

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญตาราง	ฐ
สารบัญรูป	ฑ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	5
1.2 ขอบเขตและข้อจำกัด	6
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
1.4 สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง	6
บทที่ 2 การจัดการองค์ความรู้	9
2.1 องค์ความรู้	10
2.2 ชนิดขององค์ความรู้	10
2.3 ระบบการจัดการองค์ความรู้	11
2.4 วงจรการจัดการองค์ความรู้	12
2.5 การสร้างกลุ่มความร่วมมือ	14
2.6 หลักการในการจับความรู้	15
2.7 การจับความรู้	16
2.8 การวิเคราะห์ความรู้	17
2.9 การสังเคราะห์แบบจำลองความรู้	17
2.10 การใช้ความรู้	18
2.11 การเลือกเทคนิคในการจับความรู้	18
2.12 สัญลักษณ์ของแบบจำลองความรู้ของ CommonKADS	19
2.13 การจับและวิเคราะห์ความรู้ที่อยู่ในตัวบุคคลหลัก	20
2.14 การจัดการความเสี่ยงสำหรับองค์กร	21

	หน้า
2.15 การประเมินความเสี่ยง	22
2.16 การจัดการกับความเสี่ยง	24
บทที่ 3 ระบบฉนวนของขดลวดสเตเตอร์และการเกิดจุดบกพร่องในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	25
3.1 ระบบฉนวนของขดลวดสเตเตอร์ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	25
3.2 โครงสร้างระบบฉนวน	27
3.3 โครงสร้างขดลวดสเตเตอร์	29
3.4 ประวัติการศึกษาจุดบกพร่องของฉนวนในเครื่องจักรกลหมุนโดย การทดสอบการปล่อยประจุบางส่วน	30
3.5 ตำแหน่งจุดบกพร่องของฉนวนที่พบในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	31
3.6 ปัจจัยที่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของฉนวน	33
บทที่ 4 การเกิดการปล่อยประจุบางส่วน	35
4.1 การปล่อยประจุบางส่วนเกิดขึ้นได้อย่างไร	35
4.2 คุณลักษณะของสัญญาณการปล่อยประจุบางส่วน	38
4.3 การเกิดการปล่อยประจุบางส่วนบริเวณส่วนพื้นร่อง	41
4.4 พฤติกรรมของการปล่อยประจุบางส่วน	44
4.5 การวัดการปล่อยประจุบางส่วน	50
4.6 หลักการตรวจจับการปล่อยประจุบางส่วนโดยวิธีทางไฟฟ้า	51
4.7 การทดสอบการปล่อยประจุบางส่วน	55
4.8 วิธีการทดสอบการปล่อยประจุบางส่วนที่ได้รับความนิยม	59
4.9 สัญญาณรบกวนทางไฟฟ้า	62
4.10 อันตรายจากการปล่อยประจุบางส่วน	64
บทที่ 5 การตรวจสอบและประเมินสภาพฉนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	69
5.1 การตรวจสภาพ (Inspection)	70
5.2 การทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในงานบำรุงรักษา	70
5.2.1 การวัดค่าความต้านทานฉนวนกระแสตรง	71
5.2.2 การทดสอบ Dielectric Absorption หรือ Polarization Index (PI) ของฉนวน	73

	หน้า
5.2.3 การทดสอบวัดค่าความต้านทานของขดลวด	73
5.2.4 การทดสอบวัดค่าอิมพีแดนซ์ของขดลวด	76
5.2.5 การทดสอบวัดค่าความจุของขดลวด	78
5.2.6 การทดสอบวัดค่ากำลังงานสูญเสียในระบบฉนวน	79
5.2.7 การทดสอบความแข็งแรงเชิงกำลังไฟฟ้าของฉนวน	81
5.2.8 การทดสอบฉนวนระหว่างแกนเหล็ก	82
5.3 การตรวจสอบการเกิดการปล่อยประจุบางส่วนภายในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	86
5.4 คุณสมบัติเด่นสำหรับ เครื่องมือวัดและวิเคราะห์ที่การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทยมีใช้งานอยู่ในปัจจุบัน	87
5.5 การติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดสัญญาณการปล่อยประจุบางส่วน	88
5.6 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ	92
5.7 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหันโรงไฟฟ้าพลังความร้อน	95
5.8 ประโยชน์ที่ได้จากการวัดสัญญาณการปล่อยประจุบางส่วน	100
บทที่ 6 การสร้างระบบจัดการองค์ความรู้	101
6.1 เครื่องมือ	101
6.1.1 พีเอสพี	101
6.1.2 ซิสเต็มวัน	104
6.2 ขั้นตอนการสร้างระบบองค์ความรู้ในการประเมินสภาพฉนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	110
6.3 การวิเคราะห์และประเมินสภาพฉนวนที่เกิดการปล่อยประจุบางส่วนของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ	114
6.4 การทดสอบระบบองค์ความรู้ในการประเมินสภาพฉนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	124
บทที่ 7 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	131
7.1 สรุปผล	131
7.2 ข้อเสนอแนะ	131

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	133
ภาคผนวก	137
• แบบประเมินสภาพณวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	138
• การสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	141
• ผลทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากโรงงานผู้ผลิต	145
• แบบฟอร์มการตรวจสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	210
• รายละเอียดการตรวจสอบและซ่อมบำรุงรักษาบางส่วน of โรงไฟฟ้า	214
• รายละเอียดการตรวจสอบบำรุงรักษาทุกส่วนของโรงไฟฟ้า	216
ประวัติผู้เขียน	219

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงข้อมูลสภาพความเป็นฉนวนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	4
3.1 ตำแหน่งการเกิดการปล่อยประจุบางส่วนในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	32
5.1 ค่าความต้านทานฉนวนต่ำสุด[7]	72
5.2 ค่า PI ต่ำสุดที่ยอมรับได้มาตรฐาน IEEE Std.43-2000[7]	73
5.3 Bus-air-cooled(TGA) [ฐานข้อมูลของบริษัท Iris Power Engineering]	97
5.4 PDA-air-cooled [ฐานข้อมูลของบริษัท Iris Power Engineering]	98
5.5 Bus-Hydrogen-cooled(TGA) [ฐานข้อมูลของบริษัท Iris Power Engineering]	98
5.6 SSCs Slot-Air-cooled [ฐานข้อมูลของบริษัท Iris Power Engineering]	99
5.7 SSCs Slot-Hydrogen-cooled(slot PD)[ฐานข้อมูลของบริษัทIrisPower Engineering]	99
5.8 SSCs EW-Hydrogen-cooled(Endwinding PD) [ฐานข้อมูลของบริษัท Iris Power Engineering]	99
6.1 การประเมินความเสี่ยงจากการเกิดการปล่อยประจุบางส่วนในฉนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	122

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
1.1 จำแนกเชื้อเพลิงที่ใช้ผลิตพลังงานไฟฟ้า [ฝ่ายควบคุมระบบกำลังไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย. พฤษภาคม 2549]	2
2.1 แสดงความสัมพันธ์ของการบริหารงานระหว่างองค์ความรู้ที่ไม่มีโครงสร้างและ องค์ความรู้ที่มี โครงสร้าง[การจัดการความรู้ ฝ่ายปฏิบัติการภาคตะวันออก เถียงเหนือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย]	11
2.2 แสดงวงจรการจัดการองค์ความรู้ [การจัดการความรู้ฝ่ายปฏิบัติการภาคตะวันออก เถียงเหนือ การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย]	12
2.3 แสดงกลุ่มความร่วมมือของผู้เชี่ยวชาญการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย	14
2.4 แบบจำลองความรู้ระดับการคิดค้นแบบโดยวิธี CommonKADS [9]	19
2.5 แบบจำลองโครงสร้างความเสี่ยง	21
2.6 โครงสร้างการประเมินความเสี่ยง	21
3.1 โครงสร้างของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า[Fuji electric, Air cooled turbo-generator]	25
3.2 โครงสร้างระบบฉนวนของขดลวดสเตเตอร์ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้า[10]	27
3.3 ฉนวนเทปชนิดต่างๆ	28
3.4 ขดลวดส่วนที่อยู่กับที่[10]	29
4.1 การเกิดการปล่อยประจุบางส่วน[3]	35
4.2 การเกิดการปล่อยประจุบางส่วนในจุลภาคที่หนึ่งและสาม[10]	37
4.3 แสดงพัลส์ชั่ววอกและพัลส์ชั่วลบ[10]	37
4.4คุณลักษณะของสัญญาณการปล่อยประจุบางส่วน[8]	38
4.5 ความถี่ของการปล่อยประจุบางส่วน[8]	38
4.6 ตำแหน่งของ การปล่อยประจุบางส่วนที่รองคายประจุ[8]	39
4.7 การปล่อยประจุบางส่วนในส่วนที่เป็นร่อง[8]	40
4.8 การปล่อยประจุบางส่วนที่เกิดขึ้นบริเวณรอยต่อระหว่างส่วนที่มีศักย์สูงกับกราวด์[8]	40
4.9 โครงสร้างของขดลวดสเตเตอร์และสลีต[10]	41
4.10 แรงดันและสนามไฟฟ้าที่ผิวฉนวนบริเวณส่วนพื้นร่อง[10]	42

รูปที่	หน้า
4.11 การลดความเครียดบนพิกัดนวน โดยใช้ชั้นเคลือบลดความเครียด[10]	43
4.12 อธิบายการเกิดการปล่อยประจุบางส่วนบริเวณส่วนพื้นร่อง[10]	43
4.13 วงจรสมมูลชั้นเคลือบลดความเครียด[10]	44
4.14 ตำแหน่งของการปล่อยประจุบางส่วนที่เกิดและปริมาณพัลส์ชั่ววอกและพัลส์ชั่วลบ[8]	44
4.15 แบบจำลองการปล่อยประจุบางส่วนของระบบนวน[10]	45
4.16 ความสัมพันธ์ระหว่างพัลส์ชั่ววอกพัลส์ชั่วลบและนวนที่ทำหน้าที่เป็นแคโทด[10]	46
4.17 สัญญาณพัลส์ชั่วลบมากกว่าพัลส์ชั่ววอก [8]	47
4.18 การกระจายพัลส์แสดงการเกิดพัลส์ชั่วลบเด่นกว่า[8]	47
4.19 สัญญาณพัลส์ชั่ววอกใกล้เคียงกับพัลส์ชั่วลบ[8]	48
4.20 การกระจายพัลส์แสดงการเกิดพัลส์ชั่ววอก และ พัลส์ชั่วลบใกล้เคียงกัน[8]	48
4.21 สัญญาณพัลส์ชั่ววอกมากกว่าพัลส์ชั่วลบ[8]	49
4.22 การกระจายพัลส์แสดงการเกิดพัลส์ชั่ววอกเด่นกว่า[8]	49
4.23 วงจรพื้นฐานสำหรับการตรวจจับสัญญาณการปล่อยประจุบางส่วน[10]	51
4.24 วงจรทดสอบการปล่อยประจุบางส่วนแบบต่างๆ[10]	54
4.25 การกระจายขนาดพัลส์[10]	60
4.26 การกระจาย Phase Resolved Pattern[10]	61
4.27 รูปแบบการวิเคราะห์ข้อมูลการปล่อยประจุบางส่วนแบบต่างๆ[10]	62
4.28 สัญญาณรบกวนจากแหล่งต่างๆ[10]	62
4.29 การเกิดการปล่อยประจุบางส่วนของนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่โรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนสิริกิติ์	66
4.30 การเกิดการปล่อยประจุบางส่วนของนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เกิดภาวะสุดกำลัง	67
4.31 การเกิดการปล่อยประจุบางส่วนของนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าเกิดภาวะสุดกำลัง	68
5.1 วงจรทดสอบขดลวดสเตเตอร์แบบแยกเฟส[7]	71
5.2 การทดสอบความต้านทานของนวน [7]	72
5.3 วงจรทดสอบวัดค่าความต้านทานของขดลวด[7]	74
5.4 เครื่องมือขณะทดสอบวัดค่าความต้านทานของขดลวด[7]	74

รูปที่	หน้า
5.5 การกลายของจุดต่อที่ขดลวดสเตเตอร์ของโรงไฟฟ้าพลังน้ำเขื่อนท่าทุ่งนาหน่วยที่ 1	75
5.6 วงจรทดสอบวัดค่าอิมพีแดนซ์ของขดลวด[7]	76
5.7 วงจรทดสอบวัดค่าอิมพีแดนซ์ของขดลวด[7]	77
5.8 วงจรทดสอบวัดค่าความจุของขดลวด[7]	78
5.9 ระบบฉนวนเมื่อได้รับไฟกระแสดับ[7]	79
5.10 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันกับค่ากำลังงานสูญเสีย(Power Factor Tip – up)[7]	80
5.11 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหน่วยที่ 1 โรงไฟฟ้าพระนครเหนือ ทำการทดสอบประเมินสภาพแกนของส่วนที่อยู่กับที่ ภายหลังจากการใช้งานมายาวนาน และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า หน่วยที่ 3 โรงไฟฟ้าพระนครใต้ ทำการ ทดสอบตรวจหาจุดเสียหายทั้งก่อนและหลัง การซ่อมแซมแกนของส่วนที่อยู่กับที่ที่เสียหายจาก ลมตัวหมุนฉีกขาด กระเด็นออกมาดีและชุด แกนของส่วนที่อยู่กับที่ขณะเดินเครื่อง[7]	84
5.12 การทดสอบ Stator Core EL - CID [7]	84
5.13 เครื่องทดสอบ EL–CID [7]	85
5.14 วงจรทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังน้ำ[7]	85
5.15 วงจรทดสอบเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกังหัน[7]	86
5.16 กล้องจุลทรรศน์[ฝ่ายบำรุงรักษาไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย]	89
5.17 ตัววัดการปล่อยประจุบางส่วนทำด้วยสายเคเบิลแรงดันสูง [บริษัท Iris Engineerring]	90
5.18 ตัววัดการปล่อยประจุบางส่วนทำด้วยสายเคเบิลแรงดันสูงขณะทำการติดตั้งที่โรงไฟฟ้าพลังน้ำ เขื่อน สิริกิติ์	90
5.19 ตัววัดการปล่อยประจุบางส่วนชนิดตัวเก็บประจุแบบอีพ็อกซี่-ไมก้าแต่ละขนาด [บริษัท Iris Engineerring]	91
5.20 ตัววัดการปล่อยประจุบางส่วนชนิดอีพ็อกซี่-ไมก้าขนาด 80 พิโคฟาราดที่ติดตั้งที่โรงไฟฟ้าราชนบุรี	91
5.21 เครื่องวิเคราะห์การปล่อยประจุบางส่วน[ฝ่ายบำรุงรักษาไฟฟ้า การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย]	92

รูปที่	หน้า
5.22 การกำจัดสัญญาณรบกวน[8]	93
5.23 สัญญาณการปล่อยประจุบางส่วนที่เกิดขึ้นบนขดลวด[8]	94
5.24 การต่อแบบ Single-End (1 ตัววัดการปล่อยประจุบางส่วนต่อเฟส)[8]	95
5.25 การต่อแบบDouble-End (2 ตัววัดการปล่อยประจุบางส่วนต่อเฟส)[8]	96
5.26 การต่อแบบDouble-End (2 ตัววัดการปล่อยประจุบางส่วนต่อเฟส)[8]	97
6.1 การทำงานของโปรแกรมพีเอสพี-นู้ก [11]	103
6.2 Francisco Burzi : FBผู้พัฒนาพีเอสพี-นู้ก [11]	104
6.3 โปรแกรม ซิสเต็มวันทำงานร่วมกับระบบต่างๆของโรงไฟฟ้าจากเอกสาร การใช้งานโปรแกรมซิสเต็มวันของบริษัท Bently Nevada[12]	105
6.4 สัญญาณต่างๆของโรงไฟฟ้าที่ส่งมายังโปรแกรม ซิสเต็มวัน [12]	105
6.5 System 1 Machinery Management Hardware [16]	106
6.6 การแสดงผลของ System 1 Machinery Management Software ของบริษัท Bently Nevada [12]	107
6.7 แสดง Actionable Informationของโปรแกรม ซิสเต็มวันของบริษัท Bently Nevada[12]	108
6.8 การทำงานNotification plansของโปรแกรม ซิสเต็มวันของบริษัท Bently Nevada [12]	108
6.9 การทำงาน Rule Deskของโปรแกรม ซิสเต็มวันของบริษัท Bently Nevada[12]	109
6.10 การทำงานของ Rule logicในโปรแกรม ซิสเต็มวันของบริษัท Bently Nevada[12]	109
6.11 แบบจำลองระบบการจัดการองค์ความรู้ในการประเมินสภาพนวน เครื่องกำเนิดไฟฟ้า	110
6.12 เว็บบ่ายวิศวกรรมาไฟฟ้าและระบบควบคุม	111
6.13 เว็บบ่ายวิศวกรรมาไฟฟ้าและระบบควบคุม	111
6.14 เว็บบ่ายวิศวกรรมาไฟฟ้าและระบบควบคุม	112
6.15 หน้าเมนูผู้ควบคุมระบบของพีเอสพีนู้ก	113
6.16 หน้าการจัดการกระดานความรู้ของพีเอสพีนู้ก	113

รูปที่	หน้า
6.17 หน้ากระดานการจัดการความรู้การประเมินสภาพนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เกิด การปล่อยประจุบางส่วนที่เกิดปัญหาที่โรงไฟฟ้าต่าง ๆ	114
6.18 แบบจำลองการประเมินปัญหาโดยใช้วิธี CommonKADS[9]	115
6.19 หน้าการประเมินสภาพนวนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าบนเว็บ	125
6.20 ปริมาณสัญญาณการปล่อยประจุบางส่วนที่วัดได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของ โรงไฟฟ้าราชบุรีRB-C12	126
6.21 อุณหภูมิที่วัดได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าราชบุรีRB-C12 และ การประเมินสภาพจากผู้เชี่ยวชาญฝ่ายบำรุงรักษาไฟฟ้า	127
6.22 ปริมาณสัญญาณการปล่อยประจุบางส่วนที่วัดได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของ โรงไฟฟ้าราชบุรีRB-C30	128
6.23 อุณหภูมิที่วัดได้จากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของโรงไฟฟ้าราชบุรีRB-C30 และ การประเมินสภาพจากผู้เชี่ยวชาญฝ่ายบำรุงรักษาไฟฟ้า	129