

ปริญญาบัตร ปีการศึกษา 2536

เรื่อง เครื่องวัดระยะทาง

DISTANCE METER

โดย

เจตนา จารุมิตร 93100065

ศุภณัฐ บุญสันติสุข 93100109

ภาควิชาโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อภินันท์ มั่นหมาย  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา

( ผศ. อภินันท์ มั่นหมาย )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

033401

# เครื่องวัดระยะทาง

## DISTANCE METER

โดย เจตนา จารุมิตร

ดุษฎี บัญญัติสุข

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. อภินันท์ มัญยานนท์

### บทคัดย่อ

คลื่นอัลตราโซนิคเป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่มนุษย์จะสามารถได้ยิน คือมีความถี่มากกว่า 20 KHz และมีคุณสมบัติคือเป็นคลื่นที่มีทิศทาง จากคุณสมบัตินี้เราสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง ปฏิญญาพนธ์ฉบับนี้ ได้อาศัยคุณสมบัตินี้มาทำการสร้าง Distance Meter เพื่อให้ตรวจหาระยะของวัตถุภายในขอบเขตใกล้ๆ และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับรถยนต์ โดยใช้เตือนให้ผู้ขับขี่รู้ว่ารถยนต์ได้เข้าใกล้วัตถุอื่นมากเกินไปแล้ว

### Abstract

Ultrasonic wave is the high-frequency wave. Its frequency is more than 20 KHz that too much for human can hear. One property of Ultrasonic wave is well-directional. Then we can use it to apply for many things. This thesis uses this property to build the Distance Meter. It uses for investigating objects in closely

area and can apply to use in the car for alarming the driver when the car is too near the object.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

		หน้า
บทคัดย่อ		
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	ทฤษฎี	2
	1. คลื่นแอลตราโซนิค	2
	1.1 ความหมายของคลื่นแอลตราโซนิค	2
	1.2 ชนิดของคลื่นแอลตราโซนิค	2
	1.3 การเกิดคลื่นแอลตราโซนิค	4
	1.4 ความถี่และความยาวคลื่น	4
	1.5 ปริมาณพลังงานของคลื่นแอลตราโซนิค	5
	1.6 การลดทอนของคลื่นแอลตราโซนิค	5
	1.7 การแยกแยะ	5
	2. ทรานสดิวเซอร์	6
	2.1 ปราบกฎการแผ่เป็ยโซฮิเลคทริค	6
	2.2 ลักษณะการปฏิบัติตัวของเป็ยโซฮิเลคทริค	9
	2.3 ชนิดของเป็ยโซฮิเลคทริคทรานสดิวเซอร์	13
	2.4 การทำงานของทรานสดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ	13
	2.5 ข้อควรระวังในการใช้งานทรานสดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ	13
	2.6 ประโยชน์ของคลื่นแอลตราโซนิค	16
บทที่ 3	การออกแบบและการคำนวณ	17
	1. หลักการทำงานของบล็อคไดอะแกรม	17
บทที่ 4	ผลการทดลองและสรุปผล	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในประโยชน์ใดๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
1. การทดลอง .....	28
2. ผลการทดลอง .....	29
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุปผล .....	(33)
กิตติกรรมประกาศ .....	34
เอกสารอ้างอิง .....	35
ภาคผนวก .....	36



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

เครื่องวัดระยะทาง (Distance Meter) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดระยะวัตถุภายในรัศมีไม่กี่ๆ (ไม่เกิน 10 เมตร) โดยอาศัยหลักการการส่งคลื่นไปสะท้อนกับวัตถุ แล้วสามารถคำนวณหาระยะทางระหว่างเครื่องส่งกับวัตถุได้ โดยทราบถึงความเร็วของคลื่นที่เดินทางโดยใช้คลื่นอุลตราโซนิค (Ultrasonic) ซึ่งเป็นคลื่นที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่มนุษย์สามารถได้ยินเนื่องจากอุลตราโซนิคเป็นคลื่นที่มีทิศทางทำให้สามารถเล็งคลื่นไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้ อุลตราโซนิคที่ใช้กับเรดาร์ระยะใกล้นี้จะให้ความถี่ประมาณ 40 KHz ความถี่ที่ใช้จะต้องไม่เกิน 50 KHz เพราะที่ความถี่สูงกว่านี้อากาศจะดูดกลืนคลื่นได้มากขึ้น ทำให้ระดับความแรงของคลื่นที่ระยะทางออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว เรดาร์ระยะใกล้นี้สามารถนำไปใช้ประโยชน์โดยการนำไปติดตั้งในรถยนต์ เพื่อให้คนขับสามารถรู้ระยะห่างระหว่างตัวรถกับฝาดนังหรือรถยนต์คันอื่นๆ และคนขับยังสามารถตั้งระยะทางที่ต้องการให้เครื่องส่งสัญญาณเตือนให้ทราบว่าจะชนรถได้ เข้าใกล้ฝาดนังหรือรถยนต์คันอื่นมากเกินไปแล้ว นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการปรับระบบโศคในรถยนต์ เนื่องจากปัจจุบันสภาพพื้นผิวถนนมีลักษณะขรุขระในหลายๆ เส้นทาง การที่เราสามารถทราบลักษณะพื้นผิวถนนข้างหน้าทำให้สามารถปรับระบบโศคของรถยนต์ให้เหมาะสมกับลักษณะพื้นผิวถนนนั้น โดยการให้เครื่องนี้ในการตรวจสอบสภาพพื้นผิวถนน โดยอาศัยแนวความคิดที่ว่าลักษณะพื้นผิวที่ขรุขระเปรียบเสมือนระยะทางที่เปลี่ยนแปลง

## บทที่ 2

### ทฤษฎี

#### 1. คลื่นอุลตราโซนิก

##### 1.1 ความหมายของคลื่นอุลตราโซนิก

อุลตราโซนิก (Ultrasonic) หมายถึงคลื่นที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่มนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์จะได้ยินเสียงในย่านความถี่ตั้งแต่ 20 Hz ถึง 20 KHz คลื่นอุลตราโซนิกที่กล่าวถึงโดยทั่วไปจึงหมายถึงคลื่นที่มีความถี่สูงกว่า 20 KHz

##### 1.2 ชนิดของคลื่นอุลตราโซนิก

คลื่นอุลตราโซนิกที่เดินทางผ่านตัวกลางต่างๆมีหลายชนิดด้วยกัน แต่ละชนิดจะแตกต่างกันตามการเคลื่อนที่ของอนุภาคในตัวกลางนั้น

##### 1.2.1 คลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) คือคลื่นชนิดหนึ่งซึ่ง

ทุกๆจุดบนคลื่นมีการเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกันกับทิศทางการเคลื่อนที่ รูปที่ 1 (a) แสดงการเคลื่อนที่ของอนุภาคจะเกิดขึ้นอย่างหนาแน่น และเบาบางสลับกันไป และจะเปลี่ยนแปลงไปเช่นนี้ในแต่ละปริมาตรของอนุภาค คลื่นตามยาวนี้สามารถเดินทางผ่านของแข็งของเหลว และก๊าซ โดยมากถ้ากล่าวถึงความเร็วของคลื่นแล้วจะหมายถึงความเร็วของคลื่นตามยาว ในการพิจารณาคลื่นตามยาวที่เดินทางผ่านตัวกลางต่างๆได้นั้น ตัวกลางจะต้องมีขนาดใหญ่พอเมื่อเทียบกับความยาวคลื่น

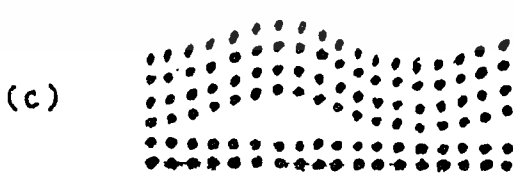
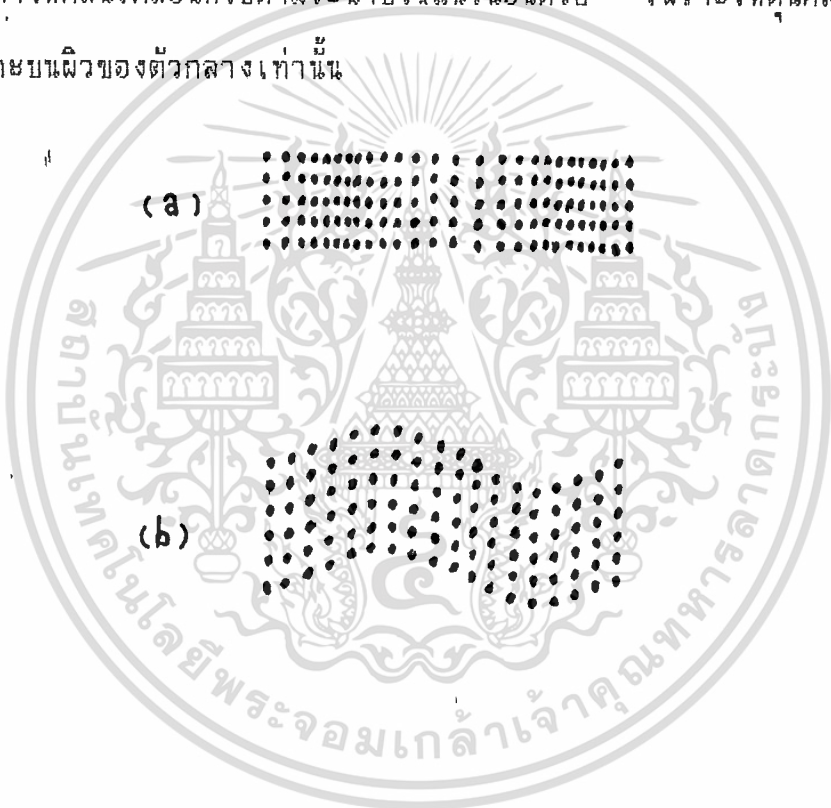
##### 1.2.2 คลื่นตามขวาง (Transverse Wave) คือคลื่นที่ทุกๆจุดบน

คลื่นมีการเคลื่อนที่ในทิศทางที่ตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ ดังในรูปที่ 1 (b) คลื่นชนิดนี้จะเดินทางผ่านตัวกลางที่มีขนาดของตัวกลางใหญ่กว่าขนาดของความยาวคลื่น และสามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็ง คลื่นชนิดนี้ไม่สามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลว และก๊าซ คลื่นตามขวางมีลักษณะเสมือนการเกิดขั้วลบและขั้วบวก ซึ่งเป็นเหตุผลการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของอนุภาคเป็นไปเพียงทิศทางเดียว เช่นในระนาบที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่เคลื่อนที่ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้นไปขงบุคคลหนึ่งไปใช้โดยไม่แจ้งด้วยข้อความใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ เปลี่ยนแปลงของอนุภาคอันเนื่องมาจากการแกว่ง ความหนาแน่นของตัวกลางจะไม่เปลี่ยน

แปลงตามการเคลื่อนที่ของคลื่นแบบตามขวาง ความเร็วของคลื่นชนิดนี้จะน้อยกว่าความเร็วของคลื่นชนิดตามยาว ในขณะที่เดินทางผ่านตัวกลางชนิดเดียวกัน ดังนั้นที่ความถี่เดียวกัน ความยาวคลื่นของคลื่นตามขวางจะน้อยกว่าคลื่นตามยาวเสมอ

1.2.3 คลื่นผิวหน้า (Surface Wave) คือ คลื่นชนิดหนึ่งซึ่งคล้ายกับคลื่นตามขวาง จะต่างกันตรงที่ว่าการเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาคจะเปลี่ยนแปลงทั้งในทิศทางที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่และเปลี่ยนแปลงในทิศทางเดียวกันกับทิศทางการเคลื่อนที่ด้วย จึงทำให้คลื่นเคลื่อนที่ไปตามระนาบในแนวอนด้วย เพราะเหตุนี้คลื่นจึงเดินทางผ่านไปเฉพาะบนผิวของตัวกลางเท่านั้น



รูปที่ 1 แสดงการสั่นของอนุภาคของตัวกลางระหว่างการเคลื่อนที่ของคลื่น

(a) การเคลื่อนที่ของคลื่นตามยาว

(b) การเคลื่อนที่ของคลื่นตามขวาง

(c) การเคลื่อนที่ของคลื่นผิวหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในของนักศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 การเกิดคลื่นอุลตราโซนิก

อุลตราโซนิกเป็นคลื่นที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานในรูปอื่นให้เป็นพลังงานกล โดยการสั่นไปมา หรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ทำให้เกิดคลื่นย่านอุลตราโซนิกกระจายออกไปในอากาศ ดังนั้นจึงถือได้ว่าคลื่นที่เกิดขึ้นเป็นคลื่นกล (mechanical wave) อุลตราโซนิกสามารถสร้างได้โดยตัวทรานสดิวเซอร์ (Transducer) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลหลักการสร้างคลื่นมีหลายวิธีดังนี้

#### 1.3.1 แบบเพียโซอิเล็กทริก (Piezo-electric transducer)

ซึ่งเป็นการเปลี่ยนไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยมีควมถี่เรโซแนนซ์คงที่อยู่ที่ค่าหนึ่ง

#### 1.3.2 แบบแมกนีโตสตริกทีฟ (Magnetostrictive transducer)

ซึ่งเป็นการเปลี่ยนไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่ขดลวดนั้นสวมอยู่

#### 1.3.3 แบบอิเล็กโตรสตริกทีฟ (Electrostrictive transducer)

ซึ่งเป็นการเปลี่ยนไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานกล

อนึ่ง สำหรับแบบเพียโซอิเล็กทริกเป็นแบบที่นิยมใช้กันเพราะมีราคาถูกหาซื้อได้ง่าย โดยรายละเอียดของเพียโซอิเล็กทริกจะได้อีกส่วนหนึ่งในภายหลัง

### 1.4 ความถี่และความยาวคลื่น (Frequency and Wavelength)

ความถี่ คือ จำนวนของการออสซิลเลตที่สมบูรณ์จากแหล่งกำเนิดคลื่นภายในหนึ่งวินาที คลื่นที่ถูกส่งจากแหล่งกำเนิดจะเดินทางด้วยความถี่เดียวกันกับความถี่ของแหล่งกำเนิดนั้น

ความยาวคลื่น คือ ระยะทางที่คลื่นเดินทาง ระหว่างแต่ละการสั่นที่สมบูรณ์หรือการเดินทางครบรอบ (1 cycle)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ส่วนบุคคลเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ความถี่และความยาวคลื่นมีความสัมพันธ์ตามสมการข้างล่าง  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$c = f \cdot \lambda$$

(1)

$c$  = ความเร็วของการเดินทาง (m/s)

$f$  = ความถี่ (Hz)

$\lambda$  = ความยาวคลื่น (m)

ในอากาศที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความเร็วของคลื่นจะประมาณ 334 m/s ดังนั้นช่วงความถี่ของคลื่นเสียงระหว่าง 20 Hz ถึง 20 KHz ความยาวคลื่นจะอยู่ระหว่างประมาณ 17 m ถึง 1.7 m

### 1.5 ปริมาณพลังงานของคลื่นอัลตราโซนิก

ปริมาณพลังงานของคลื่นอัลตราโซนิก จะถูกวัดในรูปความเข้มของคลื่นอัลตราโซนิก ซึ่งจะมีหน่วยเป็น วัตต์ ต่อ ตารางเซนติเมตร ( $W/cm^2$ ) เป็นการไหลของพลังงานผ่านพื้นที่ 1 ตารางเซนติเมตร ซึ่งตั้งฉากกับทิศทางการเดินทางของคลื่นใน 1 วินาที

### 1.6 การลดทอนของคลื่นอัลตราโซนิก (Attenuation)

เมื่อคลื่นเดินทางผ่านตัวกลาง ลำคลื่น (Beam) ของคลื่นอัลตราโซนิก จะสูญเสียความเข้ม ซึ่งเกิดจากการสูญเสียของลำคลื่นอัลตราโซนิก หรือเกิดจากการกระจายพลังงานของคลื่นออกจากลำคลื่น เนื่องจากความไม่ต่อเนื่องในตัวกลางนั้นอาจเกิดจากการดูดซับพลังงานส่วนหนึ่งของคลื่นโดยตัวกลางที่คลื่นเคลื่อนที่ผ่าน พลังงานที่ดูดซับนี้จะกลายเป็นพลังงานความร้อน การดูดซับพลังงานขึ้นอยู่กับคุณลักษณะของวัตถุ ความยืดหยุ่นและความหนาแน่น รวมทั้งความถี่ของคลื่นที่ใช้ ยิ่งความถี่สูงพลังงานจะยิ่งถูกดูดซับขึ้นมาก

### 1.7 การแยกแยะ (Resolution)

การแยกแยะของการส่งระบบพัลส์คลื่นสะท้อน สามารถถูกใช้เป็นตัวกำหนดความสามารถของระบบ ที่แยกความแตกต่างระหว่างตัวสะท้อน 2 ตัวที่อยู่ใกล้กัน การแยกแยะที่สำคัญมีอยู่ 2 ชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

1.7.1 การแยกแยะทางด้านขวาง เป็นความสามารถในการแยกแยะไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ความแตกต่างของเป้า 2 อัน ซึ่งวางในแนวที่ตั้งฉากกับทิศทางของลำคลื่น และขึ้นอยู่กับ

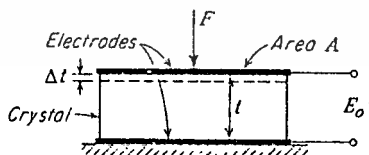
ความกว้างของลำคลื่นอุลตราโซนิค

1.7.2 การแยกแยะตามแนวแกนของลำคลื่น เป็นการวัดความสามารรถในการแยกความแตกต่างของเป้า 2 อัน ตามแนวแกนของลำคลื่น ซึ่งถูกกำหนดโดยความยาวของพัลส์สะท้อนของอุลตราโซนิคจากเป้าเล็กๆ ในทางอุดมคติพัลส์จะต้องสั้นเพราะถ้ายาวเกินไป พัลส์คลื่นสะท้อนจากเป้าที่ระยะมากกว่าจะมาถึงตัวรับก่อนที่พัลส์อันแรกจะหมดไป ซึ่งจะทำให้พัลส์ของคลื่นสะท้อนทั้ง 2 ซ้อนกัน

## 2. ทรานสดิวเซอร์

### 2.1 ปราบกฎการแปียโซอิเล็กทริก

แปียโซอิเล็กทริกเป็นปรากฏการณ์ธรรมชาติอย่างหนึ่ง ซึ่งทำให้พลังงานสามารถเปลี่ยนแปลงจากรูปหนึ่งไปเป็นอีกรูปหนึ่งได้ กล่าวคือ ถ้าป้อนแรงกลให้แก่ solid, crystalline dielectric ตั้งในรูปที่ 2 ก็จะทำให้เกิดความเค้น (Stress) ภายในคริสตอล และทำให้ crystal lattice ผิดรูปไป เช่น พวกควอทซ์ (Quartz) ผลก็คือประจุจะเปลี่ยนไป การผิดรูปว่างของแลตทิส เป็นผลให้ความสัมพันธ์ระหว่างการแทนที่ (Displacement) ของประจุบวกและลบในแลตทิสเปลี่ยนไป การแทนที่ของประจุภายในจะเท่ากับประจุภายนอกของขั้วที่ตรงกันข้ามบนด้านตรงกันข้ามของคริสตอล เรียกว่า ผลของแปียโซอิเล็กทริก (Piezoelectric effect)



รูปที่ 2 ผลของแปียโซอิเล็กทริก

การวัดประจุทำได้โดยการต่ออิเล็กโทรด (Electrode) เข้าที่ผิวด้านนอกแล้ววัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ความต่างศักย์ระหว่างขั้วทั้งสอง ขนาด (Magnitude) และการมีขั้ว (Polarity) ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ของประจุบนผิวที่ถูกเหนี่ยวนำ (induced surface charge) เป็นสัดส่วนโดยตรงกับ

ขนาดและทิศทาง (Direction) ของแรง (F) ที่มากกระทำ

$$Q = d \cdot F \quad \text{คูลอมบ์} \quad (2)$$

d คือ ค่าคงที่ของเพียโซอิเล็กทริก ดูจากตารางที่ 1

F คือ แรงที่ทำให้คริสตอลสั้นตัวไปมาเป็นระยะทาง  $\Delta t$

ประจุเหนี่ยวนำเขียนในเทอมของระยะ  $t$  คือ

$$Q = d \cdot sY \cdot \Delta t / t \quad (3)$$

s คือ พื้นที่ของคริสตอล ( $m^2$ )

t คือ ความหนาของคริสตอล (m)

Y คือ ค่ายังส์โมดูลัส (Young's modulus) ( $N/m^2$ )

ตารางที่ 1 ค่าคงที่ของเพียโซอิเล็กทริก

Material	Orientation	Charge sensitivity $d$ , coulomb/m <sup>2</sup> newton/m <sup>2</sup>	Voltage sensitivity $g$ , volt/m newton/m <sup>2</sup>
Quartz	X cut; length along Y length longitudinal	$2.25 \times 10^{-12}$	0.055
	X cut; thickness longitudinal	-2.04	-0.050
	Y cut; thickness shear	4.4	0.108
Rochelle salt	X cut 45°; length longitudinal	435.	0.098
	Y cut 45°; length longitudinal	-78.4	-0.29
Ammonium dihydrogen phosphate	Z cut 0°; face shear	48.	0.354
	Z cut 45°; length longitudinal	24.	0.177
Commercial barium titanate ceramics	to polarization	130 to 160	0.0106
	⊥ to polarization	-56.	0.0042 to 0.0053

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ขออนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประจุที่อิเล็กโทรดจะทำให้เกิดโวลเตจเพิ่มขึ้นโดยสมการ

$$E_u = Q/C \quad (4)$$

$C$  คือ ค่าคาปาซิแตนซ์ระหว่างอิเล็กโทรด ( $F$ )

และ

$$C = \epsilon s/t \quad (5)$$

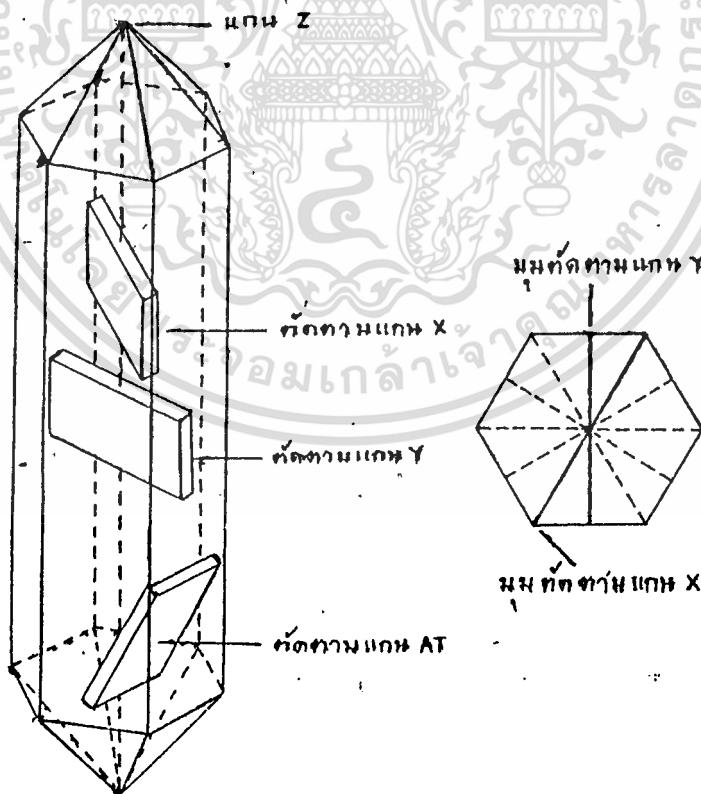
$\epsilon$  คือ ค่าเพอิมิตติวิตี (permittivity)

ดังนั้น เอากัณฑ์โวลเตจจะเป็น

$$E_u = dt.F/\epsilon s = \epsilon t.F/s = \epsilon t.P \quad (6)$$

$\epsilon$  คือ ค่าคงที่ของคริสตอล ดูจากตารางที่ 1

ชิ้นส่วน piezo อิเล็กทริก (Piezoelectric element) จะมีการตัดแบบต่างๆ เพื่อผลทางสัมประสิทธิ์ทางออกหมุม ดังรูปที่ 3



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

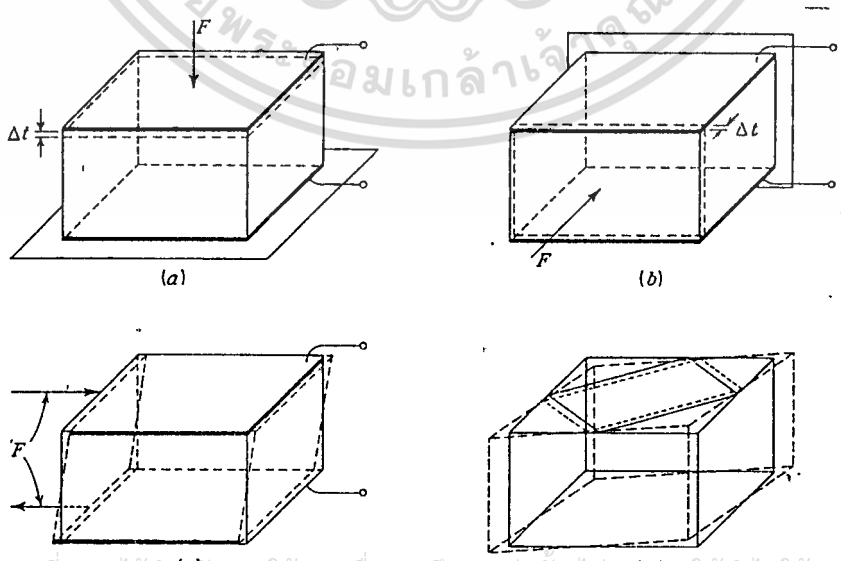
รูปที่ 3 แสดงผลึกควอตซ์และการตัด



วัสดุ piezoelectric ที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง เช่น Quartz, Tourmaline, Rochelle salt, Ammonium Dihydrogen Phosphate (APD), Lithium Sulphate, Barium Titanate และ Lead Zirconate Titanate (LZT) โดยทั่วไปแล้วพวกควอตซ์และคริสตอลที่เป็น piezoelectric ธรรมชาติ มันจะมีขั้วของมันเองตามธรรมชาติ แต่พวกวัสดุ piezoelectric ที่สังเคราะห์ขึ้นมา เช่น แบเรียมไททาเนต เซรามิค จะต้องนำมาทำการอบคริสตอลภายใต้ความดันและวางวัสดุที่ได้ี้ในสนามไฟฟ้าที่มีความแรงของ DC มาก หลังจากขึ้นส่วนนี้ถูกวางในสนามไฟฟ้าแล้ว คริสตอลนี้จะมีขั้วตามทิศทางของสนามไฟฟ้า และประพฤติกรรมตามสมบัติของ piezoelectric สำหรับชิ้นส่วนวัสดุที่ทำจากวัสดุสังเคราะห์นี้ไม่มีข้อจำกัดทางขนาดโดยโครงสร้างของคริสตอล และยังสามารถทำให้มีรูปร่างและขนาดต่างๆ และทิศทางของขั้วก็จะถูกสร้างขึ้นระหว่างขั้นตอนการผลิต

2.2 ลักษณะการปฏิบัติตัวของ piezoelectric (Mode of operation)

2.2.1 ซิมเปิลเพลท (Simple plate) เป็น piezoelectric ชิ้นเดียว โดยมีแรงมากกระทำกับเพลทในทิศทางต่างๆกัน ทำให้เกิดการยุบตัวหรือเปลี่ยนแปลงรูปร่างไป ดังในรูปที่ 4

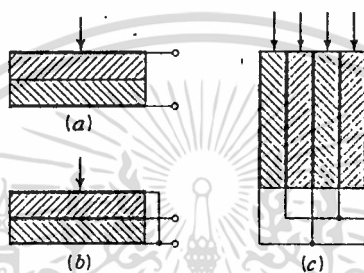


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4 การเปลี่ยนรูปร่างของชิ้นส่วน piezoelectric

2.2.2 *Multiple arrangement (stacks)* สามารถนำเอาชิ้นส่วน piezoelectric มาต่อกันในลักษณะ *compression-expansion mode* ดังในรูปที่ 5 โดยการนำเอาชิ้นส่วนมาต่ออนุกรมกัน ก็จะได้เอาที่พิกัดโวลเตจออกมาสูง ที่แรงกดดันอันเดียวกัน หรือถ้าเอามาต่อขนานกัน ก็จะได้เอาที่พิกัดอิมพีแดนซ์ต่ำกว่าชิ้นส่วนตัวเดียว



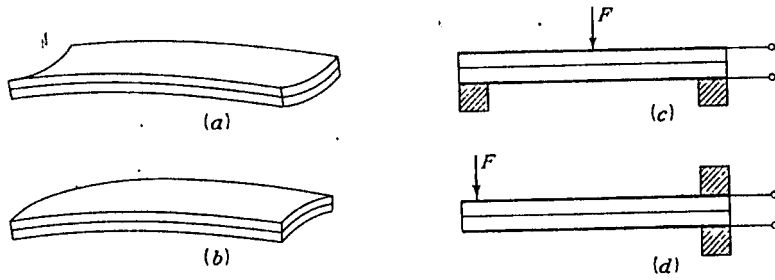
รูปที่ 5 แสดงการต่อแบบอนุกรมและแบบขนาน การต่อสามารถแบ่งตามลักษณะต่างๆ ได้ดังนี้

(a) *Benders Bimorph*

ได้แสดงในรูปที่ 6 ประกอบด้วย *transverse expanding plate 2* อันติดกันไว้อย่างแน่นหนา เมื่อป้อนแรงดันให้แก่มันก็จะเกิดการโค้งงอ ซึ่งถ้าใช้เป็นคริสตอล การโค้งจะเป็นในรูปที่ 6(a) และถ้าใช้ piezoelectric จะเป็นในรูปที่ 6(b)

การโค้งงอของชิ้นส่วน เป็นเหตุให้เกิดความต่างศักย์ระหว่างอิเล็กโทรดได้เช่นในรูปที่ 6(c) ติดตั้งชิ้นส่วนไว้บนขาตั้งที่อยู่กับที่ มีแรง  $F$  มากระทำที่ตรงกลาง ในรูปที่ 6(d) ติดตั้งในลักษณะดังรูป

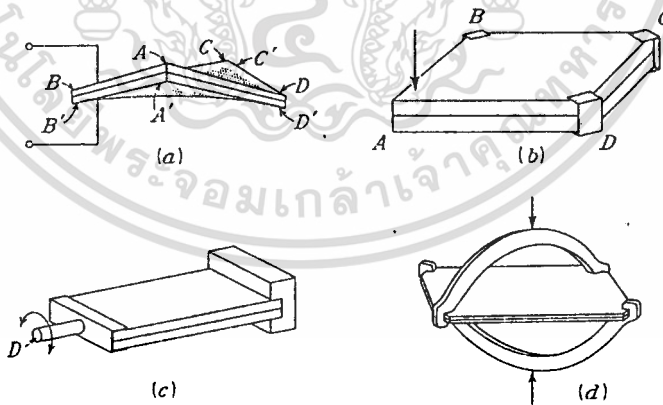
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 การต่อแบบ Benders Bimorph

(b) Twisters Bimorph

ในรูปที่ 7 แสดง face-shear plate 2 อันวางประกบกัน อย่างหนาแน่น เมื่อจ่ายแรงดันให้เพลททั้งสอง มันจะเคลื่อนไหวโดยอิสระ การแผ่ขยาย ตัวจะมีมาก การขยายตัวก็จะเข้าไปในแนวเส้นทแยงมุม AC โดยที่ A'C' ขยายตัว ใน ทำนองเดียวกันกับเส้นทแยงมุม BD โดย BD จะขยายตัว



รูปที่ 7 การต่อแบบ Twisters Bimorph

สำหรับในปัจจุบัน วัสดุเปียโซอิเล็กทริกที่นำมาใช้เป็นทรานสดิวเซอร์ ได้แก่

เซรามิคคริสตอล ชนิดแบเรียมไททาเนตเซรามิค โดยใช้เป็นตัวกำเนิดคลื่นอุลตราโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ  
 ที่มีความถี่อยู่ในย่าน 20-50 KHz รูปร่างทางเรขาคณิต (geometry) ของมันจะเป็นตัว  
 ไม่ว่าจะถี่ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 ควบคุมความถี่ของอุลตราโซนิกที่ถูกสร้างขึ้น สำหรับเปียโซอิเล็กทริกทรานสดิวเซอร์ชนิดนี้

จะประกอบด้วยชั้นสารเซรามิคสี่เหลี่ยม ซึ่งฉาบด้วยโลหะเงินที่ผิวทั้ง 2 สองหน้า เพื่อให้สามารถต่อสายไฟเป็นขั้วได้ ชั้นสารนี้ประกอบด้วยสารเซรามิคสองชั้นวางประกบกัน โดยวางให้ไดโพลไฟฟ้าภายในอะตอมของมันเป็นทิศทางตรงข้าม

ชั้นสารเซรามิคจะถูกยึดติดภายในตัวถังอย่างดี เพื่อไม่ให้เกิดการสั่นสะเทือนที่ทำงานอยู่ได้รับผลกระทบกระเทือนจากภายนอก ตัวถังมักจะเป็นรูปทรงกระบอก ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางและมีความสูงประมาณ 1-2.5 cm ด้านหน้าทำเป็นช่องเปิดและมีตะแกรงติดอยู่เพื่อให้คลื่นอัลตราโซนิคเข้าหรือออกจากช่องเปิดได้สะดวก ถ้าตัวถังทำมาจากโลหะก็ควรจะต้องต่อตัวถังลงกราวนด์ (ground) เพื่อทำหน้าที่เป็นชีลด์ (shield)

ตารางที่ 2 แสดงคุณสมบัติของเปียโซอิเล็กทริก

Physical property	Units	Quartz (x-cut)	Lithium sulphate	Berium titanate
Density	$10^3 \text{ Kg/m}^3$	2.65	2.06	5.50
Velocity	$10^3 \text{ m/s}$	5.45	5.44	4.49
Acoustic impedance	$10^8 \text{ Kg/m}^2 \text{ s}$	14.40	11.20	24.70
Young's modulus	$10^{10} \text{ N/m}^2$	7.90	6.10	11.10
Dielectric constant	relative to vacuum	4.57	10.30	1250
Piezoelectric constant	$10^{-12} \text{ m/v}$	2.25	16	145
Mechanical quality factor curie	-	$10^5$	-	450
Temperature	C	575	75	115

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.3 ชนิดของเปียโซอิเล็กทริกทรานสดิวเซอร์

เปียโซอิเล็กทริกทรานสดิวเซอร์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

2.3.1 *generation-action transducer* ใช้เป็นตัวรับโดยแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะหาได้จาก แรงดันและความถี่ที่มากระทำต่อวัสดุเปียโซอิเล็กทริก

2.3.2 *motor-action transducer* ใช้เป็นตัวส่งโดยการเปลี่ยนแปลงของรูปร่างที่ทำให้เกิดคลื่นอุลตราโซนิก จะขึ้นอยู่กับขนาดและความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้

## 2.4 การทำงานของทรานสดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ

เมื่อเซรามิกได้รับสัญญาณแรงดันมาตกคร่อม จะทำให้ชั้นสารเซรามิกโค้งงอทำให้เกิดการอัดอากาศโดยรอบ แล้วเกิดเป็นคลื่นขึ้นมา ดังนั้นถ้าป้อนสัญญาณเป็นห้วงๆ (electrically pulse) จากออสซิลเลเตอร์ ก็จะทำให้ชั้นสารโค้งงอมากขึ้นหรือทิศทางใด ตามขนาดและทิศทาง การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณไฟฟ้าจากออสซิลเลเตอร์นั้น โดยทั่วไปกำลังเอาท์พุทที่ออกมาจะตกลงประมาณ 10% ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้ แต่เอาท์พุทจะสูงที่ค่านี้โดยประมาณก็ต่อเมื่อ ความถี่ของสัญญาณที่ป้อนเข้าชั้นสารเซรามิกตรงกับความถี่เรโซแนนท์ที่เป็นความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชั้นสารเซรามิกนั้นๆ ส่วนที่ความถี่อื่นๆกำลังเอาท์พุทจะลดลงมากกว่านี้

ส่วนการทำงานของทรานสดิวเซอร์ตัวรับ มีการทำงานตรงกันข้ามกับตัวส่ง คือเมื่อมีคลื่นเสียงที่มีความถี่ตรงกับความถี่เรโซแนนท์ของชั้นสารเซรามิกนั้นๆ เข้ามา จะทำให้ชั้นสารโค้งตัวไปมา และเกิดสัญญาณแรงดันไฟฟ้าขึ้นคร่อมขั้วทั้ง 2 ของตัวมัน

คุณสมบัติโดยทั่วไปของอุลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กทริกก็คือ มีความต้านทานไฟฟ้ากระแสตรงสูงมาก โดยอาจสูงถึง 100 M แต่ความต้านทานไฟฟ้ากระแสสลับจะน้อย

## 2.5 ข้อควรระวังในการใช้งานทรานสดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ

2.5.1 ไม่ควรให้ตัวทรานสดิวเซอร์ได้รับการกระทบหรือตกจากที่สูง เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของ บริษัท อีโคโนมิคส์ เทคโนโลยี จำกัด ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
 ไม่ควรใช้เครื่องสร้างภายในไม่ให้เสียหาย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ทราบสวิตช์เซอร์ที่มีขายกันโดยทั่วไป จะทนแรงดันตกคร่อมตัวมันได้สูงสุดไม่เกิน  $20 V_{rms}$  ดังนั้นขนาดของสัญญาณที่จะป้อนให้กับตัวทรานส์มิชชันเซอร์ ก็ควรอยู่ภายในขีดจำกัดอันนี้

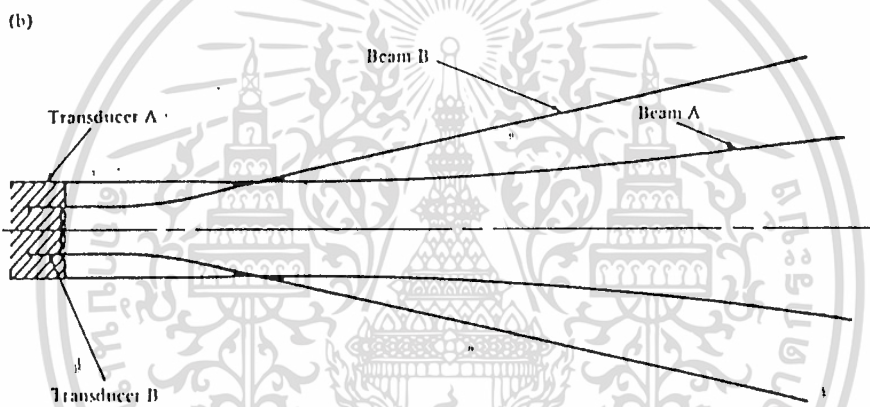
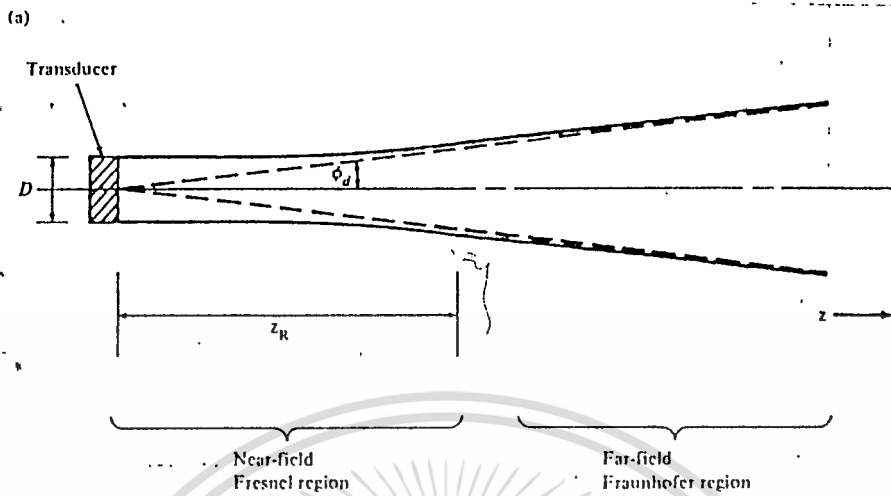
2.5.3 ความถี่เรโซแนนซ์ของตัวทรานส์มิชชันเซอร์ 40 KHz ที่มีขายกันโดยทั่วไป จะผิดพลาดไม่เกิน 1 KHz และมีแถบความถี่ (bandwidth) ประมาณ 4.5 KHz สำหรับตัวส่ง และประมาณ 5 KHz สำหรับตัวรับ จะเห็นได้ว่าแถบความถี่ของตัวรับจะกว้างกว่าตัวส่งเล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าตัวรับจะสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ออกมาจากตัวส่งได้

2.5.4 อุณหภูมิใช้งานของตัวทรานส์มิชชันเซอร์ควรอยู่ภายใน -20 ถึง 60 องศาเซลเซียส

2.5.5 ทั้งตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายคลึงกันมาก กล่าวคือที่ตำแหน่งเบนจากแนวแกนของตัวส่งไปประมาณ 30 องศา ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดลงจากแนวแกนประมาณ 10 dB ในทำนองเดียวกัน ถ้าคลื่นเสียงพุ่งเข้ามาในแนวที่เบี่ยงเบนไปจากแนวแกนของตัวรับไปประมาณ 30 องศา ความไวหรือขนาดแรงดันที่ออกมาก็จะลดลงไปประมาณ 10 dB ด้วยเช่นกัน ดังนั้นการใช้งานที่เป็นการควบคุมระยะไกลในที่โล่งแจ้ง จึงควรพยายามให้ตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงเข้าหากันให้มากที่สุด อย่างไรก็ตาม ในกรณีที่อยู่ในห้องอาจจะเบี่ยงเบนจากกันได้มาก เพราะคลื่นอุลตราโซนิกสามารถสะท้อนกับกำแพงและวัตถุที่อยู่ในห้อง ทำให้คลื่นเสียงเข้าไปหาตัวรับได้หลายทาง

คลื่นอุลตราโซนิกที่ปล่อยออกจากตัวทรานส์มิชชันเซอร์ ในช่วงใกล้กับตัวทรานส์มิชชันเซอร์ (near field) จะมีลักษณะของบีมเหมือนกับทรงกระบอก แต่ในระยะที่ไกลออกไป (far field) ลักษณะของบีมจะกระจายกว้างออกด้วยมุมค่าหนึ่ง ซึ่งค่าของมุมที่กว้างออกและความยาวของ near field จะขึ้นอยู่กับเส้นผ่าศูนย์กลางของตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าทรานส์มิชชันเซอร์ โดยความยาวของ near field จะแปรผันตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ส่วนค่าของมุมที่กว้างออกจะแปรผันผกผันกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ดังแสดงในรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดงลักษณะของบีมของคลื่นอัลตราโซนิค

2.5.6 ในกรณีที่ใช้งานตัวรับจะต้องมีตัวต้านทานต่อขานานกับตัวรับเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลด (load) ตามปกติแล้วตัวต้านทานนี้ควรมีค่าอยู่ในช่วง 10K ถึง 100K ถ้าการใช้งานมีสัญญาณรบกวนมากควรใช้โหลดที่มีความต้านทานสูงสักหน่อย เพื่อให้ตัวส่งมีความไวสูงและมีแถบความถี่แคบ

2.5.7 ตามปกติแล้วเราสามารถนำเอาตัวส่งและตัวรับมาใช้งานแทนกันได้ในการใช้งานส่วนใหญ่ และตัวส่งหรือตัวรับของยี่ห้อใด รุ่นใด ก็สามารถใช้แทนกันได้ ขอเพียงให้มีความถี่เรโซแนนซ์เดียวกันเท่านั้น อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีอาจต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยการค้า เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานสมมูลทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อให้ลักษณะผลตอบสนองไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ทางความถี่สล็อตคล็องกับของเดิม

## 2.6 ประโยชน์ของคลื่นอัลตราโซนิก

คลื่นอัลตราโซนิกเป็นคลื่นที่มีทิศทาง ทำให้สามารถเล็งคลื่นไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้นความยาวคลื่นก็จะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิดของตัวกำเนิดเสียง คลื่นจะหักเหที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดนั้น ทำให้เกิดการกระจายทิศทางของคลื่น แต่ถ้าความยาวคลื่นสั้นมาก ๆ คลื่นจะไม่มี การเลี้ยวเบนที่ขอบจึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆ ทำให้มีทิศทาง

การมีทิศทางของคลื่นอัลตราโซนิก ทำให้สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้หลายอย่าง เช่น เครื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic remote control) เครื่องวัดความหนาของวัตถุ เครื่องวัดความลึกและกำหนดที่ใต้ท้องทะเล เครื่องหาตำแหน่งของอวัยวะในร่างกาย เป็นต้น

ส่วนความถี่ที่ใช้ขึ้นอยู่กับตัวกลาง ถ้าเป็นอากาศมักจะไม่เกิน 50 KHz เพราะถ้าสูงกว่านี้จะถูกดูดกลืนมาก จึงใช้กับตัวกลางที่ไม่ใช่อากาศ ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์ซึ่งต้องการวัดมีการสั่นๆ ก็อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 ถึง 10 MHz

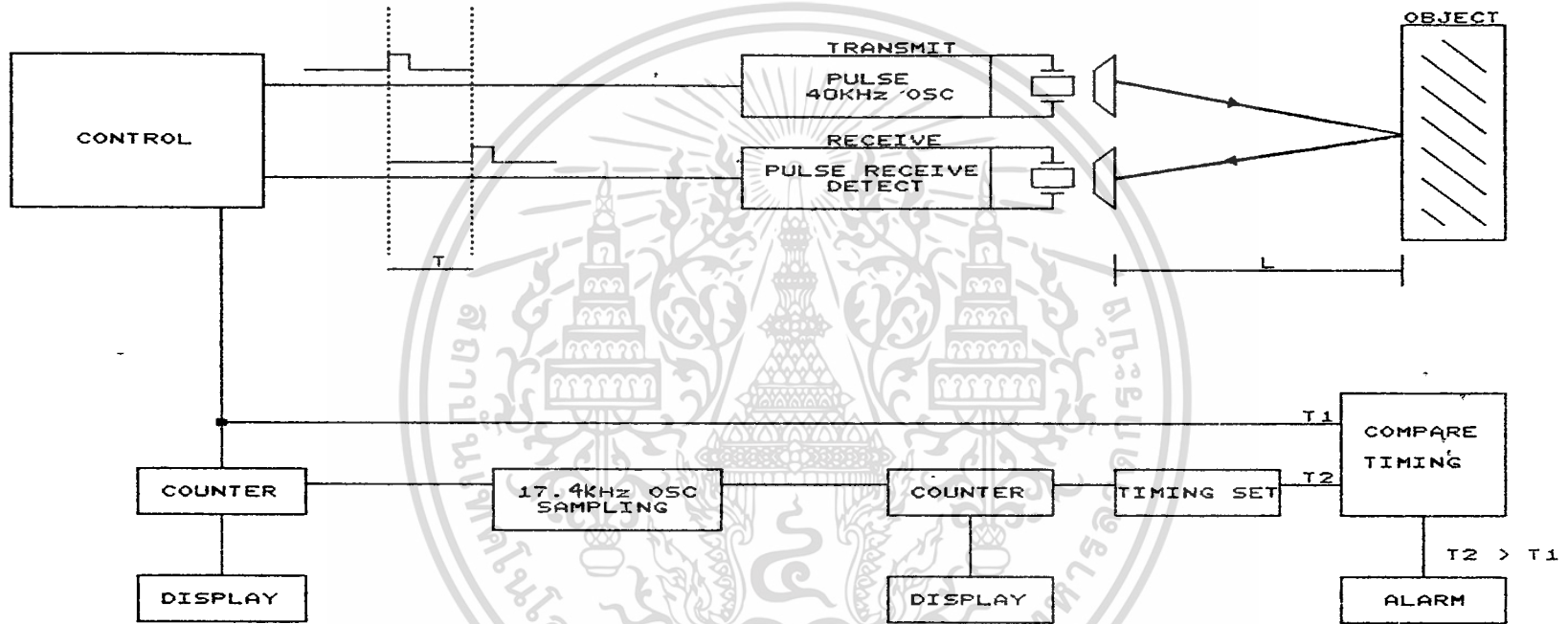
## บทที่ 3

### การออกแบบและการคำนวณ

#### 1. หลักการทำงานของบล็อกไดออดแกรม

โดยเริ่มจากภาคควบคุมจะทำการสร้างพัลส์ช่วงเวลาขึ้น แล้วทำการส่งไปรีเซตตัวสร้างความถี่ออสซิลเลเตอร์ 40 KHz เพื่อให้ได้คลื่นพัลส์ที่เป็นกรอบของคลื่นความถี่ 40 KHz ผ่านทรานสดิวเซอร์ตัวส่งออกไป

เมื่อคลื่นไปกระทบวัตถุจะสะท้อนกลับมาที่ยังตัวทรานสดิวเซอร์ทางด้านรับ คลื่นที่รับได้จะถูกนำมาขยายสัญญาณโดยแอมพลิฟายเออร์ และจะถูกนำมาเปรียบเทียบกับวงจรเปรียบเทียบในภาคควบคุมกับพัลส์ช่วงเวลาในตัวส่ง เพื่อตรวจจับสัญญาณช่วงห่างของพัลส์ทั้งสอง (แปรผันตามระยะทางระหว่างทรานสดิวเซอร์และวัตถุที่ไปกระทบ) พัลส์ที่เป็นช่วงห่างนี้จะถูกแซมปลิง (sampling) ด้วยความถี่ 17.4 KHz แล้วทำการส่งไปยังภาคนับสัญญาณ เพื่อทำการนับและแสดงผลเป็นระยะทางที่วัดได้จริง และจะนำพัลส์ที่เป็นช่วงห่างนี้ไปเปรียบเทียบกับพัลส์ของช่วงเวลาซึ่งสร้างจากภาคตั้งระยะทาง ด้วยเวลาเริ่มต้นที่ตรงกัน ถ้าพัลส์ของช่วงเวลาของตัวตั้งระยะทางมากกว่าพัลส์ของช่วงเวลาที่ได้จากการเปรียบเทียบพัลส์ของตัวส่งและตัวรับ ก็จะสร้างสัญญาณไปกระตุ้น (Triaser) ภาคส่งสัญญาณเพื่อเตือน โดยพัลส์ของช่วงเวลาของตัวตั้งระยะทางนี้สามารถแสดงผลเป็นตัวเลขได้ เช่นเดียวกันกับการแสดงระยะทางจริง



BLOCK DIAGRAM		
Size	Document Number	REV
A		
Date:	January 1, 1980	Sheet of

## 2. การทำงานของวงจร

### 2.1 การทำงานของภาคส่งอัลตราโซนิก (Ultrasonic Transmitter)

จะใช้ตัวไอซีเบอร์ 555 ซึ่งเป็นตัวไทม์เมอร์ นำมาต่อเป็นวงจรอะสเตเบิล (Astable) สร้างพัลส์ของเวลาซึ่งกำหนดช่วงเวลาด้วยตัวความต้านทานและตัวเก็บประจุ จะได้เอาต์พุตที่ขา 3 นำสัญญาณที่ได้ไปเข้าไอซีเบอร์ 4069 ซึ่งเป็นตัวอินเวอร์เตอร์เพื่อกลับสัญญาณให้มีช่วงพัลส์ที่แคบเป็น T1 (เนื่องจากพัลส์ที่ได้จากวงจรอะสเตเบิลมีช่วงกว้างจึงไม่เหมาะสมในการใช้งาน) โดยที่เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์จะไปเข้าขา 1 เซตของไอซีไทม์เมอร์เบอร์ 555 ตัวที่ 2 ซึ่งเป็นวงจรอะสเตเบิลเช่นเดียวกัน แต่สร้างเป็นสัญญาณความถี่ 40 KHz เอาต์พุตที่ได้ T2 จะแยกสัญญาณออกเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งผ่านเข้าไปในอินเวอร์เตอร์และอีกส่วนหนึ่งผ่านอินเวอร์เตอร์ เพื่อให้ได้พัลส์ที่มีทั้งยอดบวกและยอดลบ สัญญาณที่ได้จะถูกผ่านอินเวอร์เตอร์ 4 ตัวในลักษณะที่ขนานกัน เพื่อให้เวลาเริ่มต้นที่ตรงกัน และทำการส่งออกไปโดยทรานซิสเตอร์

### 2.2 การทำงานของภาครับอัลตราโซนิก (Ultrasonic Receiver)

เริ่มต้นจากสัญญาณที่สะท้อนกลับจากวัตถุจะถูกรับโดยทรานซิสเตอร์ตัวรับ ซึ่งมีโหนด 10 KHz ต่อยู่ และจะถูกคัปปลิง (coupling) ผ่านตัวเก็บประจุ จากนั้นจะถูกขยายสัญญาณโดยไอซีออปแอมป์เบอร์ 4570 สองครั้ง ได้สัญญาณออกมาเป็น T3 จากนั้นสัญญาณจะถูกเรคตีไฟด์เหลือเพียงสัญญาณที่บวกด้วยไดโอด และจะถูกกรองสัญญาณความถี่สูง (40 KHz) ออก เหลือเพียงกรอบของสัญญาณ T4 สัญญาณนี้จะมาเข้าที่ขาลบของไอซีเบอร์ 358 ที่ถูกต่อเป็นวงจรเปรียบเทียบ โดยเปรียบเทียบกับสัญญาณพัลส์ของเวลาที่เอามาจากขา 1 เซตของไอซี 2 ภาคส่ง ที่ต่อเข้ากับขาบวกมีความต้านทานและตัวเก็บประจุต่ออยู่เพื่อแบ่งแรงดันที่จ่ายเข้าที่ขาและใช้ในการเก็บประจุละลายคายประจุเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ T5 เอาต์พุตของสัญญาณที่ได้ T6 จะไปเข้า RS ฟลิปฟลอป ที่ถูกต่อด้วยแชนด์เกท (hand gate) ไอซีเบอร์ 4011 ที่มีพัลส์เวลา (ขา 1 เซตไอซี 2 ภาคส่ง) เปรียบเทียบด้วย จะได้สัญญาณ T7 ออกมาและจะถูกแซมปลิง (sampling) ด้วยความถี่ 17.2 KHz (T8) ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าถึงในสิ่ง พิง ลิง อี ทิง ห้า มิ โห หิต ไบ ลิง โน หิต แล ลี ดึง อี โย ง ลิง โง โย ง เอกสารทุกครั้งที่มีการแก้ไข

T9 ไปเข้าขาคล็อก(clock)ของบิตที่ เคาทเตอร์ไอซีเบอร์ 4553 เพื่อนับสัญญาณ โดยที่สัญญาณ T7 ส่วนหนึ่งจะถูกนำไปสร้างสัญญาณรีเซตให้กับตัวนับไอซีเบอร์ 4553 โดยสัญญาณรีเซต T11 จะเซตค่า Q0-Q3 ให้เป็นศูนย์ในตอนเริ่มต้นการนับ และส่วนหนึ่งจะถูกนำมาสร้างสัญญาณแลทช์ข้อมูล T10 ให้กับตัวนับ เอาท์พุทที่ได้จากการนับ(Q0-Q3) เป็นรหัสบิตดีและจะถูกแปลงสัญญาณเป็น 7 เซกเมนต์โดยไอซีเบอร์ 4511 เพื่อแสดงเป็นตัวเลข ตัวเลขแต่ละหลักจะเกี่ยวข้องกับขา DS ของไอซีเบอร์ 4553 ซึ่งเป็นตัวเปิดเกทของทรานซิสเตอร์ 2A1015 ตามแต่ละหลักของตัวเลข

การคำนวณความถี่ที่ใช้ในการแชมปลิง

Ultrasonic sound เป็นคลื่นเสียงที่เดินทางไปในอากาศด้วยความเร็ว

$$C = 331.45 + 0.6t \quad \text{m/s}$$

C คือ ความเร็ว

t คือ อุณหภูมิ

ที่อุณหภูมิ 0 องศาเซลเซียส คลื่นจะมีความเร็ว

$$C = 331.45 \quad \text{m/s}$$

ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส

$$C = 349.45 \quad \text{m/s}$$

เพราะฉะนั้นที่ระยะทาง 1 เซนติเมตรจะใช้เวลาเดินทางเท่ากับ

$$T = 1/349.45 * 100 \quad \text{m/s}$$

$$= 29.5 \quad \mu\text{s}$$

แต่เวลาที่ใช้ออกคิดเวลาไปกลับ

$$T = 29.5 * 2 \quad \mu\text{s}$$

$$= 59.0 \quad \mu\text{s}$$

เพราะฉะนั้นความถี่ที่ใช้ในการแชมปลิง สามารถหาได้ดังนี้

$$f = 1/T$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3 การทำงานของวงจรตั้งระยะทางและสัญญาณเตือน

( Set Distance and Alarm )

จะใช้สัญญาณจากรขา 6 ของไอซีเบอร์ 4059 ทางภาครับ ไปทริกเกอร์ ไอซีเบอร์ 555 ที่ต่อกันเป็นวงจรโมโนสเตเบิล (monostable) เพื่อให้พัลส์ของเวลาตัวตั้งระยะทาง (T13) ตรงกับพัลส์ของเวลาทางด้านรับ (T7) เพื่อให้เริ่มต้นตรงกันโดยพัลส์ของเวลาของตัวตั้งระยะทางสามารถปรับค่าได้ และแสดงออกมาเป็นตัวเลขได้เช่นเดียวกับทางภาครับ การเปรียบเทียบจะนำพัลส์ของช่วงเวลาของตัวตั้งระยะทาง (T13) กับพัลส์ของช่วงเวลาทางภาครับ (T7) มาเปรียบเทียบช่วงเวลาโดยการนำสัญญาณ T7 มาผ่านอินเวอร์เตอร์จะได้สัญญาณ T14 นำสัญญาณที่ได้มาเปรียบเทียบกับ T13 โดยการใช้แอมเพท ไอซีเบอร์ 4011 ผลที่ได้จะเป็น T15 ที่เห็นพัลส์ลบเกิดขึ้นเมื่อช่วงเวลาของตัวตั้งระยะทางมากกว่าช่วงเวลาที่เกิดขึ้นจริง จะทำการเปลี่ยนพัลส์ลบให้เป็นพัลส์บวกโดยผ่านอินเวอร์เตอร์ เพื่อที่จะนำพัลส์บวกนี้ไปเข้าไอซีเบอร์ 4358 ซึ่งเป็น Retrigger/Resettable monostable multivibration (T15) เพราะเนื่องจากพัลส์บวกที่เกิดขึ้นเป็นช่วง ๆ ถ้าเราสร้างช่วงพัลส์ของไอซี 4358 ( $t_w$ ) ให้กว้างกว่าช่วงห่างของพัลส์บวกที่เกิดขึ้น ดังนั้นจะเกิดการทริกเกอร์ขึ้น ค่าช่วงกว้างของพัลส์จะกำหนดได้จากค่าความต้านทานและค่าตัวเก็บประจุ ผลที่ได้จากการทริกเกอร์จะเป็นลักษณะเหมือนไฟตรงซึ่งจะนำเอาที่พุกที่ได้เข้ามาเข้าขาวิเซกของไอซีเบอร์ 555 ที่สร้างความถี่เสียง โดยให้เอาที่พุกที่ได้ไปผ่าน Buzzer เพื่อส่งเป็นสัญญาณเตือน (T18) ให้รู้ว่าในตอนนี้ระยะทางระหว่างวัตถุกับทรานสดิวเซอร์น้อยกว่าระยะทางที่ได้ตั้งไว้โดยตัวตั้งระยะทาง

การคำนวณช่วงพัลส์ของไอซีเบอร์ 4358 ( $t_w$ )

$t_w$  ของไอซีเบอร์ 4358 สามารถกำหนดด้วยตัวความต้านทาน และตัวเก็บประจุโดยกำหนดจากสูตรคำนวณ

$$t_w = k \cdot R \cdot C (1 + 0.7/R)$$

โดยที่  $k = 0.32$

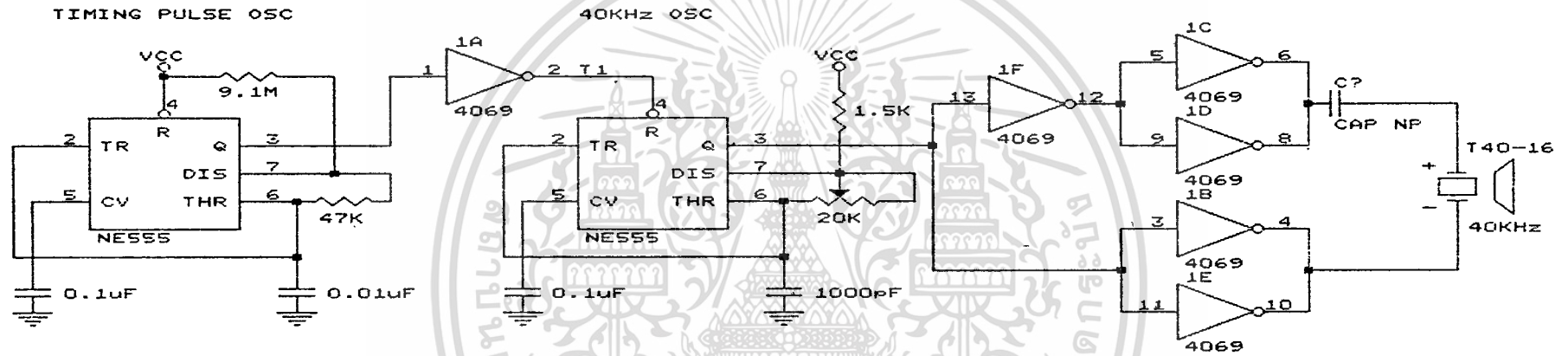
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งแทนค่า R เป็น 47 และ C ง่ายอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$C = 10 \text{ } \mu\text{F}$$

จะได้ว่า  $t_w = 150 \text{ ms}$

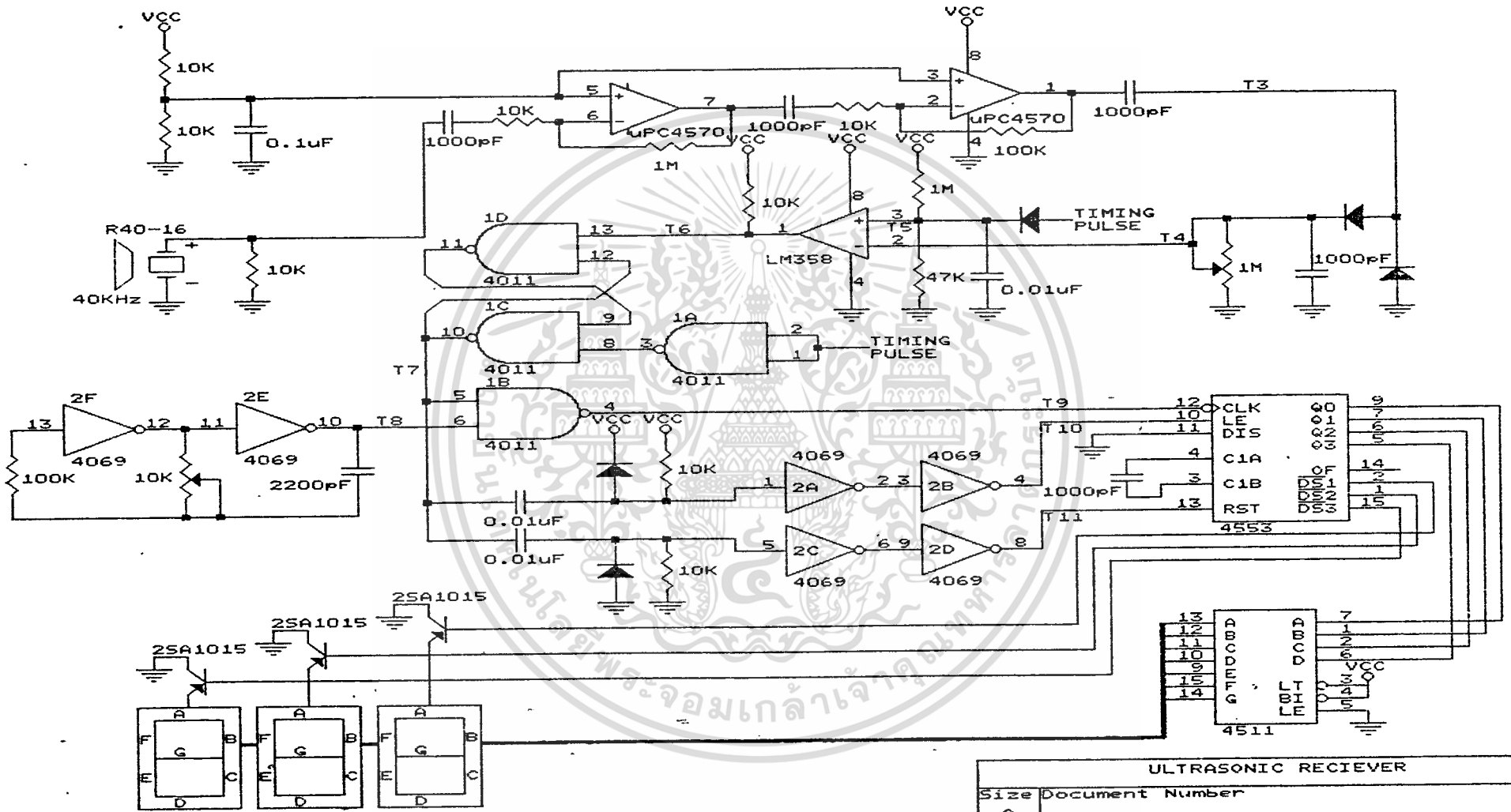


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



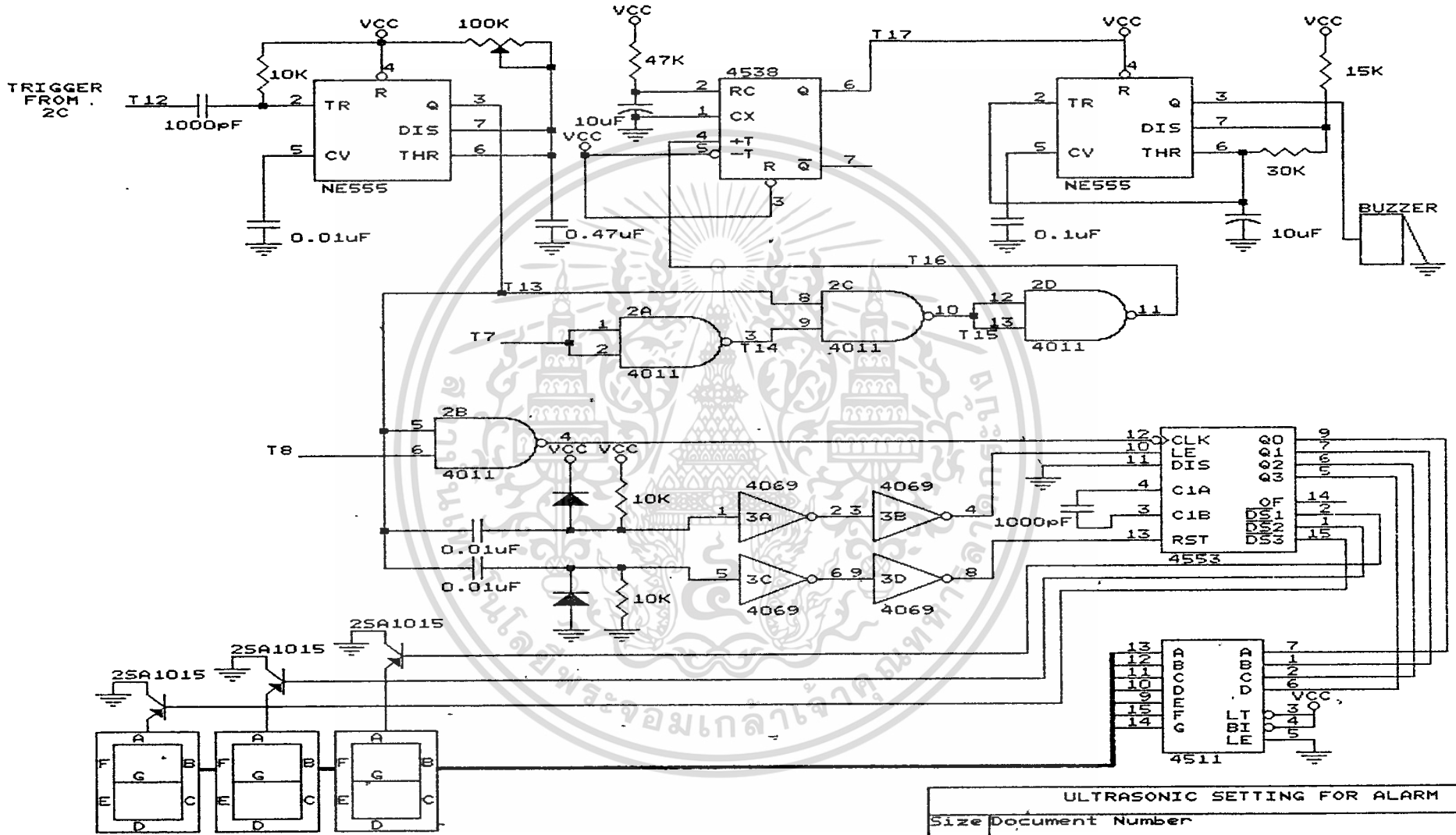
## ULTRASONIC TRANSMITTER

Size	Document Number	REV
A		
Date:	January 1, 1980	Sheet of



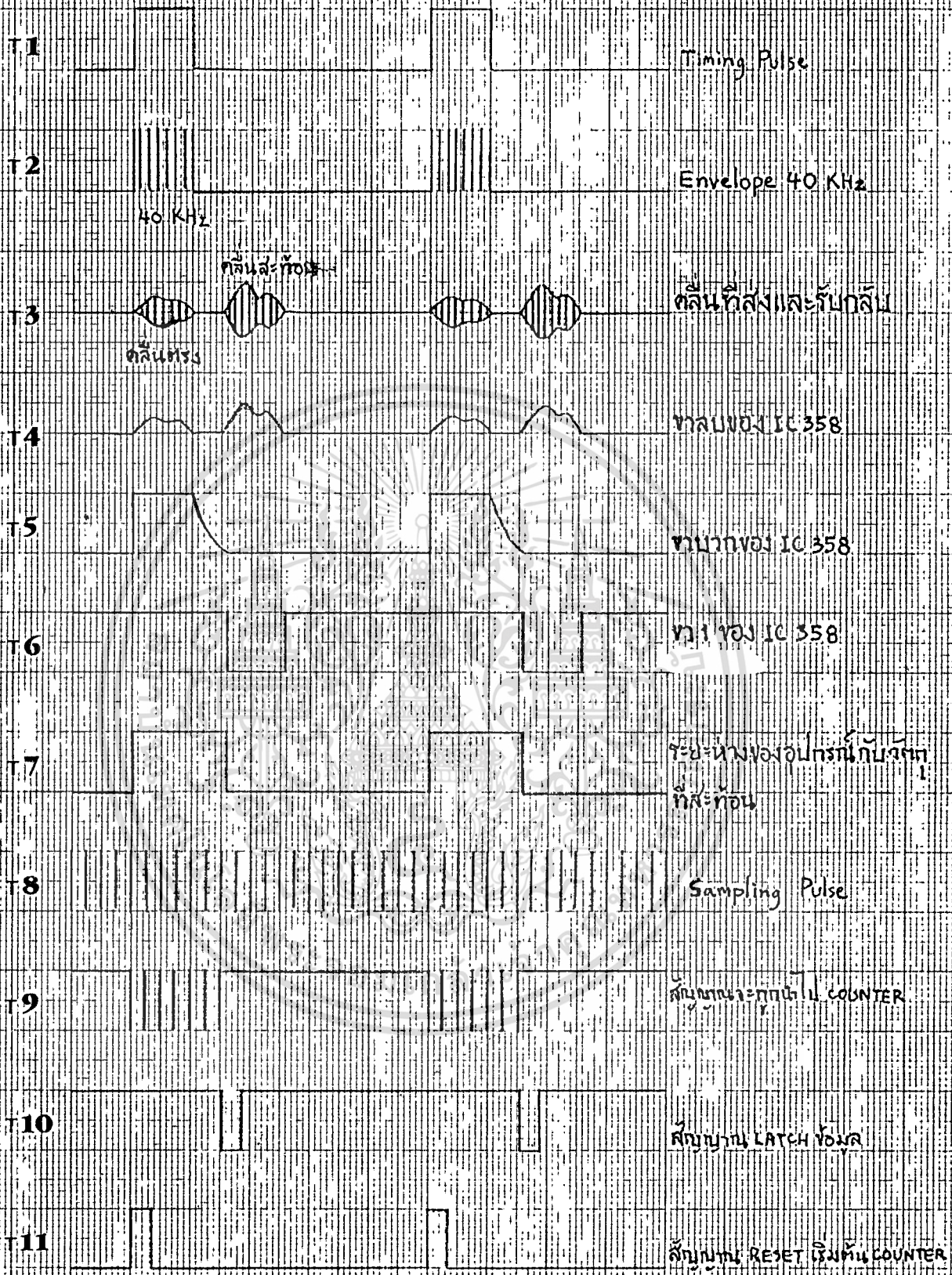
ULTRASONIC RECIEVER

Size	Document Number	REV
A	1	
Date:	January 1, 1980	Sheet of

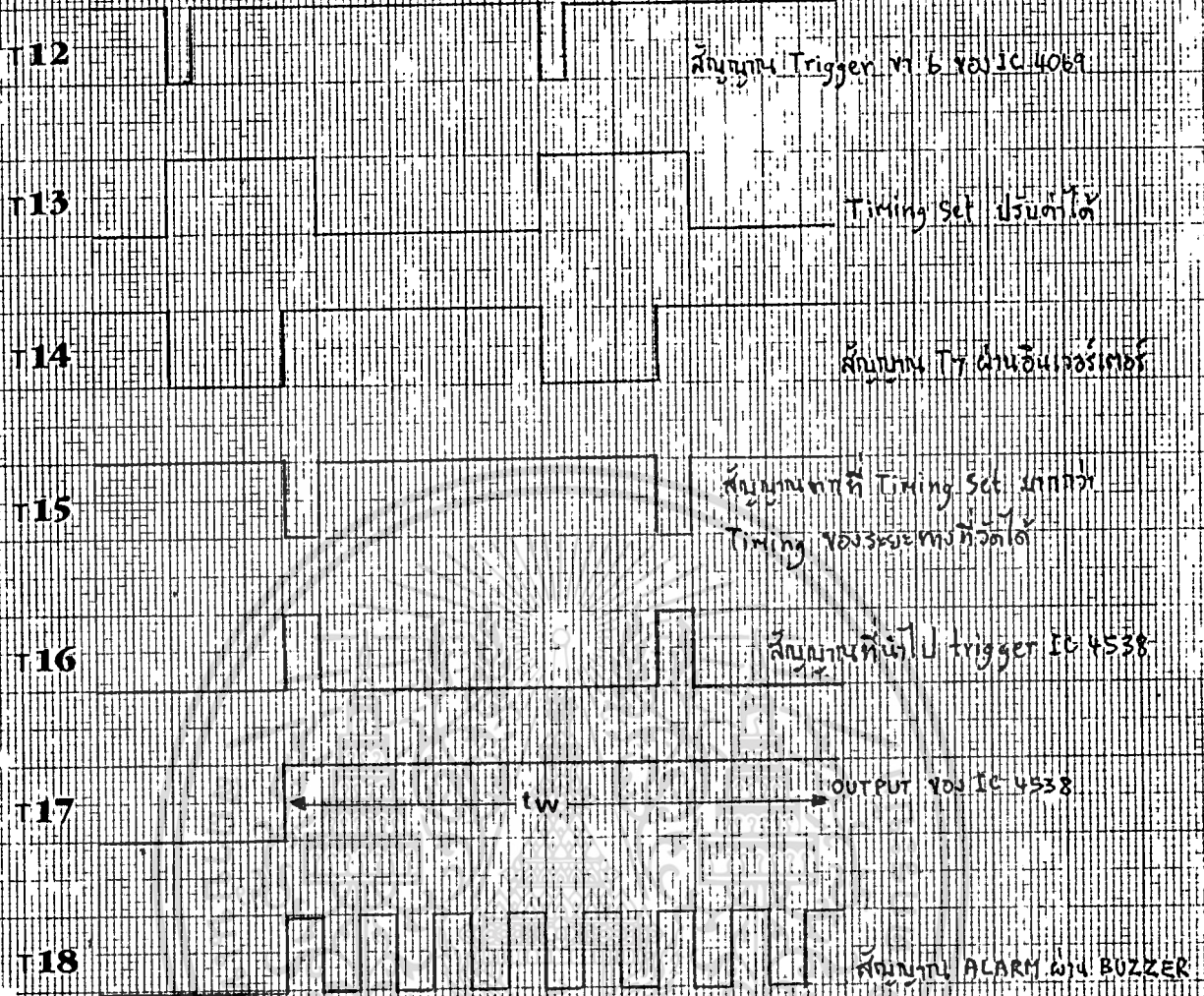


ULTRASONIC SETTING FOR ALARM

Size	Document Number	REV
A		
Date:	January 1, 1980	Sheet of



ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## บทที่ 4

### การทดลองและผล

#### การทดลอง

1. ทำการทดสอบทรานสดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ ว่าจะมีโซแนนท์ที่ความถี่ใด โดยทำการป้อนความถี่ค่าต่าง ๆ ให้กับทรานสดิวเซอร์ตัวส่ง และทำการวัดแอมพลิจูดของคลื่นอุลตราโซนิกที่รับได้โดยทรานสดิวเซอร์ตัวรับ โดยทำการหั่นหน้าทรานสดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับเข้าหากัน
2. ทำการหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (error) ของระยะทางที่วัดได้ที่แสดงผลออกมาเป็นตัวเลขกับระยะทางจริง ที่ความถี่ 40 KHz ซึ่งเป็นความถี่ที่ใช้งานในวงจร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ผลการทดลอง

1. ตารางแสดงค่าแอมพลิจูดที่รับได้โดยทรานสดิวเซอร์ตัวรับ ที่ระยะห่าง จากตัวส่งประมาณ 5 เซนติเมตร ที่ความถี่ต่าง ๆ กัน

ความถี่ (KHz)	แอมพลิจูดที่รับได้ (V)
43	0.57
42.5	0.60
42	0.81
41.5	1.38
41	2.24
40.5	3.12
40	3.55
39.5	2.71
39	1.03
38.5	0.48
38	0.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตารางแสดงค่าระหว่างระยะทางที่วัดได้กับระยะทางจริง พร้อมทั้งแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของระยะทางที่วัดได้กับระยะทางจริง ที่ความถี่ 40 KHz

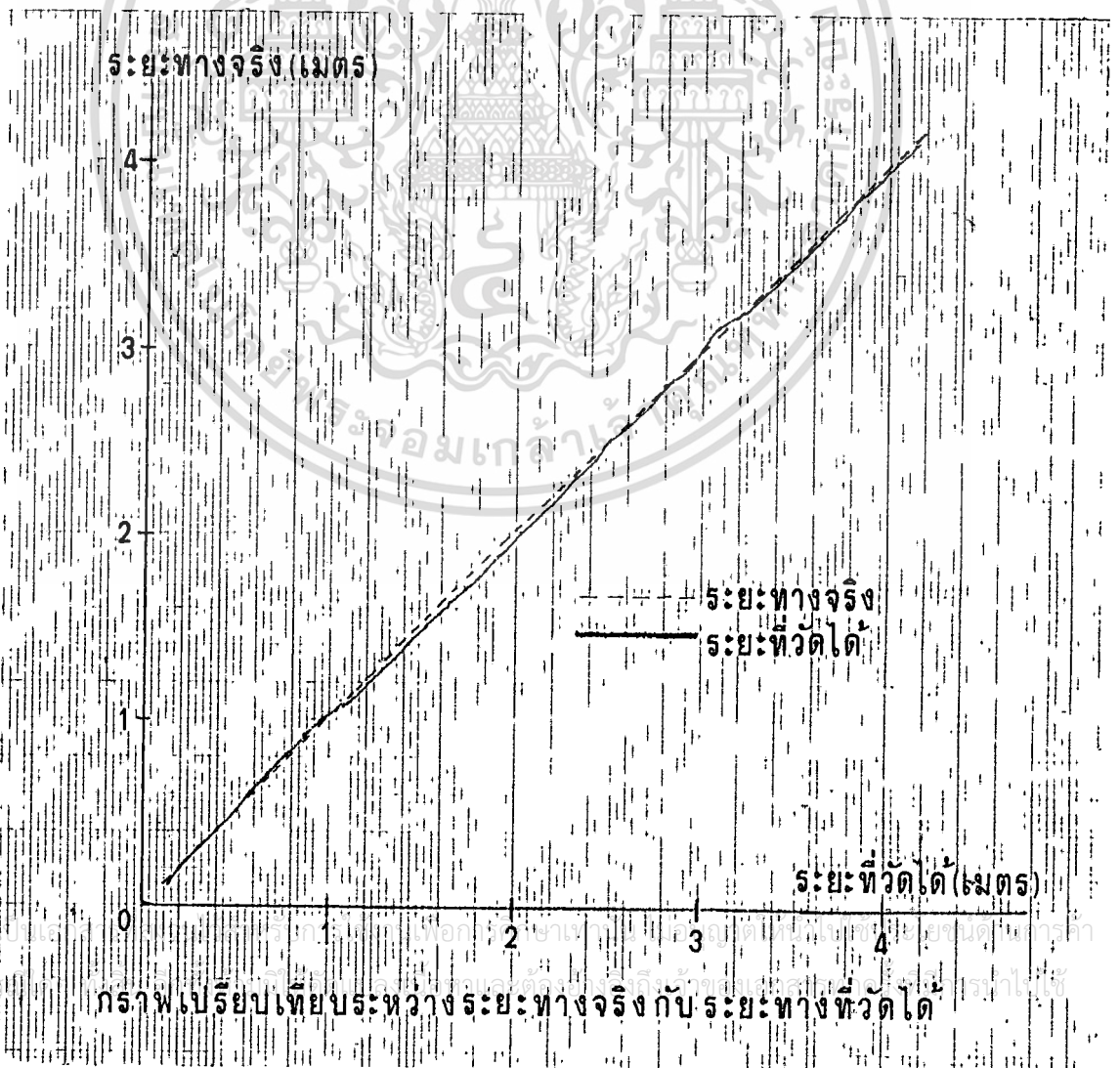
ระยะทางจริง (เมตร)	ระยะทางที่วัดได้ (เมตร)	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด (%)
0.11	0.12	9
0.2	0.2	0
0.3	0.3	0
0.4	0.4	0
0.5	0.5	0
0.6	0.59	1.66
0.7	0.69	1.43
0.8	0.79	1.25
0.9	0.88	2.22
1.0	0.98	2
1.1	1.12	1.82
1.2	1.21	0.83
1.3	1.32	1.54
1.4	1.42	1.43
1.5	1.52	1.33
1.6	1.62	1.25
1.7	1.73	1.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทางจริง (เมตร)	ระยะทางที่วัดได้ (เมตร)	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด (%)
1.8	1.83	1.66
1.9	1.95	2.63
2.0	2.02	1.00
2.1	2.12	0.95
2.2	2.22	0.90
2.3	2.32	0.87
2.4	2.42	0.83
2.5	2.50	0
2.6	2.61	0.38
2.7	2.71	0.37
2.8	2.80	0
2.9	2.91	0.34
3.0	3.00	0
3.1	3.08	0.64
3.2	3.21	0.31
3.3	3.31	0.30
3.4	3.41	0.29
3.5	3.51	0.29
3.6	3.61	0.27
3.7	3.73	0.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทางจริง (เมตร)	ระยะทางที่วัดได้ (เมตร)	เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด (%)
3.8	3.81	0.26
3.9	3.92	0.51
4.0	4.02	0.26
4.1	4.11	0.24



## บทที่ 5

### บทวิจารณ์และสรุปผล

จากการทดลองป้อนความถี่ต่าง ๆ ให้กับทรานสดิวเซอร์เพื่อทำการหาความถี่รีโซแนนซ์ พบว่าที่ความถี่ 40 KHz ทรานสดิวเซอร์จะรับส่งคลื่นอัลตราโซนิคได้ดีที่สุด

จากการทดลองใช้เครื่องวัดระยะทาง ทำการวัดระยะทางที่ระยะต่าง ๆ พบว่า จะสามารถวัดระยะทางได้ไกลสุดประมาณ 0.11 เมตร และสามารถวัดระยะทางได้ไกลสุดประมาณ 4.1 เมตร ซึ่งเป็นค่าที่วัดในสภาพแวดล้อมที่ปราศจากสิ่งรบกวนหรือมีสิ่งรบกวนน้อย อีกทั้งผลการทดลองที่ได้จะขึ้นกับอุณหภูมิในระหว่างการทดลองด้วย ถ้าระยะทางที่เราวัดได้น้อยกว่าระยะทางที่เราตั้งไว้ เครื่องจะส่งสัญญาณเตือนตั้งออกมา ซึ่งในการทดลองนี้ทำการวัดที่อุณหภูมิประมาณ 30 องศาเซลเซียส ถ้าเรานำอุปกรณ์นี้ไปใช้ติดตั้งในรถยนต์เพื่อวัดระยะห่างระหว่างตัวรถกับสิ่งกีดขวาง คาดว่าผลที่ได้จะไม่ตรงกับที่ได้ทดลอง เนื่องจากมีสิ่งแวดล้อมภายนอกมารบกวน เช่น เสียงเครื่องยนต์ ความร้อน เป็นต้น ซึ่งการติดตั้งในรถยนต์นั้นการวัดในระยะไกลจะไม่ค่อยมีความสำคัญ แต่ระยะใกล้ที่สุดที่วัดได้จะเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งระยะใกล้ที่สุดที่วัดได้เพียง 0.11 เมตร ไม่สามารถวัดลงได้ต่ำกว่านี้ซึ่งถือเป็นข้อเสีย สำหรับข้อเสียอีกข้อหนึ่งก็คือการแยกแยะวัตถุ ซึ่งถ้ามีวัตถุใดมาสอดแทรกเข้าใกล้กับเป้าที่ส่งคลื่นไปสะท้อน เครื่องวัดระยะทางจะทำการวัดได้ค่าที่ผิดพลาด เนื่องจากคลื่นที่ส่งไปสะท้อนนั้นได้สะท้อนวัตถุข้างเคียงด้วย เพราะลำคลื่นอัลตราโซนิคนั้นเมื่อระยะไกลออกไป จะมีการเบี่ยงเบนออกไปตามแนวแกน ถ้าเราสามารถทำให้ลำคลื่นเป็นลำที่แคบได้จะทำให้วัดระยะทางได้ไกลขึ้นและแยกแยะได้ดีขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์ อภินันท์ มัญญานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาต่างๆ และขอขอบคุณเพื่อนๆทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ทนง โชติสรยุทธ์, "เทคนิคการใช้งานอุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์ สำหรับนักทดลอง", วารสารเคมีคอนดัคเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 44, 2527
- [2] ศักดิ์ศรี แซ่โล้, "เครื่องวัดระยะทาง ด้วยคลื่นอุลตราโซนิค", วารสารเคมีคอนดัคเตอร์ อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 58, 2527
- [3] Lion, Kurt S., "Instrumentation in Scientific research, electrical input transducer", McGraw-Hill, 1959
- [4] Manfield, P.H., "Electrical transducer for industrial measurement", Butter-Worth, 1973
- [5] Christensen, Douglas A., "Ultrasonic bioinstrumentation", John Wiley & Sons, 1988

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก

ทฤษฎีที่แสดงความเร็วของคลื่นเสียงในก๊าซอุดมคติ (Ideal gas) จะเป็น

ดังนี้

$$c = \sqrt{\gamma P / \rho}$$

โดย  $c$  คือ ความเร็วของคลื่นเสียง (เมตร/วินาที)

$\rho$  คือ ความหนาแน่นของก๊าซ ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )

$P$  คือ แรงดันที่ล้อมรอบ (Pa)

$\gamma$  คือ ratio of heat capacities

ทฤษฎีของ อองศาเซลเซียสจะหาความเร็วได้ดังนี้

แทนค่า  $\rho = 1.293$  ,  $P = 1.103 \times 10^5$  ,  $\gamma = 1.402$

เพราะฉะนั้น  $c = 331.5 \text{ m/s}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

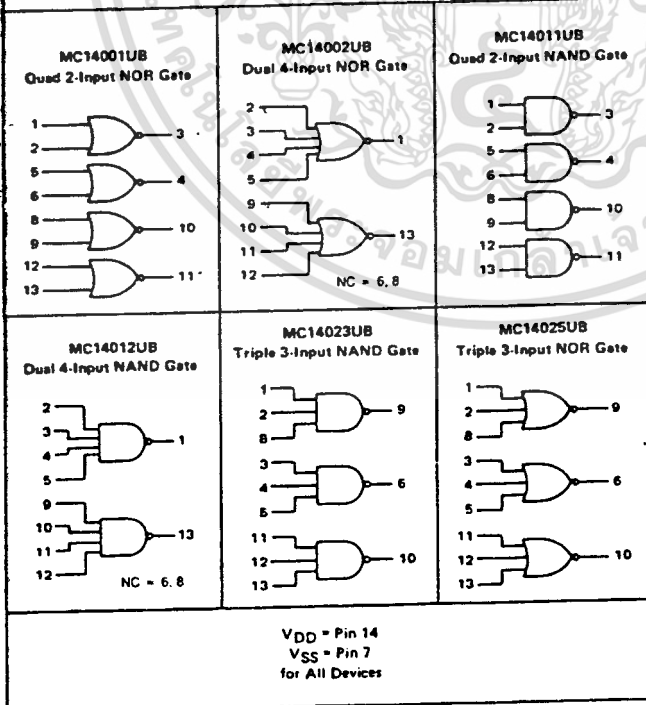


### UB-SUFFIX SERIES CMOS GATES

The UB 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. The UB set of CMOS gates are inverting non-buffered functions.

- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Linear and Oscillator Applications
- 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
- Pin-for-Pin Replacements for Corresponding CD4000 Series UB Suffix Devices

### LOGIC DIAGRAMS



**MC14001UB**  
Quad 2-Input NOR Gate

**MC14002UB**  
Dual 4-Input NOR Gate

**MC14011UB**  
Quad 2-Input NAND Gate

**MC14012UB**  
Dual 4-Input NAND Gate

**MC14023UB**  
Triple 3-Input NAND Gate

**MC14025UB**  
Triple 3-Input NOR Gate



L SUFFIX  
CERAMIC  
CASE 632



P SUFFIX  
PLASTIC  
CASE 646



D SUFFIX  
SOIC  
CASE 751A

### ORDERING INFORMATION

MC14XXUBCP Plastic  
MC14XXUBCL Ceramic  
MC14XXUBD SOIC

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

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.

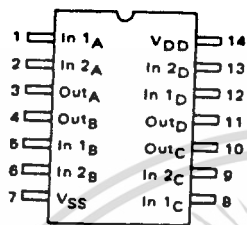
6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

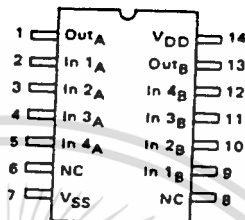
# CMOS UB-SERIES GATES

## PIN ASSIGNMENTS

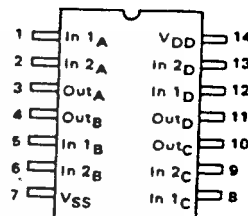
**MC14001UB**  
Quad 2-Input NOR Gate



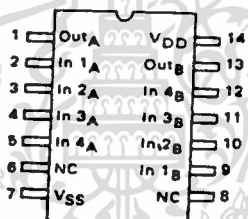
**MC14002UB**  
Dual 4-Input NOR Gate



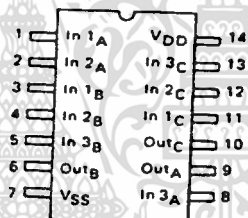
**MC14011UB**  
Quad 2-Input NAND Gate



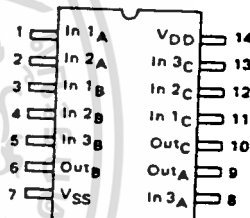
**MC14012UB**  
Dual 4-Input NAND Gate



**MC14023UB**  
Triple 3-Input NAND Gate



**MC14025UB**  
Triple 3-Input NOR Gate



NC = No Connection

### 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

## CMOS UB-SERIES GATES

**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	VOL	5.0	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	Vdc
		10	—	0.05	—	0	0.05	—	0.05	
	VOH	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 <sub>O</sub> = 4.5 Vdc) (V <sub>O</sub> = 9.0 Vdc) (V <sub>O</sub> = 13.5 Vdc)	V <sub>IL</sub>	5.0	—	1.0	—	2.25	1.0	—	1.0	Vdc
		10	—	2.0	—	4.50	2.0	—	2.0	
		15	—	2.5	—	6.75	2.5	—	2.5	
	V <sub>IH</sub>	5.0	4.0	—	4.0	2.75	—	4.0	—	Vdc
		10	8.0	—	8.0	5.50	—	8.0	—	
		15	12.5	—	12.5	8.25	—	12.5	—	
Output Drive Current (V <sub>OH</sub> = 2.5 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 4.6 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 9.5 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 13.5 Vdc)	Source I <sub>OH</sub>	5.0	-1.2	—	-1.0	-1.7	—	-0.7	—	mAdc
		10	-0.25	—	-0.2	-0.36	—	-0.14	—	
		15	-0.62	—	-0.5	-0.9	—	-0.35	—	
	Sink I <sub>OL</sub>	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 <sub>in</sub>	15	—	±0.1	—	±0.0001	±0.1	—	±1.0	μAdc
Input Capacitance (V <sub>in</sub> = 0)	C <sub>in</sub>	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF
Quiescent Current (Per Package)	I <sub>DD</sub>	5.0	—	0.25	—	0.0005	0.25	—	7.5	μAdc
		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 <sub>L</sub> = 50 pF)	I <sub>T</sub>	5.0	I <sub>T</sub> = (0.3 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub> /N							μAdc
		10	I <sub>T</sub> = (0.6 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub> /N							
		15	I <sub>T</sub> = (0.8 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub> /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:

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

where: I<sub>T</sub> is in μH (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 = 0.001 × the number of exercised gates per package.

6

# CMOS UB-SERIES GATES

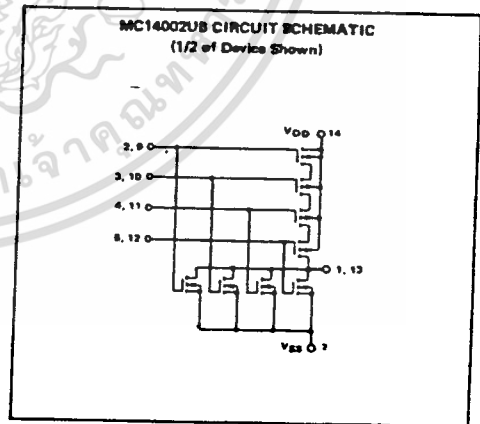
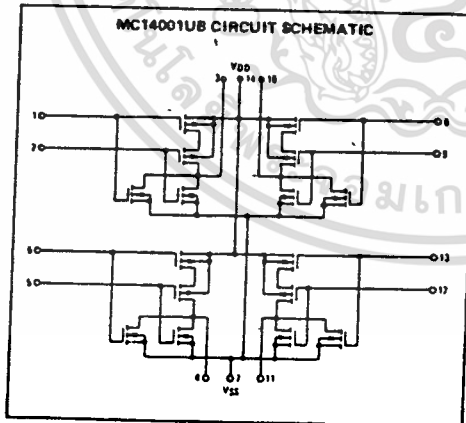
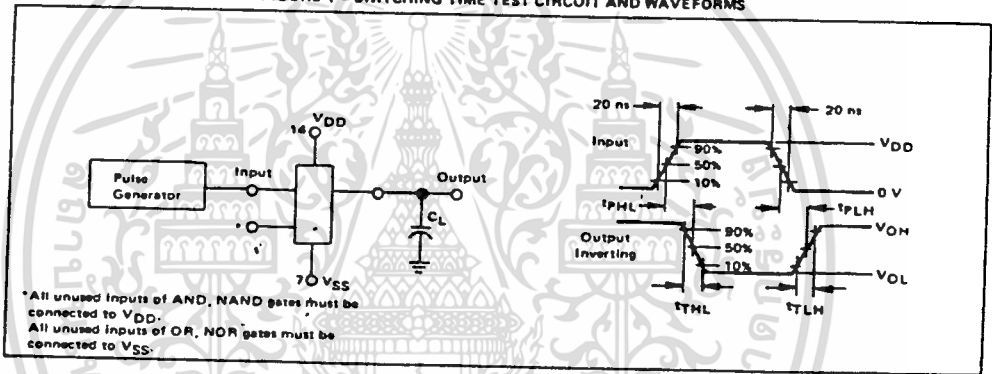
SWITCHING CHARACTERISTICS\* ( $C_L = 50 \text{ pF}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

Characteristic	Symbol	VDD Vdc	Min	Typ #	Max	Unit
Output Rise Time $t_{TLH} = (3.0 \text{ ns/pF}) C_L + 30 \text{ ns}$ $t_{TLH} = (1.5 \text{ ns/pF}) C_L + 15 \text{ ns}$ $t_{TLH} = (1.1 \text{ ns/pF}) C_L + 10 \text{ ns}$	$t_{TLH}$	5.0 10 15	-- -- --	180 90 85	380 180 130	ns
Output Fall Time $t_{THL} = (1.5 \text{ ns/pF}) C_L + 25 \text{ ns}$ $t_{THL} = (0.75 \text{ ns/pF}) C_L + 12.5 \text{ ns}$ $t_{THL} = (0.55 \text{ ns/pF}) C_L + 9.5 \text{ ns}$	$t_{THL}$	5.0 10 15	-- -- --	100 50 40	200 100 80	ns
Propagation Delay Time $t_{PLH}, t_{PHL} = (1.7 \text{ ns/pF}) C_L + 30 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.85 \text{ ns/pF}) C_L + 22 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.50 \text{ ns/pF}) C_L + 15 \text{ ns}$	$t_{PLH}, t_{PHL}$	5.0 10 15	-- -- --	90 50 40	180 100 80	ns

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

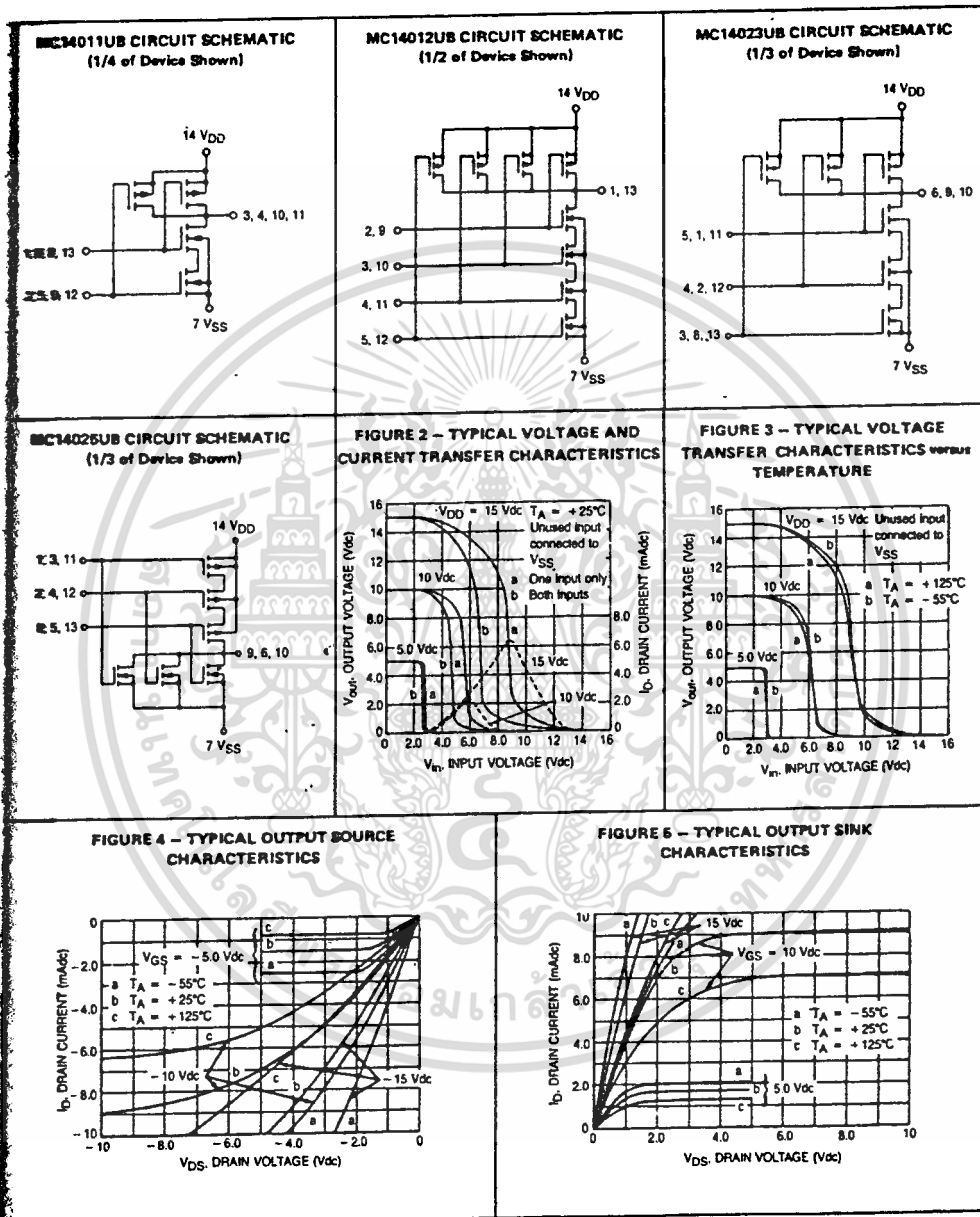
#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

FIGURE 1 - SWITCHING TIME TEST CIRCUIT AND WAVEFORMS



6

# CMOS UB-SERIES GATES



6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา 6-18 ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**MOTOROLA**

**MC14068B**  
See Page 6-5

**MC14069UB**

**HEX INVERTER**

The MC14069UB hex inverter is constructed with MOS P-channel and N-channel enhancement mode devices in a single monolithic structure. These inverters find primary use where low power dissipation and/or high noise immunity is desired. Each of the six inverters is a single stage to minimize propagation delays.

- 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 (see Page 5-2)
- Pin-for-Pin Replacement for CD4069UB
- Meets JEDEC UB Specifications

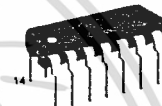
**MAXIMUM RATINGS\*** (Voltages Referenced to V<sub>SS</sub>)

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



L SUFFIX  
CERAMIC  
CASE 632



P SUFFIX  
PLASTIC  
CASE 646



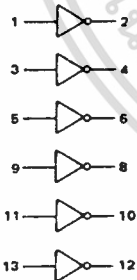
D SUFFIX  
SOIC  
CASE 751A

**ORDERING INFORMATION**

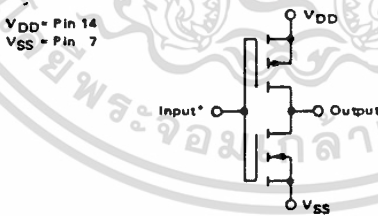
MC14XXXUBCP Plastic  
MC14XXXUBCL Ceramic  
MC14XXXUDBD SOIC

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

**LOGIC DIAGRAM**

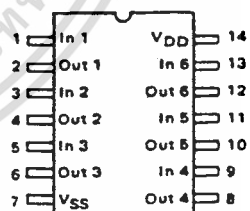


**CIRCUIT SCHEMATIC**  
(1/6 OF CIRCUIT SHOWN)

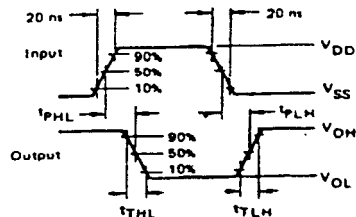
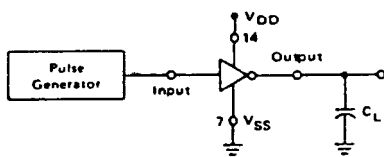


\*Double diode protection on all inputs not shown.

**PIN ASSIGNMENT**



**FIGURE 1 - SWITCHING TIME TEST CIRCUIT AND WAVEFORMS**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MC14069UB

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>  V <sub>in</sub> = 0	"0" Level VOL	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 VOH	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 <sub>O</sub> = 4.5 Vdc) (V <sub>O</sub> = 9.0 Vdc) (V <sub>O</sub> = 13.5 Vdc)  (V <sub>O</sub> = 0.5 Vdc) (V <sub>O</sub> = 1.0 Vdc) (V <sub>O</sub> = 1.5 Vdc)	"0" Level V <sub>IL</sub>	5.0	—	1.0	—	2.25	1.0	—	1.0	Vdc
		10	—	2.0	—	4.50	2.0	—	2.0	
		15	—	2.5	—	6.75	2.5	—	2.5	
	"1" Level V <sub>IH</sub>	5.0	4.0	—	4.0	2.75	—	4.0	—	Vdc
		10	8.0	—	8.0	5.50	—	8.0	—	
		15	12.5	—	12.5	8.25	—	12.5	—	
Output Drive Current (V <sub>OH</sub> = 2.5 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)	Source I <sub>OH</sub>	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 <sub>OL</sub>	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 <sub>in</sub>	15	—	±0.1	—	±0.00001	±0.1	—	±1.0	μAdc
Input Capacitance (V <sub>in</sub> = 0)	C <sub>in</sub>	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF
Quiescent Current (Per Package)	I <sub>DD</sub>	5.0	—	0.25	—	0.0005	0.25	—	7.5	μAdc
		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 <sub>L</sub> = 50 pF)	I <sub>T</sub>	5.0	I <sub>T</sub> = (0.3 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub> <sup>6</sup> I <sub>T</sub> = (0.6 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub> <sup>6</sup> I <sub>T</sub> = (0.9 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub> <sup>6</sup>							μAdc
Output Rise and Fall Times** (C <sub>L</sub> = 50 pF) t <sub>TLH</sub> :t <sub>FHL</sub> = (1.35 ns/pF) C <sub>L</sub> + 33 ns t <sub>TLH</sub> :t <sub>FHL</sub> = (0.60 ns/pF) C <sub>L</sub> + 20 ns t <sub>TLH</sub> :t <sub>FHL</sub> = (0.40 ns/pF) C <sub>L</sub> + 20 ns	t <sub>TLH</sub> : t <sub>FHL</sub>	5.0	—	—	—	100	200	—	—	ns
		10	—	—	—	50	100	—	—	
		15	—	—	—	40	80	—	—	
		15	—	—	—	40	80	—	—	
Propagation Delay Times** (C <sub>L</sub> = 50 pF) t <sub>PLH</sub> :t <sub>PHL</sub> = (0.90 ns/pF) C <sub>L</sub> + 20 ns t <sub>PLH</sub> :t <sub>PHL</sub> = (0.36 ns/pF) C <sub>L</sub> + 22 ns t <sub>PLH</sub> :t <sub>PHL</sub> = (0.26 ns/pF) C <sub>L</sub> + 17 ns	t <sub>PLH</sub> : t <sub>PHL</sub>	5.0	—	—	—	65	125	—	—	ns
		10	—	—	—	40	75	—	—	
		15	—	—	—	30	55	—	—	
		15	—	—	—	30	55	—	—	

#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:

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

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 = 0.002.

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.



# MC14511B

## 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 (LT), blanking (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 VSS)

Rating	Symbol	Value	Unit
DC Supply Voltage	V <sub>DD</sub>	-0.5 to +18	V
Input Voltage, All Inputs	V <sub>in</sub>	-0.5 to V <sub>DD</sub> + 0.5	V
DC Current Drain per Input Pin	I	10	mA
Operating Temperature Range	T <sub>A</sub>	-55 to +125	°C
Power Dissipation per Package†	P <sub>D</sub>	500	mW
Storage Temperature Range	T <sub>stg</sub>	-65 to +150	°C
Maximum Output Drive Current (Source) per Output	I <sub>OHmax</sub>	25	mA
Maximum Continuous Output Power (Source) per Output ‡	P <sub>OHmax</sub>	50	mW

‡ P<sub>OHmax</sub> = I<sub>OH</sub>(V<sub>DD</sub> - V<sub>OH</sub>)

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

†Temperature Derating: Plastic "P" and "DDW" Packages: -7.0 mW/°C From 65°C To 125°C

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

This device contains 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<sub>in</sub> and V<sub>out</sub> are not constrained to the range V<sub>SS</sub> < (V<sub>in</sub> or V<sub>out</sub>) < V<sub>DD</sub>.

Due to the sourcing capability of this circuit, damage can occur to the device if V<sub>DD</sub> is applied, and the outputs are shorted to V<sub>SS</sub> 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<sub>SS</sub> or V<sub>DD</sub>).



L SUFFIX  
CERAMIC  
CASE 620



P SUFFIX  
PLASTIC  
CASE 648



D SUFFIX  
SOIC  
CASE 751B



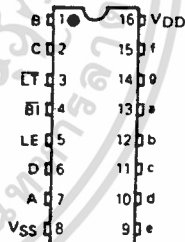
DW SUFFIX  
SOIC  
CASE 751G

### ORDERING INFORMATION

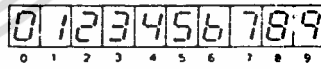
MC14XXXBCP Plastic  
MC14XXXBCL Ceramic  
MC14XXXBDW SOIC  
MC14XXXBD SOIC

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

### PIN ASSIGNMENT



### DISPLAY



### TRUTH TABLE

INPUTS								OUTPUTS								
LE	BI	LT	D	C	B	A	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	1	0	0	0	0	0							

# MC14511B

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 VOL	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 VOH	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		
		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	—	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)	VOH	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	14.1	—	14.1	14.59	—	14.1	—	Vdc		
		—	—	—	14.27	—	—	—			
		14	—	14	14.18	—	13.6	—			
	Sink I <sub>OL</sub>	VOL	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	—	
15			—	±0.1	—	±0.00001	±0.1	—	±1.0	μAdc	
—			—	—	—	5.0	7.5	—	—		
—			—	—	—	—	—	—	—		
Input Capacitance	C <sub>in</sub>	—	—	—	—	5.0	—	150	μAdc		
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	—	10	—	0.005	5.0	—	300	μAdc	
10	—	20	—	0.010	20	—	600				
15	—	—	—	0.015	—	—	—				
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>			μAdc		
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.

UNIT	DISPLAY
1	8
0	Blank
0	0
0	1
1	2
1	3
1	4
1	5
1	6
0	7
1	8
1	9
0	Blank
0	Blank
0	Blank
0	Blank
0	Blank

not applied

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่าวิธีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MC14511B

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 $t_{TLH} = (0.40 \text{ ns/pF}) C_L + 20 \text{ ns}$ $t_{TLH} = (0.25 \text{ ns/pF}) C_L + 17.5 \text{ ns}$ $t_{TLH} = (0.20 \text{ ns/pF}) C_L + 15 \text{ ns}$	$t_{TLH}$	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 $t_{PLH} = (0.40 \text{ ns/pF}) C_L + 620 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.25 \text{ ns/pF}) C_L + 237.5 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.20 \text{ ns/pF}) C_L + 165 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (1.3 \text{ ns/pF}) C_L + 655 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (0.60 \text{ ns/pF}) C_L + 260 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (0.35 \text{ ns/pF}) C_L + 182.5 \text{ ns}$	$t_{PLH}$    $t_{PHL}$	5.0 10 15  5.0 10 15	— — — — — —	640 250 175  720 290 200	1280 500 350  1440 580 400	ns
Blank Propagation Delay Time $t_{PLH} = (0.30 \text{ ns/pF}) C_L + 586 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.25 \text{ ns/pF}) C_L + 187.5 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.15 \text{ ns/pF}) C_L + 142.5 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (0.85 \text{ ns/pF}) C_L + 442.5 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (0.45 \text{ ns/pF}) C_L + 177.5 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (0.35 \text{ ns/pF}) C_L + 142.5 \text{ ns}$	$t_{PLH}$    $t_{PHL}$	5.0 10 15  5.0 10 15	— — — — — —	600 200 150  485 200 160	750 300 220  970 400 320	ns
Lamp Test Propagation Delay Time $t_{PLH} = (0.45 \text{ ns/pF}) C_L + 290.5 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.25 \text{ ns/pF}) C_L + 112.5 \text{ ns}$ $t_{PLH} = (0.20 \text{ ns/pF}) C_L + 80 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (1.3 \text{ ns/pF}) C_L + 248 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (0.45 \text{ ns/pF}) C_L + 102.5 \text{ ns}$ $t_{PHL} = (0.35 \text{ ns/pF}) C_L + 72.5 \text{ ns}$	$t_{PLH}$    $t_{PHL}$	5.0 10 15  5.0 10 15	— — — — — —	313 125 90  313 125 90	625 250 180  625 250 180	ns
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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MC14511B

FIGURE 1 – DYNAMIC POWER DISSIPATION SIGNAL WAVEFORMS

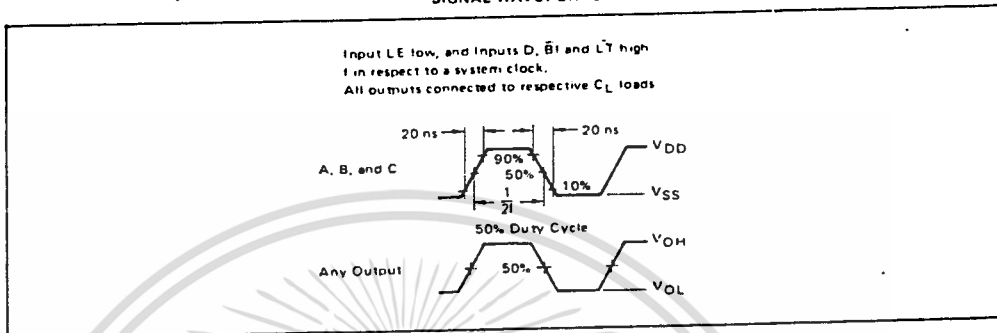
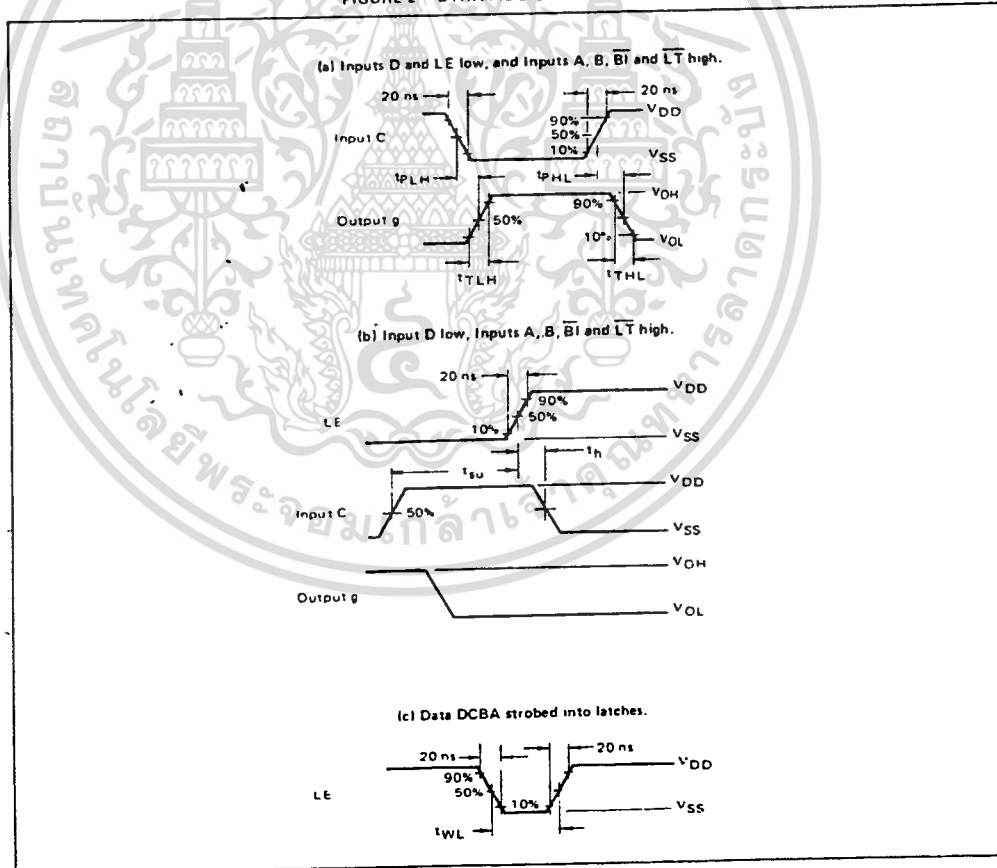


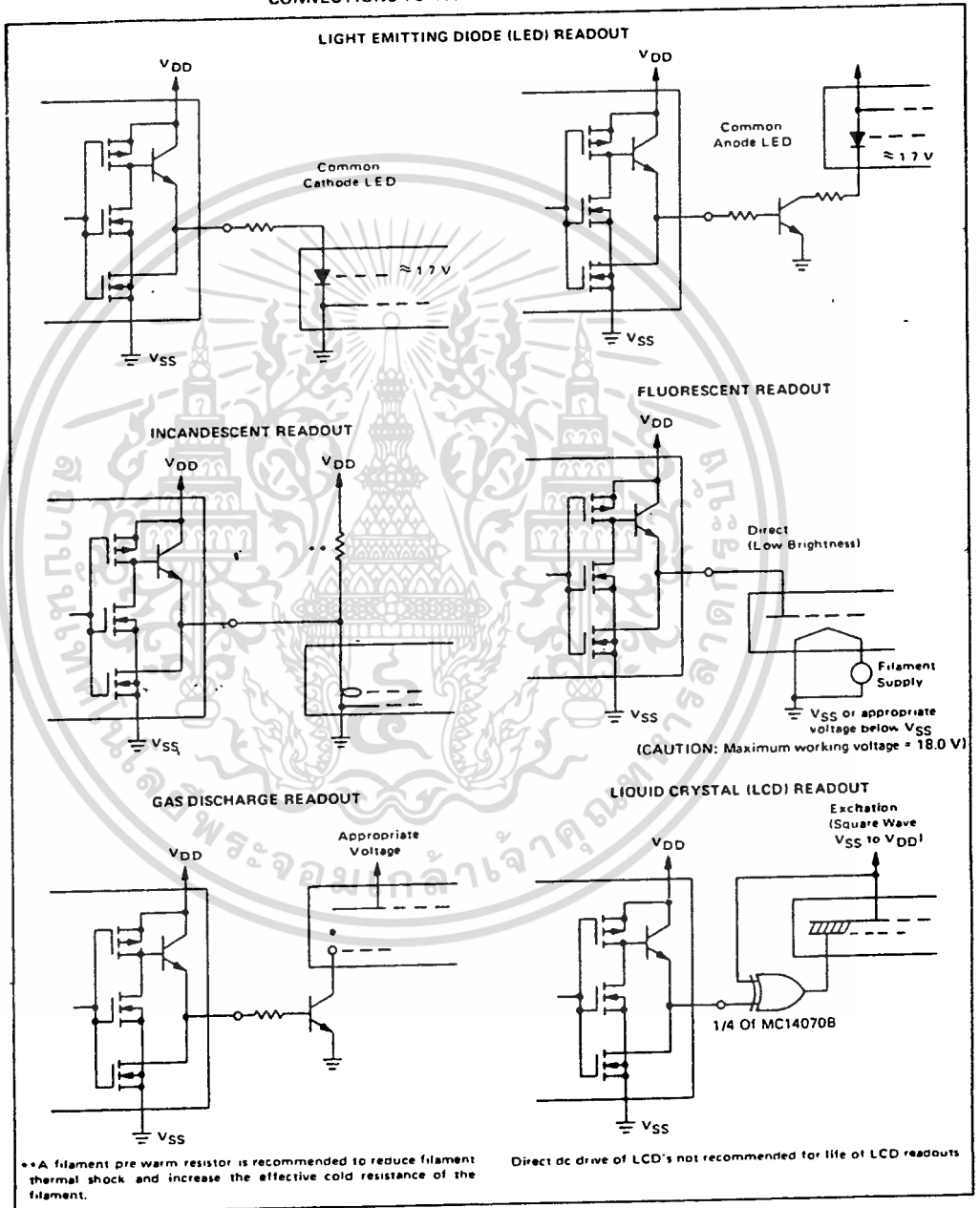
FIGURE 2 – DYNAMIC SIGNAL WAVEFORMS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MC14511B

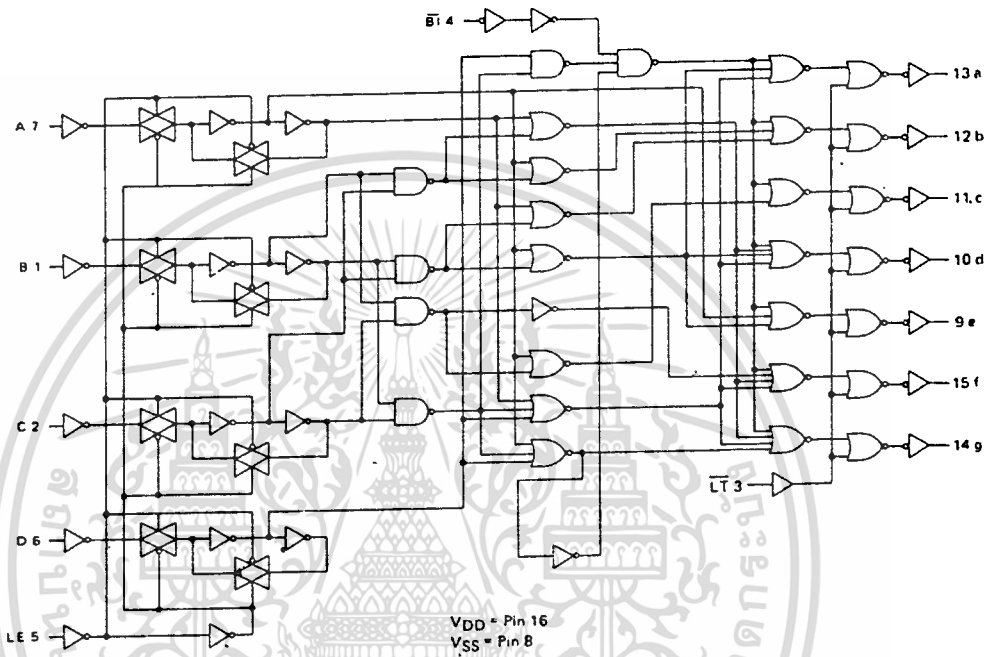
## CONNECTIONS TO VARIOUS DISPLAY READOUTS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MC14511B

## LOGIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MOTOROLA

MC14538B

DUAL PRECISION RETRIGGERABLE/RESETTABLE MONOSTABLE MULTIVIBRATOR

The MC14538B is a dual, retriggerable, resettable monostable multivibrator. It may be triggered from either edge of an input pulse, and produces an accurate output pulse over a wide range of widths, the duration and accuracy of which are determined by the external timing components, Cx and Rx.

- Unlimited Rise and Fall Time Allowed on the A Trigger Input
• Pulse Width Range = 10 μs to 10 s
• Latched Trigger Inputs
• Separate Latched Reset Inputs
• 3.0 Vdc to 18 Vdc Operational Limits
• Triggerable from Positive (A Input) or Negative-Going Edge (B-Input)
• Capable of Driving Two Low-power TTL Loads or One Low-power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range
• Pin-for-pin Compatible with MC14528B and CD4528B (CD4098)
• Use the MC54/74HC4538A for Pulse Widths Less Than 10 μs with Supplies Up to 6 V.



L SUFFIX CERAMIC CASE 620



P SUFFIX PLASTIC CASE 648



DW SUFFIX SOIC CASE 751G

ORDERING INFORMATION

- MC14XXXBCP Plastic
MC14XXXBCL Ceramic
MC14XXXBDW SOIC

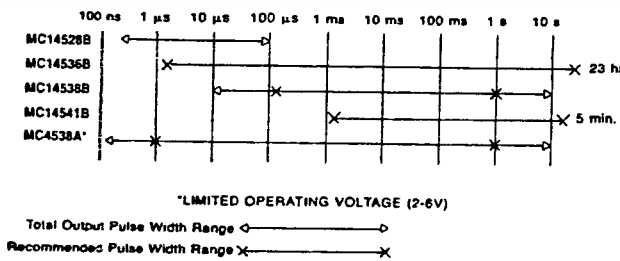
TA = -55° to 125°C for all packages.

MAXIMUM RATINGS\* (Voltages Referenced to VSS)

Table with 4 columns: Symbol, Parameter, Value, Unit. Rows include VDD, Vin, Vout, Iin, Iout, PD, Tstg, TL.

\*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

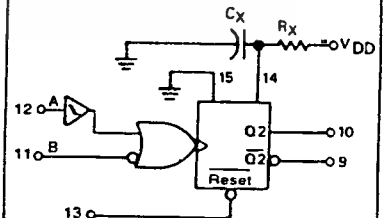
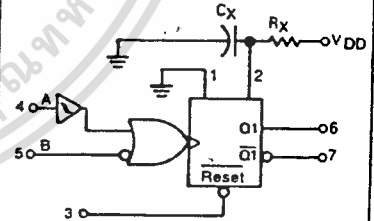
ONE-SHOT SELECTION GUIDE



\*LIMITED OPERATING VOLTAGE (2-6V)

Total Output Pulse Width Range
Recommended Pulse Width Range

BLOCK DIAGRAM



Rx and Cx are external components.
VDD = Pin 16
VSS = Pin 8, Pin 1, Pin 15

\*Consult factory for possible "D" suffix SOIC Case 751B.

# MC14538B

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	4.95	—	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 <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) "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	—	Vdc
			10	7.0	—	7.0	5.50	—	7.0	—	
			15	11	—	11	8.25	—	11	—	
Output Drive Current (V <sub>OH</sub> = 2.5 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 4.6 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 9.5 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 13.5 Vdc) Source	I <sub>OH</sub>	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 <sub>OL</sub>	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, Pin 2 or 14	I <sub>in</sub>	15	—	= 0.05	—	= 0.00001	= 0.05	—	= 0.5	μAdc	
Input Current, Other Inputs	I <sub>in</sub>	15	—	= 0.1	—	= 0.00001	= 0.1	—	= 1.0	μAdc	
Input Capacitance, Pin 2 or 14	C <sub>in</sub>	—	—	—	—	25	—	—	—	pF	
Input Capacitance, Other Inputs (V <sub>in</sub> = 0)	C <sub>in</sub>	—	—	—	—	5.0	7.5	—	—	pF	
Quiescent Current (Per Package) Q = Low, Q̄ = High	I <sub>DD</sub>	5.0	—	5.0	—	0.005	5.0	—	150	μAdc	
		10	—	10	—	0.010	10	—	300		
		15	—	20	—	0.015	20	—	600		
Quiescent Current, Active State (Both) (Per Package) Q = High, Q̄ = Low	I <sub>DD</sub>	5.0	—	2.0	—	0.04	0.20	—	2.0	mAdc	
		10	—	2.0	—	0.08	0.45	—	2.0		
		15	—	2.0	—	0.13	0.70	—	2.0		
**Total Supply Current at an external load capacitance (C <sub>L</sub> ) and at external timing network (R <sub>X</sub> , C <sub>X</sub> )	I <sub>T</sub>	5.0 10	$I_T = (3.5 \times 10^{-2}) R_X C_X f + 4 C_X f + 1 \times 10^{-5} C_L f$ $I_T = (8.0 \times 10^{-2}) R_X C_X f + 9 C_X f + 2 \times 10^{-5} C_L f$ $I_T = (1.25 \times 10^{-1}) R_X C_X f + 12 C_X f + 3 \times 10^{-5} C_L f$ where: I <sub>T</sub> in μA (one monostable switching only), C <sub>X</sub> in μF, C <sub>L</sub> in pF, R <sub>X</sub> in k ohms, and f in Hz is the input frequency.								

# 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.

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.

ภาพรวม  
 ลักษณะการทำงานของวงจร

# MC14538B

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

Characteristic	Symbol	$V_{DD}$ Vdc	All Types			Unit
			Min	Typ #	Max	
Output Rise Time $t_{TLH} = (1.35 \text{ ns/pF}) C_L + 33 \text{ ns}$ $t_{TLH} = (0.60 \text{ ns/pF}) C_L + 20 \text{ ns}$ $t_{TLH} = (0.40 \text{ ns/pF}) C_L + 20 \text{ ns}$	$t_{TLH}$	5.0 10 15	-- -- --	100 50 40	200 100 80	ns
Output Fall Time $t_{THL} = (1.35 \text{ ns/pF}) C_L + 33 \text{ ns}$ $t_{THL} = (0.60 \text{ ns/pF}) C_L + 20 \text{ ns}$ $t_{THL} = (0.40 \text{ ns/pF}) C_L + 20 \text{ ns}$	$t_{THL}$	5.0 10 15	-- -- --	100 50 40	200 100 80	ns
Propagation Delay Time A or B to Q or $\bar{Q}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.90 \text{ ns/pF}) C_L + 255 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.36 \text{ ns/pF}) C_L + 132 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.26 \text{ ns/pF}) C_L + 87 \text{ ns}$ Reset to Q or $\bar{Q}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.90 \text{ ns/pF}) C_L + 205 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.36 \text{ ns/pF}) C_L + 107 \text{ ns}$ $t_{PLH}, t_{PHL} = (0.26 \text{ ns/pF}) C_L + 82 \text{ ns}$	$t_{PLH}, t_{PHL}$	5.0 10 15  5.0 10 15	-- -- --  -- -- --	300 150 100  250 125 95	600 300 270  500 250 190	ns
Input Rise and Fall Times Reset B Input A Input	$t_r, t_f$	5 10 15  5 10 15  5 10 15	-- -- --  -- -- --  No Limit	-- -- --  300 1.2 0.4	15 5 4  1.0 0.1 0.05	$\mu\text{s}$ ms --
Input Pulse Width A, B, or Reset	$t_{WH}, t_{WL}$	5.0 10 15	170 90 80	85 45 40	-- -- --	ns
Retrigger Time	$t_{rr}$	5.0 10 15	0 0 0	-- -- --	-- -- --	ns
Output Pulse Width -- Q or $\bar{Q}$ Refer to Figures 8 and 9 $C_X = 0.002 \mu\text{F}, R_X = 100 \text{ k}\Omega$  $C_X = 0.1 \mu\text{F}, R_X = 100 \text{ k}\Omega$  $C_X = 10 \mu\text{F}, R_X = 100 \text{ k}\Omega$	T	5.0 10 15  5.0 10 15  5.0 10 15	198 200 202  9.3 9.4 9.5  0.91 0.92 0.93	210 212 214  9.86 9.8 10.14  0.965 0.98 0.99	230 232 234  10.5 10.6 10.7  1.03 1.04 1.06	$\mu\text{s}$ ms s
Pulse Width Match between circuits in the same package. $C_X = 0.1 \mu\text{F}, R_X = 100 \text{ k}\Omega$	$100(T_1 - T_2) / T_1$	5.0 10 15	-- -- --	$\approx 1.0$ $\approx 1.0$ $\approx 1.0$	$\approx 5.0$ $\approx 5.0$ $\approx 5.0$	%

\*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.

## OPERATING CONDITIONS

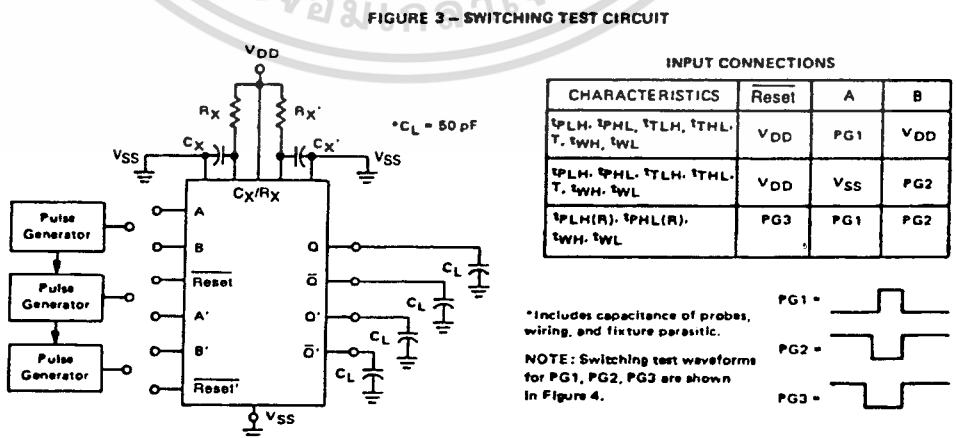
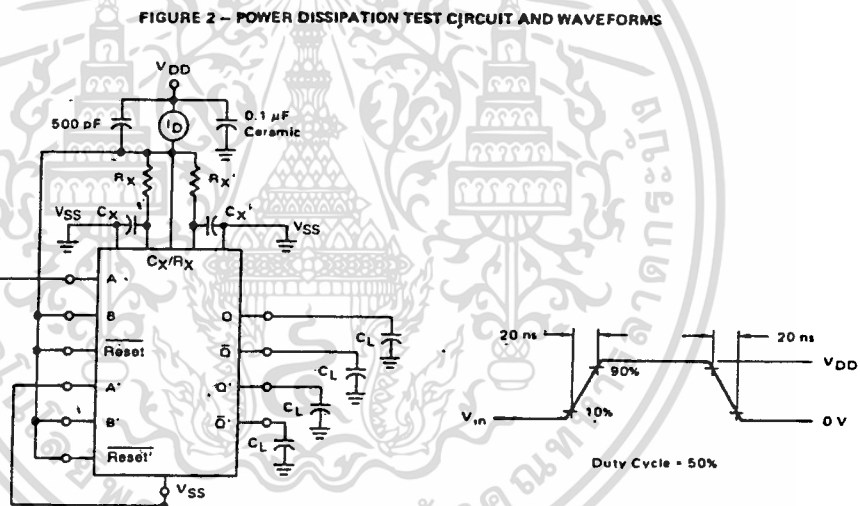
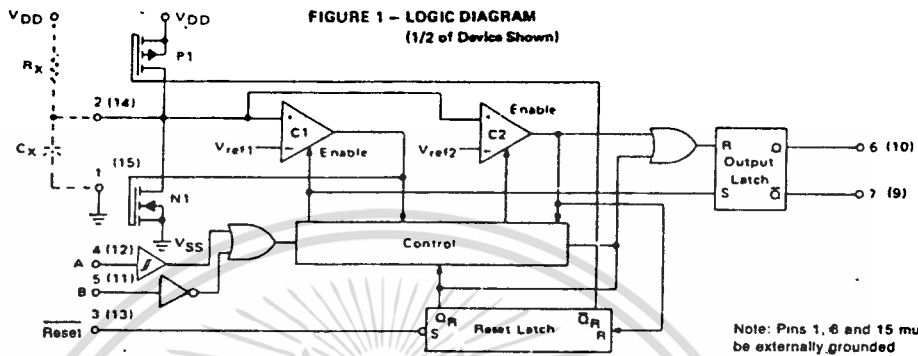
External Timing Resistance	$R_X$	--	5.0	--	--	k $\Omega$
External Timing Capacitance	$C_X$	--	0	--	No Limit†	$\mu\text{F}$

\* The maximum usable resistance  $R_X$  is a function of the leakage of the capacitor  $C_X$ , leakage of the MC14538B, and leakage due to board layout and surface resistance. Susceptibility to externally induced noise signals may occur for  $R_X > 1 \text{ M}\Omega$ .

† If  $C_X > 15 \mu\text{F}$ , use discharge protection diode per Fig. 11.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MC14538B



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MC14538B

FIGURE 4 - SWITCHING TEST WAVEFORMS

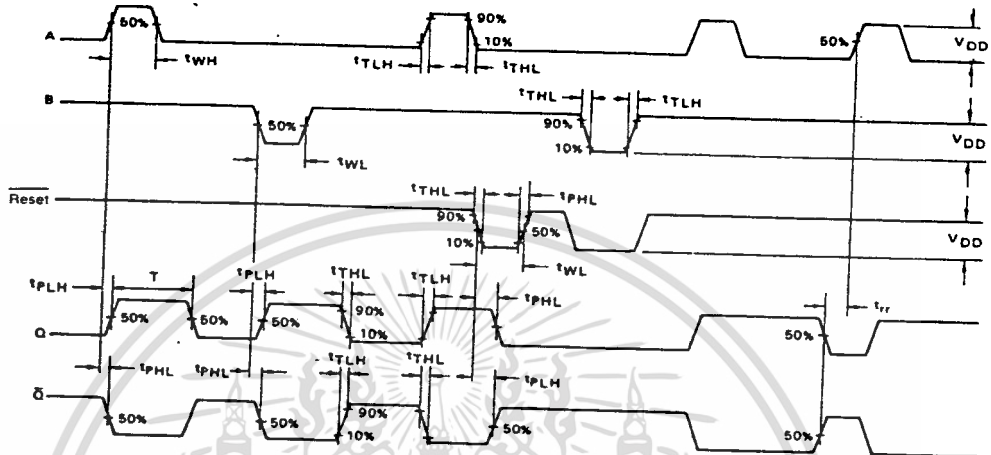


FIGURE 5 - TYPICAL NORMALIZED DISTRIBUTION OF UNITS FOR OUTPUT PULSE WIDTH

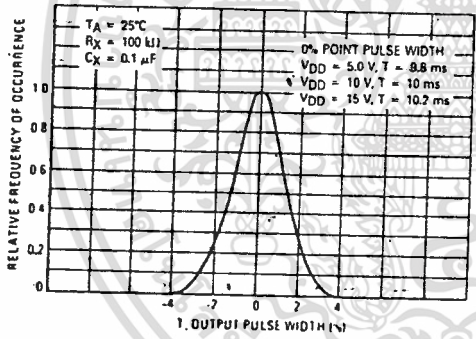


FIGURE 6 - TYPICAL PULSE WIDTH VARIATION AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE VDD

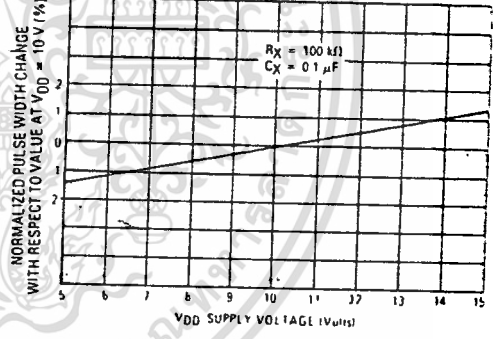
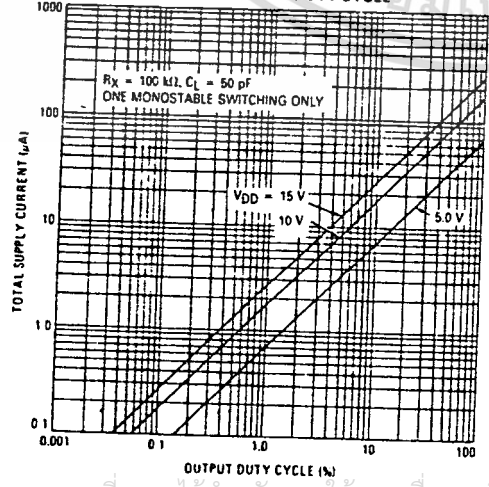


FIGURE 7 - TYPICAL TOTAL SUPPLY CURRENT versus OUTPUT DUTY CYCLE



FUNCTION TABLE

Reset	Inputs		Outputs	
	A	B	Q	Q̄
H		H		
H	L			
H		L	Not Triggered	Not Triggered
H	H		Not Triggered	Not Triggered
H	L, H,	H	Not Triggered	Not Triggered
H	L	L, H,	Not Triggered	Not Triggered
	X	X	L	H
	X	X	Not Triggered	Not Triggered

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MC14538B

FIGURE 8 - TYPICAL ERROR OF PULSE WIDTH EQUATION versus TEMPERATURE

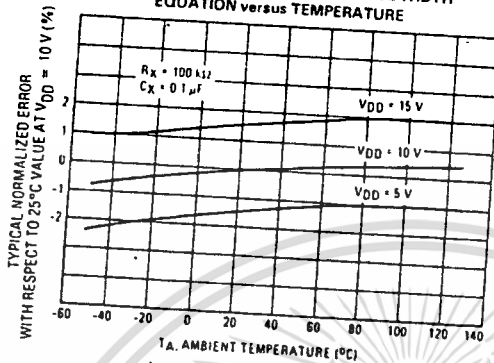
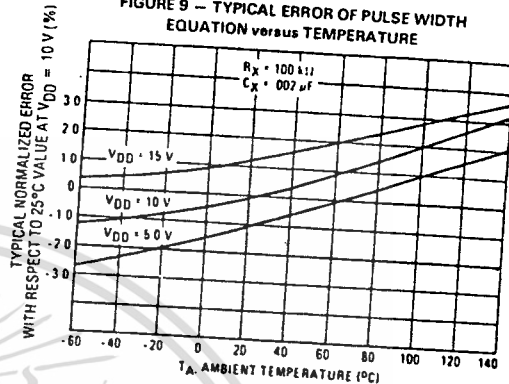
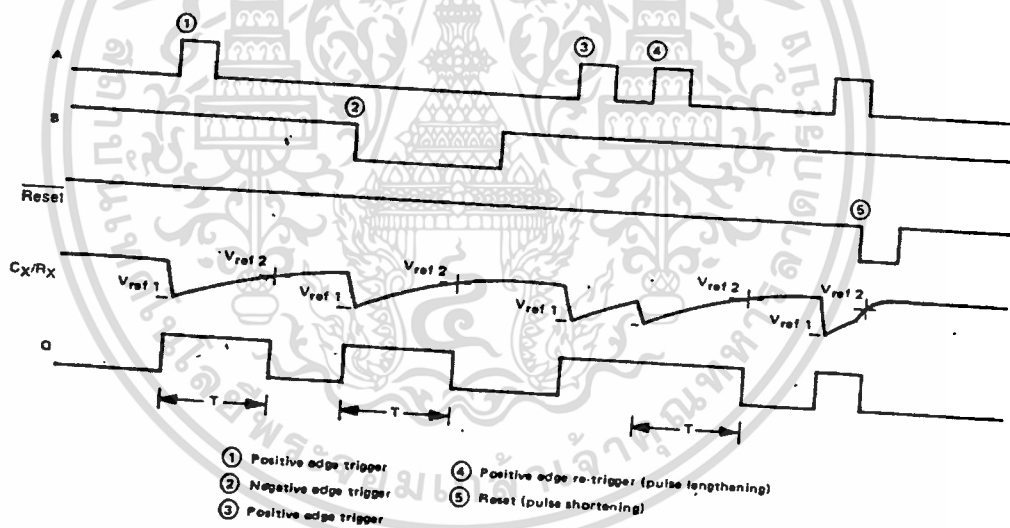


FIGURE 9 - TYPICAL ERROR OF PULSE WIDTH EQUATION versus TEMPERATURE



## THEORY OF OPERATION

FIGURE 10 - Timing Operation



## TRIGGER OPERATION

The block diagram of the MC14538B is shown in Figure 1, with circuit operation following. As shown in Figure 1 and 10, before an input trigger occurs, the monostable is in the quiescent state with the Q output low, and the timing capacitor  $C_X$  completely charged to  $V_{DD}$ . When the trigger input A goes from VSS to  $V_{DD}$  (while inputs B and Reset are held to  $V_{DD}$ ) a valid trigger is recognized, which turns on comparator C1 and N-channel transistor N1 (1). At the same time the output latch is set. With transistor N1 on, the capacitor  $C_X$  rapidly discharges toward VSS until  $V_{ref1}$  is reached. At this point the output of comparator C1 changes state and transistor N1 turns off. Comparator C1 then turns off while at the same time comparator C2 turns on. With transistor N1 off, the capacitor  $C_X$  begins

to charge through the timing resistor,  $R_X$ , toward  $V_{DD}$ . When the voltage across  $C_X$  equals  $V_{ref2}$ , comparator C2 changes state, causing the output latch to reset (Q goes low) while at the same time disabling comparator C2 (2). This ends at the timing cycle with the monostable in the quiescent state, waiting for the next trigger. In the quiescent state,  $C_X$  is fully charged to  $V_{DD}$  causing the current through resistor  $R_X$  to be zero. Both comparators are "off" with total device current due only to reverse junction leakages. An added feature of the MC14538B is that the output latch is set via the input trigger without regard to the capacitor voltage. Thus, propagation delay from trigger to Q is independent of the value of  $C_X$ ,  $R_X$ , or the duty cycle of the input waveform.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี  
6

# MC14538B

## RETRIGGER OPERATION

The MC14538B is retriggered if a valid trigger occurs ③ followed by another valid trigger ④ before the Q output has returned to the quiescent (zero) state. Any retrigger, after the timing node voltage at pin 2 or 14 has begun to rise from  $V_{ref1}$ , but has not yet reached  $V_{ref2}$ , will cause an increase in output pulse width T. When a valid retrigger is initiated ④, the voltage at  $C_X/R_X$  will again drop to  $V_{ref1}$  before progressing along the RC charging curve toward  $V_{DD}$ . The Q output will remain high until time T, after the last valid retrigger.

## RESET OPERATION

The MC14538B may be reset during the generation of the output pulse. In the reset mode of operation, an input pulse on Reset sets the reset latch and causes the capacitor to be fast charged to  $V_{DD}$  by turning on transistor P1 ⑤. When the voltage on the capacitor reaches  $V_{ref2}$ , the reset latch will clear, and will then be ready to accept another pulse. If the Reset input is held low, any trigger inputs that occur will be inhibited and the Q and  $\bar{Q}$  outputs of the output latch will not change. Since the Q output is reset when an input low level is

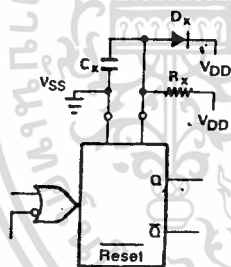
detected on the Reset input, the output pulse T can be made significantly shorter than the minimum pulse width specification.

## POWER-DOWN CONSIDERATIONS

Large capacitance values can cause problems due to the large amount of energy stored. When a system containing the MC14538B is powered down, the capacitor voltage may discharge from  $V_{DD}$  through the standard protection diodes at pin 2 or 14. Current through the protection diodes should be limited to 10 mA and therefore the discharge time of the  $V_{DD}$  supply must not be faster than  $(V_{DD}) \cdot (C_X)/(10 \text{ mA})$ . For example, if  $V_{DD} = 10 \text{ V}$  and  $C_X = 10 \mu\text{F}$ , the  $V_{DD}$  supply should discharge no faster than  $(10 \text{ V}) \times (10 \mu\text{F})/(10 \text{ mA}) = 10 \text{ ms}$ . This is normally not a problem since power supplies are heavily filtered and cannot discharge at this rate.

When a more rapid decrease of  $V_{DD}$  to zero volts occurs, the MC14538B can sustain damage. To avoid this possibility use an external clamping diode,  $D_X$ , connected as shown in Fig. 11.

FIGURE 11 — USE OF A DIODE TO LIMIT POWER DOWN CURRENT SURGE



## PIN ASSIGNMENT

1	VSS	16	VDD
2	$C_X/R_XA$	15	VSS
3	Reset A	14	$C_X/R_XB$
4	AA	13	Reset B
5	$\bar{A}$	12	A
6	$\bar{O}_A$	11	$\bar{O}_B$
7	$\bar{O}_A$	10	$\bar{O}_B$
8	VSS	9	$\bar{O}_B$

# MC14538B

## TYPICAL APPLICATIONS

FIGURE 12 — RETRIGGERABLE MONOSTABLES CIRCUITRY

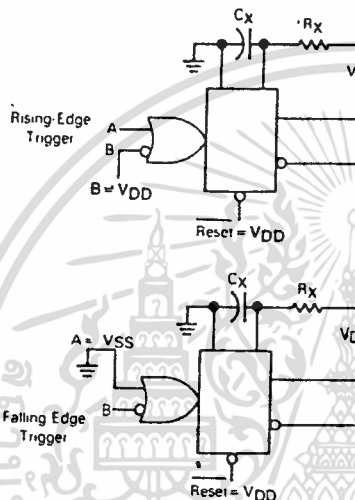


FIGURE 13 — NON-RETRIGGERABLE MONOSTABLES CIRCUITRY

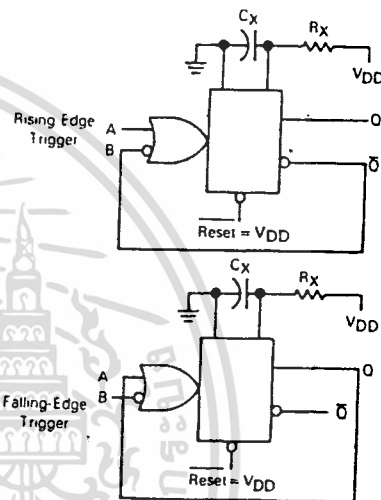
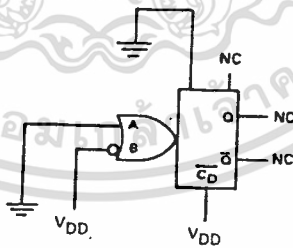


FIGURE 14 — CONNECTION OF UNUSED SECTIONS



ภาหวิชัย  
วิศวกรรมโทรคมนาคม

6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MOTOROLA

# MC14553B

## 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



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.

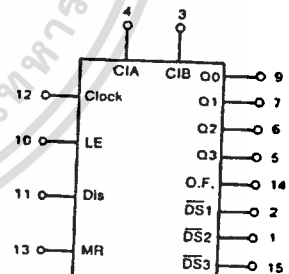
### MAXIMUM RATINGS\* (Voltages Referenced to V<sub>SS</sub>)

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

### BLOCK DIAGRAM



### TRUTH TABLE

MASTER RESET	INPUTS			OUTPUTS
	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

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.

ภาควิชา  
วิศวกรรมโทรคมนาคม

6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไป

# MC14553B

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>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>	V <sub>OH</sub>	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 <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>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		
	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)	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 Current (V <sub>OH</sub> = 4.6 Vdc) Source — Pin 3 (V <sub>OH</sub> = 9.5 Vdc) (V <sub>OH</sub> = 13.5 Vdc)	I <sub>OH</sub>	5.0	-0.25	—	-0.2	-0.36	—	0.14	—	mAdc	
		10	-0.62	—	-0.5	-0.9	—	0.35	—		
		15	-1.8	—	-1.5	-3.5	—	1.1	—		
	(V <sub>OH</sub> = 4.6 Vdc) Source — Other (V <sub>OH</sub> = 9.5 Vdc) Outputs (V <sub>OH</sub> = 13.5 Vdc)	I <sub>OH</sub>	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	—	
(V <sub>OL</sub> = 0.4 Vdc) Sink — Pin 3 (V <sub>OL</sub> = 0.5 Vdc) (V <sub>OL</sub> = 1.5 Vdc)	I <sub>OL</sub>	5.0	0.5	—	0.4	0.88	—	0.28	—	mAdc	
		10	1.1	—	0.9	2.25	—	0.65	—		
		15	1.8	—	1.5	6.8	—	1.20	—		
	(V <sub>OL</sub> = 0.4 Vdc) Sink — Other (V <sub>OL</sub> = 0.5 Vdc) Outputs (V <sub>OL</sub> = 1.5 Vdc)	I <sub>OL</sub>	5.0	3.0	—	2.5	4.0	—	1.6	—	mAdc
			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	μAdc	
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	μAdc	
		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>								μAdc
		10	I <sub>T</sub> = (0.85 μA/kHz) f + I <sub>DD</sub>								
		15	I <sub>T</sub> = (1.50 μA/kHz) f + I <sub>DD</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:

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

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.

# MC14553B

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

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

\*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.

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไป

# MC14553B

FIGURE 1 — 3-DIGIT COUNTER TIMING DIAGRAM (Reference Figure 3)

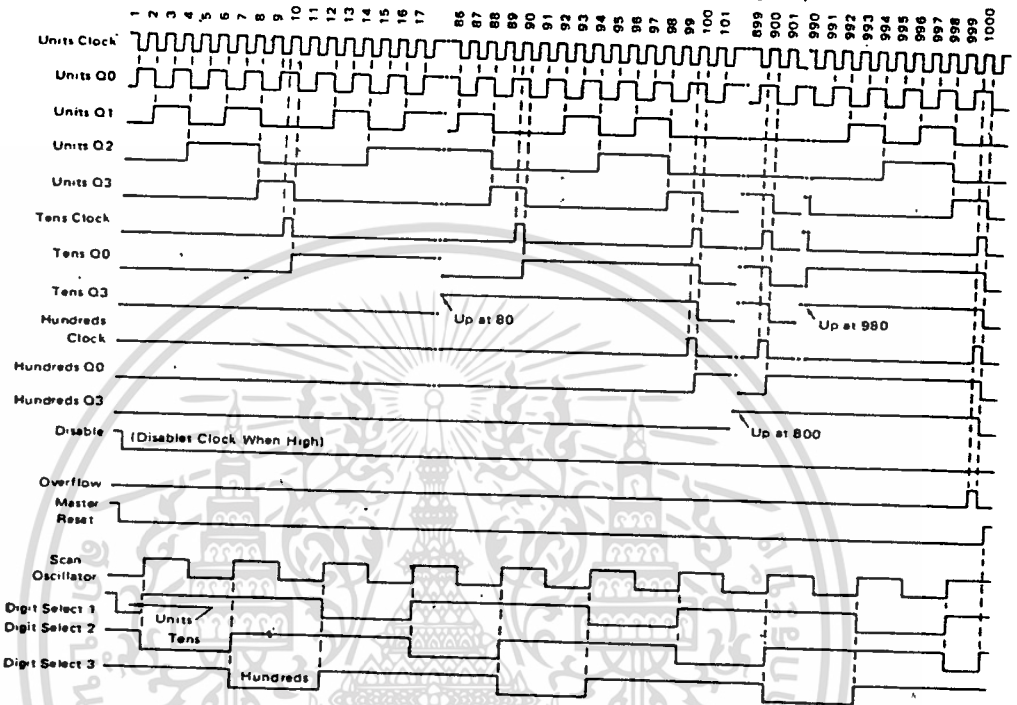
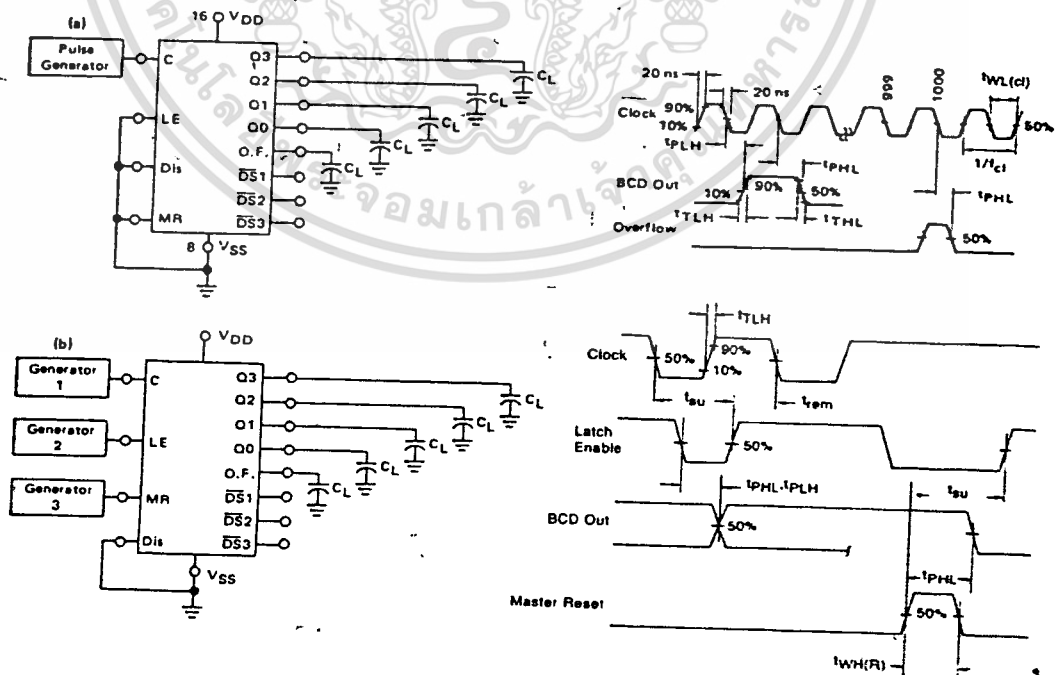


FIGURE 2 — SWITCHING TIME TEST CIRCUITS AND WAVEFORMS



6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 6-415 ของถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# MC14553B

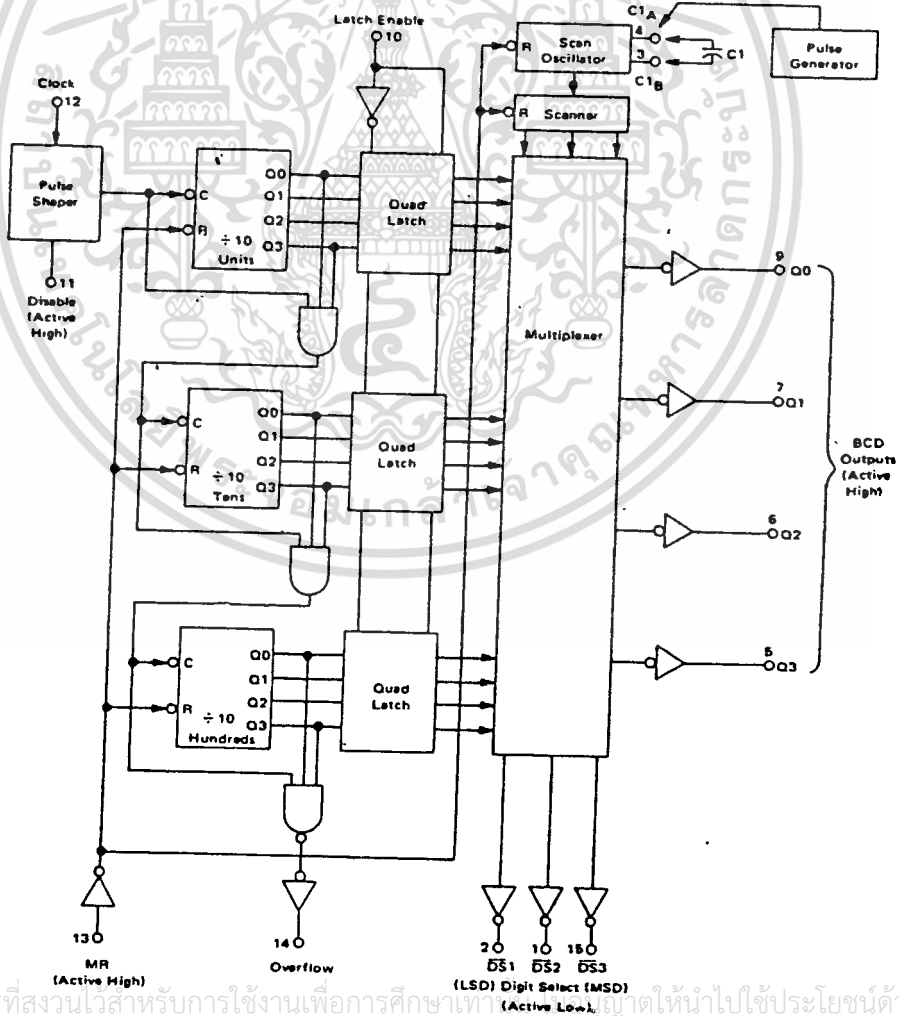
## OPERATING CHARACTERISTICS

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



ภาควิชา  
วิศวกรรมโทรคมนาคม

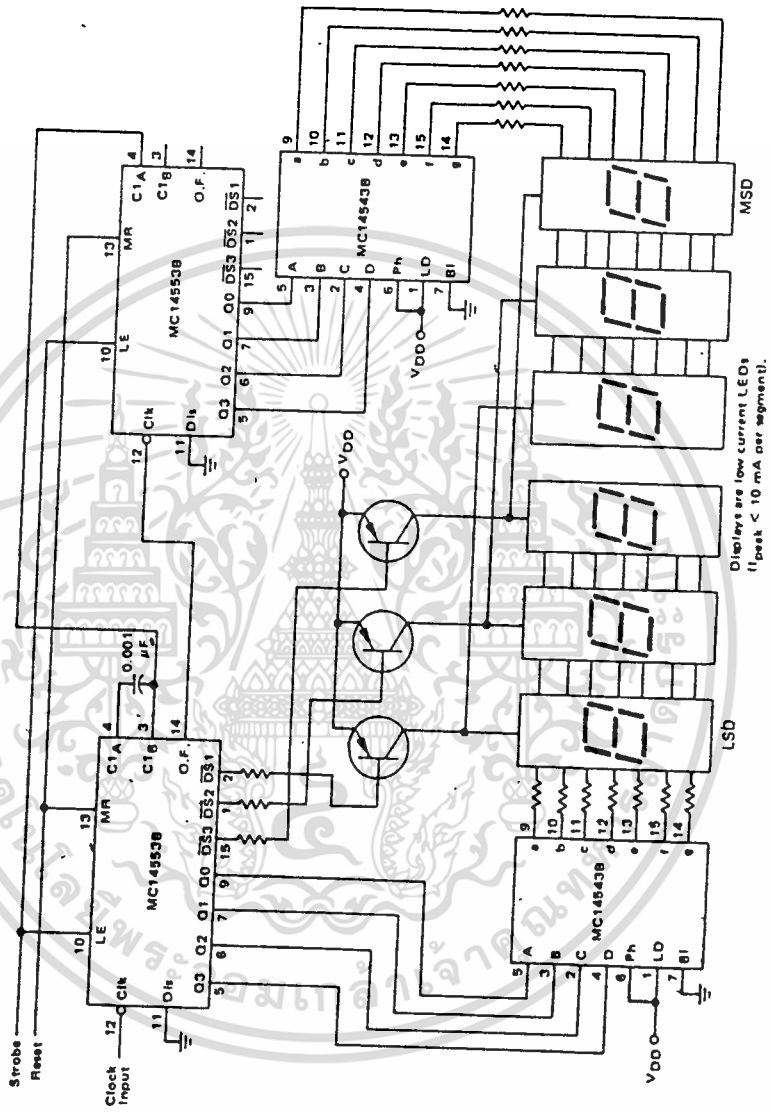
6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14553B

FIGURE 4 — SIX-DIGIT DISPLAY



Displays are low current LEDs  
(I<sub>peak</sub> < 10 mA per segment).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและแจ้งอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้