กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่องการสังเคราะห์และออกแบบวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบควอเดรเจอร์โหมดกระแสโดยใช้ CCCDTA และการประยุกต์ใช้งานกับการศึกษาด้านการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สำเร็จได้ เนื่องจากบุคคลหลายท่านได้กรุณาช่วยเหลือให้ข้อมูลข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแนะนำ ความคิดเห็น และกำลังใจแก่ผู้เขียน

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาตราจารย์ ดร. มนตรี ศิริปรัชญานันท์ ที่ได้ให้แนวคิด ความรู้ทางวิชาการ ตรวจสอบรายงานการวิจัยทุกขั้นตอน ตลอดจนคำแนะนำในการดำเนินชีวิต และกำลังใจแก่ผู้เขียนโดยไม่หวังผลตอบแทน ซึ่งเป็นผลให้ผู้เขียนมีความสามารถในการทำและพัฒนางานวิจัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อถ่ายทอดความรู้ความสามารถที่มีอยู่แก่ศิษย์ของผู้เขียนต่อไป

ขอขอบคุณอาจารย์ทุกท่านของคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม ที่ได้ให้คำแนะนำและกำลังใจในการทำงาน และขอขอบคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทาที่ได้สนับสนุนทุนในการทำวิจัยในครั้งนี้

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และผู้มีพระคุณทุกท่านที่ได้ช่วยส่งเสริม สนับสนุนกระตุ้นเตือน และเป็นกำลังใจตลอดมาให้ผู้เขียนจัดทำรายงานการวิจัย

วินัย ใจกล้า

ตุลาคม 2553

คำนำ

รายงานการวิจัยเรื่อง “การสังเคราะห์และออกแบบวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบควอเดรเจอร์โหมดกระแสโดยใช้ CCCDTA และการประยุกต์ใช้งานกับการศึกษาด้านการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์” จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอการสังเคราะห์และออกแบบอุปกรณ์แอกทีฟทางด้านอิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ที่ทำงานใน “โหมดกระแส” ที่กำลังได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน โดยในงานวิจัยได้แสดงวิธีการสังเคราะห์และออกแบบวงจรอย่างละเอียด พร้อมกับทดสอบการทำงานของวงจร เพื่อเป็นตรวจสอบสมรรถนะของวงจรที่ได้วิเคราะห์ไว้ในทางทฤษฎี

ผู้เขียนหวังว่ารายงานการวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อที่เกี่ยวข้องและผู้สนใจในงานด้านอิเล็กทรอนิกส์ ยิ่งไปกว่านั้นผู้เขียนถือว่างานวิจัยนี้เป็นองค์ความรู้ใหม่ซึ่งผู้เขียนจะได้นำไปถ่ายทอดแก่ลูกศิษย์ของผู้เขียนในลำดับต่อไป หากรายงานวิจัยฉบับนี้มีข้อบกพร่องประการใด ผู้เขียนขอน้อมรับและต้องขออภัยไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

วินัย ใจกล้า

ตุลาคม 2553

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	(1)
ABSTRACT	(3)
กิตติกรรมประกาศ	(5)
คำนำ	(6)
สารบัญ	(5)
สารบัญภาพ	(9)
สารบัญตาราง	(11)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะ	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 วงจรสะท้อนกระแส	7
2.2 หลักการพื้นฐานของทรานส์ลิเนียร์	12
2.3 วงจรขยายคลาส AB แบบทรานส์ลิเนียร์ลูป	15
2.4 วงจรขยายความนำถ่ายโอน	18
2.5 วงจรขยายความนำถ่ายโอนผลต่างกระแสที่สามารถควบคุมด้วยกระแส	24
2.6 หลักการของวงจรกำเนิดสัญญาณ	25
2.7 ชุดการสอน	31
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	37
2.9 สรุป	42
บทที่ 3 การสังเคราะห์ ออกแบบและผลการทดสอบวงจร	43
3.1 การสังเคราะห์และออกแบบวงจรกำเนิดสัญญาณโหมดกระแส	43

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 การวิเคราะห์ความไวของวงจร	48
3.3 การวิเคราะห์วงจรในกรณีไม่เป็นอุดมคติ	49
3.4 ผลการจำลองการทำงานของวงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นซายน์	53
3.5 ผลการทดลองวงจรด้วยการต่อวงจรจริง	55
3.6 สรุป	57
บทที่ 4 การสร้างและทดสอบประสิทธิภาพชุดการสอน	58
4.1 กำหนดกลุ่มประชากรและเลือกลุ่มตัวอย่าง	58
4.2 กำหนดหัวเรื่องและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	58
4.3 สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	61
4.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล	68
4.5 วิเคราะห์ข้อมูล	69
4.6 ผลการวิจัย	72
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	77
5.1 สรุปผลการวิจัย	77
5.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย	79
บรรณานุกรม	81
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบจำลองของไบโพล่าร์ทรานซิสเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัย	84
ภาคผนวก ข แบบจำลองของไบโพล่าร์ทรานซิสเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัย	85
ประวัติผู้ทำรายงานการวิจัย	95

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสะท้อนกระแส (ก) ชนิดบวก (ข) ชนิดลบ 8
2.2 วงจรสะท้อนกระแสแบบพื้นฐาน 9
2.3 วงจรสะท้อนกระแสแบบง่ายหลายขาออก 10
2.4 รูปแบบทั่วๆ ไปของวงจรทรานส์ลิเนียร์ลูป 14
2.5 วงจรขยายคลาส AB แบบทรานส์ลิเนียร์ลูป 16
2.6 สัญลักษณ์ของ OTA 19
2.7 วงจรสมมูลย์ทางอุดมคติของ OTA 19
2.8 วงจรขยายความนำถ่ายโอนชนิดใช้ไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์อย่างง่าย 20
2.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสจุดออกที่เป็นฟังก์ชั่นของ
แรงดันผลต่างของอินพุต 21
2.10 วงจรสมบูรณ์ของ OTA ที่มีโครงสร้างแบบไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ 23
2.11 CCCDTA (ก) สัญลักษณ์ (ข) วงจรสมมูล 24
2.12 บล็อกไดอะแกรมแสดงองค์ประกอบของวงจรกำเนิดสัญญาณ 27
2.13 บล็อกไดอะแกรมของวงจรที่มีการป้อนกลับแบบบวก 27
2.14 ความหมายทางเกณฑ์ของบาร์คฮูเซ่น 29
2.15 วงจรกำเนิดสัญญาณที่ใช้ DO-CCCDTA เพียงตัวเดียว 38
2.16 วงจรกำเนิดสัญญาณที่ใช้ CCCDTA 39
2.17 วงจรกำเนิดสัญญาณที่ใช้ CDTA จำนวน 2 ตัว 40
2.18 วงจรกำเนิดสัญญาณอย่างง่ายที่ใช้ CDTA 41
3.1 แผนผังการสังเคราะห์วงจรกำเนิดสัญญาณ 43
3.2 วงจรกำเนิดสัญญาณรูปคลื่นซายน์แบบควอเดรเจอร์โหมดกระแสที่นำเสนอ 45
3.3 วงจรเทียบเคียงของ CCCDTA เมื่อพิจารณาที่ความถี่สูง 50
3.4 วงจรกำเนิดสัญญาณเมื่อพิจารณาที่ความถี่สูง 50
3.5 โครงสร้างภายในของ CCCDTA ที่ใช้ในการจำลองการทำงาน 53
3.6 สัญญาณเอาต์พุตในสภาวะเริ่มต้น 54
3.7 สัญญาณเอาต์พุตในสภาวะอยู่ตัว 54
3.8 สเปกตรัมของสัญญาณที่ความถี่ 590.59kHz 55

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

3.9 วงจรที่ใช้ในการทดลองจริง 55

3.10 สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากการทดลองจริงที่ความถี่ 3.789kHz 56

3.11 สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากการทดลองจริงที่ความถี่ 209.8kHz 57

3.12 สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากการทดลองจริงที่ความถี่ 352.1kHz 57

4.1 กระบวนการดำเนินการวิจัย 60

4.2 การใช้ชุดการสอนกับกลุ่มตัวอย่าง 68

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

4.1 ผลการประเมินความเหมาะสมของชุดการสอน 63

4.2 ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับชุดการสอน 66

4.3 สรุปผลการสร้างชุดการสอน 73

4.4 ผลการวิเคราะห์คะแนนแบบฝึกหัด 74

4.5 ผลการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน 74

4.6 ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานความพึงพอใจของนักศึกษา 75