สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

พีแอลซี

PLC

โดย

นาย ทศพล วรพิบูลชัย

นาย ธีรศักดิ์ วงจันทร์ศิลป์

ปพ.
ท 238 พ
2543

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 42472
วัน, เดือน, ปี 23 พ.ค. 2545

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมระบบควบคุม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2543

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2543

ภาควิชา วิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง Programmable Logic Controller (PLC)

ผู้จัดทำ

1. นาย ทศพล วรพิบูลชัย ห้อง 4E รหัส 40010271
2. นาย ธีรศักดิ์ วงจันทร์ศิลป์ ห้อง 4E รหัส 40010345

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พีแอลซี

ทศพล วรพิบูลชัย
ธีรศักดิ์ วงจันทร์ศิลป์
ร.ศ. สุเธียร เกียรติสุนธร อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2543

บทคัดย่อ

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เรียบเรียงขึ้นจากผลงานการสร้างพีแอลซีที่มี 8 อินพุต 8 เอาต์พุต และทามเมอร์เคาต์เตอร์อย่างละ 8 ตัว โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เบอร์ 8032 เป็นหน่วยประมวลผลกลาง มีปุ่มกด 20 ปุ่มไว้ใช้ป้อนโปรแกรมควบคุมและมีจอแสดงผลแอลซีดีไว้ใช้ดูโปรแกรมที่ป้อนเข้าไปและยังมีไฟแบล็คไลท์ทำให้สามารถใช้ป้อนพีแอลซีได้ในที่มืด ซึ่งโปรแกรมที่ป้อนเข้าไปจะเป็นโปรแกรมบูลลีน อินพุตและเอาต์พุตสามารถใช้กับอุปกรณ์ภายนอกที่ใช้ไฟกระแสตรงได้สูงถึง 35 โวลท์ การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้โปรแกรมแอสแซมบลีเขียนโปรแกรมประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลางเพื่อใช้ประมวลผลจากโปรแกรมบูลลีนที่ป้อนเข้ามาผ่านปุ่มกด 20 ปุ่มและใช้ส่งสัญญาณควบคุมไปยังส่วนของอินพุตและเอาต์พุตเพื่อนำไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก

PLC

Tosaphon Worapibulchai
Theerasak Vongchansilp
Associate Professor Suthian Kiardshunthorn
2000

Abstract

This thesis is a creation of PLC 8 inputs 8 outputs and 8 timers/counters. It uses microcontroller MCS-51 number 8032 as CPU. It has 20 buttons keyboard for using program. It has LCD module for watching programs. LCD module has backlight for watching programs in dark place. Keybroad is used bullene language for programming. Inputs and outputs can be used with under 35 volts output devices. Microcontroller use assembly language to write program for controlling in accordance with programs that are written with keyboard and for sending control signal to input and output to control output devices.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 PLC คืออะไร	1
	1.2 หลักการทำงาน PLC	3
	1.3 การใช้ PLC ในกระบวนการผลิต	5
	1.4 การแบ่งขนาดของ PLC	7
	1.5 ข้อดีของ PLC	9
บทที่ 2	ทฤษฎี และ หลักการ	10
	2.1 ปุ่มกด (KEYBOARD) 20 ปุ่ม	10
	2.2 ส่วนอินพุตและเอาต์พุตของ PLC (Input and Output devices of PLC)	24
บทที่ 3	การสร้าง	30
	3.1 ส่วนฮาร์ดแวร์	30
	3.2 ส่วนซอร์ฟแวร์	36
บทที่ 4	การใช้งาน PLC	37
	4.1 ตำแหน่งของส่วนต่างๆ	37
	4.2 การใช้งานส่วนปุ่มกด	37
	4.3 การต่ออินพุตภายนอกเข้ากับอินพุตเทอร์มินอล	38
	4.4 การต่อเอาต์พุตภายนอกเข้ากับเอาต์พุตเทอร์มินอล	38
	4.5 ตำแหน่งต่างๆบนเทอร์มินอล	39
บทที่ 5	การทดลองและผลการทดลอง	40
	การทดลองที่ 1 : การทดลองใช้ PLC กับระบบจริง (ลูกสูบ)	40
	การทดลองที่ 2 : การทดลองใช้ PLC กับระบบจริง (ตั้งเวลาเปิดปิดพัดลม)	44
บทที่ 6	บทวิจารณ์และสรุป	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก. แผ่นข้อมูลของไอซีแปลงรหัสปุ่มกด 47
ภาคผนวก ข. แผ่นข้อมูลของอุปกรณ์แยกสัญญาณด้วยแสงเบอร์ PC817 58
ภาคผนวก ค. แผ่นข้อมูลของ ULN2003AN ดาริงตันอาเลย์แรงดันสูง , กระแสสูง 63
กิตติกรรมประกาศ 74
หนังสืออ้างอิง 75

สารบัญรูปภาพ

รูปที่1.1 โครงสร้างของ PLC 1
รูปที่ 1.2 โครงสร้างของหน่วยประมวลผลกลาง 2
รูปที่ 1.3 ส่วนประกอบของ PLC ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง
หน่วยอินพุต / เอาต์พุต และหน่วยป้อนโปรแกรม 2
รูปที่ 1.4 แผนวงจรควบคุมระบบรีเลย์ (ก) เมื่อเปรียบเทียบกับ PLC (ข) 4
รูปที่ 1.5 การแบ่งขนาด PLC 6
รูปที่ 1.6 PLC ขนาดต่าง ๆ 6
รูปที่ 1.7 การติดตั้ง PLC 8
รูปที่ 1.8 การติดตั้งและป้อนโปรแกรม PLC 9
รูปที่ 2.1 ไอซี MM74C923 20 KEY ENCODER 11
รูปที่ 2.2 หน่วยแสดงผลแอลซีดี 14
รูปที่ 2.3 แสดงการอินเตอร์เฟสไมโครคอมพิวเตอร์ยูนิต กับ แอลซีดีโดยตรง 22
รูปที่ 2.4 แสดงการใช้งาน 8255 พอร์ต A เป็นทางเดินข้อมูลให้แอลซีดี 23
รูปที่ 2.5 แสดงรูปหางปลา 24
รูปที่ 2.6 แสดงการต่อสายไฟกับหางปลา 25
รูปที่ 2.7 แสดงวงจรภายในของอุปกรณ์แยกสัญญาณด้วยแสง 26
รูปที่ 2.8 แสดงวงจรภายในของรีเลย์ 27
รูปที่ 3.1 แสดงการต่อปุ่มกด 20 ปุ่ม 30
รูปที่ 3.2 แสดงการต่อไอซีแปลงรหัสกับพอร์ตของ 8255 31
รูปที่ 3.3 แสดงการต่ออุปกรณ์ของหน่วยแสดงผลแอลซีดี 31
รูปที่ 3.4 แสดงการต่อหน่วยแสดงผลแอลซีดีกับพอร์ตของ 8255 32
รูปที่ 3.5 แสดงส่วนปุ่มกดพร้อมหน่วยแสดงผลแอลซีดีที่ประกอบเสร็จแล้ว 32
รูปที่ 3.6 แสดงการต่อส่วนอินพุตต่อหนึ่งจุดเชื่อมของเทอร์มินอล 33

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 แสดงการต่อส่วนเอาต์พุตต่อหนึ่งจุดเชื่อมของเทอร์มินอล 34
รูปที่ 3.8 แสดงส่วนอินพุตและเอาต์พุตที่ประกอบเสร็จแล้ว 35
รูปที่ 3.9 แสดงฮาร์ดแวร์ทั้งหมดของโปรเจค 35

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 การใช้ PLC ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ 5
ตารางที่ 1.2 ลักษณะและข้อดีของ PLC 9
ตารางที่ 2.1 แสดงตารางความจริงของไอซีแปลงรหัสปุ่มกด 13
ตารางที่ 2.2 แสดงชุดคำสั่ง 11 คำสั่งเพื่อควบคุมหน่วยแสดงผลแอลซีดี 16
ตารางที่ 2.3 แสดงรหัสแอสกีของหน่วยแสดงผลแอลซีดี 20
ตารางที่ 2.4 แสดงตำแหน่งขาต่างๆที่ใช้เชื่อมต่อกับแอลซีดี 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 PLC คืออะไร

PLC ย่อมาจาก Programmable Logic Controller คือเครื่องควบคุมที่ใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรมแทนวงจรตรรก,วงจรนิวแมติก และ วงจรรีเลย์ ซึ่งใช้อยู่เดิมในการควบคุมแบบซีเควนซ์

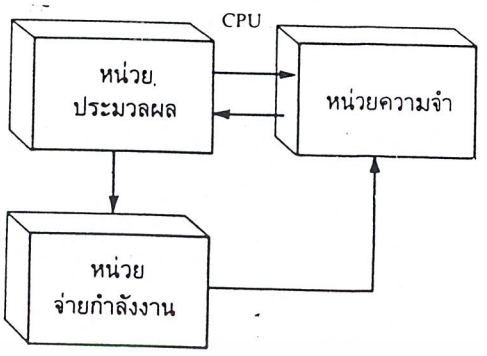
1.2 หลักการทำงาน PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ทำหน้าที่ควบคุมเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตโดยใช้โปรแกรมในหน่วยความจำกำหนดเงื่อนไขการควบคุมผ่านทางหน่วยอินพุต / เอาต์ต PLC ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) และหน่วยอินพุต / เอาพุต ดังแสดงในรูป 1.1

รูปที่ 1.1 โครงสร้างของ PLC

รูปที่ 1.2 แสดงรายละเอียดของหน่วยประมวลผลกลาง ซึ่งประกอบด้วยหน่วยประมวลผล หน่วยความจำและหน่วยจ่ายกำลังงาน (power supply) หน่วยประมวลผลกลางเป็นส่วนประกอบสำคัญของ PLC ทำหน้าที่ตัดสินใจและควบคุมการทำงานทั้งหมดของ PLC โดยการรับค่าสภาวะต่าง ๆ ของเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิตผ่านทางหน่วยอินพุต ประมวลผลตามโปรแกรมของผู้ใช้ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ จากนั้นจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

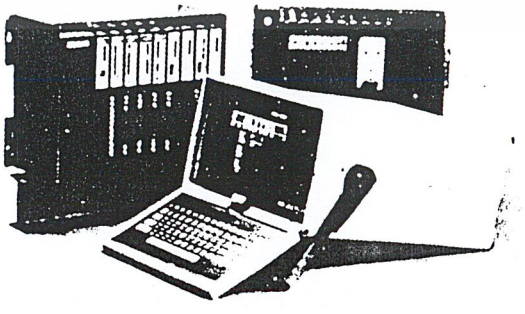


รูปที่ 1.2 โครงสร้างของหน่วยประมวลผลกลาง

นำผลลัพธ์ที่ได้ส่งไปควบคุมเครื่องจักรทางหน่วยเอาต์พุต การทำงานของ PLC ทั้งหมดนี้เรียกว่า การสแกน (scanning) หน่วยจ่ายกำลังมีหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าให้หน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำทำงานตามปกติ

หน่วยอินพุต / เอาต์พุตทำหน้าที่ติดต่อระว่าง PLC กับเครื่องจักร กระบวนการผลิต หรืออุปกรณ์ภายนอก หน่วยอินพุตทำหน้าที่รับค่าสัญญาณอินพุตในรูปแบบต่าง ๆ จากภายนอก เช่น สวิตซ์ต่าง ๆ หรืออุปกรณ์ตรวจจับ (sensor) ที่วัดค่าสัญญาณอะนาลอก แล้วปรับระดับของสัญญาณให้เหมาะสมกับ PLC หน่วยบเอาพุตทำหน้าที่ส่งสัญญาณเอาต์พุตออกปควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ภายนอกต่าง ๆ เช่น หลอดไฟฟ้า กระดิ่ง มอเตอร์ไฟฟ้า และวาล์วควบคุม (control valve)

นอกจาก PLC จะประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลางหรือหน่วยประมวลผลกลางหน่วยอินพุต / เอาต์พุตแล้วยังประกอบด้วยหน่วยป้อนโปรแกรม (programming unit) ซึ่งทำหน้าที่ติดต่อระหว่าง PLC กับผู้ใช้ รับโปรแกรมที่เขียนขึ้นเก็บไว้ในหน่วยความจำ ปกติหน่วยป้อนโปรแกรมจะต่อเชื่อมกับ PLC เมื่อผู้ใช้ต้องการป้อน ตรวจสอบ หรือแก้ไขโปแกมเท่านั้น และ PLC เองก็สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องพึ่งหน่วยป้อนโปรแกรมหน่วยป้อนโปรแกรมจึงไม่ได้ถูกจัดเป็นส่วนประกอบของ PLC ดังแสดงในรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 ส่วนประกอบของ PLC ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลางหน่วยอินพุต / เอาต์พุต และหน่วยป้อนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 การใช้ PLC ในกระบวนการผลิต

การใช้ PLC ในกระบวนการผลิตประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

1.3.1 การใช้ PLC ทดแทนวงจรรีเลย์ ปัจจุบัน PLC มีราคาถูกลง และการทำงานมีความน่าเชื่อถือสูงขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับวงจรรีเลย์ การผลิตมีประสิทะภาพดีขึ้นถ้าใช้ PLC ควบคุมแทนวงจรรีเลย์ แต่ในบางกรณีการนำ PLC เข้าทดแทนระบบเดิมที่มีอยู่อาจไม่คุ้มค่าเมื่อพิจารณาในแง่การลงทุน การใช้ PLC จะเกิดประโยชน์เต็มที่เมื่อมีความต้องการต่อไปนี้

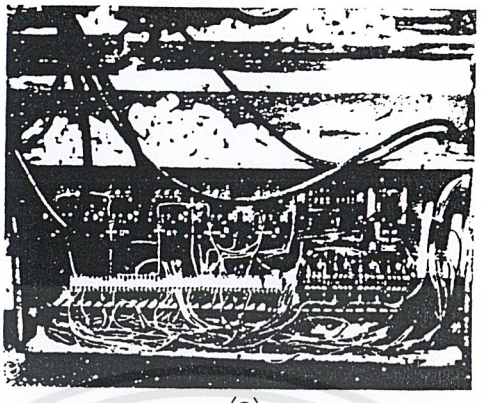
1. ระบบควบคุมที่แก้ไขดัดแปลงได้ง่าย
2. ความน่าเชื่อถือสูง
3. เนื้อที่จำกัด
4. ขยายจำนวนหน่วยอินพุต / เอาต์พุตในอนาคต
5. เก็บรวบรวมข้อมูลการผลิต
6. เปลี่ยนแปลงลักษณะและเงื่อนไขการควบคุมบ่อยครั้ง และต้องการประหยัดช่วงเวลาในการแก้ไขในแต่ละครั้ง
7. การควบคุมลักษณะคล้ายกันถูกใช้กับเครื่องจักรหลายเครื่องพร้อมกัน
8. ระบบควบคุมมีการขยายตัวในอนาคต
9. จัดหาและฝึกอบรมบุคลากรที่ทำหน้าที่ดูแลรักษา PLC ได้

ระบบรีเลย์เหมาะสมกับการควบคุมขนาดเล็กและไม่มีการขยายในอนาคต เนื่องจากวงจรรีเลย์จะมีราคาต่ำกว่า PLC แต่สำหรับงานควบคุมขนาดใหญ่ที่ซับซ้อน ควรใช้ PLC เพราะมีประสิทธิภาพการลงทุนสูงกว่าระบบรีเลย์เมื่อคำนึงถึงประโยชน์อื่น ๆ ด้วย เช่น ติดตั้งง่าย การทำงานมีความเร็วและน่าเชื่อถือสูง ระบบตรวจสอบตัวเอง ทำให้ PLC ซ่อมแซมและบำรุงรักษาง่าย รูปที่ 1.4 แสดงการเปรียบเทียบขนาดและลักษณะการติดตั้งระหว่างวงจรรีเลย์กับ PLC

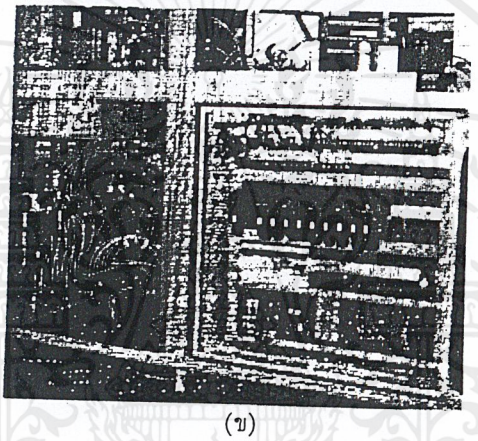
1.3.2 คอมพิวเตอร์และ PLC เป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะงานประเภทหนึ่งโครงสร้างของ PLC จึงเหมือนกับคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไป แต่ถูกออกแบบขึ้นใช้ในการควบคุมโดยเฉพาะ ความแตกต่างระหว่าง PLC กับคอมพิวเตอร์ทั่วไปคือ

1. PLC ถูกออกแบบ และสร้างขึ้นให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ เช่น อุณหภูมิที่สูงและต่ำมาก ๆ ความชื้นสูง ระบบไฟฟ้าที่มีการรบกวนไม่สม่ำเสมอ การสั่นสะเทือนและการกระแทกอย่างรุนแรงบ่อยครั้ง
2. การโปรแกรมและการใช้งาน PLC ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วไป PLC มีระบบการตรวจสอบตัวเอง ตั้งแต่ช่วงติดตั้งจนถึงช่วงใช้งาน ทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 1.4 แผนวงจรควบคุมระบบรีเลย์ (ก) เมื่อเปรียบเทียบกับ PLC (ข)

3. PLC ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อย ๆ ทำให้การใช้งานสะดวกขึ้นขณะที่วิธีใช้คอมพิวเตอร์ยุ่งยากและซับซ้อนขึ้นเรื่อย ๆ เพื่อให้สามารถปฏิบัติตามโปรแกรมของผู้ใช้ได้พร้อมกันหลายโปรแกรมของผู้ใช้ได้เพียงโปรแกรมเดียว

1.3.3 การใช้งาน PLC ในวงการอุตสาหกรรม PLC ถูกใช้ควบคุมในกระบวนการผลิตทุกชนิดมทั้งการควบคุมแบบ ON/OFF และอะนาลอก เช่น อุตสาหกรรมถลุงโลหะและแปรรูปโลหะ อุตสาหกรรมกระดาษ การผลิตอาหารสำเร็จรูป การปฏิกิริยาเคมีและปิโตรเคมี อุตสาหรรมประกอบรถยนต์และโรงจักรไฟฟ้า ตารางที่ 1.1 แสดงการใช้ PLC ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตสาหกรรมเคมีและปิโตรเคมี	อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์
กระบวนการแบบแบตช์ การป้อนวัตถุดิบ การควบคุมปริมาณ การผสมวัตถุดิบ การขนถ่ายผลิตภัณฑ์ การกำจัดน้ำเสีย ระบบท่อส่งก๊าซและน้ำมัน การสำรวจ ขุดเจาะน้ำมันและก๊าซธรรมชาติ	การประหยัดพลังงาน ควบคุมเครื่องจักร การประกอบชิ้นส่วนรถยนต์ การพ่นและชุบสี การตรวจสอบคุณภาพ
อุตสาหกรรมทำกระดาษและไม้แปรรูป	**อุตสาหกรรมเหมืองแร่**
การย่อยเยื่อไม้ การทำเยื่อกระดาษ การแปรรูปไม้	การขนถ่ายแร่ดิบ การแยกแร่ การกำจัดน้ำเสีย

ตารางที่ 1.1 การใช้ PLC ในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ

1.4 การแบ่งขนาดของ PLC

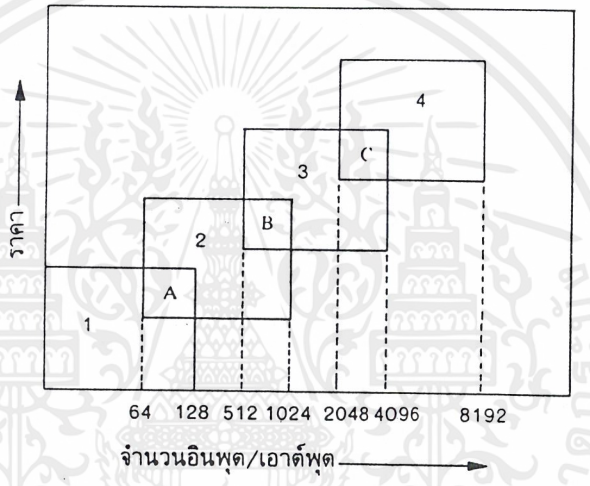
ระยะแรก PLC มีเพียง 2 ขนาดคือ PLC ขนาดเล็กหรือ PLC ที่ใช้แทนวงจรีเลย์มีขนาดของหน่วยอินพุต / เอาต์พุตจำกัด ราคาถูก และ PLC ขนาดใหญ่มีหน่วยอินพุต / เอาต์พุตจำนวนมาก ราคาแพงทำให้ระยะนั้นอุตสาหกรรมบางประเภทไม่สามารถจัดหา PLC ที่เหมาะสมกับขนาดของงานที่มีอยู่เนื่องจาก PLC ขนาดเล็กมีขีดจำกัดมากเกินไป แต่การใช้ PLC ขนาดใหญ่ก็สิ้นเปลืองโดยไม่จำเป็น

ปัจจุบัน PLC มีหลายขนาด บริษัทผู้ผลิตทุกแห่งพยายามผลิตให้เหมาะสมกับงานแต่ละประเภททำให้ PLC แต่ละรุ่นมีข้อดีแตกต่างกัน เป็นการยากที่จะตัดสินใจเลือก PLC ให้เหมาะสมกับงานที่มีอยู่ในปัจจุบันข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของหน่วยอินพุต / เอาต์พุตและหน่วยความจำไม่เพียงพอที่จะใช้ในการตัดสินใจเลือก PLC ปัจจุบัน PLC แบ่งเป็น 4 ขนาดตามขนาดของหน่วยอินพุต / เอาพุตต์คือ

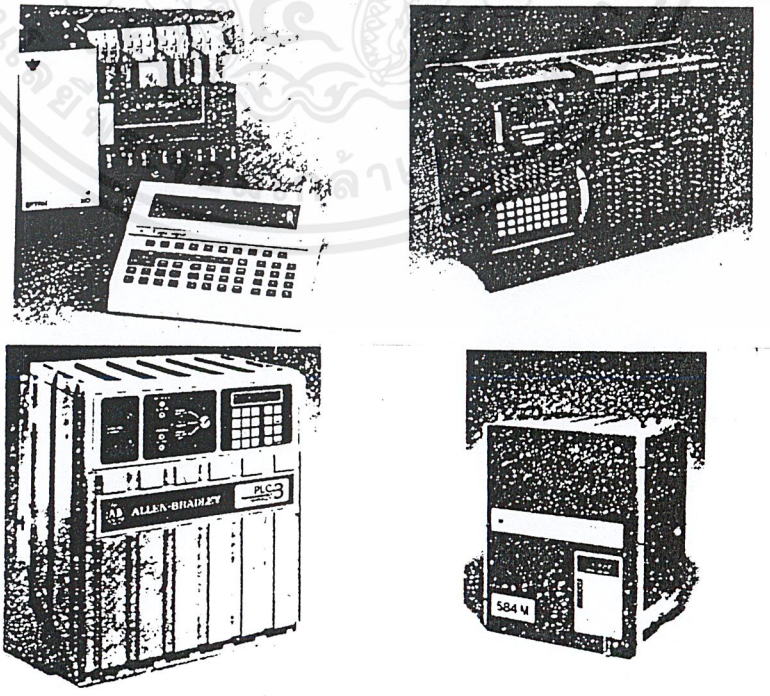
1. PLC ขนาดเล็ก จำนวนหน่วยอินพุต / เอาต์พุต ไม่เกิน 128 จุด
2. PLC ขนาดกลาง จำนวนหน่วยอินพุต / เอาต์พุต ไม่เกิน 1024 จุด
3. PLC ขนาดใหญ่ จำนวนหน่วยอินพุต / เอาต์พุต ไม่เกิน 4096 จุด
4. PLC ขนาดใหญ่ จำนวนหน่วยอินพุต / เอาต์พุต ประมาณ 8192 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 1.5 แสดงการแบ่งขนาดของ PLC ทั้ง 4 ขนาด ตามจำนวนหน่วยอินพุต / เอาต์พุต พื้นที่หลัก 1, 2 , 3 และ 4 หมายถึงขนาดของ PLC ที่เหมาะกับงานตามขนาดของหน่วยอินพุต / เอาต์พุตที่ต้องการ และพื้นที่กลุ่ม A , B และ C หมายถึงช่วงต่อของขนาดของ PLC ซึ่งขนาดกของกน่วยอินพุต / เอาต์พุตไม่ใช่ปัจจัยหลักในการเลือก PLC อีกต่อไป แต่การเลือกใช้จะขึ้นอยู่กับข้อดีและความสามารถพิเศษอื่น ๆ ของ PLC แต่ละรุ่น นอกจากนี้ในปัจจุบันยังผู้ผลิตบางรายผลิต PLC ขนาดเล็กที่มีหน่วยอินพุต / เอาต์พุตเพียง 32 จุด เรียกว่าไมโครพีแอลซี (micro-PLC) เพื่อลดขนาดและราคาของ PLC ให้ต่ำลงจนสามารถให้แทนวงจรรีเลย์ขนาดเล็กได้



รูปที่ 1.5 การแบ่งขนาด PLC



รูปที่ 1.6 PLC ขนาดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ข้อดีของ PLC

ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของ PLC แบ่งเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ เรียกว่า โมดูล (module) ทำงานร่วมกัน แต่ละโมดูลมีหน้าที่ของตัวเอง แต่สามารถสับเปลี่ยนโมดูลที่มีกน้าที่เดียวกันแทนกันได้เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะงานที่ต้องการ ทำให้การเปลี่ยนแปลงแก้ไขหรือขยายขอบเขตการใช้งานของ PLC ทำได้ง่ายทั้งในแง่ของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เช่น เปลี่ยนแปลงขนาดและอินพุต เอาต์พุต และหน่วยความจำ

1.5.1 PLC ทำให้การควบคุมมีการคล่องตัวสูงขึ้น ระบบควบคุมที่ใช้ PLC ทำงานด้วยโปรแกรมภายในหน่วยความจำ ซึ่งต่างจากระบบรีเลย์ที่ใช้การเดินสาย ทำให้ระบบควบคุมแบบ PLC เปลี่ยนแปลงแก้ไขเงื่อนไขและลักษณะการควบคุมได้ง่าย มีความคล่องตัวในการควบคุมเพียงป้อนโปรแกรมใหม่ให้หน่วยความจำ ซึ่งต่างจากระบบรีเลย์ที่ต้องเดินสายใหม่ทั้งหมดเมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงลักษณะการควบคุม รูปที่ 1.7 แสดงการติดตั้ง PLC ซึ่งเพียงแต่เดินสายเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับอุปกรณ์ภายนอกที่หน่วยอินพุต / เอาต์พุตและป้อนโปรแกรมควบคุมให้หน่วยความจำ

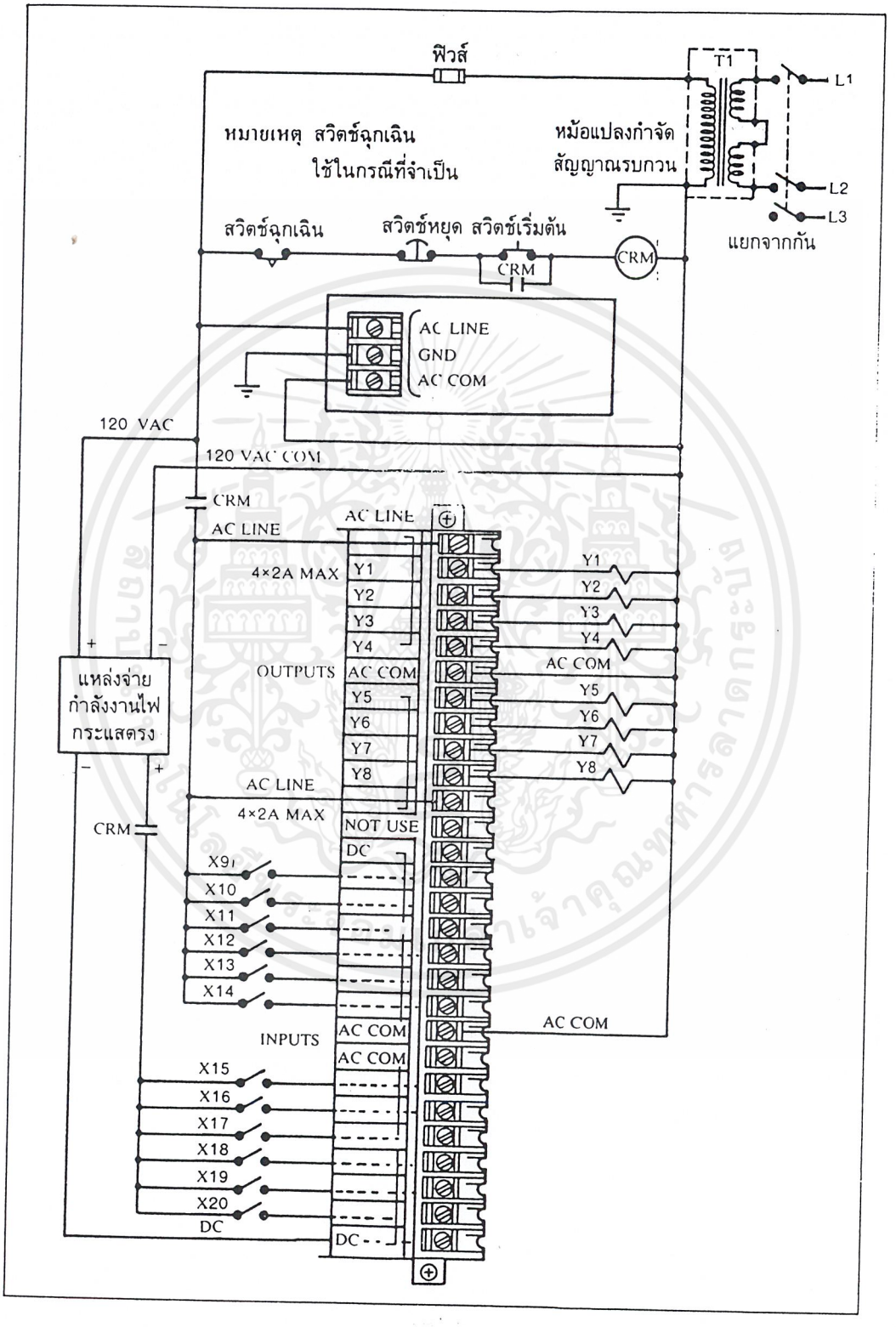
ปัจจุบัน PLC มีระดับการตัดสินใจสูง นอกจากจะควบคุมอุปกรณ์นอกให้ทำงานตามความต้องการแล้ว PLC ยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ร่วมอื่น ๆ เช่น สามารถติดต่อโต้ตอบ แสดงภาพการทำงานให้ผู้ใช้ทราบทางจอภาพ และเงื่อนไขการควบคุมจากคอมพิวเตอร์หลักได้

1.5.2 การติดตั้ง PLC ทำได้ง่าย PLC ทั่วไปถูกออกแบบขึ้นให้ติดตั้งง่าย เพื่อลดค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง PLC จะใช้เนื้อที่ในการติดตั้งเพียงครึ่งหนึ่งของระบบรีเลย์ การใช้ PLC ทดแทนระบบรีเลย์จะสามารถติดตั้ง PLC แผงควบคุมเดิมและเดินสายเชื่อมระห่างหน่วยอินพุต / เอาต์พุตของ PLC กับจุดต่อภายในแผงควบคุมที่มีอยู่ได้โดยง่าย รูปที่ 1.8 แสดงแผงควบคุมที่ใช้ PLC

การติดตั้งระบบควบคุมขนาดใหญ่ หน่วยอินพุต / เอาต์พุตแบบรีโมท ซึ่งติดตั้งในบริเวณกระบวนการผลิตต้องการสายเพียงคู่เดียวเชื่อมต่อระหว่าง CPU และหน่วยอินพุต / เอาต์พุต ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย ทั้งเวลา แรงงาน และการเดินสาย

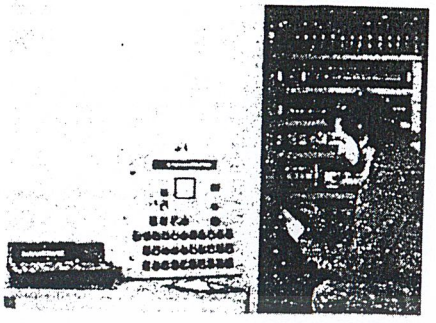
1.5.3 PLC บำรุงรักษาง่าย PLC ประกอบขึ้นด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีลักษณะเป็นโมดูล มีการตรวจสอบสภาพการทำงานของตนเอง ค้นหาจุดเสียหรือจุดบกพร่องได้ง่าย การซ่อมแซมเพียงแต่สับเปลี่ยนโมดูลที่เสียออก ขณะเดียวกัน PLC สามารถตรวจสอบสภาวะ ON หรือ OFF ของอุปกรณ์ภายนอกทุกขั้นตอนการทำงานของ PLC ทำให้การค้นหาสิ่งผิดปกติในระบบควบคุมทำได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.7 การติดตั้ง PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.8 การติดตั้งและป้อนโปรแกรม PLC

ลักษณะของ PC	ข้อดีของ PC
- อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ - ควบคุมด้วยโปรแกรมภายในหน่วยความจำขนาดเล็ก - ไมโครโปรเซสเซอร์	- ความน่าเชื่อถือสูง - แก้ไขง่าย มีความคล่องตัว - ต้องการเนื้อที่ในการติดตั้งน้อย - ติดต่อกับระบบอื่นได้ง่าย - ประสิทธิภาพการทำงานสูง - การผลิตที่ได้มาตรฐานสูง - สามารถทำงานควบคุมที่ซับซ้อน

ลักษณะของ PC	ข้อดีของ PC
- หน่วงเวลา และนับจำนวนด้วยซอฟต์แวร์ - ระบบประกอบด้วยโมดูล - อินพุต/เอาต์พุตหลายชนิด - อินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมต - ระบบตรวจสอบตัวเอง - สภาวะของตัวแปรภายในระบบถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ	- หลีกเลี่ยงจากฮาร์ดแวร์ที่ยุ่งยาก - เปลี่ยนแปลงแก้ไขง่าย - ติดตั้งง่าย - คล่องตัวในการใช้งาน - ขยายระบบได้ง่าย - บำรุงรักษาง่าย - ขอบเขตการควบคุมกว้าง - ป้องกันการผูกขาดจากผู้ผลิต - ลดการเดินสาย - ลดการบำรุงรักษา - ซ่อมแซมง่าย - ตรวจสอบรวมข้อมูล และจัดทำรายงานได้ง่าย

ตารางที่ 1.2ลักษณะและข้อดีของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และ หลักการ

PLC 8 อินพุต 8 เอาต์พุต ประกอบด้วยส่วนประกอบหลักๆ 3 ส่วนคือ

1. ส่วนประมวลผล – ใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ MCS-51 เบอร์ 8032 ในการประมวลผล
2. ปุ่มกด 20 ปุ่มพร้อมหน่วยแสดงผลแบบ LCD (LCD module)
3. ส่วนเชื่อมต่ออินพุตและเอาต์พุต ซึ่งมี 8 อินพุต 8 เอาต์พุต

ในที่นี้จะแยกอธิบายทีละส่วนดังนี้

2.1 ปุ่มกด (KEYBOARD) 20 ปุ่ม

ประกอบไปด้วยส่วนหลักๆคือ

1. ส่วนปุ่มกด 20 ปุ่ม (20 ปุ่ม) เป็นการนำ สวิตช์ 20 ปุ่มมาต่อกันเป็นรูป เมตริกขนาด 5x4 แล้วนำมาต่อกับ 20 ไอซีแปลงรหัสปุ่มกด (IC 74C923) ขา 1-5 ,8,9,11,12
2. ส่วนหน่วยแสดงผลแอลซีดีจะใช้ในการแสดงผลเป็นตัวอักษรและสัญลักษณ์ตามปุ่มที่กดในส่วนของปุ่มกด 20 ปุ่ม ซึ่งแอลซีดีที่ใช้เป็นแอลซีดีชนิดที่มี แบล็กไลด์ มีขา 16 ขา

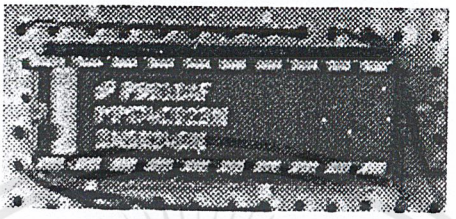
ในส่วนที่ใช้ในการขับปุ่มกดทั้งหมดเราจะใช้ Board ANT-32 ซึ่งมี ส่วนของ CPU(8032) , 8255 PPI 2 ตัว , ROM(REM31 Program Monitor) และ RAM ซึ่งในส่วนปุ่มกดเราใช้พอร์ต ของ 8255 1 ตัว ซึ่งแบ่งเป็นส่วนๆคือ

1. ส่วนปุ่มกด 20 ปุ่ม ซึ่งต่อกับไอซี74C923 จะนำมาต่อกับพอร์ต A ของ 8255
2. ส่วนของหน่วยแสดงผลแอลซีดีจะนำมาต่อกับพอร์ต B ของ 8255

ส่วนขา RS,R/W,E ของแอลซีดีจะนำไปต่อกับพอร์ตของ CPU 8032 คือ P1.0,P1.1 และ P1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ไอซี MM74C923 20 KEY ENCODER



รูปที่2.1 ไอซี MM74C923 20 KEY ENCODER

เป็นการประยุกต์ใช้งานไอซีแปลงรหัสปุ่มกด (IC Key Encoder) ในการใช้งานเป็นสวิตช์ปุ่มกด (Key Switch) หรือ ปุ่มกดร่วมกับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro controller) ซึ่งการใช้งานไอซีแปลงรหัสปุ่มกดนี้จะมีลักษณะฟังก์ชั่น (Function)ในรูปแบบของปุ่มกด คือลักษณะของสวิตช์เมตริก (Matrix Switch)

ไอซีแปลงรหัสปุ่มกดที่จะพูดถึงเป็นไอซีเบอร์ 74c922 ของ บริษัท แฟชิลด์เซมิคอนดักเตอร์ (Fairchild_ Semiconductor) ซึ่งเป็นไอซีแปลงรหัสปุ่มกด 20 ปุ่ม (Key IC Encoder) เป็นไอซีชนิด CMOS กินพลังงานต่ำและจะต้องมีการใช้งานควบคู่กันกับสวิตช์ชนิด SPST ซึ่งเป็นสวิตช์ชนิดกดติดปล่อยดับ

จะเห็นว่าสวิตช์ SPST นั้น เมื่อทำการกดจะมีการเด้งของหน้าสัมผัส (Bounce) ขึ้น ถ้ากรณีใช้งานโดยตรงนั้น ผลของการเด้งของหน้าสัมผัสก็อาจจะส่งผลกระทบต่อการตรวจสภาวะของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ แต่เมื่อใช้ไอซีแปลงรหัสปุ่มกดดังกล่าวแล้วสภาวะที่เอาต์พุต (output) ที่ออกจากไอซีจะมีความแน่นอนมาก เพราะภายในไอซีนี้จะประกอบไปด้วยวงจรต่างๆ ซึ่งรวมถึงวงจรในการป้องกันการเด้งของหน้าสัมผัส (Debounce) อยู่ด้วยจึงงหมดปัญหาเกี่ยวกับการเกิดการกระเด้งของหน้าสัมผัสของสวิตช์ที่นำมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดขาอุปกรณ์ IC 74C923

ENCODER 74C923

1	ROW1	VCC	20
2	ROW2	A	19
3	ROW3	B	18
4	ROW4	C	17
5	ROW5	D	16
6	OSIL	E	15
7	CAP	$\overline{OE}$	14
8	COL4	D/AVAI	13
9	COL3	COL1	12
10	GND	COL2	11

ขา 1-5 (row) จะเป็นขาในการต่อร่วมกับสวิตช์ชนิด SPST ซึ่งต่อแบบ เมตริกกับขา 8,9,11 และ 12 โดยขา 1-5 นี้จะเป็นลักษณะของแถว (row)

ขา 6 (osil) เป็นขาที่ใช้ในการรับสัญญาณนาฬิกาจากภายนอก โดยในกการใช้งานจะใช้ค่าความจุ (C) ตามแผ่นข้อมูล (data sheet) ต่อลงกราวน์หรือจะปล่อยลอยในลักษณะ (NC) วงจรก็สามารถใช้งานได้

ขา 7(cap) เป็นขาที่ใช้ต่อกับตัวเก็บประจุภายนอกเพื่อใช้งานวงจรป้องกันการเด้งของหน้าสัมผัสภายในตัวไอซีโดยการใช้งานไอซีจะต้องต่อตัวเก็บประจุที่ขานี้เพื่อการใช้งานเสมอ

ขา 8,9,11 และ 12 (column) เช่นเดียวกับขา 1-5 แต่จะเป็นในลักษณะของหลักคอลัมน์ (column)

ขา 10 (gnd) ขากราวด์

ขา 13 เป็นขาแสดงสภาวะเมื่อมีการกดสวิตช์โดยถ้ากดสวิตช์ที่ขานี้จะมีสภาวะสูง (High)

ขา 14 (OE) จะเป็นขาในการควบคุมข้อมูลขาออก (Data Output) ถ้าขานี้มีสภาวะสูงจะทำให้ข้อมูลขาออกมีสภาวะต่ำ (Low) ทั้งหมดควรต่อลงกราวด์ ในการใช้งานปกติ

ขา 15-19 จะเป็นขาเอาต์พุต 4 บิตเป็นสัญญาณฐานสอง (Binary) 00000-10011B รวม 20 สัญญาณ หรือ 20 ปุ่มนั่นเอง

ขา 20 (Vcc) ขาไฟเลี้ยงของ IC (3 โวลต์ – 15 โวลต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Switch	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Position	Y1,X1	Y1,X2	Y1,X3	Y1,X4	Y2,X1	Y2,X2	Y2,X3	Y2,X4	Y3,X1	Y3,X2
DATA A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
DATA B	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0
DATA C	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0
DATA D	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
DATA E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

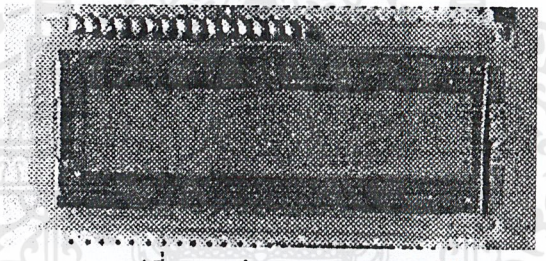
Switch	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Position	Y3,X3	Y3,X4	Y4,X1	Y4,X2	Y4,X3	Y4,X4	Y5,X1	Y5,X2	Y5,X3	Y5,X4
DATA A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
DATA B	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
DATA C	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
DATA D	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
DATA E	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

ตารางที่2.1 แสดงตารางความจริงของไอซีแปลงรหัสปุ่มกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกดสวิตช์ปุ่มกดจะทำให้มีข้อมูลขาออกที่ขา15-19 โดยจะมีสัญญาณฐานสองตามตำแหน่งของสวิตช์ปุ่มกด (ดูตามตารางความจริง) ที่กดพร้อมๆกันนั้น ขา 13 หรือขาดาต้าอไวเลเบิ้ล (Data Available) จะมีสภาะเปลี่ยนจากต่ำเป็นสูงจนกว่าจะปล่อยสวิตช์ปุ่มกด หรือเป็นตัวแสดงสถานะการกดสวิตช์ปุ่มกดนั่นเอง และ ขา 14 (OE) นั้นจะเป็นขาควบคุมข้อมูลขาออกของไอซี โดยถ้าขานี้มีสภาวะสูงจะทำให้ขาสัญญาณข้อมูลขาออกทั้งหมด (4 บิต) มีสภาวะต่ำนั่นเอง กรณีไม่ใช้งานขานี้ควรต่อลงกราวด์ ในการนำวงจรมาประยุกต์ใช้งานร่วมกับ Board ANT-32 เราจะนำขา15-19 ของไอซีมาต่อเข้ากับพอร์ต (Port) ใดพอร์ตหนึ่งของ 8255

2.1.2 หน่วยแสดงผลแอลซีดี (LCD MODULE)



รูปที่2.2 หน่วยแสดงผลแอลซีดี

ที่ผ่านๆมาอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผลที่เรารู้จักกันดีนั้นแอลอีดี (LED) และอุปกรณ์แสดงผลแบบ 7 ขีด (7-SEGMENT) คงจัดเป็นอุปกรณ์แสดงผลที่อยู่ในระดับแนวหน้า แต่อุปกรณ์แสดงผลดังกล่าวนั้นจะไม่สามารถแสดงผลในลักษณะของสัญลักษณ์หรือตัวอักษรพิเศษนอกเหนือไปจากคุณสมบัติเฉพาะตัวของมันเองได้ อุปกรณ์แสดงผลที่สามารถแสดงสัญลักษณ์ตัวอักษรหรือรูปแบบต่างๆตามที่เราต้องการ (กรณีที่สามารถออกแบบสัญลักษณ์ได้) ได้นั้นจะอยู่ในรูปแบบของอุปกรณ์แสดงผลประเภทแอลซีดี (Liquid Crystal Display) ซึ่งงานที่นำไมโครคอมพิวเตอร์ยูนิต (Microcontroller Unit (MCU)) เข้ามาใช้นั้น อุปกรณ์แสดงผลที่นิยมนำมาใช้ร่วมกันก็คือแอลซีดีนี่เอง
โดยแอลซีดีที่นิยมนำมาใช้งานนั้นพอจะแบ่งได้เป็น 2 ประเภทดังนี้

1. หน่วยแสดงผลแอลซีดีแบบตัวอักศร (Character LCD Module)
2. หน่วยแสดงผลแอลซีดีแบบรูปภาพ (Graphic LCD Module)

โดยองค์ประกอบสำคัญของแอลซีดีทั้ง 2 ประเภท ก็จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนด้วยกันโดยส่วนแรกก็คือการแสดงผลแบบเมตริก (Dot Matrix Display) จะเป็นลักษณะของชั้นของผลึกแก้วที่มีสารซึ่งเป็นของเหลวพิเศษอยู่ระหว่างชั้นผลึกโดยจะถูกแบ่งแยกออกเป็นจุด (Dot) เล็กๆ จำนวนมาก เรียกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผลแบบเมตริก ของเหลวที่ว่านี้จะมีคุณสมบัติทึบแสง เมื่อมีแรงดันตกคร่อมตัวมันหรือจุดนั้นๆ จากคุณสมบัตินี้จึงถูกนำมาใช้ในการแสดงผลและส่วนที่ 2 คือ ส่วนของ ตัวขับ (Driver) ที่ใช้ในการขับการแสดงผลแบบเมตริกให้ทึบแสงหรือโปร่งแสงตามสัญลักษณ์ที่ได้รับมาจากส่วนที่3คือส่วนของตัวควบคุม(Controller) ซึ่งเป็นหัวใจหลักในการควบคุมการทำงานที่มาจากส่วนต่างๆรวมกัน ทั้งหมดจึงถูกเรียกว่าหน่วยแสดงผลแอลซีดี โดยบางรุ่นอาจจะมีส่วนของแหล่งกำเนิดแสงสว่างที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแสดงผล หรือที่เรียกว่า แบ็กไลต์ (Backlight) เป็นอุปกรณ์เพิ่มเติมขึ้นมา

โดยในการใช้งานหน่วยแสดงผลแอลซีดี นั้นไม่ว่าจะเป็นประเภทใด จำเป็นที่จะต้องศึกษาหรือเข้าใจการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมหน่วยแสดงผล แอลซีดีซึ่งก็เป็นส่วนของตัวควบคุมนั่นเอง โดยตัวควบคุมที่จะกล่าวถึงนี้จะเป็น ไอซีเบอร์ HD44780 ของบริษัท ฮิตาชิเซมิคอนดักเตอร์ (Hitachi Semiconductor) เป็นส่วนควบคุมการแสดงผลให้กับหน่วยแสดงผลแอลซีดี

ไอซี HD44780 นั้นจะประกอบด้วยหน่วยความจำภายในตัว 2 ชนิดคือ

1. คาแรกเตอร์เจเนอเรเตอร์รอม (Character Generator Rom) หรือ (CGROM)
2. คาแรกเตอร์เจเนอเรเตอร์แรม (Character Generator Ram) หรือ (CGRAM)

โดย CGROM นั้นจะถูกทางบริษัทผู้ผลิตโปรแกรมสัญลักษณ์ตัวอักษรที่เป็นมาตรฐานเอาไว้ภายใน เช่น ภาษาอังกฤษ,ตัวเลข,สัญลักษณ์มาตรฐานต่างๆ เอาไว้เป็นที่ทราบกันแล้วว่าหน่วยความจำถาวร (Rom) ที่เกิดจากการโปรแกรมจากทางบริษัทผู้ผลิตนั้นไม่สามารถที่จะทำการแก้ไขหรือเปลี่ยนแปลงใดๆได้

ในส่วน CGRAM นั้นจะเป็นส่วนที่สามารถให้ผู้ใช้ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมและสร้างสัญลักษณ์ต่างๆลงไปได้ตามความต้องการ แต่จะสูญหายไปเมื่อปิดไฟ (Power Off) ซึ่งการใช้งาน CGRAM นี้จะต้องมีการเรียกข้อมูลขึ้นมาใหม่ทุกครั้งเมื่อมีการจ่ายไฟเลี้ยงให้กับแอลซีดี(Power On) สุดท้ายที่จะต้องคำนึงถึงเสมอเมื่อมีการใช้งานหน่วยแสดงผลแอลซีดี โดยในที่นี้จะกล่าวถึงการใช้ไอซี HD44780 เป็นตัวควบคุมโดยการส่งข้อมูลหรือคำสั่งต่างๆ ไปยังตัวควบคุมจะกระทำได้ต่อเมื่อตัวควบคุมได้ทำคำสั่งก่อนหน้านั้นเสร็จสิ้นแล้วเท่านั้น จึงจะรับข้อมูลหรือคำสั่งใหม่ที่ส่งมาต่อไป ซึ่งเราจะสามารถตรวจสอบหรือทราบได้ว่าตัวควบคุมพร้อมที่จะรับข้อมูลหรือคำสั่งได้ 2 วิธี

1. ใช้การตรวจเช็คแฟลกว่าง (BF) ของตัวควบคุมโดยวิธีนี้จะมีข้อเสียคือ เมื่อใช้งานกับไมโครคอนโทรเลอร์ยูนิต ที่มีความเร็วมากๆ จะเกิดการผิดพลาดขึ้นในการตรวจเช็ค และขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมการตรวจเช็คก็ค่อนข้างยุ่งยาก แต่มีความแน่นอนสูงในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ใช้การหน่วงเวลา โดยวิธีนี้เนื่องจากตัวควบคุม จะใช้เวลาในการรับคำสั่งและประมวลผลมีค่าเวลาประมาณไม่เกิน 2 ms (ที่ความถี่ 270 KHz ซึ่งเป็นฐานเวลาในตัวควบคุม) ซึ่งเป็นค่าเวลาสูงสุดใน การทำงานของตัวควบคุมต่อ 1 คำสั่งฉะนั้นเมื่อมีการหน่วงเวลาที่ครอบคุมช่วงเวลานี้แล้วหละก็ จะไม่เกิดการผิดพลาดในการรับส่งข้อมูลหรือคำสั่งไปยังตัวควบคุมเลย วิธีนี้จึงเป็นที่นิยมใช้กันมากเนื่องจากเขียนโปรแกรมการใช้งานได้ง่ายกว่าวิธีแรกนั่นเอง

คำสั่ง	รหัสควบคุม										รายละเอียด	สัญลักษณ์
	RS	R/W	DB7	DB6	DB5	DB4	DB3	DB2	DB1	DB0		
Clear display	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	เคลียร์หน้าจอแสดงผลและเซ็ตเคอร์เซอร์ที่ตำแหน่งเริ่มต้น	I/D = 1 : เพิ่มค่า I/D = 0 : ลดค่า S = 1 : สามารถเลื่อนสัญลักษณ์ได้ S = 0 : สามารถเลื่อนเคอร์เซอร์ได้ S/C = 1 : สัญลักษณ์ถูกเลื่อน S/C = 0 : เคอร์เซอร์ถูกเลื่อน R/L = 1 : เลื่อนไปทางขวา R/L = 0 : เลื่อนไปทางซ้าย DL = 1 : 8 bit DL = 0 : 4 bit N = 1 : 2 บรรทัด N = 0 : 1 บรรทัด F = 1 : 5 x 10 จุด F = 0 : 5 x 7 จุด BF = 1 : การทำงาน ภายในยังไม่เสร็จ BF = 0 : สามารถรับคำสั่งใหม่ได้ A_{CG} : CGRAM address A_{DD} : DDRAM address AC : Address counter * : Don't care
Return home	0	0	0	0	0	0	0	0	1	*	เซ็ตเคอร์เซอร์ให้อยู่ที่จุดเริ่มต้นโดยที่ข้อมูลใน DDRAM ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	
Entry mode set	0	0	0	0	0	0	0	1	I/D	S	เซ็ตทิศทางการเลื่อนของเคอร์เซอร์คำสั่งนี้มีผลเมื่อมีการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ LCD	
Display on/off control	0	0	0	0	0	0	1	D	C	B	ควบคุมจอแสดงผล(D) On/Off , ควบคุมเคอร์เซอร์(C) On/Off , และให้เคอร์เซอร์กระพริบด้วยหรือไม่ (B)	
Cursor or display shift	0	0	0	0	0	1	S/C	R/L	*	*	ควบคุมการเลื่อนของเคอร์เซอร์และสัญลักษณ์โดยที่ข้อมูลใน DDRAM ไม่มีการเปลี่ยนแปลง	
Function set	0	0	0	0	1	DL	N	F	*	*	กำหนดลักษณะการแสดงผลจำนวนบรรทัดที่แสดงผล(N) และความละเอียด Font(F)	
Set CGRAM address	0	0	0	1	A_{CG}	A_{CG}	A_{CG}	A_{CG}	A_{CG}	A_{CG}	เซ็ตแอดเดรสใน CGRAM	
Set DDRAM address	0	0	1	A_{DD}	A_{DD}	A_{DD}	A_{DD}	A_{DD}	A_{DD}	A_{DD}	เซ็ตแอดเดรสใน DDRAM	
Read busy flag & address	0	1	BF	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC	อ่านสถานะของแฟล็กบิวซีและตำแหน่งแอดเดรสเคาน์เตอร์	
Write data to CG or DDRAM	0	1	Write data								เขียนข้อมูลไปยัง DDRAM หรือ CGRAM	
Read data from CG or DDRAM	1	1	Read data								อ่านข้อมูลจากDDRAM หรือCGRAM	

ตารางที่2.2 แสดงชุดคำสั่ง 11 คำสั่งเพื่อควบคุมหน่วยแสดงผลแอลซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

จากตารางที่ 2.2 สามารถสรุปชุดคำสั่งในการควบคุมหน่วยแสดงผลแอลซีดีที่สำคัญในการใช้งานหน่วยแสดงผลแอลซีดีในเบื้องต้นได้ดังนี้

Clear Display

DB7							DB0
0	0	0	0	0	0	0	1

คำสั่งนี้เป็นคำสั่งในการเครียร์หน้าจอแสดงผล และจะทำให้เคอร์เซอร์ถูกเซ็ตให้อยู่ที่ตำแหน่งเริ่มต้น

Return Home

DB7							DB0
0	0	0	0	0	0	1	*

คำสั่งนี้มีผลทำให้เคอร์เซอร์กลับไปอยู่ตำแหน่งเริ่มต้นใหม่ โดยที่สัญลักษณ์ต่างๆบนหน้าจอแสดงผลจะยังคงเหมือนเดิมไม่เปลี่ยนแปลง

Entry Mode Set

DB7							DB0
0	0	0	0	0	0	I/D	S

คำสั่งนี้ใช้ในการเซ็ตทิศทางการเลื่อนของเคอร์เซอร์ ซึ่งคำสั่งนี้มีผลเมื่อมีการอ่านหร์อเขียนข้อมูลกับหน่วยแสดงผลแอลซีดีโดยบิต I/D (Increase/Decrease bit) จะทำหน้าที่กำหนดการเพิ่ม (I/D = 1) หรือลด (I/D = 0) ค่าตำแหน่งแอดเดรสโดยอัตโนมัติ และบิต S (Shift bit) เป็นบิตที่ใช้กำหนดลักษณะการเครื่อนที่ของสัญลักษณ์หรือเคอร์เซอร์ โดยถ้าบิต S = 1 สามารถเลื่อนสัญลักษณ์ได้แต่ถ้าหากบิต S=0 เคอร์เซอร์จะถูกเลื่อนไปทางขวาหลังจากการแสดงผลของสัญลักษณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

42472

Display on / off Control

DB7							DB0
0	0	0	0	1	D	C	B

คำสั่งนี้ใช้สำหรับควบคุมจอแสดงผล (D) on/off , ควบคุมเคอร์เซอร์ (C) on/off , และให้เคอร์เซอร์กระพริบด้วยหรือไม่ (B) โดยถ้าบิต D=1 เป็นการเปิดหน้าจอแสดงผลและถ้า D=0 เป็นการปิดจอแสดงผล สำหรับบิต C=1 และ 0 เป็นการควบคุมให้เคอร์เซอร์เปิดหรือปิดตามลำดับ และ บิต B จะเป็นบิตในการกำหนดว่าจะให้เคอร์เซอร์กระพริบหรือไม่

Cursor or Display Shift

DB7							DB0
0	0	0	1	S/C	R/L	*	*

คำสั่งนี้ใช้สำหรับการควบคุมการเลื่อนของเคอร์เซอร์และสัญลักษณ์ โดยสามารถสรุปการทำงานของหน่วยแสดงผลแอลซีดีเมื่อมีการเช็คบิต S/C และ R/L ได้ดังตาราง

S/C	R/L	การทำงาน
0	0	เคอร์เซอร์เลื่อนไปทางซ้าย
0	1	เคอร์เซอร์เลื่อนไปทางขวา
1	0	สัญลักษณ์เลื่อนไปทางซ้ายพร้อมทั้งเคอร์เซอร์
1	1	สัญลักษณ์เลื่อนไปทางขวาพร้อมทั้งเคอร์เซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Function set

DB7							DB0
0	0	1	DL	N	F	*	*

คำสั่งนี้ใช้สำหรับกำหนดลักษณะการแสดงผล จำนวนบรรทัดที่แสดงผล (N) และโหมดความละเอียดของการแสดงผล (F) โดยบิต DL = 1 และ 0 หมายถึงทำงานในโหมดอินเตอร์เฟสแบบ 8 บิตและ 4 บิตตามลำดับ บิต N = 1 และ 0 เซ็ตการแสดงผล 2 บรรทัดหรือมากกว่า และ 1 บรรทัดตามลำดับ บิต F = 1 และ 0 เซ็ตการแสดงผลในโหมดความละเอียด 5 x 10 จุดและ 5 x 7 จุดตามลำดับ

Read busy flag & address

DB7							DB0
BF	AC	AC	AC	AC	AC	AC	AC

คำสั่งนี้ใช้สำหรับเมื่อต้องการตรวจเช็คสภาวะการทำงานของหน่วยแสดงผลแอลซีดีโดยการเช็คสถานะของบิต BF โดยถ้า BF = 1 จะหมายถึงหน่วยแสดงผลแอลซีดียังไม่พร้อมที่จะรับข้อมูลชุดต่อไปเนื่องจากการประมวลผลในคำสั่งที่ผ่านมายังไม่เสร็จสิ้นแต่ถ้า BF = 0 หมายถึงหน่วยแสดงผลแอลซีดีพร้อมที่จะรับคำสั่งใหม่หรือชุดข้อมูลใหม่ได้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3แสดงรหัสแอสกีของหน่วยแสดงผลแอลซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขา	สัญลักษณ์	ฟังก์ชั่น
1	GND	กราวด์
2	VCC	+5 โวลท์
3	Vo	ปรับความเข้มด้วยแรงดัน (0-5 โวลท์)
4	RS	เลือกรีจิสเตอร์ (0=รีจิสเตอร์คำสั่งหรือแฟรก แสดงภาวะการทำงานและตัวนับแอดเดรส; 1= รีจิสเตอร์ดาต้า)
5	R/W	เลือกการอ่านหรือเขียน (0=เขียน;1=อ่าน)
6	E	อีนาเบิ้ลการอ่านหรือเขียน LCD
7	D0	ดาต้าอินพุต/เอาต์พุตบิตต่ำสุด
8	D1	ดาต้าอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 2
9	D2	ดาต้าอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 3
10	D3	ดาต้าอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 4
11	D4	ดาต้าอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 5
12	D5	ดาต้าอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 6
13	D6	ดาต้าอินพุต/เอาต์พุตบิตที่ 7
14	D7	ดาต้าอินพุต/เอาต์พุตบิตสูงสุด

ตารางที่2.4 แสดงตำแหน่งขาต่างๆที่ใช้เชื่อมต่อกับแอลซีดี

2.1.2.1 การอินเตอร์เฟส MCS-51 กับ หน่วยแสดงผลแอลซีดี

การอินเตอร์เฟส MCS-51 กับ หน่วยแสดงผลแอลซีดี นั้นโดยทั่วไปจะพิจารณาถึงการใช้งานเป็นหลัก โดยถ้าไม่จำเป็นต้องใช้ 8255 PPI ในการขยายพอร์ตการใช้งาน ก็สามารถใช้งานพอร์ตว่างของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ในการใช้งานร่วมกับหน่วยแสดงผลแอลซีดีได้เลย แต่ถ้ามีการต่อขยายพอร์ตด้วย 8255 แล้ว นิยมที่จะใช้พอร์ตของ 8255 พอร์ต A หรือ B ในการอินเตอร์เฟส โดยใช้เป็นขาทางเดินข้อมูล (Data Bus 8 Bit (D0-D7)) ให้กับแอลซีดีเนื่องจาก พอร์ตของ 8255 ไม่สามารถใช้งานเข้าถึงในระดับบิตได้ จะใช้งาน 1 คำสั่งจะต้องใช้ทั้งพอร์ตหรือ 8 บิต แต่พอร์ตของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 นั้นสามารถใช้งานในระดับบิตได้ ซึ่งจะเห็นได้ว่าพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นมี

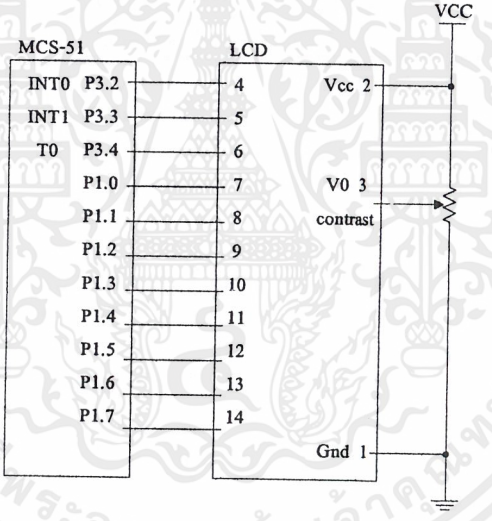
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ในการใช้งานมากกว่า จึงนิยมใช้พอร์ตของ 8255 ในการเป็นทางเดินข้อมูล 8 บิตให้กับหน่วยแสดงผลแอลซีดีนั่นเอง

ต่อไปจะเกล่าถึงการประยุกต์ใช้งานทั้งการใช้พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ และ พอร์ตของ 8255 ในการอินเตอร์เฟสร่วมกับหน่วยแสดงผลแอลซีดี

2.1.2.2 การใช้งานพอร์ตของไมโครคอมพิวเตอร์ยูนิต ในการอินเตอร์เฟสร่วมกับหน่วยแสดงผลแอลซีดี

จากที่ได้กล่าวมาแล้วจะพบว่าหน่วยแสดงผลแอลซีดีนั้นจะมีขาใช้งานอยู่ 14 ขา โดย ขา 1,2 และ 3 จะไม่พูดถึงเนื่องจากไม่มีความซับซ้อนในการใช้งาน สามารถต่อตามชื่อขาได้เลย จะเหลืออยู่ 11 ขา คือ ขา RS,R/W,E และ D0-D7



รูปที่2.3 แสดงการอินเตอร์เฟสไมโครคอมพิวเตอร์ยูนิต กับ แอลซีดีโดยตรง

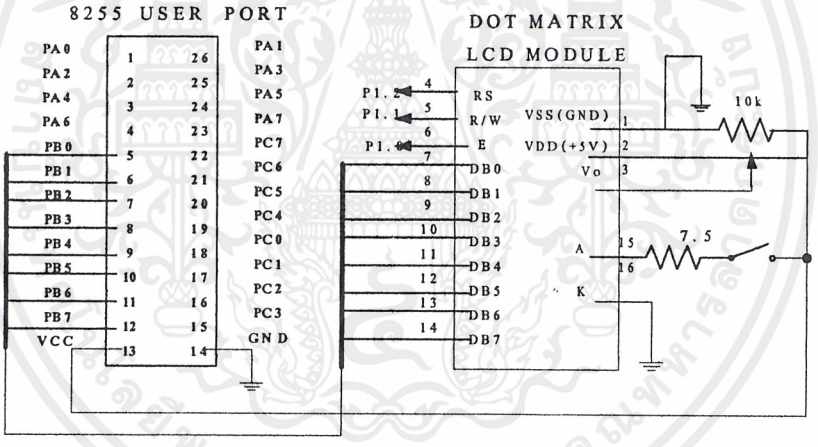
จากรูปจะเห็นว่า ใช้บิต P3.2 เป็น E (Enable) ให้กับแอลซีดี (หรือจะใช้งานบิตอิสระอื่นๆ ของตัวไมโครคอมพิวเตอร์ยูนิตมาควบคุมขา RS,R/W และ E ของแอลซีดี ก็ได้แต่จากวงจรข้างต้นจะใช้บิต P3.2 , P3.3 , P3.4 ของพอร์ต 3 ในการควบคุม) และพอร์ต 1 ทั้งหมดเป็นทางเดินข้อมูล 8 บิต ให้กับแอลซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.3 สรุปขั้นตอนการใช้แอลซีดี

1. เริ่มต้นด้วยการตั้งฟังก์ชั่น (Set Function) ของแอลซีดีในที่นี้คือ การเซ็ตขนิดประเภทของแอลซีดีนั่นเอง เช่น จำนวนบรรทัด , จำนวนตัวอักษร (คำสั่งที่ 6 โดยดูรายละเอียดได้จากตารางคำสั่งในการควบคุมแอลซีดี)
2. ทำการส่งคำสั่งควบคุมการแสดงผลคือ การเซ็ตหน้าจอแอลซีดีให้ปิดหรือเปิด มีเคอร์เซอร์หรือไม่ ถ้ามีจะให้กระพริบหรือไม่กระพริบ (คำสั่งที่ 4)
3. ทำการลบ (clear) หน้าจอแอลซีดีให้พร้อมในการใช้งาน (คำสั่งที่ 1)

2.1.2.4 การใช้งานพอร์ตของ 8255 PPI ในการอินเตอร์เฟสร่วมกับหน่วยแสดงผลแอลซีดี



รูปที่2.4 แสดงการใช้งาน 8255 พอร์ต A เป็นทางเดินข้อมูลให้แอลซีดี

จากรูปจะมีหลักการเช่นเดียวกับการต่อกับพอร์ตของไมโครคอมพิวเตอร์ยูนิต แต่จะใช้ 8255 พอร์ต A เป็นทางเดินข้อมูล 8 บิต ให้กับแอลซีดี(กรณีมีการต่อขยายพอร์ตด้วย 8255) ขั้นตอนการใช้งานแอลซีดียังคงยึดหลักเดียวกับการต่อกับพอร์ตไมโครคอมพิวเตอร์ยูนิต

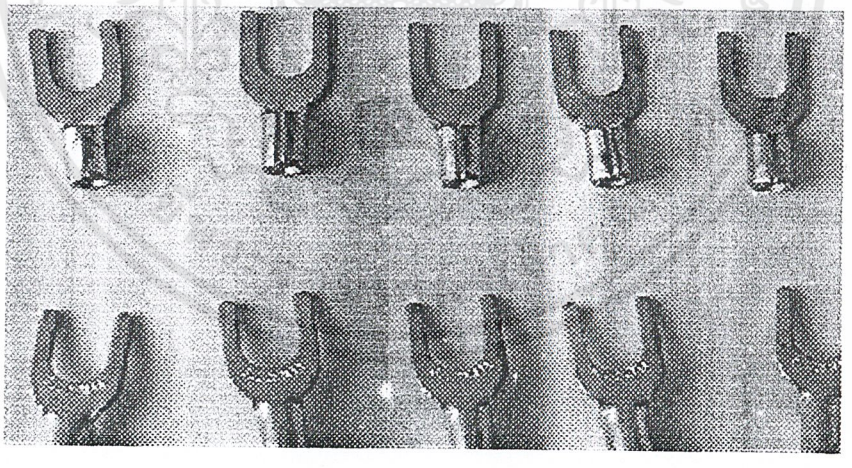
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ส่วนอินพุตและเอาต์พุตของ PLC (Input and Output devices of PLC)

2.2.1 จุดเชื่อมต่อ (Terminal)

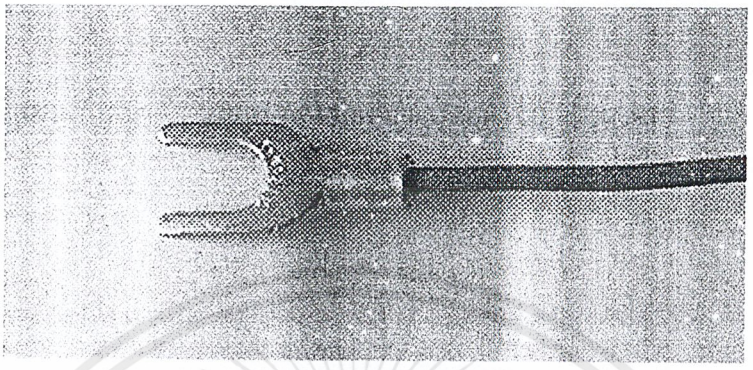
ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกทั้งฝั่งอินพุตและเอาต์พุตและเชื่อมต่อกับ VCC และ กราวด์ที่ใช้ภายนอก ในโปรเจคนี้ใช้จุดเชื่อมต่อขนาด 10 ช่อง (pin) ซึ่งใช้ช่องที่หนึ่งและสองต่อ VCC และกราวด์ตามลำดับ ช่องที่สามถึงช่องที่สิบต่ออินพุตหรือเอาต์พุต 8 ช่องเรียงกันไป

ในการต่อสายของอุปกรณ์ภายนอกเข้ากับจุดเชื่อมต่อเราจะใช้หางปลาติดที่ปลายสายไฟและใช้หางปลาเสียบเข้าใต้นอตของจุดเชื่อมแล้วไขนอตให้แน่น



รูปที่2.5 แสดงรูปหางปลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



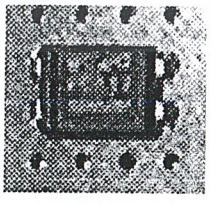
รูปที่2.6 แสดงการต่อสายไฟกับหางปลา

2.2.2 ส่วนอินพุต

เป็นการนำสัญญาณจากอุปกรณ์ที่ต่ออยู่ภายนอกซึ่งอาจจะเป็นจากเซ็นเซอร์ (Sensor) , สวิตช์ , สวิตช์ระดับ (Limit Switch) เป็นต้น มาเข้าพอร์ตของ 8255 เพื่อนำไปให้ MCS-51 ประมวลผล

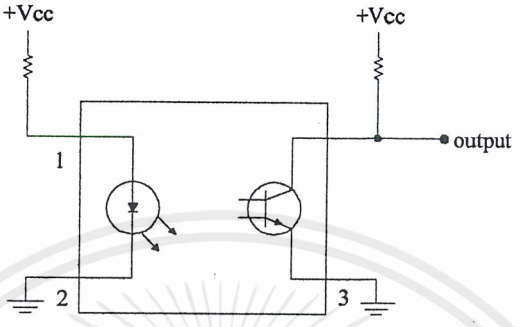
แต่เนื่องจากอุปกรณ์ภายในเป็นอุปกรณ์ทางด้านดิจิตอลซึ่งใช้ไฟ 5 โวลต์ และใช้กระแสน้อยมาก ซึ่งจะเห็นว่าสัญญาณจากภายนอกซึ่งมีแรงดันและกระแสสูงไม่สามารถจะนำมาใช้ได้เลยทันทีดังนั้นจึงต้องมีการแยกการใช้กระแสไฟระหว่างภายนอกและภายใน โดยการแยกกราวด์ออกจากกันในโปรเจคนี้เราใช้อุปกรณ์แยกสัญญาณด้วยแสง (Photocoupler) ในการแยกกราวด์ออกจากกัน

2.2.2.1 อุปกรณ์แยกสัญญาณด้วยแสง (Photocoupler) เบอร์ PC817



เป็นอุปกรณ์แยกสัญญาณด้วยแสงชนิดการเพิ่มความหนาแน่นสูง (High Density Mounting Type) โดยมีฝั่งอินพุตเป็นแอลอีดีและฝั่งเอาต์พุตเป็นทรานส์ซิสเตอร์ไวแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงวงจรภายในของอุปกรณ์แยกสัญญาณด้วยแสง

จากรูปการทำงานของอุปกรณ์แยกสัญญาณด้วยแสงคือเมื่อมีสัญญาณเข้ามาทางด้านอินพุต แอลอีดีจะส่งแสงออกมา ทรานส์ซิสเตอร์ไวแสงทางด้านเอาต์พุตจะได้รับแสงเนื่องจากส่วนที่ไวแสงเปรียบเหมือนขาเบสของทรานส์ซิสเตอร์ ซึ่งเมื่อได้รับแสงจะทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลจากขาคอมมอน (C) ไปยังขาอิมิเตอร์ (E) ได้ ทำให้ทรานส์ซิสเตอร์ทำงานเปรียบเสมือนเป็นสวิตช์เปิดปิดด้วยแสง

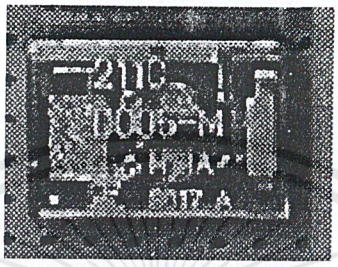
จากรูปเราจะต่อขา 1 กับจุดเชื่อมต่ออินพุตจากภายนอก ขา 2 ต่อกับจุดเชื่อมต่อกราวด์จากภายนอก ขา 3 ต่อเข้ากราวด์ของอุปกรณ์ภายใน ขา 4 ต่อเข้าขา VCC ของ 8255 และเข้าแอลอีดีเพื่อใช้แสดงสถานะแล้วต่อเข้าพอร์ตของ 8255 เพื่อนำไปประมวลผล

2.2.3 ส่วนเอาต์พุต

เป็นการนำสัญญาณจาก 8255 ไปใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอก แต่เนื่องจากอุปกรณ์ภายในเป็นอุปกรณ์ทางด้านดิจิตอลซึ่งใช้ไฟ 5 โวลต์ และใช้กระแสน้อยมาก ซึ่งจะเห็นว่าสัญญาณจากภายนอกซึ่งมีแรงดันและกระแสสูงไม่สามารถจะนำมาใช้ได้เลยทันทีดังนั้นจึงต้องมีการแยกการใช้กระแสไฟระหว่างภายนอกและภายใน โดยการแยกกราวด์ออกจากกันในโปรเจคนี้เราใช้รีเลย์ (Relay) ในการแยกส่วนภายนอกและภายในออกจากกัน

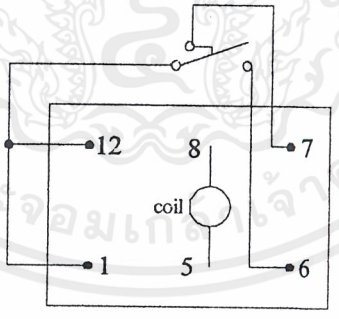
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 รีเลย์ (Relay)



รีเลย์เป็นอุปกรณ์อีกตัวหนึ่งที่ใช้ในการแยกอุปกรณ์ภายนอกและภายในออกจากกัน รีเลย์ใช้หลักการของขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าในส่วนอินพุตของรีเลย์ในการเหนี่ยวนำให้สวิตช์ทางฝั่งเอาต์พุตเปลี่ยนสถานะ

ในโปรเจคนี้ใช้รีเลย์ขนาด 6 ขามีสวิตช์ 2 ชุดเป็นสวิตช์แบบปกติปิด (Normally close) และแบบปกติเปิด (Normally open) ดังรูป



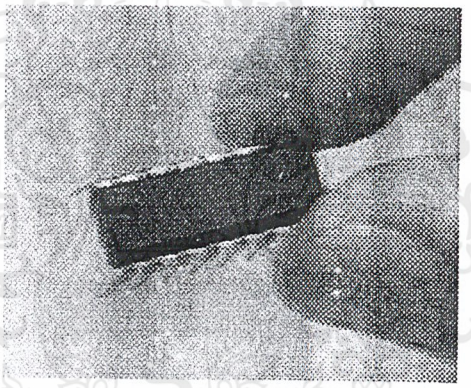
รูปที่ 2.8 แสดงวงจรภายในของรีเลย์

เมื่อมีไฟฟ้าเข้ามาในขดลวดทางฝั่งอินพุตจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กไปเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสของสวิตช์ให้เปลี่ยนสถานะจากปกติปิดเป็นปกติเปิด และจากปกติเปิดเป็นปกติปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโปรเจคจะใช้สวิตช์คู่ที่เป็นปกติเปิด เมื่อมีสัญญาณจากพอร์ตของ 8255 เข้ามาทางด้านอินพุตของรีเลย์จะไปเหนี่ยวนำทำให้สวิตช์เปลี่ยนสถานะจากปกติเปิดเป็นปกติปิด ทำให้สัญญาณจากเทอร์มินอลมีกระแสไฟฟ้าวิ่งผ่านสวิตช์ได้ทำให้อุปกรณ์ภายนอกทำงาน

2.2.5 ULN2003AN ดาริงตันอาเลย์แรงดันสูง , กระแสสูง (ULN2003AN HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS)



โดยอุดมคติอุปกรณ์สำหรับส่วนติดต่อระหว่างวงจรไฟฟ้าตรรกวิทยาระดับต่ำ (low-level logic circuitry) และหลายโหลดกำลังภายนอก (multiple peripheral power loads) ULN20xxA/L ดาริงตันอาเรย์แรงดันสูง (high-voltage), กระแสสูง (high-current) มีลักษณะพิเศษที่มีพิกัดกระแสโหลดต่อเนื่องที่ 500 mA ต่อหนึ่งตัวขับจาก ตัวขับทั้งหมด 7 ตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิภายนอกและจำนวนตัวขับที่ทำงานพร้อมๆกัน และยังสามารถควบคุมโหลดกำลังรวมมากกว่า 230 W (350 mA x 7, 95 V) ตัวอย่างของโหลดได้แก่ รีเลย์ (relays) , โซลินอย (solinoids) , สเตปปิ้งมอเตอร์ (stepping motor) , ตัวตีแผ่นด้วยแม่เหล็ก (magnetic print hammers) , มัลติเพล็กซ์แอลอีดี (multiplexed LED) , อุปกรณ์แสดงผลที่ส่องแสงด้วยความร้อน (incandescent displays)และ อุปกรณ์ให้ความร้อน (heaters) อุปกรณ์ทั้งหมดมีความสามารถในการเปิดเอาต์พุตตัวสะสม (collector output) ด้วย อินทิกัลแคลมพ์ไดโอด (integral clamp diodes)

ULN2003ANมีตัวต้านทานอินพุตที่ต่ออนุกรม (series input resistors) เพื่อใช้ในการทำงานโดยตรงจาก 6 V ถึง 15 V CMOS หรือ PMOS ลอจิกเอาต์พุต (logic output)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ULN2003ANเป็นดาริงตันอาเลย์มาตรฐาน เอาต์พุตมีความสามารถของการตก (sinking) 500 mA และ จะทนน้อยสุด 50 V ขณะสถานะปิด (OFF state)

ULN2003AN เป็นไอซี 16 ขา อุปกรณ์ทุกตัวจะถูกติดตั้งโดยเอาต์พุตอยู่ตรงข้ามอินพุตเพื่อให้ง่ายต่อการวางอุปกรณ์บนแผ่นวงจร (circuit board) และจะสามารถทำงานได้ที่พิกัดอุณหภูมิ –20 °C ถึง +85 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การสร้าง

3.1 ส่วนฮาร์แวร์

PLC ในโปรเจคนี้มีส่วนฮาร์ดแวร์ที่ต้องสร้าง 2 ส่วนหลักคือ

1. ส่วนปุ่มกด 20 ปุ่มพร้อมหน่วยแสดงผลแอลซีดี
2. ส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกทั้งอินพุตและเอาต์พุต

3.1.1 ส่วนปุ่มกด 20 ปุ่มพร้อมหน่วยแสดงผลแอลซีดี

ส่วนปุ่มกด 20 ปุ่มพร้อมหน่วยแสดงผลแอลซีดีประกอบไปด้วยส่วนหลักคือ

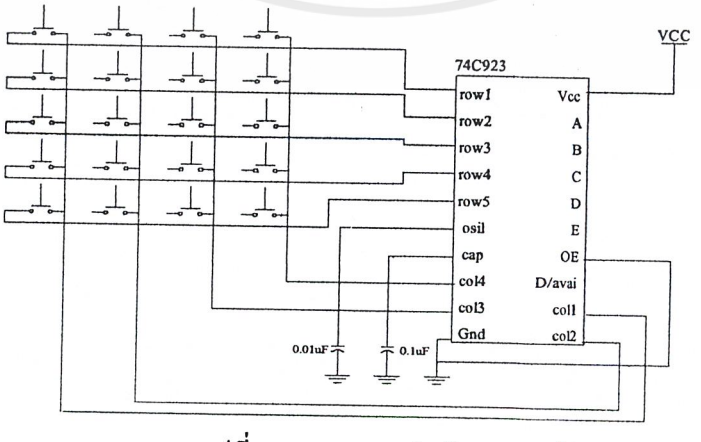
1. ส่วนที่เป็นปุ่มกด
2. ส่วนที่เป็นหน่วยแสดงผลแอลซีดี

3.1.1.1 ปุ่มกด

ปุ่มกดประกอบด้วยอุปกรณ์คือ

1. สวิตช์กดติดปล่อยดับ 20 ตัว
2. ไอซีแปลงรหัสปุ่มกด 74C923
3. ตัวเก็บประจุ 0.1 ไมโครฟารัต
4. ตัวเก็บประจุ 0.01 ไมโครฟารัต

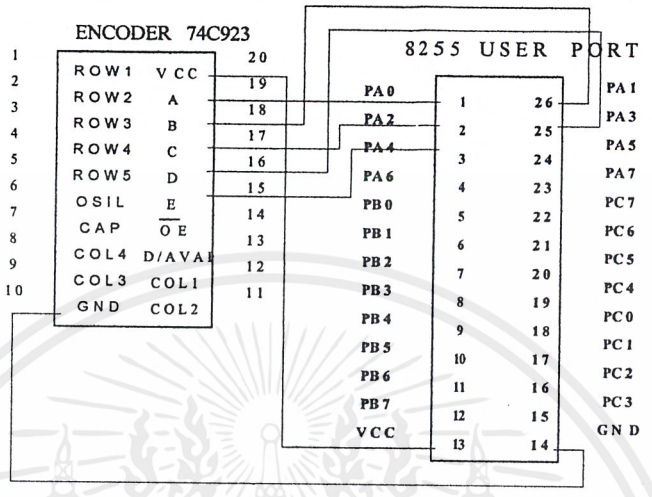
นำอุปกรณ์หมดมาต่อตามรูป3.1



รูปที่3.1 แสดงการต่อปุ่มกด 20 ปุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อไอซีแปลงรหัสกับพอร์ตของ 8255 แสดงดังรูป 3.2



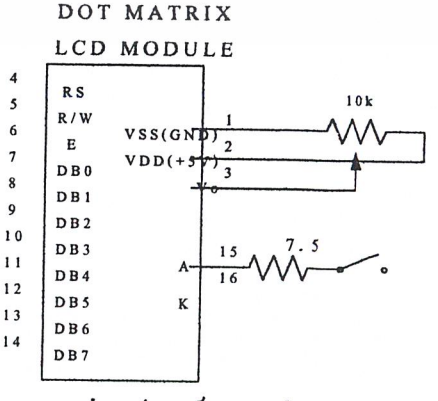
รูปที่ 3.2 แสดงการต่อไอซีแปลงรหัสกับพอร์ตของ 8255

3.1.1.2 หน่วยแสดงผลแอลซีดี

หน่วยแสดงผลแอลซีดีประกอบด้วยอุปกรณ์คือ

1. หน่วยแสดงผลแอลซีดี
2. ตัวต้านทานปรับค่าได้ 10 กิโลโอห์ม
3. ตัวต้านทาน 7.5 โอห์ม
4. สวิตช์เปิดปิด

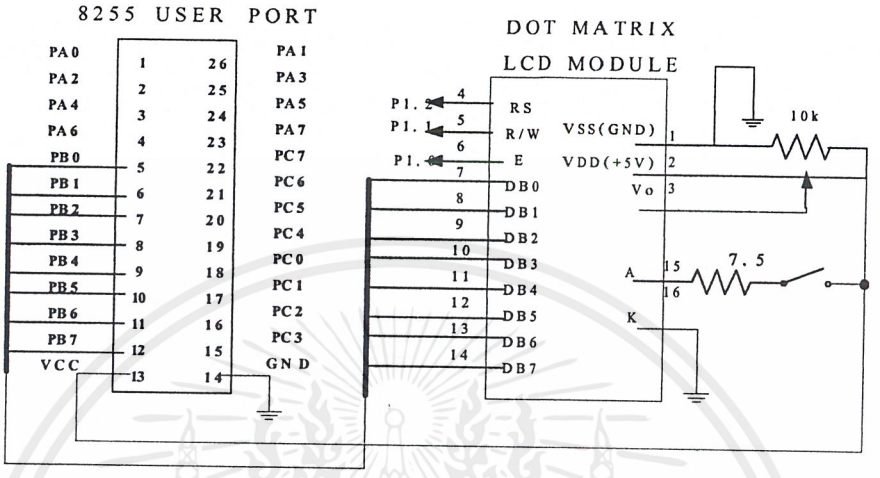
นำอุปกรณ์หมดมาต่อตามรูป 3.3



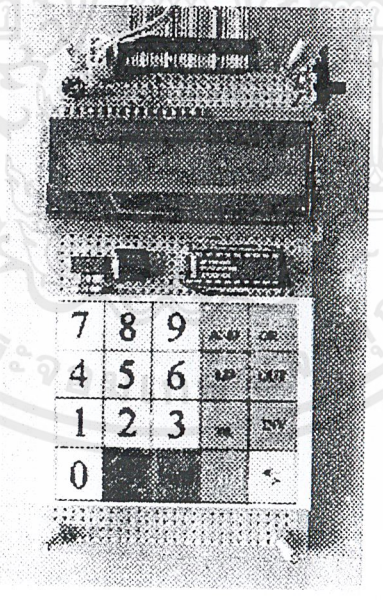
รูปที่ 3.3 แสดงการต่ออุปกรณ์ของหน่วยแสดงผลแอลซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อหน่วยแสดงผลแอลซีดีกับพอร์ตของ 8255 แสดงในรูป 3.4



รูปที่ 3.4 แสดงการต่อหน่วยแสดงผลแอลซีดีกับพอร์ตของ 8255



รูปที่ 3.5 แสดงส่วนปุ่มกดพร้อมหน่วยแสดงผลแอลซีดีที่ประกอบเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกทั้งอินพุตและเอาต์พุต

ส่วนเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกทั้งอินพุตและเอาต์พุตแยกเป็นส่วนได้ 2 ส่วนคือ

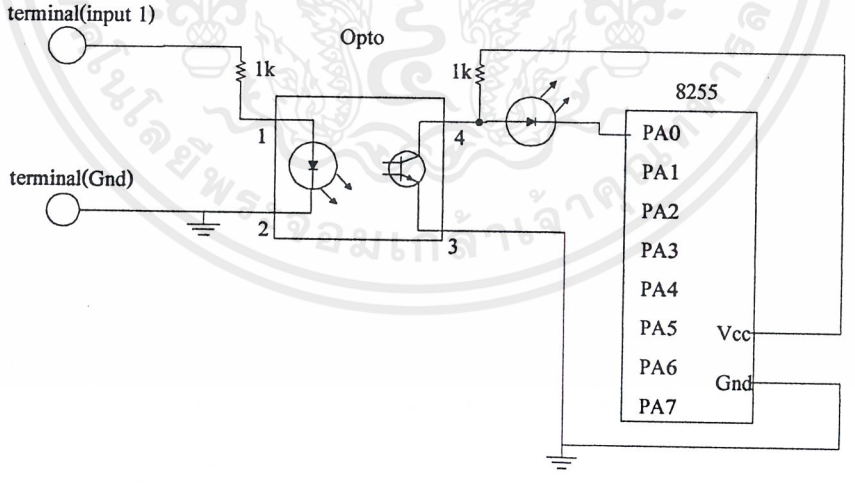
1. ส่วนอินพุต
2. ส่วนเอาต์พุต

3.1.2.1 ส่วนอินพุต

ส่วนอินพุตประกอบด้วยอุปกรณ์คือ

1. เทอร์มินอล 10 ช่อง
2. อุปกรณ์แยกสัญญาณด้วยแสงเบอร์ PC817 8 ตัว
3. ตัวต้านทาน 1 กิโลโอห์ม 16 ตัว
4. แอลอีดี 8 ตัว

นำอุปกรณ์หมดมาต่อตามรูป 3.6



รูปที่ 3.6 แสดงการต่อส่วนอินพุตต่อหนึ่งจุดเชื่อมของเทอร์มินอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

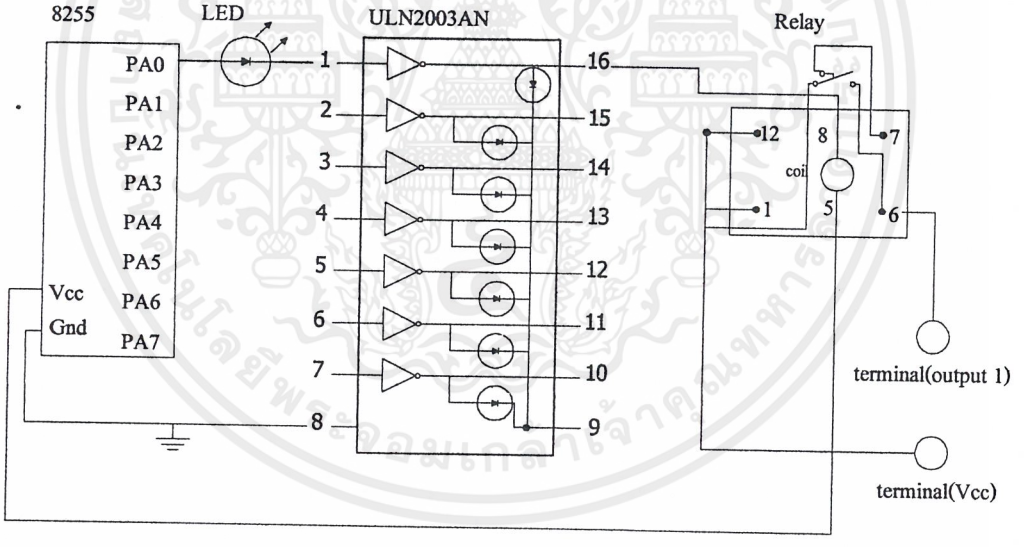
จากรูป 3.6 เป็นการต่อเพียงแค่ 1 จุดเชื่อม ต้องทำทั้งหมด 8 จุดเชื่อมโดยเปลี่ยนการต่อพอร์ตของ 8255 ไปเป็น PA1 ไปเรื่อยๆจนถึง PA7

3.1.2.2 ส่วนเอาต์พุต

ส่วนเอาต์พุตประกอบด้วยอุปกรณ์คือ

1. เทอร์มินอล 10 ช่อง
2. ULN2003AN ดาริงตันอาเลย์แรงดันสูง , กระแสสูง 2 ตัว
3. รีเลย์ 8 ตัว
4. แอลอีดี 8 ตัว

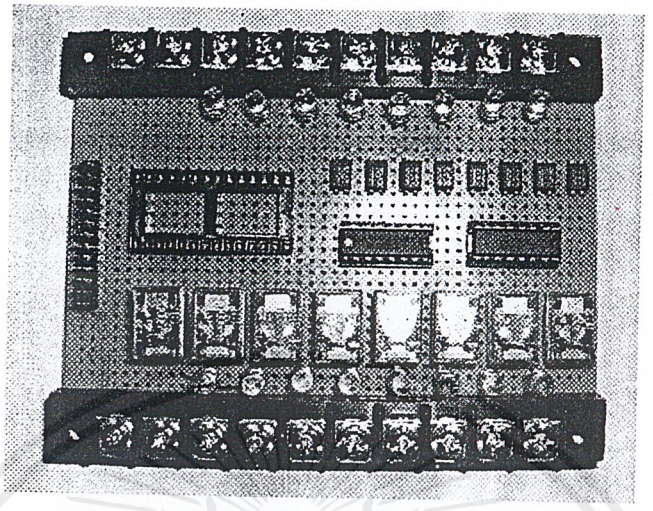
นำอุปกรณ์หมดมาต่อตามรูป 3.7



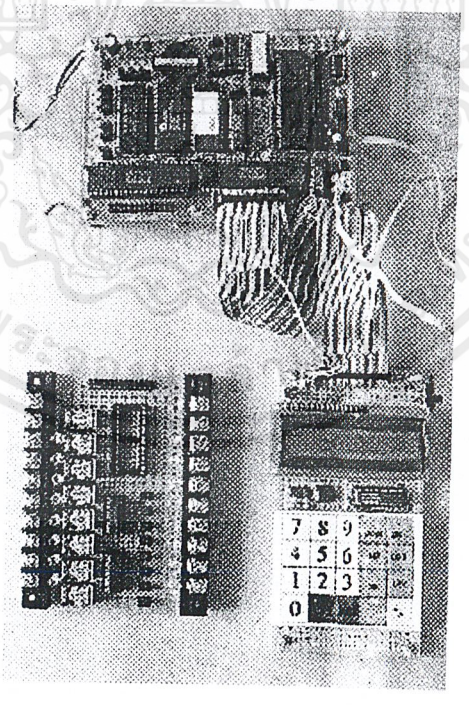
รูปที่ 3.7 แสดงการต่อส่วนเอาต์พุตต่อหนึ่งจุดเชื่อมของเทอร์มินอล

จากรูป 3.7 เป็นการต่อเพียงแค่ 1 จุดเชื่อม ต้องทำทั้งหมด 8 จุดเชื่อมโดยเปลี่ยนการต่อพอร์ตของ 8255 ไปเป็น PB1 ไปเรื่อยๆจนถึง PB7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แสดงส่วนอินพุตและเอาต์พุตที่ประกอบเสร็จแล้ว

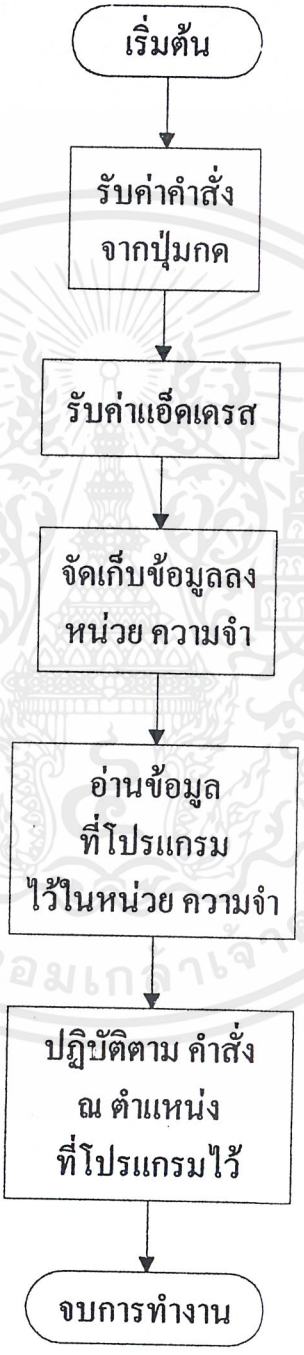


รูปที่ 3.9 แสดงฮาร์ดแวร์ทั้งหมดของโปรเจค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนซอร์ฟแวร์

เขียนโปรแกรมตามโพลชาร์ตดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การใช้งาน PLC

4.1 ตำแหน่งของส่วนต่างๆ

00-07 ——▶ อินพุต
10-17 ——▶ เอาต์พุต
20-27 ——▶ Timer
30-37 ——▶ Counter
40-47 , 50-57 ——▶ รีเลย์ภายใน

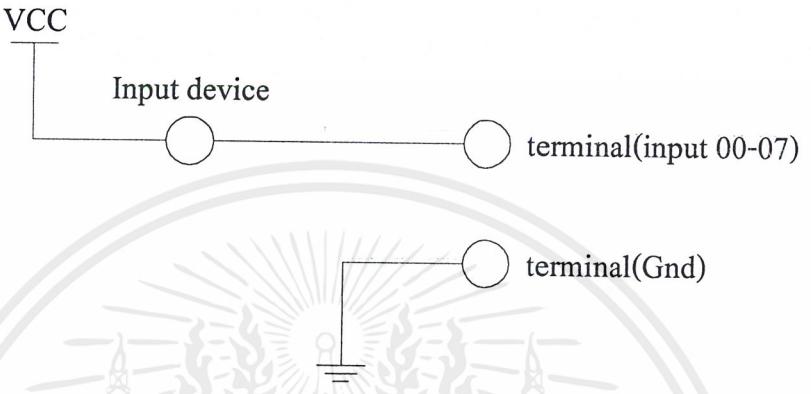
4.2 การใช้งานส่วนปุ่มกด

1. กดปุ่มเรียกคำสั่ง LD ซึ่งเป็นคำสั่งแรกในการเขียนโปรแกรมบุลลีน
2. ตามด้วยตำแหน่งของรีเลย์ภายในหรืออุปกรณ์ภายนอก เช่น LD 00
3. เสร็จการป้อนคำสั่งแต่ละคำสั่งให้กดปุ่ม Ent เพื่อป้อนคำสั่งต่อไป
4. กดปุ่มเรียกคำสั่งต่อไปได้แก่ AND,OR,OUT
5. ในกรณีที่ต้องการใช้คำสั่ง ANI,LDI,ORI ให้กดคำสั่ง AND,LD หรือ OR ขึ้นมาก่อนแล้วจึงกดปุ่ม INV
6. ในกรณีที่ต้องการใช้คำสั่ง ANB,ORB ให้กดคำสั่ง AND หรือ OR ขึ้นมาก่อนแล้วจึ กดปุ่ม 2^{nd}
7. ในกรณีที่เป็นการป้อนการใช้ Timer และ Counter ให้ใช้ปกติเหมือนการใช้รีเลย์ภายในแต่ใช้ตำแหน่งของ Timer และ Counter แทน แล้วกดปุ่ม Ent คำส่งต่อไปต้องตามด้วยการกดปุ่ม Tk สังเกตบนจอแสดงผลจะขึ้นว่า K = ให้ใส่ตัวเลขที่ต้องการลงไป ซึ่งในการใช้งาน Timer จะเป็นค่า 10 เท่าของเวลาที่ต้องการ เช่น ต้องการจับเวลา 5 วินาทีจะเป็น K = 50 ในการใช้งาน Counter จะเป็นจำนวนครั้งที่ได้รับสัญญาณหรือที่ต้องการนับ เช่นต้องการนับ 3 จะได้ K = 3
8. ใช้ปุ่ม clr ในกรณีที่พิมพ์ผิดซึ่งจะลบคำสั่งล่าสุดที่ได้กดปุ่ม
9. ในการป้อนคำสั่ง END เพื่อจบโปรแกรมให้กดปุ่ม 6 แล้วกดปุ่ม Ent

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

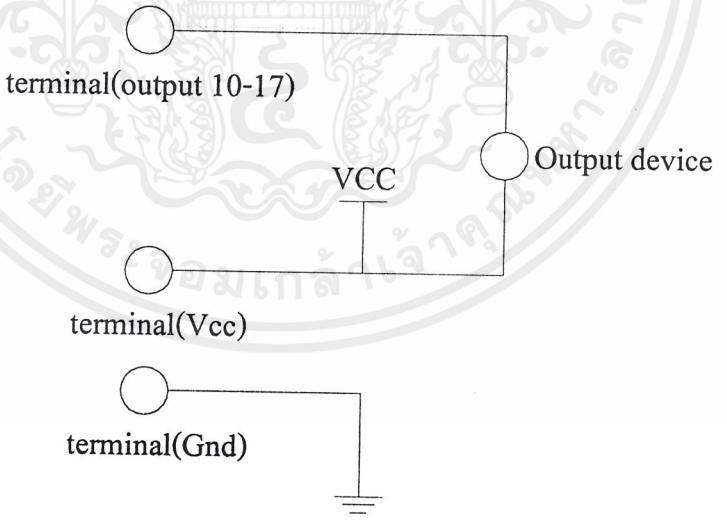
4.3 การต่ออินพุตภายนอกเข้ากับอินพุตเทอร์มินอล

ให้ต่ออินพุตภายนอกตามรูปข้างล่างนี้



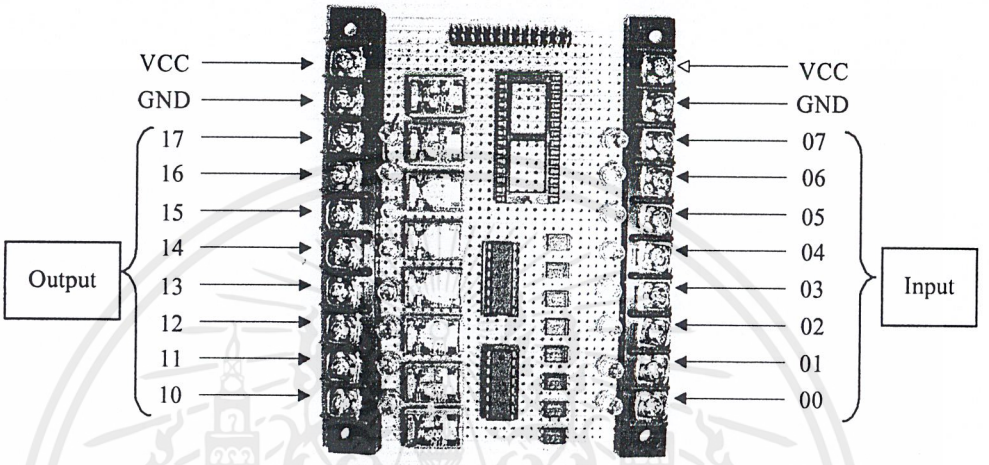
4.4 การต่อเอาต์พุตภายนอกเข้ากับเอาต์พุตเทอร์มินอล

ให้ต่อเอาต์พุตภายนอกตามรูปข้างล่างนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ตำแหน่งต่างๆบนเทอร์มินอล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

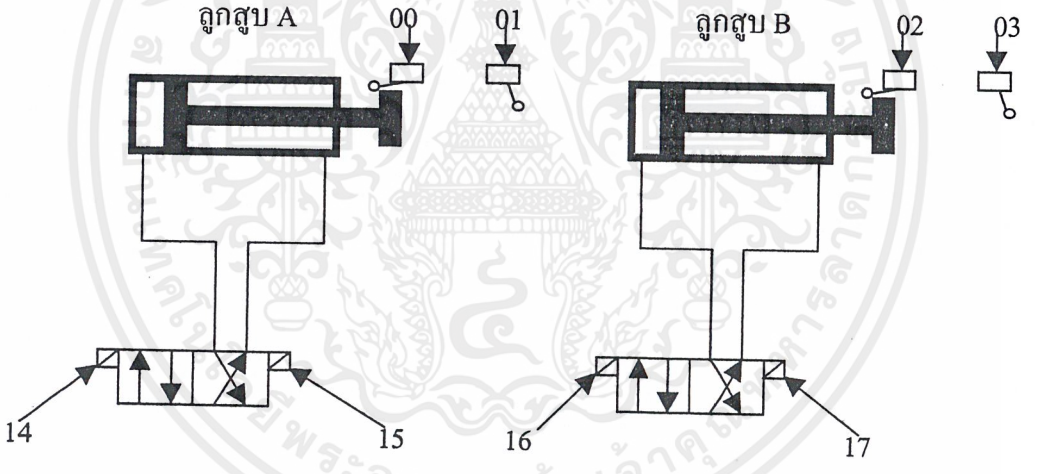
การทดลองและผลการทดลอง

การทดลองที่ 1 : การทดลองใช้ PLC กับระบบจริง (ลูกสูบ)

จุดประสงค์ : ทดสอบความถูกต้องของ PLC โดยใช้ระบบนิวเมติกในการทดสอบ

ขั้นตอนการทำงานของระบบลูกสูบที่ใช้ในการทดลองนี้

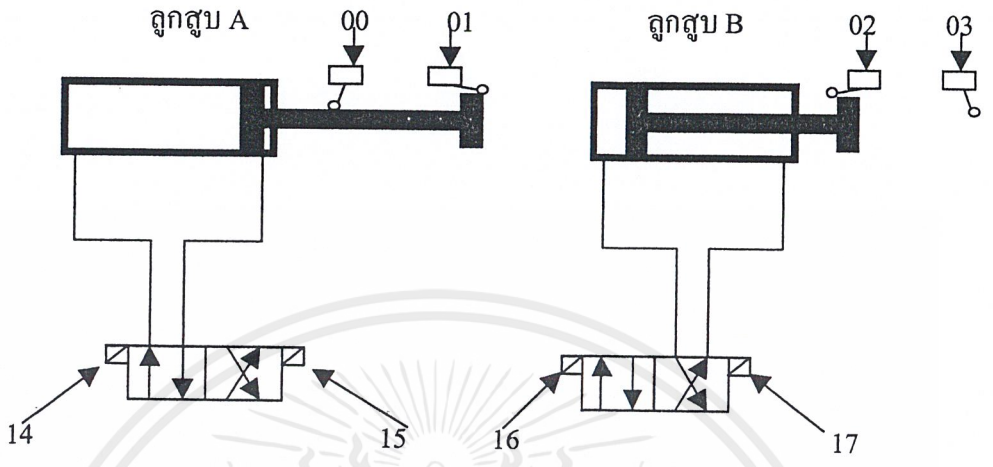
ขั้นที่ 1



ระบบนิวเมติกนี้ประกอบด้วยกระบอกสูบ 2 กระบอกคือลูกสูบ A และลูกสูบ B พร้อมด้วยวาล์ว 4/2 มีลิมิตสวิตช์ต่อเข้าอินพุตของ PLC 00 , 01 , 02 , 03 และต่อเอาต์พุตที่ 14 ,15 ,16 , 17 มาควบคุมการทำงานของวาล์ว

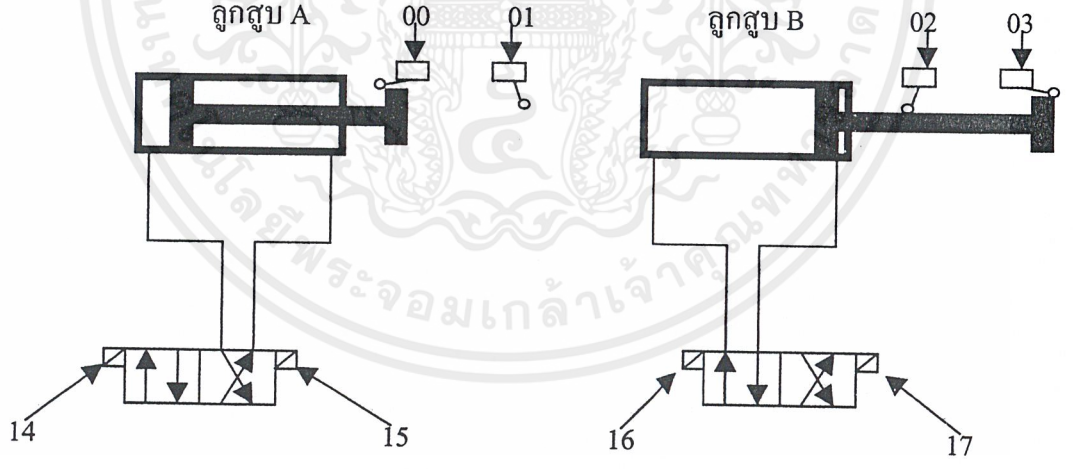
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 2



เมื่อกดปุ่มเริ่มทำงานจะมีสัญญาณสั่งให้เอาต์พุต 14 ทำงานจะทำให้วาล์วเลื่อนไปทางขวา เป็นผลทำให้ลูกสูบ A เลื่อนออกจนกระทั่งอินพุต 01 ON

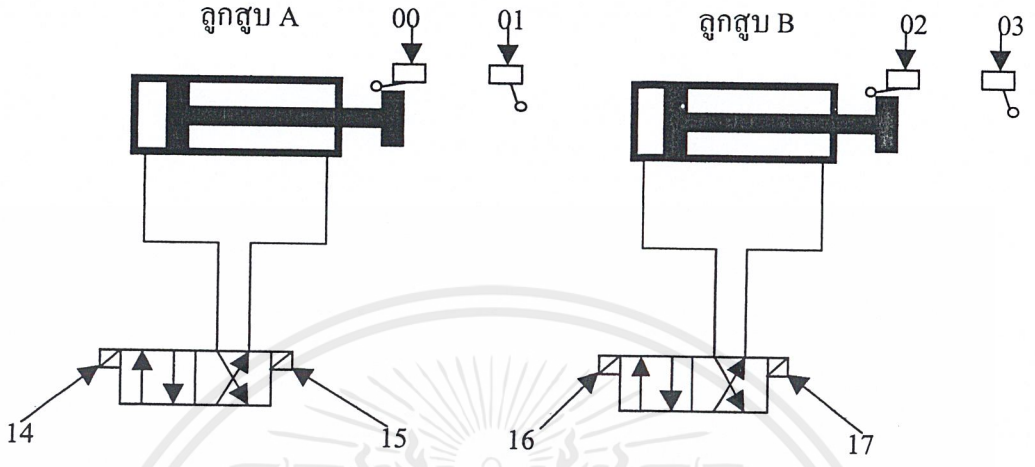
ขั้นที่ 3



เมื่อสวิตช์ 01 ON จะมีสัญญาณสั่งให้เอาต์พุต 15 ทำงาน ทำให้วาล์วเลื่อนไปทางซ้ายเป็นผลให้ลูกสูบชักเข้าจนสวิตช์ 00 ON แล้วจะมีสัญญาณสั่งให้เอาต์พุต 16 ทำงาน ทำให้วาล์วเลื่อนไปทางขวาเป็นผลให้ลูกสูบชักออกจนสวิตช์ 03 ON

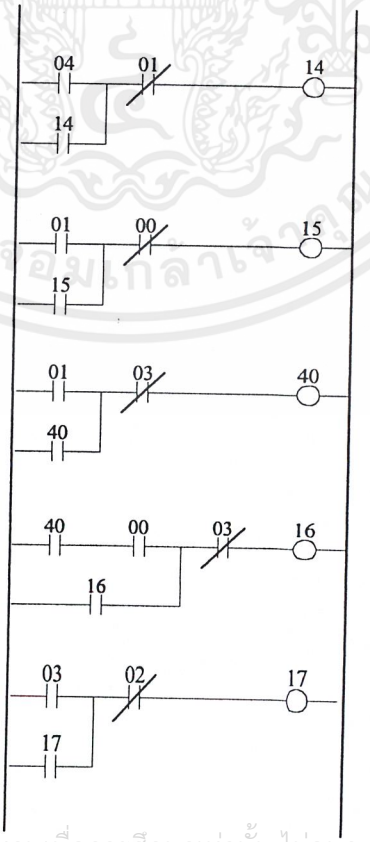
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นที่ 4



เมื่อสวิตช์ 03 ทำงานจะมีสัญญาณสั่งให้เอาต์พุต 17 ทำงาน ทำให้วาล์วเลื่อนไปทางซ้ายเป็นผลให้ลูกสูบชักเข้าจนสวิตช์ 02 ON จะจบการทำงาน

จะเขียนเป็นโปรแกรมแลดเดอร์ได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงเป็นโปรแกรมภาษาบุลลีนได้ดังนี้

```
LD 04          LD 40
OR 14          AND 00
ANI 01         OR 16
OUT 14         ANI 03
LD 01          OUT 16
OR 15          LD 03
ANI 00         OR 17
OUT 15         ANI 02
LD 01          OUT 17
OR 40
ANI 03
OUT 40
```

การทดลอง

ต่ออุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตตามรูปโดยเพิ่มอุปกรณ์สวิตช์แบบกดปล่อยดับที่อินพุต 14 ให้เป็นปุ่มเริ่มการทำงาน ทำการทดลองโปรแกรมบุลลีนที่ได้นี้กับ PLC โดยการป้อนโปรแกรมลงไปทางส่วนปุ่มกด แล้วทำการรันโปรแกรมแล้วสังเกตผลตามนี้

1. ทำการกดปุ่มเริ่มทำงานสังเกตผลที่เกิดขึ้น
2. เมื่อสวิตช์ 01 ON สังเกตผลที่เกิดขึ้น
3. เมื่อสวิตช์ 00 ON สังเกตผลที่เกิดขึ้น
4. เมื่อสวิตช์ 03 ON สังเกตผลที่เกิดขึ้น
5. เมื่อสวิตช์ 02 ON สังเกตว่าระบบหยุดทำงานหรือไม่

ผลการทดลอง

เมื่อกดปุ่มเริ่มทำงาน ⟶ เอาต์พุต 14 ON

เมื่อสวิตช์ 01 ON ⟶ เอาต์พุต 15 ON , เอาต์พุต 14 OFF

เมื่อสวิตช์ 00 ON ⟶ เอาต์พุต 16 ON , เอาต์พุต 15 OFF

เมื่อสวิตช์ 03 ON ⟶ เอาต์พุต 17 ON , เอาต์พุต 16 OFF

เมื่อสวิตช์ 02 ON ⟶ ระบบทั้งหมดหยุดทำงาน

สรุปผลการทดลอง : ส่วนปุ่มกดของPLCทำงานได้ถูกต้อง ส่วนประมวลผลทำการแปลโปรแกรมได้ถูกต้องตามโปรแกรมที่ป้อนเข้าไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

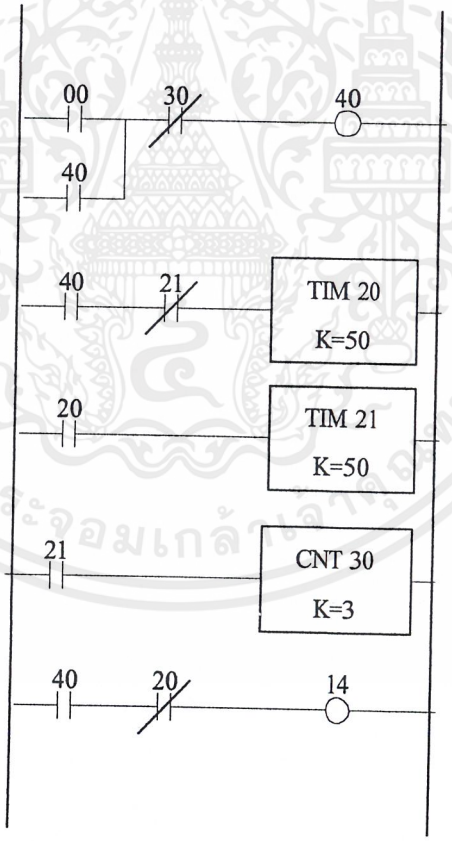
การทดลองที่ 2 : การทดลองใช้ PLC กับระบบจริง (ตั้งเวลาเปิดปิดพัดลม)

จุดประสงค์ : ทดสอบความถูกต้องของ PLC ในการจับเวลาและการนับ

ขั้นตอนการทำงานของการตั้งเวลาเปิดปิดพัดลมที่ใช้ในการทดลองนี้

เริ่มแรกเมื่อกดปุ่มเริ่มต้นพัดลมจะเปิดเมื่อผ่านไป 5 วินาทีพัดลมจะปิดและจะเปิดในอีก 5 นาที ทำการเปิดปิดพัดลมจนครบ 3 รอบจะหยุดการทำงาน

จะเขียนเป็นโปรแกรมแลดเดอร์ได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปลงเป็นโปรแกรมภาษาบุลลีนได้ดังนี้

```
LD 00
OR 40
ANI 30
OUT 40
LD 40
ANI 21
TIM 20
K = 50
LD 20
TIM 21
K = 50
LD 21
CNT 30
K = 3
LD 40
ANI 20
OUT 14
```

การทดลอง

นำสวิตช์ชนิดกดปล่อยดับมาต่อเป็นปุ่มเริ่มต้นที่อินพุต 00 นำพัดลมมาต่อที่เอาต์พุต 14 จากนั้นทำการป้อนโปรแกรมบุลลีนเข้าไปที่ส่วนปุ่มกดของ PLC แล้วทำการรันโปรแกรมแล้วสังเกตผลว่าพัดลมทำงานเปิดปิดเป็นเวลา 5 วินาทีสลับกันและหยุดเมื่อครบ 3 รอบได้ตามต้องการหรือไม่

ผลการทดลอง

เมื่อกดปุ่มเริ่มต้นพัดลมจะทำงานเปิดปิดสลับกันถูกต้อง แต่เวลาที่ใช้สลับการทำงานคือ 5 วินาที ยังมีการคาดเคลื่อนอยู่บ้าง เมื่อครบรอบการทำงาน 3 รอบระบบจะหยุดทำงานได้ถูกต้อง

สรุปผลการทดลอง

การเปิดปิดพัดลมและวงจรนับถูกต้อง แต่วงจรตั้งเวลายังมีความผิดพลาดเล็กน้อย ซึ่งพอรับได้กับระบบที่มีความจุมากและมีค่าโปรเซสแลกมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
บทวิจารณ์และสรุป

ในโปรเจคนี้มีปัญหาเกิดขึ้นหลายรูปแบบทั้งทางด้านฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์ซึ่งส่วนใหญ่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเล็กๆน้อยๆซึ่งทำให้สูญเสียเวลาในการทำไปมาก ปัญหาทางด้านฮาร์ดแวร์ได้แก่ การขาดของสายไฟ , อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์มีปัญหา , หน่วยแสดงผลแอลซีดีไม่แสดงผลเนื่องจากค่าความต้านทานที่ต้องต่อตามที่ให้ในแผ่นข้อมูล (Data Sheet) มีค่ามากเกินไป ,ไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้งานติดต่อกันนานไม่ได้เพราะจะทำให้ร้อนและจะทำให้ทำงานผิดพลาด ปัญหาทางด้านซอร์ฟแวร์ได้แก่ การใช้ภาษาแอสแซมบลีเขียนโปรแกรมทำให้โปรแกรมยาวมากยากแก่การตรวจสอบเมื่อมีความผิดพลาดเกิดขึ้น , ต้องเสียเวลาในการแปลงโปรแกรมแอสแซมบลีที่เขียนเป็นเลขฐาน 16 ก่อนจึงจะนำไปใช้งานได้

สิ่งที่ควรพัฒนาต่อไปได้แก่ การทำแผ่นปริ๊นท์ขึ้นมา , เพิ่มปุ่มกดให้มากขึ้นเพื่อความสะดวกในการใช้งานและเพิ่มฟังก์ชั่นให้มากขึ้น , เพิ่มจำนวนอินพุตเอาต์พุตและทามเมอร์เคาต์เตอร์ (Timer/Counter)ให้มากกว่านี้ , ใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมที่สูงกว่านี้เช่นใช้ภาษา C หรือภาษาปาสคาล , เปลี่ยนไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีประสิทธิภาพดีกว่านี้เพื่อเพิ่มความเร็วในการทำงาน , ติดตั้งที่ระบายความร้อนให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ , สร้างโปรแกรมแลดเดอร์ในคอมพิวเตอร์เพื่อให้สะดวกต่อการเขียนโปรแกรมในการใช้งาน PLC และยังสามารถแสดงผลได้ดีกว่า ,พัฒนาอินพุตและเอาต์พุตให้มีส่วนที่สามารถรับอุปกรณ์วัดที่เป็นแบบวัดต่อเนื่องได้และเพิ่มความสามารถในการใช้งานกับอุปกรณ์ภายนอกที่มีแรงดันและกระแสสูงๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
แผ่นข้อมูลของไอซีแปลงรหัสปุ่มกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

National Semiconductor

July 1993

MM54C922/MM74C922 16-Key Encoder
MM54C923/MM74C923 20-Key Encoder

General Description

These CMOS key encoders provide all the necessary logic to fully encode an array of SPST switches. The keyboard scan can be implemented by either an external clock or external capacitor. These encoders also have on-chip pull-up devices which permit switches with up to 50 kΩ on resistance to be used. No diodes in the switch array are needed to eliminate ghost switches. The internal debounce circuit needs only a single external capacitor and can be defeated by omitting the capacitor. A Data Available output goes to a high level when a valid keyboard entry has been made. The Data Available output returns to a low level when the entered key is released, even if another key is depressed. The Data Available will return high to indicate acceptance of the new key after a normal debounce period; this two-key rollover is provided between any two switches.

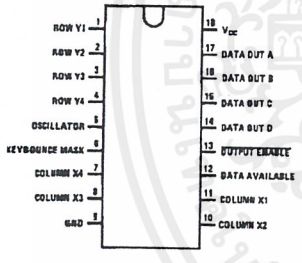
An internal register remembers the last key pressed even after the key is released. The TRI-STATE® outputs provide for easy expansion and bus operation and are LPTTL compatible.

Features

- 50 kΩ maximum switch on resistance
- On or off chip clock
- On-chip row pull-up devices
- 2 key roll-over
- Keybounce elimination with single capacitor
- Last key register at outputs
- TRI-STATE outpust LPTTL compatible
- Wide supply range 3V to 15V
- Low power consumption

Connection Diagrams

Pin Assignment for Dual-In-Line Package

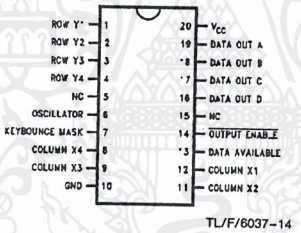


TL/F/6037–1

Top View

Order Number MM54C922 or MM74C922

Pin Assignment for SOIC

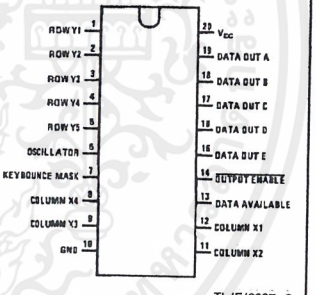


TL/F/6037–14

Top View

Order Number MM74C922

Pin Assignment for DIP and SOIC Package



TL/F/6037–2

Top View

Order Number MM54C923 or MM74C923

TRI-STATE® is a registered trademark of National Semiconductor Corporation.

©1995 National Semiconductor Corporation TL/F/6037

RRD-B30M105/Printed in U. S. A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

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

Voltage at Any Pin $V_{CC} - 0.3V$ to $V_{CC} + 0.3V$

Operating Temperature Range

MM54C922, MM54C923 −55°C to +125°C

MM74C922, MM74C923 −40°C to +85°C

Storage Temperature Range −65°C to +150°C

Power Dissipation (P_D)

Dual-In-Line 700 mW

Small Outline 500 mW

Operating V_{CC} Range 3V to 15V

V_{CC} 18V

Lead Temperature (Soldering, 10 seconds) 260°C

DC Electrical Characteristics Min/Max limits apply across temperature range unless otherwise specified

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
CMOS TO CMOS						
V_{T+}	Positive-Going Threshold Voltage at Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V, $I_{IN} \geq$ 0.7 mA	3.0	3.6	4.3	V
		V_{CC} = 10V, $I_{IN} \geq$ 1.4 mA	6.0	6.8	8.6	V
		V_{CC} = 15V, $I_{IN} \geq$ 2.1 mA	9.0	10	12.9	V
V_{T-}	Negative-Going Threshold Voltage at Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V, $I_{IN} \geq$ 0.7 mA	0.7	1.4	2.0	V
		V_{CC} = 10V, $I_{IN} \geq$ 1.4 mA	1.4	3.2	4.0	V
		V_{CC} = 15V, $I_{IN} \geq$ 2.1 mA	2.1	5	6.0	V
$V_{IN(1)}$	Logical "1" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V	3.5	4.5		V
		V_{CC} = 10V	8.0	9		V
		V_{CC} = 15V	12.5	13.5		V
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	V_{CC} = 5V		0.5	1.5	V
		V_{CC} = 10V		1	2	V
		V_{CC} = 15V		1.5	2.5	V
I_{rp}	Row Pull-Up Current at Y1, Y2, Y3, Y4 and Y5 Inputs	V_{CC} = 5V, V_{IN} = 0.1 V_{CC}		−2	−5	μA
		V_{CC} = 10V		−10	−20	μA
		V_{CC} = 15V		−22	−45	μA
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	V_{CC} = 5V, I_O = −10 μA	4.5			V
		V_{CC} = 10V, I_O = −10 μA	9			V
		V_{CC} = 15V, I_O = −10 μA	13.5			V
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage	V_{CC} = 5V, I_O = 10 μA			0.5	V
		V_{CC} = 10V, I_O = 10 μA			1	V
		V_{CC} = 15V, I_O = 10 μA			1.5	V
R_{on}	Column "ON" Resistance at X1, X2, X3 and X4 Outputs	V_{CC} = 5V, V_O = 0.5V		500	1400	Ω
		V_{CC} = 10V, V_O = 1V		300	700	Ω
		V_{CC} = 15V, V_O = 1.5V		200	500	Ω
I_{CC}	Supply Current Osc at 0V, (one Y low)	V_{CC} = 5V		0.55	1.1	mA
		V_{CC} = 10V		1.1	1.9	mA
		V_{CC} = 15V		1.7	2.6	mA
$I_{IN(1)}$	Logical "1" Input Current at $\overline{\text{Output Enable}}$	V_{CC} = 15V, V_{IN} = 15V		0.005	1.0	μA
$I_{IN(0)}$	Logical "0" Input Current at $\overline{\text{Output Enable}}$	V_{CC} = 15V, V_{IN} = 0V	−1.0	−0.005		μA
CMOS/LPTTL INTERFACE						
$V_{IN(1)}$	Logical "1" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	54C, V_{CC} = 4.5V	V_{CC} − 1.5			V
		74C, V_{CC} = 4.75V	V_{CC} − 1.5			V
$V_{IN(0)}$	Logical "0" Input Voltage, Except Osc and KBM Inputs	54C, V_{CC} = 4.5V			0.8	V
		74C, V_{CC} = 4.75V			0.8	V
$V_{OUT(1)}$	Logical "1" Output Voltage	54C, V_{CC} = 4.5V, I_O = −360 μA	2.4			V
		74C, V_{CC} = 4.75V, I_O = −360 μA	2.4			V
$V_{OUT(0)}$	Logical "0" Output Voltage	54C, V_{CC} = 4.5V, I_O = −360 μA			0.4	V
		74C, V_{CC} = 4.75V, I_O = −360 μA			0.4	V

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DC Electrical Characteristics

Min/Max limits apply across temperature range unless otherwise specified (Continued)

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
OUTPUT DRIVE (See 54C/74C Family Characteristics Data Sheet) (Short Circuit Current)						
I_{SOURCE}	Output Source Current (P-Channel)	V_{CC} = 5V, V_{OUT} = 0V, T_A = 25°C	−1.75	−3.3		mA
I_{SOURCE}	Output Source Current (P-Channel)	V_{CC} = 10V, V_{OUT} = 0V, T_A = 25°C	−8	−15		mA
I_{SINK}	Output Sink Current (N-Channel)	V_{CC} = 5V, V_{OUT} = V_{CC}, T_A = 25°C	1.75	3.6		mA
I_{SINK}	Output Sink Current (N-Channel)	V_{CC} = 10V, V_{OUT} = V_{CC}, T_A = 25°C	8	16		mA

AC Electrical Characteristics*

T_A = 25°C, C_L = 50 pF, unless otherwise noted

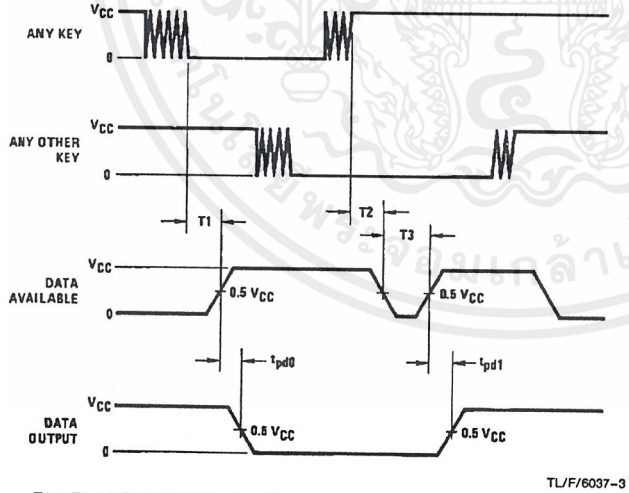
Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{pd0}, t_{pd1}	Propagation Delay Time to Logical "0" or Logical "1" from D.A.	C_L = 50 pF *(Figure 1)* V_{CC} = 5V V_{CC} = 10V V_{CC} = 15V		60 35 25	150 80 60	ns ns ns
t_{0H}, t_{1H}	Propagation Delay Time from Logical "0" or Logical "1" into High Impedance State	R_L = 10k, C_L = 10 pF *(Figure 2)* V_{CC} = 5V, R_L = 10k V_{CC} = 10V, C_L = 10 pF V_{CC} = 15V		80 65 50	200 150 110	ns ns ns
t_{H0}, t_{H1}	Propagation Delay Time from High Impedance State to a Logical "0" or Logical "1"	R_L = 10k, C_L = 50 pF *(Figure 2)* V_{CC} = 5V, R_L = 10k V_{CC} = 10V, C_L = 50 pF V_{CC} = 15V		100 55 40	250 125 90	ns ns ns
C_{IN}	Input Capacitance	Any Input (Note 2)		5	7.5	pF
C_{OUT}	TRI-STATE Output Capacitance	Any Output (Note 2)		10		pF

*AC Parameters are guaranteed by DC correlated testing.

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

Note 2: Capacitance is guaranteed by periodic testing.

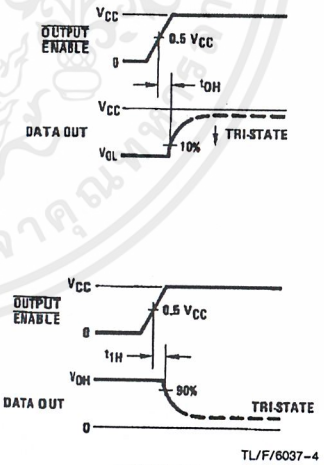
Switching Time Waveforms



TL/F/6037–3

T1 ≈ T2 ≈ RC, T3 ≈ 0.7 RC, where R ≈ 10k and C is external capacitor at KBM input.

FIGURE 1

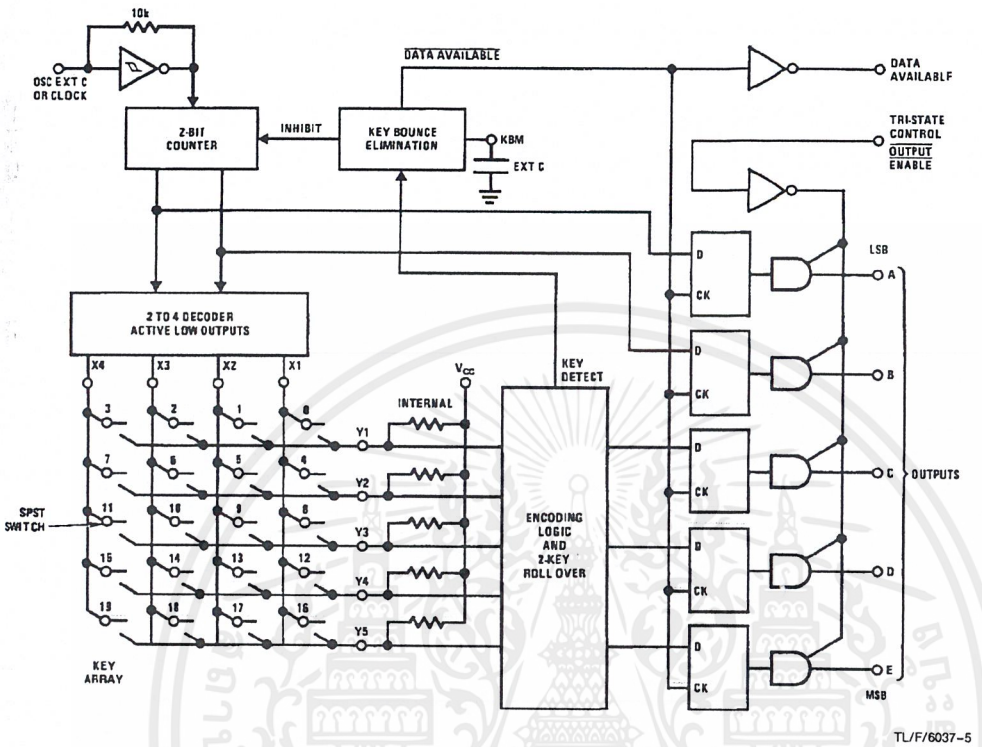


TL/F/6037–4

FIGURE 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



Truth Table

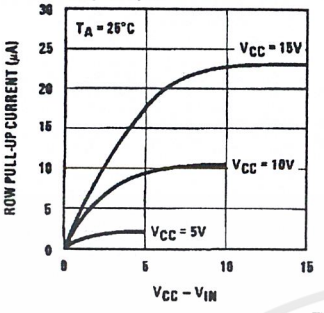
Switch Position	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
	Y1,X1	Y1,X2	Y1,X3	Y1,X4	Y2,X1	Y2,X2	Y2,X3	Y2,X4	Y3,X1	Y3,X2	Y3,X3	Y3,X4	Y4,X1	Y4,X2	Y4,X3	Y4,X4	Y5*,X1	Y5*,X2	Y5*,X3	Y5*,X4
DATA OUT A	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
DATA OUT B	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
DATA OUT C	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0
DATA OUT D	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
DATA OUT E*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1

*Omit for MM54C922/MM74C922

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

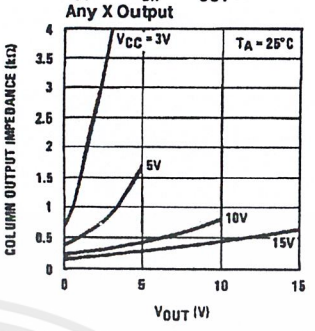
Typical Performance Characteristics

Typical I_{rp} vs V_{IN} at Any Y Input



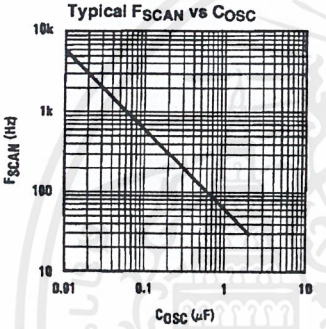
TL/F/6037–6

Typical R_{on} vs V_{OUT} at Any X Output



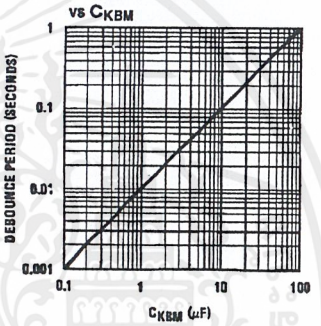
TL/F/6037–7

Typical F_{SCAN} vs C_{OSC}



TL/F/6037–8

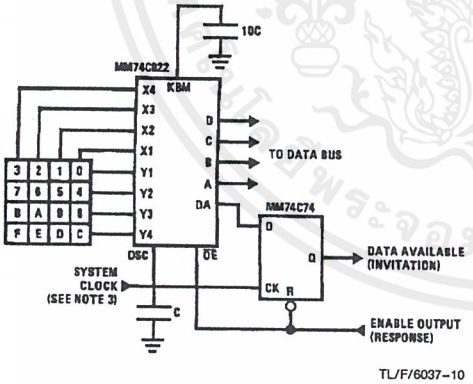
Typical Debounce Period vs C_{KBM}



TL/F/6037–9

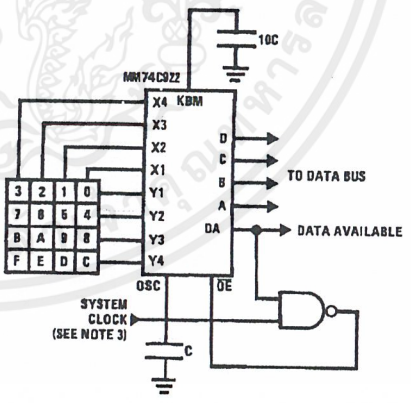
Typical Applications

Synchronous Handshake (MM74C922)



TL/F/6037–10

Synchronous Data Entry Onto Bus (MM74C922)



TL/F/6037–11

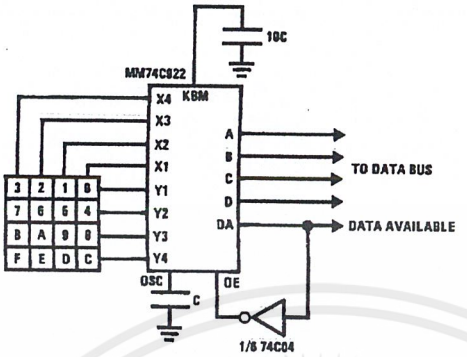
Outputs are enabled when valid entry is made and go into TRI-STATE when key is released.

Note 3: The keyboard may be synchronously scanned by omitting the capacitor at osc. and driving osc. directly if the system clock rate is lower than 10 kHz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications (Continued)

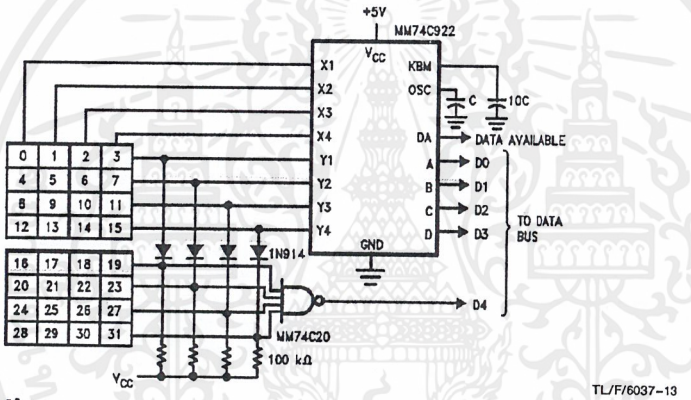
Asynchronous Data Entry Onto Bus (MM74C922)



TL/F/6037–12

Outputs are in TRI-STATE until key is pressed, then data is placed on bus. When key is released, outputs return to TRI-STATE.

Expansion to 32 Key Encoder (MM74C922)



TL/F/6037–13

Theory of Operation

The MM74C922/MM74C923 Keyboard Encoders implement all the logic necessary to interface a 16 or 20 SPST key switch matrix to a digital system. The encoder will convert a key switch closer to a 4(MM74C922) or 5(MM74C923) bit nibble. The designer can control both the keyboard scan rate and the key debounce period by altering the oscillator capacitor, C_{OSE}, and the key bounce mask capacitor, C_{MSK}. Thus, the MM74C922/MM74C923's performance can be optimized for many keyboards.

The keyboard encoders connect to a switch matrix that is 4 rows by 4 columns (MM74C922) or 5 rows by 4 columns (MM74C923). When no keys are depressed, the row inputs are pulled high by internal pull-ups and the column outputs sequentially output a logic "0". These outputs are open drain and are therefore low for 25% of the time and otherwise off. The column scan rate is controlled by the oscillator input, which consists of a Schmitt trigger oscillator, a 2-bit counter, and a 2–4-bit decoder.

When a key is depressed, key 0, for example, nothing will happen when the X1 input is off, since Y1 will remain high. When the X1 column is scanned, X1 goes low and Y1 will go low. This disables the counter and keeps X1 low. Y1 going low also initiates the key bounce circuit timing and locks out the other Y inputs. The key code to be output is a combination of the frozen counter value and the decoded Y inputs. Once the key bounce circuit times out, the data is latched, and the Data Available (DAV) output goes high.

If, during the key closure the switch bounces, Y1 input will go high again, restarting the scan and resetting the key bounce circuitry. The key may bounce several times, but as soon as the switch stays low for a debounce period, the closure is assumed valid and the data is latched.

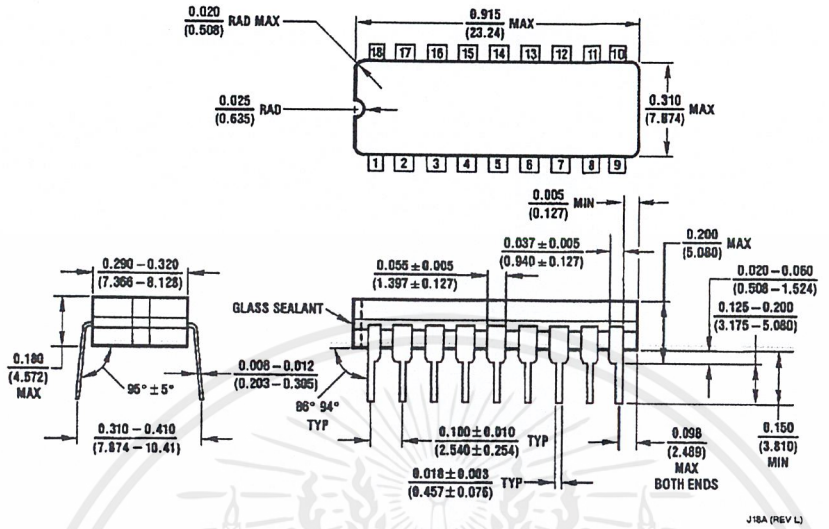
A key may also bounce when it is released. To ensure that the encoder does not recognize this bounce as another key closure, the debounce circuit must time out before another closure is recognized.

The two-key roll-over feature can be illustrated by assuming a key is depressed, and then a second key is depressed. Since all scanning has stopped, and all other Y inputs are disabled, the second key is not recognized until the first key is lifted and the key bounce circuitry has reset.

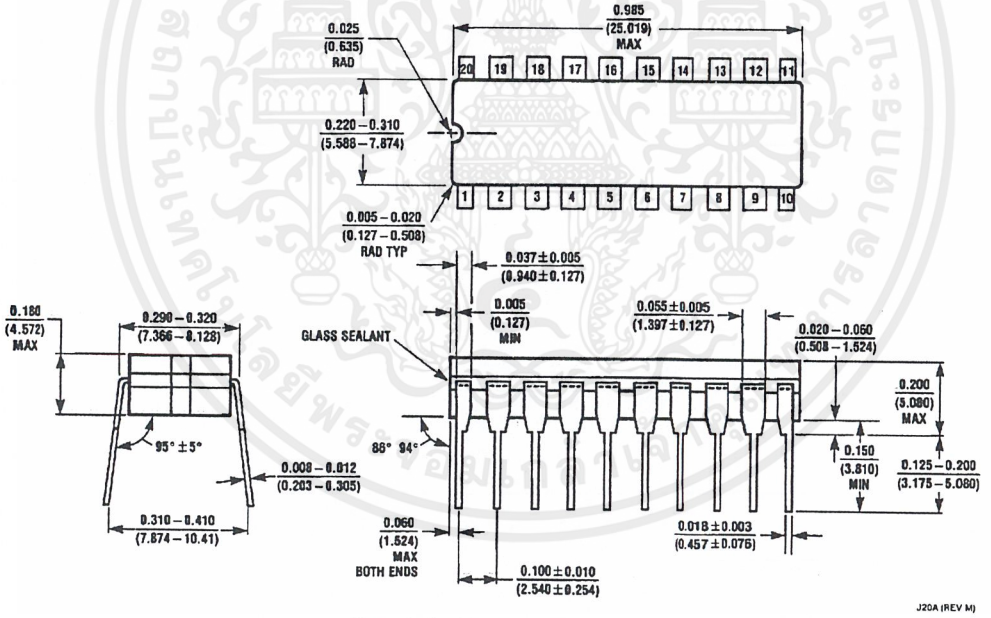
The output latches feed TRI-STATE, which is enabled when the Output Enable ($\overline{OE}$) input is taken low.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters)



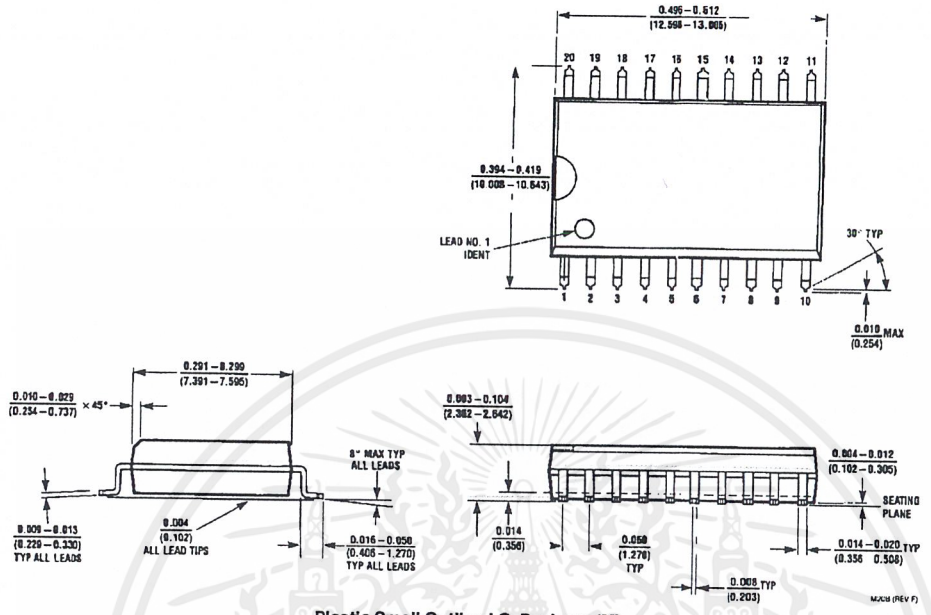
Ceramic Dual-In-Line Package (J)
Order Number MM54C922J or MM74C922J
NS Package Number J18A



Ceramic Dual-In-Line Package (J)
Order Number MM54C923J or MM74C923J
NS Package Number J20A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

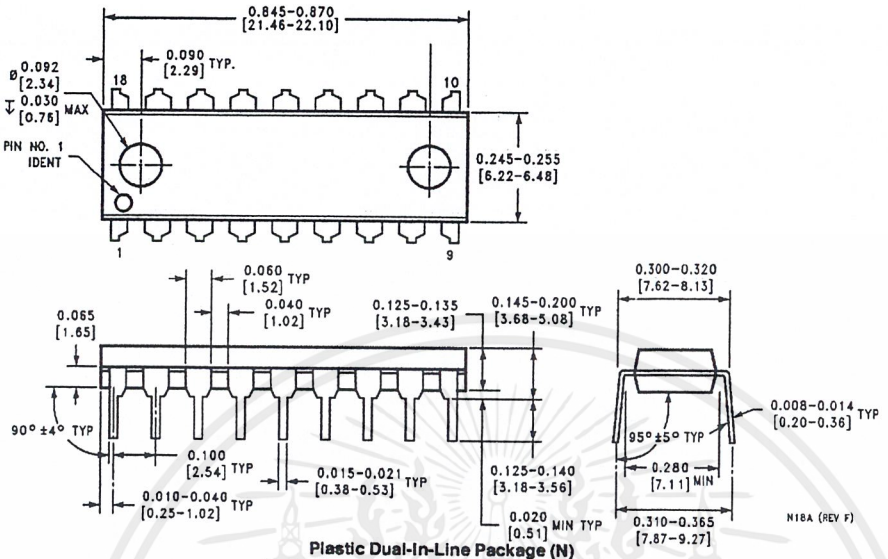
Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



Plastic Small Outline I.C. Package (M)
Order Number MM74C922M or MM74C923M
NS Package Number M20B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

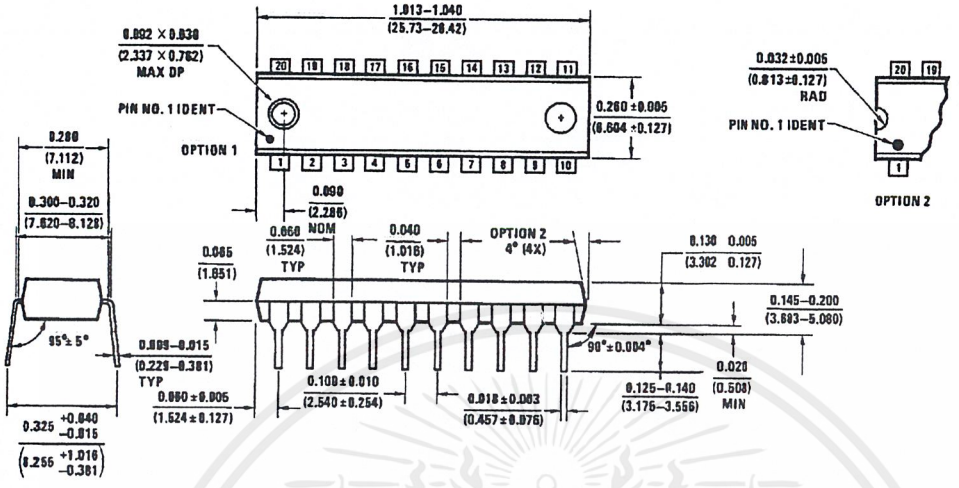
Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



Plastic Dual-In-Line Package (N)
Order Number MM54C922N or MM74C922N
NS Package Number N18A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) (Continued)



Plastic Dual-In-Line Package (N)
Order Number MM54C923N or MM74C923N
NS Package Number N20A

LIFE SUPPORT POLICY

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

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

National Semiconductor Corporation
1111 West Bardin Road
Arlington, TX 76017
Tel: 1(800) 272-9959
Fax: 1(800) 737-7018

National Semiconductor Europe
Fax: (+49) 0-180-530 85 86
Email: cnjwge@tevm2.nsc.com
Deutsch Tel: (+49) 0-180-530 85 85
English Tel: (+49) 0-180-532 78 32
Français Tel: (+49) 0-180-532 93 58
Italiano Tel: (+49) 0-180-534 16 80

National Semiconductor Hong Kong Ltd.
13th Floor, Straight Block,
Ocean Centre, 5 Canton Rd.
Tsimshatsui, Kowloon
Hong Kong
Tel: (852) 2737-1600
Fax: (852) 2736-9960

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-043-299-2309
Fax: 81-043-299-2408

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.

แผ่นข้อมูลของอุปกรณ์แยกสัญญาณด้วยแสงเบอร์ PC817

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PC817 Series

High Density Mounting Type Photocoupler

* Lead forming type (I type) and taping reel type (P type) are also available. (**PC817I/PC817P**)
** TÜV (VDE0884) approved type is also available as an option.

■ Features

1. Current transfer ratio
   (CTR: MIN. 50% at I_F = 5mA, V_{CE}=5V)
2. High isolation voltage between input and output (V_{iso}: 5 000V $_{rms}$)
3. Compact dual-in-line package
   PC817: 1-channel type
   PC827: 2-channel type
   PC837: 3-channel type
   PC847: 4-channel type
4. Recognized by UL, file No. E64380

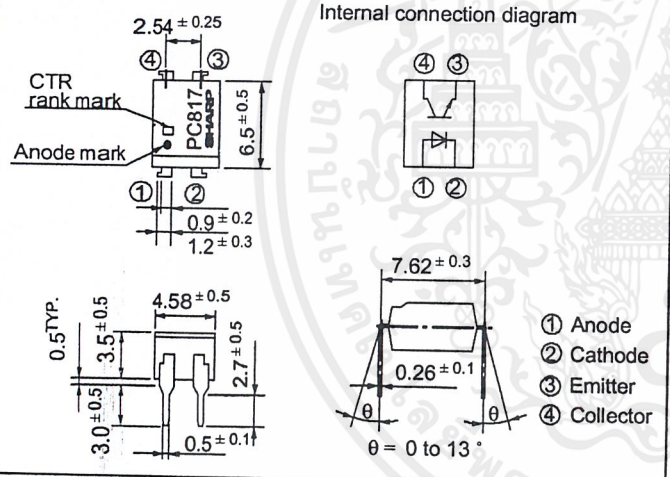
■ Applications

1. Computer terminals
2. System appliances, measuring instruments
3. Registers, copiers, automatic vending machines
4. Electric home appliances, such as fan heaters, etc.
5. Signal transmission between circuits of different potentials and impedances

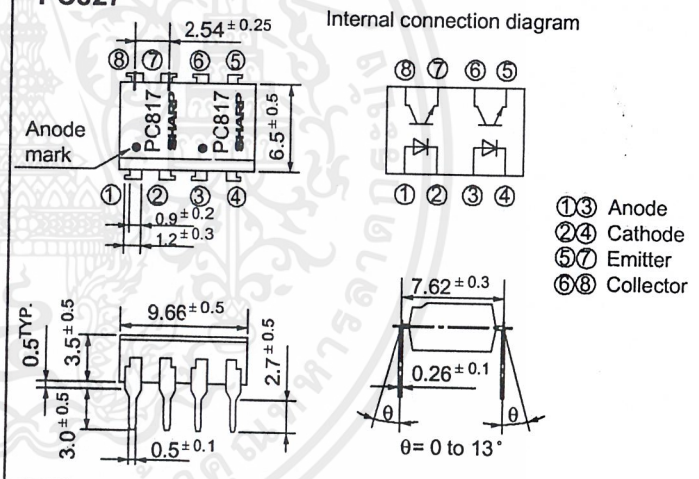
■ Outline Dimensions

(Unit : m

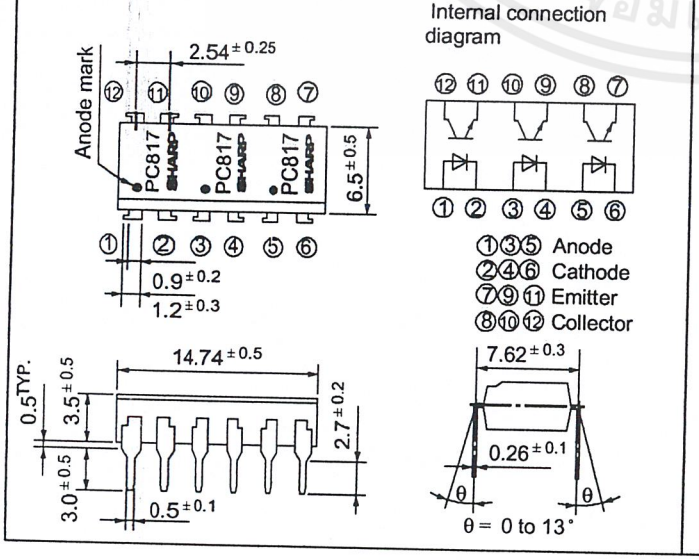
PC817



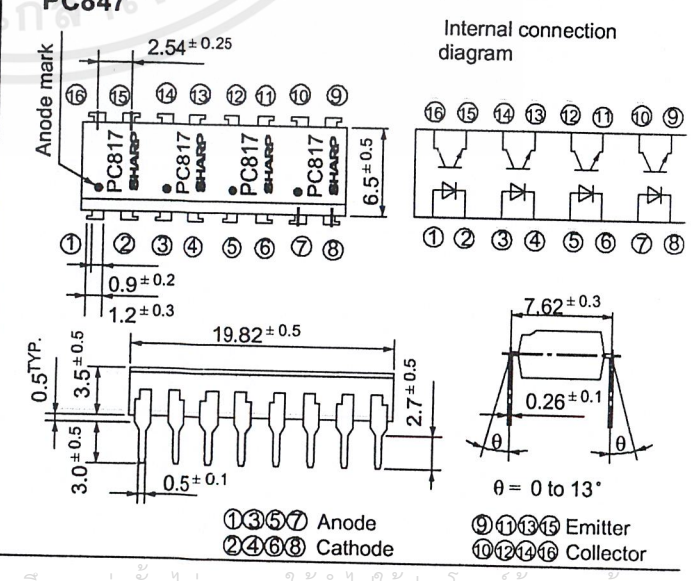
PC827



PC837



PC847



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

" In the absence of confirmation by device specification sheets, SHARP takes no responsibility for any defects that occur in equipment using any of SHARP's devices, shown in catalogs, data books, etc. Contact SHARP in order to obtain the latest version of the device specification sheets before using any SHARP's device."

■ Absolute Maximum Ratings (Ta= 25°C)

Parameter		Symbol	Rating	Unit
Input	Forward current	I_F	50	mA
	*1Peak forward current	I_{FM}	1	A
	Reverse voltage	V_R	6	V
	Power dissipation	P	70	mW
Output	Collector-emitter voltage	V_{CEO}	35	V
	Emitter-collector voltage	V_{ECO}	6	V
	Collector current	I_C	50	mA
	Collector power dissipation	P_C	150	mW
Total power dissipation		P_{tot}	200	mW
*2Isolation voltage		V_{iso}	5 000	V_{rms}
Operating temperature		T_{opr}	- 30 to + 100	°C
Storage temperature		T_{stg}	- 55 to + 125	°C
*3Soldering temperature		T_{sol}	260	°C

*1 Pulse width <=100μs, Duty ratio : 0.001
*2 40 to 60% RH, AC for 1 minute
*3 For 10 seconds

■ Electro-optical Characteristics (Ta= 25°C)

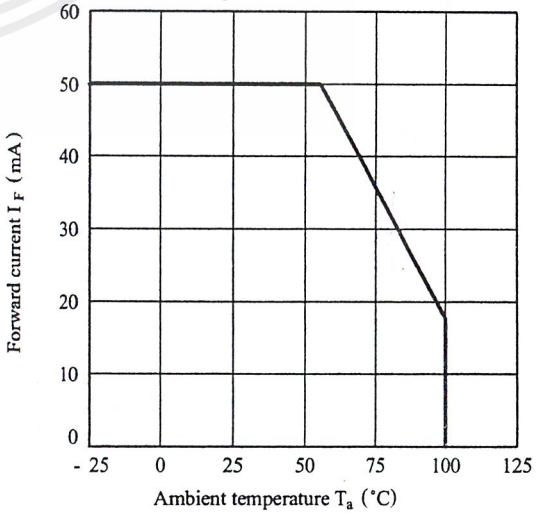
Parameter			Symbol	Conditions	MIN.	TYP.	MAX.	Unit
Input	Forward voltage		V_F	I_F = 20mA	-	1.2	1.4	V
	Peak forward voltage		V_{FM}	I_{FM} = 0.5A	-	-	3.0	V
	Reverse current		I_R	V_R = 4V	-	-	10	μA
	Terminal capacitance		C_t	V= 0, f= 1kHz	-	30	250	pF
Output	Collector dark current		I_{CEO}	V_{CE} = 20V	-	-	10^{-7}	A
Transfer characteristics	*4Current transfer ratio		CTR	I_F = 5mA, V_{CE} = 5V	50	-	600	%
	Collector-emitter saturation voltage		$V_{CE(sat)}$	I_F = 20mA, I_C = 1mA	-	0.1	0.2	V
	Isolation resistance		R_{ISO}	DC500V, 40 to 60% RH	5×10^{10}	10^{11}	-	Ω
	Floating capacitance		C_f	V= 0, f= 1MHz	-	0.6	1.0	pF
	Cut-off frequency		f_c	V_{CE} = 5V, I_C = 2mA, R_L = 100Ω, - 3dB	-	80	-	kHz
	Response time	Rise time	t_r	V_{CE} = 2V, I_C = 2mA, R_L = 100Ω	-	4	18	μs
		Fall time	t_f		-	3	18	μs

*4 Classification table of current transfer ratio is shown below.

Model No.	Rank mark	CTR (%)
PC817A	A	80 to 160
PC817B	B	130 to 260
PC817C	C	200 to 400
PC817D	D	300 to 600
PC8✻7AB	A or B	80 to 260
PC8✻7BC	B or C	130 to 400
PC8✻7CD	C or D	200 to 600
PC8✻7AC	A, B or C	80 to 400
PC8✻7BD	B, C or D	130 to 600
PC8✻7AD	A, B, C or D	80 to 600
PC8✻7	A, B, C, D or No mark	50 to 600

✻ : 1 or 2 or 3 or 4

Fig. 1 Forward Current vs. Ambient Temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 2 Collector Power Dissipation vs. Ambient Temperature

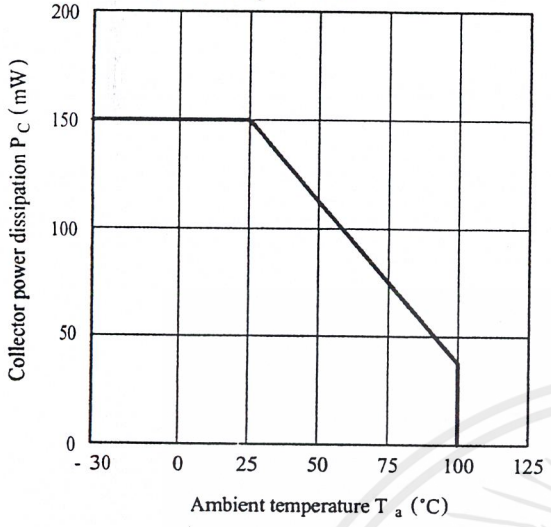


Fig. 3 Peak Forward Current vs. Duty Ratio

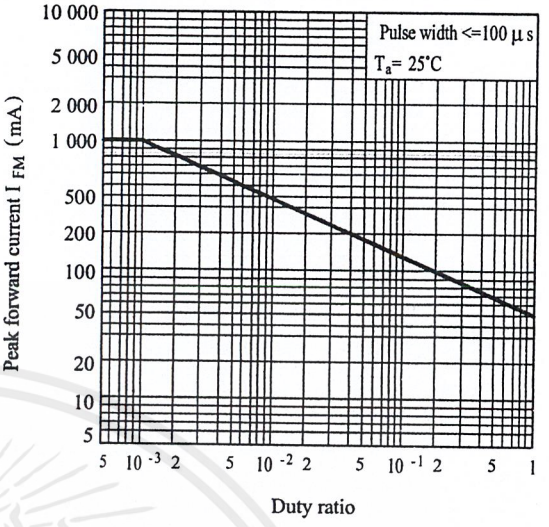


Fig. 4 Current Transfer Ratio vs. Forward Current

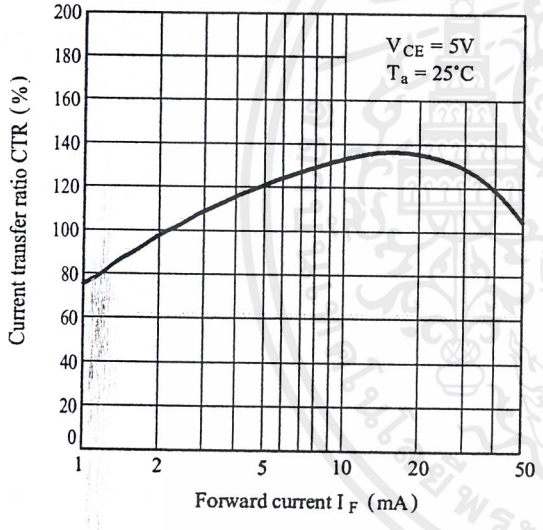


Fig. 5 Forward Current vs. Forward Voltage

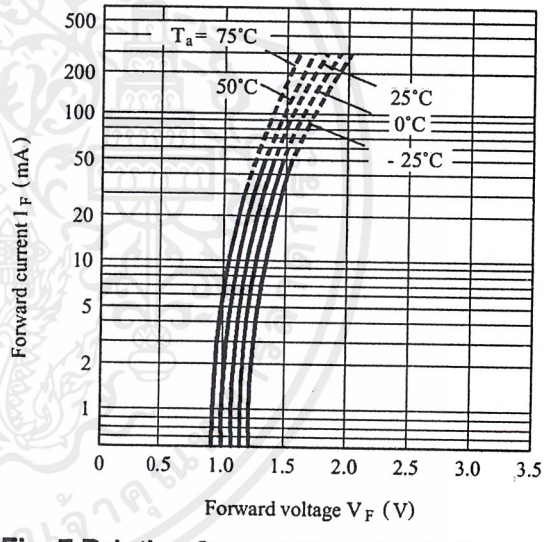


Fig. 6 Collector Current vs. Collector-emitter Voltage

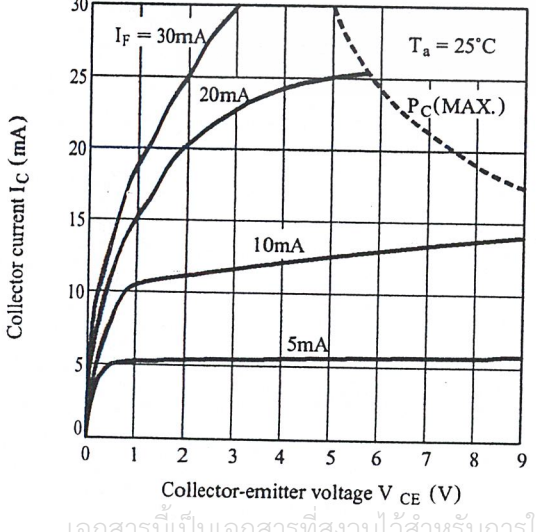
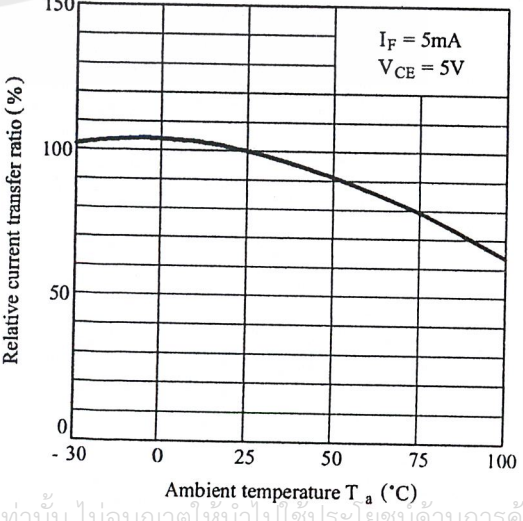


Fig. 7 Relative Current Transfer Ratio vs. Ambient Temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Fig. 8 Collector-emitter Saturation Voltage vs. Ambient Temperature

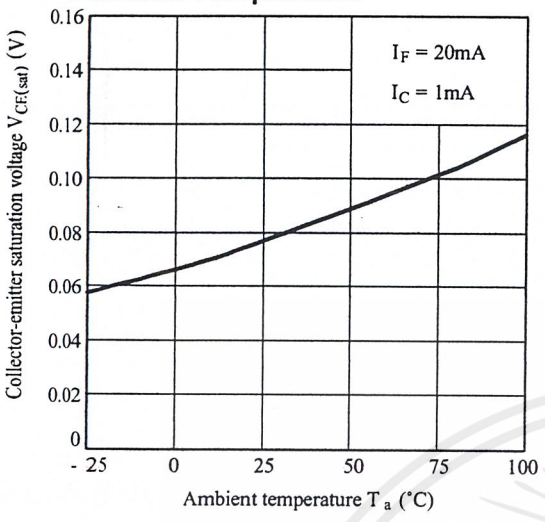


Fig. 9 Collector Dark Current vs. Ambient Temperature

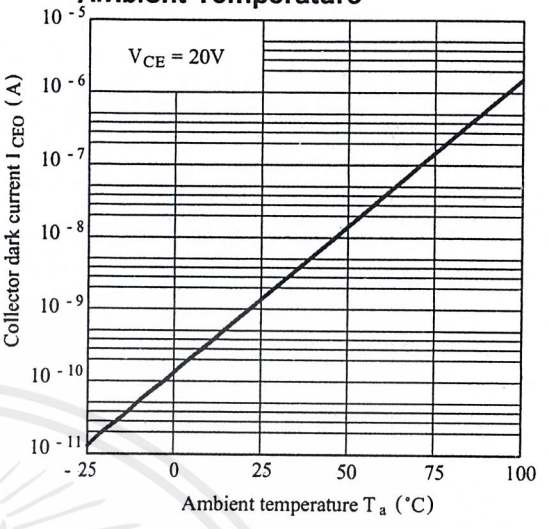


Fig.10 Response Time vs. Load Resistance

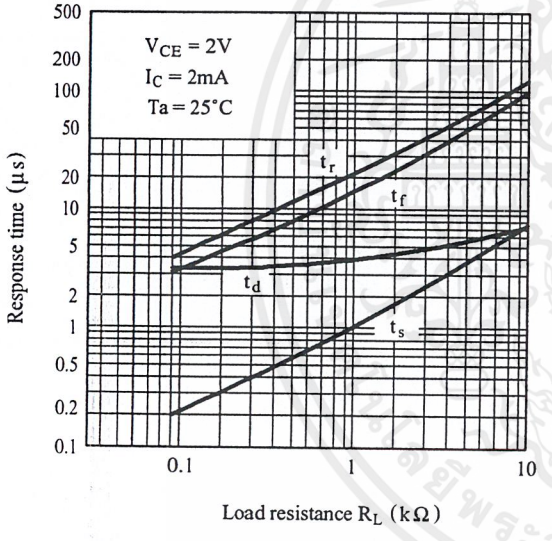
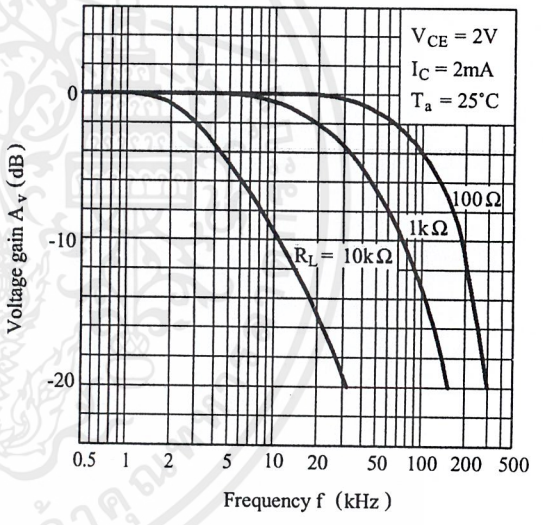
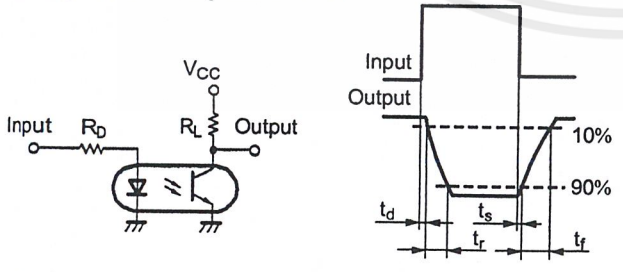


Fig.11 Frequency Response



Test Circuit for Response Time



Test Circuit for Frepuency Response

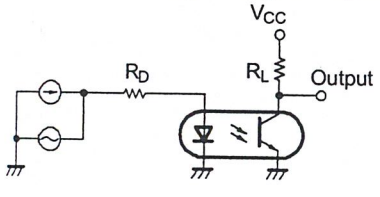
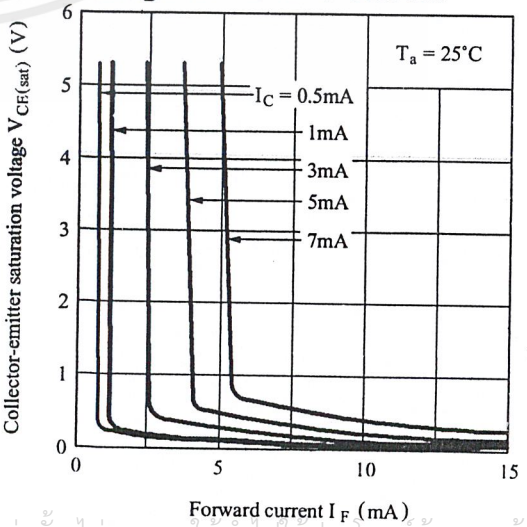


Fig.12 Collector-emitter Saturation Voltage vs. Forward Current



● Please refer to the chapter "Precautions for Use"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

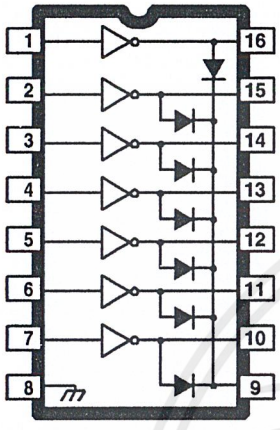
แผ่นข้อมูลของ ULN2003AN ดาริงตันอาเลย์แรงดันสูง , กระแสสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024

Data Sheet 29304F

HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS



Dwg. No. A-9594

Note that the ULN20xxA series (dual in-line package) and ULN20xxL series (small-outline IC package) are electrically identical and share a common terminal number assignment.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Output Voltage, V_{CE}
(ULN200xA and ULN200xL) ..... **50 V**
(ULN202xA and ULN202xL) ..... **95 V**
Input Voltage, V_{IN} ..... **30 V**
Continuous Output Current,
I_C ..... **500 mA**
Continuous Input Current, I_{IN} ..... **25 mA**
Power Dissipation, P_D
(one Darlington pair) ..... **1.0 W**
(total package) ..... **See Graph**
Operating Temperature Range,
T_A ..... **-20°C to +85°C**
Storage Temperature Range,
T_S ..... **-55°C to +150°C**

Ideally suited for interfacing between low-level logic circuitry and multiple peripheral power loads, the Series ULN20xxA/L high-voltage, high-current Darlington arrays feature continuous load current ratings to 500 mA for each of the seven drivers. At an appropriate duty cycle depending on ambient temperature and number of drivers turned ON simultaneously, typical power loads totaling over 230 W (350 mA x 7, 95 V) can be controlled. Typical loads include relays, solenoids, stepping motors, magnetic print hammers, multiplexed LED and incandescent displays, and heaters. All devices feature open-collector outputs with integral clamp diodes.

The ULN2003A/L and ULN2023A/L have series input resistors selected for operation directly with 5 V TTL or CMOS. These devices will handle numerous interface needs — particularly those beyond the capabilities of standard logic buffers.

The ULN2004A/L and ULN2024A/L have series input resistors for operation directly from 6 to 15 V CMOS or PMOS logic outputs.

The ULN2003A/L and ULN2004A/L are the standard Darlington arrays. The outputs are capable of sinking 500 mA and will withstand at least 50 V in the OFF state. Outputs may be paralleled for higher load current capability. The ULN2023A/L and ULN2024A/L will withstand 95 V in the OFF state.

These Darlington arrays are furnished in 16-pin dual in-line plastic packages (suffix "A") and 16-lead surface-mountable SOICs (suffix "L"). All devices are pinned with outputs opposite inputs to facilitate ease of circuit board layout. All devices are rated for operation over the temperature range of -20°C to +85°C. Most (see matrix, next page) are also available for operation to -40°C; to order, change the prefix from "ULN" to "ULQ".

FEATURES

- TTL, DTL, PMOS, or CMOS-Compatible Inputs
- Output Current to 500 mA
- Output Voltage to 95 V
- Transient-Protected Outputs
- Dual In-Line Plastic Package or Small-Outline IC Package

x = digit to identify specific device. Characteristic shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix on next page.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

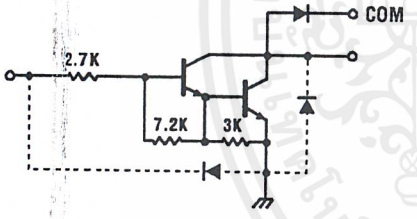
DEVICE PART NUMBER DESIGNATION

$V_{CE(MAX)}$	50 V	95 V
$I_{C(MAX)}$	500 mA	500 mA
Logic	**Part Number**	
5V TTL, CMOS	ULN2003A* ULN2003L*	ULN2023A* ULN2023L
6-15 V CMOS, PMOS	ULN2004A* ULN2004L*	ULN2024A ULN2024L

* Also available for operation between -40°C and +85°C. To order, change prefix from "ULN" to "ULQ".

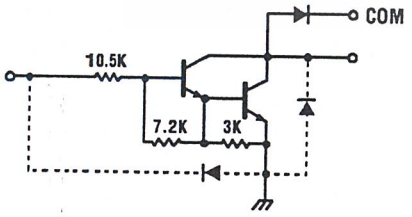
PARTIAL SCHEMATICS

ULN20x3A/L (Each Driver)

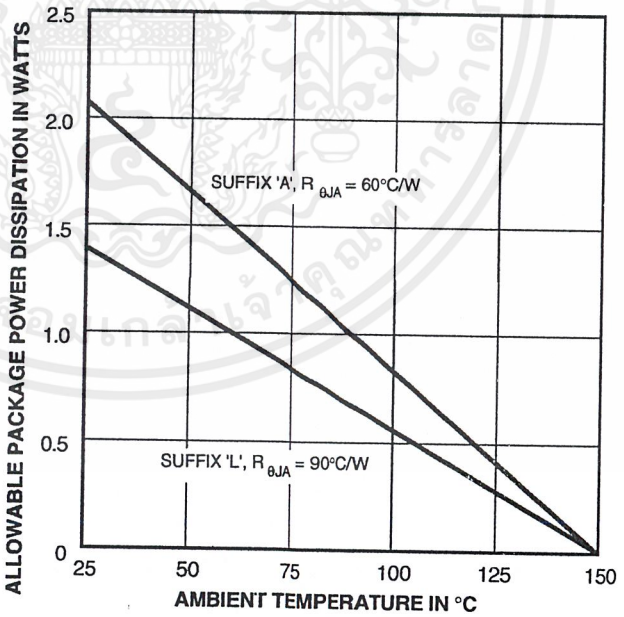


Dwg. No. A-9651

ULN20x4A/L (Each Driver)



Dwg. No. A-9898A



Dwg. GP-006A

X = Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown. See matrix above.

Allegro® MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000
Copyright © 1974, 1998 Allegro MicroSystems, Inc.
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2004A, and ULN2004L ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits			
					Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	V_{CE} = 50 V, T_A = 25°C	—	< 1	50	µA
				V_{CE} = 50 V, T_A = 70°C	—	< 1	100	µA
		1B	ULN2004A/L	V_{CE} = 50 V, T_A = 70°C, V_{IN} = 1.0 V	—	< 5	500	µA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	I_C = 100 mA, I_B = 250 µA	—	0.9	1.1	V
				I_C = 200 mA, I_B = 350 µA	—	1.1	1.3	V
				I_C = 350 mA, I_B = 500 µA	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{IN(ON)}$	3	ULN2003A/L	V_{IN} = 3.85 V	—	0.93	1.35	mA
			ULN2004A/L	V_{IN} = 5.0 V	—	0.35	0.5	mA
				V_{IN} = 12 V	—	1.0	1.45	mA
	$I_{IN(OFF)}$	4	All	I_C = 500 µA, T_A = 70°C	50	65	—	µA
Input Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2003A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	2.4	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA	—	—	2.7	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA	—	—	3.0	V
			ULN2004A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA	—	—	5.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	6.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA	—	—	7.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA	—	—	8.0	V
Input Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Clamp Diode Leakage Current	I_R	6	All	V_R = 50 V, T_A = 25°C	—	—	50	µA
				V_R = 50 V, T_A = 70°C	—	—	100	µA
Clamp Diode Forward Voltage	V_F	7	All	I_F = 350 mA	—	1.7	2.0	V

Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

Types ULN2023A, ULN2023L, ULN2024A, and ULN2024L ELECTRICAL CHARACTERISTICS at +25°C (unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Fig.	Applicable Devices	Test Conditions	Limits Min.	Typ.	Max.	Units
Output Leakage Current	I_{CEX}	1A	All	V_{CE} = 95 V, T_A = 25°C	—	< 1	50	µA
				V_{CE} = 95 V, T_A = 70°C	—	< 1	100	µA
		1B	ULN2024A/L	V_{CE} = 95 V, T_A = 70°C, V_{IN} = 1.0 V	—	< 5	500	µA
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	2	All	I_C = 100 mA, I_B = 250 µA	—	0.9	1.1	V
				I_C = 200 mA, I_B = 350 µA	—	1.1	1.3	V
				I_C = 350 mA, I_B = 500 µA	—	1.3	1.6	V
Input Current	$I_{IN(ON)}$	3	ULN2023A/L	V_{IN} = 3.85 V	—	0.93	1.35	mA
			ULN2024A/L	V_{IN} = 5.0 V	—	0.35	0.5	mA
				V_{IN} = 12 V	—	1.0	1.45	mA
	$I_{IN(OFF)}$	4	All	I_C = 500 µA, T_A = 70°C	50	65	—	µA
Input Voltage	$V_{IN(ON)}$	5	ULN2023A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	2.4	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 250 mA	—	—	2.7	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 300 mA	—	—	3.0	V
			ULN2024A/L	V_{CE} = 2.0 V, I_C = 125 mA	—	—	5.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 200 mA	—	—	6.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 275 mA	—	—	7.0	V
				V_{CE} = 2.0 V, I_C = 350 mA	—	—	8.0	V
Input Capacitance	C_{IN}	—	All		—	15	25	pF
Turn-On Delay	t_{PLH}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Turn-Off Delay	t_{PHL}	8	All	0.5 E_{IN} to 0.5 E_{OUT}	—	0.25	1.0	µs
Clamp Diode Leakage Current	I_R	6	All	V_R = 95 V, T_A = 25°C	—	—	50	µA
				V_R = 95 V, T_A = 70°C	—	—	100	µA
Clamp Diode Forward Voltage	V_F	7	All	I_F = 350 mA	—	1.7	2.0	V

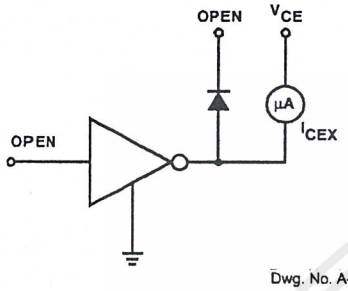
Complete part number includes suffix to identify package style: A = DIP, L = SOIC.

Allegro® MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

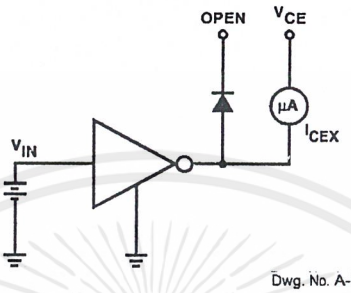
TEST FIGURES

FIGURE 1A



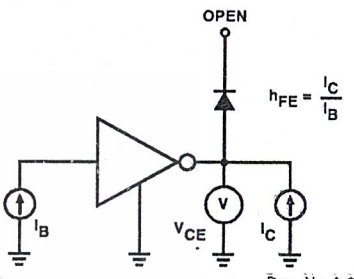
Dwg. No. A-9729A

FIGURE 1B



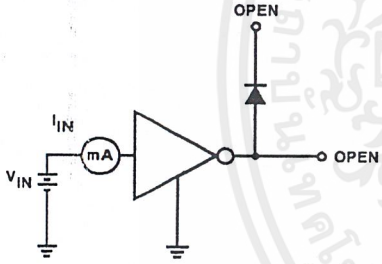
Dwg. No. A-9730A

FIGURE 2



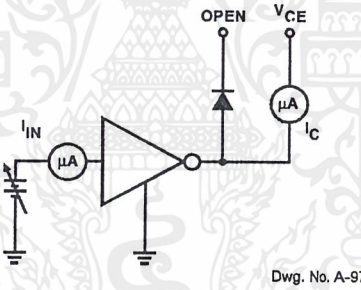
Dwg. No. A-973

FIGURE 3



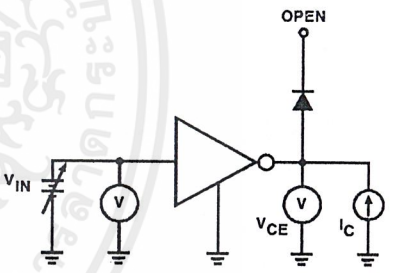
Dwg. No. A-9732A

FIGURE 4



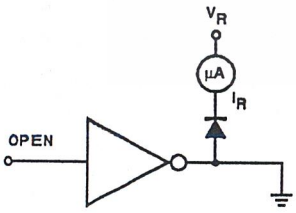
Dwg. No. A-9733A

FIGURE 5



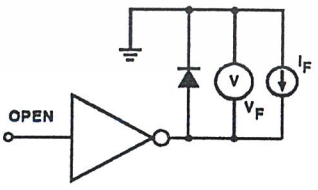
Dwg. No. A-973

FIGURE 6



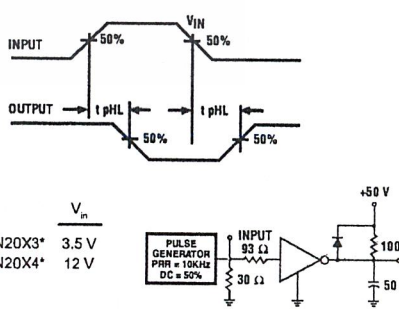
Dwg. No. A-9735A

FIGURE 7



Dwg. No. A-9736A

FIGURE 8



* Complete part number includes a final letter to indicate package.

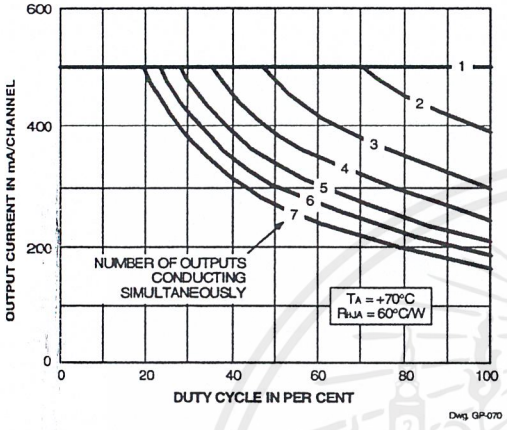
X = Digit to identify specific device. Specification shown applies to family of devices with remaining digits as shown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

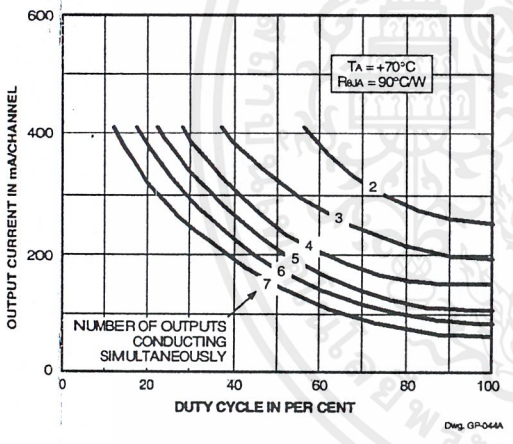
2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

ALLOWABLE COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF DUTY CYCLE

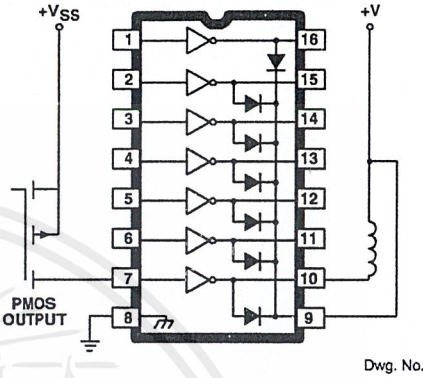
(Dual In-line-Packaged Devices, Suffix 'A')

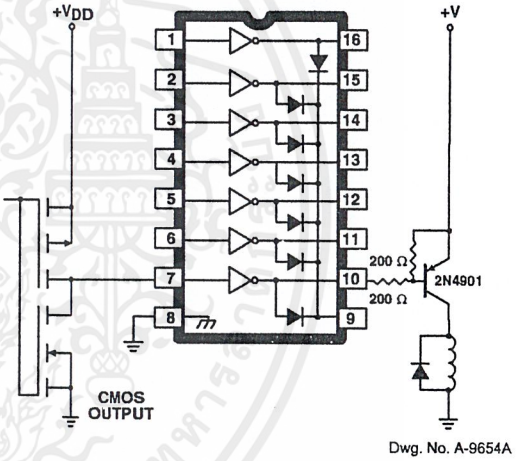


(Small-Outline-Packaged Devices, Suffix 'L')

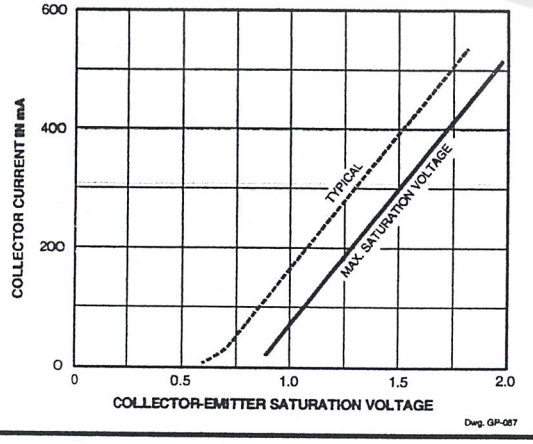


TYPICAL APPLICATIONS

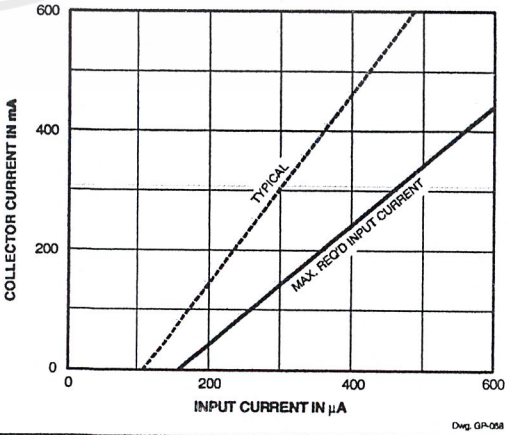




SATURATION VOLTAGE AS A FUNCTION OF COLLECTOR CURRENT



COLLECTOR CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT CURRENT

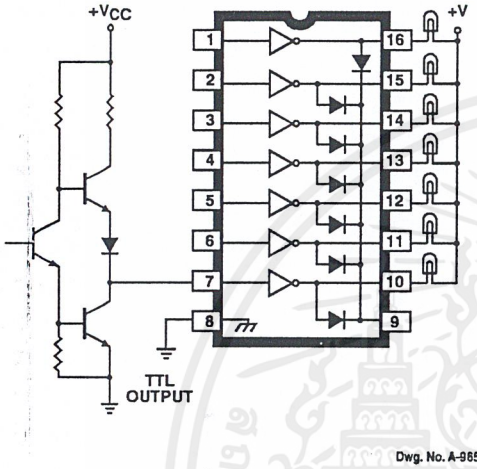


Allegro® MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

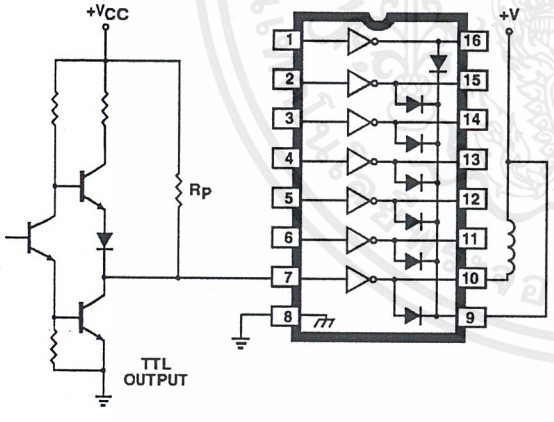
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

TYPICAL APPLICATIONS



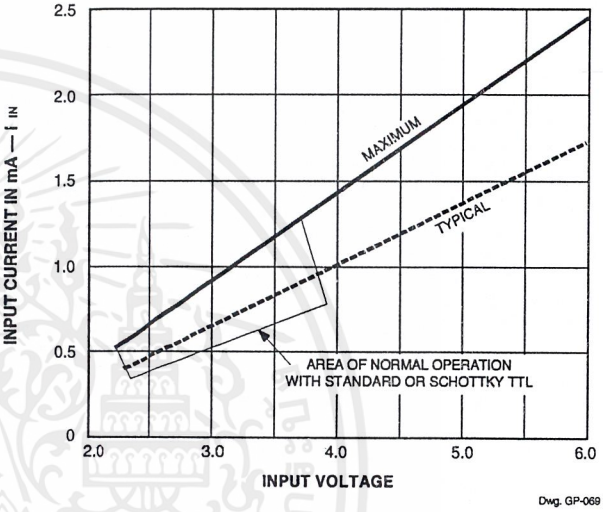
Dwg. No. A-9853A



Dwg. No. A-10,175

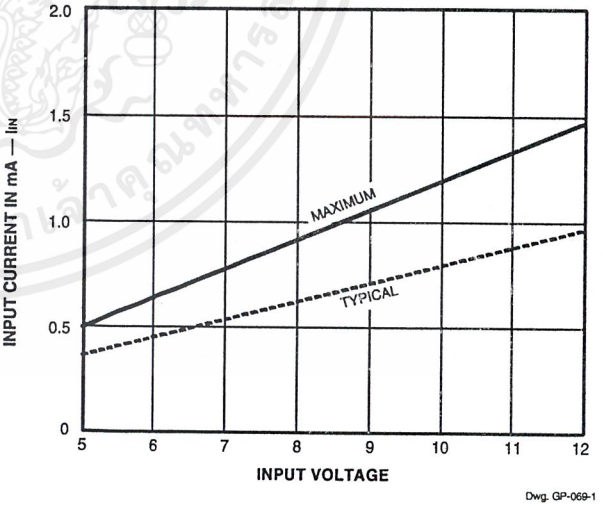
INPUT CURRENT AS A FUNCTION OF INPUT VOLTAGE

Types ULN2003A, ULN2003L, ULN2023A, and ULN2023L



Dwg. GP-069

Types ULN2004A, ULN2004L, ULN2024A, and ULN2024L



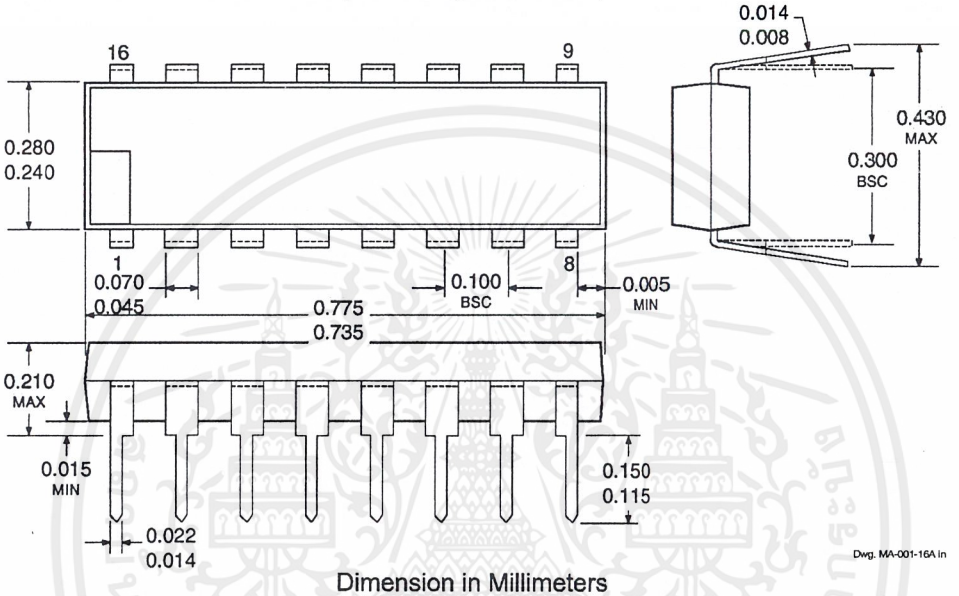
Dwg. GP-069-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

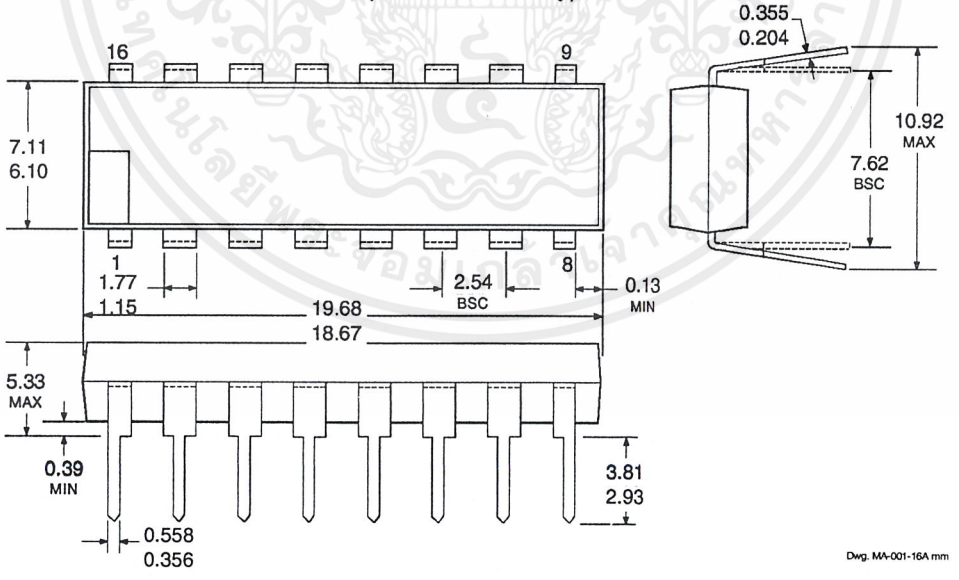
2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

PACKAGE DESIGNATOR "A"

Dimensions in Inches
(controlling dimensions)



Dimension in Millimeters
(for reference only)

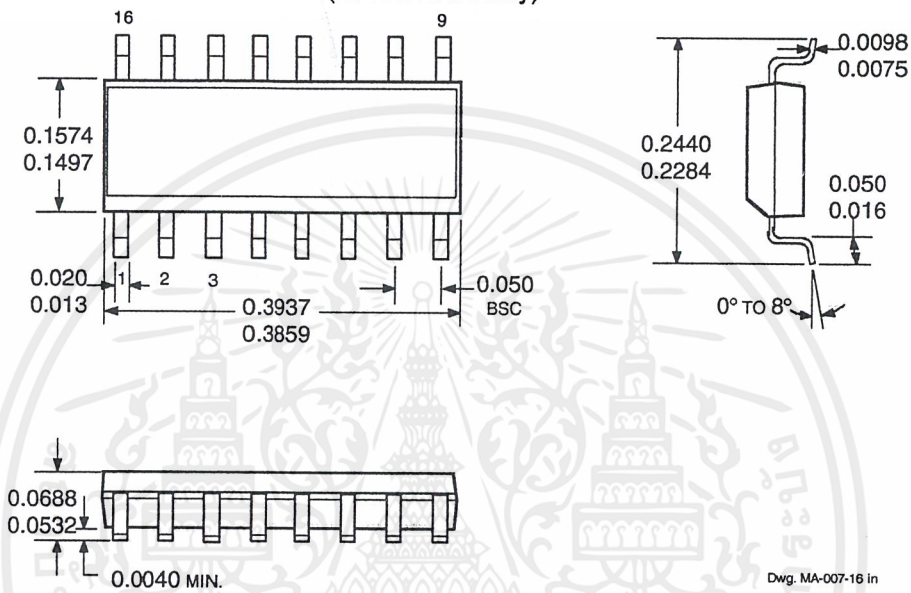


NOTES: 1. Leads 1, 8, 9, and 16 may be half leads at vendor's option.
2. Lead thickness is measured at seating plane or below.
3. Lead spacing tolerance is non-cumulative.
4. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

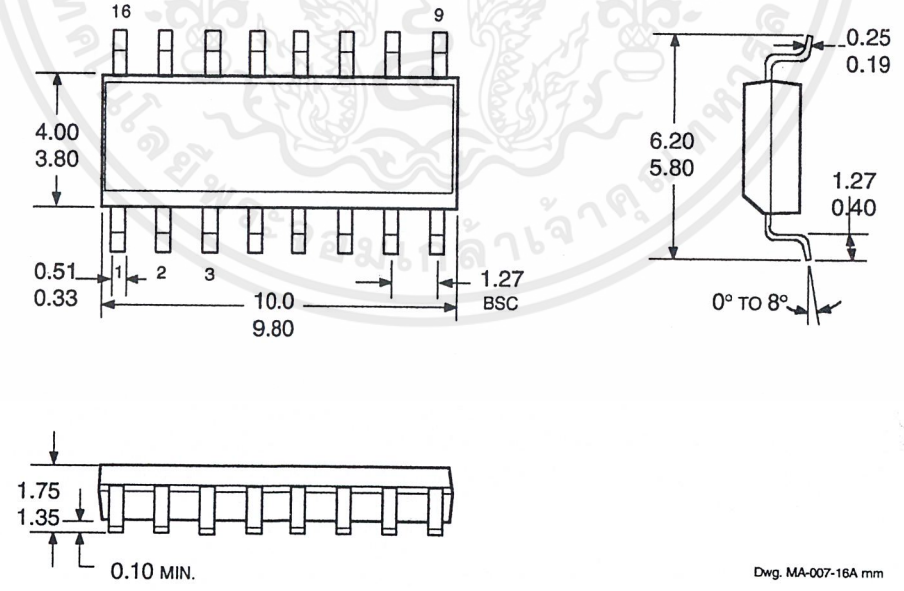
PACKAGE DESIGNATOR "L"

Dimensions in Inches
(for reference only)



Dwg. MA-007-16 in

Dimension in Millimeters
(controlling dimensions)



Dwg. MA-007-16A mm

NOTES: 1. Lead spacing tolerance is non-cumulative.
2. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2003 THRU 2024
HIGH-VOLTAGE, HIGH-CURRENT DARLINGTON ARRAYS

The products described here are manufactured under one or more U.S. patents or U.S. patents pending.

Allegro MicroSystems, Inc. reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to permit improvements in the performance, reliability, or manufacturability of its products. Before placing an order, the user is cautioned to verify that the information being relied upon is current.

Allegro products are not authorized for use as critical components in life-support devices or systems without express written approval.

The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Allegro MicroSystems, Inc. assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.

Allegro® MicroSystems, Inc.
115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ร.ศ. สุเธียร เกียรติสุนทร ที่ให้โอกาสได้ทำโปรเจคนี้และให้คำแนะนำ , อาจารย์ในภาคทุกท่านที่ให้คำแนะนำ , ภาควิชา , คณะ , สถาบัน , เพื่อนๆที่ให้ยืมเครื่องมือ และที่ขาดไม่ได้คือ บิดา , มารดา , ครอบครัวที่ให้การสนับสนุน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. วันสุระ ศรีใสดี , "ประยุกต์ / อินเตอร์เฟส ไมโครคอนโทรเลอร์ภาคปฏิบัติ" , ดวงกมล , 164 หน้า , 2542
2. ปรเมษฐ์ ประนยานันทน์ , ปิยพงศ์ เผ่าวณิช , "คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51" , ซีเอ็ด , 380หน้า , 2537
3. สุเธียร เกียรติสุนธร , "หลักการทำงานและเทคนิคการประยุกต์ใช้งาน PC/PLC" , ซีเอ็ด , 218 หน้า , 2542
4. บริษัท ศิลารีเสิร์ช จำกัด , "ANT-32 V2.0 USER MANUAL" , ศิลารีเสิร์ช , 39หน้า , 2535
5. บริษัท ศิลารีเสิร์ช จำกัด , "REM31 USER MANUAL" , ศิลารีเสิร์ช , 60หน้า , 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้