บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของวิทยานิพนธ์

ปัญหาคุณภาพไฟฟ้าเป็นปัญหาที่พบเสมอในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะโรงงานอุตสาหกรรมที่นำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาประยุกต์ใช้ เช่น ตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ด้วย VSD หรือ อินเวอร์เตอร์ หรือ ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน เป็นต้น ผลกระทบของคุณภาพไฟฟ้าที่ไม่มีมาตรฐาน เช่น การเกิดไฟกระโชก ไฟฟ้าเกิน การเปลี่ยนแปลงชั่วขณะ หรือ ฮาร์มอนิก ปัญหาฮาร์มอนิกเป็นปัญหาคุณภาพไฟฟ้าปัญหาใหญ่ ซึ่งภาคอุตสาหกรรมตระหนักมากและต้องแก้ไข เนื่องจากส่งผลกระทบถึงระบบอื่นๆได้มาก อาทิ อุตสาหกรรมการเชื่อม หรือ อุตสาหกรรมด้านการอาร์ค จะสร้างฮาร์มอนิกเป็นจำนวนมาก และมีการแพร่ของฮาร์มอนิกที่ไม่แน่นอน และมักจะส่งผลกระทบกับคาปาซิเตอร์ที่ใช้ปรับตัวประกอบกำลังของระบบไฟฟ้า ทำให้เกิดความร้อนที่คาปาซิเตอร์และเกิดการเสียหายได้ง่าย การแก้ไขโดยทั่วไปมักจะใช้ตัวกรองฮาร์มอนิกแบบพาสซีฟและแบบแอคทีฟ การใช้ตัวกรองพาสซีฟจะมีราคาถูก แต่จะต้องติดตั้งจำนวนมาก และไม่สามารถควบคุมได้เมื่อโหลดเปลี่ยน การใช้ตัวกรองแอคทีฟจะใช้ราคาแพง ดังนั้นการปรับปรุงวงจรในส่วนสร้าง ฮาร์มอนิกจะเป็นที่นิยมพัฒนา ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการลดปัญหาของฮาร์มอนิกในเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ซึ่งได้นำเสนอ 3 วิธี คือ

1. วิธีการใช้ ดีซี โช๊ค ติดตั้งที่ DC BUS
2. วิธีการใช้วงจร Valley Fill ติดตั้งที่ DC BUS
3. วิธีการใช้วงจร DC Chopper ติดตั้งที่ DC BUS

โดยการดำเนินการสร้างเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ที่มีวงจรเดียวกันกับที่ใช้งานตามท้องตลาดและปรับปรุงตามวิธีที่ได้นำเสนอ

1.2 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การปรับปรุงการลดกระแสฮาร์มอนิกจากผลของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า ที่ประกอบด้วยคอนเวอร์เตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง 3 เฟส และอินเวอร์เตอร์

2. เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การเกิดฮาร์มอนิกจากเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้งานทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม

3. เพื่อนำเสนอวิธีการลดกระแสฮาร์มอนิก ที่เกิดจากเครื่องเชื่อมด้วยวิธีต่าง ๆ

4. ใช้ค่าความผิดเพี้ยนของกระแสฮาร์มอนิกรวม (Total Harmonic Distortion : THD) เป็นตัวประเมินการลดลงของกระแสฮาร์มอนิก

1.3 คำถาม /สมมติฐานของวิทยานิพนธ์

1. เครื่องเชื่อมเป็นแหล่งจ่ายฮาร์มอนิกที่มีผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าหรือไม่

2. การปรับปรุงโดยใช้การชดเชยวงจรคอนเวอร์เตอร์ตามวิธีทั้ง 3 วิธีสามารถทำให้ฮาร์มอนิกลดลงได้หรือไม่

1.4 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. สร้างเครื่องเชื่อมไฟฟ้า เพื่อใช้ในการวิจัย โดยมีวงจรคล้ายกับเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ขนาด 15 กิโลโวลท์แอมป์ แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 400 โวลท์ 3 เฟส

2. ทดสอบการแพร่กระจายของกระแสฮาร์มอนิก โดยการวัดแรงดันฮาร์มอนิกและกระแสฮาร์มอนิก จาก 2 กลุ่มตัวอย่าง คือ เครื่องเชื่อมที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมและจากเครื่องเชื่อมที่สร้างขึ้น ด้วยเครื่องวัดคุณภาพไฟฟ้า ในขณะที่ทำการเชื่อม

3. ออกแบบการปรับปรุงกระแสฮาร์มอนิก โดยติดตั้ง DC. Choke ที่ DC Bus ของคอนเวอร์เตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 3 เฟส และทำการวัดฮาร์มอนิก

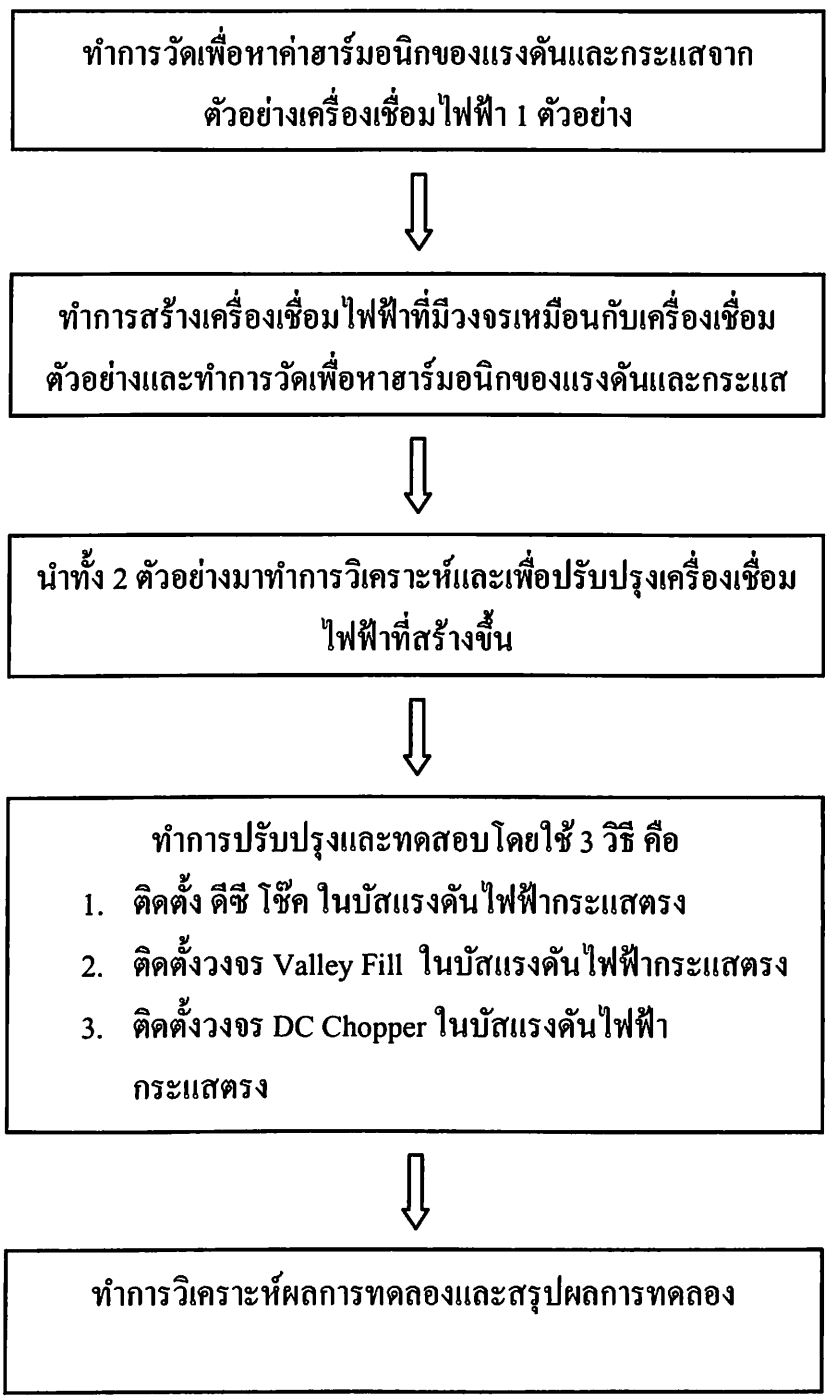
4. ติดตั้งวงจร Valley Fill ที่ DC Bus ของคอนเวอร์เตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง 3 เฟส

5. ติดตั้งวงจร DC Chopper ที่ DC Bus ที่ตำแหน่งเดียวกับข้อ 3 และข้อ 4

6. ประเมินค่า THD ก่อนและหลังการปรับปรุงทั้ง 3 แบบ

1.5 กรอบแนวคิดของวิทยานิพนธ์

การศึกษาและวิเคราะห์การปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้าจากผลของเครื่องเชื่อมไฟฟ้าโดยใช้คอนเวอร์เตอร์ 3 เฟส ที่มีตัวปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังโดยมีกรอบแนวคิดดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 กรอบแนวคิดของวิทยานิพนธ์

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับฮาร์มอนิกในเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่มีผลต่อคุณภาพไฟฟ้า
2. ทราบถึงปัญหาและสามารถแก้ไขปรับปรุงได้
3. ทราบถึงผลกระทบที่เกิดจากฮาร์มอนิก

1.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Bhim Singh, Swati Narula and G. Bhuvaneswari, (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการปรับปรุงคุณภาพไฟฟ้า โดยใช้ Full Bridge Modular Converter ที่มีคุณสมบัติที่น่าสนใจ คือการปรับปรุง Power Factor ของ DC-DC Switching Control หม้อแปลงแยกความถี่สูง และการเปลี่ยนแปลง กำลังแบบ Single-Stage โดย Converter จะถูกออกแบบมาเพื่อการใช้งานทั้งใน CCM และ DCM ในการจัดอันดับพลังงานที่แตกต่างกัน ที่นำเสนอระบบอย่างมีนัยสำคัญจะช่วยเพิ่มการตอบสนองแบบไดนามิกของ Converter เกณฑ์สำหรับการได้รับปัจจัยพลังงานสูง ซึ่งจะถูกนำมาวิเคราะห์และได้ค่า Power Factor ที่ดีที่สุดจากการลดลงของ THD (Total Harmonics Distortion) ในกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า AC ซึ่งการออกแบบและวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรม MATLAB และทดสอบโดยการ SIMULINK ซึ่งการทดลองสามารถสรุปได้ว่า การใช้ Full Bridge Modular Converter จะช่วยทำให้ค่า Power Factor มีค่าเข้าใกล้หนึ่งมากขึ้น

Cao Wende, Li Shiqing, Xiong Nan and Li Jiufu, (2012) ได้ศึกษาเกี่ยวกับความถี่สูงในเครื่องเชื่อมที่เกิดความสูญเสียเนื่องจากฮาร์มอนิก โดยใช้ 3 วิธีในการวิเคราะห์ คือ ความผิดเพี้ยนของฮาร์มอนิกในเครื่องเชื่อมความถี่สูง การประหยัดพลังงาน และการแก้ฮาร์มอนิก จากการวิเคราะห์และการคำนวณพบว่า การที่จะแก้ไขปัญหาความผิดเพี้ยนของฮาร์มอนิกขึ้นอยู่กับข้อมูลความถี่สูงที่ได้จากแต่ละบริษัท การที่จะประหยัดพลังงานได้มากน้อยแค่ไหนก็อยู่ที่การแก้ฮาร์มอนิก

Jian-Min Wang, Sen-Tung Wu, Shang-Chin Yen and Huang-Jen Chiu, (2011) ได้ศึกษาเกี่ยวกับวงจรเรียงกระแสแบบ Double แหล่งที่มาของกระแสและแรงดันกระชาก พบว่าการเรียงกระแสทางด้านเอาท์พุท จะถูกแทนที่โดยการทวีกระแสเนื่องจากจะการลดการกระเพื่อมของกระแสแล้ว จะช่วยการลดความเสียหายที่เกิดจากการนำรูปแบบทวีกระแสการเหนี่ยวนำที่ต่ำกว่าของตัวเหนี่ยวนำสามารถช่วยป้องกันแรงดันกระชาก ในช่วงระยะเวลาการแลกเปลี่ยน นอกจากนี้เครื่องเชื่อมอาร์คมีสูงขึ้น การลดลงการสูญเสียกระแสเอาท์พุท และการเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่อง

เชื่อมอาร์ค ผลการทดลองของระบบต้นแบบได้ยืนยันกับทฤษฎีการวิเคราะห์ ดังนั้นข้อเสนอของอินเวอร์เตอร์การเชื่อมอาร์ค AC โดยเฉพาะอย่างยิ่งเหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้งานเชื่อมอาร์ค AC ที่ให้กระแสทางด้านเอาท์พุทสูง

Ezio F. da Silva, José Rubens M. Jr., Américo Scotti and José Carlos de Oliveira, (2011)ได้ศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้า จากผลกระทบของโหมดการถ่ายโอนแบบที่แตกต่างกันในกระบวนการเชื่อมแบบ Gas Metal Arc Welding (GMAW) โดยแบ่งเป็น: ลัดวงจร สเปรย์ ทรงกลมและพัลส์ สรุปได้ว่า การเลือกพารามิเตอร์ที่ถูกต้องของ GMAW คือสิ่งจำเป็นสำหรับการปฏิบัติงานที่ดีที่สุด ของการเชื่อมในทางตรงกันข้ามพารามิเตอร์ที่เหมาะสม (จากจุดที่ดูจากกระบวนการเชื่อม)สามารถนำไปสู่พลังงานที่แตกต่างกัน ปัญหาที่มีในด้านคุณภาพของไฟฟ้า AC ตามโหมดการถ่ายโอนเป็นที่น่าพอใจ ในการนี้ความรู้สึกบางอย่างจากการวิเคราะห์คุณภาพไฟฟ้าขึ้นอยู่กับการวัดแสง ผลที่เกี่ยวข้องกับความผันผวนของแรงดันฮาร์มอนิกและอินเตอร์ฮาร์-มอนิก จะนำเสนอในการตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างปัญหาคุณภาพไฟฟ้าและการดำเนินงานภายใต้กระบวนการ GMAW ในโหมดที่แตกต่างกัน

A.Faruk BAKAN,(2009) ได้ศึกษาวิธีการใหม่ที่ช่วยให้การใช้งานของตัวเก็บประจุ Snubber ค่าสูง ที่ขาปกคลุมด้วยวัตถุฉนวนของ PSPWM Converter ได้รับการพัฒนาลักษณะการออกแบบ Converter ที่นำเสนอได้ด้วยแบบจำลอง ลดการเปิดปิดการสูญเสีย Switching และประสิทธิภาพของ Converter จะดีขึ้นที่กระแสสูง Converter ที่นำเสนอมีความเหมาะสมโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับการดำเนินงานของตัวแปรที่ใช้งานกระแสเอาท์พุท เช่น เครื่องเชื่อมไฟฟ้า

เนื้อหาในวิทยานิพนธ์นี้แบ่งเป็น 5 บท โดยมีรายละเอียดดังนี้

บทที่ 1 บทนำ

เป็นการกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา การพิจารณาปัญหาด้านคุณภาพไฟฟ้าในระบบจำหน่ายไฟฟ้ากำลัง เช่นงานเชื่อมไฟฟ้า เป็นสาเหตุที่ทำให้คุณภาพทางไฟฟ้าลดลง เนื่องจากประกอบไปด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง ที่เป็นตัวกำเนิดฮาร์มอนิก การตั้งสมมติฐานและแนวคิดงานวิจัย ขอบเขตงานวิจัย สุดท้ายคือขั้นตอนของการศึกษางานวิจัยในครั้งนี้

บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

กล่าวถึงทฤษฎีต่างๆที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เช่น ทฤษฎีของเครื่องเชื่อม ทฤษฎีของฮาร์มอนิก การเกิดฮาร์มอนิก ผลกระทบต่างๆ อุปกรณ์และวงจรที่ใช้ในการปรับปรุง

บทที่ 3 ระเบียบวิธีวิจัย

การออกแบบและสร้างเครื่องเชื่อมไฟฟ้าที่ใช้ในการวิจัยรวมถึงอธิบายหลักการทำงานของเครื่องเชื่อมไฟฟ้า

บทที่ 4 การทดลองและการวิเคราะห์ผลทดลอง

กล่าวถึงผลการทดลองในแต่ละแบบที่ได้ทำการทดลองรวมถึงการวิเคราะห์ผลการทดลอง

บทที่ 5 สรุปผลของวิทยานิพนธ์และข้อเสนอแนะ

เป็นการสรุปผลที่ได้จากการทดลอง