กิตติกรรมประกาศ

รายงานการวิจัยเรื่องการสังเคราะห์และออกแบบวงจรเลียนแบบอุปกรณ์โดยใช้ CCCCTA สำเร็จได้ เนื่องจากบุคคลหลายท่านได้กรุณาช่วยเหลือให้ข้อมูลข้อเสนอแนะ คำปรึกษา แนะนำ 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

พฤศจิกายน 2553

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	(1)
บทคัดย่อ	(2)
ABSTRACT	(3)
สารบัญ	(4)
สารบัญภาพ	(6)
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.5 ขอบเขตของการวิจัย	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 หลักการของวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำ	4
2.2 วงจรสะท้อนกระแส	10
2.3 หลักการพื้นฐานของทรานส์ลิเนียร์	14
2.4 วงจรขยายคลาส AB แบบทรานส์ลิเนียร์ลูป	17
2.5 วงจรขยายความนำถ่ายโอน	20
2.6 วงจรขยายส่งผ่านความนำสายพานกระแสที่ควบคุมด้วยกระแส	26
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
2.8 สรุป	31
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	32
3.1 การสังเคราะห์และออกแบบวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำ	32
3.2 การสังเคราะห์และออกแบบวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำอนุกรมกับตัวต้านทาน	34
3.3 การวิเคราะห์วงจรในกรณีไม่เป็นอุดมคติ	37
3.4 สรุป	41

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิจัย	42
4.1 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของวงจรเลียนแบบอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบไว้ในทางทฤษฎีกับการจำลองด้วยโปรแกรม PSpice	42
4.2 ผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของวงจรเลียนแบบอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบไว้ในทางทฤษฎีกับการทดลองต่อวงจรจริง	45
4.3 การสังเคราะห์และออกแบบวงจรประยุกต์ใช้งานวงจรเลียนแบบอุปกรณ์ในวงจรกรองความถี่	48
4.4 สรุป	50
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	51
5.1 สรุปผล	51
5.2 ข้อเสนอแนะ	52
บรรณานุกรม	53
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก แบบจำลองของไบโพล่าร์ทรานซิสเตอร์ที่ใช้ในงานวิจัย	55
ภาคผนวก ข ผลงานวิจัยที่ได้ตีพิมพ์	56
ประวัติผู้ทำรายงานการวิจัย	65

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 หลักการของวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำ	5
2.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำ	7
2.3 บล็อกไดอะแกรมของวงจรสะท้อนกระแส (ก) ชนิดบวก (ข) ชนิดลบ	10
2.4 วงจรสะท้อนกระแสแบบพื้นฐาน	11
2.5 วงจรสะท้อนกระแสแบบง่ายหลายขาออก	12
2.6 รูปแบบทั่วๆ ไปของวงจรทรานส์ลิเนียร์ลูป	15
2.7 วงจรขยายคลาส AB แบบทรานส์ลิเนียร์ลูป	18
2.8 สัญลักษณ์ของ OTA	21
2.9 วงจรสมมูลย์ทางอุดมคติของ OTA	21
2.10 วงจรขยายความนำถ่ายโอนชนิดใช้ไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์อย่างง่าย	22
2.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างกระแสจุดออกที่เป็นฟังก์ชั่นของแรงดันผลต่างของอินพุต	23
2.12 วงจรสมบูรณ์ของ OTA ที่มีโครงสร้างแบบไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์	25
2.13 CCCCTA (ก) สัญลักษณ์ (ข) วงจรสมมูล	26
2.14 วงจรเลียนแบบอุปกรณ์หลายหน้าที่ที่ใช้ DO-CCII จำนวนสองตัว	28
2.15 วงจรเลียนแบบอุปกรณ์หลายหน้าที่ที่ใช้ CCCII ร่วมกับอุปกณ์พาสซีฟที่ต่อลงกราวนด์	28
2.16 วงจรเลียนแบบอุปกรณ์หลายหน้าที่ที่ใช้ CCII จำนวนสามตัว	29
2.17 วงจรเลียนแบบอุปกรณ์หลายหน้าที่ที่ใช้ CCII จำนวน 3 ตัว ร่วมกับอุปกณ์พาสซีฟที่ต่อลงกราวนด์	30
2.18 วงจรเลียนแบบอุปกรณ์หลายหน้าที่ที่ใช้ MCFOA	31
3.1 วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำที่ต่อลงกราวนด์	32
3.2 วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำอนุกรมกับตัวต้านทานแบบต่อลงกราวนด์	35
3.3 วงจรเทียบเคียงของ CCCCTA เมื่อพิจารณาที่ความถี่สูง	37
3.4 วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำในภาพที่ 3.1 เมื่อพิจารณาที่ความถี่สูง	38
3.5 วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำอนุกรมกับตัวต้านทานในภาพที่ 3.2 เมื่อพิจารณาที่ความถี่สูง	40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.6 ค่าส่งผ่านความนำเมื่อมีการเปลี่ยนแปลง I_B 34
4.1 โครงสร้างภายในของ CCCCTA ที่ใช้ในการจำลองการทำงาน 42
4.2 ค่าอิมพีแดนซ์อินพุตและเฟสของวงจรในภาพที่ 3.1 43
4.3 ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรในภาพที่ 3.1 เมื่อเปลี่ยนค่ากระแสไบอัส I_{B1} 43
4.4 ความสัมพันธ์ของกระแสและแรงดันในวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำในภาพที่ 3.1 43
4.5 ค่าอิมพีแดนซ์อินพุตและเฟสของวงจรในภาพที่ 3.2 44
4.6 ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรในภาพที่ 3.2 เมื่อเปลี่ยนค่ากระแสไบอัส I_{B2} 44
4.7 ค่าอิมพีแดนซ์ของวงจรในภาพที่ 3.2 เมื่อเปลี่ยนค่ากระแสไบอัส I_{B1} 45
4.8 วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำที่ใช้ในการทดลองจริง 45
4.9 วงจรแปลงแรงดันให้เป็นกระแส 46
4.10 สัญญาณ V_{in} เทียบกับ V_A ของวงจรในภาพที่ 4.8
ที่ความถี่ (ก) 500 Hz (ข) 1kHz 46
4.11 **วงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำ**อนุกรมกับตัวต้านทาน**ที่ใช้ในการทดลองจริง** 47
4.12 สัญญาณ V_{in} เทียบกับ V_A ของวงจรในภาพที่ 4.11
ที่ความถี่ (ก) 2kHz (ข) 3kHz 47
4.13 การประยุกต์ใช้งานวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำในวงจรเรโซแนนซ์ขนาน RLC 48
4.14 ผลตอบสนองทางความถี่ของ I_{LP}, I_{BP} และ I_{HP} ของวงจรในภาพที่ 4.13 48
4.15 ผลตอบสนองทางความถี่ของ I_{BP} ของวงจรในภาพที่ 4.13 เมื่อเปลี่ยนแปลง I_{B1} 48
4.16 วงจรประยุกต์ใช้งานวงจรเลียนแบบตัวเหนี่ยวนำอนุกรมกับตัวต้านทาน
ในภาพที่ 3.2 ในวงจรกรองความถี่สูงผ่าน 49
4.17 ผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรในภาพที่ 4.16 49
4.18 ผลตอบสนองทางความถี่ของวงจรในภาพที่ 4.16 เมื่อเปลี่ยนแปลง I_{B1} 49