บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ฮาร์มอนิกเป็นปัญหาหนึ่งของคุณภาพไฟฟ้า เกิดจากอุปกรณ์ในระบบทั้งจากระบบผลิตไฟฟ้า คือ เครื่องกำเนิดไฟฟ้า หม้อแปลงไฟฟ้า คอนเวอร์เตอร์ และอุปกรณ์โหลดทางไฟฟ้าที่เป็นแบบไม่เชิงเส้น คือ เครื่องจักรกลแบบที่ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังควบคุมความเร็วได้ เตาหลอมโลหะ หรืออุปกรณ์ในสำนักงาน เช่น คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

ในอดีตที่ผ่านมา ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบไฟฟ้าไม่ได้ให้ความสนใจเรื่องของฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้ากำลัง เนื่องจากโหลดทางไฟฟ้าที่ใช้ส่วนมากเป็นโหลดแบบเชิงเส้น (Linear Load) ซึ่งไม่มีปัญหาเกี่ยวกับฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้า แต่ในปัจจุบันนี้ มีการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์มากขึ้น เกิดปัญหาเกี่ยวกับคุณภาพไฟฟ้ามากขึ้น จึงหันมาให้ความสำคัญเรื่องของฮาร์มอนิก เนื่องจากเป็นสิ่งรบกวนในระบบไฟฟ้า ส่งผลกระทบต่ออุปกรณ์การทำงาน ระบบป้องกัน ระบบควบคุม ผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องจึงพยายามจะแก้ไขปัญหาของฮาร์มอนิกให้หมดไป หรือให้อยู่ในขอบเขตที่สามารถยอมรับได้

หม้อแปลงไฟฟ้า เป็นบริภัณฑ์ไฟฟ้าหนึ่งที่สำคัญในระบบไฟฟ้ากำลังที่ได้รับผลกระทบจากฮาร์มอนิก จากการศึกษาพบว่า ฮาร์มอนิกมีผลทำให้หม้อแปลงไฟฟ้าเกิดการสูญเสียกำลังไฟฟ้าในส่วนประกอบต่างๆของหม้อแปลงไฟฟ้า เช่น แกนเหล็ก ขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้า เป็นผลทำให้หม้อแปลงไฟฟ้ามีความสามารถในการจ่ายกำลังไฟฟ้าน้อยลง

นัยเดียวกัน การที่หม้อแปลงไฟฟ้าเกิดการสูญเสียมากขึ้น ก็เหมือนกับว่าหม้อแปลงไฟฟ้าได้รับความร้อนเพิ่มขึ้นจากผลกระทบของฮาร์มอนิกโดยความร้อนที่เกิดขึ้นนี้อาจมีผลกระทบทำให้ฉนวนหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งได้แก่ ฉนวนน้ำมัน (Transformer oil insulation) และฉนวนกระดาษ (Transformer paper insulation) เสียหายทั้งคุณลักษณะทางกายภาพ ทางเคมี และทางไฟฟ้า ส่งผลกระทบให้คุณสมบัติการเป็นฉนวนลดลง อายุการใช้งานหม้อแปลงมีอัตราลดลงมากกว่าที่ควรจะเป็นอันเนื่องจากผลของความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวม ในการที่วินิจฉัยว่าฉนวนของหม้อแปลงไฟฟ้านั้นถูกทำลาย หรือเสื่อมสภาพนั้น สามารถพิจารณาจากการทดสอบน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าโดยวิธีการ Dissolved Gas Analysis ซึ่งเป็นการหาก๊าซผิดพร่อง (Fault gases) ที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า

วิทยานิพนธ์นี้ทำการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวม(THD) กับชนิดและปริมาณของก๊าซผิดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าโดยใช้วิธีการถดถอยแบบกำลังสองน้อยสุด (Least Squares Regression)

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษาผลกระทบของฮาร์มอนิกที่มีต่อหม้อแปลงไฟฟ้า

2. เพื่อศึกษา วิเคราะห์ความสัมพันธ์ระหว่างความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวม(THD)กับชนิดและปริมาณของก๊าซผิดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า

1.3 ความสำคัญของการศึกษา

เป็นข้อมูลเบื้องต้นหรือเป็นแนวทางหนึ่งในการที่จะประเมินระดับหรือผลกระทบของความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกจากการวิเคราะห์ก๊าซผิดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อที่จะใช้เป็นข้อมูลประกอบการวินิจฉัยสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า รวมถึงการวางแผนในการบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

1.4 คำถามการวิจัย / สมมุติฐานการวิจัย

ความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมมีผลกระทบต่อการเกิดก๊าซผิดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าหรือไม่ และมีความสัมพันธ์กันอย่างไร เมื่อวิเคราะห์โดยวิธีการถดถอยแบบกำลังสองน้อยสุด

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษา วิเคราะห์และความสัมพันธ์เฉพาะการเกิดก๊าซผิดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าที่เกิดจากปัจจัย ความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมโดยการตรวจวัดจากการใช้งานจริงในสถานประกอบการ และเอกสารงานวิจัยทางวิชาการประกอบการศึกษาวิจัย

1.6 ประโยชน์ที่จะได้รับ

1 ทราบถึงผลกระทบของฮาร์มอนิกต่อหม้อแปลงไฟฟ้า

2 ทราบปัจจัยการเกิดก๊าซผิดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า

3 ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวมกับชนิดและปริมาณก๊าซผิดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า

1.7 นิยามศัพท์

1. ฮาร์มอนิก (Harmonic) : ส่วนประกอบในรูปสัญญาณคลื่นไซน์ของสัญญาณหรือปริมาณเป็นคาบใดๆซึ่งมีความถี่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่หลักมูล ยกตัวอย่างเช่น ฮาร์มอนิกที่ 3 คือ ส่วนประกอบที่มีความถี่เป็น 3 เท่าของความถี่หลักมูล

1. ความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิก (Harmonic Distortion) : การเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นทางไฟฟ้าไปจากรูปสัญญาณคลื่นไซน์ โดยเกิดจากการรวมกันของค่าความถี่หลักมูลและฮาร์มอนิกอื่นๆเข้าด้วยกัน

2. ความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวม (Total Harmonic Distortion ,THD) : อัตราส่วนระหว่างค่ารากที่สองของผลบวกกำลังสอง (Root Sum Square) ของค่า RMS ของส่วนประกอบฮาร์มอนิก (Harmonic component) ทุกค่า กับค่า RMS ของส่วนประกอบความถี่หลักมูล เทียบเป็นร้อยละ

3. ก๊าซผิดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า (Fault Gases) : ก๊าซที่เกิดจากความผิดพร่องในฉนวนเหลว และฉนวนแข็งเนื่องจากความเครียดทางไฟฟ้า ความร้อน ซึ่งส่งผลกระทบต่อคุณลักษณะทางไฟฟ้าและอายุการใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้า

4. วิธีการถดถอยแบบกำลังสองน้อยสุด (Least Squares Regression) : วิธีการทางสถิติหรือระเบียบวิธีเชิงตัวเลข ใช้สำหรับศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณ 2 ตัวขึ้นไป เพื่อหารูปแบบความสัมพันธ์หรืออิทธิพลที่มีต่อกัน