



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

## Μέτρηση της Αντίστασης Μόνωσης Αντιστατικών Δαπέδων

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ιάσων Α. Κρητικός

Επιβλέπων : Περικλής Δ. Μπούρκας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2009





ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΚΑΙ  
ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ

## Μέτρηση της Αντίστασης Μόνωσης Αντιστατικών Δαπέδων

### ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Ιάσων Α. Κρητικός

**Επιβλέπων :** Περικλής Δ. Μπούρκας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την .....  
Αθήνα, .....

.....  
Π. Δ. Μπούρκας  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Ν. Ι. Θεοδώρου  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

.....  
Κ. Γ. Καραγιαννόπουλος  
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Φεβρουάριος 2009

.....  
Ιάσων Α. Κρητικός

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός και Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Copyright © Ιάσων Α. Κρητικός, 2009  
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

*Αφιερώνεται  
στην οικογένειά μου*



## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο εργαστήριο Υψηλών Τάσεων και Ηλεκτρικών Μετρήσεων, του Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Ε.Μ.Π. κατά το ακαδημαϊκό έτος 2007-2008.

Εκφράζω τις θερμές μου ευχαριστίες και την απεριόριστη εκτίμησή μου, προς τον επιβλέποντα της παρούσης διπλωματικής εργασίας κ. Περικλή Μπούρκα, καθηγητή Ε.Μ.Π., για την εμπιστοσύνη που έδειξε προς το πρόσωπό μου, αναθέτοντάς μου αυτήν τη διπλωματική εργασία, αλλά και για την πολύτιμη καθοδήγηση και βοήθειά του, καθ'όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

Θα αποτελούσε σημαντική παράλειψη εάν δεν ευχαριστούσα τον Ηλεκτρολόγο Μηχανικό, Διδάκτορα Μηχανικό Ε.Μ.Π., κο. Παναγιώτη Τσαραμπάρη, χωρίς τις εύστοχες παρατηρήσεις και την ορθή καθοδήγηση του οποίου, η εκπόνηση της παρούσης διπλωματικής εργασίας θα ήταν αδύνατη. Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω την Ηλεκτρολόγο Μηχανικό, Διδάκτορα Μηχανικό Ε.Μ.Π., κα. Αικατερίνη Πολυκράτη για την ουσιαστική της συμβολή σε αυτό το πόνημα.

Επίσης, ευχαριστώ ειλικρινά τον συμφοιτητή και στενό μου φίλο Μάνο Κοντοπίδη, για την πολύτιμη βοήθειά του στην λήψη των μετρήσεων.

Τέλος, εκφράζω την βαθιά μου αγάπη και εκτίμηση προς τους γονείς μου, για την αμέριστη ηθική και υλική υποστήριξη που μου παρείχαν καθ'όλη την διάρκεια των σπουδών μου.





## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η περιγραφή των μεθοδολογιών ελέγχου της αντίστασης μόνωσης αντιστατικών δαπέδων.

Ο έλεγχος των αντιστατικών δαπέδων αφορά στην διαπίστωση της ικανότητάς τους να απάγουν το ηλεκτροστατικό φορτίο και γίνεται μέσω της μέτρησης της αντίστασής τους, σύμφωνα με μεθόδους που καθορίζονται σε αντίστοιχα εθνικά, ευρωπαϊκά και διεθνή πρότυπα.

Στο πλαίσιο της εργασίας, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της παραπάνω αντίστασης σε δείγματα αντιστατικών δαπέδων στο εργαστήριο, αλλά και μετρήσεις σε εγκατεστημένα αντιστατικά δάπεδα χειρουργείων και χώρων επείγουσας ιατρικής, σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 61340.04.01, DIN 51953 και DIN 53482, χρησιμοποιώντας εξειδικευμένο εξοπλισμό.

Στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το θεωρητικό υπόβαθρο σχετικά με τους μηχανισμούς δημιουργίας ηλεκτροστατικού φορτίου και την εκδήλωση ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων. Επίσης περιγράφονται οι κίνδυνοι που εγκυμονούν οι ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις και προτείνονται μέθοδοι αντιμετώπισής τους.

Το δεύτερο κεφάλαιο αφορά τα αντιστατικά δάπεδα. Παρουσιάζεται η κατάταξη των υλικών σε σχέση με την αντίστασή τους και περιγράφονται τα είδη των αντιστατικών δαπέδων και ο τρόπος εγκατάστασης και συντήρησής τους.

Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζεται ενδελεχώς η πειραματική διάταξη και η μεθοδολογία που χρησιμοποιήσαμε για την λήψη των μετρήσεων.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρατίθενται τα αποτελέσματα των μετρήσεων.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνονται σχόλια επί των αποτελεσμάτων των μετρήσεων και εξάγονται σχετικά συμπεράσματα.

Στο Παράρτημα Α παρουσιάζονται, εν συντομία, οι συσκευές και τα ηλεκτρόδια που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση των μετρήσεων.

Τέλος, στο Παράρτημα Β, παρουσιάζεται το εγχειρίδιο χρήσης της συσκευής METRISO®C στην ελληνική γλώσσα. Η μετάφραση του εγχειριδίου στην ελληνική γλώσσα πραγματοποιήθηκε από τον υπογράφοντα, στο πλαίσιο της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

### **Λέξεις Κλειδιά**

Στατικός ηλεκτρισμός, Ηλεκτροστατικό φορτίο, Ηλεκτροστατική εκφόρτιση, Αντιστατικό δάπεδο, Πρότυπα, Ηλεκτρόδια, Επιφανειακή αντίσταση, Κατακόρυφη αντίσταση, Αντίσταση μόνωσης

## **ABSTRACT**

This project refers to the methodology for measuring the insulation resistance of antistatic floors.

Testing of antistatic flooring refers to its capability of removing electrostatic charge and it is conducted by measuring the insulation resistance of the floor, using methods that are prescribed in relative National, European and International Standards.

As part of this project, measurements of the insulation resistance of antistatic floors were made, according to the standards EAOT EN 61340.04.01, DIN 51953 and DIN 53482. Using special equipment, we measured parts of antistatic floors at the laboratory but we also measured the resistance of antistatic floors installed in the operating rooms of a hospital.

In the first chapter, the theoretical background of the mechanisms creating static electric charge and electrostatic discharges is presented. Also we present the dangerous effects of electrostatic discharges and recommend ways of eliminating static electricity.

The second chapter refers to antistatic floors. A classification of materials, in terms of their electrical resistance, is presented. We present different types of antistatic floors and explain how these floors must be installed and maintained.

The third chapter describes in detail the measurement circuit, the measuring procedure and the special equipment that has been used.

In the fourth chapter the results of the measurements are thoroughly presented.

In the fifth chapter we reach conclusions about the measuring techniques and we comment on the results of the measurements.

In Appendix A the devices and electrodes that have been used for the measurements are briefly presented.

In Appendix B the manual of the device METRISO®C is presented, translated in Greek.

### **Keywords**

Static electricity, Electric charge, Electrostatic discharge, ESD, Antistatic flooring, Antistatic, Static dissipative, Standards, Electrodes, Surface resistance, Volume resistance, Insulation resistance

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>1. Εισαγωγή</b> .....	15
1.1 Ορισμός της ηλεκτροστατικής εκφόρτισης.....	15
1.2 Μηχανισμοί δημιουργίας στατικού ηλεκτρισμού.....	15
1.2.1 Τριβοηλεκτρική φόρτιση.....	15
1.2.2 Εξ επαγωγής φόρτιση.....	19
1.2.2.1 Η μικροσκοπική προσέγγιση της πόλωσης των διηλεκτρικών υλικών.....	22
1.2.3 Μία φυσική ερμηνεία των ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων.....	26
1.2.3.1 Ο ιονισμός των ηλεκτρομονωτικών αερίων.....	27
1.2.3.2 Η συνθήκη ιονισμού με κρούσεις και η θεωρία Townsend.....	31
1.2.3.3 Ο ιονισμός στην επιφάνεια των στερεών ηλεκτρομονωτικών υλικών.....	34
1.3 Χαρακτηριστικά των ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων.....	35
1.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την δημιουργία στατικού ηλεκτρισμού.....	36
1.5 Ο άνθρωπος ως πηγή στατικού ηλεκτρισμού.....	38
1.6 Η επικινδυνότητα των ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων.....	38
1.6.1 Κίνδυνοι λόγω ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων σε μονάδες επείγουσας ιατρικής.....	39
1.7 Μέθοδοι προστασίας από τις ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις.....	40
<b>2. Αντιστατικά δάπεδα</b> .....	43
2.1 Κατάταξη των υλικών βάσει της ηλεκτρικής τους αντίστασης.....	43
2.2 Τύποι αντιστατικών δαπέδων.....	45
2.3 Εγκατάσταση αντιστατικών δαπέδων.....	46
2.4 Οδηγίες για την φροντίδα των αντιστατικών δαπέδων.....	47
<b>3. Η διάταξη και η διαδικασία των μετρήσεων</b> .....	49
3.1 Μετρήσεις κατά DIN 51953 και DIN 53482.....	49
3.1.1 Η διάταξη των μετρήσεων.....	49
3.1.2 Η διαδικασία των μετρήσεων.....	50

3.2 Μετρήσεις κατά ΕΛΟΤ EN 61340.04.01.....	52
3.2.1 Η διάταξη των μετρήσεων.....	52
3.2.1.1 Περιγραφή και χρήση των ηλεκτροδίων κατά ΕΛΟΤ EN 61340.04.01.....	52
3.2.1.2 Συνδεσμολογία μέτρησης της επιφανειακής αντίστασης.....	53
3.2.1.3 Συνδεσμολογία μέτρησης της κατακόρυφης αντίστασης.....	54
3.2.2 Η διαδικασία των μετρήσεων.....	55
<b>4. Αποτελέσματα των μετρήσεων.....</b>	<b>59</b>
4.1 Μετρήσεις δειγμάτων αντιστατικών δαπέδων στο εργαστήριο.....	59
4.2 Μετρήσεις σε εγκατεστημένα δάπεδα.....	66
<b>5. Σχόλια επί των μετρήσεων – Συμπεράσματα.....</b>	<b>73</b>
<b>Βιβλιογραφία.....</b>	<b>77</b>
<b>Δικτυακοί τόποι.....</b>	<b>80</b>
<b>Παράρτημα Α.....</b>	<b>81</b>
1. Μετρήσεις κατά DIN 51953 και DIN 53482.....	81
2. Μετρήσεις κατά ΕΛΟΤ EN 61340.04.01.....	83
2.1 Η συσκευή μετρήσεων METRISO®C.....	83
2.2 Τα τριγωνικά ηλεκτρόδια μέτρησης.....	86
<b>Παράρτημα Β.....</b>	<b>87</b>
Εγχειρίδιο χρήσης της συσκευής METRISO®C στην ελληνική γλώσσα.....	87

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Ορισμός της ηλεκτροστατικής εκφόρτισης

Ως ηλεκτροστατική εκφόρτιση (ESD : ElectroStatic Discharge) ορίζεται η μεταφορά ηλεκτρικού φορτίου μεταξύ δύο σωμάτων, που βρίσκονται σε διαφορά δυναμικού χωρίς να έχουν συνδεθεί αγώγιμα με μία πηγής τάσης [1, 2, 3, 4].

## 1.2 Μηχανισμοί δημιουργίας στατικού ηλεκτρισμού

Οι εκφορτίσεις της κατηγορίας αυτής (ESD) συνήθως σχετίζονται με φορτίσεις υλικών μικρής αγωγιμότητας, που οφείλονται κυρίως [1, 2, 3, 4, 5] :

- στο φαινόμενο της τριβοηλεκτρικής φόρτισης (τριβή, κόψιμο τεμαχίων, ροή υγρών ή αερίων κ.λ.π.)
- στο φαινόμενο της επαγωγής (φορτισμένες επιφάνειες επάγουν ηλεκτρικούς φορείς σε άλλες)
- σε θερμοϊονική εκπομπή
- σε φωτοηλεκτρική φόρτιση και
- στον ιονισμό με κρούσεις.

### 1.2.1 Τριβοηλεκτρική φόρτιση

Το φορτίο που παράγεται από την τριβοηλεκτρική φόρτιση, ανάμεσα σε υλικά που έρχονται σε επαφή και στην συνέχεια απομακρύνονται, αποτελεί μία από τις σημαντικότερες αιτίες ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων.

Οι αρχαίοι Έλληνες είχαν ανακαλύψει ήδη από το 700 π.Χ. τον τριβοηλεκτρισμό, αφού όταν έτριβαν κεχριμπάρι με μαλλί, το κεχριμπάρι μπορούσε να έλξει άλλα ελαφρά αντικείμενα, όπως πούπουλα ή τρίχες [7]. Σήμερα λέμε πως το κεχριμπάρι απέκτησε ηλεκτρικό φορτίο ή ότι φορτίστηκε. Μάλιστα η λέξη ηλεκτρικό-ηλεκτρισμός παράγεται από την ελληνική λέξη ήλεκτρον, που σημαίνει κεχριμπάρι.

Τριβοηλεκτρική φόρτιση ή τριβοηλεκτρισμός (triboelectrification) ονομάζεται το φαινόμενο κατά το οποίο, όταν δύο αντικείμενα, που αποτελούνται από διαφορετικά υλικά, έρχονται σε επαφή και στην συνέχεια αποχωρίζονται μεταξύ τους, εμφανίζονται ηλεκτρικά φορτισμένα [12]. Το είδος του φορτίου που εμφανίζουν (θετικό ή αρνητικό) καθώς και η ποσότητά του, διαφέρει ανάλογα με τα υλικά, την τραχύτητα των επιφανειών τους, την θερμοκρασία και άλλους παράγοντες.

Τα υλικά συχνά ταξινομούνται ανάλογα με την πολικότητα του ηλεκτρικού φορτίου που αποκτούν όταν έρχονται σε επαφή με άλλα αντικείμενα. Δημιουργείται έτσι η «Τριβοηλεκτρική Σειρά» που φαίνεται στην συνέχεια. Ένα υλικό που βρίσκεται κοντά στην βάση της «Τριβοηλεκτρική Σειράς» όταν έρθει σε επαφή με ένα υλικό που βρίσκεται κοντά στην κορυφή της σειράς, θα αποκτήσει αυξανόμενο αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο και αντιστρόφως. Όσο μακρύτερα βρίσκονται δύο υλικά στην σειρά τόσο περισσότερο φορτίο θα ανταλλάξουν μεταξύ τους, αντίθετα υλικά που βρίσκονται κοντά μεταξύ τους στην «Τριβοηλεκτρική Σειρά» θα ανταλλάξουν λίγο ή καθόλου ηλεκτρικό φορτίο.

### **Τριβοηλεκτρική Σειρά**

---

Περισσότερο θετικό ηλεκτρικό φορτίο

+

Ανθρώπινο δέρμα

Δέρμα

Γυαλί

Μίκα

Ανθρώπινα μαλλιά

Nylon

Μαλλί

Μετάξι

Αλουμίνιο

Χαρτί (μικρό θετικό φορτίο)

Βαμβάκι (μηδενικό φορτίο)

0

Χάλυβας

Ξύλο

Ήλεκτρον (κεχριμπάρι)

Πολυστυρένιο

Νικέλιο, Χαλκός

Θείο

Ασήμι

Χρυσός, Πλατίνα

Συνθετικό ελαστικό

Πολυαιθυλένιο



Πολυπροπυλένιο

PVC

Πυρίτιο

Teflon

Εβονίτης

-

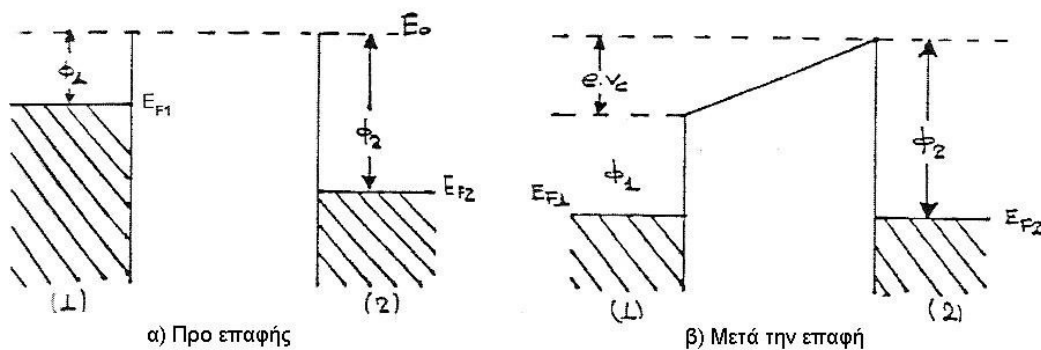
Περισσότερο αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο

Παρά τον όρο τριβηλεκτρισμός, η απλή επαφή μεταξύ των υλικών αρκεί για να εμφανιστεί το εν λόγω φαινόμενο. Κατά την τριβή όμως το φαινόμενο εκδηλώνεται εντονότερα, καθώς τα υλικά έρχονται σε επαφή και αποχωρίζονται πολλές φορές.

Σαν κλασικό παράδειγμα, στην συνέχεια, θα αναφερθεί η ηλεκτροστατική φόρτιση κατά την επαφή μετάλλων [6, 9].

#### Επαφή μετάλλων που δεν βρίσκονται υπό τάση

Εξετάζουμε την περίπτωση επαφής και διαχωρισμού δύο διαφορετικών μετάλλων με σκοπό να γίνει κατανοητή η διαδικασία μεταφοράς φορτίων μεταξύ των εφαιπόμενων επιφανειών.



**Σχήμα 1.2.1-1**

- Διάγραμμα δυναμικής ενέργειας για τα ηλεκτρόνια των δύο μετάλλων  $M_1$ ,  $M_2$  πριν από την επαφή
- Διάγραμμα της δυναμικής ενέργειας για το εξεταζόμενο σύστημα μετά την επαφή και την αποκατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας

Το σχήμα 1.2.1-1(α) δείχνει το διάγραμμα δυναμικής ενέργειας για τα ηλεκτρόνια των δύο μετάλλων  $M_1$ ,  $M_2$  πριν από την επαφή, ενώ το σχήμα 1.2.1-1(β) δείχνει το διάγραμμα της δυναμικής ενέργειας για το εξεταζόμενο σύστημα μετά την επαφή και αποκατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας.

Τα μεγέθη που ενδιαφέρουν είναι οι στάθμες Fermi  $E_{F1}$ ,  $E_{F2}$  και τα αντίστοιχα έργα εξόδου  $\Phi_{m1}$ ,  $\Phi_{m2}$ . Και για τα δύο μέταλλα, βλέπουμε στο σχήμα 1.2.1-1 ότι κάτω από τη στάθμη Fermi θεωρείται ότι υπάρχει τεράστια ποσότητα ηλεκτρονίων που αναφέρεται ως "θάλασσα ηλεκτρονίων" (sea of electrons). Η στάθμη Fermi συνήθως ορίζεται από το υψηλότερο ενεργειακό επίπεδο που καταλαμβάνεται από ηλεκτρόνιο στην δεσμική θεμελιώδη κατάσταση [9].

Μετά την ηλεκτρική επαφή, ακολουθεί ένα μεταβατικό στάδιο που διαρκεί για χρόνο  $t=10^{-14}$  sec μέχρις ότου να αποκατασταθεί η θερμοδυναμική ισορροπία. Προς τούτο γίνεται μεταφορά ηλεκτρονίων από το υλικό με την υψηλότερη στάθμη Fermi προς το υλικό με την χαμηλότερη στάθμη Fermi (ανάποδη μεταφορά για την περίπτωση οπών). Σαν αποτέλεσμα, τα δύο υλικά φορτίζονται, θετικά το  $M_1$  και αρνητικά το  $M_2$ . Τα ηλεκτρονικά φορτία κατανέμονται σε πολύ μικρό βάθος ( $1\text{\AA}$ ) από την επιφάνεια των δυο μετάλλων που αναφέρεται σαν απόσταση "Thomas-Fermi", (Thomas-Fermi screening distance). Λόγω των αντιθέτων φορτίων των δύο επιφανειών, δημιουργείται ένα ηλεκτροστατικό πεδίο το οποίο αντισταθμίζεται στην περαιτέρω μεταφορά ηλεκτρονίων.

Τελικά η αποκατάσταση της θερμοδυναμικής ισορροπίας επέρχεται μόλις οι δύο στάθμες Fermi ταυτιστούν οπότε η διαφορά δυναμικού επαφής λαμβάνει μία μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή  $V_c$ . Για το δυναμικό επαφής  $V_c$ , αγνοώντας την ύπαρξη αρχικών φορτίων και ενεργειακών σταθμών, ισχύει η σχέση :

$$V_c = \frac{(\Phi_{m2} - \Phi_{m1})}{e} \quad (1.2.1-1)$$

Ενώ το φορτίο που έχει αναπτυχθεί στο μέταλλο λόγω της επαφής, δίνεται από την σχέση :

$$Q_{επαφής} = |Q_{M1}^{(+)}| = |Q_{M2}^{(-)}| = V_c \cdot C_{επαφής} \quad (1.2.1-2)$$

Όπου :

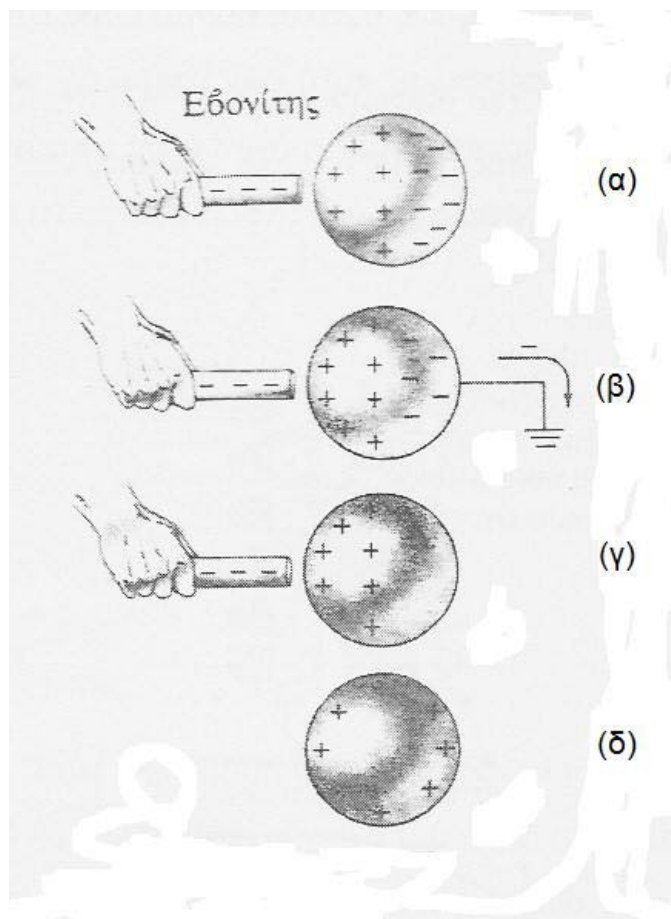
- $Q_{M1}^+$  είναι το πλεονάζον θετικό ηλεκτρικό φορτίο του μετάλλου  $M_1$
- $Q_{M2}^-$  είναι το πλεονάζον αρνητικό ηλεκτρικό φορτίο του μετάλλου  $M_2$
- $C_{επαφής}$  είναι η χωρητικότητα της επαφής (εξαρτάται από την γεωμετρία των εφαιπτομένων επιφανειών και την ύπαρξη ή μη λεπτού στρώματος οξειδίου).

### 1.2.2 Εξ επαγωγής φόρτιση

Όταν ένας αγωγός συνδέεται με την Γη μέσω ενός αγωγίμου δρόμου, τότε λέμε ότι ο αγωγός είναι γειωμένος. Δηλαδή, τα ηλεκτρικά φορτία μπορούν εύκολα να διοχετευθούν στην Γη. Μπορούμε λοιπόν να θεωρήσουμε ότι η Γη είναι μια απείρου μεγέθους «καταβόθρα» προς την οποία μεταναστεύουν εύκολα τα ηλεκτρόνια.

Εάν έχουμε υπ' όψιν τα παραπάνω, μπορούμε εύκολα να καταλάβουμε πώς είναι δυνατόν να φορτίσουμε έναν αγωγό με την μέθοδο της επαγωγής.

Για να γίνει κατανοητή η διαδικασία αυτή [7], ας φέρουμε μία φορτισμένη ράβδο από εβονίτη κοντά σε μια μεταλλική σφαίρα που είναι ηλεκτρικά ουδέτερη και είναι ηλεκτρικά μονωμένη από τη Γη, δηλαδή, δεν υπάρχει αγωγός που θα μεταφέρει τα φορτία από τη σφαίρα στη Γη (σχήμα 1.2.2-1(α)). Η περιοχή της επιφάνειας της σφαίρας που βρίσκεται κοντά στην αρνητικά φορτισμένη ράβδο από εβονίτη θα έχει πλεόνασμα θετικού φορτίου λόγω της ηλεκτρικής έλξης. Και η διαμετρικά αντίθετη περιοχή της επιφάνειας της σφαίρας θα έχει πλεόνασμα αρνητικού φορτίου λόγω της ηλεκτρικής άπωσης (δηλαδή τα ηλεκτρόνια τα οποία αρχικά βρίσκονταν στο μέρος της σφαίρας που είναι κοντά στη ράβδο μεταναστεύουν όσο το δυνατόν μακρύτερα από την αρνητικά φορτισμένη ράβδο).



**Σχήμα 1.2.2-1 :**

Εξ επαγωγής φόρτιση μεταλλικών αντικειμένων,

(α) Όταν πλησιάσουμε μια αρνητικά φορτισμένη ράβδο από εβονίτη σε μια ηλεκτρικά ουδέτερη μεταλλική σφαίρα, η κατανομή του φορτίου της σφαίρας μεταβάλλεται.

(β) Όταν η σφαίρα γειωθεί, μερικά ηλεκτρόνια διαφεύγουν από τη σφαίρα και διοχετεύονται στο έδαφος,

(γ) Όταν διακοπεί η γείωση, τότε η σφαίρα μένει φορτισμένη θετικά. Η κατανομή όμως του θετικού φορτίου δεν είναι ομοιόμορφη πάνω στη σφαίρα όσο διάστημα βρίσκεται κοντά της η φορτισμένη ράβδος,

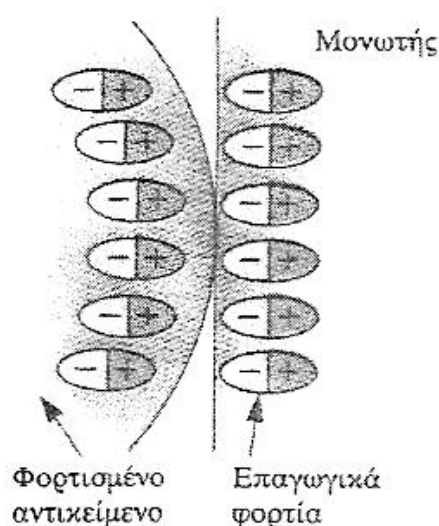
(δ) Όταν η φορτισμένη ράβδος απομακρυνθεί, το θετικό φορτίο κατανέμεται ομοιόμορφα πάνω στη σφαίρα.

Εάν τώρα επαναλάβουμε το ίδιο πείραμα αλλά εν τω μεταξύ έχουμε «γειώσει» τη σφαίρα με ένα χάλκινο σύρμα, θα δούμε (σχήμα 1.2.2-1(β)) ότι μερικά από τα ηλεκτρόνια της σφαίρας θα απωθηθούν και θα μεταβούν στη Γη. Εάν τότε αφαιρέσουμε το χάλκινο σύρμα (σχήμα 1.2.2-1(γ)), τότε η σφαίρα θα έχει πλεόνασμα θετικού φορτίου, οπότε λέμε ότι φορτίστηκε ηλεκτρικά εξ'επαγωγής. Εάν κατόπιν μετακινήσουμε τη ράβδο από εβονίτη μακριά από τη σφαίρα, τότε το πλεόνασμα του

θετικού φορτίου θα μετακινηθεί ώστε να είναι ισοκατανομημένο πάνω σε ολόκληρη την επιφάνεια της σφαίρας, διότι τα όμοια φορτία απωθούνται (σχήμα 1.2.2-1(δ)). Κατά τη διάρκεια όλης αυτής της διαδικασίας, η ράβδος από εβονίτη δεν έχασε κανένα από τα αρνητικά της φορτία.

Βλέπουμε, λοιπόν, ότι, για να φορτίσουμε ηλεκτρικώς ένα αντικείμενο με την μέθοδο της επαγωγής, δεν χρειάζεται να το αγγίξουμε με το σώμα που αρχικά είναι φορτισμένο.

Για να φορτίσουμε μονωτές χρησιμοποιούμε μια διαδικασία που μοιάζει πολύ με την εξ επαγωγής φόρτιση αγωγών, την οποία μόλις περιγράψαμε. Στα πιο πολλά άτομα, τα κέντρα κατανομών των θετικών και αρνητικών φορτίων συμπίπτουν. Εάν όμως τα άτομα βρίσκονται κοντά σε ένα φορτισμένο σώμα, τότε τα κέντρα κατανομών των ηλεκτρικών φορτίων τους μετατοπίζονται λίγο. Έτσι, στη μια μεριά του ατόμου υπάρχει περισσότερο, π.χ. θετικό, φορτίο παρά στην άλλη, το φαινόμενο αυτό λέγεται **πόλωση** [7]. Η μετατόπιση αυτή των ατομικών φορτίων δημιουργεί ένα φορτίο εξ επαγωγής, που βρίσκεται όμως μόνον στην επιφάνεια του μονωτή, όπως βλέπουμε στο σχήμα 1.2.2-2. Το φορτίο αυτό δεν είναι ελεύθερο να κινηθεί, είναι δέσιμο.



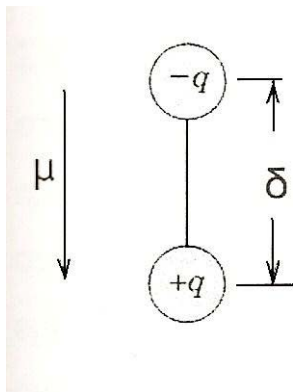
**Σχήμα 1.2.2-2 :** Το φορτισμένο αντικείμενο στα αριστερά επάγει φορτία στην επιφάνεια του μονωτή που είναι στα δεξιά.

### 1.2.2.1 Η μικροσκοπική προσέγγιση της πόλωσης των διηλεκτρικών υλικών

Στη βασική δομή του ατόμου, το κάθε άτομο περιλαμβάνει έναν θετικά φορτισμένο πυρήνα, ο οποίος περιβάλλεται από το νέφος των ηλεκτρονίων που φέρουν αρνητικά φορτία. Όταν δεν εφαρμόζεται εξωτερικό ηλεκτρικό πεδίο, συμπίπτουν τα στατιστικά κέντρα των θετικών και αρνητικών φορτίων. Το ίδιο ισχύει και όταν εξετάζουμε τη συμπεριφορά των μορίων. Κατά την εφαρμογή ενός εξωτερικού ηλεκτρικού πεδίου εκδηλώνεται μια προσανατολισμένη μετάθεση των κέντρων των ηλεκτρικών φορτίων. Όταν αυτός ο διαχωρισμός έχει μήκος  $\delta$ , και το συνολικά μετατοπιζόμενο φορτίο (κατ' απόλυτη τιμή) είναι  $q$ , τότε εκδηλώνεται διπολική ροπή, η οποία δίδεται από τη σχέση :

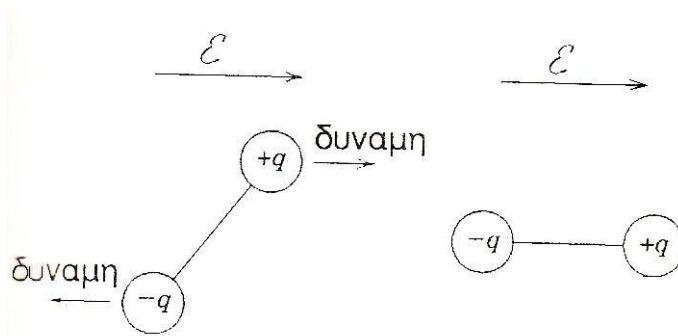
$$\mu = q \cdot \delta \quad (1.2.2.1-1)$$

Στην πράξη, η διπολική ροπή συνιστά ανυσματικό μέγεθος με φορά από το αρνητικό προς το θετικό κέντρο των φορτίων, όπως ακριβώς φαίνεται στο σχήμα 1.2.2.1-1.



**Σχήμα 1.2.2.1-1** : Σχηματική αναπαράσταση ενός ηλεκτρικού διπόλου το οποίο αποτελείται από δύο ίσα και αντίθετα ηλεκτρικά φορτία ( $q$ ), απέχοντα μεταξύ τους κατά απόσταση  $\delta$ . Σημειώνεται επίσης η ανυσματική διπολική ροπή  $\vec{\mu}$ .

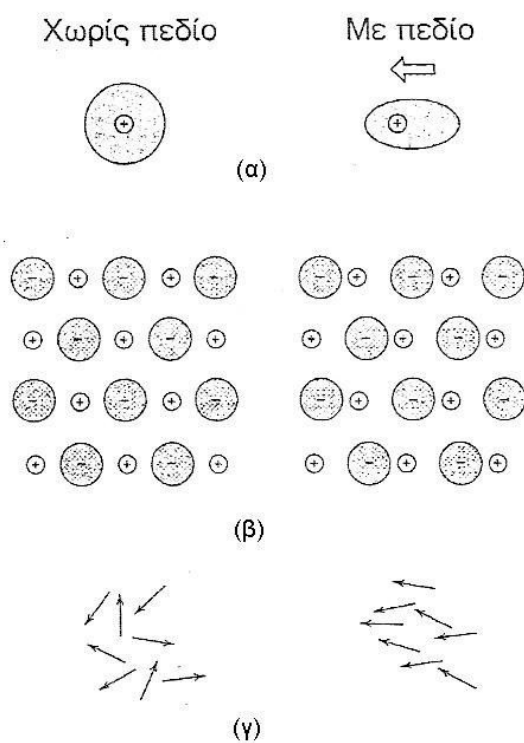
Κατά την παρουσία ενός ηλεκτρικού πεδίου  $\vec{E}$ , (το οποίο επίσης συνιστά ανυσματική ποσότητα) θα ασκηθεί στο δίπολο μία ροπή (δύναμη) προκειμένου να το ευθυγραμμίσει με το επιβαλλόμενο ηλεκτρικό πεδίο. Αυτός ο μηχανισμός ονομάζεται **πόλωση** [9] και δίδεται ποιοτικά στο σχήμα 1.2.2.1-2.



**Σχήμα 1.2.2.1-2 :** Η εφαρμοζόμενη δύναμη (ροπή) από το εξωτερικό ηλεκτρικό πεδίο πάνω σε ένα δίπολο θα οδηγήσει τελικά στην ευθυγράμμισή του (φαινόμενο πόλωσης).

### Είδη πόλωσης

Υπάρχουν τρία κυρίως είδη ή μηχανισμοί του φαινομένου της πόλωσης : η **ηλεκτρονική πόλωση**, η **μοριακή πόλωση** (αναφέρεται επίσης και ως ιοντική ή/και ατομική) και η πόλωση **προσανατολισμού**.



**Σχήμα 1.2.2.1-3 :** Ποιοτική αναπαράσταση των κυριότερων μηχανισμών πόλωσης, που εκδηλώνονται με εφαρμογή ενός ηλεκτρικού πεδίου.  
 (α) ηλεκτρονική πόλωση  
 (β) μοριακή (ιοντική-ατομική) πόλωση  
 (γ) πόλωση προσανατολισμού

Τα διηλεκτρικά υλικά συνήθως εκδηλώνουν τουλάχιστον έναν από τους προηγούμενους μηχανισμούς πόλωσης, ανάλογα με το υλικό, αλλά και την συγκεκριμένη χρήση του, δηλαδή τα χαρακτηριστικά του εφαρμοζόμενου ηλεκτρικού πεδίου (π.χ. συνεχές, πλάτος-συχνότητα εναλλασσομένου πεδίου), τη θερμοκρασία χρήσης, αλλά και τους ισχύοντες περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπως την πυκνότητα ακτινοβολίας UV-a, UV-b, UV-c, που επιφέρει τη φωτόλυση (και κατ' επέκταση εισάγει στον όγκο τα *χωρικά φορτία*). Τα φαινόμενα αυτά είναι καθοριστικά στους οργανικούς κυρίως μονωτήρες εξωτερικής χρήσης.

### **Η ηλεκτρονική πόλωση**

Όλα τα υλικά αποτελούνται από ιόντα τα οποία περιβάλλονται από τα νέφη ηλεκτρονίων. Κατά συνέπεια, η ηλεκτρονική πόλωση μπορεί κατά ένα βαθμό να εμφανισθεί σε όλα τα υλικά υπό την προϋπόθεση ότι εφαρμόζεται ηλεκτρικό πεδίο. Προέρχεται από τη μετατόπιση των κέντρων φορτίου που δημιουργούνται στο νέφος των ηλεκτρονίων και στον θετικά φορτισμένο πυρήνα, όπως φαίνεται στο σχήμα 1.2.2.1-3(α). Επειδή τα ηλεκτρόνια έχουν πολύ μικρή μάζα, χαρακτηρίζονται από την πολύ γρήγορη αντίδραση τους στις μεταβολές του επιβαλλόμενου ηλεκτρικού πεδίου. Για τον λόγο αυτό, ο συγκεκριμένος μηχανισμός πόλωσης αναμένεται να εκδηλωθεί για όλα τα υλικά στην περιοχή των υψηλών συχνοτήτων. Τα ηλεκτρόνια μπορούν ακόμη και να ακολουθούν τις πεδιακές μεταβολές στο φάσμα των οπτικών συχνοτήτων.

### **Η μοριακή πόλωση**

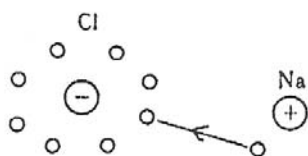
Οι δεσμοί μεταξύ των ατόμων επιμηκύνονται από το εφαρμοζόμενο ηλεκτρικό πεδίο όταν τα συνδεδεμένα άτομα του κρυσταλλικού πλέγματος φέρουν κάποια ηλεκτρικά φορτία προκειμένου να σχηματισθούν οι χημικοί δεσμοί. Αυτό μπορεί εύκολα να απεικονιστεί στην περίπτωση ενός κρυστάλλου άλκαλιαλογονιδίου.

Για παράδειγμα, ο ατομικός δεσμός στο εσωτερικό του ατόμου του NaCl δημιουργείται από την ηλεκτροστατική έλξη λόγω της δύναμης Coulomb (σχήμα 1.2.2.1-4). Η διπολική ροπή  $\mu_i$  για το κάθε ζεύγος ιόντων του πλέγματος, τα οποία



φέρουν φορτία  $+q$ ,  $-q$  και διαχωρίζονται μεταξύ τους κατά απόσταση  $\delta_i$ , είναι σύμφωνα με την σχέση 1.2.2.1-1 :

$$\mu_i = q \cdot \delta_i$$



**Σχήμα 1.2.2.1-4 :** Ο χημικός δεσμός στο άτομο του NaCl υπόκειται σε διπολική ροπή κατά την εφαρμογή ενός ηλεκτρικού πεδίου.

Η παρουσία ενός εξωτερικού ηλεκτρικού πεδίου θα μετατοπίσει τα κατιόντα προς τη μία κατεύθυνση και τα ανιόντα προς την αντίθετη πλευρά εισάγοντας μικρές παραμορφώσεις (επιμηκύνσεις-συμπιέξεις) στα μήκη των ιοντικών δεσμών του κρυστάλλου (σχήμα 1.2.2.1-3(β)). Με τον τρόπο αυτό, μόλις εφαρμοστεί το ηλεκτρικό πεδίο, αλλάζουν οι ατομικές αποστάσεις και κατ' επέκταση, η συνολική διπολική ροπή.

### Πόλωση προσανατολισμού

Αυτή αφορά κυρίως υγρά ή αέρια υλικά και εκδηλώνεται όταν ολόκληρα μόρια, τα οποία έχουν μόνιμη ή επαγόμενη διπολική ροπή κινούνται παράλληλα με το εφαρμοζόμενο πεδίο. Θα μπορούσε κανείς να αναρωτηθεί γιατί σε ένα ασθενές στατικό πεδίο όλα ανεξαιρέτως τα μόρια δεν ευθυγραμμίζονται τελικά. Αν το έκαναν, αυτή θα ήταν η χαμηλότερη ενεργειακή κατάσταση για το σύστημα, αλλά όπως γνωρίζουμε και από την στατιστική Boltzmann, στην κατάσταση θερμοδυναμικής ισορροπίας ο αριθμός των μορίων με ενέργεια  $E$  θα είναι ανάλογος του μεγέθους  $\exp(-E/kT)$ . Έτσι στην οποιαδήποτε άλλη καθορισμένη θερμοκρασία θα υπάρχουν και άλλοι προσανατολισμοί.

### 1.2.3 Μία φυσική ερμηνεία των ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων

Από πειραματικές έρευνες συμπεραίνεται, ότι οι ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις σχετίζονται με διεργασίες διέγερσης-αποδιέγερσης και ιονισμού με κρούσεις [1]. Ως διέγερση ενός μορίου εννοεί κανείς την ανύψωση ενός ηλεκτρικού φορέα του σε υψηλότερη ενεργειακή στάθμη, χωρίς αυτός να γίνει ελεύθερος. Αυτό σημαίνει (κατά την κβαντομηχανική θεώρηση) κάποια στάθμη π.χ. του φορέα μέσα στην απαγορευμένη ζώνη. Η αύξηση π.χ. της απόστασης ενός ηλεκτρονίου από το μητρικό πυρήνα του σε ένα άτομο, λόγω μετάβασης του σε μια εξωτερική τροχιά (ή λόγω αύξησης της ακτίνας της τροχιάς σε περίπτωση ενός μόνο ηλεκτρονίου, όπως συμβαίνει στο άτομο του υδρογόνου) είναι μία διέγερση. Η ενεργειακή αυτή κατάσταση διαρκεί συνήθως  $10 \div 100$  ns και ο φορέας επιστρέφει πάλι στην αρχική του στάθμη (αποδιέγερση), αποδίδοντας το περίσσειμα της ενέργειάς του υπό μορφήν ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας (φωτόνιο). Για τον υπολογισμό της παραπάνω ακτινοβολίας ισχύει η σχέση :

$$W = h \cdot f = h \cdot \frac{c}{\lambda} \quad (1.2.3-1)$$

όπου :

- h η σταθερά Planck ( $h=6,62 \cdot 10^{-34}$  Ws<sup>2</sup>),
- f η συχνότητα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και
- λ το μήκος κύματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

Η δημιουργία ελευθέρων ηλεκτρικών φορέων από κρούσεις, μπορεί να συμβεί, όταν η προσδιδόμενη από τους ελεύθερους ηλεκτρικούς φορείς ενέργεια είναι αρκετή, ώστε ηλεκτρόνια των ατόμων ή μορίων του μονωτή να βρεθούν ενεργειακά από τη ζώνη σθένους στη ζώνη αγωγιμότητας. Για την εκδήλωση του φαινομένου αυτού, που είναι γνωστό ως "ιονισμός με κρούσεις", είναι φανερό ότι απαιτείται μεγαλύτερη τιμή της πεδιακής έντασης, από εκείνη για τις διεργασίες διέγερσης.

Η εμφάνιση ηλεκτρικού σπινθήρα, κατά την εκδήλωση ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων σε ένα στερεό μονωτικό σε περιβάλλον ατμοσφαιρικού αέρα, σχετίζεται με τη δημιουργία ελεύθερων ηλεκτρονίων, λόγω ιονισμού με κρούσεις. Ο ιονισμός αυτός εκδηλώνεται στον ατμοσφαιρικό αέρα και στην επιφάνεια του υλικού.

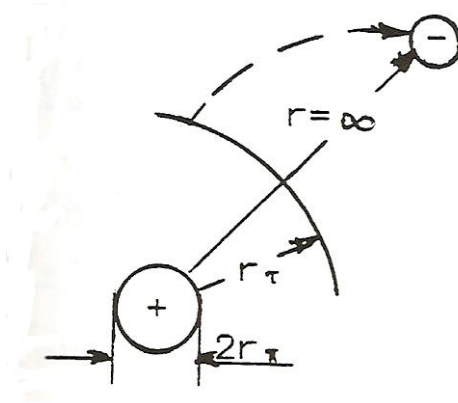
Παρακάτω δίνονται ορισμένες βασικές πληροφορίες για τον ιονισμό των ηλεκτρομονωτικών αερίων και τον ιονισμό στην επιφάνεια των στερεών ηλεκτρομονωτικών υλικών, που θα διευκολύνουν ακολούθως στην εξαγωγή συμπερασμάτων για την εξάλειψη των κινδύνων από ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις.

### **1.2.3.1 Ο ιονισμός των ηλεκτρομονωτικών αερίων**

Η δημιουργία γενικά ελεύθερων ηλεκτρικών φορέων στα ηλεκτρομονωτικά αέρια ονομάζεται ιονισμός. Διακρίνει κανείς τρεις περιπτώσεις ιονισμού :

- 1) Τον ιονισμό με κρούσεις (από μετρήσεις είναι γνωστό, ότι στον αέρα αναπαράγονται το δευτερόλεπτο, λόγω κοσμικών ακτινοβολιών και φυσικής ραδιενέργειας, περίπου  $5 \div 20$  ζεύγη φορέων ανά  $\text{cm}^3$  ως αρχικοί ελεύθεροι ηλεκτρικοί φορείς. Έτσι, τα προϋπάρχοντα κυρίως ελεύθερα ηλεκτρόνια στον αέρα είναι διαθέσιμα ως αρχικά ηλεκτρόνια του ιονισμού),
- 2) Τη θερμοϊονική εκπομπή (εκπομπή ελεύθερων ηλεκτρονίων από μία θερμαινόμενη κάθοδο), και
- 3) Τον φωτοϊονισμό (ιονισμός από ιονίζουσες ακτινοβολίες: μήκος κύματος  $\lambda < 100$  nm). Το φως της ημέρας έχει μήκος κύματος  $400 \div 800$  nm και επομένως δεν προκαλεί ιονισμό.

Η ενέργεια, που πρέπει να προσφερθεί στο άτομο για να συμβεί ιονισμός, ονομάζεται ενέργεια ιονισμού  $W_i$ . Ο ιονισμός ενός ατόμου μπορεί να θεωρηθεί ως επιδίωξη του ηλεκτρονίου να απομακρυνθεί σε απόσταση  $r_T$  από τον μητρικό του πυρήνα (σχήμα 1.2.3.1-1).



**Σχήμα 1.2.3.1-1** : Μακροσκοπική παράσταση της απομάκρυνσης ενός ηλεκτρονίου από τον μητρικό πυρήνα του λόγω ιονισμού.

+ : πυρήνας

- : ηλεκτρόνιο ( $r_T$  απόσταση τροχιάς προ του ιονισμού)

Έτσι, για το ηλεκτρόνιο εντός του σφαιρικού (κατά προσέγγιση) πεδίου του πυρήνα ισχύει :

$$W_i = \int_{r_T}^{\infty} \vec{F} \cdot \vec{dr} = q_e \cdot \int_{r_T}^{\infty} \vec{E} \cdot \vec{dr} = q_e \cdot U_i \quad (1.2.3.1-1)$$

όπου :

- $U_i$  η τάση ιονισμού,
- $F$  η δύναμη Coulomb μεταξύ πυρήνα και ηλεκτρονίου,
- $E$  η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου
- $q_e$  το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου
- $r_T$  η ακτίνα της τροχιάς του ηλεκτρονίου προ του ιονισμού

Για την πεδιακή ένταση  $E$  σε απόσταση  $r$  από το κέντρο του πυρήνα έχουμε :

$$E = E_{\pi} \cdot \left( \frac{r_{\pi}}{r} \right)^2 \quad (1.2.3.1-2)$$

ή

$$U_i = E_{\pi} \cdot \frac{r_{\pi}}{r} \quad (1.2.3.1-3)$$

όπου :

- $r_{\pi}$  η ακτίνα του πυρήνα του ατόμου
- $E_{\pi}$  η πεδιακή ένταση στην επιφάνεια του πυρήνα, για την οποία ισχύει η σχέση :

$$E_{\pi} = \frac{q_e}{4 \cdot \pi \cdot r_{\pi}^2 \cdot \epsilon_0} \quad (1.2.3.1-4)$$

όπου :

- $r_{\pi}$  η ακτίνα του πυρήνα του ατόμου
- $q_e$  το ηλεκτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου
- $\epsilon_0$  η επιτρεπτότητα του κενού με τιμή  $8,85 \cdot 10^{-12} F / m$

Από τις σχέσεις (1.2.3.1-1), (1.2.3.1-2), (1.2.3.1-3) και (1.2.3.1-4) έπεται ότι :

$$W_i = q_e \cdot E_{\pi} \cdot r_{\pi}^2 \int_{r_{\tau}}^{\infty} \frac{dr}{r} = \frac{q_e \cdot E_{\pi} \cdot r_{\pi}^2}{r_{\tau}} = \frac{q_e^2}{4 \cdot \pi \cdot \epsilon_0 \cdot r_{\tau}} \quad (1.2.3.1-5)$$

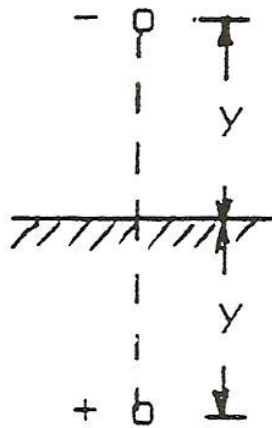
Για  $\epsilon_0=8,854 \text{ pF/m}$  και  $r_{\tau}=0,1 \text{ nm}$  έχουμε :  $W_i= 14,38 \text{ eV}$ , όπου  $1 \text{ eV}=1,6 \cdot 10^{-19} \text{ Ws}$ .

Στον πίνακα 1.2.3.1-1 δίνονται τιμές της ενέργειας ιονισμού για διάφορα αέρια.

αέριο	H	H <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	SF <sub>6</sub>
W <sub>i</sub> σε eV	13,5	15,9	12,5	15,8	19,3

**Πίνακας 1.2.3.1-1** : Ενέργεια ιονισμού ορισμένων αερίων.

Η ενέργεια ιονισμού  $W_i$  στα ηλεκτρομονωτικά αέρια είναι μία ανάλογη έννοια προς την ενέργεια εξόδου (ή έργο εξόδου) των μετάλλων  $W_a$ , γιατί και οι δύο αποτελούν προϋπόθεση παροχής ενέργειας προς το υλικό για την δημιουργία ελευθέρων ηλεκτρικών φορέων. Μία θεωρητική προσέγγιση της ενέργειας εξόδου στα μέταλλα γίνεται παρακάτω με την μέθοδο του ισοδυνάμου φορτίου (αντικατοπτρικό φορτίο προς το ηλεκτρόνιο), όπου η απόσταση των ηλεκτρικών φορτίων είναι  $r=2y$ . Κατ'αναλογία, προς τους προηγούμενους υπολογισμούς έχουμε :



**Σχήμα 1.2.3.1-2** : Αντικατοπτρικό φορτίο του ηλεκτρονίου, για τον υπολογισμό της ενέργειας εξόδου του από ένα μέταλλο.

$$W_{\alpha} = q_e \cdot E_{\pi} \cdot r_{\pi}^2 \int_{r_{\tau}}^{\infty} \frac{dx}{r^2} \quad (1.2.3.1-6)$$

όπου για  $r = 2y$  :

$$W_{\alpha} = q_e \cdot E_{\pi} \cdot r_{\pi}^2 \int_{r_{\tau}}^{\infty} \frac{dy}{(2y)^2} = \frac{q_e \cdot E_{\pi} \cdot r_{\pi}^2}{4 \cdot r_{\tau}} \quad (1.2.3.1-7)$$

Από τις σχέσεις (1.2.3.1-6) και (1.2.3.1-7) έπεται ότι :  $W_{\alpha} = \frac{W_i}{4}$

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τιμές της ενέργειας εξόδου ορισμένων μετάλλων.

Μέταλλο	Cu	Al	Fe	Ag	Au	Cr
$W_{\alpha}$ σε eV	4,0 ÷ 4,8	1,8 ÷ 3,9	4,0 ÷ 4,7	3,0 ÷ 4,7	4,8	4,4

**Πίνακας 1.2.3.1-2** : Ενέργεια εξόδου (ή έργο εξόδου) ορισμένων μετάλλων.

### 1.2.3.2 Η συνθήκη του ιονισμού με κρούσεις και η θεωρία Townsend

Υποθέτουμε, ότι ένας ελεύθερος ηλεκτρικός φορέας κινείται ευθύγραμμα υπό την επίδραση του πεδίου, και ότι συγκρούεται διαδοχικά με μόρια του αέρα, που απέχουν μεταξύ τους ακανόνιστα. Ως μέσο ελεύθερο μήκος ( $\lambda$ ) του παραπάνω ελεύθερου ηλεκτρικού φορέα για κίνησή του σε απόσταση  $x$ , έχει οριστεί το πηλίκο :

$$\lambda = \frac{x}{z} \quad (1.2.3.2-1)$$

όπου  $z$  ο αριθμός των κρούσεων. Με  $r$  και  $R$  τις ακτίνες αντίστοιχα του ελεύθερου ηλεκτρικού φορέα και του μορίου, ο όγκος στον οποίο συμβαίνουν οι  $z$  κρούσεις είναι :

$$V = \pi \cdot (r + R)^2 \cdot x \quad (1.2.3.2-2)$$

Για  $N$  μόρια στον όγκο  $V$ , τα οποία συγκρούστηκαν από τον ελεύθερο ηλεκτρικό φορέα, ο αριθμός των κρούσεων  $z$  είναι :

$$z = N \cdot V = N \cdot \pi \cdot (r + R)^2 \cdot x \quad (1.2.3.2-3)$$

Από τις σχέσεις (1.2.3.2-1) και (1.2.3.2-3) έπεται ότι :

$$\lambda = \frac{1}{N \cdot \pi \cdot (r + R)^2 \cdot x} \quad (1.2.3.2-4)$$

Επειδή η ακτίνα του ηλεκτρονίου είναι  $r = 1,87 \cdot 10^{-13}$  cm και του μορίου  $R \approx 0,1 \div 0,2$  nm, το μέσο ελεύθερο μήκος του ηλεκτρονίου  $\lambda_e$  είναι :

$$\lambda_e = \frac{1}{N \cdot \pi \cdot R^2} \quad (1.2.3.2-5)$$

Για τον αέρα ΥΚΣ ( $p=1,013 \text{ mbar}$  &  $\theta=20 \text{ }^\circ\text{C}$ ) είναι :  $\lambda_e = 0,57 \text{ }\mu\text{m}$ .

Όταν πρόκειται για ένα ιόν, τότε είναι  $r \approx R$ , οπότε το μέσο ελεύθερο μήκος του ιόντος είναι :

$$\lambda_i = \frac{1}{4 \cdot N \cdot \pi \cdot R^2} \quad (1.2.3.2-6)$$

που σημαίνει ότι :

$$\lambda_i = \frac{\lambda_e}{4} \quad (1.2.3.2-7)$$

Για να συμβεί ιονισμός με κρούση ενός ελευθέρου ηλεκτρικού φορέα επί ενός ατόμου ηλεκτρομονωτικού αερίου, θα πρέπει :

$$W_k = q \cdot \Delta\phi = q \cdot E \cdot \lambda \geq W_i \quad (1.2.3.2-8)$$

Με :  $W_i = U_i \cdot q$  , έχουμε :

$$E \cdot \lambda \geq U_i \quad (1.2.3.2-9)$$

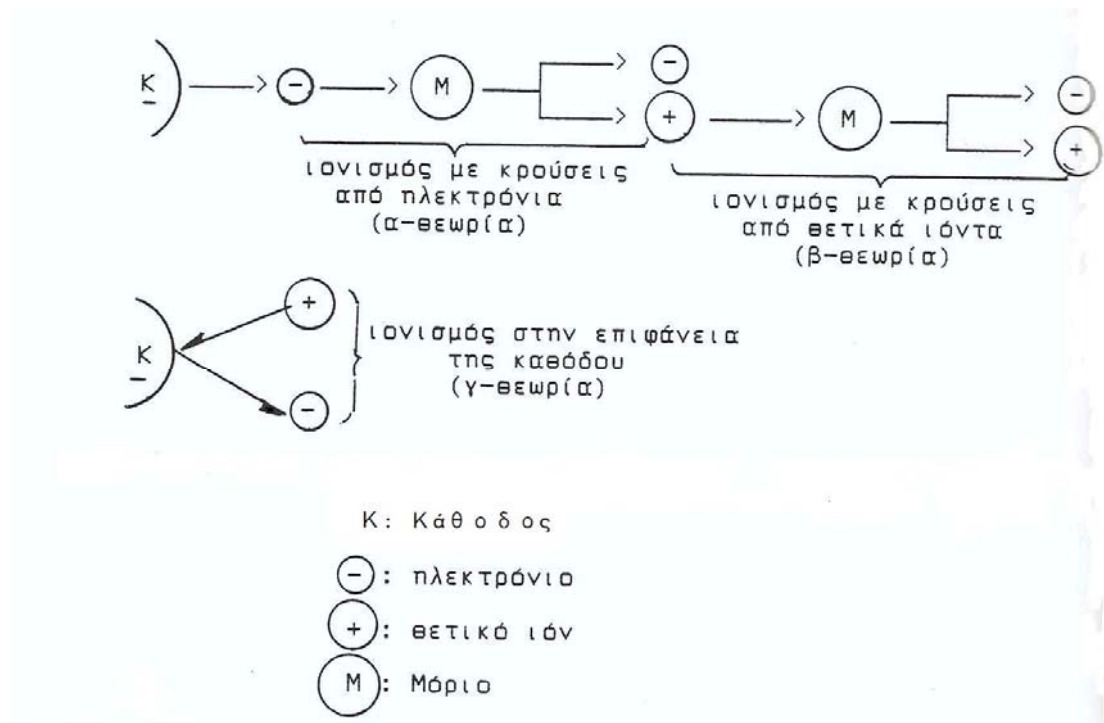
Η παραπάνω σχέση είναι γνωστή ως **συνθήκη ιονισμού**.

Για την δημιουργία ελευθέρων ηλεκτρικών φορέων από τον ιονισμό με κρούσεις σε μικρά διάκενα ισχύει η θεωρία του J.S.Townsend, γνωστή στη βιβλιογραφία ως εκκένωση Townsend. Ένα μακροσκοπικό μοντέλο για την παραγωγή των ελευθέρων ηλεκτρικών φορέων κατά τη θεωρία Townsend δίνεται στο σχήμα 1.2.3.2-1.



Σύμφωνα με το μοντέλο αυτό, η δημιουργία των ελευθέρων ηλεκτρικών φορέων αποδίδεται σε τρεις δυνατότητες ιονισμού με κρούσεις :

- 1) με κρούσεις από ηλεκτρόνια επί ατόμων ή μορίων του αερίου (α-θεωρία),
- 2) με κρούσεις από θετικά ιόντα επί ατόμων ή μορίων του αερίου (β-θεωρία), και
- 3) με κρούσεις θετικών ιόντων στην επιφάνεια της καθόδου (επιφανειακός ιονισμός ή γ-θεωρία)



**Σχήμα 1.2.3.2-1 :** Ένα μακροσκοπικό μοντέλο για τις περιπτώσεις ιονισμού με κρούσεις κατά τη θεωρία Townsend.

Από τις τρεις παραπάνω περιπτώσεις ιονισμού σημασία έχουν στην πράξη η α-θεωρία και η γ-θεωρία, γιατί η συνεισφορά σε ελεύθερους ηλεκτρικούς φορείς κατά την β-θεωρία είναι, λόγω του αρκετά μικρότερου ελεύθερου μήκους των ιόντων ως προς εκείνο του ηλεκτρονίου (βλέπετε σχέση 1.2.3.2-7), περιορισμένη.

### 1.2.3.3 Ο ιονισμός στην επιφάνεια των στερεών ηλεκτρομονωτικών υλικών

Τα φαινόμενα προ και κατά την επιφανειακή διάσπαση θεωρείται, ότι αφορούν έναν όγκο του υλικού από την επιφάνεια του μέχρι βάθος  $30\text{\AA}$  [1]. Πρόκειται για το λεγόμενο επιφανειακό φιλμ. Οι παράγοντες, του προκαλούν τη γήρανση στο επιφανειακό φιλμ ή την επιφανειακή διάσπαση ενός στερεού μονωτικού των πρακτικών εφαρμογών, είναι οι ίδιοι με εκείνους για τη διάτρηση του υλικού. Από θεωρητικής πλευράς γίνεται διάκριση σε τέσσερις βασικούς παράγοντες, που είναι : οι απώλειες του μονωτικού, οι δυνάμεις Coulomb, οι μερικές εκκενώσεις, και η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μέσου. Αντίστοιχα προς τους παραπάνω παράγοντες θεωρείται ότι υπάρχουν τέσσερις βασικές μορφές διάσπασης : η θερμική, η ηλεκτρική, η γήρανση και η θερμοχημική. Στην πράξη βέβαια συνδυάζονται οι παράγοντες που προαναφέρθηκαν και υποβοηθούνται από διάφορες ειδικές συνθήκες λειτουργίας (κυρίως ξένες επικαθήσεις στην επιφάνεια & μορφή του πεδίου), έτσι ώστε η αλλαγή της μοριακής δομής στην επιφάνεια ή η επιφανειακή διάσπαση να είναι κάποιο συνολικό αποτέλεσμα.

Πληροφορίες για τα φαινόμενα, που εκδηλώνονται προ και κατά την επιφανειακή διάσπαση, έχουν εξαχθεί από την ενέργεια των ελευθέρων ηλεκτρονίων, πάνω από την ενέργεια Fermi. Είναι γνωστό από πειράματα, ότι η επιφανειακή διάσπαση σχετίζεται με την εκδήλωση του ιονισμού με κρούσεις στο επιφανειακό φιλμ. Επίσης, έχει διαπιστωθεί πειραματικά, ότι η τιμή της παραπάνω ενέργειας κατά την επιφανειακή διάσπαση είναι πάνω από 20 eV.

### 1.3 Χαρακτηριστικά των ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων

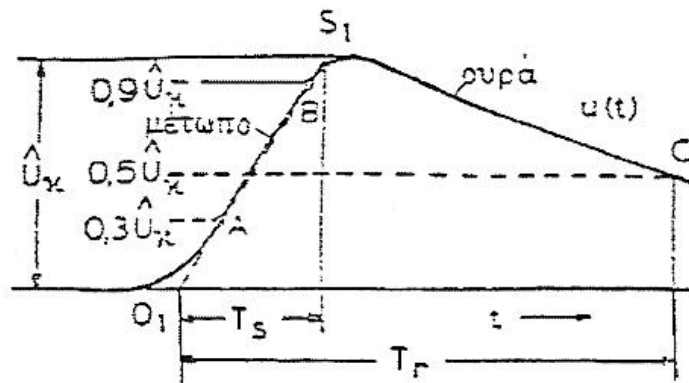
Από έρευνες που έχουν γίνει για τη μελέτη των ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων έχει διαπιστωθεί ότι έχουν ενέργεια της τάξης των mJ [2,4]. Η ενέργεια μιας ηλεκτροστατικής εκφόρτισης δίνεται από την σχέση :

$$E = \frac{1}{2} \cdot C \cdot V^2 = \frac{1}{2} \cdot Q \cdot V = \frac{Q^2}{2 \cdot C} \quad [\text{Joule}] \quad (1.3-1)$$

όπου C είναι η χωρητικότητα [Farad], V η τάση [Volt] και Q το φορτίο [Coulomb].

Ο προκαλούμενος παλμός τάσης έχει κρουστική μορφή και οι τιμές, που τον χαρακτηρίζουν, εξαρτώνται από την περίπτωση της εκφόρτισης (χρόνος ανύψωσης της τάσης από 0,5 ns έως 20 ns και πλάτος του θετικού ή αρνητικού παλμού από 1,5 kV - 35 kV και σπανίως 40 kV) [1,2,4].

Στο σχήμα 1.3-1 παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά μιας κρουστικής τάσης.



**Σχήμα 1.3-1 :** Χαρακτηρισμός των μεγεθών μιας κρουστικής τάσης

$\hat{U}_k$  : Μέγιστη τιμή

$T_s$  : Διάρκεια μετώπου

$T_r$  : Διάρκεια μισού εύρους της ουράς

## 1.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την δημιουργία στατικού ηλεκτρισμού

Για τον αριθμό των μορίων  $N$  του αέρα στη μονάδα του όγκου ισχύει σύμφωνα με την θερμοδυναμική η σχέση :

$$N = \frac{p}{k \cdot \theta} \quad (1.4-1)$$

όπου  $p$  η πίεση και  $\theta$  η θερμοκρασία.

Έτσι από τις σχέσεις (1.4-1) και (1.2.3.2-5) έχουμε :

$$\lambda_e = \frac{k \cdot \theta}{\pi \cdot p \cdot R^2} \quad (1.4-2)$$

Για τη συνθήκη ιονισμού (σχέση 1.2.3.2-9) ισχύει επομένως :

$$E \cdot \frac{k \cdot \theta}{\pi \cdot p \cdot R^2} \geq U_i \quad (1.4-3)$$

όπου :

- $p$  η πίεση
- $\theta$  η θερμοκρασία
- $R$  η ακτίνα του μορίου
- $k$  η σταθερά του Boltzmann ( $k=1,38 \cdot 10^{-23}$  J/K)
- $U_i$  η τάση ιονισμού
- $E$  η ένταση του ηλεκτρικού πεδίου

Από την παραπάνω σχέση συμπεραίνεται ότι η μείωση της θερμοκρασίας και η αύξηση της πίεσης του αέρα συμβάλλουν γενικά στην εξάλειψη των ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων γιατί δεν διευκολύνεται ο ιονισμός με κρούσεις στον

αέρα. Επίσης η μείωση της θερμοκρασίας δεν διευκολύνει τον ιονισμό με κρούσεις στο επιφανειακό φιλμ των στερεών μονωτικών.

Από πειράματα, που έχουν γίνει ανάλογα με το είδος του υλικού, αποδεικνύεται ότι η παραγωγή ελευθέρων ηλεκτρικών φορέων διευκολύνεται από την αύξηση της θερμοκρασίας [3], γιατί οι δεσμοί στο πλέγμα των μορίων γίνονται ασθενέστεροι, ενώ η αύξηση της σχετικής υγρασίας συνεπάγεται εκθετική μείωση της τάσης που εκδηλώνεται κατά την ηλεκτροστατική εκφόρτιση, γιατί προκαλεί μείωση της ωμικής αντίστασης των υλικών, επιτρέποντας την απαγωγή των ελευθέρων ηλεκτρικών φορέων (υπό μορφή ρεύματος διαρροής). Αποτέλεσμα της απαγωγής αυτής των ηλεκτρονίων είναι η μείωση της έντασης του ηλεκτροστατικού πεδίου. Επίσης, έχει παρατηρηθεί ότι τα φαινόμενα προ και κατά την εκδήλωση ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων περιορίζονται με την αύξηση της πίεσης του αέρα.

Επομένως μπορούμε να πούμε ότι η ενέργεια (W) του ηλεκτροστατικού πεδίου δίνεται από την σχέση [3] :

$$W = \frac{C \cdot V^2}{2} \cdot f\left(\frac{\theta}{P, \Sigma Y}\right) \quad (1.4-4)$$

όπου :

- C η χωρητικότητα του πυκνωτή που συνθέτουν τα σώματα στα οποία συμβαίνει η ηλεκτροστατική φόρτιση
- V η τάση λόγω της ηλεκτροστατικής φόρτισης
- $f(\theta / P, \Sigma Y)$  είναι μία συνάρτηση, η τιμή της οποίας γίνεται μεγαλύτερη, με την αύξηση της θερμοκρασίας ( $\theta$ ), ενώ μειώνεται όσο αυξάνουν : η πίεση P και η σχετική υγρασία  $\Sigma Y$  του αέρα.

## 1.5 Ο άνθρωπος ως πηγή στατικού ηλεκτρισμού

Ο άνθρωπος είναι πηγή στατικού ηλεκτρισμού [1,4]. Αυτό οφείλεται στην εκδήλωση βιοηλεκτρικών φαινομένων στον οργανισμό, που αποδίδονται σε συνεχή μεταβολή χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική κατά το μεταβολισμό των κυττάρων. Επίσης, επειδή ο άνθρωπος έχει μία χωρητικότητα και μεγάλη συνήθως ωμική αντίσταση, φορτίζεται ηλεκτροστατικά από συνήθη μικρά ρεύματα (της τάξης μερικών  $\mu\text{A}$ ), που προέρχονται από διαρροές ηλεκτρικών συσκευών καθώς και εξ επαγωγής. Η απλούστερη κυκλωματική προσομοίωση του ανθρώπινου οργανισμού αποτελείται από μία αντίσταση σε σειρά με έναν πυκνωτή. Η αντίσταση του ανθρώπινου σώματος θεωρείται ότι είναι το άθροισμα της αντίστασης του πυρήνα του (περίπου  $500\ \Omega$ ) και της αντίστασης του δέρματος που κυμαίνεται μεταξύ των τιμών  $1\ \text{k}\Omega$  έως  $100\ \text{k}\Omega$  (ανάλογα με την υγρασία του δέρματος). Η χωρητικότητα του ανθρώπινου οργανισμού είναι της τάξης των  $100\ \text{pF} \div 300\ \text{pF}$ .

Το ανθρώπινο σώμα μπορεί να φορτιστεί ηλεκτροστατικά αποκτώντας δυναμικό μέχρι και  $30\ \text{kV}$ , ενώ η σχετική ενέργεια μπορεί να φτάσει μέχρι και  $135\ \text{mJ}$ . Εκφορτίσεις περίπου  $1\ \text{mJ}$  είναι γίνονται αισθητές στον άνθρωπο, ενώ εκφορτίσεις της τάξης του  $1\ \text{J}$  μπορούν να προκαλέσουν ισχυρό σοκ [8].

## 1.6 Η επικινδυνότητα των ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων

Δύο από τα πιο σημαντικά προβλήματα, που προκαλούν οι ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις είναι [1] :

- οι παροδικές (ανωμαλίες λειτουργίας) ή οι μόνιμες βλάβες (καταστροφή) των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων (ολοκληρωμένα κυκλώματα CMOS, MOSFET τρανζίστορ κ.λ.π.) και
- ο κίνδυνος έκρηξης ή ανάφλεξης όταν συνυπάρχουν με εύφλεκτα μείγματα.

Έχουν αναφερθεί περιστατικά εκρήξεων σε δεξαμενόπλοια και στην πετροχημική βιομηχανία, οφειλόμενα σε στατικό ηλεκτρισμό [15]. Είναι χαρακτηριστικό ότι το κατώτατο όριο ενέργειας του ηλεκτροστατικού πεδίου, που

χρειάζεται για την ανάφλεξη ατμών υδρογονανθράκων στον αέρα, είναι περίπου 0,2 mJ [8].

### 1.6.1 Κίνδυνοι λόγω ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων σε μονάδες επείγουσας ιατρικής

Ένας κίνδυνος για τον ασθενή, το προσωπικό και τον εξοπλισμό που περιλαμβάνει ολοκληρωμένα κυκλώματα, είναι ο στατικός ηλεκτρισμός που μπορεί να δημιουργηθεί στις μονάδες επείγουσας ιατρικής (χειρουργεία, χώροι νάρκωσης, χώρος αξονικής τομογραφίας, Μ.Ε.Θ.) και ιδιαίτερα στους χώρους νάρκωσης και στα χειρουργεία [1]. Το ηλεκτροστατικό πεδίο στους χώρους αυτούς προέρχεται από την παραγωγή ελευθέρων ηλεκτρικών φορέων, λόγω διεργασιών φόρτισης (τριβή, κόψιμο τεμαχίων κ.λ.π.) και ηλεκτροστατικών φορτίσεων υπό την επίδραση ηλεκτρικών πεδίων.

Οι ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις, υπό μορφή σπινθήρα (ηλεκτρικό τόξο) ή όχι, που είναι δυνατό να εκδηλωθούν στο παραπάνω ηλεκτροστατικό πεδίο, μπορεί να προκαλέσουν ανωμαλίες λειτουργίας ή βλάβες σε κυκλώματα ηλεκτρονικών συσκευών, καθώς και έκρηξη ή ανάφλεξη, όταν συνυπάρχουν με εύφλεκτα μείγματα αερίων, που χρησιμοποιούνται στους χώρους αυτούς. Ο στατικός ηλεκτρισμός στις μονάδες επείγουσας ιατρικής μπορεί να γίνει επικίνδυνος ακόμα και από τον φόβο που προκαλεί όταν γίνεται αντιληπτός. Έχει επίσης διατυπωθεί η άποψη ότι ο στατικός ηλεκτρισμός μπορεί να προκαλέσει στάση της καρδιάς, όταν εφαρμοσθεί σε έναν βηματικό καθετήρα. Οι κίνδυνοι από τον στατικό ηλεκτρισμό υπάρχουν σε μεγαλύτερο βαθμό στους χώρους νάρκωσης και στα χειρουργεία, από ότι στις μονάδες ασθενών επείγουσας ιατρικής. Για την εξάλειψη των κινδύνων από τον στατικό ηλεκτρισμό χρειάζονται ειδικές εγκαταστάσεις. Πρόκειται κυρίως για τα **αντιστατικά δάπεδα** και τον ειδικό κλιματισμό. Θα πρέπει επίσης να αποφεύγεται η χρήση υλικών που ευνοούν από τη φύση τους τη δημιουργία ηλεκτροστατικών φορέων.

## 1.7 Μέθοδοι προστασίας από τις ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις

Η προστασία από τις ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις γίνεται με μεθόδους, που αποσκοπούν στην απαγωγή των ελευθέρων ηλεκτρικών φορέων, ώστε να αποκλείεται η εκδήλωση φαινομένων ιονισμού. Οι μέθοδοι προστασίας αφορούν κυρίως [1, 2, 3, 5] :

- την τοποθέτηση **αντιστατικών δαπέδων** (που ενώ έχουν μονωτικές ιδιότητες διευκολύνουν στην απαγωγή των ελευθέρων ηλεκτρονίων προς γη) με αρχική αντίσταση, αντίσταση κατά το πρώτο έτος μετά την εγκατάσταση, της τάξης των  $0,25 \text{ M}\Omega \div 1 \text{ M}\Omega$ ,
- τη γείωση των ηλεκτρικών συσκευών με αντίσταση γείωσης μικρότερη από  $0,2 \Omega$  χωρίς όμως μεταλλική επαφή με το δάπεδο (ώστε να παρέχεται προστασία του προσωπικού από εγκαύματα υψηλών συχνοτήτων),
- την χρήση αντιστατικών παπουτσιών με αντίσταση όχι μεγαλύτερη από  $50 \Omega$ , χωρίς όμως μεταλλική επαφή με το δάπεδο (για να παρέχεται προστασία από εγκαύματα υψηλών συχνοτήτων),
- την χρησιμοποίηση αγωγίμων ή αντιστατικών υλικών, ανάλογα με την περίπτωση, όπως π.χ. στα χειρουργεία : μεταλλικά εργαλεία, εξοπλισμός από μεταλλικά ή αντιστατικά υλικά, βαμβακερός ρουχισμός και βαμβακερά υφάσματα κλινοστρωμής (δεν ενδείκνυνται ρουχισμός και υλικά κλινοστρωμής από μαλλί, μετάξι και συνθετικές ίνες),
- την γείωση μεταλλικών επιφανειών,
- την φύλαξη εύφλεκτων αερίων και υγρών σε αγωγίμα δοχεία,
- την ανανέωση του αέρα ενός χώρου (απαγωγή εύφλεκτων μειγμάτων),
- την αύξηση της σχετικής υγρασίας (στα χειρουργεία και στις μονάδες εντατικής θεραπείας απαιτείται σχετική υγρασία 50%-60%).



Επομένως, στην μείωση των κινδύνων από τις ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις συμβάλλουν, εκτός των άλλων, οι ενδεδειγμένες κατά περίπτωση κλιματολογικές συνθήκες, οι οποίες μπορούν να καθοριστούν μέσω κατάλληλης εγκατάστασης κλιματισμού [1,3]. Για αυτόν το λόγο στις μονάδες επείγουσας ιατρικής επιβάλλεται η εγκατάσταση ειδικού κλιματισμού.



## 2. Αντιστατικά δάπεδα

Όπως ήδη αναφέρθηκε, μία από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την εξάλειψη των κινδύνων εξαιτίας ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων, είναι η εγκατάσταση αντιστατικών δαπέδων, δηλαδή δαπέδων που διευκολύνουν την απαγωγή των ελευθέρων ηλεκτρικών φορέων προς την γη.

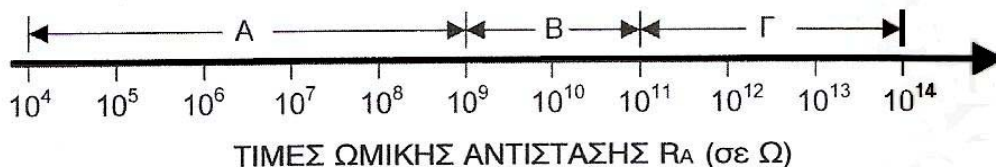
Οι χώροι όπου συνήθως τοποθετούνται τα αντιστατικά δάπεδα είναι οι μονάδες επείγουσας ιατρικής (χειρουργεία, χώροι νάρκωσης, χώρος αξονικής τομογραφίας, Μ.Ε.Θ.), χώροι συγκροτημάτων μηχανημάτων υψηλής τεχνολογίας όπου υπάρχει ευαίσθητος ηλεκτρονικός εξοπλισμός, όπως : τηλεφωνικά κέντρα, κέντρα επικοινωνιών, αίθουσες υπολογιστών (computer rooms), πύργοι εναέριας κυκλοφορίας και χώροι όπου υπάρχει κίνδυνος ανάφλεξης εύφλεκτων μειγμάτων, όπως για παράδειγμα στα διυλιστήρια και σε αποθήκες πυρομαχικών. Επίσης αντιστατικά δάπεδα τοποθετούνται σε χώρους χειρισμού διακοπών υψηλής τάσης, όπου είναι δυνατόν να συσσωρευθεί ηλεκτροστατικό φορτίο λόγω του ισχυρού ηλεκτρικού πεδίου.

### 2.1 Κατάταξη των υλικών βάσει της ηλεκτρικής τους αντίστασης

Στο σχήμα 2.1-1 δίνεται απλοποιημένα η κατάταξη των υλικών (βάσει της τιμής της ωμικής τους αντίστασης) ως προς τη δυνατότητα τους στην απαγωγή των ηλεκτροστατικών φορέων [1,2]. Στο ίδιο σχήμα δίνονται και οι τιμές των ωμικών αντιστάσεων (σε Ω) στα όρια των περιοχών που διαμορφώνονται από την παραπάνω κατάταξη. Σύμφωνα με αυτή την κατάταξη, προκειμένου ένα υλικό να είναι αντιστατικό θα πρέπει η τιμή της ωμικής αντίστασης  $R_A$  να είναι μεταξύ των ορίων της περιοχής Α ( $10^4 \Omega < R_A < 10^9 \Omega$ ). Όταν η τιμή  $R_A$  είναι μεγαλύτερη των  $10^9 \Omega$  ( $R_A > 10^9 \Omega$ ) το υλικό συμπεριφέρεται ως ηλεκτρομονωτικό.

Τα ηλεκτρομονωτικά υλικά γενικά, δεν παράγουν ηλεκτροστατικούς φορείς. Αυτό σημαίνει ότι φορτίζονται ηλεκτρικά και είναι ακατάλληλα να χρησιμοποιούνται σε χώρους όπου μπορούν να φορτιστούν ηλεκτρικά λόγω εκδήλωσης των νόμων της φόρτισης και της επαγωγής (όπως μπορεί να συμβεί σε χώρους επείγουσας ιατρικής).

Ωστόσο, η αντίσταση των αντιστατικών δαπέδων δεν πρέπει να είναι ιδιαίτερα χαμηλή, καθώς σε αυτήν την περίπτωση υπάρχει αυξημένος κίνδυνος ηλεκτροπληξίας εξαιτίας διαρροών από ηλεκτρικές συσκευές ή εξαιτίας άλλου είδους σφαλμάτων στην κύρια ηλεκτρική εγκατάσταση [16].



**Σχήμα 2.1-1 :** Κατάταξη των υλικών ως προς τη δυνατότητα τους στην απαγωγή των ηλεκτροστατικών φορέων βάσει της τιμής της ωμικής τους αντίστασης  $R_A$  (σε Ω).

A : Αντιστατικά υλικά, δηλαδή απάγουν ηλεκτροστατικούς φορείς ( $10^4 < R_A < 10^9 \Omega$ ).

B : Υλικά με περιορισμένες δυνατότητες απαγωγής ηλεκτροστατικών φορέων ( $10^9 \Omega < R_A < 10^{11} \Omega$ ).

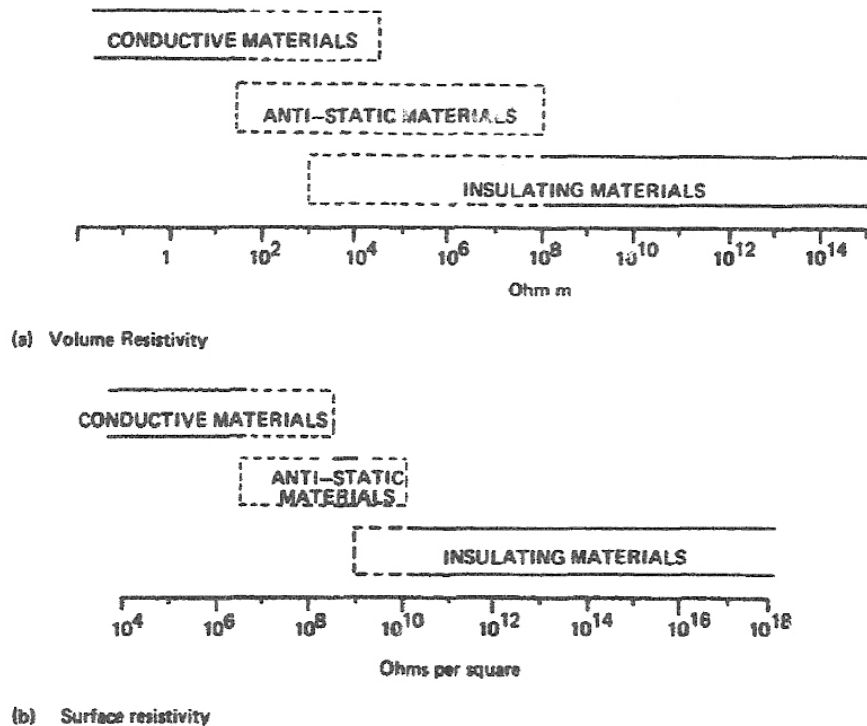
Γ : Υλικά που, γενικά, δεν απάγουν ηλεκτροστατικούς φορείς. Αυτό σημαίνει ότι φορτίζονται ηλεκτρικά ( $10^{11} \Omega < R_A < 10^{14} \Omega$ ).

Πρέπει να σημειωθεί ότι η ωμική αντίσταση των αντιστατικών δαπέδων  $R_A$ , αυξάνει με την πάροδο του χρόνου. Επομένως, επιβάλλεται ο προγραμματισμένος έλεγχος της τιμής της αντίστασής τους, ώστε να διαπιστώνεται εάν πληρούν τις προδιαγραφές.

Στο σχήμα 2.1-2 δίδεται μία διαφορετική κατηγοριοποίηση των υλικών βάσει της επιφανειακής και της κατακόρυφης αντίστασής τους [17]. Το εύρος των περιοχών της αντίστασης, που καθορίζουν κατά πόσον ένα υλικό είναι αγωγίμο, αντιστατικό ή μονωτικό, δεν είναι σαφώς καθορισμένο, αλλά υπάρχουν περιοχές που επικαλύπτονται. Αυτό συμβαίνει επειδή η συμπεριφορά των υλικών εξαρτάται από διάφορους μεταβαλλόμενους παράγοντες όπως είναι η θερμοκρασία και η υγρασία, αλλά και από τις εφαρμογές όπου τα υλικά αυτά πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

Σύμφωνα με αυτήν την κατηγοριοποίηση, ένα υλικό χαρακτηρίζεται μονωτικό εάν είτε η επιφανειακή του αντίσταση (surface resistivity) ή η κατακόρυφή του αντίσταση (volume resistivity) βρίσκεται στην αντίστοιχη περιοχή. Παρομοίως, ένα υλικό χαρακτηρίζεται ως αγωγίμο εάν η τιμή της επιφανειακής ή της κατακόρυφης αντίστασης βρίσκεται στην αντίστοιχη περιοχή. Εάν η τιμή ενός ή και των δύο ανωτέρω ειδών αντίστασης βρίσκεται σε περιοχή επικάλυψης, το υλικό χαρακτηρίζεται ανάλογα με την εφαρμογή στην οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθεί.

Η περιοχή που χαρακτηρίζεται αντιστατική πάντα επικαλύπτεται από μία εκ των δύο άλλων περιοχών. Επομένως, όταν ενδιαφερόμαστε για υλικά που συμπεριφέρονται ως αντιστατικά πρέπει να λαμβάνουμε υπ' όψιν τις απαιτήσεις της συγκεκριμένης εφαρμογής και δεν υπάρχει κάποια κατάταξη των υλικών που να μπορεί να θεωρηθεί απόλυτα ακριβής.



**Σχήμα 2.1-2 :** Κατάταξη των υλικών ως προς τη δυνατότητα τους στην απαγωγή των ηλεκτροστατικών φορέων βάσει της τιμής της ωμικής τους αντίστασης.  
 α) Κατακόρυφη αντίσταση (Volume Resistivity)  
 β) Επιφανειακή αντίσταση (Surface Resistivity)

## 2.2 Τύποι αντιστατικών δαπέδων

Υπάρχουν διάφοροι τύποι αντιστατικών δαπέδων που χρησιμοποιούνται στην πράξη. Τα αντιστατικά δάπεδα μπορεί να είναι :

- σε ρολλά, που στρώνονται πάνω στο υπάρχον δάπεδο
- σε πλακίδια
- χυτά
- υπερυψωμένα

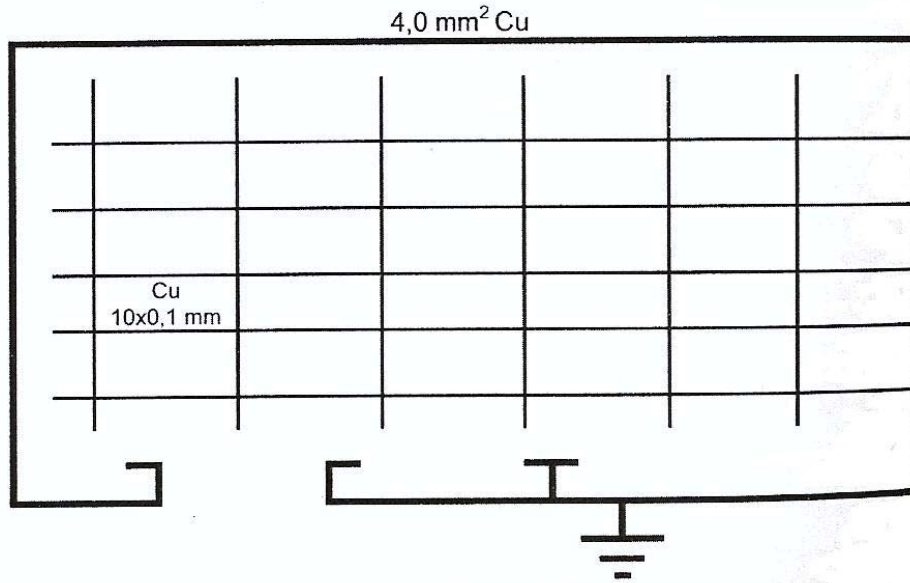
Επίσης, συχνά, ιδιαίτερα σε κτήρια γραφείων, χρησιμοποιούνται αντιστατικά χαλιά.

Ένας γρήγορος και φθηνός τρόπος, ώστε τα υλικά που χρησιμοποιούνται στα αντιστατικά δάπεδα να αποκτήσουν την επιθυμητή αγωγιμότητα, είναι η «νόθευσή» τους με αγώγιμα πρόσθετα (π.χ. ρινίσματα χαλκού ή άλλων μετάλλων, άνθρακας) κατά την παρασκευή των μειγμάτων [16]. Μία άλλη δυνατότητα είναι η επικάλυψη με μέταλλα ή άλλα αγώγιμα υλικά, όμως η χρήση αγώγιμων προσθέτων είναι πιο δημοφιλής όταν απαιτείται αντοχή και μεγάλη διάρκεια ζωής των αντιστατικών δαπέδων.

Η αγωγιμότητα των αντιστατικών δαπέδων ποικίλει ανάλογα με την χρήση του χώρου στον οποίο πρόκειται να εγκατασταθούν.

### **2.3 Εγκατάσταση αντιστατικών δαπέδων**

Στο σχήμα 2.3-1 δείχνεται ένα παράδειγμα εγκατάστασης του πλέγματος για την γείωση ενός αντιστατικού δαπέδου [1,2]. Αρχικά κατασκευάζεται ένα πλέγμα γείωσης από λάμες χαλκού (σε μορφή ταινίας) διατομής τουλάχιστον  $10 \times 0,1$  mm που δεν χρειάζεται να συγκολληθούν μεταξύ τους με τον τρόπο που δείχνεται στο σχήμα (διάταξη καρέ). Το πλέγμα αυτό συνδέεται με ένα χάλκινο αγωγό διατομής τουλάχιστον  $4 \text{ mm}^2$  που είναι τοποθετημένος περιμετρικά του χώρου. Ο αγωγός αυτός συνδέεται σε μία θέση με το ηλεκτρόδιο γείωσης της εγκατάστασης, που δεν έχει σχέση με άλλη γείωση (π.χ. γείωση εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης, γείωση αντικεραυνικής προστασίας, κ.λ.π.). Στην συνέχεια τοποθετούνται αντιστατικές πλάκες ή χυτό αντιστατικό δάπεδο. Η τοποθέτηση αντιστατικών πλακών γίνεται με ειδική αντιστατική κόλλα.



**Σχήμα 2.3-1 :** Παράδειγμα τρόπου εγκατάστασης πλέγματος για την γείωση αντιστατικού δαπέδου.

## 2.4 Οδηγίες για την φροντίδα των αντιστατικών δαπέδων

Ο καθαρισμός των αντιστατικών δαπέδων απαιτεί μια ειδική διαδικασία, ώστε να μην επηρεάζεται η αγωγιμότητά τους [10, 11]. Τα συνηθισμένα μέσα καθαρισμού συχνά περιέχουν συστατικά με αμμωνία ή σιλικόνη. Η αμμωνία οδηγεί σε φθορές σε μεταλλικά μέρη, που μετά από κάποιο διάστημα μπορεί να σπάσουν. Οι ατμοί σιλικόνης εγκαθίστανται στις επαφές και μπορεί να μειώσουν την αξιοπιστία του δαπέδου.

Η επιφάνεια του αντιστατικού δαπέδου δεν πρέπει να μονώνεται από μεμβράνη λαδιού ή κεριού. Κάθε κερί, βαφή ή ύφασμα που χρησιμοποιείται για την συντήρηση του δαπέδου δεν πρέπει να επηρεάζει την αγωγιμότητά του.

Δεν επιτρέπεται το καθάρισμα του δαπέδου με νερό. Επιτρέπεται το υγρό σκούπισμα ή σφουγγάρισμα.





### **3. Η διάταξη και η διαδικασία των μετρήσεων**

Στο πλαίσιο της εκπόνησης της παρούσας διπλωματικής εργασίας, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις της αντίστασης δειγμάτων αντιστατικών δαπέδων, αλλά και επί τόπου μετρήσεις σε εγκατεστημένα αντιστατικά δάπεδα χειρουργείων και χώρων επείγουσας ιατρικής.

Τα δείγματα αντιστατικών δαπέδων μετρήθηκαν σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 61340.04.01, στο Εργαστήριο Ηλεκτρικών Μετρήσεων της Σχολής Η.Μ.Μ.Υ. του Ε.Μ.Π., ενώ τα αντιστατικά δάπεδα των χειρουργείων και των χώρων επείγουσας ιατρικής μετρήθηκαν σύμφωνα με τα πρότυπα ΕΛΟΤ EN 61340.04.01, DIN 51953 και DIN 53482, προκειμένου να συγκριθούν τα αποτελέσματα των δύο μεθόδων μέτρησης και να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα.

Μία σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο προτύπων μέτρησης είναι ότι το νέο Ελληνικό και Ευρωπαϊκό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 61340.04.01 απαιτεί την μέτρηση τόσο της επιφανειακής όσο και της κατακόρυφης αντίστασης του δαπέδου, ενώ τα DIN 51953 και DIN 53482 μόνο της κατακόρυφης αντίστασης. Επίσης, η τάση δοκιμής κατά ΕΛΟΤ EN 61340.04.01 διαφέρει από αυτήν κατά DIN 51953 και DIN 53482.

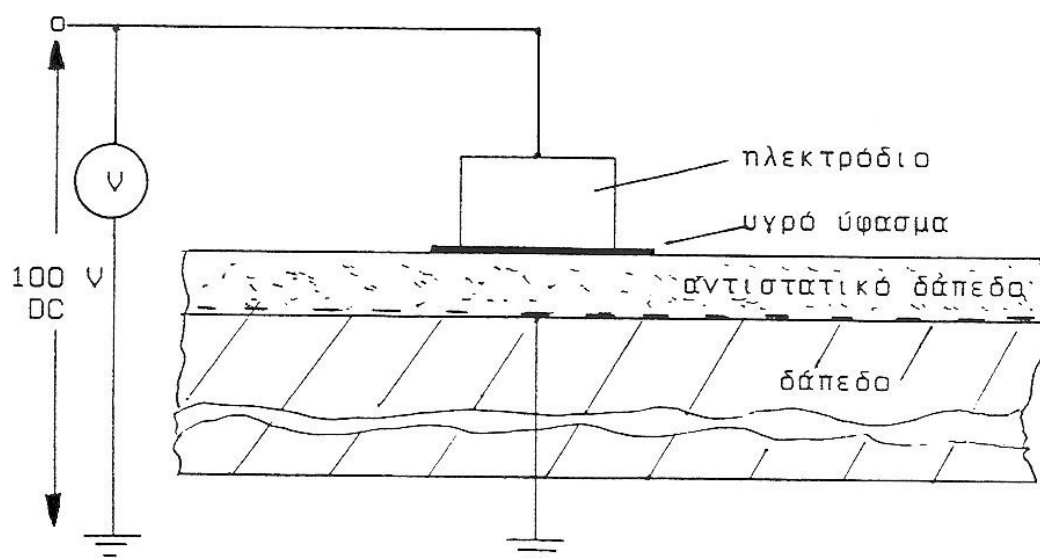
#### **3.1 Μετρήσεις κατά DIN 51953 και DIN 53482**

##### **3.1.1 Η διάταξη των μετρήσεων**

Η διάταξη για την μέτρηση της αντίστασης αντιστατικών δαπέδων κατά DIN 51953 και DIN 53482, δίδεται στο σχήμα 3.1.1-1 [1,2]. Το ηλεκτρόδιο έχει επιφάνεια  $20 \text{ cm}^2$  και βάρος  $1 \text{ kp} \approx 10\text{N}$ . Για την τιμή της αντίστασης του δαπέδου κατά την μέθοδο αυτή, ισχύει :

- Για νέο δάπεδο :  $R \leq 1 \text{ M}\Omega$
- Μετά 1 ÷ 4 έτη :  $R \leq 100 \text{ M}\Omega$

Η διάταξη αποτελείται από μία πηγή συνεχούς τάσης εξόδου 100 V της οποίας ο αρνητικός πόλος είναι συνδεδεμένος σε δυναμικό αναφοράς (0 V). Για την λήψη των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε η συσκευή HP4329A (Παράρτημα Α). Μεταξύ του ηλεκτροδίου θετικής πολικότητας και του αντιστατικού δαπέδου τοποθετείται υγρό στυπόχαρτο ή ένα υγρό ύφασμα. Αυτό γίνεται για να εκφράζεται η δυσμενέστερη περίπτωση που συναντάται στην πράξη, αφού λαμβάνεται υπόψη η σχετική υγρασία του περιβάλλοντος (ο κανονισμός υποδεικνύει ότι τα ασφαλή όρια της σχετικής υγρασίας των χώρων με αυξημένη επικινδυνότητα στις εκδηλώσεις ηλεκτροστατικής εκφόρτισης πρέπει να είναι από 40 °C έως 60 °C).



Σχήμα 3.1.1-1 : Μέτρηση αντιστατικού δαπέδου κατά DIN 51953 και DIN 53482

### 3.1.2 Η διαδικασία των μετρήσεων

Αρχικά, πριν την τοποθέτηση του ηλεκτροδίου, γίνεται καθαρισμός του σημείου του δαπέδου, όπου πρόκειται να γίνουν μετρήσεις, από τα κατάλοιπα της εγκατάστασης και τις ακαθαρσίες, όπως ίχνη αγωγίμης κόλλας, ίχνη μπετόν, βρωμιά, σωματίδια κ.τ.λ. Ο καθαρισμός γίνεται συνήθως με αλκοολούχο διάλυμα σύμφωνα με τις υποδείξεις των κανονισμών (π.χ. αιθυλική αλκοόλη περιεκτικότητας σε αλκοόλη 75%).

Η διαδικασία των μετρήσεων μέσω της συσκευής HP4329A του οίκου Hewlett-Packard περιλαμβάνει βασικά δύο στάδια [1,2] :

1. Την φόρτιση της συσκευής, όπου :

- i) Ο διακόπτης επιλογής της τάσης δοκιμής τοποθετείται στη θέση 100 V,
- ii) Ο διακόπτης RESISTANCE-CURRENT τοποθετείται στη θέση RESISTANCE,
- iii) Ο διακόπτης RANGE τοποθετείται στη θέση IMAX και ο διακόπτης (δεξιά του διακόπτη RANGE) στη θέση CHARGE, και
- iv) Ο διακόπτης LINE τοποθετείται στη θέση ON.

2. Την εκφόρτιση της συσκευής, όπου :

- i) Ο διακόπτης RANGE τοποθετείται στη θέση MEASUREMENT.

Με την ανωτέρω μέθοδο έγιναν μετρήσεις της αντίστασης του αντιστατικού δαπέδου σε δύο χειρουργικές αίθουσες, σε διάδρομο χειρουργείων, σε θάλαμο ανάληψης και σε Μονάδα Αυξημένης Φροντίδας (Μ.Α.Φ.).

Έγιναν μετρήσεις καλύπτοντας όλη την επιφάνεια του αντιστατικού δαπέδου σε κάθε περίπτωση, δίνοντας ιδιαίτερο βάρος στην περιοχή γύρω από την χειρουργική τράπεζα (στο ύψος του κεφαλιού, του κορμού και των άνω και κάτω άκρων του ασθενούς) και γύρω από τις κλίνες των ασθενών, στους θαλάμους ανάληψης και Μ.Α.Φ., στα αντίστοιχα σημεία (κεφάλι, κορμός, άνω και κάτω άκρα). Επιπλέον, ελήφθησαν περισσότερες μετρήσεις σε σημεία όπου το αντιστατικό δάπεδο παρουσίαζε φθορές.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 4.

## **3.2 Μετρήσεις κατά ΕΛΟΤ EN 61340.04.01**

Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 61340.04.01 μετρήσαμε δείγματα αντιστατικών δαπέδων που μεταφέρθηκαν στο Εργαστήριο Ηλεκτρικών Μετρήσεων της Σχολής Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών του Ε.Μ.Π., προκειμένου να μετρηθεί η αντίστασή τους. Επίσης, σύμφωνα με τις απαιτήσεις που ορίζει το ανωτέρω πρότυπο, πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις σε εγκατεστημένα δάπεδα χώρων επείγουσας ιατρικής.

Το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 61340.04.01 απαιτεί την μέτρηση τόσο της επιφανειακής όσο και της κατακόρυφης αντίστασης του δαπέδου.

Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις κατά ΕΛΟΤ EN 61340.04.01 είναι το όργανο δοκιμών METRISO®C, που κατασκευάζεται από την γερμανική εταιρεία GOSSEN METRAWATT GMBH. Πρόκειται για ένα μικρών διαστάσεων, φορητό και ιδιαίτερα εύχρηστο όργανο με πολλές δυνατότητες.

Μία σύντομη περιγραφή του οργάνου METRISO®C δίδεται στο Παράρτημα Α, ενώ στο Παράρτημα Β παρατίθεται το εγχειρίδιο χρήσης, του εν λόγω οργάνου, στην ελληνική γλώσσα.

### **3.2.1 Η διάταξη των μετρήσεων**

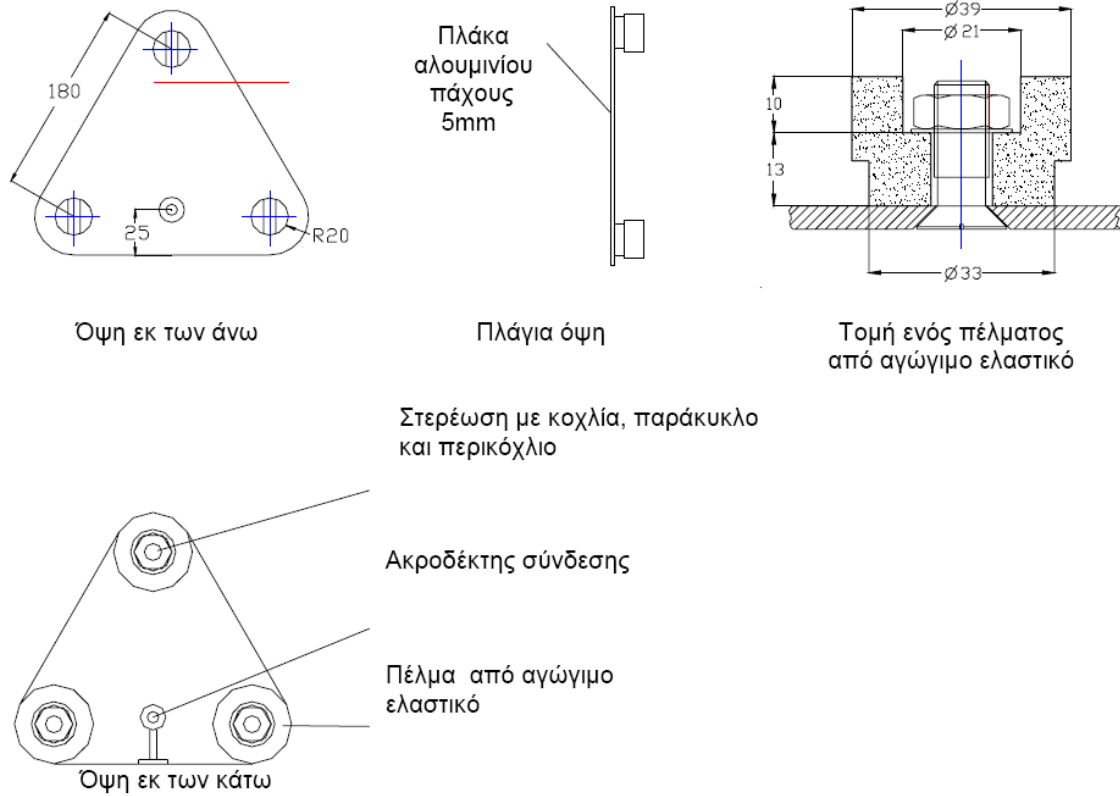
#### **3.2.1.1 Περιγραφή και χρήση των ηλεκτροδίων κατά ΕΛΟΤ EN 61340.04.01**

Προκειμένου να μετρηθεί η αντίσταση αντιστατικών δαπέδων το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 61340.04.01 απαιτεί την χρήση ειδικών ηλεκτροδίων, τριγωνικού σχήματος [14].

Το ηλεκτρόδιο ελέγχου είναι ένα μεταλλικό τρίποδο (Σχήμα 3.2.1.1-1) με το οποίο, τα μέρη που έρχονται σε επαφή με το δάπεδο, δημιουργούν ένα ισόπλευρο τρίγωνο. Κάθε σκέλος έχει μία εύκαμπτη περιοχή η οποία με πίεση, δημιουργεί μία στενή επαφή με την προς έλεγχο επιφάνεια με εμβαδόν  $900 \text{ mm}^2$  περίπου και μία αντίσταση μικρότερη από  $5.000 \Omega$ .

Πριν από την μέτρηση, θα πρέπει η ελεγχόμενη επιφάνεια να υγραίνεται, η να καλύπτεται από ένα υγρό ύφασμα.

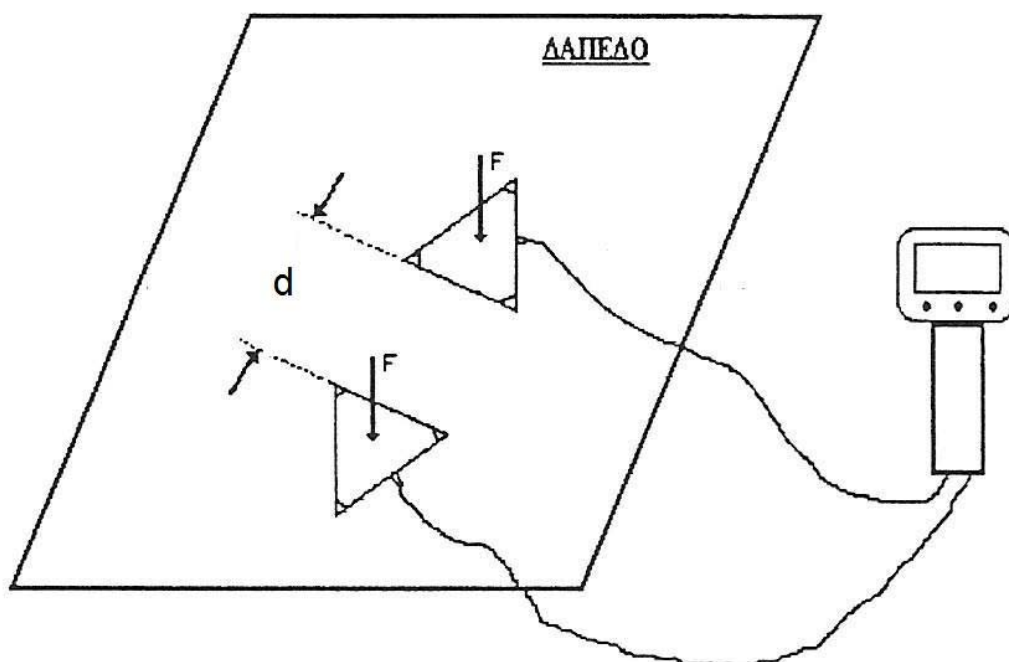
Κατά την διάρκεια της μέτρησης θα πρέπει να εφαρμόζεται πάνω στο τρίποδο μία δύναμη, η τιμή της οποίας μπορεί να αναζητηθεί στην βιβλιογραφία.



**Σχήμα 3.2.1.1-1** : Το τριγωνικό ηλεκτρόδιο ελέγχου κατά ΕΛΟΤ EN 61340.04.01

### 3.2.1.2 Συνδεσμολογία μέτρησης της επιφανειακής αντίστασης

Για την μέτρηση της επιφανειακής αντίστασης του δαπέδου τα τριγωνικά ηλεκτρόδια τοποθετούνται πάνω στο αντιστατικό δάπεδο, σε συγκεκριμένη απόσταση (d) μεταξύ τους (Σχήμα 3.2.1.2-1) και το καθένα συνδέεται σε έναν από τους δύο ακροδέκτες της συσκευής μέτρησης της αντίστασης. Επιπλέον, πρέπει επί των ηλεκτροδίων να ασκηθεί κάποια δύναμη που να προσομοιάζει το βάρος ενός ενήλικα. Οι τιμές για την δύναμη (F) και την απόσταση (d) μπορούν να αναζητηθούν στην βιβλιογραφία [13].

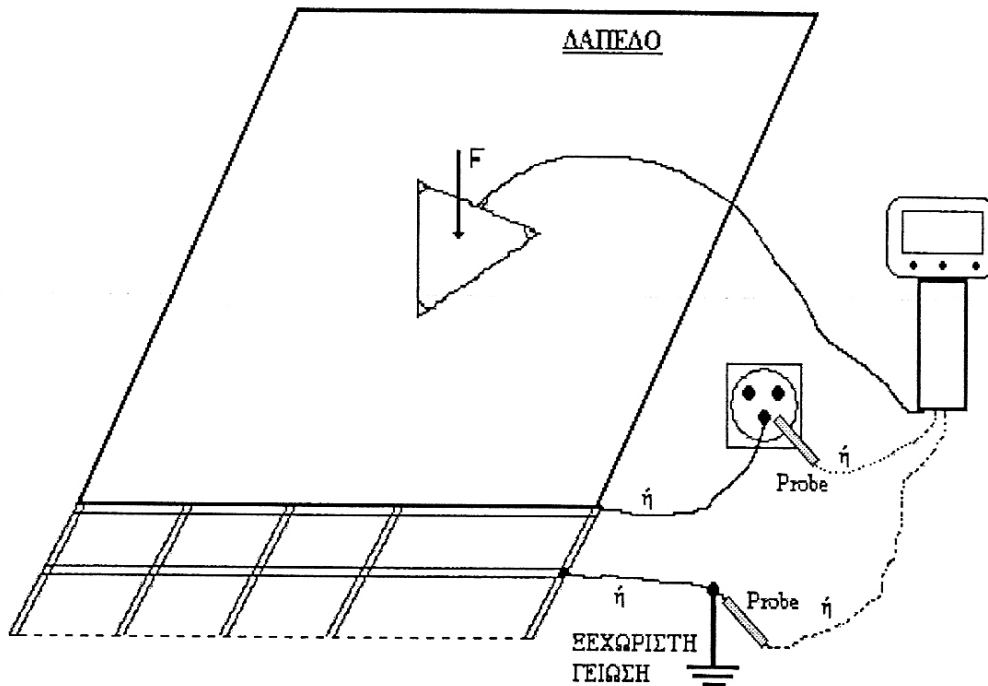


**Σχήμα 3.2.1.2-1 :** Συνδεσμολογία μέτρησης της επιφανειακής αντίστασης

### 3.2.1.3 Συνδεσμολογία μέτρησης της κατακόρυφης αντίστασης

Για την μέτρηση της κατακόρυφης αντίστασης του δαπέδου χρησιμοποιούμε μόνον ένα τριγωνικό ηλεκτρόδιο (Σχήμα 3.2.1.3-1). Ο ακροδέκτης θετικής πολικότητας της συσκευής μέτρησης συνδέεται με το τριγωνικό ηλεκτρόδιο, ενώ ο ακροδέκτης COM της συσκευής συνδέεται με έναν διαθέσιμο κόμβο αναφοράς μηδενικού δυναμικού (γείωση). Ως κόμβος γείωσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας ακροδέκτης από την γείωση του αντιστατικού δαπέδου, εφόσον είναι ξεχωριστή, ο ακροδέκτης γείωσης ενός ρευματοδότη τύπου σούκο ή οποιοσδήποτε άλλος κόμβος μηδενικού δυναμικού.

Και σε αυτήν την περίπτωση πρέπει να ασκείται κάποια δύναμη επί του ηλεκτροδίου.



Σχήμα 3.2.1.3-1 : Συνδεσμολογία μέτρησης της κατακόρυφης αντίστασης

### 3.2.2 Η διαδικασία των μετρήσεων

Αφού πραγματοποιήσουμε την απαιτούμενη συνδεσμολογία, όπως περιγράφεται στις παραγράφους 3.2.1.2 και 3.2.1.3, ανάλογα με το είδος της μέτρησης (επιφανειακή αντίσταση ή οριζόντια αντίσταση), ακολουθούμε τα επόμενα βήματα :

- Αρχικά ενεργοποιούμε την συσκευή METRISO®C και πατάμε το πλήκτρο κάτω από την ένδειξη  $R_{INS}$  για να μεταβούμε στην λειτουργία μέτρησης της αντίστασης μόνωσης. Προσέχουμε ώστε οι μπαταρίες της συσκευής να μην έχουν εξαντληθεί, σε αντίθετη περίπτωση υπάρχει ο κίνδυνος λήψης εσφαλμένων μετρήσεων.
- Αρχικά επιλέγεται η κατάλληλη τιμή της τάσης δοκιμής. Η επιλεγείσα τάση δοκιμής απεικονίζεται στην οθόνη ανάμεσα στις ενδείξεις  $R_{INS}$  και  $U_{ISO}$ . Εάν

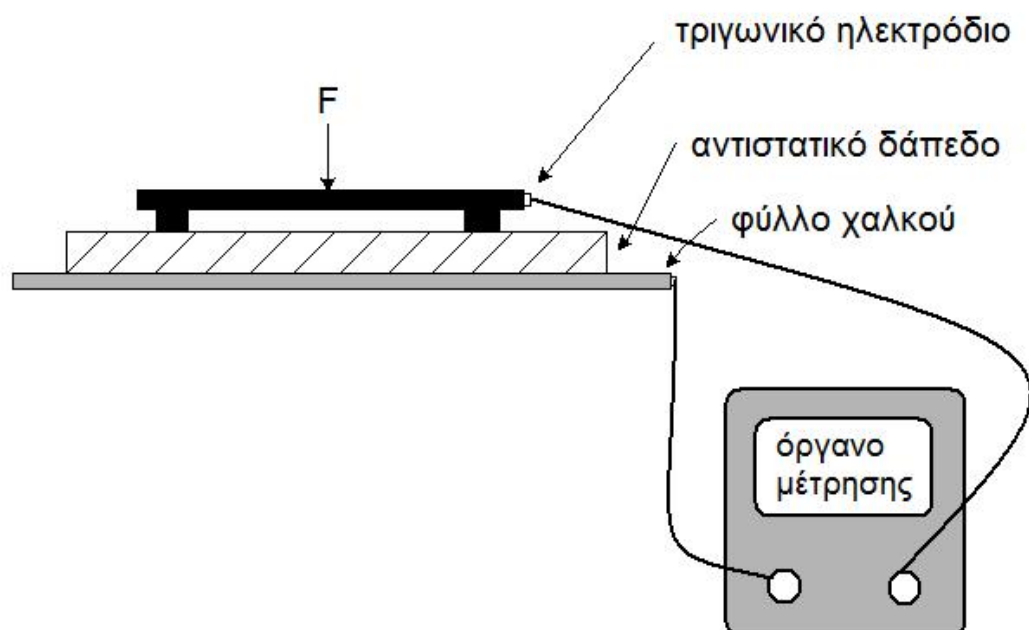
θέλουμε να επιλέξουμε μία άλλη τάση πατάμε το πλήκτρο  $U_{ISO}$  και επιλέγουμε την επιθυμητή τάση δοκιμής.

- Αρχίζουμε την μέτρηση πατώντας το πλήκτρο START.

Με την ανωτέρω μέθοδο έγιναν μετρήσεις τόσο της επιφανειακής όσο και της κατακόρυφης αντίστασης, σε αντιστατικό δάπεδο δύο χειρουργικών αιθουσών, σε διάδρομο χειρουργείου, σε θαλάμου ανάληψης και σε Μονάδα Αυξημένης Φροντίδας (Μ.Α.Φ.).

Επίσης έγιναν μετρήσεις καλύπτοντας όλη την επιφάνεια του αντιστατικού δαπέδου σε κάθε περίπτωση, δίνοντας όμως ιδιαίτερο βάρος στην περιοχή γύρω από την χειρουργική τράπεζα (στο ύψος του κεφαλιού, του κορμού και των άνω και κάτω άκρων του ασθενούς), σε σημεία που το δάπεδο παρουσίαζε φθορές και γύρω από τις κλίνες των ασθενών, στους θαλάμους ανάληψης και Μ.Α.Φ., στα αντίστοιχα σημεία (κεφάλι, κορμός, άνω και κάτω άκρα)

Ακόμη, με την μέθοδο κατά ΕΛΟΤ EN 61340.04.01 ελήφθησαν μετρήσεις της επιφανειακής και της κατακόρυφης αντίστασης, δειγμάτων αντιστατικών δαπέδων στο Εργαστήριο Ηλεκτρικών Μετρήσεων της Σχολής Η.Μ.Μ.Υ. του Ε.Μ.Π.



**Σχήμα 3.2.2-1** : Συνδεσμολογία μέτρησης της κατακόρυφης αντίστασης στο εργαστήριο



Ελήφθησαν μετρήσεις για διάφορες τιμές της εφαρμοζόμενης τάσης (100 V, 250 V και 500 V), προκειμένου να συγκρίνουμε τα αποτελέσματα και να εξάγουμε χρήσιμα συμπεράσματα. Οι μετρήσεις έγιναν με βάση την διάταξη που περιγράφεται στο σχήμα 3.2.2-1. Σε όλες τις μετρήσεις το εφαρμοζόμενο βάρος (F) ήταν σταθερό.

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων παρουσιάζονται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 4.



## 4. Αποτελέσματα των μετρήσεων

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν. Αρχικά, παρατίθενται τα αποτελέσματα των μετρήσεων της αντίστασης, δειγμάτων αντιστατικών δαπέδων, που έγιναν στο Εργαστήριο Ηλεκτρικών Μετρήσεων της Σχολής Η.Μ.Μ.Υ. του Ε.Μ.Π.. Στην συνέχεια, παρατίθενται τα αποτελέσματα των μετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν σε εγκατεστημένα δάπεδα σε χώρους επείγουσας ιατρικής (Χειρουργία, Μ.Α.Φ.), σύμφωνα με την μεθοδολογία που περιγράφηκε στο κεφάλαιο 3.

### 4.1 Μετρήσεις δειγμάτων αντιστατικών δαπέδων στο εργαστήριο

- Δείγμα : No 1

Επιφανειακή αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	69 kΩ	69 kΩ	70 kΩ	72 kΩ	72 kΩ	70 kΩ
250 V	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ
500V	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ

Κατακόρυφη αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	2,00 MΩ	1,95 MΩ	1,96 MΩ	1,98 MΩ	1,88 MΩ	1,95 MΩ
250 V	0,36 MΩ	0,36 MΩ	0,44 MΩ	0,38 MΩ	0,46 MΩ	0,40 MΩ
500V	0,21 MΩ	0,21 MΩ	0,21 MΩ	0,21 MΩ	0,21 MΩ	0,21 MΩ

- Δείγμα : No 2

Επιφανειακή αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	60 kΩ	61 kΩ	61 kΩ	61 kΩ	62 kΩ	61 kΩ
250 V	0,05 MΩ	0,05 MΩ	0,05 MΩ	0,05 MΩ	0,05 MΩ	0,05 MΩ
500V	0,05 MΩ	0,05 MΩ	0,05 MΩ	0,05 MΩ	0,05 MΩ	0,05 MΩ

Κατακόρυφη αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	77 kΩ	79 kΩ	81 kΩ	82 kΩ	83 kΩ	80 kΩ
250 V	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ
500V	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ	0,06 MΩ

- Δείγμα : No 3

Επιφανειακή αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	2,52 GΩ	2,72 GΩ	2,83 GΩ	2,96 GΩ	3,04 GΩ	2,81 GΩ
250 V	2,23 GΩ	2,31 GΩ	2,26 GΩ	2,36 GΩ	2,40 GΩ	2,31 GΩ
500V	1,91 GΩ	2,04 GΩ	1,99 GΩ	2,06 GΩ	2,15 GΩ	2,03 GΩ

Κατακόρυφη αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	4,89 MΩ	5,20 MΩ	5,50 MΩ	5,75 MΩ	6,04 MΩ	5,48 MΩ
250 V	1,13 MΩ	1,35 MΩ	1,51 MΩ	1,80 MΩ	1,63 MΩ	1,48 MΩ
500V	0,22 MΩ	0,22 MΩ	0,23 MΩ	0,24 MΩ	0,20 MΩ	0,22 MΩ

- Δείγμα : No 4

Επιφανειακή αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	1,88 GΩ	1,91 GΩ	1,96 GΩ	1,95 GΩ	1,96 GΩ	1,93 GΩ
250 V	1,84 GΩ	1,89 GΩ	1,87 GΩ	1,91 GΩ	1,92 GΩ	1,89 GΩ
500V	1,83 GΩ	1,85 GΩ	1,86 GΩ	1,87 GΩ	1,88 GΩ	1,86 GΩ

Κατακόρυφη αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	150 MΩ	152 MΩ	152 MΩ	153 MΩ	153 MΩ	152 MΩ
250 V	129 MΩ	129 MΩ	129 MΩ	129 MΩ	130 MΩ	129 MΩ
500V	118 MΩ	117 MΩ	117 MΩ	117 MΩ	118 MΩ	117 MΩ

- Δείγμα : No 5

Επιφανειακή αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	2,61 GΩ	2,62 GΩ	2,73 GΩ	2,75 GΩ	2,77 GΩ	2,70 GΩ
250 V	2,57 GΩ	2,66 GΩ	2,70 GΩ	2,76 GΩ	2,72 GΩ	2,68 GΩ
500V	2,52 GΩ	2,54 GΩ	2,64 GΩ	2,66 GΩ	2,68 GΩ	2,61 GΩ

Κατακόρυφη αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	2,47 GΩ	2,24 GΩ	2,26 GΩ	2,28 GΩ	2,54 GΩ	2,36 GΩ
250 V	2,05 GΩ	2,13 GΩ	2,21 GΩ	2,22 GΩ	2,14 GΩ	2,15 GΩ
500V	1,99 GΩ	2,06 GΩ	2,11 GΩ	2,14 GΩ	2,02 GΩ	2,06 GΩ

- Δείγμα : No 6

Επιφανειακή αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	2,56 GΩ	2,61 GΩ	2,66 GΩ	2,67 GΩ	2,68 GΩ	2,64 GΩ
250 V	2,47 GΩ	2,49 GΩ	2,52 GΩ	2,54 GΩ	2,55 GΩ	2,51 GΩ
500V	2,38 GΩ	2,40 GΩ	2,43 GΩ	2,44 GΩ	2,43 GΩ	2,42 GΩ

Κατακόρυφη αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	2,24 GΩ	2,30 GΩ	1,90 GΩ	1,91 GΩ	1,93 GΩ	2,06 GΩ
250 V	1,72 GΩ	1,78 GΩ	1,83 GΩ	1,84 GΩ	1,784GΩ	1,80 GΩ
500V	1,69 GΩ	1,74 GΩ	1,77 GΩ	1,79 GΩ	1,78 GΩ	1,75 GΩ

- Δείγμα : No 7

Επιφανειακή αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	3,61 GΩ	3,76 GΩ	3,82 GΩ	3,87 GΩ	3,98 GΩ	3,81 GΩ
250 V	3,56 GΩ	3,67 GΩ	3,74 GΩ	3,79 GΩ	3,75 GΩ	3,70 GΩ
500V	3,52 GΩ	3,62 GΩ	3,68 GΩ	3,79 GΩ	3,77 GΩ	3,68 GΩ

Κατακόρυφη αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	2,33 GΩ	2,37 GΩ	2,38 GΩ	2,41 GΩ	2,47 GΩ	2,39 GΩ
250 V	2,23 GΩ	2,28 GΩ	2,30 GΩ	2,36 GΩ	2,37 GΩ	2,31 GΩ
500V	2,13 GΩ	2,20 GΩ	2,18 GΩ	2,19 GΩ	2,17 GΩ	2,17 GΩ

- Δείγμα : No 8

Επιφανειακή αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	2,42GΩ	2,50 GΩ	2,59 GΩ	2,62 GΩ	2,66 GΩ	2,56 GΩ
250 V	2,37 GΩ	2,40 GΩ	2,49 GΩ	2,50 GΩ	2,51 GΩ	2,45 GΩ
500V	2,23 GΩ	2,29 GΩ	2,34 GΩ	2,35 GΩ	2,38 GΩ	2,32 GΩ

Κατακόρυφη αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	1,69 GΩ	2,30 GΩ	2,27 GΩ	2,32 GΩ	1,86 GΩ	2,09 GΩ
250 V	1,62 GΩ	1,68 GΩ	1,68 GΩ	1,65 GΩ	1,65 GΩ	1,66 GΩ
500V	1,47 GΩ	1,48 GΩ	1,49 GΩ	1,58 GΩ	1,60 GΩ	1,52 GΩ

- Δείγμα : No 9

Επιφανειακή αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	2,99 GΩ	3,10 GΩ	3,17 GΩ	3,23 GΩ	3,25 GΩ	3,15 GΩ
250 V	2,90 GΩ	2,99 GΩ	3,05 GΩ	3,07 GΩ	3,09 GΩ	3,02 GΩ
500V	2,78 GΩ	2,88 GΩ	2,92 GΩ	2,94 GΩ	2,97 GΩ	2,90 GΩ

Κατακόρυφη αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	2,47 GΩ	2,49 GΩ	2,53 GΩ	2,52 GΩ	2,25 GΩ	2,45 GΩ
250 V	2,01 GΩ	2,09 GΩ	2,15 GΩ	2,13 GΩ	2,17 GΩ	2,11 GΩ
500V	1,91 GΩ	1,99 GΩ	2,03 GΩ	2,07 GΩ	2,08 GΩ	2,02 GΩ

- Δείγμα : No 10

Επιφανειακή αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	3,77 GΩ	3,95 GΩ	4,02 GΩ	4,06 GΩ	4,12 GΩ	3,98 GΩ
250 V	3,85 GΩ	3,89 GΩ	3,95 GΩ	3,98 GΩ	4,01 GΩ	3,94 GΩ
500V	3,81 GΩ	3,87 GΩ	3,90 GΩ	3,93 GΩ	3,91 GΩ	3,88 GΩ

Κατακόρυφη αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	2,89 GΩ	2,93 GΩ	2,89 GΩ	2,58 GΩ	2,80 GΩ	2,82 GΩ
250 V	2,69 GΩ	2,72 GΩ	2,81 GΩ	2,85 GΩ	2,86 GΩ	2,79 GΩ
500V	2,67 GΩ	2,76 GΩ	2,83 GΩ	2,83 GΩ	2,86 GΩ	2,79 GΩ

- Δείγμα : No 11

Επιφανειακή αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	2,12 GΩ	2,18 GΩ	2,24 GΩ	2,27 GΩ	2,28 GΩ	2,22 GΩ
250 V	2,02 GΩ	2,04 GΩ	2,09 GΩ	2,09 GΩ	2,09 GΩ	2,07 GΩ
500V	1,84 GΩ	1,87 GΩ	1,89 GΩ	1,90 GΩ	1,91 GΩ	1,88 GΩ

Κατακόρυφη αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	1,45 GΩ	1,50 GΩ	1,52 GΩ	1,54 GΩ	1,54 GΩ	1,51 GΩ
250 V	1,30 GΩ	1,40 GΩ	1,43 GΩ	1,43 GΩ	1,44 GΩ	1,40 GΩ
500V	1,23 GΩ	1,26 GΩ	1,27 GΩ	1,28 GΩ	1,28 GΩ	1,26 GΩ



- Δείγμα : No 12

Επιφανειακή αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	3,19 GΩ	3,33 GΩ	3,43 GΩ	3,48 GΩ	3,51 GΩ	3,39 GΩ
250 V	3,11 GΩ	3,23 GΩ	3,30 GΩ	3,38 GΩ	3,37 GΩ	3,28 GΩ
500V	2,94 GΩ	3,00 GΩ	3,07 GΩ	3,12 GΩ	3,07 GΩ	3,04 GΩ

Κατακόρυφη αντίσταση

Τάση δοκιμής	1 <sup>η</sup> μέτρηση	2 <sup>η</sup> μέτρηση	3 <sup>η</sup> μέτρηση	4 <sup>η</sup> μέτρηση	5 <sup>η</sup> μέτρηση	Μέση τιμή
100 V	2,32 GΩ	2,39 GΩ	2,43 GΩ	2,45 GΩ	2,48 GΩ	2,41 GΩ
250 V	2,22 GΩ	2,25 GΩ	2,30 GΩ	2,37 GΩ	2,36 GΩ	2,30 GΩ
500V	2,08 GΩ	2,13 GΩ	2,20 GΩ	2,21 GΩ	2,20 GΩ	2,16 GΩ

## 4.2 Μετρήσεις σε εγκατεστημένα δάπεδα

### ΦΥΛΛΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΧΡΗΣΗ ΧΩΡΟΥ : Χειρουργείο

ΥΛΙΚΟ : χυτό

Μετρήσεις Επιφανειακής Αντίστασης ΕΛΟΤ EN 61340.04.01	
Σημείο	Αντίσταση R
κεφάλι	0,25 MΩ
1 <sup>η</sup> αριστερά	0,13 MΩ
2 <sup>η</sup> αριστερά	0,12 MΩ
1 <sup>η</sup> δεξιά	0,25 MΩ
2 <sup>η</sup> δεξιά	0,14 MΩ
πόδια	0,09 MΩ
είσοδος	0,38 MΩ
βάθος	0,17 MΩ

Μετρήσεις Κατακόρυφης Αντίστασης ΕΛΟΤ EN 61340.04.01	
Σημείο	Αντίσταση R
κεφάλι	0,11 MΩ
1 <sup>η</sup> αριστερά	0,09 MΩ
2 <sup>η</sup> αριστερά	0,12 MΩ
1 <sup>η</sup> δεξιά	0,05 MΩ
2 <sup>η</sup> δεξιά	0,11 MΩ
πόδια	0,08 MΩ
είσοδος	0,26 MΩ
βάθος	0,04 MΩ

Μετρήσεις Κατακόρυφης Αντίστασης DIN 51953, DIN 53482	
Σημείο	Αντίσταση R
κεφάλι	0,51 MΩ
1 <sup>η</sup> αριστερά	0,51 MΩ
2 <sup>η</sup> αριστερά	0,51 MΩ
1 <sup>η</sup> δεξιά	0,51 MΩ
2 <sup>η</sup> δεξιά	0,51 MΩ
πόδια	0,51 MΩ
είσοδος	0,51 MΩ
βάθος	0,51 MΩ

## ΦΥΛΛΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΧΡΗΣΗ ΧΩΡΟΥ : Χειρουργείο

ΥΛΙΚΟ : χυτό

Μετρήσεις Επιφανειακής Αντίστασης ΕΛΟΤ EN 61340.04.01	
Σημείο	Αντίσταση R
κεφάλι	0,10 MΩ
1 <sup>η</sup> αριστερά	0,14 MΩ
2 <sup>η</sup> αριστερά	0,08 MΩ
1 <sup>η</sup> δεξιά	0,16 MΩ
2 <sup>η</sup> δεξιά	0,22 MΩ
πόδια	0,06 MΩ

Μετρήσεις Κατακόρυφης Αντίστασης ΕΛΟΤ EN 61340.04.01	
Σημείο	Αντίσταση R
κεφάλι	0,03 MΩ
1 <sup>η</sup> αριστερά	0,05 MΩ
2 <sup>η</sup> αριστερά	0,02 MΩ
1 <sup>η</sup> δεξιά	0,08 MΩ
2 <sup>η</sup> δεξιά	0,06 MΩ
πόδια	0,02 MΩ
είσοδος	0,01 MΩ
βάθος	0,03 MΩ

Μετρήσεις Κατακόρυφης Αντίστασης DIN 51953, DIN 53482	
Σημείο	Αντίσταση R
κεφάλι	0,51 MΩ
1 <sup>η</sup> αριστερά	0,51 MΩ
2 <sup>η</sup> αριστερά	0,51 MΩ
1 <sup>η</sup> δεξιά	0,51 MΩ
2 <sup>η</sup> δεξιά	0,51 MΩ
πόδια	0,51 MΩ
είσοδος	0,51 MΩ
βάθος	0,51 MΩ

## ΦΥΛΛΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΧΡΗΣΗ ΧΩΡΟΥ : Χειρουργείο

ΥΛΙΚΟ : χυτό

Μετρήσεις Επιφανειακής Αντίστασης ΕΛΟΤ EN 61340.04.01	
Σημείο	Αντίσταση R
διάδρομος	40 GΩ

## ΦΥΛΛΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΧΡΗΣΗ ΧΩΡΟΥ : Χειρουργείο (Ανάνηψη)

ΥΛΙΚΟ : χυτό

Μετρήσεις Επιφανειακής Αντίστασης	
ΕΛΟΤ EN 61340.04.01	
Σημείο	Αντίσταση R
είσοδος	0,08 MΩ
κρεβάτι 1	0,05 MΩ
κρεβάτι 1 (2 <sup>η</sup> )	0,06 MΩ
κρεβάτι 2 (πόδια)	0,06 MΩ
κρεβάτι 2 (δεξιά 1)	0,06 MΩ
κρεβάτι 2 (δεξιά 2)	0,09 MΩ
Γραφείο (δίπλα)	24,3 GΩ

Μετρήσεις Κατακόρυφης Αντίστασης	
ΕΛΟΤ EN 61340.04.01	
Σημείο	Αντίσταση R
είσοδος	0,01 MΩ
κρεβάτι 2 (αριστερά)	0,04 MΩ
κρεβάτι 2 (πόδια)	0,04 MΩ
κρεβάτι 1 (πόδια)	0,05 MΩ
κρεβάτι 1 (δεξιά)	0,04 MΩ
κρεβάτι 1 (δεξιά 2)	0,02 MΩ
Γραφείο	13,3 GΩ
Γραφείο 2	11,3 GΩ

Μετρήσεις Κατακόρυφης Αντίστασης	
Τάση 100 V DC – (DIN 51953, DIN 53482)	
Σημείο	Αντίσταση R
κεφάλι 1 <sup>ο</sup>	0,51 MΩ
1 <sup>η</sup> δεξιά	0,51 MΩ
2 <sup>η</sup> δεξιά	0,51 MΩ
πόδια 1 <sup>ο</sup>	0,51 MΩ
πόδια 2 <sup>ο</sup>	0,51 MΩ
1 <sup>η</sup> αριστερά 2 <sup>ο</sup>	0,51 MΩ
2 <sup>η</sup> αριστερά 2 <sup>ο</sup>	0,51 MΩ
είσοδος	0,51 MΩ

## ΦΥΛΛΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΧΡΗΣΗ ΧΩΡΟΥ : Μονάδα Αυξημένης Φροντίδας (Μ.Α.Φ.)

ΥΛΙΚΟ : πλακάκι

Μετρήσεις Επιφανειακής Αντίστασης ΕΛΟΤ EN 61340.04.01	
Σημείο	Αντίσταση R
σημείο 1	0,02 MΩ
σημείο 2	0,03 MΩ
σημείο 3	0,02 MΩ
σημείο 4	0,06 MΩ
σημείο 5	0,09 MΩ
τουαλέτα θαλάμου	32,7 GΩ
τουαλέτα-θάλαμος*	7,15 GΩ

\*Το ένα ηλεκτρόδιο στο δάπεδο του θαλάμου νοσηλείας και το άλλο στο δάπεδο της τουαλέτας του θαλάμου.

Μετρήσεις Κατακόρυφης Αντίστασης ΕΛΟΤ EN 61340.04.01	
Σημείο	Αντίσταση R
σημείο 1	0 Ω
σημείο 2	0 Ω
σημείο 3	0 Ω
τουαλέτα θαλάμου	9,82 GΩ

Μετρήσεις Κατακόρυφης Αντίστασης DIN 51953, DIN 53482	
Σημείο	Αντίσταση R
σημείο 1	0,51 MΩ
σημείο 2	0,51 MΩ

## ΦΥΛΛΟ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

ΧΡΗΣΗ ΧΩΡΟΥ : Μονάδα Αυξημένης Φροντίδας (Μ.Α.Φ.) - Διάδρομος

ΥΛΙΚΟ : χυτό

Μετρήσεις Επιφανειακής Αντίστασης	
Τάση 500 V DC – (ΕΛΟΤ EN 61340.04.01)	
Σημείο	Αντίσταση R
διάδρομος- σημείο 1	21,9 GΩ
διάδρομος- σημείο 2	14,6 GΩ
διάδρομος- σημείο 3	15,1 GΩ





## 5. Σχόλια επί των μετρήσεων - Συμπεράσματα

Σύμφωνα με την κατάταξη που δίνεται στο σχήμα 2.1-1, προκειμένου ένα δάπεδο να είναι αντιστατικό, θα πρέπει η τιμή της ωμικής αντίστασης  $R_A$  να είναι μεταξύ των ορίων :  $10^4 \Omega < R_A < 10^9 \Omega$ . Βέβαια τα όρια αυτά δεν είναι απόλυτα και επιτρέπονται μικρές παρεκκλίσεις.

Όπως φαίνεται από τα αποτελέσματα των μετρήσεων, η αντίσταση των δαπέδων των χειρουργείων και της Μ.Α.Φ. είναι της τάξης των ΜΩ, επομένως τα συγκεκριμένα δάπεδα συμπεριφέρονται ως αντιστατικά και έχουν την δυνατότητα να απάγουν το ηλεκτροστατικό φορτίο. Αυτό ήταν αναμενόμενο, καθώς τα συγκεκριμένα αντιστατικά δάπεδα ήταν σχετικά πρόσφατα εγκατεστημένα (1-2 χρόνια πριν).

Η διαφορά ανάμεσα σε αντιστατικό και μη αντιστατικό δάπεδο, όσον αφορά την αντίστασή τους, γίνεται εμφανής από τα αποτελέσματα των μετρήσεων στο δάπεδο του διαδρόμου των χειρουργείων, το οποίο είχε αντίσταση τιμής 40 GΩ, επομένως δεν είναι αντιστατικό. Το ίδιο συνέβη και με το δάπεδο του διαδρόμου της Μονάδας Αυξημένης Φροντίδας, το οποίο μετρήθηκε σε τρία διαφορετικά σημεία και είχε αντίσταση 21,9 GΩ, 14,6 GΩ και 15,1 GΩ αντίστοιχα, άρα δεν είναι αντιστατικό.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στην παράγραφο 4.1, σχεδόν όλες οι μετρήσεις της αντίστασης των δειγμάτων εγκατεστημένων αντιστατικών δαπέδων, κυμαίνονταν μεταξύ  $1 \div 4 \text{ G}\Omega$ . Κάποια δείγματα έδωσαν τιμές της τάξης των kΩ και των ΜΩ.

Εν γένει, τα δάπεδα αυτά μπορούν να θεωρηθούν αντιστατικά, αν και βρίσκονται στο άνω όριο της περιοχής Α του σχήματος 2.1-1 με τιμές αντίστασης :  $10^4 \Omega < R_A < 10^9 \Omega$ . Τα συγκεκριμένα δείγματα προέρχονταν από δάπεδα μεγαλύτερης ηλικίας και είχαν φθαρεί σε ορισμένα σημεία της επιφάνειάς τους. Οι φθορές αυτές οφείλονταν στην μακροχρόνια χρήση και στην τοποθέτηση βαρέων αντικειμένων επάνω τους, π.χ. server racks σε computer rooms. Επομένως, τα συγκεκριμένα δάπεδα είχαν σχεδόν εξαντλήσει την διάρκεια ζωής τους και κρίνεται σκόπιμη η αντικατάστασή τους με νέα αντιστατικά δάπεδα, πριν αυξηθεί ακόμα

περισσότερο η αντίστασή τους και χάνουν την δυνατότητα απαγωγής ηλεκτροστατικού φορτίου.

Όσον αφορά στην διαδικασία των μετρήσεων, καταλήξαμε στα ακόλουθα συμπεράσματα :

- Το κάθε πρότυπο μέτρησης απαιτεί την χρήση ηλεκτροδίων συγκεκριμένης μορφής, σε διαφορετική περίπτωση οι μετρήσεις είναι εσφαλμένες.
- Για να λάβουμε αξιόπιστες μετρήσεις με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 61340.04.01 πρέπει επί των ηλεκτροδίων να ασκείται κάποια κάθετη δύναμη, η τιμή της οποίας προδιαγράφεται στα σχετικά πρότυπα [13,14].
- Κάθε μέθοδος μέτρησης προβλέπει συγκεκριμένη τάση δοκιμής. Εφαρμογή τάσης διαφορετικής τιμής από αυτήν που προβλέπει το αντίστοιχο πρότυπο, οδηγεί σε λανθασμένες μετρήσεις.

(Στα δείγματα εγκατεστημένων αντιστατικών δαπέδων που μετρήσαμε στο εργαστήριο με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 61340.04.01, χρησιμοποιήσαμε τάσεις 100V, 250V και 500V - §4.1- προκειμένου να δούμε κατά πόσον διαφέρουν οι μετρούμενες τιμές. Οι μετρήσεις που λάβαμε σε κάθε επίπεδο τάσης, διαφέρουν αρκετά μεταξύ τους, μάλιστα όσο αυξάνεται η τάση μέτρησης τόσο μειώνεται η τιμή της μετρούμενης αντίστασης).

- Όπως διαπιστώσαμε κατά την λήψη των μετρήσεων, το φορητό ψηφιακό πολυόργανο METRISO®C είναι ιδιαίτερα εύχρηστο και δίνει μετρήσεις μεγάλης ακρίβειας, αντίθετα το όργανο HP 4329A είναι ιδιαίτερα βαρύ και ογκώδες, άρα σχετικά δύσχρηστο. Επίσης χρειάζεται προσοχή στις ρυθμίσεις του οργάνου HP 4329A προκειμένου να ληφθούν σωστές μετρήσεις.

Συμπερασματικά, μία από τις μεθόδους που χρησιμοποιούνται για την εξάλειψη των κινδύνων εξαιτίας ηλεκτροστατικών εκφορτίσεων, είναι η εγκατάσταση αντιστατικών δαπέδων, δηλαδή δαπέδων που διευκολύνουν την απαγωγή των ελευθέρων ηλεκτρικών φορέων προς την γη. Προκειμένου ένα δάπεδο να είναι αντιστατικό θα πρέπει η τιμή της ωμικής αντίστασης  $R_A$  να είναι μεταξύ των ορίων :  $10^4 \Omega < R_A < 10^9 \Omega$ .

Επειδή η τιμή της αντίστασης των αντιστατικών δαπέδων αυξάνεται με την πάροδο του χρόνου, είναι επιβεβλημένος ο τακτικός έλεγχος της εν λόγω αντίστασης, προκειμένου να διαπιστωθεί εάν τα δάπεδα διατηρούν τις αντιστατικές τους ιδιότητες. Ο έλεγχος αυτός γίνεται σύμφωνα με μεθόδους που περιγράφονται σε σχετικά πρότυπα (DIN 51953, DIN 53482, ΕΛΟΤ EN 61340.04.01).



# Βιβλιογραφία

- [1] Π.Δ. Μπούρκας, "Εφαρμογές Εγκαταστάσεων σε Νοσοκομεία", Εκδόσεις Ε.Μ.Π. , 1999.
- [2] Περής Γ.Χάλαρης, "Ποιοτικός έλεγχος σε εγκατεστημένα Αντιστατικά Δάπεδα", Πρακτικά Ζητήματα Νοσοκομειακού Management, Αθήνα Μάιος 2001.
- [3] Π. Δ. Μπούρκας, "Η συμμετοχή του κλιματισμού των χειρουργείων στην εξάλειψη των κινδύνων από τον στατικό ηλεκτρισμό", Επιθεώρηση Υγείας, Τόμος 4, Τεύχος 3 (22), 1993, σελ. 50-53.
- [4] Π. Μπούρκας, Η. Τσιτσόγλου, Κ. Καραγιαννόπουλος, Γ. Παρμάκη, Φ. Κωνσταντίνου, "Ηλεκτροστατική Φόρτιση και Εκφορτίση Στερεών Μονωτικών στον Αέρα", Τεχνικά Χρονικά, Β, 1994, Τόμος 14, Τεύχος 4, σελ. 157-169.
- [5] Π. Δ. Μπούρκας, Κ. Γ. Καραγιαννόπουλος, Φ. Κωνσταντίνου, "Αξιολόγηση των στερεών υλικών ως προς τη δυνατότητα απαγωγής ηλεκτροστατικών φορέων", Χ ΠΑΝΕΛΛΗΝΙΟ ΣΥΝΕΔΡΙΟ ΦΥΣΙΚΗΣ ΣΤΕΡΕΑΣ ΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ, Δελφοί, 18-21 Σεπτεμβρίου 1994, Πρακτικά Συνεδρίου, σελ. 157-160.
- [6] Κ.Θ. Δέρβος, "Μονωτικά Υλικά Υψηλών Τάσεων", Εκδόσεις Ε.Μ.Π. , Αθήνα 2005.
- [7] Raymond A. Serway, "Physics for Scientists and Engineers, Third Edition", Τόμος ΙΙ, Ηλεκτρομαγνητισμός.
- [8] E. Heidelberg, "[Static electrification, fundamental concepts, hazards and applications](#)" : [University College of North Wales, Bangor. Handbook produced as a permanent record of the material presented at a Summer-School](#)

[on Static Electrification held at the University College of North Wales, Bangor, in September 1976.](#)

*Journal of Electrostatics, Volume 4, Issue 1, December 1977, Pages 85-90.*

- [9] Κ.Θ. Δέρβος, Π. Βασιλείου, "Εισαγωγή στα Υλικά", Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα 2003.
- [10] Πεττεμερίδου Τατιάνα, "Προστασία από Ηλεκτροστατικές Εκφορτίσεις και Διατάξεις Γειώσεων σε Μονάδες Εντατικής Θεραπείας", Διπλωματική Εργασία, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα Σεπτέμβριος 2000.
- [11] Περδίκη Αγγελική, "Προστασία έναντι Ρευμάτων Διαρροής στα Χειρουργεία", Διπλωματική Εργασία, Εκδόσεις Ε.Μ.Π., Αθήνα Σεπτέμβριος 2000.
- [12] W.D.Greason, "Electrostatic Discharge : a charge driven phenomenon", *Journal of Electrostatics, Volume 28, Issue 3, September 1992, pages 199-218.*
- [13] ΕΛΟΤ EN 61340.04.01, Ηλεκτροστατική - Μέρος 4 -1 : Τυποποιημένες μέθοδοι δοκιμής για ειδικές εφαρμογές - Ηλεκτρική αντίσταση σε επενδύσεις πατωμάτων και σε εγκατεστημένα πατώματα, (Ημερομηνία Έκδοσης 2004-04-09)
- [14] ΕΛΟΤ HD 384, Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, Έκδοση 2<sup>η</sup>, (Ημερομηνία Έκδοσης 2004-03-04)
- [15] DI Günter Lüttgens, "Collection of accidents caused by static electricity", *Journal of Electrostatics, Volume 16, Issues 2-3, May 1985, pages 247-255.*
- [16] Vasant Kale, Mosongo Moukwa, "Electrostatic dissipation control with an organic flooring system", *Journal of Electrostatics, Volume 38, Issue 3, November 1996, pages 239-248.*

- [17] "Appendix E : Electrical properties of materials", Journal of Electrostatics, Volume 27, Issues 1-2, 1992, pages 137-144.

## Δικτυακοί Τόποι

- <http://www.sciencedirect.com>  
(Science Direct)
- <http://www.sciencedirect.com/science/journal/03043886>  
(Journal of Electrostatics)
- <http://www3.interscience.wiley.com>  
(Wiley Interscience)
- <http://www.elsevier.com>  
(Elsevier)
- <http://www.springerlink.com/home/main.mpx>  
(SpringerLink)
- <http://www.esda.org/>
- <http://www.engineeringvillage2.org/controller/servlet/Controller>
- <http://www.scopus.com>
- <http://www.iec.ch/>  
(International Electrotechnical Commission)
- <http://www.wikipedia.org/>
- <https://www.elot.gr/home.htm>  
(ΕΛΟΤ : Ελληνικός Οργανισμός Τυποποίησης)
- <http://www.elemko.gr/>
- <http://www.mediforce.gr>
- <http://www.heal-link.gr/>
- <http://www.gossenmetrawatt.com>



# Παράρτημα Α

## 1. Μετρήσεις κατά DIN 51953 και DIN 53482

Στο σχήμα 1.1 δείχνεται η συσκευή μέσω της οποίας έγιναν οι μετρήσεις της αντίστασης των αντιστατικών δαπέδων. Πρόκειται για μία συσκευή του οίκου Hewlett-Packard που προσφέρεται για τον σκοπό αυτό. Η αναλογική αυτή συσκευή έχει, πέρα των άλλων δυνατοτήτων, τη δυνατότητα λειτουργίας ως ωμόμετρο μεγάλης ακριβείας με περιοχή μέτρησης από  $10^5 \Omega$  έως  $10^{14} \Omega$  (High Resistance Meter). Η παρεχόμενη συνεχής τάση, από την ενσωματωμένη στην συσκευή, πηγή συνεχούς τάσης, είχε επιλεγεί να είναι 100 V όπως προβλέπεται από τους κανονισμούς. Ο αρνητικός πόλος της πηγής συνδέεται σε αναφορικό δυναμικό (0 V), εν προκειμένω συνδέθηκε στην γείωση ενός ρευματοδότη τύπου σούκο.



**Σχήμα 1.1 :** Πρόσμη αναλογικής συσκευής HP 4329A του οίκου Hewlett-Packard μέσω της οποίας γίνονται οι μετρήσεις της ωμικής αντίστασης των αντιστατικών δαπέδων, με την διαδικασία που περιγράφεται στους κανονισμούς DIN 51953 και DIN 53482.



**Σχήμα 1.2 :** Φωτογραφία αναλογικής συσκευής HP 4329A του οίκου Hewlett-Packard μέσω της οποίας γίνονται οι μετρήσεις της ωμικής αντίστασης των αντιστατικών δαπέδων, με την διαδικασία που περιγράφεται στους κανονισμούς DIN 51953 και DIN 53482.

## **2. Μετρήσεις κατά ΕΛΟΤ EN 61340.04.01**

Το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 61340.04.01 απαιτεί την μέτρηση τόσο της επιφανειακής όσο και της κατακόρυφης αντίστασης του δαπέδου.

### **2.1 Η συσκευή μετρήσεων METRISO®C**

Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε για τις μετρήσεις κατά ΕΛΟΤ EN 61340.04.01 είναι το όργανο δοκιμών METRISO®C, που κατασκευάζεται από την γερμανική εταιρεία GOSSEN METRAWATT GMBH. Πρόκειται για ένα μικρών διαστάσεων, φορητό και ιδιαίτερα εύχρηστο όργανο με πολλές δυνατότητες.

Η συσκευή μετρήσεων METRISO®C ενδείκνυται για :

- Εγκατάσταση συστημάτων
- Έναρξη λειτουργίας
- Περιοδικό έλεγχο
- Επίλυση προβλημάτων σε ηλεκτρικά δίκτυα

Οι μετρούμενες τιμές μπορούν να αποσταλούν σε Η/Υ προς εκτύπωση και αρχειοθέτηση μέσω της ενσωματωμένης στο METRISO®C διεπαφής υπερύθρων (IR).

Οι ακόλουθες μετρήσεις και έλεγχοι μπορούν να πραγματοποιηθούν με το όργανο METRISO®C :

- Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης
- Μέτρηση αντίστασης χαμηλής τιμής
- Ρεύμα επαφής
- Τάση και συχνότητα
- Θερμοκρασία και υγρασία (με επιπρόσθετο προσαρμογέα)
- Αγωγιμότητα αντιστατικών δαπέδων



**Εικόνα 2.1-1 :** Η συσκευή METRISO®C, της γερμανικής εταιρείας GOSSEN METRAWATT GMBH.

### **ΠΡΟΣΟΧΗ !!!**

Κατά την διάρκεια της μέτρησης δεν πρέπει να αγγίζουμε τους ακροδέκτες σύνδεσης του οργάνου, επίσης δεν πρέπει να αποσυνδέουμε την συσκευή μέτρησης METRISO®C από το κύκλωμα μέχρι να σβήσουν οι ενδεικτικές λυχνίες, ερυθρού

χρώματος, με τις ενδείξεις  $U > 25 \text{ V}$  και



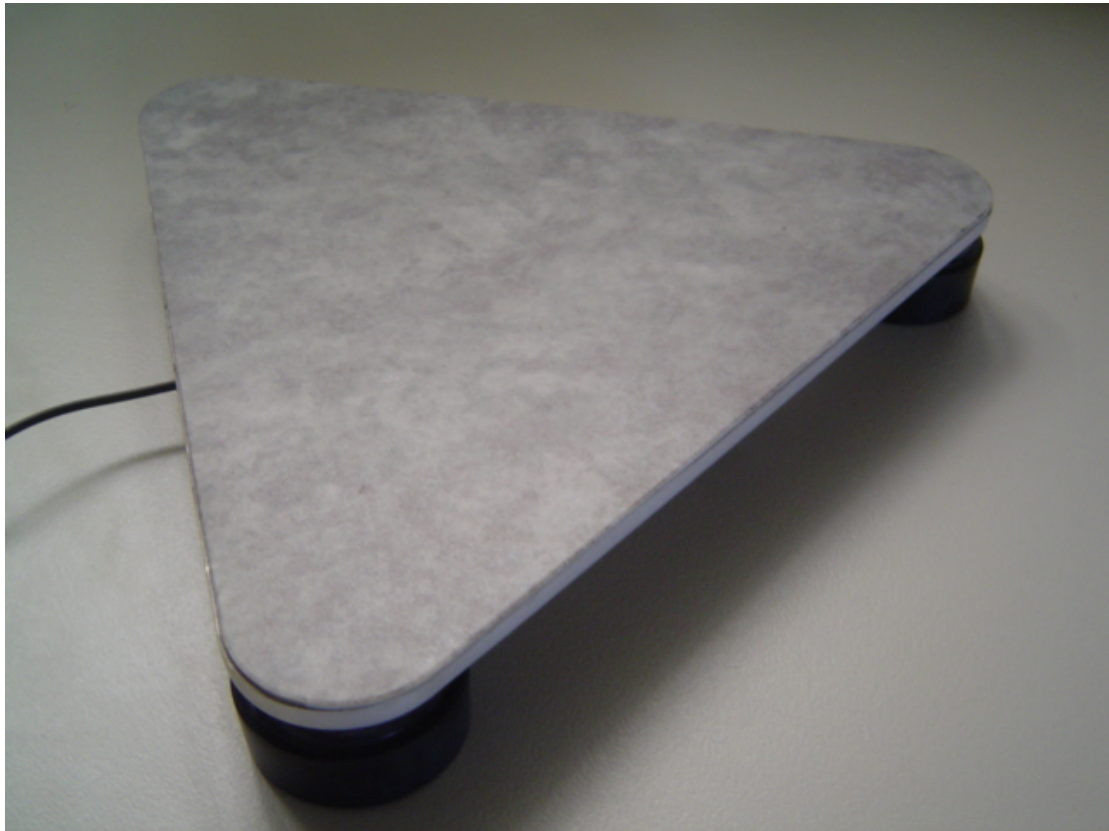
Επιπλέον, όταν λαμβάνουμε τις μετρήσεις, η ενδεικτική λυχνία, ερυθρού χρώματος, με την ένδειξη LIMIT, δεν πρέπει να ανάβει. Εάν ανάψει, τότε η μετρούμενη αντίσταση μόνωσης έχει μικρότερη τιμή από την επιλεγείσα οριακή τιμή. Αυτό σημαίνει ότι η μέτρηση δεν είναι ακριβής και επιβάλλεται να αλλάξουμε την κλίμακα μέτρησης.

Αναλυτική περιγραφή των τεχνικών χαρακτηριστικών και των δυνατοτήτων της συσκευής METRISO®C υπάρχει στο Παράρτημα Β, όπου παρατίθεται το εγχειρίδιο χρήσης της συσκευής στην ελληνική γλώσσα.

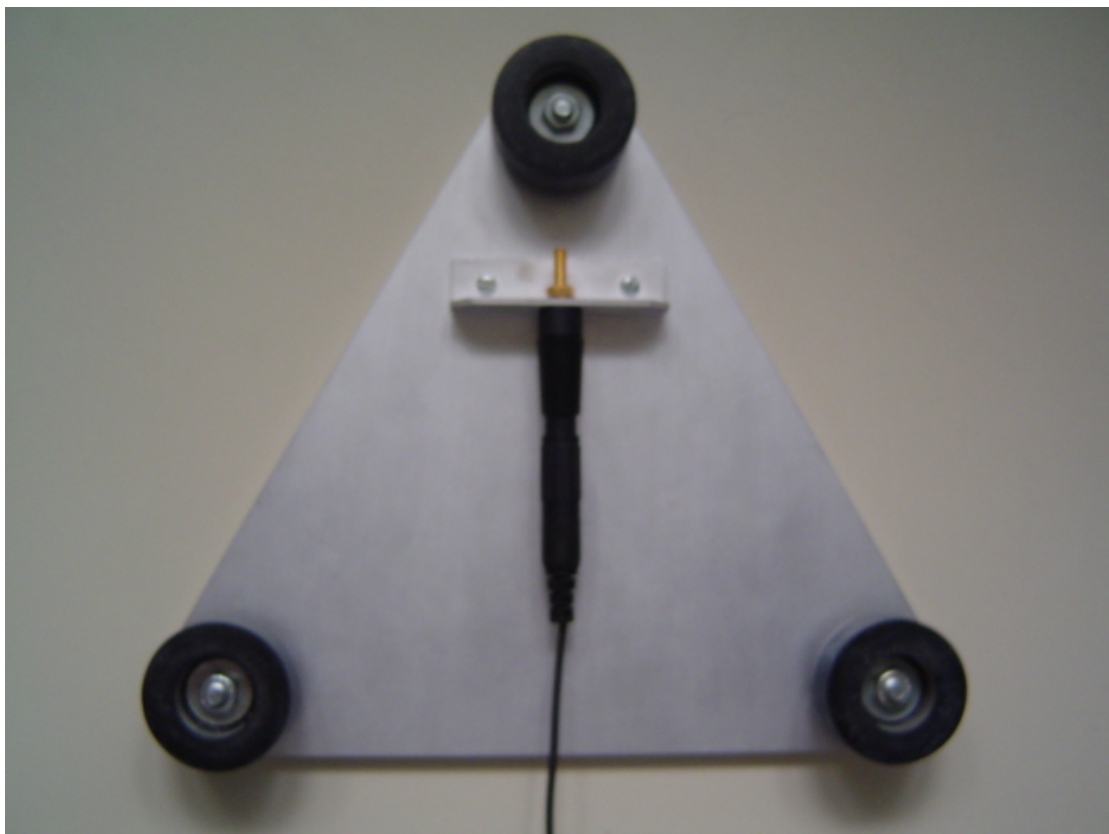


**Εικόνα 2.1-2 :** Η συσκευή METRISO®C έρχεται σε ειδική κασετίνα που περιλαμβάνει τις απαραίτητες μπαταρίες και τα καλώδια (probes) που συνδέονται στις θύρες της για την λήψη των μετρήσεων.

## 2.2 Τα τριγωνικά ηλεκτρόδια μέτρησης



Εικόνα 2.2-1 : Το τριγωνικό ηλεκτρόδιο ελέγχου κατά ΕΛΟΤ EN 61340.04.01



Εικόνα 2.2-2 : Το τριγωνικό ηλεκτρόδιο ελέγχου κατά ΕΛΟΤ EN 61340.04.01

# **Παράρτημα Β**

**Εγχειρίδιο χρήσης της συσκευής METRISO®C στην ελληνική γλώσσα**





Οδηγίες χρήσης

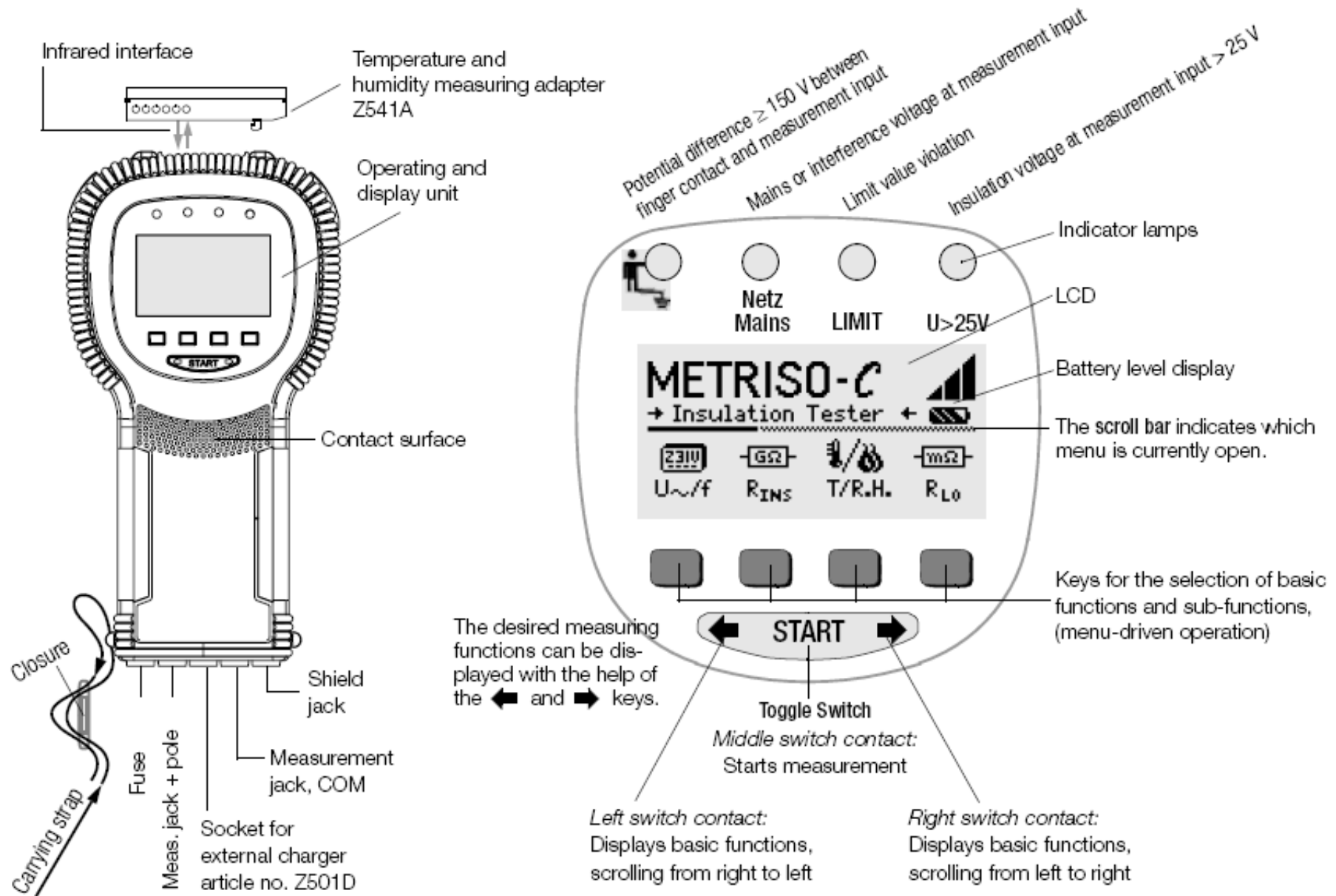
## METRISO<sup>®</sup> C-GB *int.*

Insulation, Resistance and Contact Current Measuring Instrument

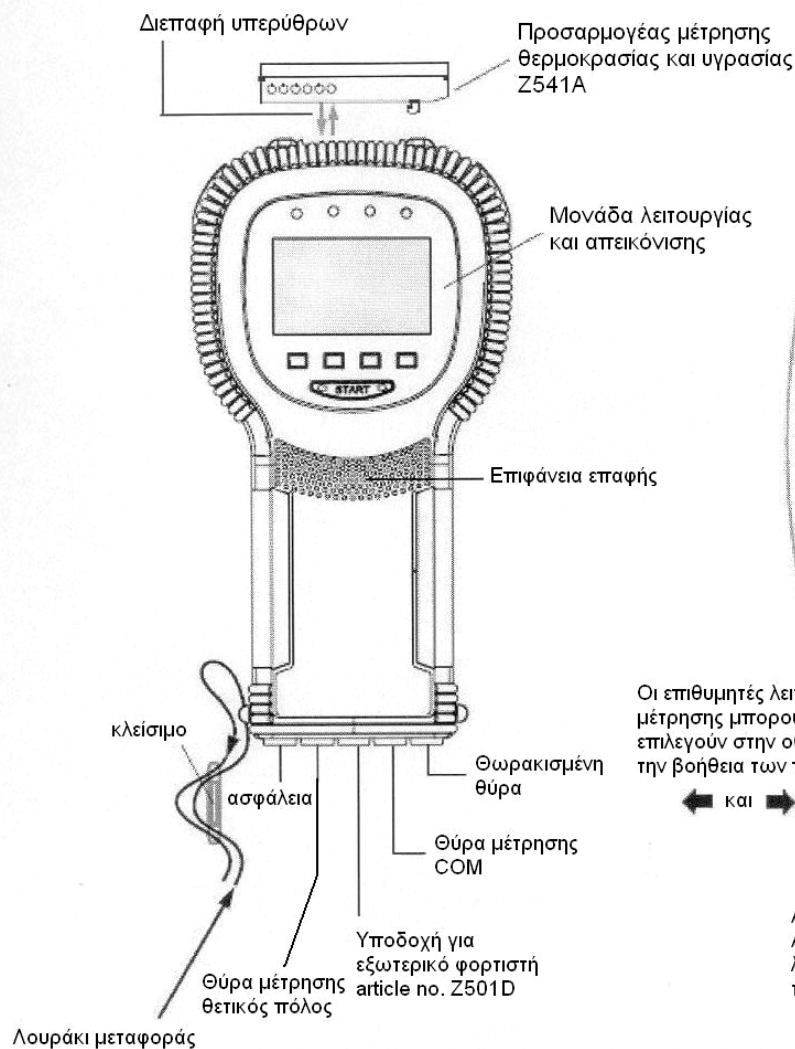


METRISO<sup>®</sup>C Measuring and Test Instrument

METRISO<sup>®</sup>C Control Panel and Display



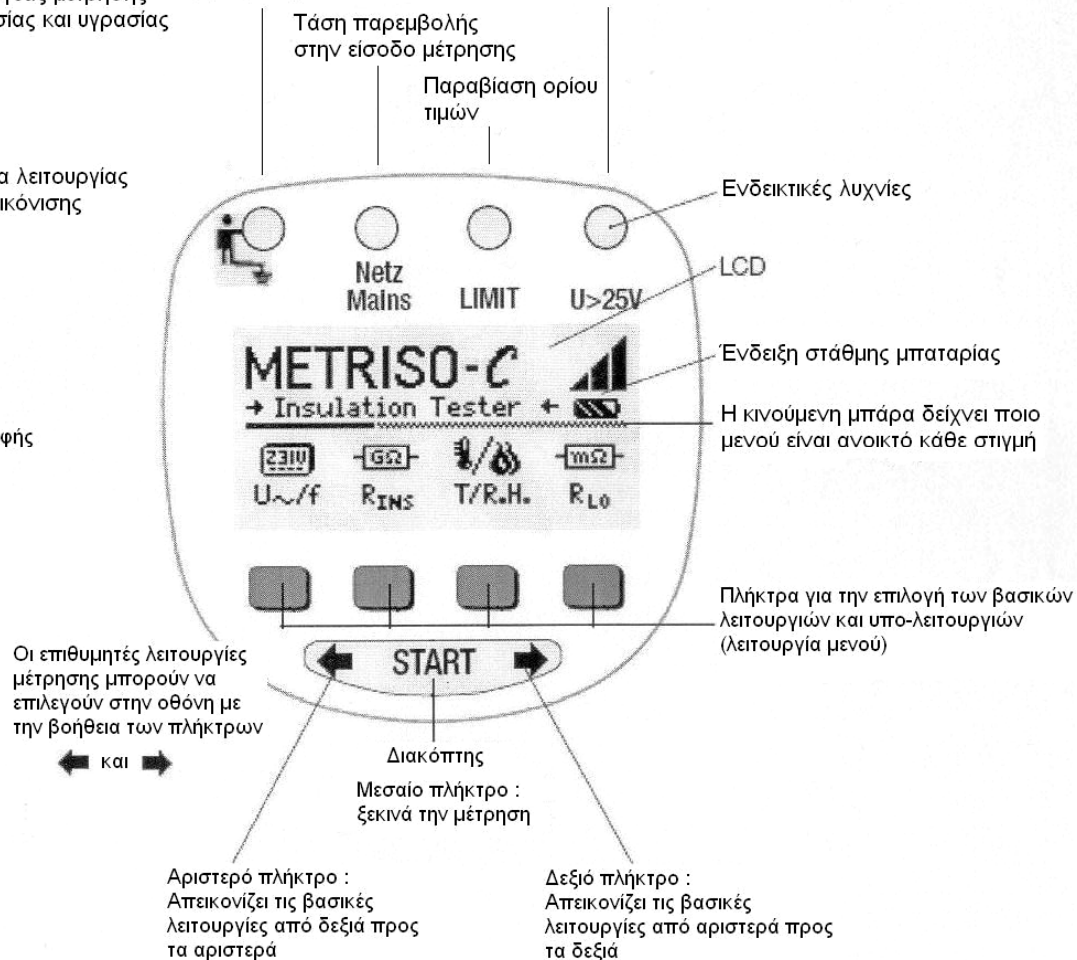
## METRISO<sup>®</sup>C Measuring and Test Instrument

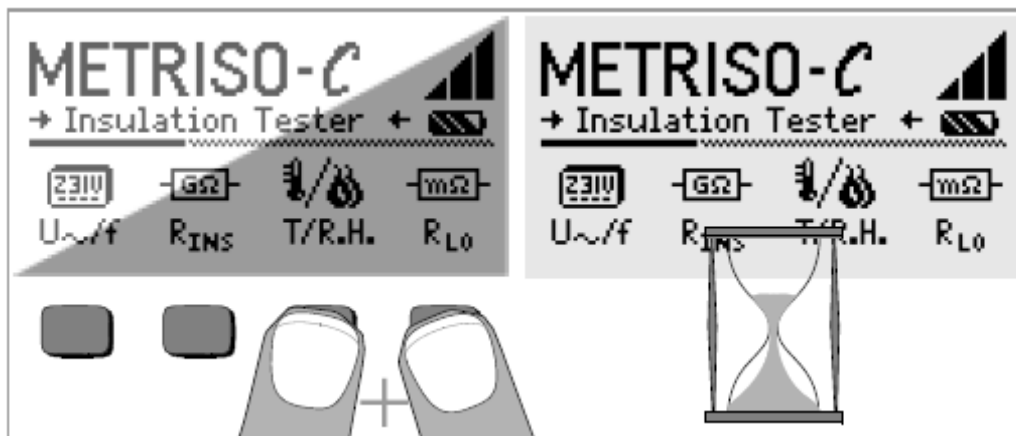


## METRISO<sup>®</sup>C Control Panel and Display

Διαφορά δυναμικού > 150 V μεταξύ πλήκτρων και μερούμενης εισόδου

Τάση μόνωσης στην είσοδο μέτρησης > 25V





### Η ένδειξη της οθόνης μόλις ανοίξετε την συσκευή

Παρακαλώ ακολουθείστε τα παρακάτω βήματα εάν η οθόνη LCD δεν είναι ευανάγνωστη, π.χ. πολύ φωτεινή ή πολύ σκοτεινή, ύστερα από το άναμμα της συσκευής δοκιμών :

1. Πατήστε ταυτόχρονα τα δύο δεξιά πλήκτρα για να σβήσετε την μνήμη που ενδεχομένως έχει κάποιο σφάλμα.
2. Περιμένετε μερικά δευτερόλεπτα για να επιτρέψετε στην οθόνη να ενημερωθεί.
3. Επαναρυθμίστε την αντίθεση της οθόνης LCD εάν είναι απαραίτητο, δείτε σελ. 8.

### Οδηγίες για την σύνδεση των ακόλουθων επιπρόσθετων προσαρμογέων

- Μετατροπέας διεπαφής IrDa-USB (Z501 JK)
- Προσαρμογές μέτρησης θερμοκρασίας και υγρασίας (Z541 A)
- Συνδέστε τον προσαρμογέα με την διεπαφή υπερύθρων (IR interface) της συσκευής δοκιμών, δείτε το σχέδιο στην σελίδα 2 : Εισάγετε τον οδηγό του μετατροπέα στο άνοιγμα που βρίσκεται στο πάνω μέρος της συσκευής έτσι ώστε ο προσαρμογέας να βρίσκεται στην μέση της θέσης, στηριζόμενος στα δύο λαστιχένια μαξιλαράκια. Στην συνέχεια πιέστε προς τα κάτω τον προσαρμογέα για να βεβαιωθείτε ότι είναι καλά ασφαλισμένος.

## Λογισμικό H/Y WinProfi για επικοινωνία με METRISO® C

Το PS3 CD-ROM περιλαμβάνει το λογισμικό WinProfi με το ακόλουθο περιεχόμενο και λειτουργίες :

- Ενημερωμένο λογισμικό της συσκευής
  - για φόρτωση άλλης γλώσσας
  - για φόρτωση ενημερώσεων λογισμικού
- Ανταλλαγή δεδομένων μέτρησης μεταξύ της συσκευής και H/Y
- Προετοιμασία, εκτύπωση και συμπλήρωση αναφορών της δοκιμής στον H/Y

Ο ακόλουθος μετατροπέας απαιτείται για επικοινωνία μεταξύ της συσκευής δοκιμών και του H/Y:

– IrDa-USB μετατροπέας (Z501JK): IrDa (tester) – USB (PC)

### Αποθήκευση δεδομένων (Data Backup)

Τα μετρούμενα δεδομένα και η εκχώρηση ηλεκτρικών κυκλωμάτων μπορούν να αποθηκευτούν εύκολα στην RAM εφόσον η σχετική μπαταρία παρέχει την απαιτούμενη τάση.

Συμβουλευέστε να μεταδίδεται τακτικά τα αποθηκευμένα δεδομένα σας σε έναν H/Y προκειμένου να αποφύγετε πιθανή απώλεια δεδομένων στην συσκευή δοκιμών. Δεν αναλαμβάνουμε καμία ευθύνη για οποιαδήποτε απώλεια δεδομένων.

Για επεξεργασία και διαχείριση δεδομένων συνιστούμε τα παρακάτω προγράμματα H/Y :

- PS3 (τεκμηρίωση, διαχείριση, δημιουργία αναφορών και παρακολούθηση τελευταίας προθεσμίας)
- PC.doc-WORD (δημιουργία αναφορών και λιστών)
- PC.doc-ACCESS (διαχείριση των μετρηθέντων δεδομένων)

<b>Περιεχόμενα</b>	<b>Σελίδα</b>
<b>1 Εφαρμογές.....</b>	<b>96</b>
<b>2 Χαρακτηριστικά ασφαλείας και προφυλάξεις.....</b>	<b>97</b>
<b>3 Αρχικό ξεκίνημα.....</b>	<b>99</b>
3.1 Τεστ μπαταρίας.....	99
3.2 Τοποθέτηση και αντικατάσταση των μπαταριών.....	99
3.3 Εγχειρίδιο χρήσης σε άλλη γλώσσα.....	100
3.4 Επιλογή ενός μενού και πραγματοποίηση των βασικών ρυθμίσεων.....	100
3.5 Ενημέρωση λογισμικού και διαχείριση δεδομένων μέτρησης.....	105
<b>4 Γενική λειτουργία.....</b>	<b>111</b>
4.1 Αυτόματες ρυθμίσεις, παρακολούθηση και κλείσιμο.....	111
4.2 Απεικόνιση μετρούμενων μεγεθών.....	112
4.3 Online βοήθεια.....	113
<b>5 Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης.....</b>	<b>114</b>
5.1 Μέτρηση μόνωσης με ρυθμιζόμενη τάση δοκιμής.....	117
5.2 Μέτρηση με αυξανόμενο ρεύμα δοκιμής.....	118
5.3 Ρύθμιση της οριακής τιμής.....	118
<b>6 Λειτουργίες βάσης δεδομένων.....</b>	<b>119</b>
6.1 Δημιουργία μίας Εγγραφής Δεδομένων – Λειτουργία Δεδομένων.....	119
6.2 Αποθήκευση μετρούμενων τιμών – Λειτουργία STORE.....	121
6.3 Ανάκτηση εγγραφών δεδομένων – Λειτουργία View.....	122
6.3.1 Διαγραφή μίας εγγραφής δεδομένων από μία διεύθυνση μνήμης – Λειτουργία View.....	123
6.3.2 Διαγραφή μίας διεύθυνσης μνήμης – Λειτουργία Data.....	124
6.3.3 Διαγραφή όλων των διευθύνσεων μνήμης – Λειτουργία Data.....	125
6.4 Λειτουργία εκτύπωσης.....	126
<b>7 Μέτρηση εναλλασσόμενης τάσης.....</b>	<b>127</b>
<b>8 Μέτρηση θερμοκρασίας και υγρασίας με τον προσαρμογέα Z541A (επιπρόσθετος προαρμογέας).....</b>	<b>128</b>

<b>9</b>	<b>Μέτρηση αντίστασης χαμηλής τιμής (μέχρι 100 Ω).....</b>	<b>129</b>
9.1	Αντιστάθμιση για την μέτρηση και για καλώδια επέκτασης (μέχρι 10 Ω).....	131
9.2	Ρύθμιση της οριακής τιμής.....	131
<b>10</b>	<b>Μέτρηση ρεύματος επαφής.....</b>	<b>132</b>
10.1	Ρύθμιση της οριακής τιμής.....	133
<b>11</b>	<b>Χαρακτηριστικές τιμές.....</b>	<b>134</b>
<b>12</b>	<b>Κατάλογος συντμήσεων και η ερμηνεία τους.....</b>	<b>139</b>
<b>13</b>	<b>Συντήρηση.....</b>	<b>140</b>
13.1	Αυτοέλεγχος.....	140
13.2	Λειτουργία μπαταρίας.....	141
13.3	Φόρτιση των μπαταριών του προσαρμογέα μέτρησης θερμοκρασίας και υγρασία Z541A.....	142
13.4	Ασφάλειες.....	142
13.5	Προστατευτικό κάλυμμα.....	143
<b>14</b>	<b>Υπηρεσία επισκευής και ανταλλακτικών DKD εργαστήριο βαθμονόμησης και υπηρεσία ενοικίασης οργάνων.....</b>	<b>143</b>
<b>15</b>	<b>Υποστήριξη προϊόντος.....</b>	<b>144</b>

# 1 Εφαρμογές

Αυτό το όργανο πληροί τις απαιτήσεις των Ευρωπαϊκών και εθνικών EC οδηγιών. Αυτό το επιβεβαιώνουμε με την ένδειξη CE. Η σχετική διακήρυξη συμμόρφωσης μπορεί να αποκτηθεί από την GOSSEN METRAWATT GMBH. Το όργανο δοκιμών METRISO®C επιτρέπει τον γρήγορο και αποτελεσματικό έλεγχο των μέτρων προστασίας σε συμφωνία με το πρότυπο DIN VDE 0100, ÖVE-EN 1 (Αυστρία), SEV 3569 (Ελβετία), και ειδικών κανονισμών άλλων χωρών. Το όργανο είναι εξοπλισμένο με έναν μικροεπεξεργαστή και συμμορφώνεται με τα πρότυπα IEC/EN 61557/ VDE 0413.

Μέρος 1<sup>ο</sup> : Γενικές απαιτήσεις

Μέρος 2<sup>ο</sup> : Όργανα μέτρησης της αντίστασης μόνωσης

Μέρος 4<sup>ο</sup> : Όργανα μέτρησης για την μέτρηση της αντίστασης σε αγωγούς γείωσης, αγωγούς προστασίας και αγωγούς ηλεκτρικών συνδέσμων.

Επίσης το όργανο συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις των προτύπων VDE 0701 τμήμα 240 : Επισκευή, τροποποίηση και έλεγχος ηλεκτρικών συσκευών.

**Το όργανο δοκιμών ενδείκνυται για :**

- Εγκατάσταση συστημάτων
- Έναρξη λειτουργίας
- Περιοδικό έλεγχο
- Επίλυση προβλημάτων σε ηλεκτρικά δίκτυα

Μπορούν να πραγματοποιηθούν όλες οι απαιτούμενες μετρήσεις για αναφορές έγκρισης (π.χ. για ZVEH) με την βοήθεια ενός πακέτου που αποτελείται από το PROFITEST®C και το METRISO®C.

Οι μετρούμενες τιμές μπορούν να αποσταλούν σε H/Y προς εκτύπωση και αρχειοθέτηση μέσω της ενσωματωμένης στο METRISO®C διεπαφής υπερύθρων (IR). Αυτό είναι εξαιρετικά σημαντικό όσον αφορά την αξιοπιστία του προϊόντος.

**Οι ακόλουθες μετρήσεις και έλεγχοι μπορούν να πραγματοποιηθούν με το όργανο METRISO®C :**

- Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης
- Μέτρηση αντίστασης χαμηλής τιμής
- Ρεύμα επαφής
- Τάση και συχνότητα
- Θερμοκρασία και υγρασία (με επιπρόσθετο προσαρμογέα)



**Τα ακόλουθα μπορούν επίσης να μετρηθούν με ένα θωρακισμένο καλώδιο μέτρησης**

- Αγωγιμότητα επικαλύψεων δαπέδων για ηλεκτροστατική εκφόρτιση

**Σφραγίδες έγκρισης**



## **2 Χαρακτηριστικά ασφαλείας και προφυλάξεις**

Το ηλεκτρονικό όργανο μετρήσεων και δοκιμών METRISO®C κατασκευάζεται και ελέγχεται σε συμφωνία με τους κανονισμούς ασφαλείας IEC/EN 61010-1/VDE 0411-1 και EN 61557. Εάν χρησιμοποιηθεί για την προτεινόμενη χρήση, η ασφάλεια του χρήστη και του οργάνου είναι εγγυημένη.

**Διαβάστε τις οδηγίες χρήσης προσεκτικά και εξονυχιστικά πριν χρησιμοποιήσετε το όργανο και κοιτάζτε προσεκτικά όλες τις οδηγίες που περιλαμβάνονται ιδιαίτερος σε αυτό το σημείο.**

**Το όργανο μετρήσεων και δοκιμών ΔΕΝ μπορεί να χρησιμοποιηθεί :**

- Εάν έχει αφαιρεθεί το κάλυμμα του θαλάμου των μπαταριών
- Εάν υπάρχει εμφανής εξωτερική βλάβη
- Με φθαρμένα καλώδια σύνδεσης ή προσαρμογείς μέτρησης
- Εάν πλέον δεν λειτουργεί άψογα
- Ύστερα από υπερβολική πίεση κατά την μεταφορά
- Ύστερα από παρατεταμένη περίοδο αποθήκευσης υπό δυσμενείς συνθήκες (π.χ. υγρασία, σκόνη, υψηλή θερμοκρασία)
- Ενώσω φορτίζονται οι μπαταρίες

## Ερμηνεία των συμβόλων πάνω στο όργανο



Προειδοποίηση σχετικά με ένα σημείο κινδύνου  
(Προσοχή : ανατρέξτε στις οδηγίες χρήσης)



Συσκευή κατηγορίας προστασίας II (class II)

CAT II

Συσκευή μέτρησης κατηγορίας II (category II)



Θύρα φόρτισης συνεχούς ρεύματος 9V για NA 0100S προσαρμογέα φόρτισης (Z501D)



Αυτή η συσκευή δεν πρέπει να πεταχτεί στα σκουπίδια. Επιπλέον πληροφορίες σχετικές με το σήμα WEEE να αναζητηθούν στο διαδίκτυο στην διεύθυνση [www.gossenmetrawatt.com](http://www.gossenmetrawatt.com) υπό τον όρο αναζήτησης 'WEEE'.

### 3 Αρχικό ξεκίνημα

#### 3.1 Έλεγχος μπαταρίας

Πέντε τμήματα του συμβόλου της μπαταρίας, που κυμαίνονται από εντελώς αφόρτιστη μέχρι πλήρως φορτισμένη, δείχνουν συνεχώς το τρέχον επίπεδο μπαταρίας στο κύριο μενού.

#### 3.2 Εγκατάσταση και αντικατάσταση των μπαταριών

Πριν από το αρχικό ξεκίνημα της συσκευής πρέπει να τοποθετηθούν καινούριες μπαταρίες ή όταν **μόνον ένα από τα πέντε τμήματα παραμένει στο σύμβολο της μπαταρίας.**



#### **Προσοχή!**

Το όργανο πρέπει να αποσυνδεθεί από το κύκλωμα μέτρησης, σε όλους τους πόλους, πριν ανοιχθεί το διαμέρισμα των μπαταριών.

---

Τέσσερις μικρές μπαταρίες 1.5V σύμφωνα με το πρότυπο IEC LR14 απαιτούνται για την λειτουργία της συσκευής METRISO®C. Χρησιμοποιήστε αποκλειστικά αλκαλικές μπαταρίες μαγγανίου. Επαναφορτιζόμενες μπαταρίες NiCd ή NiMH μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν. Ανατρέξτε στο κεφάλαιο 13.2, σελίδα 26, σχετικά με τον κύκλο φόρτισης και τον προσαρμογέα φόρτισης.

Πάντα να αντικαθιστάτε όλες τις μπαταρίες συγχρόνως.

Απορρίψτε τις μπαταρίες με περιβαλλοντικά υγιή τρόπο.

- Ξεσφίξτε τις 2 βίδες του καλύμματος του διαμερίσματος των μπαταριών, στο πίσω μέρος της συσκευής, και αφαιρέστε το κάλυμμα.
- Εισάγετε 4 μικρές μπαταρίες 1.5V προσέχοντας να τοποθετηθούν με την σωστή πολικότητα. Εισάγετε αρχικά τις δύο μπαταρίες που καλύπτονται κατά το ήμισυ από το περίβλημα της συσκευής.
- Επανατοποθετήστε το κάλυμμα και ξανασφίξτε τις βίδες.



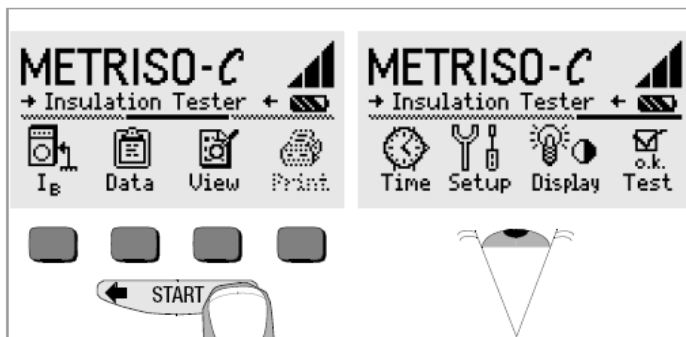
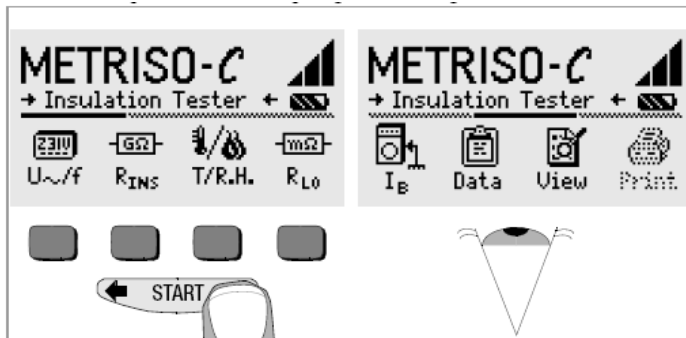
### Προσοχή!

Το όργανο δεν πρέπει να χρησιμοποιηθεί εάν το κάλυμμα του διαμερίσματος των μπαταριών δεν έχει προηγουμένως τοποθετηθεί και συσφιχθεί σωστά!

### 3.3 Εγχειρίδιο χρήσης σε διαφορετική γλώσσα

Πραγματοποιώντας μία ενημέρωση λογισμικού είναι δυνατή η «φόρτωση» μίας άλλης γλώσσας για το εγχειρίδιο χρήσης. Οποιαδήποτε γλώσσα είναι επί του παρόντος διαθέσιμη, προτείνεται για επιλογή όταν το WinProfi εγκαθίσταται, δείτε το κεφάλαιο 3.5.

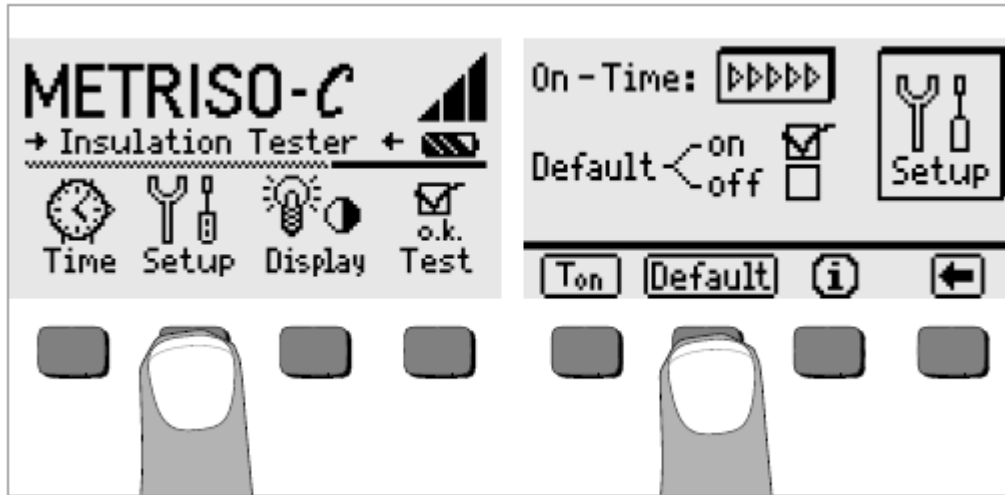
### 3.4 Επιλογή ενός μενού και πραγματοποίηση των βασικών ρυθμίσεων



Πιέστε τα πλήκτρα ← ή → για να απεικονίσετε στην οθόνη την επιθυμητή λειτουργία μέτρησης, ρύθμιση της συσκευής ή λειτουργία βάσης δεδομένων.

## Προεπιλεγμένες ρυθμίσεις – Τελευταία χρησιμοποιημένες ρυθμίσεις

Μπορεί να γίνει επιλογή για το εάν θα προβληθούν τα μενού σύμφωνα με τις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις ή εάν θα προβληθούν τα μενού που ανοίχτηκαν τελευταία.



- Πατήστε το κουμπί Setup
- Πατήστε το κουμπί Default, εάν απαιτείται :

on ✓

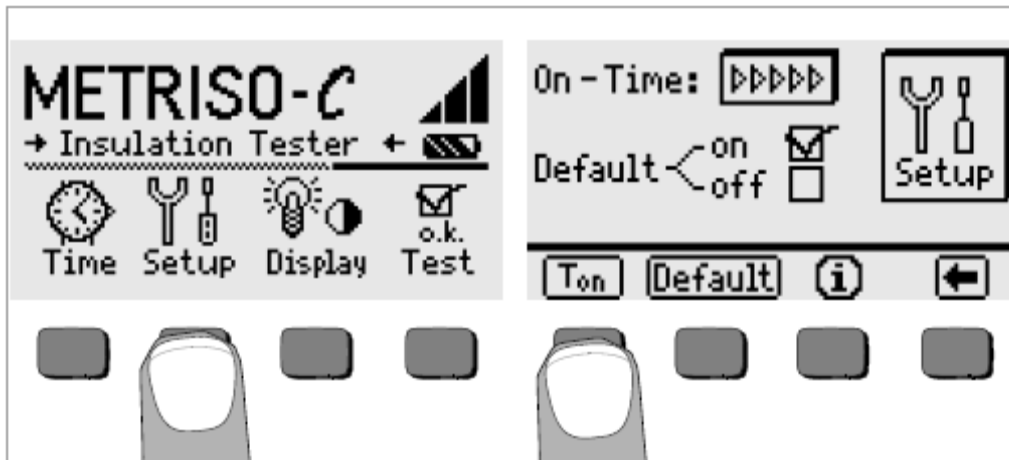
Ρυθμίσεις όπως  $T_{on}$  (=20sec) επανέρχονται στις προεπιλεγμένες ρυθμίσεις κάθε φορά που το όργανο τίθεται σε λειτουργία.

off ✓

Οι ρυθμίσεις που χρησιμοποιήθηκαν την τελευταία φορά παραμένουν όταν το όργανο τίθεται σε λειτουργία.

- Πιέστε το κουμπί ← για να βγείτε από το μενού setup.

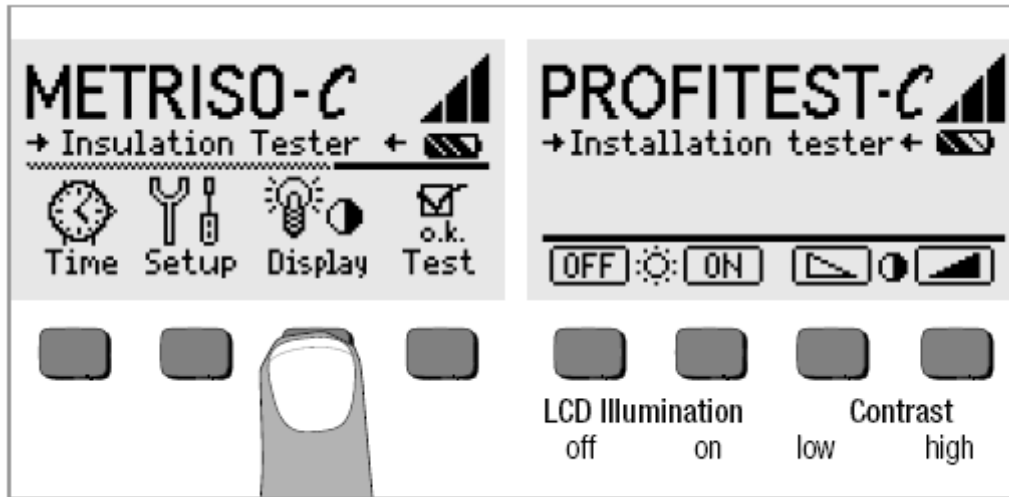
## Ρύθμιση απενεργοποίησης της συσκευής με χρονοδιακόπτη ή χειροκίνητα



- Πατήστε το κουμπί Setup
- Πατήστε το κουμπί T<sub>on</sub> και μετά το κουμπί 10sec, 20sec, 30sec ή 60sec ανάλογα με την επιθυμητή χρονική διάρκεια μετά την οποία θέλετε το όργανο να απενεργοποιείται αυτόματα. Επιπρόσθετες επιλογές ρύθμισης μπορούν να εμφανιστούν στην οθόνη με την βοήθεια των πλήκτρων ← και → .  
Η ρύθμιση “>>>>>” δείχνει ότι δεν πρόκειται να συμβεί αυτόματο σβήσιμο. Η επιλεγείσα ρύθμιση έχει σημαντική επίδραση στην διάρκεια ζωής της μπαταρίας.
- Πιέστε το κουμπί ← για να βγείτε από το μενού setup.

**Το όργανο μπορεί να απενεργοποιηθεί χειροκίνητα πατώντας ταυτόχρονα τα δύο ακραία πλήκτρα (softkeys).**

## Φωτισμός οθόνης και Αντίθεση

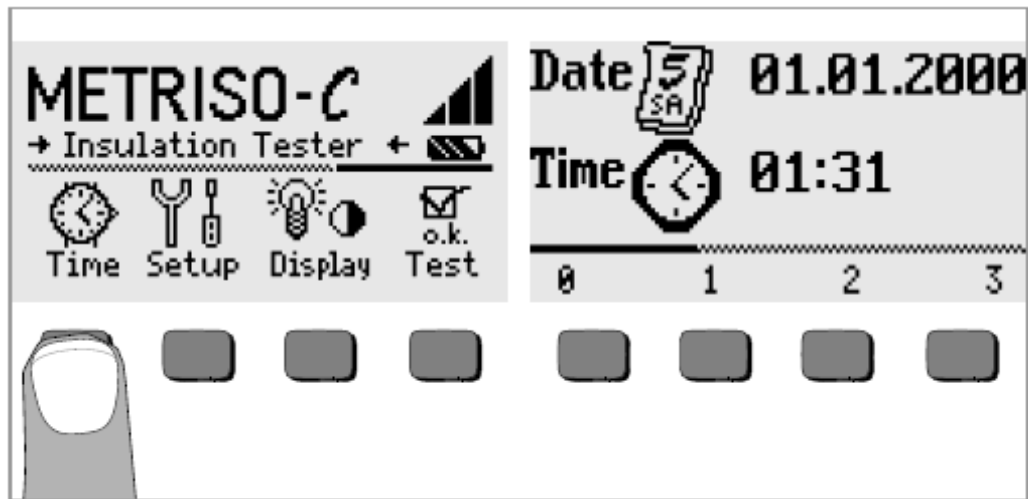


- Πατήστε το κουμπί Display.
- Για να επιμηκύνετε την διάρκεια ζωής της μπαταρίας, ο φωτισμός της οθόνης μπορεί να απενεργοποιηθεί πλήρως. Πιέστε το αντίστοιχο πλήκτρο.

Εάν η επιλογή φωτισμού της οθόνης ενεργοποιηθεί (=ON), η οθόνη σβήνει αυτόματα μερικά δευτερόλεπτα αφού πατηθεί για τελευταία φορά κάποιο πλήκτρο, προκειμένου να επιμηκυνθεί η διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Μόλις πατηθεί ξανά κάποιο πλήκτρο, ο φωτισμός ενεργοποιείται πάλι.

- Η αντίθεση μπορεί να ρυθμιστεί με τα δύο πλήκτρα που βρίσκονται στα δεξιά.
- Πιέστε το πλήκτρο **START** για να βγείτε από το μενού setup. Τα δεδομένα σώζονται στην μνήμη.

## Ρύθμιση του ρολογιού



- Πατήστε το κουμπί Time.
- Ο δρομέας εμφανίζεται στο πρώτο ψηφίο της ημερομηνίας. Επιλέξτε τον επιθυμητό αριθμό με ένα από τα πλήκτρα.  
Οι αριθμοί που δεν φαίνονται στο παράθυρο μπορούν να απεικονιστούν μέσω των πλήκτρων ◀ ή ▶. Κάθε φορά που επιλέγεται ένας αριθμός, ο δρομέας μετακινείται στην επόμενη θέση δεξιά.
- Η ημερομηνία και η ώρα αποθηκεύονται μόλις καταχωρηθεί και ο τελευταίος αριθμός.
- Πιέστε το πλήκτρο **START** για να βγείτε από το μενού setup. Τα δεδομένα σώζονται στην μνήμη.



### 3.5 Ενημέρωση λογισμικού και διαχείριση δεδομένων μέτρησης

Εάν επιθυμείτε ενημερωμένο λογισμικό του οργάνου μέτρησης, μπορείτε να το κατεβάσετε μέσω του λογισμικού Η/Υ WinProfi. Το αρχείο με την επιθυμητή έκδοση λογισμικού μεταδίδεται στο όργανο μέτρησης μέσω της σειριακής θύρας. Η προηγούμενη έκδοση χάνεται.

---



#### Σημείωση

Αυτό το λογισμικό περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες που απαιτούνται για την επικοινωνία ανάμεσα στο όργανο METRISO®C και τον Η/Υ. Μία περιγραφή του προγράμματος περιλαμβάνεται στο online εγχειρίδιο χρήστη, το οποίο μπορεί να προσπελαστεί μέσω του WinProfi.

---



*Το πρόγραμμα WinProfi*

## A Εγκατάσταση του WinProfi στον Η/Υ και εκκίνηση του προγράμματος

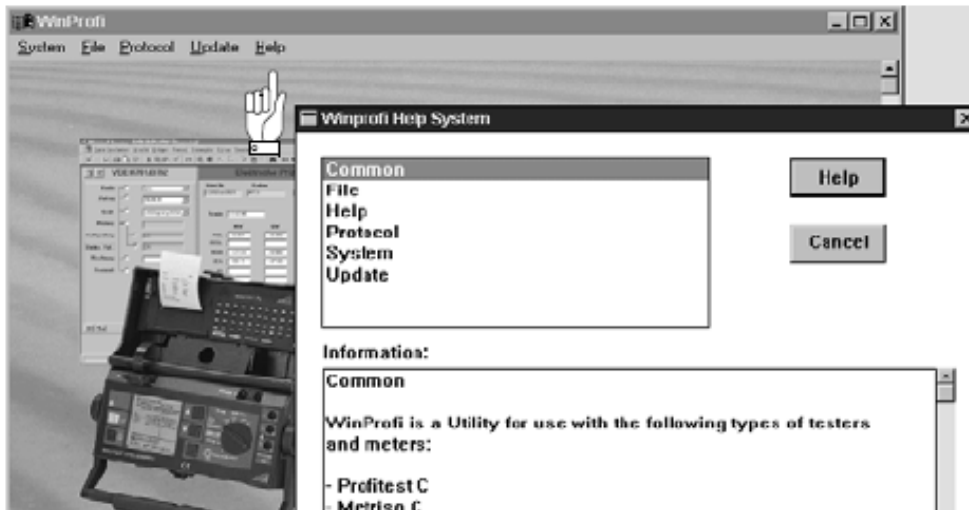
- Αρχικά εγκαταστήστε το λογισμικό στον ηλεκτρονικό υπολογιστή σας. Εισάγετε το CD στον οδηγό CD, π.χ. drive E. Εκτελέστε το αρχείο **E:GMCDEMO**
- Πατήστε με το ποντίκι το εικονίδιο της υδρογίου.
- Ακολουθείστε τις οδηγίες που εμφανίζονται στην οθόνη.

Το πρόγραμμα προστίθεται στο μενού Έναρξης μετά την εγκατάσταση.

- Εγκαταστήστε μία σύνδεση ανάμεσα στον Η/Υ σας και στο όργανο δοκιμών PROFITEST®0100S-II χρησιμοποιώντας τον μετατροπέα IrDa – USB.
- Εκκινήστε το πρόγραμμα WinProfi.
- Ενεργοποιήστε το όργανο δοκιμών.
- Ρυθμίστε τον χρόνο απενεργοποίησης του οργάνου METRISO®C στην επιλογή “>>>>>”, προκειμένου να έχετε αρκετό χρόνο για να κάνετε τις ρυθμίσεις στο WinProfi, πριν η συσκευή απενεργοποιηθεί αυτόματα, δείτε το κεφάλαιο 3.3.

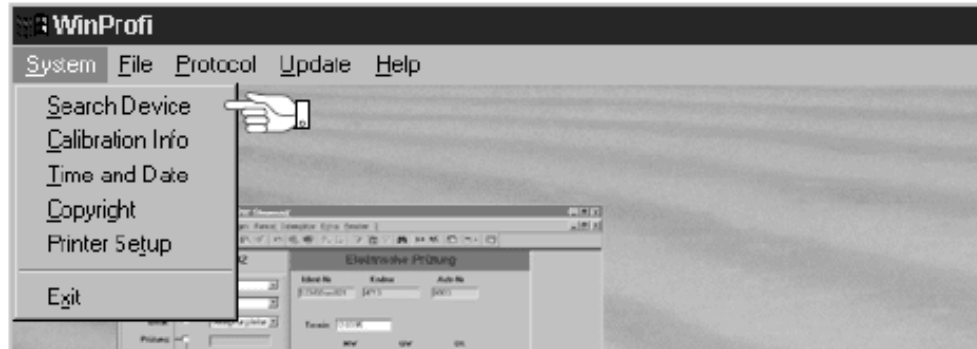
## Ανοίξτε ή εκτυπώστε το online εγχειρίδιο χρήσης

Το online εγχειρίδιο χρήσης περιέχει πληροφορίες σχετικές με το λογισμικό που δεν περιλαμβάνονται στις παρούσες οδηγίες χρήσης.



## B Προαπαιτούμενα για Ενημέρωση Λογισμικού και Ανταλλαγή Δεδομένων

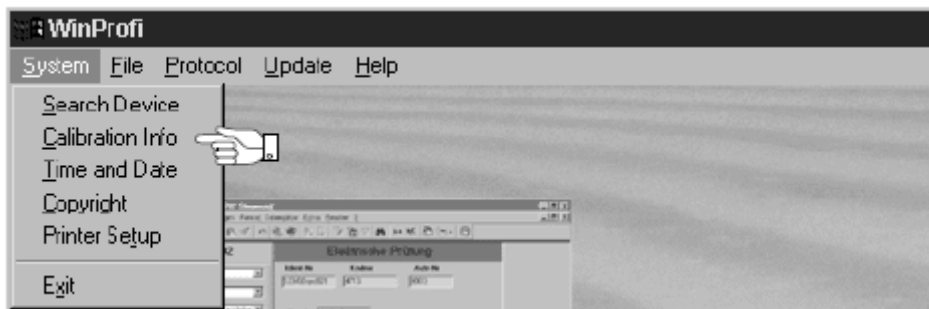
- Βρείτε την διεπαφή στην οποία είναι συνδεδεμένο το όργανο METRISO®C.



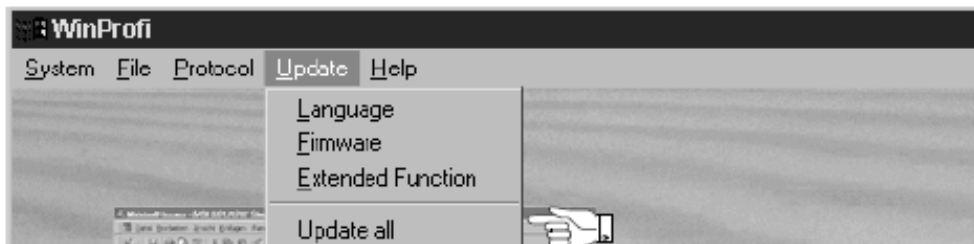
### Σημείωση

Πάντα να ξεκινάτε πρώτα αυτήν την λειτουργία, πριν πραγματοποιήσετε μία ενημέρωση ή αλλάξετε τις φόρμες των αναφορών. Αφού ξεκινήσετε αυτήν την λειτουργία, το WinProfi φορτώνει τα αρχεία αναφοράς που χρειάζονται ειδικά για το συνδεδεμένο όργανο. Επειδή το λογισμικό WinProfi έχει κατασκευαστεί για χρήση με αρκετούς τύπους οργάνων μέτρησης, λανθασμένες αναφορές δοκιμών μπορεί να φορτωθούν σε διαφορετική περίπτωση ή λανθασμένες επιλογές μπορεί να είναι διαθέσιμες.

- Πληροφορίες σχετικές με την τρέχουσα έκδοση λογισμικού



## C Αποστολή μίας ενημέρωσης λογισμικού στο όργανο δοκιμών



- H/Y : Επιλέξτε την λειτουργία Update All από το μενού Update. Ακολουθήστε τις οδηγίες που εμφανίζονται στην οθόνη.

Ανάλογα με τον χρησιμοποιούμενο υπολογιστή, η αποστολή χρειάζεται 1 με 2 λεπτά.

Η λυχνία LED NETZ/MAINS του οργάνου δοκιμών METRISO®C ανάβει πράσινη δείχνοντας ότι το όργανο είναι έτοιμο να δεχθεί δεδομένα. Εάν ο H/Y και το όργανο δοκιμών συγχρονιστούν σωστά η ίδια λυχνία LED φωτίζεται πράσινη. Κατά την διάρκεια του προγραμματισμού, οι λυχνίες LED LIMIT και U>25V ανάβουν κόκκινες και η λυχνία LED NETZ/MAINS ανάβει κίτρινη με εναλλασσόμενη σειρά. Μόλις ολοκληρωθεί η αποστολή των δεδομένων, η λυχνία LED NETZ/MAINS γίνεται για λίγο πράσινη, στην συνέχεια όλες οι λυχνίες σβήνουν. Το μήνυμα “Transmission done”, δηλαδή «Η μεταφορά ολοκληρώθηκε», εμφανίζεται στην οθόνη.



### **Προσοχή!**

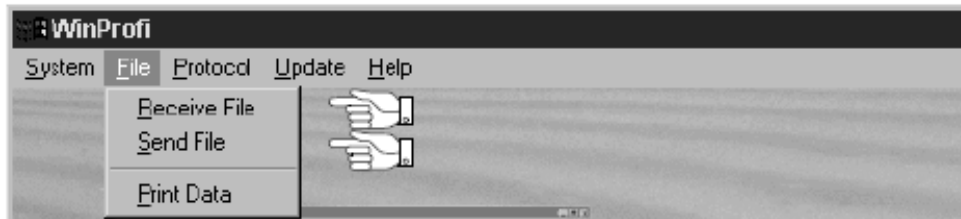
Το όργανο δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να απενεργοποιηθεί κατά την διάρκεια της μετάδοσης, ούτε πρέπει η σύνδεση μεταξύ του οργάνου και του H/Y να διακοπεί.

---

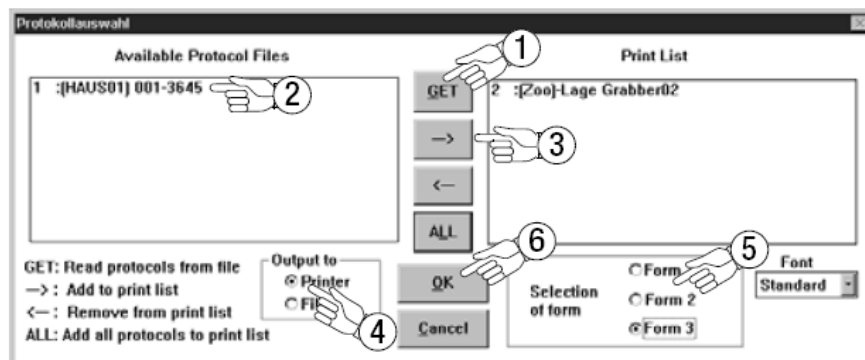
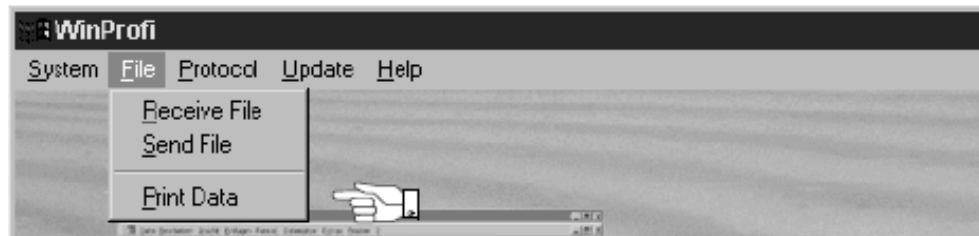
## D Διαχείριση των δεδομένων

- Συνδέστε το όργανο δοκιμών METRISO®C με τον Η/Υ σας μέσω του μετατροπέα IrDa – USB.
- Ξεκινήστε το πρόγραμμα WinProfi.
- Ενεργοποιήστε το όργανο δοκιμών.
- Ρυθμίστε τον χρόνο απενεργοποίησης του οργάνου METRISO®C στην επιλογή “>>>>>”, προκειμένου να έχετε αρκετό χρόνο για να κάνετε τις ρυθμίσεις στο WinProfi, πριν η συσκευή απενεργοποιηθεί αυτόματα, δείτε το κεφάλαιο 3.3.

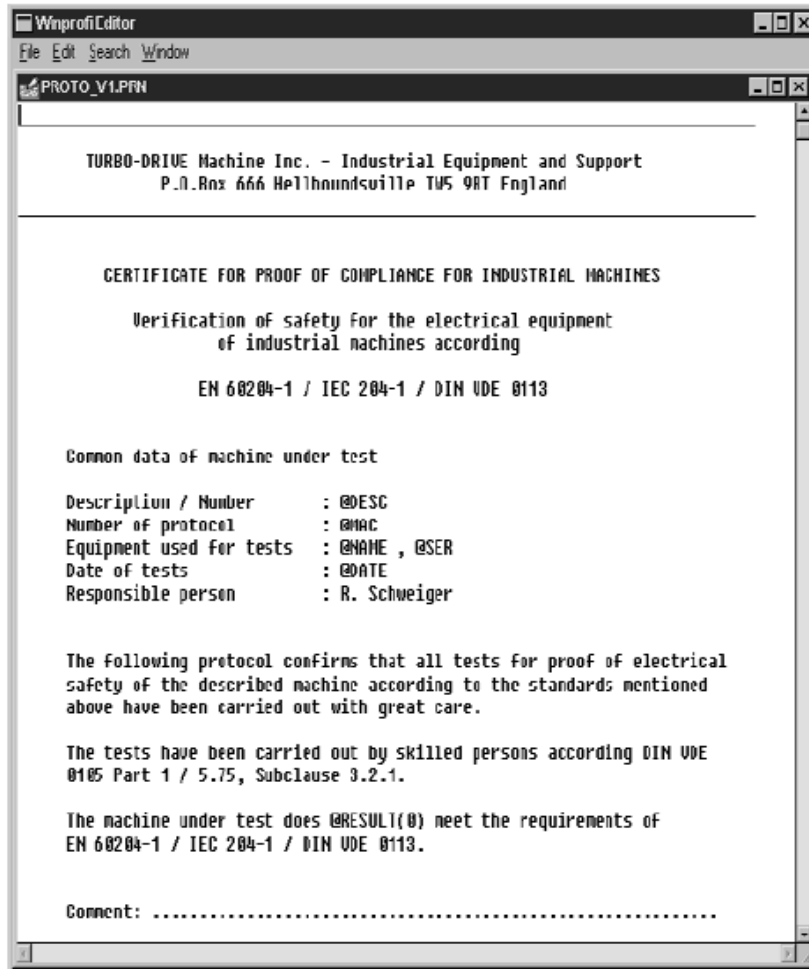
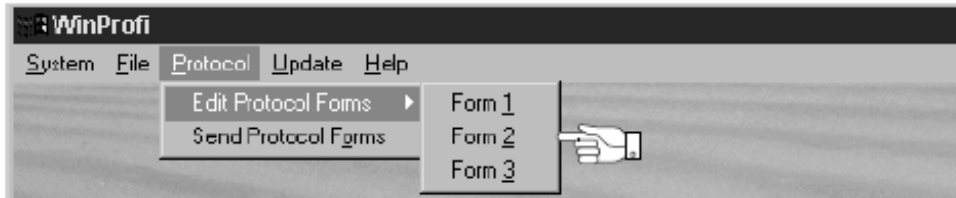
- Στείλτε ή λάβετε ένα αρχείο δεδομένων



- Εκτύπωση δεδομένων



- Συντάξτε ή στείλτε φόρμες αναφορών

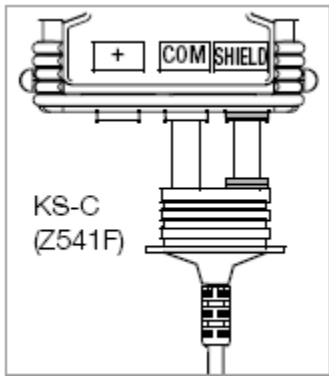


## 4 Γενική Λειτουργία

Τα καλώδια μετρήσεων συνδέονται στις θύρες “+” και “COM”.

Το θωρακισμένο καλώδιο πρέπει να συνδεθεί στις θύρες **COM** και **SHIELD** για την μέτρηση της ηλεκτροστατικής εκφόρτισης σε επιστρώσεις δαπέδων. (Επιπρόσθετος εξοπλισμός Z541B “Καλώδιο μέτρησης υψηλής αντίστασης για μετρήσεις στην περιοχή των GΩ”, δείτε το διάγραμμα σύνδεσης).

Παρατηρήστε την χρωματική κωδικοποίηση όταν συνδέεται τα καλώδια!




### 4.1 Αυτόματες ρυθμίσεις, Παρακολούθηση και Απενεργοποίηση

Το όργανο δεν μπορεί να ενεργοποιηθεί ή κλείνει αυτόματα, μόλις η τάση της μπαταρίας πέσει κάτω από μία οριακή τιμή.

Η μέτρηση διακόπτεται αυτόματα ή η λειτουργία μέτρησης απενεργοποιείται αν η τάση υπερβεί μία επιτρεπτή τιμή στην κλίμακα Αντιστάσεων ( $U > 25V$ ).

Το όργανο απενεργοποιείται αυτόματα, μόλις η τρέχουσα (αυτόματη) ακολουθία μέτρησης ολοκληρωθεί, και μόλις περάσει ο προκαθορισμένος χρόνος (δείτε το κεφάλαιο 3.4). Ο χρόνος αυτόματης απενεργοποίησης ρυθμίζεται πάλι στην διάρκεια που επελέγη στο μενού setup κάθε φορά που ένα πλήκτρο ενεργοποιείται.

## Λειτουργίες λυχνίας

Λυχνία	Κατάσταση	Λειτουργία
	κόκκινο	Διαφορά δυναμικού $\geq 150$ V μεταξύ των πλήκτρων και του σημείου μέτρησης
<b>Netz Mains</b>	κόκκινο που αναβοσβήνει	Τάση γραμμής ή τάση παρεμβολής είναι παρούσα στις μετρούμενες εισόδους (αντίσταση μόνωσης και μέτρηση χαμηλής αντίστασης είναι απενεργοποιημένες)
<b>LIMIT</b>	κόκκινο	- Η μετρούμενη αντίσταση μόνωσης είναι μικρότερη από την επιλεγείσα οριακή τιμή - Η μετρούμενη αντίσταση χαμηλής τιμής είναι μικρότερη από την επιτρεπτή οριακή τιμή
<b>U&gt;25V</b>	κόκκινο	Τάση μεγαλύτερη των 25V εφαρμόζεται στις εισόδους μέτρησης. Η διαδικασία εκφόρτισης δεν έχει ακόμα ολοκληρωθεί.

### 4.2 Απεικόνιση μετρούμενων μεγεθών

Τα ακόλουθα απεικονίζονται στην οθόνη LCD :

- Μετρούμενα μεγέθη με συντεταγμένο ποσοτικό τύπο και μονάδες μέτρησης.
- Η επιλεγείσα λειτουργία.


Όταν είναι ενεργοποιημένη η επιλογή των αυτόματων ακολουθιών μέτρησης, οι μετρούμενες τιμές απεικονίζονται σε μορφή ψηφίων, μέχρι να αρχίσει η επόμενη ακολουθία μέτρησης ή μέχρι το όργανο να απενεργοποιηθεί αυτόματα.

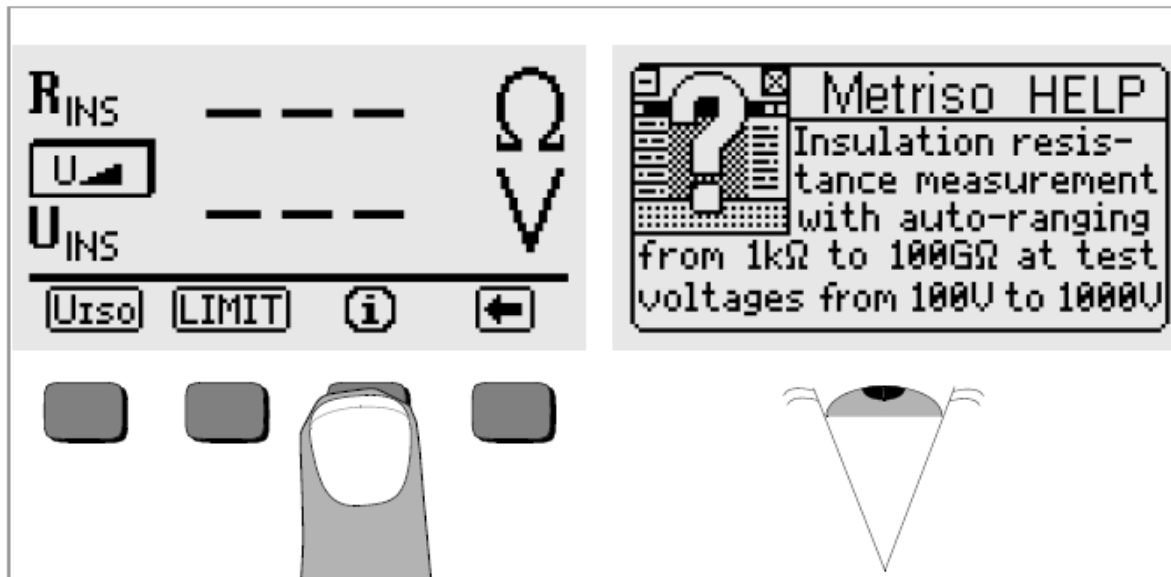
Εάν γίνει υπέρβαση της ανώτατης επιτρεπτής τιμής μέτρησης, η ανώτατη τιμή απεικονίζεται στην οθόνη ύστερα από το σύμβολο “>”, προκειμένου να δειχθεί η υπέρβαση της κλίμακας.



### 4.3 Online βοήθεια

Κατάλληλα βοηθητικά μηνύματα εμφανίζονται στην οθόνη LCD για καθεμιά από τις βασικές λειτουργίες και υπολειτουργίες, **αφού η επιθυμητή λειτουργία έχει επιλεγεί στο αντίστοιχο μενού.**

- Πιέστε το πλήκτρο  για να ενεργοποιήσετε την online βοήθεια.  
Πιέστε οποιοδήποτε πλήκτρο για να βγείτε από την λειτουργία βοήθειας.



## 5 Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης

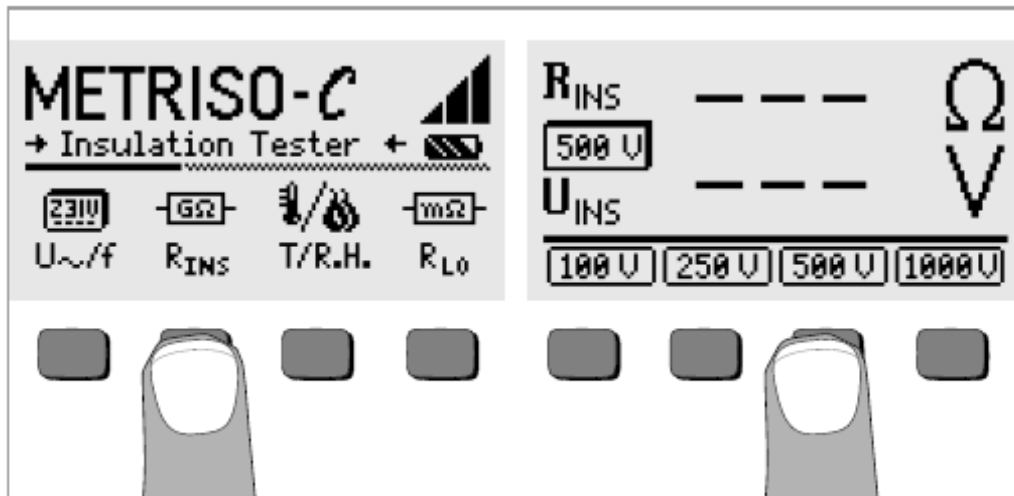
Η αντίσταση μόνωσης μπορεί να μετρηθεί μόνον σε αντικείμενα που δεν βρίσκονται υπό τάση. Εάν η κύρια τάση ή τάση παρεμβολής εφαρμόζεται στα καλώδια μέτρησης, δεν μπορεί να μετρηθεί η αντίσταση μόνωσης και η λυχνία Netz/Mains ανάβει.



### Σημείωση

#### Έλεγχος των καλωδίων μέτρησης

Συνιστούμε την βραχυκύκλωση των καλωδίων μέτρησης με τα test probes πριν εκτελέσετε την μέτρηση της μόνωσης, για να ελέγξετε εάν η ένδειξη του οργάνου είναι σχεδόν 0 Ω (δείτε το κεφάλαιο 9). Αυτό βοηθάει να ανακαλύψετε διακοπές στα καλώδια μέτρησης που, προσομοιώνονται με υψηλή αντίσταση μόνωσης.



➤ Πιέστε το πλήκτρο  $R_{INS}$ .

Η επιλεγμένη τάση δοκιμής (ονομαστική τάση) απεικονίζεται ανάμεσα στα  $R_{INS}$  και  $U_{INS}$ .

- Επιλέξτε μία άλλη τάση δοκιμής, εάν είναι απαραίτητο, πατώντας το πλήκτρο  $U_{INS}$  και στην συνέχεια επιλέγοντας την επιθυμητή τάση δοκιμής.
- Συνδέστε την υπό έλεγχο συσκευή στις θύρες + και COM.
- Αρχίστε την μέτρηση πατώντας το πλήκτρο **START**.



### **Προσοχή!**

Μην αγγίζετε τους ακροδέκτες σύνδεσης του οργάνου κατά την διάρκεια της μέτρησης της αντίστασης μόνωσης.

---



### **Σημείωση**

#### **Τριφασικά συστήματα ρευμάτων**

Όλοι οι αγωγοί (L1, L2, L3 και N) πρέπει να μετρώνται ως προς τον αγωγό προστασίας PE!

---

Εάν οι ακροδέκτες είναι ελεύθεροι, ή εάν έχουν συνδεθεί σε ωμικό φορτίο για την πραγματοποίηση μίας μέτρησης, ρεύμα έντασης περίπου 1 mA θα περάσει μέσα από το σώμα σας για τάση 1000V.

Αυτό το ηλεκτρικό σοκ δεν είναι επικίνδυνο για την ανθρώπινη ζωή. Όμως αυτό το απλά αισθητό σοκ ίσως προκαλέσει τραυματισμό (ως αποτέλεσμα του ξαφνιάσματος κ.τ.λ.).

## Χωρητικές συσκευές υπό δοκιμή

---



### **Προσοχή!**

Εάν η μέτρηση πραγματοποιείται σε ένα χωρητικό δοκίμιο, π.χ. ένα μακρύ καλώδιο, αυτό μπορεί να φορτιστεί μέχρι και σε τάση 1000V! Σε αυτήν την περίπτωση, η επαφή με το αντικείμενο είναι επικίνδυνη για την ανθρώπινη ζωή!

---

Ύστερα από την ολοκλήρωση της μέτρησης της αντίστασης μόνωσης σε χωρητικά δοκίμια, το δοκίμιο εκφορτίζεται αυτόματα μέσω του οργάνου μέτρησης μόλις αφηθεί το πλήκτρο START. Επομένως, η σύνδεση με το αντικείμενο πρέπει να διατηρηθεί.

**Μην αποσυνδέσετε το δοκίμιο από την συσκευή μέτρησης μέχρι να εμφανιστεί στην οθόνη η ένδειξη  $U_{INS}<25V$ .**

---



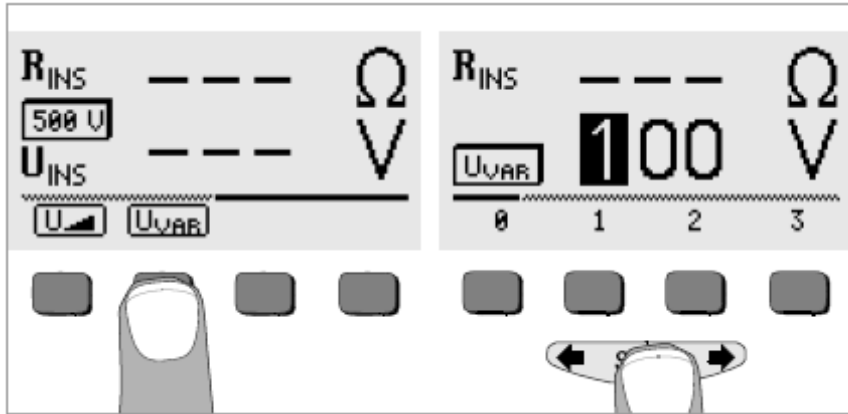
### **Σημείωση**

Οι μπαταρίες της συσκευής εξαντλούνται γρήγορα κατά την μέτρηση της αντίστασης μόνωσης. Κρατήστε το κουμπί START πιεσμένο μέχρι να σταθεροποιηθεί η μετρούμενη τιμή στην οθόνη.

---

## 5.1 Μέτρηση μόνωσης με ρυθμιζόμενη τάση δοκιμής

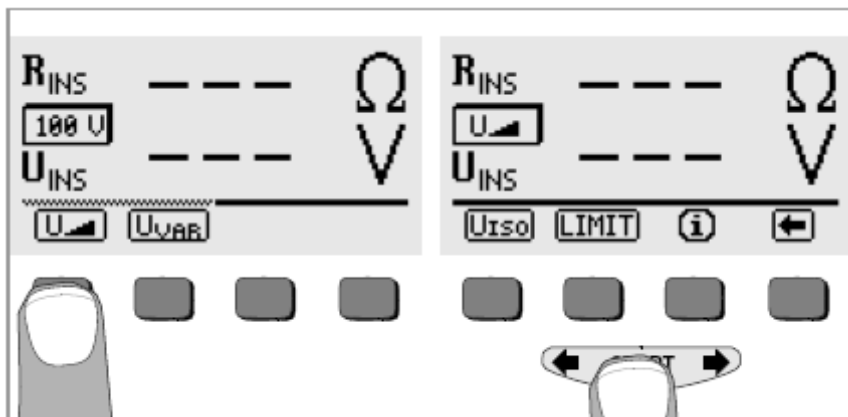
Συνεχής τάση δοκιμής (DC) από 50 έως 1000V μπορεί να επιλεγεί με την λειτουργία  $U_{VAR}$ , για μετρήσεις σε ευαίσθητα εξαρτήματα και σε συστήματα που διαθέτουν εξαρτήματα που περιορίζουν την τάση.



- Επιλέξτε την λειτουργία  $U_{VAR}$  από το μενού  $U_{ISO}$  με τα πλήκτρα  $\leftarrow$  ή  $\rightarrow$  και επιβεβαιώσε με το κουμπί  $U_{VAR}$ .
- Για να βάλετε την επιθυμητή τιμή :  
Απεικονίστε τους επιθυμητούς αριθμούς, και εάν χρειάζεται, την υποδιαστολή με τα πλήκτρα  $\leftarrow$  ή  $\rightarrow$ . Επιλέξτε την επιθυμητή τιμή με την χρήση των πλήκτρων (softkeys). Κάθε φορά που καταχωρείτε έναν αριθμό, ο δρομέας μετακινείται μία θέση δεξιά. Αφού καταχωρήσετε και τα τρία ψηφία, εξέλθετε από το παράθυρο πατώντας το πλήκτρο (softkey)  $\rightarrow$ . Εάν η επιλεγείσα τάση δεν βρίσκεται μέσα στο αποδεκτό από το όργανο εύρος, ο δρομέας γυρίζει πίσω στο πρώτο ψηφίο.  
Αφού η τιμή έχει καταχωρηθεί εξ'ολοκλήρου και επιβεβαιωθεί με το κουμπί START, η ένδειξη  $U_{VAR}$  εμφανίζεται ανάμεσα στις ενδείξεις  $R_{INS}$  και  $U_{INS}$ .
- Το υπόλοιπο της διαδικασίας μέτρησης είναι παρόμοιο με την διαδικασία που ακολουθείται για τις προεπιλεγμένες ονομαστικές τάσεις.

## 5.2 Μέτρηση με αυξανόμενο ρεύμα δοκιμής

Η λειτουργία “U” μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό αδύναμων σημείων της μόνωσης, όπως επίσης για τον καθορισμό της τάσης απόκρισης σε συσκευές περιορισμού τάσης.



- Επιλέξτε την λειτουργία “U” από το μενού U<sub>ISO</sub> με τα πλήκτρα ← ή → και επιβεβαιώστε την επιλογή σας πατώντας το πλήκτρο “U”.

Όσο το πλήκτρο START είναι πατημένο, η τάση δοκιμής αυξάνεται συνεχώς. Η μέτρηση της μόνωσης ξεκινά :

- Όταν επιτευχθεί η μέγιστη τάση (=μεταβλητή τάση δοκιμής, δείτε παράγραφο 5.1) ή
- Όταν αφαιρεθεί το πλήκτρο START (όταν η επιθυμητή τάση απεικονιστεί στην οθόνη) ή
- Όταν ένα μετρήσιμο ρεύμα δοκιμής ανιχνευθεί (π.χ. όταν εμφανιστεί σπινθήρας λόγω εκφόρτισης).

Η τάση δοκιμής, οποιεσδήποτε τάσεις αντίδρασης ή εκφόρτισης και η αντίσταση μόνωσης, όλα απεικονίζονται στην οθόνη.

## 5.3 Ρύθμιση της οριακής τιμής

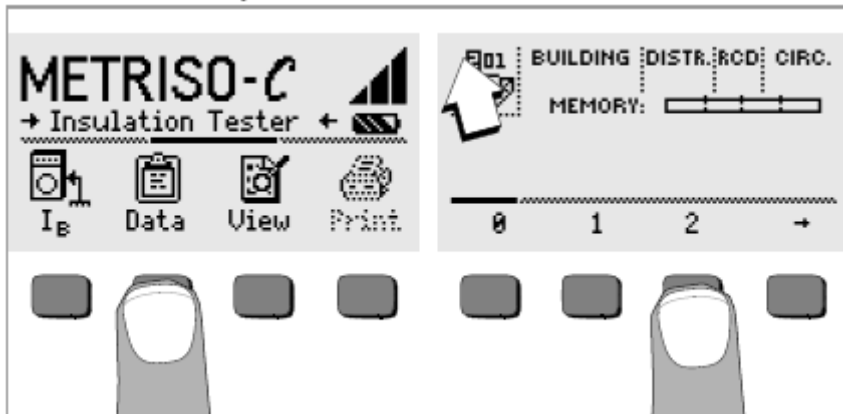
Μία οριακή τιμή για την αντίσταση μόνωσης μπορεί να επιλεγεί με το πλήκτρο LIMIT. Εάν οι μετρούμενες τιμές βρίσκονται κάτω από την οριακή τιμή, το κόκκινο LED LIMIT ανάβει.

## 6 Λειτουργίες βάσης δεδομένων

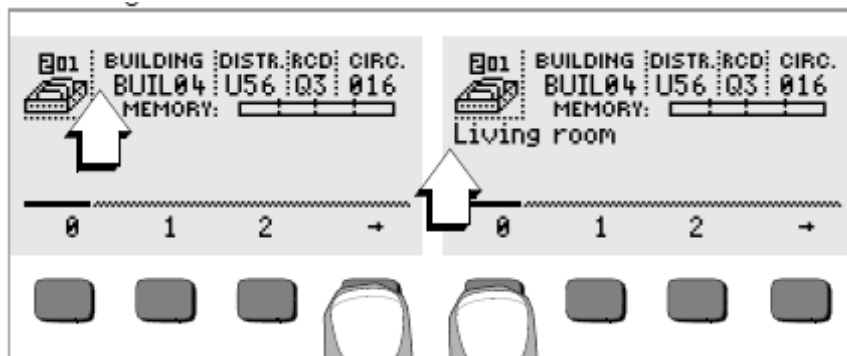
Τα απεικονιζόμενα μετρούμενα δεδομένα κάθε μέτρησης μπορούν να αποθηκευτούν σε μία εσωτερική βάση δεδομένων, με ή χωρίς κάποιο σχόλιο. Μία εγγραφή δεδομένων πρέπει να δημιουργηθεί και να αποδοθεί σε μία συγκεκριμένη διεύθυνση μνήμης, προκειμένου να μπορούμε να αναθέσουμε ξεχωριστές μετρούμενες τιμές σε διαφορετικά κτήρια, αίθουσες και κυκλώματα μέτρησης.

### 6.1 Δημιουργία μίας Εγγραφής Δεδομένων – Λειτουργία Δεδομένων

- Πατήστε το πλήκτρο Data.



- Αρχικά δημιουργήστε την επιθυμητή διεύθυνση μνήμης χρησιμοποιώντας τα πλήκτρα (softkeys). Αφού επιβεβαιώσετε με το κουμπί START (πατήστε στο κέντρο), ο δρομέας εμφανίζεται στην πρώτη θέση εισαγωγής δεδομένων (BUILDING).
- Με την βοήθεια των πλήκτρων (softkeys), μπορούν να δημιουργηθούν καταχωρήσεις στα πεδία BUILDING, DISTRIBUTION CABINET, RCD No. και CIRCUIT, το ένα μετά το άλλο, και μία ονομασία μπορεί να δοθεί για το ηλεκτρικό κύκλωμα.



### Εισαγωγή δεδομένων :

Εμφανίστε τον επιθυμητό αλφαριθμητικό χαρακτήρα πατώντας τα πλήκτρα ← ή → και μετά επιλέξτε τον χαρακτήρα με το αντίστοιχο πλήκτρο (softkey).

Χαρακτήρες ελέγχου μπορούν να εισαχθούν κατά τον ίδιο τρόπο, και έχουν την ακόλουθη ερμηνεία :

← : Κίνηση του δρομέα προς τα δεξιά (χωρίς διαγραφή δεδομένων)

→ : Κίνηση του δρομέα προς τα αριστερά (χωρίς διαγραφή δεδομένων)

↵ : Ίδια λειτουργία με το κουμπί **START**

Αφού επιλεγεί ο κάθε χαρακτήρας, ο δρομέας μετακινείται κατά μία θέση προς τα δεξιά. Εάν κάποιο από τα πλήκτρα ↵ ή **START** ενεργοποιηθεί, ο δρομέας μετακινείται στο επόμενο πεδίο. Μετά την συμπλήρωση των πεδίων BUILDING, DISTRIBUTION CABINET, RCD No. και CIRCUIT και μετά την επικύρωση με το πλήκτρο ↵, τα πεδία δεδομένων απεικονίζονται ως αντίστροφες εικόνες. Ύστερα από την ενεργοποίηση του πλήκτρου ↵ ξανά, η ονομασία του επιλεγέντος ηλεκτρικού κυκλώματος μπορεί να καταχωρηθεί.



### Σημείωση

Αυτές οι καταχωρήσεις απαιτούνται από το λογισμικό H/Y προκειμένου να αποθηκευτούν οι μετρούμενες τιμές στην βάση δεδομένων και για την παραγωγή αναφορών με αυτές τις πληροφορίες αυτόματα.



## 6.2 Αποθήκευση μετρούμενων τιμών – Λειτουργία STORE

- Αρχίστε την σχετική μέτρηση. Το πλήκτρο STORE απεικονίζονται μετά από την μέτρηση αντί για το πλήκτρο INFO. Το πλήκτρο STORE δεν απεικονίζεται παρά μόνον μετά την παρέλευση συγκεκριμένου χρόνου, για μετρήσεις που πραγματοποιούνται χωρίς το πλήκτρο **START**. Για παράδειγμα, το πλήκτρο store δεν εμφανίζεται ύστερα από μετρήσεις τάσης, παρά μόνον μετά από κάποιο χρονικό διάστημα, έτσι ώστε ο χειριστής να μπορεί να χρησιμοποιήσει το κείμενο βοήθειας με το πλήκτρο INFO.
- Οι εμφανιζόμενες μετρούμενες τιμές αποθηκεύονται στην επιλεγμένη διεύθυνση μνήμης, πατώντας το πλήκτρο STORE. Ένα κλειδί εμφανίζεται στην οθόνη κατά την αποθήκευση στην μνήμη.
- Κρατώντας πατημένο το πλήκτρο STORE μπορείτε να εισάγετε ένα σχόλιο και να αποθηκεύσετε την τρέχουσα μέτρηση.

### Εισαγωγή σχολίου

Εμφανίστε τον επιθυμητό αλφαριθμητικό χαρακτήρα με τα πλήκτρα ← ή → και επιλέξτε τον επιθυμητό χαρακτήρα με το αντίστοιχο πλήκτρο (softkey).

Χαρακτήρες ελέγχου μπορούν να εισαχθούν κατα τον ίδιο τρόπο, και έχουν την ακόλουθη ερμηνεία :

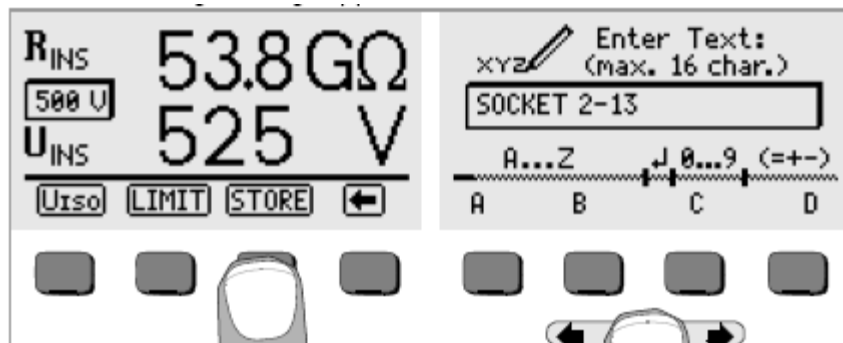
← : Κίνηση του δρομέα προς τα πίσω και διαγραφή.

↵ : Ίδια λειτουργία με το κουμπί **START**

Αφού επιλεγεί ο κάθε χαρακτήρας, ο δρομέας μετακινείται κατά μία θέση προς τα δεξιά. Ήδη καταχωρημένοι χαρακτήρες μπορούν να διαγραφούν κρατώντας πατημένο οποιοδήποτε πλήκτρο (softkey), εκτός από το πλήκτρο ↵.

Αφού εισάγεται μέχρι 15 χαρακτήρες, αποθηκεύστε τις μετρούμενες τιμες και τα σχόλια πατώντας το πλήκτρο **START** στο κέντρο.

Εμφανίζεται το ακόλουθο μήνυμα :





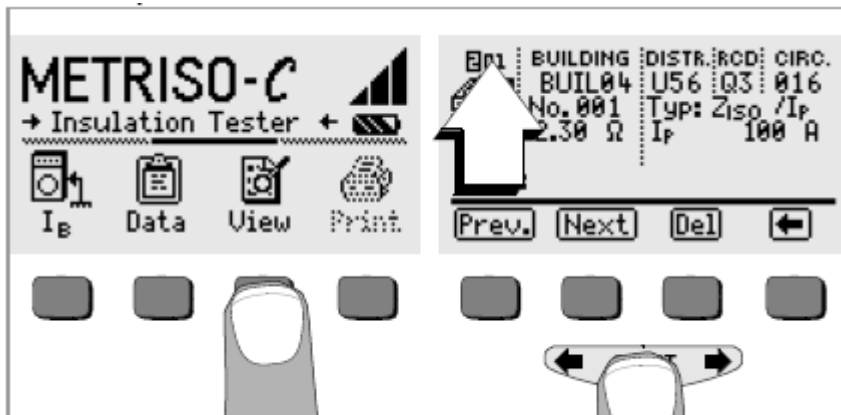


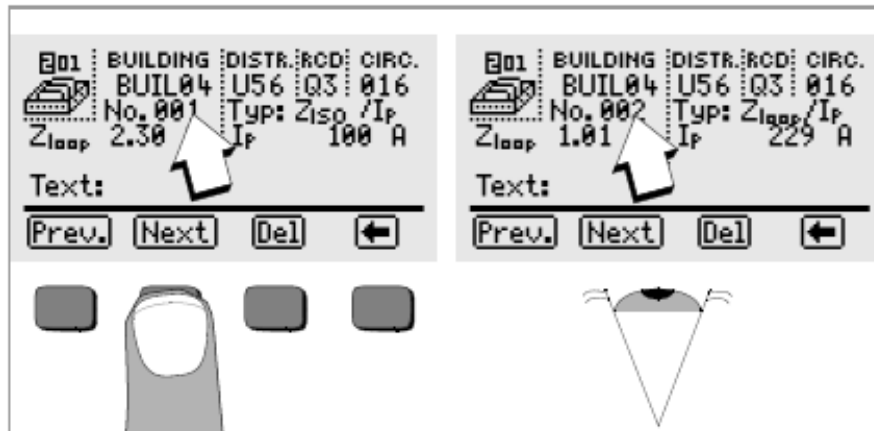
### Σημείωση

Οι αναφορές δοκιμών που περιλαμβάνονται στο λογισμικό ανάλυσης (π.χ. PS3) έχουν ξεχωριστά πεδία για μετρούμενες τιμές  $R_{ISOL}$  (χωρίς φορτίο). Εισάγετε τον χαρακτήρα “N” για μετρήσεις  $R_{ISON}$ , δηλαδή χωρίς φορτίο, ώστε το λογισμικό ανάλυσης να μπορέσει να προσδιορίσει ποια τιμή πρέπει να αποθηκευτεί για την αναφορά. Διαφορετικά, οι μετρούμενες τιμές αποθηκεύονται αυτόματα ως  $R_{ISOL}$ , δηλαδή με φορτίο.

## 6.3 Ανάκτηση εγγραφών δεδομένων – Λειτουργία View

- Επιλέξτε View.
- Μπορείτε να κινηθείτε προς τα εμπρός ανάμεσα στις διευθύνσεις μνήμης με το πλήκτρο , ή προς τα πίσω με το πλήκτρο .
- Αφού επιλέξετε μία διεύθυνση μνήμης, οι μεμονωμένες εγγραφές δεδομένων μπορούν να εξεταστούν με τα πλήκτρα (softkeys) Prev. και Next, οι οποίες έχουν αποθηκευτεί στην μνήμη σε συνεχόμενους αριθμούς.

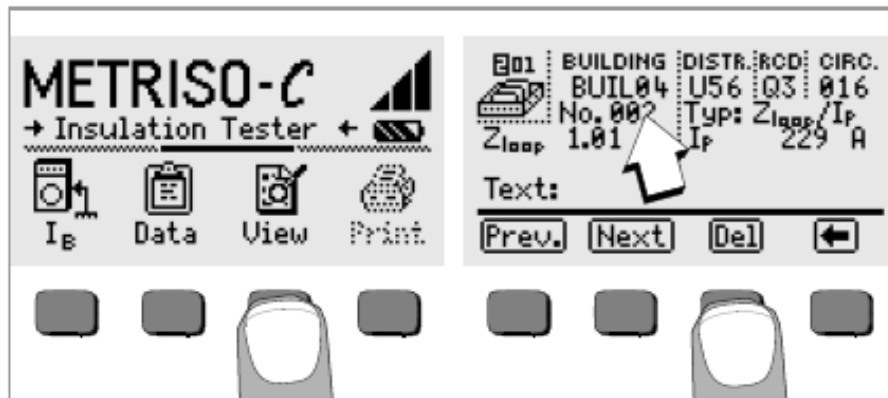




Σε περίπτωση που μία μετρούμενη τιμή λείπει από το επιλεγμένο κύκλωμα ρεύματος, πραγματοποιήστε την μέτρηση και η τιμή θα αποθηκευτεί αυτόματα.

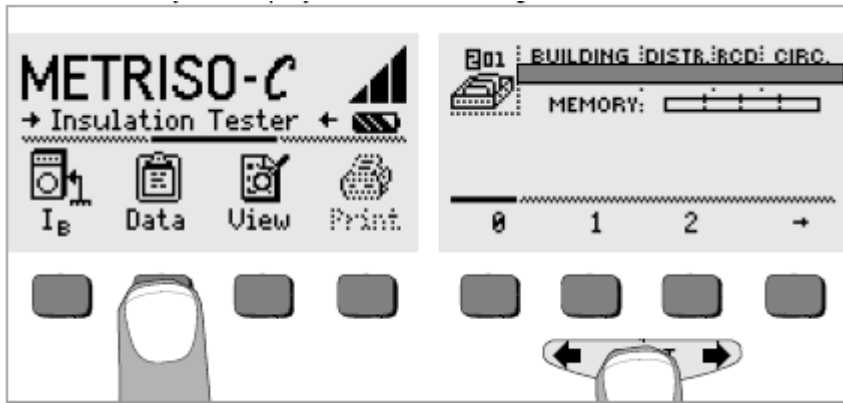
### 6.3.1 Διαγραφή μίας εγγραφής δεδομένων από μία διεύθυνση μνήμης – Λειτουργία View

- Ενεργοποιήστε το πλήκτρο Del. Δεν εμφανίζεται κάποια ερώτηση επιβεβαίωσης διαγραφής. Η αρίθμηση των εγγραφών δεδομένων αλλάζει μόλις κάποια μεμονωμένη εγγραφή δεδομένων διαγραφεί.



### 6.3.2 Διαγραφή μίας διεύθυνσης μνήμης – Λειτουργία Data

- Επιλέξτε View.
- Επιλέξτε κενά τα πεδία BUILDING, DISTRIBUTION CABINET, RCD No. και CIRCUIT. Αφού όλα αυτά τα πεδία συμπληρωθούν με κενά, εμφανίζονται ως ανεστραμμένα εικονίδια.

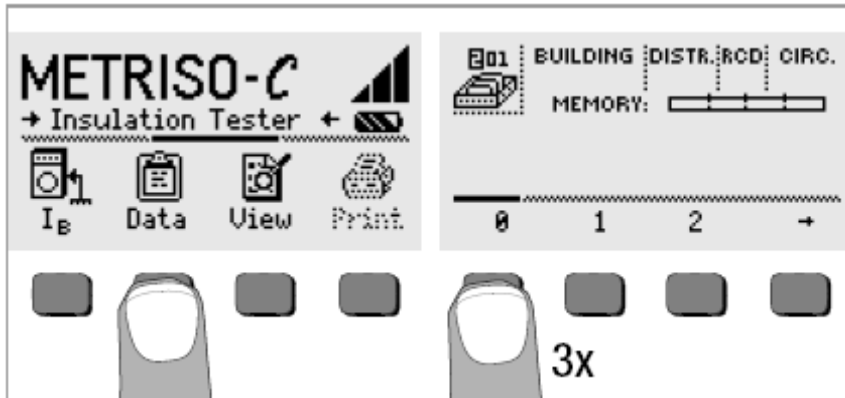


- Επιβεβαιώστε με το πλήκτρο START (πατήστε στο κέντρο). Όλα τα δεδομένα από την επιλεγείσα διεύθυνση μνήμης διαγράφονται.

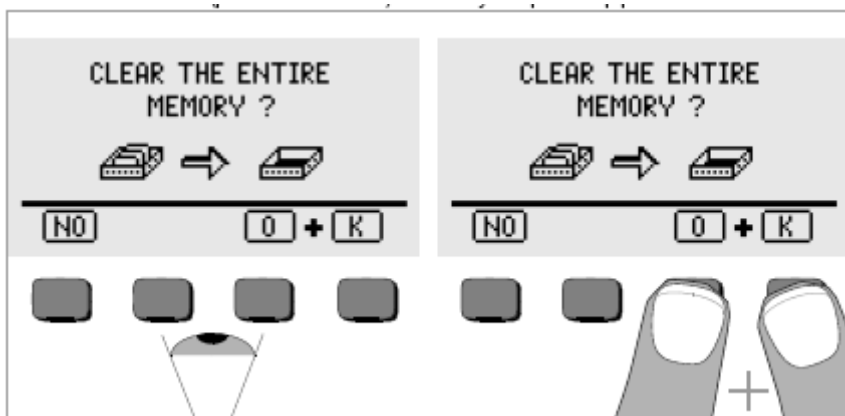
### 6.3.3 Διαγραφή όλων των διευθύνσεων μνήμης – Λειτουργία Data

Μέχρι 250 εγγραφές δεδομένων μπορούν να αποθηκευτούν στην μνήμη. Η μνήμη είναι πλήρης όταν η μπάρα δεξιά της λέξης “MEMORY” είναι εντελώς γεμάτη. Ολόκληρη η μνήμη, δηλαδή όλες οι εγγραφές δεδομένων από όλες τις διευθύνσεις μνήμης, μπορεί να διαγραφεί ταυτόχρονα. Προτείνουμε να αποθηκεύσετε όλα σας τα δεδομένα σε έναν Η/Υ πριν την διαγραφή.

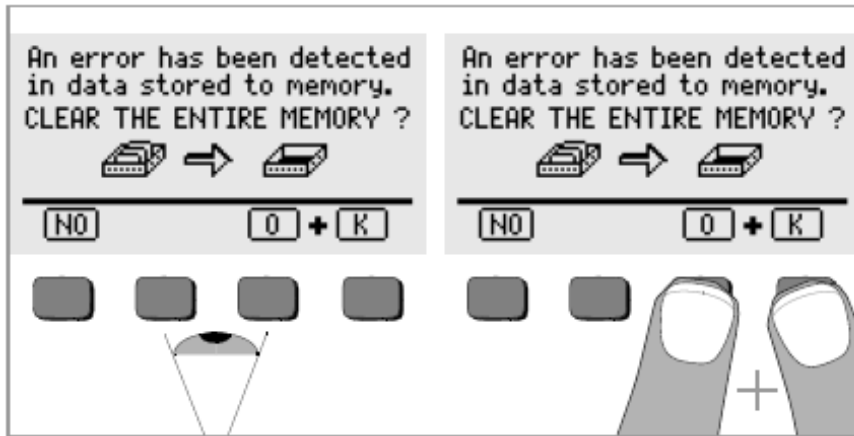
- Επιλέξτε View



- Εισάγετε την διεύθυνση μνήμης “000”. Αφού επιβεβαιώσετε πατώντας το πλήκτρο **START** (στο κέντρο), εμφανίζεται ένα αίτημα ασφαλείας.



- Πατώντας ταυτόχρονα τα πλήκτρα O και K όλα τα αποθηκευμένα δεδομένα διαγράφονται από την μνήμη. Η μπάρα δεξιά από την παράμετρο “MEMORY” αδειάζει. Αριστερά εμφανίζεται η διεύθυνση “001”. Νέα δεδομένα μπορούν τώρα να εισαχθούν στην πρώτη διεύθυνση, ή μπορείτε να βγείτε από την βάση δεδομένων (πατώντας ↵ ή το πλήκτρο **START** 9 φορές).



Εάν το προηγούμενο μήνυμα εμφανίζεται όταν ενεργοποιείτε το όργανο δοκιμών, όλα τα δεδομένα μπορούν να αποθηκευτούν σε έναν Η/Υ πριν σβήσετε την βάση δεδομένων προκειμένου να διορθώσετε το λάθος.

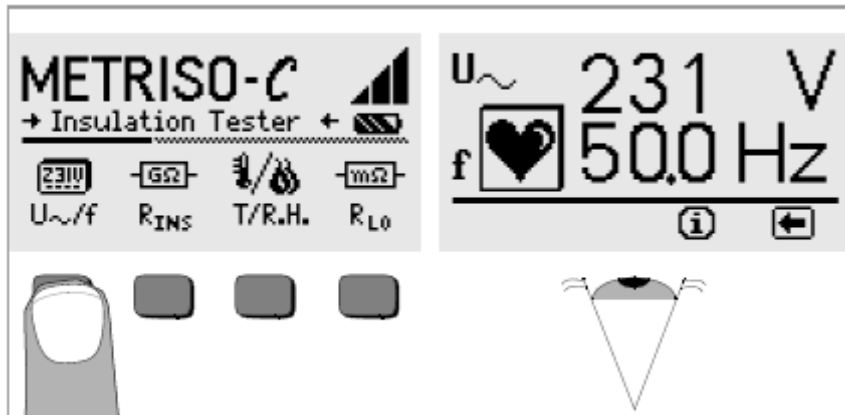
#### 6.4 Λειτουργία εκτύπωσης

Οι λειτουργίες των συμβόλων που φαίνονται με γκρι χρώμα ή απεικονίζονται μόνο σε ένα αχνό πλαίσιο, δεν θα είναι διαθέσιμες μέχρι την επόμενη ενημέρωση λογισμικού.

## 7 Μέτρηση εναλλασσόμενης τάσης

Ημιτονοειδής εναλλασσόμενη τάση συχνότητας από 40 έως 200 Hz μπορεί να μετρηθεί με το όργανο δοκιμών.

- Πατήστε το πλήκτρο U~/f.
- Συνδέστε τα σημεία μέτρησης με τα καλώδια μέτρησης (probes).



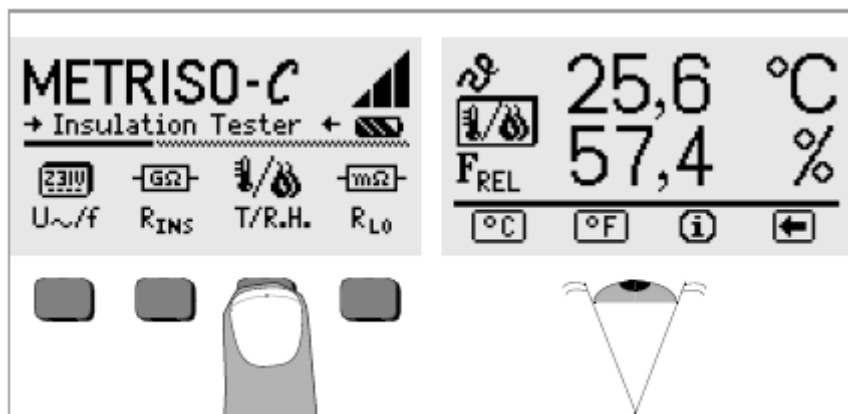
### Σημείωση

Η σύνθετη αντίσταση εισόδου (εμπέδηση), για το εύρος μέτρησης της τάσης, είναι 5MΩ.

## 8 Μέτρηση θερμοκρασίας και υγρασίας με τον προσαρμογέα Z541A (επιπρόσθετος προαρμογέας)

Θερμοκρασίες που κυμαίνονται από  $-10.0^{\circ}\text{C}$  μέχρι  $+50.0^{\circ}\text{C}$ , όπως επίσης και σχετική υγρασία από 10.0% μέχρι 90.0% μπορούν να μετρηθούν με τον προσαρμογέα μέτρησης θερμοκρασίας και υγρασίας.

- Συνδέστε τον προσαρμογέα θερμοκρασίας-υγρασίας στην θύρα υπερύθρων (IR) του οργάνου δοκιμών (δείτε το σχέδιο στην σελίδα 2 και 3), εισάγοντας τον οδηγό-ακροδέκτη του προσαρμογέα στο άνοιγμα που υπάρχει στην κορυφή του οργάνου δοκιμών, έτσι ώστε ο προσαρμογέας να βρίσκεται πάνω στα δύο ελαστικά μαξιλαράκια στην μέση της θέσης. Ύστερα πιέστε τον προσαρμογέα για να στερεωθεί σφιχτά.
- Πατήστε το πλήκτρο T/F<sub>REL</sub>. Ο προσαρμογέας ενεργοποιείται.
- Επιλέξτε την επιθυμητή μονάδα μέτρησης θερμοκρασίας,  $^{\circ}\text{C}$  ή  $^{\circ}\text{F}$ , με το αντίστοιχο πλήκτρο. Η θερμοκρασία και η υγρασία εμφανίζονται αμέσως.
- Σας συνιστούμε να μετακινήσετε το όργανο εμπρός-πίσω για μερικά δευτερόλεπτα ώστε ο προσαρμογέας να προσαρμοστεί στο περιβάλλον του δωματίου πιο γρήγορα. Με αυτόν τον τρόπο, ρεύμα αέρα μπορεί να εισέλθει στον προσαρμογέα, από το ειδικό άνοιγμα, γρηγορότερα. Διαφορετικά θα χρειάζονταν αρκετά λεπτά μέχρι να συμβεί αυτό.
- Όταν επιλέγετε διαφορετική λειτουργία, τότε ο προσαρμογέας απενεργοποιείται.
- Οι μετρούμενες τιμές ανανεώνονται κάθε 5 δευτερόλεπτα ώστε να μην εξαντλούνται γρήγορα οι μπαταρίες του προσαρμογέα.





## Απεικόνιση στο Όργανο Δοκιμών

Το σύμβολο “---” που εμφανίζεται στην οθόνη, μπορεί να οφείλεται στις ακόλουθες αιτίες :

- πρόσπτωση ηλιακού φωτός
- εξαντλημένες μπαταρίες στον προσαρμογέα Z541A
- ελαττωματικός ή εσφαλμένα τοποθετημένος προσαρμογέας

Ο προσαρμογέας Z541A δεν πρέπει να εκτεθεί σε άμεσο ηλιακό φως, για να αποφευχθεί ακούσια ενεργοποίηση μέσω υπερύθρων (διάρκεια ζωής μπαταρίας!).

## 9 Μέτρηση αντίστασης χαμηλής τιμής (μέχρι 100 Ω)

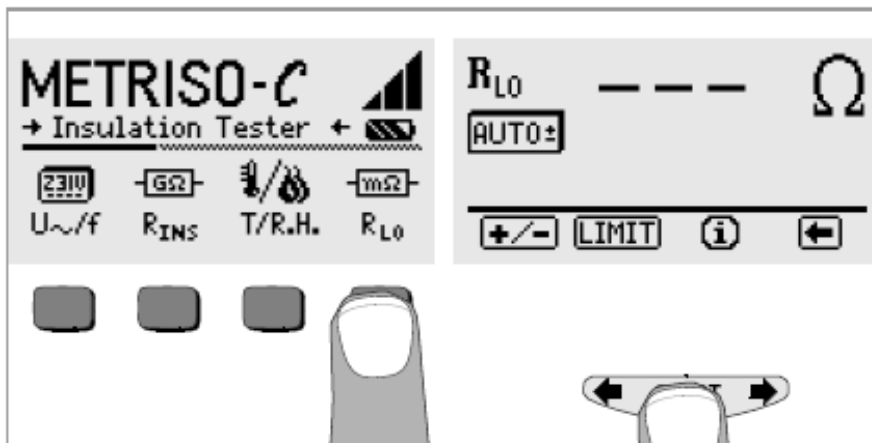
Σύμφωνα με τους κανονισμούς, η μέτρηση αντίστασης χαμηλής τιμής σε αγωγούς προστασίας, αγωγούς γης και ηλεκτρικούς συνδέσμους, πρέπει να πραγματοποιείται με (αυτόματη) αναστροφή της τάσης μέτρησης, ή με ροή ρεύματος μόνο σε μία κατεύθυνση (από θετικό πόλο + σε αγωγό προστασίας PE) ή (αρνητικό πόλο – σε αγωγό προστασίας PE).



### Προσοχή!

Η αντίσταση χαμηλής τιμής μπορεί να μετρηθεί μόνο σε αντικείμενα με μηδενική τάση.

---





### **Προσοχή!**

Για να αρχίσετε την μέτρηση, πρέπει πρώτα να συνδεθεί η υπό μέτρηση συσκευή με τα καλώδια μέτρησης. Εάν υπάρχει τάση στην υπό έλεγχο συσκευή, ή εάν η αντίσταση είναι μεγαλύτερη από 100 Ω, δεν μπορεί να πραγματοποιηθεί η μέτρηση.

---

### **Αυτόματη αντιστροφή πολικότητας – Λειτουργία AUTO±**

Με την αυτόματη αντιστροφή πολικότητας, το όργανο πραγματοποιεί μέτρηση πρώτα προς την μία κατεύθυνση και μετά προς την άλλη, αφότου αρχίσει η ακολουθία μέτρησης.

Εμφανίζεται πάντα η μεγαλύτερη μετρούμενη τιμή. Αυτό προϋποθέτει ότι η ένδειξη AUTO± εμφανίζεται κάτω από την ένδειξη R<sub>LO</sub>. Εάν μία από τις ενδείξεις RLO/+ ή RLO/- εμφανίζεται αντί της ένδειξης AUTO±, πιάστε το πλήκτρο +/- στην μπάρα του μενού και στην συνέχεια AUTO±.

Αντιστάσεις που δεν εμφανίζουν σταθερές τιμές μέχρι να σταθεροποιηθούν, δεν πρέπει να μετρώνται με την αυτόματη αντιστροφή πολικότητας. Η μέτρηση με την αυτόματη αντιστροφή πολικότητας μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα διαφοροποιούμενες ή και υπερβολικά μεγάλες μετρούμενες τιμές και επομένως αμφιλεγόμενες.

### **Μέτρηση από θετικό πόλο (+) προς PE ή από αρνητικό πόλο (-) προς PE**

Προκειμένου να διαπιστώσετε εάν τα αποτελέσματα των μετρήσεων είναι ανεξάρτητα από την κατεύθυνση ροής του ρεύματος, η μέτρηση μπορεί να πραγματοποιηθεί ξεχωριστά και προς τις δύο κατευθύνσεις. Πατήστε το πλήκτρο +/- στην μπάρα του μενού και μετά είτε το + είτε το – ανάλογα με την επιθυμητή κατεύθυνση ροής.

Διαφορετικά αποτελέσματα δείχνουν ότι υπάρχει τάση στην υπό έλεγχο συσκευή (π.χ. ηλεκτρεγερτική δύναμη ή αμελητέα τάση).

Τα αποτελέσματα των μετρήσεων μπορεί να διαστρεβλωθούν από παράλληλα συνδεδεμένες σύνθετες αντιστάσεις σε κυκλώματα φορτισμένα με ρεύμα φορτίου και κυρίως σε συστήματα που διαθέτουν προστασία υπερεντάσεων χωρίς ξεχωριστό αγωγό προστασίας. Μία αλλαγή στην αντίσταση κατά την μέτρηση (π.χ. επαγωγή) ή κακή επαφή μπορούν επίσης να συντελέσουν σε εσφαλμένες μετρήσεις.

Ακολουθούν παραδείγματα όπου οι μετρούμενες τιμές αντίστασης ενδέχεται να μεταβάλλονται κατά την μέτρηση :

- Τιμές αντιστάσεων σε λαμπτήρες πυρακτώσεως εξαιτίας της θερμότητας που προκαλείται από το ρεύμα δοκιμής.
- Αντίσταση με εξαιρετικά μεγάλη επαγωγική συνιστώσα.

Για να εξασφαλίσετε αναμφίβολα αποτελέσματα μετρήσεων, είναι απαραίτητο να εντοπίσετε και να εξουδετερώσετε οποιαδήποτε αιτία σφάλματος.

Οι μπαταρίες του οργάνου εξαντλούνται γρήγορα κατά την μέτρηση αντιστάσεων. Πατήστε το πλήκτρο START μόνον όσο χρειάζεται κατά την μέτρηση με ροή ρεύματος προς μία μόνο κατεύθυνση.

### **9.1 Αντιστάθμιση για την μέτρηση και για καλώδια επέκτασης (μέχρι 10 Ω)**

Η ωμική αντίσταση των καλωδίων μέτρησης μπορεί να αφαιρεθεί αυτόματα από τα μετρούμενα αποτελέσματα. Προχωρήστε ως ακολούθως :

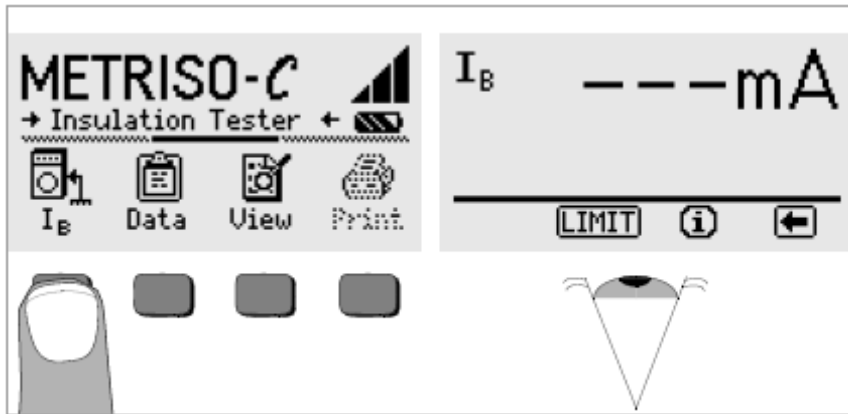
- Πατήστε το πλήκτρο +/-.
- Βραχυκυκλώστε τα δύο probes μέτρησης στις άκρες των καλωδίων μέτρησης, μαζί με τα καλώδια επέκτασης που ενδεχομένως χρησιμοποιούνται.
- Ενεργοποιήστε το πλήκτρο Offset. Η αντίσταση των καλωδίων εμφανίζεται δεξιά της ένδειξης Offset.
- Συνδέστε την υπό έλεγχο συσκευή.
- Αρχίστε την μέτρηση της αντίστασης χαμηλής τιμής πατώντας το πλήκτρο Start. Η ένδειξη  $R_{LO}$  αναπαριστά την μετρούμενη τιμή, από την οποία έχει ήδη αφαιρεθεί η αντίσταση του καλωδίου  $R_{Offset}$ .

### **9.2 Ρύθμιση της οριακής τιμής**

Μία ανώτατη οριακή τιμή αντίστασης μπορεί να επιλεγεί με την λειτουργία “LIMIT”. Εάν μία μετρούμενη τιμή υπερβαίνει αυτήν την οριακή τιμή, η κόκκινη λυχνία LED “LIMIT” ανάβει.

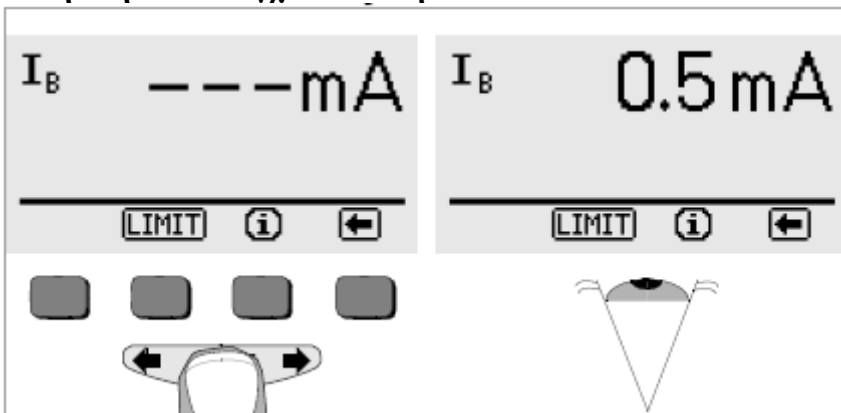
## 10 Μέτρηση ρεύματος επαφής

Επαλήθευση της απουσίας τάσης μπορεί να γίνει μέσω της μέτρησης του ρεύματος επαφής (DIN VDE 0701 τμήμα 240).



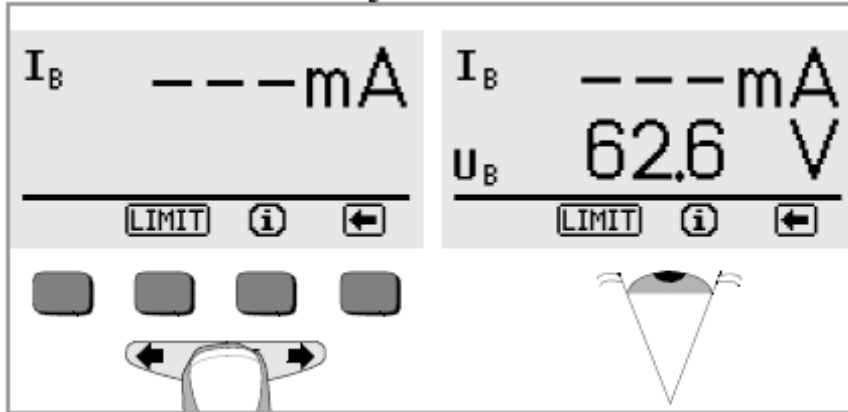
- Πιέστε το πλήκτρο I<sub>B</sub>.
- Συνδέστε το σημείο μέτρησης με τον θετικό πόλο (+ Pole) και τον ακροδέκτη COM (COM jack) με το δυναμικό του αγωγού προστασίας.

Τάση στην υπό έλεγχο συσκευή : U<sub>B</sub> < 25 V

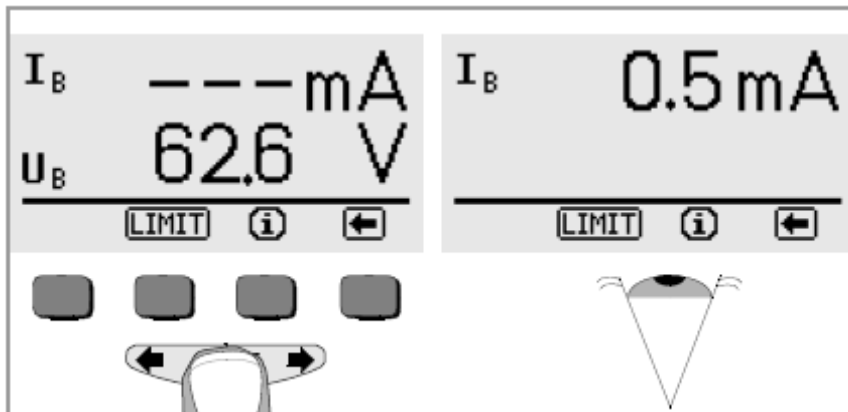


- Πιέστε ελαφρά το πλήκτρο START για να αρχίσετε την μέτρηση. Το ρεύμα επαφής I<sub>B</sub> μετράται και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη.

Τάση στην υπό έλεγχο συσκευή :  $U_B > 25 \text{ V}$



- Πιέστε ελαφρά το πλήκτρο START για να αρχίσετε την μέτρηση. Η τάση επαφής  $U_B$  μετράται και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη.



- Εάν το πλήκτρο **START** πατηθεί και κρατηθεί πατημένο, το ρεύμα επαφής  $I_B$  μετράται και το αποτέλεσμα εμφανίζεται στην οθόνη.

### 10.1 Ρύθμιση της οριακής τιμής

Μία ανώτατη οριακή τιμή ρεύματος επαφής μπορεί να επιλεγεί με το πλήκτρο “LIMIT”. Εάν μία μετρηθείσα τιμή υπερβαίνει αυτήν την οριακή τιμή, η κόκκινη λυχνία LED “LIMIT” ανάβει.

## 11 Χαρακτηριστικές τιμές

Μετρούμενη ποσότητα	Εύρος απεικόνισης	Ρεύμα δοκιμής	Εύρος μέτρησης	Nominal Values / Impedance	Intrinsic Error	Measuring Error
<b>R<sub>ISO</sub></b>	000 kΩ ... 99.9 GΩ	1 mA 3)	20 kΩ ... 10.0 GΩ	$U_N = 100 \text{ V}^{2)}$	$\pm(5\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$	$\pm(7\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$
			0.20 MΩ ... 10.0 GΩ	$U_N = 250/500/1000 \text{ V}^{2)}$	$\pm(5\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$	$\pm(7\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$
			> 10.0 GΩ ... 99.9 GΩ	$U_N = 100/250/500/1000 \text{ V}^{2)}$	$\pm(8\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$	$\pm(10\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$
<b>U<sub>ISO</sub></b>	000 V ... 1.20 kV		50 ... 1.00 kV	5 MΩ	$\pm(2.5\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$	$\pm(5\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$
<b>U<sub>~</sub></b>	00.0 V ... 500 kV		10 ... 500 V	5 MΩ	$\pm(2.5\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$	$\pm(5\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$
<b>f</b>	15.0 ... 400 Hz		45 ... 200 Hz	5 MΩ	$\pm(0.5\% \text{ rdg.} + 2 \text{ d})$	$\pm(1\% \text{ rdg.} + 2 \text{ d})$
<b>R<sub>LO</sub></b>	0.00 ... 9.99 Ω	$I_N = 200 \text{ mA}$	0.15 ... 10 Ω	$U_0 = 4.5 \text{ V}$	$\pm(2.5\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$	$\pm(5\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$
	> 10.0 ... 99.9 Ω		> 10 ... 100 Ω		$\pm(8\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$	$\pm(10\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$
<b>I<sub>B</sub></b>	0.00 μA ... 9.99 mA		0.1 ... 10 mA AC	2 kΩ	$\pm(5\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$	$\pm(6\% \text{ rdg.} + 3 \text{ d})$
<b>T<sup>1)</sup></b>	-10.0 ... +50.0 °C		0 ... +40 °C		$\pm 2 \text{ °C}$	
<b>Frel<sup>1)</sup></b>	10.0 ... 90.0%		20 ... 80%		$\pm 5\%$	
<b>Έλεγχος φάσης</b>	LED PE > 100 V		100 ... 500 V	> 100 MΩ/50 Hz		

<sup>1)</sup> Με εξωτερικό προσαρμογέα Z5414A

<sup>2)</sup> Ονομαστική τιμή DC =  $U_N + (0 \dots 15\%)$

<sup>3)</sup> Σε ονομαστική αντίσταση  $R_N = 1000 \text{ } \Omega$

### Συνθήκες αναφοράς

Θερμοκρασία περιβάλλοντος + 23 °C ±2 K

Σχετική υγρασία 40 ... 60%

Τάση μπαταριών 5.5 V ±1%

Συχνότητα 50 Hz ±0.2 Hz

Κυματομορφή τάσης ημιτονοειδής, απόκλιση μεταξύ τιμών RMS και ανορθωμένων τιμών < 1%

## Τροφοδοσία

Μπαταρίες	4 ea. 1.5 V baby cells (4 x C-Size) (alkaline-manganese per IEC LR14) ή 4 ea. NiCd επαναφορτιζόμενες μπαταρίες
Ονομαστικό εύρος χρήσης	4.6 ... 6.5 V
Έλεγχος μπαταριών	συμβολική απεικόνιση (symbolic display)
Κύκλωμα εξοικονόμησης μπαταριών	Ο φωτισμός της οθόνης μπορεί να απενεργοποιηθεί. Το όργανο δοκιμών σβήνει αυτόματα 10 με 60 δευτερόλεπτα από το τελευταίο πάτημα πλήκτρου. Σβήσιμο της συσκευής με αντίστροφη μέτρηση μπορεί να επιλεγεί από τον χρήστη.
Διάρκεια λειτουργίας	Για $R_{ISO}$ (1000 V/1 M $\Omega$ ), $R_{LO}$ με τον χρονοδιακόπτη στα 20 δευτερόλεπτα και με κάθε μέτρηση να διαρκεί 5 δευτερόλεπτα - με ένα σετ μπαταριών (alkaline-manganese) : 1.600 μετρήσεις - με ένα σετ μπαταριών (2200 mAh) : 1.000 μετρήσεις
Απενεργοποίηση ασφαλείας	Το όργανο απενεργοποιείται ή δεν μπορεί να ανοίξει, εάν η τάση τροφοδοσίας πέσει κάτω από ένα κρίσιμο επίπεδο
Θύρα φόρτισης	Επαναφορτιζόμενες μπαταρίες μπορούν να φορτιστούν μέσα στο όργανο συνδέοντας τον φορτιστή NA0100S (Z501D) στην πρίζα φόρτισης.

### **Δυνατότητα υπερφόρτισης**

R <sub>LO</sub>	Ηλεκτρονική ασφάλεια σταματάει την εκκίνηση του οργάνου εάν είναι παρούσα τάση παρεμβολής
U <sub>~</sub>	500 V συνεχής

### **Ηλεκτρική ασφάλεια**

Πρότυπα	IEC 1010-1:1990, IEC 1010-1/A2:1995 EN 61010-1:1993, EN 61010-1/A2:1995
Απαίτηση VDE	VDE 0411 Part 1, 1994-03
Κλάση προστασίας	II
Επίπεδο μόλυνσης	2
Κατηγορία μετρήσεων	Μέτρηση μόνωσης – 1000 V DC – όχι υπέρταση Μέτρηση τάσης – 500 V – CAT II
Ασφάλειες	FF0.315-1000G

### **Ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα EMC**

Εκπομπή παρεμβολών	EN 61326:2002 Class B
Στρώσια σε παρεμβολές	EN 61326:2002 EN 61000-4-2: 1995/A1: 1998 Feature A EN 61000-4-3: 1995/A1: 1998 Feature B



## Συνθήκες περιβάλλοντος

Όνομαστική θερμοκρασία	0 ... +40 °C
Θερμοκρασία λειτουργίας	-10 ... +50 °C
Θερμοκρασία αποθήκευσης	-20 ... +60 °C (χωρίς μπαταρίες)
Σχετική υγρασία	έως 75% (max. 85% για αποθήκευση και μεταφορά), δεν επιτρέπεται η συμπύκνωση
Υψόμετρο	max. 2000 m
Χρήση	Εσωτερικοί χώροι, εξωτερικοί χώροι μόνο κάτω από ειδικές συνθήκες περιβάλλοντος

## Μηχανολογικός σχεδιασμός

Οθόνη	multiple dot matrix οθόνη 128 x 64 pixels (65 mm x 38 mm), φωτιζόμενη
Διαστάσεις	275 mm x 140 mm x 65 mm
Βάρος	περίπου 1.2 kg με μπαταρίες
Προστασία	Περίβλημα IP 52 σύμφωνα με DIN VDE 0470 Part 1/EN 60529 με το διάφραγμα εξισορρόπησης της πίεσης κατασκευασμένο από μικροπορώδες ePTFE, δεν γηράσκει, diam. 8 mm στο κάλυμμα του διαμερίσματος των μπαταριών

Δείτε τον ακόλουθο πίνακα για την σημασία των κωδικών IP

IP XY (1° ψηφίο X)	Προστασία από είσοδο ξένων αντικειμένων	IP XY (2° ψηφίο Y)	Προστασία από είσοδο νερού
2	$\geq 12.5 \text{ mm } \varnothing$	2	σταγόνες (υπό γωνία 15°)
3	$\geq 2.5 \text{ mm } \varnothing$	3	spraying water
4	$\geq 1.0 \text{ mm } \varnothing$	4	splashing water
5	Προστασία από σκόνη	5	water jets
6	Δεν είναι δυνατή η είσοδος σκόνης	6	powerful water jets

## Διεπαφή δεδομένων

Τύπος	υπέρυθρος μετατροπέας (SIR/IrDa) δύο κατευθύνσεων, half-duplex
Format	9600 baud, 1 start bit, 1 stop bit, 8 data bits, no parity, no handshake
Εμβέλεια	max. 10 cm, συνιστάται: < 4 cm

## Εμφανιζόμενες τιμές συμπεριλαμβανομένων των ανοχών για σφάλματα μέτρησης

Πίνακας για τον προσδιορισμό των κατώτερων εμφανιζόμενων στην οθόνη τιμών για την αντίσταση μόνωσης, κάνοντας διορθώσεις για τα σφάλματα μέτρησης του οργάνου.

Οριακή τιμή	Μικρότερη εμφανιζόμενη τιμή	Οριακή τιμή	Μικρότερη εμφανιζόμενη τιμή
020 kΩ	025 kΩ		
100 kΩ	111 kΩ	100 MΩ	111 MΩ
200 kΩ	219 kΩ	200 MΩ	219 MΩ
500 kΩ	541 kΩ	500 MΩ	541 MΩ
0.20 MΩ	0.25 MΩ		
0.50 MΩ	0.57 MΩ		
1.00 MΩ	1.11 MΩ	1.00 GΩ	1.11 GΩ
2.00 MΩ	2.19 MΩ	2.00 GΩ	2.19 GΩ
5.00 MΩ	5.41 MΩ	5.00 GΩ	5.41 GΩ
10.0 MΩ	11.1 MΩ	10.0 GΩ	11.1 GΩ
20.0 MΩ	21.9 MΩ	20.0 GΩ	22.6 GΩ
50.0 MΩ	54.1 MΩ	50.0 GΩ	55.9 GΩ

Πίνακας για τον προσδιορισμό των μεγίστων εμφανιζόμενων στην οθόνη τιμών για την αντίσταση χαμηλής τιμής, κάνοντας διορθώσεις για τα σφάλματα μέτρησης του οργάνου.

Οριακή τιμή	Μέγιστη εμφανιζόμενη τιμή	Οριακή τιμή	Μέγιστη εμφανιζόμενη τιμή
0.15 Ω	0.11 Ω		
0.20 Ω	0.16 Ω	5.00 Ω	4.72 Ω
0.50 Ω	0.44 Ω	10.0 Ω	9.47 Ω
1.00 Ω	0.92 Ω	20.0 Ω	17.7 Ω
2.00 Ω	1.87 Ω	50.0 Ω	44.7 Ω

## 12 Κατάλογος συντημήσεων και η ερμηνεία τους

### Τάση

U	Τάση δοκιμής ή ονομαστική τάση
U <sub>INS</sub>	Αυξανόμενη τάση δοκιμής για έλεγχο μόνωσης
U~	Μετρηθείς τάση (ημιτονοειδής εναλλασσόμενη τάση)

### Θερμοκρασία / Ατμοσφαιρική υγρασία

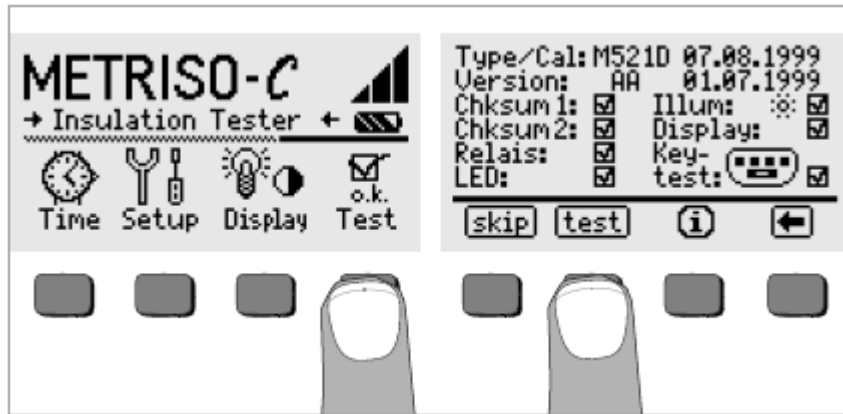
T / θ	Θερμοκρασία
F <sub>REL</sub>	Σχετική ατμοσφαιρική υγρασία

### Αντίσταση, Ρεύμα επαφής

LIMIT	Κατώτερη οριακή τιμή για την αντίσταση μόνωσης, την αντίσταση χαμηλής τιμής ή το ρεύμα επαφής
Offset	Τιμή διόρθωσης της αντίστασης για τα καλώδια μέτρησης
R <sub>INS</sub>	Αντίσταση μόνωσης
R <sub>LO</sub>	Αντίσταση χαμηλής τιμής (αντίσταση καλωδίων)

## 13 Συντήρηση

### 13.1 Αυτοέλεγχος



- Ο αυτοέλεγχος αρχίζει από το κύριο μενού με το πλήκτρο Test. Ο έλεγχος διαρκεί αρκετά δευτερόλεπτα.

Οι ακόλουθες πληροφορίες εμφανίζονται στις δύο επικεφαλίδες :

**Type/Cal:** Τύπος συσκευής / ημερομηνία της τελευταίας βαθμονόμησης (calibration)  
**Version:** Έκδοση λογισμικού και ημερομηνία έκδοσης

Οι αυτοέλεγχοι για τα αντικείμενα Chksum μέσω LED πραγματοποιούνται αυτόματα, ο ένας μετά τον άλλο και σημειώνονται με μία οριζόντια παύλα αν δεν είναι επιτυχείς.

**Chksum 1/2:** Απεικόνιση κατάστασης για εσωτερικό έλεγχο (Κάθε έλεγχος πρέπει να ολοκληρώνεται με ένα σημάδι επιτυχίας, διαφορετικά το όργανο δοκιμών δεν μπορεί να ξαναχρησιμοποιηθεί. Παρακαλούμε επικοινωνήστε με το τμήμα service της εταιρίας μας σε αυτήν την περίπτωση).

**Ηλεκτρονόμοι** κάθε ηλεκτρονόμος ανοιγοκλείνει δύο φορές

**LED** Οι λυχνίες U, LIMIT και NETZ/MAINS αναβοσβήνουν η καθεμιά δύο φορές με κόκκινο χρώμα..  
Η λυχνία PE δεν μπορεί να ελεγχθεί αυτόματα!

Μόλις οι προηγούμενοι έλεγχοι ολοκληρωθούν, οι ακόλουθοι έλεγχοι πρέπει να πραγματοποιηθούν χειροκίνητα :

- **Φωτισμός :** Πιέστε το πλήκτρο Test δύο φορές προκειμένου να ενεργοποιησετε και να απενεργοποιήσετε τον φωτισμό της οθόνης.
- **Οθόνη :** Πιέστε το πλήκτρο Test διαδοχικά για να εμφανιστεί κάθε εικονίδιο ελέγχου ώστε να ελέγξετε τα στοιχεία της οθόνης.
- **Έλεγχος πλήκτρων :** Πραγματοποιήστε τον έλεγχο των πλήκτρων πατώντας κάθε πλήκτρο (softy) και πατώντας το πλήκτρο start σε καθεμιά από τις τρεις θέσεις του. Τα εικονίδια των πλήκτρων εμφανίζονται μαυρισμένα αφότου έχουν ελεγχθεί.

Μεμονωμένοι έλεγχοι μπορούν να παρακαμφθούν πατώντας το πλήκτρο skip πριν αρχίσετε τον αντίστοιχο έλεγχο. Αυτοί οι έλεγχοι σημαίνονται μετά με μία οριζόντια παύλα, όπως συμβαίνει και με τους ελέγχους που δεν ήταν επιτυχείς.

## 13.2 Λειτουργία μπαταρίας

Όταν μόνο ένα μικρό κομμάτι έχει μείνει στο εικονίδιο της μπαταρίας, οι μπαταρίες πρέπει να αντικατασταθούν ή να φορτιστούν εφόσον χρησιμοποιούνται επαναφορτιζόμενες μπαταρίες.

Ελέγχετε τις μπαταρίες σε σύντομα, τακτικά διαστήματα ή μετά από παρατεταμένες περιόδους αποθήκευσης, για να διαπιστώσετε εάν υπάρχει διαρροή. Εάν έχει συμβεί διαρροή, ο ηλεκτρολύτης πρέπει να αφαιρεθεί από το όργανο με ένα ελαφρά υγρό πανί, πριν τοποθετηθούν καινούριες μπαταρίες.

### Φόρτιση των μπαταριών



#### Προσοχή!

Χρησιμοποιήστε μόνο τον φορτιστή NA 0100S (κωδικός προϊόντος No. Z501D) με ασφαλή ηλεκτρική απομόνωση και ονομαστική τάση δευτερεύοντος 9 V DC, για να φορτίσετε τις μπαταρίες.

Πριν συνδέσετε τον φορτιστή στην θύρα φόρτισης της συσκευής, βεβαιωθείτε για τα ακόλουθα :

- Έχουν τοποθετηθεί επαναφορτιζόμενες μπαταρίες (όχι κανονικές μπαταρίες)
- Το όργανο έχει αποσυνδεθεί από το κύκλωμα μέτρησης σε όλους τους πόλους.
- Ο επιλογέας τάσης στον φορτιστή έχει ρυθμιστεί στα 9 V.

---

Συνδέστε τον φορτιστή NA 0100S στην θύρα φόρτισης με το jack των 3.5mm. Ρυθμίστε τον επιλογέα τάσης του NA 0100S στα 9 V. Ενεργοποιήστε το όργανο δοκιμών.

Το όργανο αναγνωρίζει ότι έχει συνδεθεί ένας φορτιστής μπαταριών και ξεκινά τον κύκλο φόρτισης. Και τα 5 τμήματα στο εικονίδιο της μπαταρίας εμφανίζονται να αναβοσβήνουν από αριστερά προς τα δεξιά για όσο διαρκεί ο κύκλος φόρτισης. Οι άδειες μπαταρίες απαιτούν έναν κύκλο φόρτισης περίπου 14 ωρών. Εάν οι μπαταρίες έχουν εξαντληθεί πολύ, το όργανο δεν μπορεί να ενεργοποιηθεί. Σε αυτήν την περίπτωση, αφήστε το όργανο συνδεδεμένο στον φορτιστή για περίπου 30 λεπτά και μετά συνεχίστε όπως περιγράφηκε προηγουμένως.

### 13.3 Φόρτιση των μπαταριών του προσαρμογέα μέτρησης θερμοκρασίας και υγρασίας Z541A

Χωρίστε το πάνω μέρος του περιβλήματος από το κάτω για να βγάλετε τις μπαταρίες.

- Ξεσφίξτε την βίδα στο κάτω μέρος του καλύμματος και αφαιρέστε το καπάκι.
- Εισάγετε δύο μπαταρίες τύπου LR1 1.5V (μέγεθος N) στην θήκη των μπαταριών σύμφωνα με τα σύμβολα πολικότητας.
- Επανατοποθετήστε το καπάκι και πατήστε το καπάκι μέχρι να κλείσει. Ξανασφίξτε την βίδα προσεκτικά.

### 13.4 Ασφάλειες

Εάν μία ασφάλεια έχει καεί εξαιτίας υπερφορτίσεως, ένα κατάλληλο μήνυμα σφάλματος εμφανίζεται στην οθόνη. Όμως, η λειτουργία μέτρησης τάσης του οργάνου είναι ακόμα διαθέσιμη.

#### Αντικατάσταση των μπαταριών

- Αφαιρέστε το καπάκι της ασφάλειας με την βοήθεια ενός εργαλείου (π.χ. κατσαβίδι) πιέζοντας και γυρίζοντας αντιωρολογιακά.



#### **Προσοχή!**

**Ακατάλληλες ασφάλειες μπορούν να προκαλέσουν βλάβη στο όργανο δοκιμών.**

Μόνο αυθεντικές ασφάλειες της GOSSEN METRAWATT GMBH εγγυώνται την απαιτούμενη προστασία, διαθέτοντας τα κατάλληλα διακοπτικά χαρακτηριστικά (κωδικός προϊόντος no. 3-578-222-02).

Η βραχυκύκλωση ή η επισκευή των ασφαλειών απαγορεύεται!

Το όργανο μπορεί να καταστραφεί εάν τοποθετηθούν ασφάλειες με διαφορετικά χαρακτηριστικά!

---

- Αφαιρέστε την ελαττωματική ασφάλεια και αντικαταστήστε την με μία καινούρια. Ανταλλακτικές ασφάλειες βρίσκονται στο διαμέρισμα των μπαταριών.
- Εισάγετε την ασφάλεια μαζί με το καπάκι και ασφαλίστε την στην θέση της γυρίζοντας ωρολογιακά.
- Επανατοποθετήστε το κάλυμμα της θήκης των μπαταριών και ασφαλίστε το με τις βίδες.

### 13.5 Προστατευτικό κάλυμμα

Δεν χρειάζεται κάποια ειδική συντήρηση για το κάλυμμα. Κρατήστε τις εξωτερικές επιφάνειες καθαρές. Χρησιμοποιήστε ένα ελαφρά βρεγμένο πανί ή ένα ειδικό απορρυπαντικό για συνθετικά υλικά προκειμένου να το καθαρίσετε. Αποφύγετε την χρήση καθαριστικών, στιλβωτικών ή διαλυτικών.

### Επιστροφή συσκευής και Περιβαλλοντικά φιλική διάθεση

Το όργανο είναι ένα προϊόν κατηγορίας 9 (monitoring and control instrument) σε συμφωνία με την ElektroG (*German Electrical and Electronic Device Law*). Αυτή η συσκευή δεν υπόκειται στην οδηγία RoHS. Αναγνωρίζουμε τις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές μας συσκευές (από τον Αύγουστο του 2005) σύμφωνα με την WEEE 2002/96/EG και τον ElektroG με το ακόλουθο σύμβολο σύμφωνα με το πρότυπο DIN EN 50419 .



Αυτές οι συσκευές δεν μπορούν να απορριφθούν μαζί με τα αστικά απορρίμματα. Παρακαλούμε επικοινωνήστε με το τμήμα service της εταιρίας μας σχετικά με την επιστροφή παλαιών συσκευών.

## 14 Υπηρεσία επισκευής και ανταλλακτικών, DKD εργαστήριο βαθμονόμησης\* και υπηρεσία ενοικίασης οργάνων

Εάν απαιτηθεί παρακαλούμε επικοινωνήστε με :

GMC-I Gossen-Metrawatt GmbH  
Service Center  
Thomas-Mann-Straße 20  
90471 Nürnberg, Germany  
Phone: +49-(0)-911 8602-0  
Fax: +49-(0)-911 8602-253  
E-mail [service@gossenmetrawatt.com](mailto:service@gossenmetrawatt.com)

Αυτή η διεύθυνση είναι μόνο για την Γερμανία.  
Στο εξωτερικό, οι αντιπρόσωποί μας βρίσκονται στην διάθεσή σας.

**\* DKD** Εργαστήριο βαθμονόμησης για ηλεκτρικές ποσότητες **DKD-K-19701**  
διαπιστευμένο σύμφωνα με το πρότυπο **DIN EN ISO/IEC 17025:2005**

Διαπιστευμένες μετρήσιμες ποσότητες : συνεχής τάση, συνεχής ένταση ρεύματος, αντίσταση DC, εναλλασσόμενη τάση, εναλλασσόμενο ρεύμα, AC πραγματική ισχύς, AC φαινομένη ισχύς, ισχύς DC, χωρητικότητα και συχνότητα.

**Αρμόδιος συνεργάτης**

Η GMC-I Gossen-Metrawatt GmbH είναι πιστοποιημένη σύμφωνα με το πρότυπο DIN EN ISO 9001:2000.

Το DKD εργαστήριο βαθμονόμησης μας είναι διαπιστευμένο από το Physikalisch Technische Bundesanstalt (*German Federal Institute of Physics and Metrology*) και το Deutscher Kalibrierdienst (*German Calibration Service*) σύμφωνα με το πρότυπο DIN EN ISO/IEC 17025 με αριθμό πιστοποιητικού DKD-K-19701.

Προσφέρουμε πραγματογνωμοσύνες μεγάλου εύρους στον τομέα της μετρολογίας : από αναφορές δοκιμών και ιδιότητα πιστοποιητικά βαθμονόμησης μέχρι DKD πιστοποιητικά βαθμονόμησης.

Η γκάμα των προσφορών μας συμπληρώνεται με δωρεάν διαχείριση μετρητικού εξοπλισμού. Ένας σταθμός on-site DKD βαθμονόμησης είναι βασικό τμήμα του τμήματος service της εταιρίας μας. Εάν εντοπιστούν σφάλματα κατά την διάρκεια της βαθμονόμησης, το εξειδικευμένο τεχνικό μας προσωπικό, είναι ικανό να ολοκληρώσει τις επισκευές χρησιμοποιώντας αυθεντικά ανταλλακτικά. Όντας ένα πλήρες εργαστήριο βαθμονόμησης, μπορούμε να βαθμονομήσουμε όργανα και άλλων κατασκευαστών.

**15 Υποστήριξη προϊόντος**

Εάν απαιτηθεί παρακαλούμε επικοινωνήστε με :

GOSSEN METRAWATT GMBH

Γραμμή υποστήριξης προϊόντος

Τηλέφωνο: +49-(0)-911 8602-112

Φαξ: +49-(0)-911 8602-709

E-Mail support@gossenmetrawatt.com



GMC-I Gossen-Metrawatt GmbH  
Thomas-Mann-Str. 16-20  
90471 Nürnberg • Germany

Phone +49-(0)-911-8602-111

Fax +49-(0)-911-8602-777

E-Mail info@gossenmetrawatt.com

www.gossenmetrawatt.com