ระบบควบคุมแบบฟิลด์บัสสำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานแกลบ

นายประสาน ต้วมศรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2546
ISBN 974-17-3849-8
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

FIELDBUS CONTROL SYSTEM FOR RICE HUCK FUELED POWER PLANT

Mr.Prasan Tuamsee

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Industrial Engineering
Department of Industrial Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2003

ISBN 974-17-3849-8

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบควบคุมแบบฟิลด์บัสสำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานแกลบ
โดย	นายประสาน ต้วมศรี
สาขาวิชา	วิศวกรรมอุตสาหการ
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	นายรัศมี ยูพานิช

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(ศาสตราจารย์ ดร.สมศักดิ์ ปัญญาแก้ว)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริจิรวนิช)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

(นายรัศมี ยูพานิช)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย พัวจินดาเนตร)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จิตรา รู้กิจการพานิช)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ประสาน ต้วมศรี : ระบบควบคุมแบบฟิลด์บัสสำหรับโรงไฟฟ้าพลังงานแกลบ. (FIELDBUS CONTROL SYSTEM FOR RICE HUCK FUELED POWER PLANT) อ.ที่ปรึกษา : ผศ. สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน,อ.ที่ปรึกษาร่วม : นายรัศมี ยูพานิช, 156 หน้า.ISBN 974-17-3849-8.

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคุ้มค่าทางด้านการลงทุนและการดำเนินงานเพื่อใช้ช่วยในการตัดสินใจในการเลือกระบบควบคุมมาใช้งานควบคุมกระบวนการผลิตในโรงไฟฟ้าแกลบซึ่งเป็นโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก โดยจะทำการศึกษาเปรียบเทียบทางด้านเศรษฐศาสตร์ระหว่างเทคโนโลยีของระบบควบคุมที่ใช้งานในปัจจุบันของโรงไฟฟ้าทั่วๆไป และระบบควบคุมที่ใช้เทคโนโลยีฟิลด์บัสซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่มีการส่งถ่ายข้อมูลจากตัวอุปกรณ์ที่กระบวนการผลิตกับระบบควบคุมหลักเป็นแบบสัญญาณดิจิตอล

แนวทางในการดำเนินงานของงานวิจัยนี้ได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 3 กรณี คือ 1) ศึกษาเพื่อนำระบบควบคุมมาใช้ในโรงไฟฟ้าที่จะสร้างใหม่ 2) ศึกษาเพื่อนำระบบควบคุมมาใช้ทดแทนระบบควบคุมเดิม 3) การศึกษาถึงข้อได้เปรียบของระบบที่ใช้เทคโนโลยีฟิลด์บัสในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน โดยจะพิจารณาศึกษาถึงค่าใช้จ่ายต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการลงทุน,จำนวนอุปกรณ์ต่างๆ , การติดตั้งระบบ และอื่นๆที่เกี่ยวข้อง รวมถึงผลที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของระบบที่ส่งผลต่อค่าใช้จ่ายในระยะยาวที่แตกต่างกันในส่วนของการเดินเครื่องและการบำรุงรักษาของระบบควบคุม ทั้ง 2 แบบ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณเพื่อหามูลค่าเทียบเท่าสุทธิในปัจจุบัน รวมถึงการศึกษาถึงข้อได้เปรียบของเทคโนโลยีฟิลด์บัสในการเพิ่มประสิทธิภาพของงานบำรุงรักษาโดยเฉพาะการบำรุงรักษาในแนวทางป้องกัน ซึ่งจะเป็นข้อมูลสนับสนุนที่จะสามารถนำมาใช้ในการตัดสินใจในการเลือกใช้ระบบควบคุมต่อไป

ผลของการวิเคราะห์พบว่าจากประสิทธิภาพที่เพิ่มขึ้นของงานบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าเป็นการลดโอกาสในการหยุดเดินเครื่องโรงไฟฟ้าโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า ทำให้สามารถเพิ่มรายได้ที่จะขายไฟฟ้าได้ถึงปีละ 2,108,000 บาท จึงเป็นข้อมูลสนับสนุนให้เห็นว่าระบบควบคุมแบบฟิลด์บัสมีความคุ้มค่าในการลงทุนเพื่อนำมาใช้ในการควบคุมโรงไฟฟ้าแต่สิ่งต้องนำมาพิจารณาประกอบในการตัดสินใจคือความมั่นคงของระบบในส่วนของการใช้สายสัญญาณเส้นเดียวของการนำเทคโนโลยีฟิลด์บัสมาใช้งาน

ภาควิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ.....ลายมือชื่อนิสิต.....

สาขาวิชา.....วิศวกรรมอุตสาหการ.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ปีการศึกษา.....2546.....ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

4471429821 : MAJOR INDUSTRIAL ENGINEERING

KEY WORD: FIELDBUS / RICE HUSK POWER PLANT / CONTROL SYSTEM

PRASAN TUAMSEE : FIELDBUS CONTROL SYSTEM FOR RICE HUCK FUELED POWER PLANT. THESIS ADVISOR: ASSIST.PROF.SUTHAS RATANAKUAKANGWAN, THESIS CO-ADVISOR: MR.RASSAMEE YOUPANICH, 156 pp. ISBN 974-17-3849-8.

The objective of this thesis is to study the appropriate systems for controlling the manufacturing process within rice husk fuel power plants so that it could be the gudie line to decide which system would be feasible to invest and to operate. The research is conducted by comparing, in terms of economics, the effects of introducing controlling systems to the plant. The systems used in this research are the conventional control systems that are widely used in these types of plants, and the Fieldbus control systems which transfer information from process devices to control system (DCS) in digital signal format. The purpose of processing this research is composed by 3 particulars; 1) to apply the future plant operation 2) to replacement the conventional control system 3) to study the advantages of fieldbus technology for improvement of preventive maintenance. This research considers the costs involved in the investment, which are components, system installations, and other costs. The effect of change in control system that result in different long-term operating costs is also considered. The research also compares the maintenance costs for both systems. This part of the study is used for calculating the present worth on incremental investment. The study includes the advantage of the maintenance improvement especially in preventive maintenance point of view. This ultimate could be used when selecting the system for the plant. It should be concluded that the increment of the efficiency is the result of preventive maintenance that can save the unplanned outage costs by 2,108,000 Baht. This information supports that the fieldbus has feasibility for investment and operation, however the weakness of single cable of the fieldbus that may reduce the reliability of control system should be taken in to account when selecting.

Department.....Industrial Engineering.....Student's signature.....

Field of study .....Industrial Engineering.....Advisor's signature.....

Academic year....2003.....Co-advisor's signature.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ เนื่องจากผู้วิจัยได้รับความรู้ในการทำงานวิจัยนี้ รวมถึงคำแนะนำต่างๆจากผู้ช่วยศาสตราจารย์สุทัศน์ รัตนเกื้อกังวาน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คุณรัศมี ยูพานิช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมและคุณอรินทร์ ปวิดาภา ผู้จัดการแผนกเครื่องมือวัด กองวิศวกรรมระบบควบคุมโรงไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย

ผู้วิจัยขอขอบคุณ คุณพรศักดิ์ พรชนาธรรม ที่กรุณาให้คำแนะนำและสนับสนุนข้อมูลเพิ่มเติม รวมถึง คุณวิญญู วงศ์เสงี่ยมและทีมงาน Sale & Marketing บริษัทโยโกกาวา ไทยแลนด์ ในการให้ความรู้, คำแนะนำเกี่ยวกับระบบควบคุม และข้อมูลเกี่ยวกับราคาต่างๆเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนด้านทุนทรัพย์และส่งเสริมให้ผู้วิจัยได้รับการศึกษาจนสำเร็จการศึกษาและเพื่อนร่วมงานที่ได้ให้คำแนะนำและกำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ตลอดเวลา

นายประสาน ต้วมศรี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....จ

กิตติกรรมประกาศ.....ฉ

สารบัญ.....ช

สารบัญตาราง.....ฌ

สารบัญภาพ.....ฎ

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 มูลเหตุจูงใจ.....10

1.3 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....10

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย.....10

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....10

1.6 ขั้นตอนการวิจัยและดำเนินงาน.....11

บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องด้านเศรษฐศาสตร์.....12

2.2 ทฤษฎีพื้นฐานของการสื่อสารแบบดิจิตอล.....15

2.3 เทคโนโลยีฟิลด์บัส.....34

บทที่ 3 ระบบควบคุมโรงไฟฟ้าพลังงานแกลบในปัจจุบัน

3.1 ลักษณะของระบบควบคุม.....44

3.2 ปัญหาของการหยุดผลิตไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าในปัจจุบัน.....46

3.3 ข้อได้เปรียบเมื่อนำเทคโนโลยีฟิลด์บัสมาใช้ในการควบคุมโรงไฟฟ้า.....48

บทที่ 4 ออกแบบระบบควบคุมโรงไฟฟ้าพลังงานแกลบ

4.1 ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการออกแบบระบบควบคุม.....49

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

4.2 การออกแบบระบบควบคุมที่เป็นแบบดั้งเดิมที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันในการควบคุมกระบวนการผลิตของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา.....59

4.3 การออกแบบระบบควบคุมแบบฟิลด์บัส (Fieldbus)ในการควบคุมกระบวนการผลิตของโรงไฟฟ้ากรณีศึกษา.....62

บทที่ 5 วิเคราะห์เปรียบเทียบการนำเทคโนโลยีฟิลด์บัสมาใช้งาน

5.1 การวิเคราะห์นำระบบควบคุมมาใช้ในโรงไฟฟ้าที่จะสร้างใหม่.....75

5.2 การวิเคราะห์นำระบบควบคุมมาใช้แทนระบบควบคุมเดิมที่ใช้งานในปัจจุบัน.....120

5.3 การศึกษาข้อได้เปรียบของระบบฟิลด์บัสในการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน.....129

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย.....131

6.2 ข้อเสนอแนะ.....139

รายการอ้างอิง.....140

ภาคผนวก.....142

ภาคผนวก ก รายละเอียดโครงการที่ใช้ระบบควบคุมแบบฟิลด์บัส.....143

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์.....156

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

ตารางที่ 1.1 แสดงถึงข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างโรงไฟฟ้าทั่ว ๆไป ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต และโรงไฟฟ้าขนาดเล็ก (SPP).....2

ตารางที่ 1.2 โรงไฟฟ้า SPP ที่จ่ายไฟเข้าระบบ (มกราคม 2545).....3

ตารางที่ 1.3 โรงไฟฟ้าที่ได้รับพิจารณางบลงทุนเบื้องต้นจากกองทุนเพื่อส่งเสริมอนุรักษ์พลังงาน.....4

ตารางที่ 1.4 รายละเอียดปริมาณแกลบในแต่ละวันของโรงสีหลัก ในประเทศไทย (จากโรงสีทั้งหมด 48,000).....4-6

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบรูปแบบโครงสร้างของโครงข่ายแบบต่าง ๆ.....20

ตารางที่ 2.2 แสดงคุณลักษณะของอินเตอร์เฟสแบบต่าง ๆ.....33

ตารางที่ 2.3 แสดงเปรียบเทียบเทคโนโลยีการสื่อสารแต่ละประเภท.....36

ตารางที่ 3.1 แสดงปัญหาและสาเหตุการหยุดการผลิตไฟฟ้าแบบไม่ได้วางแผนล่วงหน้า (Unplanned Outage) ในปี 2545 ของระบบควบคุมที่ใช้ในปัจจุบัน.....47

ตารางที่ 4.1 สรุปจำนวนอุปกรณ์และเครื่องมือวัดที่ใช้ในการควบคุมแยกตามระบบที่นำมาพิจารณา.....54

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลสัญญาณอินพุต/เอาท์พุตที่ใช้ในการออกแบบระบบควบคุม.....55

ตารางที่ 4.3 แสดงรายละเอียดจำนวนส่วนประกอบหลักของระบบควบคุมแบบดั้งเดิม.....62

ตารางที่ 4.4 แสดงรายละเอียดจำนวนส่วนประกอบหลักของระบบควบคุมแบบฟิลด์บัส.....66

ตารางที่ 4.5 แสดงเปรียบเทียบข้อมูลทางเทคนิคของระบบควบคุมทั้ง 2 แบบ.....72-73

ตารางที่ 5.1 ค่าใช้จ่ายรายปีของงานบำรุงรักษาโรงไฟฟ้าพลังงานแกลบ.....107

ตารางที่ 5.2 สรุปรายละเอียดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในกรณีพิจารณานำระบบควบคุมไปใช้กับโรงไฟฟ้าที่จะสร้างใหม่.....114

ตารางที่ 5.3 แสดงเปอร์เซ็นต์การเพิ่ม/ลด ของจำนวนอุปกรณ์ , การติดตั้ง และเซตระบบ.....115

ตารางที่ 5.4 แสดง CASH - FLOW ของค่าใช้จ่ายในแต่ละปีตลอดอายุของระบบควบคุมในกรณีพิจารณานำระบบควบคุมไปใช้กับโรงไฟฟ้าที่จะสร้างใหม่.....117

ตารางที่ 5.5 แสดงค่าใช้จ่ายในส่วนของการซื้อและจัดหาอุปกรณ์ต่าง ๆ.....121

ตารางที่ 5.6 แสดงรายละเอียดค่าใช้จ่ายการติดตั้งและเซตระบบควบคุมแทนระบบควบคุมเดิม.....122

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง หน้า

ตารางที่ 5.7 สรุปรายละเอียดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวข้องในกรณีนำมาใช้ทดแทนระบบควบคุมเดิม.....123

ตารางที่ 5.8 แสดง CASH - FLOW ของค่าใช้จ่ายในแต่ละปีตลอดอายุของระบบควบคุมในการพิจารณาแทนระบบควบคุมเดิม.....124

ตารางที่ 5.9 ข้อมูลสถิติการหยุดเดินเครื่องโรงไฟฟ้าโดยไม่ได้วางแผนล่วงหน้า (Unplanned Outage) ในปี พ.ศ. 2545ของโรงไฟฟ้าพลังงานแกลบ.....130

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 ค่าพยากรณ์ความต้องการไฟฟ้ากรณีฐาน.....1

รูปที่ 1.2 แสดงรูปแบบของระบบควบคุมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน.....7

รูปที่ 1.3 แสดงรูปแบบของระบบควบคุมแบบฟิลด์บัส (Field bus).....8

รูปที่ 1.4 แสดงเปรียบเทียบลักษณะของระบบควบคุม.....9

รูปที่ 2.1 แสดงระดับของความต่างศักย์ แทน ลอจิก “1” และลอจิก “0”.....16

รูปที่ 2.2 โครงสร้างแบบ สตาร์.....17

รูปที่ 2.3 แสดงโครงสร้างแบบวงแหวน.....18

รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างแบบบัส.....19

รูปที่ 2.5 แสดงโครงข่ายท้องถิ่น.....21

รูปที่ 2.6 แสดง ชนิดต่าง ๆ ของสายเคเบิล.....22

รูปที่ 2.7 แสดงการส่งข้อมูลแบบขนาน.....26

รูปที่ 2.8 แสดงการส่งข้อมูลแบบอนุกรม.....26

รูปที่ 2.9 แสดง Amplitude and frequency modulated signal Transmission 27

รูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างของสัญญาณ Asynchronous.....27

รูปที่ 2.11 แบบแสดงโครงสร้าง ของ Synchronous Signal.....28

รูปที่ 2.12 ระบบทิศทางเดียว.....29

รูปที่ 2.13 การสื่อสารข้อมูลแบบทิศทางใดทิศทางหนึ่ง.....29

รูปที่ 2.14 การสื่อสารข้อมูลแบบ 2 ทิศทาง.....30

รูปที่ 2.15 แสดง RS-232 CONNECTOR PIN.....32

รูปที่ 2.16 แสดงสายเคเบิลของระบบบัสเพียงเส้นเดียวสามารถแทนสายแบบเดิมๆ ที่ใช้อยู่ได้จำนวนมาก.....35

รูปที่ 2.17 สถาปัตยกรรมของระบบควบคุม DCS 42

รูปที่ 2.18 สถาปัตยกรรมของระบบควบคุมฟิลด์บัส.....43

รูปที่ 2.19 แสดง Loop Control ของอุปกรณ์ฟิลด์บัส.....43

รูปที่ 3.1 แสดงการควบคุมกระบวนการผลิต.....45

รูปที่ 4.1 ห้องควบคุม (Control Room).....50

รูปที่ 4.2 แสดงกระบวนการผลิตของการผลิตไฟฟ้าประเภทโรงไฟฟ้าที่ใช้เชื้อเพลิงจากแกลบ.....51

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป		หน้า
รูปที่ 4.3	แสดงลักษณะของ Marshalling	58
รูปที่ 4.4	แสดง Configuration ของระบบควบคุมที่เป็นแบบดั้งเดิม (Conventional)	60
รูปที่ 4.5	แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างไปยังระบบควบคุม(DCS) ของสัญญาณอนาลอกในระบบควบคุมแบบดั้งเดิม	61
รูปที่ 4.6	แสดงการเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างระบบควบคุม DCS และ ตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่อยู่ที่กระบวนการผลิต	61
รูปที่ 4.7	แสดง Configuration ของระบบควบคุมที่เป็นแบบฟิลด์บัส (Fieldbus)	63
รูปที่ 4.8	แสดงการเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างไปยังระบบควบคุม(DCS) ของสัญญาณดิจิตอลในระบบควบคุมแบบฟิลด์บัส	64
รูปที่ 4.9	แสดงการ Wiring สัญญาณอนาลอกด้วย Fieldbus	64
รูปที่ 4.10	แสดงลักษณะการ Wiring สัญญาณต่างๆ ระหว่าง Field และระบบควบคุมฟิลด์บัส	65
รูปที่ 4.11	แสดงความสามารถในการรับส่งข้อมูลได้หลายค่าของอุปกรณ์ฟิลด์บัส	67
รูปที่ 4.12	การจัดการข้อมูลต่าง ๆผ่านเครือข่ายควบคุม	68
รูปที่ 4.13	แสดงความแตกต่างของความแน่นอนของการส่งถ่ายข้อมูลระหว่างการส่งข้อมูลแบบอนาลอกและการสื่อสารฟิลด์บัส	71
รูปที่ 5.1	แสดงสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมแบบดั้งเดิม	76
รูปที่ 5.2	แสดงสถาปัตยกรรมของระบบควบคุมแบบฟิลด์บัสที่สามารถลดจำนวนของฮาร์ดแวร์ได้	76
รูปที่ 5.3	แสดงเปรียบเทียบความต้องการพื้นที่ในการติดตั้งในตู้อุปกรณ์ของระบบควบคุม	77
รูปที่ 5.4	แสดงการ Wiring ของระบบควบคุม	90
รูปที่ 5.5	แสดงแผนผังบังคับบัญชาของพนักงานเดินเครื่องเพื่อใช้ในระบบควบคุมแบบดั้งเดิม	95
รูปที่ 5.6	แสดงแผนผังบังคับบัญชาของพนักงานบำรุงรักษา	102
รูปที่ 5.7	แสดงเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายในการลงทุนของระบบควบคุม	115
รูปที่ 5.8	แสดง Gantt chart ของการติดตั้งระบบควบคุมที่เป็นแบบดั้งเดิมกรณีนำระบบควบคุมมาใช้ในโรงไฟฟ้าที่จะสร้างใหม่	118

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูป หน้า

รูปที่ 5.9 แสดง Gantt chart ของการติดตั้งระบบควบคุมที่ใช้เทคโนโลยีแบบฟิลด์บัส กรณีนำระบบควบคุมมาใช้ในโรงไฟฟ้าที่จะสร้างใหม่.....119

รูปที่ 5.10 CASH-FLOW DIAGRAM (ในกรณีสำหรับโรงไฟฟ้าที่สร้างใหม่).....120

รูปที่ 5.11 แสดง Gantt chart ของการติดตั้งระบบควบคุมที่เป็นแบบดั้งเดิมกรณีนำมาใช้แทนระบบควบคุมเดิม.....125

รูปที่ 5.12 แสดง Gantt chart ของการติดตั้งระบบควบคุมที่ใช้เทคโนโลยีฟิลด์บัส กรณีนำมาใช้แทนระบบควบคุมเดิม.....126

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย