



Recomandat de Asociația
Română a Electricienilor



GHID de măsurare a instalațiilor de legare la pământ conform I 7/2011

**MĂSURĂRI EFECTUATE CU APARATELE: MRU-200, MRU-120, MRU-105, MRU-106, MRU-21
MRU - 20 , MPI - 525 , MPI - 520**



CUPRINS:

1.	Introducere	3
2.	Măsurarea prizei de legare la pamânt.	3
2.1	Tipuri de împământări.	3
2.2	Tipuri de instalații de legare la pamânt.	4
2.3	Factori care influențează exactitatea măsurătorilor	5
2.3.1	Efectul curenților de dispersie.	5
2.3.2	Efectul electrozilor auxiliari.	5
2.3.3	Efectul umidității solului.	5
2.4	Exactitatea măsurătorii vs. domeniul de măsură a aparatului	6
3.	Măsurători ale Instalațiilor de Protecție la Trăznet (IPT) conform normativului I7/2011	7
3.1	Sursa și tipurile de daune provocate structurilor.	7
3.2	Măsurări de protecție	7
3.3	Nivele de protecție la trăznet (NPT)	8
3.4	Zone de protecție la trăznet (ZPT)	8
3.5	Protecția structurilor.	9
3.5.1	Protecția pentru reducerea daunelor fizice și protejarea vieții.	9
3.5.2	Protecția pentru reducerea defectelor sistemelor interne	10
3.6	Supratensiuni cauzate de lovituri de trăznet în diferite puncte de impact.	10
3.6.1	Supratensiuni cauzate de lovituri de trăznet în structură	10
3.6.2	Supratensiuni datorită efectelor de inducție.	11
3.7	Întreținerea sistemelor de protecție la efectele inductive	11
3.7.1	Verificarea SPT (sistemului de protecție la trăznet).	11
3.7.2	Etapele inspecției.	11
3.7.3	Intervalele între verificările SPT	11
3.8	Procedura de verificare a SPT	12
3.8.1	Verificării și teste ale SPT	12
3.9	Documentele verificării.	13
4.	Metode utilizate în măsurarea rezistenței instalației de legare la pamânt și instrumente pentru măsurarea impedanței instalației de legare la pamânt.	14
4.1	Metoda de măsurare cu 2 țărushi (2p) - măsurarea continuității și legăturilor instalațiilor de echipotențial.	15
4.2	Metoda de măsurare cu 2 țărushi (2p)- măsurarea rezistenței instalației de legare la pamânt	15
4.3	Metoda de măsurare cu 3 țărushi (3p) (cădere de potențial)	15
4.4	Metoda de măsurare cu 4 țărushi (4p)	18
4.5	Metoda de măsurare cu 3 țărushi și un clește de curent	19
4.6	Metoda de măsurare cu doi clești de curent	19
4.7	Măsurătorile privind legarea la pământ a instalației de protecție la trăznet.	21
4.8	Măsurarea rezistenței instalației de împământare prin metoda impulsului	22
5.	Măsurarea rezistivității solului	23
6.	Pregătirea rapoartelor de măsură	25
7.	Servicii oferite de către laboratorul de metrologie	27

1. Introducere

Măsurătorile rezistenței instalației de legare la pământ diferă în mod semnificativ de alte măsurători efectuate pentru a evalua protecția împotriva șocurilor electrice. Ele necesită o cunoaștere aprofundată cu privire la construirea sistemului de legare la pământ, fenomenele care apar în timpul măsurătorilor și a metodelor de gestionare a condițiilor dificile din teren. Persoanele care efectuează teste și măsurători de sisteme de sol trebuie să aibă cunoștințe adecvate și echipamentul de măsurare care să poată susține o astfel de sarcină complicată.

În 2008, au fost introduse următoarele standarde EN 62305-1 Protecția împotriva fulgerelor. Partea 1: Principii generale și EN 62305-2 protecția împotriva fulgerelor. Partea 2: Managementul riscului. Aceste standarde includ o descriere a daunelor și pierderile cauzate de fulgere, nivelurile de clasificare a protecției la trăsnet și a parametrilor fulgerelor. Ele au definit, de asemenea, termenul de impedanță de legare la pământ.

În 2009, alte părți ale standardului au fost publicate - EN 62305-3 Protecția împotriva fulgerelor. Partea 3: Avarii fizice ale structurilor și punerea în pericol a vieții - EN 62305-4 Protecția împotriva fulgerelor. Partea 4: Sisteme electrice și electronice din cadrul structurilor.

Aceste standarde stabilesc cerințele constructive ale sistemelor de protecție la trăsnet și modalitățile de punere în practică a acestora, metode de evaluare de întreținere și de realizare corectă

Cerințele descrise în standardele de mai sus, indicând necesitatea de măsurare a impedanței de legare la pământ, sunt în corespondență cu funcțiile noului aparat de măsură creat de SONEL SA - MRU-200. Acest dispozitiv permite efectuarea de măsurători a rezistenței instalației de legare la pământ folosind atât metoda tehnică (cea de joasă frecvență), dar, de asemenea, metoda impulsului conformă cu cea definită și prezentată în EN 62305. Oferta SONEL SA include mai multe dispozitive pentru a putea testa rezistența instalației de legare la pământ și a rezistivității solului - de la cele mai simple soluții, proiectate pentru clienții mai puțin exigenți la modele mai sofisticate folosite în aplicații profesionale în toate condițiile tehnice întâlnite.

Modelul cel mai avansat este MRU-200 - în prezent singurul instrument din lume, capabil să efectueze măsurători ale rezistenței/impedanței de legare la pământ, folosind toate metodele cunoscute, inclusiv metoda de impuls (sunt disponibile trei curbe de variație a impulsului de test - selectabile). Oferta include, de asemenea, modelele MRU-120, MRU-105 (succesorul binecunoscutului MRU-101), MRU-21, MRU-20, precum și facilitățile din MPI-525 și MPI-520.

2. Măsurători ale instalațiilor de legare la pământ

2.1 Tipuri de legare la pământ

Legarea la pământ este o conexiune făcută în mod intenționat între o instalație sau dispozitiv electric și un obiect metallic situat în pământ numit priză de pământ.

În funcție de sarcina de legare la pământ, putem distinge, din punct de vedere funcțional, următoarele tipuri de legare la pământ: de protecție, operaționale și de protecție la trăsnet.

În funcție de componentele utilizate în construcția de prize de pământ - acestea sunt împărțite în prize de pământ naturale și artificiale.

Electrozi de pământ naturali pot include: conducte metalice de apă, elemente metalice înglobate în fundații, elemente de beton armat situate în sol și în alte părți metalice având un bun contact cu solul.

Electrozi de pământ artificiali pot include: secțiuni, tije, fire, cabluri, benzi sau plăci de oțel, acoperite cu un strat protector conductor (anti-coroziv), introduși în pământ - orizontal (electrozi orizontali) sau vertical (electrozi verticali).

Electrozii de legare la pământ pot fi realizați ca elemente unice orizontale sau verticale (electrozi unici), sau ca sisteme complexe compuse din prize de pământ dispuse în configurații diferite (inele în sol, grile, electrozi dispuși radial în pământ). Electrozii de împământare sub forma unui sistem complex au scopul de a oferi rezistență scăzută de legare la pământ.

La instalarea electrozilor în pământ, utilizatorii ar trebui să acorde atenție potențialelor electrochimice individuale ale componentelor sistemului. Când sistemul include o combinație a unui electrod de împământare natural în fundație (oțel în beton) și o priză de pământ artificială, situată în afara fundației, din oțel galvanizat, atunci diferența de potențial electrochimic între aceste elemente va fi de cca. 1V. Ca urmare a acestei diferențe de potențial va exista un flux de curent, ce va cauza coroziunea oțelului situat în sol. Astfel, electrozi din oțel galvanizat nu pot fi utilizați în acest caz - aceștia trebuie să fie realizați din oțel cuprat, din cupru sau oțel inoxidabil.

2.2 Factori care influențează calitatea punctului de legare la pământ

Rezistența instalație de legare la pământ, în general, depinde de rezistivitatea solului. Deci, este evident că o împământare bună în zone de rezistivitate crescută (de exemplu, soluri nisipoase, zone cu exces de lemn) este dificilă și necesită resurse mai multe decât în zonele umede cu o rezistivitate redusă a solurilor.

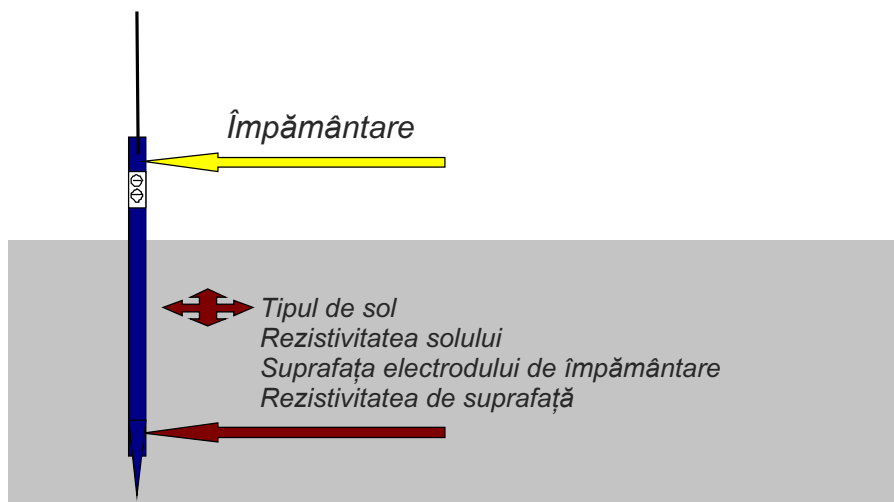


Fig. 1 Factori care influențează valoarea rezistenței de împământare

Măsurarea rezistivității solului, efectuată în faza de proiectare, este esențială pentru selectarea optimă a elementelor sistemului de legare la pământ și de adâncimea acestuia în teren, în scopul de a asigura rezistența dorită pentru instalația de împământare. Aceste măsurători scurtează considerabil timpul de finalizare a întregului proiect și de optimizează costurile acestuia. În cele mai multe cazuri, cu cât electrozii sunt îngropați mai adânc în pământ cu atât este mai mică rezistența împământării. În plus, cu cât electrozii sunt mai adânc îngropați în pământ, cu atât mai mare este stabilitatea rezistenței prizei de pământ în timpul funcționării, fiind influențată limitat de factorii externi (schimbări sezoniere, ploaie).

O instalație de legare la pământ trebuie să furnizeze:

- nivelul scăzut al rezistenței sale (impedanței),

- cea mai mică variație a rezistenței (impedanței) de-a lungul timpului,
- rezistență maximă la coroziune a elementelor prizei de pământ.

2.3 Factori care afectează precizia măsurătorilor

În timpul efectuării măsurătorilor rezistenței prizei de pământ, se măsoară valoarea curentului care trece prin prizea de pământ testată și căderea de tensiune pe aceasta. Folosind legea lui Ohm vom calcula valoarea rezistenței prizei de pământ. Rezistența prizei de pământ se măsoară în curent alternativ, din cauza naturii electrolitice a conductivității solului.

2.3.1 Efectul curenților de dispersie

Precizia de măsurare a rezistenței prizei de pământ depinde de mulți factori. Principalii factori care cauzează erori de măsurare sunt curenții de dispersie (având frecvența rețelei de alimentare și armonicele sale). În timpul măsurătorilor instalațiilor de legare la pământ operaționale, este recomandat să folosiți frecvența de măsură curentă cât mai aproape posibil de frecvența rețelei de alimentare -, dar aceasta trebuie să fie diferită de 50 Hz și armonicele sale. Îndeplinirea acestor cerințe este foarte dificilă în practică și presupune o exigență ridicată în proiectarea instrumentelor. Doar cei mai buni producători sunt în măsură să îndeplinească aceste condiții, și, desigur, toate aparatele de măsură SONEL intră în această categorie. Circuitele de măsurare a acestor instrumente fac față cu succes interferențelor curenților din sol ,având frecvența rețelei de alimentare și frecvențele armonice ale acesteia. Instrumentul MRU-200 are o funcție de analiză a tensiunii interferențelor și selectează automat frecvența de măsurare adecvată pentru a se potrivi curenților acestor interferențe. Curentul de test generat de instrumentele SONEL are o valoare de peste 200mA (excl. MRU-21) și, împreună cu un sistem de filtrare sofisticat oferă cea mai mare rezistență la tensiunile de interferență cu o amplitudine de până la 24V c.a.(de exemplu, 68V_{pp})

2.3.2 Efectul țărășilor auxiliari

Rezistența țărășilor auxiliari afectează eroarea de măsurare suplimentară. Cu cât este mai mare, cu atât mai mare este influența sa asupra rezultatului măsurătorii. Persoana care efectuează măsurători, cunoscând valoarea rezistenței țărășilor auxiliari, poate interveni în cazul în care aceasta rezistența este prea mare și ar putea încerca să o reducă prin introducerea în sol a unor țărăși mai lungi, umezirea solului sau introducerea țărășilor într-un alt loc. De asemenea, se poate utiliza pe post de țărășu o altă legare la pământ existentă, de exemplu, piciorul de metal al unei lampi, etc. Instrumentele furnizate de SONEL indică rezistența țărășilor auxiliari, calculează automat efectul lor asupra erorii suplimentare, pentru a permite utilizatorilor să efectueze măsurători performante chiar și cu rezistențe considerabile ale țărășilor auxiliari făcându-le unice printre instrumentele pentru testarea rezistenței prizei de legare la pământ.

2.3.3 Efectul umidității solului

Un impact foarte mare asupra măsurătorilor rezistenței prizei de pământ îl are gradul de umiditate al solului. Măsurătorile efectuate după ploaie vor indica o valoare mult mai mică a rezistenței prizei de pământ. Dacă măsurătorile nu pot fi făcute în condiții normale de umiditate a solului, se utilizează coeficienți de corecție..

În funcție de umiditatea solului și de tipul electrodului de legare la pământ, rezultatele măsurătorilor trebuie să fie înmulțite cu un coeficient adecvat prezentat în tabelul 1. Valoarea coeficientului K_p variază de la 1.1 - 3. Coeficienții prezentați în tabelul următor vor facilita corecțiile funcției de schimbările sezoniere a valorii rezistenței prizei de legare la pământ.

Tabelul 1. Valorile coeficientului de corecție - Kp

Tipul electrozilor de împământare	Coeficientul de corecție Kp funcție de umiditate solului		
	uscat	umed	foarte umed
Electrod de adâncime, dispunere verticală la adâncime mai mare de 5 m (sub suprafața)	1,1	1,2	1,3
Ca mai sus dar cu adâncimea între 2.5 - 5m	1,2	1,6	2,0
Electrozi de împământare orizontali la aprox. 1m	1,4	2,2	3,0

Se poate presupune că: -pentru măsurătorile efectuate în decurs de 2 până la 3 zile după ploi, -pentru măsurătorile efectuate din septembrie până în octombrie (perioada cu cea mai mare rezistență a prizei de pământ în timpul anului) în Europa nu este necesar să se utilizeze corecția prin intermediul coeficientului

2.4 Exactitatea măsurătorii vs. domeniul de măsură a aparatului

Instrumentele, în funcție de sistemele de legare la pământ măsurate, natura și caracteristicile lor ar trebui să fie alese pentru a permite efectuarea măsurătorii în conformitate cu părțile relevante ale standardului EN 61557:

- EN 61557- Partea-a 4-a "Rezistența legării la pământ și legătura de echipotențial"
- EN 61557- Partea-a 5 "Rezistența împământării".

Este necesar ca eroarea de măsurare totală să nu fie mai mare de 30%. Greșeala cea mai frecvent făcută de utilizatori, este să nu ia în considerare intervalul de măsurare a instrumentului. Acest lucru conduce la acceptarea unor rezultate care sunt în afara domeniului de măsurare pentru evaluarea adecvată a instalației testate. Domeniul de măsurare a unui instrument definește intervalul de măsurare, în care eroarea de măsurare este în limitele acceptabile.

Foarte des, utilizatorii instrumentelor nu acordă atenție domeniului de măsurare, și controlează, de obicei, numai valorile afișate și rezoluția instrumentelor. Adesea, ei nu pot calcula eroarea de măsurare bazându-se pe datele furnizate de către producător. Se poate întâmpla ca rezultatele obținute să aibă o eroare de măsură mai mare decât valoarea erorii maxim admisibile. Domeniul de măsurare a instrumentului determină domeniul de utilizare a acestuia.

În prezent, producătorii de instrumente de măsurare sunt obligați să menționeze intervalele de măsurare, luând în considerare valorile limită de eroare specificate în EN 61557. Această obligație permite utilizatorilor să compare rapid parametrii de eroare a diferitelor dispozitive și să evalueze cât de adecvat este respectivul instrument pentru diverse aplicații.

De exemplu, în timp ce măsurăm continuitatea conductoarelor de protecție pentru legarea la pământ și de echipotențial cu instrumentul MRU-200 valoarea este afișată cu o rezoluție de 0,001 Ω și cu o precizie de \pm (2% +4 cifre) pe domeniul 0.000 ... 3.999 Ω , care oferă un domeniu de măsurare conform EN 61557-4: de 0,045 ... 19.9 K Ω . Pentru măsurarea rezistenței de legare la pământ cu metodele 3 - și 4-țărșuși, domeniul de măsurare, în conformitate cu același EN 61557-5 este 0.100 Ω ... 19,9 k Ω . Asta înseamnă că rezultatele măsurătorilor, cuprinse în aceste limite au o precizie mai bună decât 30% și pot fi introduse într-un raport adecvat. Abilitățile de măsurare a instrumentelor de măsură SONEL sunt, în acest context, printre cele mai bune din lume.

3. Măsurători ale Instalației de Protecție la Trăsnet conform I7/2011 și EN 62305

3.1 Sursele și tipurile de daune provocate structurilor

Curentul din timpul loviturii de fulger este sursa daunelor. Următoarele situații vor fi luate în considerare, în funcție de poziția punctului loviturii respectiv în raport cu structura IPT:

- S1: Lovitură în structură;
- S2: Lovitură lângă structură;
- S3: Lovitură în liniile de servicii conectate la structură;
- S4: Lovitură lângă liniile de servicii conectate la structură.

Ca urmare, fulgerul poate cauza trei tipuri principale de daune

- D1: afectarea ființelor vii din cauza tensiunilor de atingere și de pas;
- D2: daune fizice (incendiu, explozie, distrugere mecanică, efecte chimice), ca urmare a efectelor curentului de trăsnet, inclusiv scânteii;
- D3: defecte ale sistemelor interne datorate supratensiunilor.

În standard, următoarele tipuri de pierderi sunt luate în considerare:

- L1: pierderi de vieți omenești;
- L2: pierderea de servicii publice;
- L3: pierderea patrimoniului cultural;
- L4: pierderea de valoare economică (structura și conținutul său, de serviciu și întreruperea activităților).

3.2 Măsurile de protecție

Măsurile de protecție pentru a reduce pierderea de ființe vii din cauza tensiunilor de atingere și de pas:

- izolarea corespunzătoare a pieselor conductoare expuse;
- echipotențializare prin intermediul unei rețele de legare la pământ;
- interdicții de circulație și etichetele de avertisment.

Echipotențializarea nu este eficace împotriva tensiunilor de atingere. O creștere a rezistivității la suprafața solului, în interiorul și în exteriorul structurii poate reduce punerea în pericol a vieții.

Măsurile de protecție pentru a reduce daunele fizice:

a) pentru structuri

- Sist. de protecție la trăsnet (SPT), atunci când disp. de protecție la supratensiune (SPD) sunt instalate, echipotențializarea este o măsură importantă pentru a reduce pericolul de incendiu și de explozie, precum și de a proteja viața.

b) pentru servicii

- Mantale de protecție (pentru cablurile îngropate, o protecție extrem de eficientă este dată de mantalele metalice ale cablurilor de alimentare).

Măsurile de protecție pentru a reduce distrugerea sistemelor electrice și electronice:

a) pentru structuri – Sistemul de protecție la supratensiuni constând din următoarele măsuri utilizate singular sau în combinație:

- Rețea de legare la pământ și de echipotențial;
- Ecranare magnetică;

- Linie de transport;
 - "O rețea coordonată de SPD-uri de protecție".
- b) pentru servicii
- Dispozitivele de protecție la supratensiuni (SPD) montate corespunzător de-a lungul instalației electrice precum și la locul de terminare a acestora;
 - Mantalele magnetice ale cablurilor.

3.3 Niveluri de protecție la trăsnet (NPT)

Standardul EN 62305-1 (respectiv I7/2011) introduce cele patru niveluri de protecție la trăsnet (I-IV). Pentru fiecare NPT valorile maxime ale parametrilor curentului de trăsnet pentru diferitele niveluri de protecție sunt indicate în tabelul 2.

Tabelul 2. Valorile maxime ale parametrilor curentului de trăsnet corespunzător NPT

Prima secvență de scurtă durată			NPT			
Parametrii curentului	Simbol	Unitate	I	II	III	IV
Valoare de vârf a curentului	I	kA	200	150	100	
Sarcina secvenței de scurtă durată	Q_{short}	C	100	75	50	
Energia specifică	W/R	MJ/ Ω	10	5,6	2,5	
Parametrii de timp	T_1/T_2	$\mu s/\mu s$	10/350			
Secvența de scurtă durată ulterioară			NPT			
Parametrii curentului	Simbol	Unitate	I	II	III	IV
Valoare de vârf a curentului	I	kA	50	37,5	25	
Panta medie	di/dt	kA/ μs	200	150	100	
Parametrii de timp	T_1/T_2	$\mu s/\mu s$	0,25/100			
Secvența de lungă durată			NPT			
Parametrii curentului	Simbol	Unitate	I	II	III	IV
Sarcina secvenței de scurtă durată	Q_{long}	C	200	150	100	
Parametrii de timp	T_{long}	s	0,5			
Trăsnet			NPT			
Parametrii curentului	Simbol	Unitate	I	II	III	IV
Sarcina trăsnetului	Q_{flash}	C	300	225	150	

Tabelul 3. Valorile minime ale parametrilor trăsnetului și raza sferei fictive asociată corespunzător NPT

Criterii de captare			NPT			
	Simbol	Unitate	I	II	III	IV
Val. de vârf minimă a curentului	I	kA	3	5	10	16
Raza sferei fictive	r	m	20	30	45	60

3.4 Zone de protecție la trăsnet (ZPT)

Soluțiile de protecție, cum ar fi IPT, mantalele de ecranare, scuturi magnetice și nivelul de protecție SPD au rolul de a determina zonele de protecție la trăsnet (ZPT).

Măsurile de protecție a ZPT se caracterizează mai mult prin reducerea semnificativă a supratensiunilor în interiorul acestor zone decât în exteriorul acestora

În ceea ce privește probabilitatea loviturii de fulger, următoarele ZPT sunt definite:

- zona ZPT 0A zona expusă la loviturile directe ale trăsnetului și la câmp magnetic integral. Sistemele interioare pot suporta acțiunea curentului electric de trăsnet integral sau a unei părți din acesta;
- zona ZPT 0B zonă protejată împotriva căderii directe a trăsnetului, în care pericolul este reprezentat de câmpul electromagnetic integral. Sistemele interioare pot fi supuse la curenți electrici de trăsnet parțiali;
- zona ZPT 1 Zonă unde curentul electric de trăsnet este limitat prin divizare și prin SPD instalate la frontierele acestei zone. Ecranele metalice pot atenua câmpul electromagnetic generat de trăsnet;
- zona ZPT 2, ...,n zone unde curentul de trăsnet poate fi limitat în continuare prin divizare și prin SPD suplimentare instalate la frontierele acestor zone. Ecranele metalice suplimentare pot fi utilizate pentru a obține atenuarea suplimentară a câmpului electromagnetic generat de trăsnet.

În funcție de numărul, de tipul și de nivelul de ținere al echipamentului de protejat, poate fi definită o ZPT corespunzătoare. Standardul definește normele de proiectare a IPT, în zonele de mai sus.

3.5 Protecția structurilor

3.5.1 Protecție pentru a reduce daunele fizice și a proteja viața

Structura de protejat trebuie să fie în interiorul unui ZPT 0B sau mai mare. Acest lucru se realizează prin intermediul unui sistem de protecție la trăsnet (SPT).

Un SPT constă din ambele sisteme externe și interne de protecție la trăsnet.

Funcțiunile unui SPT extern sunt:

- interceptarea loviturii de trăsnet în structură (prin intermediul de tije de captare),
- să conducă curentul de trăsnet la pământ (cu ajutorul conductoarelor de coborîre),
- să disperseze acest curent în pământ (prin intermediul prizei de pământ).

Rolul SPT este de a preveni descărcările periculoase în cadrul structurii, folosind fie legarea de echipotențial sau o distanță de separare (și, prin urmare, izolarea electrică), între componentele SPT și alte elemente interne conductoare din interiorul structurii. Sunt definite patru clase de SPT (I, II, III, IV), ca un set de reguli de construcție, pe baza ZPT corespunzătoare.

În cazul în care rezistivitate de suprafață a solului din exterior, sau a podelei din interiorul structurii, nu este suficient de mare, limitarea pericolelor asupra vieții cauzate de tensiunile de atingere de pas se realizează:

- în afara structurii, prin izolarea pieselor conductoare expuse, echipotențializarea solului prin intermediul unui sistem de legare la pământ în rețea, prin indicatoare de avertizare și de restricționări de acces;
- în interiorul structurii, prin realizarea legăturii de echipotențial a tuturor liniilor de servicii la punctul de intrare a acestora în structura.

3.5.2 Protecția pentru reducerea defectelor sistemelor interne

Protecția împotriva supratensiunilor pentru a reduce defectele sistemelor interne pot limita:

- supratensiunile datorate loviturilor în structură rezultată din cuplajul rezistiv și inductiv;
- supratensiunile datorate loviturilor lângă structură ca rezultat a unui cuplaj inductiv
- supratensiunilor transmise pe linii conectate la structura din cauza loviturilor în linii sau în apropierea liniilor;
- câmp magnetic cuplat direct cu sistemele interne.

3.6 Supratensiuni cauzate de lovituri de trăsnet în diferite puncte de impact

3.6.1 Supratensiuni cauzate de lovituri de trăsnet în structură

Pentru dimensionarea dispozitivelor de protecție la supratensiune (SPD) a conductoarelor, și aparatelor, împotriva supratensiunilor ce pot apărea la punctul de impact al acestor componente trebuie să determinăm nivelul de protecție. Supratensiuni pot apărea de la curentul de trăsnet și de la efectele de inducție în liniile instalației. Amenințarea cauzată de aceste supra-tensiuni, trebuie să fie mai mică decât nivelele de rezistență (nivelele de protecție) a componentelor utilizate...

Atunci când apare curentul de trăsnet este condus la pământ, atât direct prin priza de pământ externă cât și prin intermediul SPD conectate între linii și instalația de împământare.

Această divizare a curentului de trăsnet depinde de numărul de trasee paralele, de impedanța de legare la pământ pentru părțile îngropate, sau de rezistența de legare la pământ în cazul coborârilor IPT conectate la instalația de legare la pământ.

Impedanță convențională de dispersie este definită în standard ca raportul dintre valorile de vârf ale tensiunii și ale curentului din priza de pământ care, în general, nu apar simultan.

Impedanța convențională de dispersie corespunde cu impedanța (rezistența de legare la pământ de impuls), măsurată cu instrumentul MRU-200.

Tabelul 4 prezintă valorile Z și Z1 ale impedanței de legare la pământ , referitoare la clasele SPT, presupunând că:

Z- este impedanța convențională de dispersie a sistemului de legare la pământ,

Z1 - este impedanța convențională de dispersie a părților externe ale liniilor subterane.

Tabelul 4. Valorile impedanțelor convenționale de dispersie Z și Z1 - în funcție de rezistivitatea solului

ρ Ωm	Z1 Ω	Impedanța convențională de dispersie în pământ corespunzătoare claselor de SPT Z Ω		
		I	II	III - IV
≤ 100	8	4	4	4
200	11	6	6	6
500	16	10	10	10
1000	22	10	15	20
2000	28	10	15	40
3000	38	10	15	60

NOTĂ Valorile prezentate în acest tabel se referă la impedanța convențională de dispersie în pământ corespunzătoare unui conductor îngropat în condiții de impuls (10/350 μs).

3.6.2 Supratensiuni cauzate de efectele de inducție

Supratensiunile tranzitorii din cauza efectelor de inducție a câmpurilor magnetice, generate de loviturile de trăsnet în apropierea liniilor au o forma tipică a curentului de 8/20 μ s.

3.7 Întreținerea sistemelor de protecție

3.7.1 Verificarea SPT (sistemului de protecție la trăsnet)

Scopul inspecției este de a asigura faptul că:

- dispozitiv de protecție la trăsnet este realizat în conformitate cu EN 62305 (I7/2011),
- toate elementele SPT sunt în stare bună, și sunt în măsură să îndeplinească sarcinile pentru care au fost proiectate și nu sunt corodate,
- toate echipamentele de service sau structuri instalate după asamblarea SPT sunt incluse în acesta.

3.7.2 Etapele inspecției

Inspecțiile se efectuează în conformitate cu alin. 7.1 din standardul EN 62305-3, respectiv 8.5.2 din normativul I7/2011:

- în timpul construcției obiectului pentru a verifica componentele încorporate,
- după instalarea SPT,
- periodic, ținând seama de natura obiectului protejat și anume riscul de coroziune și de clasa SPT,
- după modificări sau reparații, sau atunci când se știe că obiectul a fost lovit de fulger.

În timpul inspecțiilor periodice, este deosebit de important să se verifice:

- gradul de deteriorare a elementelor: Tije de captare, cablurile de coborâre, conexiunile lor și coroziune țărșurilor de împământare,
- valoarea rezistenței de dispersie a prizei de lagare la pământ,
- starea conexiunilor, inclusiv fixarea și legăturile de echipotențial

3.7.3 Intervalele între verificările SPT

O inspecție vizuală a SPT ar trebui să fie efectuată cel puțin o dată pe an. Pentru zonele în care există schimbări semnificative ale vremii și condiții excepționale meteorologice, este recomandabil să se efectueze inspecții mai frecvent decât cele prevăzute în tabelul 5 .

Tabelul 5. Intervalele maxime dintre inspecțiile SPT

nivel de protecție	Inspecții (ani)	Inspecții complete (ani)	Inspecție completă a echipamentelor critice (ani)
I și II	1	2	1
III și IV	2	4	1

NOTĂ! SPT destinate pentru obiectivele cu risc de explozie trebuie să fie inspectate vizual la fiecare 6 luni. Testele electrice de verificare ar trebui să fie efectuate o dată pe an. O excepție de la planul de control anual este o inspecție efectuată la fiecare 14-15 luni, în locații în care aceasta este considerată benefică pentru a testa rezistența prizei de pământ în diferitele perioade ale anului, în scopul de a surpinde schimbările sezoniere.

Intervalele dintre inspecțiile SPT ar trebui să fie determinate în funcție de următorii factori:

- clasificarea structurii protejate, având în vedere în special rezultatul pierderilor,
- clasa SPT ,
- mediul local, de exemplu, în atmosfere corozive intervalele trebuie să fie scurte,
- materialele componentelor individuale ale sistemului de protecție la trăsnet,
- tipul suprafețelor pe care elementele SPT sunt atașate ,
- proprietățile solului și rata asociată de coroziune,
- încărcările mecanice.

În caz de condiții critice de mediu, solicitari mecanice, inspecția completă ar trebui să fie efectuată în fiecare an.

În cazul schimbării de rezistență mai mari decât cele prevăzute, în sensul creșterii rezistenței între inspecții, ameliorarea SPT trebuie să fie luată în considerare.

3.8 Procedura de verificare a SPT

Scopul inspecției este de a ne asigura de faptul că SPT, îndeplinește în toate privințele cerințele standardului EN 62305, respectiv ale normativului I7/2011.

Inspecția include:

- verificarea documentației tehnice,
- inspecția vizuală,
- verificarea și testarea SPT,
- pregătirea raportului de inspecție.

Verificarea documentației tehnice constă în verificarea integralității acesteia, respectarea standardelor și a conformității cu proiectul.

inspecția vizuală este efectuată pentru a verifica dacă:

- proiectul este realizat în concordanță cu EN 62305, respectiv I7/2011,
- SPT-ul se află în bună stare de funcționare,
- există conexiuni slăbite și întreruperi accidentale în cablurile și conexiunile SPT,
- părți componente au fost slăbite din cauza coroziunii, în special la nivelul solului,
- toate conexiunile la electrozii de împământare sunt intacte,
- toate cablurile și componentele vizibile ale SPT-ului sunt fixate de suprafețele de montaj,
- au fost realizate modificările la instalația protejată, unde e necesară protecție suplimentară,
- există semne de deteriorare a SPT și SPD,
- legăturile de echipotențial sunt corect realizate și testele de continuitate au fost efectuate ,
- descărcătoarele necesare au fost montate.

3.8.1 Verificării și teste ale SPT

Verificarea și testarea SPT include inspecția vizuală și trebuie să fie completate cu următoarele activități:

- verificarea de continuitate, în special la acele elementele care nu au fost vizibile în timpul asamblării și nu sunt disponibile pentru inspecția curentă,
- măsurarea rezistenței prizei de pământ, atât pentru: sistemul de electrozi de pământ interconectați cât și electrozi de pământ separați,
- redactarea unui raport de inspecție (de testare) adecvat .

Măsurători la înaltă frecvență (impedanța de legare la pământ) sunt posibile, atât în timpul montajului cât și a reparării sistemului de legare la pământ, în scopul de a compara sistemul de legare la pământ proiectat cu cel realizat.

Rezistența prizei de pământ al fiecărui electrod de împământare trebuie să fie măsurată și unde este cazul întregul sistem de electrozi de împământare trebuie să fie supus măsurătorilor. Fiecare electrod de împământare ar trebui să fie măsurat separat, cu piesa de separare dintre instalația interioară și cea exterioară în stare deconectată. Rezistența totală față de sol a sistemului de electrozi de împământare, nu trebuie să depășească 10Ω . Dacă există o creștere semnificativă a acestei rezistențe, trebuie găsită cauza acestei creșteri și ulterior să fie efectuate activități de reparații .

În timpul măsurătorilor în teren pietros, electrodul prizei de pământ din fundație trebuie să fie plasat într-o fundație de beton, pentru că (în ciuda eficienței sale reduse), acesta acționează ca o legătură de echipotențial. Conductorii și electrozi de împământare din fundație trebuie să fie conectați, prin intermediul terminalelor de testare, la o priză suplimentară de legare la pământ. Dacă nu a fost realizată o priză de pământ în fundație se va realiza o buclă în terenul înconjurător obiectivului. În cazul în care prizele de pământ nu pot fi instalate în sol atunci trebuie să fie plasate pe suprafața sa, dar va fi bine protejată împotriva deteriorării mecanice. Prizele de împământare radiale, situate pe sau în apropierea suprafeței solului trebuie să fie (pentru a asigura protecția mecanică a acestora), acoperite cu pietre sau încastrate în beton. Cerința de 10Ω în zonele stâncoase, nu este aplicabilă.

Este obligatoriu a inspecta toate cablurile, conexiunile și conectorii, și de a măsura continuitatea lor galvanică. Dacă sistemul de electrozi de împământare nu îndeplinește cerințele sau nu este posibilă măsurarea din cauza lipsei de informații, sistemul trebuie să fie îmbunătățit prin instalarea de electrozi suplimentari sau se va instala un nou sistem.

3.9 Documentele verificării

În conformitate cu cerințele EN 62305 și ale I7/2011, verificarea SPT ar trebui să se finalizeze cu un raport. Raportul trebuie să fie păstrat, împreună cu proiectul SPT și rapoartele anterioare de verificare și de încercare ale SPT.

Raportul de verificare al SPT ar trebui să conțină informații cu privire la:

- starea generală a tijelor aeriene de captare (cabluri și alte elemente),
- nivelul de coroziune și măsuri generale de protecție împotriva coroziunii,
- starea de fixare a cablurilor și componentelor SPT,
- măsurarea rezistenței prizei de legare la pământ și al electrozilor de împământare,
- orice abatere de la standardul EN 62305 (normativul I7/2011),
- documentația cu toate modificările SPT, și orice modificare a obiectului de protejat. În plus, desenele structurale ale SPT trebuie să fie verificate, împreună cu descrierea acestuia,
- rezultatele obținute la testare.

4. Metode utilizate în măsurarea rezistenței instalației de legare la pământ și instrumente pentru măsurarea impedanței instalației de legare la pământ

Măsurarea rezistenței instalației de legare la pământ se efectuează cu:

- metoda tehnică, (3 țărushi)
- metoda tehnică cu un clește de curent (3 țărushi și un clește), pentru măsurarea de prize multiple,
- metoda cu doi clești de curent, pentru măsurători fără țărushi auxiliari,
- metoda impulsului (măsurarea impedanței).

În funcție de natura metodei de măsurare a rezistenței prizei de pământ, măsurătorile se efectuează pentru măsurarea rezistenței prizei de legare la pământ sau pentru măsurarea impedanței prizei de pământ cu metoda impulsului conform cu EN 62305 (I7/2011).

Măsurarea rezistenței prizei de legare la pământ se face utilizând curenți de încercare, cu o frecvență apropiată de frecvența rețelei de alimentare (de exemplu, legare la pământ de lucru). Măsurarea impedanței se face utilizând curenți având forma corespunzătoare loviturii de trăsnet (pentru SPT).

SONEL SA oferă instrumente, care permit măsurarea prizei de pământ cu diferite metode.

Oferta SONEL SA include MRU-200 și MRU-120 instrumente care permit utilizatorilor să aplice cele mai cunoscute metode de măsurare:

- metoda cu 2 țărushi (2p) - de măsurare a continuității conexiunilor de protecție și a legăturilor de echipotential,
- metoda cu 3 țărushi (3p) - măsurarea rezistenței de legare la pământ prin metoda tehnică
- metoda cu 4 țărushi (4p) - care elimină influența rezistenței cablului de testare asupra rezultatului măsurării,
- metoda cu 3 țărushi și clește - permițând măsurători a rezistenței de împământare pentru prize de pământ multiple, fără a deconecta piesa de separație,
- metoda cu doi clești - ce permite măsurarea rezistenței de împământare, fără electrozi auxiliari.

Instrumentele au o funcție de măsurare a rezistivității solului. În plus, aparatul MRU-200 , are ca opțiune metoda de măsurare a impulsului - folosită pentru a verifica impedanța de legare la pământ în conformitate cu cerințele EN 62305 pentru măsurarea SPT-urilor . Folosind cleștele de curent se poate măsura curentul de dispersie (curentul de defect).

MRU-200 și MRU 120 permit utilizatorilor să efectueze măsurători în rețele, cu frecvența nominală de 50 Hz sau 60 Hz. În plus, MRU-200 poate efectua măsuratori pentru 16 2/3Hz și 400Hz. Selecția frecvenței de măsurare (125Hz sau 150Hz), se poate face manual de persoana care efectuează măsurătorile (atât la MRU-200 cât și la MRU-120), sau în mod automat de către instrument pe baza analizei interferențelor de tensiune (doar MRU-200). MRU-200 are cei mai buni parametrii metrologici (domeniul de măsură de la 0.100 Ω , cu rezoluție de 0,001 Ω)

Instrumentele MRU-105 și MRU-106 pot realiza măsurători cu următoarele metode:

- metoda cu 2 țărushi (2p),
- metoda cu 3 țărushi (3p),
- metoda cu 4 țărushi (4p),
- metoda cu 3 țărushi și clește,

În plus, este posibilă măsurarea rezistivității solului. Instrumentele permit măsurarea în rețele, cu frecvența nominală de 50Hz (MRU-105) sau 60Hz (MRU-106).

MRU-21 efectuează măsurători cu următoarele metode:

- metoda cu 2 țărushi (2p),
- metoda cu 3 țărushi(3p), cu rezistența electrozilor auxiliari egală cu 50 k Ω

În plus, este posibilă măsurarea continuității legăturilor de protecție și echipotențial, cu un curent de 200mA și opțiunea de auto-readucere la zero a rezistenței cablurilor de testare.

Toate instrumentele în timpul testului, măsoară rezistența țărushiilor auxiliari și analizează impactul lor asupra valorii erorii suplimentare. Valoarea tensiunii de interferență este de asemenea, măsurată. Toate instrumentele permit utilizatorilor să măsoare rezistența prizei de legare la pământ în medii cu tensiuni de interferență cu valori de până la 24V.

4.1 Metoda de măsurare cu 2 țărushi (2p) - măsurarea continuității și a legăturilor instalațiilor de echipotențial

EN 62305 impune testarea firele de conexiune a electrozilor de legare la pământ. Aceste teste sunt deosebit de importante atunci când firele de legare la pământ, nu sunt vizibile. O astfel de măsurare se efectuează în conformitate cu standardul EN 61557 - partea 4, "Rezistența de legare la pământ și legătura de echipotențial." În conformitate cu acest standard curentul minim de testare nu este mai mic de 200mA și tensiunea de la borne trebuie să fie între 4 ... 24V. Aceste condiții sunt îndeplinite în timpul măsurătorilor efectuate cu instrumentele MRU-200, MRU-120, MRU-105, MRU-106, MRU-21, MRU-20.

Măsurarea continuității legăturilor instalației de echipotențial este prezentată în Fig.2. Instrumentul permite utilizarea de cabluri de diferite lungimi. Pentru a evita influența rezistenței lor asupra rezultatelor de măsurare - aceste cabluri pot fi auto-calibrate. În timpul calibrării, rezistența cablurilor de testare se măsoară și nu se adaugă la rezistența măsurată - astfel încât nu există nici o eroare de măsurare suplimentară.

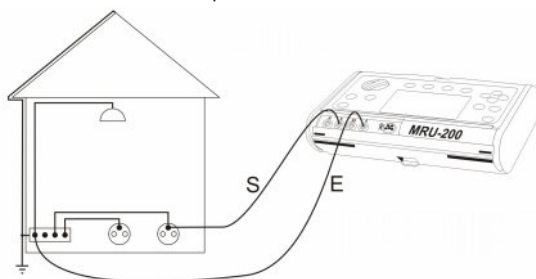


Fig. 2 Măsurarea continuității și legăturilor inst. de echipotențial - metoda cu 2 țărushi

4.2 Metoda de măsurare cu 2 țărushi (2p) – măsurarea rezistenței inst. de legare la pământ

Metoda cu 2 țărushi poate fi, de asemenea, utilizată pentru a măsura rezistența de legare la pământ. Dacă schema sistemului de legare la pământ este cunoscută și este disponibilă o altă priză de pământ a cărei rezistență este cunoscută atunci rezultatul măsurătorii cu metoda 2P (valoarea afișată pe ecranul instrumentului) va fi suma celor două rezistențe a prizelor de pământ: cea măsurată (a cărei valoare dorim s-o aflăm) și cea cunoscută.

4.3 Metoda de măsurare cu 3 țărushi (3p) (cădere de potențial)

Pentru măsurarea rezistenței de legare la pământ metoda tehnică este cel mai frecvent utilizată și este adesea numită metoda căderii de potențial. În această metodă se măsoară, căderea de tensiune pe priza de pământ testată, împreună cu curentul care se scurge prin aceasta. Legea lui Ohm este folosită pentru a calcula rezistența.

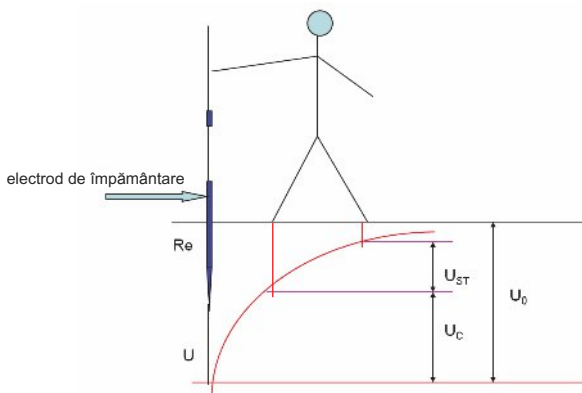


Fig. 3 Distribuția tensiunii în jurul legăturii de împământare (U_c - tensiunea de atingere , U_{ST} - tensiune de pas)

Fig. 3 prezintă distribuția de tensiune în jurul legăturii de împământare pentru curentul de defect.

Fig. 4 prezintă metoda tehnică de măsurare a rezistenței de legare la pământ. Se măsoară rezistența prizei de pământ R_E . Pentru a putea efectua măsurătoarea, introduceți în pământ doi țărushi (electrozi de măsură auxiliari):

- electrodul H, pentru a permite intrarea fluxului de curent în circuit: prize de pământ măsurată R_E
- instrumentul de măsură - electrodul de curent H - pământ
- electrodul S, pentru a măsura căderea de tensiune pe electrodul prizei de pământ măsurată R_E , cauzată de trecerea curentului prin acesta

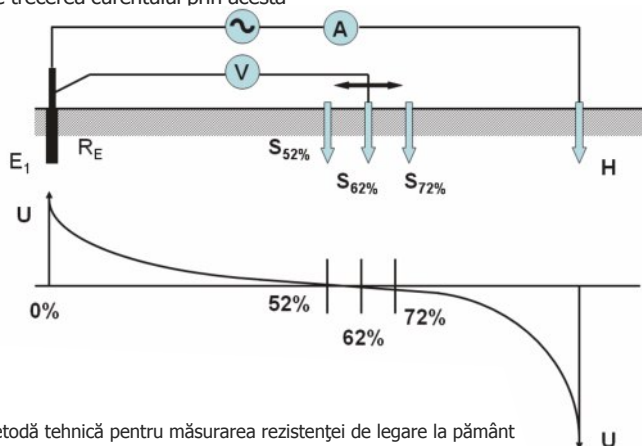


Fig. 4 Metodă tehnică pentru măsurarea rezistenței de legare la pământ

Electrozii sunt plasați în linie. Electrocul de tensiune este plasat la jumătatea distanței dintre cei doi electrozi (R_E și H). La această metodă, este importantă poziționarea electrozilor auxiliari în scopul de a obține locul de potențial zero - atunci căderea de tensiune se măsoară în mod corect pe pământ. Cu cât distanța dintre locul de măsură a împământării și electrocul de curent H este mai mare cu atât zona potențial zero este mai mare. Pentru a verifica dacă locul electrocului de măsurare a tensiunii a fost ales în mod corect este necesar să se efectueze două măsurători suplimentare

În cazul în care, după mutarea electrodului S (pentru ceitura tensiunii) spre RE precum și spre electrodul de curent H (de obicei, la câțiva metri), diferența dintre rezultate este nesemnificativă, atunci se poate presupune că locația electrozilor a fost aleasă în mod corespunzător. Media aritmetică a celor trei rezultate este valoarea măsurată a rezistenței de legare la pământ RE.

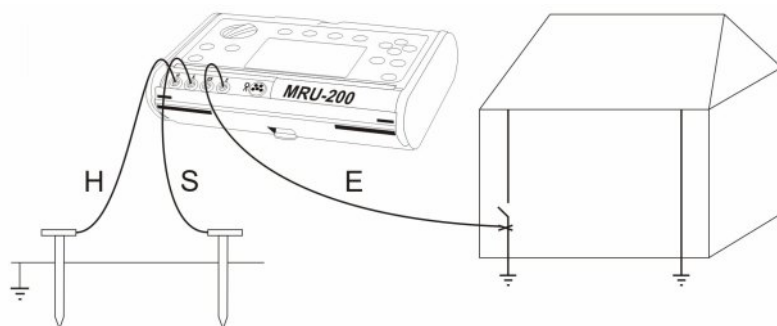


Fig. 5 Metoda cu 3 țărushi (3p) pentru măsurarea rezistenței de legare la pământ

Atunci când, după deplasarea electrozilor rezultatele vor fi semnificativ diferite unele de altele, se mută electrozii (de obicei, în direcția de electrodul de curent H), sau se va crește distanța dintre electrozii. În cazul în care nu funcționează, este necesar să se mute electrozii într-o altă direcție. O posibilă sursă de erori în cazul măsurătorilor prizelor de legare la pământ o reprezintă prezența conductelor de apă situate în teren (curentul curge prin conexiunile metalice ale acestora).

În practică, întreaga lungime a cablului de test trebuie utilizată (în cazul MRU-200, este 50m pentru electrodul de curent și de 25m pentru electrodul de tensiune). Metoda de măsurare a rezistenței de împământare cu metoda celor 3 țărushi (poli) este prezentată în Fig. 5.

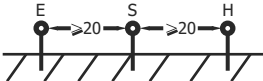
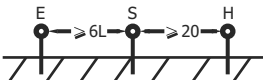
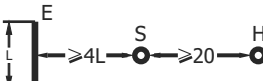
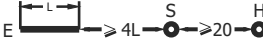
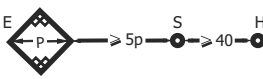
Pentru măsurarea de electrozii de împământare de mare întindere este necesară o lungime substanțială a cablurilor de testare. În astfel de cazuri, cablurile de test utilizate sunt introduse pe bobine (bobine sunt concepute pentru astfel de conexiuni).

Pentru măsurarea unei prize de pământ ce face parte dintr-un sistem de prize de pământ multiple - deconectați piesa de separație. În caz contrar se va măsura rezistența rezultantă a întregului sistem.

La momentul măsurătorii instrumentele MRU-200, MRU-120, MRU-105, MRU-106 și MRU-21 măsoară valoarea tensiunii de interferență. În plus, aparatul MRU-200 are o selecție automată de măsurare a frecvenței în funcție de frecvența curenților de dispersie. MRU-200 este un instrument foarte performant care permite utilizatorilor să măsoare rezistența instalației de legare la pământ, în condițiile cele mai solicitante chiar și pentru valori foarte mici ale acestora.

Distanțele recomandate dintre electrozii auxiliari pentru măsurarea rezistenței prizei de legare la pământ sunt prezentate în tabelul 5.

Tabelul 5. Distanțele recomandate dintre electrozii auxiliari

Structura electrozilor auxiliari	Distanțele minime (m) sau distanțele relative atunci când sonda se aplică în conformitate cu electrodul de test E
E - Electrod vertical de test cu o lungime $L < 3m$	
E - Electrod vertical de test cu o lungime $L \geq 3m$	
E - Electrod orizontal de test cu o lungime $L < 3m$	
E - Electrod orizontal de test cu o lungime $L \geq 10m$	
E Electrode multiplu – electrozi de formă pătrată, cu diagonala p	

4.4 Metoda de măsurare cu 4 țărushi (4poli)

Metoda de măsurare cu 4 țărushi (4P) este utilizată pentru a măsura elemente de legare la pământ, atunci când se cere o precizie mare. În metoda cu 3 țărushi (3p) valoarea afișată este suma dintre rezistența prizei de pământ măsurată și rezistența cablului de test între terminalul E al instrumentului și prizei de pământ măsurată. În metoda cu 4 țărushi (4P), al patrulea fir de test, conectat între terminalul ES și prizei de pământ măsurată, minimizează contribuția rezistenței cablului de test asupra rezultatului măsurătorii. La fel ca în metoda cu 3 poli (3P), este necesar să deconectați piesa de separație (în caz contrar se va măsura rezistența de împământare a sistemului în ansamblu). Metoda de măsurare a prizei de pământ, cu 4 țărushi este prezentată în Fig. 6.

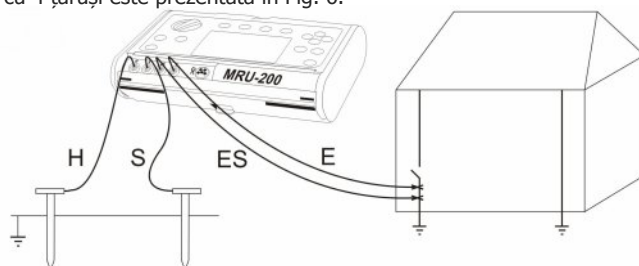


Fig. 6 Metoda de măsurare a prizei de pământ, cu 4 poli

4.5 Metoda cu 3 țăruiși și un clește de curent

În practică, de multe ori este necesar să se măsoare rezistența prizei de pământ multiplă și atunci când nu există posibilitatea de a deconecta piesa de separație. Singura posibilitate în astfel de cazuri este aplicarea metodei cu 3 țăruiși (3P) și un clește de curent. Această metodă utilizează doi electrozi (țăruiși) auxiliari, ca și în metoda cu 3 țăruiși. Întrucât piesa de separație nu este deschisă, curentul de test de la terminalul E al instrumentului trece atât prin priza de pământ testată cât și prin alte elemente de legare la pământ. Pentru a determina curentul care trece prin priza de pământ testată, se utilizează un clește de curent. Bazându-se pe căderea de tensiune măsurată la priza de pământ testată și pe valorile măsurate ale curentului, instrumentul calculează valoarea rezistenței de pământ. La efectuarea de măsurători, să se acorde atenție plasării corecte a cleștelui. Acesta ar trebui să fie instalat mai jos de legătura cablului de test de la electrodul E. În timpul măsurătorii doar o parte a fluxurilor generate de curent trece prin priza de pământ testată. Restul curentului de test trece prin celelalte componente ale sistemului de legare la pământ. Pentru a asigura cea mai mare precizie, utilizați clești de cea mai bună calitate. Gama de măsurare realizat de MRU-200 este de 0.120 ... 1.99 K Ω . Metoda de măsurare 3P și un clește este prezentată în Fig. 7

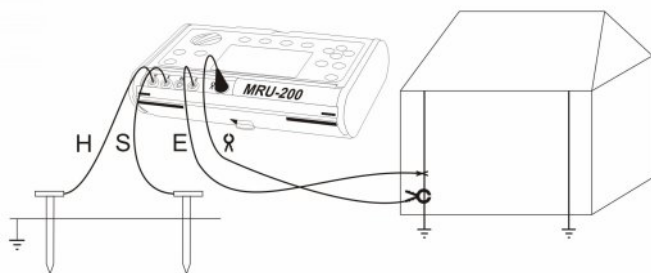


Fig. 7 Metoda de măsurare 3 țăruiși (3P) și un clește

4.6 Metoda cu doi clești de măsură

Pentru o lungă perioadă de timp măsurătorile rezistenței de împământare, în zonele urbane au cauzat mari probleme. Pentru a efectua măsurarea rezistenței de împământare, este necesar să generăm curent de test și apoi să calculăm valoarea rezistenței în baza căderii de tensiune.

În centrul orașului, în cazul în care clădirile sunt foarte aproape una de alta, de multe ori nu există nici o posibilitate de a introduce electrozi auxiliari în pământ. În aceste condiții, metoda cu doi clești de măsură este singura aplicabilă. Principiul metodei de măsurare este prezentată în Fig. 8. Scopul este de a măsura rezistența de împământare a electrodului de împământare R_{E1} , la care alte electrozi de legare la pământ sunt conectate cu rezistențele $R_{E2}, R_{E3} \dots R_{E6}$.

Această metodă folosește un clește transmițător (N-1) și un clește receptor (C-3). Cleștele transmițător este utilizat pentru a genera o tensiune în circuit. Curent din circuit depinde de valorile rezistenței circuitului. Cu cât valoarea rezistenței este mai mică cu atât este mai mare valoarea curentului. Cleștele receptor măsoară curentul din circuit. Pe această bază se calculează valoarea rezistenței de împământare. Pentru ca această metodă cu doi clești de măsură să fie posibilă, circuitul trebuie să fie închis pentru a permite fluxului de curent să circule. Prin urmare, măsurarea unui singur electrod deschis nu este posibilă prin această metodă.

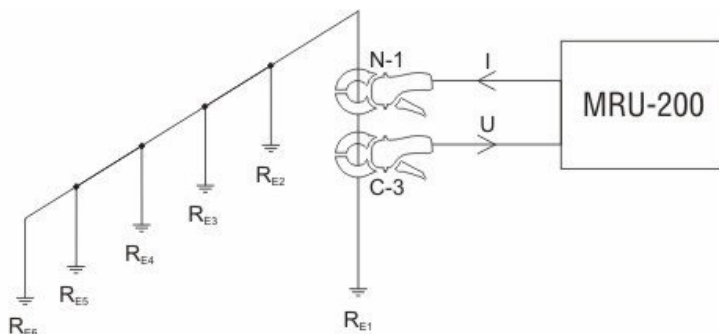


Fig. 8 Metoda cu 2 clești de curent utilizată pentru măsurătorile ale instalațiilor de legare la pământ.

Sistemul de electrozi de împământare prezentat în Fig.8 este reprezentat în diagrama din Fig. 9

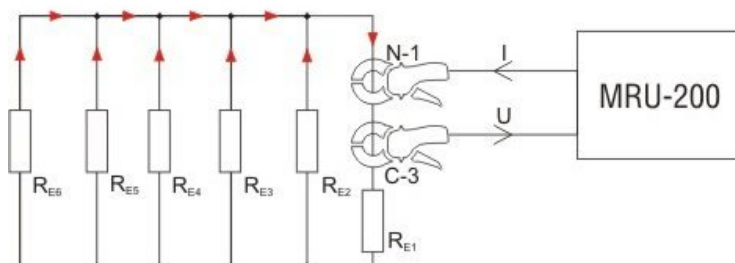


Fig.9 Metoda cu 2 clești de curent pentru măsurarea prizei de pământ – diagrama pentru circuitul din Fig.8..

Diagrama arată valorile R_{E1} ale rezistențelor de legare la pământ. După cum reiese din formula de mai jos, valoarea afișată R_E (măsurată cu această metodă) este compusă din valoarea măsurată R_{E1} și suma tuturor celorlalte rezistențe conectate în paralel

$$R_E = R_{E1} + \frac{1}{\frac{1}{R_{E2}} + \frac{1}{R_{E3}} + \frac{1}{R_{E4}} + \frac{1}{R_{E5}} + \frac{1}{R_{E6}}}$$

Astfel, valoarea rezistenței de legare la pământ obținută, va fi supraestimată (eroare de măsurare pozitivă). Aceasta este o eroare a metodei. Deoarece rezistența rezultantă a electrozilor de împământare legați în paralel (de exemplu, eroarea de măsurare) va scădea cu creșterea numărului de prize de pământ, metoda este recomandată la măsurători în sisteme cu prize de pământ multiple.

Exemplu

Valoarea rezistenței electrodului de împământare din Fig.9 în care $R_{E1}=10\Omega$, și ceilalți electrozi $R_{E2}=R_{E3}=R_{E4}=R_{E5}=R_{E6}=10\Omega$, valoarea afișată de către instrument va fi de $R_E = 10\Omega + 2\Omega = 12\Omega$. Se poate observa că are o eroare de măsurare suplimentară de 2Ω .

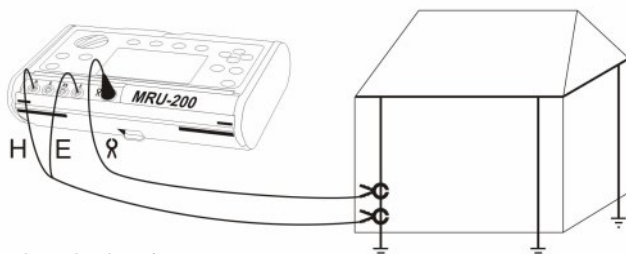


Fig. 10 Metoda cu doi clești de curent

Deoarece legarea la pământ în exploatare se face la 50 Hz (frecvența rețelei de alimentare), se recomandă să se efectueze măsurători cu semnal de test de o frecvență cât mai apropiată posibil de 50Hz . Instrumentele SONEL (MRU-200, MRU-120) oferă o astfel de opțiune – pentru o rețea de alimentare cu frecvență nominală de 50Hz, măsurarea se face cu un curent de test cu frecvența de 125Hz (150Hz pentru rețele de 60Hz). Acest lucru implică circuite de măsurare sofisticate, dar aceste măsurători reflectă cel mai bine rezultatele pentru o frecvență de 50Hz. În plus, important este diametrul interior al cleștelui pentru a fi capabil de a efectua măsurători ale rezistenței de împământare, de exemplu, pe o bandă de fier. Cleștii de curent N-1 și C-3 au diametrul de prindere interior de 52mm. Metoda cu doi clești de curent este prezentată în Fig.10. La măsurare este irelevant dacă cleștele de curent transmițător este în partea de sus sau de jos. Importantă este distanța între clești, pt a evita influența cleștelui transmițător asupra celui receptor. Distanța min. recomandată este de 30cm.

4.7 Măsurătorile privind legarea la pământ a instalației de protecție la trăsnet

Proiectarea respectiv construirea de sisteme de protecție la trăsnet este diferită de cea utilizată pentru împământările operaționale folosite, de exemplu, pentru protecția împotriva electrocutării. Detaliile sunt definite în EN 62305, respectiv I7/2011 - protecție la trăsnet. Prin standard se introduce conceptul de impedanță convențională de dispersie. Impedanța convențională de dispersie este definită ca raportul dintre valorile de vârf ale tensiunii și curentului care, în general, nu apar simultan. Această impedanță convențională de dispersie măsurată cu MRU-200 se numește rezistență de impuls R_d

Legarea la pământ (ex. o bandă metalică îngropată în pământ) pentru frecvența rețelei (50 Hz), poate fi modelat ca rezistență. Impedanța în acest caz este egală cu rezistența (Fig. 11).

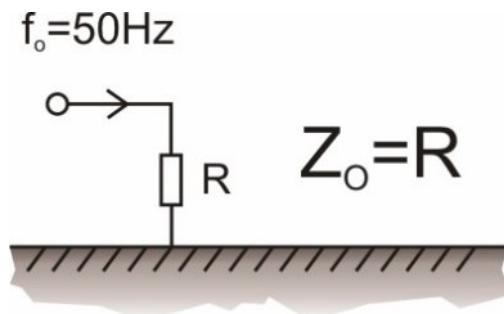


Fig. 11 Modelul electric al unui conductor îngropat în pământ pentru frecvența rețelei de alimentare

Complet diferit este modelul aceluiași conductor îngropat în cazul loviturii de trăsnet. Pentru frecvențele înalte, corespunzătoare descărcării de trăsnet, conductorul trebuie să fie considerat ca o linie de transmisie. Astfel, inductanța și capacitatea conductorului îngropat în sol începe să joace un rol semnificativ. Dacă se consideră conductorul ca o rezistență pură, în acest caz, este o greșeală. Un astfel de sistem are impedanță, funcție nu doar de rezistența sa, cât și de orientarea sa în teren. Modelul electric pentru lovitura de trăsnet este prezentată în Fig. 12.

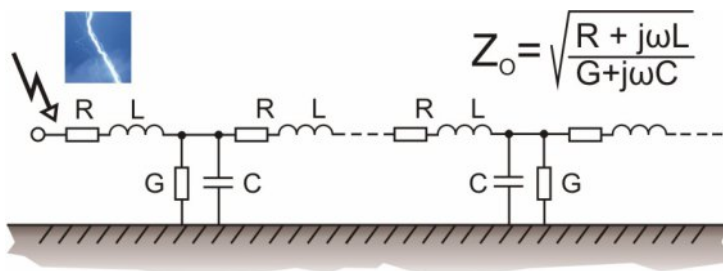


Fig.12 Modelul electric pentru o lovitură de trăsnet al unui conductor îngropat în pământ

Cum este arătat de model, cea mai mare parte din lovitura de trăsnet este preluată de către partea inițială a împământării. Reactanța inductivă a firului este cauza pentru care elementele suplimentare de legare la pământ au mai puțină influență asupra dispersiei trăsnetului în sol. Modul de dispunere a tijelor de captare, conductoarele de coborâre și electrozii de legare la pământ este foarte important pentru o protecție la trăsnet eficientă și trebuie să fie făcută în conformitate cu cerințele EN 62305, respectiv I7/2011.

4.8 Măsurarea rezistenței instalației de împământare prin metoda impulsului

Măsurătorile sistemului de protecție la trăsnet trebuie să fie efectuate într-o manieră cât mai aproape posibil de condițiile existente în momentul loviturii de trăsnet. Pentru a îndeplini această cerință, curentul de testare trebuie să aibă o formă cât mai aproape de forma loviturii de trăsnet. Forma impulsului de test este prezentată în Fig. 13.

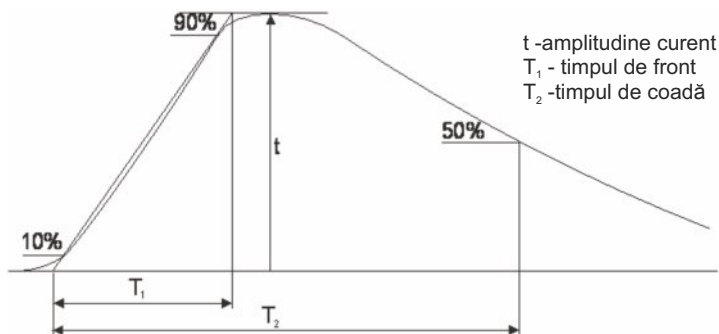


Fig.13 Parametrii impulsului de scurtă durată (forma impulsului de test prin metoda impulsului cu instrumentul MRU-200)

Instrumentul în timpul măsurării generează o serie de impulsuri, cu o formă dată o amplitudine de 1,5 kV și curenți de până la 1A. Dispozitivul permite utilizatorilor să efectueze măsurători cu unul din următoarele trei forme a impulsului:

- 4 μ s/10 μ s,
- 8 μ s/20 μ s,
- 10 μ s/350 μ s.

Impulsul 10 μ s/350 μ s corespunde primei secvențe a loviturii de trăznet, conform EN 62305,17/2011 (a se vedea Tabelul 2). Forma impulsului de secvență 8 μ s/20 μ s corespunde loviturii datorate efectelor câmpurilor magnetice inductive generate de curentul de trăznet care lovește în exteriorul SPT sau de o lovitură de trăznte în apropiere. Cu cât este mai scurt impulsul selectat pentru măsurare, cu atât este mai mare efectul de reactanță.

Aplicarea metodei cu 4 țărushi elimină influența impedenței conductoarelor de test principale/ conectate la instrument. Pentru măsurare pentru a elimina efectul de zgomot din rezultatul măsurării, este folosit un cablu ecranat. Este important ca ecranul acestui cablu să fie conectat la terminalul E al aparatului de măsură. În timpul măsurătorilor cablurile de test trebuie să fie derulate în totalitate și să nu fie localizate pe rolă, în scopul de a preveni inductanța suplimentară. În timpul măsurării cu metoda impulsului electrozi auxiliari trebuie să fie aranjați diferit decât în metoda cu 4 țărushi. Pentru a evita inducerea unei tensiuni în conductorul S, de către fluxul de curent din conductorul H, conductorul conectat la borna S ar trebui să fie separat de cel conectat la borna H. Se recomandă ca firele de test să aibă între ele unghiuri mai mari de 60°.

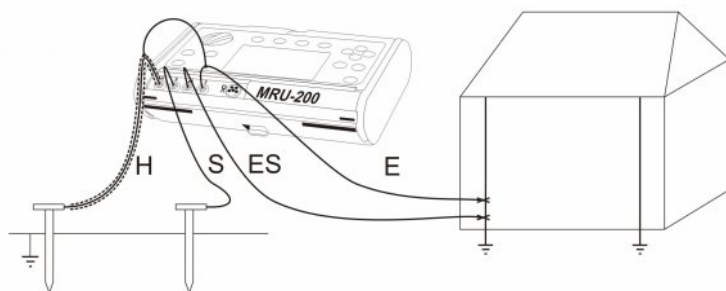


Fig.14 Modul de conectare a conductoarelor de test /în cazul măsurării cu metoda impulsului

5. Măsurarea rezistivității solului

Proiectarea de noi sisteme de legare la pământ trebuie să ia în considerare condițiile locale de teren. Cel mai important parametru este rezistivitatea solului. O rezistivitatea mai redusă a solurilor înseamnă o modalitate mai ușoară de a instala o priză de pământ care îndeplinește cerințele predefinite. Zonele stâncoase și nisipoase, necesită sisteme complexe de legare la pământ și costuri mai mari, în scopul de a obține o valoare corespunzătoare a rezistenței.

Modelul pentru rezistivitate este reprezentat de un cub cu dimensiunile de 1m x 1m x 1m, plin cu pământ, electrozii fiind situați pe părțile laterale. Un astfel de cub este conectat la tensiune. Raportul dintre tensiune și curentul prin cub reprezintă rezistivitatea

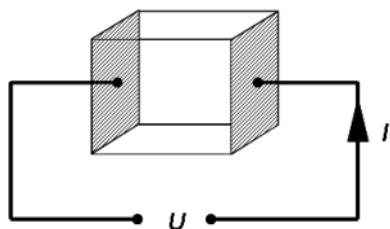


Fig.15 Modelul de măsurare a rezistivității solului (cub 1m x 1m x1m)

Instrumentele MRU-200, MRU-120, MRU-105 și MRU-106 măsoară rezistivitatea solului prin intermediul metodei Wenner (Fig. 16).

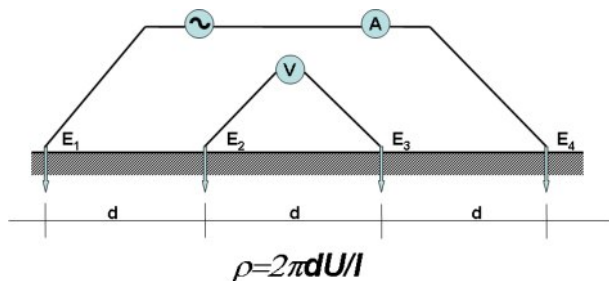


Fig. 16 Metoda de măsurare a rezistivității solului (metoda Wenner)

Prin această metodă cele patru sonde de test sunt plasate într-o linie, la distanțe egale (Fig.17).

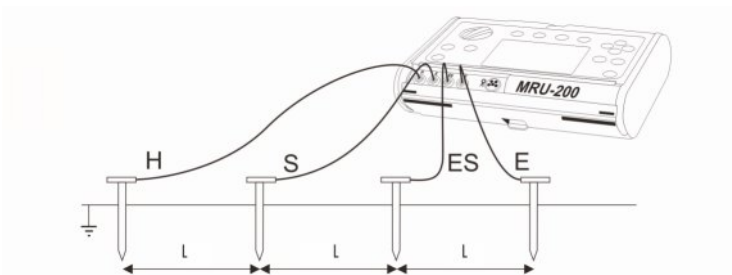


Fig.17 Metoda de măsurare a rezistivității solului

Caracteristic pentru metoda Wenner este relația de proporționalitate între distanța dintre sonde și adâncimea la care curentul pătrunde în sol. Această relație permite utilizatorilor să stabilească intervalul de adâncimea la care rezistivitatea se măsoară și este de aproximativ 0,7 din distanța dintre sonde. Efectuând mai multe măsurători de rezistivitate, în timp ce se modifică distanța dintre sonde, se poate determina aproximativ la ce adâncime apare cea mai mică rezistivitate a solului. Această informație este foarte importantă crucială pentru economia de material în timpul realizării prizei de împământare.

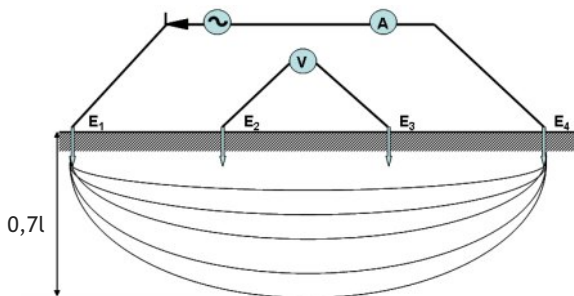


Fig. 18 Relația dintre distanța dintre electrozi și adâncimea la care rezistivitatea solului este măsurată

Exemplu:

În scopul de a determina rezistivitatea solului dincolo de zona de îngheț (cca 0,7 m), sonda trebuie să fie amplasată la o distanță de 1m. După prima măsurătoare următoarea se face cu electrozi roțiți cu 90° în raport cu prima măsurătoare. Rezultate similare ale măsurătorilor sunt dovezi de omogenitate a solului și de acuratețe a testelor. Conductele de apă sau alte părți metalice îngropate în sol pot avea un impact negativ asupra măsurătorilor de rezistivitate a solului. Acest lucru va fi indicat de diferențele semnificative în rezultatele obținute într-o serie de măsurători de rezistivitate cu sondele auxiliare îndreptate în direcții diferite. În acest caz, este necesară schimbarea locului de examinare prin introducerea lor în sol la câțiva metri de locul unde este dificil de măsurat.

Măsurarea rezistivității solului permite utilizatorilor să determine adâncimea optimă la care elementele verticale din sistemul de legare la pământ trebuie să fie îngropat. Acest lucru economisește timp și materiale pentru a realiza sistemele de împământare.

6. Pregătirea rapoarturilor de măsură

Pregătirea documentației de măsurare și evaluare a acesteia necesită mult timp și efort - la fel ca și procesul de măsurare în sine. SONEL oferă software-ul PE5 care facilitează pregătirea măsurătorilor / rapoartelor de testare în următoarele domenii:

- inspecții vizuale
- testarea impedanței buclei de scurtcircuit (TN-C-S, TT, IT),
- testarea parametrilor DDR,
- testarea stării din izolație a circuitului (TN-C, TN-S),
- testarea izolației cablului,
- testarea stării sistemelor de protecție la trăsnet și electrozilor de împământare ,
- teste de continuitate a firelor și cablurilor,
- testarea rezistenței motoarelor,
- testarea rezistențelor de contact,
- testarea rezistenței întreruptoarelor automate,
- testarea rezistenței transformatoarelor.

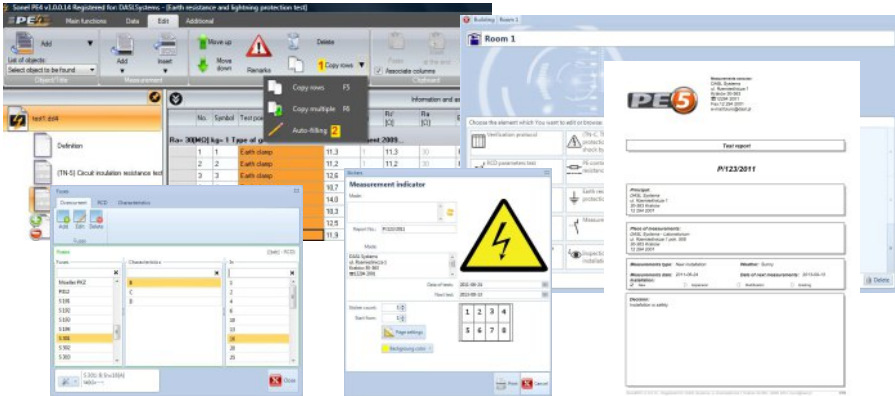


Fig.19 Captură de imagine din programul software Sonel PE5

Sonel PE5 calculează în mod automat, evaluează rezultatele, întocmește rapoarte și arhivează datele colectate. Soft-ul are o serie de funcții, care simplifică foarte mult și accelerează pregătirea de rapoarte - reducerea costurilor de documentare și minimizarea apariției de erori

Sonel Schematic este un program pentru generarea de desene, planuri și diagrame ale sistemelor electrice.

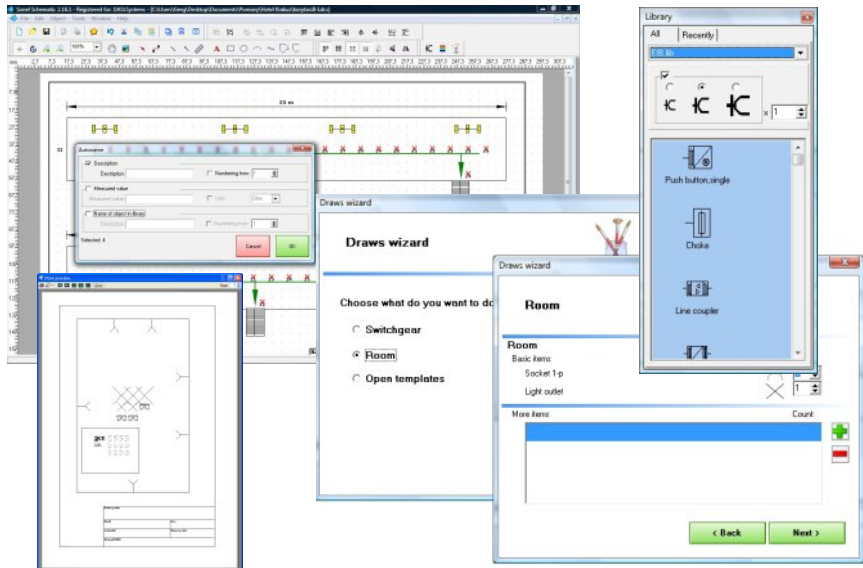


Fig. 20 Capturi de ecran ale programului Sonel Schematic

Sonel Calculations este un program de calcul a datelor de la măsurători. Datorită simplității sale, acesta nu necesită cunoștințe speciale a principiilor de estimare a costurilor. Acesta este compatibil cu "Sonel PE" și generează în mod automat o estimare a costurilor în baza unui raport de încercare / măsurare.

7. Servicii oferite de către laboratorul de metrologie

Laboratorul de metrologie SONEL oferă verificarea metrologică a următoarelor dispozitive de măsurare a parametrilor instalațiilor electrice :

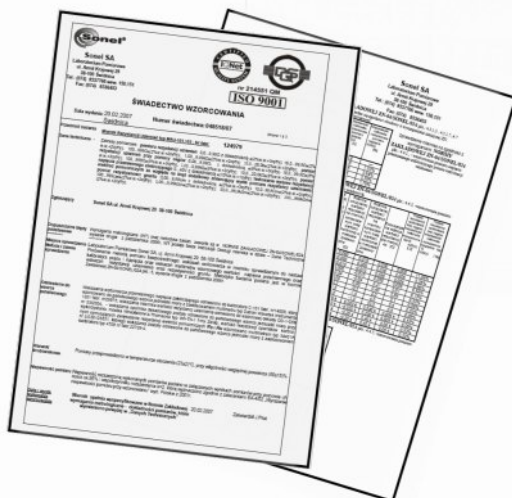
- Emite certificate de calibrare pentru instrumentele de măsurare a rezistenței de izolație,
- Emite certificate de calibrare pentru instrumentele de măsurare a rezistenței prizelor de legare la pământ,
- Emite certificate de calibrare pentru instrumentele de măsurare a buclelor de scurt-circuit,
- Emite certificate de calibrare pentru instrumentele de măsurare a parametrilor dispozitivelor de protecție la curenți reziduali,
- Emite certificate de calibrare pentru instrumentele de măsurare a rezistențelor de valori mici,
- Emite certificate de calibrare pentru instrumentele multifuncționale care cuprind funcțiile menționate mai sus,
- Emite certificate de calibrare pentru instrumente de măsurare a parametrilor de iluminare,
- Emite certificate de calibrare pentru Piometre (măsurarea fără contact a temperaturii),
- Emite certificate de calibrare pentru camere de termoviziune (infraroșu),
- Emite certificate de calibrare pentru voltmetre și ampermetre, etc.

Certificatul de calibrare este un document care atestă conformitatea parametrilor comunicați de producător cu standardul național, cu determinarea incertitudinii de măsurare.

În conformitate cu standardul ISO 10012-1-PN, Anexa A - "Cerințele de asigurare a calității pentru echipamente de măsurare. Sistem de confirmare metrologică pentru echipamentele de măsură " SONEL recomandă efectuarea controalelor periodice metrologice pentru produsele sale la fiecare 13 luni.

Atenție:

În cazul instrumentelor utilizate în măsurători referitoare la protecția împotriva șocurilor electrice, persoana care efectuează măsurătorile în cauză trebuie să se asigure că respectivul dispozitiv este în perfectă stare. Măsurătorile efectuate cu un instrument de măsură defect poate duce la protecția ineficientă a stării de sănătate a utilizatorului și poate pune în pericol chiar viața acestuia.



SONEL S. A.
ul. Wokulskiego 11
58-100 Świdnica, Poland
tel. 74 858 38 60 (Sales Department)
fax 74 858 38 09
e-mail: export@sonel.pl
www.sonel.pl

MRU-200

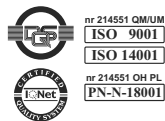


MRU-105/106





MRU-21



SONEL S.A.

ul. Wokulskiego 11, 58-100 Świdnica, Poland

Sales department:

tel. 74 / 85 83 860

fax 74 / 85 83 809

e-mail: export@sonel.pl

Office:

tel. 74 / 85 83 800

fax 74 / 85 83 809

e-mail: sonel@sonel.pl

www.sonel.pl