

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

3.1 รูปแบบการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เป็นการตรวจวัดระดับความผิดปกติเพี้ยนฮาร์โมนิกรวม (THD) และทำการเก็บตัวอย่างน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าและนำไปทดสอบเพื่อหาปริมาณก๊าซผิพรองที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อมาทำการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการถดถอยแบบกำลังสองน้อยสุด ว่าระดับความผิดปกติเพี้ยนฮาร์โมนิกรวมส่งผลกระทบต่อปริมาณก๊าซผิพรองที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าอย่างไร

3.2 ประชากร / กลุ่มตัวอย่าง

ในงานวิจัยนี้จะทำการตรวจวัดตรวจวัดระดับความผิดปกติเพี้ยนฮาร์โมนิกรวม (THD) และทำการเก็บตัวอย่างน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีการใช้งานจริงในโรงงานอุตสาหกรรมจากหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่าย 5 ลูก ประกอบด้วย

- ลูกที่ 1 หม้อแปลงไฟฟ้า 1600 kVA 3.5 kV/400 V
- ลูกที่ 2 หม้อแปลงไฟฟ้า 1600 kVA 3.5 kV/400 V
- ลูกที่ 3 หม้อแปลงไฟฟ้า 1686 kVA 3.3 kV/723 V
- ลูกที่ 4 หม้อแปลงไฟฟ้า 1500 kVA 24kV/416-240V
- ลูกที่ 5 หม้อแปลงไฟฟ้า 2000 kVA 24kV/416-240 V

3.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

ในที่นี้จะทำการตรวจวัดและวิเคราะห์ปริมาณก๊าซผิพรองที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า เพื่อทำการวิเคราะห์หาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ด้วยวิธีการถดถอยแบบกำลังสองน้อยสุด โดยมีขั้นตอนของการศึกษาและวิจัยดังนี้

1. ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. ทำการสุ่มตรวจวัดระดับความผิดปกติเพี้ยนฮาร์โมนิกรวม (THD) หม้อแปลงไฟฟ้าทั้ง 5 ลูก ในรายละเอียดการตรวจวัด ได้ทำการตรวจวัดหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 1 2 และ 3 จำนวนสอง (2) ครั้ง และสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 4 และ 5 ตรวจวัดลูกละหนึ่ง (1) ครั้ง
3. ทำการเก็บตัวอย่างน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าจากหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 1 2 และ 3 จำนวนสอง (2) ครั้ง และสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 4 และ 5 ตรวจวัดลูกละหนึ่ง (1) ครั้งเพื่อนำไปทดสอบหาปริมาณก๊าซผิพรองที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า

4. ทำการหาความสัมพันธ์ทางคณิตศาสตร์ โดยวิธีการการถดถอยแบบกำลังสองน้อยสุด ระหว่าง ความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวม(THD) กับปริมาณก๊าซผิพรองที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า

ตารางที่ 3.1 สรุปหัวข้อการตรวจวัดและทดสอบ

ลูกที่	กำลังไฟฟ้า	แรงดันไฟฟ้า	ตรวจวัด THDu, THDi		ทดสอบหาปริมาณก๊าซผิพรอง	
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
1	1600 kVA	3.5 kV/400 V	/	/	/	/
2	1600 kVA	3.5 kV/400 V	/	/	/	/
3	1686 kVA	3.3 kV/723 V	/	/	/	/
4	1500 kVA	24kV/416-240V	/		/	
5	2000 kVA	24kV/416-240V	/		/	

3.4 เครื่องมือการวิจัย

1. เครื่องวัดและวิเคราะห์กำลังไฟฟ้า (Power Quality Analyzer) ยี่ห้อ Chauvin Arnoux รุ่น C.A. 8332
2. ชุดทดสอบเพื่อหาปริมาณก๊าซผิพรองที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า จำนวน 1 set
3. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล จำนวน 1 เครื่อง

3.5 ผลการตรวจวัดและทดสอบ

งานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจวัดความผิดเพี้ยนแรงดันฮาร์มอนิกรวม (%THDu) ความผิดเพี้ยนกระแสฮาร์มอนิกรวม (%THDi) และการทดสอบหาปริมาณก๊าซผิพรองที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า (ppm) มีผลตรวจวัด และค่าทดสอบ ดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าทางไฟฟ้าในแต่ละเฟสของหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 1

ค่าทางไฟฟ้า	ตรวจวัดครั้งที่ 1			ตรวจวัดครั้งที่ 2		
	(% THD ในแต่ละเฟส)			(% THD ในแต่ละเฟส)		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
U1	2.498	0	3.00	1.825	1.1	2.1
U2	2.32	0	2.9	1.631	1	1.9
U3	2.217	0	2.8	1.925	1.1	2.2
A1	11.04	0	13.6	11.5	3.2	13.9
A2	11.08	0	13.9	11.29	3.3	13.4
A3	10.22	0	12.5	11.32	3	13.7

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าทางไฟฟ้าในแต่ละเฟสของหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 2

ค่าทางไฟฟ้า	ตรวจวัดครั้งที่ 1			ตรวจวัดครั้งที่ 2		
	(% THD ในแต่ละเฟส)			(% THD ในแต่ละเฟส)		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
U1	1.622	1.3	2.4	1.306	1.2	1.4
U2	1.650	1.4	2.4	1.156	1.1	1.2
U3	1.758	1.5	2.5	1.238	1.2	1.4
A1	2.185	0.9	3.7	2.213	2.1	2.5
A2	2.353	1.3	3.1	1.819	1.6	2.2
A3	2.043	0.9	3.5	1.769	1.6	2.1

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าทางไฟฟ้าในแต่ละเฟสของหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 3

ค่าทางไฟฟ้า	ตรวจวัดครั้งที่ 1			ตรวจวัดครั้งที่ 2		
	(% THD ในแต่ละเฟส)			(% THD ในแต่ละเฟส)		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
U1	4.086	2.8	4.90	3.711	3.2	4.2
U2	3.946	2.8	4.7	3.737	3.2	4.3
U3	4.045	3.1	4.7	3.8	3.4	4.3
A1	30.69	29.9	31.6	31.22	30.3	32.1
A2	30.19	29.5	31.1	31.36	30.6	32.0
A3	30.55	29.8	31.6	30.65	30.0	31.4

ตารางที่ 3.5 แสดงค่าทางไฟฟ้าในแต่ละเฟสของหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 4

ค่าทางไฟฟ้า	(% THD ในแต่ละเฟส)		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
U1	2.109	1.1	3.80
U2	2.209	1.3	4.00
U3	2.244	1.1	4.20
A1	6.146	1.6	32.1
A2	5.599	2.3	35.4
A3	19.99	5.5	34.2

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าทางไฟฟ้าในแต่ละเฟสของหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 5

ค่าทางไฟฟ้า	(% THD ในแต่ละเฟส)		
	ค่าเฉลี่ย	ค่าต่ำสุด	ค่าสูงสุด
U1	2.513	1.7	4.30
U2	2.621	1.7	5.60
U3	2.859	2.0	5.90
A1	21.52	4.7	64.4
A2	21.47	4.2	45.3
A3	24.28	4.9	49.1

3.6.2 จากข้อมูลในตารางที่ 3.2 ถึง ตารางที่ 3.6 เนื่องจากค่า %THDu และ % THDi ในแต่ละอันดับที่ของแต่ละเฟส มีค่าไม่เท่ากัน ในงานวิจัยจึงพิจารณาเลือกค่า %THDu และ %THDi ที่มีค่าสูงสุดเมื่อเทียบกันในแต่ละเฟส เพื่อเป็นตัวแทนในการวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 3.7 แสดงค่าตัวแทนค่าความผิดเพี้ยนฮาร์โมนิกรวม

หม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่	การตรวจวัดและทดสอบครั้งที่	%THDu	%THDi
1	1	3.00	13.90
	2	2.20	13.70
2	1	2.50	3.70
	2	1.40	2.50
3	1	4.90	31.60
	2	4.30	32.10
4	1	4.20	35.40
5	1	5.90	64.40

ตารางที่ 3.8 ก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 1

ก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมัน หม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 1	ปริมาณก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า (part per million : ppm)	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
CO	376	361
CO ₂	3065	3740
O ₂	30741	32162
N ₂	76431	69876
H ₂	24	20
CH ₄	4	4
C ₂ H ₄	13	26
C ₂ H ₆	3	2
C ₂ H ₂	0	0

ตารางที่ 3.9 ก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 2

ก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมัน หม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 2	ปริมาณก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า (part per million : ppm)	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
CO	392	380
CO ₂	7585	7716
O ₂	19804	21853
N ₂	48642	45644
H ₂	17	29
CH ₄	4	3
C ₂ H ₄	32	43
C ₂ H ₆	0	0
C ₂ H ₂	0	0

ตารางที่ 3.10 ก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 3

ก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมัน หม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 3	ปริมาณก๊าซผุดพร่องในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้า (part per million : ppm)	
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2
CO	386	181
CO ₂	6142	2365
O ₂	28754	12845
N ₂	74953	3455
H ₂	30	0
CH ₄	4	2
C ₂ H ₆	0	2
C ₂ H ₄	40	32
C ₂ H ₂	0	0

ตารางที่ 3. 11 ก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 4

ก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลง ไฟฟ้าลูกที่ 4	ปริมาณก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลง (part per million : ppm)
	CO
CO ₂	2377
O ₂	20683
N ₂	58631
H ₂	1684
CH ₄	2393
C ₂ H ₄	3
C ₂ H ₆	1228
C ₂ H ₂	2

ตารางที่ 3.12 ก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 5

ก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลงไฟฟ้าลูกที่ 5	ปริมาณก๊าซผุดพร่องที่เกิดขึ้นในน้ำมันหม้อแปลง (part per million : ppm)
CO	338
CO ₂	3669
O ₂	20683
N ₂	58631
H ₂	1245
CH ₄	1594
C ₂ H ₄	16
C ₂ H ₆	402
C ₂ H ₂	4

ตารางที่ 3.13 ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ความสัมพัทธ์ด้วยวิธีการถดถอยกำลังสองน้อยสุด

TR. No.	Test	%THDu	%THDi	CO	CO ₂	CO ₂ /CO	O ₂	N ₂	H ₂	CH ₄	C ₂ H ₆	C ₂ H ₄	C ₂ H ₂
1	#1	3.00	13.90	376	3065	8.15	30741	76431	24	4	3	13	0
	#2	2.20	13.70	361	3740	10.36	32162	69876	20	4	2	26	0
2	#1	2.50	3.70	392	7585	19.35	19804	48642	17	4	0	32	0
	#2	1.40	2.50	380	7716	20.3	21853	45644	29	3	0	43	0
3	#1	4.90	31.60	386	6142	15.91	28754	74953	30	4	0	40	0
	#2	4.30	32.10	181	2365	13.07	12845	3455	0	2	2	32	0
4	#1	4.20	35.40	168	2377	14.14	20683	58631	1684	2393	1228	3	2
5	#1	5.90	64.40	338	3669	10.85	20683	58631	1245	1594	402	16	4