บทที่ 3

ออกแบบและคำนวณ

3.1 วิธีการออกแบบทฤษฎีของฟัซซี่ลอจิก

การทดลองและประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังชนิดฉนวนน้ำมัน เพื่อนำไปสู่แผนการบำรุงรักษา จะเป็นการนำผลการทดสอบการทดสอบทางไฟฟ้าและทางน้ำมัน มาประเมินสภาพหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง ในการทดสอบมีหัวข้อดังนี้ การวิเคราะห์ก๊าซที่ละลายในน้ำมัน (Dissolved Gas Analysis) ตามมาตรฐาน IEEE C-57-104-2008, การทดสอบความคงทนต่อแรงดันเบรกดาวน์ (Dielectric Breakdown Voltage Test) ตามมาตรฐาน ASTM D877–87, การตรวจวัดความชื้น(Water Content Test) ตามมาตรฐาน ASTM D1533, การวัดความสูญเสียของฉนวนน้ำมัน (Dissipation Factor 25°C) ตามมาตรฐาน ASTM D924, ค่าอัตราส่วนความต้านทานฉนวนในนาทีที่ 10 ต่อนาทีที่ 1 (Polarization Index) ตามมาตรฐาน IEEE C57.125-1999, การวัดค่าความสูญเสียทางฉนวน (Dielectric Loss Measurement) ตามมาตรฐาน NETA MTS-05, การวัดค่าอัตราส่วนของขดลวด (Ratio Test) ตามมาตรฐาน ANSI C57.12.90-1973 เมื่อได้ค่าที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐานแล้ว กำหนดฟังก์ชันความเป็นสมาชิกของฟัซซี่เซต ตามค่ามาตรฐานการทดสอบ จึงนำค่าผลการทดสอบมาคำนวณหาค่าระดับความเป็นสมาชิก จากนั้นทำการกำหนดกฎของฟัซซี่ (Fuzzy Rules) ตามตารางความจริง แล้วนำระดับความเป็นสมาชิกมาประเมินค่ากฎดังกล่าว เพื่อหาระดับความเป็นสมาชิกของเอาต์พุต จากนั้นใช้วิธีการหาจุดศูนย์ถ่วง (Central Of Gravity: COG) ตามหัวข้อที่ 3.2.10 ซึ่งเป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยของผลที่ได้มาจากการตีความเสร็จสมบูรณ์ ก็จะได้ผลลัพธ์ที่สามารถนำไปประเมินสภาพของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังได้

3.1.1 การออกแบบตารางความจริงในการตั้งกฎฟัซซี่ลอจิก การกำหนดกฎของฟัซซี่ (Fuzzy Rules) เพื่อหาผลลัพธ์ไปประเมินสภาพของหม้อแปลง จึงต้องมีการกำหนดกฎของฟัซซี่ในตารางความจริงดังนี้

ตารางที่ 3.1 กฎการประเมินการทดสอบทางน้ำมันของหม้อแปลง

DGA	BDV	WT	%PF25°C	RESULT
G	G	G	G	G
G	G	G	Q	G
G	G	G	D	D
G	G	Q	G	G
G	G	Q	Q	Q
G	G	Q	D	D
G	G	D	G	D
G	G	D	Q	D
G	G	D	D	D
G	Q	G	G	G
G	Q	G	Q	Q
G	Q	G	D	D
G	Q	Q	G	Q
G	Q	Q	Q	Q
G	Q	Q	D	D
G	Q	D	G	D
G	Q	D	Q	D
G	Q	D	D	D
G	D	G	G	D
G	D	G	Q	D
G	D	G	D	D
G	D	Q	G	D

DGA	BDV	WT	%PF25°C	RESULT
G	D	Q	Q	D
G	D	Q	D	D
G	D	D	G	D
G	D	D	Q	D
G	D	D	D	D
Q	G	G	G	G
Q	G	G	Q	Q
Q	G	G	D	D
Q	G	Q	G	Q
Q	G	Q	Q	Q
Q	G	Q	D	D
Q	G	D	G	D
Q	G	D	Q	D
Q	G	D	D	D
Q	Q	G	G	Q
Q	Q	G	Q	Q
Q	Q	G	D	D
Q	Q	Q	G	Q
Q	Q	Q	Q	Q
Q	Q	Q	D	D
Q	Q	D	G	D
Q	Q	D	Q	D
Q	Q	D	D	D

DGA	BDV	WT	%PF25°C	RESULT
Q	D	G	G	D
Q	D	G	Q	D
Q	D	G	D	D
Q	D	Q	G	D
Q	D	Q	Q	D
Q	D	Q	D	D
Q	D	D	G	D
Q	D	D	Q	D
Q	D	D	D	D
D	G	G	G	D
D	G	G	Q	D
D	G	G	D	D
D	G	Q	G	D
D	G	Q	Q	D
D	G	Q	D	D
D	G	D	G	D
D	G	D	Q	D
D	G	D	D	D
D	Q	G	G	D
D	Q	G	Q	D
D	Q	G	D	D
D	Q	Q	G	D
D	Q	Q	Q	D

DGA	BDV	WT	%PF25°C	RESULT
D	Q	Q	D	D
D	Q	D	G	D
D	Q	D	Q	D
D	Q	D	D	D
D	D	G	G	D
D	D	G	Q	D
D	D	G	D	D
D	D	Q	G	D
D	D	Q	Q	D
D	D	Q	D	D
D	D	D	G	D
D	D	D	Q	D
D	D	D	D	D

ตารางที่ 3.2 กฎการประเมินการทดสอบทางไฟฟ้าของหม้อแปลง

PI	PF	TR	RESULT
G	G	G	G
G	G	D	D
G	Q	G	G
G	Q	D	D
G	D	G	D
G	D	D	D

PI	PF	TR	RESULT
Q	G	G	G
Q	G	D	D
Q	Q	G	Q
Q	Q	D	D
Q	D	G	D
Q	D	D	D
D	None	G	D
D	None	D	D
D	None	G	D
D	None	D	D
D	None	G	D
D	None	D	D

ตารางที่ 3.3 กฎการประเมินสภาพหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังจากผลลัพธ์ทางไฟฟ้าและทางน้ำมัน

ELECTRICAL TEST	OIL TEST	RESULT
G	G	G
G	Q	G
G	D	Q
Q	G	Q
Q	Q	Q
Q	D	D
D	G	Q
D	Q	D

ELECTRICAL TEST	OIL TEST	RESULT
D	D	D

โดยที่

G คือ Good

Q คือ Questionable

D คือ Dangerous

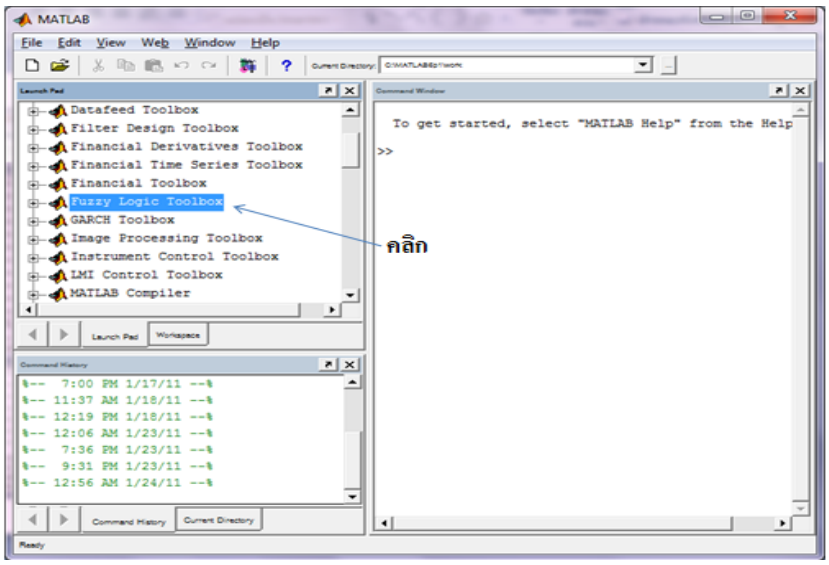
None คือ No Test

3.2 วิธีการใช้ทฤษฎีของฟัซซี่ลอจิกในการทดลอง

ทฤษฎีของฟัซซี่ลอจิกสามารถใช้งานผ่านได้หลายโปรแกรม ซึ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการใช้งานฟัซซี่ลอจิกผ่านทางโปรแกรม MATLAB ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ที่ได้รับความนิยมกันอย่างแพร่หลาย โดยการเรียกฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox ในหน้าต่าง Launch Pad มีลักษณะการทำงานหรือการใช้งานดังนี้

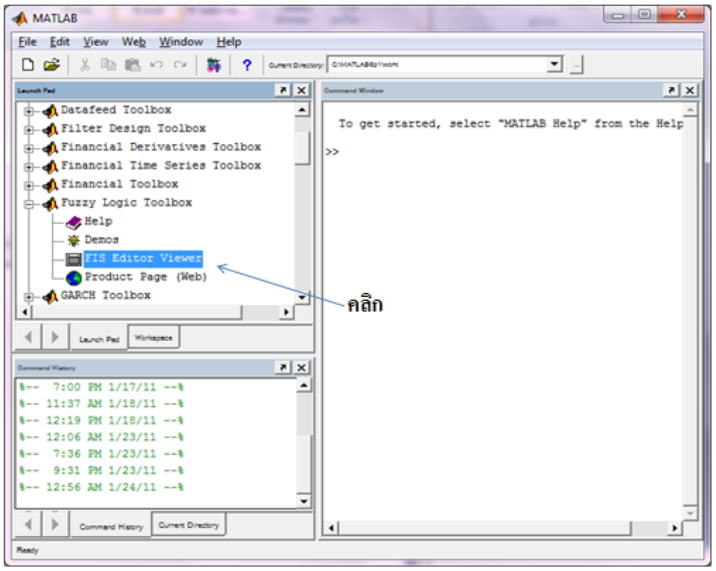
3.2.1 เริ่มต้นด้วยการเปิดโปรแกรม Mat-Lab

3.2.2 ทำการเลือกฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox ในหน้าต่าง Launch Pad



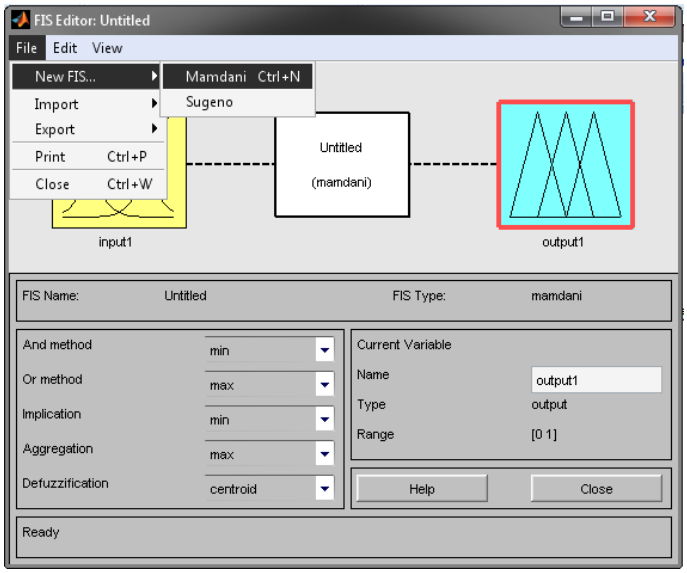
ภาพที่ 3.1 แสดงฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox ในหน้าต่าง Launch Pad

3.2.3 ทำการเลือกฟังก์ชัน FIS Editor Viewer



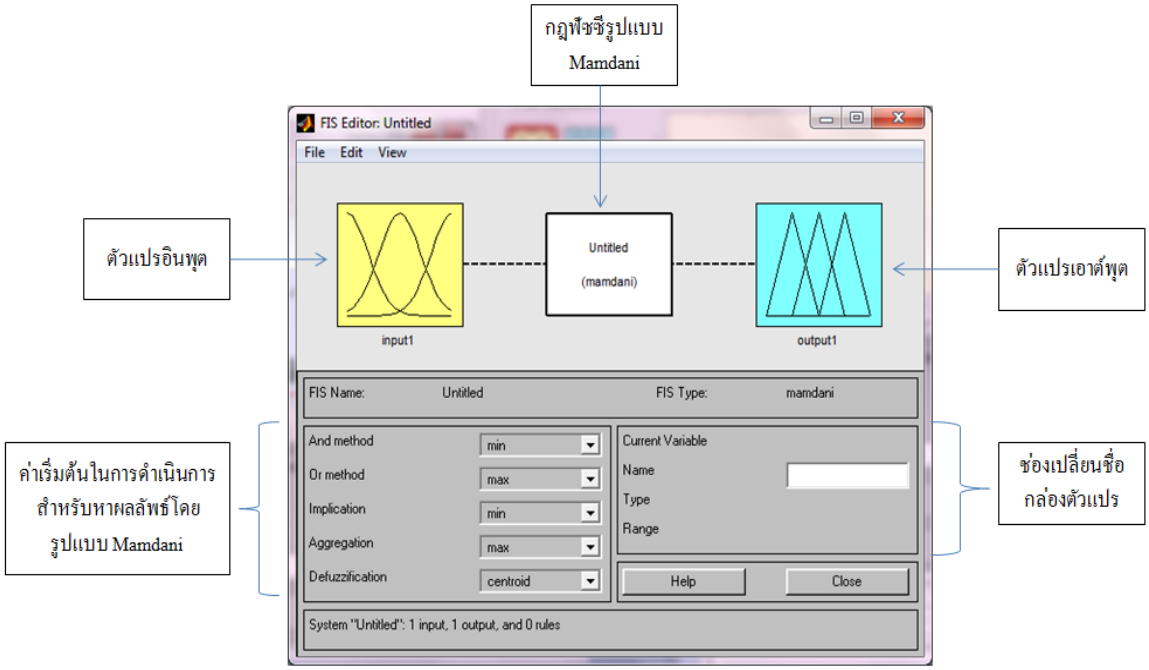
ภาพที่ 3.2 แสดงฟังก์ชัน FIS Editor Viewer

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



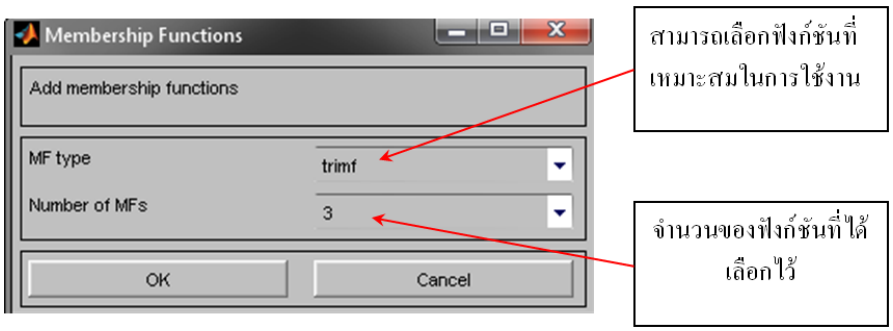
ภาพที่ 3.3 แสดงหน้าต่าง Membership Function Editor: name

3.2.5 สามารถทำการเพิ่ม-ลดกล่องตัวแปรอินพุตหรือเอาต์พุตได้ตามต้องการที่หน้าต่าง FIS Properties



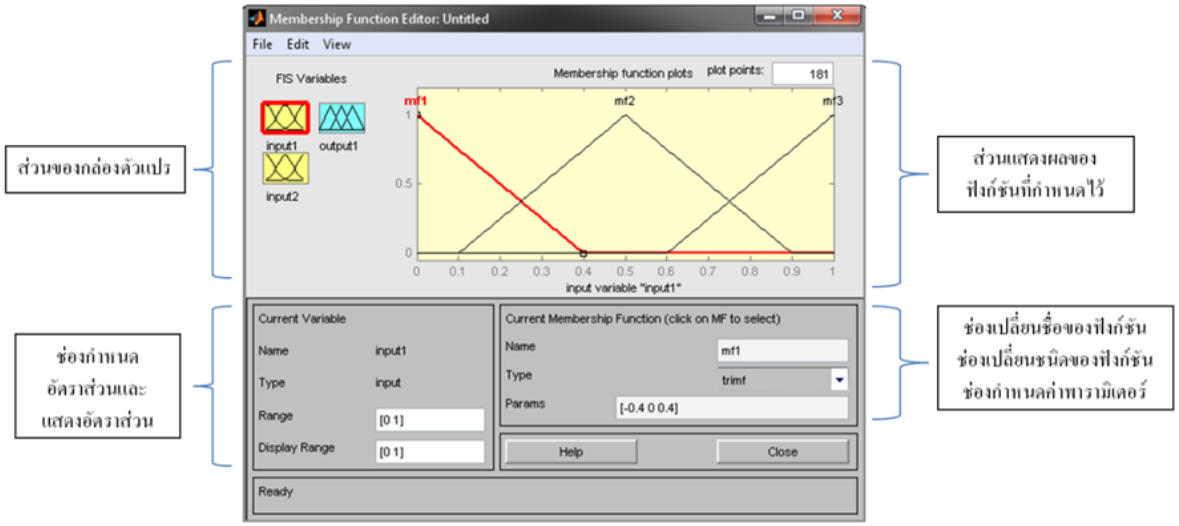
ภาพที่ 3.4 แสดงหน้าต่างFIS Properties

3.2.6 การเพิ่ม-ลดฟังก์ชันให้เหมาะสมกับการใช้งานกับกล่องตัวแปรอินพุตหรือเอาต์พุต เพื่อใช้ในการหาผลลัพธ์โดยไปที่หน้าต่าง Membership Function Editor เลือก Edit > Add > MFs…



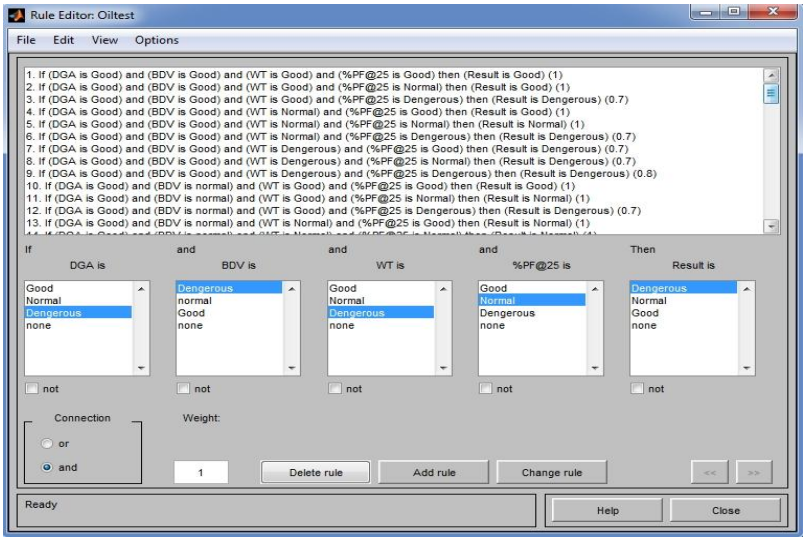
ภาพที่ 3.5 แสดงหน้าต่าง Membership Function Editor

3.2.7 การปรับค่าต่างๆของฟังก์ชัน ที่ได้ทำการเลือกไว้ในกล่องอินพุตหรือเอาต์พุตจะดำเนินการได้ในหน้าต่าง Membership Function Editor จะบอกถึงอัตราส่วนของชนิดฟังก์ชันที่นำมาใช้งานใน แต่ละชนิด



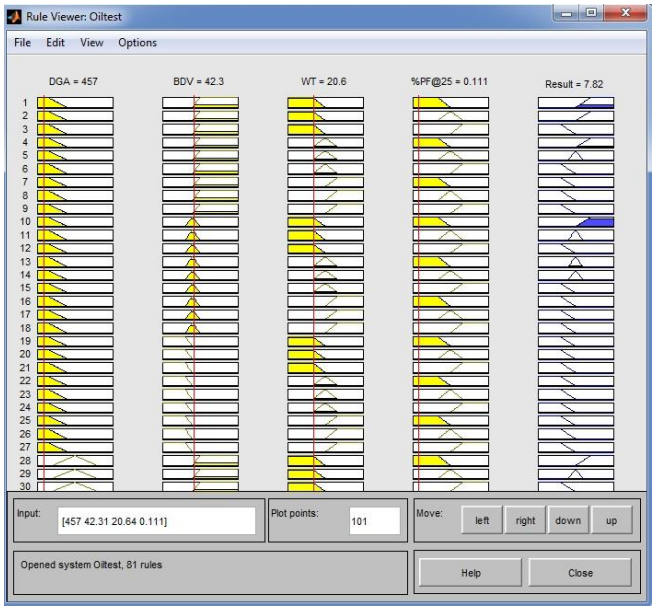
ภาพที่ 3.6 แสดงหน้าต่าง Membership Function Editor

3.2.8 การดำเนินการด้วยกฎของฟัซซี่รูปแบบ Mamdani จากหน้าต่าง FIS Properties คลิกที่ช่อง name: (Mamdani) จะปรากฏหน้าต่างสำหรับกำหนดความสัมพันธ์ของแต่ละฟังก์ชันในรูปแบบ IF – THEN



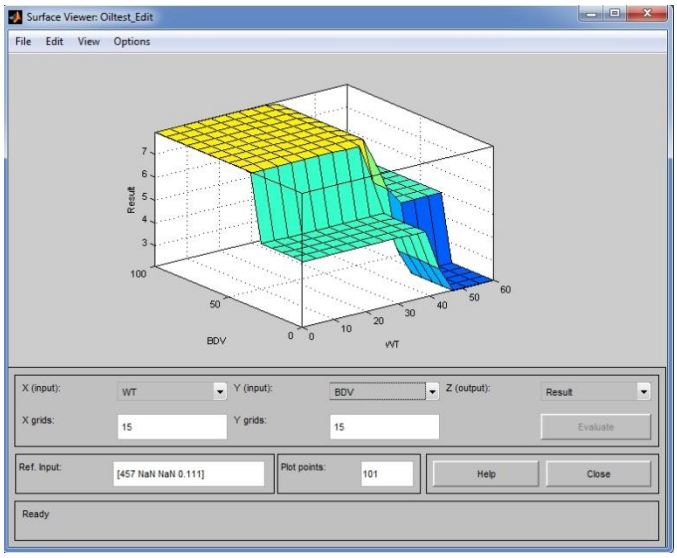
ภาพที่ 3.7 แสดงกฎของฟัซซี่รูปแบบ Mamdani

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



ภาพที่ 3.8 แสดงกฎฟัซซี่ (Rules)

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

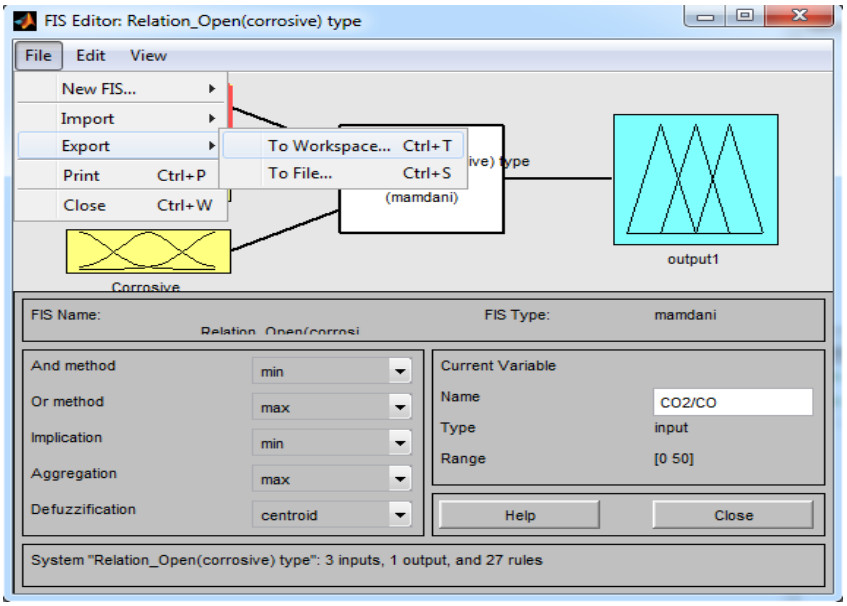


ภาพที่ 3.9 แสดงกราฟพื้นที่ (Surface)

3.3 การ Simulink ฟัซซี่ลอจิก

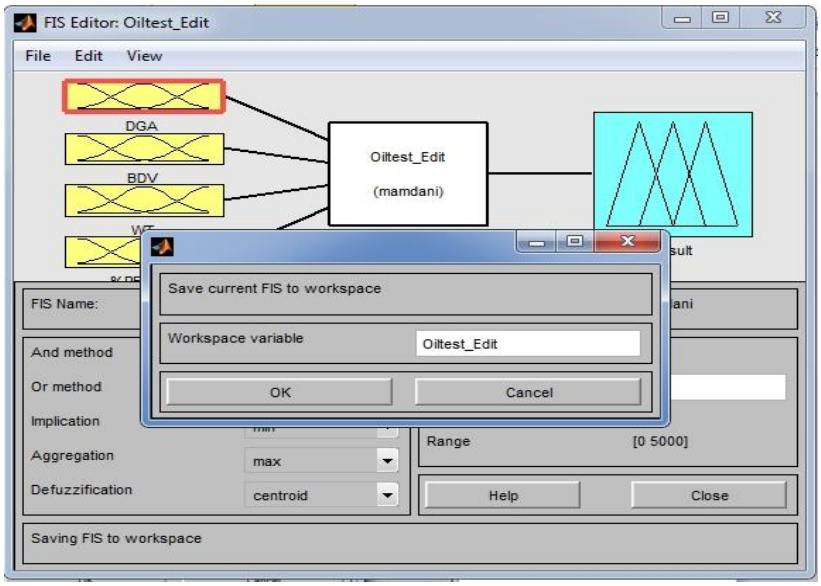
การประเมินสภาพหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังโดยโปรแกรมฟัซซี่ลอจิก เมื่อทำการสร้างฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox แล้ว ต่อไปจะเป็นการเรียกฟังก์ชัน Fuzzy Logic Toolbox ออกมาใช้งานบนหน้าโปรแกรม MATLAB เพื่อง่ายต่อการป้อนผลการทดสอบดังแสดงต่อไปนี้

3.4.1 หน้าต่าง Membership Function Editor:name ซึ่งเราจะนำ File ที่สร้างขึ้นออกไปใช้ โดยไปที่เมนูเลือก File> Export > To Workspace



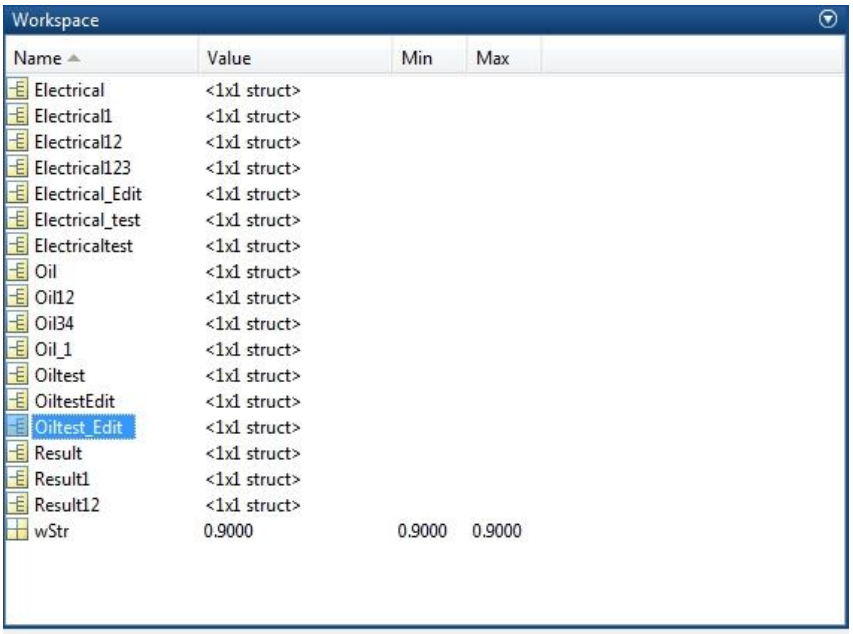
ภาพที่ 3.10 แสดงหน้าต่าง Membership Function Editor: name สร้างเพื่อนำออกไปใช้งาน

3.3.2 จะปรากฏหน้า Save current FIS to workspace จากนั้นตั้งชื่อ File แล้วกด OK



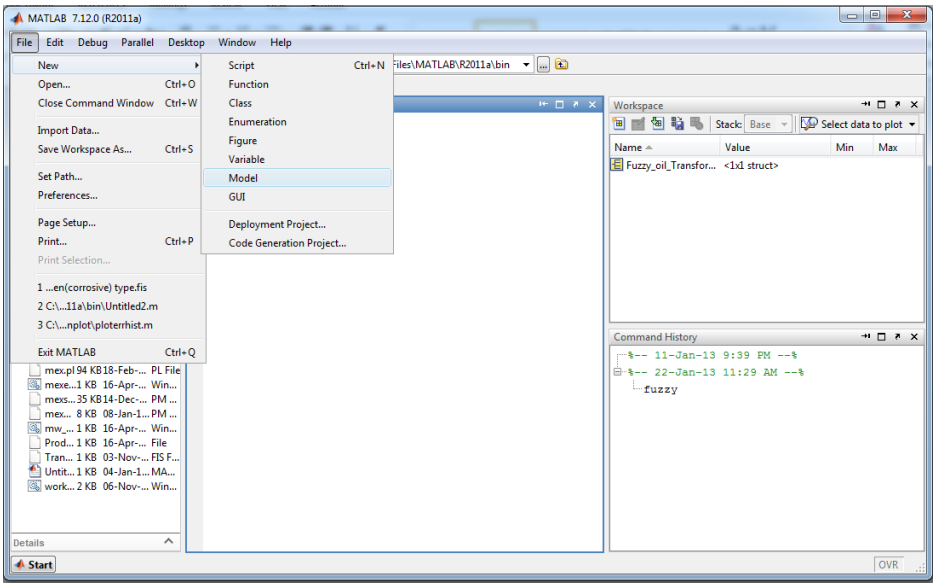
ภาพที่ 3.11 แสดงหน้า Save current FIS to workspace\

3.3.3 ไฟล์ฟัซซี่จะปรากฏบนหน้าต่าง Workspace



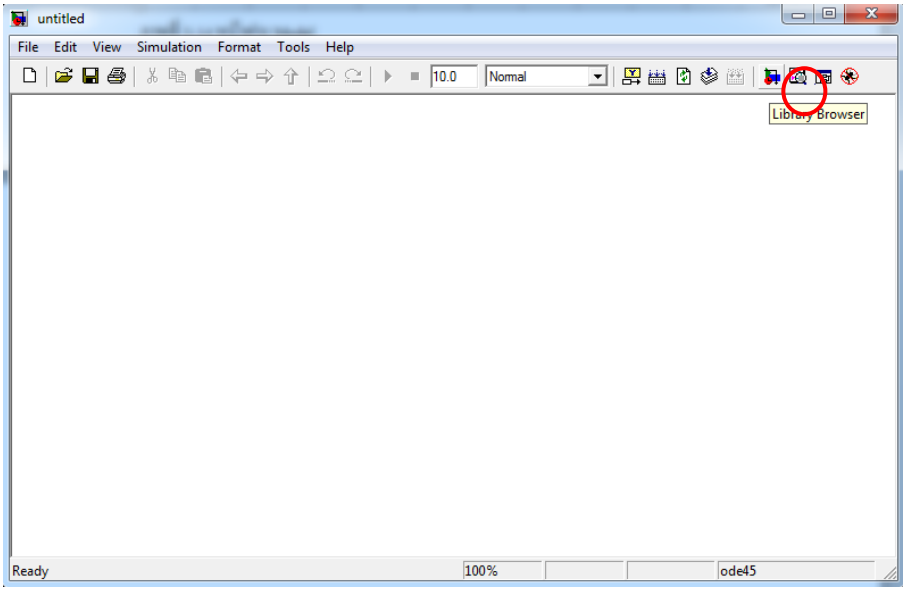
ภาพที่ 3.12 แสดงไฟล์ฟัซซี่บนหน้าต่าง Workspace

3.3.4 การสร้างหน้าต่าง **Model** โดยเลือกที่ File > New > Model



ภาพที่ 3.13 การสร้างหน้าต่าง Model

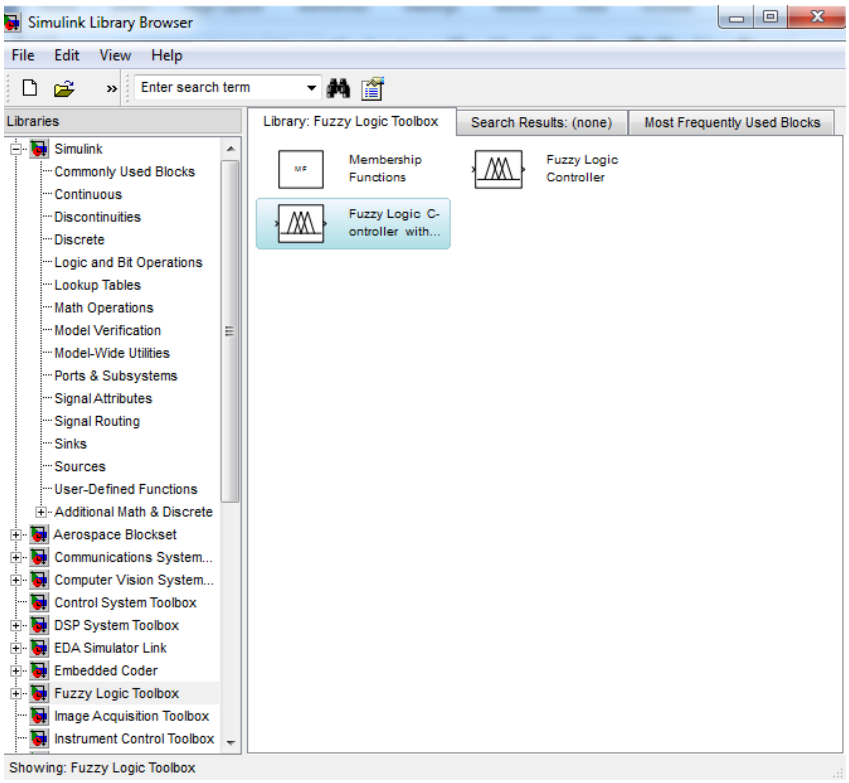
3.3.5 จะปรากฏหน้าต่าง **Model** แล้วเลือกไปที่ Library Browser



ภาพที่ 3.14 แสดงหน้าต่าง Model

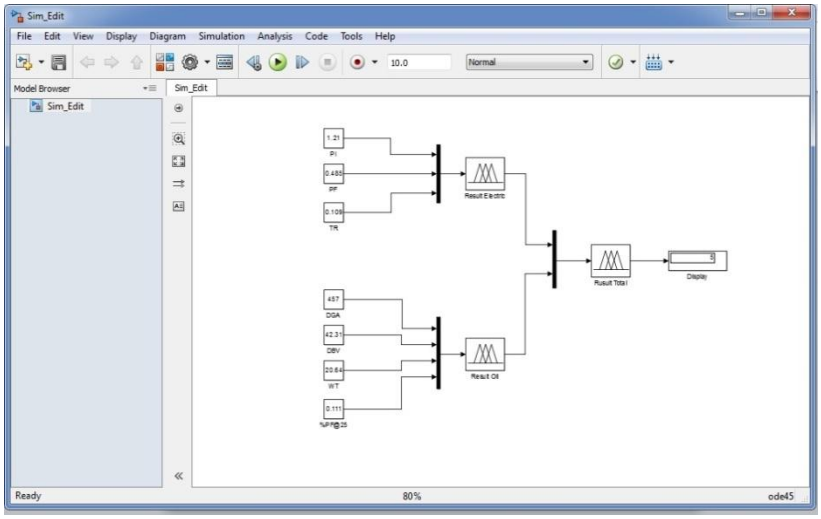
3.3.6 จะปรากฏหน้าต่าง Simulink Library Browser จากนั้นเลือก Block Parameters ต่างๆ ดังนี้

- Fuzzy Logic Toolbox > Fuzzy Logic Controller with Ruleviewer
- Simulink > Sources > Constant (เลือก 3 Block)
- Simulink > Sinks > Display
- Simulink > Signal Routing > Mux



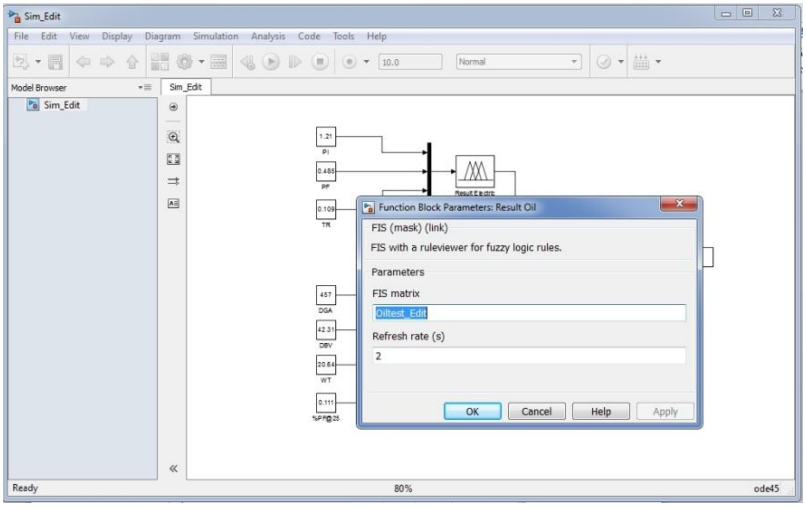
ภาพที่ 3.15 แสดงหน้าต่าง Simulink Library Browser

3.3.7 จะปรากฏ Block Parameters บนหน้าต่าง Model จากนั้นตั้งชื่อและต่อวงจรตามรูป



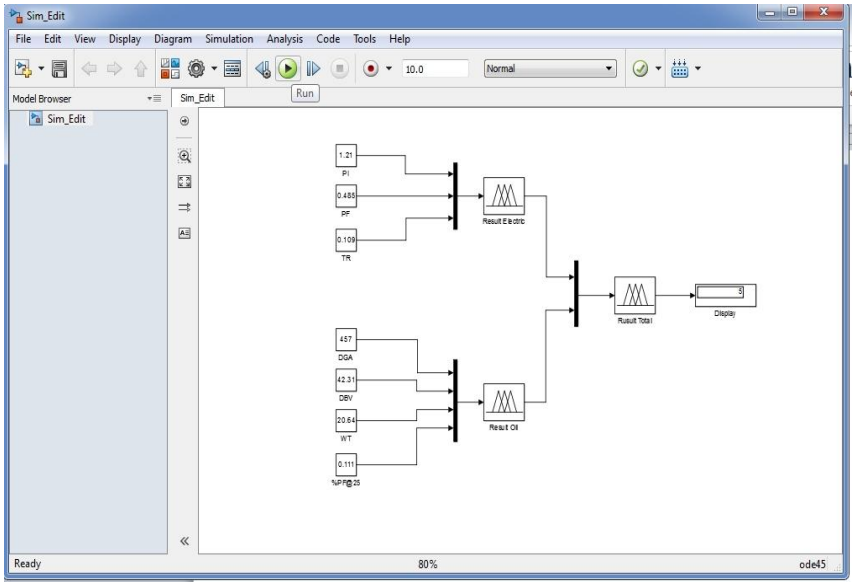
ภาพที่ 3.16 วงจรBlock Parameters

3.3.8 ตั้งค่าที่ Block Fuzzy Logic Controller โดยการดับเบิลคลิกที่ Block Fuzzy Logic Controller ซึ่งจะปรากฏหน้าต่าง Function Block Parameters จากนั้นใส่ชื่อไฟล์ฟัซซี่ที่เราได้ตั้งชื่อไว้ในข้อ 3.4.2



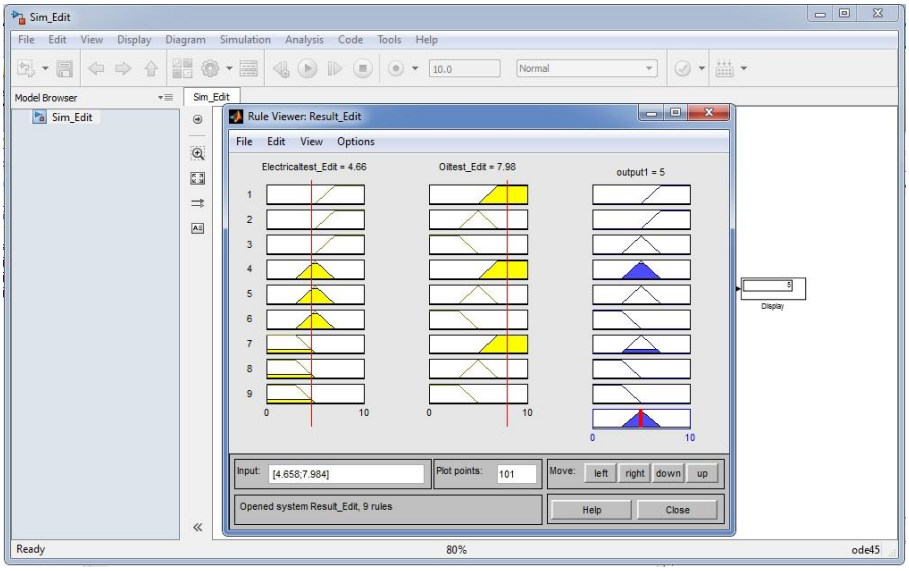
ภาพที่ 3.17 แสดงการตั้งค่า Block Fuzzy Logic Controller

3.3.9 Start Simulink ทำการป้อนผลการทดสอบลงใน Sorurce Block จากนั้นกด Start Simulink



ภาพที่ 3.18 แสดงการเริ่ม Start Simulink

3.3.10 การแสดงผลโดย กฎฟัซซี่ (Rules)



ภาพที่ 3.19 แสดงผลโดยกฎฟัซซี่ (Rules) จากวงจร Block Parameters