บทที่ 5
การทดสอบโปรแกรมและผลการทดลอง

การทดสอบโปรแกรมนั้น กระทำเพื่อให้เกิดความมั่นใจในความถูกต้องของความสามารถในการวิเคราะห์ปัญหาที่ไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน และความสามารถในการดึงข้อมูลที่มีอยู่ในฐานความรู้ โดยในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโปรแกรม โดยให้ผู้เชี่ยวชาญช่วยทำการจำลองค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ใช้ในการโปรแกรมอุปกรณ์ ที่อาจเป็นสาเหตุทำให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดการผิดพลาดได้ ในการโปรแกรมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของ Speed_Test function แล้วให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์จากผลการผิดพลาดที่เกิดขึ้นเมื่อทำการทดสอบ

5.1 การทดสอบโปรแกรมโดยปรับค่าพารามิเตอร์ของ AC Instrument

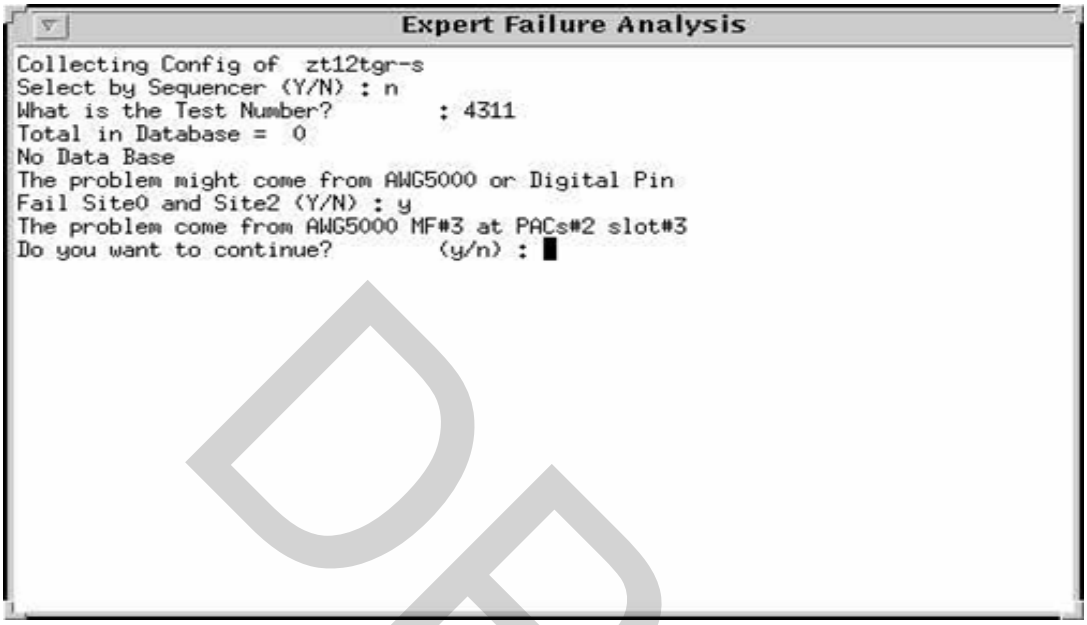
5.1.1 ปรับ sync vector พารามิเตอร์

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

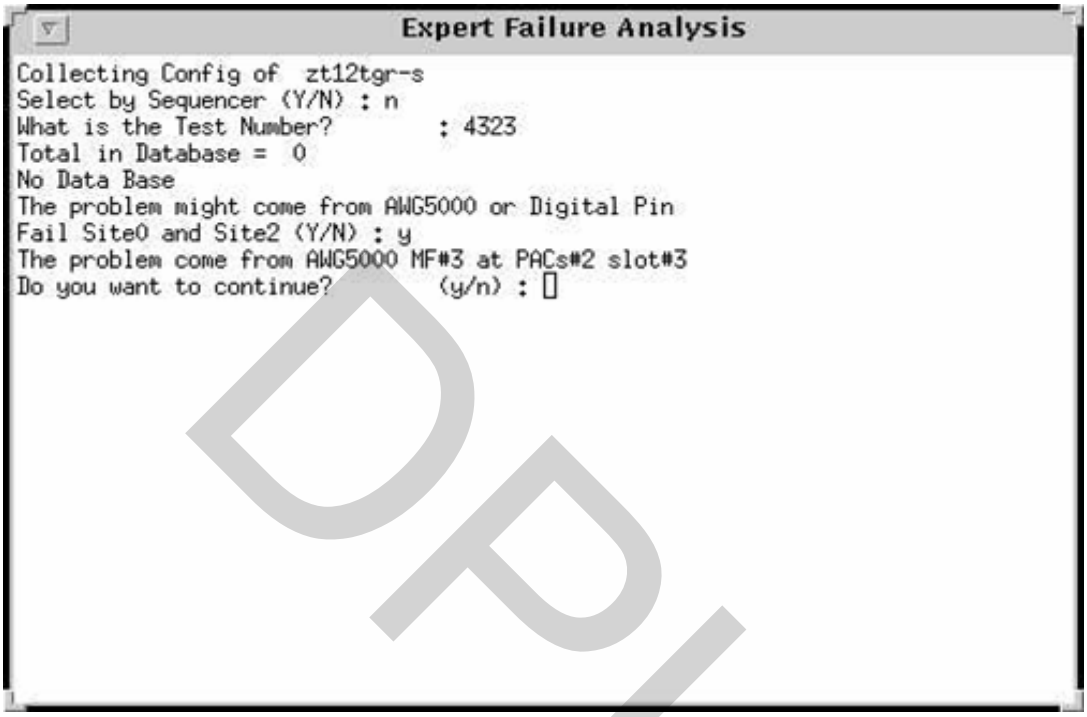
การปรับ Amplitude พารามิเตอร์ นี้ จะทำให้เกิดการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดการผิดพลาดที่ Test#4316 - #4325 และก็จะเป็นพร้อมกัน 2 ตำแหน่ง

```
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

DPU

ผลการทดลองหลังจากการปรับ แล้วป้อนข้อมูลการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้กับโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมถูกต้องตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5.4 ผลการทดสอบโปรแกรมการที่เกิดจากการปรับ Amplitude พารามิเตอร์

5.2 การทดสอบโปรแกรมโดยปรับพารามิเตอร์ของ Timing Instrument

5.2.1 การปรับ Enable พารามิเตอร์

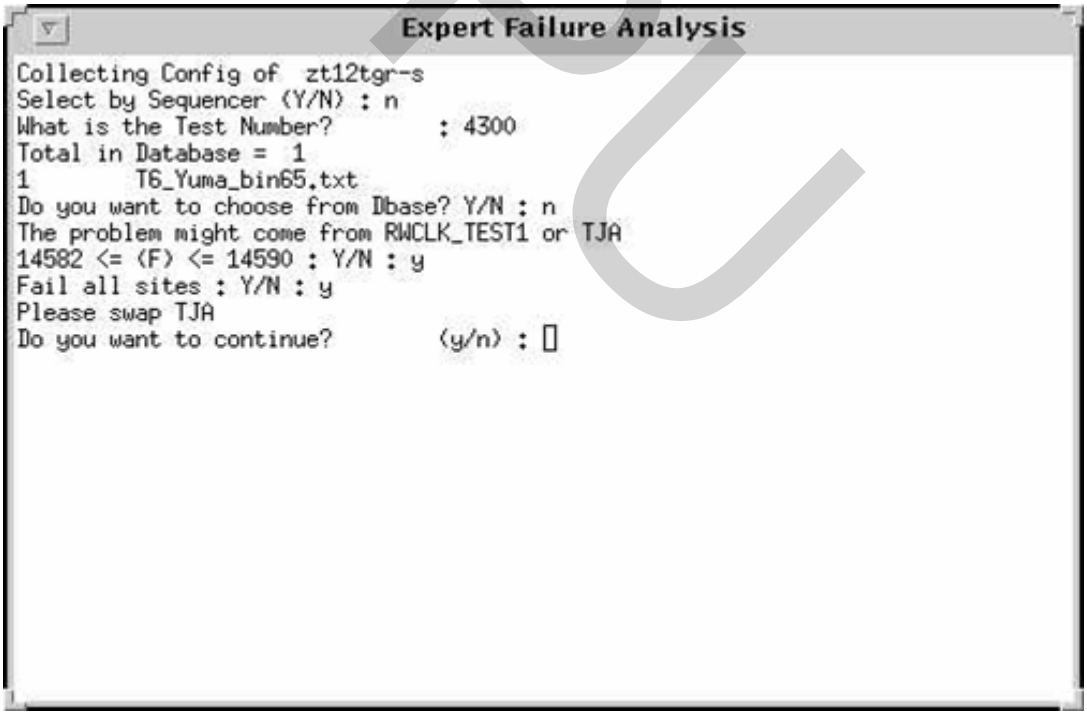
การปรับพารามิเตอร์นี้จะทำให้เกิดการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เกิดการผิดพลาดที่ Test#4300 – 4303 ทุก sitets โดยค่าที่ผิดพลาดไปจะมีค่าอยู่ระหว่าง 14583 – 14590 และจะเป็นที่ Test#4300 ก่อนเสมอ และก็จะเป็นทุกตำแหน่งเหมือนกันหมดด้วยค่าเดียวกัน

DPU

```
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

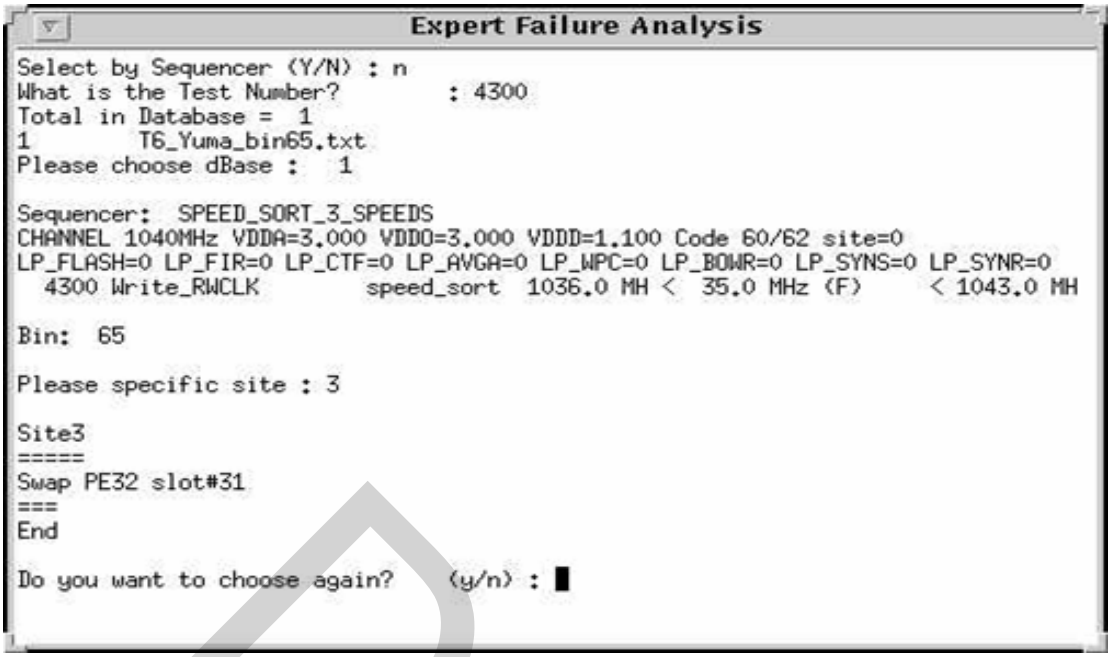
1. Test#4300 - #4301

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

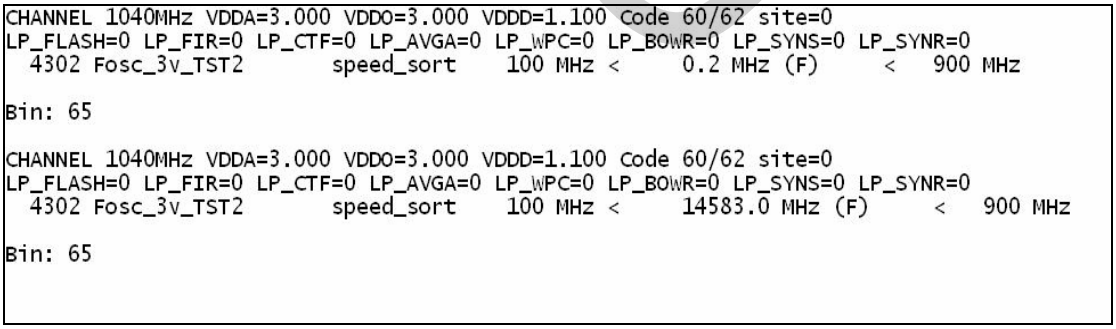
ผลการทดลองหลังจากการปรับ แล้วป้อนข้อมูลการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้กับโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมถูกต้องตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5.8 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ RWCLK_TEST1 Digital พารามิเตอร์

2. Test#4302

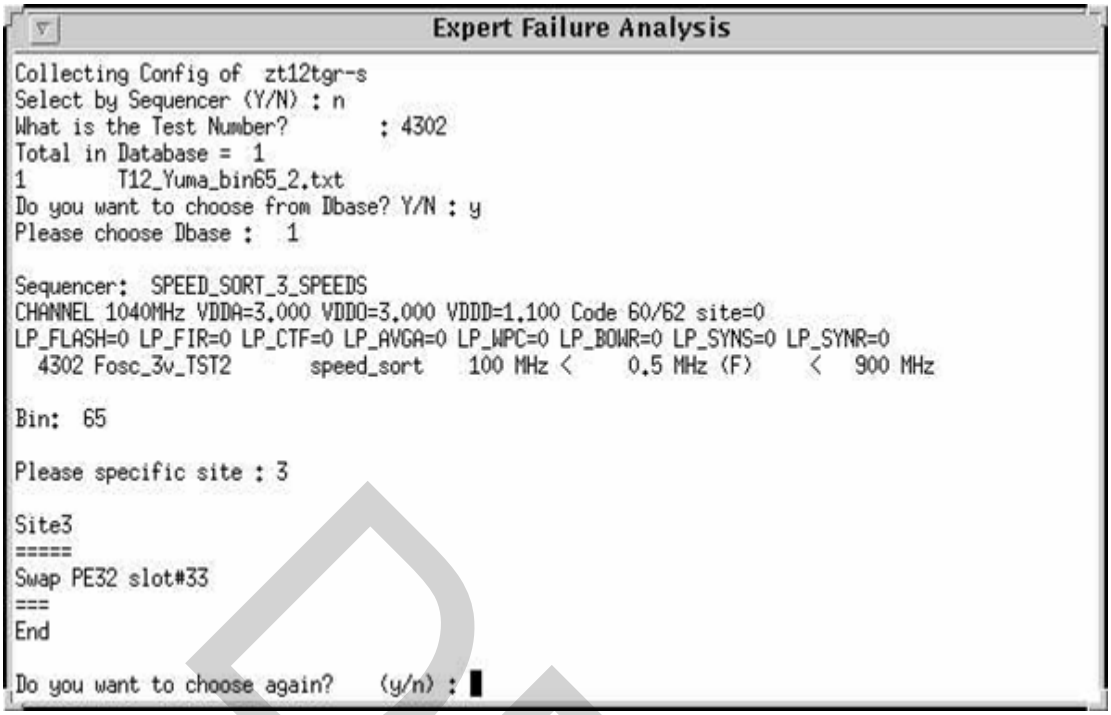
การทดสอบนี้ใช้ TST1 pin ในการทดสอบดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการปรับพารามิเตอร์ของ Digital Channel นี้เพื่อให้เกิดการผิดพลาดขึ้น และการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดนั้นจะเกิดขึ้นเฉพาะตำแหน่ง



ภาพที่ 5.9 ลักษณะการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ TST1 Digital พารามิเตอร์

ผลการทดลองหลังจากการปรับ แล้วป้อนข้อมูลการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้กับโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมถูกต้องตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้น

DPU



ภาพที่ 5.10 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ TST1 Digital พารามิเตอร์

3. Test#4303

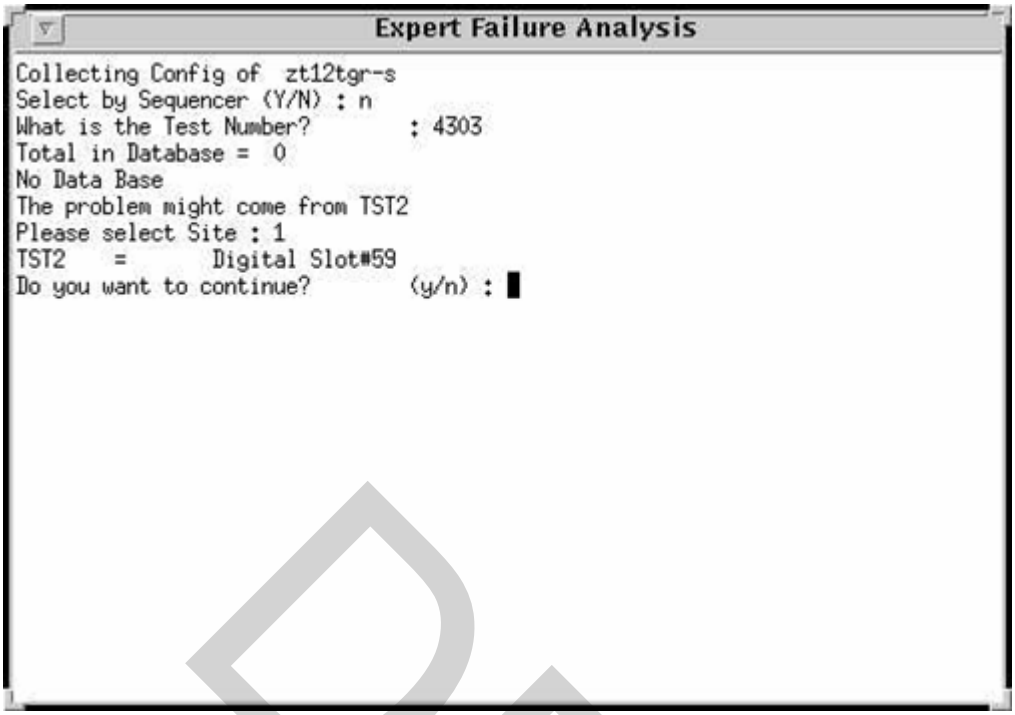
การทดสอบนี้ใช้ TST2 pin ในการทดสอบดังนั้น ผู้วิจัยจึงทำการปรับพารามิเตอร์ของ Digital Channel นี้เพื่อให้เกิดการผิดพลาดขึ้น และการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดนั้นจะเกิดขึ้นเฉพาะตำแหน่ง

```
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
  4303 Fosc_1p2v_TST2     speed_sort    100 MHz <     14583.0 MHz (F)     <  1500 MHz

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
  4303 Fosc_1p2v_TST2     speed_sort    100 MHz <     3.0 MHz (F)     <  1500 MHz

Bin: 65
```

ภาพที่ 5.11 ลักษณะการทดสอบที่ผิดพลาดที่เกิดจากการปรับ TST2 Digital พารามิเตอร์

ผลการทดลองหลังจากการปรับ แล้วป้อนข้อมูลการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาด ที่เกิดขึ้นให้กับโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมถูกต้องตรง ตามปัญหาที่เกิดขึ้น

DPU



ภาพที่ 5.12 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ TST2 Digital พารามิเตอร์

5.3.2 การปรับ digital พารามิเตอร์ของ digital channel ในกลุ่มที่ 2

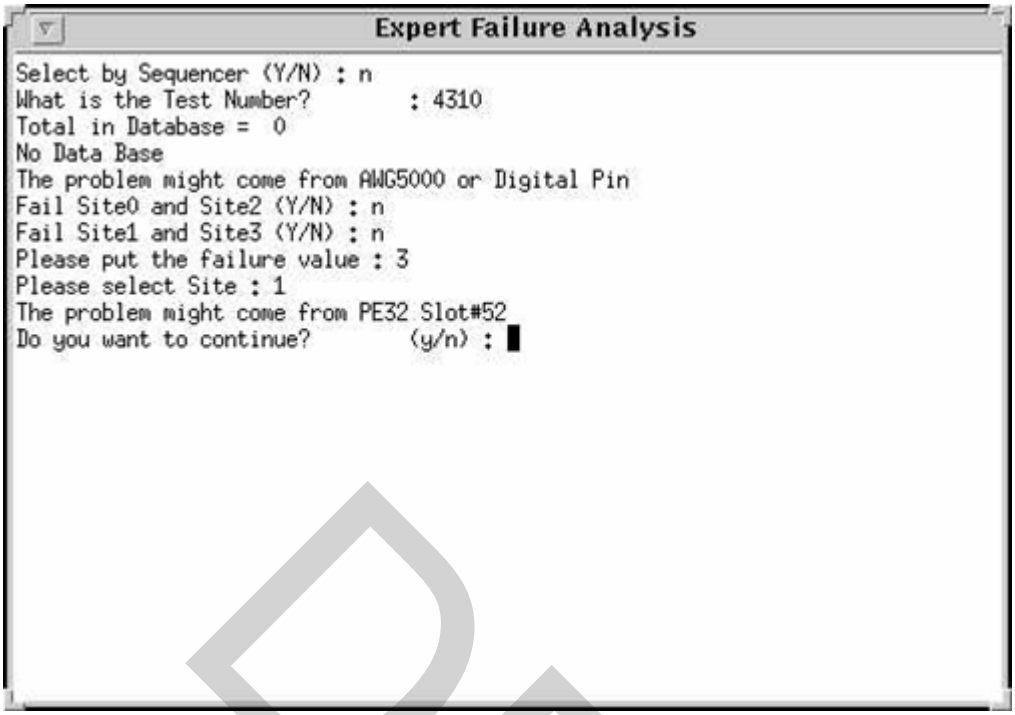
Digital channel ที่สำคัญ คือ SDATA pin การทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้น ก็จะสุ่มไปตาม Test#4304 - #4313 โดยเกิดขึ้นเฉพาะตำแหน่ง

```
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

DPU



ภาพที่ 5.14 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ SDATA Digital พารามิเตอร์

5.3.3 การปรับ digital พารามิเตอร์ของ digital channel ในกลุ่มที่ 3

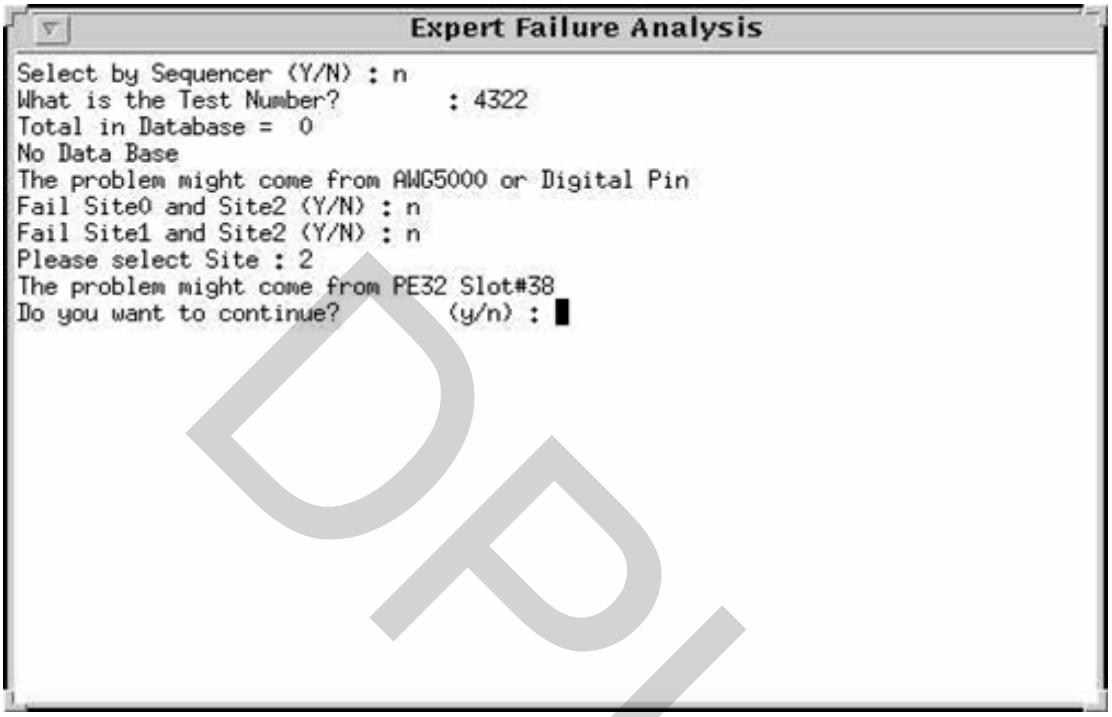
Digital channel ที่สำคัญ คือ SDATA_STEST15 pin การทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้น ก็จะสุ่มไปตาม Test#4314 - #4325 ลักษณะการผิดพลาดจะคล้ายกับการปรับ Amplitude พารามิเตอร์ ของ AWG instrument แต่เกิดขึ้นเฉพาะตำแหน่ง

```
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

DPU

ผลการทดลองหลังจากการปรับ แล้วป้อนข้อมูลการทดสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ผิดพลาดที่เกิดขึ้นให้กับโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ผล ผลที่ได้จากการวิเคราะห์ของโปรแกรมถูกต้องตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 5.16 ผลการทดสอบโปรแกรมที่เกิดจากการปรับ SDATA_STEST15 Digital พารามิเตอร์

5.4 ผลการทดลองใช้โปรแกรมในส่วนของการผลิต

จากความสามารถของตัวโปรแกรมที่สามารถแสดงผลปัญหาที่เคยเกิดขึ้น และสามารถวิเคราะห์ปัญหาที่ไม่เคยเกิดขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถแสดงผลการสลับเปลี่ยนอุปกรณ์ในเครื่อง Tester เพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นว่ามีการสลับอุปกรณ์อะไรบ้าง ในกรณีที่ช่างเป็นคนลงเมื่อแก้ไขปัญหาก่อนที่วิศวกรจะมาซ่อมต่อ ทางผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวมรวบข้อมูลระยะเวลาที่ต้องหยุดเครื่องเพื่อทำการซ่อมตั้งแต่เดือนตุลาคมจนถึงปัจจุบัน ซึ่งตั้งแต่เดือนตุลาคมถึงเดือนธันวาคมเป็นช่วงที่ยังไม่ได้ลองใช้งานโปรแกรม ส่วนเดือนมกราคมถึงปัจจุบันเป็นช่วงที่เริ่มลองใช้โปรแกรม

DPU

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

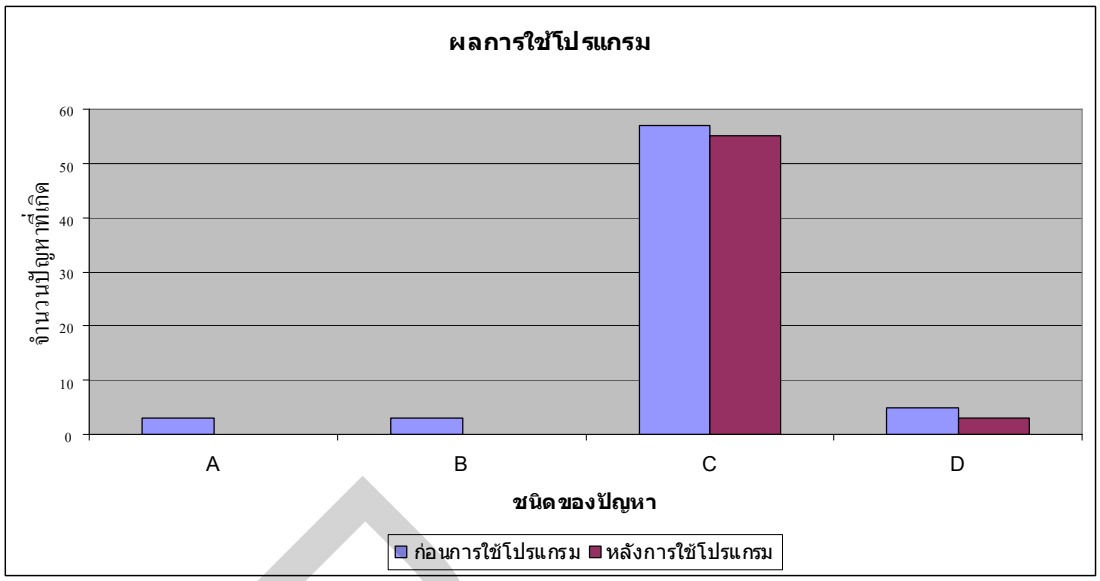
เมื่อทำการวิเคราะห์ถึงสาเหตุของเวลาที่ต้องหยุดเครื่องเพื่อทำการแก้ปัญหา จะเห็นได้จากตารางที่ 5.6 และตารางที่ 5.7

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

DPU

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