



เครื่องตรวจสอบ ไอซีทีแอล

IC TTL TESTER



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2534

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสาร 009623 นำไปใช้

P.335

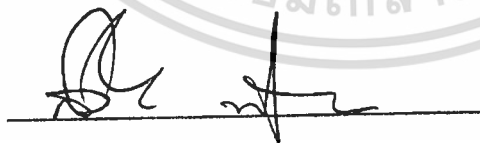
ปริญญาโททางการศึกษา 2534

เรื่อง เครื่องตรวจสอบไอซีทีทีแอล

(IC TTL TESTER)

โดย

- 
1. นายชาญยุทธ เสือจ้อย 83.161205
2. นายมงคล พุติตระกูล 83.161211



อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ลิงห์ทอง นันทเศรษฐานนท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เครื่องตรวจสอบไอซีทีทีแอล

ชาลยุทธ เสือจ้อย

นพดล ฟูติตระกูล

อ.สิงห์ทอง พัฒนเศรษฐานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา

### บทคัดย่อ

ปริญญาโทฉบับนี้ ได้กล่าวถึง การการตรวจสอบ IC TTL โดยใช้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์เข้าช่วยในการตรวจสอบ ซึ่งจะเป็นการตรวจสอบแบบนอกวงจร โดยใช้ซิงเกิลบอร์ด ไมโครคอมพิวเตอร์ ของบริษัท อีทีที เป็นตัวหลักในการตรวจสอบ

ในบทที่ 1 และ 2 จะกล่าวถึง หลักการและอุปกรณ์พื้นฐาน ที่จะใช้ในการตรวจสอบ IC TTL ทุกประเภท บทที่ 3 จะเป็นการอธิบายถึงส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ช่วยในการตรวจ IC TTL ประเภท OPEN COLLECTOR ส่วนในบทที่ 4 จะเป็นการตรวจสอบ IC TTL ประเภทที่ต้องการสัญญาณ CLOCK เพื่อให้ IC ทำงานในบทที่ 5 จะอธิบายถึงวิธีการตรวจสอบ IC Monostable Multivibrator ทั้งทางด้าน ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ และ ในบทสุดท้าย จะเป็นการสรุป คุณสมบัติของเครื่องที่สร้าง การใช้งาน และสิ่งที่ควรพัฒนาต่อไป เพื่อให้เครื่องมีประสิทธิภาพดียิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## IC TTL TESTER

Chanyute Serjui

Noppadol Futitakul

Singthong Patanasethanon Advisor

### ABSTRACT

This thesis mentions about the test of IC TTL by using the system of microprocessor to help in testing which is out circuit. The single board microcomputer of ETT CO.,LTD company is also used as the main system to control all tests.

In chapter 1 and 2, it will be about the principle and fundamental devices of IC test in every type. Chapter 3 will be an explanation of the component of hardware and software that are used to test IC TTL which is open collector. Chapter 4 will be a test of IC that wants clock pulse. And in chapter 5, there will be an explanation of IC Monostable Multivibrator testing in hardware and also in software. Apart from this, the last chapter will be presented as a conclusion of the specification of the IC TTL tester and what should be continuing to be developed for the purpose of it's better efficiency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2534

ปริิษาณินท์

เรื่อง

เครื่องตรวจสอบไอซีทีทีแอล

(IC TTL TESTER)

โดย

นายชาญยุทธ

เลื้อจัย

นายพศล

พิติตระกูล

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ลิงห์ทอง

พัฒนเศรษฐานนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทที่ 1 หลักการและอุปกรณ์พื้นฐาน	1
บทที่ 2 การตรวจสอบ IC TTL LOGIC GATE	8
2.1 หลักการพื้นฐานของการตรวจ	8
2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจ	9
2.3 ส่วนของการจ่ายไฟและกราวด์	15
2.4 หลักการเขียนโปรแกรม	17
2.5 โครงสร้างข้อมูล	19
บทที่ 3 การตรวจสอบ IC TTL แบบ OPEN COLLECTOR	23
3.1 หลักการพื้นฐานของการตรวจ	23
3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจ	24
3.3 หลักการเขียนโปรแกรม	25
3.4 โครงสร้างข้อมูล	27
บทที่ 4 การตรวจสอบ IC TTL ที่ต้องการสัญญาณ CLOCK	29
4.1 หลักการพื้นฐานของการตรวจ	29
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจ	30
4.3 หลักการเขียนโปรแกรม	30
4.4 โครงสร้างข้อมูล	32
บทที่ 5 การตรวจสอบ IC TTL MONOSTABLE MULTIVIBRATOR	34
5.1 หลักการพื้นฐานของการตรวจ	34
5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจ	35
5.3 หลักการเขียนโปรแกรม	35
5.4 โครงสร้างข้อมูล	36
บทที่ 6 ตัวอย่างการใช้งานและขีดความสามารถของเครื่อง	37
6.1 สรุปและผลการทดลอง	37
6.2 การใช้งานเครื่องตรวจสอบ IC TTL	37

## บทที่ 1

### หลักการและอุปกรณ์พื้นฐานของการตรวจสอบ IC TTL

#### บทนำ

โครงการ เครื่องตรวจสอบฟังก์ชันการทำงานของ ไอซี TTL นี้เป็นการนำเอา ไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว (Single Board) ของบริษัท ETT มาประยุกต์ใช้งานโดยการ นำชุดตรวจสอบการทำงาน ที่ออกแบบขึ้นมาอินเตอร์เฟส (Interface) เข้ากับ ไมโครคอมพิวเตอร์แผ่นพิมพ์เดี่ยว (Single Board Microcomputer) และให้ไมโครคอมพิวเตอร์ แผ่นพิมพ์เดี่ยว เป็นตัวควบคุมการทำงานและประมวลผลทั้งหมด ซึ่งเครื่องตรวจสอบฟังก์ชันการทำงานของ ไอซี TTL นี้จะประกอบไปด้วย ส่วนสำคัญ 2 ส่วน คือ

1. ส่วนของฮาร์ดแวร์ (Hardware) เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ เป็นตัวป้อนสถานะทาง ด้านอินพุตและรับผลจากตัวไอซี TTL
2. ส่วนของซอฟต์แวร์ (Software) จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์ (Hardware) โดยเป็นตัวควบคุมให้ CPU ทำงานและประมวลผล ตามขั้นตอนการตรวจสอบ ไอซี TTL

#### 1.1 หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องตรวจสอบ IC TTL

หลักการพื้นฐาน ของการตรวจสอบ ไอซี TTL ก็คือ การป้อนสถานะทางอินพุต ให้กับไอซี ที่เราต้องการตรวจสอบ แล้วตรวจที่เอาต์พุตว่า การทำงานของไอซี นั้นเป็นไปตามฟังก์ชันที่ถูกต้องหรือไม่ ถ้าถูกก็แสดงว่าไอซี ตัวนั้น ยังทำงานได้อยู่ ถ้าไม่ตรงตามฟังก์ชันก็แสดงว่าไอซี ตัวนั้นเกิดการชำรุดเสียหายเกิดขึ้นแล้ว ซึ่งการที่จะป้อนสถานะทางอินพุต เพื่อตรวจสอบไอซี นั้นจะขึ้นอยู่กับประเภทของไอซี TTL ที่จะทำการตรวจสอบ ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1. ไอซี Logic Gate พื้นฐานทั่วไป

ซึ่งถ้าจะให้ ไอซี เหล่านี้ทำงาน ก็เพียงแต่ป้อนไฟ Vcc และกราวด์ (Ground) ให้ตัวไอซี เหล่านี้ทำงานได้ เมื่อต้องการจะตรวจสอบ ก็เพียงแต่ป้อนลอจิก ทางอินพุต เข้าไป ก็สามารถตรวจสอบ สภาวะทางเอาต์พุตได้ว่า เป็นไปตามฟังก์ชันของตัวไอซี นั้นหรือไม่ ไอซีเหล่านี้ ตัวอย่างเช่น ไอซี เบอร์ 7400, 7402 เป็นต้น

### 2. ไอซี Logic Gate ประเภท Open-collector

การที่ ไอซี TTL ประเภทนี้ จะสามารถปรากฏเอาต์พุตให้ได้นั้น นอกจากการ ป้อนไฟ Vcc และกราวด์ (Ground) แล้ว ที่เอาต์พุตของไอซีแต่ละตัว ยังต้องต่อไฟ Vcc ผ่านความต้านทาน ไปยังเอาต์พุตอีกด้วย ตัวนี้จึงจะสามารถทำงานให้ได้ ดังนั้น การที่จะตรวจสอบ ฟังก์ชันการทำงานของไอซี ประเภทนี้ได้ต้องต่อไฟ Vcc ผ่าน ความต้านทานไปยัง เอาต์พุต ก่อนทุกครั้งด้วย ไอซี ประเภทนี้ถ้าเปิดดูใน DATA BOOK แล้วจะมีเขียนกำกับไว้ทุกตัวว่าเป็น ไอซี ประเภท Open-collector ตัวอย่าง เช่น ไอซี เบอร์ 7416, 7417 เป็นต้น

### 3. ไอซี Logic Gate ประเภทที่ต้องการ CLOCK

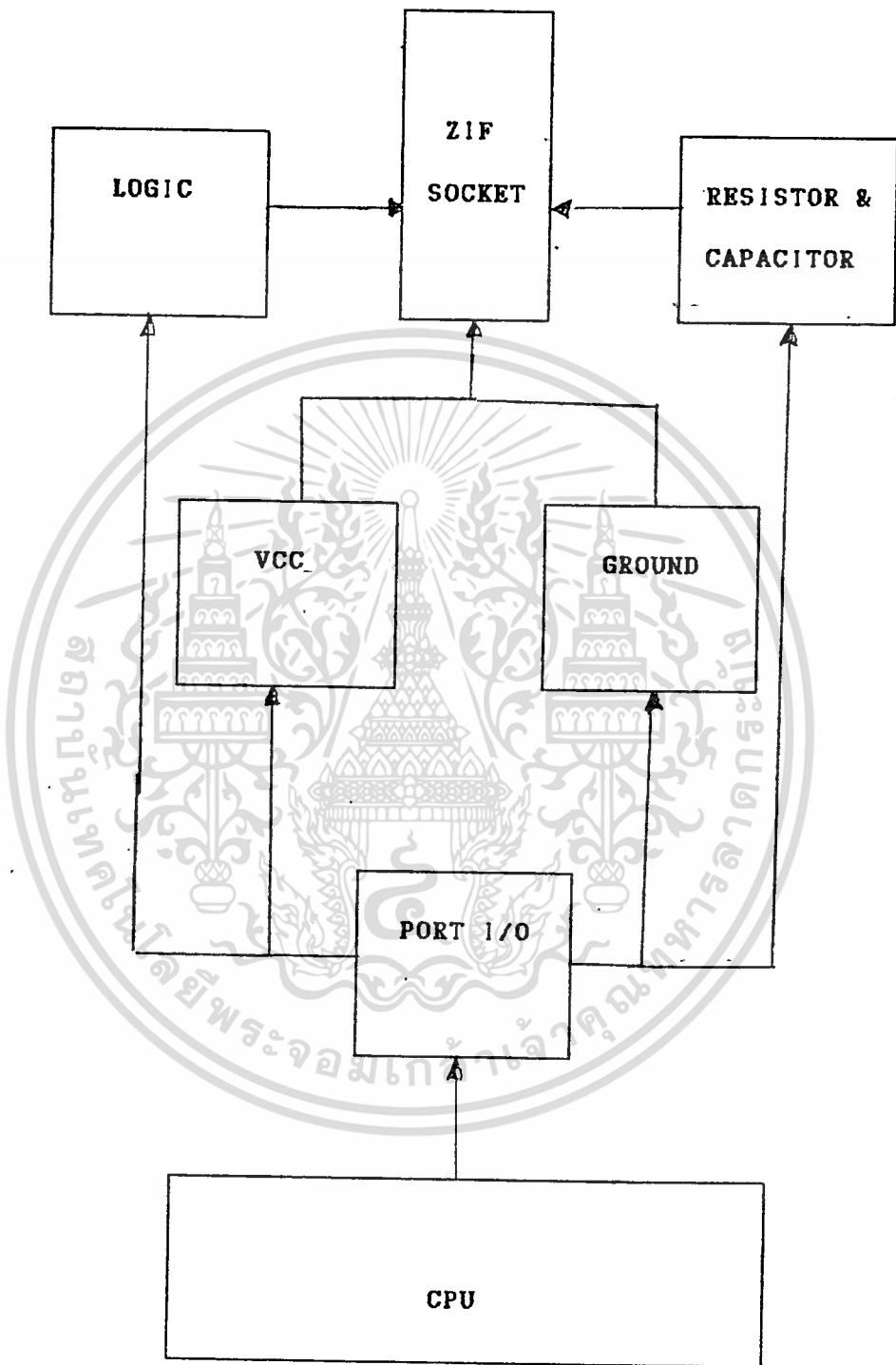
ไอซี TTL ประเภทนี้เมื่อจะให้ทำงาน นอกจากจะต้องป้อนไฟ Vcc และกราวด์ (Ground) แล้ว ยังมีอินพุต ที่ต้องการ Clock อีกด้วย เมื่อจะให้ไอซี ทำงาน จะต้อง ป้อน Clock ควบคู่ไปกับการป้อนลอจิกทางอินพุต ซึ่งไอซี ประเภทนี้ ได้แก่ ไอซี FLIP-FLOP , ไอซี SHIFT REGISTER

### 4. ไอซี Monostable Multivibrator

ไอซี Monostable Multivibrator นี้เป็นไอซี TTL อีกแบบหนึ่งซึ่งจะให้ เอาต์พุตเป็นพัลส์ (Pulse) หรือลอจิกก็ได้ การที่จะให้ไอซี เหล่านี้ทำงานได้ ต้องต่อทั้ง ความต้านทานและตัวเก็บประจุ ให้กับตัวไอซี และยังคงป้อน Pulse หรือ Clock เข้าไปทริกให้ ไอซีประเภทนี้ทำงานด้วย ไอซี ประเภทนี้ได้แก่ เบอร์ 74121, 74122 และ 74123

ดังนั้นจะเห็นว่า การที่จะตรวจสอบไอซี แต่ละประเภท ให้ได้ครบนั้น จะต้อง มีเงื่อนไขที่จะให้ไอซี เหล่านี้ทำงาน ซึ่งแต่ละแบบก็มีเงื่อนไขต่างๆ กันและให้เอาต์พุต เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

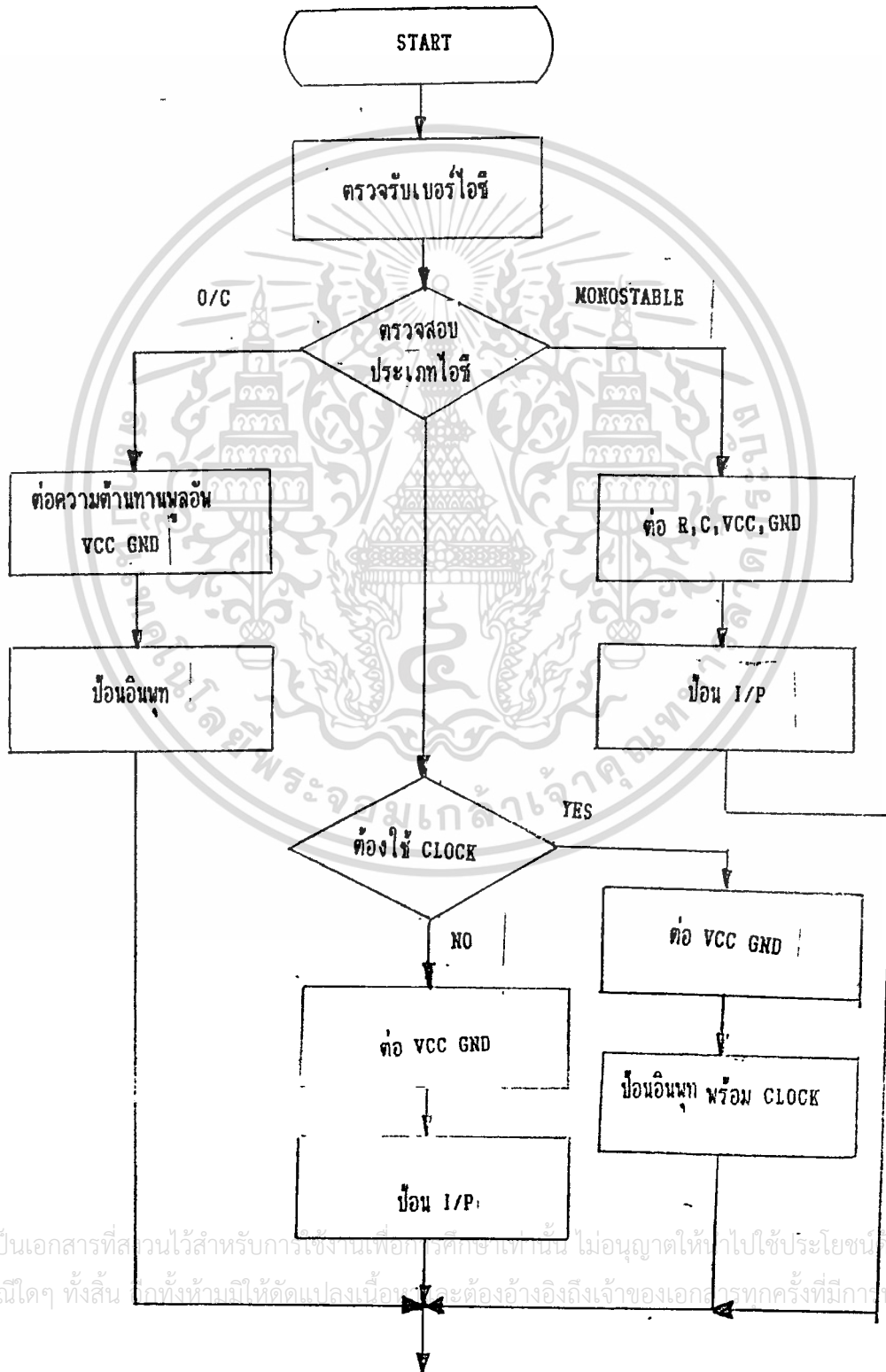
ต่างๆ กันอีกด้วย สามารถเขียนเป็นโครงร่างของ เครื่องตรวจสอบไอซี ได้ดังรูปที่ 1



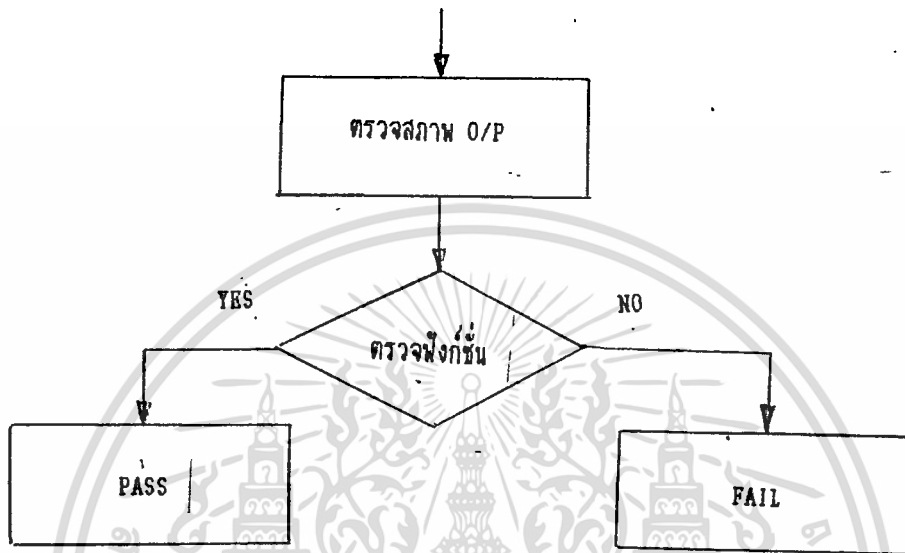
รูปที่ 1 โครงร่างของเครื่องตรวจสอบไอซี TTL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำงานก็จะมิ ซอฟต์แวร์ เป็นตัวควบคุมระบบอีกครั้ง ซึ่งซอฟต์แวร์นี้จะไปตรวจสอบข้อมูลที่เก็บไว้ว่า ไอซีที่ต้องการให้การตรวจสอบนั้นเป็น ไอซี ประเภทใด เมื่อตรวจสอบแล้ว ก็จะทำการติดตั้งหรือใส่อุปกรณ์ต่างๆ เข้าไปให้กับตัวไอซี ที่ต้องการตรวจสอบ จากนั้น จึงจะตรวจสอบตามฟังก์ชันต่อไป ซึ่งสามารถเขียนเป็นโฟลว์ชาร์ท (Flowchart) ได้ดังรูปที่ 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สแกนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



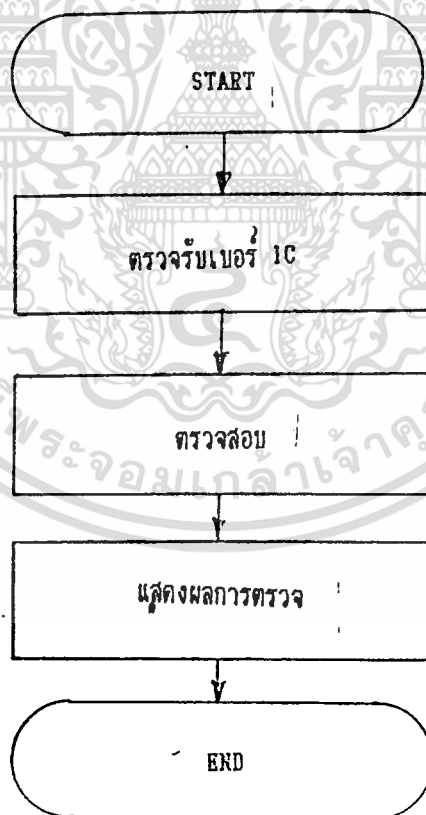
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 การออกแบบโปรแกรมเบื้องต้น

หัวใจสำคัญของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งหลาย ก็คือ ซอฟต์แวร์ ซึ่งจะเป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ รอบข้างของ CPU ให้ทำงานได้ตามที่ต้องการ ในโครงงานนี้ ก็เช่นกัน จากไฟล์ชาร์ทที่แสดงการทำงานของโปรแกรมทั้งหมดในรูปที่ 2 นั้นถ้าจะแบ่งแล้ว ก็จะสามารถแบ่งซอฟต์แวร์ของระบบ ทั้งหมดได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ ด้วยกัน คือ

1. โปรแกรมการตรวจจับเบอร์ไอซี ที่ต้องการจะตรวจสอบ
2. โปรแกรมการตรวจสอบการทำงานของไอซี TTL
3. โปรแกรมแสดงผลการตรวจสอบ

สามารถเขียนเป็นไฟล์ชาร์ทได้ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 โปรแกรมการทำงานของ การตรวจสอบไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

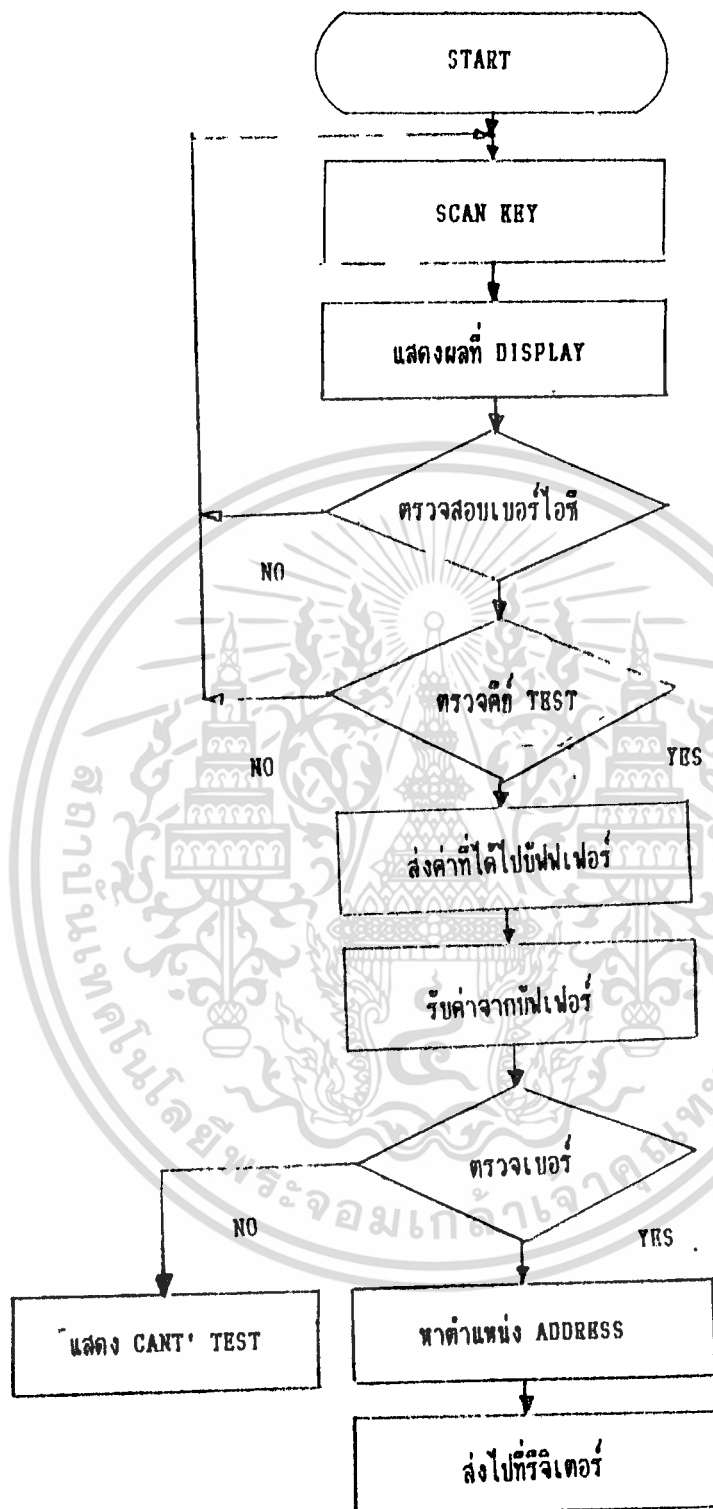
ในบทนี้ จะอธิบายเฉพาะโปรแกรมการตรวจรับเบอร์ไอซี เท่านั้น ส่วนโปรแกรมในหัวข้อที่เหลือจะแสดงในบทต่อไป โปรแกรมการตรวจรับเบอร์ไอซี นั้นเป็น หลักสำคัญ โปรแกรมหนึ่งเช่นกัน และยังเป็นโปรแกรมแรก ที่จะควบคุมระบบให้ทำงานอีกด้วย ซึ่งสามารถอธิบายขั้นตอนการทำงานได้ ดังนี้

1. เริ่มต้น Scan display ด้วยคำว่า "IC-" เพื่อเป็นการบอก ผู้ใช้ว่าพร้อมแล้ว สำหรับการเริ่มต้นการตรวจสอบ พร้อมทั้งรอรับเบอร์ ไอซี อีกด้วย ในขั้นตอนแรก จะเรียกเข้าไปใช้ใน โปรแกรมย่อยของ Single Board ทั้งหมด ซึ่งจะใช้ฟังก์ชัน SCANK (ฟังก์ชัน 05h) ซึ่งมีหน้าที่ ตรวจการกดยุติและนำค่าที่อยู่ใน Display Buffer ไปแสดงด้วย

2. เพื่อเป็นการให้ผู้ใช้ ป้อนเพียงแต่เบอร์ของไอซี เพียง 3 หลักเท่านั้น ไม่ต้องมีตัวหนังสือและกันผู้ใช้ กดยุติผิดพลาด ดังนั้น จึงต้องมีการตรวจสอบโค้ด ของคีย์บอร์ด ที่สแกนเข้ามาว่าเป็นตัวเลขหรือไม่ และครบ 3 หลักหรือยังโดยที่มีคีย์ "NO" ที่ใช้เป็นตัวเลข ที่ผู้ใช้ไม่ต้องการออกได้ด้วย ตัวเลขที่ได้จะถูกส่งไปเก็บไว้ที่ Buffer ที่ตำแหน่ง 2000h และ 2001h

3. เมื่อผู้ใช้ป้อนเบอร์ครบ 3 หลัก แล้วคีย์ "YES" โปรแกรมจะอ่านเลข 3 หลัก จาก Buffer เข้าไปค้นหาทันทีว่า มีเบอร์ตามที่ป้อนมาหรือไม่ โดยใช้วิธีการ Compare เทียบกับเบอร์ไอซี ที่มีอยู่ในตาราง เมื่อพบว่ามีแล้วจะนำไปเทียบหาตำแหน่งของ ข้อมูลของตัวไอซีอีกครั้งว่า อยู่ที่ตำแหน่งใดของหน่วยความจำ เมื่อได้ตำแหน่งของ ข้อมูลของไอซี เบอร์นั้นแล้ว ก็จะส่งตำแหน่งของข้อมูลนั้นไปไว้ที่ Register BC เพื่อที่จะส่งไปให้กับโปรแกรมการตรวจสอบไอซี ในขั้นตอนของ โปรแกรมอื่นต่อไป

การทำงานของโปรแกรมนี้ สามารถเขียนเป็นโฟลว์ชาร์ท ได้ดังรูปที่ ๕ ซึ่งแสดงถึง การทำงานของโปรแกรมตรวจรับเบอร์ไอซี ทั้งหมด



รูปที่ 6 แสดง Flowchart การทำงานของโปรแกรมตรวจรับบาร์โค้ด

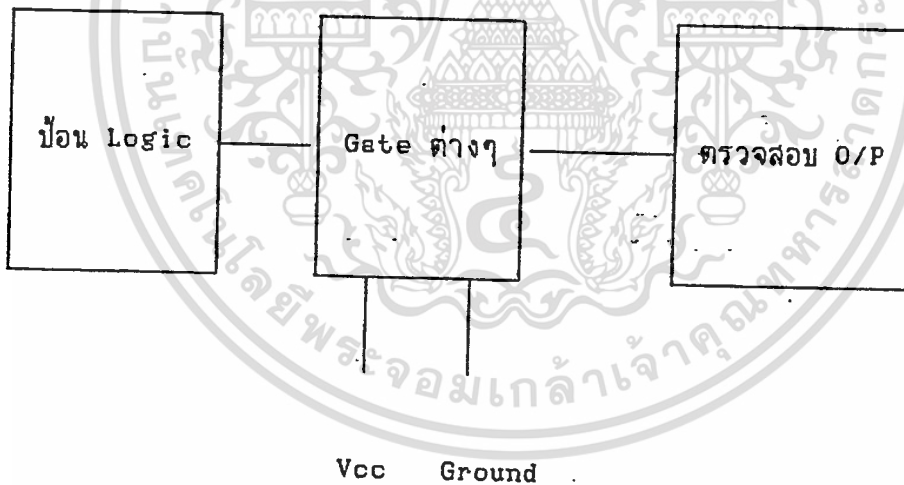
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

## การตรวจสอบ IC TTL LOGIC GATE

## 2.1 หลักการพื้นฐานของการตรวจสอบ

หลักการพื้นฐาน ของการตรวจสอบ ไอซี TTL ประเภท Logic Gate ธรรมดา ซึ่งเป็นไอซี ประเภทที่สามารถ ตรวจสอบฟังก์ชันการทำงาน ได้ทันที หลังจากการป้อน ไฟ Vcc และ Ground ให้นั้น ก็เป็นเหมือนลักษณะการใช้งานไอซี ปกติทั่วไป โดยการป้อนระดับลอจิกต่างๆ เข้าไปในตัว ไอซี แล้วตรวจสอบดูสถานะที่เอาต์พุต ของแต่ละเกต ดูว่าตรงกับตารางความจริง (Truth Table) หรือไม่ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 แสดงหลักการพื้นฐานของการตรวจสอบการทำงานของ Logic Gate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากหลักการพื้นฐานของวงจรไอซี TTL ประเภทนี้ จะมีส่วนสำคัญอยู่ 3 ส่วนคือ

1. ส่วนที่ป้อน Logic ซึ่งในวงจรที่ใช้งานนั้น จะเป็นส่วนที่กำหนดที่ ป้อน อินพุตให้กับเกท ที่จะทำการตรวจสอบ ในการตรวจสอบแบบง่ายๆ อาจจะเป็น สวิตช์ ซึ่งแสดงได้ในรูปที่ 8
2. ส่วนจ่ายไฟ (Vcc) และ กราวด์ (Ground) เป็นส่วนจ่ายไฟเลี้ยง ให้กับตัวไอซี ซึ่งแสดงเป็นวงจรจริงได้ในรูปที่ 8
3. ส่วนตรวจสอบเอาต์พุตและแสดงผล ซึ่งส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ตรวจจับและ แสดงผลของลอจิก ที่ปรากฏที่เอาต์พุตของเกทนั้น ซึ่งในวงจรใช้งานจริงอาจจะ เป็น LED หรือ ลอจิกโพรบ (Logic Probe) ก็ได้

### 2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

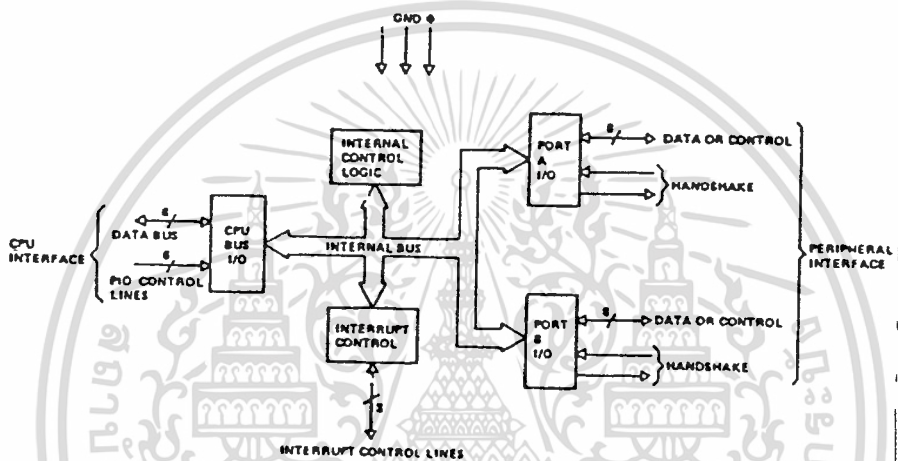
จากหลักการพื้นฐานของการตรวจสอบ ที่กล่าวมาแล้วนั้น เมื่อใช้ระบบไมโครโพร เซสเซอร์ เข้าช่วยในการตรวจสอบ จะสามารถแบ่งอุปกรณ์ที่ใช้ได้เป็น 2 ส่วนคือ ส่วน ของการป้อนลอจิก และในส่วนของการป้อนไฟและกราวด์ ซึ่งในแต่ละส่วนจะสามารถ ออกแบบได้ดังนี้

#### 2.2.1 ส่วนของการป้อนลอจิก

ในส่วนของการป้อนลอจิก จะใช้อุปกรณ์ในระบบไมโครโพรเซสเซอร์ แทนสวิตช์ ได้ ก็คือ อุปกรณ์ประเภทพอร์ตอินพุตเอาต์พุต ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์ร่วมอย่างหนึ่งของ CPU มีคุณสมบัติในการ ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกให้กับ CPU ไม่ว่าจะเป็นการส่งลอจิกออกไป หรือรับลอจิก กลับเข้ามา ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้ Z-80 PIO ซึ่งเป็นพอร์ตแบบขนาน (Parallel Input/Output port) เพราะมีความสะดวกในการที่จะ กำหนด ให้แต่ละบิตของพอร์ตเป็นอินพุตและเอาต์พุตในเวลาเดียวกันได้

พื้นฐานการใช้งาน Z80-PIO

Z80-PIO เป็นชิพฮาร์ดแวร์ตัวหนึ่งของ Z-80 CPU ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต โดยสามารถที่จะเลือกโปรแกรมให้ทำงานในลักษณะต่างๆ ได้คือ จะให้ทำงานเป็นพอร์ตอินพุต พอร์ตเอาต์พุต หรือเป็นทั้งพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต ในเวลาเดียวกันก็ได้ ขึ้นอยู่กับการเลือกโหมดการทำงาน ที่เราโปรแกรมไว้ มีอยู่ 4 โหมด คือโหมด 0 - โหมด 3

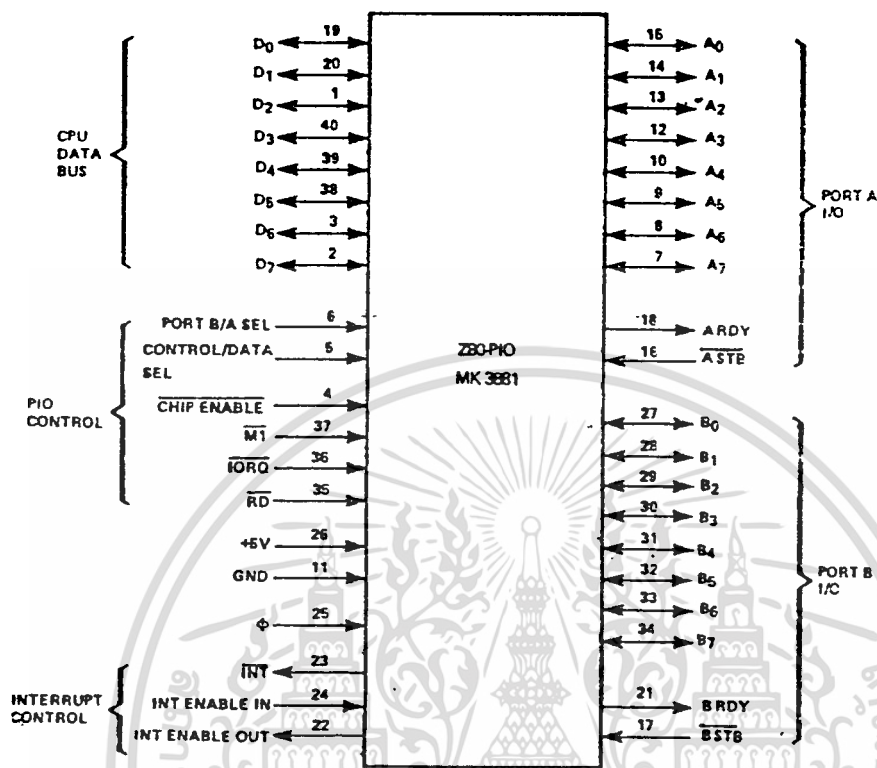


รูปที่ 8 บล็อกไดอะแกรมของ Z80-PIO

จากบล็อกไดอะแกรมของ Z80-PIO จะประกอบไปด้วย พอร์ตอินพุตเอาต์พุต 2 พอร์ต เรียกว่า พอร์ต A และ พอร์ต B โดยทั้ง 2 พอร์ตมีการทำงานคล้ายกัน และเอาต์พุตของทั้ง 2 พอร์ตจะมีบัสข้อมูล (DATA BUS) อยู่พอร์ตละ 8 เส้น, บัสควบคุมอีกพอร์ตละ 2 เส้น และมีบัสควบคุมการอินเตอร์รัพท์ (Interrupt Control Line) อีก 3 เส้น แต่ไม่ได้นำมาใช้ในโครงงานนี้ Z80-PIO นี้สามารถที่จะต่อเข้ากับไอซี TTL ได้โดยตรง

Z80-PIO เป็นไอซีขนาด 40 ขา แบ่งออกเป็น 16 ขา สัญญาณสำหรับข้อมูลอินพุตเอาต์พุต และขาอื่นเป็นขาสัญญาณควบคุมดังรูปที่ 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 การจัดเรียงขาบน Z80-PIO

โดยมีขาสัญญาณต่างๆ ที่ใช้ในโครงงานมีดังนี้

$D_0 - D_7$  : ทำหน้าที่ในการรับและส่งข้อมูลจากตัวพอร์ทให้กับ CPU

$B/\bar{A}$  SEL.: (Port B/A Select) หน้าที่ของขานี้ ก็คือ เป็นตัวเลือกการใช้งานกับ PIO ทำให้ทราบว่า CPU จะติดต่อกับพอร์ท A หรือ B

$C/\bar{D}$  SEL.: (Control /Data Select) ใช้ในการบอกกับ PIO ว่าข้อมูลที่ CPU ส่งมานั้นเป็นคำสั่งควบคุมหรือเป็นข้อมูล

$\bar{CE}$ : (Chip Enable Input) เป็นขาควบคุมที่จะกำหนดให้ PIO ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\overline{M1}$ : (Machine cycle 1) ขานี้จะต่อกับขา M1 ของ Z-80 โดยตรง

$\overline{IOR\#}$ : สำหรับขานี้จะต่อร่วมกับ B/A Select, C/D Select และ CE

$\overline{RD}$ : ขา RD นี้ก็จะต่อโดยตรงกับเข้ากับขา RD ของ Z-80 เพื่อที่จะกำหนดให้เป็นการส่งข้อมูลให้กับ PIO

CLOCK: ขา CLOCK ของ PIO จะต่อเข้ากับ CLOCK ของระบบ

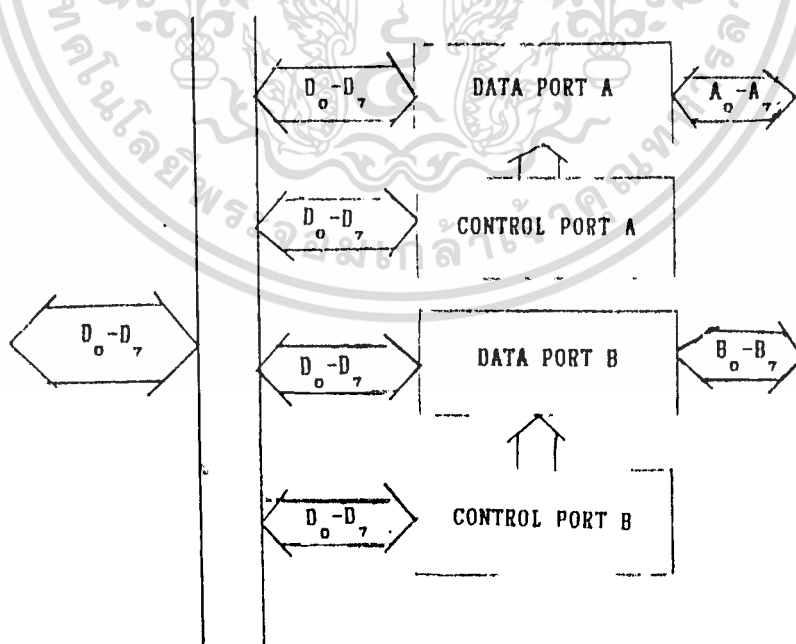
$A_0-A_7$ : ทำหน้าที่รับหรือส่งข้อมูลของพอร์ท A ให้กับอุปกรณ์ภายนอก

$B_0-B_7$ : ทำหน้าที่รับหรือส่งข้อมูลของพอร์ท B ให้กับอุปกรณ์ภายนอก

เมื่อทำการเชื่อมต่อ Z80-PIO เข้ากับระบบ ถ้ามองจาก CPU ออกมาจะเห็น PIO อยู่ที่แอดเดรส 4 แอดเดรส ต่อเนื่องกันคือ

1. พอร์ทข้อมูลบัฟเฟอร์ A
2. พอร์ทควบคุมบัฟเฟอร์ A
3. พอร์ทข้อมูลบัฟเฟอร์ B
4. พอร์ทควบคุมบัฟเฟอร์ B

เราสามารถเขียน Block Diagram แสดงการเชื่อมต่อกับบัสข้อมูลได้ดัง รูปที่ 10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะกรณีที่มีการนำเอกสารนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 10 แสดงการเชื่อมต่อกับบัสข้อมูล  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่า Z80-PIO ทำหน้าที่เชื่อมต่อข้อมูล จากบัสข้อมูล (DATA BUS) ของระบบ  $D_0-D_7$  กับ  $A_0-A_7$  หรือ  $B_0-B_7$  ผ่านข้อมูลพอร์ท A, พอร์ท B ตามลำดับ สัญญาณการเลือก B/A Select การเลือกพอร์ทต่างๆ Z80-PIO หนึ่งชิพจะกินที่ทั้งหมด 4 ตำแหน่ง ในหน่วยความจำ แต่ในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ทั้งหมด จะใช้ Z80-PIO หลายตัว สัญญาณเลือกพอร์ทต่างๆ ของ Z80-PIO จะมีอยู่ 3 สัญญาณคือ

1. B/A Select ทำหน้าที่เลือกพอร์ท A หรือพอร์ท B โดยเมื่อ B/A Select มีลอจิกเป็น "0" จะเลือกพอร์ท A ให้ทำงานและเมื่อมีระดับลอจิกเป็น "1" จะเลือกพอร์ท B ให้ทำงาน

2. C/D Select ทำหน้าที่เลือก หน่วยควบคุมหรือข้อมูล เมื่อมีระดับลอจิกเป็น "1" จะเป็นการส่ง Control Word และเมื่อมีระดับลอจิกเป็น "0" จะเป็นการส่งข้อมูล

3. CE เป็นสัญญาณเลือกให้ตัว Z80 - PIO ทำงานเมื่อมีระดับลอจิกที่ขา นี้เป็น "0" สามารถแสดงเป็นตารางได้ดังนี้

สัญญาณเลือก			สิ่งที่เลือก
CE	B/A	C/D	
0	0	0	DATA PORT A
0	0	1	CONTROL PORT A
0	1	0	DATA PORT B
0	1	1	CONTROL PORT B
x	x	x	ไม่เลือกชิพนี้

ตารางที่ 1 แสดงการเลือกพอร์ทอินพุทเอาต์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Z80-PIO มีพอร์ตสำหรับการรับและส่งข้อมูลขนาด 8 บิต อยู่ 2 ชุด คือชุด A และชุด B แต่ละพอร์ต มีหน่วยควบคุมทำงานร่วมอยู่ด้วย ทำให้แต่ละพอร์ตของ PIO สามารถใช้งานได้หลายโหมด (Mode) คือ

1. โหมด 0 เป็นการสั่งให้ Z80-PIO มีการทำงานเป็นเอาต์พุตพอร์ตแบบมี Handshake
2. โหมด 1 เป็นการสั่งให้ Z80-PIO มีการทำงานเป็นอินพุตพอร์ตแบบมี Handshake
3. โหมด 2 เป็นการสั่งให้ Z80-PIO มีการทำงานเป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตในพอร์ตเดียวกันและมี Handshake
4. โหมด 3 เป็นการสั่งให้ Z80-PIO มีการทำงานเป็นอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตในเวลาเดียวกันและไม่มีสัญญาณ Handshake

การเลือกพอร์ตให้ทำงานในโหมดต่างๆ กระทำได้โดยให้ CPU ส่งคำสั่งควบคุมมายังหน่วยควบคุมของแต่ละพอร์ตก่อนจะเริ่มใช้งาน วงจรควบคุมใน Z80-PIO จะเก็บคำสั่งไว้และจัดการทำงานของพอร์ต ให้เป็นไปตามโหมดนั้นๆ จนกว่าจะมีคำสั่งใหม่มาเปลี่ยนแปลง

แต่ในโครงงานนี้จะใช้เพียงโหมดเดียวเท่านั้น คือโหมด 3 จึงจะขอกว่าเพียงการใช้งานในโหมด 3 เท่านั้น

การใช้งานในโหมด 3 (Control Mode)

ในโหมด 3 นี้ สัญญาณควบคุมพวก STB และ RDY จะไม่ถูกใช้งาน นั่นคือ การทำงานแบบไม่มีการตรวจสอบสัญญาณ (handshake) และในการทำเครื่องตรวจสอบไอซีนี้ จะมีการควบคุม Z80-PIO 3 แบบคือ

1. ให้บิตใด ๆ เป็นอินพุต หรือเอาต์พุต ก็ได้ โดยที่ทั้ง 2 Port แยกกันต่ออย่างอิสระ
2. กำหนดเงื่อนไขใด ๆ ในการเกิดสัญญาณ Interrupt ได้
3. ทำเป็นอินพุต หรือเอาต์พุต ได้โดยไม่ต้องสร้างสัญญาณ STB หรือ RDY

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## วิธีการโปรแกรมเลือกโหมด

การที่จะสั่งให้ Z80-PIO ทำงานในโหมด 3 นั้น จะต้องทำการ ส่งคำสั่งเลือกโหมด (Mode Word) ไปยัง Register ความคมของพอร์ตที่ต้องการ โดยคำสั่งเลือกโหมดสำหรับโหมด 3 นี้มีค่าเป็น 0CFh หลังจากที่ทำกรเลือกโหมดแล้ว จะต้องทำการส่งข้อมูล ไบต์ต่อไปให้กับ Z80-PIO ทั้งนี้โดยที่ Z80-PIO จะถือว่าข้อมูลไบต์นี้เป็นข้อมูลที่ใช้ในการเลือกว่าจะให้จะให้บิตใดของพอร์ตที่ถูกโปรแกรมไว้เป็นอินพุท และบิตใดเป็นเอาต์พุท คือ ถ้าบิตใดเป็น "1" ก็แสดงว่าเราต้องการให้บิตนั้นเป็นอินพุท ถ้าบิตใดเป็น "0" แสดงว่าเราต้องการให้บิตนั้นเป็นเอาต์พุท ตัวอย่างเช่น

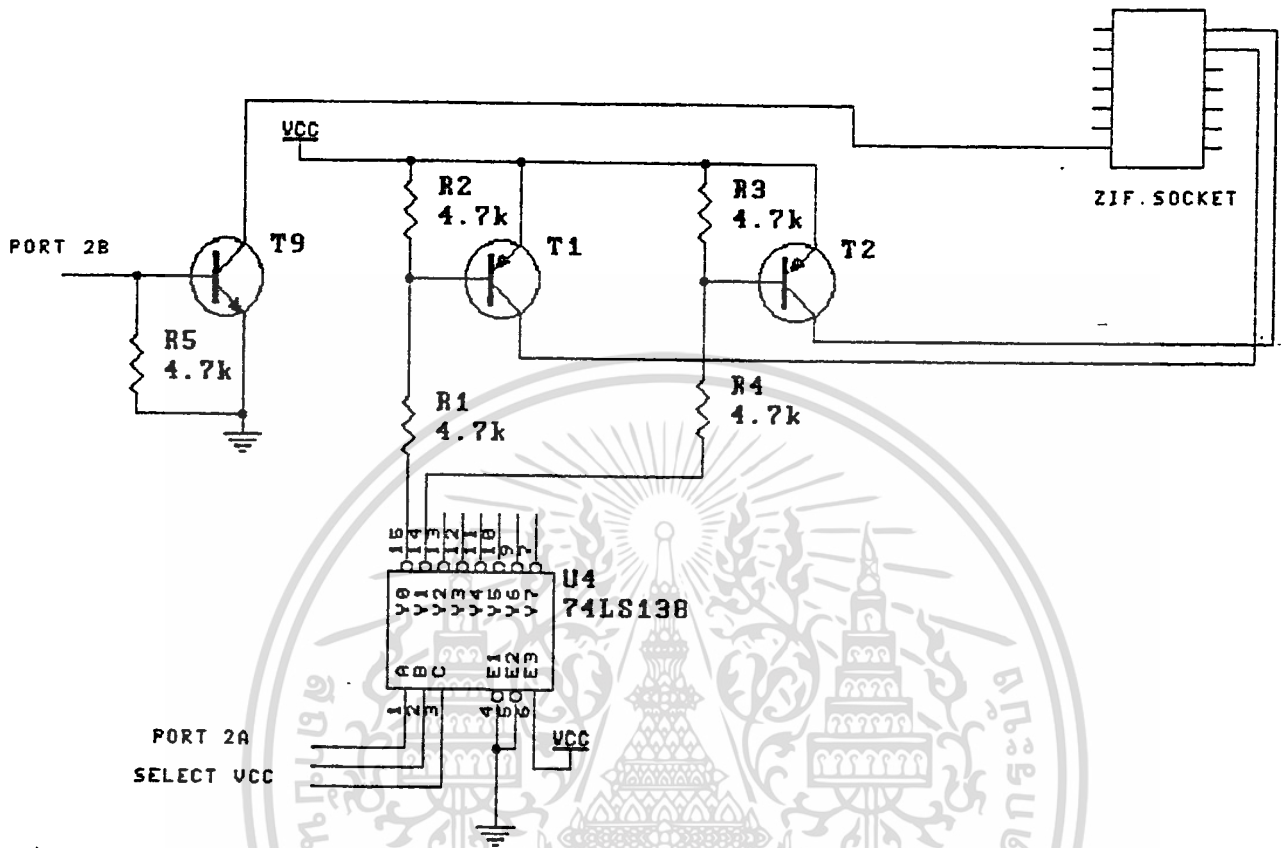
```
LD    A, 0CFh
OUT   (PORT1), A    ; โปรแกรมให้ Port B ทำงานในโหมด 3
LD    A, 0Fh
OUT   (PORT1), A    ; โปรแกรมบิตที่ 0, 1, 2, 3 เป็นอินพุท
```

หลังจากการทำงานในโปรแกรมนี้อแล้วพอร์ต B ของ PIO ก็จะถูกโปรแกรมให้ทำงานในโหมด 3 โดยบิต B0, B1, B2 และ B3 ใช้เป็นอินพุทและบิตที่เหลือจะถูกใช้เป็นเอาต์พุท

### 2.2.2 ส่วนของการจ่ายไฟและกราวด์

ในส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญอย่างหนึ่งของระบบเพราะไอซี ที่นำมาตรวจสอบจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อมีการจ่ายไฟและกราวด์ ให้กับตัวไอซี ซึ่งในบางครั้งไอซี อาจมีการกินกระแส มากซึ่งจะใช้การ OutPort เป็น "1" และ "0" แทนการป้อนไฟและกราวด์อาจจะไม่เพียงพอที่จะให้ไอซี ตัวนี้ทำงานได้ จึงต้องหาอุปกรณ์ในการจ่ายไฟและกราวด์ ให้กับตัวไอซีซึ่งในโครงงานนี้ ได้เลือกใช้ทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ในการจ่ายไฟ และกราวด์ให้กับตัวไอซี โดยใช้ทรานซิสเตอร์ ชนิด PNP เป็นสวิตช์สำหรับจ่ายไฟและต่อทรานซิสเตอร์ โดยตรงกับแหล่งจ่ายไฟ การที่จะทำให้ ทรานซิสเตอร์ แต่ละตัวทำงานได้โดยการต่อก็โดยการต่อขา Base ลงกราวด์ จะทำให้ทรานซิสเตอร์ตัวนั้นนำกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 11 การต่อทรานซิสเตอร์เป็นสวิตช์เพื่อจ่ายไฟและกราวด์ให้กับตัวไอซี

เนื่องจาก ไอซี TTL นั้นมีขาต่างๆ กันหลายขนาดเช่น 16 ขา, 14 ขา ดังนั้นจึงต้องมีจุดจ่ายไฟให้กับขาต่างๆ เหล่านี้ครบทุกขาด้วย เมื่อจะใช้งาน ก็ให้พอร์ตส่งลอจิก "0" มาเลือกที่ทรานซิสเตอร์แต่ละตัวและเพื่อเป็นการประหยัดพอร์ต จึงใช้ตัว Decode ถอดรหัสอีกครั้ง โดยใช้ไอซี 74LS138 เป็นตัว Decode 3 to 8 Line จะทำให้ประหยัดพอร์ต คือจะใช้เพียง 3 บิต เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

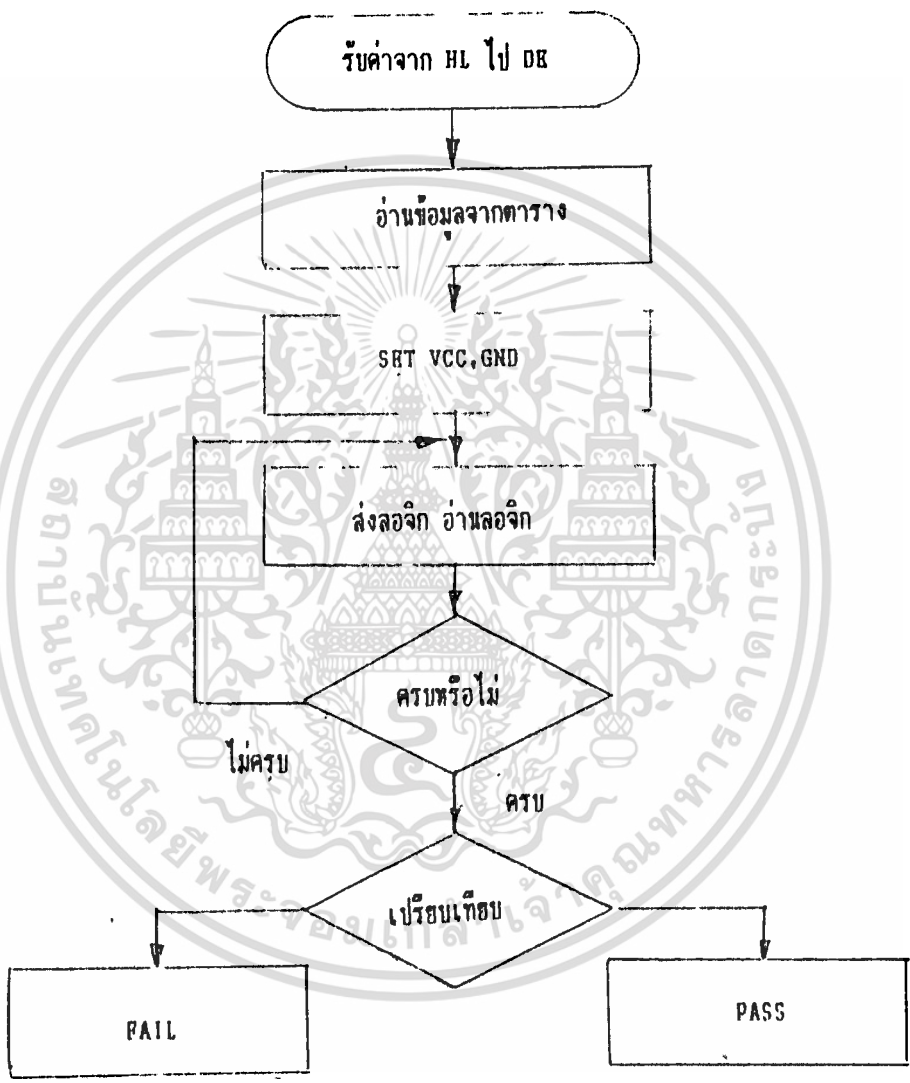
ในส่วนของการต่อขากราวด์ ของไอซีลกราวด์ โดยผ่านทรานซิสเตอร์ขากราวด์ของไอซี สามารถต่อลงกราวด์ทันที โดยที่ทรานซิสเตอร์ จะทำหน้าที่เป็นสวิทช์ตัวหนึ่งนั่นเอง แต่การเลือกใช้กราวด์ของนั้น มีจำนวนไม่มากจึงไม่ต้องผ่านตัว Decode แต่ทำการเลือกโดยผ่านพอร์ทโดยตรง ดังแสดงการต่อในรูปที่ 11

เมื่อรวมฮาร์ดแวร์ทั้ง 2 เข้าด้วยกัน คือ ส่วนที่ป้อนลอจิกและส่วนของการป้อนไฟ และกราวด์ก็จะเป็นส่วนของฮาร์ดแวร์ที่จะสามารถทำการตรวจสอบ ไอซี TTL Logic gate ทั่วไปได้

### 2.3 หลักการเขียนโปรแกรม

หลักของการเขียนโปรแกรมเพื่อให้ฮาร์ดแวร์สามารถที่จะทำการตรวจสอบ ไอซี TTL ได้ นั้น จะถูกกำหนดโดยลักษณะของฮาร์ดแวร์ เพื่อให้การส่งข้อมูลเป็นไปอย่างถูกต้องและไม่เกิดการรบกวนกันของฮาร์ดแวร์ จึงสามารถกำหนดเป็นลำดับขั้นตอนได้ดังนี้

1. รับค่าตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูลตัว ไอซี ที่ผู้ใช้ป้อนเข้ามา จากตัวรีจิสเตอร์ HL ไปเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ DE
2. นำข้อมูลที่ได้ไปกำหนดบิตของพอร์ท ว่าบิตใดจะเป็นอินพุทหรือเอาต์พุท
3. ทำการป้อนไฟ Vcc และกราวด์ (Ground) โดยนำข้อมูลที่ได้ไปทำการเซ็ทพอร์ท เพื่อที่จะเลือกตำแหน่งไฟและกราวด์ให้ตรงตามข้อมูลของไอซี เบอร์นั้นๆ
4. ทำการส่งลอจิกออกไปยังพอร์ทเพื่อ ทำการทดสอบไอซี ที่ต้องการตรวจสอบและทำการรับข้อมูลที่ได้จากเอาต์พุทของตัวไอซี ไปเก็บไว้ที่บัพเฟอร์
5. นำข้อมูลจากบัพเฟอร์มาทำการตรวจสอบด้วยการเปรียบเทียบกับข้อมูลของ ไอซี เบอร์นั้นๆ ที่เก็บอยู่ในตารางข้อมูล ถ้าตรงกันก็จะแสดงคำว่า "PASS" และถ้าไม่ตรงก็จะแสดงคำว่า "FAIL" สามารถเขียนเป็นโฟลว์ชาร์ทโดยละเอียดได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในสำนักงานเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่ไปภายนอกให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
**รูปที่ 12** โฟลว์ชาร์ทของการตรวจสอบ  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 โครงสร้างข้อมูล

ข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบ ไอซี Logic gate แบบธรรมดาจะขึ้นอยู่กับโครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ เพราะการส่งข้อมูลออกไปที่พอร์ท นั้นจะเป็นการส่งลอจิก และรับลอจิก กับไอซี ที่จะทำการตรวจสอบโดยตรง ดังนั้น การส่งข้อมูลออกไปที่พอร์ทจะเป็นการตั้งค่าต่างๆ โดยตรงจะส่งผลให้เกิดการรบกวนกันทางด้านฮาร์ดแวร์ ทำให้เกิดการรบกวนที่ผิดพลาดขึ้นได้ถ้าวางโดยสร้างข้อมูลไม่ถูกต้อง รวมทั้งการตรวจสอบ ไอซี ทุกครั้งจะต้องใส่ให้ท้ายของตัว ไอซี อยู่ชิดกับด้านคันโยกของ Texttool เสมอ จึงทำให้สามารถกำหนดโครงสร้างข้อมูลได้ดังนี้

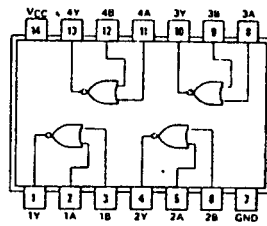
### DATA FORMAT

LS02: 00h, 20h, 41h, 02h, 06h, 02h, 0C0h, 0B6h, 05h, 40h, 22h, 05h,

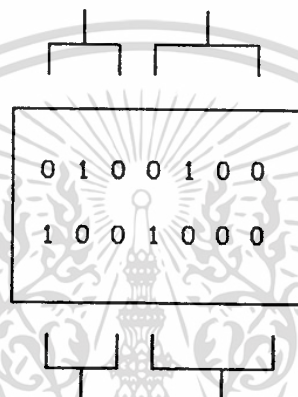
จากโครงสร้างข้อมูลสามารถอธิบายได้ดังนี้

ข้อมูลชุดที่ 1 มี 1 ตัวจะเป็นข้อมูลที่บอกถึงชนิดของไอซี ที่ต้องการตรวจสอบว่าเป็นประเภทใด เพื่อที่จะได้นำไปกำหนด การตรวจสอบไอซี แต่ละประเภทได้ถูกต้อง รหัสข้อมูลตัวแรกสำหรับไอซี Logic gate แบบธรรมดาจะกำหนดเป็น "00h"

ข้อมูลชุดที่ 2 จะมี 3 ตัว ข้อมูลชุดนี้จะเป็นข้อมูลที่ทำการกำหนดพอร์ท แต่ละตัวว่าบิตใดของพอร์ทเป็นอินพุทหรือเอาต์พุท เพื่อที่จะทำการรับและส่งข้อมูลได้อย่างถูกต้อง ตัวอย่าง การทำข้อมูลไอซี เบอร์ 74LS02



PORT 2A      PORT 1B

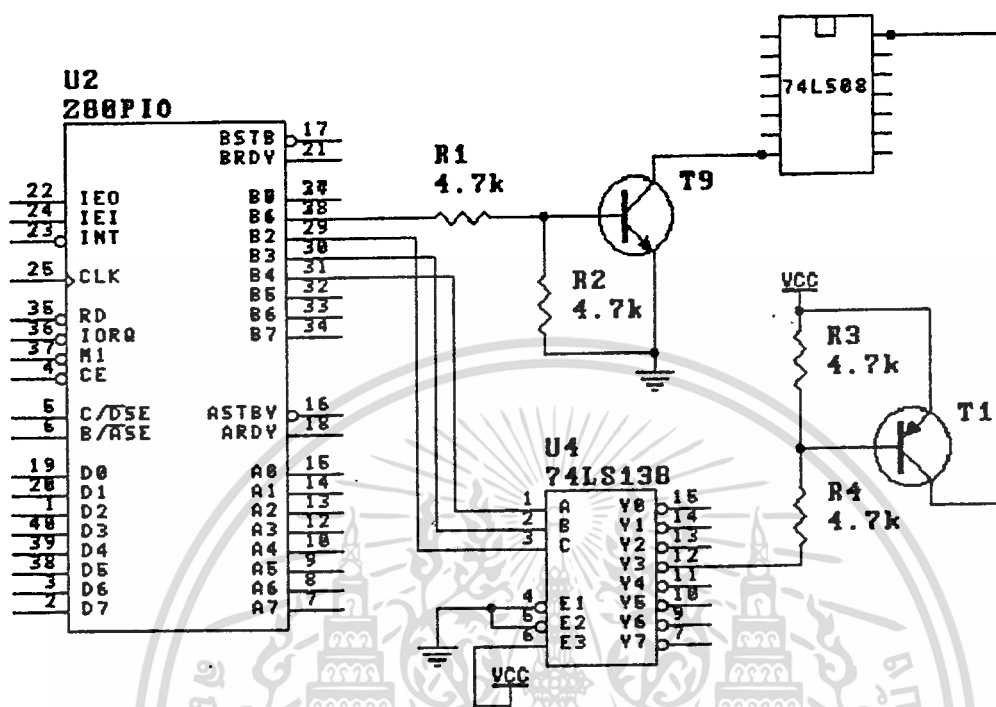


PORT 1A      PORT 1B

จะกำหนดให้ขาของไอซี ที่มีหน้าที่เป็นอินพุตของตัวไอซี ให้มีลอจิกเป็น "0" และกำหนดให้ ขาที่มีหน้าที่เป็นเอาต์พุต ให้มีลอจิกเป็น "1" เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปกำหนดการทำงานให้กับพอร์ทเมื่อทำการแปลงจากฐาน 2 เป็นฐาน 16 จะได้ข้อมูลของแต่ละพอร์ทคือพอร์ท 1A = 20h พอร์ท 1B = 41h และพอร์ท 2A = 02h

ข้อมูลชุดที่ 3 จะเป็นข้อมูลที่เป็นตัวเลือกไฟ Vcc และ กราวด์ ให้ต่อกับขาของ ไอซี ที่จะทำการตรวจสอบ ตัวอย่างเช่น เมื่อต้องการตรวจสอบ ไอซี ที่มี 14 ขาเบอร์ 74LS02 จะต้องเลือก ไอซี 74LS138 ให้มีอินพุต ABC เป็น 001 และ ที่อินพุตของทรานซิสเตอร์ที่จะต่อขากราวด์ ของไอซี ให้มีลอจิกเป็น 1 เพื่อที่จะให้อุปกรณ์ทำงานได้ดังรูป จึงต้องกำหนดบิตของพอร์ท 2A ได้เป็น  $00000110_2$  ซึ่งแปลงเป็นเลขฐาน 16 ได้เป็น 06h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



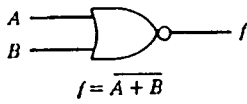
รูปที่ 13 แสดงการเลือกพอร์ตเพื่อต่อไฟและกราวด์ให้กับตัวไอซี

ข้อมูลชุดที่ 4 มี 1 ตัว คือข้อมูลที่จะกำหนดจำนวนรอบของการตรวจสอบข้อมูลที่ป้อนเข้าไป

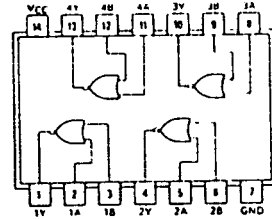
ข้อมูลชุดที่ 5 เป็นข้อมูลจะใช้ทำการตรวจสอบ การทำงานของไอซี ซึ่งสามารถกำหนดได้ตามการทำงานของไอซี ที่จะทำการตรวจสอบโดยข้อมูลชุดที่ 5 นี้จะมีที่ชุดก็ได้

ตัวอย่าง เป็นไอซี เบอร์ 74LS02 จะมีโครงสร้างของเกตแล ตารางความจริงคังรูป สามารถกำหนดข้อมูลแต่ละชุด ได้จากการทำงานตามตารางความจริงของ NOR gate ได้ 4 ชุดคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



A	B	f
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



1	1	0	0	1	0	0
1	0	0	1	0	0	0

1	0	1	0	0	1	0
0	1	0	0	1	0	0

1	0	1	0	0	0	1
0	1	0	0	0	1	0

1	0	1	1	0	1	1
0	1	1	0	1	1	0

สามารถแปลงข้อมูลเป็นเลขฐาน 16 สำหรับข้อมูลแต่ละชุดได้ดังนี้

	PORT 1A	PORT 1B	PORT 2A
ชุดที่ 1	0C0h	05h	40h
ชุดที่ 2	40h	22h	05h
ชุดที่ 3	80h	94h	04h
ชุดที่ 4	20h	41h	06h

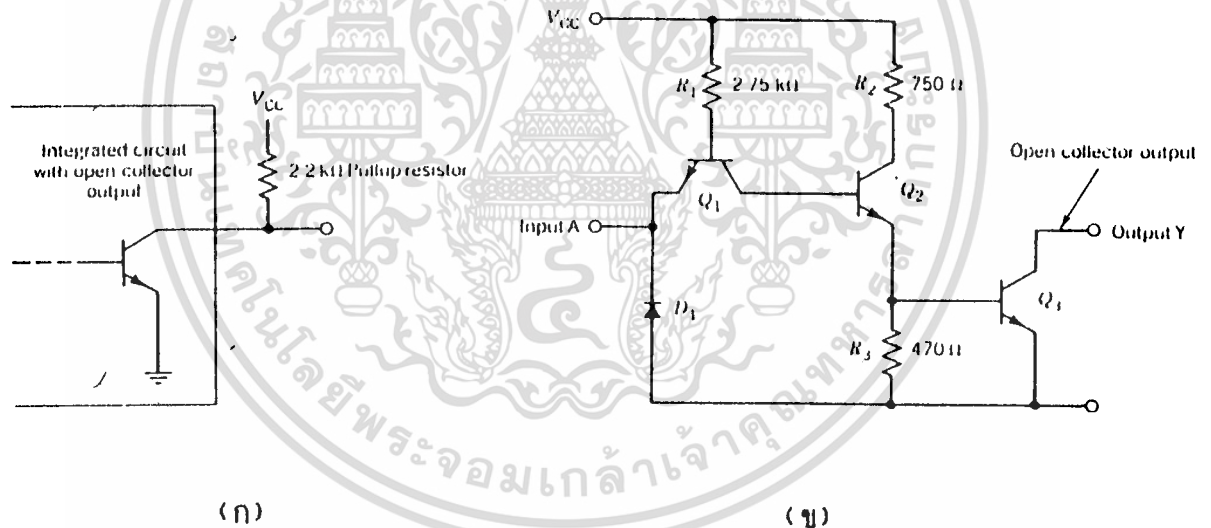
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### บทที่ 3

#### การตรวจสอบ IC TTL แบบ Open Collector

##### 3.1 หลักการพื้นฐานของการตรวจสอบ

หลักการทำงานของไอซี TTL แบบ Open Collector จะสามารถอธิบายการทำงานได้ดังรูปที่ 14 ก. เป็นตัวอย่าง ภาคเอาต์พุตของวงจรรภายในตัวไอซี จะเห็นว่าเอาต์พุตของตัวไอซี จะไม่สามารถให้เอาต์พุตเป็นสถานะ "1" หรือ "0" ได้เนื่องจากไม่มีแหล่งจ่าย ที่สามารถจะจ่ายหรือรับกระแสให้กับอุปกรณ์ ที่นำมาต่อภายนอกได้ ดังนั้นถ้าจะให้ไอซี แบบ Open Collector ทำงานได้จะต้องต่อแหล่งจ่ายผ่านความต้านทานให้กับขาเอาต์พุตของตัวไอซี ดังรูปที่ 15

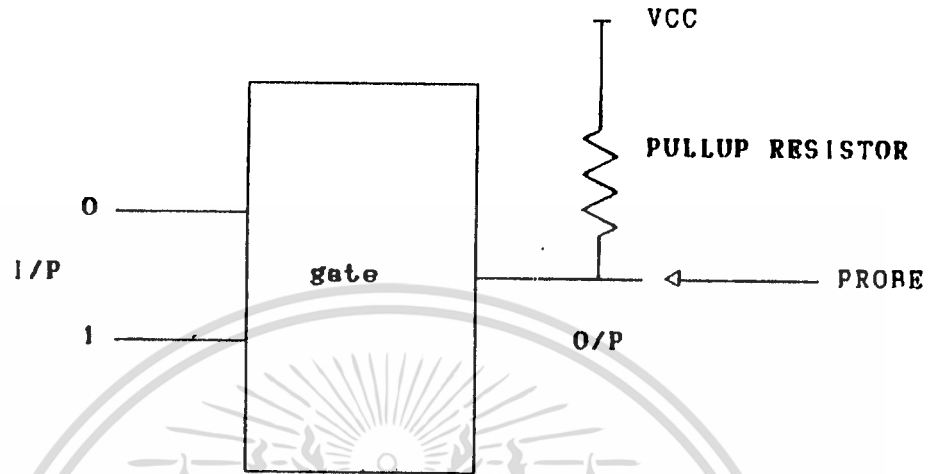


รูปที่ 15 แสดงการวงจรภายในของภาคเอาต์พุตของไอซี และการทำงาน

หลักการตรวจสอบไอซี TTL แบบ Open Collector นั้นจะสามารถทำได้ ก็จะต้องทำตามเงื่อนไข ที่ไอซีต้องการ เช่นกันคือจะต้องต่อ ความต้านทานพลั๊ว (Pullup

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Resistor) ให้กับขาเข้าที่พุกของไอซี จึงจะสามารถตรวจสอบระดับ "1" และ "0" ของไอซี ได้ สามารถเขียนเป็นบล็อกไดอะแกรมได้ดังรูป



รูปที่ 16 แสดงบล็อกไดอะแกรมของการตรวจสอบ

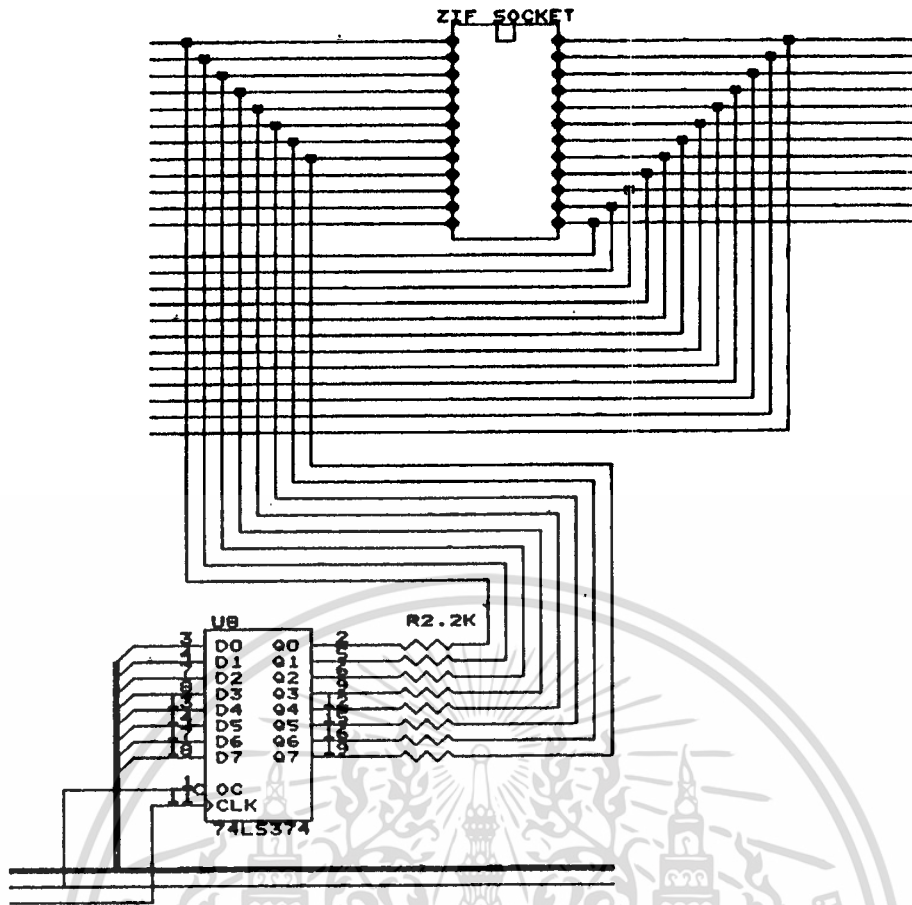
การตรวจสอบไอซี TTL แบบ Open Collector จะมีส่วนสำคัญอยู่ 3 ส่วนคือ

1. ส่วนที่ป้อนและรับลอจิกให้กับตัวไอซี ที่ต้องการจะตรวจสอบ
2. ส่วนที่ต่อ ความต้านทานพูลอัพ (Pullup Resistor) ให้กับขาเข้าที่พุกของไอซี
3. ส่วนของการป้อนไฟ (Vcc) และกราวด์ (Ground)

### 3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

เมื่อใช้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ เข้าช่วยในการตรวจสอบ การต่อความต้านทานพูลอัพ (Pullup Resistor) ให้กับขาเข้าที่พุกของไอซี ก็จะทำด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ด้วยเช่นกัน โดยใช้พอร์ทเป็นตัวเลือกการต่อความต้านทานให้กับขาของไอซี ที่จะนำมาตรวจสอบ เพื่อให้ครบเงื่อนไขในการทำงานโดยใช้ไอซี TTL เบอร์ 74LS374 เป็นขาเข้าที่พุกพอร์ทเมื่อจะต่อความต้านทานตัวใดให้กับขาพุกของไอซี ที่จะทำการตรวจสอบก็กำหนดให้มันเป็น "1" ดังแสดงในรูปที่ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17 แสดงถึงวงจรการต่อความต้านทานพูล์อัพ

### 3.3 หลักการเขียนโปรแกรม

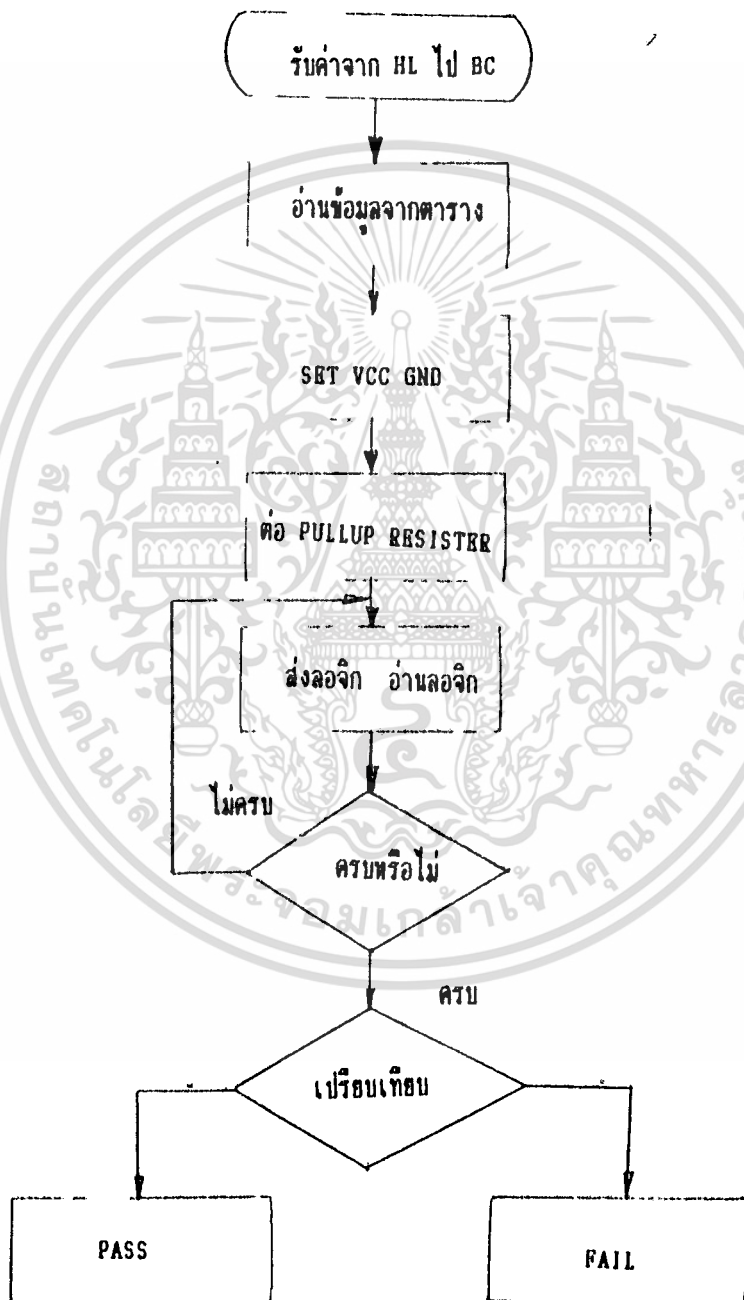
หลักการเขียนโปรแกรมการตรวจสอบ ไอซี TTL แบบ Open Collector จะคล้ายกับการตรวจสอบ ไอซี TTL แบบธรรมดา แต่จะแตกต่างกันตรงที่จะต้องมีการต่อความต้านทานพูล์อัพให้กับเอาต์พุทของ ไอซี ที่จะทำการตรวจสอบก่อน ซึ่งจะมีลำดับของการทำงานดังนี้

1. รับค่าตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูลไอซี ที่ป้อนเข้ามา จากรีจิสเตอร์ HL ไปไว้ที่รีจิสเตอร์ DE
2. นำข้อมูลที่ได้ไปกำหนดการต่อความต้านทานพูล์อัพเข้ากับเอาต์พุทของตัวไอซี ที่นำมาตรวจสอบ
3. นำข้อมูลที่ได้ไปกำหนดพอร์ตอินพุทเอาต์พุท ว่าบิตใดของพอร์ตจะเป็นอินพุทและเอาต์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทำการป้อนไฟ Vcc และกราวด์ โดยนำข้อมูลที่อ่านได้ไปทำการเลือก
5. ทำการส่งลอจิกออกไปยังพอร์ตเพื่อที่จะทำการตรวจสอบฟังก์ชันการทำงาน
6. นำข้อมูลที่ได้อ่านไว้ที่บัสเฟอ์และนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มีอยู่

สามารถแสดงเป็นโฟลว์ชาร์ทได้ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ 18 แสดงโฟลว์ชาร์ทของกัรโปรแกรมให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 โครงสร้างข้อมูล

โครงสร้างของข้อมูล ที่ใช้ในการตรวจสอบไอซี TTL แบบ Open Collector นั้นจะเหมือนกับโครงสร้างข้อมูลของไอซีลอจิกเกตแบบธรรมดา ดังนั้นจึงสามารถใช้ข้อมูลชนิดเดียวกันได้ แต่ต้องเปลี่ยนรหัสที่บอกชนิดของไอซีแบบธรรมดาให้เป็นรหัสของไอซีแบบ Open Collector

#### DATA FORMAT

LS03: 01h, 80h, 94h, 00h, 06h, 02h, 60h, 63h, 07h, 0A0h, 0D5h, 06h,

โครงสร้างข้อมูลสามารถอธิบายได้ดังนี้

ข้อมูลชุดที่ 1 เป็นตัวที่จะให้โปรแกรมตรวจเช็คได้ว่าจะทำการทดสอบไอซีแบบใด โดยจะให้รหัสของไอซีแบบ Open Collector จะให้เป็น 01h

ข้อมูลชุดที่ 2 จะมีทั้งหมด 3 ตัว ซึ่งแต่ละตัวเป็นการกำหนดการต่อความต้านทาน पुलล์และยังเป็นข้อมูล ที่จะกำหนดให้พอร์ต แต่ละตัวว่าบิตไหนจะเป็นอินพุทหรือเอาต์พุท ข้อมูลทั้ง 3 ตัวนี้เป็นของพอร์ต 1A พอร์ต 1B และพอร์ต 2A ตามลำดับ ซึ่งสามารถที่จะสร้างข้อมูล ได้ตามตัวอย่างโดยการกำหนดว่าขาใดเป็นอินพุทก็กำหนดให้ขานั้นมีลอจิกเป็น "0" และถ้าขาใดเป็นเอาต์พุทก็ให้มีลอจิกเป็น "1" จะสามารถแปลงเป็นเลขฐาน 16 ของแต่ละพอร์ตคือ 80h, 94h, 00h, การทำข้อมูลของการกำหนดพอร์ตของการป้อนและรับลอจิกก็เช่นกัน สามารถใช้ข้อมูลชุดเดียวกันได้

ข้อมูลชุดที่ 3 เป็นข้อมูลที่จะกำหนดการต่อไฟ vcc และกราวด์ให้กับไอซี

ข้อมูลชุดที่ 4 เป็นข้อมูลที่บอกถึงจำนวนครั้งในการตรวจสอบ เช่น ถ้าข้อมูลที่จะใช้ในการตรวจสอบมี 2 ชุด ก็จะได้เป็นตัวเลข 02h เป็นต้น

ข้อมูลชุดที่ 5 ข้อมูลชุดนี้จะมี 3 ตัว เพราะเป็นข้อมูลของพอร์ต 1A พอร์ต 1B และพอร์ต 2A ที่จะใช้ในการตรวจสอบข้อมูล คือป้อนลอจิกให้กับตัวไอซีที่นำมาตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และยังเป็นข้อมูลที่จะนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่อ่านมาจากตัวไอซี ว่าเท่ากันหรือไม่ การทำข้อมูลชุดที่ 5 นี้จะมีลักษณะเหมือนกับการทำข้อมูลของไอซีลอจิกเกตแบบธรรมดา ถ้าขาใดเป็นอินพุตที่กำหนดลอจิกเข้าไปจะเป็น "0" หรือ "1" ก็ได้และถ้าขาใดเป็น ขาเอาต์พุตก็ต้องกำหนดลอจิกตามตารางความจริงของไอซีตัวนั้นว่าจะได้เป็นลอจิกใด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

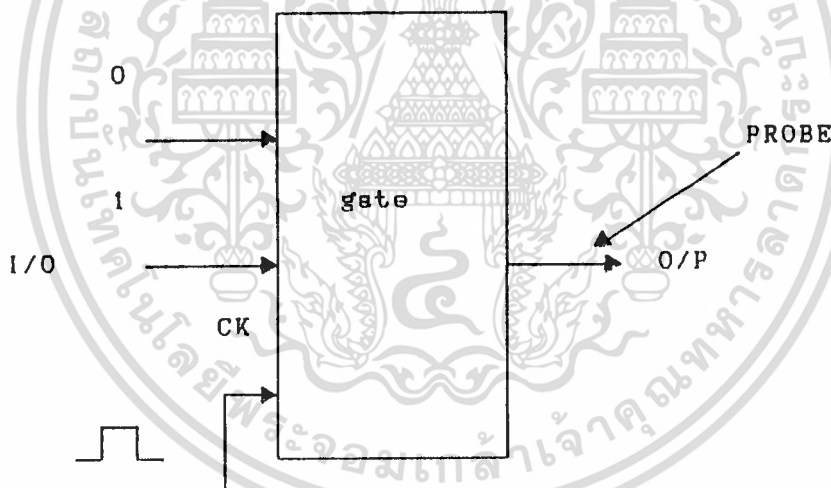
## บทที่ 4

## การตรวจสอบ IC TTL ที่ต้องการสัญญาณ Clock

## 4.1 หลักการพื้นฐานของการตรวจสอบ

ไอซี TTL บางประเภทต้องการสัญญาณ Clock เพื่อให้เกิดการทำงานตามลอจิกฟังก์ชันที่สมบูรณ์ เช่น ไอซี เบอร์ 74LS78 ,74LS76 เป็นต้น

ส่วนใหญ่ไอซี TTL ที่ต้องการสัญญาณ Clock ทางอินพุตด้วย จะเป็นไอซีประเภท FLIP-FLOP หลักการพื้นฐานของการตรวจไอซีประเภทนี้ก็คือ การป้อนลอจิกตามตารางความจริงของไอซีตัวที่ต้องการจะตรวจสอบ จากนั้นป้อนสัญญาณ Clock เข้าไปที่ขา Clock 1 ลูก แล้วตรวจสอบที่เอาต์พุตว่าทำงานตรงกับตารางความจริงหรือไม่ ดังรูป



รูปที่ 19 แสดงหลักการพื้นฐานของการตรวจสอบ

สามารถแบ่งส่วนประกอบสำคัญของการตรวจสอบได้เป็น 3 ส่วนคือ

1. ส่วนของการป้อนและรับลอจิกที่ต่อกับไอซีที่จะทำการตรวจสอบ
2. ส่วนที่ต่อไฟ Vcc และกราวด์ ให้กับตัวไอซี
3. ส่วนของการสร้างสัญญาณ Clock ให้กับตัวไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

การตรวจสอบไอซี TTL ที่ต้องการสัญญาณ Clock ด้วยนั้นจะใช้อุปกรณ์ชุดเดียวกับ การตรวจสอบไอซี TTL แบบอื่นๆ ส่วนการสร้างสัญญาณ Clock สามารถทำได้จากการเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม

#### 4.3 หลักการเขียนโปรแกรม

หลักการเขียนโปรแกรมการตรวจสอบไอซี TTL ประเภทที่ต้องการสัญญาณ Clock เพื่อให้เกิดการทำงานนั้น จะต้องเขียนโปรแกรมให้สร้างสัญญาณ Clock ให้กับ ไอซีที่ต้องการตรวจสอบในทุกๆ รอบการตรวจสอบเพื่อให้ไอซีตัวนั้น สามารถทำงานได้ เทคนิคการโปรแกรมเพื่อให้เกิดสัญญาณ Clock มีขั้นตอนดังนี้

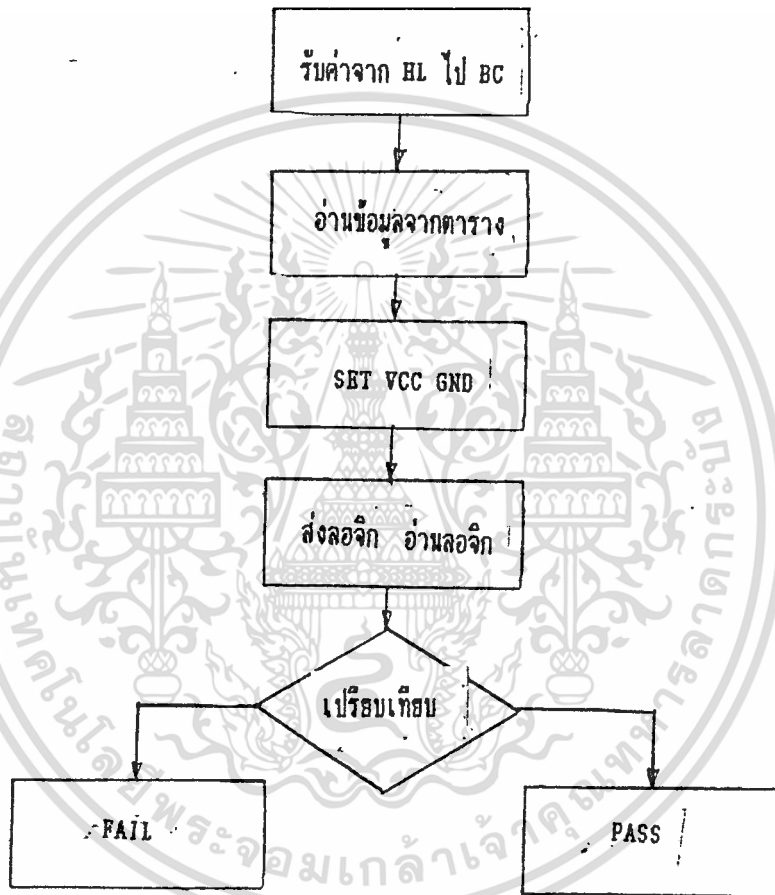
1. ป้อนลอจิก ที่ต้องการตรวจสอบให้กับไอซีตามปกติ แต่บิตที่จะป้อนให้กับขา Clock จะต้องมิลลอจิกเป็น "0"
2. หน่วงเวลาและทำการ OR ข้อมูลเดิมกับข้อมูลสัญญาณ Clock แล้วส่งออกไปที่พอร์ท
3. หน่วงเวลาและทำการ AND ข้อมูลเดิมกับข้อมูลสัญญาณ Clock อีกชุดหนึ่ง แล้วส่งออกไปที่พอร์ท อีกครั้ง

และเมื่อโปรแกรมสร้างสัญญาณ Clock มารวมกับโปรแกรมการตรวจสอบจะสามารถแบ่งเป็นขั้นตอนหลักๆ ได้ดังนี้

1. รับค่าตำแหน่งที่อยู่ของข้อมูลไอซี ที่ป้อนเข้ามาจากรีจิสเตอร์ HL ไปไว้ที่รีจิสเตอร์ DE
2. นำข้อมูลที่ได้ออกไปกำหนดบิตของพอร์ทอินพุทเอาต์พุท
3. ทำการต่อไฟ Vcc และกราวด์ ให้กับไอซีที่ทำการตรวจสอบ
4. ส่งลอจิกออกไปตามตารางความจริงของไอซีตัวนั้นๆ
5. ส่งสัญญาณ Clock เข้าที่ขา Clock ของไอซีที่ทำการตรวจสอบ
6. รับค่าลอจิกที่เอาต์พุทของตัวไอซี ที่นำมาทำการตรวจสอบ และนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่มียู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถแสดงเป็นโฟลว์ชาร์ตได้ดังรูป



รูปที่ 20 แสดงโฟลว์ชาร์ตของการโปรแกรม

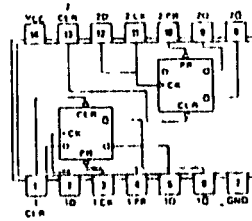
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



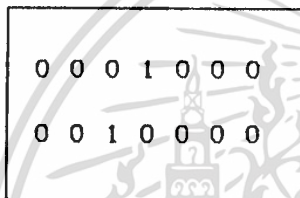
FUNCTION TABLE

INPUTS				OUTPUTS	
PRESET	CLEAR	CLOCK	D	Q	Q'
L	H	X	X	H	L
H	L	X	X	L	H
L	L	X	X	H'	H'
H	H	L	H	H	L
H	H	L	L	L	H
H	H	L	X	Q <sub>0</sub>	Q <sub>0</sub> '

(a)



(b)



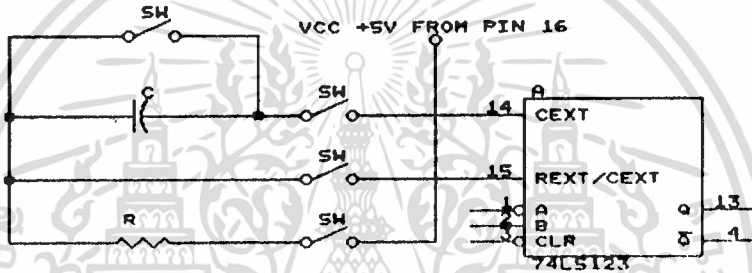
เมื่อแปลงจากเลขฐาน 2 เป็น ฐาน 16 จะได้ข้อมูลของพอร์ตมาทั้งหมด 6 ตัวด้วยกันคือ 20h, 02h, 00h, 0C0h, 0FDh, 07h

- ข้อมูลชุดที่ 3 จะเป็นการกำหนดขาอินพุตเข้าที่พอร์ทเหมือนกับข้อมูลไอซีที่กล่าวมาแล้ว
- ข้อมูลชุดที่ 4 เป็นข้อมูลสำหรับการต่อไฟ Vcc และกราวด์ให้กับตัวไอซี
- ข้อมูลชุดที่ 5 เป็นข้อมูลที่บอกถึงจำนวนรอบของการตรวจสอบ
- ข้อมูลชุดที่ 6 เป็นข้อมูลของลอจิกที่ทำการป้อนและรับจากตัวไอซีโดยมีลักษณะการวางข้อมูลเหมือนกับการทำข้อมูลของไอซีชนิดอื่นที่ได้กล่าวมาแล้วในบทก่อนๆ เพียงแต่ว่าที่ขาของไอซีที่ต้องการสัญญาณ Clock จะต้องกำหนดให้มีระดับลอจิกเป็น "0" เสมอ



### 5.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจสอบ

เนื่องจาก การที่จะทำให้ไอซีโมโนสเตเบิลทำงานได้ จะต้องอาศัยการต่อความต้านทานและตัวเก็บประจุให้กับตัวไอซี ดังนั้น ในการตรวจสอบว่า ไอซีโมโนสเตเบิลดีหรือไม่เสีย โดยใช้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ จึงจำเป็นต้องใช้สวิทช์เข้าช่วย ในการต่อความต้านทานและตัวเก็บประจุให้กับตัวไอซี ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้ไอซี CMOS เบอร์ 4066 ซึ่งเป็นอนาล็อกสวิทช์ สามารถควบคุมการปิดเปิด ของสวิทช์ ได้โดยการควบคุมลอจิกของขาควบคุมสวิทช์แต่ละตัว ดังจะเขียนลักษณะการต่อได้ดังรูป



รูปที่ 22 แสดงการต่ออนาล็อกสวิทช์

### 5.3 หลักการเขียนโปรแกรม

หลักการเขียนโปรแกรมเพื่อที่จะตรวจสอบการทำงานของไอซี โมโนสเตเบิล จะเป็นการเขียนโปรแกรมให้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ คอยตรวจจ้งสัญญาณพัลส์ที่เกิดขึ้นที่เอาต์พุทของไอซี โดยใช้วิธีการโพลลิง (Polling) คือจะโปรแกรมให้ วนอ่านข้อมูลที่พอร์ทตลอดเวลาแล้วทำการทดสอบบิท ที่ขาเอาต์พุทของไอซี ที่ต้องการจะตรวจสอบ ถ้าเกิดมีสัญญาณต่ออินพุทของพอร์ทมีค่าลอจิกเป็น "0" และในช่วงการอ่านข้อมูลครั้งต่อมาพบว่า มีระดับลอจิกเป็น "1" และจะทำการอ่านเข้ามาอีก ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงจากระดับลอจิกจาก "1" เป็น "0" อีกครั้งแสดงว่ามีพัลส์เกิดขึ้นที่ขาเอาต์พุทของไอซี

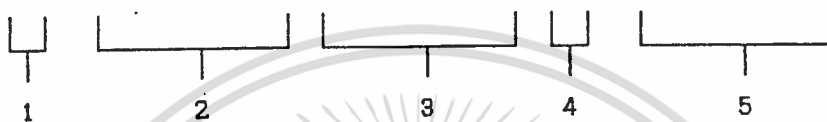
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 5.4 โครงสร้างข้อมูล

โครงสร้างข้อมูลของไอซีโมโนสเตเบิล จะมีลักษณะเช่นเดียวกับข้อมูลของไอซีที่ต้องการสัญญาณ Clock เพราะว่าไอซีชนิดนี้ต้องการสัญญาณ Clock มากกระตุ้นให้เกิดการทำงานเช่นกัน

#### DATA FORMAT

LS123: 04h, 83h, 03h, 1Ah, 40h, 44h, 0Ch, 60h, 40h, 64h, 44h,



โครงสร้างข้อมูลสามารถอธิบายได้ดังนี้

- ข้อมูลชุดที่ 1 จะเป็นตัวที่บอกถึงชนิดของไอซี
- ข้อมูลชุดที่ 2 จะเป็นชุดกำหนดบิตอินพุตเอาต์พุต
- ข้อมูลชุดที่ 3 จะเป็นชุดที่ป้อนลอจิกให้กับไอซี
- ข้อมูลชุดที่ 4 จะเป็นชุดของการจ่ายไปและกราวด์
- ข้อมูลชุดที่ 5 จะเป็นตัวกำหนดขาสัญญาณ Clock ที่ต้องป้อนให้กับตัวไอซี

## บทที่ 6

### ตัวอย่างการใช้งานและขีดความสามารถของเครื่อง

#### 6.1 สรุปและผลการทดลอง

เครื่องตรวจสอบไอซี ที่สร้างขึ้นมามีขีดความสามารถดังนี้

1. สามารถตรวจสอบไอซี TTL ที่มีจำนวนขาไม่เกิน 24 ขาได้
2. สามารถตรวจสอบไอซี TTL ได้ว่าดีหรือเสีย โดยจะแสดงผลทาง DISPLAY ของ Single Board ว่า PASS และ FAIL
3. ในการตรวจสอบไอซีโมโนสเตเบิล สามารถตรวจสอบได้เพียง 2 เบอร์ คือ เบอร์ 74121 และ เบอร์ 74123
4. การตรวจสอบไอซีที่ต้องการสัญญาณ Clock และไอซี TTL แบบ Open Collector สามารถตรวจสอบได้
5. เครื่องตรวจสอบไอซี สามารถตรวจไอซีได้ตามเบอร์ต่อไปนี้  
 7400, 7401, 7402, 7403, 7404, 7405, 7406, 7407, 7408, 7409, 7410, 7411, 7412, 7413, 7415, 7416, 7417, 7420, 7421, 7422, 7423, 7425, 7426, 7427, 7428, 7430, 7432, 7433, 7437, 7438, 7440, 7442, 7443, 7444, 7445, 7448, 7449, 7450, 7451, 7452, 7453, 7454, 7455, 7461, 7463, 7464, 7470, 7471, 7472, 7473, 7474, 7475, 7476, 7477, 7478, 7482, 7483, 7486, 7487, 74125, 74126, 74128, 74132, 74133, 74134, 74135, 74136, 74137, 74138, 74139, 74140, 74145, 74148, 74151, 74156, 74157, 74173, 74175, 74244, 74245, 74257, 74266, 74373, 74374, 74367, 74368, 74121, 74123, 74445, 74347, 74116, 74147, 74152, 74155, 74158, 74183, 74240, 74241, 74242, 74243, 74253, 74258, 74260, 74265, 74279, 74352, 74363, 74366, 74386, 74425, 74426, 74640, 74641, 74643, 7491, 7496, 74101, 74102, 74103, 74106, 74107, 74108, 74109, 74110, 74111, 74112, 74113, 74114, 74174, 74273, 74364, 74376, 74377, 74378, 74379

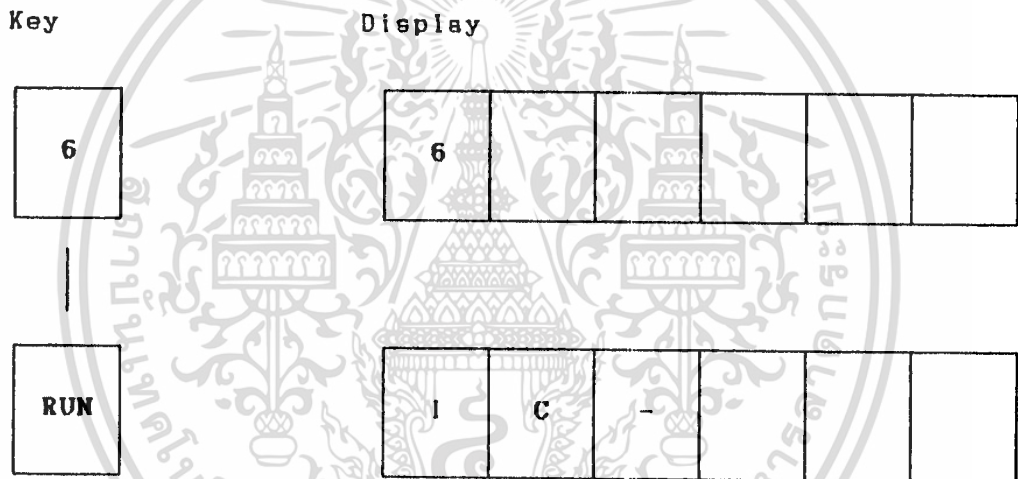
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6.2 การใช้งานเครื่องตรวจสอบ IC TTL

การใช้งานเครื่องตรวจสอบ IC TTL มีลำดับขั้นตอนการใช้งานดังนี้

1. ต่อชุดเครื่องตรวจสอบ IC TTL เข้ากับ Single Board Microcomputer ของบริษัท อีทีที โดยต่อที่ Z-80 Connector

2. กดคีย์เลข 6 และกดคีย์ RUN ของ Single Board เพื่อที่จะให้โปรแกรมเริ่มทำงาน จากนั้นจะเห็นคำว่า "IC-" ปรากฏขึ้นที่ Display ของเครื่อง



3. ใส่ตัว IC ที่ต้องการจะตรวจสอบลงใน Socket โดยให้ท้ายของตัว IC อยู่ชิดทางก้านล๊อคของเครื่อง

4. ป้อนเบอร์ IC ที่ต้องการตรวจสอบโดยกดคีย์ตัวเลขที่ Single Board ให้ครบ 3 หลัก ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการตรวจ IC เบอร์ 74LS138 ก็ให้กดคีย์เพียงตัวเลขชุดหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

KEY

DISPLAY

1

1	C	-	1		
---	---	---	---	--	--

|

3

1	C	-	1	3	
---	---	---	---	---	--

|

8

1	C	-	1	3	8
---	---	---	---	---	---

แต่ถ้าเป็นเบอร์ที่ตัวเลขชุดหลังเพียง 2 ตัว เช่น 74LS01 หรือ 74LS73 ก็ให้เพิ่มเลข 0 เข้าไปด้วย คือให้ทศนิยมเลข 001 หรือ 073 ดังรูป

KEY

DISPLAY

0

1	C	-	0		
---	---	---	---	--	--

|

0

1	C	-	0	0	
---	---	---	---	---	--

|

1

1	C	-	0	0	1
---	---	---	---	---	---

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับศึกษาใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และถ้าต้องการเปลี่ยนเบอร์ที่ป้อนไปให้กดคีย์ NO ตัวเลขจะลบไป 1 หลัก และป้อนเบอร์ใหม่เข้าไปได้ ตัวอย่างเช่น เมื่อป้อนเบอร์ 74LS01 เข้าไปแล้วแต่ต้องการเปลี่ยนเป็นเบอร์ 74LS73 ทำได้ดังนี้

KEY	DISPLAY
0	I C - 0
0	I C 0 0
1	I C - 0 0 1
NO	I C - 0 0
NO	I C - 0
7	I C - 0 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเอาไว้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3	I	C	-	0	7	3
---	---	---	---	---	---	---

5. เมื่อต้องการจะตรวจสอบ ให้กดคีย์ YES เครื่องจะแสดงคำว่า "test"

KEY

DISPLAY

YES	t	e	s	t
-----	---	---	---	---

เมื่อตรวจสอบความแน่ใจอีกครั้งว่าจะตรวจสอบหรือไม่ และถ้าต้องการจะเปลี่ยนเบอร์ก็ให้กดคีย์ NO เครื่องจะกลับไปรอให้ป้อนเบอร์ใหม่อีกครั้ง แต่ถ้าต้องการจะตรวจสอบก็ให้กดคีย์ YES อีกครั้ง เครื่องจะทำการตรวจสอบ IC ทันที ถ้า ic ตัวที่เข้ามาตรวจสอบเสีย DISPLAY จะแสดงคำว่า FAIL

F	A	I	L	
---	---	---	---	--

แต่ถ้า IC ตัวนั้นดี จะแสดงคำว่า PASS

P	A	S	S	
---	---	---	---	--

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และถ้าจะตรวจสอบ IC ตัวอื่นอีก ก็ให้กดคีย์ YES อีกครั้ง เครื่องจะวนกลับไปรอให้ป้อนเบอร์ IC อีกครั้ง โดยแสดงที่ DISPLAY ดังรูป

I	C	-			
---	---	---	--	--	--

### 6.3 แนวทางการพัฒนา

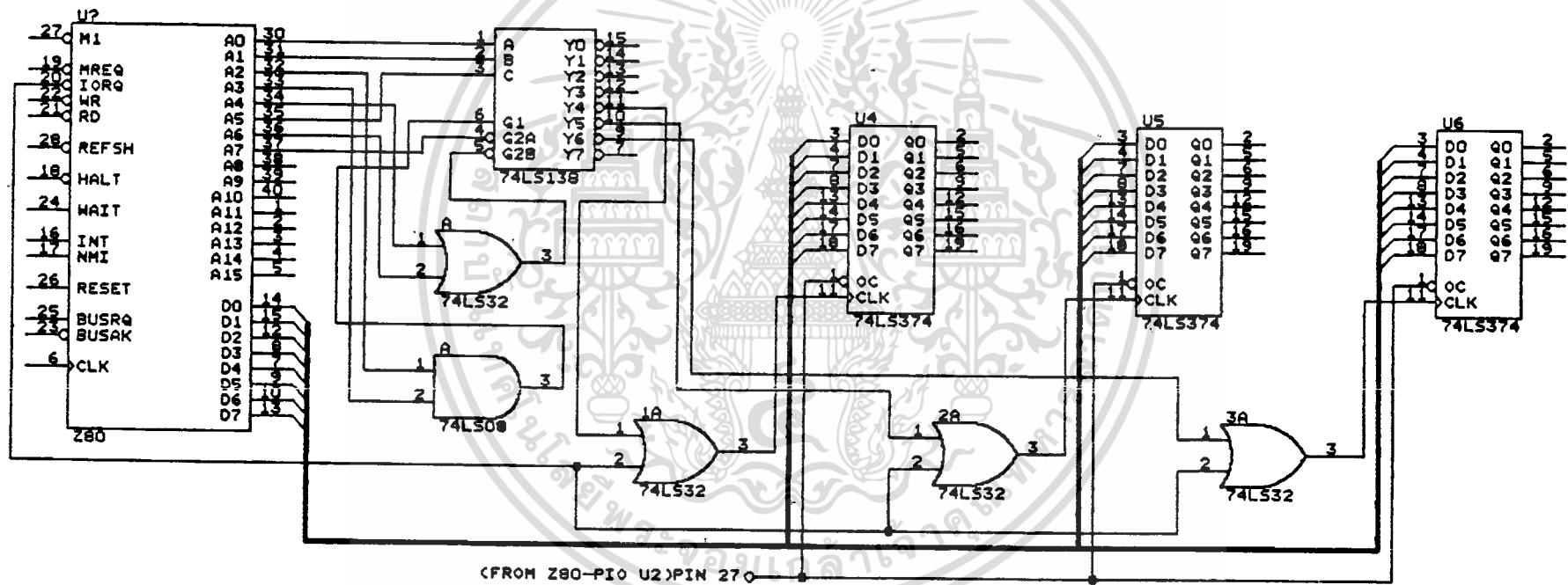
เพื่อให้เครื่องตรวจสอบไอซี TTL (IC TTL TESTER) สามารถทำงานได้ทัดเทียมกับเครื่องที่มีขายอยู่ในท้องตลาด หรือมีความสามารถในการทำงานสูงขึ้น ยังต้องมีอีกหลายสิ่งที่จะต้องได้รับการพัฒนาต่อไป เช่น

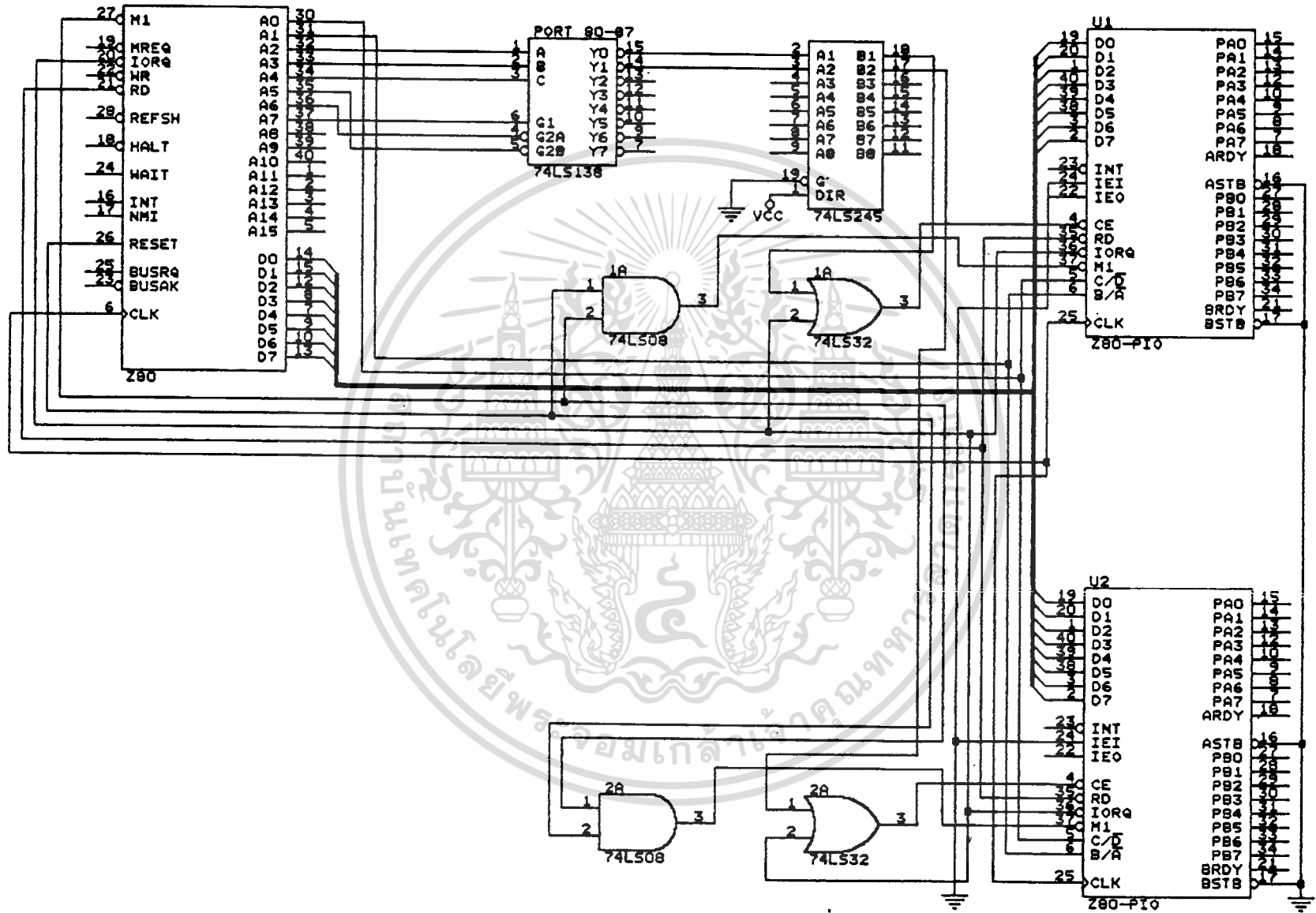
1. เพิ่มชุด Interface กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วนบุคคล เพื่อที่จะให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวหลักในการตรวจสอบการทำงานของไอซี ได้เช่นเดียวกับการใช้ซิงเกิ้ลบอร์ด

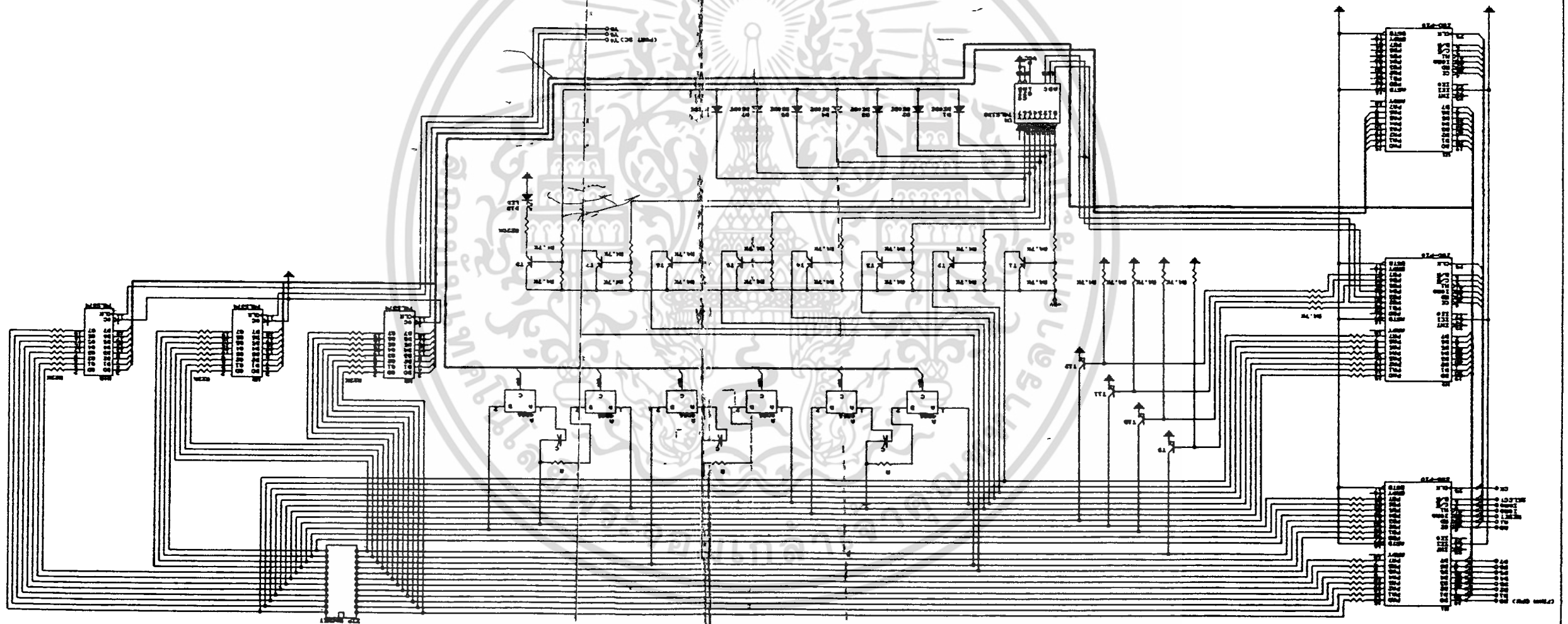
2. ทำการปรับปรุงชุดตรวจสอบ ไอซีโมโนสเตเบิล ให้มีประสิทธิภาพดีกว่าเดิมคือสามารถตรวจได้ครบทุกเบอร์ คือ เบอร์ 74121, 74122, 74123

3. ควรจะเพิ่มฟังก์ชันการใช้งานให้มากขึ้น เช่น การตรวจสอบตลอดเวลา หรือ LOOP TEST และการค้นหาเบอร์อัตโนมัติ หรือ การตรวจสอบได้โดยไม่ต้องป้อนเบอร์ไอซี เป็นต้น

4. ควรระวังในเรื่องของกระแสที่จ่ายให้กับตัวไอซีที่ทำการตรวจสอบ เพราะถ้ามีกระแสไหลมากเกินไป จะทำให้ไอซีตัวที่นำมาตรวจสอบ ทำงานได้ โดยไม่ต้องต่อขากราวด์ของไอซีตัวที่นำมาตรวจสอบลงกราวด์ อาจทำให้การตรวจสอบมีการผิดพลาดได้







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่อนุญาตให้นำไปทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากหน่วยงานต้นทางหรือแจ้งไปยังหน่วยงานต้นทางที่ออกเอกสารชุดนี้

CPU "Z80.TBL"

HOF "INT8"

PORT1A: EQU 82h  
PORT1B: EQU 83h  
PORT2A: EQU 86h  
PORT2B: EQU 87h  
DATA1A: EQU 80h  
DATA1B: EQU 81h  
DATA2A: EQU 84h  
DATA2B: EQU 85h  
PORT3B: EQU 8Bh  
PORT3A: EQU 8Ah  
DATA3A: EQU 88h  
DATA3B: EQU 89h

ORG 6000h

;\*\*\*\*\*

;\* MAIN PROGRAM IC TESTER \*

;\*\*\*\*\*

CALL DELAY

START: LD A,03h ;CALL CLEAR DISPLAY  
RST 10h ;BUFFER  
LD HL,PROMT ;LOAD PROMT  
LD DE,3FE7h  
LD BC,0007h  
LDIR

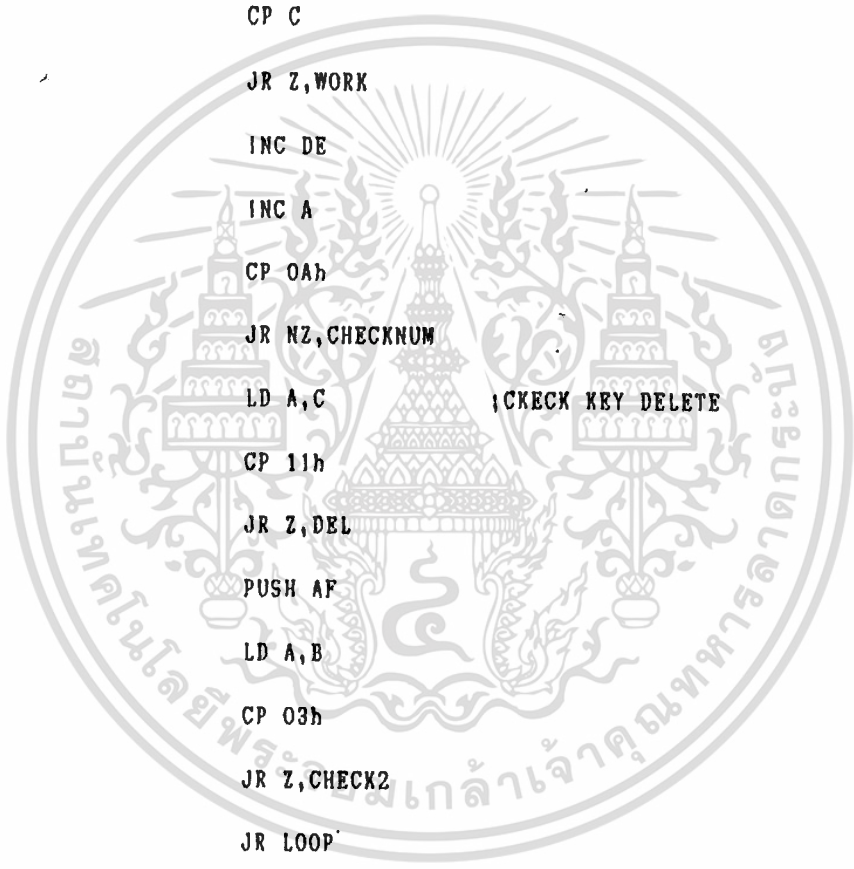
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD A,04h ;CALL DISPLAY

```

LD B,40h
RST 10h
SETCOL: LD B,00h ;SET COLOUM
LD IX,3FEAh ;KEY IN
LD IY,2000h
LOOP: CALL SCANX ;CALL SCANKEY
LD A,00h ;COMPARE KEYIN
LD DE,TABLE
CHECKNUM: CP C
JR Z,WORK
INC DE
INC A
CP 0Ah
JR NZ,CHECKNUM
LD A,C ;CHECK KEY DELETE
CP 11h
JR Z,DEL
PUSH AF
LD A,B
CP 03h
JR Z,CHECK2
JR LOOP
CHECK2: POP AF
CP 13h
JR Z,TEST
JP LOOP

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่อย่างใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WORK: LD A,B

```
CP 03h
JR NZ,DISP
LD IX,3FEAh
LD A,(DE)
LD (IX+0),A
LD (IY+0),C
```

```
LD B,01
```

```
LD A,00
```

```
INC IX
```

```
INC IY
```

```
LD (3FEBh),A
```

```
LD (3FECh),A
```

```
LD (2001h),A
```

```
LD (2002h),A
```

```
JP LOOP
```

DISP:

```
LD A,(DE)
```

```
LD (IX+0),A
```

```
LD A,(HL)
```

```
LD (IY+0),C
```

```
INC IX
```

```
INC B
```

```
INC IY
```

```
JP LOOP
```

DEL:

```
LD A,B
```

```
CP 00h
```

```
JR NZ,DEL1
```

```
LD A,00h
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือทำซ้ำและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LD (IX+0),A
```

```

LD (1Y+0),A
JP SETCOL
DEL1: DEC 1X
DEC 1Y
DEC B
LD A,00h
LD (1X+0),A
LD (1Y+0),A
JP LOOP

```

```

TEST: LD A,03
RST 10h

```

```

LD HL,TESTTABLE
LD DE,3FE7h
LD BC,0007h
LDIR
CALL SCANX
LD A,C
CP 11h
JP Z,START
CP 13h
JP Z,ADDCOLUM
JR TESTO

```

```

;*****
;*   TABLE DISPLAY   *
;*****

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 TABLE: DFb, 3Fh, 06h, 5Bh, 4Fh, 66h, 6Dh, 7Dh, 07h, 7Fh, 6Fh  
 ไม่มีการพิมพ์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่หรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

PROMT:          DFB 06h,39h,40h,00h,00h,00h,00h
TESTTABLE:      DFB 00h,78h,79h,6Dh,78h,00h,00h
PASSTABLE:      DFB 00h,73h,77h,6Dh,6Dh,00h,00h
FAILTABLE:      DFB 00h,71h,77h,06h,38h,00h,00h
CANTTABLE:      DFB 39h,77h,54h,02h,78h,80h,00h

```

```

;*****
;* SUB ROUTINE DELAY TIME *
;*****

```

```

DELAY:          PUSH HL
DELAYO:         LD HL,01FFh      ;SET DELAY TIME
DELAY1:         DEC L           ;SET REGISTER DE
                JR NZ,DELAY1
                DEC H           ;SET REGISTER DE
                JR NZ,DELAY1
                POP HL
                RET

```

```

;*****
;* SUB ROUTINE SCANKEY PROGRAM *
;*****

```

```

SCANK:         LD A,OFFh
                LD (3FFBh),A
                LD A,05
                RST 10h
                LD A,(3FFBh)
                CP OFFh
                JR Z,SCANK
                LD C,A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ควรเผยแพร่ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RST 10h
LD A,(3FFBh)
CP 0FFh
JR NZ,CHECK
RET
```

```
;*****
;* ADD COLUM 1,2 *
;*****
```

```
ADDCOLUM: LD A,(2002h)
LD HL,2001h
RLD
LD A,(HL)
LD (2001h),A
```

```
;*****
;* FIND IC NUMBER1 *
;*****
```

```
LD A,(2000h)
CP 00h
LD HL,NUMICO
LD DE,DATAICO
JR Z,FINDNUM
CP 01h
LD HL,NUMIC1
LD DE,DATAIC1
JP Z,FINDNUM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LD HL,NUM1C2  
LD DE,DATA1C2  
JP Z,FINDNUM  
CP 03h  
LD HL,NUM1C3  
LD DE,DATA1C3  
JP Z,FINDNUM  
CP 04h  
LD HL,NUM1C4  
LD DE,DATA1C4  
JP Z,FINDNUM  
CP 05h  
LD HL,NUM1C5  
LD DE,DATA1C5  
JP Z,FINDNUM  
CP 06h  
LD HL,NUM1C6  
LD DE,DATA1C6  
JP Z,FINDNUM  
CP 07h  
LD HL,NUM1C7  
LD DE,DATA1C7  
JP Z,FINDNUM  
CP 08h  
LD HL,NUM1C8  
LD DE,DATA1C8  
JP Z,FINDNUM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ;\*\*\*\*\*อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

;\* CANNOT IC NUMBER \*

\*\*\*\*\*

CANTFIND: LD HL,CANTTABLE  
LD DE,3FE7h  
LD BC,0007h  
LDIR

CANTFIND1: CALL SCANX  
LD A,1Ch  
OUT (DATA2B),A  
LD A,C  
CP 13h  
JR NZ,CANTFIND1  
JP START

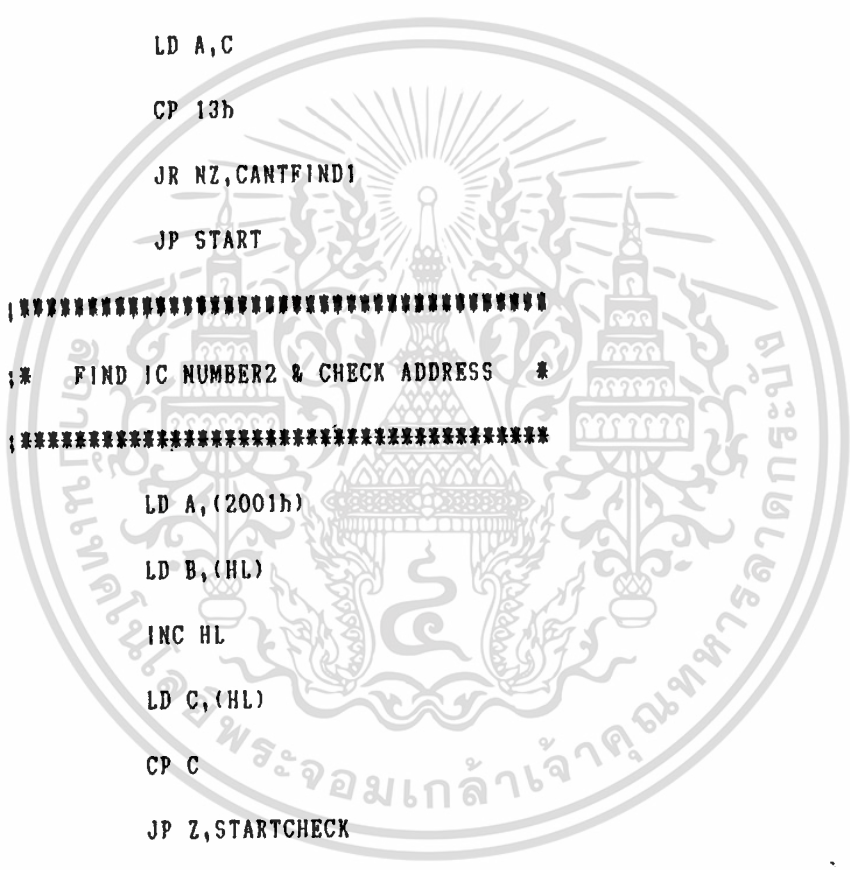
\*\*\*\*\*

\* FIND IC NUMBER2 & CHECK ADDRESS \*

\*\*\*\*\*

FINDNUM: LD A,(2001h)  
LD B,(HL)

FINDNUM1: INC HL  
LD C,(HL)  
CP C  
JP Z,STARTCHECK  
INC DE  
INC DE  
DJNZ FINDNUM1  
JR CANTFIND



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น;\*\*\*\*\*ค้นหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

;\* TABLE NUMBER 1C \*

\*\*\*\*\*

NUMIC0: DFB 51h, 00h, 01h, 02h, 03h, 04h, 05h, 06h, 07h, 08h,  
DFB 09h, 10h, 11h, 12h, 13h, 14h, 15h, 16h, 17h, 20h, 21h, 22h,  
DFB 23h, 25h, 26h, 27h, 28h, 30h, 32h, 33h, 37h, 38h, 40h, 42h,  
DFB 43h, 44h, 45h, 46h, 47h, 48h, 49h, 50h, 51h, 52h, 53h, 54h,  
DFB 55h, 60h, 61h, 62h, 63h, 64h, 65h, 70h, 71h, 72h, 73h, 74h,  
DFB 75h, 76h, 77h, 78h, 80h, 81h, 82h, 83h, 84h, 85h, 86h, 87h,  
DFB 88h, 89h, 90h, 91h, 92h, 93h, 94h, 95h, 96h, 97h, 98h, 99h,

NUMIC1: DFB 57h, 00h, 01h, 02h, 03h, 06h, 07h, 08h, 09h, 10h,  
DFB 11h, 12h, 13h, 14h, 16h, 20h, 21h, 22h, 23h, 24h, 25h, 26h,  
DFB 28h, 32h, 33h, 34h, 35h, 36h, 37h, 38h, 39h, 40h, 41h, 42h,  
DFB 43h, 44h, 45h, 47h, 48h, 50h, 51h, 52h, 53h, 54h, 55h, 56h,  
DFB 57h, 58h, 59h, 60h, 61h, 62h, 63h, 64h, 65h, 66h, 67h, 68h,  
DFB 69h, 70h, 72h, 73h, 74h, 75h, 76h, 77h, 78h, 79h, 80h, 81h,  
DFB 82h, 83h, 84h, 85h, 86h, 87h, 88h, 90h, 91h, 92h, 93h,  
DFB 94h, 95h, 96h, 97h, 98h, 99h,

NUMIC2: DFB 25h, 21h, 26h, 40h, 41h, 42h, 43h, 44h, 45h, 46h,  
DFB 47h, 48h, 49h, 51h, 53h, 57h, 58h, 59h, 60h, 61h, 65h, 66h,  
DFB 73h, 74h, 75h, 76h, 78h, 79h, 80h, 81h, 83h, 84h, 85h, 90h,  
DFB 93h, 95h, 98h, 99h,

NUMIC3: DFB 25h, 20h, 21h, 22h, 23h, 24h, 25h, 26h, 27h, 47h,  
DFB 48h, 51h, 52h, 53h, 61h, 62h, 63h, 64h, 65h, 66h, 67h, 68h,  
DFB 73h, 74h, 75h, 76h, 77h, 78h, 79h, 81h, 85h, 86h, 90h, 93h,  
DFB 95h, 96h, 98h, 99h,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีเมลนี้สงวนไว้สำหรับใช้โดยคุณเท่านั้น กรุณาแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NUMIC4: DFB 08h, 12h, 24h, 25h, 26h, 28h, 45h, 47h, 90h,

NUMIC5: DFB 1Eh, 21h, 24h, 33h, 34h, 37h, 38h, 39h, 40h, 41h,  
DFB 43h, 44h, 45h, 47h, 48h, 50h, 51h, 52h, 63h, 64h, 68h, 69h,  
DFB 73h, 74h, 79h, 82h, 83h, 88h, 95h, 97h, 98h,

NUMIC6: DFB 26h, 04h, 05h, 20h, 21h, 22h, 23h, 24h, 25h, 26h,  
DFB 27h, 28h, 29h, 30h, 31h, 40h, 41h, 42h, 43h, 44h, 45h, 46h,  
DFB 47h, 48h, 49h, 51h, 52h, 53h, 54h, 55h, 56h, 57h, 68h, 69h,  
DFB 70h, 73h, 74h, 75h, 76h,

NUMIC7: DFB 09h, 11h, 12h, 23h, 25h, 32h, 33h, 79h, 84h, 86h,

NUMIC8: DFB 12h, 21h, 22h, 23h, 24h, 25h, 26h, 27h, 28h, 41h,  
DFB 42h, 43h, 44h, 45h, 46h, 61h, 62h, 63h, 64h,

\*\*\*\*\*

\* DATA IC \*

\*\*\*\*\*

LS00: DFB 00h, 01h, 80h, 94h, 00h, 06h, 04h, 60h, 63h, 07h, 0A0h, 0D5h,  
DFB 06h, 0C0h, 0B6h, 05h, 80h, 94h, 04h ; LS37, LS03C, LS26C,  
; LS38C

LS01C: DFB 01h, 20h, 41h, 02h, 06h, 04h, 20h, 41h, 06h, 60h, 63h, 07h,  
DFB 0A0h, 0D5h, 06h, 0C0h, 0B6h, 05h,

LS02: DFB 00h, 01h, 20h, 41h, 02h, 06h, 04h, 0C0h, 0B6h, 05h, 40h, 22h,  
DFB 05h, 80h, 94h, 04h, 20h, 41h, 06h ; LS28, LS128

LS04: DFB 00h, 01h, 40h, 55h, 01h, 06h, 01h, 40h, 55h, 05h, 0A0h, 0A2h,  
DFB 06h ; LS14, LS05C, ; LS06C, LS16C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LS07C: DFB 01h, 40h, 55h, 01h, 06h, 02h, 0E0h, 0F7h, 07h, 00h, 00h, 04h

; LS17C

LS08: DFB 00h, 01h, 80h, 94h, 00h, 06h, 05h, 00h, 00h, 04h, 20h, 41h,  
DFB 06h, 40h, 22h, 05h, 0E0h, 0F7h, 07h, 20h, 75h, 05h ; LS09C

LS10: DFB 00h, 01h, 00h, 1Ch, 05h, 06h, 08h, 00h, 14h, 05h, 00h, 96h,  
DFB 07h, 40h, 55h, 05h, 40h, 0D7h, 07h, 0A0h, 34h, 05h, 0A0h, 0B6h,  
DFB 07h, 0E0h, 75h, 05h, 0E0h, 0E3h, 06h ; LS12C

LS11: DFB 00h, 01h, 00h, 14h, 01h, 06h, 08h, 00h, 00h, 04h, 00h, 82h, 06h,  
DFB 40h, 41h, 04h, 40h, 0C3h, 06h, 0A0h, 20h, 04h, 0A0h, 0A2h, 06h,  
DFB 0E0h, 61h, 04h, 0E0h, 0F7h, 07h, ; LS15C

LS13: DFB 00h, 01h, 00h, 1Ch, 04h, 06h, 0Ah, 00h, 14h, 04h, 00h, 15h, 05h,  
DFB 40h, 54h, 04h, 40h, 55h, 05h, 20h, 34h, 04h, 20h, 36h, 06h, 20h,  
DFB 35h, 05h, 20h, 37h, 07h, 60h, 76h, 02h, 60h, 63h, 07h ; LS20,  
; LS40, LS22C

LS21: DFB 00h, 00h, 14h, 00h, 06h, 0Ah, 00h, 00h, 04h, 00h, 02h, 06h, 00h,  
DFB 03h, 07h, 40h, 42h, 06h, 40h, 43h, 07h, 20h, 20h, 04h, 20h, 21h,  
DFB 05h, 60h, 60h, 04h, 60h, 61h, 05h, 60h, 77h, 07h

LS23: DFB 00h, 00h, 1Ch, 08h, 06h, 02h, 00h, 14h, 08h, 0F0h, 0E3h, 0Bh

LS25: DFB 00h, 00h, 1Ch, 04h, 06h, 0Ah, 80h, 94h, 04h, 0E0h, 81h, 06h, 80h,  
DFB 83h, 07h, 0C0h, 0C9h, 04h, 0C9h, 0C1h, 05h, 0C0h, 0C3h, 07h, A0h,  
DFB 0A2h, 06h, 0A0h, 023h, 07h, 0E0h, 0E2h, 06h, 0E0h, 0E3h, 07h

LS27: DFB 00h, 00h, 1Ch, 05h, 06h, 08h, 00h, 14h, 07h, 00h, 82h, 06h, 40h,  
DFB 41h, 04h, 40h, 0C3h, 06h, 0A0h, 20h, 04h, 0A0h, 0A2h, 06h, 0E0h,  
DFB 61h, 04h, 0E0h, 0E3h, 06h

LS28: DFB 00h, 01h, 20h, 49h, 06h, 06h, 04h, 20h, 41h, 06h, 80h, 24h, 05h,  
DFB 40h, 92h, 04h, 0C0h, 0B6h, 05h ; LS33C

LS30: DFB 00h, 00h, 18h, 04h, 06h, 0Ah, 00h, 10h, 04h, 20h, 10h, 04h, 40h,  
DFB 10h, 04h, 80h, 10h, 04h, 00h, 11h, 04h, 00h, 12h, 04h, 00h, 14h,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LS32: DFB 00h, 80h, 9Ch, 04h, 06h, 04h, 00h, 00h, 04h, 0C0h, 0D6h, 06h,

DFB 0A0h,0B5h,05h,0E0h,0F7h,07h

LS42: DFB 00h,0F0h,77h,00h,1Ah,01h,0E0h,77h,08h,0B0h,77h,0Ah,  
DFB 0F0h,76h,09h,0F0h,75h,0Dh,0F0h,73h,0Bh,0F0h,67h,0Fh,  
DFB 0F0h,0D7h,08h,0Fh,0B7h,0Ch,0F0h,0F7h,0Ah,0F0h,0F7h,  
DFB 0Eh,0Fh,0F7h,0Dh,0F0h,0F7h,0Fh

LS73: DFB 02h,20h,02h,00h,0C0h,0FDh,07h,00h,31h,03h,54h,03h,40h,  
DFB 2Dh,05h,0C0h,55h,02h,00h,59h,06h

LS74: DFB 02h,80h,80h,00h,60h,7Fh,07h,00h,36h,00h,06h,02h,60h,  
DFB 63h,07h,20h,55h,06h

LS43: DFB 00h,0F0h,77h,00h,1Ah,02h,0E0h,77h,08h,0D0h,77h,0Ch,  
DFB 0B0h,77h,0Dh,70h,77h,0Bh,0F0h,76h,0Fh,0F0h,0F5h,08h,  
DFB 0F0h,0F3h,0Ch,0F0h,0E7h,0Ah,0F0h,0D7h,0Eh,0F0h,0B7h,09h,

LS44: DFB 00h,0F0h,77h,00h,1Ah,05h,0E0h,77h,0Ah,0D0h,77h,0Bh,0B0h,  
DFB 77h,0Fh,70h,77h,0Dh,0F0h,76h,09h,0F0h,75h,0Dh,0F0h,73h,  
DFB 0Bh,0F0h,67h,0Fh,0F0h,0D7h,08h,0F0h,0B7h,0Ch,

LS445: DFB 00h,01h,0F0h,77h,00h,1Ah,0Ah,0E0h,77h,08h,0D0h,77h,0Ch,  
DFB 0B0h,77h,0Ah,70h,77h,0Eh,0F0h,76h,09h,0F0h,75h,0Dh,0F0h,  
DFB 73h,0Bh,0F0h,67h,0Fh,0F0h,0D7h,08h,0F0h,0B7h,0Ch ; LS45C

LS48: DFB 00h,80h,0F0h,07h, 1Ah,0Ah,0C0h,0F1h,0Dh, 0C0h,0C5h,08h,  
DFB 0D0h,0B1h,0Dh,0B0h,0E5h,0Dh,0E0h,0C1h,0Eh, 0E0h,63h,0Fh,  
DFB 0F0h,71h,0Eh, 0F0h,0C5h,09h,0C0h,0F3h,0Fh, 0C0h,0C7h,0Fh  
; LS347

LS49: DFB 00h,00h,0F4h,06h,06h,0Ah,80h,0F4h,06h,0A0h,0D0h,05h,0C0h,  
DFB 60h,07h,0E0h,34h,07h,80h,0F5h,07h,0A0h,15h,05h,0C0h,41h,  
DFB 07h,0E0h,15h,07h,0E0h,03h,04h,00h,00h,04h,

LS50: DFB 00h,00h,14h,00h,06h,02h,00h,14h,04h,0E0h,0E3h,06h,

LS51: DFB 00h,00h,14h,00h, 06h,02h, 00h,14h,04h, 0E0h,63h,06h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
LS52: DFB 00h,00h,10h,04h,06h,04h,0E0h,83h,07h,0E0h,0D3h,07h,

DFB 00h, 30h, 04h, 00h, 00h, 04h

LS53: DFB 00h, 00h, 10h, 04h, 06h, 02h, 00h, 10h, 04h, 0E0h, 0E3h, 06h

LS54: DFB 00h, 00h, 10h, 04h, 06h, 02h, 00h, 10h, 04h, 0E0h, 63h, 06h

LS55: DFB 00h, 00h, 10h, 04h, 06h, 02h, 0E0h, 0C3h, 07h, 00h, 18h, 04h

LS61: DFB 00h, 00h, 78h, 04h, 06h, 08h, 00h, 00h, 04h, 80h, 04h, 06h, 40h,

DFB 02h, 05h, 0C0h, 06h, 07h, 20h, 81h, 04h, 0A0h, 85h, 06h, 60h, 83h,

DFB 05h, 0E0h, 0F7h, 07h

LS63: DFB 00h, 0C0h, 94h, 05h, 06h, 02h, 00h, 00h, 04h, 0E0h, 0F7h, 07h,

LS64: DFB 00h, 01h, 00h, 10h, 00h, 06h, 0Ch, 0K0h, 0A7h, 07h, 0E0h, 0C7h,

DFB 07h, 0E0h, 0E3h, 07h, 0E0h, 0E5h, 07h, 0E0h, 0E6h, 07h, 60h,

DFB 0E7h, 07h, 0A0h, 0E7h, 07h, 0E0h, 0E7h, 05h, 0E0h, 0E7h, 06h,

DFB 0E0h, 067h, 07h, 0C0h, 0E7h, 07h, 00h, 10h, 04h ; LS65

LS70: DFB 02h, 00h, 00h, 01h, 0FFh, 0F7h, 0FEh, 00h, 1Ch, 04h, 06h, 04h,

DFB 40h, 32h, 04h, 80h, 0C5h, 06h, 0C0h, 31h, 06h, 40h, 0C6h, 06h

LS71: DFB 02h, 00h, 00h, 02h, 0FFh, 0F7h, 0FDh, 00h, 01Ch, 04h, 06h, 03h,

DFB 00h, 04h, 04h, 00h, 06h, 04h, 00h, 0F2h, 05h

LS72: DFB 02h, 00h, 00h, 01h, 0FFh, 0F7h, 0FEh, 00h, 1Ch, 04h, 06h, 04h,

DFB 40h, 10h, 04h, 00h, 04h, 06h, 0C0h, 13h, 06h, 40h, 0E4h, 06h

LS75: DFB 00h, 10h, 0F9h, 0Eh, 54h, 02h, 90h, 49h, 03h, 0E0h, 37h, 0Dh

LS76: DFB 02h, 10h, 02h, 00h, 0E0h, 0FDh, 0Fh, 00h, 60h, 06h, 94h, 04h,

DFB 0E0h, 5Dh, 04h, 60h, 0ADh, 0Ah, 040h, 49h, 04h, 20h, 25h, 02h

LS77: DFB 00h, 00h, 0B1h, 06h, 54h, 02h, 80h, 01h, 01h, 0E0h, 37h, 07h

LS78: DFB 02h, 00h, 20h, 00h, 0FFh, 0D7h, 0FFh, 0C0h, 0Eh, 04h, 06h, 04h,

DFB 40h, 04h, 05h, 80h, 42h, 06h, 40h, 0C5h, 07h, 0A0h, 52h, 07h

LS82: DFB 00h, 20h, 40h, 01h, 54h, 04h, 00h, 01h, 00h, 20h, 03h, 00h, 60h,

DFB 01h, 00h, 40h, 03h, 01h, 60h, 01h, 05h, 40h, 43h, 04h, 60h, 01h,

DFB 03h, 40h, 43h, 02h, 00h, 41h, 06h, 20h, 43h, 06h, 0C0h, 41h, 07h,

DFB 0E0h, 43h, 07h,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

LS83: ณีใด DFB 00h, 20h, 12h, 07h, 54h, 02h, 00h, 01h, 00h, 20h, 11h, 01h, เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB 0C0h, 63h, 04h, 0E0h, 73h, 05h, 0B0h, 5Bh, 04h, 90h, 49h, 03h,  
DFB 60h, 37h, 0Ch, 40h, 25h, 0Bh, 10h, 0Dh, 0Ah, 30h, 1Dh, 0Bh, 0D0h,  
DFB 6Fh, 0Eh, 0F0h, 7Fh, 0Fh,

LS86: DFB 00h, 080h, 94h, 00h, 06h, 04h, 00h, 00h, 04h, 0C0h, 0B6h, 05h,  
DFB 0A0h, 0D5h, 06h, 60h, 63h, 07h,

LS87: DFB 00h, 80h, 2Ch, 05h, 06h, 02h, 40h, 42h, 06h, 0E0h, 66h, 07h

LS125: DFB 00h, 80h, 9Ch, 04h, 06h, 02h, 00h, 00h, 04h, 0C0h, 0B6h, 05h,

LS126: DFB 00h, 60h, 6Bh, 07h, 06h, 02h, 0E0h, 0F7h, 07h, 20h, 41h, 06h

LS132: DFB 00h, 80h, 9Ch, 04h, 06h, 04h, 80h, 94h, 04h, 0C0h, 0D6h, 06h,  
DFB 0A0h, 0B5h, 05h, 60h, 63h, 07h

LS133: DFB 00h, 00h, 18h, 08h, 1Ah, 04h, 0F0h, 17h, 08h, 00h, 0F0h, 0Fh,  
DFB 00h, 10h, 08h, 0F0h, 0E7h, 0Fh

LS134: DFB 00h, 00h, 18h, 08h, 1Ah, 04h, 0F0h, 17h, 08h, 00h, 0F0h, 0Bh,  
DFB 00h, 10h, 08h, 0F0h, 0E7h, 0Bh

LS135: DFB 00h, 40h, 1Ch, 09h, 1Ah, 08h, 00h, 00h, 08h, 60h, 56h, 0Bh,  
DFB 50h, 35h, 0Bh, 30h, 63h, 0Eh, 0C0h, 94h, 09h, 0A0h, 0C2h, 0Ch,  
DFB 90h, 0A1h, 0Ah, 0F0h, 0F7h, 0Fh,

LS136C: DFB 01h, 80h, 94h, 00h, 06h, 04h, 00h, 00h, 04h, 0C0h, 0D6h, 06h,  
DFB 0A0h, 0B5h, 05h, 60h, 63h, 07h

LS137: DFB 00h, 00h, 0F4h, 0Eh, 1Ah, 08h, 00h, 0F6h, 0Bh, 10h, 0F6h, 0Dh,  
DFB 20h, 0F6h, 0E0h, 30h, 76h, 0Fh, 40h, 0B6h, 0Fh, 50h, 0D6h, 0Fh,  
DFB 60h, 0E6h, 0Fh, 70h, 0F2h, 0Fh

LS138: DFB 00h, 00h, 0F4h, 0Eh, 1Ah, 08h, 00h, 0F6h, 0Bh, 10h, 0F6h, 0Dh,  
DFB 20h, 0F6h, 0Eh, 30h, 76h, 0Fh, 40h, 0B6h, 0Fh, 50h, 0D6h, 0Fh,  
DFB 60h, 0E6h, 0Fh, 70h, 0F2h, 0Fh,

LS139: DFB 00h, 80h, 0F7h, 00h, 1Ah, 04h, 00h, 77h, 08h, 0A0h, 0B6h, 0Ah,  
DFB 0C0h, 0D5h, 09h, 0E0h, 0E3h, 0Bh,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

LS140: ณีใด DFB 00h, 00h, 14h, 00h, 06h, 06h, 00h, 14h, 04h, 20h, 34h, 04h, 40h, สารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DFB 54h,04h,00h,15h,05h,00h,16h,06h,60h,63h,07h

LS145C: DFB 01h,0F0h,7Fh,0Bh,1Ah, 0Ah,0E0h,77h,0Bh,0D0h,77h,0Ch,  
DFB 0B0h,77h,0Ah,70h,77h,0Eh,0F0h,76h,09h,0F0h,75h,0Dh,  
DFB 0F0h,73h,0Bh,0F0h,67h,0Fh,0F0h,0D7h,08h,0F0h,0B7h,0Ch

LS373: DFB 00h,0C8h,24h,13h,12h,02h,00h,10h,20h, 0F8h,0F7h,2Fh

LS374: DFB 02h,00h,10h,00h,0F3h,0EFh,0F3h,0C8h,24h,13h, 12h,02h,  
DFB 00h,00h,20h, 0F8h,0E7h,3Fh,

LS123I: DFB 03h,00h,03h,03h,1Ah, 40h,44h,0Ch, 60h,40h, 64h,44h

LS121: DFB 04h,20h,64h,00h, 06h,00h,23h,04h, 80h, 00h,

LS367: DFB 00h,40h,55h,01h, 1Ah,01h, 0E0h,0F7h,0Bh,

LS368: DFB 00h,40h,55h,01h, 1Ah,01h, 40h,55h,09h,

LS244: DFB 00h,50h,0ADh,2Ah,12h,02h,00h,00h,20h,0F8h,0F7h,2Fh,

LS245: DFB 00h,00h,0F0h,0Fh,12h,01h,0FCh,0F7h,2Fh,

LS157: DFB 00h,80h,94h,00h,1Ah,03h,00h,00h,08h,0F0h,0F7h,0Bh,  
DFB 0E0h,0F7h,0Bh,

LS266: DFB 01h,80h,0C1h,00h,06h,04h,80h,0C1h,04h,40h,14h,05h,  
DFB 0E0h,0F7h,07h, 20h,22h,06h,

LS175I: DFB 02h,00h,10h,00h,0F0h,0EFh,0Fh,60h,66h,06h,1Ah,02h,  
DFB 0B0h,0A5h,0Dh, 50h,42h,0Ah,

LS151: DFB 00h,00h,03h,00h,1Ah,05h,0F0h,81h,0Fh,0F0h,0C1h,0Fh,  
DFB 00h,22h,08h,00h,62h,08h,02h,41h,08h,

LS257: DFB 00h,80h,94h,00h,1Ah,04h,00h,00h,08h,0F0h,0F7h,0Bh,  
DFB 10h,00h,08h, 0E0h,0F7h,0Bh,

LS148: DFB 00h,00h,16h,06h,1Ah,02h,00h,00h,0Ch,0B0h,0F0h,0Dh,

LS173: DFB 02h,00h,04h,00h,0F0h,0FBh,0Fh,0C0h,03h,00h,1Ah,02h,  
DFB 0F0h,0C3h,0Bh, 30h,00h,08h,

LS156: DFB 01h,80h,0F7h,00h,1Ah,04h,80h,0E7h,08h,80h,0D7h,09h,  
DFB 0C0h,0B7h,08h, 0C0h,77h,09h,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งผู้ที่ยังคงนำเอกสารนี้ไปเผยแพร่และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

;\* NO TEST GATE \*

\*\*\*\*\*

- LS116: DFB 00h, 50h, 85h, 2Ah, 01h, 03h, 01h, 10h, 80h, 0F9h, 97h, 0FFh,  
DFB 00h, 00h, 80h,
- LS128: DFB 00h, 20h, 41h, 02h, 06h, 04h, 20h, 41h, 06h, 0A0h, 25h, 05h,  
DFB 60h, 93h, 04h, 0C0h, 0B6h, 05h,
- LS147: DFB 00h, 00h, 16h, 02h, 1Ah, 04h, 0F0h, 0F7h, 0Bh, 0F0h, 0C7h, 09h,  
DFB 0F0h, 0F6h, 09h, 70h, 0F1h, 0Bh,
- LS152: DFB 00h, 00h, 04h, 00h, 06h, 04h, 0E0h, 85h, 07h, 0E0h, 0C6h, 07h,  
DFB 60h, 0A7h, 07h, 0A0h, 0E7h, 07h,
- LS155: DFB 01h, 80h, 0F7h, 00h, 1Ah, 04h, 80h, 0E7h, 08h, 80h, 0D7h, 09h,  
DFB 0C0h, 0B7h, 08h, 0C0h, 77h, 09h,
- LS158: DFB 00h, 80h, 94h, 00h, 1Ah, 04h, 80h, 94h, 08h, 60h, 63h, 0Bh,  
DFB 90h, 94h, 08h, 70h, 63h, 0Bh,
- LS183: DFB 00h, 00h, 56h, 00h, 06h, 04h, 00h, 00h, 04h, 20h, 14h, 06h,  
DFB 80h, 14h, 05h, 0A0h, 42h, 07h,
- LS240: DFB 00h, 50h, 0A5h, 0Ah, 12h, 02h, 50h, 0A5h, 2Ah, 0A8h, 52h, 25h,
- LS241: DFB 00h, 50h, 0A5h, 0Ah, 12h, 02h, 00h, 00h, 30h, 0F8h, 0F7h, 3Fh,
- LS242: DFB 00h, 00h, 0F0h, 00h, 06h, 02h, 00h, 0F0h, 04h, 80h, 07h, 04h,
- LS243: DFB 00h, 00h, 0F0h, 00h, 06h, 02h, 00h, 00h, 04h, 80h, 0F7h, 04h,
- LS253: DFB 00h, 00h, 14h, 00h, 1Ah, 04h, 00h, 00h, 0Bh, 0A0h, 0E7h, 09h,  
DFB 00h, 00h, 0A0h, 0C0h, 0F7h, 0Bh,
- LS258: DFB 00h, 80h, 94h, 00h, 1Ah, 04h, 80h, 94h, 08h, 60h, 63h, 0Bh,  
DFB 90h, 94h, 08h, 70h, 63h, 0Bh,
- LS260: DFB 00h, 00h, 06h, 00h, 06h, 04h, 00h, 06h, 04h, 00h, 80h, 06h,  
DFB 00h, 40h, 05h, 80h, 20h, 04h,
- LS265: DFB 00h, 60h, 36h, 03h, 1Ah, 04h, 40h, 14h, 09h, 30h, 95h, 0Eh,  
DFB 0C0h, 54h, 09h, 0B0h, 0E3h, 0Eh,
- LS279: DFB 00h, 80h, 14h, 01h, 1Ah, 02h, 90h, 35h, 0Bh, 60h, 0C2h, 0Ch,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LS352: DFB 00h,00h,14h,00h,1Ah,04h,00h,14h,08h,0C0h,0E3h,09h  
DFB 00h,14h,0Ah, 0C0h,0E3h,0Bh, ;LS353

LS363: DFB 0C8h,24h,13h,12h,02h,0F8h,0F7h,3Fh,00h,10h,20h,

LS365: DFB 00h,40h,55h,01h,1Ah,02h,0E0h,0F7h,0Bh,00h,00h,08h,

LS366: DFB 00h,40h,55h,01h,1Ah,02h,0A0h,0A2h,0Ah,40h,55h,09h,

LS386: DFB 00h,80h,0C1h,00h,06h,04h,00h,00h,04h,0C0h,0E5h,06h,  
DFB 0A0h,0D3h,05h, 60h,36h,03h,

LS425: DFB 00h,80h,94h,00h,06h,02h,00h,00h,80h,0C0h,0B6h,05h,

LS426: DFB 00h,80h,94h,00h,06h,02h,20h,41h,06h,0E0h,0F7h,07h,

LS640: DFB 00h,0F8h,0Fh,20h,12h,02h,0F8h,07h,20h,00h,0F0h,2Fh,

LS641: DFB 01h,0F8h,07h,00h,12h,02h,00h,00h,20h,0FCh,0F7h,2Fh,  
;LS645

LS643: DFB 01h,00h,00h,20h,12h,02h,00h,00h,20h,0F8h,0F7h,2Fh,  
;LS644

;\*\*\*\*\*  
;\* DATA IC WITH CLOCK NO TEST \*  
;\*\*\*\*\*

LS91: DFB 02h,00h,20h,00h,0FFh,0D7h,0FFh,00h,42h,06h,2Ch,03h,  
DFB 00h,82h,03h, 00h,02h,04h, 00h,02h,04h,

LS96: DFB 02h,10h,00h,00h,0E0h,0FFh,0Fh,00h,0E1h,07h,54h,03h,  
DFB 00h,01h,00h, 00h,09h,00h, 0E0h,7Fh,0Fh,

LS101: DFB 02h,00h,00h,02h,0F0h,0FFh,05h,00h,1Ch,04h,06h,03h,  
DFB 00h,04h,04h, 0E0h,07h,04h, 00h,0F2h,05h,

LS102: DFB 02h,00h,00h,01h,0E0h,0FFh,06h,00h,1Ch,04h,06h,04h,  
DFB 40h,10h,04h,80h,0E7h,06h,0C0h,13h,06h,40h,0E4h,06h,

LS103: DFB 02h,20h,02h,00h,0C0h,0FDh,07h,00h,0B1h,03h,54h,03h,  
DFB 80h,59h,06h, 40h,2Dh,05h, 0C0h,55h,02h,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ LS106:ใดๆ DFB 02h,10h,02h,00h,0E0h,0FDh,0Fh,00h,61h,07h,94h,04h,เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- DFB 40h, 49h, 04h, 0A0h, 0B5h, 0Ah, 0E0h, 5Dh, 04h, 60h, 0ADh, 0Ah,
- LS107: DFB 02h, 00h, 20h, 01h, 0E0h, 0DFh, 06h, 0C0h, 0Eh, 04h, 06h, 03h,  
DFB 40h, 04h, 04h, 0A0h, 52h, 06h, 40h, 0C5h, 06h,
- LS108: DFB 02h, 00h, 20h, 00h, 0E0h, 0DFh, 07h, 0C0h, 0Eh, 04h, 06h, 04h,  
DFB 40h, 04h, 05h, 0A0h, 0D3h, 06h, 40h, 0C5h, 07h, 0A0h, 52h, 07h,
- LS109: DFB 02h, 80h, 80h, 00h, 70h, 7Fh, 0Fh, 00h, 3Eh, 08h, 1Ah, 04h,  
DFB 10h, 22h, 0Ch, 00h, 55h, 08h, 10h, 55h, 0Ch, 70h, 63h, 0Fh,
- LS110: DFB 02h, 00h, 00h, 01h, 0E0h, 0FFh, 06h, 00h, 1Ch, 04h, 06h, 04h,  
DFB 40h, 10h, 04h, 80h, 0E7h, 06h, 0C0h, 13h, 06h, 40h, 0E4h, 06h,
- LS111: DFB 02h, 00h, 61h, 00h, 0F0h, 0BEh, 0Fh, 00h, 3Eh, 08h, 1Ah, 04h,  
DFB 40h, 14h, 09h, 0B0h, 0A2h, 0Eh, 0E0h, 94h, 0Bh, 70h, 22h, 0Fh,
- LS112: DFB 02h, 10h, 00h, 01h, 0E0h, 0FFh, 0Eh, 00h, 1Fh, 08h, 1Ah, 04h,  
DFB 00h, 11h, 0Eh, 0E0h, 0E6h, 08h, 0C0h, 71h, 0Eh, 0A0h, 0A6h, 0Eh,
- LS113: DFB 02h, 20h, 00h, 02h, 0C0h, 0FFh, 05h, 00h, 3Eh, 04h, 06h, 03h,  
DFB 00h, 22h, 04h, 80h, 0E3h, 04h, 40h, 55h, 05h,
- LS114: DFB 02h, 00h, 00h, 02h, 0E0h, 0FFh, 05h, 00h, 3Eh, 04h, 06h, 04h,  
DFB 20h, 22h, 04h, 0C0h, 0D5h, 05h, 0A0h, 0E3h, 04h, 60h, 55h, 05h,
- LS174: DFB 02h, 00h, 10h, 00h, 0F0h, 0EFh, 0Fh, 20h, 0ADh, 0Ch, 1Ah, 03h,  
DFB 00h, 00h, 08h, 0F0h, 0E7h, 0Fh, 10h, 00h, 08h,
- LS273: DFB 02h, 00h, 10h, 00h, 0FCh, 0EFh, 03Fh, 0C8h, 24h, 33h, 12h, 03h,  
DFB 30h, 0C3h, 2Ch, 0F8h, 0E7h, 3Fh, 00h, 00h, 20h,
- LS364: DFB 02h, 00h, 10h, 00h, 0FCh, 0EFh, 3Fh, 0C8h, 2Ch, 33h, 12h, 02h,  
DFB 0F8h, 0E7h, 3Fh, 00h, 00h, 20h,
- LS376: DFB 02h, 00h, 10h, 00h, 0F0h, 0EFh, 0Fh, 80h, 89h, 09h, 1Ah, 02h,  
DFB 10h, 00h, 08h, 0F0h, 0E7h, 0Fh,
- LS377: DFB 02h, 00h, 10h, 00h, 0FCh, 0EFh, 3Fh, 0C8h, 2Ch, 33h, 12h, 02h,  
DFB 0F8h, 0E7h, 3Fh, 00h, 00h, 20h,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- LS378: DFB 02h, 00h, 10h, 00h, 0F0h, 0EFh, 0Fh, 20h, 0ADh, 0Ch, 1Ah, 02h,

DFB 0E0h,0E7h,0Fh, 00h,00h,08h,  
LS379: DFB 02h,00h,10h,00h,0F0h,0EFh,0Fh,60h,6Eh,0Eh,1Ah,02h,  
DFB 0A0h,0A5h,0Dh, 40h,42h,0Ah,

\*\*\*\*\*

\* TABLE ADDRESS DATA IC \*

\*\*\*\*\*

DATAICO: DFB 63h,0Bh, 63h,1Eh, 63h,30h, 63h,0Ch, 63h,43h,  
DFB 63h,44h, 63h,44h, 63h,50h, 63h,5Ch, 63h,5Dh,  
DFB 63h,72h, 63h,91h, 63h,73h, 63h,0B0h,63h,43h,  
DFB 63h,92h, 63h,44h, 63h,50h, 63h,0B0h, 63h,0D5h,  
DFB 63h,0B1h,63h,0F9h, 64h,05h, 63h,0Ch, 64h,29h,  
DFB 64h,47h, 64h,5Ah, 64h,7Eh,64h,48h, 63h,0Bh,  
DFB 63h,0Ch, 63h,0B0h,64h,90h, 64h,0E1h, 65h,05h,  
DFB 65h,30h, 00h,00h, 00h,00h, 65h,4Eh, 65h,72h,  
DFB 65h,96h, 65h,0A2h,65h,0AEh, 65h,0C0h,65h,0CCh,  
DFB 65h,0D8h,00h,00h, 00h,00h, 00h,00h,66h,02h,  
DFB 66h,0Eh, 66h,0Eh, 66h,39h, 66h,51h, 66h,66h,  
DFB 64h,0BAh,64h,0CFh, 00h,00h, 66h,8Ah, 66h,0A2h,  
DFB 66h,0AEh, 00h,00h, 00h,00h,66h,0C6h, 66h,0F0h,  
DFB 00h,00h,00h,00h,67h,1Ah, 67h,2Ch, 00h,00h,00h,00h,  
DFB 00h,00h,6Ah,0A7h,69h,25h,00h,00h,00h,00h,006Ah,0BCh,  
DFB 00h,00h, 00h,00h, 00h,00h,

DATAIC1: DFB 00h,00h,6Ah,0D1h,6Ah,0E6h,6Ah,0FEh,6Bh,13h,6Bh,2Bh,  
DFB 6Bh,40h,6Bh,58h,6Bh,70h,6Bh,88h,6Bh,0A0h,6Bh,0B8h,  
DFB 6Bh,0CDh,69h,25h,00h,00h,68h,6Ah,00h,0Qh,68h,5Eh,  
DFB 00h,00h,67h,38h,67h,44h,69h,34h,67h,50h,67h,62h,67h,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ DFB 74h,67h,86h,67h,0A4h,67h,0B6h,67h,0D4h,67h,0F2h,68h,04h,

DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,68h,1Ch,69h,46h,68h,0F5h,  
DFB 00h,00h,68h,0CEh,69h,58h,00h,00h,00h,00h,69h,6Ah,69h,13h,  
DFB 68h,9Bh,69h,7Ch,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,  
DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,  
DFB 00h,00h,69h,01h,6Bh,0E5h,68h,0BCh,00h,00h,00h,00h,00h,  
DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,69h,8Eh,00h,00h,00h,  
DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,  
DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h

DATAIC2:DFB 00h,00h,00h,00h,69h,0A0h,69h,0ACh,69h,0B8h,69h,0C4h,68h,  
DFB 86h,68h,92h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,  
DFB 69h,0D0h,68h,0E3h,69h,0E2h,00h,00h,69h,0F4h,00h,00h,  
DFB 6Ah,06h,68h,0AAh,6Bh,0FAh,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,  
DFB,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,  
DFB 00h, 00h,00h, 00h,00h,00h,00h, 00h,00h,

DATAIC3:DFB 00h, 00h,00h, 00h,00h, 00h,00h,  
DFB 00h,00h,65h,4Eh,00h,00h,00h,00h,6Ah,24h,00h,00h,00h,00h,  
DFB 00h,00h,6Ah,36h,6Ch,0Fh,6Ah,41h,6Ah,4Dh,68h,74h,68h,7Dh,  
DFB 68h,40h,68h,4Ch,00h,00h,6Ch,21h,6Ch,33h,6Ch,45h,6Ch,57h,  
DFB 00h,00h,00h,00h,6Ah,59h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,  
DFB 00h,00h, 00h,00h,

DATAIC4:DFB 00h,00h,00h,00h,6Ah,6Bh,6Ah,77h,00h,00h,65h,29h,00h,00h,  
DFB 00h,00h,

DATAIC5:DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,  
DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,  
DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,  
DFB 00h,00h, 00h,00h,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
DATAIC6:DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,

```
DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,
DFB 6Ah,83h,6Ah,8Fh,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,
DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,
DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,
DFB 00h,00h, 00h,00h, 00h,00h,
```

```
DATAIC7:DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,
DFB 00h,00h, 00h,00h,
```

```
DATAIC8:DFB00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,
DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,
DFB 00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,00h,
```

```
*****
* PROGRAM INITAIL PORT & TEST IC *
*****
```

STARTCHECK:

```
EX DE,HL
LD D,(HL)
INC HL
LD E,(HL)
LD A,00h
CP D
JP Z,CANTFIND
LD A,(DE)
CP 04h
JP Z,CHECK121
CP 03h
JP Z,CHECK123
CP 02
JP Z,CHECKCLK
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CP 01
JP Z,CHECKOPEN
CP 00
JP NZ,CANTFIND
INC DE
LD A,(DE)
CP 01
JR NZ,CALSET

```

CALSET:

```

CALL SETPORT
INC DE
LD A,(DE) ;SET NUMBER LOOP TEST
LD B,A ;USED DATA
PUSH DE ;STORE ADDRESS DATA IC
INC DE
LD A,(DE) ;START TEST IC
OUT (DATA1A),A
INC DE
LD A,(DE)
OUT (DATA1B),A
INC DE
LD A,(DE)
OUT (DATA2A),A
CALL DELAY1Q
IN A,(DATA1A) ;STORE DATA FROM PORT
LD (HL),A ;AT TEST IC TO BUFFER
INC HL

```

DO:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IN A,(DATA1B)

LD (HL),A

INC HL

IN A,(DATA2A)

LD (HL),A

INC HL

DJNZ DO

\*\*\*\*\*

;\* COMPARE DATA IC BETWEEN TABLE WITH BUFFER \*

\*\*\*\*\*

COMPDATA:

LD HL,2002h

POP DK

LD A,(DE)

RLC A ; INCREASE LOOP OF

LD B,01h ; COMPARE BY MULTIPLY

OR B ; BY 3

LD B,A

OK:

INC DE

LD A,(DE) ; START COMPARE

LD C,(HL)

CP C

JR NZ,FAIL

INC HL

DJNZ OK

LD A,03h ; CLEAR DISPLAY BUFFER

RST 10h

PASS:

CALL CLEARPORT

LD HL,PASSTABLE ; TEST OK PASS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LD DE,3FE7h      ;GOTO START

LD BC,0007h

LDIR

GOTOSTART:      JP CANTFIND1

FAIL:           CALL CLEARPORT

LD A,03h        ;CLEAR DISPLAY BUFFER

RST 10h

```

```

LD HL,FAILTABLE ;TEST NOT OK FAIL

LD DE,3FE7h      ;GOTO START

```

```

LD BC,0007h

LDIR

JR GOTOSTART

```

```

;*****
;* PROGRAM TEST OPEN COLLECTOR *
;*****

```

CHECKOPEN:

```

INC DE

CALL SETPORT

LD A,0CFh

OUT (PORT3B),A

LD A,00h

OUT (PORT3B),A

LD A,00h

OUT (DATA3B),A

DEC DE

DEC DE

DEC DE

LD A,(DE)

```

```

OUT (2Ch),A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DO1:

```
INC DE
LD A,(DE)
OUT (2Dh),A
INC DE
LD A,(DE)
OUT (2Eh),A
INC DE
INC DE
LD A,(DE) ;SET NUMBER LOOP TEST
LD B,A ;USED DATA
PUSH DE ;STORE ADDRESS DATA IC
INC DE
LD A,(DE) ;START TEST IC
OUT (DATA1A),A
INC DE
LD A,(DE)
OUT (DATA1B),A
INC DE
LD A,(DE)
OUT (DATA2A),A
IN A,(DATA1A) ;STORE DATA FROM PORT
LD (HL),A ;AT TEST IC TO BUFFER
INC HL .
IN A,(DATA1B)
LD (HL),A
INC HL
IN A,(DATA2A)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INC HL

DJNZ DO1

LD A,00h

OUT(2Ch),A

OUT(2Dh),A

OUT(2Eh),A

JP COMPDATA

```

```

;*****
;* PROGRAM SUBROUTINE INITIAL PORT *
;*****

```

SETPORT:

```

LD HL,2002h ;SET ADDRESS OF BUFFER
LD A,OCFh
OUT (PORT1A),A ;INITIAL PORT 1A
LD A,(DE) ;USED DATA
OUT (PORT1A),A
INC DE
LD A,OCFh ;INITIAL PORT 1B
OUT (PORT1B),A ;USED DATA
LD A,(DE)
OUT (PORT1B),A
INC DE

LD A,OCFh ;INITIAL PORT 2A
OUT (PORT2A),A ;USED DATA

LD A,(DE)
OUT (PORT2A),A

LD A,OCFh
OUT (PORT2B),A ;INITIAL PORT 2A

LD A,00h ;TO O/P PORT
OUT (PORT2B),A ;NOT USED DATA

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้นฉบับของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INC DE

LD A,OFFh      ;OUT PORT BY OFFh

OUT (DATA1A),A ;PROTECT DISTROTION

OUT (DATA1B),A ;FROM Vcc & Gnd

OUT (DATA2A),A

LD A,(DE)

OUT (DATA2B),A ;SET Vcc & Gnd

RET

```

```

;*****
;* PROGRAM TEST CLOCK IC *
;*****

```

CHECKCLK:

```

INC DE
PUSH DE
POP IX
LD B,06h

```

COUNTCLK:

```

INC DE
DJNZ COUNTCLK
CALL SETPORT
INC DE
LD A,(DE)
LD B,A

```

LOOPCLK:

```

INC DE

LD A,(DE)

OUT (DATA1A),A

INC DE

LD A,(DE)

```

```

OUT (DATA1B),A

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INC DE
LD A, (DE)
OUT (DATA2A), A
CALL DELAY
DEC DE
DEC DE
LD A, (DE)
LD C, (IX+0)
OR C
OUT (DATA1A), A
INC DE
INC IX
LD A, (DE)
LD C, (IX+0)
OR C
OUT (DATA1B), A
CALL DELAY1Q
INC DE
INC IX
LD A, (DE)
LD C, (IX+0)
OR C
OUT (DATA2A), A
CALL DELAY
DEC DE
DEC DE
INC IX
LD A, (DE)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LD C, (IX+0)

AND C

OUT (DATA1A),A

INC DE

INC IX

LD A, (DE)

LD C, (IX+0)

AND C

OUT (DATA1B),A

INC DE

INC IX

LD A, (DE)

LD C, (IX+0)

AND C

OUT (DATA2A),A

CALL DELAY

PUSH BC

LD B, 05h

DEC IX

DJNZ DISCOUNT

POP BC

CALL DELAY1Q

IN A, (DATA1A)

LD (HL),A

INC HL

IN A, (DATA1B)

LD (HL),A

```

DISCOUNT:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ **INC HL** ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
IN A,(DATA2A)
```

```
LD (HL),A
```

```
INC HL
```

```
DJNZ LOOPCLK
```

```
JP COMPDATA
```

```
;*****
```

```
;* PROGRAM TEST IC 74123 *
```

```
;*****
```

CHECK123:

```
INC DE
```

```
CALL SETPORT
```

```
LD A,0CFh
```

```
OUT (PORT3A),A
```

```
LD A,00
```

```
OUT (PORT3A),A
```

```
LD A,12h
```

```
OUT (DATA3A),A
```

```
CALL DELAY1Q
```

```
CALL DELAY1Q
```

```
CALL DELAY1Q
```

```
LD A,05h
```

```
OUT (DATA3A),A
```

```
CALL DELAY1Q
```

```
INC DE
```

```
LD A,(DE)
```

```
OUT (DATA1A),A
```

```
INC DE
```

```
LD A,(DE)
```

```
OUT (DATA1B),A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INC DE
LD A,(DE)
OUT (DATA2A),A
CALL DELAY1Q
INC DE
LD A,(DE)
OUT (DATA1A),A
CALL DELAY1Q

```

MONO123:

```

INC DE
LD A,(DE)
OUT (DATA1A),A
LD C,01
LD B,05
LD A,OFFh
INC C
CP C
JR Z,MONO123A
IN A,(DATA2A)
BIT 0,A
JR Z,MONO123

```

MONO123A:

```

INC B
IN A,(DATA2A)
BIT 0,A
JR NZ,MONO123B
JR TESTB

```

MONO123B:

```

XOR A
CALL DELAY1Q

```

```
LD A,015h
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CP B

JR NZ, MONO123A

MONO123C:

JP FAIL

;\*\*\*\*\*

;\* TEST MONO123 B \*

;\*\*\*\*\*

TESTB:

LD A, 10h

OUT (DATA3A), A

CALL DELAY

CALL DELAY

CALL DELAY

LD A, 20h

OUT (DATA3A), A

INC DE

LD A, (DE)

OUT (DATA1B), A

CALL DELAY1Q

INC DE

LD A, (DE)

OUT (DATA1B), A

LD C, 01

LD B, 05

DOB:

LD A, OFFh

INC C

CP C

JR Z, MONO123C

IN A, (DATA1B)

BIT 0, A

JR Z, DOB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DO1B:          INC B

              IN A,(DATA1B)

              BIT 0,A

              JR NZ,DO2B

DONEB:         JP PASS

DO2B:         XOR A

              CALL DELAY1Q

              LD A,015h

              CP B

              JR NZ,DO1B

              JP Z,MONO123C

;*****

;* TEST MONO 121 *

;*****

CHECK121:     INC DE

              LD A,0CFh

              OUT (PORT3B),A

              LD A,00h

              OUT (PORT3B),A

              LD A,90h

              OUT (DATA3B),A

              CALL DELAYN

              CALL DELAYN

              CALL DELAYN

              LD A,0A0h

              OUT (DATA3B),A

              CALL DELAYN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ **CALL SETPORT** การศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

INC DE
LD A,(DE)
OUT (DATA1A),A
INC DE
LD A,(DE)
OUT (DATA1B),A
INC DE
LD A,(DE)
OUT (DATA2A),A
CALL DELAYN
CALL DELAYN
INC DE
LD A,(DE)
OUT (DATA1A),A
CALL DELAYN
INC DE
LD A,(DE)
OUT (DATA1A),A
LD C,01
LD B,05
A121: LD A,OFFh
INC C
CP C
JR Z,D121
IN A,(DATA1B)
BIT 2,A
JR Z,A121

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

B121:          INC B

              IN A,(DATA1B)

              BIT 2,A

              JR NZ,C121

              JP PASS

C121:          XOR A

              CALL DELAYN

              LD A,015h

              CP B

              JR NZ,B121

D121:          JP FAIL

;*****
;* SUB ROUTINE DELAY TIME *
;*****

DELAY1Q:       PUSH DE

              LD DE,0000h          ;SET DELAY TI

DELAY2Q:       DEC E              ;SET REGISTER D

              JR NZ,DELAY2Q

              DEC D

              JR NZ,DELAY2Q

              POP DE

              RET

;*****
;* SUB ROUTINE DELAY TIME *
;*****

DELAYN:        PUSH HL

DELAYNO:       LD HL,00FFh          ;SET DELAY T

DELAYN1:       DEC L              ;SET REGISTER

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

DEC H                                ;SET REGISTER
,
JR NZ,DELAYN1
POP HL
RET

```

```

;*****
;*   CLEAR PORT & VCC   *
;*****

```

```

CLEARPORT:
LD A,0CFh
OUT (PORT2B),A
LD A,00h
OUT (PORT2B),A
LD A,1Ch
OUT (DATA2B),A
LD A,0CFh
OUT (PORT1A),A
OUT (PORT1B),A
OUT (PORT2A),A
LD A,00h
OUT (PORT1A),A
OUT (PORT1B),A
OUT (PORT2A),A

LD A,00h

OUT (DATA1A),A

OUT (DATA1B),A

OUT (DATA2A),A

RET

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ **END** ปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4066B



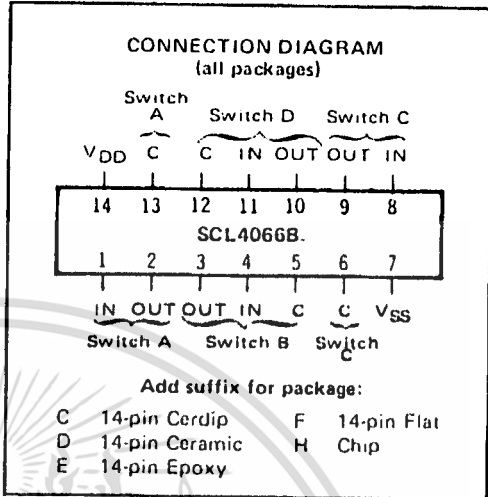
CMOS QUAD ANALOG SWITCH

FEATURES

- ◆ Transmission or Multiplexing of Analog or Digital Signals
- ◆ 80Ω Typical ON-Resistance for 15-Volt operation
- ◆ Switch ON-Resistance Matched to within 5Ω over 15-Volt Signal-Input Range
- ◆ ON-Resistance Flat over Full Peak-to-Peak Signal Range
- ◆ High Degree of Linearity:
  - ≤ 0.5% Distortion (typ) @  $f_{is} = 1\text{kHz}$ ,  $V_{is} = 5\text{V}_{p-p}$ ,  $V_{DD} - V_{SS} \geq 10\text{V}$ ,  $R_L = 10\text{k}\Omega$
- ◆ Extremely Low OFF switch Leakage Resulting in very Low Offset Current and High Effective OFF Resistance:
  - 10pA (typ) @  $V_{DD} - V_{SS} = 10\text{V}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$
- ◆ Extremely High Control Input Impedance (Control Circuit Isolated from Signal Circuit):
  - $10^{12}\Omega$  (typ)
- ◆ Low Crosstalk between Switches:
  - 50dB (typ) @  $f_{is} = 0.9\text{MHz}$ ,  $R_L = 1\text{k}\Omega$
- ◆ Matched Control-Input to Signal-Output Capacitance Reduces Output Signal Transients
- ◆ Frequency Response, Switch ON = 40MHz (typ)

DESCRIPTION

The SCL4066B is a Quad Bilateral Switch intended for the transmission or multiplexing of analog or digital signals. It is pin-for-pin compatible with the SCL4016B, but exhibits a much lower ON-resistance. In addition, the ON-resistance is relatively constant over the full input signal range. The SCL4066 consists of four independent bilateral switches. A single control signal is required per switch. Both the P and the N device in a given switch are biased ON or OFF simultaneously by the control signal. As shown below, the well of the N-channel device on each switch is either tied to the input when the switch is ON or to  $V_{SS}$  when the switch is OFF. This configuration minimizes the variation of the switch transistor threshold



RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

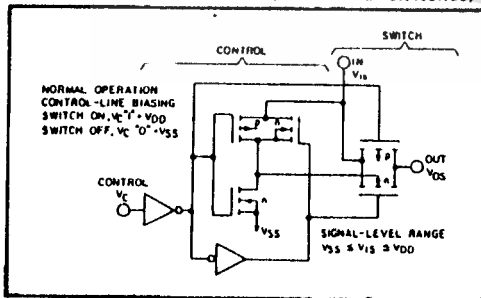
For maximum reliability:

DC Supply Voltage	$V_{DD} - V_{SS}$	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	$T_A$	-55 to +125	°C
C, D, F, H Device		-40 to +85	°C
E Device			

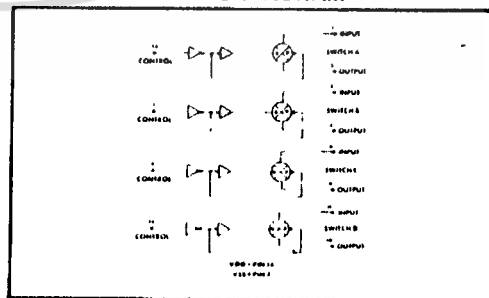
voltage with input-signal, and thus keeps the ON-resistance low over the full operating range.

The advantages over single-channel switches include peak input-signal voltage swings equal to the full supply voltage, and more constant ON-impedance over the input-signal range. For sample-and-hold applications, however, the SCL4016 is recommended.

SCHEMATIC DIAGRAM (one of four switches)



LOGIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC CHARACTERISTICS <sup>1,2</sup>

PARAMETER	CONDITIONS	V <sub>SS</sub> (Vdc)	V <sub>DD</sub> (Vdc)	T <sub>LOW</sub> <sup>1</sup>		25°C			T <sub>HIGH</sub> <sup>2</sup>		Units
				Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I <sub>DD</sub> V <sub>IN</sub> = V <sub>SS</sub> or V <sub>DD</sub> All valid input combinations	0	5	-	0.05	-	0.0005	0.05	-	1.5	μAdc
		0	10	-	0.1	-	0.001	0.1	-	3.0	
		0	15	-	0.2	-	0.002	0.2	-	6.0	
MINIMUM INPUT HIGH VOLTAGE (Control Input)	V <sub>IH</sub> V <sub>IS</sub> = V <sub>SS</sub> V <sub>OS</sub> = V <sub>DD</sub> I <sub>OS</sub> = 10μA	0	5	-	4.0	-	2.75	4.0	-	4.0	Vdc
		0	10	-	8.0	-	5.5	8.0	-	8.0	
		0	15	-	12.0	-	8.25	12.0	-	12.0	
MAXIMUM INPUT LOW VOLTAGE (Control Input)	V <sub>IL</sub> V <sub>IS</sub> = V <sub>SS</sub> V <sub>OS</sub> = V <sub>DD</sub> I <sub>OS</sub> = 10μA	0	5	1.0	-	1.0	2.25	-	1.0	-	Vdc
		0	10	2.0	-	2.0	4.5	-	2.0	-	
		0	15	3.0	-	3.0	6.75	-	3.0	-	
SWITCH INPUT/OUTPUT LEAKAGE	I <sub>OFF</sub> V <sub>C</sub> = V <sub>SS</sub> V <sub>IS</sub> = 17.5Vdc	-7.5	+7.5	-	±100	-	±0.01	±100	-	±200	nAdc
ON-RESISTANCE C,D,F,H device  E device	R <sub>ON</sub> V <sub>C</sub> = V <sub>DD</sub> V <sub>SS</sub> < V <sub>IS</sub> < V <sub>DD</sub> R <sub>L</sub> = 10kΩ	-7.5	+7.5	-	220	-	80	280	-	320	Ω
		0	+15	-	-	-	-	-	-	-	-
		-5	+5	-	310	-	120	400	-	550	Ω
		0	+10	-	-	-	-	-	-	-	-
		-2.5	+2.5	-	2000	-	270	2500	-	3500	Ω
		0	+5	-	-	-	-	-	-	-	-
	R <sub>ON</sub> V <sub>C</sub> = V <sub>DD</sub> V <sub>SS</sub> < V <sub>IS</sub> < V <sub>DD</sub> R <sub>L</sub> = 10kΩ	-7.5	+7.5	-	250	-	80	280	-	300	Ω
		0	+15	-	-	-	-	-	-	-	-
		-5	+5	-	330	-	120	400	-	520	Ω
0	+10	-	-	-	-	-	-	-	-		
-2.5	+2.5	-	2100	-	270	2500	-	3200	Ω		
0	+5	-	-	-	-	-	-	-	-		
ON-RESISTANCE MATCH (Same package)	ΔR <sub>ON</sub> V <sub>C</sub> = V <sub>DD</sub> V <sub>SS</sub> < V <sub>IS</sub> < V <sub>DD</sub> R <sub>L</sub> = 10kΩ	-7.5	+7.5	-	-	-	5	-	-	-	Ω
		0	+15	-	-	-	-	-	-	-	-
		-5	+5	-	-	-	10	-	-	-	Ω
0	+10	-	-	-	-	-	-	-	-		
-2.5	+2.5	-	-	-	10	-	-	-	-	Ω	
0	+5	-	-	-	-	-	-	-	-		

NOTES: <sup>1</sup> Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications"

<sup>2</sup> T<sub>LOW</sub> = -55°C for C, D, F, H device.

= -40°C for E device.

T<sub>HIGH</sub> = +125°C for C, D, F, H device.

= +85°C for E device.

<sup>3</sup> This device has been designed for balanced output drive current specifications. Consult Family Specifications

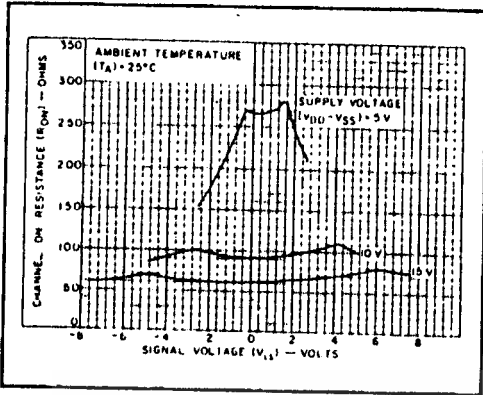
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ELLIPTICAL CHARACTERISTICS (Continued)

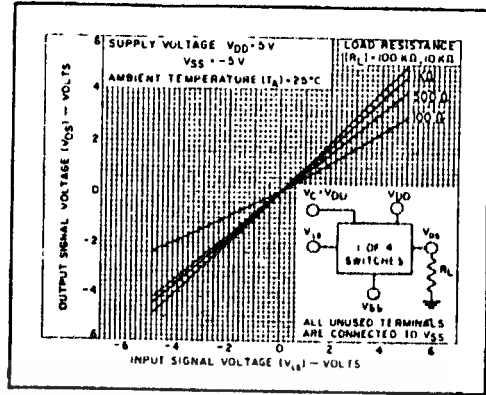
DYNAMIC CHARACTERISTICS ( $C_L = 50\text{pF}$ ,  $T_A = 25^\circ\text{C}$ )

PARAMETER	CONDITIONS	$V_{SS}$ (Vdc)	$V_{DD}$ (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units	
<b>SIGNAL INPUTS (<math>V_{is}</math>) AND OUTPUTS (<math>V_{os}</math>)</b>								
PROPAGATION DELAY TIME Signal Input to Signal Output	$t_{PLH}$	$V_c = V_{DD}$	0	5	—	20	ns	
	$t_{PHL}$	$V_{is} = \text{Square Wave}$	0	10	—	10		
		$R_L = 10\text{k}\Omega$	0	15	—	7.5		
BANDWIDTH (-3dB) (Sine Wave)	BW	$V_c = V_{DD}$	-5	+5	—	—	MHz	
		$V_{is} = 5V_{pp}$						
		centered						
		@ 0.0Vdc						
	$R_L$							
		1k $\Omega$				54		
		10k $\Omega$				40		
		100k $\Omega$				38		
		1M $\Omega$				37		
INSERTION LOSS ( $+20 \log_{10} \frac{V_{out}}{V_{in}}$ )		$V_c = V_{DD}$	-5	+5	—	—	dB	
		$V_{is} = 5V_{pp}$						
		centered						
		@ 0.0Vdc						
	$R_L$							
		1k $\Omega$				2.3		
		10k $\Omega$				0.2		
		100k $\Omega$				0.1		
		1M $\Omega$				0.05		
SIGNAL DISTORTION (Sine Wave)		$V_c = V_{DD}$ $V_{is} = 5V_{pp}$ centered @ 0.0Vdc $f_{is} = 1.0\text{kHz}$ $R_L = 10\text{k}\Omega$	-5	+5	—	0.16	%	
FEEDTHROUGH (-50dB)		$V_c = V_{SS}$	-5	+5	—	—	kHz	
		$V_{is} = 5V_{pp}$						
		centered						
		@ 0.0Vdc						
	$R_L$							
		1k $\Omega$				1250		
		10k $\Omega$				140		
		100k $\Omega$				18		
		1M $\Omega$				2		
CROSSTALK (-50dB) Between two switches		$V_c(A) = V_{DD}$ $V_c(B) = V_{SS}$ $V_{is}(A) = 5V_{pp}$ centered @ 0.0Vdc $R_L = 10\text{k}\Omega$	-5	+5	—	0.9	MHz	
CAPACITANCE	Input	$C_{in}$	—	—	—	8	pF	
	Output	$C_{os}$	—	—	—	8	pF	
	Feedthrough	$C_{ofs}$	-5	+5	—	0.5	pF	
<b>CONTROL INPUT (<math>V_C</math>)</b>								
PROPAGATION DELAY TIME Turn on	$t_{PC}$	$V_{SS} < V_{is} < V_{DD}$ $R_L = 10\text{k}\Omega$	0	5	—	50	100	ns
			0	10	—	25	50	
			0	15	—	20	40	
MAXIMUM INPUT FREQUENCY	$f_c$	$V_{SS} < V_{is} < V_{DD}$ $R_L = 1.0\text{k}\Omega$	0	5	—	5	—	MHz
			0	10	—	10	—	
			0	15	—	12	—	
CROSSTALK (To signal port)		$V_c = \text{Square Wave}$ $R_L = 10\text{k}\Omega$ $R_m = 1.0\text{k}\Omega$	0	6	—	30	—	mV
			0	10	—	50	—	
			0	15	—	100	—	

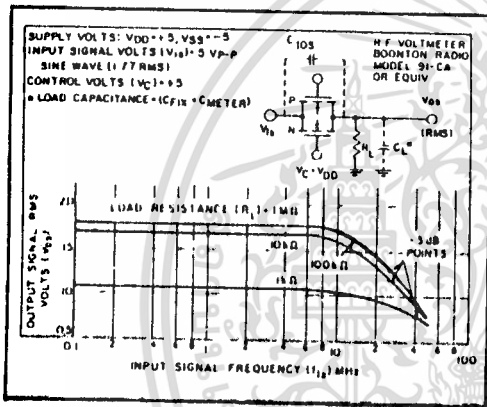
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



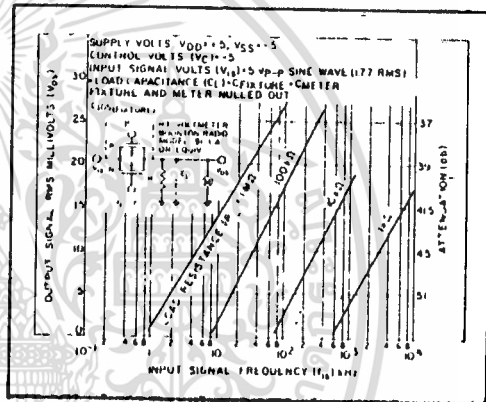
Typical channel ON resistance vs. signal voltage for three values of supply voltage ( $V_{DD}-V_{SS}$ )



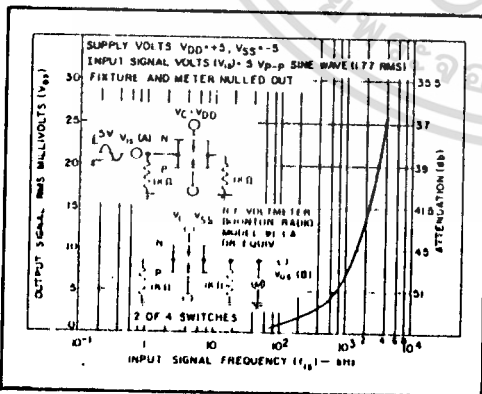
Typical ON characteristics for 1 of 4 channels.



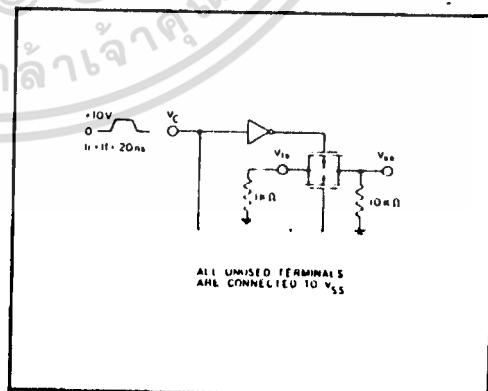
Typ. switch frequency response, switch "ON"



Typ. load time vs. freq. - switch "OFF"



Typ. crosstalk between switch circuits in the same package



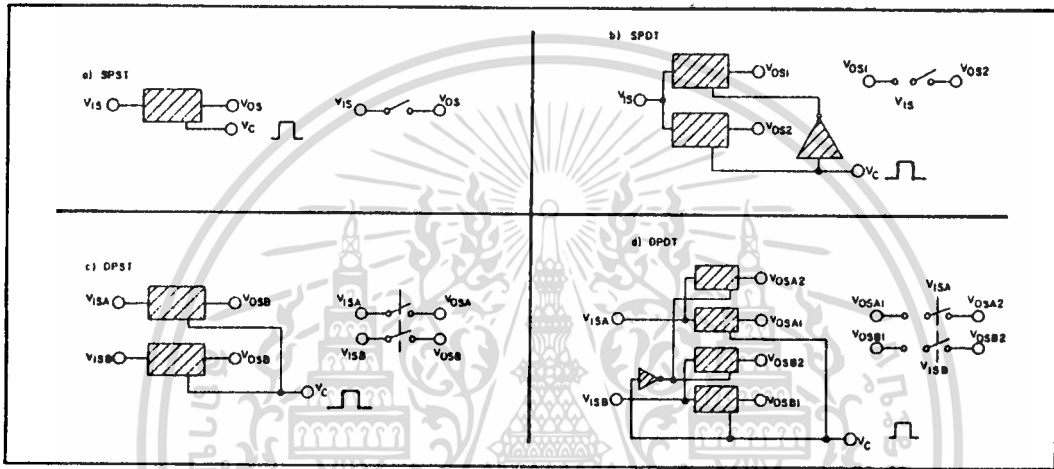
Test circuit, crosstalk control input to signal output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

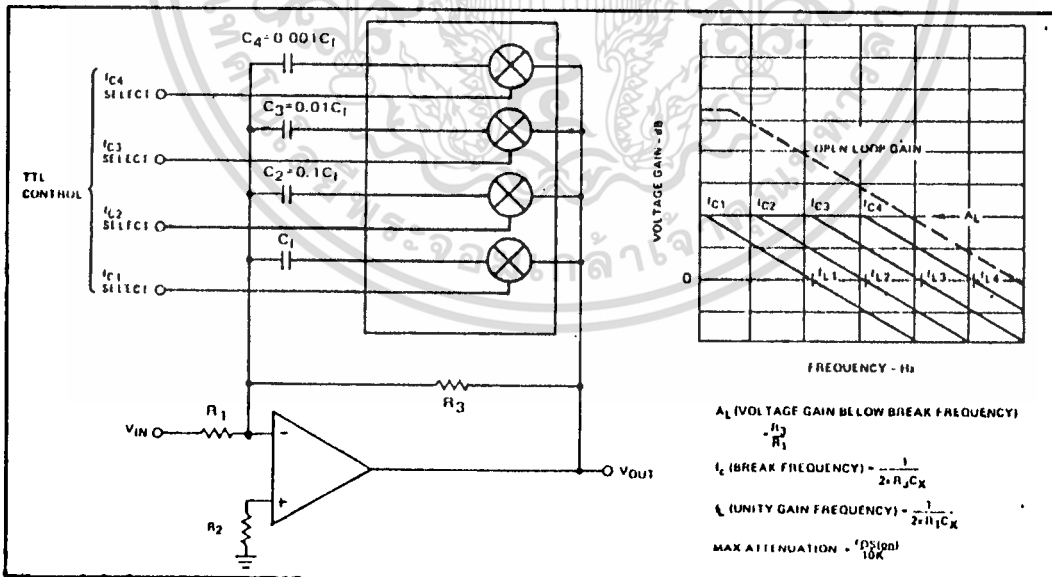
SPECIAL CONSIDERATIONS – SCL4066B

1. In applications where separate power sources are used to drive  $V_{DD}$  and the signal inputs, the  $V_{DD}$  current capability should exceed  $V_{DD}/R_L$  ( $R_L$  = effective external load of the 4 SCL4066B bilateral switches). This provision avoids any permanent current flow or clamp action on the  $V_{DD}$  supply when power is applied or removed from SCL4066B.
2. In certain applications, the external load-resistor current may include both  $V_{DD}$  and signal-line components. To avoid drawing  $V_{DD}$  current when switch current flows into terminals 1, 4, 8, or 11, the voltage drop across the bidirectional switch must not exceed 0.8 volt (calculated from  $R_{ON}$  values shown). No  $V_{DD}$  current will flow through  $R_L$  if the switch current flows into terminals 2, 3, 9, or 10. Failure to observe this condition may result in distortion of the signal.

APPLICATIONS INFORMATION



Basic Switch Functions using the SCL4066B



Active Low Pass Filter with Digitally Selected Break Frequency

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# FAST 74F138

## Decoder/Demultiplexer

1-Of-8 Decoder/Demultiplexer  
Product Specification

### FAST Products

#### FEATURES

- Demultiplexing capability
- Multiple Input enable for easy expansion
- Ideal for memory chip select decoding
- High-speed replacement for Intel 3205

#### DESCRIPTION

The 'F138 decoder accepts three binary weighted inputs ( $A_0, A_1, A_2$ ) and when enabled, provides eight mutually exclusive, active-Low outputs ( $\bar{Q}_0 - \bar{Q}_7$ ). The device features three Enable inputs; two active-Low ( $\bar{E}_1, \bar{E}_2$ ) and one active-High ( $E_3$ ). Every output will be High unless  $\bar{E}_1$  and  $\bar{E}_2$  are Low and  $E_3$  is High. This multiple enable function allows easy parallel expansion of the device to a 1-of-32 (5 lines to 32 lines) decoder with just four 'F138's and one inverter.

The device can be used as an eight output demultiplexer by using one of the active-Low Enable inputs as the Data input and the remaining Enable inputs as strobes. Enable inputs not used must be permanently tied to their appropriate active-High or active-Low state.

TYPE	TYPICAL PROPAGATION DELAY	TYPICAL SUPPLY CURRENT (TOTAL)
74F138	5.8ns	13mA

#### ORDERING INFORMATION

PACKAGES	COMMERCIAL RANGE $V_{CC} = 5V \pm 10\%$ ; $T_A = 0^\circ C$ to $+70^\circ C$
16-Pin Plastic DIP	N74F138N
16-Pin Plastic SO	N74F138D

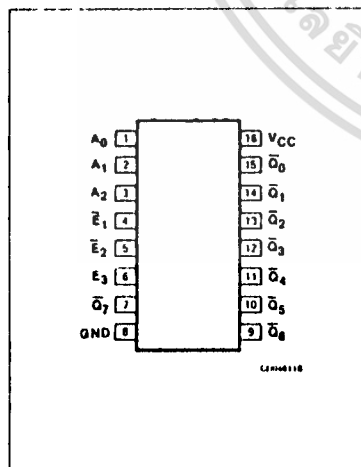
#### INPUT AND OUTPUT LOADING AND FAN-OUT TABLE

PINS	DESCRIPTION	74F(U.L.) HIGH/LOW	LOAD VALUE HIGH/LOW
$A_0 - A_2$	Address inputs	1.0/1.0	20 $\mu$ A/0.6mA
$\bar{E}_1 - \bar{E}_2$	Enable inputs (active-Low)	1.0/1.0	20 $\mu$ A/0.6mA
$E_3$	Enable input (active-High)	1.0/1.0	20 $\mu$ A/0.6mA
$\bar{Q}_0 - \bar{Q}_7$	Outputs (active-Low)	50/33	1.0mA/20mA

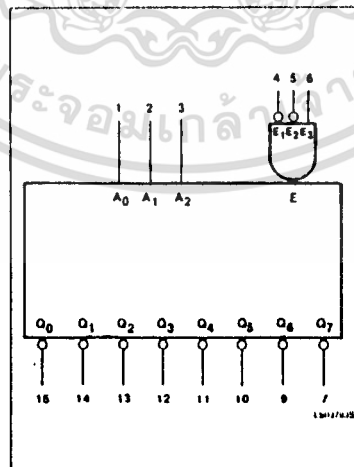
#### NOTE:

1. One (1.0) FAST Unit Load is defined as: 20 $\mu$ A in the High state and 0.6mA in the Low state

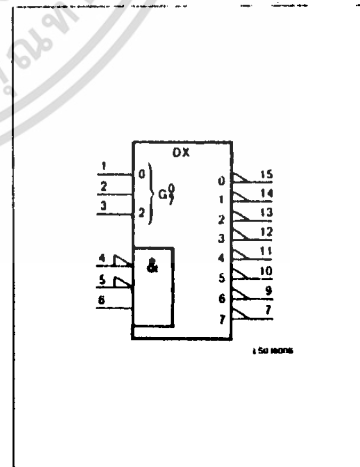
#### PIN CONFIGURATION



#### LOGIC SYMBOL



#### LOGIC SYMBOL (IEEE/IEC)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Decoder/Demultiplexer

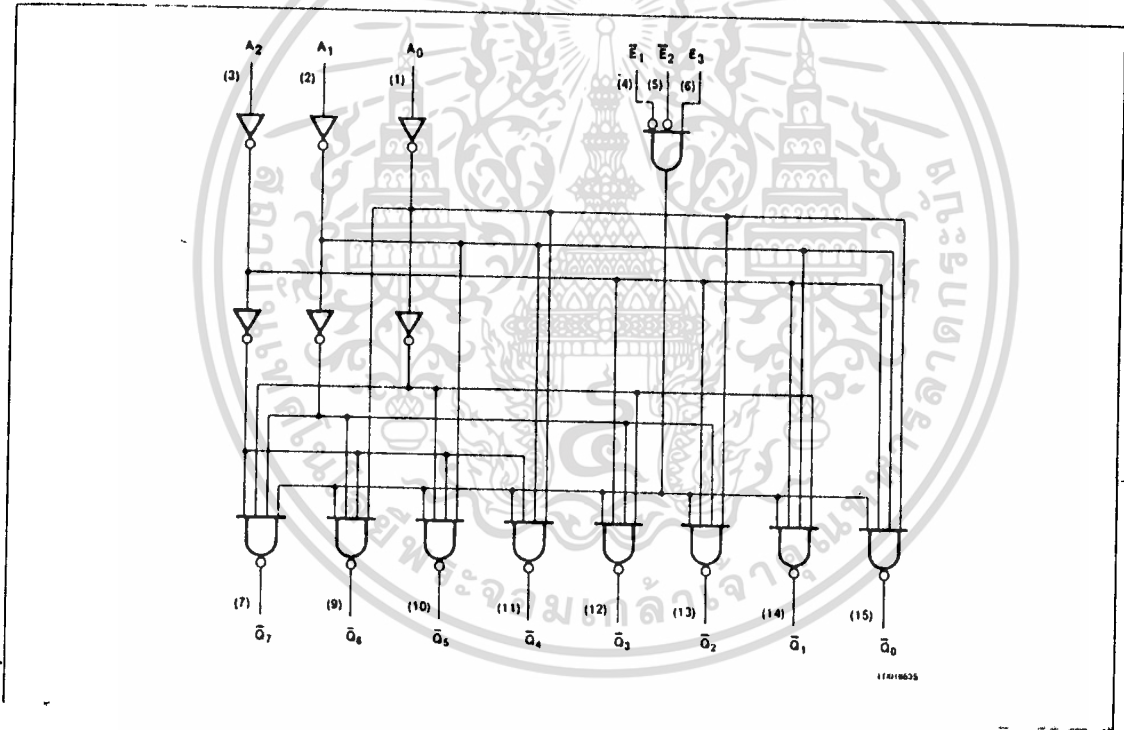
FAST 74F138

FUNCTION TABLE

INPUTS						OUTPUTS							
E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	A <sub>0</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	Q <sub>0</sub>	Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>	Q <sub>4</sub>	Q <sub>5</sub>	Q <sub>6</sub>	Q <sub>7</sub>
H	X	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	H	X	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
X	X	L	X	X	X	H	H	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L
L	L	H	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L	L

NOTES:  
 H = High voltage level  
 L = Low voltage level  
 X = Don't care

LOGIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Decoder/Demultiplexer

FAST 74F138

**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS** (Operation beyond the limits set forth in this table may impair the useful life of the device. Unless otherwise noted these limits are over the operating free-air temperature range.)

SYMBOL	PARAMETER	RATING	UNIT
V <sub>CC</sub>	Supply voltage	-0.5 to +7.0	V
V <sub>IN</sub>	Input voltage	-0.5 to +7.0	V
I <sub>IN</sub>	Input current	-30 to +5	mA
V <sub>OUT</sub>	Voltage applied to output in High output state	-0.5 to +V <sub>CC</sub>	V
I <sub>OUT</sub>	Current applied to output in Low output state	40	mA
T <sub>A</sub>	Operating free-air temperature range	0 to +70	°C

## RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

SYMBOL	PARAMETER	LIMITS			UNIT
		Min	Nom	Max	
V <sub>CC</sub>	Supply voltage	4.5	5.0	5.5	V
V <sub>IH</sub>	High-level input voltage	2.0			V
V <sub>IL</sub>	Low-level input voltage			0.8	V
I <sub>IK</sub>	Input clamp current			-18	mA
I <sub>OH</sub>	High-level output current			-1	mA
I <sub>OL</sub>	Low-level output current			20	mA
T <sub>A</sub>	Operating free-air temperature	0		70	°C

## DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Over recommended operating free-air temperature range unless otherwise noted.)

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS <sup>1</sup>	LIMITS			UNIT
			Min	Typ <sup>2</sup>	Max	
V <sub>OH</sub>	High-level output voltage	V <sub>CC</sub> = MIN, V <sub>IL</sub> = MAX, I <sub>OH</sub> = MAX	±10%V <sub>CC</sub>	2.5		V
		V <sub>IH</sub> = MIN,	±5%V <sub>CC</sub>	2.7	3.4	V
V <sub>OL</sub>	Low-level output voltage	V <sub>IL</sub> = MIN, V <sub>IH</sub> = MAX, I <sub>OL</sub> = MAX	±10%V <sub>CC</sub>	0.36	0.60	V
		V <sub>IH</sub> = MIN,	±5%V <sub>CC</sub>	0.35	0.50	V
V <sub>IK</sub>	Input clamp voltage	V <sub>CC</sub> = MIN, I <sub>I</sub> = I <sub>IK</sub>		-0.73	-1.2	V
I <sub>I</sub>	Input current at maximum input voltage	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 7.0V			100	μA
I <sub>IH</sub>	High-level input current	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 2.7V			20	μA
I <sub>IL</sub>	Low-level input current	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>I</sub> = 0.5V			-0.6	mA
I <sub>OS</sub>	Short-circuit output current <sup>3</sup>	V <sub>CC</sub> = MAX, V <sub>O</sub> = 0.0V			-60	mA
I <sub>CC</sub>	Supply current <sup>4</sup> (total)	V <sub>CC</sub> = MAX		13	20	mA

**NOTES:**

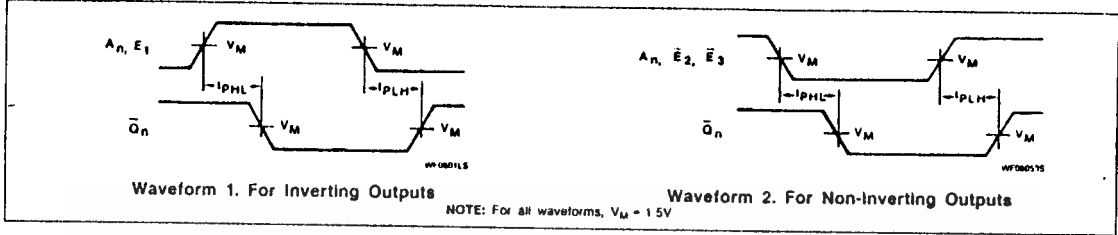
- For conditions shown as MIN or MAX, use the appropriate value specified under recommended operating conditions for the applicable type.
- All typical values are at V<sub>CC</sub> = 5V, T<sub>A</sub> = 25°C.
- Not more than one output should be shorted at a time. For testing I<sub>OS</sub>, the use of high speed test apparatus and/or sample and-hold techniques are preferable in order to minimize internal heating and more accurately reflect operational values. Otherwise, prolonged shorting of a high output may raise the chip temperature well above normal and thereby cause invalid readings in other parameter tests. In any sequence of parameter tests, I<sub>OS</sub> tests should be performed last.
- To measure I<sub>CC</sub>, outputs must be open, V<sub>IN</sub> on all inputs = 4.5V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

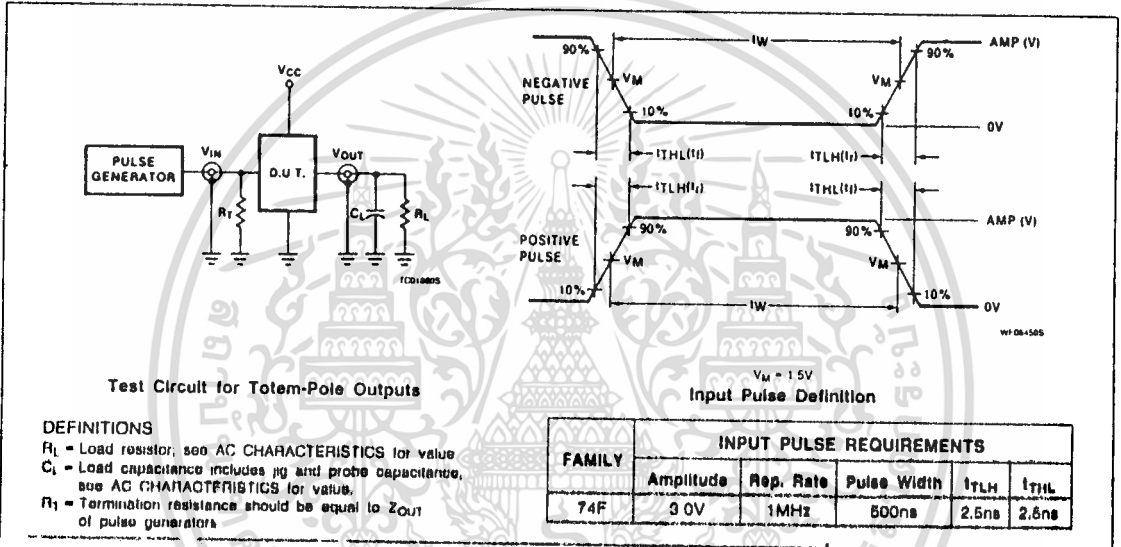
Decoder/Demultiplexer

FAST 74F138

AC WAVEFORMS



TEST CIRCUIT AND WAVEFORM

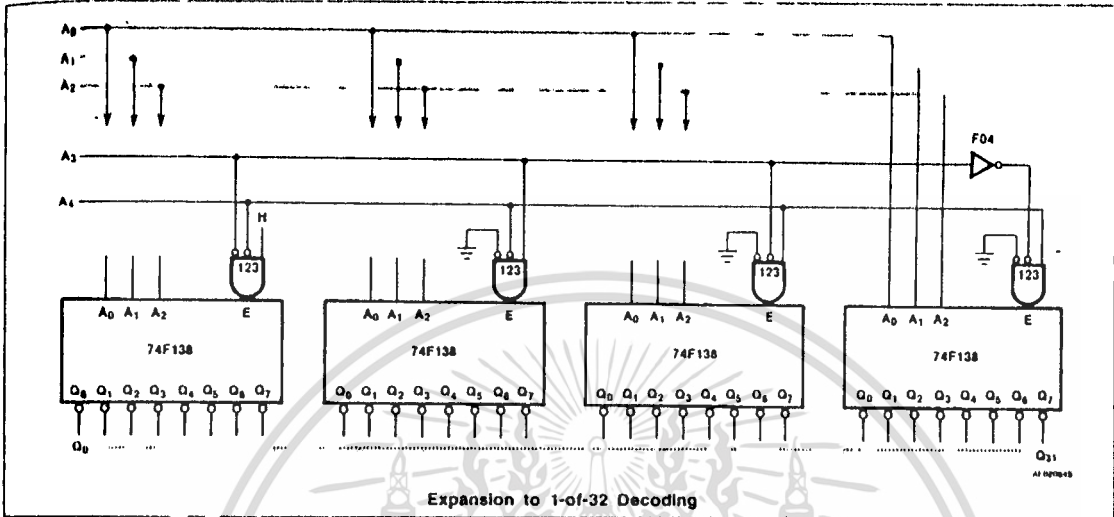


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Decoder/Demultiplexer

# FAST 74F138

## APPLICATION



## AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	74F138						UNIT
			T <sub>A</sub> = +25°C V <sub>CC</sub> = +5.0V C <sub>L</sub> = 50pF R <sub>L</sub> = 500Ω			T <sub>A</sub> = 0°C to +70°C V <sub>CC</sub> = +5.0V ± 10% C <sub>L</sub> = 50pF R <sub>L</sub> = 500Ω			
			Min	Typ	Max	Min	Max		
t <sub>PLH</sub> t <sub>PHL</sub>	Propagation delay Address to output A <sub>n</sub> to Q <sub>n</sub>	Waveforms 1 and 2	3.5 4.0	5.6 6.1	7.0 8.0	3.5 4.0	8.0 9.0	ns	
t <sub>PLH</sub> t <sub>PHL</sub>	Propagation delay E <sub>1</sub> or E <sub>2</sub> to Q <sub>n</sub>	Waveform 2	3.5 3.0	6.4 5.3	7.0 7.0	3.5 3.0	8.0 7.5	ns	
t <sub>PLH</sub> t <sub>PHL</sub>	Propagation delay E <sub>3</sub> to Q <sub>n</sub>	Waveform 1	4.0 3.5	8.2 5.6	8.0 7.5	4.0 3.5	9.0 8.5	ns	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จจุล่งลงได้ เนื่องจากได้รับการแนะนำ และ ความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์ จากอาจารย์ สิงห์ทอง พัฒนเศรษฐานนท์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ ปรีกษา ตลอดจนเพื่อนๆ นักศึกษาที่ช่วยเหลือแสดงความคิดเห็น ผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็น อย่างสูง ในความอนุเคราะห์ของทุกๆ ท่านไว้ ณ ที่นี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

1. วิบูลย์ ชื่นแบก, ไมโครโปรเซสเซอร์ ,สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
2. James W. Coffrom , Z-80 Application , SYBEX Inc. , 1983
3. ET-BOARD VERSION 3.0 User's Manual , ETT CO., LTD , 2532
4. Cross-32 Meta-Assembler User's Manual , Universal Cross-Assemblers , 1988
5. คู่มือ/เทียบเบอร์ ไอที TTL , บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด , 2532



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้