

ชุดเครื่องมือสำหรับทดสอบหม้อแปลงจำหน่าย The Equipment for Distribution Transformer Tests

ธวัช เกิดชื่น พินิจ ศรีธร และกฤตวิทย์ บัวใหญ่

บทคัดย่อ

งานวิจัยมีจุดประสงค์เพื่อสร้างชุดเครื่องมือสำหรับทดสอบหม้อแปลงจำหน่าย การทดสอบประจำจะต้องทดสอบหม้อแปลงทุกตัวก่อนการติดตั้ง ชุดเครื่องมือประกอบด้วย การทดสอบความต้านทานขดลวด ความสูญเสียขณะไม่มีโหลด เปอร์เซ็นต์อิมพีแดนซ์ ความสูญเสียขณะพิกัดโหลด การกระจัดเฟสของแรงดัน และความเป็นฉนวนของน้ำมันหม้อแปลง

การทดสอบความต้านทานของขดลวดใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในการทดสอบ ความสูญเสียขณะไม่มีโหลดนั้นเครื่องมือวัดจะอยู่ด้านแรงดันต่ำ เปอร์เซ็นต์อิมพีแดนซ์ได้จากการทดสอบลัดวงจร โดยเครื่องมือวัดอยู่ด้านแรงดันสูง การทดสอบลัดวงจรกระทำไม่ได้ถึงพิกัดกระแส อย่างไรก็ตามก็เพียงพอต่อความถูกต้องตามมาตรฐาน มอก.384-2543. การกระจัดเฟสของแรงดันสามารถดูได้จากออสซิลโคปที่ดูเฟสของแรงดันที่เลื่อนไป และเครื่องมือสำหรับทดสอบน้ำมันหม้อแปลงนั้นจะใช้คอมพิวเตอรืควบคุมให้มอเตอร์ขับหม้อแปลงแบบอัตโนมัติเพื่อป้อนแรงดันให้หม้อแปลงแรงดันสูง 220V/60kV

จากผลการทดสอบโดยใช้ชุดเครื่องมือนี้ทดสอบหม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 30kVA 22kV/400V ของบริษัทเอกชน ผลปรากฏว่าได้ค่าใกล้เคียงตามป้ายชื่อของหม้อแปลง การรายงานผลการทดสอบใช้คอมพิวเตอร์

Abstract

This research purposed to construct the equipment for distribution transformer routine testing. The routine test must take every transformer before installation. The equipment consist of resistance test, no load loss test, percent impedance test, on load loss test, phase displacement test and dielectric test or oil test.

The resistance test uses DC testing. The measurement is on the low voltage side for no load loss test. The percentage of impedance test by short circuit on the low voltage side, the measurement is on the high voltage side. The short circuit test can not test at the rated current but it has accepted to TIS.384-2543. The phase displacement is

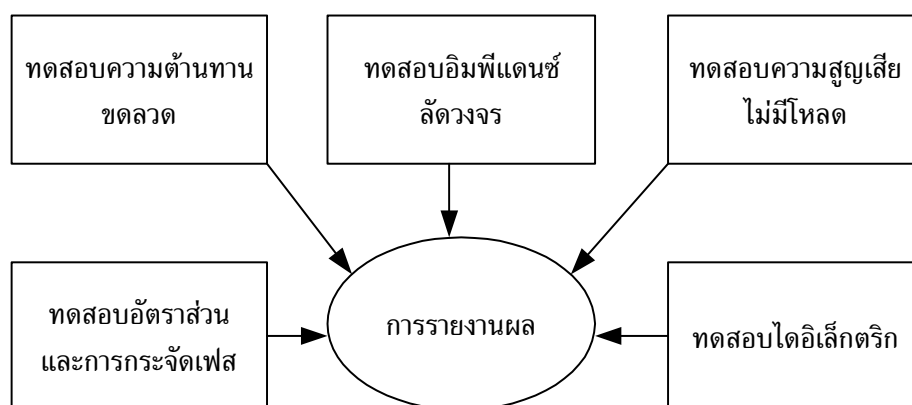
known from the oscilloscope by the phase of two channels from primary and secondary side. The finally of equipment, the variac is driven by step motor which controlled by computer to supplies the voltage for 220V/60kV transformer of oil tester.

The experiment result, the 30kVA 22kV/400V distribution transformer is tested by this equipment. All test sections are reported by computer.

บทนำ

แนวโน้มการใช้พลังงานไฟฟ้ามีสูงขึ้นทุกปี หม้อแปลงจำหน่ายเป็นหม้อแปลงที่เกี่ยวข้องใกล้ชิดกับผู้ไฟฟ้ามาก ปกติการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเป็นผู้ติดตั้งหม้อแปลงจำหน่ายให้ผู้ไฟฟ้า ปัจจุบันผู้ไฟฟ้าสามารถจัดซื้อหม้อแปลงมาติดตั้งเองได้ ดังนั้นการทดสอบหม้อแปลงในระบบจำหน่ายที่เป็นการทดสอบประจำ ซึ่งจะต้องทำกับหม้อแปลงไฟฟ้าทุกตัวก่อนการติดตั้งนั้นจะเป็นภาระงานให้การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคอย่างมาก หน่วยงานที่เป็นกลางอย่างเช่นสถานศึกษาที่มีการเรียนการสอนด้านวิศวกรรมไฟฟ้าน่าจะสามารถแบ่งเบาภาระนี้ให้กับสังคมได้ นอกจากนี้ยังเป็นการสร้างเสริมประสบการณ์ให้กับนักศึกษา และคณาจารย์ในด้านวิศวกรรมไฟฟ้ากำลังอีกด้วย ดังนั้นทางคณะผู้วิจัยจึงเห็นว่าทางสถาบันควรมีชุดเครื่องมือสำหรับทดสอบหม้อแปลงจำหน่ายเพื่อให้ครอบคลุมการทดสอบประจำ จึงได้เสนอและริเริ่มงานวิจัยชุดนี้ขึ้นมา

ชุดเครื่องมือสำหรับทดสอบหม้อแปลงในระบบจำหน่ายนั้นประกอบด้วย การทดสอบหาค่าความต้านทานขดลวด การหาค่าความสูญเสียขณะไม่มีโหลด การหาค่าเปอร์เซ็นต์อิมพีแดนซ์ การหาค่าความสูญเสียในขดลวด การกระจัดเฟสของแรงดันระหว่างด้านปฐมภูมิกับด้านทุติยภูมิ และการทดสอบความเป็นฉนวนในหม้อแปลง ภาพรวมของชุดเครื่องมือที่คาดหวังจะสร้างขึ้นนั้นเป็นดังรูป



รูปที่ 1 ภาพรวมชุดเครื่องมือทดสอบหม้อแปลงจำหน่าย

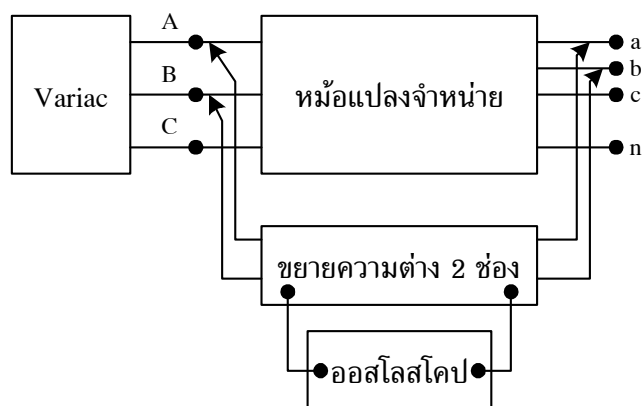
วิธีการวิจัย

การเริ่มสร้างชุดเครื่องมือทดสอบหม้อแปลงจำหน่ายนั้นจะเริ่มต้นจากศึกษามาตรฐาน และการทดสอบหม้อแปลงเสียก่อน การทดสอบประจำซึ่งจะทำกับหม้อแปลงทุกตัวนั้น ประกอบด้วย การทดสอบดังต่อไปนี้

- การวัดความต้านทานของขดลวด
- การวัดอัตราส่วน และการตรวจสอบการกระจัดเฟส
- การวัดอิมพีแดนซ์ลัดวงจร
- การวัดความสูญเสียมีโหลด
- การวัดความสูญเสียไม่มีโหลดและกระแสไม่มีโหลด
- การทดสอบประจำไดอิเล็กตริก

การทดสอบความต้านทานของขดลวดต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงในการทดสอบ และต้องให้อุณหภูมิภายในหม้อแปลงเท่ากันตลอด ดังนั้นการทดสอบนี้อาจจัดให้เป็นเรื่องแรกที่จะทดสอบ อย่างไรก็ตามความต้านทานของขดลวดอาจทดสอบได้จากการทดสอบลัดวงจร

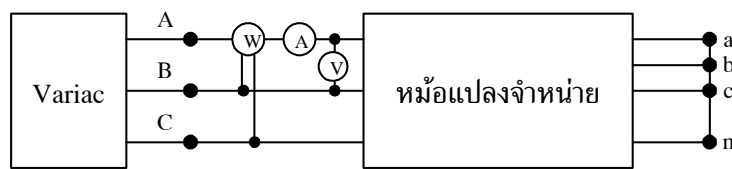
การวัดอัตราส่วนและการกระจัดเฟส จะวัดอัตราส่วนแรงดันระหว่างขดลวดเมื่อจุดแยกอยู่ในทุกตำแหน่ง สำหรับการวัดการกระจัดเฟสนั้นจะวัดด้วยออสซิลโคสโคระหว่างขั้ว A-B ด้านปฐมภูมิ เทียบกับขั้ว a-b ด้านทุติยภูมิ เมื่อทราบว่ามีมุมระหว่างแรงดันห่างกันเป็นเวลาเท่าใดก็สามารถคำนวณเป็นองศาได้ ก็จะกำหนดทราบว่ากลุ่มของเวกเตอร์เป็นกลุ่มใดตรงกับป้ายชื่อของหม้อแปลงหรือไม่ ลักษณะการวัดเป็นดังรูป



รูปที่ 2 การวัดเฟสแรงดันที่ขั้วด้านปฐมภูมิและด้านทุติยภูมิเพื่อเปรียบเทียบกัน

จากรูปที่ 2 การวัดรูปคลื่นแรงดันด้านปฐมภูมิ และทุติยภูมิเปรียบเทียบกับก่อนที่จะนำรูปคลื่นไปแสดงที่ออสโคปนั้นจะให้ผ่านวงจรขยายความต่างที่มี 2 ช่องสัญญาณเสียก่อน เพราะว่าออสโคปเป็นแบบมีกราวด์เดียวและระดับแรงดันที่รับมามีค่าสูง

การวัดอิมพีแดนซ์ลัดวงจรเป็นส่วนสำคัญที่จะทราบว่าหม้อแปลงมีความสูญเสียในขดลวดเท่าใด มีแรงดันตกในขดลวดเท่าใด และอิมพีแดนซ์ภายในเป็นกิปเปอร์เซ็นต์ในการทดสอบจะลัดวงจรด้านแรงดันต่ำ และเครื่องวัดจะอยู่ด้านแรงดันสูง เครื่องวัดที่ใช้วัดเป็นแรงดันสายกระแสสาย และกำลังไฟฟ้า 3 เฟส สำหรับเครื่องวัดกำลังไฟฟ้าที่ใช้เป็นเครื่องวัดแบบ 3 เฟสสมดุล ทั้งนี้เนื่องจากเราจะถือว่าหม้อแปลงที่ถูกทดสอบนั้นเป็นระบบ 3 เฟสสมดุล การต่ออุปกรณ์สำหรับการทดสอบหาอิมพีแดนซ์ขดลวดนี้เป็นดังรูป



รูปที่ 3 การวัดอิมพีแดนซ์ขดลวด

การทดสอบลัดวงจรนี้เป็นจุดที่นำไปหาขนาดของแหล่งจ่ายกระแสลับ (Variac) ได้ อาทิ เช่น หม้อแปลงขนาด 30kVA 22kV/400V มีเปอร์เซ็นต์อิมพีแดนซ์เป็นร้อยละ 4 ดังนั้นจะได้กระแสฟักัดด้านแรงดันสูงเป็น 0.787A และอิมพีแดนซ์ร้อยละ 4 คิดเป็นค่าจริงด้านปฐมภูมิมีค่าเป็น

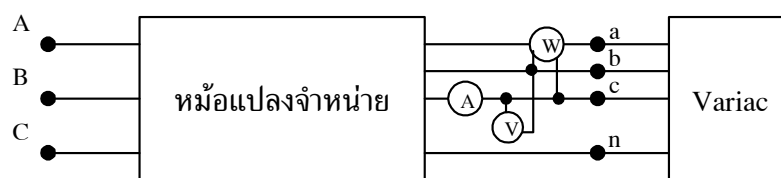
$$Z_{eq,p} = 0.04 \left(\frac{22^2}{0.03} \right) = 645.33 \Omega$$

ดังนั้นถ้าต้องการให้ได้กระแสลัดวงจรที่ฟักัดจะต้องใช้แรงดันต่อเฟสจากแหล่งจ่ายเป็น

$$V_{sc} = 0.787(645.33) = 507.87V$$

ถ้าเป็นแรงดันสายมีค่าเป็น 879V ถ้าหากเราใช้แรงดันเพียงแค่ 440V ที่มาจาก Variac ก็จะได้กระแสลัดวงจรเพียงครั้งเดียวของกระแสพิกัด อย่างไรก็ตามกระแสเพียงครั้งเดียวนี้อาจเพียงพอตั้งในมาตรฐาน มอก.384-2543 การทดสอบเพื่อหาค่าอิมพีแดนซ์ลัดวงจรนี้ตามมาตรฐานแล้วต้องทำกับทั้ง 3 ขด ดังนั้นในการทดสอบเราจึงต้องเปลี่ยนตำแหน่งเครื่องวัดให้ครบ 3 ครั้ง

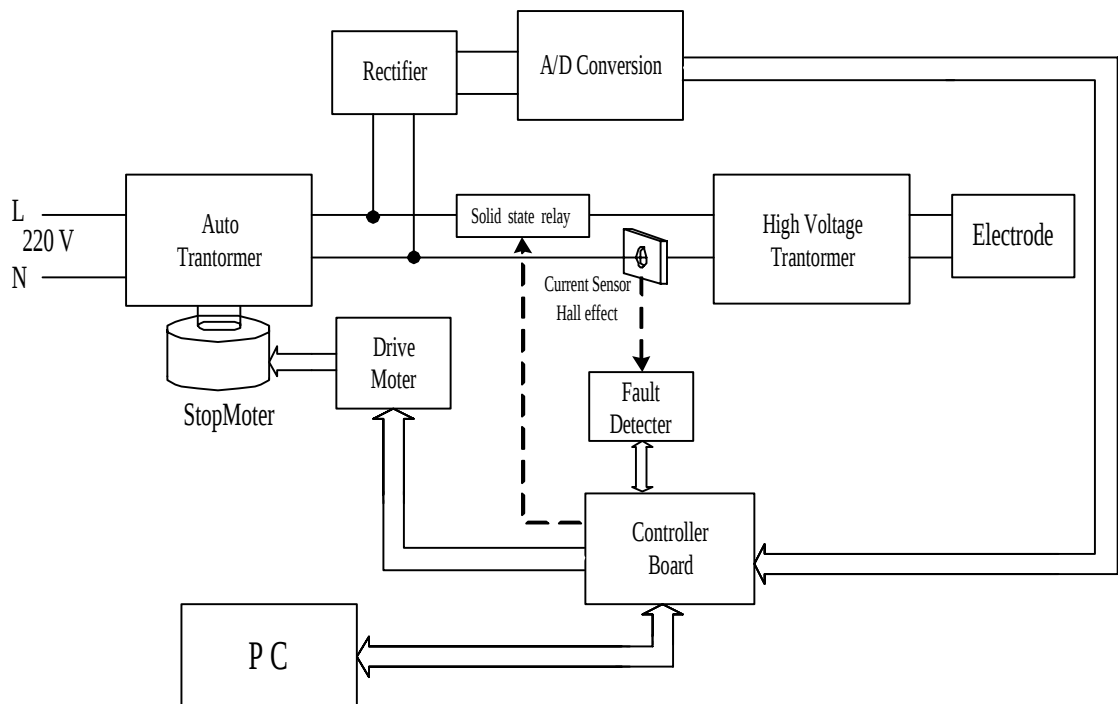
สำหรับการวัดความสูญเสียขณะไม่มีโหลดนั้นเปิดวงจรด้านแรงดันสูง ส่วนเครื่องวัดและแหล่งจ่ายแรงดันจะป้อนที่ด้านแรงดันต่ำ เพราะการวัดต้องป้อนแรงดันที่พิกัด เครื่องวัดที่ใช้เป็นชุดเดียวกันกับการวัดอิมพีแดนซ์ของขดลวด แหล่งจ่ายแรงดันสำหรับการวัดความสูญเสียขณะไม่มีโหลดนี้จะใช้ Variac อันเดียวกับที่ทดสอบลัดวงจร ซึ่งเพียงพอกับระดับแรงดัน และกำลังในขณะที่ไม่มีโหลดที่หม้อแปลงต้องการ การต่อวงจรการเป็นดังรูป



รูปที่ 4 การทดสอบเปิดวงจร

จากรูปที่ 4 ตำแหน่งเครื่องวัดกระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า จะต้องสลับตำแหน่งให้ครบทุกเฟส ซึ่งเฟสไหนที่บักพร่องจะทำให้ผู้ทดสอบทราบได้

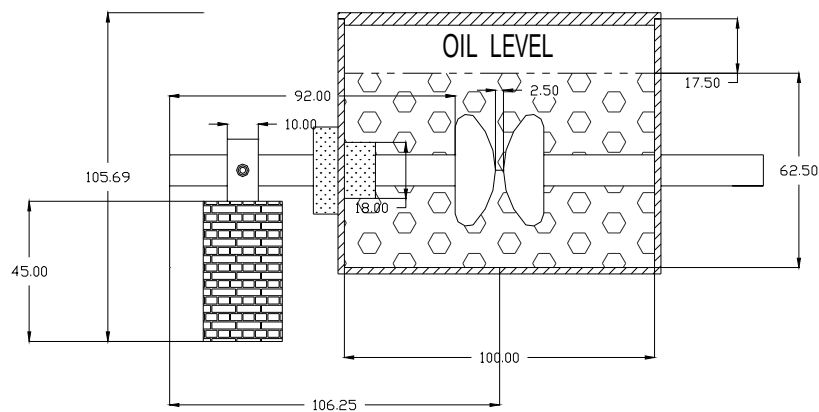
การทดสอบประจำไดโอดเลกทริก หรือทดสอบการเป็นฉนวน อุปกรณ์ที่นำมาเป็นฉนวนในหม้อแปลงจำหน่ายส่วนใหญ่เป็นน้ำมันหม้อแปลง(นอกอาคาร) ดังนั้นการทดสอบความทนต่อแรงดัน (Withstand voltage test) ของน้ำมันหม้อแปลงนั้นก็ถือว่าน้ำมันที่นำมาเป็นฉนวนนั้นสามารถมีความเป็นฉนวนและทนต่อแรงดันได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบส่วนการทดสอบความทนต่อแรงดันของน้ำมันหม้อแปลงโดยภาพรวมของชุดทดสอบน้ำมันหม้อแปลงเป็นดังรูป



รูปที่ 5 ชุดทดสอบน้ำมันหม้อแปลง

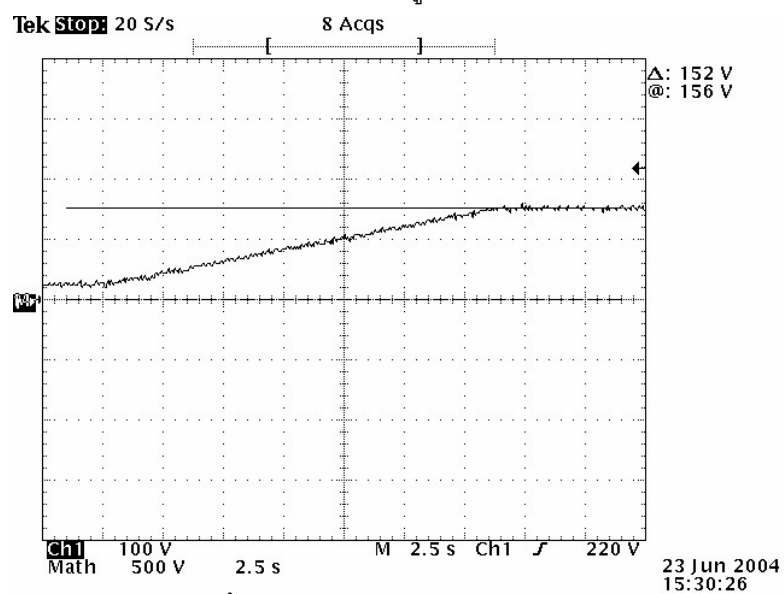
จากรูปที่ 5 เป็นภาพรวมของชุดทดสอบน้ำมันหม้อแปลง ระบบการจ่ายไฟฟ้าให้กับอิเล็กโทรดที่จุ่มอยู่ในน้ำมันหม้อแปลงนั้นเริ่มจาก Variac 1 เฟส ระดับแรงดัน 0-220V ซึ่งถูกควบคุมให้หมุนด้วยมอเตอร์แบบขั้น (step motor) ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมมอเตอร์แบบขั้นให้ขับ Variac ให้แรงดันได้ตามต้องการ แรงดันที่ได้ตามต้องการดูได้จากตัวแปลงจากอนาล็อกเป็นดิจิตอลแล้วส่งไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อแรงดันเพิ่มขึ้นและเกิดการเบรคดาวนในน้ำมันหม้อแปลงขึ้น กระแสไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้น กระแสที่เพิ่มนี้จะถูกจับได้ด้วยตัวตรวจจับกระแสและคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้รีเลย์ตัดไฟฟ้าที่ป้อนให้หม้อแปลงแรงดันสูง

หม้อแปลงแรงดันสูงที่ใช้ป้อนไฟฟ้าให้ชุดหัวทดสอบน้ำมันมีอัตราส่วนเป็น 220V / 30-0-30kV การวัดแรงดันจะวัดด้านแรงดันต่ำแล้วคำนวณไปตามอัตราส่วนของหม้อแปลงเพื่อแสดงค่าแรงดันที่ทดสอบ สำหรับหัวทดสอบมีระยะห่างเป็น 2.5 มิลลิเมตร มีรูปร่างเป็นดังรูป



รูปที่ 6 หัวทดสอบและกล่องบรรจุน้ำมันที่ถูกทดสอบ

แรงดันที่ป้อนให้กับหัวทดสอบนี้เป็นตามมาตรฐาน IEC 156 โดยแรงดันจะถูกปรับขึ้นป้อนให้กับหัวทดสอบเป็น 2kV / วินาที จนถึงระดับแรงดันที่กำหนดตามมาตรฐาน ถ้าหากน้ำมันไม่เกิดการเบรคดาวน์ก็แสดงว่าน้ำมันที่ทดสอบนี้สามารถนำไปใช้ได้ แรงดันด้านแรงต่ำของหม้อแปลงที่จะป้อนให้กับหัวทดสอบนี้มีลักษณะเป็นดังรูป



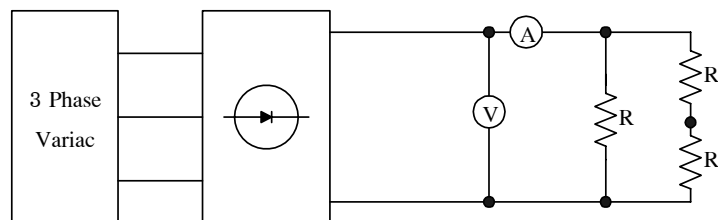
รูปที่ 7 การเพิ่มขึ้นของแรงดันที่ป้อนให้กับหม้อแปลงแรงดันสูง

จากรูปที่ 7 เป็นค่าสูงสุดของแรงดันที่ผ่านวงจรแปลงเป็นกระแสตรงเพื่อป้อนให้กับแผงวงจรควบคุมต่อไป

ผลการวิจัย

เครื่องมือชุดนี้เมื่อออกแบบสร้างแล้วเสร็จสามารถทดสอบหม้อแปลงจำหน่ายในส่วนการทดสอบประจำ คือ

การทดสอบความต้านทานขดลวดด้วยไฟฟ้ากระแสตรง เนื่องจากขดลวดมีทั้งขดลวดหม้อแปลงที่เป็นแบบเดลต้า และแบบวาย โดยปกติหม้อแปลงตามมาตรฐาน มอก.384 ในระบบจำหน่ายบ้านเราเป็นแบบ Dy ดังนั้น ความต้านทานที่ขั้วที่จะได้กรณีขดลวดเป็นแบบเดลต้าหาได้จากดังรูป



รูปที่ 8 ความต้านทานของขดลวดที่ต่อแบบวาย

จากรูปที่ 8 ความต้านทานกรแสดงที่ได้มีค่าเป็น

$$R = \frac{3V}{2I}$$

ส่วนขดลวดที่ต่อแบบวาย จุดร่วมหรือจุดนิวตรอลมีการต่อออกมาข้างนอกด้วย ดังนั้นเราวัดเป็นค่าต่อขดลวดได้เลย การบันทึกผลสำหรับการรายงานผลเป็นดังรูป

การทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส - [การทดสอบความต้านทานขดลวด]

5 - วิธีการทดสอบ การบันทึกผล

รหัสหม้อแปลง: 002

รายละเอียดการทดสอบ

ลำดับ	รายการทดสอบ	มาตรฐาน มอก. 384	ค่าที่วัดได้	ผลการทดสอบ
1	ความต้านทานขดลวด HT-G	> 500 M Ohm	600	M Ohm ไม่合格
2	ความต้านทานขดลวด HT-LT	> 500 M Ohm	750	M Ohm ไม่合格
3	ความต้านทานขดลวด LT-G	> 500 M Ohm	650	M Ohm ไม่合格

ผลการวัดความต้านทานขดลวด

ลำดับ	รายการวัด	ขดลวด 1			ขดลวด 2			ขดลวด 3		
		แรงดัน DC (V)	กระแส DC (A)	ความต้านทาน (Ohm)	แรงดัน DC (V)	กระแส DC (A)	ความต้านทาน (Ohm)	แรงดัน DC (V)	กระแส DC (A)	ความต้านทาน (Ohm)
1	ความต้านทานขดลวด A-B	40	5	12	40	5	12	40	5	12
2	ความต้านทานขดลวด B-C	40	5	12	40	5	12	40	5	12
3	ความต้านทานขดลวด C-A	40	5	12	40	5	12	40	5	12
4	ความต้านทานขดลวด a-b	40	5	8	40	5	8	40	5	8
5	ความต้านทานขดลวด b-c	40	5	8	40	5	8	40	5	8
6	ความต้านทานขดลวด c-a	40	5	8	40	5	8	40	5	8

ความต้านทานขดลวด A-B: 12 Ohm ความต้านทานขดลวด B-C: 12 Ohm ความต้านทานขดลวด C-A: 12 Ohm

ความต้านทานขดลวด a-b: 8 Ohm ความต้านทานขดลวด b-c: 8 Ohm ความต้านทานขดลวด c-a: 8 Ohm

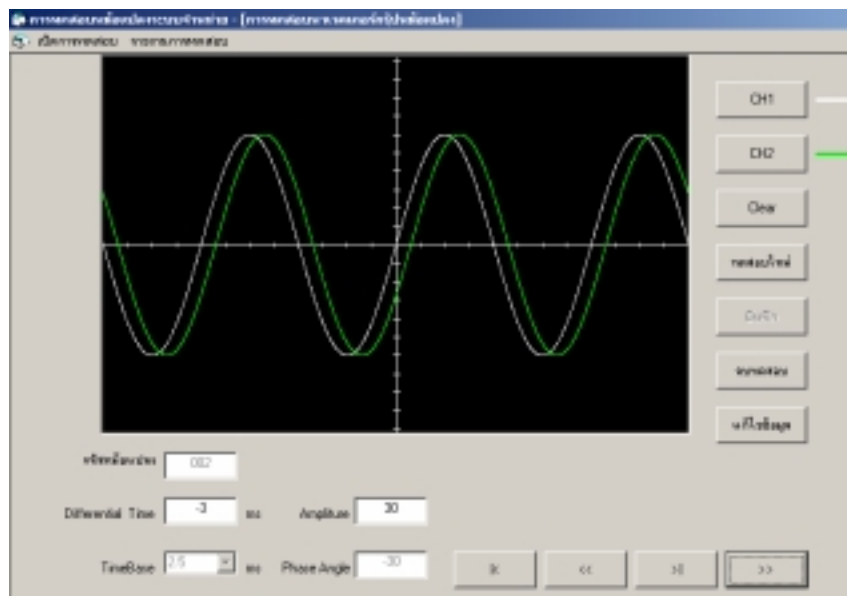
ปุ่ม: [Back] [Previous] [Next] [End]

ปุ่ม: [ลบค่าที่วัดได้] [คำนวณ] [ผลการทดสอบ] [บันทึกข้อมูล]

รูปที่ 9 การบันทึกผลการทดสอบเพื่อรายงานผล

จากรูปที่ 9 นอกจากค่าความต้านทานขดลวดแล้วยังได้เพิ่มเติมการบันทึกค่าการทดสอบด้วยเมกะโอห์มมิเตอร์ด้วย ซึ่งเป็นการทดสอบสอบอย่างง่าย เพื่อความมั่นใจก่อนการติดตั้งหม้อแปลงอีกครั้ง

การทดสอบการเลื่อนเฟสของแรงดันที่ขั้วว่าเป็นไปตามการกำหนดที่ป้ายชื่อหม้อแปลงหรือไม่ อาทิ Dy11 เป็นต้น การป้อนข้อมูลเพื่อให้โปรแกรมรายงานผลออกนั้นเรานำข้อมูลมาจากออสโลสโคปว่า แรงดันที่ขั้วของด้านปฐมภูมิและทุติยภูมิเลื่อนแตกต่างกันไปเป็นเวลาเท่าใด แล้วที่โปรแกรมจะเป็นตัวตัดสินใจว่าหม้อแปลงนี้ต่อแบบใด ในการทดสอบเพื่อให้ได้ผลข้อนี้มา เราจะต้องทดสอบก่อนว่าลำดับเฟสเป็น abc หรือ acb



รูปที่ 10 การป้อนค่าเพื่อหาการเลื่อนเฟส

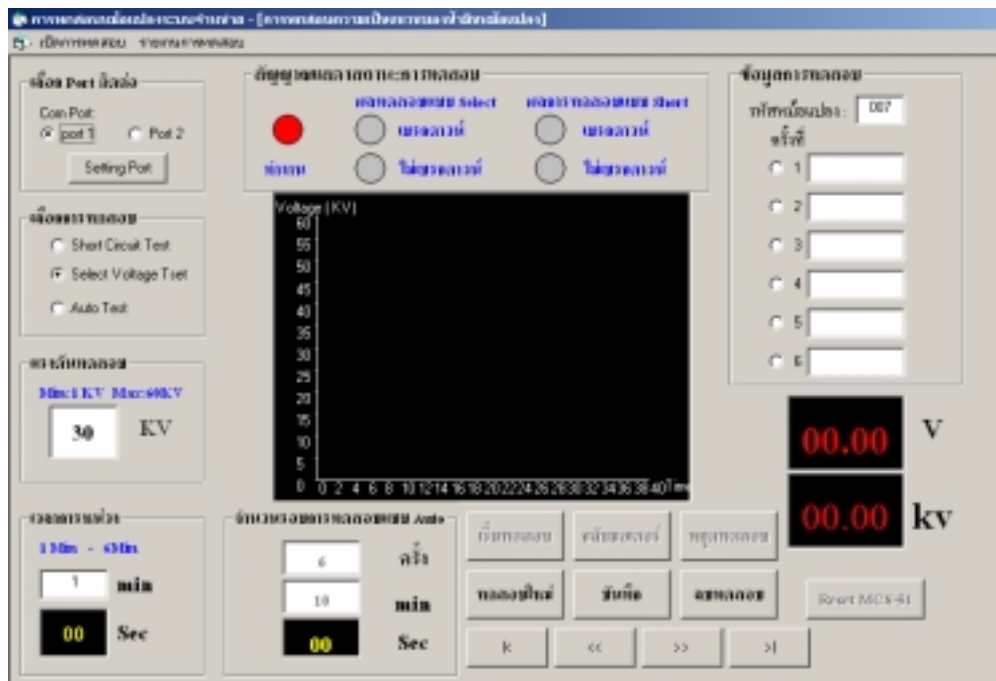
การทดสอบความสูญเสียขณะมีโหลด เราจะได้ค่าอิมพีแดนซ์ส่วนอนุกรมของวงจร อาจแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์อิมพีแดนซ์ เปอร์เซ็นต์ความต้านทาน และเปอร์เซ็นต์รีแอคแตนซ์รั่ว การแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์จะตรงกับป้ายชื่อที่ติดกับตัวของหม้อแปลง ตัวโปรแกรมสำหรับป้อนค่าเพื่อรายงานผลเป็นตามรูป

[illegible]

รูปที่ 11 การป้อนค่าเพื่อหาค่าเปอร์เซ็นต์อิมพีแดนซ์

จากรูปที่ 11 มีส่วนการป้อนค่าเพื่อรายงานผลการทดสอบหม้อแปลงขณะไม่มีโหลดด้วยการทดสอบขณะไม่มีโหลดนี้จะป้อนแรงดันด้านแรงดันต่ำ ดังนั้นการทดสอบสามารถทำได้ทั้งที่แรงดันได้ แต่ในส่วนการทดสอบขณะมีโหลดจะป้อนแรงดันด้านแรงดันสูง ซึ่งสามารถทำได้แค่ที่กระแสลัดวงจรเพียง 50 เปอร์เซ็นต์ (ของหม้อแปลง 30kVA) อย่างไรก็ตามก็เพียงพอตามในมาตรฐาน มอก.384-2543 ดังนั้นค่าความสูญเสียขณะจ่ายโหลดที่พิกัดคำนวณจากเปอร์เซ็นต์ความต้านทานที่ได้จากการทดสอบขณะมีโหลดนั่นเอง ตัวอย่างเช่นจากรูปที่ 11 จากการทดสอบจริงได้ความสูญเสียขณะมีโหลดเป็น 116.7W แต่เมื่อเป็นความสูญเสียขณะมีโหลดที่พิกัดจึงมีค่าเป็น 465.9W เป็นต้น

การทดสอบไดอิเล็กตริก หรือในที่นี้คือการทดสอบน้ำมันหม้อแปลง การทดสอบน้ำมันจะควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ สามารถเลือกได้ทั้งทดสอบให้เบรกดาว์น แบบเลือกแรงดัน และแบบอัตโนมัติ ทุกแบบอ้างอิงถึงมาตรฐาน IEC156 และจากการทดสอบในการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคเขต 3 หน้าโปรแกรมห้สำหรับการควบคุมให้มอเตอร์ขับ Variac เพื่อป้อนไฟฟ้าให้กับหม้อแปลงแรงดันสูงเป็นตามรูป



รูปที่ 12 รูปโปรแกรมควบคุมการทดสอบน้ำมัน

สำหรับแรงดันที่ได้จาก Variac เป็นตามรูปที่ 7 อัตราแรงดันที่ป้อนให้หม้อแปลงแรงดันสูง มีค่าเป็น 1.78 kV/s.

วิจารณ์

ชุดเครื่องมือสำหรับการทดสอบหม้อแปลงจำหน่ายนี้ สามารถครอบคลุมการทดสอบประจำ การทดสอบที่เรียกว่าการทดสอบประจำนี้จะกระทำกับหม้อแปลงทุกตัวก่อนที่หม้อแปลงจะถูกนำไปใช้ ชุดเครื่องมือนี้สามารถทดสอบหม้อแปลงขนาดไม่เกิน 30kVA ถ้าหากขนาดหม้อแปลงเกินขนาดนี้ไป ในส่วนการทดสอบลัดวงจรจะไม่สามารถทำให้กระแสไฟฟ้าเข้าหม้อแปลงไฟฟ้าได้ไม่ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะไม่เป็นไปตามมาตรฐาน มอก.384 ถัดจากการทดสอบหม้อแปลงที่มีขนาดเกินกว่า 30kVA จะต้องใช้หม้อแปลงเพื่อยกระดับแรงดันให้สูงขึ้น เพื่อที่จะทำให้กระแสไฟฟ้าเข้าหม้อแปลงในช่วงทดสอบได้ถึง 50 เปอร์เซ็นต์ตามมาตรฐาน มอก.384

ส่วนการทดสอบอัตราส่วนของหม้อแปลงนั้นยังไม่มีในงานวิจัยนี้ อัตราส่วนหม้อแปลงเป็นอีกส่วนหนึ่งของการทดสอบประจำ ถ้าจะให้มีส่วนการทดสอบอัตราหม้อแปลงนี้ก็สามารถเพิ่มเติมได้ไม่ยาก กล่าวคือจะต้องมีหม้อแปลงวัดแรงดัน (Potential Transformer, PT) เพิ่มเข้ามาด้วย และก็เพิ่มเติมส่วนการรายงานผลเข้าไป

ส่วนของการทดสอบน้ำมันหม้อแปลงนั้น สามารถทำได้กับน้ำมันที่ใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆได้ด้วย เพราะว่าเป็นน้ำมันชนิดเดียวกัน การที่ใช้มอเตอร์แบบขั้นเป็นตัวขับ Variac นั้น เมื่อมอเตอร์หมุน 1 ขั้น จะทำให้ได้แรงดันด้านแรงดันสูงประมาณไม่เกิน 0.2kV ซึ่งมีค่าไม่สูงนัก และเมื่อคิดเป็นอัตราที่ได้จากการวัดจะอยู่ที่ประมาณ 1.78kV/s. (วัดด้านแรงดันต่ำแล้วแปลงไปเป็นด้านแรงดันสูง) ซึ่งตามมาตรฐานแล้วเป็น 2kV/s. อย่างไรก็ตามระดับแรงดันที่ Variac ป้อนเข้าไปได้สามารถมีค่าถึงระดับที่ต้องการทดสอบได้ นอกจากนี้ค่าที่ได้จะแม่นยำกว่านี้ถ้าหากได้ทดสอบกับเครื่องมือวัดแรงดันสูง

สรุปผลการวิจัย

ชุดเครื่องมือทดสอบหม้อแปลงเครื่องนี้สามารถทดสอบหม้อแปลงจำหน่ายขนาดไม่เกิน 30kVA โดยเป็นหัวข้อการทดสอบประจำจะครอบคลุม การทดสอบความต้านทานขดลวด การเลื่อนเฟสของแรงดันที่ขั้วทำให้ทราบกลุ่มเวกเตอร์ของหม้อแปลง เปอร์เซ็นต์อิมพีแดนซ์ที่สามารถแยกเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ความต้านทานและรีแอคแตนซ์ได้ ความสูญเสียขณะไม่มีโหลด ความสูญเสียขณะมีโหลด และการทดสอบความเป็นฉนวนของน้ำมันหม้อแปลง การรายงานผลการทดสอบนั้นสามารถพิมพ์การรายงานผลได้ทางคอมพิวเตอร์

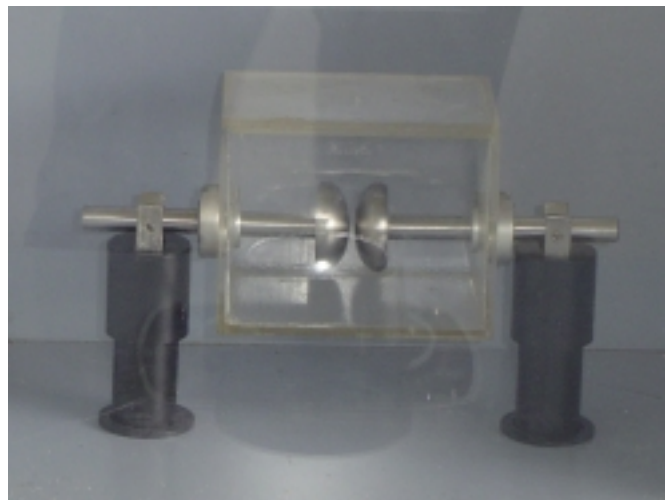
เอกสารอ้างอิง

- [1] “มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก.384-2543 หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง” สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม
- [2] International Standard IEC156.
- [3] ธวัช เกิดขึ้น “เครื่องกลไฟฟ้า 1” สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์ 2546
- [4] อภิชาติ ภู่วลัป “เก่ง VB ขึ้นอีกระดับสนุกกับการประยุกต์ใช้ Visual Basic” อินโฟ-เพรส 2546

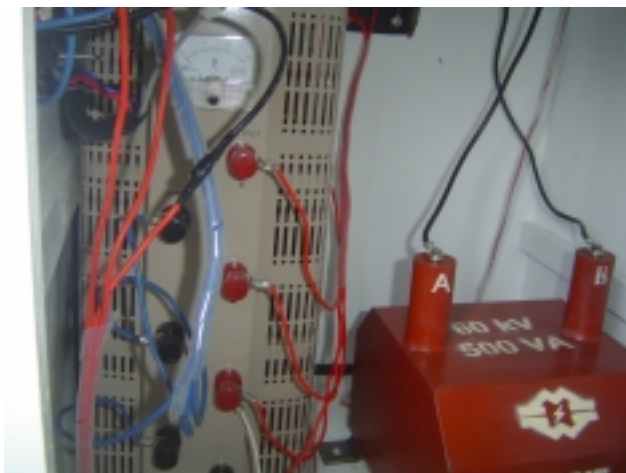
ภาคผนวก



รูปที่ ผ1 ภาพรวมชุดเครื่องมือทดสอบหม้อแปลงจำหน่าย



รูปที่ ผ2 หัวทดสอบและที่ใส่น้ำมันเพื่อทดสอบน้ำมันหม้อแปลง



รูปที่ ผ3 หม้อแปลงสำหรับทดสอบพารามิเตอร์และหม้อแปลงแรงดันสูง