ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246223

การวิเคราะห์อุปกรณ์ผิดพร่องบนเครือข่ายระบบส่งไฟฟ้าโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

นายอิราษฎร์ นิพิถันท์รัตนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้ำ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้ำ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

b00250709

ห้องสมุดงานวิจัย สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
246223

การวิเคราะห์อุปกรณ์ผิดพร่องบนเครือข่ายระบบส่งไฟฟ้าโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ

นายจิรายุทธ์ กิตติจันทร์รัตนา

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2553

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

5270663121

FAULT EQUIPMENT ANALYSIS ON TRANSMISSION NETWORK USING AN EXPERT SYSTEM

Mr. Jirayuth Kittijanratana

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering Program in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering

Faculty of Engineering

Chulalongkorn University

Academic Year 2010

Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์อุปกรณ์ผิดพร่องบนเครือข่ายระบบส่งไฟฟ้าโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ
โดย	นายจิรายุทธ์ กิตติจันทร์รัตนา
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. แนบบุญ หุนเจริญ

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

(รองศาสตราจารย์ ดร. บุญสม เลิศหิรัญวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ ดร. บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. แนบบุญ หุนเจริญ)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร. ชาญณรงค์ บาลมงคล)

..... กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ธีรธรรม บุณยะกุล)

จิรายุทธ์ กิตติจันทร์รัตนา : การวิเคราะห์อุปกรณ์ผิดพร่องบนเครือข่ายระบบส่งไฟฟ้าโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ. (FAULT EQUIPMENT ANALYSIS ON TRANSMISSION NETWORK USING AN EXPERT SYSTEM) อ. ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: ผศ. ดร. แนบบุญ หุนเจริญ, 72 หน้า.

246223

งานวิจัยที่ผ่านมาได้นำเสนอการวิเคราะห์หาอุปกรณ์ผิดพร่องในระบบส่งโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ อย่างไรก็ดีวิธีดังกล่าวจำเป็นต้องอาศัยฐานข้อมูลขนาดใหญ่ในการจัดเก็บข้อมูลการเชื่อมต่อกันของอุปกรณ์ทั้งหมดในระบบส่ง ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญช่วยในการวิเคราะห์หาอุปกรณ์ที่ผิดพร่องบนเครือข่ายระบบส่ง ด้วยข้อมูลสถานะและเวลาในการทำงานของรีเลย์และอุปกรณ์ตัดตอนที่ถูกบันทึกด้วยอุปกรณ์บันทึกความผิดพร่องแบบดิจิตัล ระบบผู้เชี่ยวชาญจะคัดกรองเหตุการณ์ที่ไม่มีนัยสำคัญออกและนำเหตุการณ์ที่มีนัยสำคัญไปวิเคราะห์หาอุปกรณ์ผิดพร่อง ในการวิเคราะห์นี้สามารถทำได้โดยอาศัยกฎการตั้งชื่ออย่างเป็นระบบของช่องสัญญาณของอุปกรณ์บันทึกความผิดพร่องแบบดิจิตัล จึงไม่จำเป็นต้องอาศัยข้อมูลการจัดเรียงบัสในสถานีไฟฟ้า ช่วยลดความจำเป็นในการสร้างฐานข้อมูลที่มีขนาดใหญ่และขั้นตอนในการปรับปรุงให้ฐานข้อมูลเหล่านั้นทันสมัยอยู่เสมอเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างในสถานีไฟฟ้า สำหรับขั้นตอนวิเคราะห์หาอุปกรณ์ผิดพร่องจะอาศัยวิธีคำนวณความน่าจะเป็นของสถานะการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดในสถานีไฟฟ้าสำหรับการจัดเรียงบัสแต่ละประเภท ทำให้สามารถวิเคราะห์หาอุปกรณ์ผิดพร่องได้อย่างถูกต้องแม้ในกรณีที่มีข้อมูลรีเลย์และอุปกรณ์ตัดตอนไม่ครบทุกตัว ผลการทดสอบกับข้อมูลจากเหตุการณ์จำลองและเหตุการณ์จริงให้ผลความถูกต้องเกินร้อยละ 90

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต จิรายุทธ์ กิตติจันทร์รัตนา

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก

ปีการศึกษา 2553

5270663121 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEYWORDS : FAULT EQUIPMENT ANALYSIS/ EXPERT SYSTEM

JIRAYUTH KITTIJANRATANA : FAULT EQUIPMENT ANALYSIS ON TRANSMISSION NETWORK USING AN EXPERT SYSTEM. ADVISOR : ASST. PROF. NAEBBOON HOONCHAREON, Ph.D., 72 pp.

246223

In previous researches, an expert system application to fault equipment analysis on transmission network requires large database for the details of network connection. This thesis presents an alternative expert system based fault equipment analysis on transmission network using status and operation time of relays and circuit breakers data recorded by a digital fault recorder (DFR). The proposed method is able to classify between insignificant and significant events, and able to locate the faulted equipment, respectively. Additionally, this algorithm deploys systematic naming of the DFR channels, hence, replacing the necessity for establishing large database of network connection as well as required updating process when the station configuration has been further modified. The analysis also employs the probability-base technique to help determine the status of missing relay and circuit breaker data, corresponding to the type of station bus ordering. Test results using data from both simulated and actual fault event reveal the obtained accuracy above 90 %.

Department : Electrical Engineering Student's Signature จิรายุทธ์ กิตติจินดาวัฒนา

Field of Study : Electrical Engineering Advisor's Signature

Academic Year : 2010

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องกราบขอบพระคุณสำหรับความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งของ ผศ. ดร. แนบบุญ หุนเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่คอยให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ข้อคิด และประสบการณ์ในการดำเนินชีวิต

ขอขอบคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์อันประกอบไปด้วย ศ. ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์ ดร. ชาญณรงค์ บาลมงคล และ ผศ. ดร. ธีรธรรม บุณยะกุล ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่ามาช่วยตรวจสอบและแก้ไขในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้ความรู้ความเข้าใจในวิชาเรียนที่เปิดสอน และให้ความช่วยเหลือ ข้อเสนอแนะ และเป็นกำลังใจในการวิจัย

ขอบพระคุณการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ให้คำปรึกษาด้านความรู้ และข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

ขอบพระคุณ รุ่นพี่ รุ่นน้อง เพื่อนๆ ทั้งภายในและภายนอกห้องปฏิบัติการวิจัย ในการให้ความช่วยเหลือ คำปรึกษา ข้อแนะนำ และกำลังใจในการวิจัย

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดามารดาและครอบครัวของผู้วิจัย สำหรับกำลังใจและการสนับสนุนที่ดีแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญ ..... ช

สารบัญตาราง ..... ญ

สารบัญภาพ ..... ฏ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

1.3 ขอบเขตวิทยานิพนธ์ 3

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

1.6 ประมวลวิทยานิพนธ์ 4

บทที่ 2 การป้องกันอุปกรณ์ในระบบส่งกำลังไฟฟ้า 5

2.1 หลักการป้องกันอุปกรณ์ในระบบส่งกำลังไฟฟ้า 5

2.1.1 หลักการป้องกันบัส 5

2.1.2 หลักการป้องกันสายส่ง 6

2.1.3 หลักการป้องกันหม้อแปลง 7

2.1.4 หลักการป้องกันของรีเลย์ตรวจจับตัวตัดวงจรไม่ทำงาน 8

2.2 โครงสร้างการจัดเรียงบัส 8

2.2.1 การจัดเรียงแบบบัสหลักและบัสถ่ายโอน 9

2.2.2 การจัดเรียงแบบบัสหลักคู่และบัสถ่ายโอน 10

หน้า

2.2.3 การจัดเรียงแบบบัสคู่เบรคเกอร์คู่ 10
2.2.4 การจัดเรียงแบบบัสคู่เบรคเกอร์หนึ่งครึ่ง 11
2.2.5 หลักการตั้งหมายเลขของตัวตัดวงจร 11
2.3 เครื่องบันทึกความผิดพร่องแบบดิจิตัล 12
2.3.1 หลักการทำงานของเครื่องบันทึกความผิดพร่องแบบดิจิตัล 14
2.3.2 ข้อมูลที่ได้จากเครื่องบันทึกความผิดพร่องแบบดิจิตัล 15
2.3.3 การอ่านชื่อช่องสัญญาณของเครื่องบันทึกความผิดพร่องแบบดิจิตัล 17
บทที่ 3 ระบบผู้เชี่ยวชาญ 19
3.1 นิยามของระบบผู้เชี่ยวชาญ 19
3.2 โครงสร้างพื้นฐานของระบบผู้เชี่ยวชาญ 19
3.2.1 ส่วนจัดหาความรู้ 20
3.2.2 ฐานความรู้ 20
3.2.3 ส่วนควบคุมการอนุมาน 22
3.2.4 ส่วนติดต่อกับผู้ใช้ 24
บทที่ 4 กระบวนการวิเคราะห์อุปกรณ์ผิดพร่องโดยใช้ระบบผู้เชี่ยวชาญ 25
4.1 โครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์อุปกรณ์ผิดพร่อง 25
4.2 การพัฒนาฐานความรู้ 27
4.2.1 ฐานความรู้ของอุปกรณ์ป้องกันในระบบส่ง 27
4.2.2 ฐานความรู้ลักษณะการจัดเรียงบัสแต่ละประเภท 28
4.2.3 ฐานความรู้การทำงานของตัวตัดวงจร 29
4.3 กระบวนการอนุมานความรู้ 45
4.3.1 กระบวนการอนุมานที่หนึ่ง 45
4.3.2 กระบวนการอนุมานที่สอง 49

4.3.3 กระบวนการอนุมานที่สาม 52

บทที่ 5 ผลการทดสอบและวิเคราะห์ผลการทดลอง 58

5.1 ตัวอย่างการทดสอบและวิธีตรวจสอบผลการทดสอบ 58

5.1.1 ตัวอย่างการทดสอบ 58

5.1.2 วิธีตรวจสอบผลการทดสอบ 60

5.2 ระบบทดสอบ 62

5.2.1 ข้อมูลจากเครื่องบันทึกความผิดพร่องแบบดิจิตัลที่ได้จากระบบจำลอง 62

5.2.2 ข้อมูลจากเครื่องบันทึกความผิดพร่องแบบดิจิตัลที่ได้จากระบบจริง 64

5.3 ผลการทดสอบระบบผู้เชี่ยวชาญ 64

5.3.1 ผลการทดสอบกระบวนการอนุมานที่หนึ่ง 65

5.3.2 ผลการทดสอบกระบวนการอนุมานที่สอง 65

5.3.3 ผลการทดสอบกระบวนการอนุมานที่สาม 66

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและสิ่งที่จะดำเนินการต่อไป 68

6.1 สรุปผลการวิจัย 68

6.2 ข้อเสนอแนะ 69

รายการอ้างอิง 70

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์ 72

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างชื่อช่องสัญญาณอะนาล็อกไฟสลับของสถานีไฟฟ้าบ้านโป่งสอง.....17

ตารางที่ 2.2 ตัวอย่างชื่อช่องสัญญาณดิจิตัลของสถานีไฟฟ้าบ้านโป่งสอง.....18

ตารางที่ 4.1 กฎการทำงานของตัวตัดวงจรในการจัดเรียงบัสแบบบัสหลักและบัสถ่ายโอน.....36

ตารางที่ 4.2 กฎการทำงานของตัวตัดวงจรในการจัดเรียงบัสแบบบัสหลักคู่และบัสถ่ายโอน.....37

ตารางที่ 4.3 กฎการทำงานของตัวตัดวงจรในการจัดเรียงบัสแบบบัสคู่เบรคเกอร์คู่.....39

ตารางที่ 4.4 กฎการทำงานของตัวตัดวงจรในการจัดเรียงบัสแบบบัสคู่เบรคเกอร์หนึ่งครึ่ง.....42

ตารางที่ 5.1 ความถูกต้องในการทดสอบกระบวนการอนุมานที่หนึ่ง 65

ตารางที่ 5.2 ความถูกต้องในการทดสอบกระบวนการอนุมานที่สอง.....65

ตารางที่ 5.3 ความถูกต้องในการทดสอบกระบวนการอนุมานที่สาม 66

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 หลักการป้องกันบัสในระบบส่งกำลังไฟฟ้า 6

รูปที่ 2.2 หลักการป้องกันสายส่งในระบบส่งกำลังไฟฟ้า.....6

รูปที่ 2.3 หลักการป้องกันหม้อแปลงในระบบส่งกำลังไฟฟ้า.....7

รูปที่ 2.4 หลักการป้องกันของรีเลย์ตรวจจับตัวตัดวงจรไม่ทำงาน.....8

รูปที่ 2.5 การจัดเรียงแบบบัสหลักและบัสถ่ายโอน.....9

รูปที่ 2.6การจัดเรียงแบบบัสหลักคู่และบัสถ่ายโอน.....10

รูปที่ 2.7 การจัดเรียงแบบบัสคู่เบรคเกอร์คู่.....10

รูปที่ 2.8 การจัดเรียงแบบบัสคู่เบรคเกอร์หนึ่งครึ่ง.....11

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างหมายเลขตัวตัดวงจรของการจัดเรียงแบบบัสหลักและบัสถ่ายโอน.....11

รูปที่ 2.10 ตัวอย่างหมายเลขตัวตัดวงจรของการจัดเรียงแบบแบบบัสคู่เบรคเกอร์คู่.....12

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างช่องสัญญาณอะนาล็อกไฟสลับของบัสที่ระดับแรงดัน 230 กิโลโวลต์.....13

รูปที่ 2.12 ตัวอย่างช่องสัญญาณดิจิตัลของตัวตัดวงจร.....13

รูปที่ 2.13 ตัวอย่างของไฟล์โครงร่างของสถานีไฟฟ้าบ้านโป่งสอง 16

รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบผู้เชี่ยวชาญ.....20

รูปที่ 3.2 โครงสร้างการแทนค่าความรู้ในรูปของกฎ 21

รูปที่ 3.3 โครงสร้างของวิธีการให้เหตุผลแบบการให้เหตุผลในระบบกระดานดำ.....23

รูปที่ 4.1 โครงสร้างระบบผู้เชี่ยวชาญเพื่อวิเคราะห์อุปกรณ์ผิดพร่อง.....26

รูปที่ 4.2 การตัดวงจรเมื่อเกิดความผิดพร่องบนบัส.....30

รูปที่ 4.3 การตัดวงจรเมื่อเกิดความผิดพร่องบนสายส่งและหม้อแปลง 31

รูปที่ 4.4 การสั่งให้ตัวตัดวงจรกลับมาทำงานโดยเจ้าหน้าที่ 32

รูปที่ 4.5 การสั่งปลดตัวตัดวงจรออกระบบโดยเจ้าหน้าที่ 33

รูปที่ 4.6 ตัวอย่างการจำลองรูปแบบการทำงานของตัวตัดวงจรในรูปแบบเมตริกซ์.....34

หน้า

รูปที่ 4.7 รูปแบบการทำงานของช่องสัญญาณ 46

รูปที่ 4.8 แผนภาพกระบวนการอนุมานที่หนึ่ง.....48

รูปที่ 4.9 ตัวอย่างการจำลองการจัดเรียงบัสในรูปแบบเมตริกซ์.....50

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างการหาเบย์ที่ไม่มีอยู่จริงในการจัดเรียงบัส 50

รูปที่ 4.11 แผนภาพกระบวนการอนุมานที่สอง.....51

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการหาค่าความน่าจะเป็นของรูปแบบการทำงานของตัวตัดวงจร.....53

รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการจัดเก็บค่าความน่าจะเป็นของแต่ละอุปกรณ์.....54

รูปที่ 4.14 แผนภาพกระบวนการอนุมานที่สาม.....56

รูปที่ 5.1 ตัวอย่างการทำงานของกระบวนการอนุมานที่หนึ่ง.....59

รูปที่ 5.2 ตัวอย่างการทำงานของกระบวนการอนุมานที่สอง 59

รูปที่ 5.3 ตัวอย่างการทำงานของกระบวนการอนุมานที่สาม.....60

รูปที่ 5.4 ตัวอย่างการตรวจสอบผลการทดสอบ.....61

รูปที่ 5.5 ตัวอย่างการพิจารณาการทำงานของอุปกรณ์ป้องกัน 62

รูปที่ 5.6 ตัวอย่างไฟล์โครงร่างและไฟล์จำลองของข้อมูลจำลอง 63

รูปที่ 5.7 ตัวอย่างจัดเรียงบัสแบบบัสคู่เบรคเกอร์หนึ่งครึ่งที่ไม่มีตัวตัดวงจรตัวกลาง 67