

วิทยาลัยการอาชีพบรรพตพิสัย

PEA Product Acceptance Masterclass

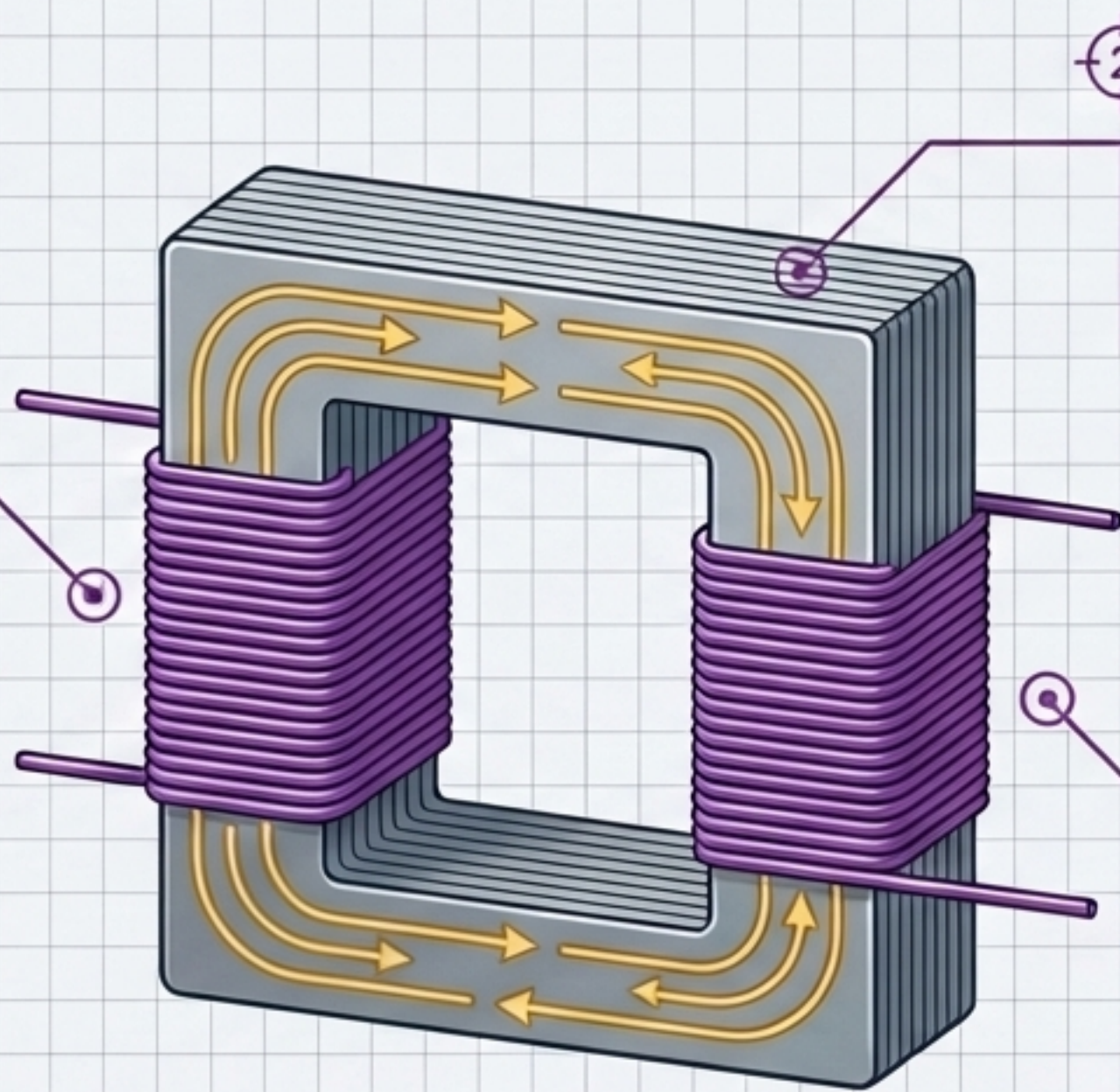
ถอดรหัสมาตรฐานหม้อแปลง ไฟฟ้าระบบจำหน่าย (Distribution Transformer)

เจาะลึกตั้งแต่หลักการทำงาน
โครงสร้างพื้นฐาน
สู่เกณฑ์การตรวจประเมิน
PEA-TRAN-001 Ed.1



หัวใจของหม้อแปลง: การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction)

1 **ขดลวดปฐมภูมิ:**
กระแสไฟฟ้าสลับไหลเข้า
สร้างเส้นแรงแม่เหล็ก (Flux)



2 **แกนเหล็ก (Laminated Core):**
เป็นทางเดินให้เส้นแรงแม่เหล็กไหลผ่าน
การเรียงแกนเหล็กที่ดีช่วยลดการสูญเสีย
พลังงาน

3 **ขดลวดทุติยภูมิ:**
เส้นแรงแม่เหล็กขยายตัวไปตัด
กับขดลวดไปตัดกับขดลวด
เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ



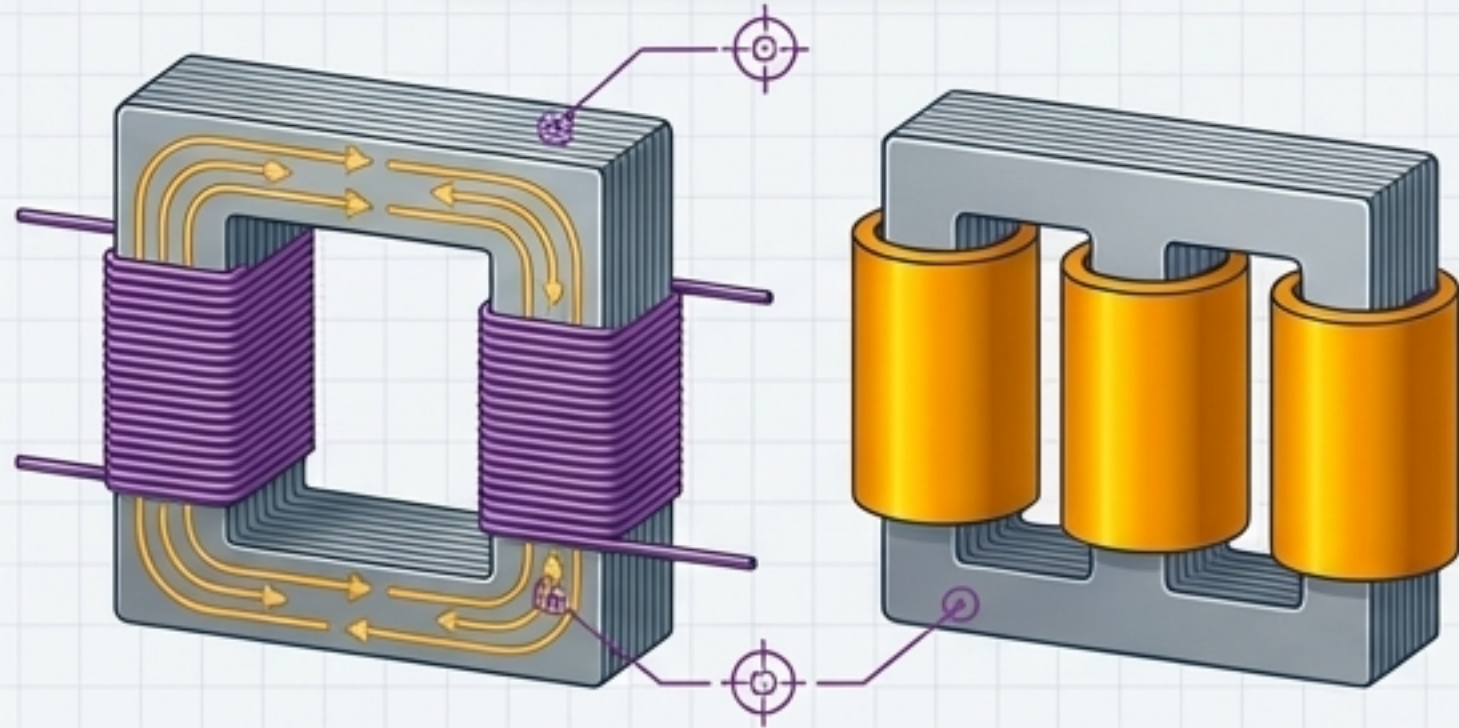
การทำงานทั้งหมดใช้หลักการเหนี่ยวนำ
ระหว่างเส้นแรงแม่เหล็กกับขดลวดครับ!

กฎเหล็ก: จำนวนรอบขดลวดกำหนดแรงดัน
($N1/N2 = V1/V2$)

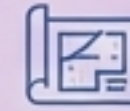
สถาปัตยกรรมแกนเหล็ก: Core vs. Shell



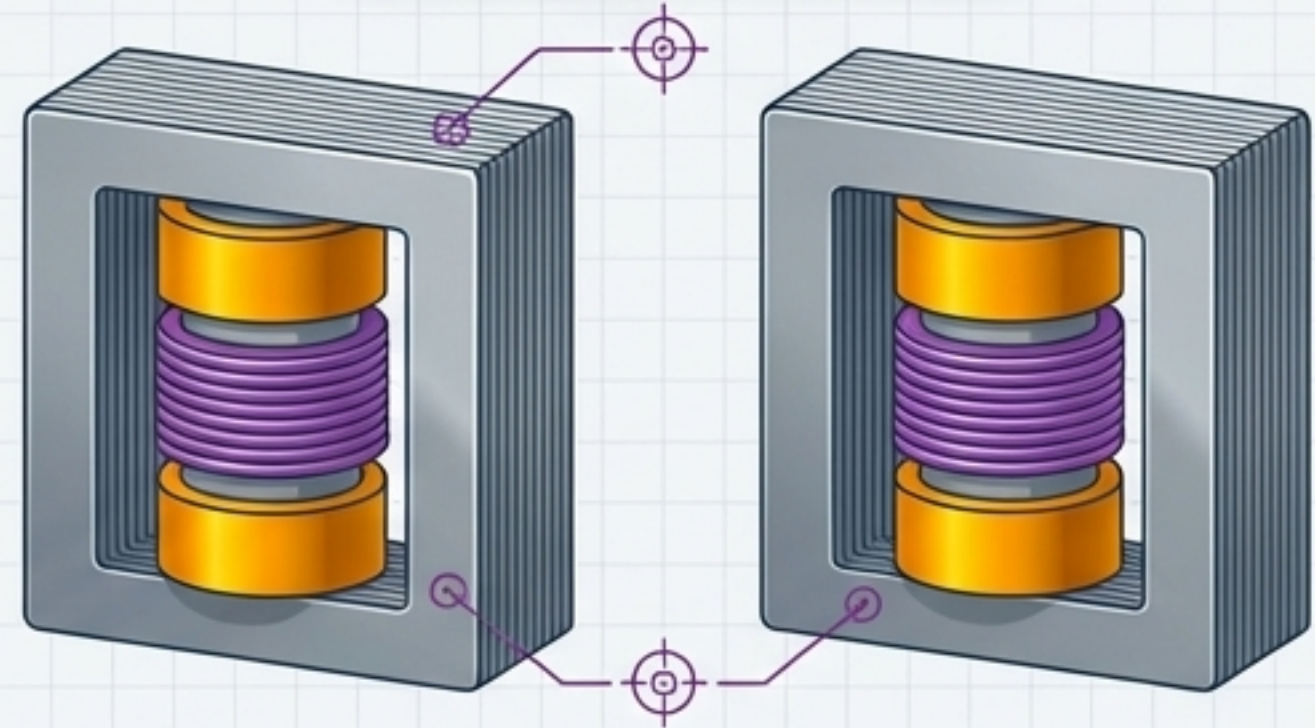
Core Type



- แกนเหล็กถูกล้อมรอบด้วยขดลวด
- พันขดลวดไว้ที่ขาทั้งสองข้าง
- เหมาะสำหรับการใช้งานไฟฟ้าแรงสูง



Shell Type

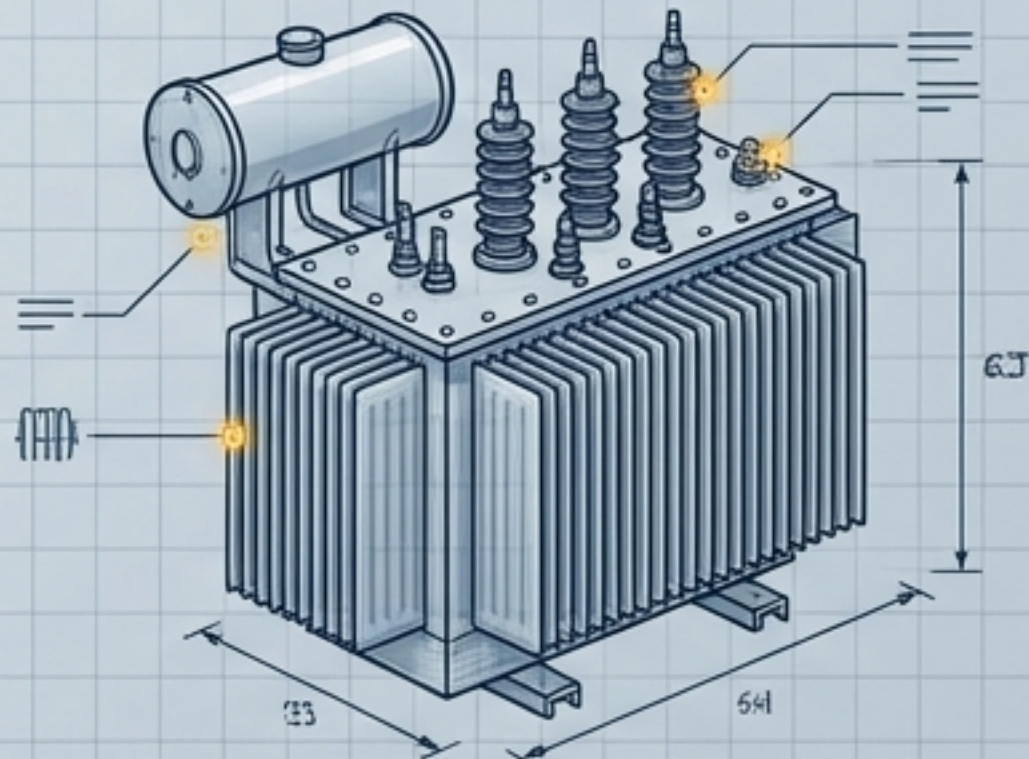
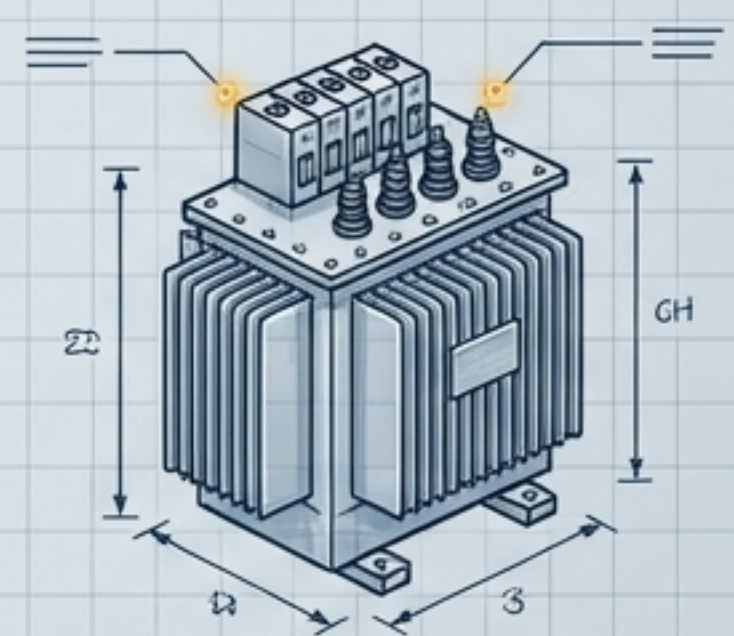








- ขดลวดถูกล้อมรอบด้วยแกนเหล็ก
- ขดลวดรวมอยู่แกนกลาง
- ป้องกันสนามแม่เหล็กรั่วไหลได้ดีกว่าแกนเหล็กเชิงแรงทนทาน



มาดูข้อแตกต่างระหว่างแบบ Core และแบบ Shell กันครับ!

วิเคราะห์ความต่าง: 1 เฟส vs 3 เฟส (ตามขอบข่าย กฟภ.)



<p>โครงสร้างภายนอก</p>	 <p>1 เฟส (กะทัดรัด, ขั้วต่อสายไฟด้านบน)</p>	 <p>3 เฟส (ถังเก็บน้ำมันใหญ่, มีฉนวนระบายความร้อน, Bushing ครบชุด)</p>
<p>พิกัดกำลัง (kVA)</p>	 <p>1 เฟส (30 kVA)</p>	 <p>3 เฟส (50, 100, 160, 250 kVA)</p>
<p>ระบบแรงดันปฐมภูมิ</p>	 <p>1 เฟส (19 kV หรือ 22 kV)</p>	 <p>3 เฟส (22 kV หรือ 33 kV)</p>

กายวิภาคหม้อแปลงไฟฟ้าระบบจำหน่าย (Anatomy & Components)

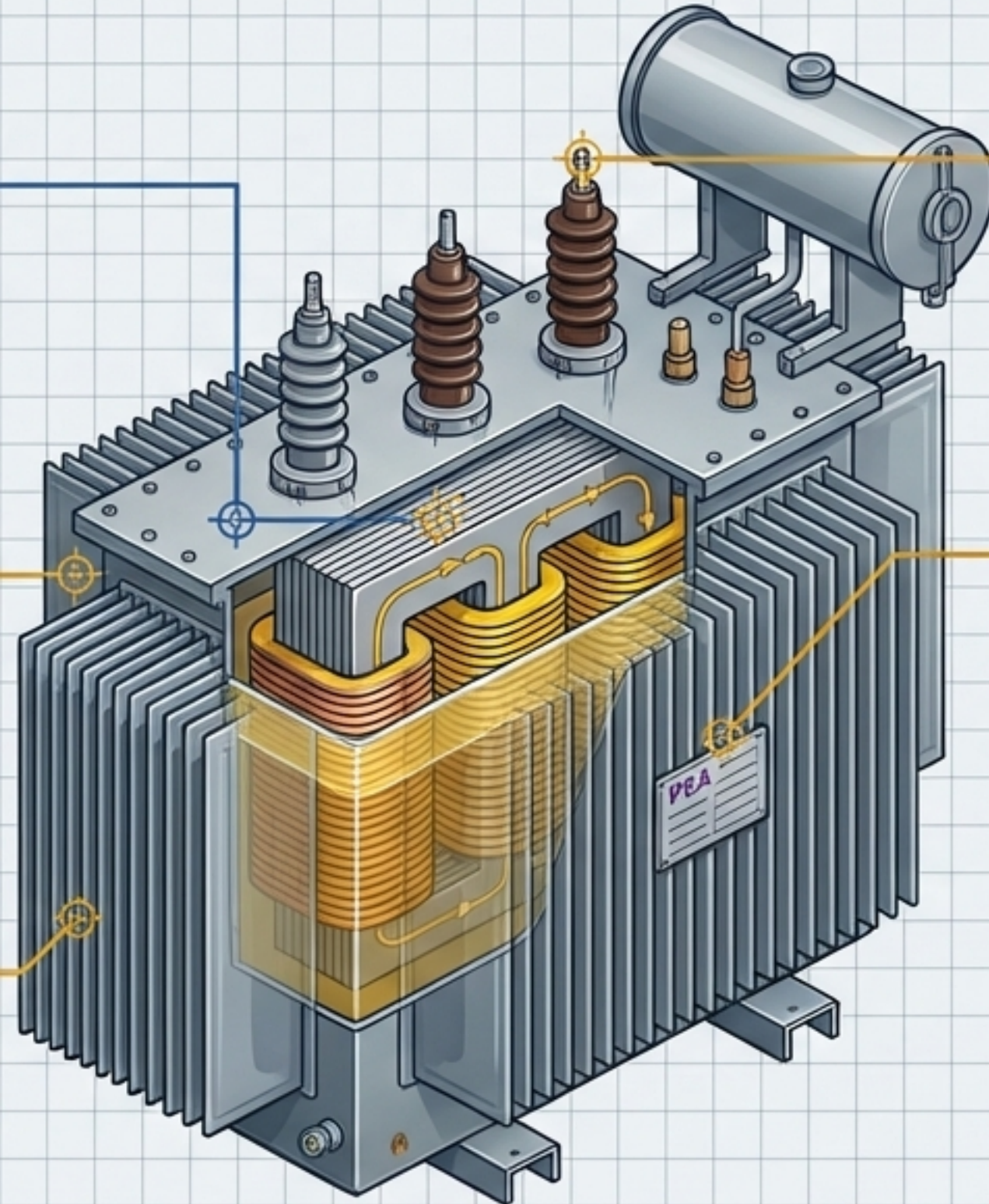
ขดลวดและแกนเหล็ก:
หัวใจหลักของการแปลงแรงดัน
(Laminated Core &
Copper/Aluminum Windings)

ตัวถังและน้ำมันหม้อแปลง:
บรรจุขดลวด ป้องกันความชื้น
และระบายความร้อน

ครีระบายความร้อน:
เพิ่มพื้นที่ผิวในการดึงความร้อน
จากน้ำมันสู่อากาศภายนอก

บุชชิ่ง (HV/LV):
เชื่อมต่อสายไฟและฉนวน
ป้องกันไฟฟ้ารั่วลงโครง

ป้ายพิกัด:
ต้องระบุพิกัด kVA, แรงดัน,
น้ำหนัก, และ Connection
Symbol (เช่น Dyn11)



ระบบจัดการความร้อนและวัสดุฉนวน (Cooling & Insulation)

Cooling (การระบายความร้อน)



Liquid Immersed: จุ่มในน้ำมัน
หม้อแปลง หรือ ขອງเหลวสังเคราะห์
(เช่น โพรรานอล, อินเนอกทิน)



Air Blast: ใช้พัดลมเป่าลมอัดผ่าน
ขดลวดและแกนเหล็กโดยตรง



Insulation (ฉนวน)



เทปผ้าฝ้าย (Cotton tape) &
เทปทอแก้ว (Glass woven tape)



กระดาษลามิเนตฟีนอล
(Phenolic laminated paper)
สำหรับเสริมความแข็งแรงหม้อแปลง

เข้าสู่มาตรฐาน กฟภ. (PEA-TRAN-001 Ed.1)

Scope:

ครอบคลุมหม้อแปลงแบบน้ำมัน
(Oil Immersed)
ระบายความร้อนด้วยอากาศ
ติดตั้งภายนอกอาคาร

Durability:

โครงสร้างต้องออกแบบให้ทนทานต่อ
“การลัดวงจรจากภายนอก”
(Withstand short-circuit)

Marking:

การแสดงเครื่องหมายรับรอง PEA
ต้องอยู่ด้านที่ไม่มีสิ่งบดบัง
และใกล้ป้ายพิกัด

ชื่อ:	PEA-TT004 001
ชื่อโครงการ:	Sd 1

วิทยาลัยการอาชีพบรรพตพิสัย

มาตรฐานหม้อแปลงไฟฟ้า กฟภ.
PEA-TRAN-001 Ed.1
ฉบับปรับปรุงครั้งที่ 1

เลขที่/ปี	21 อ.บ. 2833	รหัสเอกสาร	PEA-TGSN 001 Dd 1
สาขา/ปี	24 อ.บ. 3610	ชื่อโครงการ	S01
อนุมัติ/ปี	23 อ.บ. 2110	ฉบับแก้ไข	24 อ.บ. 2095
ตรวจสอบ/ปี		อนุมัติ/ปี	

ชื่อ/ตำแหน่ง: วิศวกร/ช่างเทคนิค

ชื่อ/ตำแหน่ง: วิศวกร/ช่างเทคนิค

ชื่อ/ตำแหน่ง: วิศวกร/ช่างเทคนิค



ชื่อ/ตำแหน่ง: วิศวกร/ช่างเทคนิค

เครื่องหมายรับรองต้องการ!
ให้ยิงเลเซอร์บนโลหะเท่านั้น
ห้ามใช้สติ๊กเกอร์ พลาสติก
หรือกระดาษเด็ดขาดครับ!



เจาะลึกเกณฑ์ที่ยอมรับทางเทคนิค (Technical Tolerances)



มิติและน้ำหนัก (T1)

-  น้ำหนัก (Weight): **±5%** ของค่าที่ระบุ (Declared value)
-  ขนาด (Dimension): **±3%** ของค่าที่ระบุ

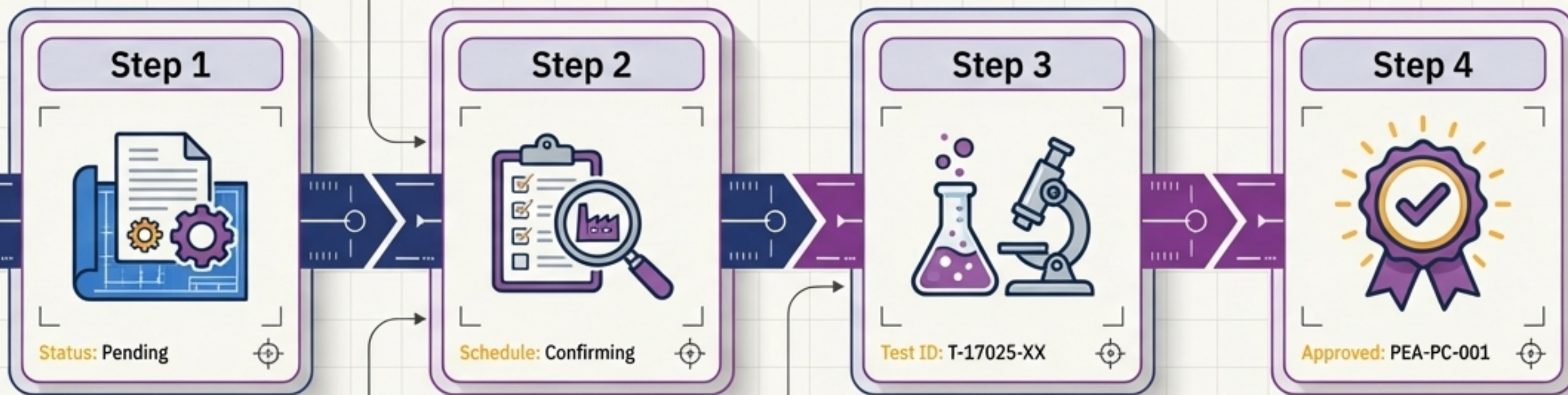
ขีดจำกัดอุณหภูมิ (Temp. Rise Limit)

-  น้ำมันส่วนบนสุด (Top oil): **สูงสุด 50K**
-  ขดลวดเฉลี่ย (Average winding): **สูงสุด 55K**

ฉนวนและกระแส (Dielectric Tests)

-  ทนแรงดันไฟฟ้าความถี่ต่ำ (Power frequency 1 min)
-  ทนแรงดันอิมพัลส์ฟ้าผ่า (Lightning impulse wave shape)

เส้นทางสู่การขึ้นทะเบียนผลิตภัณฑ์ (The QC Pipeline)



ยื่นเอกสารสเปก,
ข้อมูลกำลังการผลิต
รายสัปดาห์/เดือน,
และรายงานการ
ประเมินตนเอง

กฟภ.
ตรวจประเมินคุณภาพ
โรงงานผู้ผลิต
(ตามรหัส PEA-FI-001)

ส่งทดสอบกับห้องปฏิบัติการ
(3rd Party)
ที่ได้รับการรับรอง
ISO/IEC 17025

ผ่านเกณฑ์ ตัดสินผล
และติดเครื่องหมายรับรอง
PEA
(รหัส PEA-PC-001)

3 ด้านทดสอบสุดหฤโหด (Testing Regimes)



Type Test (การทดสอบชนิด)

ทดสอบหาขีดจำกัด!

- การทนอุณหภูมิ (T5)
- การทนกระแสลัดวงจร & แรงดันอิมพัลส์ฟ้าผ่า (T6)

Routine Test (การทดสอบประจำ)

ทดสอบทุกตัว!

- วัตถุดิบและน้ำหนัก (T1)
- ตรวจสอบป้ายพิกัด (T2)
- อัตราส่วนแรงดัน/ความต้านทาน (T3)
- ทดสอบการรั่วซึม

Addition Test (การทดสอบเพิ่มเติม)

เจาะลึกวัสดุ!

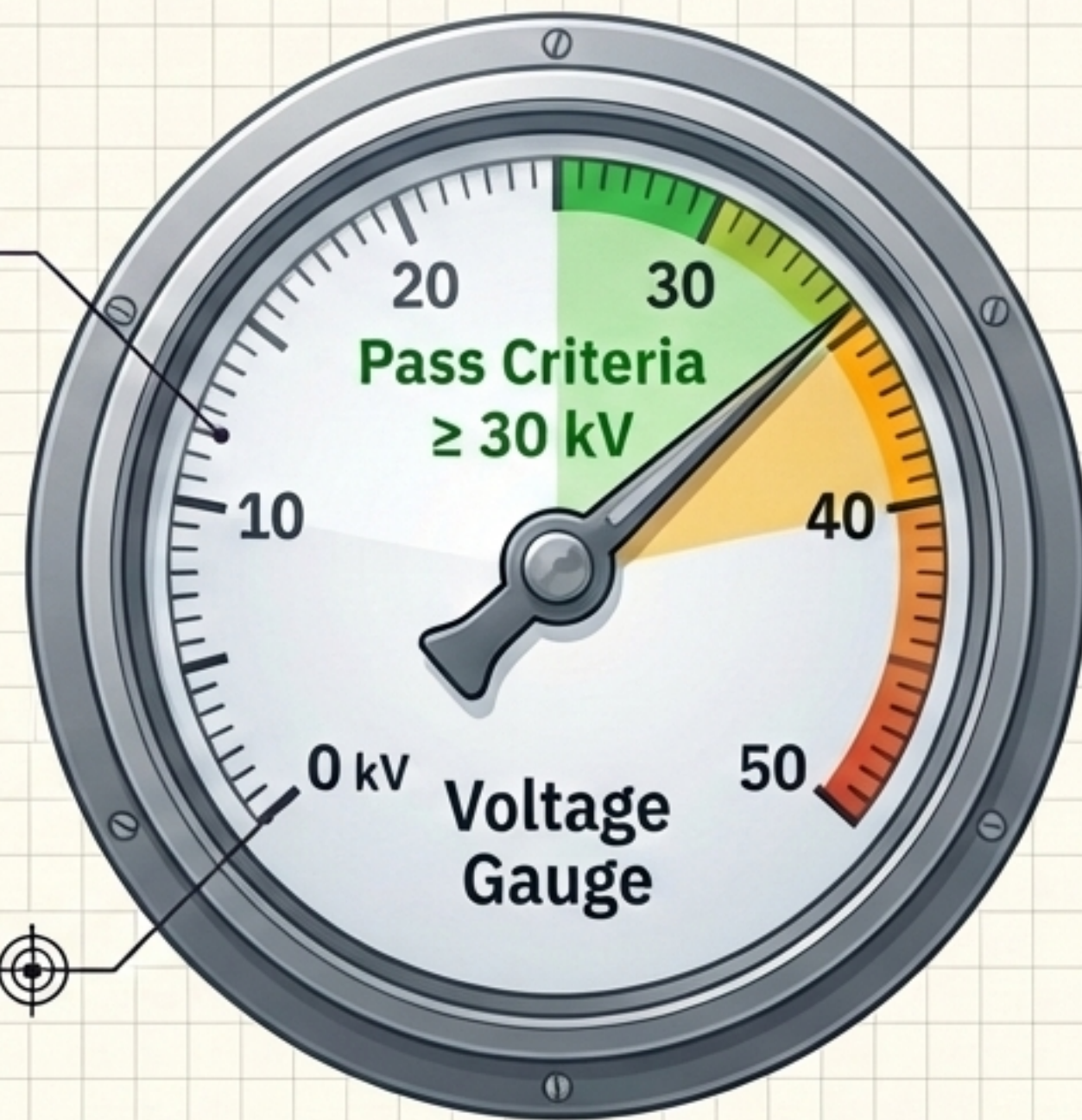
- ทดสอบความทนแรงดันไฟฟ้าของน้ำมัน (T8)
- วัดความหนาสีเคลือบ (T9)

เจาะลึก: การทนแรงดันไฟฟ้าของน้ำมัน (Addition Test: T8)



อ้างอิงมาตรฐาน
IEC 60296 และ IEC 60156

ถ่ายน้ำมัน (Drain)
จากหม้อแปลงที่ประกอบสมบูรณ์แล้ว
นำมาทดสอบหาค่าแรงดันทะลุทะลวง
(Breakdown Voltage)
ด้วยขั้วไฟฟ้าแบบ Partially spherical

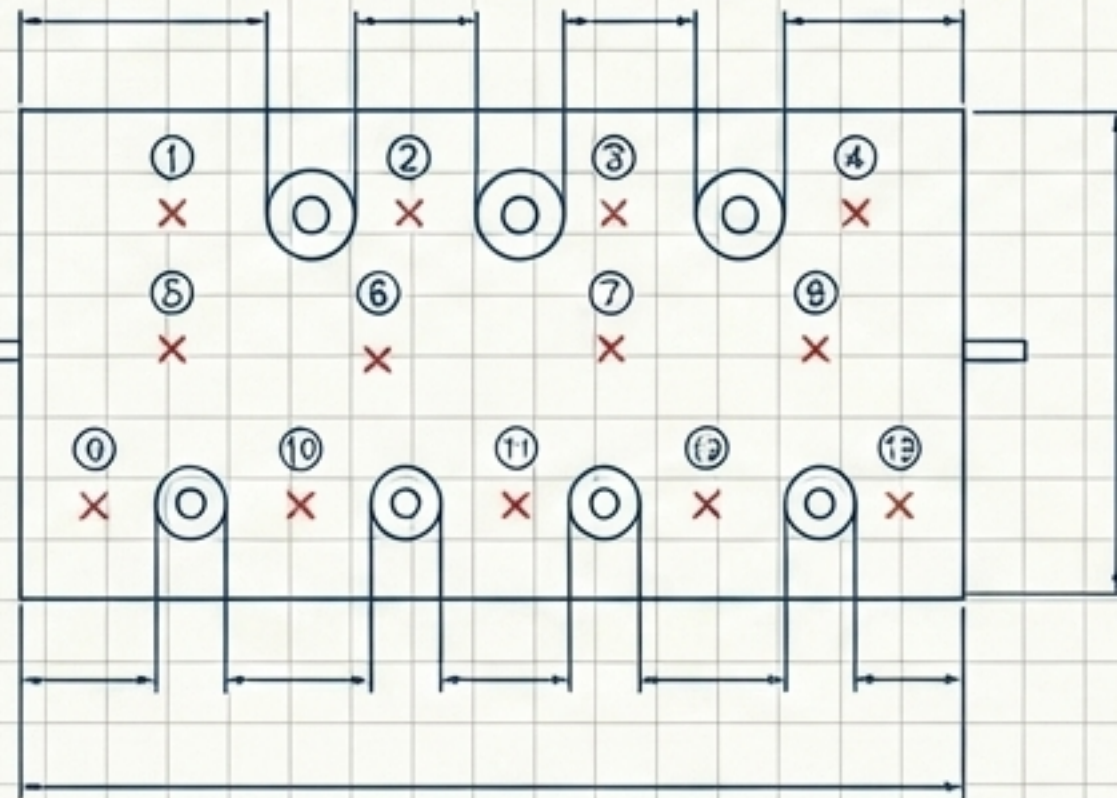


เกณฑ์ผ่าน (Pass Criteria) → ต้องมีค่าแรงดันเบรกดาวน์ ≥ 30 kV สำหรับน้ำมันใหม่!

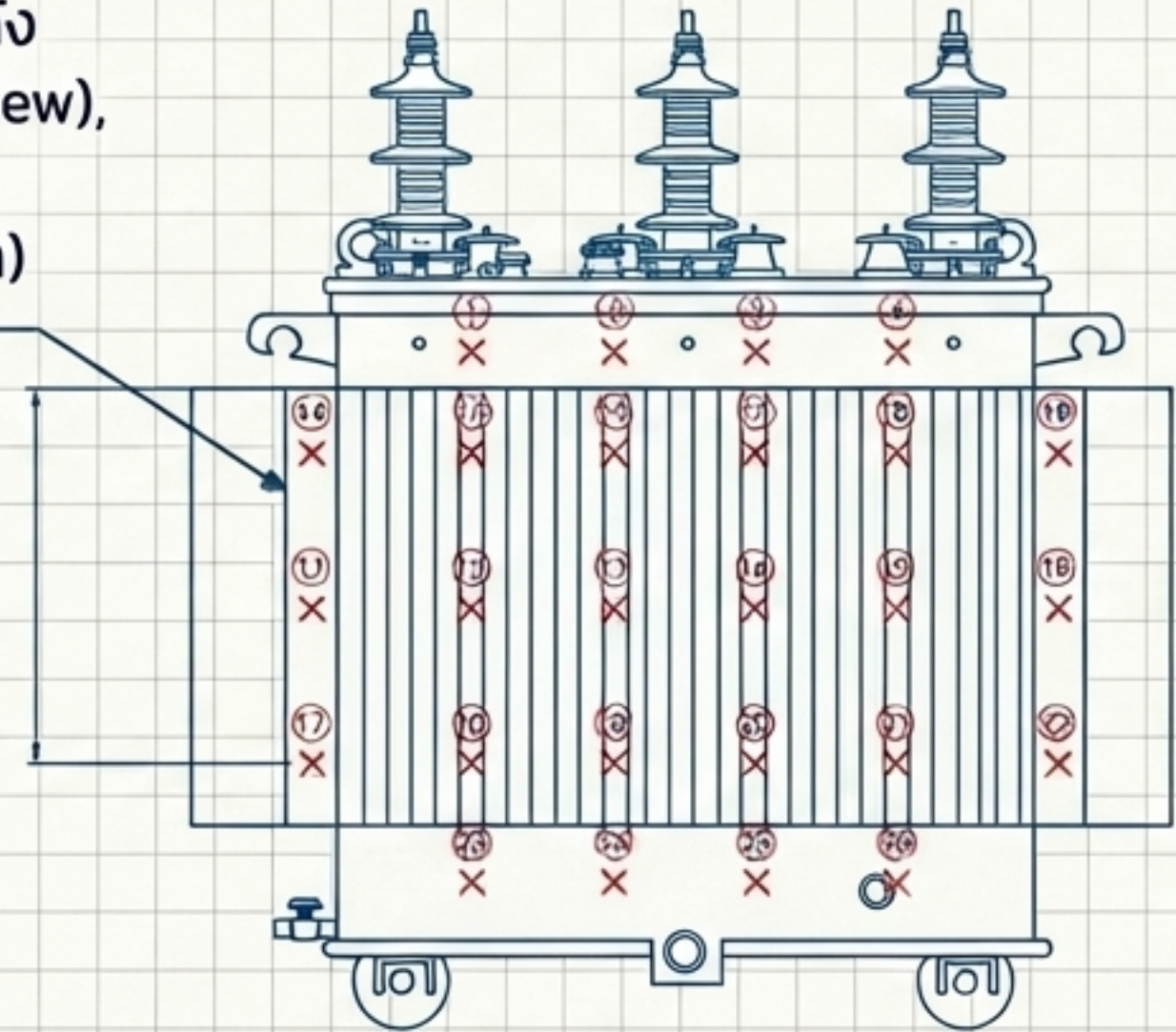
แผนผังจุดวัดความหนาสีเคลือบ (Addition Test: T9)

ตรวจสอบ Spot Check
ลุ่มวัดความหนาสีแห้ง
(Dry film thickness)
เพื่อประกันความทนทาน
ต่อสภาพอากาศภายนอก
(อ้างอิง ISO 12944-5)

กฟภ. กำหนดจุดวัดตายตัว ทั้งบนฟาลัง
(Top View), ด้านหน้า/ด้านหลัง (Side View),
และตามร่องครีบริบายความร้อน
(แบ่งพิกัด 1/4, 1/2, 3/4 อย่างละเอียดย)



Top View



Side View

จุด Spot Check ถูกกำหนดตำแหน่ง
พิกัดไว้เป๊ะๆ ตามภาคผนวก จ.
ห้ามลักไก่วัดแค่จุดที่สีหนาครับ!



เอกสารชี้ชะตา (The Critical Documents Checklist)



อ้างอิงจากภาคผนวก ค. การขอขึ้นทะเบียนต้องแนบเอกสารเหล่านี้:



Test Reports ครบชุด: ชั่วบุงชิ่ง, สี่เคลือบ,
Routine test, Short-circuit



ใบรับรอง ISO/IEC 17025 Accreditation
ของห้อง Lab



Drawings สเปกแบบวาด: มิติถึงน้ำมัน, พื้นที่หน้า
ตัดแกนเหล็ก, การพันขดลวด, ป้าย Nameplate



บัญชีรายการวัสดุ (Bill of Material)
& Flowchart การผลิต



การวิเคราะห์ความเสี่ยงกระบวนการผลิต
(FMEA / FTA)

ความแม่นยำคือชีวิต: การสอบเทียบเครื่องมือ (Calibration)



Core Rule

เครื่องมือที่ใช้ทดสอบและตรวจสอบทั้งหมด ต้องผ่านการสอบเทียบจากหน่วยงานที่ได้มาตรฐาน ISO/IEC 17025 (ตามภาคผนวก ช.)



Verification

เครื่องมือทดสอบ Oil dielectric strength ต้องมีการทวนสอบระยะมิติและความถูกต้องของการวัดเสมอ



Accuracy Standard

ความแม่นยำของเครื่องมือ หากไม่ได้ระบุในมาตรฐานเฉพาะเจาะจง ให้ยึดตามข้อกำหนด IEC 60101-5014



สัญลักษณ์แห่งคุณภาพ: ทฤษฎี สู่ มาตรฐาน สู่ ใช้งานจริง

การรับรอง: ผ่านด้านทดสอบ Lab 17025 (Routine, Type, Addition) อย่างไม่ซ้ำกัน

มาตรฐาน: มิติ, น้ำหนัก, วัสดุ และค่า Tolerances ตรงตาม PEA-TRAN-001

การรับรอง: ผ่านด้านทดสอบ Lab 17025 (Routine, Type, Addition) อย่างไม่ซ้ำกัน



หม้อแปลงที่ประทับเครื่องหมาย กฟภ. คือเครื่องยืนยันถึง ความปลอดภัย ความทนทาน และมาตรฐานวิศวกรรมระดับสากล