

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΔΙΑΡΡΟΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΕ
ΟΙΚΙΑΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΚΑΙ ΙΑΤΡΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ**

**STUDY OF LEAKAGE CURRENTS MEASURING
SYSTEM AND APPLICATION IN HOUSEHOLD
APPLIANCES AND MEDICAL INSTRUMENTS**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:
ΑΡΑΠΙ ΦΡΕΝΚΛΙΝ
ΓΚΑΡΑΒΕΛΟΣ ΓΙΩΡΓΟΣ
ΠΑΡΡΑΣ ΣΠΥΡΟΣ**

ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:

ΜΠΙΣΔΟΥΝΗΣ ΛΑΜΠΡΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2014

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τόσο οι ηλεκτρικές συσκευές γενικής χρήσης όσο και οι ιατρικές ηλεκτρικές συσκευές, θα πρέπει να είναι πάντοτε ασφαλείς τόσο για στους χειριστές τους όσο και για τους ασθενείς τους αντίστοιχα. Σήμερα, με την βελτίωση των εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, του οικιακού-ιατρικού εξοπλισμού, την λήψη προστατευτικών μέτρων και την χρήση νέων τεχνικών, η ασφάλεια τόσο των απλών χρηστών όσο και των ασθενών, όσο αφορά τον ηλεκτρισμό, είναι σαφώς μεγαλύτερη. Από την άλλη πλευρά, η χρήση όλο και περισσότερων ηλεκτροϊατρικών συσκευών για διάγνωση και θεραπεία οι οποίες έρχονται σε επαφή με το ανθρώπινο σώμα σε συνδυασμό με το γεγονός ότι έστω και μικρά ανεξέλεγκτα ηλεκτρικά ρεύματα μπορούν να δημιουργήσουν επικίνδυνες καταστάσεις για τον ασθενή ή/και το προσωπικό του νοσοκομείου, επιβάλλει συνεχή επαγρύπνηση και ελέγχους.

Οι κύριοι έλεγχοι ασφάλειας για τις ηλεκτρικές συσκευές είναι η μέτρηση του ρεύματος διαρροής και η μέτρηση της αντίστασης γείωσης. Άλλοι έλεγχοι επίσης όπως η μέτρηση της αντίστασης μόνωσης, η κατανάλωση ισχύος κ.α. μπορούν να πραγματοποιηθούν ανάλογα με τα ισχύοντα πρότυπα και τους νόμους της χώρας στην οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθούν οι συσκευές αυτές.

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία θα ασχοληθούμε με τις μετρήσεις των διαφόρων κατηγοριών ρευμάτων διαρροής. Αφού αρχικά αναφερθούμε στις κατηγορίες των ρευμάτων διαρροής και στα πρότυπα που διέπουν τους ελέγχους τόσο για τις συσκευές γενικής χρήσης όσο και για τις ιατρικές ηλεκτρικές συσκευές, θα παρουσιάσουμε ένα κατάλληλο όργανο για τη μέτρηση τέτοιων ρευμάτων. Τέλος, αφού έχει γίνει η παρουσίαση και η περιγραφή του τρόπου χρήσης του οργάνου αυτού, θα πραγματοποιήσουμε μετρήσεις σε πραγματικές ηλεκτρικές συσκευές, με σκοπό τόσο την πρακτική εξάσκησή μας στο όργανο αυτό όσο την εξαγωγή συμπερασμάτων τα οποία αφορούν την ασφαλή λειτουργία των υπό δοκιμή συσκευών

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
-----------------------	---

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΡΕΥΜΑΤΑ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

1.1. Κίνδυνοι στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις.....	2
1.2. Ορισμός ρευμάτων διαρροής.....	4
1.3. Κατηγορίες ρευμάτων διαρροής.....	4
1.3.1. Ρεύμα διαρροής προς Γή.....	5
1.3.2. Ρεύμα διαρροής περιβλήματος.....	4
1.3.3. Ρεύμα διαρροής προς ασθενή.....	6
1.3.4. Βοηθητικό Ρεύμα Ασθενή.....	8
1.4. Συνθήκες λειτουργίας συσκευής	8
1.5. Κατηγορίες ηλεκτρικών συσκευών.....	9
1.6. Πρότυπα ασφαλείας-ελέγχων ηλεκτρικών συσκευών.....	11

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ HiTESTER 3156

2.1. Εισαγωγή.....	20
2.2. Κατηγορία ηλεκτρικού περιβάλλοντος.....	20
2.3. Κυκλώματα μετρήσεων (measurement networks)	22
2.4. Βασική περιγραφή του οργάνου HiTESTER 3156.....	26
2.5. Εξωτερική περιγραφή του οργάνου HiTESTER 3156.....	30

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΡΧΙΚΗ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ HiTESTER 3156

3.1. Προετοιμασίες μέτρησης με το όργανο.....	33
3.1.1. Σύνδεση των καλωδίων τροφοδοσίας.....	33
3.1.2. Σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών στο όργανο	35
3.2. Θέση σε λειτουργία "ON" του HiTESTER 3156.....	37
3.3. Θέση εκτός λειτουργίας "OFF" του HiTESTER 3156.....	38
3.4. Χρησιμοποιώντας τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες του οργάνου	39

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

4.1. Επιλογή του κυκλώματος μετρήσεων.....	41
4.2. Επιλογή της κλάσης προστασίας της υπό δοκιμή συσκευής.....	41
4.3. Επιλογή της κατηγορίας ρεύματος διαρροής που πρόκειται να μετρήσουμε.....	43
4.4. Λειτουργίες της οθόνης μετρήσεων.....	44
4.5. Ενεργοποίηση/απενεργοποίηση φίλτρου στο κύκλωμα μετρήσεων.....	45
4.6. Σχετικά με την επιτρεπόμενη τιμή ρεύματος διαρροής.....	46
4.7. Επιλογή του τύπου του μετρούμενου ρεύματος διαρροής.....	47

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

5.1. Εισαγωγή.....	50
5.2. Συνδεσμολογίες οργάνου-συσκευής για τη μέτρηση των ρευμάτων διαρροής.....	50
5.2.1. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς Γή.....	50
5.2.2. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής μεταξύ περιβλήματος συσκευής και της Γής.....	53
5.2.3. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής μεταξύ περιβλήματος προς περίβλημα της συσκευής.....	56
5.2.4. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος Ι).....	59
5.2.5. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος ΙΙ).....	62
5.2.6. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος ΙΙΙ).....	65
5.2.7. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του βοηθητικού ρεύματος διαρροής προς ασθενή.....	67

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

6.1. Μετρήσεις ρευμάτων διαρροής.....	69
6.1.1. Δοκιμή γεννήτριας συχνοτήτων.....	69
6.1.2. Δοκιμή παλμογράφου.....	70
6.1.3. Δοκιμή τροφοδοτικού.....	73
6.1.4. Δοκιμή κοφλέρ.....	76

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	78
--------------------------	-----------

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία αφορά τα ρεύματα διαρροής και εισάγει τον αναγνώστη της στη χρήση κατάλληλου οργάνου για τη μέτρηση τους. Το θέμα της παρούσας εργασίας αναπτύσσεται σε έξι κεφάλαια. Πιο αναλυτικά:

Στο *πρώτο κεφάλαιο*, αφού αρχικά γίνει μια αναφορά στους κινδύνους των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, εστιάζουμε στο πρόβλημα των ρευμάτων διαρροής. Στη συνέχεια αναφερόμαστε στις κατηγορίες τους και ορίζουμε τις συνθήκες λειτουργίας των υπό δοκιμή ηλεκτρικών συσκευών. Τέλος, αφού κατηγοριοποιήσουμε τις συσκευές ανάλογα με τη χρήση τους, τα μέσα προστασίας και κάποια άλλα ειδικά χαρακτηριστικά τους, θα αναφερθούμε στα πρότυπα που σχετίζονται με την ηλεκτρική ασφάλειά τους.

Στο *δεύτερο κεφάλαιο* γίνεται αναφορά στο όργανο που θα χρησιμοποιήσουμε για τις μετρήσεις των ρευμάτων διαρροής. Πρόκειται για το όργανο HiTESTER 3156 της εταιρίας ΗΙΟΚΙ. Αρχικά ορίζεται η κατηγορία ηλεκτρικού περιβάλλοντος που προορίζεται να λειτουργεί το όργανο αυτό και έπειτα αναλύονται τα κυκλώματα μετρήσεων που διαθέτει για την εξομίωση του ανθρώπινου σώματος μιας και στη συνέχεια γίνονται αρκετές φορές αναφορά σε αυτά. Τέλος, παρουσιάζονται οι τεχνικές προδιαγραφές του οργάνου και γίνεται μια σύντομη εξωτερική περιγραφή του, προκειμένου ο αναγνώστης να αποκτήσει μια αρχική εικόνα και εξοικειωθεί με τα επιμέρους τμήματά του.

Στο *τρίτο κεφάλαιο* παρουσιάζεται η αρχική προετοιμασία του οργάνου. Αναφέρεται η σύνδεσή του με την τροφοδοσία, η σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών σε αυτό, η θέση του εντός και εκτός λειτουργίας και γενικά οι βασικές προαπαιτούμενες γνώσεις προτού ξεκινήσουμε τις μετρήσεις.

Στο *τέταρτο κεφάλαιο* και έχοντας εξοικειωθεί με την εξωτερική εικόνα και τις αρχικές συνδέσεις του οργάνου, αναλύουμε τις βασικές ρυθμίσεις που πρέπει να κάνουμε μόλις το θέσουμε σε λειτουργία, προτού προχωρήσουμε στις μετρήσεις. Οι βασικές ρυθμίσεις περιλαμβάνουν την επιλογή του κυκλώματος μετρήσεων, τη κατηγορία της κλάσης προστασίας της υπό δοκιμής συσκευής, τη κατηγορία του ρεύματος διαρροής που θέλουμε να μετρήσουμε κ.α.. Όλες οι επιμέρους έννοιες που αναφέρονται εδώ έχουν παρουσιαστεί στα προηγούμενα κεφάλαια.

Στο *πέμπτο κεφάλαιο* τώρα παρουσιάζεται η τρόπος συνδεσμολογίας του οργάνου, για τη μέτρηση του εκάστοτε ρεύματος διαρροής. Σε κάθε βήμα γίνεται παραπομπή σε προηγούμενη παράγραφο της παρούσας εργασίας για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με την υλοποίηση του εκάστοτε βήματος.

Στο *έκτο κεφάλαιο* τέλος πραγματοποιείτε πρακτική εφαρμογή του οργάνου αυτού για τη μέτρηση ρευμάτων διαρροής πραγματικών ηλεκτρικών συσκευών και την εξαγωγή συμπερασμάτων όσον αφορά την ηλεκτρική τους ασφάλεια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΡΕΥΜΑΤΑ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

1.1. Κίνδυνοι στις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις

Οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις πρέπει να κατασκευάζονται έτσι ώστε να συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση των κινδύνων που απειλούν τις συσκευές, τα περιουσιακά στοιχεία και προπάντων τους ανθρώπους.

Οι σημαντικότεροι κίνδυνοι που αφορούν τις συσκευές είναι:

- Η δυναμική καταπόνηση τους σε βραχυκύκλωμα.
- Οι εκρήξεις σε ατμόσφαιρα εκρηκτικών μιγμάτων λόγω σπινθήρων (π.χ. σε περιβάλλον με ατμούς βενζίνης).
- Η πυρκαγιά που προκαλείται από ηλεκτρικό τόξο σε βραχυκυκλώματα ή κατά την ομαλή λειτουργία τους.
- Η πυρκαγιά λόγω κατεστραμμένης μόνωσης.
- Η πυρκαγιά ή έκρηξη λόγω υπερυψωμένης θερμοκρασίας λειτουργίας της συσκευής (π.χ. λαμπτήρες, φούρνοι).

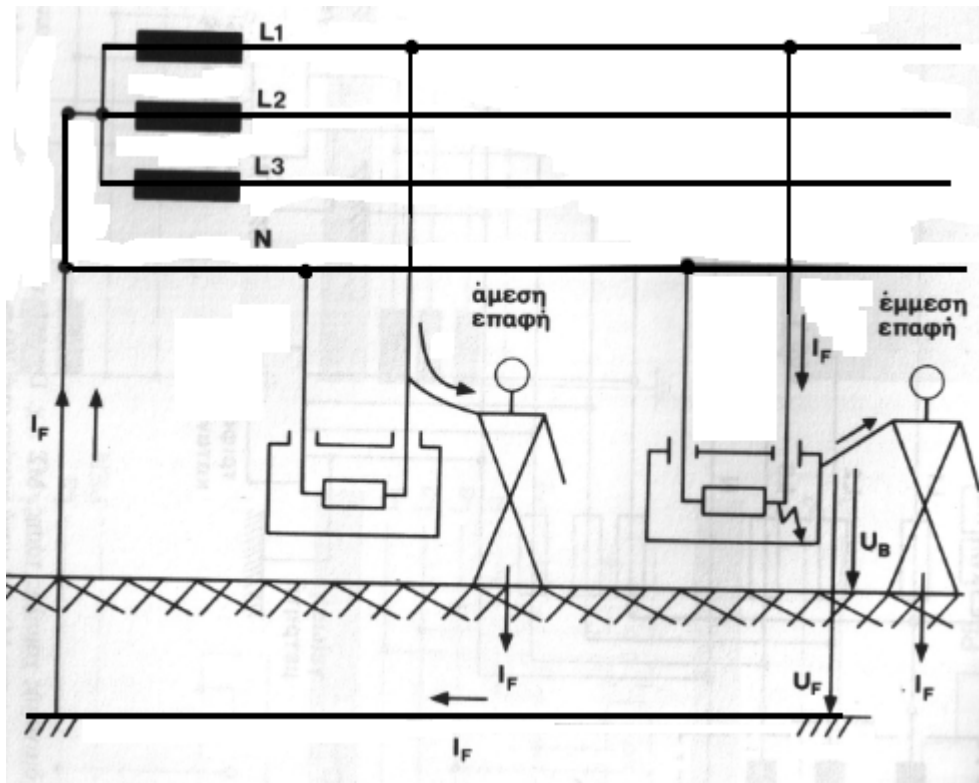
Οι κίνδυνοι που αφορούν την ανθρώπινη ζωή είναι δύο ειδών:

- Εγκαύματα στο σώμα λόγω του ηλεκτρικού τόξου. Εμφανίζεται συνήθως σε ατυχήματα σε εγκαταστάσεις ισχύος υψηλής τάσης.
- Ηλεκτροπληξία από επικίνδυνα ρεύματα που ρέουν μέσα από το ανθρώπινο σώμα. Αυτά μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες, ακόμα και θάνατο.

Οι ηλεκτροπληξίες χωρίζονται σε μακροπληξίες, οι οποίες οφείλονται σε σχετικά μεγάλα ρεύματα και σε μικροπληξίες, οι οποίες οφείλονται σε συγκριτικά μικρά ρεύματα (της τάξης των mA ή μA) τα οποία έρχονται σε άμεση επαφή με την καρδιά. Η ένταση των ηλεκτροπληξιών αυτών εξαρτάται από την πυκνότητα ροής του ηλεκτρικού ρεύματος (A/m^2), τα σημεία εισόδου και εξόδου του από το σώμα, την συχνότητά του και την χρονική διάρκεια ροής του.

Ηλεκτροπληξία μπορεί να επέλθει με άμεση ή έμμεση επαφή του ανθρώπου με ένα κύκλωμα. Άμεση επαφή, έχουμε όταν κάποιος ακουμπήσει απευθείας με ένα σημείο του σώματός του, έναν ηλεκτροφόρο αγωγό (δείτε σχήμα 1α). Έμμεση επαφή, έχουμε όταν λόγω καταστροφής της μόνωσης, μεταλλικά, αγείωτα μέρη τεθούν υπό τάση, οπότε η επαφή με αυτά μπορεί να προκαλέσει ηλεκτροπληξία (δείτε σχήμα 1β).

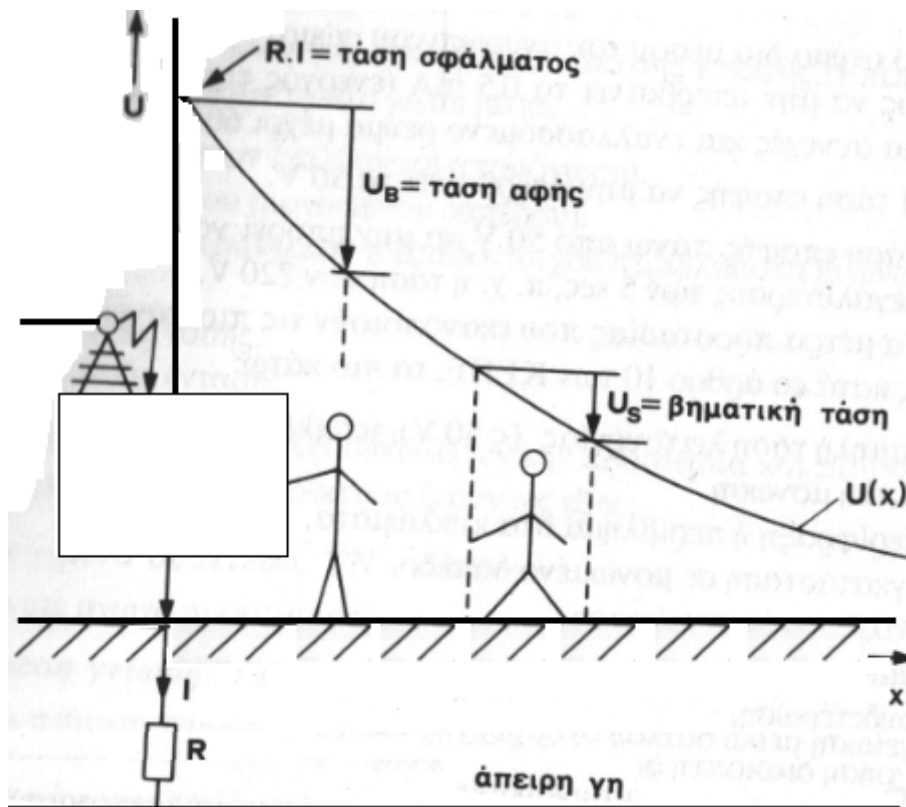
Μια άλλη περίπτωση ηλεκτροπληξίας με έμμεση επαφή, μπορεί να προκύψει όταν μετά από σφάλμα σε εγκατάσταση, τα ρεύματα που ρέουν στη Γή προκαλούν μεγάλες πτώσεις τάσης στο έδαφος. Έτσι, ένα άτομο που πατάει στο έδαφος αυτό υποβάλλεται σε μια τάση μεταξύ των ποδιών του (τη λεγόμενη βηματική τάση), η οποία μπορεί να προκαλέσει ηλεκτροπληξία (δείτε σχήμα 2).



(α)

(β)

Σχ. 1



Σχ. 2

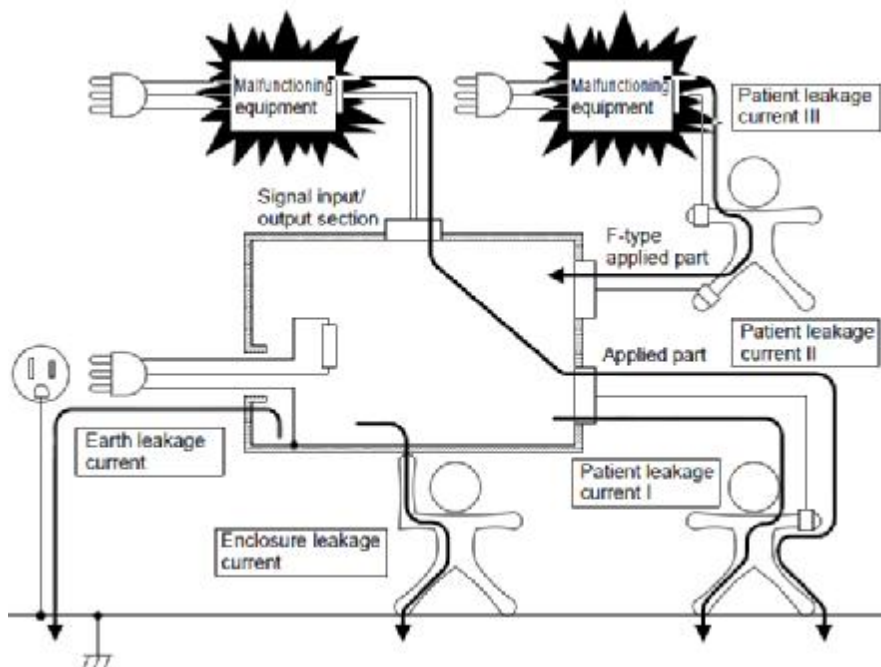
Ένα τρίτο αίτιο ηλεκτροπληξίας αποτελούν τα ρεύματα διαρροής. Τα ρεύματα αυτά διοχετεύονται προς τη Γή μέσω του ανθρώπινου σώματος και αναλύονται στην επόμενη παράγραφο.

1.2. Ορισμός ρευμάτων διαρροής

Ρεύματα διαρροής, ονομάζονται τα μη λειτουργικά ρεύματα που μπορούν να διαρρέουν τα διάφορα μέρη μιας συσκευής λόγω κάποιου σφάλματός της ή κακού σχεδιασμού της, τα οποία μπορούν να πλήξουν το σώμα οποιουδήποτε ακουμπήσει τη συσκευή αυτή. Τα ρεύματα αυτά μπορούν να προκαλέσουν από σοβαρούς τραυματισμούς μέχρι και θάνατο στο άτομο που έρχεται σε επαφή μαζί τους. Όπως αναφέραμε πριν, ρεύματα διαρροής μπορούν να εμφανιστούν σε μια συσκευή λόγω του σχεδιασμού της, χωρίς να υπάρχει κάποιο σφάλμα μόνωσης μεταξύ του αγωγού προστασίας προς τη Γή. Τέτοιο παράδειγμα αποτελούν τα χωρητικά ρεύματα (διαρροής) που προέρχονται από τη χωρητική συμπεριφορά των καλωδίων ή και των ηλεκτρικών συσκευών, όπως επίσης και από φίλτρα που μπορεί να υπάρχουν στις συσκευές αυτές. Λόγω των φυσικών φαινομένων που χαρακτηρίζουν τόσο την αντίσταση όσο και τα ρεύματα, είναι αδύνατο να δημιουργηθεί η ιδανική κατάσταση, κατά την οποία οι τιμές των ρευμάτων αυτών να μηδενίζονται. Γι' αυτό σκοπός των ελέγχων είναι η διασφάλιση της διατήρησης των τιμών των ρευμάτων διαρροής σε μια συσκευή εντός αποδεκτών ορίων.

1.3. Κατηγορίες ρευμάτων διαρροής

Στο παρακάτω σχήμα παρουσιάζουμε τις κατηγορίες των ρευμάτων διαρροής που θα αναλύσουμε στις επόμενες παραγράφους.



Σχ. 3

1.3.1. Ρεύμα διαρροής προς Γή

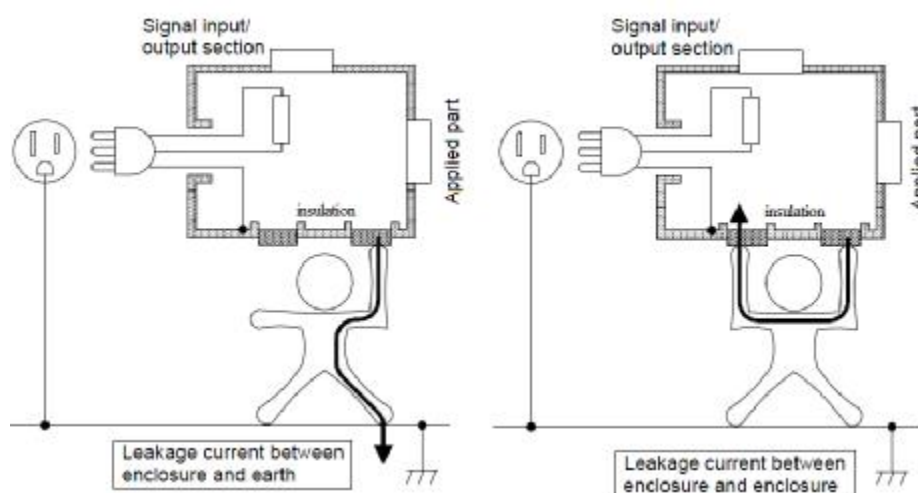
Ρεύμα Διαρροής προς Γή (Earth Leakage Current) ονομάζεται το ρεύμα που διαφεύγει από την συσκευή προς την αγωγό προστατευτικής γείωσης διαρρέοντας από τα κύρια μέρη, διαμέσου της μόνωσης και οφείλεται σε χωρητικά φαινόμενα (χωρητική αντίσταση μεταξύ των αγωγών και του μεταλλικού περιβλήματος). Σε περίπτωση διακοπής του αγωγού προστατευτικής γείωσης το ρεύμα αυτό θα διαρρεύσει προς τη Γή μέσω του ατόμου που θα έρθει σε επαφή με τη συσκευή αυτή. Για την διεξαγωγή του ελέγχου του ρεύματος διαρροής προς Γή, η συσκευή μέτρησης παρεμβάλλεται στον αγωγό προστατευτικής γείωσης, μεταξύ του ακροδέκτη γείωσης της συσκευής και του τερματικού της γείωσης του ρευματοδότη.

Παρά το γεγονός ότι η μέτρηση των ρευμάτων αυτών μπορεί να γίνει με την χρήση "συμβατικών" μέσων, είναι πολύ καλύτερο να γίνονται με συσκευές που έχουν σχεδιαστεί ειδικά για να εκτελούν του ελέγχους αυτούς και ονομάζονται αναλυτές ηλεκτρικής ασφάλειας (Electrical Safety Analyzers). Οι αναλυτές ηλεκτρικής ασφάλειας προτείνονται καθώς, παρά το σχετικά υψηλό κόστος τους παρέχουν την δυνατότητα αυτόματης διεξαγωγής των ελέγχων και καταγραφής των δεδομένων σε ηλεκτρονικά ή έντυπα μέσα, απλοποιούν την διαδικασία εκτέλεσης των ελέγχων, μειώνουν τον χρόνο που απαιτείται για την διεξαγωγή τους και είναι πιο αξιόπιστοι και ακριβείς. Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με τον αναλυτή HiTESTER 3156 της εταιρίας HIOKI για τη μέτρηση των διάφορων τύπων ρευμάτων διαρροής στις ηλεκτρικές συσκευές.

1.3.2. Ρεύμα διαρροής περιβλήματος

Ρεύμα Διαρροής Περιβλήματος (Enclosure Leakage Current) ονομάζεται το ρεύμα που μπορεί να διαρρέει έναν άνθρωπο, ο οποίος έρχεται σε επαφή με αγείωτο τμήμα από το περίβλημα μιας συσκευής. Υπάρχουν δυο δρόμοι για την διέλευση αυτού του ρεύματος αυτού: α) **Περίβλημα → Ανθρώπινο σώμα → Γή** και β) **Περίβλημα → Ανθρώπινο σώμα → Περίβλημα** (δείτε σχήματα 4 α και β).

Για τη δεύτερη περίπτωση (η οποία είναι και αρκετά σπάνια), το άτομο πρέπει να ακουμπήσει δυο τμήματα του περιβλήματος τα οποία είναι ηλεκτρικά απομονωμένα (μονωμένα δηλαδή). Και οι δύο προαναφερθείσες περιπτώσεις φαίνονται στο επόμενο σχήμα.



(α)

Σχ. 4

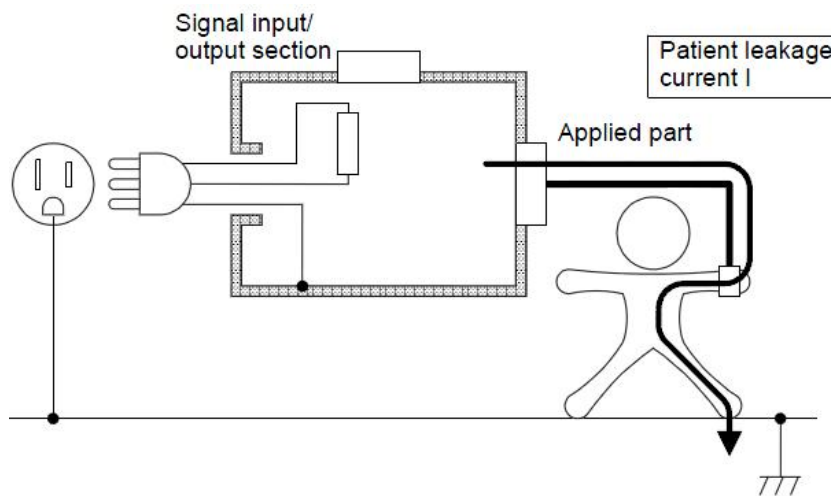
(β)

1.3.3. Ρεύμα διαρροής προς ασθενή

Υπάρχουν τρεις τύποι ρευμάτων διαρροής προς ασθενή:

α) Ρεύμα διαρροής προς ασθενή (τύπος I)

Ονομάζεται το ρεύμα διαρροής το οποίο διαρρέει από τα εφαρμοζόμενα μέρη μιας ιατρικής συσκευής μέσω του ασθενή προς την Γή (δείτε σχήμα 5). Η μέτρηση του ρεύματος αυτού απαιτείται σε όλες τις ηλεκτρικές ιατρικές συσκευές, ανεξαρτήτως του τύπου των εφαρμοζόμενων μερών της (applied parts) ή της ύπαρξης τμήματος εισόδου/εξόδου ηλεκτρικού σήματος (signal input/output section).



Σχ. 5

Ο ορισμός των ηλεκτρικών ιατρικών συσκευών δίνεται στην παράγραφο 1.5.

Ως *εφαρμοζόμενα μέρη* μιας τέτοιας ηλεκτρικής συσκευής ορίζουμε τα τμήματά της εκείνα τα οποία:

- πρέπει να έρθουν σε φυσική επαφή με τον ασθενή προκειμένου η ιατρική συσκευή να εκτελέσει τις λειτουργίες της, ή
- μπορεί να έρθουν σε επαφή με τον ασθενή κατά τη διάρκεια της λειτουργίας της.

Ως *τμήμα εισόδου σήματος (signal input section)*, ορίζουμε τον μέρος ή εξοπλισμό εκείνο της ιατρικής συσκευής, εξαιρουμένων των εφαρμοζόμενων μερών της, το οποίο δέχεται ως σήμα εισόδου εξωτερική τάση ή ρεύμα, προκειμένου να απεικονίσει, καταγράψει ή επεξεργαστεί κάποια δεδομένα.

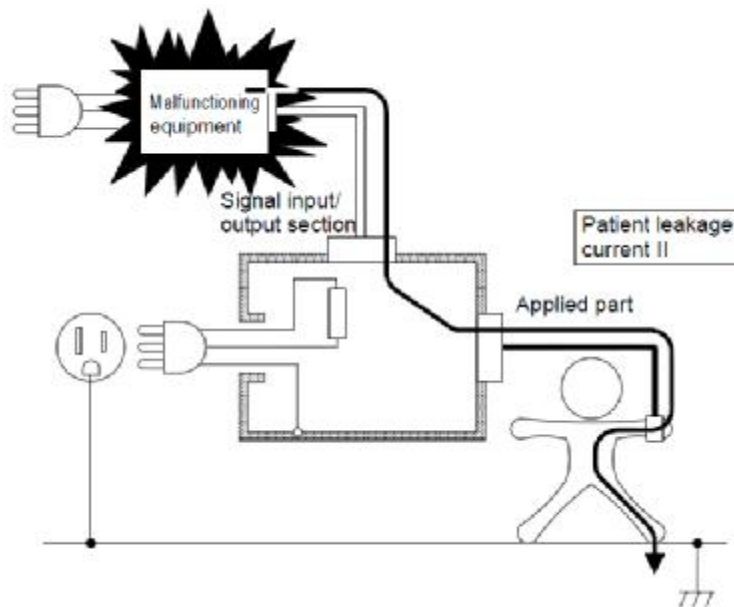
Ως *τμήμα εξόδου σήματος (signal output section)*, ορίζουμε τον μέρος ή εξοπλισμό εκείνο της ιατρικής συσκευής, εξαιρουμένων των εφαρμοζόμενων μερών της, το οποίο παράγει τάση ή ρεύμα ως σήμα εξόδου, το οποίο σήμα θα τροφοδοτήσει μια βοηθητική συσκευή απεικόνισης, καταγραφής ή επεξεργασίας δεδομένων.

β) Ρεύμα διαρροής προς ασθενή (τύπος II)

Ονομάζεται το ρεύμα διαρροής το οποίο διαρρέει από τον ασθενή μέσω των εφαρμοσμένων μερών προς την συσκευή και στη συνέχεια στη Γή και αφορά την περίπτωση που η ιατρική

συσκευή δεν διαθέτει εφαρμοζόμενα μέρη τύπου F, αλλά διαθέτει ένα τμήμα εισόδου/εξόδου σήματος και ένα εφαρμοζόμενο μέρος. Το ρεύμα αυτό οφείλεται στην εμφάνιση διαφοράς δυναμικού στον ασθενή λόγω της παρουσίας τάσης στο τμήμα εισόδου/εξόδου σήματος και παρουσιάζεται αυξημένο όταν ο αγωγός προστατευτικής γείωσης έχει διακοπεί. Η περίπτωση κατά την οποία εμφανίζεται ο ασθενής υπό τάση, λόγω της περίπτωσης αυτής, θεωρείται πολύ σοβαρό ατύχημα και παρόλο που δεν είναι πολύ πιθανό να συμβεί, πρέπει να διασφαλιστεί ότι τα εφαρμοζόμενα μέρη είναι έτσι μονωμένα ώστε το ρεύμα δεν θα διαρρέυσει μέσω αυτών στην Γή.

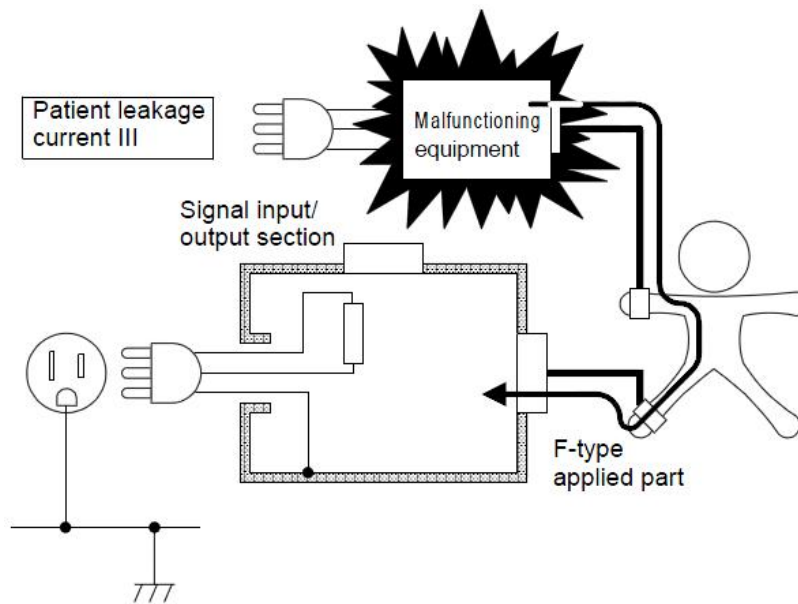
Η μέτρηση του ρεύματος αυτού απαιτείται σε όλες τις ιατρικές συσκευές οι οποίες διαθέτουν εφαρμοζόμενα μέρη στον ασθενή και τμήματα εισόδου/εξόδου σήματος. Για τη μέτρηση του ρεύματος αυτού διαρροής, θεωρούμε ότι το τμήμα εισόδου/εξόδου σήματος της υπό δοκιμής ιατρικής συσκευής συνδέεται με μια ελαττωματική εξωτερική συσκευή (δείτε σχήμα 6). Μπορούμε να εξομοιώσουμε την κατάσταση αυτή, με το να τροφοδοτήσουμε την ιατρική συσκευή με το 110% της ονομαστικής τάσης λειτουργίας της.



Σχ. 6

γ) Ρεύμα διαρροής προς ασθενή (τύπος III)

Το ρεύμα αυτό διαρροής ρέει από το εφαρμοσμένο μέρος μιας εξωτερικής βοηθητικής ιατρικής συσκευής μέσω του ανθρώπινου σώματος, προς το εφαρμοσμένο μέρος (τύπου F) της κύριας ιατρικής συσκευής. Η μέτρηση του ρεύματος αυτού αφορά αποκλειστικά ιατρικές συσκευές που διαθέτουν εφαρμοσμένα (στους ασθενείς) μέρη τύπου F. (Αναφέρουμε ότι **F-Τύπου Εφαρμοζόμενα Μέρη -F-Type Applied Parts** - είναι τα εφαρμοζόμενα μέρη τα οποία είναι μονωμένα από άλλα μέρη της συσκευής σε τέτοιο βαθμό ώστε κανένα ρεύμα διαρροής προς ασθενή δεν υπερβαίνει τα επιτρεπόμενα όρια).



Σχ. 7

1.3.4. Βοηθητικό Ρεύμα Ασθενή

Βοηθητικό Ρεύμα Ασθενή (Patient Auxiliary Current), Είναι το ρεύμα το οποίο διαρρέει τον ασθενή όταν η συσκευή βρίσκεται σε κανονική λειτουργία και το οποίο είναι μεν απαραίτητο για την λειτουργία της συσκευής (π.χ. το ρεύμα στους καρδιογράφους), αλλά δεν στοχεύει στην δημιουργία φυσιολογικών αποτελεσμάτων. Αφορά αποκλειστικά ιατρικές ηλεκτρικές συσκευές με δυο εφαρμοζόμενα μέρη. Τα μέρη αυτά μπορεί να είναι είτε τύπου B, BF, είτε CF. Η διαδρομή του ρεύματος διαρροής αυτού είναι: **Εφαρμοζόμενο μέρος 1 → Ανθρώπινο σώμα → Εφαρμοζόμενο μέρος 2.**

1.4. Συνθήκες λειτουργίας συσκευής

Προτού προχωρήσουμε στην ανάλυση των μετρήσεων και των πρωτοκόλλων ελέγχου μιας ηλεκτρικής συσκευής, θα ορίσουμε τις συνθήκες λειτουργίας της που πιθανά μπορεί να βρεθεί και στις οποίες συνθήκες αυτές πραγματοποιούνται οι έλεγχοί της. Ορίζουμε δυο βασικές συνθήκες λειτουργίας: α) κανονικές συνθήκες και β) συνθήκες μονού σφάλματος.

Κανονικές συνθήκες λειτουργίας θεωρούνται οι συνθήκες κατά τις οποίες η συσκευή λειτουργεί σύμφωνα με τις προδιαγραφές της και υπό συνθήκες τροφοδοσίας που θεωρούνται αναμενόμενες.

Συνθήκες μονού σφάλματος θεωρούνται οι καταστάσεις που προσομοιώνουν συνθήκες σφάλματος οι οποίες μπορεί να οφείλονται στην καταστροφή κάποιου από τα προστατευτικά μέσα της συσκευής ή την παρουσία ανώμαλων εξωτερικών συνθηκών ή κατασκευαστικών ατελειών. Οι κανονικές συνθήκες και οι συνθήκες μονού σφάλματος στις οποίες εξετάζεται η συσκευή, παρουσιάζονται στον επόμενο πίνακα.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 1	
Συνθήκες λειτουργίας συσκευής που υπόκειται σε ηλεκτρικούς ελέγχους	
Συνθήκες Κανονικής Λειτουργίας	
Ορθή πολικότητα	Τροφοδοσία της συσκευής με ορθή πολικότητα. Δηλαδή τα τερματικά του ρευματολήπτη τοποθετούνται σε ορθή αντιστοιχία με τα τερματικά του ρευματοδότη. (Φάση-Φάση, Ουδέτερος-Ουδέτερος)
Ανάστροφη πολικότητα	Τροφοδοσία της συσκευής με αναστροφή της πολικότητας. Δηλαδή το τερματικό της φάσης του ρευματοδότη συνδέεται με το τερματικό του ουδετέρου του ρευματολήπτη και αντίστοιχα το τερματικό του ουδετέρου του ρευματοδότη με το τερματικό της φάσης του ρευματολήπτη. (Φάση-Ουδέτερος, Ουδέτερος- Φάση)
Ανύψωση της τάσης τροφοδοσίας κατά 10%	Τροφοδοσία με τάση 10% μεγαλύτερη από την τάση παροχής του ρευματοδότη. Όλες οι μετρήσεις γίνονται με τάση 110% της τάσης δικτύου.
Συνθήκες Μονού Σφάλματος	
Διακοπή του αγωγού προστατευτικής γείωσης	Υλοποίηση της ασφαλιστικής συνθήκης κατά την οποία προσομοιώνεται η διακοπή του αγωγού προστατευτικής γείωσης.
Διακοπή ενός εκ των αγωγών τροφοδοσίας	Υλοποίηση της ασφαλιστικής συνθήκης κατά την οποία προσομοιώνεται η διακοπή της φάσης και του ουδετέρου διαδοχικά.
Εφαρμογή εξωτερικής διαφοράς δυναμικού στα F τύπου εφαρμοζόμενα μέρη	Εφαρμογή τάση 10% μεγαλύτερη από την τάση δικτύου στα F τύπου εφαρμοζόμενα μέρη προσομοιώνοντας την εφαρμογή εξωτερικής τάσης στο ασθενή.

1.5. Κατηγορίες ηλεκτρικών συσκευών

Προτού γίνει μέτρηση του ρεύματος διαρροής στις ηλεκτρικές συσκευές, κρίνεται σκόπιμο να γίνει διαχωρισμός τους σε τρεις βασικές κατηγορίες ανάλογα με την χρήση και το προορισμό τους. Ο λόγος που γίνεται ο διαχωρισμός αυτός είναι ότι υπάρχουν διαφορετικά πρότυπα που καθορίζουν τις προδιαγραφές και απαιτήσεις των ελέγχων, ανάλογα με το είδος της ηλεκτρικής συσκευής. Πιο συγκεκριμένα, οι συσκευές χωρίζονται:

α) Γενικές ηλεκτρικές συσκευές. Περιλαμβάνουν:

- συσκευές εικόνας, ήχου και βίντεο
- συσκευές πληροφορικής και υπολογιστών
- οικιακές ηλεκτρικές συσκευές

β) Συσκευές (όργανα) ηλεκτρικών μετρήσεων. Περιλαμβάνουν:

- εργαστηριακές συσκευές
- συσκευές ηλεκτρικών μετρήσεων
- συσκευές ηλεκτρικών ελέγχων

γ) Ιατρικές ηλεκτρικές συσκευές.

Με τον όρο *ιατρικές ηλεκτρικές συσκευές*, εννοούμε τις συσκευές εκείνες οι οποίες διαθέτουν όχι περισσότερα από ένα σημεία σύνδεσής τους με το ηλεκτρικό δίκτυο και αποσκοπούν στη διάγνωση, τη θεραπεία ή παρακολούθηση ενός ασθενή και πάντα υπό ιατρική παρακολούθηση. Οι συσκευές αυτές (ή τμήματά τους) μπορεί να έρθουν σε φυσική ή

ηλεκτρική επαφή με τον ασθενή ή και να μεταφέρουν ηλεκτρική ενέργεια από ή προς τον ασθενή ή ακόμα και να ανιχνεύσουν μια τέτοια μεταφερόμενη ενέργεια προς ή από τον ασθενή. Ο όρος ηλεκτρικές ιατρικές συσκευές περιλαμβάνει και τα διάφορα συνοδευτικά εξαρτήματα-εξοπλισμό τους, τα οποία είναι αναγκαία για την κανονική λειτουργία των συσκευών αυτών.

Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά κάθε ιατρικής ηλεκτρικής συσκευής επιβάλλουν τον έλεγχο διαφορετικών παραμέτρων για να διαπιστωθεί ο βαθμός της ασφάλειας και προστασίας έναντι ηλεκτρικού ατυχήματος. Έτσι, σύμφωνα με το πρότυπο IEC 60601-1, οι ιατρικές ηλεκτρικές συσκευές διαχωρίζονται με δύο τρόπους σύμφωνα με:

α) τα μέσα προστασίας που διαθέτουν (γείωση ή διπλή μόνωση).

β) με τα χαρακτηριστικά των εφαρμοζόμενων μερών τους.

Όσον αφορά τα μέσα προστασίας, υπάρχουν τρεις κατηγορίες (κλάσεις) ιατρικών συσκευών. Ο όρος κλάση προσδιορίζει τη μέθοδο της προστασίας για την αποφυγή ηλεκτρικού σοκ. Οι κλάσεις αυτές είναι:

1)Κατηγορία I (Class I). Περιλαμβάνει τις συσκευές που εκτός της βασικής μόνωσης, διαθέτουν ως πρόσθετο μέσο προστασίας μόνιμη σύνδεση του αγωγού προστατευτικής γείωσης με τα μεταλλικά μέρη του περιβλήματος.

2)Κατηγορία II (Class II). Περιλαμβάνει τις συσκευές που εκτός της βασικής μόνωσης, διαθέτουν ως πρόσθετο μέσο προστασίας διπλή ή ενισχυμένη μόνωση.

3)Κατηγορία III (Class III). Ο τρόπος προστασίας της κλάσης αυτής βασίζεται στο γεγονός ότι δεν υπάρχουν τάσεις μεγαλύτερες της πολύ χαμηλής τάσης ασφαλείας (SELV).

Όσον αφορά τα χαρακτηριστικά των εφαρμοζόμενων μερών τους, υπάρχουν τρεις κατηγορίες ιατρικών συσκευών:

Τύπος B: Ο τύπος αυτός περικλείει ιατρικές συσκευές που διαθέτουν εφαρμοζόμενα μέρη τύπου B. Αυτό σημαίνει ότι παρέχουν συγκεκριμένο βαθμό προστασίας έναντι του ηλεκτρικού σοκ, χρησιμοποιώντας ρεύματα διαρροής εντός αποδεκτών ορίων και στηριζόμενες στην αξιοπιστία των συνδέσεων του αγωγού προστατευτικής γείωσης. Ο τύπος B, αναφέρεται σε συσκευές που προορίζονται για εσωτερική ή εξωτερική χρήση εξαιρούμενων αυτών που προορίζονται για καρδιακή χρήση. Επίσης, συσκευές που δεν έχουν εφαρμοζόμενα μέρη θεωρούνται και αυτές τύπου B.

Τύπος BF: Πανομοιότυπος με τον τύπο B, με τη διαφορά ότι διαθέτουν απομονωμένα ή εφαρμοζόμενα μέρη τύπου-F. Και οι συσκευές αυτές είναι ακατάλληλες για καρδιακή χρήση.

Τύπος CF: Ιατρικά μηχανήματα που διαθέτουν υψηλότερο βαθμό προστασίας από εκείνα του τύπου BF, θεωρώντας αποδεκτά ρεύματα διαρροής και διαθέτοντας εφαρμοζόμενα μέρη τύπου F. Οι συσκευές αυτές προορίζονται για καρδιακή χρήση.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τους συμβολισμούς των τριών τύπων εφαρμοζόμενων μερών.



Εφαρμοζόμενα μέρη
τύπου Β



Εφαρμοζόμενα μέρη
τύπου ΒF



Εφαρμοζόμενα μέρη
τύπου C F

Σχ. 8

Μια ακόμα κατηγορία ιατρικών συσκευών που δεν περιλαμβάνεται στις προηγούμενες είναι οι εσωτερικά τροφοδοτούμενες ιατρικές συσκευές. Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει τις συσκευές που τροφοδοτούνται από εσωτερική ηλεκτρική πηγή (μπαταρίες).

1.6. Πρότυπα ασφαλείας-ελέγχων ηλεκτρικών συσκευών

Έχοντας γνωρίσει τις κατηγορίες των συσκευών στην προηγούμενη παράγραφο, θα κάνουμε τώρα μια αναφορά στα πρότυπα που σχετίζονται με την ηλεκτρική ασφάλειά τους. Τα πρότυπα αυτά καθορίζουν τους κανόνες και τις προδιαγραφές των συσκευών, παρεμβαίνοντας σε κατασκευαστικά και λειτουργικά θέματά τους με σκοπό τη μείωση των κινδύνων που επιφέρει η χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος σε αυτές, συμβάλλοντας στην ασφάλεια των ανθρώπων. Όσον αφορά τις ιατρικές ηλεκτρικές συσκευές, η εφαρμογή ελέγχων ασφαλείας και ποιότητας διασφαλίζει το βέλτιστο δυνατό επίπεδο ασφαλείας που πρέπει να παρέχει ένα νοσοκομείο τόσο στους ασθενείς όσο και στο προσωπικό του. Οι έλεγχοι αυτοί αφορούν όλες τις ιατρικές συσκευές οι οποίες βρίσκονται σε κρίσιμους χώρους (χειρουργεία, κ.α.) καθώς και αυτές που χρησιμοποιούνται για διαγνωστικούς σκοπούς και μεταφέρουν ενέργεια στον ασθενή ή καταγράφουν ζωτικά σήματα (π.χ. καρδιογράφοι, μόνιτορ).

Οργανισμοί που εκδίδουν πρότυπα:

1) Διεθνείς

- *International Electrotechnical Commission (IEC)*: Βρίσκεται στην Ευρώπη και ιδρύθηκε το 1906. Εποπτεύει όλα τα standards που είναι σχετικά με ηλεκτρικούς και ηλεκτρονικούς όρους σε διεθνές επίπεδο.
- *International Organization for Standardization (ISO)*: Ο ISO εποπτεύει standards σε όλα τα άλλα θέματα εκτός αυτών που είναι σχετικά με ηλεκτρικούς και ηλεκτρονικούς όρους. Τα σπουδαιότερα standards που εποπτεύει είναι αυτά που έχουν σχέση με τις διαδικασίες παραγωγής ενός μηχανήματος π.χ. ISO 9001. Ιδρύθηκε το 1946 και έχει μέλη 26 εθνικούς οργανισμούς standards.

2) Ευρωπαϊκοί

- *European Committee for Standardization (CEN)*
- *European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC)*

Οι Ευρωπαϊκοί οργανισμοί συνεργάζονται με τους διεθνείς IEC και ISO με επακόλουθο να αποδέχονται τα IEC και ISO standards. Επιπρόσθετα έχουν εκδώσει τις παρακάτω 3 κατευθυντήριες οδηγίες σύμφωνα με τις οποίες πρέπει να κατασκευάζονται τα ιατρικά μηχανήματα στην Ευρωπαϊκή Ένωση:

- 90/385/EEC Οδηγία για ενεργές Εμφυτεύσιμες Ιατρικές Συσκευές
- 93/42/EEC Οδηγία για Ιατρικές Συσκευές
- 98/79/EC In Vitro Διαγνωστικές Ιατρικές Συσκευές

Παρακάτω γίνεται αναφορά στα πρότυπα που απαιτούν τη μέτρηση ρευμάτων διαρροής:

a) Πρότυπα ασφαλείας Γενικών ηλεκτρικών συσκευών

General International

- **IEC60065 ('98):** Audio, video, and similar electronic apparatus - Safety requirements

Ισχύει για συσκευές ήχου ή εικόνας (πολυμέσων) όπως ενισχυτές, κινητές συσκευές (ραδιόφωνα, μαγνητόφωνα, βιντεοκάμερες, προβολείς βιντεοταινιών, κ.λπ.), τα οποία πρόκειται να συνδεθούν άμεσα ή έμμεσα σε μια παροχή ρεύματος και οι οποίες προορίζονται για οικιακή ή παρόμοια χρήση σε εσωτερικούς χώρους. Καθορίζει τις απαιτήσεις για τη πώληση, τη μόνωση, τα εξαρτήματά τους, τις ηλεκτρικές συνδέσεις, τη προστασία ενάντια στην ιονίζουσα ακτινοβολία, την αντοχή σε θέρμανση, τη μηχανική αντοχή, σταθερότητα κ.λπ. Δεν ισχύει για τις συσκευές που σχεδιάζονται για ονομαστική τάση άνω των 433V (rms) μεταξύ των φάσεων σε περίπτωση τριφασικής παροχής και 250V(rms) σε όλες τις άλλες περιπτώσεις.

- **IEC60335-1 ('01):** Safety of household and similar electrical appliances Part 1: General requirements
- **IEC60950-1 ('01):** Information technology equipment - Safety - Part 1: General requirements
- **IEC60990 ('99):** Methods of measuring touch current and protective conductor current

General (Japanese)

- **JIS C6065 ('98):** Safety of home electronic equipment
- **JIS C9335-1 ('98):** Safety of household and similar electric appliances - Part 1: General requirements
- **JIS C6950 ('01):** Safety of information technology equipment

Individual (Japanese)

- Individual JIS standards

β) Πρότυπα ασφαλείας Συσκευών (οργάνων) ηλεκτρικών μετρήσεων

General International

- **IEC61010-1 ('90) +Amd.1 ('92) + Amd.2 ('95):** Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 1: General requirements

General (Japanese)

- **JIS C1010-1 ('98):** Safety of equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 1: General requirements

γ) Πρότυπα ασφαλείας ιατρικών ηλεκτρικών συσκευών

Στη προσπάθεια διασφάλισης ασφαλούς ιατρικού περιβάλλοντος και εντοπισμού - πρόληψης δυσμενών περιστατικών για ασθενείς και χρήστες, ο έλεγχος ηλεκτρικής ασφάλειας αποτελεί ίσως το βασικότερο μέσο. Με την διενέργεια μιας σειράς δοκιμών ελέγχεται όχι μόνο η ύπαρξη ρευμάτων διαρροής ικανών να προκαλέσουν μακροπληξία ή μικροπληξία, αλλά επιπλέον στις περισσότερες περιπτώσεις ο έλεγχος ηλεκτρικής ασφάλειας μπορεί να δώσει ισχυρές ενδείξεις για αδυναμία της συσκευής να αποδώσει λειτουργικά τα αναμενόμενα. Για το σκοπό αυτό εφαρμόζονται ορισμένα πρωτόκολλα και πρότυπα ελέγχου (σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα IEC) τα οποία στοχεύουν στον συστηματικό έλεγχο ηλεκτρικής ασφάλειας όλων εκείνων των συσκευών που είτε λειτουργούν σε κρίσιμους ιατρικούς χώρους (χειρουργεία, μονάδες εντατικής θεραπείας, κλπ), είτε έρχονται σε επαφή με τον ασθενή και λόγω της λειτουργίας τους χαρακτηρίζονται ως κρίσιμες (απινιδωτές, καρδιογράφοι, μόνιτορ κλπ).

General International

- **IEC60601-1**
- **IEC60601-2**

Η σειρά προτύπων **IEC 60601-1** διασφαλίζει ότι οι ιατρικές συσκευές λειτουργούν μέσα στα όρια ασφαλείας που καθορίζονται από τα πρότυπα αυτά, σε συνθήκες κανονικής και σφαλματικής λειτουργίας.

Η σειρά προτύπων **IEC 60601-2** περιλαμβάνει τον έλεγχο κρίσιμων συσκευών όπως διαθερμίες, απινιδωτές, μόνιτορ κ.α. και διασφαλίζει ότι κρίσιμες παράμετροι όπως, αποδιδόμενη ενέργεια, ρεύματα διαρροής κλπ βρίσκονται εντός των ορίων και συνεπώς η λειτουργία τους κρίνεται ασφαλής.

Στους παρακάτω πίνακες 2 και 3 βλέπουμε τις υποδιαιρέσεις των δυο παραπάνω προτύπων (εντός παρενθέσεως είναι η ονομασία που έχει καθιερωθεί από την Ευρωπαϊκή Ένωση).

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 2	
Υποδιαίρεσεις προτύπου IEC 60601-1	
IEC 60601-1-1 (EN 60601-1-1)	Medical electrical equipment - part 1: general requirements for safety 1: collateral standard: safety requirements for medical electrical systems
IEC 60601-1-2 (EN 60601-1-2)	Medical electrical equipment - part 1: general requirements for safety 2. Collateral standard: electromagnetic compatibility - requirements and tests
IEC 60601-1-3 (EN 60601-1-3)	Medical electrical equipment - part 1: general requirements for safety - collateral standard: general requirements for radiation protection in diagnostic x-ray equipment
IEC 60601-1-4 (EN 60601-1-4)	Medical electrical equipment: part 1-4: general requirements for collateral standard: programmable electrical medical systems
IEC 60601-1-6 (EN 60601-1-6)	Medical electrical equipment - part 1-6: general requirements for safety - collateral standard: usability
IEC 60601-1-8 (EN 60601-1-8)	Medical electrical equipment - part 1-6: general requirements for safety - collateral standard: general requirements, tests and guidance for alarm systems in medical electrical equipment and medical electrical systems

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 3	
Υποδιαιρέσεις προτύπου IEC 60601-2	
IEC 60601-2-1 (EN 60601-2-1)	Medical electrical equipment - Part 2-1: Particular requirements for the basic safety and essential performance of electron accelerators in the range 1 MeV to 50 MeV
IEC 60601-2-2 (EN 60601-2-2)	Medical electrical equipment - Part 2-2: Particular requirements for the basic safety and essential performance of high frequency surgical equipment and high frequency surgical accessories
IEC 60601-2-3 (EN 60601-2-3)	Medical electrical equipment - Part 2-3: Particular requirements for the basic safety and essential performance of short-wave therapy equipment
IEC 60601-2-4 (EN 60601-2-4)	Medical electrical equipment - Part 2-4: Particular requirements for the basic safety and essential performance of cardiac defibrillators
IEC 60601-2-5 (EN 60601-2-5)	Medical electrical equipment - Part 2-5: Particular requirements for the basic safety and essential performance of ultrasonic physiotherapy equipment
IEC 60601-2-6 (EN 60601-2-6)	Medical electrical equipment - Part 2-6: Particular requirements for the basic safety and essential performance of microwave therapy equipment
IEC 60601-2-7 (EN 60601-2-7)	Medical electrical equipment - part 2-7: particular requirements for the safety of high-voltage generators of diagnostic x-ray generators
IEC 60601-2-8 (EN 60601-2-8)	Medical electrical equipment - Part 2-8: Particular requirements for basic safety and essential performance of therapeutic X-ray equipment operating in the range 10 kV to 1 MV
IEC 60601-2-9 (EN 60601-2-9)	Medical electrical equipment - part 2: particular requirements for the safety of patient contact dosimeters used in radiotherapy with electrically connected radiation detectors
IEC 60601-2-10 (EN 60601-2-10)	Medical electrical equipment - Part 2-10: Particular requirements for the basic safety and essential performance of nerve and muscle stimulators
IEC 60601-2-11 (EN 60601-2-11)	Medical electrical equipment. Part 2-11. Particular requirements for basic safety and essential performance of gamma beam therapy equipment
ISO/IEC 80601-2-12 (EN ISO 80601-2-12)	Medical electrical equipment. Part 2-12. Particular requirements for basic safety and essential performance of critical care ventilators
ISO/IEC 80601-2-13 (EN 60601-2-13)	Medical electrical equipment - Part 2-13: Particular requirements for basic safety and essential performance of an anaesthetic workstation
IEC 60601-2-14 (EN 60601-2-14)	Medical electrical equipment - part 2: particular requirements for the safety of electroconvulsive therapy equipment
IEC 60601-2-15	Medical electrical equipment - part 2: particular requirements for the safety of capacitor discharge x-ray generators
IEC 60601-2-16 (EN 60601-2-16)	Medical electrical equipment - Part 2-16: Particular requirements for basic safety and essential performance of haemodialysis, haemodiafiltration and haemofiltration equipment

...συνέχεια πίνακα 3	
IEC 60601-2-17 (EN 60601-2-17)	Medical electrical equipment - part 2: particular requirements for the safety of remote-controlled automatically driven gamma-ray after-loading equipment
IEC 60601-2-18 (EN 60601-2-18)	Medical electrical equipment - Part 2-18: Particular requirements for the basic safety and essential performance of endoscopic equipment
IEC 60601-2-19 (EN 60601-2-19)	Medical electrical equipment - Part 2-19: Particular requirements for the basic safety and essential performance of infant incubators
IEC 60601-2-20 (EN 60601-2-20)	Medical electrical equipment - Part 2-20: Particular requirements for the basic safety and essential performance of infant transport incubators
IEC 60601-2-21 (EN 60601-2-21)	Medical electrical equipment - Part 2-21: Particular requirements for the basic safety and essential performance of infant radiant warmers
IEC 60601-2-22 (EN 60601-2-22)	Medical electrical equipment - Part 2-22: Particular requirements for basic safety and essential performance of surgical, cosmetic, therapeutic and diagnostic laser equipment
IEC 60601-2-23 (EN 60601-2-23)	Medical electrical equipment - Part 2-23: Particular requirements for the basic safety and essential performance of transcutaneous partial pressure monitoring equipment
IEC 60601-2-24 (EN 60601-2-24)	Medical electrical equipment - Part 2-24: Particular requirements for the basic safety and essential performance of infusion pumps and controllers
IEC 60601-2-25 (EN 60601-2-25)	Medical electrical equipment - Part 2-25: Particular requirements for the basic safety and essential performance of electrocardiographs
IEC 60601-2-26 (EN 60601-2-26)	Medical electrical equipment - Part 2-26: Particular requirements for the basic safety and essential performance of electroencephalographs
IEC 60601-2-27 (EN 60601-2-27)	Medical electrical equipment - Part 2-27: Particular requirements for the basic safety and essential performance of electrocardiographic monitoring equipment
IEC 60601-2-28 (EN 60601-2-28)	Medical electrical equipment - Part 2-28: Particular requirements for the basic safety and essential performance of X-ray tube assemblies for medical diagnosis
IEC 60601-2-29 (EN 60601-2-29)	Medical electrical equipment - Part 2-29: Particular requirements for the basic safety and essential performance of radiotherapy simulators
IEC 80601-2-30 (EN 60601-2-30)	Medical electrical equipment - Part 2-30: Particular requirements for the basic safety and essential performance of automated non-invasive sphygmomanometers
IEC 60601-2-31 (EN 60601-2-31)	Medical electrical equipment - Part 2-31: Particular requirements for the basic safety and essential performance of external cardiac pacemakers with internal power source
IEC 60601-2-32 (EN 60601-2-32)	Medical electrical equipment part 2: particular requirements for the safety of associated equipment of x-ray equipment
IEC 60601-2-33 (EN 60601-2-33)	Medical electrical equipment - Part 2-33: Particular requirements for the basic safety and essential performance of magnetic resonance equipment for medical diagnosis

...συνέχεια πίνακα 3	
IEC 60601-2-34 (EN 60601-2-34)	Medical electrical equipment - Part 2-34: Particular requirements for the basic safety and essential performance of invasive blood pressure monitoring equipment
IEC 80601-2-35 (EN 80601-2-35)	Medical electrical equipment. Particular requirements for the basic safety and essential performance of heating devices using blankets, pads and mattresses and intended for heating in medical use
IEC 60601-2-36 (EN 60601-2-36)	Medical electrical equipment. Particular requirements for the basic safety and essential performance of extracorporeally induced lithotripsy
IEC 60601-2-37 (EN 60601-2-37)	Medical electrical equipment - Part 2-37: Particular requirements for the basic safety and essential performance of ultrasonic medical diagnostic and monitoring equipment
IEC 60601-2-38 (EN 60601-2-38)	Medical electrical equipment - part 2: particular requirements for the safety of electrically operated hospital beds
IEC 60601-2-39 (EN 60601-2-39)	Medical electrical equipment - Part 2-39: Particular requirements for basic safety and essential performance of peritoneal dialysis equipment
IEC 60601-2-40 (EN 60601-2-40)	Medical electrical equipment - part 2-40: particular requirements for the safety of eletromyographs and evoked response equipment
IEC 60601-2-41 (EN 60601-2-41)	Medical electrical equipment -- Part 2-41: Particular requirements for basic safety and essential performance of surgical luminaires and luminaires for diagnosis
IEC 60601-2-43 (EN 60601-2-43)	Medical electrical equipment - Part 2-43: Particular requirements for the basic safety and essential performance of X-ray equipment for interventional procedures
IEC 60601-2-44 (EN 60601-2-44)	Medical electrical equipment - Part 2-44: Particular requirements for the basic safety and essential performance of X-ray equipment for computed tomography
IEC 60601-2-45 (EN 60601-2-45)	Medical electrical equipment - Part 2-45: Particular requirements for basic safety and essential performance of mammographic X-ray equipment and mammographic stereotactic devices
IEC 60601-2-46 (EN 60601-2-46)	Medical electrical equipment - Part 2-46: Particular requirements for basic safety and essential performance of operating tables
IEC 60601-2-47 (EN 60601-2-47)	Medical electrical equipment - Part 2-47: Particular requirements for the basic safety and essential performance of ambulatory electrocardiographic systems
IEC 60601-2-49 (EN 60601-2-49)	Medical electrical equipment - Part 2-49: Particular requirements for the basic safety and essential performance of multifunction patient monitoring equipment
IEC 60601-2-50 (EN 60601-2-50)	Medical electrical equipment - Part 2-50: Particular requirements for the basic safety and essential performance of infant phototherapy equipment
IEC 60601-2-51 (EN 60601-2-51)	Medical electrical equipment - part 2-51: particular requirements for safety, including essential performance, of recording and analysing single channel and multichannel electrocardiographs
IEC 60601-2-52 (EN 60601-2-52)	Medical electrical equipment -- Part 2-52: Particular requirements for basic safety and essential performance of medical beds
IEC 60601-2-54 (EN 60601-2-54)	Medical electrical equipment - Part 2-54: Particular requirements for the basic safety and essential performance of X-ray equipment for radiography and radioscopy

General (Japanese)

- **JIS T1001 ('92):** General safety regulations for medical electrical equipment
- **JIS T1002 ('92):** General regulations for method of testing safety of medical electrical equipment
- **JIS T0601-1 ('99):** Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for safety

Επίσης, λοιπά πρότυπα που σχετίζονται με την ασφάλεια του ιατροτεχνολογικού εξοπλισμού είναι:

- NFPA 99, Standards for Health Care Facilities 1993
- American National Standards: Safe Current Limits for Electromedical Apparatus 1993
- DIN/VDE 0751-1 Repair, modification and testing of medical electrical equipment; general requirements 1990

Στον παρακάτω παραθέτουμε τα πρότυπα που υιοθετεί η συσκευή μέτρησης ρευμάτων διαρροής (HIOKI 3156) που θα περιγράψουμε στη συνέχεια της παρούσας εργασίας.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 4	
Πρότυπα που υιοθετεί η συσκευή μέτρησης ρευμάτων διαρροής (HIOKI 3156)	
Standard number (:year issued)	Title
UL1310:1994	Class 2 Power Units
UL1419	Professional Video and Audio Equipment
UL1437	Standard for Electrical Analog Instruments – Panel Board Types
UL1492:1996	Audio-Video Products and Accessories
UL1740:1995	Standard for Safety for Robots and Robotic Equipment
UL60950	Information Technology Equipment - Safety - Part 1: General Requirements
UL2601-1:1997	Medical Electrical Equipment, Part 1: General Requirements for Safety
UL3101-1	Equipment for Laboratory Use; Part 1: General Requirements, Electrical
UL3111-1	Electrical Measuring and Test Equipment, Part 1: General Requirements
UL471	Commercial Refrigerators and Freezers
UL544:1994	Standard for Safety for Medical and Dental Equipment
UL745:1995	Standard for Safety for Portable Electric Tools
UL923:1998	Microwave Cooking Appliances

....συνέχεια πίνακα 4

Standard number (:year issued)	Title
IEC60065:1995 +A2:1989 +A3:1992	Safety requirements for mains operated electronic and related apparatus for household and similar general use
IEC60065-2001	Audio, video and similar electronic apparatus - Safety requirements (Edition 7)
IEC60335-1:1991 +A1:1994	Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1: General requirements
IEC60335-1:2001	Household and similar electrical appliances - Safety - Part 1: General requirements (Edition 4)
IEC60601-1:1988 +A1:1991 +A2:1995	Medical electrical equipment - Part 1: General requirements for safety
IEC60950:1991 +A4:1996	Safety on information technology equipment, including electrical business equipment
IEC60950:1999	Safety on information technology equipment, including electrical business equipment
IEC60950-1:2001	Information technology equipment - Safety - Part 1: General requirements (Edition 1)
IEC60990:1990	Methods of measurement of touch current and protective conductor current
IEC60990:1999	Methods of measurement of touch current and protective conductor current (Edition 2)
IEC61010-1:1990 +A1:1992 +A2:1995	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use
IEC61010-1:2001	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use
IEC60745-1:2001	Hand-held motor-operated electric tools - Safety - Part 1: General requirements

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ HiTESTER 3156

2.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει μια σύντομη παρουσίαση του οργάνου το οποίο θα χρησιμοποιήσουμε στο επόμενο μέρος της εργασίας για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής ορισμένων ηλεκτρικών συσκευών. Πρόκειται για το όργανο HiTESTER 3156 της εταιρίας HIOKI. Το όργανο αυτό είναι σχεδιασμένο έτσι ώστε να συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις ασφαλείας του προτύπου IEC 61010 και προορίζεται για εσωτερική χρήση μόνο. Σε γενικές γραμμές μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε θερμοκρασίες από 0 έως 40 °C και σε περιβάλλον με σχετική υγρασία 80% ή λιγότερο. Δεν παρουσιάζει απόλυτη προστασία από το νερό και τη σκόνη και καλό θα είναι να μην χρησιμοποιείται σε υγρούς και σκονισμένους χώρους. Επίσης, πρέπει να αποφεύγεται η χρήση του οργάνου κοντά σε πηγές ισχυρών ηλεκτρομαγνητικών πεδίων, μιας και μπορεί να αλλοιώσουν τα αποτελέσματα μετρήσεών του.

Αναφέρουμε ότι στη παρούσα εργασία γίνεται μια σύντομη περιγραφή τόσο των βασικών χαρακτηριστικών όσο και των λειτουργιών του οργάνου προκειμένου να πραγματοποιήσουμε τις μετρήσεις του ρεύματος διαρροής και να εξάγουμε τα συμπεράσματα μας και σε καμία περίπτωση η εργασία αυτή δεν υποκαθιστά το πλήρες εγχειρίδιο χρήσης και λειτουργίας του. Για την σωστή και ασφαλή λειτουργία του οργάνου αυτού, ο χειριστής του θα πρέπει να έχει διαβάσει το πλήρες εγχειρίδιό του και να ακολουθεί πιστά όλες τις τεχνικές οδηγίες χρήσης του. Δεν θα επεκταθούμε σε θέματα ασφαλούς χρήσης του οργάνου, ούτε στους κινδύνους που προκύπτουν από λανθασμένη χρήση του, μιας και αυτά ξεφεύγουν από τους αρχικούς στόχους της παρούσας εργασίας.

2.2. Κατηγορία ηλεκτρικού περιβάλλοντος

Το όργανο αυτό ανήκει στην κατηγορία II (CAT II - 300V) του προτύπου IEC 61010 όσον αφορά την ασφαλή λειτουργία των οργάνων μετρήσεων. Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό, υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες μετρήσεων (ηλεκτρικά περιβάλλοντα) για τάσεις έως 300V. Οι κατηγορίες-περιβάλλοντα σχετίζονται με την στιγμιαία ηλεκτρική ενέργεια που μπορούν να αποδώσουν και είναι τα εξής:

CAT I: περιλαμβάνει τα ηλεκτρικά κυκλώματα που τροφοδοτούνται με τάση μέσω ενός μετασχηματιστή, ο οποίος είναι συνδεδεμένος σε μια παροχή τάσης (π.χ. πρίζα) μιας εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης. Ένα όργανο μετρήσεων σχεδιασμένο για CAT I είναι σχεδιασμένο να χρησιμοποιείται σε μετρήσεις κυκλωμάτων που είναι συνδεδεμένα στο δευτερεύον τύλιγμα ενός τέτοιου μετασχηματιστή.

CAT II: περιλαμβάνει τα ηλεκτρικά κυκλώματα που τροφοδοτούνται με τάση μέσω καλωδίου, το οποίο συνδέεται σε μια παροχή τάσης (π.χ. πρίζα) μιας εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης. Τέτοια ηλεκτρικά κυκλώματα μπορεί να είναι το πρωτεύον τύλιγμα ενός

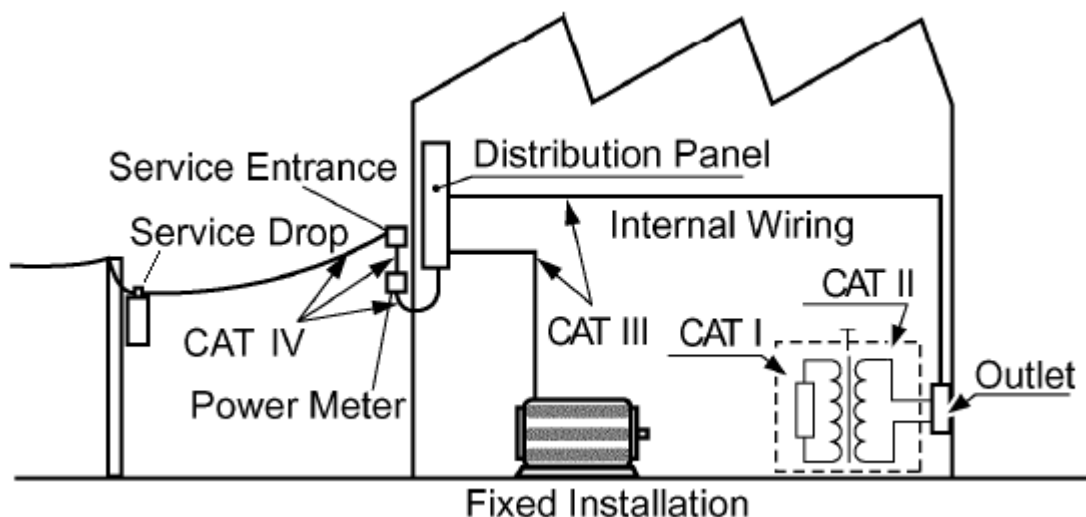
μετασχηματιστή, μια μετακινήτη ηλεκτρική συσκευή (η όποια συνδέεται με παροχή τάσης μέσω ενός καλωδίου), μια οικιακή ηλεκτρική συσκευή κ.α.. Αυτό σημαίνει ότι ένα όργανο μετρήσεων σχεδιασμένο για CAT II μπορεί να κάνει το πολύ, μετρήσεις σε κυκλώματα που είναι συνδεδεμένα στην παροχή τάσης (πρίζα) μιας εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης.

CAT III: περιλαμβάνει τα ηλεκτρικά κυκλώματα τα οποία είναι συνδεδεμένα απευθείας στον γενικό πίνακα μιας εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης. Τέτοια κυκλώματα μπορεί να είναι οι καλωδιώσεις από τον γενικό πίνακα μέχρι τους ρευματοδότες καθώς και οι σταθερές ηλεκτρικές συσκευές που συνδέονται απευθείας με αυτόν με μόνιμη ηλεκτρική σύνδεση (π.χ. μια ηλεκτρική κουζίνα, ένας θερμοσίφωνας κ.α.).

CAT IV: περιλαμβάνει τα ηλεκτρικά κυκλώματα:

- από το ένα άκρο του καλωδίου παροχής που συνδέεται με το ηλεκτρικό δίκτυο (service drop) μέχρι το σημείο της πλευράς του καταναλωτή (service entrance).
- από το σημείο της πλευράς του καταναλωτή μέχρι τον μετρητή ενέργειας (power meter) της ηλεκτρικής εγκατάστασης.
- από τον μετρητή ενέργειας μέχρι την είσοδο του γενικού πίνακα της ηλεκτρικής εγκατάστασης (distribution panel).

Και οι τέσσερις κατηγορίες αυτές φαίνονται στο επόμενο σχήμα.



Σχ. 9

Όπως γίνεται κατανοητό, όσο αυξάνει η κατηγορία ηλεκτρικού περιβάλλοντος, τόσο αυξάνει το επίπεδο στιγμιαίας ενέργειας που καλείται να διαχειριστεί. Η χρήση ενός οργάνου σε ένα περιβάλλον μεγαλύτερης κατηγορίας από αυτό που είναι κατασκευασμένο να λειτουργεί μπορεί να οδηγήσει σε ατυχήματα και πρέπει να αποφεύγεται. Ένα όργανο μετρήσεων συγκεκριμένης κατηγορίας, είναι κατάλληλο για ελέγχους στο περιβάλλον της κατηγορίας αυτής καθώς και για τα κατώτερα περιβάλλοντα, ενώ είναι ακατάλληλο για χρήση σε ανώτερα περιβάλλοντα (π.χ. ένα όργανο CAT I δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε περιβάλλοντα CAT II, III και IV, ενώ αντίστοιχα ένα όργανο CAT III μπορεί να χρησιμοποιηθεί για περιβάλλοντα CAT I, II, III αλλά όχι IV).

2.3. Κυκλώματα μετρήσεων (measurement networks)

Προκειμένου να γίνει έλεγχος των ηλεκτρικών συσκευών και εγκαταστάσεων για ρεύματα διαρροής, είναι αναγκαίο τα όργανα που θα χρησιμοποιηθούν να περιλαμβάνουν ηλεκτρικά κυκλώματα τα οποία εξομοιώνουν το ανθρώπινο σώμα. Με άλλα λόγια, οι διατάξεις που μετράνε το ρεύμα διαρροής θα πρέπει να έχουν ηλεκτρική συμπεριφορά αντίστοιχη με αυτή του ανθρώπινου σώματος.

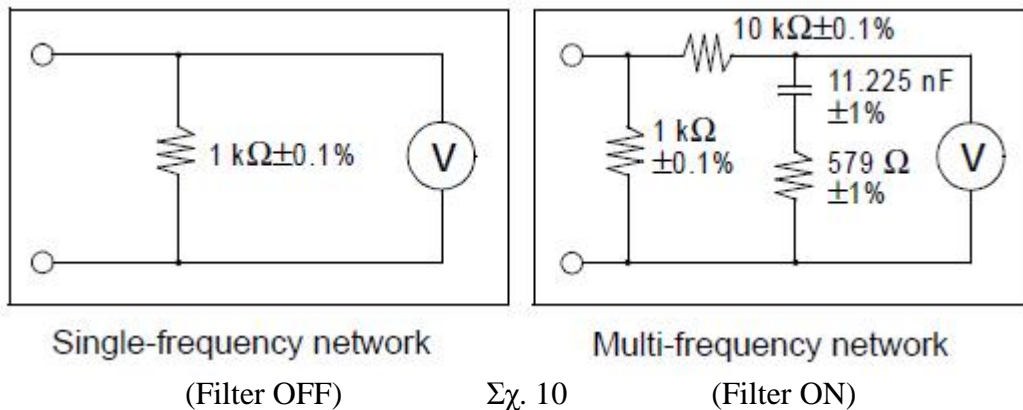
Το όργανο HiTESTER 3156 περιλαμβάνει έξι διαφορετικά κυκλώματα μετρήσεων (networks) τα οποία εξομοιώνουν το ανθρώπινο σώμα ανάλογα με τα επιθυμητά πρότυπα και νόμους. Τα κυκλώματα αυτά αποτελούνται από ένα βασικό στοιχείο (ωμική αντίσταση 1~2kΩ) το οποίο εξομοιώνει την ωμική αντίσταση του ανθρώπινου σώματος και ένα AC φίλτρο αποτελούμενο από ωμικές αντιστάσεις και πυκνωτές. Το AC φίλτρο αυτό μπορεί βγει "εκτός" μέσω ενός μενού που διαθέτει το όργανο (δείτε παράγραφο 4.5.). Η χρήση των έξι κυκλωμάτων αυτών καθιστά το όργανο ικανό να είναι συμβατό και με διαφορετικά πρότυπα ασφαλείας. Τα έξι αυτά δίκτυα είναι τα εξής:

NETWORK A:

Το κύκλωμα A είναι ένα κύκλωμα μετρήσεων που είναι σύμφωνο με τους παρακάτω νόμους:

- Electrical Appliance and Material Safety Law
- Ordinance Concerning Technical Requirements for Electrical Appliances and Materials

Για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής, ο νόμος αυτός ορίζει δυο ισοδύναμα κυκλώματα τα οποία εξομοιώνουν το ανθρώπινο σώμα: το κύκλωμα μιας συχνότητας (Single-frequency network) και το κύκλωμα πολλαπλών συχνοτήτων (Multi-frequency network). Τα ισοδύναμα αυτά κυκλώματα φαίνονται στο επόμενο σχήμα.



Σχ. 10

Όταν έχουμε επιλέξει το κύκλωμα A, το όργανο μπορεί να είναι επίσης σύμφωνο με τα παρακάτω πρότυπα για τον έλεγχο του ρεύματος διαρροής:

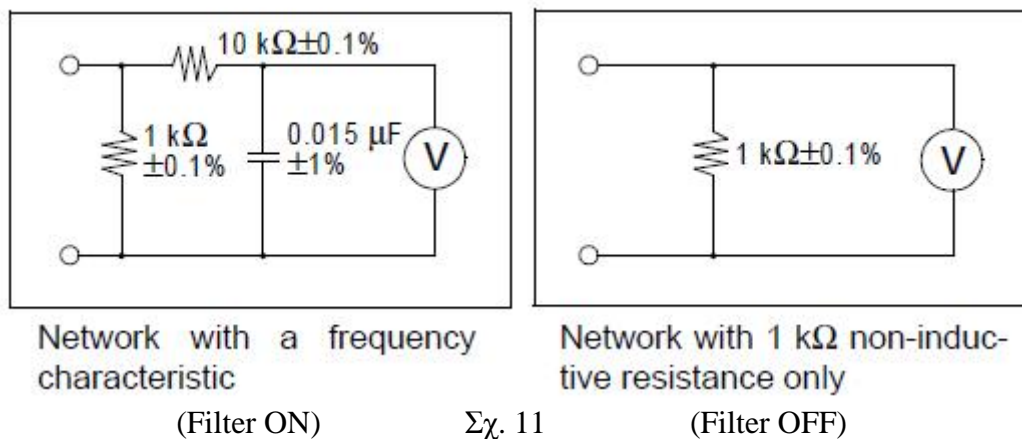
- **JIS B8561 ('93):** Automatic vending machines - Test method
- **JIS C9250 ('92):** Microwave ovens

NETWORK B:

Το κύκλωμα μετρήσεων B αφορά τον έλεγχο ιατρικών ηλεκτρικών συσκευών και εξοπλισμού και είναι σύμφωνο με τα εξής πρότυπα:

- **IEC61010-1 ('90) +Amd.1 ('92) + Amd.2 ('95):** Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 1: General requirements
- **JIS T1001 ('92):** General safety regulations for medical electrical equipment
- **JIS T1002 ('92):** General regulations for method of testing safety of medical electrical equipment

Το πρότυπο αυτό ορίζει δυο ισοδύναμα κυκλώματα τα οποία εξομοιώνουν το ανθρώπινο σώμα: το κύκλωμα με χαρακτηριστική συχνότητα (Network with a frequency characteristic) και το κύκλωμα με μόνο ωμική αντίσταση μεγέθους 1kΩ (Network with 1 kΩ non-inductive resistance only). Τα ισοδύναμα αυτά κυκλώματα φαίνονται στο επόμενο σχήμα.



Όταν έχουμε επιλέξει το κύκλωμα B, το όργανο μπορεί να είναι επίσης σύμφωνο με τα παρακάτω πρότυπα για τον έλεγχο του ρεύματος διαρροής:

- **JIS T1022 ('96):** Safety Requirement of Electrical Installations for Medically Used Rooms in Hospitals and Clinics
- Γιαπωνέζικα πρότυπα (JIS) που σχετίζονται με τον ιατρικό εξοπλισμό ακτινών X

NETWORK C:

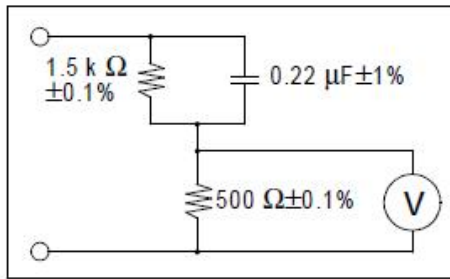
Το κύκλωμα μετρήσεων C είναι σύμφωνο με το πρότυπο IEC 60990: Methods of measurement of touch current and protective conductor current.

Το πρότυπο αυτό ορίζει τρία ισοδύναμα κυκλώματα τα οποία εξομοιώνουν το ανθρώπινο σώμα:

- Human body impedance network
- Network compatible with perception/reaction
- Network compatible with abandonment

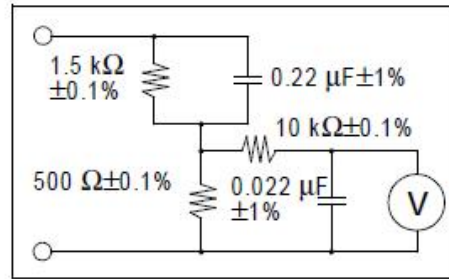
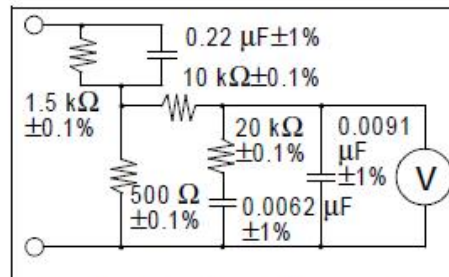
Τα ισοδύναμα αυτά κυκλώματα φαίνονται στο επόμενο σχήμα.

(Filter OFF)



Human body impedance network

(Filter ON1)

Network compatible
with perception/reaction

Network compatible with abandonment

Σχ. 12 (Filter ON2)

Όταν έχουμε επιλέξει το κύκλωμα C, το όργανο μπορεί να είναι επίσης σύμφωνο με τα παρακάτω πρότυπα για τον έλεγχο του ρεύματος διαρροής:

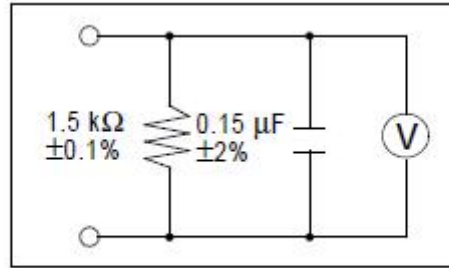
- **IEC 61010-1 (1990-09) + am1 (1992-09) + am2 (1995-07):** Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use
- **JIS C1010-1(98):** Safety of equipment for measurement, control, and laboratory use - Part 1: General requirements
- **IEC 60950 (1991-10) + am4 (1996-07):** Safety of information technology equipment
- **IEC 60065 (1998-07):** Audio, video, and similar electronic apparatus - Safety requirements
- Applicable UL standards (e.g., UL 1419, UL 3101-1, UL 3111-1)

NETWORK D:

Το κύκλωμα μετρήσεων D είναι σύμφωνο με τα πρότυπα:

- **IEC 60335-1 (1991-06) + am1 (1994-11):** Safety of household and similar electrical appliances
- Applicable UL standards (e.g., UL 471, UL 1310, UL 1437, UL 1492)

Το ισοδύναμο ηλεκτρικό κύκλωμα που εξομοιώνει το ανθρώπινο σώμα, βάση των προτύπων αυτών φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Network (1.5 kΩ) with 1.5 kΩ and 0.15 μF

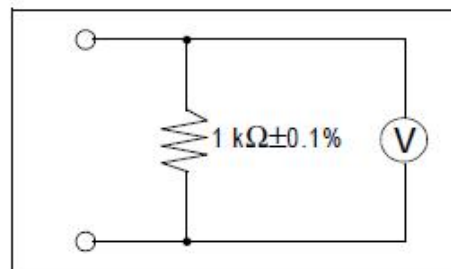
Σχ. 13

Όταν έχουμε επιλέξει το κύκλωμα D, το όργανο μπορεί να είναι επίσης σύμφωνο με τα παρακάτω πρότυπα για τον έλεγχο του ρεύματος διαρροής:

- Ordinance Concerning Technical Requirements for Electrical Appliances and Materials (single-frequency only)
- **JIS C6065 ('98):** Safety of home electronic equipment
- **JIS C9335-1 ('98):** Safety of household and similar electric appliances - Part 1: General requirements

NETWORK E:

Το κύκλωμα E είναι ένα γενικού σκοπού κύκλωμα μετρήσεων. Η τοπολογία του κυκλώματος αυτού φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Network (1 kΩ) with 1 kΩ

Σχ. 14

Το κύκλωμα αυτό είναι σύμφωνο με τα εξής πρότυπα ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (EMC) και ασφάλειας:

EMC

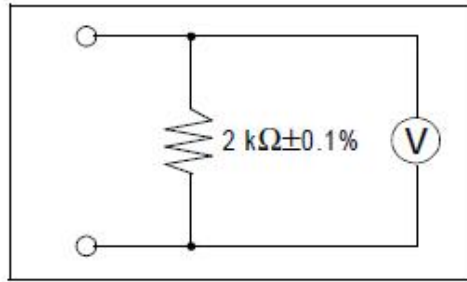
- EN61326:1997+A1:1998+A2:2001+A3:2003
- EN61000-3-2:2000
- EN61000-3-3:1995+A1:2001

Safety

- EN61010-1:2001
- EN61010-031:2002 Pollution Degree 2

NETWORK F:

Και το κύκλωμα F είναι ένα γενικού σκοπού κύκλωμα μετρήσεων. Η τοπολογία του κυκλώματος αυτού φαίνεται στο επόμενο σχήμα.



Network (2 kΩ) with 2 kΩ

Σχ. 15

Το κύκλωμα αυτό είναι σύμφωνο με τα πρότυπα ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας (EMC) και ασφάλειας του κυκλώματος E.

2.4. Βασική περιγραφή του οργάνου HiTESTER 3156

Για να εξασφαλιστεί η ασφαλής χρήση των ηλεκτρικών συσκευών, είναι απαραίτητη η διεξαγωγή δοκιμών ηλεκτρικής ασφάλειας, όπως η μέτρηση της αντίστασης μόνωσης, αντίσταση γείωσης, των ρευμάτων διαρροής κ.α..

Το όργανο HiTESTER 3156 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής σε όλους τους τύπους ηλεκτρικών προϊόντων, από υπολογιστές έως και ιατρικό εξοπλισμό. Το όργανο αυτό είναι σύμφωνο όχι μόνο με τα πρότυπα που αφορούν τους ελέγχους και την ασφάλεια των ιατρικών ηλεκτρικών συσκευών, αλλά και με τα πρότυπα και τους νόμους που αφορούν και άλλα ηλεκτρικά προϊόντα.

Το HiTESTER 3156 αποτελείται από έξι κυκλώματα μέτρησης (measurement networks) τα οποία προσομοιώνουν το ανθρώπινο σώμα, καθώς και ένα υψηλής συχνότητας βολτόμετρο, πράγμα που το καθιστά ικανό να μπορεί να μετρήσει ρεύμα διαρροής σύμφωνα με διάφορα πρότυπα και τους νόμους.

Το όργανο αυτό παρέχει τη δυνατότητα να αλλάξετε τη πολικότητα τροφοδοσίας στον υπό δοκιμή εξοπλισμό και να μετρήσετε το ρεύμα διαρροής υπό συνθήκες μονού σφάλματος (δείτε πίνακα 1).

Τα έξι κυκλώματα μετρήσεων αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο και εν συντομία είναι:

Network A : For compliance with JIS Electrical Appliance and Material Safety Law

Network B : For medical electrical equipment

Network C : For IEC60990

Network D : For UL

Network E : For general-purpose 1

Network F : For general-purpose 2

Από τη στιγμή που έχουμε επιλέξει το κύκλωμα μετρήσεων, το όργανο μας παρέχει τη δυνατότητα μετρήσεων των εξής οκτώ κατηγοριών ρευμάτων διαρροής:

- (1) Earth leakage current
- (2) Leakage current between enclosure and earth
- (3) Leakage current between enclosure and enclosure
- (4) Leakage current between enclosure and line
- (5) Patient auxiliary current
- (6) Patient leakage current I

(7) Patient leakage current II

(8) Patient leakage current III

Τα ρεύματα αυτά περιγράφηκαν στη παράγραφο 1.3 "Κατηγορίες ρευμάτων διαρροής".

Στο παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα πεδία χρήσης του οργάνου αυτού καθώς και το είδος της εφαρμογής μπορεί να προσφέρει.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 5	
Πεδία χρήσης του HiTESTER 3156 και είδος εφαρμογής του	
Πεδίο χρήσης	Εφαρμογή
Κατασκευαστές ιατρικού ηλεκτρικού εξοπλισμού	Έλεγχος έγκρισης, επιθεώρηση αποστολής
Αντιπρόσωποι ιατρικού ηλεκτρικού εξοπλισμού	Συντήρηση, επιθεώρηση
Τεχνικοί συντήρησης ιατρικού ηλεκτρικού εξοπλισμού (εξουσιοδοτημένο τεχνικό σέρβις)	Συντήρηση, επιθεώρηση
Τεχνικοί, συντηρητές ιατρικού εξοπλισμού σε νοσοκομεία	Συντήρηση, επιθεώρηση
Εκπαιδευτικά ιδρύματα	Για εκπαιδευτικούς σκοπούς
Δημόσιους οργανισμούς	Συντήρηση, επιθεώρηση
Κατασκευαστές ηλεκτρικών συσκευών γενικής χρήσης	Έλεγχος έγκρισης, επιθεώρηση αποστολής
Χρήστες ηλεκτρικών συσκευών γενικής χρήσης	Συντήρηση, επιθεώρηση
Εγκαταστάτες ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων	Συντήρηση, επιθεώρηση
Τεχνικοί συντήρησης γενικού ηλεκτρικού εξοπλισμού	Συντήρηση, επιθεώρηση
Κατασκευαστές ηλεκτρικών εξαρτημάτων συσκευών γενικής χρήσης	Έλεγχος έγκρισης, επιθεώρηση αποστολής

Στα βασικά χαρακτηριστικά του οργάνου αυτού συγκαταλέγονται:

- ο εύκολος χειρισμός του, μιας και όλες οι λειτουργίες εκτελούνται μέσω της οθόνης αφής που διαθέτει
- στάνταρ θύρες RS-232C και GP-IB για τη μεταφορά δεδομένα σε υπολογιστή
- θύρα EXT I/O για εξωτερικό χειρισμό των λειτουργιών του
- δυνατότητα εκτύπωσης των μετρούμενων δεδομένων (με χρήση του προαιρετικού 9442 PRINTER)

Στο παρακάτω πίνακα φαίνονται οι γενικές προδιαγραφές του HiTESTER 3156.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 6**Γενικές προδιαγραφές του HiTESTER 3156**

Τμήμα απεικόνισης	320 x 240 dot matrix LCD (with backlight) Equipped with automatic backlight OFF function (Backlight OFF time can be set in 1 minute increments.) Backlight turns ON when panel is touched in backlight OFF mode. LCD contrast adjustment: Dial provided on front panel
Τμήμα χειρισμού	6 x 6 matrix touch panel, Equipped with key lock function
Ονομαστική τάση/συχνότητα/ισχύ οργάνου	Rated power source voltage: 100, 120, 220, 240 VAC (default setting) (Power supply voltage fluctuations of $\pm 10\%$ are taken into consideration.) Rated power source frequency: 50/60 Hz Rated power: 30 VA
Ονομαστική τάση/συχνότητα/ισχύ της υπό δοκιμής συσκευής	Rated power supply voltage : 100 to 240 VAC Rated power supply frequency: 50/60 Hz Rated power: 1500 VA
Ασφάλειες	Power supply section : 250V T0.1AL Measurement terminal section : 250V T32mAL
Διαστάσεις/βάρος οργάνου	320W X 110H X 263D mm (12.60"W X 4.33"H X 10.35"D) approx. (excluding protruding sections) 4.0 kg (141.1 oz.) approx.
Επιτρεπόμενη θερμοκρασία/υγρασία λειτουργίας οργάνου	0 to 40°C (32 to 104°F), 80%RH or less (non-condensating)
Επιτρεπόμενη θερμοκρασία/υγρασία αποθήκευσης οργάνου	-10 to 50°C (14 to 122°F), 80%RH or less (non-condensating)
Περιβάλλον λειτουργίας	Indoors, <2000 m(6562 feet) ASL
Θερμοκρασία/υγρασία λειτουργίας οργάνου για εγγυημένη ακρίβεια	23 \pm 5°C (73 \pm 41°F), 80%RH or less (non-condensating)
Ακροδέκτες μέτρησης	Terminals T1, T2: Rated voltage 25 V, rated current 25 mA, earth voltage 250 V Terminal 3: Maximum output voltage 250 VAC

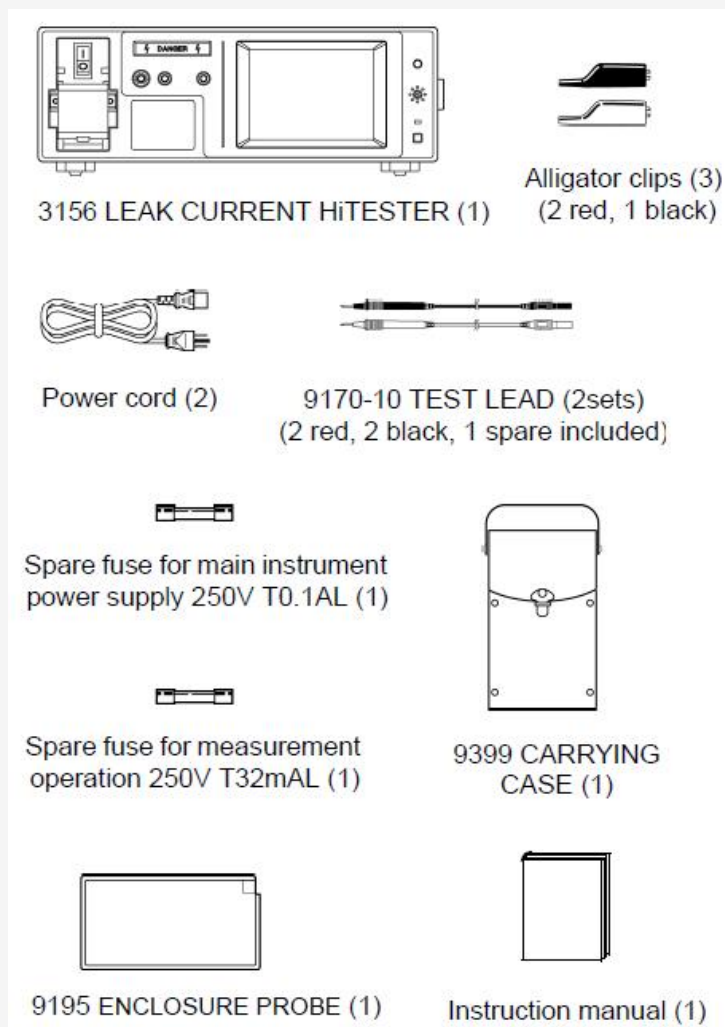
Στους επόμενους δυο πίνακες (πίνακες 7 και 8) αναφέρεται το βασικό περιεχόμενο και τα προαιρετικά αξεσουάρ του HiTESTER 3156.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 7

Βασικό περιεχόμενο του HiTESTER 3156

Περιγραφή	Ποσότητα
9170-10 TEST LEAD (2 red, 2 black, 1 spare included)	2 sets
9195 ENCLOSURE PROBE	1
9399 CARRYING CASE	1
Alligator clips	3 (2 red, 1 black)
Power cord (for main instrument, for power line of equipment under test, two 15 A cables for 100 V system, two 7 A cables for 200 V system:)	2
Spare fuse for main instrument power supply 250V T0.1AL (for 100/120/220/240 V)	1
Spare fuse for measurement operation 250V T32mAL	1
Instruction manual	1

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζονται τα στάντα αξεσουάρ του HiTESTER 3156.



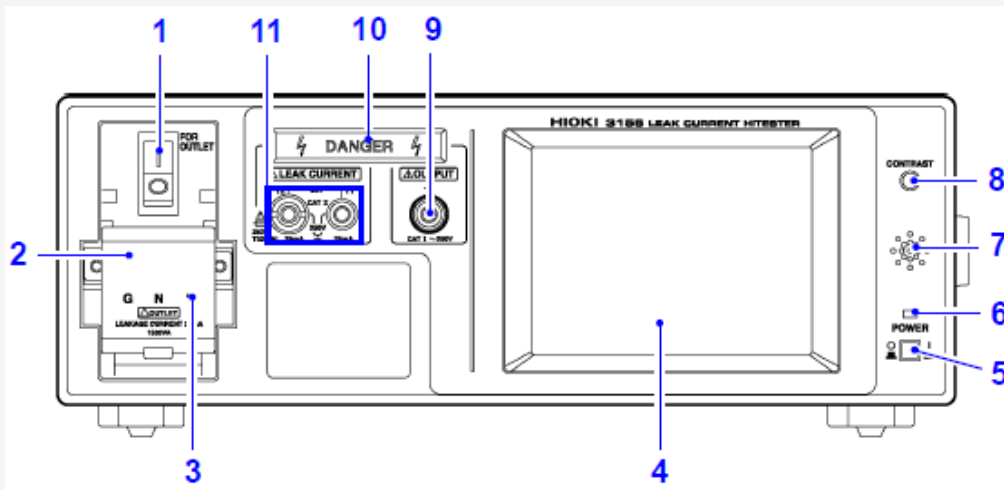
Σχ.16

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 8
Προαιρετικά αξεσουάρ του HiTESTER 3156
9637 RS-232C CABLE (9-pin to 9-pin., crossing cable)
9638 RS-232C CABLE (9-pin to 25-pin., crossing cable)
9151-02 GP-IB CABLE (2 m)
9151-04 GP-IB CABLE (4 m)
9442 PRINTER
9443-01 AC ADAPTER (for printer, for use in Japan)
9443-02 AC ADAPTER (for printer, for use in EU)
9443-03 AC ADAPTER (for printer, for use in U.S.)
9444 CONNECTION CABLE (for printer, 9-pin to 9-pin, straight cable)
1196 RECORDING PAPER (for printer, 112 mm x 25 m, 10 rolls)
9686 CARRYING CASE (with casters)
9267 SAFETY TEST DATA MANAGEMENT SOFTWARE

2.5. Εξωτερική περιγραφή του οργάνου HiTESTER 3156

Προτού προχωρήσουμε στη περιγραφή του τρόπου λειτουργίας και της διεξαγωγής των μετρήσεων των ρευμάτων διαρροής, θα κάνουμε μια περιγραφή των πλήκτρων και επιμέρους τμημάτων του οργάνου. Το HiTESTER 3156 διαθέτει τα επιμέρους λειτουργικά τμήματά του (οθόνες, κουμπιά, διακόπτες, θύρες κ.α.) τόσο στη μπροστινή όσο και στη πίσω πλευρά του. Και οι δυο αυτές πλευρές απεικονίζονται στα επόμενα δυο σχήματα.

Μπροστά όψη

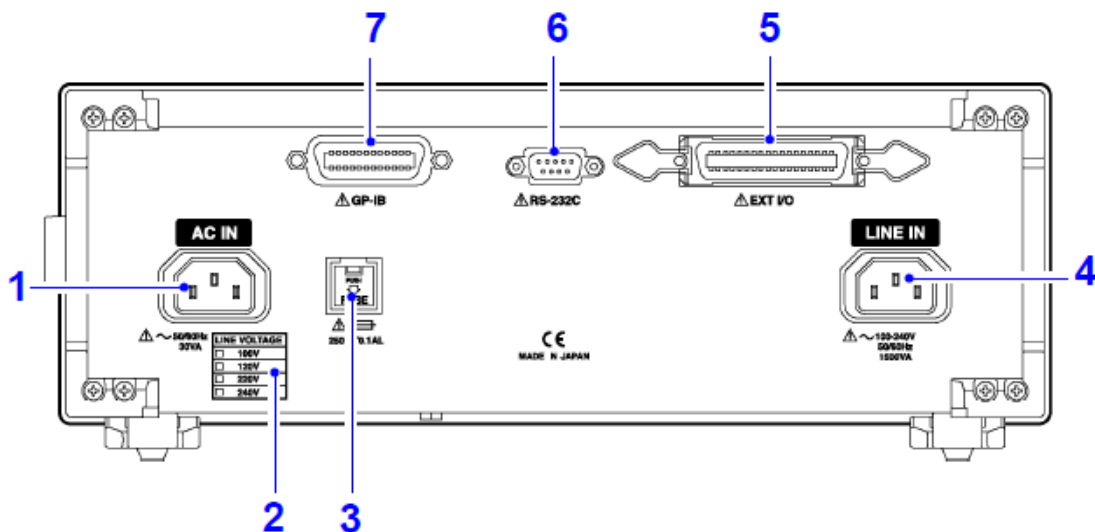


Σχ.17

Στον επόμενο πίνακα ακολουθεί μια περιγραφή των επιμέρους λειτουργικών τμημάτων της πρόσοψης του οργάνου.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 9	
Περιγραφή των επιμέρους λειτουργικών τμημάτων της πρόσοψης του HiTESTER 3156	
1 Διακόπτης προστασίας	Ανιχνεύει υπερένταση στην γραμμή τροφοδοσίας της υπό ελέγχου συσκευής
2 Κάλυμμα τερματικών ακροδεκτών	Καλύπτει τους τερματικούς ακροδέκτες (3) για την αποφυγή ηλεκτρικού σοκ (τοποθετείστε το διακόπτη προστασίας (1) στη θέση "OFF" προτού ανοίξετε το κάλυμμα αυτό).
3 Τερματικοί ακροδέκτες	Έξοδοι τάσης ανάλογα με την τροφοδοσία στην είσοδο [LINE IN] (δείτε πίσω όψη). Χρησιμοποιείται για τη σύνδεση του καλωδίου τροφοδοσίας της υπό δοκιμής συσκευής
4 Οθόνη υγρών κρυστάλλων	Οθόνη υγρών κρυστάλλων, μεγέθους 5inch, με λειτουργία αφής (ο "backlight" φωτισμός της μπορεί να τεθεί OFF αυτόματα).
5 Κεντρικός διακόπτης	Ανοίγει και κλείνει το όργανο. I=ON, O=OFF
6 Ένδειξη λειτουργίας οργάνου	Η φωτεινή ένδειξη υποδηλώνει τη κατάσταση ON/OFF του οργάνου. Αναμμένη φωτεινή ένδειξη: ο κεντρικός διακόπτης (5) είναι στη θέση "ON" Σβησμένη φωτεινή ένδειξη: ο κεντρικός διακόπτης (5) είναι στη θέση "OFF"
7 Βομβητής	Παράγει έναν ήχο "μπιπ" σε κάθε πάτημα ενός πλήκτρου του οργάνου, ή παράγει έναν προειδοποιητικό σήμα
8 Ρυθμιστής αντίθεσης οθόνης	Στρέφοντας το κουμπί προς τα δεξιά η οθόνη (4) σκουραίνει, ενώ στρέφοντάς το προς τα αριστερά η οθόνη γίνεται πιο φωτεινή
9 Ακροδέκτης T3 (110% ονομαστικής τάσης)	Απομονώνει την τάση τροφοδοσίας στην είσοδο [LINE IN] μέσω του ενσωματωμένου μετασχηματιστή απομόνωσης (λόγου 1:1) και αποδίδει τη τάση αυτή στον ακροδέκτη T3
10 Προειδοποιητική λυχνία	Η λυχνία αυτή φωτίζει, όταν ανιχνευθεί υψηλή τάση στους ακροδέκτες T1, T2 ή T3
11 Ακροδέκτες μετρήσεως T1 και T2	Ακροδέκτες για τη μέτρηση των ρευμάτων διαρροής, εκτός του ρεύματος διαρροής προς Γή. Ο ακροδέκτης T2 προστατεύεται με μια 250 V, T32mAL ασφάλεια

Πίσω όψη



Σχ.18

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 10	
Περιγραφή των επιμέρους λειτουργικών τμημάτων της πίσω όψης του HiTESTER 3156	
1 Κύρια υποδοχή τροφοδοσίας [AC IN]	Υποδοχή τάσης για τη λειτουργία του οργάνου HiTESTER 3156. Στην υποδοχή αυτή συνδέεται το ένα από τα δυο παρεχόμενα καλώδια τροφοδοσίας.
2 Επιλογή κλίμακας τάσης τροφοδοσίας	Σημειώνεται με μια κουκίδα το επίπεδο της τάσης που είναι σχεδιασμένο το όργανο να λειτουργεί [100,120,220,240V]
3 Θήκη ασφάλειας	Περιέχει την ασφάλεια 250V, T0.1AL
4 Είσοδος τροφοδοσίας για την υπό έλεγχο συσκευή - εξοπλισμό [LINE IN]	Υποδοχή τάσης για την γραμμή που τροφοδοτεί την υπό έλεγχο συσκευή. Στην υποδοχή αυτή συνδέεται το δεύτερο παρεχόμενο καλώδιο τροφοδοσίας (δείτε παράγραφο 3.1.1 για περισσότερες πληροφορίες).
5 Θύρα EXT I/O	Θύρα για εξωτερικό έλεγχο του οργάνου (απαιτείται προαιρετικό καλώδιο για τη χρήση της θύρας αυτής)
6 Θύρα RS-232C	Χρησιμοποιείται για τη σύνδεση καλωδίου RS-232C ή του προαιρετικού καλωδίου 9444 (για τον εκτυπωτή 9442)
7 Θύρα GP-IB	Χρησιμοποιείται για τη σύνδεση καλωδίου GP-IP

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΑΡΧΙΚΗ ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΟΡΓΑΝΟΥ HiTESTER 3156

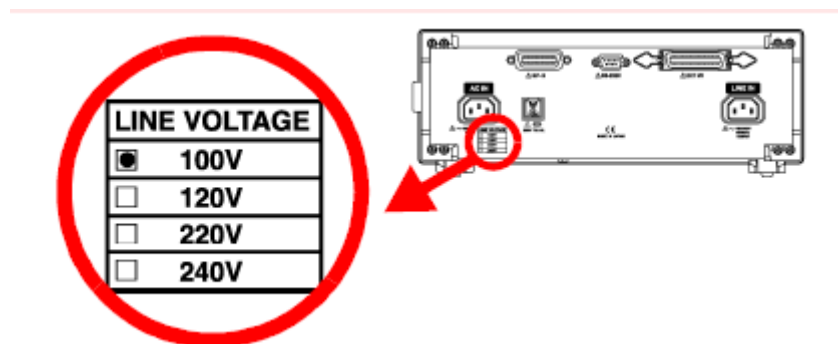
3.1. Προετοιμασίες μέτρησης με το όργανο

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναφερθούμε στις αρχικές προετοιμασίες που πρέπει να γίνουν στο όργανο, προτού προβούμε σε μετρήσεις ρευμάτων διαρροής. Οι προετοιμασίες αυτές περιλαμβάνουν τη σύνδεση των καλωδίων τροφοδοσίας του οργάνου, τη σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών μέτρησης, το σωστό άνοιγμα και κλείσιμό του και περιγράφονται στις επόμενες παραγράφους.

3.1.1. Σύνδεση των καλωδίων τροφοδοσίας

Αρχικά πρέπει να αναφέρουμε ότι το HiTESTER 3156 διαθέτει δυο σημεία τροφοδοσίας με τάση. Την είσοδο [AC IN] και την είσοδο [LINE IN]. Και οι δυο αυτές εισοδοί βρίσκονται στη πίσω πλευρά του οργάνου (δείτε και σχήμα 18 παραπάνω). Στην είσοδο [AC IN] συνδέεται το καλώδιο κύριας τροφοδοσίας για να λειτουργήσει το όργανο. Στην είσοδο [LINE IN] συνδέεται το καλώδιο το οποίο θα δώσει τάση στη γραμμή όπου θα συνδεθεί η υπό έλεγχο συσκευή, προκειμένου να πραγματοποιηθούν οι απαιτούμενες ηλεκτρικές μετρήσεις.

Προτού συνδέσουμε τα καλώδια αυτά τροφοδοσίας στο HiTESTER 3156 πρέπει να βεβαιωθούμε ότι η τάση του δικτύου που θα συνδεθεί, θα είναι σύμφωνη με την τάση στην οποία είναι ρυθμισμένο το όργανο να δουλεύει. Η τάση αυτή είναι σημειωμένη με μια κουκίδα στην πίσω όψη του οργάνου στο τμήμα "LINE VOLTAGE" (δείτε και επόμενο σχήμα).



Σχ. 19

Η σύνδεση του οργάνου σε δίκτυο διαφορετικής τάσης από αυτήν που είναι σχεδιασμένο να λειτουργεί μπορεί να οδηγήσει σε καταστροφή του ή ακόμα να θέσει σε κίνδυνο τη ζωή του χρήστη που το λειτουργεί.

Ο προστατευτικός αγωγός γείωσης του οργάνου συνδέεται με τη γείωση μέσω του κύριου καλωδίου τροφοδοσίας του. Το καλώδιο αυτό διαθέτει δυο προεξοχές οι οποίες έρχονται σε επαφή με τους ακροδέκτες της γείωσης του σημείου παροχής τάσης τροφοδοσίας (πρίζα). Για το σκοπό αυτό και την αποφυγή ηλεκτροπληξίας, το καλώδιο τροφοδοσίας του οργάνου θα πρέπει να συνδέεται σε πρίζα που διαθέτει τέτοιους ακροδέκτες γείωσης.

Η διαδικασία σύνδεσης των καλωδίων τροφοδοσίας του οργάνου περιγράφεται στα επόμενα τρία βήματα:

βήμα 1: Προτού συνδέσετε τα καλώδια τροφοδοσίας, βεβαιωθείτε ότι τόσο ο κεντρικός διακόπτης [5] όσο και ο διακόπτης τροφοδοσίας [1] στη μπροστινή όψη του οργάνου είναι στη θέση "OFF".

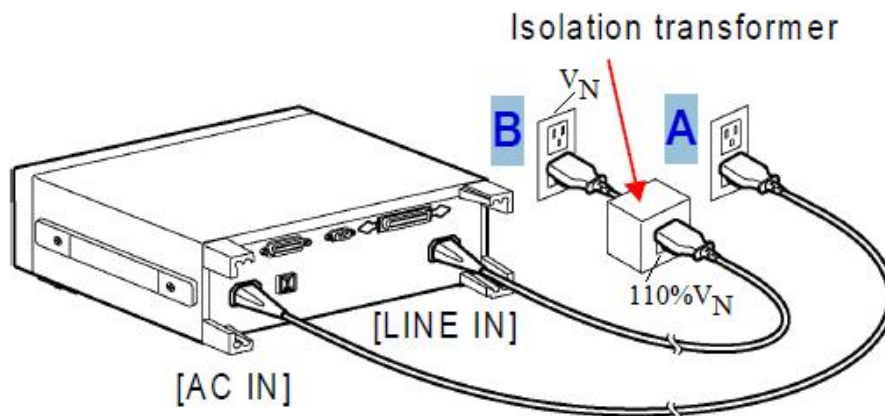
βήμα 2: Συνδέστε το ένα άκρο (θηλυκό) του ενός εκ των δυο παρεχόμενων καλωδίων τροφοδοσίας στη κύρια υποδοχή τροφοδοσίας [AC IN] στο πίσω μέρος του οργάνου και το άλλο άκρο του καλωδίου (αρσενικό) σε μια πρίζα (πρίζα A του επόμενου σχήματος) που να παρέχει τάση σύμφωνα με αυτή που είναι σχεδιασμένο το όργανο να λειτουργεί.

βήμα 3: Συνδέστε το ένα άκρο (θηλυκό) του δεύτερου παρεχόμενου καλωδίου τροφοδοσίας στην είσοδο τροφοδοσίας [LINE IN] στο πίσω μέρος του οργάνου και το άλλο άκρο του καλωδίου (αρσενικό) σε μια πρίζα (πρίζα B του επόμενου σχήματος) που να παρέχει τάση σύμφωνα με αυτή που είναι σχεδιασμένο το όργανο να λειτουργεί.

Σημείωση βήματος 3

(α) Εάν αργότερα στο μενού του οργάνου ως κύκλωμα μετρήσεων πρόκειται να επιλέξουμε το network B (δείτε παράγραφο 2.3.), στο καλώδιο τροφοδοσίας της εισόδου [LINE IN] είναι απαραίτητο να συνδέσουμε ένα μετασχηματιστή απομόνωσης (isolation transformer) ο οποίος μετασχηματίζει τη τάση εισόδου στη γραμμή [LINE IN] στο 110% της κύριας τάσης τροφοδοσίας της συσκευής. Στην περίπτωση αυτή, ο ουδέτερος αγωγός του δευτερεύοντος τυλίγματος του μετασχηματιστή θα πρέπει να γειωθεί.

(β) Μετασχηματιστής απομόνωσης χρησιμοποιείται ακόμα και αν αργότερα στο μενού του οργάνου ως κύκλωμα μετρήσεων πρόκειται να επιλέξουμε το network C. Η γείωση τότε του δευτερεύοντος τυλίγματος μπορεί να απαιτηθεί ή όχι.



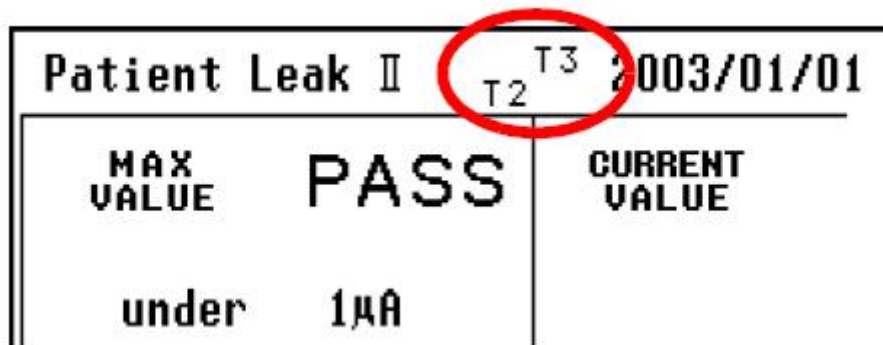
Σχ. 20

3.1.2. Σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών στο όργανο

i) ακροδέκτες δοκιμής 9170-10

Οι ακροδέκτες δοκιμής 9170-10 συνδέονται στους τερματικούς ακροδέκτες T1, T2, T3 στην μπροστινή όψη της συσκευής. Ανάλογα με τον τύπο του ρεύματος δοκιμής που θέλουμε να

μετρήσουμε, οι ακροδέκτες αυτοί συνδέονται στις αντίστοιχες υποδοχές T1, T2, T3. Το όργανο μας δείχνει στην οθόνη του ποιές από τις υποδοχές T1, T2, T3 πρέπει να χρησιμοποιήσουμε, μόλις επιλέξουμε το επιθυμητό ρεύμα διαρροής. Για παράδειγμα, αν επιλέξουμε να μετρήσουμε ρεύμα διαρροής προς ασθενή (τύπος II), τότε στην οθόνη του οργάνου εμφανίζονται οι ενδείξεις T2, T3 (δείτε επόμενο σχήμα), πράγμα που σημαίνει ότι πρέπει να συνδέσουμε τους δυο ακροδέκτες 9170-10 στις υποδοχές T2 και T3.



Σχ. 21

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται οι ακροδέκτες που πρέπει να χρησιμοποιηθούν, ανάλογα με τον τύπο του κυκλώματος μετρήσεων (measurement network) που θα επιλέξουμε και του ρεύματος διαρροής που θέλουμε να μετρήσουμε.

α) Για κυκλώματα μετρήσεων A, C, D, E, F (όλα εκτός του B)

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 11				
Χρησιμοποιούμενοι ακροδέκτες T1, T2, T3 ανάλογα με τον τύπο του προς μέτρηση ρεύματος διαρροής				
		Class-I equipment	Class-II equipment	Εσωτερικά τροφοδοτούμενες συσκευές
Earth leakage current		--	--	--
Leakage current between enclosure and earth		T2	T2	T2
Leakage current between enclosure and enclosure		T1, T2	T1, T2	T1, T2
Leakage current between enclosure and line	Line selection: INT	T2	T2	--
	Line selection: EXT	T1, T2	T1, T2	T1, T2

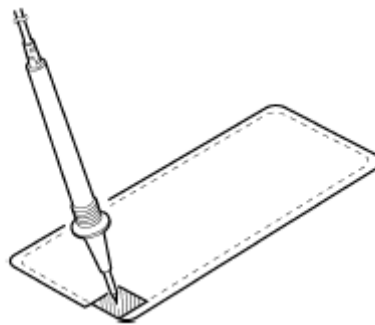
β) Για το κύκλωμα μετρήσεων B

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 12			
Χρησιμοποιούμενοι ακροδέκτες T1, T2, T3 ανάλογα με τον τύπο του προς μέτρηση ρεύματος διαρροής (για network B)			
	Class-I	Class-II	Εσωτερικά

		equipment			equipment			τροφοδοτούμενες συσκευές		
		Type B	Type BF	Type CF	Type B	Type BF	Type CF	Type B	Type BF	Type CF
Earth leakage current		--	--	--	--	--	--	--	--	--
Leakage current between enclosure and earth	Normal	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2	T2
	Fault	T2,T3	T2,T3	T2,T3	T2,T3	T2,T3	T2,T3	T2,T3	T2,T3	T2,T3
Leakage current between enclosure and enclosure	Normal	T1,T2	T1,T2	T1,T2	T1,T2	T1,T2	T1,T2	T1,T2	T1,T2	T1,T2
	Fault	T1 to T3	T1 to T3	T1 to T3	T1 to T3	T1 to T3	T1 to T3	T1 to T3	T1 to T3	T1 to T3
Patient auxiliary current		T1,T2	T1,T2	T1,T2	T1,T2	T1,T2	T1,T2	T1,T2	T1,T2	T1,T2
Patient leakage current I		T2	T2	T2	T2	T2	T2	T1,T2	T1,T2	T1,T2
Patient leakage current II	Type B	T2,T3	--	--	T2,T3	--	--	T2,T3	--	--
Patient leakage current III	Type F	--	T2	T2	--	T2	T2	--	T2	T2

ii) η επιφάνεια επαφής περιβλήματος 9195

Για τη σωστή μέτρηση των ρευμάτων διαρροής περιβλήματος, εκτός των ανάλογων ακροδεκτών δοκιμής 9170-10 για τις υποδοχές T1, T2 και T3 το HiTESTER 3156 περιλαμβάνει και μια επιπρόσθετη επιφάνεια επαφής (δείτε επόμενο σχήμα).



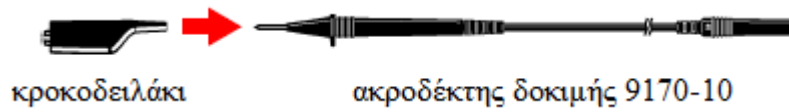
Σχ. 22

Η μεταλλική αυτή επιφάνεια (διαστάσεων 10x20cm) χρησιμοποιείται για να εξομοιώσει την ανθρώπινη παλάμη η οποία έρχεται σε επαφή με το περίβλημα της υπό δοκιμής συσκευής, όταν πραγματοποιούμε μέτρηση ρεύματος διαρροής περιβλήματος (περιβλήματος-γης, περιβλήματος-περιβλήματος). Η επιφάνεια αυτή τοποθετείτε στο περίβλημα της συσκευής της οποίας θέλουμε να ελέγξουμε. Στη μια γωνία της διαθέτει κατάλληλο ακροδέκτη για την σύνδεση του ακροδέκτη δοκιμής 9170-10. Φροντίζουμε έτσι ώστε η μεταλλική επιφάνεια επαφής 9195 να έρχεται σε πλήρη επαφή με το περίβλημα της υπό δοκιμής συσκευής, ασκώντας της πίεση περίπου 0.5N/cm².

iii) χρήση των alligator clips (κροκοδειλάκια)

Για την εύκολη συγκράτηση των ακροδεκτών δοκιμής 9170-10 στις υπό έλεγχο συσκευές - ε εξοπλισμό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα παρεχόμενα κροκοδειλάκια. Τα κροκοδειλάκια αυτά εφαρμόζουν στον τερματικό ακροδέκτη των ακροδεκτών δοκιμής 9170-10 όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα, εξασφαλίζοντας ασφαλή σύνδεση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν και στη περίπτωση που θέλουμε ο ένας ακροδέκτης δοκιμής 9170-10 να

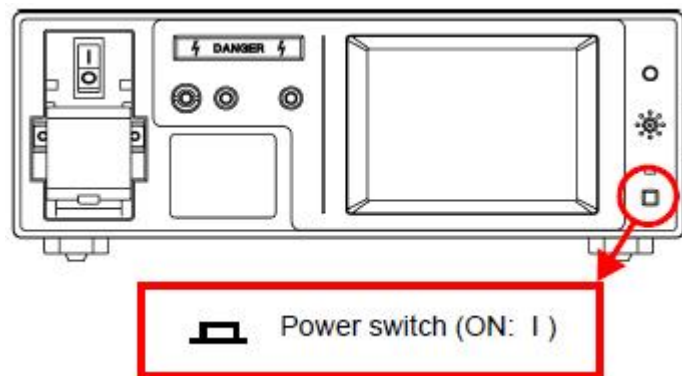
έχει σταθερή-μόνιμη σύνδεση στη υπό έλεγχο συσκευή και να μετακινούμε τον δεύτερο σε διάφορα σημεία της.



Σχ. 23

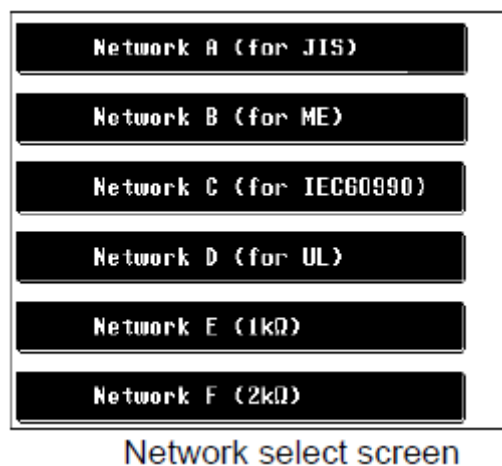
3.2. Θέση σε λειτουργία "ON" του HiTESTER 3156

Για την ενεργοποίηση του οργάνου πιέστε τον κεντρικό διακόπτη (5) στη κάτω αριστερή πλευρά της μπροστινής όψης του (δείτε επόμενη σχήμα).



Σχ. 24

Με το που τεθεί το όργανο στη θέση "ON", ένα αρχικό μενού εμφανίζεται στην LCD οθόνη του και στη συνέχεια αυτόματα εμφανίζεται η οθόνη επιλογής του κυκλώματος μετρήσεων (network select screen, σχήμα 25).



Σχ. 25

Εάν το όργανο τεθεί "OFF" με την LCD οθόνη να απεικονίζει μια οθόνη μετρήσεων, τότε σε περίπτωση που επανεργοποιηθεί εμφανίζεται αυτόματα η τελευταία αυτή οθόνη μετρήσεων.

Εάν το όργανο τεθεί "OFF" με την LCD οθόνη να απεικονίζει μια διαφορετική οθόνη από αυτή των μετρήσεων, τότε σε περίπτωση που επανεργοποιηθεί εμφανίζεται αυτόματα η αρχική οθόνη. Αυτό βοηθάει το χρήστη στο να μην χάσει τα δεδομένα των μετρήσεών του σε περίπτωση που από λάθος τεθεί το όργανο στη θέση "OFF" κατά τη διάρκεια των ελέγχων.

Μόλις τεθεί το όργανο στη θέση "ON" αφήστε το να ζεσταθεί για 30 λεπτά, προτού αρχίσετε τη διαδικασία μετρήσεων.

Παρατηρήσεις:

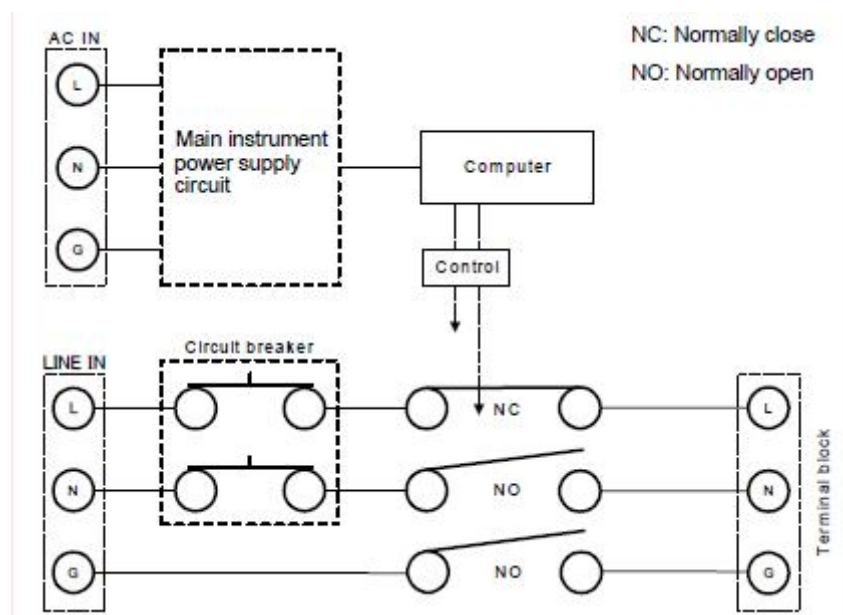
- Προτού θέσετε σε λειτουργία το όργανο, βεβαιωθείτε ότι ο διακόπτης προστασίας (1) στην μπροστινή όψη του βρίσκεται στη θέση "OFF".
- Προτού θέσετε σε λειτουργία το όργανο, βεβαιωθείτε ότι η τάση του δικτύου που θα συνδεθεί, θα είναι σύμφωνη με την τάση στην οποία είναι ρυθμισμένο το όργανο να δουλεύει (δείτε παράγραφο 3.1.1.).

3.3. Θέση εκτός λειτουργίας "OFF" του HiTESTER 3156

βήμα 1:

Για την απενεργοποίηση του οργάνου πρέπει πρώτα να απενεργοποιήσετε την υπό έλεγχο συσκευή (απευθυνθείτε στο εγχειρίδιο οδηγιών χρήσης της εκάστοτε συσκευής για τον τρόπο σωστής απενεργοποίησης της), προτού θέσετε εκτός λειτουργίας το HiTESTER 3156. Το όργανο διαθέτει εσωτερικά κατάλληλο μηχανισμό για την αυτόματη διακοπή της γραμμής τροφοδοσίας της υπό έλεγχο συσκευής.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε το σχηματικό διάγραμμα συνδεσμολογίας της κύριας υποδοχής τροφοδοσίας [AC IN] με την γραμμή τροφοδοσίας της υπό έλεγχο συσκευής [LINE IN] και τους τερματικούς ακροδέκτες (3) στη μπροστινή όψη του οργάνου.



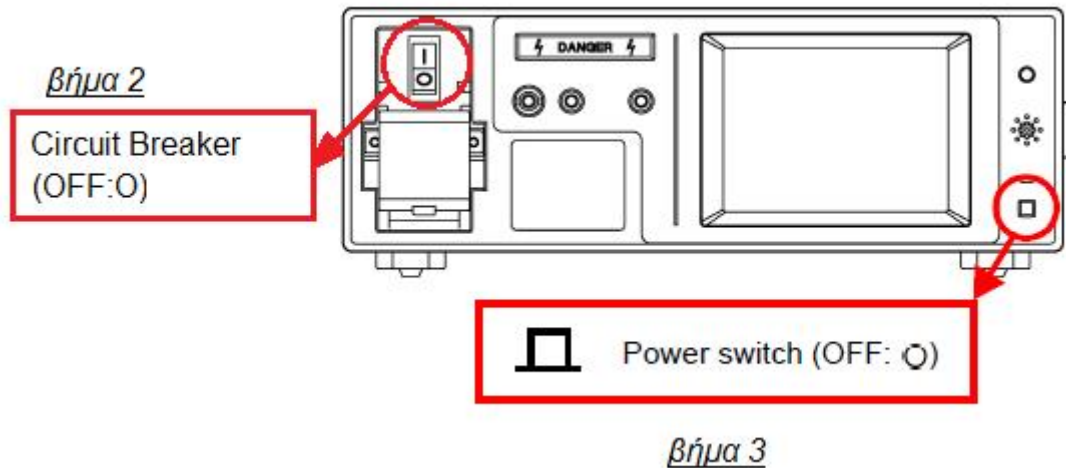
Σχ. 26

βήμα 2:

Αφού απενεργοποιήσατε σωστά την υπό έλεγχο συσκευή, θέστε το διακόπτη απομονώσεως (1) στη θέση "OFF".

βήμα 3:

Θέσατε στη θέση "OFF" και το κεντρικό διακόπτη (5) του HiTESTER 3156 στη κάτω αριστερή πλευρά της μπροστινής όψης του.



Σχ. 27

3.4. Χρησιμοποιώντας τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες του οργάνου

Το HiTESTER 3156 διαθέτει στη μπροστινή του όψη τερματικούς ακροδέκτες για την ηλεκτρική τροφοδοσία της υπό δοκιμής συσκευής. Στους ακροδέκτες αυτούς συνδέεται το καλώδιο τροφοδοσίας της συσκευής που θέλουμε να ελέγξουμε, ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα:

βήμα 1:

Αρχικά θέτουμε στη θέση "OFF" τον κεντρικό διακόπτη (5) λειτουργίας του HiTESTER 3156.

βήμα 2:

Έπειτα, θέτουμε στη θέση "OFF" και τον διακόπτη απομονώσεως (1).

βήμα 3:

Ολισθήσατε επάνω το κάλυμμα των τερματικών ακροδεκτών (2). Ενδέχεται να χρειάζεται λίγη δύναμη για να μετακινηθεί επάνω, σε περίπτωση που έχει ασφαλίσει στη κάτω θέση (δείτε σχήμα 28).

βήμα 4:

Σπρώξτε προς τα εμπρός το κάλυμμα αυτό. Το κάλυμμα των τερματικών ακροδεκτών στερεώνεται στη θέση του μόλις μετακινηθεί πάνω στον διακόπτη απομονώσεως (δείτε σχήμα 28).

βήμα 5:

Συνδέστε τους αγωγούς του καλωδίου τροφοδοσίας της υπό δοκιμής συσκευής στους τερματικούς ακροδέκτες G, N και L του HiTESTER 3156.

- Στο τερματικό ακροδέκτη "G" συνδέστε τον αγωγό γείωσης (αφορά τις συσκευές Class I μόνο).
- Στο τερματικό ακροδέκτη "N" συνδέστε τον ουδέτερο αγωγό του καλωδίου τροφοδοσίας της υπό δοκιμής συσκευής.
- Στο τερματικό ακροδέκτη "L" συνδέστε τον αγωγό φάσης του καλωδίου τροφοδοσίας της υπό δοκιμής συσκευής.

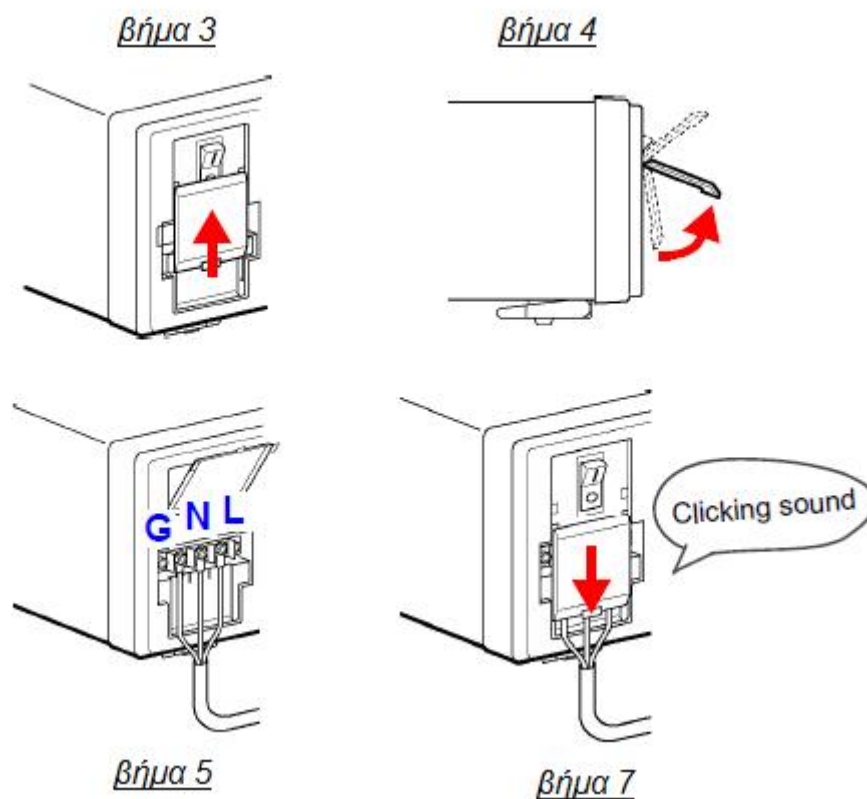
βήμα 6:

Χαμηλώστε το κάλυμμα τερματικών ακροδεκτών. Ευθυγραμμίστε την δεξιά και αριστερή προεξοχή του καλύμματος με τις εγκοπές του πάνελ και εισάγετε τις προεξοχές αυτές στις εγκοπές.

βήμα 7:

Πιέσατε κάτω το κάλυμμα τερματικών ακροδεκτών μέχρι να ακούσετε τον χαρακτηριστικό ήχο "κλικ" που το ασφαλίζει στη θέση αυτή.

Στο επόμενο σχήμα απεικονίζεται η διαδικασία σύνδεσης του καλωδίου τροφοδοσίας της συσκευής που θέλουμε να ελέγξουμε.



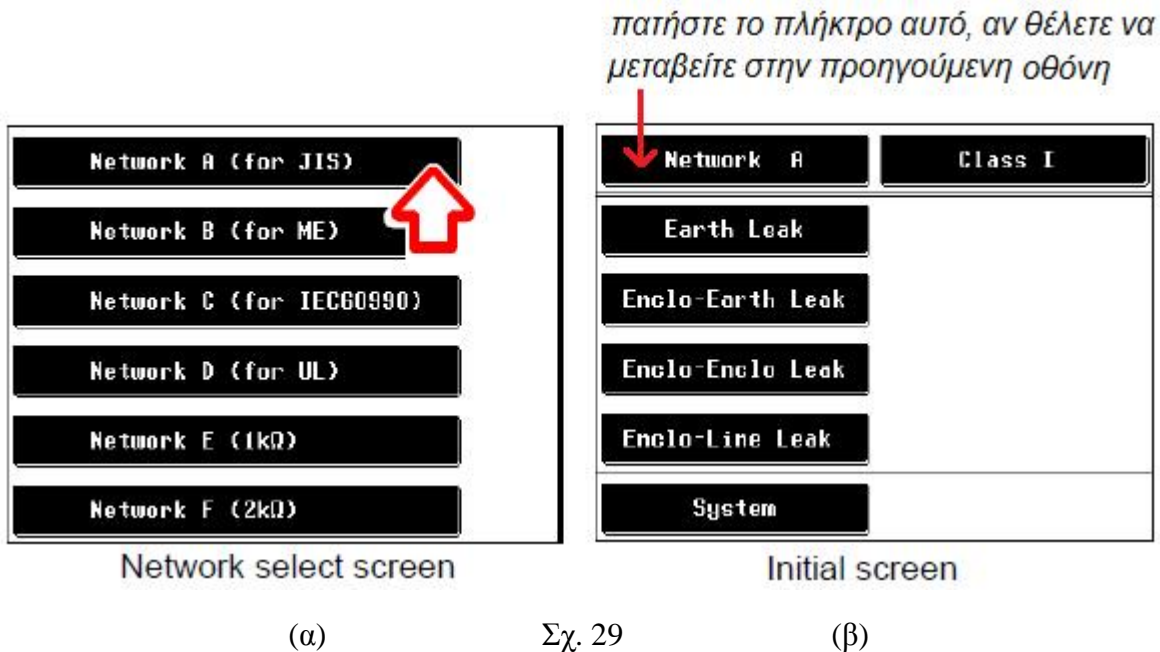
Σχ. 28

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

4.1. Επιλογή του κυκλώματος μετρήσεων

Θέτοντας σε λειτουργία το HiTESTER 3156, μεταβαίνουμε αυτόματα μετά από λίγο στην οθόνη επιλογής του κυκλώματος μετρήσεων. Στην οθόνη αυτή επιλέγουμε το κύκλωμα μετρήσεων (A, B, C, D, E, F) που θα χρησιμοποιήσουμε για να κάνουμε τις μετρήσεις μας (δείτε σχήμα 29α). Αφού επιλέξουμε το κατάλληλο κύκλωμα μετρήσεων (στην προκειμένη περίπτωση επιλέξαμε το "Network A"), εμφανίζεται η επόμενη οθόνη (δείτε σχήμα 29β) στην οποία επιλέγουμε τον τύπο του ρεύματος διαρροής που θέλουμε να μετρήσουμε και την κατηγορία της υπό δοκιμής συσκευής (Class I, Class II κ.α.). Εάν θέλουμε να επιστρέψουμε στην προηγούμενη οθόνη επιλογής του κυκλώματος μετρήσεων, πατάμε το πλήκτρο "Network A" της παρούσας οθόνης.



4.2. Επιλογή της κλάσης προστασίας της υπό δοκιμής συσκευής

Στην αρχική οθόνη του οργάνου (έχοντας επιλέξει δηλαδή το κύκλωμα μετρήσεων), πατάμε το πλήκτρο "Class I". Μεταβαίνουμε έτσι στην επόμενη οθόνη, στην οποία μας παρέχεται η δυνατότητα επιλογής της κατηγορίας της συσκευής (Class I, Class II, εσωτερικά τροφοδοτούμενη συσκευή ή B, BF, CF αν πρόκειται για ιατρική συσκευή). Οι δυνατές επιλογές που μπορούμε να ορίσουμε φαίνονται στο επόμενο σχήμα, ενώ οι ορισμοί τους αναλύθηκαν στη παράγραφο 1.5.

CLASS I	Inspection of Class-I equipment	B	Inspection of equipment with Type B applied part (when selecting network B)
CLASS II	Inspection of Class-II equipment	BF	Inspection of equipment with Type BF applied part (when selecting network B)
INT POWER	Inspection of internally powered equipment*	CF	Inspection of equipment with Type CF applied part (when selecting network B)

Σχ. 30

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η οθόνη που εμφανίζεται μόλις πατήσουμε το πλήκτρο "Class I" της αρχικής οθόνης του σχήματος 29β. Αν έχουμε επιλέξει κύκλωμα μετρήσεων A,C, D, E, F εμφανίζεται η οθόνη του σχήματος 31α, ενώ αν έχουμε επιλέξει το κύκλωμα μετρήσεων B εμφανίζεται η οθόνη του σχήματος 31β. Η διαφορά των δυο αυτών οθονών, είναι ότι στη δεύτερη μας δίνεται η δυνατότητα να επιλέξουμε το είδος της συσκευής όσον αφορά τα εφαρμοζόμενα μέρη της (τύπου B, BF, CF).

Equipment Set-up

Earth Class **CLASS I** **CLASS II** **INT POWER**

Name & No. **Name** -----

No. -----

Ret

Equipment Set-up

Earth Class **CLASS I** **CLASS II** **INT POWER**

Applied part **B** **BF** **CF**

Name & No. **Name** -----

No. -----

Ret

οθόνη ρυθμίσεων όταν έχουμε επιλέξει το κύκλωμα μετρήσεων A,C,B,D,E,F (όλα εκτός του B)

οθόνη ρυθμίσεων όταν έχουμε επιλέξει το κύκλωμα μετρήσεων B

(α)

Σχ. 31

(β)

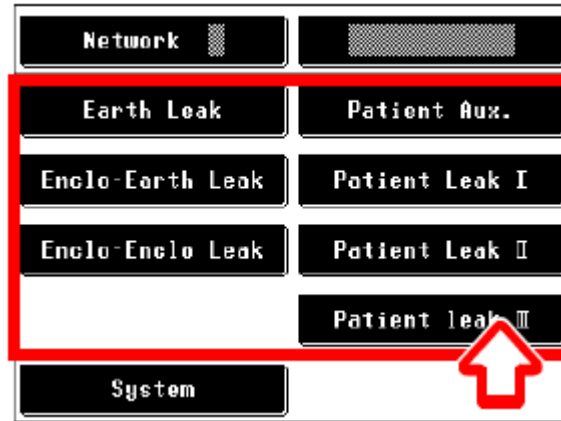
Πιέζοντας το πλήκτρο "Ret" στην κάτω δεξιά πλευρά της οθόνης ρυθμίσεων μεταβαίνουμε στην προηγούμενη αρχική οθόνη του σχήματος 29β.

Παρατήρηση:

Στις οθόνες ρυθμίσεων του σχήματος 30 μας παρέχεται η δυνατότητα να ορίσουμε ένα όνομα και έναν αριθμό καταχώρισης για τη μέτρηση που πρόκειται να κάνουμε. Τόσο το όνομα όσο και ο αριθμός αυτός μπορούν να τυπωθούν ή να αποθηκευτούν στη μνήμη του οργάνου, μέχρι να εισαχθούν νέες τιμές. Για περισσότερες πληροφορίες σχετικά με το τρόπο καταχώρισης ονόματος και αριθμού ανατρέξτε στο πλήρες εγχειρίδιο χρήσης του HiTESTER 3156.

4.3. Επιλογή της κατηγορίας ρεύματος διαρροής που πρόκειται να μετρήσουμε

Έχοντας επιλέξει τόσο τη κατηγορία του κυκλώματος μετρήσεων που εξομοιώνει το ανθρώπινο σώμα (παράγραφος 4.1.), όσο και τη κατηγορία της υπό δοκιμής συσκευής (παράγραφος 4.2.), μεταβαίνουμε στην επόμενη οθόνη, στην οποία επιλέγουμε την κατηγορία του ρεύματος διαρροής που θέλουμε να μετρήσουμε (δείτε επόμενο σχήμα).



Σχ.31

Το πλήθος των κατηγοριών των ρευμάτων διαρροής που μπορούμε να μετρήσουμε εξαρτάται από την κατηγορία του κυκλώματος μετρήσεων που έχουμε επιλέξει. Αυτό σημαίνει ότι δεν είναι όλα τα ρεύματα διαρροής διαθέσιμα προς μέτρηση για κάθε τύπο κυκλώματος μετρήσεων. Το ίδιο ισχύει και για την κατηγορία της υπό δοκιμής συσκευής. Ανάλογα με τον τύπο της (Class I, Class II, B, BF κ.α.) υπάρχει περιορισμός στο πλήθος των ρευμάτων διαρροής που μπορούμε να μετρήσουμε. Στα παρακάτω σχήματα βλέπουμε ποιά είναι τα δυνατά ρεύματα διαρροής που μπορεί να μετρήσει το όργανο, ανάλογα με το τύπο του κυκλώματος μετρήσεων και τη κατηγορία της υπό δοκιμής συσκευής.

α) Measurement Networks A, C, D, E, F

Grounding class Measurement mode	Class-I equipment	Class-II equipment	Internally powered equipment
Earth leakage current	●	--	-
Leakage current between enclosure and earth	●	●	●
Leakage current between enclosure and enclosure	●	●	●
Leakage current between enclosure and line	●	●	-

●: Can be set, --: Cannot be set.

Σχ. 32

β) Measurement Network B

Grounding class Applied part Measurement mode	Class-I equipment			Class-II equipment			Internally powered equipment		
	Type B	Type BF	Type CF	Type B	Type BF	Type CF	Type B	Type BF	Type CF
Earth leakage current	●	●	●	-	-	-	-	-	-
Leakage current between enclosure and earth	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Leakage current between enclosure and enclosure	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Patient auxiliary current	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Patient leakage current I	●	●	●	●	●	●	●	●	●
Patient leakage current II	●	-	-	●	-	-	●	-	-
Patient leakage current III	-	●	●	-	●	●	-	●	●

●: Can be set., -: Cannot be set.

Σχ. 33

4.4. Λειτουργίες της οθόνης μετρήσεων

Έχοντας επιλέξει τη κατηγορία του κυκλώματος μετρήσεων που εξομοιώνει το ανθρώπινο σώμα, τη κατηγορία της υπό δοκιμής συσκευής και τη κατηγορία του ρεύματος διαρροής που θέλουμε να μετρήσουμε, μεταβαίνουμε στην επόμενη οθόνη, την οθόνη μετρήσεων (measurement screen), στην οποία μπορούμε να πραγματοποιήσουμε την επιθυμητή μέτρηση.

αποτέλεσμα σύγκρισης μεταξύ του μέγιστου ρεύματος διαρροής και της επιτρεπόμενης τιμής
PASS: αν το μέγιστο ρεύμα είναι ίσο ή μικρότερο της επιτρεπόμενης τιμής.
FAIL: αν το μέγιστο ρεύμα είναι μεγαλύτερο της επιτρεπόμενης τιμής.

αποτέλεσμα σύγκρισης μεταξύ του τρέχων ρεύματος διαρροής και της επιτρεπόμενης τιμής
PASS: αν το τρέχων μετρούμενο ρεύμα είναι ίσο ή μικρότερο της επιτρεπόμενης τιμής.
FAIL: αν το τρέχων μετρούμενο ρεύμα είναι μεγαλύτερο της επιτρεπόμενης τιμής.

κατηγορία του υπό μέτρηση ρεύματος διαρροής → Earth Leak

μέγιστη τιμή του υπό μέτρηση ρεύματος διαρροής → MAX VALUE 447.2 μΑ

τρέχουσα μετρούμενη τιμή → CURRENT VALUE 247.4 μΑ

συνθήκες μετρήσεων στη μέγιστη τιμή απόκτησης → AC+DC

τρέχουσες συνθήκες μέτρησης → AC+DC

κύκλωμα μετρήσεων κατηγορία συσκευής ονομασία συσκευής αριθμός καταχώρισης συσκευής → NETWORK CLASS I ELECTRIC-123 123456789012











τρέχουσα επιτρεπόμενη τιμή ρεύματος → 3.500 mA

Measurement screen (manual measurement)

Σχ. 34

Τα περιεχόμενα της οθόνης μετρήσεων ενδέχεται να αλλάξουν αισθητά ανάλογα με τις τρεις προηγούμενες παραμέτρους. Στο προηγούμενο σχήμα βλέπουμε την οθόνη μετρήσεων στην περίπτωση που έχουμε επιλέξει κύκλωμα μετρήσεων C, κατηγορία συσκευής "Class I" και μέτρηση ρεύματος διαρροής προς Γή. Η οθόνη αυτή διαφοροποιείται ακόμα και αν έχουμε επιλέξει χειροκίνητη (manual) ή αυτόματη (automatic) μέτρηση.

Στον επόμενο πίνακα γίνεται επεξήγηση των διάφορων πλήκτρων που εμφανίζονται στην οθόνη μετρήσεων.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 13	
Επεξήγηση των διάφορων πλήκτρων της οθόνης μετρήσεων	
Σχήμα πλήκτρου	Περιγραφή λειτουργίας
	Σβήνει την τιμή της μέγιστης τιμής ρεύματος διαρροής. Εάν δεν πατηθεί το πλήκτρο αυτό, η τιμή αυτή παραμένει στην μνήμη του οργάνου, ακόμα και αν αλλάξουμε τις συνθήκες μετρήσεων στην τρέχουσα κατηγορία του υπό μέτρηση ρεύματος διαρροής. Η τιμή του μέγιστου ρεύματος διαρροής διαγράφεται μόνο αν αλλάξουμε την κατηγορία του μετρούμενου ρεύματος διαρροής.
	Ξεκινάει τη διαδικασία του καλιμπραρίσματος του οργάνου. Αφορά μόνο τη μέτρηση ρεύματος διαρροής προς Γή.
	Εμφανίζει την οθόνη εισαγωγής της επιτρεπόμενης τιμής του ρεύματος διαρροής
	Αλλάζει τον τύπο της μέτρησης από χειροκίνητη σε αυτόματη
	Εμφανίζει την οθόνη ενεργοποίησης/απενεργοποίησης του φίλτρου στα κυκλώματα μετρήσεων (measurement networks), (δείτε παράγραφο 4.5)
	Εμφανίζει την οθόνη επιλογής του είδους του μετρούμενου ρεύματος (AC, DC, AC+DC, AC PEAK), (δείτε παράγραφο 4.7)
	Εμφανίζει την οθόνη επιλογής της κλίμακας μετρήσεων (AUTO, HOLD)
	Εμφανίζει την οθόνη για την αποθήκευση των δεδομένων της μέτρησης
	Ξεκινάει η διαδικασία εκτύπωσης των αποτελεσμάτων της μέτρησης. Το πλήκτρο αυτό εμφανίζεται όταν έχουμε ρυθμίσει το όργανο στην κατάσταση "Printer"
	Πλήκτρο εξόδου από την οθόνη μετρήσεων

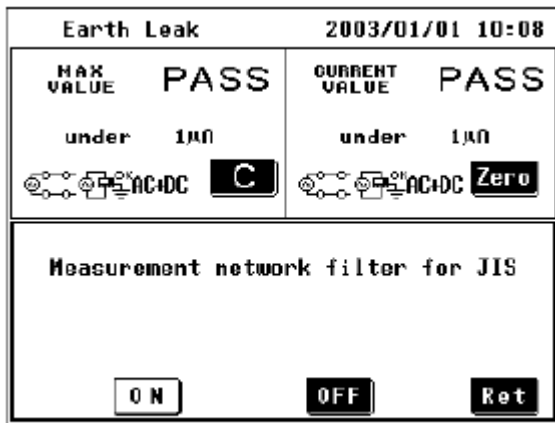
4.5. Ενεργοποίηση/απενεργοποίηση φίλτρου στο κύκλωμα μετρήσεων

Στη παράγραφο 2.3. έγινε λόγος για τα κυκλώματα μετρήσεων τα οποία εξομοιώνουν το ανθρώπινο σώμα για την εκτέλεση των διάφορων ελέγχων των ρευμάτων διαρροής. Όπως είδαμε στη παράγραφο αυτή, από τις 6 κατηγορίες κυκλωμάτων ορισμένες διαθέτουν ένα AC φίλτρο το οποίο μπορούμε να ενεργοποιούμε ή απενεργοποιούμε αναλόγως. Παρακάτω, αναφέρουμε πάλι τις κατηγορίες των κυκλωμάτων αυτών και τη δυνατή κατάσταση του φίλτρου.

- *Network A ή B: Το φίλτρο μπορεί να τεθεί ON ή OFF*
- *Network C: Το φίλτρο μπορεί να τεθεί στη κατάσταση ON1 ή ON2 ή OFF*
- *Network D, E, F: Δεν υπάρχει ρύθμιση φίλτρου*

Η ρύθμιση του φίλτρου γίνεται ως εξής:

NETWORK A:



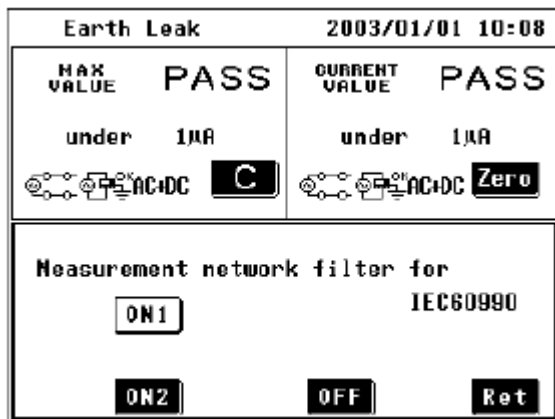
οθόνη ρυθμίσεων φίλτρου για το Network A

Σχ.35

NETWORK B:

Με την ίδια διαδικασία ενεργοποιούμε/απενεργοποιούμε το φίλτρο και στο κύκλωμα μετρήσεων B.

NETWORK C:



οθόνη ρυθμίσεων φίλτρου για το Network C

Σχ. 36

Στην οθόνη μετρήσεων (δείτε σχήμα 34) πιέστε το πλήκτρο με την ένδειξη "Filter". Εμφανίζεται έτσι η παρακάτω οθόνη ρύθμισης του φίλτρου. Στο κάτω παράθυρο τις οθόνης αυτής επιλέγουμε "ON" αν θέλουμε το φίλτρο να είναι ενεργοποιημένο ή "OFF" αν θέλουμε το φίλτρο στο κύκλωμα A να είναι "εκτός". Για να κατοχυρώσουμε την επιλογή μας και να επιστρέψουμε στη προηγούμενη οθόνη μετρήσεων πατάμε το πλήκτρο "Ret" στη κάτω δεξιά γωνία της οθόνης αυτής.

Με την ίδια διαδικασία ρυθμίζουμε το φίλτρο στις τρεις δυνατές καταστάσεις (ON1, ON2, OFF) για το κύκλωμα μετρήσεων αυτό. Όταν έχουμε επιλέξει τη μέτρηση "AC Peak" το φίλτρο δεν μπορεί να τεθεί στη θέση "OFF". Στο διπλανό σχήμα βλέπουμε την οθόνη ρυθμίσεων του φίλτρου, όταν έχουμε επιλέξει το Network C.

4.6. Σχετικά με την επιτρεπόμενη τιμή ρεύματος διαρροής

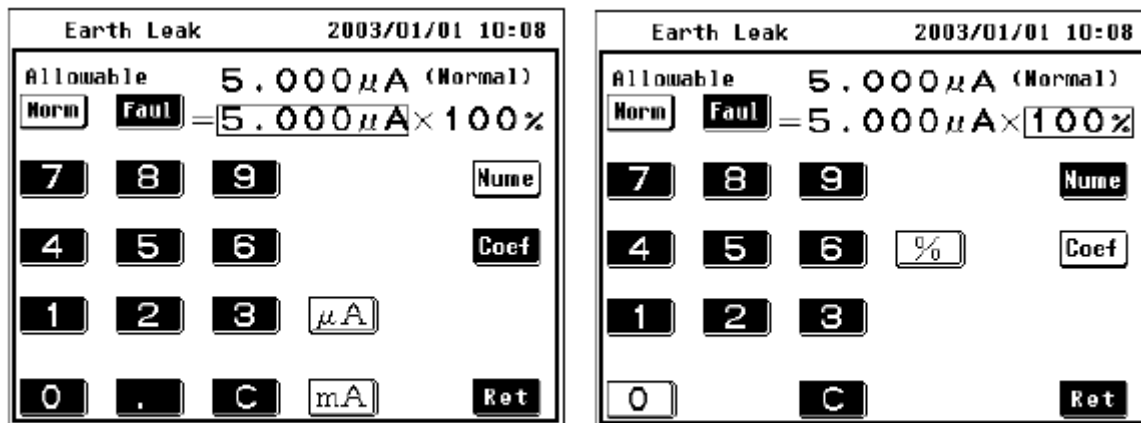
Στη παρούσα παράγραφο δε θα ασχοληθούμε με τον τρόπο ρύθμισης της επιτρεπόμενης τιμής ρεύματος στο HiTESTER 3156, αλλά με τη κατανόηση και τη χρήση της έννοιας αυτής. Ως *επιτρεπόμενη τιμή (allowable value) ρεύματος διαρροής* θεωρούμε το ανώτερο όριο της τιμής του ρεύματος διαρροής τόσο για τη μετρούμενη όσο και για τη μέγιστη τιμή. Ανάλογα την κατάσταση της υπό δοκιμής συσκευής (κανονική λειτουργία - συνθήκες μονού σφάλματος) δυο συντελεστές μπορούν να καθοριστούν, οι οποίοι αφορούν την επιτρεπόμενη τιμή του ρεύματος διαρροής. Οι συντελεστές αυτοί είναι η *αριθμητική τιμή (numeric value)* και ο

ποσοστιαίος παράγοντας (factor). Η επιτρεπόμενη τιμή του ρεύματος διαρροής προκύπτει από το γινόμενο των δυο αυτών συντελεστών. Δηλαδή:

$$\text{allowable value} = \text{Numeric value} \times \text{Factor}$$

Ο ποσοστιαίος παράγοντας (factor) είναι ρυθμισμένος στη προκαθορισμένη τιμή 100%. Το όργανο απεικονίζει στην οθόνη του την ένδειξη "PASS" ή "FAIL" ανάλογα με το αποτέλεσμα της σύγκρισης της μετρούμενης τιμής του ρεύματος διαρροής με την επιτρεπόμενη.

Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε τις οθόνες καθορισμού τόσο της αριθμητικής τιμής όσο και του ποσοστιαίου παράγοντα του ρεύματος διαρροής στο HiTESTER 3156.



οθόνη καθορισμού της αριθμητικής τιμής οθόνη καθορισμού του ποσοστιαίου παράγοντα

Σχ. 37

Παρατηρήσεις:

- Η επιτρεπόμενη τιμή ρεύματος διαρροής παίρνει τιμές από 5μΑ μέχρι 20mA. Εάν ορίσουμε τιμή μικρότερη από 5μΑ, το όργανο ρυθμίζεται αυτόματα την ελάχιστη τιμή των 5μΑ. Ομοίως, εάν ορίσουμε τιμή μεγαλύτερη από 20mA, το όργανο ρυθμίζεται αυτόματα την μέγιστη τιμή των 20mA.
- Αν στις δυο οθόνες καθορισμού της αριθμητικής τιμής και του ποσοστιαίου παράγοντα του ρεύματος διαρροής δώσουμε τιμές άλλα στο τέλος δεν πατήσουμε τα πλήκτρα "μΑ", ή "mA" ή "%" αναλόγως, τότε οι τιμές που δώσαμε δεν κατοχυρώνονται.

4.7. Επιλογή του τύπου του μετρούμενου ρεύματος διαρροής

Το HiTESTER 3156 μας παρέχει τη δυνατότητα επιλογής τεσσάρων τύπων ρεύματος προς μέτρηση. Ο τύπος του ρεύματος που μπορεί να μετρηθεί σε κάθε περίπτωση σχετίζεται με το κύκλωμα μετρήσεων και την κατηγορία ρεύματος διαρροής που έχουμε επιλέξει. Οι τύποι του ρεύματος διαρροής που μπορούν να μετρηθούν από το όργανο είναι:

- AC: Υποδεικνύει μέτρηση ενεργού (r.m.s.) τιμής εναλλασσόμενου ρεύματος
- DC: Υποδεικνύει μέτρηση συνεχούς ρεύματος
- DC+AC: Υποδεικνύει μέτρηση και των δυο προαναφερόμενων τιμών ρεύματος
- AC PEAK: Υποδεικνύει μέτρηση της μέγιστη τιμή εναλλασσόμενου ρεύματος

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τους τύπους του ρεύματος που μπορεί να μετρήσει το όργανο σε σχέση με το επιλεγόμενο κύκλωμα μετρήσεων (Network A,B,C,D,E,F) και τη κατηγορία του ρεύματος διαρροής.

Network \ Measurement mode	A	B	C	D	E	F
Earth leakage current	AC DC AC+DC Not selectable	Not selectable Not selectable AC+DC Not selectable	AC DC AC+DC ACpeak*	AC DC AC+DC ACpeak	AC DC AC+DC ACpeak	AC DC AC+DC ACpeak
Leakage current between enclosure and line	AC DC AC+DC Not selectable	Not applicable	AC DC AC+DC ACpeak*	AC DC AC+DC ACpeak	AC DC AC+DC ACpeak	AC DC AC+DC ACpeak
Leakage current between enclosure and earth	AC DC AC+DC Not selectable	Not selectable Not selectable AC+DC Not selectable	AC DC AC+DC ACpeak*	AC DC AC+DC ACpeak	AC DC AC+DC ACpeak	AC DC AC+DC ACpeak
Leakage current between enclosure and enclosure	AC DC AC+DC Not selectable	Not selectable Not selectable AC+DC Not selectable	AC DC AC+DC ACpeak*	AC DC AC+DC ACpeak	AC DC AC+DC ACpeak	AC DC AC+DC ACpeak
Patient auxiliary current	Not applicable	AC DC Not selectable Not selectable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Patient leakage current I	Not applicable	AC DC AC+DC Not selectable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Patient leakage current II	Not applicable	Not selectable Not selectable AC+DC Not selectable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable
Patient leakage current III	Not applicable	Not selectable Not selectable AC+DC Not selectable	Not applicable	Not applicable	Not applicable	Not applicable

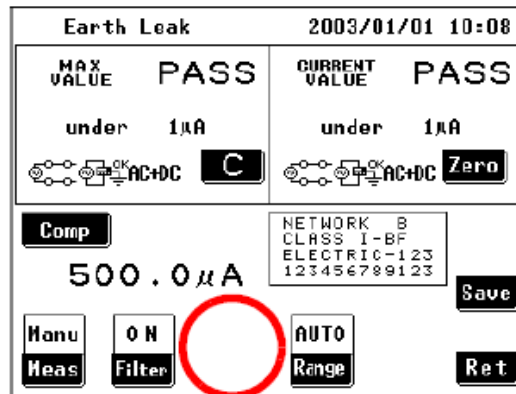
Σχ. 38

Παρατηρήσεις):

(αφορά τη σημείωση με * του σχήματος 38) Όταν έχουμε επιλέξει το κύκλωμα μετρήσεων C και έχουμε θέσει το φίλτρο στη θέση "OFF", αν επιλέξουμε ως τύπο μετρούμενου ρεύματος τον τύπο "AC PEAK", τότε αυτόματα το φίλτρο του κυκλώματος C τίθεται στη θέση "ON1" (περισσότερα για τα κυκλώματα μετρήσεων και τα φίλτρα τους δείτε στη παράγραφο 2.3.).

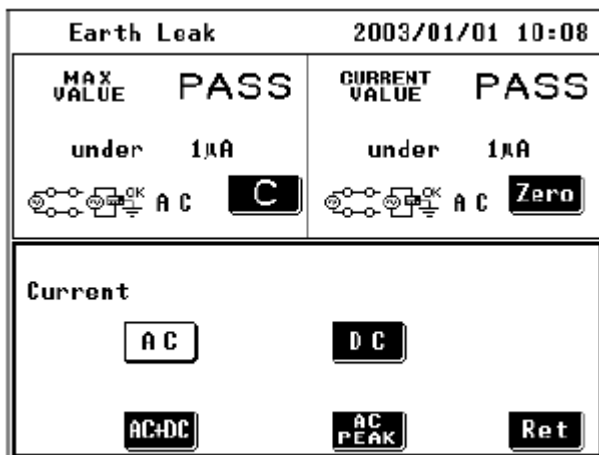
Όταν έχουμε επιλέξει το κύκλωμα μετρήσεων B, η οθόνη μετρήσεων δεν μας απεικονίζει το πλήκτρο "Curr" με το οποίο επιλέγουμε τον τύπο του ως προς μέτρηση ρεύματος διαρροής

(δείτε σήμα 39 παρακάτω), μιας και αυτό εμφανίζεται μόνο εάν έχουμε επιλέξει την κατηγορία "Ρεύμα διαρροής προς ασθενή (τύπος I)" ή "Βοηθητικό Ρεύμα Ασθενή".



Σχ. 39

Όταν έχουμε επιλέξει το κύκλωμα μετρήσεων B και την κατηγορία "Ρεύμα διαρροής προς ασθενή (τύπος I)" ή "Βοηθητικό Ρεύμα Ασθενή" η οθόνη μετρήσεων πάλι δεν μας απεικονίζει το πλήκτρο "Curr" με το οποίο επιλέγουμε τον τύπο του ως προς μέτρηση ρεύματος διαρροής, εφόσον έχει ενεργοποιηθεί η αυτόματη μέθοδος μέτρησης.



οθόνη επιλογής του τύπου του μετρούμενου ρεύματος διαρροής

Σχ. 40

Η επιλογή του τύπου του μετρούμενου ρεύματος (AC, DC, AC+DC, AC PEAK) γίνεται από το πλήκτρο "Curr" της οθόνης μετρήσεων (δείτε σχήμα 34). Πατώντας το πλήκτρο αυτό, εμφανίζεται η διπλανή οθόνη επιλογής του επιθυμητού τύπου. Η καταχώριση του τύπου αυτού γίνεται με το πλήκτρο "Ret" στην κάτω δεξιά γωνία της οθόνης αυτής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

5.1. Εισαγωγή

Με το κεφάλαιο αυτό ολοκληρώνεται το θεωρητικό μέρος της παρούσας εργασίας. Έχοντας αναφερθεί στα προηγούμενα κεφάλαια τόσο σε όλες τις απαιτούμενες γνώσεις που αφορούν τα ρεύματα διαρροής όσο και στα βασικά χαρακτηριστικά και λειτουργίες του οργάνου HiTESTER 3156, μπορούμε να παρουσιάσουμε τώρα τις συνδεσμολογίες που απαιτούνται για την μέτρηση του εκάστοτε ρεύματος διαρροής. Για συντομία αλλά και για να μην επαναλαμβάνουμε τα ίδια πράγματα, για τη περιγραφή του κάθε βήματος θα γίνεται αναφορά απευθείας στην αντίστοιχη παράγραφο της παρούσας εργασίας.

5.2. Συνδεσμολογίες οργάνου-συσκευής για τη μέτρηση των ρευμάτων διαρροής

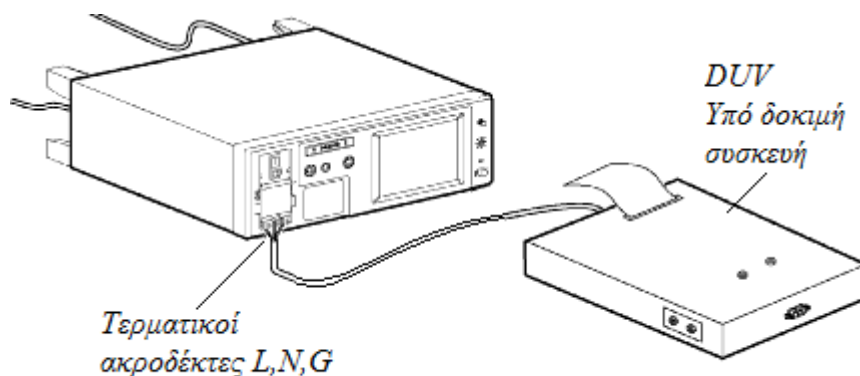
5.2.1. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς Γή

βήμα 1:

Συνδέσατε τα καλώδια τροφοδοσίας των υποδοχών [AC IN] και [LINE IN] του HiTESTER 3156 με την πηγή τροφοδοσίας (δείτε τη παράγραφο "3.1.1. Σύνδεση των καλωδίων τροφοδοσίας").

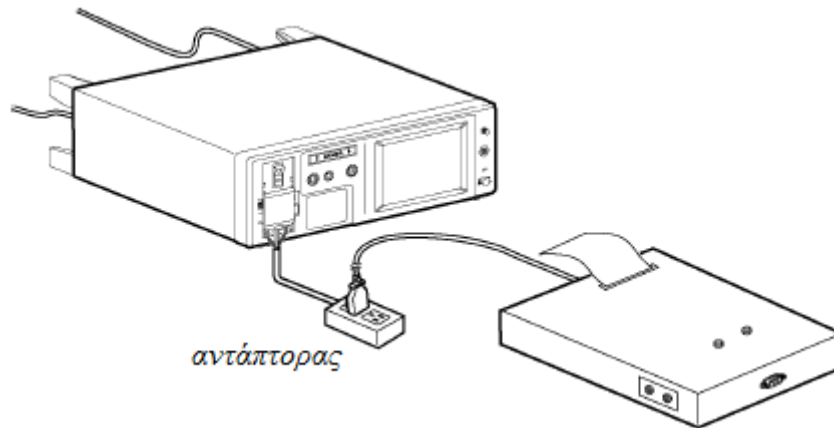
βήμα 2:

Συνδέσατε την υπό δοκιμή συσκευή (DUV - Device Under Test) με τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες L, N, G του HiTESTER 3156 όπως απεικονίζει το παρακάτω σχήμα (δείτε τη παράγραφο "3.4. Χρησιμοποιώντας τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες του HiTESTER 3156").



Σχ. 41

Σε περίπτωση που το καλώδιο τροφοδοσίας της υπό μέτρησης συσκευής διαθέτει φισ (και όχι γυμνούς αγωγούς για τη σύνδεσή τους με τους τερματικούς ακροδέκτες), μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έναν αντάπτορα που να δέχεται το φισ αυτό, αλλά ο ίδιος να καταλήγει σε καλώδιο χωρίς φισ (δείτε επόμενο σχήμα).



Σχ. 42

βήμα 3:

Θέσατε το όργανο σε λειτουργία (δείτε τη παράγραφο "3.2. Θέση σε λειτουργία "ON" του HiTESTER 3156").

βήμα 4:

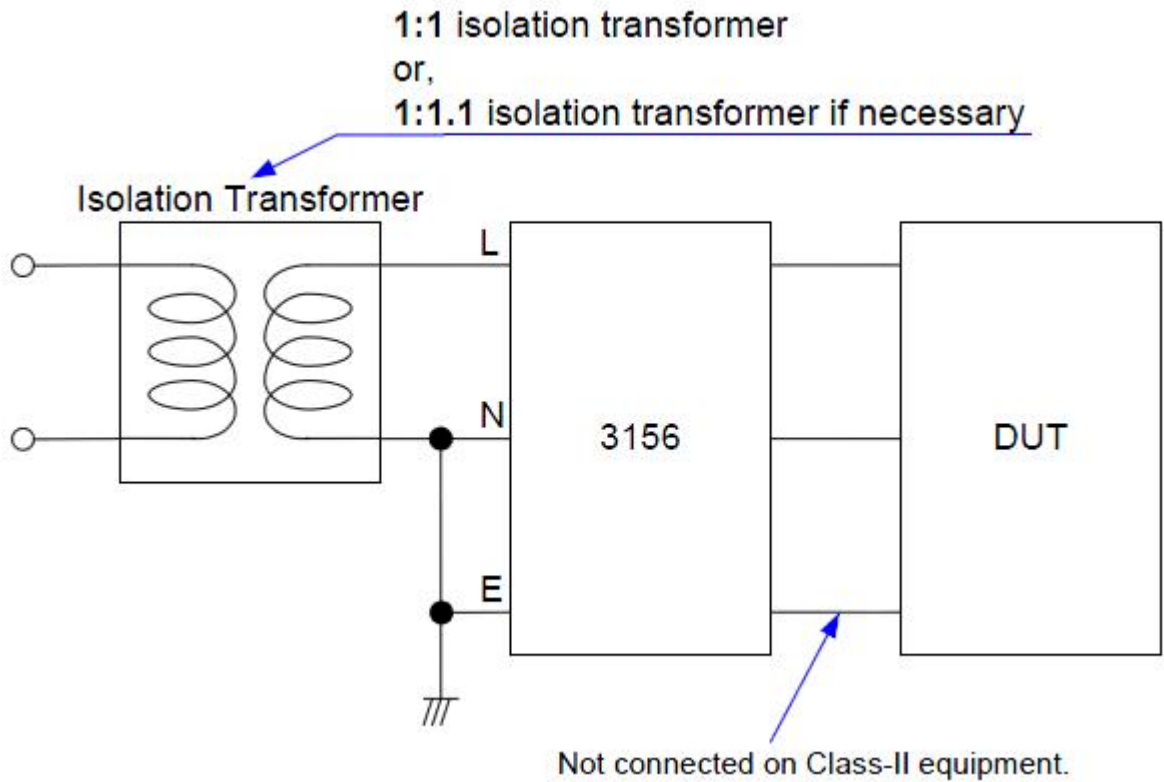
Επιλέξατε το επιθυμητό κύκλωμα μετρήσεων (δείτε τη παράγραφο "4.1. Επιλογή του κυκλώματος μετρήσεων").

βήμα 5:

Από την οθόνη επιλογής της κατηγορίας του ρεύματος διαρροής επιλέξτε " Earth Leak ".

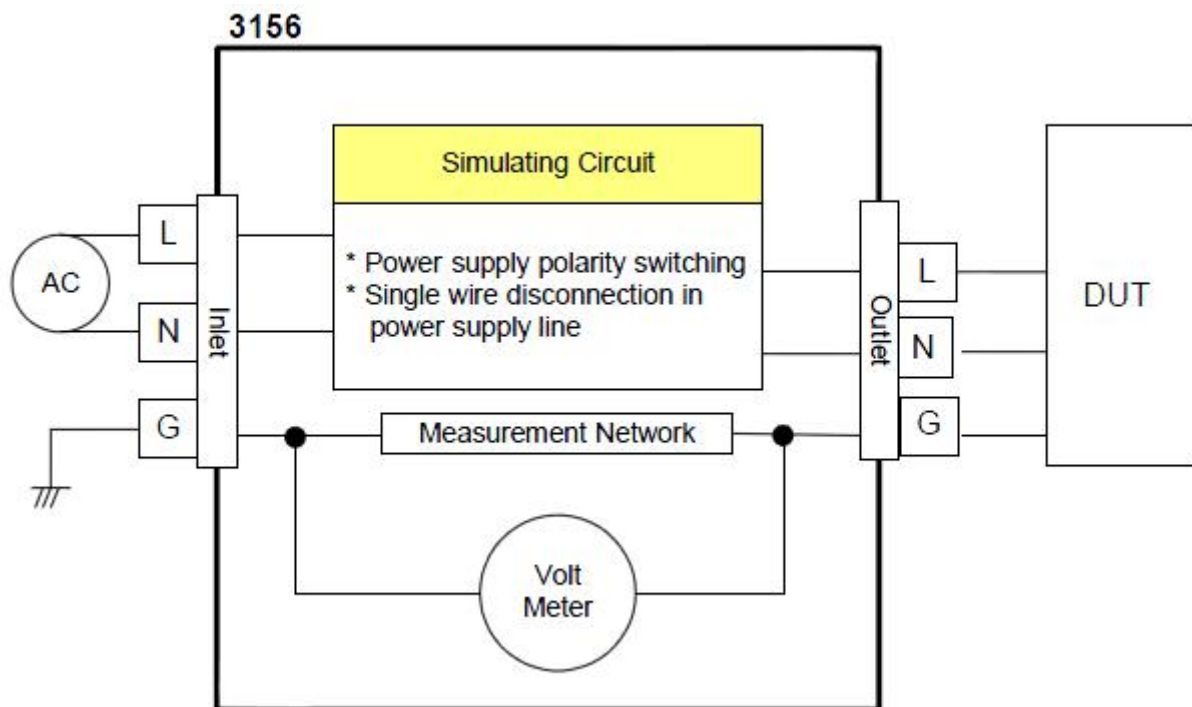
Παρατηρήσεις:

- Για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς Γή δεν απαιτείται η σύνδεση των ακροδεκτών δοκιμής 9170-10 σε κανέναν από τους τερματικούς ακροδέκτες T1, T2, T3.
- Δεν μπορούμε να μετρήσουμε ρεύμα διαρροής προς Γή, όταν στις ρυθμίσεις του οργάνου έχουμε επιλέξει ότι η υπό δοκιμή συσκευή είναι κατηγορίας Class II.
- Προτού συνδέσετε το καλώδιο τροφοδοσίας της υπό δοκιμής συσκευής ή το καλώδιο του αντάπτορα στους τερματικούς ακροδέκτες του HiTESTER 3156 θέσατε το διακόπτη απομονώσεως στη θέση "OFF", μιας και στους τερματικού αυτούς ακροδέκτες μεταφέρεται η τάση τροφοδοσίας από τη γραμμή [AC IN].
- Οι τερματικοί ακροδέκτες του HiTESTER 3156 μπορούν να παρέχουν ρεύμα έντασης μέχρι 15A. Σε περίπτωση που η υπό δοκιμή συσκευή τραβήξει μεγαλύτερο ρεύμα, ο διακόπτης απομονώσεως του HiTESTER 315 διακόπτει το κύκλωμα τροφοδοσίας της.
- Όταν χρησιμοποιούμε μετασχηματιστή απομόνωσης λόγου 1:1 ή 1:1,1 (αν πρόκειται για να παρέχουμε τάση 110% εφόσον απαιτείται), ο ουδέτερος αγωγός του δευτερεύοντος τυλίγματος του θα πρέπει να γειώνεται (δείτε επόμενο σχήμα).



Σχ. 43

Στο επόμενο σχήμα τέλος βλέπουμε την σχηματική συνδεσμολογία των κυκλωμάτων εσωτερικά του οργάνου, όταν εκτελούμε μέτρηση ρεύματος διαρροής προς Γή.



Σχ. 44

5.2.2. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής μεταξύ περιβλήματος συσκευής και της Γής

βήμα 1:

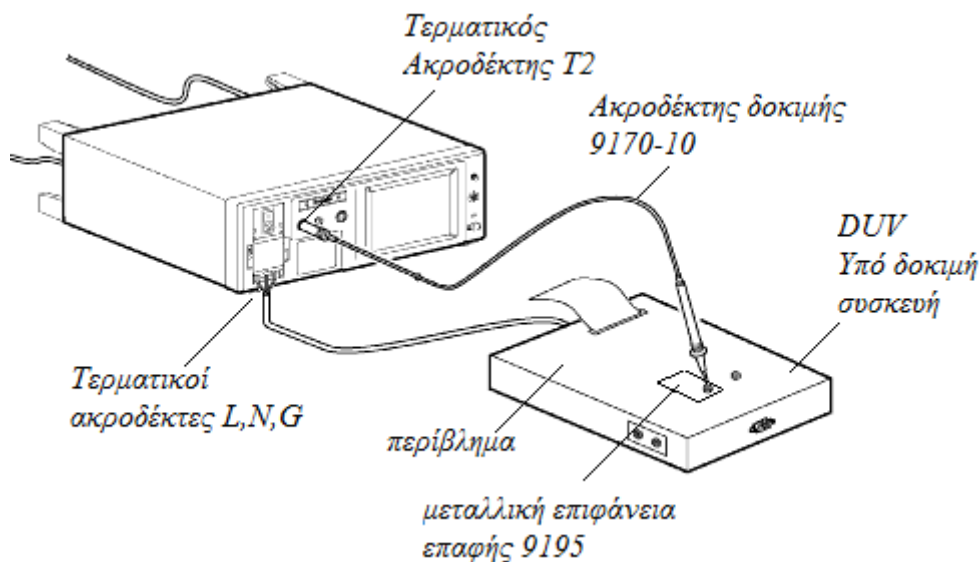
Συνδέσατε τα καλώδια τροφοδοσίας των υποδοχών [AC IN] και [LINE IN] του HiTESTER 3156 με την πηγή τροφοδοσίας (δείτε τη παράγραφο "3.1.1. Σύνδεση των καλωδίων τροφοδοσίας").

βήμα 2:

Συνδέσατε τον έναν ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 στον ακροδέκτη T2 στη μπροστινή όψη του HiTESTER (δείτε τη παράγραφο "3.1.2. Σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών στο όργανο").

βήμα 3:

Συνδέσατε την υπό δοκιμή συσκευή με τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες L, N, G του HiTESTER 3156 όπως απεικονίζει το παρακάτω σχήμα (δείτε τη παράγραφο "3.4. Χρησιμοποιώντας τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες του HiTESTER 3156").



Σχ. 45

Εναλλακτικά, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έναν κατάλληλο ανάπτορα όπως αναφέρθηκε στο βήμα 2 της παραγράφου 5.2.1.).

βήμα 4:

Θέσατε το όργανο σε λειτουργία (δείτε τη παράγραφο "3.2. Θέση σε λειτουργία "ON" του HiTESTER 3156").

βήμα 5:

Επιλέξατε το επιθυμητό κύκλωμα μετρήσεων (δείτε τη παράγραφο "4.1. Επιλογή του κυκλώματος μετρήσεων").

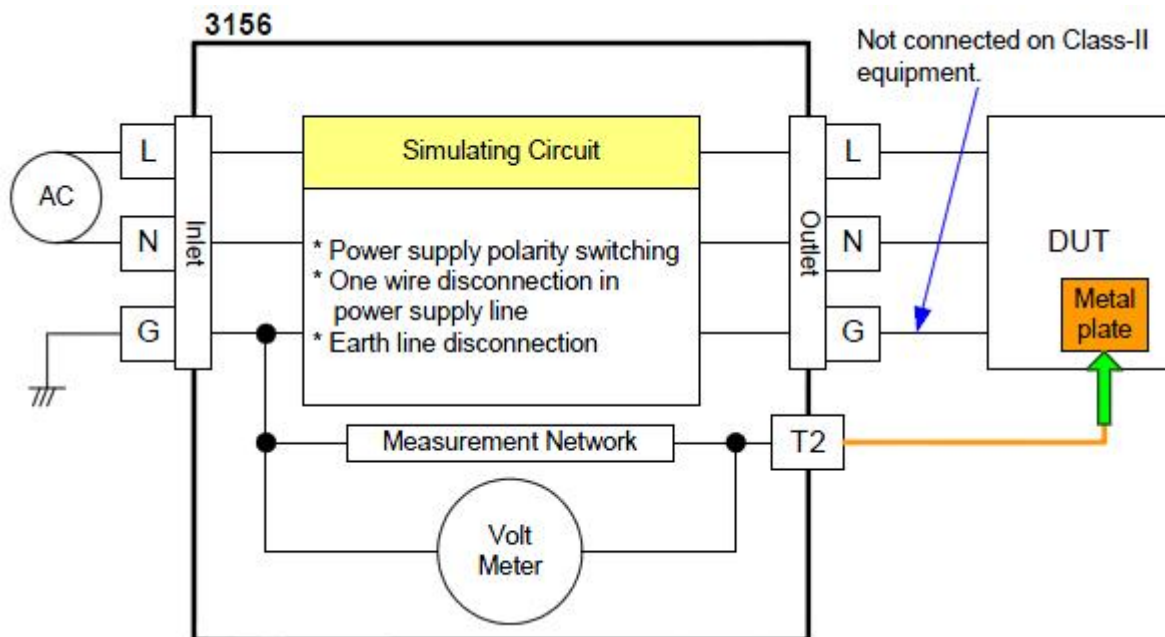
βήμα 6:

Από την οθόνη επιλογής της κατηγορίας του ρεύματος διαρροής επιλέξτε "Enclø-Earth Leak".

βήμα 7:

Τοποθετείστε την μεταλλική επιφάνεια 9195 στο σημείο του περιβλήματος της υπό δοκιμής συσκευής, φροντίζοντας να "πατάει" σωστά, ασκώντας μια ελαφρά πίεση. Τοποθετείστε έπειτα τη κεφαλή του ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 στην υποδοχή της μεταλλικής επιφάνειας 9195 για να πραγματοποιηθεί η μέτρηση (δείτε τη παράγραφο "3.1.2. Σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών στο όργανο").

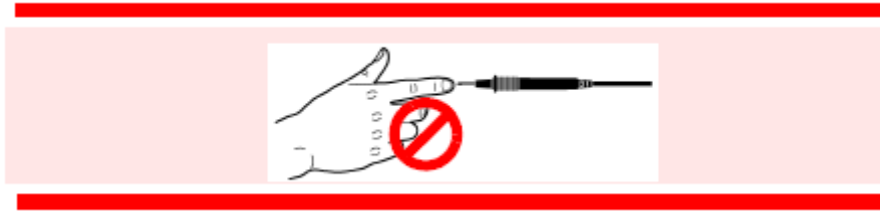
Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε την σχηματική συνδεσμολογία των κυκλωμάτων εσωτερικά του οργάνου, όταν εκτελούμε μέτρηση ρεύματος διαρροής περιβλήματος προς Γή.



Σχ. 46

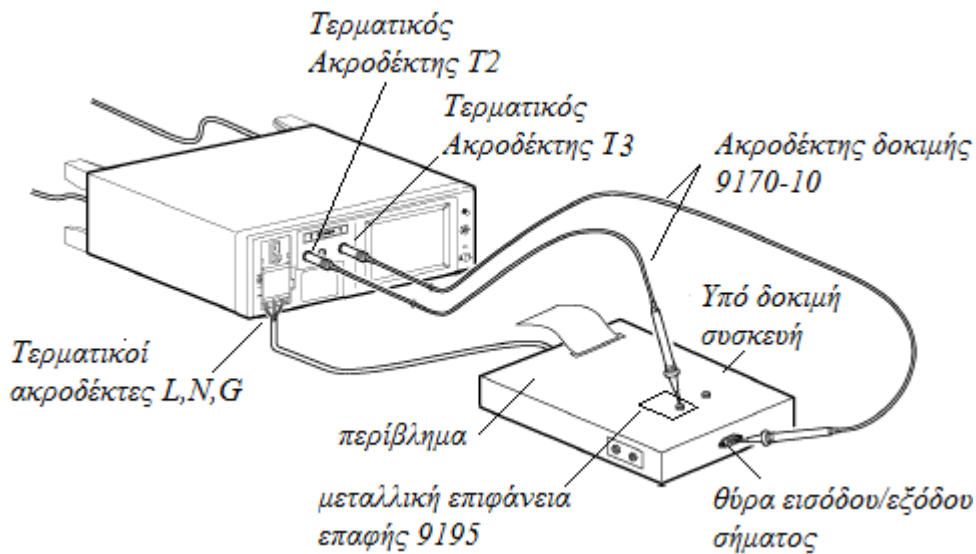
Παρατηρήσεις:

- Το περίβλημα της συσκευής που ελέγχουμε δεν πρέπει να είναι γειωμένο.
- Σε περίπτωση που πρέπει να ελέγξουμε εσωτερικά τροφοδοτούμενη συσκευή οι τερματικοί ακροδέκτες L, N, G δεν χρησιμοποιούνται, Παρόλα αυτά, το όργανο τροφοδοτείται με τάση από την είσοδό του [LINE IN].
- Σε περίπτωση που έχουμε επιλέξει Network B και συνθήκες μονού σφάλματος (δείτε παράγραφο 1.4.), θα πρέπει να συνδέσουμε και έναν δεύτερο ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 στον τερματικό ακροδέκτη T3 του HiTESTER 3156.
- Για να αποφύγουμε ηλεκτρικό σοκ, μην αγγίζεται την κεφαλή του ακροδέκτη δοκιμής ο οποίος είναι συνδεδεμένος στον τερματικό ακροδέκτη T3, μιας και αυτός βρίσκεται υπό υψηλή τάση.



Σχ. 47

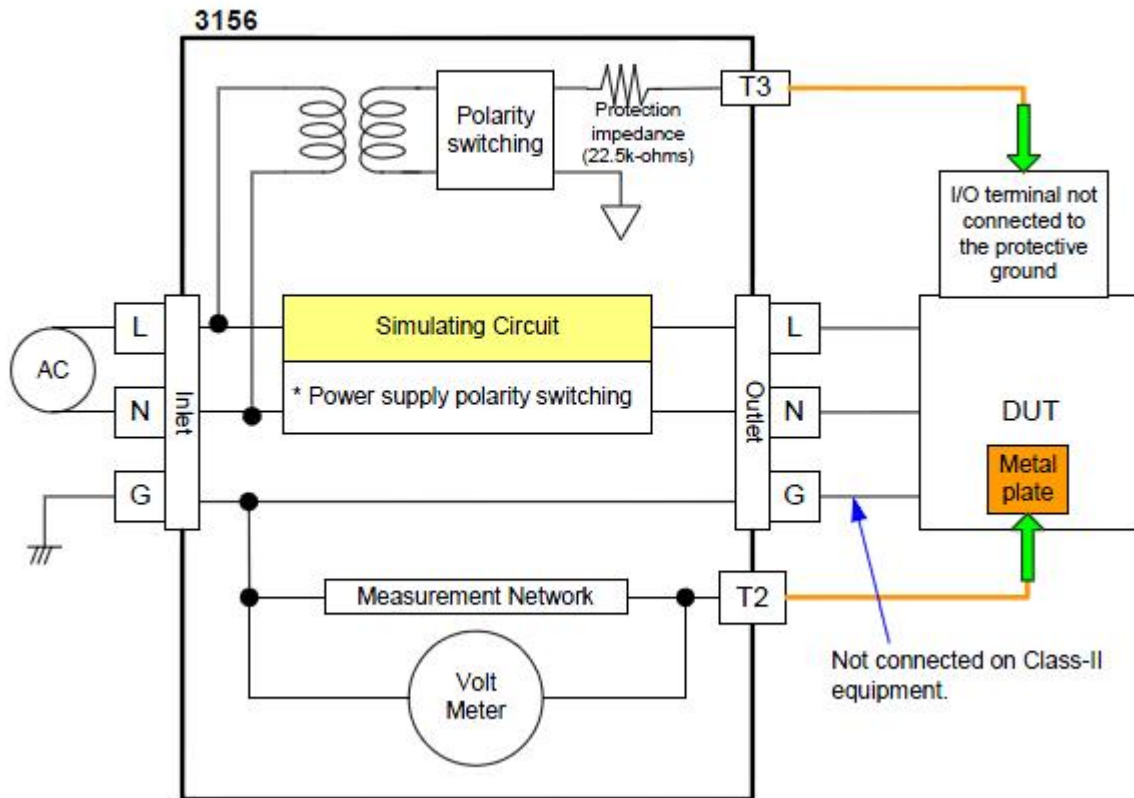
Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε τη συνδεσμολογία και τον τρόπο ελέγχου, όταν έχουμε επιλέξει Network B και συνθήκες μονού σφάλματος.



Σχ. 48

Στη περίπτωση αυτή, τοποθετούμε τον ακροδέκτη T2 στο αγείωτο τμήμα του περιβλήματος της υπό δοκιμής συσκευής και τον ακροδέκτη T3 στην αγείωτη είσοδο/έξοδο σήματος της συσκευής αυτής. Στην οθόνη μετρήσεων του HiTESTER 3156 πατάμε το πλήκτρο "Apply" προκειμένου να ξεκινήσει η μέτρηση του ρεύματος διαρροής μεταξύ περιβλήματος και Γής για τις συνθήκες αυτές μονού σφάλματος.

Στο επόμενο σχήμα τέλος βλέπουμε την σχηματική συνδεσμολογία των κυκλωμάτων εσωτερικά του οργάνου, όταν εκτελούμε μέτρηση ρεύματος διαρροής περιβλήματος προς Γή, για κύκλωμα μετρήσεων B.



Σχ. 49

5.2.3. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής μεταξύ περιβλήματος προς περίβλημα της συσκευής

βήμα 1:

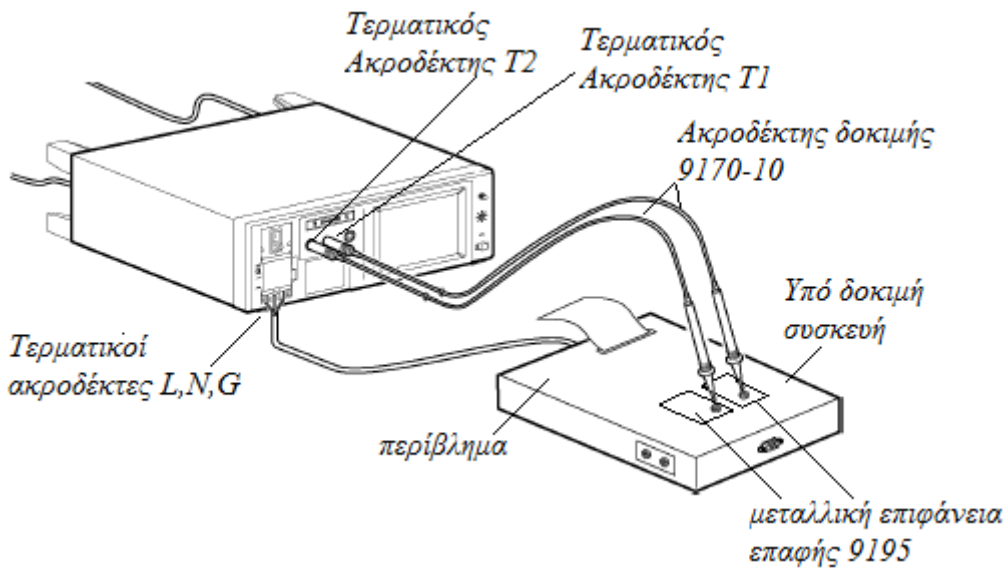
Συνδέσατε τα καλώδια τροφοδοσίας των υποδοχών [AC IN] και [LINE IN] του HiTESTER 3156 με την πηγή τροφοδοσίας (δείτε τη παράγραφο "3.1.1. Σύνδεση των καλωδίων τροφοδοσίας").

βήμα 2:

Συνδέσατε τους δυο ακροδέκτες δοκιμής 9170-10 στους τερματικούς ακροδέκτες T1 και T2 στη μπροστινή όψη του HiTESTER (δείτε τη παράγραφο "3.1.2. Σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών στο όργανο").

βήμα 3:

Συνδέσατε την υπό δοκιμή συσκευή με τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες L, N, G του HiTESTER 3156 όπως απεικονίζει το παρακάτω σχήμα (δείτε τη παράγραφο "3.4. Χρησιμοποιώντας τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες του HiTESTER 3156").



Σχ. 50

Εναλλακτικά, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε έναν κατάλληλο αντάπτορα όπως αναφέρθηκε στο βήμα 2 της παραγράφου 5.2.1.).

βήμα 4:

Θέσατε το όργανο σε λειτουργία (δείτε τη παράγραφο "3.2. Θέση σε λειτουργία "ON" του HiTESTER 3156").

βήμα 5:

Επιλέξατε το επιθυμητό κύκλωμα μετρήσεων (δείτε τη παράγραφο "4.1. Επιλογή του κυκλώματος μετρήσεων").

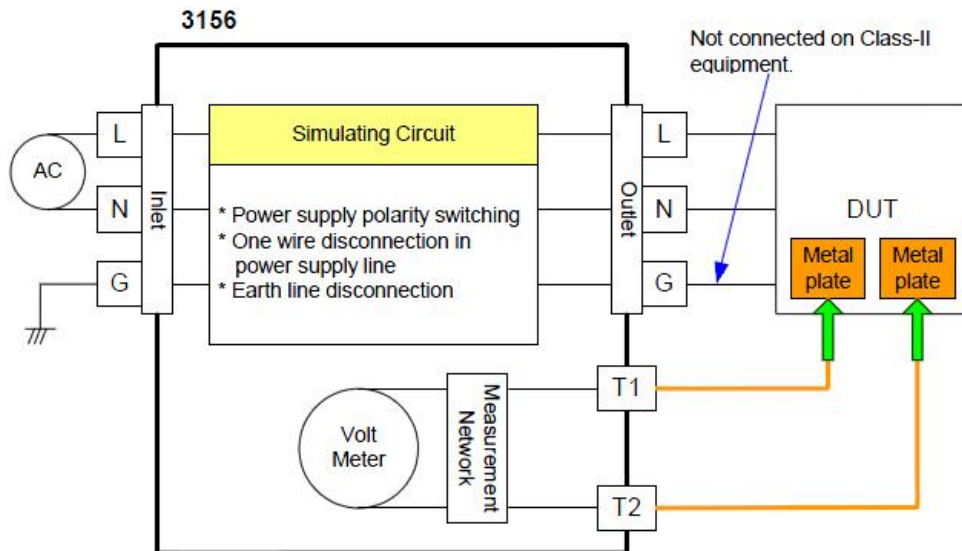
βήμα 6:

Από την οθόνη επιλογής της κατηγορίας του ρεύματος διαρροής επιλέξτε "Enclo-Enclo Leak".

βήμα 7:

Τοποθετείστε δυο μεταλλικές επιφάνειες 9195 στα σημεία του περιβλήματος της υπό δοκιμής συσκευής, φροντίζοντας να "πατάνε" σωστά, ασκώντας μια ελαφρά πίεση. Τοποθετείστε έπειτα τις κεφαλές των δυο ακροδεκτών δοκιμής 9170-10 στις υποδοχές των μεταλλικών επιφανειών 9195 για να πραγματοποιηθεί η μέτρηση (δείτε τη παράγραφο "3.1.2. Σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών στο όργανο").

Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε την σχηματική συνδεσμολογία των κυκλωμάτων εσωτερικά του οργάνου, όταν εκτελούμε μέτρηση ρεύματος διαρροής περιβλήματος προς περίβλημα.

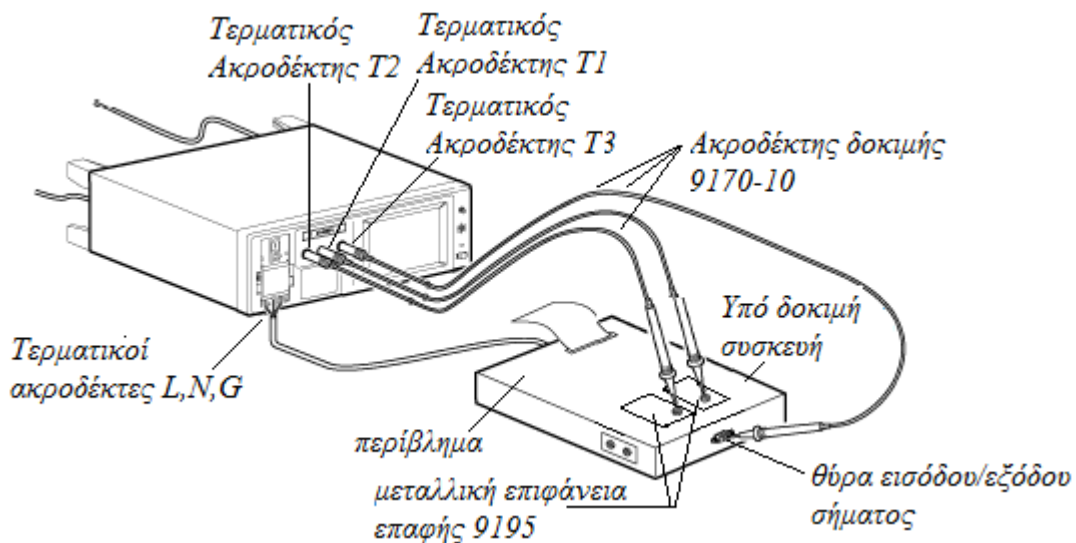


Σχ. 51

Παρατηρήσεις:

- Τα σημεία του περιβλήματος της συσκευής που ελέγχουμε δεν πρέπει να είναι γειωμένα.
- Σε περίπτωση που πρέπει να ελέγξουμε εσωτερικά τροφοδοτούμενη συσκευή οι τερματικοί ακροδέκτες G,N,L δεν χρησιμοποιούνται, Παρόλα αυτά, το όργανο τροφοδοτείται με τάση από την είσοδό του [LINE IN].
- Σε περίπτωση που έχουμε επιλέξει Network B και συνθήκες μονού σφάλματος (δείτε παράγραφο 1.4.), θα πρέπει να συνδέσουμε και έναν τρίτο ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 στον τερματικό ακροδέκτη T3 του HiTESTER 3156.
- Για να αποφύγουμε ηλεκτρικό σοκ, μην αγγίζεται την κεφαλή του ακροδέκτη δοκιμής ο οποίος είναι συνδεδεμένος στον τερματικό ακροδέκτη T3, μιας και αυτός βρίσκεται υπό υψηλή τάση (δείτε σχήμα 47).

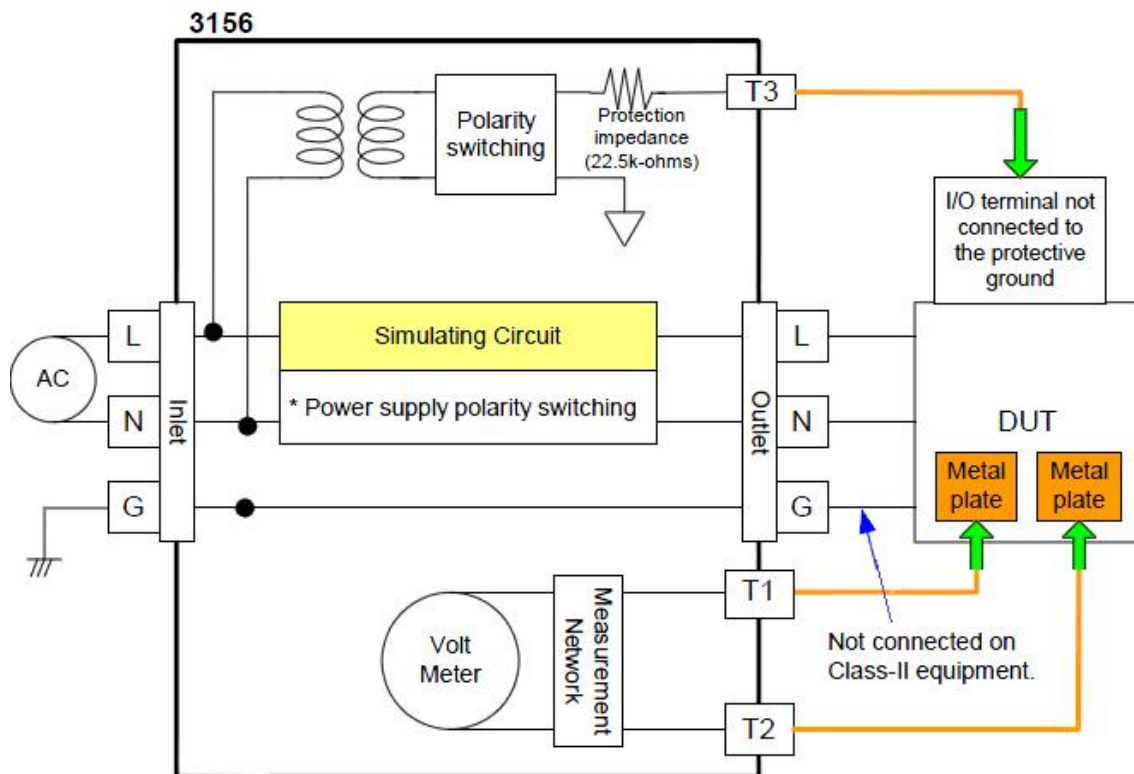
Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε τη συνδεσμολογία και τον τρόπο ελέγχου, όταν έχουμε επιλέξει Network B και συνθήκες μονού σφάλματος.



Σχ. 52

Στη περίπτωση αυτή, τοποθετούμε τους δυο ακροδέκτες δοκιμής T1 και T2 σε αγείωτα τμήματα του περιβλήματος της υπό δοκιμής συσκευής και τον ακροδέκτη T3 στην αγείωτη είσοδο/έξοδο σήματος της συσκευής αυτής. Στην οθόνη μετρήσεων του HiTESTER 3156 πατάμε το πλήκτρο "Apply" προκειμένου να ξεκινήσει η μέτρηση του ρεύματος διαρροής μεταξύ περιβλήματος και περιβλήματος για τις συνθήκες αυτές μονού σφάλματος.

Στο επόμενο σχήμα τέλος βλέπουμε την σχηματική συνδεσμολογία των κυκλωμάτων εσωτερικά του οργάνου, όταν εκτελούμε μέτρηση ρεύματος διαρροής περιβλήματος προς περίβλημα, για κύκλωμα μετρήσεων B.



Σχ. 53

5.2.4. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος I)

Εφαρμογή: Αφορά τον έλεγχο ιατρικού ηλεκτρικού εξοπλισμού με εφαρμοζόμενα μέρη τύπου B, BF ή CF. Ως κύκλωμα μετρήσεων επιλέγουμε μόνο το Network B.

Η διαδικασία που περιγράφεται παρακάτω αφορά ιατρικές συσκευές Class I ή Class II.

βήμα 1:

Συνδέσατε τα καλώδια τροφοδοσίας των υποδοχών [AC IN] και [LINE IN] του HiTESTER 3156 με την πηγή τροφοδοσίας (δείτε τη παράγραφο "3.1.1. Σύνδεση των καλωδίων τροφοδοσίας").

βήμα 2:

Συνδέσατε τον έναν ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 στον ακροδέκτη T2 στη μπροστινή όψη του HiTESTER (δείτε τη παράγραφο "3.1.2. Σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών στο όργανο").

βήμα 3:

Συνδέσατε την υπό δοκιμή συσκευή με τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες L, N, G του HiTESTER 3156 όπως απεικονίζει το παρακάτω σχήμα (δείτε τη παράγραφο "3.4. Χρησιμοποιώντας τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες του HiTESTER 3156").

βήμα 4:

Θέσατε το όργανο σε λειτουργία (δείτε τη παράγραφο "3.2. Θέση σε λειτουργία "ON" του HiTESTER 3156").

βήμα 5:

Επιλέξατε το κύκλωμα μετρήσεων "Network B" (δείτε τη παράγραφο "4.1. Επιλογή του κυκλώματος μετρήσεων").

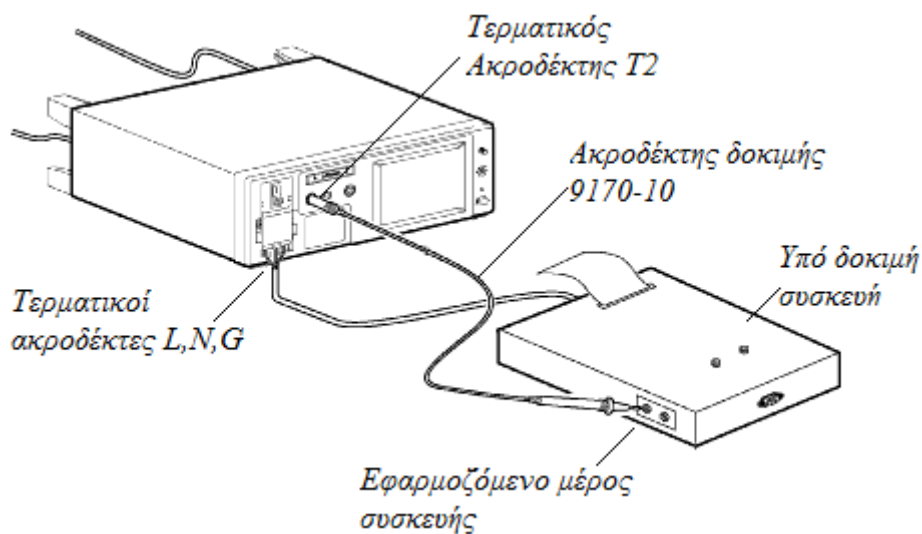
βήμα 6:

Από την οθόνη επιλογής της κατηγορίας του ρεύματος διαρροής επιλέξτε "Patient Leak I".

βήμα 7:

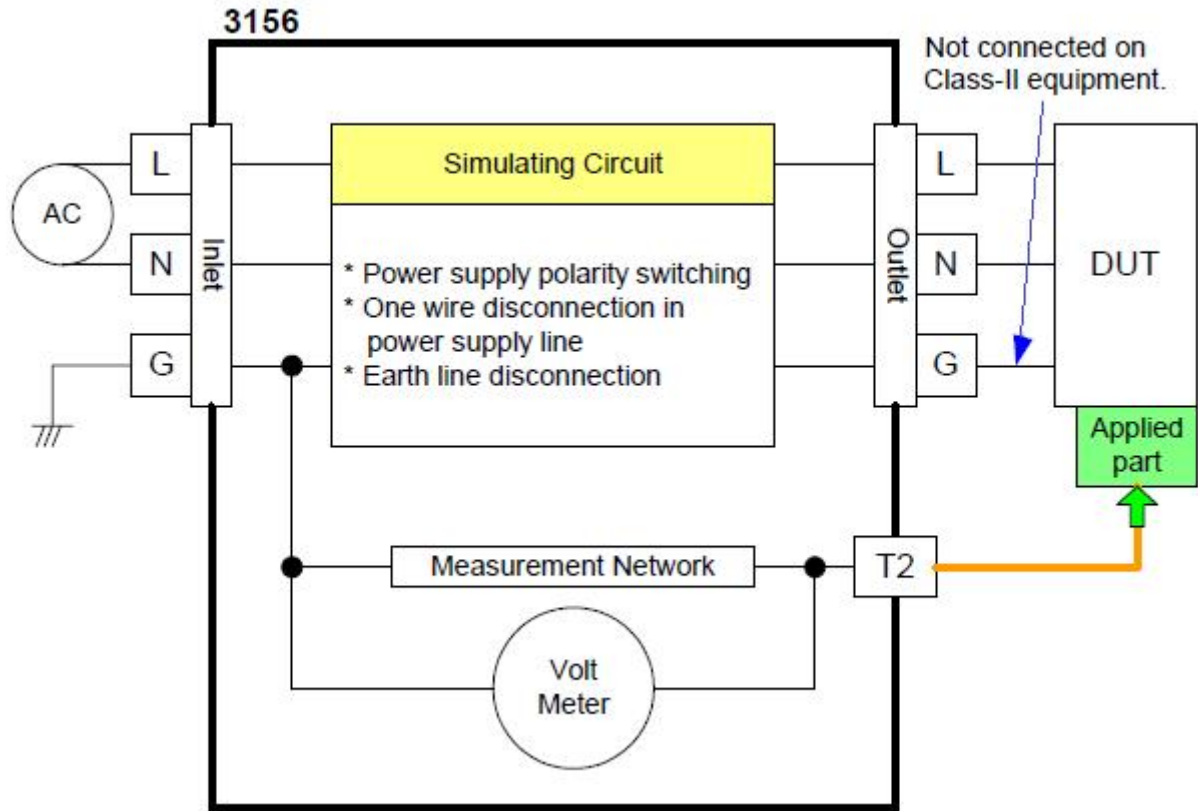
Τοποθετήστε την κεφαλή του ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 στο εφαρμοζόμενο μέρος τύπου BF ή CF της υπό δοκιμής ιατρικής συσκευής και μετρήστε το ρεύμα διαρροής.

Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε τη συνδεσμολογία και τον τρόπο ελέγχου για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος I), όταν έχουμε επιλέξει Network B.



Σχ. 54

Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε την σχηματική συνδεσμολογία των κυκλωμάτων εσωτερικά του οργάνου, όταν εκτελούμε μέτρηση ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος I).



Σχ. 55

Παρατηρήσεις:

Η μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος I) σε εσωτερικά τροφοδοτούμενες ιατρικές συσκευές υποστηρίζεται μόνο από την έκδοση 1.12 και πέρα του HiTESTER 3156. Η έκδοση του οργάνου εμφανίζεται στην αρχική οθόνη του, μόλις το θέτουμε σε λειτουργία.

Για εσωτερικά τροφοδοτούμενες ιατρικές συσκευές, η διαδικασία μέτρησης του ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος I) είναι η εξής:

βήμα 1:

Συνδέσατε τα καλώδια τροφοδοσίας των υποδοχών [AC IN] και [LINE IN] του HiTESTER 3156 με την πηγή τροφοδοσίας (δείτε τη παράγραφο "3.1.1. Σύνδεση των καλωδίων τροφοδοσίας").

βήμα 2:

Συνδέσατε τους δυο ακροδέκτες δοκιμής 9170-10 στους τερματικούς ακροδέκτες T1 και T2 στη μπροστινή όψη του HiTESTER (δείτε τη παράγραφο "3.1.2. Σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών στο όργανο").

βήμα 3:

Θέσατε το όργανο σε λειτουργία (δείτε τη παράγραφο "3.2. Θέση σε λειτουργία "ON" του HiTESTER 3156").

βήμα 4:

Επιλέξτε το κύκλωμα μετρήσεων "Network B" (δείτε τη παράγραφο "4.1. Επιλογή του κυκλώματος μετρήσεων").

βήμα 5:

Από την οθόνη επιλογής της κατηγορίας του ρεύματος διαρροής επιλέξτε "Patient Leak I".

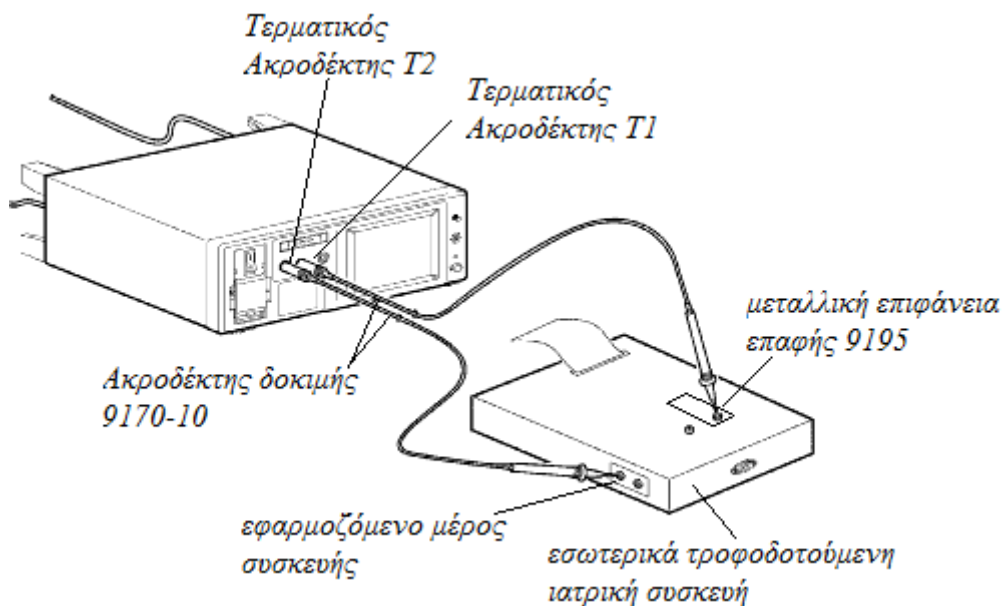
βήμα 6:

Τοποθετήστε την μεταλλική επιφάνεια 9195 στο σημείο του περιβλήματος της υπό δοκιμής συσκευής, φροντίζοντας να "πατάει" σωστά, ασκώντας μια ελαφρά πίεση. Τοποθετείστε έπειτα τη κεφαλή του ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 (που είναι συνδεδεμένος στον ακροδέκτη T1) στην υποδοχή της μεταλλικής επιφάνειας 9195 για να πραγματοποιηθεί η μέτρηση (δείτε τη παράγραφο "3.1.2. Σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών στο όργανο").

βήμα 7:

Τοποθετήστε την κεφαλή του ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 10 (που είναι συνδεδεμένος στον ακροδέκτη T2) στο εφαρμοζόμενο μέρος της υπό δοκιμής ιατρικής συσκευής και μετρήστε το ρεύμα διαρροής.

Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε τη συνδεσμολογία και τον τρόπο ελέγχου για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος I) για εσωτερικά τροφοδοτούμενες ιατρικές συσκευές, όταν έχουμε επιλέξει Network B.



Σχ.56

5.2.5. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος II)

Εφαρμογή: Αφορά τον έλεγχο ιατρικού ηλεκτρικού εξοπλισμού με εφαρμοζόμενα μέρη μόνο τύπου B. Δεν εφαρμόζεται για τις συσκευές με εφαρμοζόμενα μέρη BF ή CF. Ως κύκλωμα μετρήσεων επιλέγουμε μόνο το Network B.

βήμα 1:

Συνδέσατε τα καλώδια τροφοδοσίας των υποδοχών [AC IN] και [LINE IN] του HiTESTER 3156 με την πηγή τροφοδοσίας (δείτε τη παράγραφο "3.1.1. Σύνδεση των καλωδίων τροφοδοσίας").

βήμα 2:

Συνδέσατε τους δυο ακροδέκτες δοκιμής 9170-10 στους τερματικούς ακροδέκτες T2 και T3 στη μπροστινή όψη του HiTESTER (δείτε τη παράγραφο "3.1.2. Σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών στο όργανο").

βήμα 3:

Συνδέσατε την υπό δοκιμή συσκευή με τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες L, N, G του HiTESTER 3156 όπως απεικονίζει το παρακάτω σχήμα (δείτε τη παράγραφο "3.4. Χρησιμοποιώντας τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες του HiTESTER 3156").

βήμα 4:

Θέσατε το όργανο σε λειτουργία (δείτε τη παράγραφο "3.2. Θέση σε λειτουργία "ON" του HiTESTER 3156").

βήμα 5:

Επιλέξατε το κύκλωμα μετρήσεων "Network B" (δείτε τη παράγραφο "4.1. Επιλογή του κυκλώματος μετρήσεων").

βήμα 6:

Από την οθόνη επιλογής της κατηγορίας του ρεύματος διαρροής επιλέξτε "Patient Leak II".

βήμα 7:

Τοποθετείστε τη κεφαλή του ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 10 (που είναι συνδεδεμένος στον ακροδέκτη T2) στο εφαρμοζόμενο μέρος της υπό δοκιμής ιατρικής συσκευής και τον ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 10 (που είναι συνδεδεμένος στον ακροδέκτη T3) στην θύρα εισόδου/εξόδου σήματος της συσκευής.

βήμα 7:

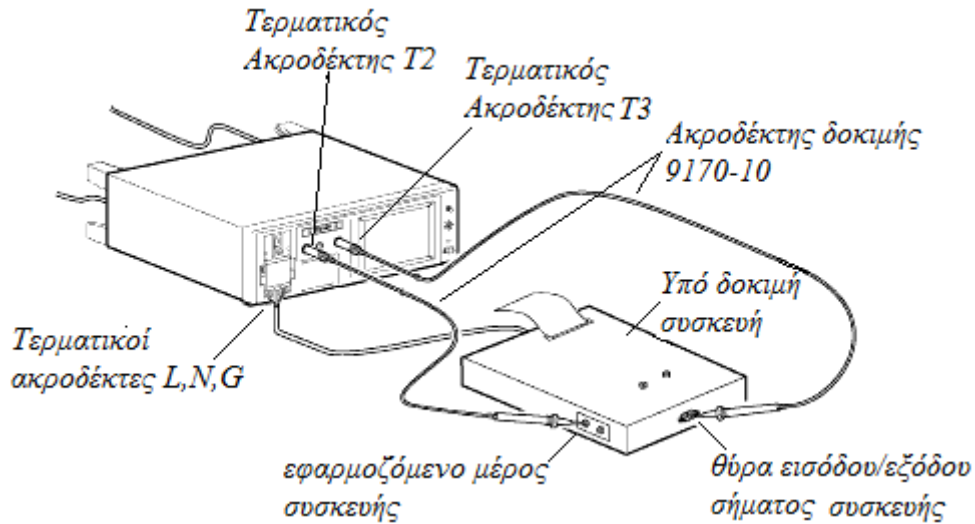
Στην οθόνη μετρήσεων πατήστε το πλήκτρο "Apply", προκειμένου να αρχίσει η διαδικασία μέτρησης του ρεύματος διαρροής. Όταν πατήσουμε το πλήκτρο αυτό, στον ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 που είναι συνδεδεμένος στον τερματικό ακροδέκτη T3 αναπτύσσεται υψηλή τάση. Για να διακόψετε την υψηλή αυτή τάση πιέστε το πλήκτρο "Stop" στην οθόνη μετρήσεων.

Παρατηρήσεις:

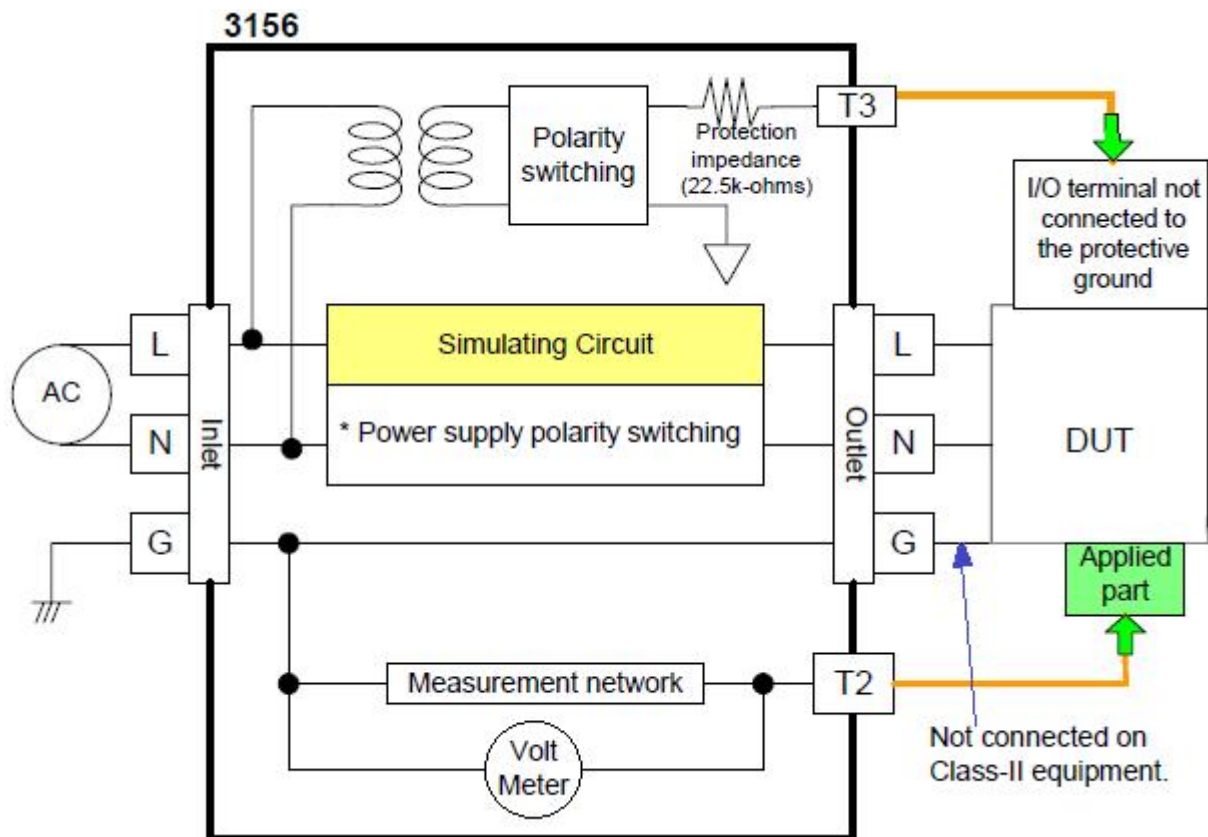
- Για να αποφύγουμε ηλεκτρικό σοκ, μην αγγίζεται την κεφαλή του ακροδέκτη δοκιμής ο οποίος είναι συνδεδεμένος στον τερματικό ακροδέκτη T3, μιας και αυτός βρίσκεται υπό υψηλή τάση (δείτε σχήμα 47).
- Σε περίπτωση που πρέπει να ελέγξουμε εσωτερικά τροφοδοτούμενη συσκευή οι τερματικοί ακροδέκτες L, N, G δεν χρησιμοποιούνται, Παρόλα αυτά, το όργανο

πρέπει να τροφοδοτείτε με τάση από την είσοδό του [LINE IN] για τη παραγωγή υψηλής τάσης στον ακροδέκτη T3.

Στα επόμενα σχήμα βλέπουμε τόσο τη συνδεσμολογία και τον τρόπο ελέγχου για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος II), όσο και την σχηματική συνδεσμολογία των κυκλωμάτων εσωτερικά του οργάνου, όταν έχουμε επιλέξει Network B.



Σχ. 57



Σχ. 58

5.2.6. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος III)

Εφαρμογή: Αφορά τον έλεγχο ιατρικού ηλεκτρικού εξοπλισμού με εφαρμοζόμενα μέρη μόνο τύπου BF ή CF. Ως κύκλωμα μετρήσεων επιλέγουμε μόνο το Network B.

βήμα 1:

Συνδέσατε τα καλώδια τροφοδοσίας των υποδοχών [AC IN] και [LINE IN] του HiTESTER 3156 με την πηγή τροφοδοσίας (δείτε τη παράγραφο "3.1.1. Σύνδεση των καλωδίων τροφοδοσίας").

βήμα 2:

Συνδέσατε τον έναν ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 στον ακροδέκτη T2 στη μπροστινή όψη του HiTESTER (δείτε τη παράγραφο "3.1.2. Σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών στο όργανο").

βήμα 3:

Συνδέσατε την υπό δοκιμή συσκευή με τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες L, N, G του HiTESTER 3156 όπως απεικονίζει το παρακάτω σχήμα (δείτε τη παράγραφο "3.4. Χρησιμοποιώντας τους μπροστινούς τερματικούς ακροδέκτες του HiTESTER 3156").

βήμα 4:

Θέσατε το όργανο σε λειτουργία (δείτε τη παράγραφο "3.2. Θέση σε λειτουργία "ON" του HiTESTER 3156").

βήμα 5:

Επιλέξατε το κύκλωμα μετρήσεων "Network B" (δείτε τη παράγραφο "4.1. Επιλογή του κυκλώματος μετρήσεων").

βήμα 6:

Από την οθόνη επιλογής της κατηγορίας του ρεύματος διαρροής επιλέξτε "Patient Leak III".

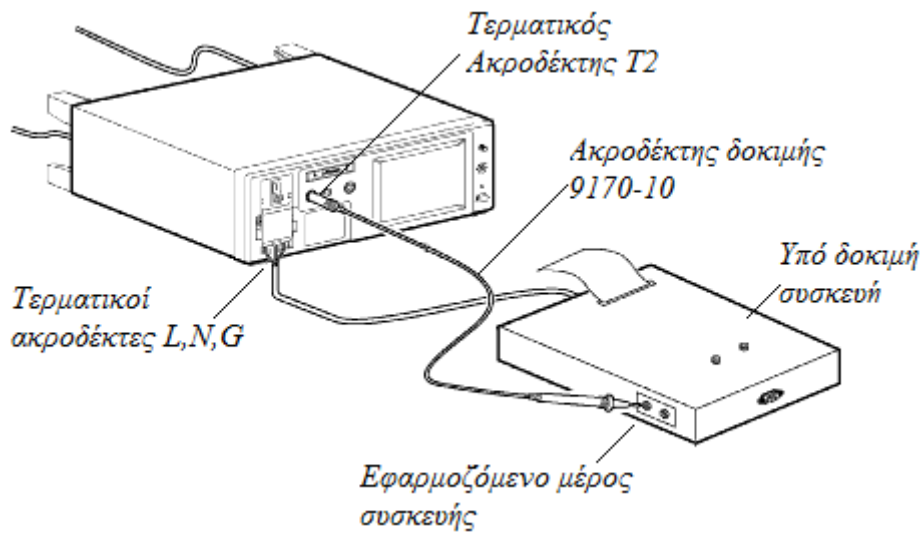
βήμα 7:

Τοποθετήστε την κεφαλή του ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 στο εφαρμοζόμενο μέρος τύπου BF ή CF της υπό δοκιμής ιατρικής συσκευής και μετρήστε το ρεύμα διαρροής.

βήμα 8:

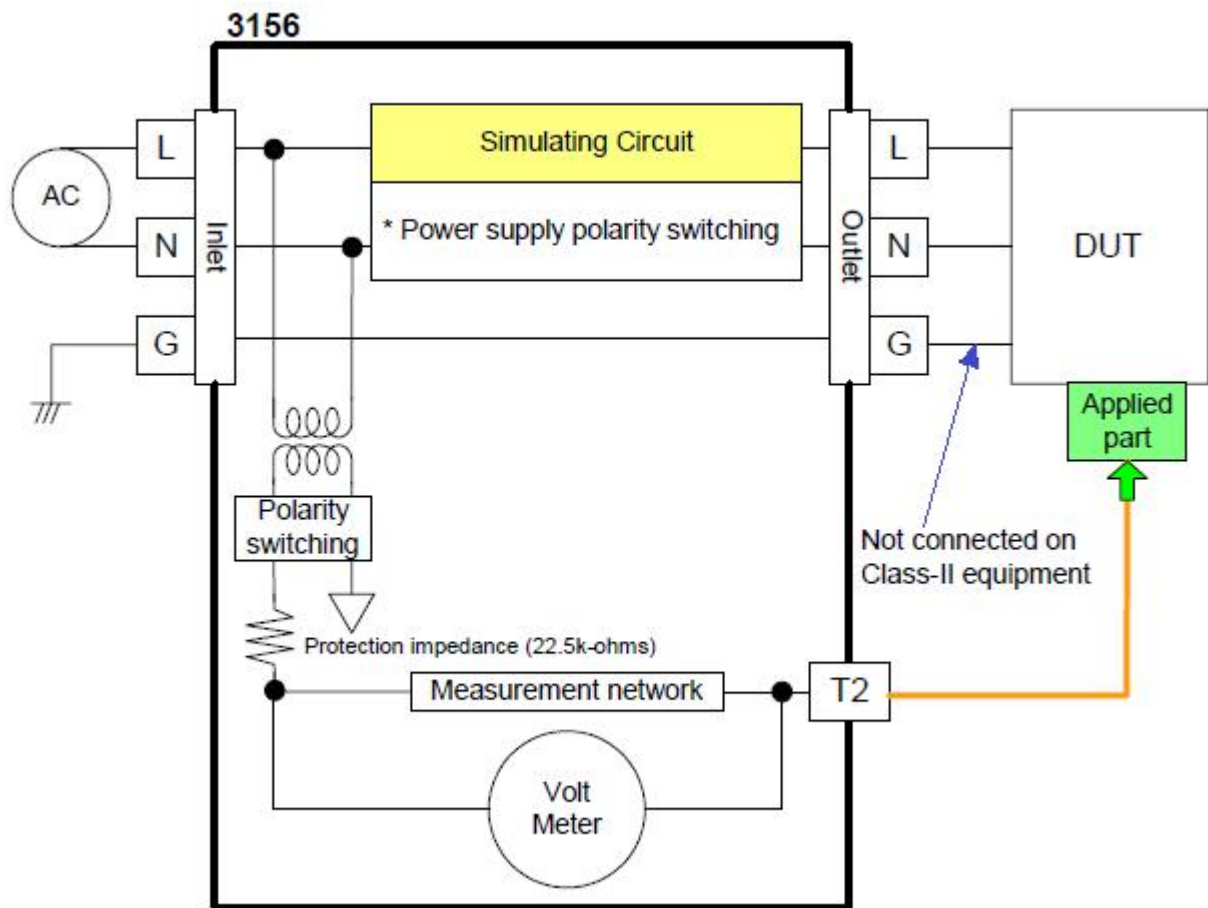
Στην οθόνη μετρήσεων πατήστε το πλήκτρο "Apply", προκειμένου να αρχίσει η διαδικασία μέτρησης του ρεύματος διαρροής. Όταν πατήσουμε το πλήκτρο αυτό, στον ακροδέκτη δοκιμής 9170-10 που είναι συνδεδεμένος στον τερματικό ακροδέκτη T2 αναπτύσσεται υψηλή τάση. Για να διακόψετε την υψηλή αυτή τάση πιέστε το πλήκτρο "Stop" στην οθόνη μετρήσεων.

Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε τη συνδεσμολογία και τον τρόπο ελέγχου για τη μέτρηση του ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος III), όταν έχουμε επιλέξει Network B.



Σχ. 59

Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε την σχηματική συνδεσμολογία των κυκλωμάτων εσωτερικά του οργάνου, όταν εκτελούμε μέτρηση ρεύματος διαρροής προς ασθενή (τύπος III).



Σχ. 60

5.2.7. Συνδεσμολογία για τη μέτρηση του βοηθητικού ρεύματος διαρροής προς ασθενή

Εφαρμογή: Αφορά ιατρικές ηλεκτρικές συσκευές με δυο εφαρμοζόμενα μέρη. Τα μέρη αυτά μπορεί να είναι είτε τύπου B, BF, είτε CF. Ως κύκλωμα μετρήσεων επιλέγουμε το Network B.

βήμα 1:

Συνδέσατε τα καλώδια τροφοδοσίας των υποδοχών [AC IN] και [LINE IN] του HiTESTER 3156 με την πηγή τροφοδοσίας (δείτε τη παράγραφο "3.1.1. Σύνδεση των καλωδίων τροφοδοσίας").

βήμα 2:

Συνδέσατε τους δυο ακροδέκτες δοκιμής 9170-10 στους τερματικούς ακροδέκτες T1 και T2 στη μπροστινή όψη του HiTESTER (δείτε τη παράγραφο "3.1.2. Σύνδεση των διάφορων ακροδεκτών στο όργανο").

βήμα 3:

Θέσατε το όργανο σε λειτουργία (δείτε τη παράγραφο "3.2. Θέση σε λειτουργία "ON" του HiTESTER 3156").

βήμα 4:

Επιλέξατε το κύκλωμα μετρήσεων "Network B" (δείτε τη παράγραφο "4.1. Επιλογή του κυκλώματος μετρήσεων").

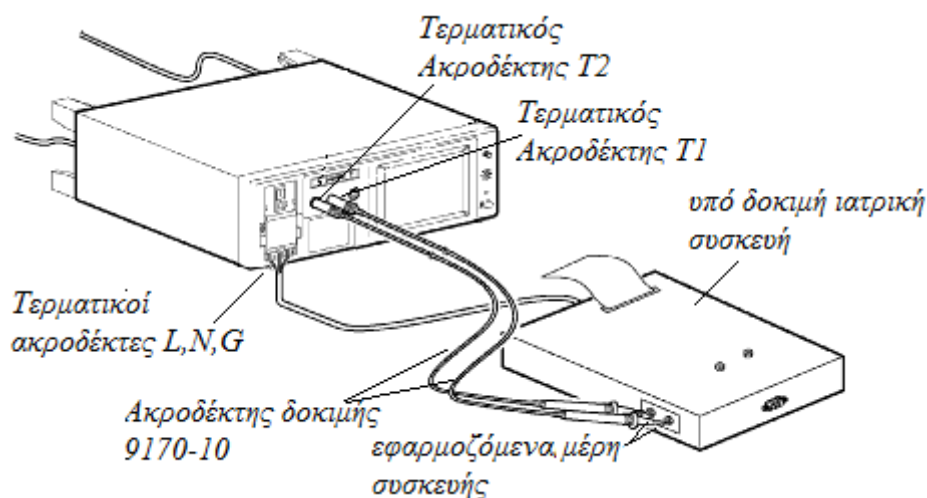
βήμα 5:

Από την οθόνη επιλογής της κατηγορίας του ρεύματος διαρροής επιλέξτε "Patient Aux."

βήμα 6:

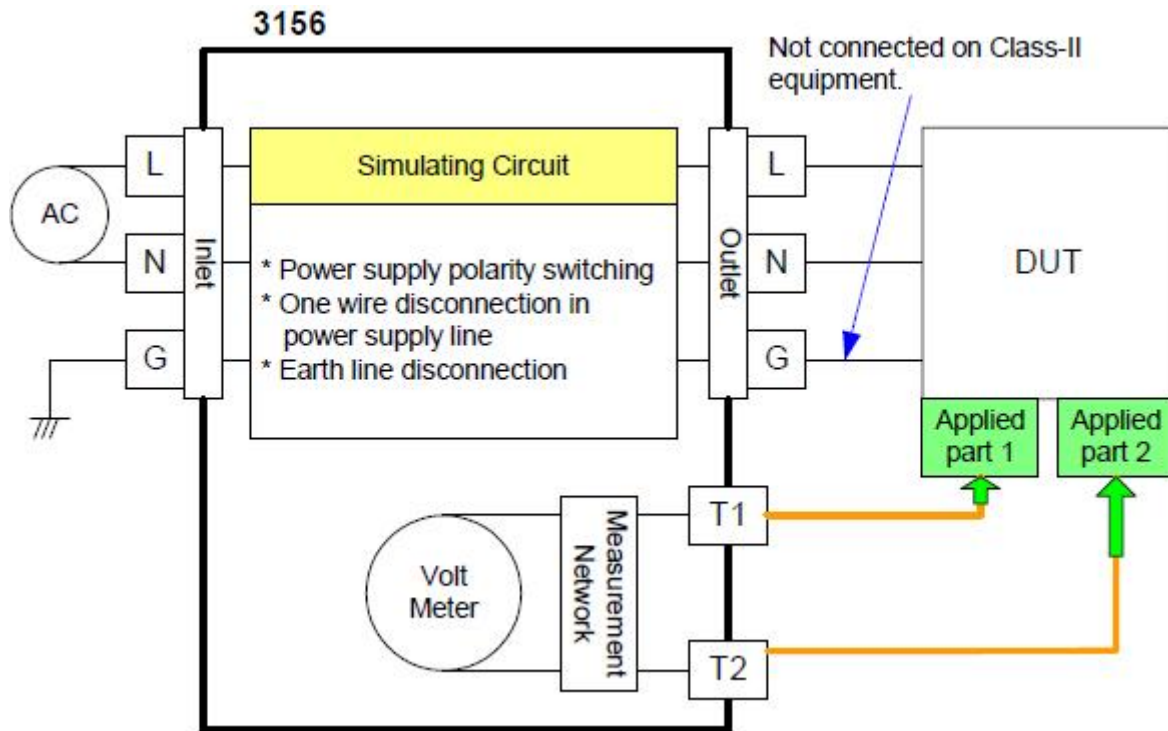
Τοποθετήστε τις κορυφές των δυο ακροδεκτών δοκιμής στα δυο εφαρμοζόμενα μέρη της υπό δοκιμή ιατρικής συσκευής και ξεκινήστε τη διαδικασία μέτρησης του ρεύματος διαρροής.

Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε τη συνδεσμολογία και τον τρόπο ελέγχου για τη μέτρηση του βοηθητικού ρεύματος διαρροής προς ασθενή, όταν έχουμε επιλέξει Network B.



Σχ. 61

Στο επόμενο σχήμα βλέπουμε την σχηματική συνδεσμολογία των κυκλωμάτων εσωτερικά του οργάνου, όταν εκτελούμε μέτρηση βοηθητικού ρεύματος διαρροής προς ασθενή.



Σχ. 62

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ - ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΡΕΥΜΑΤΩΝ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

6.1. Μετρήσεις ρευμάτων διαρροής

Στο κεφάλαιο αυτό θα παρουσιάσουμε τα αποτελέσματα των μετρήσεων ρευμάτων διαρροής που πραγματοποιήσαμε σε διάφορες συσκευές προκειμένου να αποφευχθούμε για την ασφάλειά τους, κάνοντας παράλληλα πρακτική εξάσκηση στη χρήση του οργάνου μετρήσεων με το οποίο ασχοληθήκαμε στη παρούσα εργασία.

6.1.1. Δοκιμή γεννήτριας συχνότητων

α) σε *Earth Leak*

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 14		
Δοκιμή γεννήτριας συχνότητων		
Τύπος μετρούμενου ρεύματος διαρροής	Earth Leak	
Κύκλωμα μετρήσεων	Network B	
Κλάση συσκευής	Class I	
Κατάσταση συσκευής	Θέση συσκευής "ON"	Θέση συσκευής "OFF"
Τρέχουσα μετρούμενη τιμή	20.56μΑ	30.40μΑ
Μέγιστη τιμή	20.56μΑ	31.55μΑ
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή	1mA	1mA
Αποτέλεσμα δοκιμής	PASS	PASS



Σχ. 63 (αποτελέσματα δοκιμής γεννήτριας για θέση "OFF")



Σχ. 64 (αποτελέσματα δοκιμής γεννήτριας για θέση "ON")

6.1.2. Δοκιμή παλμογράφου

α) σε *Earth Leak*

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 15		
Δοκιμή παλμογράφου		
Τύπος μετρούμενου ρεύματος διαρροής	Earth Leak	
Κύκλωμα μετρήσεων	Network A	
Κλάση συσκευής	Class I	
Κατάσταση συσκευής	Θέση συσκευής "ON"	Θέση συσκευής "OFF"
Τρέχουσα μετρούμενη τιμή	21.89μΑ	8.24μΑ
Μέγιστη τιμή	21.96μΑ	8.24μΑ
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή	1mA	1mA
Αποτέλεσμα δοκιμής	PASS	PASS



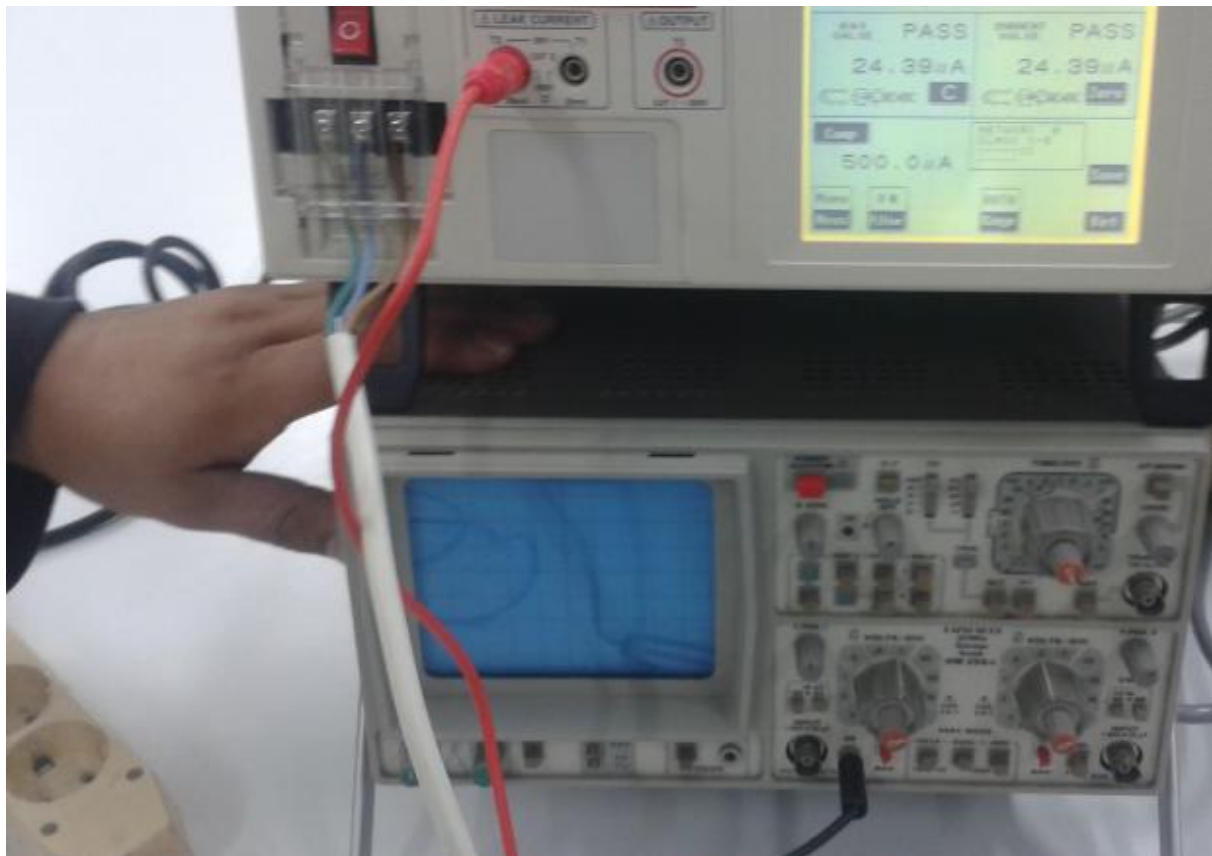
Σχ. 65 (αποτελέσματα δοκιμής παλμογράφου για θέση "ON")



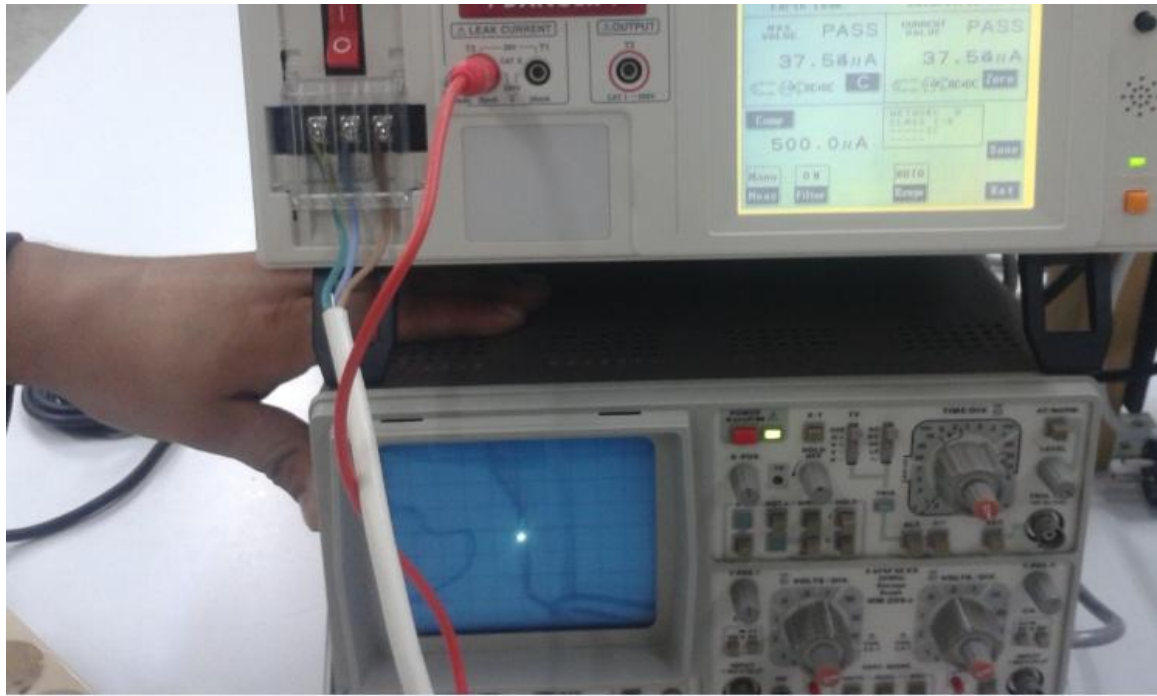
Σχ. 66 (δοκιμή παλμογράφου για θέση "OFF")

β) σε Patient Leak I

ΠΙΝΑΚΑΣ 16		
Δοκιμή παλμογράφου		
Τύπος μετρούμενου ρεύματος διαρροής	Patient Leak I	
Κύκλωμα μετρήσεων	Network B	
Κλάση συσκευής	Class I (applied part B)	
Κατάσταση συσκευής	Θέση συσκευής "ON"	Θέση συσκευής "OFF"
Τρέχουσα μετρούμενη τιμή	36.48μΑ	23.20μΑ
Τρέχουσα μετρούμενη τιμή με χέρι (επαφή)	37.54μΑ	24.39μΑ
Μέγιστη τιμή	36.46μΑ	23.89μΑ
Μέγιστη τιμή με χέρι (επαφή)	37.54μΑ	24.39μΑ
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή	500μΑ	500μΑ
Αποτέλεσμα δοκιμής	PASS	PASS



Σχ. 67 (δοκιμή παλμογράφου για θέση "OFF" με επαφή χεριού)



Σχ. 68 (δοκιμή παλμογράφου για θέση "ON" με επαφή χεριού)

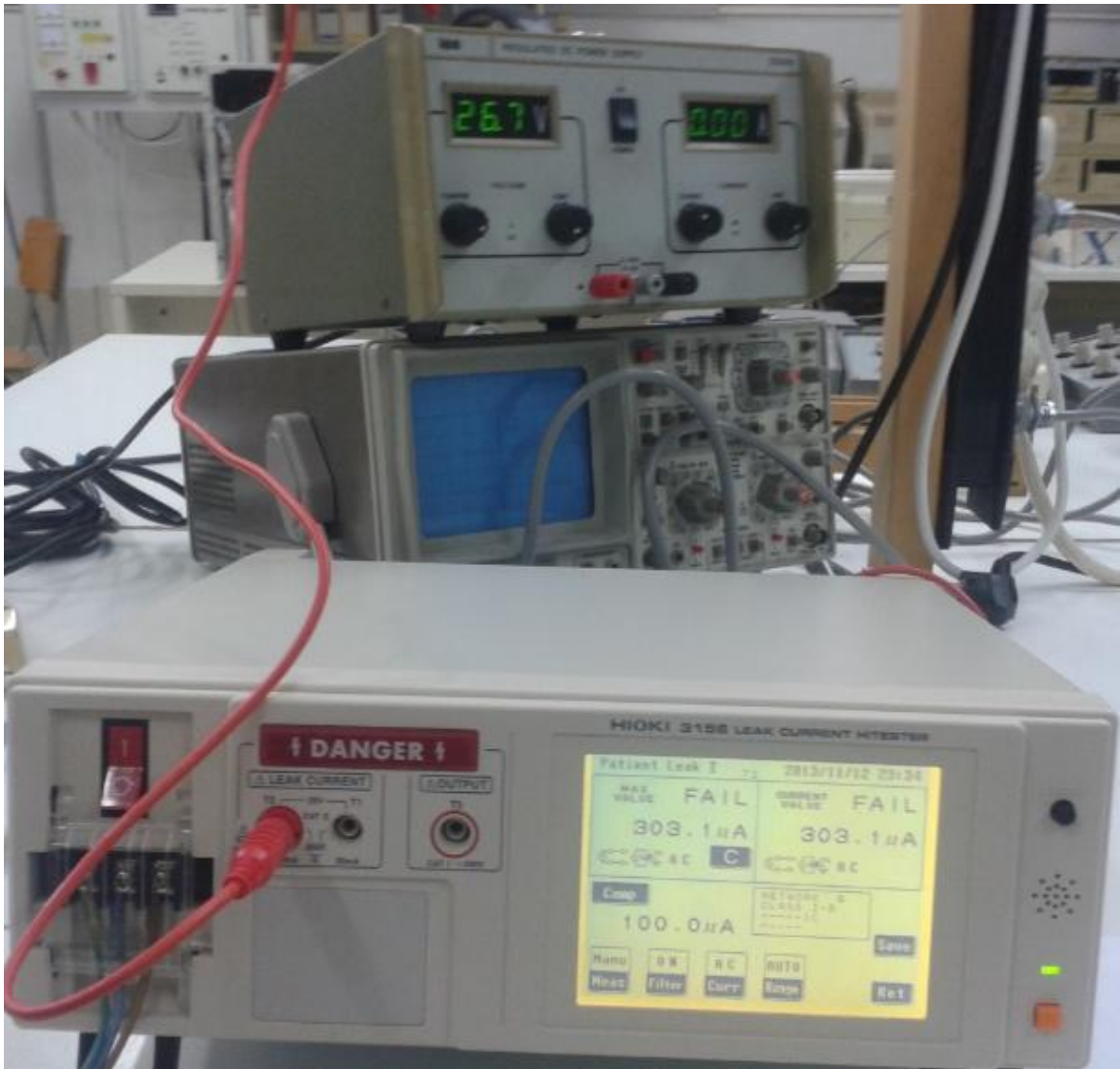
6.1.3. Δοκιμή τροφοδοτικού

α) σε *Earth Leak*

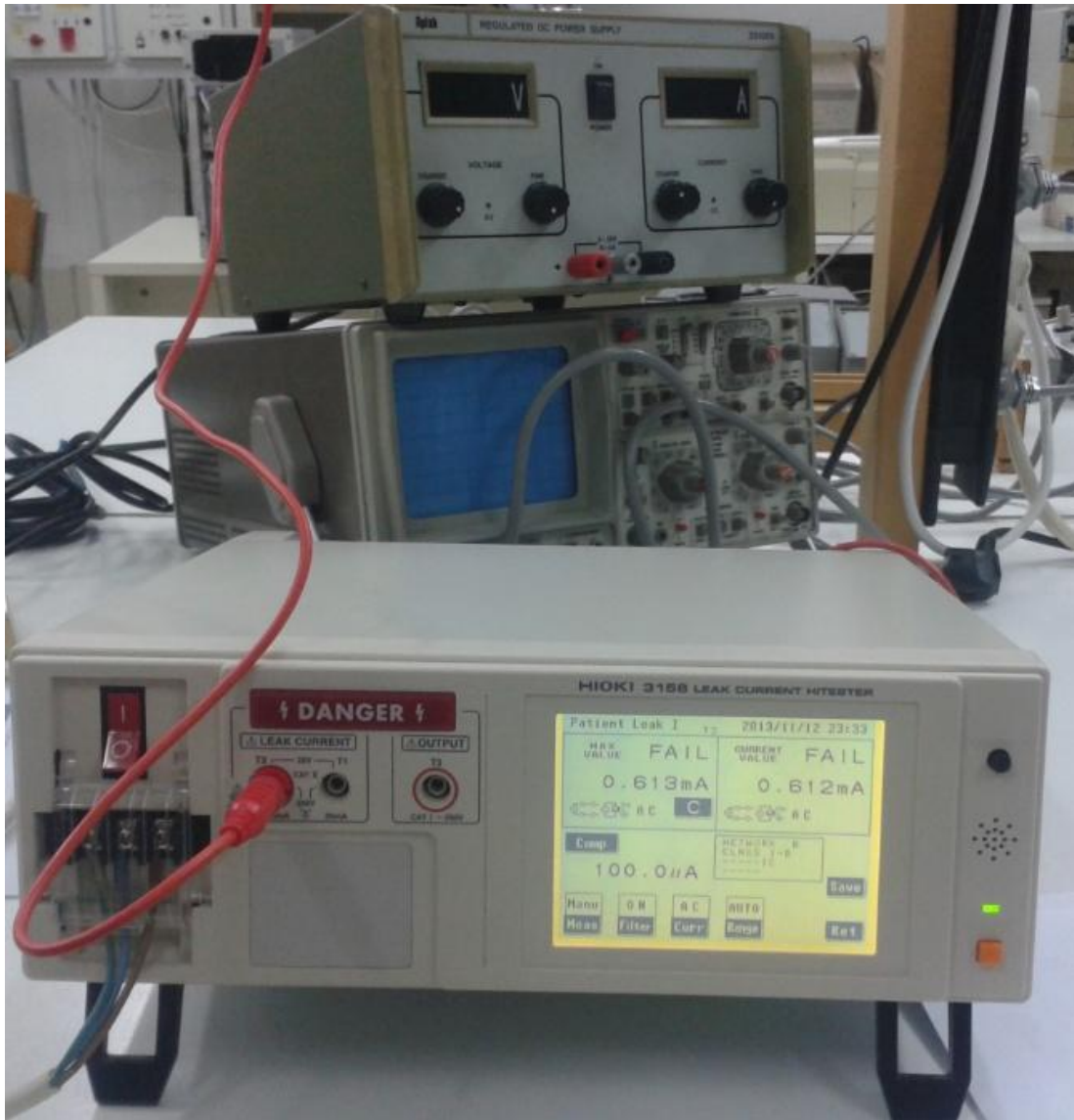
Π Ι Ν Α Κ Α Σ 17		
Δοκιμή τροφοδοτικού		
Τύπος μετρούμενου ρεύματος διαρροής	Earth Leak	
Κύκλωμα μετρήσεων	Network B	
Κλάση συσκευής	Class I	
Κατάσταση συσκευής	Θέση συσκευής "ON"	Θέση συσκευής "OFF"
Τρέχουσα μετρούμενη τιμή	4.12µA	3.94µA
Μέγιστη τιμή	4.12µA	3.96µA
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή	1mA	1mA
Αποτέλεσμα δοκιμής	PASS	PASS

β) σε *Patient Leak I*

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 18		
Δοκιμή τροφοδοτικού		
Τύπος μετρούμενου ρεύματος διαρροής	Patient Leak I	
Κύκλωμα μετρήσεων	Network B	
Κλάση συσκευής	Class I	
Κατάσταση συσκευής	Θέση συσκευής "ON"	Θέση συσκευής "OFF"
Τρέχουσα μετρούμενη τιμή	303.1µA	0.612mA
Μέγιστη τιμή	303.1µA	0.613mA
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή	100µA	100µA
Αποτέλεσμα δοκιμής	FAIL	FAIL



Σχ. 69 (δοκιμή τροφοδοτικού για θέση "ON")



Σχ. 70 (δοκιμή τροφοδοτικού για θέση "OFF")

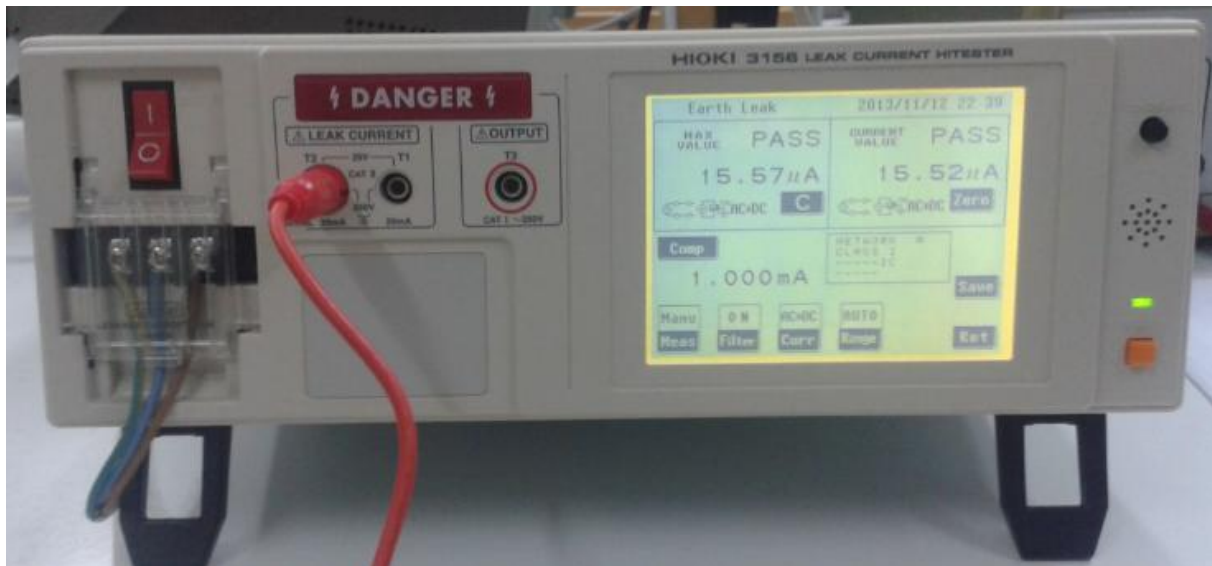


Σχ. 71 (αποτελέσματα δοκιμής τροφοδοτικού για θέση "OFF")

6.1.4. Δοκιμή κοφλέρ

α) σε *Earth Leak*

ΠΙΝΑΚΑΣ 19		
Δοκιμή κοφλέρ		
Τύπος μετρούμενου ρεύματος διαρροής	Earth Leak	
Κύκλωμα μετρήσεων	Network A	
Κλάση συσκευής	Class I	
Κατάσταση συσκευής	Θέση συσκευής "ON"	Θέση συσκευής "OFF"
Τρέχουσα μετρούμενη τιμή	51.2μΑ	15.52μΑ
Μέγιστη τιμή	51.2μΑ	15.57μΑ
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή	1mA	1mA
Αποτέλεσμα δοκιμής	PASS	PASS



Σχ. 72 (αποτελέσματα δοκιμής κοφλέρ για θέση "OFF")



Σχ. 73 (αποτελέσματα δοκιμής κοφλέρ για θέση "ON")

β) σε Patient Leak I

Π Ι Ν Α Κ Α Σ 20		
Δοκιμή κοφλέρ		
Τύπος μετρούμενου ρεύματος διαρροής	Patient Leak I	
Κύκλωμα μετρήσεων	Network A	
Κλάση συσκευής	Class I (applied part C)	
Κατάσταση συσκευής	Θέση συσκευής "ON"	Θέση συσκευής "OFF"
Τρέχουσα μετρούμενη τιμή	36.48μΑ	23.20μΑ
Τρέχουσα μετρούμενη τιμή με χέρι (επαφή)	37.50μΑ	24.14μΑ
Μέγιστη τιμή	36.46μΑ	23.89μΑ
Μέγιστη τιμή με χέρι (επαφή)	37.50μΑ	24.20μΑ
Μέγιστη επιτρεπόμενη τιμή	100μΑ	100μΑ
Αποτέλεσμα δοκιμής	PASS	PASS



Σχ. 74 (δοκιμή κοφλέρ για θέση "ON" με επαφή χεριού)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) Instruction manual HIOKI LEAK CURRENT HiTESTER 3156
- 2) User's Guide HIOKI LEAK CURRENT HiTESTER 3156
- 3) Διπλωματική Εργασία "ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΙΑΤΡΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ", Σακκάς Ι. Δημήτριος, Αθήνα Μάρτιος 2003
- 4) http://www.601help.com/Basic_Concepts/b_bf_or_cf.html. "The Medical Device Developer's Guide to IEC 606001-1", Applied Part: Type B, BF or CF
- 5) http://www.601help.com/Other_601_Standards/other_601_standards.html. "The Medical Device Developer's Guide to IEC 606001-1", lists all of the IEC 60601-1-X standards
- 6) IEC, IEC 601-1 Part 1: General requirements for safety, International Electrotechnical Commission Geneva, Switzerland 1988
- 7) IEC, IEC 601-1 Part 1: General requirements for safety Amendment No1, International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland 1991
- 8) IEC, IEC 601-1 Part 1: General requirements for safety Amendment No2, International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland 1995
- 9) IEC, IEC 601-1-1 Part 1: General requirements for safety 1. Collateral Standard: Safety requirements for medical electrical systems, International Electrotechnical Commission, Geneva, Switzerland 1991
- 10) BS EN 60990:2000, IEC 60990:1999 "Methods of measurement of touch current and protective conductor current"
- 11) http://www.cenelec.eu/dyn/www/f?p=104:110:2843760040761180:::FSP_PROJECT,FS_P_LANG_ID:7786,25