



หม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่าย Distribution Transformer



บริษัท เจริญชัยหม้อแปลงไฟฟ้า จำกัด



หัวข้อในการนำเสนอ

1. นิยาม และมาตรฐาน
2. ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้า
3. สิ่งที่ต้องรู้ก่อนเลือกซื้อหม้อแปลงไฟฟ้า
4. การเลือกหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีคุณภาพ
5. ภาพตัวอย่างหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่าย



นิยาม (Definition)

“ทำหน้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับลูกค้า โดยทำการแปลงระดับแรงดันระบบจำหน่ายเป็นระดับแรงดันใช้งาน”



การไฟฟ้านครหลวง (Metropolitan Electricity Authority - MEA)

- แรงดันระบบจำหน่าย 24 หรือ 12/24 kV และแรงดันใช้งาน 416/240 V, 3 PH
- แรงดันระบบจำหน่าย 24 หรือ 12/24 kV และแรงดันใช้งาน 480/240 V, 1 PH
- Tapping range : - 4 x 2.5% (Off-Load Tap-Changer on HV Side)
- Vector Group : Dyn1 or Dyn11 (3 PH), Subtractive (1 PH)



การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (Provincial Electricity Authority - PEA)

- แรงดันระบบจำหน่าย 22 หรือ 33 kV และแรงดันใช้งาน 400/230 V, 3 PH
- แรงดันระบบจำหน่าย 22 หรือ 19 kV และแรงดันใช้งาน 460/230 V, 1PH
- Tapping range : $\pm 2 \times 2.5\%$ (Off-Load Tap-Changer on HV Side)
- Vector Group : Dyn11 (3 PH), Subtractive (1 PH)



มาตรฐาน (Standards)

- มอก.384-2543 / TIS 384-2000
 - หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง / Power Transformers
- IEC 60076 Power Transformers
 - IEC 60076-1, 2011 Part 1: General
 - IEC 60076-2, 2011 Part 2: Temperature rise
 - IEC 60076-3, 2000 Part 3: Insulation level and dielectric tests
 - IEC 60076-4, 2002 Part 4: Lightning and switching impulse
 - IEC 60076-5, 2006 Part 5: Withstand short circuit
 - IEC 60076-11, 2004 Part 11: Dry-type transformers
- IEEE C57.12.00-2000
 - General requirements for Liquid-Immersed Distribution, Power and Regulating Transformers

ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าแยกตามฉนวน

(โครงสร้างของฉนวนหม้อแปลง)

หม้อแปลงไฟฟ้า

ชนิดแห้ง

- วสท. 2556 - อุณหภูมิสูงสุดที่ฉนวนทนได้ > 150 °C
- IEC 60076-11 - Class F = 155 °C

ชนิดฉนวนเหลว

ฉนวนของเหลวติดไฟได้

- IEC 60076-2 - จุดติดไฟ ≤ 300 °C
- IEC 60296 or ASTM D 3487

ฉนวนของเหลวติดไฟยาก

- IEC 60076-2 : จุดติดไฟ > 300 °C
- วสท. 2556 : จุดติดไฟ > 300 °C
- IEC 60836 or ASTM D 4652 : Silicone Oil
- ASTM D 6871 : FR3

ชนิดของหม้อแปลงไฟฟ้าแยกตามฉนวน

(โครงสร้างของฉนวนหม้อแปลง)

หม้อแปลงไฟฟ้า

Dry Type

Oil-immersed Type

Cast-resin Transformer



Open Type with Conservator



Hermetically Sealed





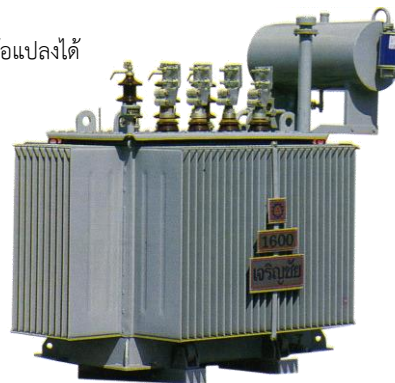
Cast Resin Transformers

- เหมาะในการติดตั้งภายในอาคาร
 - ตรงตามมาตรฐาน วสท. 2556 บทที่ 9 อาคารชุด อาคารสูงหรืออาคารขนาดใหญ่พิเศษ
 - โรงมหรสพ, สถานบริการ และโรงแรม (เพิ่มเติม)
 - มีขนาดไม่น้อยกว่าโหลดที่คำนวณได้ (แก้ไขใหม่)
 - เป็นหม้อแปลงชนิดแห้ง
 - ฉนวน Resin ไม่ติดไฟ
 - ฉนวน Resin ไม่เป็นพิษต่อคน และสิ่งแวดล้อม
 - อยู่ใน Enclosure IP ≥ 21



Open Type with Conservator

- เหมาะในการติดตั้งภายนอกอาคาร
 - ตรงตามมาตรฐาน วสท. 2556 บทที่ 6 ข้อ 6.4 หม้อแปลง ห้องหม้อแปลง และลานหม้อแปลง
 - เป็นหม้อแปลงชนิดฉนวนเหลว
 - ราคาถูก และบำรุงรักษาง่าย
 - ความชื้นจากภายนอก มีโอกาสเข้าสู่ภายในหม้อแปลงได้



Hermetically Sealed

- เหมาะในการติดตั้งภายนอกอาคาร
 - ตรงตามมาตรฐาน วสท. 2556 บทที่ 6 ข้อ 6.4 หม้อแปลง ห้องหม้อแปลง และลานหม้อแปลง
 - เป็นหม้อแปลงชนิดฉนวนเหลว
 - ราคาถูก และบำรุงรักษาน้อยลง
 - ความชื้นจากภายนอก ไม่มีโอกาสเข้าสู่ภายในหม้อแปลงได้



เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 9

ตารางเปรียบเทียบ

Item	Hermetically Sealed Type	Open Type with Conservator Tank
1	ระยะเวลาในการเสื่อมสภาพของน้ำมันหม้อแปลงจะมีระยะเวลานานขึ้น เนื่องจาก หม้อแปลงเป็นระบบปิด ความชื้นในอากาศไม่สามารถสัมผัสกับน้ำมันหม้อแปลงได้ ฉะนั้นการเสื่อมสภาพของน้ำมันหม้อแปลงจะขึ้นอยู่กับความร้อนในขณะใช้งาน	ระยะเวลาในการเสื่อมสภาพของน้ำมันหม้อแปลงจะมีระยะเวลาสั้น โดยเฉพาะในกรณีที่มีซิลิกาเจลเสื่อมสภาพ เนื่องจาก หม้อแปลงเป็นระบบเปิด ความชื้นในอากาศสามารถสัมผัสกับน้ำมันได้โดยตรง ทำให้ค่าความเป็นฉนวนของน้ำมันลดลงเร็วกว่า
2	โอกาสเกิดความเสียหายน้อย ในกรณีที่หม้อแปลงขาดการดูแล หรือการบำรุงรักษา เนื่องจาก หม้อแปลงเป็นระบบปิด ความชื้นในอากาศไม่สามารถสัมผัสกับน้ำมันหม้อแปลงได้	โอกาสเกิดความเสียหายมาก ในกรณีที่หม้อแปลงขาดการดูแล หรือการบำรุงรักษา เนื่องจาก ซิลิกาเจลอาจเสื่อมสภาพจนถึงกำหนดการบำรุงรักษา
3	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาลดลง (การกรองน้ำมัน หรือเปลี่ยนน้ำมัน) เนื่องจาก เป็นผลมาจากข้อที่ 1	ค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาสูงกว่า (การกรองน้ำมัน หรือเปลี่ยนน้ำมัน และการเปลี่ยนซิลิกาเจล) เนื่องจาก เป็นผลมาจากข้อที่ 1
4	หม้อแปลงมีขนาดความสูงลดลง ทำให้ลดพื้นที่ในการติดตั้ง เนื่องจาก ไม่มีถังพักน้ำมันสำรอง	หม้อแปลงมีขนาดความสูงสูงกว่า ทำให้ต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งมากขึ้น เนื่องจาก มีถังพักน้ำมันสำรอง
5	เป็นหม้อแปลง Standard ที่ใช้ในที่ที่มีสภาพอากาศชื้นและฝนตก เนื่องจาก เป็นผลมาจากข้อที่ 1	เป็นหม้อแปลง Standard ที่ใช้ในที่ที่มีสภาพอากาศไม่ชื้น และไม่ค่อยมีฝนตก เนื่องจาก เป็นผลมาจากข้อที่ 1
6	ความสามารถในการระบายความร้อนเท่ากัน	ความสามารถในการระบายความร้อนเท่ากัน
7	ที่ติดตั้งเท่ากัน ราคาถูกกว่า	ที่ติดตั้งเท่ากัน ราคาแพงกว่า

เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 10



สิ่งที่ควรรู้ก่อนเลือกซื้อหม้อแปลงไฟฟ้า

- อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น (Temperature rise)
 - สำหรับหม้อแปลงชนิดแห้ง
 - IEC 60076-11 : ฉนวน Class F = 155 °C
 - อุณหภูมิห้อง ต้องไม่เกิน 40 °C
 - อุณหภูมิขดลวดที่เพิ่มขึ้น ต้องไม่เกิน 100 °C
 - สำหรับหม้อแปลงชนิดฉนวนเหลว
 - IEC 60076-2 : ฉนวน Class A = 105 °C
 - อุณหภูมิห้อง ต้องไม่เกิน 40 °C
 - อุณหภูมิขดลวดที่เพิ่มขึ้น ต้องไม่เกิน 65 °C
 - อุณหภูมิน้ำมันด้านบน (Top Oil) ต้องไม่เกิน 60 °C



สิ่งที่ควรรู้ก่อนเลือกซื้อหม้อแปลงไฟฟ้า

- สัญลักษณ์แสดงการระบายความร้อนของหม้อแปลง

4 Cooling methods

60076-2 © IEC:2011

4.1 Identification symbols

Transformers shall be identified according to the cooling method employed. For liquid-immersed transformers, this identification is expressed by a four-letter code as described below

First letter: Internal cooling medium:

- O: mineral oil or synthetic insulating liquid with fire point ≤ 300 °C;
- K: insulating liquid with fire point > 300 °C;
- L: insulating liquid with no measurable fire point.

Second letter: Circulation mechanism for internal cooling medium:

- N: natural thermosiphon flow through cooling equipment and in windings;
- F: forced circulation through cooling equipment, thermosiphon flow in windings;
- D: forced circulation through cooling equipment, directed from the cooling equipment into at least the main windings.

Third letter: External cooling medium:

- A: air;
- W: water.

Fourth letter: Circulation mechanism for external cooling medium:

- N: natural convection;
- F: forced circulation (fans, pumps).



สิ่งที่ควรรู้ก่อนเลือกซื้อหม้อแปลงไฟฟ้า

- ความคงทนของขดลวดต่อแรงดันไฟฟ้า IEC 60076-3

Highest voltage for equipment U_m kV r.m.s.	Rated lightning impulse withstand voltage kV peak	Rated short duration induced or separate source AC withstand voltage kV r.m.s.
3,6	20	10
7,2	40	20
12	60	28
17,5	75	38
24	95	50
	125	
36	145	70
	170	
52	250	95
60	280	115
72,5	325	140
	380	
100	450	185
123	550	230
145	650	275
170	750	325

NOTE: Dotted lines may require additional phase-to-phase withstand tests to prove that the required phase-to-phase withstand voltages are met.

Low-voltage windings with $U_m \leq 1,1$ kV shall be tested with 3 kV separate source AC withstand voltage.



สิ่งที่ควรรู้ก่อนเลือกซื้อหม้อแปลงไฟฟ้า

- ค่าความสูญเสียของหม้อแปลง (Losses)
 - ค่าความสูญเสียในแกนเหล็ก (No Load Loss)
 - ค่าความสูญเสียในขดลวด (Load Losses)
- วัสดุติบ (Material) ของขดลวด
 - ทองแดง (Copper)
 - อลูมิเนียม (Aluminum)



ตัวนำทองแดง VS ตัวนำอลูมิเนียม

เหตุผลที่ 1: ตัวนำอลูมิเนียม มีโอกาสเสียรูปได้ง่ายกว่าตัวนำทองแดง

อลูมิเนียม (ALUMINIUM – Al) มีความทนทานต่อความเครียดทางกล (MECHANICAL STRESS) น้อยกว่าทองแดง (COPPER – Cu) อย่างมีนัยสำคัญ ดังนั้น ในขั้นตอนการพันขดลวดของหม้อแปลงไฟฟ้า หากต้องการนำตัวนำอลูมิเนียมมาทดแทนตัวนำทองแดง จำเป็นต้องเลือกรูปทรงของตัวนำที่สามารถกระจายความเครียดทางกลดังกล่าวออก เพื่อลดการเกิดกระบวนการเสียรูป (DEFORMATION) ต่อขดลวดหม้อแปลงให้มากที่สุด

ในท้องตลาดปัจจุบัน รูปทรงของตัวนำที่มีอยู่ได้แก่ ลวดตัวนำกลม, แบบฟอล์ย (FOIL) หรือแบบสตริป (STRIP) สำหรับ 2 กรณีหลังมีรูปทรงที่สามารถกระจายแรงได้ดีพอสมควร

แต่สำหรับลวดตัวนำอะลูมิเนียมชนิดกลม ซึ่งนิยมใช้ในขดลวดแรงสูง (HIGH SIDE WINDING) มีโอกาสที่จะเกิดการเสียรูปได้ **อันส่งผลต่อความแข็งแรงของขดลวดและคุณภาพของหม้อแปลงไฟฟ้า**

ดังนั้น **เจริญชัยหม้อแปลงไฟฟ้า** จึงออกแบบและผลิตหม้อแปลงที่มีขดลวดทำด้วยทองแดง เท่านั้น ไม่ผลิตหม้อแปลงที่ใช้อลูมิเนียมเป็นวัตถุดิบ

ตัวนำทองแดง VS ตัวนำอลูมิเนียม

เหตุผลที่ 2: การเลือกใช้ “ทองแดง” ให้ความคุ้มค่าต่อลูกค้า มากกว่า “อลูมิเนียม”

เมื่อเปรียบเทียบราคาขายในท้องตลาดพบว่า ทองแดง มีราคาสูงกว่า อลูมิเนียม ประมาณ 2 เท่า

ตัวอย่างเช่น หม้อแปลงไฟฟ้าขนาด 250 kVA และ 1000 kVA 22 kV 400/230 V 3Ph 50Hz Dyn11 ONAN

- กำหนดให้ ราคาทองแดง 300 บาท/กิโลกรัม
- กำหนดให้ ราคาอลูมิเนียม 150 บาท/กิโลกรัม

เมื่อ ต้องการเปลี่ยนจาก ทองแดง เป็น อลูมิเนียม สิ่งที่จะมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย คือ

- ที่กระแสน้ำ อลูมิเนียม ต้องมีขนาดพื้นที่หน้าตัดมากกว่า ทองแดง
- ในทำนองเดียวกันกับพื้นที่หน้าตัด ส่งผลให้ความยาวของตัวนำ อลูมิเนียม ยาวกว่า
- จากคุณสมบัติทางฟิสิกส์ ความหนาแน่น (kg/cm^3) อลูมิเนียม มีค่า ประมาณ 30.34% ของทองแดง

*** ตารางเปรียบเทียบเรื่องต้นทุนระหว่างขดลวดทองแดง กับขดลวดอลูมิเนียม ***

Capacity (kVA)	น้ำหนักขดลวด (kg)			ราคาขาย (บาท/kg)		ราคาขดลวด (บาท)		
	Cu	Al	ส่วนต่าง	Cu	Al	Cu	Al	ส่วนต่าง
250	220	130	90	300	150	66,000	19,500	46,500
1000	390	230	160	300	150	117,000	34,500	82,500





การเลือกหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีคุณภาพ

- การออกแบบที่ดี
- ใช้วัตถุดิบคุณภาพดีในการผลิต
- ใช้เทคโนโลยี และเครื่องจักรที่ทันสมัยในการผลิต
- มีการควบคุมคุณภาพการผลิตอย่างสม่ำเสมอ
- มีการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง



การออกแบบ (Design)

- การออกแบบอย่างเหมาะสม (Optimization) เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด
- ทนทานต่อ Impulse voltage จากปรากฏการณ์ฟ้าผ่า (Lightning)
- ทนทานต่อ Surge Voltage จากการปลดสับสวิตช์แรงสูงของระบบไฟฟ้า (Switching Operation)
- ทนทานต่อผลกระทบจากฮาร์โมนิกส์ (Influence of Harmonics)
- ทนทานต่อผลกระทบจากการลัดวงจร (Short Circuit) ทั้ง
 - ผลทางกล (Mechanical Stress)
 - ผลจากความร้อน (Thermal Stress)





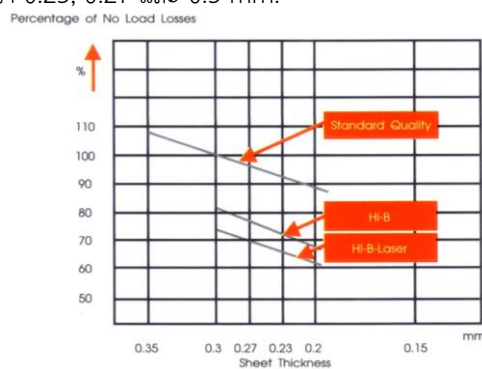
การออกแบบ (Design)

- กำจัด หรือลดความสูญเสียในวงจรแม่เหล็ก (Stray losses) และจุดอับความร้อน (Hot Spots)
- ความสามารถในการจ่ายไฟเกินกำลัง (Overload Capability)
- ลด และควบคุมการเปลี่ยนแปลงของความดันภายในตัวถังหม้อแปลงแบบปิดสนิท (Hermetically Sealed)



แกนเหล็ก (CORE)

- วัสดุคุณภาพดีในการผลิต
 - เหล็กซิลิคอนรีดเย็นแบบจัดเรียงทิศทาง (CRGO : Cold Rolled Grain Oriented)
 - ความหนา 0.23, 0.27 และ 0.3 mm.





แกนเหล็ก (CORE)

- เทคโนโลยีที่ทันสมัย
 - การเรียงเหล็กแบบ Step Lap



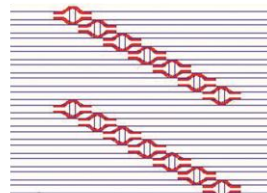
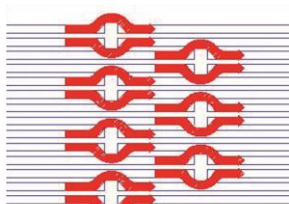
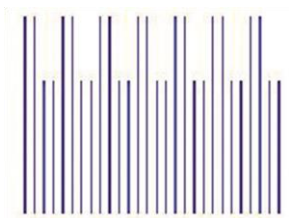
เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 21



แกนเหล็ก (CORE)

- รูปเปรียบเทียบการไหลของ Flux ระหว่างการเรียงเหล็กแบบ Over Lap กับ การเรียงเหล็กแบบ Step Lap



เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 22



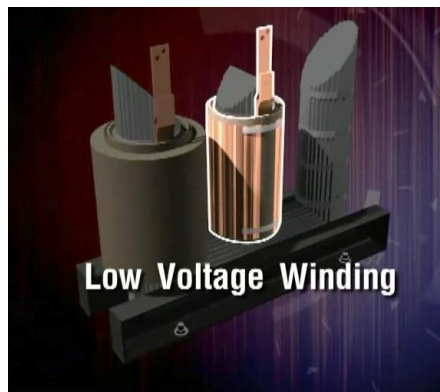
แกนเหล็ก (CORE)

- เครื่องจักรที่ทันสมัย
 - การใช้เครื่องตัดเหล็กแผ่น (Cut-To-Length)



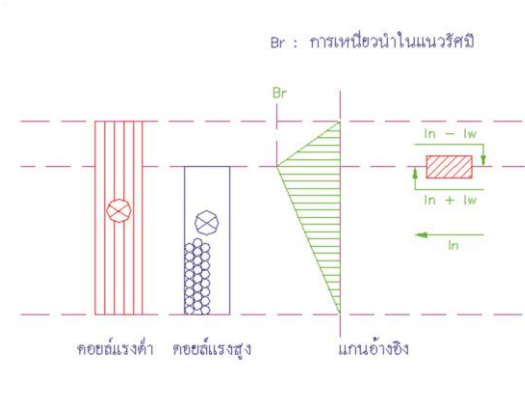
ขดลวดแรงต่ำ (LV Winding)

- วัตถุดิบคุณภาพดีในการผลิต
 - ตัวนำจะใช้ แผ่นทองแดง หรือ Copper Foil
 - กระดาษฉนวนจะใช้ กระดาษฉนวนชนิด Synthetic Resin-bonded Paper



ขดลวดแรงต่ำ (LV Winding)

- แผ่นทองแดง หรือ Copper Foil
 - ลดแรงกระทำในแนวแกน (Axial Force) จากการเกิดการลัดวงจร (Short Circuit)



ขดลวดแรงต่ำ (LV Winding)

- กระดาษฉนวนชนิด Synthetic Resin-bonded Paper
 - ลดจุดอับความร้อนของขดลวด (Hot Spots)
 - ช่วยให้ขดลวดทนต่อแรงที่เกิดจากการเกิดลัดวงจร (Short Circuit)



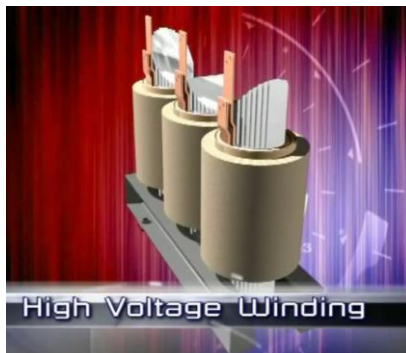
ขดลวดแรงต่ำ (LV Winding)

- เทคโนโลยี และเครื่องจักรที่ทันสมัย
 - การใช้เครื่องพันคอล์ย Foil Winding Machine



ขดลวดแรงสูง (HV Winding)

- วัตถุดิบคุณภาพดีในการผลิต
 - ตัวนำจะใช้ ชนิดอบน้ำยา (Enamel Wire) หรือหุ้มด้วยกระดาษฉนวน มีทั้งชนิดกลม และชนิดเหลี่ยม
 - กระดาษฉนวนจะใช้ กระดาษฉนวนชนิด Synthetic Resin-bonded Paper





ตัวถังหม้อแปลง (Tank)

- วัสดุคุณภาพดีในการผลิต
 - เหล็ก Cold-Rolled Steel หนา 1.2 ถึง 1.5 mm.



เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 29



ตัวถังหม้อแปลง (Tank)

- เทคโนโลยีที่ทันสมัย
 - การใช้ตัวถังแบบลอนลูกฟูก (CORRUGATED TANK) เพื่อเพิ่มพื้นที่ผิวสัมผัสของตัวถัง ทำให้การระบายความร้อนดีขึ้น



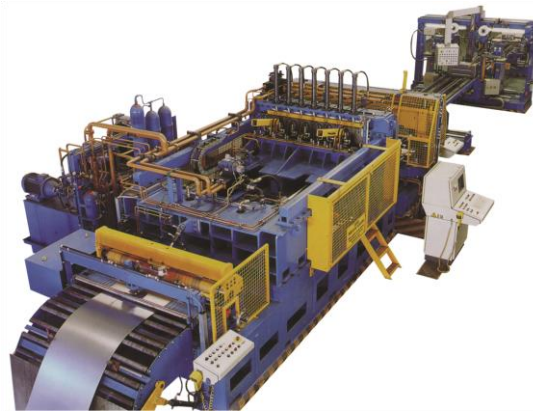
เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 30



ตัวถังหม้อแปลง (Tank)

- เครื่องจักรที่ทันสมัย
 - เครื่องผลิตครีบบลอนลูกฟูก (Corrugated Fin) Forming and Welding Line



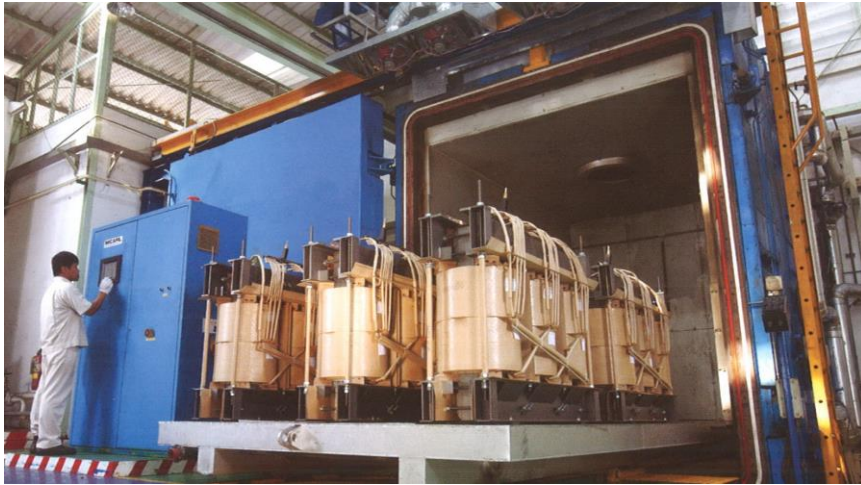
การประกอบ (ASSEMBLY)

- ACTIVE PARTs + PASSIVE PARTs





การอบไล่ความชื้น (VACUUM DRYING)



เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 33



การทดสอบ (Testing)

- มาตรฐานที่ใช้ในการทดสอบ
 - มอก., IEC, IEEE, อื่นๆ
- ประเภทของการทดสอบ
 - การทดสอบประจำ (Routine Test)
 - การทดสอบเฉพาะแบบ (Type Test)
 - การทดสอบพิเศษ (Special Test)
- สถาบันทดสอบ (The 3rd Party Testers)
 - KEMA, CESI, EGAT, PEA, MEA, จุฬาฯ, อื่นๆ

เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 34



การทดสอบประจำ (ROUTINE TEST)

- การทดสอบหาค่าอัตราส่วนของแรงดัน (RATIO TEST) : IEC 60076-1
- การทดสอบหาขั้ว หรือสัญลักษณ์กลุ่มเวกเตอร์ (POLARITY and VECTOR GROUP TEST) : IEC 60076-1
- การวัดค่าความต้านทานของขดลวด (WINDING RESISTANCE MEASUREMENT) : IEC 60076-1
- การทดสอบหาการสูญเสียกำลังไฟฟ้า และกระแสขณะไม่มีโหลด (NO-LOAD LOSS and NO-LOAD CURRENT TEST) : IEC 60076-1



การทดสอบประจำ (ROUTINE TEST)

- การทดสอบหาการสูญเสียกำลังไฟฟ้าขณะมีโหลด และแรงดันอิมพีแดนซ์ (LOAD LOSS and IMPEDANCE VOLTAGE TEST) : IEC 60076-1
- การทดสอบความคงทนต่อแรงดันเหนี่ยวนำเกิน (INDUCED POTENTIAL TEST) : IEC 60076-3
- การทดสอบความทนต่อแรงดันเกินจากแหล่งจ่ายตัวอื่น (APPLIED POTENTIAL TEST) : IEC 60076-3
- การทดสอบรอยรั่วซึมของน้ำมัน (OIL LEAK TEST) : IEC 60076-1
- การทดสอบความเป็นฉนวนของน้ำมัน (OIL DIELECTRIC STRENGTH TEST) : IEC 60156 or ASTM D877-02



การทดสอบเฉพาะแบบ (TYPE TEST)

- การทดสอบความคงทนต่อแรงดันอิมพัลส์
(IMPULSE VOLTAGE WITHSTAND TEST) : IEC 60076-4
- การทดสอบอุณหภูมิเพิ่ม
(TEMPERATURE RISE TEST) : IEC 60076-2



การทดสอบพิเศษ (SPECIAL TEST)

- การทดสอบความทนทานต่อการลัดวงจร
(SHORT CIRCUIT WITHSTAND TEST) : IEC 60076-5
- การทดสอบความดังของเสียงรบกวน
(AUDIBLE SOUND LEVEL TEST) : IEC 60076-10



TIP 1 : การหาตำแหน่ง Tap ที่เหมาะสม

Tapping range : -4 x 2.5%

Tap No.	High Voltage (V.)	Low Voltage (V.)	Ratio
1	24000	416	57.69
2	23400	416	56.25
3	22800	416	54.81
4	22200	416	53.37
5	21600	416	51.92

Tapping range : ±2 x 2.5%

Tap No.	High Voltage (V.)	Low Voltage (V.)	Ratio
1	23100	400	57.75
2	22550	400	56.38
3	22000	400	55.00
4	21450	400	53.63
5	20900	400	52.25

- หม้อแปลงระบบ 22000 V. เมื่อวัดแรงดันด้านแรงต่ำได้ 390 V. ต้องการแรงดันที่พิกัด 400 V. และตำแหน่ง Tap ของหม้อแปลงอยู่ที่ 3
 - คำนวณ Ratio = $390 \times 55 = 21450$ V.
 - คำนวณ Ratio แรงดัน 400 V. = $21450 / 400 = 53.63$
 - ต้องปรับตำแหน่ง Tap ที่ 4 จะได้แรงดัน = $21450 / 53.63 = 400$ V.

TIP 2 : On-Load Tap Changer





TIP 3 : การคำนวณหากระแสของหม้อแปลง

- หม้อแปลงขนาด 1000 kVA. 22 kV. 400/230 V. 3 PH. 50 Hz. Dyn11 %Z = 6%
 - คำนวณหากระแสด้านแรงสูง = $1000 / (1.732 \times 22) = 26.24 \text{ A}$.
 - คำนวณหากระแสด้านแรงต่ำ = $1000 / (1.732 \times 0.4) = 1443.38 \text{ A}$.
 - คำนวณหากระแส Short Circuit = $(1443.38 / 6) \times 100 = 24.06 \text{ kA}$.
- หม้อแปลงขนาด 30 kVA. 22 kV. 460/230 V. 1 PH. 50 Hz. Sub. %Z = 2%
 - คำนวณหากระแสด้านแรงสูง = $30 / 22 = 1.36 \text{ A}$.
 - คำนวณหากระแสด้านแรงต่ำ = $30 / 0.46 = 65.22 \text{ A}$.
 - คำนวณหากระแส Short Circuit = $(65.22 / 2) \times 100 = 3.26 \text{ kA}$.



ตารางค่า Impedance, Resistance และ Reactance

For : 3Ph 50Hz Dyn11 Oil-Immersed Transformer

High Voltage Side : 22 kV.

Low Voltage Side : 400 / 230 V.

kVA	No Load Loss (W)	Load Losses at 75°C (W)	Impedance Voltage		Resistance Voltage		Reactance Voltage	
			%	mOhm	%	mOhm	%	mOhm
50	160	950	4	128.00	1.90	60.80	3.52	112.64
100	250	1550	4	64.00	1.55	24.80	3.69	59.00
160	360	2100	4	40.00	1.31	13.13	3.78	37.79
250	500	2950	4	25.60	1.18	7.55	3.82	24.46
315	700	3900	4	20.32	1.24	6.29	3.80	19.32
400	850	4600	4	16.00	1.15	4.60	3.83	15.32
500	1000	5500	4	12.80	1.10	3.52	3.85	12.31
630	1200	6500	4	10.16	1.03	2.62	3.86	9.81
750	1300	9500	6	12.80	1.27	2.70	5.86	12.51
800	1300	10000	6	12.00	1.25	2.50	5.87	11.74
1000	1600	13000	6	9.60	1.30	2.08	5.86	9.37
1250	1800	15500	6	7.68	1.24	1.59	5.87	7.51
1500	2100	18500	6	6.40	1.23	1.32	5.87	6.26
1600	2100	19500	6	6.00	1.22	1.22	5.87	5.87
2000	2600	22500	6	4.80	1.13	0.90	5.89	4.71
2500	3000	26500	6	3.84	1.06	0.68	5.91	3.78
3000	3400	30500	6	3.20	1.02	0.54	5.91	3.15



“การเลือก การใช้งาน หม้อแปลงไฟฟ้า”



เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 43

1,000 kVA Hermetically Sealed without Gas Cushion



“การเลือก การใช้งาน หม้อแปลงไฟฟ้า”



เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 44

5,000 kVA Hermetically Sealed without Gas Cushion

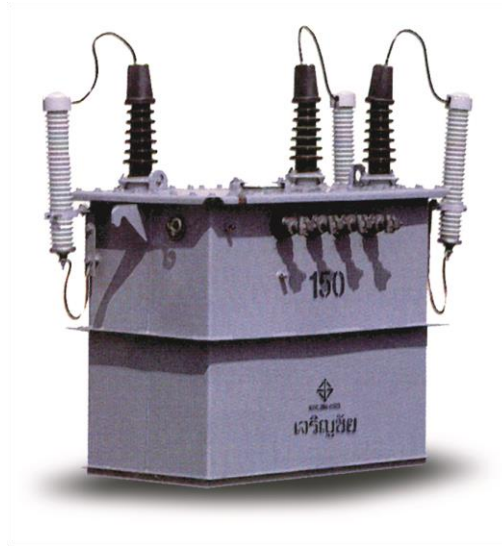




“การเลือก การใช้งาน หม้อแปลงไฟฟ้า”



150 kVA Completely Self-Protected Transformer



เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 45



“การเลือก การใช้งาน หม้อแปลงไฟฟ้า”



2,000 kVA Hermetically Sealed with Nitrogen



เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 46



“การเลือก การใช้งาน หม้อแปลงไฟฟ้า”



เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 47

500 kVA Network Transformer



1,000 kVA with Load Break Switch



เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 48



“การเลือก การใช้งาน หม้อแปลงไฟฟ้า”



2,000 kVA with Cable Box



เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 49



“การเลือก การใช้งาน หม้อแปลงไฟฟ้า”



1600kVA Cast resin transformer



เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

หน้าที่ 50



“การเลือก การใช้งาน หม้อแปลงไฟฟ้า”



เรื่อง “หม้อแปลงระบบจำหน่าย”

www.charoenchai.com

www.facebook.com/CharoenchaiTransformer



จบการนำเสนอ
ขอขอบพระคุณทุกท่าน
ในการรับฟัง

หน้าที่ 51