

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาในรูปแบบของการควบคุมแรงดันไซน์การไฟฟ้า 50Hz ที่สามารถปรับค่า rms ของแรงดันไซน์การไฟฟ้า 50Hz โดยการปรับควบคุมค่าดีวีดีไซเคิลที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์สวิตซ์จาก 0-1 โดยในปัจจุบันนี้ก็มีวิธีการควบคุมอยู่หลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นการควบคุมโดยการปรับเลื่อนเฟสหรือใช้หม้อแปลงแบบปรับเลื่อนจุดแท็ปของขดลวด (variac) การใช้วิธีที่กล่าวมาทั้งสองนั้นก็จะมียอดข้อเสียที่แตกต่างกันไป โดยการควบคุมแรงดันไซน์การไฟฟ้า 50Hz โดยใช้วิธีเลื่อนเฟสนั้นจะง่ายต่อการควบคุมทางไฟฟ้าแต่ก็ให้แรงดันเอาต์พุตออกมาไม่เป็นคลื่นไซน์ที่สวยงาม ในส่วนของหม้อแปลงแบบปรับเลื่อนจุดแท็ปของขดลวด (variac) นั้นสามารถให้เอาต์พุตออกมาเป็นคลื่นไซน์ที่ปรับค่า rms ของแรงดันไซน์การไฟฟ้า 50Hz ได้แต่ถ้าจะนำมาควบคุมทางไฟฟ้าจะมีความยากลำบากเพราะใช้การหมุนหรือการทำงานของระบบเมคานิกส์มาทำการช่วยเพื่อปรับระดับแรงดัน rms จึงไม่สะดวกที่จะนำไปใช้แบบการควบคุมด้วยระบบไฟฟ้า ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงใช้วงจรเอชไอโอพีเออร์ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมการทำงานโดยใช้การควบคุมทางไฟฟ้าทำให้ง่ายต่อการควบคุมการปรับแรงดัน rms ของไซน์การไฟฟ้า 50 Hz และต้องการ การดูแลรักษาน้อยอีกทั้งวงจรเอชไอโอพีเออร์สามารถควบคุมได้ง่ายและยังให้แรงดันเอาต์พุตออกมาเป็นคลื่นไซน์ 50Hz ที่สวยงามเหมือนกับหม้อแปลง แต่มีน้ำหนักที่น้อยกว่ามากเมื่อเปรียบเทียบกับ โดยในงานที่ต้องการแรงดันที่มีลักษณะคลื่นไซน์ความถี่ 50 Hz ที่สามารถปรับขนาดแรงดันได้อย่างต่อเนื่องในย่านกว้าง ตั้งแต่ระดับแรงดันศูนย์จนถึงระดับสูงสุด 200V สามารถทำได้โดยการนำเอาแรงดันไซน์การไฟฟ้า 50 Hz มาผ่านวงจรเอชไอโอพีเออร์ ซึ่งทำงานที่ความถี่สวิตซ์ในระดับ 20 kHz พร้อมกับผ่านวงจร LC ฟิเตอร์ที่มีขนาดเล็ก ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ทำการวิเคราะห์วงจรเอชไอโอพีเออร์อย่างเป็นขั้นตอน ตั้งแต่การวิเคราะห์หลักการทำงานของวงจรในแต่ละโหมดการทำงาน จากนั้นได้นำคลื่นไซน์ที่ถูกชอปด้วยความถี่สูง 20 kHz มาทำการคำนวณทางคณิตศาสตร์ เพื่อหาองค์ประกอบฮาโมนิกส์ที่มีปะปนในตัวคลื่นเอชไอโอพีเออร์ องค์ประกอบที่ได้นี้สามารถนำข้อมูลไปออกแบบเพื่อกำหนดค่า LC ในวงจรฟิเตอร์ได้ ผลปรากฏว่า LC ที่ใช้ในการออกแบบมีขนาดเล็ก และสามารถปล่อยผ่านคลื่นไซน์ 50 Hz ออกไปยังเอาต์พุตได้เกือบทั้งหมด ในขณะที่องค์ประกอบฮาโมนิกส์ความถี่สูงในลำดับต่ำสุดลำดับที่ 400 จะถูกกรองทิ้งได้เกือบทั้งหมดผลปรากฏว่าแรงดันเอาต์พุตมีลักษณะคลื่น 50 Hz ใกล้เคียงคลื่นไซน์มาก พร้อมทั้งสามารถปรับขนาดของแรงดัน rms นี้ได้ตั้งแต่ 0 V ถึง 200 V

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

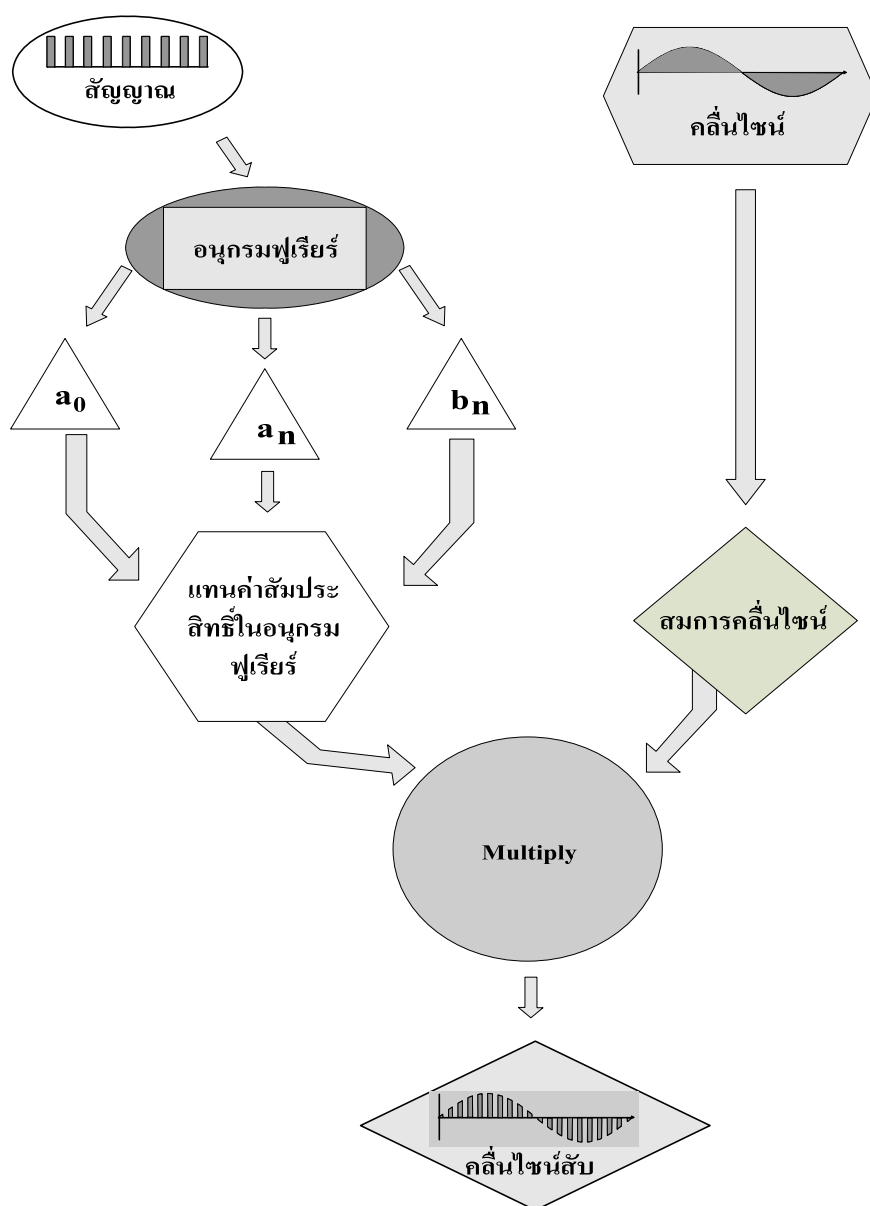
- 1 เพื่อศึกษาวงจรเอชชอปเปอร์ที่ใช้เป็นวงจรสร้างคลื่นไซน์สว 50Hz ที่สามารถปรับระดับ แรงดัน 50Hz ได้ละเอียดทีละน้อยกว่า 1 V
- 2 เพื่อวิเคราะห์และศึกษาหลักการการทำงานของวงจรเอชชอปเปอร์
- 3 เพื่อศึกษาค้นและองค์ประกอบฮาโมนิคส์พร้อมทั้งการคำนวณทางคณิตศาสตร์
- 4 เพื่อศึกษาลักษณะการเปลี่ยนแปลงของแรงดัน rms เอาต์พุตเมื่อปรับค่าดีวีซีเคิลต่างๆ
- 5 เพื่อศึกษาการทำงานและออกแบบวงจร LC ฟิเตอร์ทางด้านเอาต์พุตของวงจรเอชชอปเปอร์
- 6 เพื่อศึกษาหลักการการทำงานและออกแบบของวงจรสับเบอร์

1.3 แนวความคิดที่ใช้ในงานวิจัย

ในการวิเคราะห์การทำงานของวงจรเอชชอปเปอร์ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้มีแนวความคิดมาจากการที่ต้องการควบคุมแรงดัน rms ของไซน์การไฟฟ้า 50Hz เพื่อจะนำไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ โดยสามารถควบคุมทั้งระบบด้วยไฟฟ้า เพราะที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเราใช้การปรับระดับแรงดันโดยใช้หม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งมีน้ำหนักและขนาดที่มากอีกทั้งยังควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้าเพียงอย่างเดียวไม่ได้ต้องใช้ระบบเมคคานิกส์มาช่วยในการควบคุมทำให้มีโอกาสที่จะทำงานผิดพลาดสูง และมีความละเอียดในการควบคุมต่ำเมื่อต้องการปรับระดับแรงดันทีละน้อยๆ และต้องมีการดูแลรักษาสูงจากข้อด้อยที่ได้กล่าวมานี้จึงได้มีการคิดค้นอุปกรณ์ที่สามารถทำงานทดแทนอุปกรณ์ที่มีใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ถึงจะไม่สามารถทำงานทดแทนกันได้ทั้งหมด แต่ในงานบางชนิดก็ทำให้งานดำเนินไปได้โดยง่ายอีกทั้งยังเป็นการจูงจนวนให้มีการพัฒนาอุปกรณ์ที่ดีกว่ามาใช้ทดแทน ซึ่งนับว่าเป็นส่วนหนึ่งของการช่วยกันพัฒนาเทคโนโลยีให้ก้าวไปอีกขั้นหนึ่งได้ จึงได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในจุดนี้ งานวิจัยฉบับนี้จึงได้ทำการวิเคราะห์การทำงานของวงจรเอชชอปเปอร์เพราะเห็นว่าเป็นวงจรที่มีความเป็นไปได้สูงที่จะนำมาใช้แทนกันกับหม้อแปลงถึงจะไม่สามารถใช้แทนกันได้เลยทีเดียวก็ตาม

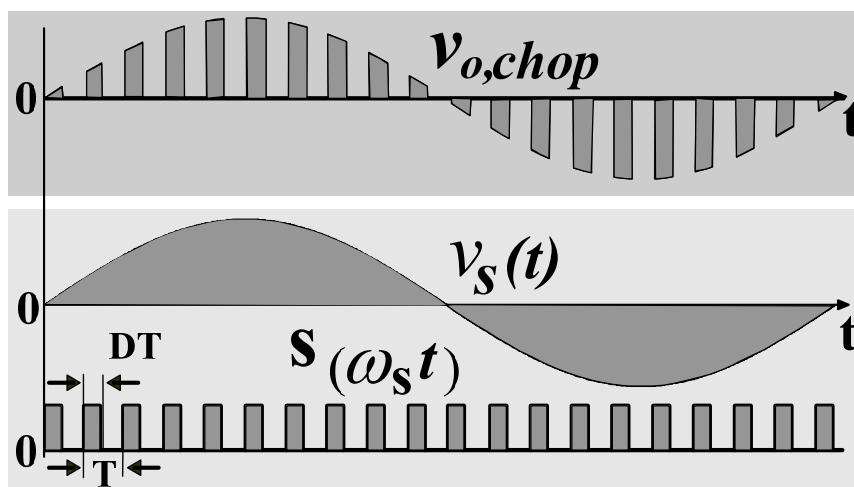
ในทางด้านการวิเคราะห์นั้นก็ต้องมีการทดลองและการยืนยันผลที่ได้จากการทดลองโดยผลทางคณิตศาสตร์จึงได้นำสมการของสวิตชิงฟังก์ชันมาคูณกับสมการของอินพุต ซึ่งในที่นี้ใช้แหล่งจ่ายไซน์การไฟฟ้า 50Hz ก็จะทำให้ได้รูปคลื่นไซน์ที่ถูกชอปแบ่งเป็นช่องเท่าๆ กับช่วงของสวิตชิงฟังก์ชันในวิทยานิพนธ์นี้ก็คือคลื่นแรงดันของวงจรเอชชอปเปอร์ และคลื่นที่ได้จากวิธีดังกล่าวได้ยืนยันความถูกต้องโดยการนำคลื่นที่ได้จากการคำนวณมาเปรียบเทียบกับคลื่นที่ได้จากการทดลองจากวงจรจริงซึ่งได้ผลลัพธ์ออกมาใกล้เคียงกันมาก อีกทั้งคลื่นที่ได้จากการคำนวณสามารถปรับค่า rms ได้เหมือนคลื่นจริงที่ได้จากการทดลองทุกอย่าง เมื่อได้คลื่นไซน์ที่ถูกชอปซึ่ง

เป็นเอาต์พุตของวงจรเอชียอปเปอร์แล้ว คลื่นตัวนี้ยังไม่สามารถที่จะนำไปใช้งานได้ตามที่เราต้องการแต่ก็เป็นคลื่นที่สามารถปรับค่า rms ได้แล้ว จากนั้นเราได้ทำการนำคลื่นไซน์ที่ถูกชอปไปทำให้กลับเป็นคลื่นไซน์ที่สววยงามเหมือนคลื่นอินพุต โดยการนำคลื่นไซน์ที่มีฮาร์มอนิกส์ความถี่สูงปะปนอยู่ไปทำการกรองเอาฮาร์มอนิกส์ความถี่สูงออกไปโดยใช้วงจร LC ฟิลเตอร์ ในการกรองซึ่ง LC ฟิลเตอร์ก็เป็นอีกสาเหตุหนึ่งที่ต้องนำคลื่นไซน์การไฟฟ้าที่สววยงามมาทำการชอปที่ความถี่สูง เพราะที่ความถี่สูงเราสามารถใช่ LC ฟิลเตอร์ขนาดเล็กเป็นตัวกรองฮาร์มอนิกส์ความถี่สูงออกจากความถี่ต่ำ (50Hz) โดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ก็ได้แสดงวิธีการทำงานของ LC ฟิลเตอร์ไว้อย่างละเอียด



รูปที่ 1.1 แนวความคิดที่ใช้สร้างคลื่นไซน์สับทางคณิตศาสตร์

จากแนวความคิดที่ใช้ในการวิเคราะห์สมการคลื่นเอาต์พุตของวงจรเอชชอปเปอร์ดังในรูปที่ 1.1 สามารถนำมาแยกแสดงเป็นเฉพาะลักษณะการคูณกันของคลื่นได้ดังในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แนวความคิดของการคูณกันของคลื่นไซน์ 50 Hz กับคลื่นสแควร์

1.4 ขอบเขตการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้แบ่งรายละเอียดการศึกษาและค้นคว้าออกเป็นบทต่างๆ ทั้งหมด 6 บท โดยเริ่มจากหลักการพื้นฐานของวงจรเอชชอปเปอร์ ต่อจากนั้นทำการวิเคราะห์หลักการทำงาน และลักษณะของคลื่นของวงจรเอชชอปเปอร์ โดยมีแรงดันอินพุตเป็นไซน์การไฟฟ้า 50 Hz และทำการศึกษาถึงการปรับควบคุมค่า rms ของแรงดันเอาต์พุตโดยการปรับค่าความถี่ของสัญญาณที่ควบคุมการทำงานของสวิตช์ เพื่อศึกษาลักษณะของคลื่นไซน์ที่ถูกชอปด้วยความถี่ 20 kHz เมื่อค่าความถี่เปลี่ยนแปลงไป และได้วิเคราะห์ถึงองค์ประกอบฮาโมนิกส์ทางด้านเอาต์พุตก่อนที่จะกรองเอาฮาโมนิกส์ความถี่สูงออกไป หลังจากที่ได้กรองเอาฮาโมนิกส์ความถี่สูงออกไปโดยวงจร LC ฟิลเตอร์ เพื่อให้ได้เอาต์พุตเป็นไซน์ 50 Hz ที่สามารถปรับค่า rms ได้จาก 0-200 โวลต์ จากนั้นจึงพิจารณาแรงดันเอาต์พุตว่ามีฮาโมนิกส์ความถี่สูงปะปนออกมามากน้อยเพียงใดและได้นำผลที่ได้จากการทดลองนี้ไปเปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณโดยโปรแกรม Matlab และผลที่ได้จากการซิมูเลตด้วยโปรแกรม Pspice เมื่อได้แรงดันเอาต์พุตที่ส่ายงามแล้วจากนั้นก็มาศึกษาผลการทำงานของวงจรเอชชอปเปอร์ที่มีต่อระบบของไซน์การไฟฟ้าว่ามีผลกระทบต่อแรงดันและกระแสที่ออกมาจากการทำงานของวงจรเอชชอปเปอร์อย่างไรบ้างแล้วได้ทำการปรับปรุงโดยการเพิ่มวงจร LC ฟิลเตอร์เข้าไปทางด้านอินพุตของวงจรเอชชอปเปอร์เพื่อลดผลจากฮาโมนิกส์ของกระแสที่มีผลต่อแหล่งจ่าย และได้ทำการทดลองเก็บผลและสรุปผลการวิจัย ได้แบ่งเป็นบทดังนี้

