

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1 ขั้นตอนการทดลอง

4.1.1 ทำการเก็บตัวอย่างน้ำมันหม้อแปลง

4.1.2 นำตัวอย่างน้ำมันที่ได้มาทำการทดสอบ

- ผ่านเครื่อง DGA

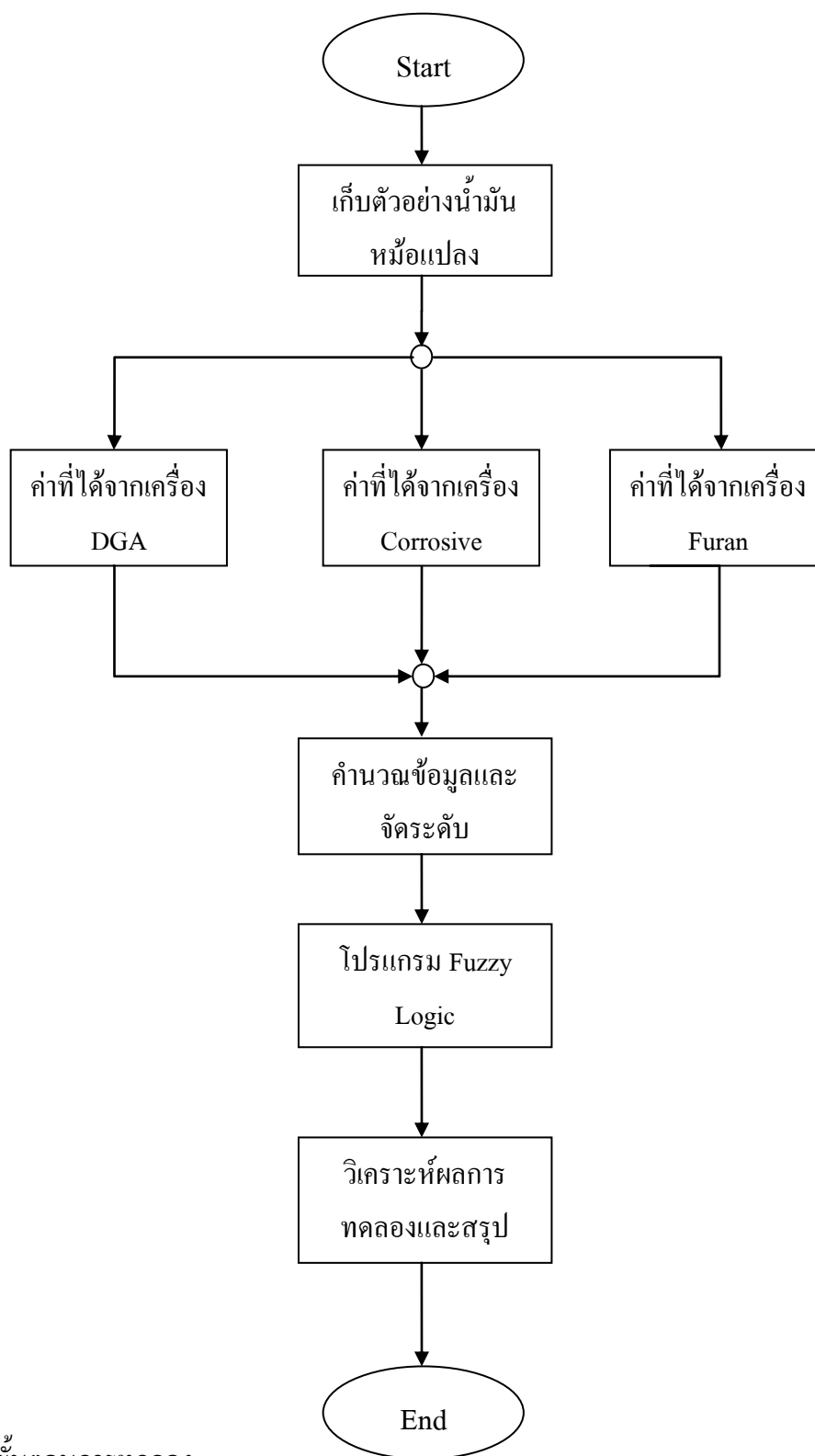
- ผ่านเครื่อง Furan

- ผ่านเครื่อง Corrosive

4.1.3 นำข้อมูลที่คำนวณแล้วมาจัดระดับที่อ้างอิงตามมาตรฐาน

4.1.3 นำค่าเชิงตัวเลขไปทำการวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox

4.1.4 วิเคราะห์ผลการทดลองและสรุปผลการทดลอง



ภาพที่ 4.1 ขั้นตอนการทดลอง

## 4.2 ผลการทดลองและแนวคิดที่นำไปประยุกต์ใช้ในทฤษฎีของฟuzzyลอจิก

โครงการนี้ได้นำมาตรฐานมาประยุกต์ใช้ใน การประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าโดยอาศัย ทฤษฎีของฟuzzyลอจิกเข้ามาช่วยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพและถูกต้องแม่นยำโดยเริ่มจากข้อมูลดิบที่ได้ จากผลของการทดสอบทางน้ำมันประกอบด้วย การวิเคราะห์ก๊าซละลายในน้ำมัน (Dissolved Gas Analysis) ตามมาตรฐาน ASTM D3612 ซึ่งจะหาอัตราส่วนของ  $CO_2/CO$  เป็นตัวบ่งชี้บอกความร้อนใน การสลายตัวของเซลล์ลูลอส อัตราการเกิดของ  $CO_2$  จะมีระดับตั้งแต่ 7 ถึง 20 เท่า สูงกว่าค่า  $CO$  ดังนั้นถ้า อัตราส่วน  $CO_2/CO$  มีค่าตั้งแต่ 7 ขึ้นไปจะถือว่าปกติ แต่ถ้าอัตราส่วน  $CO_2/CO$  มีค่าเท่ากับ 4-6 อาจจะ เกิดการย่อยสลายเซลล์ลูลอสหรือเกิดก๊าซ  $CO$ ,  $H_2$ ,  $CH_4$  และ  $C_2H_6$  เมื่อถึงจุดนี้ขอแนะนำว่าควรทำการ ทดสอบ Furan และถ้าอัตราส่วน  $CO_2/CO$  มีค่าเท่ากับ 3 หรือน้อยกว่า จะทำให้มีการเพิ่มขึ้นของ Furan สูงขึ้นทำให้เกิดการเสื่อมสภาพของเซลล์ ลูลอส การทดสอบการ เสื่อมสภาพของฉนวนที่เป็นของแข็ง (Furan) ตามมาตรฐาน ASTM D 5837 ซึ่งการตรวจวัดสภาพของฉนวนกระดาษที่แช่อยู่ในน้ำมันหม้อ แปลงตามตารางที่ 2.7 การทดสอบการกัดกร่อน (CORROSIVE SULFUR) ตามมาตรฐาน ASTM D 1275 เป็นการทดสอบการกัดกร่อนภายในหม้อแปลงไม่ว่าจะเกิดที่ขดลวด หรือแผ่นโลหะภายในหม้อ แปลงตามตารางที่ 2.8 และรูปที่ 2.12 โดยทั้งสามการทดสอบได้ข้อมูลตามตารางที่ 4.1 ไปจัดระดับของ ค่า Corrosive นั้นซึ่งจะได้ค่าที่อยู่ในช่วงของการวิเคราะห์ด้วย ฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox ได้ตาม ตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.1 แสดงข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox

NAME	CO <sub>2</sub> /CO	2-Furfural	Corrosive
TR.1	15.8432	50.2341	1a
TR.2	3.4512	257.431	4a
TR.3	3.0112	259.0121	4a
TR.4	6.0913	220.143	3a
TR.5	4.4515	240.1432	3b
TR.6	8.0941	92.0041	2c
TR.7	4.0814	242.457	3b
TR.8	5.9123	231.0561	3b
TR.9	6.4301	224.461	3a
TR.10	1.0234	285.4891	4c
TR.11	5.4513	235.0918	3b
TR.12	2.3461	270.1409	4b
TR.13	9.5413	83.4156	2b
TR.14	7.7881	95.1052	2e
TR.15	13.9813	64.1678	1b
TR.16	8.9314	84.4156	2a
TR.17	2.4419	201.1946	2a
TR.18	4.3851	123.5178	1b
TR.19	4.4891	331.6718	3a
TR.20	9.5816	175.0145	1b

ในการจัดระดับของข้อมูลดิบ ของ Corrosive ให้อยู่ช่วงที่สามารถนำไปวิเคราะห์ด้วย ฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox ได้นั้นสามารถแบ่งเป็น 3 ช่วงดังนี้

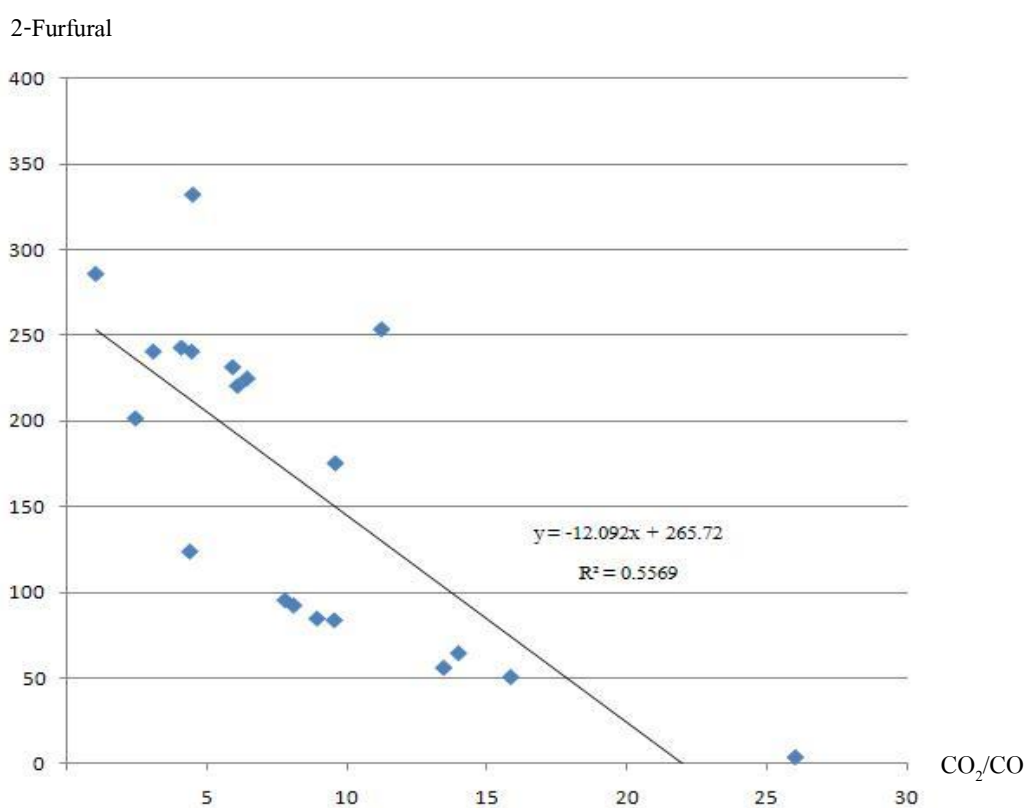
1a = 1, 1b = 2, 2a = 3, 2b = 4, 2c = 5, 2d = 6, 2e = 7	คือปกติ
3a = 8, 3b = 9	คือน่าสงสัย
4a = 10, 4b = 11, 4c = 12	คือผิดปกติ

ตารางที่ 4.2 แสดงข้อมูลที่จะนำไปวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox

NAME	CO <sub>2</sub> /CO	2-Furfural	Corrosive
TR.1	15.8432	50.2341	1
TR.2	13.4512	55.6781	1
TR.3	26.0112	3.4561	1
TR.4	6.0913	220.143	4
TR.5	4.4515	240.1432	5
TR.6	8.0941	92.0041	3
TR.7	4.0814	242.457	9
TR.8	5.9123	231.0561	5
TR.9	6.4301	224.461	7
TR.10	1.0234	285.4891	12
TR.11	3.0815	240.1567	3
TR.12	11.2347	253.1409	9
TR.13	9.5413	83.4156	4
TR.14	7.7881	95.1052	7
TR.15	13.9813	64.1678	2
TR.16	8.9314	84.4156	3
TR.17	2.4419	201.1946	3
TR.18	4.3851	123.5178	2

NAME	CO <sub>2</sub> /CO	2-Furfural	Corrosive
TR.19	4.4891	331.6718	8
TR.20	9.5816	175.0145	2

### กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง CO<sub>2</sub>/CO กับ 2-Furfural วิเคราะห์แบบ Scatter



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง CO<sub>2</sub>/CO กับ 2-Furfural โดยค่าเฉลี่ยเส้นตรง

จากภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่าง CO<sub>2</sub>/CO กับ 2-Furfural โดยค่าเฉลี่ยเส้นตรง มีความชันเท่ากับ -12.092 และตัดกับแกน y ที่  $y = 265.72$  ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าความชันจะติดลบ เนื่องจากเส้นตรงเฉลี่ยจะลดลงเมื่อแกน x (CO<sub>2</sub>/CO) เพิ่มขึ้น ส่วน ค่า R-Squared  $R^2 = 0.5569$  ซึ่งถือว่าข้อมูลที่นำมาพล็อตกราฟไม่เป็นเชิงเส้นเท่าไร (ค่า R มีค่าเข้าใกล้ 1 หมายถึงความสัมพันธ์ระหว่าง x และ y เป็นแบบเชิงเส้น)

เมื่อทำการจัดระดับของข้อมูลตามตารางที่ 4.2 แล้วจึงนำค่าที่ได้ไปวิเคราะห์ด้วย ฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox สามารถแบ่งค่าในการวิเคราะห์ได้ดังนี้

โดยในกรณีของ ปกติ ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมให้มีค่าเป็น 7 ขึ้นไป  
 น่าสงสัย ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมให้มีค่าเป็น 4-7  
 ผิดปกติ ได้กำหนดไว้ในโปรแกรมให้มีค่าเป็นต่ำกว่า 4

ตารางที่ 4.3 แสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์ด้วยฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox

NAME	ผลที่ได้จากฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox	ผลลัพธ์
TR.1	7.53	ปกติ
TR.2	7.53	ปกติ
TR.3	7.53	ปกติ
TR.4	7.38	ปกติ
TR.5	7.49	ปกติ
TR.6	7.29	ปกติ
TR.7	1.6	ผิดปกติ
TR.8	7.4	ปกติ
TR.9	4.53	น่าสงสัย
TR.10	1.55	ผิดปกติ
TR.11	5.25	น่าสงสัย
TR.12	4.5	น่าสงสัย
TR.13	7.51	ปกติ
TR.14	6.46	น่าสงสัย
TR.15	7.53	ปกติ
TR.16	7.44	ปกติ
TR.17	4.58	น่าสงสัย
TR.18	7.47	ปกติ
TR.19	4.5	น่าสงสัย

NAME	ผลที่ได้จากฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox	ผลลัพธ์
TR.20	7.51	ปกติ