เกณฑ์ในการออกแบบคอนฟิกกูเรชันของระบบควบคุมแบบดีซีไอเอส สำหรับโรงไฟฟ้าในแง่ของความน่าเชื่อถือ

นาย อรินทร์ ปวิดาภา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2542

ISBN 974-333-368-1

ลิขสิทธิ์ของ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I19270160X

CRITERIA FOR CONFIGURATION DESIGN OF A DCIS SYSTEM FOR POWER PLANT IN TERMS OF RELIABILITY

Mr. Arin Pavidabha

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

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Thesis Title	Criteria for configuration design of a DCIS system for power plant in terms of reliability
By	Mr. Arin Pavidabha
Department	The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering
Thesis Advisor	Associate Professor Tatchai Sumitra, Dr. Ing.
Thesis Co-advisor	Mr. Vudtichai Eksangsri

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

..... Dean of Faculty of Engineering
(Associate Professor Tatchai Sumitra, Dr. Ing.)

Thesis Committee

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

..... Thesis Advisor
(Associate Professor Tatchai Sumitra, Dr. Ing.)

..... Thesis Co-advisor
(Mr. Vudtichai Eksangsri)

..... Member
(Assistant Professor Rein Boondiskulchok, D.Eng.)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

อรินทร์ ปวิตาภา : เกณฑ์ในการออกแบบคอนฟิกกูเลชันของระบบควบคุมแบบดีซีไอเอสสำหรับโรงไฟฟ้าในแง่ของความน่าเชื่อถือ
(Criteria for Configuration Design of a Distributed Control and Information System for Power Plant in Terms of Reliability)
อ. ที่ปรึกษา รศ. ดร. ธัชชัย สุมิตร อ. ที่ปรึกษาร่วม คุณ วุฒิชัย เอกแสงศรี 182 หน้า ISBN 974-333-368-1

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาถึงวิธีแก้ปัญหาของการออกแบบคอนฟิกกูเลชั่น ของ ระบบควบคุมแบบดีซีไอเอสในแง่ของความน่าเชื่อถือ ปัญหาของการออกแบบคอนฟิกกูเลชั่นของระบบควบคุมแบบดีซีไอเอสเป็นปัญหาเกี่ยวกับจำนวนของคอนโทลเลอร์และความน่าเชื่อถือของคอนโทลเลอร์ที่ใช้ในระบบควบคุมแบบดีซีไอเอส วิธีการในการพยากรณ์ค่าความน่าเชื่อถือโดยใช้โมเดลความน่าเชื่อถือถูกนำมาใช้สำหรับการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหาในการออกแบบและหาคอนฟิกกูเลชั่นของระบบควบคุมแบบดีซีไอเอสที่เหมาะสม

ขอบเขตของการศึกษาทำการศึกษาเฉพาะกรณีศึกษาของโรงไฟฟ้าพลังความร้อนกระบี่ โดยการศึกษาทำการศึกษาเฉพาะในส่วนของการจัดแบ่งคอนโทลเลอร์ของระบบควบคุมแบบดีซีไอเอสเท่านั้น การศึกษาเริ่มจากกระบวนการออกแบบดีซีไอเอสคอนฟิกกูเลชั่นจากนั้นข้อมูลที่มีความจำเป็นสำหรับการวิเคราะห์ค่าความน่าเชื่อถือของคอนฟิกกูเลชันของระบบควบคุมแบบ ดีซีไอเอส สำหรับ กรณีศึกษาจะถูกนำมาวิเคราะห์ นอกจากนี้ปัจจัยที่มีผลกระทบ ต่อ จำนวน คอนโทลเลอร์ ของ ระบบควบคุม แบบ ดีซีไอเอส จะถูกนำมาพิจารณาร่วมด้วย เพื่อที่จะหาเกณฑ์ในการออกแบบคอนฟิกกูเลชันของระบบควบคุมแบบดีซีไอเอสสำหรับโรงไฟฟ้าในแง่ของความน่าเชื่อถือ

เกณฑ์ในการออกแบบคอนฟิกกูเลชันของระบบควบคุมแบบดีซีไอเอสซึ่งได้จากการศึกษาเป็นผลลัพธ์ที่ได้จากการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งจะสามารถนำมาใช้เป็นเครื่องมือ สำหรับ วิศวกร ออกแบบระบบควบคุมโรงไฟฟ้า ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยเพื่อที่จะนำมาใช้ช่วยในการออกแบบคอนฟิกกูเลชันของระบบควบคุมแบบดีซีไอเอสในแง่ของความน่าเชื่อถือสำหรับโรงไฟฟ้าในอนาคตของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยนอกจากนี้กระบวนการในการพยากรณ์ค่าความน่าเชื่อถือที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาเกี่ยวกับการพยากรณ์ค่าความน่าเชื่อถือในงานวิเคราะห์ลักษณะเดียวกันได้อีกด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา **ศูนย์วิศวกรรมระบบการผลิตระดับภูมิภาค** ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา .....**การจัดการทางวิศวกรรม**.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....**2542**.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

3972974821 MAJOR ENGINEERING MANAGEMENT
KEY WORD: CONFIGURATION DESIGN / DISTRIBUTED CONTROL AND INFORMATION SYSTEM / RELIABILITY
ARIN PAVIDABHA : CRITERIA FOR CONFIGURATION DESIGN OF A DCIS SYSTEM FOR POWER PLANT IN TERMS OF RELIABILITY. THESIS ADVISOR : ASSOCIATE PROFESSOR TATCHAI SUMITRA, DR. ING. THESIS CO-ADVISOR : Mr. VUDTICHAI EKSANGSRI 182 pp. ISBN 974-333-368-1.

This study has been performed to solve the problem of the Distributed Control and Information System (DCIS) configuration design. The problem of DCIS configuration design was about the amount of the DCIS controllers and the DCIS controller system reliability. The reliability analysis technique was used to solve the problem area and find a good fit result.

Firstly, the necessary information of the reliability analysis of the DCIS controller for the case study has been illustrated. Then the case study, which was Krabi thermal power plant project, was analyzed. The DCIS configuration design procedure has been reviewed by taken into account the past experiences and opinions of the concerned expert engineers. The impacts, which affect the number of the DCIS controller, have been reviewed. Finally, by using the result from the analysis of the case study and all impacts, the criteria of configuration design of the DCIS for power plant in the terms of reliability has been developed.

The criteria for configuration design of the DCIS for power plant are the results of the study. It is a good tool for design engineer of EGAT to do the better improvement to the DCIS configuration design in the reliability aspect for future power plant projects of EGAT. The reliability analysis methodology can also be an additional benefit, which can be applied to solve other problem areas in the terms of reliability.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา **ศูนย์วิศวกรรมระบบการผลิตระดับภูมิภาค** ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา .....**การจัดการทางวิศวกรรม**.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....**2542**.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

Acknowledgments

Appreciation is given to Associate Professor Dr. Tatchai Sumitra who is thesis advisor and Mr. Vudtichai Eksangsri who is thesis co-advisor for this thesis research. They gave many initiate ideas to create a way to solve the problem in this thesis research. Many thanks are also given to Mr. Vorawit Sanprugsin who is the Power Plant Control System Engineering Department Manager. He gave me many basic principles of the automatic control system and reliability. My thanks are also due to Professor Dr. Sirichan Thongprasert and Assistant Professor Dr. Rein Boondiskulchok for their valuable time and effort in serving member of the examination committee. I would also like to express my gratitude to all my tutors and module coordinators at the Regional Centre for Manufacturing System Engineering of Chulalongkorn University. Finally to my family members and friends, I wish to extend my loving thanks for their valuable help and encouragement.

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contents

Page

Abstract (Thai)..... iv

Abstract (English)..... v

Acknowledgements..... vi

Contents..... vii

List of Figures..... xi

List of Tables..... xiii

Chapter1

Introduction

1.1 Introduction..... 1

1.2 Background History..... 2

1.3 Statement of Problem..... 5

1.4 Objective of Research..... 6

1.5 Scope of Research..... 7

1.6 Methodology..... 7

1.7 Expected Benefit..... 8

Chapter2

Literature Review

2.1 Introduction..... 9

2.2 Principle of Distributed Control and Information System..... 9

2.3 Basic Concepts and Definitions of System Reliability..... 32

2.4 The literature reviews which are used to perform this thesis research..... 43

2.5 The literatures which relate to the research study..... 48

Chapter3

Description of Design Process

Page

3.1 Introduction..... 50

3.2 Background of the Case Study.....50

3.3 Electricity Generation Process of Krabi Thermal Power Plant.....52

3.3.1 Turbine Generation System..... 52

3.3.2 Turbine Seals and Drains System..... 55

3.3.3 Turbine Lube Oil System and Control Oil System..... 58

3.3.4 Generatiou Cooling and Purging System..... 62

3.3.5 Condenser Air Extraction System..... 63

3.3.6 Steam Generation System.....64

3.3.7 Boiler Combustion Air.....66

3.3.8 Induced Draft System..... 68

3.3.9 Air Preheat Water System.....68

3.3.10 Boiler Circulating Water System.....69

3.3.11 Soot Blowing System..... 70

3.3.12 Boiler Vents and Drains System..... 71

3.3.13 Air Heater Wash Water System..... 73

3.3.14 Flue Gas Treatment..... 73

3.3.15 Condensate System..... 75

3.3.16 Heat Rejection System..... 81

3.3.17 Fuel Supply System.....87

3.3.18 Water Supply and Treatment..... 91

3.3.19 Wastewater Collection and Treatment..... 96

3.3.20 Electrical System..... 97

Chapter4

Analysis of DCIS Configuration of the Case Study

Page

4.1 Introduction..... 101

4.2 The DCIS to be Implemented to Krabi Project.....101

4.3 Fault Tree Analysis of Individual DCIS Controller.....104

4.4 Reliability Modeling for System Prediction of Each Individual DCIS Controller.....105

4.5 The Problem of DCIS Configuration Design.....114

4.6 The DCIS Configuration Design Process..... 119

4.7 The Reliability Requirements.....120

4.8 The Partitioning of the DCIS Controllers for the Case Study.....123

4.9 The application of the reliability modeling for system prediction to the problem area according to the reliability requirements of the case study.....128

Chapter5

Development of DCIS Configuration Design Criteria

5.1 Introduction..... 135

5.2 The major impacts to the DCIS configuration design..... 136

5.3 Criteria for configuration design of a DCIS system in terms of Reliability..... 149

5.4 The limitation of the using of design criteria of the DCIS configuration..... 156

Chapter 6

Conclusion, Discussion and Recommendation

Page

6.1 Conclusion of the Thesis Research.....157

6.2 Discussion.....160

6.2 Recommendation.....162

References..... 165

Appendix.....167

Biography.....182

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

List of Figures

Page

Figure 2.1 Basic Structure of Computer.....12

Figure 2.2 Network Topology..... 18

Figure 2.3 RS 232 C Interface.....24

Figure 2.4 The system configuration of DCIS systems from one famous Manufacturer..... 29

Figure 2.5 Bathtub Curve.....36

Figure 2.6 Reliability block diagram for components in series..... 39

Figure 2.7 Reliability block diagram for components in parallel.....40

Figure 2.8 Reliability block diagram for K-OUT-OF-N redundancy..... 41

Figure 2.9 Reliability block diagram for a system with standby Redundancy..... 42

Figure 4.1 A typical DCIS configuration of K series from K manufacturer.....102

Figure 4.2 Fault Tree Diagram which shows the cause of DCIS Controller Failure..... 104

Figure 4.3 A reliability block diagram of each individual process station of K..... 105

Figure 4.4 A simplify reliability block diagram of the individual DCIS Controller.....106

Figure 4.5 The reliability block diagram from figure 4.4 which presents the reliability in each block area.....107

Figure 4.6 Reliability block diagram of a simplify success diagram (No redundancy).....110

Figure 4.7 Reliability block diagram for individual process station where redundancy has been used only for the processor module..... 111

Figure 4.8 Reliability block diagram for individual process station where redundancy has been used for power supply, communication module and triple redundancy has used for processor module.....111

List of Figures (continued)

Page

Figure 4.9 The graphical picture of the reliability in each case which is calculated in the previous paragraph..... 113

Figure 4.10 The picture which shows the four major parts of the DCIS configuration..... 116

Figure 4.11 The system life cycle..... 121

Figure 4.12 The comparison of the reliability between the implementation of the control software of the same process into the same controller and the different controllers..... 131

Figure 4.13 The comparison of the reliability between the implementation of the control software into the same controller and the different three controllers for the case of boiler feed pumps..... 132

Figure 4.14 The comparison of the system reliability of the using only one DCIS controller and more controllers to implement the opened - loop and closed - loop control of the same power plant process..... 134

Figure 5.1 Flow chart shows the roughly evaluation idea to do the DCIS configuration design by comparing between probability of failure and consequence of failure..... 140

Figure 5.2 The example of the control system hierarchy of the coal-fired power plant of EGAT..... 143

Figure 5.3 The concept of plant protection system which is a current usage in Krabi thermal power plant project..... 145

List of Tables

Page

Table 4.1 The MTBF and MTTR of DCIS controller and its peripheral devices of K series.....103

Table 4.2 The reliability of each component of an individual process station.....109

Table 4.3 The reliability of each case of the different configuration in the Individual process station.....113

Table 5.1 The DCIS capability from the front line DCIS vendors in the current market.....137

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย