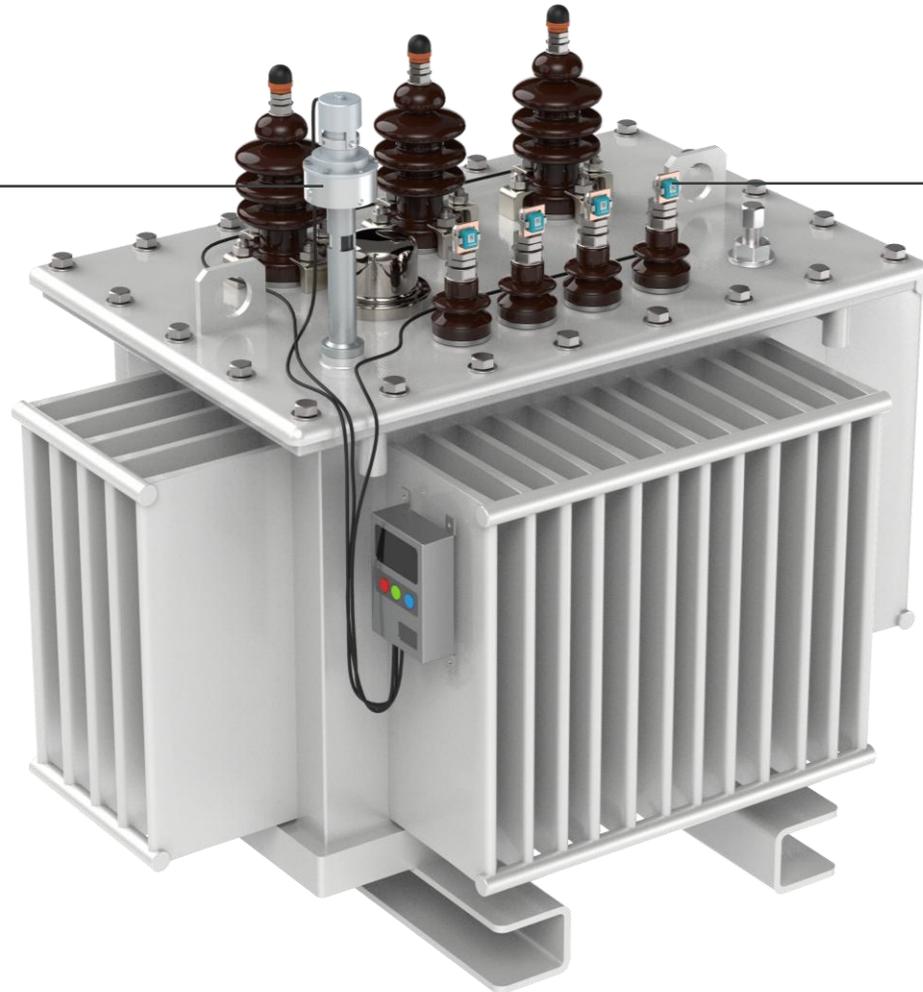


Transformer Monitoring

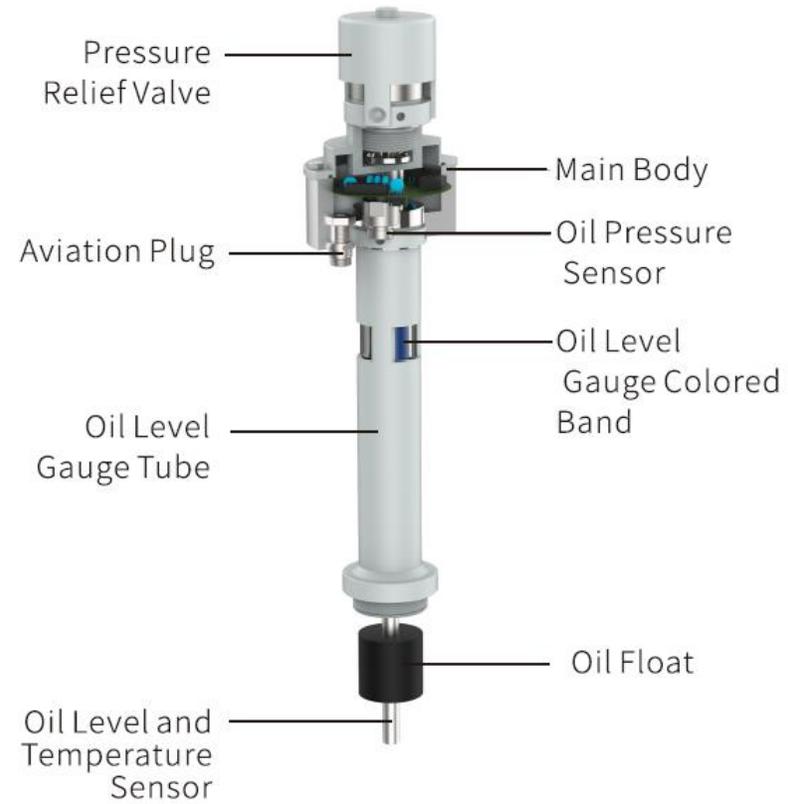


Transformer Oil LTP Monitor
(ระดับน้ำมัน อุณหภูมิ และความดัน)



Micro Thermal Tag
(เซ็นเซอร์ความร้อนแบบไร้สายที่ใช้พลังงานในตัว)

Transformer Oil ESS-TLP Monitor

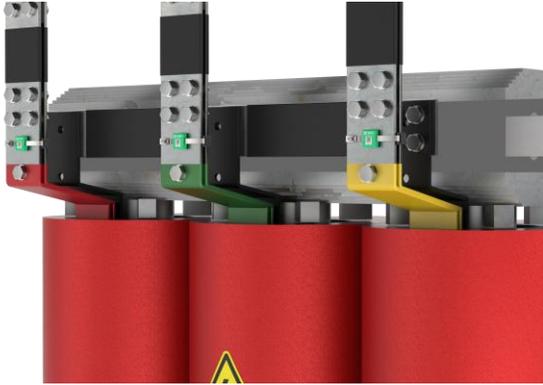


Product Appearance (For Reference Only)

Transformer Oil ESS - TLP Monitor

- **ESS-TLP 3-in-1:** ในขณะที่อุปกรณ์ควบคุมทั่วไปมุ่งเน้นเพียงการตรวจจับค่าใดค่าหนึ่ง ESS-TLP ถูกยกระดับให้เป็น โซลูชันการจัดการแบบบูรณาการ ที่ผสมผสานของ เซนเซอร์ความละเอียดสูง 3 ชนิดเข้าด้วยกัน เพื่อทำลายข้อจำกัดในการติดตั้งอุปกรณ์แยกส่วน
 - **Oil Level:** วัดระดับความลึกที่ 120 ± 10 mm ด้วยความละเอียด 1mm
 - **Oil Pressure:** วัดแรงดันภายในถังช่วง 0–100kPa พร้อมความแม่นยำสูงถึง 0.5%FS
 - **Oil Temperature:** วัดอุณหภูมิผ่านเซนเซอร์ NTC ครอบคลุมช่วง -40 ถึง +200°C
- **Continuous Integrity Monitoring:** ประมวลผลข้อมูลทุกๆ 1 วินาที (Sampling Interval) และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงภายใน 3 วินาที ทำให้การตรวจจับเหตุการณ์ผิดปกติทำได้รวดเร็ว (Fast Response)
- **Relief overpressure :** ออกแบบมาให้สามารถระบายแรงดันส่วนเกิน ในกรณีที่มีแรงดันสะสมภายในหม้อแปลงเกินค่าที่กำหนดไว้ (200kPa)
- **Environmental Resilience:** อุปกรณ์ถูกออกแบบให้ทนทานต่อสภาวะแวดล้อมที่รุนแรง ด้วยวัสดุ SS304 มาตรฐาน IP68 พร้อมภูมิคุ้มกันไฟกระชาก (Surge Immunity) ระดับ 4 ตามมาตรฐาน IEC 61000-4-5
- **Maintenance-Free Operation:** ออกแบบมาเพื่ออายุการใช้งานที่ยาวนานกว่า 10 ปี โดยไม่ต้องบำรุงรักษาจากจิก ลดภาระของทีมงานวิศวกรรม
- **Strategic Data Integration:** พอร์ตสื่อสาร RS485 (Modbus RTU) สามารถเชื่อมต่อกับระบบ SCADA, BMS หรือ IoT Gateway ได้ง่าย
- **Oil Compatibility:** ผ่านการรับรองความเข้ากันได้กับน้ำมันหม้อแปลงตามมาตรฐาน IEC 60296 / ASTM D3487 ไม่ก่อให้เกิดปฏิกิริยาทางเคมีที่ทำให้น้ำมันเสื่อมสภาพ

Micro Thermal Tag Monitoring



LV Busbar Joints



MV Cable Termination



MV Breaker Contact



HV Coil Ends



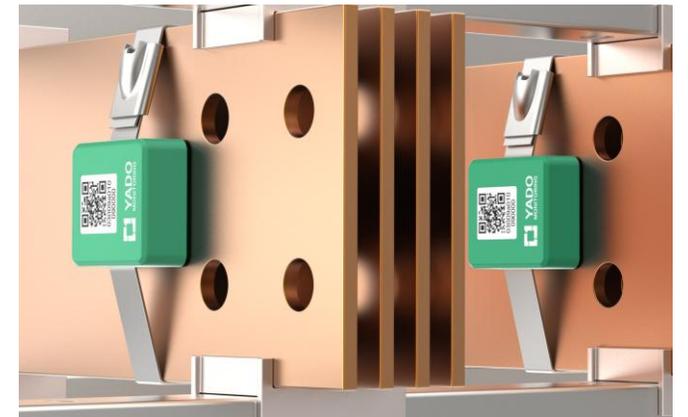
LV Feeder Busbar



Busbar Joints

Micro Thermal Tag Monitoring

- **Self-Powered Technology:** ระบบเหนี่ยวนำกระแสอัตโนมัติ (3.5A – 10,000A) ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ตลอดอายุใช้งาน
- **Ultra-Compact & Durable:** ขนาดเล็กเพียง 24 มม. น้ำหนัก 9 กรัม ติดตั้งง่ายด้วยสายรัดโลหะในพื้นที่จำกัด
- **High-Precision Sensing:** ช่วงการวัด -40°C ถึง $+150^{\circ}\text{C}$ ความแม่นยำสูงถึง $\pm 1^{\circ}\text{C}$ วัดผลรวดเร็วทุก 5 วินาที
- **Wireless Performance:** ส่งสัญญาณดิจิทัล 2.4 GHz LoRa ระยะไกล 150 ม. (LoS) (30 ม. เมื่อมีสิ่งกีดขวาง)
- **Extreme Protection:** มาตรฐาน IP68 กันน้ำ/ฝุ่น และ IK07 ทนแรงกระแทก พร้อมวัสดุไม่ลามไฟ (960°C)
- **Certified Safety Standard:** ผ่านการทดสอบระดับ Type Test (IEC 62271) สำหรับระบบแรงดันสูง
 - Impulse Test:** ทนแรงดันอิมพัลส์ฟ้าผ่าได้สูงถึง 75 kV
 - Short-Circuit Test:** ทนกระแสลัดวงจรสูงสุด (Peak) ได้ถึง 80 kA
 - Partial Discharge:** ผ่านการทดสอบการคายประจุบางส่วนที่ 13.2 kV (≤ 50 pC)
- **Long-term Durability:** อายุการใช้งานยาวนาน >20 ปี (Storage 0-100% RH)
- **Warranty:** การรับประกันคุณภาพ 2 ปีเต็ม



Equipment concept

ความเสียหาย ที่มีต้นเหตุมาจากจุดเชื่อมต่อภายนอกหรือจุดบอด ของระบบหม้อแปลงไฟฟ้า

- **Beyond Winding Monitoring:** การปกป้องแค่ขดลวดในหม้อแปลงอาจไม่เพียงพออีกต่อไป สถิติชี้ให้เห็นว่าเหตุขัดข้องกว่า 70% เกิดจาก "จุดเชื่อมต่อภายนอก" เช่น จุดต่อบัสบาร์หลวม หรือหน้าสัมผัสเสื่อมสภาพ
- **Thermal Blind Spots:** ระบบป้องกันแบบดั้งเดิมมี "จุดบอด" ที่เข้าไม่ถึงจุดวิกฤต (Hot Spots) นอกหม้อแปลง ทำให้ความร้อนสะสมลุกลามจนเกิดความเสียหายรุนแรง
- **The Cost of Downtime:** ความล่าช้าในการตรวจจับเพียงเล็กน้อย นำไปสู่ความเสียหายซึ่งมีมูลค่าสูงกว่าค่าอุปกรณ์ป้องกันหลายเท่าตัว
- **Strategic Solution:** อุตสาหกรรมยุคใหม่ต้องการระบบที่ "มองเห็นได้ครอบคลุม" และ "แข็งแกร่งเชิงรุก" เพื่อความต่อเนื่องในการดำเนินงาน 100%

ที่มาของสถิติและข้อเท็จจริงทางวิศวกรรม

- **IEEE Standard 493 (Gold Book):** ระบุว่าสาเหตุหลักของความล้มเหลวในระบบจำหน่ายไฟฟ้า (Switchgear & Transformer Connections) กว่า 50-70% เกิดจากการบำรุงรักษาข้อต่อและจุดเชื่อมต่อที่ไม่เพียงพอ หรือการหลวมของจุดต่อที่นำไปสู่ความร้อนสะสม
- **สถิติจากบริษัทประกันภัยอุตสาหกรรม:** รายงานพบว่าความเสียหายส่วนใหญ่ในตู้ MDB (Main Distribution Board) และหม้อแปลง (Transformer) ไม่ได้เริ่มจากการพังทลายของฉนวนภายในทันที แต่เริ่มจากความร้อนที่จุดต่อ (Loose Connections) ซึ่งทำให้เกิดการอาร์ก (Arcing) และลุกลามจนไหม้หรือระเบิด
- **ข้อเท็จจริงทางวิศวกรรม:** ในหม้อแปลงชนิดแห้ง (Dry-Type) จุดเชื่อมต่อบัสบาร์ภายนอกมีความเสี่ยงสูงกว่าจุดอื่น เนื่องจากการขยายและหดตัวของโลหะตามรอบของโหลด (Thermal Cycling) ทำให้เกิดการหลวมตัวได้ตลอดเวลา

Wireless Range



150 เมตร
สำหรับพื้นที่โล่ง



20 เมตร
สำหรับภายในอาคาร
ที่มีโลหะขวางอยู่ 1 ชั้น



Sensor

Receiver



SCADA

Standard Protocol
Modbus/IEC104/61850...



Receiver /Concentrator/ Gateway

2.4GHz LoRa



Wireless Self-powered Sensor

Compact Receiving Device



Wireless Concentrator

- รับข้อความไร้สายจากเซ็นเซอร์
- สามารถติดตั้งกับราง DIN ปกติได้โดยตรง
- กำหนดค่าแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านบลูทูธ
- ส่งข้อมูลไปยังโฮสต์ผ่านทาง RS485 Modbus RTU



Concentrator

Number of sensors	36-96 (ขึ้นอยู่กับรุ่นและขนาดเสา)	Power Supply	85-265V AC 18-240V DC
Wireless Coverage Range	150เมตร (พื้นที่โล่ง) 30 ตร.ม. (มีรั้วโลหะ 1 ชั้น)	Southbound Protocol	2.4GHz LoRa
Upload Protocol	Modbus-RTU	Power	1W