บทที่ 1

บทนำ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ความเบื้องต้น

ปัจจุบันอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ จะมีส่วนประกอบของ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง เช่น วงจรเรียงกระแส , อินเวอร์เตอร์ ฯลฯ อยู่อย่างมากมาย และอุปกรณ์ดังกล่าว มีแนวโน้มที่จะถูกนำมาใช้งานอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม แต่อย่างไรก็ตามอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังดังกล่าว ก็ได้ก่อให้เกิดฮาร์มอนิกขึ้นในระบบไฟฟ้ากำลังซึ่งจะรบกวนการทำงานของอุปกรณ์อื่นๆ ในระบบ (F. Z. Peng, 1987) เช่น อาจจะก่อให้เกิดกระแสเกินในตัวเก็บประจุที่ต่ออยู่กับระบบ หรือ รบกวนการทำงานของระบบสื่อสาร เป็นต้น ปัญหาที่สำคัญอีกประการหนึ่งของระบบไฟฟ้ากำลังก็คือ ปัญหาของแรงดันที่ตกคร่อมโหลดมีค่าระดับแรงดันไม่คงที่ อันเนื่องมาจากกรณีที่แหล่งจ่ายมีระดับแรงดันไม่คงที่ หรือในกรณีที่อิมพีแดนซ์ของแหล่งจ่าย มีค่าเปลี่ยนแปลงไปเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและโหลดในระบบส่งจ่ายกำลัง ซึ่งผลของการที่ระดับแรงดันตกคร่อมโหลดมีค่าไม่คงที่ อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆได้

สำหรับวิธีการแก้ปัญหาของฮาร์มอนิกนั้น ในปัจจุบันก็ได้มีการนำเอาวงจรกรองกำลังแบบพาสซีฟ เข้ามาติดตั้งเพื่อที่จะกรองกระแสฮาร์มอนิกทิ้งออกไปจากระบบ ดังที่แสดงในรูปที่ 1.1(ก) ซึ่งสามารถเขียนแสดงเป็นวงจรสมมูลหนึ่งเฟสได้ตามรูปที่ 1.2(ก). แต่อย่างไรก็ตาม การใช้วงจรกรองกำลังแบบพาสซีฟก็ยังมีข้อจำกัดที่ว่า

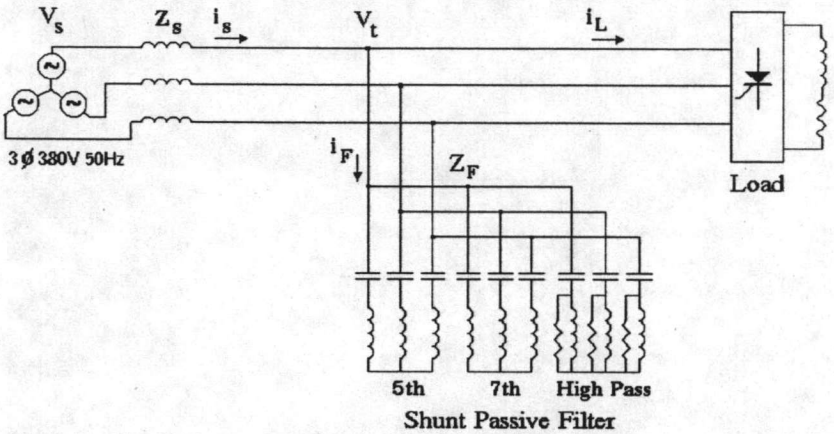
1. ลักษณะสมบัติของการกรอง ของวงจรกรองกำลังแบบพาสซีฟขึ้นอยู่กับอิมพีแดนซ์ของแหล่งจ่ายกำลัง (Z_s)

2. อาจเกิดกระแสไหลในตัวเก็บประจุ และตัวเหนี่ยวนำ เกินค่าพิกัดในกรณีที่แรงดันจากแหล่งจ่ายมีส่วนของฮาร์มอนิกปนเข้ามาด้วย

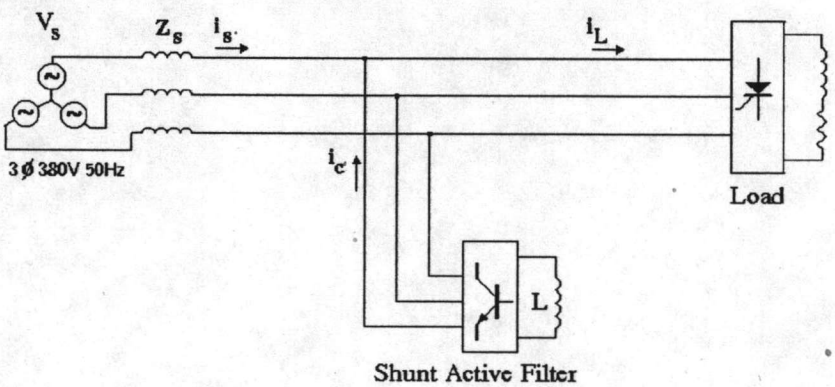
3. เมื่อมองจากทางด้านโหลด จะมีผลของเรโซแนนซ์แบบขนาน ซึ่งกระแสฮาร์มอนิกอาจจะทำให้เกิดกระแสสูงไหลระหว่างแหล่งจ่าย และ วงจรกรองแบบพาสซีฟ และยังทำให้เกิดแรงดันสูงตกคร่อมโหลดด้วย (F. Z. Peng, 1988)

จากข้อจำกัดดังกล่าวก็ได้มีการพัฒนานำเอาวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนานเข้ามาใช้ในการแก้ปัญหาฮาร์มอนิก (S. Y. Choe, 1993) (Tokuo, 1990) โดยที่วงจรกำลังกรองแอกทีฟแบบขนานจะทำตัวเสมือนแหล่งจ่ายกระแส ที่จะทำหน้าที่ในการผลิตกระแสในส่วนของฮาร์มอนิกขึ้น

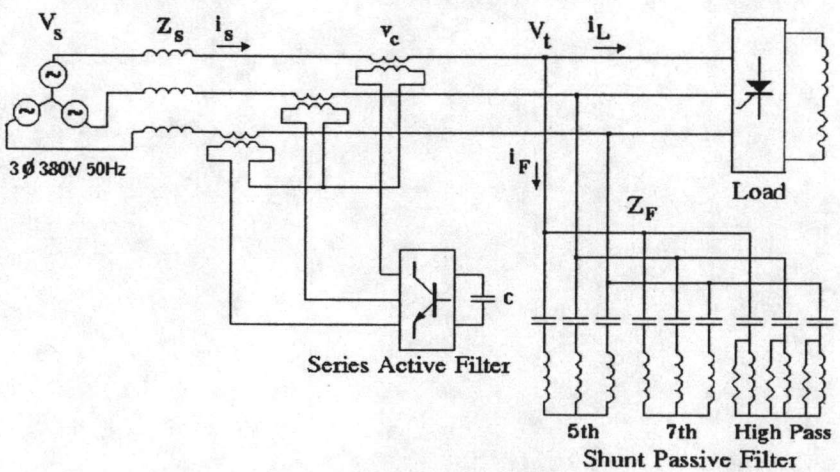
มาหักล้างกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดจากโหลด ซึ่งจะทำให้กระแสที่จ่ายออกมาจากแหล่งจ่าย มีรูปร่างเป็นไซน์มากขึ้น ระบบที่ใช้วงจรกรองแอกทีฟแบบขนานสามารถแสดงดังรูปที่ 1.1(ข) และสามารถเขียนเป็นวงจรสมมูลหนึ่งเฟสได้ตามรูปที่ 1.2(ข)



(ก) ระบบที่ใช้วงจรกรองกำลังแบบพาสซีฟ



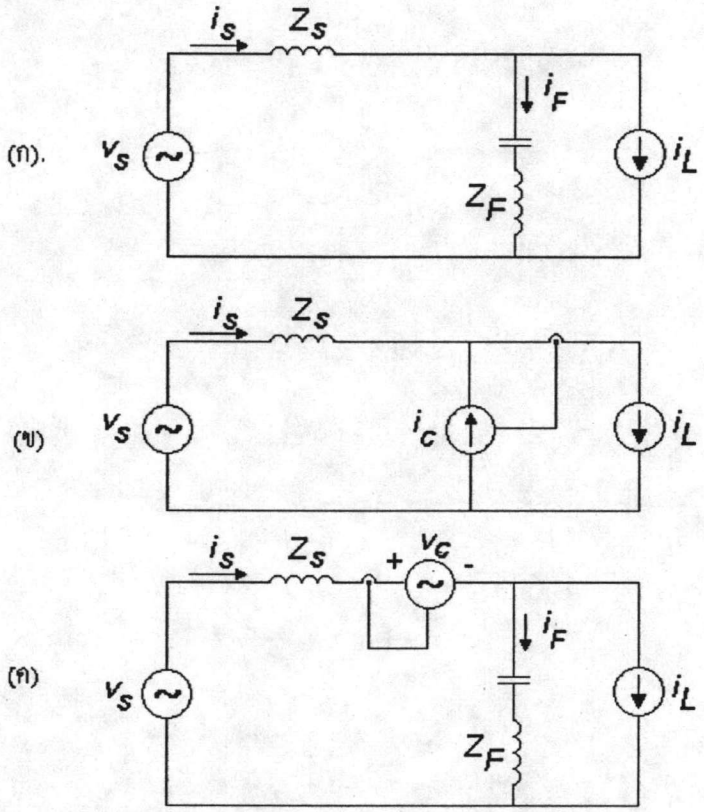
(ข) ระบบที่ใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนาน



(ค) ระบบที่ใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบอนุกรม

รูปที่ 1.1 ระบบและการใช้วงจรกรองแบบต่างๆ

อย่างไรก็ตามวงจรกรองแอกทีฟแบบขนานก็ยังมีข้อจำกัดที่ว่า ลักษณะของโหลดที่ต่ออยู่นั้นต้องมีอิมพีแดนซ์สูง(ลักษณะเป็นแบบแหล่งจ่ายกระแส)เท่านั้น ไม่สามารถที่จะใช้กับโหลดที่มีอิมพีแดนซ์ต่ำ(ลักษณะเป็นแบบแหล่งจ่ายแรงดัน)ได้ เนื่องจากหากโหลดที่ใช้มีอิมพีแดนซ์ต่ำ เมื่อวงจรกรองแอกทีฟแบบขนานสร้างกระแสฮาร์มอนิกขึ้นมาหักล้างกับกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดจากโหลด กระแสที่วงจรกรองแอกทีฟแบบขนานสร้างขึ้นมานั้นอาจไหลกลับไปหาโหลดได้ ซึ่งจะเป็นการเสริมให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกทางด้านโหลดให้มีค่ามากขึ้น ถึงแม้ว่ากระแสฮาร์มอนิกทางด้านแหล่งจ่ายจะถูกหักล้างก็ตาม



(ก). วงจรสมมูลหนึ่งเฟสของระบบที่ใช้วงจรกรองกำลังแบบพาสซีฟ

(ข). วงจรสมมูลหนึ่งเฟสของระบบที่ใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนาน

(ค). วงจรสมมูลหนึ่งเฟสของระบบที่ใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบอนุกรม

รูปที่ 1.2 วงจรสมมูลหนึ่งเฟสของระบบที่ใช้วงจรกรองแบบต่างๆ

เพื่อแก้ไขปัญหาในเรื่องของฮาร์มอนิก และปัญหาของระดับแรงดันที่ตกคร่อมโหลด ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในข้างต้น งานวิจัยนี้จึงได้เสนอวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบอนุกรม ที่ต่อร่วมกับวงจรกรองกำลังแบบพาสซีฟ โดยระบบที่ใช้วงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบอนุกรมนี้สามารถแสดงดังรูปที่ 1.1(ค) และสามารถเขียนแสดงเป็นวงจรสมมูลหนึ่งเฟสได้ตามรูปที่ 1.2(ค). วงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบอนุกรมนี้สามารถที่จะแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดกับวงจรกรองกำลังแบบพาสซีฟ และวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบขนาน โดยที่วงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบอนุกรมจะทำตัวเสมือน

แหล่งจ่ายแรงดัน ที่จะต่ออนุกรมอยู่กับโหลด และ วงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบอนุกรมนี้จะกระทำต่อกระแสฮาร์มอนิกเสมือนตัวต้านทานที่จะคอยกั้นไม่ให้กระแสฮาร์มอนิกจากโหลดไหลผ่านไปยังแหล่งจ่าย ในขณะเดียวกันก็จะคอยกั้นไม่ให้กระแสฮาร์มอนิกจากแหล่งจ่ายไหลผ่านไปยังโหลด

นอกจากนี้วงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบอนุกรม ยังสามารถที่จะแก้ปัญหาของระดับแรงดันที่ตกคร่อมโหลดที่มีค่าไม่คงที่ได้ โดยวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบอนุกรม สามารถที่จะกระทำต่อกระแสหลักมูล เสมือนตัวเก็บประจุ หรือ ตัวเหนี่ยวนำ เพื่อที่จะชดเชยระดับแรงดันที่ตกคร่อมโหลดให้มีค่าคงที่

จากที่ได้กล่าวมาในข้างต้นจะเห็นได้ว่าการใช้วงจรกรองกำลังพาสซีฟร่วมกับวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบอนุกรม จะมีข้อดีดังนี้คือ

1. ลักษณะสมบัติการกรองของวงจรกรองกำลัง จะไม่ขึ้นกับอิมพีแดนซ์ของแหล่งจ่ายกำลัง (Z_s)

2. กระแสฮาร์มอนิกจากโหลดจะถูกกั้นไม่ให้ไหลผ่านไปยังแหล่งจ่าย และในขณะเดียวกันกระแสฮาร์มอนิกจากแหล่งจ่ายก็จะถูกกั้นไม่ให้ไหลผ่านไปยังโหลด

3. ไม่มีผลของเรโซแนนซ์แบบขนาน และ แบบอนุกรม

4. สามารถใช้ได้กับโหลดทั้งที่มีลักษณะเป็นแบบแหล่งจ่ายกระแส และแบบที่เป็นแหล่งจ่ายแรงดัน

5. ขนาด kVA ของวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบอนุกรมจะมีขนาดเล็ก เมื่อเทียบกับวงจรกรองกำลังแบบขนาน

<u>ขอบเขตการวิจัย</u>

พัฒนาวงจรกรองกำลังแอกทีฟแบบอนุกรมที่สามารถใช้กับระบบแรงดันสามเฟสสามสาย 380 โวลต์ ขนาด 3 kVA ที่มีคุณสมบัติดังนี้

1. สามารถที่จะลดกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดจากโหลดในอันดับที่ 11 ลงมา ให้ไหลเข้าไปสู่แหล่งจ่ายกำลังได้ไม่เกิน 50 %

2. รักษาระดับแรงดันที่โหลดให้มีค่าคงที่ เมื่อระดับแรงดันคร่อมโหลดตกไม่เกิน 10 %

<u>ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ</u>

1. ค้นคว้า, ศึกษาข้อมูล เกี่ยวกับวงจรกรองกระแสฮาร์มอนิก

2. จำลองระบบโดยคอมพิวเตอร์ เพื่อศึกษา และ วิเคราะห์การทำงาน

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

3. ออกแบบ และ ทดลองสร้างวงจรในแต่ละส่วน
4. แก้ไขปรับปรุงวงจรในแต่ส่วน
5. นำวงจรแต่ละส่วนมาประกอบกัน และทำการทดลองเพื่อแก้ไขส่วนบกพร่อง
6. ทำการทดสอบวงจรทั้งหมด และทดลองใช้งาน
7. ประเมินผลและเขียนวิทยานิพนธ์

<u>ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ</u>

1. ได้เรียนรู้เทคนิคการขจัดฮาร์มอนิก แบบต่างๆ
2. เป็นการพัฒนาเทคโนโลยีที่จำเป็น ในการลดปัญหาที่เกิดเนื่องมาจากฮาร์มอนิก และการรักษาระดับแรงดันที่ตกคร่อมโหลด โดยการนำเอาไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาใช้ในการแก้ไข
3. ผลการศึกษาวิจัย และพัฒนา สามารถนำไปใช้ในอุตสาหกรรมได้