

## สารบัญ

บทที่	หน้า
1 บทนำ.....	1
ความสำคัญและความเป็นมาของการทำวิจัย.....	1
วัตถุประสงค์ของการทำวิจัย.....	2
ขอบเขตของการทำวิจัย.....	2
ผลประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
วงจรทอนระดับแรงดัน (Buck Converter).....	4
วงจรทอน-ทบระดับแรงดัน (Buck-Boost Converter).....	12
วงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสตรงเป็นกระแสตรงแบบโหมดกระแส (Current - Mode).....	13
ระบบควบคุมแบบคงทน.....	19
ตัวควบคุมแบบจัดสัญญาณวงรอบเฮซอินฟินิตี้.....	24
ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm).....	30
การหาคำตอบของประชากร (x) ที่ดีที่สุดในรุ่นที่ 1 (Generation = 1).....	33
3 การออกแบบตัวควบคุมพีไอดีแบบคงทนสำหรับวงจรทอนระดับแรงดัน แบบโหมดกระแสเฉลี่ยด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม.....	41
แบบจำลองพลวัตของวงจรทอนระดับแรงดันแบบโหมดกระแสเฉลี่ย.....	42
การออกแบบตัวควบคุมแบบจัดสัญญาณวงรอบเฮซอินฟินิตี้ (H infinity Loop Shaping) ที่กำหนดโครงสร้างได้ด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม สำหรับวงจรทอน ระดับแรงดันแบบโหมดกระแสเฉลี่ย.....	44

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
4 การออกแบบตัวควบคุมพีไอแบบคงทนสำหรับวงจรถอน-ทบระดับแรงดันแบบ โหมดกระแสสูงสุดด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม.....	58
แบบจำลองพลวัตของวงจรถอน-ทบระดับแรงดันแบบโหมดกระแสสูงสุด.....	58
การออกแบบตัวควบคุมแบบจัดสัญญาณวงรอบเฮซอินฟินิตี้ (H infinity Loop Shaping) ที่กำหนดโครงสร้างได้ด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม สำหรับวงจรถอน-ทบระดับแรงดันแบบโหมดกระแสสูงสุด.....	61
สรุปผลการทดลอง.....	71
5 สรุปผลการทดลอง.....	72
ผลการทดลอง.....	72
ปัญหาและแนวทางแก้ไข.....	73
บรรณานุกรม.....	74
ภาคผนวก.....	75
ประวัติผู้วิจัย.....	80

## สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
1 อัตราการขยายของวงจรถนระดับที่ค่าดิวิตซ์ไอเคิลต่างๆ.....	7
2 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียของการการทำงานในโหมดกระแสสูงสุด.....	14
3 เปรียบเทียบข้อดี – ข้อเสียของการการทำงานในโหมดกระแสเฉลี่ย.....	15
4 การทำงานของอาร์เอส-ฟลิปฟล็อป (RS Flip-Flop) .....	16
5 แสดงชนิดของแบบจำลองระบบและความไม่แน่นอนของระบบ (Uncertainty Models) .....	19
6 ความน่าจะเป็นที่จะมีการดำเนินการแบบ Crossover Reproduction และ Mutation .....	32
7 แสดงการแปลงค่าของประชากรจากเลขฐานสิบเป็นเลขฐานสอง .....	33
8 การหาค่าฟิตเนสของประชากรแต่ละตัวในรุ่นที่ 1 .....	34
9 ค่า Cumulative ของประชากรแต่ละตัวในรุ่นที่ 1.....	35
10 ความน่าจะเป็นที่จะมีการสลับบิตในตำแหน่งต่างๆ ของการดำเนินการ ทางพันธุกรรมแบบ Crossover .....	36
11 ตัวอย่างการสลับบิตของโครโมโซมของ 1111 และ 0000 ในตำแหน่งต่างๆ ของการดำเนินการทางพันธุกรรมแบบผสมข้ามพันธุ (Crossover) .....	36
12 ความน่าจะเป็นที่จะมีการสลับบิตในตำแหน่งต่างๆ ของการดำเนินการ ทางพันธุกรรมแบบ Mutation .....	37
13 ตัวอย่างการสลับบิตของโครโมโซมของ 1111 ในตำแหน่งต่างๆ ของการดำเนินการ ทางพันธุกรรมแบบกลายพันธุ (Mutation).....	38
14 การหาค่าฟิตเนสของประชากรแต่ละตัวในรุ่นที่ 2 .....	40
15 แสดงค่าฟารามิเตอร์ของระบบก่อนและหลังเปลี่ยนฟารามิเตอร์ .....	53
16 แสดงค่าฟารามิเตอร์ของระบบก่อนและหลังเปลี่ยนฟารามิเตอร์ .....	66

## สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
1 (ก) ภาพวงจรถอนระดับแรงดัน (ข) ภาพวงจรถอนระดับแรงดันขณะสวิตช์ นำกระแส และ(ค)ภาพวงจรถอนระดับแรงดันขณะสวิตช์ไม่นำกระแส.....	4
2 อัตรารองวงจรถอนระดับแรงดัน.....	7
3 ภาพกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ.....	8
4 ภาพกระแสระลอกคลื่นที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ.....	11
5 (ก) ภาพวงจรถอน-ทระดับแรงดัน (ข) ภาพวงจรถอน-ทระดับแรงดันขณะสวิตช์ นำกระแสและ(ค)ภาพวงจรถอน-ทระดับแรงดันขณะสวิตช์ไม่นำกระแส.....	12
6 ภาพอาร์เอส-ฟลิปฟล็อป (RS Flip-Flop).....	15
7 ภาพวงจรถอน-ทระดับแรงดันแบบโหมดกระแสสูงสุด.....	16
8 ภาพวงจรถอนระดับแรงดันแบบโหมดกระแสเฉลี่ย.....	17
9 ภาพชุดควบคุมกระแสวงรอบใน (Inner Current Loop).....	17
10 ภาพ Uncertainty Coprime factor.....	20
11 บล็อกไดอะแกรมของระบบ.....	21
12 ภาพระบบควบคุมแบบป้อนกลับ.....	25
13 แผนภาพโบทของระบบก่อนและหลังจัดตั้งฐานวงรอบ.....	28
14 ภาพโบทของระบบที่สามารถลดผลของตัวรบกวนและความไม่แน่นอนของระบบ และสามารถลดผลของสัญญาณรบกวนได้.....	28
15 ภาพการจัดตั้งฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้.....	29
16 (ก) แบบที่ผสมข้ามพันธุ์ (ข) แบบที่ถอดแบบจากต้นแบบและ (ค) แบบที่กลายพันธุ์ [7]	30
17 ภาพการดำเนินการทางพันธุกรรมแบบ Crossover ของ 7 และ 12.....	36
18 ภาพการดำเนินการทางพันธุกรรมแบบ Mutation ของ 13.....	38
19 ภาพการดำเนินการทางพันธุกรรมแบบ Reproduction ของ 7.....	39
20 ภาพการดำเนินการทางพันธุกรรมแบบ Crossover ของ 2 และ 9.....	39
21 ไดอะแกรมวิธีดำเนินงานวิจัย.....	41
22 ภาพวงจรถอนระดับแรงดันแบบโหมดกระแสเฉลี่ย.....	42

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
23	แผนภาพโบริดของระบบก่อนลดรูปและหลังลดรูป..... 44
24	แผนผังการทำงานของ การออกแบบขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม ..... 46
25	เปรียบเทียบการสังเคราะห์ชุดควบคุมระหว่าง (ก) ชุดควบคุมแบบจัดสรรฐาน วงรอบเอชอินฟินิตี้ และ (ข) ชุดควบคุมแบบจัดสรรฐานวงรอบเอชอินฟินิตี้ที่ กำหนดโครงสร้างได้ด้วยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม..... 47
26	ภาพการเปรียบเทียบแผนภาพโบริดของระบบก่อนจัดสรรฐานวงรอบ และแผนภาพโบริดของระบบหลังจัดสรรฐานวงรอบของวงจรถอนระดับแรงดัน..... 48
27	ภาพการตอบสนองของระบบก่อนและหลังจัดสรรฐาน..... 49
28	ค่าพิตเนสของคำตอบที่ดีที่สุดในแต่ละรุ่น ตั้งแต่รุ่นที่ 1 ถึง 35..... 50
29	ภาพการตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของตัวควบคุมที่ได้จากการจัดสรรฐาน วงรอบเอชอินฟินิตี้ และตัวควบคุมที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้..... 51
30	อัตราการขยายจากตัวรบกวนไปยังเอาต์พุต ..... 52
31	กราฟ multiplicative plant perturbation ..... 52
32	ภาพเปรียบเทียบการตอบสนองของชุดควบคุมที่นำเสนอ ชุดควบคุมที่ใช้วิธี เอชอินฟินิตี้และชุดควบคุมที่ปรับด้วยมือที่การจำลองการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ (ก) ผลตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของระบบก่อนเปลี่ยนพารามิเตอร์ และ (ข) ตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของระบบหลังเปลี่ยนพารามิเตอร์..... 54
33	ภาพเปรียบเทียบผลการทดลองจริงของการตอบสนองของชุดควบคุมที่นำเสนอ (ก) ผลตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของระบบก่อนเปลี่ยนพารามิเตอร์ และ (ข) ตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของระบบหลังเปลี่ยนพารามิเตอร์..... 55
34	ภาพเปรียบเทียบผลการทดลองจริงของการตอบสนองของชุดควบคุมที่ปรับ ด้วยมือ (ก) ผลตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของระบบก่อนเปลี่ยนพารามิเตอร์ และ (ข) ตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของระบบหลังเปลี่ยนพารามิเตอร์..... 56
35	ภาพการตอบสนองของระบบเมื่อมีการเปลี่ยนโหนดของชุดควบคุม แบบที่นำเสนอ ..... 57

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
36 ภาพการตอบสนองของระบบเมื่อมีการเปลี่ยนโหนดของชุดควบคุมแบบจูนมือ.....	58
37 ภาพวงจรทอน-ทบระดับแรงดันแบบโหมดกระแสสูงสุด.....	60
38 การเปรียบเทียบแผนภาพโบทของระบบก่อนจัดตั้งฐานวงรอบและ แผนภาพโบทของระบบหลังจัดตั้งฐานวงรอบวงจรทอน-ทบระดับแรงดัน.....	61
39 ค่าพีดีเนสของคำตอบที่ดีที่สุดในแต่ละรุ่น ตั้งแต่รุ่นที่ 1 ถึง 35.....	63
40 ภาพการตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของตัวควบคุมที่ได้จากการจัดตั้งฐานวงรอบ เซอินฟินิตี้ และตัวควบคุมที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้.....	64
41 ภาพอัตราการขยายจากตัวรบกวนไปยังเอาต์พุต .....	65
42 กราฟ multiplicative plant perturbation .....	65
43 ภาพเปรียบเทียบการตอบสนองของชุดควบคุมที่นำเสนอ ชุดควบคุมที่ใช้วิธี เซอินฟินิตี้ และชุดควบคุมที่ปรับด้วยมือที่การจำลองการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ (ก) ผลตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของระบบก่อนเปลี่ยนพารามิเตอร์ และ (ข) ตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของระบบหลังเปลี่ยนพารามิเตอร์.....	67
44 ภาพเปรียบเทียบผลการทดลองจริงของการตอบสนองของชุดควบคุมที่นำเสนอ (ก) ผลตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของระบบก่อนเปลี่ยนพารามิเตอร์ และ (ข) ตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของระบบหลังเปลี่ยนพารามิเตอร์.....	68
45 ภาพเปรียบเทียบผลการทดลองจริงของการตอบสนองของชุดควบคุมที่ปรับด้วยมือ (ก) ผลตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของระบบก่อนเปลี่ยนพารามิเตอร์และ (ข) ตอบสนองฟังก์ชันขั้นบันไดของระบบหลังเปลี่ยนพารามิเตอร์.....	69
46 ภาพการตอบสนองของระบบเมื่อมีการเปลี่ยนโหนดของชุดควบคุม แบบที่นำเสนอ .....	70
47 ภาพการตอบสนองของระบบเมื่อมีการเปลี่ยนโหนดของชุดควบคุมแบบจูนมือ .....	71
48 แสดงภาพวงจร difference Amplifier .....	77
49 แสดงภาพวงจรควบคุมแบบพีไอ.....	78
50 แสดงภาพวงจรควบคุมแบบพีไอดี.....	79