หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ ๒

ข้อกำหนด

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขทั่ว ๆ ไป และข้อกำหนดของเครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขที่จะจัดสร้างขึ้น

๒.๑ การทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขทั่วๆ ไป เป็นการทดสอบทาง DC (DC TEST หรือ ELECTRICAL TEST), ทดสอบทาง AC SWITCHING (AC SWITCHING TEST), ทดสอบ LOADING (LOADING TEST) และทดสอบ LOGIC FUNCTION(LOGIC FUNCTION TEST) ละการทดสอบดังกล่าวจะทดสอบอะไรบ้างดังนี้

๒.๑.๑ การทดสอบทาง DC (DC TEST หรือ ELECTRICAL TEST) เป็นการทดสอบเพื่อวัดค่า PARAMETER ต่าง ๆ ทางไฟฟ้า กระแสตรงและเปรียบเทียบกับข้อกำหนดใน PARAMETER ของ IC เบอร์นั้น ว่าถูกต้องตรงกันหรือใกล้เคียงมากน้อยเพียงไร

DC PARAMETER ที่ต้องวัดมีดังนี้

ก) HIGH LEVEL INPUT VOLTAGE (V_{IH})[1]

ข) LOW LEVEL INPUT VOLTAGE (V_{IL})[1]

ค) INPUT CLAMP VOLTAGE (V_I)[1]

ง) HIGH LEVEL OUTPUT CURRENT (I_{OH})[1]

จ) HIGH LEVEL OUTPUT VOLTAGE (V_{OH})[1]

ฉ) LOW LEVEL OUTPUT CURRENT (I_{OL})[1]

ช) LOW LEVEL OUTPUT VOLTAGE (V_{OL})[1]

ซ) INPUT CURRENT AT MAXIMUM INPUT VOLTAGE (I_I)[1]

ฌ) HIGH LEVEL INPUT CURRENT (I_{IL})[1]

ญ) SHORT CIRCUIT OUTPUT CURRENT (I_{OS})[1]

ฎ) SUPPLY CURRENT (I_{CC})[1]

- I_{CCH} เป็น I_{CC} เมื่อ OUTPUT ทั้งหมดเป็น HIGH
- I_{CCL} เป็น I_{CC} เมื่อ OUTPUT ทั้งหมดเป็น LOW

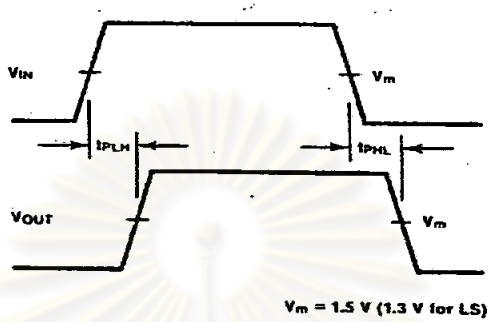
---

1 คำอธิบายอยู่ในภาคผนวก ค

๒.๑.๒ การทดสอบทาง AC SWITCHING (AC SWITCHING TEST) เป็นการทดสอบเพื่อวัดค่าเรื่องเวลาและความถี่ดังต่อไปนี้

ก. PROPAGATION DELAY TIME, LOW TO HIGH LEVEL OUTPUT (t_{PLH})

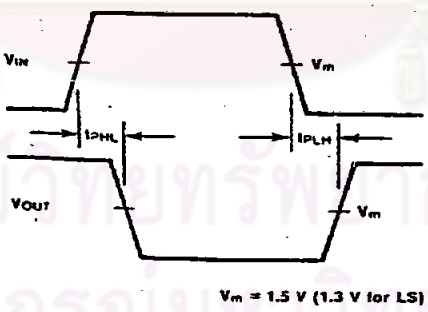
ดูรูปที่ ๒.๑



รูปที่ ๒.๑ Waveform for Non-Inverting Functions

ข. PROPAGATION DELAY TIME, HIGH TO LOW LEVEL OUTPUT (t_{PHL})

ดูรูปที่ ๒.๒

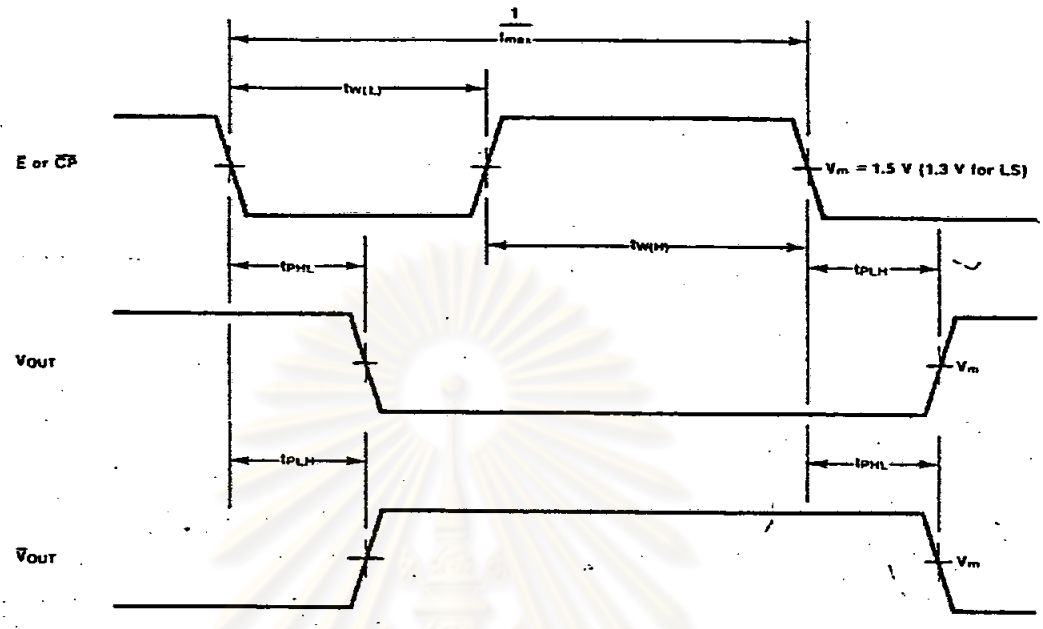


รูปที่ ๒.๒ Waveform for Inverting Functions

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

013310

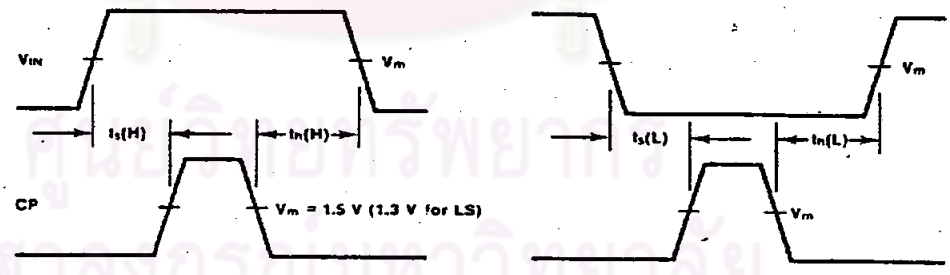
ค. MAXIMUM CLOCK FREQUENCY (f_{MAX}) ดูในรูปที่ ๒.๓



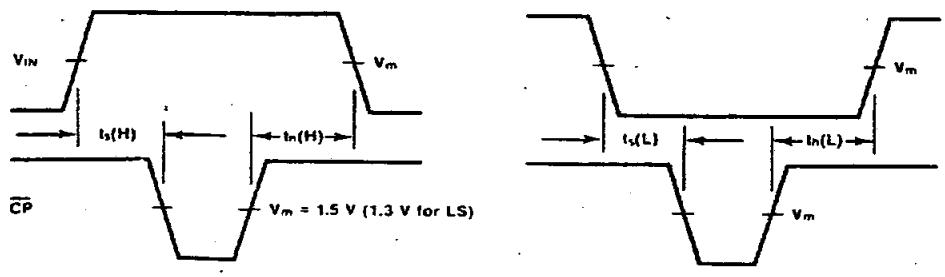
รูปที่ ๒.๓ = Propagation Delays from Falling-Edge Clock or Enable

ง. PULSE WIDTH (t_W) ดูในรูปที่ ๒.๓

จ. SET UP TIME (t_S) ดูรูปที่ ๒.๔ และ ๒.๕



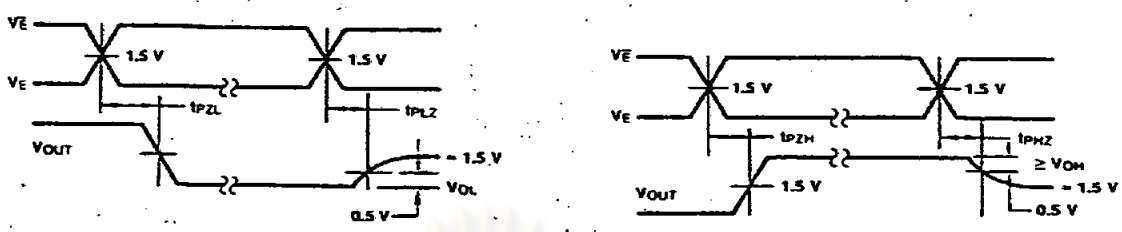
รูปที่ ๒.๔ Setup and Hold Times, Active HIGH Clock



รูปที่ ๒.๕ Setup and Hold Times, Active LOW Clock

ฉ. HOLD TIME (t_H) ดูรูปที่ ๒.๔

ช. 3-STATE OUTPUT H/L ENABLE AND DISABLE TIME ดังรูปที่ ๒.๖

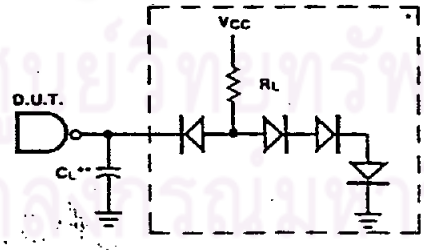


รูปที่ ๒.๖ 3-State Output LOW Enable and Disable Times และ 3-State Output HIGH Enable and Disable Times

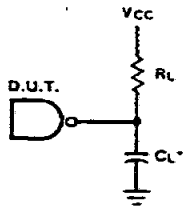
การทดสอบเหล่านี้จะต้องมี LOAD ต่ออยู่ ประกอบด้วย R_L และ C_L ดังรูปที่ ๒.๘

๒.๑.๓ การทดสอบ LOADING (LOADING TEST) เป็นการทดสอบความสามารถของ IC ที่จะสามารถมี FAN OUT ได้มากน้อยขนาดใด การทดสอบนี้จะต้องสร้าง LOAD ขึ้นมาเพื่อทดสอบว่า IC สามารถ DRIVE กระแสจาก OUTPUT เข้าขา INPUT ของ IC อื่น ๆ ได้กี่ INPUT

ลักษณะวงจร LOAD ที่สร้างดังตัวอย่างในรูปที่ ๒.๗, รูปที่ ๒.๘ และรูปที่ ๒.๙

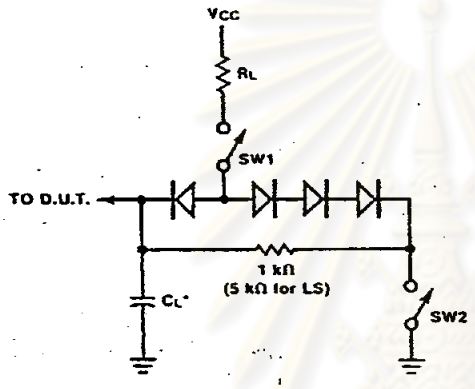


รูปที่ ๒.๗ Test Load for Totem-Pole Outputs in Bi-State Mode



*Includes Jig and Probe Capacitance

รูปที่ ๒.๘ Test Load for Open-Collector Outputs.



PARAMETER	SW1	SW2
tPZH	Open	Closed
tPZL	Closed	Open
tPLZ	Closed	Closed
tPHZ	Closed	Closed

*Includes Jig and Probe Capacitance

รูปที่ ๒.๙ Enable and Disable Test Loads for 3-State Outputs

๒.๑.๔ การทดสอบ LOGIC FUNCTION (LOGIC FUNCTION TEST) เป็นการทดสอบการทำงานหน้าที่ของ IC นั้น ๆ ว่าทำงานตาม CONDITION ต่าง ๆ ได้ผลถูกต้องหรือไม่ โดยเปรียบเทียบตารางจริง(TRUTH TABLE)

นอกจากจะทดสอบใน ๔ หัวข้อดังกล่าวมาแล้วนั้น ยังมีการทดสอบขีดความสามารถอื่น ๆ ของ IC อีก คือ

ทดสอบ MAX RATING/OPERATING CONDITIONS TEST โดยทดสอบขีดความสามารถในเรื่องดังต่อไปนี้

ก. MAXIMUM ALLOWABLE SUPPLY VOLTAGE TEST เป็นการทดสอบ IC ว่าจะทนต่อ SUPPLY VOLTAGE ที่มีค่าสูงสุดที่ IC สามารถทำงานตาม LOGIC CONDITION ได้ถูกต้อง (หรือ SUPPLY VOLTAGE สูงสุดที่ไม่ทำให้ IC เสีย)

ข. GUARANTEED OPERATING SUPPLY VOLTAGE RANGE TEST เป็นการทดสอบเพื่อหาค่า SUPPLY VOLTAGE ว่าจะมี RANGE ที่จะสามารถทำงานได้ถูกต้องจะมีค่าเท่าไร (หา V_{cc}(MAX) และ V_{cc}(MIN))

ค. MAXIMUM INPUT VOLTAGE TEST เป็นการทดสอบ IC เพื่อหาค่าขณะที่ให้ INPUT VOLTAGE ที่มีค่าสูงสุดเข้าขา INPUT ของ IC ซึ่ง IC นั้นยังคงทำงานได้เป็นปกติ (หรือเป็น INPUT VOLTAGE สูงสุดที่ไม่ทำให้ IC เสีย)

ง. OPERATING FREE - AIR TEMPERATURE RANGE TEST เป็นการทดสอบความสามารถของ IC เมื่อทำงานที่อุณหภูมิสูงสุดและต่ำสุด IC นั้น ยังคงทำงานได้ถูกต้อง

๒.๒ ข้อกำหนดของเครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขที่จะจัดสร้างขึ้น จะทดสอบได้เฉพาะแบบ LOGIC FUNCTION TEST เพียงอย่างเดียว จะไม่ทดสอบทางด้าน DC, AC และอื่น ๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เนื่องจากจะเป็นการยุ่งยากในการออกแบบวงจรทดสอบวงจรประมวลเชิงเลข โดยเฉพาะอย่างยิ่ง จะต้องมีอุปกรณ์ A/D (ANALOGUE TO DIGITAL CONVERTER) เป็นตัว DETECT ทั้ง CURRENT และ VOLTAGEถ้าทำจะต้องหาอุปกรณ์ที่มีความแน่นอนเที่ยงตรง และมีคุณภาพในการจัดสร้าง เพราะ จะต้องอ่านค่า CURRENT และ VOLTAGE โดยละเอียด จึงจะประมวลผลได้ถูกต้องที่สุด และโดยเฉพาะอย่างยิ่ง การทดสอบทาง AC SWITCHING นั้นจะต้องใช้อุปกรณ์ทาง HARDWARE ที่มีความไวสูงมากไม่มีการ DELAY ภายใน GATE และ MPU จะต้องมีความเร็วสูงมาก ๆ ด้วย ทั้งนี้เพราะในการอ่านช่วงเวลาต่าง ๆ จะต้องไม่มีการ DELAY ใน PROGRAMที่ทำการทดสอบ (โปรแกรมจะต้องสั้นมาก ๆ)จึงจะอ่านค่าช่วงเวลาต่าง ๆ ได้ทันและแน่นอนถูกต้อง ด้วยเหตุผลดังกล่าวเป็นการยากต่อการออกแบบวงจรและจัดสร้างขึ้น ดังนั้นจึงตัดสินใจไม่เลือกทดสอบแบบ DC, AC และอื่น ๆ จะเลือกทดสอบเฉพาะ LOGIC เพียงอย่างเดียวเท่านั้น การทดสอบนี้จะทดสอบว่า IC นั้นทำงานตาม LOGIC CONDITION ต่าง ๆ ได้ถูกต้องหรือไม่ ก็ถือว่า IC ทำงานได้และคัดเลือก IC ที่ดีและเสียได้ ในที่นี้ดีหมายถึงทำงานตาม LOGIC FUNCTION ได้ถูกต้องและเสียหมายถึงทำงานไม่ถูกต้องตามตารางจริง (TRUTH TABLE)

ข้อกำหนดของเครื่องทดสอบวงจรประมวลเชิงเลขมีดังนี้

๒.๒.๑ สามารถทดสอบIC ในตระกูล TTL และ CMOS ได้

๒.๒.๒ สามารถทดสอบ IC ประเภท ๑๔, ๑๖ และ ๒๔ ขาได้

๒.๒.๓ SOCKET ADAPTER

มี SOCKET ทั้งหมด 7 SOCKET ประกอบด้วย

- SOCKET ๒๔ ขามี ๑ อัน V_{cc} ขา ๒๔ และGND ขา ๑๒
- SOCKET ๑๖ ขา มี ๓ อัน ที่มี V_{cc} และ GND ต่างกันดังตารางต่อไปนี้

SOCKET ๑๖ขาอันที่	ขาV_{cc}	ขาGND
1	16	8
2	5	13
3	5	12

- SOCKET ๑๔ ขา มี ๓ อัน ที่มี V_{cc} และ GND ต่างกันดังต่อไปนี้

SOCKET ๑๔ขาอันที่	ขาV_{cc}	ขาGND
1	14	7
2	4	11
3	5	10

นอกจากนั้นแต่ละ SOCKET จะมี LED DISPLAY บอก PIN ที่ 1 และเป็นการบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าเลือกใช้ SOCKET นี้ในการทดสอบ

๒.๒.๔ KEY BOARD

มีทั้งหมด 30 KEY

- 25 KEY แรกเป็นเลข 0 ถึง 9,A ถึง F, CONT, TEST, SLOW, ENTER และ CLEAR
- อีก5 KEY เป็น RESET , P_1,P_2,P_3และPUASE

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๒.๒.๔ DISPLAY

๒.๒.๔.๑ BINARY LOGIC DISPLAYS มี

- INPUT BINARY LOGIC DISPLAY มี 24 LEDS
- OUTPUT BINARY LOGIC DISPLAY มี 24 LEDS

ทำหน้าที่สำหรับแสดง INPUT/OUTPUT ในรูปเลข BINARY ในขณะที่กำลังทดสอบ IC (จะเห็นชัดในการทดสอบแบบ SLOW TEST)

๒.๒.๔.๒ HEX DISPLAY มี

- INPUT HEX DISPLAY จำนวน 4 DIGITS
- OUTPUT HEX. DISPLAY จำนวน 4 DIGITS

ทำหน้าที่สำหรับแสดง INPUT/OUTPUT LOGIC ในลักษณะ HEX ขณะที่กำลังทดสอบ IC (จะเห็นได้ชัดในการทดสอบแบบ SLOW TEST)

๒.๒.๔.๓ IC NUMBER DISPLAY มีทั้งหมด 8 DIGITS ทำหน้าที่สำหรับแสดงเบอร์ IC ที่ทดสอบ ซึ่งกดจาก KEY BOARD เข้าไป

๒.๒.๔.๔ GOOD, BAD, SLOW TEST, MANUAL TEST, READY, UNKNOW IC และ IC SHORT CIRCUIT DISPLAY ทำหน้าที่แสดงผลออกทาง LED ที่มีตัวหนังสือเขียนกำกับไว้ว่า

GOOD- แสดงผลว่าที่นำมาทดสอบใช้ได้

- BAD - แสดงผลว่า IC ที่นำมาทดสอบใช้งานไม่ได้
- SLOW TEST - แสดงถึงกำลังทดสอบแบบ SLOW
- MANUAL TEST -แสดงถึงเป็นการทดสอบ IC โดยทำโปรแกรมเอง
- READY - แสดงถึงเครื่องทดสอบพร้อมที่จะทดสอบ
- UNKNOW IC แสดงว่า IC เบอร์ที่กดเข้าไปไม่มี PROGRAM ที่จะทดสอบ
- IC SHORT CIRCUIT DISPLAY - แสดงว่า IC ที่นำมาทดสอบภายในลัดวงจรระหว่าง V_{cc} กับ GND

๒.๒.๔.๕ TYPE OF IC DISPLAY มี INVERTER, BUFFER, AND, OR, NAND, NOR, TRI - STATE, EX - OR, RS F/F, D-F/F JK-F/F, ENCODER, DECODER, MUX, DE-MUX, COUNTER, SHIFT - REG, SCHMITT TRIGGER, COMPARATOR, และ OTHERS

ทำหน้าที่สำหรับแสดงว่า IC เบอร์ที่กำลังทดสอบว่าเป็นชนิดใด

๒.๒.๔.๖ BAD PART DISPLAY

- มี 8 BAD PARTS (BP 1 - BP 8)

ทำหน้าที่สำหรับแสดงผลลัพท์ว่าส่วนใดเสีย เช่นภายใน IC เบอร์ 7400 จะมี NAND GATE อยู่ 4 GATEโดยแบ่งเป็น ๔ ส่วน เมื่อ GATE ใดเสีย เครื่องจะแสดงผลออกมา ส่วนที่นั้น ๆ เสียในรูปเลขฐาน ๑๐ ทาง 7-SEGMENT มี 8 DIGIT ใช้รวมกับ HEX DISPLAY

๒.๒.๔.๗ LOGIC MONITOR DISPLAYเป็น LEDขนาด 40 หลอดแบ่งเป็น

- IC ๑๔ ขา
- IC ๑๖ ขา
- IC ๒๔ ขา
- IC ๔๐ ขา (ทำเผื่อไว้ทดสอบ IC ๔๐ ขา)

ทำหน้าที่สำหรับแสดงผลว่า INPUT LOGIC ที่ขับเข้าขา IC ถูกขับเข้าไปจริง และผล OUTPUT ก็เช่นกัน

๒.๒.๔.๘ LOGIC MONITOR SOCKET มีทั้งหมด 4 SOCKET

- SOCKET DISPLAY ๑๔ ขา
- SOCKET DISPLAY ๑๖ ขา
- SOCKET DISPLAY ๒๔ ขา
- SOCKET DISPLAY ๔๐ ขา(เผื่อไว้ทดสอบ IC ๔๐ ขา)

เป็น SOCKET สำหรับแสดง LOGIC ของ IC ออก LED LOGIC MONITOR DISPLAY โดยมีสายต่อจาก SOCKET ไป CLIP ขา IC

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

๒.๒.๖ CPU

- MPU ใช้เบอร์ 8080 SYSTEM/8 BIT

๒.๒.๗ MEMORY มี

- RAM ขนาด 8K BYTE
- EPROM ขนาด 8K BYTE

*MEMORY สามารถขยายได้อีก 16K BYTE (RAM หรือEPROM ก็ได้)

๒.๒.๘ SUPPLY VOLTAGE ที่จ่ายให้กับ IC ที่นำมาทดสอบ จะ ISOLATE แยกจาก SUPPLY VOLTAGE ของระบบ ทั้งนี้เพื่อป้องกันเมื่อเวลานำ IC IC ที่ภายใน SHORT CIRCUIT มาทดสอบจะไม่ทำให้ SUPPLY VOLTAGE ที่จ่ายให้กับระบบตกหรือกระทบกระเทือนต่อการประมวลผลของ MPU.

๒.๒.๙ การทดสอบแบบ MANUAL สามารถทดสอบ IC เบอร์ที่ไม่มี PROGRAM ภายในเครื่อง การทดสอบแบบนี้จะต้องเตรียมข้อมูลที่จะดำเนินการก่อน ข้อมูลนี้ได้แก่

- ข้อมูลที่บอกว่าเป็นเบอร์ IC อะไร
- ข้อมูลที่บอกว่าหน้าที่การทำงานเป็นอะไร
- ข้อมูล SET ขาใดเป็น INPUT และ OUTPUT
- ข้อมูลบอก SOCKET ที่เลือกใช้ทดสอบ SOCKET อันใด
- ข้อมูลที่จะขับเข้าขา INPUT ของ IC มีอะไรบ้าง
- ข้อมูล INPUT LOGIC CONDITION ที่จะแสดงออกทาง INPUT BINARY DISPLAY
- ข้อมูลจากตารางจริง TRUTH TABLE เพื่อนำมาเปรียบเทียบในภายหลัง
- ข้อมูล OUTPUT ที่จะแสดงออกทาง OUTPUT BINARY DISPLAY

๒.๒.๑๐ มีปุ่ม PAUSE สำหรับหยุดการทดสอบ CONDITION ต่าง ๆ ขณะทำการทดสอบตามต้องการได้ และจะกระทำการทดสอบต่อไปเมื่อเลิกกดปุ่มนี้ ทั้งนี้เพื่อต้องการดู CONDITION ในการทดสอบที่ได้ผลจาก OUTPUT ไม่ตรงกับ TRUTH TABLE แสดง IC นี้เสีย ที่ CONDITION นี้จริง หรือดูว่าเสียที่ CONDITION ใด

๒.๒.๑๑ ปุ่ม RESET ใช้สำหรับ RESET ทั้งระบบในขณะที่ระบบรวน หรือทำงานไม่เป็นปกติ ก็ใช้ปุ่มนี้ RESET ระบบเพื่อทั้งระบบกลับมาทำงานตามปกติ

สรุป จากการที่กำหนดข้อกำหนดดังกล่าวข้างต้นนั้น ในหัวข้อเรื่อง DISPLAY จะเห็นว่ามีการ DISPLAY มากทั้งนี้ ผู้สร้างไม่สามารถหา CRT TERMINAL มาใช้กับเครื่องทดสอบนี้ได้ ดังนั้น การแสดงผลต่าง ๆ จึงต้องสร้างส่วน HARDWARE ขึ้นมามาก สำหรับแสดงผลหรือรายละเอียดในการทดสอบ และการทดสอบนี้เป็นการทดสอบทาง LOGIC FUNCTION เท่านั้น ไม่ได้ทดสอบทาง DC และ AC PARAMETERรายละเอียดทั้งหมดทั้งหมดในการออกแบบและสร้าง จะอยู่ในบทที่ ๓ และบทที่ ๔ ที่จะกล่าวต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย