

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 ระเบียบวิธีวิจัย	2
1.5 สถานที่ทำงานการวิจัย.....	4
1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย.....	4
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
2 ทัศนวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 บทนำ	5
2.2 ระบบควบคุมปั้มน้ำด้วย PLC และโมดูลไร้สายสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม	6
2.3 ระบบควบคุมมอเตอร์เหนี่ยวนำด้วย PLC และการสื่อสาร PROFIBUS สำหรับโรงงาน อุตสาหกรรม.....	17
2.4 PLC – HMI ระบบอัตโนมัติแบบ CASCADED FUZZY PID สำหรับการจัดการและ จัดเก็บพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพแบบเรียลไทม์ของโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบ สูบน้ำกลับ	40
3 วิธีดำเนินการวิจัย	49
3.1 บทนำ	49
3.2 สภาพปัจจุบันของระบบจ่ายน้ำดีไอโอไนซ์	51

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3	การวิเคราะห์และออกแบบการปรับปรุงระบบโหมตควบคุมอัตโนมัติ	58
3.3.1	แนวคิดในการปรับปรุงระบบจ่ายน้ำดีไอโอไอซ์แบบอัตโนมัติ	58
3.3.2	อุปกรณ์ควบคุมระบบจ่ายน้ำดีไอโอไอซ์	59
3.3.3	การออกแบบกระบวนการทำงานระบบจ่ายน้ำดีไอโอไอซ์อัตโนมัติ	62
3.4	สรุป	70
4	ผลการวิจัยและอภิปรายผล	71
4.1	บทนำ	71
4.2	การทดสอบฟังก์ชันการทำงาน และการตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม ควบคุมสำหรับการจ่ายน้ำดีไอโอไอซ์ บน PLC และ HMI ทั้งระบบแมนนวลและ ระบบอัตโนมัติ	71
4.2.1	การควบคุมปริมาณน้ำ ของถังน้ำดีไอโอไอซ์	72
4.2.2	การกำหนดค่าควบคุมการทำงานของระบบจ่ายน้ำดีไอโอไอซ์	74
4.2.3	การควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ DIW DISTRIBUTION	77
4.2.4	การควบคุมการทำงานของถังกรอง MIXED BED RESIN	82
4.2.5	การควบคุมการทำงานของหลอดไฟฟ้าเชื้อ	86
4.2.6	การควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ DIW BOOSTER	89
4.2.7	การควบคุมการทำงานของวาล์วถังกรอง FINAL FILTER	93
4.3	ผลประหยัดจากการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบมอเตอร์ของปั้มน้ำ	96
4.3.1	วิธีการควบคุมแรงดันน้ำสำหรับการประหยัดพลังงานแบบ PID CONTROL ..	96
4.3.2	วิธีการคำนวณผลประหยัดจากการประยุกต์ใช้อุปกรณ์ปรับความเร็วรอบ มอเตอร์ของปั้มน้ำ	98
4.3.2.1	การคำนวณผลประหยัดจากการลดการใช้พลังงาน	99
4.3.2.2	การคำนวณผลประหยัดจากการลดการใช้ปริมาณน้ำ RO	107
4.3.2.3	สรุปผลประหยัดจากการปรับปรุงระบบจ่ายน้ำดีไอโอไอซ์	108
4.4	สรุป	110
5	สรุปและข้อเสนอแนะ	111

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1	สรุปผลการทดลอง.....	111
5.2	ข้อจำกัดของแบบจำลอง.....	112
5.3	ข้อเสนอแนะ.....	112
	รายการอ้างอิง	113
	ภาคผนวก	
	ภาคผนวก ก โปรแกรม LADDER ของระบบควบคุมการจ่ายน้ำดีไอเออนซ์.....	114
	ภาคผนวก ข โปรแกรม GT DESIGNER3 ของระบบควบคุมการจ่ายน้ำดีไอเออนซ์.....	125
	ภาคผนวก ค รายชื่อบทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา	136
	ประวัติผู้เขียน.....	145

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน.....	3
2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับน้ำและแรงดัน.....	16
2.2 การสื่อสารแบบโปรฟิบบ์ส.....	24
2.3 เนื้อหาที่อยู่ควบคุม STW.....	35
2.4 พารามิเตอร์ FLC สำหรับตัวควบคุมการไหล.....	46
2.5 พารามิเตอร์ PID.....	46
2.6 เกณฑ์การประเมินผลการปฏิบัติงาน.....	47
2.7 การเปรียบเทียบข้อมูลจำเพาะโดเมนเวลา.....	47
3.1 แสดงขั้นตอนการจ่ายน้ำดีไอโอไนซ์.....	55
3.2 แสดงปริมาณการใช้น้ำ และค่าใช้จ่ายในการผลิตน้ำดีไอโอไนซ์.....	57
4.1 ผลการทดสอบการควบคุมปริมาณน้ำของถังเก็บน้ำดีไอโอไนซ์.....	73
4.2 แสดงค่าควบคุมแต่ละกระบวนการ.....	75
4.3 แสดงค่าควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ DIW Distribution.....	80
4.4 แสดงค่าควบคุมการทำงานของถังกรอง Mixed Bed Resin.....	85
4.5 แสดงค่าควบคุมการทำงานของหลอดไฟฟ้าเชื้อ.....	88
4.6 แสดงค่าควบคุมการทำงานของปั้ม DIW Booster.....	91
4.7 แสดงค่าควบคุมการทำงานของวาล์วควบคุมถังกรอง Final Filter.....	95
4.8 ใ้เสนอราคาในการปรับปรุงระบบจ่ายน้ำดีไอโอไนซ์อัตโนมัติ.....	108
4.9 แสดงผลประหยัดจากการปรับปรุงระบบจ่ายน้ำดีไอโอไนซ์แบบอัตโนมัติ.....	109

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1	กระบวนการผลิตน้ำดีไอออนซ์ 2
2.1	บล็อกไดอะแกรมของกระบวนการควบคุม 7
2.2	บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมปั๊มน้ำ 7
2.3	แผนผังองค์ประกอบของระบบ..... 8
2.4	โครงสร้างพื้นฐานของ PLC 9
2.5	การกำหนดค่าฮาร์ดแวร์ใน SIMATIC Manager..... 11
2.6	ภาพถ่ายของระบบที่ได้รับการออกแบบ 12
2.7	เวลาดำเนินการขั้นต่ำสำหรับข้อมูล 32 บิต 13
2.8	ลำดับทั่วไปของการเรียก FC11 และ FC12 ในรอบ CPU 14
2.9	แผนผังขั้นตอนการควบคุมปั๊ม..... 15
2.10	โครงสร้างโปรแกรมของระบบ: (a) บล็อกกรอง; (b) ตัวแปรบล็อกข้อมูล; (c) บล็อกการปรับ ขนาดความดัน; (d) มุมมอง LAD ของบล็อกฟังก์ชันการควบคุมปั๊ม 15
2.11	แผนผังแบบบล็อกทั่วไปของการศึกษา 21
2.12	เทคโนโลยีเครือข่าย Profibus..... 23
2.13	สถาปัตยกรรมโปรโตคอล Profibus..... 25
2.14	การเปรียบเทียบโปรโตคอล..... 26
2.15	พารามิเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 27
2.16	แผนผังการกำหนดค่าของระบบ 28
2.17	โครงสร้างพื้นฐานของ PLC 29
2.18	เนมเพลตมอเตอร์เหนี่ยวนำ 29
2.19	การกำหนดค่าฮาร์ดแวร์ในแพลตฟอร์มพอร์ทัล TIA 30
2.20	โครงสร้างโปรแกรมของระบบ..... 31
2.21	ตัวแปรที่ถูกสร้างที่เซิร์ฟเวอร์ OPC 32
2.22	อุปกรณ์คุณลักษณะ Profibus-DP 33
2.23	การตั้งค่าการทดลองเพื่อการประยุกต์ใช้ระบบ 34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.24	เครื่องบันทึกกระบวนการในตัวแปลงความถี่..... 34
2.25	ข้อมูลการทำงานของตัวแปลงความถี่..... 35
2.26	แผนภาพลำดับการไหลใน CPU 36
2.27	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟขาออกของอินเวอร์เตอร์และกำลังไฟฟ้า..... 36
2.28	อินเทอร์เฟซผู้ใช้..... 37
2.29	อินเทอร์เฟซผู้ใช้เมื่อมอเตอร์เหนี่ยวนำหมุนด้วยความเร็ว 1,370 รอบ/เมตร..... 38
2.30	การทำงานของโมเดลต้นแบบ 42
2.31	แผนผังบล็อกของการตั้งค่าฮาร์ดแวร์ 42
2.32	การตั้งค่าการทดลองในระดับห้องปฏิบัติการ..... 43
2.33	ระบบ PLC 43
2.34	การตั้งค่าฮาร์ดแวร์ PLC B&R..... 43
2.35	แผนผังบล็อกสำหรับการควบคุมการไหลในโรงไฟฟ้าพลังน้ำแบบสูบน้ำ 44
2.36	แผนผัง PID ฟิชชีแบบเรียงซ้อนที่ใช้ PLC 44
2.37	โหลด 10 MW – 20 MW เกตที่ 1 เปิดเหนือระดับเฉลี่ย เซ็ตพอยต์ 20 - 40 ม3/วินาที.... 47
2.38	โหลด 20 MW – 40 MW – เกต 2 เปิดที่ระดับกลาง ตั้งค่าจุด 40-60 m3/วินาที..... 47
3.1	แสดงขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย..... 50
3.2	ไฟแสดงระดับน้ำในถังเก็บน้ำดีไอโอไนซ์..... 51
3.3	ปั้มน้ำ DIW Distribution 52
3.4	สวิตช์สตาร์ทปั้มน้ำ DIW Distribution 52
3.5	ถังกรอง และตู้ควบคุมการทำงานวาล์ว MIXED BED RESIN 53
3.6	วาล์วจ่ายน้ำกลับถึงน้ำดีไอโอไนซ์..... 53
3.7	ปั้มน้ำ DIW Booster 53
3.8	สวิตช์สตาร์ทปั้มน้ำ DIW Booster..... 54
3.9	สวิตช์การทำงานของหลอดไฟฆ่าเชื้อ..... 54
3.10	วาล์วด้านขาเข้าและออกของหลอดไฟฆ่าเชื้อ 54
3.11	วาล์วของระบบถังกรอง Final Filter..... 55
3.12	แสดงแผนผังกระบวนการจ่ายน้ำดีไอโอไนซ์ 56

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.13	แสดงปริมาณการใช้น้ำน้ำดีไอออนไนซ์..... 56
3.14	การ PLC กับอุปกรณ์ควบการทำงานจากระบบจ่ายน้ำดีไอออนไนซ์ 60
3.15	ขั้นตอนการทำงานของระบบจ่ายน้ำดีไอออนไนซ์ 63
3.16	แผนภาพการทำงานของถังเก็บน้ำดีไอออนไนซ์ 64
3.17	แผนภาพการทำงานของปั้มน้ำดีไอออนไนซ์..... 65
3.18	แผนภาพการทำงานของถังกรอง Mixed Bed Resin..... 66
3.19	แผนภาพการทำงานของถังกรอง Mixed Bed Resin..... 67
3.20	แผนภาพการทำงานของปั้มน้ำ DIW Booster 68
3.21	แผนภาพการทำงานของถังกรอง Final Filter..... 69
3.22	แผนภาพการทำงานของถังกรอง Final Filter..... 70
4.1	หน้าต่าง HOME บน HMI..... 72
4.2	คำสั่ง Ladder GX Works3 ควบคุมระดับน้ำ ของถังน้ำดีไอออนไนซ์..... 72
4.3	การกำหนดค่าควบคุมการทำงานของระบบน้ำดีไอออนไนซ์ บนหน้าจอควบคุม HMI 74
4.4	คำสั่ง Ladder GX Works3 ควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ DIW Distribution..... 79
4.5	คำสั่ง Ladder GX Works3 ควบคุมการทำงานของถังกรอง Mixed Bed Resin 84
4.6	คำสั่ง Ladder GX Works3 ควบคุมการทำงานหลอดไฟฟ้าเชื้อ..... 87
4.7	คำสั่ง Ladder GX Works3 ควบคุมการทำงานของปั้มน้ำ DIW Booster..... 90
4.8	คำสั่ง Ladder GX Works3 ควบคุมการทำงานของวาล์วถังกรอง Final Filter 94
4.9	ผลการทดสอบการควบคุมแบบ PID เพิ่มแรงดันน้ำเทียบกับแรงดันน้ำที่กำหนด 97
4.10	ผลการทดสอบการควบคุมแบบ PID ลดแรงดันน้ำเทียบกับแรงดันน้ำที่กำหนด..... 97
4.11	วาล์วควบคุมแรงดันน้ำโดยการปรับวาล์วขาเข้าของปั้มน้ำ DIW Booster..... 100
4.12	เนมเพลตปั้มน้ำ DIW Distribution 100
4.13	เนมเพลตปั้มน้ำ DIW Booster 101
4.14	วาล์วควบคุมแรงดันน้ำโดยการปรับวาล์วขาออกของปั้มน้ำ DIW Booster 102
4.15	แสดงอัตราการไหลของน้ำดีไอออนไนซ์ 102