

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การทำเสถียรภาพในระบบไมโครกริดแยกโดดที่มีแหล่งจ่ายพลังงานหมุนเวียนที่ไม่สม่ำเสมอด้วยการควบคุมของอิเล็กโทรไลเซอร์ภายใต้การควบคุมพีชชีลอจิกที่ออกแบบให้เหมาะสมด้วยวิธีฝูงฝูง

แหล่งเงิน งบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2555

ประจำปีงบประมาณ 2555 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 80000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2554 ถึง กันยายน 2555

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

นายอิสระชัย งามหฺร สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการประยุกต์ใช้ตัวควบคุมพีชชีลอจิก-พีไอดีโดยใช้วิธีฝูงฝูงในการออกแบบพารามิเตอร์ตัวควบคุมให้มีความเหมาะสม เพื่อควบคุมการทำงานของ อิเล็กโทรไลเซอร์ (Aqua electrolyzer: AE) เพื่อปรับปรุงเสถียรภาพของระบบไมโครกริด ที่มีส่วนประกอบของการผลิตกำลังไฟฟ้าจากพลังงานลมและพลังงานแสงอาทิตย์รวมอยู่ด้วย เนื่องจากการผลิตกำลังไฟฟ้าที่ไม่คงที่ของพลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ ส่งผลให้กำลังไฟฟ้าในระบบไมโครกริดไม่คงที่ จึงได้มีการออกแบบตัวควบคุมเพื่อปรับกำลังไฟฟ้าจริง และกำลังไฟฟ้าเสมือนของ AE เพื่อลดการแกว่งของกำลังไฟฟ้าในระบบ ผลการทดสอบได้แสดงให้เห็นว่าการควบคุมความด้วยตัวควบคุมพีชชีลอจิก-พีไอดีมีประสิทธิภาพ และความคงทนต่อการเกิดสิ่งรบกวนในระบบได้สูงกว่าตัววิธีที่นำมาเปรียบเทียบ ภายใต้สถานการณ์ที่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : ไมโครกริด อิเล็กโทรไลเซอร์ พีชชีลอจิก วิธีฝูงฝูง

Research Title: An isolated microgrid stabilization included with intermittent renewable energy sources by electrolyzer control based on optimal fuzzy logic controller using bee colony optimization

Researcher: Issarachai Ngamroo

Faculty: Engineering **Department:** Electrical Engineering

ABSTRACT

This paper proposes the optimal fuzzy logic based-proportional-integral- derivative (FLPID) controller design of the electrolyzer (EZ) by a bee colony optimization (BCO) for microgrid (MG) stabilization. The study MG system consists of wind power (WP), photovoltaic (PV), fuel cell (FC) equipped with EZ, diesel generator, and load. The intermittent power generations from WP and PV cause the severe power fluctuation in the MG. To alleviate power fluctuation, the EZ which is normally used to produce the hydrogen input for FC, can be applied. By control of active and reactive powers absorbed by EZ, the power fluctuation can be stabilized. The structure of active and reactive power controllers of EZ is the FLPID which consists of scale factors (SCs), membership functions (MFs), and control rules (CRs). Without trial and error, SCs, MFs, and CRs of the FLPID controller are automatically optimized by a BCO. Simulation study confirms that the proposed EZ with an optimal FLPID controller is much superior to the EZ with a conventional FLPID controller or an optimal PID controller in terms of stabilizing effect and robustness against various loading conditions and severe disturbances.

Keywords : microgrid, electrolyzer, fuzzy logic, bee colony method

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
จากแหล่งทุนงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2555

อิสรระชัย งามหฐ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 วิธีดำเนินการวิจัย.....	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ตัวควบคุมฟuzzy โลกิก-พีไอดี และการออกแบบให้เหมาะสมด้วยวิธีฝูงผึ้ง	5
2.1 ฟuzzy โลกิก.....	5
2.2 ตัวควบคุมฟuzzy โลกิก-พีไอดี.....	6
2.3 วิธีฝูงผึ้ง.....	10
2.4 การออกแบบตัวควบคุมฟuzzy โลกิก-พีไอดี ด้วยวิธีฝูงผึ้ง.....	17
2.5 สรุป.....	19
บทที่ 3 การออกแบบตัวควบคุมฟuzzy โลกิก-พีไอดีสำหรับอิเล็กทรอนิกส์โรโบติกส์โดยวิธีฝูงผึ้ง	21
3.1 แบบจำลองของระบบ.....	21
3.1.1 แบบจำลองระบบไมโครกริด.....	21
3.1.2 แบบจำลองของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าดีเซล เครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานลม และเครื่องกำเนิดไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์.....	23
3.1.3 หลักการทำงาน และแบบจำลองของอิเล็กทรอนิกส์โรโบติกส์ และเซลล์เชื้อเพลิง.....	25
3.2 การออกแบบตัวควบคุม.....	32
3.3 ผลการจำลอง และผลการออกแบบ.....	36
3.4 สรุป.....	49
บทที่ 4 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	50

4.1 สรุปผลการวิจัย.....	50
4.2 ข้อเสนอแนะ.....	50
บรรณานุกรม.....	52
ภาคผนวก.....	55
ภาคผนวก ก ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....	56
ประวัตินักวิจัย.....	57

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 กฎควบคุมของตัวควบคุมพีชชีโลจิก.....	10
3.1 กฎควบคุมสำหรับตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าจริง และกำลังไฟฟ้าเสมือนของ AE.....	34
3.2 ผลการปรับค่าที่เหมาะสมสำหรับตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าจริงของ AE.....	36
3.3 ผลการปรับค่าที่เหมาะสมสำหรับตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าเสมือนของ AE.....	37
3.4 ผลการปรับกฎควบคุมสำหรับตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าจริงของ AE.....	38
3.5 ผลการปรับกฎควบคุมสำหรับตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าเสมือนของ AE.....	39

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ความแตกต่างของตรรกะแบบเท็จจริง และตรรกะแบบพีชชี	5
2.2 โครงสร้างการทำงานของพีชชีโลจิก	6
2.3 โครงสร้างของตัวควบคุมพีไอดี	7
2.4 โครงสร้างของตัวควบคุมพีชชีโลจิก-พีไอดี	8
2.5 ฟังก์ชันสมาชิกของตัวควบคุมพีชชีโลจิก	9
2.6 แผนผังขั้นตอนการทำงานของวิธีฝูงผึ้ง	13
2.7 ตัวอย่างฟังก์ชันที่ใช้ในการหาคำตอบ	14
2.8 ตัวอย่างการหาคำตอบขั้นตอนที่ 1 ของวิธีฝูงผึ้ง	14
2.9 ตัวอย่างการหาคำตอบขั้นตอนที่ 2 ของวิธีฝูงผึ้ง	15
2.10 ตัวอย่างการหาคำตอบขั้นตอนที่ 3 ของวิธีฝูงผึ้ง	15
2.11 ตัวอย่างการหาคำตอบขั้นตอนที่ 4 ของวิธีฝูงผึ้ง	15
2.12 ตัวอย่างการหาคำตอบขั้นตอนที่ 5 ของวิธีฝูงผึ้ง	16
2.13 ตัวอย่างการหาคำตอบขั้นตอนที่ 6 ของวิธีฝูงผึ้ง	16
2.14 ตัวอย่างการหาคำตอบขั้นตอนที่ 7 ของวิธีฝูงผึ้ง	17
2.15 ตัวอย่างการหาคำตอบเมื่อสิ้นสุดการค้นหาของวิธีฝูงผึ้ง	17
2.16 โครงสร้างฟังก์ชันสมาชิกของตัวควบคุมพีชชีโลจิก	18
2.17 โครงสร้างกฎควบคุมของตัวควบคุมพีชชีโลจิก-พีไอดี	19
3.1 ระบบไมโครกริดที่ใช้ในการศึกษา	21
3.2 แบบจำลองระบบไมโครกริด	22
3.3 แบบจำลองระบบตัวกระตุ้น	24
3.4 แบบจำลองระบบตัวบังคับ	24
3.5 ลักษณะการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์	26
3.6 ลักษณะการทำงานของเซลล์เชื้อเพลิง	28
3.7 โครงสร้างการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์และเซลล์เชื้อเพลิง	29
3.8 แบบจำลอง AE และ FC พร้อมด้วยตัวควบคุม P และ Q	30
3.9 ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไฮโดรเจนในถัง และเอาต์พุตของ FC	31
3.10 ตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าจริงของ AE	32
3.11 ตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าเสมือนของ AE	32
3.12 ฟังก์ชันสมาชิกเริ่มต้นสำหรับตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าจริงของ AE	33

3.13	ฟังก์ชันสมาชิกเริ่มต้นสำหรับตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าเสมือนของ AE.....	34
3.14	กำลังไฟฟ้าจริงที่ผลิตได้ในระบบไมโครกริด.....	36
3.15	ผลการปรับฟังก์ชันสมาชิกตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าจริงของ AE เทียบกับค่าเริ่มต้น.....	37
3.16	ผลการปรับฟังก์ชันสมาชิกตัวควบคุมกำลังไฟฟ้าเสมือนของ AE เทียบกับค่าเริ่มต้น.....	38
3.17	การเปลี่ยนแปลงของกำลังไฟฟ้าจริงในสาย 1-6 ในกรณีที่ 1.....	40
3.18	การเปลี่ยนแปลงของกำลังไฟฟ้าเสมือนในสาย 1-6 ในกรณีที่ 1.....	40
3.19	การรับกำลังไฟฟ้าจริงของ AE ในกรณีที่ 1.....	41
3.20	การรับกำลังไฟฟ้าเสมือนของ AE ในกรณีที่ 1.....	41
3.21	ปริมาณไฮโดรเจนที่ AE ผลิตได้ในกรณีที่ 1.....	42
3.22	ปริมาณไฮโดรเจนที่ FC นำไปใช้ในกรณีที่ 1.....	43
3.23	ปริมาณไฮโดรเจนที่เหลือในถังในกรณีที่ 1.....	43
3.24	การแกว่งของกำลังไฟฟ้าจริงในสาย 1-6 ในกรณีที่ 2.....	44
3.25	การแกว่งของกำลังไฟฟ้าเสมือนในสาย 1-6 ในกรณีที่ 2.....	45
3.26	การรับกำลังไฟฟ้าจริงของ AE.....	45
3.27	การรับกำลังไฟฟ้าเสมือนของ AE.....	46
3.28	ความต้องการกำลังไฟฟ้าจริง และเสมือนของโหลด.....	47
3.29	การแกว่งของกำลังไฟฟ้าจริงในสาย 1-6 ในกรณีที่ 3.....	47
3.30	การแกว่งของกำลังไฟฟ้าเสมือนในสาย 1-6 ในกรณีที่ 3.....	48
3.31	การรับกำลังไฟฟ้าจริงของ AE ในกรณีที่ 3.....	48
3.32	การรับกำลังไฟฟ้าเสมือนของ AE ในกรณีที่ 3.....	49