

รหัสโครงการ 55EE101

## การพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ผลการทดสอบก๊าซเจือปนในน้ำมันหม้อแปลง จากฐานข้อมูลในอดีต

### Development of Transformer Oil Dissolve Gas Analysis Method Using Historical Database

#### บทคัดย่อ (Abstracts)

โครงการนี้เป็นการศึกษาและพัฒนาวิธีการวิเคราะห์ผลการทดสอบก๊าซเจือปนในน้ำมันหม้อแปลง จากฐานข้อมูลในอดีต สำหรับใช้คาดการณ์ที่มีความน่าเชื่อถือได้ เพื่อเป็นประโยชน์ของการตรวจสอบและประเมินสภาพหม้อแปลงและตรวจ สอน้ำมันในหม้อแปลงในการวิเคราะห์ได้ใช้วิธีการโครงข่ายประสาทเทียมแบบพืซซี่ ซึ่งเป็นวิธีการปรับการเรียนรู้ได้ของพืซซี่ เมื่อกำหนดกฎของพืซซี่ที่เหมาะสม และทำการศึกษาวิธีการวิเคราะห์ผลการทดสอบก๊าซที่เจือปนในน้ำมัน โดยได้ทำการศึกษา 2 วิธีหลัก ๆ ด้วยกันคือ 1.)วิธีของ Roger และ 2.) Doernenburg ซึ่งทั้งสองวิธีนี้ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในการใช้วิเคราะห์ก๊าซที่เจือปนในน้ำมัน ในการศึกษาได้ทำการสุ่ม ข้อมูลหม้อแปลงโดยอ้างอิงจากมาตรฐาน IEEE C57.104 เพื่อนำมาใช้เป็นชุดฝึก และทำการทดสอบตามกฎของทั้ง 2 วิธี เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นเพื่อนำไปใช้งาน ซึ่งจากการทดสอบนั้นผลที่ได้นั้นเป็นไปตามมาตรฐาน IEEE ของทั้ง 2 วิธีและในกรณีที่กรณีที่มีผลทดสอบที่คลุมเครือ โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะสามารถให้คำตอบได้โดยกาจากการทดสอบช่วงน้ำ หนักแบบพืซซี่ ซึ่งโปรแกรมนี้ก็有一部分ที่จะช่วยเหลือและลดระยะเวลา ในการตรวจสอบเบื้องต้นก่อนที่จะส่งให้ผู้เชี่ยวชาญหรือผู้ที่มีประสบการณ์มาช่วยในการตรวจ สอบและตัดสินใจ

## กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีได้รับความอนุเคราะห์จากอาจารย์ ที่ปรึกษา  
โครงการ รองศาสตราจารย์ ดร. กิรติ ชยะกุลศิริ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สำเริง อินทาม้า  
ซึ่งได้ให้คำปรึกษาแนะนำข้อมูลด้านโปรแกรม Matlab การใช้ Fuzzy ข้อมูลทางด้านน้ำมันหม้อ  
แปลงไฟฟ้าน้ำมันและแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ อันเป็นประโยชน์แก่การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้คณะ  
ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้  
เป็นพื้นฐานในการทำการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ บริษัท อินซูเลชั่น เอ็นจิเนียริง แอนด์ คอนซัลแทนท์และบริษัท ทีไอ  
เอส เอ็นเนียริง แอนด์ เซอร์วิส จำกัด ที่ให้การสนับสนุนข้อมูลที่ได้จากการทดสอบทางไฟฟ้าและ  
ข้อมูลจากการทดสอบก๊าซต่างๆ ในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า

คณะผู้จัดทำ

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	<b>1</b>
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ของโครงการ	2
<b>บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง</b>	<b>3</b>
2.1 ทฤษฎีหม้อแปลงไฟฟ้า	3
2.2 การตรวจสอบสภาพทั่วไปของหม้อแปลงไฟฟ้า	4
2.3 ฟอลต์ที่เกิดขึ้นภายในหม้อแปลง	4
2.4 การทดสอบน้ำมันหม้อแปลง	5
2.5 การประเมินสภาพหม้อแปลงไฟฟ้าโดยใช้การวิเคราะห์ก๊าซที่ละลายในน้ำ	7
2.6 พื้นฐานของการวิเคราะห์ก๊าซที่ละลายในน้ำ	7
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการทดสอบน้ำมันหม้อแปลง	8
2.8 โครงข่ายประสาทเทียม	11
2.9 ข่ายงานประสาทเทียม	12
2.10 ฟัซซีลอจิก	15
2.11 แนวความคิดพื้นฐานเกี่ยวกับฟัซซีลอจิก	17
2.12 ชนิดของระบบกฎฟัซซี	23
2.13 การเรียนรู้และพยากรณ์	24
2.14 การวัดค่าความด้านทานฉนวน	25

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.15 การวิเคราะห์การตอบสนองความถี่	28
<b>บทที่ 3 ขั้นตอนในการดำเนินงาน</b>	<b>33</b>
3.1 จัดเตรียมข้อมูล	33
3.2 รวบรวมข้อมูลการทดสอบหม้อแปลง	35
3.3 ขั้นตอนในการตามวิธีการวิเคราะห์ DGA แบบ Roger	37
3.4 ขั้นตอนในการตามวิธีการวิเคราะห์ DGA แบบ Doernenburg	44
3.5 การเรียกใช้งานโปรแกรม	50
<b>บทที่ 4 ผลการทำงานของโปรแกรม</b>	<b>52</b>
4.1 ผลการทดสอบ Program สำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า 1 ลูก	52
4.2 ผลการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้าจำนวน 20 ลูก	54
4.3 ผลการวิเคราะห์จากผลการทดสอบ	55
<b>บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ</b>	<b>57</b>
เอกสารอ้างอิง	59
ภาคผนวก	60
ภาคผนวก ก	61
ภาคผนวก ข	62

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ก๊าซที่ตรวจพบและอาการที่เกิดขึ้น	11
ตารางที่ 2.2 ตารางค่าตัวประกอบแก้ไขสำหรับการวัดค่าความต้านทาน ฉนวนกระแสตรง	27
ตารางที่ 2.3 แสดงค่า PI	28
ตารางที่ 3.1 ข้อมูลทางไฟฟ้าของหม้อแปลง	35
ตารางที่ 3.2 ข้อมูลก๊าซในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า	36

## สารบัญภาพ

	หน้า
ภาพที่ 2.1 หม้อแปลงไฟฟ้า	3
ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างสมการ DGA	7
ภาพที่ 2.3 Temperature DGA	9
ภาพที่ 2.4 โครงสร้างหลักของเซลล์สมอง 1 เซลล์	13
ภาพที่ 2.5 แบบจำลองคณิตศาสตร์ที่เลียนแบบเซลล์สมอง 1 เซลล์	14
ภาพที่ 2.6 การเชื่อมโยงเหตุและผลผ่านกล่องดำ	15
ภาพที่ 2.7 ตรรกะแบบจริงเท็จ (บูลีนลอจิก) กับตรรกะแบบฟัซซี (ฟัซซีลอจิก)	17
ภาพที่ 2.8 ความไม่แน่นอน (uncertainty)	18
ภาพที่ 2.9 โครงสร้างพื้นฐานของการประมวลผลแบบฟัซซี	20
ภาพที่ 2.10 ขั้นตอนการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก	21
ภาพที่ 2.11 ขั้นตอนที่ 1 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก	21
ภาพที่ 2.12 ขั้นตอนที่ 2 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก	22
ภาพที่ 2.13 ขั้นตอนของ Fuzzy	22
ภาพที่ 2.14 ขั้นตอนที่ 4 ของการประมวลผลแบบฟัซซีลอจิก	23
ภาพที่ 2.15 กลุ่มของระบบกฎฟัซซี	24
ภาพที่ 2.16 วงจรวัดค่าความต้านทานฉนวน	25
ภาพที่ 2.17 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ในการทดสอบหม้อแปลงไฟฟ้า	
ด้วยวิธีการกวาดความถี่กับหม้อแปลงไฟฟ้า	29
ภาพที่ 2.18 การแบ่งย่านความถี่ต่างๆในการตรวจวัด	31
ภาพที่ 3.1 Roger ratio method flow chart	34
ภาพที่ 3.2 Doernenburg ratio method flow chart	35
ภาพที่ 3.3 กราฟข้อมูลทางไฟฟ้าของหม้อแปลง	36
ภาพที่ 3.4 กราฟข้อมูลก๊าซในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า	37
ภาพที่ 3.5 Anfisedit	37

## สารบัญภาพ (ต่อ)

	หน้า
ภาพที่ 3.6 Data Training และ Test	38
ภาพที่ 3.7 Setting Diagram	38
ภาพที่ 3.8 กำหนดค่าตัวแปร R1	39
ภาพที่ 3.9 กำหนดค่าตัวแปร R2	39
ภาพที่ 3.10 กำหนดค่าตัวแปร R5	40
ภาพที่ 3.11 กำหนด Rule Editer ของโปรแกรม	40
ภาพที่ 3.12 รูปแบบโครงสร้าง Anfis ( Roger )	41
ภาพที่ 3.13 Output Editer	42
ภาพที่ 3.14 รูปแบบของกฎที่แสดงออกมาเป็น Display	42
ภาพที่ 3.15 Check Data	43
ภาพที่ 3.16 Setting Diagram	44
ภาพที่ 3.17 กำหนดค่าตัวแปร R1	44
ภาพที่ 3.18 กำหนดค่าตัวแปร R2	45
ภาพที่ 3.19 กำหนดค่าตัวแปร R3	45
ภาพที่ 3.20 กำหนดค่าตัวแปร R4	46
ภาพที่ 3.21 การกำหนด Output	46
ภาพที่ 3.22 การกำหนดกฎ Rule	47
ภาพที่ 3.23 รูปแบบของกฎที่แสดงออกมาเป็น Display	48
ภาพที่ 3.24 Check Data	48
ภาพที่ 3.25 โครงสร้าง Anfis ( Doernenburg )	49
ภาพที่ 3.26 โปรแกรม	50
ภาพที่ 3.27 แสดงการป้อนค่า Input	50
ภาพที่ 4.1 กราฟแสดงPolarization Index (PI)	52