บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เนื่องจากความต้องการในการบริโภคของประชากรโลกที่มากขึ้น ทำให้มีการพัฒนาศาสตร์ต่างๆ ขึ้นมากมายเพื่อตอบสนองความต้องการที่ไม่มีขอบเขตของผู้บริโภคเหล่านี้ หนึ่งในวิทยาการที่ได้รับความสนใจในการพัฒนาการเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกในการดำรงชีวิตก็คือ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมีแนวโน้มที่เปลี่ยนแปลงและพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว จนอาจกล่าวได้ว่าเป็นการพัฒนาไปแบบก้าวกระโดด เนื่องด้วยอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมต้นน้ำที่มีบทบาทต่อการพัฒนาอุตสาหกรรมอื่นๆ รวมถึงการดำรงชีวิตของมนุษย์ในแต่ละวัน เมื่อมองไปรอบๆ ตัวจะพบกับสิ่งประดิษฐ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กระจายอยู่ทั่วไป เช่น วิทยุ โทรทัศน์ โทรศัพท์ เครื่องเสียง คอมพิวเตอร์ เป็นต้น หากพิจารณาเข้าไปในสิ่งประดิษฐ์เหล่านั้นก็จะพบว่าประกอบด้วยวงจรต่างๆ ประกอบกันอยู่ เช่น วงจรขยาย วงจรกรองความถี่ วงจรกำเนิดสัญญาณ ฯลฯ และเมื่อมองเข้าไปในวงจรก็จะพบกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น ทรานซิสเตอร์ ไดโอด ไอซี LED เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้ได้รับการประดิษฐ์ขึ้นในตอนต้นศตวรรษที่ 20 นับแต่ยุคของหลอดสูญญากาศ สารกึ่งตัวนำ ซึ่งเป็นการสร้างอุปกรณ์แบบดีสครีต (Discrete) หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าอุปกรณ์แบบแยกชิ้น และต่อมาได้มีการค้นพบวิธีการในการพัฒนาและผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งอาศัยเทคโนโลยีของวงจรรวม หรือเรียกย่อๆ ว่าไอซีโดยเฉพาะในปัจจุบันได้เข้าสู่ยุคนาโนอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งถือได้ว่าเป็นการพลิกโฉมหน้าของวงการอิเล็กทรอนิกส์ ทั้งนี้เนื่องจากเทคโนโลยีของวงจรรวมนี้สามารถลดปัญหาในเรื่องของขนาดและความซับซ้อนของวงจร รวมไปถึงผลการตอบสนองความถี่ที่ดีกว่าเทคโนโลยีแบบเดิม อีกทั้งเทคโนโลยีของวงจรรวมนั้นจะถูกสร้างขึ้นบนสารกึ่งตัวนำชิ้นเดียวกัน วงจรที่ได้จึงมีขนาดเล็กและดึงกำลังไฟฟ้าต่ำ [1]

โดยเฉพาอย่างยิ่งแล้วในทศวรรษที่ผ่านมา มีความต้องการที่จะลดแรงดันไฟเลี้ยงของระบบและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้มีขนาดต่ำลงเรื่อยๆ เนื่องมาจากในปัจจุบันมักออกแบบและสร้างให้ผลิตภัณฑ์ทางอิเล็กทรอนิกส์นั้น มีขนาดเล็กสามารถพกพาได้สะดวก โดยมีแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง จากเหตุผลที่มีความจำเป็นในการต้องการลดแรงดันไฟเลี้ยงลงนี้เอง เทคนิคการทำงานใน

โหมดกระแสเป็นเทคนิคหนึ่งที่เหมาะสมกับความต้องการดังกล่าว มากกว่าการทำงานในโหมดแรงดันแบบเดิม โดยวงจรที่มีการทำงานในโหมดกระแสมีลักษณะเด่นกว่าโหมดแรงดันหลายประการ ยกตัวอย่างเช่น มีพิสัยพลวัตกว้างกว่า ตอบสนองต่อความถี่ในย่านกว้างกว่า มีความเป็นเชิงเส้นกว้างกว่า โครงสร้างของวงจรน้อยกว่าเมื่อเทียบกับหน้าที่ของวงจรเดียวกัน และบริโภคกำลังไฟฟ้าต่ำกว่า [2] ดังนั้นจึงพบเห็นได้ว่า มีการนำเสนอการสังเคราะห์และออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้มีการทำงานในโหมดกระแสอย่างมากมาย

วงจรพื้นฐานที่ถูกนำไปใช้อย่างกว้างขวางได้แก่ วงจรกำเนิดสัญญาณซายน์ (Sinusoidal oscillator) โดยเฉพาะอย่างยิ่งวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์ที่ให้สัญญาณได้หลายเฟสในวงจรเดียวกัน หรือที่เรียกว่าวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบหลายเฟส (Multiphase sinusoidal oscillator) มีความสำคัญและถูกนำไปใช้ในงานต่อไปนี้ ในระบบสื่อสารถูกนำมาใช้เพื่อสร้างสัญญาณคลื่นพาห์ในการมอดูเลตแบบเฟสชิพต์คีย์อิง (Phase shift keying) แบบเฟสมอดูเลต นำมาสร้างตัวกำเนิดสัญญาณซายด์แบบเดี่ยว (Single-side band generator) [3-4] รวมไปถึงในระบบเครื่องมือวัด [5] และระบบอิเล็กทรอนิกส์กำลัง [6]

ด้วยจุดเด่นของวงจรในโหมดกระแสนี้เอง จึงได้มีนักวิจัยได้นำเสนอวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบหลายเฟสในโหมดกระแสไว้เป็นจำนวนมาก [7-21] แต่งานวิจัยเหล่านั้นยังมีข้อด้อยดังต่อไปนี้

- ใช้ตัวเก็บประจุแบบลอยซึ่งไม่เหมาะที่จะนำไปสร้างเป็นวงจรรวม [10-11]
- ไม่สามารถควบคุมความถี่ในการกำเนิดสัญญาณได้ด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งกำลังได้รับความนิยมสำหรับระบบอิเล็กทรอนิกส์สมัยใหม่ เนื่องจากสามารถนำวงจรไปประยุกต์เข้ากับการควบคุมแบบอัตโนมัติหรือใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้โดยง่าย [16-21]
- ในวงจรประกอบไปด้วยอุปกรณ์แอกทีฟและพาสซีฟจำนวนมาก [12, 21]
- ต้องการวงจรขยายภายนอก [8-10, 12, 15, 20-21] ทำให้วงจรซับซ้อนเพิ่มขึ้น

จากปัญหาที่ได้กล่าวมาข้างต้น ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์ เพื่อสังเคราะห์และออกแบบวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบหลายเฟสที่สามารถควบคุมการทำงานได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ CCCCTA ร่วมกับตัวเก็บประจุที่ต่อลงกราวนด์ โดยวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบหลายเฟสที่จะสังเคราะห์และออกแบบมีจุดเด่นดังนี้

- ใช้ตัวเก็บประจุแบบต่อลงกราวนด์จึงเหมาะที่จะนำไปสร้างเป็นวงจรรวม

- สามารถควบคุมเงื่อนไขและความถี่ในการกำเนิดสัญญาณได้อย่างอิสระจากกันด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์
- ความต้านทานที่เอาต์พุตมีค่าสูงจึงง่ายต่อการต่อคาดเคสหรือขับโหลดได้โดยตรง
- ต้องการ CCCCTA เป็นอุปกรณ์แอกทีฟเพียง 1 ตัวต่อสัญญาณหนึ่งเฟสโดยปราศจากวงจรขยายกระแสเพิ่มเติม

1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อพัฒนาและออกแบบวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบหลายเฟสที่สามารถควบคุมได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์
- เพื่อวิเคราะห์หาสมรรถนะของวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบหลายเฟสที่ได้ออกแบบ
- เพื่อเปรียบเทียบสมรรถนะของวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์ที่ได้ออกแบบไว้ในทางทฤษฎีกับการจำลองด้วยโปรแกรม PSpice
- เพื่อทดสอบวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบหลายเฟสด้วยการทดลองจริง

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

- วงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบหลายเฟสสามารถปรับความถี่ได้ด้วยวิธีการทางอิเล็กทรอนิกส์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สามารถนำวงจรที่ออกแบบไปผลิตในเชิงพานิชย์ได้
- เป็นการส่งเสริมให้มีการพัฒนาเทคโนโลยีด้านการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์โดยใช้ทฤษฎีที่คิดค้นภายในประเทศ
- นำผลงานวิจัยที่ได้ไปจดสิทธิบัตร/อนุสิทธิบัตร และสามารถอนุญาตให้หน่วยงานทั้งภาครัฐและเอกชนใช้สิทธิในเทคโนโลยี (Technology licensing) ได้
- นำผลงานวิจัยที่ได้ไปตีพิมพ์ใน การประชุมวิชาการหรือวารสารวิชาการทั้งระดับชาติและนานาชาติ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

การสังเคราะห์และออกแบบวงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบหลายเฟสโหมดกระแสโดยใช้ CCCCTA มีขอบเขตของการวิจัยดังนี้

- วงจรกำเนิดสัญญาณซายน์แบบหลายเฟสใช้ CCCCTA เป็นอุปกรณ์แอกทีฟเพียง 1 ตัว ต่อสัญญาณหนึ่งเฟสโดยปราศจากวงจรขยายกระแสเพิ่มเติม
- สามารถควบคุมเงื่อนไขและความถี่ในการกำเนิดสัญญาณได้อย่างอิสระจากกันด้วยวิธีทางอิเล็กทรอนิกส์
- สามารถทำงานได้ในย่านความถี่สูงถึงระดับเมกะเฮิร์ซ (MHz)
- วงจรที่สร้างขึ้นใช้อุปกรณ์แบบต่อลงกราวนด์ทั้งหมด