (•)	0	10	Between Any two (A and B) Channels	1		MHz
		$V_{C(B)}$=V_{SS}						Between Sections (A and B) 4097B only — Measured on common	10		
								Between Sections (A and B) 4097B only — Measured on Any Channel	18		
t_W	Sine Wave Distortion (f_{is} = 1KHz sine wave)	5	10	1	2 (•)	0	5		0.3		%
		10	10	1	3 (•)	0	10		0.2		
		15	10	1	5 (•)	0	15		0.12		
CONTROL (address or Inhibit)											
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Time: Address or Inhibit to Signal OUT (Channel Turning ON)	V_{DD} 0	1			0	5		325	650	ns
						0	10		135	270	
						0	15		95	190	
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay Time: Address or Inhibit to Signal OUT (Channel Turning OFF)	V_{DD} 0	0.3			0	5		220	440	ns
						0	10		90	180	
						0	15		65	130	
	Address or Inhibit to Signal Crosstalk	V_{DD} 0	10*			0	10		75		mV peak

(•) Peak to peak voltage symmetrical about $\frac{V_{DD} - V_{SS}}{2}$

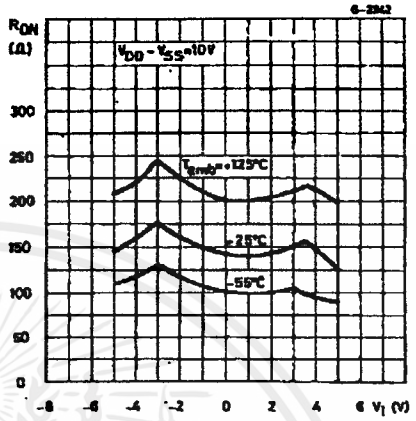
(*) Both ends of channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

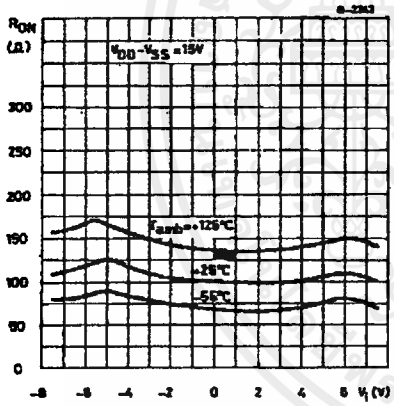
Typical ON Resistance vs Input Signal Voltage (All Types)



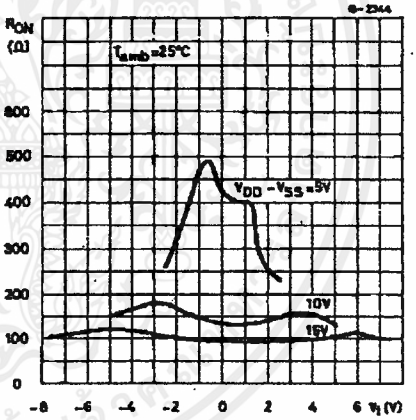
Typical ON Resistance vs Input Signal Voltage (All Types)



Typical ON Resistance vs Input Signal Voltage (All Types)

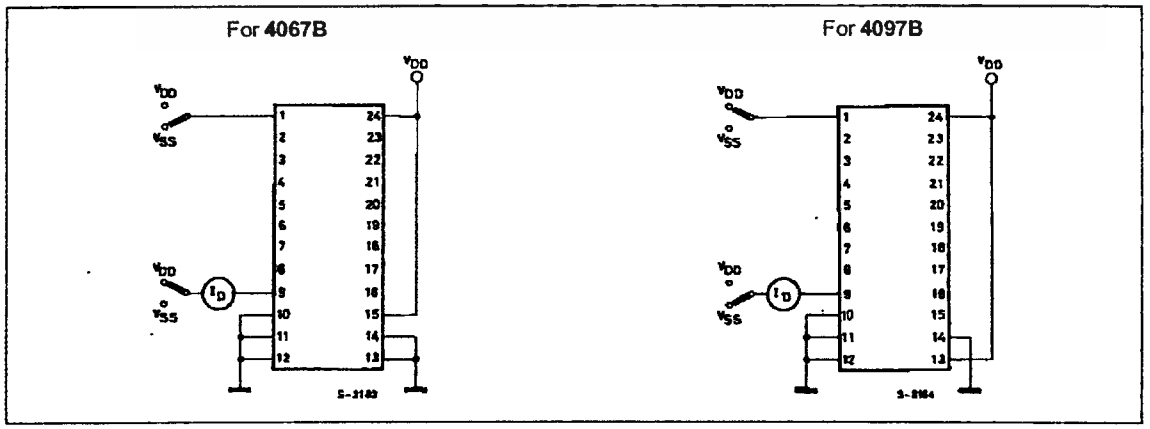


Typical ON Resistance vs Input Signal Voltage (All Types)



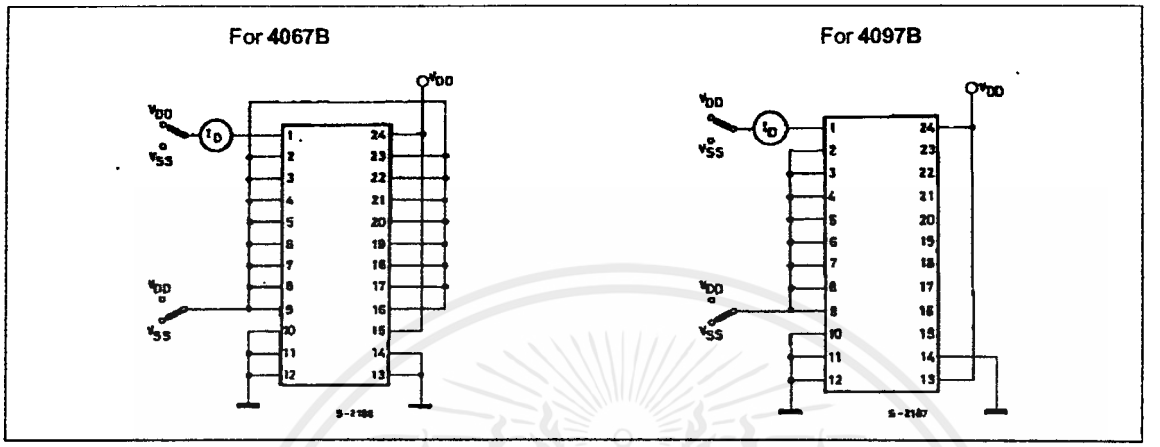
TEST CIRCUITS

OFF Channel Leakage Current Any Channel OFF

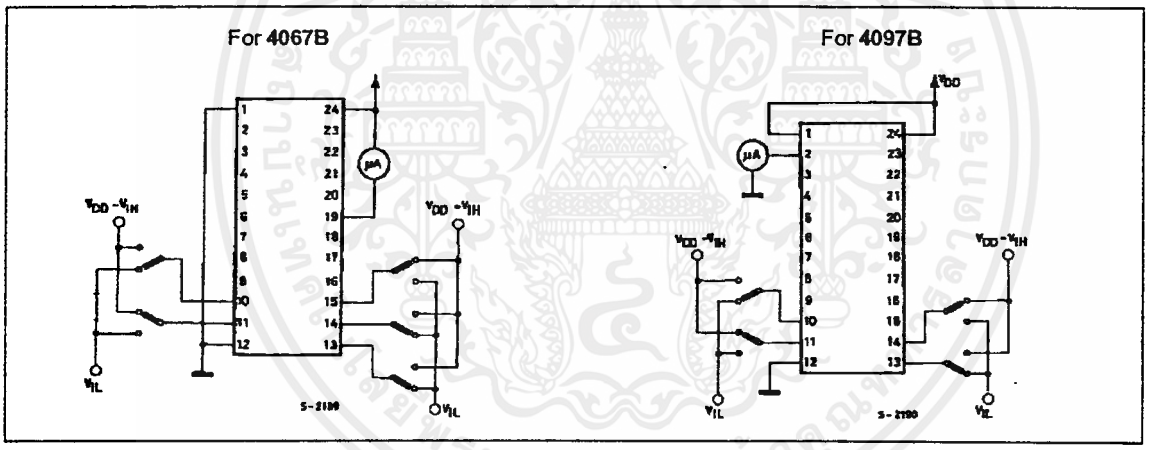


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

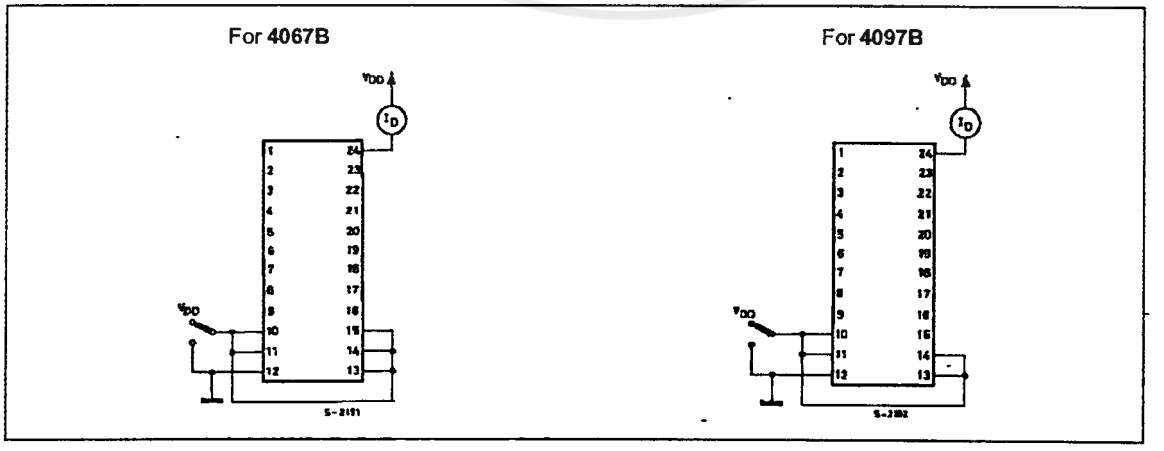
OFF Channel Leakage Current All Channels OFF



Input Voltage Measure < 2 □A an All OFF Channels (e.g. Channel 12)

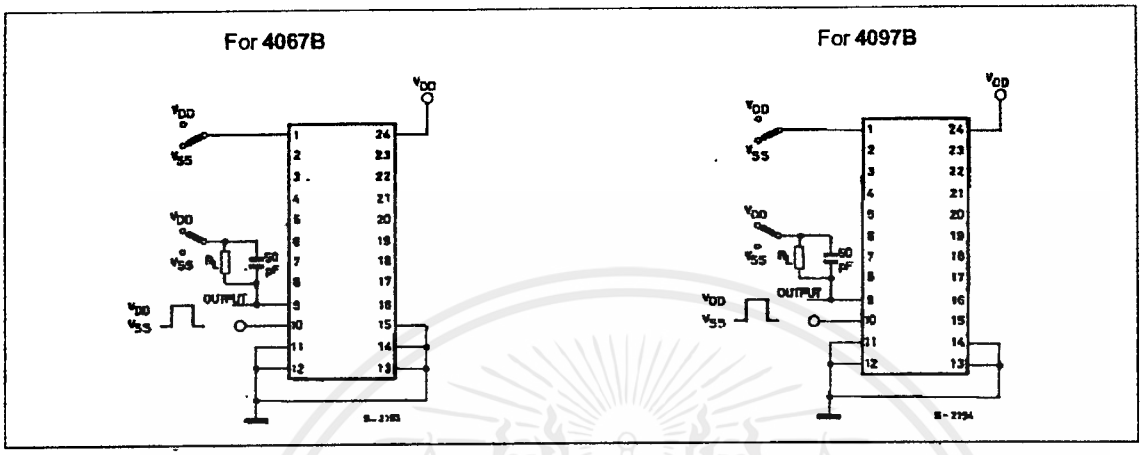


Quiescent Device Current

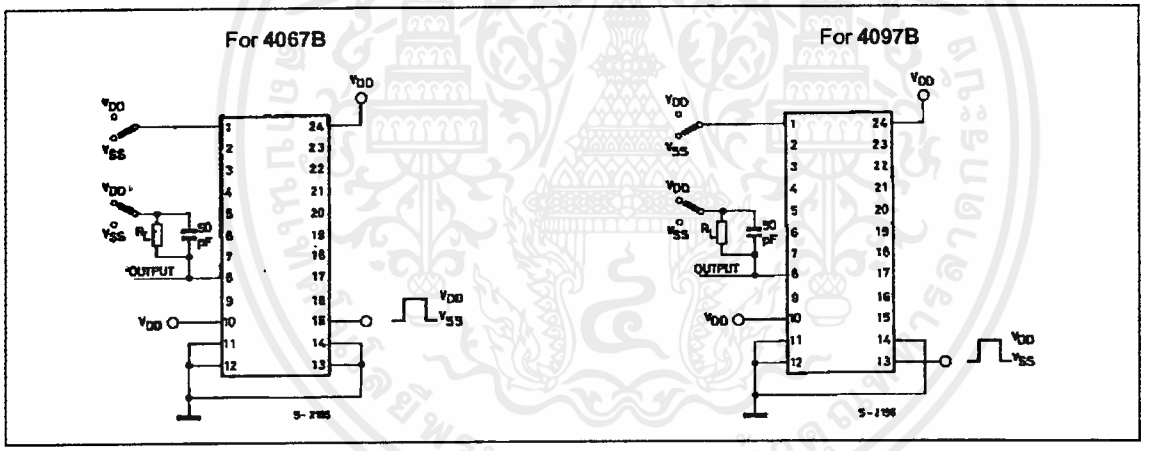


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

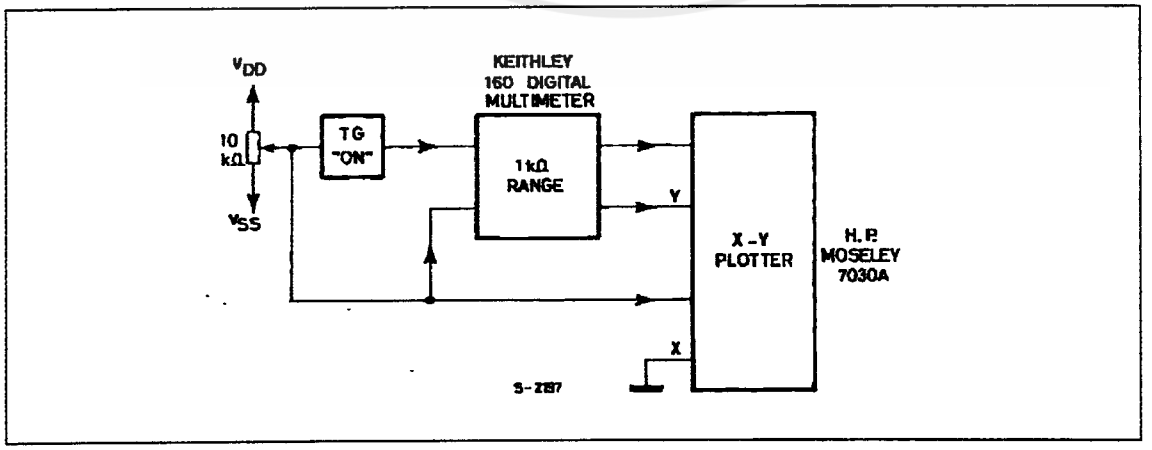
Turn-on and Turn-off Propagation Delay Address Select Input to Signal Output (e. g. Channel 0)



Turn-on and Turn-off Propagation Delay-Inhibit Input to Signal Output (e. g. Channel 1)

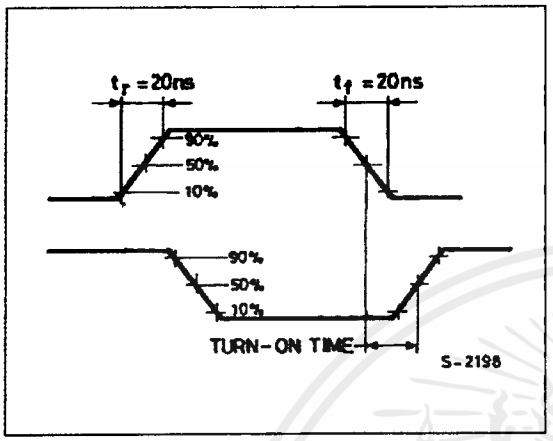


Channel ON Resistance Measurement Circuit

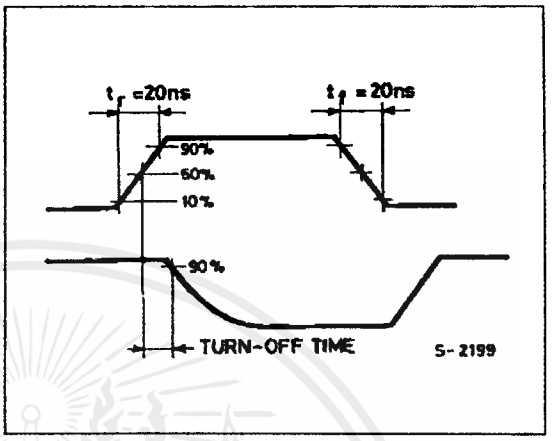


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Propagation Delay Waveform Channel Being Turned ON (R_L = 10 K□ , C_L = 50 pF)



Propagation Delay Waveform Channel Being Turned OFF (R_L = 300 □ , C_L = 50 pF)



APPLICATIONS INFORMATION

In applications where separate power sources are used to drive V_{DD} and the signal inputs, the V_{DD} current capability should exceed V_{DD}/R_L (R_L = effective external load). This provision avoids permanent current flow or clamp action on the V_{DD} supply when power is applied or removed from the **HCC/HCF4067B** or **HCC/HCF4097B.**

When switching from one address to another, some of the ON periods of the channels of the multiplexers will overlap momentarily, which may be objectionable in certain applications. Also when a channel is turned ON or OFF by an address input, there is a momentary conductive path from the channel to VSS, which will drump some charge from any capacitor connected to the input or output of the channel. The inhibit input turning on a channel will similarly drump some charge to V_{SS}.

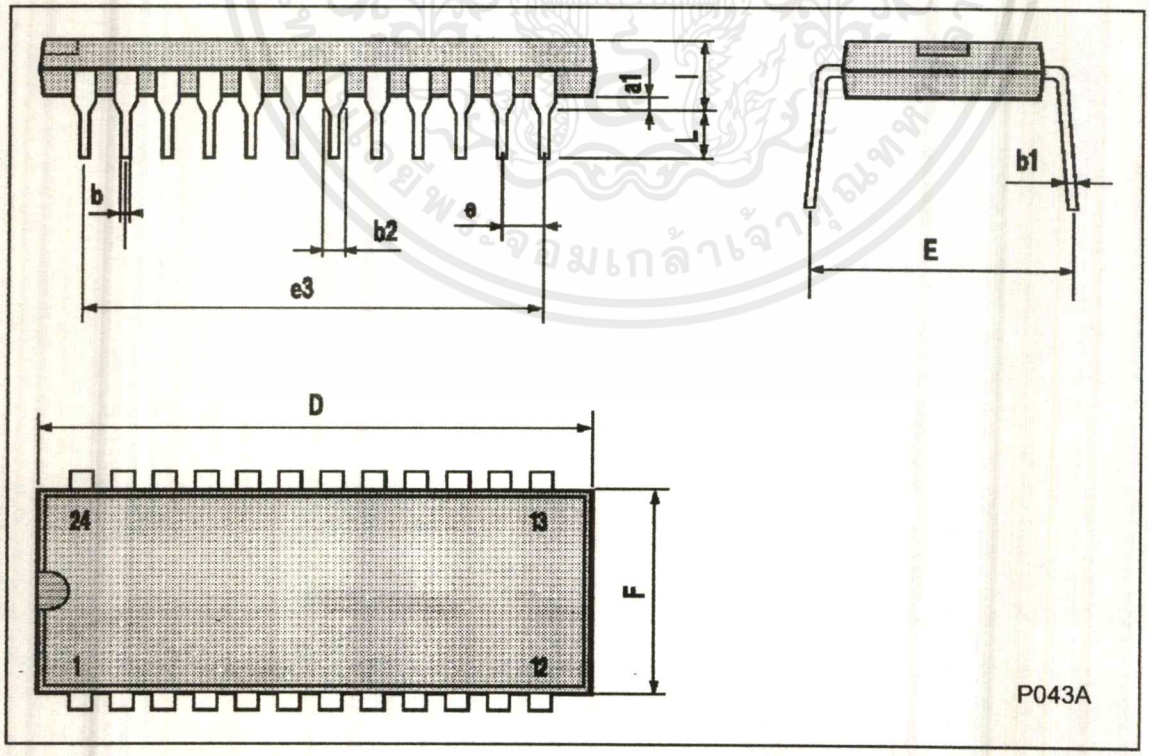
The amount of charge dumped is mostly a function of the signal level above V_{SS}.
Typically, ay V_{DD} - V_{SS} = 10V, a 100 pF capacitor connected to the input or output of the channel will lose 3-4% of its voltage at the moment the channel turns ON or OFF. This loss of voltage is essentially independent of the address or inhibit signal trnasition time, if the transition time is less than 1- 2 □s. When the inhibit signal turns a channel off, there is no change dumping of V_{SS}. Rather, there is a slight rise in the channel voltage level (65 mV typ.) due to the capacitance coupling from inhibit input to channel input or output. Address input also couple some voltage steps onto the channel signal levels.

In certain applications, the external load-resistor current may include both V_{DD} and signal line components. To avoid drawing V_{DD} current when switch current flows into the transmission gate inputs, the voltage drop across the bidirectional switch must not exceed 0.8 V (calculated from R_{ON} values shown in ELECTRICAL CHARACTERISTICS CHART). No VDD current will flow through R_L if the switch current flows into terminal 1 on the **HCC/HCF4067B**, terminals 1 and 17 on the **HCC/HCF4097B.**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Plastic DIP24 (0.25) MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
a1		0.63			0.025	
b		0.45			0.018	
b1	0.23		0.31	0.009		0.012
b2		1.27			0.050	
D			32.2			1.268
E	15.2		16.68	0.598		0.657
e		2.54			0.100	
e3		27.94			1.100	
F			14.1			0.555
I		4.445			0.175	
L		3.3			0.130	

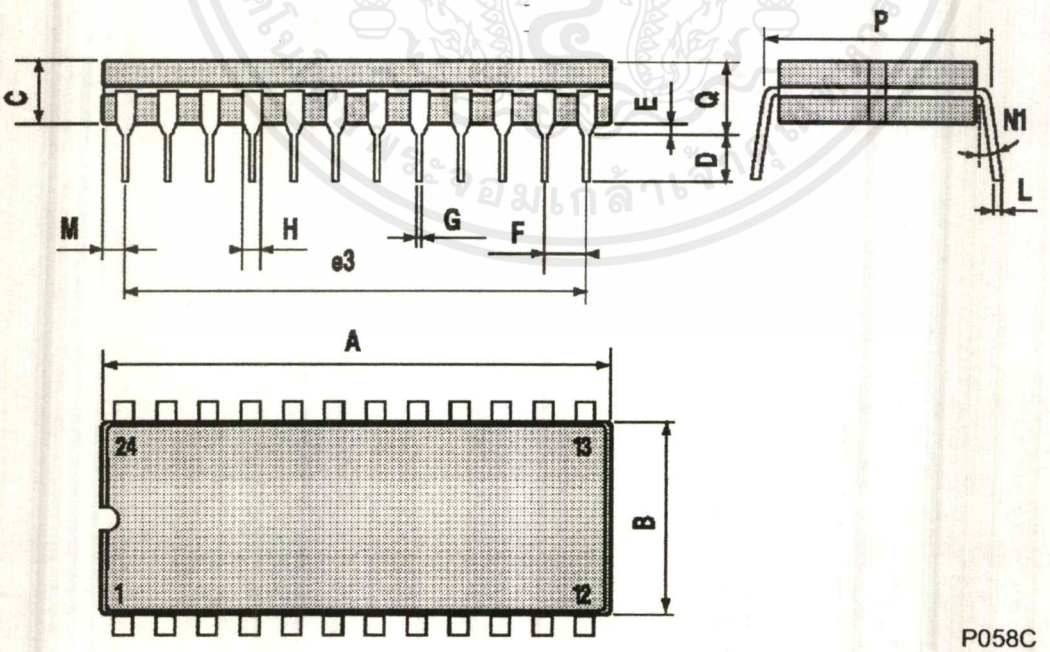


SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ceramic DIP24 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			32.3			1.272
B	13.05		13.36	0.514		0.526
C	3.9		5.08	0.154		0.200
D	3			0.118		
E	0.5		1.78	0.020		0.070
e3		27.94			1.100	
F	2.29		2.79	0.090		0.110
G	0.4		0.55	0.016		0.022
I	1.17		1.52	0.046		0.060
L	0.22		0.31	0.009		0.012
M	1.52		2.49	0.060		0.098
N1	4° (min.), 15° (max.)					
P	15.4		15.8	0.606		0.622
Q			5.71			0.225

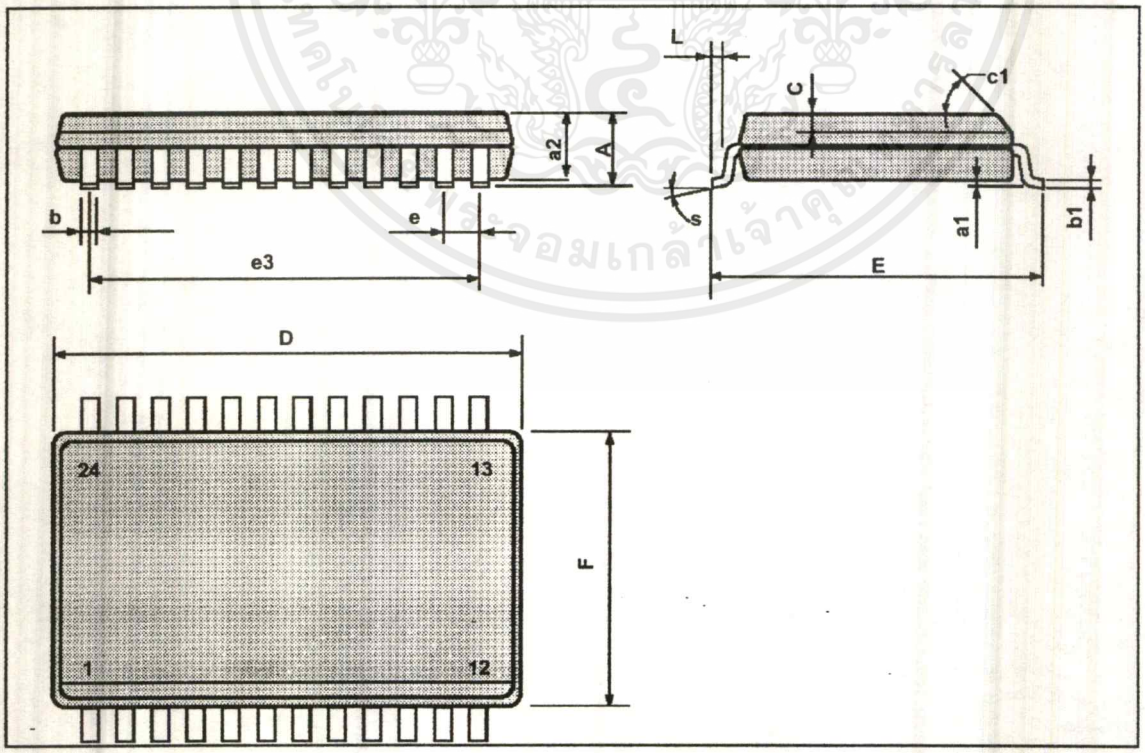


P058C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SO24 MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			2.65			0.104
a1	0.10		0.20	0.004		0.007
a2			2.45			0.096
b	0.35		0.49	0.013		0.019
b1	0.23		0.32	0.009		0.012
C		0.50			0.020	
c1	45° (typ.)					
D	15.20		15.60	0.598		0.614
E	10.00		10.65	0.393		0.420
e		1.27			0.05	
e3		13.97			0.55	
F	7.40		7.60	0.291		0.299
L	0.50		1.27	0.19		0.050
S	8° (max.)					

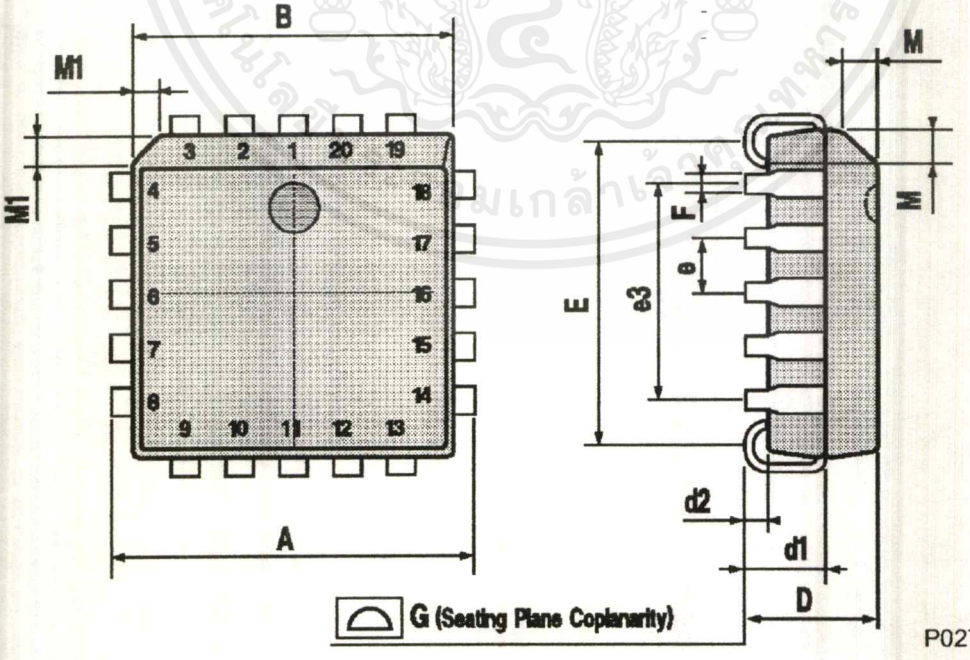


SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, SGS-THOMSON Microelectronics assumes no responsability for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may results from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of SGS-THOMSON Microelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. SGS-THOMSON Microelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of SGS-THOMSON Microelectonics.

© 1994 SGS-THOMSON Microelectronics - All Rights Reserved

SGS-THOMSON Microelectronics GROUP OF COMPANIES
Australia - Brazil - France - Germany - Hong Kong - Italy - Japan - Korea - Malaysia - Malta - Morocco - The Netherlands - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - Taiwan - Thailand - United Kingdom - U.S.A

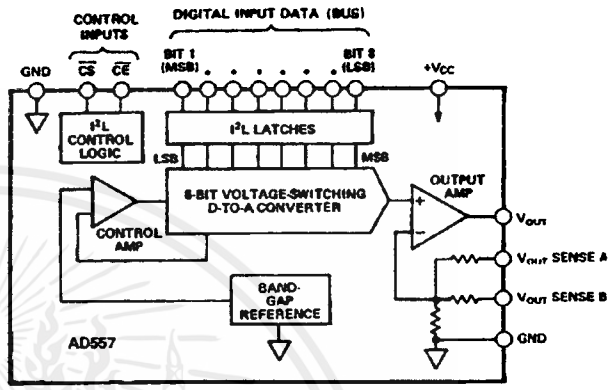
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DACPORT, Low-Cost Complete µP-Compatible 8-Bit DAC

AD557

FEATURES
Complete 8-Bit DAC
Voltage Output—0 V to 2.56 V
Internal Precision Band-Gap Reference
Single-Supply Operation: +5 V (±10%)
Full Microprocessor Interface
Fast: 1 µs Voltage Settling to ±1/2 LSB
Low Power: 75 mW
No User Trims Required
Guaranteed Monotonic Over Temperature
All Errors Specified T_{MIN} to T_{MAX}
Small 16-Pin DIP or 20-Pin PLCC Package
Low Cost

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



GENERAL DESCRIPTION

The AD557 DACPORT® is a complete voltage-output 8-bit digital-to-analog converter, including output amplifier, full microprocessor interface and precision voltage reference on a single monolithic chip. No external components or trims are required to interface, with full accuracy, an 8-bit data bus to an analog system.

The low cost and versatility of the AD557 DACPORT are the result of continued development in monolithic bipolar technologies.

The complete microprocessor interface and control logic is implemented with integrated injection logic (I^2L), an extremely dense and low-power logic structure that is process-compatible with linear bipolar fabrication. The internal precision voltage reference is the patented low-voltage band-gap circuit which permits full-accuracy performance on a single +5 V power supply. Thin-film silicon-chromium resistors provide the stability required for guaranteed monotonic operation over the entire operating temperature range, while laser-wafer trimming of these thin-film resistors permits absolute calibration at the factory to within ±2.5 LSB; thus, no user-trims for gain or offset are required. A new circuit design provides voltage settling to ±1/2 LSB for a full-scale step in 800 ns.

The AD557 is available in two package configurations. The AD557JN is packaged in a 16-pin plastic, 0.3"-wide DIP. For surface mount applications, the AD557JP is packaged in a 20-pin JEDEC standard PLCC. Both versions are specified over the operating temperature range of 0°C to +70°C.

PRODUCT HIGHLIGHTS

1. The 8-bit I^2L input register and fully microprocessor-compatible control logic allow the AD557 to be directly connected to 8- or 16-bit data buses and operated with standard control signals. The latch may be disabled for direct DAC interfacing.
2. The laser-trimmed on-chip SiCr thin-film resistors are calibrated for absolute accuracy and linearity at the factory. Therefore, no user trims are necessary for full rated accuracy over the operating temperature range.
3. The inclusion of a precision low-voltage band-gap reference eliminates the need to specify and apply a separate reference source.
4. The AD557 is designed and specified to operate from a single +4.5 V to +5.5 V power supply.
5. Low digital input currents, 100 µA max, minimize bus loading. Input thresholds are TTL/low voltage CMOS compatible.
6. The single-chip, low power I^2L design of the AD557 is inherently more reliable than hybrid multichip or conventional single-chip bipolar designs.

DACPORT is a registered trademark of Analog Devices, Inc.

Covered by U.S. Patent Nos. 3,887,863; 3,685,045; 4,323,795; other patents pending.

REV. A

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 617/329-4700 **Fax: 617/326-8703**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AD557—SPECIFICATIONS (@ T_A = +25°C, V_{CC} = +5 V unless otherwise noted)

Model	Min	Typ	Max	Units
RESOLUTION			8	Bits
RELATIVE ACCURACY[1]				
0 to + 70°C		±1/2	1	LSB
OUTPUT				
Ranges		0 to + 2.56		V
Current Source	+5			mA
Sink		Internal Passive Pull-Down to Ground[2]		
OUTPUT SETTLING TIME[3]		0.8	1.5	µs
FULL-SCALE ACCURACY[4]				
@ +25°C		±1.5	±2.5	LSB
T_{MIN} to T_{MAX}		±2.5	±4.0	LSB
ZERO ERROR				
@ +25°C			±1	LSB
T_{MIN} to T_{MAX}			±3	LSB
MONOTONICITY[5]				
T_{MIN} to T_{MAX}		Guaranteed		
DIGITAL INPUTS				
T_{MIN} to T_{MAX}				
Input Current			±100	µA
Data Inputs, Voltage				
Bit On—Logic "1"	2.0			V
Bit On—Logic "0"	0		0.8	V
Control Inputs, Voltage				
On—Logic "1"	2.0			V
On—Logic "0"	0		0.8	V
Input Capacitance		4		pF
TIMING[6]				
t_W Strobe Pulse Width	225			ns
T_{MIN} to T_{MAX}	300			ns
t_{DH} Data Hold Time	10			ns
T_{MIN} to T_{MAX}	10			ns
t_{DS} Data Setup Time	225			ns
T_{MIN} to T_{MAX}	300			ns
POWER SUPPLY				
Operating Voltage Range (V_{CC})				
2.56 Volt Range	+4.5		+5.5	V
Current (I_{CC})		15	25	mA
Rejection Ratio			0.03	%/%
POWER DISSIPATION, V_{CC} = 5 V		75	125	mW
OPERATING TEMPERATURE RANGE	0		+70	°C

NOTES

[1] Relative Accuracy is defined as the deviation of the code transition points from the ideal transfer point on a straight line from the zero the the full scale of the device.

[2] Passive pull-down resistance is 2 kΩ.

[3] Settling time is specified for a positive-going full-scale step to ±1/2 LSB. Negative-going steps to zero are slower, but can be improved with an external pull-down.

[4] The full-scale output voltage is 2.55 V and is guaranteed with a +5 V supply.

[5] A monotonic converter has a maximum differential linearity error of ±1 LSB.

[6] See Figure 7.

Specifications subject to change without notice.

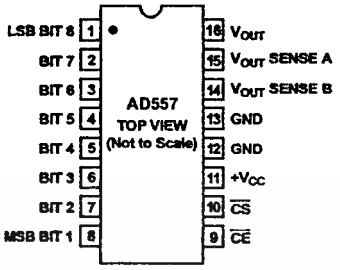
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS*

V_{CC} to Ground ..... 0 V to +18 V
Digital Inputs (Pins 1–10) .....0 V to +7.0 V
V_{OUT} ..... Indefinite Short to Ground
Momentary Short to V_{CC}
Power Dissipation .....450 mW
Storage Temperature Range
N/P (Plastic) Packages .....–25°C to +100°C
Lead Temperature (Soldering, 10 sec) ..... 300°C
Thermal Resistance
Junction to Ambient/Junction to Case
N/P (Plastic) Packages .....140/55°C/W

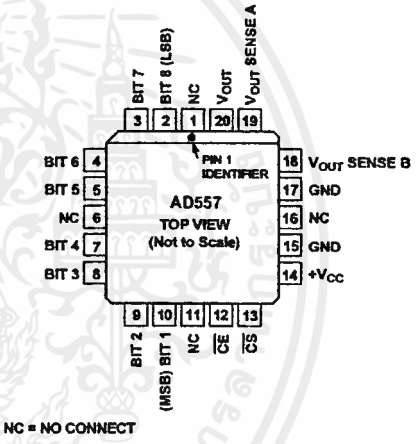
*Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational section of this specification is not implied. Exposure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

PIN CONFIGURATIONS

DIP



PLCC



NC = NO CONNECT

ORDERING GUIDE

Model	Temperature Range	Package Option*
AD557JN	0°C to +70°C	N-16
AD557JP	0°C to +70°C	P-20A

*N = Plastic DIP; P = Plastic Leaded Chip Carrier.

CIRCUIT DESCRIPTION

The AD557 consists of four major functional blocks fabricated on a single monolithic chip (see Figure 1). The main D/A converter section uses eight equally weighted laser-trimmed current sources switched into a silicon-chromium thin-film R/2R resistor ladder network to give a direct but unbuffered 0 mV to 400 mV output range. The transistors that form the DAC switches are PNPs; this allows direct positive-voltage logic interface and a zero-based output range.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

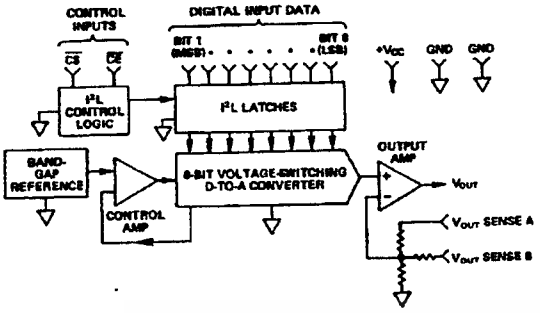


Figure 1. Functional Block Diagram

The high-speed output buffer amplifier is operated in the noninverting mode with gain determined by the user-connections at the output range select pin. The gain-setting application resistors are thin film laser trimmed to match and track the DAC resistors and to assure precise initial calibration of the output range, 0 V to 2.56 V. The amplifier output stage is an NPN transistor with passive pull-down for zero-based output capability with a single power supply.

The internal precision voltage reference is of the patented band-gap type. This design produces a reference voltage of 1.2 V and thus, unlike 6.3 V temperature-compensated Zeners, may be operated from a single, low-voltage logic power supply. The microprocessor interface logic consists of an 8-bit data latch and control circuitry. Low power, small geometry and high speed are advantages of the I^2L design as applied to this section. I^2L is bipolar process compatible so that the performance of the analog sections need not be compromised to provide on-chip logic capabilities. The control logic allows the latches to be operated from a decoded microprocessor address and write signal. If the application does not involve a µP or data bus, wiring $\overline{CS}$ and $\overline{CE}$ to ground renders the latches "transparent" for direct DAC access.

Digital Input Code			Output
Binary	Hexadecimal	Decimal	Voltage
0000 0000	00	0	0
0000 0001	01	1	0.010 V
0000 0010	02	2	0.020 V
0000 1111	0F	15	0.150 V
0001 0000	10	16	0.160 V
0111 1111	7F	127	1.270 V
1000 0000	80	128	1.280 V
1100 0000	C0	192	1.920 V
1111 1111	FF	255	2.55 V

CONNECTING THE AD557

The AD557 has been configured for low cost and ease of application. All reference, output amplifier and logic connections are made internally. In addition, all calibration trims are performed at the factory assuring specified accuracy without user trims. The only connection decision to be made by the user is whether the output range desired is unipolar or bipolar. Clean circuit board layout is facilitated by isolating all digital bit inputs on one side of the package; analog outputs are on the opposite side.

UNIPOLAR 0 V TO +2.56 V OUTPUT RANGE

Figure 2 shows the configuration for the 0 V to +2.56 V full-scale output range. Because of its precise factory calibration, the AD557 is intended to be operated without user trims for gain and offset; therefore, no provisions have been made for such user trims. If a small increase in scale is required, however, it may be accomplished by slightly altering the effective gain of the output buffer. A resistor in series with V_{OUT} SENSE will increase the output range. Note that decreasing the scale by putting a resistor in series with GND will not work properly due to the code-dependent currents in GND. Adjusting offset by injecting dc at GND is not recommended for the same reason.

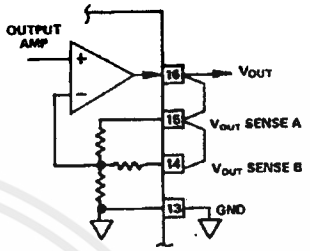


Figure 2. 0 V to 2.56 V Output Range

BIPOLAR –1.28 V TO +1.28 V OUTPUT RANGE

The AD557 was designed for operation from a single power supply and is thus capable of providing only a unipolar 0 V to +2.56 V output range. If a negative supply is available, bipolar output ranges may be achieved by suitable output offsetting and scaling. Figure 3 shows how a ±1.28 V output range may be achieved when a –5 V power supply is available. The offset is provided by the AD589 precision 1.2 V reference which will operate from a +5 V supply. The AD711 output amplifier can provide the necessary ±1.28 V output swing from ±5 V supplies. Coding is complementary offset binary.

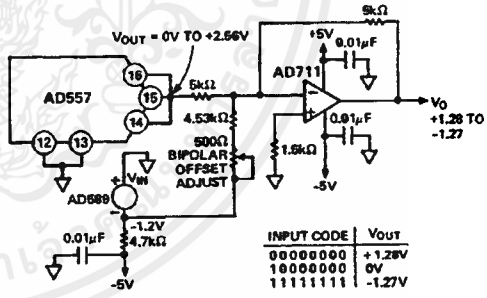


Figure 3. Bipolar Operation of AD557 from ±5 V Supplies

Applications

GROUNDING AND BYPASSING

All precision converter products require careful application of good grounding practices to maintain full rated performance. Because the AD557 is intended for application in microcomputer systems where digital noise is prevalent, special care must be taken to assure that its inherent precision is realized.

The AD557 has two ground (common) pins; this minimizes ground drops and noise in the analog signal path. Figure 4 shows how the ground connections should be made.

It is often advisable to maintain separate analog and digital grounds throughout a complete system, tying them common in one place only. If the common tie-point is remote and accidental disconnection of that one common tie-point occurs due to card removal with power on, a large differential voltage between the

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

two commons could develop. To protect devices that interface to both digital and analog parts of the system, such as the AD557, it is recommended that common ground tie-points should be provided at *each* such device. If only one system ground can be connected directly to the AD557, it is recommended that analog common be selected.

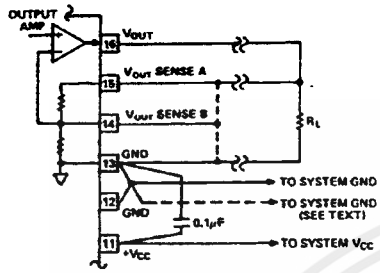


Figure 4. Recommended Grounding and Bypassing

USING A "FALSE" GROUND

Many applications, such as disk drives, require servo control voltages that swing on either side of a "false" ground. This ground is usually created by dividing the +12 V supply equally and calling the midpoint voltage "ground."

Figure 5 shows an easy and inexpensive way to implement this. The AD586 is used to provide a stable 5 V reference from the system's +12 V supply. The op amp shown likewise operates from a single (+12 V) supply available in the system. The resulting output at the V_{OUT} node is ±2.5 V around the "false" ground point of 5 V. AD557 input code vs. V_{OUT} is shown in Figure 6.

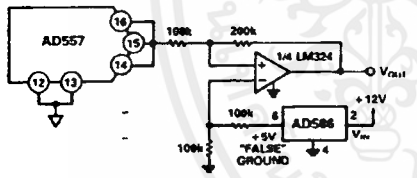


Figure 5. Level Shifting the AD557 Output Around a "False" Ground

TIMING AND CONTROL

The AD557 has data input latches that simplify interface to 8- and 16-bit data buses. These latches are controlled by Chip Enable ($\overline{CE}$) and Chip Select ($\overline{CS}$) inputs. $\overline{CE}$ and $\overline{CS}$ are internally "NORed" so that the latches transmit input data to the DAC section when both $\overline{CE}$ and $\overline{CS}$ are at Logic "0". If the application does not involve a data bus, a "00" condition allows for direct operation of the DAC. When either $\overline{CE}$ or $\overline{CS}$ go to Logic "1," the input data is latched into the registers and held until both $\overline{CE}$ and $\overline{CS}$ return to "0." (Unused $\overline{CE}$ or $\overline{CS}$ inputs should be tied to ground.) The truth table is given in Table I. The logic function is also shown in Figure 6.

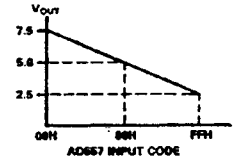


Figure 6. AD557 Input Code vs. Level Shifted Output in a "False" Ground Configuration

Table I. AD557 Control Logic Truth Table

Input Data	$\overline{CE}$	$\overline{CS}$	DAC Data	Latch Condition
0	0	0	0	"transparent"
1	0	0	1	"transparent"
0	g	0	0	latching
1	g	0	1	latching
0	0	g	0	latching
1	0	g	1	latching
X	1	X	previous data	latched
X	X	1	previous data	latched

NOTES
X = Does not matter
g = Logic Threshold at Positive-Going Transition

In a level-triggered latch such as that used in the AD557, there is an interaction between the data setup and hold times and the width of the enable pulse. In an effort to reduce the time required to test all possible combinations in production, the AD557 is tested with $T_{DS} = T_W = 225$ ns at 25°C and 300 ns at T_{MIN} and T_{MAX}, with $T_{DH} = 10$ ns at all temperatures. Failure to comply with these specifications may result in data not being latched properly.

Figure 7 shows the timing for the data and control signals, $\overline{CE}$ and $\overline{CS}$ are identical in timing as well as in function.

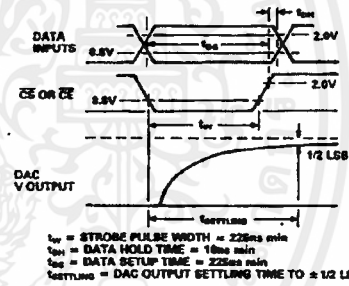
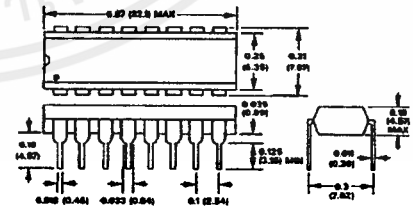


Figure 7. AD557 Timing

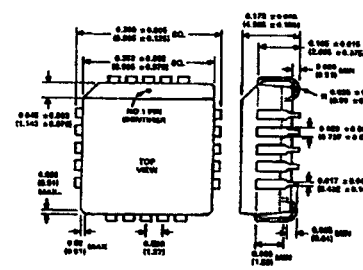
OUTLINE DIMENSIONS

Dimensions shown in inches and (mm).

N (Plastic) Package



P (PLCC) Package



C1109a–5–6/88

PRINTED IN U.S.A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA SHEET

NE/SA/SE5532/5532A
Internally-compensated dual low noise operational amplifier

Product specification

IC11 Data Handbook

1997 Sept 29

Philips
Semiconductors

PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Internally-compensated dual low noise operational amplifier

NE/SA/SE5532/5532A

DESCRIPTION

The 5532 is a dual high-performance low noise operational amplifier. Compared to most of the standard operational amplifiers, such as the 1458, it shows better noise performance, improved output drive capability and considerably higher small-signal and power bandwidths.

This makes the device especially suitable for application in high-quality and professional audio equipment, instrumentation and control circuits, and telephone channel amplifiers. The op amp is internally compensated for gains equal to one. If very low noise is of prime importance, it is recommended that the 5532A version be used because it has guaranteed noise voltage specifications.

FEATURES

- Small-signal bandwidth: 10MHz
- Output drive capability: 600Ω, $10V_{RMS}$
- Input noise voltage: $5nV/\sqrt{Hz}$ (typical)
- DC voltage gain: 50000
- AC voltage gain: 2200 at 10kHz
- Power bandwidth: 140kHz
- Slew rate: 9V/μs
- Large supply voltage range: ±3 to ±20V
- Compensated for unity gain

PIN CONFIGURATIONS

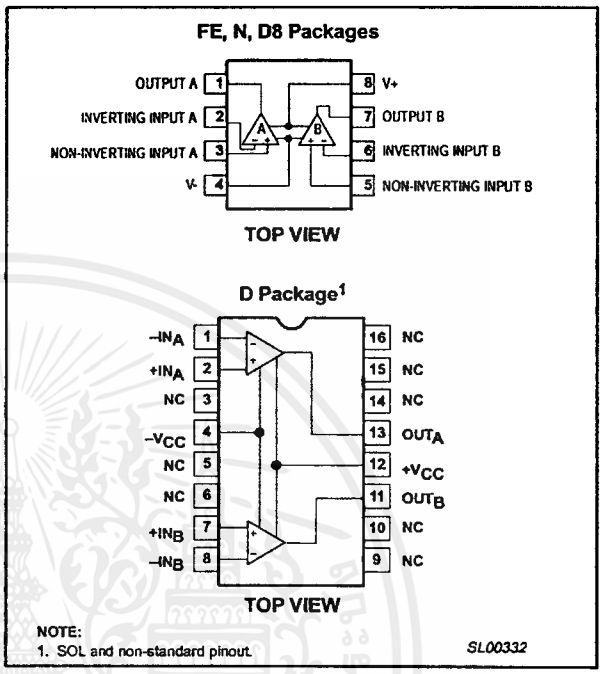


Figure 1. Pin Configurations

ORDERING INFORMATION

DESCRIPTION	TEMPERATURE RANGE	ORDER CODE	DWG #
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0 to 70°C	NE5532N	SOT97-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	–40°C to +85°C	SA5532N	SOT97-1
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	–40°C to +85°C	SA5532AN	SOT97-1
8-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	0 to 70°C	NE5532FE	0580A
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0 to 70°C	NE5532AN	SOT97-1
8-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	0 to 70°C	NE5532AF	0580A
8-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-55°C to +125°C	SE5532FE	0580A
8-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-55°C to +125°C	SE5532AF	0580A
8-Pin Small Outline Package (SO)	0 to 70°C	NE5532AD8	SOT96-1
8-Pin Small Outline Package (SO)	–40°C to 85°C	SA5532D8	SOT96-1
8-Pin Small Outline Package (SO)	–40°C to 85°C	SA5532AD8	SOT96-1
8-Pin Small Outline Package (SO)	-55°C to +125°C	SE5532AD8	SOT96-1
8-Pin Small Outline Package (SO)	0 to 70°C	NE5532D8	SOT96-1
8-Pin Small Outline Package (SO)	–40°C to 85°C	SA5532D8	SOT96-1
8-Pin Small Outline Package (SO)	–40°C to 85°C	SA5532AD8	SOT96-1
8-Pin Small Outline Package (SO)	-55°C to +125°C	SE5532D8	SOT96-1
16-Pin Plastic Small Outline Large (SOL) Package	0 to 70°C	NE5532D	SOT162-1
16-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-55°C to +125°C	SE5532N	SOT38-4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EQUIVALENT SCHEMATIC (EACH AMPLIFIER)

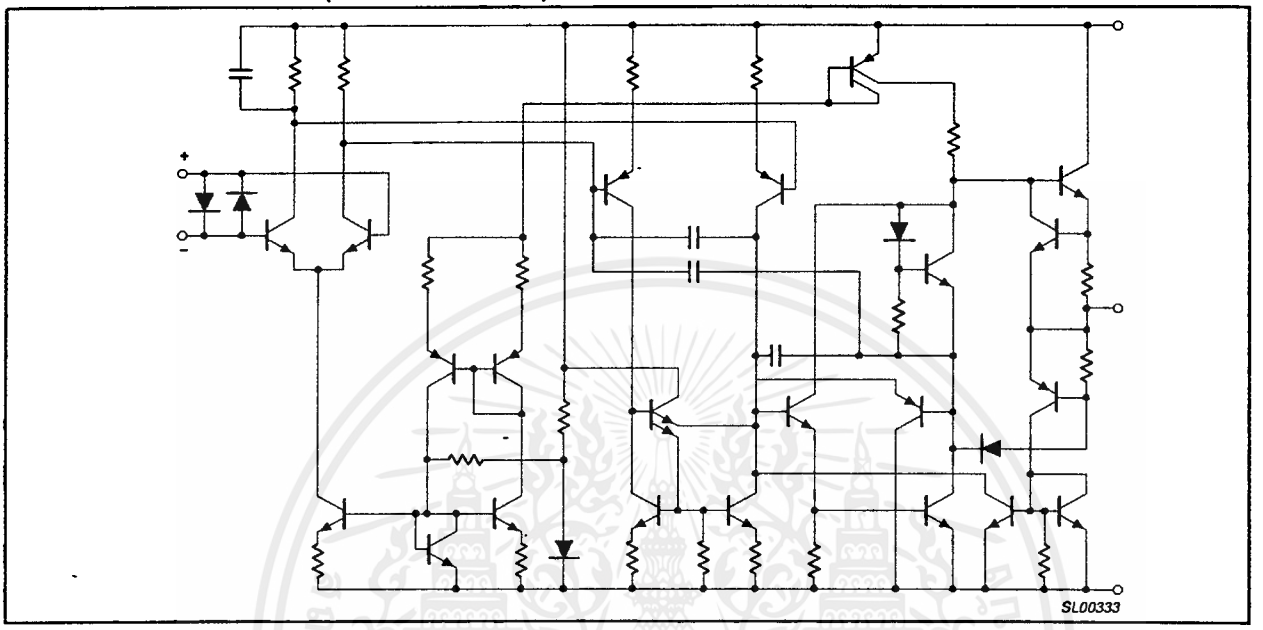


Figure 2. Equivalent Schematic (Each Amplifier)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

SYMBOL	PARAMETER	RATING	UNIT
V_S	Supply voltage	±22	V
V_{IN}	Input voltage	$\pm V_{SUPPLY}$	V
V_{DIFF}	Differential input voltage[1]	±0.5	V
T_A	Operating temperature range		
	SA5532/A	–40 to +85	°C
	NE5532/A	0 to 70	°C
	SE5532/A	-55 to +125	°C
T_{STG}	Storage temperature	-65 to +150	°C
T_J	Junction temperature	150	°C
P_D	Maximum power dissipation, T_A=25°C (still-air)[2]		
	8 D8 package	780	mW
	8 N package	1200	mW
	8 FE package	1000	mW
	16 D package	1200	mW
T_{SOLD}	Lead soldering temperature (10sec max)	300	°C

NOTES:

1. Diodes protect the inputs against over-voltage. Therefore, unless current-limiting resistors are used, large currents will flow if the differential input voltage exceeds 0.6V. Maximum current should be limited to ±10mA.
2. Thermal resistances of the above packages are as follows:
   N package at 100°C/W
   F package at 135°C/W
   D package at 105°C/W
   D8 package at 160°C/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

T_A=25°C V_S=±15V, unless otherwise specified. [1, 2, 3]

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE/5532/5532A			NE/SA/5532/5532A			UNIT
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_{OS}	Offset voltage			0.5	2		0.5	4	mV
		Over temperature			3			5	mV
$\Delta V_{OS}/\Delta T$				5			5		µV/°C
I_{OS}	Offset current				100		10	150	nA
		Over temperature			200			200	nA
$\Delta I_{OS}/\Delta T$				200			200		pA/°C
I_B	Input current			200	400		200	800	nA
		Over temperature			700			1000	nA
$\Delta I_B/\Delta T$				5			5		nA/°C
I_{CC}	Supply current			8	10.5		8	16	mA
		Over temperature			13				mA
V_{CM}	Common-mode input range		±12	±13		±12	±13		V
CMRR	Common-mode rejection ratio		80	100		70	100		dB
PSRR	Power supply rejection ratio			10	50		10	100	µV/V
A_{VOL}	Large-signal voltage gain	R_L≥2kΩ, V_O=±10V	50	100		25	100		V/mV
		Over temperature	25			15			V/mV
		R_L≥600Ω, V_O=±10V	40	50		15	50		V/mV
		Over temperature	20			10			V/mV
V_{OUT}	Output swing	R_L≥600Ω	±12	±13		±12	±13		V
		Over temperature	±10	±12		±10	±12		
		R_L≥600Ω, V_S=±18V	±15	±16		±15	±16		
		Over temperature	±12	±14		±12	±14		
		R_L≥2kΩ	±13	±13.5		±13	±13.5		
		Over temperature	±12	±12.5		±10	±12.5		
R_{IN}	Input resistance		30	300		30	300		kΩ
I_{SC}	Output short circuit current		10	38	60	10	38	60	mA

NOTES:
1. Diodes protect the inputs against overvoltage. Therefore, unless current-limiting resistors are used, large currents will flow if the differential input voltage exceeds 0.6V. Maximum current should be limited to ±10mA.
2. For operation at elevated temperature, derate packages based on the package thermal resistance.
3. Output may be shorted to ground at V_S=±15V, T_A=25°C Temperature and/or supply voltages must be limited to ensure dissipation rating is not exceeded.

AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

T_A=25°C V_S=±15V, unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	NE/SA/SE5532/5532A			UNIT
			Min	Typ	Max	
R_{OUT}	Output resistance	A_V=30dB Closed-loop f=10kHz, R_L=600Ω		0.3		Ω
	Overshoot	Voltage-follower V_{IN}=100mV_{P-P} C_L=100pF, R_L=600Ω		10		%
A_V	Gain	f=10kHz		2.2		V/mV
GBW	Gain bandwidth product	C_L=100pF, R_L=600Ω		10		MHz
SR	Slew rate			9		V/µs
	Power bandwidth	V_{OUT}=±10V		140		kHz
		V_{OUT}=±14V, R_L=600Ω, V_{CC}=±18V		100		kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

T_A=25°C V_S=±15V, unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	NE/SE5532			NE/SA/SE5532A			UNIT
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_{NOISE}	Input noise voltage	f_O=30Hz		8			8	12	nV/√Hz
		f_O=1kHz		5			5	6	nV/√Hz
I_{NOISE}	Input noise current	f_O=30Hz		2.7			2.7		pA/√Hz
		f_O=1kHz		0.7			0.7		pA/√Hz
	Channel separation	f=1kHz, R_S=5kΩ		110			110		dB

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

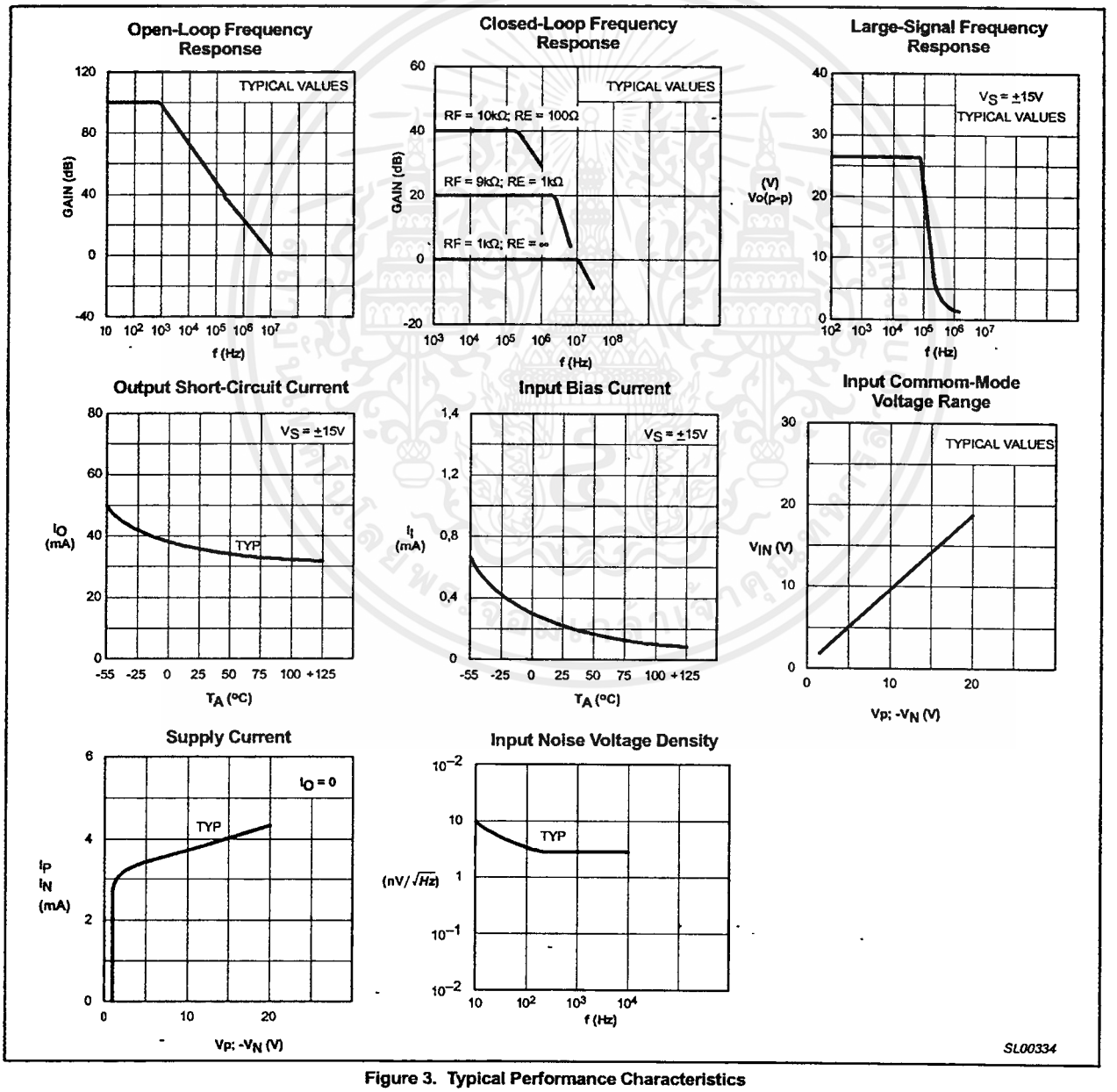


Figure 3. Typical Performance Characteristics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEST CIRCUITS

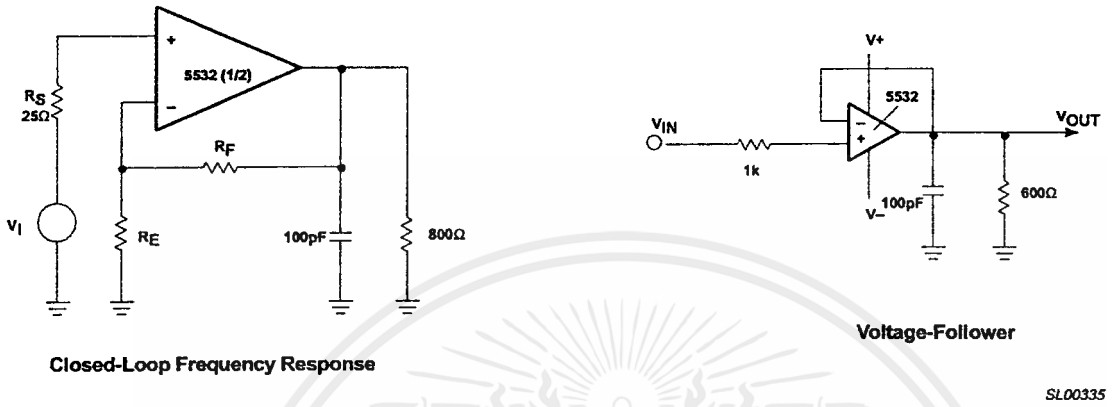
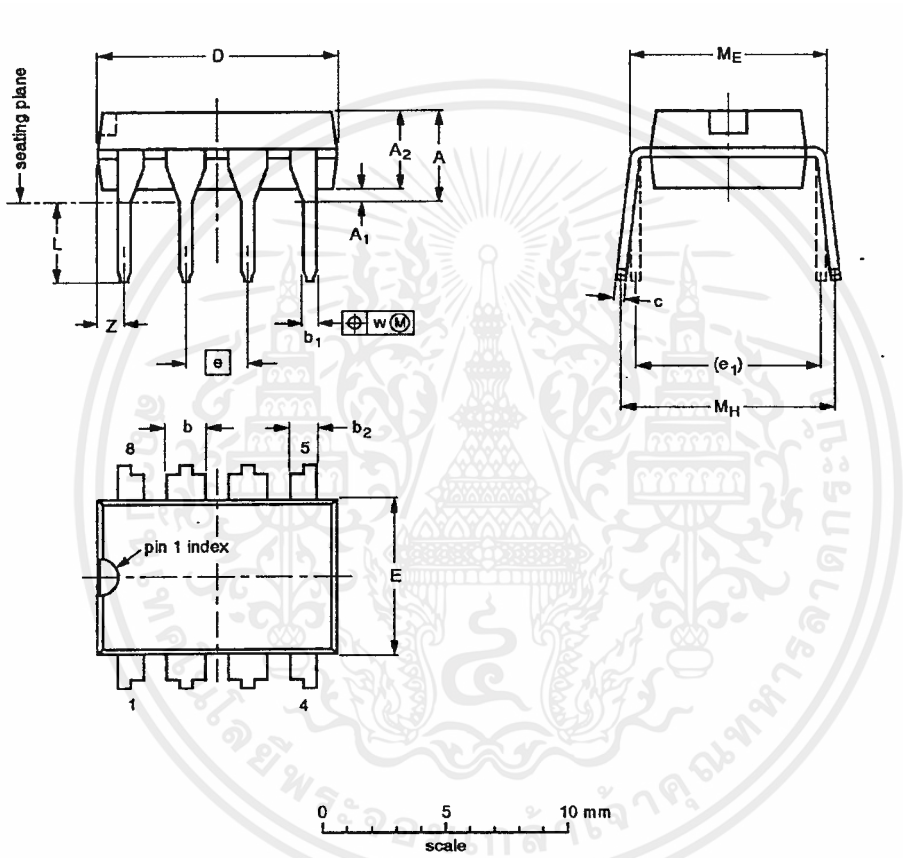


Figure 4. Test Circuits

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIP8: plastic dual in-line package; 8 leads (300 mil) SOT97-1



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

UNIT	A max.	A1 min.	A2 max.	b	b1	b2	c	D(1)	E(1)	e	e1	L	ME	MH	w	Z(1) max.
mm	4.2	0.51	3.2	1.73 1.14	0.53 0.38	1.07 0.89	0.36 0.23	9.8 9.2	6.48 6.20	2.54	7.62	3.60 3.05	8.25 7.80	10.0 8.3	0.254	1.15
inches	0.17	0.020	0.13	0.068 0.045	0.021 0.015	0.042 0.035	0.014 0.009	0.39 0.36	0.26 0.24	0.10	0.30	0.14 0.12	0.32 0.31	0.39 0.33	0.01	0.045

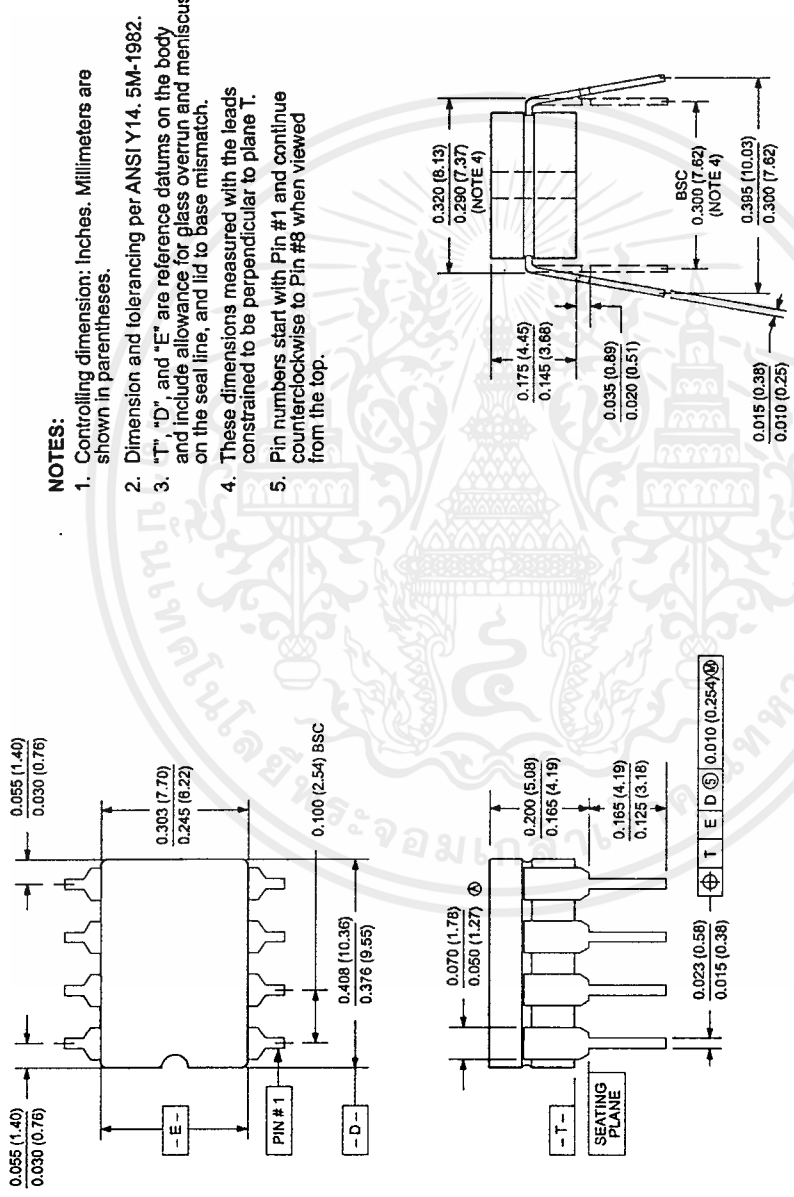
Note

1. Plastic or metal protrusions of 0.25 mm maximum per side are not included.

OUTLINE VERSION,	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ	-		
SOT97-1	050G01	MO-001AN				~~92-11-17~~ 95-02-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

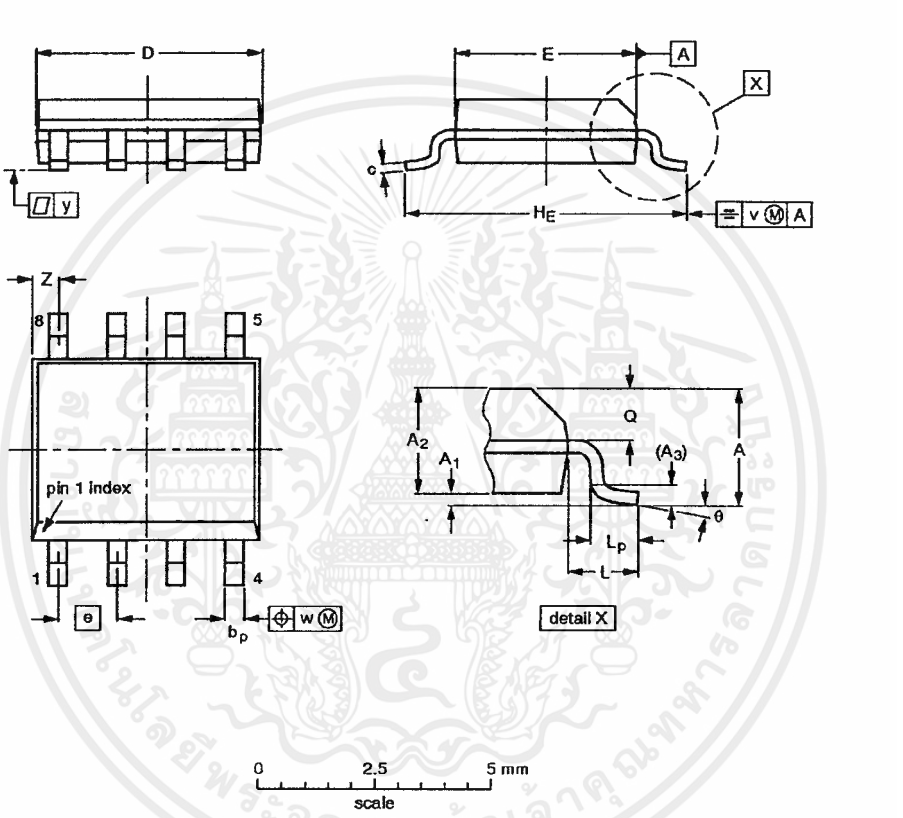
0580A 8-PIN (300 mils wide) CERAMIC DUAL IN-LINE (F) PACKAGE



853–0580A 006688

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SO8: plastic small outline package; 8 leads; body width 3.9mm **SOT96-1**



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

UNIT	A max.	A_1	A_2	A_3	b_p	c	$D^{(1)}$	$E^{(2)}$	e	H_E	L	L_p	Q	v	w	y	$Z^{(1)}$	θ
mm	1.75	0.25 0.10	1.45 1.25	0.25	0.49 0.36	0.25 0.19	5.0 4.8	4.0 3.8	1.27	6.2 5.8	1.05	1.0 0.4	0.7 0.6	0.25	0.25	0.1	0.7 0.3	8° 0°
inches	0.069	0.0098 0.0039	0.057 0.049	0.01	0.019 0.014	0.0098 0.0075	0.20 0.19	0.16 0.15	0.050	0.24 0.23	0.041	0.039 0.016	0.028 0.024	0.01	0.01	0.004	0.028 0.012	

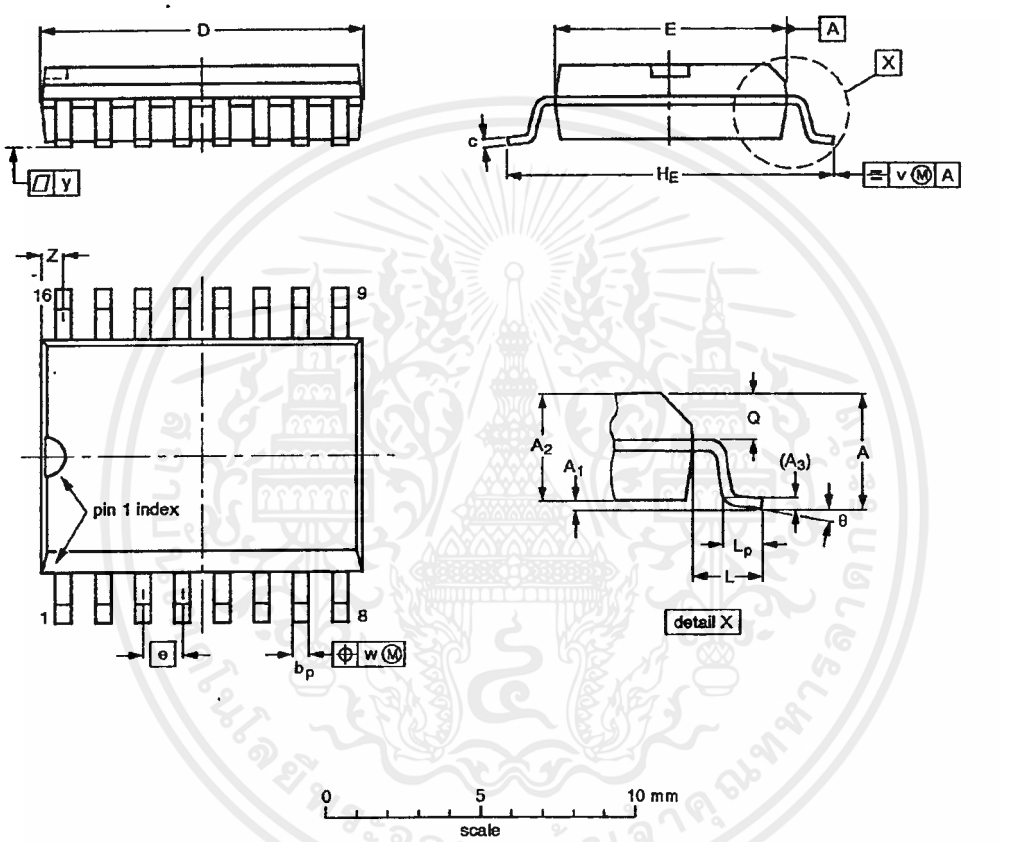
Notes

1. Plastic or metal protrusions of 0.15 mm maximum per side are not included.
2. Plastic or metal protrusions of 0.25 mm maximum per side are not included.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT96-1	076E03S	MS-012AA				~~92-11-17~~ 95-02-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SO16: plastic small outline package; 16 leads; body width 7.5 mm **SOT162-1**



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

UNIT	A max.	A_1	A_2	A_3	b_p	c	$D^{(1)}$	$E^{(1)}$	e	H_E	L	L_p	Q	v	w	y	$Z^{(1)}$	θ
mm	2.65	0.30 0.10	2.45 2.25	0.25	0.49 0.36	0.32 0.23	10.5 10.1	7.6 7.4	1.27	10.65 10.00	1.4	1.1 0.4	1.1 1.0	0.25	0.25	0.1	0.9 0.4	8° 0°
inches	0.10	0.012 0.004	0.096 0.089	0.01	0.019 0.014	0.013 0.009	0.41 0.40	0.30 0.29	0.050	0.42 0.39	0.055	0.043 0.016	0.043 0.039	0.01	0.01	0.004	0.035 0.016	

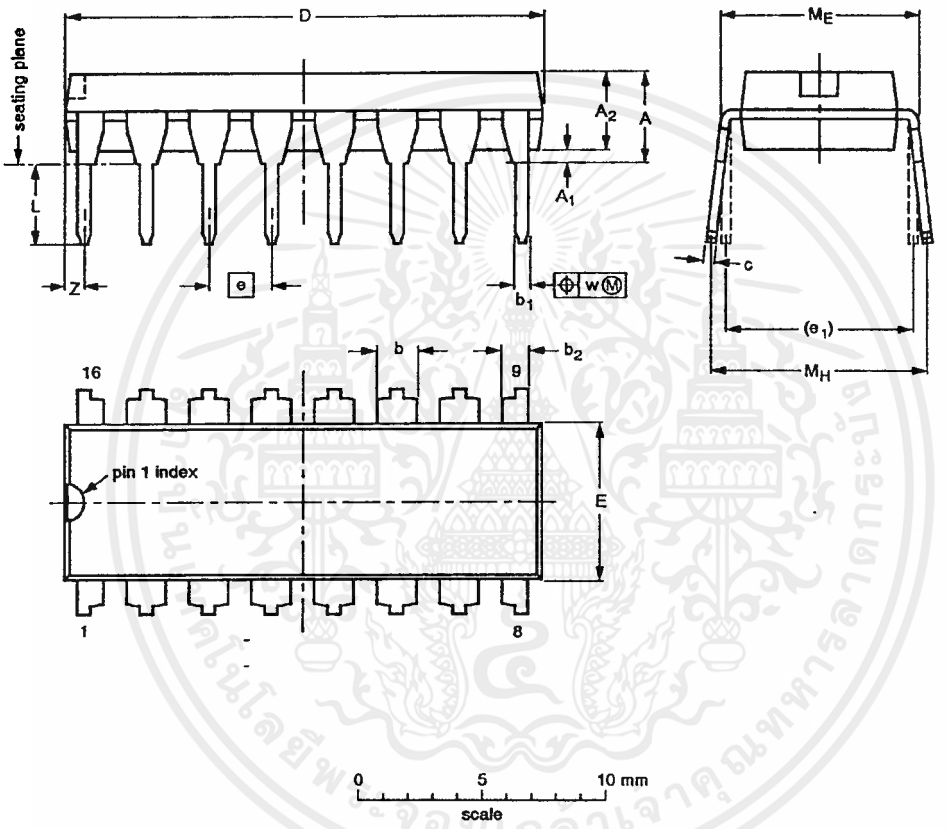
Note

1. Plastic or metal protrusions of 0.15 mm maximum per side are not included.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT162-1	075E03	MS-013AA				~~92-11-17~~ 95-01-24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIP16: plastic dual in-line package; 16 leads (300 mil) SOT38-4



DIMENSIONS (inch dimensions are derived from the original mm dimensions)

UNIT	A max.	A_1 min.	A_2 max.	b	b_1	b_2	c	$D^{(1)}$	$E^{(1)}$	e	e_1	L	M_E	M_H	w	$Z^{(1)}$ max.
mm	4.2	0.51	3.2	1.73 1.30	0.53 0.38	1.25 0.85	0.36 0.23	19.50 18.55	6.48 6.20	2.54	7.62	3.60 3.05	8.25 7.80	10.0 8.3	0.254	0.76
inches	0.17	0.020	0.13	0.068 0.051	0.021 0.015	0.049 0.033	0.014 0.009	0.77 0.73	0.26 0.24	0.10	0.30	0.14 0.12	0.32 0.31	0.39 0.33	0.01	0.030

Note

1. Plastic or metal protrusions of 0.25 mm maximum per side are not included.

OUTLINE VERSION	REFERENCES				EUROPEAN PROJECTION	ISSUE DATE
	IEC	JEDEC	EIAJ			
SOT38-4						~~92-11-17~~ 95-01-14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEFINITIONS

Data Sheet Identification	Product Status	Definition
Objective Specification	Formative or In Design	This data sheet contains the design target or goal specifications for product development. Specifications may change in any manner without notice.
Preliminary Specification	Preproduction Product	This data sheet contains preliminary data, and supplementary data will be published at a later date. Philips Semiconductors reserves the right to make changes at any time without notice in order to improve design and supply the best possible product.
Product Specification	Full Production	This data sheet contains Final Specifications. Philips Semiconductors reserves the right to make changes at any time without notice, in order to improve design and supply the best possible product.

Philips Semiconductors and Philips Electronics North America Corporation reserve the right to make changes, without notice, in the products, including circuits, standard cells, and/or software, described or contained herein in order to improve design and/or performance. Philips Semiconductors assumes no responsibility or liability for the use of any of these products, conveys no license or title under any patent, copyright, or mask work right to these products, and makes no representations or warranties that these products are free from patent, copyright, or mask work right infringement, unless otherwise specified. Applications that are described herein for any of these products are for illustrative purposes only. Philips Semiconductors makes no representation or warranty that such applications will be suitable for the specified use without further testing or modification.

LIFE SUPPORT APPLICATIONS
Philips Semiconductors and Philips Electronics North America Corporation Products are not designed for use in life support appliances, devices, or systems where malfunction of a Philips Semiconductors and Philips Electronics North America Corporation Product can reasonably be expected to result in a personal injury. Philips Semiconductors and Philips Electronics North America Corporation customers using or selling Philips Semiconductors and Philips Electronics North America Corporation Products for use in such applications do so at their own risk and agree to fully indemnify Philips Semiconductors and Philips Electronics North America Corporation for any damages resulting from such improper use or sale.

Philips Semiconductors
811 East Arques Avenue
P.O. Box 3409
Sunnyvale, California 94088–3409
Telephone 800-234-7381

© Copyright Philips Electronics North America Corporation 1997
All rights reserved. Printed in U.S.A.

print code | Date of release: 04-96
Document order number: | 9397 750 01699

Let's make things better.

Philips Semiconductors

PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR TM

March 1998

DM7407
Hex Buffers with High Voltage Open-Collector Outputs

General Description

This device contains six independent gates each of which performs a buffer function. The open-collector outputs require external pull-up resistors for proper logical operation.

Pull-Up Resistor Equations

$$R_{MAX} = \frac{V_O\,(Min) - V_{OH}}{N_1\,(I_{OH}) + N_2\,(I_{IH})}$$

$$R_{MIN} = \frac{V_O\,(Max) - V_{OL}}{I_{OL} - N_3\,(I_{IL})}$$

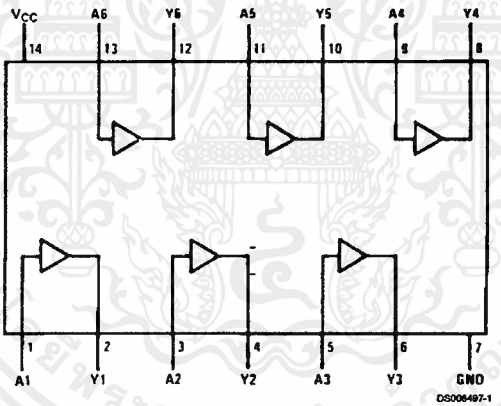
Where: $N_1\,(I_{OH})$ = total maximum output high current for all outputs tied to pull-up resistor

$N_2\,(I_{IH})$ = total maximum input high current for all inputs tied to pull-up resistor

$N_3\,(I_{IL})$ = total maximum input low current for all inputs tied to pull-up resistor

Connection Diagram

Dual-In-Line Package



Order Number DM5407J, DM5407W, DM7407M or DM7407N
See Package Number J14A, M14A, N14A or W14B

Function Table

$Y = A$

Input	Output
A	Y
L	L
H	H

H = High Logic Level
L = Low Logic Level

© 1998 Fairchild Semiconductor Corporation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

Supply Voltage	7V
Input Voltage	5.5V
Output Voltage	30V

Operating Free Air Temperature Range	
DM54	−55°C to +125°C
DM74	0°C to +70°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C

Recommended Operating Conditions

Symbol	Parameter	DM5407			DM7407			Units
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V_{CC}	Supply Voltage	4.5	5	5.5	4.75	5	5.25	V
V_{IH}	High Level Input Voltage	2			2			V
V_{IL}	Low Level Input Voltage			0.8			0.8	V
V_{OH}	High Level Output Voltage			30			30	V
I_{OL}	Low Level Output Current			30			40	mA
T_A	Free Air Operating Temperature	−55		125	0		70	°C

Note 1: *The "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. The device should not be operated at these limits. The parametric values defined in the "Electrical Characteristics" table are not guaranteed at the absolute maximum ratings. The "Recommended Operating Conditions" table will define the conditions for actual device operation.*

Electrical Characteristics

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

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ (Note 2)	Max	Units
V_I	Input Clamp Voltage	V_{CC} = Min, I_I = −12 mA			−1.5	V
I_{CEX}	High Level Output Current	V_{CC} = Min, V_O = 30V V_{IH} = Min			250	µA
V_{OL}	Low Level Output Voltage	V_{CC} = Min, I_{OL} = Max V_{IL} = Max			0.7	V
		I_{OL} = 16 mA, V_{CC} = Min			0.4	
I_I	Input Current @ Max Input Voltage	V_{CC} = Max, V_I = 5.5V			1	mA
I_{IH}	High Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 2.4V			40	µA
I_{IL}	Low Level Input Current	V_{CC} = Max, V_I = 0.4V			−1.6	mA
I_{CCH}	Supply Current with Outputs High	V_{CC} = Max		29	41	mA
I_{CCL}	Supply Current with Outputs Low	V_{CC} = Max		21	30	mA

Switching Characteristics

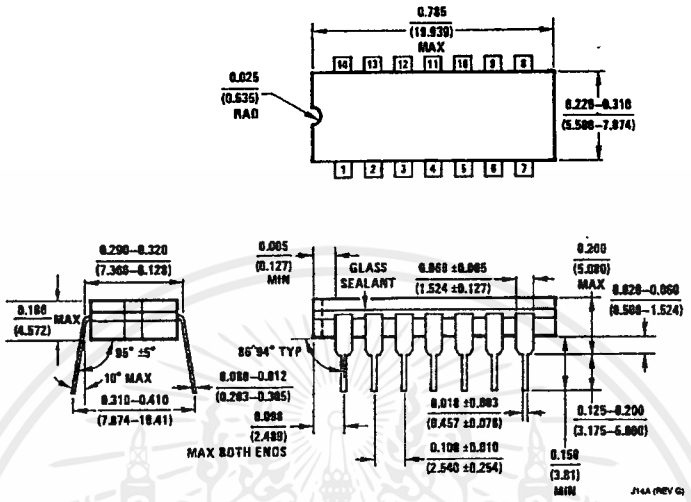
at V_{CC} = 5V and T_A = 25°C

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Max	Units
t_{PLH}	Propagation Delay Time Low to High Level Output	C_L = 15 pF R_L = 110Ω		10	ns
t_{PHL}	Propagation Delay Time High to Low Level Output			30	ns

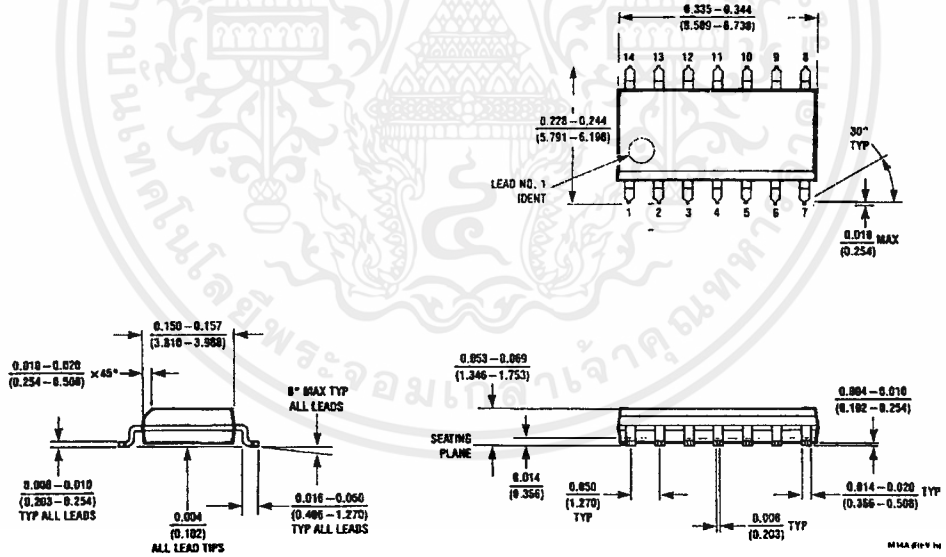
Note 2: All typicals are at V_{CC} = 5V, T_A = 25°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted



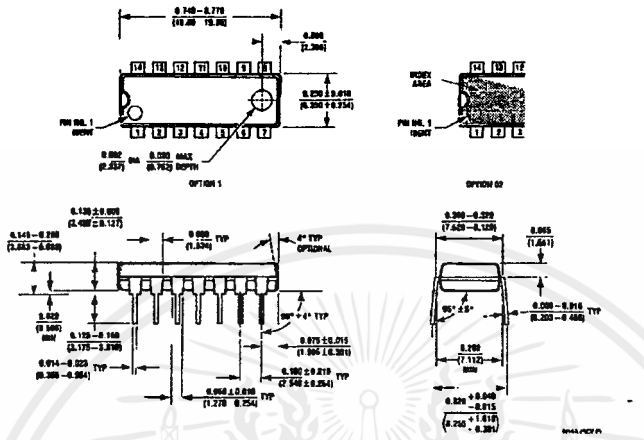
14-Lead Ceramic Dual-In-Line Package (J)
Order Number DM5407J
Package Number J14A



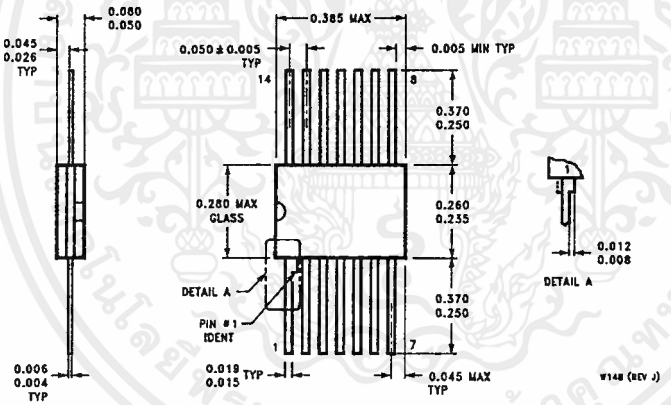
14-Lead Small Outline Molded Package (M)
Order Number DM7407M
Package Number M14A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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



14-Lead Molded Dual-In-Line Package (N)
Order Number DM7407N
Package Number N14A



14-Lead Ceramic Flat Package (W)
Order Number DM5407W
Package Number W14B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LIFE SUPPORT POLICY

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

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

Fairchild Semiconductor Corporation
Americas
Customer Response Center
Tel: 1-888-522-6372

www.fairchildsemi.com

Fairchild Semiconductor Europe
Fax: +49 (0) 1 80-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 8 141-35-0
English Tel: +44 (0) 1 793-85-68-56
Italy Tel: +39 (0) 2 57 5631

Fairchild Semiconductor Hong Kong Ltd.
13th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd.
Tsimshatsui, Kowloon
Hong Kong
Tel: +852 2737-7200
Fax: +852 2314-0061

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-3-5620-6175
Fax: 81-3-5620-6179

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้