

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วงจรตรวจจับค่าสูงสุด (Minimum circuit) และค่าต่ำสุด (Maximum circuit) คือวงจรที่มีความสำคัญที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้มากมาย เช่นการควบคุมแบบพีชชีในเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน การประมวลผลสัญญาณภาพ เครือข่ายประสาท ระบบอัตโนมัติ เป็นต้น จากอดีตจนถึงปัจจุบันวงจรตรวจจับค่าสูงสุดและต่ำสุดได้รับการพัฒนาและนำเสนออย่างต่อเนื่องเพื่อให้ได้วงจรตรวจจับค่าสูงสุดและต่ำสุดที่มีคุณสมบัติที่ดี วงจรตรวจจับค่าสูงสุดและต่ำสุดที่ดีควรมีคุณสมบัติเช่น มีความเที่ยงตรงสูง มีช่วงปฏิบัติงานทางขนาดและความถี่กว้าง มีความเร็วสูง และถ้าเป็นวงจรสมัยใหม่คุณสมบัติของวงจรเช่น ใช้กำลังงานต่ำ ใช้อุปกรณ์น้อยและมีความง่ายเพื่อให้เหมาะกับการนำมาสร้างเป็นวงจรรวมคือพารามิเตอร์ที่ต้องการที่เพิ่มเติมขึ้นมา ที่ผ่านมามีวงจรตรวจจับค่าสูงสุดและต่ำสุดนำเสนอไว้ในวารสารโดยใช้อุปกรณ์แอ็คทิฟเป็นวงจรพื้นฐานได้แก่ ใช้ออปแอมป์ (Op-amp) [1] วงจรโอทีเอ (OTA) [2]-[3] วงจรสายพานกระแส (Current conveyor) [4] แต่อย่างไรก็ตาม วงจรดังกล่าวเหมาะกับการประยุกต์ใช้งานบางประเภทเท่านั้น เช่น การประมวลผลสัญญาณดิจิทัลและพีชชีโลจิก การนำเอาวงจรตรวจจับค่าสูงสุดและต่ำสุดดังกล่าวมาประยุกต์ใช้งานในการตัดสินใจ เช่น ระบบเครือข่ายประสาทเทียม ระบบประมวลผลสัญญาณภาพ จำเป็นต้องใช้วงจรตรวจจับค่าสูงสุดและต่ำสุดที่มีหลายอินพุตซึ่งหากนำวงจรดังกล่าวมาใช้งาน จำเป็นต้องใช้วงจรตรวจจับค่าสูงสุดและต่ำสุดเป็นจำนวนมาก วงจรตรวจจับค่าสูงสุดและต่ำสุดที่ใช้อุปกรณ์แอ็คทิฟเป็นพื้นฐานดังกล่าวเมื่อนำมาสร้างเป็นระบบจะทำให้วงจรมีขนาดใหญ่ ใช้กำลังงานมาก นอกจากนี้เมื่อต้องการวงจรตรวจจับค่าสูงสุดหรือต่ำสุดที่มีหลายอินพุตจะต้องนำวงจรตรวจจับค่าสูงสุดหรือต่ำสุดมาต่อในลักษณะแบบขนานซึ่งทำให้เกิดปัญหาการหน่วงเวลาของสัญญาณเกิดขึ้นอีกด้วย เมื่อต้องการวงจรตรวจจับค่าสูงสุดและต่ำสุดที่ประยุกต์ใช้งานในระบบเครือข่ายประสาทเทียม ระบบประมวลผลสัญญาณภาพ มักสร้างวงจรตรวจจับค่าสูงสุดและต่ำสุดที่มีหลายอินพุตในรูปแบบของวงจร Winner-Take-All (WTA) [5]-[10] เป็นหลัก

วงจรตรวจจับค่าสูงสุดที่สร้างในรูปแบบของวงจร WTA ที่มีหลายอินพุตที่รู้จักกันดีคือใช้โครงสร้างวงจรคอมมอนอิมิเตอร์ [5] แต่ปัญหาหลักของวงจрдังกล่าวคือความผิดพลาดในย่านการเปลี่ยนช่วงเมื่ออินพุตสองอินพุตหรือมากกว่าขณะเข้าใกล้ค่าอินพุตสูงสุดและปัญหาความผิดพลาดของสัญญาณทางเอาต์พุตที่เรียกว่า “Corner error” เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าววงจรตรวจจับค่าสูงสุดที่มีหลายอินพุตในรูปแบบของวงจร WTA โหมดกระแสจึงได้นำเสนอใน [6]-[10] ด้วยหลักการของวงจรโหมดกระแสทำให้วงจรที่นำเสนอเหล่านั้นมีคุณสมบัติคือ มีความเที่ยงตรง มีความเร็วสูง มี

การตอบสนองความถี่สูงได้ดี แต่อย่างไรก็ตาม วงจรที่นำเสนอดังกล่าวบางวงจรยังมีโครงสร้างที่ไม่เหมาะกับวงจรประเภทแรงดันต่ำ [7] สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตอยู่ในรูปสัญญาณกระแส [6]-[10] ซึ่งเหมาะเป็นวงจรย่อยในการออกแบบระบบขนาดใหญ่ วงจรตรวจจับค่าสูงสุดและต่ำสุดที่มีสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตอยู่ในรูปแรงดันได้ถูกนำเสนอไว้ใน [11]-[14] ซึ่งเป็นวงจรที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายทั้งในรูปแบบเป็นวงจรย่อยหรือใช้งานเป็นวงจรขนาดใหญ่เพราะโดยปกติแล้วสัญญาณจากแหล่งจ่ายต่างๆ มักจะอยู่ในรูปของสัญญาณแรงดัน คุณสมบัติค่าอิมพีแดนซ์ทางอินพุตและเอาต์พุตของวงจรที่มีอินพุตและเอาต์พุตอยู่ในรูปสัญญาณแรงดันคืออินพุตอิมพีแดนซ์จะต้องสูงมากๆ ในทางอุดมคติควรเข้าใกล้อนันต์ส่วนเอาต์พุตอิมพีแดนซ์จะต้องมีค่าต่ำมากๆ ในทางอุดมคติควรเข้าใกล้ศูนย์ ถึงแม้ว่าวงจรที่นำเสนอใน [11]-[14] จะมีคุณสมบัติมีความเร็วสูงและความเที่ยงตรงสูง [11]-[12] มีช่วงปฏิบัติงานทางอินพุตกว้างด้วยอินพุตแบบ Rail-to-Rail [13]-[14] แต่วงจรดังกล่าวบางวงจรไม่เหมาะกับการใช้งานในวงจรประเภทใช้แรงดันต่ำ [12]-[13] หรือบางวงจรมีเอาต์พุตอิมพีแดนซ์สูง [11]-[12] ซึ่งอาจจะต้องการวงจรบัฟเฟอร์เพิ่มเข้ามา

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

จากความสำคัญและปัญหาที่กล่าวมา วิทยานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอวงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุดและค่าแรงดันต่ำสุดที่มีหลายอินพุตอินพุตเพื่อให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในระบบควบคุมต่างๆ ระบบประมวลผลสัญญาณ ระบบเครือข่ายประสาทเทียม วงจรที่นำเสนอมีคุณสมบัติคือ มีความแม่นยำ มีความเที่ยงตรงและมีความเร็วสูง มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน มีเสถียรภาพทางอุณหภูมิดีมาก ใช้แหล่งจ่ายแรงดันต่ำและเหมาะกับการนำไปสร้างวงจรรวม

1.3 การพัฒนาในงานวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอวงจรตรวจจับค่าต่ำสุดและสูงสุดด้วยเทคโนโลยีซีมอส วงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุดและค่าแรงดันสูงสุดที่นำเสนอประกอบด้วยวงจรเลื่อนระดับแรงดัน วงจรกันชนป้องกันกระแส เมื่อใช้วงจรตรวจเลื่อนระดับแรงดันและวงจรกันชนป้องกันกระแสมาประกอบร่วมกัน ค่าแรงดันทรานซิสเตอร์ของมอสทรานซิสเตอร์สามารถหักล้างกันทิ้งไปได้ วงจรที่นำเสนอมีสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตอยู่ในรูปแรงดัน วงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุดและค่าแรงดันสูงสุดที่นำเสนอมีคุณสมบัติคือ มีอินพุตอิมพีแดนซ์สูง เอาต์พุตอิมพีแดนซ์ต่ำ โครงสร้างของวงจรไม่ซับซ้อน ใช้อุปกรณ์จำนวนน้อยซึ่งทำให้เหมาะกับการนำไปสร้างวงจรรวม สามารถทำงานได้ที่แหล่งจ่ายแรงดัน ± 1.5 โวลต์ วงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุดและค่าแรงดันสูงสุดที่นำเสนอสามารถขยายอินพุตได้ n อินพุตพร้อมๆ กันโดยเกิดปัญหาการหน่วงเวลาของสัญญาณน้อยมาก คุณสมบัติ

ของวงจรจะวิเคราะห์ด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์และยืนยันด้วยผลการจำลองการทำงานด้วยโปรแกรม PSpice

1.4 รายละเอียดในวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์นี้ได้ศึกษาวิจัยเพื่อออกแบบวงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุดและค่าแรงดันต่ำสุดที่มี n อินพุตด้วยเทคโนโลยีซีมอส โดยเนื้อหาจะแบ่งออกเป็น 6 บท โดยบทที่ 1 จะกล่าวถึงที่มาของงานวิจัยและวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ส่วนเนื้อหาในบทต่อมามีดังต่อไปนี้

บทที่ 2 จะกล่าวถึงทฤษฎีการทำงานของมอสทรานซิสเตอร์

บทที่ 3 จะกล่าวถึงหลักการของวงจรตรวจจับค่าสูงสุดและต่ำสุดที่ได้มีการนำเสนอไว้ในวารสารต่างๆ ที่ใช้อุปกรณ์แอ็คทีฟได้แก่ วงจรออปแอมป์ วงจรโอทีเอ และวงจรสายพานกระแส นอกจากนี้จะกล่าวถึงวงจรย่อยที่จะนำมาใช้ออกแบบวงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุดและค่าแรงดันต่ำสุดซึ่งได้แก่ วงจรเลื่อนระดับแรงดัน วงจรกันชนป้อนกลับแบบลบ วงจรสะท้อนกระแส

บทที่ 4 จะกล่าวถึงวงจรตรวจจับค่าแรงดันสูงสุดที่นำเสนอ การจำลองและผลการจำลองการทำงานของวงจรที่นำเสนอด้วยโปรแกรม PSpice จะแสดงคุณสมบัติของวงจร

บทที่ 5 จะกล่าวถึงวงจรตรวจจับค่าแรงดันต่ำสุดที่นำเสนอ การจำลองและผลการจำลองการทำงานของวงจรที่นำเสนอด้วยโปรแกรม PSpice จะแสดงคุณสมบัติของวงจร

บทที่ 6 จะเป็นการประยุกต์ใช้งานวงจรที่นำเสนอเป็นวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นอนาลอกและเป็นวงจรมอดูเลเตอร์

บทที่ 7 จะเป็นบทสรุปและข้อเสนอแนะ