

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	ท
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย	7
1.3 ขอบเขตวิธีวิจัย	7
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	7
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 โรงไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กในปัจจุบัน	8
2.1.1 โครงการผลิตไฟฟ้าด้วยพลังน้ำขนาดเล็กในประเทศไทย	8
2.1.2 โครงการไฟฟ้าพลังน้ำขนาดเล็กของกรมพัฒนาพลังงานทดแทนและ อนุรักษ์พลังงาน	9
2.1.3 โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน	10
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวกับในเทคนิควิศวกรรม	13
2.2.1 พื้นฐานของกังหันพลังน้ำขนาดเล็กมาก	13
2.2.2 โรงไฟฟ้าพลังน้ำ	17
2.2.3 กังหันผันน้ำ	18
2.2.4 ความสูงหัวน้ำและอัตราการไหล	23

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.2.5 กังหันและพลังงาน	23
2.2.6 หลักการพื้นฐานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	24
2.3 การจัดการความรู้	33
2.3.1 แรงจูงใจในการริเริ่มการจัดการความรู้	33
2.3.2 ประเภทความรู้	33
2.3.3 คนสำคัญที่ดำเนินการจัดการความรู้	35
2.3.4 องค์ประกอบของการดำเนินการจัดการความรู้	36
2.3.5 กระบวนการจัดการความรู้	37
2.4 การออกแบบการทดลอง	40
2.4.1 การออกแบบการทดลอง	40
2.4.2 การออกแบบการทดลองเชิงแฟกทอเรียล	42
2.4.3 การออกแบบชนิด 2^2 Factorial Design	43
2.4.4 แบบจำลองการถดถอย	47
2.5 ข้อมูลทางด้านเศรษฐศาสตร์	48
2.5.1 การวิเคราะห์เชิงเศรษฐศาสตร์	48
2.5.2 ผลประโยชน์ของโครงการ	54
2.5.3 กำหนดเกณฑ์ทางด้านเศรษฐศาสตร์	55
2.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	55
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	58
3.1 วัตถุประสงค์โครงการวิจัย	60
3.2 กระบวนการจัดการความรู้	61
3.2.1 การดำเนินการของกระบวนการจัดการความรู้	61
3.2.2 การแก้ไขปัญหาวิศวกรรมอุตสาหกรรม	63
3.2.3 การออกแบบการทดลองส่วนประสมกลาง (CCD) เพื่อหาค่าที่เหมาะสมของปัจจัย	63

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3 กระบวนการถ่ายทอดความรู้และรักษาความรู้	73
3.4 ข้อมูลด้านเทคนิคและด้านการเงินในช่วงดำเนินการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก	74
3.4.1 สรุปข้อมูลด้านเทคนิคการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมากแบบเพลตันเทอร์ไบน์ (Pelton Turbine)	74
3.4.2 ข้อมูลด้านการเงินในช่วงดำเนินการติดตั้งระบบ แบบเพลตันเทอร์ไบน์ (Pelton Turbine)	74
3.4.3 สรุปข้อมูลด้านเทคนิคการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมากแบบคาปแลนเทอร์ไบน์ (Kaplan Turbine)	76
3.4.4 ข้อมูลด้านการเงินในช่วงดำเนินการติดตั้งระบบ แบบคาปแลนเทอร์ไบน์ (Kaplan Turbine)	77
บทที่ 4 ผลการศึกษาวิจัย	80
4.1 การสำรวจและวิเคราะห์ปัญหาในออกแบบและการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กมาก	80
4.1.1 ประชุมกลุ่ม ทางด้านเทคนิคการติดตั้ง	81
4.1.2 ประชุมกลุ่ม กลุ่มผู้ใช้ทั่วไป	83
4.2 การวิเคราะห์ผลการทดลองโดยหลักการออกแบบการทดลอง (Design of Experiment :DOE)	85
4.2.1 วิเคราะห์ผลการทดลองจากการออกแบบการทดลองด้วยค่าสถิติพื้นฐาน	86
4.2.2 วิเคราะห์ส่วนตกค้างและตรวจสอบความเพียงพอของแบบจำลอง	90
4.2.3 การวิเคราะห์ข้อมูลผลตอบ	95
4.2.4 สร้างแบบจำลองพื้นผิวผลตอบของกระบวนการกำเนิดไฟฟ้า	105
4.2.5 หาเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับแบบจำลองสุดท้าย	106
4.2.6 ทำการทดลองยืนยันเงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับกระบวนการ	110

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.2.7 การนำแบบจำลองและวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดไปในงานออกแบบ	112
4.3 และติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan และ Pelton	
บทที่ 5 การดำเนินการกระบวนการการถ่ายทอดความรู้และรักษาความรู้	113
5.1 สรุปและอภิปรายผลการวิจัย	171
5.2 สรุปผลการวิจัย	171
5.3 อภิปรายผลการวิจัย	174
ข้อเสนอแนะ	177
บรรณานุกรม	178
ภาคผนวก ก	181
ภาคผนวก ข	201
ภาคผนวก ค	229
ภาคผนวก ง	361
ภาคผนวก จ	375
ประวัติผู้เขียน	384

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 โครงการไฟฟ้าพลังน้ำระดับหมู่บ้าน	11
2.2 ชนิดของกังหันพลังงานน้ำ	22
3.1 สรุปปัญหาและแนวทางแก้ไขในงานการติดตั้งเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็กใน ชนบทของประเทศไทย	60
3.2 การจัดการความรู้ ทบทวนและเรียนรู้จากการปฏิบัติในงานการติดตั้งเครื่องกำเนิด ไฟฟ้าขนาดเล็กในชนบทของประเทศไทย	62
3.3 ผลการทดลองในแต่ละเงื่อนไขในการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan	64
3.4 ผลการทดลองในแต่ละเงื่อนไขในการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton	66
3.5 แสดงข้อมูลมาตรฐานของเครื่องกังหันน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากที่ใช้ในการ ทดสอบ	68
4.1 ผลการทดลองในแต่ละเงื่อนไขในการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan	88
4.2 ผลการทดลองในแต่ละเงื่อนไขในการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton	89
4.3 การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อ ผลตอบความต่างศักย์ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan	96
4.4 การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อ ผลตอบความถี่ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan	96
4.5 การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อ ผลตอบกำลัง สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan	97
4.6 การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อ ผลตอบความต่างศักย์ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton	97
4.7 การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อ ผลตอบความถี่ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton	98

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
4.8	การประมาณผลกระทบและระดับความเชื่อมั่นของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบกำลัง สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton	98
4.9	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบความต่างศักย์ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplanทุกพจน์ (Full Model)	99
4.10	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบความถี่ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplanทุกพจน์ (Full Model)	100
4.11	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบกำลัง สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplanทุกพจน์ (Full Model)	101
4.12	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบความต่างศักย์ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton ทุกพจน์ (Full Model)	102
4.13	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบความถี่ สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton ทุกพจน์ (Full Model)	103
4.14	การวิเคราะห์ความแปรปรวนของปัจจัยในการทดลองที่มีผลต่อผลตอบกำลัง สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton ทุกพจน์ (Full Model)	104
5.1	การแสดงการเปลี่ยนแปลงค่า Factor ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบเพลตัน เทอร์บายที่มีผลต่อค่า B/C และค่าอื่นๆ	173
5.2	การแสดงการเปลี่ยนแปลงค่า Factor ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบคาปแลน เทอร์บายที่มีผลต่อค่า B/C และค่าอื่นๆ	174

สารบัญภาพ

รูป	หน้า
1.1	ผังแนวคิดในการจัดการปัญหาการขาดแคลนไฟฟ้าของชาวบ้าน
2.1	ส่วนประกอบของระบบ กังหันพลังน้ำขนาดเล็กมาก
2.2	พลังงานบางส่วนมีการสูญเสียในแต่ละสถานะระหว่างการเปลี่ยนจากการฉีดน้ำไปเป็นกระแสไฟฟ้า
2.3	แสดงกังหันเพลตัน
2.4	แสดงกังหันแบบคาปลาน
2.5	กังหันที่เหมาะสมกับความสูงหัวน้ำ อัตราการไหล และกำลังการผลิต ของโรงไฟฟ้าพลังน้ำ
2.6	หลักการระบบไฟฟ้ากระแสสลับและระบบไฟฟ้ากระแสตรง
2.7	หลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า
2.8	แสดงทิศทางของ Induced e.m.f.
2.9	แสดงหลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ในทางปฏิบัติตัวนำจะเป็นขดลวดรูปแบบการกระจายตัวของส่วนตกค้าง
2.10	แสดง waveform ของสัญญาณไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในขดลวดในรูป 2.9 วัดระหว่างขั้ว
2.11	a,b การพล็อตกราฟระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับการทดลอง
2.12	แสดง หลักการทำงานของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ
2.13	กระแสและแรงดันไฟฟ้า ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ
2.14	แสดงค่าแรงดันคงที่ (RMS) ของแรงดันและกระแสไฟฟ้า
2.15	โรเตอร์(Rotor)ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ มี 4 ขั้ว
2.16	เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส
2.17	เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 2 เฟส
2.18	เครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ 2 เฟส
2.19	ใช้ลวดตัวนำของ Neutral ต่อโหลดแต่ละเฟส
	ไม่ต้องใช้ลวดตัวนำของ Neutral ในการทำให้โหลดแต่ละเฟสเหมือนกัน

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูป	หน้า
2.20 จุด Neutral เครื่องกำเนิดไฟฟ้า ต่อลงสายดิน	33
2.21 ประเภทของความรู้	34
2.22 โมเดลปลา	34
2.23 แบบจำลองระบบการจัดการความรู้	37
2.24 แบบจำลองทั่วไปของกระบวนการ	41
2.25 การออกแบบเชิงแฟกทอเรียลแบบ 2 ^k	43
2.26 การพล็อตกราฟของการกระจายตัวแบบปกติของส่วนตกค้าง	45
2.27 รูปแบบการกระจายตัวของส่วนตกค้าง	46
2.28 การพล็อตกราฟระหว่างส่วนตกค้างกับค่าพยากรณ์	46
2.29 การพล็อตกราฟระหว่างส่วนตกค้างกับลำดับการทดลอง	47
3.1 วิธีการดำเนินงานวิจัย	59
3.2 กระบวนการจัดการความรู้	61
3.3 ของเครื่องกักหน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมากและลักษณะการทำงาน	68
3.4 วงจรลักษณะการทำงานที่ผลิตกระแสไฟฟ้าของเครื่องกักหน้ำผลิตไฟฟ้าขนาดเล็กมาก	70
3.5 แผนที่ตำแหน่งน้ำตกแม่สา	71
3.6 สถานที่น้ำตกแม่สา	71
3.7 แผนที่ตำแหน่งเขื่อนภูมิพล	72
3.8 สถานที่เขื่อนภูมิพล	72
4.1 การประชุมชี้แจงบอกถึงวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานร่วมกัน ในหน่วยงาน	82
4.2 แสดงการแลกเปลี่ยนเรียน วิเคราะห์ปัญหาร่วมกัน กับหน่วยงาน	82
4.3 การประชุมชี้แจงบอกถึงวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานร่วมกัน กับชาวบ้าน	84
4.4 แสดงการแลกเปลี่ยนเรียน วิเคราะห์ปัญหาร่วมกัน กับชาวบ้านหรือส่วนงานราชการ	84

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูป	หน้า
4.5 กราฟสรุปการกระจายตัวของความต่างศักย์, ความถี่ และกำลังจากผลการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan	86
4.6 กราฟสรุปการกระจายตัวของความต่างศักย์ ความถี่ และกำลังจากผลการทดลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton	87
4.7 กราฟแสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบความต่างศักย์สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan	91
4.8 กราฟแสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบความถี่สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan	91
4.9 กราฟแสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบค่ากำลังสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan	92
4.10 กราฟแสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบความต่างศักย์สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton	92
4.11 กราฟแสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบความถี่สำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton	93
4.12 กราฟแสดงการวิเคราะห์ส่วนตกค้างของข้อมูลผลตอบค่ากำลังสำหรับเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton	93
4.13 ค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยที่มีผลต่อผลตอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Kaplan	108
4.14 ค่าที่เหมาะสมที่สุดของปัจจัยที่มีผลต่อผลตอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบ Pelton	109
4.15 การยืนยันประสิทธิภาพของค่าที่เหมาะสมที่สุดจากผลการทดลองของผลตอบความต่างศักย์	110
4.16 การยืนยันประสิทธิภาพของค่าที่เหมาะสมที่สุดจากผลการทดลองของผลตอบความถี่	111
4.17 การยืนยันประสิทธิภาพของค่าที่เหมาะสมที่สุดจากผลการทดลองของผลตอบกำลัง	111
ก.1 การประชุมชี้แจงบอกถึงวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานร่วมกัน ในหน่วยงาน	182

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูป	หน้า
ก.2 แสดงการแลกเปลี่ยนเรียน วิเคราะห์ปัญหาาร่วมกัน กับหน่วยงาน	182
ก.3 การประชุมชี้แจงบอกถึงวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานร่วมกัน กับชาวบ้าน	192
ก.4 แสดงการแลกเปลี่ยนเรียน วิเคราะห์ปัญหาาร่วมกัน กับชาวบ้านหรือ ส่วนงานราชการ	192
ข.1 การทดสอบหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้ DOE ผลการทดลอง Pelton Type (Multi Jet Pelton) 3 kW	202
ข.2 การทดสอบหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้ DOE	208