

เพื่อคุณภาพและความปลอดภัยไฟฟ้า ตรวจวัดฉนวนด้วยไฟฟ้าแรงดันสูง และตรวจการเชื่อมต่อ บัสบาร์และตัวนำด้วยกระแสสูง ในงานซ่อมบำรุงอุตสาหกรรม และระบบจ่ายกระแสไฟฟ้า



METREL

แม่นยำ ปลอดภัย มั่นใจเม็ตเทรล



**METREL MI 3210
TeraOhmXA 10kV**

เครื่องทดสอบฉนวน
งานไฟฟ้าแรงดันสูง 10 kV
ฟังก์ชันการทดสอบครบ
และครอบคลุมการทำงาน
ที่รวมอยู่ในเครื่องเดียว



**METREL MI 3242
MicroOhm 2A**

เครื่องวัดความต้าน
ทานต่ำ ด้วยกระแส
ทดสอบ 2A



**METREL MI 3250 MicroOhm
10A** เครื่องวัดความต้านทานต่ำระดับ
ไมโครโอห์ม ด้วยกระแสทดสอบ 10A



**METREL MI 3205 TeraOhmXA
5kV**

เครื่องทดสอบฉนวนงานไฟฟ้าแรงดัน
สูง 5 kV ตรวจวัดงานซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้า
เพื่อความปลอดภัย



**METREL MI 3252 MicroOhm
100A**

วัดความต้านทานของหน้าสัมผัส
เบรกเกอร์และสวิตช์, บัสบาร์ ด้วยกระแสสูง
ตั้งแต่ 100mA ถึง 100A

เครื่องมือตรวจสอบสำหรับงานซ่อมบำรุงอุตสาหกรรม และระบบจ่ายไฟฟ้า เช่น

- มอเตอร์ไฟฟ้า
- สายไฟฟ้า, สายเคเบิล
- หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง
- รีเลย์, สวิตช์, บัสบาร์
- แผงควบคุมไฟฟ้า, ตู้ MDB
- เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ

สนใจติดต่อ : คุณจิรายุ 08-3823-7933, คุณเฉลิมพร 085-489-3461
คุณอิทธิโชค 08-0927-9917



บริษัท เมเชอร์โทรนิคส์ จำกัด
www.measuretronix.com



www.metrelthailand.com

- คอขวดแบบใบพัด (Vertical takeoff) ด้วยตัวควบคุมพัลส์ช็อลจิกโดยใช้โปรแกรม
- RFID คีย์การ์ดหลายรหัสควบคุมด้วย Arduino
- PlatformIO สู่โลกไมโครคอนโทรลเลอร์

- da Vinci 1.0 Pro เครื่องพิมพ์ 3 มิติ จาก XYZprinting ที่เปิด Open-Source Filament
- การตรวจวัดอุปกรณ์ R C L พื้นฐาน ด้วยมัลติมิเตอร์แบบอนาล็อก

ISSN 1906-0475



ซีเอนด์

90 บาท

www.semi-journal.com

เพื่อคุณภาพและความปลอดภัยไฟฟ้า



METREL®

แม่นยำ ปลอดภัย มั่นใจเม็ตเทรล

**ตรวจวัดจนวนด้วยไฟฟ้าแรงดันสูง และตรวจการเชื่อมต่อ
บัสบาร์และตัวนำด้วยกระแสสูง ในงานซ่อมบำรุงอุตสาหกรรม
และระบบจ่ายกระแสไฟฟ้า**



**METREL MI 3210
TeraOhmXA 10kV**

เครื่องทดสอบจนวนงานไฟฟ้าแรงดันสูง 10 kV ฟังก์ชันการทดสอบครบและครอบคลุมการทำงานที่รวมอยู่ในเครื่องเดียว



**METREL MI 3205
TeraOhmXA 5kV**

เครื่องทดสอบจนวนงานไฟฟ้าแรงดันสูง 5 kV ตรวจวัดงานซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าเพื่อความปลอดภัย

**เครื่องมือตรวจสอบสำหรับงานซ่อมบำรุง
อุตสาหกรรม และระบบจ่ายไฟฟ้า เช่น**

- มอเตอร์ไฟฟ้า
- สายไฟฟ้า, สายเคเบิล
- หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง
- รีเลย์, สวิตช์, บัสบาร์
- แผงควบคุมไฟฟ้า, ตู้ MDB
- เครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ



**METREL MI 3242
MicroOhm 2A**

เครื่องวัดความต้านทานต่ำด้วยกระแสทดสอบ 2A

สนใจติดต่อ.. **คุณจิรายุ 08-3823-7933**
คุณเฉลิมพร 085-489-3461
คุณอิทธิชัย 08-0927-9917



บริษัท เมเชอร์โทรนิคส์ จำกัด



www.meterlthailand.com



**METREL MI 3252
MicroOhm 100A**

วัดความต้านทานของหน้าสัมผัสเบรกเกอร์และสวิตช์, บัสบาร์ด้วยกระแสสูง 100A



**METREL MI 3250
MicroOhm 10A**

เครื่องวัดความต้านทานต่ำระดับไมโครโอห์ม ด้วยกระแสทดสอบ 10A

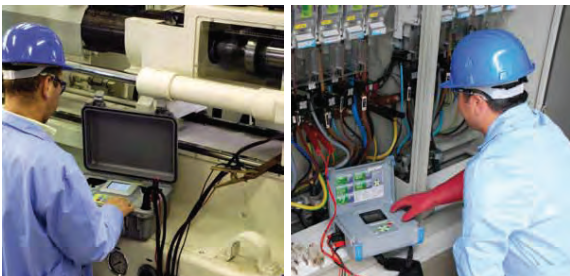
เพื่อความปลอดภัยและคุณภาพของระบบไฟฟ้าในโรงงานอุตสาหกรรม และระบบกำเนิดและจ่ายกระแสไฟฟ้า รวมถึงการต่อประสานตัวนำให้ค้ำยันไฟฟ้าเท่ากัน, การวิเคราะห์ฉนวนไฟฟ้า

เครื่องวัดและวิเคราะห์ฉนวนไฟฟ้า



- วิเคราะห์ฉนวนไฟฟ้าแรงดันสูงถึง 10 KV ด้วยการต่อ 3 สาย +, - และ Guard ด้วย PI, DAR, DD, Ramp test
- ตรวจวัดคุณลักษณะเฉพาะของฉนวน เช่น การชาร์จและดีสชาร์จประจุ, การเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ, ความสกปรก, ความชื้น, ความเค้นทางกลและทางไฟฟ้า, การแพร่กระจายพลังงานสูง, ทดสอบ Capacitive loads ในสายเคเบิลยาว และตรวจวัดความเป็นฉนวนของหม้อแปลงไฟฟ้า

เครื่องวัดความต่อเนื่องและไมโครโอห์มมิเตอร์



- ตรวจสอบการต่อประสานตัวนำให้ค้ำยันไฟฟ้าเท่ากัน ด้วยการวัดไมโครโอห์มแบบ 4 สาย ที่กระแส 2A, 10A หรือ 100A ที่ทำงานด้วยแบตเตอรี่ โดยมีความละเอียดระดับ 1 nanoOhm
- สำหรับการเชื่อมต่อบาร์ขนาดใหญ่, เส้นโลหะตัวนำที่ต่อชนกัน ซึ่งหากมีปัญหาความต้านทานสูงและความร้อนสูงเกิดการหลวมคลอนที่จุดเชื่อมต่อ

เทคนิคการวัดฉนวนไฟฟ้า

ฉนวนไฟฟ้าคือคุณสมบัติอย่างหนึ่งของวัสดุที่ใช้ป้องกันการสัมผัสจากตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าหรือความร้อน การวิเคราะห์ความเสื่อมสภาพของฉนวนไฟฟ้าทำได้โดยการวัดค่าความต้านทานฉนวน คุณลักษณะจำเพาะของความเป็นฉนวนมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงไปตามระยะเวลา ซึ่งจะเลวร้ายเมื่อหมดสภาพหรือฉีกขาด ปรากฏการณ์ทางกายภาพที่มีผลต่อคุณลักษณะของฉนวน เช่น ปัญหาความร้อน, ความสกปรก, ความชื้น, ความเค้นทางกลและความเค้นทางไฟฟ้า, การแพร่กระจายพลังงานสูง และอื่นๆ การติดตั้งในสภาพแวดล้อมที่เลวร้าย โดยเฉพาะที่มีอุณหภูมิสูงมากยิ่ง และปนเปื้อนสารเคมี มีผลให้เกิดการเสื่อมสภาพไปเรื่อยๆ ฉนวนจะเริ่มพังและมีกระแสรั่วไหล ซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดอันตรายหลายอย่างตามมา

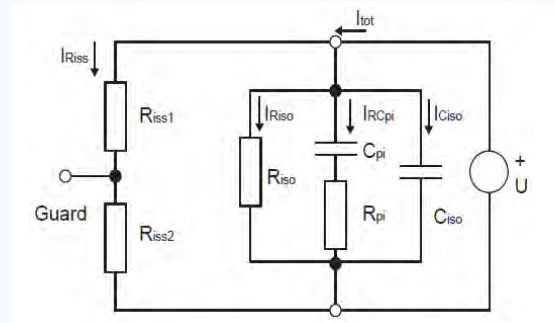
ความมั่นใจและความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เราจะต้องใช้งานอย่างต่อเนื่อง คือสิ่งที่สำคัญของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีฉนวนเป็นตัวป้องกันตัวเราออกจากอันตราย เป็นเหตุผลที่เราจำเป็นต้องวัดและวิเคราะห์ค่าฉนวน การวัดค่าฉนวนสามารถทำในขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือหลังจากนั้นในระหว่างการซ่อมบำรุงตามเวลาหรือการซ่อมแซมแก้ไข ซึ่งการวัดฉนวนทำได้ง่ายและเป็นขั้นตอน

หลักการพื้นฐาน

ตามกฎของโอห์มที่รู้จักกันดี

$$I = U/R$$

เมื่อ I คือ กระแส, U คือแรงดัน และ R คือความต้านทาน ถึงแม้ตามสูตรข้างต้นกระแสจะไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา แต่ในการวัดค่าฉนวนในทางปฏิบัติจริงแสดงให้เห็นว่ากระแสมีการเปลี่ยนแปลงไปตามเวลา พฤติกรรมของกระแสดังกล่าวมีสาเหตุมาจากปรากฏการณ์ต่างๆที่เกิดขึ้นกับตัววัสดุฉนวนเมื่อได้รับแรงดันไฟฟ้า สามารถแสดงเป็นโมเดลทางไฟฟ้าของฉนวนได้ดังรูป

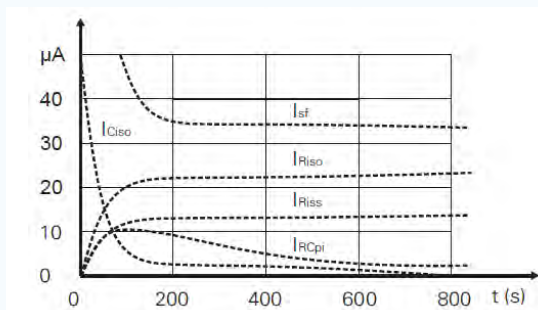


โมเดลทางไฟฟ้าของฉนวนแสดงความต้านทานและความเก็บประจุ, กระแสที่แยกผ่านและกระแสรวม

U	Applied test voltage
Riss1 & Riss2	Surface leakage resistances
Riso	Insulation resistance
Ciso	Insulation capacitance
Rpi	Polarization resistance
Cpi	Polarization capacitance

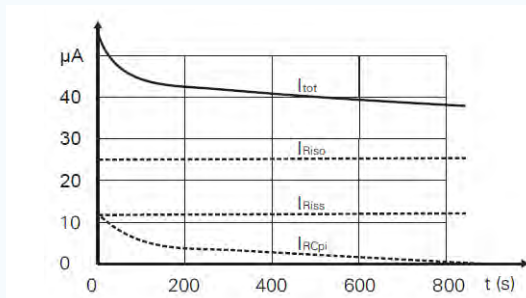
กระแสรวมทั้งหมด I_{tot} มาจากกระแสที่แยกย่อยทั้ง 4 ส่วน

I_{tot}	Total current
I_{Riss}	Surface leakage current
I_{Riso}	Insulation leakage current
I_{RCpi}	Polarization absorption current
I_{Ciso}	Capacitance charging current



แผนภาพของ กระแส/เวลา สำหรับแหล่งกำเนิดแรงดันที่เป็นจริง

ในทางปฏิบัติ เครื่องมือวัดฉนวนไฟฟ้าไม่ได้มีแหล่งกำเนิดแรงดันอุดมคติภายใน ซึ่งขณะเริ่มต้นกำลังไฟฟ้าทั้งหมดจะถูกใช้ชาร์จตัวเก็บประจุ Ciso ในช่วงสั้นๆ ทำให้แรงดันที่ขั้วต่อลดลงด้วยสาเหตุดังกล่าว



แผนภาพของ กระแส/เวลา สำหรับแหล่งกำเนิดแรงดันอุดมคติ

เมื่อแรงดันไฟฟ้า DC ถูกจ่ายให้ฉนวนไฟฟ้าทันทีทันใด กระแสทดสอบจะเริ่มต้นด้วยค่าที่สูง แล้วค่อยๆ ลดลงตามเวลา และคงที่อยู่ที่ค่าหนึ่ง กระแสรั่วไหลนี้จะไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา และกระแสจะเป็นปัจจัยหลักที่จะใช้ตัดสินคุณภาพของฉนวนไฟฟ้า

วิธีการทดสอบฉนวนไฟฟ้า

การทดสอบฉนวนไฟฟ้าทำได้หลายวิธี เพื่อตรวจวัดคุณลักษณะเฉพาะของฉนวน

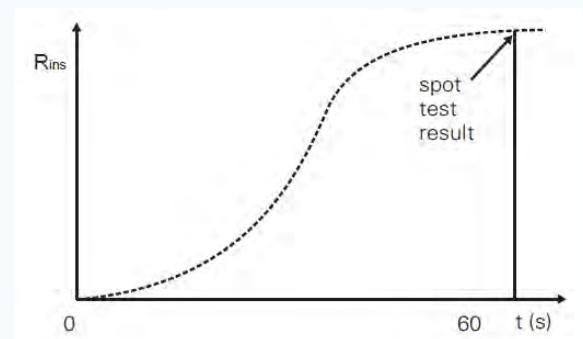
DC voltage testing and AC voltage testing (ทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้า DC และแรงดันไฟฟ้า AC)

การทดสอบด้วยแรงดันไฟฟ้า AC เหมาะกับการตรวจสอบการทนทานต่อแรงดันไฟฟ้าของฉนวน ส่วนการทดสอบด้วยแรงดัน DC เหมาะกับการตรวจวัดเชิงคุณภาพของฉนวน

Spot reading test

(การทดสอบแบบอ่านค่าเป็นจุด)

เป็นวิธีที่ง่ายและรวดเร็วในการทดสอบความต้านทานฉนวนไฟฟ้า แต่หากวัดด้วยวิธีนี้อาจได้ผลเพียงอย่างเดียวว่าฉนวนไฟฟ้าดีหรือแย่มากๆ วิธีทดสอบก็เพียงต่อเครื่องวัดเข้ากับฉนวนที่จะทดสอบ แล้วจ่ายแรงดันทดสอบที่เวลาคงที่ค่าหนึ่ง โดยทั่วไปมักอ่านค่าหลัง 1 นาที ก็ได้ผลลัพธ์ที่ต้องการ



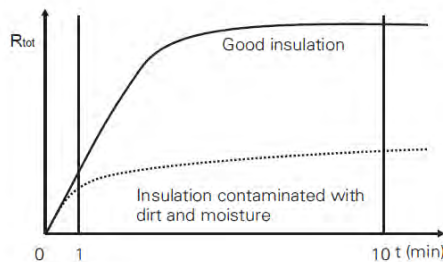
แผนภาพของ กระแส/เวลา สำหรับการทดสอบแบบอ่านค่าเป็นจุด (spot reading test)

การทดสอบแบบอ่านค่าเป็นจุดนี้จะทำได้ก็ต่อเมื่ออุณหภูมิของฉนวนจะต้องสูงกว่าอุณหภูมิหยดน้ำค้าง (dew point)

Time rise method / polarization index / dielectric absorption ratio

(วิธีเพิ่มเวลา / ดัชนีโพลาไรเซชัน / อัตราส่วนการซึมซับไดอิเล็กตริก)

เมื่อแรงดันทดสอบถูกจ่ายให้กับฉนวนไฟฟ้าที่ชำรุดจะทำให้ค่า Riso ตกลง และเพิ่มกระแสรั่วไหล IRiso กระแสซึมซับจะถูกแทนด้วยกระแสรั่วไหลที่มีค่าสูงในฉนวน กระแสรั่วไหลในฉนวนจะมีค่าคงที่และมีค่าความต้านทานที่ต่ำ ฉนวนไฟฟ้าที่ดีจะแสดงค่าความต้านทานที่สูงขึ้นเมื่อผ่านเวลาไปช่วงหนึ่ง ซึ่งเกิดจากการซึมซับของฉนวน ผลของการซึมซับจะคงอยู่นานกว่าเวลาที่ใช้ในการชาร์จค่าความจุในฉนวนไฟฟ้า



แผนภาพเวลาของการทดสอบฉนวนที่ดี และที่แย่ ด้วยวิธีเพิ่มเวลา (time rise method)

ผลลัพธ์ที่ได้ของการวัดแบบนี้คือค่าดัชนีโพลาไรเซชัน (polarization index - PI) ซึ่งเป็นค่าอัตราส่วนของความต้านทานที่ถูกรวัดใน 2 ช่วงเวลา (โดยทั่วไปอัตราส่วนเป็นค่า 10 นาที กับค่า 1 นาที ที่การวัดต่อเนื่อง)

$$PI = R_{tot}(10min)/R_{tot}(1min)$$

PI value	Tested material status
1 - 1.5	Not acceptable (older types)
2 - 4 (typically 3)	Considered as good
4 (very good insulation)	Modern type of good insulation systems

ผลลัพธ์ของวิธีนี้ไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ และวิธีนี้ยังให้ข้อมูลสรุปครบถ้วนโดยไม่ต้องเปรียบเทียบกับค่าทดสอบในอดีต

อัตราส่วนการซึมซับไดอิเล็กตริก (Dielectric absorption ratio - DAR) คล้ายกับวิธีดัชนีโพลาไรเซชัน ที่แตกต่างกันก็คือช่วงเวลาในการเก็บค่าผลลัพธ์ ที่มักใช้เวลา 30 วินาที (หรือ 15 วินาที) และ 1 นาที

$$DAR = R_{tot}(1min)/R_{tot}(30s)$$

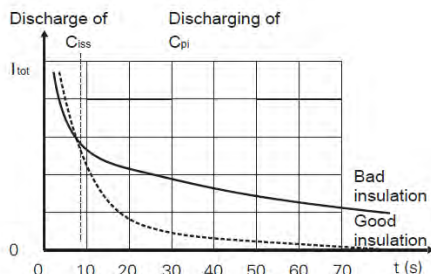
DAR value	Tested material status
< 1	Bad insulation
$1 \leq DAR \leq 1.25$	Acceptable insulation
> 1.4	Very good insulation

Dielectric discharge (ไดอิเล็กตริก ดิสชาร์จ)

ถ้ากระแสไหลโพลาไรเซชัน IRCpi มีค่าต่ำเมื่อเทียบกับค่าอื่นๆ การวัดค่าดัชนีโพลาไรเซชัน (PI) ทำได้ยาก ต้องเปลี่ยนมาใช้วิธีทดสอบไดอิเล็กตริกดิสชาร์จ (DD) แทน ซึ่งจะทำหลังจากการวัดความต้านทานฉนวนเรียบร้อยแล้ว โดยทั่วไปวัสดุฉนวนจะยังคงต่ออยู่กับแรงดันทดสอบเป็นเวลา 10-30 นาที แล้วทำการดิสชาร์จก่อนทำการทดสอบด้วยวิธี DD หลังจาก 1 นาที กระแสดิสชาร์จจะถูกวัด เพื่อหาค่าประจุของการซึมซับซ้ำของวัสดุฉนวน กระแสซึมซับซ้ำที่สูงแสดงถึงฉนวนที่มีการปนเปื้อน (ส่วนใหญ่เนื่องมาจากความชื้น)

$$DD = I_{dis}(1min)/U_{Ciso}$$

I_{dis} (1 min)	discharging current measured 1 min after the voltage was switched off
U	test voltage
Ciso	capacitance of tested object
DD value	Tested material status
> 4	Bad
2 - 4	Critical
< 2	Good



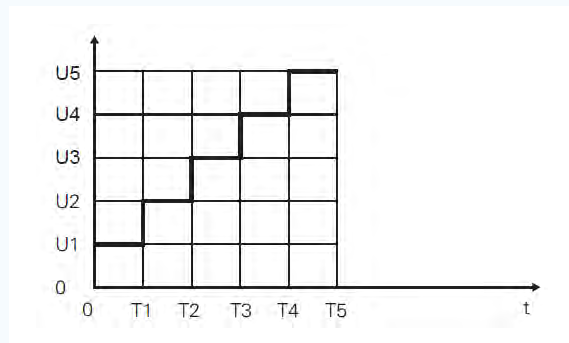
แผนภาพ กระแส/เวลา ของการทดสอบฉนวนที่ดี และที่แย่ ด้วยวิธีไดอิเล็กตริกดิสชาร์จ (DD)

วิธีทดสอบแบบไดอิเล็กตริกดิสชาร์จมีประโยชน์มากสำหรับการทดสอบฉนวนแบบหลายชั้น (multi-layer)

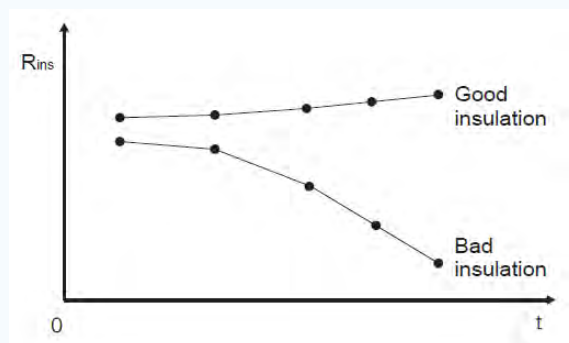
Step voltage insulation resistance test (ทดสอบแบบแรงดันเป็นขั้น)

การทดสอบที่แรงดันต่ำมักใช้ตรวจสอบพวกความชื้นและสิ่งสกปรกในฉนวน แต่การตรวจสอบร่องรอยชำรุดและความเสียหายทางกลต้องใช้ความเค้นที่สูงกว่า การทดสอบแบบแรงดันเป็นขั้น (step voltage method) มีประโยชน์มากในการทดสอบด้วยเครื่องมือที่มีแรงดันทดสอบต่ำกว่าแรงดันทดสอบค่ามาตรฐาน หรืออีกนัยหนึ่งคือ เมื่อไม่สามารถสร้างความเค้นให้ฉนวนที่แรงดันทดสอบปกติได้

อุปกรณ์ที่ถูกทดสอบจะต่อเข้ากับแรงดันทดสอบที่จ่ายเป็นลำดับขั้น โดยเริ่มที่ค่าต่ำสุด แล้วเพิ่มเป็นขั้นๆ จนถึงค่าสูงสุด



ขั้นตอนการวัดด้วยวิธีจ่ายแรงดันเป็นขั้น (step voltage)



ผลลัพธ์จากการวัดด้วยวิธีจ่ายแรงดันเป็นขั้น (step voltage)

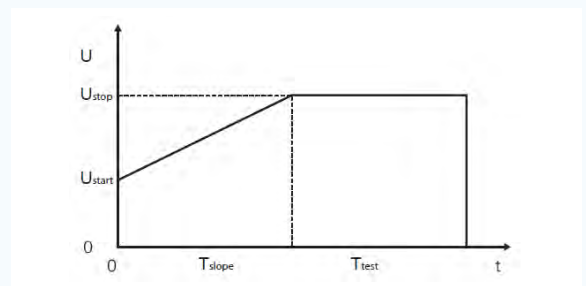
รูปร่างของเส้นกราฟแสดงถึงคุณภาพของฉนวนไฟฟ้า

- ฉนวนที่ชำรุดเสียหาย เส้นกราฟจะลดลงอย่างรวดเร็ว
- ฉนวนที่ดี เส้นกราฟจะมีความต้านทานคงที่ทุกระดับแรงดัน

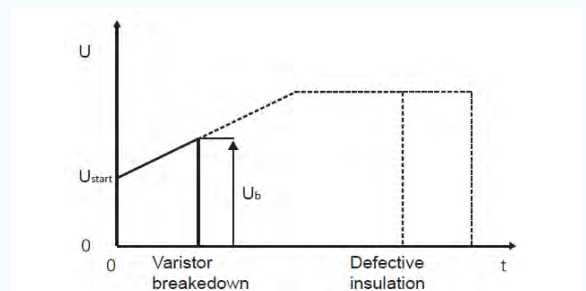
Withstanding voltage test (ทดสอบความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า)

การทดสอบความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า เป็นหนึ่งในการทดสอบพื้นฐานสำหรับฉนวนไฟฟ้า ด้วยหลักการง่ายๆ แรงดันไฟฟ้าจะสร้างความเค้นให้อุปกรณ์ที่ถูกทดสอบเป็นเวลาเท่าที่ต้องการ หรือจนถึงจุดเบรกดาวน์ของฉนวน

ความลาดของเวลา (time gradient) ในการเพิ่มแรงดัน, แรงดันไฟฟ้าสูงสุด และเวลาของแรงดันทดสอบสูงสุด มีความสำคัญและขึ้นกับชนิดของอุปกรณ์ที่ถูกทดสอบ พารามิเตอร์เหล่านี้มีค่าเป็นมาตรฐาน การเบรกดาวน์จะเกิดขึ้นเมื่อกระแสผ่านฉนวนเพิ่มขึ้นทันทีทันใด หากเกินจากค่าจำกัดที่ตั้งไว้ล่วงหน้า

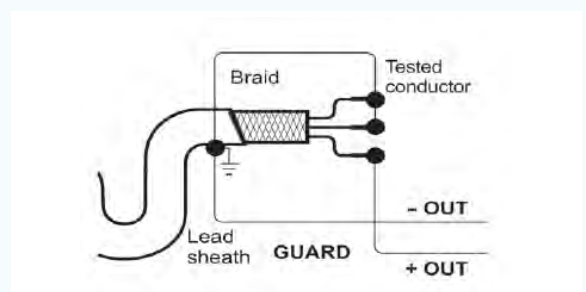


ขั้นตอนการวัดค่าความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า

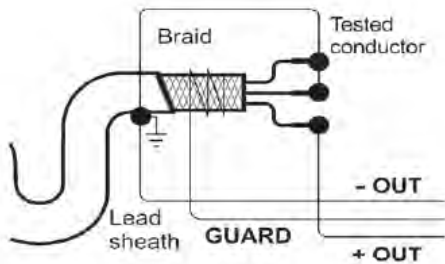


ผลลัพธ์ของการวัดค่าความทนทานต่อแรงดันไฟฟ้า

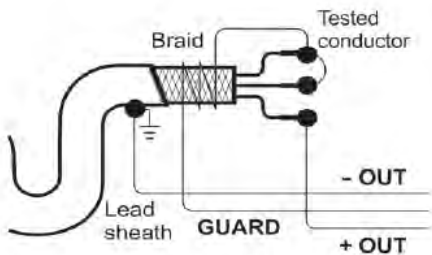
ตัวอย่างการต่อสายวัดฉนวนไฟฟ้าในอุปกรณ์ต่างๆ สายเคเบิลกำลังสูง



วัดความต้านทานฉนวนของสายเคเบิล ระหว่างตัวนำ 1 เส้น กับตัวนำอื่นที่เหลือ รวมถึงปลอกตะกั่ว

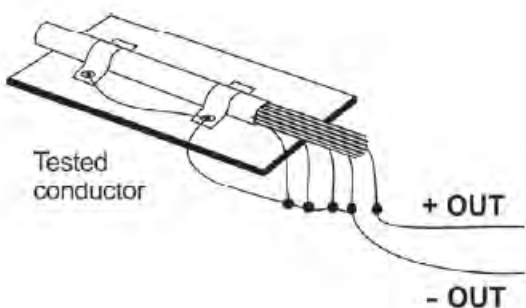


วัดความต้านทานฉนวนของสายเคเบิล ระหว่างตัวนำ 1 เส้น กับตัวนำอื่นที่เหลือ รวมถึงปลอกตะกั่ว โดยใช้ขั้วป้องกัน (guard terminal) เพื่อหลีกเลี่ยงผลของการรั่วไหลที่ปลายอีกด้านของสายเคเบิล

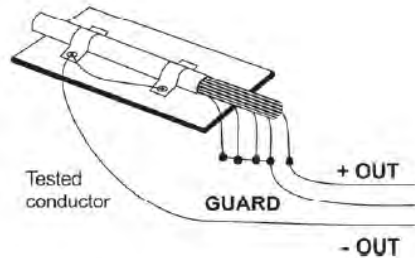


วัดความต้านทานฉนวนของสายเคเบิล ระหว่างตัวนำ 1 เส้น กับปลอกตะกั่ว

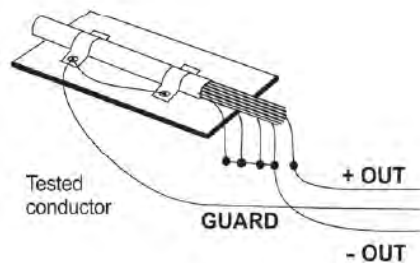
สายเคเบิลงานคอนโทรลและงานสื่อสาร



วัดความต้านทานฉนวนของสายเคเบิลสื่อสาร ระหว่างสายใส่ใน 1 เส้น กับเส้นอื่นๆที่เหลือ รวมทั้งปลอกตะกั่ว

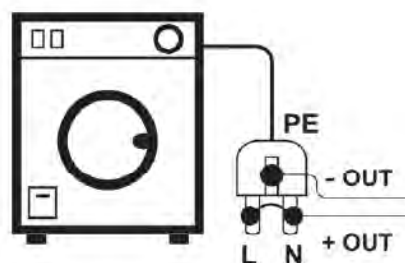


วัดความต้านทานฉนวนของสายเคเบิลสื่อสาร ระหว่างสายใส่ใน โดยใช้ขั้วป้องกัน (guard terminal) ความต้านทานที่วัดเป็นค่าระหว่างสายและปลอก



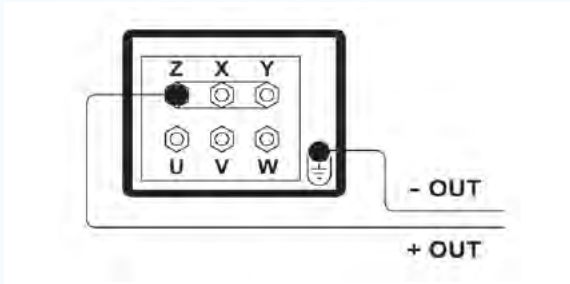
วัดความต้านทานฉนวนของสายเคเบิลสื่อสาร ระหว่างสายใส่ใน โดยใช้ขั้วป้องกัน (guard terminal) ความต้านทานที่วัดเป็นค่าระหว่างสายกับสายภายใน

**เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน
และอุปกรณ์ลักษณะเดียวกัน**



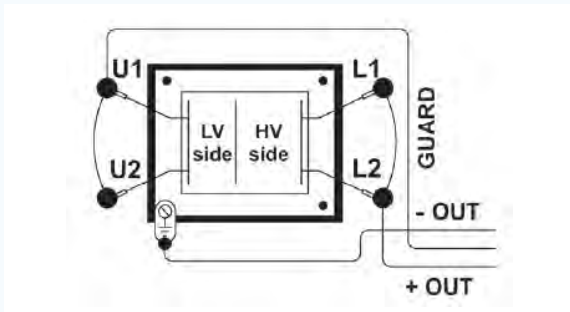
วัดฉนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน ที่มีมาตรฐานป้องกัน Class I และ Class II

มอเตอร์ไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ

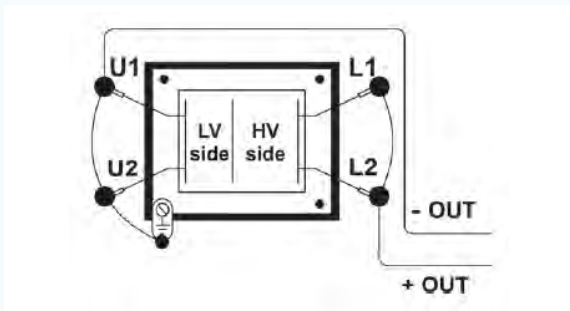


วัดความต้านทานฉนวนของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ ระหว่างขอลวดแต่ละเฟสที่อยู่ภายในโครงมอเตอร์

หม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง



วิธีที่ง่ายสุดในการวัดความต้านทานฉนวนของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง



วัดความต้านทานฉนวนที่ขดลวดด้าน HV ขดหนึ่ง กับโครงโลหะของหม้อแปลง

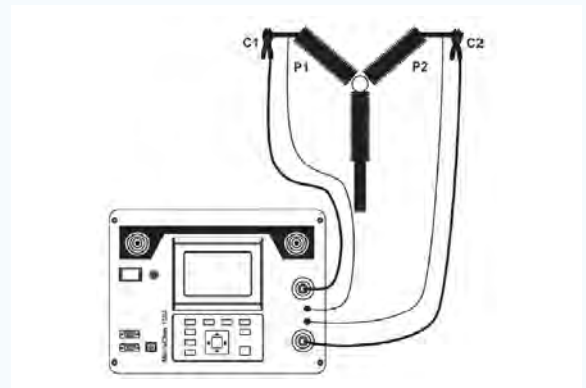
การวัดความต้านทานต่ำๆ ด้วยวิธี 4 สายเคลวิน (Four-wire Kelvin)

ในการวัดความต้านทานที่ต่ำกว่า 20Ω แนะนำให้ใช้เทคนิคการวัดแบบ 4 สาย เคลวิน ซึ่งให้ความแม่นยำสูงกว่าการต่อสายวัดวิธีนี้ความต้านทานของสายวัดจะไม่ถูกรวมกับค่า

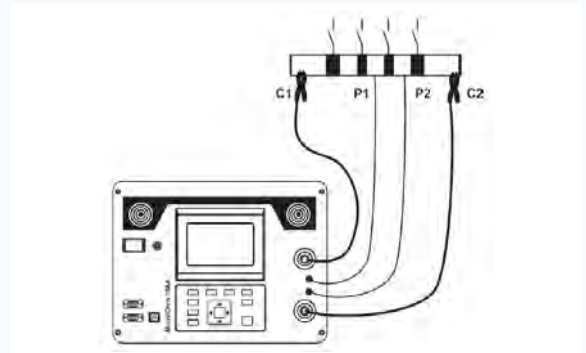
วัด โดยไม่ต้องทำการสอบเทียบสายวัดหรือการทำบาลานซ์แต่อย่างใด

กระแสที่ใช้วัดจะไหลผ่านความต้านทานที่ไม่รู้ค่า R_x ด้วยสาย C1 และ C2 ตำแหน่งที่ต่อไม่สำคัญนักขอเพียงให้อยู่นอกสาย P1 และ P2 แรงดันตกคร่อม R_x จะถูกวัดระหว่างสาย P1 และ P2 ซึ่งควรจะต้องที่จุดต้องการวัดมากที่สุด

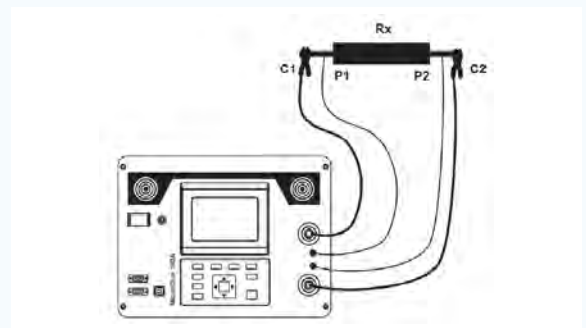
ตัวอย่างการต่อสายวัดความต้านทานต่ำ



การต่อสายวัดเซอร์กิตเบรกเกอร์สายส่งไฟฟ้า



การต่อสายวัดบัสบาร์



การต่อเครื่องวัดกับอุปกรณ์ที่จะวัด

METREL แม่นยำ ปลอดภัย มั่นใจได้



METREL ผู้ผลิตเครื่องวัดและทดสอบความปลอดภัยทางไฟฟ้าชั้นนำจากทวีปยุโรป แพร่หลายทั้งในอังกฤษ เยอรมัน และทั่วโลก เครื่องมือวัดและทดสอบทุกรุ่นของ METREL ออกแบบและผลิตโดยให้ความสำคัญสูงสุดกับคุณภาพชีวิต โดยเป็นไปตามมาตรฐานทางไฟฟ้าและความปลอดภัยของกลุ่มประเทศยุโรป อย่างเคร่งครัด จึงมั่นใจได้ในความถูกต้องของค่าวัด และความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

เครื่องทดสอบฉนวน ด้วยไฟฟ้าแรงดันสูง

เครื่องทดสอบฉนวนด้วยไฟฟ้าแรงดันสูง METREL เป็นเครื่องมือแบบเคลื่อนที่ สำหรับการวัดความต้านทานฉนวนไฟฟ้าด้วยไฟฟ้าแรงดันสูงถึง 10 kV ทดสอบความต้านทานและพารามิเตอร์หลากหลายวิธี ที่ย่านความต้านทานสูงถึง 20TΩ มีรุ่นต่างๆให้เลือกดังนี้

METREL MI 3210

เครื่องทดสอบฉนวนงานไฟฟ้าแรงดันสูง 10 kV



METREL MI 3210 TeraOhm XA 10kV เป็นเครื่องวัดฉนวนแบบเคลื่อนที่ ทำงานด้วยแบตเตอรี่หรือไฟฟ้า ทนน้ำทนฝุ่นที่ IP65 สำหรับการตรวจวิเคราะห์ความต้านทานฉนวนด้วยแรงดันไฟฟ้า DC ทดสอบสูงถึง 10 kV เหมาะกับงานในสภาพแวดล้อมอุตสาหกรรม

- วัดความต้านทานฉนวนได้ถึง 20 TΩ
- ตรวจวัดค่า
 - o Polarization index - PI,
 - o Dielectric absorption ratio - DAR,
 - o Dielectric discharge - DI
- ปรับแรงดันทดสอบ 50 V - 10 kV
- ทดสอบแบบ Step Voltage
- ทดสอบ Withstanding Voltage (DC) ได้ 10 kV
- วัดค่า Capacitance
- ชาร์จโหลด capacitive อัตรา 3 s / μ F ที่ 10 kV
- ดิสชาร์จอัตโนมัติหลังวัดค่าเสร็จสิ้น
- วัดแรงดันและความถี่ได้ 550 V TRMS
- ใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ PC software HVLink PRO

เพื่อดาวินโฮลต์, วิเคราะห์ และออกรายงาน

METREL MI 3205

เครื่องทดสอบฉนวนงานไฟฟ้าแรงดันสูง 5 kV



METREL MI 3205 TeraOhm XA 5kV เป็นเครื่องวัดฉนวนแบบเคลื่อนที่ ทำงานด้วยแบตเตอรี่หรือไฟฟ้า ทนน้ำทนฝุ่นที่ IP65 เมื่อปิดฝา และ IP54 เมื่อเปิดฝา สำหรับการตรวจวิเคราะห์ความต้านทานฉนวนด้วยแรงดันไฟฟ้า DC ทดสอบสูงถึง 5 kV เหมาะกับงานภาคสนาม

- วัดความต้านทานฉนวนได้ถึง 15 TΩ
- ตรวจวัดค่า PI, DAR, DD
- ปรับแรงดันทดสอบ 50 V - 5 kV
- ทดสอบแบบ Step Voltage
- วัดค่า Capacitance
- ชาร์จโหลด capacitive อัตรา 1.5 s / μ F ที่ 5 kV
- ดิสชาร์จอัตโนมัติหลังวัดค่าเสร็จสิ้น
- ใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ PC software HVLink PRO

METREL MI 3201

เครื่องทดสอบฉนวนงานไฟฟ้าแรงดันสูง 5 kV



METREL MI 3201 TeraOhm 5 kV เป็นเครื่องวัดฉนวนไฟฟ้าแบบเคลื่อนที่ สำหรับการตรวจวิเคราะห์ความต้านทานฉนวนด้วยแรงดันไฟฟ้า DC ทดสอบสูงถึง 5 kV จอแสดงผล LCD ขนาดใหญ่ แสดงกราฟ R(t) ได้

- วัดความต้านทานฉนวนได้ถึง 10 TΩ
- ทดสอบค่า PI, DD, DAR อัตโนมัติ แสดงผลในครั้งเดียว
- ทดสอบแบบ Step Voltage
- พล็อตกราฟ R(t) ค่าความต้านทานที่แปรตามเวลาแบบ Real time
- ทดสอบชาร์จ capacitive loads ด้วยกระแส 5 mA ได้อย่างรวดเร็ว
- ตรวจวัดวัดค่า Capacitance
- วัดแรงดัน 600 V AC DC

- วัดความต้านทานฉนวนได้ 1 TΩ
- แรงดันทดสอบ 5 kV DC
- ตั้งค่าแรงดันทดสอบได้ง่ายและรวดเร็ว
- ทดสอบชาร์จ capacitive loads ด้วยกระแส 5 mA ได้อย่างรวดเร็ว
- วัดแรงดัน 600 V AC DC

METREL MI 2077

เครื่องทดสอบฉนวนงานไฟฟ้าแรงดันสูง 5 kV



METREL MI 2077 TeraOhm 5 kV เป็นเครื่องวัดฉนวนไฟฟ้าแบบดิจิทัล ด้วยแรงดันไฟฟ้าสูง 5000 V

- วัดความต้านทานฉนวนได้ถึง 5 TΩ
- ทดสอบค่า PI, DD, DAR อัตโนมัติ
- ทดสอบแบบ Step Voltage
- ตั้งเวลาทดสอบได้จาก 1 วินาที ถึง 90 นาที
- วัดค่า Capacitance ได้ถึง 50μF
- เก็บค่าวัดได้ 1000 ค่า

METREL MI 3202

เครื่องทดสอบฉนวนงานไฟฟ้าแรงดันสูง 5 kV



METREL MI 3202 GigaOhm 5 kV เครื่องวัดฉนวนไฟฟ้าที่ทำงานได้รวดเร็ว แม่นยำ จอแสดงผล LCD ขนาดใหญ่ อ่านค่าได้ง่าย แสดงผลทั้งอะนาล็อกและดิจิทัล

METREL MI 3121H

เครื่องทดสอบฉนวนงานไฟฟ้าแรงดันสูง 2.5 kV



METREL MI 3121H Smartec 2.5 kV เป็นเครื่องวัดฉนวนและวัดความต่อเนื่องแบบเคลื่อนที่

- วัดความต้านทานฉนวนได้ 100 GΩ ด้วยแรงดันทดสอบ 2.5 kV DC
- คำนวณค่า Polarisation Index (PI) และ Dielectric Absorption Ratio (DAR)
- แสดงค่าวัดเป็นตัวเลขและกราฟอะนาล็อก
- วัดต่อเนื่องของสายตัวนำ PE ที่กระแสทดสอบ 200 mA และสลับขั้ว
- วัดความต่อเนื่องของสายตัวนำ PE ที่กระแสทดสอบ 7 mA ต่อเนื่อง โดย RCD ไม่ทริบ
- วัดแรงดันและความถี่
- ใช้งานกับซอฟต์แวร์ EuroLink PRO

METREL รุ่น MI 3252 เป็นเครื่องวัดความต้านทานต่ำระดับไมโครโอห์ม สำหรับวัดความต้านทานของหน้าสัมผัสเบรกเกอร์และสวิตช์, บัสบาร์ ด้วยกระแสสูง ตั้งแต่ 100mA ถึง 100A

- วัดความต้านทานได้กว้าง 1 nΩ ถึง 20 Ω
- ความละเอียด 1 nΩ ความแม่นยำ 0.25%
- ปรับกระแสที่ใช้ทดสอบได้ 100mA ถึง 100A
- วัดค่า Voltage drop ได้
- โหมดวัดแบบ single และ continuous
- บันทึกค่าวัดในตัว 1000 ผลการทดสอบ
- ดาวน์โหลดผลการทดสอบไปยัง PC ด้วยซอฟต์แวร์
- ตัวเครื่องทนน้ำ ทนฝุ่น ระดับ IP64

เครื่องวัดความต่อเนื่องและไมโครโอห์ม กระแสสูง

เครื่องทดสอบความต่อเนื่องด้วยกระแสสูง METREL เป็นโอห์มมิเตอร์วัดความต้านทานต่ำโดยใช้หลักการวัดแบบ 4 สาย เคลวิน (four wires Kelvin method) สำหรับการวัดความต้านทานหน้าสัมผัสของเบรกเกอร์และสวิตช์, จุดเชื่อมต่อบัสบาร์, ขดลวดมอเตอร์และเจนเนอเรเตอร์, ขดลวดหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังและอื่นๆ ด้วยกระแสทดสอบตั้งแต่ 1 mA จนถึง 100 A มีรุ่นให้เลือกดังนี้

METREL MI 3252

เครื่องวัดไมโครโอห์มด้วยกระแสทดสอบ 100A



METREL MI 3250

เครื่องวัดไมโครโอห์ม ด้วยกระแสทดสอบ 10A



METREL รุ่น MI 3250 เป็นเครื่องวัดความต้านทานต่ำระดับไมโครโอห์ม สำหรับวัดความต้านทานของหน้าสัมผัสเบรกเกอร์และสวิตช์, บัสบาร์ขนาดกลาง ด้วยกระแสทดสอบ 10A

- จ่ายกระแสทดสอบ 10A ให้กับโหลด 200 mΩ ได้นาน 15 นาที โดยไม่เกิด overheat
- วัดความต้านทานได้ 0.1 μΩ ถึง 2000 Ω ด้วยกระแสทดสอบ 10A
- ตรวจสอบและกำจัดริบเบิล 50 Hz/60 Hz อัตโนมัติ
- บันทึกค่าวัดในตัว 1000 ผลการทดสอบ
- ดาวน์โหลดผลการทดสอบไปยัง PC เพื่อวิเคราะห์ด้วยซอฟต์แวร์ HVLink PRO
- วัดอุณหภูมิได้ (ด้วยโปรแกรมเสริม)

METREL MI 3242

เครื่องวัดไมโครโอห์มด้วยกระแสทดสอบ 2A



METREL รุ่น MI 3242 เป็นเครื่องวัดความต้านทานต่ำระดับไมโครโอห์ม สำหรับวัดความต้านทานของหน้าสัมผัส สวิตช์, รีเลย์, ขั้วต่อ, บัสบาร์, จุดต่อสายเคเบิล, ขดลวดมอเตอร์, หม้อแปลงไฟฟ้า, ขดลวดเหนี่ยวนำ, จุดเชื่อมต่อรางรถไฟ, วัดความต้านทานสายไฟและสายเคเบิล, จุดเชื่อมต่อในงานอุตสาหกรรม เป็นต้น ด้วยกระแสทดสอบ 2A

- วัดค่าความต้านทานได้ 1 $\mu\Omega$ up to 199.9 Ω ด้วยกระแสทดสอบ 2A
- จ่ายโหลด 500 m Ω ด้วยกระแส 2A ได้นาน 15 วินาที
- ปลอดภัยสูง CAT III / 600 V
- มีวงจรป้องกันภายใน จากการต่อสายวัดเข้ากับไลน์โดยไม่ตั้งใจ
- ตรวจสอบและกำจัดรีปเปิ้ล 50 Hz/60 Hz อัตโนมัติ
- ตั้งค่าวัดแบบ PASS/FAIL แสดงผลด้วยไฟสีเขียว/แดง
- บันทึกค่าวัดในตัว 1500 ผลการทดสอบ
- ดาวน์โหลดผลการทดสอบไปยัง PC เพื่อวิเคราะห์ด้วยซอฟต์แวร์ HVLink PRO

บริษัท เมเชอร์โทรนิคส์ จำกัด ยินดีให้คำปรึกษาในการเลือกรุ่นของเครื่องวัดให้ตรงกับความต้องการใช้งานโดยวิศวกรมืออาชีพผู้ทรงคุณวุฒิ และบริการหลังการขายทั้งการซ่อมบำรุงที่ครบวงจร รวดเร็ว รวมถึงการสอบเทียบเพื่อให้ความแม่นยำตามสเปกโดย LAB ISO17025 ของเราเอง ท่านจึงอุ่นใจได้ตลอดอายุการใช้งานเครื่องวัดสำหรับมืออาชีพจากเมเชอร์โทรนิคส์



สนใจสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติมได้ที่ คุณอิสรยา 08-3823-7933,
คุณเฉลิมพร 085-489-3461, คุณอิทธิโชค 08-0927-9917



บริษัท เมเชอร์โทรนิคส์ จำกัด

2425/2 ถนนลาดพร้าว ระหว่างซอย 67/2-69 แขวงสะพานสอง เขตวังทองหลาง กรุงเทพฯ 10310
โทร. 0-2514-1000; 0-2514-1234 แฟกซ์ 0-2514-0001; 0-2514-0003
Internet: <http://www.measuretronix.com> E-Mail : info@measuretronix.com