

# งานหัตถกรรมกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องนับการพับแผ่นเหล็ก

Steel Plate Folded Counter



เลขหมึก.....  
เลขทะเบียน..... 36848  
วัน, เดือน, ปี..... 29 ส.ค. 2543

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญาานิพนธ์

เครื่องนับการพับแผ่นเหล็ก

Steel Plate Folded Counter

โดย

นาย ดำรงค์ศักดิ์ ดีเพียร รหัส 41012006 ห้อง 2N

นาย ธีรชัชชัย จอมศิริ รหัส 41012009 ห้อง 2N

ภาควิชา

เทคนิคอุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ เรืองศักดิ์ เจริญผ่อง

คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
อนุมัติให้นับปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร  
บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญาานิพนธ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

( \_\_\_\_\_ )

กรรมการ

( \_\_\_\_\_ )

กรรมการ

( \_\_\_\_\_ )

กรรมการ

( \_\_\_\_\_ )

กรรมการ

( \_\_\_\_\_ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์  
นักศึกษา

เครื่องนับการพับแผ่นเหล็ก

นาย ดำรงค์ดี ตีเพียร

นาย ธวัชชัย จอมศิริ

อาจารย์ที่ปรึกษา  
ระดับการศึกษา

อาจารย์ เรืองศักดิ์ เจริญผ่อง

อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

ภาควิชา

เทคนิคอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.

2543

### บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการใช้วงจรประยุกต์พัฒนาเป็นอุปกรณ์เพื่อสนับสนุนงานทางด้านอุตสาหกรรม โลหะแผ่น ประกอบด้วยส่วนของวงจรทั้งหมด 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ ส่วนแรกเป็นวงจรรับและตั้งค่าในการ พับแผ่นโลหะซึ่งประกอบด้วยตัวเซ็นเซอร์ (Sensor) ตรวจจับโลหะและส่งสัญญาณให้กับวงจรรับส่วนที่ สองเป็นวงจรรับและถอดรหัส LED ตัวเลข 7 ส่วนทำหน้าที่ถอดรหัสจาก BCD ไปขับ LED ตัวเลข 7 ส่วน เพื่อแสดงผล ส่วนที่สามเป็นวงจรแสดงผลเป็นส่วนของการแสดงผลออกมาเป็นตัวเลข

Thesis title	Steel Plate Folded Counter
Student	Mr. Dumrongsuk Tipian Mr. Thawatchai Chomkheeree
Thesis Advisor	Mr. Ruangsuk Jaroenpong
Level of Study	Bachelor of Industrial Technology In Electronics Technology
Department	Industrial Technology Faculty of Engineering King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Year	2000

### ABSTRACT

This project was to use the applied circuit to develop an support for steel plate industry. The applied circuit called Steel Plate Folded Counter consisted of three main parts ; First, the Counter and Setting Circuit consisted of Steel Plate Sensor to send signal to the Counter Circuit. Second, the seven segment decoder and display driver which to be used to decode from BCD to drive the seven segment for display, and the third part was the display circuit to show a numeric display.

### กิตติกรรมประกาศ

ในการทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง เครื่องนั้บการพื้บแ่่นเหล็ก ต้องขอขอบคุณท่านอาจารย์  
เรืองศักดิ์ เจริญผ่อง ที่ได้ให้คำปรึกษาในการจัดทำที่เป็นประโยชน์และจัดหาเครื่องมือต่าง ๆ เพื่อใช้  
ในการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้ รวมทั้งคณาจารย์ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรมคณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

นาย ดำรงค์ศักดิ์ ติเพ็ชร

นาย ธวัชชัย จอมศิริ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1	1
บทนำ	1
1.1 ที่มาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2	3
ทฤษฎีเบื้องต้น	3
2.1 ลอจิกซีมอส	3
2.1.1 ข้อควรระวัง	4
2.1.2 ค่าต่างๆที่สำคัญของวงจรถลอจิกเกต	4
2.2 เกตขมิตทริกเกออร์	5
2.3 รายละเอียดของไอซีในวงจร	5
2.3.1 ไอซี MC14553B	5
2.3.2 วงจรเคาน์เตอร์ 3 digit แบบโมดูล	7
2.3.3 ไอซี MC14017B	7
2.3.4 การขยายเคาน์เตอร์	9
2.3.5 ไอซี MC14511B	9
2.3.6 ไอซี MC14093B	11
2.4 การคำนวณค่าจำกัดกระแสจจรสวิตซ์แม่เหล็ก	14
2.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง $\alpha$ และ $\beta$	14
2.4.2 หลักการในการเลือกจุด Operating point	16
2.4.3 การให้ Bias Voltage แก่ Common – Emitter	17
2.5 วงจรขั้วเบรีย	19
2.5.1 การต่อไดโอดคร่อมไหลดรีเลย์	20
บทที่ 3	22
หลักการทำงานของวงจร	22
3.1 ภาควงจรประยุกต์โดยใช้สวิตซ์แม่เหล็ก	22
3.1.1 หลักการทำงานของวงจรสวิตซ์แม่เหล็ก	23
3.1.2 หลักการตรวจเช็คเมื่อวงจรสวิตซ์แม่เหล็กไม่ทำงาน	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ภาควงจรนับและตั้งค่าในการนับแผ่นโลหะ	24
3.2.1 หลักการทำงานของวงจรถับและตั้งค่า	24
3.3 ภาควงจรถับและถอดรหัส LED ตัวเลข 7 ส่วน	26
3.3.1 หลักการทำงานของวงจรถับและถอดรหัส LED ตัวเลข 7 ส่วน	26
3.4 คุณสมบัติของเครื่องนับการนับแผ่นเหล็ก	27
3.5 คุณสมบัติของเครื่องนับการนับแผ่นเหล็ก	29
3.5.1 ด้านหน้าเครื่อง (Front View)	29
3.5.2 ด้านหลังเครื่อง (Back View)	30
3.5.3 คีย์สวิตช์	31
3.5.4 Lead Switch แบบ Inductive	32
3.6 วิธีการใช้และนำไปใช้งาน	32
3.7 การนำไปใช้งาน	35
3.8 รายละเอียดทางเทคนิค	35
บทที่ 4	60
ผลการทดลอง Logic Circuit	60
4.1 การทดลองวงจร MC14017B	61
4.2 การทดลอง BCD-To-Seven Segment Latch/Decoder/Driver	64
4.3 การทดลอง AND Gate	67
4.4 การทดลอง NAND Gate	69
4.5 การทดลอง NOT Gate	71
บทที่ 5	74
การแก้ไขปัญหาและแนวทางในการพัฒนา	74
5.1 การทดสอบ	74
5.2 การแก้ไขปัญหาของเครื่องนับการนับแผ่นเหล็ก	74
5.3 แนวทางในการพัฒนา	75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญภาพ

บทที่ 2	หน้า
2.1 วงจรอินเวอร์เตอร์	3
2.2 บล็อกไดอะแกรมของ MC14553B	6
2.3 การต่อวงจรนับเป็น 6 digit display	7
2.4 ลอจิกไดอะแกรม และบล็อกไดอะแกรมของ MC14017B	8
2.5 การขยายจำนวนการนับโดยใช้ MC14017B	9
2.6 ตำแหน่งขาไอซีของ MC14511B	10
2.7 วงจรเทียบเท่าของ MC14093B	11
2.8 ลอจิกไดอะแกรมของ MC14093B	12
2.9 วงจร Common – Emitter ทรานซิสเตอร์ NPN	14
2.10 การให้ Bias ทรานซิสเตอร์ NPN และวงจรสมมูลย์	16
2.11 การให้ Bias Voltage แก่ Common – Emitter	17
2.12 วงจรใช้งานจริงของวงจรบีรีเลย์	20
บทที่ 3	22
3.1 บล็อกไดอะแกรมของวงจรเครื่องนับการพับแผ่นเหล็ก	22
3.2 หน้าสัมผัสและรูปร่างแคปซูลของ Lead Switch	22
3.3 บล็อกไดอะแกรมของวงจรถัดเสียงและสัญญาณนาฬิกา	23
3.4 บล็อกไดอะแกรมย่อยภายในวงจรนับและตั้งค่า	24
3.5 บล็อกไดอะแกรมย่อยภายในวงจรนับและถอดรหัส LED ตัวเลข 7 ส่วน	26
3.6 อุปกรณ์แสดงผลแบบ LED ตัวเลข 7 ส่วน	27
3.7 การตั้งค่าจำนวนการพับของชิ้นงาน	29
3.8 ด้านหลังของเครื่องนับการพับแผ่นเหล็ก	30
3.9 คีย์สวิตช์ของเครื่องนับการพับแผ่นเหล็ก	31
3.10 Lead Switch แบบ Inductive	32
3.11 การตั้งค่าจำนวนการพับของชิ้นงาน	33
3.12 เครื่องนับการพับแผ่นเหล็กทำการนับโดยอัตโนมัติ	34
3.13 เครื่องนับการพับแผ่นเหล็กจะรอการพับชิ้นงานครั้งใหม่	34
3.14 ทำการกดรีเซตเมื่อทำการพับชิ้นงานเสีย	35
บทที่ 4	61
4.1 การทดลองวงจร MC14017B	61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลองวงจร BCD-To-Seven Segment Latch/Decoder/Driver	64
4.3 การทดลองวงจร AND Gate	67
4.4 การทดลองวงจร NAND Gate	69
4.5 การทดลองวงจร NOT Gate	71



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญตาราง

บทที่ 2	หน้า
2.1 ตาราง Truth Table ของ MC14553B	6
2.2 ตาราง Truth Table ของ MC14017B	8
2.3 ตาราง Truth Table ของ MC14511B	11
2.4 ตาราง Truth Table ของ MC14093B	13
บทที่ 4	
4.1-4.2 ตารางผลการทดลองวงจร MC14017B	62-63
4.3-4.4 ตารางผลการทดลองวงจร BCD-To-Seven Segment	64-66
4.5-4.6 ตารางผลการทดลองวงจร AND Gate	67-68
4.7-4.8 ตารางผลการทดลองวงจร NAND Gate	70
4.9-4.10 ตารางผลการทดลองวงจร NOT Gate	72



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1.1 ที่มาของโครงการ

จากงานทางด้านอุตสาหกรรมการผลิตเกี่ยวกับ ตู้เก็บเอกสาร ตู้เก็บเครื่องมือ นั้นก่อนที่จะมาเป็นผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นสักชิ้นหนึ่งนั้นต้องผ่านกระบวนการขั้นตอนของการผลิตหลายขั้นตอน อาทิเช่น การตัดแผ่นให้ได้ตามขนาด ,การพับแผ่นให้ขึ้นรูปได้ตามแบบ, การขัดก่อนที่จะทำการพ่นสี,การพ่นสี,การอบเพื่อความทนทานของสี ฯลฯ ซึ่งเครื่องจักรที่ผลิตส่วนมากเหล่านี้ ส่วนมากเป็นเครื่องจักรที่มีอายุการใช้งานมานานและเก่าอยู่พอสมควร ซึ่งจากการที่ได้พบเห็นในกระบวนการต่างๆของการทำผลิตภัณฑ์ของตู้เก็บเอกสาร ตู้เก็บเครื่องมือ มีขั้นตอนและขบวนการผลิตที่ไม่ต้องปรับปรุงก็มีอยู่มากแต่ในส่วนของที่จะกล่าวนี้มีบางส่วนที่จะต้องทำการปรับปรุงเพื่อให้งานที่ได้มีประสิทธิภาพและมีงานออกมามากกว่าก่อนที่ยังไม่ได้ทำการปรับปรุงโดยใช้เทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาใช้ซึ่งสามารถช่วยลดเวลาในการผลิต ซึ่งหมายถึง การลดรอบเวลาการผลิต (Cycle Time) ทำให้สามารถเพิ่มปริมาณการผลิต หรือส่งมอบของให้แก่ลูกค้าได้เร็วยิ่งขึ้น และยังทำให้องค์กรสามารถปรับตัวได้ไวกว่าเมื่ออุปสงค์เกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น และสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตได้ คือต้นทุนแรงงาน ต้นทุนสินค้าคงคลัง การลดเวลาในการผลิตให้สั้นลงทำให้สินค้าผลิตเสร็จเร็ว ทำให้ต้นทุนของงานระหว่างทำลดน้อยลง ยิ่งก่อให้เกิดความคุ้มค่าต่อเวลาที่สูญเสียไปได้เป็นอย่างดีและก่อให้เกิดประโยชน์ได้สูงสุด ปัญหาที่กล่าวมาแล้วคือ ขั้นตอนของการพับแผ่นโลหะ เมื่อเครื่องพับแผ่นเสร็จครบตามแบบเสร็จแล้ว พนักงานก็จะนำแผ่นที่พับเสร็จแล้วนั้นไปวางบนชั้นที่จัดเตรียมไว้ พอก่อนเลิกงาน 45 นาที จึงทำการนับแผ่นที่พับเสร็จนั้นมานับจำนวนว่ามีเท่าไรจากปัญหานี้เองจึงเกิดความนึกคิดที่จะพัฒนางานให้มีคุณภาพและส่งเสริมงานทางด้านเทคนิคในการควบคุมผลิตภัณฑ์โดยใช้โครงการที่จะจัดทำขึ้นนี้มาทำการแก้ไขปัญหานี้ได้

และในกระบวนการผลิตนี้เป็นกระบวนการผลิตแบบตามกระบวนการ (Process Layout) เป็นการจัดวางเครื่องจักรอุปกรณ์แยกเป็นกลุ่มหรือสถานีการทำงานตามหน้าที่การทำงานของเครื่องจักรนั้น เพื่อใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ที่มีความหลากหลายรูปแบบโดยที่ปริมาณการผลิตของแต่ละรูปแบบมีไม่มาก (Low-Volume,High-Variety) ลักษณะสำคัญของแผนผังกระบวนการผลิตแบบตามกระบวนการ มีดังนี้

1. ใช้กับการผลิตแบบไม่ต่อเนื่อง (Intermittent Process) ซึ่งเป็นการผลิตผลิตภัณฑ์ หลากหลายรูปแบบมีความยืดหยุ่นของลักษณะผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของลูกค้าแต่ปริมาณการผลิตแต่ละรูปแบบมีไม่มาก เป็นการผลิตเป็น Lot หรือ Batch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. วัตถุดิบหรือชิ้นงานจะไหลเข้าสู่เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลายอย่าง(แบบ เอนกประสงค์) ตามกระบวนการที่จำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์นั้น

3. เครื่องจักรอุปกรณ์ จะถูกแยกประเภท แบ่งเป็นแต่ละสถานีการผลิตตามหน้าที่การทำงาน ของเครื่องจักรนั้น จึงเรียกได้อีกอย่างหนึ่งว่า การวางแผนผังกระบวนการผลิตตามหน้าที่การทำงาน และการจัดวางสถานีการผลิตจะพยายามจัดให้ระยะทางการเคลื่อนย้ายรวมสำหรับทุกผลิตภัณฑ์สั้น ที่สุด และรวดเร็วที่สุด ซึ่งผลิตภัณฑ์นี้อาจมีทั้งตู้เก็บเอกสาร ตู้เก็บเครื่องมือ ฯลฯ และยังแบ่งย่อยเป็น ขนาดและรูปแบบที่แตกต่างกันอีก ผลิตภัณฑ์ทุกชิ้นจะใช้เครื่องจักรอุปกรณ์ร่วมกันด้วยการเคลื่อน ย้ายชิ้นงานไปยังสถานีการผลิตที่ต้องการ ตามลำดับขั้นตอนของงาน

โดยโครงการเครื่องนับการพับแผ่นโลหะที่ทำขึ้นนี้จะมีเงื่อนไขของการนับตามวัตถุประสงค์คง เดิมไว้ ซึ่งจะเป็นเครื่องมือที่จะอำนวยความสะดวกและความสะดวกในการปฏิบัติงานได้เป็นอย่างดีและ ยังสะดวกต่อการติดตั้งจึงมีประโยชน์มากที่จะนำมาใช้ในการควบคุม

## 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อใช้เทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์เข้าไปควบคุมในสายการผลิต
2. เพื่อพัฒนากระบวนการผลิตแบบตามกระบวนการเพื่อให้เกิดประโยชน์และมีความคุ้มค่า อย่างสูงสุด
3. เพื่อลดรอบเวลาในการผลิตทำให้เพิ่มปริมาณการผลิตได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพใน การทำงานให้มีคุณภาพที่ดียิ่งขึ้น

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องนับการพับแผ่นเหล็กสามารถนำไปใช้งานได้ มีความถูกต้องและเที่ยงตรง
2. สามารถนำไปใช้ปรับปรุงในกระบวนการผลิตในองค์การ ซึ่งช่วยลดต้นทุนให้กับผู้ประกอบการได้
3. สามารถใช้เครื่องนับการพับแผ่นเหล็กเป็นต้นแบบของการพัฒนาให้ใช้กับเครื่องจักรหรือ อุปกรณ์อื่นได้

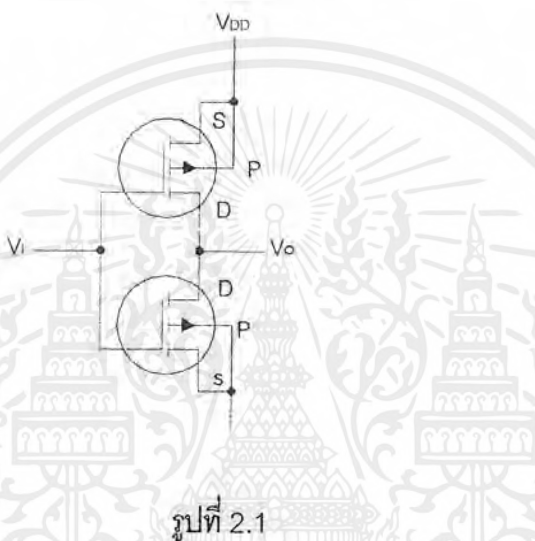
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

### ทฤษฎีเบื้องต้น

#### 2.1 ลอจิก CMOS

CMOS หรือ COSMOS (Complementary Symmetry Metal Oxide Semiconductors) คือ เกตลอจิกที่สร้างโดยใช้ทั้งทรานซิสเตอร์ชนิด nMOS และ pMOS ข้อดีของเกตลอจิก CMOS คือ ใช้กำลังงานต่ำ ช่วงทานการรบกวนสูง อุณหภูมิคงที่ CMOS เป็นวงจรถูกสร้างโดยใช้ MOSFET



รูปที่ 2.1

วงจรรินเวอร์เตอร์ที่แสดงในรูปที่ 2.1 สังเกตว่า ขาเดรนทั้ง 2 ตัวต่อกันเป็นเอาต์พุตและขาซอร์สต่อร่วมกับขาซัพเพเรต การทำงานของทรานซิสเตอร์ CMOS คือ

MOSFET แบบ n - channel จะ ON เมื่อ แรงดันที่ขาเกตเป็นบวก

MOSFET แบบ p - channel จะ ON เมื่อ แรงดันที่ขาเกตเป็นลบ

วงจร CMOS ในรูปให้เอาต์พุต 2 ระดับคือ  $+V_{DD}$  และ  $0\text{ V}$  ในกรณีต่างๆ ดังนี้ เมื่ออินพุตเป็น  $+V_{DD}$  nMOS จะ ON pMOS จะ OFF เอาต์พุตเป็น  $0\text{ V}$  เมื่ออินพุตเป็น  $0\text{ V}$  nMOS จะ OFF และ pMOS จะ ON เอาต์พุตเป็น  $+V_{DD}$  ทั้ง 2 กรณี จะไม่มีกระแสไหลจากแหล่งจ่ายไฟลงกราวด์เลย จึงทำให้ประหยัดกำลังงานสูญเสีย

วงจร CMOS มีความเป็นอุดมคติหลายประการคือ ใช้กำลังงานต่ำมากในการทำงานเนื่องจากจะมีมอสเฟตตัวหนึ่ง OFF ระหว่างแหล่งจ่ายไฟกับกราวด์ จึงไม่มีกระแสที่สูญเสียไปเปล่าๆ กำลังงานสูญเสียก็จะมีน้อยด้วย แม้ว่าในขณะที่เอาต์พุตมีการเปลี่ยนแปลงสถานะ จะมีเวลาชั่วครู่หนึ่งซึ่ง MOSFET จะ ON พร้อมกันทำให้สูญเสียกำลังงานจากแหล่งจ่ายไฟลงกราวด์ไป ซึ่งขึ้นอยู่กับความถี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของการทำงานนั้น แต่เมื่อเทียบกับวงจร TTL แล้ว กำลังงานสูญเสียในส่วนของวงจร CMOS ต่ำ  
 มากๆ

### 2.1.1 ข้อควรระวัง

ในการทำงานที่ต้องใช้ไอซีประเภท CMOS จะต้องระวังความเสียหายอันเกิดจาก static discharge และ transient voltage ดังนี้

1. จะต้องเก็บไอซี CMOS ที่ไม่ใช่ไว้บนแผ่นโฟมที่มีลุ่มิเนียมฟอยล์ปิดอยู่เพื่อป้องกันประจุไฟฟ้า
2. ขั้วต่อของแหล่งจ่ายไฟจะต้องใช้ตะกั่วเชื่อมต่อให้แน่น
3. เมื่อจะเปลี่ยนไอซี CMOS จะต้องปิดแหล่งจ่ายไฟเสียก่อน
4. ต้องแน่ใจว่าสัญญาณอินพุตไม่ใหญ่กว่าแหล่งจ่ายไฟที่ให้อิซี
5. ให้ปิดสัญญาณอินพุตก่อนปิดแหล่งจ่ายไฟ
6. ทุก ๆ อินพุตที่ไม่ใช้ จะต้องต่อกับขั้วบวกหรือ GND ของแหล่งจ่ายไฟ

### 2.1.2 ค่าต่างๆที่สำคัญของวงจรถอดจิกเกต

สิ่งสำคัญที่เราควรทราบ เพื่อใช้ในการพิจารณาและนำมาใช้ให้ถูกต้องเหมาะสมกับงานและสามารถเปรียบเทียบกับวงจรถอดจิกแบบต่างๆ ได้ โดยทั่วๆ ไปเราจะพิจารณาจากค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. สัญญาณรบกวน วงจรถอดจิกเกตชนิดซีมอสมีค่าปลอดสัญญาณรบกวน (noise immunity) ดีกว่าวงจรถอดจิกอื่นคือ มีมากกว่า 2 โวลต์
2. ความเร็วในการทำงาน (Speed of Operation) ของวงจรถอดจิกแต่ละตระกูลนั้นขึ้นอยู่กับช่วงเวลาที่ยินพุตเปลี่ยนสถานะแล้วเอาท์พุตเปลี่ยนสถานะตามกินเวลามากน้อยเท่าไร ซึ่งซีมอสนั้นมีช่วงเวลานี้มากที่สุด ประมาณ 25 นาโนวินาที เทคโนโลยีในปัจจุบันทำให้เวลานี้สั้นลงมาก
3. กำลังไฟสูญเสีย (power dissipation) หลักการเลือกใช่วงจรถอดจิกมีสิ่งที่ควรคำนึงถึงอีกอย่างหนึ่งคือ กำลังไฟสูญเสียในวงจรอาจจะประกอบด้วยเกตหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่นอีกมากมาย ดังนั้นกำลังไฟสูญเสียจึงมีความสำคัญมากอย่างหนึ่ง วงจรเกตตระกูลซีมอสเป็นวงจรเกตที่กินกำลังไฟน้อยที่สุด เช่น อนุกรมไอซี 4000 หรือ 74CXX จะกินกำลังไฟเพียง 15 ไมโครวัตต์ต่อไอซี 14 ขา 1 ตัว อนุกรมไอซี 74L กินกำลังไฟ 1 มิลลิวัตต์ต่อเกต อนุกรม 74H กินกำลังไฟ 22 มิลลิวัตต์ต่อเกต
4. ความสามารถต่อรวมกัน คือความสามารถในการต่อโหลดจำนวนมากน้อยเท่าไรของเกต เรียกว่า แฟนเอาต์ (fan out) และความสามารถในการรับตัวแปร ซึ่งแตกต่างกันทางด้านอินพุตเรา เรียกว่า แฟนอิน (fan in) ซึ่งวงจรถอดจิกซีมอสมีแฟนเอาท์มากที่สุดคือประมาณ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. กระแสซิงก์และกระแสซอร์ส ในขณะที่ต่อวงจรลอจิกร่วมกันจะมีกระแสไหลจากเอาต์พุตเข้าไปยังอินพุตของเกตอื่น สถานะของเกตที่จะจ่ายกระแสเป็นลอจิกสูง กระแสขั้วนี้เรียกว่า “กระแสซอร์ส” แต่ถ้าหากขณะใดกระแสอินพุตไหลเข้าไปยังเอาต์พุตของอีกเกตหนึ่งเราจะเรียกกระแสนี้ว่า “กระแสซิงค์” และกระแสนี้จะไหลก็ต่อเมื่อเอาต์พุตของเกตเป็นลอจิก “0”

6. ค่าระดับแรงดันของลอจิก “0” และ “1” ในขณะที่จ่ายแรงดันไฟเลี้ยงวงจร +5 โวลต์ ระดับลอจิก “1” ด้านเอาต์พุตค่าต่ำสุด ( $V_{OHmin}$ ) มีค่าไม่ต่ำกว่า 4.5 โวลต์ ระดับลอจิก “1” ด้านอินพุตค่าต่ำสุด ( $V_{IHmin}$ ) มีค่าไม่ต่ำกว่า 3.5 โวลต์ ระดับลอจิก “0” ด้านเอาต์พุตค่าสูงสุด ( $V_{OLmax}$ ) มีค่าไม่เกิน 0.5 โวลต์ ส่วนระดับลอจิก “0” ด้านเอาต์พุตค่าสูงสุด ( $V_{ILmax}$ ) มีค่าไม่เกิน 1.5 โวลต์

## 2.2 เกตขมิตต์ทริกเกอร์

ถึงแม้ว่าวงจรดิจิทัลจะสามารถนำมาใช้กับสัญญาณที่ไม่ได้เป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่ตึกก็ตาม แต่หากการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณนั้นมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วงที่วงจรตัดสินใจทำงานไม่ถูกต้องตามความเป็นจริง หรือให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้ นั้นหมายถึงสัญญาณที่เข้ามาทางอินพุตอาจจะอยู่ในช่วงของสัญญาณรบกวน ซึ่งเป็นระดับของแรงดันที่วงจรตัดสินใจทำงานผิดพลาดได้โดยง่าย เพื่อป้องกันการทำงานผิดพลาดอันเกิดจากเรื่องดังกล่าวนี้จำเป็นที่จะต้องให้สัญญาณนั้นผ่านวงจรที่เปลี่ยนระดับลอจิกเป็นเพียง 2 ระดับคือ “0” และ “1” เสียก่อน นั่นคือผ่านวงจรขมิตต์ทริกเกอร์ (Schmitt Trigger) นั่นเอง วงจรนี้มีคุณสมบัติที่จะกำจัดสัญญาณรบกวน และทำให้ได้แรงดันเอาต์พุตเป็นสัญญาณดิจิทัล 2 ระดับเท่านั้นคือ “0” และ “1”

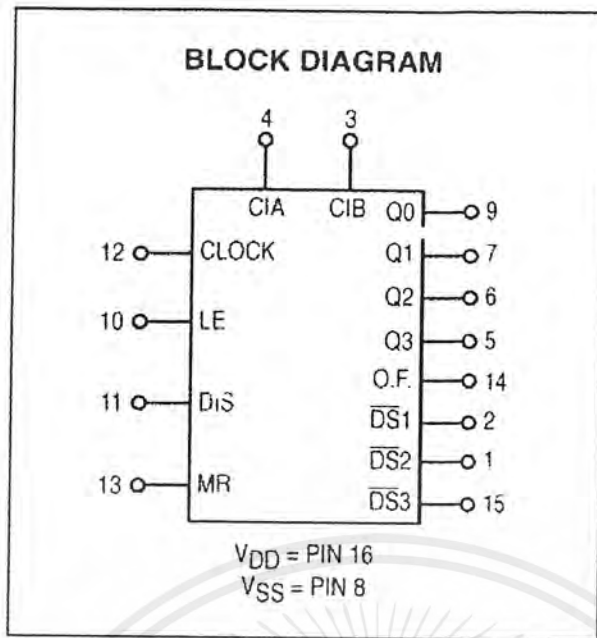
## 2.3 รายละเอียดของไอซีในวงจร

2.3.1 ไอซี MC14553B เป็นไอซีเคาน์เตอร์ 3 digit ประกอบด้วย 3 ขาสัญญาณลบ BCD counter ที่ต่อแบบ Cascaded synchronous โครงสร้างภายในมี 4 bit latch กับ quad 3 input multiplexer ในไอซีมีขา Reset, Input Clock และ Latch Enable คาปาซิเตอร์แบบไมลาร์ ที่ขาไอซีให้ความถี่ 1 KHz

### คุณสมบัติ

- เอาต์พุตเป็น TTL
- สัญญาณนาฬิกาอยู่ภายในตัวไอซีสามารถที่จะต่อ Cascade ได้
- ไม่ต้องใช้สัญญาณนาฬิกาต่อเข้าอินพุต
- เอาต์พุต Latch และ Master Reset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงรูปบล็อกไดอะแกรม ของ MC 14553B

### TRUTH TABLE

Inputs				Outputs
Master Reset	Clock	Disable	LE	
0		0	0	No Change
0		0	0	Advance
0	X	1	X	No Change
0	1		0	Advance
0	1		0	No Change
0	0	X	X	No Change
0	X	X		Latched
0	X	X	1	Latched
1	X	X	0	Q0 = Q1 = Q2 = Q3 = 0

X = Don't Care

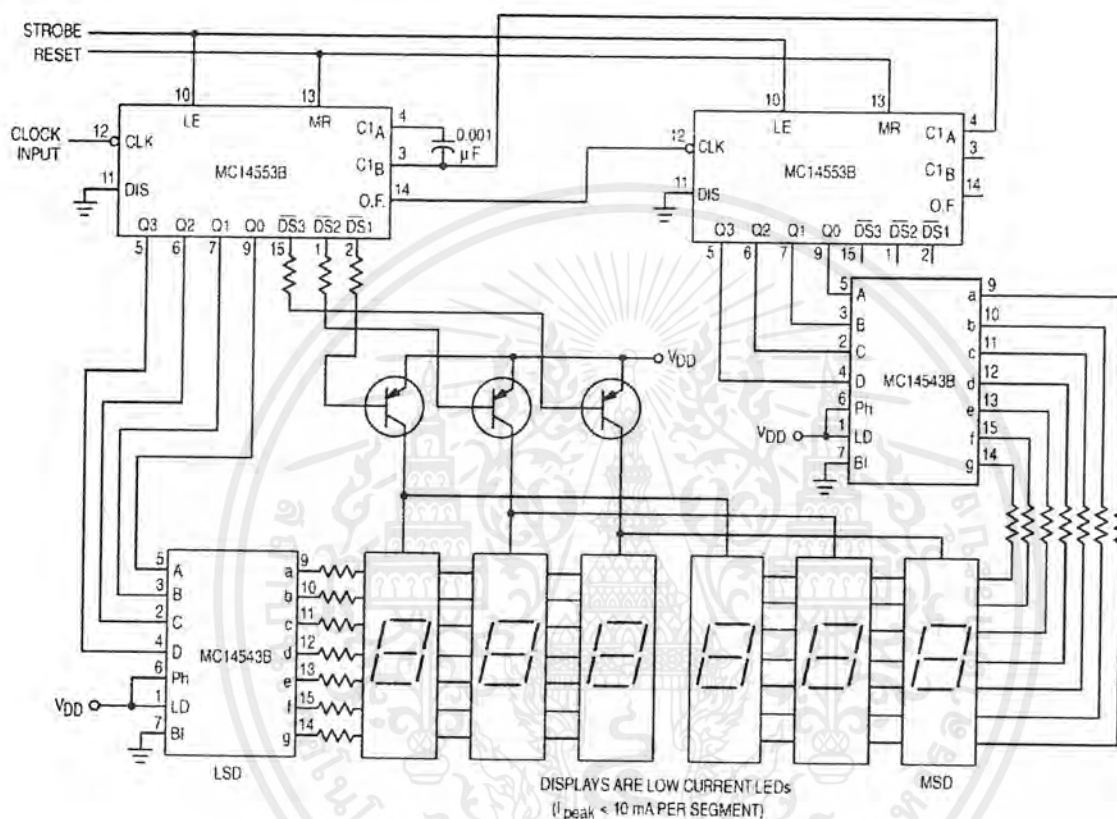
ตารางที่ 2.1 แสดง Truth Table ของ MC 14553B

ในรูปที่ 2.2 เจาะท์พุท Q0 – Q3 ทั้ง 4 ป้อนให้กับ MC14511B CMOS 7-segment decoder เป็นเจาะท์พุทที่ขับ 3 digit multiplexed display แต่ละ digit จะ ON ได้ตามเวลาที่ถูกต้องผ่านทางตัวควบคุมแสดงผลที่เจาะท์พุท เจาะท์พุททำงานที่แอกทีฟ “low” ทรานซิสเตอร์สวิตซ์ Common -Cathode ของ digit ในตัวแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2 วงจรเคาน์เตอร์ 3 digit แบบโมดูล (Counter Module 3 digit Counter)

วงจรเคาน์เตอร์ที่แสดงในรูปที่ 2.3 เป็นเคาน์เตอร์ 6 digit สำหรับนับที่ความถี่ต่ำ วงจรมีกานับ และรีเซ็ต และอาจต่อขยายทำให้เป็นวงจรมับ 6 หรือ 9 digit ได้

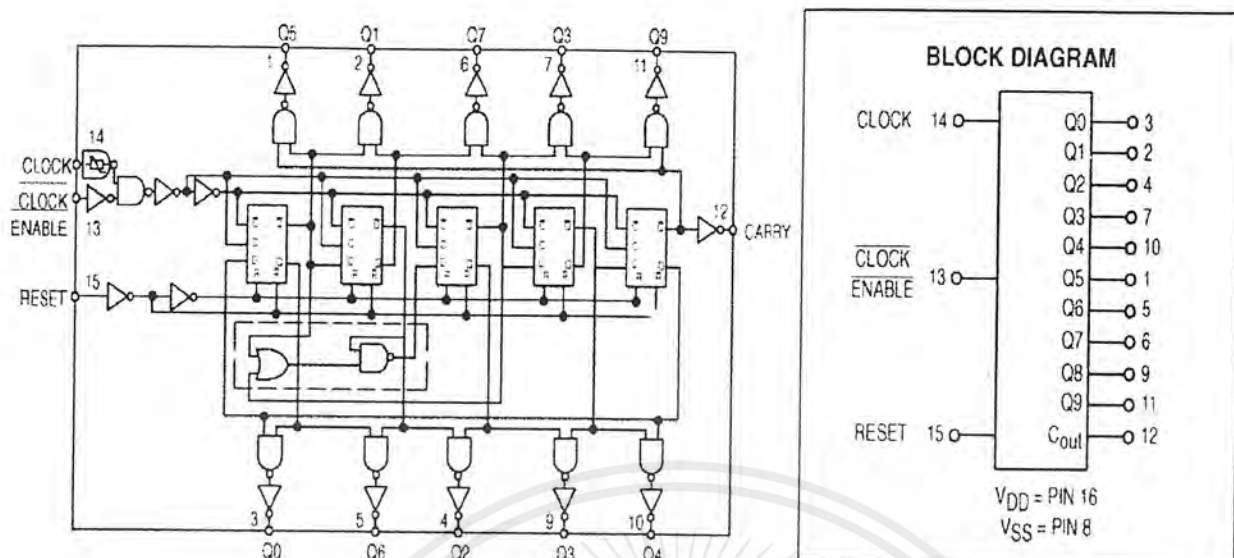


รูปที่ 2.3 แสดงการต่อวงจรมับเป็น 6 digit display

### 2.3.3 ไอซี MC14017B เป็นเคาน์เตอร์แบบ Johnson decade 5-stage และ output

decoder อินพุตประกอบด้วยสัญญาณ clock , reset และ clock enable เอาท์พุท 10 decaded จะเป็น "low" หรือ "high" เท่านั้น ในแต่ละ output decaded ที่เหลืออยู่จะเป็น "high" ที่ 1 รอบสัญญาณนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงลอจิกไดอะแกรมและบล็อกไดอะแกรมของ MC14017B

**FUNCTIONAL TRUTH TABLE**  
(Positive Logic)

Clock	Clock Enable	Reset	Decode Output=n
0	X	0	n
X	1	0	n
X	X	1	Q0
	0	0	n+1
	X	0	n
X		0	n
1		0	n+1

X = Don't Care. If n < 5 Carry = "1", Otherwise = "0".

ตารางที่ 2.2 แสดง Truth Table ของ MC14017B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

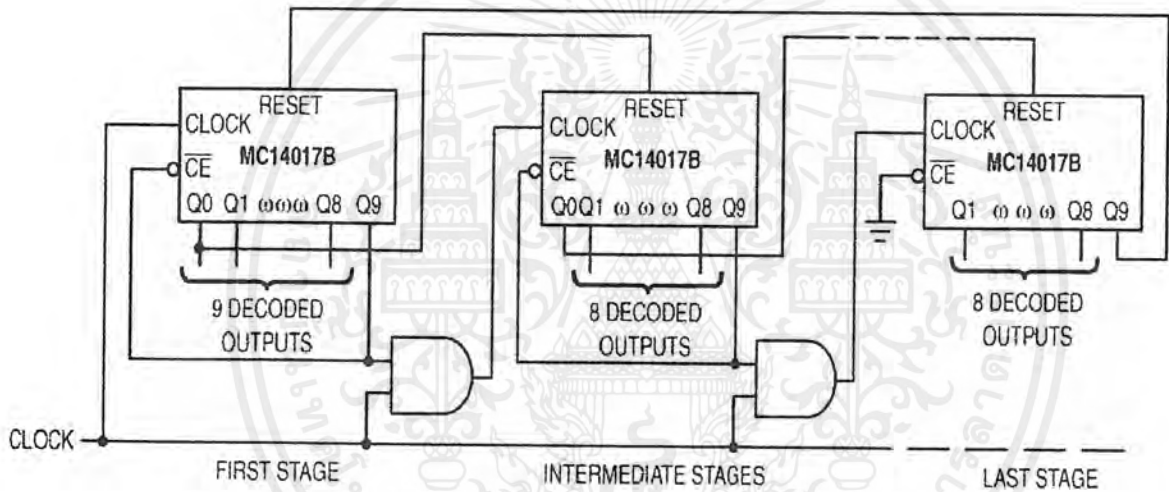
### คุณสมบัติ

- ใช้แรงดันไฟเลี้ยง 3.0 VDC ถึง 18 VDC
- วงจรสัญญาณนาฬิกาอินพุตเป็น Slow Rise Time ได้
- มีขา Carry Out (Cout) สำหรับ cascading
- สามารถขับโหลดที่เป็น Low-Power TTL ได้ 2 ตัว และขั้วตัก TTL 1 ตัวได้

### 2.3.4 การขยาย Counter

รูปที่ 2.5 แสดงถึงเทคนิคการขยายจำนวนของกานับจากเอาต์พุตของ MC14017B

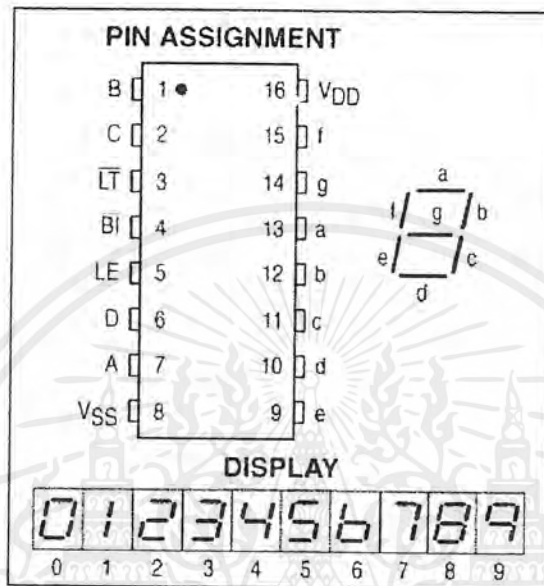
Decoded Outputs ภายในเป็น Sequential



รูปที่ 2.5 แสดงการขยายจำนวนการนับโดยใช้ MC14017B

2.3.5 ไอซี MC14511B เป็นไอซี BCD-To-Seven Segment Latch/Decode/Driver ซึ่งโครงสร้างภายในเป็นแบบ MOS (CMOS) Enhancement Mode และเอาต์พุตเป็นทรานซิสเตอร์แบบไบโพลาร์ทำหน้าที่เป็นไดรเวอร์ วงจรเป็นแบบ 4 บิต Storage Latch 8421 BCD-To-Seven Segment Decoder มีขาที่ใช้ทดสอบการแสดงผลคือ Lamp Test (LT) , Blanking (BI) , Latch Enable (LE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงตำแหน่งขาไอซีของ MC14511B

#### คุณสมบัติ

- ใช้แรงดันไฟเลี้ยง 3.0 VDC ถึง 18 VDC
- กำลังงานสูญเสียในวงจรลจิกต่ำ
- กระแสเอาต์พุตสูง (สูงถึง 25 mA)
- สามารถขับโหลดที่เป็น Low-Power TTL ได้ 2 ตัว และซัดกั TTL 1 ตัวได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### TRUTH TABLE

Inputs							Outputs							
LE	BI	LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	Display
X	X	0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	8
X	0	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	2
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Blank
1	1	1	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*

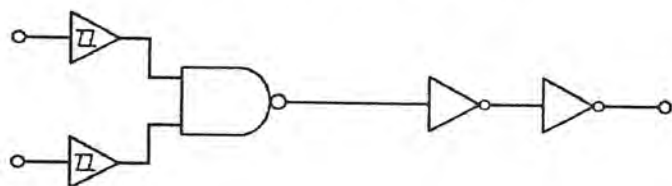
X = Don't Care

\* Depends upon the BCD code previously applied when LE = 0

ตารางที่ 2.3 แสดง Truth Table ของ MC14511B

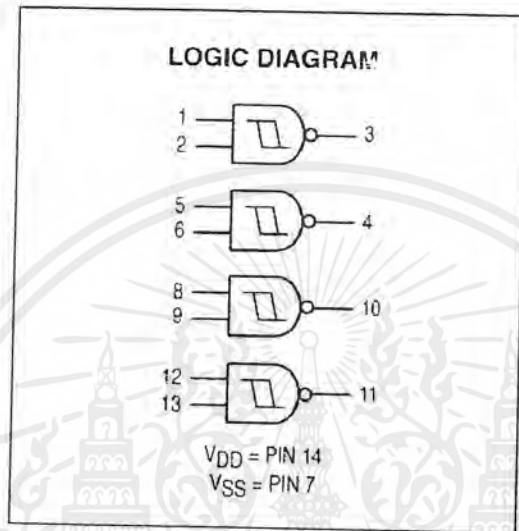
2.3.6 ไอซี MC14093B เป็นขมิตทริกเกอร์ โครงสร้างแบบ MOS P - Channel และ N - Channel Enhancement Mode โครงสร้างภายในประกอบด้วย ขมิตทริกเกอร์ 4 วงจร แต่ละวงจรเป็นเกตแนนด์ขมิตทริกเกอร์ 2 อินพุท

#### EQUIVALENT CIRCUIT SCHEMATIC (1/4 OF CIRCUIT SHOWN)



รูปที่ 2.7 แสดงวงจรเทียบเท่าของ MC14093B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงลอจิกไดอะแกรมของ MC14093B

#### คุณสมบัติ

- ใช้แรงดันไฟเลี้ยง 3.0 VDC ถึง 18 VDC
- สามารถขับโหลดที่เป็น Low-Power TTL ได้ 2 ตัว และซ็อกเก็ต TTL 1 ตัวได้
- สามารถใช้แทนไอซี MC14011B ได้
- ขมิททริกเกอร์แต่ละอินพุทเป็นอิสระต่อกัน

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (Voltages Referenced to  $V_{SS}$ )

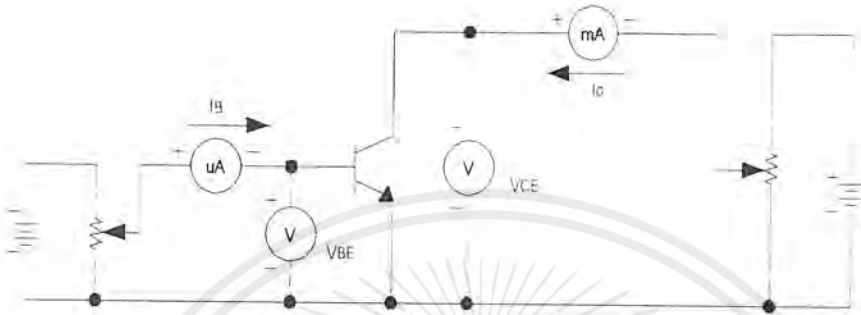
Characteristic	Symbol	$V_{DD}$ Vdc	-55°C		25°C			125°C		Unit	
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max		
Output Voltage $V_{in} = V_{DD}$ or 0	"0" Level $V_{OL}$	5.0	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	Vdc	
		10	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05		
		15	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05		
	"1" Level $V_{in} = 0$ or $V_{DD}$	$V_{OH}$	5.0	4.95	—	4.95	5.0	—	4.95		—
			10	9.95	—	9.95	10	—	9.95		—
			15	14.95	—	14.95	15	—	14.95		—
Output Drive Current ( $V_{OH} = 2.5$ Vdc) ( $V_{OH} = 4.6$ Vdc) ( $V_{OH} = 9.5$ Vdc) ( $V_{OH} = 13.5$ Vdc)	Source $I_{OH}$	5.0	-3.0	—	-2.4	-4.2	—	-1.7	—	mAdc	
		5.0	-0.64	—	-0.51	-0.88	—	-0.36	—		
		10	-1.6	—	-1.3	-2.25	—	-0.9	—		
		15	-4.2	—	-3.4	-8.8	—	-2.4	—		
	Sink $I_{OL}$	5.0	0.64	—	0.51	0.88	—	0.36	—		
		10	1.6	—	1.3	2.25	—	0.9	—		
15	4.2	—	3.4	8.8	—	2.4	—	—			
Input Current	$I_{in}$	15	—	$\pm 0.1$	—	$\pm 0.00001$	$\pm 0.1$	—	$\pm 1.0$	$\infty$ Adc	
Input Capacitance ( $V_{in} = 0$ )	$C_{in}$	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF	
Quiescent Current (Per Package)	$I_{DD}$	5.0	—	0.25	—	0.0005	0.25	—	7.5	$\infty$ Adc	
		10	—	0.5	—	0.0010	0.5	—	15		
		15	—	1.0	—	0.0015	1.0	—	30		
Total Supply Current**† (Dynamic plus Quiescent, Per Package) ( $C_L = 50$ pF on all outputs, all buffers switching)	$I_T$	5.0	$I_T = (1.2 \mu A/kHz) f + I_{DD}$ $I_T = (2.4 \mu A/kHz) f + I_{DD}$ $I_T = (3.6 \mu A/kHz) f + I_{DD}$							$\infty$ Adc	
		10									
		15									
Hysteresis Voltage	$V_{HT}$	5.0	0.3	2.0	0.3	1.1	2.0	0.3	2.0	Vdc	
		10	1.2	3.4	1.2	1.7	3.4	1.2	3.4		
		15	1.6	5.0	1.6	2.1	5.0	1.6	5.0		
Threshold Voltage Positive-Going	$V_{T+}$	5.0	2.2	3.6	2.2	2.9	3.6	2.2	3.6	Vdc	
		10	4.6	7.1	4.6	5.9	7.1	4.6	7.1		
		15	6.8	10.8	6.8	8.8	10.8	6.8	10.8		
	Negative-Going	$V_{T-}$	5.0	0.9	2.8	0.9	1.9	2.8	0.9		2.8
			10	2.5	5.2	2.5	3.9	5.2	2.5		5.2
			15	4.0	7.4	4.0	5.8	7.4	4.0		7.4

ตารางที่ 2.4 แสดงตาราง Truth Table ของ MC 14093B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 การคำนวณค่าจำกัดกระแสวงจรวัดแม่เหล็ก (Magnetic Switch)

ให้ไบอัสที่ขาอิมิตเตอร์ ดังรูปที่ 2.9 เรียกว่าวงจรมอนอิมิตเตอร์ ในที่นี้ใช้ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN ขาอิมิตเตอร์ มีศักย์เป็นลบเมื่อเทียบกับขาเบส เป็นฟอร์เวิร์ดไบอัสของวงจรร และขาคอลเลคเตอร์ ได้รับรีเวอร์สไบอัส



รูปที่ 2.9 แสดงวงจรร Common – Emitter ทรานซิสเตอร์ NPN

อัตราขยายกระแสของวงจรร คอมมอนอิมิตเตอร์ คือ  $\beta$  จึงต้องทราบความสัมพันธ์ระหว่าง อัตราขยายกระแส ของคอมมอนเบส คือ  $\alpha$  ของวงจรร ทั้งสองลักษณะ ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างกระแสคอลเลคเตอร์กับกระแสเบสเป็นตัวกำหนดอัตราขยายกระแส เราได้อัตราขยายกระแส DC ( $\beta_{dc}$ ) อัตราขยายกระแส AC ( $\beta_{ac}$ ) ดังนี้

$$\beta_{dc} = h_{fe} = \frac{I_C - I_{CE0}}{I_B} \quad \text{————— 1}$$

$$\beta_{ac} = h_{fe} = \frac{\Delta I_C}{\Delta I_B} \quad \text{————— 2}$$

| V<sub>ce</sub> คงที่

### 2.4.1 ความสัมพันธ์ระหว่าง $\alpha$ และ $\beta$

จากสมการแสดงทิศทางกรไหลของกระแสในตัวทรานซิสเตอร์

แทนค่า  $I_B$  ลงในสมการ 1

$$\beta_{dc} = \frac{I_C}{I_B} = \frac{I_C}{I_E - I_C}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หารเทอมเศษและเทอมส่วนด้วย  $I_E$  จะได้

$$\beta_{dc} = \frac{I_C / I_E}{1 - I_C / I_E}$$

จาก

$$\alpha_{dc} = \frac{I_C}{I_E} \quad \text{—————} 3$$

$\therefore$

$$\beta_{dc} = \frac{\alpha_{dc}}{1 - \alpha_{dc}}$$

จาก 3 จัดรูปเพื่อหา  $\alpha$

$$\begin{aligned} \beta_{dc}(1 - \alpha_{dc}) &= \alpha_{dc} \\ \beta_{dc} - \beta_{dc}\alpha_{dc} &= \alpha_{dc} \\ \beta_{dc} &= \alpha_{dc} + \beta_{dc}\alpha_{dc} \\ &= (1 + \beta_{dc})\alpha_{dc} \end{aligned}$$

$\therefore$

$$\alpha_{dc} = \frac{\beta_{dc}}{1 + \beta_{dc}}$$

ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการทั่วๆ ไปดังนี้

$$\beta = \frac{\alpha}{1 - \alpha}$$

$$\alpha = \frac{\beta}{1 + \beta}$$

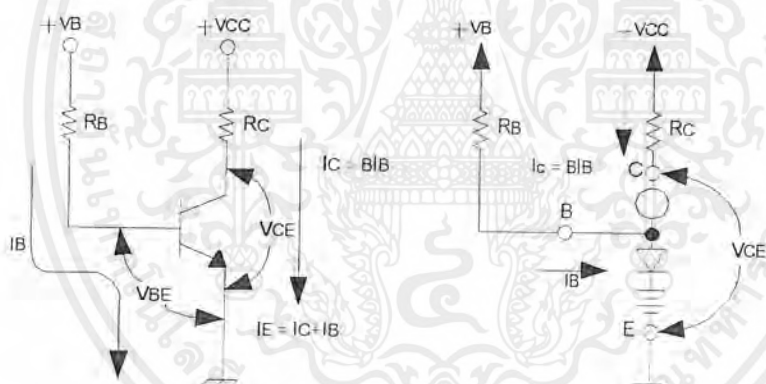
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4.2 หลักการในการเลือกจุด Operating Point

1. DC Collector Current ( $I_c$ )
2. DC Voltage ที่ตกคร่อมตัวทรานซิสเตอร์
3. DC Base Current ( $I_b$ )

โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่าง  $I_b$  กับ  $I_c$  เป็นไปตามสมการ  $I_c = \beta I_b$  การจัดไบอัสเป็นการกำหนดค่ากระแสเบส ( $I_b$ ) ที่วงจรต้องการเพื่อออกแบบวงจร Bias Network ที่สามารถจ่ายกระแสจำนวนนี้ได้ Biasing Network แบบง่ายๆ ประกอบด้วย DC Voltage Supply  $V_B$  ต่ออนุกรมอยู่กับความต้านทาน  $R_B$

ในทางปฏิบัติ  $V_B$  มักรับแรงไฟจาก  $V_{CC}$  และ  $V_B$  ปรากฏตกคร่อม  $R_B$  และ B-E junction ของทรานซิสเตอร์นั้นๆ หรืออาจประมาณค่าทรานซิสเตอร์ชนิดซิลิกอน มีค่าประมาณ 0.6-0.7 Volts ส่วนชนิดเจอร์มาเนียมใช้ 0.3 Volts โดยประมาณ เมื่อ  $V_{BE}$  คงที่เช่นนี้ จำนวนกระแส  $I_B$  อันเกิดจาก  $V_B$  จึงขึ้นอยู่กับ  $R_B$  เพียงตัวเดียว แต่มีข้อตกลงเป็นเงื่อนไขดังนี้  $V_B > 10 V_{BE}$  เท่านั้น จากรูปที่ 2.10 จะได้



รูปที่ 2.10

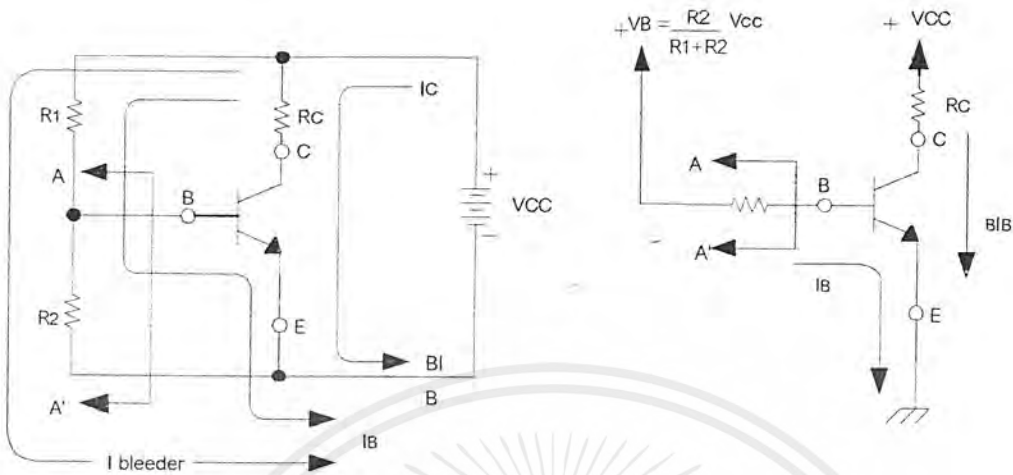
$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_B}$$

$$I_C = \beta I_B = \frac{\beta (V_B - V_{BE})}{R_B}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 การให้ Bias Voltage แก่ Common - Emitter

ตามรูปข้างล่างนี้ Biasing Network ประกอบด้วย Voltage Divider จาก R1 กับ R2



รูปที่ 2.11

Thevenin's Voltage

$$V_B = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC} \quad \text{----- 1}$$

Thevenin's Resistance

$$R_B = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{----- 2}$$

$$R_1 = \frac{V_{CC} * R_B}{V_B} \quad \text{----- 3}$$

และ

$$R_2 = \frac{V_{CC}}{V_{CC} - V_B} \quad \text{----- 4}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$R_B$  หรือ  $V_B$  ตัวใดตัวหนึ่งต้องกำหนดขึ้นเองก่อน แล้วอาศัยค่า Bias Current ที่เหมาะสมซึ่งทราบค่า แล้วมาคำนวณหา  $R_B$  หรือ  $V_B$  ตัวที่ยังไม่ทราบค่า ทั้งนี้เพราะ

$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_B} \quad \text{----- 5}$$

แทนค่า สมการ 1-2

$$I_C = \beta I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_B}$$

$$I_C = \left( \frac{V_{CC}}{R_1} - \frac{V_{BE}}{R_2} \right) \beta$$

$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_B}$$

$\therefore$

$$I_C = \frac{(V_B - V_{BE})\beta}{R_B}$$

$$I_B R_1 + I_B R_2 - V_{CC} = 0$$

$$I_B (R_1 + R_2) - V_{CC} = 0$$

$$I_B (R_1 + R_2) = 0$$

$$I_B (R_1 + R_2) = V_{CC}$$

$\therefore$

$$I_B = \frac{V_{CC}}{R_1 + R_2}$$

$$V_B = V_{R_2} = I_B R_2 ; V_{R_1} = I_B R_1 ; V_{CC} = V_{R_1} + V_{R_2}$$

$$V_B = \left( \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) V_{CC}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หา  $R_B$ 

$$\frac{V_B}{V_{CC}} = \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

$$\frac{V_B R_1}{V_{CC}} = \frac{R_2(1 - V_B)}{V_{CC}}$$

∴

$$R_B = \frac{R_2(1 - V_B)}{V_{CC}}$$

- หา  $R_2$ 

$$R_B = \frac{R_2(1 - V_B)}{V_{CC}}$$

$$R_2 = \frac{R_B * V_{CC}}{V_{CC} - V_B}$$

- หา  $R_1$ 

$$V_B = \frac{R_2 * V_{CC}}{R_1 + R_2}$$

$$R_1 = \frac{R_2(V_{CC} - 1)}{V_B}$$

จาก

$$R_2 = \frac{V_{CC} * R_B}{V_{CC} - V_B}$$

∴

$$R_1 = \frac{V_{CC} * R_B}{V_B}$$

## 2.5 วงจรรีเลย์ (Relay)

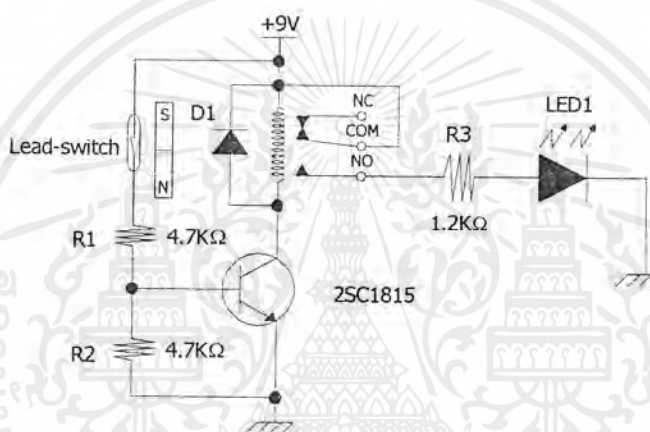
ในวงจรที่ควบคุมด้วยอิเล็กทรอนิกส์ เราสามารถใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ไปควบคุมอุปกรณ์ประเภทไฟฟ้ากำลังได้ แต่สิ่งหนึ่งที่เสมือนเป็นตัวกลางคือ รีเลย์ เช่น วงจรทรานซิสเตอร์ที่มีโหลดเป็นรีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.5.1 การต่อไดโอดคร่อมไหลดรีเลย์

เนื่องจากคอยล์ของรีเลย์มีลักษณะเป็นตัวเหนี่ยวนำ เมื่อป้อนแรงดันให้จะมีแรงดันย้อนกลับ (Back EMF หรือ Back Electromotive Force) แรงดันสูงในทิศทางตรงกันข้ามออกมาก่ออันตรายให้อุปกรณ์ไดรเวอร์จำพวกทรานซิสเตอร์ หรือไอซีที่ต่อขับอยู่เสียหายได้ ในรีเลย์แรงดัน 12 โวลต์ สามารถที่จะให้แรงดันย้อนกลับชั่วขณะได้สูงถึง 200 โวลต์ เพื่อป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับทรานซิสเตอร์ ในกรณีที่ทรานซิสเตอร์เข้าสู่สภาวะคัทออฟ แล้วเกิดแรงดันย้อนกลับ หรือ Back Electromotive Force ขึ้น การต่อไดโอดเพื่อป้องกันกระแสย้อนกลับจึงช่วยได้

วงจรใช้งานจริง จากรูปวงจรที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แสดงวงจรใช้งานจริง

$$V_B = \frac{R_2 \cdot V_{CC}}{R_1 + R_2}$$

$$= \frac{(4.7K)(9V)}{4.7K + 4.7K}$$

$$\therefore V_B = 4.5V$$

$$R_B = R_2 \left(1 - \frac{V_B}{V_{CC}}\right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= 4.7K \left(1 - \frac{4.5V}{9V}\right)$$

$$= 4.7K(0.5)$$

∴

$$R_B = 2.35K \text{ เลือกใช้ } 2.2K$$

Kirchoff 's Law

$$I_B R_B + V_{BE} - V_B = 0$$

$$V_B = I_B R_B + V_{BE}$$

$$I_B = \frac{V_B - V_{BE}}{R_B}$$

∴

$$R_B = \frac{V_B - V_{BE}}{I_B}$$

$$I_B = \frac{4.5V - 0.7V}{2.35K} = 1.6mA$$

$$R_B = \frac{4.5V - 0.7V}{1.6mA} = 2.375K$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### หลักการการทำงานของวงจร

วงจรมีการขับเคลื่อนหลัก มีโครงสร้างหลักๆ ของวงจรอยู่ด้วยกัน 4 ภาควงจรใหญ่ ดังนี้

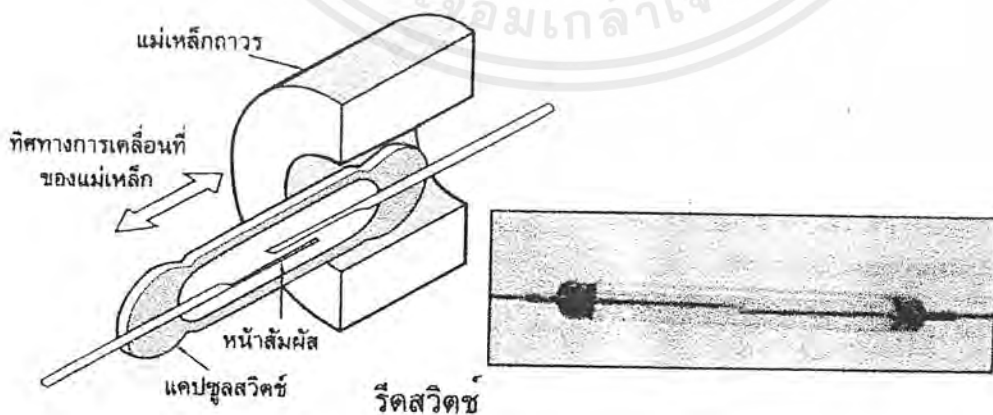
- วงจรประยุกต์โดยใช้สวิตช์แม่เหล็ก
- วงจรนับและตั้งค่าในการขับเคลื่อนหลัก
- วงจรขับและถอดรหัส LED ตัวเลข 7 ส่วน
- วงจรแสดงผล LED ตัวเลข 7 ส่วน



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของวงจรเครื่องนับการขับเคลื่อนหลัก

#### 3.1 ภาควงจรประยุกต์โดยใช้สวิตช์แม่เหล็ก (Magnetic Switch)

ซึ่งวงจรที่ทำขึ้นนี้จะใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ คือ Lead-Switch ทำงานเป็นตัวสวิตช์ ปิดเปิด ท้าวๆ ไปนำมาประกอบกับแม่เหล็กซึ่ง Lead Switch ก็จัดเป็นรีเลย์อีกชนิดหนึ่งเหมือนกันเพียงแต่จะไม่มีส่วนของคอยล์ที่สร้างสนามแม่เหล็ก การควบคุมการปิดเปิดหน้าสัมผัสของสวิตช์ จะใช้สนามแม่เหล็กจากภายนอกมาควบคุม เช่น จากแม่เหล็กถาวร หน้าสัมผัสและรูปร่างแคปซูลของ Lead Switch แสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แสดงหน้าสัมผัสและรูปร่างแคปซูลของ Lead Switch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วัตถุที่จะทำการทดสอบ คือ ส่วนที่เป็นโลหะและขั้วโลหะมาทำการทดลอง ซึ่งเมื่อนำส่วนที่เป็นโลหะนำมาใกล้อุปกรณ์นี้ จะทำให้เกิดการเหนี่ยวนำของ Lead-Switch กับแม่เหล็กและโลหะ จึงทำให้ Lead-Switch ทำงาน ถ้านำวัตถุที่เป็นโลหะเข้าไปใกล้ก็จะไม่ทำให้เกิดการทำงาน จากการทดลองดังกล่าวนี้ ก็นำไปต่อส่วนของวงจรที่จะควบคุมต่อไปหรือวงจรภาคอื่นถัดไป ซึ่งในที่นี่ จะต่อวงจรสวิตช์แม่เหล็กให้เข้ากับวงจรถ้าเน็ดเสียงและสัญญาณนาฬิกาเข้าไปเป็นอินพุทของวงจรมัลติการพัลส์แผ่นเหล็กได้

### 3.1.1 หลักการทำงานของวงจรสวิตช์แม่เหล็ก

ส่วนของวงจรสวิตช์แม่เหล็กจะมี LED สีแดงติดสว่างอยู่ เป็นการเช็คว่ามีไฟเลี้ยงวงจร และเช็คสถานะการทำงานของหน้าสัมผัส NO หน้าสัมผัส NC ขณะเมื่อสวิตช์แม่เหล็กทำงานจะมี LED สีเขียวแสดงสถานะการทำงานและไม่ทำงาน จะมีอยู่สองกรณีคือ

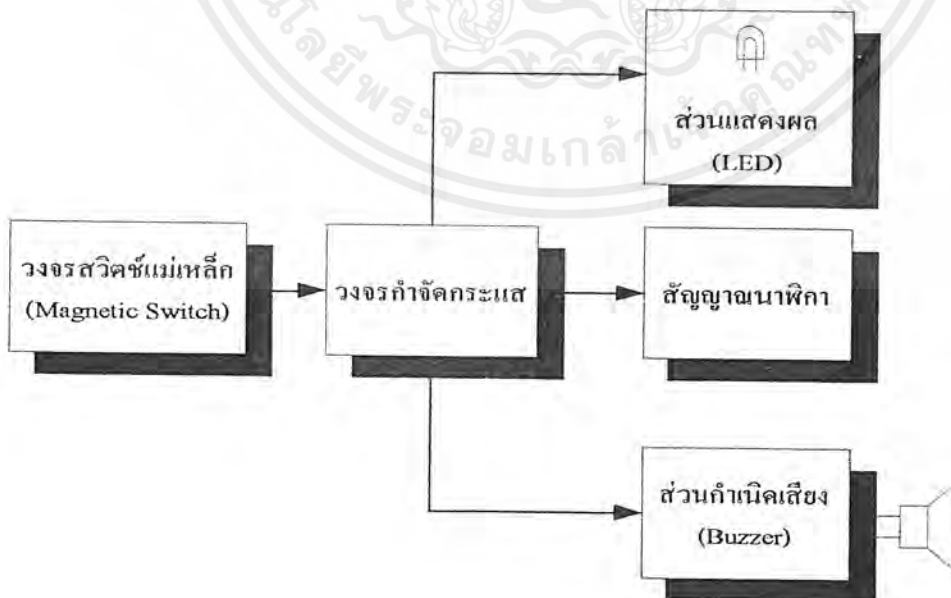
#### 1. กรณีเมื่อวงจรสวิตช์แม่เหล็กไม่ทำงาน

LED37 (สีแดง) ที่ต่อไว้ที่หน้าสัมผัส NO เพื่อแสดงสถานะการทำงานของรีเลย์ จะติดสว่าง แต่ยังไม่กำเนิดสัญญาณออกมา

#### 2. กรณีเมื่อวงจรสวิตช์แม่เหล็กทำงาน

ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงานรีเลย์จึงเกิดการเหนี่ยวนำขึ้น จึงทำให้เกิดการเปลี่ยนหน้าสัมผัสจาก NC ไปเป็น NO จึงทำให้บัสเซอร์ (Buzzer) ดัง ส่วน LED36 (สีเขียว) จะติดสว่างและมีสัญญาณนาฬิกาเอาท์พุทจากขา R61 ที่ต่อกับทรานซิสเตอร์ ขา B จึงเกิดสัญญาณนาฬิกา และทำให้วงจรเคาน์เตอร์ (Counter) นับทำงานในแต่ละครั้ง

สามารถเขียนบล็อกไดอะแกรมของวงจรได้ คือ



รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมของวงจรถ้าเน็ดเสียงและสัญญาณนาฬิกา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

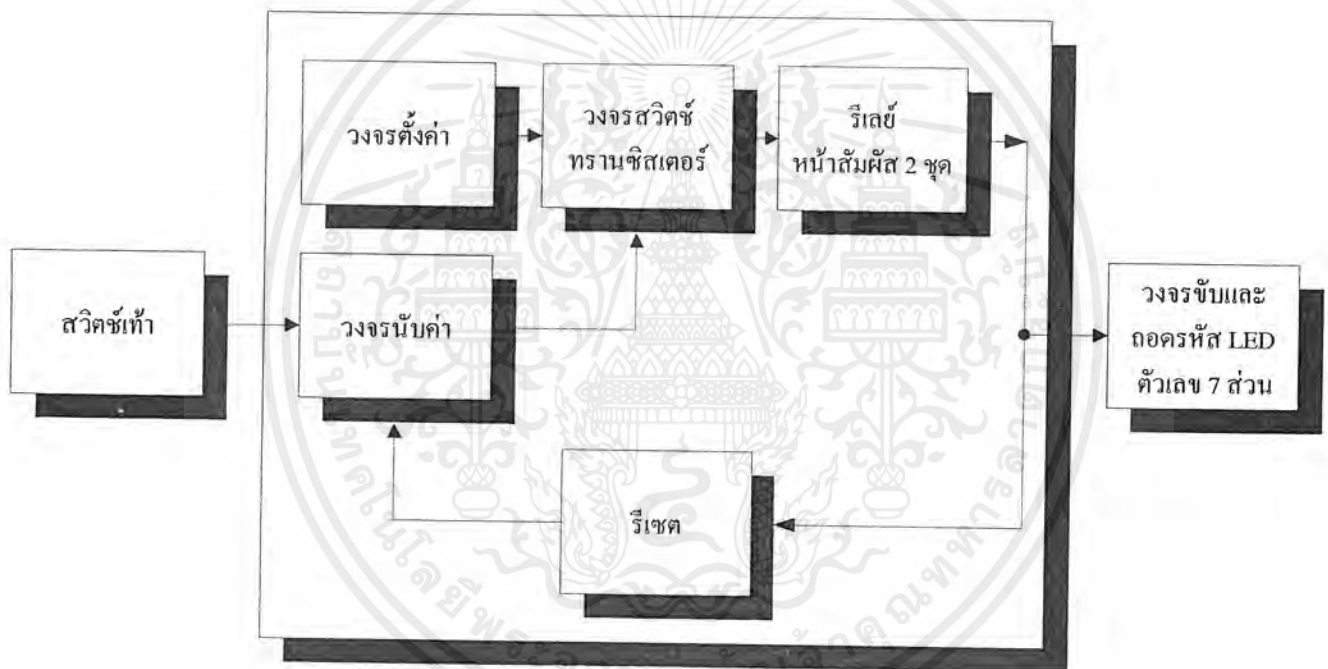
### 3.1.2 หลักการตรวจเช็คเมื่อวงจรสวิทช์แม่เหล็กไม่ทำงาน

ตรวจเช็คว่า วงจรสวิทช์แม่เหล็กทำงานหรือไม่ โดยมีอาการ 2 กรณี คือ

1. วงจรสวิทช์แม่เหล็ก “ขาด” เมื่อเรานำมัลติมิเตอร์วัดย่านโอห์ม แล้วเรานำส่วนที่เป็นโลหะมาทดสอบ แล้วมัลติมิเตอร์เข็มไม่ขึ้น แสดงว่า อุปกรณ์ Lead-Switch ภายในเสีย
2. วงจรสวิทช์แม่เหล็ก “ช็อต” เกิดขึ้นเนื่องจากหน้าสัมผัสของ Lead-Switch และติดหน้าสัมผัสกันตลอดเนื่องจากบางช่วงการทำงาน กระแสอาจมีมากเกินไป

### 3.2 ภาควงจรรับและตั้งค่าในการพับแผ่นเหล็ก

ซึ่งมีอุปกรณ์ต่อร่วมกันดังบล็อกไดอะแกรมย่อยดังนี้



รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมย่อยภายในวงจรรับและตั้งค่าในการพับแผ่นเหล็ก

#### 3.2.1 หลักการทำงานของวงจรรับและตั้งค่า

##### 1. วงจรส่วนของจรรับ

จะมี IC7 ต่ออนุกรมกับ IC8 ซึ่งมี IC4 เป็น AND Gate ต่อเพื่อสามารถนับค่าให้มีเอาต์พุตสูงสุดถึง 16 ค่า IC7 จะนับค่าตั้งแต่ 0-8 ขาที่ ( 2,4,7,10,1,5,6,9) ส่วน ขาที่14 ของ IC7 จะทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตที่เข้ามา ผ่านวงจรวัดค่าที่ไดโอดเฟอเรนซีเอเตอร์ (R25,C10) ถ้ามีสัญญาณอินพุตเข้ามาเกิน 9 ครั้ง จะทำให้ขาที่ 11 ของ IC7 มีระดับสัญญาณเป็น “1” ซึ่งต่อร่วมกับขาที่ 13 เข้ากับเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาที่ 8 ของ IC4/2 สัญญาณเอาต์พุตออกขาที่ 10 และส่งผ่านเข้าขาที่ 14 ของ IC8 ซึ่งทำหน้าที่นับค่าตั้งแต่ 10-16 ขาที่ (2,4,7,10,1,5,6,9) ส่วนขาที่ 12,13 จะต่อลงกราวด์ เพื่อทำการนับค่าวนลูปไปเรื่อยๆ ซึ่งขาที่นับค่า 0-16 ของ IC7และIC8 นี้จะทำการต่อกับ LED19-LED35 และต่อรวมกันกับขา C ของ IC5,IC6 จึงมีระดับสัญญาณเป็น "1" รออยู่ ซึ่งวงจรนับนี้ จะมีสวิตช์ตัวที่ 4(SW4) เป็นตัวรีเซตระบบของวงจร IC7,IC8 เพื่อให้อยู่ในสภาวะเริ่มต้นพร้อมที่จะทำงาน และสวิตช์ตัวที่ 5 (SW5) จะเป็นตัวทดสอบการนับก่อนที่จะนำไปต่อกับสัญญาณทดสอบจริง

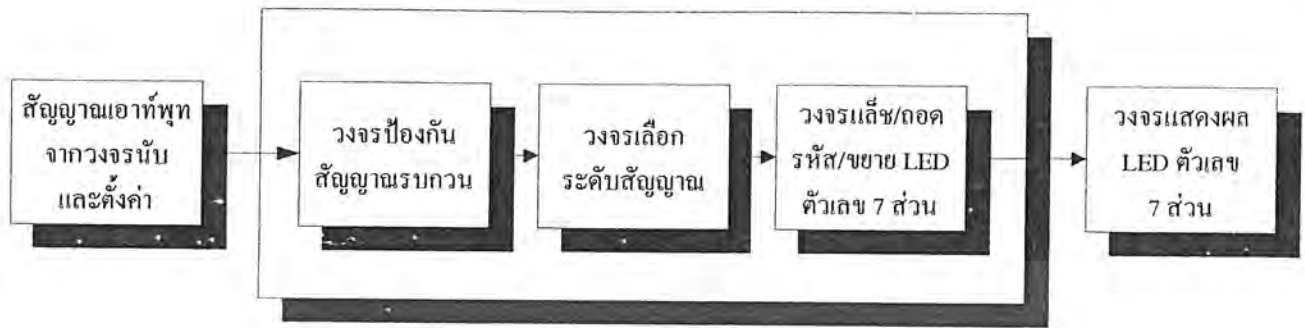
## 2. วงจรส่วนของการตั้งค่า

จะมี IC2 ต่ออนุกรมกับ IC3 ซึ่งมี IC4/1 เป็น AND Gate ต่อเพื่อสามารถตั้งค่าให้มีเอาต์พุต สูงสุดถึง 16 ค่า IC2 จะเป็นส่วนตั้งค่าตั้งแต่ 0-8 ขาที่ ( 2,4,7,10,1,5,6,9) ส่วนขาที่ 14ของ IC2 จะทำหน้าที่ ตั้งค่าจำนวนของการนับ โดยสวิตช์ตัวที่ 3 (SW3) เข้ามาผ่านวงจรอาร์ชิตีฟเฟอเรนเชียลเตอร์ (R5,C6) ถ้าตั้งค่าจำนวนการนับเกิน 9 ค่า ทำให้ขาที่ 11 ของ IC2 มีระดับสัญญาณเป็น "1" ซึ่งต่อรวมกับขาที่ 13 เข้ากับขาที่ 1 ของ IC4/1 จะได้สัญญาณเอาต์พุตออกที่ขา 3 และส่งผ่านเข้าขาที่ 14 ของ IC3 ซึ่งทำหน้าที่นับค่าตั้งแต่ 10-16 ขาที่ (2,4,7,10,1,5,6,9) ส่วนขาที่ 12,13 ของ IC3 จะต่อลงกราวด์เพื่อทำการนับค่าวนลูปไปเรื่อยๆ ซึ่งขาที่นับค่า 0-16 นี้จะทำการต่อกับตัวต้านทาน R8-R23 เพื่อจำกัดกระแสส่งผ่านให้กับ LED2-LED18 และต่อรวมกับขา B ของ IC6,IC7 Q1-Q2 จึงมีระดับสัญญาณเป็น "1" เพื่อให้ IC6,IC7,Q1-Q2 ทำงาน วงจรตั้งค่านี้อจะมี สวิตช์ตัวที่ 2 (SW2) เป็นตัวรีเซตระบบของวงจร IC2 เพื่อให้อยู่ในสภาวะเริ่มต้นพร้อมที่จะตั้งค่าจำนวนการนับ

ส่วนขาอิมิตเตอร์ (E) ของ IC5,IC6 จะต่อรวมกันแล้วส่งผ่านให้ Q3 กรณี่ เมื่อ Q3 ทำงาน จะทำให้รีเลย์เกิดการนำกระแสจึงทำให้หน้าสัมผัสของรีเลย์ 2 ชุดทำงาน หน้าสัมผัสชุดแรกจะส่งสัญญาณเอาต์พุตไปที่วงจรขับและถอดรหัส LED ตัวเลข 7 ส่วน หน้าสัมผัสของรีเลย์ชุดที่ 2 จะถูกป้อนกลับมาที่ขา 15 ของ IC7 เพื่อทำการรีเซตเพื่อที่จะทำการนับแผ่นต่อไป

### 3.3 ภาควงจรขับและถอดรหัส LED ตัวเลข 7 ส่วน

ซึ่งมีอุปกรณ์ต่อร่วมกันดังบล็อกไดอะแกรมย่อยดังนี้



รูปที่ 3.5 บล็อกไดอะแกรมย่อยภายในวงจรขับและถอดรหัส LED ตัวเลข 7 ส่วน

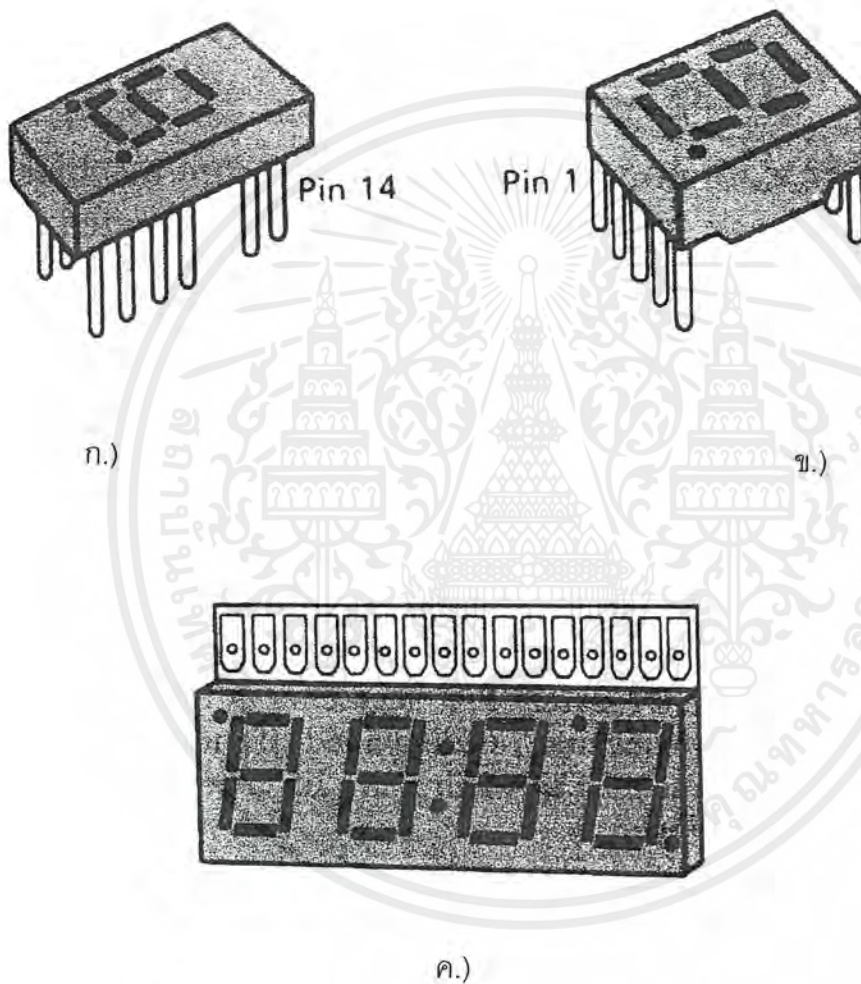
#### 3.3.1 หลักการทำงานของวงจรขับและถอดรหัส LED ตัวเลข 7 ส่วน

เมื่อได้รับสัญญาณมาจากวงจรนับและตั้งค่า แรงดันผ่านวงจรรหัส (R46,C13) ซึ่งประกอบด้วยตัวต้านทานและตัวเก็บประจุต่ออนุกรมกับแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งเป็นส่วนป้องกันการรบกวนเนื่องจากการกดสวิตช์ของการป้อนค่าซึ่งทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้าที่ไม่แน่นอนขึ้นการป้องกันนี้เรียกว่าการ Debouncing หรือสัญญาณที่มาจากวงจรนับและตั้งค่าอันมีผลทำให้ผลของการนับผิดพลาดไปจึงต้องมีวงจรที่ทำการแก้ไขความไม่แน่นอนของสัญญาณนี้จึงใช้การ Debouncing เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนและแรงดันจะเข้าสู่ IC9/1 เพื่อทำการเลือกระดับสัญญาณให้ถูกต้องเพียง "0" หรือ "1" เท่านั้น ทำให้ขาที่ 12 ของ IC10 ได้รับระดับสัญญาณเป็น "0" จึงทำให้เกิดการนับสัญญาณและทำการส่งสัญญาณให้ (Q0-Q3) ขาที่ 5,6,7,9 และส่งผ่านไปยัง IC11 จึงถูกการถอดรหัส ตามสัญญาณอินพุตที่เข้ามาและในขณะเดียวกัน IC10 ก็สร้างสัญญาณต่างๆตามค่าของตารางการทำงานของไอซีขา 15,1,2 ผ่านความต้านทาน R57-R59 เพื่อทำการเลือกหลักของ LED ตัวเลข 7 ส่วน เมื่อทำการกดสวิตช์ตัวที่ 7 (SW7) ผ่าน R48,C14 เข้า IC9/2 และ IC9/3 อีกครั้งหนึ่งเพื่อที่จะได้ระดับสัญญาณ "0" จึงเป็นการรีเซตระบบของวงจรเพื่อให้อยู่ในสภาวะเริ่มต้นการทำงาน

ในส่วนของอุปกรณ์แสดงผลจะใช้ LED ตัวเลข 7 ส่วน ซึ่งจะเป็น LED 7 หลอดมาประกอบกันหลอด LED แต่ละหลอดจะมีชื่อเรียกตั้งแต่ a ถึง g ซึ่งสามารถแสดงผลได้ตั้งแต่เลข 0 ถึงเลข 9 หลอดแสดงผลแบบ LED ตัวเลข 7 ส่วน มีหลายชนิดดังรูปที่ ก.) จะมีลักษณะคล้ายกับไอซีแบบ DIP 14-pin ซึ่งสามารถนำไปเสียบบน socket ของไอซีได้ ส่วนในรูป ค.) จะเป็นหลอดแสดงผลแบบหลายๆหลัก หลอด LED จะเป็น PN-junction diode ถ้าได้รับ forward-bias จะทำให้มีกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไหลผ่าน PN-junction ซึ่งจะทำให้หลอด LED มีแสงสว่างผ่านเลนส์พลาสติกออกมาทำให้เกิดแสงที่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน หลอด LED ส่วนมากผลิตจากแกเลียมอาเซไนด์ (Gallium Arsenide : GaAs) ซึ่งมีอยู่ด้วยกันสองแบบด้วยกันคือ แบบ Common-Anode และ Common-Cathode ซึ่งในที่นี้จะใช้แบบ Common-Cathode



รูปที่ 3.6 แสดงอุปกรณ์แสดงผลแบบ LED ตัวเลข 7 ส่วน

#### 3.4 คุณสมบัติของเครื่องนับการพับแผ่นโลหะ

1. ใช้แรงดันไฟฟ้าเลี้ยงวงจรเพียง 9 VDC
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้าสามารถปรับแต่งแรงดันตั้งแต่ 2.85-12VDC

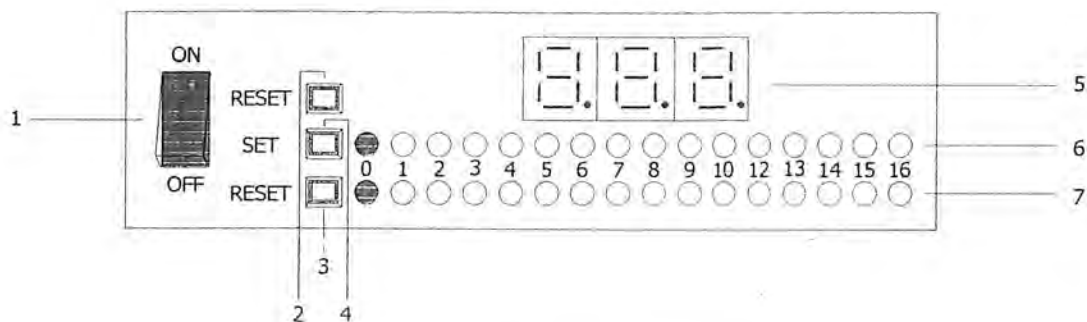
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สามารถตั้งจำนวนการพับได้ทั้งที่ตัวเครื่องและที่คีย์สวิตช์ได้ซึ่งสามารถตั้งค่าได้สูงสุดถึง 16 ค่า
4. สามารถทำการทดสอบหรือทำการทดลองก่อนจะนำไปใช้งานจริงได้
5. สามารถประยุกต์นำสัญญาณอินพุตต่างๆมาต่อร่วมเข้ากับเครื่องได้ เช่น ถ้าวางจรรยาจจับบางชนิดใช้แรงดันไฟฟ้า 110VAC ,220VAC ฯลฯ ก่อนที่จะนำมาต่อเข้ากับเครื่องต้องทำการต่อรีเลย์ที่คอยล์สามารถทนแรงดันไฟฟ้าต่างๆ นี้ได้ แล้วนำจุดต่อร่วมต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงแล้วจึงนำชุดหน้าสัมผัสมาเป็นสัญญาณอินพุตเพื่อป้อนให้กับวงจรนี้ได้เช่นกัน
6. มีหน่วยแสดงผลของการตั้งค่าและนับค่าในการพับด้วย LED 2 แถว แถวแรก จะแสดงผลของการตั้งค่าจำนวนของการพับในแต่ละขั้นตอน แถวที่สอง จะแสดงผลของการพับในแต่ละครั้งเพื่อให้ทราบว่าพับไปได้กี่ครั้ง หรือถ้าเกิดพับแผ่นนั้นเสียก็สามารถที่จะทำการรีเซ็ตเพื่อเริ่มต้นการทำงานใหม่ได้แต่ในส่วนของการตั้งค่าของการพับและในส่วนของคอนโทรลจะไมู่กรีเซต



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5 ตำแหน่งและหน้าที่การทำงานของปุ่มควบคุม

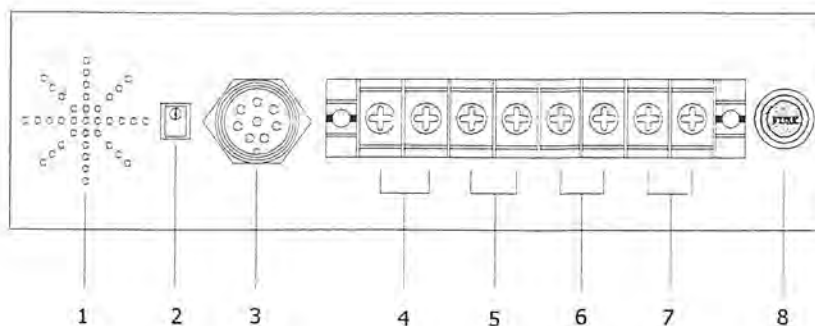


รูปที่ 3.7 ด้านหน้าของเครื่องนับการปั๊มแผ่นเหล็ก

#### 3.5.1 ด้านหน้าเครื่อง (Front View)

1. สวิตช์ปิด/เปิด  
ทำหน้าที่ ปิด/เปิดเครื่องให้ทำงาน (สวิตช์กดมีหลอดไฟในตัว)
2. สวิตช์กดติดปลั๊กยดดับ  
ทำหน้าที่ รีเซต LED ตัวเลข 7 ส่วน (ซึ่งจะแสดงผลเป็น 000 ทั้ง 3 หลัก)
3. สวิตช์กดติดปลั๊กยดดับ  
ทำหน้าที่ รีเซตสัญญาณเพื่อเริ่มต้นการปั๊มชิ้นงานใหม่
4. สวิตช์กดติดปลั๊กยดดับ  
ทำหน้าที่ ตั้งจำนวนการปั๊มของชิ้นงาน
5. หน่วยแสดงผลแบบ 3 หลัก (Display 3 digit)  
ทำหน้าที่ แสดงจำนวนค่าตัวเลขของชิ้นงานว่ามีจำนวนเท่าไร
6. ไดโอดเปล่งแสงขนาด 3 มิลลิเมตร (LED 3 mm.x17ดวง)  
ทำหน้าที่ แสดงสถานะการทำงานของที่ตั้งจำนวนการปั๊มของชิ้นงาน
7. ไดโอดเปล่งแสงขนาด 3 มิลลิเมตร (LED 3 mm.x17ดวง)  
ทำหน้าที่ แสดงสถานะการทำงานของแต่ละครั้งของสัญญาณจากสวิตช์เท้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

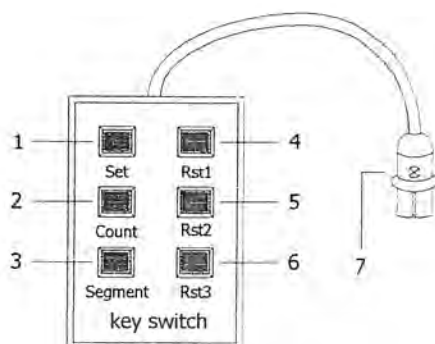


รูปที่ 3.8 ด้านหลังของเครื่องน้บการพ้บแม่่นเหล็ก

### 3.5.2 ด้านหลังเครื่อง (Back View)

1. ช่องระบายอากาศ  
ทำหน้าที่ ใช้ระบายอากาศภายในเครื่อง
2. จุดปรับเปลี่ยนแรงดันอินพุท  
ทำหน้าที่ ปรับเปลี่ยนแรงดัน 2.85-12VDC ที่จ่ายให้กับวงจร
3. จุดต่อสำหรับคีย์สวิตช์  
ทำหน้าที่ ใช้รับสัญญาณที่มาจากการทำงานของคีย์สวิตช์
4. จุดวัดแรงดันอินพุท  
ทำหน้าที่ วัดแรงดันที่ทำการปรับแต่งแรงดันอินพุท
5. จุดต่อวงจรสวิตช์แม่เหล็ก  
ทำหน้าที่ ใช้ต่อกับวงจรสวิตช์แม่เหล็ก
6. จุดต่อไฟ AC 220V  
ทำหน้าที่ ใช้ต่อกับแรงดันไฟฟ้า (AC 220V)
7. จุดต่อไฟ AC 110V  
ทำหน้าที่ ใช้ต่อกับสัญญาณจากสวิตช์เท้าของเครื่องจักร (AC 110V)
8. ฟิวส์  
ทำหน้าที่ ป้องกันกระแสไฟฟ้าเกิน 1 แอมแปร์

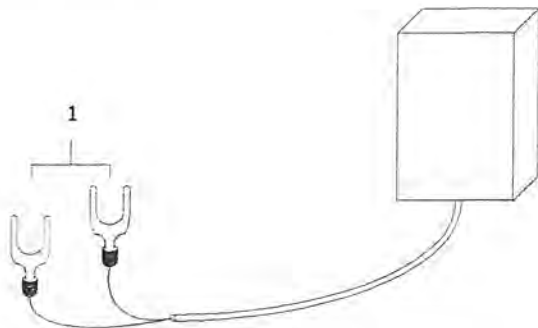
### 3.5.3 คีย์สวิตช์ (Key switch)



รูปที่ 3.9 คีย์สวิตช์ของเครื่องนับการพับแผ่นเหล็ก

1. สวิตช์กดติดปล่อยดับ  
ทำหน้าที่ ตั้งจำนวนการพับของชิ้นงาน
2. สวิตช์กดติดปล่อยดับ  
ทำหน้าที่ ทดสอบการทำงานของสัญญาณนับค่า
3. สวิตช์กดติดปล่อยดับ  
ทำหน้าที่ ทดสอบการทำงานของ LED ตัวเลข 7 ส่วน
4. สวิตช์กดติดปล่อยดับ  
ทำหน้าที่ รีเซ็ตสัญญาณเพื่อเริ่มต้นการพับชิ้นงานใหม่
5. สวิตช์กดติดปล่อยดับ  
ทำหน้าที่ รีเซ็ตการทำงานของสัญญาณนับค่า
6. สวิตช์กดติดปล่อยดับ  
ทำหน้าที่ รีเซ็ตการทดสอบการทำงานของ LED ตัวเลข 7 ส่วน
7. ขั้วต่อคีย์สวิตช์  
ทำหน้าที่ ใช้สำหรับต่อสัญญาณไปที่จุดต่อคีย์สวิตช์ด้านหลังเครื่อง

### 3.5.4 Lead-switch แบบ Inductive



รูปที่ 3.10 Lead-switch แบบ Inductive

#### หางปลา

ทำหน้าที่ เป็นอุปกรณ์ตรวจจับสิ่งที่เป็นโลหะ ต่อเข้ากับจุดต่อวงจรสวิตช์แม่เหล็ก

### 3.6 วิธีการใช้และนำไปใช้งาน

1. ตั้งค่าจำนวนการพับของชิ้นงาน
2. นำชิ้นงานมาทดสอบ
3. เมื่อสวิตช์ทำงานเครื่องนับการพับแผ่นเหล็กจะทำการนับชิ้นงานที่ถูกพับโดยอัตโนมัติ
4. เมื่อพับครบตามจำนวนที่ตั้งไว้เสร็จแล้วจะกลับมาที่เลข 0 เพื่อรอการพับชิ้นงานใหม่

#### ต่อไป

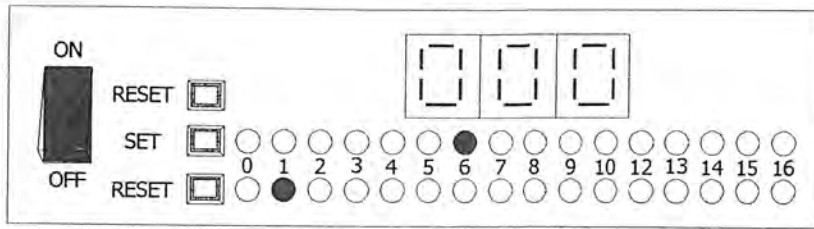
5. เมื่อทำการพับชิ้นงานเสีย สามารถทำการรีเซ็ตได้เพื่อการเริ่มพับชิ้นงานใหม่ได้ (ค่าที่เคาน์เตอร์จะไม่เพิ่มขึ้น)

#### ตัวอย่าง

ชิ้นงานนี้จะทำการพับ 6 ครั้งถึงจะได้ชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์เป็น 1 ชิ้น สามารถทำการตั้งเครื่องได้ ดังนี้

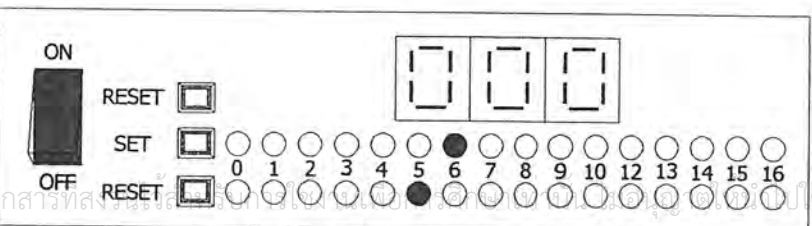
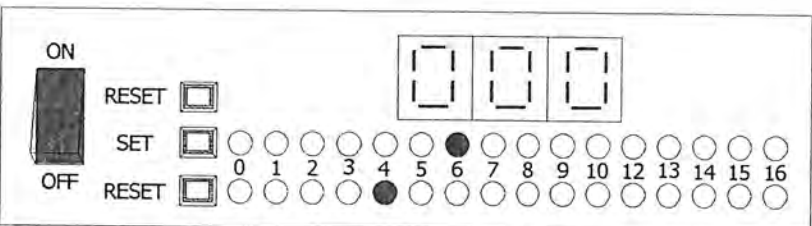
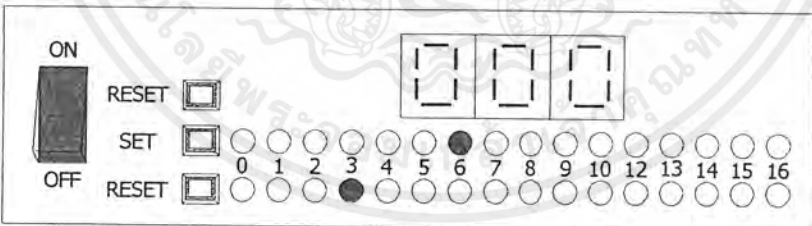
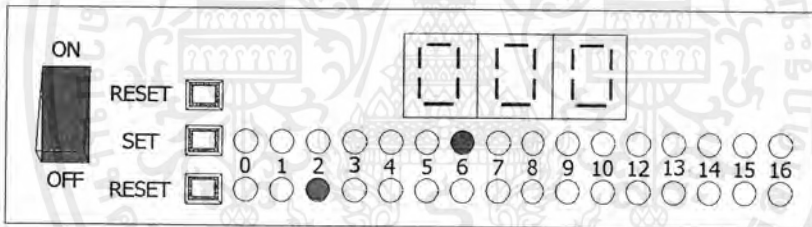
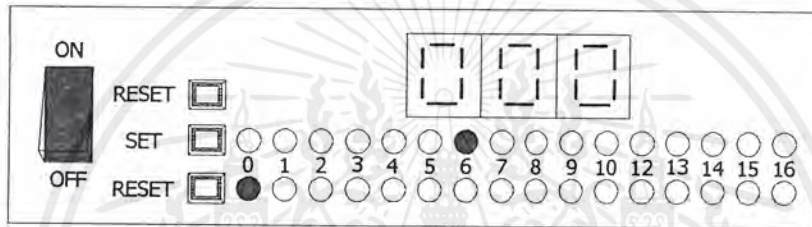
1. ตั้งค่าจำนวนการพับของชิ้นงานไว้ที่เลข 6 โดยการกดสวิตช์ตั้งค่า (SET) ที่เครื่องหรือตั้งค่าจากคีย์ สวิตช์ได้ ดังรูปที่ 3.11

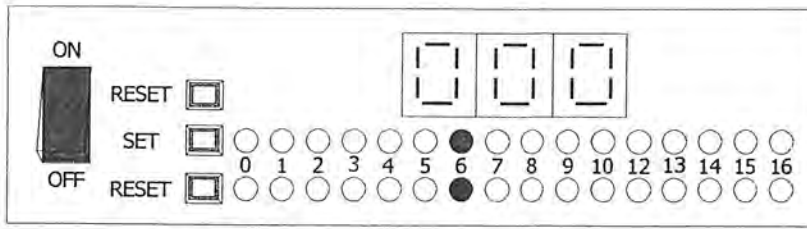
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 การตั้งค่าจำนวนการพับของชิ้นงาน

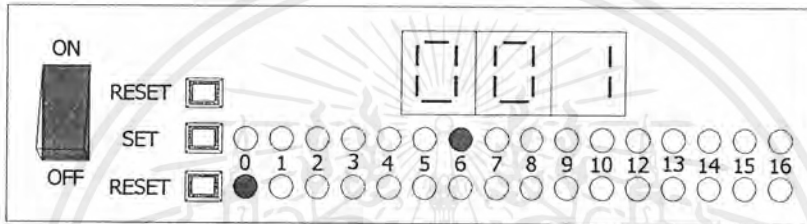
2. นำชิ้นงานมาทดสอบ
3. เมื่อสวิตซ์ให้ทำงานเครื่องนับการพับแผ่นเหล็กจะทำการนับชิ้นงานที่ถูกรับโดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.12





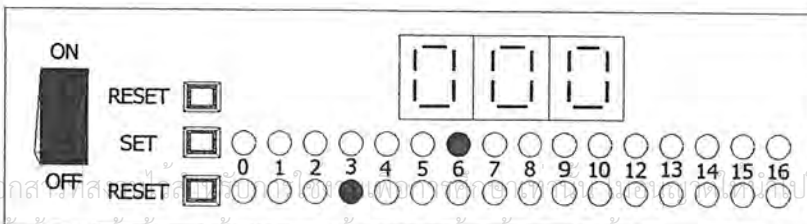
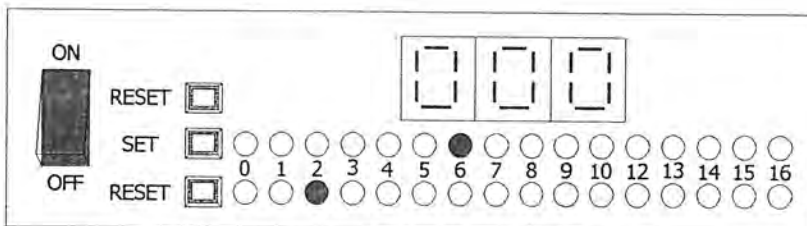
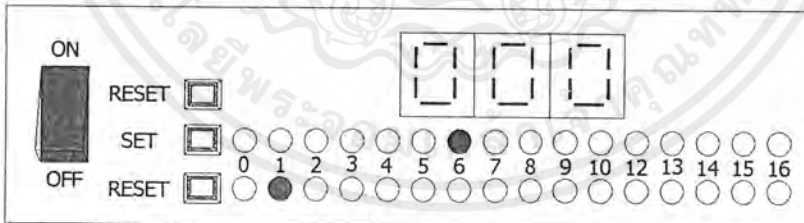
รูปที่ 3.12 เครื่องนับการพับแผ่นเหล็กทำการนับโดยอัตโนมัติ

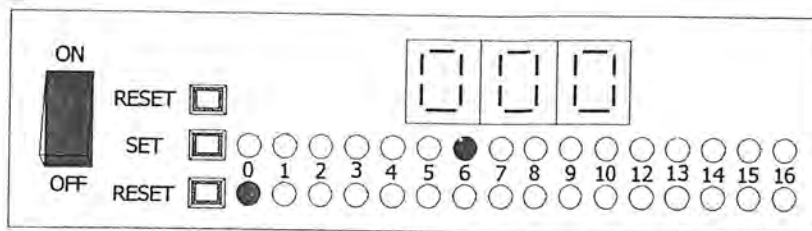
4. เมื่อพับครบตามจำนวนที่ตั้งไว้เสร็จแล้วจะกลับมาที่เลข 0 เพื่อรอการพับชิ้นงานใหม่ต่อไป ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 เครื่องนับการพับแผ่นเหล็กจะรอการพับชิ้นงานครั้งใหม่

5. เมื่อทำการพับชิ้นงานไปได้เพียง 2 ครั้ง ชิ้นงานนั้นพับไม่ได้ตามขนาด (เกิดเสียขึ้นมา) สามารถทำการ กติรีเซต (RESET) ได้เพื่อการเริ่มพับแผ่นใหม่ได้ ดังรูปที่ 3.14





รูปที่ 3.14 ทำการกดรีเซตเมื่อทำการปรับขึ้นงานเสีย (ค่าคอนเตอร์จะไม่เพิ่มขึ้น)

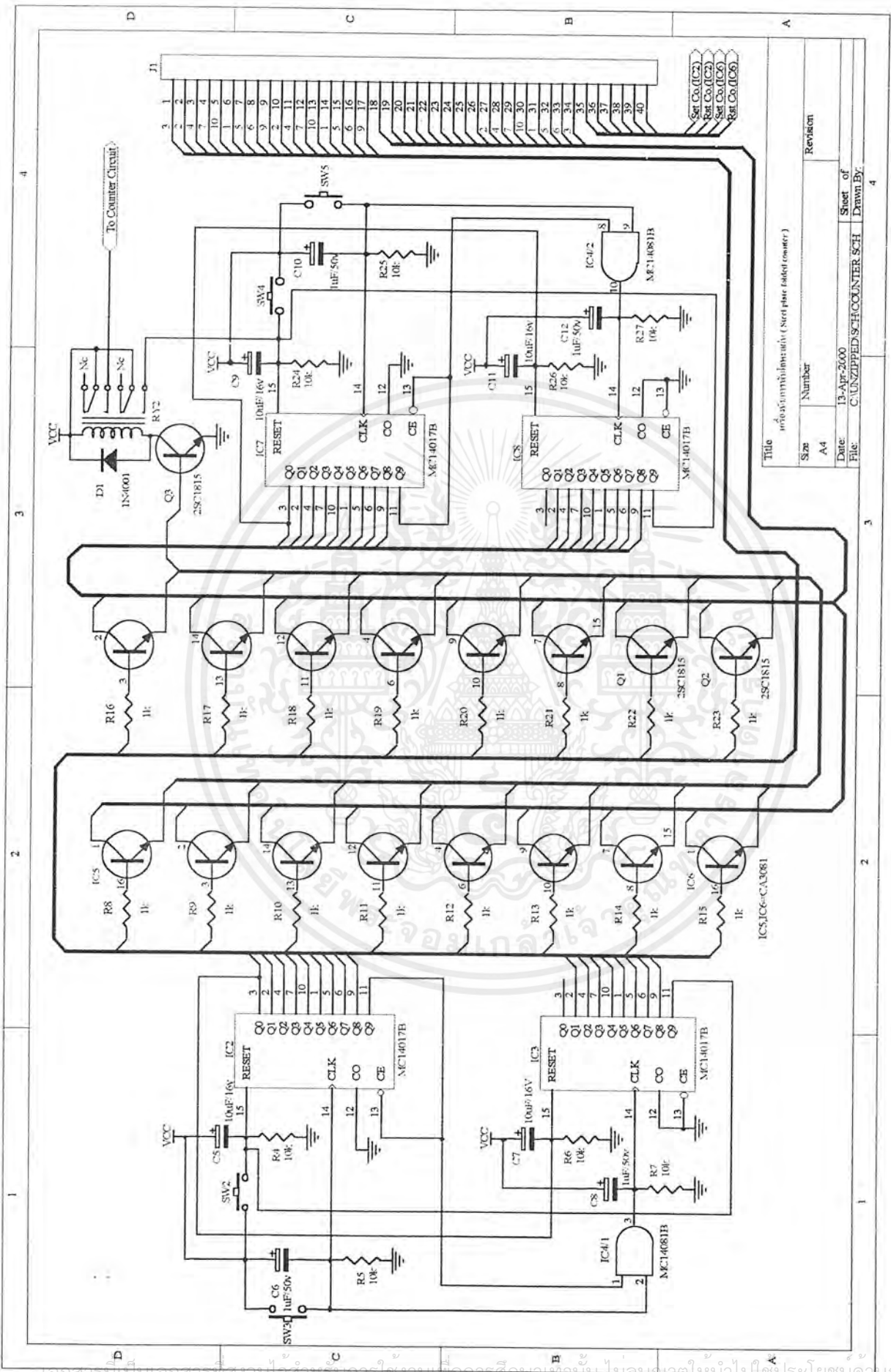
### 3.7 การนำไปใช้งาน

ใช้ติดตั้งเข้ากับ เครื่องจักร AMADA METRECS MODEL NO:AUTO B/G ULC

### 3.8 รายละเอียดทางเทคนิค

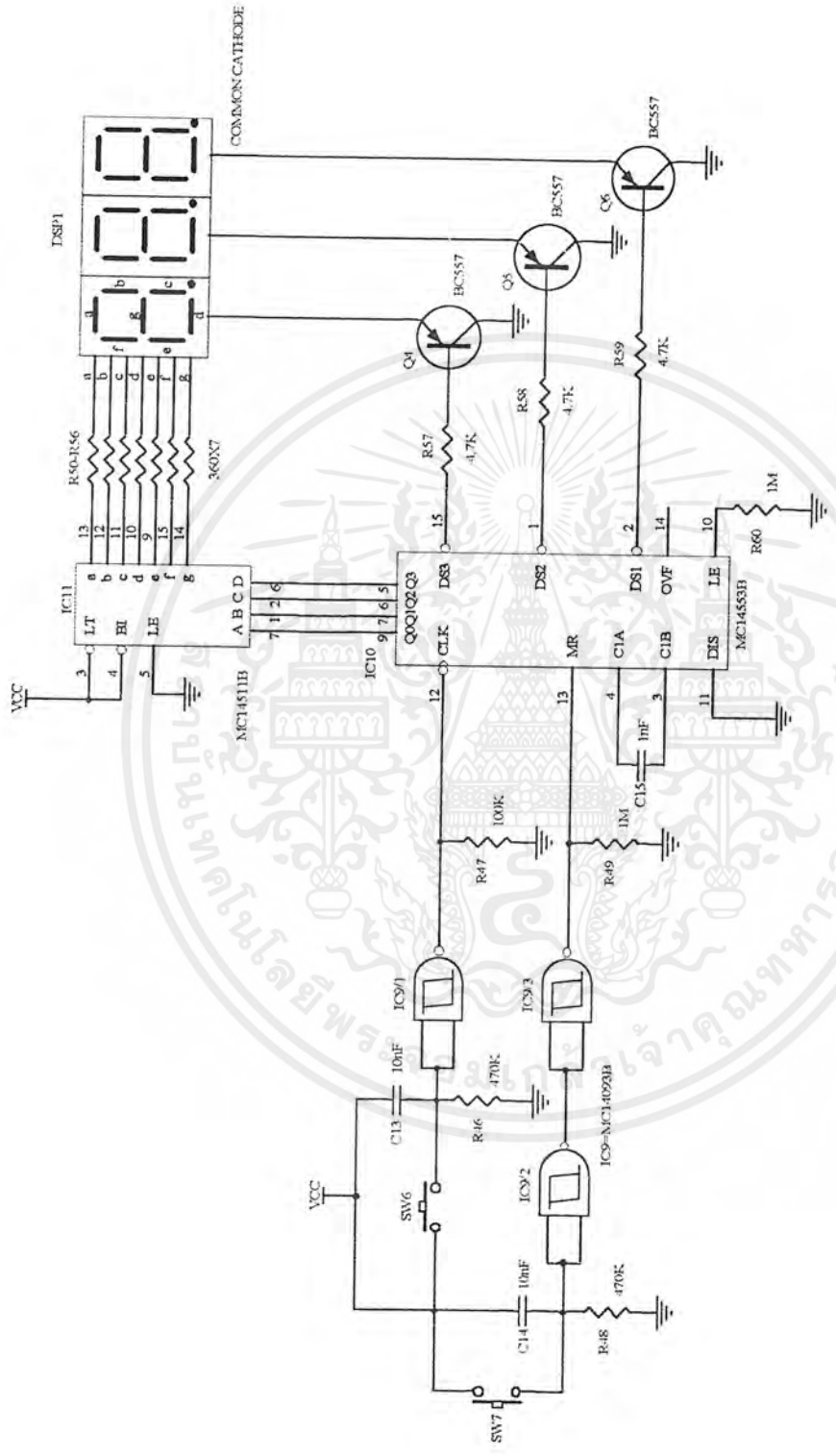
Operating Voltage	: 220V-240VAC
Voltage Tolerance	: $\pm 10\%$ ของแรงดันใช้งานปกติ
Frequency Range	: 50 หรือ 60 Hz
Current Input	: 5A (RMS) 1A
Fuse Rating	: 1A/250V
Dc Rectifier Output	: 2.85V-12VDC
Mounting Position	: ติดตั้งในแนวนอน
Indicators	: มีอยู่ 2 ส่วน <ul style="list-style-type: none"> <li>- แสดงผลทาง LED ตัวเลข 7 ส่วน</li> <li>- แสดงผลทาง LED 3 มิลลิเมตร</li> </ul>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



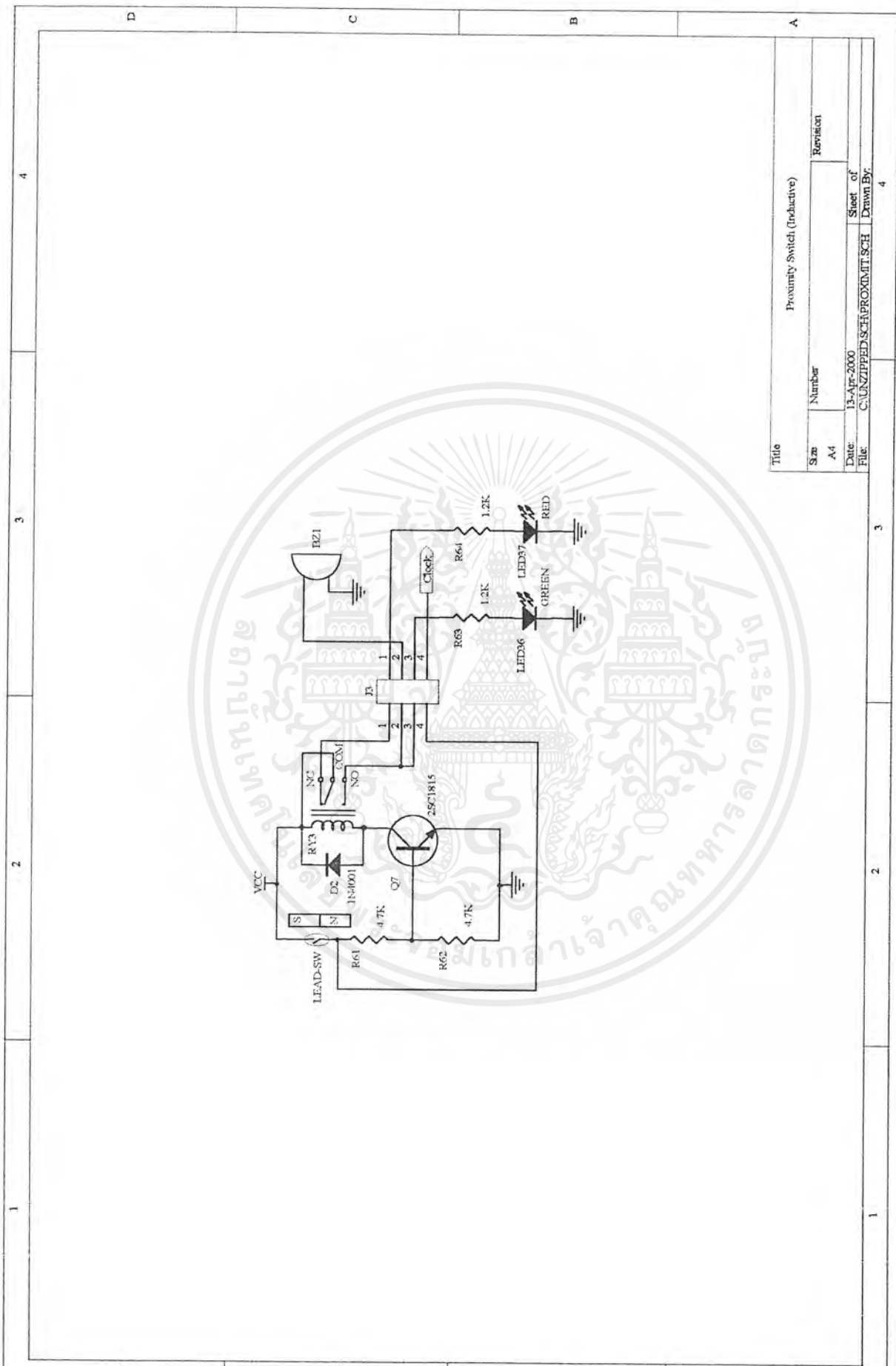
Title		Revision	
Info: 13-Apr-2000		Sheet of	
Size	Number	File:	Drawn By:
A4		C:\UNZIPPED\SCH\COUNTER_SCH	
Date:		4	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



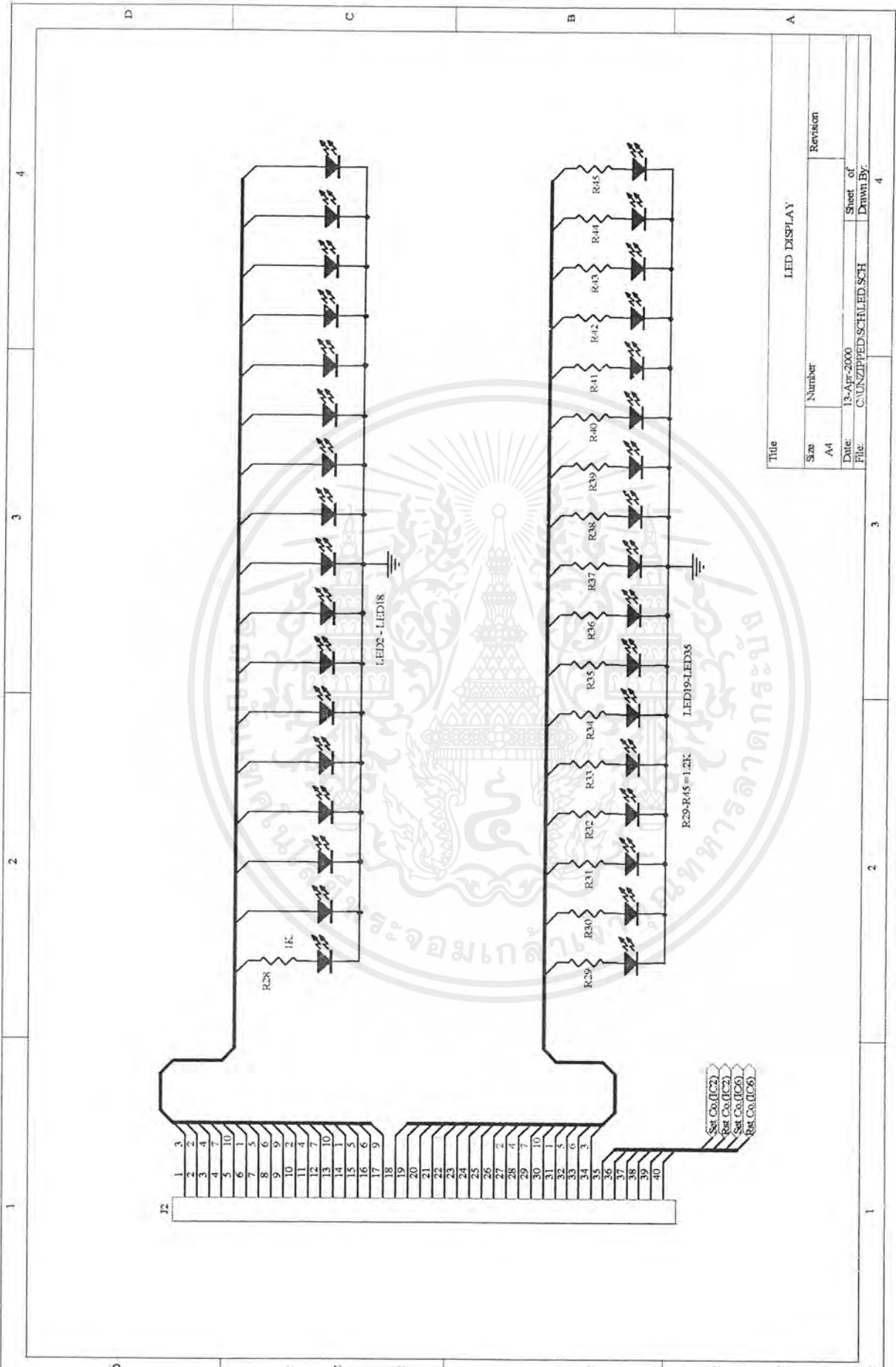
Title		DISPLAY 3 DIGITS	
Size	Number	Revision	
A4			
Date:	13-Apr-2000	Sheet of	
File:	C:\UNZIPPED\SCH\DISPLAY SCH	Drawn By:	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



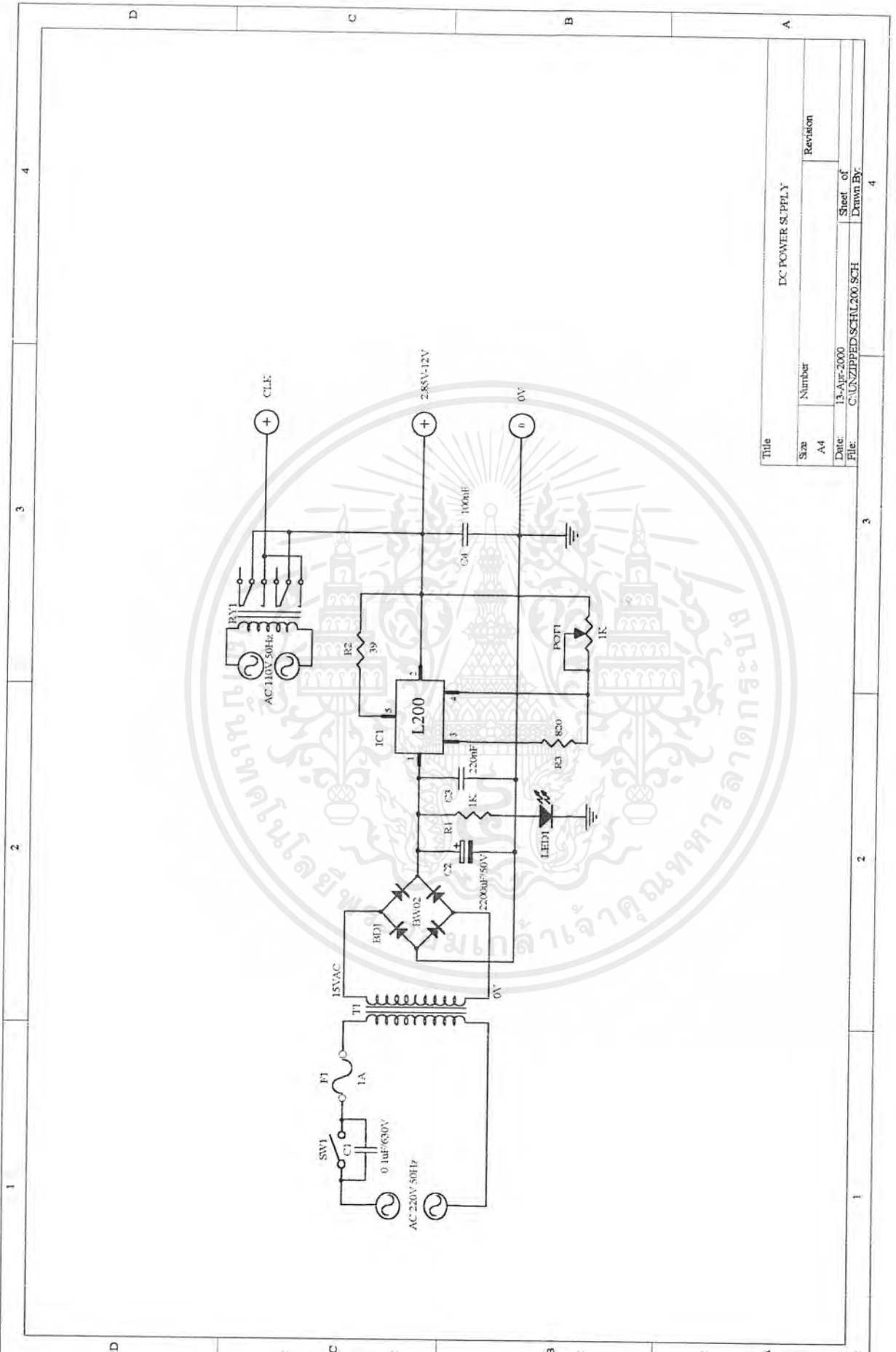
Title		Proximity Switch (Inductive)	
Size	Number	Revision	
A4			
Date:	13-Apr-2000	Sheet of	4
File:	C:\UNZIPPED\SCH\PROXIMIT.SCH	Drawn By:	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



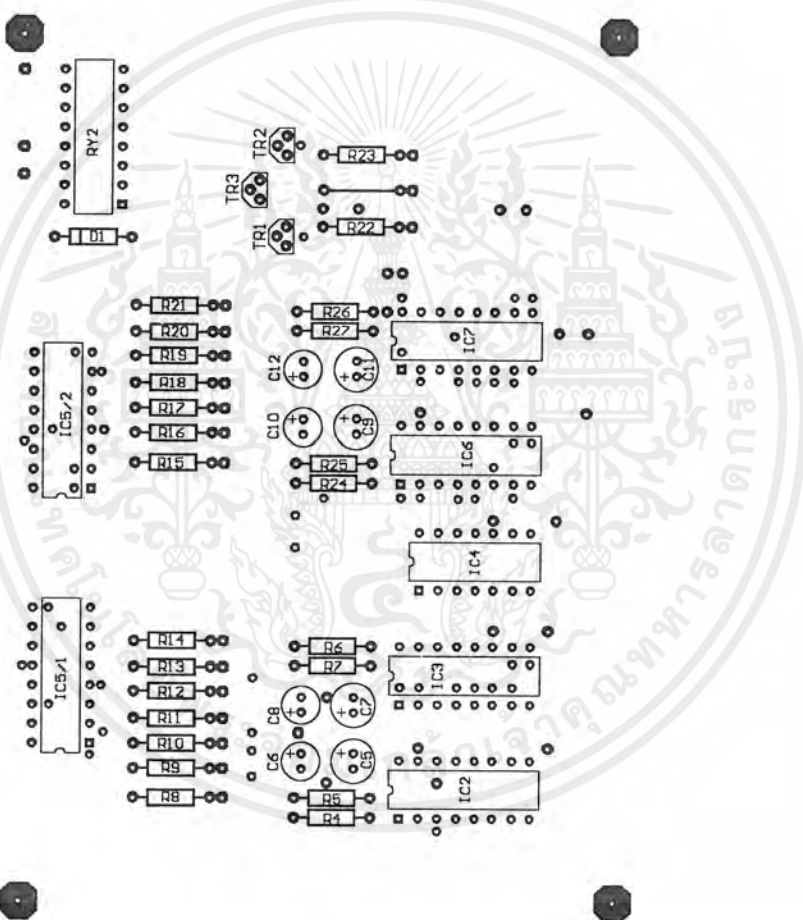
Title		LED DISPLAY	
Size	Number	Revision	
A4			
Date:	13-Apr-2000	Sheet of	4
File:	C:\UNZIPPED\SCH\LED.SCH	Drawn By:	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

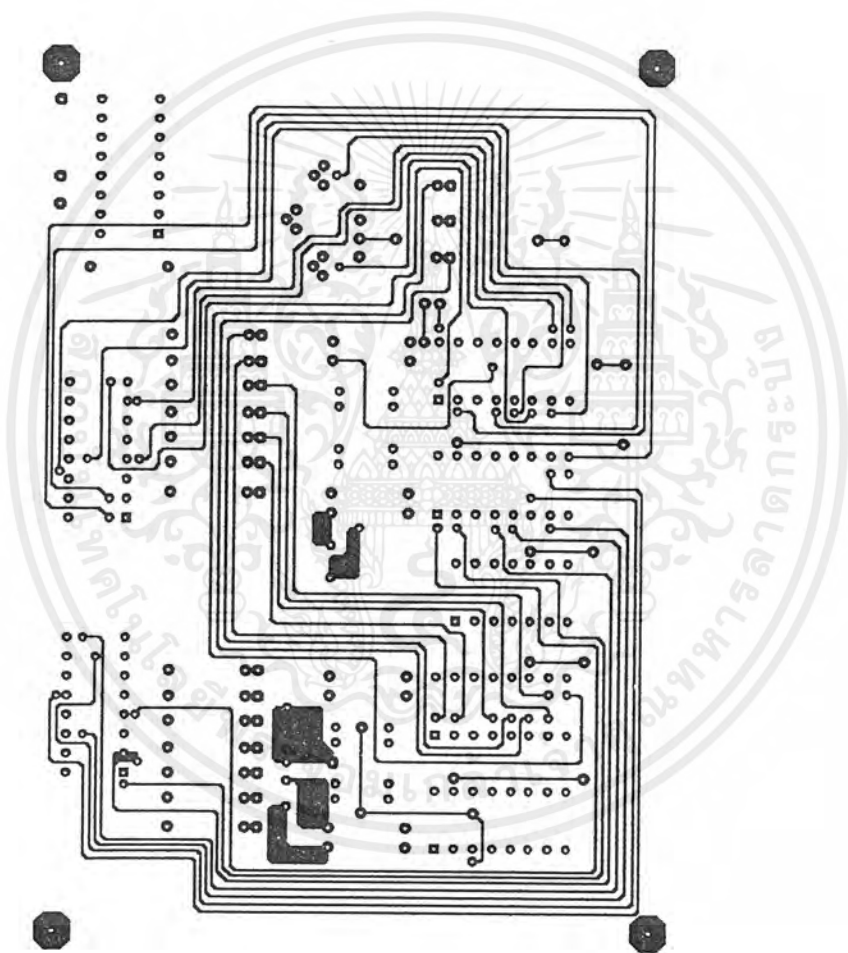


Title		DC POWER SUPPLY	
Size	Number	Revision	
A4			
Date:	13-Apr-2000	Sheet of	
File:	C:\UNZIPPED\SCH\1200 SCH	Drawn By:	
			4

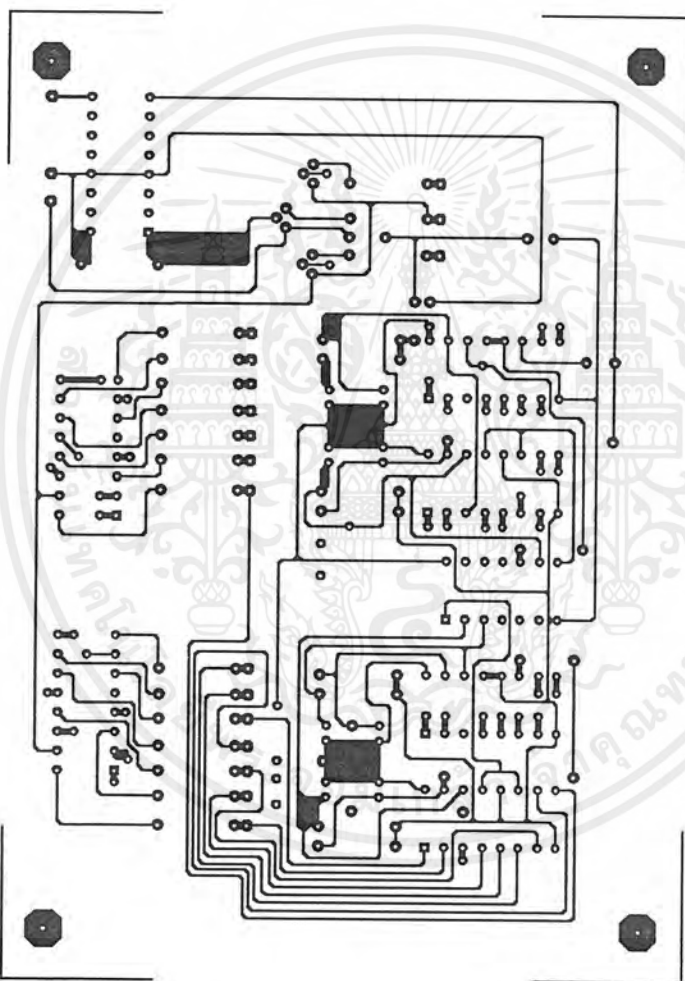
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



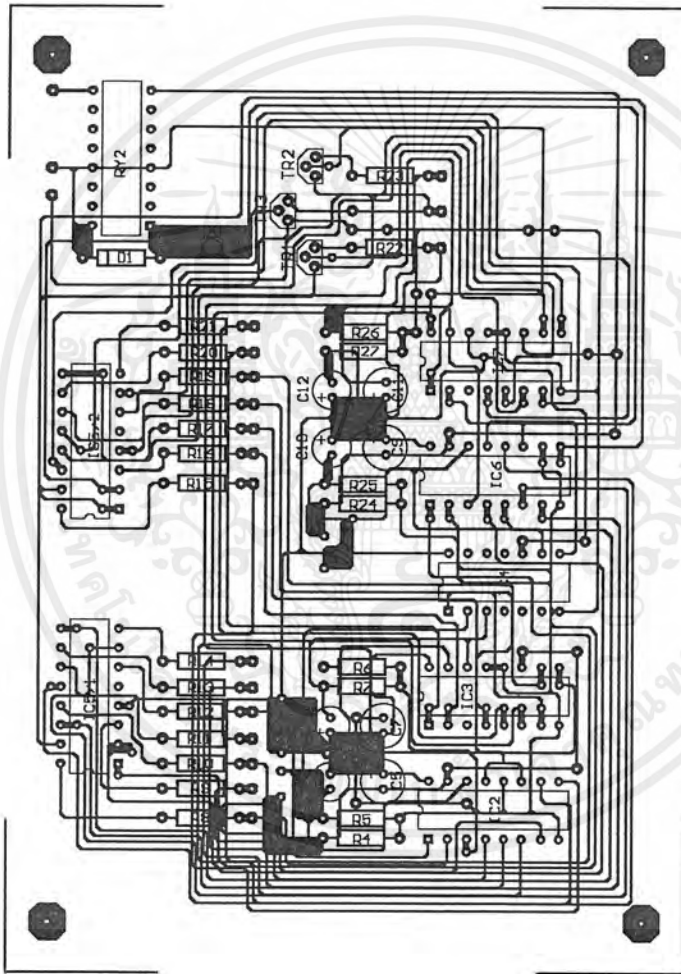
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



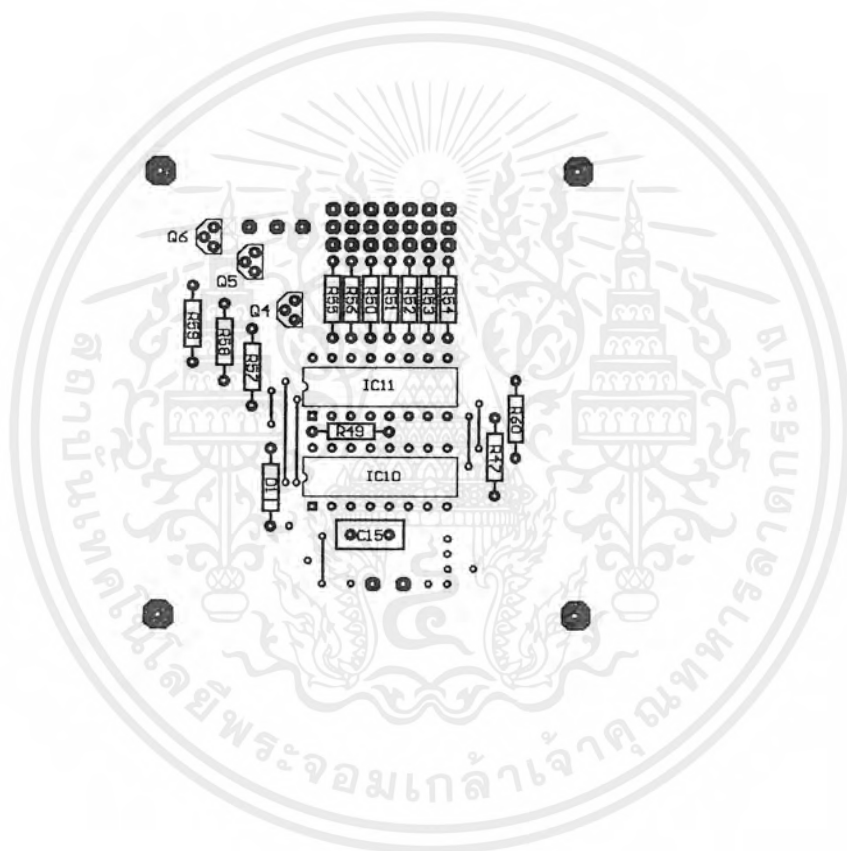
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



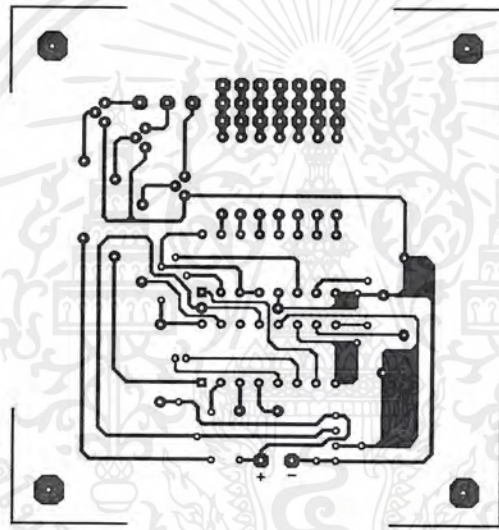
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



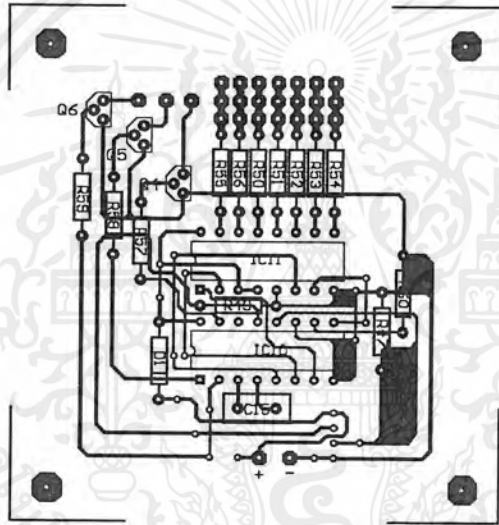
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



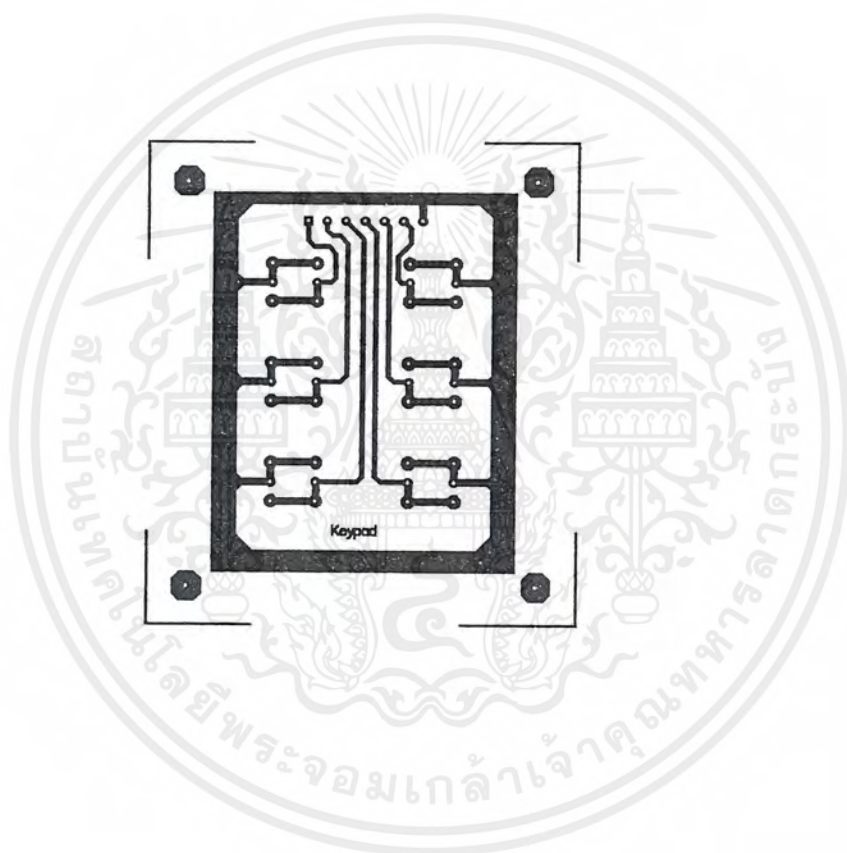
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



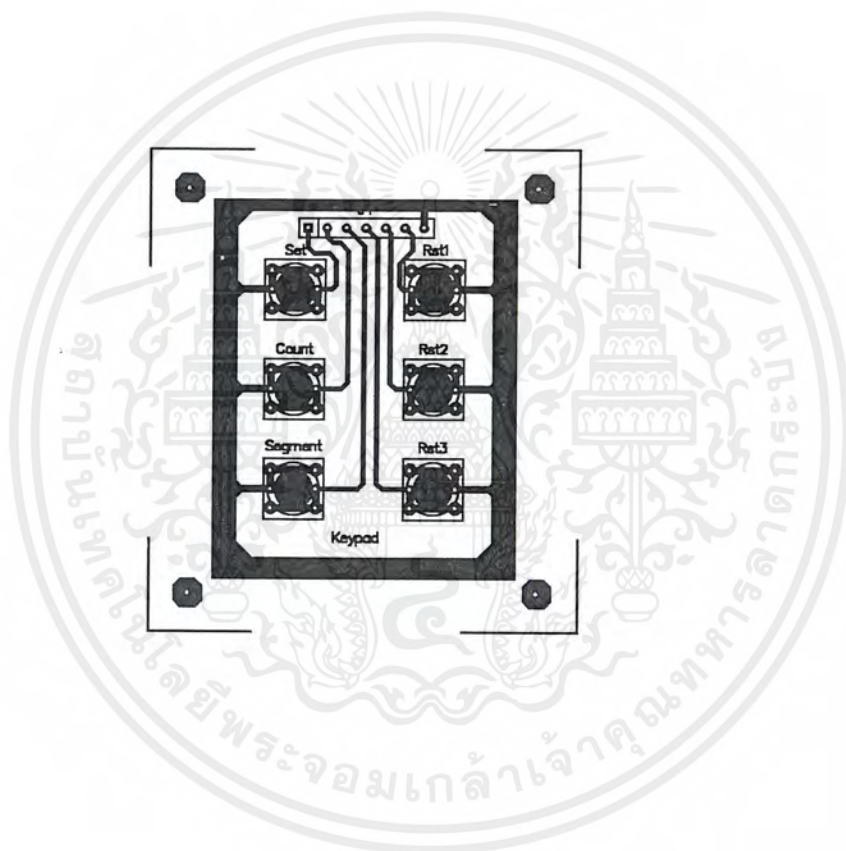
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



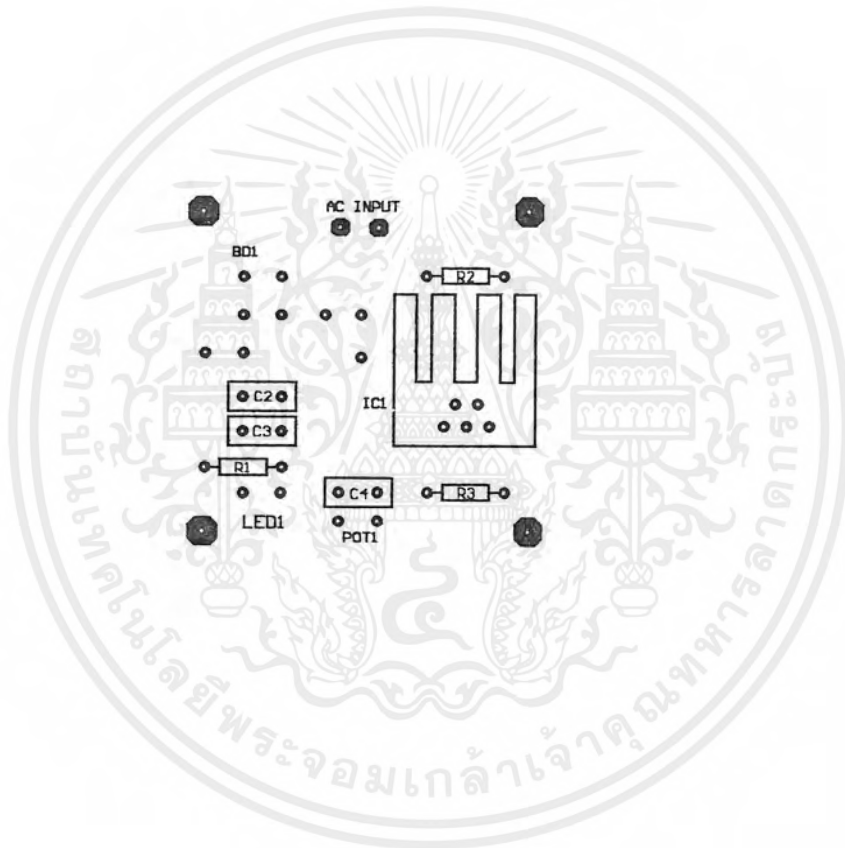
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



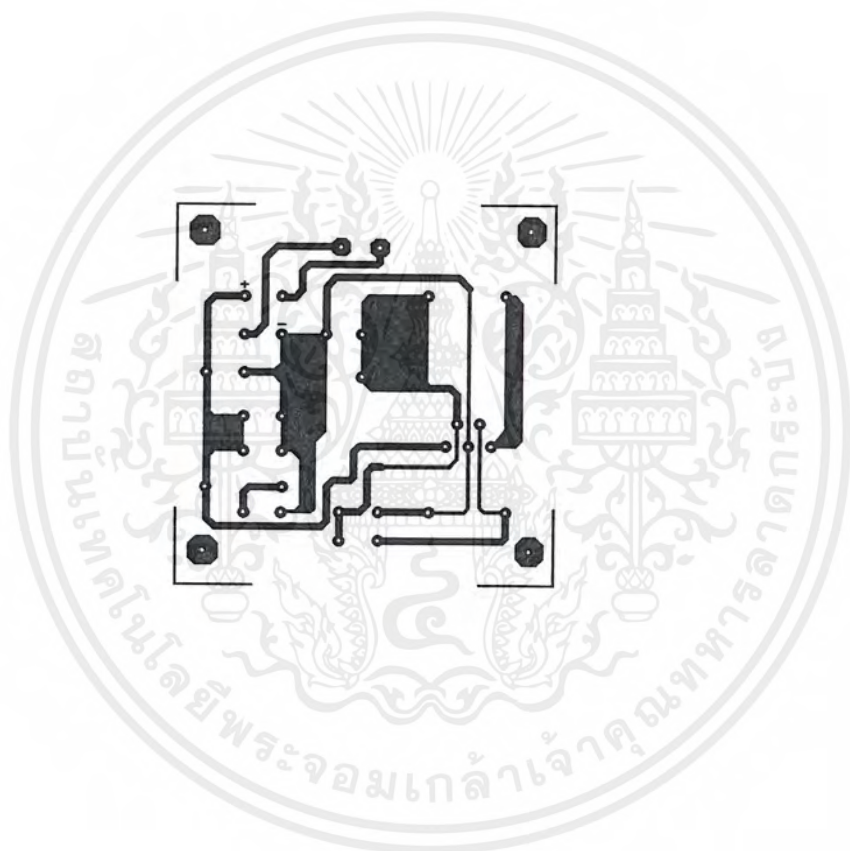
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



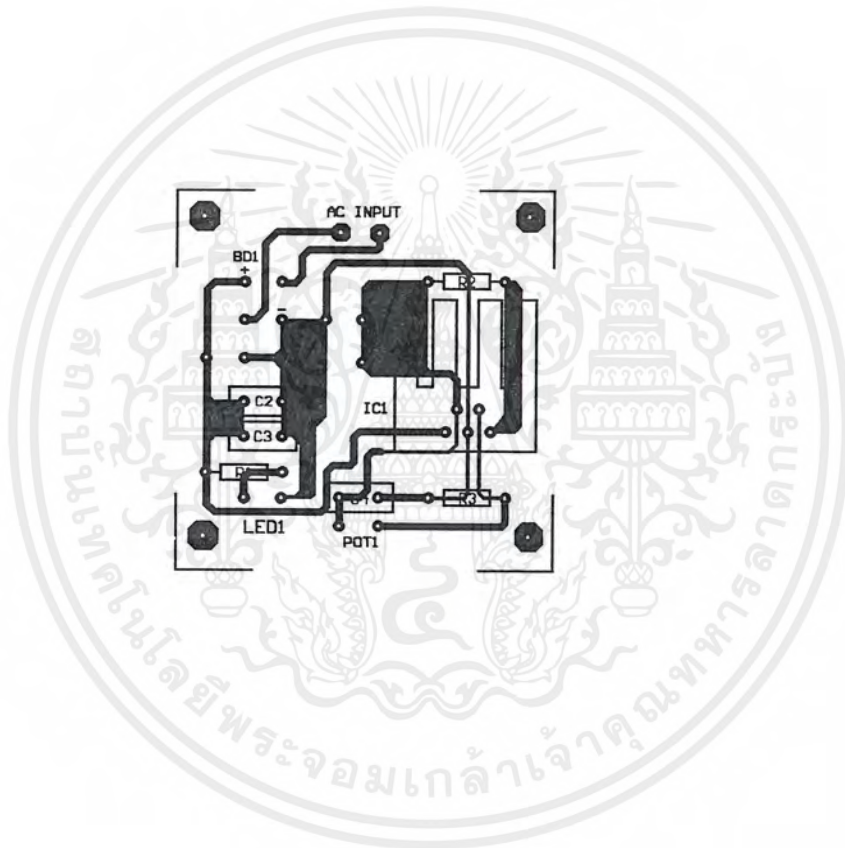
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการทดลอง Logic Circuit

การทดลองเรื่องวงจรถลอจิก (Logic Circuit) ประกอบด้วยการทดลองต่างๆ ดังนี้

- 4.1 Decade Counter
- 4.2 BCD-To-Seven Segment Latch/Decoder/Driver
- 4.3 AND Gate
- 4.4 QUAD-2-Input "NAND" Schmitt Trigger
- 4.5 NOT Gate

### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและทำความเข้าใจฟังก์ชันการทำงานของวงจรถลอจิกหลายแบบที่ใช้เทคนิคต่างๆ มาต่อรวมเป็นวงจรถลอจิก (IC) อันจะเป็นประโยชน์ในการนำไปประยุกต์ออกแบบใช้งานในโครงการนี้

### เครื่องมือ

1. Logic probe หรือเครื่องมืออย่างอื่นที่วัดสถานะ high-low ได้
2. มัลติมิเตอร์
3. แหล่งจ่ายไฟ
4. Breadboard และ สายแข็ง

### อุปกรณ์การทดลอง

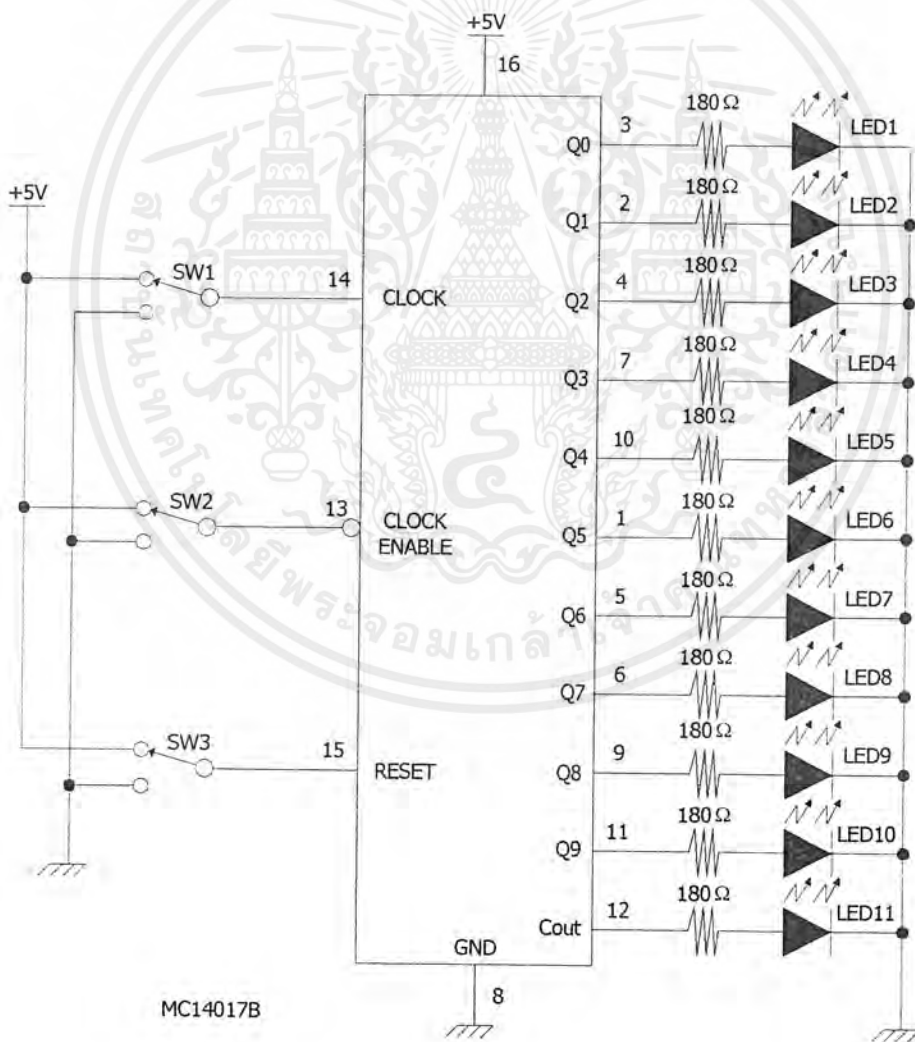
- |   |       |
|---|-------|
| 1. MC14017B Decade Counter                            | 1 ตัว |
| 2. MC14511B BCD-To-Seven Segment Latch/Decoder/Driver | 1 ตัว |
| 3. MC14081B AND Gate                                  | 1 ตัว |
| 4. MC14093B QUAD-2-Input "NAND" Schmitt Trigger       | 1 ตัว |
| 5. CA3081 NOT Gate                                    | 1 ตัว |
| 6. ตัวต้านทาน ขนาด $\frac{1}{4} w \pm 5\%$            |       |
| 180 $\Omega$  | 8 ตัว |
| 360 $\Omega$  | 7 ตัว |
| 1K $\Omega$   | 7 ตัว |
| 1.2K $\Omega$   | 7 ตัว |
| 7. LED  | 8 ตัว |
| 8. 8. SPDT Switch                                     | 8 ตัว |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.1 การทดลองวงจร MC14017B

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 4.1 แล้วต่อไอซี MC14017B ลงบน Breadboard ต่อสายเชื่อมจุดต่างๆ โดยนำขา 16 (VDD) ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟ ขา 8 (VSS) ต่อเข้ากับกราวด์ ส่วนขา 3,2,4,7,10,1,5,6 ต่อเข้ากับ LED ในส่วนแสดงผล เพื่อแสดงเลข 0 ถึง 7 (โดยขาสูงสุดบน Binary 1 แทนเลข 0 และ LED ข้างสุด Binary 2 แทนเลข 7) และขา 9,11,12 ต่อเข้ากับ LED ในส่วนแสดงผล เพื่อแสดงเลข 8,9 และ Carry out โดย LED 4,3,2 จะเป็น Output ของตัวเลขที่ต้องการแสดงผลตามลำดับ

2. ต่อขา 14 (CLK) เข้ากับ SW1 ต่อขา 13 (CE) เข้ากับ SW2 ลงกราวด์ และขา 15 (RST) ลงกราวด์ด้วย ใช้ลจจิกโพรวัดที่เอาท์พุทแล้วบันทึกผลลงตารางที่ 4.1 โดยเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง SW1,SW2 และ SW3 ตามลำดับ กำหนดให้ลจจิก high คือ "1" หรือ LED ติด (+5V) ลจจิก low คือ "0" หรือ LED ดับ (0V)



รูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DECADE OUTPUT	LED ในส่วนแสดงผล											
				Binary 2				Binary 1				
	ขาไอซี	12	11	9	6	5	1	10	7	4	2	3
	Carry out	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0	
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
3	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
4	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
7	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
8	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

ตารางที่ 4.1

จากตารางที่ 4.1 เขียนใหม่ในตารางที่ 4.2 โดยใช้เลข 0 แทน L และเลข 1 แทน H

DECADE OUTPUT	LED ในส่วนแสดงผล											
				Binary 2				Binary 1				
	ขาที่	12	11	9	6	5	1	10	7	4	2	3
	Carry out	Q9	Q8	Q7	Q6	Q5	Q4	Q3	Q2	Q1	Q0	
0	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	H	
1	H	L	L	L	L	L	L	L	L	H	L	
2	H	L	L	L	L	L	L	L	H	L	L	
3	H	L	L	L	L	L	L	H	L	L	L	
4	H	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์กับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5	L	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L
6	L	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L
7	L	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L
8	L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L
9	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L
10	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ตารางที่ 4.2

### สรุปผลการทดลอง

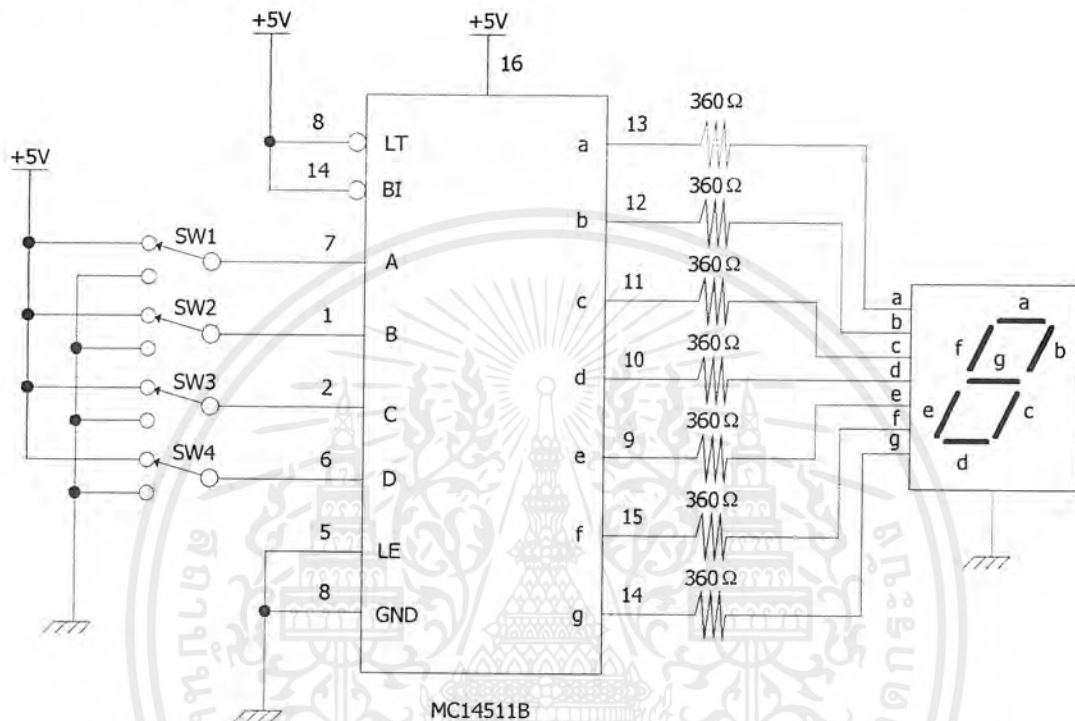
ไอซี MC14017B เป็น Decade Counter แบบ 5 State Johnson Decade Counter มี Clock, Reset, Clock Enable Signal ตัว Counter เองสามารถเปลี่ยนระหว่าง Clock กับ Clock Enable เพื่อทำการ ทริกจาก ขอบขาขึ้นหรือขอบขาลงตามระดับสัญญาณ Reset ที่ High จะเคลียร์ การนับให้เป็น 0 แต่จะเอาท์พุทภายหลังการ Decaded จะ High ตลอดช่วงคาบของ 1 Clock ส่วน สัญญาณ Carry Out (Co) จะ High ทุก 10 Clock Input Cycle และจะให้ เป็น Clock ไปยังตัว Counter ต่อไปในการใช้งาน

### 4.2 การทดลอง BCD-To-Seven Segment Latch/Decoder/Driver

1. ต่อดวงจรดังรูปที่ 4.2

2. ใช้ลจิกโพรบวัดที่เอาท์พุทแล้วทำการบันทึกผลลงตารางที่ 4.3 โดยเปลี่ยนตำแหน่ง

SW1-SW4 (A-D) ตามลำดับ กำหนดให้ลจิก high คือ "1" หรือ LED ติด (+5V) ลจิก low คือ "0" หรือ LED ดับ (0V)



รูปที่ 4.2

INPUT							OUTPUT							
LE	BI	LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	DISPLAY
X	X	0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	8
X	0	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	1	2
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	9
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Blank
1	1	1	X	X	X	X				*				*

ตารางที่ 4.3

จากตารางที่ 4.3 เขียนใหม่ในตารางที่ 4.4 โดยใช้เลข 0 แทน L และเลข 1 แทน H

INPUT							OUTPUT							
LE	BI	LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	DISPLAY
X	X	L	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	8
X	L	1	X	X	X	X	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	L	0
L	H	H	L	L	L	H	L	H	H	L	L	L	L	1
L	H	H	L	L	H	L	H	H	H	H	L	L	H	2
L	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	L	L	H	3
L	H	H	L	H	L	L	L	H	H	L	L	H	H	4
L	H	H	L	H	L	H	H	L	H	H	L	H	H	5
L	H	H	L	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	6
L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L	H	H	H	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	8
L	H	H	H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	9
L	H	H	H	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	L	H	H	H	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	H	L	H	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	L	Blank
L	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L	L	L	L	Blank
H	H	H	X	X	X	X	*						*	

ตารางที่ 4.4

สรุปผลการทดลอง

ไอซี MC14511B เป็นไอซี BCD-To-Seven Segment Latch/Decoder/Driver ซึ่งโครงสร้างภายในเป็นแบบ MOS (CMOS) Enhancement Mode และเป็นทรานซิสเตอร์ไบโพลาร์ ซึ่งทำหน้าที่เป็นไดร์เวอร์ในวงจรแบบ 4 บิต Storage Latch 8421 มีขาที่ใช้ทดสอบสัญญาณการแสดงผลคือ Lamp Test (LT), Blanking (BI) และ Latch (LE) 5 ถ้าทำการเปลี่ยนสถานะของ A,B,C,D ตามตารางจะมีผลเอาต์พุตออกทาง LED ตัวเลข 7 ส่วน ตั้งแต่ค่า 0-9

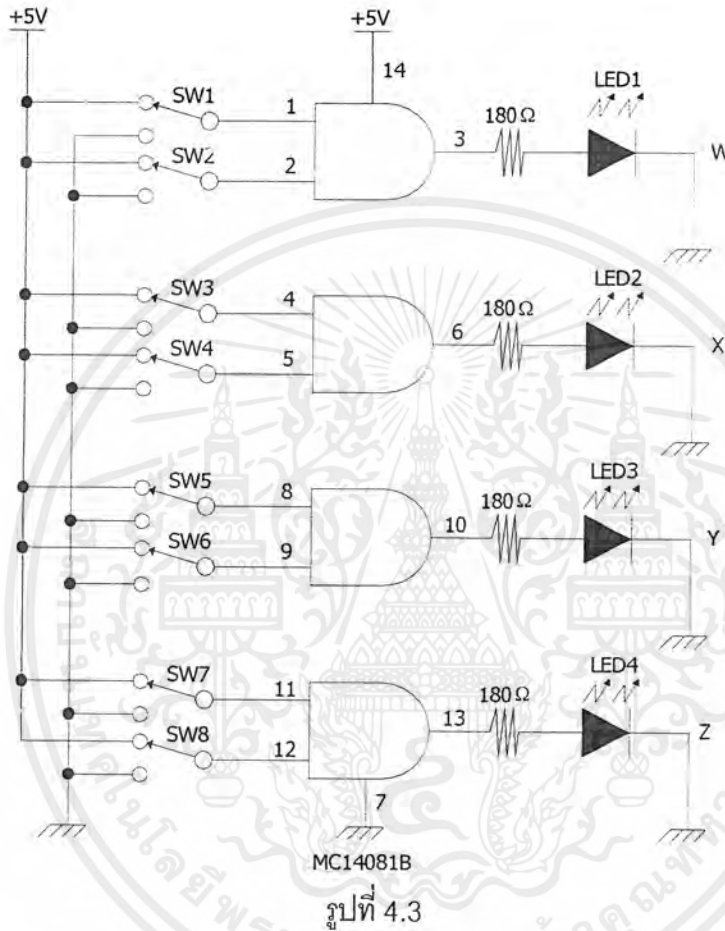
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 การทดลอง AND Gate

1. ต่อยวงจรดังรูปที่ 4.3

2. ใช้ลจจิกไฟรบวัดที่เอาท์พุทแล้วทำการบันทึกผลลงตารางที่ 4.5 โดยเปลี่ยนตำแหน่ง

SW1–SW8 ตามลำดับ กำหนดให้ลจจิก high คือ “1” หรือ LED ติด (+5V) ลจจิก low คือ “0” หรือ LED ดับ (0V)



SWITCH								OUTPUT			
1	2	3	4	5	6	7	8	W	X	Y	Z
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

ตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 เขียนใหม่ในตารางที่ 4.6 โดยใช้เลข 0 แทน L และเลข 1 แทน H

SWITCH								OUTPUT			
1	2	3	4	5	6	7	8	W	X	Y	Z
L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	H	L	H	L	H	L	H	L	L	L	L
H	L	H	L	H	L	H	L	L	L	L	L
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H

ตารางที่ 4.6

### สรุปผลการทดลอง

ผลลัพธ์ของวงจร AND Gate สามารถเขียนแทนด้วยสมการ  $Y=A.B$  หรือ  $Y=AB$

จากตารางอธิบายได้ว่า เมื่อ

$SW1 = 0, SW2 = 0$  จะได้  $W = 0.0 = 0$

$SW1 = 0, SW2 = 1$  จะได้  $W = 0.1 = 0$

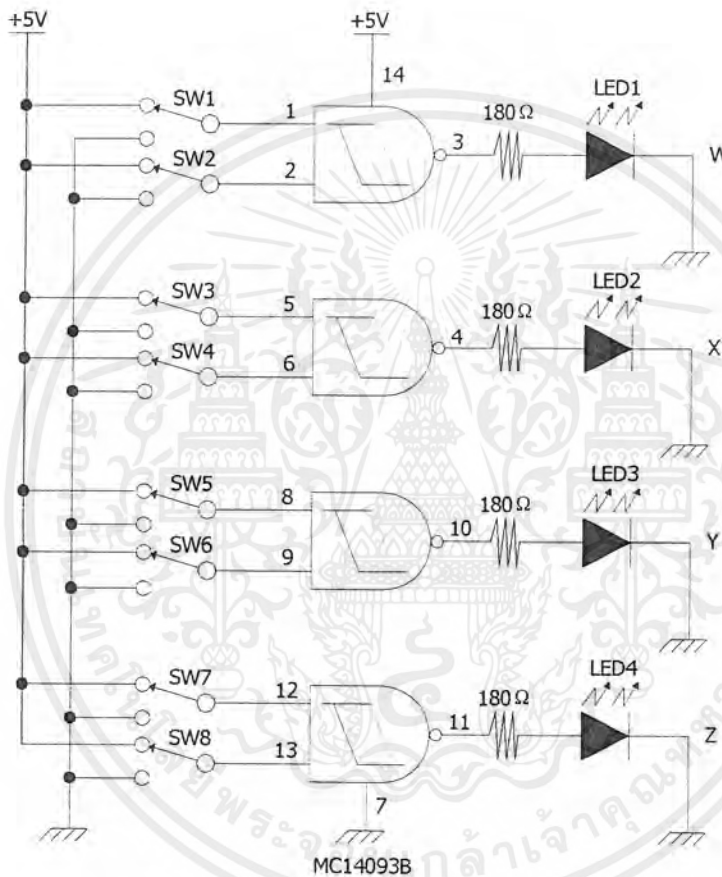
$SW1 = 1, SW2 = 0$  จะได้  $W = 1.0 = 0$

$SW1 = 1, SW2 = 1$  จะได้  $W = 1.1 = 1$

เอาท์พุทของ AND Gate จะเป็น "1" ก็ต่อเมื่อ อินพุททั้งสอง มีค่าเป็น 1 ทั้งหมด และจะได้เอาท์พุทเป็น 0 ก็ต่อเมื่อ อินพุทเป็น "0" ตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งหมด

#### 4.4 การทดลอง NAND Gate

1. ต่อดวงจรรูปที่ 4.4
2. ใช้ลจจิกไฟรบวัตที่เอาท์พุทแล้วทำการบันทึกผลลงตารางที่ 4.7 โดยเปลี่ยนตำแหน่ง SW1–SW8 ตามลำดับ กำหนดให้ลจจิก high คือ “1” หรือ LED ติด (+5V) ลจจิก low คือ “0” หรือ LED ดับ (0V)



รูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCH								OUTPUT			
1	2	3	4	5	6	7	8	W	X	Y	Z
0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1
0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1
1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0

ตารางที่ 4.7

จากตารางที่ 4.7 เขียนใหม่ในตารางที่ 4.8 โดยใช้เลข 0 แทน L และเลข 1 แทน H

SWITCH								OUTPUT			
1	2	3	4	5	6	7	8	W	X	Y	Z
L	L	L	L	L	L	L	L	H	H	H	H
L	H	L	H	L	H	L	H	H	H	H	H
H	L	H	L	H	L	H	L	H	H	H	H
H	H	H	H	H	H	H	H	L	L	L	L

ตารางที่ 4.8

### สรุปผลการทดลอง

พื้นฐานของ NAND Gate นั้นมาจากการรวมกันของ AND Gate และ NOT Gate คือ เอาท์พุทของ AND Gate ผ่านวงจร NOT Gate จะเป็น NAND Gate ผลลัพธ์ของวงจร NAND Gate สามารถเขียนแทนด้วยสมการ  $Y = \overline{AB}$

จากตารางอธิบายได้ว่า เมื่อ

$$SW1 = 0, SW2 = 0 \text{ จะได้ } W = 0.0 = 1$$

$$SW1 = 0, SW2 = 1 \text{ จะได้ } W = 0.1 = 1$$

$$SW1 = 1, SW2 = 0 \text{ จะได้ } W = 1.0 = 1$$

$$SW1 = 1, SW2 = 1 \text{ จะได้ } W = 1.1 = 0$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

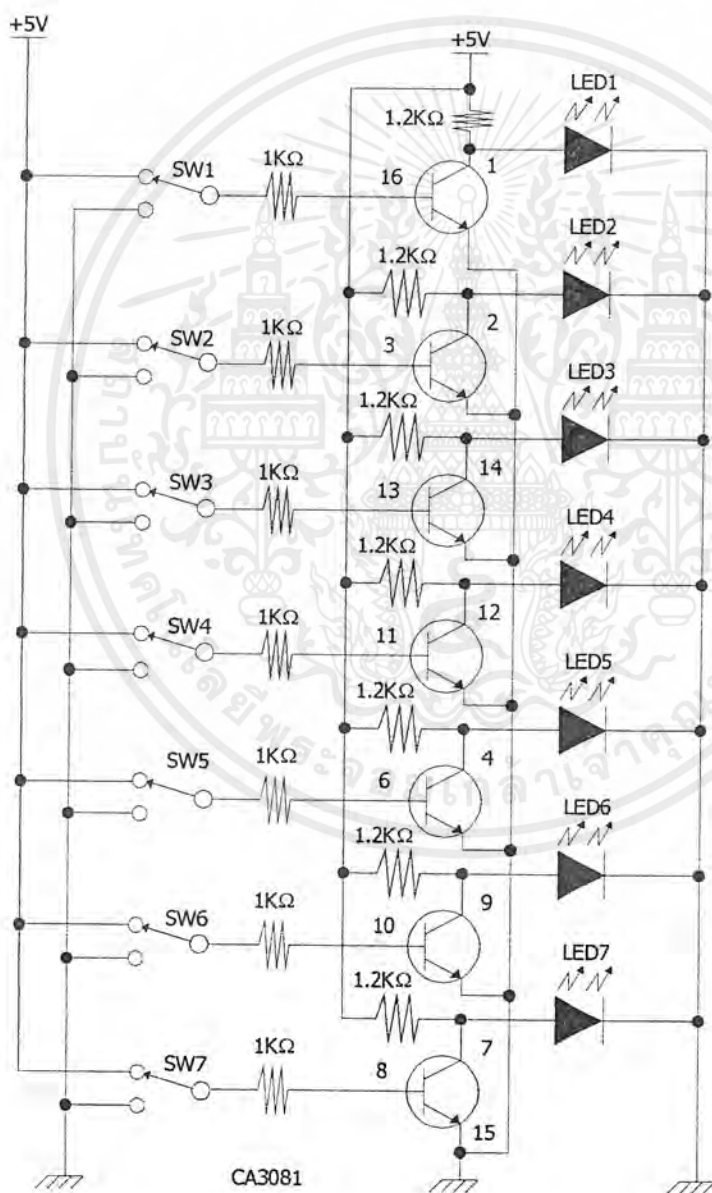
เอาท์พุทของ NAND Gate จะเป็น "1" ก็ต่อเมื่อ อินพุทเป็น 0 ตัวใดตัวหนึ่งหรือทั้งหมดและจะได้เอาท์พุทเป็น 0 ก็ต่อเมื่อ อินพุททั้งสอง มีค่าเป็น 1 ทั้งหมด

#### 4.5 การทดลอง NOT Gate

1. ต่อดวงจรมีดังรูปที่ 4.5

2. ใช้ลจิกโพรบวัดที่เอาท์พุทแล้วทำการบันทึกผลลงตารางที่ 4.9 โดยเปลี่ยนตำแหน่ง

SW1–SW7 ตามลำดับ กำหนดให้ลจิก high คือ "1" หรือ LED ติด (+5V) ลจิก low คือ "0" หรือ LED ดับ (0V)



รูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SWITCH	INPUT		OUTPUT	
	ลขจิก	แรงดัน (V)	ลขจิก	แรงดัน (V)
1	0	0	1	5
2	1	5	0	0
3	0	0	1	5
4	1	5	0	0
5	0	0	1	5
6	1	5	0	0
7	0	0	1	5
8	1	5	0	0

ตารางที่ 4.9

จากตารางที่ 4.9 เขียนใหม่ในตารางที่ 4.10 โดยใช้เลข 0 แทน L และเลข 1 แทน H

SWITCH	INPUT	OUTPUT
	ลขจิก	ลขจิก
1	L	H
2	H	L
3	L	H
4	H	L
5	L	H
6	H	L
7	L	H
8	H	L

ตารางที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### สรุปผลการทดลอง

ไอซี CA3081 เป็นทรานซิสเตอร์แบบเรขาคณิตขนาดใหญ่ที่มีกระแสสูงสามารถนำไปใช้เป็น Display-Driver จากรูปวงจรที่ 4.5 เป็นการต่อวงจร NOT Gate โดยใช้ ทรานซิสเตอร์ เมื่ออินพุตมีสถานะเป็น "0" แรงดันไฟลบจะไม่ทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน แรงดันไฟ +5V จึงมาที่ขา C ของทรานซิสเตอร์ ทำให้วัตต์แรงดันที่ขา C เมื่อเทียบกับกราวด์มีค่าเท่ากับ 5 V และเมื่ออินพุตเป็น "1" จะทำให้ทรานซิสเตอร์นำกระแส โครงสร้างของทรานซิสเตอร์ ขา E และ C เปรียบเสมือนต่อถึงกัน ทำให้แรงดันไฟ +5V ไหลลงกราวด์ ทำให้วัตต์แรงดันที่เอาต์พุต เมื่อเทียบกับกราวด์มีค่าเท่ากับ 0 V



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### การทดสอบและการแก้ไขปัญหา

#### 5.1 การทดสอบ

หลังจากมีการติดตั้งเครื่องนับการพับแผ่นเหล็กแล้ว การทดสอบสามารถกระทำได้ ซึ่งขึ้นอยู่กับโหมดที่เหมาะสม ดังนี้

- กรณีที่ไม่มีโหมด

1. สามารถทำการทดสอบ โดยการกดสวิตช์ SW3 เพื่อทดสอบการทำงานของ IC2 และ LED จะแสดงสภาวะการทำงานในแต่ละครั้ง
2. สามารถทำการทดสอบ โดยการกดสวิตช์ SW5 เพื่อทดสอบการ RESET ของ IC7 เพื่อเริ่มต้น สภาวะการทำงาน (LED19 สีเขียวจะสว่างเพียงดวงเดียว)
3. สามารถทำการทดสอบ โดยการกดสวิตช์ SW6 เพื่อทดสอบการ RESET ของ IC10 เพื่อเริ่มต้น สภาวะการทำงาน (LED ตัวเลข 7 ส่วนจะแสดงผลเป็น 000)

กรณีที่มีโหมด

1. สามารถทำการทดสอบได้เหมือนกับกรณีที่ไม่มีโหมดได้เช่นกัน
2. 2 ทำการตั้งจำนวนของการนับ โดยทำการกดสวิตช์ SW3
3. นำชิ้นงานเข้าทดสอบ
4. เมื่อสวิตช์ทำงาน LED แรกจะสว่างตามการทำงานของสวิตช์เท่าในแต่ละครั้ง
5. เมื่อทำการพับชิ้นงานครบตามจำนวนที่ตั้งค่าไว้ 7-Segment จะนับขึ้น 1 ค่า (พร้อมกับ LED สีเขียวจะสว่าง) เพื่อรอการพับชิ้นงานใหม่

#### 5.2 การแก้ไขปัญหาของเครื่องนับการพับแผ่นเหล็ก

1. ความผิดปกติ เมื่อทำการเปิดสวิตช์ (SW1) หน้าปัดเครื่องไม่ทำงาน

##### การตรวจเช็ค

- เช็คไฟ AC 220V ว่ามีหรือไม่
- เช็คฟิวส์ (F1) 1A ว่าขาดหรือไม่
- เช็คหม้อแปลง (T1) ว่าขาดหรือไม่
- เช็คไอซีตัวที่ 1 (IC1) ว่ามีแรงดัน Output 9VDC หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### การแก้ไข

- ถ้าทำการตรวจเช็คพบว่ามีความผิดปกติให้ทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ตัวนั้นทันที
2. ความผิดปกติ เมื่อทำการกดสวิทช์ตั้งค่าของการนับ ค่าจะข้ามไปมาไม่ตรงตามค่าที่ทำการกดสวิทช์ในแต่ละครั้ง

### การตรวจเช็ค

- เช็คหน้าสัมผัสสวิทช์ว่าทำงานถูกต้องหรือไม่ (ส่วนมากหน้าสัมผัสของสวิทช์จะสกปรก)

### การแก้ไข

- ทำความสะอาดหน้าสัมผัสของสวิทช์
3. ความผิดปกติ เมื่อเปิดสวิทช์ Display สว่างปกติ แต่ไดโอดเปล่งแสงสีเขียว แถวที่ 1 และ แถวที่ 2 ไม่สว่าง

### การตรวจเช็ค

- เช็ค LED ว่าขาดหรือไม่

### การแก้ไข

- ถ้า LED ไม่ขาดให้เปลี่ยน IC2 และ IC7
4. ความผิดปกติ เมื่อสวิทช์ทำงานแต่ LED ไม่แสดงผลการทำงาน

### การตรวจเช็ค

- เช็คไฟ AC 110V ว่ามีหรือไม่
- รีเลย์ 110V ขาดหรือไม่

### การแก้ไข

- ถ้าทำการตรวจเช็ค มีแรงดันไฟ AC 110V และหน้าสัมผัสรีเลย์ทำงานปกติ ให้ทำการเปลี่ยน IC2 และ IC3

## 5.3 แนวทางในการพัฒนา

ในงานทางด้านอุตสาหกรรมการผลิต ซึ่งมีกระบวนการผลิตที่แตกต่างกันของผลิตภัณฑ์สิ่งหนึ่งในกระบวนการผลิตที่ดี คือใช้เวลาในการผลิตที่สั้นและยังคงคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่ดีไว้ได้ ซึ่งเครื่องนับการพับแผ่นเหล็กนี้สามารถที่จะประยุกต์ใช้ในงานอุตสาหกรรมด้านอื่นได้ โดยอาจจะเปลี่ยนเพียงอุปกรณ์ตรวจจับเพื่อตรวจจับวัตถุบับอื่นในกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์อื่นๆ ได้โดยที่ขั้นตอนในการผลิตสอดคล้องกับการทำงานของเครื่องนับการพับแผ่นเหล็กนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

1. Digital Electronics Roger L. Tokheim หน้า 175 – 179
2. ดิจิตอลอิเล็กทรอนิกส์ (Digital Electronics) อีวีวัฒน์ ประกอบผล หน้า 136 – 145
3. ดิจิตอลพื้นฐาน ธานี ชัยยุทธ, กณพ แก้วพิชัย หน้า 94 – 104
4. คู่มือการใช้ ลิเนียร์ ไอซี เล่ม 1 โยธิน เปรมปราณีรัชต์ หน้า 29 – 32
5. ตำราชุดวิศวกรรมศาสตร์ อิเล็กทรอนิกส์พื้นฐาน (Basic Electronics) นิกร สุขุดมตันติ  
หน้า 27 – 32
7. การบริหารอุตสาหกรรม (Industrial Management) กัตัญญู หิรัญญูสมบุรณ์ หน้า 203 –205
8. Motorola Semiconductor Technical Data <http://www.mot.com>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายการอุปกรณ์

ตัวต้านทาน ขนาด $\frac{1}{4} w \pm 5\%$		
R1,R8 – R23, R28 1K $\Omega$	18	ตัว
R2 39 $\Omega$	1	ตัว
R3 820 $\Omega$	1	ตัว
R4 – R7,R24 – R27 10K $\Omega$	8	ตัว
R29 – R25,R63 – R64 1.2K $\Omega$	19	ตัว
R46,R48 470K $\Omega$	2	ตัว
R47 100K	1	ตัว
R49,R60 1M $\Omega$	2	ตัว
R50 – R56 360 $\Omega$	7	ตัว
R57 – R59,R61 – R62 4.7K $\Omega$	5	ตัว
ตัวต้านทานปรับค่าได้ POT1 1K $\Omega$	1	ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1 0.1 $\mu$ F 630V ไมลาร์	1	ตัว
C2 2200 $\mu$ F 50V อิเล็กโทรไลต์	1	ตัว
C3 220nF โพลีเอสเตอร์	1	ตัว
C4 100nF โพลีเอสเตอร์	1	ตัว
C5,C7,C9,C11 10 $\mu$ F 16V อิเล็กโทรไลต์	4	ตัว
C6,C8,C10,C12 1 $\mu$ F 50V อิเล็กโทรไลต์	4	ตัว
C13,C14 10nF โพลีเอสเตอร์	2	ตัว
C15 1nF โพลีเอสเตอร์	1	ตัว
LED ตัวเลข 7 ส่วนแบบคาโรตร่วมที่มีขาขั้ว 3 หลัก	1	ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
BD1 บริดจ์เรกติไฟร์เบอร์ BW02 2A 220V	1	ตัว
D1 – D2 ไดโอดเบอร์ 1N 4001	2	ตัว
LED2,LED19,LED37 สีเขียว ขนาด 3 มม.	3	ตัว
LED1,LED3,LED18,LED20 – LED35 สีแดง	34	ตัว
IC1 ไอซีเบอร์ L200	1	ตัว
IC2 – IC3,IC7 – IC8 ไอซีเบอร์ MC14017B	4	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



IC4 ไอซีเบอร์ MC14081B	1	ตัว
IC5 – IC6 ไอซีเบอร์ CA3081	2	ตัว
IC9 ไอซีเบอร์ MC14093B	1	ตัว
IC10 ไอซีเบอร์ MC14553B	1	ตัว
IC17 ไอซีเบอร์ MC14511B	1	ตัว
Q1 – Q3,Q7 ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC1815	4	ตัว
Q4 – Q6 ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC557	3	ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
T1 หม้อแปลงแรงดัน 15V กระแส 1A	1	ตัว
SW1 สวิตช์เปิดปิดทนแรงดัน 220V	1	ตัว
SW2 – SW7 สวิตช์กดติดปล่อยดับ 2 ขา	6	ตัว
BZ ลำโพงเปียโซ	1	ตัว
RY1 รีเลย์ขนาด 110VAC 2 คอนแทกต์	1	ตัว
RY2 รีเลย์ขนาด 9VDC 2 คอนแทกต์	1	ตัว
RY3 รีเลย์ขนาด 9VDC คอนแทกต์เดี่ยว	1	ตัว
รีดิกเก็ตไอซี 14 ขา	2	ตัว
รีดิกเก็ตไอซี 16 ขา	9	ตัว
กล่องเอนกประสงค์	3	กล่อง
แผ่นวงจรพิมพ์, นีออน, สายไฟ, ฯลฯ		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MC14017B

## Decade Counter

The MC14017B is a five-stage Johnson decade counter with built-in code converter. High speed operation and spike-free outputs are obtained by use of a Johnson decade counter design. The ten decoded outputs are normally low, and go high only at their appropriate decimal time period. The output changes occur on the positive-going edge of the clock pulse. This part can be used in frequency division applications as well as decade counter or decimal decode display applications.

- Fully Static Operation
- DC Clock Input Circuit Allows Slow Rise Times
- Carry Out Output for Cascading
- Divide-by-N Counting
- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads or One Low-power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range
- Pin-for-Pin Replacement for CD4017B
- Triple Diode Protection on All Inputs

### MAXIMUM RATINGS\* (Voltages Referenced to V<sub>SS</sub>)

Symbol	Parameter	Value	Unit
V <sub>DD</sub>	DC Supply Voltage	- 0.5 to + 18.0	V
V <sub>in</sub> , V <sub>out</sub>	Input or Output Voltage (DC or Transient)	- 0.5 to V <sub>DD</sub> + 0.5	V
I <sub>in</sub> , I <sub>out</sub>	Input or Output Current (DC or Transient), per Pin	± 10	mA
P <sub>D</sub>	Power Dissipation, per Package†	500	mW
T <sub>stg</sub>	Storage Temperature	- 65 to + 150	°C
T <sub>L</sub>	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

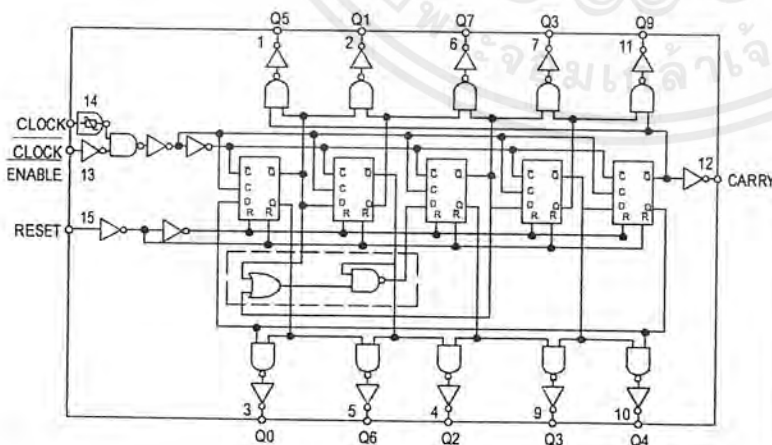
\*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

†Temperature Derating:

Plastic "P and D/DW" Packages: - 7.0 mW/°C From 65°C To 125°C

Ceramic "L" Packages: - 12 mW/°C From 100°C To 125°C

### LOGIC DIAGRAM



**L SUFFIX**  
CERAMIC  
CASE 620



**P SUFFIX**  
PLASTIC  
CASE 648



**D SUFFIX**  
SOIC  
CASE 751B

### ORDERING INFORMATION

MC14XXXBCP	Plastic
MC14XXXBCL	Ceramic
MC14XXXBD	SOIC

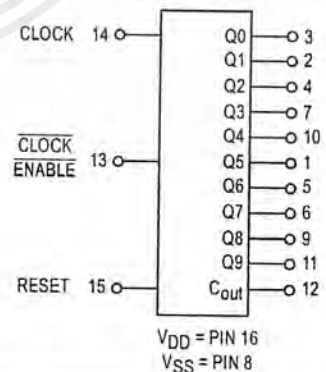
T<sub>A</sub> = - 55° to 125°C for all packages.

### FUNCTIONAL TRUTH TABLE (Positive Logic)

Clock	Clock Enable	Reset	Decode Output=n
0	X	0	n
X	1	0	n
X	X	1	Q0
↗	0	0	n+1
↘	X	0	n
X	↗	0	n
1	↘	0	n+1

X = Don't Care. If n < 5 Carry = "1", Otherwise = "0".

### BLOCK DIAGRAM



**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (Voltages Referenced to  $V_{SS}$ )

Characteristic	Symbol	$V_{DD}$ Vdc	- 55°C		25°C			125°C		Unit
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max	
Output Voltage $V_{in} = V_{DD}$ or 0  $V_{in} = 0$ or $V_{DD}$	"0" Level $V_{OL}$	5.0	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	Vdc
		10	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	
		15	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	
	"1" Level $V_{OH}$	5.0	4.95	—	4.95	5.0	—	4.95	—	Vdc
		10	9.95	—	9.95	10	—	9.95	—	
		15	14.95	—	14.95	15	—	14.95	—	
Input Voltage ( $V_O = 4.5$ or $0.5$ Vdc) ( $V_O = 9.0$ or $1.0$ Vdc) ( $V_O = 13.5$ or $1.5$ Vdc)  ( $V_O = 0.5$ or $4.5$ Vdc) ( $V_O = 1.0$ or $9.0$ Vdc) ( $V_O = 1.5$ or $13.5$ Vdc)	"0" Level $V_{IL}$	5.0	—	1.5	—	2.25	1.5	—	1.5	Vdc
		10	—	3.0	—	4.50	3.0	—	3.0	
		15	—	4.0	—	6.75	4.0	—	4.0	
	"1" Level $V_{IH}$	5.0	3.5	—	3.5	2.75	—	3.5	—	Vdc
		10	7.0	—	7.0	5.50	—	7.0	—	
		15	11	—	11	8.25	—	11	—	
Output Drive Current ( $V_{OH} = 2.5$ Vdc) ( $V_{OH} = 4.6$ Vdc) ( $V_{OH} = 9.5$ Vdc) ( $V_{OH} = 13.5$ Vdc)  ( $V_{OL} = 0.4$ Vdc) ( $V_{OL} = 0.5$ Vdc) ( $V_{OL} = 1.5$ Vdc)	Source $I_{OH}$	5.0	-3.0	—	-2.4	-4.2	—	-1.7	—	mAdc
		10	-0.64	—	-0.51	-0.88	—	-0.36	—	
		15	-1.6	—	-1.3	-2.25	—	-0.9	—	
	Sink $I_{OL}$	5.0	0.64	—	0.51	0.88	—	0.36	—	mAdc
		10	1.6	—	1.3	2.25	—	0.9	—	
		15	4.2	—	3.4	8.8	—	2.4	—	
Input Current	$I_{in}$	15	—	$\pm 0.1$	—	$\pm 0.00001$	$\pm 0.1$	—	$\pm 1.0$	$\mu$ Adc
Input Capacitance ( $V_{in} = 0$ )	$C_{in}$	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF
Quiescent Current (Per Package)	$I_{DD}$	5.0	—	5.0	—	0.005	5.0	—	150	$\mu$ Adc
		10	—	10	—	0.010	10	—	300	
		15	—	20	—	0.015	20	—	600	
Total Supply Current***† (Dynamic plus Quiescent, Per Package) ( $C_L = 50$ pF on all outputs, all buffers switching)	$I_T$	5.0	$I_T = (0.27 \mu\text{A/kHz}) f + I_{DD}$							$\mu$ Adc
		10	$I_T = (0.55 \mu\text{A/kHz}) f + I_{DD}$							
		15	$I_T = (0.83 \mu\text{A/kHz}) f + I_{DD}$							

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

\*\* The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

† To calculate total supply current at loads other than 50 pF:

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + (C_L - 50) V f k$$

where:  $I_T$  is in  $\mu\text{A}$  (per package),  $C_L$  in pF,  $V = (V_{DD} - V_{SS})$  in volts,  $f$  in kHz is input frequency, and  $k = 0.0011$ .

**PIN ASSIGNMENT**

Q5	1	16	$V_{DD}$
Q1	2	15	RESET
Q0	3	14	CLOCK
Q2	4	13	$\overline{CE}$
Q6	5	12	$C_{out}$
Q7	6	11	Q9
Q3	7	10	Q4
$V_{SS}$	8	9	Q8

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation,  $V_{in}$  and  $V_{out}$  should be constrained to the range  $V_{SS} \leq (V_{in} \text{ or } V_{out}) \leq V_{DD}$ . Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either  $V_{SS}$  or  $V_{DD}$ ). Unused outputs must be left open.

**SWITCHING CHARACTERISTICS\*** ( $C_L = 50 \text{ pF}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

Characteristic	Symbol	VDD Vdc	Min	Typ #	Max	Unit
Output Rise and Fall Time $t_{TLH}$ , $t_{THL} = (1.5 \text{ ns/pF}) C_L + 25 \text{ ns}$ $t_{TLH}$ , $t_{THL} = (0.75 \text{ ns/pF}) C_L + 12.5 \text{ ns}$ $t_{TLH}$ , $t_{THL} = (0.55 \text{ ns/pF}) C_L + 9.5 \text{ ns}$	$t_{TLH}$ , $t_{THL}$	5.0 10 15	— — —	100 50 40	200 100 80	ns
Propagation Delay Time Reset to Decode Output $t_{PLH}$ , $t_{PHL} = (1.7 \text{ ns/pF}) C_L + 415 \text{ ns}$ $t_{PLH}$ , $t_{PHL} = (0.66 \text{ ns/pF}) C_L + 197 \text{ ns}$ $t_{PLH}$ , $t_{PHL} = (0.5 \text{ ns/pF}) C_L + 150 \text{ ns}$	$t_{PLH}$ , $t_{PHL}$	5.0 10 15	— — —	500 230 175	1000 460 350	ns
Propagation Delay Time Clock to $C_{out}$ $t_{PLH}$ , $t_{PHL} = (1.7 \text{ ns/pF}) C_L + 315 \text{ ns}$ $t_{PLH}$ , $t_{PHL} = (0.66 \text{ ns/pF}) C_L + 142 \text{ ns}$ $t_{PLH}$ , $t_{PHL} = (0.5 \text{ ns/pF}) C_L + 100 \text{ ns}$	$t_{PLH}$ , $t_{PHL}$	5.0 10 15	— — —	400 175 125	800 350 250	ns
Propagation Delay Time Clock to Decode Output $t_{PLH}$ , $t_{PHL} = (1.7 \text{ ns/pF}) C_L + 415 \text{ ns}$ $t_{PLH}$ , $t_{PHL} = (0.66 \text{ ns/pF}) C_L + 197 \text{ ns}$ $t_{PLH}$ , $t_{PHL} = (0.5 \text{ ns/pF}) C_L + 150 \text{ ns}$	$t_{PLH}$ , $t_{PHL}$	5.0 10 15	— — —	500 230 175	1000 460 350	ns
Turn-Off Delay Time Reset to $C_{out}$ $t_{PLH} = (1.7 \text{ ns/pF}) C_L + 315 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.66 \text{ ns/pF}) C_L + 142 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.5 \text{ ns/pF}) C_L + 100 \text{ ns}$	$t_{PLH}$	5.0 10 15	— — —	400 175 125	800 350 250	ns
Clock Pulse Width	$t_w(H)$	5.0 10 15	250 100 75	125 50 35	— — —	ns
Clock Frequency	$f_{cl}$	5.0 10 15	— — —	5.0 12 16	2.0 5.0 6.7	MHz
Reset Pulse Width	$t_w(H)$	5.0 10 15	500 250 190	250 125 95	— — —	ns
Reset Removal Time	$t_{rem}$	5.0 10 15	750 275 210	375 135 105	— — —	ns
Clock Input Rise and Fall Time	$t_{TLH}$ , $t_{THL}$	5.0 10 15	No Limit			—
Clock Enable Setup Time	$t_{su}$	5.0 10 15	350 150 115	175 75 52	— — —	ns
Clock Enable Removal Time	$t_{rem}$	5.0 10 15	420 200 140	260 100 70	— — —	ns

\* The formulas given are for the typical characteristics only at  $25^\circ\text{C}$ .

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

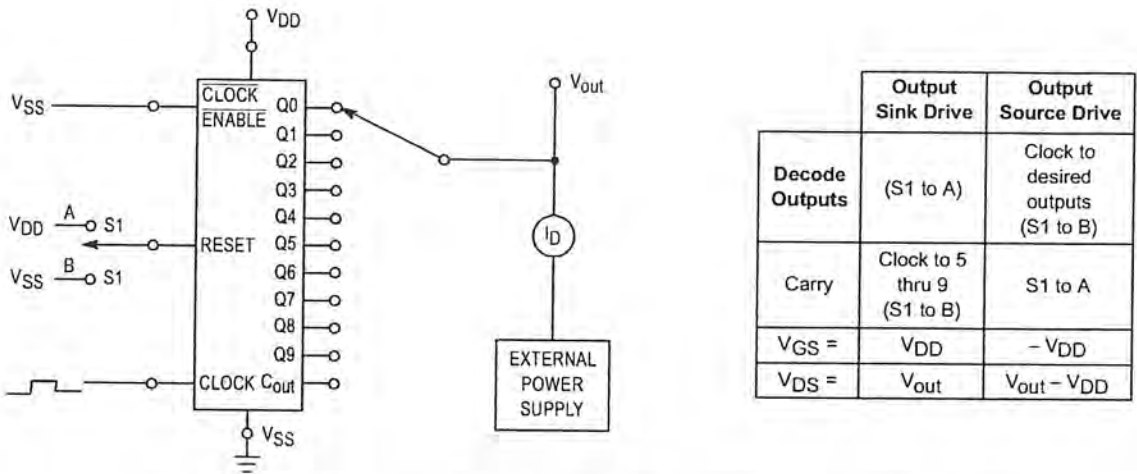


Figure 1. Typical Output Source and Output Sink Characteristics Test Circuit

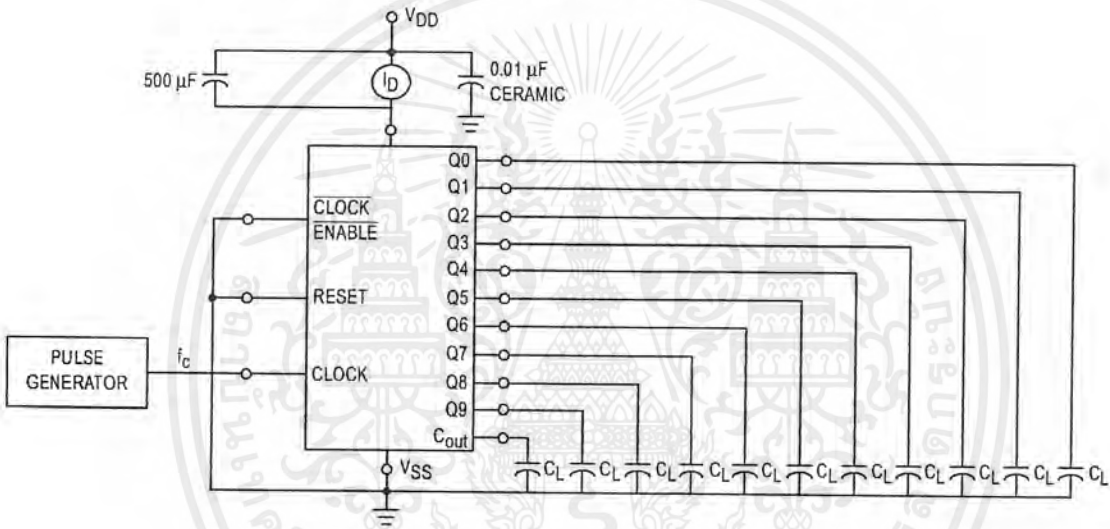


Figure 2. Typical Power Dissipation Test Circuit

### APPLICATIONS INFORMATION

Figure 3 shows a technique for extending the number of decoded output states for the MC14017B. Decoded outputs are sequential within each stage and from stage to stage, with no dead time (except propagation delay).

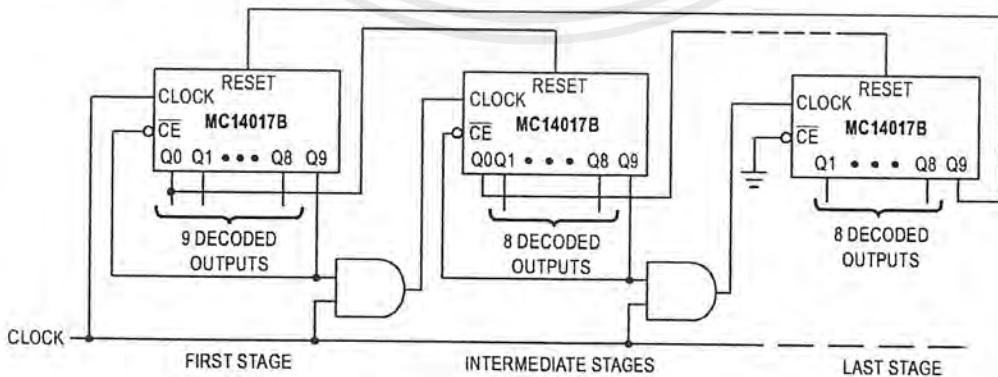


Figure 3. Counter Expansion

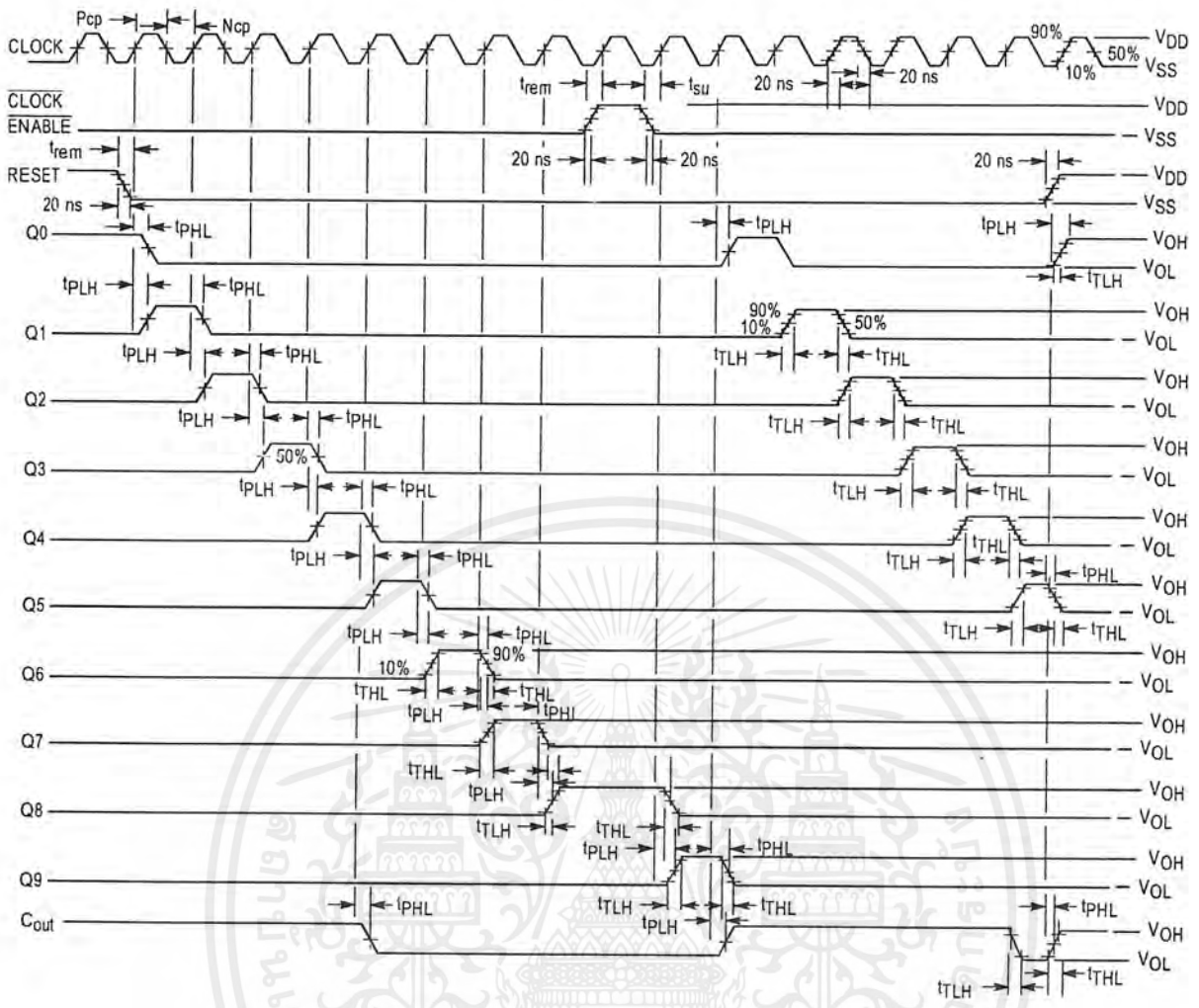
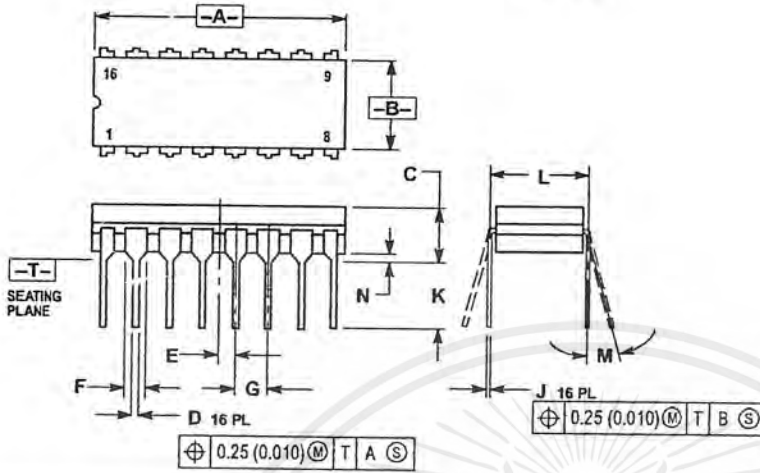


Figure 4. AC Measurement Definition and Functional Waveforms

## OUTLINE DIMENSIONS

### L SUFFIX CERAMIC DIP PACKAGE CASE 620-10 ISSUE V

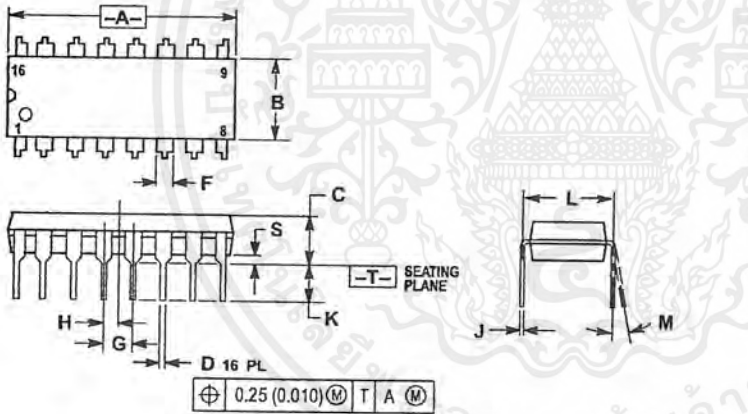


**NOTES:**

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION F MAY NARROW TO 0.76 (0.030) WHERE THE LEAD ENTERS THE CERAMIC BODY.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.750	0.785	19.05	19.93
B	0.240	0.295	6.10	7.49
C	—	0.200	—	5.08
D	0.015	0.020	0.39	0.50
E	0.050 BSC	—	1.27 BSC	—
F	0.055	0.065	1.40	1.65
G	0.100 BSC	—	2.54 BSC	—
H	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.125	0.170	3.18	4.31
L	0.300 BSC	—	7.62 BSC	—
M	0°	15°	0°	15°
N	0.020	0.040	0.51	1.01

### P SUFFIX PLASTIC DIP PACKAGE CASE 648-08 ISSUE R



**NOTES:**

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.740	0.770	18.80	19.55
B	0.250	0.270	6.35	6.85
C	0.145	0.175	3.69	4.44
D	0.015	0.021	0.39	0.53
F	0.040	0.70	1.02	1.77
G	0.100 BSC	—	2.54 BSC	—
H	0.050 BSC	—	1.27 BSC	—
J	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.110	0.130	2.80	3.30
L	0.295	0.305	7.50	7.74
M	0°	10°	0°	10°
S	0.020	0.040	0.51	1.01

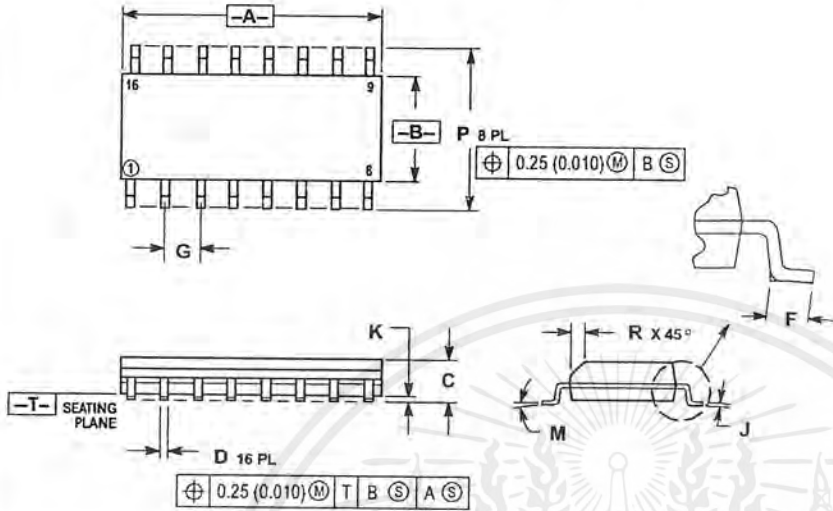
## OUTLINE DIMENSIONS

### D SUFFIX PLASTIC SOIC PACKAGE CASE 751B-05 ISSUE J

**NOTES:**

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	9.80	10.00	0.386	0.393
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°		7°	
P	5.80	6.20	0.229	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019



Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

**How to reach us:**

**USA/EUROPE/Locations Not Listed:** Motorola Literature Distribution;  
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447 or 602-303-5454

**JAPAN:** Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, 6F Seibu-Butsuryu-Center,  
3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-81-3521-8315

**MFAX:** RMFA0@email.sps.mot.com - TOUCHTONE 602-244-6609  
**INTERNET:** <http://Design-NET.com>

**ASIA/PACIFIC:** Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,  
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298



**MOTOROLA**


MC14017B/D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้


## B-Suffix Series CMOS Gates

The B Series logic gates are constructed with P and N channel enhancement mode devices in a single monolithic structure (Complementary MOS). Their primary use is where low power dissipation and/or high noise immunity is desired.


- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- All Outputs Buffered
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads or One Low-power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range.
- Double Diode Protection on All Inputs Except: Triple Diode Protection on MC14011B and MC14081B
- Pin-for-Pin Replacements for Corresponding CD4000 Series B Suffix Devices (Exceptions: MC14068B and MC14078B)



**L SUFFIX**  
CERAMIC  
CASE 632



**P SUFFIX**  
PLASTIC  
CASE 646



**D SUFFIX**  
SOIC  
CASE 751A

**ORDERING INFORMATION**

MC14XXXBCP	Plastic
MC14XXXBCL	Ceramic
MC14XXXBD	SOIC

$T_A = -55^\circ$  to  $125^\circ\text{C}$  for all packages.

### MAXIMUM RATINGS\* (Voltages Referenced to $V_{SS}$ )

Symbol	Parameter	Value	Unit
$V_{DD}$	DC Supply Voltage	-0.5 to +18.0	V
$V_{in}, V_{out}$	Input or Output Voltage (DC or Transient)	-0.5 to $V_{DD} + 0.5$	V
$I_{in}, I_{out}$	Input or Output Current (DC or Transient), per Pin	$\pm 10$	mA
$P_D$	Power Dissipation, per Package†	500	mW
$T_{stg}$	Storage Temperature	-65 to +150	$^\circ\text{C}$
$T_L$	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	$^\circ\text{C}$

\* Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.  
† Temperature Derating:

Plastic "P and D/DW" Packages: - 7.0 mW/ $^\circ\text{C}$  From  $65^\circ\text{C}$  To  $125^\circ\text{C}$   
Ceramic "L" Packages: - 12 mW/ $^\circ\text{C}$  From  $100^\circ\text{C}$  To  $125^\circ\text{C}$

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation,  $V_{in}$  and  $V_{out}$  should be constrained to the range  $V_{SS} \leq (V_{in} \text{ or } V_{out}) \leq V_{DD}$ . Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either  $V_{SS}$  or  $V_{DD}$ ). Unused outputs must be left open.

### MC14001B

Quad 2-Input NOR Gate

### MC14002B

Dual 4-Input NOR Gate

### MC14011B

Quad 2-Input NAND Gate

### MC14012B

Dual 4-Input NAND Gate

### MC14023B

Triple 3-Input NAND Gate

### MC14025B

Triple 3-Input NOR Gate

### MC14068B

8-Input NAND Gate

### MC14071B

Quad 2-Input OR Gate

### MC14072B

Dual 4-Input OR Gate

### MC14073B

Triple 3-Input AND Gate

### MC14075B

Triple 3-Input OR Gate

### MC14078B

8-Input NOR Gate

### MC14081B

Quad 2-Input AND Gate

### MC14082B

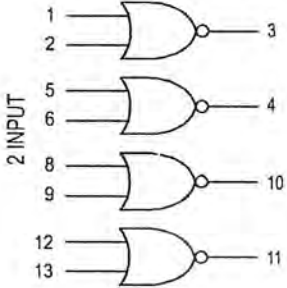
Dual 4-Input AND Gate



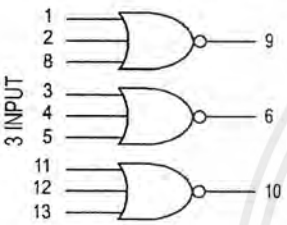
## LOGIC DIAGRAMS

### NOR

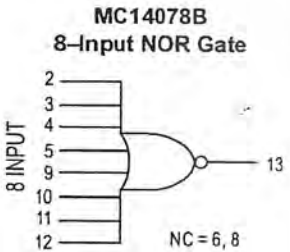
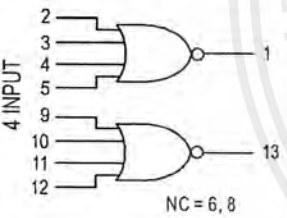
**MC14001B**  
Quad 2-Input NOR Gate



**MC14025B**  
Triple 3-Input NOR Gate

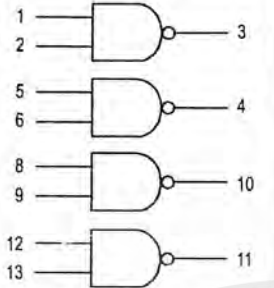


**MC14002B**  
Dual 4-Input NOR Gate

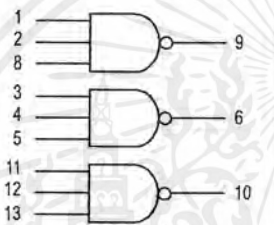


### NAND

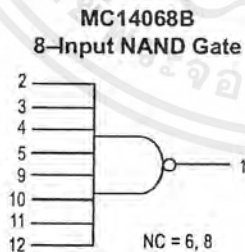
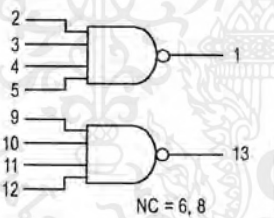
**MC14011B**  
Quad 2-Input NAND Gate



**MC14023B**  
Triple 3-Input NAND Gate

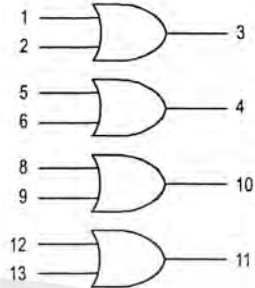


**MC14012B**  
Dual 4-Input NAND Gate

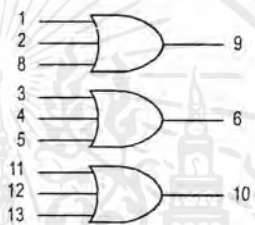


### OR

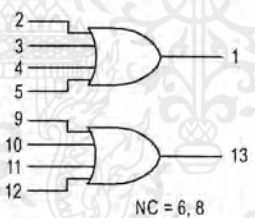
**MC14071B**  
Quad 2-Input OR Gate



**MC14075B**  
Triple 3-Input OR Gate

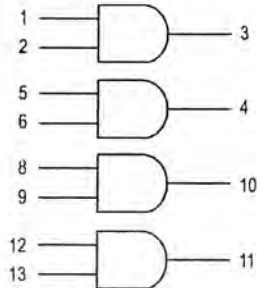


**MC14072B**  
Dual 4-Input OR Gate

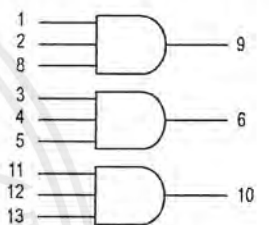


### AND

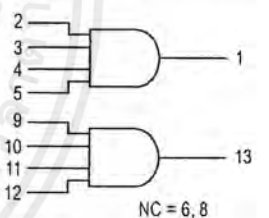
**MC14081B**  
Quad 2-Input AND Gate



**MC14073B**  
Triple 3-Input AND Gate



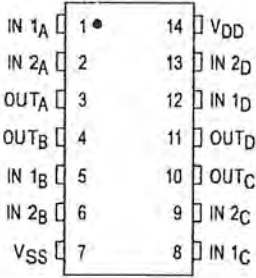
**MC14082B**  
Dual 4-Input AND Gate



V<sub>DD</sub> = PIN 14  
V<sub>SS</sub> = PIN 7  
FOR ALL DEVICES

## PIN ASSIGNMENTS

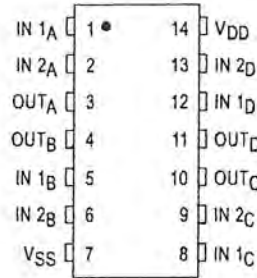
**MC14001B**  
Quad 2-Input NOR Gate



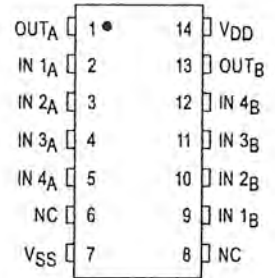
**MC14002B**  
Dual 4-Input NOR Gate



**MC14011B**  
Quad 2-Input NAND Gate



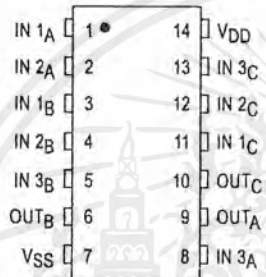
**MC14012B**  
Dual 4-Input NAND Gate



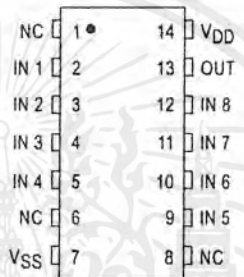
**MC14023B**  
Triple 3-Input NAND Gate



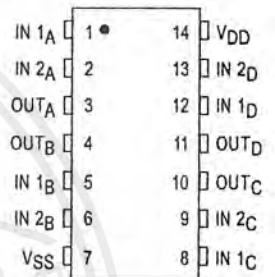
**MC14025B**  
Triple 3-Input NOR Gate



**MC14068B**  
8-Input NAND Gate



**MC14071B**  
Quad 2-Input OR Gate



**MC14072B**  
Dual 4-Input OR Gate



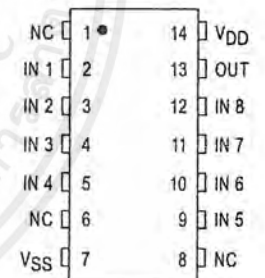
**MC14073B**  
Triple 3-Input AND Gate



**MC14075B**  
Triple 3-Input OR Gate



**MC14078B**  
8-Input NOR Gate



**MC14081B**  
Quad 2-Input AND Gate



**MC14082B**  
Dual 4-Input AND Gate



NC = NO CONNECTION

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (Voltages Referenced to  $V_{SS}$ )

Characteristic	Symbol	$V_{DD}$ Vdc	- 55°C		25°C			125°C		Unit	
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max		
Output Voltage $V_{in} = V_{DD}$ or 0	"0" Level	$V_{OL}$	5.0	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	Vdc
			10	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	
15			—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	—	
$V_{in} = 0$ or $V_{DD}$	"1" Level	$V_{OH}$	5.0	4.95	—	4.95	5.0	—	4.95	—	Vdc
			10	9.95	—	9.95	10	—	9.95	—	
			15	14.95	—	14.95	15	—	14.95	—	
Input Voltage ( $V_O = 4.5$ or $0.5$ Vdc) ( $V_O = 9.0$ or $1.0$ Vdc) ( $V_O = 13.5$ or $1.5$ Vdc)	"0" Level	$V_{IL}$	5.0	—	1.5	—	2.25	1.5	—	1.5	Vdc
			10	—	3.0	—	4.50	3.0	—	3.0	
			15	—	4.0	—	6.75	4.0	—	4.0	
( $V_O = 0.5$ or $4.5$ Vdc) ( $V_O = 1.0$ or $9.0$ Vdc) ( $V_O = 1.5$ or $13.5$ Vdc)	"1" Level	$V_{IH}$	5.0	3.5	—	3.5	2.75	—	3.5	—	Vdc
			10	7.0	—	7.0	5.50	—	7.0	—	
			15	11	—	11	8.25	—	11	—	
Output Drive Current ( $V_{OH} = 2.5$ Vdc) ( $V_{OH} = 4.6$ Vdc) ( $V_{OH} = 9.5$ Vdc) ( $V_{OH} = 13.5$ Vdc)	Source	$I_{OH}$	5.0	-3.0	—	-2.4	-4.2	—	-1.7	—	mAdc
			5.0	-0.64	—	-0.51	-0.88	—	-0.36	—	
			10	-1.6	—	-1.3	-2.25	—	-0.9	—	
			15	-4.2	—	-3.4	-8.8	—	-2.4	—	
( $V_{OL} = 0.4$ Vdc) ( $V_{OL} = 0.5$ Vdc) ( $V_{OL} = 1.5$ Vdc)	Sink	$I_{OL}$	5.0	0.64	—	0.51	0.88	—	0.36	—	mAdc
			10	1.6	—	1.3	2.25	—	0.9	—	
			15	4.2	—	3.4	8.8	—	2.4	—	
Input Current		$I_{in}$	15	—	$\pm 0.1$	—	$\pm 0.00001$	$\pm 0.1$	—	$\pm 1.0$	$\mu$ Adc
Input Capacitance ( $V_{in} = 0$ )		$C_{in}$	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF
Quiescent Current (Per Package)		$I_{DD}$	5.0	—	0.25	—	0.0005	0.25	—	7.5	$\mu$ Adc
			10	—	0.5	—	0.0010	0.5	—	15	
			15	—	1.0	—	0.0015	1.0	—	30	
Total Supply Current**† (Dynamic plus Quiescent, Per Gate, $C_L = 50$ pF)		$I_T$	5.0	$I_T = (0.3 \mu A/kHz) f + I_{DD}/N$							$\mu$ Adc
			10	$I_T = (0.6 \mu A/kHz) f + I_{DD}/N$							
			15	$I_T = (0.9 \mu A/kHz) f + I_{DD}/N$							

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

\*\* The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

† To calculate total supply current at loads other than 50 pF:

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + (C_L - 50) Vfk$$

where:  $I_T$  is in  $\mu A$  (per package),  $C_L$  in pF,  $V = (V_{DD} - V_{SS})$  in volts,  $f$  in kHz is input frequency, and  $k = 0.001 \times$  the number of exercised gates per package.

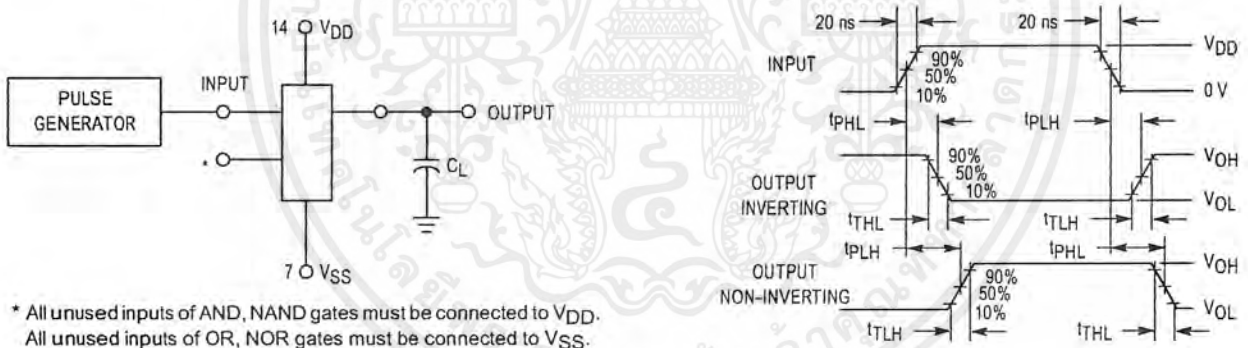
## B-SERIES GATE SWITCHING TIMES

SWITCHING CHARACTERISTICS\* ( $C_L = 50 \text{ pF}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

Characteristic	Symbol	$V_{DD}$ $V_{dc}$	Min	Typ #	Max	Unit
Output Rise Time, All B-Series Gates $t_{TLH} = (1.35 \text{ ns/pF}) C_L + 33 \text{ ns}$ $t_{TLH} = (0.60 \text{ ns/pF}) C_L + 20 \text{ ns}$ $t_{TLH} = (0.40 \text{ ns/pF}) C_L + 20 \text{ ns}$	$t_{TLH}$	5.0 10 15	— — —	100 50 40	200 100 80	ns
Output Fall Time, All B-Series Gates $t_{THL} = (1.35 \text{ ns/pF}) C_L + 33 \text{ ns}$ $t_{THL} = (0.60 \text{ ns/pF}) C_L + 20 \text{ ns}$ $t_{THL} = (0.40 \text{ ns/pF}) C_L + 20 \text{ ns}$	$t_{THL}$	5.0 10 15	— — —	100 50 40	200 100 80	ns
Propagation Delay Time MC14001B, MC14011B only $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.90 \text{ ns/pF}) C_L + 80 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.36 \text{ ns/pF}) C_L + 32 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.26 \text{ ns/pF}) C_L + 27 \text{ ns}$ All Other 2, 3, and 4 Input Gates $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.90 \text{ ns/pF}) C_L + 115 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.36 \text{ ns/pF}) C_L + 47 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.26 \text{ ns/pF}) C_L + 37 \text{ ns}$ 8-Input Gates (MC14068B, MC14078B) $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.90 \text{ ns/pF}) C_L + 155 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.36 \text{ ns/pF}) C_L + 62 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.26 \text{ ns/pF}) C_L + 47 \text{ ns}$	$t_{PLH}, t_{PHL}$	5.0 10 15  5.0 10 15  5.0 10 15	— — —  — — —  — — —	125 50 40  160 65 50  200 80 60	250 100 80  300 130 100  350 150 110	ns

\* The formulas given are for the typical characteristics only at  $25^\circ\text{C}$ .

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

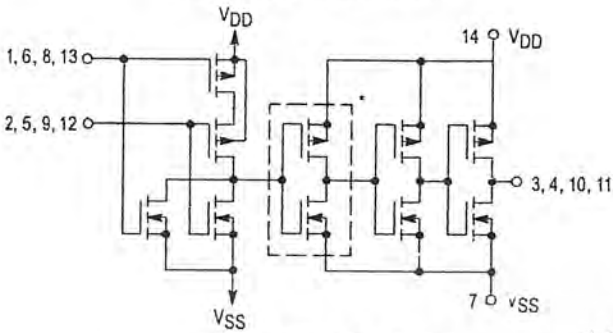


\* All unused inputs of AND, NAND gates must be connected to  $V_{DD}$ .  
All unused inputs of OR, NOR gates must be connected to  $V_{SS}$ .

Figure 1. Switching Time Test Circuit and Waveforms

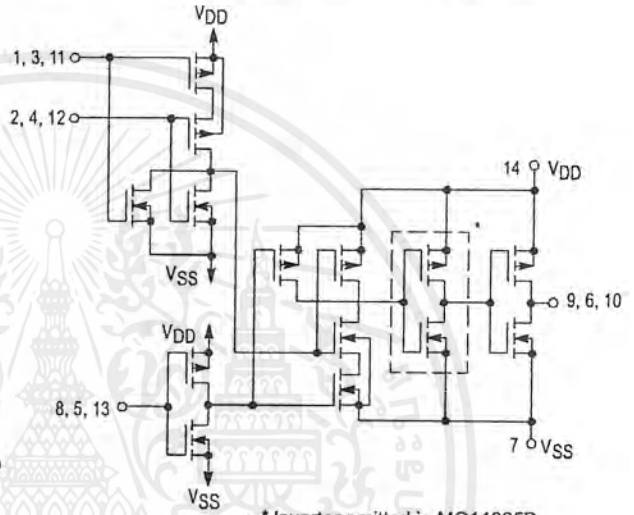
## CIRCUIT SCHEMATIC NOR, OR GATES

**MC14001B, MC14071B**  
One of Four Gates Shown



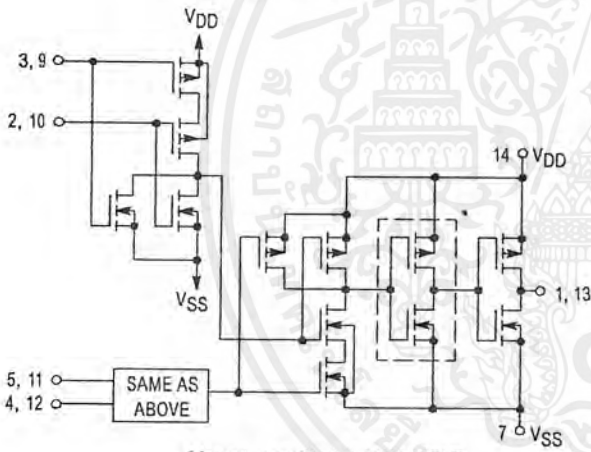
\* Inverter omitted in MC14001B

**MC14025B, MC14075B**  
One of Three Gates Shown



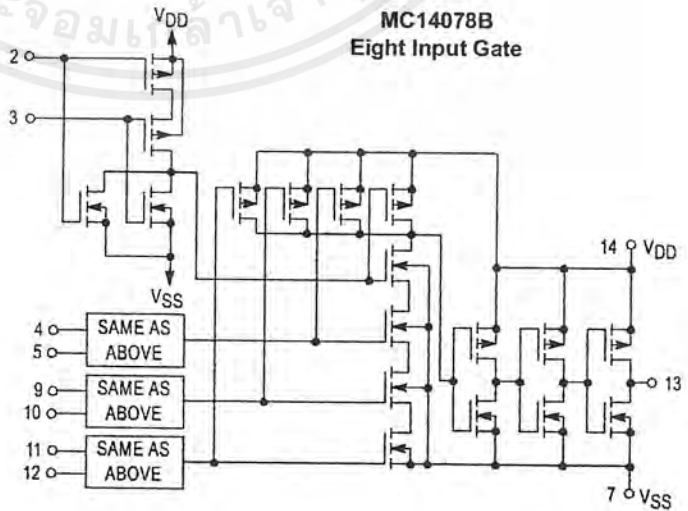
\* Inverter omitted in MC14025B

**MC14002B, MC14072B**  
One of Two Gates Shown



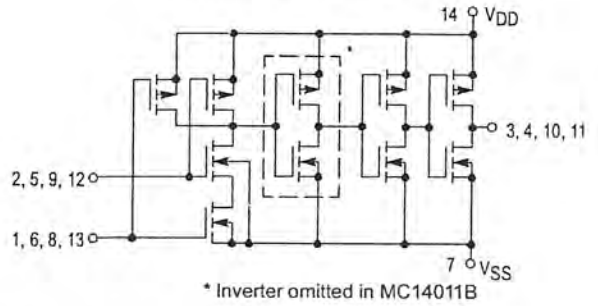
\* Inverter omitted in MC14002B

**MC14078B**  
Eight Input Gate

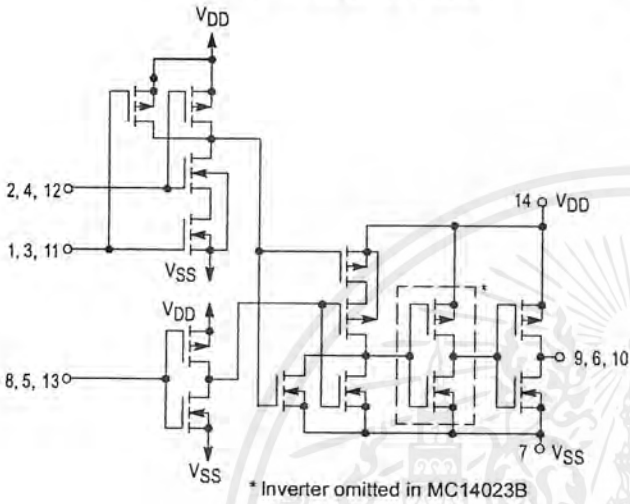


## CIRCUIT SCHEMATIC NAND, AND GATES

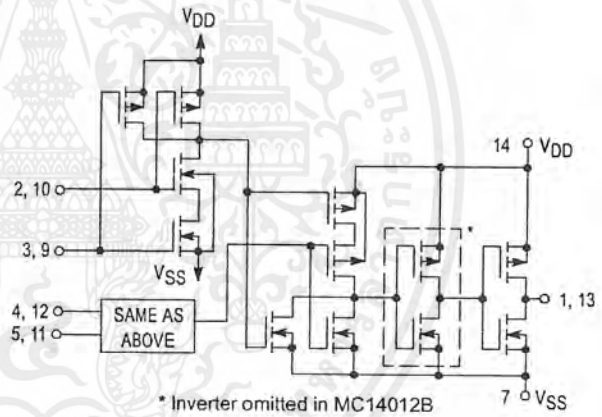
**MC14011B, MC14081B**  
One of Four Gates Shown



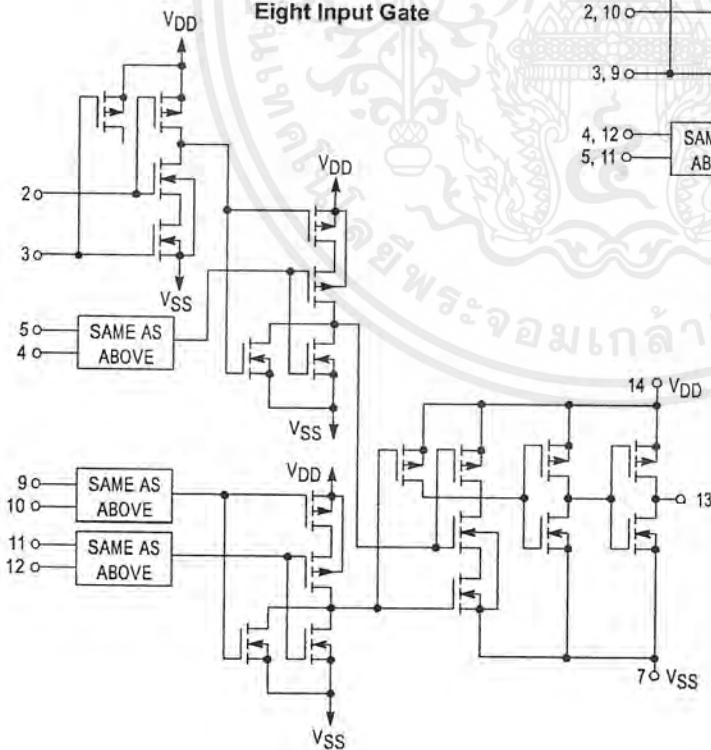
**MC14023B, MC14073B**  
One of Three Gates Shown



**MC14012B, MC14082B**  
One of Two Gates Shown

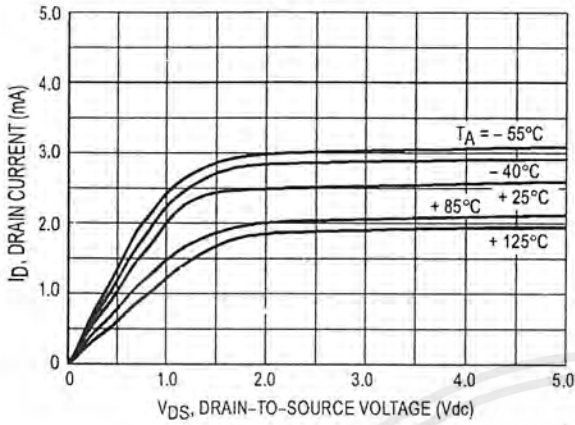


**MC14068B**  
Eight Input Gate



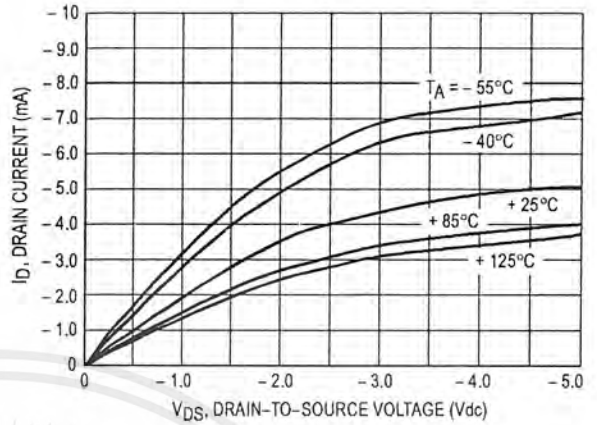
## TYPICAL B-SERIES GATE CHARACTERISTICS

**N-CHANNEL DRAIN CURRENT (SINK)**

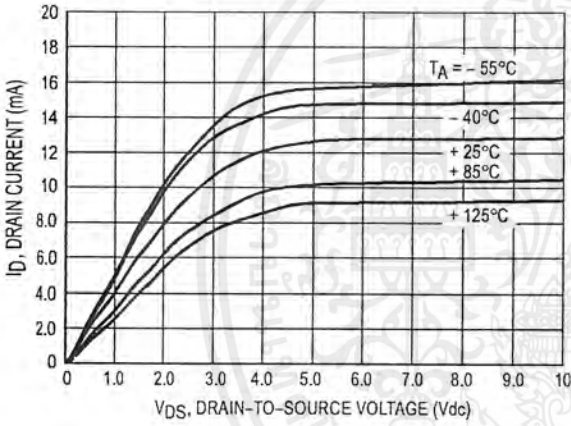


**Figure 2.  $V_{GS} = 5.0$  Vdc**

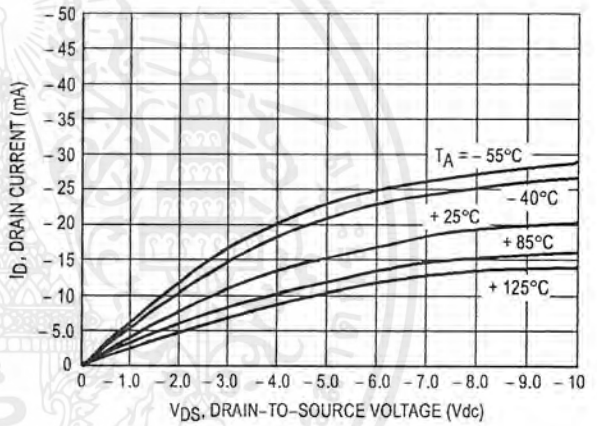
**P-CHANNEL DRAIN CURRENT (SOURCE)**



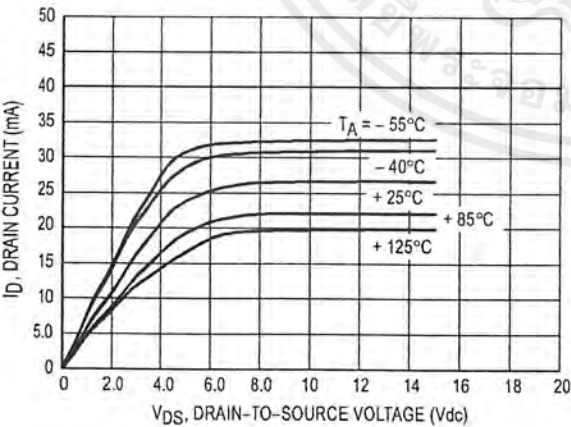
**Figure 3.  $V_{GS} = -5.0$  Vdc**



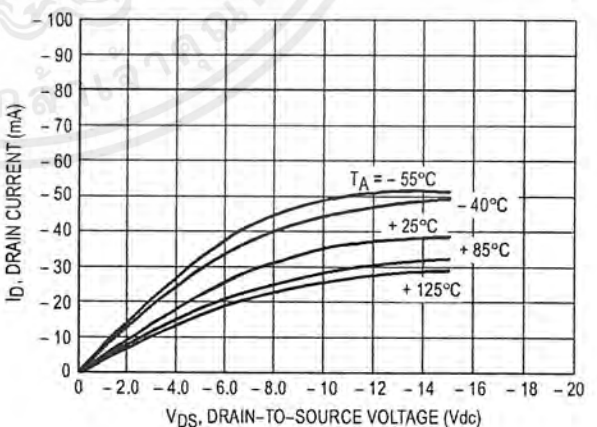
**Figure 4.  $V_{GS} = 10$  Vdc**



**Figure 5.  $V_{GS} = -10$  Vdc**



**Figure 6.  $V_{GS} = 15$  Vdc**



**Figure 7.  $V_{GS} = -15$  Vdc**

These typical curves are not guarantees, but are design aids.  
Caution: The maximum rating for output current is 10 mA per pin.

TYPICAL B-SERIES GATE CHARACTERISTICS (cont'd)

VOLTAGE TRANSFER CHARACTERISTICS

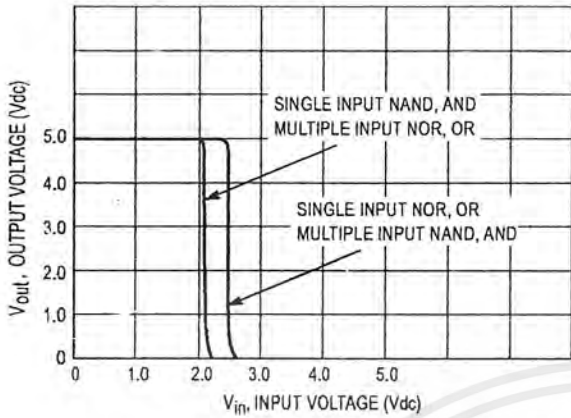


Figure 8.  $V_{DD} = 5.0 \text{ Vdc}$

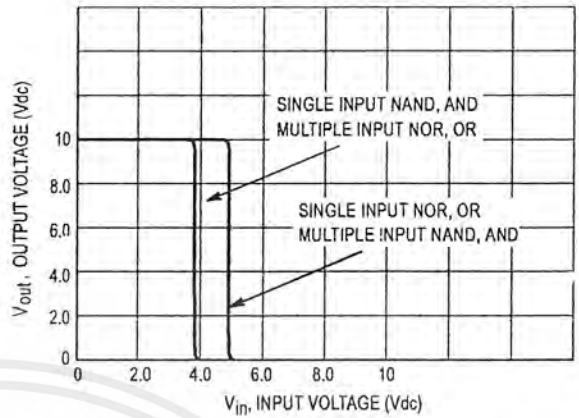


Figure 9.  $V_{DD} = 10 \text{ Vdc}$

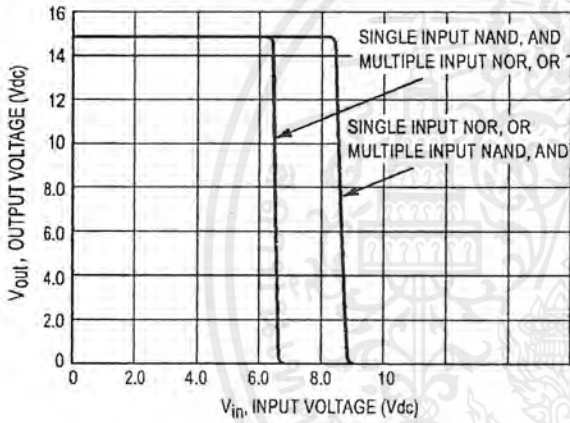


Figure 10.  $V_{DD} = 15 \text{ Vdc}$

DC NOISE MARGIN

The DC noise margin is defined as the input voltage range from an ideal "1" or "0" input level which does not produce output state change(s). The typical and guaranteed limit values of the input values  $V_{IL}$  and  $V_{IH}$  for the output(s) to be at a fixed voltage  $V_O$  are given in the Electrical Characteristics table.  $V_{IL}$  and  $V_{IH}$  are presented graphically in Figure 11.

Guaranteed minimum noise margins for both the "1" and "0" levels =

- 1.0 V with a 5.0 V supply
- 2.0 V with a 10.0 V supply
- 2.5 V with a 15.0 V supply

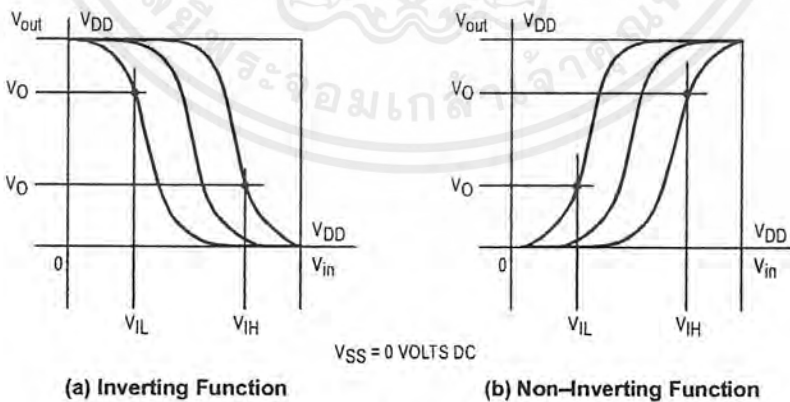
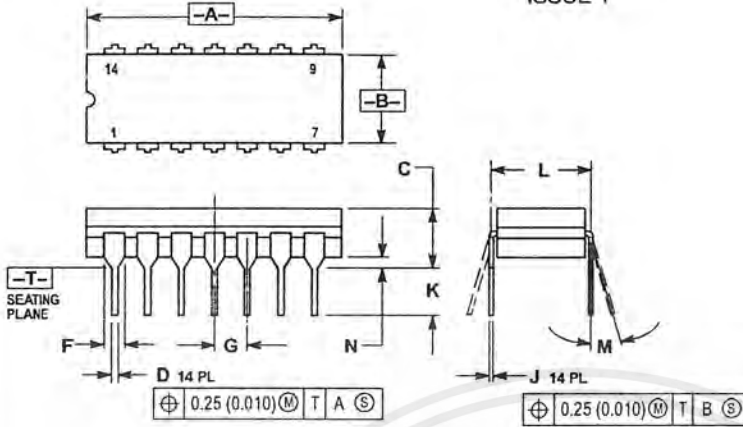


Figure 11. DC Noise Immunity

## OUTLINE DIMENSIONS

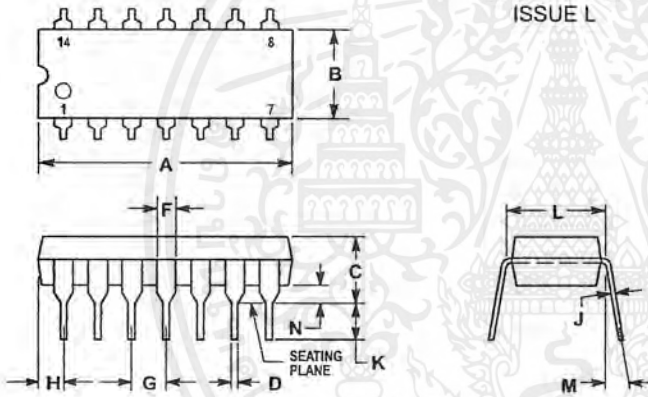
### L SUFFIX CERAMIC DIP PACKAGE CASE 632-08 ISSUE Y



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
  2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
  3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.
  4. DIMENSION F MAY NARROW TO 0.76 (0.030) WHERE THE LEAD ENTERS THE CERAMIC BODY.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.750	0.785	19.05	19.94
B	0.245	0.280	6.23	7.11
C	0.155	0.200	3.94	5.08
D	0.015	0.020	0.39	0.50
F	0.055	0.065	1.40	1.65
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.125	0.170	3.18	4.31
L	0.300 BSC		7.62 BSC	
M	0° 15°		0° 15°	
N	0.020	0.040	0.51	1.01

### P SUFFIX PLASTIC DIP PACKAGE CASE 646-06 ISSUE L

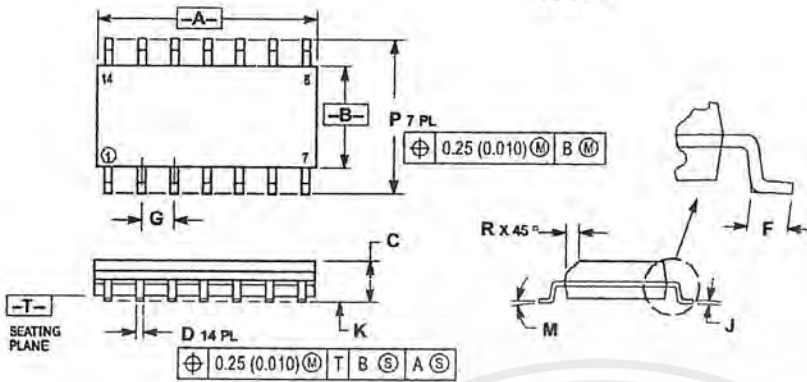


- NOTES:
1. LEADS WITHIN 0.13 (0.005) RADIUS OF TRUE POSITION AT SEATING PLANE AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.
  2. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
  3. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
  4. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.715	0.770	18.16	19.56
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.145	0.185	3.69	4.69
D	0.015	0.021	0.38	0.53
F	0.040	0.070	1.02	1.78
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.052	0.095	1.32	2.41
J	0.008	0.015	0.20	0.38
K	0.115	0.135	2.92	3.43
L	0.300 BSC		7.62 BSC	
M	0° 10°		0° 10°	
N	0.015	0.039	0.39	1.01

## OUTLINE DIMENSIONS

### D SUFFIX PLASTIC SOIC PACKAGE CASE 751A-03 ISSUE F



- NOTES:
1. DIMENSION AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
  2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
  3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
  4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
  5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	8.55	8.75	0.337	0.344
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0 <sup>°</sup>	7 <sup>°</sup>	0 <sup>°</sup>	7 <sup>°</sup>
P	5.80	6.20	0.228	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and  $\mu$  are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

How to reach us:  
USA/EUROPE/Locations Not Listed: Motorola Literature Distribution;  
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447 or 602-303-5454

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, 6F Seibu-Butsuryu-Center,  
3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-81-3521-8315

MFAX: RMFAX0@email.sps.mot.com - TOUCHTONE 602-244-6609  
INTERNET: <http://Design-NET.com>

ASIA/PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,  
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298



MC14001B/D



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้

## MC14093B



**L SUFFIX**  
CERAMIC  
CASE 632



**P SUFFIX**  
PLASTIC  
CASE 646



**D SUFFIX**  
SOIC  
CASE 751A

### ORDERING INFORMATION

MC14XXXBCP Plastic  
MC14XXXBCL Ceramic  
MC14XXXBD SOIC

T<sub>A</sub> = -55° to 125°C for all packages.

## Quad 2-Input "NAND" Schmitt Trigger

The MC14093B Schmitt trigger is constructed with MOS P-channel and N-channel enhancement mode devices in a single monolithic structure. These devices find primary use where low power dissipation and/or high noise immunity is desired. The MC14093B may be used in place of the MC14011B quad 2-input NAND gate for enhanced noise immunity or to "square up" slowly changing waveforms.

- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Capable of Driving Two Low-Power TTL Loads or One Low-Power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range
- Triple Diode Protection on All Inputs
- Pin-for-Pin Compatible with CD4093
- Can be Used to Replace MC14011B
- Independent Schmitt-Trigger at each Input

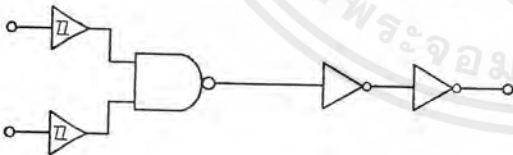
### MAXIMUM RATINGS\* (Voltages Referenced to V<sub>SS</sub>)

Symbol	Parameter	Value	Unit
V <sub>DD</sub>	DC Supply Voltage	- 0.5 to + 18.0	V
V <sub>in</sub> , V <sub>out</sub>	Input or Output Voltage (DC or Transient)	- 0.5 to V <sub>DD</sub> + 0.5	V
I <sub>in</sub> , I <sub>out</sub>	Input or Output Current (DC or Transient), per Pin	± 10	mA
P <sub>D</sub>	Power Dissipation, per Package†	500	mW
T <sub>stg</sub>	Storage Temperature	- 65 to + 150	°C
T <sub>L</sub>	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

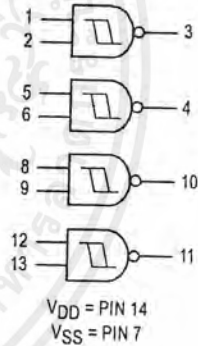
\*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.  
†Temperature Derating:

Plastic "P" and D/DW" Packages: - 7.0 mW/°C From 65°C To 125°C  
Ceramic "L" Packages: - 12 mW/°C From 100°C To 125°C

### EQUIVALENT CIRCUIT SCHEMATIC (1/4 OF CIRCUIT SHOWN)



### LOGIC DIAGRAM



This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V<sub>in</sub> and V<sub>out</sub> should be constrained to the range V<sub>SS</sub> ≤ (V<sub>in</sub> or V<sub>out</sub>) ≤ V<sub>DD</sub>. Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V<sub>SS</sub> or V<sub>DD</sub>). Unused outputs must be left open.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (Voltages Referenced to  $V_{SS}$ )

Characteristic	Symbol	$V_{DD}$ Vdc	- 55°C		25°C			125°C		Unit
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max	
Output Voltage $V_{in} = V_{DD}$ or 0  $V_{in} = 0$ or $V_{DD}$	"0" Level  $V_{OL}$	5.0	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	Vdc
		10	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	
		15	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	
	"1" Level  $V_{OH}$	5.0	4.95	—	4.95	5.0	—	4.95	—	Vdc
		10	9.95	—	9.95	10	—	9.95	—	
		15	14.95	—	14.95	15	—	14.95	—	
Output Drive Current ( $V_{OH} = 2.5$ Vdc) ( $V_{OH} = 4.6$ Vdc) ( $V_{OH} = 9.5$ Vdc) ( $V_{OH} = 13.5$ Vdc)  ( $V_{OL} = 0.4$ Vdc) ( $V_{OL} = 0.5$ Vdc) ( $V_{OL} = 1.5$ Vdc)	Source  $I_{OH}$	5.0	- 3.0	—	- 2.4	- 4.2	—	- 1.7	—	mAdc
		5.0	- 0.64	—	- 0.51	- 0.88	—	- 0.36	—	
		10	- 1.6	—	- 1.3	- 2.25	—	- 0.9	—	
		15	- 4.2	—	- 3.4	- 8.8	—	- 2.4	—	
	Sink  $I_{OL}$	5.0	0.64	—	0.51	0.88	—	0.36	—	mAdc
		10	1.6	—	1.3	2.25	—	0.9	—	
15		4.2	—	3.4	8.8	—	2.4	—		
Input Current	$I_{in}$	15	—	$\pm 0.1$	—	$\pm 0.00001$	$\pm 0.1$	—	$\pm 1.0$	$\mu$ Adc
Input Capacitance ( $V_{in} = 0$ )	$C_{in}$	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF
Quiescent Current (Per Package)	$I_{DD}$	5.0	—	0.25	—	0.0005	0.25	—	7.5	$\mu$ Adc
		10	—	0.5	—	0.0010	0.5	—	15	
		15	—	1.0	—	0.0015	1.0	—	30	
Total Supply Current**† (Dynamic plus Quiescent, Per Package) ( $C_L = 50$ pF on all outputs, all buffers switching)	$I_T$	5.0	$I_T = (1.2 \mu\text{A/kHz}) f + I_{DD}$ $I_T = (2.4 \mu\text{A/kHz}) f + I_{DD}$ $I_T = (3.6 \mu\text{A/kHz}) f + I_{DD}$							$\mu$ Adc
		10								
		15								
Hysteresis Voltage	$V_{H\uparrow}$	5.0	0.3	2.0	0.3	1.1	2.0	0.3	2.0	Vdc
		10	1.2	3.4	1.2	1.7	3.4	1.2	3.4	
		15	1.6	5.0	1.6	2.1	5.0	1.6	5.0	
Threshold Voltage Positive-Going  Negative-Going	$V_{T+}$	5.0	2.2	3.6	2.2	2.9	3.6	2.2	3.6	Vdc
		10	4.6	7.1	4.6	5.9	7.1	4.6	7.1	
		15	6.8	10.8	6.8	8.8	10.8	6.8	10.8	
	$V_{T-}$	5.0	0.9	2.8	0.9	1.9	2.8	0.9	2.8	Vdc
		10	2.5	5.2	2.5	3.9	5.2	2.5	5.2	
		15	4.0	7.4	4.0	5.8	7.4	4.0	7.4	

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

\*\* The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

† To calculate total supply current at loads other than 50 pF:

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + (C_L - 50) \text{ Vfk}$$

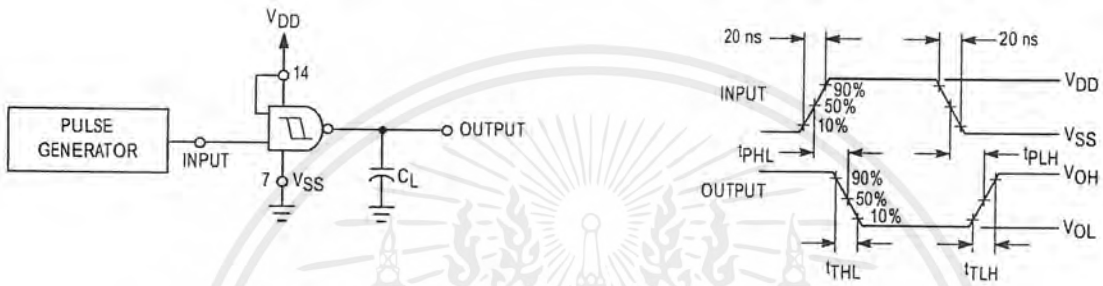
where:  $I_T$  is in  $\mu\text{A}$  (per package),  $C_L$  in pF,  $V = (V_{DD} - V_{SS})$  in volts,  $f$  in kHz is input frequency, and  $k = 0.004$ .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

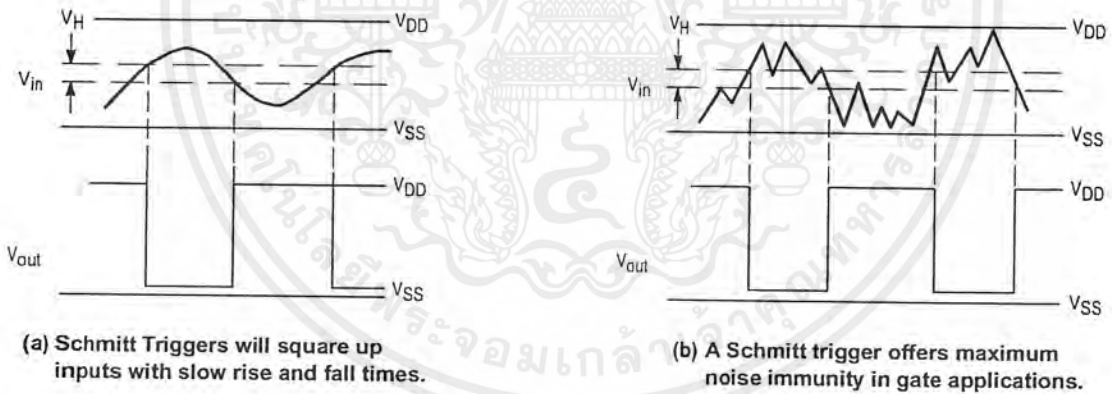
**SWITCHING CHARACTERISTICS** ( $C_L = 50 \text{ pF}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

Characteristic	Symbol	V <sub>DD</sub> V <sub>dC</sub>	Min	Typ #	Max	Unit
Output Rise Time	$t_{TLH}$	5.0	—	100	200	ns
		10	—	50	100	
		15	—	40	80	
Output Fall Time	$t_{THL}$	5.0	—	100	200	ns
		10	—	50	100	
		15	—	40	80	
Propagation Delay Time	$t_{PLH}$ , $t_{PHL}$	5.0	—	125	250	ns
		10	—	50	100	
		15	—	40	80	

#Data labeled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.



**Figure 1. Switching Time Test Circuit and Waveforms**



**Figure 2. Typical Schmitt Trigger Applications**

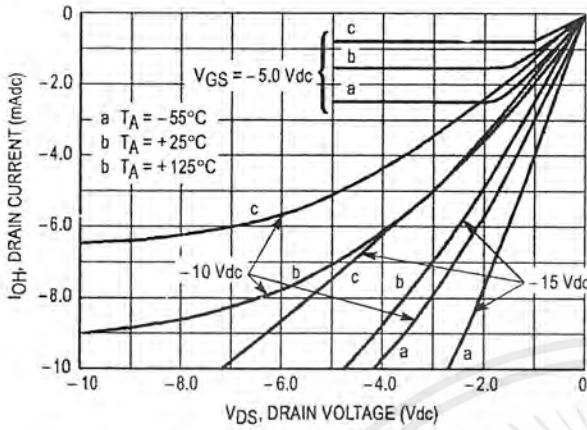
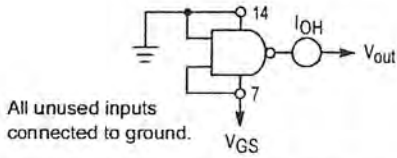


Figure 3. Typical Output Source Characteristics Test Circuit

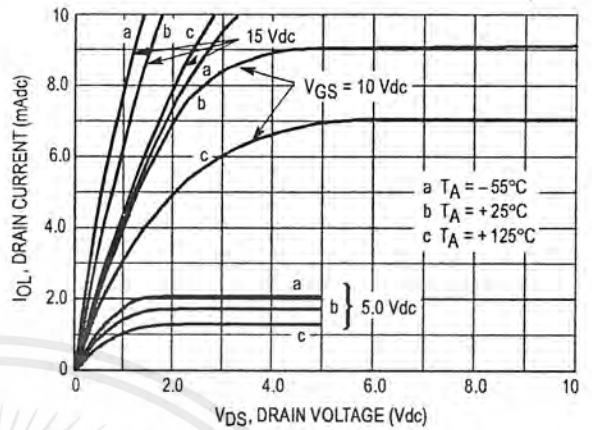
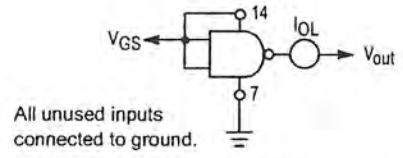


Figure 4. Typical Output Sink Characteristics Test Circuit

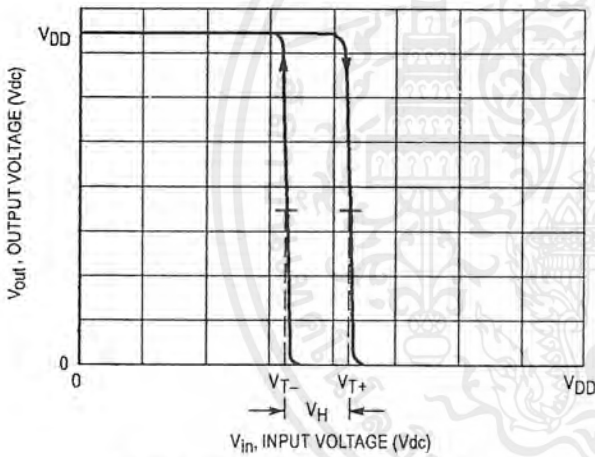


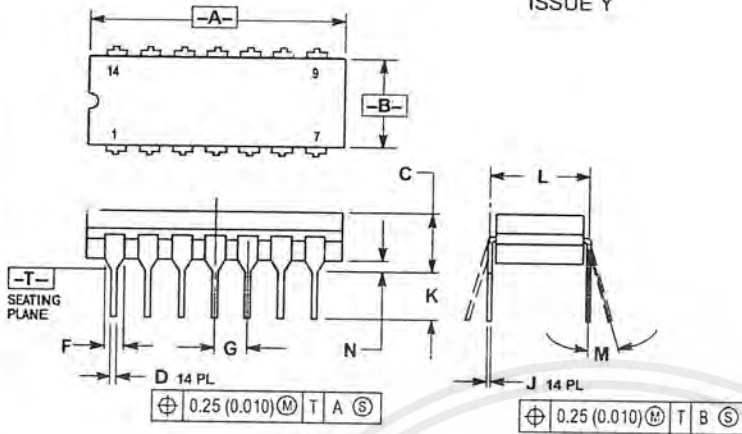
Figure 5. Typical Transfer Characteristics

**PIN ASSIGNMENT**

IN 1A	1	14	V <sub>DD</sub>
IN 2A	2	13	IN 2D
OUT A	3	12	IN 1D
OUT B	4	11	OUT D
IN 1B	5	10	OUT C
IN 2B	6	9	IN 2C
V <sub>SS</sub>	7	8	IN 1C

## OUTLINE DIMENSIONS

### L SUFFIX CERAMIC DIP PACKAGE CASE 632-08 ISSUE Y

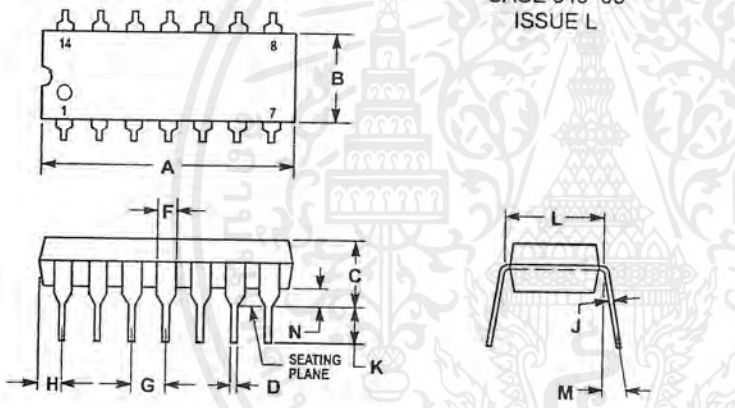


**NOTES:**

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION F MAY NARROW TO 0.76 (0.030) WHERE THE LEAD ENTERS THE CERAMIC BODY.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.750	0.785	19.05	19.94
B	0.245	0.280	6.23	7.11
C	0.155	0.200	3.94	5.08
D	0.015	0.020	0.39	0.50
F	0.055	0.065	1.40	1.65
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
J	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.125	0.170	3.18	4.31
L	0.300 BSC		7.62 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	0.020	0.040	0.51	1.01

### P SUFFIX PLASTIC DIP PACKAGE CASE 646-06 ISSUE L



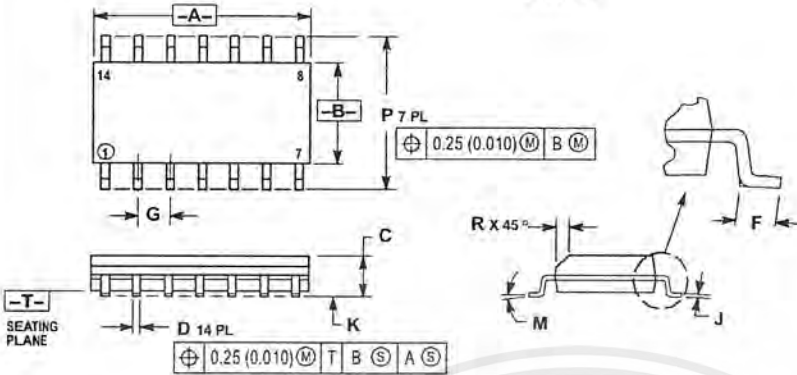
**NOTES:**

1. LEADS WITHIN 0.13 (0.005) RADIUS OF TRUE POSITION AT SEATING PLANE AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.
2. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
3. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
4. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.715	0.770	18.16	19.56
B	0.240	0.260	6.10	6.60
C	0.145	0.185	3.69	4.69
D	0.015	0.021	0.38	0.53
F	0.040	0.070	1.02	1.78
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.052	0.095	1.32	2.41
J	0.008	0.015	0.20	0.38
K	0.115	0.135	2.92	3.43
L	0.300 BSC		7.62 BSC	
M	0°	10°	0°	10°
N	0.015	0.039	0.39	1.01

## OUTLINE DIMENSIONS

### D SUFFIX PLASTIC SOIC PACKAGE CASE 751A-03 ISSUE F



**NOTES:**

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	8.55	8.75	0.337	0.344
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.058
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	5.80	6.20	0.228	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

**How to reach us:**

USA/EUROPE/Locations Not Listed: Motorola Literature Distribution;  
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447 or 602-303-5454

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, 6F Seibu-Butsuryu-Center,  
3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-81-3521-8315

MFAX: RMFAX0@email.sps.mot.com - TOUCHTONE 602-244-6609  
INTERNET: http://Design-NET.com

ASIA/PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,  
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298



MC14093B/D



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้

# BCD-To-Seven Segment Latch/Decoder/Driver

The MC14511B BCD-to-seven segment latch/decoder/driver is constructed with complementary MOS (CMOS) enhancement mode devices and NPN bipolar output drivers in a single monolithic structure. The circuit provides the functions of a 4-bit storage latch, an 8421 BCD-to-seven segment decoder, and an output drive capability. Lamp test ( $\overline{LT}$ ), blanking ( $\overline{BI}$ ), and latch enable (LE) inputs are used to test the display, to turn-off or pulse modulate the brightness of the display, and to store a BCD code, respectively. It can be used with seven-segment light-emitting diodes (LED), incandescent, fluorescent, gas discharge, or liquid crystal readouts either directly or indirectly.

Applications include instrument (e.g., counter, DVM, etc.) display driver, computer/calculator display driver, cockpit display driver, and various clock, watch, and timer uses.

- Low Logic Circuit Power Dissipation
- High-Current Sourcing Outputs (Up to 25 mA)
- Latch Storage of Code
- Blanking Input
- Lamp Test Provision
- Readout Blanking on all Illegal Input Combinations
- Lamp Intensity Modulation Capability
- Time Share (Multiplexing) Facility
- Supply Voltage Range = 3.0 V to 18 V
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads, One Low-power Schottky TTL Load or Two HTL Loads Over the Rated Temperature Range
- Chip Complexity: 216 FETs or 54 Equivalent Gates
- Triple Diode Protection on all Inputs

### MAXIMUM RATINGS\* (Voltages Referenced to $V_{SS}$ )

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	$V_{DD}$	- 0.5 to + 18	V
Input Voltage, All Inputs	$V_{in}$	- 0.5 to $V_{DD} + 0.5$	V
DC Current Drain per Input Pin	I	10	mA
Operating Temperature Range	$T_A$	- 55 to + 125	°C
Power Dissipation per Package†	$P_D$	500	mW
Storage Temperature Range	$T_{stg}$	- 65 to + 150	°C
Maximum Output Drive Current (Source) per Output	$I_{OHmax}$	25	mA
Maximum Continuous Output Power (Source) per Output ‡	$POHmax$	50	mW

‡ $POHmax = I_{OH} (V_{DD} - V_{OH})$

\* Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

† Temperature Derating:

Plastic "P and D/DW" Packages: - 7.0 mW/°C From 65°C To 125°C

Ceramic "L" Packages: - 12 mW/°C From 100°C To 125°C

## MC14511B



L SUFFIX  
CERAMIC  
CASE 620



P SUFFIX  
PLASTIC  
CASE 648



D SUFFIX  
SOIC  
CASE 751B



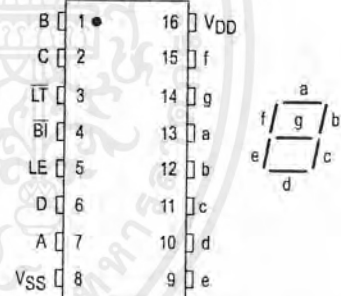
DW SUFFIX  
SOIC  
CASE 751G

### ORDERING INFORMATION

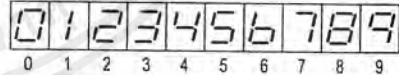
MC14XXXBCP	Plastic
MC14XXXBCL	Ceramic
MC14XXXBDW	SOIC
MC14XXXBD	SOIC

$T_A = -55^\circ$  to  $125^\circ$ C for all packages.

### PIN ASSIGNMENT



### DISPLAY



### TRUTH TABLE

Inputs								Outputs							
LE	BI	LT	D	C	B	A	VSS	a	b	c	d	e	f	g	Display
X	X	0	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	8
X	0	1	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	2
0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	1	3
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	4
0	1	1	0	1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	7
0	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	9
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
1	1	1	X	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*

X = Don't Care

\* Depends upon the BCD code previously applied when LE = 0



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (Voltages Referenced to V<sub>SS</sub>)

Characteristic	Symbol	V <sub>DD</sub> Vdc	-55°C		25°C			125°C		Unit
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max	
Output Voltage V <sub>in</sub> = V <sub>DD</sub> or 0	"0" Level V <sub>OL</sub>	5.0	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	Vdc
		10	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	
15		—	0.05	—	0	0.05	—	0.05		
V <sub>in</sub> = 0 or V <sub>DD</sub>	"1" Level V <sub>OH</sub>	5.0	4.1	—	4.1	4.57	—	4.1	—	Vdc
		10	9.1	—	9.1	9.58	—	9.1	—	
		15	14.1	—	14.1	14.59	—	14.1	—	
Input Voltage # (V <sub>O</sub> = 3.8 or 0.5 Vdc) (V <sub>O</sub> = 8.8 or 1.0 Vdc) (V <sub>O</sub> = 13.8 or 1.5 Vdc)	"0" Level V <sub>IL</sub>	5.0	—	1.5	—	2.25	1.5	—	1.5	Vdc
	10	—	3.0	—	4.50	3.0	—	3.0		
(V <sub>O</sub> = 0.5 or 3.8 Vdc) (V <sub>O</sub> = 1.0 or 8.8 Vdc) (V <sub>O</sub> = 1.5 or 13.8 Vdc)	"1" Level V <sub>IH</sub>	5.0	3.5	—	3.5	2.75	—	3.5	—	Vdc
		10	7.0	—	7.0	5.50	—	7.0	—	
		15	11	—	11	8.25	—	11	—	
Output Drive Voltage Source (I <sub>OH</sub> = 0 mA) (I <sub>OH</sub> = 5.0 mA) (I <sub>OH</sub> = 10 mA) (I <sub>OH</sub> = 15 mA) (I <sub>OH</sub> = 20 mA) (I <sub>OH</sub> = 25 mA)	V <sub>OH</sub>	5.0	4.1	—	4.1	4.57	—	4.1	—	Vdc
			—	—	—	4.24	—	—	—	
			3.9	—	3.9	4.12	—	3.5	—	
		10	9.1	—	9.1	9.58	—	9.1	—	Vdc
			—	—	—	9.26	—	—	—	
			9.0	—	9.0	9.17	—	8.6	—	
		15	8.6	—	8.6	8.90	—	8.2	—	Vdc
			—	—	—	8.70	—	—	—	
			14.1	—	14.1	14.59	—	14.1	—	
(I <sub>OH</sub> = 0 mA) (I <sub>OH</sub> = 5.0 mA) (I <sub>OH</sub> = 10 mA) (I <sub>OH</sub> = 15 mA) (I <sub>OH</sub> = 20 mA) (I <sub>OH</sub> = 25 mA)	10	—	—	—	9.26	—	—	—	Vdc	
		—	—	—	9.17	—	—	—		
		—	—	—	9.04	—	—	—		
(I <sub>OH</sub> = 0 mA) (I <sub>OH</sub> = 5.0 mA) (I <sub>OH</sub> = 10 mA) (I <sub>OH</sub> = 15 mA) (I <sub>OH</sub> = 20 mA) (I <sub>OH</sub> = 25 mA)	15	—	—	—	8.90	—	—	—	Vdc	
		—	—	—	8.70	—	—	—		
		—	—	—	14.27	—	—	—		
Output Drive Current (V <sub>OL</sub> = 0.4 V) (V <sub>OL</sub> = 0.5 V) (V <sub>OL</sub> = 1.5 V)	Sink I <sub>OL</sub>	5.0	0.64	—	0.51	0.88	—	0.36	—	mA <sub>dc</sub>
		10	1.6	—	1.3	2.25	—	0.9	—	
		15	4.2	—	3.4	8.8	—	2.4	—	
Input Current	I <sub>in</sub>	15	—	±0.1	—	±0.00001	±0.1	—	±1.0	μA <sub>dc</sub>
Input Capacitance	C <sub>in</sub>	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF
Quiescent Current (Per Package) V <sub>in</sub> = 0 or V <sub>DD</sub> . I <sub>out</sub> = 0 μA	I <sub>DD</sub>	5.0	—	5.0	—	0.005	5.0	—	150	μA <sub>dc</sub>
		10	—	10	—	0.010	10	—	300	
		15	—	20	—	0.015	20	—	600	
Total Supply Current**† (Dynamic plus Quiescent, Per Package) (C <sub>L</sub> = 50 pF on all outputs, all buffers switching)	I <sub>T</sub>	5.0	I <sub>T</sub> = (1.9 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub>							μA <sub>dc</sub>
		10	I <sub>T</sub> = (3.8 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub>							
		15	I <sub>T</sub> = (5.7 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub>							

#Noise immunity specified for worst-case input combination.

Noise Margin for both "1" and "0" level =

 1.0 Vdc min @ V<sub>DD</sub> = 5.0 Vdc

 2.0 Vdc min @ V<sub>DD</sub> = 10 Vdc

 2.5 Vdc min @ V<sub>DD</sub> = 15 Vdc

\*\*The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

†To calculate total supply current at loads other than 50 pF:

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + 3.5 \times 10^{-3} (C_L - 50) V_{DD} f$$

 where: I<sub>T</sub> is in μA (per package), C<sub>L</sub> in pF, V<sub>DD</sub> in Vdc, and f in kHz is input frequency.

SWITCHING CHARACTERISTICS\* ( $C_L = 50 \text{ pF}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

Characteristic	Symbol	V <sub>DD</sub> Vdc	Min	Typ	Max	Unit
Output Rise Time $t_{TLH} = (0.40 \text{ ns/pF}) C_L + 20 \text{ ns}$ $t_{TLH} = (0.25 \text{ ns/pF}) C_L + 17.5 \text{ ns}$ $t_{TLH} = (0.20 \text{ ns/pF}) C_L + 15 \text{ ns}$	$t_{TLH}$	5.0 10 15	— — —	40 30 25	80 60 50	ns
Output Fall Time $t_{THL} = (1.5 \text{ ns/pF}) C_L + 50 \text{ ns}$ $t_{THL} = (0.75 \text{ ns/pF}) C_L + 37.5 \text{ ns}$ $t_{THL} = (0.55 \text{ ns/pF}) C_L + 37.5 \text{ ns}$	$t_{THL}$	5.0 10 15	— — —	125 75 65	250 150 130	ns
Data Propagation Delay Time $t_{PLH} = (0.40 \text{ ns/pF}) C_L + 620 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.25 \text{ ns/pF}) C_L + 237.5 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.20 \text{ ns/pF}) C_L + 165 \text{ ns}$	$t_{PLH}$	5.0 10 15	— — —	640 250 175	1280 500 350	ns
$t_{PHL} = (1.3 \text{ ns/pF}) C_L + 655 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (0.60 \text{ ns/pF}) C_L + 260 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (0.35 \text{ ns/pF}) C_L + 182.5 \text{ ns}$	$t_{PHL}$	5.0 10 15	— — —	720 290 200	1440 580 400	
Blank Propagation Delay Time $t_{PLH} = (0.30 \text{ ns/pF}) C_L + 585 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.25 \text{ ns/pF}) C_L + 187.5 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.15 \text{ ns/pF}) C_L + 142.5 \text{ ns}$	$t_{PLH}$	5.0 10 15	— — —	600 200 150	750 300 220	ns
$t_{PHL} = (0.85 \text{ ns/pF}) C_L + 442.5 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (0.45 \text{ ns/pF}) C_L + 177.5 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (0.35 \text{ ns/pF}) C_L + 142.5 \text{ ns}$	$t_{PHL}$	5.0 10 15	— — —	485 200 160	970 400 320	
Lamp Test Propagation Delay Time $t_{PLH} = (0.45 \text{ ns/pF}) C_L + 290.5 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.25 \text{ ns/pF}) C_L + 112.5 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.20 \text{ ns/pF}) C_L + 80 \text{ ns}$	$t_{PLH}$	5.0 10 15	— — —	313 125 90	625 250 180	ns
$t_{PHL} = (1.3 \text{ ns/pF}) C_L + 248 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (0.45 \text{ ns/pF}) C_L + 102.5 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (0.35 \text{ ns/pF}) C_L + 72.5 \text{ ns}$	$t_{PHL}$	5.0 10 15	— — —	313 125 90	625 250 180	
Setup Time	$t_{su}$	5.0 10 15	100 40 30	— — —	— — —	ns
Hold Time	$t_h$	5.0 10 15	60 40 30	— — —	— — —	ns
Latch Enable Pulse Width	$t_{WL}$	5.0 10 15	520 220 130	260 110 65	— — —	ns

\* The formulas given are for the typical characteristics only.

This device contains protection circuitry to protect the inputs against damage due to high static voltages or electric fields; however, it is advised that normal precautions be taken to avoid application of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. A destructive high current mode may occur if  $V_{in}$  and  $V_{out}$  are not constrained to the range  $V_{SS} \leq (V_{in} \text{ or } V_{out}) \leq V_{DD}$ .

Due to the sourcing capability of this circuit, damage can occur to the device if  $V_{DD}$  is applied, and the outputs are shorted to  $V_{SS}$  and are at a logical 1 (See Maximum Ratings).

Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either  $V_{SS}$  or  $V_{DD}$ ).

Input LE low, and Inputs D,  $\overline{B}$ I and  $\overline{L}$ T high.  
 $f$  in respect to a system clock.  
 All outputs connected to respective  $C_L$  loads.

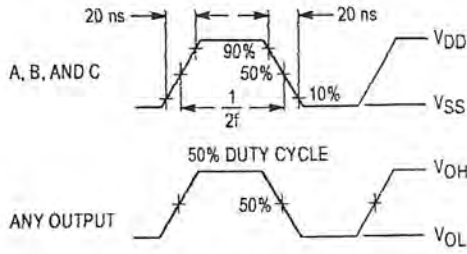
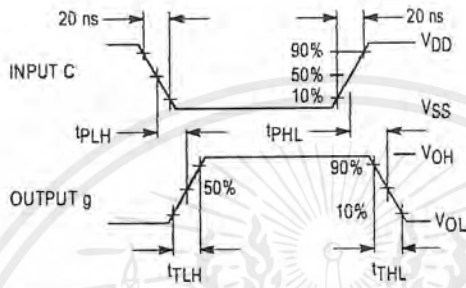
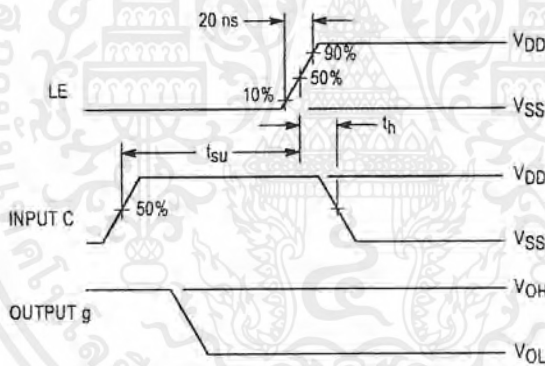


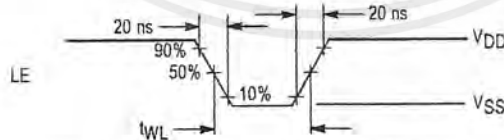
Figure 1. Dynamic Power Dissipation Signal Waveforms



(a) Inputs D and LE low, and Inputs A, B,  $\overline{B}$ I and  $\overline{L}$ T high.



(b) Input D low, inputs A, B,  $\overline{B}$ I and  $\overline{L}$ T high.

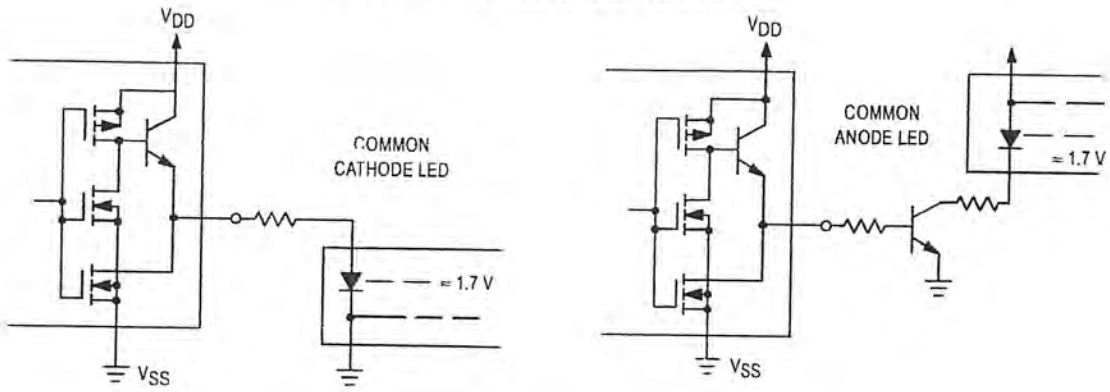


(c) Data DCBA strobed into latches.

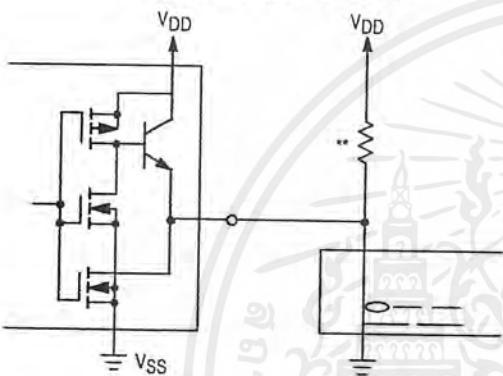
Figure 2. Dynamic Signal Waveforms

## CONNECTIONS TO VARIOUS DISPLAY READOUTS

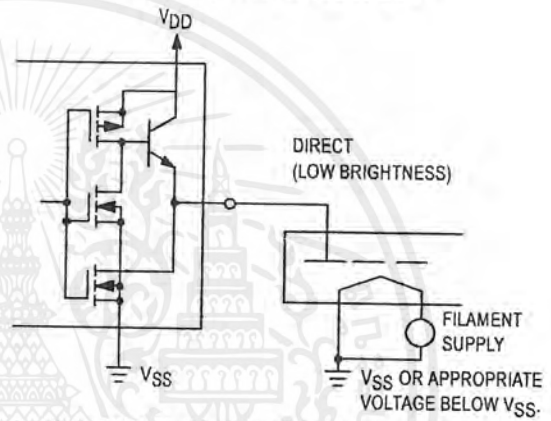
### LIGHT EMITTING DIODE (LED) READOUT



### INCANDESCENT READOUT

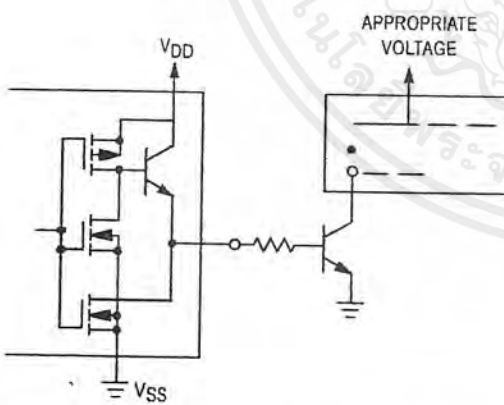


### FLUORESCENT READOUT

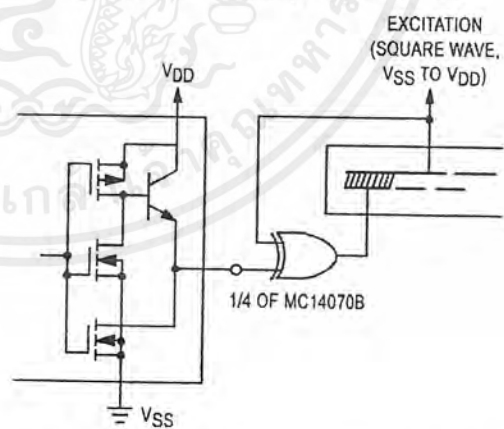


(CAUTION: Maximum working voltage = 18.0 V)

### GAS DISCHARGE READOUT



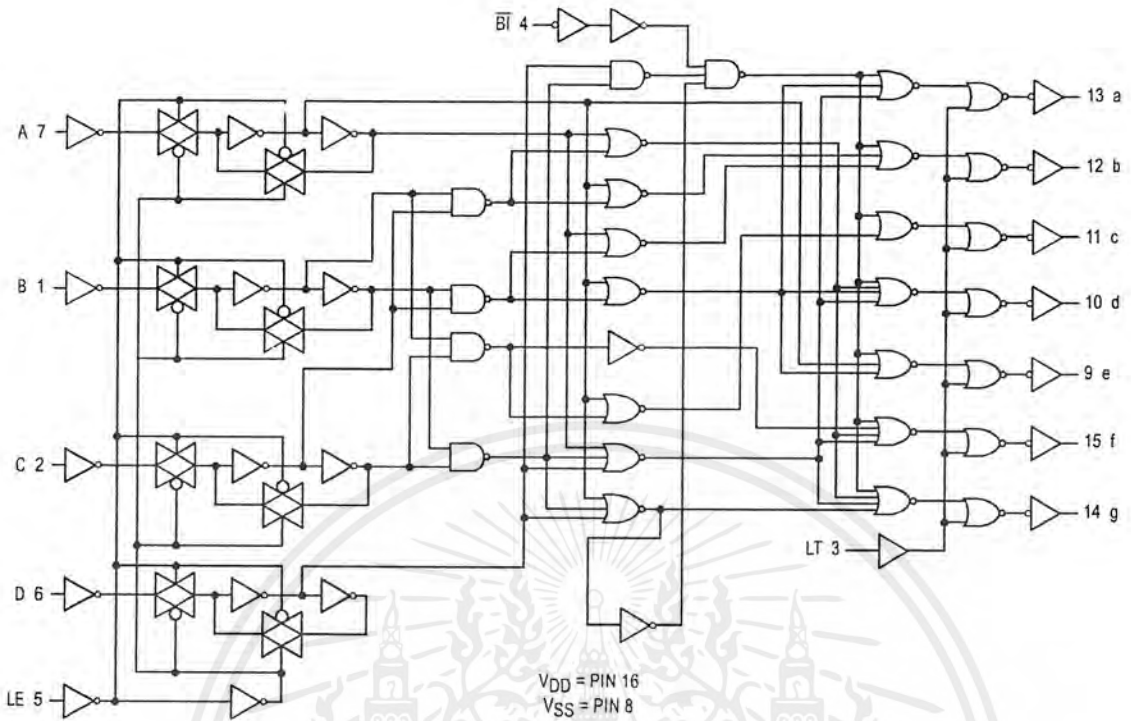
### LIQUID CRYSTAL (LCD) READOUT



\*\* A filament pre-warm resistor is recommended to reduce filament thermal shock and increase the effective cold resistance of the filament.

Direct dc drive of LCD's not recommended for life of LCD readouts.

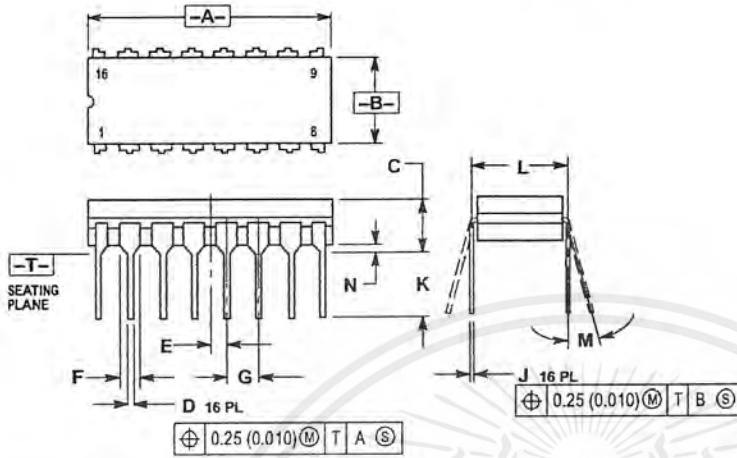
### LOGIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## OUTLINE DIMENSIONS

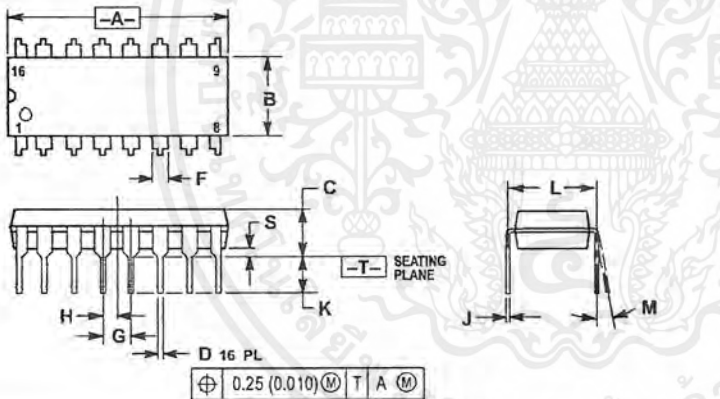
### L SUFFIX CERAMIC DIP PACKAGE CASE 620-10 ISSUE V



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
  2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
  3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.
  4. DIMENSION F MAY NARROW TO 0.76 (0.030) WHERE THE LEAD ENTERS THE CERAMIC BODY.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.750	0.785	19.05	19.93
B	0.240	0.295	6.10	7.49
C	—	0.200	—	5.08
D	0.015	0.020	0.39	0.50
E	0.050 BSC		1.27 BSC	
F	0.055	0.065	1.40	1.65
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.125	0.170	3.18	4.31
L	0.300 BSC		7.62 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	0.020	0.040	0.51	1.01

### P SUFFIX PLASTIC DIP PACKAGE CASE 648-08 ISSUE R

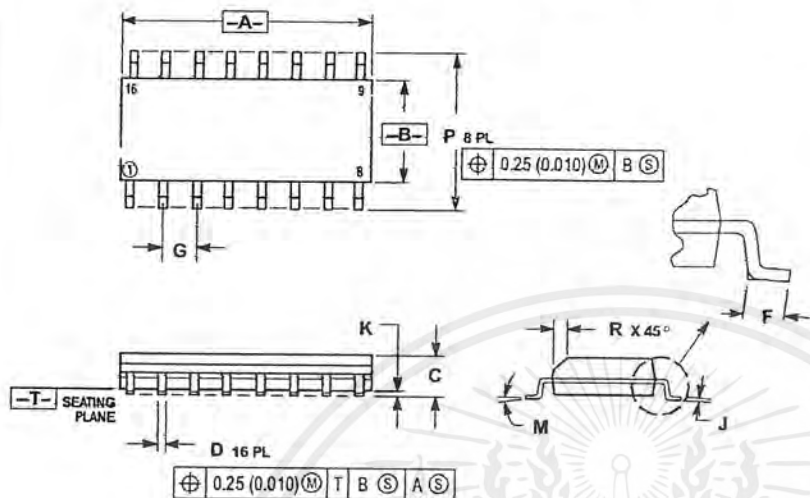


- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
  2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
  3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
  4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
  5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.740	0.770	18.80	19.55
B	0.250	0.270	6.35	6.85
C	0.145	0.175	3.69	4.44
D	0.015	0.021	0.39	0.53
F	0.040	0.70	1.02	1.77
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.050 BSC		1.27 BSC	
J	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.110	0.130	2.80	3.30
L	0.295	0.305	7.50	7.74
M	0°	10°	0°	10°
S	0.020	0.040	0.51	1.01

## OUTLINE DIMENSIONS

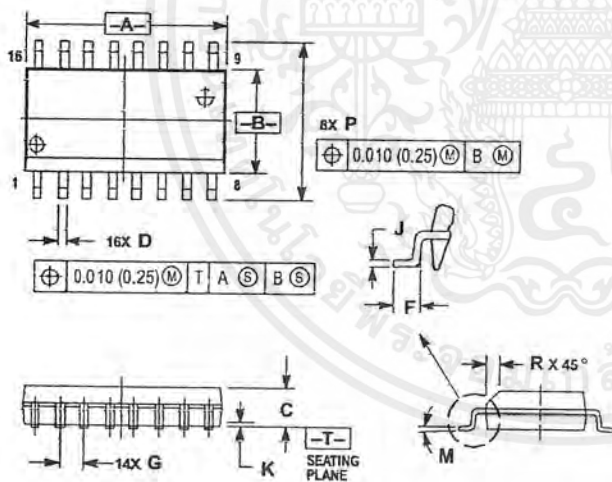
### D SUFFIX PLASTIC SOIC PACKAGE CASE 751B-05 ISSUE J



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
  2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
  3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
  4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
  5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.127 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF THE D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	9.20	10.00	0.386	0.393
B	3.80	4.00	0.150	0.157
C	1.35	1.75	0.054	0.068
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.40	1.25	0.016	0.049
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.19	0.25	0.008	0.009
K	0.19	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	5.80	6.20	0.229	0.244
R	0.25	0.50	0.010	0.019


### DW SUFFIX PLASTIC SOIC PACKAGE CASE 751G-02 ISSUE A



- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
  2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
  3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
  4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
  5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.13 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	10.15	10.45	0.400	0.411
B	7.40	7.60	0.292	0.299
C	2.35	2.65	0.093	0.104
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.50	0.90	0.020	0.035
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.25	0.32	0.010	0.012
K	0.19	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	10.05	10.55	0.395	0.415
R	0.25	0.75	0.010	0.029



Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and  are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

**How to reach us:**

**USA/EUROPE/Locations Not Listed:** Motorola Literature Distribution;  
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447 or 602-303-5454

**MFAX:** RMFAX0@email.sps.mot.com - TOUCHTONE 602-244-6609  
**INTERNET:** <http://Design-NET.com>

**JAPAN:** Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, 6F Seibu-Butsuryu-Center,  
3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-81-3521-8315

**ASIA/PACIFIC:** Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,  
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298



**MOTOROLA**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 3-Digit BCD Counter

The MC14553B 3-digit BCD counter consists of 3 negative edge triggered BCD counters that are cascaded synchronously. A quad latch at the output of each counter permits storage of any given count. The information is then time division multiplexed, providing one BCD number or digit at a time. Digit select outputs provide display control. All outputs are TTL compatible.

An on-chip oscillator provides the low-frequency scanning clock which drives the multiplexer output selector.

This device is used in instrumentation counters, clock displays, digital panel meters, and as a building block for general logic applications.

- TTL Compatible Outputs
- On-Chip Oscillator
- Cascadable
- Clock Disable Input
- Pulse Shaping Permits Very Slow Rise Times on Input Clock
- Output Latches
- Master Reset

### MAXIMUM RATINGS\* (Voltages Referenced to V<sub>SS</sub>)

Symbol	Parameter	Value	Unit
V <sub>DD</sub>	DC Supply Voltage	- 0.5 to + 18.0	V
V <sub>in</sub> , V <sub>out</sub>	Input or Output Voltage (DC or Transient)	- 0.5 to V <sub>DD</sub> + 0.5	V
I <sub>in</sub>	Input Current (DC or Transient), per Pin	± 10	mA
I <sub>out</sub>	Output Current (DC or Transient), per Pin	+ 20	mA
P <sub>D</sub>	Power Dissipation, per Package†	500	mW
T <sub>stg</sub>	Storage Temperature	- 65 to + 150	°C
T <sub>L</sub>	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

\* Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.

† Temperature Derating:

Plastic "P and D/DW" Packages: - 7.0 mW/°C From 65°C To 125°C

Ceramic "L" Packages: - 12 mW/°C From 100°C To 125°C

### TRUTH TABLE

Inputs				Outputs
Master Reset	Clock	Disable	LE	
0	↗	0	0	No Change
0	↘	0	0	Advance
0	X	1	X	No Change
0	1	↗	0	Advance
0	1	↘	0	No Change
0	0	X	X	No Change
0	X	X	↗	Latched
0	X	X	1	Latched
1	X	X	0	Q0 = Q1 = Q2 = Q3 = 0

X = Don't Care

## MC14553B



**L SUFFIX**  
CERAMIC  
CASE 620



**P SUFFIX**  
PLASTIC  
CASE 648



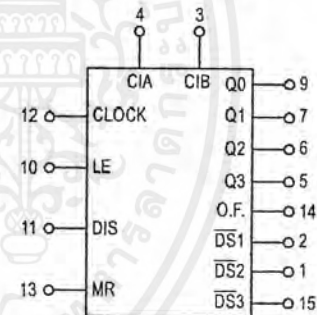
**DW SUFFIX**  
SOIC  
CASE 751G

### ORDERING INFORMATION

MC14XXXBCP Plastic  
MC14XXXBCL Ceramic  
MC14XXXBDW SOIC

T<sub>A</sub> = - 55° to 125°C for all packages.

### BLOCK DIAGRAM



V<sub>DD</sub> = PIN 16  
V<sub>SS</sub> = PIN 8

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V<sub>in</sub> and V<sub>out</sub> should be constrained to the range V<sub>SS</sub> ≤ (V<sub>in</sub> or V<sub>out</sub>) ≤ V<sub>DD</sub>.

Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V<sub>SS</sub> or V<sub>DD</sub>). Unused outputs must be left open.

**ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (Voltages Referenced to V<sub>SS</sub>)

Characteristic	Symbol	V <sub>DD</sub> Vdc	- 55°C		25°C			125°C		Unit	
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max		
Output Voltage V <sub>in</sub> = V <sub>DD</sub> or 0  V <sub>in</sub> = 0 or V <sub>DD</sub>	"0" Level V <sub>OL</sub>	5.0	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	Vdc	
		10	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05		
		15	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05		
	"1" Level V <sub>OH</sub>	5.0	4.95	—	4.95	5.0	—	4.95	—		
		10	9.95	—	9.95	10	—	9.95	—		
		15	14.95	—	14.95	15	—	14.95	—		
Input Voltage (V <sub>O</sub> = 4.5 or 0.5 Vdc) (V <sub>O</sub> = 9.0 or 1.0 Vdc) (V <sub>O</sub> = 13.5 or 1.5 Vdc)  (V <sub>O</sub> = 0.5 or 4.5 Vdc) (V <sub>O</sub> = 1.0 or 9.0 Vdc) (V <sub>O</sub> = 1.5 or 13.5 Vdc)	"0" Level V <sub>IL</sub>	5.0	—	1.5	—	2.25	1.5	—	1.5	Vdc	
		10	—	3.0	—	4.50	3.0	—	3.0		
		15	—	4.0	—	6.75	4.0	—	4.0		
	"1" Level V <sub>IH</sub>	5.0	3.5	—	3.5	2.75	—	3.5	—		
		10	7.0	—	7.0	5.50	—	7.0	—		
		15	11	—	11	8.25	—	11	—		
Output Drive Current (V <sub>OH</sub> = 4.6 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 9.5 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 13.5 Vdc)  (V <sub>OH</sub> = 4.6 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 9.5 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 13.5 Vdc)  (V <sub>OL</sub> = 0.4 Vdc) (V <sub>OL</sub> = 0.5 Vdc) (V <sub>OL</sub> = 1.5 Vdc)  (V <sub>OL</sub> = 0.4 Vdc) (V <sub>OL</sub> = 0.5 Vdc) (V <sub>OL</sub> = 1.5 Vdc)	Source — Pin 3  Source — Other Outputs	I <sub>OH</sub>	5.0	-0.25	—	-0.2	-0.36	—	0.14	—	mA <sub>dc</sub>
			10	-0.62	—	-0.5	-0.9	—	0.35	—	
			15	-1.8	—	-1.5	-3.5	—	1.1	—	
			5.0	-0.64	—	-0.51	-0.88	—	-0.36	—	
			10	-1.6	—	-1.3	-2.25	—	-0.9	—	
			15	-4.2	—	-3.4	-8.8	—	-2.4	—	
	Sink — Pin 3  Sink — Other Outputs	I <sub>OL</sub>	5.0	0.5	—	0.4	0.88	—	0.28	—	mA <sub>dc</sub>
			10	1.1	—	0.9	2.25	—	0.65	—	
			15	1.8	—	1.5	8.8	—	1.20	—	
			5.0	3.0	—	2.5	4.0	—	1.6	—	
			10	6.0	—	5.0	8.0	—	3.5	—	
			15	18	—	15	20	—	10	—	
Input Current	I <sub>in</sub>	15	—	±0.1	—	±0.00001	±0.1	—	±1.0	μA <sub>dc</sub>	
Input Capacitance (V <sub>in</sub> = 0)	C <sub>in</sub>	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF	
Quiescent Current (Per Package) MR = V <sub>DD</sub>	I <sub>DD</sub>	5.0	—	5.0	—	0.010	5.0	—	150	μA <sub>dc</sub>	
		10	—	10	—	0.020	10	—	300		
		15	—	20	—	0.030	20	—	600		
Total Supply Current**† (Dynamic plus Quiescent, Per Package) (C <sub>L</sub> = 50 pF on all outputs, all buffers switching)	I <sub>T</sub>	5.0	I <sub>T</sub> = (0.35 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub> I <sub>T</sub> = (0.85 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub> I <sub>T</sub> = (1.50 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub>							μA <sub>dc</sub>	

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

\*\*The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

†To calculate total supply current at loads other than 50 pF:

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + (C_L - 50) V f k$$

where: I<sub>T</sub> is in μA (per package), C<sub>L</sub> in pF, V = (V<sub>DD</sub> - V<sub>SS</sub>) in volts, f in kHz is input frequency, and k = 0.004.

**SWITCHING CHARACTERISTICS** ( $C_L = 50 \text{ pF}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

Characteristic	Figure	Symbol	V <sub>DD</sub>	Min	Typ #	Max	Unit
Output Rise and Fall Time $t_{TLH}, t_{THL} = (1.5 \text{ ns/pF}) C_L + 25 \text{ ns}$ $t_{TLH}, t_{THL} = (0.75 \text{ ns/pF}) C_L + 12.5 \text{ ns}$ $t_{TLH}, t_{THL} = (0.55 \text{ ns/pF}) C_L + 9.5 \text{ ns}$	2a	$t_{TLH}$ , $t_{THL}$	5.0 10 15	— — —	100 50 40	200 100 80	ns
Clock to BCD Out	2a	$t_{PLH}$ , $t_{PHL}$	5.0 10 15	— — —	900 500 200	1800 1000 400	ns
Clock to Overflow	2a	$t_{PHL}$	5.0 10 15	— — —	600 400 200	1200 800 400	ns
Reset to BCD Out	2b	$t_{PHL}$	5.0 10 15	— — —	900 500 300	1800 1000 600	ns
Clock to Latch Enable Setup Time Master Reset to Latch Enable Setup Time	2b	$t_{su}$	5.0 10 15	600 400 200	300 200 100	— — —	ns
Removal Time Latch Enable to Clock	2b	$t_{rem}$	5.0 10 15	-80 -10 0	-200 -70 -50	— — —	ns
Clock Pulse Width	2a	$t_{WH(cl)}$	5.0 10 15	550 200 150	275 100 75	— — —	ns
Reset Pulse Width	2b	$t_{WH(R)}$	5.0 10 15	1200 600 450	600 300 225	— — —	ns
Reset Removal Time	—	$t_{rem}$	5.0 10 15	-80 0 20	-180 -50 -30	— — —	ns
Input Clock Frequency	2a	$f_{cl}$	5.0 10 15	— — —	1.5 5.0 7.0	0.9 2.5 3.5	MHz
Input Clock Rise Time	2b	$t_{TLH}$	5.0 10 15	No Limit			ns
Disable, MR, Latch Enable Rise and Fall Times	—	$t_{TLH}$ , $t_{THL}$	5.0 10 15	— — —	— — —	15 5.0 4.0	$\mu\text{s}$
Scan Oscillator Frequency (C1 measured in $\mu\text{F}$ )	1	$f_{osc}$	5.0 10 15	— — —	1.5/C1 4.2/C1 7.0/C1	— — —	Hz

\* The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

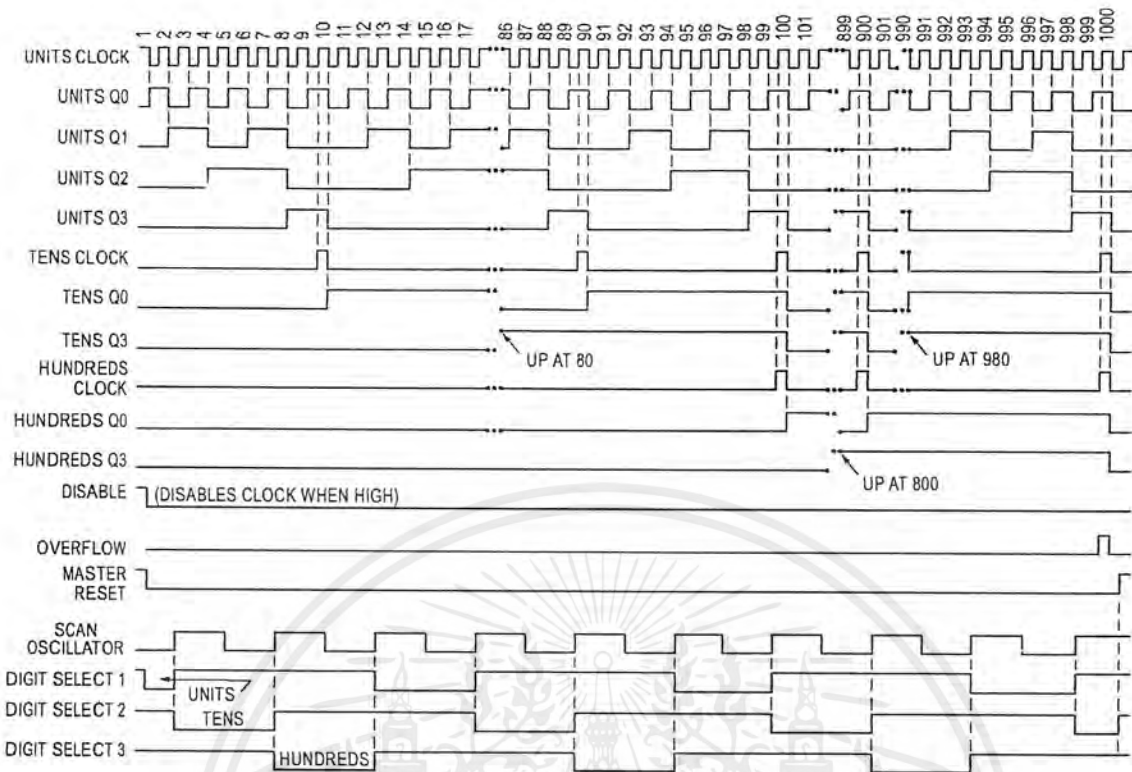


Figure 1. 3-Digit Counter Timing Diagram (Reference Figure 3)

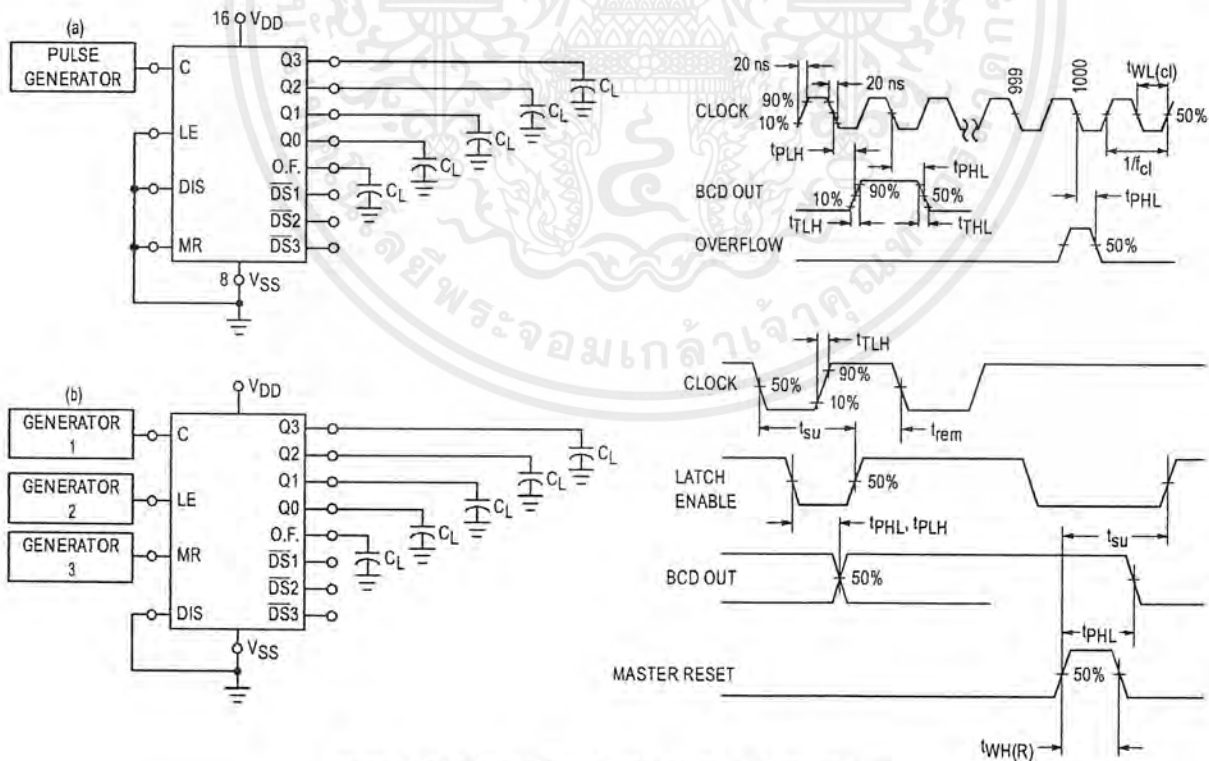


Figure 2. Switching Time Test Circuits and Waveforms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## OPERATING CHARACTERISTICS

The MC14553B three-digit counter, shown in Figure 3, consists of three negative edge-triggered BCD counters which are cascaded in a synchronous fashion. A quad latch at the output of each of the three BCD counters permits storage of any given count. The three sets of BCD outputs (active high), after going through the latches, are time division multiplexed, providing one BCD number or digit at a time. Digit select outputs (active low) are provided for display control. All outputs are TTL compatible.

An on-chip oscillator provides the low frequency scanning clock which drives the multiplexer output selector. The frequency of the oscillator can be controlled externally by a capacitor between pins 3 and 4, or it can be overridden and driven with an external clock at pin 4. Multiple devices can be cascaded using the overflow output, which provides one

pulse for every 1000 counts.

The Master Reset input, when taken high, initializes the three BCD counters and the multiplexer scanning circuit. While Master Reset is high the digit scanner is set to digit one; but all three digit select outputs are disabled to prolong display life, and the scan oscillator is inhibited. The Disable input, when high, prevents the input clock from reaching the counters, while still retaining the last count. A pulse shaping circuit at the clock input permits the counters to continue operating on input pulses with very slow rise times. Information present in the counters when the latch input goes high, will be stored in the latches and will be retained while the latch input is high, independent of other inputs. Information can be recovered from the latches after the counters have been reset if Latch Enable remains high during the entire reset cycle.

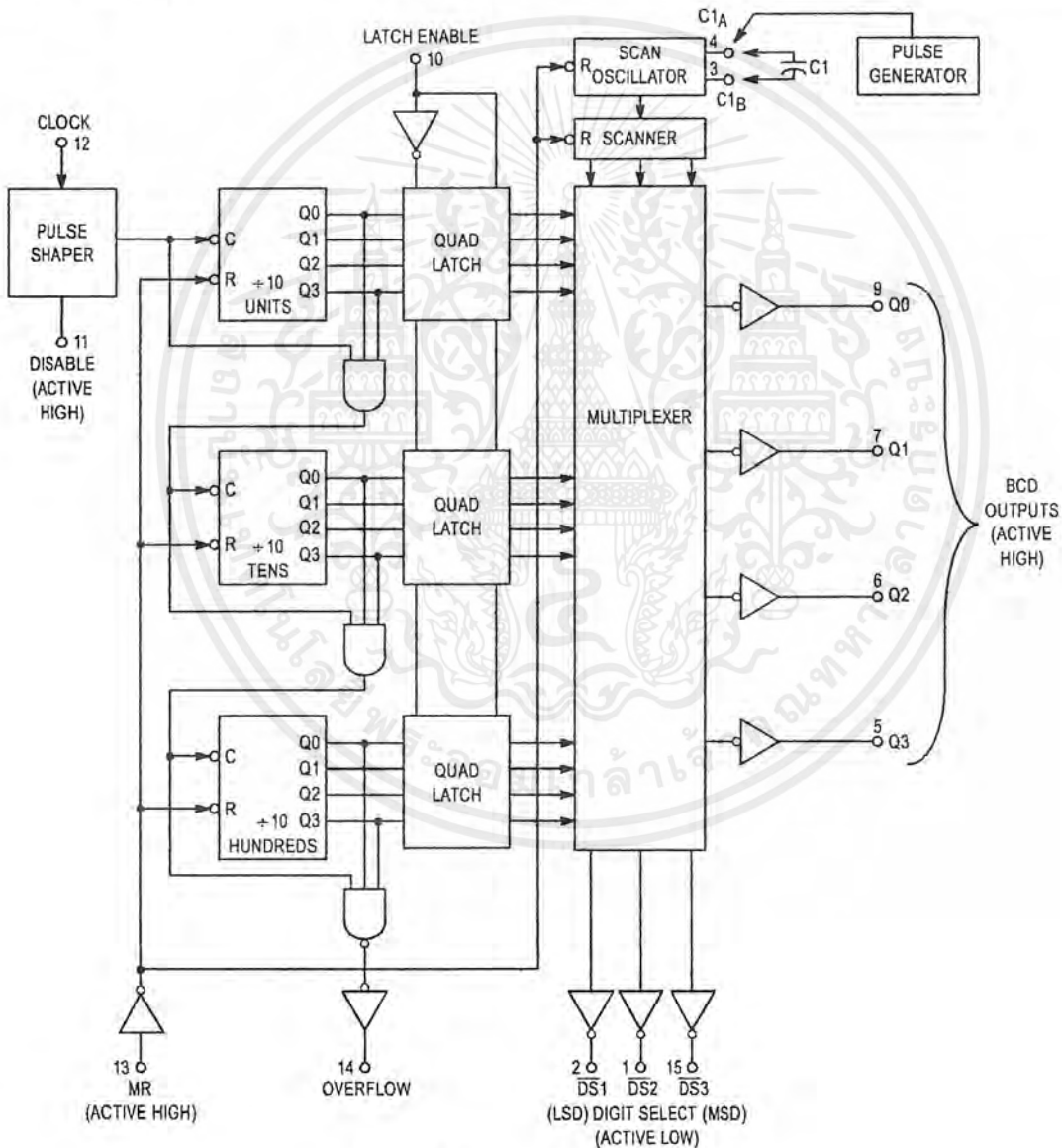


Figure 3. Expanded Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

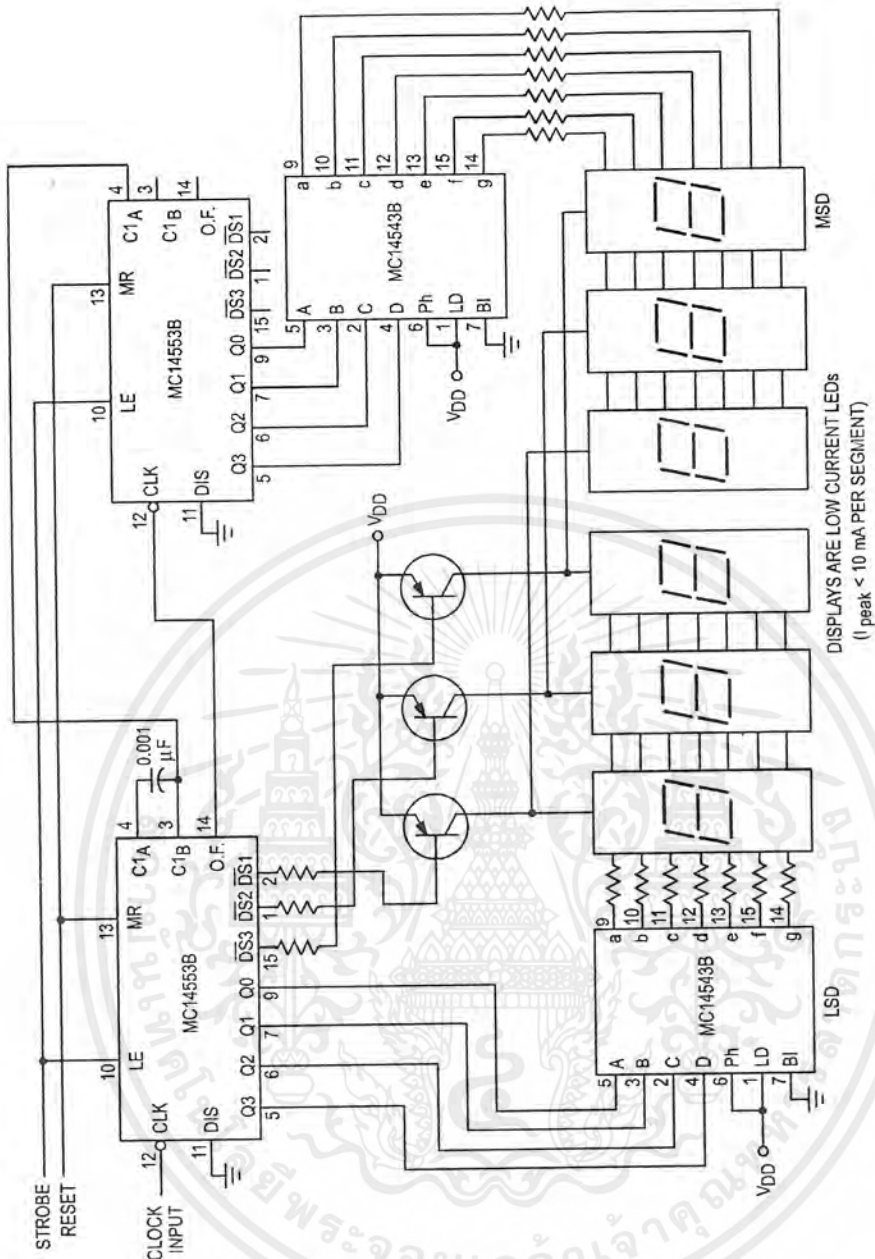
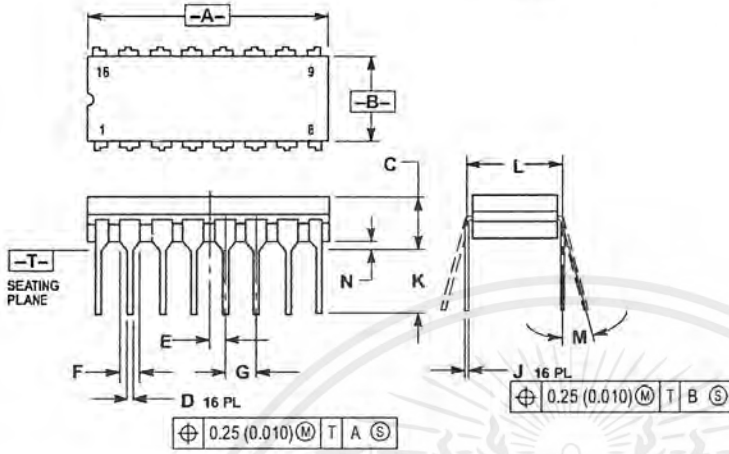


Figure 4. Six-Digit Display

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## OUTLINE DIMENSIONS

### L SUFFIX CERAMIC DIP PACKAGE CASE 620-10 ISSUE V

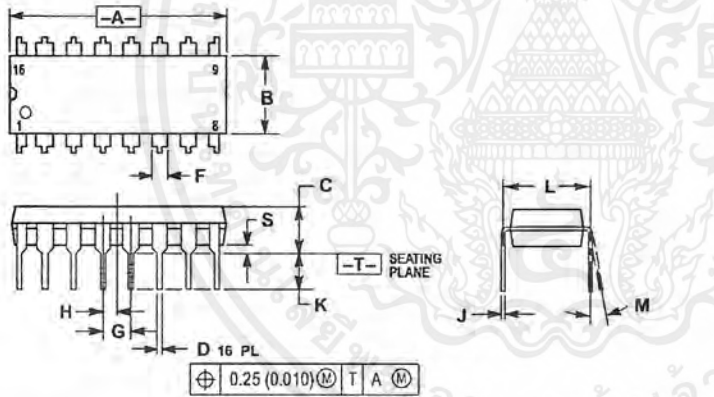


**NOTES:**

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEAD WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION F MAY NARROW TO 0.76 (0.030) WHERE THE LEAD ENTERS THE CERAMIC BODY.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.750	0.785	19.05	19.93
B	0.240	0.295	6.10	7.49
C	—	0.200	—	5.08
D	0.015	0.020	0.39	0.50
E	0.050 BSC		1.27 BSC	
F	0.055	0.065	1.40	1.65
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.125	0.170	3.18	4.31
L	0.300 BSC		7.62 BSC	
M	0°	15°	0°	15°
N	0.020	0.040	0.51	1.01

### P SUFFIX PLASTIC DIP PACKAGE CASE 648-08 ISSUE R



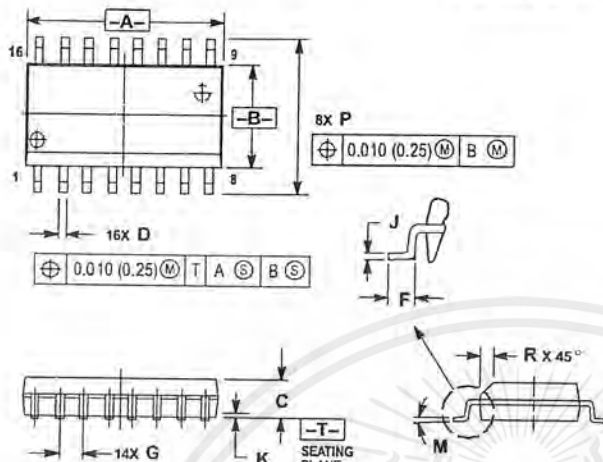
**NOTES:**

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
3. DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL.
4. DIMENSION B DOES NOT INCLUDE MOLD FLASH.
5. ROUNDED CORNERS OPTIONAL.

DIM	INCHES		MILLIMETERS	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	0.740	0.770	18.80	19.55
B	0.250	0.270	6.35	6.85
C	0.145	0.175	3.69	4.44
D	0.015	0.021	0.39	0.53
F	0.040	0.70	1.02	1.77
G	0.100 BSC		2.54 BSC	
H	0.050 BSC		1.27 BSC	
J	0.008	0.015	0.21	0.38
K	0.110	0.130	2.80	3.30
L	0.295	0.305	7.50	7.74
M	0°	10°	0°	10°
S	0.020	0.040	0.51	1.01

## OUTLINE DIMENSIONS

### DW SUFFIX PLASTIC SOIC PACKAGE CASE 751G-02 ISSUE A



**NOTES:**

1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
2. CONTROLLING DIMENSION: MILLIMETER.
3. DIMENSIONS A AND B DO NOT INCLUDE MOLD PROTRUSION.
4. MAXIMUM MOLD PROTRUSION 0.15 (0.006) PER SIDE.
5. DIMENSION D DOES NOT INCLUDE DAMBAR PROTRUSION. ALLOWABLE DAMBAR PROTRUSION SHALL BE 0.13 (0.005) TOTAL IN EXCESS OF D DIMENSION AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	10.15	10.45	0.400	0.411
B	7.40	7.60	0.292	0.299
C	2.35	2.65	0.093	0.104
D	0.35	0.49	0.014	0.019
F	0.50	0.90	0.020	0.035
G	1.27 BSC		0.050 BSC	
J	0.25	0.32	0.010	0.012
K	0.10	0.25	0.004	0.009
M	0°	7°	0°	7°
P	10.05	10.55	0.395	0.415
R	0.25	0.75	0.010	0.029

Motorola reserves the right to make changes without further notice to any products herein. Motorola makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of its products for any particular purpose, nor does Motorola assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit, and specifically disclaims any and all liability, including without limitation consequential or incidental damages. "Typical" parameters which may be provided in Motorola data sheets and/or specifications can and do vary in different applications and actual performance may vary over time. All operating parameters, including "Typicals" must be validated for each customer application by customer's technical experts. Motorola does not convey any license under its patent rights nor the rights of others. Motorola products are not designed, intended, or authorized for use as components in systems intended for surgical implant into the body, or other applications intended to support or sustain life, or for any other application in which the failure of the Motorola product could create a situation where personal injury or death may occur. Should Buyer purchase or use Motorola products for any such unintended or unauthorized application, Buyer shall indemnify and hold Motorola and its officers, employees, subsidiaries, affiliates, and distributors harmless against all claims, costs, damages, and expenses, and reasonable attorney fees arising out of, directly or indirectly, any claim of personal injury or death associated with such unintended or unauthorized use, even if such claim alleges that Motorola was negligent regarding the design or manufacture of the part. Motorola and  $\mu$  are registered trademarks of Motorola, Inc. Motorola, Inc. is an Equal Opportunity/Affirmative Action Employer.

**How to reach us:**

USA/EUROPE/Locations Not Listed: Motorola Literature Distribution;  
P.O. Box 20912; Phoenix, Arizona 85036. 1-800-441-2447 or 602-303-5454

JAPAN: Nippon Motorola Ltd.; Tatsumi-SPD-JLDC, 6F Seibu-Butsuryu-Center,  
3-14-2 Tatsumi Koto-Ku, Tokyo 135, Japan. 03-81-3521-8315

MFAX: RMFAX0@email.sps.mot.com - TOUCHTONE 602-244-6609  
INTERNET: http://Design-NET.com

ASIA/PACIFIC: Motorola Semiconductors H.K. Ltd.; 8B Tai Ping Industrial Park,  
51 Ting Kok Road, Tai Po, N.T., Hong Kong. 852-26629298



MC14553B/D



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้