หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 8

สรุปและข้อเสนอแนะ

วงจรแปลงผันสองทิศทางที่สร้างขึ้นนี้ สามารถที่จะทำการแปลงผันพลังงานไปกลับได้สองทิศทาง โดยมีลักษณะการทำงานคือ

1. ทำการแปลงผันไฟฟ้ากระแสสลับไปเป็นไฟฟ้ากระแสตรงได้ โดยสามารถที่จะควบคุมระดับแรงดันไฟตรง มีการกำจัดกระแส และยังสามารถควบคุมกระแสไฟสลับทางด้านเข้า ให้มีลักษณะเป็นรูปไซน์ ที่มีผลรวมของความเพี้ยนฮาร์มอนิก (THD) ต่ำ และมีตัวประกอบกำลังสูงกว่า 0.95 ซึ่งการทำงานในลักษณะนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่ง วงจรเรียงกระแสแบบสวิตชิง (SMR) นอกจากนั้นยังสามารถดัดแปลงให้เป็นวงจรปรับปรุงตัวประกอบกำลัง(PFC) โดยจะทำการปรับปรุงตัวประกอบกำลังให้แก่โหลดอื่นๆที่ต่อขนานอยู่กับวงจร

2. ทำการแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงกลับไปเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยสามารถที่จะควบคุม แรงดันไฟสลับ ความถี่ มีการจำกัดกระแส โดยแรงดันสลับที่ได้มีผลรวมของความเพี้ยนฮาร์มอนิกต่ำ มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงที่รวดเร็ว

และจากลักษณะการทำงานของวงจรแปลงผันสองทิศทางที่ได้นี้ สามารถนำมาประยุกต์ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟต่อเนื่อง(UPS) ที่มีลักษณะการโอนย้ายแบบไปข้างหน้าได้ โดย UPS ที่สร้างขึ้นโดยใช้วงจรแปลงผันสองทิศทางนี้ เป็นโครงสร้างทางกำลัง มีส่วนประกอบและลักษณะการทำงานดังนี้

1. วงจรแปลงผันสองทิศทางจะทำหน้าที่เป็นวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง โดยจะทำการแปลงแรงดันไฟสลับจากการไฟฟ้า ในช่วงแรงดัน 198-220 โวลต์ เป็นแรงดันไฟตรงขนาด 54.4 โวลต์ ซึ่งมีการจำกัดกระแสเพื่อใช้ในการประจุแบตเตอรี่ วงจรส่วนนี้มีการควบคุมแบบป้อนกลับทั้งแรงดันและกระแส นอกจากนี้ยังจะมีการควบคุมให้กระแสไฟสลับด้านเข้าเป็นรูปไซน์ ความเพี้ยนต่ำ เพื่อลดปัญหาอันเกิดจากกระแสฮาร์มอนิก และยังปรับปรุงตัวประกอบกำลังให้กับโหลด โดยสามารถปรับปรุงตัวประกอบกำลังให้กับโหลด ซึ่งกระแสมีตัวประกอบค่ายอด (crest factor) ของกระแสสูงถึง 2.5เท่า มีผลรวมของความเพี้ยน

ศูนย์วิทยทรัพยากร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ฮาร์มอนิกสูงถึง 82 % มีตัวประกอบกำลังเพียง 0.7 ให้มีตัวประกอบกำลังสูงถึง 0.99 และมีลักษณะกระแสเป็นรูปไซน์ ที่มีผลรวมความเพี้ยนฮาร์มอนิกต่ำกว่า 10 % แต่ถ้าโหลดมีค่ายอดกระแสที่สูง จนทำให้การปรับปรุงตัวประกอบกำลังให้แก่โหลดต้องมีการใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ วงจรจะหยุดทำการปรับปรุงตัวประกอบกำลังให้แก่โหลดอีกต่อไป ทั้งนี้เพื่อรักษาการประจุแบตเตอรี่ให้มีความพร้อมในการจ่ายพลังงานให้กับวงจรเมื่อทำหน้าที่เป็นอินเวอร์เตอร์ วงจรมีประสิทธิภาพ 75% มีค่าความคุมค่าเชิงโหลด 0.18% และมีค่าความคุมค่าเชิงสายป้อน 0.37%

2. แบตเตอรี่ จะถูกประจุเพื่อสะสมพลังงานเมื่อไฟจากการไฟฟ้าปกติ โดยวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรงในข้อที่ 1 และจะจ่ายพลังงานให้กับอินเวอร์เตอร์ในช่วงที่เกิดการผิดปกติของไฟจากการไฟฟ้า แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นขนาด 7 แอมแปร์-ชั่วโมง แรงดันปกติ 12 โวลต์ จำนวน 4 ลูกต่ออนุกรมกัน วงจรประจุแบตเตอรี่จะมีการจำกัดกระแสในการประจุสูงสุดไว้ 0.7 แอมแปร์ (สามารถปรับค่าการจำกัดกระแสได้) มีวงจรป้องกันการคายประจุเกิน(เพื่อรักษาอายุการใช้งานของแบตเตอรี่) ที่จะส่งสัญญาณควบคุมให้อินเวอร์เตอร์หยุดทำงาน ถ้าแรงดันแบตเตอรี่ลดลงต่ำกว่า 42 โวลต์ แบตเตอรี่ที่ใช้สามารถจ่ายพลังงานให้แก่อินเวอร์เตอร์ได้ประมาณ 15 นาที

3. วงจรอินเวอร์เตอร์ ในภาวะที่ไฟจากการไฟฟ้าผิดปกติ วงจรแปลงผันสองทิศทางจะทำการแปลงผันไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ แรงดัน 220 โวลต์ ความถี่ 50 เฮิรตซ์ + 5 % โดยมีเฟสตรงกับไฟจากการไฟฟ้า (เพื่อให้มีการโอนย้ายโหลดจากอินเวอร์เตอร์ไปยังการไฟฟ้าเป็นไปอย่างรวดเร็ว) มีการควบคุมแรงดันแบบฮีสเตอเรซีส มีการจำกัดกระแสเมื่อโหลดเกิน มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงโหลดได้อย่างรวดเร็ว ภายในเวลาประมาณ 1 มิลลิวินาที ความคุมค่าเชิงโหลดมีค่า 3.7% ความคุมค่าเชิงสายป้อนมีค่า 0.79% มีผลรวมความเพี้ยนฮาร์มอนิกไม่เกิน 5 % มีประสิทธิภาพ 80 %

4. สวิตช์โอนย้าย จะทำการต่อโหลดเข้ากับไฟจากการไฟฟ้า เมื่อไฟจากการไฟฟ้าอยู่ในภาวะปกติ และจะทำการย้ายโหลดไปต่อกับอินเวอร์เตอร์ เมื่อไฟจากการไฟฟ้าเกิดผิดปกติ โดยสวิตช์โอนย้ายที่ใช้เป็นแบบกลไฟฟ้า ซึ่งต้องใช้เวลาในการทำงาน แต่มีข้อดีคือ ไม่มีการสูญเสียและง่ายกับการควบคุม

การทำงานของ (UPS) จะเริ่มจากการตรวจจับแรงดันและความถี่ว่าผิดปกติหรือไม่ ถ้าอยู่ในภาวะปกติ วงจรจะต่อสวิตช์โอนย้าย เพื่อส่งผ่านไฟจากการไฟฟ้าไปยังโหลดและวงจร

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

แปลงผันสองทิศทางที่ทำหน้าที่ในการประจุแบตเตอรี่และปรับปรุงตัวประกอบกำลังให้กับโหลด ถ้าโหลดมีขนาดมากเกินกว่าที่ตั้งไว้ วงจรจะเลิกทำการปรับปรุงตัวประกอบกำลัง จะมีสัญญาณเตือนดังขึ้น เพื่อให้รับทราบว่าโหลดมีขนาดมากเกินไป และเมื่อมีการตรวจพบว่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้าอยู่ในภาวะที่ผิดปกติ สวิตช์โอนย้ายจะทำการตัดวงจรออกจากการไฟฟ้า และให้วงจรแปลงผันสองทิศทางมีการทำงานเป็นอินเวอร์เตอร์จ่ายพลังงานให้แก่โหลดแทน สัญญาณเตือนจะดังขึ้น และเมื่อมีการจ่ายพลังงานออกจากแบตเตอรี่จนแรงดันแบตเตอรี่ใกล้ถึงระดับต่ำสุดที่จะใช้งาน สัญญาณเตือนจะมีความถี่สูงขึ้นเพื่อเตือนให้ผู้ใช้ทราบว่า (UPS) จะหยุดทำงาน แต่ถ้าการไฟฟ้าเข้าสู่ภาวะปกติ สวิตช์โอนย้ายจะทำการต่อวงจรและโหลดเข้ากับการไฟฟ้า โดยวงจรแปลงผันสองทิศทางยังคงทำหน้าที่เป็นอินเวอร์เตอร์เป็นระยะเวลาหนึ่งเพื่อให้โหลดมีไฟฟ้าอย่างต่อเนื่อง แล้วจึงจะเปลี่ยนการทำงานเป็นวงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อทำการประจุแบตเตอรี่และปรับปรุงตัวประกอบกำลังต่อไป

การใช้วงจรแปลงผันสองทิศทางเป็นโครงสร้างทางกำลังของ (UPS) ที่สร้างขึ้นนี้จะเป็นการทำงานแบบโอนย้ายไปข้างหน้า ชนิด Cold Stand - By System เนื่องจากอินเวอร์เตอร์ไม่ได้ทำงานตลอดและจะทำงานเมื่อภาวะผิดปกติของการไฟฟ้า ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการเริ่มเดินวงจร ทำให้มีข้อเสียคือ โหลดที่ใช้กับ UPS นี้ จะต้องสามารถยอมรับการขาดหายของไฟฟ้าได้ระยะเวลาหนึ่ง และยังต้องสามารถยอมรับคลื่นรบกวน และการเปลี่ยนแปลงของแรงดันได้ แต่ UPS ที่สร้างขึ้นนี้มีข้อดีกว่า แบบ Cold Stand - By System โดยทั่วไป คือในการต่อไฟจากการไฟฟ้ามายังโหลด แม้จะใช้สวิตช์โอนย้ายแบบกลไฟฟ้า โหลดจะไม่เกิดการขาดหายของไฟฟ้า เนื่องจากอินเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้นนี้มีเฟสตรงกับการไฟฟ้า และมีการจำกัดกระแส ทำให้สามารถขนานอินเวอร์เตอร์เข้ากับการไฟฟ้าได้ในระยะเวลาหนึ่งก่อนหยุดการทำงานของอินเวอร์เตอร์

การใช้วงจรแปลงผันสองทิศทางมาดัดแปลงเป็นโครงสร้างทางกำลังของ UPS ที่สร้างขึ้นนี้เป็นที่น่าพอใจ และสอดคล้องกับข้อกำหนดของการออกแบบ ในระดับหนึ่ง

<u>ข้อเสนอแนะ</u>

1. เราสามารถที่จะใช้ความเหนี่ยวนำรั่วไหลของหม้อแปลง แทนตัวเหนี่ยวนำทั้งสองของวงจรได้ ถ้าวงจรมีการทำงานที่ความถี่สูงมาก และมีการออกแบบหม้อแปลงให้มีค่าความเหนี่ยวนำรั่วไหลตามที่ต้องการ ซึ่งทำให้ขนาดและน้ำหนักของวงจรลดลง

2. เราสามารถลดขนาดของหม้อแปลงลงได้อีก เนื่องจากในการทำงานที่มีกระแสไหลผ่านหม้อแปลงมาก คือ การทำงานในโหมดของอินเวอร์เตอร์ ซึ่งจะมีการทำงานครั้งละไม่เกิน 15 นาที ดังนั้นถ้ายอมให้มีการสูญเสียในขดลวดของหม้อแปลงมากขึ้น เราสามารถออกแบบขดลวดของหม้อแปลงให้เล็กลงได้ ทำให้หม้อแปลงมีขนาดเล็กลงและราคาถูกลง

3. วงจรควบคุมที่ใช้ในโหมดการทำงานเป็นวงจรเรียงกระแสแบบสวิตชิ่ง สามารถทำให้เล็กลงได้อย่างมาก โดยใช้วงจรประมวลเบอร์ TDA 4814 ของ SIEMENS ซึ่งมีส่วนของวงจรคุมค่า วงจรคูณ และวงจรเปรียบเทียบอยู่ในตัวเดียวกัน

4. แม้ว่าวงจรแปลงผันสองทิศทางนี้จะมีคุณสมบัติที่ดีหลายประการ แต่ยังมีปัญหาเกี่ยวกับแกนเหล็กของหม้อแปลงอาจเกิดการอิ่มตัว เพราะความไม่สมมาตรของวงจรยังคงมีอยู่ ดังนั้นควรที่จะมีวงจรตรวจจับความไม่สมมาตรนี้แล้วนำกลับมาชดเชยวงจร ที่มีประสิทธิภาพ ไม่ควรนำวงจรไปใช้งานในลักษณะที่มีการเปลี่ยนแปลงหรือการเริ่มเดินวงจรที่รวดเร็วมาก ทั้งนี้เนื่องจากในภาวะชั่วครู่นี้จะมีความไม่สมมาตรของวงจร และอาจมีการเรโซแนนซ์ระหว่างตัวเก็บประจุกับตัวเหนี่ยวนำของวงจรเกิดขึ้น ทำให้เกิดความเสียหายแก่วงจรได้

5. เราสามารถดัดแปลงวงจรนี้เป็นวงจรแปลงผันไฟตรง-ไฟตรง ที่มีการแยกโดดโดยใช้หม้อแปลงความถี่สูง โดยการเพิ่มไดโอดเพื่อเรียงกระแสให้เป็นไฟตรงทางขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย