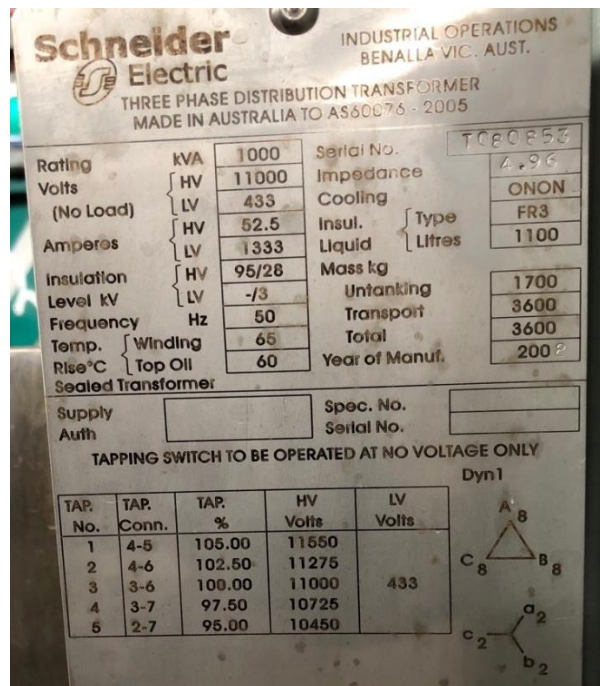


## ตัวอย่างการอ่าน Nameplate Transformer

อาจารย์กวินชัย ต้องตรงทรัพย์  
สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมอัตโนมัติ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

บทความนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนวิชาเครื่องกลไฟฟ้า ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าจัดเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดที่ไม่มีส่วนที่เคลื่อนไหวจึงทำให้เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่แข็งแรงทนทาน และมีประสิทธิภาพทางด้านกำลังไฟฟ้าสูง เนื่องจากหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงระดับแรงดันไฟฟ้าให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน โดยอาศัยหลักแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงสนามแม่เหล็ก โดยในการแปลงระดับแรงดันไฟฟ้า ซึ่งทำได้ทั้งเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้า (Step-up voltage) และการลดระดับแรงดันไฟฟ้า (Step-down voltage) จึงถูกนำมาใช้งานในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าและมีความสำคัญต่อระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า เพราะทำหน้าที่ยกระดับแรงดันไฟฟ้าจากที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าซิงโครนัส ให้สูงขึ้นเพื่อป้อนให้กับระบบสายส่งกำลังไฟฟ้าและลดระดับแรงดันไฟฟ้าจากระบบสายส่งกำลังไฟฟ้าให้ลงมาอยู่ในระดับที่เหมาะสมกับการใช้งาน เพื่อให้ใช้งานหม้อแปลงไฟฟ้าได้อย่างถูกวิธี จึงจำเป็นต้องทำความเข้าใจรายละเอียดที่อยู่ในแผ่นป้ายหม้อแปลง (Nameplate Transformer) ดังนั้นบทความนี้จึงขอยกตัวอย่างการอ่านแผ่นป้ายหม้อแปลงดังภาพที่ 1



ภาพที่ 1 ตัวอย่างแผ่นป้ายหม้อแปลง

ที่มา : <https://www.grelectric.com.au/1000-kva-11000-hv-433-lv-transformer-2>

จากภาพที่ 1 เป็นแผ่นป้ายหม้อแปลงสามเฟส ยี่ห้อ Schneider Electric รุ่น T080853 ผลิตในออสเตรเลีย ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 รายละเอียดของตัวอย่างแผ่นป้ายหม้อแปลง

หัวข้อ	คำอธิบาย
Rating	ขนาดกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งบอกอยู่ในรูปของหน่วย VA โดยหม้อแปลงไฟฟ้าตัวนี้มีขนาดเท่ากับ 1000 KVA
Volts	ขนาดพิกัดแรงดันไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด โดยหม้อแปลงไฟฟ้าตัวนี้มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าทางด้าน HV(แรงดันไฟฟ้าสูง) เท่ากับ 11,000 V และพิกัดแรงดันไฟฟ้าทางด้าน LV(แรงดันไฟฟ้าต่ำ) เท่ากับ 433 V
Amperes	ขนาดพิกัดกระแสไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า โดยหม้อแปลงไฟฟ้าตัวนี้มีพิกัดกระแสไฟฟ้าทางด้าน HV (แรงดันไฟฟ้าสูง) เท่ากับ 52.5 A และพิกัดกระแสไฟฟ้าทางด้าน LV (แรงดันไฟฟ้าต่ำ) เท่ากับ 1,333 A
insulation level kV	เป็นค่าความคงทนของฉนวนต่อแรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นฟ้าผ่า เป็นการทดสอบความทนอยู่ได้ของฉนวนที่สภาวะกำหนด ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องทนต่อแรงดันไฟฟ้าทดสอบนี้ได้ และไม่เกิดรอยแตกสลายใดๆ หลังจากทดสอบโดยหม้อแปลงไฟฟ้าตัวนี้มีพิกัดแรงดันไฟฟ้าทดสอบทางด้าน HV(แรงดันไฟฟ้าสูง) เท่ากับ 95/28 kV และพิกัดแรงดันไฟฟ้าทดสอบทางด้าน LV(แรงดันไฟฟ้าต่ำ) เท่ากับ 3 kV
Frequency	หม้อแปลงไฟฟ้าตัวนี้ใช้กับระบบความถี่ 50 Hz
Impedance	คือ ค่าความต้านทานไฟฟ้าของหม้อแปลงไฟฟ้า( $Z=R+jX$ ) บอกอยู่ในรูปของ % ของแรงดันไฟฟ้าพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า ทำให้ทราบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมภายในหม้อแปลงไฟฟ้า โดยหม้อแปลงไฟฟ้าตัวนี้มีค่า Impedance เท่ากับ 4.96% หมายความว่า จะมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมภายในหม้อแปลงไฟฟ้าทางด้าน HV เท่ากับ $11,000 \times 0.0496 = 545.6$ V และแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมภายในหม้อแปลงไฟฟ้าทางด้าน LV เท่ากับ $433 \times 0.0496 = 21.47$ V ซึ่งถ้าค่า %Impedance(%Z) นี้มีค่าต่ำแสดงว่าควบคุมค่าแรงไฟฟ้า(%V) ได้ดีหรือมีค่าต่ำ และถ้าค่า %Z มีค่าสูงแสดงว่า %V มีค่าสูง หมายความว่าควบคุมค่าแรงไฟฟ้าไม่ดี นอกจากนี้ยังทำให้รู้ค่ากระแสไฟฟ้าลัดวงจร ซึ่งคำนวณได้จากสมการ <div style="text-align: center;"> <math display="block">I_{SC} = \frac{I_{FL} \times 100}{\%Z}</math> </div>

หัวข้อ	คำอธิบาย
	<p>กรณีด้าน HV จะได้ <math display="block">I_{sc} = \frac{52.5 \times 100}{4.96} = 1,058.46 \text{ A}</math></p> <p>กรณีด้าน LV จะได้ <math display="block">I_{sc} = \frac{1,333 \times 100}{4.96} = 26,875 \text{ A}</math></p> <p>เพื่อใช้ในการออกแบบระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าลัดวงจรของหม้อแปลงไฟฟ้าหรือระบบไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับหม้อแปลงไฟฟ้า</p>
Temp.Rise°C	<p>อุณหภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าที่สูงขึ้นจากอุณหภูมิสิ่งแวดล้อม (Ambient Temperature) โดยปกติที่อุณหภูมิสภาพแวดล้อมจะอยู่ที่ 40 องศาเซลเซียส ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าตัวนี้มีพิกัดอุณหภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้าที่สูงขึ้นจากอุณหภูมิสิ่งแวดล้อมของขดลวด(Winding) เท่ากับ 65 องศาเซลเซียส นั้นหมายความว่าขดลวดสามารถทนความร้อนได้ไม่เกิน 105 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิของน้ำมันด้านบน (Top oil) ไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส (40°C +60°C)</p>
Sealed Transformer	<p>เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำมันที่มีตัวถังแบบปิดสนิท เพื่อป้องกันความชื้นจากอากาศภายนอกเข้าไปสัมผัสกับน้ำมัน เพราะจะเป็นผลให้ความเป็นฉนวนของน้ำมันจะลดลง และเมื่อมีการสัมผัสกับก๊าซออกซิเจนในอากาศจะทำให้เกิดการออกซิเดชัน น้ำมันจะแปรสภาพเป็นกรดทำลายฉนวนกระดาษของหม้อแปลง ส่งผลให้อายุการใช้งานหม้อแปลงสั้นลง</p>
Cooling	<p>ระบบระบายความร้อนหม้อแปลงไฟฟ้า โดยหม้อแปลงไฟฟ้าตัวนี้มีระบบระบายความร้อนเป็นแบบ ONAN (Oil-Natural and Air- Natural) คือ ใช้ น้ำมันระบายความร้อนและอากาศภายนอกในการระบายความร้อน ซึ่งน้ำมันภายในถังส่วนที่ร้อนหรืออุณหภูมิสูงจะเคลื่อนที่สู่ด้านบนของถังหม้อแปลงไฟฟ้า ส่วนน้ำมันที่เย็นหรืออุณหภูมิต่ำจะเคลื่อนที่สู่ด้านล่างของถัง โดยเป็นไปตามกฎไหลเวียนตามธรรมชาติของของไหล และอาศัยอากาศหรือลมตามธรรมชาติพัดมากระทบกับตัวถังเพื่อระบายความร้อน</p>
Insul.Liquid	<p>คือ ประเภทของฉนวน ซึ่งหม้อแปลงไฟฟ้าตัวนี้มีฉนวนเป็นน้ำมันประเภท FR3 ใช้ปริมาณเท่ากับ 1,100 ลิตร โดยน้ำมันประเภท FR3 คือ น้ำมันพีชทดแทน (มีน้ำมันถั่วเหลืองเป็นตัวตั้งต้น) ของเหลวชนิดนี้มีความต้านทานการติดไฟสูง ทำให้ลดความเสี่ยงด้านอัคคีภัยเวลาเกิดหม้อแปลงไฟฟ้าลัดวงจร</p>
Mass kg	น้ำหนักของหม้อแปลงไฟฟ้า แบ่งเป็น

หัวข้อ	คำอธิบาย
	Untanking หมายถึง น้ำหนักของแกนเหล็กและขดลวด เท่ากับ 1,700 kg Transport หมายถึง น้ำหนักรวมของหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อใช้ในการ ออกแบบการขนย้าย เท่ากับ 3,600 kg Total หมายถึง น้ำหนักของหม้อแปลงไฟฟ้า เท่ากับ 3,600 kg
Year of Manuf.	ปีที่ผลิต ค.ศ. 2008
Dyn1	<p>คือ Vector Group เป็นคำอธิบายถึงมุมต่างเฟสของรูปคลื่นสัญญาณระหว่างขดลวดแรงสูงกับขดลวดแรงต่ำที่เฟสเดียวกัน โดย Dyn1 นั้นมีมุมต่างเฟสของขดลวดแรงต่ำล่าหลัง (Lag) ขดลวดแรงสูงอยู่ 30 องศา โดยหม้อแปลงไฟฟ้าตัวนี้ด้านแรงสูงต่อแบบเดลต้า ส่วนด้านแรงต่ำต่อแบบวาย ซึ่งเขียนเป็นสัญลักษณ์ดังภาพที่ 2 และมีการต่อวงจรตามภาพที่ 3</p> <div data-bbox="654 873 1260 1120" data-label="Diagram"> </div> <p>ภาพที่ 2 สัญลักษณ์ Dyn1</p> <p>ที่มา : <a href="https://pacbasics.org/transformer-vector-group/">https://pacbasics.org/transformer-vector-group/</a></p> <div data-bbox="638 1299 1228 1747" data-label="Diagram"> </div> <p>ภาพที่ 3 การต่อวงจรของหม้อแปลงตามสัญลักษณ์ Dyn1</p> <p>ที่มา : <a href="https://pacbasics.org/transformer-vector-group/">https://pacbasics.org/transformer-vector-group/</a></p>

หัวข้อ	คำอธิบาย
Tapping switch to be operated at no voltage only	หมายถึงหม้อแปลงไฟฟ้าตัวนี้ด้านแรงดันสูงสามารถรับแรงดันสูงได้หลายค่าขึ้นอยู่กับ การต่อสายไฟขาเข้า โดยที่ด้านแรงดันต่ำ แรงดันไฟฟ้าคงที่ที่ 433 V เช่น Tap No.1 คือ ขดลวดที่ 1 มีจุดต่อ(Tap. conn.) ที่ 4-5(จุดต่อสาย) รับแรงดันไฟฟ้าแรงสูงที่ 105% คือ $1.05 \times 11,000 = 11,550$ V โดยที่ด้านแรงดันต่ำ มีค่าแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 433 V

## เอกสารอ้างอิง

- ไชยชาญ หินเกิด. (2559). หม้อแปลงไฟฟ้า. พิมพ์ครั้งที่ 2. สำนักพิมพ์ ส.ส.ท.. กรุงเทพฯ.
- ทักษิณ โสภายะ. (2561). การจัดการความสัมพันธ์ของการฉนวน. เอกสารประกอบการสอนวิชาการส่งและจ่ายไฟฟ้า บริษัท ไทยพัฒนกิจหม้อแปลงไฟฟ้า จำกัด. (2561). คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2565 จาก <http://www.thaipatanakit.co.th/download/manualbook.pdf>
- บริษัท เอกรัฐวิศวกรรม จำกัด (มหาชน). (2561). คู่มือการใช้งานและบำรุงรักษาสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้าชนิดน้ำมัน. สืบค้นเมื่อวันที่ 23 กุมภาพันธ์ 2565 จาก <https://ekarat.co.th/wp-content/uploads/2018/02/oil-type-manual.pdf>
- สิริวิช ทัดสวนและคณะ (2543). การทดสอบอุณหภูมิ ณ บริเวณลวดตัวนำ และบริเวณน้ำมัน ของหม้อแปลงไฟฟ้าแบบแช่น้ำมัน เพื่อนำเป็นค่าบรรทัดฐานของการออกแบบหม้อแปลง. วารสารวิจัยและพัฒนา มจร. ปีที่ 25 ฉบับที่ 2 พฤษภาคม-สิงหาคม 2543
- มงคล ทองสงคราม. (2554). หม้อแปลงไฟฟ้า. ห้างหุ้นส่วนจำกัด วี.เจ. พรินติ้ง. กรุงเทพฯ.
- David G. Loucks Eaton (2015). Transformer nameplate impedance: Per unit or absolute? [Online Article]. Available at <https://www.eaton.com/ecm/groups/public/@pub/@electrical/documents/content/wp009001en.pdf>
- Edvard Csanyi (2015). 4 Essential Features of Transformer On-Load Tap Changer (OLTC) [Online Article]. Available at <https://electrical-engineering-portal.com/4-essential-features-of-transformer-on-load-tap-changer-oltc>
- G. Pradeep Kumar, "Principles of Transformer Protection", proceedings of Power System Protection Training, Visayan Electric Company, Cebu City, Philippines, December 2016.