




TeraOhm 10 kV
MI 3200
Stručný návod k obsluze
Version 3.1; Code No. 20 751 097

Distributor:

Výrobce:

METREL d.d.
Ljubljanska 77
SI-1354 Horjul

Tel.: +386 1 75 58 200
Fax: +386 1 75 49 226
E-mail: metrel@metre.si
<http://www.metrel.si>

 Mark on your equipment certifies that this equipment meets the requirements of the EU (European Union) concerning safety and interference causing equipment regulations

© 2007 Metrel

No part of this publication may be reproduced or utilized in any form or by any means without permission in writing from METREL.

1. Obecné vlastnosti

1.1. Vlastnosti

Tester **TeraOhm 10 kV** je přenosný bateriový / napájený ze sítě přístroj určený k testování izolačních odporů napětím do 10 kV.

Je-li přístroj napájen se sítě nebo neobsahuje baterie nezapínejte jej!

Funkce testeru TeraOhm 10 kV

- Měření napětím až 10 kV
 - nastavení testovacího napětí krokem 25 V v rozsahu od 500 V do 10 kV
 - R(t) grafická závislost
 - programovatelný časovač (1s až 30 min)
 - automatické vybití obvodu po měření
 - měření kapacit
- Měření izolačních odporů a testovacího napětí
 - posloupnost nastavených pěti testovacích napětí
 - programovatelný časovač 1 min až 30 minut
- Polarizační Index (PI), *Dielektrický absorpční poměr (DAR)* a *Dielektrické vybití (DD)*
 - $PI = R_{INS}(t2) / R_{INS}(t1)$
 - $DAR = R_{1min} / R_{15s}$
 - $DD = I_{dis1min} / C \cdot U$
- Napětí (DC) do 10 kV
 - programovatelné napětí od 500V do 10 kV
 - vysoké rozlišení (krok 25 V)
 - programovatelný prahový proud až to 5 mA
- Měření napětí do 600 V AC/DC

Multifunkční LCD zobrazuje naměřené hodnoty, umožňuje jednoduché odečítání, uložení do paměti, nastavení mezí apod.

Naměřené hodnoty lze uchovat do paměti přístroje.

1.2. Přístroj vyhovuje normám

VN testování
(EMC)
Bezpečnost

IEC / EN 61557-2
EN 61326 Class B
EN 61010-1 (přístroj),
EN 61010-031 (příslušenství)

2. Popis přístroje

2.1. Kufřík přístroje

Kufřík přístroje je zhotoven z materiálů odolných vůči požadovaným vlastnostem elektrickým a mechanickým.

2.2. Čelní panel přístroje

Popis panelu je uveden na obr 1 (**Fig.1**).

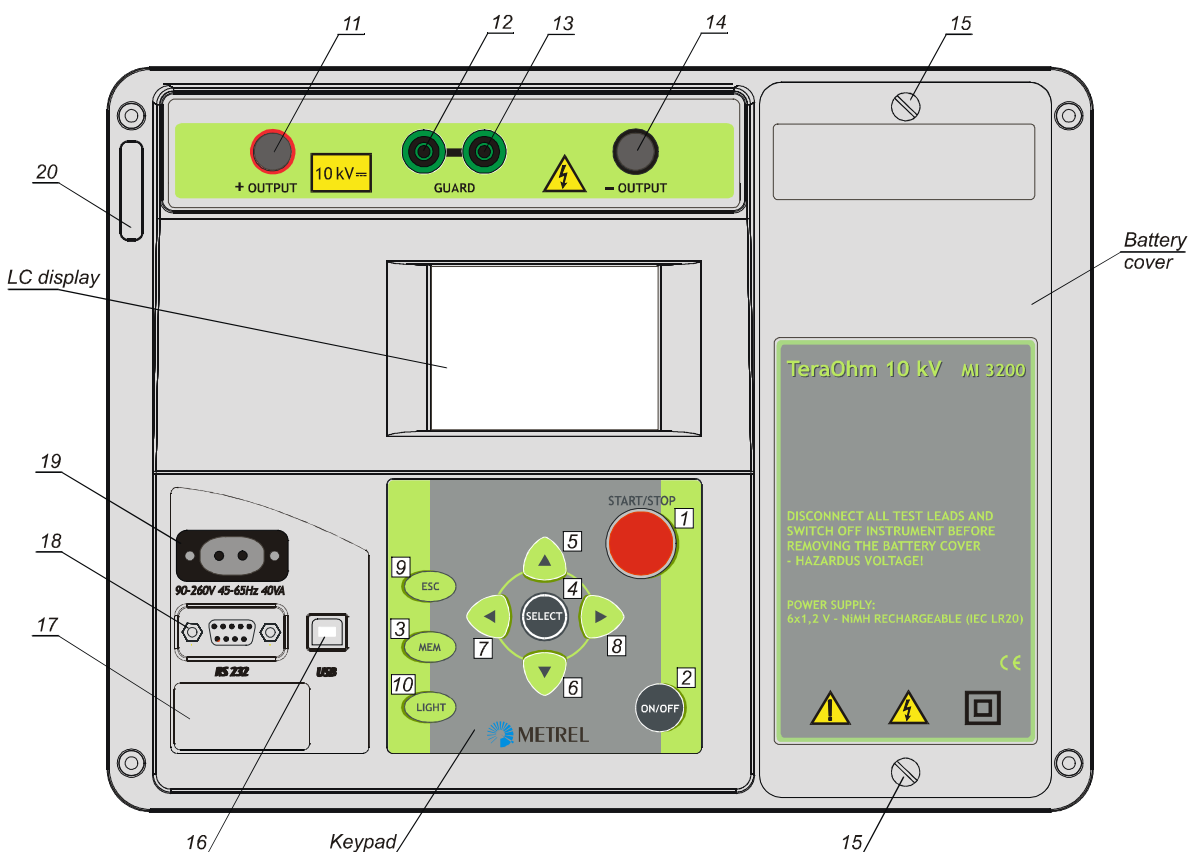


Fig. 1. Čelní panel



Používejte pouze originální příslušenství
 Max. dovolené externí napětí mezi svorkami a zemí je 600V!
 Max. dovolené externí napětí mezi svorkami je 600V!
 Před sejmutím krytu baterií odpojte přístroj od všech měřených objektů a přístroj vypněte.
 Přístroj smí obsluhovat osoba s osvědčením dle vyhl. 50/71 Sb - §9.

Legend:

1	START/STOP	počátek / konec měření
2	ON/OFF	zapnutí / vypnutí přístroje
3	MEM	tlačítko uchování / vyvolání / mazání hodnot paměti
4	SELECT	tlačítko volby funkcí nebo nastavení parametrů
5	▲ cursor	volba funkcí směrem nahoru
6	▼ cursor	volba funkcí směrem dolů
7	◀ cursor	snížení zvoleného parametru
8	▶ cursor	zvýšení zvoleného parametru
9	ESC	opuštění zvoleného režimu
10	Light	podsvětlení displeje
11	kladná výstupní svorka VN napětí (+OUT) POZOR VYSOKÉ NAPĚTÍ	
12,13 ...	GUARD ZEMNÍ SVORKA	odvod unikajících proudů během měření, svorky 12 a 13 jsou galvanicky propojeny uvnitř přístroje
14	záporná výstupní svorka test terminal. (-OUT) POZOR VYSOKÉ NAPĚTÍ	
15	šroub (uvolnění krytu baterie)	
16	galvanicky oddělený USB konektor	
17	označení distributora	
18	galvanicky oddělený RS 232 konektor	
19	síťový konektor	
20	výrobní číslo přístroje	

2.3. Příslušenství

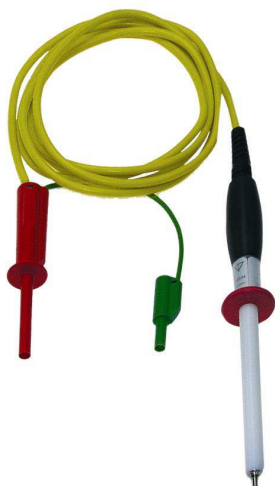
Používejte pouze příslušenství výrobce Metrel, viz:
<http://www.metrel.si>.

2.4. Testovací kabely

Standardní délka VN kabelů jsou 2m, kabely v příslušenství mohou mít délku 8m a 15m
<http://www.metrel.si>.

Speciální VN kabely výrobce splňují jak bezpečnostní tak elektrické podmínky nutné k měření.

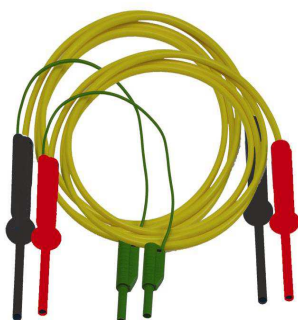
2.4.1. VN kabely Metrel zakončení hrotem



Izolační podmínky:

- VN napětí - hrot (červený): 10kVDC (dvojitá izolace);
- VN banánek (červený): 10kV DC (základní izolace);
- zemní konektor (zelený): 600V CAT IV (dvojitá izolace);
- kabel (žlutý): 12kV (stíněný)

2.4.2. VN kabely Metrel s krokosvorkou



Izolační podmínky:

- VN napětí (černý, červený): 10kVDC (základní izolace);
- krokosvorky (černá, červená) 10kVDC (základní izolace)
- zemní konektor (zelený): 600V CAT IV (dvojitá izolace);
- kabel (žlutý): 12kV (stíněný)



2.4.3. Zemní kabel s krokosvorkou

Izolační podmínky:

- zemní kabel s banánkem (zelený): 600V CAT IV (dvojitá izolace);
- krokosvorka (zelená): 600V CAT IV (dvojitá izolace).

3. Bezpečnostní upozornění

Testování VN napětím je životu nebezpečné, proto je nutno věnovat tomuto měření zvláštní režim, jak z hlediska obsluhy, tak po stránce vybavení pracoviště.

Symboly



Symbol “Prostudujte návod k obsluze!”.



Symbol “Nebezpečné VN napětí vyšší než 1000 V na výstupních svorkách přístroje!”.

Obecné upozornění

- ◆ Pokud přístroj nepracuje dle návodu k používání nepoužívejte přístroj k měření. Přístroj musí být opraven!
- ◆ Pokud je přístroj, VN testovací kabely a příslušenství poškozeno nepoužívejte je!
- ◆ Uvažujte všechna možná rizika při měření izolačních odporů!
- ◆ Opravy a kalibrace svěřte autorizovaným organizacím!
- ◆ Přístroj smí používat pouze proškolená osoba s odpovídajícím vzděláním a zkouškami dle vyhl. 50/71 Sb.
- ◆ Multifunkční LCD nabízí velmi jednoduché intuitivní ovládání a nastavení přístroje.

Baterie

- ◆ Před otevřením krytu baterií odpojte přístroj od měřeného zařízení a přístroj vypněte!
- ◆ Používejte pouze NiMH baterie (IEC LR20)!

Externí napětí

- ◆ Napájení přístroje připojujte pouze k síťovému napětí v našem případě 230V / 50 Hz.
- ◆ Nepřipojujte testovací kabely k externímu napětí vyššímu než 600 V DC nebo AC. Přístroj by mohl být poškozen.

Práce s přístrojem

- ◆ Používejte pouze výrobcem doporučené testovací kabely!!!
- ◆ Před připojením testovacích kabelů k měřenému objektu musí být testovaný bezpodmínečně odpojen od všech napětí!!!
- ◆ Nedotýkejte se živých částí testovaného objektu během testu.
- ◆ Před měřením odporů musí být měřený objekt bezpodmínečně bez napětí!!!
- Nedotýkejte se během testu měřeného objektu!!!
- V případě kapacitního testu objektu (dlouhé testovací kabely atd.) automatické vybití není okamžitě po skončení testu. Počkejte na zprávu, která je zobrazena na displeji – “Please wait, discharging”.

Práce s kapacitními zátěžemi

- ◆ Mějte na vědomí, že 40nF nabitých na 1kV nebo 5nF nabitých na 10kV jsou životu nebezpečné!!!
- ◆ Maximální externí napětí mezi dvěma vodiči je 600V (CAT IV okolí).

4. Úvodní informace

4. 1. Zapnutí přístroje

Autokalibrace

Přístroj je zapnut tlačítkem ON/OFF. Po zapnutí proběhne autokalibrace. (**Fig. 3**).

Poznámka:

Jsou-li baterie vybité nebo poškozené a přístroj je napájen se sítě, nelze jej tlačítkem ON/OFF zapnout.

Během kalibrace jsou kabely **odpojené od přístroje**. Pokud nejsou kabely odpojeny, je autokalibrace provedena nesprávně a je vyžadováno odpojení kabelů od přístroje a opětovné vypnutí a zapnutí přístroje.

Po úspěšné vstupní autokalibraci lze zahájit měření (**Fig. 4**)

Pokud je teplota okolí změněna o **cca 5°C** je vhodné provést opětovnou autokalibraci, která zaznamená změněné okolní fyzikální podmínky.



Fig. 2. První zobrazení

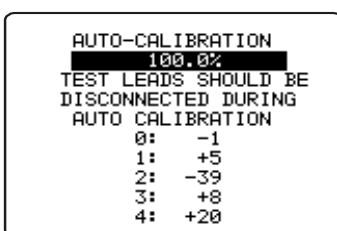


Fig. 3. Auto kalibrace OK

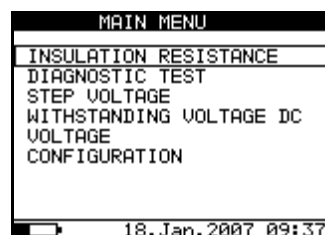


Fig. 4. Hlavní Menu

Poznámka:

Při špatné kalibraci jsou na displeji zobrazena hlášení:

ERROR!

TEST LEADS CONNECTED: připojené kabely
DISCONNECT AND SWITCH ON THE INSTRUMENT AGAIN
 odpojte kabely a porved'te kalibraci opětovně

CONDITIONS OUT OF RANGE: PRESS START TO CONTINUE
 podmínky mimo rozsah zmáčkněte start k
 pokračování

Přístroj napájený ze sítě

Pokud připojíte přístroj do sítě, pokud je v režimu vypnutém (OFF) začne nabíjení baterií, přístroj zůstává v režimu OFF.
Je indikováno nabíjení baterií.

Jsou-li baterie vadné, nebude v provozu nabíjecí obvod. Režim je indikován na displeji.

Je-li přístroj připojen k síti v režimu ON, bude automaticky přepojen z bateriového napájení na síťové.

Indikace na displeji.

Pokud není přístroj v režimu měření (probíhá test), začne nabíjení baterií. Indikace nabíjení na displeji.

Poznámka:

Není vhodné zapínat a vypínat přístroj do sítě **během testu**.

Podsvícení displeje (napájení z baterií)

Po zapnutí přístroje je automaticky podsvětlen displej. Zmáčknutím tlačítka **LIGHT** je podsvětlení vypnuto.

Podsvícení displeje (napájení ze sítě)

Po zapnutí přístroje je automaticky podsvětlení displeje vypnuto. Zmáčknutím tlačítka **LIGHT** je podsvětlení zapnuto.

Off funkce

Přístroj lze vypnout tlačítkem OFF. Během testu nelze přístroj vypnout.

4.2. Konfigurace

Konfigurace umožňuje volbu parametrů, které nejsou součástí měření viz. tabulka (**Table 1.**) a obrázek (**Fig. 5**).

Nastavení parametrů probíhá dle postupu

1. Kurzory \uparrow a \downarrow zvolte požadovaný parametr, který chcete změnit - řádek
2. Kurzory \leftarrow a \rightarrow se provede nastavení –volba z možností
3. Je-li více voleb na řádku, přechod je proveden pomocí SELECT

Mazání celé paměti:

0. Zvolte **Configuration** v hlavním menu
1. Zvolte **Memory Clear** použitím kurzorů \uparrow a \downarrow
2. Zmáčkněte **SELECT** tlačítko, ("Press MEM to confirm!" zpráva na displeji).
3. Zmáčkněte **MEM** tlačítko k mazání všech lokací paměti nebo zmáčkněte **ECS** a proceduru ukončíte bez mazání.

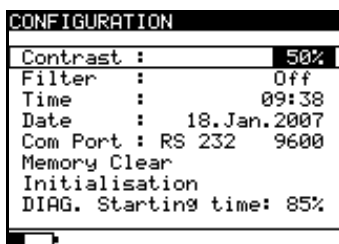


Fig. 5. Displej konfigurací

Parametr	Hodnota	Poznámka
Contrast	0%..100%	Kontrast displeje
Filter	Fil1, Fil2, Fil3, Fil0	Volba šumových filtrů, část 5.3.
Time		Reálný čas
Date		Datum
Com Port	RS 232 2400, RS 232 4800, RS 232 9600, RS 232 19200, USB 115000	Volba komunikace
Memory clear		Mazání paměti
Initialization		Pro servisní středisko. NEPOUŽÍVAT!!!
DIAG. Starting time	0%..90%	Nastavení začátku časovače v DIAGNOSTIC TEST funkcí podle nominálního napětí. viz část 5.6

Table 1. Konfigurace parametrů

5. Měření přístrojem

5.1. Obecné informace k měření VN stejnosměrným napětím

Účel měření izolace

Izolační materiály jsou důležité v mnoha elektrických zařízeních. Vlastnosti materiálů závisí nejen na složení, ale také na vlastnostech okolí (teplota, vlhkost, elektrické a mechanické namáhání apod. Proto je nutno provádět měření izolačních vlastností, aby nedošlo k nežádoucím změnám izolačních materiálů.

DC nebo AC testovací napětí?

Testování DC napětím je akceptováno častěji než testy prováděné AC napětím nebo impulsním napětím. Stejnosměrné napětí je vhodné pro měření v případech, kdy kapacitní rozptylové proudy interferují s AC nebo impulsním napětím. DC napětí je tak zejména vhodné při měření izolačních odporů. Test DC napětím souvisí s praktickou aplikací. DC napětí a může být aplikován častěji bez max. zatěžování testovaného materiálu.

Vybrané izolační testování

Měření izolačních odporů se skládá v následujících možných procedur:

- základní měření izolačního odporu – SPOT
- měření vztahu mezi napětím a izolačním odporem
- měření vztahu mezi časem a izolačním odporem
- testování zbytkového vybití po testu

Výsledky měření dávají informaci o tom, je-li nutno izolační materiál vyměnit. Především jsou zkoumány transformátory, motory, kabely a jiná elektrická zařízení.

Elektrický obvod reprezentující izolační materiály

Obrázek **Fig. 6** reprezentuje ekvivalentní odvod izolačního materiálu

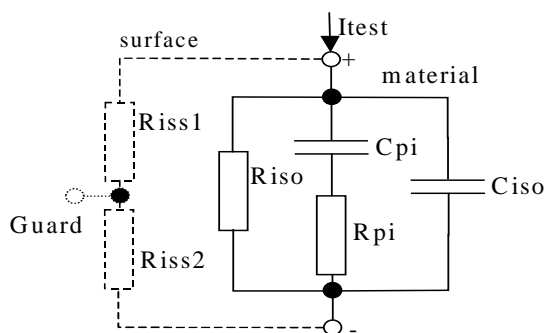


Fig. 6

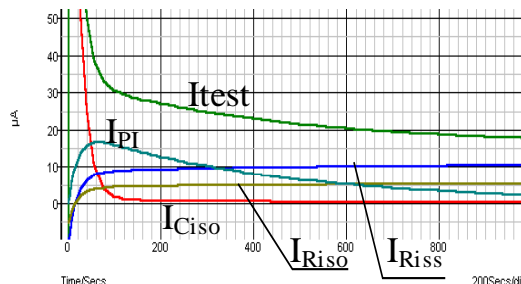


Fig. 7

R_{iss1} and R_{iss2} – povrchový odpor (možné připojení zemnicí svorky)

R_{iso} – skutečný izolační odpor materiálu

C_{iso} – kapacita materiálu

C_{pi} , R_{pi} – reprezentují polarizační koeficienty

Obrázek **Fig. 7** zobrazuje typické proudy obvodem

I_{test} = celkový testovací proud ($I_{test} = I_{pi} + I_{RISO} + I_{RISS}$)

I_{pi} = polarizační absorpční proud

I_{RISO} = aktuální izolační proud

I_{RISS} = povrchový rozptylový proud

Vybrané aplikace použití přístroje TeraOhm 10 kV

Základní test izolačního odporu

Všechna měření vyžadují základní test měření izolačního odporu. Při měření nižších hodnot (MΩ) je základní test nutný vždy.

Je nutno pamatovat na následující upozornění:

- testovací napětí, čas a limity jsou dány příslušnými normami
- měření může být nastaveno na 60s nebo méně, je nutno však nabít izolační kapacity C_{iso}
- někdy je nutno uvažovat vliv teploty nebo ji přepočítat na teplotu zpravidla 40°C
- pokud povrchové proudy interferují s R_{iss} je nutno použít zemnicí svorku (část 5.2). To je zpravidla nutné při měření odporů o velikosti (GΩ)

Napětově závislý test - testování krokovým (skokovým) napětím

Test ukazuje, jak je izolační materiál elektricky a mechanicky namáhán. Je indikováno množství a velikost izolačních anomálií (vodivé cesty, vady apod.). Nadměrná vlhkost a znečištění hraje hlavní roli v případě mechanického namáhání.

- test vyžaduje DC krokové napětí
- v některých případech je vyžadováno maximální napětí vyšší než 60% v porovnání s předchozím testem

Pokud je výsledek úspěšný a ukazuje na redukci izolačních vlastností je nutno materiál vyměnit.

Časově závislý test – Diagnostický test

POLARISATION INDEX - polarizační index

Účelem testu je zjistit vliv prvků (R_{pi} , C_{pi}).

Po přiložení VN napětí na izolační materiál elektrické dipóly v materiálu vytvářejí elektrické pole. Tento jev je nazýván polarizací. Absorpční proud je zpravidla snížen během několika minut, pokud se celkový odpor materiálu nezvyšuje, to znamená že ostatní proudy (např. povrchové) převyšují proud absorpční.

- PI je definován jako poměr naměřeného odporu ve dvou časech. Typicky je poměr 10 min k 1 min, ale to není pravidlo.
- test je proveden při stejném napětí jako testování izolace
- je-li test 1 min větší než 5Gohm měření je neplatné (požit modernější izolaci)
- je nutno použít modernější izolaci

Obecně lze říci, že izolace je v dobré kondici je-li naměřen vysoký PI. Toto pravidlo není striktní – více teorie testování izolace.

Obecné hodnoty:

PI hodnota	Výsledek měření
1 to 1,5	neakceptovatelné, staré materiály
2 to 4 (typicky3)	celkem dobrá izolace (staré materiály)
>4(vysoký odpor izolace)	moderní izolace OK

Dle normy , pro motory platí (IEEE 43):

Class A =1.5, Class B = 2.0, Class F =2.0, Class H =2.0.

$$PI = \frac{R_{iso}(10 \text{ min})}{R_{iso}(1 \text{ min})}$$

DIELECTRIC DISCHARGE - dielektrické vybití

Další efekt polarizace je regenerace nabíjení C_{pi} po regulárním vybití po proběhnutí testu. Toto dodatkové měření zhodnotí kvalitu izolačního materiálu. Měření je nutné u materiálů s velkou kapacitou C_{iso} . Polarizační koeficient PI je ovlivňován kapacitou C_{pi} , která by se měla v ideálním případě po odpojení testovacího napětí okamžitě vybit. V praxi to není možné.

V porovnání s PI, testování DD je jiná cesta k zjištění izolačních vlastností materiálu. Některý měřený objekt po rychlém vybití vykazuje nízkou hodnotu DD, materiál s vysokou hodnotou DD potřebuje k vybití kapacity delší čas.

Vybrané hodnoty DD jsou uvedeny v tabulce:

DD hodnota	hodnocení materiálu
> 4	špatný
2 - 4	kritický
< 2	OK

DIELECTRIC ABSORPTION RATIO - dielektrický absorpční koeficient

DAR je určen k preventivnímu měření stavu izolace a případnému rozhodnutí o výměně izolace

DAR test je dán poměrem měření izolace v různých časech

$$DAR = \frac{R_{iso}(1\text{min})}{R_{iso}(15s)}$$

Vybrané specifické hodnoty DAR:

DAR hodnota	hodnocení materiálu
< 1.25	neakceptovatelné
< 1.6	dobrá úroveň izolace
> 1.6	výborná úroveň izolace

Poznámka:

Při měření dlouhým časem je nutno věnovat pozornost nabitým kapacitám testovaného objektu, viz vztah

$$C_{\max} [\mu F] = \frac{t [s] \cdot 10^3}{U [V]}$$

kde:

t časový úsek (např. 15s)

U zkušební napětí

Zkušební testovací napětí s nárůstem

Některé standardy dovolují použít DC zkušební napětí jako alternativu AC napětí. V těchto případech bude použito testovací napětí v určitém čase. Během testu začíná napětí na malé hodnotě postupně stoupá až dosahuje nominální hodnoty s určitým nárůstem (sklonem křivky nárůstu), přičemž se zaznamenávají změny nabíjecího proudu během testu. Standardní délka testu je 1 minuta.

Test je používán v případech

- nové izolační materiály připravené do výroby
- kontrola testování izolace bezpečnosti výrobků
- kontroly po opravách v servise

Hodnota DC testu s nárůstem napětí:

Standard	Voltage
EN/IEC 61010-1 CAT II 300 V základní izolace	1970 V
EN/IEC 61010-1 CAT II 300 V dvojitá izolace	3150 V
IEC 60439-1 (mezi živými částmi...), impulsní skokové napětí 4 kV, 500 m	4700 V
IEC 60598-1	2120 V

Vlhkost a měření izolačního odporu

Měření izolačního odporu je ovlivněno vlhkostí okolí. Vlhkost způsobuje dodatečné vodivé vrstvy a negativně ovlivňuje výsledek měření. Vliv vlhkosti se projevuje zejména při měření vysokých izolačních odporů (GOhm). V případě vysoké vlhkosti je nutno objekt vysušit a to velmi dlouhou dobu.

5.2. Zemní svorky přístroje

Hlavní účel potenciálu GUARD je odvést rozptylové povrchové proudy, které nesouvisejí přímo s měřením a jsou ovlivněny zejména vlhkostí okolí.

Tyto proudy interferují s měřením a negativně je ovlivňují. Svorka GUARD je galvanicky propojena se zápornou svorkou (černá svorka). Zemní svorka je propojena s objektem dle obr. 8.

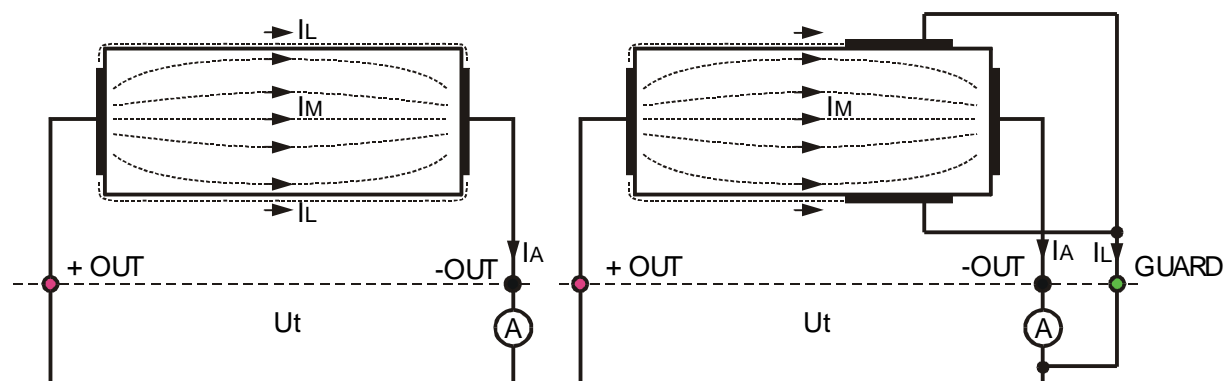


Fig. 8. propojení svorky GUARD s testovaným objektem

kde:

U_t Testovací napětí

I_L Unikající proudy

I_M Proud měřeným objektem

I_A A-metr

Výsledek bez propojení GUARD: $R_{INS} = U_t / I_A = U_t / (I_M + I_L)$...špatné měření

Výsledek s propojením GUARD: $R_{INS} = U_t / I_A = U_t / I_M$ správné měření

je doporučeno používat propojení GUARD při měření izolačních odporů (>10G □)

Poznámka:

- Zemní svorka je chráněna vnitřní impedancí (400 KOhm)
- Přístroj obsahuje dvě svorky GUARD

5.3. Použití filtrů

Filtry redukuje vliv okolních šumů na měření. Umožňují dosáhnout stabilních výsledků zejména při měření velkých izolačních odporů (měření skokovým napětím, dielektrické testování apod.).

Funkce filtrů jsou uvedeny v tabulce:

Filtr	Označení
Fil0	NF filtr s omezením kmitočtů 0,5 Hz v signální části
Fil1	Dodatečný NF filtr 0,05Hz v signální části
Fil2	Fil1 s integračním časem (4 s).
Fil3	Fil2 s dodatečným průměrováním 5 měření

Table 2. Použití filtrů

Účel použití filtrů

Použití filtrů umožňuje vyhlazení měřených proudů, jejich průměrování, omezení kmitočtového pásma apod. Výsledky měření ovlivňují:

- AC proudy v síti, harmonické složky, spínané zátěže atd.
- okolní elektromagnetické pole
- zvlněné proudy VN regulátorů
- nabíjecí efekty kapacitních zátěží nebo dlouhých kabelů

Poznámka:

Filtry zvyšují čas měření: Fil1 na 60 s, Fil2 na 70 s, Fil3 na 120 s.

Příklad:

Šumový proud 1 mA / 50 Hz přidává další nejistotu měření $\pm 15\%$ při měření izolace 1 GOhm

Použitím filtru FIL1 je redukce nejistoty lepší než $\pm 2\%$.

Použití filtrů FIL2 a FIL3 dále zlepší výsledky měření

6. Praktická měření probíhají dle volby hodnot na multifunkčním displeji přístroje

