

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้การออกแบบวงจรอนาล็อกในโมหคกระแสได้รับความสนใจกันอย่งแพร่หลาย ทั้งนี้เนื่องจากวงจรไฟฟ้าที่ทำงานในโมหคกระแสมีข้อดีในด้านความถูกต้องแม่นยำและมี่านความถี่ตอบสนองที่กว้างกว่าวงจรประเภทเดียวกันที่ทำงานในโมหคแรงดัน จึงเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการพัฒนางจรแบบต่างๆ ในโมหคกระแส ซึ่งวงจรสายพานกระแสเป็นหนึ่งในหลาย ๆ อุปกรณ์ที่สามารถประยุกต์สร้างเป็นวงจรในโมหคกระแสได้ดี เพราะว่วงจรสายพานกระแสได้รับการพัฒนาทั้งโครงสร้างและหลักการอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด ดังเช่นมีเทคนิคการออกแบบวงจรที่ง่าย ไม่สลับซับซ้อน จะเห็นได้จากการนำเอาหลักการออกแบบวงจรในโมหคกระแสไปใช้กันอย่างกว้างขวางในการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และวงจรในระบบโทรคมนาคม มีการออกแบบเป็นวงจรประมวลผลสัญญาณต่างๆ เช่นวงจรคูณหารสัญญาณแอนะลอก และวงจรกรองความถี่ รวมทั้งวงจรกำเนิดสัญญาณ เป็นต้น ซึ่งเป็นการแสดงให้เห็นถึงความสำคัญในการออกแบบวงจรในโมหคกระแสนี้ได้เป็นอย่างดี

วงจรกรองผ่านทุกความถี่เป็นหนึ่งในวงจรแอนะลอกชนิดหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญในการประมวลผลสัญญาณ และพบเห็นได้บ่อยครั้งในงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ วงจรกรองผ่านทุกความถี่ถูกใช้ทำหน้าที่เลื่อนเฟสของสัญญาณ ในขณะที่ค่างาขนาดของสัญญาณเอาต์พุตไว้ให้คงที่ตลอดเวลา วงจรกรองผ่านทุกความถี่สามารถนำไปใช้งานต่างๆ ได้หลายประเภท เช่น สร้างเป็นวงจรควอเดรเจอร์ออสซิลเลเตอร์ วงจรออสซิลเลเตอร์แบบหลายเฟส และวงจรกรองแถบผ่านชนิดที่มีค่าตัวประกอบคุณภาพสูง เป็นต้น ดังนั้นวงจรกรองผ่านทุกความถี่จึงเป็นที่นิยมในการคิดค้นและพัฒนากันอย่างต่อเนื่องในงานด้านการออกแบบวงจรรวม (Integrated Circuit: IC) [1]-[9]

ในช่วงเวลาที่ผ่านมา ได้มีการนำเอาอุปกรณ์แอททิฟชนิดต่างๆ อาทิเช่น ออปแอมป์, FTFN, OTAR, CCII รวมทั้งวงจรแอททิฟชนิดอื่น ๆ มาใช้ในการออกแบบเป็นวงจรกรองผ่านทุกความถี่ อย่างไรก็ตามวงจรกรองผ่านทุกความถี่หลาย ๆ วงจรที่มีการนำเสนอก่อนหน้านี้ นั้น บางวงจรมีความต้องการใช้อุปกรณ์พาสซีฟจำนวนมากในการออกแบบ และบางวงจรก็ไม่สามารถปรับค่าได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ อีกทั้งวงจรกรองผ่านทุกความถี่ที่ถูกออกแบบขึ้นจากวงจรสายพานกระแสที่ถูกนำเสนอในบทความ [3] ถึงแม้จะเป็นวงจรที่มีโครงสร้างที่เรียบง่าย และสามารถปรับค่าการเลื่อนเฟสได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ แต่อย่างไรก็ตามวงจรกรองผ่านทุกความถี่ดังกล่าวก็ไม่สามารถปรับค่าขนาดของสัญญาณได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์

1.2 วัตถุประสงค์การวิจัย

1.2.1 เพื่อนำเสนอวงจรกรองผ่านทุกความถี่ที่ทำงานในโหมดกระแส

1.2.2 เพื่อนำเสนอวงจรมีคุณสมบัติที่สามารถปรับค่าขนาดและปรับค่าการเลื่อนเฟสได้ด้วยวิธีการอิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างอิสระต่อกัน

1.2.3 เพื่อที่จะนำเสนอวงจรที่สร้างขึ้นจากตัวเก็บประจุเพียงหนึ่งตัว และวงจรสายพานกระแสที่ปรับค่าอัตราขยายกระแส (KCCCH) ได้จำนวนสองตัวเท่านั้นที่สามารถทำงานได้ทั้งหมด 2 รูปแบบคือสามารถสร้างเป็นวงจรกรองผ่านทุกความถี่แบบเฟสนำ และวงจรกรองผ่านทุกความถี่แบบเฟสตามได้ภายในวงจรเดียวกัน โดยมีต้องปรับเปลี่ยนโครงสร้างของวงจรแต่ประการใด

1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย

วงจรที่มีการประมวลผลสัญญาณในโหมดกระแส และวงจรกรองผ่านทุกความถี่ที่นำเสนอให้ผลตอบสนองตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือทำการออกแบบและสร้างวงจรกรองผ่านทุกความถี่ที่สามารถปรับค่าขนาดได้ และยังสามารถเลื่อนเฟสของสัญญาณทั้งเฟสนำและเฟสตามภายในวงจรเดียวกัน และทำงานในโหมดกระแสอีกด้วย โดยอุปกรณ์แอกทีฟที่นำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้คือ วงจรสายพานกระแสรุ่นที่สองที่ปรับค่าอัตราขยายได้ (KCCCH) ที่สร้างจากไบโพลาร์ทรานซิสเตอร์ (Bipolar Transistor) มีโครงสร้างภายในของวงจรพื้นฐาน KCCCH ประกอบด้วยภาคอินพุตเป็นวงจรลูปทรานสลิเนียร์คู่ร่วมกับวงจรสะท้อนกระแส และวงจรสะท้อนกระแสที่ปรับค่าอัตราขยายกระแสได้ จึงทำให้เหมาะที่นำไปสร้างเป็นวงจรรวมต่อไปในอนาคตทำให้มีความสะดวกในการนำไปใช้งาน

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

1.4.1 นำเสนอวงจรกรองผ่านทุกความถี่อันดับหนึ่ง

1.4.2 วงจรสร้างขึ้นจากวงจรสายพานกระแสแบบลูปทรานสลิเนียร์ โดยวงจรมีคุณสมบัติพิเศษเพิ่มเติมจากวงจรสายพานกระแสแบบพื้นฐานคือวงจรสามารถปรับค่าอัตราขยายกระแสได้ และเลือกใช้ตัวเก็บประจุเพียงหนึ่งตัวเท่านั้น

1.4.3 วงจรสามารถปรับค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ในวงจรได้ คือ ปรับค่าขนาดและการเลื่อนเฟสของสัญญาณเอาต์พุตได้อย่างอิสระต่อกัน

1.4.4 ทดสอบคุณลักษณะของวงจรที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นโดยจำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรม PSPICE

1.4.5 สรุปผลการวิจัย

1.4.6 เขียนบทความวิจัยและผลการวิจัยฉบับสมบูรณ์

1.5 นิยามศัพท์เฉพาะ

โหมดกระแส (Current Mode) หมายถึง การทำงานของอุปกรณ์หรือวงจรที่สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตเป็นกระแส

วงจรกรองผ่านทุกความถี่ (All-Pass Filter) หมายถึงวงจรที่ทำหน้าที่ให้สัญญาณทุกความถี่สามารถผ่านวงจรไปได้โดยผลตอบสนองทางขนาดจะมีค่าคงที่ตลอดย่านความถี่ที่ใช้งานที่ไม่ขึ้นอยู่กับความถี่ แต่ผลตอบสนองทางเฟสของวงจรจะเป็นฟังก์ชันของความถี่

วงจรสายพานกระแส (Current Conveyor) หมายถึงวงจรทำหน้าที่ส่งผ่านกระแสจากพอร์ต์อินพุตไปยังพอร์ต์เอาต์พุต

การออกแบบวงจรรวมแบบอนาล็อก (Analog IC Design) หมายถึงการออกแบบเพื่อรวมอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในวงจรที่ทำงานเป็นฟังก์ชันของตัวแปรอิสระที่มีค่าต่อเนื่องมารวมกันแล้วสร้างเป็นวงจรรวม

การประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) หมายถึงการจัดการสัญญาณของระบบหรือวงจรใด ๆ

1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย

1.6.1 ได้รับความรู้เพิ่มมากขึ้นเกี่ยวกับเรื่องที่ได้ทำการศึกษา ออกแบบ วิเคราะห์ และจำลองการทำงาน

1.6.2 นำความรู้ที่ได้รับจากการวิจัยไปสอดแทรกในรายวิชาที่สอนเพื่อพัฒนาคุณภาพของการเรียนการสอนให้ดียิ่งขึ้น

1.6.3 สามารถนำงานวิจัยนี้ไปประยุกต์ใช้เพื่อสร้างเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์หรือวงจรกำเนิดสัญญาณได้