ระบบประกันคุณภาพสำหรับการทำโครงการระบบการควบคุมแบบกระจาย

นาย ศยม สุริยมงคล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-332-695-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I18940168

QUALITY ASSURANCE SYSTEM
FOR
THE DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM PROJECT

Mr. Sayom Surijamongkol

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Engineering Management
The Regional Centre of Manufacturing Systems Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
Academic Year 1999

ISBN 974-332-695-2

Thesis Title	Quality Assurance System for the Distributed Control System Project
By	Mr. Sayom Surijamongkol
Department	The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering
Thesis Advisor	Mr. Prasert Akkharaprathomphong
Thesis Co-advisor	Mr. Joseph Pattanadilok

Accepted by the Graduate School, Chulalongkorn University in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

..... Acting Dean of Graduate School
(Assistant Professor Ananchai Kongchan, D.B.A.)

Thesis Committee

..... Chairman
(Assoc. Prof. Tatchai Sumitra, Dr.Ing.)

..... Thesis Advisor
(Mr. Prasert Akkharaprathomphong)

..... Thesis Co-advisor
(Mr. Joseph Pattanadilok)

..... Member
(Professor Sirichan Thongprasert, Ph.D.)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ศยม สุริยมงคล : ระบบประกันคุณภาพสำหรับการทำโครงการระบบการควบคุมแบบกระจาย (QUALITY ASSURANCE SYSTEM FOR THE DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM PROJECT) อ. ที่ปรึกษา : อ. ประเสริฐ อัครประถมพงศ์, อ. ที่ปรึกษาร่วม : นายโยเซฟ พัฒนดิลก, 201 หน้า.
ISBN 974-332-695-2

วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาการทำโครงการ การพัฒนาซอฟต์แวร์ของระบบการควบคุมแบบกระจายสำหรับลูกค้าแต่ละรายในบริษัทแห่งหนึ่ง โดยเริ่มตั้งแต่จุดเริ่มต้นของโครงการ จนถึงการตรวจสอบซอฟต์แวร์และการส่งมอบสินค้า ซอฟต์แวร์ที่บริษัทนี้ได้พัฒนาให้แก่ลูกค้าแต่ละรายนั้น ถูกนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม ซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้นในแต่ละโครงการจะมีความแตกต่างกัน ทั้งนี้เนื่องมาจากความต้องการของลูกค้าแต่ละรายที่แตกต่างกัน

ผู้เขียนได้นำ การวิเคราะห์ลักษณะข้อบกพร่องและผลกระทบ (FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS OR FMEA) และ การวิเคราะห์ความล้มเหลวของระบบโดยใช้แผนภูมิต้นไม้อย่างมีเงื่อนไข (FAULT TREE ANALYSIS OR FTA) มาใช้ในการวิเคราะห์หาจุดบกพร่องในการทำโครงการระบบการควบคุมแบบกระจาย จากการศึกษาพบว่าบริษัทมีปัญหาหลักๆ เกี่ยวกับการทำโครงการอยู่สามประการ นั่นคือ (1) ขาดขั้นตอนในการควบคุมการดำเนินโครงการที่ดี (2) ขาดการควบคุมเอกสารและข้อมูลที่ดี และ (3) ปัญหาทางด้านเทคนิค นอกจากนี้ บริษัทที่ทำการศึกษามีปัญหาในเรื่องการส่งมอบสินค้าที่ไม่ตรงเวลา และจุดผิดพลาดที่อยู่ในซอฟต์แวร์ไม่ได้ถูกแก้ไขให้เรียบร้อยก่อนการส่งมอบให้แก่ลูกค้า

จากผลของการวิเคราะห์โดยใช้วิธี FMEA ได้ทำให้เกิดการพัฒนาระบบประกันคุณภาพสำหรับการทำโครงการระบบการควบคุมแบบกระจายขึ้น โดยระบบประกันคุณภาพนี้ประกอบด้วย เอกสารตรวจสอบระหว่างขั้นของการทำโครงการ, เอกสารที่แสดงระเบียบขั้นตอนของการทำงานในขั้นตอนที่สำคัญของการทำโครงการ, และซอฟต์แวร์ที่ใช้เก็บความรู้ทางด้านวิศวกรรมและเก็บซอฟต์แวร์ทางด้านระบบการควบคุมแบบกระจายในโครงการเก่าๆของบริษัทที่ได้ทำมาแล้ว เพื่อเพิ่มพูนความรู้ให้แก่วิศวกรในบริษัทนั้นและสามารถนำซอฟต์แวร์ทางด้านระบบการควบคุมแบบกระจายที่มีอยู่แล้วนั้นไปใช้ได้อีกในโครงการใหม่ๆ

ระบบประกันคุณภาพที่ได้พัฒนาขึ้นได้นำไปทดสอบกับการทำโครงการการควบคุมแบบกระจายโครงการหนึ่งในบริษัทและเกิดการปรับปรุงที่ดีขึ้นทั้งทางด้านคุณภาพของซอฟต์แวร์และการส่งมอบสินค้าที่ตรงเวลา จุดผิดพลาดของซอฟต์แวร์ถูกพบก่อนถึง 37 จุดในช่วงการทดสอบภายในบริษัท และพบจุดผิดพลาดเพียงแค่ 8 จุดในช่วงทำการทดสอบกับลูกค้า ซึ่งน้อยกว่าจุดผิดพลาดที่พบในการทดสอบของโครงการที่ผ่านมาในอดีต ที่มีอยู่ระหว่าง 50-60 จุด ในส่วนของค่าตัวเลขความเสี่ยงชี้นำ (RISK PRIORITY NUMBER OR RPN) หลังการนำระบบประกันคุณภาพไปใช้ ทำให้ค่า RPN ลดลง 33 ถึง 94 เปอร์เซ็นต์ในขบวนการหลักเทียบกับก่อนการนำระบบประกันคุณภาพไปใช้

ภาควิชา ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต ลายมือชื่อนิสิต ศยม สุริยมงคล

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ประเสริฐ อัครประถมพงศ์

ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม Joseph P.

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

#3972971921: MAJOR ENGINEERING MANAGEMENT
KEY WORD: QUALITY ASSURANCE SYSTEM / DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM PROJECT / FMEA / FTA / ENGINEERING DATABASE POOL
SAYOM SURIJAMONGKOL : QUALITY ASSSURANCE SYSTEM FOR THE DISTRIBUTED CONTROL SYSTEM PROJECT. THESIS ADVISOR : PRASERT AKKHARAPRATHOMPHONG, Mr. THESIS CO-ADVISOR : JOSEPH PATTANADILOK, Mr. 201 pp. ISBN 974-332-695-2

This research is to study the application software development of the distributed control system (DCS) in a manufacturing company named ABC (unreal name). The company delivered a DCS product including both hardware and software. Since the hardware is manufactured aboard, this research focuses only at the software development from the process of gathering the customer requirements to the software inspection test and product delivery. The developed application software is made-to-order and unique. The company provides different software according to the different needs of different customers.

The writer has used the failure mode and effect analysis (FMEA) and the fault tree analysis (FTA) as quality tools for analysing the potential failure modes and their effects in the DCS project execution in a systematic way. From the study, the writer has discovered three major problems in the DCS project execution. These include (1) lack of procedures to control the project execution, (2) lack of the document and data control, and (3) technical problems. The result of these problems heavily affects to the DCS project execution. The company is unable to deliver the DCS to the customer on time for several projects and software bugs are also embedded to the delivered software product. These lead to the customer dissatisfaction and the company itself has made the profit much less than it was expected.

The results of the analysis using the FMEA technique have leaded to the establishment of the quality assurance system for the DCS project execution which include checklists, standard document and procedures, and the engineering database pool software (EDP). The EDP retains the useful engineering knowledge and the application software functions of the past DCS projects. The EDP is developed with the purpose to share and enhance engineering knowledge of engineers and to reuse the past application software functions so that engineers do not have to redesign the customer requested functions which have already been created before.

The established quality assurance system has been implemented to one DCS project in the company and the results were the improvement in software quality and on-time delivery. 37 software errors were detected during the pre-inspection test and there were only 8 errors during the inspection test with the customer, comparing to the average of 50 to 60 errors found during the inspection test in the past projects. In the view of changes in RPN (Risk Priority Number), the percentage of RPN for each critical process of the project execution comparing between before and after implementation decreased 33 to 94%.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบ (ศรีราชา) ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2542 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

ACKNOWLEDGEMENTS

I would like to thank, with my deep gratitude, to Mr. Prasert Akkharaprathomphong, my thesis advisor, for his valuable guidance during my research study and thank to Mr. Joseph Pattanadilok for his continuous support and being my co-advisor. I would also like to thank to Dr. Tatchai Sumitra and Dr. Sirichan Thongprasert for their valuable comments as members of the Examination Committee.

Finally, I would like to thank to my parent who always understands and supports me this academic programme. I have to thank my dearest wife Kanjana who has tolerated my continual and serious study of this Chula-Warwick programme with her sacrifice and kind understanding. Her encouragement has also kept me working on this dissertation with my highest enthusiasm without any flagging.

Sayom Surijamongkol

June 1999

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TABLE OF CONTENTS

PAGE

Thai Abstract iv
English Abstract v
Acknowledgements vi
Table of Contents vii
List of Tables ix
List of Figures xi

CHAPTER

1 Introduction 1
1.1 Company Background 1
1.2 Statement of Problems 6
1.3 Objective of the Study 8
1.4 Scopes of the Study 9
1.5 Study Plan 9
1.6 Benefits of the Study 9
2 Theoretical Considerations 10
2.1 The Meaning of Quality 10
2.2 The Quality Management System 11
2.3 International Organisation Standard (ISO 9000) 12
2.4 Quality Assurance System and Management 16
2.5 Software Quality Assurance 20
2.6 Failure Mode and Effect Analysis (FMEA) 23
2.7 Fault Tree Analysis (FTA) 30
2.8 Literature Reviews 32
3 Overview of the DCS Project 37
3.1 The Meaning of the Distributed Control System 37
3.2 The General Processes of the DCS Project Execution 49
4 The Proposed Quality Assurance System 54
4.1 The Analysis of the Current DCS Project Execution Processes 54
4.2 Past Data Collection of the Previous DCS Projects 67
4.3 Problem Analysis Using the FMEA and FTA 76
5 Establishment of the Proposed Quality Assurance Activities 85
5.1 The Improved Processes of the DCS Project Execution in ABC 85
5.2 The Engineering Database Pool Software (EDP) 99
6 Implementation and Evaluation 100
6.1 Implementation of the Proposed Quality Assurance System 100
6.2 Evaluation of the Proposed Quality Assurance System 103

TABLE OF CONTENTS (Cont.)

CHAPTER

7 Conclusion and Suggestion 110
7.1 Conclusion 110
7.2 Suggestion 111
References 116
Appendices
Appendix I DCS Project Execution and Stated Problems 118
Appendix II FMEA and FTA for Distributed Control System Project 121
Appendix III The Standards, Procedures, and Guidelines for DCS Project 145
Appendix IV Engineering Database Pool (EDP) 174
Appendix V Examples of the Control Document Implemented in RCA2 Project ... 185
Biography 201

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF TABLES

TABLE		PAGE
2.1	Major Assurance Items	18
2.2	Steps in Structuring an Audit Programme	19
2.3	Types of Software Defects	22
2.4	Testing during Development Phases	23
2.5	Criteria for Selecting Ratings	27
4.1	Internal KOM Process	55
4.2	Customer KOM Process	56
4.3	Hardware Specification Design and Approval Process	57
4.4	Software Specification and Approval Process	59
4.5	Software Design Process	60
4.6	Software Generation Process	60
4.7	Software Debugging Process	61
4.8	Factory Acceptance Test Process	62
4.9	Recovery Work Process	62
4.10	Delivery the DCS Process	63
4.11	Final document Preparation Process	64
4.12	Installation, Startup, and Commissioning Process	64
4.13	Project Review Process	65
4.14	As Built Document Preparation Process	65
4.15	Average Time of Major Processes in Percentage for DCS Project	66
4.16	Average Time of Major Processes for 12-month DCS Project	66
4.17	Evaluation Criteria Table for the Process FMEA	79
4.18	Evaluation Criteria Table for the Design FMEA	80
4.19	High-Risk Areas of the DCS Project Execution	82
4.20	Document and Tool Required for DCS Project Execution	84
5.1	Internal KOM Process	86
5.2	Customer KOM Process	87
5.3	Hardware Specification Design and Approval Process	89
5.4	Software Specification and Approval Process	91
5.5	Software Design Process	92
5.6	Software Generation Process	93
5.7	Software Debugging Process	94
5.8	Factory Acceptance Test Process	95
5.9	Recovery Work Process	96
5.10	Delivery the DCS Process	96
5.11	Final document Preparation Process	97

TABLE

5.12	Installation, Startup, and Commissioning Process	97
5.13	Project Review Process	98
5.14	As Built Document Preparation Process	98
6.1	Comparison of the RPN before and after implementation	104

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

LIST OF FIGURES

FIGURE		PAGE
1.1	Relationship Between DCS and Panels (Non-DCS)	2
1.2	ABC Organisation Chart	3
2.1	ISO 9000 Standards Structure	13
2.2	Comparative Table of Contents for ISO 9001, 9002, and 9003	15
2.3	Types of FMEA	24
2.4	Example of FMEA Format	26
2.5	Fault Tree Gate Symbols	30
2.6	Fault Tree Event Symbols	31
2.7	FTA and FMEA (Possible Specific Failures)	31
3.1	Analog instrumentation – Feedback Control Loop	37
3.2	Digital Instrumentation – On-Off Control	38
3.3	The Process Model	39
3.4	Fundamental Scheme of Process Control	39
3.5	Process Control during the Early Period	41
3.6	Supervisory Control or Set Point Control	43
3.7	Direct Digital Control (Centralised Control and Centralised Monitoring) .	44
3.8	Process Control during the 1960's to 1970's Period	45
3.9	The Development to the Distributed Control Systems	45
3.10	Distributed Control System (Distributed Control, Centralised Monitoring)	46
3.11	Generalised Distributed Control System Architecture	47
3.12	Overview of the DCS Project Execution	51
4.1	Average Time for Major Processes in DCS Project	66
4.2	Time Used in Major Processes of RCA Project	68
4.3	Technical and Financial Aspects of RCA Project	69
4.4	Errors Detected and Rework of RCA Project	69
4.5	Time Used in Major Processes of AIT Project	70
4.6	Technical and Financial Aspects of AIT Project	71
4.7	Errors Detected and Rework of AIT Project	72
4.8	Time Used in Major Processes of TRC Project	73
4.9	Technical and Financial Aspects of TRC Project	74
4.10	Errors Detected and Rework of TRC Project	75
4.11	The RPN of the High-Risk Area Ranked in Order	83
5.1	Concept of Walk Through Document	88
5.2	Engineering Database Pool (EDP)	99
6.1	Time Used in Major Processes of RCA2 Project	101
6.2	Technical and Financial Aspects of RCA2 Project	102

FIGURE

6.3	Errors Detected and Rework of RCA2 Project	103
7.1	Whole Process of the DCS Project	113
7.2	Relationship between Specification and Application Software	113

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย