

# ΔΟΚΙΜΕΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΟ ΠΡΟΤΥΠΟ ΕΛΟΤ HD 384

Α. Οικονόμου     Γ.Π. Φώτης  
Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΣΠΑΙΤΕ

## Περίληψη

Ο Κανονισμός Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ) που ίσχυε από το 1955 έπαψε να ισχύει το 2004, οπότε και αντικαταστάθηκε από το ευρωπαϊκό Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384, ορίζοντας ένα διετές μεταβατικό στάδιο στο οποίο ίσχυαν ταυτόχρονα ο ΚΕΗΕ και το νέο Πρότυπο. Από το 2006 ο ΚΕΗΕ έπαψε να ισχύει και το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 έγινε υποχρεωτικό για τη μελέτη, την κατασκευή και τον έλεγχο νέων εγκαταστάσεων. Ο έλεγχος περιλαμβάνει ένα πλήθος δοκιμών και οπτικών επιθεωρήσεων. Πρόσφατος νόμος του 2011 επικαιροποίησε την Υπεύθυνη Δήλωση Εγκαταστάτη (ΥΔΕ), που διενεργείται για τον έλεγχο και επανέλεγχο της εκάστοτε ηλεκτρικής εγκατάστασης και κατατίθεται στην ηλεκτρική επιχείρηση διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, ορίζοντας τη μορφή και το περιεχόμενο της Έκθεσης Παράδοσης και των Πρωτοκόλλων Ελέγχων της εγκατάστασης. Στο παρόν άρθρο αναφέρονται τα χρονικά διαστήματα ελέγχων και επανελέγχων, παρουσιάζεται συνοπτικά η νέα ΥΔΕ, ενώ δίνεται ιδιαίτερο βάρος στην παρουσίαση των δοκιμών και των ελέγχων, που πρέπει να γίνονται σύμφωνα με το ΕΛΟΤ HD 384 και περιλαμβάνονται στην νέα ΥΔΕ.

*Λέξεις-Κλειδιά:* Έλεγχοι, Νέα Υπεύθυνη Δήλωση Εγκαταστάτη (ΥΔΕ), εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384.

## Abstract

*The regulation for the internal electrical installations that was in use since 1955 was replaced in 2004 by the European Standard ELOT HD 384. There was a transient two years period where these two norms were valid, at the same time, and from 2006 the European Standard ELOT HD 384 is the only valid regulation for the study, construction or inspection of any new electrical installation. The inspection includes a number of tests and optical inspections. A recent 2011 law modified the existing electrical installation report's form that is compulsory to be filled in for every electrical installation either new or old, before it is connected to the distribution network. In this paper the five parts of the new protocol are presented, while the tests and measurements that need to be performed are presented analytically.*

*Keywords:* Inspection, technical report, electrical installation, Standard HD 384.

## 1. Εισαγωγή

Έως το 2004 τα θέματα, που αφορούσαν τις ηλεκτρικές εγκαταστάσεις τις ρύθμιζε ο Κανονισμός Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ, 1955), που ίσχυε από το 1955. Τον Μάρτιο του 2004 τέθηκε σε ισχύ Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ 4709/Β'5.3.2004), η οποία αντικατέστησε τον παλιό ΚΕΗΕ με το ευρωπαϊκό Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 (ΕΛΟΤ HD 384, 2004), ορίζοντας ένα διετές μεταβατικό στάδιο στο οποίο ίσχυαν ταυτόχρονα ο ΚΕΗΕ και το νέο Πρότυπο. Από το 2006 ο ΚΕΗΕ έπαψε να

Α. Οικονόμου, Γ.Π. Φώτης Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΣΠΑΙΤΕ  
Δοκιμές και έλεγχοι εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

4<sup>ο</sup> Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας  
Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου  
Αθήνα, 3-4 Φεβρουαρίου 2012

ισχύει και το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 έγινε υποχρεωτικό για τη μελέτη, την κατασκευή και τον έλεγχο νέων εγκαταστάσεων (ΦΕΚ Β 1222Β/Β/6.9.2006).

Με πρόσφατο νόμο του 2011 επικαιροποιήθηκε η Υπεύθυνη Δήλωση Εγκαταστάτη (ΥΔΕ), που διενεργείται για τον έλεγχο και επανέλεγχο της εκάστοτε ηλεκτρικής εγκατάστασης και κατατίθεται στην ηλεκτρική επιχείρηση διανομής ηλεκτρικής ενέργειας (ΦΕΚ 844/16.5.2011). Επίσης, ο νόμος αυτός ορίζει τη μορφή και το περιεχόμενο της Έκθεσης Παράδοσης και των Πρωτοκόλλων Ελέγχων της εγκατάστασης. Στο παρόν άρθρο παρουσιάζεται συνοπτικά η νέα ΥΔΕ, ενώ δίνεται ιδιαίτερο βάρος στην παρουσίαση των δοκιμών και των ελέγχων, που πρέπει να γίνονται.

## **2. Η νέα Υπεύθυνη Δήλωση Εγκαταστάτη (ΥΔΕ)**

Στην νέα ΥΔΕ (ΦΕΚ 844/16.5.2011) περιλαμβάνονται όλα τα νέα δεδομένα που έχουν προκύψει στην ελληνική ηλεκτρολογική νομοθεσία. Από την 01.11.2011 οι ΥΔΕ που εκδίδονται πρέπει να είναι μόνο νέες. Η νέα ΥΔΕ αποτελείται από πέντε μέρη:

1. Το βασικό έντυπο
2. Τα πρωτόκολλα ελέγχου με βάση το ΕΛΟΤ HD 384 και με βάση τον ΚΕΗΕ
3. Την έκθεση παράδοσης
4. Τα μονογραμμικά σχέδια της εγκατάστασης
5. Τα μονογραμμικά σχέδια των πινάκων

Το κύριο βάρος των ελέγχων στην παρούσα εργασία δίνεται στο πρωτόκολλο ελέγχου της ηλεκτρικής εγκατάστασης, το οποίο και περιλαμβάνει τις μετρήσεις και τις δοκιμές των κυκλωμάτων της εγκατάστασης.

### **2.1 Το πρωτόκολλο ελέγχου της ηλεκτρικής εγκατάστασης**

Στο πρωτόκολλο ελέγχου της ηλεκτρικής εγκατάστασης με βάση το ΕΛΟΤ HD 384 ή τον ΚΕΗΕ (υπάρχουν δύο έντυπα και ανάλογα με το έτος κατασκευής της εγκατάστασης συμπληρώνεται το κατάλληλο), αφού οριστεί η κατηγορία της εγκατάστασης, καθώς και η αιτία ελέγχου (τροποποίηση, επέκταση, αλλαγή κατηγορίας), καταγράφονται τα αποτελέσματα των οπτικών ελέγχων και των δοκιμών. Μεταξύ αυτών είναι το είδος και η τιμή της αντίστασης γείωσης, καθώς και οι τιμές από τις διεξαχθείσες μετρήσεις ανά κύκλωμα.

## **3. Δοκιμές και έλεγχοι σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384**

### **3.1 Πότε πρέπει να γίνεται έλεγχος και επανέλεγχος των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων**

Σε Υπουργική Απόφαση (ΦΕΚ 4709/Β' /5.3.2004) καθορίζονται αναλυτικά τα χρονικά διαστήματα των επανελέγχων:

- Για τις κατοικίες και ανάλογους χώρους τουλάχιστον κάθε 14 χρόνια
- Για κλειστούς επαγγελματικούς χώρους χωρίς εύφλεκτα υλικά τουλάχιστον κάθε 7 χρόνια
- Για κλειστούς επαγγελματικούς χώρους με εύφλεκτα υλικά τουλάχιστον κάθε 2 χρόνια
- Για χώρους ψυχαγωγίας & συνάθροισης κοινού τουλάχιστον κάθε 1 χρόνο
- Για επαγγελματικές εγκαταστάσεις στο ύπαιθρο τουλάχιστον κάθε 1 χρόνο και σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης πριν από την επανασύνδεση

Λ. Οικονόμου, Γ.Π. Φώτης Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΣΠΑΙΤΕ  
Δοκιμές και έλεγχοι εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

4<sup>ο</sup> Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας  
Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου  
Αθήνα, 3-4 Φεβρουαρίου 2012

- Για όλες τις παραπάνω κατηγορίες εφόσον προκύπτει αλλαγή χρήστη ή αλλαγή χρήσης της εγκατάστασης
- Για όλες τις παραπάνω κατηγορίες εφόσον η εγκατάσταση πληγεί από θεομηνίες
- Μετά από σοβαρά ατυχήματα ή συμβάντα (πυρκαγιά, ηλεκτροπληξία)
- Μετά από καταγγελία φυσικών ή νομικών προσώπων

### 3.2 Είδη ελέγχων

Στο Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 διακρίνονται τα παρακάτω είδη ελέγχων:

Αρχικός έλεγχος: Θα πρέπει να γίνεται μετά την αποπεράτωση της κατασκευής κάθε ηλεκτρικής εγκατάστασης πριν να τεθεί σε λειτουργία από το χρήστη για να διαπιστωθεί ότι έχουν τηρηθεί οι απαιτήσεις του Προτύπου ΕΛΟΤ HD 384.

Έλεγχος μετά από επεκτάσεις ή τροποποιήσεις: Θα πρέπει να γίνεται μετά την αποπεράτωση των σχετικών εργασιών και πριν να τεθεί σε λειτουργία η επέκταση ή το τροποποιημένο τμήμα της εγκατάστασης. Σκοπός του ελέγχου θα πρέπει να είναι η διαπίστωση ότι το τμήμα που αποτελεί την επέκταση ή που έχει τροποποιηθεί είναι σύμφωνο με τα οριζόμενα από το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384, ενώ στην περίπτωση τροποποίησης να διαπιστωθεί ότι η προϋπάρχουσα εγκατάσταση δεν έχει υποστεί εξαιτίας της επέκτασης ή της τροποποίησης καμία μείωση του παρεχόμενου βαθμού ασφαλείας.

Επανάλεγχος: Θα πρέπει να γίνεται είτε σε τακτά χρονικά διαστήματα, οριζόμενα ανάλογα με τη χρήση, είτε έκτακτα όταν αυτό κρίνεται απαραίτητο.

### 3.3 Τι περιλαμβάνει ο έλεγχος και ο επανέλεγχος των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων

Ο έλεγχος και ο επανέλεγχος των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων περιλαμβάνει:

Οπτική επιθεώρηση: Σύμφωνα με την §61.3.2 του Προτύπου ΕΛΟΤ HD 384 είναι η διερεύνηση της ηλεκτρικής εγκατάστασης, με την έννοια της διαπίστωσης της σωστής επιλογής των υλικών και της σωστής συγκρότησης της. Η οπτική επιθεώρηση πρέπει να προηγείται των δοκιμών και των μετρήσεων και πρέπει, κανονικά, να πραγματοποιείται με ολόκληρη την εγκατάσταση εκτός τάσης.

Η οπτική επιθεώρηση σύμφωνα με την επικαιροποιημένη ΥΔΕ και σύμφωνα με το ΕΛΟΤ HD 384 πρέπει να περιλαμβάνει την εξακρίβωση των ακόλουθων:

- Έλεγχος των μέτρων προστασίας από ηλεκτροπληξία
- Έλεγχος των μέτρων προστασίας από πυρκαγιά
- Έλεγχος επιλογής διατομών αγωγών
- Έλεγχος ορθότητας επιλογής και εγκατάστασης των διατάξεων προστασίας
- Έλεγχος οργάνων διακοπής και απομόνωσης
- Έλεγχος επιλογής υλικών με βάση τις εξωτερικές επιδράσεις
- Έλεγχος δυνατότητας αναγνώρισης αγωγών N & PE
- Έλεγχος αναγνώρισης κυκλωμάτων
- Έλεγχος ύπαρξης κύριας και συμπληρωματικών ισοδυναμικών συνδέσεων
- Έλεγχος σχεδίων, διαγραμμάτων και πινακίδων δοκιμής RCD
- Έλεγχος επάρκειας συνδέσεων αγωγών
- Έλεγχος δυνατότητας πρόσβασης και χειρισμών

Λ. Οικονόμου, Γ.Π. Φώτης Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΣΠΑΙΤΕ  
Δοκιμές και έλεγχοι εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

Μετρήσεις και δοκιμές: Το στάδιο αυτό γίνεται αφού έχει προηγηθεί η οπτική επιθεώρηση, κατά το οποίο επιβεβαιώνεται η σωστή λειτουργία των μέσων προστασίας της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Με τη χρήση κατάλληλων οργάνων γίνεται η μέτρηση των τιμών και η αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που δεν είναι εφικτό να διαπιστωθούν από την οπτική επιθεώρηση.

Τεκμηρίωση: Αυτός ο οποίος διενεργεί τον έλεγχο ή τον επανέλεγχο της εγκατάστασης αξιολογεί τα αποτελέσματα των δοκιμών και των μετρήσεων και τελικά αποφαινεται αν η εγκατάσταση είναι κατάλληλη ή όχι και αν όχι τι βελτιώσεις πρέπει να γίνουν. Τα συμπεράσματά του τα αναγράφει στο πρωτόκολλο ελέγχου της νέας ΥΔΕ.

#### **4. Μετρήσεις και δοκιμές**

Οι μετρήσεις και δοκιμές οι οποίες πρέπει να γίνονται σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 είναι οι ακόλουθες:

1. Μέτρηση της αντίστασης γείωσης
2. Εξακρίβωση συνέχειας αγωγού προστασίας και συνδέσεων κύριας και συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης
3. Μέτρηση της σύνθετης αντίστασης του βρόχου σφάλματος
4. Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης ηλεκτρικής εγκατάστασης
5. Δοκιμή λειτουργίας διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος

##### **4.1 Μέτρηση της αντίστασης γείωσης**

Αντίσταση γείωσης για ένα ηλεκτρόδιο ή ένα σύστημα γείωσης ορίζεται η αντίστασή του ως προς την άπειρη γη. Ως άπειρη γη θεωρείται ένα σημείο στην επιφάνεια του εδάφους σε άπειρη απόσταση από το γειωτή όπου θεωρείται ότι το δυναμικό του κατά την έγχυση του ρεύματος στο γειωτή είναι μηδέν. Στην πράξη η απόσταση αυτή είναι 5-10 φορές της μεγαλύτερης διάστασης του γειωτή.

##### **4.1.1 Διαδικασία εκτέλεσης δοκιμής για τη μέτρηση της αντίστασης γείωσης**

Μεταξύ του προς μέτρηση ηλεκτροδίου γείωσης  $T$  και ενός βοηθητικού ηλεκτροδίου γείωσης  $T_1$  τοποθετημένου σε τέτοια απόσταση από το  $T$ , ώστε να μην αλληλεπικαλύπτονται οι περιοχές επιρροής τους (τρόπος εξακρίβωσης περιγράφεται πιο κάτω), διοχετεύεται εναλλασσόμενο ρεύμα σταθερής τιμής  $I$  (Σχήμα 1).

Ένα δεύτερο βοηθητικό ηλεκτρόδιο γείωσης  $T_2$ , που μπορεί να είναι ένας μεταλλικός πάσσαλος που εμπηγνύεται στο έδαφος, τοποθετείται στο μέσο του διαστήματος μεταξύ  $T$  και  $T_1$  και μετριέται η τάση  $U$  μεταξύ  $T$  και  $T_2$ .

Η αντίσταση γείωσης  $R_T$  της  $T$  είναι:

$$R_T = \frac{U}{I} \quad (1)$$

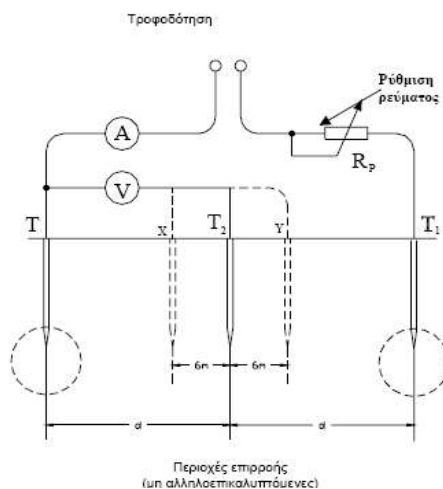
υπό την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχει αλληλοεπικάλυψη των περιοχών επιρροής.

Για να εξακριβωθεί ότι οι περιοχές επιρροής δεν αλληλεπικαλύπτονται, πραγματοποιούνται δύο ακόμη μετρήσεις με μετακίνηση του δεύτερου βοηθητικού ηλεκτροδίου γείωσης  $T_2$  κατά περίπου 6 m πιο μακριά και κατά περίπου 6 m μέτρα πιο κοντά προς τη γείωση  $T$ . Αν τα αποτελέσματα αυτών των τριών μετρήσεων ουσιαστικά

Λ. Οικονόμου, Γ.Π. Φώτης Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΣΠΑΙΤΕ

Δοκιμές και έλεγχοι εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

συμπίπτουν, λαμβάνεται ως αντίσταση της γείωσης T ο μέσος όρος των τριών τιμών. Αλλιώς επαναλαμβάνονται οι μετρήσεις με αυξημένη την απόσταση μεταξύ T και T<sub>1</sub>.



Σχήμα 1. Διάταξη μέτρησης συστήματος γείωσης με τη χρήση δύο βοηθητικών ηλεκτροδίων (ΕΛΟΤ HD 384, 2004)

#### 4.2 Εξακρίβωση συνέχειας αγωγού προστασίας και συνδέσεων κύριας και συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης

Σκοπός της δοκιμής είναι η εξακρίβωση της συνέχειας των αγωγών προστασίας και των συνδέσεων κύριας και συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης. Η δοκιμή διεξάγεται μεταξύ κύριων μπαρών γείωσης και εκτιθέμενων μεταλλικών μερών (γείωση ρευματοδοτών, διακόπτες, σωληνώσεις, αντικεραυνική προστασία, κλπ).

Γενικά η αντίσταση των αγωγών PE (PEN) πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερης τιμής και να είναι σύμφωνη με τη διατομή και το μήκος τους σύμφωνα με τη σχέση:

$$R_{CON} = \rho \frac{l}{S} \quad (2)$$

όπου:

R<sub>CON</sub> είναι η αντίσταση του αγωγού,

ρ είναι η ειδική αντίσταση του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένος ο αγωγός (για το Cu είναι ίση με 0.0172 Ωmm<sup>2</sup>/m),

l είναι το μήκος του αγωγού (σε m) και

S είναι η διατομή του αγωγού (σε mm<sup>2</sup>).

Στην περίπτωση που η αντίσταση του αγωγού είναι μεγαλύτερης τιμής από την εκτιμώμενη (της τάξης των kΩ) τότε υπάρχει κάποιο πρόβλημα σύνδεσης και πρέπει να ελεγχθεί το συγκεκριμένο τμήμα της εγκατάστασης. Η συνέχεια των αγωγών εξακριβώνεται με χρήση μιας πηγής που συνιστάται από το Πρότυπο να έχει εν κενώ τάση μεταξύ 4 V και 24 V ac ή dc και με ρεύμα τουλάχιστον 0,2 A. Η μέτρηση πρέπει να πραγματοποιηθεί αφού έχει αποσυνδεθεί η κεντρική παροχή της εγκατάστασης.

#### 4.3 Μέτρηση της σύνθετης αντίστασης του βρόχου σφάλματος

Σκοπός της δοκιμής είναι η μέτρηση της σύνθετης αντίστασης του βρόχου σφάλματος για

Λ. Οικονόμου, Γ.Π. Φώτης Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΣΠΑΙΤΕ

Δοκιμές και έλεγχοι εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

4<sup>ο</sup> Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας

Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

Αθήνα, 3-4 Φεβρουαρίου 2012

συστήματα σύνδεσης γείωσης TN (ουδετέρωση) ή TT (άμεση γείωση). Με τη δοκιμή αυτή ελέγχεται αν οι διατάξεις προστασίας υπερέντασης ή/και διαφορικού ρεύματος λειτουργούν ικανοποιητικά.

#### 4.3.1 Βρόχος σφάλματος

Σκοπός της δοκιμής είναι η μέτρηση της σύνθετης αντίστασης του βρόχου σφάλματος για συστήματα σύνδεσης γείωσης TN (ουδετέρωση) ή TT (άμεση γείωση). Η αντίσταση του βρόχου σφάλματος  $Z_{\beta\rho}$  στην περίπτωση που το σύστημα τροφοδότησης είναι TN (σχήμα 2(α)) είναι:

$$Z_{\beta\rho} = Z_L + R_{PE} + Z_T \quad (3)$$

Ενώ στην περίπτωση που το σύστημα τροφοδότησης είναι TT (σχήμα 2(β)) είναι:

$$Z_{\beta\rho} = Z_T + Z_L + R_{EH} + R_{PEH} + R_{ED} \quad (4)$$

όπου:

$Z_T$  είναι η σύνθετη αντίσταση του δευτερεύοντος του Μ/Σ ισχύος,

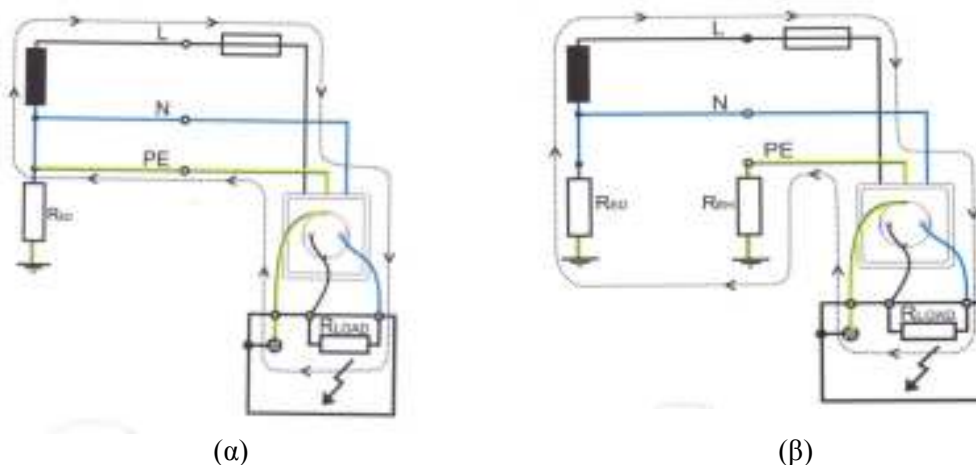
$Z_L$  είναι η σύνθετη αντίσταση του αγωγού φάσης από την πηγή ως το σφάλμα,

$R_{PE}$  είναι η αντίσταση του αγωγού προστασίας από το σφάλμα ως την πηγή,

$R_{EH} + R_{PEH}$  είναι η αντίσταση γείωσης της εγκατάστασης με τον αγωγό PE από το σφάλμα ως το σημείο γείωσης, και

$R_{ED}$  είναι η αντίσταση γείωσης του Μ/Σ ισχύος.

Προκύπτει ο πίνακας 1 για τη μέγιστη αντίσταση του  $Z_{\beta\rho}$  διαφόρων τύπων ρελέ.



Σχήμα 2. (α) Βρόχος σφάλματος σε σύστημα τροφοδότησης TN και (β) Βρόχος σφάλματος σε σύστημα τροφοδότησης TT (Metrel, 2010)

Όταν ένα κύκλωμα προστατεύεται από ρελέ διαφυγής τότε θα πρέπει να ισχύει η ακόλουθη συνθήκη (βλ. Πίνακα 1):

$$Z_{\beta\rho} < \frac{U_{CL}}{I_{\Delta N}} \quad (5)$$

όπου:

$U_{CL}$  είναι η τάση επαφής,

$Z_{\beta\rho}$  είναι η τιμή της αντίστασης του βρόχου σφάλματος και

$I_{\Delta N}$  είναι το διαφορικό ρεύμα στο οποίο ενεργοποιείται το ρελέ διαφυγής.

Λ. Οικονόμου, Γ.Π. Φώτης Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΣΠΑΙΤΕ

Δοκιμές και έλεγχοι εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

4<sup>ο</sup> Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας

Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

Αθήνα, 3-4 Φεβρουαρίου 2012

Πίνακας 1 Μέγιστη αντίσταση του βρόχου σφάλματος για διάφορους τύπους ρελέ

Τάση επαφής (V)	Ονομαστικό διαφορικό ρεύμα $I_{\Delta N}$ (A)					
	0,01	0,03	0,1	0,3	0,5	1
50	5000	1666	500	166	100	50
25	2500	833	250	83	50	25

Όταν ένα κύκλωμα προστατεύεται από ασφάλεια τότε θα πρέπει:

$$I_{SC} Z_{\beta\rho} \leq U_o \quad (6)$$

όπου:

$U_o$  είναι η ονομαστική τάση μεταξύ φάσης και γης,

$Z_{\beta\rho}$  είναι η τιμή της αντίστασης του βρόχου σφάλματος, και

$I_{SC}$  είναι το ρεύμα που προκαλεί την αυτόματη λειτουργία της διάταξης προστασίας.

### Μέθοδος 1: Μέτρηση της σύνθετης αντίστασης του βρόχου σφάλματος μέσω πτώσης τάσης

Η συνδεσμολογία φαίνεται στο σχήμα 3(α). Η τάση του εξεταζόμενου κυκλώματος μετριέται με και χωρίς τη σύνδεση μιας μεταβλητής αντίστασης φορτίου και η σύνθετη αντίσταση του βρόχου σφάλματος υπολογίζεται από τον τύπο:

$$Z_{\beta\rho} = \frac{U_1 - U_2}{I_R} \quad (7)$$

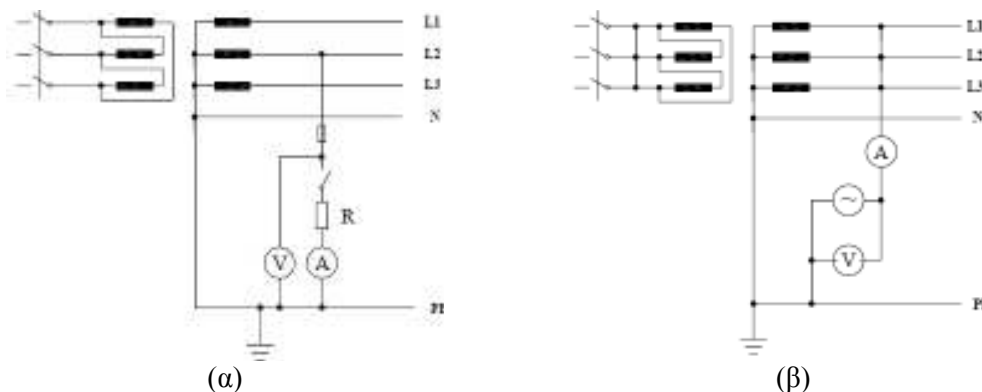
όπου:

$Z_{\beta\rho}$  είναι η σύνθετη αντίσταση του βρόχου σφάλματος,

$U_1$  είναι η τάση που μετριέται χωρίς τη σύνδεση της αντίστασης φορτίου,

$U_2$  είναι η τάση που μετριέται με συνδεδεμένη την αντίσταση φορτίου, και

$I_R$  είναι το ρεύμα που διέρχεται από την αντίσταση φορτίου.



Σχήμα 3. α) Συνδεσμολογία για μέτρηση της  $Z_{\beta\rho}$  μέσω της πτώσης τάσης (ΕΛΟΤ HD 384, 2004) και β) Συνδεσμολογία για μέτρηση της  $Z_{\beta\rho}$  με τροφοδότηση από μια ανεξάρτητη πηγή (ΕΛΟΤ HD 384, 2004)

### Μέθοδος 2: Μέτρηση της σύνθετης αντίστασης του βρόχου σφάλματος με τροφοδότηση από μια ανεξάρτητη πηγή

Η συνδεσμολογία παρουσιάζεται στο σχήμα 3(β). Η μέτρηση γίνεται αφού αποσυνδεθεί η κανονική τροφοδότηση και βραχυκυκλωθεί το πρωτεύον του μετασχηματιστή. Η μέθοδος

Λ. Οικονόμου, Γ.Π. Φώτης Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΣΠΑΙΤΕ

Δοκιμές και έλεγχοι εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

4<sup>ο</sup> Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας

Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

Αθήνα, 3-4 Φεβρουαρίου 2012

χρησιμοποιεί την τάση που προέρχεται από μια ανεξάρτητη πηγή. Η σύνθετη αντίσταση του βρόχου σφάλματος υπολογίζεται από τον τύπο:

$$Z_{\beta\rho} = \frac{U}{I} \quad (8)$$

όπου:

$Z_{\beta\rho}$  είναι η σύνθετη αντίσταση του βρόχου σφάλματος,

$U$  είναι η μετρούμενη τάση, και

$I$  είναι το μετρούμενο ρεύμα.

#### 4.4 Μέτρηση της αντίστασης μόνωσης ηλεκτρικής εγκατάστασης

Η αντίσταση μόνωσης της ηλεκτρικής εγκατάστασης μετράται μεταξύ του κάθε ενεργού αγωγού και του ουδέτερου ή της γης. (L-N, L-PE), καθώς και μεταξύ ουδέτερου και γης (N-PE). Η αντίσταση μόνωσης μετράται με συνεχή τάση, όπως δίνεται στον πίνακα 61-A του Προτύπου. Η μέτρηση θεωρείται ικανοποιητική εάν κάθε κύκλωμα με αποσυνδεδεμένες τις συσκευές κατανάλωσης έχει αντίσταση μόνωσης τουλάχιστον ίση με αυτές του πίνακα 61-A του Προτύπου (βλ. Πίνακα 2).

Πίνακας 2 Τάση δοκιμής συνεχούς ρεύματος και ελάχιστη αντίσταση μόνωσης σύμφωνα με, ανάλογα με την ονομαστική τάση κυκλώματος σύμφωνα με το Πρότυπο HD 384

Ονομαστική τάση κυκλώματος (V)	Τάση δοκιμής συνεχούς ρεύματος (V)	Ελάχιστη αντίσταση μόνωσης (MΩ)
SELV & PELV	250	0,25
Μέχρι 500 V, με εξαίρεση	500	0,5
Πάνω από 500 V	1000	1,0

#### 4.5 Δοκιμή λειτουργίας διατάξεων προστασίας διαφορικού ρεύματος

Ένα ρελέ ελέγχει αν το άθροισμα των ρευμάτων των τριών φάσεων ισούται με το ρεύμα του ουδέτερου, δηλαδή αν  $I_{L1} + I_{L2} + I_{L3} - I_N = 0$ . Αν πάψει να ισχύει η ισότητα και εντοπιστεί διαφορικό ρεύμα άνω των 30 mA το ρελέ πρέπει να ενεργοποιηθεί. Υπάρχουν 3 διαφορετικά είδη ρελέ διαφυγής:

Τύπου AC: Προστατεύει από ρεύματα διαρροής μόνο εναλλασσομένου ρεύματος

Τύπου A: Προστατεύει από ρεύματα διαρροής εναλλασσομένου ρεύματος και από ρεύματα διαρροής ανορθωμένου ρεύματος

Τύπου B: Προστατεύει από ρεύματα διαρροής οποιουδήποτε είδους συμπεριλαμβανομένων και των ρευμάτων διαρροής εξομαλυμένων συνεχών ρευμάτων.

Για την ενεργοποίηση του ρελέ διαφυγής κατά τη δοκιμή χρησιμοποιείται ένα συνεχώς αυξανόμενο ρεύμα και η δοκιμή είναι επιτυχής αν το ρελέ ενεργοποιηθεί σε διαφορετικά ρεύματα όπως αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 3.

##### 4.5.1 Διαδικασία εκτέλεσης δοκιμής

Οι μέθοδοι που περιγράφονται αποτελούν παραδείγματα και δεν αποκλείεται η χρήση μιας άλλης μεθόδου, εφόσον παρέχει εξίσου αξιόπιστα αποτελέσματα.

Λ. Οικονόμου, Γ.Π. Φώτης Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΣΠΑΙΤΕ

Δοκιμές και έλεγχοι εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

4<sup>ο</sup> Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας

Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου

Αθήνα, 3-4 Φεβρουαρίου 2012



Πίνακας 3 Διαφορικό ρεύμα δοκιμής για διάφορους τύπους ρελέ διαφυγής (Metrel, 2010)

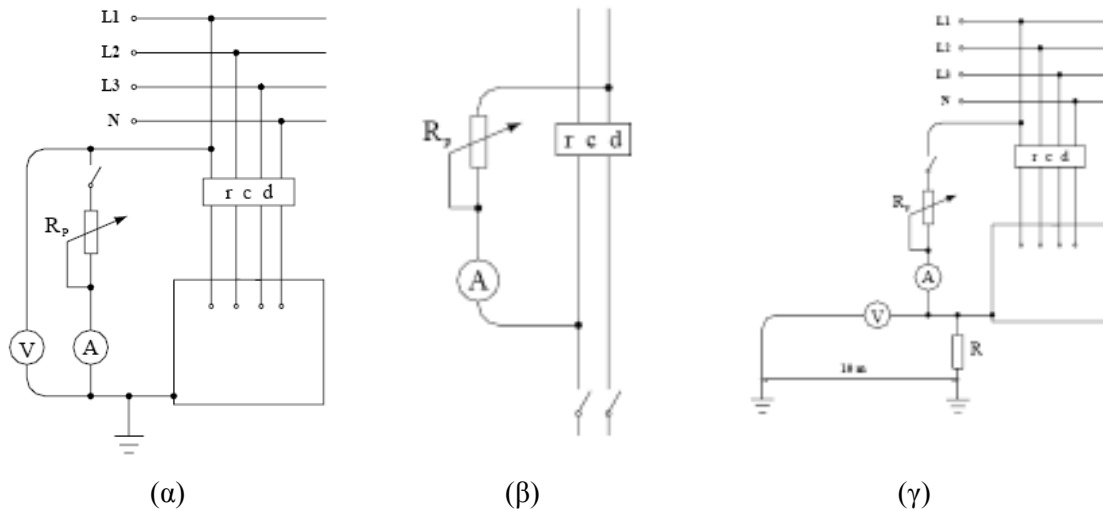
Τύπος ρελέ	Εύρος τιμών		Κυματομορφή
	Αρχική τιμή	Τελική τιμή	
AC	$0,2 I_{\Delta N}$	$I_{\Delta N}$	Ημίτονο
A ( $I_{\Delta N} \geq 30 \text{ mA}$ )	$0,35 I_{\Delta N}$	$1,4 I_{\Delta N}$	
B	$0,5 I_{\Delta N}$	$2 I_{\Delta N}$	Παλμός

### Μέθοδος 1

Η αρχή αυτής της μεθόδου φαίνεται στο σχήμα 4(α). Μια μεταβλητή αντίσταση συνδέεται μεταξύ ενός ενεργού αγωγού στην πλευρά του φορτίου της προς έλεγχο διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος (r.c.d.) και ενός εκτεθειμένου αγωγίμου μέρους. Το ρεύμα αυξάνεται προοδευτικά με μείωση της τιμής της μεταβλητής αντίστασης  $R_p$ . Το ρεύμα  $I_{\Delta}$  με το οποίο προκαλείται η λειτουργία της διάταξης δεν πρέπει να υπερβαίνει το ονομαστικό διαφορικό ρεύμα λειτουργίας  $I_{\Delta n}$ .

### Μέθοδος 2

Στο σχήμα 4(β) παρουσιάζεται η αρχή της μεθόδου. Η μεταβλητή αντίσταση  $R_p$  συνδέεται μεταξύ ενός ενεργού αγωγού στην πλευρά της τροφοδότησης της διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος (r.c.d.) και ενός άλλου ενεργού αγωγού στην πλευρά του φορτίου. Το ρεύμα αυξάνεται προοδευτικά με μείωση της τιμής της μεταβλητής αντίστασης  $R_p$ . Το ρεύμα  $I_{\Delta}$  με το οποίο προκαλείται η λειτουργία της διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος δεν πρέπει να υπερβαίνει το  $I_{\Delta n}$ . Το φορτίο πρέπει να έχει αποσυνδεθεί κατά τη διάρκεια της δοκιμής.



Σχήμα 4: α) Ενεργοποίηση του ρελέ διαφυγής με τη μέθοδο 1, β) Ενεργοποίηση του ρελέ διαφυγής με τη μέθοδο 2 και γ) Ενεργοποίηση του ρελέ διαφυγής με τη μέθοδο 3 (ΕΛΟΤ HD 384, 2004)

### Μέθοδος 3

Στο σχήμα 4(γ) παρουσιάζεται η αρχή αυτής της μεθόδου, για την εφαρμογή της οποίας χρησιμοποιείται ένα βοηθητικό ηλεκτρόδιο. Το ρεύμα αυξάνεται προοδευτικά με μείωση της τιμής της μεταβλητής αντίστασης  $R_p$  και μετριέται η τάση  $U$  μεταξύ των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών και του βοηθητικού ηλεκτροδίου. Επίσης μετριέται το ρεύμα  $I_{\Delta}$ , που δεν πρέπει να υπερβαίνει το  $I_{\Delta n}$ , με το οποίο προκαλείται η λειτουργία της

Λ. Οικονόμου, Γ.Π. Φώτης Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΣΠΑΙΤΕ  
Δοκιμές και έλεγχοι εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος (r.c.d.). Πρέπει να πληρούται η ακόλουθη συνθήκη:

$$U \leq U_L \cdot \frac{I_{\Delta}}{I_{\Delta n}} \quad (9)$$

όπου:

$U_L$  είναι η οριακή τάση επαφής πάνω από την τιμή της οποίας η τάση επαφής θεωρείται επικίνδυνη.

## 5. Αντί επιλόγου - Το Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας της ΑΣΠΑΙΤΕ

Το Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας (<http://eesl.aspete.gr/>) του τμήματος Εκπαιδευτικών Ηλεκτρολογίας συγκροτήθηκε για να καλύψει τις ανάγκες εκπαίδευσης των σπουδαστών της Ανώτατης Σχολής Παιδαγωγικής και Τεχνολογικής Εκπαίδευσης (ΑΣΠΑΙΤΕ). Το Εργαστήριο διαθέτει τον κατάλληλο εξοπλισμό για την κάλυψη των εκπαιδευτικών και ερευνητικών αναγκών του γνωστικού αντικείμενου της παραγωγής, μεταφοράς και διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας, υποστηρίζοντας τα μαθήματα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας Ι και ΙΙ, Υπολογιστικές Μέθοδοι Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας, πτυχιακές εργασίες, ερευνητικές δραστηριότητες, καθώς επίσης και μετρήσεις σε τρίτους.

Το Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας της ΑΣΠΑΙΤΕ: α) τηρεί σύστημα ποιότητας, β) είναι πιστοποιημένο κατά ISO 9001 για: (i) τη διεξαγωγή δοκιμών, ελέγχων και μετρήσεων ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 και (ii) τη διεξαγωγή ειδικών σεμιναρίων εκμάθησης των δοκιμών αυτών σε Ηλεκτρολόγους Μηχανικούς και Εγκαταστάτες. Παράλληλα βρίσκεται στη διαδικασία Διαπίστευσης από το Εθνικό Συμβούλιο Διαπίστευσης (Ε.ΣΥ.Δ.) κατά ISO 17025 για τις ίδιες δοκιμές και μετρήσεις.

### Βιβλιογραφία

- [1] Υπουργική Απόφαση 80225/1995, “Περί εγκρίσεως κανονισμών κατασκευής εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων”, ΦΕΚ 59/B`/11.4.1955.
- [2] Υπουργική Απόφαση Φ.7.5/1816/88/2004, “Αντικατάσταση του ισχύοντος Κανονισμού Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (Κ.Ε.Η.Ε) με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 και άλλες σχετικές διατάξεις”, ΦΕΚ 4709/B`/5.3.2004.
- [3] Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384, “Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις», Έκδοση 2<sup>η</sup>, 2004.
- [4] Υπουργική Απόφαση Α`50/12081/642/2006, “Θέματα Ασφάλειας των Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (Ε.Η.Ε). Καθιέρωση υποχρέωσης εγκατάστασης διατάξεων διαφορικού ρεύματος και κατασκευής θεμελιακής γείωσης”, ΦΕΚ Β 1222B/B/6.9.2006.
- [5] Υπουργική Απόφαση Φ.50/503/168, “Τροποποίηση της υπ` αριθμ. 115239/25702/3627 της 21 Δεκ. 1965/11 Ιαν. 1966 (ΦΕΚ Β` 8) απόφασης του Υπουργού Βιομηχανίας «Περί ερμηνείας των διατάξεων του Νόμου 4483/65»”, ΦΕΚ 844/16.5.2011.
- [6] Υπουργική Απόφαση Φ.50/οικ. 11784/742, “Τροποποίηση της υπ` αριθμ. Φ.50/503/168/19.4.2011 (ΦΕΚ Β` 844) απόφασης του Αναπληρωτή Υπουργού Οικονομίας, Ανταγωνιστικότητας και Ναυτιλίας «Περί ερμηνείας των διατάξεων του Ν. 4483/1965»”, ΦΕΚ Β' 1809/11.08.2011.
- [7] Metrel, “Guide for testing and verification of low voltage installations”, version 1.0, code no. 20751238, 2010.

Λ. Οικονόμου, Γ.Π. Φώτης Εργαστήριο Συστημάτων Ηλεκτρικής Ενέργειας ΑΣΠΑΙΤΕ  
Δοκιμές και έλεγχοι εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384

4<sup>ο</sup> Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας  
Πολυτεχνειούπολη Ζωγράφου  
Αθήνα, 3-4 Φεβρουαρίου 2012