บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ขั้นตอนการทดลองตามทฤษฎีของฟัซซี่ลอจิก

4.1.1 เตรียมข้อมูลจากผลการทดสอบของทางน้ำมันและไฟฟ้า

4.1.2 นำข้อมูลมาคำนวณตามมาตรฐาน

4.1.3 นำข้อมูลที่คำนวณแล้วมาจัดระดับที่อ้างอิงตามมาตรฐาน

4.1.4 นำค่าเชิงตัวเลขไปทำการวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox

4.1.5 บันทึกผลการทดสอบและสรุปผลการทดลอง

4.2 ผลการทดลองและแนวคิดที่นำไปประยุกต์ใช้ในทฤษฎีของฟัซซี่ลอจิก

โครงงานนี้ได้นำมาตรฐานมาประยุกต์ใช้ในการประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าโดยอาศัยทฤษฎีของฟัซซี่ลอจิกเข้ามาช่วยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและถูกต้องแม่นยำโดยเริ่มจากข้อมูลดิบที่ได้จากผลของการทดสอบทางน้ำมันและผลของการทดสอบทางไฟฟ้าประกอบด้วยการวิเคราะห์ก๊าซ(Dissolved Gas Analysis) ตามมาตรฐาน IEEE C-57-104-1991 ซึ่งจะดูจากค่าก๊าซแต่ละชนิดและก๊าซที่เผาไหม้ทั้งหมดเพื่อใช้ในการประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าโดยจะมีอยู่สี่เงื่อนไขจากภาพที่ 2.6 การทดสอบแรงดันเบรกดาวน์(Dielectric Breakdown Voltage Test) ตามมาตรฐาน ASTM D877–87 เป็นการวัดค่าความสามารถของน้ำมันในการคงทนต่อความเครียดสนามไฟฟ้ากระแสสลับตามตารางที่ 2.2 การตรวจวัดความชื้น(Water Content test) ตามมาตรฐาน ASTM D1533 เป็นการเติมอิเล็กโตรไลด์เข้าไปใน Titration Cell แล้วทำการวัดความชื้นตามตารางที่ 2.3 การวัดค่าความต้านทานของฉนวน(Insulation Resistance Measurement) แล้วคำนวณค่า Polarization Index (PI) หรือค่าอัตราส่วนความต้านทานฉนวนที่นาทีที่ 10 ต่อนาทีที่ 1 ตามมาตรฐาน IEEE C57.125-1999 ตามตารางที่ 2.5 โดยจะได้ข้อมูลดิบตามตารางที่ 4.1 ไปจัดระดับของค่าต่างๆตามมาตรฐานนั้นซึ่งจะได้ค่าที่อยู่ในช่วงของการวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox ตามตารางที่ 4.2 หลังจากที่ได้ทำการจัดระดับค่าของข้อมูลตามมาตรฐานแล้วจะเห็นว่าระดับของค่า Polarization Index (PI) หรือค่าอัตราส่วนความต้านทานฉนวนที่นาทีที่ 10

ต่อนาทีที่ 1 ผลลัพธ์ส่วนใหญ่ต่ำกว่ามาตรฐานแต่ไม่มากนักและยังมีหม้อแปลงไฟฟ้าบางลูกที่ค่าการวิเคราะห์ก๊าซ(Dissolved Gas Analysis) ต่ำกว่ามาตรฐานจึงส่งผลต่อการประเมินสภาพของหม้อไฟฟ้าลูกนั้นต่ำมากและโดยตรงต่อการประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าด้วยฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox เมื่อทำการประเมินแล้วหม้อแปลงไฟฟ้าส่วนอยู่ในระดับที่พอใช้ตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลดิบที่ได้จากผลของการทดสอบทางน้ำมันและไฟฟ้า

No.	**TDCG**	CO_2	**BD**	**WC**	**PI**
1	292	2119	51	13.13	3.29
2	106	1305	51	12.49	1.14
3	550	2475	49	11	1.67
4	256	4137	29	8	2.58
5	354	2401	48	9	1.76
6	302	8148	48	8	1.55
7	467	2829	39.36	11	1.55
8	313	3321	49.76	7	2.16
9	455	1684	51.74	11	1.58
10	560	2457	46.56	24	1.07

ในการจัดระดับของข้อมูลดิบให้อยู่ช่วงที่สามารถนำไปวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox นั้นสามารถแบ่งเป็น 3 ตัวแปรดังนี้

1. DGA แบ่งเป็น 4 = Good , 3 = Fair , 2 = Poor , 1 = Bad
2. BD,WC แบ่งเป็น 3 = Good , 2 = Fair , 1 = Poor
3. PI แบ่งเป็น 3 = Good , 2 = Fair , 1 = Poor

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox

No.	**DGA**	**BD,WC**	**PI**
1	4	3	3
2	4	3	1
3	4	3	2
4	2	2	3
5	4	3	2
6	2	3	2
7	3	3	2
8	3	3	3
9	4	3	2
10	4	3	1

เมื่อทำการจัดระดับของข้อมูลตามตารางที่ 4.2 แล้วจึงนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox สามารถแบ่งค่าในการวิเคราะห์ได้ดังนี้

โดยในกรณีของ Good ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมให้มีค่าเป็น 3

Fair ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมให้มีค่าเป็น 2

Poor ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมให้มีค่าเป็น 1 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.3 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox

ลำดับ Transformer	ผลที่ได้จากฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox	ผลลัพธ์
1	3	Good
2	2	Fair
3	2	Fair
4	1	Poor
5	2	Fair
6	2	Fair
7	2	Fair
8	2	Fair
9	2	Fair
10	2	Fair

4.3 ขั้นตอนการทดลองดัชนีชี้วัดสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

4.3.1 เตรียมข้อมูลจากผลการทดสอบของทางน้ำมันและไฟฟ้า

4.3.2 นำข้อมูลมาเปรียบเทียบตามมาตรฐาน

4.3.3 นำค่าที่ได้ไปคูณด้วยตัวประกอบความสำคัญแล้วรวมค่าทั้งหมด

4.3.4 นำค่าที่ได้ไปทำการวิเคราะห์ด้วยดัชนีชี้วัดสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

4.3.5 บันทึกผลการทดสอบและสรุปผลการทดลอง

4.4 ผลการทดลองและแนวคิดที่นำไปประยุกต์กับดัชนีชี้วัดสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

โครงงานนี้ได้นำมาตรฐานมาประยุกต์ใช้ในการประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าอาศัยวิธีการทางดัชนีชี้วัดสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าเข้ามาช่วยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและถูกต้องโดยเริ่มจากข้อมูลดิบที่ได้จากผลของการทดสอบทางน้ำมันและผลของการทดสอบทางไฟฟ้าประกอบไปด้วยการวิเคราะห์ก๊าซ(Dissolved Gas Analysis) ตามมาตรฐาน IEEE C-57-104-1991 ซึ่งจะดูจากค่าก๊าซแต่ละชนิดและก๊าซที่เผาไหม้ทั้งหมดเพื่อใช้ในการประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าโดยในการวิเคราะห์ที่ผ่านมาจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการประเมินสภาพหม้อแปลงและการทดสอบเพิ่มเติมดังกล่าวจะไม่ส่งผลต่อคะแนนของตัวชี้วัดของการวิเคราะห์ฉนวนน้ำมันในส่วนตารางที่ 2.8 การวิเคราะห์การเสื่อมสภาพของฉนวนที่เป็นของแข็ง(Furan) ตามมาตรฐาน ASTM D 5837 โดยจะถูกสร้างขึ้นมาจากเซลลูโลสในการเสื่อมสภาพของฉนวนกระดาษที่เกิดจากความร้อนที่และเกิดการออกซิเดชันและความเครียดทางไฟฟ้าโดยอ้างตามตารางที่ 2.4 การวัดค่าสภาพของฉนวน (Insulation Power – Factor Measurement) ตามมาตรฐาน NETA MTS-05 วิธีการโดย ค่า PI มีค่าระหว่าง 1.1 – 1.15 ให้ทดสอบค่าความสูญเสียและ %PF ตามตารางที่ 2.6 การวัดค่ากระแสกระตุ้นวงจรด้านแรงสูง(High Voltage Exciting Current Measurement) ตามมาตรฐาน NETA MTS-05 การทดสอบจะใช้เครื่องวัด %PF โดยทำการวัดค่ากระแสกระตุ้นด้วยแรงดันสูงที่ด้านแรงดันสูงของหม้อแปลงเพียงด้านเดียวตามตารางที่ 2.7 โดยจะถูกนำไปวิเคราะห์ในตารางที่ 2.9 และการประเมินแบบนี้ยังนำอายุการใช้งานของหม้อแปลงไฟฟ้ารวมไปถึงประวัติการบำรุงรักษาในการวิเคราะห์ในส่วนนี้จะต้องอาศัยผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์ในการประเมินมากสำหรับการประเมินจากประวัติการใช้งานเป็นปัจจัยสำคัญที่ควรพิจารณาซึ่งจะส่งการใช้งานที่นานโดยส่วนที่จะต้องรู้คือการเสื่อมสภาพของฉนวนกระดาษตามตารางที่ 2.11 และการบำรุงรักษาซึ่งจะถูกวิเคราะห์ตามตารางที่ 2.10 เพื่อให้ได้ผลของดัชนีชี้วัดสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าเกิดประสิทธิภาพมากขึ้นโดย

ข้อมูลดิบที่เตรียมไว้ตามตารางที่ 4.4 ซึ่งเป็นค่าเชิงตัวเลขที่สามารถนำไปสู่ขั้นตอนการวิเคราะห์ตามมาตรฐานนั้นๆ เมื่อได้ค่าที่ผ่านการวิเคราะห์แล้วจากนั้นจึงนำไปคูณด้วยตัวประกอบความสำคัญโดยมีคะแนนความสำคัญเรียงตามลำดับ คือ การตรวจและวิเคราะห์ฉนวนน้ำมันการทดสอบสภาพของฉนวนและกระแสกระตุ้นวงจรด้านแรงสูง ประวัติการบำรุงรักษาและการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า การประเมินจากอายุของหม้อแปลงไฟฟ้า หลังจากนั้นทำการรวมค่าที่ได้แล้วนำไปสรุปผลของการประเมินสภาพหม้อแปลงไฟฟ้าตามตารางที่ 2.12 ซึ่งสามารถสรุปผลของการประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าตามตารางที่ 4.5 โดยหม้อแปลงไฟฟ้าทุกลูกยังอยู่ในสภาพที่ดีและสภาพพร้อมใช้งานสูง

ตารางที่ 4.4 แสดงข้อมูลดิบที่นำไปวิเคราะห์ด้วยดัชนีชี้วัดสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

No.	Combustible	CO	C_2H_2	Furans	PF	Ex I	Age
1	0.17	0	0	0	0.27	44.70	14
2	0	0	0	0	0.37	16.55	13
3	8.50	7.67	0	0	0.18	53.60	12
4	2.67	6.33	0	0	0.30	39.10	12
5	2.67	15.83	0	0	0.243	18.90	12
6	0	0	0	0	0.17	58	4
7	2	0	0	0	0.20	25.20	4
8	0	0	0	0	0.22	58.90	3
9	0.33	0	0	0	0.21	15.50	4
10	0	0	0	0	0.69	32.66	14

เมื่อทำการเตรียมข้อมูลดิบตามตารางที่ 4.4 จากนั้นจะนำข้อมูลดิบไปทำการประเมินด้วยดัชนีชี้วัดสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าซึ่งได้ระบุค่าของผลลัพธ์ดังนี้

โดยในกรณีของ Good ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมให้มีค่าเป็น ≥ 7.0 and ≤ 10

Fair ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมให้มีค่าเป็น ≥ 3.0 and < 7.0

Poor ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมให้มีค่าเป็น ≥ 0 and < 3.0 ตามลำดับ

ดังนั้นผลลัพธ์ที่ได้มีดังนี้

ตารางที่ 4.5 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการประเมินด้วยดัชนีชี้วัดสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

ลำดับ Transformer	ผลที่ได้จาก Index	ผลลัพธ์
1	10	Good
2	10	Good
3	10	Good
4	10	Good
5	10	Good
6	10	Good
7	10	Good
8	10	Good
9	10	Good
10	10	Good