การพัฒนาโปรแกรมวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เนื่องมาจากอุปกรณ์หลักในเครื่องทดสอบ

พีรพันธุ์ คงเจริญ

DPU

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์
พ.ศ. 2549

ISBN 974-671-495-3

Development a Program to Analyze Failures During IC Testing Which Caused by Main Instrument in Tester

PEERAPHAN KONGCHAROEN

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

For the Degree of Master of Science

Department of Engineering Management

Graduate School, Dhurakij Pundit University

2006

ISBN 974-671-495-3

DPU

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ฆ
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... ง
กิตติกรรมประกาศ..... จ
สารบัญตาราง..... ฌ
สารบัญภาพ..... ญ
บทที่
1. บทนำ..... 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 3
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย..... 3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 4
1.5 ขั้นตอนการวิจัย..... 4
1.6 ช่วงเวลาของการวิจัย..... 5
1.7 แผนผังแสดงขั้นตอนการวิจัย..... 6
2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 7
2.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญ..... 7
2.1.1 ความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ..... 7
2.1.2 ลักษณะพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ..... 7
2.1.3 องค์ประกอบพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ..... 7
2.1.4 วิธีการในการดึงความรู้..... 8
2.1.5 การแทนค่าความรู้..... 8
2.1.6 กลไกการวินิจฉัย..... 11
2.2 วรรณกรรมวิจารณ์..... 11
3. ระเบียบวิธีวิจัย..... 14
3.1 วิธีการวิจัย..... 14
3.1.1 โครงสร้างของเครื่อง Tester..... 14
3.1.2 การออกแบบส่วนโปรแกรม..... 15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.3 การทำงานของโปรแกรม..... 18
3.2 เครื่องมือในการวิจัย..... 19
4. การวิจัย..... 20
4.1 การออกแบบโครงสร้างของโปรแกรม..... 20
4.1.1 ลักษณะการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใน Speed Test Fucntion..... 21
4.1.2 อุปกรณ์หลักที่ใช้ในการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์..... 22
4.1.3 ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์..... 27
4.1.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัญหากับอุปกรณ์หลัก..... 29
4.2 โปรแกรมวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เนื่องมาจากอุปกรณ์หลักใน Tester..... 31
4.2.1 โครงสร้างของโปรแกรม..... 31
4.3 การใช้งานโปรแกรม..... 34
5. การทดสอบโปรแกรมและผลการทดลอง..... 38
5.1 การทดสอบโปรแกรมโดยปรับค่าพารามิเตอร์ของ AC Instrument..... 38
5.1.1 ปรับ sync vector พารามิเตอร์..... 38
5.1.2 ปรับ Amplitude พารามิเตอร์..... 39
5.2 การทดสอบโปรแกรมโดยปรับพารามิเตอร์ของ Timing Instrument..... 40
5.2.1 ปรับ enable พารามิเตอร์..... 40
5.3 การทดสอบโปรแกรมโดยปรับพารามิเตอร์ของ Digital Instrument..... 42
5.3.1 การปรับ digital พารามิเตอร์ของ digital channel ในกลุ่มที่ 1..... 42
5.3.2 การปรับ digital พารามิเตอร์ของ digital channel ในกลุ่มที่ 2..... 45
5.3.3 การปรับ digital พารามิเตอร์ของ digital channel ในกลุ่มที่ 3..... 46
5.4 ผลการทดลองใช้โปรแกรมในส่วนของการผลิต..... 47
5.5 สรุปผลการทดลอง..... 55
5.6 ข้อเสนอแนะ..... 55
บรรณานุกรม..... 56

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ภาคผนวก 59

DPU

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตารางการใช้เฟรมในการวิเคราะห์ 9

5.1 ตารางแสดงระยะเวลาในการหยุดเครื่องช่วงเดือนตุลาคมถึงปัจจุบัน 48

5.2 ตารางแสดงระยะเวลาในการหยุดเครื่องช่วงเดือนตุลาคมถึงปัจจุบัน
เมื่อทำการตัดชั่วโมงของปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์ย่อย 49

5.3 ตารางแสดงระยะเวลาในการหยุดเครื่องช่วงเดือนตุลาคม
ถึงปัจจุบันของเครื่องเบอร์ 1 และเบอร์ 2 50

5.4 ตารางแสดงระยะเวลาในการหยุดเครื่องช่วงเดือนตุลาคม
ถึงปัจจุบันของเครื่องเบอร์ 3 และเบอร์ 4 51

5.5 ตารางแสดงระยะเวลาในการหยุดเครื่องช่วงเดือนตุลาคม
ถึงปัจจุบันของเครื่องเบอร์ 5 52

5.6 สาเหตุของเวลาที่ต้องหยุดเครื่องก่อนการใช้โปรแกรม 53

5.7 สาเหตุของเวลาที่ต้องหยุดเครื่องหลังการใช้โปรแกรม 53

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 กราฟฟิกในการแทนค่า..... 10
2.2 Block diagram ของกลไกการวินิจฉัย..... 11
3.1 ลักษณะของเครื่อง Tester..... 14
3.2 ลักษณะภายในของ Test Head..... 14
3.3 รูปแสดงต้นแบบการใช้ WBS ในการจัดเก็บข้อมูล..... 15
3.4 รูปแสดงตัวอย่างการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์..... 16
3.5 รูปแสดงตัวอย่างการโปรแกรม..... 16
3.6 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมการทดสอบ..... 17
3.7 แผนผังการทำงานของโปรแกรม..... 19
4.1 รูปแสดงการออกแบบกระบวนการในการสร้างฐานข้อมูล..... 21
4.2 รูปแสดงผลการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 25 การทดสอบ..... 22
4.3 รูปแสดงอุปกรณ์หลักใน Tester..... 22
4.4 รูปแสดงอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ Test#4300 ถึง #4303..... 23
4.5 รูปแสดงอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ Test#4304 ถึง #4313..... 25
4.6 รูปแสดงอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ Test#4314 ถึง #4325..... 26
4.7 รูปแสดงผลการทดสอบที่แสดงผลบนหน้าต่างแสดงผลการทดสอบ..... 27
4.8 แผนภาพแสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุของ Test#4300 ถึง #4303..... 29
4.9 แผนภาพแสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุของ Test#4304 ถึง #4313..... 30
4.10 แผนภาพแสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุของ Test#4314 ถึง #4325..... 30
4.11 รูปแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์หลักของ Tester..... 31
4.12 รูปแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์หลักของเครื่องเมื่อเกิด
การเปลี่ยนแปลงที่ปรากฏบนอีเมลล์ของวิศวกร..... 32
4.13 รูปแสดงวิธีการกำหนดชื่อไฟล์ในฐานข้อมูล..... 32
4.14 รูปแสดงการแสดงผลของโปรแกรมเมื่อไม่มีข้อมูลในฐานข้อมูล..... 33
4.15 รูปภาพแสดง Station Window..... 34
4.16 รูปภาพแสดง Expert Failure Analysis Window..... 34
4.17 รูปภาพแสดงการป้อนหมายเลขของการทดสอบ..... 35

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4.18 รูปภาพแสดงการประมวลผลการค้นหาในฐานข้อมูล..... 35
4.19 รูปภาพแสดงการผลการเลือกฐานข้อมูล..... 36
4.20 รูปภาพแสดงการผลการวิเคราะห์..... 36
4.21 รูปภาพแสดงการผลการวิเคราะห์ในกรณีไม่มีข้อมูลในฐานข้อมูล..... 37
5.1 ลักษณะการผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ sync vector พารามิเตอร์..... 38
5.2 ผลการทดสอบโปรแกรมการที่เกิดจากการปรับ sync vector พารามิเตอร์..... 39
5.3 ลักษณะการผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ Amplitude พารามิเตอร์..... 39
5.4 ผลการทดสอบโปรแกรมการที่เกิดจากการปรับ Amplitude พารามิเตอร์..... 40
5.5 ลักษณะการผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ TJA พารามิเตอร์..... 41
5.6 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ TJA พารามิเตอร์..... 41
5.7 ลักษณะการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ
RWCLK_TEST1 Digital พารามิเตอร์..... 42
5.8 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ
RWCLK_TEST1 Digital พารามิเตอร์..... 43
5.9 ลักษณะการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ
TST1 Digital พารามิเตอร์..... 43
5.10 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ
TST1 Digital พารามิเตอร์..... 44
5.11 ลักษณะการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ
TST2 Digital พารามิเตอร์..... 44
5.12 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ
TST2 Digital พารามิเตอร์..... 45
5.13 ลักษณะการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ
SDATA Digital พารามิเตอร์..... 45
5.14 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ
SDATA Digital พารามิเตอร์..... 46

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

5.15 ลักษณะการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ
SDATA_STEST15 Digital พารามิเตอร์ 46

5.16 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ
SDATA_STEST15 Digital พารามิเตอร์ 47

5.17 ภาพแสดงผลการใช้งานโปรแกรม 54

DPU

หัวข้อวิทยานิพนธ์ โปรแกรมวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เนื่องมาจากอุปกรณ์หลักในเครื่อง Tester
ชื่อผู้เขียน พีรพันธุ์ คงเจริญ
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศุภรัชชัย วรรัตน์
สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม
ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อลดระยะเวลาในการหยุดเครื่องเพื่อทำการแก้ไขปัญหาในโรงงานอิเล็กทรอนิกส์ โดยการออกแบบโปรแกรมที่สามารถช่วยวิเคราะห์ปัญหาใน Speed Test Function อันเนื่องมาจากอุปกรณ์หลักในเครื่องทดสอบซึ่งจะประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก DC, Analog, Digital และ Timing และนอกจากนี้ตัวโปรแกรมยังสามารถเรียกใช้ฐานข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวมวิธีการแก้ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นมาก่อน

แหล่งความรู้ในงานวิจัย ได้มาจากประสบการณ์ของผู้เชี่ยวชาญทั้งในส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และในส่วนของเครื่องทดสอบและยังได้มาจากการทดลองปรับค่าพารามิเตอร์ต่างๆ แนวทางในการวิเคราะห์ปัญหาใช้วิธีแบ่งแยกออกเป็นกลุ่มย่อย แล้วทำการแยกแยะคุณลักษณะของปัญหาออกมาเพื่อหาสาเหตุที่เป็นไปได้และอุปกรณ์หลักที่เกี่ยวข้อง งานวิจัยนี้ใช้โปรแกรม Unix และโปรแกรมเฉพาะทางของเครื่องทดสอบใช้ การแทนค่าความรู้โดยใช้กฎ การแทนค่าแบบเฟรม การแทนค่าโดยใช้กราฟฟิก และกลไกการวินิจฉัยแบบย้อนกลับร่วมกัน ผู้ใช้สามารถใช้โปรแกรมได้โดยการป้อนข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้น และบางครั้งอาจจะต้องมีการตอบคำถามจากหน้าจอของโปรแกรม ในกรณีที่ปัญหาเคยเกิดขึ้นมาก่อน โปรแกรมจะแสดงผลการค้นหาทั้งหมดในฐานข้อมูล ส่วนปัญหาที่ยังไม่เคยเกิดขึ้น โปรแกรมจะแสดงผลการวินิจฉัยในรูปของการสาเหตุที่เป็นไปได้ของปัญหานั้น

การทดสอบใช้โปรแกรมกับเครื่องทดสอบ 5 เครื่องพบว่าปัญหาระยะเวลาหยุดเครื่องที่ยาวนานโดยเฉลี่ยลดลง 22% นอกจากนี้ปัญหาอันเนื่องมาจากการเปลี่ยนอุปกรณ์ผิดและปัญหาที่วิศวกรต้องมาเริ่มต้นใหม่นั้นไม่เกิดขึ้นอีกเลยหลังจากการได้มีการใช้โปรแกรมนี้

Thesis Title	Development a Program to Analyze Failures During IC Testing Which Caused by Main Instrument in Tester
Author	Peeraphan Kongcharoen
Thesis Advisor	Assistant Professor Suparatchai Vorarat, Ph.D.
Department	Engineering Management
Academic Year	2006

ABSTRACT

The objective of this thesis is to reduce the downtime in Electronics factory by designing the program to analyze the failure in Speed Test Function. This program can analyze the failure which might cause by DC instrument, Analog instrument, Digital instrument and Timing instrument. And This program also use the database which consist of many solutions for known problem.

The knowledge sources are experience from expert IC designer, expert Tester programmer and simulated parameter experiment. The problems are divided into minor groups which characteristics are to be analyzed for the possible root cause and related instrument. This program are developed base on Unix program, Tester's program, production rules, Frames, Semantic Networks and backward chaining inference engine. Base on the failure information from user, the application determines the possible root cause in case of a new problem and the application will show all the information in database in case of a known problem.

The program is installed in 5 systems. Downtime is reduced 22% and the problem which is swapping wrong instrument and the problem which is unknown solving step never happen again after using the program.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในโรงงานอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำการผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์(Integrated Circuit : IC) การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ถือว่าเป็นกระบวนการสำคัญและเป็นกระบวนการสุดท้ายในการทดสอบคุณภาพของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผลิตขึ้น ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทุกตัวต้องผ่านการทดสอบการทำงานทุกหน้าที่ของตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้น ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัวที่ผ่านการทดสอบการทำงานจึงจะนำไปบรรจุส่งให้ลูกค้า โดยการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นจะใช้เครื่องมือที่เรียกว่า ATE (Automatic Test Equipment) หรือที่เรียกว่าเครื่อง Tester โดยที่เครื่อง Tester นั้นจะมีอุปกรณ์ที่จำเป็นต่อการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และยังต้องมีการโปรแกรมการทดสอบการทำงานให้ตรงกับความสามารถของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นๆ เพื่อให้เครื่องTesterสามารถแยกได้ว่าอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ตัวไหนดีตัวไหนไม่ดี

โดยปัญหาที่พบบ่อยคือ จำนวนงานที่ผ่านการทดสอบที่ได้ในแต่ละวันโดยรวมแล้วไม่ได้ตรงกับที่ประมาณการไว้ ซึ่งสาเหตุหลักๆส่วนใหญ่จะมาจากที่ระยะเวลาในการหยุดเครื่องนานเกินกว่าการประมาณไว้ในแผนการผลิต ซึ่งระยะเวลาในการหยุดเครื่องที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่จะมาจากระยะเวลาในการหยุดเครื่องที่เกิดจากเครื่อง Tester ไม่สามารถทดสอบงานได้ กับระยะเวลาในการหยุดเครื่องที่เกิดจากงานที่ผ่านการทดสอบแต่ไม่ได้ตามที่ประเมินไว้ (low yield) ซึ่งปัญหาดังกล่าวอาจเกิดได้จากสาเหตุดังต่อไปนี้

1. ปัญหาที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่สามารถเกิดได้จากหลากหลายสาเหตุ ทำให้ช่างเสียเวลาในการพิสูจน์อุปกรณ์หลายๆอย่างในเครื่อง Tester

2. ประสบการณ์ของช่างแต่ละคนไม่เท่ากันและไม่มีระบบการส่งต่อข้อมูลการซ่อมที่ดีระหว่างช่าง

3. ปัญหาบางปัญหาที่เกิดขึ้น ช่างไม่เคยเจอมาก่อนเลยไม่รู้ว่าจะเริ่มจากตรงไหน

4. ช่างไม่รู้โครงสร้างของการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการทดสอบซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างชนิดกันถึงแม้จะทดสอบการทำงานแบบเดียวกัน แต่ก็ใช้อุปกรณ์คนละอย่างทำให้ช่างบางครั้งแก้ไขปัญหาผิดทาง

5. ขาดการบันทึกที่ดีว่าได้ทำอะไรไปบ้างก่อนที่วิศวกรจะเข้าไปตรวจสอบ ทำให้บางครั้งต้องทำซ้ำซ้อนกัน

6. ช่างไม่ได้รับอนุญาตให้ทำการแก้ไขโปรแกรมการทดสอบ(Test program)

7. การเปลี่ยนหรือการสลับอุปกรณ์ต้องเสียเวลาในการโหลดโปรแกรมการทดสอบ และเมื่อเกิดการสลับหรือเปลี่ยนผิดยิ่งทำให้เสียเวลามากขึ้น

8. ในการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะทำการทดสอบทีละ 4 ตัวพร้อมกัน โดยแต่ละตัวจะอยู่ที่ตำแหน่ง(site)ต่างๆกันบนบอร์ดที่ใช้ทดสอบงาน ดังนั้นบางครั้งช่างรู้ว่าต้องเปลี่ยนอุปกรณ์อะไร แต่ไม่รู้ว่าอุปกรณ์นั้นใช้กับงานที่ตำแหน่ง(site)อะไร ทำให้เกิดการเปลี่ยนอุปกรณ์ผิดได้

จากสาเหตุของปัญหาของเวลาระยะเวลาในการหยุดเครื่องที่นานนั้น สามารถสรุปได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ

1. ขาดระบบการจัดการที่ดีกับฐานข้อมูลที่มีอยู่ คือไม่มีการจัดเก็บกับวิธีการแก้ปัญหาที่เคยแก้ไขได้แล้วอย่างเป็นระบบ ทำให้บางปัญหาทั้งที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วแต่ช่างบางคนไม่รู้ ทำให้เสียเวลาในการหาว่าเกิดจากอุปกรณ์อะไร นอกจากนี้การขาดการจัดการที่ดี ทำให้เวลาที่มีการต่อช่วงการทำงานกันของช่าง บางครั้งเกิดการสื่อสารที่ผิดพลาด เช่น ช่างที่จะมาซ่อมต่อ ได้ยินว่าช่างช่วงเช้าได้เปลี่ยนอุปกรณ์นั้นไปแล้ว ช่างที่เข้ามาทำต่อก็จะข้ามขั้นตอนนั้นไป ซึ่งจริงแล้วช่างช่วงเช้าอาจจะยังไม่ได้เปลี่ยนอุปกรณ์นั้น

2. โครงสร้างของโปรแกรมการทดสอบที่ซับซ้อนและมีความสำคัญอย่างมากต่อการทดสอบตัวงาน ทำให้จึงต้องจำกัดผู้ที่สามารถแก้ไขโปรแกรมการทดสอบให้ใช้ได้เฉพาะวิศวกร ดังนั้นเวลาเกิดปัญหาใหม่ๆช่างจะไม่สามารถทำอะไรได้เลย ต้องรอวิศวกรและนอกจากนี้บางทีตัววิศวกรเองยังต้องใช้เวลาอย่างมากในการวิเคราะห์หาปัญหา เนื่องมาจากตัวโปรแกรมการทดสอบที่ซับซ้อน และเพราะว่ามีหลายอุปกรณ์ที่ใช้งานกับทดสอบนั้นๆ ดังนั้นการที่จะหาสาเหตุว่าปัญหาเกิดจากอุปกรณ์ไหนในเครื่องTesterจึงเป็นไปได้ยาก

3. การเปิดและปิดเครื่อง Tester ในแต่ละครั้งเพื่อทำการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่สงสัย ต้องเสียเวลาในการโหลดโปรแกรมการทดสอบอย่างน้อยครึ่งชม.ถึง 2 ชม. และนอกจากนี้เนื่องจากTester 1 เครื่อง สามารถทดสอบงานได้ทีละ 4 ตัวพร้อมกัน ซึ่งหมายความว่าอุปกรณ์ชนิดเดียวกัน แต่ใช้กับงานคนละตำแหน่ง(site) ดังนั้นถึงแม้จะรู้ว่าใช้อุปกรณ์อะไร แต่ถ้าเปลี่ยนผิดตำแหน่ง(site) ก็ต้องเสียเวลาปิดและเปิดเครื่องใหม่อีกยิ่งทำให้เสียเวลามากขึ้นหรืออาจทำให้หลงทางไปเลยเพราะนึกว่าเปลี่ยนอุปกรณ์ถูกแล้วแต่แก้ปัญหาไม่ได้

จากปัญหาดังกล่าว จะเห็นว่าถ้ามีการจัดการกับวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้วิธีการแก้ปัญหาแบบเดิม โดยอาศัยประสบการณ์ของช่างแต่ละคนมาเป็นวิธีการแก้ปัญหาแบบมีระบบฐานข้อมูลที่รวบรวมเอาวิธีการแก้ปัญหาที่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ผนวกกับระบบที่สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน และสามารถบันทึกลงฐานข้อมูลโดยอัตโนมัติเพื่อให้ช่างที่ไม่เคยเจอปัญหานี้มาก่อนสามารถค้นหาได้ ปัญหาอันเนื่องมาจากระยะเวลาที่ทำการหยุดเครื่องที่นานเกินที่ส่งผลกระทบต่อการผลิตก็จะลดลง

ด้วยสาเหตุดังกล่าวข้างต้นและแนวคิดที่จะแก้ปัญหา โดยอาศัยหลักในการแก้ปัญหาที่เป็นระบบและการจัดการกับระบบฐานข้อมูลที่ดีจึงเกิดมาเป็นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้น โดยวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอถึงระบบที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นเพื่อทำการจัดการกับปัญหาที่เกิดโดยรวบรวมเอาวิธีการแก้ปัญหาต่างๆที่เคยเกิดขึ้นมาก่อน นอกจากนี้ระบบนี้ยังสามารถวิเคราะห์แนวทางในการปัญหาที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนแล้วทำการบันทึกลง

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1.2.1 ทำการออกแบบเขียนโปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ถึงปัญหาที่เกิดขึ้นใน speed test function ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ code 4490 ระหว่างการทดสอบอันเนื่องมาจากอุปกรณ์หลักใน Tester

1.2.2 ลดระยะเวลาในการหยุดเครื่อง เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเนื่องจากการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

1.3.1 ระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นจะใช้กับปัญหาสัดส่วนของงานดีที่ผ่านการทดสอบต่ำกว่ามาตรฐานใน speed test function ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ code 4490

1.3.2 ระบบที่พัฒนาขึ้นนั้นจะใช้กับปัญหาที่เกิดจากการทดสอบงานมาตรฐานไม่ผ่าน

1.3.3 ออกแบบฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลที่เคยเกิดขึ้นมาก่อนและยังไม่เคยเกิดขึ้นกับ speed test function ของ IC code 4490 speed test function ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ code 4490

1.3.4 ออกแบบระบบที่สามารถเรียกใช้ฐานข้อมูลได้

1.3.5 ออกแบบระบบที่สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดกับ speed test function ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ code 4490 ที่ยังไม่มีในฐานข้อมูล

1.3.6 ออกแบบระบบที่สามารถบันทึกถึงการเปลี่ยนแปลงของอุปกรณ์ใน Tester โดยอัตโนมัติ

1.3.7 ระยะเวลาในการหยุดเครื่องโดยรวม อันเนื่องมาจากปัญหาที่เกิดระหว่างการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จะต้องลดลงอย่างน้อย 5 - 10% จากเดิม

1.3.8 ความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาของระบบไม่รวมถึงปัญหาที่เกิดจากตัวงานเอง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ระยะเวลาในการหยุดเครื่องลดลง

1.4.2 ความรู้ความสามารถของช่างจะสูงขึ้นและใกล้เคียงกัน ทำให้ไม่มีปัญหาในการสลับตัวช่าง

1.4.3 สามารถนำระบบนี้ไปใช้ได้กับทุกโรงงานเซมิคอนดักเตอร์ที่ใช้เครื่อง Tester รุ่นเดียวกัน

1.4.4 สามารถนำแนวคิดนี้ไปใช้ได้กับเครื่อง Tester รุ่นอื่นๆได้

1.5 ขั้นตอนการวิจัย

1.5.1 ทำการเลือกชนิดงานที่จะใช้ในการวิจัย

1.5.2 ทำการเลือกฟังก์ชั่นการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่จะใช้ในการวิจัย

1.5.3 รวบรวมประวัติปัญหาต่างๆของงานที่เกิดขึ้นเนื่องจากฟังก์ชั่นที่จะใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งวิธี การแก้ไขที่เคยทำมาก่อน

1.5.4 ทำฐานข้อมูลโดยใช้หลักการ WBS จากข้อมูลที่รวบรวมได้

1.5.5 ทำการวิเคราะห์ฟังก์ชั่นที่ใช้ในการวิจัย ว่าใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง

1.5.6 เขียนแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละทดสอบกับอุปกรณ์ที่ใช้ในฟังก์ชั่นนี้ โดยที่ฟังก์ชั่น ที่จะใช้ในงานวิจัยนี้คือ Speed_Sort_Test Function ประกอบด้วย test number 4300 ถึง 4325 โดยที่

Test#4300 – 4303 มีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมด 6 บอร์ด(boards) ต่องาน 1ตัว

Test#4304 – 4313 มีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมด 5 บอร์ด(boards) ต่องาน 1ตัว

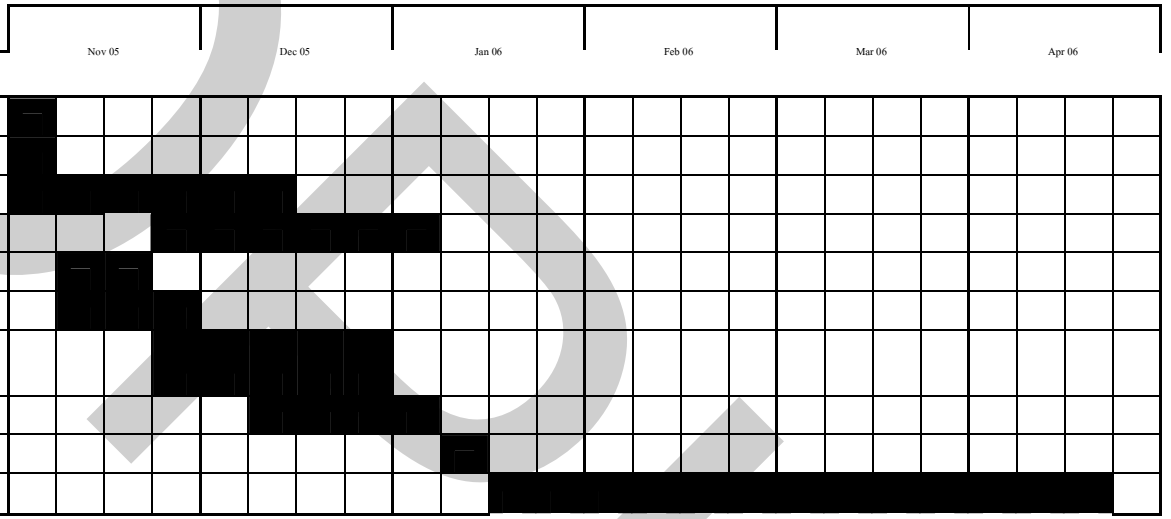
Test#4314 – 4325 มีอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมด 5 บอร์ด(boards) ต่องาน 1ตัว

1.5.7 เขียนโปรแกรมเพื่อใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างอุปกรณ์กับทดสอบต่างๆ ในฟังก์ชั่นที่ใช้ในการวิจัยตามแผนภาพที่ร่างขึ้น

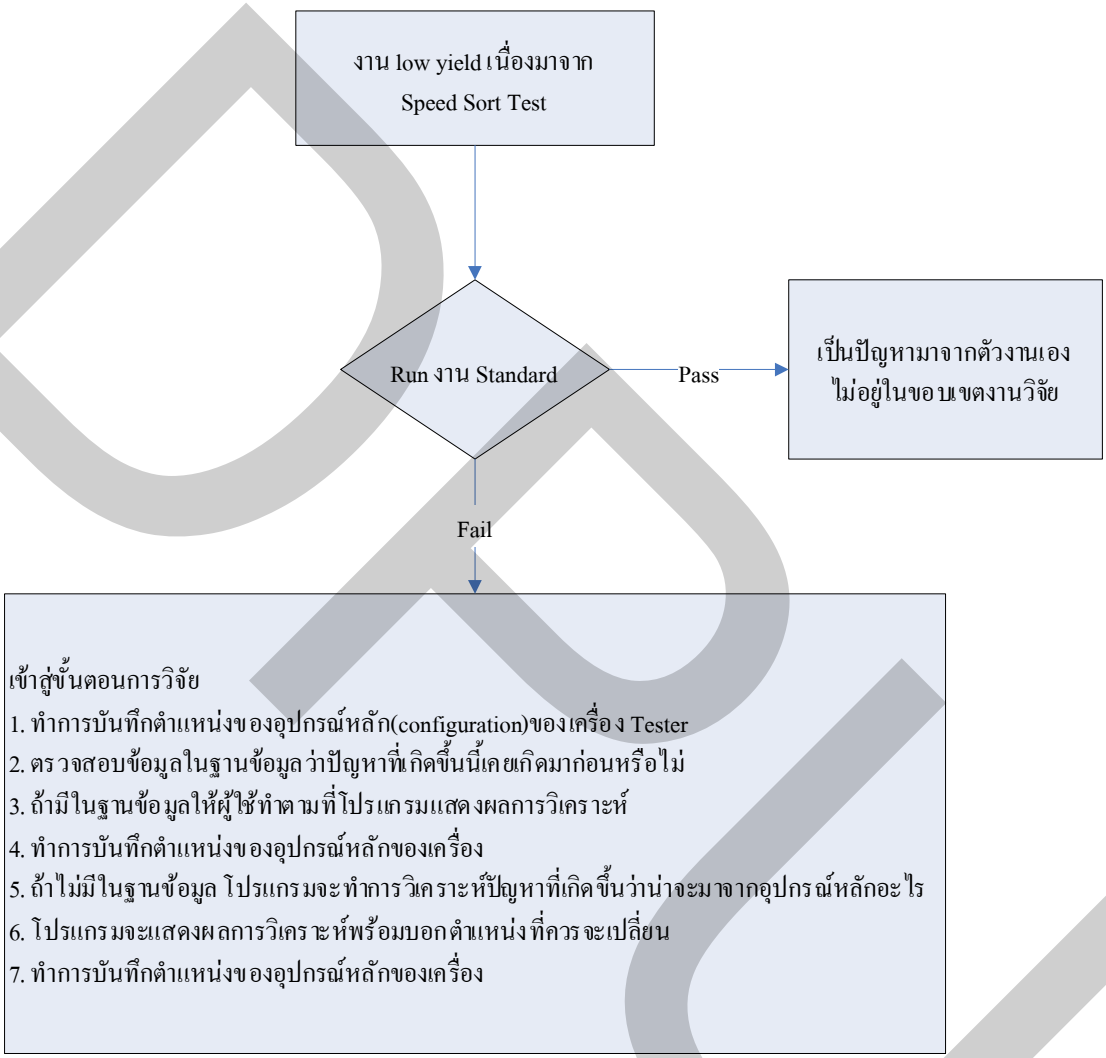
1.5.8 ทดสอบโปรแกรมที่เขียนขึ้น โดยใส่อุปกรณ์ที่มีปัญหาเข้าไปในเครื่องแล้วให้โปรแกรมวิเคราะห์ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นเกิดจากอุปกรณ์อะไร

1.6 ช่วงเวลาของงานวิจัย

ID	Task Name	Status
1	ทำการเลือก device ที่จะใช้ใน การวิจัย	Closed
2	ทำการเลือก function การทำงานของ IC ที่จะใช้ในการวิจัย	Closed
3	รวบรวมประวัติการ low yield ของ device	Closed
4	ทำ data base โดย ใช้หลักการ WBS	Closed
5	ทำการวิเคราะห์ function ที่ใช้ในการวิจัย ว่าใช้ instrument อะไรบ้าง	Closed
6	เขียน แผนภาพแสดงความสัมพันธ์ของแต่ละ test กับ instrument	Closed
7	เขียน โปรแกรมเพื่อใช้วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่าง instrument กับ test	Closed
8	ทดสอบ โปรแกรมที่เขียนขึ้น กับ instrument ที่รู้ว่าเสีย	Closed
9	เริ่มใช้กับ production line	Closed
10	ทำการเก็บ data downtime ที่เกิดขึ้นใน production line	Closed



1.7 แผนผังแสดงขั้นตอนการวิจัย



บทที่ 2
ทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.1.1 ความหมายของระบบผู้เชี่ยวชาญ (Baur and Pigford, 1990)

ระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) หมายถึงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถจำลองแบบวิธีการคิดของมนุษย์ โดยใช้ข้อเท็จจริงและเทคนิคในการวิเคราะห์เหตุผลที่มีอยู่ในระบบในการแก้ปัญหาภายใต้ขอบเขตของความรู้หรือข้อมูลที่มีอยู่

2.1.2 ลักษณะพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ

ลักษณะพื้นฐานที่ทำให้ระบบผู้เชี่ยวชาญแตกต่างจากโปรแกรมต่างๆบนคอมพิวเตอร์อื่นๆมีอยู่ 4 ประการ

2.1.2.1 สามารถแก้ปัญหาได้ในระดับเดียวกันกับผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์

2.1.2.2 ความสามารถในการวินิจฉัยปัญหาเกิดจากการใช้กลไกการวินิจฉัย (Inference engine)

2.1.2.3 ขอบเขตของความรู้ที่มีอยู่ในระบบเกิดจากขอบเขตความรู้ของผู้เชี่ยวชาญที่เป็นมนุษย์ถ่ายทอดความรู้ให้ โดยความรู้นั้นจะถูกเก็บในระบบในรูปแบบของการแทนค่าความรู้

2.1.2.4 ไม่จำเป็นต้องเขียนโปรแกรมเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากความรู้ที่ป้อนเข้าไปในระบบ เนื่องจากระบบจะใช้ส่วนที่เรียกว่าการใช้กลไกการวินิจฉัยในการหาคำตอบเอง

2.1.3 องค์ประกอบพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ (ก่อเกียรติ เก่งสกุล และ บุญเจริญ ศิริเนาวกุล, 1991)

องค์ประกอบหลักๆของระบบผู้เชี่ยวชาญที่มีใช้กันอยู่นั้น จะประกอบด้วยส่วนหลักๆ 3 ส่วนคือ ส่วนฐานความรู้ (Knowledge base) ส่วนติดต่อผู้ใช้ (User interface) และส่วนของกลไกการวิเคราะห์ (Inference engine)

2.1.3.1 ฐานความรู้ (Knowledge base)

ประกอบด้วยความรู้ที่รวบรวมมาจากผู้เชี่ยวชาญซึ่งเป็นความรู้เฉพาะทาง โดยการเก็บความรู้ที่ได้ในฐานความรู้นั้น จะเก็บไว้ในแบบที่เข้าใจได้ง่ายและสัมพันธ์กับโครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.1.3.2 ส่วนติดต่อผู้ใช้ (User Interface)

ทำหน้าที่เป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้โดยตรงซึ่งอาจเป็นการแสดงผลที่อุปกรณ์ต่างๆ โดยที่ผู้ใช้สามารถตั้งคำถามกับระบบเพื่อขอคำตอบ โดยที่บางระบบผู้ใช้อาจสามารถป้อนข้อมูลใหม่ๆที่เป็นจริงให้กับระบบได้อีกด้วย

2.1.3.3 กลไกการวิเคราะห์ (Inference engine)

ส่วนนี้จะทำการจำลองกระบวนการคิดของมนุษย์โดยใช้ข้อมูลที่ผู้ใช้ป้อนให้ มาประมวลกับกฎหรือข้อเท็จจริงที่มีอยู่ในระบบ แล้วทำการสรุปผลเป็นข้อเท็จจริงใหม่ซึ่งจะถูกนำเสนอสู่ผู้ใช้ผ่านทางส่วนติดต่อกับผู้ใช้

2.1.4 วิธีการในการดึงความรู้

จาก Parsaye และ Chignell ได้ทำการกล่าวถึงวิธีการพื้นฐานในการดึงความรู้ว่าแบ่งได้เป็น 3 วิธี ดังนี้

2.1.4.1 การสัมภาษณ์ (Interview)

โดยวิธีนี้ วิศวกรจะทำการสอบถามคำถามต่างๆเพื่อทำการดึงความรู้จากผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาจัดรูปแบบให้เหมาะสมกับระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อที่จะทำการพัฒนาต่อ

2.1.4.2 การเรียนรู้โดยใช้ผลกระทบตอบสนอง (Learning by Interaction)

โดยวิธีนี้ จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับช่วยให้ผู้เชี่ยวชาญสามารถดึงความรู้ของตัวเองออกมาเป็นการตอบคำถามต่างๆผ่านคอมพิวเตอร์ แล้วคอมพิวเตอร์จะทำการเก็บรวบรวมคำตอบให้เป็นระบบ เพื่อที่จะนำไปใช้ได้ต่อในระบบผู้เชี่ยวชาญ

2.1.4.3 การเรียนรู้โดยการชักนำ (Learning by Induction)

วิธีนี้จะใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ทำการกลั่นกรองความรู้จากกรณีตัวอย่างต่างๆ แล้วทำการเก็บรวมรวมผลการกลั่นกรองเพื่อใช้ในระบบผู้เชี่ยวชาญต่อไป

2.1.5 การแทนค่าความรู้ (Knowledge representation) (บัณฑิต วงศ์เดอรี, 1991)

การแทนค่าความรู้เป็นการแสดงวิธีการวิเคราะห์วินิจฉัยปัญหาของระบบผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งเป็นการแสดงถึงรูปแบบความสัมพันธ์กันของข้อเท็จจริงต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่ได้รับมาจากผู้ใช้ โดยการแทนค่าความรู้นี้สามารถทำได้หลายแบบโดยสามารถแบ่งได้เป็น 4 แบบใหญ่ๆคือ

2.1.5.1 การแทนค่าความรู้โดยใช้กฎ (Production Rule)

เป็นแบบที่ใช้กันแพร่หลายอย่างมากในวิธีการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญ การแทนค่าความรู้โดยใช้กฎจะใช้กับความรู้ที่เป็น Procedural Knowledge กฎมีองค์ประกอบ 2 ส่วนซึ่งแสดงความสัมพันธ์กันของเหตุและผล (Condition-action pairs) ส่วนแรกคือประโยคที่ขึ้นต้นด้วย IF ใช้แสดงข้อเท็จจริงที่เป็นเหตุการณ์ ส่วนที่สองคือประโยคที่ขึ้นต้นด้วย THEN แสดงข้อเท็จจริงที่เป็นข้อสรุป

ถ้าเหตุการณ์ในประโยค IF เป็นจริง ประโยคที่ตามหลัง THEN ก็จะเป็นจริงด้วย แต่ถ้าเหตุการณ์ในประโยค IF เป็นเท็จ ประโยคหลัง THEN ก็จะเป็นเท็จด้วย นอกจากนี้ ประโยคที่ตามหลัง IF และ THEN อาจถูกเชื่อมด้วย AND หรือ OR โดยประโยคที่เชื่อมด้วย AND ประโยคนั้นจะเป็นจริงเมื่อทุกๆประโยคย่อยเป็นจริง แต่หากเชื่อมด้วย OR ประโยคจะเป็นเท็จเมื่อทุกประโยคย่อยเป็นเท็จ

การแทนค่าความรู้โดยใช้กฎเป็นการแทนค่าความรู้ที่ตรงตัว เพราะใกล้เคียงกับกระบวนการคิดของมนุษย์ทำให้สามารถทำความเข้าใจได้ง่าย แต่บางครั้งการที่มีหลายๆกฎ หรือมีกฎที่ซับซ้อนก็อาจทำให้เกิดการขัดแย้งของกฎกันเอง การเขียนกฎให้มีความจำเพาะเจาะจงน้อย หรือให้ครอบคลุมหลายๆกรณีจะให้ผลดีคือสามารถใช้เพียงกฎเดียวครอบคลุมได้หลายกรณี แต่การเขียนกฎให้ครอบคลุมจนเกินไปอาจทำให้เกิดปัญหาการตีความหมายได้หลายทาง ซึ่งอาจทำให้คำตอบของการวิเคราะห์ผิดจากความเป็นจริง

ในกระบวนการวินิจฉัยทั่วๆไป เมื่อข้อเท็จจริงใหม่ถูกป้อนเข้าระบบจะทำการรวบรวมเอาข้อเท็จจริงใหม่นี้เข้ากับข้อเท็จจริงและกฎต่างๆที่มีอยู่แล้วในฐานความรู้ เพื่อทำการประมวลผลสรุปออกมาเป็นข้อเท็จจริงใหม่ ซึ่งกระบวนการวินิจฉัยแบบนี้เป็นพื้นฐานของหลักการ Symbolic reasoning

2.1.5.2 การแทนค่าความรู้โดยใช้เฟรม (Frame)

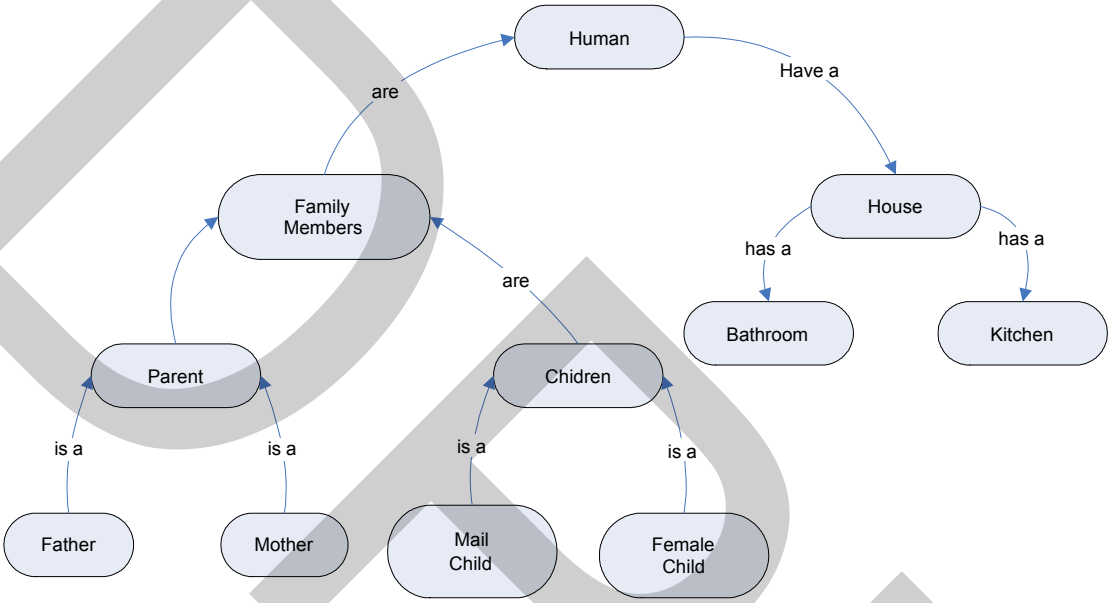
การแทนค่าแบบนี้จะใช้แสดงความสัมพันธ์ของข้อเท็จจริงหรือ Declarative knowledge เป็นการแทนค่าความรู้โดยใช้กลุ่มของลักษณะ ในการอธิบายวัตถุชนิดใดชนิดหนึ่ง กลุ่มของลักษณะจะถูกเก็บอยู่ใน Slot ซึ่งจะเก็บค่าที่เป็น Default, กฎ, หรือกระบวนการที่จะเปลี่ยนค่าของกลุ่มของลักษณะ ดังตัวอย่างการใช้เฟรมตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางการใช้เฟรมในการวิเคราะห์

Judi's Chair	
Slot	**Entries (Values)**
Owner	Judi
Parts	Seat, Back, Legs, Arms
Number of legs	4
Number of arms	2
Color	Brown

2.1.5.3 การแทนค่าความรู้โดยใช้ Semantic Networks

วิธีนี้จะใช้รูปแบบกราฟฟิกในการแทนค่าวัตถุ หลักการ หรือเหตุการณ์ โดยจะแทนวัตถุต่างๆด้วย Nodes และแทนความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุด้วย Arcs ซึ่งความสัมพันธ์อาจจะเป็นแบบ “is-a” หรือ “is-part-of” ดังตัวอย่างข้างล่าง



ภาพที่ 2.1 กราฟฟิกในการแทนค่า

ในการวิเคราะห์การทำงานของโปรแกรมการทดสอบจะใช้การแทนค่าแบบเฟรมและการแทนค่าโดยใช้กราฟฟิกในการแยกแยะว่าในหนึ่งฟังก์ชั่นที่ทำการทดสอบนั้นประกอบด้วยอุปกรณ์หลักอะไรบ้างและอย่างละกี่บอร์ด

2.1.5.4 การแทนค่าความรู้โดยใช้ First Order Logic

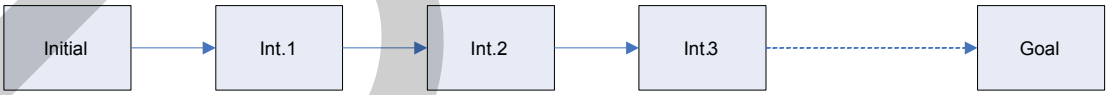
เป็นการแทนค่าความรู้ที่เป็น Declarative knowledge อีกรูปแบบหนึ่งโดยใช้ระบบของตรรกะ (Logic system) ตัวอย่างของวิธีการนี้ได้แก่ วิธี Propositional calculus วิธี Predicate calculus วิธี First-order predicate และวิธี calculus Hom clause logic

- Propositional Calculus logic system จะบอกได้ว่าข้อความล่างเป็นจริง
- Predicate calculus จะสามารถบอกได้ว่าข้อความที่ยกมานั้นถูกหรือผิด รวมทั้งสามารถแสดงความสัมพันธ์และสร้างข้อความได้
- First-order predicate calculus เป็นระบบตรรกะที่ปกติจะใช้ในงานปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence, AI)
- Hom Clause logic เป็นส่วนหนึ่งของ First-order predicate logic ใช้ภาษา PROLOG

2.1.6 กลไกการวินิจฉัย (Inference engine)

ในกระบวนการวินิจฉัยวิเคราะห์ปัญหา ปัญหาจะถูกแบ่งออกเป็น State ต่างๆ โดยแบ่งเป็น

- Initial Problem State หมายถึงเงื่อนไขเริ่มต้นที่ถูกกำหนด
- Intermediate Problem State หมายถึงสภาวะระหว่าง Initial Problem State และ Goal
- Goal หมายถึงเป้าหมายหรือคำตอบที่ต้องการ



ภาพที่ 2.2 Block diagram ของกลไกการวินิจฉัย

การเคลื่อนที่เข้าหา Goal จะถูกควบคุมโดยกลไกการควบคุมที่เรียกว่า Control Strategy ดังรูป Control Strategy มีด้วยกันหลายรูปแบบ โดยรูปแบบที่สำคัญได้แก่

2.1.6.1 Backward chaining คือกลไกการวินิจฉัยแบบย้อนกลับ เป็น Control Strategy ที่ใช้กันเป็นส่วนใหญ่ กลไกแบบนี้จะเริ่มจากการกำหนดค่าเป้าหมาย (Goal) ใน Working memory ของคอมพิวเตอร์ ค่าเป้าหมายนี้ได้มาจากการป้อนค่าของผู้ใช้ว่าต้องการผลลัพธ์เป็นอะไร จากนั้นระบบจะทำการตรวจสอบดูในฐานความรู้ว่ามีกฎข้อใดที่มีเงื่อนไขตรงกัน ซึ่งจะนำไปสู่ค่าเป้าหมายนั้นบ้าง กลไกวิเคราะห์แบบย้อนกลับนี้บางครั้งเรียกว่าระบบแบบ Goal-driven ซึ่งเหมาะที่จะใช้กับระบบที่มีกลุ่มของทางเลือก หรือคำตอบอยู่แล้ว

2.1.6.2 Forward chaining คือกลไกการวินิจฉัยแบบไปข้างหน้า ซึ่งจะทำงานในทางตรงข้ามกับแบบแรกคือจะรับข้อมูลต่างๆที่เป็นข้อสนับสนุนที่ผู้ใช้ป้อนให้ จากนั้นจึงนำไปค้นหาเป้าหมายหรือคำตอบ กลไกวินิจฉัยแบบไปข้างหน้าจึงสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นระบบแบบ Data driven กลไกชนิดนี้ใช้ได้ดีกับปัญหาที่ผู้พัฒนาระบบไม่ทราบกลุ่มของคำตอบที่เป็นไปได้

ในงานวิจัยนี้จะอาศัยกระบวนการวินิจฉัยแบบย้อนกลับในการวิเคราะห์หาสาเหตุของปัญหาที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน

2.2 วรรณกรรมวิจารณ์

กลางเดือน พชนา (1991) คิดค้นระบบช่วยในการตัดสินใจในการวางแผนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไก่ โดยใช้วิธีอาศัยระบบการจัดการกับฐานข้อมูล ซึ่งการจัดการกับระบบฐาน

ข้อมูลนั้นอาศัยการวางกฎเกณฑ์โดยผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งผลที่ได้ทำให้การวางแผนการผลิตเป็นไปได้อย่างถูกต้องเหมาะสม

เฉลิมพล ลีลาผาติกุล (1997) ได้ทำการวิจัยโดยการใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อบกพร่องและผลกระทบในกระบวนการผลิต โดยเริ่มจากการศึกษากระบวนการโดยใช้แผนภาพแสดงเหตุและผล แผนภาพความสัมพันธ์และแผนภาพต้นไม้ จากนั้นให้ผู้เชี่ยวชาญมาวิเคราะห์ประเมินค่าความรุนแรง การเกิดและการควบคุมข้อบกพร่อง เพื่อหาค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำ (Risk Priority Number) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดและควบคุมปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพของยางรถยนต์ ซึ่งหลังการแก้ไขพบว่าค่าดัชนีความเสี่ยงชี้นำลดลงไป 50 – 90%

ชลาวิตต์ เจียรนุชาติ (1994) พัฒนาระบบ Expert System สำหรับการประเมินการณ์เบื้องต้น ในด้านการเงินและด้านเทคนิคของระบบโทรศัพท์แบบสวิตต์ชิง โดยอาศัย M1 expert system shell ซึ่งเป็นเครื่องมือในการเก็บข้อมูลทางเทคนิคและความรู้ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ซึ่งทำให้ลดเวลาในการทำการประเมินและช่วยให้ผู้ที่ไม่เชี่ยวชาญก็สามารถทำได้

ชัยรัตน์ เยี่ยมสวัสดิ์ (1997) ได้พัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยในการวิเคราะห์หาสาเหตุความผิดปกติของหม้อแปลงไฟ (Power Transformer Fault Diagnosis) โดยวิธีการวิจัยนั้นได้ทำการรวบรวมความรู้จากผู้เชี่ยวชาญและคู่มือการแก้ปัญหา แล้วอาศัย MS Visual Basic เป็นเครื่องมือในการพัฒนาระบบ นอกจากนี้ยังใช้ MS Access ในการจัดการกับฐานความรู้ซึ่งเป็นฐานความรู้แบบกฎ โดยผลการวิจัยได้ทำการจำลองความผิดปกติแบบต่างๆ แล้วให้โปรแกรมประมวลผล ซึ่งผลที่ได้ก็ถูกต้องตามกฎที่วางไว้

บัณฑิต วงศ์เดอรี (1991) ได้ทำการวิจัยพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อช่วยวินิจฉัยข้อขัดข้องในปัญหาการควบคุมหม้อไอน้ำสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม โดยได้ทำการรวบรวมความรู้จากผู้เชี่ยวชาญจากหลายฝ่าย ได้แก่ ผู้ผลิต ผู้จัดจำหน่ายและผู้ใช้งาน ตลอดจนเจ้าหน้าที่ควบคุมหม้อไอน้ำ ผู้วิจัยได้เลือกใช้เปลือกระบบผู้เชี่ยวชาญแบบ M1 ในการพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญซึ่งมีชื่อเรียกว่า BODES (Boiler Operations Diagnosis Expert System) โดยจะประกอบด้วยฐานความรู้แบบกฎและข้อเท็จจริง มีกลไกการอนุมานแบบย้อนหลัง ระบบจะสอบถามรายละเอียดของปัญหา แล้ววินิจฉัยหาสาเหตุ จัดระดับความรุนแรงของปัญหา รวมทั้งให้คำแนะนำในการแก้ปัญหาด้วย

ไพศาล พัฒนาโกหะ (1995) พัฒนาระบบช่วยในการตัดสินใจการเปลี่ยนวงจรตัดไฟในสถานีไฟฟ้าย่อยต่างๆ โดยอาศัยการเก็บ ข้อมูลของสถานีย่อย อุปกรณ์ในสถานีย่อย และข้อมูลประจำวัน มาเป็นตัวตัดสินใจในการเปลี่ยนวงจรตัดไฟ โดยพิจารณาจากหลักความสำคัญของอุปกรณ์เป็นตัวแปรหลักที่สำคัญ

Robert L. (1991) ได้ทำการเพิ่มชุด Sensor เข้าไปในระบบเพื่อใช้เป็นส่วนประเมินวิเคราะห์ผลการทำงานของระบบและปัญหาที่เกิดขึ้น โดยที่ระบบจะทำการพิมพ์ผลของการทดสอบ Sensor ที่ติดตั้งไว้ส่งให้วิศวกรวิเคราะห์ และระบบยังสามารถบันทึกข้อมูลต่างๆเก็บในรูปของสถิติเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ในครั้งต่อๆไป

Somdet Sue (1995) ได้ทำการวิจัยระบบ PLASA II ซึ่งเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการเลือกวิธีทำ plastic โดยแบ่งกฎออกเป็น 12 ส่วนใหญ่ๆ โดยมีกฎย่อยอีก 150 กฎในการวิเคราะห์ product shape, geometry of product, production rate, dimensional tolerance, mechanical strength, constraint relaxation, rasin type

Thomas J. (1986) ได้ทำการใช้ระบบ AI ประยุกต์ใช้งานกับการวิเคราะห์ระบบพร้อมทำการวิเคราะห์หาจุดที่เสียของชิ้นงาน โดยอาศัยข้อมูลที่ได้ทำการทดสอบกับฐานข้อมูลที่ได้มาจากผู้เชี่ยวชาญ โดยผลการทดลองหาจุดเสียต่างๆ โปรแกรมสามารถระบุได้อย่างถูกต้อง

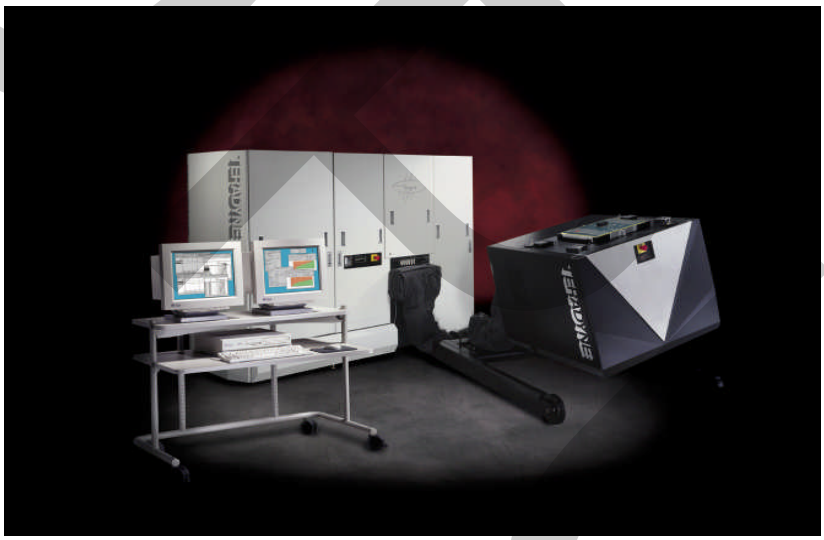
DPU

บทที่ 3
ระเบียบวิธีวิจัย

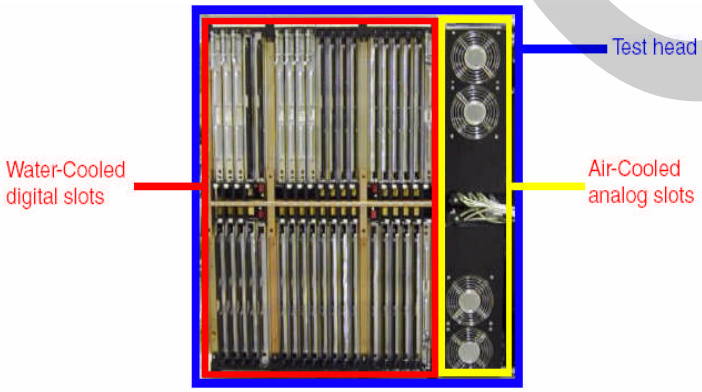
3.1 วิธีการวิจัย

3.1.1 โครงสร้างของเครื่อง Tester

ภาพที่3.1คือลักษณะของเครื่อง Tester ที่จะใช้ในงานวิจัยชิ้นนี้ โดยที่ Tester จะประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆคือ ส่วน User computer ส่วน Test Head และส่วน Mainframe



ภาพที่ 3.1 ลักษณะของเครื่อง Tester



ภาพที่ 3.2 ลักษณะภายในของ Test Head

โดยที่ฟังก์ชั่นที่จะใช้ในงานวิจัยนี้คือ Speed_Sort_Test Function ประกอบด้วย test number 4300 ถึง 4325 โดยที่

Test#4300 – 4303 มีอุปกรณ์หลักที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมด 6 บอร์ด(boards) ต่องาน 1ตัว

Test#4304 – 4313 มีอุปกรณ์หลักที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมด 5 บอร์ด(boards) ต่องาน 1ตัว

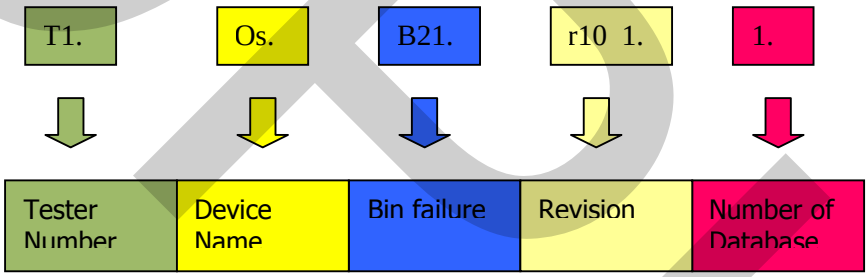
Test#4314 – 4325 มีอุปกรณ์หลักที่เกี่ยวข้อง ทั้งหมด 5 บอร์ด(boards) ต่องาน 1ตัว

3.1.2 การออกแบบส่วนโปรแกรม

3.1.2.1 รู้วิธีการแก้ปัญหาแล้ว

(1) รวมรวมปัญหาต่างๆที่เคยเกิดขึ้นมาแล้วพร้อมทั้งวิธีแก้ไขปัญหา

(2) ใช้วิธีการ Work Breakdown Structure มาเป็นมาตรฐานในการกำหนดการเก็บข้อมูลเพื่อให้ง่าย ต่อการค้นหา

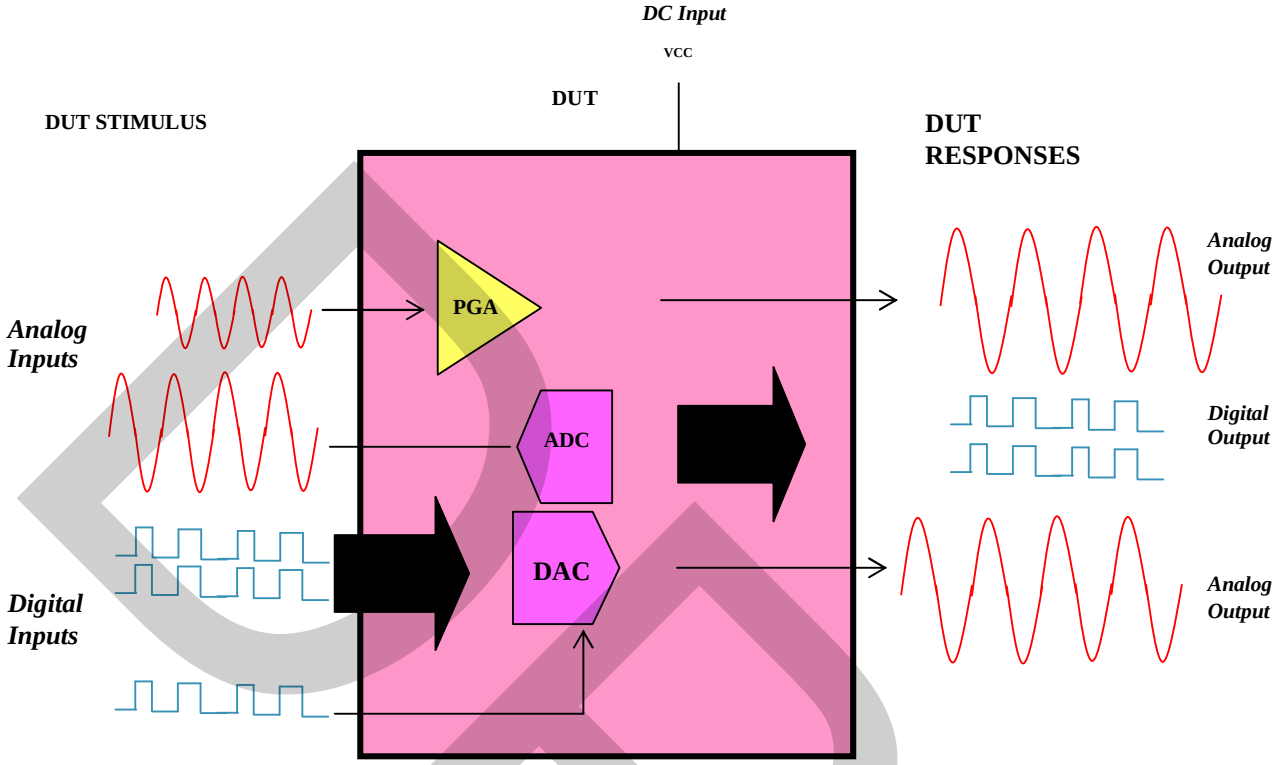


ภาพที่ 3.3 รูปแสดงต้นแบบการใช้ WBS ในการจัดเก็บข้อมูล

จากตัวอย่างข้างบน กลุ่มอักษรชุดแรกจะหมายถึงเครื่อง Tester กลุ่มที่สองจะหมายถึงชื่อของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ กลุ่มที่สามจะระบุประเภทที่เสีย กลุ่มที่สี่จะบอกถึงเวอร์ชั่นของโปรแกรมการทดสอบที่เกิดการปัญหาในขณะทำการเก็บข้อมูล กลุ่มที่ห้าจะบอกถึงจำนวนวิธีที่ทำการแก้ไขปัญหานี้

3.1.2.2. ยังไม่รู้วิธีแก้ไขปัญหาซึ่งเป็นปัญหาใหม่

(1) ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กับอุปกรณ์ต่างๆในเครื่อง Tester คือ ต้องทำความเข้าใจกับหลักการในการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ก่อน ว่าการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ การทดสอบ DC, การทดสอบ Digital และการทดสอบ Analog ซึ่งการทดสอบแต่ละแบบนั้นจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์หลักอะไรบ้าง เพื่อที่เราจะได้รู้ว่าการที่จะป้อน Analog input หรือ Digital input นั้น Tester มีอุปกรณ์อะไรที่สามารถทำได้บ้าง หรือในการวัดสัญญาณออก Tester ต้องใช้อุปกรณ์อะไรในการวัด



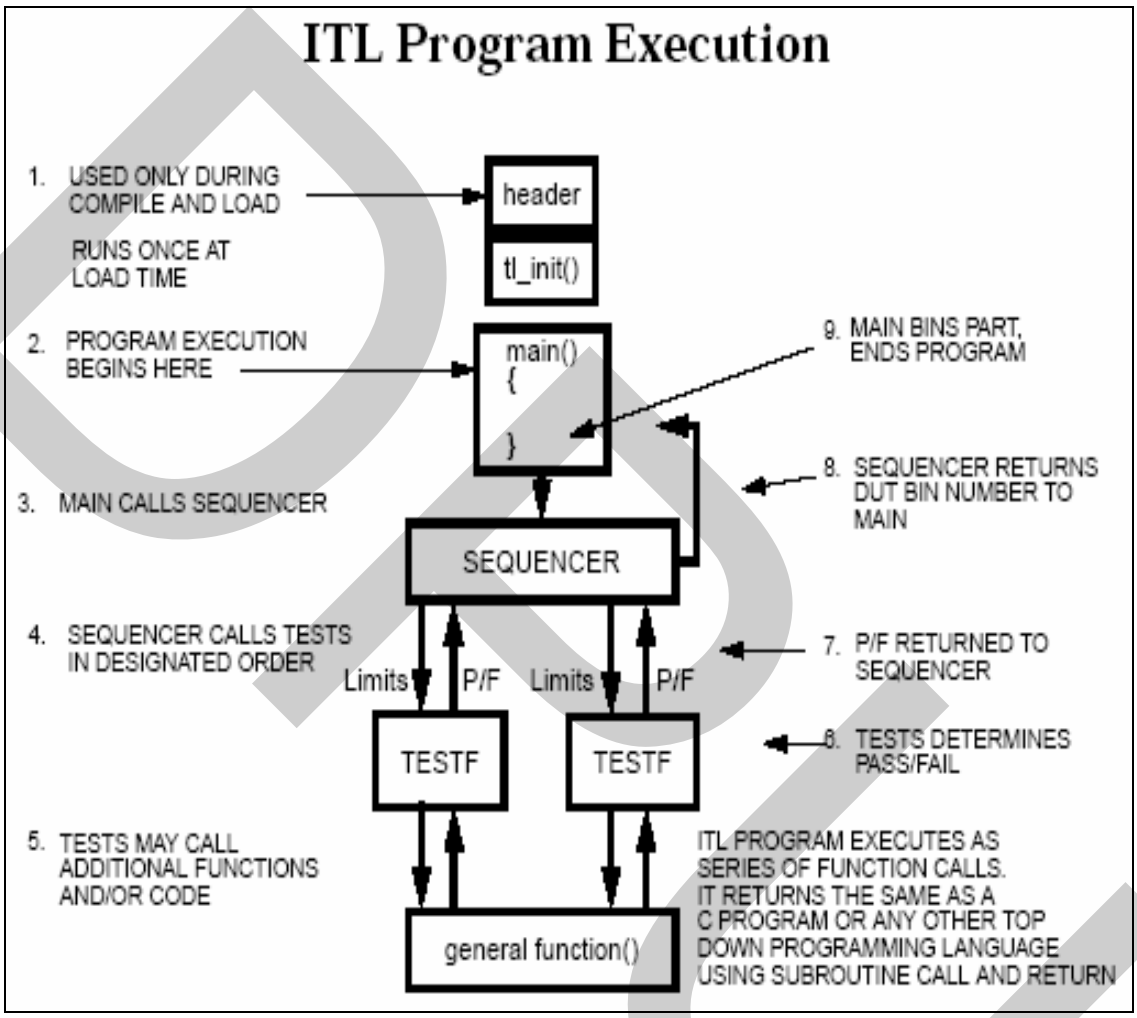
ภาพที่ 3.4 รูปแสดงตัวอย่างการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

(2) ศึกษาโครงสร้างการโปรแกรมอุปกรณ์ต่างๆในเครื่อง Tester เพราะการใช้อุปกรณ์แต่ละอย่างนั้นจะต้องมีวิธีการโปรแกรมแตกต่างกันไป จากภาพที่ 3.6 เป็นวิธีการโปรแกรมอุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณความถี่ต่ำ

```
================================================
set pin = AIN                  /*  pin = <pin_spec>     <slot_spec>    */
    plfsrc:
    amp = tl_plfs_get_amp_filt_spec(1.0,1000.0,2KHz) /* 0.0  --> 10.24vpk*/
    auto_amp :   on            /* on   off                             */
    ampunit:     vpk           /* vpk  vrms  v                         */
    lpfilt =     2KHz          /* 2KHz  20KHz  100KHz  500KHz          */
    dcbase =     0.0v          /* -11.0  -->  11.0vpk                  */
    dcsign_hi :  off           /* pos  neg  off                        */
    dcsign_lo :  off
    rout =       25            /* 1    25                              */
    aclock :     a0            /* a0  a1  a2  a3                       */
    localgnd :   on            /* on  off                              */
    kelvin_lo :  local         /* local  dut                           */
    integrator : off           /* on  off                              */
    extout :     off           /* on  off                              */
    outmon :     off           /* off  ac3  ac4  ac5  dc               */
     extended_cal:on              /* on  off
*/
```

ภาพที่ 3.5 รูปแสดงตัวอย่างการโปรแกรม

(3) ใช้วิธีการ Work Breakdown Structure ช่วยในการจัดเรียงโครงสร้างของโปรแกรมทดสอบ



ภาพที่ 3.6 โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมการทดสอบ

จากภาพที่3.6 แสดงถึงลักษณะการทำงานของโปรแกรมการทดสอบโดยมีส่วนที่สำคัญดังนี้

1. Header ใช้สำหรับในการโหลดโปรแกรมการทดสอบ

2. Main เป็นส่วนเริ่มในการทำงานของโปรแกรมการทดสอบ

3. Sequencer เป็นส่วนที่ใช้บอกลำดับการทดสอบและเก็บขีดจำกัด(limit)ที่ใช้ในการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

4. TESTF เป็นส่วนที่ประมวลผลการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์โดยค่าที่วัดได้จะถูกส่งไปยัง Sequencer

5. General Function เป็นส่วนของฟังก์ชั่นทั่วๆไป เช่นฟังก์ชั่นการคำนวณต่างๆ

ซึ่งปัจจุบัน โปรแกรมการทดสอบจะรวมเอาการทดสอบทุกฟังก์ชั่นของงานไว้ในไฟล์เดียวกันทำให้ยากต่อการวิเคราะห์เพื่อการแก้ไขปัญหา ดังนั้นการใช้วิธีการ WBS จึงเป็นวิธีที่จะช่วยในการแก้ไขปัญหาความซับซ้อนในโปรแกรมการทดสอบ โดยทำการแยกฟังก์ชั่นที่ต้องการทดสอบของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกเป็นไฟล์ย่อยๆหลายๆไฟล์ โดยให้ชื่อไฟล์เป็นไปตามฟังก์ชั่นของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นๆ

(4) ทำความเข้าใจเกี่ยวกับหน่วยวัดของการทดสอบ เพราะหน่วยวัดก็สามารถบอกได้ว่าฟังก์ชั่นที่ทำการทดสอบเป็นการทดสอบแบบใด เช่น การทดสอบ DC หน่วยที่วัดได้ก็จะเป็น V, mV หรือ A ถ้าการทดสอบ Analog หน่วยที่วัดก็จะเป็น db หรือ %

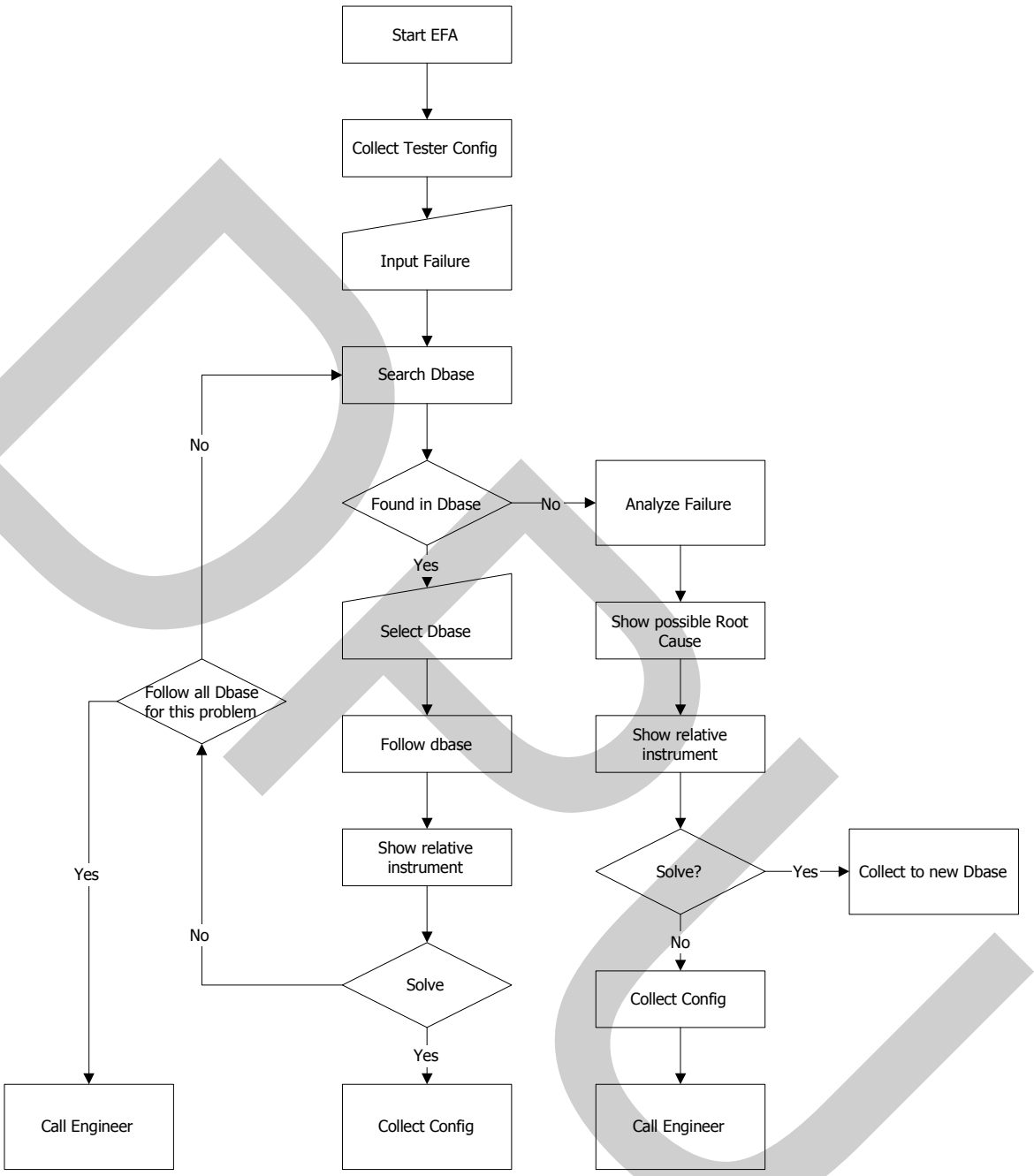
(5) วิเคราะห์ความสัมพันธ์ของหน่วยวัดกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบการทำงานที่ไม่ผ่านเพราะว่าในการทดสอบฟังก์ชั่นหนึ่งๆของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นอาจทดสอบทั้ง DC, Analog และ Digital พร้อมกัน ดังนั้นการทดสอบจึงอาจใช้อุปกรณ์มากกว่า 1 อุปกรณ์ การที่รู้ว่าหน่วยในการวัดเป็นแบบใด ทำให้พอประมาณการได้ว่าควรจะเป็นอุปกรณ์ใดที่เกี่ยวข้องกับปัญหาที่เกิดขึ้น

(6) ทำการบันทึกวิธีการแก้ปัญหาใหม่โดยใช้วิธี WBS ให้เป็นแบบเดียวกับข้อมูลเก่า

3.1.3. การทำงานของโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรมจะเริ่มทำงานเมื่อมีการเปิดโปรแกรมใช้งานขึ้น โดยที่เริ่มแรกโปรแกรมจะทำการบันทึกตำแหน่งของอุปกรณ์หลักในเครื่อง Tester ก่อนที่จะให้ผู้ใช้ได้ทำการป้อนข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้น หลังจากเมื่อทำการบันทึกเสร็จสิ้นโปรแกรมจะทำการสอบถามปัญหาโดยให้ผู้ใช้ทำการป้อนข้อมูลที่เกิดขึ้น หลังจากนั้นตัวโปรแกรมจะทำการค้นหาในฐานข้อมูลว่าปัญหานี้มีอยู่ในฐานข้อมูลหรือไม่ ถ้ามี ก็จะทำการแสดงผลการค้นหา แต่ถ้าไม่มีโปรแกรมจะทำการวิเคราะห์ปัญหาที่ผู้ใช้ได้ป้อนให้ ซึ่งตัวโปรแกรมจะทำการเก็บข้อมูลเพิ่มเติมในกรณีที่ข้อมูลเบื้องต้นไม่พอเพียงในการวิเคราะห์โดยการให้ผู้ใช้ป้อนข้อมูลอื่นๆให้อีก

หลังจากเสร็จสิ้นการใช้งาน ตัวโปรแกรมเองจะทำการบันทึกตำแหน่งของอุปกรณ์หลักในเครื่อง Tester อีกครั้ง แล้วทำการเปรียบเทียบตำแหน่งก่อนและหลังการใช้โปรแกรมแล้วทำการส่งอีเมลล์ให้กับวิศวกร เพื่อ ให้วิศวกรได้รับรู้ว่ามีการสลับตำแหน่งของอุปกรณ์



ภาพที่ 3.7 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1. เครื่องคอมพิวเตอร์

3.2.2. โปรแกรมยูนิกส์

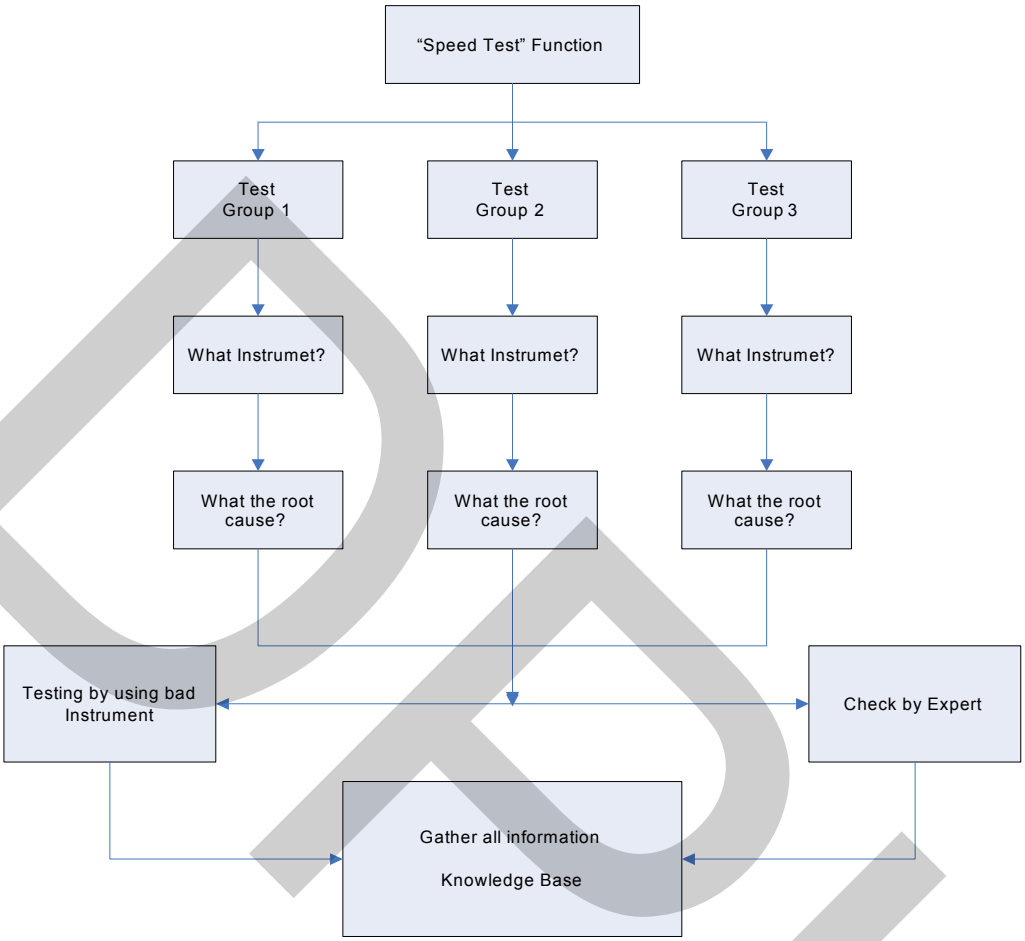
3.2.3. โปรแกรมภาษา C

บทที่ 4
การวิจัย

4.1 การออกแบบโครงสร้างของโปรแกรม

เนื่องจากในการวิจัยนี้ การวิเคราะห์ปัญหาได้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ คือ กรณีปัญหาเคยเกิดมาก่อนและได้มีการบันทึกไว้ในฐานข้อมูล(Database) กับกรณีปัญหาไม่เคยเกิดมาก่อนยังไม่มีในฐานข้อมูล ดังนั้นในการออกแบบโครงสร้างของโปรแกรมวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เนื่องมาจากอุปกรณ์หลักใน Tester เพื่อให้มีกระบวนการวิเคราะห์วินิจฉัยปัญหาที่ยังไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ได้ใกล้เคียงกับวิธีการวิเคราะห์ของตัวผู้เชี่ยวชาญมากที่สุด ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้ทำการออกแบบกระบวนการในการสร้างฐานความรู้(Knowledge Base) ดังนี้

1. แยกแยะลักษณะของวิธีการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในส่วนที่จะใช้ในการวิจัย คือ “Speed Test” Function โดยทำการวิเคราะห์แยกออกเป็นแต่ละการทดสอบในฟังก์ชั่นนี้
2. วิเคราะห์แยกแยะอุปกรณ์หลักที่ใช้การทดสอบแต่ละทดสอบใน “Speed Test” Function
3. วิเคราะห์หาปัญหาที่เป็นไปได้ ที่อาจเกิดจากอุปกรณ์หลักและจากลักษณะการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
4. นำปัญหาที่อาจเกิดขึ้นได้ มาวิเคราะห์หาสาเหตุว่าอุปกรณ์ใดที่อาจเป็นสาเหตุที่ทำให้การทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดปัญหาแบบนั้น
5. ตรวจสอบความถูกต้องโดยให้ผู้เชี่ยวชาญเป็นผู้ตรวจสอบ และทดสอบกับอุปกรณ์ที่เสียและเป็นสาเหตุของปัญหานั้นจริงๆ



ภาพที่ 4.1 รูปแสดงการออกแบบกระบวนการในการสร้างฐานข้อมูล

4.1.1 ลักษณะการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใน "Speed Test" Function

ใน "Speed Test" Function มีการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด 25 test ซึ่งทั้ง 25 test นี้เป็นการทดสอบถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการสร้างสัญญาณที่ความถี่ที่กำหนด ซึ่งจากผลการทดสอบ ทั้ง 25 การทดสอบ นั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนหลัก ที่มีลักษณะของวิธีการทดสอบแบบเดียวกัน คือ

1. Test#4300 ถึง #4303 เป็นส่วนที่ทำการทดสอบถึงความถูกต้องของความถี่ของขา(pin)ต่างๆของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นตัวสร้างขึ้น

2. Test#4304 ถึง #4313 เป็นส่วนที่ทำการทดสอบถึงความถูกต้องของสัญญาณขาออกในแต่ละขาของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เมื่อป้อนสัญญาณต่างๆให้แก่ตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

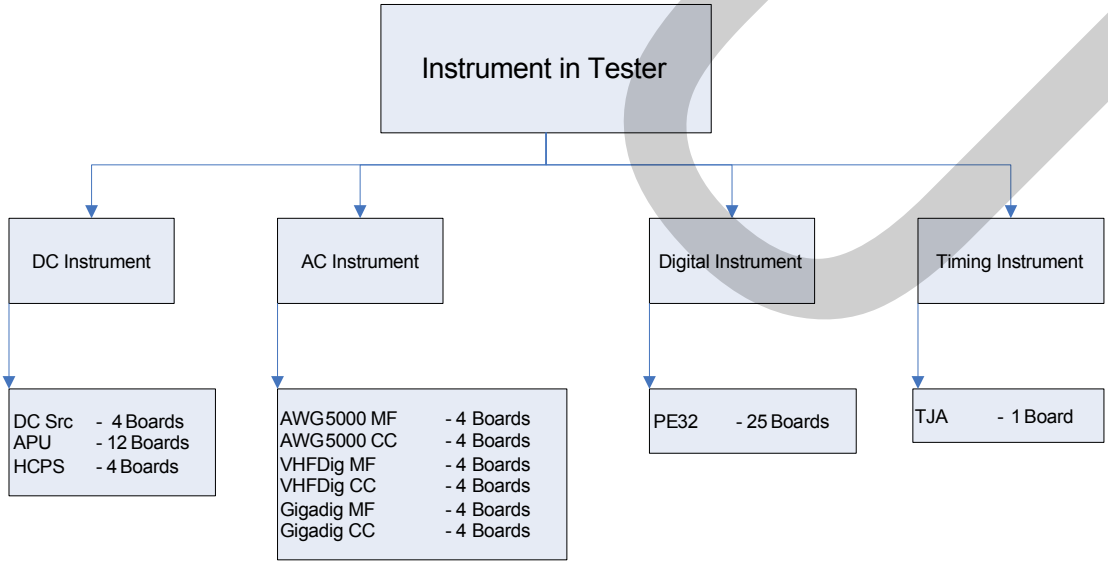
3. Test#4314 ถึง #4325 เป็นส่วนที่ทำการประมวลผลของข้อมูลที่ตัวงานประมวลผลได้จากสัญญาณที่ได้ป้อนให้กับตัวอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

```
Sequencer:  SPEED_SORT_3_SPEEDS
CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4300 Write_RWCLK          speed_sort  1036.0 MH <  1040.0 MHz      < 1043.0 MH
  4301 Read_RWCLK           speed_sort  1030.0 MH <  1037.3 MHz      < 1050.0 MH
  4302 Fosc_3v_TST2         speed_sort    100 MHz <     496 MHz      <   900 MHz
  4303 Fosc_1p2v_TST2       speed_sort    100 MHz <     548 MHz      <  1500 MHz
  4304 DATA9_Failures       speed_sort        -1 <           0      <         1
  4305 DATA8_Failures       speed_sort        -1 <           0      <         1
  4306 DATA7_Failures       speed_sort        -1 <           0      <         1
  4307 DATA6_Failures       speed_sort        -1 <           0      <         1
  4308 DATA5_Failures       speed_sort        -1 <           0      <         1
  4309 DATA4_Failures       speed_sort        -1 <           0      <         1
  4310 DATA3_Failures       speed_sort        -1 <           0      <         1
  4311 DATA2_Failures       speed_sort        -1 <           0      <         1
  4312 DATA1_Failures       speed_sort        -1 <           0      <         1
  4313 DATA0_Failures       speed_sort        -1 <           0      <         1
  4314 1p2v_Ring_Osc_SIF    speed_sort     0.0 MHz <   575.7 MHz      < 1500.0 MH
  4315 3p0v_Ring_Osc_SIF    speed_sort     0.0 MHz <   605.9 MHz      < 1500.0 MH
  4316 FREQR_mean           speed_sort     100.0 <       128.4      <     156.0
  4317 VGAR_mean            speed_sort      20.0 <       122.3      <     235.0
  4318 DCTAPR_mean          speed_sort      32.0 <       118.8      <     224.0
  4319 !QMCNT_mean          speed_sort       2.0 <       120.6      <     245.0
  4320 NLFR_mean            speed_sort       0.0 <       136.1      <     245.0
  4321 BERCNT_mean          speed_sort      -1.0 <         0.0      <       1.0
  4322 FREQR_pos_0p15pct    speed_sort         7 <         177      <       245
  4323 NLFR_plus_mean       speed_sort       0.0 <       108.5      <     245.0
  4324 FREQR_neg_0p15pct    speed_sort         7 <          80      <       245
  4325 NLFR_minus_mean      speed_sort       0.0 <       120.0      <     245.0
```

ภาพที่ 4.2 รูปแสดงผลการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ทั้ง 25 การทดสอบ

4.1.2 อุปกรณ์หลักที่ใช้ในการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ในการจำแนกอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้น ก่อนอื่นจำเป็นต้องแยกอุปกรณ์หลักออกเป็นกลุ่มๆก่อน ตามหน้าที่การทำงานของแต่ละอุปกรณ์ดังนี้



ภาพที่ 4.3 รูปแสดงอุปกรณ์หลักใน Tester

1. อุปกรณ์หลัก DC

   บอร์ดที่อยู่ในกลุ่มนี้ คือ DC Src board, APU board และ HCPS board

2. อุปกรณ์หลัก Analog

   บอร์ดที่อยู่ในกลุ่มนี้ คือ AWG5000 MF board, AWG5000 CC board, VHFDig MF board, VHFDig CC board, Gigadig board และ Gigadig board

3. อุปกรณ์หลัก Digital

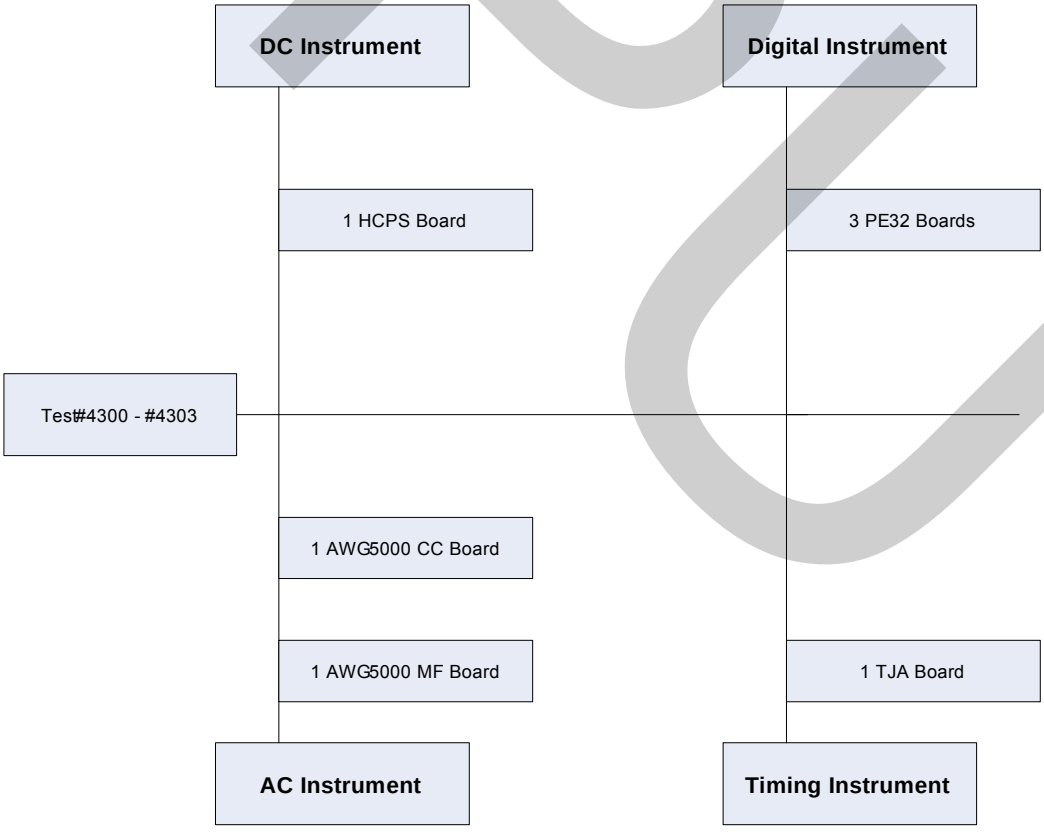
   บอร์ดที่อยู่ในกลุ่มนี้ คือ PE32 board ซึ่งมีอยู่ทั้งหมด 25 บอร์ด

4. อุปกรณ์หลัก Timing

   บอร์ดที่อยู่ในกลุ่มนี้คือ TJA board

จากผลการแบ่งลักษณะการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ออกเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆ ดังนั้น การจำแนกอุปกรณ์หลักที่ใช้ใน “Speed Test” Function จึงทำการจำแนกตามกลุ่มลักษณะการทดสอบดังนี้

1. กลุ่มTest#4300 ถึง Test#4303 อุปกรณ์ที่ใช้ต่องาน 1 ตัวดังรูปข้างล่าง



ภาพที่ 4.4 รูปแสดงอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ Test#4300 ถึง #4303

และเมื่อจำแนกย่อยลงเป็นแต่ละการทดสอบและแยกเป็นต่องาน 1 ตำแหน่ง(site)จะได้ดังนี้

Test#4300 - #4303

Site0

DC Instrument	- HCPS slotที่ 44 ที่ Test Head
AC Instrument	- AWG5000 MF slotที่ 3 ที่ PACs#2 ที่ Mainframe
	- AWG5000 CC slotที่ 15 ที่ Test Head
Digital Instrument	- PE32 slotที่ 47, 48 และ 50
Timing Instrument	- TJA board

Site1

DC Instrument	- HCPS slotที่ 58 ที่ Test Head
AC Instrument	- AWG5000 MF slotที่ 4 ที่ PACs#1 ที่ Mainframe
	- AWG5000 CC slotที่ 11 ที่ Test Head
Digital Instrument	- PE32 slotที่ 51, 52 และ 59
Timing Instrument	- TJA board

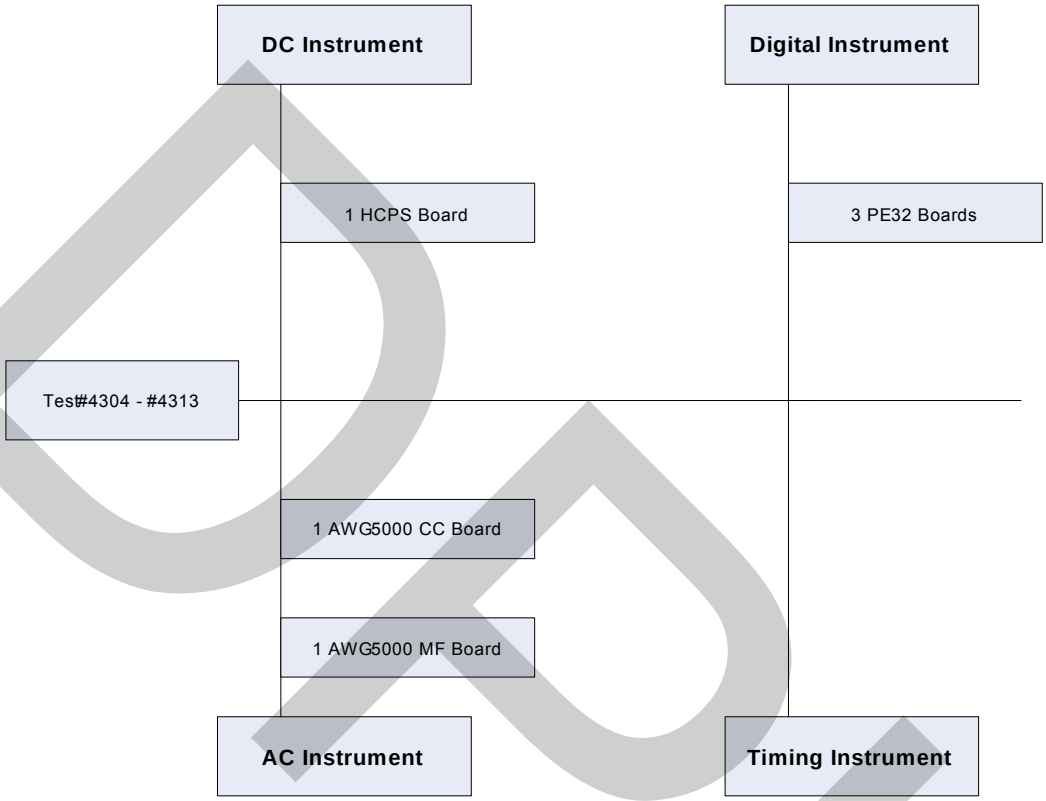
Site2

DC Instrument	- HCPS slotที่ 43 ที่ Test Head
AC Instrument	- AWG5000 MF slotที่ 3 ที่ PACs#2 ที่ Mainframe
	- AWG5000 CC slotที่ 15 ที่ Test Head
Digital Instrument	- PE32 slotที่ 37, 38 และ 40
Timing Instrument	- TJA board

Site3

DC Instrument	- HCPS slotที่ 25 ที่ Test Head
AC Instrument	- AWG5000 MF slotที่ 4 ที่ PACs#1 ที่ Mainframe
	- AWG5000 CC slotที่ 11 ที่ Test Head
Digital Instrument	- PE32 slotที่ 31, 33 และ 35
Timing Instrument	- TJA board

2. กลุ่มTest#4304 ถึง Test#4313 อุปกรณ์ที่ใช้ต่องาน 1 ตัวดังรูปข้างล่าง



ภาพที่ 4.5 รูปแสดงอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ Test#4304 ถึง #4313

Test#4304 - #4313

Site0

DC Instrument	- HCPS slotที่ 44 ที่ Test Head
AC Instrument	- AWG5000 MF slotที่ 3 ที่ PACs#2 ที่ Mainframe
	- AWG5000 CC slotที่ 15 ที่ Test Head
Digital Instrument	- PE32 slotที่ 47, 48 และ 50

Site1

DC Instrument	- HCPS slotที่ 58 ที่ Test Head
AC Instrument	- AWG5000 MF slotที่ 4 ที่ PACs#1 ที่ Mainframe
	- AWG5000 CC slotที่ 11 ที่ Test Head
Digital Instrument	- PE32 slotที่ 51, 52 และ 59

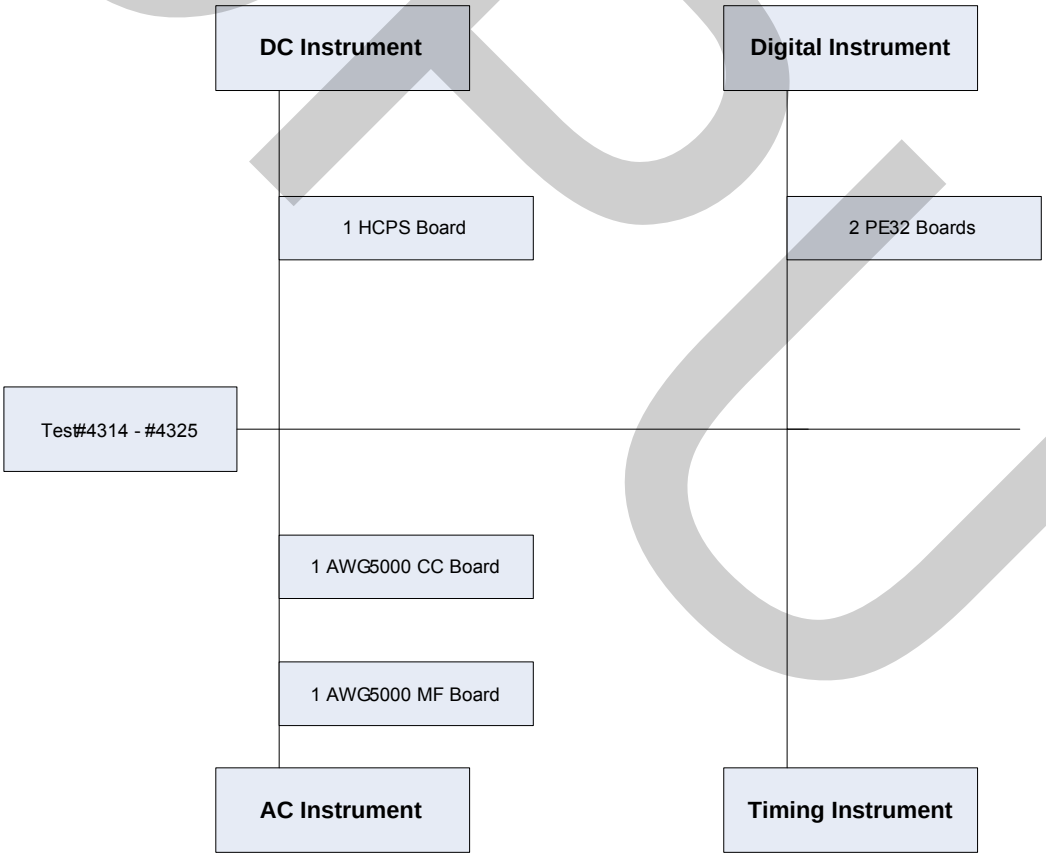
Site2

DC Instrument	- HCPS slotที่ 43 ที่ Test Head
AC Instrument	- AWG5000 MF slotที่ 3 ที่ PACs#2 ที่ Mainframe
	- AWG5000 CC slotที่ 15 ที่ Test Head
Digital Instrument	- PE32 slotที่ 37, 38 และ 40

Site3

DC Instrument	- HCPS slotที่ 25 ที่ Test Head
AC Instrument	- AWG5000 MF slotที่ 4 ที่ PACs#1 ที่ Mainframe
	- AWG5000 CC slotที่ 11 ที่ Test Head
Digital Instrument	- PE32 slotที่ 31, 33 และ 35

3. กลุ่มTest#4314 ถึง Test#4325 อุปกรณ์ที่ใช้ต่องาน 1 ตัว ดังรูปข้างล่าง



ภาพที่ 4.6 รูปแสดงอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับ Test#4314 ถึง #4325

Test#4314 - #4325

Site0

DC Instrument	- HCPS slotที่ 44 ที่ Test Head
AC Instrument	- AWG5000 MF slotที่ 3 ที่ PACs#2 ที่ Mainframe
	- AWG5000 CC slotที่ 15 ที่ Test Head
Digital Instrument	- PE32 slotที่ 48 และ 50

Site1

DC Instrument	- HCPS slotที่ 58 ที่ Test Head
AC Instrument	- AWG5000 MF slotที่ 4 ที่ PACs#1 ที่ Mainframe
	- AWG5000 CC slotที่ 11 ที่ Test Head
Digital Instrument	- PE32 slotที่ 52 และ 59

Site2

DC Instrument	- HCPS slotที่ 43 ที่ Test Head
AC Instrument	- AWG5000 MF slotที่ 3 ที่ PACs#2 ที่ Mainframe
	- AWG5000 CC slotที่ 15 ที่ Test Head
Digital Instrument	- PE32 slotที่ 37 และ 40

Site3

DC Instrument	- HCPS slotที่ 25 ที่ Test Head
AC Instrument	- AWG5000 MF slotที่ 4 ที่ PACs#1 ที่ Mainframe
	- AWG5000 CC slotที่ 11 ที่ Test Head
Digital Instrument	- PE32 slotที่ 31 และ 35

4.1.3 ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นจากการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ก่อนจะทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้น ต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับผลการทดสอบ ที่จะแสดงที่หน้าต่างแสดงผลการทดสอบ(Datalog window) ก่อน ดังตัวอย่างภาพที่ 4.7

Test_Num	Test_Name	Sequencer_Name	High_limit	<	Result	<	Low_limit
4300	Write_RWCLK	speed_sort	1036.0 MH	<	1040.0 MHz	<	1043.0 MH
4301	Read_RWCLK	speed_sort	1036.0 MH	<	1037.3 MHz	<	1050.0 MH
4302	Fosc_3v_TST2	speed_sort	100 MHz	<	496 MHz	<	900 MHz

ภาพที่ 4.7 รูปแสดงผลการทดสอบที่แสดงผลบนหน้าต่างแสดงผลการทดสอบ

- 4300 คือ หมายเลขของการทดสอบ(Test Number)
- Write_RWCLK คือ ชื่อของการทดสอบ(Test Name)
- speed_sort คือ ฟังก์ชั่นของการทดสอบ(Sequencer Name)
- 1036.0MH < คือ ขีดจำกัดขั้นต่ำ(Low limit) ที่ใช้สำหรับการทดสอบ
- < 1043.0MH คือ ขีดจำกัดขั้นสูง(High limit) ที่ใช้สำหรับการทดสอบ
- < 1040.0 MHz < คือ ผลการทดสอบ

ในการวิเคราะห์ปัญหา ที่อาจเกิดขึ้นได้จากในการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ใน “Speed Test” Function นั้นจะแยกวิเคราะห์เป็นทีละกลุ่มการทดสอบดังนี้

กลุ่มที่ 1. Test#4300 ถึง #4303

4300	Write_RWCLK	speed_sort	1036.0 MH <	1040.0 MHz	< 1043.0 MH
4301	Read_RWCLK	speed_sort	1030.0 MH <	1037.3 MHz	< 1050.0 MH
4302	Fosc_3v_TST2	speed_sort	100 MHz <	496 MHz	< 900 MHz
4303	Fosc_1p2v_TST2	speed_sort	100 MHz <	548 MHz	< 1500 MHz

ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น คือ

1. ผลการทดสอบน้อยกว่า หรือ มากกว่า ขีดจำกัด(limit)แต่ไม่มาก
2. ผลการทดสอบอยู่ในช่วง 14583 ถึง 14590
3. ผลการทดสอบมีค่าต่ำมาก

กลุ่มที่ 2. Test#4304 ถึง #4313

4304	DATA9_Failures	speed_sort	-1 <	0 <	1
4305	DATA8_Failures	speed_sort	-1 <	0 <	1
4306	DATA7_Failures	speed_sort	-1 <	0 <	1
4307	DATA6_Failures	speed_sort	-1 <	0 <	1
4308	DATA5_Failures	speed_sort	-1 <	0 <	1
4309	DATA4_Failures	speed_sort	-1 <	0 <	1
4310	DATA3_Failures	speed_sort	-1 <	0 <	1
4311	DATA2_Failures	speed_sort	-1 <	0 <	1
4312	DATA1_Failures	speed_sort	-1 <	0 <	1
4313	DATA0_Failures	speed_sort	-1 <	0 <	1

ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น คือ

1. ผลการทดสอบ มีค่าเกินขีดจำกัดขั้นสูงแต่ไม่มาก

2. ผลการทดสอบมีค่าเกินขีดจำกัดขั้นสูงมากๆ

กลุ่มที่ 3. Test#4314 ถึง 4325

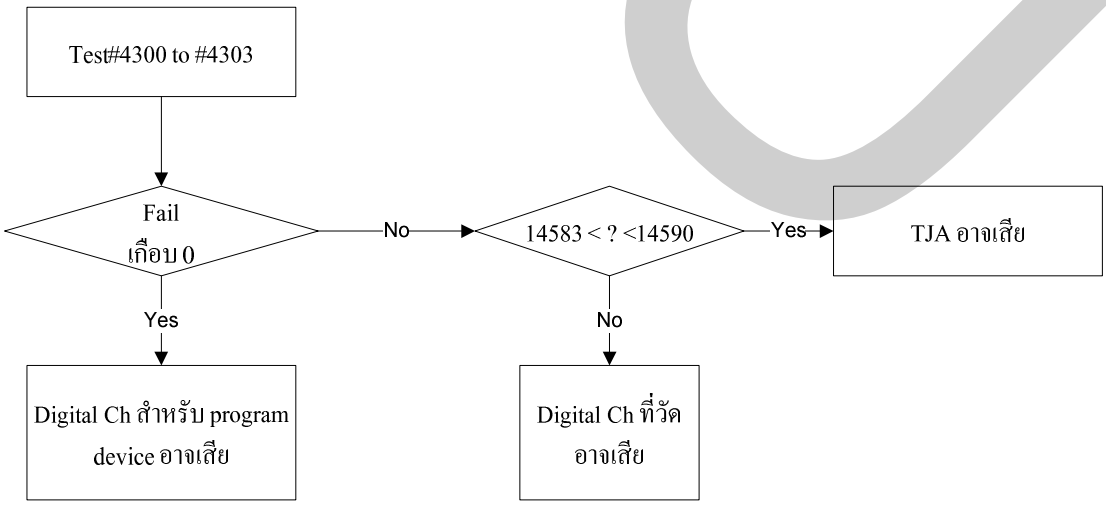
4314 1p2v_Ring_Osc_SIF	speed_sort	0.0 MHz	<	575.7 MHz	<	1500.0 MH	
4315 3p0v_Ring_Osc_SIF	speed_sort	0.0 MHz	<	605.9 MHz	<	1500.0 MH	
4316 FREQR_mean	speed_sort	100.0	<	128.4	<	156.0	
4317 VGAR_mean	speed_sort	20.0	<	122.3	<	235.0	
4318 DCTAPR_mean	speed_sort	32.0	<	118.8	<	224.0	
4319 !QMCNT_mean	speed_sort	2.0	<	120.6	<	245.0	
4320 NLFR_mean	speed_sort	0.0	<	136.1	<	245.0	
4321 BERCNT_mean	speed_sort	-1.0	<	0.0	<	1.0	
4322 FREQR_pos_0p15pct	speed_sort	7	<	177	<	245	
4323 NLFR_plus_mean	speed_sort	0.0	<	108.5	<	245.0	
4324 FREQR_neg_0p15pct	speed_sort	7	<	80	<	245	
4325 NLFR_minus_mean	speed_sort	0.0	<	120.0	<	245.0	

ปัญหาที่อาจเกิดขึ้นของ คือ

1. ผลการทดสอบมีค่า น้อยกว่า หรือ มากกว่าขีดจำกัดแต่ไม่มาก
2. ผลการทดสอบมีค่า ผิดเพี้ยนไปเลย

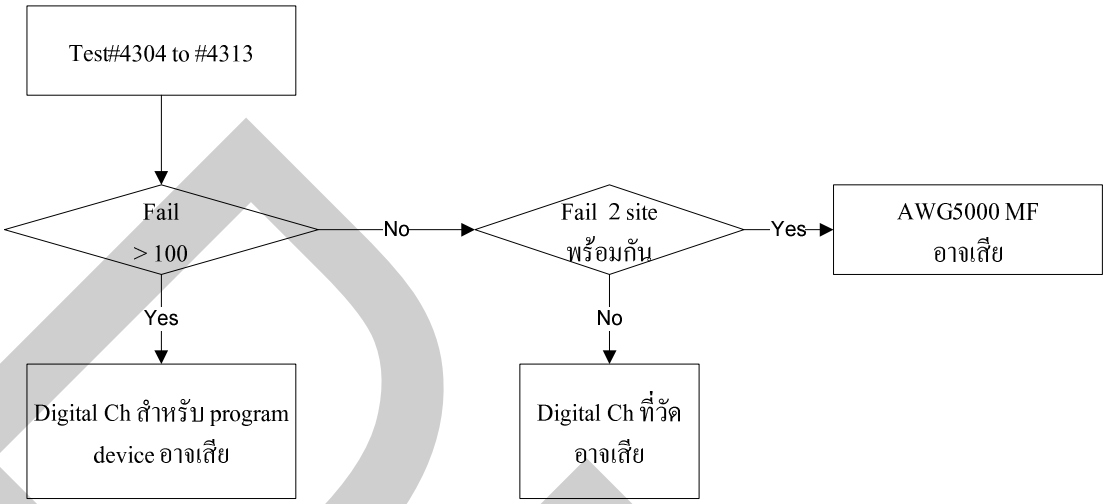
4.1.4 การวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของปัญหากับอุปกรณ์หลัก

1. Test#4300 ถึง #4303



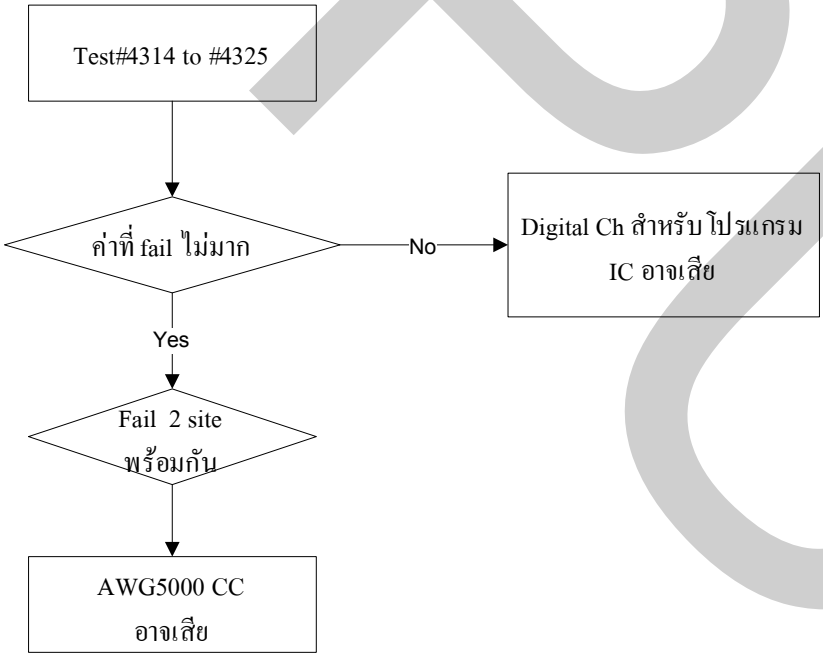
ภาพที่ 4.8 แผนภาพแสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุของ Test#4300 ถึง #4303

2. Test#4304 ถึง #4313



ภาพที่ 4.9 แผนภาพแสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุของ Test#4304 ถึง #4313

3. Test#4314 ถึง #4325



ภาพที่ 4.10 แผนภาพแสดงการวิเคราะห์หาสาเหตุของ Test#4314 ถึง #4325

4.2 โปรแกรมวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เนื่องมาจากอุปกรณ์หลักใน Tester

ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรม Unix และ โปรแกรมภาษา C for Unix ในการพัฒนาตัวโปรแกรม เนื่องจากตัวโปรแกรมนี้ต้องใช้งานบน Unix Base นอกจากนี้ การที่ใช้ภาษา C for Unix ยังทำให้ใช้บางคำสั่งที่เป็นคำสั่งเฉพาะของเครื่อง Tester

4.2.1 โครงสร้างของโปรแกรม

ตัวโครงสร้างของโปรแกรมนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็น 4 ส่วน คือ

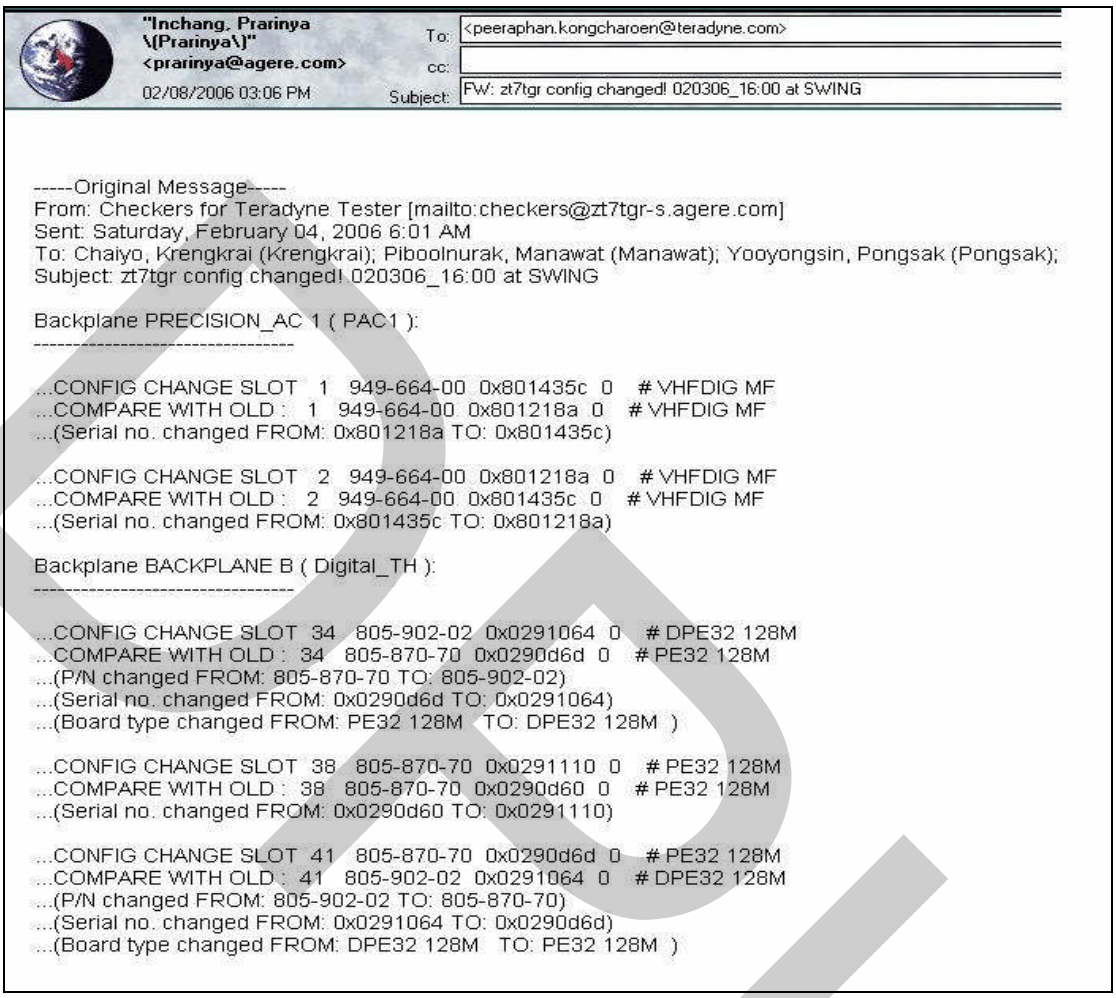
4.2.1.1 โปรแกรมที่ใช้ในการบันทึก Configuration ของ Tester

เป็นการใช้คำสั่งเฉพาะของ Tester ในการเก็บตำแหน่งของอุปกรณ์หลัก(configuration) ของเครื่อง Tester แล้วทำการเปรียบเทียบกับตำแหน่งของอุปกรณ์หลักของ Tester ก่อนหน้านั้นว่ามีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นหรือไม่ ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงขึ้นก็จะทำส่งอีเมลล์(e-mail)ไปยังวิศวกรที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้ได้รับทราบถึงตำแหน่งของอุปกรณ์หลักของเครื่องที่เปลี่ยนไป

```
TIGER_TH 1
BACKPLANE A
#Slot Type        Serial #    Rev  Num     Date    XptA XptB Name
  2   000-000-00  0x0000000   P0   0    # 0000-0 23   24   EMPTY
  3   000-000-00  0x0000000   P0   0    # 0000-0 21   22   EMPTY
  4   939-227-60  0x0004f59    B   0    # 0409-0 19   20   GIGADIG CC
  5   000-000-00  0x0000000   P0   0    # 0000-0 17   18   EMPTY
  6   939-227-60  0x0004f62    B   0    # 0409-0 15   16   GIGADIG CC
  7   000-000-00  0x0000000   P0   0    # 0000-0 13   14   EMPTY
  8   949-831-60  0x30126bc    B   0    # 0442-0 11   12   1G VHFD CC
  9   939-214-60  0x0004c71   P0   0    # 0000-0 9    10   AWG5000 CC
 10   949-831-60  0x30126bb    B   0    # 0442-0 7    8    1G VHFD CC
 11   939-214-60  0x0004f3b   P0   0    # 0000-0 5    6    AWG5000 CC
 14   949-831-60  0x30079bd    B   0    # 0423-0 25   26   1G VHFD CC
 15   939-214-60  0x0004f3c   P0   0    # 0000-0 27   28   AWG5000 CC
 16   949-831-60  0x3012967    B   0    # 0442-0 29   30   1G VHFD CC
 17   939-214-60  0x0004f3d   P0   0    # 0000-0 31   32   AWG5000 CC
 18   939-227-60  0x0004f5f    B   0    # 0409-0 33   34   GIGADIG CC
 19   000-000-00  0x0000000   P0   0    # 0000-0 35   36   EMPTY
 20   939-227-60  0x0004f25    B   0    # 0409-0 37   38   GIGADIG CC
 21   000-000-00  0x0000000   P0   0    # 0000-0 39   40   EMPTY
 22   000-000-00  0x0000000   P0   0    # 0000-0 41   42   EMPTY
 23   000-000-00  0x0000000   P0   0    # 0000-0 43   44   EMPTY
  1   949-886-00  0x8025783    B   0    # 0231-0 3    0    ACISB-L
 24   949-886-01  0x8034794    B   0    # 0231-0 4    0    ACISB-R
END
```

ภาพที่ 4.11 รูปแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์หลักของ Tester

นอกจากนี้ ทางผู้วิจัยยังได้ทำการเพิ่มเติมส่วนที่ใช้ในการบันทึกตำแหน่งของอุปกรณ์หลักของ Tester ที่เป็นแบบบันทึกประจำวัน โดยที่ไม่ต้องเปิดตัวโปรแกรม โดยที่เมื่อมี Tester เครื่องไหนเกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของอุปกรณ์หลัก ก็จะมีอีเมลล์ส่งให้วิศวกรที่เกี่ยวข้องรับทราบตอนเช้ากับตอนเย็นของทุกวัน



"Inchang, Prarinya \(Prarinya\)" <prarinya@agere.com>
02/08/2006 03:06 PM

To: <peeraphan.kongcharoen@teradyne.com>
cc:
Subject: FW: zt7tgr config changed! 020306_16:00 at SWING

-----Original Message-----
From: Checkers for Teradyne Tester [mailto:checkers@zt7tgr-s.agere.com]
Sent: Saturday, February 04, 2006 6:01 AM
To: Chaiyo, Krengkrai (Krengkrai); Piboolnurak, Manawat (Manawat); Yooyongsin, Pongsak (Pongsak);
Subject: zt7tgr config changed! 020306_16:00 at SWING

Backplane PRECISION_AC 1 (PAC1):

...CONFIG CHANGE SLOT 1 949-664-00 0x801435c 0 # VHFDIG MF
...COMPARE WITH OLD : 1 949-664-00 0x801218a 0 # VHFDIG MF
...(Serial no. changed FROM: 0x801218a TO: 0x801435c)

...CONFIG CHANGE SLOT 2 949-664-00 0x801218a 0 # VHFDIG MF
...COMPARE WITH OLD : 2 949-664-00 0x801435c 0 # VHFDIG MF
...(Serial no. changed FROM: 0x801435c TO: 0x801218a)

Backplane BACKPLANE B (Digital_TH):

...CONFIG CHANGE SLOT 34 805-902-02 0x0291064 0 # DPE32 128M
...COMPARE WITH OLD : 34 805-870-70 0x0290d6d 0 # PE32 128M
...(P/N changed FROM: 805-870-70 TO: 805-902-02)
...(Serial no. changed FROM: 0x0290d6d TO: 0x0291064)
...(Board type changed FROM: PE32 128M TO: DPE32 128M)

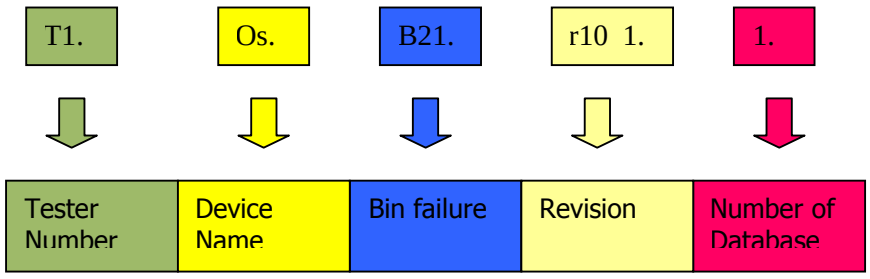
...CONFIG CHANGE SLOT 38 805-870-70 0x0291110 0 # PE32 128M
...COMPARE WITH OLD : 38 805-870-70 0x0290d60 0 # PE32 128M
...(Serial no. changed FROM: 0x0290d60 TO: 0x0291110)

...CONFIG CHANGE SLOT 41 805-870-70 0x0290d6d 0 # PE32 128M
...COMPARE WITH OLD : 41 805-902-02 0x0291064 0 # DPE32 128M
...(P/N changed FROM: 805-902-02 TO: 805-870-70)
...(Serial no. changed FROM: 0x0291064 TO: 0x0290d6d)
...(Board type changed FROM: DPE32 128M TO: PE32 128M)

ภาพที่ 4.12 รูปแสดงตำแหน่งของอุปกรณ์หลักของเครื่องเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงที่ปรากฏบนอีเมลล์ของวิศวกร

4.2.1.2 โปรแกรมที่ใช้ดึงข้อมูลที่มีอยู่ในฐานข้อมูล

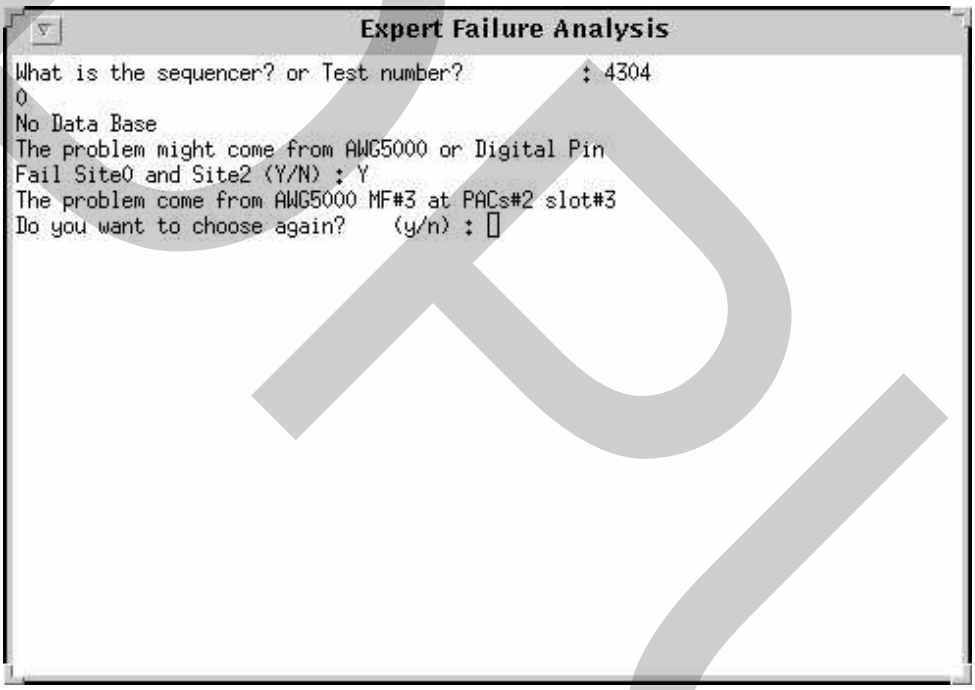
ผู้วิจัยใช้วิธีการ Work Breakdown Structure ในการบันทึกปัญหาที่เคยเกิดขึ้นมาก่อนพร้อมทั้งวิธีแก้ไขปัญหา



ภาพที่ 4.13 รูปแสดงวิธีการกำหนดชื่อไฟล์ในฐานข้อมูล

4.2.1.3 โปรแกรมที่ใช้วิเคราะห์ปัญหาที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน

ในการเขียนโปรแกรมวิเคราะห์ปัญหานี้ ได้อาศัยความรู้ที่ได้มาจากการสอบถามความรู้จากผู้ที่เชี่ยวชาญในส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประกอบกับความรู้จากผู้เชี่ยวชาญในส่วนของ Tester และจากการวิเคราะห์ตัวโปรแกรมที่ใช้สำหรับการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นี้ นำมาเขียนเป็นแผนผังของแต่ละการทดสอบหรือแต่ละกลุ่มการทดสอบ แล้วทำการโปรแกรมโดยใช้ความรู้ที่ได้มา โดยลักษณะที่แสดงผลการวิเคราะห์จะบอกถึงอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับทดสอบนั้นๆ พร้อมทั้งบอกถึงอุปกรณ์ที่สงสัยว่าจะเป็นตัวก่อให้เกิดปัญหา



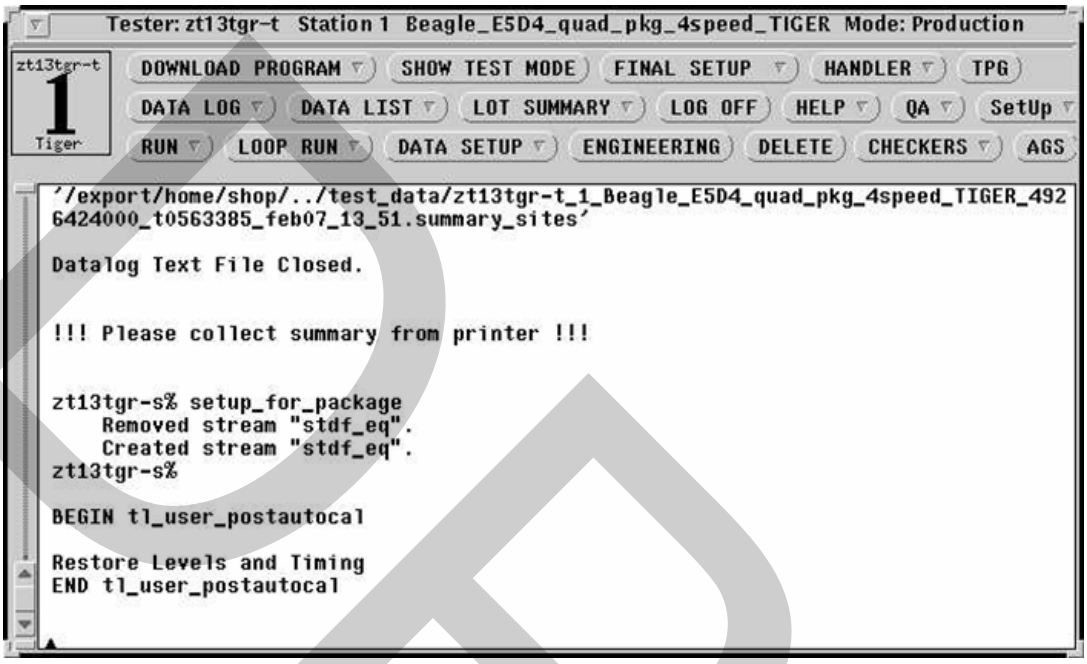
ภาพที่ 4.14 รูปแสดงการแสดงผลของโปรแกรมเมื่อไม่มีข้อมูลในฐานข้อมูล

4.2.1.4 โปรแกรมที่ทำการบันทึกปัญหาที่ไม่เคยเกิดมาก่อน

โปรแกรมจะทำการเปิดไฟล์เปล่าขึ้นมาเพื่อให้ผู้ที่ใช้โปรแกรมนี้ ทำการบันทึกปัญหาที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน โดยตัวโปรแกรมจะทำการกำหนดชื่อไฟล์และตำแหน่งที่เก็บให้เรียบร้อย พร้อมทั้งส่งเมลล์ไปยังวิศวกรที่ทำการรับผิดชอบ เพื่อให้วิศวกรได้รับรู้ว่ามีปัญหาใหม่เกิดขึ้นในการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

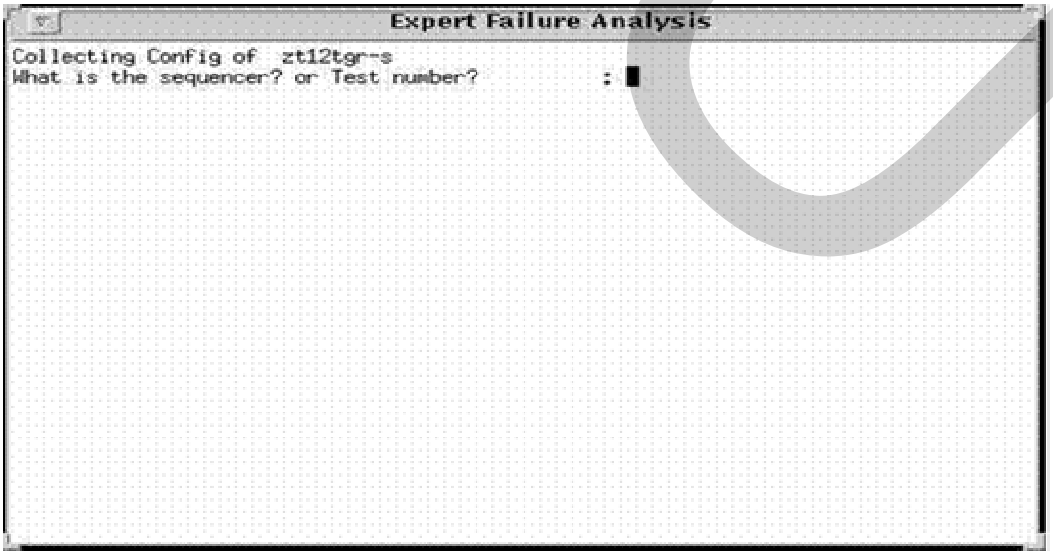
4.3 การใช้งานโปรแกรม

4.3.1 ทำการคลิ๊กที่ปุ่ม HELP ที่ station Window



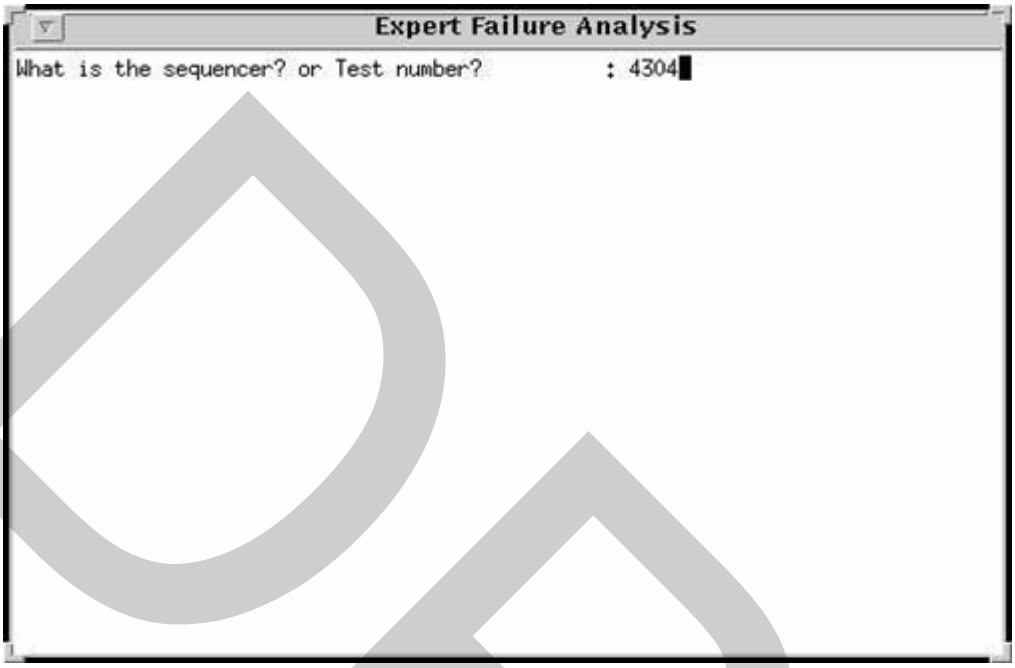
ภาพที่ 4.15 รูปภาพแสดง Station Window

4.3.2 หน้าต่าง Expert Failure Analysis จะปรากฏขึ้น พร้อมกับการเก็บตำแหน่งของอุปกรณ์หลักของเครื่องไว้ โดยจะใช้ชื่อไฟล์ตามชื่อเครื่องตามด้วยเวลาที่เริ่มใช้โปรแกรม



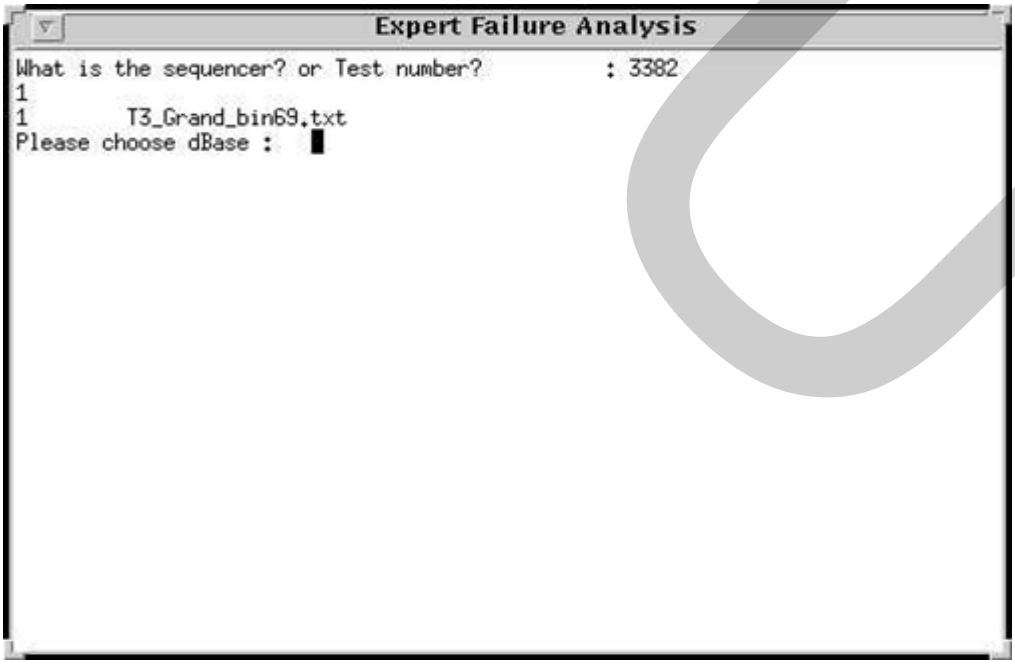
ภาพที่ 4.16 รูปภาพแสดง Expert Failure Analysis Window

4.3.3 ทำการป้อนหมายเลขของการทดสอบที่เกิดปัญหา หรือ ป้อนฟังก์ชั่นที่เกิดปัญหาขึ้น



ภาพที่ 4.17 รูปภาพแสดงการป้อนหมายเลขของการทดสอบ

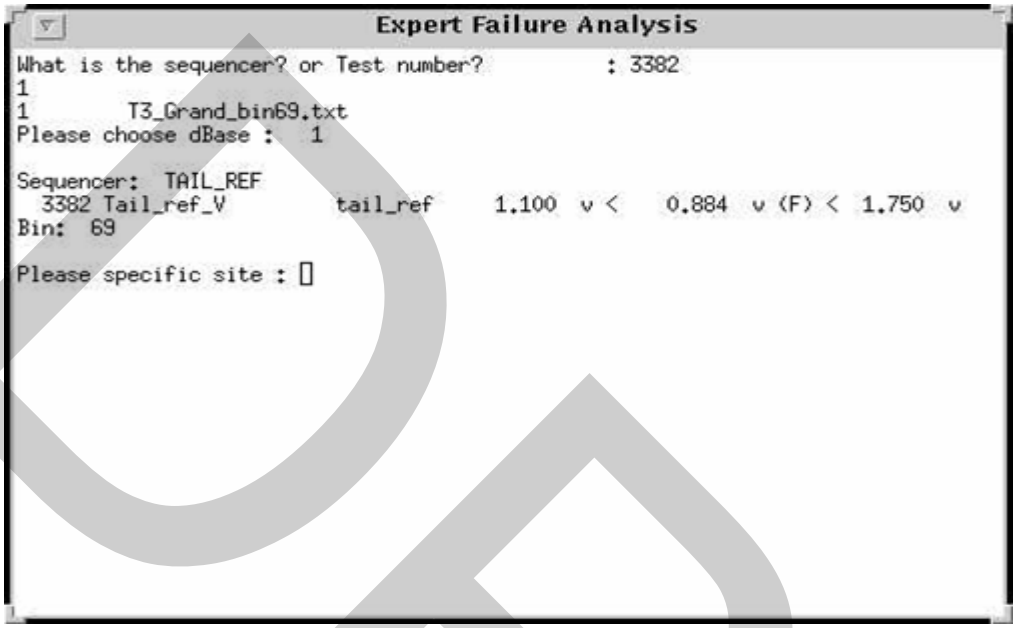
4.3.4 หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการค้นหาในฐานข้อมูลแล้วจะแสดงผลการค้นหา



ภาพที่ 4.18 รูปภาพแสดงการประมวลผลการค้นหาในฐานข้อมูล

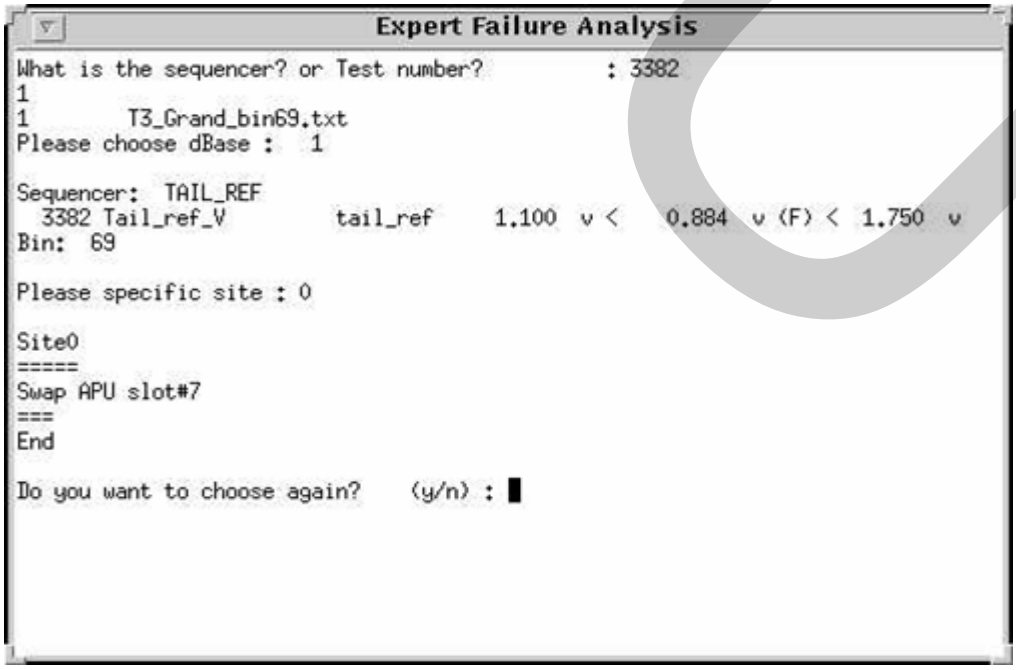
DPU

4.3.5 ทำการเลือกข้อมูลจากฐานข้อมูลที่ปรากฏ โปรแกรมจะทำการ โชว์ข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลนั้น



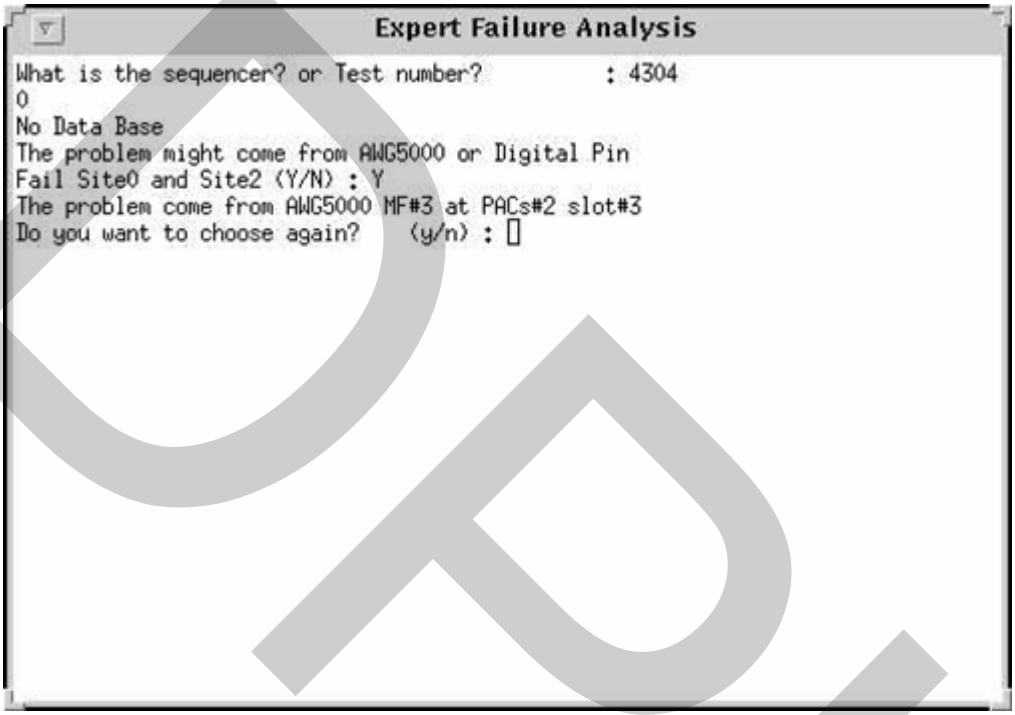
ภาพที่ 4.19 รูปภาพแสดงการผลการเลือกฐานข้อมูล

4.3.6 ทำการระบุตำแหน่งที่เกิดปัญหาขึ้น โปรแกรมจะทำการประมวลผลว่าอุปกรณ์ที่เป็นปัญหาคือ อุปกรณ์อะไร อยู่ตำแหน่งไหน



ภาพที่ 4.20 รูปภาพแสดงการผลการวิเคราะห์

4.3.7 ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลในฐานข้อมูล โปรแกรมจะทำการวิเคราะห์หาสาเหตุที่เป็นไปได้พร้อมกับแสดงผล



ภาพที่ 4.21 รูปภาพแสดงการผลการวิเคราะห์ในกรณีไม่มีข้อมูลในฐานข้อมูล

DPU

บทที่ 5
การทดสอบโปรแกรมและผลการทดลอง

การทดสอบโปรแกรมนั้น กระทำเพื่อให้เกิดความมั่นใจในความถูกต้องของความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน และความสามารถในการดึงข้อมูลที่มีอยู่ในฐานความรู้ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโปรแกรม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยทำการจำลองค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการโปรแกรมอุปกรณ์ ที่อาจเป็นสาเหตุทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดการผิดพลาดได้ ในการโปรแกรมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของ Speed_Test function แล้วให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์จากผลการผิดพลาดที่เกิดขึ้นเมื่อทำการทดสอบ

5.1 การทดสอบโปรแกรมโดยปรับค่าพารามิเตอร์ของ AC Instrument

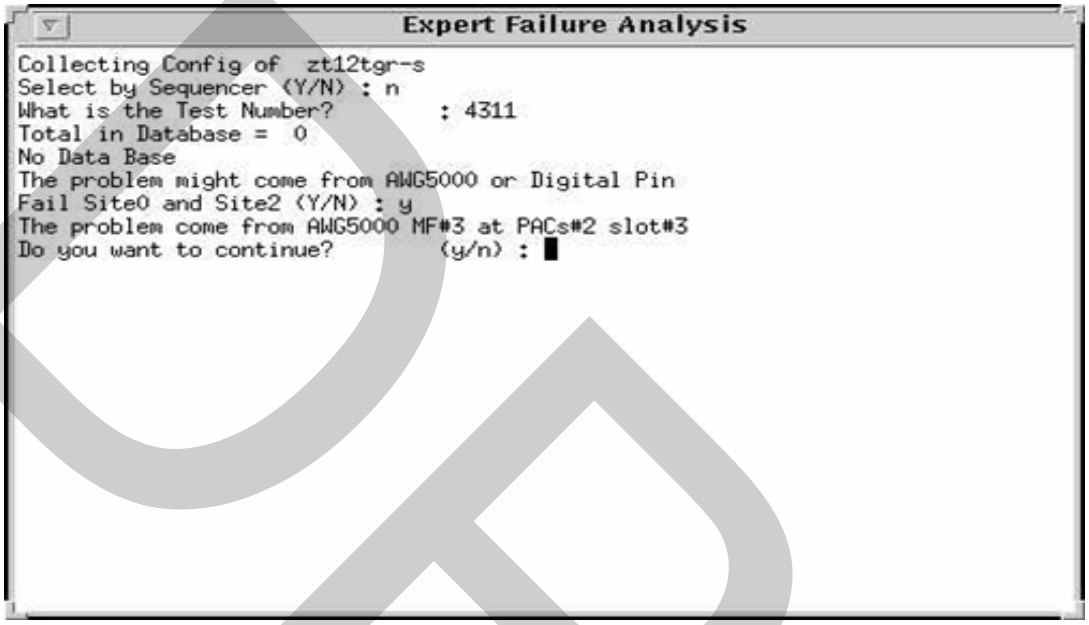
5.1.1 ปรับ sync vector พารามิเตอร์

การปรับ sync vector พารามิเตอร์นี้จะทำให้เกิดการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดการผิดพลาดที่ Test#4304 - #4313 โดยการผิดพลาดก็จะสุ่มไป แล้วแต่ว่าจะไปเกิดขึ้นที่หมายเลขการทดสอบอะไร แต่ค่าที่ผิดพลาดจะไม่มาก คือไม่เกิน 100 แต่จะเป็นพร้อมกันทีเดียว 2 ตำแหน่ง เนื่องมาจากการที่ใช้อุปกรณ์เดียวกัน

```
Sequencer:  SPEED_SORT_3_SPEEDS
CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=3
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4304 DATA9_Failures     speed_sort          -1 <           6 (F)     <          1

Bin:  65

Sequencer:  SPEED_SORT_3_SPEEDS
CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4306 DATA7_Failures     speed_sort          -1 <           4 (F)     <          1

Bin:  65

Sequencer:  SPEED_SORT_3_SPEEDS
CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4305 DATA8_Failures     speed_sort          -1 <           11 (F)     <          1

Bin:  65
```

ภาพที่ 5.1 ลักษณะการผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ sync vector พารามิเตอร์

ผลการทดลองหลังจากการปรับ แล้วป้อนข้อมูลการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้กับโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมถูกต้องตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5.2 ผลการทดสอบโปรแกรมการที่เกิดจากการปรับ sync vector พารามิเตอร์

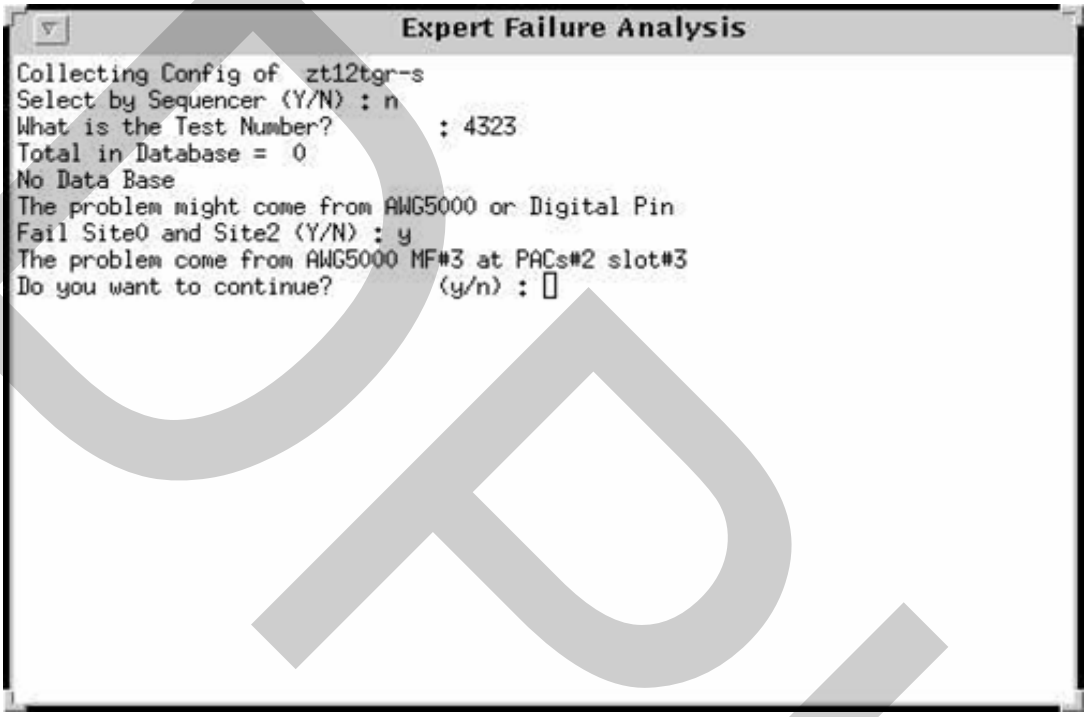
5.1.2 ปรับ Amplitude พารามิเตอร์

การปรับ Amplitude พารามิเตอร์ นี้ จะทำให้เกิดการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดการผิดพลาดที่ Test#4316 - #4325 และก็จะเป็นพร้อมกัน 2 ตำแหน่ง

```
Sequencer:  SPEED_SORT_3_SPEEDS
CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4316 FREQR_mean          speed_sort      100.0 <       210.4 (F)     <     156.0

Bin:  65

Sequencer:  SPEED_SORT_3_SPEEDS
CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=3
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4325 NLFR_minus_mean     speed_sort        0.0 <       0.0 (F)     <     245.0

Bin:  65

Sequencer:  SPEED_SORT_3_SPEEDS
CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=2
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4317 VGAR_mean           speed_sort        20.0 <       245.3 (F)     <     235.0

Bin:  65
```

ภาพที่ 5.3 ลักษณะการผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ Amplitude พารามิเตอร์

ผลการทดลองหลังจากการปรับ แล้วป้อนข้อมูลการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้กับโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมถูกต้องตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5.4 ผลการทดสอบโปรแกรมการที่เกิดจากการปรับ Amplitude พารามิเตอร์

5.2 การทดสอบโปรแกรมโดยปรับพารามิเตอร์ของ Timing Instrument

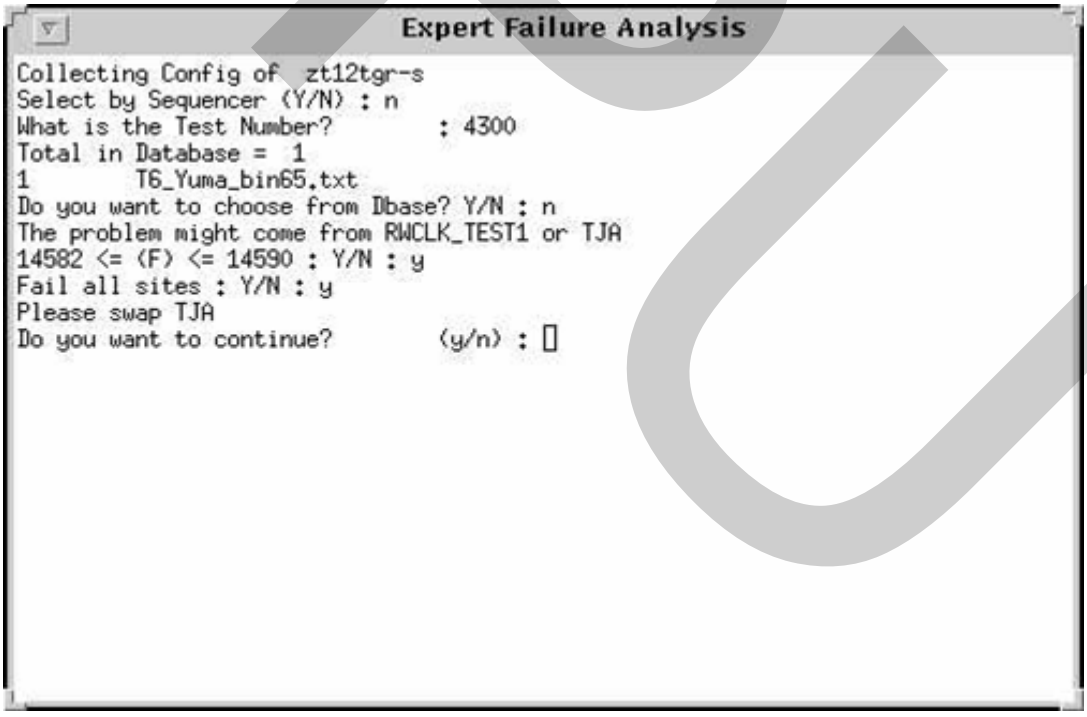
5.2.1 การปรับ Enable พารามิเตอร์

การปรับพารามิเตอร์นี้จะทำให้เกิดการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดการผิดพลาดที่ Test#4300 – 4303 ทุก sitets โดยค่าที่ผิดพลาดไปจะมีค่าอยู่ระหว่าง 14583 – 14590 และจะเป็นที่ Test#4300 ก่อนเสมอ และก็จะเป็นทุกตำแหน่งเหมือนกันหมดด้วยค่าเดียวกัน

```
Sequencer:  SPEED_SORT_3_SPEEDS
CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4300 Write_RWCLK        speed_sort  1036.0 MH <  14583.0 MHz (F)    < 1043.0 MH

Bin:  65

Sequencer:  SPEED_SORT_3_SPEEDS
CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=3
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4300 Write_RWCLK        speed_sort  1036.0 MH <  14585.0 MHz (F)    < 1043.0 MH

Bin:  65

Sequencer:  SPEED_SORT_3_SPEEDS
CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=2
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4300 Write_RWCLK        speed_sort  1036.0 MH <  14584.0 MHz (F)    < 1043.0 MH

Bin:  65
```

ภาพที่ 5.5 ลักษณะการผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ TJA พารามิเตอร์

ผลการทดลองหลังจากการปรับ แล้วป้อนข้อมูลการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้กับโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมถูกต้องตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5.6 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ TJA พารามิเตอร์

5.3 การทดสอบโปรแกรมโดยปรับพารามิเตอร์ของ Digital Instrument

ในการปรับพารามิเตอร์ของ Digital Instrument นั้น เราจะทำการแบ่งการปรับ digital channel โดยการแยกตามกลุ่มการทดสอบที่ได้ทำการแบ่งไว้ คือ

กลุ่มที่ 1 Test#4300 - #4303

กลุ่มที่ 2 Test#4304 - #4313

กลุ่มที่3 Test#4314 - #4325

ซึ่งในแต่ละกลุ่มก็จะมี Digital Channel ที่เป็นหัวใจหลักของการทดสอบนั้นๆอยู่แตกต่างกันออกไป

5.3.1 การปรับ digital พารามิเตอร์ของ digital channel ในกลุ่มที่ 1

โดยที่ digital channel ที่สำคัญในกลุ่มนี้ ยังแบ่งออกได้ตาม Test Number ดังนี้

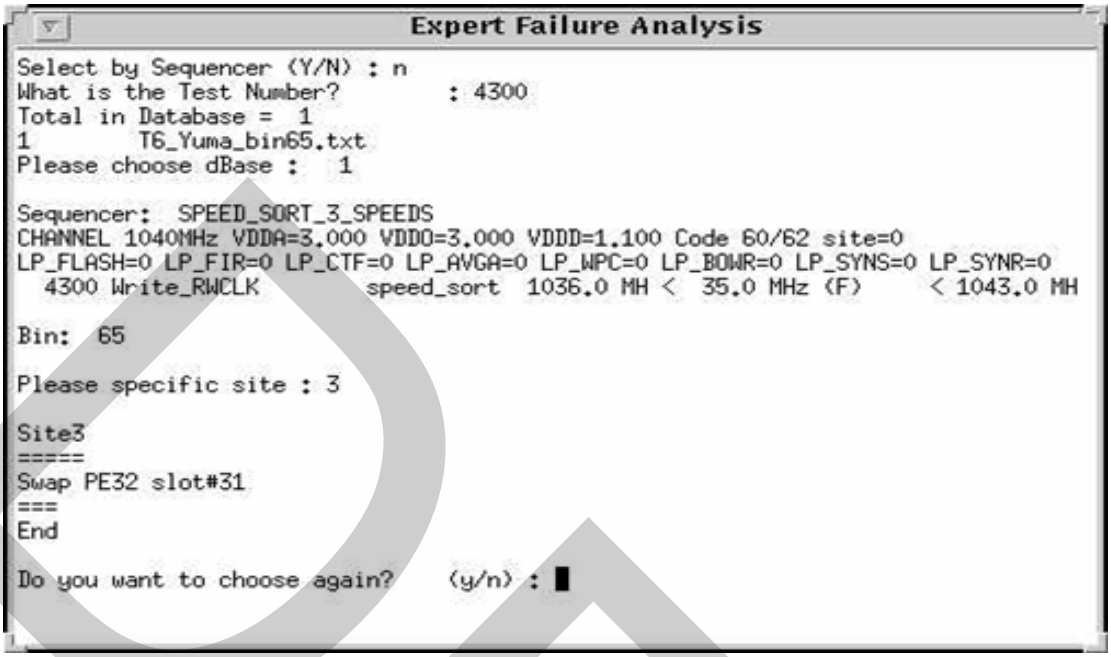
1. Test#4300 - #4301

การทดสอบนี้ใช้ RWCLK_TEST1 pin ในการทดสอบดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการปรับพารามิเตอร์ของ Digital Channel นี้เพื่อให้เกิดการผิดพลาดขึ้นเฉพาะ 2 การทดสอบนี้ และการทดสอบที่ผิดพลาดจะเกิดขึ้นเฉพาะตำแหน่ง

```
CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4300 Write_RWCLK         speed_sort  1036.0 MH <  40.0 MHz (F)      < 1043.0 MH

Bin: 65

CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4300 Write_RWCLK         speed_sort  1036.0 MH <  14583.0 MHz (F)      < 1043.0 MH

Bin: 65

CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4301 Read_RWCLK          speed_sort  1030.0 MH <  54.6 MHz (F)|     < 1050.0 MH

Bin: 65
```

ภาพที่ 5.7 ลักษณะการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ RWCLK_TEST1 Digital พารามิเตอร์

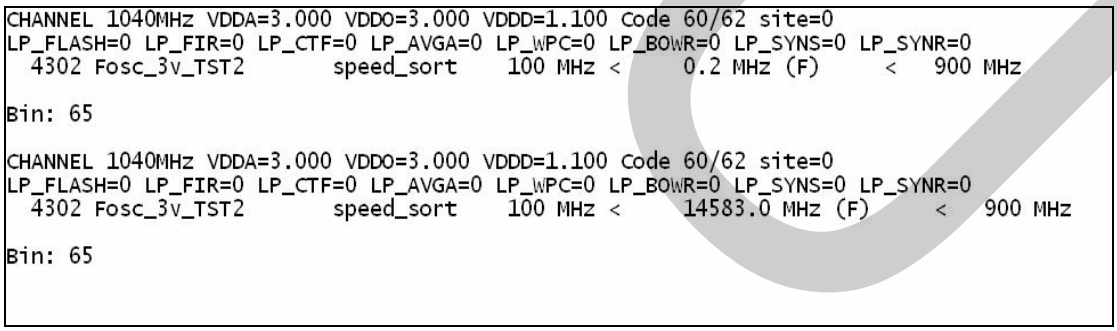
ผลการทดลองหลังจากการปรับ แล้วป้อนข้อมูลการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้กับโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมถูกต้องตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5.8 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ RWCLK_TEST1 Digital พารามิเตอร์

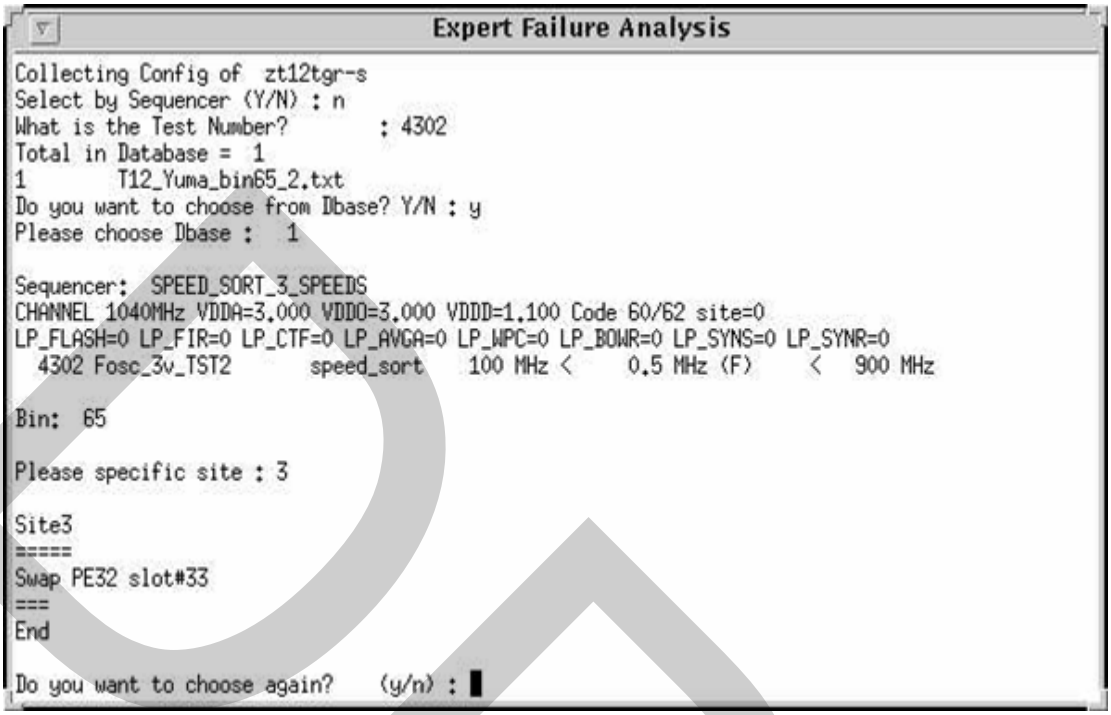
2. Test#4302

การทดสอบนี้ใช้ TST1 pin ในการทดสอบดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการปรับพารามิเตอร์ของ Digital Channel นี้เพื่อให้เกิดการผิดพลาดขึ้น และการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดนั้นจะเกิดขึ้นเฉพาะตำแหน่ง



ภาพที่ 5.9 ลักษณะการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ TST1 Digital พารามิเตอร์

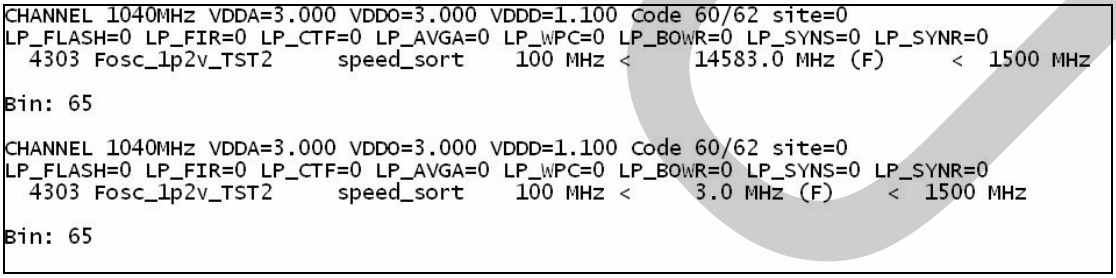
ผลการทดลองหลังจากการปรับ แล้วป้อนข้อมูลการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้กับโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมถูกต้องตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5.10 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ TST1 Digital พารามิเตอร์

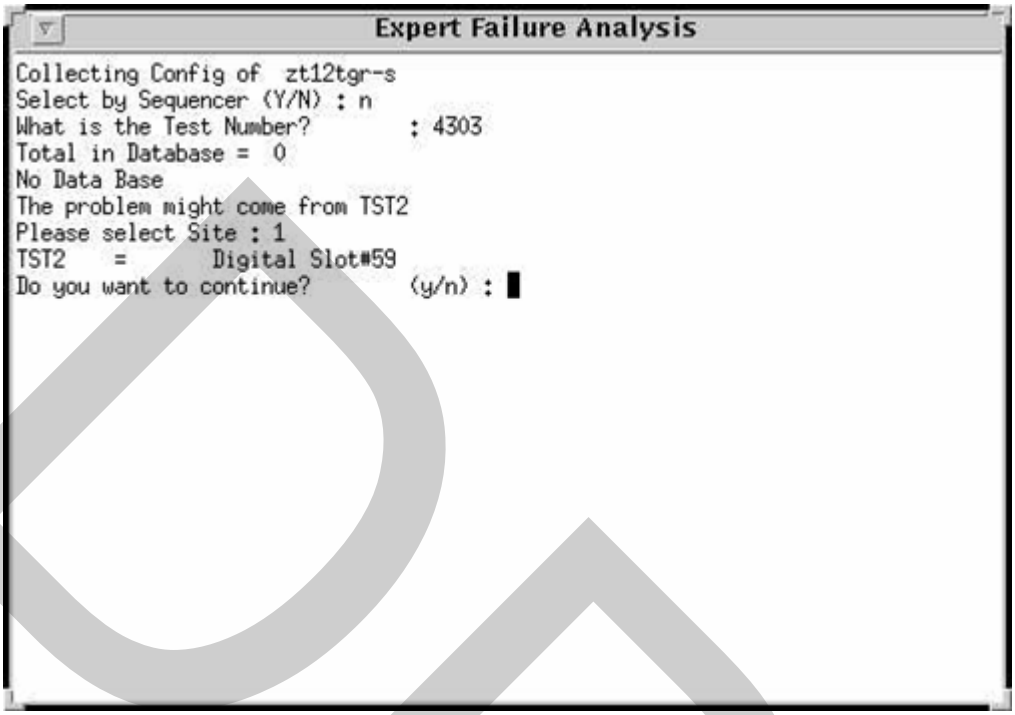
3. Test#4303

การทดสอบนี้ใช้ TST2 pin ในการทดสอบดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการปรับพารามิเตอร์ของ Digital Channel นี้เพื่อให้เกิดการผิดพลาดขึ้น และการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดนั้นจะเกิดขึ้นเฉพาะตำแหน่ง



ภาพที่ 5.11 ลักษณะการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ TST2 Digital พารามิเตอร์

ผลการทดลองหลังจากการปรับ แล้วป้อนข้อมูลการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาด ที่เกิดขึ้นให้กับโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมถูกต้องตรง ตามปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5.12 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ TST2 Digital พารามิเตอร์

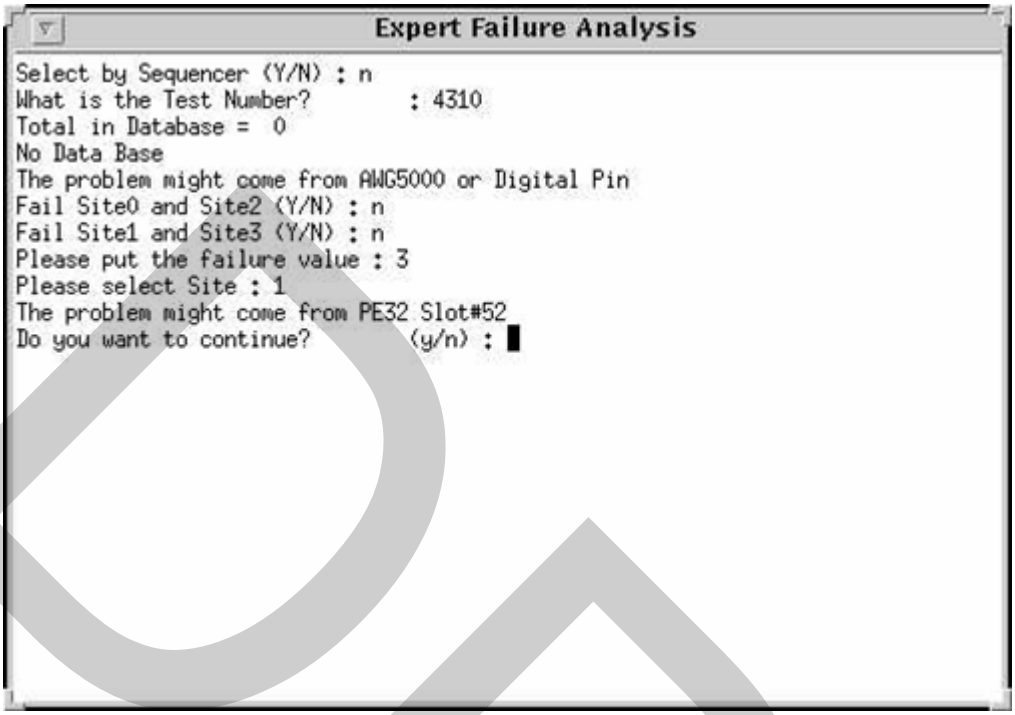
5.3.2 การปรับ digital พารามิเตอร์ของ digital channel ในกลุ่มที่ 2

Digital channel ที่สำคัญ คือ SDATA pin การทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้น ก็จะสุ่มไปตาม Test#4304 - #4313 โดยเกิดขึ้นเฉพาะตำแหน่ง

```
CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4308 DATA5_Failures     speed_sort          -1 <            42 (F)     <          1

Bin: 65

CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4304 DATA9_Failures     speed_sort          -1 <            11 (F)     <          1

Bin: 65

CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4311 DATA2_Failures     speed_sort          -1 <            68 (F)     <          1
Bin: 65
```

ภาพที่ 5.13 ลักษณะการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ SDATA Digital พารามิเตอร์

ผลการทดลองหลังจากการปรับ แล้วป้อนข้อมูลการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิด พลาดที่เกิดขึ้นให้กับโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมถูกต้อง ตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5.14 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ SDATA Digital พารามิเตอร์

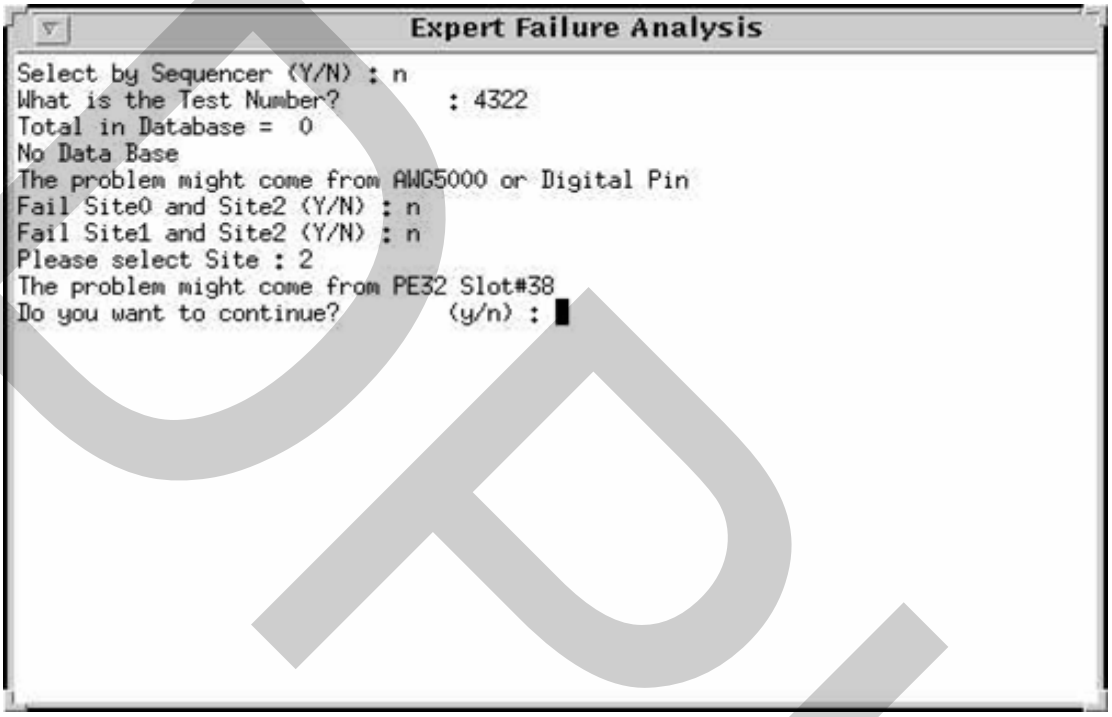
5.3.3 การปรับ digital พารามิเตอร์ของ digital channel ในกลุ่มที่ 3

Digital channel ที่สำคัญ คือ SDATA_STEST15 pin การทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้น ก็จะสุ่มไปตาม Test#4314 - #4325 ลักษณะการผิดพลาดจะคล้ายกับการปรับ Amplitude พารามิเตอร์ ของ AWG instrument แต่เกิดขึ้นเฉพาะตำแหน่ง

```
CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4314 lp2v_Ring_Osc_SIF  speed_sort    0.0 MHz <   1525.3 MHz (F)    < 1500.0 MH

Bin: 65

CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4316 FREQR_mean         speed_sort      100.0 <       98.4 (F)     <     156.0

Bin: 65

CHANNEL 1040MHz VDDA=3.000 VDDO=3.000 VDDD=1.100 Code 60/62 site=0
LP_FLASH=0 LP_FIR=0 LP_CTF=0 LP_AVGA=0 LP_WPC=0 LP_BOWR=0 LP_SYNS=0 LP_SYNR=0
  4321 BERCNT_mean        speed_sort       -1.0 <         190.0 (F)|     <       1.0

Bin: 65
```

ภาพที่ 5.15 ลักษณะการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ SDATA_STEST15 Digital พารามิเตอร์

ผลการทดลองหลังจากการปรับ แล้วป้อนข้อมูลการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้กับโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมถูกต้องตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5.16 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ SDATA_STEST15 Digital พารามิเตอร์

5.4 ผลการทดลองใช้โปรแกรมในส่วนของการผลิต

จากความสามารถของตัวโปรแกรมที่สามารถแสดงผลปัญหาที่เคยเกิดขึ้น และสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่ไม่เคยเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลการสลับเปลี่ยนอุปกรณ์ในเครื่อง Tester เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นว่ามีการสลับอุปกรณ์อะไรบ้าง ในกรณีที่ช่างเป็นคนลงเมื่อแก้ไขปัญหาก่อนที่วิศวกรจะมาซ่อมต่อ ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวมรวบข้อมูลระยะเวลาที่ต้องหยุดเครื่องเพื่อทำการซ่อมตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงปัจจุบัน ซึ่งตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมเป็นช่วงที่ยังไม่ได้ลองใช้งานโปรแกรม ส่วนเดือนมกราคมถึงปัจจุบันเป็นช่วงที่เริ่มลองใช้โปรแกรม

ตารางที่ 5.1 ตารางแสดงระยะเวลาในการหยุดเครื่องช่วงเดือนตุลาคมถึงปัจจุบัน

Day	Tgr#1	Tgr#2	Tgr#3	Tgr#4	Tgr#5
Oct9 -Oct15	185	85	85	135	0
Oct16 - Oct22	0	0	145	0	275
Oct23 - Oct29	255	130	0	0	155
Oct30 - Nov5	145	90	185	95	0
Nov6 - Nov12	85	85	110	0	135
Nov13 - Nov19	115	0	0	55	95
Nov20 - Nov26	0	190	90	145	0
Nov27 - Dec3	155	145	0	0	45
Dec11 - Dec17	95	55	205	70	100
Dec18 - Dec24	0	75	0	55	0
Dec25 - Dec31	135	0	75	135	110
Total	**1170**	**855**	**895**	**690**	**915**
Jan1 - Jan7	310	60	80	95	115
Jan8 - Jan 14	135	130	95	0	0
Jan15 - Jan21	0	0	0	55	75
Jan22 - Jan28	45	130	70	125	0
Jan29 - Feb4	50	40	0	45	120
Feb5 - Feb11	0	0	145	0	0
Feb12 - Feb18	545	70	75	125	0
Feb19 - Feb25	0	135	0	0	70
Feb26 - Mar4	75	115	45	0	85
Mar5 - Mar11	65	0	0	255	80
Mar12 - Mar19	0	40	80	0	0
Total	**1225**	**720**	**590**	**700**	**545**

- เกิดการสลับอุปกรณ์ผิดตำแหน่ง
- เกิดการเริ่มต้นแก้ปัญหาใหม่ตั้งแต่ต้นเนื่องจากไม่รู้ว่าช่างได้ทำอะไรไปบ้าง
- ปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์ย่อยต่างๆในเครื่อง Tester

ซึ่งจากตารางที่ 5.1 เมื่อทำการตัดชั่วโมงของปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์ย่อยต่างๆในเครื่อง Tester ลงระยะเวลาในการหยุดเครื่องโดยรวมของเครื่องเบอร์ 1 ก็จะเป็นดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 ตารางแสดงระยะเวลาในการหยุดเครื่องช่วงเดือนตุลาคมถึงปัจจุบัน เมื่อทำการตัดชั่วโมงของปัญหาที่เกิดจากอุปกรณ์ย่อย

Day	Tgr#1	Tgr#2	Tgr#3	Tgr#4	Tgr#5
Oct9 -Oct15	185	85	85	135	0
Oct16 - Oct22	0	0	145	0	275
Oct23 - Oct29	255	130	0	0	155
Oct30 - Nov5	145	90	185	95	0
Nov6 - Nov12	85	85	110	0	135
Nov13 - Nov19	115	0	0	55	95
Nov20 - Nov26	0	190	90	145	0
Nov27 - Dec3	155	145	0	0	45
Dec11 - Dec17	95	55	205	70	100
Dec18 - Dec24	0	75	0	55	0
Dec25 - Dec31	135	0	75	135	110
Total	**1170**	**855**	**895**	**690**	**915**
Jan1 - Jan7	35	60	80	95	115
Jan8 - Jan 14	135	130	95	0	0
Jan15 - Jan21	0	0	0	55	75
Jan22 - Jan28	45	130	70	125	0
Jan29 - Feb4	50	40	0	45	120
Feb5 - Feb11	0	0	145	0	0
Feb12 - Feb18	125	70	75	125	0
Feb19 - Feb25	0	135	0	0	70
Feb26 - Mar4	75	115	45	0	85
Mar5 - Mar11	65	0	0	255	80
Mar12 - Mar19	0	40	80	0	0
Total	**530**	**720**	**590**	**700**	**545**

- เกิดการสลับ instrument ผิดตำแหน่ง

- เกิดการเริ่มต้นแก้ปัญหาใหม่ตั้งแต่ต้นเนื่องจากไม่รู้ว่าช่างได้ทำอะไรไปบ้าง

จากตารางที่ 5.2 จะเห็นว่าเวลาที่เสียไปเนื่องจากระยะเวลาในการหยุดเครื่องเพื่อทำการแก้ไขปัญหาโดยรวมของแต่ละเครื่องลดลง และปัญหาที่เกิดมาจากการสลับอุปกรณ์ผิดตำแหน่งกับปัญหาที่วิศวกรต้องมาเริ่มต้นนั้นไม่เกิดขึ้นเลยหลังจากการใช้โปรแกรม และเมื่อเราทำการวิเคราะห์ถึงจำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นเมื่อเทียบกับจำนวนชั่วโมงที่ใช้ในการหยุดเครื่องเพื่อทำการซ่อม จะได้ผลดังตารางที่ 5.3

ตารางที่ 5.3 ตารางแสดงระยะเวลาในการหยุดเครื่องช่วงเดือนตุลาคมถึงปัจจุบันของเครื่องเบอร์ 1 และเบอร์ 2

Day	Tgr#1		Tgr#2	
	Minute	No. of Problem	Minute	No. of Problem
Oct9 -Oct15	185	4	85	2
Oct16 - Oct22	0	0	0	0
Oct23 - Oct29	255	3	130	1
Oct30 - Nov5	145	2	90	2
Nov6 - Nov12	85	2	85	2
Nov13 - Nov19	115	1	0	0
Nov20 - Nov26	0	0	190	2
Nov27 - Dec3	155	1	145	2
Dec11 - Dec17	95	1	55	1
Dec18 - Dec24	0	0	75	1
Dec25 - Dec31	135	3	0	0
Total	**1170**	**17**	**855**	**13**
Average	**68.82**		**65.77**	
Jan1 - Jan7	35	1	60	1
Jan8 - Jan 14	135	2	130	2
Jan15 - Jan21	0	0	0	0
Jan22 - Jan28	45	1	130	2
Jan29 - Feb4	50	1	40	1
Feb5 - Feb11	0	0	0	0
Feb12 - Feb18	125	3	70	2
Feb19 - Feb25	0	0	135	2
Feb26 - Mar4	75	2	115	2
Mar5 - Mar11	65	2	0	0
Mar12 - Mar19	0	0	40	1
Total	**530**	**12**	**720**	**13**
Average	**44.17**		**55.38**	
% reduction	**35.83%**		**15.79%**	

- เกิดการสลับ instrument ผิดตำแหน่ง

- เกิดการเริ่มต้นแก้ปัญหาใหม่ตั้งแต่ต้นเนื่องจากไม่รู้ว่าช่างได้ทำอะไรไปบ้าง

ตารางที่ 5.4 ตารางแสดงระยะเวลาในการหยุดเครื่องช่วงเดือนตุลาคมถึงปัจจุบันของเครื่องเบอร์ 3 และเบอร์ 4

Day	Tgr#3		Tgr#4	
	Min	No. of Problem	Min	No. of Problem
Oct9 -Oct15	85	2	135	2
Oct16 - Oct22	145	2	0	0
Oct23 - Oct29	0	0	0	0
Oct30 - Nov5	185	2	95	1
Nov6 - Nov12	110	2	0	0
Nov13 - Nov19	0	0	55	1
Nov20 - Nov26	90	2	145	2
Nov27 - Dec3	0	0	0	0
Dec11 - Dec17	205	2	70	1
Dec18 - Dec24	0	0	55	1
Dec25 - Dec31	75	2	135	2
Total	**895**	**14**	**690**	**10**
Average	**63.93**		**69.00**	
Jan1 - Jan7	80	2	95	2
Jan8 - Jan 14	95	2	0	0
Jan15 - Jan21	0	0	55	1
Jan22 - Jan28	70	1	125	2
Jan29 - Feb4	0	0	45	1
Feb5 - Feb11	145	2	0	0
Feb12 - Feb18	75	2	125	1
Feb19 - Feb25	0	0	0	0
Feb26 - Mar4	45	1	0	0
Mar5 - Mar11	0	0	255	4
Mar12 - Mar19	80	2	0	0
Total	**590**	**12**	**700**	**11**
Average	**49.17**		**63.64**	
% reduction	**23.09%**		**7.77%**	

- เกิดการสลับ instrument ผิดตำแหน่ง

- เกิดการเริ่มต้นแก้ปัญหาใหม่ตั้งแต่ต้นเนื่องจากไม่รู้ว่าช่างได้ทำอะไรไปบ้าง

ตารางที่ 5.5 ตารางแสดงระยะเวลาในการหยุดเครื่องช่วงเดือนตุลาคมถึงปัจจุบันของเครื่องเบอร์ 5

Day	Tgr#5	
	Min	No. of Problem
Oct9 -Oct15	0	0
Oct16 - Oct22	275	2
Oct23 - Oct29	155	2
Oct30 - Nov5	0	0
Nov6 - Nov12	135	2
Nov13 - Nov19	95	1
Nov20 - Nov26	0	0
Nov27 - Dec3	45	1
Dec11 - Dec17	100	2
Dec18 - Dec24	0	0
Dec25 - Dec31	110	2
Total	**915**	**12**
Average	**76.25**	
Jan1 - Jan7	115	2
Jan8 - Jan 14	0	0
Jan15 - Jan21	75	1
Jan22 - Jan28	0	0
Jan29 - Feb4	120	2
Feb5 - Feb11	0	0
Feb12 - Feb18	0	0
Feb19 - Feb25	70	1
Feb26 - Mar4	85	2
Mar5 - Mar11	80	2
Mar12 - Mar19	0	0
Total	**545**	**10**
Average	**54.50**	
% reduction	**28.52%**	

- เกิดการสลับ instrument ผิดตำแหน่ง
- เกิดการเริ่มต้นแก้ปัญหาใหม่ตั้งแต่ต้นเนื่องจากไม่รู้ว่าช่างได้ทำอะไรไปบ้าง

จากตารางข้างต้น เมื่อทำการวิเคราะห์ถึงเวลาที่ใช้ในการหยุดเครื่องกับจำนวนครั้งของปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละสัปดาห์ จะเห็นว่าบางครั้งจำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นในแต่ละสัปดาห์มีจำนวนเท่ากัน แต่เวลาที่ใช้ในการหยุดเครื่องเพื่อทำการซ่อมนั้นต่างกันมาก ไม่ว่าจะก่อนหรือหลังการใช้โปรแกรมในการช่วยวิเคราะห์ ทั้งนี้เนื่องมาจาก บางครั้งปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นเกิดจากอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน ซึ่งเวลาที่ใช้ในการเปลี่ยนอุปกรณ์จนถึงเวลาที่เครื่องพร้อมที่จะใช้งานได้นั้น อยู่ในช่วงตั้งแต่ 30 ถึง 70 นาที แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเปรียบเทียบโดยดูจากจำนวนครั้งกับระยะเวลาที่ใกล้เคียงกันของช่วงก่อนและหลังการใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ จะเห็นได้ว่า ระยะเวลาที่ใช้ในการหยุดเครื่องเพื่อทำการหาสาเหตุของปัญหานั้นสั้นลง และเวลาหยุดเครื่องโดยเฉลี่ยของแต่ละเครื่องก็น้อยลง

นอกจากนี้เมื่อดูแยกแต่ละเครื่องจะเห็นว่า เครื่องเบอร์1, 2, 3 และ 5 นั้น เวลาที่ลดลงได้นั้นโดยเฉลี่ยแล้วอยู่ประมาณ 20 - 25% แต่เครื่องเบอร์ 4 นั้นเวลาที่ลดลงได้อยู่แค่ที่ 7.77% นั้น สาเหตุหลักที่ทำให้เวลาที่ใช้ในการหยุดเครื่องของเครื่องเบอร์1, 2, 3 และ 5 ลดลงนั้น ก็คือการลดปัญหาที่เกิดจากการสลับอุปกรณ์ผิดตำแหน่ง กับปัญหาที่เกิดจากการที่ต้องเริ่มทำการซ่อมใหม่เพราะไม่รู้ว่าช่างทำอะไรไปบ้าง นอกจากนี้สาเหตุรองที่ทำให้เวลาหยุดเพื่อทำการแก้ไขปัญหาของเครื่องเบอร์1, 2,3 และ 5 ลดลง แต่เป็นสาเหตุหลักของเครื่องเบอร์ 4 ก็คือเวลาที่ลดลงได้จากการที่ช่างมีโปรแกรมช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น

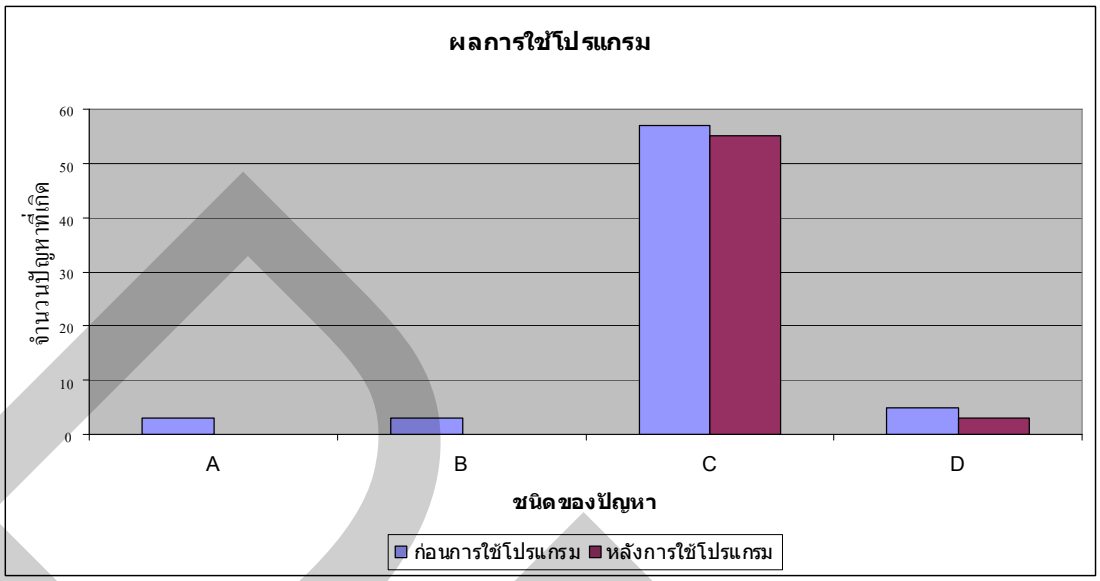
เมื่อทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของเวลาที่ต้องหยุดเครื่องเพื่อทำการแก้ปัญหา จะเห็นได้จากตารางที่ 5.6 และตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.6 สาเหตุของเวลาที่ต้องหยุดเครื่องก่อนการใช้โปรแกรม

System	Problem Cause				Total
	A	B	C	D	
Tiger#1	1	1	13	2	17
Tiger#2	1		12		13
Tiger#3	1	1	11	1	14
Tiger#4			9	1	10
Tiger#5		1	12	1	12
Total	3	3	57	5	

ตารางที่ 5.7 สาเหตุของเวลาที่ต้องหยุดเครื่องหลังการใช้โปรแกรม

System	Problem Cause				Total
	A	B	C	D	
Tiger#1			12		12
Tiger#2			12	1	13
Tiger#3			12		12
Tiger#4			10	1	11
Tiger#5			9	1	10
Total	0	0	55	3	



ภาพที่ 5.17 ภาพแสดงผลการใช้งานโปรแกรม

โดยที่ A = สลับอุปกรณ์ผิดตำแหน่ง

B = ต้องเริ่มต้นใหม่เพราะไม่มีการบันทึก

C = ปัญหาเคยเกิดมาก่อนแล้ว

D = ปัญหาไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน

จากภาพที่ 5.17 จะเห็นได้ว่าหลังจากการใช้โปรแกรม ปัญหาที่เกิดจากการสลับอุปกรณ์ผิดตำแหน่งกับปัญหาที่วิศวกรต้องมาเริ่มต้นใหม่นั้นไม่เกิดขึ้นอีกเลย

นอกจากนี้จะเห็นได้ว่า สาเหตุส่วนใหญ่ที่ทำให้ต้องมีการหยุดเครื่องนั้น เป็นปัญหาที่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ทั้งก่อนใช้โปรแกรมและหลังใช้ แต่ทำไมหลังใช้ระยะเวลาที่หยุดเครื่องเพื่อทำการแก้ไขปัญหากลับน้อยลง ทั้งนี้ปัญหาที่สำคัญที่เกิดขึ้นก็คือถึงแม้จะเป็นปัญหาเดิม แต่ถ้าต่าง site ก็จะใช้อุปกรณ์ในเครื่องต่างกัน ทำให้ช่างต้องเสียเวลาในการค้นหาว่าควรจะเปลี่ยนอุปกรณ์อะไร บางทีต้องเสียเวลาตามหาวิศวกรเพื่อถามว่าควรจะเปลี่ยนอุปกรณ์ในเครื่องตรงตำแหน่งใด ดังนั้นเมื่อมีโปรแกรมมาช่วยในการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น ทำให้เวลาที่ต้องเสียไปในส่วนนี้ลดลง ซึ่งจะเห็นได้ชัดจากเครื่องเบอร์ 4 ซึ่งเวลาที่ลดลงประมาณ 7% นั้น เป็นส่วนที่ช่างเจอปัญหาแล้วจัดการเปลี่ยนอุปกรณ์ที่เป็นสาเหตุของปัญหาได้ทันที โดยไม่ต้องตามหรือรอถามวิศวกร

5.5 สรุปผลการทดลอง

โดยสรุปแล้วการนำโปรแกรมไปใช้ในสายการผลิตนั้น ก่อให้เกิดผลดังนี้

5.5.1. ระยะเวลาในการหยุดเครื่องโดยเฉลี่ยลดลง 22% เมื่อทำการเปรียบเทียบระหว่างจำนวนชั่วโมงรวมที่หยุดเครื่องกับจำนวนปัญหาที่เกิดขึ้นของแต่ละเครื่อง ก่อนและหลังการใช้โปรแกรม

5.5.2. การเปลี่ยนอุปกรณ์ผิดตำแหน่งเมื่อเกิดปัญหาไม่เกิดขึ้นหลังจากการใช้โปรแกรมช่วยวิเคราะห์ปัญหา

5.5.3. การแก้ไขปัญหาต่อเนื่องเป็นไปอย่างราบรื่นหลังจากการใช้โปรแกรม การที่ต้องมาเริ่มต้นนับหนึ่งใหม่หลังจากที่ใช้โปรแกรมไม่เกิดขึ้นเลย

5.5.4. ลดเวลาที่ช่างต้องใช้ในการตัดสินใจแก้ไขปัญหา ทั้งปัญหาที่เคยเกิดขึ้นมาก่อนหรือเคยเกิดขึ้นมาก่อนแต่ไม่เคยเกิดขึ้นกับตำแหน่งนี้ หรือไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อนเลย

5.6 ข้อเสนอแนะ

5.6.1. ฐานความรู้จำเป็นจะต้องได้รับการปรับปรุงสม่ำเสมอหลังจากมีปัญหาใหม่เกิดขึ้น โดยวิศวกร จะต้องทำการตรวจสอบความถูกต้องของการแก้ปัญหาใหม่ แล้วทำการเพิ่มเติมวิธีการแก้ปัญหาให้กับ ตำแหน่ง(site)อื่น เพื่อให้การแก้ไขปัญหาครอบคลุมทุกตำแหน่งของการทดสอบชิ้นงาน

5.6.2. การแสดงผลการวิเคราะห์ว่าอุปกรณ์หลักใดอาจเป็นสาเหตุของปัญหานั้นๆ โปรแกรมบอกเพียงแต่ตำแหน่งของอุปกรณ์นั้น โดยที่ผู้ใช้ต้องมีความรู้ความเข้าใจในโครงสร้างของเครื่อง Tester ประกอบกับต้องรู้วิธีการเปลี่ยนอุปกรณ์หลักแต่ละอย่างพอสมควร การใช้โปรแกรมจึงจะเกิดประสิทธิ ผลสูงสุด

5.6.3. เนื่องจากการทดสอบแต่ละฟังก์ชั่นใช้อุปกรณ์หลักหลายอย่างพร้อมกัน ดังนั้นบางปัญหาอาจ เกิดได้หลายสาเหตุแต่แสดงผลการทดสอบที่ผิดพลาดเหมือนๆกัน ดังนั้นในฐานข้อมูลอาจจำเป็นที่จะต้องจัดลำดับความน่าจะเป็นของสาเหตุของปัญหาให้แต่ผู้ใช้ในกรณีที่วิธีการแก้ปัญหามีหลายวิธี

5.6.4. ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป ควรจะพัฒนาโปรแกรมให้เป็นในลักษณะของปัญญาประดิษฐ์ที่ไม่จำเป็นต้องพึ่งการบันทึกข้อมูลโดยวิศวกร จะทำให้โปรแกรมมีความสามารถในการวิเคราะห์ผลมากขึ้น

บรรณานุกรม

DPU

บรรณานุกรม

ภาษาไทย

หนังสือ

ก่อเกียรติ เก่งสกุล และ บุญเจริญ ศิริเนาวกุล. (2534). **ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานปัญญาประดิษฐ์และระบบผู้เชี่ยวชาญ.** กรุงเทพฯ:ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด 1991.

วิทยานิพนธ์

กลางเดือน พชนา. (2534). **ระบบช่วยในการตัดสินใจในการวางแผนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมไก่.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสหการ กรุงเทพฯ:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เฉลิมพล ลีลาผาติกุล. (2540). **การวิเคราะห์และควบคุมปัจจัยที่มีผลกระทบทางคุณภาพสำหรับอุตสาหกรรมผลิตยางรถยนต์.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสหการ กรุงเทพฯ:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชลาวิตต์ เจียรนุชาติ. (2537). **ระบบ Expert System สำหรับการประเมินการณ์เบื้องต้น ในด้านการเงินและด้านเทคนิคของระบบโทรศัพท์แบบสวิตต์ชิง.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสหการ กรุงเทพฯ:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชัยรัตน์ เยี่ยมสวัสดิ์. (2540). **การพัฒนาระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นกับหม้อแปลงไฟฟ้า.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสหการ กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บัณฑิต วงศ์เดอรี. (2534). **ระบบผู้เชี่ยวชาญสำหรับการวินิจฉัยการปฏิบัติการหม้อไอน้ำอุตสหกรรมแบบท่อไฟขนาดไม่เกิน 10 ตัน.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสหการ กรุงเทพฯ:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ไพศาล พัฒนาโกหะ. (2538). **ระบบช่วยในการตัดสินใจการเปลี่ยนวงจรตัดไฟในสถานีไฟฟ้าย่อยต่างๆ.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมอุตสหการ กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมเด็จ ซู. (2538). **วิจัยระบบ PLASA II ซึ่งเป็นระบบผู้เชี่ยวชาญที่ใช้ในการเลือกวิธีทำ plastic.** วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมเคมี กรุงเทพฯ:จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ภาษาต่างประเทศ

BOOKS

A.Mital and S.Anand. (1994). **Handbook of Expert Systems Applications in Manufacturing Structures and roles**. CHAPMAN & HALL.

Baur and Pigford. (1990). **Expert Systems for Business Concepts and Applications.** Boyd & Fraser publishing company.

Clive L. Dym & Raymond E.levitt. (1991). **Knowledge-Based systems in engineering**. McGraw-Hill. Inc.

ภาคผนวก

DPU

ภาคผนวก

โปรแกรมวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นระหว่างการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

```
#!/bin/csh -f
echo "Collecting Config of "  $STATION_HOST
#set Time=`date '+%h%d_%T'`
tconfig -rev > "$STATION_HOST"_config_"$Time"

Start:
echo -n "Select by Sequencer (Y/N) : "
set SEQ_ans=($<)
if ($SEQ_ans == Y || $SEQ_ans == y) then
        echo -n "What is the sequencer?              : "
        set SEQ=($<)
        grep " $SEQ" ~shop/TER/Script/Dbase/Tiger/Tgr*/*.txt | cut -f1 -d":" | cut -f10 -d"/" >
Base
        @ List=`grep " $SEQ" ~shop/TER/Script/Dbase/Tiger/Tgr*/*.txt | wc -l`
else
        echo -n "What is the Test Number?          : "
        set SEQ=($<)
        grep " $SEQ " ~shop/TER/Script/Dbase/Tiger/Tgr*/*.txt | cut -f1 -d":" | cut -f10 -d"/" >
Base
        @ List=`grep " $SEQ " ~shop/TER/Script/Dbase/Tiger/Tgr*/*.txt | wc -l`
endif

Choose:
echo "Total in Database = " $List
@ n_file = 1
```

```
if ($List > 0) then
        foreach i (`awk '{print $1}' Base`)
                echo "$n_file      " $i
                @ n_file += 1
        end
else
        echo "No Data Base"
        goto New_case
endif

echo -n "Do you want to choose from Dbase? Y/N : "
set d_sel=($<)
if ($d_sel == n || $d_sel == N) then
        goto New_case
endif

echo -n "Please choose Dbase :     "
set Sel=($<)
if ($Sel > $List) then
        echo "Choose again"
        goto Choose
else
        echo " "
        set view=`cat Base | head -$Sel | tail -1`
        cat ~shop/TER/Script/Dbase/Tiger/Tgr*/$view | awk '/Sequencer/,/Bin:/'
#       rm view
endif

echo " "
```

DPU

```
echo -n "Please specific site : "
set ans=($<)
echo " "
if ($ans == 0) then
        cat ~shop/TER/Script/Dbase/Tiger/Tgr*/$view | awk '/Site0/,/End/'
else if ($ans == 1) then
        cat ~shop/TER/Script/Dbase/Tiger/Tgr*/$view | awk '/Site1/,/End/'
else if ($ans == 2) then
        cat ~shop/TER/Script/Dbase/Tiger/Tgr*/$view | awk '/Site2/,/End/'
else if ($ans == 3) then
        cat ~shop/TER/Script/Dbase/Tiger/Tgr*/$view | awk '/Site3/,/End/'
endif

echo " "

goto Ans_choose

New_case:
textedit "$STATION_HOST"_"$Time".txt&
if ($SEQ == 4300) then
        echo "The problem might come from RWCLK_TEST1 or TJA"
        echo -n "14582 <= (F) <= 14590 : Y/N : "
        set Sel_ans=($<)
        if ($Sel_ans == Y || $Sel_ans == y) then
                echo -n "Fail all sites : Y/N : "
                set all_ans=($<)
                if ($Sel_ans == Y || $Sel_ans == y) then
                        echo "Please swap TJA"
                endif
        else
```

DRU

```
                echo -n "Please select Site : "
                set Sel_site=($<)
                if ($Sel_site == 0) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =        Digital Slot#48"
                else if ($Sel_site == 1) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =        Digital Slot#59"
                else if ($Sel_site == 2) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =        Digital Slot#37"
                else if ($Sel_site == 3) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =        Digital Slot#31"
                endif
        endif

else if ($SEQ == 4301) then
        echo "The problem might come from RWCLK_TEST1"
                echo -n "Please select Site : "
                set Sel_site=($<)
                if ($Sel_site == 0) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =        Digital Slot#48"
                else if ($Sel_site == 1) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =        Digital Slot#59"
                else if ($Sel_site == 2) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =        Digital Slot#37"
                else if ($Sel_site == 3) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =        Digital Slot#31"
                endif

else if ($SEQ == 4302) then
        echo "The problem might come from TST1"
                echo -n "Please select Site : "
```

```
                set Sel_site=($<)
                if ($Sel_site == 0) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =       Digital Slot#48"
                else if ($Sel_site == 1) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =       Digital Slot#59"
                else if ($Sel_site == 2) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =       Digital Slot#37"
                else if ($Sel_site == 3) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =       Digital Slot#31"
                endif

else if ($SEQ == 4303) then
        echo "The problem might come from TST2"
                echo -n "Please select Site : "
                set Sel_site=($<)
                if ($Sel_site == 0) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =       Digital Slot#48"
                else if ($Sel_site == 1) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =       Digital Slot#59"
                else if ($Sel_site == 2) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =       Digital Slot#37"
                else if ($Sel_site == 3) then
                        echo "RWCLK_TEST1  =       Digital Slot#31"
                endif

else if ($SEQ == 4304 || $SEQ == 4305 || $SEQ == 4306 || $SEQ == 4307 || $SEQ == 4308 ||
$SEQ == 4309 || $SEQ == 4310 || $SEQ == 4311 || $SEQ == 4312 || $SEQ == 4313) then
        echo "The problem might come from AWG5000 or Digital Pin"
        echo -n "Fail Site0 and Site2 (Y/N) : "
        set Sel_ans=($<)
```

```
if ($Sel_ans == Y || $Sel_ans == y) then
        echo "The problem come from AWG5000 MF#3 at PACs#2 slot#3"
else if ($Sel_ans == N || $Sel_ans == n)then
        echo -n "Fail Site1 and Site3 (Y/N) : "
        set Sel_ans=($<)
        if ($Sel_ans == Y || $Sel_ans == y) then
                echo "The problem come from AWG5000 MF#2 at PACs#1 slot#4"
        else
                echo -n "Please put the failure value : "
                set Fail_val=($<)
                if ($Fail_val < 100) then
                        echo -n "Please select Site : "
                        set Sel_site=($<)
                        if ($Sel_site == 0) then
                                echo "The problem might come from PE32 Slot#50"
                        else if ($Sel_site == 1) then
                                echo "The problem might come from PE32 Slot#52"
                        else if ($Sel_site == 2) then
                                echo "The problem might come from PE32 Slot#40"
                        else if ($Sel_site == 3) then
                                echo "The problem might come from PE32 Slot#43"
                        endif
                else
                        echo -n "Please select Site : "
                        set Sel_site=($<)
                        if ($Sel_site == 0) then
                                echo "The problem might come from PE32 Slot#48"
                        else if ($Sel_site == 1) then
                                echo "The problem might come from PE32 Slot#59"
                        else if ($Sel_site == 2) then
```

```
                    echo "The problem might come from PE32 Slot#37"
                else if ($Sel_site == 3) then
                    echo "The problem might come from PE32 Slot#31"
                endif
            endif
        endif
    endif

else if ($SEQ == 4314 || $SEQ == 4315 || $SEQ == 4316 || $SEQ == 4317 || $SEQ == 4318 ||
$SEQ == 4319 || $SEQ == 4320 || $SEQ == 4321 || $SEQ == 4322 || $SEQ == 4323 || $SEQ ==
4324 || $SEQ == 4325) then
    echo "The problem might come from AWG5000 or Digital Pin"
    echo -n "Fail Site0 and Site2 (Y/N) : "
    set Sel_ans=($<)
    if ($Sel_ans == Y || $Sel_ans == y) then
        echo "The problem come from AWG5000 MF#3 at PACs#2 slot#3"
    else if ($Sel_ans == N || $Sel_ans == n)then
        echo -n "Fail Site1 and Site2 (Y/N) : "
        set Sel_ans=($<)
        if ($Sel_ans == Y || $Sel_ans == y) then
            echo "The problem come from AWG5000 MF#2 at PACs#1 slot#4"
        else
            echo -n "Please select Site : "
            set Sel_site=($<)
            if ($Sel_site == 0) then
                echo "The problem might come from PE32 Slot#47"
            else if ($Sel_site == 1) then
                echo "The problem might come from PE32 Slot#51"
            else if ($Sel_site == 2) then
                echo "The problem might come from PE32 Slot#38"
```

```
                    else if ($Sel_site == 3) then
                        echo "The problem might come from PE32 Slot#32"
                    endif
                endif
            endif
else
            echo "No Solution for now"
endif

goto Ans_cont

Ans_choose:
echo -n "Do you want to choose again?     (y/n) : "
set ans=($<)
if ($ans == y||$ans == Y) then
            goto Choose
endif


Ans_cont:
echo -n "Do you want to continue?          (y/n) : "
set ans=($<)
if ($ans == y||$ans == Y) then
            clear
            goto Start
endif
```

DPU