



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การเคลื่อนย้ายเครื่องทดสอบของตัวงาน NX3L1T3157 Wafer Test จากเครื่อง
ทดสอบ SPEA 8 sites ไปยังเครื่องทดสอบ Advantest 93K-PS1600-DIG 96 sites
NX3L1T3157 WT conversion from SPEA 8 sites to Advantest 93K-
PS1600-DIG 96 sites

นาย สิริภักดิ์ ร่มเพชร

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา เรื่อง การเคลื่อนย้ายเครื่องทดสอบของตัวงาน NX3L1T3157 Wafer Test จาก
เครื่องทดสอบ SPEA 8 sites ไปยังเครื่องทดสอบ Advantest 93K-PS1600-
DIG 96 sites

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นาย สิริภักดิ์ ร่มเพชร

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.นรินทร์ อติวงศ์แสงทอง

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นาย บุญเกิด สามสี

สถานประกอบการ NXP Manufacturing Thailand

บทคัดย่อ

โครงการเรื่อง การเคลื่อนย้ายเครื่องทดสอบของตัวงาน NX3L1T3157 Wafer Test จากเครื่อง
ทดสอบ SPEA 8 sites ไปยังเครื่องทดสอบ Advantest 93K-PS1600-PWR 96 sites มีจุดประสงค์ทำขึ้นมา
เพื่อย้ายการผลิตจาก SPEA platform ไปยัง 93K-PS1600-DIG platform และลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ
รวมถึง การเพิ่มจำนวนงานในการทดสอบต่อการทดสอบหนึ่งครั้ง โดยตัวโปรแกรมต้องสามารถทดสอบตัวงาน
ได้อย่างถูกต้อง เทียงตรง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพ ตามมาตรฐานของโรงงาน

Cooperative Title: NX3L1T3157 WT conversion from SPEA 8 sites to Advantest 93K-PS1600-DIG 96 sites

Student intern name: Siriphat Romphet

Faculty: Engineering

Department Electronic

Advisor name: Asst. Prof. Narin Atiwongsangthong

Mentor name: Boonkerd Samsee

Company: NXP Manufacturing Thailand

Abstract

NX3L1T3157 WT conversion from SPEA 8 sites to Advantest 93K-PS1600-DIG 96 sites. The purpose is to move product form SPEA platform to 93K-PS1600-DIG platform. And reduce the cost of operations, including increasing the number of tasks in testing per one test. The program must be able to test the work correctly, accurately, and efficiently. According to the standard of the factory

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่อง “ เรื่อง การย้ายเครื่องทดสอบของตัวงาน NX3L1T3157 Wafer Test จาก เครื่องทดสอบ SPEA 8 sites ไปยังเครื่องทดสอบ Advantest 93K-PS1600-DIG 96 sites” สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จากความช่วยเหลือและการให้คำปรึกษา จาก นาย บุญเกิด สามสี วิศวกรผู้ดูแลที่คอยช่วยเหลือในการวิจัย และให้ความรู้ รวมถึงช่วยในการแนะนำการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เมื่อทำการสร้างโปรแกรมนี้ขึ้นมา อีกทั้งยังต้องขอขอบคุณ นายณรงค์ฤทธิ์ นามมนตรี และนายเติมทรัพย์ สีมันต์ชัยบวร วิศวกรประจำบริษัทเครื่องทดสอบ Advantest และ นาย พงศักดิ์ อยู่ยงสิน หัวหน้าทีม SIP ที่ให้ความรู้และให้คำปรึกษาในการเขียนโปรแกรม รวมถึงการใช้ซอฟต์แวร์ต่าง ๆ และขอขอบคุณ พี่ ๆ ทุกคนในทีม SIP ที่คอยให้คำปรึกษาและให้ความช่วยเหลือในทุก ๆ ด้าน และขอขอบคุณ บริษัท NXP Manufacturing Thailand ที่ให้ความกรุณาเอื้อเฟื้อสถานที่และตัดสินใจรับผู้วิจัยเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา ทางผู้จัดทำขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณบิดาและมารดาของผู้จัดทำที่คอยเป็นกำลังใจหลัก รวมไปถึงเพื่อนๆ พี่ๆ ที่คอยให้กำลังใจ และช่วยเหลือ รวมถึงให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่างๆขณะทำงานวิจัย ซึ่งสามารถทำให้งานวิจัยชิ้นนี้ สำเร็จลุล่วงออกมาได้โดยดี

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำโครงการชิ้นนี้หวังว่างานวิจัยชิ้นนี้จะประโยชน์สำหรับผู้สนใจและผู้ที่น่าผลงานนี้ไปใช้

สิริภฎ รมเพชร

สารบัญ

| | |
|--|-----|
| บทคัดย่อ..... | I |
| Abstract..... | II |
| กิตติกรรมประกาศ..... | III |
| สารบัญ..... | IV |
| สารบัญตาราง..... | VI |
| สารบัญภาพ..... | VII |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1.ความเป็นมาและความสำคัญ..... | 1 |
| 1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 1 |
| 1.3. วิธีการดำเนินการ..... | 1 |
| 1.4. ขอบเขตของการวิจัย..... | 2 |
| 1.5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 2 |
| 1.6. ระยะเวลาในการศึกษา..... | 3 |
| บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 4 |
| 2.1. ทฤษฎีวงจรรวมเบื้องต้น..... | 4 |
| 2.2. ทฤษฎีการทดสอบทางไฟฟ้า..... | 5 |
| 2.3. หลักการประเมินคุณภาพ..... | 10 |
| บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย..... | 18 |
| 3.1. การศึกษาตัวชิ้นงาน..... | 18 |
| 3.2. การเลือกและการออกแบบฮาร์ดแวร์..... | 20 |
| 3.3. วิธีการทดสอบตัวชิ้นงาน..... | 21 |
| 3.4. การเขียนโปรแกรมทดสอบตัวชิ้นงาน..... | 25 |
| 3.5. การตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของโปรแกรมทดสอบตัวชิ้นงาน..... | 27 |
| 3.6. การปล่อยชิ้นงานสู่ลูกค้า..... | 27 |
| บทที่ 4 ผลการวิจัย..... | 28 |
| 4.1. คุณสมบัติของโปรแกรม..... | 28 |
| 4.2. ผลการวิจัย..... | 28 |

| | |
|------------------------------|----|
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย..... | 35 |
| 5.1. สรุปผลการวิจัย..... | 35 |
| 5.2. ข้อเสนอแนะงานวิจัย..... | 35 |
| เอกสารอ้างอิง..... | 36 |
| ภาคผนวก..... | 37 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 38 |



สารบัญตาราง

| | |
|--|----|
| ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงระยะเวลาการทำสหกิจศึกษา..... | 3 |
| ตารางที่ 2.1 : IIL / IIH serial / static test using the PMU..... | 9 |
| ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงตัวอย่าง ค่า VIH ,VIL ,VOH และ VOL..... | 9 |
| ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงค่า VIH ,VIL..... | 24 |



สารบัญรูปภาพ

| | |
|---|----|
| รูปที่ 2.1 Single Pole Double Throw analog switch..... | 5 |
| รูปที่ 2.2 การทดสอบ Opens / Shorts Test : VDD Diode..... | 6 |
| รูปที่ 2.3 การทดสอบ Opens / Shorts Test : VSS Diode..... | 7 |
| รูปที่ 2.4 Input Leakage Low Test (ILL) | 8 |
| รูปที่ 2.5 Input Leakage High Test (IIH) | 10 |
| รูปที่ 2.6 แสดงกราฟจากตารางที่ 2.2..... | 12 |
| รูปที่ 2.7 อธิบายความเที่ยงตรง..... | 12 |
| รูปที่ 2.8 ความแตกต่างระหว่างความเที่ยงตรงกับความแม่นยำ..... | 13 |
| รูปที่ 2.9 แสดงกราฟการกระจายตัว..... | 14 |
| รูปที่ 2.10 อธิบายความสามารถในการทำซ้ำ..... | 14 |
| รูปที่ 2.11 แสดงความแตกต่างของหลายระบบ..... | 16 |
| รูปที่ 2.12 แสดงกราฟการกระจายตัวในแนวโน้มที่ดี..... | 17 |
| รูปที่ 2.13 แสดงกราฟการกระจายตัวในแนวโน้มที่ไม่ดี..... | 18 |
| รูปที่ 3.1 แสดงแผนภาพ Block Diagram..... | 18 |
| รูปที่ 3.2 NX3L1T3157 analog switch และ Advantest 93K Tester..... | 19 |
| รูปที่ 3.3 data sheet ของ NX3L1T3157..... | 20 |
| รูปที่ 3.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์ในการทดสอบชิ้นงาน single site..... | 21 |
| รูปที่ 3.5 การออกแบบฮาร์ดแวร์ในการทดสอบชิ้นงาน multi sites..... | 21 |
| รูปที่ 3.6 flow ของการทดสอบตัวชิ้นงาน..... | 22 |
| รูปที่ 3.7 การทดสอบ Opens / Shorts Test..... | 22 |
| รูปที่ 3.8 Input Leakage Low Test (ILL) | 23 |
| รูปที่ 3.9 Input Leakage High Test (IIH) | 23 |
| รูปที่ 3.10 แสดงการทดสอบฟังก์ชัน (Functional test) | 24 |
| รูปที่ 3.11 แสดงการกำหนดขงาน..... | 25 |
| รูปที่ 3.12 แสดงหน้าต่างโปรแกรมในการตั้งค่าแรงดัน..... | 25 |
| รูปที่ 3.13 แสดงหน้าต่างโปรแกรมในการตั้งค่าเชิงเวลา..... | 26 |
| รูปที่ 3.14 โปรแกรมที่ใช้เขียนโปรแกรมสำหรับเครื่องจักร..... | 26 |

| | |
|---|----|
| รูปที่ 3.15 การตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของโปรแกรมทดสอบตัวชิ้นงาน..... | 27 |
| รูปที่ 3.16 Test Review Board..... | 27 |
| รูปที่ 4.1 บอร์ด PIS014-FBB-0588 ที่ใช้ในสายการผลิตสำหรับ NX3L1T3157..... | 28 |
| รูปที่ 4.2 Bin handling..... | 29 |
| รูปที่ 4.3 Force validation..... | 29 |
| รูปที่ 4.4 Hot switch..... | 30 |
| รูปที่ 4.5 No error..... | 30 |
| รูปที่ 4.6 Open socket..... | 31 |
| รูปที่ 4.7 Walking Zero..... | 31 |
| รูปที่ 4.8 Test time..... | 32 |
| รูปที่ 4.9 R & R analysis..... | 32 |
| รูปที่ 4.10 open socket evidence..... | 33 |
| รูปที่ 4.11 Cp analysis..... | 33 |
| รูปที่ 4.12 Cpk analysis..... | 34 |
| รูปที่ 4.13 Yield in production..... | 34 |

บทที่ 1

บทนำ

1.1. ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบัน วงจรรวม หรือ IC (Integrated circuit) เป็นส่วนประกอบหลักของอุปกรณ์ หรือ เครื่องใช้ไฟฟ้า ต่าง ๆ ที่ได้ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวัน ในการผลิต IC ในอุตสาหกรรมสารกึ่งตัวนำ เราต้องทำการเขียนโปรแกรมการทดสอบตัวชิ้นงานในขั้นตอนสุดท้าย เพื่อทดสอบตัวชิ้นงานว่ามีคุณสมบัติหรือคุณภาพตามที่กำหนดหรือไม่ก่อนส่งมอบให้ลูกค้า แต่ในขณะเดียวกันหากเครื่องทดสอบชิ้นงานทดสอบชิ้นงานได้ช้า ใส่ชิ้นงานได้น้อยต่อการทดสอบหนึ่งครั้ง หรือมีเครื่องมือที่ไม่เพียงพอ จึงทำให้เราต้องย้ายชิ้นงานไปทดสอบที่เครื่องทดสอบเครื่องอื่นที่มีประสิทธิภาพการทำงานที่ดีกว่า และสามารถประหยัดค่าใช้จ่ายให้กับองค์กรได้

1.2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในการทำโครงการครั้งนี้จัดทำขึ้นเพื่อ

- 1.2.1. เปลี่ยน platform ของเครื่องทดสอบ
- 1.2.2. ลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินการ
- 1.2.3. เพิ่มจำนวนชิ้นงานที่ใส่เข้าไปในเครื่องทดสอบตัวชิ้นงานในการทดสอบชิ้นงานหนึ่งครั้ง

1.3. วิธีการดำเนินการ

- 1.3.1. ศึกษาตัวชิ้นงาน NX3L1T3157
- 1.3.2. การออกแบบและการเลือกฮาร์ดแวร์
- 1.3.3. ศึกษากระบวนการทดสอบ
- 1.3.4. เขียนโปรแกรม
- 1.3.5. การตรวจสอบคุณภาพ

1.4. ขอบเขตของการวิจัย

ทำการย้ายเครื่องทดสอบจากเครื่องทดสอบ SPEA มายัง เครื่องทดสอบ Advantest 93K-PS1600-DIG โดยทำการเขียนโปรแกรมเหมือนกับเครื่องทดสอบ SPEA ทุกประการ โดยโปรแกรมต้องมีคุณสมบัติดังนี้

1. ไม่มี error แจ้งเตือน ในโปรแกรม
2. กลับตัวงานแล้ว ทดสอบตัวงานต้องไม่ผ่าน
3. ไม่ใส่งาน ทดสอบตัวงานต้องไม่ผ่าน
4. มีโปรแกรมทดสอบคุณภาพ
5. ไม่มีการแจ้งเตือน Hot-switch
6. ขณะทดสอบตัวงานชิ้นหนึ่ง ช่องที่ไม่มีตัวงานทดสอบตัวงานต้องไม่ผ่าน
7. มีการควบคุม bin มาตรฐาน

1.5. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ฝึกทักษะ Bench testing
2. ฝึกการออกแบบฮาร์ดแวร์ของชิ้นงาน
3. เรียนรู้และฝึกการเขียนโปรแกรมทดสอบชิ้นงาน ของเครื่อง ADVANTEST 93K
4. เรียนรู้การตรวจสอบคุณภาพในสายการผลิต
5. เรียนรู้การแก้ปัญหาในสถานการณ์จริง
6. เรียนรู้การทำงานร่วมกับวิศวกรทีมต่าง ๆ
7. เรียนรู้ Soft Skill เพื่อใช้ในชีวิตประจำวัน

1.6. ระยะเวลาในการศึกษา

ระยะเวลาในการศึกษาดังตั้งแต่วันที่ 1 สิงหาคม 2561 ถึงวันที่ 29 พฤศจิกายน 2561

| ลำดับ | รายละเอียด | สิงหาคม | | | | กันยายน | | | | ตุลาคม | | | | พฤศจิกายน | | | |
|-------|-------------------------------|---------|---|---|---|---------|---|---|---|--------|---|---|---|-----------|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| 1 | Product Study | ← | → | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Hardware Design | | | ← | | | | | | → | | | | | | | |
| 3 | Test Method Study | | | | | ← | | | | → | | | | | | | |
| 4 | Test Program Coding and Debug | | | | | | | | | ← | | | | → | | | |
| 5 | Qualification | | | | | | | | | | | | | ← | | | |
| 6 | Release | | | | | | | | | | | | | | | ← | |
| 7 | ทำ report | | | | | | | | | | | | | | | | ← |

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงระยะเวลาการทำสหกิจศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. ทฤษฎีวงจรรวมเบื้องต้น

วงจรรวม (integrated circuit ; IC) คือ วงจรที่นำเอาไดโอด, ทรานซิสเตอร์, ตัวต้านทาน, ตัวเก็บประจุ และองค์ประกอบวงจรต่าง ๆ มาประกอบรวมกันบนแผ่นวงจรขนาดเล็ก ในปัจจุบันแผ่นวงจรมีขนาดเพียงไม่กี่มิลลิเมตร บางทีอาจเรียก ชิพ (Chip) และสร้างองค์ประกอบวงจรต่าง ๆ ฝังอยู่บนแผ่นผลึกนี้ ส่วนใหญ่เป็นชนิดที่เรียกว่า Monolithic การสร้างองค์ประกอบวงจรมีผลึกนี้ จะใช้กรรมวิธีทางด้านการถ่ายภาพอย่างละเอียด ผสมกับขบวนการทางเคมีทำให้ลายวงจรมีความละเอียดสูงมาก สามารถบรรจุองค์ประกอบวงจรได้จำนวนมาก ภายในวงจรรวม จะมีส่วนของลอจิกมากมาย ในบรรดาวงจรมีความซับซ้อนสูง เช่น ไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งใช้ทำงานควบคุม คอมพิวเตอร์ จนถึงโทรศัพท์มือถือ แม้กระทั่งเตาอบไมโครเวฟแบบดิจิทัล สำหรับชิพหน่วยความจำ (RAM) เป็นอีกประเภทหนึ่งของวงจรมีความสำคัญมากในยุคปัจจุบัน ซึ่งแบ่งชนิดของ IC ดังนี้

1. Analog IC (วงจรรวมแบบอนาล็อก) บางทีเรียกว่า วงจรรวมเชิงเส้น Linear IC (ลิเนียร์ ไอซี) เป็นวงจรรวมที่ทำหน้าที่ในการขยายสัญญาณ และควบคุมแรงดันไฟฟ้าชนิดของวงจรรวม ที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณ เรียกว่า OP Amp (ออปแอมป์) หรือ Operation Amplifier (โอเปอเรชัน แอมพลิไฟเออร์) เป็นวงจรรวมที่ประกอบขึ้นทรานซิสเตอร์หลายตัวรวมอยู่ใน IC ตัวเดียว จึงทำให้วงจรรวมออปแอมป์มีอัตราขยายสูงมาก
2. Digital IC (วงจรรวมแบบดิจิทัล) วงจรรวมดิจิทัลเป็น วงจรรวมที่ทำหน้าที่ในการสวิตซ์ทางดิจิทัล และ ไมโครโปรเซสเซอร์

2.1.1 Relay

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งทำหน้าที่ตัดต่อวงจรแบบเดียวกับสวิตซ์ โดยควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าของรีเลย์ภายใน Relay จะประกอบไปด้วยขดลวดและหน้าสัมผัส

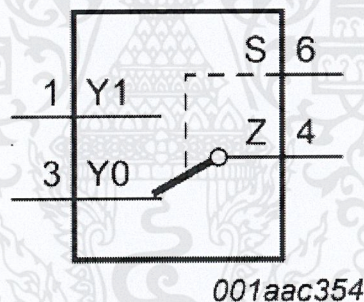
1. หน้าสัมผัส NC (Normally Close) เป็นหน้าสัมผัสปกติปิด โดยในสภาวะปกติ หน้าสัมผัสนี้จะต่อเข้ากับขา COM (Common) และจะลดยหรือไม่สัมผัสกันเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด

2. หน้าสัมผัส NO (Normally Open) เป็นหน้าสัมผัสปกติเปิด โดยในสภาวะปกติจะลอยอยู่ ไม่ถูกต่อกับขา COM (Common) แต่จะเชื่อมต่อกันเมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวด

3. ขา COM (Common) เป็นขาที่ถูกใช้งานร่วมกันระหว่าง NC และ NO ขึ้นอยู่กับว่า ขณะนั้นมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือไม่ หน้าสัมผัสใน Relay 1 ตัวอาจมีมากกว่า 1 ชุด ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตและลักษณะของงานที่ถูกนำไปใช้

2.1.1.1. Relay แบบ SPDT (Single Pole Double Throw)

หลักการการทำงานของ Relay นั้น ในส่วนของขดลวด เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน จะทำให้ขดลวดเกิดการเหนี่ยวนำและทำหน้าที่เสมือนแม่เหล็กไฟฟ้า ส่งผลให้ขา COM ที่เชื่อมต่อกับหน้าสัมผัส NC (ในสภาวะที่ยังไม่เกิดการเหนี่ยวนำ) ย้ายกลับเชื่อมต่อกับหน้าสัมผัส NO แทน และปล่อยให้ขา NC ลอย เมื่อมองที่ขา NC กับ COM และ NO กับ COM แล้วจะเห็นว่ามีการทำงานติด-ดับลักษณะคล้ายการทำงานของสวิตช์



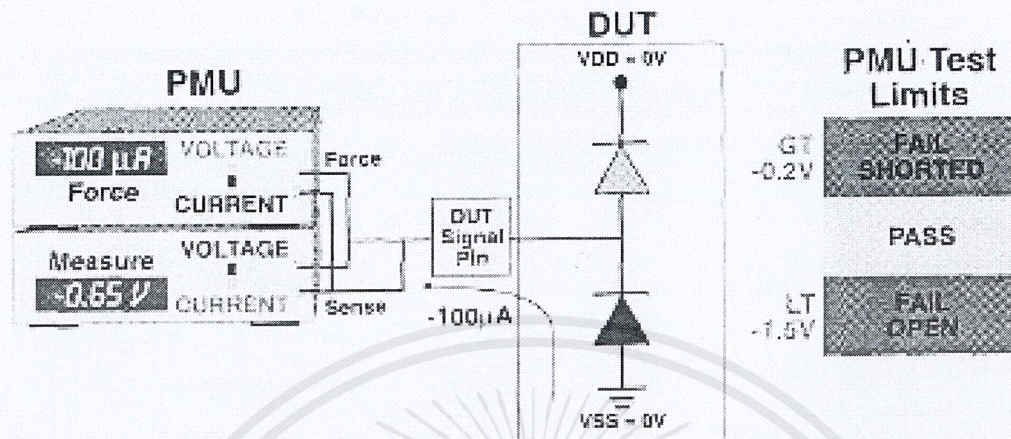
รูปที่ 2.1 Single Pole Double Throw analog switch

2.2. ทฤษฎีการทดสอบทางไฟฟ้า

การทดสอบทางไฟฟ้า (Electrical Testing) เป็นการทดสอบเพื่อพิสูจน์ (Verify) พารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อใช้เป็นตัวพิจารณาอุปกรณ์ที่ทำการทดสอบว่าใช้งานได้หรือไม่นอกจากนี้เป็นการนำความรู้พื้นฐานเรื่องกฎของโอห์ม (Ohm's Law) มาคำนวณหาค่าความต้านทาน ค่ากระแส หรือค่าแรงดัน โดยเปลี่ยนวงจรหรืออุปกรณ์ให้เป็นวงจรเสมือนตัวต้านทานหนึ่งตัว ในบทนี้จะได้อธิบายความหมาย, จุดมุ่งหมาย หรือวิธีการในการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Opens/Shorts Test Serial/Static Method, VSS Diode



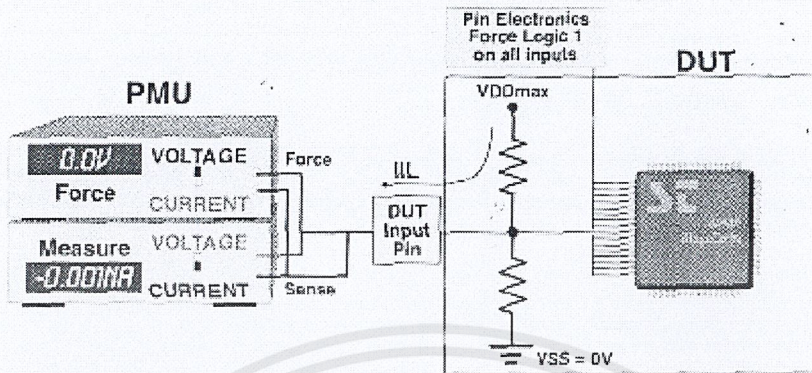
Ground all pins (including VDD).
Using PMU, Force $-100\mu\text{A}$, one pin at a time.
Measure resultant voltage.
Fails test (shorted) if voltage measured is greater than -0.2V .
Fails test (open) if voltage measured is less than -1.5V .

รูปที่ 2.3 การทดสอบ Opens / Shorts Test : VSS Diode

2.2.3 การวัด Input Currents (IIL / IIH) Current Input Low (IIL)

Input Currents (IIL / IIH) Current Input Low (IIL) เป็นการทดสอบกระแสที่ไหลออกจากขาอินพุตของอุปกรณ์เมื่อให้สถานะอินพุตเป็นลอจิก "0" ซึ่งเป็นการวัดค่าความต้านทานระหว่างขาอินพุตของอุปกรณ์กับแหล่งจ่าย (VDD) ถ้ากระแสที่วัดได้มีค่าน้อยกว่ากำหนด ($-10\mu\text{A}$) แสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่ผ่านการทดสอบ (Fail) ส่วน Current Input High (IIH) เป็นการทดสอบกระแสที่ไหลเข้าขาอินพุตของอุปกรณ์เมื่อให้สถานะอินพุตเป็นลอจิก "1" ซึ่งเป็นการวัดค่าความต้านทานระหว่างขาอินพุตของอุปกรณ์กับกราวด์ ถ้ากระแสที่วัดได้มีค่ามากกว่ากำหนด ($-10\mu\text{A}$) แสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่ผ่านการทดสอบ (Fail) ดังตัวอย่างในตารางที่ 2.1

Input Leakage Low Test (IIL) Serial Method



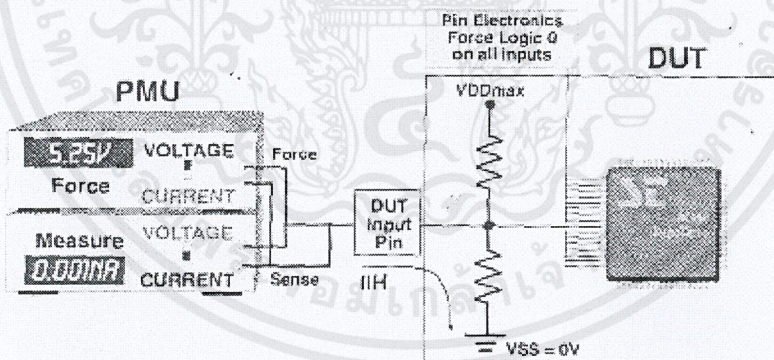
Apply VDDmax.
Precondition all inputs to logic 1 with pin drivers.
Using PMU, force individual pins to VSS.
Wait 1 to 5 msec (Set PMU delay).
Measure resultant current.
Fails IIL if measured current is less than -10.0µA.

PMU Test Limits

| |
|---------------------|
| PASS |
| LT -10.0µA FAIL IIL |

รูปที่ 2.4 Input Leakage Low Test (IIL)

Input Leakage High Test (IIH) Serial Method



Apply VDDmax.
Precondition all inputs to logic 0 with pin drivers.
Using PMU, force individual pins to VDDmax.
Wait 1 to 5 msec (Set PMU delay).
Measure resultant current.
Fails IIH if measured current is greater than +10.0µA.

PMU Test Limits

| |
|---------------------|
| GT +10.0µA FAIL IIH |
| PASS |

รูปที่ 2.5 Input Leakage High Test (IIH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Pin | Force / rng | Meas / rng | Min | Max | Result |
|-------|-------------|----------------|---------|--------|--------|
| Pin 1 | 5.25V / 8V | 1.0nA / 20µA | -10.0µA | 10.0µA | PASS |
| Pin 1 | 0.00V / 8V | 0.0nA / 20µA | -10.0µA | 10.0µA | PASS |
| Pin 2 | 5.25V / 8V | 20.4µA / 20µA | -10.0µA | 10.0µA | FAIL |
| Pin 2 | 0.00V / 8V | 0.0nA / 20µA | -10.0µA | 10.0µA | PASS |
| Pin 3 | 5.25V / 8V | 1.0nA / 20µA | -10.0µA | 10.0µA | PASS |
| Pin 3 | 0.00V / 8V | -1.0nA / 20µA | -10.0µA | 10.0µA | PASS |
| Pin 4 | 5.25V / 8V | 1.0nA / 20µA | -10.0µA | 10.0µA | PASS |
| Pin 4 | 0.00V / 8V | -18.6µA / 20µA | -10.0µA | 10.0µA | FAIL |

ตารางที่ 2.1 : IIL / IIH serial / static test using the PMU

2.2.4 Logic Threshold

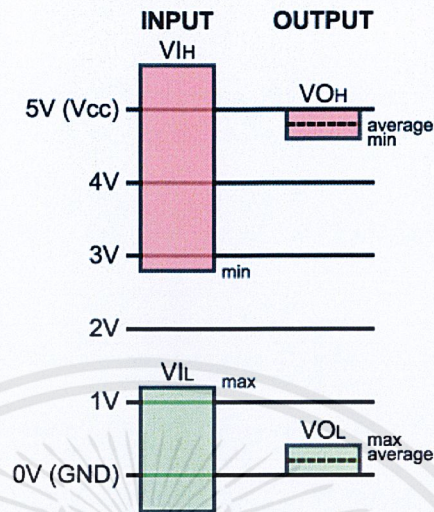
อุปกรณ์ดิจิทัลใช้ภาษาไบนารี 0 และ 1 โดยใช้ “ บิต ” เหล่านั้นเพื่อสร้างตัวเลขที่มากขึ้นหรือข้อมูลอื่น ๆ ในระบบ ยกตัวอย่าง เช่น 5V, 1 จะถูกแทนด้วยแรงดันไฟฟ้าใกล้ 5V และ 0 จะถูกแทนด้วยแรงดันไฟฟ้าใกล้ 0V แรงดันไฟฟ้าเหล่านี้มักเรียกว่า "สูง" และ "ต่ำ" ตัวย่อ H และ L

แผ่นข้อมูลสำหรับชิ้นส่วนดิจิทัลจะมีข้อกำหนดทางไฟฟ้าสำหรับเกณฑ์ลอจิกระดับแรงดันไฟฟ้าที่เป็นตัวแทน 1 หรือ 0 จะมีข้อกำหนดสำหรับเอาต์พุต และอินพุต เอาต์พุตมักจะเรียกว่า VOH และ VOL (แรงดันไฟฟ้าออกสูง / ต่ำ) และอินพุตนั้นเรียกว่า VIH และ VIL (แรงดันไฟฟ้าเป็นสูงและต่ำ) ตัวเลขเหล่านี้จะปรากฏในตารางตัวอย่าง ดังนี้

| parameter | minimum | average | maximum | units |
|-----------|---------|---------|---------|-------|
| VIH | 2.8 | | | Volts |
| VIL | | | 1.2 | Volts |
| VOH | 4.6 | 4.8 | | Volts |
| VOL | | 0.2 | 0.4 | Volts |

ตารางที่ 2.2 ตารางแสดงตัวอย่าง ค่า VIH ,VIL ,VOH และ VOL

เมื่อนำตารางไปทำเป็นกราฟ ดังรูป



รูปที่ 2.6 แสดงกราฟจากตารางที่ 2.2

โปรดสังเกตว่าในด้านอินพุตจะมีช่องว่างระหว่าง L สูงสุดและ H ต่ำสุด นั่นคือ ส่วนที่ไม่ทราบ ว่าข้อมูลนั้นเป็น 0 หรือ 1 มิฉะนั้นจะแน่ใจว่าวงจรของคุณทำงานได้อย่างน่าเชื่อถือเมื่ออยู่นอกโซนนี้ จะสังเกตเห็นว่าช่วง H และ L เหล่านี้ขยายเกินกว่า VCC และ GND เล็กน้อย เป็นเพราะช่วงอินพุตสูงสุด อาจขยายเกินกว่าแหล่งจ่ายเล็กน้อย แต่ให้ตรวจสอบขีดจำกัดสูงสุดที่แน่นอนเสมอเพื่อให้แน่ใจ และอย่าจ่ายสัญญาณมากกว่า VCC หรือต่ำกว่า GND

2.3. หลักการประเมินคุณภาพ

การวัดเปรียบเสมือนบันไดขั้นแรกทีนำไปสู่การควบคุม และการปรับปรุงคุณภาพ เพราะการควบคุม และปรับปรุงคุณภาพ ต้องอาศัยข้อมูลเพื่อใช้ในการวิเคราะห์และหาสาเหตุในการแก้ไขปัญหา

เพื่อช่วยในการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม ต้องอาศัยข้อมูลที่เที่ยงตรง แม่นยำ ซึ่งขึ้นอยู่กับองค์ประกอบเหล่านี้

- เครื่องมือวัด
- วิธีการวัด
- ผู้วัด
- การวัด (Measurement)
- ความถูกต้อง (Validity)

- ความละเอียดของเครื่องมือวัด (Resolution)
- ความเที่ยงตรง (Precision)
- ความแม่นยำ (Accuracy)

2.3.1 ความถูกต้อง (Validity)

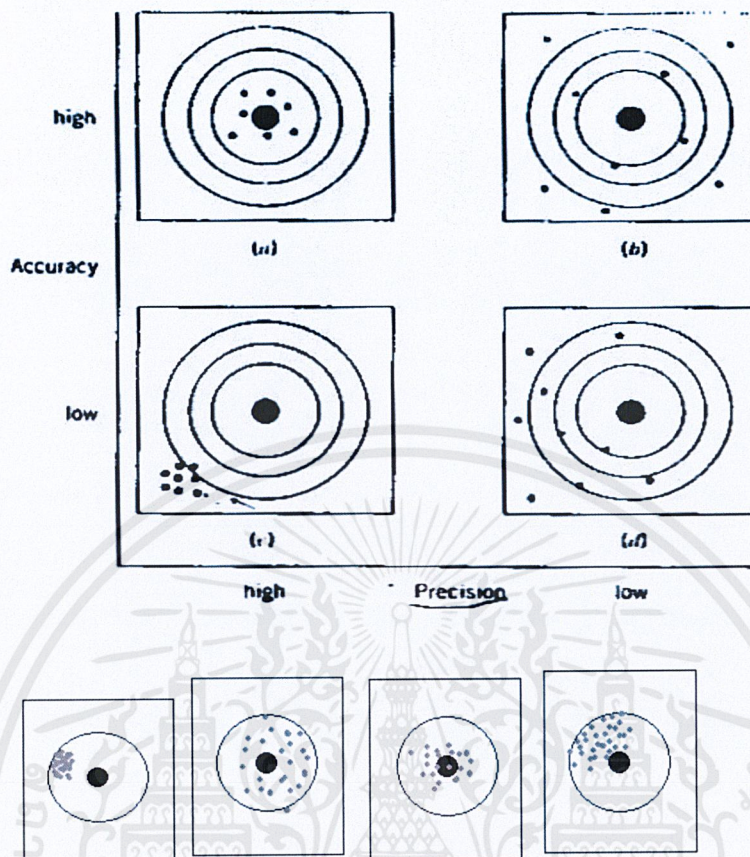
- เป็นพื้นฐานสำหรับการพัฒนาระบบการวัด
- วิธีการวัดต้องสามารถแสดงจำนวนหรือ ปริมาณที่สนใจ

2.3.2 ความละเอียดของเครื่องมือวัด (Resolution)

เช่นถ้าต้องการวัดข้อมูลซึ่งแตกต่างกันในหน่วยกรัม เครื่องวัดต้องสามารถวัดได้ละเอียดมากกว่าหน่วยกรัม หรือหมายถึงต้องสามารถวัดได้ในหลักทศนิยมของหน่วยกรัม

2.3.3 ความเที่ยงตรง (Precision)

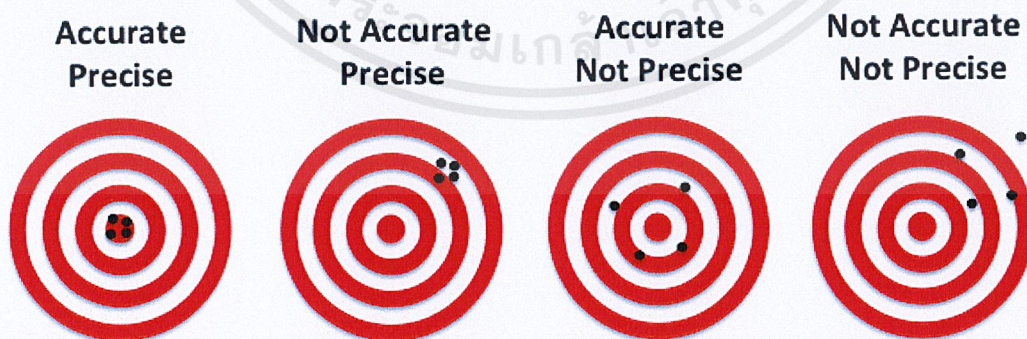
ความเที่ยงตรง (Precision) เป็นคุณสมบัติของวิธีการวัด (Measurement method) หรือเครื่องมือวัด (Measurement device) หรือระบบจะมีความเที่ยงตรงมาก หรือน้อย พิจารณาจากขนาดของความผันแปรที่เกิดขึ้นโดยวัดซ้ำกันหลายๆครั้ง โดยใช้ เครื่องมือวัด วิธีวัด ผู้วัด ชุดเดียวกัน ถ้าค่าจากการวัดวัดได้เหมือนกันซ้ำ ๆ หลายครั้งมีค่าใกล้เคียงกัน (โดยไม่สนใจว่าค่านั้น เป็นค่าที่ถูกต้องหรือไม่) หรือขนาดของความแปรปรวนในการวัดซ้ำเกิดขึ้นน้อย แสดงว่าระบบมีความเที่ยงตรงสูง



รูปที่ 2.7 อธิบายความเที่ยงตรง

2.3.4 ความแม่นยำ (Accuracy)

ความแม่นยำ (Accuracy) คือ ความสามารถของระบบวัดที่สามารถวัดได้ค่าใกล้เคียงกับค่าที่ถูกต้อง หรือค่าจริง ในกรณีที่มีการวัดซ้ำ ค่าเฉลี่ยของค่าวัดควรมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ถูกต้อง

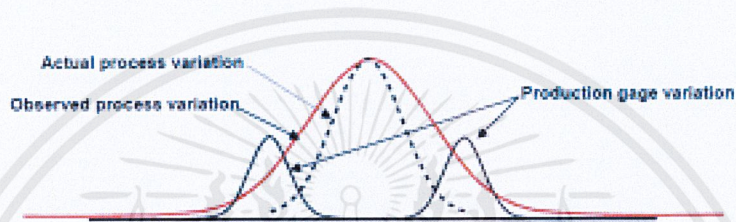


รูปที่ 2.8 ความแตกต่างระหว่างความเที่ยงตรงกับความแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 MSA

MSA คือ การวิเคราะห์ข้อมูลอาจได้รับอิทธิพลจากข้อผิดพลาดในการวัดผล เครื่องมือวัด วิธีการทำงานของพนักงานและอุปกรณ์หนีบทั้งหมดมีผลต่อระบบการวัด ปัจจัยเหล่านี้สามารถทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในระบบการวัดได้ การเปลี่ยนแปลงนี้ในระบบการวัดเป็นส่วนหนึ่งของการแปรปรวนของกระบวนการทั้งหมดในการวิเคราะห์ SPC และสถิติที่เชื่อมโยงกันเช่น Cp, Cpk, Pp, Ppk ฯลฯ



รูปที่ 2.9 แสดงกราฟการกระจายตัว

มีการเปลี่ยนแปลงในทุกขั้นตอน สาเหตุของการเปลี่ยนแปลงสามารถพบได้ในปัจจัยการผลิตที่แตกต่างกันทั้งหมดของกระบวนการที่มีความแตกต่างระหว่างวัสดุกับความแตกต่างระหว่างพนักงาน อย่างไรก็ตามความเป็นไปได้ว่าการเปลี่ยนแปลงในกระบวนการวัดผลเป็นส่วนสำคัญของรูปแบบทั้งหมดหรือเป็นสาเหตุของการรบกวน มีรูปแบบการวัดหลายประเภท:

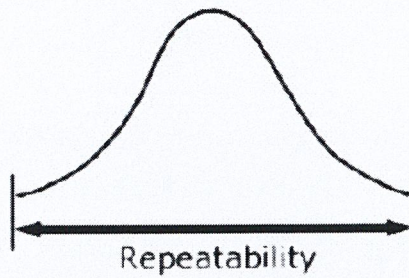
ความแม่นยำ

- ความสามารถในการทำซ้ำ - ภายในตัวดำเนินการหรือเครื่องวัด
- ความสามารถในการทำซ้ำ - ระหว่างผู้ปฏิบัติงานหรือระหว่างเครื่องวัด

ความถูกต้อง

- ความเสถียร - ความแม่นยำในเวลา
- ความถูกต้องเชิงเส้นในช่วงการวัดของเครื่องมือวัด
- ความละเอียด
- อคติ - ค่าเบี่ยงเบนจากค่าที่แท้จริง

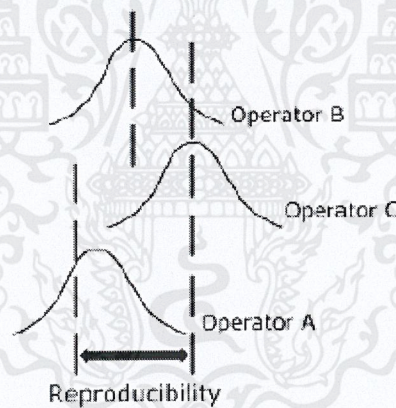
เครื่องวัดความสามารถในการทำซ้ำ



รูปที่ 2.10 อธิบายความสามารถในการทำซ้ำ

ระบบการวัดให้ผลเหมือนกันหรือไม่เมื่อเครื่องเดียวกันถูกวัดหลายครั้งโดยพนักงานคนเดียวกัน ความซ้ำซ้อนเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการเปลี่ยนแปลงของอุปกรณ์หรืออุปกรณ์เนื่องจากขึ้นอยู่กับ การออกแบบหรือสถานะของเครื่องมือวัด

เครื่องมือวัดความสามารถในการทำซ้ำ



รูปที่ 2.11 แสดงความแตกต่างของหลายระบบ

ระบบการวัดมีผลเหมือนกันหรือไม่เมื่อพนักงาน 2 หรือ 3 คนตรวจวัดผลิตภัณฑ์เดียวกันหลายครั้ง ความสามารถในการทำซ้ำระหว่างผู้ปฏิบัติงานหรือระหว่างเครื่องมือวัดเป็นแหล่งกำเนิดความแปรผันอื่นในกระบวนการวัดผล ความสามารถในการทำซ้ำเรียกว่าการตรวจสอบหรือการประเมินราคาเนื่องจากมักขึ้นอยู่กับความแตกต่างระหว่างพนักงานในการใช้ระบบการวัด การศึกษา R & R ของ Gage โดยปกติจะประกอบด้วยสองส่วนคือ ความสามารถในการทำซ้ำ (ความแปรปรวนของอุปกรณ์) และการทำซ้ำได้ (รูปแบบผู้ประเมินราคา) การศึกษาแบ่งออกเป็นสองส่วนเพื่อพิจารณาว่าเครื่องมือวัดควรได้รับการปรับปรุงหรือ

ซ่อมแซมหรือการฝึกรวมจำเป็นสำหรับผู้ประกอบการ ในการคำนวณเปอร์เซ็นต์ของความแปรปรวนค่าความคลาดเคลื่อน (USL-LSL) ความแปรปรวนของกระบวนการทั้งหมด (5.85 หรือ 6 sigma ตามข้อมูล SPC) หรือรูปแบบการศึกษาทั้งหมด (5.85 หรือ 6 sigma) สามารถทำได้ภายใต้ ขึ้นอยู่กับข้อมูลจากการศึกษา MSA) แนวทางในการยอมรับความสามารถในการทำซ้ำและการทำซ้ำได้ (%R&R):

- ภายใต้ข้อผิดพลาด 10%: รูปแบบการวัดเป็นที่ยอมรับได้
- ข้อผิดพลาด 10% ถึง 30%: ระบบการวัดอาจยอมรับได้ แต่ขึ้นอยู่กับความสำคัญของการวัด, ต้นทุนของระบบการวัดค่าใช้จ่ายในการซ่อมแซมหรือปรับปรุงและความสามารถในกระบวนการที่มีอยู่
- ข้อผิดพลาดมากกว่า 30%: ระบบการวัดต้องได้รับการปรับปรุง (ขึ้นอยู่กับความสามารถของกระบวนการ)

2.3.6 CP และ CPK

ค่าความสามารถเป็นตัวสถิติที่บอกว่ากระบวนการนั้นทำงานภายใต้ข้อกำหนดเฉพาะได้อย่างไร ตัวสถิติ ค่าความสามารถมีอยู่หลายตัวมาก ดังนั้นการทำความเข้าใจค่าความสามารถแต่ละตัวนั้นจะทำให้เป็นประโยชน์ ในการนำไปใช้งานได้ดีขึ้น

ค่าความสามารถ 2 ตัวแรกที่เราจะเริ่มทำความเข้าใจ คือ Cp และ Cpk สองตัวนี้ต่างกันที่อักษรตัวเดียว แต่ก็ได้บอกถึงความหมายที่ตัวสถิติ 2 ตัวนี้แตกต่างกันอย่างไร

2.3.6.1 ความหมายของค่า Cp

สมการในการหาค่า Cp คือ ET/NT เมื่อ ET มาจาก Engineering Tolerance ซึ่งเท่ากับความกว้างของขอบเขต ข้อกำหนดเฉพาะ ส่วน NT มาจาก Natural Tolerance ซึ่งเท่ากับความกว้างที่ครอบคลุมช่วงของข้อมูลที่ได้จาก กระบวนการ โดยส่วนใหญ่ NT คือ 6 เท่าของค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation)

เรามักใช้ค่า Cp เป็นตัวอธิบายความสามารถของกระบวนการว่าสามารถดำเนินงานได้อย่างดีตามค่ากลางของข้อกำหนดเฉพาะหรือไม่

2.3.6.2 ความหมายของค่า Cpk

สมการในการหาค่า Cpk จะมีความซับซ้อนกว่าเล็กน้อย ซึ่งมีค่าเท่ากับ

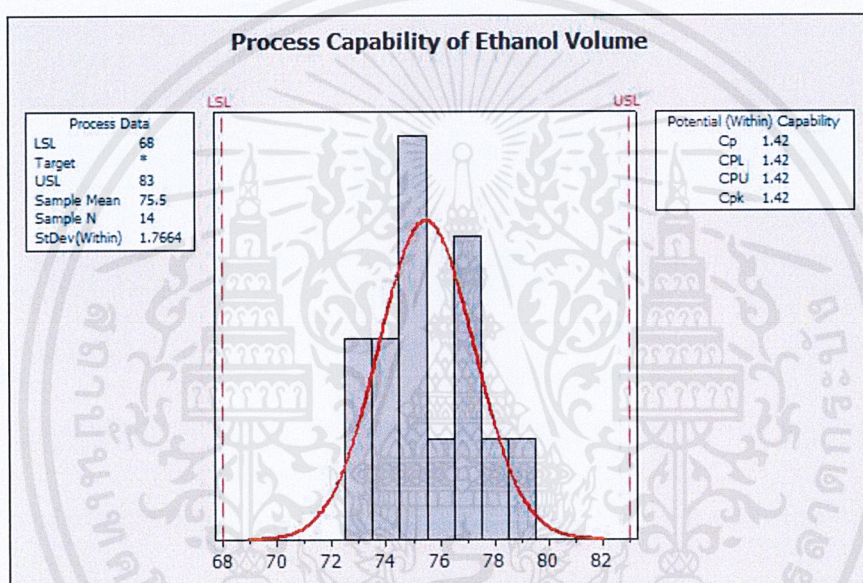
$$[\text{minimum}(\text{mean} = LSL, USL = \text{mean})]/(0.5*NT)$$

เมื่อ LSL มาจาก ขีดจำกัดล่างของข้อกำหนดเฉพาะ (Lower Specification Limit) และ USL มาจาก ขีดจำกัดบนของข้อกำหนดเฉพาะ (Upper Specification Limit)

2.3.6.3 ค่า Cp และ Cpk

ตัวสถิติทั้ง 2 ค่านี้ มีพื้นฐานคล้ายๆกันหลายๆอย่าง ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ยิ่งมีค่าน้อยจะทำให้ตัวสถิติทั้ง 2 นี้ มีค่ามากขึ้น และด้วยเงื่อนไขที่ถูกต้อง ค่า Cp และ Cpk จะมีค่าเหมือนกัน

ชุดข้อมูลต่อไปนี้ เป็นข้อมูลปริมาณเอทานอลในเชื้อเพลิง E85 ซึ่งพอนำมาหาค่า Cp และ Cpk และผลที่ได้คือ 2 ค่านี้มีค่าเหมือนกัน การวิเคราะห์ความสามารถ ใน Minitab จะแสดงตัวสถิติทั้ง 2 ค่านี้

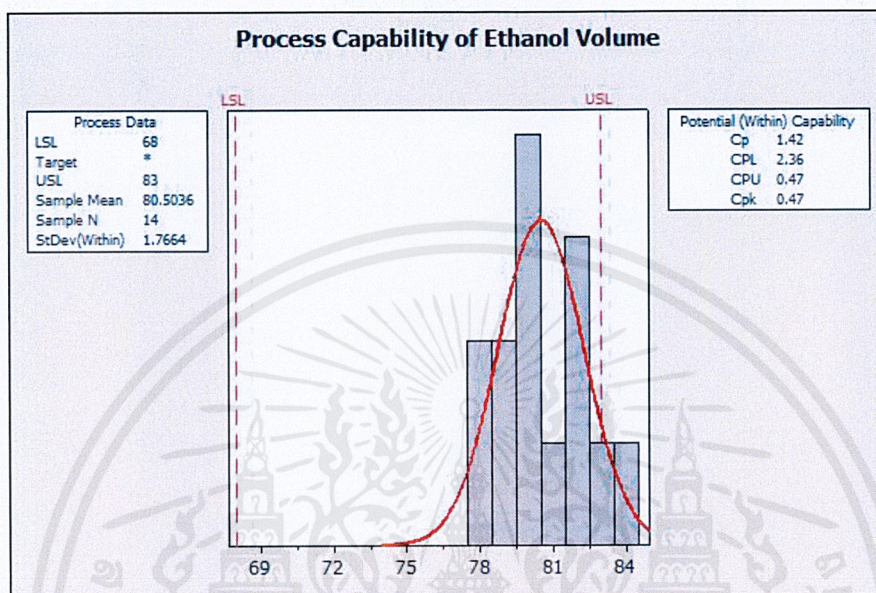


รูปที่ 2.12 แสดงกราฟการกระจายตัวในแนวนอนที่ดี

ในที่นี้ข้อกำหนดเฉพาะ คือ 68 และ 83 ซึ่งเป็นข้อจำกัดที่ใช้กับปริมาณเอทานอลที่อยู่ในเชื้อเพลิง E85 ที่ใช้ในปี 2010 ครึ่งทางระหว่างข้อกำหนดเฉพาะคือ 75.5 และค่าเฉลี่ยข้อมูลคือ 75.5 เช่นกัน เมื่อค่าเฉลี่ยข้อมูลเป็นค่าเดียวกับค่ากลางของข้อกำหนดเฉพาะ จะทำให้ค่า Cp และ Cpk มีค่าเหมือนกัน

บางผลิตภัณฑ์มีเป้าหมายให้กระบวนการได้ค่ากลางระหว่างข้อกำหนดเฉพาะมากที่สุด แต่ในบางผลิตภัณฑ์ อาจจะมีเป้าหมายให้มีผลิตภัณฑ์อยู่ภายในข้อกำหนดเฉพาะให้มากที่สุด อย่างกรณีปริมาณเอทานอลที่อยู่ในเชื้อเพลิง E85 ปริมาณเอทานอลที่มีมากทำให้ลดปริมาณเชื้อเพลิงน้ำมันและลดการปล่อยมลภาวะ และผู้ที่ซื้อ E85 ก็มีความคิดว่า เชื้อเพลิงที่ซื้อนั้นมีปริมาณเอทานอลใกล้เคียง 85 ตามที่ระบุ

ข้อมูลต่อไปนี้ เก็บมาจากห้องทดลอง National Renewable Energy ในปี 2010 ซึ่งเป็นปริมาณเอทานอลของ เชื้อเพลิง E85 (ในที่นี้ เราได้ลบข้อมูล 1 ตัวออกไปเพราะเป็นตัวที่ผู้ส่งมอบได้พยายามใช้เอทานอลให้น้อยที่สุด)

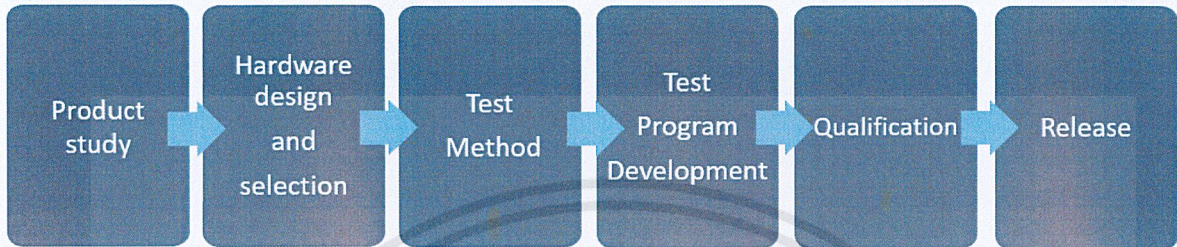


รูปที่ 2.13 แสดงกราฟการกระจายตัวในแนวนอนที่ไม่ดี

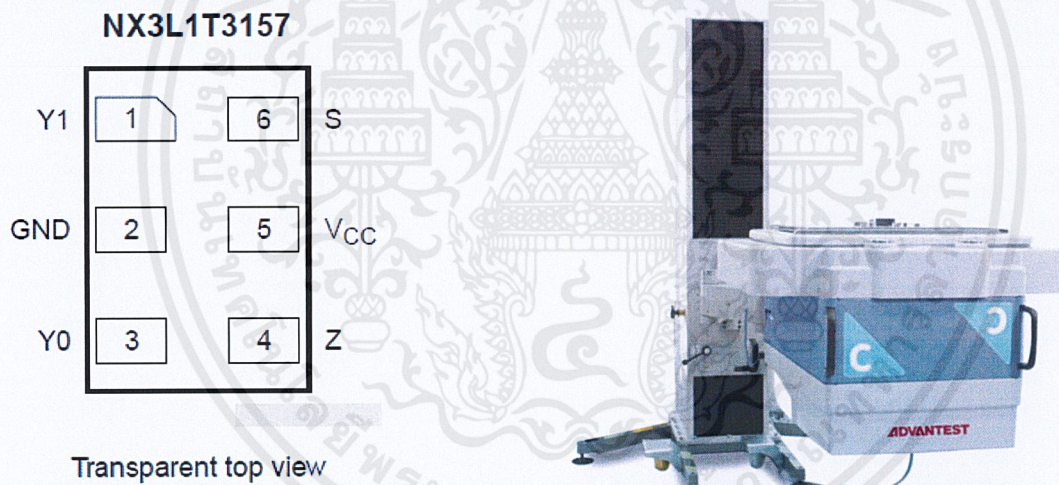
ค่าเฉลี่ยสิ่งตัวอย่าง คือ 80.5 ค่าเฉลี่ยนี้มีค่ามากกว่าค่ากลางของข้อกำหนดเฉพาะอยู่ 5 หน่วย ยิ่งค่าเฉลี่ยของ สิ่งตัวอย่างมีค่าห่างจากค่ากลางของข้อกำหนดเฉพาะมากเท่าไร ยิ่งทำให้ Cpk มีค่าต่ำลง และทำให้ค่า Cp และ Cpk มีความแตกต่างกันมากขึ้น

ดังนั้นการใช้ค่า Cp และ Cpk คือถ้า 2 ค่านี้ มีความใกล้เคียงกัน หมายความว่า ค่าเฉลี่ยนั้นมีค่าใกล้กับค่ากลาง ของข้อกำหนดเฉพาะและเมื่อค่า Cp มากกว่า ค่า Cpk หมายความว่า ค่าเฉลี่ยอยู่ค่อนข้างไปทางขีดจำกัดของข้อกำหนดเฉพาะ ด้านใดด้านหนึ่ง เมื่อคุณ สามารถทำความเข้าใจกระบวนการได้แล้ว ย่อมทำให้คุณสามารถตัดสินใจได้ว่า จะทำการ ปรับปรุง กระบวนการอย่างไรก่อนดี

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย



รูปที่ 3.1 แสดงแผนภาพ Block Diagram



รูปที่ 3.2 NX3L1T3157 analog switch และ Advantest 93K Tester

3.1. การศึกษาตัวชิ้นงาน

ศึกษาการทำงานและคุณสมบัติของตัวงานผ่าน data sheet

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NX3L1T3157

Low-ohmic single-pole double-throw analog switch

Rev. 9 — 9 November 2011

Product data sheet

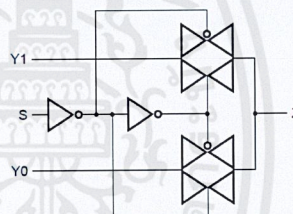
1. General description

The NX3L1T3157 is a low-ohmic single-pole double-throw analog switch suitable for use as an analog or digital 2:1 multiplexer/demultiplexer. It has a digital select input (S), two independent inputs/outputs (Y0 and Y1) and a common input/output (Z).

Schmitt trigger action at the digital input makes the circuit tolerant to slower input rise and fall times. Low threshold digital input allows this device to be driven by 1.8 V logic levels in 3.3 V applications without significant increase in supply current I_{CC} . This makes it possible for the NX3L1T3157 to switch 4.3 V signals with a 1.8 V digital controller, eliminating the need for logic level translation. The NX3L1T3157 allows signals with amplitude up to V_{CC} to be transmitted from Z to Y0 or Y1, or from Y0 or Y1 to Z. Its low ON resistance (0.5Ω) and flatness (0.13Ω) ensures minimal attenuation and distortion of transmitted signals.

2. Features and benefits

- Wide supply voltage range from 1.4 V to 4.3 V
- Very low ON resistance (peak):
 - ◆ 1.6Ω (typical) at $V_{CC} = 1.4$ V
 - ◆ 1.0Ω (typical) at $V_{CC} = 1.65$ V
 - ◆ 0.55Ω (typical) at $V_{CC} = 2.3$ V
 - ◆ 0.50Ω (typical) at $V_{CC} = 2.7$ V
 - ◆ 0.50Ω (typical) at $V_{CC} = 4.3$ V
- Break-before-make switching
- High noise immunity
- ESD protection:
 - ◆ HBM JESD22-A114F Class 3A exceeds 7500 V
 - ◆ MM JESD22-A115-A exceeds 200 V
 - ◆ CDM AEC-Q100-011 revision B exceeds 1000 V
 - ◆ IEC61000-4-2 contact discharge exceeds 8000 V for switch ports
- CMOS low-power consumption
- Latch-up performance exceeds 100 mA per JESD78 Class II Level A
- 1.8 V control logic at $V_{CC} = 3.6$ V
- Control input accepts voltages above supply voltage
- Very low supply current, even when input is below V_{CC}
- High current handling capability (350 mA continuous current under 3.3 V supply)
- Specified from -40 °C to $+85$ °C and from -40 °C to $+125$ °C



รูปที่ 3.3 data sheet ของ NX3L1T3157

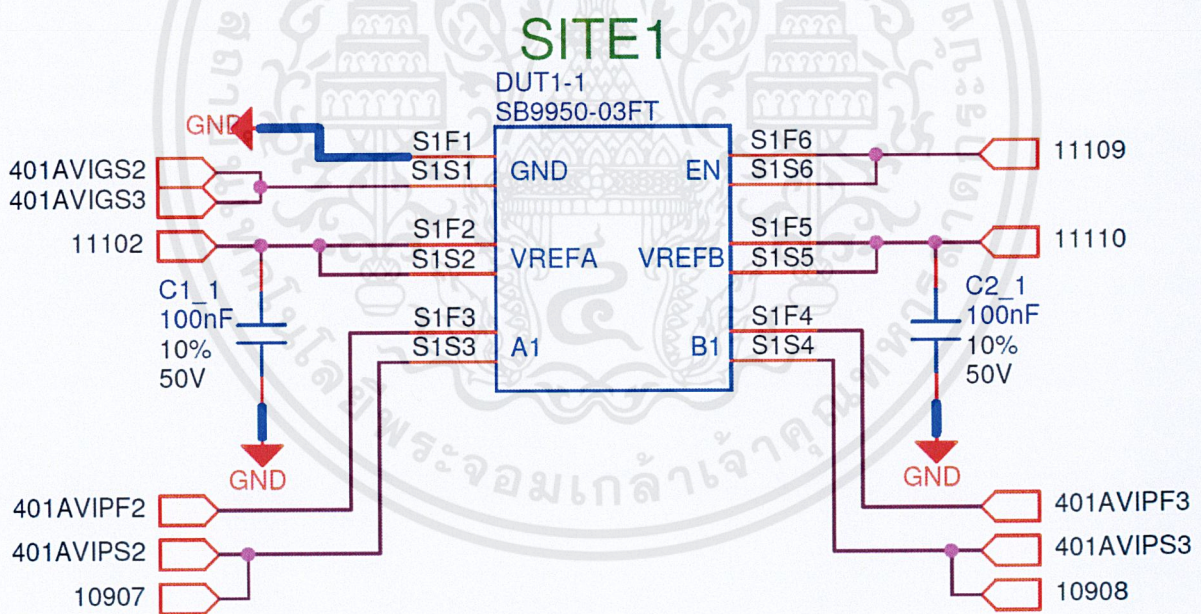
3.2. การเลือกและการออกแบบฮาร์ดแวร์

3.2.1 การพิจารณาความต้องการแหล่งจ่ายพลังงานหรืออุปกรณ์การวัดค่าในแต่ละขาของตัวงาน

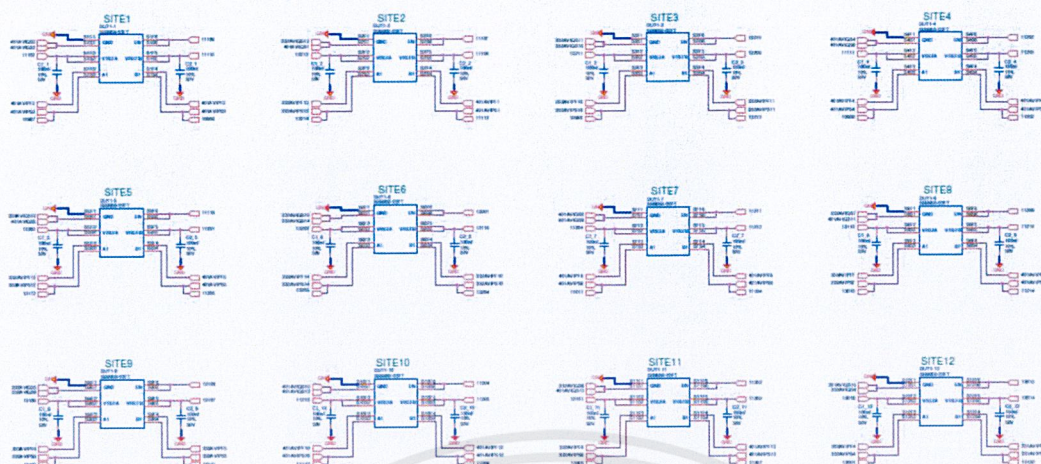
ในขั้นตอนแรกในการออกแบบฮาร์ดแวร์ สิ่งที่ต้องคำนึงเป็นอย่างแรกคือ การพิจารณาความต้องการแหล่งจ่ายพลังงานหรืออุปกรณ์การวัดค่าในแต่ละขาของตัวงาน ในการทดสอบแต่ละวิธีการ NX3L1T3157 เป็นชิ้นงานที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ การทดสอบการเชื่อมต่อ กระแสรั่วไหล และ Logic Thresholds ในแต่ละพินจึงค่อนข้างสำคัญและเป็นปัจจัยหลักของการเลือกอุปกรณ์ ดังนั้นจึงต้องเลือกเครื่องมือที่มีความเหมาะสมและแม่นยำให้ครอบคลุมในการวัดค่า ไม่ให้เกินค่าที่รับรองไว้ใน data sheet

3.2.2 อุปกรณ์ในการวัดของเครื่องทดสอบชิ้นงาน

- AVI มีความแม่นยำสูงในการวัด
- PPMU ถูกนำมาใช้เป็นแหล่งจ่ายแรงดัน และการสร้างสัญญาณดิจิทัล

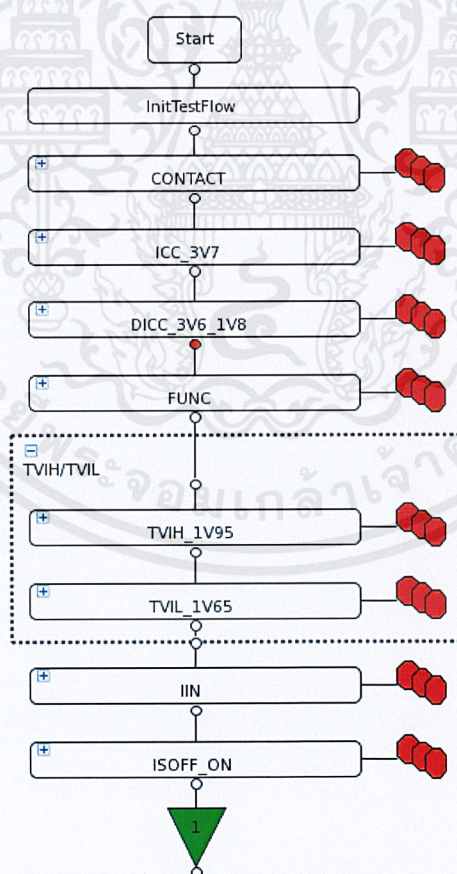


รูปที่ 3.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์ในการทดสอบชิ้นงาน single site



รูปที่ 3.5 การออกแบบฮาร์ดแวร์ในการทดสอบชิ้นงาน multi sites

3.3. วิธีการทดสอบตัวชิ้นงาน

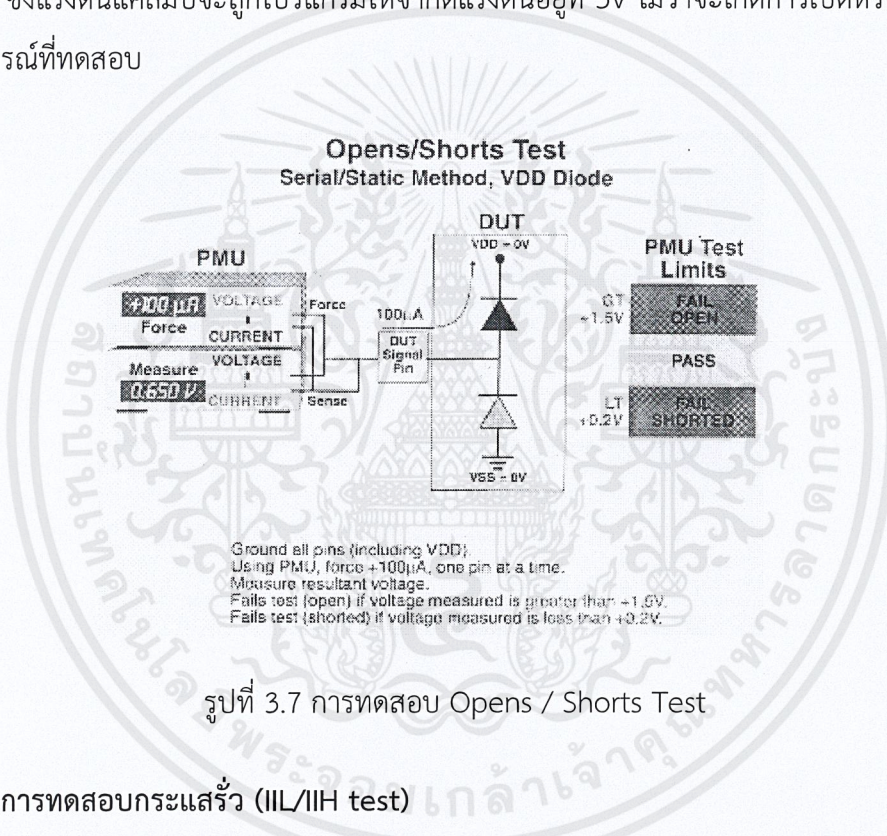


รูปที่ 3.6 flow ของการทดสอบตัวชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1. การทดสอบหน้าสัมผัส (Continuity test)

ในขั้นแรกต่อขาสำหรับป้อนแรงดันและขากราวด์ ของอุปกรณ์ลงกราวด์ ของแหล่งจ่ายไฟ จากนั้นต่อขาของ MPU เข้ากับขาของอุปกรณ์ที่ต้องการทดสอบแล้วจ่ายกระแสเข้าไป ซึ่งจะมีผลทำให้ ไดโอดที่ทำหน้าที่ป้องกัน (Protection Diode) ตัวใดตัวหนึ่งอยู่ในลักษณะไบแอสตรง โดยถ้าป้อน กระแสบวกเข้าไปไดโอดตัวที่ต่อกับ VDD จะได้รับไบแอสตรง (Forward Bias) ซึ่งกระแสที่จ่ายเข้าไป จะมีค่าอยู่ระหว่าง 100 μA ถึง 500 μA ไดโอดที่ได้รับไบแอสตรงจะมีแรงดันตกคร่อมประมาณ 0.65 V ซึ่งแรงดันนี้สามารถใช้เป็นค่าในการตรวจสอบได้ PMU จะถูกกำหนดให้เป็นตัวจ่ายกระแสและวัด แรงดัน ซึ่งแรงดันแคลมป์จะถูกโปรแกรมให้จำกัดแรงดันอยู่ที่ 3V ไม่ว่าจะเกิดการเปิดหรือลัดวงจรของ ขาอุปกรณ์ที่ทดสอบ

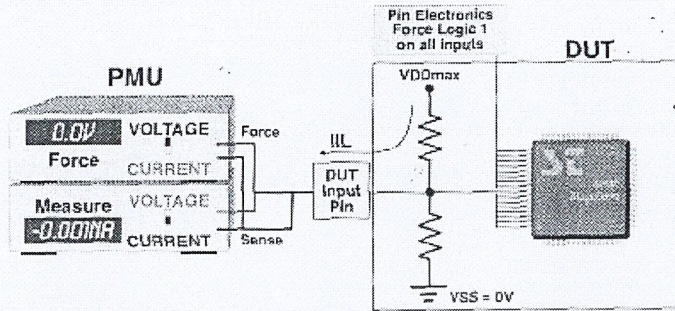


รูปที่ 3.7 การทดสอบ Opens / Shorts Test

3.3.2. การทดสอบกระแสรั่ว (IIL/IIH test)

Input Currents (IIL / IIH) Current Input Low (IIL) เป็นการทดสอบกระแสที่ไหลออกจากขาอินพุตของอุปกรณ์เมื่อให้สถานะอินพุตเป็นลอจิก "0" ซึ่งเป็นการวัดค่าความต้านทานระหว่างขาอินพุตของอุปกรณ์กับแหล่งจ่าย (VDD) ถ้ากระแสที่วัดได้มีค่าน้อยกว่ากำหนด ($-10\mu\text{A}$) แสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่ผ่านการทดสอบ (Fail) ส่วน Current Input High (IIH) เป็นการทดสอบกระแสที่ไหลเข้าขาอินพุตของอุปกรณ์เมื่อให้สถานะอินพุตเป็นลอจิก "1" ซึ่งเป็นการวัดค่าความต้านทานระหว่างขาอินพุตของอุปกรณ์กับกราวด์ ถ้ากระแสที่วัดได้มีค่ามากกว่ากำหนด ($-10\mu\text{A}$) แสดงว่าอุปกรณ์นั้นไม่ผ่านการทดสอบ (Fail)

Input Leakage Low Test (IIL) Serial Method



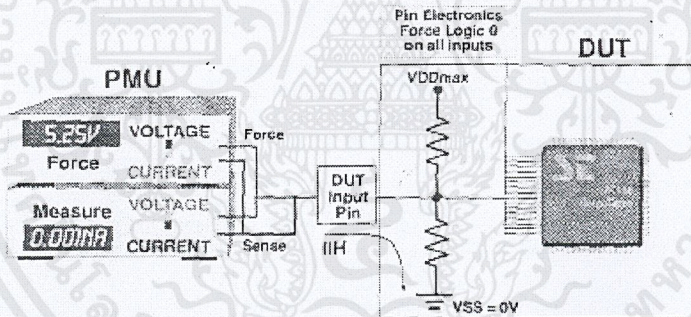
Apply VDDmax.
Precondition all inputs to logic 1 with pin drivers.
Using PMU, force individual pins to VSS.
Wait 1 to 5 msec (Set PMU delay).
Measure resultant current.
Fails IIL if measured current is less than -10.0µA.

PMU Test Limits

| | |
|---------------|----------|
| | PASS |
| LT -10.0µA | FAIL IIL |

รูปที่ 3.8 Input Leakage Low Test (IIL)

Input Leakage High Test (IIH) Serial Method



Apply VDDmax.
Precondition all inputs to logic 0 with pin drivers.
Using PMU, force individual pins to VDDmax.
Wait 1 to 5 msec (Set PMU delay).
Measure resultant current.
Fails IIH if measured current is greater than +10.0µA.

PMU Test Limits

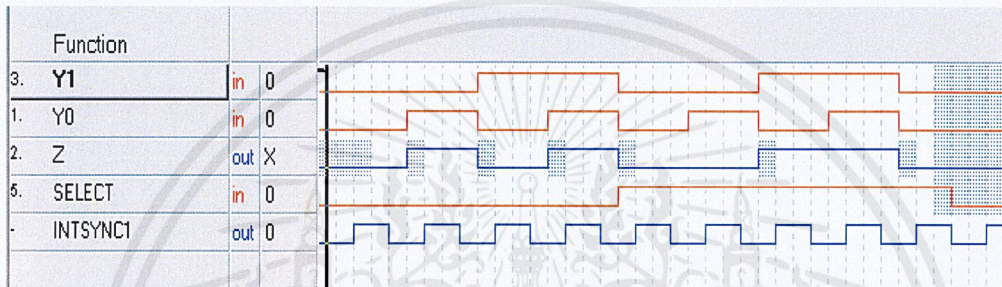
| | |
|---------------|----------|
| GT +10.0µA | FAIL IIH |
| | PASS |

รูปที่ 3.9 Input Leakage High Test (IIH)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3. การทดสอบฟังก์ชัน (Functional test)

เป็นการทดสอบเพื่อตรวจสอบการทำงานทางดิจิทัลของตัวงานที่มีคุณสมบัติเป็นวงจรถือระดับแรงดัน โดยทำการจ่ายชุดสัญญาณดิจิทัลที่พิน VCC ,S ,Y1 ,Y0 และ Z โดยพิน S เป็นตัวควบคุมว่าจะให้สวิตช์สับไปเชื่อมต่อกับพิน Y1 หรือ Y0 ที่เป็นอินพุต แล้วให้ Z เป็นเอาต์พุต เมื่อ Select เป็น logic 0 พิน Z ก็ควรจะได้ชุดสัญญาณที่มีรูปร่างเหมือนสัญญาณทางฝั่งอินพุต Y0 เมื่อ Select เป็น logic 1 พิน Z ก็ควรจะได้ชุดสัญญาณที่มีรูปร่างเหมือนสัญญาณทางฝั่งอินพุต Y1 ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แสดงการทดสอบฟังก์ชัน (Functional test)

3.3.4. การทดสอบ Logic Threshold (TVIH/TVIL test)

TVIH/TVIL test คล้ายๆกับ Functional test แต่จะเพิ่มการกำหนดขีดจำกัดของ VIH ก็คือ อินพุตที่ต่ำที่สุดที่ยังทำให้เป็น logic high และ VIL ก็คือ อินพุตที่สูงที่สุดที่ยังทำให้เป็น logic low จะกำหนดขีดจำกัดตาม Data sheet ดังตารางที่ 3.1 ดังนี้

| parameter | minimum | maximum | units |
|-----------|---------|---------|-------|
| VIH | 0.9 | | Volts |
| VIL | | 0.3 | Volts |

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงค่า VIH ,VIL

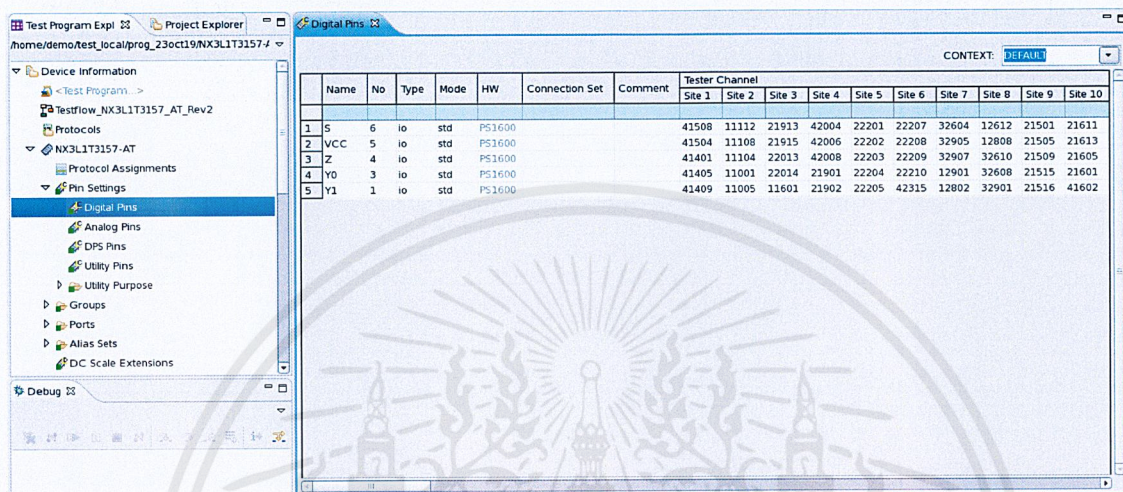
ขณะที่ทำการทดสอบ TVIH หากค่าที่วัดได้มีค่าไม่เกิน 0.9 จะทำให้การทดสอบผ่าน “Pass” หากค่าที่วัดได้มีค่าเกิน 0.9 จะทำให้การทดสอบไม่ผ่าน “Fail”

ขณะที่ทำการทดสอบ TVIL หากค่าที่วัดได้มีค่าไม่เกิน 0.3 จะทำให้การทดสอบไม่ผ่าน “Fail” หากค่าที่วัดได้มีค่าเกิน 0.3 จะทำให้การทดสอบผ่าน “Pass”

3.4. การเขียนโปรแกรมทดสอบตัวชิ้นงาน

3.4.1 การกำหนดขงาน

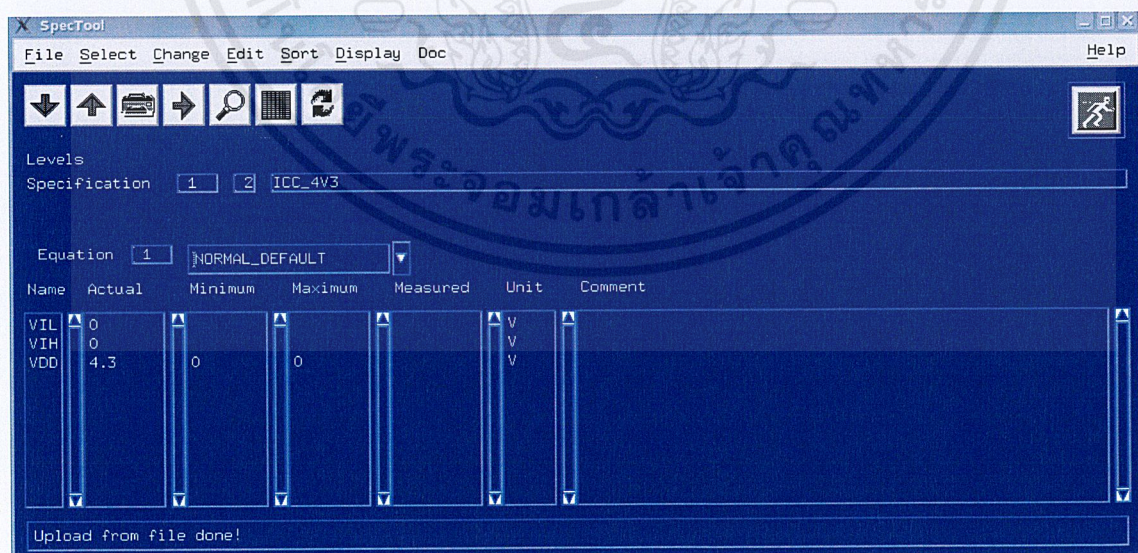
การเขียนโปรแกรมเพื่อทดสอบตัวชิ้นงาน ในขั้นตอนแรกผู้เขียนต้องทำการระบุ ขาต่าง ๆ ของตัวงาน พร้อมทั้งคุณสมบัติหรือรายละเอียดต่าง ๆ เพื่อให้เครื่องทดสอบชิ้นงานเกิดความสับสน



รูปที่ 3.11 แสดงการกำหนดขงาน

3.4.2 การตั้งค่าระดับแรงดัน

ในขั้นตอนที่สอง ผู้เขียนโปรแกรมทดสอบตัวชิ้นงาน ต้องระบุค่าแรงดันหรือจำกัดแรงดัน ในการทดสอบตัวชิ้นงาน

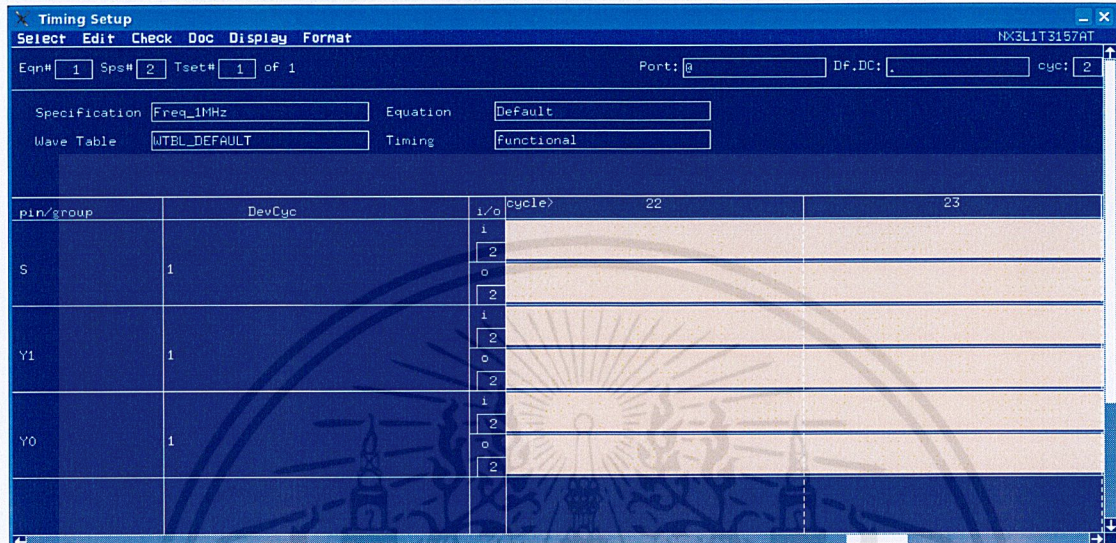


รูปที่ 3.12 แสดงหน้าต่างโปรแกรมในการตั้งค่าแรงดัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การตั้งค่าเชิงเวลา

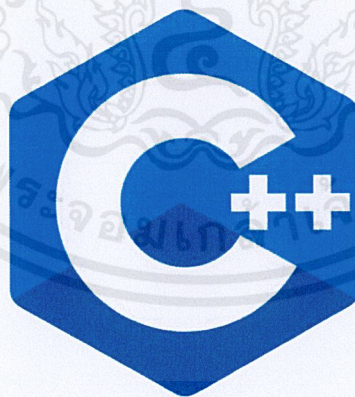
ในขั้นตอนนี้ผู้เขียนโปรแกรมทดสอบตัวชิ้นงานต้องกำหนดว่าจะให้สัญญาณเริ่มที่ตรงไหนของคาบเวลา และจะวัดค่าที่ตรงไหนของคาบเวลา



รูปที่ 3.13 แสดงหน้าต่างโปรแกรมในการตั้งค่าเชิงเวลา

3.4.4 การเขียนโปรแกรมทดสอบตัวชิ้นงาน

การเขียนโปรแกรม เขียนโดยการใช้โปรแกรม C++ และ Advantest TML and SmartRDI

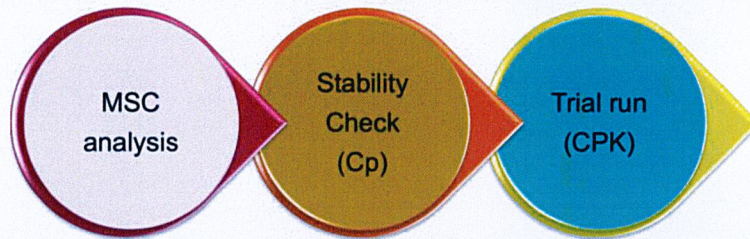


Smart Rapid Development Interface

รูปที่ 3.14 โปรแกรมที่ใช้เขียนโปรแกรมสำหรับเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5. การตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของโปรแกรมทดสอบตัวชิ้นงาน



รูปที่ 3.15 การตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของโปรแกรมทดสอบตัวชิ้นงาน

3.5.1. MSC analysis

ทำการวัดผลการทดสอบตัวชิ้นงาน 45 ชิ้น โดยจะทำการทดสอบจำนวน 2 ครั้ง จาก 2 ระบบ ที่มีเครื่องทดสอบตัวงานที่แตกต่างกัน

3.5.2. การพิจารณาค่า Cp

ทำการทดสอบตัวชิ้นงาน 1 ชิ้นงาน /200 ครั้ง เพื่อวัดความเที่ยงตรงของตัวชิ้นงาน

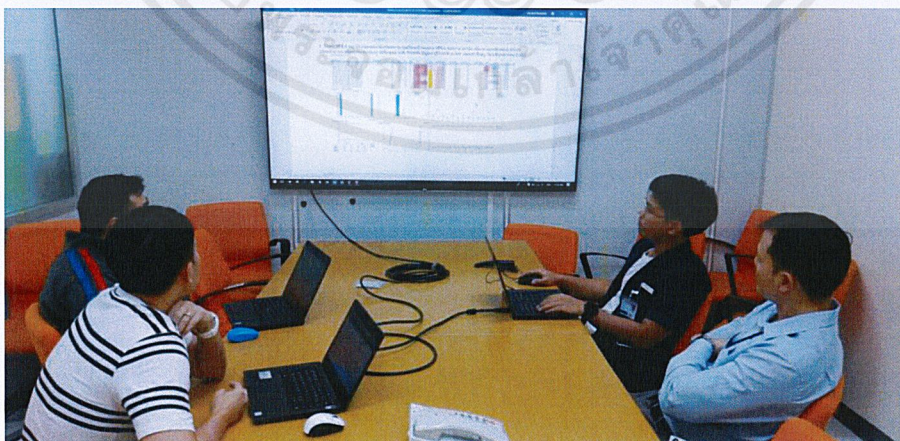
3.5.3. การพิจารณาค่า Cpk

ทำการทดสอบตัวชิ้นงานจริงเต็มแผ่น จำนวน 1 แผ่น โดยจำลองเหมือนการทดสอบตัวงานใน สาระการผลิตจริงทุกประการ

3.6. การปล่อยชิ้นงานสู่ลูกค้า

3.6.1 TRB (Test Review Board)

ทำการตรวจสอบความถูกต้องและประสิทธิภาพของโปรแกรม ก่อนเข้าสู่กระบวนการผลิต



รูปที่ 3.16 Test Review Board

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

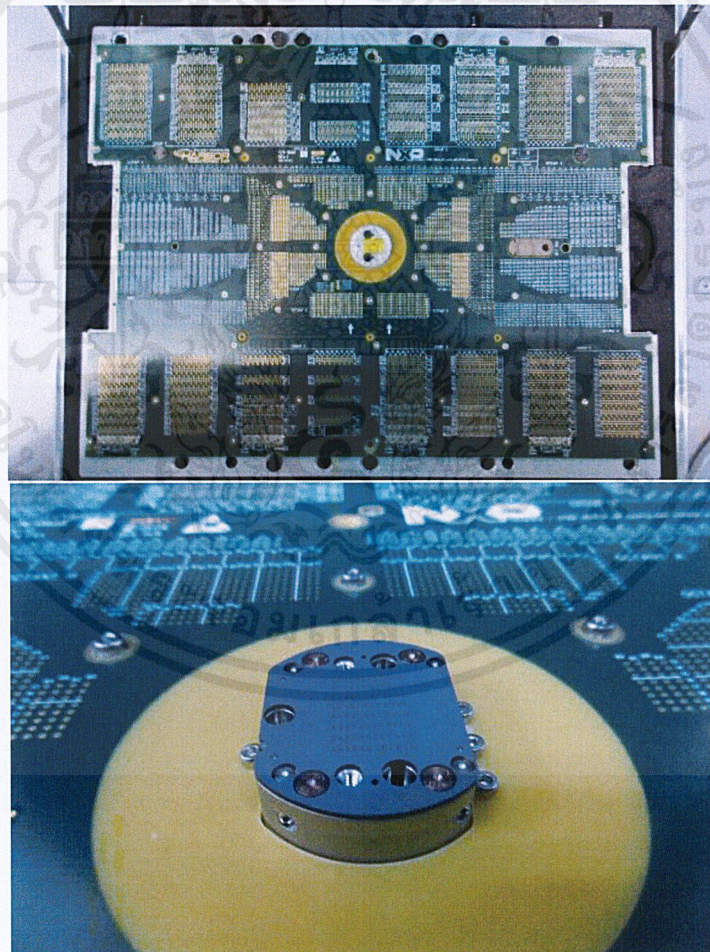
บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1. คุณสมบัติของโปรแกรม

สามารถทดสอบตัวงานได้อย่างมีความถูกต้อง เที่ยงตรง แม่นยำ และมีประสิทธิภาพตามที่ลูกค้ากำหนด

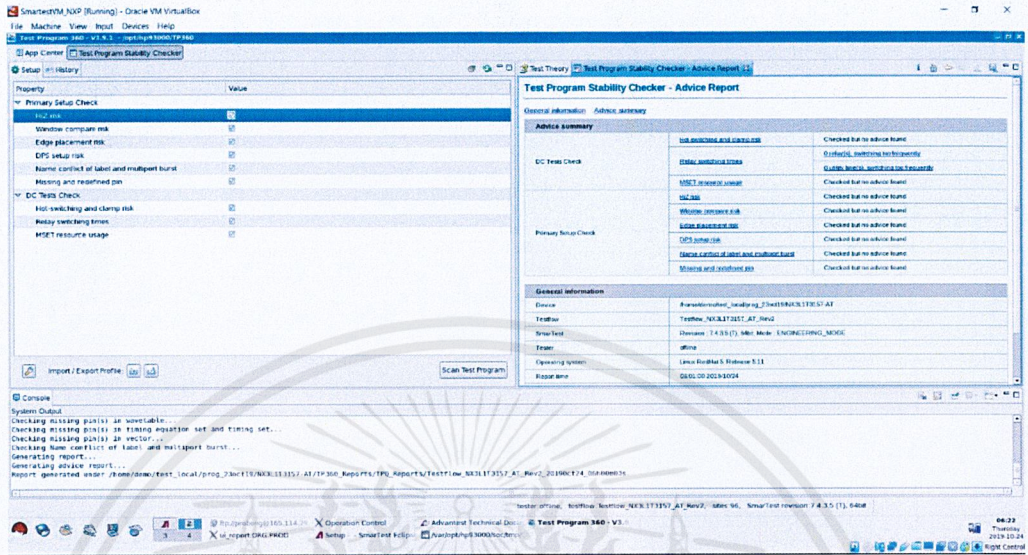
4.2. ผลการวิจัย

4.2.1 ส่วนฮาร์ดแวร์

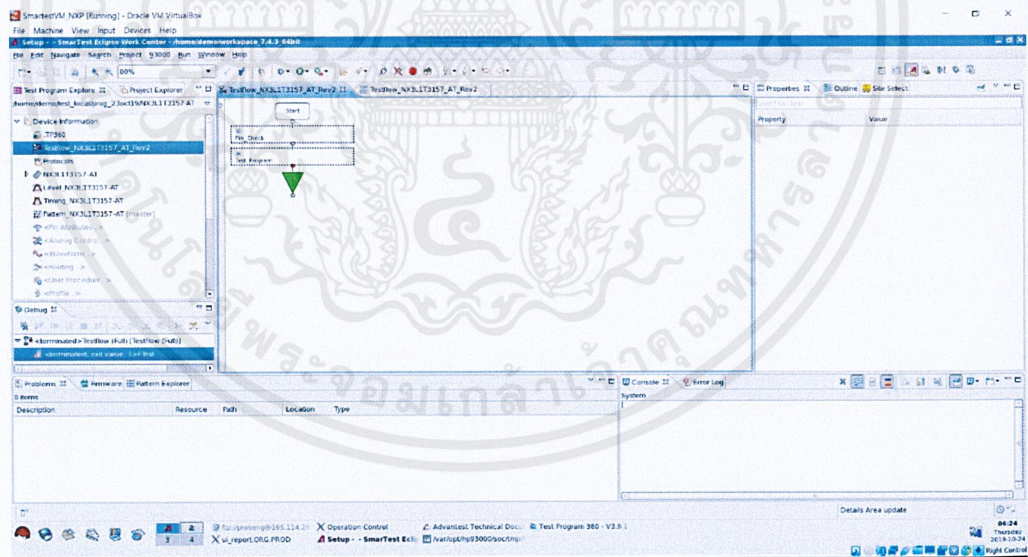


รูปที่ 4.1 บอร์ด PIS014-FBB-0588 ที่ใช้ในสายการผลิตสำหรับ NX3L1T3157

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

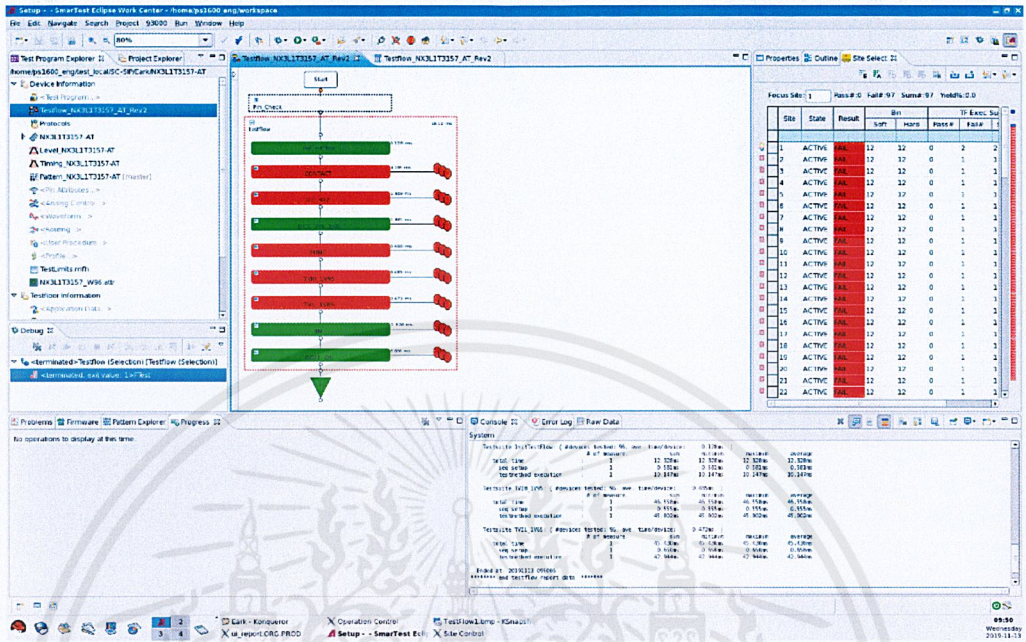


รูปที่ 4.4 Hot switch

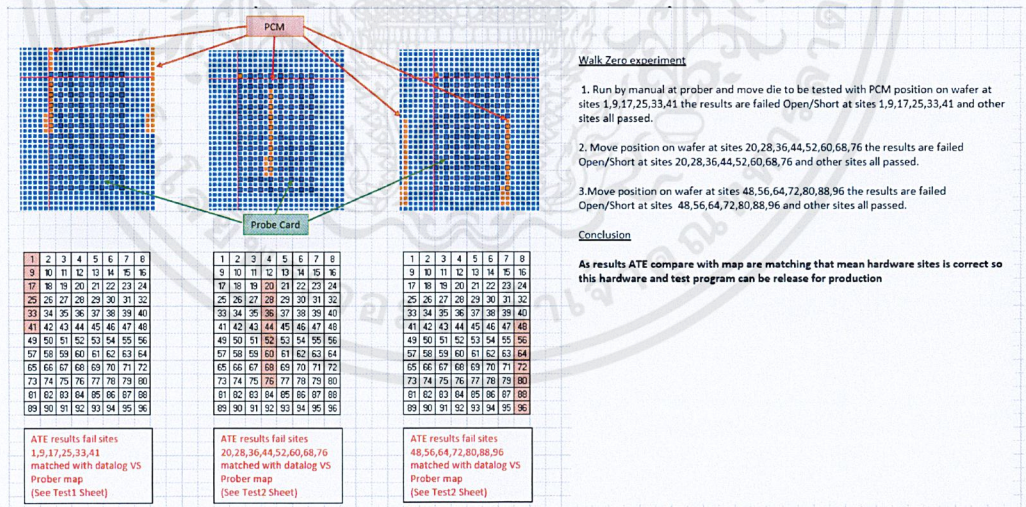


รูปที่ 4.5 No error

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

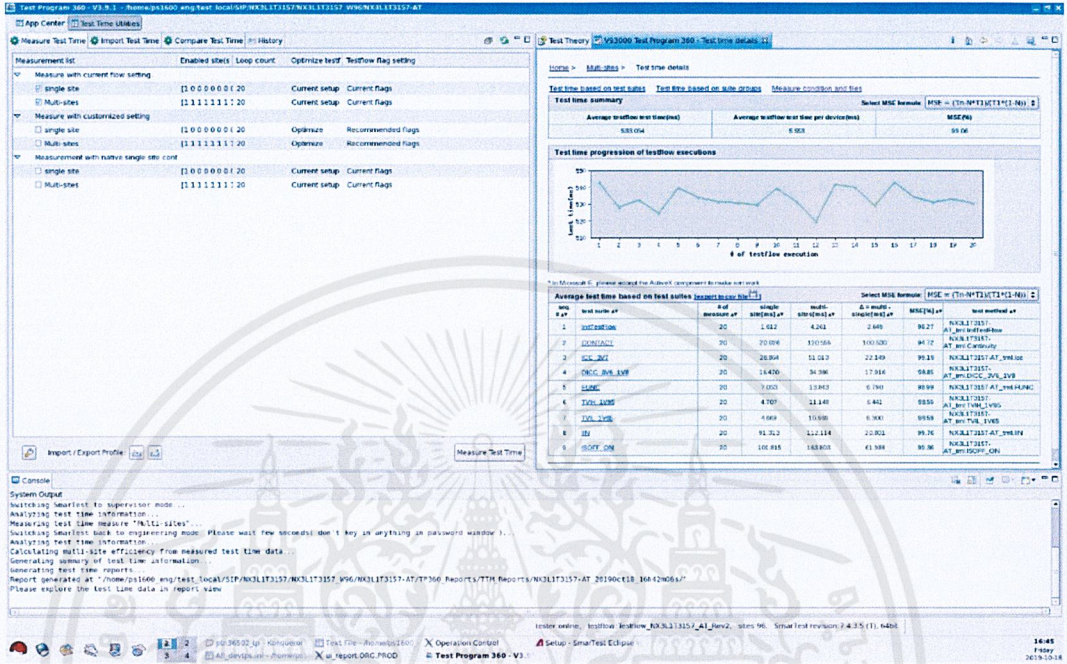


รูปที่ 4.6 Open socket



รูปที่ 4.7 Walking Zero

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.8 Test time

| Test Name | Test number | Unit | Q2 | Stdev | LAL | UAL | T Test | F Test | R&R | Reproducibility | Repeatability | Repeat- AVT | Repeat- SPA | Diff | Product | Tester |
|---|-------------|-------|--------|--------|--------|-------|--------|--------|------|-----------------|---------------|-------------|-------------|-----------|-----------|--------|
| ISOFF_ONISON_L_4/10_V1@C7008.A.1.MPR.mt_rst | 7.69 | -1.00 | 31.00 | 31.00 | -10.00 | 10.00 | 89.86 | 89.82 | 3.60 | 3.60 | 5.08 | 0.43 | 10.00 | 0.00E+000 | 1.17E+002 | |
| ISOFF_ONISON_L_4/10_V1@C7004.A.1.MPR.mt_rst | -0.12 | 7.62 | -31.00 | 31.00 | -10.00 | 10.00 | 89.89 | 89.06 | 4.96 | 7.00 | 0.36 | 10.00 | 0.00E+000 | 1.15E+002 | | |
| ISOFF_ONISOFF_L_4/10@V17001.A.1.MPR.mt_rst | 2.63 | 4.78 | -31.00 | 31.00 | -10.00 | 10.00 | 85.84 | 85.72 | 4.67 | 6.40 | 0.12 | 10.00 | 0.00E+000 | 4.91E+001 | | |
| ISOFF_ONISOFF_L_4/10@V17001.A.1.MPR.mt_rst | 0.02 | 4.87 | -31.00 | 31.00 | -10.00 | 10.00 | 83.84 | 83.50 | 2.11 | 2.88 | 0.10 | 10.00 | 1.20E+003 | 4.18E+001 | | |
| CONVACT_Const_P_shon@V11007.NA.1.MPR.mt_rst | -0.70 | 0.04 | -1.25 | -0.23 | 10.00 | 10.00 | 19.86 | 25.90 | 0.38 | 0.14 | 0.43 | 7.11 | 3.48E+009 | 2.63E+000 | | |
| ISOFF_ONISOFF_L_4/10_V1@C7007.NA.1.MPR.mt_rst | -0.66 | 2.15 | -31.00 | 31.00 | -10.00 | 10.00 | 24.72 | 24.45 | 2.88 | 4.06 | 0.39 | 6.74 | 5.71E+003 | 9.73E+000 | | |
| ISOFF_ONISON_L_4/10_V1@C7008.NA.1.MPR.mt_rst | -0.58 | 2.06 | -31.00 | 31.00 | -10.00 | 10.00 | 21.76 | 23.38 | 4.40 | 6.21 | 0.47 | 6.42 | 0.00E+000 | 7.62E+000 | | |
| CONVACT_Const_P_shon@C1006.V1.MPR.mt_rst | -0.72 | 0.02 | -1.25 | -0.23 | 10.00 | 7.65 | 21.07 | 21.06 | 0.38 | 0.18 | 0.51 | 5.78 | 6.05E+009 | 1.74E+003 | | |
| CONVACT_Const_P_shon@V11014.V1.MPR.mt_rst | 0.80 | 0.03 | 0.43 | 1.46 | -10.00 | 1.52 | 20.83 | 20.83 | 0.28 | 0.28 | 0.23 | 2.51 | 5.84 | 2.81E+009 | 1.65E+003 | |
| CONVACT_Const_P_shon@C1006.V1.MPR.mt_rst | -0.72 | 0.03 | -1.25 | -0.23 | 10.00 | 9.11 | 20.13 | 20.13 | 0.41 | 0.18 | 0.65 | 5.53 | 0.00E+000 | 1.58E+003 | | |
| ISOFF_ONISOFF_L_4/10@V11003.NA.1.MPR.mt_rst | 0.47 | 1.70 | -31.00 | 31.00 | -10.00 | 10.00 | 19.86 | 19.78 | 2.19 | 3.10 | 0.12 | 5.43 | 0.00E+000 | 5.86E+000 | | |
| CONVACT_Const_P_Open@V11003.V1.MPR.mt_rst | -0.70 | 0.04 | -1.25 | 0.10 | 10.00 | 10.00 | 19.87 | 19.87 | 0.07 | 0.11 | 0.36 | 4.37 | 3.48E+009 | 2.63E+003 | | |
| CONVACT_Const_P_shon@C1006.V1.MPR.mt_rst | -0.69 | 0.02 | -1.25 | -0.23 | 10.00 | 3.99 | 17.05 | 17.04 | 0.52 | 0.66 | 0.33 | 4.68 | 1.87E+007 | 1.14E+003 | | |
| CONVACT_Const_P_Open@C1004.V1.MPR.mt_rst | -0.72 | 0.03 | -1.25 | 0.10 | 10.00 | 7.65 | 19.92 | 19.91 | 0.29 | 0.14 | 0.49 | 4.37 | 6.05E+009 | 1.74E+003 | | |
| CONVACT_Const_P_Open@V10102.V1.MPR.mt_rst | -0.72 | 0.03 | -1.25 | 0.10 | 10.00 | 9.11 | 15.21 | 15.21 | 0.31 | 0.14 | 0.41 | 4.16 | 0.00E+000 | 1.59E+003 | | |
| CONVACT_Const_P_shon@V10103.V1.MPR.mt_rst | 0.80 | 0.02 | 0.43 | 1.46 | -10.00 | 1.56 | 16.19 | 16.19 | 0.23 | 0.20 | 0.26 | 4.17 | 6.47E+008 | 9.05E+004 | | |
| CONVACT_Const_P_Open@C1015.V1.MPR.mt_rst | 0.80 | 0.02 | 0.43 | 1.46 | -10.00 | 2.23 | 14.06 | 14.06 | 0.29 | 0.23 | 0.34 | 3.86 | 6.26E+008 | 7.75E+004 | | |
| ISOFF_ONISOFF_L_4/10@V17002.NA.1.MPR.mt_rst | 0.07 | 1.17 | -31.00 | 31.00 | -10.00 | 10.00 | 13.57 | 13.30 | 2.66 | 3.80 | 0.13 | 3.65 | 0.00E+000 | 2.56E+000 | | |
| CONVACT_Const_P_shon@V11011.V1.MPR.mt_rst | 0.80 | 0.03 | -0.10 | 1.46 | -10.00 | 1.52 | 13.51 | 13.51 | 0.17 | 0.18 | 0.16 | 3.71 | 2.81E+009 | 1.65E+003 | | |
| CONVACT_Const_P_Open@S1026.V1.MPR.mt_rst | -0.69 | 0.02 | -1.25 | 0.10 | 10.00 | 3.99 | 12.87 | 12.87 | 0.39 | 0.50 | 0.25 | 3.54 | 1.87E+007 | 1.14E+003 | | |
| CONVACT_Const_P_Open@V1010.V1.MPR.mt_rst | 0.80 | 0.02 | -0.10 | 1.46 | -10.00 | 1.56 | 10.00 | 10.00 | 0.19 | 0.13 | 0.17 | 2.75 | 6.47E+008 | 9.05E+004 | | |
| CONVACT_Const_P_Open@C1012.V1.MPR.mt_rst | 0.80 | 0.02 | -0.10 | 1.46 | -10.00 | 2.23 | 9.25 | 9.25 | 0.19 | 0.16 | 0.22 | 2.64 | 6.26E+008 | 7.75E+004 | | |
| DICC_3/8_V1@DCC_3/8_V1@C2000.NA.1.MPR.mt_rst | 1.62 | 0.04 | -0.10 | 3.56 | 10.00 | 10.00 | 7.37 | 7.18 | 1.66 | 2.31 | 0.38 | 1.97 | 9.84E+005 | 2.65E+003 | | |
| CONVACT_Const_P_Open@VCC1001.V1.MPR.mt_rst | -0.60 | 0.01 | -1.25 | -0.23 | 10.00 | 1.64 | 4.04 | 4.03 | 0.26 | 0.21 | 0.29 | 1.11 | 1.37E+007 | 6.36E+005 | | |
| CONVACT_Const_P_Open@VCC1000.V1.MPR.mt_rst | -0.60 | 0.01 | -1.25 | 0.10 | 10.00 | 1.64 | 3.05 | 3.04 | 0.19 | 0.16 | 0.22 | 0.64 | 1.37E+007 | 6.36E+005 | | |
| INVA_4/10@S6000.NA.1.MPR.mt_rst | 0.30 | 0.71 | -88.00 | 88.00 | 10.00 | 2.49 | 2.88 | 2.80 | 0.67 | 0.80 | 0.50 | 0.77 | 0.00E+000 | 9.17E+001 | | |
| INVA_4/10@S6010.NA.1.MPR.mt_rst | 3.43 | 0.68 | -88.00 | 88.00 | 10.00 | 4.57 | 2.68 | 2.68 | 0.67 | 0.85 | 0.40 | 0.71 | 0.00E+000 | 7.75E+001 | | |
| ICC_3/17@C3/17@C2000.NA.1.MPR.mt_rst | 26.34 | 1.33 | -10.00 | 600.00 | 10.00 | 10.00 | 1.45 | 1.36 | 0.48 | 0.65 | 0.18 | 0.37 | 1.49E+001 | 2.81E+000 | | |

รูปที่ 4.9 R & R analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีการดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Test Name | Low | Measured | High | Site(P/F) |
|-----------------|---------|------------|-----------|-----------|
| Cont_VCC_open | -1.250V | < -1.9554V | < 0.100V | Site:1(F) |
| Contact_N_Open | -1.250V | < -1.9534V | < 0.100V | Site:1(F) |
| Contact_N_Open | -1.250V | < -1.9523V | < 0.100V | Site:1(F) |
| Contact_N_Open | -1.250V | < -1.9520V | < 0.100V | Site:1(F) |
| Contact_N_Open | -1.250V | < -1.9536V | < 0.100V | Site:1(F) |
| Contact_P_Open | -0.100V | < 1.9491V | < 1.450V | Site:1(F) |
| Contact_P_Open | -0.100V | < 1.9497V | < 1.450V | Site:1(F) |
| Contact_P_Open | -0.100V | < 1.9500V | < 1.450V | Site:1(F) |
| Cont_VCC_Short | -2.000V | < -1.9554V | < -0.230V | Site:1 |
| Contact_N_short | -2.000V | < -1.9534V | < -0.230V | Site:1 |
| Contact_N_short | -2.000V | < -1.9523V | < -0.230V | Site:1 |
| Contact_N_short | -2.000V | < -1.9520V | < -0.230V | Site:1 |
| Contact_N_short | -2.000V | < -1.9536V | < -0.230V | Site:1 |
| Contact_P_short | 0.430V | < 1.9491V | < 2.000V | Site:1 |
| Contact_P_short | 0.430V | < 1.9497V | < 2.000V | Site:1 |
| Contact_P_short | 0.430V | < 1.9500V | < 2.000V | Site:1 |

รูปที่ 4.10 open socket evidence

| Tnum | Name | Cond | LoLimit | HiLimit | Unit | Mean | Sigma | Count | Cp | Cpk lo | Cpk hi | MinVal | MaxVal |
|-------|------------|--------|-----------|----------|------|----------|-------|-------|--------|--------|--------|----------|----------|
| 1000 | CONTACT | Site 1 | -1250.000 | 100.000 | mV | -588.871 | 0.358 | 76 | 627.69 | 614.79 | 640.59 | -589.579 | -587.827 |
| 1001 | CONTACT | Site 1 | -2000.000 | -230.000 | mV | -588.871 | 0.358 | 76 | 822.97 | 999.99 | 333.72 | -589.579 | -587.827 |
| 1002 | CONTACT | Site 1 | -1250.000 | 100.000 | mV | -704.370 | 0.364 | 76 | 617.82 | 499.41 | 736.23 | -705.112 | -703.515 |
| 1003 | CONTACT | Site 1 | -1250.000 | 100.000 | mV | -703.937 | 0.322 | 76 | 698.50 | 565.07 | 831.93 | -704.705 | -702.945 |
| 1004 | CONTACT | Site 1 | -1250.000 | 100.000 | mV | -704.424 | 0.333 | 76 | 674.70 | 545.33 | 804.07 | -705.282 | -703.368 |
| 1005 | CONTACT | Site 1 | -1250.000 | 100.000 | mV | -652.322 | 0.285 | 76 | 790.32 | 699.79 | 880.85 | -652.876 | -651.596 |
| 1006 | CONTACT | Site 1 | -2000.000 | -230.000 | mV | -704.370 | 0.364 | 76 | 810.03 | 999.99 | 434.19 | -705.112 | -703.515 |
| 1007 | CONTACT | Site 1 | -2000.000 | -230.000 | mV | -703.937 | 0.322 | 76 | 915.81 | 999.99 | 490.44 | -704.705 | -702.945 |
| 1008 | CONTACT | Site 1 | -2000.000 | -230.000 | mV | -704.424 | 0.333 | 76 | 884.61 | 999.99 | 474.21 | -705.282 | -703.368 |
| 1009 | CONTACT | Site 1 | -2000.000 | -230.000 | mV | -652.322 | 0.285 | 76 | 999.99 | 999.99 | 494.47 | -652.876 | -651.596 |
| 1010 | CONTACT | Site 1 | -0.100 | 1.450 | V | 0.776 | 0.001 | 76 | 505.77 | 571.84 | 439.71 | 0.775 | 0.778 |
| 1011 | CONTACT | Site 1 | -0.100 | 1.450 | V | 0.776 | 0.000 | 76 | 576.95 | 651.77 | 502.13 | 0.774 | 0.777 |
| 1012 | CONTACT | Site 1 | -0.100 | 1.450 | V | 0.775 | 0.000 | 76 | 597.95 | 675.44 | 520.46 | 0.775 | 0.776 |
| 1013 | CONTACT | Site 1 | 0.430 | 2.000 | V | 0.776 | 0.001 | 76 | 512.30 | 225.95 | 798.64 | 0.775 | 0.778 |
| 1014 | CONTACT | Site 1 | 0.430 | 2.000 | V | 0.776 | 0.000 | 76 | 584.40 | 257.21 | 911.58 | 0.774 | 0.777 |
| 1015 | CONTACT | Site 1 | 0.430 | 2.000 | V | 0.775 | 0.000 | 76 | 605.67 | 266.52 | 944.82 | 0.775 | 0.776 |
| 1999 | ICC_3V7: | Site 1 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | 0.000 | 76 | - | - | - | 1.000 | 1.000 |
| 2000 | ICC_3V7: | Site 1 | -10.000 | 600.000 | nA | 24.931 | 0.266 | 76 | 382.76 | 43.84 | 721.68 | 24.025 | 25.795 |
| 2600 | DICC_3V6 | Site 1 | -0.100 | 3.590 | uA | 2.048 | 0.001 | 76 | 781.74 | 909.96 | 653.53 | 2.046 | 2.050 |
| 4000 | FUNC:FUN | Site 1 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | 0.000 | 76 | - | - | - | 1.000 | 1.000 |
| 5010 | TVIH_1V9 | Site 1 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | 0.000 | 76 | - | - | - | 1.000 | 1.000 |
| 5060 | TVIL_1V6 | Site 1 | 1.000 | 1.000 | | 1.000 | 0.000 | 76 | - | - | - | 1.000 | 1.000 |
| 6000 | IIN:L_4V3 | Site 1 | -88.000 | 88.000 | nA | 1.768 | 0.147 | 76 | 199.79 | 203.80 | 195.78 | 1.441 | 2.112 |
| 6010 | IIN:H_4V | Site 1 | -88.000 | 88.000 | nA | 4.532 | 0.211 | 76 | 138.91 | 146.07 | 131.76 | 3.737 | 4.923 |
| 7000 | ISOFF_ON | Site 1 | -31.000 | 31.000 | nA | -5.037 | 0.134 | 76 | 77.26 | 64.70 | 89.81 | -5.391 | -4.738 |
| 7001 | ISOFF_ON | Site 1 | -31.000 | 31.000 | nA | -6.411 | 0.212 | 76 | 48.86 | 38.75 | 58.96 | -7.141 | -5.921 |
| 7002 | ISOFF_ON | Site 1 | -31.000 | 31.000 | nA | 3.339 | 0.166 | 76 | 62.13 | 68.87 | 55.43 | 2.003 | 3.998 |
| 7003 | ISOFF_ON | Site 1 | -31.000 | 31.000 | nA | 2.355 | 0.216 | 76 | 47.93 | - | - | - | 3.180 |
| 7004 | ISOFF_ON | Site 1 | -31.000 | 31.000 | nA | -10.493 | 0.384 | 76 | 26.93 | - | - | - | 9.675 |
| 7005 | ISOFF_ON | Site 1 | -31.000 | 31.000 | nA | -9.638 | 0.310 | 76 | 33.37 | - | - | - | 8.882 |
| 7006 | ISOFF_ON | Site 1 | -31.000 | 31.000 | nA | 1.829 | 0.417 | 76 | 24.81 | 26.27 | 23.34 | 0.701 | 3.527 |
| 7007 | ISOFF_ON | Site 1 | -31.000 | 31.000 | nA | 3.136 | 0.313 | 76 | 33.00 | 36.34 | 29.67 | 2.000 | 3.924 |
| 99998 | StartingSi | Site 1 | | | | 96.000 | 0.000 | 76 | - | - | - | 96.000 | 96.000 |
| 99999 | TestTime | Site 1 | | | ms | 563.200 | 9.098 | 76 | - | - | - | 541.000 | 590.000 |

Cp > 12.3

รูปที่ 4.11 Cp analysis

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| Tnum | Name | LoLimit | HiLimit | Unit | Mean | Sigma | Count | Cp | Cpk | Cpk_lo | Cpk_hi | MinVal | MaxVal |
|------|-------------------------------|-----------|----------|------|----------|-------|--------|--------|-------|--------|--------|----------|----------|
| 7005 | ISOFF_ON:ISON L 4V3 Y1@Z | -31.000 | 31.000 | nA | -8.745 | 1.721 | 60,601 | 6.00 | 4.31 | 4.31 | 7.70 | -15.993 | -2.861 |
| 2000 | ICC 3V7:ICC 3V7@VCC | -10.000 | 600.000 | nA | 25.748 | 2.573 | 60,601 | 39.51 | 4.63 | 4.63 | 74.39 | 16.839 | 36.453 |
| 7004 | ISOFF_ON:ISON L 4V3 Y0@Z | -31.000 | 31.000 | nA | -8.945 | 1.542 | 60,601 | 6.70 | 4.77 | 4.77 | 8.64 | -15.787 | -3.378 |
| 7007 | ISOFF_ON:ISON H 4V3 Y1@Z | -31.000 | 31.000 | nA | 2.181 | 1.549 | 60,601 | 6.67 | 6.20 | 7.14 | 6.20 | -3.905 | 8.386 |
| 7001 | ISOFF_ON:ISOFF L 4V3@Y1 | -31.000 | 31.000 | nA | -4.031 | 1.234 | 60,601 | 8.38 | 7.29 | 7.29 | 9.46 | -9.796 | 1.740 |
| 7006 | ISOFF_ON:ISON H 4V3 Y0@Z | -31.000 | 31.000 | nA | 1.509 | 1.304 | 60,601 | 7.92 | 7.54 | 8.31 | 7.54 | -4.159 | 7.247 |
| 7000 | ISOFF_ON:ISOFF L 4V3@Y0 | -31.000 | 31.000 | nA | -4.114 | 1.149 | 60,601 | 8.99 | 7.80 | 7.80 | 10.18 | -8.348 | 1.102 |
| 7003 | ISOFF_ON:ISOFF H 4V3@Y1 | -31.000 | 31.000 | nA | 3.230 | 1.013 | 60,601 | 10.20 | 9.14 | 11.27 | 9.14 | -0.816 | 7.329 |
| 2600 | DICC 3V6 1V8:DICC 3V6 1V8@VCC | -0.100 | 3.590 | uA | 1.976 | 0.046 | 60,601 | 13.45 | 11.77 | 15.14 | 11.77 | 1.767 | 2.135 |
| 7002 | ISOFF_ON:ISOFF H 4V3@Y0 | -31.000 | 31.000 | nA | 2.740 | 0.781 | 60,601 | 13.23 | 12.06 | 14.40 | 12.06 | -0.203 | 6.121 |
| 1001 | CONTACT:Cont VCC Short@VCC | -2000.000 | -230.000 | mV | -593.869 | 4.421 | 60,601 | 66.72 | 27.43 | 106.01 | 27.43 | -614.842 | -582.732 |
| 1009 | CONTACT:Contact N short@S | -2000.000 | -230.000 | mV | -658.506 | 4.669 | 60,601 | 63.19 | 30.59 | 95.78 | 30.59 | -682.439 | -645.993 |
| 1015 | CONTACT:Contact P short@Z | 0.430 | 2.000 | V | 0.774 | 0.004 | 60,601 | 72.12 | 31.59 | 31.59 | 112.66 | 0.765 | 0.790 |
| 1014 | CONTACT:Contact P short@Y1 | 0.430 | 2.000 | V | 0.775 | 0.004 | 60,601 | 72.09 | 31.69 | 31.69 | 112.49 | 0.766 | 0.790 |
| 1013 | CONTACT:Contact P short@Y0 | 0.430 | 2.000 | V | 0.775 | 0.003 | 60,601 | 76.33 | 33.54 | 33.54 | 119.11 | 0.766 | 0.789 |
| 6010 | IIN:H 4V3@S | -88.000 | 88.000 | nA | 4.378 | 0.831 | 60,601 | 35.31 | 33.55 | 37.07 | 33.55 | 1.344 | 7.881 |
| 6000 | IIN:L 4V3@S | -88.000 | 88.000 | nA | 1.694 | 0.822 | 60,601 | 35.69 | 35.00 | 36.38 | 35.00 | -1.850 | 4.760 |
| 1005 | CONTACT:Contact N Open@S | -1250.000 | 100.000 | mV | -658.506 | 4.669 | 60,601 | 48.19 | 42.23 | 42.23 | 54.15 | -682.439 | -645.993 |
| 1000 | CONTACT:Cont VCC open@VCC | -1250.000 | 100.000 | mV | -593.869 | 4.421 | 60,601 | 50.89 | 49.47 | 49.47 | 52.31 | -614.842 | -582.732 |
| 1011 | CONTACT:Contact P Open@Y1 | -0.100 | 1.450 | V | 0.775 | 0.004 | 60,601 | 71.17 | 61.98 | 80.36 | 61.98 | 0.766 | 0.790 |
| 1012 | CONTACT:Contact P Open@Z | -0.100 | 1.450 | V | 0.774 | 0.004 | 60,601 | 71.20 | 62.13 | | | | 0.790 |
| 1010 | CONTACT:Contact P Open@Y0 | -0.100 | 1.450 | V | 0.775 | 0.003 | 60,601 | 75.35 | 65.63 | | | | 0.790 |
| 1008 | CONTACT:Contact N short@Z | -2000.000 | -230.000 | mV | -702.248 | 2.352 | 60,601 | 125.44 | 66.94 | | | | 0.790 |
| 1006 | CONTACT:Contact N short@Y0 | -2000.000 | -230.000 | mV | -703.396 | 2.262 | 60,601 | 130.39 | 69.75 | | | | 0.790 |
| 1007 | CONTACT:Contact N short@Y1 | -2000.000 | -230.000 | mV | -703.109 | 2.220 | 60,601 | 132.86 | 71.02 | 194.69 | 71.02 | -712.560 | -694.713 |
| 1004 | CONTACT:Contact N Open@Z | -1250.000 | 100.000 | mV | -702.248 | 2.352 | 60,601 | 95.68 | 77.64 | 77.64 | 113.71 | -711.346 | -694.013 |
| 1002 | CONTACT:Contact N Open@Y0 | -1250.000 | 100.000 | mV | -703.396 | 2.262 | 60,601 | 99.45 | 80.53 | 80.53 | 118.37 | -712.698 | -695.218 |
| 1003 | CONTACT:Contact N Open@Y1 | -1250.000 | 100.000 | mV | -703.109 | 2.220 | 60,601 | 101.33 | 82.10 | 82.10 | 120.56 | -712.560 | -694.713 |

Cpk > 1.67

รูปที่ 4.12 Cpk analysis

| | |
|--------------------------|--------|
| <i>CWT605W0267_CW_85</i> | |
| Tested parts | 60601 |
| Fail parts | 71 |
| Yield | 99.88% |

รูปที่ 4.13 Yield in production

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย

5.1. สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยเรื่อง การย้ายเครื่องทดสอบของตัวงาน NX3L1T3157 Wafer Test จาก เครื่องทดสอบ SPEA 8 sites ไปยังเครื่องทดสอบ Advantest 93K-PS1600-DIG 96 sites โดยผู้เขียนโปรแกรมได้เริ่มจากการ ทำการศึกษาคุณสมบัติต่าง ๆ ของตัวชิ้นงาน NX3L1T3157 และทำการเขียนโปรแกรมผ่านไลบรารีพิเศษของเครื่อง Advantest 93K-PS1600-DIG ตามรายการทดสอบของเครื่องทดสอบ SPEA ทุกประการ

การออกแบบฮาร์ดแวร์ในงานวิจัย ได้เริ่มจากการศึกษาข้อมูลตัวงาน คุณสมบัติ การทำงาน รวมถึงขีดจำกัดของกระแสและแรงดันที่ตัวงานทนได้ เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาในขั้นตอนต่อไปในสายการผลิต

การเขียนโปรแกรม ทางผู้วิจัยได้ใช้ภาษา C ที่มีไลบรารีพิเศษของทางบริษัทเครื่องทดสอบ Advantest ที่มีการใช้งานง่าย สะดวก รวดเร็ว โดยผ่านการอบรมจาก ทางทีม และทางวิศวกรของบริษัทเครื่องทดสอบ

ในการทดสอบชิ้นงาน NX3L1T3157 ในสายการผลิตได้ผลการทดลองประสิทธิภาพค่อนข้างสูง โดยได้ค่า yield 99.88% จากการทดสอบทั้งแผ่น Wafer และได้ค่า Cp และ Cpk สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้มาก (Cp และ Cpk แสดงถึงเสถียรภาพในการทดสอบชิ้นงาน)

5.2. ข้อเสนอแนะงานวิจัย

จากการวิจัย เนื่องจากผู้วิจัยได้ใช้เครื่องทดสอบ Advantest 93K-PS1600-DIG ซึ่งเป็นเครื่องที่มีเทคโนโลยีใหม่ มีประสิทธิภาพในการทดสอบตัวชิ้นงานสูง รวมถึงมีฟังก์ชันการใช้งานทางด้านดิจิทัลค่อนข้างครบครัน ทำให้มีราคาค่อนข้างสูง จึงต้องใช้อย่างระมัดระวัง จึงอยากจะเสนอให้มีการให้ความรู้แก่วิศวกรและผู้ใช้อย่างละเอียดมากกว่านี้ เพื่อป้องกันความเสียหายจากการใช้เครื่องทดสอบผิดวิธี

เอกสารอ้างอิง

[1] วงจรรวม

<https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A7%E0%B8%87%E0%B8%88%E0%B8%A3%E0%B8%A3%E0%B8%A7%E0%B8%A1>

[2] ความสามารถของกระบวนการวัด <http://www.oconnors.co.th/instrument/download/QC-Gauge%20R&R.pdf>

[3] ค่าความสามารถของกระบวนการ Cp Cpk

<https://www.solutioncenterminitab.com/blog/%E0%B8%9A%E0%B8%97%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1-9/>

[4] การทดสอบทางไฟฟ้า <http://sanong2003.tripod.com/icm1-05.htm>

[5] การใช้งาน Digital output

<http://aimagin.com/blog/%E0%B8%94%E0%B8%B4%E0%B8%88%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%AD%E0%B8%A5%E0%B8%AD%E0%B8%B4%E0%B8%99%E0%B8%9E%E0%B8%B8%E0%B8%97%E0%B9%80%E0%B8%AD%E0%B8%B2%E0%B8%97%E0%B9%8C%E0%B8%9E%E0%B8%B8%E0%B8%97-stm32f4/?lang=th>

[6] MSA <https://www.datalyzer.com/th/knowledge/wat-is-msa/>

[7] Datasheet NVT2001 https://www.nxp.com/docs/en/data-sheet/NVT2001_NVT2002.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

1. รูปของพนักงานวิจัยกับเครื่อง Advantest 93K-PS1600-DIG



2. รูปของพนักงานวิจัยและทีม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล. นายสิริภักดิ์ ร่มเพชร
วัน เดือน ปีเกิด 12 กุมภาพันธ์ 2541
ที่อยู่ 85/15 หมู่ 3 ถนน 瑪ลัยแมน ตำบลนครปฐม อำเภอเมืองนครปฐม จังหวัด
นครปฐม 73000
อีเมลล์ 59011410@kmitl.ac.th
Eark_2@hotmail.com
เบอร์โทรศัพท์ 089-495-7215
ประวัติการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ความชำนาญเฉพาะด้าน การเขียนโปรแกรมทดสอบ IC เครื่องทดสอบ Advantest 93k

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้