การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า

เรืออากาศเอก สรศักดิ์ สุภาพ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2535

ISBN 974-581-951-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

018731

SOFTWARE DEVELOPMENT FOR TESTING ELECTRICAL MEASURING INSTRUMENTS

Flight Lieutenant Sorasak Suparp

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Computer Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1992

ISBN 974-581-951-4

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า

โดย เรืออากาศเอก สรศักดิ์ สุภาพ

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญชัย โสวรรณวณิชกุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชราภัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุยุชน์ ลัตยประกอบ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ บุญชัย โสวรรณวณิชกุล)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ยรรยง เต็งอำนวย)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ มัณฑนา ปราการสมุทร)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

สรศักดิ์ สุภาพ, ร.อ. : การพัฒนาซอฟต์แวร์สำหรับตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า
(SOFTWARE DEVELOPMENT FOR TESTING ELECTRICAL MEASURING INSTRUMENTS)
อ.ที่ปรึกษา : ผศ.บุญชัย โสวรรณวณิชกุล, 93 หน้า. ISBN 974-581-951-4

การตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า เป็นการเปรียบเทียบค่าของการวัดระหว่างเครื่องวัดทางไฟฟ้าที่ต้องการตรวจสอบกับเครื่องมาตรฐานอ้างอิงในการวัด เครื่องวัดทางไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่ง เมื่อใช้งานไปช่วงระยะเวลาหนึ่งย่อมจะเกิดความผิดพลาดจากการวัดขึ้น จึงต้องทำการตรวจสอบและปรับเทียบให้เครื่องวัดทางไฟฟ้าเหล่านั้น มีความถูกต้องในการวัดอยู่ในมาตรฐานตามระยะเวลาที่กำหนดไว้อย่างสม่ำเสมอ

ในการวิจัยนี้ ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมสำหรับตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ประเภทไอบีเอ็มพีซี โดยมีเป้าหมายให้โปรแกรมสามารถตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้อง ใช้งานง่าย ช่วยลดความผิดพลาด และลดอันตรายในขณะทำการตรวจสอบ การตรวจสอบจะใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในการควบคุมเครื่องวัดทางไฟฟ้าและเครื่องมาตรฐานอ้างอิง โดยผ่าน IEEE-488 bus นอกจากนี้ยังใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์เก็บข้อมูลรายละเอียดการตรวจสอบไว้ในแฟ้มข้อมูล ซึ่งจะต้องสร้างขึ้นมาสำหรับการตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้าในแต่ละเครื่องการดำเนินการตรวจสอบจะอ่านข้อมูลจากแฟ้มข้อมูลรายละเอียดการตรวจสอบเข้ามาเก็บในหน่วยความจำของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในรูปแบบรายการโยงและนำข้อมูลในรายการโยงนี้ มาแปลงเป็นคำสั่งให้เครื่องวัดทางไฟฟ้าและเครื่องมาตรฐานอ้างอิงปฏิบัติ จากนั้นนำค่าที่อ่านได้มาทำการเปรียบเทียบกับค่าที่กำหนดไว้ในรายการโยงพิจารณาว่าอยู่ในขอบเขตที่กำหนดหรือไม่ และแสดงผลการตรวจสอบออกมาทางจอภาพ เครื่องพิมพ์ หรือบันทึกผลการตรวจสอบไว้บนจานบันทึก

ในการทดสอบโปรแกรมสำหรับตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า โดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ประเภทไอบีเอ็มพีซี 386SX ผลปรากฏว่า สามารถตรวจสอบดิจิตอลโวลต์มิเตอร์ (HP3455A) ใช้เวลา 7 นาที เครื่องกำเนิดสัญญาณ (HP8656B) ใช้เวลา 30 นาที และเครื่องนับความถี่ (HP5328A) ใช้เวลา 9 นาที เมื่อเทียบกับการตรวจสอบโดยใช้มือ ต้องใช้เวลา 2 ชั่วโมง 6 ชั่วโมง และ 2 ชั่วโมง 30 นาที ตามลำดับ

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

##C216793 : MAJOR COMPUTER SCIENCE
KEY WORD: SOFTWARE / ELECTRICAL MEASURING INSTRUMENT

SORASAK SUPARP, FLT.LT. : SOFTWARE DEVELOPMENT FOR TESTING ELECTRICAL MEASURING INSTRUMENTS. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. BOONCHAI SOWANWANITCHAKOL, 93 PP. ISBN 974-581-951-4

Electrical measuring instrument test is a process of comparing an electrical measuring instrument (EMI) with a reference standard. EMI, which is an electronic device, has measuring error when it is used for a period of times. Therefore the EMI must be tested and calibrated regularly in order to achieve the standard reference accuracy during a specific period of time.

In this thesis, a design and development of a program for test an EMI on the microcomputer is presented. The objectives of the test are to reduce the time required for the manual test, to achieve the testing accuracy, to be easy to used, and to minimize the hazards during the operation. The test is done by using a microcomputer to control the EMI and the reference standard via the IEEE-488 bus. Additionally, the microcomputer is used to store the test data into a file for each EMI test. To test an EMI, operations of the EMI and the reference standard are read from a file and stored in the main memory in the form of linked lists. Then test results are compared with the reference standard to determine whether the result tolerance is acceptable. The test results can be stored on a file or can be displayed on a screen or printer.

The program is implemented and tested on an IBM PC 386SX 20MHz, it tests a digital voltmeter (HP3455A) in 7 minutes, a signal generator (HP8656B) in 30 minutes, a frequency counter (HP5328A) in 9 minutes, whereas the manual test normally takes approximately 2 hours, 6 hours, and 2:30 hours, respectively.

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์ ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2535 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์บุญชัย โสวรรณวณิชกุล ที่ให้คำปรึกษา แนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย ตลอดจนตรวจทานแก้ไข และแนะนำวิธีการเขียนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ กองซ่อมปรับเทียบมาตรฐานเครื่องวัด กรมสื่อสารทหารอากาศ ที่ให้ความสนับสนุนในด้านสถานที่ อุปกรณ์ และเอกสารทางเทคนิค

ขอขอบคุณ เรืออากาศเอก วิรัช เจี่ยบียะสกุล และเจ้าหน้าที่ของกองซ่อมปรับเทียบมาตรฐานเครื่องวัด ที่ได้กรุณาให้ความรู้ ความเข้าใจ และให้ความช่วยเหลือ แก่ผู้วิจัยในเรื่องเครื่องวัดทางไฟฟ้าและวิธีการตรวจสอบ

ขอขอบคุณ คุณพจนา ฟักสิทธิ์ ที่ช่วยในการพิมพ์ต้นฉบับวิทยานิพนธ์

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนกระทั่งสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ	ฉ
สารบัญตาราง	ฎ
สารบัญภาพ	ฏ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	2
1.4 การดำเนินการวิจัย	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย	3
บทที่ 2 การศึกษาการวัดและเครื่องวัดทางไฟฟ้า	4
2.1 การวัด	4
2.2 มาตรฐานการวัด	5
2.2.1 ชนิดของมาตรฐาน	5
2.2.2 มาตรฐานอ้างอิงของกองทัพอากาศ	6
2.3 เครื่องมือวัด	6
2.4 เครื่องวัดทางไฟฟ้า	7
2.4.1 มัลติมิเตอร์	7
2.4.2 เครื่องกำเนิดสัญญาณ	9
2.4.3 เครื่องนับความถี่	11
บทที่ 3 องค์ประกอบของชุดตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า	13
3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์	13
3.2 อุปกรณ์เชื่อมโยง	14
3.3 ซอฟต์แวร์	14

หน้า

3.4 เครื่องมาตรฐานอ้างอิง..... 14
3.4.1 Fluke 5440B Direct Volts Calibrator..... 14
3.4.2 Fluke 5200A Precision Alternating Voltage Calibrator 15
3.4.3 Fluke 5205A Precision Power Amplifier..... 15
3.4.4 Fluke 5450A Resistance Calibrator..... 16
3.4.5 HP8902A Measuring Receiver..... 16
3.4.6 HP8656B Signal Generator..... 17
บทที่ 4 ระบบการอินเตอร์เฟสมาตรฐาน (IEEE-488) และ NI-488..... 20
4.1 กล่าวนำ..... 20
4.2 อุปกรณ์ที่ต่อกับ IEEE-488 bus..... 21
4.3 สายสัญญาณของ IEEE-488 bus..... 23
4.4 การอินเตอร์เฟสกับ IEEE-488 bus..... 26
4.5 การจับมือ (handshake)..... 27
4.6 ฟังก์ชันการอินเตอร์เฟสที่กำหนดโดยมาตรฐาน IEEE standard 488-1978..... 30
4.7 NI-488..... 31
4.7.1 GPIB-PCII และ GPIB-PCIIA..... 31
4.7.2 NI-488 Software Package..... 31
4.7.3 ฟังก์ชันของ NI-488..... 33
4.7.4 สถานภาพและข้อผิดพลาด..... 34
4.7.5 การกำหนดเวลาในการปฏิบัติงาน (Time Setting)..... 35
4.7.6 จุดสิ้นสุดของข้อมูล..... 36
บทที่ 5 โปรแกรมตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า..... 37
5.1 คุณสมบัติของโปรแกรม..... 37
5.2 วิธีการทำงานของโปรแกรม..... 37
5.3 ขั้นตอนวิธีของโปรแกรม..... 41

หน้า

5.3.1 Main program algorithm..... 41
5.3.2 Head menu..... 41
5.3.3 Instrument menu..... 42
5.3.4 Environment menu..... 43
5.3.5 Output menu..... 44
5.3.6 Test menu..... 44
5.3.7 Help routine..... 45
5.3.8 Expansion routine..... 45
5.3.9 Change directory routine..... 46
5.3.10 DOS prompt routine..... 47
5.3.11 Operate tests routine..... 47
5.3.12 Make list routine..... 48
5.3.13 Show list routine..... 48
บทที่ 6 โครงสร้างของแฟ้มข้อมูลเก็บรายละเอียดการตรวจสอบ..... 49
6.1 แฟ้มข้อมูลเก็บรายละเอียดการตรวจสอบ..... 49
6.2 โครงสร้างของแฟ้มข้อมูล..... 50
6.3 คำสั่งในการปฏิบัติงาน..... 54
บทที่ 7 การใช้โปรแกรมตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า..... 57
7.1 การติดตั้ง..... 57
7.2 การเข้าสู่โปรแกรมตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า..... 59
7.3 รายการเลือกของโปรแกรมตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า..... 60
7.4 ขั้นตอนดำเนินการตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า..... 65
บทที่ 8 ผลการตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า..... 67
8.1 การตรวจสอบมัลติมิเตอร์ (HP3455A)..... 67
8.2 การตรวจสอบเครื่องกำเนิดสัญญาณ (HP8656B)..... 72
8.3 การตรวจสอบเครื่องนับความถี่ (HP5328A)..... 87

หน้า

บทที่ 9 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 92
9.1 สรุปผลการวิจัย 92
9.1.1 ความถูกต้องของการตรวจสอบ 92
9.1.2 ความเร็วของการตรวจสอบ 92
9.2 ข้อเสนอแนะ 93

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 C language NI-488 calls..... 33

4.2 Status Word Layout..... 34

4.3 Error Codes..... 35

4.4 การกำหนดเวลาในการปฏิบัติงาน..... 36

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
2.1	HP3455A Digital Voltmeter	9
2.2	HP8656B Signal Generator	10
2.3	HP5328A Universal Counter	12
3.1	Fluke 5440B Direct Volts Calibrator	14
3.2	Fluke 5200A Precision Alternating Voltage Calibrator	15
3.3	Fluke 5205A Precision Power Amplifier	16
3.4	Fluke 5450A Resistance Calibrator	17
3.5	HP8902A Measuring Receiver	18
3.6	HP8656B Signal Generator	19
4.1	ตัวอย่างแสดงการอินเตอร์เฟสระหว่างคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ	21
4.2	โครงสร้างของบัสและการอินเตอร์เฟส	23
4.3	แสดงโครงสร้างของสายเคเบิลของ IEEE-488 bus	24
4.4	ลักษณะการต่อสายสัญญาณบัส	26
4.5	รูปแบบของคำสั่ง	27
4.6	แสดงรูปคลื่นสัญญาณที่เกิดขึ้นภายในสายสัญญาณ DAV, NRFD และ NDAC ในการส่งข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับ	28
4.7	แผนผังการส่งข้อมูลจากผู้ส่งไปยังผู้รับโดยขบวนการจับมือ	29
5.1	รูปแบบรายการโยง	38
5.2	โครงสร้างข้อมูลในรายการโยง	39
7.1	โปรแกรมตรวจสอบเครื่องวัดทางไฟฟ้า	59
7.2	รายการเลือกเครื่องวัดทางไฟฟ้าที่ต้องการตรวจสอบ	60
7.3	รายการเลือกกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ที่ใช้ประกอบการตรวจสอบ	62
7.4	รายการเลือกการแสดงผล	63
7.5	รายการเลือกการตรวจสอบ	64
7.6	การออกจากโปรแกรม ATE	65