บทที่ 1

บทนำ

<u>แนวเหตุผลและทฤษฎี</u>

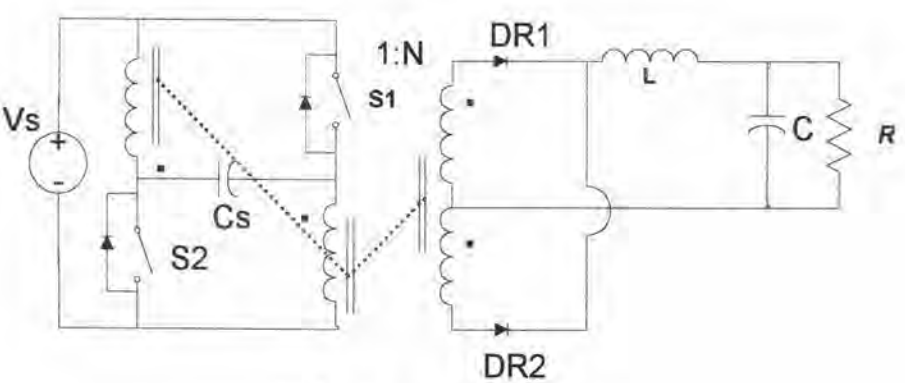
ในปัจจุบันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้รับการพัฒนาให้ก้าวหน้าไปมากและได้นำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย เช่นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้านหรือในโรงงานอุตสาหกรรม และอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ วงจรเหล่านั้นใช้แรงดันไฟตรงค่าต่ำๆ แต่เนื่องจากระบบจ่ายไฟฟ้าที่ใช้กันอยู่ในเวลานี้ เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V 50 Hz ดังนั้นจึงต้องมีการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรงโดยวงจรเรียงกระแส แล้วจึงผ่านวงจรคุมค่า ซึ่งอาจเป็นแบบวิธีสวิตช์ หรือ แบบเชิงเส้น แต่แหล่งจ่ายกำลังแบบวิธีสวิตช์มีข้อดีกว่าหลายข้อ เช่นขนาดเล็กกว่า ประสิทธิภาพสูงกว่าหากจ่ายกำลังเท่ากัน และแรงดันขาเข้ามีพิสัยกว้างกว่า เป็นต้น ดังนั้นการใช้แหล่งจ่ายกำลังแบบวิธีสวิตช์จึงแพร่หลายมาก ในกรณีที่โหลดต้องการกำลังมากขึ้นจะต้องมีการเพิ่มขนาดแหล่งจ่ายไฟตรงหรือใช้แหล่งจ่ายไฟตรงขนาดเล็กหลายตัวมาขนานกัน (Tabisz, Javanoic and Lee, 1992; Maliniak, 1993; Youthana Kulvitit, 1994)วิธีแรกมีข้อเสียคือมีความเชื่อถือได้(reliability)ต่ำกว่า เพราะเมื่อแหล่งจ่ายตัวนี้ขัดข้องระบบทั้งหมดจะหยุดทำงาน และในการสร้างเราต้องใช้อุปกรณ์ที่ทนกำลังสูง ๆ ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้หายากและราคาแพง อีกทั้งมีความยุ่งยากในการเพิ่มเติมภายหลังเมื่อต้องการกำลังมากขึ้น อย่างไรก็ตามปัญหาเหล่านี้แก้ไขได้โดยวิธีหลังซึ่งมีข้อดี เช่น มีความเชื่อถือได้มากกว่า เพราะโดยปกติเมื่อแหล่งจ่ายตัวหนึ่งขัดข้องก็จะสามารถตัดตนเองออกและตัวอื่นๆ ก็จะยังคงทำหน้าที่ต่อ ประการต่อมาคือ แหล่งจ่ายมีลักษณะเป็นโมดูล(module) ทำให้ง่ายต่อการบำรุงรักษา สะดวกต่อการเพิ่มกำลังด้านออก และยังอาจมีตัวสำรองเตรียมพร้อมไว้ ยิ่งไปกว่านั้นการขนานกันยังอาจนำไปสู่ระบบ DPS (Distributed Power System) ต่อไปในอนาคต ซึ่งเป็นระบบแหล่งจ่ายไฟตรงที่กระจายสู่ระดับแผ่นวงจรพิมพ์ และมีเสถียรภาพ ตลอดจนความเชื่อถือได้สูง แรงดันบัสไฟตรงที่ใช้ในระบบ DPS มีหลายระดับ ขึ้นกับลักษณะการใช้งาน แต่ที่ใช้กันมากที่สุดคือระดับแรงดัน 48 V ซึ่งใช้ในระบบโทรคมนาคม (Heath, 1991) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงใช้แรงดันขาเข้าในช่วง 40 V ถึง 56 V

อย่างไรก็ตาม ในการขนานกันของแหล่งจ่ายไฟตรงก็มีปัญหาในการแบ่งกระแส เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟตรงเป็นแหล่งแรงดัน ดังนั้นจึงมีความต้านทานขาออกค่าต่ำ เมื่อมีความแตกต่างของแรงดัน หรือ ความต้านทานขาออกเพียงเล็กน้อย จะทำให้เกิดผลต่างของกระแส

ออกระหว่างแหล่งจ่ายไฟแต่ละตัวมากมายซึ่งอาจทำให้เกิดผลเสียหายต่อแหล่งจ่ายได้ ดังนั้นเราจึงต้องมีการควบคุมให้แหล่งจ่ายไฟแต่ละตัวแบ่งจ่ายกระแส และความเค้นอย่างเหมาะสม ความเค้นหมายรวมถึงทั้งกระแสและอุณหภูมิ โดยที่กระแสขึ้นกับแรงดัน และความต้านทานขาออกของแหล่งจ่ายไฟแต่ละตัว ขณะที่อุณหภูมิขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง โดยเฉพาะกำลังสูญเสียและการระบายความร้อน ดังนั้นการควบคุมความเค้นทำได้โดยพิจารณาทั้งกระแสและอุณหภูมิ คือเมื่อแหล่งจ่ายกำลังตัวใดร้อนหรือจ่ายกระแสมากเกินไปก็จะลดกระแสลง และเมื่อแหล่งจ่ายไฟตัวใดเย็นหรือจ่ายกระแสน้อยเกินไป ก็จะเพิ่มกระแสขึ้น

การลดขนาด และน้ำหนัก และผลตอบที่รวดเร็วก็เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งสามารถทำได้โดยการเพิ่มความถี่ แต่การเพิ่มความถี่อาจจะนำมาซึ่งประสิทธิภาพที่ต่ำลง เนื่องจากการสูญเสียขณะสวิตช์ วิธีหนึ่งที่จะเพิ่มประสิทธิภาพคือใช้เทคนิคเรโซแนนซ์มาช่วยลดการสูญเสียขณะสวิตช์(โคทม อารียา, 2537) ซึ่งเทคนิคนี้แบ่งเป็นการสวิตช์แรงดันศูนย์(Zero-Voltage Switch, ZVS) และการสวิตช์กระแสศูนย์(Zero-Current Switch, ZCS) แต่เทคนิค ZVS จะใช้งานได้ที่ความถี่สูงกว่าเนื่องจากไม่มีการเทประจุ(charge dumping)ขณะต่อสวิตช์ ดังนั้นด้วยข้อดีเหล่านี้เราจึงเลือกใช้เทคนิค ZVS

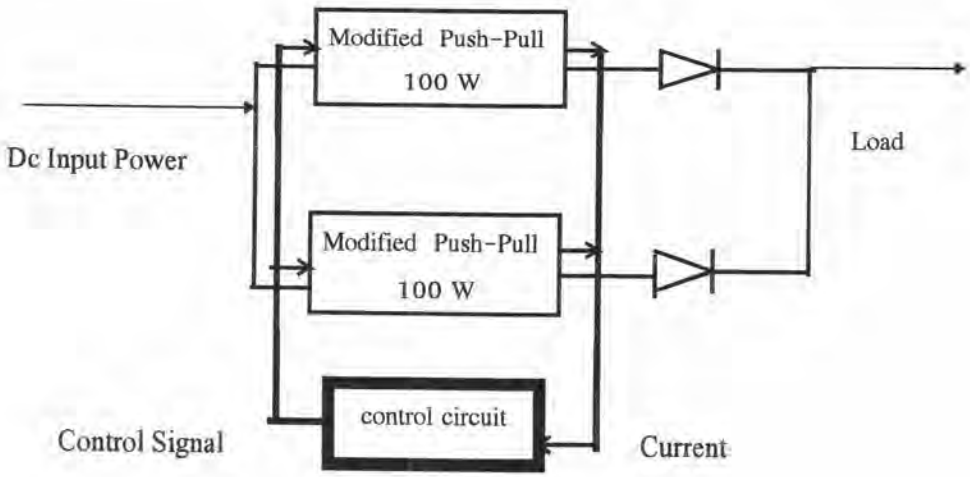
วงจรที่ใช้สร้างแหล่งจ่ายกำลังอาจเป็นได้หลายชนิด เช่น กึ่งบริดจ์ (half-bridge) บริดจ์ (full-bridge) ฟลายแบ็ก (flyback) พุช-พูลดัดแปร (modified push-pull) (โคทม อารียา, 2537) เป็นต้น อย่างไรก็ตามในที่นี้เราเลือกใช้วงจรพุช-พูลดัดแปร ดังรูปที่ 1.1 เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น ไม่มีปัญหาความเหนี่ยวนำรั่วไหล และเหมาะกับแรงดันขาเข้าค่าต่ำ ๆ อีกทั้งยังไม่มีงานวิจัย ซึ่งนำเทคนิคการสวิตช์แรงดันศูนย์มาใช้กับวงจรนี้



รูปที่ 1.1 วงจรพุช-พูลดัดแปร

เพื่อเป็นการทดสอบหลักการดังกล่าวข้างต้น จะมีการออกแบบและสร้างแหล่งจ่ายไฟตรง 2 ตัว แล้วนำมาต่อขนานกัน ดังแสดงในรูปที่ 1.2 โดยมีข้อกำหนดดังนี้

แรงดันขาเข้าอยู่ในพิสัย 40 V ถึง 56 V
แรงดันขาออก 5 V $\pm$ 5 %
กำลังออก 100 W/โมดูล
กำลังออกที่โหลด 200W



รูปที่ 1.2 แสดงโครงสร้างระบบควบคุมความเค้นของแหล่งจ่ายไฟตรง 2 ตัว

<u>วัตถุประสงค์</u>

เพื่อศึกษาการออกแบบวงจรพุช-พูลดัดแปร ซึ่งใช้การสวิตช์แรงดันศูนย์และศึกษาวิธีการขนานคอนเวอร์เตอร์ที่เหมาะสม เพื่อให้กระแสจากคอนเวอร์เตอร์ที่ต่อขนานกันมีค่าใกล้เคียงกัน

<u>ขอบเขตวิทยานิพนธ์</u>

1. ศึกษา พัฒนา ออกแบบแหล่งจ่ายไฟตรง ชนิดพุช-พูลดัดแปรซึ่งสวิตช์ที่แรงดันศูนย์ ทำงานที่ความถี่สูงกว่า 100 kHz
2. ศึกษาปัญหาการขนานกันของแหล่งจ่ายไฟตรง
3. พัฒนาเทคนิค วิธีการแบ่งจ่ายกระแสระหว่างแหล่งจ่ายไฟตรงแต่ละตัวที่นำมาขนานกัน

ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ค้นคว้า ศึกษา แหล่งจ่ายไฟตรงแต่ละตัว และการขนานกันของแหล่งจ่ายเหล่านี้
2. จำลองการทำงานของแหล่งจ่ายไฟตรงแต่ละตัวในคอมพิวเตอร์ แล้วนำแบบจำลองของแหล่งจ่ายไฟตรงแต่ละตัวมาจำลองการขนานกันในคอมพิวเตอร์
3. สร้างแหล่งจ่ายไฟตรงแต่ละตัว พร้อมทดสอบการทำงาน แล้วจึงทำการแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ
4. นำแหล่งจ่ายไฟตรงแต่ละตัวที่ทดสอบแล้วมาขนานกัน
5. แก้ไขปรับปรุงจนได้ผลลัพธ์ตามข้อกำหนด
6. เก็บข้อมูล ประเมินผล และสรุปผล
7. เขียนและพิมพ์วิทยานิพนธ์

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เรียนรู้ถึงปัญหา และ การแก้ปัญหาของการนำแหล่งจ่ายไฟตรงแต่ละตัวขนานกัน
2. เพื่อศึกษาและออกแบบระบบจ่ายกำลังไฟตรงที่มีความเชื่อถือได้สูง
3. ผลการศึกษาวิจัยสามารถนำไปใช้ในภาคอุตสาหกรรมได้ในอนาคต