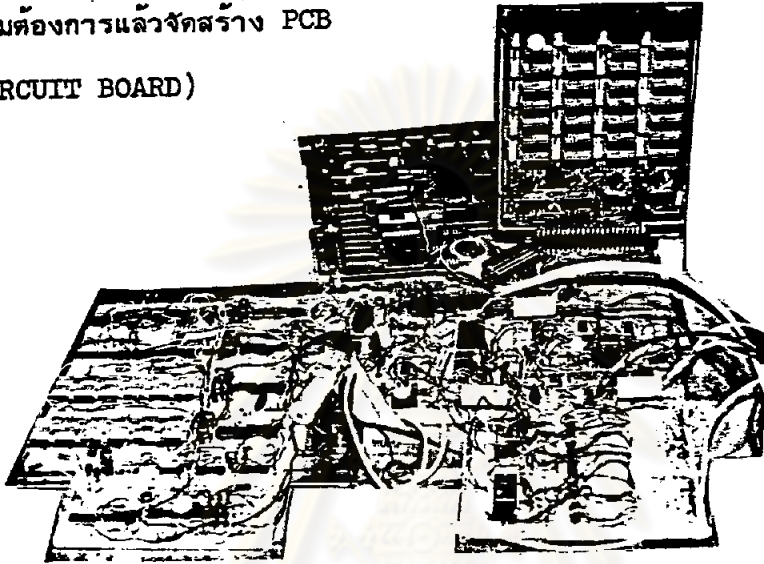




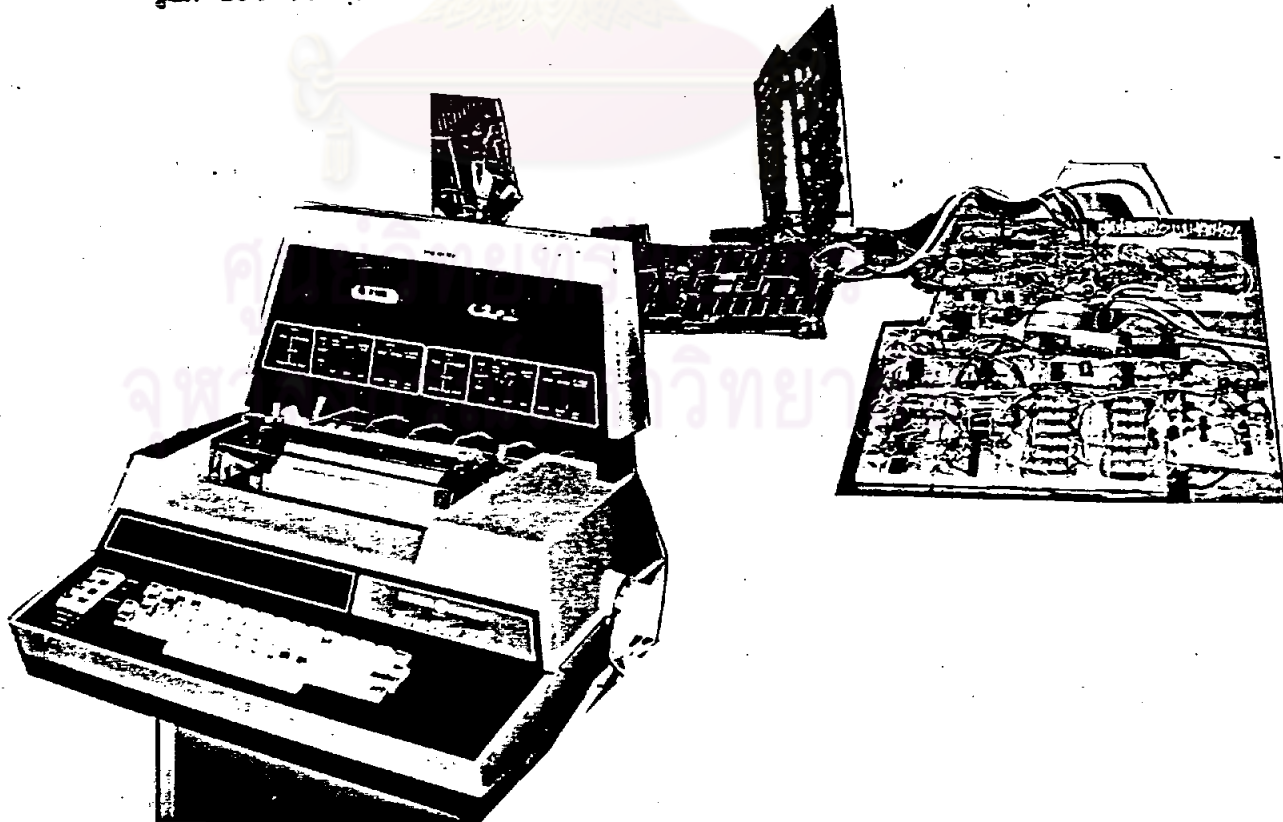
บทที่ ๔

การสร้างและการทดสอบ

ก่อนที่จะทำการสร้าง PCB ได้ทำการต่อวงจรบนแผงทดลองทุก ๆ วงจรดังรูปที่ ๔.๑ และ ๔.๒ เพื่อทำการทดสอบให้แน่ใจว่าวงจรทำงานได้ถูกต้องหรือไม่ เมื่อบังคับทำงานได้ถูกต้องตามความต้องการแล้วจึงสร้าง PCB (PRINTED CIRCUIT BOARD)



รูปที่ ๔.๑ วงจรเครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขบนแผงทดลอง



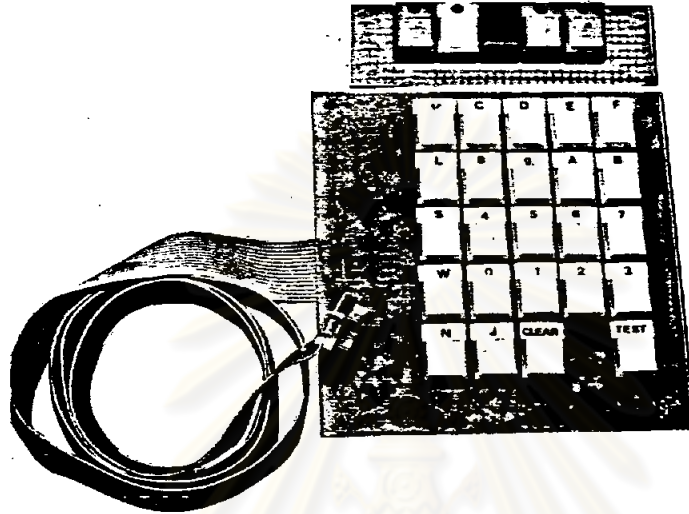
รูปที่ ๔.๒ ใช้ PRINTER เป็นตัว DEBUG PROGRAM ชุดต่อ 8080 MS-80 KIT SINGLE BOARD



๔.๑ การสร้าง

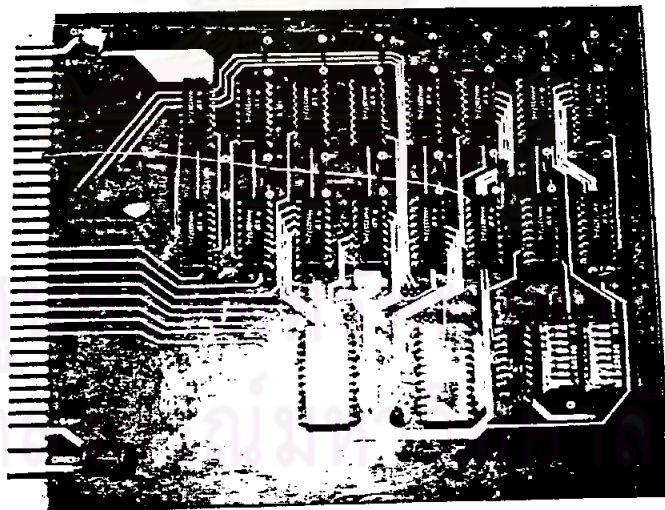
ในการสร้างได้แบ่ง PCB ออกเป็นดังนี้

ก. KEYBOARD PCB ดังรูป ๔.๓



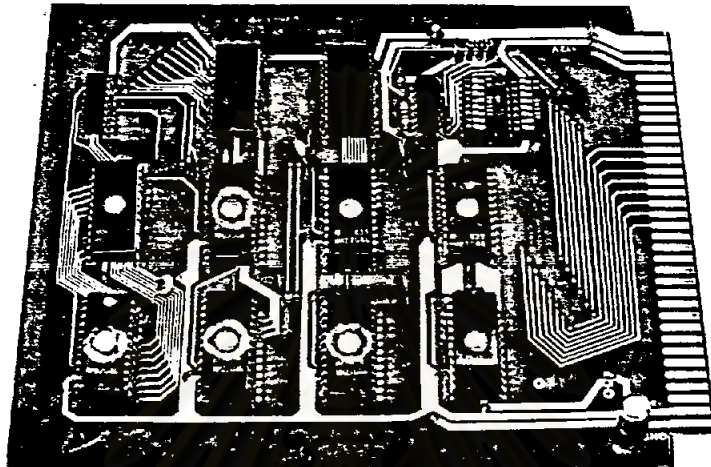
รูปที่ ๔.๓ KEY BOARD PCB

ข. 8K - RAM PCB ดังรูป ๔.๔



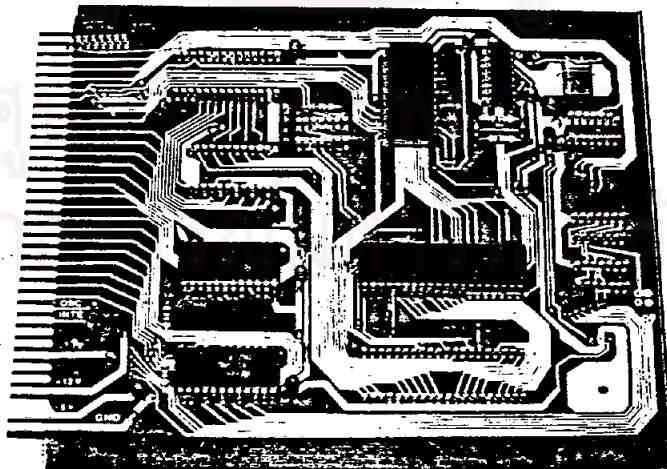
รูปที่ ๔.๔ 8K - RAM PCB

ก. 8K - EPROM PCB ดังรูปที่ ๔.๔



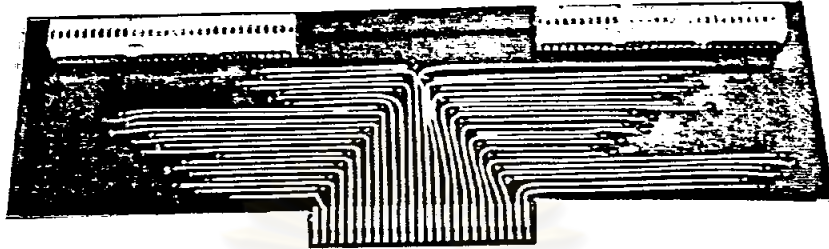
รูปที่ ๔.๔ 8K - EPROM PCB

ง. CPU PCB ดังรูปที่ ๔.๖



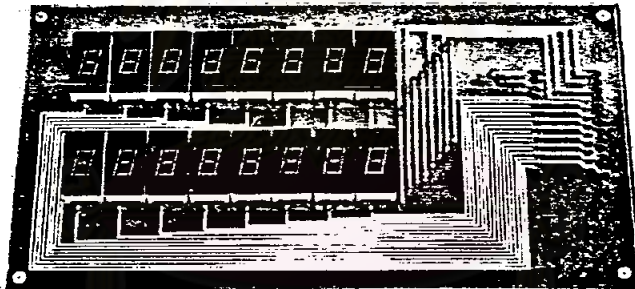
รูปที่ ๔.๖ CPU PCB

จ. BINARY LED DISPLAY PCB ดังรูปที่ ๔.๗



รูปที่ ๔.๗ BINARY LED DISPLAY PCB

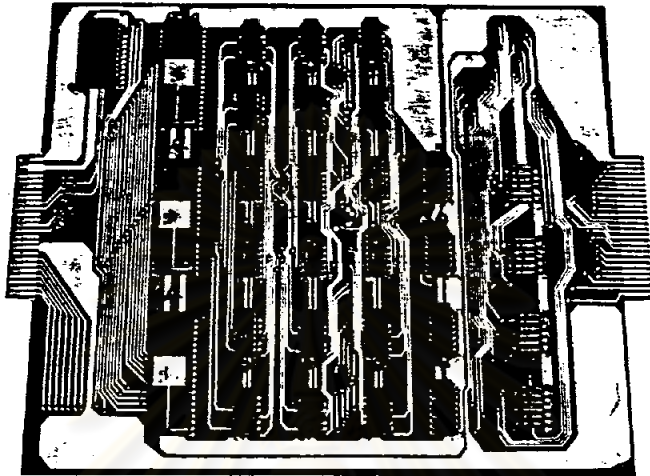
ฉ. 7 - SEGMENT DISPLAY PCB ดังรูปที่ ๔.๘



รูปที่ ๔.๘ 7 - SEGMENT DISPLAY PCB

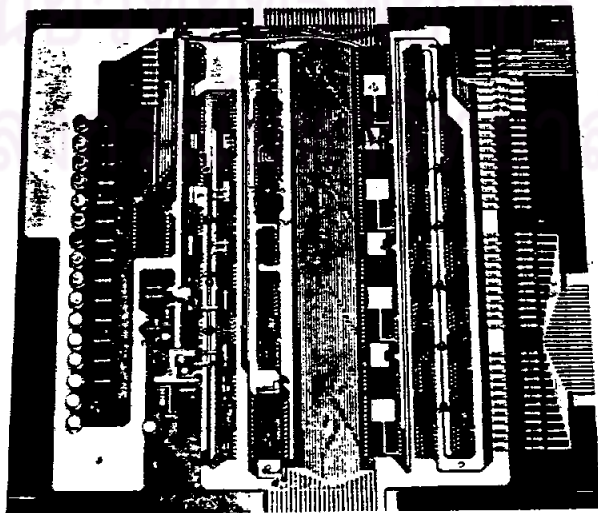
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข. PIN CONTROLLER/LOGIC INPUT DRIVER และ LOGIC OUTPUT MONITOR
PCB ดังรูปที่ ๔.๔



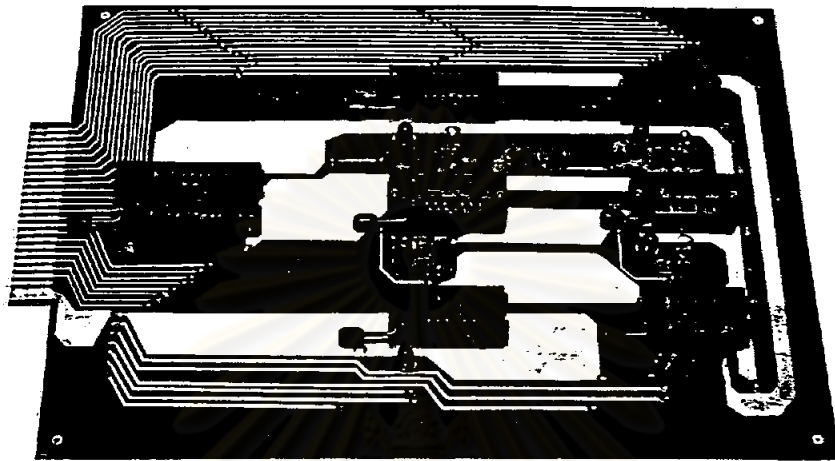
รูปที่ ๔.๔ PIN CONTROLLER/LOGIC INPUT DRIVER และ LOGIC OUTPUT
MONITOR PCB

ข. KEY BOARD INTERFACE/7-SEGMENT DISPLAY DRIVER/BINARY DISPLAY
DRIVER/INTERRUPT UNIT/ALARM SIGNAL GEN./GOOD-BAD-SLOW-MANUAL-
IC SHORT-NO HAVE IC และ DIGITAL IC TYPE DISPLAY PCB(อยู่ใน PCB
อันเดียวกันทั้งหมด) ดังรูปที่ ๔.๑๐



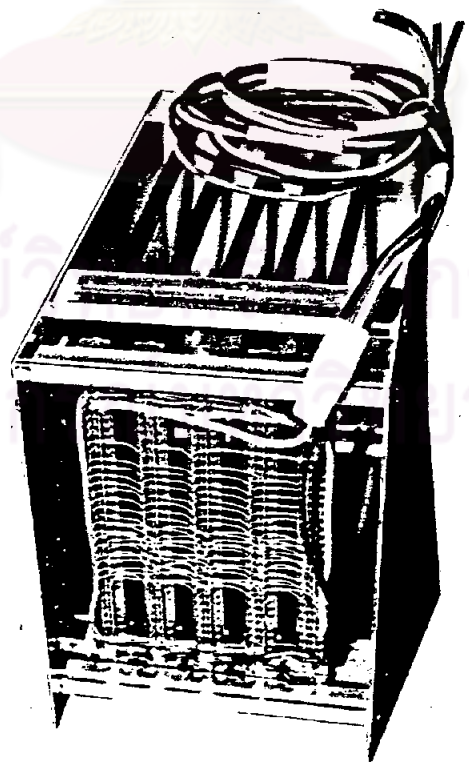
รูปที่ ๔.๑๐ แผงวงจรรวม DISPLAY ต่าง ๆ

ณ. IC SOCKET PCB ดังรูปที่ ๔.๑๑



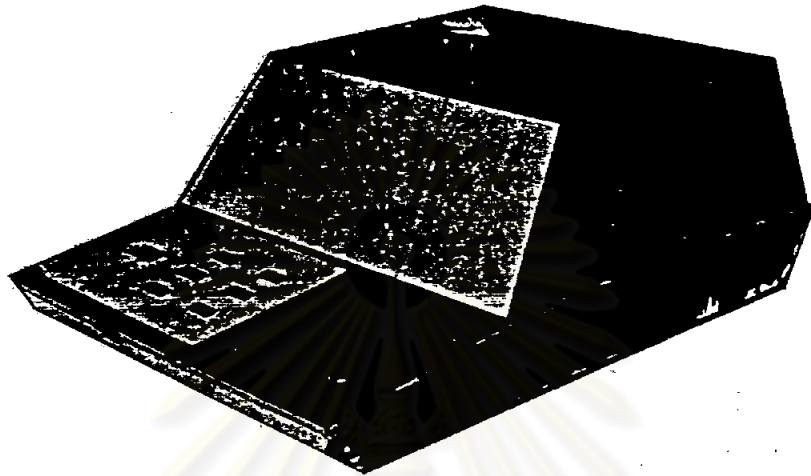
รูปที่ ๔.๑๑ IC SHOCKET PCB
นอกนี้ยังมีอุปกรณ์ประกอบที่จัดสร้างขึ้น

- CPU CARD CAGE ดังรูปที่ ๔.๑๒

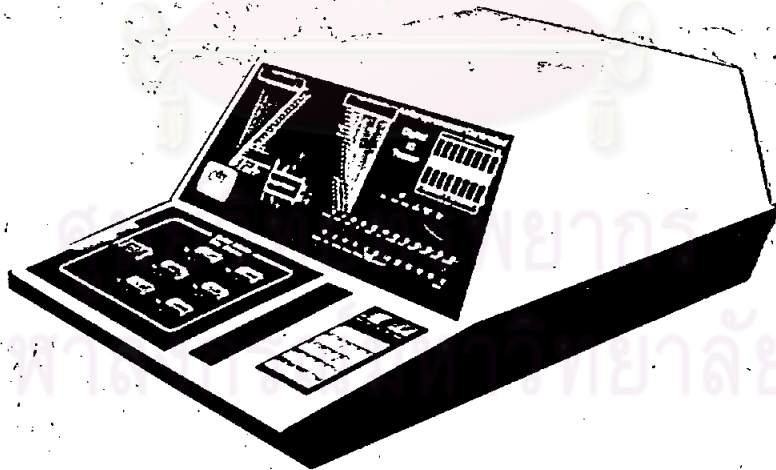


รูปที่ ๔.๑๒ CPU CARD CAGE

- ตัวถังเครื่อง ดังรูปที่ ๔.๑๓ และ ๔.๑๔



- รูปที่ ๔.๑๓ ตัวถังเครื่องก่อนตักแต่ง



รูปที่ ๔.๑๔ ตัวถังหลังตักแต่งแล้ว และใส่อุปกรณ์ครบทุกชิ้น

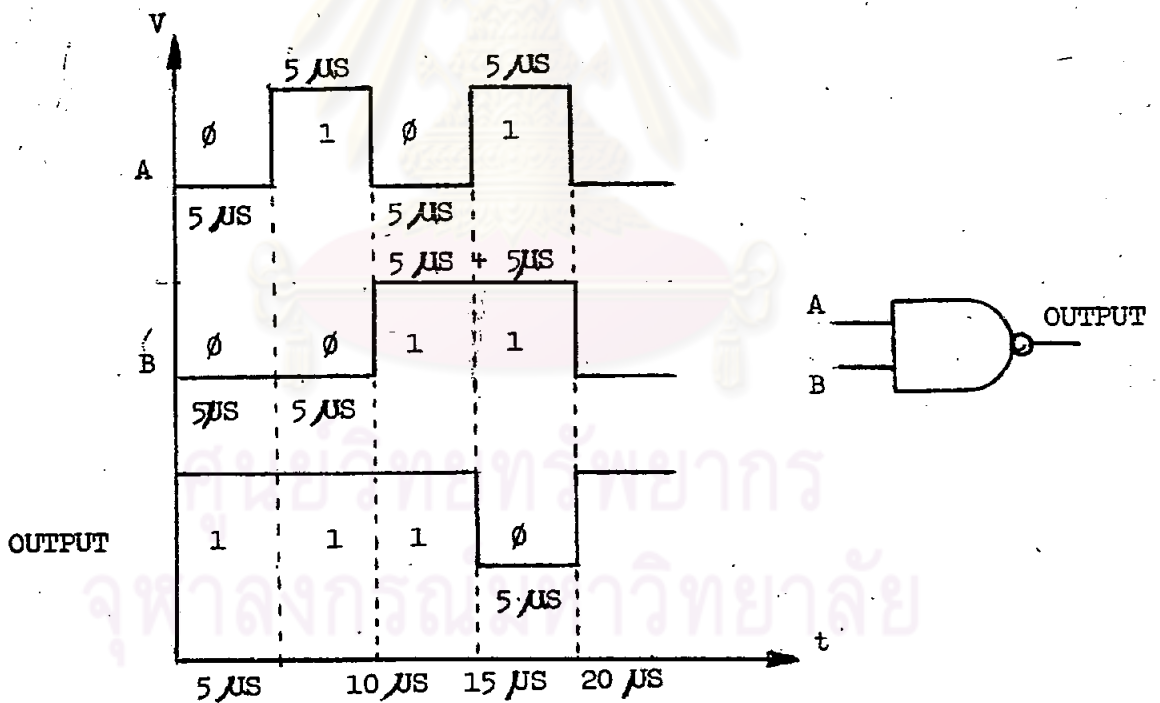
๔.๒ การทดสอบวงจรประมวลเชิงเลข

๔.๒.๑ การทดสอบมี ๔ ชนิดคือ

๔.๒.๑.๑ การทดสอบ IC แบบเร็ว เป็นการทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบ

วงจรประมวลที่ควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ การทดสอบนี้จะเป็นแบบเร็วมาก โดยใช้เวลาไม่ถึง ๑ วินาที ก็สรุปผลว่า IC นั้นเสียหรือดีออกมาได้ การทดสอบนี้มีช่วงกว้างของ INPUT LOGIC ที่ DRIVE เข้าหา IC จะมีขนาดแคบมากประมาณ $5 \mu\text{s}$ ดังตัวอย่างการทดสอบ IC-7400 (2 INPUT NAND GATE)

ดู TIMING DIAGRAM ในรูปที่ ๔.๑๔



รูปที่ ๔.๑๔ TIMING DIAGRAM การทดสอบ IC 7400 แบบเร็ว

๔.๒.๑.๒ ทดสอบ IC แบบช้า เป็นการทดสอบโดยใช้เครื่องทดสอบวงจร

ประมวลเชิงเลขที่สร้างขึ้นเป็นตัวเลขทดสอบเช่นกัน การทดสอบ

แบบนี้จะมี INPUT LOGIC ที่จับเข้าขา IC อย่างช้า ๆ

(LATCH ไว้ตาม) ทั้งนี้เพื่อตรวจสอบ LOGIC CONDITION

ที่ DRIVE เข้าขา IC และดูผลจาก OUTPUT ที่จับออก

มาจริง ๆ โดยสังเกตทาง INPUT/OUTPUT LOGIC

BINARY DISPLAY และ LOGIC MONITOR โดย CLIP

ลงบนขาของ IC นั้น ข้อดีของการทดสอบแบบนี้ทำให้ผู้ใช้เครื่อง

สามารถเข้าใจการทดสอบ LOGIC FUNCTION ต่าง ๆ โดย

ละเอียดตามตารางจริง (TRUTH TABLE) และขณะกำลังทดสอบ

ก็สามารถ HOLD หรือ PAUSE การทดสอบหมายถึงหยุดการทดสอบ

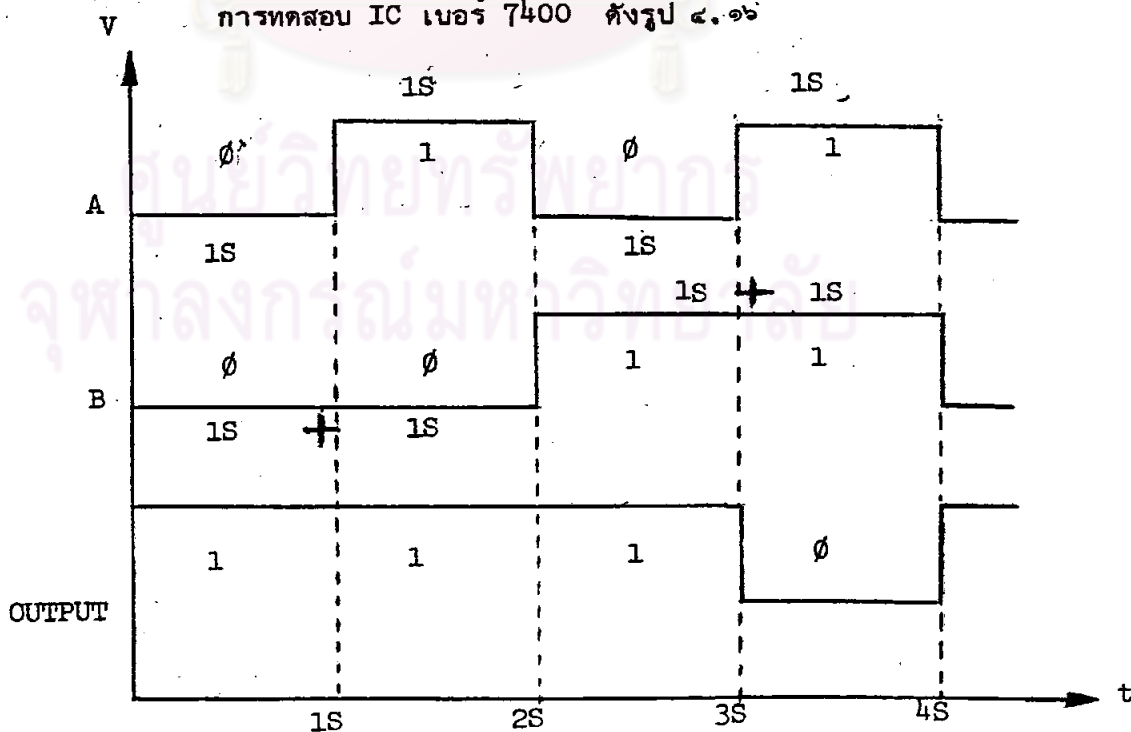
ชั่วคราว เพื่อที่จะได้สังเกต LOGIC CONDITION ที่มีปัญหาหรือสนใจ

และจะดำเนินการทดสอบต่อไปเมื่อเลิกกดปุ่ม PAUSE นี้ ค่า

LOGIC PULSE WIDTH จะมีความยาวประมาณ ๑ วินาที (S)

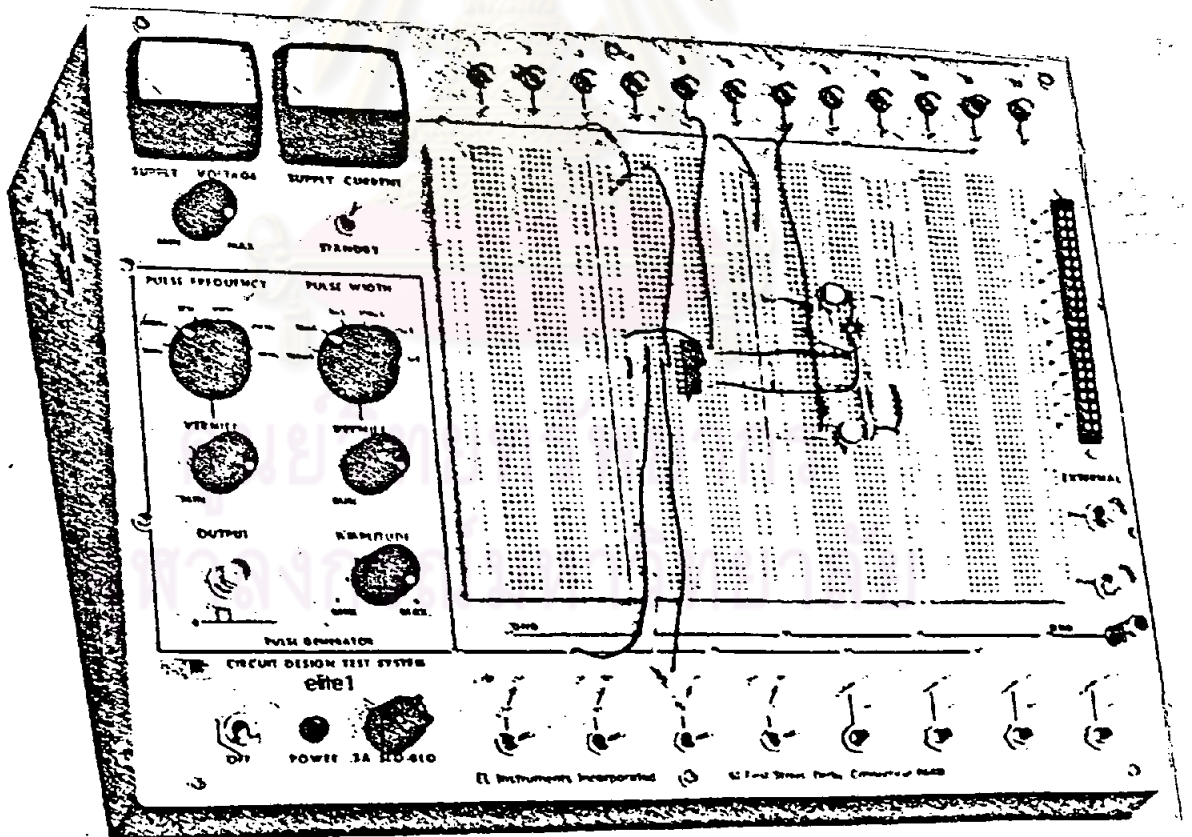
ลักษณะ TIMING DIAGRAM ในการทดสอบแบบช้าดังตัวอย่าง

การทดสอบ IC เบอร์ 7400 ดังรูป ๔.๑๖



รูปที่ ๔.๑๖ TIMING DIAGRAM การทดสอบ IC 7400 แบบช้า

๔.๒.๑.๓ การทดสอบโดยใช้เครื่องมืออื่น ๆ เป็นการทดสอบโดยใช้เครื่อง DIGITAL IC TEST BOARD ดังรูปที่ ๔.๑๗ มาต่อวงจร เพื่อจะทดสอบ IC นั้น ๆ ทั้งนี้ในการทดสอบวงจรประมวลเชิงเลข โดยใช้เครื่องทดสอบที่สร้างขึ้นแต่เพียงอย่างเดียวแล้วสรุปผล ย่อมเป็นการทดสอบที่ไม่สมบูรณ์นัก ดังนั้นจึงได้ทดสอบกับวิธีอื่นด้วย เพื่อเปรียบเทียบผลการทดสอบว่าตรงกันหรือไม่ (ใน IC ตัวเดียวกันทั้งตัวดีและเสีย) ถ้าผลที่ได้ออกมาตรงกันทุกประการ ก็สรุปผล ได้ว่าเครื่องทดสอบ IC ที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานในการทดสอบ IC ได้ ถ้าผลออกมาไม่ตรงกันก็ถือว่าเครื่องทดสอบ IC ที่สร้างขึ้นใช้งานไม่ได้



รูปที่ ๔.๑๗. เครื่อง DIGITAL TEST BOARD

๔.๒.๑.๔ การทดสอบ IC ที่เสีย

เป็นการทดสอบเพื่อตรวจ

สอบเครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขที่สร้างขึ้นว่า สามารถ

วิเคราะห์ IC ที่เสียว่าเสียจริง และเปรียบเทียบกับผลการทดสอบ

แบบอื่น ๆ ในที่นี้ใช้เครื่อง DIGITAL TEST BOARD

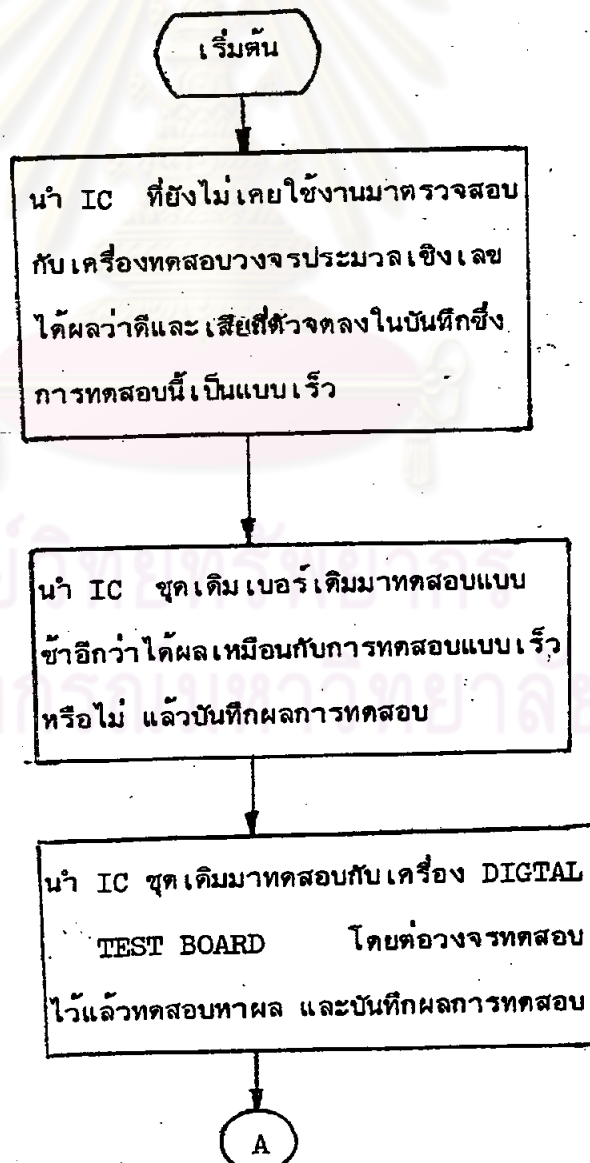
ต่อวงจรเพื่อทดสอบ

๔.๒.๒ การประมวลผลเพื่อหาผลสรุปจากการทดสอบ IC

ได้กระทำ

เป็นขั้นตอนตาม FLOW CHART ในรูปที่ ๔.๑๘ ทั้งนี้เพื่อเป็นการตรวจสอบ

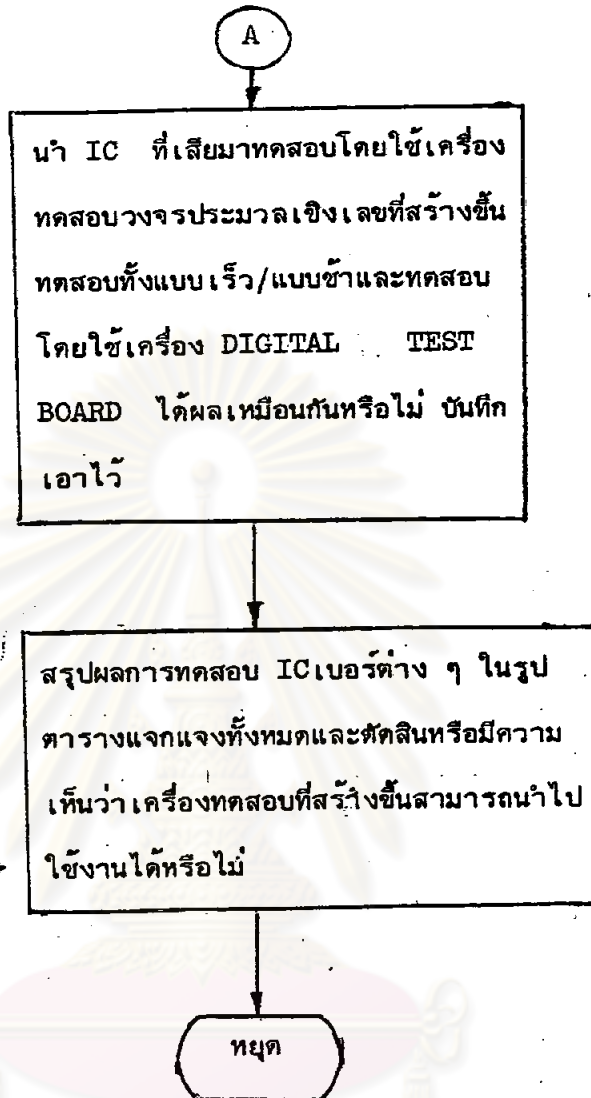
ว่าเครื่องทดสอบวงจรประมวลที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้ดีหรือไม่



รูปที่ ๔.๑๘ แสดง

FLOW CHART

การทดสอบ



ศูนย์วิทยุโทรคมนาคม
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การทดสอบ IC เบอร์ต่าง ๆ ที่ได้ทดสอบแล้ว สรุปได้ตาม ตารางแจกแจงตารางที่ ๔.๑ และ ตารางที่ ๔.๒

ตารางที่ ๔.๑ ผลการทดสอบ IC โดยใช้เครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลข

| เบอร์ IC ที่นำมาทดสอบ | จำนวน | ทดสอบแบบเร็ว | ทดสอบแบบช้า | ทดสอบแบบอื่น | ผลการทดสอบ | |
|-----------------------|-------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| | | | | | ดี | เสีย |
| 7400 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7401 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7402 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7403 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7404 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7405 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7406 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |



| เบอร์ IC ที่นำมาทดสอบ | รายการ | ทดสอบแบบเร็ว | ทดสอบแบบช้า | ทดสอบแบบอื่น | ผลการทดสอบ | |
|-----------------------|--------|--------------|-------------|--------------|-------------|-------------|
| | | | | | ดี | เสีย |
| 7408 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7410 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7411 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7412 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7413 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7414 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7416 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |

| เบอร์ IC ที่ นำมาทดสอบ | จำนวน | ทดสอบ แบบเร็ว | ทดสอบ แบบช้า | ทดสอบ แบบอื่น | ผลการทดสอบ | |
|---------------------------|-------|------------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|
| | | | | | ดี | เสีย |
| 7417 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7420 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7426 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7427 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7428 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7430 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7432 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7433 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |

| เบอร์ IC ที่ นำมาทดสอบ | รายการ | ทดสอบ แบบเร็ว | ทดสอบ แบบช้า | ทดสอบ แบบอื่น | ผลการทดสอบ | |
|---------------------------|--------|------------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|
| | | | | | ดี | เสีย |
| 7437 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7438 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7439 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 7440 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 74126 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 74164 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |

| เบอร์ IC ที่ นำมาทดสอบ | รายการ | ทดสอบ แบบเร็ว | ทดสอบ แบบช้า | ทดสอบ แบบอื่น | ผลการทดสอบ | |
|---------------------------|--------|------------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|
| | | | | | ดี | เสีย |
| 74 C00 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 74 C08 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 74 C14 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 74 C32 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 74 48 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 74 85 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 74 90 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |

| เบอร์ IC ที่ นำมาทดสอบ | รายการ | ทดสอบ แบบเร็ว | ทดสอบ แบบช้า | ทดสอบ แบบอื่น | ผลการทดสอบ | |
|---------------------------|--------|------------------|-----------------|------------------|------------|------|
| | | | | | ดี | เสีย |
| 74 93 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ | - |
| 74 138 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ | - |
| 74 LS 83 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ | - |
| 74 151 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ | - |
| 74 155 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ | - |
| 74 150 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ | - |
| 74 154 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ | - |

| เบอร์ IC ที่ นำมาทดสอบ | รายการ | ทดสอบ แบบ เร็ว | ทดสอบ แบบ ช้า | ทดสอบ แบบ อื่น | ผลการทดสอบ | |
|---------------------------|--------|-------------------|------------------|-------------------|------------------|-------------|
| | | | | | ดี | เสีย |
| 74 73 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ | - - - |
| 74 74 | 100 | 100 | 100 | 100 | ✓ ✓ ✓ ✓ | - - - |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

ศูนย์วิจัยและพัฒนาการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ ๔.๒ ผลการทดสอบ IC ที่เสียโดยเปรียบเทียบระหว่างเครื่องทดสอบ IC ที่
สร้างขึ้นกับทดสอบโดยใช้เครื่อง DIGITAL IC TEST BOARD

| เบอร์ IC ที่เสีย | จำนวน | ผลการทดสอบ | |
|------------------|-------|-------------|-----------|
| | | ผลเหมือนกัน | ผลต่างกัน |
| 7400 | 20 | ✓ | |
| 7401 | 10 | ✓ | |
| 7402 | 5 | ✓ | |
| 7403 | 6 | ✓ | |
| 7404 | 9 | ✓ | |
| 7405 | 5 | ✓ | |
| 7406 | 8 | ✓ | |
| 7408 | 10 | ✓ | |
| 7410 | 5 | ✓ | |
| 7411 | 5 | ✓ | |
| 7412 | 5 | ✓ | |
| 7413 | 5 | ✓ | |
| 7414 | 10 | ✓ | |
| 7416 | 10 | ✓ | |
| 7417 | 5 | ✓ | |
| 7420 | 5 | ✓ | |
| 7426 | 10 | ✓ | |
| 7427 | 3 | ✓ | |
| 7428 | 1 | ✓ | |
| 7430 | 5 | ✓ | |
| 7432 | 10 | ✓ | |
| 7433 | 3 | ✓ | |

| เบอร์ IC ที่เสีย | จำนวน | ผลการทดสอบ | |
|------------------|-------|-------------|-----------|
| | | ผลเหมือนกัน | ผลต่างกัน |
| 7437 | 1 | ✓ | |
| 7438 | 5 | ✓ | |
| 7439 | 2 | ✓ | |
| 7440 | 1 | ✓ | |
| 74126 | 5 | ✓ | |
| 74132 | 10 | ✓ | |
| 74164 | 10 | ✓ | |
| 7448 | 10 | ✓ | |
| 7485 | 5 | ✓ | |
| 7490 | 5 | ✓ | |
| 7493 | 3 | ✓ | |
| 74138 | 4 | ✓ | |
| 74LS38 | 2 | ✓ | |
| 74151 | 1 | ✓ | |
| 74155 | 2 | ✓ | |
| 74150 | 2 | ✓ | |
| 74154 | 2 | ✓ | |
| 7473 | 5 | ✓ | |
| 7474 | 5 | ✓ | |

จากตารางแจกแจงความถี่ ๔.๑ และตารางที่ ๔.๒ สรุปผลได้ว่า เครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขที่สร้างขึ้นสามารถทดสอบได้ถูกต้องแน่นอน เหมือนกันกับวิธีอื่น ๆ และสามารถใช้งานในการทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขได้

ข้อดีของเครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลข ควบคุมโดยไมโครโปรเซสเซอร์ นี้ สามารถทำการทดสอบได้อย่างรวดเร็ว หรือช้าก็ได้ และยังประหยัดเวลา ในการทดสอบ IC จำนวนมาก ๆ ไม่ต้องต่อวงจรเพื่อที่จะทดสอบ IC เพียง แต่กดเบอร์ IC เข้าไปเท่านั้น วงจรก็จะต่อเข้ากับระบบทดสอบได้ ไมโครโปรเซสเซอร์ จะสรุปผลการทดสอบให้เอง ช่วยให้ประหยัดแรงงานด้วย

๔.๒.๓ ปัญหาในการทดสอบ

- IC ที่นำมาทดสอบจะต้องเป็น IC ที่มีสะอาด ถ้าไม่สะอาดจะทำให้ผลการทดสอบผิดไปจากความเป็นจริงได้ จึงต้องทำความสะอาด IC ก่อนที่จะนำไปทดสอบทุกครั้ง ส่วนใหญ่จะเป็น IC ที่ถูกขูดหรือออกมาจาก PCB
- ไม่สามารถทดสอบ IC ที่มี V_{cc} และ GND แตกต่างจากที่มีอยู่ ๗ แบบ ดังกล่าวมาแล้วในเรื่อง IC SOCKET ADAPTER

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย