บทที่ 3

การออกแบบและการคำนวณ

3.1 วิธีการออกแบบทฤษฎีของฟัซซี่ลอจิก[2][4]

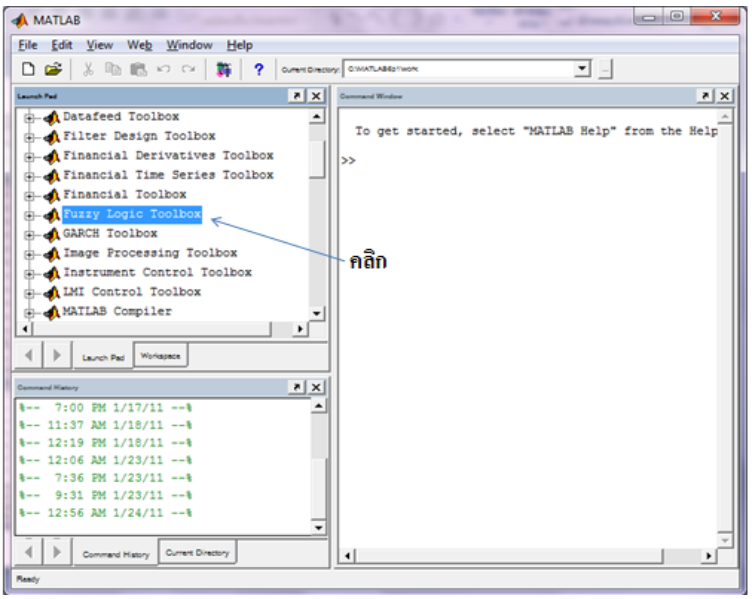
ในส่วนของการทดลองและประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน เพื่อนำไปสู่แผนการบำรุงรักษาจะเป็นการนำผลการทดสอบข้อมูลดิบ ที่อยู่ในส่วนของการทดสอบทางน้ำมันและทางไฟฟ้าซึ่งจะเป็นข้อมูลเชิงตัวเลขอยู่แล้ว โดยการนำค่าเหล่านั้นมาประเมินสภาพในการทดสอบดังนี้มี การวิเคราะห์ก๊าซ(Dissolved Gas Analysis) ตามมาตรฐาน ASTM D3612, การทดสอบแรงดันเบรกดาวน์(Dielectric Breakdown Voltage Test) ตามมาตรฐาน ASTM D877–87, การตรวจวัดความชื้น(Water Content Test) ตามมาตรฐาน ASTM D1533, ค่าอัตราส่วนความต้านทานฉนวนในที่นาทีที่ 10 ต่อนาทีที่ 1(Polarization Index) ตามมาตรฐาน IEEE C57.125-1999 โดยเมื่อได้ค่าที่ผ่านการประเมินตามมาตรฐานแล้ว จะได้ค่าเชิงตัวเลขที่ถูกจัดระดับตามมาตรฐานที่กำหนดไว้จากนั้นจึงนำค่าเชิงตัวเลขไปเข้าระบบคำสั่งฟัซซี่ลอจิกเพื่อประเมินว่าสภาพของหม้อแปลงชนิดน้ำมันมีความพร้อมใช้งานในระดับใดมาเข้าฟังก์ชัน ความเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซตทั้งข้อมูลที่ได้จากการวัดหรือทดสอบและข้อมูลค่ามาตรฐาน โดยการนำค่าที่เป็นข้อมูลดิบมาใส่เป็นสมาชิกของฟัซซี่เซตแล้วจะต้องทำการปรับให้เหมาะสมกับฟังก์ชัน และข้อมูลที่นำมาศึกษาอาจจะเป็นการลดสมาชิกหรือเป็นการเพิ่มสมาชิกให้ฟัซซี่เซตดังกล่าว เมื่อทำการกำหนดกฎของฟัซซี่ (Fuzzy Rules) แล้วใช้วิธีการหาจุดศูนย์ถ่วง(Central Of Gravity: COG) ตามหัวข้อที่ 3.2.10 ซึ่งเป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของผลที่ได้มาจากการตีความเสร็จสมบูรณ์ ก็จะได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำไปประเมินสภาพของหม้อแปลงชนิดน้ำมัน

3.2 วิธีการใช้ทฤษฎีของฟัซซี่ลอจิกในการทดลอง

ทฤษฎีของฟัซซี่ลอจิกสามารถใช้งานผ่านได้หลายโปรแกรม ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการใช้งานฟัซซี่ลอจิกผ่านทางโปรแกรม Mat-Lab ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย โดยการเรียกฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox ในหน้าต่าง Launch Pad มีลักษณะการทำงานหรือการใช้งานดังนี้

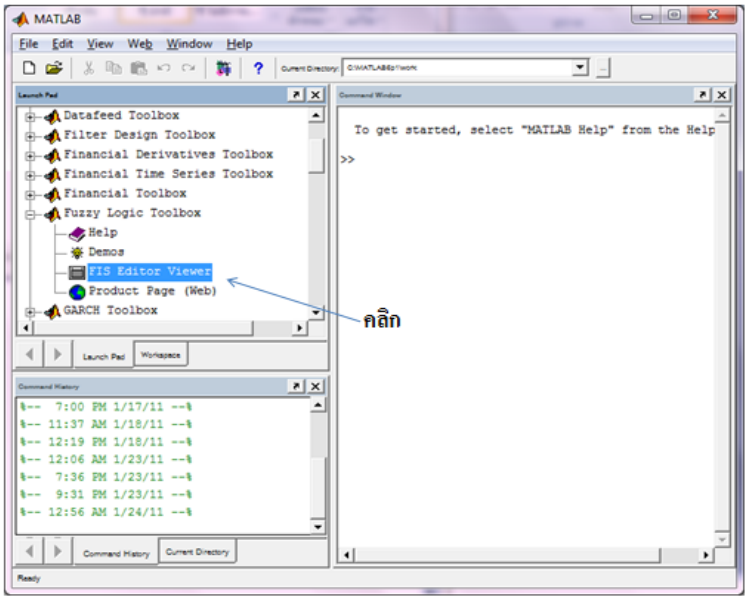
3.2.1 เริ่มต้นด้วยการเปิดโปรแกรม Mat-Lab

3.2.2 ทำการเลือกฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox ในหน้าต่าง Launch Pad



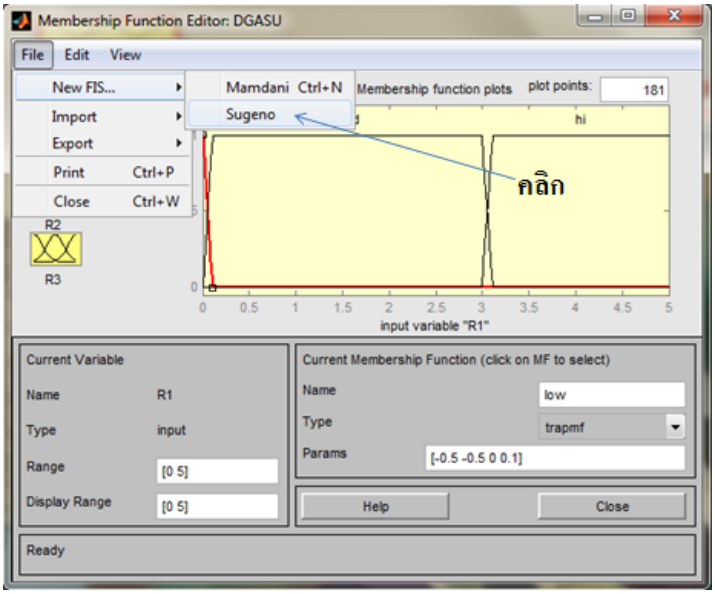
ภาพที่ 3.1 แสดงฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox ในหน้าต่าง Launch Pad

3.2.3 ทำการเลือกฟังก์ชัน FIS Editor Viewer



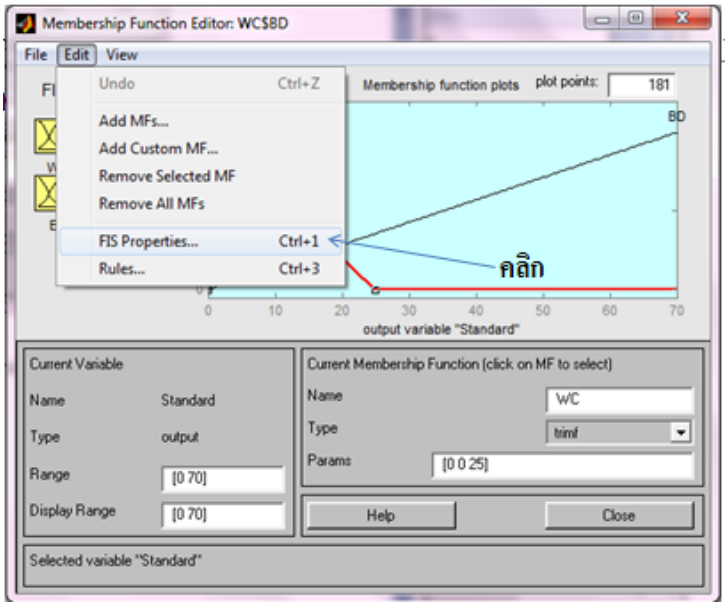
ภาพที่ 3.2 แสดงฟังก์ชัน FIS Editor Viewer

3.2.4 แล้วจะปรากฏหน้าต่าง Membership Function Editor:name ซึ่งสามารถเลือกชนิดของฟัซซี่ลอจิกแบบ Sugeno โดยไปที่เมนูเลือก File > New FIS… > Sugeno



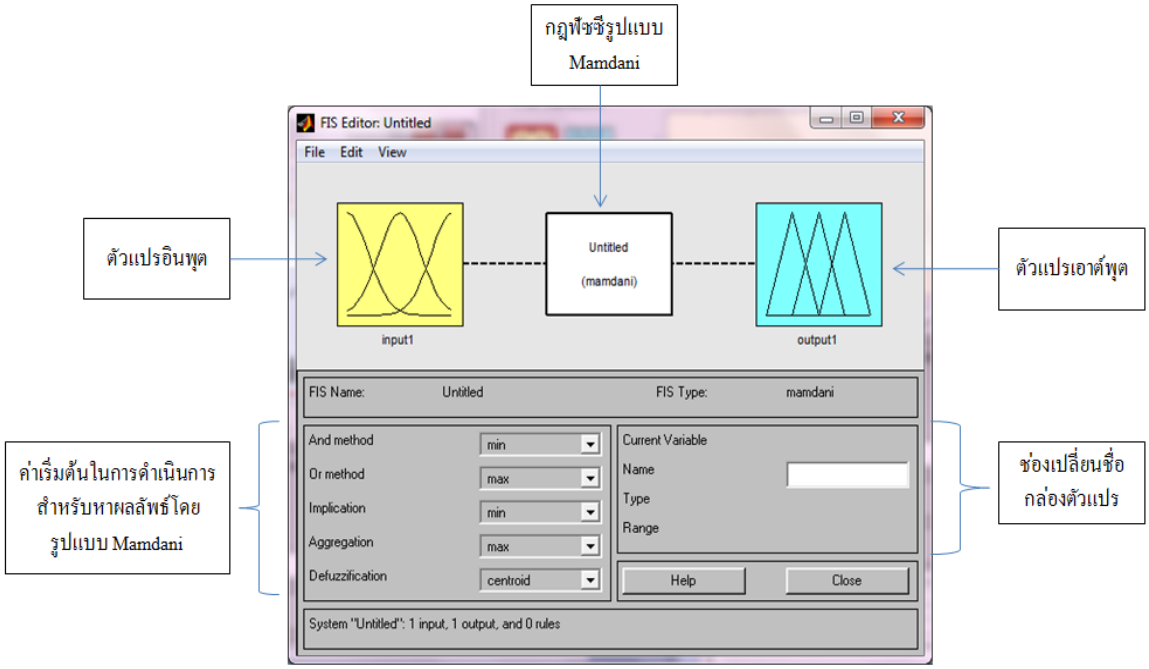
ภาพที่ 3.3 แสดงหน้าต่าง Membership Function Editor: name

3.2.5 ไปที่เมนูเลือก Edit > กด FIS Properties ซึ่งเป็นหน้าต่างหลักในการจัดการเกี่ยวกับระบบฟัซซี่ลอจิก



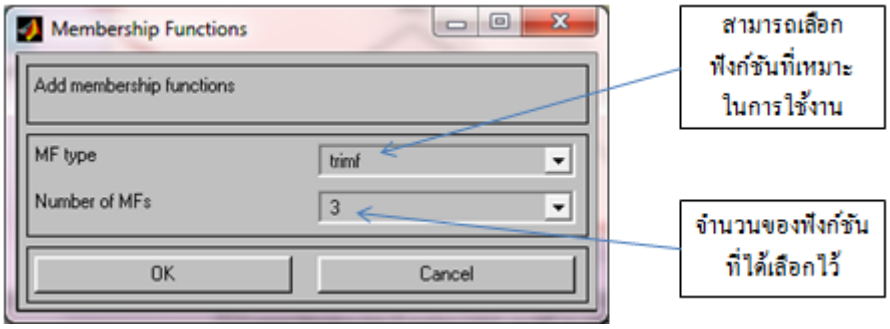
ภาพที่ 3.4 แสดงเมนูเลือก Edit > กด FIS Properties

3.2.6 สามารถทำการเพิ่ม-ลดกล่องตัวแปรอินพุตหรือเอาต์พุตได้ตามต้องการที่หน้าต่าง FIS Properties



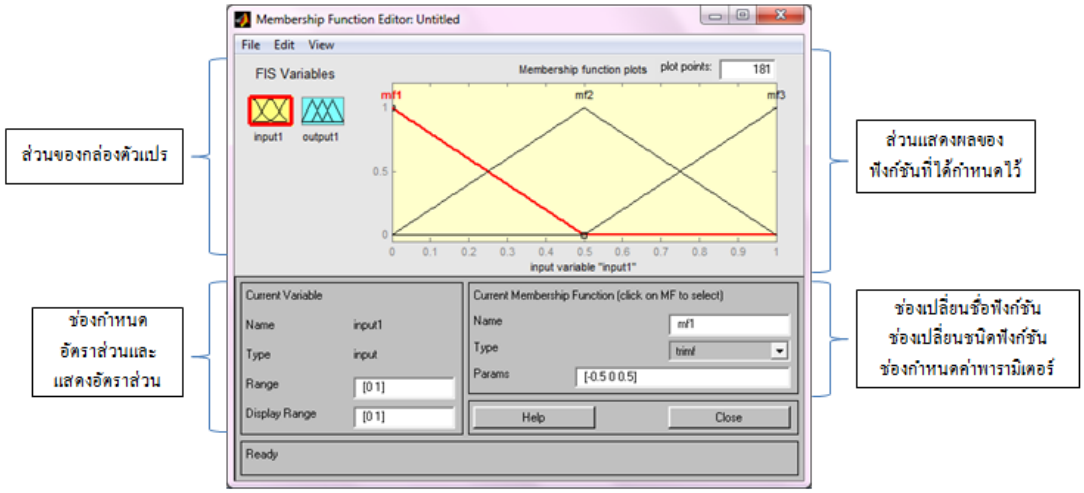
ภาพที่ 3.5 แสดงหน้าต่าง FIS Properties

3.2.7 การเพิ่ม-ลดฟังก์ชันให้เหมาะสำหรับการใช้งานกับกล่องตัวแปรอินพุต หรือเอาต์พุต เพื่อใช้ในการหาผลลัพธ์โดยไปที่หน้าต่าง Membership Function Editor เลือก Edit > Add > MFs…



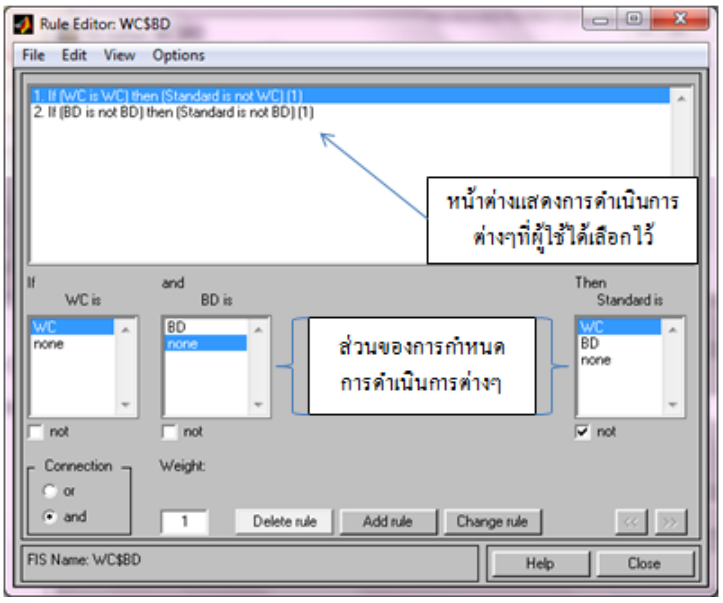
ภาพที่ 3.6 แสดงหน้าต่าง Membership Function Editor

3.2.8 การปรับค่าต่างๆของฟังก์ชันที่ได้ทำการเลือกไว้ในกล่องอินพุต หรือเอาต์พุตจะดำเนินการได้ในหน้าต่าง Membership Function Editor จะบอกถึงอัตราส่วนของชนิดฟังก์ชันที่นำมาใช้งานใน แต่ละชนิด



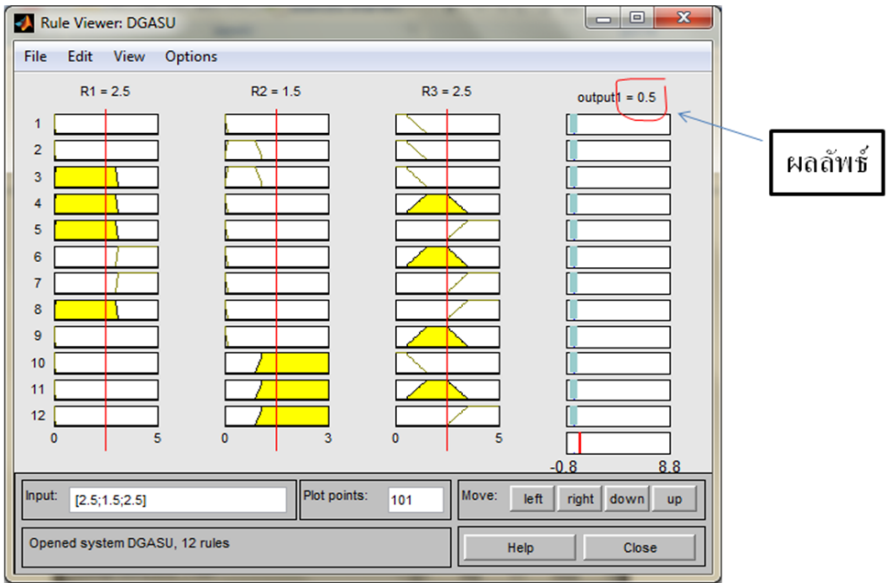
ภาพที่ 3.7 แสดงหน้าต่าง Membership Function Editor

3.2.9 การดำเนินการด้วยกฎของฟัซซี่รูปแบบ Sugeno จากหน้าต่าง FIS Properties คลิกที่ช่อง name:(Sugeno) จะปรากฏหน้าต่างสำหรับกำหนดความสัมพันธ์ของแต่ละฟังก์ชันในรูปแบบ IF – THEN



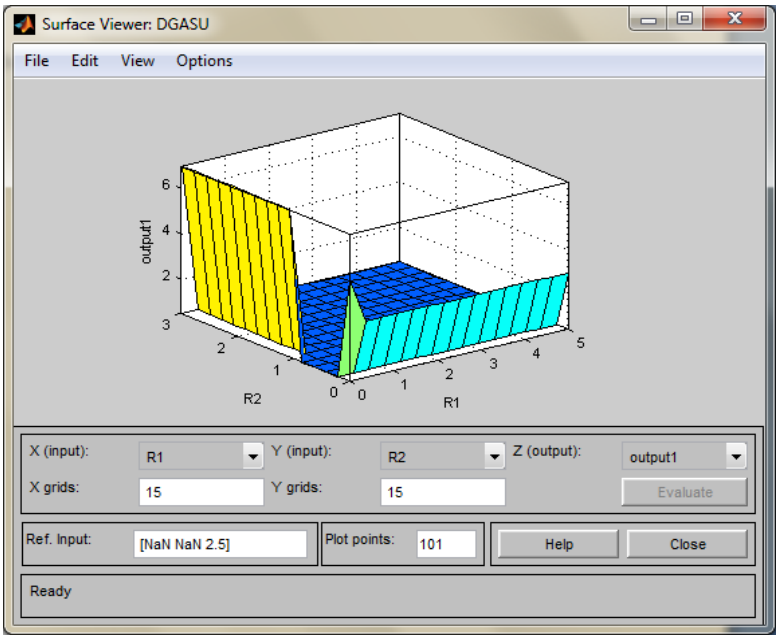
ภาพที่ 3.8 แสดงกฎของฟัซซี่รูปแบบ Sugeno

3.2.10 การแสดงผลโดยสามารถแสดงผลได้สองรูปแบบคือ กฎฟัซซี่(Rules) กับกราฟพื้นที่(Surface) โดยไปยังหน้าต่าง Rule Editor: name เลือกเมนู View > Rules



ภาพที่ 3.9 แสดงกฎฟัซซี่(Rules)

3.2.11 กราฟพื้นที่(Surface) โดยไปยังหน้าต่าง Rule Editor เลือกเมนู View > Surface



ภาพที่ 3.10 แสดงกราฟพื้นที่(Surface)

3.3 วิธีการออกแบบดัชนีชี้วัดสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า[3]

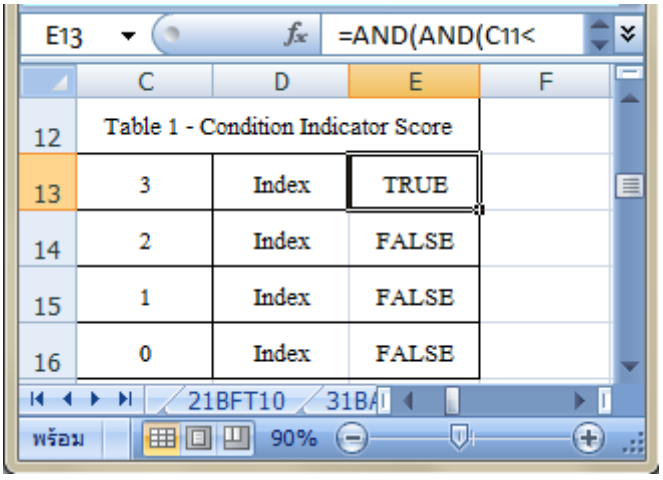
การประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน เพื่อนำไปสู่แผนการบำรุงรักษาในส่วนของดัชนีชี้วัดสภาพหม้อแปลงไฟฟ้าเหมาะสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีขนาดเกิน 500 kVA ซึ่งในวิธีการดังกล่าวได้ถูกนำไปใช้ในการประเมินสภาพหม้อแปลงไฟฟ้า Step-Up ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าในโรงงานแห่งหนึ่ง(EPRI Report # 1001938.) จากข้างต้นวิธีการดังกล่าวจึงถูกนำมาใช้การวิเคราะห์ในโครงงานนี้ว่าผลของการประเมินจะออกมาเป็นอย่างไรเพื่อใช้ในการวิเคราะห์เพิ่มเติมจากหัวข้อ 3.1 ซึ่งจะทำให้ได้ผลของการประเมินสภาพหม้อแปลงไฟฟ้าน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้นโดยการนำค่าเหล่านั้นมาประเมินสภาพในการทดสอบดังนี้ การวิเคราะห์ก๊าซ(Dissolved Gas Analysis) ตามมาตรฐาน ASTM D3612, การวิเคราะห์การเสื่อมสภาพของฉนวนที่เป็นของแข็ง(Furan) ตามมาตรฐาน ASTM D5837, การวัดค่าสภาพของฉนวน(Insulation Power – Factor Measurement) ตามมาตรฐาน NETA MTS-05, การวัดค่ากระแสกระตุ้นวงจรด้านแรงสูง(High Voltage Exciting Current Measurement) ตามมาตรฐาน NETA MTS-05, ประวัติการบำรุงรักษาและการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า, การประเมินจากอายุของหม้อแปลงไฟฟ้า โดยจะนำผลของการทดสอบในแต่ละหัวข้อไปผ่านการประเมินตามมาตรฐานแล้ว จะได้ค่าเชิงตัวเลขที่ถูกกำหนดไว้จากนั้นจึงนำค่าเชิงตัวเลขในแต่ละหัวข้อมาคูณด้วยตัวประกอบความสำคัญ แล้วทำการรวมคะแนนค่าที่ได้จากนั้นจึงนำค่าดังกล่าวไปประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าตามหัวข้อที่ 3.4.7 ก็จะได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำไปประเมินสภาพของหม้อแปลงชนิดน้ำมัน ว่าสภาพพอใช้ระดับใดหรือจะต้องมีการปรับแผนการบำรุงรักษาแบบใดและยังสามารถที่จะทำการประเมินคุณภาพของดัชนีชี้วัดสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าตามหัวข้อที่ 3.4.8

3.4 วิธีการใช้ดัชนีชี้วัดสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าในการทดลอง

ดัชนีชี้วัดสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้าในการทดลองสามารถคำนวณด้วยมือจนถึงสร้างโปรแกรมสำหรับการคำนวณขึ้นมาโดยเฉพาะ โดยในโครงงานนี้จะทำการสร้างฟังก์ชันสำหรับการคำนวณผ่านทางโปรแกรม Microsoft Office Excel ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ทั่วไปโดยได้ความนิยมอย่างแพร่หลาย ซึ่งมีลักษณะการทำงานหรือการใช้งานดังนี้

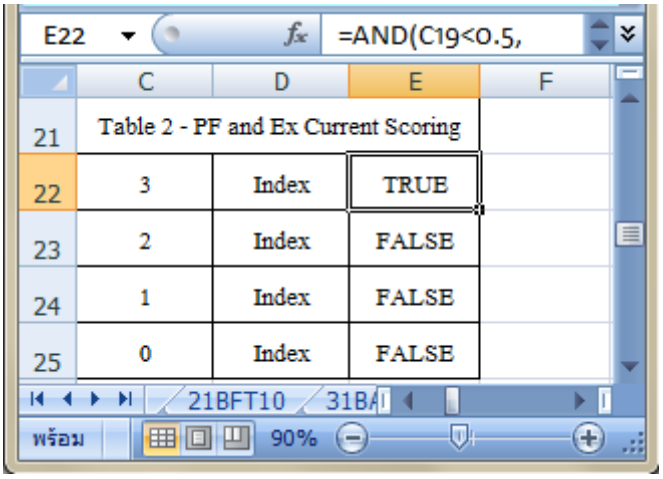
3.4.1 เริ่มต้นด้วยการเปิดโปรแกรม Microsoft Office Excel

3.4.2 การตรวจและวิเคราะห์ฉนวนน้ำมัน



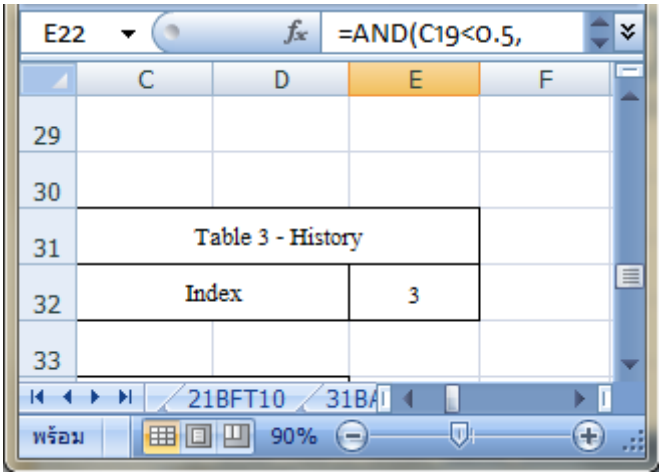
ภาพที่ 3.11 แสดงการตรวจและวิเคราะห์ฉนวนน้ำมัน

3.4.3 การทดสอบสภาพของฉนวนและกระแสกระตุ้นวงจรด้านแรงสูง



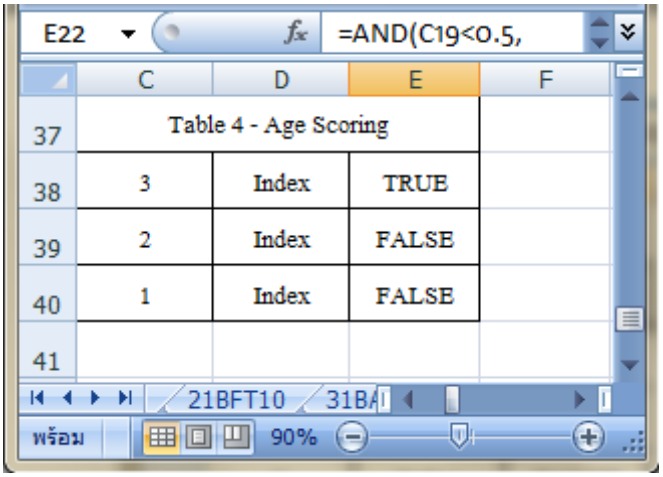
ภาพที่ 3.12 แสดงการทดสอบสภาพของฉนวนและกระแสกระตุ้นวงจรด้านแรงสูง

3.4.4 ประวัติการบำรุงรักษาและการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า



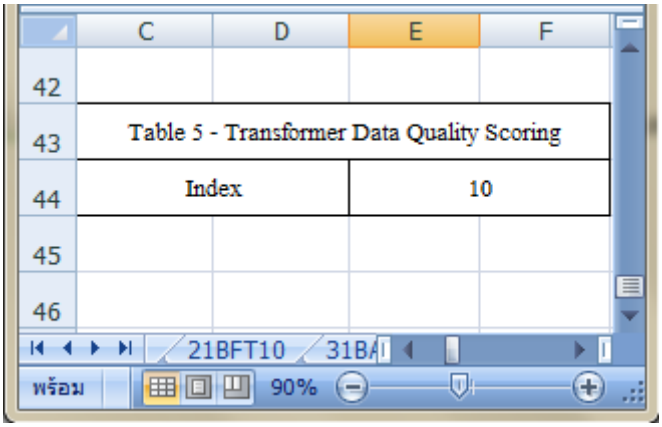
ภาพที่ 3.13 แสดงประวัติการบำรุงรักษาและการใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้า

3.4.5 การประเมินจากอายุของหม้อแปลงไฟฟ้า



ภาพที่ 3.14 แสดงการประเมินจากอายุของหม้อแปลงไฟฟ้า

3.4.6 ตัวชี้วัดคุณภาพในการประเมินสภาพหม้อแปลงไฟฟ้า



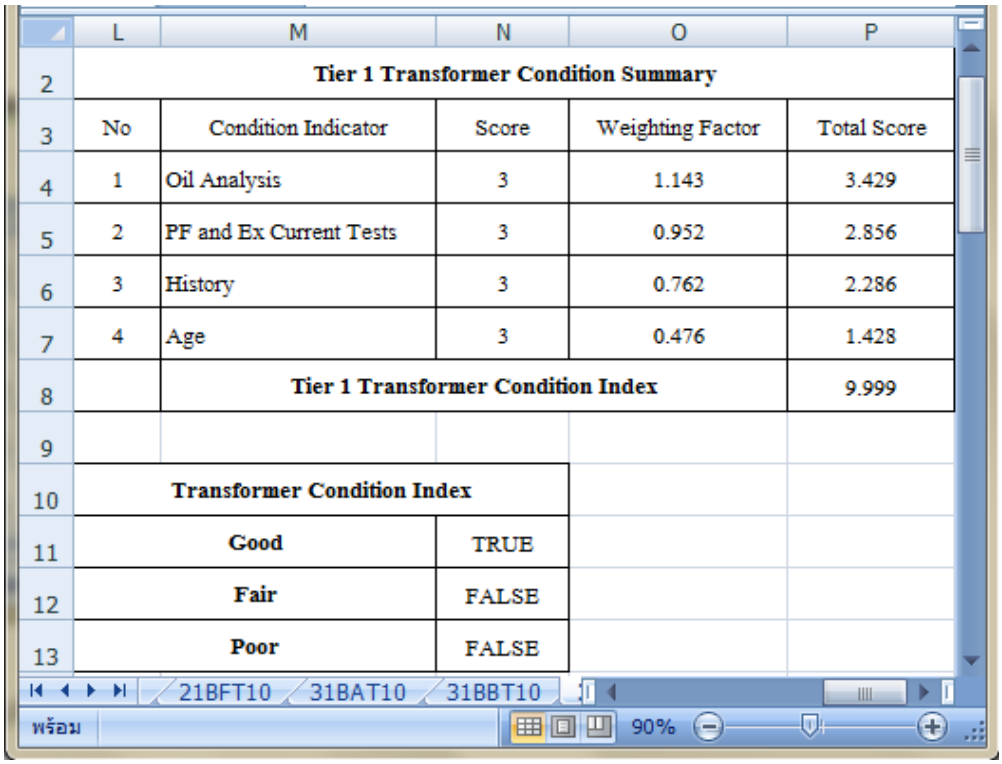
	C	D	E	F
42				
43	Table 5 - Transformer Data Quality Scoring			
44	Index		10	
45				
46				

21BFT10 31BA

พร้อม 90%

ภาพที่ 3.15 แสดงตัวชี้วัดคุณภาพในการประเมินสภาพหม้อแปลงไฟฟ้า

3.4.7 สรุปผลจากการประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า



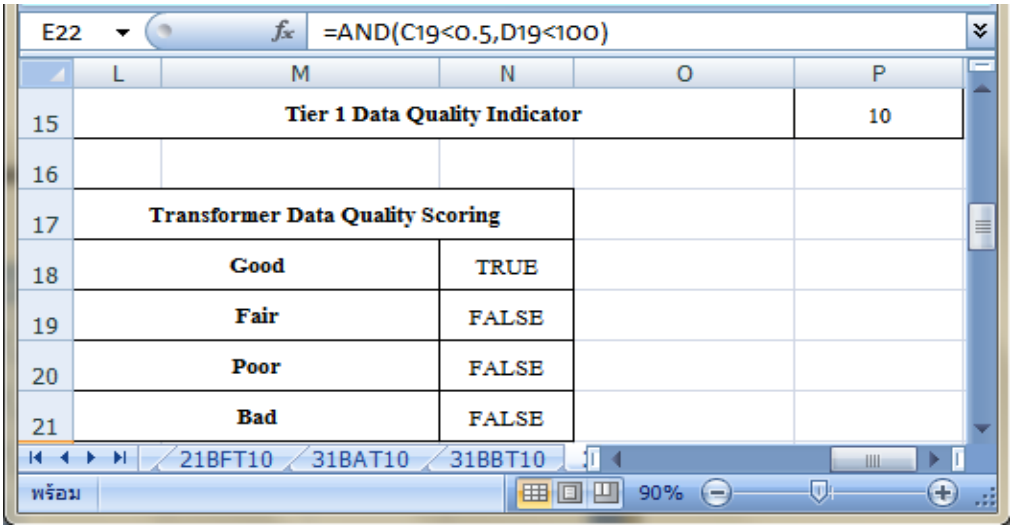
	L	M	N	O	P
2	**Tier 1 Transformer Condition Summary**				
3	No	Condition Indicator	Score	Weighting Factor	Total Score
4	1	Oil Analysis	3	1.143	3.429
5	2	PF and Ex Current Tests	3	0.952	2.856
6	3	History	3	0.762	2.286
7	4	Age	3	0.476	1.428
8		**Tier 1 Transformer Condition Index**			9.999
9					
10	**Transformer Condition Index**				
11	**Good**		TRUE		
12	**Fair**		FALSE		
13	**Poor**		FALSE		

21BFT10 31BAT10 31BBT10

พร้อม 90%

ภาพที่ 3.16 แสดงการสรุปผลจากการประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า

3.4.8 สรุปผลจากตัวชี้วัดคุณภาพในการประเมินสภาพหม้อแปลงไฟฟ้า



ภาพที่ 3.17 แสดงการสรุปผลจากตัวชี้วัดคุณภาพในการประเมินสภาพหม้อแปลงไฟฟ้า