

เครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขควมคุมโดยไมโครโปรเซสเซอร์



นายสุนทร วาศนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๖๗

ISBN : 974-563-228-7

013310

179701/8

**A MICROPROCESSOR CONTROLLED DIGITAL IC TESTER**



**MR. SOONTHORN VASSANA**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements**

**for the Degree of Master of Education**

**Department of Electrical Engineering**

**Graduate School**

**Chulalongkorn University**

**1984**

หัวข้อวิทยานิพนธ์

เครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขควบคุมโดยไมโครโปรเซสเซอร์

โดย

นาย สุนทร วาสนา

ภาควิชา

วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ จิรัชย์ สีจร และ

รองศาสตราจารย์ ดร. ชชาติ ศรีไพพรรณ



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้มหาวิทยาลัยสุโขทัยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

*[Signature]*  
..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุประดิษฐ์ บุณนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

*[Signature]*  
..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์)

*[Signature]*  
..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ ดร. ชชาติ ศรีไพพรรณ)

*[Signature]*  
..... กรรมการ  
(อาจารย์ ดร. เกียรติศักดิ์ เฉลิมศิริกุล)

*[Signature]*  
..... กรรมการ  
( อาจารย์ จิรัชย์ สีจร )

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ เครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขควบคุมไมโครโปรเซสเซอร์  
ชื่อนิสิต นาย สุนทร วาศนา  
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ จิรชัย สีจร  
และ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ศรีไพพรรณ  
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
ปีการศึกษา ๒๕๒๖



#### บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องมือทดสอบวงจรประมวลเชิงเลข โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เป็นตัวควบคุมการทำงาน

เครื่องทดสอบนี้สามารถทดสอบวงจรประมวลในตระกูล 74100 และซีโมส โดยการทดสอบฟังก์ชันทางตรรก วงจรประมวลที่สามารถทดสอบได้เป็น ประเภท ๑๔ ขา ๑๖ ขา และ ๒๔ ขา ที่มีหมายเลขวงจรประมวลที่ขึ้นต้นด้วย 54/74xxx สำหรับ 74100 และ 54/74Cxxx สำหรับซีโมส การทดสอบสามารถทดสอบได้ทั้งแบบเร็วและแบบช้า การทดสอบแบบเร็วจะใช้ทดสอบในกรณีที่มีวงจรประมวลเชิงเลขจำนวนมาก ๆ เพื่อประหยัดเวลาในการทดสอบ ส่วนการทดสอบแบบช้าใช้เมื่อต้องการพิจารณา ตรวจสอบวงจรประมวลที่เสีย ว่าเสียตามภาวะทางตรรกอันใด และสามารถชี้ตรวจดูว่าวงจรรับสัญญาณตรรกค่านี้นำเข้าทำงานถูกต้องหรือไม่ วงจรประมวลเชิงเลขที่ไม่มีหมายเลขในโปรแกรมภายในเครื่องสามารถทดสอบได้โดยให้ผู้ใช้ใส่ข้อมูลให้กับเครื่องทางแป้นกดข้อมูล หลังจากนั้น เครื่องจะทดสอบตามข้อมูลที่เรานำเข้าไป วิธีการใช้งานของเครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขนี้ ใช้งานง่ายเพียงแต่กดหมายเลขวงจรประมวลเท่านั้น แล้วเสียบวงจรประมวลเชิงเลขลงบนที่เสียบขา กดปุ่มคำว่า ทดสอบ ก็จะได้ผลการทดสอบออกมาอย่างรวดเร็ว โดยมีการบอกส่วนที่เสียด้วย นอกจากนี้ ที่เครื่องยังมีตัวดักจับตรรกต่าง ๆ โดยใช้ไดโอดเปล่งแสงเป็นตัวแสดงตรรก เพื่อให้ผู้ใช้รู้ว่าตรรกที่ขาของวงจรประมวลขณะที่ ทดสอบเป็นอย่างไร ซึ่งสามารถนำมาใช้เพื่อการตรวจสอบความพร้อมของเครื่องทดสอบว่าสามารถส่งสัญญาณต่าง ๆ เข้าขาวงจรประมวลตามตารางจริงหรือไม่ เครื่องทดสอบนี้ยังสามารถบอกผู้ใช้ว่า

วงจรประมวลที่นำมาทดสอบเป็นชนิดใด และมีการสัทวงจรภายในหรือไม่

ในการทดสอบเครื่องนี้ ได้ทำการทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขจำนวนมากกว่า ๓๐๐๐ ตัว ได้ผลถูกต้องตามความเป็นจริงทุกตัว ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่าเครื่องทดสอบที่สร้างขึ้นนี้สามารถตรวจสอบวงจรประมวลเชิงเลขทางฟังก์ชันตรรก อย่างมีความเชื่อถือได้สูง



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title      A Microprocessor Controlled Digital IC Tester  
Name                Mr. Soonthorn Vassana  
Thesis Advisor    Mr. Jirachai Srijohn and  
                         Associate Professor Chatri Sripaipun, Ph. D.  
Department        Electrical Engineering  
Academic Year     1983



#### Abstract

This thesis concerns the design and construction of a microprocessor controlled digital IC tester. This tester can test the logic function of integrated circuits (IC) of TTL and CMOS families. The IC's that can be tested are the 54/74xxx series of TTL and the 74/54Cxxx series of CMOS in the dual - in - line packages of 14 pins, 16, pins and 24 pins. There are 2 kinds of test : the fast test and the slow test. The fast test is designed to test a large quantity of IC's to save time. The slow test enables us to identify the input logic condition that the IC fails. We can also use it to check the input logic condition. In case where the program resident in the unit does not contain the IC to be tested, new data can be fed into the unit via the keyboard to enable the unit to test the IC according to the fed data. To operate the unit, one simply types the number of the IC into the keyboard, inserts the IC in the test socket and press the test button. The result will be obtained immediately with the faulty part identified. Further more, the unit has a logic monitor using LED's to display the logic condition at various pins of the IC. This may also be used to test the correctness of the tester in sending input signals according to the truth table to IC pins under test. The

unit can also show the type of IC's to be tested and determine whether the the IC is internally short circuited.

The tester had been used to test more than 3,000 IC's using both the fast test and the slow test the results were the same as those obtained by using a digital test board. Therefore, it is concluded that the tester developed and built can be used to test the logic function of digital IC'S with high reliability.



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



### กิติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้ ได้สำเร็จตามเป้าหมายโดยมี อจ.จิรัชย์ สีจร และ รศ.ดร.ชาตรี ศรีไพพรรณ เป็นผู้ให้แนวทางต่าง ๆ ในเรื่องของการออกแบบและสร้าง เครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขนี้ ได้รับเงินทุนในการวิจัยจากการสื่อสารแห่งประเทศไทย โดยมีท่านผู้อำนวยการกองเทคโนโลยี คุณสมลักษณ์ สัจจาภินันท์ และผู้ช่วยผู้อำนวยการกองเทคโนโลยีคุณวุฒิ ปลั่งศิริ ที่ให้ความอุปถัมภ์และสนับสนุนมาโดยตลอด นอกจากนี้ยังมีผู้ให้ความช่วยเหลือในเรื่องการออกแบบลายเส้น PCB และจัดวางรูปลักษณะของเครื่องรวมทั้ง การตกแต่งเครื่อง คือคุณเกษม ปัจฉิมพิทพงษ์ และคุณสายัณห์ สัตยกิจขจร สำหรับคุณวัชร กกล้าสิก ได้ให้ความช่วยเหลืออย่างมากทางด้านจัดพิมพ์วิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณทุกท่านที่กล่าวมานี้ได้ให้ความช่วยเหลือและสนับสนุนในการจัดทำวิทยานิพนธ์นี้

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย





สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ฉ
กิตติกรรมประกาศ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฉ
สารบัญแผนภูมิ .....	ค

บทที่

๑. บทนำ .....	๑
๒. ข้อกำหนด.....	๑๔
๓. การออกแบบส่วนต่าง ๆ ของเครื่องทดสอบบางจรประมวลเชิงเลข.....	๒๔
๔. การสร้างและการทดสอบ .....	๑๑๙
๕. ลักษณะภายนอกของเครื่องและวิธีการใช้เครื่องทดสอบที่สร้างขึ้น .....	๑๔๑
๖. สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ .....	๑๔๘
บรรณานุกรม .....	๑๕๒
ภาคผนวก ก. ....	๒๕๓
ภาคผนวก ข. ....	๑๙๕
ภาคผนวก ค. ....	๒๙๙
ภาคผนวก ง. ....	๓๐๕
ประวัติ .....	๓๑๑

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
๑. ตารางจริงของ 7400 .....	๕
๓.๑ แสดงข้อมูลที่ได้จากหนังสือคู่มือเกี่ยวกับ $V_{cc}$ และ GND .....	๒๘
๓.๒ สายสัญญาณที่ต่อเข้ากับปลายอีกข้างหนึ่งของ LED .....	๓๔
๓.๓ ตารางจริงของ IC เบอร์ 7400 .....	๔๘
๓.๔ ตารางจริงของ INPUT LOGIC ที่ส่งเข้าขา IC 7400 ผ่านทาง BIT ต่าง ๆ ของ PORT A, B และ C .....	๔๘
๓.๕ แสดงผล OUTPUT LOGIC - ทุกส่วนของ IC 7400 ที่รับเข้าระบบ ทาง BIT ต่าง ๆ .....	๕๐
๓.๖ แสดง OUTPUT ของ IC เบอร์ 74154 กำเนิดสัญญาณใดบ้าง...	๕๑
๓.๗ แสดงข้อสัญญาณว่าควบคุมวงจรต่าง ๆ.....	๕๒
๓.๘ แสดง TRUTH TABLE ของวงจร KEY BOARD โดยใช้ PORT B เป็นตัว SCAN .....	๕๖
๓.๘ 7-SEGMENT ตรงกับ DATA BIT ใด.....	๕๘
๓.๑๐ รหัสชื่อ DIGIT ต่าง ๆ ในการ DISPLAY .....	๖๒
๓.๑๑ แสดง DATA ต่อกับ INPUT ของ RAM .....	๖๔
๓.๑๒ แสดงแจกแจงว่า BIT ใดใน PORT ใดจะแสดงเป็นอะไร .....	๗๓
๓.๑๓ ตารางจริง (TRUTH TABLE) ของการ CONTROL เสียง ALARM IC SHORT .....	๗๖
๔.๑ ผลการทดสอบ IC โดยใช้เครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลข ...	๑๓๑
๔.๒ ผลการทดสอบ IC ที่เสียโดยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องทดสอบ IC ที่สร้างขึ้นกับทดสอบโดยใช้เครื่อง DIGITAL IC TEST BOARD .....	๑๓๘
๖.๑ เบอร์ IC ต่าง ๆ ที่เครื่องทดสอบสามารถทดสอบได้.....	๑๕๐

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่

๑.๑	DIGIT DESIGNER .....	๒
๑.๒	DIGIT TEST BOARD .....	๒
๑.๓	DIGIT CIRCUIT TESTERS .....	๓
๑.๔	รูปแบบแสดงวงจรทดสอบ DIGITAL IC เบอร์ 7408 .....	๔
๑.๕	DIGITAL IC TESTERS .....	๖
๑.๖	LOGIC CLIP .....	
๑.๗	DIGITAL IC TESTER BERKELEY INSTRUMENT'S INCORPORATION .....	๔
๒.๑	WAVEFORM FOR NON-INVERTING FUNCTION .....	๑๔
๒.๒	WAVEFORM FOR INVERTING FUNCTIONS .....	๑๔
๒.๓	PROPAGATION DELAYS FROM FALLING EDGE CLOCK OR ENABLE .....	๑๖
๒.๔	SETUP AND HOLD TIMES, ACTIVE HIGH CLOCK.....	๑๖
๒.๕	SETUP AND HOLD TIMES, ACTIVE LOW CLOCK.....	๑๖
๒.๖	3-STATE OUTPUT ENABLE AND DISABLE TIME และ 3-STATE OUTPUT HIGH ENABLE AND DISABLE TIMES .....	๑๗
๒.๗	TEST LOAD FOR TOTEM - POLE OUTPUTS IN BI-STATE MODE.....	๑๗
๒.๘	TEST LOAD FOR OPEN-COLLECTOR OUTPUTS .....	๑๘
๒.๙	ENABLE AND DISABLE TEST LOADS FOR 3-STATE OUTPUTS.....	๑๘
๓.๑	A MICROPROCESSOR CONTROLLED DIGITAL IC TESTER .....	
	BLOCK DIAGRAM .....	๒๗
๓.๒	7400, 7402 .....	๓๐
๓.๓	7473 .....	๓๑

สารบัญภาพ (ต่อ)

ท.๕	7490 .....	๓๐
ท.๕	7448 .....	๓๐
ท.๖	7476 .....	๓๑
ท.๗	7496 .....	๓๑
ท.๘	74154 .....	๓๑
ท.๘	วงจร IC SOCKET แบบ ๑๔ ขา, ๑๖ขา, และ ๑๗ ขา.....	๓๒
ท.๑๐	I/O PINS 2 CONTROL .....	๓๔
ท.๑๑	I/O PIN 1 CONTROL .....	๓๔
ท.๑๒	I/O PIN CONTROL AND CMOS TO TTL .....	๓๖
ท.๑๓	I/O PIN CONTROL, CMOS TO TTL AND R <sub>0</sub> .....	๓๗
ท.๑๔	BLOCK DIAGRAM วงจร I/O PIN/PIN INTERFACE .....	๓๘
ท.๑๕	IC PIN CONTROLLER/LOGIC INPUT DRIVER และ LOGIC OUTPUT MONITOR INTERFACE CIRCUIT .....	๔๐
ท.๑๖	ลักษณะของ 8255 ใน MODE ๐, CONTROL '9B' .....	๔๑
ท.๑๗	ลักษณะของ 8255 ใน MODE ๐. CONTROL '80' .....	๔๒
ท.๑๘	ลักษณะของ 8255 ใน MODE ๐, CONTROL '80' .....	๔๓
ท.๑๙	รูป SOCKET # 1 .....	๔๔
ท.๒๐	รูป SOCKET # 2 .....	๔๔
ท.๒๑	รูป SOCKET # 3 .....	๔๔
ท.๒๒	รูป SOCKET # 4 .....	๔๔
ท.๒๓	รูป SOCKET # 5 .....	๔๔
ท.๒๔	รูป SOCKET # 6 .....	๔๖
ท.๒๕	รูป SOCKET # 7 .....	๔๖
ท.๒๖	IC เบอร์ 7400 .....	๔๗

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ต.๒๗	แสดง BIT อันไหนตรงกับขา IC ใด .....	๔๘
ต.๒๘	SET PORT ทั้ง ๓ ให้ตรงกับขา INPUT และขา OUTPUT ของ IC เบอร์ 7400 ดังรูป .....	๔๘
ต.๒๙	BLOCK DIAGRAM KEYBOARD/IC SOCKET DISPLAY .....	๕๓
ต.๓๐	วงจร KEY BOARD INTERFACE & SOCKET IC DISPLAY ....	๕๔
ต.๓๑	BLOCK DIAGRAM ของ 7-SEGMENT DISPLAY .....	๕๘
ต.๓๒	แสดงการ DISPLAY จาก RAM เข้า 7-SEGMENT .....	๖๐
ต.๓๓	วงจร 7-SEGMENT DISPLAY แสดงเบอร์ IC, I/O LOGIC, BAD PART และ PART # .....	๖๑
ต.๓๔	LED DISPLAY ชนิดเป็นแถวมี ๑๐ ตัว .....	๖๔
ต.๓๕	วงจร LED BINARY DISPLAY .....	๖๖
ต.๓๖	วงจรราย ๆ สำหรับ DISPLAY โดยใช้ D - F/F .....	๖๘
ต.๓๗	วงจร GOOD/BAD/READY/IC SHORT CCT/MANUAL TEST/ SLOW TEST และ UNKNOWN IC DISPLAY .....	๗๐
ต.๓๘	DIGITAL IC TYPE DISPLAY .....	๗๒
ต.๓๙	ลักษณะสัญญาณเสียง IC SHORT CIRCUIT ALARM ..	๗๔
ต.๔๐	BLOCK DIAGRAM วงจรสัญญาณเสียง IC SHORT .....	๗๕
ต.๔๑	วงจร OSCILLATOR กำเนิดความถี่ $f_1$ .....	๗๕
ต.๔๒	วงจร DATA SELECTOR ใช้ IC เบอร์ 7400 .....	๗๖
ต.๔๓	TIMING DIAGRAM ของ $f_1$ , $f_2$ , $f_3$ และ OUTPUT .....	๗๖
ต.๔๔	รูปสัญญาณ GOOD ALARM .....	๗๗
ต.๔๕	BLOCK DIAGRAM ของวงจรมกำเนิดสัญญาณเสียง GOOD .....	๗๗
ต.๔๖	TIMING DIAGRAM สัญญาณเสียง GOOD .....	๗๘

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ก.๕๗	วงจรถ้าเปิดสัญญาณเสียง GOOD .....	๗๔
ก.๕๘	สัญญาณเสียง BAD ALARM .....	๘๐
ก.๕๘	BLOCK DIAGRAM วงจรถ้าเปิดสัญญาณเสียง BAD ALARM ...	๘๐
ก.๕๙	แสดงวงจรถ้าเปิดสัญญาณ BAD ALARM .....	๘๑
ก.๕๙	TIMING DIAGRAM แสดงสัญญาณแต่ละจุดของสัญญาณ BAD ALARM .....	๘๒
ก.๕๒	แสดงวงจร SET และ RESET วงจรถ้าเปิดสัญญาณ IC SHORT CIRCUIT .....	๘๒
ก.๕๓	วงจรถ้าเปิดสัญญาณ GOOD, BAD และ IC SHORT CIRCUIT ALARM .....	๘๔
ก.๕๔	วงจร $V_{cct}$ INTERRUPT .....	๘๕
ก.๕๔	TIMING DIAGRAM ของสัญญาณจุดต่าง ๆ ของวงจร $V_{cct}$ INTERRUPT .....	๘๗
ก.๕๖	วงจร LOGIC MONITOR สำหรับขา IC ขาเดียว .....	๘๘
ก.๕๗	วงจร LOGIC MONITOR .....	๘๐
ก.๖๖	แสดงการตรวจเปรียบเทียบเบอร์ ICแล้วหา POINTER ซีพียู PROGRAM ใด .....	๑๐๒
ก.๖๗	แสดงที่เก็บข้อมูลผลการทดสอบแต่ละ CONDITION และแต่ละ PART .....	๑๑๑
ก.๖๘	ลักษณะการ STORGE(STA) เมื่อรู้ว่า PART ใดเสียเก็บใน MEMORY และ DISPLAY ออก 7-SEGMENT .....	๑๑๔
๔.๑	วงจรเครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขบนแผงทดลอง .....	๑๒๑
๔.๒	ใช้ PRINTER เป็นตัว DEBUG PROGRAM คัดต่อ 8080 MS - 80 KIT SINGLE BOARD .....	๑๒๑

สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
๔.๓ KEY BOARD PCB. ....	๑๒๐
๔.๔ 8K - RAM PCB.....	๑๒๐
๔.๔ 8K - EPROM PCB.....	๑๒๑
๔.๖ CPU PCB.....	๑๒๑
๔.๗ BINARY LED DISPLAY PCB.....	๑๒๒
๔.๘ 7-SEGMENT DISPLAY PCB .....	๑๒๒
๔.๘ PIN CONTROLLER/LOGIC INPUT DRIVERและ LOGIC OUTPUT MONITOR PCB.....	๑๒๓
๔.๑๐ แผงวงจรรวม DISPLAY ต่าง ๆ .....	๑๒๓
๔.๑๑ IC SOCKET PCB. ....	๑๒๔
๔.๑๒ CPU CARD CAGE .....	๑๒๔
๔.๑๓ หัวถังเครื่องก่อนตักแต่ง .....	๑๒๔
๔.๑๔ หัวถังหลังตักแต่งแล้ว และ ใส่อุปกรณ์ครบทุกชิ้น .....	๑๒๔
๔.๑๕ TIMING DIAGRAM การทดสอบ IC 7400 แบบเร็ว.....	๑๒๖
๔.๑๖ TIMING DIAGRAM การทดสอบ IC 7400 แบบช้า .....	๑๒๗
๔.๑๗ เครื่อง DIGITAL TEST BOARD .....	๑๒๘
๔.๑๘ แสดง FLOW CHART การทดลอง .....	๑๒๘
๔.๑ ลักษณะภายนอกของเครื่อง .....	๑๔๑
๔.๒ ส่วนที่แสดงผลต่าง ๆ .....	๑๔๑
๔.๓ ปุ่มควบคุมต่าง ๆ ที่เลียน LOGIC MONITOR และ IC SOCKET ADAPTER .....	๑๔๒

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ก.๑ IC ประเภทที่ ๑ .....	๑๕๔
ก.๒ IC ประเภทที่ ๒ .....	๑๖๑
ก.๓ IC ประเภทที่ ๓ .....	๑๖๔
ก.๔ IC ประเภทที่ ๔ .....	๑๗๔
ก.๕ IC ประเภทที่ ๕ .....	๑๘๐
ก.๖ IC ประเภทที่ ๖ .....	๑๘๓
ก.๗ IC ประเภทที่ ๗ .....	๑๘๔
ก.๘ ลักษณะภายใน IC เบอร์ 74164 .....	๑๘๑
ค.๑ วงจร MPU ที่ประกอบขึ้นอย่างสมบูรณ์ที่ใช้กับเครื่องทดสอบนี้ .....	๓๐๐
ค.๒ BLOCK DIAGRAM MEMORY ที่เป็นประเภทถาวร EPROM ขนาด 8K BYTE .....	๓๐๑
ค.๓ วงจร EPROM 8K BYTE .....	๓๐๒
ค.๔ BLOCK DIAERAM วงจร RAM ขนาด 8K BYTE .....	๓๐๓
ค.๕ วงจร RAM 8K BYTE .....	๓๐๔

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญแผนภูมิ

หน้า

## แผนภูมิที่

ก.๑	แสดง FLOW CHART โปรแกรม MAIN ของเครื่องทดสอบวงจรประมวล...	๔๑
ก.๒	แสดง FLOW CHART ตั้งแต่เริ่มต้นกดเบอร์ IC เข้ามาจนจบการทดสอบ (โปรแกรมรับเบอร์ IC ) .....	๔๖
ก.๓	FLOW CHART ของโปรแกรมถอดรหัสเบอร์ IC.....	๔๘
ก.๔	จะแสดง FLOW CHART การถอดรหัส ๓ ตัวหลัง ( $X_1 X_2 X_3$ ) และไปทำ PROGRAM ใน TABLE T <sub>2</sub> .....	๑๐๓
ก.๕	FLOW CHART ของโปรแกรมวิธีที่ ๑ .....	๑๐๗
ก.๖	FLOW CHART ของโปรแกรมวิธีที่ ๒ .....	๑๐๘
ก.๗	FLOW CHART ของโปรแกรมรายงานผลการทดสอบทั้งหมด .....	๑๑๒
ก.๑	FLOW CHART ของโปรแกรมทดสอบ IC ประเภทที่ ๑ .....	๑๔๗
ก.๒	FLOW CHART ของโปรแกรมทดสอบ IC ประเภทที่ ๒ .....	๑๕๓
ก.๓	FLOW CHART ของโปรแกรมทดสอบ IC ประเภทที่ ๓ .....	๑๗๑
ก.๔	FLOW CHART ของโปรแกรมทดสอบ IC ประเภทที่ ๔ .....	๑๗๗
ก.๕	FLOW CHART ของโปรแกรมทดสอบ IC ประเภทที่ ๕ .....	๑๘๑
ก.๖	FLOW CHART ของโปรแกรมทดสอบ IC ประเภทที่ ๖ .....	๑๘๔
ก.๗	FLOW CHART ของโปรแกรมทดสอบ IC ประเภทที่ ๗ .....	๑๘๗
ก.๘	FLOW CHART ของโปรแกรมทดสอบ IC เบอร์ 74164 ประเภท ที่ ๘ .....	๑๘๓

ศูนย์วิทยุโทรพยากรณ์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย