



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

Σημασία Των Διαταραχών Τάσης Για Τους Καταναλωτές Ηλεκτρικής Ενέργειας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Καραμανλής Κωνσταντίνος Ντούπης Χρήστος

Επιβλέπων : Καραγιαννόπουλος Κωνσταντίνος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούνιος 2010



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

Σημασία Των Διαταραχών Τάσης Για Τους Καταναλωτές Ηλεκτρικής Ενέργειας

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Καραμανλής Κωνσταντίνος Ντούπης Χρήστος

Επιβλέπων : Καραγιαννόπουλος Κωνσταντίνος
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή τον Απρίλιο 2010.

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

.....
Ιωαννίδου Μ.Π.
Καθηγήτρια Ε.Μ.Π.

.....
Θεοδώρου Ν.
Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Ιούνιος 2010

Καραμανλής Κωνσταντίνος

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

Ντούπης Χρήστος

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

Copyright © Καραμανλής Κωνσταντίνος, Ντούπης Χρήστος 2010.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

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

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

Περίληψη

Ο σκοπός της διπλωματικής εργασίας ήταν η ανάδειξη της σημασίας που έχει για τους καταναλωτές ηλεκτρικής ενέργειας η ποιότητα ισχύος και συγκεκριμένα φαινόμενα διαταραχών της τάσης που παρέχεται από το δίκτυο της ΔΕΗ. Ο κορμός της εργασίας αυτής διακρίνεται σε γενικές γραμμές σε τρία μέρη.

Αρχικά έγινε μια εκτενής αναφορά στη θέση τριών εμπλεκόμενων φορέων σε ζητήματα σχετικά με την ποιότητα ισχύος, του Συνηγόρου του Πολίτη, του Συνηγόρου του Καταναλωτή και τέλος της ΔΕΗ Α.Ε., προκειμένου να ξεδιπλωθούν τα επιχειρήματα του καθενός για τις ενδεχόμενες ζημίες που παρουσιάζονται στον ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό των οικιακών καταναλωτών της ΔΕΗ εξαιτίας οποιασδήποτε διαταραχής στην παρεχόμενη τάση.

Ακολουθεί το δεύτερο μέρος, το οποίο καταπιάνεται με ζητήματα που άπτονται άμεσα, υπό τη στενή έννοια, στο γνωστικό αντικείμενο του ηλεκτρολόγου μηχανικού, όπως είναι τα δομικά χαρακτηριστικά μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης, τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ηλεκτρικής ισχύος (είδη διαταραχών τάσης, αίτια εμφάνισής τους), στα μέτρα προστασίας έναντι αυτών των διαταραχών, τις επιπτώσεις τους στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό καθώς και σε θέματα που έχουν να κάνουν με τον έλεγχο, τη συντήρηση των εγκαταστάσεων και την αξιολόγηση της ποιότητας ισχύος.

Κατόπιν γίνεται εκτενής αναφορά στις προϋποθέσεις για τη σωστή λειτουργία των κτιριακών, ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και των ηλεκτρικών συσκευών, καθώς και στην αποκοπή ουδετέρου και στις συνέπειες που έχει αυτή για τους καταναλωτές, ενώ στο τελευταίο κεφάλαιο παρατίθενται ορισμένα βασικά συμπεράσματα, τα οποία έρχονται με τη σειρά τους να ολοκληρώσουν το σκοπό της διπλωματικής εργασίας.

Λέξεις Κλειδιά

Ποιότητα ισχύος, Διαταραχές παρεχόμενης τάσης, Κτιριακή εγκατάσταση, Ηλεκτρική εγκατάσταση, Ηλεκτρικές συσκευές, Αποκοπή ουδετέρου

Abstract

The scope of this thesis was the eminence of the importance , that has for the consumers of electrical power, the power quality and specific phenomena of valuations of voltages, which are provided by the network of PPC. The body of this thesis is divided in general into three parts.

Originally an introduction of the arguments of three actors on issues relating to power quality, the Citizen's Lawyer, the Consumer's Lawyer and the PPC in order to unfold the arguments of each one of any damage occurring in electrical and electronic equipment of the household consumers of PPC because of any disturbance in the supplied voltage.

The second part, which deals with issues directly interpreted as field of electrical engineering, as are the structural characteristics of an electrical installation, characteristics of the quality of electric power (species of voltage's disruptions), measures to protect against these disorders, their impact on electrical equipment as well as in issues relating to the control, maintenance and quality assessment.

Then made an extensive reference to the conditions for the proper functioning of the building, electrical installations and appliances, as well as to the cut of neutral conductor and what effects this has on consumers, while in the final chapter lists some key conclusions which are in turn to accomplish the purpose of this thesis.

Key words

Power quality, Disturbance of supplied voltage, Building installation, Electrical installation, Electric appliances, Cut of neutral conductor

Στους φίλους μας Δημήτρη Π., Γιάννη Κ., Κωνσταντίνο, Γιάννη Γ., Χριστόφορο, Γιάννη Μ., Διονύση, Βασίλη, Φαίδωνα, Δημήτρη Ζ., Γιώργο, Συμεών και σε όλους τους υπόλοιπους ΑΝ.Α.Φ.Η., παλιούς και νέους...

Περιεχόμενα

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο.....	13
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	14
1.2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	15
1.3. ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο.....	17
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	18
2.1 Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΗΓΟΡΟΥ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΗ (ΣτΠ).....	18
2.1.1. Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΖΗΤΗΜΑΤΟΣ.....	19
2.1.2 Η ΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΖΗΤΗΜΑΤΟΣ.....	19
2.2 Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΗΓΟΡΟΥ ΤΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ (ΣτΚ).....	21
2.2.1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΙΤΙΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΔΕΗ ΕΚ ΜΕΡΟΥΣ ΤΟΥ ΣτΚ.....	22
2.2.2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΝΟΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΕΚ ΜΕΡΟΥΣ ΣτΚ.....	23
2.2.2.Α. Υποχρεώσεις των Διανομένων Ηλεκτρικής Ενέργειας ως προς την εξασφάλιση της ποιότητας της τάσης του παρεχόμενου ηλεκτρικού ρεύματος.....	24
2.2.2.Β. Υποχρεώσεις του παρέχοντος υπηρεσίες.....	25
2.2.2.Γ. Ευθύνη από διακινδύνευση.....	26
2.2.2.Δ. Γενικοί Όροι Συναλλαγών.....	26
2.2.3. ΥΠΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ.....	26
2.2.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣτΚ.....	31
2.3. Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΔΕΗ.....	31
2.3.1 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΕΣΕΩΝ.....	31
2.3.2. ΜΕΤΡΑ ΤΗΣ ΔΕΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ.....	34
2.3.2.Α. Μελέτη και κατασκευή δικτύων- Ποιοτικός έλεγχος υλικών δικτύων.....	34
2.3.2.Β. Επιθεώρηση και συντήρηση εγκαταστάσεων.....	35
2.3.2.Γ. Ανανέωση δικτύων.....	35
2.3.2.Δ. Επιτήρηση δικτύων.....	35
2.3.2.Ε. Ρύθμιση τάσης.....	36
2.3.2.ΣΤ. Κλάδεμα δέντρων.....	36
2.3.2.Ε. Εγκατάσταση υλικών με μειωμένες απαιτήσεις συντήρησης.....	36
2.3.2.Η. Νέες επενδύσεις.....	37
2.3.3. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΡΟΠΗ ΤΟΥ.....	37
2.3.3.Α. Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΔΕΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΠΗ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ.....	37
2.3.3.Β. Μέτρα για την αποφυγή της κοπής του ουδετέρου.....	39
2.3.4. ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.....	40
2.3.4.Α. Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΔΕΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΡΕΥΜΑΤΟΣ.....	40
2.3.4.Β. Προτεινόμενα μέτρα προς τους καταναλωτές για την αποφυγή ζημιών από διαταραχή τάσης.....	41

2.3.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ	43
2.4. ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο	47
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	48
3.1. ΔΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	48
3.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΙΣΧΥΟΣ	49
3.2.1 ΒΥΘΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΕΣ ΤΑΣΗΣ	50
3.2.1.A. ΑΙΤΙΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΒΥΘΙΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΩΝ ΤΑΣΗΣ	51
3.2.2 ΑΡΜΟΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΝΔΙΑΜΕΣΕΣ ΑΡΜΟΝΙΚΕΣ	52
3.2.2.A. ΚΥΡΙΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΩΝ ΑΡΜΟΝΙΚΩΝ	52
3.2.3. ΥΠΕΡΤΑΣΕΙΣ	53
3.2.3.A ΣΤΙΓΜΙΑΙΕΣ ΥΠΕΡΤΑΣΕΙΣ	53
3.2.3.B. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΤΟΞΑ	54
3.2.3.Γ. ΚΕΡΑΥΝΟΙ	54
3.2.4. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΑΣΗΣ	54
3.2.5. ΑΝΙΣΟΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΕΧΟΜΕΝΗΣ ΤΑΣΗΣ-ΑΣΥΜΕΤΡΙΑ ΦΑΣΕΩΝ	54
3.2.6 ΤΑΧΕΙΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΑΣΗΣ	55
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο	57
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	58
4.1. ΜΕΤΡΑ ΕΝΑΝΤΙ ΒΥΘΙΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΩΝ ΤΑΣΗΣ	59
4.1.1 ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΒΥΘΙΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΩΝ ΤΑΣΗΣ	59
4.1.2 ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΤΗΣ ΒΥΘΙΣΗΣ ΤΑΣΗΣ	59
4.1.3. ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΟΧΗΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΙΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ	59
4.1.4. ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΟΧΗΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ	60
4.2. ΜΕΤΡΑ ΕΝΑΝΤΙ ΑΡΜΟΝΙΚΩΝ	60
4.2.1. ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΡΜΟΝΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ	61
4.2.2 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	61
4.3. ΜΕΤΡΑ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΤΑΣΕΩΝ	62
4.3.1. ΣΤΙΓΜΙΑΙΑΕΣ ΥΠΕΡΤΑΣΕΙΣ	62
4.3.2. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΤΟΞΑ	62
4.3.3. ΚΕΡΑΥΝΟΙ	62
4.4. ΜΕΤΡΑ ΕΝΑΝΤΙ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΩΝ ΤΑΣΗΣ	63
4.5. ΜΕΤΡΑ ΕΝΑΝΤΙ ΑΣΥΜΕΤΡΙΑΣ ΦΑΣΕΩΝ	63
4.6. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑΣ	64
4.6.1. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΑΜΕΣΗΣ ΕΠΑΦΗΣ	64
4.6.1.A. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΩΝ ΜΕΡΩΝ	64
4.6.1.B. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΕΜΠΟΔΙΑ	65
4.6.1.Γ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΜΗ ΠΡΟΣΙΤΗ ΘΕΣΗ	65
4.6.1.Δ. ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΔΙΑΦΥΓΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ	65
4.6.2. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΕΜΜΕΣΗΣ ΕΠΑΦΗΣ	65
4.6.2.A. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΔΙΑΚΟΠΗ ΤΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ	66
4.6.2.A.I. ΔΙΑΚΟΠΗ ΤΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ	66
4.6.2.A.II. ΓΕΙΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΓΩΓΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	67
4.6.2.A.III ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΤΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ	73

4.6.2.A.IV. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΥΛΙΚΟΥ	75
4.7. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ	75
4.7.1. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ	76
4.7.2. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΕΓΚΑΥΜΑΤΑ	77
4.7.3. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ	78
4.7.3.A. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΤΕΧΝΗΤΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΑΕΡΑ.....	78
4.7.3.B. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΟΥ ΑΤΜΟΥ Ή ΝΕΡΟΥ	78
4.8. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΕΝΤΑΣΕΩΝ.....	78
4.8.1. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΝ ΜΟΝΟ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΕΩΝ	79
4.8.2. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΝ ΜΟΝΟ ΕΝΑΝΤΙ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΣΕΩΝ	79
4.8.3. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΕΩΝ.....	79
4.8.4. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΒΡΑΧΥΚΥΛΩΜΑ	80
4.9. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΩΝ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΝΑΝΤΙ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ	82
4.10. ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΗ	82
4.11. ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	83
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο	85
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	86
5.1. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΒΥΘΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΕΣ ΤΑΣΗΣ	86
5.1.1. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ.....	86
5.1.2. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ	87
5.1.3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ.....	87
5.1.4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ.....	87
5.1.5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ.....	88
5.2. ΑΡΜΟΝΙΚΕΣ.....	88
5.2.1. ΣΤΙΓΜΙΑΙΕΣ Ή ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	88
5.2.2. ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ	89
5.3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΥΠΕΡΤΑΣΕΙΣ	89
5.4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΑΣΗΣ	90
5.5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΣΥΜΕΤΡΙΑ ΦΑΣΕΩΝ	90
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο	91
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	92
6.1. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	92
6.2. ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΟ ΧΕΙΡΙΣΜΟ ΜΙΑΣ ΕΓΚΤΑΣΤΑΣΗΣ	92
6.3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ	92
6.4. ΟΡΟΙ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ.....	93
6.5. ΟΡΘΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ	93
6.6. ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	95
6.7. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ.....	96
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	99
<i>ΠΡΟΫΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΩΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ</i>	99
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	100
7.1 Η ΜΟΝΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ Η ΓΕΙΩΣΗ ΜΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	100
7.2. Η ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	102

7.2.1 ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΤΟΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ.....	102
1) Μέχρι ποιο ρεύμα μπορεί να εργάζεται μια κατασκευή (ονομαστικό ρεύμα);	102
2) Ποια είναι η τάση λειτουργίας της (ονομαστική τάση);	102
3) Τι απαιτήσεις μηχανικής αντοχής πρέπει να έχει;	102
7.2.2. ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΤΟ ΟΙΚΙΑΚΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ	104
7.3 Η ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΧΟΥΝ ΟΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΥΠΟ ΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ 199,5 ΕΩΣ 253 V	105
7.4 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΛΟΓΩ ΑΠΟΚΟΠΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ	107
7.5 ΟΙ ΣΤΙΓΜΙΑΙΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ	107
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8ο	109
8.1. ΑΠΟΚΟΠΗ ΤΟΥ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ	111
8.2. ΠΙΘΑΝΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΚΟΠΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ.....	112
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8	119
<i>ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</i>	119
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	141
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α.....	125
Α.1. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ	126
Α.2. ΟΔΗΓΙΑ 2006/95/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΤΩΝ ΜΕΛΩΝ ΧΩΡΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΗ ΜΕΣΑ ΣΕ ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΑ ΟΡΙΑ ΤΑΣΗΣ	127
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β.....	129
Β.1. Παράδειγμα	130

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΙΣΧΥΟΣ

Η ποιότητα της ηλεκτρικής ενέργειας έχει γίνει στρατηγική υπόθεση για τις εταιρίες ηλεκτρισμού, καθώς και για το ίδιο το προσωπικό χειρισμού και διαχείρισης του δικτύου αλλά και για τους κατασκευαστές εξοπλισμού για τους παρακάτω κυρίους λόγους :

- η αναγκαιότητα για δραστηριότητες που θα αυξάνουν την ανταγωνιστικότητα
- η ευρέως-διαδεδομένη χρήση εξοπλισμού ο οποίος είναι ευαίσθητος στις διακυμάνσεις τάσης ή παράγει από μόνος του
- το άνοιγμα της αγοράς ηλεκτρισμού

Η μείωση του κόστους παραγωγής και εν γένει λειτουργίας μια μονάδας συνδέεται με την απώλεια συνεχούς παροχής και με ζητήματα ποιότητας ισχύος. Το κόστος από διαταραχές τάσης (απότομες βυθίσεις, υπερτάσεις, διακοπές, αρμονικές κλπ.) είναι υπαρκτό. Η δυσλειτουργία ή η απότομη παύση λειτουργίας ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, όπως υπολογιστές, συστήματα φωτισμού και ασφάλειας, μπορούν να θέσουν σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές σε χώρους όπως τα νοσοκομεία και γενικά σε κτιριακές εγκαταστάσεις.

Άλλες όχι τόσο εμφανείς συνέπειες από τη μειωμένη ποιότητα ισχύος, είναι η μείωση της ενεργειακής απόδοσης εγκαταστάσεων, κάτι που οδηγεί σε αύξηση του κόστους χρήσης του ηλεκτρισμού από τον καταναλωτή, η υπερφόρτιση της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης που προκαλεί πρόωρη γήρανση της εγκατάστασης και αύξηση του κινδύνου διακοπής της λειτουργίας της.

Επιπλέον το γεγονός της ευρύτατης χρήσης στην εποχή μας υπερευαίσθητου ηλεκτρολογικού εξοπλισμού στον τομέα της βιομηχανίας, αλλά και των υπηρεσιών έχει οδηγήσει στη θέσπιση και την υιοθέτηση υψηλότερων και αυστηρότερων μέτρων για την ποιότητα ισχύος.

Τέλος οι κανόνες που διέπουν το χώρο του ηλεκτρισμού υποβάλλονται σε δραστικές και ταχείες αλλαγές, εξαιτίας της εισόδου του ανταγωνισμού στην παραγωγή, διανομή και πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας, δηλαδή την αποκέντρωση της παραγωγής από δημόσιες επιχειρήσεις σε ιδιωτικές. Έτσι κατά τα λεγόμενα αναλυτών που αντιμετωπίζουν θετικά την απελευθέρωση της αγοράς ενέργειας, η είσοδος ανταγωνιστικών, ιδιωτικοοικονομικών κριτηρίων στον τομέα του ηλεκτρισμού θα οδηγήσει τις αντίστοιχες επιχειρήσεις σε εξασφάλιση από πλευράς τους υψηλότερων στάνταρντς ποιότητας ισχύος, προκειμένου να υπάρξουν σε αυτό το νέο περιβάλλον που διαμορφώνεται.

Τα ανωτέρω τα αναφέρουμε γιατί είναι μια άποψη που υπάρχει σε σχέση με τη συνάρτηση της ποιότητας ισχύος και της απελευθέρωσης της αγοράς

Σκοπός του Ηλεκτρικού Δικτύου από κατασκευής του είναι να παράγει ηλεκτρική ενέργεια και να μεταφέρει αυτήν την ενέργεια στον τελικό καταναλωτή σε επιθυμητό επίπεδο τάσης. Ο περιορισμός που έμπαινε παραδοσιακά ήταν ο τεχνικός στόχος να επιτευχθεί για λογικό κόστος [13]. Το ευνοϊκότερο επίπεδο επένδυσης προσπαθούσε να επιτευχθεί με συνεχή ανακατανομή μεταξύ αξιοπιστίας και κόστους.

Ο στόχος ενός δικτύου θέτει την ανάγκη τροφοδότησης των καταναλωτών με αποδεκτό επίπεδο τάσης. Αυτό αποτελεί από μόνο του ένα περιορισμό. Είναι κάτι σα γενικό όριο που

πρέπει να τηρείται. Έτσι τίθεται η ανάγκη προσδιορισμού κάποιας έννοιας που θα ποσοτικοποιεί την αξιολογία του δικτύου.

1.2. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Βλέποντας κανείς την αύξηση των καταγγελιών από πλευράς καταναλωτών (βιομηχανικών και αστικών) εναντίον της ΔΕΗ, ως προς τις ευθύνες της να προλαμβάνει τις βλάβες που προκαλούνται σε ηλεκτρικές συσκευές, αλλά και ως προς άλλες επιπτώσεις (καταστροφή κτιριακών εγκαταστάσεων, πρόκληση σωματικών βλαβών και απώλεια ανθρώπινης ζωής), αναγκαία διαπιστώνουμε τις διαστάσεις που λαμβάνει το ζήτημα της ποιότητας ισχύος στον ελληνικό χώρο εξαιτίας συγκεκριμένων ιδιαιτεροτήτων του.

Σε αυτό το σημείο δεν επιθυμούμε και δεν είμαστε και σε θέση να αποφανθούμε για το χαρακτήρα των ευθυνών και των κανονισμών που διέπουν ένα τόσο σημαντικό ζήτημα. Για το σκοπό αυτό, θα επιχειρήσουμε στη διπλωματική αυτή εργασία να ψηλαφήσουμε όψεις αυτού του θέματος, νομοθετικού και τεχνικού χαρακτήρα.

Η διερεύνηση αυτή έχει νόημα γιατί πιστεύουμε ότι ειδικά σήμερα έτσι όπως διαμορφώνεται η αγορά ενέργειας, ο τρόπος με τον οποίο ένας πάροχος ηλεκτρικής ενέργειας, όπως η ΔΕΗ, καθορίζει τις στρατηγικές του κινήσεις που στοχεύουν στην επίλυση προβλημάτων σχετικά με την ποιότητα ισχύος, διαμορφώνει τη φυσιογνωμία του ως προς την κοινωνική του ευθύνη αφενός αλλά και τις ευθύνες μιας ολόκληρης κοινωνίας να προασπίσει το δημόσιο χαρακτήρα της ηλεκτρικής ενέργειας.

1.3. ΔΙΑΡΘΡΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Στο πρώτο μέρος της διπλωματικής εργασίας, στο κεφάλαιο 2ο, παρουσιάζουμε τις θέσεις φορέων που έχουν εμπλακεί μέχρι τώρα σε ζητήματα ποιότητας ισχύος. Από τη μια οι θέσεις του Συνηγόρου του Καταναλωτή και του Πολίτη, και από την άλλη η θέση της ΔΕΗ.

Στο τρίτο κεφάλαιο προχωράμε στο τεχνικό κομμάτι του θέματος, στο οποίο αναφέρονται στοιχεία για τα δομικά χαρακτηριστικά της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης και σε αυτά της ποιότητας ισχύος. Συγκεκριμένα καταγράφουμε τα είδη των διαταραχών της παρεχόμενης τάσης και τα αίτια εμφάνισής τους.

Κατόπιν στο επόμενο κεφάλαιο παρατίθενται μέτρα προστασίας απέναντι σε αυτές τις διαταραχές, αλλά και σε άλλους κινδύνους που εγκυμονεί η λειτουργία μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης, όπως ηλεκτροπληξία, βραχυκυκλώματα, υπερθερμάνσεις κ.α. .

Συνεχίζουμε με το επόμενο κεφάλαιο, στο οποίο παρουσιάζουμε προϋποθέσεις που πρέπει να πληρούν ηλεκτρικές συσκευές και κτιριακές εγκαταστάσεις.

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναφέρουμε κάποιες επιπτώσεις των διαταραχών σε μερικές κατηγορίες ηλεκτρολογικού εξοπλισμού (ασύγχρονες-σύγχρονες μηχανές, υπολογιστικά συστήματα, συστήματα φωτισμού κ.α.)

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε θέματα που άπτονται της αξιολόγησης της ποιότητας ισχύος, του ελέγχου και της βελτιστοποίησης της λειτουργίας των εγκαταστάσεων. Ακόμη

γίνεται αναφορά στην έννοια της ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας που σχετίζεται άμεσα με την ασφαλή λειτουργία των ηλεκτρικών συσκευών.

Κατόπιν στο έβδομο κεφάλαιο θα αναφερθούμε στις προϋποθέσεις για τη σωστή λειτουργία των κτιριακών εγκαταστάσεων και των ηλεκτρικών συσκευών, ενώ στο όγδοο κεφάλαιο το περιεχόμενο του είναι οι συνέπειες από την αποκοπή ουδετέρου στη εγκατάσταση του καταναλωτή.

Τέλος στο ένατο κεφάλαιο καταθέτουμε κάποιες συμπερασματικές σκέψεις σε σχέση με αντιφάσεις που αναδείχτηκαν στις τοποθετήσεις φορέων που εμπλέκονται σε ζητήματα ποιότητας ισχύος καθώς και με ευθύνες και καθήκοντα που τους αναλογούν.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο

Οι θέσεις των εμπλεκόμενων φορέων σχετικά
με τις ζημίες ηλεκτρικού/ηλεκτρονικού
εξοπλισμού

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα ενότητα θα ασχοληθούμε με ένα ειδικότερο ζήτημα της παρεχόμενης ποιότητας ισχύος και σχετικό με τις ενδεχόμενες ζημίες που παρουσιάζονται στον ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό των οικιακών καταναλωτών της ΔΕΗ εξαιτίας οποιασδήποτε διαταραχής στην παρεχόμενη τάση.

Συγκεκριμένα θα αναφερθούμε στη θέση τριών εμπλεκόμενων φορέων: του Συνηγόρου του Πολίτη, του Συνηγόρου του Καταναλωτή αλλά και της ΔΕΗ. Οι απόψεις των τριών έχουν διατυπωθεί επανειλημμένα, τόσο μέσα από δημοσιευμένα κείμενα και πορίσματα όσο και μέσω επιστολών που έχει αποστείλει η μία πλευρά με αποδέκτη την άλλη. Η τοποθέτησή τους στηρίζεται τόσο στο γενικό πλαίσιο (διεθνής πρακτική, Πρότυπα και κανονισμοί, διεθνής και ελληνική νομοθεσία) όσο και στην τεχνική προσέγγιση του ζητήματος που επιχειρεί κάθε μία από τις τρεις πλευρές.

Σκοπός μας στην παρούσα ενότητα δεν είναι η αξιολόγηση των θέσεων των εμπλεκόμενων φορέων ούτε η απόδειξη ή αποδόμηση των εκάστοτε επιχειρημάτων. Σκοπός μας είναι η αναλυτική και η κατά το μέγιστο δυνατό αντικειμενικότερη παρουσίαση των θέσεων των τριών πλευρών και των μέσων αιτιολόγησής τους, που σε συνδυασμό με την δική μας προσέγγιση του ζητήματος στο υπόλοιπο της εργασίας, θα δίνει τη δυνατότητα στον αναγνώστη να σχηματίσει μια κατά το δυνατό σφαιρική άποψη επί του ζητήματος.

Συνεπώς, πρέπει να γίνει σε αυτό το σημείο σαφές, ότι οι θέσεις που ακολουθούν, είναι αυστηρά ορισμένες από τους ίδιους τους εμπλεκόμενους και δεν αντιστοιχούν ή επηρεάζονται από απόψεις και θέσεις των γραφόντων.

2.1 Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΗΓΟΡΟΥ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΗ (ΣτΠ)

Οι θέσεις του ΣτΠ έχουν διατυπωθεί επανειλημμένα μέσω πορισμάτων που έχουν αποσταλεί προς τη διοίκηση της ΔΕΗ και τα οποία εμπεριέχουν προσέγγιση εκ μέρους του, τόσο του τεχνικού όσο και στο νομικού μέρους του προβλήματος. Ο ΣτΠ δηλώνει ρητά την άποψη ότι «ο μεγαλύτερος αριθμός περιπτώσεων αυξομείωσης ρεύματος οφείλεται σε κακή συντήρηση του δικτύου της ΔΕΗ, και συνεπώς σε αμέλεια της ΔΕΗ, η οποία επομένως υποχρεούται να αποζημιώσει τον καταναλωτή για τη ζημία που υπέστη».

Σύμφωνα με τον ΣτΠ, η ΔΕΗ αρνείται να αποζημιώσει καταναλωτές για βλάβες ή καταστροφές ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών από αυξομείωση τάσης, με την αιτιολογία ότι οι βλάβες εντάσσονται στην έννοια του άρθρου 18 παρ.2 του Συμβολαίου Παροχής Ηλεκτρικού Ρεύματος για Οικιακή Χρήση, στο οποίο αναφέρεται ότι «η Επιχείρηση δεν έχει καμία ευθύνη αποζημίωσης του Καταναλωτή, για τυχόν ζημίες του, από τις διακοπές της προηγούμενης παραγράφου ή από διακοπές που οφείλονται σε ανώτερη βία ή σε τυχαία γεγονότα». Η ερμηνεία αυτή έχει ως συνέπεια, κατά τον ΣτΠ, η ΔΕΗ να μην εξετάζει αιτήματα αποζημίωσης παρά μόνο όταν υπάρχει ευθύνη των υπαλλήλων της ΔΕΗ από πράξεις ή παραλήψεις τους, με αποτέλεσμα η μεγάλη πλειοψηφία των περιπτώσεων να μην αποζημιώνεται από την Εταιρεία.

2.1.1. Η ΤΕΧΝΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΖΗΤΗΜΑΤΟΣ

Σύμφωνα με την τοποθέτηση του ΣτΠ, ο κύριος λόγος πρόκλησης των αναφερόμενων από τους πολίτες καταστροφών είναι η κοπή του ουδετέρου του υπογείου καλωδίου παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Αποτέλεσμα αυτού η διακύμανση της τάσης του παρεχόμενου ρεύματος σε επίπεδο έως και 380 V. Υπενθυμίζεται ότι σύμφωνα με το ευρωπαϊκό πρότυπο EN 50160:1994 η παρεχόμενη τάση επιτρέπεται να κυμαίνεται μεταξύ των 207 και 253 V (υπάρχουν βέβαια και πιο διευρυμένα όρια της παρεχόμενης τάσης, με τη χαμηλότερη τιμή να είναι 195,5 V λόγω αποφυγής black out). Η διακύμανση αυτή έχει ως συνέπεια την καταστροφή ουσιωδών εξαρτημάτων του ηλεκτρικού εξοπλισμού των οικιών και των άλλων ηλεκτροδοτούμενων χώρων, ο οποίος λειτουργεί στην τάση των 220 V.

Εξάλλου, σύμφωνα πάντα με τον ΣτΠ, η ΔΕΗ στις απαντήσεις τις προς τους καταναλωτές, οι οποίοι ζητούν αποκατάσταση της ζημίας που υπέστησαν από καταστροφή ηλεκτρικών συσκευών λόγω αυξομείωσης της τάσης του ηλεκτρικού ρεύματος, επιρρίπτει ουσιαστικά την ευθύνη στους καταναλωτές, ισχυριζόμενη ότι θα μπορούσαν να είχαν αποφύγει τη βλάβη εάν είχαν προνοήσει εγκαθιστώντας τις κατάλληλες προστατευτικές διατάξεις (π.χ. σταθεροποιητές τάσης) στην εσωτερική τους ηλεκτρική εγκατάσταση. Η θέση του ΣτΠ επ' αυτού είναι ότι η ίδια η ΔΕΗ θα όφειλε να είχε προνοήσει εκπονώντας μελέτες και υλοποιώντας τα αποτελέσματα αυτών προκειμένου να εξασφαλισθεί κατά το μέγιστο ότι κατά την αποκατάσταση της διακοπής παροχής ρεύματος η επανερχόμενη τάση θα είναι τέτοια ώστε να μην προκαλούνται βλάβες στις ηλεκτρικές συσκευές. Αυτό θα μπορούσε να καλύψει κάθε περίπτωση διακοπής ρεύματος, ανεξάρτητα από το λόγο που την προκάλεσε, ακόμα δηλαδή και όταν συντρέχουν ειδικές συνθήκες ή λόγοι ανώτερης βίας.

2.1.2 Η ΝΟΜΙΚΗ ΠΡΟΣΕΓΓΙΣΗ ΤΟΥ ΖΗΤΗΜΑΤΟΣ

Σε αυτό το σημείο ο ΣτΠ προσεγγίζει το άρθρο 18 παρ.2 του Συμβολαίου Παροχής Ηλεκτρικού Ρεύματος για Οικιακή Χρήση, στο οποίο αναφέρεται ότι «η Επιχείρηση δεν έχει καμία ευθύνη αποζημιώσεως του Καταναλωτή, για τυχόν ζημίες του, από της διακοπής της προηγούμενης παραγράφου, ή από διακοπές που οφείλονται σε ανώτερη βία ή σε τυχαία γεγονότα». Η διατύπωση του άρθρου είναι καθαρά νομική και για αυτό επιχειρείται προσέγγιση εκ μέρους του ΣτΠ με βάση την ισχύουσα νομολογία και τις θεωρητικές ερμηνευτικές κατευθύνσεις, οι οποίες δίνονται από το αστικό και ιδίως το γενικό ποινικό δίκαιο.

Οι επιμέρους έννοιες των τυχαίων γεγονότων και της ανώτερης βίας είναι τεχνικές και κατά την απολύτως κρατούσα θεωρία και νομολογία έχουν το ακόλουθο περιεχόμενο.

Τα τυχαία ή τυχηρά γεγονότα ορίζονται θετικά και αρνητικά: θετικά, ως τυχηρά νοούνται τα γεγονότα τα οποία δεν προβλέφθηκαν ούτε μπορούσαν να προβλεφθούν από ένα μέσο συνετό άνθρωπο. Αρνητικά, τυχηρά είναι τα γεγονότα που δεν μπορούν να αποδοθούν ούτε στο δόλο, ούτε στην αμέλεια του δράστη. Αμέλεια υπάρχει όταν ο δράστης προβλέπει τη

δυνατότητα να επέλθει το παράνομο αποτέλεσμα, ελπίζει όμως να το αποφύγει (ενσυνείδητη αμέλεια), είτε όταν ο δράστης δεν δείχνει την απαιτούμενη προσοχή κι έτσι δεν προβλέπει το παράνομο αποτέλεσμα.

Γεγονότα ανωτέρας βίας είναι εκείνα τα τυχηρά γεγονότα τα οποία είναι αδύνατο να αποτραπούν για τις ανθρώπινες δυνάμεις, έχουν το εγγενές στοιχείο του παντελώς απρόβλεπτου και του ακαταμάχητου, κατά την κρατούσα δε στην Ελληνική νομολογία θεωρία είναι απρόβλεπτα και ακαταμάχητα ακόμη κι αν ο οφειλέτης λάβει μέτρα άκρας επιμέλειας και σύνεσης (στα γεγονότα αυτά μάλιστα περιλαμβάνονται και τα εξωτερικά σε σχέση με τον οφειλέτη).

Δηλαδή, τα τυχηρά γεγονότα περιλαμβάνουν απαραίτητα στην έννοιά τους και τα γεγονότα ανωτέρας βίας, οπότε αρκεί η διερεύνηση του χαρακτήρα ενός γεγονότος ως τυχηρού για να εμπίπτει αυτομάτως στην εξαίρεση που εισάγεται με το άρθρο 18 παρ.2 της σύμβασης.

Κατά συνέπεια, υπό το φως των ανωτέρω ορισμών ο όρος του άρθρου 18 παρ.2 της σύμβασης διαβάζεται ως εξής: Η επιχείρηση δεν έχει καμία ευθύνη αποζημίωσης του καταναλωτή για τυχόν ζημιές του, από τις διακοπές της προηγούμενης παραγράφου, ή από διακοπές που οφείλονται σε γεγονότα που δεν μπορούσαν να προβλεφθούν από την εταιρία (η οποία θεωρείται ότι έχει στην προκειμένη περίπτωση τη γνώση του μέσου αντίστοιχου επαγγελματία) ή σε γεγονότα τα οποία δεν εμπίπτουν στην αμέλεια ή το δόλο της εταιρίας.

Σύμφωνα λοιπόν με το ΣτΠ, όταν δεν μπορεί να αποδειχθεί ότι μία διακοπή προκλήθηκε από υπαιτιότητα υπαλλήλου της, η ΔΕΗ θεωρεί αυτομάτως ότι η διακοπή οφείλεται σε ανωτέρα βία ή τυχαία γεγονότα και κατά συνέπεια δεν αποζημιώνει τους καταναλωτές για τις ζημιές που υπέστη ο εξοπλισμός τους.

Ωστόσο όπως έχει αναφερθεί, οι περισσότερες καταστροφές οικιακών ηλεκτρικών συσκευών προκαλούνται από την κοπή του ουδέτερου του υπόγειο καλωδίου της παροχής που έχει ως αποτέλεσμα τη διακύμανση της τάσης σε όρια εκτός των επιτρεπτών. Ο ΣτΠ θεωρεί ότι το γεγονός της κοπής του ουδέτερου δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως «τυχηρό» (δηλαδή γεγονός που είναι αδύνατο να προβλεφθεί από τον μέσο επαγγελματία ή είναι αδύνατο να αποδοθεί σε δόλο ή αμέλεια του) και, πολύ περισσότερο, ως γεγονός «ανωτέρας βίας» (δηλαδή γεγονός που είναι αδύνατο για τις ανθρώπινες δυνάμεις να αποτραπεί ακόμα και αν ληφθούν μέτρα άκρας επιμέλειας και σύνεσης).

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι ο ΣτΠ μιλώντας για *πρόβλεψη* δεν αναφέρεται στη δυνατότητα να προβλεφθεί η κοπή ενός συγκεκριμένου καλωδίου αλλά στη δυνατότητα να προβλέπει γενικά το ενδεχόμενο της κοπής καλωδίων. Επικαλείται επίσης την επιστημονική άποψη του Εργαστηρίου Παραγωγής, Μεταφοράς, Διανομής και Χρησιμοποίησης ηλεκτρικής ενέργειας της Πολυτεχνικής Σχολής Πανεπιστημίου Πατρών σύμφωνα με την οποία «η εκδήλωση βλαβών στα υπόγεια δίκτυα διανομής ρεύματος της ΔΕΗ είναι γεγονός αναπόφευκτο και η συχνότητα με την οποία εμφανίζεται είναι ιδιαίτερα μεγάλη, ήτοι 15 βλάβες ανά 100 Km δικτύου». Οι βλάβες αυτές οφείλονται κυρίως στην

έλλειψη συντήρησης του δικτύου, όπως τουλάχιστον προκύπτει από τα έγγραφα των επιμέρους υπηρεσιών του ΣτΠ.

Όταν λοιπόν η ΔΕΗ γνωρίζει ότι από τη μη συντήρηση του δικτύου της υπάρχει στατιστικά μετρήσιμος και μάλιστα σημαντικός κίνδυνος πρόκλησης βλαβών, προβλέπει ότι θα υπάρξει συγκεκριμένος αριθμός βλαβών ανά έτος και ελπίζει οι βλάβες αυτές να αποφευχθούν. Δηλαδή, η ΔΕΗ τελεί σε ενσυνείδητη αμέλεια και δεν συντρέχει περίπτωση του όρου εξαίρεσης από της ευθύνη της. Κατά συνέπεια, η κοπή του ουδετέρου χωρίς παρέμβαση τρίτης εξωτερικής δύναμης δεν αποτελεί για τη ΔΕΗ «τυχηρό» γεγονός ή γεγονός «ανωτέρας βίας», οπότε πρέπει να αποζημιώνει τους καταναλωτές που υπέστησαν τις εν λόγω ζημιές. Επίκληση του άρθρου 18 παρ.2 της σύμβασης δεν μπορεί να γίνεται παρά μόνο σε περίπτωση κατά την οποία προσδιορίσιμη ξένη εξωτερική δύναμη κόβει τον αγωγό.[7]

2.2 Η ΘΕΣΗ ΤΟΥ ΣΥΝΗΓΟΡΟΥ ΤΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ (ΣτΚ)

Ο Συνήγορος του Καταναλωτή, ως Ανεξάρτητη Αρχή επιφορτισμένη από το ν.3297/2004 (ΦΕΚ Α 259/23.12.04) με την συναινετική επίλυση καταναλωτικών διαφορών, έχοντας ταυτόχρονα το δικαίωμα να προβαίνει σε συστάσεις και υποδείξεις προς τους προμηθευτές, ιδίως όταν από την επιχειρηματική τους συμπεριφορά θίγεται μεγάλος αριθμός καταναλωτών, λαμβάνει σημαντικό πλήθος αναφορών καταναλωτών σχετικά με την πρόκληση ζημιών στον ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό τους εξοπλισμό από διακύμανση της τάσης του ηλεκτρικού ρεύματος. Στο πλαίσιο των αρμοδιοτήτων του, κατόπιν ενδελεχούς ελέγχου των φακέλων των υπό κρίση διαφορών και λαμβάνοντας υπ' όψιν του τις διατυπωμένες θέσεις της ΡΑΕ συντάσσει και αποστέλλει έγγραφες συστάσεις-πορίσματα προς τη διοίκηση της ΔΕΗ.

Στις περισσότερες των περιπτώσεων όπου ο ΣτΚ επιρρίπτει τις ευθύνες για τις όποιες ζημιές στον ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό των καταναλωτών στη ΔΕΗ, προτείνει την αποζημίωση εκ μέρους της ΔΕΗ κατά το ήμισυ της αξίας ης εκάστοτε προκληθείσης ζημίας. Η πρόταση αυτή στηρίζεται στην ισχυριζόμενη μη ανατροπή του τεκμηρίου της παρανομίας εκ μέρους της ΔΕΗ μέσω της απόδειξης της τήρησης των υποχρεώσεων ασφαλείας και πρόνοιας, και στην ισχυριζόμενη παραβίαση της υποχρέωσης της πλήρους, σαφούς και κατανοητής ενημέρωσης του καταναλωτή σχετικά με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ηλεκτρικού ρεύματος, τους κινδύνους που εγκυμονεί η χρήση του, καθώς επίσης στους ενδεδειγμένους τρόπους πρόληψης από τους κινδύνους αυτού.

Στη συνέχεια γίνεται μια προσπάθεια αναλυτικής παρουσίασης του σκεπτικού του ΣτΚ, βάσει του οποίου προκύπτει η παραπάνω πρόταση. Σε πρώτο επίπεδο θα αναφερθεί η συνοπτική παρουσίαση των θέσεων της ΔΕΗ, όπως εκφράζονται από τον ΣτΚ και στη συνέχεια θα παρουσιαστεί η νομική προσέγγιση του προβλήματος από τον ΣτΚ καθώς και η εφαρμογή της σε πραγματικές συνθήκες του προβλήματος.

2.2.1. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΙΤΙΑΣΕΩΝ ΤΗΣ ΔΕΗ ΕΚ ΜΕΡΟΥΣ ΤΟΥ ΣτΚ

Σύμφωνα με την τοποθέτηση του ΣτΚ, η ΔΕΗ δεν αναγνωρίζει ευθύνη αποζημίωσης για ζημιές καταναλωτών στις εξής περιπτώσεις:

α) σε περιπτώσεις βλάβης σε υπόγεια καλώδια τροφοδότησης της ΔΕΗ Α.Ε. και συγκεκριμένα σε «διακοπή του ουδέτερου αγωγού» αυτών με συνέπεια οι οικιακές συσκευές να βρεθούν ενδεχομένως σε τάση μεγαλύτερη των 230 V, καθώς και

β) σε άλλες περιπτώσεις όπου η ακριβής αιτία της βλάβης δεν προσδιορίζεται επακριβώς, διαπιστώνεται όμως ότι αυτή δεν οφείλεται σε βλάβη στο δίκτυο της εταιρείας από πράξη ή παράλειψη υπαλλήλου της.

Συνοπτικά, η θέση της εταιρείας διαμορφώνεται ως εξής:

η εταιρεία επισημαίνει ότι σύμφωνα με τις συμβατικές τις υποχρεώσεις, δεν εγγυάται τη σταθερή και αδιάλειπτη παροχή ηλ. ρεύματος σε περιπτώσεις ανωμαλιών ή διακοπών και δεν ευθύνεται έναντι των καταναλωτών για τυχόν ζημιές τους από τέτοιες ανωμαλίες ή βλάβες. Σε περίπτωση ζημιών από διακοπές του ρεύματος που οφείλονται σε ανώτερη βία ή τυχαία γεγονότα, η επιχείρηση δεν έχει καμία ευθύνη αποζημίωσης του Καταναλωτή (άρθρο 18 της Σύμβασης Παροχής Ηλεκτρικού Ρεύματος και 21 των Γενικών Όρων Συναλλαγών).

Πιο συγκεκριμένα:

i) στις περιπτώσεις διακύμανσης της τάσης η εταιρεία δεν αποζημιώνει τους καταναλωτές καθώς ισχυρίζεται ότι σύμφωνα με τα διεθνώς παραδεδομένα, τα υπόγεια δίκτυα δεν υπόκεινται σε προληπτική συντήρηση και δεν είναι δυνατή η πρόβλεψη της βλάβης, συνεπώς η βλάβη δεν οφείλεται σε υπαιτιότητα της εταιρείας αλλά σε «τυχαίο γεγονός».

ii) Στις περιπτώσεις όπου η ακριβής αιτία της βλάβης δεν προσδιορίζεται, η εταιρεία δεν αποζημιώνει τους καταναλωτές εφόσον δεν διαπιστώνεται ότι η διακύμανση της τάσης οφείλεται σε βλάβη στο δίκτυο της εταιρείας από πράξη ή παράλειψη υπαλλήλου της.

Επιπλέον η εταιρεία αναφέρει ότι:

i) μελετά και κατασκευάζει τα δίκτυα της σύμφωνα με Κανονισμούς και Πρότυπα ανάλογα με εκείνα που ισχύουν σε χώρες της Ε.Ε. και τις ΗΠΑ ακολουθώντας τη διεθνή πρακτική και λαμβάνοντας όλα τα κατάλληλα μέτρα, περιοδική επιθεώρηση –συντήρηση δικτύων, επιτήρηση δικτύων, εγκατάσταση αλεξικέραυνων, κλάδεμα δέντρων και ρύθμιση τάσης, προκειμένου να διασφαλισθεί η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σύμφωνα με το πρότυπο EN 50160.

ii) ενημερώνει τους καταναλωτές, μέσω των λογαριασμών ρεύματος, σχετικά με τη δυνατότητα προμήθειας και εγκατάστασης διατάξεων προστασίας στην ηλεκτρική τους εγκατάσταση, σύμφωνα με τα προβλεπόμενα στο Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ ΗΝΤ 384/12.12.2002 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις» που επικυρώθηκε με την Υπουργική Απόφαση Φ.7.5/1816/88 (ΦΕΚ 470 Β 05-03-2004).

2.2.2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΝΟΜΙΚΟΥ ΠΛΑΙΣΙΟΥ ΕΚ ΜΕΡΟΥΣ ΣτΚ

Ο ΣτΚ, σύμφωνα με το ισχύον νομικό πλαίσιο, ορίζει ότι η εταιρία ΔΕΗ Α.Ε. φέρει τις ιδιότητες του Κυρίου και Διαχειριστή του Δικτύου και ως εκ τούτου, είναι υπεύθυνη, μεταξύ άλλων, για τη σύνδεση των καταναλωτών με το Δίκτυο Διανομής Ηλεκτρικής Ενέργειας και το σχεδιασμό, τη λειτουργία, τη συντήρηση, την αξιοπιστία και την ασφάλεια ενός τεχνικά άρτιου Δικτύου, ιδιαίτερα δε όσον αφορά τις τεχνικές προδιαγραφές αυτού, την ποιότητα τάσης και την αξιοπιστία τροφοδοσίας των πελατών, σύμφωνα με τις διατάξεις της Άδειας Διαχείρισης και του Κώδικα Διαχείρισης του Δικτύου.

Κατ' ακολουθία με τα ανωτέρω η εταιρεία ΔΕΗ Α.Ε. συνάπτει με τους καταναλωτές συμβάσεις διανομής και προμήθειας ηλεκτρικού ρεύματος. Σύμφωνα με τους όρους της ανωτέρω σύμβασης διανομής και προμήθειας ηλεκτρικού ρεύματος για οικιακή χρήση, η εταιρεία έχει την υποχρέωση να παρέχει ηλεκτρικό ρεύμα τάσεως 230 βολτ. Περαιτέρω, σύμφωνα με το άρθρο 18 παρ. 1 και παρ. 2 του Συμβολαίου Παροχής Ηλεκτρικού Ρεύματος, ορίζεται ότι «η επιχείρηση είναι υποχρεωμένη να παρέχει το ηλεκτρικό ρεύμα κατά το δυνατό σταθερά και αδιάλειπτα. Η επιχείρηση έχει το δικαίωμα να κόβει την παροχή του ηλεκτρικού ρεύματος σε περίπτωση που πρόκειται να εκτελέσει ή εκτελεί εργασίες στο σύστημα, δηλαδή συντήρηση, επείγουσες επιδιορθώσεις, σύνδεση νέων καταναλωτών.

Στις περιπτώσεις τέτοιων διακοπών, η επιχείρηση ειδοποιεί, όπου είναι εφικτό, τον καταναλωτή». Επιπλέον, «Η επιχείρηση δεν έχει καμία ευθύνη αποζημίωσης του καταναλωτή για τυχόν ζημιές του, από τις διακοπές της προηγούμενης παραγράφου ή από διακοπές που οφείλονται σε ανώτερη βία ή τυχαία γεγονότα». Σύμφωνα, δε, με το άρθρο 21 των «Γενικών Όρων και Συμφωνιών για την Παροχή Ηλεκτρικού Ρεύματος» «ο προμηθευτής υποχρεούται να παρέχει το ρεύμα κατά το δυνατόν σταθερώς και αδιάλειπτως, πλην όμως δεν εγγυάται την παροχή εις περιπτώσεις ανωμαλιών και διακοπών. Ο προμηθευτής δεν ευθύνεται έναντι του πελάτου δια τυχόν ζημίας επερχομένας εκ τοιούτων ανωμαλιών ή διακοπών».

Στο σημείο αυτό ο ΣτΚ επιχειρώντας να διασαφηνίσει τον όρο «κατά το δυνατόν σταθερά και αδιάλειπτα» και να ερμηνεύσει τις νόμιμες και συμβατικές υποχρεώσεις της εταιρείας παρατηρεί τα ακόλουθα, περί της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος.

Η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας υψηλού ποιοτικού επιπέδου (σταθερή και απόλυτα ημιτονοειδής τάση και σταθερή συχνότητα), η οποία είναι απαραίτητη για την ασφαλή λειτουργία του ηλεκτρικού εξοπλισμού των καταναλωτών, δύναται λόγω της φύσεως της ηλεκτρικής ενέργειας, να παρουσιάζει περιστασιακές, μικρές ή μεγαλύτερες διακυμάνσεις στην τάση της. Το φαινόμενο των διακυμάνσεων της τάσης του ηλεκτρικού ρεύματος διακρίνεται σε διάφορες κατηγορίες «διαταραχών» όπως π.χ. περιστασιακές βυθίσεις, διακυμάνσεις και διακοπές της τάσης καθώς και μεταβατικές ή περιστασιακές υπερτάσεις προς τη γη και δύναται να οφείλεται είτε σε βλάβες ή χειρισμούς στις εγκαταστάσεις των καταναλωτών (απότομες μεταβολές του φορτίου) είτε σε βλάβες ή χειρισμούς στην κανονική λειτουργία του Δικτύου (λειτουργία διακοπτικών στοιχείων ή εξοπλισμού προστασίας του δικτύου, ρεύμα μαγνήτισης μετασχηματιστών, ζεύξη/απόζευξη άεργων φορτίων) ή σε βλάβες και χειρισμούς της παραγωγής στις εγκαταστάσεις των παραγωγών ή ακόμα και σε τυχαία γεγονότα και γεγονότα ανωτέρας βίας (όπως οι δυσμενείς καιρικές συνθήκες κ.λπ.).

Σύμφωνα με τον ΣτΚ, η εμφάνιση των διαταραχών στην τάση του ηλεκτρικού ρεύματος σχετίζεται με την τήρηση των κανόνων της επιστήμης και της τεχνικής ως προς τον σωστό

σχεδιασμό, παρακολούθηση λειτουργίας και συντήρηση του Δικτύου καθώς και τη λήψη μέτρων προστασίας.

2.2.2.A. Υποχρεώσεις των Διανομέων Ηλεκτρικής Ενέργειας ως προς την εξασφάλιση της ποιότητας της τάσης του παρεχόμενου ηλεκτρικού ρεύματος.

Σχετικά με τα ειδικότερα όρια της ποιότητας της τάσης υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας ο ΣτΚ επικαλείται το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 50160/November 1999 : «Voltage Characteristics of Electricity supplied by public distribution systems» (αντίστοιχο Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ 50160/25.05.2000 «Χαρακτηριστικά της τάσης που παρέχεται από τα Δημόσια Δίκτυα Διανομής», του οποίου η εφαρμογή προβλέπεται και στο σχέδιο Κώδικα Διαχείρισης του Δικτύου Διανομής (Παράρτημα Ι, Άρθρο Π.Ι-4 για την Πρώτη Ρυθμιστική Περίοδο Διανομής, από 31 Δεκεμβρίου 2009 ως 31 Δεκεμβρίου 2010).

Το παραπάνω πρότυπο περιέχει έναν πλήρη κατάλογο διαταραχών και προβλέπει αποδεκτά όρια διαταραχών για κάποιες από τις παραμέτρους ποιότητας (διακυμάνσεις, αναλαμπή, αρμονική παραμόρφωση της κυματομορφής) της τάσης τροφοδότησης στους ακροδέκτες παροχής των πελατών Χαμηλής και Μέσης Τάσης που τροφοδοτούνται από δημόσια συστήματα διανομής, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, εξαιρώντας καταστάσεις που προκαλούνται από σφάλματα και διακοπές τροφοδότησης ή έκτακτες περιστάσεις.

Σύμφωνα λοιπόν με την ανάλυση του Προτύπου εκ μέρους του ΣτΚ, κατά τη διάρκεια μίας εβδομάδας, το 95% των μέσων τιμών δεκαλέπτου της τάσης τροφοδότησης πρέπει να είναι εντός του εύρους ± 10 από την ονομαστική αξία της τάσης, ενώ όλες οι μέσες τιμές δεκαλέπτου πρέπει να είναι εντός του εύρους $\pm 15\%$. Σημειώνει δε, ότι για τις βυθίσεις της τάσης, οι οποίες είναι ιδιαίτερα αισθητές και επιζήμιες για τους καταναλωτές, το Πρότυπο αναφέρει ότι υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας ο αναμενόμενος αριθμός βυθίσεων μπορεί να είναι από μερικές δεκάδες έως και χίλιες.

Η διερεύνηση της τήρησης των συμβατικών και συναλλακτικών υποχρεώσεων ασφάλειας και πρόνοιας που τηρεί ή οφείλει να τηρεί ο μέσος συνετός εκπρόσωπος των Διανομέων ηλεκτρικής ενέργειας για την αντιμετώπιση ή τον περιορισμό της εμφάνισης επιζήμιων διαταραχών στο Δίκτυο, αποτελεί, σύμφωνα πάντα με την τοποθέτηση του ΣτΚ, ιδιαίτερα δυσχερές αποδείξεως αντικείμενο.

Κυριότεροι λόγοι για αυτό αποτελούν: τα εξειδικευμένα και πολύπλευρα τεχνικά θέματα που χρήζουν εξέτασης, η απουσία ενημέρωσης σχετικά με το περιεχόμενο και την τήρηση των υποχρεώσεων των Φορέων του Δικτύου από την κατά νόμο αρμόδια για την τήρηση των ανωτέρω υποχρεώσεων ΡΑΕ (άρθρο 5 του ν. 2773/1999), η απουσία συστηματικής δειγματοληπτικής καταγραφής της συμπεριφοράς του Δικτύου και η αδυναμία εξακρίβωσης της αιτίας πρόκλησης διαταραχών στην τάση σε περιπτώσεις παροδικών βλαβών ή φαινομένων.

Αναφέρει χαρακτηριστικά ο ΣτΚ ότι ο καθορισμός του μέτρου επιμέλειας των Φορέων του Δικτύου και ο χαρακτηρισμός περιστατικού το οποίο προκαλεί διαταραχές στην τάση και ζημία σε οικιακό εξοπλισμό, ως περιστατικού τυχηρού ή ανωτέρας βίας απαιτεί διαδικασία η οποία χρήζει ιδιαίτερων γνώσεων, στάθμισης συμφερόντων και έρευνας και την οποία, σύμφωνα με το σχέδιο Κώδικα Διαχείρισης του Δικτύου δύναται να εφαρμόζει η ΡΑΕ κατά περίπτωση.

Κατά τη διαδικασία διερεύνησης και σχηματισμού πεποίθησης περί της τήρησης των συναλλακτικών υποχρεώσεων ασφάλειας και πρόνοιας και της ενδεχόμενης ύπαρξης πταίσματος κατά την παροχή των υπηρεσιών διανομής ηλεκτρικού ρεύματος ο ΣτΚ ορίζει ότι θα πρέπει να εξετάζονται:

α) η ακριβής αιτία διαταραχής της τάσης,

β) η τήρηση των υποχρεώσεων των Φορέων του Δικτύου σχετικά με την κατασκευή, συντήρηση, την ανανέωση και τη λειτουργία του Δικτύου τόσο σε σχέση με τη συγκεκριμένη αιτία διαταραχής όσο και γενικότερα

γ) η τήρηση των εκάστοτε προβλεπομένων ορίων για την ποιότητα ενέργειας.

Επιπλέον

δ) θα πρέπει να ερευνάται το επίπεδο ενημέρωσης του καταναλωτή-ζημιωθέντα σχετικά με τα αίτια της εκάστοτε διαταραχής της τάσης και τα ενδεδειγμένα μέτρα προστασίας του εξοπλισμού του, στο πλαίσιο των σχετικών υποχρεώσεων των προμηθευτών και της ανταπόκρισης της υπηρεσίας στην «ευλόγως αναμενόμενη ασφάλεια»

2.2.2.B. Υποχρεώσεις του παρέχοντος υπηρεσίες

Η διερεύνηση της ευθύνης της εταιρείας ΔΕΗ Α.Ε. για αποζημίωση των περιουσιακών ζημιών που προκαλούνται από τις διαταραχές στην τάση του ρεύματος εξετάζεται στο πλαίσιο του άρθρου 8 «Ευθύνη του παρέχοντος υπηρεσίες» του ν. 2251/1994 (ΦΕΚ Α 159) «Προστασία των Καταναλωτών».

Αυτό συμβαίνει, κατά τον ΣτΚ, καθώς οι ανωτέρω διατάξεις:

α) Στο πλαίσιο πάντα της ανταπόκρισης στην «ευλόγως αναμενόμενη ασφάλεια», υπεισέρχονται με πληρότητα στα θέματα παρανομίας (μεταξύ άλλων και της τήρησης των κανόνων της επιστήμης και της τεχνικής) και υπαιτιότητας της εταιρείας ως προς την πρόκληση ζημιών κατά την παροχή των υπηρεσιών της, τα οποία αποτελούν όρους για τη θεμελίωση της ευθύνης της εταιρείας ανεξάρτητα από τις λοιπές γενικές και ειδικές διατάξεις του νόμου, οι οποίες μπορούν να τύχουν παράλληλης εφαρμογής ανάλογα με το χαρακτηρισμό της σύμβασης

β) θεσπίζουν την, ιδιαίτερα ευνοϊκή για τον καταναλωτή, αντιστροφή του βάρους της απόδειξης τόσο της παρανομίας όσο και της υπαιτιότητας, καθιερώνοντας ιδιαίτερη μορφή νόθου αντικειμενικής ευθύνης του παρέχοντος υπηρεσίες, η οποία, άλλωστε, ισχύει και μέσω της ανάλογης εφαρμογής του νομολογιακού δικαίου περί ευθύνης του παραγωγού

Σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 8 «Ευθύνη του παρέχοντος υπηρεσίες» του ν. 2251/1994 ΦΕΚ Α 159 «Προστασία των Καταναλωτών», ο παρέχων ανεξάρτητες υπηρεσίες ευθύνεται για κάθε περιουσιακή ζημία ή ηθική βλάβη που προκάλεσε παράνομα και υπαίτια κατά την παροχή αυτών στον καταναλωτή.

Προϋποθέσεις ευθύνης του παρέχοντος υπηρεσίες αποτελούν:

i) η παροχή ανεξαρτήτων υπηρεσιών στο πλαίσιο επαγγελματικής δραστηριότητας.

Παροχή υπηρεσίας κατά τρόπο ανεξάρτητο σημαίνει ότι ο παρέχων την υπηρεσία δεν δεσμεύεται από τις υποδείξεις του αποδέκτη των υπηρεσιών και επιπλέον, ότι οι υπηρεσίες δεν παρέχονται με βάση αναγκαστικούς κανόνες δικαίου οι οποίοι συνδέονται αιτιωδώς με το ζημιογόνο αποτέλεσμα.

ii) η παρανομία και υπαιτιότητα του παρέχοντος υπηρεσίες κατά την παροχή υπηρεσίας, οι οποίες τεκμαίρονται. Ο παρέχων τις υπηρεσίες έχει το βάρος της αποδείξεως της ελλείψεως της παρανομίας και υπαιτιότητας, λαμβάνονται δε προς τούτο σχετικώς υπ' όψιν ως κριτήρια η ευλόγως προσδοκώμενη ασφάλεια και το σύνολο των ειδικών συνθηκών όπως προσδιορίζονται στο κείμενο του νόμου (παρ. 4). Καθιερώνεται, έτσι, «νόθος» αντικειμενική ευθύνη του παρέχοντος υπηρεσίες, ο οποίος πρέπει να αποδείξει ότι η συμπεριφορά του ανταποκρίνεται στην «ευλόγως αναμενόμενη ασφάλεια» που δικαιολογείται ευλόγως να αναμένει ο μέσος εκπρόσωπος του κύκλου των αποδεκτών της, συνεκτιμημένων και των ειδικότερων συνθηκών που αναφέρονται στο νόμο, μέσω της τήρησης των συναλλακτικών υποχρεώσεων ασφάλειας και πρόνοιας,

iii) η ζημία και

iv) η αιτιώδης συνάφεια μεταξύ της παροχής της υπηρεσίας και της ζημίας.

Περαιτέρω, σύμφωνα με την παρ. 6 του άρθρου 8 και την παρ. 11 του άρθρου 6 του ανωτέρω νόμου, η ευθύνη του παρέχοντος υπηρεσίες μπορεί ενόψει όλων των ειδικών συνθηκών να μειωθεί ή και να αρθεί όταν συντρέχει πταίσμα του ζημιωθέντος.

2.2.2.Γ. Ευθύνη από διακινδύνευση

Κατά τον ΣτΚ και σύμφωνα με την υπ' αριθμό 598/2006 απόφαση του Εφ. Λάρισας (NoB Τόμος 56, σελ.319) η εταιρεία ΔΕΗ Α.Ε. ως κυρία και εκμεταλλεύτρια του Δικτύου Διανομής ηλεκτρικού ρεύματος, ως κάτοχος και εξουσιαστής πηγής «διαίτερων» κινδύνων, που αφενός δεν μπορούν να ελεγχθούν με την καταβολή της απαιτούμενης στις συναλλαγές επιμέλειας και αφετέρου απειλούν άτομα που λόγω της δομής και οργάνωσης των σύγχρονων κοινωνιών είναι υποχρεωμένα να εκτίθενται σ' αυτόν, φέρει αντικειμενική ευθύνη για τις ζημίες που προκαλούνται από την ανωτέρω δραστηριότητα.

2.2.2.Α. Γενικοί Όροι Συναλλαγών

Σύμφωνα με τις διατάξεις των υποπεριπτώσεων β), γ) και ιζ) της παρ. 7 του άρθρου 2, του ν. 2251/1994 (ΦΕΚ 191 Α) «Προστασία των Καταναλωτών», όπως ισχύει, καθίσταται σαφές ότι όρος περί αποκλεισμού της ευθύνης για κάθε μορφής πταίσμα του προμηθευτή θεωρείται άνευ ετέρου ex lege καταχρηστικός και άκυρος. Σε περίπτωση ακυρότητας γενικού όρου συναλλαγών, ανακύπτει ζήτημα αναπλήρωσης του δημιουργούμενου κενού, το οποίο καλύπτεται με την εφαρμογή του αντίστοιχου κανόνα ενδοτικού δικαίου.

2.2.3. ΥΠΑΓΩΓΗ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ ΣΤΟ ΝΟΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ

Σύμφωνα με τον ΣτΚ, ο όρος του άρθρου 18 παρ.2 του Συμβολαίου Παροχής Ηλεκτρικού Ρεύματος για Οικιακή Χρήση, περί μη ευθύνης της εταιρείας από τις περιπτώσεις ανωμαλιών

ή διακοπών κατά την παροχή ρεύματος, ανεξάρτητα από την υπαιτιότητά της, είναι άκυροι. Η εταιρεία ΔΕΗ Α.Ε. οφείλει να παρέχει σταθερά και αδιάλειπτα ηλεκτρική ενέργεια στην συμφωνηθείσα ονομαστική τιμή τάσης εξαιρουμένων φυσικά των περιπτώσεων κατά τις οποίες οι αποκλίσεις στην τάση συνιστούν περιστατικά τυχηρά ή ανωτέρας βίας, δηλαδή τυχαία ή ακραία περιστατικά τα οποία δεν προβλέφθηκαν ούτε μπορούσαν να προβλεφθούν ή να αποφευχθούν από τον μέσο ευσυνείδητο εκπρόσωπο του οικείου κύκλου συναλλαγών, (1) και ευθύνεται για κάθε αθέτηση υποχρέωσής από δόλο ή αμέλεια, η οποία απαιτείται να καταβάλλεται στις συναλλαγές. (2)

Η εταιρεία ΔΕΗ Α.Ε., όπως ισχυρίζεται ο ΣτΚ και όπως αναφέρεται στο σύνολο των πορισμάτων του προς τη διοίκηση της εταιρείας, αρνείται την ευθύνη της για τις ζημίες και στα πλαίσια του βάρους της απόδειξης σχετικά με την τήρηση των συμβατικών και συναλλακτικών υποχρεώσεων πρόνοιας και ασφάλειας, προβάλλει τους εξής ισχυρισμούς:

α) Οι διακυμάνσεις τάσεων οφείλονται ως επί των πλείστων σε τυχαία και απρόβλεπτη βλάβη, προκληθείσα από αστάθμητους, εξωγενείς παράγοντες ή καιρικά φαινόμενα και όχι σε πλημμελή κατασκευή ή συντήρηση του δικτύου. Σε περιπτώσεις διακοπή του ουδέτερου αγωγού (η αντίσταση ανάμεσα στη φάση και τον ουδέτερο, η εταιρεία προβάλλει ότι η βλάβη στο υπόγειο καλώδιο της παροχής που προκαλεί την εκάστοτε ζημία, οφείλεται σε τυχαίο γεγονός, καθώς τα υπόγεια δίκτυα, σύμφωνα με τα διεθνώς παραδεδομένα, δεν υπόκεινται σε προληπτική συντήρηση πέραν των υπέργειων απολήξεων και των επισκέψιμων τμημάτων, λόγω της δυσχέρειας πρόσβασης αλλά και της αμφίβολης δυνατότητας διάγνωσης της βλάβης από την οπτική εξέταση. Ως εκ τούτου, η κοπή του ουδέτερου δεν είναι δυνατόν να κοπεί και φυσικά να αποκλεισθεί.

β) Οι εκάστοτε διαταραχές της τάσης είναι αποδεκτές στα πλαίσια του Ευρωπαϊκού Προτύπου EN 50160/November 1999 : «Voltage Characteristics of Electricity supplied by public distribution systems» (αντίστοιχο Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ 50160/25.05.2000 «Χαρακτηριστικά της τάσης που παρέχεται από τα Δημόσια Δίκτυα Διανομής»), το οποίο αποδέχεται την ύπαρξη διαταραχών των χαρακτηριστικών της τάσης τροφοδότησης όπως περιστασιακές βυθίσεις, διακυμάνσεις και διακοπές της τάσης καθώς και μεταβατικές ή περιστασιακές υπερτάσεις ως προς τη γη, οι οποίες μπορεί να προκαλούνται από τις συσκευές των καταναλωτών, χειρισμούς ή βλάβες στις εγκαταστάσεις των καταναλωτών, ή του δικτύου διανομής από κεραυνούς, παρεμβάσεις τρίτων ή αλλά εξωτερικά αίτια.

γ) Η εταιρεία δεν φέρει ευθύνη για ζημίες που προκαλούνται στην εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση των καταναλωτών καθώς η λειτουργία των εγκαταστάσεων, υπό μη κανονικές συνθήκες λειτουργίας καθώς και η προστασία έναντι διαταραχών στη τάση τροφοδότησης αφορούν στην ευθύνη των καταναλωτών να διερευνούν

i) τη συμφωνία του ευαίσθητου εξοπλισμού τους με τα σχετικά περί ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας πρότυπα, τα οποία οι κατασκευαστές οφείλουν να τηρούν καθώς και

ii) την σκοπιμότητα εγκατάστασης διατάξεων προστασίας (π.χ. επιτηρητές τάσης, σταθεροποιητές τάσης, συστήματα αδιάλειπτης τροφοδότησης ισχύος κ.λπ.) είτε στις επιμέρους συσκευές είτε σε όλη την εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση, οι οποίες μπορούν να εγκατασταθούν από αδειούχους μηχανικούς στο αρχικό στάδιο κατασκευής ή αργότερα (διεθνή Πρότυπα IEC 61000 περί «Ηλεκτρομαγνητικής Συμβατότητας», Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ ΗΝΤ 384/12.12.2002 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις» που επικυρώθηκε με την υπ' αριθ. Φ.7.5/1816/88 απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης (ΦΕΚ 470 Β 05-03-

2004), Κανονισμός Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (υπ' αριθ. 80225/54 απόφαση του Υπουργού Βιομηχανίας ΦΕΚ 59 Β).

δ) η εταιρεία ενημερώνει καταλλήλως τους καταναλωτές, μέσω των λογαριασμών ρεύματος, τόσο για τους ενδεχόμενους κινδύνους από την χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος όσο και σχετικά με τους τρόπους πρόληψης .

ε) η εταιρία δεν είναι υπεύθυνη για την απουσία ελεγκτικών μηχανισμών και δοκιμών ελέγχου που θα διασφαλίζουν την ποιότητα των ηλεκτρικών συσκευών που πρόκειται να διοχετευτούν στην αγορά

Η θέση του ΣτΚ επί του κάθε ενός εκ των ισχυρισμών εκφράζεται αναλυτικά σε δημοσιοποιημένα πορίσματα. Συγκεκριμένα :

Σχετικά με τον ισχυρισμό α):

Σύμφωνα με την ΡΑΕ, η ΔΕΗ Α.Ε., στα πλαίσια των υποχρεώσεων της σχετικά με τη λειτουργία, συντήρηση, την αξιοπιστία και την ασφάλεια ενός τεχνικά άρτια Δικτύου, ιδιαίτερα δε όσον αφορά τις τεχνικές προδιαγραφές αυτού, την ποιότητα τάσης και την αξιοπιστία τροφοδοσίας των πελατών, οφείλει να λαμβάνει όλα τα κατάλληλα μέτρα ώστε να αντιμετωπίζονται αλλά και να προβλέπονται βλάβες στο Δίκτυο, και ιδιαίτερα αυτές που μπορούν να προκαλέσουν σημαντική ζημία στους καταναλωτές και των οποίων τα αίτια δε σχετίζονται με γεγονότα τυχηρά ή ανωτέρας βίας. Στο πλαίσιο αυτό, και επειδή η εκδήλωση βλαβών στα υπόγεια δίκτυα θεωρείται από τον ΣτΚ ως αναμενόμενη, επιβάλλεται η ύπαρξη σχετικού προγράμματος προληπτικής συντήρησης αυτών (πραγματοποίηση μετρήσεων), τουλάχιστον βάση της παλαιότητας και των τεχνικών προδιαγραφών κατασκευής και εγκατάστασης.

Επομένως, ο ΣτΚ συμπεραίνει ότι, η παρακολούθηση της συμπεριφοράς των υπόγειων δικτύων και η προληπτική συντήρηση αυτών εντάσσεται σαφώς στο πεδίο των υποχρεώσεων ασφάλειας και πρόνοιας της εταιρείας, και συνεπώς κάθε ζημία στον ηλεκτρικό εξοπλισμό η οποία τελεί σε αιτιώδη συνάφεια με την παραβίαση της ανωτέρω υποχρέωσης συνιστά παράνομη και υπαίτια πράξη και γεννά υποχρέωση αποζημίωσης της εταιρείας.

Εξάλλου, σύμφωνα με τον ΣτΚ, από τα σχετικά έγγραφα της ΔΕΗ δεν αποδεικνύεται η τήρηση των ανωτέρω υποχρεώσεων καθώς η εταιρεία δεν τηρεί το πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης των υπόγειων δικτύων και δεν παρέχει στοιχεία σχετικά με τη φύση του γεγονότος που προκάλεσε την εκάστοτε βλάβη , ούτε σχετικά με την κατάσταση του υπό κρίση Δικτύου, προκειμένου να διαπιστωθεί ότι η ζημία δεν τελεί σε αιτιώδη συνάφεια με την έλλειψη συντήρησης του Δικτύου αλλά επήλθε από περιστατικό τυχηρό ή ανωτέρας βίας, το οποίο δεν μπορούσε να προβλεφθεί ή να αποφευχθεί από το μέσο ευσυνείδητο εκπρόσωπο του οικείου κύκλου συναλλαγών.

Επιπλέον, η εταιρεία δεν παρέχει κανένα στοιχείο σχετικά με την τήρηση του μέτρου περί παρακολούθησης της συχνότητας βλαβών που παρουσιάζουν οι καλωδιακές γραμμές και αντικατάστασής όσων παρουσιάζουν αυξημένη συχνότητα βλαβών, το οποίο αποδέχεται ότι εφαρμόζει.

Σχετικά με τον ισχυρισμό β):

Το πρότυπο EN 50160 προβλέπει αποδεκτά όρια διαταραχών για κάποιες από τις παραμέτρους ποιότητας (διακυμάνσεις, αναλαμπή, αρμονική παραμόρφωση της κυματομορφής) της τάσης τροφοδότησης, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας και όχι σε καταστάσεις που προκαλούνται από σφάλματα και διακοπές τροφοδότησης ή έκτακτες περιστάσεις. Επιπλέον, ακόμα και στην περίπτωση εφαρμογής του προτύπου

i) θα πρέπει να διερευνάται η τήρηση των προβλεπομένων ορίων (Άρθρα 6-6, 6-7 Σχεδίου Κώδικα Διαχείρισης του Δικτύου)

ii) θα πρέπει να διερευνάται η τήρηση των ανωτέρω υποχρεώσεων των Φορέων του Δικτύου καθώς πρόκληση διαταραχής λόγω πταίσματος κατά την παροχή των υπηρεσιών και όχι λόγω απρόβλεπτου και αναπότρεπτου γεγονότος δύναται να θεμελιώνει ευθύνη προς αποζημίωση ακόμα και αν η διακύμανση της τάσης κυμαίνεται εντός των προβλεπομένων ορίων. Εξάλλου από τα σχετικά έγγραφα της ΡΑΕ, δεν προκύπτει σε καμία περίπτωση ότι η κοπή ουδετέρου λόγω παλαιότητας του Δικτύου εντάσσεται στις περιπτώσεις των τυχηρών ή ανωτέρας βίας γεγονότων.

Σχετικά με τον ισχυρισμό γ):

Για την αντιμετώπιση του φαινομένου των «διαταραχών» της τάσης, υπάρχουν σε ισχύ α) τα διεθνή Πρότυπα IEC 61000 περί «Ηλεκτρομαγνητικής Συμβατότητας» τα οποία δεσμεύουν τους κατασκευαστές ηλεκτρολογικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού, και τα οποία καθορίζουν τα επίπεδα διαταραχών που απαντώνται στα δημόσια δίκτυα τροφοδότησης, τα μέγιστα επιτρεπτά επίπεδα εκπομπής διαταραχών που προκαλούνται από τον οικιακό εξοπλισμό καθώς και τα ελάχιστα επίπεδα «ατρωσίας» του εξοπλισμού από τις διαταραχές αυτές και β) το Ελληνικό Πρότυπο ΕΛΟΤ HNT 384/12.12.2002 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις» που επικυρώθηκε με την Υπουργική Απόφαση Φ.7.5/1816/88 (ΦΕΚ 470 Β 05-03-2004) καθώς και το Άρθρο 6 του Κανονισμού Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων όπου προβλέπεται η προαιρετική μέριμνα των καταναλωτών για την εγκατάσταση προστατευτικών διατάξεων είτε στις επί μέρους συσκευές είτε σε όλη την εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση. Δεδομένων των ανωτέρω, ο ΣτΚ παρατηρεί ότι η ορθή επιλογή του ηλεκτρικού εξοπλισμού και η εγκατάσταση προστατευτικών διατάξεων, σε συνδυασμό με την ενημέρωση που πραγματοποιείται από την εταιρεία μέσω των λογαριασμών της, είναι δυνατό να εντάσσονται στο πλαίσιο του μέτρου επιμέλειας το οποίο οφείλει να επιδεικνύει ο μέσος συνετός καταναλωτής για την αποτροπή ενδεχόμενων ζημιών και κατά συνέπεια, μη τήρηση της ανωτέρω από τις περιστάσεις κοινωνικώς επιβαλλόμενης συμπεριφοράς είναι ικανή να επιφέρει ή να επεκτείνει τη ζημία, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις χρήσης εξοπλισμού μεγάλης αξίας. Θα πρέπει όμως να επισημάνουμε τα εξής:

α) η αμελής συμπεριφορά του καταναλωτή δεν οδηγεί αυτομάτως στον αποκλεισμό της προς αποζημίωση υποχρέωσης της εταιρείας, ιδιαίτερα όταν αποδεικνύεται πλημμελής εκπλήρωση των υποχρεώσεων της, αλλά δύναται να έχει ως συνέπεια τον αποκλεισμό ή περιορισμό της αποζημίωσης μετά από την εκτίμηση του βαθμού του εκατέρωθεν πταίσματος κατά την κρίση του δικαστηρίου.

β) υφίσταται τεχνικά το ενδεχόμενο της πρόκλησης ζημίας από την επέλευση μεγάλου μεγέθους διαταραχής στην τάση παρά την ύπαρξη των προστατευτικών διατάξεων.

Σχετικά με τον ισχυρισμό δ):

Στο πλαίσιο των συμβατικών και συναλλακτικών υποχρεώσεων ασφάλειας και πρόνοιας της εταιρείας ΔΕΗ Α.Ε., ως Διαχειριστή του Δικτύου και προμηθευτή ηλεκτρικής ενέργειας (άρθρα 5 και 8 του ν. 2251/1994 ΦΕΚ Α 159 «Προστασία των Καταναλωτών, όπως ισχύει, περίπτωση (ζ) άρθρου 23 ν.2773/1999, 281, 288, 914 ΑΚ), πέραν των τεχνικών θεμάτων, εντάσσεται η πλήρης, σαφής και συστηματική ενημέρωση του κοινού σχετικά με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ηλεκτρικού ρεύματος, τους κινδύνους που εγκυμονεί η χρήση του καθώς και τους ενδεδειγμένους τρόπους πρόληψης από τους κινδύνους αυτούς.

Η εταιρεία ΔΕΗ Α.Ε. ενημερώνει τους καταναλωτές σχετικά με το φαινόμενο των διαταραχών στην τάση του ρεύματος μέσω ανακοινώσεων στους λογαριασμούς ρεύματος, όπου αναφέρεται ότι: «Όπως προβλέπεται και στους κανονισμούς (ΕΛΟΤ- Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 50160/2000) μικρές ή μεγάλες μεταβολές της τάσης τροφοδότησης, όπως π.χ. περιστασιακές βυθίσεις ή διακοπές της τάσης, υπερτάσεις ως προς τη γη κ.α., είναι αναπόφευκτες, αφού μπορεί να οφείλονται σε φυσικά φαινόμενα (π.χ. κεραυνούς, πτώση δέντρων), σε τυχαίες βλάβες, σε παρεμβάσεις τρίτων και σε άλλα απρόβλεπτα εξωτερικά αίτια».

Όπως συμπεραίνει ο ΣτΚ μέσω της διερεύνησής του, η εμφάνιση συχνών διαταραχών στην τάση του ηλεκτρικού ρεύματος αποτελούν συνηθισμένη, προβλέψιμη και φυσιολογική συμπεριφορά του δικτύου διανομής υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας αφενός λόγω της φύσεως του ηλεκτρικού ρεύματος και των εγγενών χαρακτηριστικών του Δικτύου (βλέπε όρια ποιότητας τάσης EN 50160) και αφετέρου λόγω των συχνών περιπτώσεων αναπόφευκτων βλαβών και εξωτερικών επιδράσεων, πέραν του πεδίου ευθύνης της εταιρείας, οι οποίες κυρίως οφείλονται στις τεχνικές δυσχέρειες στην προστασία, συντήρηση, επιτήρηση και ανανέωση των υπογείων και εναερίων δικτύων.

Κατά συνέπεια, η ανωτέρω παρουσίαση της εμφάνισης των διαταραχών στην τάση του ρεύματος από την εταιρεία, η οποία :

α) παρουσιάζει το φαινόμενο της εμφάνισης «διαταραχών» ως προκαλούμενο από ακραία και τυχαία, έκτακτα «εξωγενή» αίτια

β) παραπέμπει στην εφαρμογή του προτύπου EN 50160/2000 χωρίς περαιτέρω αναφορά στο περιεχόμενο του και στα ιδιαίτερα ελαστικά πρότυπα που καθορίζει (3) και

γ) δεν αναφέρεται πλήρως στα πιθανά αίτια πρόκλησης των διαταραχών και ιδιαίτερα στην πιθανότητα πρόκλησης διαταραχών από χειρισμούς στις εσωτερικές τους εγκαταστάσεις ή στη λειτουργία των οικιακών συσκευών, στη μη συντήρηση των υπογείων δικτύων ή στην συχνή εμφάνιση βλαβών λόγω της φύσεως των εναερίων δικτύων, δεν ενημερώνει πλήρως και σαφώς τους καταναλωτές σχετικά με τον ιδιαίτερα συχνό κίνδυνο που διατρέχουν για την εκδήλωση σημαντικών ζημιών στην περιουσία τους κατά την λειτουργία του δικτύου διανομής υπό κανονικές συνθήκες. Κατά συνέπεια ο ΣτΚ θεωρεί ότι η ανωτέρω παρουσίαση αποτελεί παραβίαση των συναλλακτικών υποχρεώσεων πλήρους και σαφούς ενημέρωσης του καταναλωτικού κοινού σχετικά με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της λειτουργίας του Δικτύου Διανομής ηλεκτρικού ρεύματος και τους κινδύνους που εγκυμονεί η χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος και σε συνδυασμό με το κριτήριο της παρ. 5 του άρθρου 8 καθιστά την υπηρεσία μη ανταποκρινόμενη «στην ευλόγως αναμενόμενη ασφάλεια».

Κατά τον ΣτΚ η ανωτέρω μη τήρηση των συναλλακτικών υποχρεώσεων ενημέρωσης είναι ικανή και πρόσφορη για την πρόκληση ζημιών κατά τη συνήθη πορεία των πραγμάτων καθώς θεωρεί εύλογο ότι με την κατάλληλη πληροφόρηση σχετικά με την ιδιαίτερα αυξημένη συχνότητα εμφάνισης διαταραχών της τάσης, ο μέσος καταναλωτής θα ελάμβανε ειδικά μέτρα προστασίας, τουλάχιστον για συσκευές ιδιαίτερα μεγάλης αξίας καθώς και μέτρα για την αποφυγή επιζήμιων παρεμβάσεων στο δίκτυο.

2.2.4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣτΚ

Ο ΣτΚ έχοντας υπόψη την ισχυριζόμενη από τον ίδιο μη ανατροπή του τεκμηρίου της παρανομίας και υπαιτιότητας από την εταιρεία ΔΕΗ Α.Ε. μέσω της απόδειξης τήρησης των υποχρεώσεων ασφάλειας και πρόνοιας κατά την παροχή υπηρεσιών Διαχείρισης του Δικτύου καθώς και την ισχυριζόμενη παραβίαση των υποχρεώσεων πλήρους, σαφούς και κατανοητής ενημέρωσης του καταναλωτή σχετικά με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του ηλεκτρικού ρεύματος, τους κινδύνους που εγκυμονεί η χρήση του καθώς τους ενδεδειγμένους τρόπους πρόληψης από τους κινδύνους αυτού και την ενδεχόμενη συνυπαιτιότητα του εκάστοτε καταναλωτή ως προς την επέλευση της ζημίας, λόγω μη χρήσεως των ενδεδειγμένων προστατευτικών διατάξεων, διαπιστώνει την πλήρωση των προϋποθέσεων ευθύνης της εταιρείας ΔΕΗ Α.Ε. σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 8 του ν. 2251/1996 και η υποχρέωση της για αποζημίωση μέρους της προκληθείσης ζημίας.

Ενόψει των ανωτέρω, με σκοπό τη συμβιβαστική επίλυση της υπό κρίση διαφοράς, ο Συνήγορος του Καταναλωτή είθισται σε περιπτώσεις που γνωμοδοτεί υπέρ του καταναλωτή να απευθύνει σύσταση προς την εταιρεία ΔΕΗ Α.Ε. ζητώντας:

α) να προχωρήσει σε καταβολή αποζημίωσης προς τον καταναλωτή, ίσης με το ήμισυ της αξίας της προκληθείσης σε αυτήν ζημίας από την αυξομείωση της τάσης του ρεύματος μετά την υποβολή των απαραίτητων αποδεικτικών της ζημίας εγγράφων από τον ζημιωθέντα.

β) να προβεί άμεσα, με κάθε πρόσφορο μέσο, στην πλήρη, σαφή και κατανοητή ενημέρωση των καταναλωτών σχετικά με τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της λειτουργίας του Δικτύου Διανομής ηλεκτρικού ρεύματος και τους κινδύνους που εγκυμονεί η χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος καθώς και τους ενδεδειγμένους τρόπους πρόληψης από τους κινδύνους αυτούς.
[6][7][11][12]

2.3. Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΔΕΗ

2.3.1 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΘΕΣΕΩΝ

Μέχρι τώρα έχουμε κάνει αρκετές φορές αναφορά στη θέση της ΔΕΗ, όπως αυτή παρουσιάζεται από το Συνήγορο του Πολίτη και τον Συνήγορο του Καταναλωτή. Στο σημείο αυτό θα παρουσιάσουμε αυτούσια την άποψη της Επιχείρησης, όπως αυτή αναλύεται τόσο στις επιστολές προς τις προηγούμενες ανεξάρτητες Αρχές, όσο και δημοσιευμένα κείμενα προς τους καταναλωτές. Θα γίνει επίσης αναφορά στα μέτρα που λαμβάνει η ΔΕΗ Α.Ε. για τη βελτίωση της ποιότητας της τροφοδοτούμενης τάσης και την αποφυγή ζημιών του

ηλεκτρικού και ηλεκτρονικού εξοπλισμού των καταναλωτών καθώς και οι προτάσεις της προς του καταναλωτές για την προστασία τους.

Σύμφωνα λοιπόν με τη ΔΕΗ, οι διαταραχές της τάσης (στιγμιαίες διακοπές ή διακυμάνσεις της τάσης κ.α.) μπορεί να προκαλούνται τόσο από το δημόσιο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας όσο και, αρκετά συχνά, από την εσωτερική ηλεκτρική εγκατάστασή του καταναλωτή ή από γειτονική εγκατάσταση άλλου καταναλωτή. Άλλωστε το κυριότερο χαρακτηριστικό του προϊόντος «ηλεκτρική ενέργεια» είναι ότι, η ποιότητά του δεν εξαρτάται μόνο από τη λειτουργία των εγκαταστάσεων της ηλεκτρικής εταιρείας που το παρέχει αλλά και από τη λειτουργία του ηλεκτρικού εξοπλισμού του μεγάλου πλήθους των καταναλωτών και παραγωγών που το χρησιμοποιούν ταυτόχρονα κάθε στιγμή.

Όπως είναι σύνηθες σε όλα τα δίκτυα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας παγκοσμίως, έτσι και στα δίκτυα της ΔΕΗ εμφανίζονται αναπόφευκτες διαταραχές της τάσης τόσο υπό συνθήκες κανονικής λειτουργίας όσο και κατά τη διάρκεια έκτακτων συμβάντων. Κάποιες από τις διαταραχές αυτές μπορεί να επηρεάσουν τη λειτουργία του ευαίσθητου οικιακού ηλεκτρονικού εξοπλισμού, ο οποίος κανονικά πρέπει να έχει “περάσει” από δοκιμές ελέγχου. Στα εναέρια δίκτυα διανομής η συχνότητα εμφάνισής των διαταραχών της τάσης είναι μεγαλύτερη λόγω της έκθεσης των δικτύων αυτών στην επίδραση εξωγενών παραγόντων και δυσμενών καιρικών συνθηκών.

Η εμφάνιση διαταραχών τάσης μπορεί να οφείλεται σε διάφορες αιτίες, όπως π.χ.:

- στην πτώση κεραυνού
- στην επίδραση ακραίου καιρικού φαινομένου (θύελλα κ.α.) σε εναέριο δίκτυο
- σε πουλιά ή ζώα που προκαλούν βραχυκυκλώματα στα δίκτυα
- στην πτώση στύλου εναερίου δικτύου της ΔΕΗ λόγω πρόσκρουσης οχήματος πάνω του
- στην κοπή υπογείου καλωδίου της ΔΕΗ από μηχανήμα εκσκαφών τρίτου
- στην κοπή αγωγού εναερίου δικτύου της ΔΕΗ λόγω πτώσης δένδρου πάνω του
- σε τυχαία αποκοπή του ουδετέρου αγωγού σε υπόγειο καλώδιο της ΔΕΗ, στα οποία δεν είναι δυνατή η επιθεώρηση (ωστόσο θα μπορούσε το τεχνικό προσωπικό της ΔΕΗ να πραγματοποιεί τις ανάλογες μετρήσεις)
- στην επαναφορά του ρεύματος, κατά την επανηλέκτριση του δικτύου μετά από διακοπή
- σε μεγάλες και συχνές μεταβολές των ηλεκτρικών καταναλώσεων της εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης ή άλλων γειτονικών εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων άλλων καταναλωτών (π.χ. ζεύξη/απόζευξη κινητήρων)
- στη λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών άλλων καταναλωτών (π.χ. εμφάνιση συχνότητας πολλαπλάσιας της κανονικής συχνότητας των 50 Hz)
- στη λειτουργία μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής.

Όπως γίνεται σαφές από τα προηγούμενα, παρά τη λήψη όλων των δυνατών μέτρων από τη ΔΕΗ είναι αντικειμενικά και πρακτικά αδύνατο να αποκλεισθεί παντελώς η εμφάνιση διαταραχών της τάσης (μειώσεις της τάσης, υπερτάσεις, διακοπές βραχείας ή μακράς διάρκειας κ.λπ.) που οφείλονται στις προαναφερόμενες αιτίες με αποτέλεσμα η τάση να αποκλίνει από την επιζητούμενη ιδανική μορφή της (σταθερή και απόλυτα ημιτονοειδή τάση). Η αναπόφευκτη αυτή εμφάνιση διαταραχών τάσης προβλέπεται από το Ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 50160.

Από την πλευρά της η ΔΕΗ υποστηρίζει ότι η μελέτη και η κατασκευή των δικτύων της, καθώς και ο ποιοτικός έλεγχος των υλικών που χρησιμοποιούνται, βασίζονται σε αυστηρούς κανονισμούς και προδιαγραφές, όμοιους με εκείνους που ισχύουν στην υπόλοιπη Ε.Ε. και στις Η.Π.Α. Επιπλέον, τα δίκτυα επιθεωρούνται και συντηρούνται σύμφωνα με τα προβλεπόμενα από τους κανονισμούς και τη διεθνή πρακτική.

Ωστόσο, σύμφωνα πάντα με την τοποθέτηση της Επιχείρησης, είναι εκ των πραγμάτων αδύνατο να αποκλειστεί, ακόμα και για τις πιο τέλεια μελετημένες, κατασκευασμένες και συντηρούμενες εγκαταστάσεις, η εμφάνιση βλαβών που οφείλονται σε πολύ σπάνια εμφανιζόμενη αστοχία υλικών (η οποία μετά από μεγάλο χρονικό διάστημα δεν εμφανίζει καμία πιθανότητα εμφάνισης). Η ΔΕΗ τονίζει ότι η οποιαδήποτε σπανίως εμφανιζόμενη αστοχία υλικού δεν μπορεί να αποδοθεί σε οποιαδήποτε μορφή υπαιτιότητα της επιχείρησης καθώς φροντίζει να προμηθεύεται υλικά με βάση τις αυστηρές προδιαγραφές που ορίζουν τα Διεθνή και Ευρωπαϊκά πρότυπα. Παρά τις αυστηρές προδιαγραφές η μεμονωμένη και σπανιότατη αστοχία υλικού θεωρείται αποδεκτή διεθνώς για κάθε υλικό και βρίσκεται εκτός της σφαίρας ευθύνης της Επιχείρησης.

Η ΔΕΗ αναφέρει επίσης ότι σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική δεν προβλέπεται επιθεώρηση και συντήρηση των υπογείων καλωδίων των επιχειρήσεων διανομής ηλεκτρικής ενέργειας. Εξάλλου απαντώντας σε επιστολή του Συνηγόρου του Πολίτη, διευκρινίζει ότι οι ρυθμοί σφαλμάτων ανά 100 km υπόγειου δικτύου περιλαμβάνουν κυρίως τα βραχυκυκλώματα (μονοπολικά, διπολικά, τριπολικά), τα οποία προκαλούν την άμεση λειτουργία των μέσων προστασίας και τη διακοπή της τροφοδότησης των τμημάτων των δικτύων που παρουσιάζουν τα σφάλματα. Επιπλέον, η πιθανότητα κοπής του ουδετέρου στο υπόγειο τμήμα του καλωδίου παροχής, χωρίς να προκληθεί βραχυκύκλωμα, είναι στατιστικά αμελητέα.

Το Ευρωπαϊκό Πρότυπο EN 50160/November 1999 : «Voltage Characteristics of Electricity supplied by public distribution systems» που αφορά στην ποιότητα της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, το οποίο ακολουθείται από τις Εταιρείες Ηλεκτρικής Ενέργειας της Ε.Ε., αποδέχεται την ύπαρξη περιστασιακών βυθίσεων, διακυμάνσεων και διακοπών της τάσης καθώς και την περιστασιακή υπέρταση ως προς τη γη, από βλάβη στη λειτουργία του δικτύου.

Σύμφωνα με το πρότυπο αυτό σε διάστημα μιας εβδομάδας, το 95% των ανά 10 λεπτών μέσων τιμών της τάσης πρέπει να βρίσκεται μεταξύ των 207 και 253 V, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, με εξαίρεση καταστάσεις που οφείλονται σε βλάβες ή διακοπές. Σε περίπτωση βλάβης, στο δίκτυο ή στην εγκατάσταση του καταναλωτή, αναφέρεται στο ίδιο πρότυπο ότι μπορεί να εμφανιστούν υπερτάσεις ως προς τη γη έως και την πολική τάση του δικτύου.

Η ΔΕΗ ορίζει ρητά ότι δεν επεμβαίνει στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις των καταναλωτών της. Όπως περιγράφεται στο πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384/12.02.2002. και την

Υπουργική Απόφαση Φ.7.5/1816 (ΦΕΚ 470/Β'/05/03/2004), που επικύρωσε το πρότυπο αυτό, η προστασία των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων των πελατών, έναντι διαταραχών της τάσης τροφοδότησης γίνεται από τους ίδιους τους καταναλωτές, με κατάλληλες προστατευτικές διατάξεις τόσο για την προστασία των ίδιων των Εσωτερικών Ηλεκτρολογικών Εγκαταστάσεων όσο και για την προστασία των ηλεκτρικών συσκευών που αυτές τροφοδοτούν. Σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία ο ιδιοκτήτης κάθε ηλεκτρολογικής εγκατάστασης, σε συνεννόηση με τον ηλεκτρολόγο εγκαταστάτη του, μπορεί να τοποθετήσει κατάλληλες προστατευτικές διατάξεις, η επιλογή των οποίων είναι άμεσα εξαρτώμενη από την ευαισθησία, την αξία και την κρισιμότητα του εξοπλισμού του.

Προκειμένου να υπενθυμίζονται στους πελάτες τα ανωτέρω η ΔΕΗ εσωκλείει σχετική επισήμανση σε όλους τους αποστελλόμενους λογαριασμούς ρεύματος, καθώς επίσης υπάρχει σχετικά ανάρτηση και στην ιστοσελίδα της Επιχείρησης στο Διαδίκτυο.

Τέλος, η ΔΕΗ διευκρινίζει ότι σε όσες περιπτώσεις βλαβών του δικτύου, για τις οποίες αναφέρονται ζημίες στην εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση και στον ηλεκτρικό εξοπλισμό των καταναλωτών της, διαπιστώνεται ότι υπάρχει ευθύνη υπαλλήλων της από σχετικές πράξεις ή παραλείψεις τους, η Επιχείρηση αποζημιώνει στο ακέραιο τους θιγέντες καταναλωτές μετά την προσκόμιση των απαραίτητων δικαιολογητικών.

2.3.2. ΜΕΤΡΑ ΤΗΣ ΔΕΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΞΑΣΦΑΛΙΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ

Η ΔΕΗ σε επιστολή-απάντηση προς τον Συνήγορο του Πολίτη κάνει εκτενή αναφορά στα μέτρα που η ίδια λαμβάνει για την κατά το δυνατό εξασφάλιση της ποιότητας της τάσης τροφοδοσίας στους καταναλωτές. Εντούτοις, όπως αναφέρεται, παρά τα μέτρα που λαμβάνει, είναι πρακτικά αδύνατο να αποκλεισθεί παντελώς η εμφάνιση συμβάντων που προκαλούν αποκλίσεις (διαταραχές) της τάσης από την επιζητούμενη μορφή της. Τέτοια συμβάντα μπορούν να οφείλονται σε αναπόφευκτες αστοχίες υλικών, σε παρεμβάσεις τρίτων εξωγενών παραγόντων (π.χ. κοπή υπογείου καλωδίου από μηχανήμα εκσκαφών τρίτου), σε γεγονότα ανωτέρας βίας (π.χ. επιπτώσεις καιρικών φαινομένων, όπως θύελλα και κεραυνοί, στα εναέρια δίκτυα) αλλά και σε τυχαία γεγονότα. Τέλος, ανεπιθύμητες διαταραχές της τάσης μπορεί να προκληθούν από ηλεκτρικές εγκαταστάσεις άλλων καταναλωτών, με υπαιτιότητάς τους ή ακόμα και από την εγκατάσταση του ίδιου του θιγόμενου καταναλωτή.

2.3.2.Α. Μελέτη και κατασκευή δικτύων- Ποιοτικός έλεγχος υλικών δικτύων

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, η ΔΕΗ υποστηρίζει ότι οι κανονισμοί και οι προδιαγραφές που ακολουθούνται για την μελέτη και την κατασκευή των δικτύων της και ο ποιοτικός έλεγχος των υλικών τα οποία χρησιμοποιούνται σε αυτά, είναι παρόμοιοι με εκείνους που ισχύουν στις ΗΠΑ και Ε.Ε., και εξασφαλίζουν υψηλό βαθμό αξιοπιστίας.

Ειδικότερα οι προδιαγραφές των υλικών που χρησιμοποιεί η ΔΕΗ στα δίκτυά της είναι εναρμονισμένες με αυστηρά πρότυπα, ως προς τα τεχνικά χαρακτηριστικά, τους ποιοτικούς ελέγχους για την αξιολόγηση και αποδοχή τους κ.λπ., όμοια με εκείνα που χρησιμοποιούνται από της Ηλεκτρικές Επιχειρήσεις ανεπτυγμένων χωρών διεθνώς.

Επίσης, οι διαδικασίες μελετών, κατασκευών και συντήρηση δικτύων δεν υπολείπονται εκείνων που χρησιμοποιούνται στις πλέον ανεπτυγμένες χώρες.

Όλες οι μελέτες δικτύων εκπονούνται από έμπειρους ειδικευμένους τεχνικούς και ελέγχονται από Διπλωματούχο Ηλεκτρολόγο Μηχανικό, πριν προωθηθούν για κατασκευή. Κατά το στάδιο κατασκευής λαμβάνονται όλα εκείνα τα μέτρα που διασφαλίζουν την ορθή εφαρμογή της μελέτης.

2.3.2.Β. Επιθεώρηση και συντήρηση εγκαταστάσεων

Η ΔΕΗ, σύμφωνα με τη σχετική νομοθεσία αλλά και τις εσωτερικές της οδηγίες, εφαρμόζει προγράμματα περιοδικής επιθεώρησης-συντήρησης των εγκαταστάσεών της.

Σύμφωνα με την προαναφερθείσα επιστολή προς τον ΣτΠ, τα εναέρια δίκτυα Μέσης Τάσης και Χαμηλής Τάσης και οι παροχές καθώς και τα υπέργεια και επισκέψιμα τμήματα των υπογείων δικτύων ΜΤ και ΧΤ επιθεωρούνται κατά τακτά χρονικά διαστήματα, σύμφωνα με τα αναφερόμενα στη νομοθεσία (ΚΕΣΥΓΗΕ, Άρθρα 211 & 213).

Μετά την επιθεώρηση, η ΔΕΗ εκτελεί όλες τις αναγκαίες εργασίες συντήρησης σε όσες περιπτώσεις προέκυψε, από την επιθεώρηση, ανάγκη άμεσης επέμβασης (εντοπισμένη συντήρηση).

Από το 2000, η επιθεώρηση των ορατών εγκαταστάσεων Διανομής διενεργείται και με χρήση φορητών καμερών απεικόνισης της θερμοκρασίας ηλεκτρικών στοιχείων, μέσω υπέρυθρων ακτινών. Οι κάμερες αυτές παρέχουν τη δυνατότητα στη ΔΕΗ να εντοπίζει εξελισσόμενες δυσλειτουργίες στις εγκαταστάσεις προτού εκδηλωθεί σχετική βλάβη, χωρίς να απαιτείται η διακοπή λειτουργίας αυτών των εγκαταστάσεων και κατά συνέπεια χωρίς να ενοχλούνται οι καταναλωτές. Δίνεται έτσι η δυνατότητα μια ορθολογικής ιεράρχησης των εργασιών συντήρησης των εγκαταστάσεων, με βάση την πραγματική κατάστασή τους (Predictive Maintenance ή Condition-Based Maintenance).

Παράλληλα εφαρμόζεται κάθε χρόνο κυλιόμενο πρόγραμμα προληπτικής συντήρησης του διακοπτικού εξοπλισμού και των υποσταθμών (Υ/Σ).

2.3.2.Γ. Ανανέωση δικτύων

Όπως αναφέρει η ΔΕΗ, η ανανέωση του δικτύου συντελείται είτε με την αντικατάσταση των τμημάτων του, όπου διαπιστώνεται π.χ. κατά την επιθεώρησή ότι παρουσιάζουν φθορές ή άλλα προβλήματα (αντικατάσταση στύλων, αντικατάσταση αγωγών σε τμήμα γραμμής) είτε με την ενίσχυση του δικτύου (αντικατάσταση στοιχείων δικτύου από άλλα μεγαλύτερης δυναμικότητας) είτε με την κατάργηση υπόγειων τμημάτων του δικτύου που παρουσίασαν βλάβη και την αντικατάστασή τους από νέα τμήματα δικτύου.

2.3.2.Α. Επιτήρηση δικτύων

Η επιτήρηση των δικτύων διενεργείται κυρίως μέσω των εγκατεστημένων σε όλη τη χώρα Κέντρων Ελέγχου Δικτύου Διανομής (ΚΕΔΔ), με σταδιακή ένταξη όλων των στοιχείων του δικτύου. Με αυτά επιτυγχάνεται ο συνεχής τηλεέλεγχος της κατάστασης του δικτύου, η

έγκαιρη λήψη μέτρων αναβάθμισης της λειτουργίας του και εξ αυτών η βελτίωση της ποιότητας της διανεμόμενης ηλεκτρικής ενέργειας. Επίσης σε όλες τις μονάδες Διανομής, τεχνικό προσωπικό βρίσκεται σε επιφυλακή σε 24ωρη βάση, για να εξασφαλίσει την ταχύτερη δυνατή επισκευή των δικτύων μετά από βλάβη.

2.3.2.Ε. Ρύθμιση τάσης

Η ΔΕΗ για να επιτύχει της ρύθμιση της τάσης, ώστε αυτή να κυμαίνεται εντός των επιτρεπτών ορίων, πέραν της εκπόνησης ορθής αρχικής μελέτης και τυχών μεταγενέστερων τροποποιήσεων των δικτύων, χρησιμοποιεί συστήματα αλλαγής της τάσης στους μετασχηματιστές ΥΤ/ΜΤ και ΜΤ/ΧΤ, ρυθμιστές τάσης που εγκαθίστανται στα δίκτυα ΜΤ καθώς και πυκνωτές αντιστάθμισης που εγκαθίστανται στους Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ και στα δίκτυα ΜΤ.

2.3.2.ΣΤ. Κλάδεμα δέντρων

Σύμφωνα με τις απαιτήσεις της σχετικής νομοθεσίας (ΚΕΣΥΓΗΕ, Άρθρο 281), η ΔΕΗ διενεργεί σε ετήσια βάση κλάδεμα των δέντρων που έρχονται σε επαφή ή γεινιάζουν με εναέρια γραμμές ΜΤ, ΧΤ και Υ/Σ. Το κλάδεμα έχει ως στόχο να αποφευχθούν επαφές των κλαδιών των δέντρων με τις εναέρια εγκαταστάσεις της ΔΕΗ, που θα είχαν, μεταξύ άλλων, ως αποτέλεσμα βλάβες στο δίκτυο.

2.3.2.Ε. Εγκατάσταση υλικών με μειωμένες απαιτήσεις συντήρησης

Όπως αναφέρεται, συνεχής στόχος της ΔΕΗ είναι η διεύρυνση της εγκατάστασης υλικών με μειωμένες απαιτήσεις συντήρησης (maintenance free υλικά) στα δίκτυα, σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική.

Ενδεικτικά επισημαίνεται ότι, από το 2000, σε περιοχές αυξημένης ατμοσφαιρικής ρύπανσης εγκαθίστανται συνθετικοί μονωτήρες στις νέες εγκαταστάσεις ή αντικαθίστανται σταδιακά οι συμβατικοί μονωτήρες (από πορσελάνη ή γυαλί) των υφιστάμενων εγκαταστάσεων από συνθετικούς. Οι συνθετικοί μονωτήρες παρουσιάζουν πολύ ικανοποιητική λειτουργία σε συνθήκες αυξημένης ρύπανσης.

Επίσης η ΔΕΗ χρησιμοποιεί αποκλειστικά από το 1986 για την κατασκευή δικτύων ΧΤ σε δασώδεις περιοχές, μονωμένους αγωγούς (συνεστραμμένα καλώδια), οι οποίοι οδηγούν σε μείωση του πλήθους των βλαβών, διότι εκμηδενίζονται οι πιθανότητες επαφής των υπό τάση στοιχείων του δικτύου με κλαδιά δέντρων, πτηνά κ.λπ. Επιπλέον, στις περιοχές αυτές η ΔΕΗ εφαρμόζει σταδιακή αντικατάσταση των ήδη εγκατεστημένων γυμνών αγωγών με συνεστραμμένα καλώδια. Ήδη από το 1996 έχει γενικευθεί η χρήση των συνεστραμμένων καλωδίων και πλέον υο σύνολο των δικτύων ΧΤ, σε όλη την επικράτεια, κατασκευάζεται με τέτοιου τύπου καλώδια.

Εξάλλου, τα τελευταία χρόνια η ΔΕΗ έχει στραφεί στην προμήθεια και εγκατάσταση διακοπτικού εξοπλισμού δικτύων με μειωμένες ανάγκες συντήρησης (π.χ. διακόπτες κενού, κλειστού τύπου).

2.3.2.H. Νέες επενδύσεις

Το Νοέμβριο του 2007 η ΔΕΗ ανακοίνωσε στους εκπρόσωπους των Μέσων Μαζικής Ενημέρωσης το στρατηγικό της σχέδιο για την περίοδο 2008-2014 στο οποίο εντάσσονται πολύ μεγάλες επενδύσεις σε δίκτυα (κατασκευές νέων δικτύων, ενισχύσεις, ανακαινίσεις, παραλλαγές υφιστάμενων δικτύων, υπογειώσεις εναέριων δικτύων σε συνεργασία με ενδιαφερόμενους Δήμους κ.λπ., αναβάθμιση συστημάτων τηλεελέγχου δικτύων (SCADA) κ.λπ.) που πρόκειται να αναβαθμίσουν την αξιοπιστία του δικτύου και την εν γένει ποιότητα εξυπηρέτησης ενώ παράλληλα θα βελτιώσουν το λειτουργικό κόστος της ΔΕΗ Α.Ε. προς όφελος των καταναλωτών.

2.3.3. ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΠΟΤΡΟΠΗ ΤΟΥ

2.3.1.A. Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΔΕΗ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΟΠΗ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ

Όπως έχουμε ήδη αναφέρει, ο μεγαλύτερος όγκος αναφορών καταναλωτών που φθάνουν στις δυο Αρχές (Συνήγορος του Πολίτη και του Καταναλωτή) σχετικά με ζημίες στον εξοπλισμό τους, σχετίζονται με διακυμάνσεις στην παρεχόμενη τάση που προκαλούνται εξ αιτίας της κοπής του ουδετέρου του υπογείου καλωδίου παροχής ηλεκτρικού ρεύματος. Εξάλλου, όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, μεγάλο μέρος της ανάλυσης των δυο Αρχών αφορά στο συγκεκριμένο πρόβλημα. Η ΔΕΗ από την πλευρά της, σε επιστολή απάντηση προς τον ΣτΚ αναλύει διεξοδικά τη θέση της αλλά και τα μέτρα που λαμβάνει για την αποφυγή του φαινομένου αυτού.

Όπως λοιπόν υποστηρίζει η ΔΕΗ, σύμφωνα με τη διεθνή πρακτική, συντήρηση γίνεται μόνο στις υπέργειες απολήξεις και γενικότερα στα επισκέψιμα τμήματα των υπογείων δικτύων και όχι στα υπόγεια τμήματά τους. Ρυθμίσεις που να προβλέπουν συντήρηση των υπογείων τμημάτων δεν περιλαμβάνονται στα διεθνή πρότυπα και κανονισμούς. Επίσης, κατά τη γνώση της ΔΕΗ, καμία ηλεκτρική επιχείρηση Διανομής διεθνώς δεν πραγματοποιεί τέτοια συντήρηση.

Η πρακτική αυτή υπαγορεύεται από τα εξής:

Για να αποκτήσει κάποιος πρόσβαση στα υπόγεια τμήματα του δικτύου, θα πρέπει να διαβεί σε εκσκαφή χανδάκων (σε πεζοδρόμια, οδοστρώματα κ.λπ.) σε όλο το μήκος των τμημάτων αυτών. Αυτό προφανώς θα δημιουργούσε πολλαπλάσια προβλήματα στους καταναλωτές από εκείνα που προκαλούν οι σχετικά σπάνια σπάνιες εντοπισμένες και μικρές έκτασης εκσκαφές για την αποκατάσταση βλαβών.

Ακόμα και αν αποκτούσε κάποιος πρόσβαση στα υπόγεια καλώδια, από την οπτική εξέταση της επιφάνειάς τους είναι πολύ αμφίβολο εάν θα ήταν από τεχνικής άποψης δυνατό να προβλεφθεί επερχόμενη βλάβη. Αυτό ισχύει κατά μείζονα λόγο για τα καλώδια με συνθετική μόνωση, τα οποία χρησιμοποιούνται σχεδόν κατ' αποκλειστικότητα στα δίκτυα Διανομής κατά τα τελευταία 15 χρόνια. Επιπλέον, οποιαδήποτε επέμβαση ή έστω προσπέλαση στο

εσωτερικό του καλωδίου για την εκτέλεση τυχόν επιθεώρησης ή συντήρησης ισοδυναμεί με καταστροφή του καλωδίου

Εξάλλου, τα υπόγεια δίκτυα της ΔΕΗ, όπως η ίδια αναφέρει, συμπεριφέρονται όπως και οι άλλες συσκευές ή μηχανήματα, η διάρκεια ζωής των οποίων δεν εξαρτάται μόνο από την ημερολογιακή του ηλικία αλλά και από μια σειρά επιπλέον παραγόντων όπως ο βαθμός της χρήσης τους, ο τρόπος της χρήσης τους, το περιβάλλον στο οποίο λειτουργούν και η ποιότητα κατασκευής τους.

Κατά συνέπεια, το πλήθος των βλαβών που παρουσιάζουν τα υπόγεια δίκτυα δεν εξαρτάται μόνο από την παλαιότητα των δικτύων αλλά και από ένα πλήθος πολυάριθμων παραγόντων, όπως αυτών που ήδη αναφέρθηκαν αλλά πρωτίστως τις επεμβάσεις τρίτων που εκτελούν εργασίες, όπως είναι η κατασκευή δικτύων άλλων Οργανισμών, οι αποκαταστάσεις πεζοδρομίων-οδοστρωμάτων κ.λπ.

Οι βλάβες που προκαλούνται στα υπόγεια δίκτυα από εργασίες τρίτων, είναι δυνατόν να μην εκδηλώνονται άμεσα αλλά έπειτα από αρκετά σημαντικό χρονικό διάστημα. Αυτό, κατά την ΔΕΗ επιβεβαιώνεται από την αυξημένη συχνότητα βλαβών υπογείων καλωδίων σε περιοχές στις οποίες, κατά το παρελθόν, είχαν διεξαχθεί έργα από τρίτους κατά μήκος των δικτύων της ΔΕΗ.

Συμπεραίνει λοιπόν η ΔΕΗ, ότι η αντικατάσταση των καλωδίων με μόνο κριτήριο την παλαιότητά τους, παρά το ιδιαίτερα μεγάλο κόστος, θα είναι εντελώς αμφίβολη για την αποτελεσματικότητά της. Η επιλογή αυτή θα είχε ως συνέπεια αδικαιολόγητες επί της ουσίας αντικαταστάσεις καλωδίων, που ενώ είναι παλαιά δεν παρουσιάζουν ή παρουσιάζουν πολύ σπάνια βλάβες. Αντιθέτως, νεότερα σε ηλικία καλώδια, που παρουσιάζουν λόγω των προαναφερθέντων παραγόντων πολύ συχνότερα βλάβες, θα συνεχίζουν να παραμένουν σε λειτουργία.

Απαντώντας στην επίκληση από τον ΣτΠ της επιστημονικής άποψης του Εργαστηρίου Παραγωγής, Μεταφοράς, Διανομής και Χρησιμοποίησης ηλεκτρικής ενέργειας της Πολυτεχνικής Σχολής Πανεπιστημίου Πατρών σύμφωνα με την οποία «η εκδήλωση βλαβών στα υπόγεια δίκτυα διανομής ρεύματος της ΔΕΗ είναι γεγονός αναπόφευκτο και η συχνότητα με την οποία εμφανίζεται είναι ιδιαίτερα μεγάλη, ήτοι 15 βλάβες ανά 100 Km δικτύου», η ΔΕΗ διευκρινίζει ότι η συχνότητα εμφάνισης βλάβης που αναφέρεται, περιλαμβάνει κυρίως τα βραχυκυκλώματα, τα οποία προκαλούν την άμεση λειτουργία των μέσων προστασίας και τη διακοπή της τροφοδότησης των τμημάτων των δικτύων που παρουσιάζουν βλάβη. Όπως αναγιγνώσκει η ΔΕΗ από την διεθνή εμπειρία αλλά και από τη δική της συσσωρευμένη εμπειρία, η πιθανότητα κοπής του ουδέτερου σε υπόγειο καλώδιο XT, χωρίς να προκληθεί βραχυκύκλωμα (σ.σ. το οποίο εντοπίζεται αμέσως από το σύστημα προστασίας, διακόπτεται αυτομάτως η τροφοδότηση και δεν υφίστανται ζημίες οι ηλεκτρικές συσκευές των συνδεδεμένων καταναλωτών), είναι στατιστικά αμελητέα. Προς επιβεβαίωση του ισχυρισμού της, η ΔΕΗ επισημαίνει ότι το πλήθος των καταναλωτών που υφίστανται ετησίως βλάβη στον εξοπλισμό τους εξαιτίας διακοπής του ουδέτερου υπογείου καλωδίου XT είναι αμελητέο συγκρινόμενο με το συνολικό πληθυσμό των περίπου 7 εκ. καταναλωτών XT σε όλη τη χώρα, στην εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση των οποίων διανέμεται ουδέτερος αγωγός από τη ΔΕΗ.

Ωστόσο η ΔΕΗ κάνει την υπερβολική παραδοχή, όπως τουλάχιστον την χαρακτηρίζει η ίδια, ότι η ετήσια συχνότητα διακοπής του ουδέτερου υπογείων καλωδίων XT χωρίς λειτουργία

της προστασίας ανέρχεται στο ποσοστό του 5% της συνολικής συχνότητας βλαβών σε υπόγεια καλώδια ή σε 0,75 διακοπές ουδετέρου ανά 100 km και έτος. Αυτό θα συνεπαγόταν ετησίως 83 διακοπές ουδετέρου στο συνολικό μήκος των 11.031 km εγκατεστημένων καλωδίων σε όλη τη χώρα.

Παρόλα αυτά, λόγω της προαναφερόμενης αδυναμίας εφαρμογής προγραμμάτων επιθεώρησης, συντήρησης και αντικατάστασης βάσει παλαιότητας των υπογείων καλωδίων, χαρακτηρίζεται ως δυνατό να προβλεφθεί το προαναφερόμενο αναμενόμενο πλήθος διακοπών ουδετέρου αλλά θεωρείται, εκ μέρους της Επιχείρησης, ανέφικτο να προβλεφθούν οι θέσεις (σημεία), στις οποίες οι διακοπές αυτές θα εκδηλωθούν.

Η ΔΕΗ διευκρινίζει, ωστόσο, ότι τα αναμενόμενα στην πράξη περιστατικά κοπής ουδετέρου σε υπόγειο δίκτυο ΧΤ, χωρίς ταυτόχρονη εμφάνιση βλάβης, εκτιμάει ότι ανέρχονται σε πλήθος κατά πολύ μικρότερο του άνωθεν κατά παραδοχή πλήθους, δηλαδή της τάξης των 10 με 20 ετησίως, που δεν δικαιολογούν, κατά την άποψή, της ευρείας κλίμακας επεμβάσεις σε ένα αχανές δίκτυο, καθ' υπέρβαση των διεθνώς αποδεκτών κανόνων της τέχνης.

Ως συμπέρασμα των προηγούμενων, η ΔΕΗ καταλήγει ότι οι θέσεις (σημεία) εκδήλωσης των διακοπών του ουδετέρου των υπογείων καλωδίων ΧΤ συνιστούν όντως τυχαίο γεγονός, δεδομένου ότι δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν και να αποτραπούν εκ των προτέρων. Υποστηρίζει δε, ότι για τις ολιγάριθμες διακοπές ουδετέρου υπογείων καλωδίων ΧΤ δεν μπορεί να θεωρείται υπεύθυνη η Επιχείρηση, δεδομένου ότι, οι κανόνες και τα μέτρα που λαμβάνονται από τις κατά τόπους μονάδες Διανομής σχετικά με τη μελέτη - κατασκευή - λειτουργία, συντήρηση και αντικατάσταση των καλωδίων αυτών, θεωρούνται από την ίδια απολύτως σύμφωνες με τους κανόνες της επιστήμης και της τεχνικής και τη διεθνή πρακτική που ακολουθείται από αντίστοιχες ηλεκτρικές επιχειρήσεις Διανομής για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις αυτού του είδους, ενώ θεωρεί ότι οι αυτές δεν είναι δυνατόν να προβλεφθούν ως προς το σημείο αλλά και ως προς το χρόνο εμφάνισής τους.

2.3.3.B. Μέτρα για την αποφυγή της κοπής του ουδετέρου

Η ΔΕΗ προβαίνει σε τακτικές μείωσης του αριθμού των βλαβών των καλωδίων, οι οποίες περιλαμβάνουν τα εξής:

1. Κάθε φορά που παρουσιάζεται βλάβη σε υπόγειο καλώδιο και διαπιστώνεται ότι αυτή οφείλεται σε διάβρωση, η εκσκαφή της βλάβης συνεχίζεται κατά μήκος του καλωδίου μέχρις ότου αποκαλυφθεί όλο το τμήμα του καλωδίου που είναι διαβρωμένο όσο και εάν είναι αυτό, με σκοπό να αντικατασταθεί πλήρως το διαβρωμένο καλώδιο με καινούργιο.
2. Κάθε φορά που εκτελείται εκσκαφή πεζοδρομίου για να εγκατασταθεί νέο υπόγειο δίκτυο και διαπιστώνεται πρόβλημα στα παρακείμενα υπόγεια δίκτυα, αυτά αντικαθίστανται. Η ΔΕΗ επισημαίνει ότι η τακτική αυτή έχει το πλεονέκτημα ότι είναι πιο οικονομική από άλλες και ότι ενοχλούνται λιγότερο οι περίοικοι από τις εκσκαφές.
3. Από τις κατά τόπους Διανομής παρακολουθείται η συχνότητα των βλαβών που παρουσιάζουν οι καλωδιακές γραμμές αρμοδιότητάς τους. Εάν διαπιστωθεί ότι η συχνότητα σε κάποιο γραμμή είναι αυξημένη η ΔΕΗ προγραμματίζει και υλοποιεί την αντικατάστασή της.

2.3.4. ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

2.3.4.A. Η ΘΕΣΗ ΤΗΣ ΔΕΗ ΓΙΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΠΑΝΑΦΟΡΑ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Η εμφάνιση υπερτάσεων κατά την επαναφορά του ρεύματος, μετά από διακοπή, είναι κατά την άποψη της ΔΕΗ αναπόφευκτη, οφείλεται στα ενδογενή χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών δικτύων και ηλεκτρικών εγκαταστάσεων πάσης φύσεως, είναι δηλαδή απόλυτα συνυφασμένη με τη λειτουργία τους.

Υπερτάσεις προκαλούνται κατά τους χειρισμούς απόζευξης-ζεύξης σε διακοπτικά στοιχεία του δικτύου (π.χ. για να τεθεί εκτός τάσης τμήμα δικτύου προκειμένου να συντηρηθεί, μετά από βλάβη για αναδιάταξη του δικτύου ώστε να τροφοδοτούνται όσο το δυνατό περισσότεροι καταναλωτές μέχρι να αρθεί η βλάβη) καθώς και κατά τις αυτόματες λειτουργίες του συστήματος προστασίας του δικτύου παροχής (π.χ. αυτόματο άνοιγμα διακόπτη ή τήξη ασφάλειας αμέσως μετά από βραχυκύκλωμα στο δίκτυο).

Αντίστοιχες υπερτάσεις προκαλούνται και μέσα στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις των καταναλωτών μετά π.χ. χειρισμό «ανοίγματος» ή «κλεισίματος» διακόπτη, τήξη ασφάλειας στον πίνακα διανομής εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης.

Σύμφωνα με τα αναφερόμενα στο πρότυπο EN 50160 «Χαρακτηριστικά της τάσης που παρέχεται από τα δημόσια δίκτυα διανομής», που αφορά στα θέματα ποιότητας της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας, η ΔΕΗ συμπεραίνει τα εξής:

- Κατά της επαναφορά της ηλεκτρικής τάσης, μετά από χειρισμό ζεύξης («κλείσιμο») διακοπτικού στοιχείου του δικτύου, εμφανίζονται μεταβατικές υπερτάσεις. Οι μεταβατικές υπερτάσεις συνήθως προκαλούνται από κεραυνούς, χειρισμούς ή τήξη ασφαλειών και αποτελούν μικρής διάρκειας υπερτάσεις, με ή χωρίς ταλάντωση της περιβάλλουσας της κυματομορφής της τάσης, με μεγάλη απόσβεση.
- Η ενέργεια που εμπεριέχεται σε μια μεταβατική υπέρταση ποικίλει αισθητά ανάλογα με την πηγή. Μια επαγόμενη υπέρταση που προκαλείται από έναν κεραυνό, γενικά έχει μεγαλύτερο μέγεθος αλλά περιέχει μικρότερη ενέργεια από μια υπέρταση που προκαλείται από χειρισμούς διακοπτικού στοιχείου του δικτύου, εξαιτίας της γενικά μεγαλύτερης διάρκειας των υπερτάσεων λόγω χειρισμών.
- Οι συσκευές προστασίας από υπερτάσεις στην εγκατάσταση του καταναλωτή θα πρέπει να επιλέγονται έτσι ώστε να λαμβάνουν υπ' όψιν τις δυσμενέστερες απαιτήσεις ενέργειας των υπερτάσεων χειρισμών. Αυτό καλύπτει τις επαγόμενες υπερτάσεις τόσο λόγω κεραυνών όσο και λόγω χειρισμών.

Η ΔΕΗ δεν επεμβαίνει στις Εσωτερικές Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις (ΕΗΕ) των καταναλωτών της ούτε στις διατάξεις προστασίας έναντι διαταραχών της τάσης τροφοδότησης (υπερτάσεων, βυθίσεων τάσης, διακοπών κ.λπ.), που μπορούν να τοποθετηθούν στις εγκαταστάσεις αυτές για αποφυγή βλαβών σε ηλεκτρικές συσκευές π.χ. με χειρισμό ζεύξης ή διακοπή ουδετέρου σε υπόγειο καλώδιο ΧΤ.

Τα θέματα που αφορούν στη λειτουργία των εγκαταστάσεων αυτών και στις διατάξεις προστασίας έναντι διαταραχών της τάσης περιέχονται στο ισχύον πρότυπο ΕΛΟΤ HD

384/12.12.2002 «Απαιτήσεις για ηλεκτρικές εγκαταστάσεις», που επικυρώθηκε με την Υπουργική Απόφαση Φ.7.5.1816/88 (Φ.Ε.Κ. 470Β' /5.3.2004).

Στο Άρθρο 3 της άνω Υπουργικής Απόφασης αναφέρεται ότι: «για την προστασία των ΕΗΕ από φαινόμενα εκδήλωσης υπερτάσεων στο δίκτυο, μπορούν να υιοθετούνται διατάξεις προστασίας, οι οποίες δεν έρχονται σε αντίθεση με τα ισχύοντα εθνικά και ευρωπαϊκά πρότυπα και ιδιαιτέρων το ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384».

Στο κεφάλαιο 33 του εν λόγω Προτύπου αναφέρεται ότι η μελέτη και η κατασκευή κάθε ηλεκτρικής εγκατάστασης πρέπει να εξασφαλίζουν τη συμβατότητά της με το σύστημα τροφοδότησης της και με τις ενδεχομένως υπάρχουσες στην περιοχή άλλες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις, ώστε να μη προκαλείται καμιά βλαπτική επίδραση στο σύστημα τροφοδότησης ή στις άλλες εγκαταστάσεις αλλά επίσης και να μην παρενοχλείται η λειτουργία της από αυτές τις εγκαταστάσεις.

Σχετική είναι η έννοια της «Ηλεκτρομαγνητικής Συμβατότητας» (Electromagnetic Compatibility), τα θέματα της οποίας αναπτύσσονται στα διεθνή πρότυπα IEC 61000. Στα πρότυπα αυτά καθορίζονται τα επίπεδα διαταραχών (επίπεδα συμβατότητας) που απαιτούνται στα δημόσια δίκτυα τροφοδότησης, τα μέγιστα ανεκτά επίπεδα εκπομπής (emission levels) διαταραχών από τον ηλεκτρικό εξοπλισμό και τα ελάχιστα απαιτούμενα επίπεδα «ατρωσίας» (immunity levels) του εξοπλισμού στις διαταραχές αυτές, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η συμβατότητα των ηλεκτρικών συσκευών μεταξύ τους και με το δημόσιο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Βάσει των προαναφερθέντων η ΔΕΗ συμπεραίνει ότι, οι θιγόμενοι καταναλωτές πρέπει να διερευνούν τη συμφωνία του ευαίσθητου εξοπλισμού τους με τα σχετικά, περί Ηλεκτρομαγνητικής Συμβατότητας, πρότυπα (Πρότυπα σειρά IEC 61000) και επιπροσθέτως να εξετάζουν τη σκοπιμότητα προμήθειας και εγκατάστασης διατάξεων προστασίας στην ηλεκτρική του εγκατάσταση, αν ο εξοπλισμός δεν διαθέτει επαρκή ενσωματωμένη προστασία έναντι διαταραχών τάσης.

Στο εμπόριο διατίθενται τέτοιες διατάξεις για την προστασία είτε του συνόλου της εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασης είτε της ομάδας ή μεμονωμένων ηλεκτρικών συσκευών και μπορούν προαιρετικά, με μέριμνα των καταναλωτών, να εγκατασταθούν από αδειούχους ηλεκτρολόγους εγκαταστάτες στο αρχικό στάδιο κατασκευής της εγκατάστασης ή και αργότερα.

2.3.4.B. Προτεινόμενα μέτρα προς τους καταναλωτές για την αποφυγή ζημιών από διαταραχή τάσης

Μετά από πρόταση του Συνηγόρου του Πολίτη, η ΔΕΗ έχει μεριμνήσει, από τον Απρίλιο του 2003, για την ενημέρωση των καταναλωτών της πάνω στα θέματα που αφορούν στην εμφάνιση ανωμαλιών ή ζημιών στις συσκευές τους, λόγω μικρών ή μεγάλων μεταβολών της τάσης τροφοδότησης, εντάσσοντας σε κάθε λογαριασμό ρεύματος που παραλαμβάνουν οι καταναλωτές, κείμενο με σχετική ενημέρωση.

Σε αυτήν την κατεύθυνση η ΔΕΗ περιγράφει ενδεικτικά και όχι περιοριστικά ορισμένους τύπους διαταραχών τάσης, οι οποίες μπορεί να επηρεάσουν την ορθή λειτουργία ή/και να προκαλέσουν ζημιά σε ευαίσθητες συσκευές καθώς και μέτρα προστασίας που μπορεί να

λάβει ο εκάστοτε καταναλωτής προκειμένου να προληφθούν ενδεχόμενες ανωμαλίες λειτουργίας ή ζημιές.

Σε κάθε περίπτωση συνιστά στους καταναλωτές να προβαίνουν στην επιλογή της κατάλληλης διάταξης προστασίας συμβουλευόμενοι αδειούχους ηλεκτρολόγους εγκαταστάτες.

Αναλυτικά:

-Διακοπές βραχείας διάρκειας

Για λόγους ελαχιστοποίησης των επιπτώσεων μιας βλάβης, κατά την επαφή ξένου αντικειμένου με εναέρια γραμμή διανομής, ακολουθείται στη ΔΕΗ, όπως και σε ηλεκτρικές εταιρείες διεθνώς, η πρακτική της ταχείας διακοπής της τάσης και της επαναφοράς της αμέσως μετά από σύντομο χρονικό διάστημα (π.χ. 0,5 sec). Ωστόσο η σύντομη (βραχεία) αυτή διακοπή στην παροχή ισχύος είναι ορισμένες φορές ικανή να αποσυντονίσει τη λειτουργία ευαίσθητου ηλεκτρονικού εξοπλισμού σας. Αυτός είναι ο λόγος του αναβοσβησίματος ψηφιακών ηλεκτρονικών συσκευών σας όπως π.χ. ηλεκτρικών ρολογιών, φούρνων μικροκυμάτων, συσκευών βίντεο κλπ.

Προτεινόμενο μέτρο προστασίας:

Κατά την προμήθεια ηλεκτρονικού εξοπλισμού που περιλαμβάνει ψηφιακό ρολόι ή εσωτερική μνήμη (φούρνων μικροκυμάτων, συσκευών βίντεο, τηλεοράσεων κ.λπ.) θα πρέπει να ελέγχεται αν η συσκευή περιέχει ενσωματωμένη μπαταρία. Η μπαταρία δεν θα χρησιμοποιείται κατά τη λειτουργία της συσκευής, αλλά θα τροφοδοτεί το ρολόι ή τη μνήμη κατά τη διάρκεια διακοπών τάσης βραχείας διάρκειας. Η χρήση κατάλληλων συσκευών π.χ. συσκευών αδιάλειπτης τροφοδότησης ισχύος (Uninterruptible Power Supply - UPS) επιλύει επίσης το πρόβλημα.

-Μεταβατικές υπερτάσεις

Μεταβατική υπέρταση είναι μια αύξηση της τάσης, με διάρκεια μερικών χιλιοστών του δευτερολέπτου ή και μικρότερη. Οι μεταβατικές υπερτάσεις συνήθως προκαλούνται από κεραυνούς και αυτόματες λειτουργίες ή χειρισμούς διακοπτικού εξοπλισμού ζεύξης - απόζευξης και συστοιχιών πυκνωτών αντιστάθμισης τάσης του δικτύου διανομής και μεγάλων καταναλωτών. Οι υπερτάσεις αυτές διαδίδονται μέσα στην εγκατάστασή σας και μπορεί να προκαλέσουν βλάβη σε μη επαρκώς προστατευόμενο εξοπλισμό.

Προτεινόμενο μέτρο προστασίας:

Ένας απλός τρόπος για να προστατευθεί ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός είναι να εγκατασταθεί ένας περιοριστής υπερτάσεων (Surge Protection Device) σε ρευματοδότη (πρίζα) ή στον ηλεκτρικό πίνακα. Η διάταξη αυτή είναι σχεδιασμένη για να εμποδίζει την υπέρταση να διαδίδεται στην εγκατάσταση που προστατεύει και να καταστρέφει τον ευαίσθητο εξοπλισμό. Συνιστάται για συσκευές τηλεόρασης, συσκευές βίντεο, ηλεκτρονικούς υπολογιστές κλπ. Συνήθως περιοριστής υπερτάσεων περιέχεται σε συσκευές αδιάλειπτης τροφοδότησης ισχύος (UPS). Σε συσκευές που συνδέονται και σε τηλεφωνική γραμμή (ηλεκτρονικούς υπολογιστές, fax κ.λπ.) περιοριστής υπερτάσεων πρέπει να εγκαθίσταται και στην τηλεφωνική γραμμή.

Βυθίσεις τάσης

Ορισμένες φορές θα έχετε αντιληφθεί ότι τα φώτα στο σπίτι σας «χαμηλώνουν» για πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Το φαινόμενο αυτό οφείλεται σε βύθιση (μείωση) της τάσης, η οποία μπορεί να συμβεί είτε λόγω βραχυκυκλώματος στο δίκτυο διανομής (π.χ. κατά τη διάρκεια θεομηνίας) είτε κατά την εκκίνηση μεγάλων ηλεκτρικών φορτίων σας (π.χ. κινητήρων σας). Οι βυθίσεις τάσης έχουν ως πιθανό αποτέλεσμα την απώλεια μνήμης ή δεδομένων σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές, την παύση λειτουργίας συσκευών κ.λπ.

Προτεινόμενο μέτρο προστασίας:

Ο απλούστερος τρόπος για την επίλυση των προβλημάτων που συνδέονται με τις βυθίσεις τάσης εξαιτίας εκκίνησης μεγάλων φορτίων σας είναι ο κατάλληλος διαχωρισμός των κυκλωμάτων έτσι ώστε η ευαίσθητη συσκευή να τροφοδοτείται από γραμμή διαφορετική από αυτή που τροφοδοτεί την πηγή της βύθισης. Αν το πρόβλημα παραμένει καθώς και για την αντιμετώπιση των βυθίσεων που οφείλονται σε βλάβες του δημόσιου δικτύου διανομής ΔΕΗ προτείνεται π.χ. η προμήθεια σταθεροποιητή τάσης ή συσκευής αδιάλειπτης τροφοδότησης ισχύος (UPS) για την τροφοδότηση του ευαίσθητου εξοπλισμού.

2.3.5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΕΣ ΘΕΣΕΙΣ

Η ΔΕΗ απορρίπτει την κατηγορία περί ισχυρισμού τους ότι οι βλάβες στον ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό οφείλονται πάντα σε τυχαία γεγονότα ή γεγονότα ανωτέρας βίας. Διευκρινίζει μάλιστα ότι σε όσες περιπτώσεις διαπιστωθεί ότι οι ενδεχόμενες βλάβες στην εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση καταναλωτών της οφείλονται σε σχετικές πράξεις ή παραλείψεις των υπαλλήλων της (π.χ. λανθασμένη σειρά εργασιών σύνδεσης-αποσύνδεσης φάσεων και ουδετέρους από τεχνικό της ΔΕΗ) αποζημιώνει του θιγόντες καταναλωτές στο ακέραιο της ζημίας που υπέστησαν. [7]

2.4. ΣΧΟΛΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

Έχοντας πλέον παρουσιάσει αναλυτικά τις θέσεις των τριών εμπλεκόμενων φορέων μπορούμε να προβούμε σε κάποια σχόλια και παρατηρήσεις τόσο επί του καθεαυτού ζητήματος όσο επί των θέσεων που παρουσιάστηκαν.

Γίνεται εύκολα κατανοητό, ανατρέχοντας σε όσα έχουν ήδη αναφερθεί, ότι ανάμεσα στις δυο πλευρές που έχουν δημιουργηθεί, δηλαδή από τη μια των δυο Αρχών που φέρονται να εκπροσωπούν του θιγόμενους καταναλωτές, και από την άλλη της ΔΕΗ, υπάρχουν μεγάλες διαφορές στην προσέγγιση τόσο του νομικού πλαισίου όσο και στην τεχνική προσέγγιση που επιχειρούν, και τα κοινά σημεία του είναι ελάχιστα. Η διαφοροποίηση αυτή είναι αναμενόμενη, αν παρατηρήσει κανείς την απουσία ενός πλήρους Νομικού πλαισίου, το οποίο να βασίζεται πάνω στην εμπειρία, την τέχνη και την επιστήμη, στη διεθνή εμπειρία, αλλά και στο σύνολο της ελληνικής νομολογίας, που να ορίζει ρητά τις παραμέτρους του προβλήματος και την κατανομή των ενδεχόμενων ευθυνών.

Αν επιχειρήσουμε να εντοπίσουμε γύρω από ποια σημεία περιστρέφονται και βασίζονται οι διαφορές των δυο πλευρών, θα καταλήξουμε στα εξής:

α) Ο ορισμός των «τυχηρών» και «ανωτέρας βίας» γεγονότων και η υπαγωγή του φαινομένου της κοπής του ουδετέρου.

Οι δυο Αρχές, θεωρούν ότι η κοπή του ουδετέρου του υπογείου καλωδίου παροχής, δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως «τυχερό» γεγονός ή γεγονός ανωτέρας βίας (σε περίπτωση φυσικά που η κοπή του δεν προκλήθηκε από παρέμβαση τρίτου). Αυτό γιατί θεωρούν ότι εφόσον η ΔΕΗ μπορεί να προβλέψει με στατιστικό τρόπο ότι αναμένεται ένα πλήθος φαινομένων κοπής ουδετέρου και παρόλα αυτά δε φροντίζει με κάθε δυνατό τρόπο για την αποφυγή τους, τελεί σε «ενσυνείδητη αμέλεια». Δηλαδή, δε θεωρούν απαραίτητη τη δυνατότητα πρόβλεψης από πλευράς της ΔΕΗ, του τόπου και του χρόνου εκδήλωσης του φαινομένου, αλλά ορίζουν ότι αρκεί η πρόβλεψη εκδήλωσης του φαινομένου στο σύνολο του δικτύου για τον χαρακτηρισμό ενός μεμονωμένου γεγονότος ως μη τυχαίο.

Από την πλευρά της η ΔΕΗ, κάνει ακριβώς την αντίστροφη ανάλυση, θεωρώντας ότι η αδυναμία της να εντοπίσει εκ των προτέρων τη θέση (σημείο) αλλά και το χρόνο εκδήλωσης του φαινομένου, αρκεί για να χαρακτηριστεί το κάθε ένα από αυτά τα γεγονότα ως τυχαίο. Αναφέρει μάλιστα ότι τον πλήθος των διακοπών του ουδετέρου, χωρίς την παράλληλη ενεργοποίηση των μηχανισμών προστασίας (άρα το πλήθος των διακοπών ουδετέρου που δύναται να επιφέρουν βλάβη σε ηλεκτρικό ή ηλεκτρονικό εξοπλισμό καταναλωτή), δεν ξεπερνάει τις δυο δεκάδες ανά έτος, και σε καμία περίπτωση δε δικαιολογεί εκτεταμένης κλίμακας επεμβάσεις στο σύνολο του δικτύου, που εκτός από οικονομικά απρόσιτες θα ήταν και αναποτελεσματικές. Επικαλείται επίσης η ΔΕΗ τη διεθνή πρακτική, όπου σύμφωνα με όσα αναφέρει, πουθενά δεν ακολουθείται προληπτική συντήρηση και αντικατάσταση των υπογείων τμημάτων των δικτύων.

β) Η αντιστροφή του βάρους της απόδειξης της υπαιτιότητας και της παρανομίας.

Οι δυο Αρχές ορίζουν ρητά ότι σε κάθε περίπτωση βλάβης ηλεκτρικού/ηλεκτρονικού εξοπλισμού καταναλωτή, πρέπει η ΔΕΗ να «αποδεικνύει» τη μη δική της υπαιτιότητα, και σε διαφορετική περίπτωση να θεωρείται η ίδια υπεύθυνη. Συγκεκριμένα, ο ΣτΠ ορίζει ρητά ότι απαλλαγή της ΔΕΗ από το βάρος της αποζημίωσης «δεν μπορεί να γίνεται παρά μόνο σε περίπτωση κατά την οποία προσδιορίσιμη ξένη εξωτερική δύναμη κόβει τον αγωγό». Από την πλευρά του ο ΣτΚ αναφέρεται στην καθιέρωση «νόθου αντικειμενικής ευθύνης» της εταιρείας, δηλαδή την, ιδιαίτερα ευνοϊκή για τον καταναλωτή, αντιστροφή του βάρους της απόδειξης τόσο της παρανομίας όσο και της υπαιτιότητας.

Η ανάλυση της ΔΕΗ κινείται στην ακριβώς αντίθετη κατεύθυνση. Δηλώνει δηλαδή ρητά ότι αποζημιώνει τυχούσες βλάβες ή καταστροφές στο εξοπλισμό των καταναλωτών, που προκλήθηκαν από διαταραχές στην παρεχόμενη τάση, μόνο στην περίπτωση που αποδειχθεί ότι οι διαταραχές αυτές προκλήθηκαν από παραλείψεις ή ενέργειες δικών της υπαλλήλων (όπως έχουμε αναφέρει ήδη, σε αυτή την κατηγορία δεν εντάσσει, ούτως ή άλλως, την κοπή ουδετέρου).

Όπως γίνεται εύκολα αντιληπτό, το παρόν χάσμα μεταξύ των θέσεων των δυο πλευρών έχει πολύ σημαντικό αντίκτυπο στις υπό κρίση περιπτώσεις, καθώς σε όσες από αυτές τα αίτια

των διαταραχών παραμένουν αδιευκρίνιστα, οι μεν Αρχές θεωρούν εκ προοιμίου υπεύθυνη τη ΔΕΗ, η δε ΔΕΗ αρνείται να αποζημιώσει του καταναλωτές.

Τέλος, θα πρέπει να επισημάνουμε ότι παρά την πλατιά επιχειρηματολογία των τριών φορέων, υπάρχουν μερικά ζητήματα-ερωτήματα επί του θέματος με τα οποία είτε καταπιάνονται πολύ επιφανειακά είτε και καθόλου. Παραδείγματος χάριν:

α) Απουσία, εκ μέρους και των τριών, ανάλυσης του πως δύναται μια διαταραχή στην τάση τροφοδότησης να καταστρέψει μια ηλεκτρική ή ηλεκτρονική συσκευή. Είναι όλες οι κατηγορίες διαταραχών της τάσης τροφοδότησης ικανές για την καταστροφή του εξοπλισμού;

β) Ελάχιστες ή και καθόλου αναφορές στους ποιοτικούς ελέγχους που υποχρεούνται να περνάνε όλες οι συσκευές, είτε αυτές που εισάγονται είτε αυτές που παράγονται στη χώρα μας, και στις ενδεχόμενες ή μη ευθύνες των εταιρειών-κατασκευαστών.

γ) Καμία αναφορά σε φαινόμενα πυρκαγιάς. Παρότι το συγκεκριμένο ζήτημα είναι εξαιρετικά σημαντικό, καθώς σε αρκετές περιπτώσεις καταναλωτές κατηγορούν τη ΔΕΗ για εκδήλωση πυρκαγιάς εξαιτίας διαταραχών στην τάση τροφοδότησης, κανείς από τους τρεις φορείς δεν κάνει κάποιο αναφορά επί του ζητήματος και φυσικά καμία ανάλυση για το αν μπορεί μια διαταραχή τάσης να ευθύνεται για κάτι τέτοιο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3ο

ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

ΚΑΙ

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΙΣΧΥΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μέχρι τώρα, έχουμε καταπιαστεί με μια πολύ σημαντική πτυχή του ζητήματος σε σχέση με την ποιότητα ισχύος και τη θέση που έχουν απέναντι σε αυτό μια σειρά νευραλγικών φορέων στον ελληνικό χώρο. Ασχοληθήκαμε, εκτιμούμε, με έναν εκτενή τρόπο στους λόγους που καθιστούν το θέμα της ποιότητας ισχύος υψηλής σημασίας σε μία σύγχρονη και οργανωμένη κοινωνία, καθώς και με τις πολιτικοοικονομικές και κοινωνικές προεκτάσεις του ζητήματος αυτού.

Από εκεί και πέρα, στα επόμενα μέρη της διπλωματικής μας εργασίας, θα καταπιαστούμε με ζητήματα που άπτονται άμεσα, υπό τη στενή έννοια, στο γνωστικό αντικείμενο του ηλεκτρολόγου μηχανικού, όπως είναι τα δομικά χαρακτηριστικά μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης, τα χαρακτηριστικά ποιότητας της ηλεκτρικής ισχύος (είδη διαταραχών τάσης, αίτια εμφάνισής τους), στα μέτρα προστασίας έναντι αυτών των διαταραχών, τις επιπτώσεις τους στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό καθώς και σε θέματα που έχουν να κάνουν με τον έλεγχο, τη συντήρηση των εγκαταστάσεων και την αξιολόγηση της ποιότητας ισχύος.

3.1. ΔΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΜΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Καταρχάς όταν αναφερόμαστε στον όρο ηλεκτρολογική εγκατάσταση πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη μας, χαρακτηριστικά δομικής φύσης που πρέπει να έχει η εν λόγω εγκατάσταση.

Για μία λοιπόν εγκατάσταση πρέπει να προσδιορίσουμε τα ακόλουθα χαρακτηριστικά της.

1. **η προβλεπόμενη χρησιμοποίηση της εγκατάστασης**, η εν γένει δομή της και οι τροφοδοτήσεις της. Συγκεκριμένα ο μηχανικός εγκατάστασης πρέπει να προσδιορίσει τη μέγιστη ζήτηση των επί μέρους τμημάτων και του συνόλου της εγκατάστασης, προκειμένου να εξασφαλιστεί ο οικονομικός και αξιόπιστος σχεδιασμός της σε ότι αφορά στο θερμικό όριο φόρτισης και το όριο πτώσης τάσης .
2. **οι εξωτερικές επιδράσεις στις οποίες προβλέπεται να εκτίθεται**. Οι εξωτερικές επιδράσεις στο χώρο που βρίσκεται η εγκατάσταση πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, έτσι ώστε να εγκατασταθεί το κατάλληλο ηλεκτρολογικό υλικό που να ανταποκρίνεται στις επιδράσεις αυτές και στα αντίστοιχα υφιστάμενα πρότυπα .
3. **Η συμβατότητα του υλικού της**. Ένα ακόμη βασικότατο χαρακτηριστικό για την ολοκληρωμένο έλεγχο, λειτουργία και σύνδεση της εγκατάστασης με το δίκτυο είναι η συμβατότητα της με το σύστημα τροφοδότησης και τις άλλες υπάρχουσες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις στην περιοχή. Στόχος αυτής της παραμέτρου είναι η αποφυγή ή τουλάχιστον ο περιορισμός βλαπτικών επιδράσεων προς και από το σύστημα τροφοδότησης και τις υπόλοιπες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις .

Αναφέρουμε ενδεικτικά κάποια βασικά χαρακτηριστικά της εγκατάστασης που σχετίζονται με τη συμβατότητα. Τέτοια είναι [2] :

- Μεταβατικές υπερτάσεις
- Απότομες μεταβολές ισχύος
- Τα ρεύματα εκκίνησης
- Οι αρμονικές ρεύματος
- Οι συνεχείς συνιστώσες

- Οι υγίσυχνες ταλαντώσεις
 - Τα ρεύματα διαρροής
 - Η ανάγκη περισσότερων συνδέσεων προς γη
4. **Η δυνατότητα συντήρησής της.** Απαραίτητη διαδικασία είναι και η εκτίμηση της συχνότητας και της ποιότητας συντήρησης της εγκατάστασης κατά τη διάρκεια της ζωής της .

Στη συνέχεια θα γίνει λεπτομερέστερη αναφορά των όσων προβλέπονται κατά το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 [2] να υλοποιούνται για τη συντήρηση της εγκατάστασης.

Συνοπτικά και μόνο η διαδικασία της συντήρησης πρέπει να αποσκοπεί :

- Στο να μπορεί να γίνεται πάντοτε και με ασφαλή τρόπο η περιοδική επιθεώρηση, δοκιμή και επισκευή της εγκατάστασης
 - Στο να εξασφαλίζεται η αποτελεσματικότητα των διατάξεων ασφαλείας
 - Στο να διατηρείται η αξιοπιστία του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού
5. **Οι εφεδρικές τροφοδοτήσεις** , δηλαδή πηγές που μπορεί να χρησιμοποιούνται, όταν αυτό απαιτείται και είναι σκόπιμο για τη εξασφάλιση της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας κατά τα χρονικά διαστήματα που η κύρια τροφοδότηση έχει διακοπή ή δεν εγγυάται την ομαλή λειτουργία της εγκατάστασης.

Μια ηλεκτρική εγκατάσταση πρέπει να διαιρείται σε όσα κυκλώματα χρειάζεται, προκειμένου να αποφεύγονται οι κίνδυνοι, να περιορίζονται οι συνέπειες οποιασδήποτε βλάβης καθώς και να διευκολύνονται οι χειρισμοί, οι δοκιμές και η συντήρηση. Για να επιτευχθούν λοιπόν τα παραπάνω πρέπει να προβλέπονται χωριστά κυκλώματα για τα μέρη της εγκατάστασης των οποίων η λειτουργία τους δεν πρέπει να επηρεάζεται από τη βλάβη ή την απομόνωση άλλων κυκλωμάτων [2].

3.2. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΙΣΧΥΟΣ

Καταρχάς με τον όρο ποιότητα ισχύος αναφερόμαστε σε εκείνες τις αποκλίνουσες και ανεπιθύμητες τιμές-χαρακτηριστικά της παρεχόμενης τάσης για τα οποία σημειώνεται δυσλειτουργία στον ηλεκτρικό εξοπλισμό ή εν γένει σε μια ηλεκτρολογική εγκατάσταση [5], [9].

Ένας πρώτος γενικός ορισμός για τη διαταραχή της παρεχόμενης τάσης είναι η απόκλιση της πραγματικής τάσης από την ιδανική μορφή που είναι το “καθαρό” συνημίτονο.

Οι ηλεκτρομαγνητικές διαταραχές, οι οποίες είναι πιθανόν να προκαλέσουν δυσλειτουργία στο βιομηχανικό εξοπλισμό για παράδειγμα, ταξινομούνται σε διάφορες κατηγορίες ανάλογα με το φέροντα και εκπεμπόμενο θόρυβο [5] :

- χαμηλής συχνότητας (< 9 kHz)
- υψηλής συχνότητας (>9 kHz)
- ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις
- μερικές εκκενώσεις

Η μέτρηση της ποιότητας ισχύος συνήθως περιλαμβάνει το χαρακτηρισμό των χαμηλής συχνότητας φερόντων ηλεκτρομαγνητικών διαταραχών. Μια τυπική κατηγοριοποίηση των διαταραχών είναι η ακόλουθη [9] :

- βυθίσεις τάσης και διακοπές
- αρμονικές και ενδιάμεσες αρμονικές
- στιγμιαίες υπερτάσεις
- παροδικές υπερτάσεις (SWELL)
- υπερτάσεις μικρής διάρκειας
- αυξομειώσεις τάσης
- ανισοκατανομή τάσης
- διακυμάνσεις της συχνότητας της παρεχόμενης τάσης
- ταχείες διακυμάνσεις τάσης

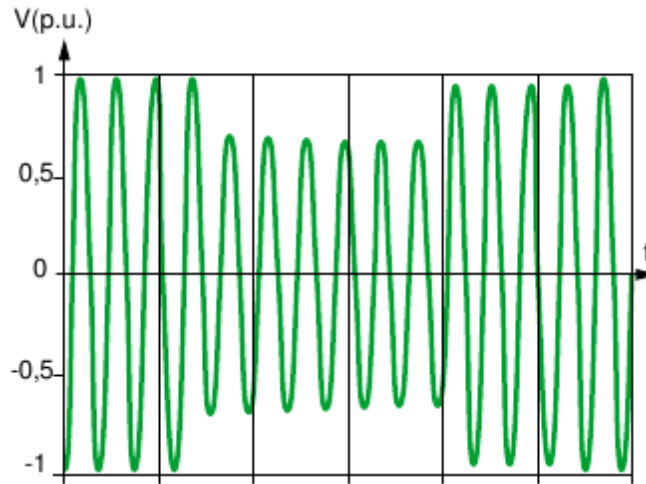
Δεν απαιτείται γενικά ο προσδιορισμός όλων των παραπάνω. Οι παραπάνω κατηγορίες μπορούν με τη σειρά τους να ταξινομηθούν σε τέσσερις κατηγορίες, το μέγεθος, την κυματομορφή, τη συχνότητα και τη συμμετρία της παρεχόμενης τάσης.

Η εμφάνιση διαταραχών τάσης (μειώσεις, υπερτάσεις, διακυμάνσεις κλπ.) μπορεί να οφείλεται σε διάφορες αιτίες [4], όπως π.χ.:

- στην πτώση κεραυνού
- στην επίδραση ακραίου καιρικού φαινομένου (θύελλα κ.α.) σε εναέριο δίκτυο
- σε πουλιά ή ζώα που προκαλούν βραχυκυκλώματα στα δίκτυα
- στην πτώση στύλου εναερίου δικτύου της ΔΕΗ λόγω πρόσκρουσης οχήματος πάνω του
- στην κοπή υπογείου καλωδίου της ΔΕΗ από μηχανήμα εκσκαφών τρίτου
- στην κοπή αγωγού εναερίου δικτύου της ΔΕΗ λόγω πτώσης δένδρου πάνω του
- στην επαναφορά του ρεύματος, κατά την επανηλέκτριση του δικτύου μετά από διακοπή
- σε μεγάλες και συχνές μεταβολές των ηλεκτρικών καταναλώσεων της εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασής σας ή άλλων γειτονικών εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων άλλων καταναλωτών (π.χ. ζεύξη/απόζευξη κινητήρων)
- στη λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών άλλων καταναλωτών ή και των ιδίων ηλεκτρικών συσκευών (π.χ. εμφάνιση συχνότητας πολλαπλάσιας της κανονικής συχνότητας των 50 Hz)
- στη λειτουργία μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής

3.2.1 ΒΥΘΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΕΣ ΤΑΣΗΣ

Ως βύθιση τάσης ορίζεται μια απότομη μείωση της τάσης σε ένα σημείο του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας, ακολουθούμενη από την επαναφορά της τάσης μετά από σύντομο χρονικό διάστημα από μερικά Hz μέχρι λίγα δευτερόλεπτα [5]. Η βύθιση τάσης ανιχνεύεται και χαρακτηρίζεται κανονικά από τη μέτρηση της ρίζας της rms τιμής της κατά τη διάρκεια ενός κύκλου, όπου ο κάθε μισός κύκλος-κάθε περίοδος επικαλύπτει την προηγούμενη περίοδο κατά μισό κύκλο.



Σχήμα 3.1: κυματομορφή βύθισης τάσης

Έχουμε βύθιση τάσης στο $x\%$ της ονομαστικής τιμής της ρίζας της rms τιμής, αν η ρίζα της rms τιμής πέσει κάτω από το κατώφλι βύθισης $x\%$ της τάσης αναφοράς. Κατά το πρότυπο CENELEC EN 50160, IEEE 1159 το κατώφλι x ορίζεται στο 90. Η τάση αναφοράς γενικά είναι η ονομαστική τάση για τα δίκτυα χαμηλής τάσης ή η δεδηλωμένη τάση για τα μεσαίας και υψηλής τάσης συστήματα.

Η βύθιση τάσης χαρακτηρίζεται από δύο παραμέτρους :

- το βάθος ΔU , δηλαδή η πτώση από την τάση αναφοράς ή U το μέγεθος της μειωμένης τάσης
- η διάρκεια της ΔT

Η διάρκεια της βύθισης της τάσης ορίζεται το χρονικό διάστημα κατά το οποίο η rms($1/2$) τιμή είναι μικρότερη από το 90% της ονομαστικής τιμής.

Οι διακοπές τάσης είναι μια ειδική κατηγορία βύθισης τάσης σε πολύ χαμηλές τιμές (1-10% της τάσης αναφοράς) [5]. Χαρακτηρίζονται από μια παράμετρο μόνο : τη διάρκεια. Διακοπές τάσης διάρκειας μικρότερης από ένα λεπτό και συχνά αποτέλεσμα επαναδιακοπής λειτουργίας της ασφάλειας βραχυκύκλωσης πραγματοποιούνται για την αποφυγή μεγάλης διάρκειας διακοπών. Οι μικρής και μεγάλης διάρκειας διακοπές διαφέρουν στα αίτια που τις προκαλούν και στα μέτρα που απαιτούνται για τη μείωση της εμφάνισής τους [5] .

3.2.1.A. ΑΙΤΙΑ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΒΥΘΙΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΩΝ ΤΑΣΗΣ

Οι βυθίσεις τάσης και οι μικρές διακοπές προκαλούνται κυρίως από φαινόμενα που οδηγούν σε υψηλά ρεύματα, τα οποία με τη σειρά τους προκαλούν πτώση τάσης στις σύνθετες αντιστάσεις του δικτύου με μέγεθος πτώσης που μειώνεται σε αναλογία με την ηλεκτρική απόσταση του σημείου παρατήρησης από την πηγή της διαταραχής. Συγκεκριμένα η εμφάνιση βυθίσεων τάσης και διακοπών οφείλονται :

- σε σφάλματα κατά τη μεταφορά (υψηλής τάσης δίκτυα π.χ. 150 kV) και τη διανομή της τάσης (μεσαίας και χαμηλής τάσης π.χ. 20 kV και 400 V) ή
- σε τεχνικά προβλήματα του δικτύου. **Η εμφάνιση σφαλμάτων πρέπει να προκαλεί βυθίσεις τάσης σε όλους τους χρήστες του δικτύου και όχι σε έναν.** Η διάρκεια μιας βύθισης συνήθως εξαρτάται από τη διάρκεια χειρισμού των προστατευτικών μέσων. Η απομόνωση αυτών των σφαλμάτων από τις συσκευές αυτές (ασφάλειες βραχυκύκλωσης κλπ) θα προκαλέσει διακοπές (μεγάλες ή μικρές) σε χρήστες που αντιμετωπίζουν το εν λόγω πρόβλημα. Παρόλο που η πηγή τροφοδοσίας δεν είναι διαθέσιμη, η τάση στο δίκτυο μπορεί να διατηρηθεί από την τάση που προέρχεται από τους ασύγχρονους και σύγχρονους κινητήρες ή την τάση εξαιτίας της εκφόρτισης των χωρητικότητων του δικτύου .

Οι μικρές διακοπές είναι συχνά αποτέλεσμα της λειτουργίας αυτόματων συστημάτων, όπως είναι οι γρήγοροι ή αργοί ασφαλειοδιακόπτες, οι αλλαγές στους μετασχηματιστές κλπ.

- στην είσοδο ή έξοδο από το δίκτυο μεγάλων φορτίων (ασύγχρονοι κινητήρες κλπ) σε σύγκριση με τα όρια και τις δυνατότητες του δικτύου.

Οι μεγάλης διάρκειας διακοπές είναι αποτέλεσμα της οριστικής απομόνωσης ενός μόνιμου σφάλματος στο δίκτυο μέχρι την επιδιόρθωσή του, λόγω της σκόπιμης αποκοπής του από το δίκτυο .

Οι βυθίσεις τάσης μεταφέρονται σε χαμηλότερης τάσης τμήματα του δικτύου μέσω των μετασχηματιστών. Ο αριθμός των φάσεων που επηρεάζονται από το βάθος της βύθισης εξαρτάται από τον τύπο του σφάλματος και τη σύνδεση των μετασχηματιστών.

Τα υπέργεια δίκτυα που είναι εκτεθειμένα σε άσχημες καιρικές συνθήκες, εμφανίζουν συχνότερα βυθίσεις τάσης από ότι τα υπόγεια. Ωστόσο ένα υπόγειο δίκτυο, συνδεδεμένο στον ίδιο ζυγό που συνδέεται και ένα υπέργειο δίκτυο θα επηρεαστεί από τις βυθίσεις τάσης που εμφανίζονται στο μήκος των υπέργειων γραμμών [2] [5].

3.2.2 ΑΡΜΟΝΙΚΕΣ ΚΑΙ ΕΝΔΙΑΜΕΣΕΣ ΑΡΜΟΝΙΚΕΣ

Οι αρμονικές παράγονται κυρίως από μη γραμμικά φορτία τα οποία αντλούν ρεύμα διαφορετικής κυματομορφής σε σχέση με την τάση παροχής. Η φασματική περιοχή των αρμονικών εξαρτάται από τη φύση του φορτίου. Αρμονικές συνιστώσες τάσης αναπτύσσονται σε όλες τις σύνθετες αντιστάσεις του δικτύου ως αποτέλεσμα παραμορφωμένων τάσεων, οι οποίες μπορούν να διαταράξουν την ποιότητα ισχύος που φτάνει στους καταναλωτές. Η τιμή της σύνθετης αντίστασης που τροφοδοτεί σε διαφορετικές αρμονικές συχνότητες, παίζει ζωτικό ρόλο στον περιορισμό της παραμόρφωσης της τάσης [5].

3.2.2.A. ΚΥΡΙΕΣ ΠΗΓΕΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΤΩΝ ΑΡΜΟΝΙΚΩΝ

Αυτές είναι φορτία τα οποία μπορούν να διακριθούν ανάλογα με το χώρο που βρίσκονται, π.χ. βιομηχανικά ή αστικά.

1) ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

- ηλεκτρονικός εξοπλισμός : inverter, δίοδοι, θυρίστορ κλπ
- φορτία που λειτουργούν με ηλεκτρικά τόξα : μηχανές ηλεκτροκόλλησης, φωτιστικά αερίου κλπ

2) ΑΣΤΙΚΑ ΦΟΡΤΙΑ

οικιακές συσκευές κλπ. Παρόλο που η συμβολή των αστικών φορτίων στην εμφάνιση αρμονικών δεν είναι συγκρίσιμη με αυτή των βιομηχανικών, ο μεγάλος αριθμός τους και η ταυτόχρονη χρήση τους για μεγάλη περίοδο δημιουργεί σημαντικές πηγές αρμονικής παραμόρφωσης [5].

3.2.3. ΥΠΕΡΤΑΣΕΙΣ

Όταν η τάση που εφαρμόζεται σε μια συσκευή ξεπεράσει τα όρια που ορίζονται από Πρότυπα, έχουμε υπέρταση. Οι υπερτάσεις είναι τριών τύπων :

- στιγμιαίες
- ηλεκτρικά τόξα
- κεραυνοί

Εμφανίζονται είτε ανάμεσα σε ενεργούς αγωγούς (φάση-φάση, φάση-ουδέτερος) είτε ανάμεσα σε ενεργό αγωγό και εκτεθειμένο αγωγίμο μέρος ή και τη γη [5].

3.2.3.Α ΣΤΙΓΜΙΑΙΕΣ ΥΠΕΡΤΑΣΕΙΣ

Εξ ορισμού αυτές αναπτύσσονται σε συχνότητα 50/60 Hz. Τα αίτια εμφάνισής τους ποικίλουν :

- ΣΦΑΛΜΑ ΜΟΝΩΣΗΣ

Όταν σημειώνεται σφάλμα μόνωσης ανάμεσα σε μια φάση και τη γη σε ένα απομονωμένο ουδέτερο σύστημα, η φασική τάση μπορεί να φτάσει την τιμή της πολικής τάσης. Οι υπερτάσεις στις χαμηλής τάσης εγκαταστάσεις είναι πιθανό να προέρχονται από τις υψηλής τάσης εγκαταστάσεις μέσω του αγωγού γείωσης του υποσταθμού ΥΤ/ΧΤ.

- ΣΙΔΗΡΟΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΣ

Πρόκειται για ένα σπάνιο μη γραμμικό ταλαντωτικό φαινόμενο το οποίο μπορεί συχνά να είναι επικίνδυνο για τον εξοπλισμό και που παράγεται σε ένα κύκλωμα που περιλαμβάνει πυκνωτές και μια αυτεπαγωγή.

- ΑΠΟΚΟΠΗ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ

Όταν υπάρξει αποκοπή ουδετέρου τότε μια ηλεκτρική συσκευή θα τροφοδοτείται με μεγαλύτερη τάση, την πολική. Παρατηρείται δηλαδή αύξηση στην τάση (μερικές φορές μεγαλύτερη από την πολική).

- σφάλματα στα ρυθμιστικά στοιχεία των γεννητριών εναλλασσόμενου ρεύματος ή στην αλλαγή των μεταγωγών στους μετασχηματιστές
- υπερανάπληρωση της ενεργού ισχύος. Διακλαδωμένοι πυκνωτές παράγουν αύξηση στην τάση από την πηγή τροφοδότησης στην περιοχή τους [5].

3.2.3.B. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΤΟΞΑ

Αυτές οι υπερτάσεις παράγονται από απότομες αλλαγές στη δομή του δικτύου (απότομο άνοιγμα ασφαλειοδιακοπών κλπ). Οι υπερτάσεις αυτές κατηγοριοποιούνται σε :

- ηλεκτρικά τόξα σε κανονικό φορτίο
- υπερτάσεις που παράγονται από την αγωγή και τη διακοπή επαγωγικού ρεύματος
- υπερτάσεις που παράγονται από χωρητικά κυκλώματα. Για παράδειγμα η φόρτιση ενός πυκνωτή παράγει μια μεταφερόμενη υπέρταση της οποίας το πρώτο peak μπορεί να είναι φορές της rms τιμής της ονομαστικής τάσης.

3.2.3.Γ. ΚΕΡΑΥΝΟΙ

Ο κεραυνός είναι ένα φυσικό φαινόμενο που πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια καταιγίδων. Μια διάκριση γίνεται μεταξύ των άμεσων κεραυνών (σε μια γραμμή ή σε μια εγκατάσταση) και των μη άμεσων συνεπειών του κεραυνού (επακόλουθες υπερτάσεις κ.α) [5].

3.2.4. ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΑΣΗΣ

Οι διακυμάνσεις τάσης είναι διακυμάνσεις είτε της rms τιμής είτε της μέγιστης τιμής της τάσης αναφοράς σε ένα εύρος μικρότερο του 10% της ονομαστικής τάσης. Οι διακυμάνσεις τάσης είναι μια σειρά μεταβολών της τάσης ή κυκλικών ή τυχαίων διακυμάνσεων στην περιβάλλουσα της τάσης, οι οποίες χαρακτηρίζονται από τη συχνότητα της διακύμανσης και το μέγεθός της [5].

- Αργές διακυμάνσεις τάσης προκαλούνται από αργές μεταβολές των φορτίων που είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο.
- Οι γρήγορες μεταβολές τάσης οφείλονται κυρίως στις απότομες μεταβολές των βιομηχανικών φορτίων.

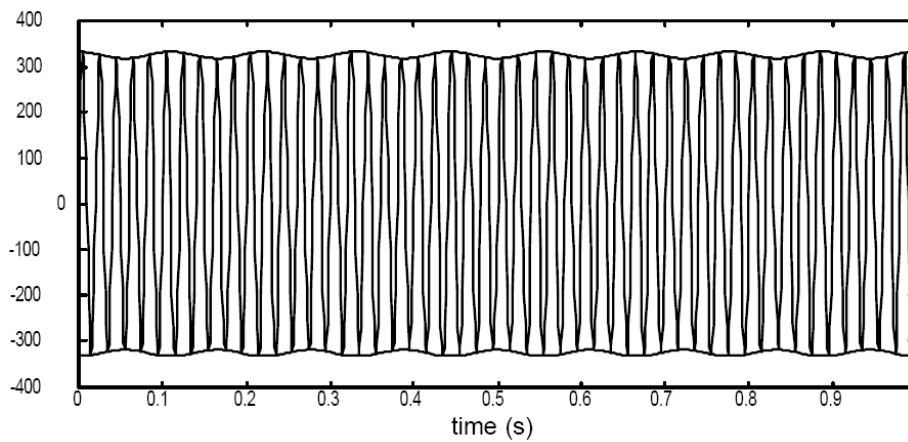
3.2.5. ΑΝΙΣΟΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΑΡΕΧΟΜΕΝΗΣ ΤΑΣΗΣ-ΑΣΥΜΕΤΡΙΑ ΦΑΣΕΩΝ

Ένα τριφασικό σύστημα βρίσκεται σε ανισορροπία αν η rms τιμή των φασικών τάσεων ή των φασικών γωνιών ανάμεσα σε διαδοχικές φάσεις δεν είναι ίσες. Η ανισοκατανομή τάσης θεωρείται ως ένα πρόβλημα ποιότητας ισχύος. Παρόλο που η τάση σε επίπεδο μεταφοράς είναι αρκετά καλά κατανεμημένη , σε επίπεδο παροχής-χρήσης υπάρχει ανισοκατανομή, εξαιτίας άνισων σύνθετων αντιστάσεων στο σύστημα και λόγω άνισης κατανομής φορτίων στις φάσεις [5].

3.2.6 ΤΑΧΕΙΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΑΣΗΣ

Το φλίκερ ή αλλιώς γρήγορη διακύμανση της τάσης που οδηγεί σε τρεμόπαιγμα στο φως είναι μία οπτική ενόχληση λόγω αστάθειας της έντασης του φωτός (τρεμόπαιγμα). Το επίπεδο της ενόχλησης εξαρτάται από την συχνότητα και το πλάτος της αλλαγής της έντασης του φωτός και από τον παρατηρητή (δεν αντιλαμβανόμαστε όλοι την ίδια ενόχληση στην ίδια διακύμανση της τάσης) [9].

Αλλαγή της ροής του φωτός μπορεί να συνδυαστεί με την κυμάτωση του πλάτους όπως φαίνεται και παρακάτω στο σχήμα .



Σχήμα3. 2:διακύμανση της τάσης που οδηγεί σε τρεμόπαιγμα στο φως

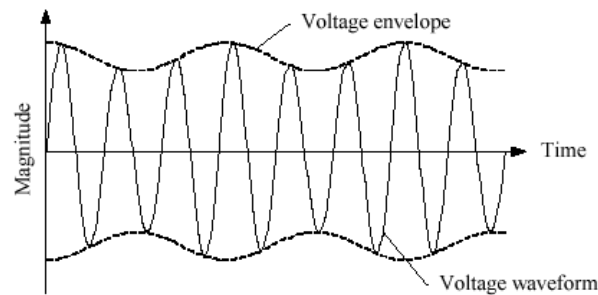


Figure 1 – Terminal voltage waveform of fluctuating load

Σχήμα3. 3:χαρακτηριστικά κυματομορφής φλίκερ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4ο

ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό θα κάνουμε αναφορά στα μέτρα προστασίας έναντι των διαταραχών τάσης, αλλά και άλλων κινδύνων που εγκυμονεί η κακή κατασκευή, λειτουργία και συντήρηση μιας ηλεκτρολογικής εγκατάστασης. Τα μέτρα ασφαλείας που πρέπει να λαμβάνονται αφορούν στην αποφυγή κινδύνων που μπορούν να προκύψουν από τη λειτουργία της ηλεκτρικής εγκατάστασης. Πρέπει να εφαρμόζονται είτε στο σύνολο είτε στα επιμέρους τμήματα της εγκατάστασης.

Η χαμηλή ποιότητα ισχύος ενδέχεται να οδηγήσει σε αλλαγή της λειτουργίας ή ακόμη και καταστροφή του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, να θέσει σε κίνδυνο τη σωματική ακεραιότητα ατόμων που κινούνται-εργάζονται στο περιβάλλον της εγκατάστασης, και να επιφέρει επιπλέον οικονομικά .

Οι λύσεις για τη βελτίωση της ποιότητας ισχύος εφαρμόζονται :

- για τη διόρθωση της λειτουργίας της ηλεκτρικής εγκατάστασης
- σε περίπτωση που στο δίκτυο ή σε μια κτιριακή εγκατάσταση συνδέονται προβληματικά φορτία
- για τη σύμφωνη λειτουργία της εγκατάστασης με τα καθορισμένα Πρότυπα ή με τις συστάσεις του διανομέα της ηλεκτρικής ισχύος
- για τη συμφωνημένη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ παραγωγών και καταναλωτή

Τα φορτία δεν είναι ευαίσθητα στην ίδια διαταραχή και έχουν διαφορετικά επίπεδα ευαισθησίας. Γι' αυτό και οι κινήσεις βελτίωσης της ποιότητας ισχύος, που υιοθετούνται ως η καλύτερη λύση από τεχνικής και οικονομικής άποψης, πρέπει να εξασφαλίζουν τα κατάλληλα επίπεδα ποιότητας ισχύος που να αντιστοιχούν και στις καθορισμένες απαιτήσεις.

Αποτελεί ζωτική σημασία να γίνεται πρώτα η διάγνωση της φύσης της διαταραχής που πρέπει να αντιμετωπιστεί (για παράδειγμα η διάρκεια μιας διακοπής τάσης καθορίζει και τα μέτρα αντιμετώπισής της).

Το κόστος εφαρμογής μέτρων προστασίας απέναντι στις διαταραχές τάσης εξαρτάται από:

- τα απαιτούμενα επίπεδα προστασίας

Η δυσλειτουργία μια εγκατάστασης πρέπει να αποτρέπεται στην περίπτωση που θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο ανθρώπινες ζωές (π.χ. σε νοσοκομεία, συστήματα φωτισμού αεροδρομίων, συστήματα φωτισμού και ασφαλείας σε δημόσια κτίρια, εφεδρικές εγκαταστάσεις σε σταθμούς παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κ.α.)

- οι οικονομικές επιπτώσεις από τη δυσλειτουργία της εγκατάστασης

Οποιαδήποτε μη αναμενόμενη διακοπή, ακόμη και όταν είναι πολύ μικρή, συγκεκριμένων διαδικασιών στην παραγωγή (κατασκευή ημιαγωγών, στη χημική βιομηχανία κ.α.) οδηγεί στην απώλεια παραγωγής, τη χαμηλή ποιότητα της ή ακόμη και στην επανάληψη της παραγωγής [2], [5].

- Η αναλογία οικονομικού κόστους από τις απώλειες στην παραγωγή και του κόστους από την επένδυση για την ανάπτυξη νέων τεχνικών αντιμετώπισης των διαταραχών.

4.1. ΜΕΤΡΑ ENANTI ΒΥΘΙΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΩΝ ΤΑΣΗΣ

Η αρχιτεκτονική του δικτύου, τα αυτόματα συστήματα επανεκκίνησης του, η αξιοπιστία του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού, τα συστήματα ελέγχου και η συντήρηση των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων διαδραματίζουν ρόλο στη μείωση και τον περιορισμό των διακοπών.

Η ορθή διάγνωση είναι απαραίτητη πριν την επιλογή της λύσης. Για παράδειγμα στο σημείο κοινής σύνδεσης, είναι σημαντικό να διερευνηθεί αν η βύθιση τάσης προέρχεται από την εγκατάσταση του καταναλωτή ή από το σύστημα διανομής [2].

4.1.1 ΜΕΙΩΣΗ ΤΟΥ ΑΡΙΘΜΟΥ ΒΥΘΙΣΕΩΝ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΩΝ ΤΑΣΗΣ

Ο διανομέας ηλεκτρικής ενέργειας μπορεί να πάρει συγκεκριμένα μέτρα, όπως στοχευμένη συντήρηση, εκσυγχρονισμό του δικτύου κ.α. [5].

4.1.2 ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΤΗΣ ΒΥΘΙΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

Σε επίπεδο συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας :

- α) αύξηση των δυνατοτήτων για νέες συνδέσεις στο δίκτυο (νέοι υποσταθμοί κ.α.),
- β) βελτίωση των δυνατοτήτων των προστατευτικών ηλεκτρικών διατάξεων (επιλεκτικότητα, αυτόματη επανεκκίνηση ισχύος, δυνατότητα ελέγχου και διαχείρισης εξ αποστάσεως)
- γ) αύξηση των κυκλωμάτων μικρής ισχύος

Σε επίπεδο εξοπλισμού :

μείωση της καταναλωμένης ισχύος με περιορισμό των υπερεντάσεων [5].

4.1.3. ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΟΧΗΣ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΣΤΙΣ ΔΙΑΤΑΡΑΧΕΣ

Η γενική αρχή για να εξασφαλιστεί ότι ο εξοπλισμός αντέχει σε βυθίσεις τάσης και διακοπές, είναι να αντισταθμίζεται η έλλειψη ισχύος με εφεδρική ανάμεσα στο σύστημα διανομής και την εγκατάσταση. Το χρονικό διάστημα διαθεσιμότητας ενός μέσου αποθήκευσης πρέπει να είναι μεγαλύτερο από τη διάρκεια των διαταραχών κατά τις οποίες το σύστημα πρέπει να αντέξει.

Οι απαιτούμενες πληροφορίες για την εύρεση του κατάλληλου μέτρου προστασίας της εγκατάστασης και βελτίωσης της ποιότητας ισχύος είναι:

- η ποιότητα της πηγής διαταραχών
- τα χαρακτηριστικά του φορτίου (ικανότητα ανοχής σε διαταραχές)

Μόνο με προσεκτική ανάλυση των διαδικασιών, καθώς και των τεχνικών και οικονομικών συνεπειών των διαταραχών μπορούν αυτά τα δύο στοιχεία να συνδυαστούν. Οι λύσεις που

μπορούν να εφαρμοστούν είναι ποικίλες και εξαρτώνται από την ισχύ που καταναλώνει η εγκατάσταση και τη διάρκεια της βύθισης της τάσης [2].

4.1.4. ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΟΧΗΣ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ

Η απρόσκοπτη λειτουργία μια παραγωγικής διαδικασίας έχει να κάνει σε μεγάλο βαθμό με την αντοχή των συστημάτων ελέγχου. Γενικά τα συστήματα ελέγχου δεν απαιτούν υψηλή ισχύ και είναι εξαιρετικά ευαίσθητα σε διαταραχές [5]. Είναι επιπλέον συχνά πιο οικονομικά τα συστήματα ελέγχου να γίνουν πιο ανεκτικά στις διαταραχές.

Η διαδικασία της συντήρησης των μηχανών προϋποθέτει

- ότι δε θα τεθεί σε κίνδυνο η ασφάλεια του προσωπικού και της εγκατάστασης με την επαναφορά της τάσης
- ότι τα φορτία και οι διάφορες διαδικασίες είναι ανεκτικές σε μικρές διακοπές τάσης και μπορούν να συνεχίσουν τη λειτουργία τους με την επαναφορά της τάσης
- ότι σε περίπτωση διαταραχής θα συνεχίσει η ταυτόχρονη τροφοδότηση όλων των εγκαταστάσεων και μηχανών, καθώς και η ταυτόχρονη επανεκκίνηση τους μετά τη διακοπή

Για να μην προκληθούν κίνδυνοι από μια διακύμανση της τάσης πρέπει να λαμβάνονται τα απαραίτητα μέτρα προστασίας. Δεν απαιτείται η λήψη μέτρων προστασίας από τη μείωση της τάσης, αν η βλάβη στην εγκατάσταση ή τη συσκευή θεωρείται αποδεκτό φαινόμενο, αρκεί βέβαια να μην κινδυνεύουν άνθρωποι.

Οι διατάξεις προστασίας έναντι μειώσεων της τάσης μπορεί να έχουν χρονική καθυστέρηση, εάν η λειτουργία της συσκευής που προστατεύουν επιτρέπει χωρίς κίνδυνο μια διακοπή, ή μια μείωση της τάσης, μικρής διάρκειας.

Εάν γίνεται χρήση επαφών, η καθυστέρηση στο άνοιγμα και επανακλείσιμό τους, που είναι δυνατόν να προβλέπεται για λειτουργικούς λόγους, δεν πρέπει να παρακωλύει το στιγμιαίο άνοιγμά τους από τις διατάξεις προστασίας.

Τα χαρακτηριστικά των διατάξεων προστασίας έναντι μειώσεων της τάσης, πρέπει να είναι συμβατά με τις απαιτήσεις των Προτύπων τις αναφερόμενες στην εκκίνηση και στη λειτουργία των προστατευόμενων συσκευών.

Στις περιπτώσεις που η επαναφορά μιας διάταξης προστασίας ενδέχεται να δημιουργήσει επικίνδυνη κατάσταση, η επαναφορά δεν πρέπει να είναι αυτόματη [2].

4.2. ΜΕΤΡΑ ΕΝΑΝΤΙ ΑΡΜΟΝΙΚΩΝ

Υπάρχουν τρεις δυνατοί τρόποι περιορισμού των αρμονικών

4.2.1. ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΑΡΜΟΝΙΚΩΝ ΡΕΥΜΑΤΩΝ

1) ΠΗΝΙΑ

Στις τρεις φάσεις συνδέονται πηνία. Το κάθε πηνίο μειώνει τις αρμονικές ρεύματος σε κάθε γραμμή (ειδικά τις μεγάλες αρμονικές).

2) ΧΡΗΣΗ ΑΝΟΡΘΩΤΩΝ

Εδώ περιορίζονται αρμονικές χαμηλής τάξης (5η και 6η), οι οποίες συχνά προκαλούν τη μεγαλύτερη διαταραχή εξαιτίας του μεγάλου τους πλάτους. Αυτή η εφαρμογή απαιτεί ένα μετασχηματιστή με δύο δευτερεύοντα ελίγματα (το ένα σε αστέρα και το άλλο σε τρίγωνο). Έτσι αφինονται μόνο οι αρμονικές μεγαλύτερης τάξης $12k+1$ [5].

4.2.2 ΜΕΤΑΤΡΟΠΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- Προσθήκη φίλτρων
- Αύξηση της ισχύος μικρών κυκλωμάτων της εγκατάστασης
- Απομόνωση προβληματικών φορτίων. Ως πρώτο βήμα, ο ευαίσθητος εξοπλισμός πρέπει να συνδέεται όσο το δυνατό πιο κοντά στην πηγή τροφοδότησης. Κατόπιν τα φορτία αυτά πρέπει να διαχωρίζονται από τα ευαίσθητα, για παράδειγμα τροφοδοτώντας τα από διαφορετικές πηγές ή από μετασχηματιστές. Οι εφαρμογές αυτές σχετίζονται σε μεγάλο βαθμό με τη δομή της εγκατάστασης και τις περισσότερες φορές εμφανίζουν δυσκολίες και μεγάλο κόστος.
- χρήση διατάξεων προστασίας

Η λύση αυτή είναι συνάρτηση των χαρακτηριστικών της εγκαταστάσεων. Μια απλή συνθήκη χρησιμοποιείται για την επιλογή της κατάλληλης διάταξης, όπου η G_h είναι η φαινόμενη ισχύς όλων των πηγών αρμονικών και S_n η φαινόμενη ισχύς των μετασχηματιστών που προηγούνται των φορτίων [2], [5].

-Αν ισχύει ότι $G_h/S_n \leq 15\%$ οι συνήθεις διατάξεις είναι κατάλληλες

-Αν $G_h/S_n \geq 15\%$ υπάρχουν δύο εκδοχές λύσεων :

I) όταν $15\% < G_h/S_n \leq 25\%$ (για προβληματικά δίκτυα), τα επίπεδα ρεύματος του συστήματος διανομής πρέπει να αυξηθούν, όπως και τα επίπεδα τάσης των πυκνωτών

II) όταν $25\% < G_h/S_n \leq 60\%$, αντιαρμονικά πηνία πρέπει να συνδέονται στους πυκνωτές και να ρυθμίζονται σε συχνότητα χαμηλότερη από τη συχνότητα της χαμηλότερης αρμονικής (για παράδειγμα 215 Hz σε δίκτυο 50 Hz). Έτσι περιορίζεται ο κίνδυνος συντονισμού και μειώνονται οι αρμονικές.

III) όταν $G_h/S_n \geq 60\%$, οι ειδικοί πρέπει να υπολογίζουν και να τοποθετούν παθητικά ή υβριδικά φίλτρα

4.3. ΜΕΤΡΑ ΎΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΤΑΣΕΩΝ

Η εφαρμογή και προσθήκη μονωτικών διατάξεων μειώνει τους κινδύνους τόσο για την ανθρώπινη ζωή όσο και για την εγκατάσταση από τις υπερτάσεις. Για την επιλογή του κατάλληλου μονωτικού υλικού συνυπολογίζονται τεχνικές και οικονομικές προδιαγραφές [2].

Αυτό απαιτεί :

- γνώση των επιπέδων και της ενέργειας των υπερτάσεων που ενδέχεται να εμφανιστούν στο δίκτυο
- χρήση προστατευτικών διατάξεων, όπου είναι απαραίτητο, κατάλληλων έναντι των αναπτυσσόμενων υπερτάσεων [5].

4.3.1. ΣΤΙΓΜΙΑΙΕΣ ΥΠΕΡΤΑΣΕΙΣ

- απομόνωση όλων ή μερικών πυκνωτών από το δίκτυο κατά τη διάρκεια χαμηλών φορτίων
- αποφυγή διατάξεων ευπαθών στο σιδηροσυντονισμό και μη ικανών να αποσβέσουν το φαινόμενο [5]

4.3.2. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΤΟΞΑ

Περιορισμός των παροδικών φορτίσεων των πυκνωτών με την τοποθέτηση μιας σταθερής αντίστασης. Η αυτόματη αντιστάθμιση είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης, οι οποίες δεν είναι ικανές να αντέξουν στιγμιαίες υπερτάσεις, όπως τα ηλεκτρικά τόξα.

Τοποθέτηση γραμμικών πηνίων για την άμβλυνση των επιπτώσεων των στιγμιαίων υπερτάσεων [5].

4.3.3. ΚΕΡΑΥΝΟΙ

1) ΠΡΩΤΕΥΟΥΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Προστατεύει το κτίριο και τη δομή του από απευθείας χτυπήματα κεραυνών (αλεξικέραυνα, κλωβοί Faraday κα.).

2) ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΥΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

Αυτή προστατεύει τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό από τις διάφορες υπερτάσεις που ακολουθούν τον κεραυνό. Αναστολείς υπερτάσεων τοποθετούνται σε συγκριμένα εκτεθειμένα μέρη των δικτύων υψηλής και χαμηλής τάσης και στην είσοδο των ζυγών μεσαίας-χαμηλής τάσης.

Στις εγκαταστάσεις χαμηλής τάσης, οι αναστολείς υπερτάσεων τοποθετούνται όσο το δυνατό πιο κοντά στο φορτίο για να παρέχουν μεγαλύτερη προστασία. Μερικές φορές είναι απαραίτητο οι αναστολείς υπερτάσεων να τοποθετούνται στην αρχή της εγκατάστασης και

κοντά στο φορτίο. Σημειώστε ότι οι υπερτάσεις που καταπονούν μια εγκατάσταση μπορούν να προέρχονται από άλλες διαδρομές, όπως οι τηλεφωνικές γραμμές, ομοαξονικά καλώδια [5].

4.4. ΜΕΤΡΑ ΎΝΑΝΤΙ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΩΝ ΤΑΣΗΣ

Οι διακυμάνσεις που παράγονται από βιομηχανικά φορτία μπορεί να επηρεάσουν ένα μεγάλο αριθμό καταναλωτών που τροφοδοτούνται από την ίδια πηγή. Το μέγεθος της διακύμανσης εξαρτάται από το λόγο της σύνθετης αντίστασης της συσκευής που προκαλεί τη διαταραχή και της σύνθετης αντίστασης της παροχής ισχύος. Οι λύσεις έναντι των διαταραχών:

- αλλαγή των μέσων φωτισμού. Λαμπτήρες φθορισμού είναι λιγότερο ευαίσθητοι από τους κοινούς τύπους λαμπτήρων
- τοποθέτηση πηγής συνεχούς τροφοδότησης ισχύος
- διορθωτικές αλλαγές στη συσκευή που προκαλεί τις διαταραχές. Η αλλαγή του τρόπου εκκίνησης των κινητήρων, οι οποίοι πρέπει να εκκινούν συχνά, μπορεί να μειώσει την εμφάνιση υπερεντάσεων.
- αλλαγές στο δίκτυο

1) αύξηση της ισχύος βραχυκύκλωσης με τη σύνδεση κυκλωμάτων φωτισμού στο κοντινότερο σημείο τροφοδότησης.

2) αύξηση της “ηλεκτρικής απόστασης” ανάμεσα στο φορτίο που προκαλεί τη διαταραχή και τα κυκλώματα φωτισμού τροφοδοτώντας το εν λόγω φορτίο από έναν ανεξάρτητο μετασχηματιστή

- χρήση ενός ενεργού αντισταθμιστή

Αυτή η συσκευή παρέχει σε πραγματικό χρόνο ενεργή αντιστάθμιση για κάθε φάση. Τα τρεμοπαίγματα μπορούν να μειωθούν από το 50% στο 25%.

- Σύνδεση σε σειρά μιας άεργου αντίστασης

Με τη μείωση του εισερχόμενου ρεύματος, μια αντίσταση πέρα από το σημείο σύνδεσης μιας εστίας τόξου μπορεί να μειώσει το τρεμόπαιγμα κατά 30% [5].

4.5. ΜΕΤΡΑ ΎΝΑΝΤΙ ΑΣΥΜΕΤΡΙΑΣ ΦΑΣΕΩΝ

Οι λύσεις είναι [5]:

- κατανομή των φορτίων μιας φάσης συμμετρικά στις τρεις φάσεις
- μείωση της σύνθετης αντίστασης του συστήματος ενέργειας πριν τις συσκευές που προκαλούν την ανισοκατανομή με την αύξηση της ισχύος του μετασχηματιστή
- προσθήκη των κατάλληλων συσκευών για τις μηχανές
- προσεκτική χρήση των συνδεδεμένων φορτίων χωρητικού ή επαγωγικού χαρακτήρα

4.6. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑΣ

Τα μέτρα έναντι ηλεκτροπληξίας αφορούν στην άμεση και την έμμεση επαφή.

Η προστασία από την άμεση επαφή αποσκοπεί στη αποφυγή κινδύνων που προέρχονται από τα ενεργά μέρη μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης η οποία βρίσκεται σε κατάσταση κανονικής λειτουργίας [2],[5].

Ενώ η προστασία από την έμμεση επαφή αυξάνει το επίπεδο ασφαλείας , καθώς αποτρέπει τους κινδύνους από τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη , αν αυτά φορτιστούν εξαιτίας προβληματικής μόνωσης

4.6.1. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΑΜΕΣΗΣ ΕΠΑΦΗΣ

4.6.1.A. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΩΝ ΜΕΡΩΝ

Τα ενεργά μέρη μια εγκατάστασης πρέπει να καλύπτονται πλήρως από μια μόνωση. Σημαντική παράμετρος σε αυτό εδώ το σημείο είναι το επίπεδο της μόνωσης. Το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί καταρχάς δε θα μπορεί να αφαιρεθεί παρά μόνο με την καταστροφή της εγκατάστασης. Επιπλέον η ποιότητα του πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να μπορεί να αντέχει καταπονήσεις μακράς διάρκειας οι οποίες μπορεί να είναι χημικής, ηλεκτρικής ή θερμικής φύσεως.

Για τα βιομηχανοποιημένα υλικά η μόνωση πρέπει να είναι σύμφωνη με τα αντίστοιχα πρότυπα του ηλεκτρολογικού υλικού. Η μόνωση που πρόκειται να τοποθετηθεί σε μια εγκατάσταση πρέπει να είναι σε θέση να υποστεί επιτυχώς δοκιμές αντίστοιχες με αυτές που υφίστανται τα βιομηχανοποιημένα υλικά.

Τα ενεργά μέρη μιας εγκατάστασης πρέπει να περικλείονται στο εσωτερικό περιβλημάτων ή να βρίσκονται πίσω από προστατευτικά διαφράγματα που παρέχουν τον ελάχιστο βαθμό προστασίας. Ωστόσο είναι δυνατό να δημιουργούνται πρόσκαιρα ανοίγματα μεγαλύτερα από τα προβλεπόμενα. Τέτοιες περιπτώσεις συναντιούνται σε λυχνιολαβές, ασφάλειες, ρευματοδότες κατά την τοποθέτησή ή αφαίρεση τους. Για την αποφυγή λοιπόν τέτοιων κινδύνων πρέπει ο μηχανικός εγκατάστασης και συντήρησης να λαμβάνει υπόψη του :

- κατάλληλες προφυλάξεις, ώστε να αποτρέπεται η τυχαία επαφή ανθρώπων ή κατοικίδιων προς τα ενεργά μέρη
- την ενημέρωση των ατόμων ότι τα μέρη που έχουν γίνει προσιτά εξαιτίας αυτών των ανοιγμάτων είναι ενεργά μέρη και πρέπει να αποφεύγεται η σκόπιμη επαφή με αυτά

Επίσης τα περιβλήματα και τα προστατευτικά διαφράγματα που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν πρέπει να έχουν τη μέγιστη αντοχή και διάρκεια ζωής. Απαιτείται επιπλέον η γερή τους στερέωση, καθώς και η επαρκή τους απόσταση από τα ενεργά μέρη .

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην ειδική περίπτωση που καθίσταται αναγκαίο το άνοιγμα των περιβλημάτων ή η αφαίρεση των φραγμάτων. Όταν παρουσιαστεί μια τέτοια αναγκαιότητα οι παραπάνω δύο εργασίες πρέπει να εκτελούνται με μια συγκεκριμένη

διαδικασία, όπως με τη χρήση εργαλείου-κλειδιού και τη θέση εκτός τάσεως των ενεργών μερών που προστατεύονται από αυτά τα περιβλήματα ή προστατικά διαφράγματα [2].

4.6.1.Β. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΕΜΠΟΔΙΑ

Στην προστασία από την άμεση επαφή εντάσσεται και η χρήση εμποδίων. Τα εμπόδια προορίζονται ώστε να αποτρέπουν την ακούσια επαφή, αλλά όχι την εκούσια επαφή μετά την εσκεμμένη παράκαμψη ή αφαίρεση των εμποδίων.

Έτσι λοιπόν η χρήση εμποδίων προστατεύει από τους κινδύνους λόγω προσέγγισης με τα ενεργά μέρη ή της ακούσιας επαφής με αυτά, όταν εκτελούνται χειρισμοί στην εγκατάσταση.

Για την αφαίρεση των εμποδίων δεν απαιτείται η χρήση κλειδιού, αλλά πρέπει να είναι καλά στερεωμένα, ώστε να αποτρέπεται η εκούσια απομάκρυνσή τους [2].

4.6.1.Γ. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΕ ΜΗ ΠΡΟΣΙΤΗ ΘΕΣΗ

Το μέτρο αυτό αποσκοπεί όπως και τα εμπόδια στην ακούσια επαφή με τα ενεργά μέρη. Στο χώρο προσέγγισης της εγκατάστασης δεν πρέπει να υπάρχουν ταυτόχρονα προσιτά αγωγίμα στοιχεία που μπορούν να εμφανίσουν διαφορά δυναμικού. Ως ταυτόχρονα προσιτά στοιχεία θεωρούμε εκείνα τα στοιχεία των οποίων η απόσταση είναι μικρότερη από 2,50 m. Η απόσταση αυτή αυξάνεται κατά μήκος των αγωγίων αντικειμένων που θα χρησιμοποιηθούν στο χώρο προσέγγισης της εγκατάστασης. Να σημειώσουμε σε αυτό εδώ το σημείο ότι και το δάπεδο αν δεν είναι μονωτικό, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ως ταυτόχρονο προσιτό στοιχείο [2].

4.6.1.Δ. ΠΡΟΣΘΕΤΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΔΙΑΚΟΠΤΗ ΔΙΑΦΥΓΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ

Μια διάταξη διακόπτη διαφυγής έντασης λειτουργεί επικουρικά αυξάνοντας την αποτελεσματικότητα των άλλων μέσων προστασίας από την άμεση επαφή.

Ο διακόπτης διαφυγής έντασης σε συνδυασμό με τη θεμελιακή γείωση αποτελεί από το έτος 2006 την υποχρεωτική μέθοδο προστασίας. Σε περίπτωση διαρροής της τάξης των 30 mA διακόπτεται η διαρροή ρεύματος σε τάση μικρότερη από 50 V που είναι ακίνδυνη για τον άνθρωπο.

Να τονισθεί ότι από μόνο του το μέτρο αυτό προστασίας δεν απαλλάσσει από την υποχρέωση του μηχανικού να εφαρμόσει τα παραπάνω μέτρα προστασίας.

4.6.2. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΕΜΜΕΣΗΣ ΕΠΑΦΗΣ

Στην περίπτωση προστασίας από έμμεση επαφή, ο υπεύθυνος μηχανικός είναι υποχρεωμένος να επιδείξει ιδιαίτερη σχολαστικότητα. Ο λόγος είναι ότι σε αντίθεση με την προστασία από την άμεση επαφή, οι κίνδυνοι που εγκυμονούνται στην έμμεση επαφή είναι λιγότερο «ορατοί». Δυστυχώς υπάρχει ένα αρνητικό προηγούμενο στον ελληνικό χώρο σε σχέση με

ελλειμματικές προσεγγίσεις έως και εκούσιες παραβλέψεις στο παρελθόν, για το λόγο ότι πολλοί θάνατοι και τραυματισμοί ανθρώπων από το «ρεύμα» οφείλονται στην απουσία τέτοιων μέτρων (π.χ. κίνδυνος από το ρεύμα διαρροής)

Δε θα ήταν υπερβολικό να πει κανείς ότι εξαιτίας αυτού του αρνητικού ιστορικού, για ένα μηχανικό σήμερα είναι χρέος να πραγματοποιήσει μια ουσιαστική και ολοκληρωμένη μελέτη για την ασφάλεια από τη λειτουργία μια εγκατάστασης. Δηλαδή είναι εγκληματική αμέλεια κάποιος να περιοριστεί στην εφαρμογή απλά και μόνο των μέτρων προστασίας από την άμεση επαφή. Ο μηχανικός οφείλει να αφιερώσει χρόνο στην εφαρμογή εκείνων των μέτρων που θα ανιχνεύουν και θα αποτρέπουν κινδύνους όπως είναι η φόρτιση αγωγίμων εκτεθειμένων στοιχείων της εγκατάστασης.

Για παράδειγμα σε μια ηλεκτρική συσκευή υπάρχει διαρροή ρεύματος, λόγω π.χ. καταστροφής ή γήρανσης της μόνωσης του αγωγού φάσης, τότε ο αγωγός γης προστατεύει το χρήστη, γιατί μια μεγάλη τιμή ρεύματος μέσω του αγωγού αυτού θα προκαλέσει διακοπή του κυκλώματος από την ασφάλεια. Το παραπάνω δίκτυο διανομής με τρεις αγωγούς (φάση, ουδέτερος και γη) θα πρέπει να κατασκευάζεται σε κάθε κτίριο υπηρεσιών υγείας [2].

4.6.2.A. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΔΙΑΚΟΠΗ ΤΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ

Με την εφαρμογή αυτού του μέτρου επιτυγχάνεται η αποτροπή εμφάνισης και διατήρησης μιας «επικίνδυνης» τάσης επαφής των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών, όταν υπάρξει σφάλμα μόνωσης ανάμεσα σε ένα ενεργό μέρος και είτε ένα εκτεθειμένο αγωγίμο μέρος είτε έναν αγωγό προστασίας [2].

4.6.2.A.I. ΔΙΑΚΟΠΗ ΤΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ

Αυτό το μέτρο αφορά τόσο εγκαταστάσεις που λειτουργούν με εναλλασσόμενο ρεύμα όσο και αυτές με συνεχές. Για την προστασία της εγκατάστασης και όσων κινούνται στο χώρο της, πρέπει στην περίπτωση σφάλματος το οποίο προκαλεί την εμφάνιση μιας επικίνδυνης τάσης επαφής των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών, να διακόπτεται αυτόματα η τροφοδότησή της.

Επικίνδυνη θεωρείται η τάση επαφής η οποία:

- υπερβαίνει τα 50 V, ενδεικνυόμενη τιμή εναλλασσόμενου ρεύματος ή τα 120 V συνεχούς ρεύματος
- διατηρείται τόσο χρόνο, ώστε να είναι ικανή να προκαλέσει ηλεκτροπληξία σε ένα άτομο που βρίσκεται σε επαφή με ταυτόχρονα προσιτά στοιχεία.

Η αυτόματη διακοπή τροφοδότησης γίνεται είτε σε ολόκληρη την εγκατάσταση είτε σε μέρος αυτής (ένα κύκλωμα, μια συσκευή). Η εφαρμογή αυτή για τις εγκαταστάσεις με εναλλασσόμενο ρεύμα, ισχύει για ρεύμα τροφοδότησης με συχνότητα μεταξύ 15 Hz και 1000 Hz. Στις εγκαταστάσεις συνεχούς, το συνεχές πρέπει να μην έχει κυμάτωση.

Επίσης να σημειωθεί, ότι σε ένα σύστημα, όπου εφαρμόζεται γείωση IT, δηλαδή 1) όλα τα ενεργά μέρη να είναι απομονωμένα από τη γη ή ένα σημείο να είναι συνδεδεμένο με τη γη μέσω μιας σύνθετης αντίστασης σημαντικής τιμής και 2) να υπάρχει άμεση ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών με τη γη, ανεξάρτητα από τη γείωση του

ουδετέρου, δεν απαιτείται γενικά αυτόματη διακοπή τροφοδότησης κατά την εμφάνιση ενός πρώτου σφάλματος.

Επιπλέον για εγκαταστάσεις που βρίσκονται σε ειδικούς χώρους, όπου υπάρχουν αυξημένοι κίνδυνοι, πιθανότατα θα υπάρχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις για χαμηλότερες τιμές τάσης επαφής και του χρόνου διακοπής [2].

4.6.2.A.II. ΓΕΙΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΓΩΓΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Προτού προχωρήσουμε, πρέπει για λόγους σαφήνειας να αναφερθούμε στα συστήματα σύνδεσης των γειώσεων και το πώς αυτά κωδικοποιούνται. Για την κωδικοποίηση χρησιμοποιούνται δύο γράμματα. Το πρώτο αναφέρεται στη σχέση του συστήματος τροφοδότησης με τη γη :

- T = άμεση σύνδεση του ουδετέρου με τη γη
- I = όλα τα ενεργά μέρη απομονωμένα από τη γη ή ένα σημείο συνδεδεμένο με τη γη μέσω μιας σύνθετης αντίστασης σημαντικής τιμής

Το δεύτερο γράμμα αφορά στη σχέση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών της εγκατάστασης προς τη γη :

- T = άμεση ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών με τη γη, ανεξάρτητα από τη γείωση του ουδετέρου του συστήματος τροφοδότησης
- N = άμεση ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών με τον ουδέτερο του συστήματος τροφοδότησης

Τα επόμενα γράμματα (αν υπάρχουν) αφορούν στη σχέση του ουδετέρου και του αγωγού προστασίας.

- S = η προστασία εξασφαλίζεται από ιδιαίτερο αγωγό προστασίας διαφορετικό από τον ουδέτερο
- C = οι λειτουργίες ουδετέρου και προστασίας συνδυάζονται σε έναν αγωγό (PEN)

Όλα τα εκτεθειμένα αγωγή μέρη πρέπει να συνδέονται προς τη γη μέσω αγωγών προστασίας . Τα ταυτόχρονα προσिता αγωγή μέρη πρέπει να συνδέονται προς το ίδιο ηλεκτρόδιο γείωσης.

Το σύστημα σύνδεσης γειώσεων που εφαρμόζεται σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση την ευθύνη της οποίας την έχει διαφορετικός φορέας από το φορέα του συστήματος τροφοδότησης είναι τύπου TN ή TT. Αντίθετα σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις οι οποίες ανήκουν στον ίδιο φορέα με αυτόν του συστήματος τροφοδότησης, το σύστημα γειώσεων που εφαρμόζεται είναι IT [2].

1) ΚΥΡΙΑ ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ

Σε ένα κτίριο πρέπει να γίνεται μια κύρια **ισοδυναμική** σύνδεση. Γι' αυτό προς το κύριο ακροδέκτη γείωσης πρέπει να συνδέονται :

- ο κύριος αγωγός προστασίας
- ο κύριος αγωγός γείωσης
- τα ακόλουθα ξένα αγωγή μέρη:
 - οι μεταλλικές σωληνώσεις στο εσωτερικό του κτιρίου (π.χ. νερού, αερίου)
 - οι μεταλλικές σωληνώσεις κεντρικής θέρμανσης και κλιματισμού
 - τα μεταλλικά στοιχεία κατασκευής του κτιρίου
 - ο μεταλλικός οπλισμός του σκυροδέματος του κτιρίου, αν αυτό είναι δυνατό
 - ο μεταλλικός μανδύας (αν υπάρχει) του καλωδίου ηλεκτρικής τροφοδότησης
 - οι μεταλλικοί μανδύες (αν υπάρχουν) των καλωδίων τηλεπικοινωνιών

Τα αγωγή στοιχεία που προέρχονται από το εξωτερικό του κτιρίου (π.χ. μεταλλικές επενδύσεις, υδρορροή) πρέπει να συνδέονται προς την κύρια ισοδυναμική σύνδεση κτιρίου, όσο το δυνατόν πλησιέστερα στο σημείο εισόδου σε αυτό [2].

2) ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ

Αν σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση δεν είναι δυνατή η τήρηση των συνθηκών προστασίας με αυτόματη διακοπή τροφοδότησης που αναφέρθηκαν παραπάνω, πρέπει να πραγματοποιηθεί και συμπληρωματική ισοδυναμική σύνδεση. Η πραγματοποίηση της συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης δεν καλύπτει την ανάγκη προστασίας από κινδύνους λόγω πυρκαγιάς, θερμικών καταπονήσεων κλπ. Αυτό σημαίνει ότι και σε αυτή την περίπτωση η αυτόματη διακοπή τροφοδότησης κρίνεται απαραίτητη. Επιπλέον η συμπληρωματική ισοδυναμική σύνδεση μπορεί να αφορά τόσο στο σύνολο της εγκατάστασης όσο και σε επιμέρους τμήματά της.

Η συμπληρωματική ισοδυναμική σύνδεση πρέπει να περιλαμβάνει όλα τα ταυτόχρονα προσιτά αγωγή μέρη, δηλαδή τα εκτεθειμένα αγωγή μέρη των σταθερών συσκευών και του υπόλοιπου ηλεκτρολογικού υλικού και τα ξένα αγωγή στοιχεία, στα οποία περιλαμβάνεται ο μεταλλικός οπλισμός του σκυροδέματος του κτιρίου. Προς αυτό το ισοδυναμικό σύστημα πρέπει να συνδεθούν και οι ακροδέκτες γείωσης των ρευματοδοτών. Το δάπεδο αν δεν είναι μονωτικό, δηλαδή αν είναι αγωγήμο πρέπει να περιληφθεί στη συμπληρωματική ισοδυναμική σύνδεση. Αν αυτό δεν είναι εφικτό η ισοδυναμική σύνδεση είναι αδύνατη.

Η αποτελεσματικότητα της συμπληρωματικής ισοδυναμικής σύνδεσης πρέπει να επαληθεύεται με την εξακρίβωση ότι η τιμή της αντίστασης R μεταξύ δύο οποιωνδήποτε ταυτόχρονα προσιτών αγωγήμων μερών ικανοποιεί τη συνθήκη

$$R \leq \frac{50V}{I\alpha}$$

όπου:

- για τις διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος $I\alpha$ είναι το ονομαστικό διαφορικό ρεύμα λειτουργίας $I\Delta n$

- για τις διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων **Ia** είναι το ρεύμα λειτουργίας σε χρόνο 5s [2].

3) ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΙΩΣΕΩΝ ΤΝ

Σε ένα σύστημα γείωσης, όλα τα εκτεθειμένα αγωγή μέρη μια εγκατάστασης πρέπει να συνδέονται στον κύριο ακροδέκτη γείωσης. Αυτός με τη σειρά του συνδέεται στο γειωμένο αγωγό του συστήματος τροφοδότησης, ο οποίος συνδέεται προς τη γη είτε στον υποσταθμό (μετασχηματιστή) είτε στο σταθμό παραγωγής (γεννήτρια) που τροφοδοτεί το σύστημα.

Το σύστημα τροφοδότησης ως γειωμένο αγωγό έχει τον ουδέτερο. Σε περίπτωση για μια σειρά λόγους, όπως το ενδεχόμενο να μην είναι προσιτός ή διαθέσιμος ο ουδέτερος κόμβος, τότε γειώνεται μια φάση. Αλλά προσοχή, ο αγωγός φάσης έστω και γειωμένος δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως αγωγός PEN. Στην περίπτωση που έχουμε γείωση του ουδέτερου το σύστημα γείωσης ονομάζεται και ουδετέρωση.

Η διαδικασία που ακολουθείται όταν μπορούν να γειωθούν πολλά σημεία είναι η γείωση αγωγών προστασίας όπου αυτό είναι δυνατό. Η πολλαπλή γείωση σε σημεία κατανομημένα όσο είναι δυνατόν πιο ομοιόμορφα, αποσκοπεί στη διατήρηση του δυναμικού του αγωγού προστασίας, σε περίπτωση σφάλματος, όσο το δυνατόν πλησιέστερα προς το δυναμικό της γης. Όμως σε πολυώροφα κτίρια επειδή είναι πρακτικά αδύνατη η πολλαπλή γείωση, αυτό που προβλέπεται είναι η ισοδυναμική σύνδεση του αγωγού προστασίας με τα εξωτερικά αγωγή μέρη.

Στο σημείο αυτό χρειάζεται να κάνουμε μια πιο εξειδικευμένη προσέγγιση στις εκδοχές του συστήματος σύνδεσης των γειώσεων ΤΝ. Έτσι το σύστημα τύπου ΤΝ-С, δηλαδή ο ίδιος ο αγωγός λειτουργεί ταυτόχρονα ως αγωγός προστασίας και ως ουδέτερος, εφαρμόζεται μόνο στα τμήματα των εγκαταστάσεων με σταθερές ηλεκτρικές γραμμές. Αντίθετα το σύστημα σύνδεσης γειώσεων ΤΝ-S εφαρμόζεται σε τμήματα εγκαταστάσεων που έχουν τόσο σταθερές γραμμές όσο και κινητές γραμμές.

Τα συστήματα ΤΝ-С και ΤΝ-S μπορούν να συνυπάρχουν, αλλά το ΤΝ-С πρέπει να είναι στην πλευρά της πηγής και το ΤΝ-S προς την πλευρά του φορτίου.

Το σύστημα ΤΝ-С δεν εφαρμόζεται πλέον στον ελληνικό χώρο. Ο λόγος είναι ότι υπάρχει το ενδεχόμενο τα εκτεθειμένα αγωγή μέρη να αναπτύξουν επικίνδυνη τάση επαφής, ακόμη και αν δεν υπάρχει σφάλμα, στην περίπτωση αποκοπής του αγωγού PEN. Ένας επιπλέον λόγος είναι ότι στο σύστημα αυτό δεν είναι δυνατή η ύπαρξη διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος. Γι' αυτό το λόγο για εγκαταστάσεις που έχουν κατασκευασθεί στο χρονικό διάστημα που εφαρμοζόταν αυτό το σύστημα ΤΝ-С, συνίσταται η μετατροπή του σε ΤΝ-S.

Σε ένα σύστημα ΤΝ μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι παρακάτω διατάξεις προστασίας :

- διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων
- διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος (με την εξαίρεση το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων ΤΝ-С) [2]

4) ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΓΕΙΩΣΕΩΝ TT

Στις γειώσεις TT όλα τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη που προστατεύονται από την ίδια διάταξη προστασίας πρέπει να συνδέονται, μέσω αγωγών προστασίας, προς ένα κοινό ηλεκτρόδιο γείωσης. Αν περισσότερες διατάξεις προστασίας είναι συνδεδεμένες σε σειρά, αυτή η απαίτηση ισχύει χωριστά για όλα τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη που προστατεύονται από την ίδια διάταξη.

Ο ουδέτερος αγωγός, ή, αν δεν υπάρχει, ένας αγωγός φάσης κάθε υποσταθμού μετασχηματισμού ή σταθμού γεννητριών, πρέπει να είναι γειωμένος. Ο ουδέτερος αγωγός, ή, αν δεν υπάρχει, ένας αγωγός φάσης κάθε υποσταθμού μετασχηματισμού ή σταθμού γεννητριών, πρέπει να είναι γειωμένος. Το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TT ονομάζεται και άμεση γείωση .

Στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TT, είναι δεκτή η χρησιμοποίηση των ακόλουθων:

- διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος
- διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων

Η συνθήκη που πρέπει να ικανοποιείται στα συστήματα γείωσης TT είναι

$$RA \times Ia \leq 50V$$

όπου:

RA είναι το άθροισμα των αντιστάσεων του ηλεκτροδίου γείωσης και του αγωγού προστασίας

Ia είναι το ρεύμα που εξασφαλίζει την αυτόματη λειτουργία της διάταξης προστασίας ως εξής:

- αν η διάταξη προστασίας είναι μία διάταξη διαφορικού ρεύματος (ακαριαίας λειτουργίας ή με χρονική καθυστέρηση), **Ia** είναι το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας της
- αν η διάταξη προστασίας είναι μία διάταξη υπερεντάσεων :

για τις διατάξεις ακαριαίας λειτουργίας, **Ia** είναι το ρεύμα που εξασφαλίζει την ακαριαία λειτουργία

για τις διατάξεις με χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας αντίστροφου χρόνου, **Ia** είναι το ρεύμα που εξασφαλίζει την αυτόματη λειτουργία με χρόνο 5s το πολύ [2]

Στις συνδέσεις γειώσεων TT οι διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων δεν χρησιμοποιούνται για την προστασία έναντι της έμμεσης επαφής, παρά μόνο αν η αντίσταση στο ηλεκτρόδιο γείωσης είναι πολύ χαμηλή [2].

5) ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΙΩΣΕΩΝ ΙΤ

Στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων ΙΤ οι ενεργοί αγωγοί είτε δεν έχουν καμία σύνδεση προς τη γη, είτε συνδέονται προς αυτήν μέσω μιας σύνθετης αντίστασης μεγάλης τιμής, ώστε, σε περίπτωση σφάλματος προς τη γη, το ρεύμα σφάλματος να είναι πολύ μικρό. Στη δεύτερη αυτή περίπτωση το σημείο που συνδέεται προς τη γη είναι ο ουδέτερος κόμβος. Αν δεν υπάρχει ουδέτερος κόμβος, ή αν αυτός δεν είναι προσιτός, συνδέεται προς τη γη ένας τεχνητός κόμβος που δημιουργείται για αυτό το σκοπό ή, εναλλακτικά, ένας αγωγός φάσης.

Η σύνδεση προς τη γη, είτε πρόκειται για τον ουδέτερο κόμβο, είτε για έναν αγωγό φάσης, γίνεται με την παρεμβολή μιας σύνθετης αντίστασης κατάλληλης τιμής. Στην περίπτωση τεχνητού ουδέτερου, η σύνδεση προς τη γη μπορεί να γίνει απευθείας, αν η διάταξη σύνθετων αντιστάσεων που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία του, παρουσιάζει ομοπολική αντίσταση αρκετά υψηλής τιμής.

Τα εκτεθειμένα αγωγή μέρη της εγκατάστασης γειώνονται, μέσω αγωγών προστασίας, είτε ατομικά, είτε κατά ομάδες, είτε όλα μαζί .

Η γείωση του συστήματος ενδέχεται να είναι επιβεβλημένη για λόγους αποφυγής υπερτάσεων που μπορούν να παρουσιαστούν εξαιτίας ταλαντώσεων της τάσης. Τα χαρακτηριστικά της σύνθετης αντίστασης γείωσης ή της διάταξης δημιουργίας του τεχνητού κόμβου, πρέπει να είναι κατάλληλα για τα χαρακτηριστικά της εγκατάστασης.

Σε πολυώροφα κτίρια όπου δεν μπορεί, για πρακτικούς λόγους, να γίνει η γείωση των αγωγών προστασίας, είναι δυνατόν αυτή να πραγματοποιηθεί με σύνδεσή τους προς τα ξένα αγωγή στοιχεία.

Στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων ΙΤ είναι δεκτές οι ακόλουθες διατάξεις προστασίας:

- διατάξεις επιτήρησης της μόνωσης
- διατάξεις προστασίας έναντι υπερεντάσεων
- διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος

Πρέπει να τηρείται η ακόλουθη συνθήκη:

$$RA \times Id \leq 50 \text{ V}$$

όπου:

RA : είναι το άθροισμα των αντιστάσεων γείωσης των εκτεθειμένων αγωγίμων μερών (αντιστάσεις του ηλεκτροδίου και των αγωγών προστασίας)

Id : είναι το ρεύμα σφάλματος αμελητέας σύνθετης αντίστασης μεταξύ ενός αγωγού φάσης και ενός εκτεθειμένου αγωγίμου μέρους ή ενός αγωγού προστασίας. Η τιμή του

Id : ορίζεται από τα ρεύματα διαρροής (εξαιτίας της χωρητικής ζεύξης προς τη γη) και, στην περίπτωση που το σύστημα είναι συνδεδεμένο προς τη γη, από τη συνολική αντίσταση γείωσής του.

Η τροφοδότηση πρέπει να διακόπτεται αυτομάτως στην περίπτωση ενός δεύτερου σφάλματος προς τη γη. Οι συνθήκες διακοπής εξαρτώνται από τον τρόπο γείωσης των εκτεθειμένων αγωγίων μερών, όπως ορίζεται παρακάτω:

Αν τα εκτεθειμένα αγωγία μέρη είναι γειωμένα ατομικά ή κατά ομάδες, πρέπει να τηρείται η συνθήκη $\mathbf{RA} \times \mathbf{Id} \leq 50 \mathbf{V}$ για το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TT.

- Όταν τα εκτεθειμένα αγωγία μέρη δεν είναι συνδεδεμένα όλα μαζί στο ίδιο ηλεκτρόδιο γείωσης, οι συνθήκες λειτουργίας της προστασίας είναι ίδιες με εκείνες του συστήματος σύνδεσης των γειώσεων TT, επειδή, όταν συμβούν δύο σφάλματα προς εκτεθειμένα αγωγία μέρη που συνδέονται προς διαφορετικά ηλεκτρόδια γείωσης, το ρεύμα του σφάλματος κυκλοφορεί μέσω αυτών των ηλεκτροδίων (το κύκλωμα κλείνει μέσω γης).

Αν τα εκτεθειμένα αγωγία μέρη είναι γειωμένα όλα μαζί:

α) αν ο ουδέτερος δεν διανέμεται, πρέπει να ισχύει η συνθήκη:

$$\frac{U_o}{2I_a} \geq Z_s$$

β) αν ο ουδέτερος διανέμεται, πρέπει να ισχύει η συνθήκη:

$$\frac{U_o}{2I_a} \geq Z's$$

όπου:

U_o : είναι η ονομαστική τάση μεταξύ φάσης και ουδετέρου, ενδεικνυόμενη τιμή εναλλασσόμενου ρεύματος

U : είναι η ονομαστική τάση μεταξύ φάσεων, ενδεικνυόμενη τιμή εναλλασσόμενου ρεύματος

Z_s : είναι η σύνθετη αντίσταση του βρόχου του σφάλματος, ο οποίος περιλαμβάνει τον αγωγό φάσης και τον αγωγό προστασίας του κυκλώματος

Z's : είναι η σύνθετη αντίσταση του βρόχου του σφάλματος, ο οποίος περιλαμβάνει τον ουδέτερο αγωγό και τον αγωγό προστασίας του κυκλώματος

I_a : είναι το ρεύμα που προκαλεί τη λειτουργία της διάταξης προστασίας σε ένα χρόνο t που είναι ίσος ή μικρότερος από:

- το χρόνο που ορίζεται στον παρακάτω πίνακα στις περιπτώσεις που ορίζονται και για το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN
- 5s για τις περιπτώσεις που ορίζονται και για το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN.

Αν δεν είναι δυνατή η διακοπή της τροφοδότησης στους οριζόμενους χρόνους με τη χρησιμοποίηση διατάξεων προστασίας έναντι υπερεντάσεων, πρέπει να πραγματοποιηθεί μια

συμπληρωτική ισοδυναμική σύνδεση. Εναλλακτικά, η προστασία μπορεί να εξασφαλισθεί με διατάξεις προστασίας διαφορικού ρεύματος για κάθε χρησιμοποιούμενη συσκευή [2].

Στην περίπτωση που τα εκτεθειμένα αγωγίμα στοιχεία είναι γειωμένα όλα μαζί, οι συνθήκες λειτουργίας της προστασίας είναι ίδιες με εκείνες του συστήματος σύνδεσης των γειώσεων TN, επειδή το ρεύμα του σφάλματος κυκλοφορεί μέσω των ενεργών μερών και των αγωγών προστασίας [2].

Όνομαστική τάση της εγκατάστασης U_0/U (V)	Χρόνος διακοπής (s)	
	Μη διανεμόμενος ουδέτερος	Διανεμόμενος ουδέτερος
230/ 400	0,4	0,8
400/690	0,2	0,4
580/1000	0,1	0,2

Πίνακας 4.1:Όνομαστικές τάσεις και μέγιστος χρόνος διακοπής στο σύστημα σύνδεσης των γειώσεων IT

4.6.2.A.III ΧΡΟΝΟΣ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΤΗΣ ΤΡΟΦΟΔΟΤΗΣΗΣ

Τα χαρακτηριστικά των διατάξεων προστασίας και οι σύνθετες αντιστάσεις πρέπει να είναι εξασφαλίζουν, ότι στην περίπτωση που συμβεί ένα σφάλμα στην εγκατάσταση μεταξύ ενός αγωγού φάσης και ενός εκτεθειμένου αγωγίμου μέρους, ο χρόνος διακοπής της τροφοδότησης είτε

- θα είναι 5 sec σε περιπτώσεις
 - κυκλωμάτων διανομής (τροφοδότηση πινάκων)
 - τερματικών κυκλωμάτων που τροφοδοτούν μόνο ακίνητες συσκευές
- είτε θα ορίζεται από τον παρακάτω πίνακα ο οποίος αφορά στις περιπτώσεις τερματικών κυκλωμάτων που τροφοδοτούν φορητές ή κινητές συσκευές.

U_0 (V)	Χρόνος διακοπής (s)
127	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Πίνακας 4.3: Ονομαστικές τάσεις και μέγιστος χρόνος διακοπής για το σύστημα σύνδεσης των γειώσεων TN

Η απαίτηση αυτή ικανοποιείται, αν ισχύει η ακόλουθη συνθήκη:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

όπου:

Z_s : είναι η σύνθετη αντίσταση του βρόχου του σφάλματος, ο οποίος περιλαμβάνει την πηγή, τον ενεργό αγωγό μέχρι το σημείο του σφάλματος και τον αγωγό προστασίας μεταξύ του σφάλματος και της πηγής [2].

I_a : είναι το ρεύμα που προκαλεί την αυτόματη λειτουργία της διάταξης προστασίας, στο χρόνο που ορίστηκε προηγουμένως. Αν χρησιμοποιείται διάταξη προστασίας διαφορικού ρεύματος, **I_a** είναι το ονομαστικό διαφορικό ρεύμα λειτουργίας της διάταξης.

U_0 : είναι η ονομαστική τάση, μεταξύ φάσης και γης, ενδεικνυόμενη τιμή εναλλασσόμενου ρεύματος.

Ο μέγιστος χρόνος διακοπής 5s επιτρέπεται:

- για κυκλώματα διανομής (τροφοδότηση πινάκων)
- για τερματικά κυκλώματα που τροφοδοτούν μόνο ακίνητες συσκευές, με την προϋπόθεση ότι, αν άλλα τερματικά κυκλώματα, για τα οποία απαιτούνται μέγιστοι χρόνοι διακοπής σύμφωνα με τον Πίνακα 41- A, είναι συνδεδεμένα στον ίδιο πίνακα διανομής ή τροφοδοτούνται από το ίδιο κύκλωμα διανομής που τροφοδοτεί και αυτό το τερματικό κύκλωμα, θα τηρείται μία από τις ακόλουθες συνθήκες:

α) η σύνθετη αντίσταση του αγωγού προστασίας μεταξύ του σημείου σύνδεσής του στον κύριο ακροδέκτη γείωσης και του πίνακα διανομής από τον οποίο τροφοδοτείται αυτό το τερματικό κύκλωμα, δεν υπερβαίνει την τιμή [2]:

$$\frac{50V}{U_0} * Z_s$$

β) στον πίνακα διανομής, από τον οποίο τροφοδοτείται αυτό το τερματικό κύκλωμα, ο αγωγός προστασίας συνδέεται προς μίαν ισοδυναμική σύνδεση, η οποία περιλαμβάνει όλα τα αγωγίμα στοιχεία [2]

4.6.2.A.IV. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΥΛΙΚΟΥ

Αυτό το μέρος έχει σκοπό την αποτροπή εμφάνισης επικίνδυνων τάσεων επαφής στα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη εξαιτίας ενός σφάλματος στη βασική μόνωση. Χρησιμοποιείται ηλεκτρολογικό υλικό διπλής ή ενισχυμένης μόνωσης. Το μονωτικό περίβλημα πρέπει να είναι ικανό να αντέχει σε κάθε είδους καταπονήσεις, μηχανικές, ηλεκτρικές, θερμικές ή χημικές.

Αν το μονωτικό περίβλημα δεν έχει υποστεί τις προβλεπόμενες δοκιμές και υπάρχουν αμφιβολίες ως προς την αποτελεσματικότητα του πρέπει να εκτελεσθεί μια διηλεκτρική αντοχή.

Ακόμη δεν πρέπει να διαπερνάται από ένα αγωγίμο υλικό που ενδέχεται να μεταφέρει κάποιο δυναμικό. Αν απαιτείται κάτι τέτοιο πρέπει η κατασκευή του υλικού να είναι τέτοια που να αποφεύγεται ο κίνδυνος από ηλεκτροπληξία. Τα αγωγίμα μέρη που περιλαμβάνονται σε ένα μονωτικό περίβλημα δεν πρέπει να συνδέονται με τον αγωγό προστασίας. Αν όμως πρέπει να υπάρχουν, οι αγωγοί αυτοί καθώς και οι ακροδέκτες τους πρέπει να είναι μονωμένοι από τα ενεργά μέρη και οι ακροδέκτες να επισημαίνονται με κατάλληλο τρόπο.

Τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη πρέπει να απέχουν από τα εξωτερικά αγωγίμα στοιχεία τουλάχιστον 2 m. Η μόνωση πρέπει να έχει μηχανική αντοχή ικανή να αντέξει τάση δοκιμής 2000 V. Το ρεύμα διαρροής δεν πρέπει να υπερβαίνει το 1 mA υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας.

Η αντίσταση των μονωτικών δαπέδων και τοιχωμάτων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από:

- 50 kΩ , όταν η ονομαστική τάση της εγκατάστασης δεν υπερβαίνει τα 500 V.
- 100 kΩ , όταν η ονομαστική τάση της εγκατάστασης υπερβαίνει τα 500 V.

Δεν είναι απαραίτητη η προστασία έναντι έμμεσης επαφής στις ακόλουθες περιπτώσεις :

- Στυλίσκοι στήριξης εναέριων γραμμών και μεταλλικά μέρη σε ηλεκτρική σύνδεση με αυτούς, αν βρίσκονται έξω από τον χώρο προσέγγισης
- Στύλοι από οπλισμένο σκυρόδεμα, εφ. όσον ο χαλύβδινος οπλισμός δεν είναι προσιτός
- Εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη τα οποία , είτε λόγω των μικρών διαστάσεών τους (περίπου 50 mm x 50 mm), είτε λόγω της θέσης στην οποία βρίσκονται, είναι απίθανο να έλθουν σε επαφή με αξιόλογο τμήμα του ανθρώπινου σώματος, αν η σύνδεσή τους προς έναν αγωγό προστασίας θα ήταν δύσκολο να πραγματοποιηθεί ή δεν θα ήταν αξιόπιστη.

4.7. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΈΝΑΝΤΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ

Σημαντική επίδραση από τη λειτουργία μια ηλεκτρικής εγκατάστασης είναι και η εκδήλωση θερμικών φαινομένων. Από αυτά μπορούν να προκύψουν αρνητικές συνέπειες για πρόσωπα καθώς και για τα μόνιμα εγκατεστημένα υλικά.

Ειδικότερα πρέπει να αποτρέπονται :

- η καύση, η ανάφλεξη, η αποσύνθεση υλικών
- η πρόκληση εγκαυμάτων

4.7.1. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΠΥΡΚΑΓΙΑΣ ΚΑΙ ΘΕΡΜΙΚΩΝ ΕΠΙΔΡΑΣΕΩΝ

Το ηλεκτρολογικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί σε μια ηλεκτρολογική εγκατάσταση δεν πρέπει να εγκυμονεί κίνδυνο πρόκλησης πυρκαγιάς σε παρακείμενα υλικά. Για την εγκατάσταση του υλικού που πρόκειται να χρησιμοποιηθεί πρέπει να τηρούνται και οι οδηγίες εγκατάστασης του κατασκευαστή.

Για την αποφυγή λοιπόν πρόκλησης πυρκαγιάς ή δυσμενών γενικά καταστάσεων από την επιφανειακή θερμοκρασία ενός μόνιμα εγκαταστημένου υλικού, πρέπει να ακολουθείται μια από τις παρακάτω διαδικασίες εγκατάστασης :

- εγκατάσταση πάνω ή μέσα σε υλικά που αντέχουν τέτοιες θερμοκρασίες και τα οποία έχουν χαμηλή θερμική αγωγιμότητα
- παρεμβολή διαφραγμάτων από υλικά που αντέχουν τέτοιες θερμοκρασίες και τα οποία έχουν χαμηλή θερμική αγωγιμότητα, μεταξύ των ηλεκτρολογικών υλικών και των στοιχείων κατασκευής του κτιρίου
- εγκατάσταση σε επαρκή απόσταση από κάθε υλικό στο οποίο τέτοιες θερμοκρασίες θα μπορούσαν να έχουν επιβλαβείς θερμικές επιδράσεις, έτσι ώστε να επιτρέπεται η ασφαλής διάχυση της θερμότητας, με χρησιμοποίηση μέσων στήριξης τα οποία έχουν χαμηλή θερμική αγωγιμότητα

Επιπλέον το μόνιμα συνδεδεμένο ηλεκτρολογικό υλικό που μπορεί να δημιουργεί κατά την κανονική χρήση του ηλεκτρικά τόξα ή σπινθήρες πρέπει :

- είτε να περιβάλλεται ολοκληρωτικά από υλικά ανθεκτικά έναντι ηλεκτρικού τόξου
- είτε να διαχωρίζεται από τα στοιχεία κατασκευής του κτιρίου στα οποία τα τόξα ή οι σπινθήρες θα ήταν δυνατόν να έχουν βλαπτική επίδραση, με διαφράγματα από υλικό ανθεκτικό έναντι ηλεκτρικού τόξου
- είτε να εγκαθίσταται σε επαρκή απόσταση από τα στοιχεία κατασκευής του κτιρίου στα οποία τα τόξα ή οι σπινθήρες θα ήταν δυνατόν να έχουν βλαπτική επίδραση, ώστε να εξασφαλίζεται η πλήρης σβέση του τόξου ή των σπινθήρων

Τα μέσα προστασίας που είναι ανθεκτικά ως υλικά έναντι ηλεκτρικού τόξου πρέπει να είναι άκαυστα, να έχουν χαμηλή θερμική αγωγιμότητα και να έχουν αρκετό πάχος, ώστε να αντέχουν κάθε είδους καταπονήσεις που επικρατούν στο χώρο που βρίσκονται .

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως είναι σημαντικό το ηλεκτρολογικό υλικό που προκαλεί εστίαση ή συγκέντρωση θερμότητας πρέπει να βρίσκεται σε επαρκή απόσταση από οποιοδήποτε μόνιμα εγκαταστημένο αντικείμενο ή στοιχείο του κτιρίου, έτσι ώστε το αντικείμενο ή στοιχείο να μην μπορεί υπό κανονικές συνθήκες να αποκτήσει επικίνδυνη θερμοκρασία.

Όταν το ηλεκτρολογικό υλικό που είναι εγκατεστημένο στον ίδιο χώρο περιλαμβάνει σημαντική ποσότητα αναφλέξιμου υγρού πρέπει να λαμβάνονται μέτρα, ώστε να εμποδιστεί η εξάπλωση του καιγόμενου υγρού και των προϊόντων της καύσης του υγρού (φλόγας, καπνού, τοξικών αερίων) σε άλλους χώρους του κτιρίου.

Παραδείγματα τέτοιων μέτρων είναι :

- ένα φρεάτιο αποστράγγισης για τη συλλογή των διαρροών του υγρού και την ασφαλή σβέση τους σε περίπτωση φωτιάς,
- η εγκατάσταση του υλικού σε επαρκώς πυρίμαχο θάλαμο και η πρόβλεψη κατωφλίων ή άλλων μέσων για την παρεμπόδιση της εξάπλωσης του καιγόμενου υγρού σε άλλους χώρους του κτιρίου, με εξαερισμό του θαλάμου αποκλειστικά προς το εξωτερικό του κτιρίου.

Το γενικά αποδεκτό κατώτερο όριο σημαντικής ποσότητας θεωρείται ότι είναι τα 25 l. Για ποσότητα μικρότερη από 25 l, είναι αρκετό να λαμβάνονται μέτρα για να παρεμποδίζεται η διαφυγή του υγρού. Είναι επιθυμητό να διακόπτεται η τροφοδότηση του ηλεκτρολογικού υλικού μόλις εμφανισθεί πυρκαγιά.

Τα υλικά των περιβλημάτων που τοποθετούνται γύρω από το ηλεκτρολογικό υλικό κατά την εγκατάστασή του, πρέπει να αντέχουν στην υψηλότερη θερμοκρασία που είναι πιθανό να παραχθεί από αυτό το υλικό.

Δεν είναι κατάλληλα για την κατασκευή των περιβλημάτων καύσιμα υλικά, εκτός αν λαμβάνονται προληπτικά μέτρα κατά της ανάφλεξης, όπως, π.χ., η επικάλυψη με άκαυστο ή δύσκολα καιγόμενο υλικό χαμηλής θερμικής αγωγιμότητας [2].

4.7.2. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΕΓΚΑΥΜΑΤΑ

Τα προσιτά μέρη του ηλεκτρολογικού υλικού, που βρίσκονται μέσα στο χώρο προσέγγισης δεν επιτρέπεται να φθάνουν σε θερμοκρασία που είναι πιθανό να προξενήσει εγκαύματα σε πρόσωπα. Τα επιτρεπόμενα όρια ορίζονται στον παρακάτω πίνακα. Όλα τα μέρη της εγκατάστασης τα οποία σε κανονική χρήση είναι πιθανό να φθάσουν, ακόμη και για σύντομες περιόδους, σε θερμοκρασίες που υπερβαίνουν τα όρια που καθορίζονται στον πίνακα αυτόν πρέπει να προστατεύονται έτσι, ώστε να εμποδίζεται κάθε τυχαία επαφή.

Προσιτά μέρη	Υλικά προσιτών	Μέγιστες θερμοκρασίες (°C)
	Επιφανειών	
Όργανα χειρισμού που προβλέπεται να κρατούνται στο χέρι (π.χ. χειριστήρια, χειρολαβές)	Μεταλλικά	55
	Μη μεταλλικά	65
Μέρη που προβλέπεται να εγγίζονται, αλλά	Μεταλλικά	70
	Μη μεταλλικά	80

όχι να κρατούνται στο χέρι		
Μέρη που δεν προβλέπεται να εγγίζονται κατά την κανονική λειτουργία	Μεταλλικά	80
	Μη μεταλλικά	90

Πίνακας 4.3: όρια θερμοκρασίας σε κανονική χρήση για προσιτά μέρη εξοπλισμού στο χώρο προσέγγισης

4.7.3. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΘΕΡΜΑΝΣΕΩΝ

4.7.3.A. ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ ΜΕ ΤΕΧΝΗΤΗ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑ ΑΕΡΑ

Τα συστήματα θέρμανσης με τεχνητή κυκλοφορία αέρα, με εξαίρεση τους θερμοσυσσωρευτές, πρέπει να είναι έτσι σχεδιασμένα, ώστε τα θερμαντικά στοιχεία τους να μη μπορούν να ενεργοποιηθούν παρά μόνο αφού έχει αποκατασταθεί η προκαθορισμένη παροχή του αέρα και να απενεργοποιούνται όταν η παροχή του αέρα μειωθεί ή σταματήσει. Επιπρόσθετα, πρέπει να έχουν δύο διατάξεις περιορισμού της θερμοκρασίας, ανεξάρτητες μεταξύ τους, οι οποίες θα εμποδίζουν την υπέρβαση των επιτρεπόμενων θερμοκρασιών στους αεραγωγούς. Το πλαίσιο και το περίβλημα των θερμαντικών στοιχείων πρέπει να είναι από άκαυστο υλικό [2].

4.7.3.B. ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΘΕΡΜΟΥ ΑΤΜΟΥ Ή ΝΕΡΟΥ

Όλες οι συσκευές παραγωγής θερμού νερού ή ατμού πρέπει να είναι έτσι μελετημένες και κατασκευασμένες, ώστε να προστατεύονται έναντι υπερθέρμανσης σε όλες τις συνθήκες λειτουργίας. Με εξαίρεση τις συσκευές που είναι πλήρως σύμφωνες με το αντίστοιχο Πρότυπο, η προστασία πρέπει να εξασφαλίζεται με μια κατάλληλη διάταξη χωρίς αυτόματη επαναφορά, που θα λειτουργεί ανεξάρτητα από το θερμοστάτη.

Αν η συσκευή δεν είναι τύπου ελεύθερης ροής, πρέπει επίσης να είναι εφοδιασμένη με διάταξη που θα περιορίζει την πίεση του νερού. [2]

4.8. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΕΝΤΑΣΕΩΝ

Οι ενεργοί αγωγοί πρέπει να προστατεύονται με μια ή περισσότερες διατάξεις αυτόματης διακοπής της τροφοδότησης έναντι υπερφορτίσεων και βραχυκυκλώσεων.

Οι διατάξεις προστασίας έναντι υπερφορτίσεων και βραχυκυκλωμάτων πρέπει να είναι ικανές να διακόπτουν οποιαδήποτε υπέρταση μέχρι και το αναμενόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης [2]. Τέτοιες διατάξεις είναι :

- διακόπτες ισχύος με διάταξη πτώσης από υπερφόρτιση
- διακόπτες ισχύος σε συνδυασμό με ασφάλειες

4.8.1. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΝ ΜΟΝΟ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

Είναι διατάξεις με αντίστροφη χαρακτηριστική χρόνου οι οποίες μπορούν να διακόπτουν σε ρεύματα μικρότερα από το ρεύμα βραχυκύκλωσης.

4.8.2. ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΟΥΝ ΜΟΝΟ ΕΝΑΝΤΙ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΣΕΩΝ

Οι διατάξεις αυτές μπορεί να εγκαθίστανται σε θέσεις όπου η προστασία έναντι υπερφορτίσεων είτε επιτυγχάνεται με άλλα μέσα, είτε επιτρέπεται να παραλειφθεί. Οι διατάξεις αυτές πρέπει να έχουν την ικανότητα διακοπής μέχρι και το αναμενόμενο ρεύμα βραχυκυκλώματος.

Τέτοιες διατάξεις μπορεί να είναι:

- διακόπτες ισχύος με διάταξη πτώσης από βραχυκύκλωμα
- ασφάλειες.

4.8.3. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

Ο μηχανικός εγκατάστασης και συντήρησης πρέπει να μεριμνήσει επίσης για την ύπαρξη διατάξεων προστασίας, ο ρόλος των οποίων θα είναι η αποκοπή οποιουδήποτε ρεύματος υπερφόρτισης που διαρρέει τους αγωγούς του κυκλώματος. Η αποκοπή αυτή πρέπει να γίνεται πριν το ρεύμα υπερφόρτισης οδηγήσει σε αύξηση της θερμοκρασίας, ικανή να προξενήσει αλλοίωση της μόνωσης, των συνδέσεων, των τερματισμών κλπ.

Τα χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει μια διάταξη προστασίας μιας γραμμής έναντι υπερφορτίσεων, πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω συνθήκες :

$$1) IB \leq I_n \leq Iz$$

$$2) I2 \leq 1,45 \times Iz$$

όπου:

IB : είναι το ρεύμα κανονικής λειτουργίας του κυκλώματος

Iz : είναι το μέγιστο επιτρεπόμενο ρεύμα της γραμμής

In : είναι το ονομαστικό ρεύμα της διάταξης προστασίας.

I2 : είναι το ρεύμα που εξασφαλίζει την αποτελεσματική λειτουργία της διάταξης προστασίας στο συμβατικό χρόνο

Στην περίπτωση μιας διάταξης προστασίας που προστατεύει περισσότερους αγωγούς συνδεδεμένους παράλληλα, το ρεύμα Iz είναι το άθροισμα των μέγιστων επιτρεπόμενων ρευμάτων αυτών των αγωγών, με την προϋπόθεση ότι οι αγωγοί διαρρέονται από ίσα

ρεύματα, δηλαδή οι γραμμές των αγωγών να έχουν τα ίδια ηλεκτρικά χαρακτηριστικά λειτουργίας (είδος αγωγών, τρόπος εγκατάστασης, μήκος, διατομή) και να μην έχουν διακλαδώσεις σε όλο το μήκος τους.

Οι περιπτώσεις παράλειψης των διατάξεων προστασίας που αναφέρονται σε αυτή την παράγραφο δεν έχουν εφαρμογή στις εγκαταστάσεις που βρίσκονται σε χώρους οι οποίοι παρουσιάζουν κινδύνους πυρκαγιάς ή έκρηξης, καθώς και όπου ειδικοί κανόνες για ορισμένους χώρους ορίζουν διαφορετικές συνθήκες. Δεν είναι αναγκαίο να προβλεφθεί η εγκατάσταση διατάξεων προστασίας έναντι υπερφορτίσεων :

- σε μια γραμμή που βρίσκεται προς την πλευρά του φορτίου σε σχέση με ένα σημείο αλλαγής της διατομής ή του είδους των αγωγών, ή του τρόπου εγκατάστασης ή της σύνθεσής της και προστατεύεται αποτελεσματικά έναντι υπερφορτίσεων από μια διάταξη προστασίας τοποθετημένη προς την πλευρά της τροφοδότησης
- σε μια γραμμή η οποία δεν είναι δυνατόν να υπερφορτισθεί, υπό την προϋπόθεση ότι αυτή η γραμμή προστατεύεται έναντι βραχυκυκλωμάτων και δεν περιλαμβάνει ούτε διακλαδώσεις, ούτε ρευματοδότες
- σε εγκαταστάσεις τηλεπικοινωνιών, ελέγχου, σήμανσης και παρόμοιες [2].

4.8.4. ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΠΟ ΒΡΑΧΥΚΥΛΩΜΑ

Οι διατάξεις προστασίας έναντι βραχυκυκλώματος αφορούν μόνο σε περιπτώσεις βραχυκυκλωμάτων που αναπτύσσονται μόνο μεταξύ αγωγών που βρίσκονται στο ίδιο κύκλωμα.

Οι διατάξεις αυτές, όπως και οι διατάξεις έναντι υπερφορτίσεων, πρέπει να είναι ικανές να διακόπτουν κάθε ρεύμα βραχυκυκλώματος που διαρρέει τους αγωγούς, πριν εμφανιστούν κίνδυνοι λόγω θερμικών και μηχανικών καταπονήσεων στους αγωγούς και τις συνδέσεις.

Το τι διατάξεις θα χρησιμοποιήσουμε για την προστασία μιας γραμμής από βραχυκύκλωμα εξαρτάται από την αναμενόμενη τιμή ρεύματος βραχυκύκλωσης σε κάθε σημείο που κρίνεται απαραίτητο, όπως είναι ο πίνακας σε μια κτιριακή εγκατάσταση. Η τιμή αυτή μπορεί είτε να υπολογιστεί είτε να μετρηθεί.

Μια διάταξη προστασίας έναντι βραχυκυκλώματος πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω συνθήκες :

- Η ελάχιστη τιμή της διακοπής μια διάταξης βραχυκυκλώματος είναι ίση με τη μέγιστη τιμή του αναμενόμενου ρεύματος βραχυκύκλωσης στη θέση που βρίσκεται, εκτός αν προηγείται άλλη διάταξη προστασίας που έχει την απαιτούμενη ικανότητα διακοπής. Στην περίπτωση αυτή οι χαρακτηριστικές καμπύλες λειτουργίας των διατάξεων προστασίας πρέπει να επιλέγονται έτσι, ώστε η ενέργεια που αφήνουν να περάσει να μην υπερβαίνει εκείνη, που μπορεί να αντέξουν χωρίς βλάβη, τόσο η διάταξη προστασίας προς την πλευρά του φορτίου, όσο και οι αγωγοί που προστατεύονται από αυτές τις διατάξεις προστασίας. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να χρειάζεται να ληφθούν υπόψη, για τη διάταξη προστασίας την εγκατεστημένη προς την πλευρά του φορτίου, και άλλα χαρακτηριστικά, όπως οι δυναμικές καταπονήσεις και η ενέργεια τόξου.

- Κάθε ρεύμα που προκαλείται από βραχυκύκλωμα σε οποιοδήποτε σημείο του κυκλώματος πρέπει να διακόπτεται σε χρόνο που δεν υπερβαίνει αυτόν που φέρνει τους αγωγούς στην επιτρεπόμενη οριακή θερμοκρασία. Για βραχυκυκλώματα διάρκειας μέχρι 5s, ο χρόνος t που απαιτείται ώστε ένα δεδομένο ρεύμα βραχυκυκλώματος να ανυψώσει η θερμοκρασία των αγωγών από τη μέγιστη επιτρεπόμενη θερμοκρασία κανονικής λειτουργίας μέχρι την οριακή θερμοκρασία, μπορεί να υπολογισθεί κατά προσέγγιση από τον ακόλουθο τύπο:

$$\sqrt{t} = k * \frac{S}{I}$$

όπου:

t : είναι η διάρκεια σε s

S : είναι η διατομή σε mm²

I ; είναι η ενδεικνύμενη τιμή του ρεύματος βραχυκυκλώματος σε A

$k = 115$ για τους χάλκινους αγωγούς με μόνωση PVC

= 135 για τους χάλκινους αγωγούς με μόνωση ελαστικού γενικής χρήσης, ή βουτυλίου ή πολυαιθυλενίου διασταυρωμένου δεσμού, ή αιθυλενίου - προπυλενίου

= 74 για τους αγωγούς από αλουμίνιο με μόνωση PVC.

= 87 για τους αγωγούς από αλουμίνιο με μόνωση ελαστικού γενικής χρήσης, ή βουτυλίου, ή πολυαιθυλενίου διασταυρωμένου δεσμού, ή αιθυλενίου – προπυλενίου.

= 115 για τις συνδέσεις χάλκινων αγωγών με κόλληση από κασσίτερο (αντίστοιχη θερμοκρασία 1600 C).

Όπως και στις διατάξεις προστασίας έναντι υπερφορτίσεων, έτσι και εδώ μία διάταξη προστασίας από βραχυκυκλώματα μπορεί να προστατεύει έναντι βραχυκυκλωμάτων περισσότερους αγωγούς σε παράλληλη σύνδεση, υπό την προϋπόθεση, ότι η χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας της και ο τρόπος εγκατάστασης των παράλληλων αγωγών έχει επιλεγεί κατάλληλα.

Δεν είναι αναγκαία η εγκατάσταση διατάξεων προστασίας έναντι βραχυκυκλωμάτων στις ακόλουθες περιπτώσεις:

- γραμμές που συνδέουν γεννήτριες, μετασχηματιστές, ανορθωτές, ή συστοιχίες συσσωρευτών προς τους αντίστοιχους πίνακες χειρισμού, στους οποίους και τοποθετούνται οι διατάξεις προστασίας.
- κυκλώματα που η διακοπή τους θα μπορούσε να προκαλέσει κινδύνους για την λειτουργία των εγκαταστάσεων

- ορισμένα κυκλώματα μετρήσεων υπό την προϋπόθεση ότι τηρούνται συγχρόνως οι ακόλουθες δύο συνθήκες :

α) η γραμμή είναι κατασκευασμένη κατά τρόπο που να περιορίζεται στο ελάχιστο ο κίνδυνος βραχυκυκλώματος

β) η γραμμή δεν είναι τοποθετημένη κοντά σε υλικά που μπορούν να καούν.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ

Για διάρκεια $t=3$ sec, με $k=135$ και διατομή $S=1,43$ mm² η ενδεικνυόμενη τιμή έντασης του ρεύματος βραχυκύκλωσης είναι 95mA. [2]

4.9. ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΩΝ ΕΝΑΝΤΙ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΝΑΝΤΙ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

Όταν μια διάταξη προστασίας έναντι υπερφορτίσεων πληροί τις απαιτήσεις του Τμήματος 4.8.3 και έχει ικανότητα διακοπής τουλάχιστον ίση προς το μέγιστο αναμενόμενο ρεύμα βραχυκυκλώματος στη θέση όπου είναι εγκατεστημένη, θεωρείται ότι εξασφαλίζει επίσης την προστασία έναντι ρευμάτων βραχυκυκλώματος της γραμμής η οποία βρίσκεται προς την πλευρά του φορτίου, σε σχέση με τη θέση εγκατάστασής της [2].

4.10. ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΗ

Στο μέρος αυτό αναφέρουμε τα μέτρα μη αυτόματης απομόνωσης και διακοπής, τα οποία και αυτά μετά με τη σειρά τους συμβάλλουν στην εξάλειψη και την πρόληψη των κινδύνων που εμφανίζονται σε μια εγκατάσταση, στις συσκευές και στα μηχανήματα που τροφοδοτούνται με ηλεκτρική ενέργεια.

Οι διατάξεις απομόνωσης πρέπει να απομονώνουν όλους τους ενεργούς αγωγούς τροφοδότησης του κυκλώματος. Το διάκενο μεταξύ των επαφών της διάταξης απομόνωσης, όταν αυτές είναι ανοιχτές, πρέπει να είναι ορατό, ή, αν αυτό δεν συμβαίνει, πρέπει να υπάρχει μια σαφής και αξιόπιστη ένδειξη της ανοικτής ή κλειστής θέσης των επαφών απομόνωσης. Η ένδειξη της ανοικτής θέσης πρέπει να εμφανίζεται μόνο όταν σε όλους τους πόλους της διάταξης οι ανοιχτές επαφές έχουν αποκτήσει την απόσταση απομόνωσης. Δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιούνται διατάξεις ημιαγωγών ως διατάξεις απομόνωσης. Οι διατάξεις απομόνωσης πρέπει να επιλέγονται και να εγκαθίστανται έτσι, ώστε να αποκλείεται το χωρίς πρόθεση κλείσιμο τους.

Σε κάθε εγκατάσταση καθώς και σε κάθε τμήμα της που βρίσκεται σε ιδιαίτερο κτίριο, πρέπει να προβλέπεται μια γενική διάταξη διακοπής και απομόνωσης η οποία θα διακόπτει την τροφοδότηση ολόκληρης της εγκατάστασης ή ολόκληρου του τμήματός της που βρίσκεται σε ιδιαίτερο κτίριο και θα την απομονώνει από το σύστημα τροφοδότησής της.

Η διάταξη διακοπής και απομόνωσης πρέπει να είναι τοποθετημένη σε εύκολα προσιτό σημείο και κατά το δυνατόν πλησίον της εισόδου της τροφοδότησης στο κτίριο.

4.11. ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Κάθε ηλεκτρική εγκατάσταση πρέπει να ελέγχεται μετά την αποπεράτωσή της και πριν να τεθεί σε λειτουργία από το χρήστη. Ορισμένοι έλεγχοι μπορεί να χρειάζεται να γίνουν και κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

Τα άτομα που πραγματοποιούν τον έλεγχο πρέπει να έχουν στη διάθεση τους όλα τα σχέδια και άλλα πληροφοριακά στοιχεία. Πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ασφαλείας, ώστε κατά τη διάρκεια της διενέργειας των δοκιμών και των μετρήσεων να αποφευχθεί κάθε κίνδυνος για πρόσωπα και να αποτραπεί η πρόκληση βλαβών σε οποιαδήποτε αγαθά και στις εγκατεστημένες συσκευές ή άλλα υλικά. Οι έλεγχοι πρέπει να διεξάγονται από αδειούχους ηλεκτρολόγους οι οποίοι διαθέτουν τα νόμιμα προσόντα για ελέγχους ηλεκτρικών εγκαταστάσεων [2].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5ο

ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΔΙΑΤΑΡΑΧΩΝ ΤΑΣΗΣ ΣΕ ΦΟΡΤΙΑ ΤΟΥ ΔΥΚΤΙΟΥ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό αναφερόμαστε στις επιπτώσεις σε φορτία που είναι συνδεδεμένα στο δίκτυο και συγκεκριμένα στις επιπτώσεις που σχετίζονται με τις διαταραχές της παρεχόμενης τάσης που αναφέρθηκαν και παραπάνω.

Γενικά, οι επιπτώσεις όλων των διαταραχών μπορούν να κατηγοριοποιηθούν με δύο τρόπους:

- ακαριαίες επιπτώσεις, όπως ανεπιθύμητος χειρισμός διακοπών και συσκευών προστασίας, μη ορθός χειρισμός ή απότομο σταμάτημα της λειτουργίας των μηχανών. Το οικονομικό κόστος τέτοιων επιπτώσεων μπορεί να προσδιοριστεί άμεσα.
- παρατεταμένες επιπτώσεις, ενεργειακές απώλειες, επιτάχυνση της γήρανσης του εξοπλισμού εξαιτίας της υπερθέρμανσης και της επιπλέον ηλεκτροδυναμικής καταπόνησης που προκαλείται από τη διαταραχή. Το οικονομικό αντίκτυπο αυτών των επιπτώσεων είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί.

Σε σχέση με τις επιπτώσεις στις ηλεκτρονικές συσκευές το πρόβλημα εντοπίζεται κυρίως στην ευαισθησία που παρουσιάζουν αυτές στις διαφόρου τύπου διαταράξεις στην τάση του δικτύου. Τέτοιες συσκευές είναι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές (προβληματικά τροφοδοτικά), στερεοφωνικά συστήματα, φούρνοι μικροκυμάτων κλπ.

5.1. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΒΥΘΙΣΕΙΣ ΚΑΙ ΔΙΑΚΟΠΕΣ ΤΑΣΗΣ

Οι διακοπές και οι βυθίσεις τάσης καταπονούν πολλούς τύπους συσκευών που συνδέονται στο δίκτυο. Είναι οι πιο συχνές επιπτώσεις που προκύπτουν από τα προβλήματα στην ποιότητα ισχύος. Μια διακοπή ή βύθιση τάσης μερικών εκατοντάδων milliseconds μπορεί να έχει πολύ καταστροφικές συνέπειες για πολλές ώρες.

Οι πιο ευαίσθητες εφαρμογές-διαδικασίες είναι :

- γραμμές συνεχούς παροχής, όπου η διαδικασία δεν μπορεί να ανεχτεί μια στιγμιαία διακοπή κανενός στοιχείου της αλυσίδας της εκάστοτε διαδικασίας
- συστήματα φωτισμού και ασφάλειας (σε νοσοκομεία, αεροδρόμια, δημόσια κτίρια κ.α.)
- υπολογιστικά συστήματα (βάσεις δεδομένων, τράπεζες, υπηρεσίες κ.α.)
- απαραίτητος εφεδρικός εξοπλισμός για τους σταθμούς παραγωγής ενέργειας

Παρακάτω παραθέτουμε ορισμένες συνέπειες των διακοπών και των βυθίσεων τάσης σε εξοπλισμούς στη βιομηχανία, τις υπηρεσίες και τον οικιακό τομέα [5].

5.1.1. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

Όταν σημειώνεται μια βύθιση τάσης, η ροπή ενός κινητήρα (ανάλογη του τετραγώνου της ταχύτητας) πέφτει απότομα, με αποτέλεσμα την επιβράδυνση του κινητήρα. Αυτή η επιβράδυνση εξαρτάται και τη διάρκεια της βύθισης, την αδράνεια του δρομέα και τη χαρακτηριστική ροπής-ταχύτητας στο οδηγούμενο φορτίο. Αν η ροπή που αναπτύσσεται από τον κινητήρα πέσει κάτω από την ελάχιστη ροπή που έχει οριστεί, τότε ο κινητήρας σταματά.

Μετά από μια διακοπή, κατά τη διάρκεια της επαναφοράς της τάσης, ο κινητήρας τείνει να επιταχύνει ξανά και απορροφά ρεύμα του οποίου η τιμή είναι πολύ κοντά στην τιμή του ρεύματος εκκίνησης, η διάρκεια του οποίου εξαρτάται από τη διάρκεια από τη διάρκεια της διακοπής. Όπου υπάρχουν περισσότεροι κινητήρες σε μια εγκατάσταση, η ταυτόχρονη εκκίνηση τους μπορεί να προκαλέσει πτώση τάσης σε σύνθετες αντιστάσεις του δικτύου, η οποία θα αυξήσει την διάρκεια και το πλάτος της βύθισης, η οποία μπορεί να καταστήσει την επανεκκίνηση από δύσκολη έως αδύνατη. Η απότομη επανασύνδεση ενός ασύγχρονου κινητήρα χωρίς να έχουν ληφθεί τα απαραίτητα μέτρα, μπορεί να οδηγήσει ξανά σε αποκοπή του από το δίκτυο.

Οι υπερεντάσεις και τα επακόλουθα πτώσεις τάσης έχουν συνέπειες για τους κινητήρες, όπως επίσης και για εξοπλισμούς όπως διακόπτες, αποζεύκτες κλπ.. Οι υπερεντάσεις, όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως, καταπονούν τις διατάξεις προστασίας με αποτέλεσμα να δυσχεραίνεται η ομαλή εξέλιξη μια διαδικασίας[5].

5.1.2. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟΥΣ ΣΥΓΧΡΟΝΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ

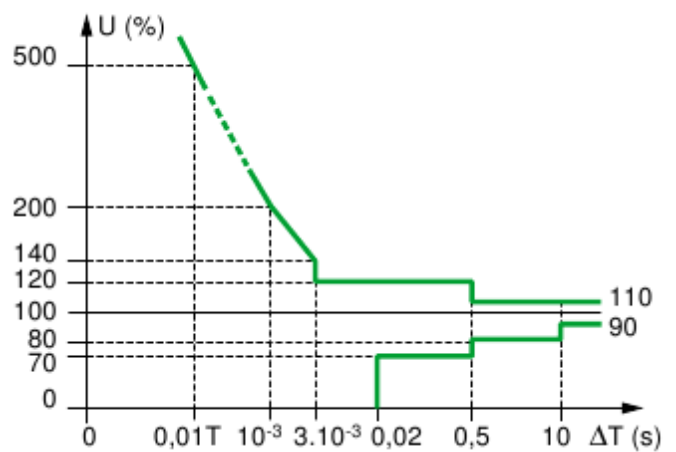
Οι επιπτώσεις στους σύγχρονους κινητήρες είναι παρόμοιες με αυτές που περιγράφησαν παραπάνω για τους ασύγχρονους. Οι σύγχρονοι κινητήρες μπορούν ωστόσο να αντέξουν μεγαλύτερες βυθίσεις χωρίς να διακόψουν τη λειτουργία τους εξαιτίας της καλύτερης τους αδράνειας, τις δυνατότητες σε υπερδιέγερση και του γεγονότος ότι η ροπή τους είναι ανάλογη της τάσης. Σε περίπτωση διακοπής της λειτουργίας του κινητήρα, για την επανεκκίνηση πρέπει να επαναληφθεί όλη η διαδικασία εκκίνησης του [5].

5.1.3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΑΛΛΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ

Οι διατάξεις ελέγχου που τροφοδοτούνται απ' ευθείας από το δίκτυο είναι ευαίσθητες σε βυθίσεις τάσης τω οποίων το πλάτος ξεπερνά το 25% της ονομαστικής τάσης. Πράγματι είναι ανάγκη για έναν διακόπτη τροφοδοσίας να υπάρχει μια ελάχιστη τάση παρατήρησης για την απόξευξή του, αλλιώς οι πόλοι θα μετατρέψουν μια βύθιση τάσης ή μια μικρή διακοπή τάσης σε διακοπή μακράς διάρκειας [5].

5.1.4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΕ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΕΣ

Τα υπολογιστικά συστήματα κατέχουν σήμερα κυρίαρχη θέση στο χειρισμό και τον έλεγχο των εγκαταστάσεων. Αυτή η κατηγορία ηλεκτρολογικού εξοπλισμού είναι ευαίσθητη σε βυθίσεις τάσεις με βάθος μεγαλύτερο του 10% της ονομαστικής. Η παρακάτω καμπύλη (καμπύλη ITIC) δείχνει μια κλίμακα διάρκειας της εν λόγω διαταραχής και του πλάτους της, δηλαδή εκφράζει την ανοχή του υπολογιστικού εξοπλισμού στις βυθίσεις τάσης, τις διακοπές τάσης και της υπερτάσεις.



Σχήμα 5.1: ανοχή υπολογιστικού εξοπλισμού στις βυθίσεις τάσης

Ο χειρισμός του υπολογιστικού συστήματος έξω από τα όρια αυτά οδηγεί σε απώλεια των δεδομένων, λανθασμένες εντολές, διακοπή ή δυσλειτουργία του εξοπλισμού. Οι συνέπειες, Όπως έχει αναφερθεί και στα μέτρα προστασίας υπολογιστικές συσκευές έχουν τις δικές τους συσκευές ανίχνευσης βύθισης τάσης οι οποίες επιτρέπουν μπακ απ δεδομένων και διασφαλίζουν την απρόσκοπτη λειτουργία των συστημάτων αυτών.

5.1.5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΟ ΦΩΤΙΣΜΟ

Οι βυθίσεις τάσης προκαλούν μόνιμη γήρανση των λαμπτήρων πυράκτωσης και φθορισμού. Οι βυθίσεις τάσης μεγαλύτερες ή ίσες με το 50% με διάρκεια γύρω στα 50ms θα “σβήσει” τους αποφορτισμένους λαμπτήρες [5].

5.2. ΑΡΜΟΝΙΚΕΣ

Οι επιπτώσεις των αρμονικών συνδέονται με την αύξηση των peak τιμών, των rms τιμών και το φάσμα συχνοτήτων των τάσεων και των ρευμάτων. Οι επιπτώσεις των αρμονικών πάντα έχουν οικονομικό αντίκτυπο εξαιτίας του επιπλέον κόστους που συνδέεται με:

- τη μείωση της ενεργειακής απόδοσης της εγκατάστασης.
- υπερμεγέθεις εξοπλισμούς
- απώλεια παραγωγικότητας

Οι δυσλειτουργίες είναι πιθανό να σημειωθούν όταν το πλάτος της αρμονικής είναι μεγαλύτερο κατά 8% από την τάση. Ανάμεσα στο 5 με 8% οι δυσλειτουργίες είναι δυνατές [5].

5.2.1. ΣΤΙΓΜΙΑΙΕΣ Ή ΒΡΑΧΥΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

1. ανεπιθύμητη λειτουργία των διατάξεων προστασίας. Οι αρμονικές έχουν επιβλαβείς συνέπειες κυρίως στις διατάξεις θερμικού ελέγχου. Πράγματι, όταν προστατευτικές

διατάξεις αυτού του τύπου μετρούν την rms τιμή του ρεύματος, υπάρχει ο κίνδυνος λανθασμένης μέτρησης και συνεπώς ανεπιθύμητης ενεργοποίησης τους.

2. Διαταραχές που προκαλούνται από συστήματα χαμηλών τάσεων (τηλεοράσεις, ηχοσυστήματα κα)
3. αφύσικοι κραδασμοί και ακουστικός θόρυβος
4. καταστροφή πυκνωτών λόγω θερμικής υπερφόρτισης. Αν η συχνότητα λειτουργίας ενός δικτύου πυκνωτών είναι της τάξης μιας αρμονικής συχνότητας , τότε υπάρχει συντονισμός και διεύρυνση της αντίστοιχης αρμονικής.
5. απώλεια στην ακρίβεια των οργάνων μέτρησης [5].

5.2.2. ΜΑΚΡΟΠΡΟΘΕΣΜΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ

Οι τιμές ρεύματος μεγαλύτερες από την ονομαστική για μια μακρά διάρκεια προκαλεί εκτεταμένη υπερθέρμανση και οδηγεί σε πρόωμη γήρανση του εξοπλισμού.

1. υπερθέρμανση των μετασχηματιστών, εναλλακτών
2. μηχανική καταπόνηση (αρρυθμία στη ροπή των ασύγχρονων μηχανών)
3. υπερθέρμανση των φάσεων και του ουδέτερου μέσα από την αύξηση των θερμικών απωλειών
4. καταστροφή του εξοπλισμού

Η υπερφόρτιση και υπερθέρμανση του ουδέτερου αγωγού μπορεί να είναι αποτέλεσμα των τρίτης αρμονικής και των πολλαπλάσιων της ρευμάτων που διαρρέονται στις φάσεις και προστίθενται στον ουδέτερο.

Τα συστήματα γείωσης TNC χρησιμοποιούν τον ίδιο αγωγό για ουδετέρωση και προστασία. Ο αγωγός αυτός περιλαμβάνει και τη θεμελιακή γείωση του κτιρίου. Τα τρίτης αρμονικής και των πολλαπλάσιων της ρεύματα θα διαρρεύσουν διαμέσου αυτών των κυκλωμάτων παράγοντας εν δυνάμει διακυμάνσεις με τα ακόλουθα αποτελέσματα :

- διάβρωση των μεταλλικών τμημάτων
- υπερρεύματα στις τηλεπικοινωνιακές γραμμές και τους συνδέσμους ανάμεσα στα εκτεθειμένα αγωγία μέρη δύο συσκευών (για παράδειγμα μεταξύ υπολογιστή και εκτυπωτή)
- ηλεκτρομαγνητική ακτινοβοληση αλλοιώνοντας την ευκρίνεια της οθόνης

Οι ενδιάμεσες αρμονικές παράγουν το φαινόμενο flicker [5]

5.3. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΥΠΕΡΤΑΣΕΙΣ

Οι επιπτώσεις των υπερτάσεων διαφέρουν ποικιλοτρόπως ανάλογα με την περίοδο της εν λόγω διαταραχής, την επαναληπτικότητα της, το μέγεθός της, ο τρόπος που εφαρμόζεται και η συχνότητα της.

- διηλεκτρική διάσπαση, προκαλώντας σημαντική και μόνιμη καταστροφή του εξοπλισμού
- φθορά του εξοπλισμού μέσα από τη γήρανση του
- απώλεια παραγωγής για βιομηχανίες

- διαταραχές στα συστήματα ελέγχου και σε κυκλώματα επικοινωνιών χαμηλού ρεύματος
- ηλεκτροδυναμική και θερμική καταπόνηση (φωτιά) εξαιτίας :

1. κεραυνού (συνήθως)

υπέργεια δίκτυα είναι περισσότερο ευάλωτα σε κεραυνούς, αλλά ακόμη και εγκαταστάσεις τροφοδοτούμενα από υπόγεια δίκτυα μπορούν να επηρεαστούν λόγω καταπόνησης από την υπέρταση αν ο κεραυνός χτύπησε σε κοντινή απόσταση.

2. ηλεκτρικά τόξα : αυτή η κατηγορία υπερτάσεων εμφανίζει μεγαλύτερη πιθανότητα εμφάνισης από ότι ο κεραυνός και με πιο μακρά διάρκεια. Μπορούν να οδηγήσουν σε συμφορά τόσο σοβαρή όσο και από τον κεραυνό.[5]

5.4. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΑΣΗΣ

Καθώς οι διακυμάνσεις τάσεις έχουν πλάτος όχι μεγαλύτερο ή μικρότερο από 10%, οι περισσότερες εγκαταστάσεις δεν επηρεάζονται. Η κυριότερη επίπτωση των διακυμάνσεων τάσης είναι μια διαταραχή στη φωτοβολία και τη φωτεινότητα των λαμπτήρων (flicker). Το μέγεθος της καταπόνησης (οπτική ενόχληση κα.) εξαρτάται από το μέγεθος της διαταραχής, το ρυθμό επανάληψης της διακύμανσης και η διάρκεια της.

Υπάρχει ωστόσο ένα αισθητό όριο, ορισμένο από το πρότυπο IEC, κάτω από το οποίο το flicker δεν είναι ορατό [5].

5.5. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΣΥΜΕΤΡΙΑ ΦΑΣΕΩΝ

Η κυριότερη επίπτωση είναι η υπερθέρμανση των τριφασικών ασύγχρονων κινητήρων. Τα φασικά ρεύματα μπορούν να διαφέρουν σημαντικά. Αυτό αυξάνει την υπερθέρμανση της φάσης ή των φάσεων, της οποίας το υψηλότερο ρεύμα ρέει και μειώνει τη ζωή της μηχανής. Πρακτικά ανισοκατανομή κατά 1% με 1,5% είναι αποδεκτή [5].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6ο

ΔΙΑΣΦΑΛΙΣΗ ΚΑΙ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΕΠΙΠΕΔΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΙΣΧΥΟΣ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στα πλαίσια την απελευθέρωσης της αγοράς, συμβάσεις συνεργασίας μπορεί να υπάρχουν όχι μόνο μεταξύ του παρόχου ηλεκτρισμού και του τελικού καταναλωτή, αλλά επίσης ανάμεσα στην επιχείρηση παραγωγής ενέργειας και του διανομέα αυτής ή ακόμη και μεταξύ του διανομέα και της εταιρίας μεταφοράς. Η συμφωνία μεταξύ αυτών των φορέων απαιτεί ότι οι όροι αυτής της συμφωνίας ορίζονται από κοινού και αμοιβαία από όλες τις πλευρές. Οι παράμετροι για τη μέτρηση της ποιότητας ισχύος πρέπει επιπλέον α οριστούν καθώς επίσης και να προκαθοριστούν οι διάφορες τιμές αφοράς και όρια.

6.1. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Ακόμη κα σε περιπτώσεις σωστής εφαρμογής της λειτουργίας και συντήρησης μιας εγκατάστασης μπορούν να σημειωθούν δυσλειτουργίες:

- διαταραχές που μπορεί είτε να αγνοήθηκαν είτε υποτιμήθηκαν
- διαταραχές που μπορεί να οφείλονται σε διαταραχές λόγω αλλαγής της εγκατάστασης, όπως αλλαγή φορτίου και άλλες μετατροπές

Γενικά απαιτείται η επίλυση τέτοιων προβλημάτων. Φορητά συστήματα μέτρησης (για μικρές περιόδους) ή σταθερές συσκευές καθιστούν πιο εύκολη την ανίχνευση διαταραχών [5].

6.2. ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΟ ΧΕΙΡΙΣΜΟ ΜΙΑΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Για την επίτευξη κέρδους παραγωγής, απαιτείται σωστός χειρισμός των διαδικασιών σε σχέση με την ποιότητα ισχύος. Η διασφάλιση ποιότητας ισχύος είναι καθήκον του προσωπικού που εργάζεται στο χειρισμό, τη συντήρηση και τη διαχείριση. Τέλος γίνεται συμπληρωματική χρήση λογισμικού, για την ομαλή λειτουργία της εγκατάστασης [5].

6.3. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ

Χρήσιμη είναι και μια στατιστική προσέγγιση για τη συχνότητα και την εντοπιότητα εμφάνισης διαταραχών με βάση έρευνες που διεξάγουν ο πάροχος ηλεκτρισμού ή και οι διαχειριστές των συστημάτων ενέργειας.

Για μια στατιστική επισκόπηση χαρτογραφούνται οι διαταραχές στο δίκτυο. Αυτό συμβάλλει στη μείωση του κόστους χειρισμού και βελτιώνει τον έλεγχο των διαταραχών. Μια μη φυσιολογική κατάσταση μπορεί να ανιχνευτεί και να αντιμετωπιστεί με την πρόσθεση επιπλέον φορτίων.

Σε χώρες, όπου η αγορά ηλεκτρικής ενέργειας είναι απελευθερωμένη, οι καταναλωτές θεωρητικά έχουν το δικαίωμα να γνωρίζουν και να συγκρίνουν την ποιότητα ισχύος διαφόρων διανομέων ηλεκτρικής ενέργειας.

6.4. ΟΡΟΙ ΣΥΜΦΩΝΙΑΣ ΜΕΤΑΞΥ ΤΗΣ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ

Στη σύμβαση ανάμεσα στην επιχείρηση ηλεκτρισμού και του τελικού καταναλωτή, η επιχείρηση πρέπει να αποσαφηνίζει και να εγγυάται τις παρακάτω παραμέτρους :

- τη διάρκεια του συμβολαίου μεταξύ των δύο πλευρών
- τι μεγέθη μετρώνται
- τα σημεία στην ηλεκτρολογική εγκατάσταση του κτιρίου που θα πραγματοποιούνται οι μετρήσεις της παρεχόμενης ηλεκτρικής ενέργειας
- τις μετρούμενες τάσεις (φάση-φάση, φάση-ουδέτερος), οι οποίες πρέπει να είναι οι τάσεις τροφοδοσίας του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού
- η μέθοδος, η χρονική διάρκεια, το χρονικό διάστημα μέτρησης (π.χ. Για 10 λεπτά κάθε χρόνο να πραγματοποιείται μέτρηση του πλάτους της παρεχόμενης τάσης) κάθε παραμέτρου και οι τιμές αναφοράς, όπως για βυθίσεις και διακοπές τάσης. Για παράδειγμα πρέπει να ορίζεται η τάση αναφοράς για την ανίχνευση και τη διάκριση ανάμεσα σε μεγάλης και μικρής διάρκειας διακοπές τάσης.
- η ακρίβεια της μέτρησης
- οι ποινές και τα πρόστιμα στην περίπτωση που μια από της δύο πλευρές της σύμβασης δεν τηρήσει τους όρους συμφωνίας
- προτάσεις σε περίπτωση διαφωνίας σε σχέση με την ερμηνεία των όρων της συμφωνίας (συμμετοχή τρίτων κ.α.)
- πρόσβαση σε δεδομένα και εχεμύθεια

Οι παραπάνω παράμετροι καθορίζονται ή τουλάχιστον πρέπει να καθορίζονται από ολοκληρωμένες νομοθετικές διατάξεις που θα διασφαλίζουν αυστηρούς κανόνες σε σχέση με τη διαχείριση της ηλεκτρικής ενέργειας, θα καθορίζει τις ευθύνες της επιχείρησης ηλεκτρισμού και των καταναλωτών ως απέναντι στο δίκτυο.

Πέρα από το τεχνικό όμως μέρος, οι νόρμες που διέπουν τη λειτουργία ενός δικτύου ηλεκτρικής ενέργεια πρέπει να διέπονται και από μια φυσιογνωμία με πολιτικοοικονομικά και ανθρωποκεντρικά χαρακτηριστικά. Αφενός πρέπει να υπάρξει νομοθεσία ισχυρή και ικανή που να θωρακίζει το δημόσιο χαρακτήρα της ηλεκτρικής ενέργειας, αφετέρου να αναβαθμίζει τη σημασία της προστασίας της ανθρώπινης ζωής από κινδύνους που εγκυμονεί η λειτουργία π.χ. του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού [5].

6.5. ΟΡΘΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ

Η ορθή συντήρηση αποτελεί μια αναγκαιότητα που προκύπτει από περιστατικά δυσλειτουργίας κατά τη διάρκεια της λειτουργίας μια ηλεκτρολογικής εγκατάστασης.

Η τυπική διαδικασία που ακολουθείται κατά τη συντήρηση μια εγκατάστασης περιλαμβάνει τα παρακάτω βήματα :

- συλλογή δεδομένων

στο στάδιο αυτό διεξάγεται συλλογή πληροφοριών, όπως ο τύπος του φορτίου η ηλικία των τμημάτων που απαρτίζουν το δίκτυο και το μονογραμμικό του διάγραμμα.

- αναζήτηση για ένδειξης βλάβης και δυσλειτουργίας

προσδιορισμός του σημείου στο δίκτυο που σημειώθηκε διαταραχή τάσης, καθώς και του χρόνου και της ημέρας που έγινε αυτό. Επίσης διερευνάται η πιθανή συσχέτιση των διαταραχών με συγκεκριμένες καιρικές συνθήκες (ισχυροί άνεμοι, βροχές, καταιγίδες κ.α), καθώς και η ανάγκη ανανέωσης της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης.

- έλεγχος εγκατάστασης

σε αυτή τη φάση είναι μερικές φορές επαρκές για ταχύ προσδιορισμό της πηγής της δυσλειτουργίας. Περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως υγρασία, σκόνη, θερμοκρασία δε χρειάζεται να λαμβάνονται σε αυτό το στάδιο ιδιαίτερα υπόψη. Κυρίως δίνεται προσοχή σε αγωγούς, ασφάλειες βραχυκύκλωσης, κ.α.

- επίβλεψη της εγκατάστασης

η ύπαρξη στην εγκατάσταση συσκευών ανίχνευσης και καταγραφής των διαταραχών. Μπορεί να είναι χρήσιμο η εγκατάσταση οργάνων σε διάφορα σημεία της εγκατάστασης, ειδικά εκεί που είναι πιο επιρρεπής η εγκατάσταση απέναντι σε διαταραχές.

Οι συσκευές αυτές ενεργοποιούνται, όταν το κατώφλι των παραμέτρων που χρησιμοποιούνται για τη μέτρηση της ποιότητας ισχύος παραβιάζεται και καταγράφουν τα δεδομένα και πληροφορίες σε σχέση με τη διαταραχή (ώρα, μέρα που εμφανίζεται η διαταραχή, το μέγεθος της βύθισης τάσης, THD). Οι κυματομορφές της τάσης κατά τη διάρκεια και μετά τη διαταραχή μπορεί επίσης να καταγραφεί. Τα όρια ανίχνευσης της διαταραχής πρέπει να ανταποκρίνεται προφανώς στην ευαισθησία του εξοπλισμού.

Όταν χρησιμοποιούνται κινητές συσκευές ανίχνευσης, η διάρκεια των μετρήσεων πρέπει να αντιστοιχεί στον κύκλο-διάρκεια λειτουργίας μια εγκατάστασης ή ακόμη και ενός εργοστασίου (για παράδειγμα μια εβδομάδα). Πρέπει πάντα να λαμβάνεται υπόψη η πιθανότητα επανεμφάνισης της διαταραχής.

Οι σταθερές συσκευές μπορούν να χρησιμοποιηθούν για συνεχή παρακολούθηση της εγκατάστασης. Αν υπάρχει σωστή ρύθμιση των συσκευών αυτών, αυτές θα πετύχουν καταγραφή και ανίχνευση κάθε διαταραχής. Ο μηχανικός συντήρησης μπορεί είτε επί τόπου (δηλαδή στην περιοχή που είναι η εγκατάσταση) να συλλέξει τα δεδομένα των μετρήσεων είτε μέσω διαδικτύου. Η διαδικασία αυτή μπορεί να συμβάλει στη διάγνωση περιστατικών διαταραχής, όπως επίσης και να προβλέψει ακόμη και την εμφάνισή τους.

Οι καταγραφές των διαταραχών στο σύστημα διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας μπορούν να φανούν χρήσιμες για τους εμπειρογνώμονες μηχανικούς σε περιπτώσεις

αιτιάσεων από πλευράς καταναλωτή για καταβολή αποζημιώσεων από την επιχείρηση ηλεκτρισμού.

- ταυτοποίηση της πηγής της διαταραχής

Η “ταυτότητα” (κυματομορφή, rms τιμή) της διαταραχής μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τον ειδικό για να εντοπίσει και να προσδιορίσει την πηγή του προβλήματος.

Η ταυτόχρονη αναγνώριση της ταυτότητας της τάσης και του ρεύματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαπιστωθεί αν η διαταραχή πηγάζει πριν ή μετά από το σημείο της μέτρησης (το σημείο δηλαδή που είναι τοποθετημένα τα όργανα ανίχνευσης και μέτρησης της διαταραχής). Η διαταραχή της τάσης μπορεί να προέρχεται είτε από την εγκατάσταση είτε από το σύστημα διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας.

- προσδιορισμός και επιλογή των κατάλληλων λύσεων

Διαμορφώνεται μια λίστα με όλες τις δυνατές λύσεις και τα αντίστοιχα κόστη τους. Η επιλογή της λύσης γίνεται συχνά συνυπολογίζοντας το κόστος από την εφαρμογή της με την εν δυνάμει απώλεια κέρδους σε περίπτωση διαταραχής.

Μετά την εφαρμογή της λύσης είναι σημαντικό να επαληθευτεί η αποτελεσματικότητά της, μέσω μετρήσεων [5].

6.6. ΒΕΛΤΙΣΤΟΠΟΙΩΝΤΑΣ ΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Ο χειρισμός των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων μπορεί να βελτιστοποιηθεί μέσα από τρεις αλληλοσυμπληρωμένες δράσεις :

- εξοικονόμηση ενέργειας

επίγνωση των καταναλωτών για το κόστος της ενεργειακής σπατάλης, σωστή διαχείριση της υψηλής ενεργειακής ζήτησης, μείωση της ζήτησης ισχύος, μείωση της άεργου ισχύος κ.α.

- εξασφάλιση της ποιότητας ισχύος

παρακολούθηση και καταγραφή συνεχώς των παραμέτρων για την ποιότητα ισχύος

ανίχνευση των προβλημάτων εκ των προτέρων (καταγραφή των αρμονικών, του ρεύματος του ουδετέρου κλπ.) με σκοπό την προληπτική συντήρησης

- διασφάλιση της συνεχούς συντήρησης

βελτίωση της συντήρησης και του χειρισμού της εγκατάστασης

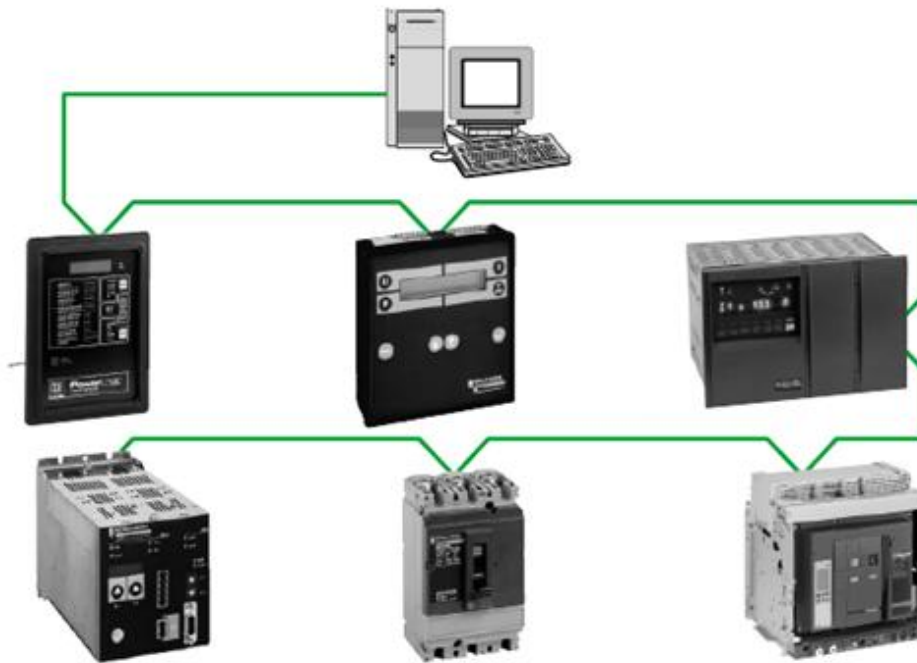
ενημέρωση για την κατάσταση του δικτύου σε πραγματικό χρόνο

βελτίωση της μεθόδου προστασίας

διάγνωση των σφαλμάτων

επανασυντονισμός του δικτύου μετά από κάποιο σφάλμα

Επίσης λογισμικά εργαλεία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο και τη λειτουργία της εγκατάστασης. Μπορούν να χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση, αλλά και αρχειοθέτηση των περιστατικών διαταραχών, για την ενεργοποίηση διατάξεων έναντι βραχυκυκλωμάτων σε πραγματικό χρόνο, τον έλεγχο απομακρυσμένων τέτοιων διατάξεων. Οι λειτουργίες αυτές παρουσιάζονται στο παρακάτω σχήμα [5]:



Σχήμα 6.1:συσκευές προστασίας υπολογιστικών συστημάτων

6.7. ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ

Η ηλεκτρομαγνητική συμβατότητα είναι η ικανότητα ενός εξοπλισμού ή ενός συστήματος να λειτουργεί αποτελεσματικά στο ηλεκτρομαγνητικό της περιβάλλον χωρίς να προκαλούνται μη ανεκτές ηλεκτρομαγνητικές διαταραχές (IEC 60050-161).

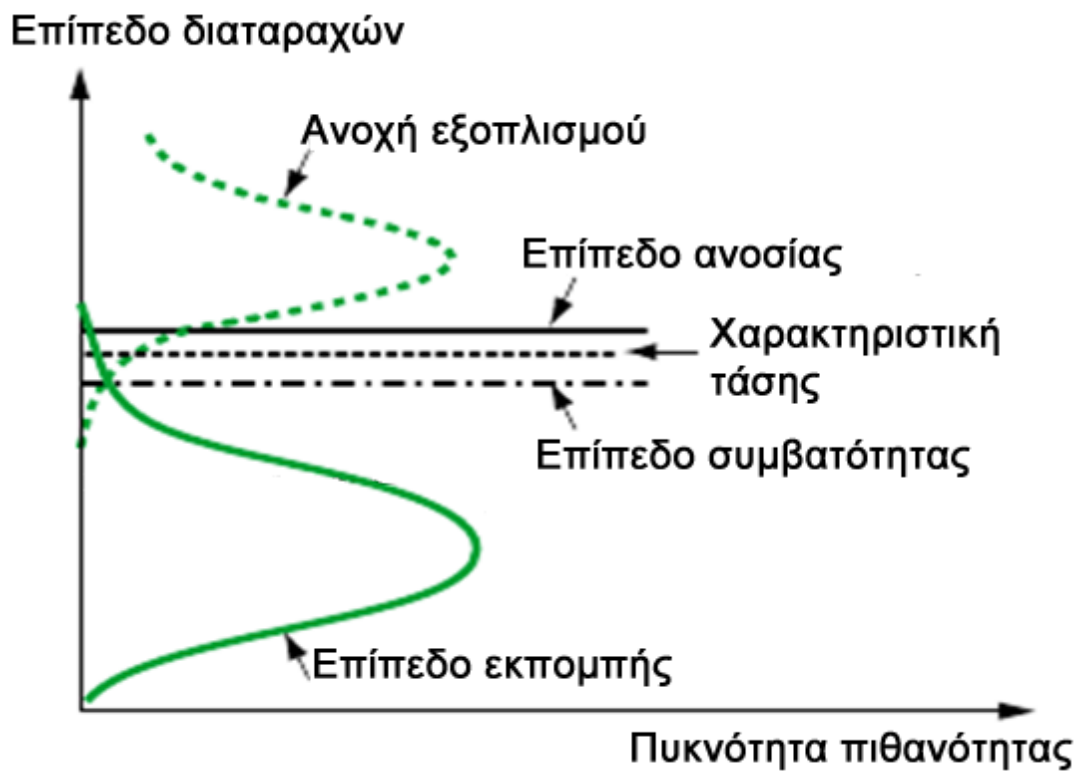
Ο σκοπός της ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας είναι να διασφαλίσει ότι:

- η εκδήλωση διαταραχών από κάθε πηγή ξεχωριστά είναι τέτοια, ώστε η υπέρθεσή τους να μην υπερβαίνει τα αναμενόμενα επίπεδα διαταραχών
- τα επίπεδα ανοσίας του εξοπλισμού παρέχουν τα κατάλληλα επίπεδα προστασίας από τις αναμενόμενες διαταραχές σε “τρεις κλάσεις” του περιβάλλοντος.

Ένας τρόπος διασφάλισης των επιπέδων ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας είναι να καθοριστούν επακριβώς τα επίπεδα διαταραχών που εκδηλώνει μια εγκατάσταση με ένα ικανοποιητικό περιθώριο κάτω από το επίπεδο ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας. Πρακτικά αυτό είναι δυνατό μόνο για μεγάλες εγκαταστάσεις.

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών της αναπτυσσόμενης τάσης σε ένα σημείο στο δίκτυο και τη σύγκριση τους με τα προκαθορισμένα όρια βασίζεται στη συλλογή στατιστικών δεδομένων μιας συγκεκριμένης περιόδου μέτρησης. Για παράδειγμα για τις αρμονικές των τάσεων η περίοδος μέτρησης είναι μια εβδομάδα: αν σε αυτό το διάστημα το 95% των μετρήσεων της rms τιμής της τάσης για χρονικό διάστημα 10 λεπτών δεν πρέπει να υπερβαίνει το καθορισμένα όρια [1].

Το παρακάτω σχήμα περιγράφει τις σχέσεις μεταξύ των διαφόρων επιπέδων διαταραχών.



Σχήμα 6.2: σχέσεις μεταξύ των διαφόρων τύπων διαταραχών

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

ΠΡΟΥΠΟΘΕΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΩΣΤΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΑΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο 2^ο Κεφάλαιο της εργασίας, όπου έγινε παρουσίαση των θέσεων των τριών εμπλεκόμενων φορέων σχετικά με τις βλάβες στον ηλεκτρικό/ηλεκτρονικό εξοπλισμό εξαιτίας διακυμάνσεων τάσης, διαπιστώσαμε κάποια βασικά ερωτήματα επί του θέματος μένου αναπάντητα και από τους τρεις φορείς. Συγκεκριμένα είχαμε παρατηρήσει ότι απουσιάζει:

- Οποιαδήποτε αναφορά στον τρόπο με τον οποίο μια διαταραχή της τάσης δύναται να καταστρέψει μια ηλεκτρική ή ηλεκτρονική συσκευή και αν όλες οι κατηγορίες διαταραχών είναι ικανές για πρόκληση ζημιών.
- Οποιαδήποτε αναφορά στους ελέγχους που υποχρεούνται να υποβάλλονται όλα τα μέρη του εξοπλισμού και οι πιθανές ή μη ευθύνες τρίτων (εταιρειών-κατασκευαστών, εγκαταστάτη)
- Οποιαδήποτε αναφορά σε φαινόμενα πυρκαγιάς.

Σε αυτό το κεφάλαιο θα προσπαθήσουμε από την πλευρά μας να κάνουμε μια προσέγγιση σε αυτά τα ζητήματα, εξετάζοντας τις προϋποθέσεις, που πρέπει να πληρούν το δίκτυο, η εγκατάσταση και οι συσκευές (ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές).

7.1 Η ΜΟΝΩΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΚΑΙ Η ΓΕΙΩΣΗ ΜΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Πριν τεθεί υπό τάση μία νέα εγκατάσταση (η μία εγκατάσταση στην οποία έγιναν τροποποιήσεις) πρέπει να γίνει μέτρηση της αντίστασης μόνωσης και της αντίστασης γείωσης και να διαπιστώνεται η ύπαρξη ισοδυναμικών συνδέσεων.

Η αντίσταση γείωσης πρέπει να έχει θεωρητικά μηδενική τιμή, όμως, επειδή αυτό δεν είναι δυνατό να γίνει στην πράξη, μια τιμή μερικών Ωμ ικανοποιεί τις πρακτικές εφαρμογές. Επίσης, σημειώνεται ότι από το 2006 πρέπει να υπάρχει στην εγκατάσταση διακόπτης διαφυγής έντασης.

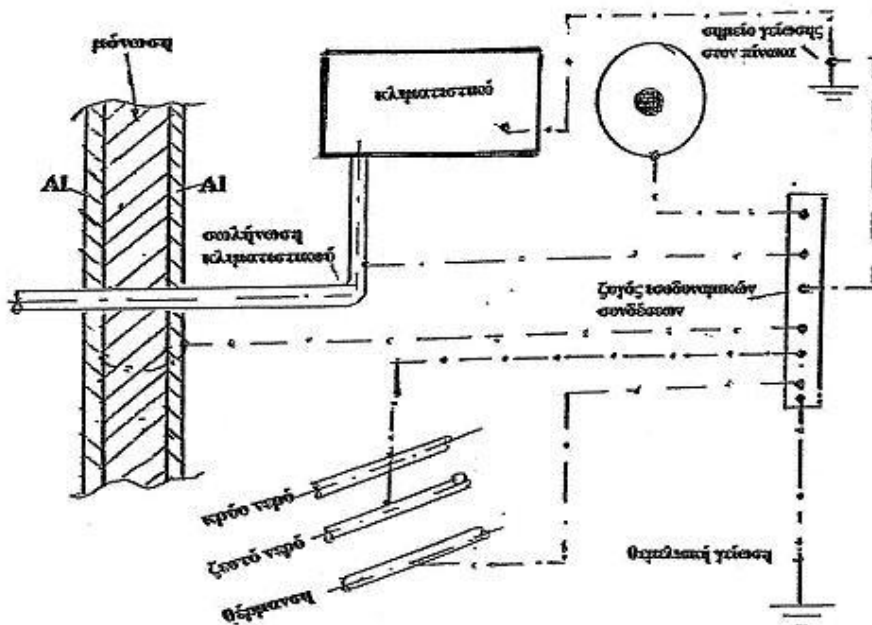
Για την αντίσταση μόνωσης ισχύει γενικά ότι πρέπει να είναι τουλάχιστον 1000 Ω/V, δηλαδή να είναι τουλάχιστον 400 Kω για πολική τάσης 400 V ή τουλάχιστον 230 kΩ για φασική τάση 230 V.

Οι ισοδυναμικές συνδέσεις είναι άκρως απαραίτητες γιατί προστατεύουν από τις διαρροές ρεύματος προς τις διάφορες μεταλλικές επιφάνειες, όπως: μεταλλικό περίβλημα ηλεκτρικών συσκευών, δίκτυο νερού, δίκτυο θέρμανσης, μεταλλική επένδυση τοίχου κτλ. Για τον λόγο αυτό συνδέονται με το ηλεκτρόδιο γείωσης τα μεταλλικά μέρη του κτιρίου και του ηλεκτροτεχνικού εξοπλισμού του (συμπεριλαμβανομένου και του μεταλλικού οπλισμού του σκυροδέματος). Σε μία ηλεκτρική εγκατάσταση κτιρίου που δεν υπάρχει διακόπτης διαφυγής έντασης στον πίνακα (όπως συμβαίνει π.χ. στην Ελλάδα σε αρκετές κατοικίες πριν το έτος 2006 γιατί δεν ήταν τότε υποχρεωτική η τοποθέτηση διακόπτη διαφυγής έντασης) η ανυπαρξία ισοδυναμικών συνδέσεων μπορεί να γίνει αιτία βλάβης ή πυρκαγιάς σε μια ηλεκτρική/ηλεκτρονική συσκευή ή και να προκαλέσει ακόμα και θανατηφόρο ηλεκτροπληξία στον άνθρωπο.

Χαρακτηριστικά, προ ολίγων ετών, συνέβη θανατηφόρο ατύχημα σε ένα μάνιο επειδή δεν υπήρχε στην ηλεκτρική εγκατάσταση διακόπτης διαφυγής έντασης και ο θερμοσίφωνας δεν ήταν ισοδυναμικά συνδεδεμένος. Επίσης, ένα τοπικό κλιματιστικό διαιρουμένου τύπου στον

δεύτερο όροφο μιας κατοικίας πήρε φωτιά από διαρροή ρεύματος προς το μεταλλικό περίβλημα στο ισόγειο της κατοικίας, επειδή το κλιματιστικό ήταν στερεωμένο στην επένδυση αυτή και στην ηλεκτρική εγκατάσταση δεν υπήρχε ούτε διακόπτης διαφυγής έντασης ούτε οι απαραίτητες ισοδυναμικές συνδέσεις. Η παραπάνω περίπτωση του κλιματιστικού δείχνεται απλοποιημένα στο σχήμα 1. Σύμφωνα με αυτό, η διαρροή έγινε στον χαλκοσωλήνα διέλευσης ενός καλωδίου, στη θέση μεταξύ μιας υδρορροής αλουμινίου και μιας επένδυσης του τοίχου από γαλβανιζέ λαμαρίνα, με την οποία ήταν σε επαφή η χαλκοσωλήνα ενός διαιρούμενου κλιματιστικού. Αυτό δεν θα μπορούσε να συμβεί αν υπήρχαν οι απαραίτητες ισοδυναμικές συνδέσεις (περίπτωση β). Θα πρέπει να σημειωθεί ότι και στα δυο προαναφερθέντα συμβάντα αποδόθηκαν ευθύνες στην εταιρία ηλεκτρισμού, οι οποίες όμως δεν της ανήκουν, αφού η αιτία του ατυχήματος υπήρχε στην εγκατάσταση του καταναλωτή.

Μετά από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι ο καταναλωτής θα πρέπει να γνωρίζει, ότι προκειμένου να προστατευτούν οι ηλεκτρικές συσκευές από σφάλματα της ηλεκτρικής εγκατάστασης του κτιρίου (πολύ δε περισσότερο για να μην υποστεί ο ίδιος ηλεκτροπληξία και να μην συμβεί πυρκαγιά στην συσκευή και κατ' επέκταση στο κτίριο), θα πρέπει να διαθέτει η ηλεκτρική εγκατάσταση του κτιρίου του διακόπτη διαφυγής έντασης και εκτός αυτού να έχουν γίνει οι απαιτούμενες ισοδυναμικές συνδέσεις. Για όλα αυτά μπορεί να είναι βέβαιος, όταν η εγκατάστασή του λειτουργεί με ευθύνη ηλεκτρολόγου εγκαταστάτη, ο οποίος μέσω της προβλεπόμενης «υπευθύνου δηλώσεως», η οποία υποβάλλεται στην εταιρεία ηλεκτροδότησης, βεβαιώνει τα ανωτέρω. Επισημαίνεται ότι η ανωτέρω υπεύθυνη δήλωση θα πρέπει να ανανεώνεται όταν γίνονται μετατροπές στην εγκατάσταση ή όταν παρέρχεται ο χρόνος ισχύος της, όπως αυτό καθορίζεται από την κατά περίπτωση ισχύουσα νομοθεσία.



Σχήμα 7.1: απλοποιημένο παράδειγμα ισοδυναμικών συνδέσεων

α) $V > 0$ επειδή δεν υπάρχουν ισοδυναμικές συνδέσεις

β) $V = 0$ λόγω ισοδυναμικών συνδέσεων

7.2. Η ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΚΑΙ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Εκτός των προαναφερθέντων, βασική προϋπόθεση για την σωστή λειτουργία των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων ενός κτιρίου είναι να έχει δοκιμαστεί τόσο ο εξοπλισμός του (καλώδια, διακόπτες, ασφάλειες κλπ) όσο και οι ηλεκτρικές συσκευές που ηλεκτροδοτεί η εγκατάσταση (ηλεκτρική κουζίνα, ψυγείο, τηλεόραση κτλ), πριν διατεθεί στην αγορά προς χρήση και μάλιστα σε συνθήκες που αντιστοιχούν στις μελλοντικές μέγιστες καταπονήσεις στην πράξη. Οι δοκιμές αυτές, που προβλέπονται στους κανονισμούς (VDE, IEC, EN κτλ) και διακρίνονται στις δοκιμές τύπου και στις δοκιμές σειράς.

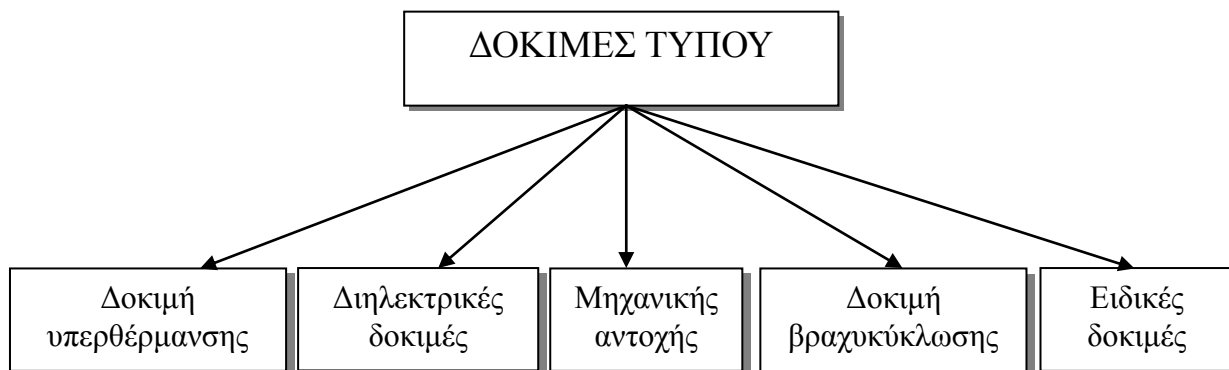
7.2.1 ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΤΟΝ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Σε ότι αφορά στον εξοπλισμό των εγκαταστάσεων, ισχύουν τα παρακάτω για τις δοκιμές τύπου και σειράς:

Οι δοκιμές τύπου γίνονται σε περιορισμένο αριθμό των παραχθέντων έτοιμων προς διάθεση προϊόντων (π.χ. για την παραγωγή διακοπών 400 V/ 100 A, σε ένα μόνο τυχαίο δείγμα), ενώ οι δοκιμές σειράς πραγματοποιούνται σε όλα ανεξαιρέτως τα τεμάχια.

Οι δοκιμές τύπου δεν ίδιες για κάθε ηλεκτροτεχνική κατασκευή, αλλά εξαρτώνται από το είδος της (πίνακας, καλώδιο, αποζεύκτης, ασφάλεια, ρελαί κτλ), τα ονομαστικά στοιχεία (τάση, ρεύμα, κτλ) και τις συνθήκες λειτουργίας που πρόκειται να αντιμετωπίσει αυτή κατά περίπτωση στην εγκατάσταση. Για την κατανόηση των δοκιμών τύπου, που προβλέπονται στους διάφορους κανονισμούς, έχουν παρασταθεί στο σχήμα 2 συγκεντρωτικά οι κατηγορίες τους, οι οποίες πραγματοποιούνται όταν έχουν νόημα για την υπό έλεγχο κατασκευή (σε ένα μονωτήρα π.χ. δεν έχει νόημα η δοκιμή βραχυκύκλωσης, οι δοκιμές μηχανικής αντοχής αφορούν τις επαφές διακοπών κτλ). Το σκεπτικό για την κατάταξη και διεξαγωγή των δοκιμών κατά το σχήμα 2 προήλθε από την ανάγκη να δοθεί μια αξιόπιστη απάντηση στις εξής βασικές ερωτήσεις για κάθε κατασκευή:

- 1) Μέχρι ποιο ρεύμα μπορεί να εργάζεται μια κατασκευή (ονομαστικό ρεύμα);
- 2) Ποια είναι η τάση λειτουργίας της (ονομαστική τάση);
- 3) Τι απαιτήσεις μηχανικής αντοχής πρέπει να έχει;
- 4) Αντέχει η συσκευή το βραχυκύκλωμα μέχρι να γίνει διακοπή του από τα μέσα προστασίας του δικτύου;
- 5) Ποιες είναι οι ειδικές απαιτήσεις που θα χαρακτηρίζουν τη λειτουργία της;



Σχήμα 7.2: Κατηγορίες των δοκιμών τύπου

Οι απαντήσεις στους παραπάνω προβληματισμούς δίνονται με τη διεξαγωγή συγκεκριμένων δοκιμών τύπου που περιλαμβάνονται στους διάφορους κανονισμούς και είναι αντίστοιχα για τις τέσσερις πρώτες ερωτήσεις:

- 1) Η δοκιμή υπερθέρμανσης (ή ανύψωσης θερμοκρασίας)
- 2) Οι διηλεκτρικές δοκιμές
- 3) Η δοκιμή μηχανικής αντοχής
- 4) Η δοκιμή βραχυκύκλωσης

Σε ότι αφορά την τελευταία ερώτηση οι δοκιμές, που χαρακτηρίστηκαν ως «ειδικές», περιλαμβάνονται επίσης αναλυτικά στους κανονισμούς, ανάλογα με την περίπτωση. Έτσι, η μέτρηση π.χ. των απωλειών ενός μετασχηματιστή, ο έλεγχος της ποιότητας βαφής ενός πίνακα εξωτερικού χώρου κτλ, αποτελούν, κατά το παραπάνω σκεπτικό, ειδικές δοκιμές, γιατί αναφέρονται σε συγκεκριμένες ειδικές απαιτήσεις που καθορίζονται από το είδος και τη χρήση της κατασκευής.

Η δοκιμή υπερθέρμανσης (ή ανύψωσης θερμοκρασίας) αφορά την εξακρίβωση του ονομαστικού ρεύματος (μέγιστο ρεύμα συνεχούς λειτουργίας) μιας κατασκευής. Η δοκιμή θεωρείται επιτυχής, όταν η θερμοκρασία δεν υπερβεί κάποιο συγκεκριμένο κατά τις προδιαγραφές όριο, που είναι της τάξεως 50-60 °C ως προς τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Οι διηλεκτρικές δοκιμές στοχεύουν στην εξακρίβωση της ικανότητας μόνωσης. Η ονομαστική τάση (ή τάση σειράς) κάθε κατασκευής δεν μπορεί να είναι μια τυχαία τιμή, γιατί πρέπει να ανταποκρίνεται στην προδιαγεγραμμένη διαβάθμιση των τάσεων του δικτύου, που είναι πχ 230V, 400V, 20kV κτλ. Οι μετρήσεις, που γίνονται για τον έλεγχο της ικανότητας μόνωσης, αφορούν κυρίως τις μέγιστες λειτουργικές καταστάσεις της κατασκευής (κυρίως υπερτάσεις από κεραυνούς και χειρισμούς) < από τις οποίες επιβεβαιώνεται η στάθμη μόνωσης. Στη χαμηλή τάση (230V, 400V) μια τάση 2,5kV εφαρμοζόμενη στον υπό έλεγχο εξοπλισμό επί 1 min, αντιπροσωπεύει στις περισσότερες των περιπτώσεων τις προαναφερθείσες υπερτάσεις.

Η δοκιμή μηχανικής αντοχής αφορά κυρίως την ικανότητα σε ονομαστικό ρεύμα των επαφών των διακοπών μετά από ένα μεγάλο αριθμό χειρισμών, ενώ παράλληλα ελέγχεται η στιβαρότητα της κατασκευής (ενδεχομένως των επαφών ή τυχόν αποσυναρμολογήσεις ή ακατάλληλα ελατήρια). Ένας αποζεύκτης π.χ. 400V/100A θα πρέπει να έχει μετά από 1000 πλήρεις κύκλους χειρισμών την ίδια ικανότητα σε ονομαστικό ρεύμα (100A). Μετά το πέρας δηλαδή της δοκιμής αυτής, θα πρέπει να γίνει η δοκιμή υπερθέρμανσης.

Τέλος, με τη δοκιμή σε τριπολικό βραχυκύκλωμα ελέγχεται η καταπόνηση μιας κατασκευής από τις μεγάλες δυνάμεις και θερμοκρασίες που αναπτύσσονται κατά το βραχυκύκλωμα. Η δοκιμή διαρκεί 1 sec, αρκετό δηλαδή χρόνο, ως προς εκείνον της ενεργοποίησης των μέσων προστασίας της εγκατάστασης, που είναι στην πράξη κλάσμα του sec. Κατά τη δοκιμή μετρώνται οι συνιστώσες του ρεύματος βραχυκύκλωσης, ανάλογα με την απαιτούμενη ισχύ βραχυκύκλωσης, που καθορίζεται από τη θέση της κατασκευής στο δίκτυο. Η δοκιμή θεωρείται επιτυχής όταν, μετά το πέρας της, δεν έχουν αναιρεθεί η στάθμη μόνωσης και η ικανότητα σε ονομαστικό ρεύμα (δηλαδή, στη συνέχεια πραγματοποιούνται στο συγκεκριμένο δοκίμιο οι διηλεκτρικές δοκιμές και η δοκιμή υπερθέρμανσης).

Όταν ένα είδος ηλεκτροτεχνικού εξοπλισμού των εγκαταστάσεων δεν ανταπεξέλθει επιτυχώς σε κάποια από τις προβλεπόμενες για αυτή δοκιμές τύπου και σειράς, τότε κρίνεται ακατάλληλο και η ζημιά για τον κατασκευαστή μπορεί να είναι αρκετά μεγάλη. Αναλογιστείτε σαν παράδειγμα τη διαμόρφωση του κόστους και τις καθυστερήσεις σε άλλες προγραμματισμένες κατασκευές, όταν το προσωπικό παραγωγής των προαναφερθέντων διακοπών ασχοληθεί με διαδικασίες επισκευής, γιατί η μόνωση τους κατά τις δοκιμές του δείγματος βρέθηκε ακατάλληλη. Επειδή της παραγωγής προηγείται μελέτη και κατασκευή δείγματος (που έχει υποστεί επιτυχώς δοκιμές τύπου και σειράς), είναι φυσικό οι τυχόν αποτυχίες δοκιμών τύπου και σειράς να οφείλονται σε λάθη κατά την παραγωγική διαδικασία, ή ακόμα σε ελαττώματα που μπορεί να έχουν οι πρώτες ύλες. Για αυτό, προς ελαχιστοποίηση των βλαβών στην τελευταία φάση της παραγωγής, επιβάλλεται έλεγχος ποιότητας, τόσο στις πρώτες ύλες, όσο και στις διάφορες φάσεις παραγωγής (δοκιμές πρώτων υλών και δοκιμές παραγωγής αντίστοιχα).

Από τα παραπάνω που πολύ περιληπτικά αναφέρθηκαν, προκύπτει ότι είναι πολύ σημαντικό να ελέγχεται ποιοτικά ο ηλεκτροτεχνικός εξοπλισμός των εγκαταστάσεων πριν διατεθεί προς χρήση. Δυστυχώς όμως, εμφανίζονται στην πράξη αστοχίες υλικών. Ο καταναλωτής πρέπει να προστατεύεται από τις αρμόδιες αρχές με έλεγχο στα παραγόμενα και εισαγόμενα προϊόντα και να ενημερώνεται, ώστε να διασφαλίζεται τόσο η αξιόπιστη όσο και η ακίνδυνη λειτουργία των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών για αυτόν και για τον περιβάλλον.

7.2.2. ΔΟΚΙΜΕΣ ΣΤΟ ΟΙΚΙΑΚΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ

Σε ότι αφορά τις ηλεκτρικές συσκευές για οικιακή χρήση και παρόμοιους σκοπούς (κουζίνες, θερμοσίφωνες, κλιματιστικά, ηλεκτρονικές συσκευές κτλ) αποτελούν προέκταση της ηλεκτρικής εγκατάστασης αφού συνδέονται άμεσα στη φάση και τον ουδέτερο και στις περισσότερες των περιπτώσεων στη γείωση (όταν το καλώδιο παροχής του περιλαμβάνει αγωγό γείωσης και επίσης όταν λόγω μεταλλικού περιβλήματος τους χρειάζεται να συνδεθούν ισοδυναμικά). Κάθε ηλεκτρική συσκευή ισοδυναμεί ουσιαστικά με μια σύνθετη αντίσταση, που ηλεκτροδοτείται μέσω ρευματολήπτη από το δίκτυο, η οποία (αντίσταση) θα πρέπει να διαθέτει:

- Ικανότητα σε ονομαστικό ρεύμα (όπως αυτό προσδιορίζεται από την ονομαστική τάση και την ονομαστική ισχύ, που αναγράφεται στην πινακίδα της), αφού τελικά ο συνδυασμός «ρευματοδότης-ρευματολήπτης» είναι ένα είδος διακόπτη (λυομένος ηλεκτρικός σύνδεσμος στατικών ηλεκτρικών επαφών) στον οποίο δεν πρέπει να αναπτυχθεί υπερθέρμανση άνω του προαναφερθέντος στη δοκιμή υπερθέρμανσης ορίου.
- Την απαιτούμενη διηλεκτρική αντοχή, αφού η συσκευή (ηλεκτρική ή ηλεκτρονική) θα πρέπει να ανταπεξέλθει επιτυχώς υπερτάσεις που ενδεχομένως θα υποστεί στην πράξη, όχι μόνο από το δίκτυο, αλλά και από την ίδια την εγκατάσταση (κυρίως υπερτάσεις χειρισμών).

Ειδικότερα, η ασφάλεια των ηλεκτρικών συσκευών για οικιακή χρήση και παρόμοιους σκοπούς διέπονται από Κανονισμούς (όπως π.χ. τους Κανονισμούς VDE 0701). Για τη διηλεκτρική αντοχή που πρέπει να παρέχουν διακρίνονται σε τρεις κλάσεις προστασίας:

- την κλάση I, στην οποία ανήκουν ηλεκτρικές συσκευές με αγωγό γείωσης
- την κλάση II, όπου υπάγονται συσκευές με προστατευτική μόνωση (δεν έχουν αγωγό γείωσης), και
- την κλάση III, που αφορά συσκευές με μικρή ακίνδυνη τάση.

Στον πίνακα 1, δίνεται ανάλογα με την κλάση της ηλεκτρικής συσκευής, η εφαρμοζόμενη εναλλασσόμενη τάση επί 1 min μεταξύ του σώματος και των τμημάτων που θα είναι από τάση.

Κλάση προστασίας	I	II	III
Εφαρμοζόμενη εναλλασσόμενη τάση (50Hz) επί 1 min	1000	3000	400

Πίνακας 7.1: Δοκιμή της αντοχής σε τάση

Είναι φανερό, ότι υπερτάσεις με χρονική διάρκεια μικρότερη ή ίση του 1 min, οι οποίες έχουν μικρότερη ή ίση τιμή από αυτή που δίνεται στον πίνακα 1 (αναλόγως την κλάση προστασίας) δεν πρέπει να προκαλούν προβλήματα διηλεκτρικής αντοχής σε ηλεκτρικές συσκευές που έχουν υποστεί τον διηλεκτρικό έλεγχο πριν διατεθούν στην αγορά προς χρήση.

7.3 Η ΔΥΝΑΤΟΤΗΤΑ ΠΟΥ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΧΟΥΝ ΟΙ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΓΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΥΠΟ ΤΑΣΗ ΔΙΚΤΥΟΥ 199,5 ΕΩΣ 253 V

Οι εταιρίες ηλεκτρισμού έχουν την υποχρέωση να διατηρούν τη τάση σε μια συγκεκριμένη

περιοχή τιμών. Στην Ευρώπη η περιοχή αυτή είναι $230 \pm 10\%$ V (υπό συχνότητα $50 \pm 10\%$ Hz). Η φασική τάση μπορεί δηλαδή να είναι από 253 μέχρι 207 V και αυτό δε συνιστά αντίστοιχα υπέρταση ή υπόταση. Ωστόσο, επειδή η παραγόμενη ισχύς έχει μία μέγιστη τιμή, είναι φανερό ότι σε ώρες αιχμής (κυρίως τους καλοκαιρινούς μήνες) οι εταιρείες ηλεκτρισμού δικαιούνται να μειώσουν την τάση κατά 15% για να αποφύγουν το «black out», κάτι βεβαίως που είναι σύμφωνο και με το συμφέρον των ίδιων των καταναλωτών. Συνεπώς, μια τιμή της φασικής τάσης 195,5 V δεν συνιστά μείωση της τάσης για να προκαλέσει υπερεντάσεις σε βάρος της θερμικής συμπεριφοράς των ηλεκτρικών/ηλεκτρονικών συσκευών. Συνεπώς σε περιοχή της φασικής τάσης 199,5 V έως 253V πρέπει να λειτουργούν συνεχώς όλες οι συσκευές (ηλεκτρικές ή ηλεκτρονικές) χωρίς να παρουσιάζουν απολύτως καμία βλάβη.

Μια ηλεκτρική ή ηλεκτρονική συσκευή η οποία καταστρέφεται ή παθαίνει βλάβη με μειωμένη τάση του δικτύου μέχρι 199,5 V είναι φανερό ότι είναι κακοσχεδιασμένη. Για μικρότερη τιμή της τάσης ακόμα και οι σωστά σχεδιασμένες συσκευές ενδέχεται να υποστούν βλάβη, γιατί, αν δεν πρόκειται για ωμική αντίσταση (δηλαδή αν δεν πρόκειται π.χ. για θερμοσίφωνα, ηλεκτρικό μάτι κ.τ.λ.), τότε υπό σταθερή ισχύ η τιμή του ρεύματος αυξάνει και προκαλούνται προβλήματα υπερθέρμανσης. Επίσης, κακοσχεδιασμένη είναι μια ηλεκτρική συσκευή που καταστρέφεται ή παθαίνει βλάβη σε συχνότητα του δικτύου 50 ± 1 Hz. Τέλος σε περίπτωση συνεχούς λειτουργίας υπό τάση δικτύου άνω των 253V (π.χ. 270V) το πιο πιθανό είναι να υποστούν βλάβη ακόμα και οι καλοσχεδιασμένες συσκευές.

Τα ανωτέρω πρέπει να τα γνωρίζει ένας σωστός κατασκευαστής, ώστε να λειτουργεί η ηλεκτρική συσκευή του κανονική (αξιόπιστα και χωρίς κίνδυνο για τον άνθρωπο και το περιβάλλον) υπό ονομαστική τάση 195,5V έως 253V. Για το θέμα αυτό πρέπει να προστατεύεται από τις αρμόδιες αρχές, αφενός με την αναγραφή στην πινακίδα της συσκευής της προαναφερθείσας περιοχής τάσης λειτουργίας και αφετέρου με το να γίνονται από τις υπηρεσίες αυτές οι απαιτούμενοι έλεγχοι.

Σύμφωνα με τα παραπάνω, στα δίκτυα διανομής χαμηλής τάσης στην Ευρώπη η τάση από 195,5V μέχρι 253V. Υπάρχει όμως μια περίπτωση να συμβεί ηλεκτροδότηση από το δίκτυο με τάση μεγαλύτερη των 253V. Στην υπέρταση αυτή ευθύνεται η εταιρεία ηλεκτρισμού γιατί πρόκειται για ρύθμιση της τάσης στο εργοστάσιο πάνω από το όριο των 253V. Αυτό μπορεί να συμβεί σε τοπικά μικρά εργοστάσια (π.χ. σε ένα μικρό νησί στην Ελλάδα ή γενικά σε απομονωμένες μικρές περιοχές με δική τους ηλεκτροπαραγωγή), όπου λόγω έλλειψης προσωπικού ρυθμίζεται η τάση τις βραδινές ώρες σε υψηλότερη επίπεδα (π.χ. στα 270V, με το σκεπτικό ότι δεν δουλεύουν συνήθως ενεργοβόρες συσκευές, όπως πλυντήρια, κουζίνες κτλ), ώστε να είναι η τάση κατά τις ώρες αιχμής εντός της περιοχής 195,5V έως 253V. Ως επακόλουθο της υπέρτασης αυτής μπορούν να καούν οι πυκνωτές τροφοδοσίας σε ενισχυτές, το τροφοδοτικό μιας τηλεόρασης κτλ. Συνεπώς, στα μικρά εργοστάσια ηλεκτροπαραγωγής επιβάλλεται να ρυθμίζεται σωστά η τάση κατά τις βραδινές ώρες, ώστε να μην δημιουργούνται βλάβες στις ηλεκτρονικές κυρίως συσκευές του καταναλωτή. Αυτό βεβαίως δεν μπορεί να το γνωρίζει ο καταναλωτής, για αυτό είναι υποχρέωση των αρμόδιων αρχών όσο και της εταιρείας ηλεκτρισμού να διασφαλίσουν ότι δε θα συμβαίνουν υπερέτασεις κατά τις βραδινές ώρες.

Οι υπερέτασεις λόγω πτώσεις κεραυνού δεν αντιμετωπίζονται εύκολα γιατί πρόκειται για ακραίο καιρικό φαινόμενο που μπορεί να προκαλέσει βλάβες σε ηλεκτρονικές συσκευές. Επίσης, βλάβες μπορούν να συμβούν σε ηλεκτρονικά από τις ηλεκτροστατικές εκφορτίσεις.

7.4 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΛΟΓΩ ΑΠΟΚΟΠΗΣ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ

Το θέμα αποκοπής αγωγού αναλύεται στο επόμενο κεφάλαιο

7.5 ΟΙ ΣΤΙΓΜΙΑΙΕΣ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΕΙΣ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

Ένα άλλο θέμα, που εμφανίζεται ορισμένες φορές στο δίκτυο είναι οι στιγμιαίες διακυμάνσεις της τάσης, που οφείλονται σε μεταβατικά φαινόμενα από υπερτάσεις χειρισμών ή βλάβες. Στην περίπτωση αυτή, οι δοκιμές ποιοτικού ελέγχου του εξοπλισμού της ηλεκτρικής εγκατάστασης και των διάφορων ηλεκτρικών/ηλεκτρονικών συσκευών, που προαναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους, εξασφαλίζουν την αξιόπιστη και ακίνδυνη λειτουργία. Πράγματι, η ηλεκτρομονωτική ικανότητα του ηλεκτροτεχνικού εξοπλισμού γενικά κατά την αύξηση της τάσης διαπιστώνεται μέσω των διηλεκτρικών δοκιμών, που προβλέπονται στους διάφορους κανονισμούς (βλέπετε παρ. 5.2.2.), όπου ελέγχεται ουσιαστικά η χωρητική συμπεριφορά της κατασκευής ώστε να αποκλείεται στην πράξη η εκδήλωση φαινομένων αναίρεσης της ικανότητας μόνωσης. Η δοκιμή αυτή υπό εναλλασσόμενη τάση γίνονται με πολύ μεγαλύτερη τιμή από την ονομαστική τάση της κατασκευής και διαρκεί 1 min. Η τάση δοκιμής π.χ. για τον εξοπλισμό μιας εγκατάστασης χαμηλής τάσης (230V, 400V) είναι κατά τους κανονισμούς πολύ μεγαλύτερη των 400V. Συνεπώς στιγμιαίες αυξήσεις της τάσης δεν προκαλούν προβλήματα στις μονώσεις της εγκατάστασης, πολύ δε περισσότερο στιγμιαίες μειώσεις της τάσης. Το ίδιο πρέπει να ισχύει και για τις διάφορες ηλεκτρικές/ηλεκτρονικές συσκευές που ηλεκτροδοτούνται από της ηλεκτρική εγκατάσταση ενός κτιρίου. Επίσης, οι στιγμιαίες μειώσεις της τάσης δεν προκαλούν προβλήματα υπερθέρμανσης, γιατί ο διαθέσιμος προς τούτο χρόνος είναι πολύ μικρός.

Για το θέμα αυτό εξετάζεται στο παράρτημα ένα παράδειγμα που αφορά στην αύξηση της θερμοκρασίας στους αγωγούς μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης κατοικίας λόγω στιγμιαίας μείωσης της πολικής τάσης στα 270V.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8^ο

ΑΠΟΚΟΠΗ ΑΓΩΓΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σύμφωνα με το ΦΕΚ 470/β/5-3-2004 (που επικυρώνει το πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384/2002) ο καταναλωτής πρέπει να προστατεύει την ηλεκτρική εγκατάστασή του με δικά του μέσα. Προφανώς τα μέσα αυτά είναι κυρίως : τα σωστά μεγέθη ασφαλειών ανά γραμμή, ο διακόπτης διαφυγής έντασης (ΔΔΕ), οι ισοδυναμικές συνδέσεις, η πολύ μικρή αντίσταση γείωσης, οι σταθεροποιητές τάσης (όπου απαιτείται) και η αντικεραυνική προστασία. Συνεπώς, επειδή ο καταναλωτής δεν μπορεί να έχει τις εξειδικευμένες γνώσεις για να προβλέψει τα ανωτέρω στην εγκατάστασή του, **είναι αποκλειστική ευθύνη του εγκαταστάτη ηλεκτρολόγου, ο οποίος υποβάλλει στη ΔΕΗ την κατά το νόμο απαιτούμενη “ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ” να έχει εγκαταστήσει ότι απαιτείται για την προστασία της εγκατάστασης.** Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι η διαδικασία αυτή μέσω της προαναφερθείσης υπευθύνου δήλωσης, κάθε άλλο παρά τυπική πρέπει να θεωρείται, γιατί δεν προβλέπεται άλλη διαδικασία εξασφάλισης του καταναλωτή (κάποτε γινόταν έλεγχος από τη ΔΕΗ, ο οποίος όμως έχει καταργηθεί εδώ και αρκετά χρόνια). Στην πράξη (επειδή αφ' ενός ο καταναλωτής δε γνωρίζει ότι για την ασφαλή λειτουργία της εγκατάστασης του επιβάλλεται η ανάληψη των ευθυνών από τον εγκαταστάτη και αφ' ετέρου εξυπηρετεί τον εγκαταστάτη να μην έχει ευθύνες), πολλές εγκαταστάσεις δε διαθέτουν τα απαιτούμενα μέσα προστασίας. Έτσι έχουν υπάρξει περιπτώσεις που θεωρήθηκε από καταναλωτές, αλλά και από πραγματογνώμονες μηχανικούς (και κατά συνέπεια από δικαστήρια), ότι ευθύνεται το δίκτυο. Αναφέρεται ως παράδειγμα δικαστική απόφαση του 2009 στην Πάτρα, όπου αγνοήθηκε πλήρως η ανυπαρξία ισοδυναμικών συνδέσεων (οι οποίες αν υπήρχαν δε θα είχε εκδηλωθεί πυρκαγιά σε μια κατοικία στη Λευκάδα). Επίσης η ανυπαρξία ισοδυναμικών συνδέσεων είχε ως αποτέλεσμα να συμβεί θανατηφόρος ηλεκτροπληξία σε ένα μπάνιο γιατί κόπηκε ο ουδέτερος του δικτύου και η εγκατάσταση της κατοικίας δε διέθετε τα απαιτούμενα μέσα προστασίας. Εσφαλμένες απόψεις διατυπώνονται επίσης και με τις βλάβες ορισμένων ηλεκτρικών συσκευών, όπου οι βλάβες αποδίδονται σε διακυμάνσεις τάσης του δίκτυου, χωρίς να εξετάζεται ποτέ το ενδεχόμενο π.χ. της ανεπαρκούς διηλεκτρικής αντοχής της συσκευής, ή π.χ. αν υπήρξαν βλάβες σε συσκευές άλλων καταναλωτών της περιοχής, κ.λπ. [13]

Ακολούθως εξετάζονται οι συνέπειες από την αποκοπή του ουδετέρου. Στην παρ. 7.2. γίνεται αναφορά (με βάση δημοσίευση του 2010 σε διεθνές επιστημονικό περιοδικό) στις πιθανές συνέπειες για τον άνθρωπο και το περιβάλλον από την αποκοπή αγωγού του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης. Το θέμα των διακυμάνσεων εξετάζεται ξεχωριστά σε επόμενο κεφάλαιο.

α) Αποκοπή του ουδετέρου της ΔΕΗ που γειώνεται προ του μετρητή

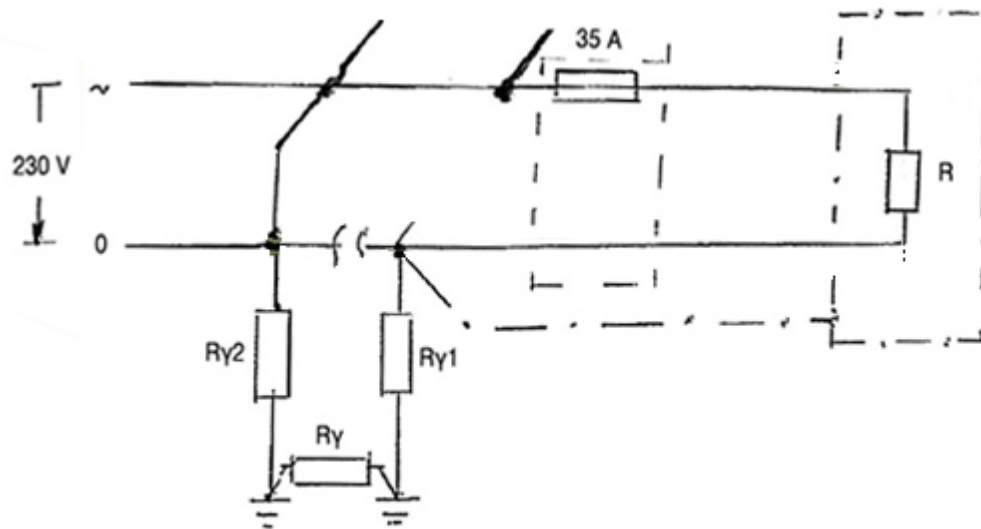
- Στην περίπτωση αυτή συμβαίνει καταμερισμός της τάσης μεταξύ της αντίστασης του φορτίου R και της αντίστασης γείωσης R_{γ} και τα μεταλλικά μέρη των ηλεκτρικών συσκευών είναι υπό επικίνδυνη τάση. Ισχύει εν προκειμένω : $I=230/(R+R_{\gamma})$
 $\rightarrow U_R=I \cdot R$ και $U=I \cdot R_{\gamma}$
- Η ύπαρξη ΔΔΕ προστατεύει γιατί θα γίνει βραχυκύκλωμα και θα συμβεί τήξη της ασφάλειας.
- Αν υπάρχουν ΔΔΕ (η εγκατάσταση του οποίου πλέον είναι υποχρεωτική από το 2006) θα γινόταν διακοπή ρεύματος.

β) Αποκοπή του ουδέτερου της ΔΕΗ που γειώνεται στον μετασχηματιστή

Στην περίπτωση αυτή συνδέονται στη σειρά φορτία με επικίνδυνες συνέπειες λόγω υπερθερμάνσεων.

8.1. ΑΠΟΚΟΠΗ ΤΟΥ ΟΥΔΕΤΕΡΟΥ ΣΤΗΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ

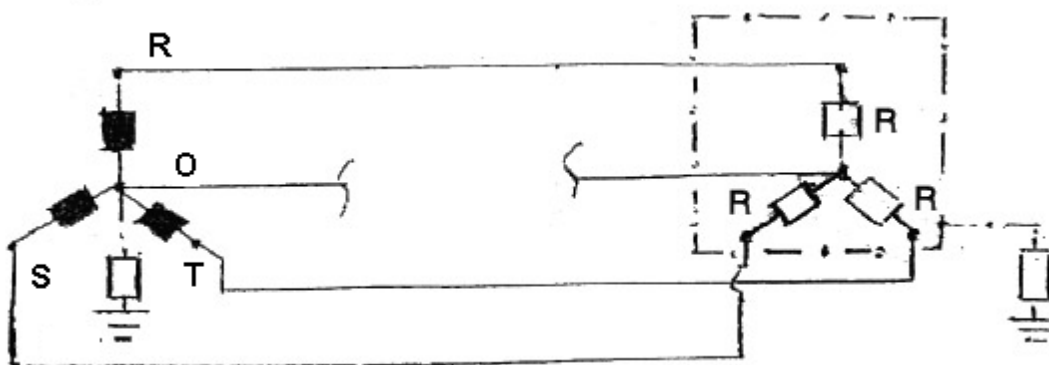
α) Αποκοπή του ουδέτερου στην εγκατάσταση του καταναλωτή όταν γειώνεται ο ουδέτερος προ του μετρητή



Σχήμα 8.1 : Αποκοπή γειωμένου ουδέτερου πριν το μετρητή

- Δε θα υπάρξει φορτίο

β) Αποκοπή του ουδέτερου στην εγκατάσταση του καταναλωτή όταν γειώνεται ο ουδέτερος στο μετασχηματιστή



Σχήμα 8.2 : Αποκοπή ουδέτερου γειωμένου στο Μ/Σ

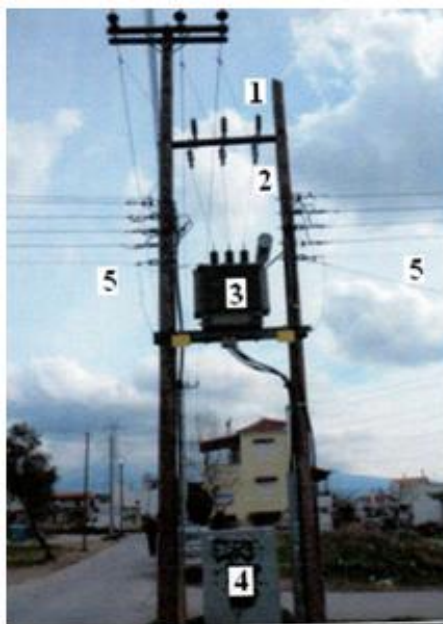
- Δε θα υπάρχει τάση στο φορτίο

8.2. ΠΙΘΑΝΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΓΙΑ ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ ΚΑΙ ΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΠΟΚΟΠΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ

Το μέγιστο μήκος μιας γραμμής διανομής χαμηλής τάσης (400 V) καθορίζεται από την ισχύ του μετασχηματιστή διανομής, το είδος και τη διατομή των αγωγών καθώς και το ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας. Η αποκοπή αγωγού του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης μπορεί να προκαλέσει θανατηφόρο ηλεκτροπληξία στον άνθρωπο ή και να είναι αιτία πυρκαγιάς. Χρειάζεται σχετική πρόβλεψη στους κανονισμούς, ώστε να αποκλείονται οι προαναφερθείσες δυσμενείς επιπτώσεις για τον άνθρωπο και το περιβάλλον. Σύμφωνα με πρόσφατη δημοσίευση [1] μία μέθοδος προστασίας θα μπορούσε να είναι η ενεργοποίηση κατά την αποκοπή αγωγού ενός εγκατεστημένου στον τελευταίο στύλο κάθε γραμμής συστήματος GSM, που θα θέτει εκτός λειτουργίας έναν αυτόματο γενικό διακόπτη παροχής τάσης προς τον πίνακα χαμηλής τάσης του υποσταθμού [13].

1) Η διάταξη ενός υπαίθριου υποσταθμού και η συνθήκη ουδετέρωσης

Τα εναέρια δίκτυα διανομής χαμηλής τάσης (400 V, 230 V) του συστήματος ενέργειας ηλεκτροδοτούνται κυρίως από υπαίθριους υποσταθμούς μέσης προς χαμηλή τάση (στην Ελλάδα 20kV/400V ή 14kV/400 V) μέσω πινάκων χαμηλής τάσης (σχήμα 1). Σύμφωνα με το παράδειγμα του σχήματος 1, η προστασία των γραμμών διανομής χαμηλής τάσης (5) επιτυγχάνεται μέσω κατάλληλων ασφαλειών, που είναι εγκατεστημένες στον πίνακα χαμηλής τάσης (4). Οι μονοπολικοί ασφαλειοαποζεύκτες (2) στη μέση τάση αποτελούν την προστασία του μετασχηματιστή (3) για σφάλματα προερχόμενα από τη μέση τάση και η προστασία του υποσταθμού από κεραυνούς επιτυγχάνεται με τα καθοδικά αλεξικέραυνα (1).



Σχήμα 8.3 : Παράδειγμα υποσταθμού μέσης προς χαμηλή τάση (20kV/400kV)

1. Καθοδικά αλεξικέραυνα

2. Μονοπολικοί ασφαλειοαποζεύκτες
3. Μετασχηματιστής 20 kV/400 V
4. Πίνακας χαμηλής τάσης (ασφαλειοκιβώτιο)
5. Γραμμές διανομής χαμηλής τάσης

Όπως έχει προαναφερθεί, όταν ικανοποιούνται οι απαιτήσεις για το μέγεθος του μετασχηματιστή, το μέγεθος της ασφάλειας και το μήκος της γραμμής, τότε ισχύει η συνθήκη βραχυκύκλωσης, σύμφωνα με την οποία κατά το βραχυκύκλωμα μεταξύ των αγωγών στον αέρα ή το έδαφος συμβαίνει ακαριαία τήξη της ασφάλειας, με αποτέλεσμα να θερμαίνονται οι αγωγοί μόνο μερικούς βαθμούς Κελσίου και συνεπώς να μη δημιουργούνται τήγματα μετάλλου από αυτούς. Αυτό αιτιολογείται από το γεγονός, ότι σε όλες τις περιπτώσεις η συνολική αντίσταση της διαδρομής βραχυκύκλωσης είναι πάντοτε το πολύ 1 Ω με αποτέλεσμα το ρεύμα βραχυκύκλωσης να έχει στην πράξη πολύ μεγαλύτερη τιμή από το τριπλάσιο ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας (I_n), που προκαλεί λόγω αυτού τήξη της ασφάλειας σε χρόνο μικρότερο του 1 sec. Η χειρότερη περίπτωση είναι όταν το ρεύμα είναι ίσο προς $3 \cdot I_n$ και η ασφάλεια τήκεται σε 5 sec.

Παρά την προαναφερθείσα αποτελεσματική προστασία των στοιχείων του δικτύου κατά το βραχυκύκλωμα μεταξύ των αγωγών στον αέρα (ή το έδαφος), έχουν συμβεί θανατηφόρες ηλεκτροπληξίες και πυρκαγιές κατά την αποκοπή αγωγών και πτώση τους στο έδαφος, που οφείλεται κυρίως σε αποκοπή κλώνων του από σκάγια κυνηγητικών όπλων ή σε πτώση ενός δένδρου στη γραμμή. Τα τελευταία χρόνια π.χ. έχουν συμβεί στην Ελλάδα τέσσερα θανατηφόρα ατυχήματα σε ένα εκ των οποίων προκλήθηκε και πυρκαγιά σε ξερά χόρτα που συνήθως υπάρχουν στις μεσογειακές χώρες το καλοκαίρι. Σε μια περίπτωση ο αγωγός ήλθε κατά την πτώση του σε μία βραχώδη περιοχή σε επαφή με τον επίτονο στύλο και ένας άνθρωπος υπέστη θανατηφόρο ηλεκτροπληξία, επειδή ήλθε σε αγωγήμη επαφή με τον επίτονο. Σε μια άλλη περίπτωση δύο άνθρωποι σκοτώθηκαν επειδή ακούμπησαν κομμένο αγωγό. Επίσης, ένα άνθρωπος υπέστη θανατηφόρο ηλεκτροπληξία επειδή ένας κομμένος αγωγός είχε πέσει πάνω σε μεταλλική περίφραξη, προκαλώντας ταυτόχρονα πυρκαγιά σε ξερά χόρτα, την οποία ο παθών προσπαθούσε να σβήσει [13].

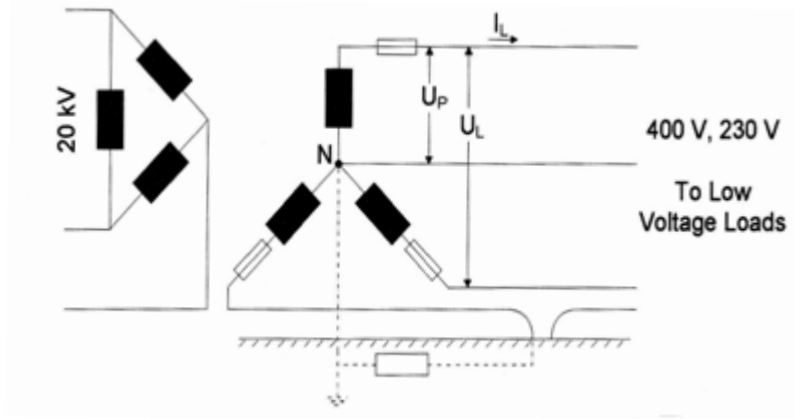
2) Υπολογισμός του ρεύματος προς γη κατά την αποκοπή ενός αγωγού

Στο σχήμα 2 δίνεται απλοποιημένα το κύκλωμα κατά την αποκοπή και πτώση ενός αγωγού φάσης στο έδαφος. Εξετάζεται η περίπτωση κατά την οποία το τμήμα του αγωγού που έπεσε στο έδαφος είναι προς την πλευρά του μετασχηματιστή, γιατί τότε μόνο μπορεί να υπάρξει ροή ρεύματος προς γη. Σύμφωνα με το σχήμα αυτό η ενεργός τιμή του ρεύματος προς γη :

$$I = \frac{U}{\sqrt{(Rl + Rt)^2 + (Xl + Xt)^2}}$$

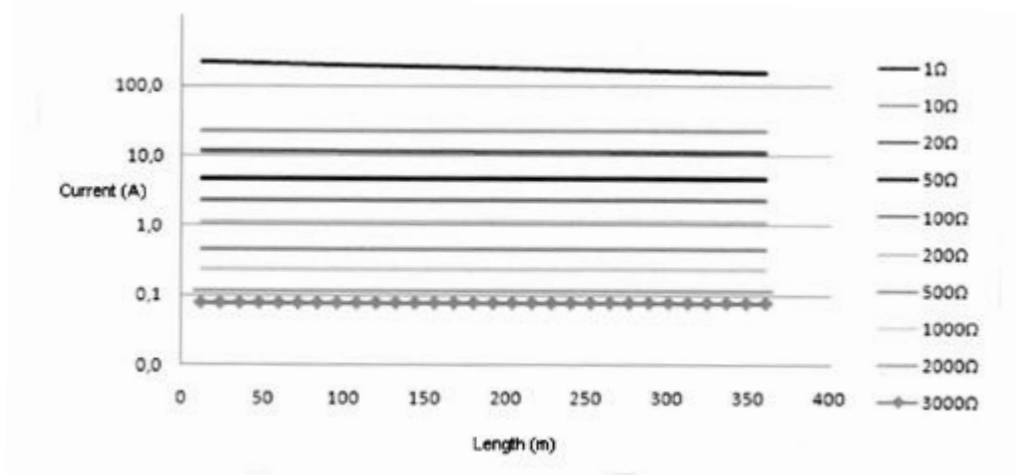
όπου : U η φασική τάση (230 V), Rl η ωμική αντίσταση του αγωγού, Xl η επαγωγική αντίσταση του αγωγού μέχρι τη θέση βραχυκύκλωσης, Rt η ωμική αντίσταση του μετασχηματιστή, Rc η αντίσταση επαφής μεταξύ αγωγού και γης (συμπεριλαμβάνοντας την αντίσταση που συναντά το ρεύμα επιστροφής). Οι υπολογισμοί του ρεύματος έγιναν για Rc = 1, 10, 20, 50, 100, 200, 500, 1000, 2000, 3000 Ω. Οι τιμές αυτές επελέγησαν για να αντιστοιχούν σε μία καλή μεταλλική επαφή (Rc= 1 Ω) μέχρι και τις μεγαλύτερες αντιστάσεις από 3000 Ω ανάλογα με το έδαφος. Δεν επελέγησαν μεγαλύτερες αντιστάσεις από 3000 Ω

γιατί, όπως θα διαπιστωθεί, το θέμα καλύπτεται ουσιαστικά από τις αντιστάσεις R_c , που προαναφέρθηκαν.



Σχήμα 8.4 : Αποκοπή ενός αγωγού φάσης

Σύμφωνα με τα παραπάνω αποτελέσματα των υπολογισμών του ρεύματος προς γη για αγωγό ισοδύναμης διατομής χαλκού 16 mm² για διάφορες τιμές αντίστασης σε σχέση με το μήκος τους, για ασφάλεια γραμμής 80 A και μετασχηματιστή 100 kVA, δίνονται στο σχήμα 3



Σχήμα 8.5 : Χαρακτηριστικές $I=f(l)$ για το γυμνό αγωγό αλουμινίου ισοδύναμης διατομής χαλκού 16 mm² του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης

I : ρεύμα προς γη λόγω αποκοπής αγωγού
 l : μήκος γραμμής. Ασφάλεια γραμμής 80 A.
 Μετασχηματιστής : 100 kVA, 20 kV/400V

3) Υπολογισμός της αύξησης της θερμοκρασίας στην αντίσταση επαφής

Εξετάζεται η περίπτωση κατά την οποία το τμήμα του αγωγού που έπεσε στο έδαφος είναι προς την πλευρά του μετασχηματιστή, γιατί τότε μόνο μπορεί να υπάρξει ροή ρεύματος προς γη.

Ο υπολογισμός του ρεύματος προς γη λόγω πτώσης του αγωγού έγινε με συμμετοχή όλων των αντιστάσεων που συνθέτουν το κύκλωμα. Όμως η θερμική ισχύς P επί του εδάφους, η οποία έχει σημασία για τα φαινόμενα που μπορεί να εκδηλωθούν εκεί, προέρχεται μόνο από την αντίσταση R_c. Έπεται :

$$P = I^2 * R_c$$

Έτσι υπό την προϋπόθεση θερμικής ισορροπίας στον αγωγό ισχύει :

$$I^2 * R_c = P_a$$

όπου P_a η απαγόμενη θερμική ισχύς, για την οποία ισχύει η σχέση :

$$P_a = K * B * \Delta\theta$$

όπου : K=7 W/C υπό συνθήκες άπνοιας, B η επιφάνεια απαγωγής της θερμότητας και Δθ η αύξηση της θερμοκρασίας ως προς τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

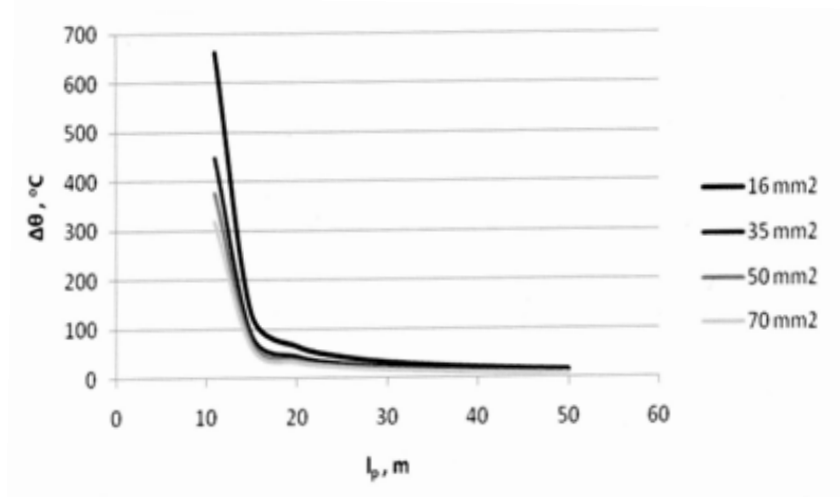
Αν θεωρηθεί ότι, λόγω του ύψους ανάρτησης της γραμμής επί του ξύλινου στύλου, το μήκος του αγωγού επί του εδάφους είναι l_p-10 μέτρα (όπου l_p το μήκος του αγωγού από τον προηγούμενο στύλο μέχρι τη θέση της αποκοπής και δέκα μέτρα το ύψος του στύλου στη χαμηλή τάση), τότε η επιφάνεια B είναι [10] :

$$B = \pi * D_c * (l_p - 10) = \pi * \sqrt{4,4 / \pi} * (l_p - 10)$$

όπου D_c η διάμετρος του αγωγού και A η διατομή του. Μέγιστη τιμή για το l_p έχουν θεωρηθεί τα 50 m που είναι η απόσταση δύο στύλων. Από τις τρεις προηγούμενες σχέσεις έπεται ότι [10]:

$$\Delta\theta = \frac{I^2 * R_c}{24,8 * (l_p - 10) * \sqrt{A}}$$

Σύμφωνα με τα παραπάνω, τα αποτελέσματα των υπολογισμών της τιμής Δθ επί του εδάφους, λόγω αποκοπής γυμνού αγωγού αλουμινίου (ηλεκτροδοτούμενου μέσω ασφαλείας 80 A από μετασχηματιστή 100 kVA), αναλόγως της διατομής του (ισοδύναμης χαλκού : 16, 35, 50 και 70 mm²) και το μήκος του, δίνονται στο σχήμα 4. Χρησιμοποιήθηκε αντίσταση διάβασης ίση με 20 Ω καθώς δίνει τις μεγαλύτερες θερμοκρασίες για το εύρος αντιστάσεων 20-400 Ω που είναι συνηθισμένο στην πράξη.



Σχήμα 8.6 : Χαρακτηριστικές $\Delta\theta=f(l_p)$ για του γυμνούς αγωγούς αλουμινίου του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης.

$\Delta\theta$: η αύξηση της θερμοκρασίας επί του εδάφους ως προς τη θερμοκρασία περιβάλλοντος

l_p : μήκος γραμμής μεταξύ των στύλων

Ασφάλεια γραμμής 80 A. Μετασχηματιστής : 100 kVA, 20 kV/400 V

Αντίσταση διάβασης 20 Ω

Σημείωση : Οι διατομές των αγωγών που δίνονται στο σχήμα είναι ισοδύναμες χαλκού

Παρόμοια αποτελέσματα με αυτά των σχημάτων 3 και 4 που αφορούν ενδεικτικά στον μετασχηματιστή των 100 kVA δίνονται και για τους υπόλοιπους μετασχηματιστές του πίνακα 1.

4) Σγόλια

Από τους υπολογισμούς $I=f(l)$ φαίνεται ότι κατά την αποκοπή αγωγού για συνολικές τιμές της αντίστασης η τιμή της έντασης βραχυκυκλώσεως είναι πολύ μεγάλη και συμβαίνει τήξη της ασφάλειας στον πίνακα του υποσταθμού σε κλάσμα του δευτερολέπτου. Όμως για $R=10 \Omega$ έως 3000Ω ή $R = \infty$ εάν ο αγωγός παραμένει αιωρούμενος στον αέρα, δεν προκαλείται τήξη της ασφάλειας, αφού το ρεύμα προς γη είναι μικρότερο του ονομαστικού ρεύματος των 80 A της ασφάλειας. Στις περιπτώσεις αυτές υπάρχει ο κίνδυνος ηλεκτροπληξίας για τον άνθρωπο αν έλθει σε επαφή με τον αγωγό, όπως συνέβη στις περιπτώσεις που αναφέρθηκαν προηγουμένως.

Από τις χαρακτηριστικές $\Delta\theta=f(l_p)$ του σχήματος 4 και τις θερμοκρασίες ανάφλεξης διαφόρων υλικών κατά τον πίνακα 1 φαίνεται ότι κατά την πτώση του αγωγού στο έδαφος αναπτύσσονται θερμοκρασίες στην επιφάνεια του εδάφους που μπορούν να προκαλέσουν πυρκαγιά αν υπάρχει στη θέση πτώσης του αγωγού διαθέσιμη καύσιμη ύλη.

Υλικό	Θερμοκρασία ανάφλεξης σε °C
Εφημερίδα	185
Μαλλί	228 έως 264
PVC	391
Χαρτί	230
Πευκόξυλο	228 έως 264

Πίνακας 8.1 : Θερμοκρασία ανάφλεξης ορισμένων υλικών

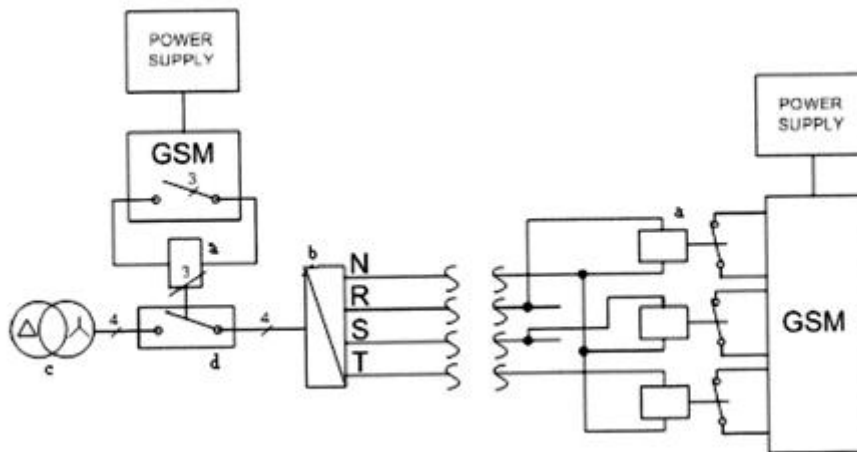
Επίσης από τις χαρακτηριστικές του σχήματος 5 φαίνεται ότι μεγαλύτερη θερμοκρασία αναπτύσσεται όταν μικρότερο μήκος του αγωγού ακουμπά στο έδαφος. Από τους υπολογισμούς της διαφοράς θερμοκρασίας που έχουν γίνει για τις διάφορες αντιστάσεις επαφής φαίνεται ότι μεγάλες θερμοκρασίες αναπτύσσονται για αντιστάσεις μικρότερες των 200 Ω.

Συνεπώς η αποκοπή ενός ή περισσότερων αγωγών του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης, εγκυμονεί κινδύνους ηλεκτροπληξίας για τον άνθρωπο και παράλληλα μπορεί να αποτελέσει και αιτία πυρκαγιάς. Γι' αυτό επιβάλλεται η λήψη μέτρων, τα οποία θα πρέπει να εφαρμοστούν άμεσα για την προστασία των ανθρώπων και του περιβάλλοντος.

5) Μια προτεινόμενη μέθοδος προστασίας του ανθρώπου και του περιβάλλοντος κατά την αποκοπή αγωγού του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης

Εκ των προαναφερθέντων συμπεραίνεται ότι χρειάζεται να γίνει σχετική πρόβλεψη στους κανονισμούς, ώστε να αποκλείονται οι προαναφερθείσες δυσμενείς επιπτώσεις για τον άνθρωπο και το περιβάλλον.

Η προστασία μπορεί να γίνει με ένα ηλεκτρονόμο 230 V ανά φάση, που διαθέτει μια κλειστή επαφή (NC) (σχήμα 5). Όπως φαίνεται στο σχήμα οι ηλεκτρονόμοι συνδέονται σε διαφορετική φάση ο καθένας και στον ουδέτερο. Οι συνδέσεις αυτές πρέπει να γίνουν στον τελευταίο στύλο της γραμμής. Επομένως σε περίπτωση αποκοπής ενός αγωγού ο αντίστοιχος ηλεκτρονόμος δε θα έχει τάση και γι' αυτό θα κλείσει η επαφή του, με αποτέλεσμα την ενεργοποίηση ενός συστήματος GSM, που θέτει εκτός λειτουργίας έναν αυτόματο γενικό διακόπτη παροχής τάσης προς τον πίνακα χαμηλής τάσης και ειδοποιεί τους μηχανικούς υπηρεσίας μέσω άμεσης κλήσης στο κέντρο ελέγχου. Η τοποθεσία του σφάλματος μπορεί να καθοριστεί μέσω αριθμού της κάρτας SIM που αντιστοιχίζεται σε κάθε σύστημα. Το σύστημα GSM τροφοδοτείται από μπαταρία επαναφορτιζόμενη από το δίκτυο. Συνεπώς απαιτείται περιοδική συντήρηση και αντικατάσταση της μπαταρίας. Ο προαναφερθείς διακόπτης μπορεί να εγκατασταθεί σε μεταλλικό κιβώτιο συναρμολογημένο πάνω στην οροφή του πίνακα ή στον στύλο. Σημειώνεται ότι συστήματα GSM είναι διαθέσιμα στο εμπόριο, τα οποία βρίσκουν ήδη εφαρμογές σε άλλες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Εννοείται ότι το σύστημα GSM, που θα χρησιμοποιηθεί, πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα απενεργοποίησής του σε περιπτώσεις αποκατάστασης βλαβών και εργασίες σύνδεσης νέων παροχών.



Σχήμα 8.7 : Ενεργοποίηση συστήματος GSM σε περίπτωση αποκοπής ουδετέρου

1. Ηλεκτρονόμος
2. Πίνακας διανομής χαμηλής τάσης
3. Μετασχηματιστής 20 kV / 400 V
4. Αυτόματος διακόπτης

6) Συμπεράσματα

Σε αυτή την ενότητα εξετάστηκε η περίπτωση αποκοπής και πτώσης στο έδαφος γυμνού αγωγού αλουμινίου του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης. Όπως διαπιστώθηκε υπάρχει μεγάλη πιθανότητα η ασφάλεια να μην τηχθεί με αποτέλεσμα την διακινδύνευση της ανθρώπινης ζωής ή την πρόκληση πυρκαγιάς. Για να αντιμετωπιστούν αυτοί οι κίνδυνοι, προτάθηκε μια μέθοδος προστασίας η οποία απενεργοποιεί άμεσα τη γραμμή σε περίπτωση αποκοπής ενός ή περισσότερων αγωγών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9ο

ΣΥΝΟΨΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Έχουμε φτάσει σε ένα σημείο της διπλωματικής εργασίας μας, στο οποίο κρίνουμε ότι έχουν καλυφθεί πολύ κομβικές και σημαντικές πτυχές της εν λόγω θεματικής ενότητας. Ανακεφαλαιώνοντας λοιπόν, μέχρι στιγμής επιχειρήθηκε η προσέγγιση του ζητήματος από τις εξής οπτικές:

- τη νομική και νομοθετική διάσταση του ζητήματος και
- το τεχνικό μέρος

Στο πλαίσιο αυτό αρχικά παρουσιάστηκαν οι θέσεις τριών εμπλεκόμενων φορέων, της ΔΕΗ, του Συνηγούρου του Πολίτη και του Συνηγούρου του Καταναλωτή. Κατά τη παρουσίαση αυτή παρατηρήθηκε

- η ανεπάρκεια σαφούς και ολοκληρωμένου νομοθετικού πλαισίου
- ασάφειες και αντιφάσεις στις τοποθετήσεις τους
- μεγάλη διάσταση στις απόψεις των δυο πλευρών
- η απουσία οποιασδήποτε ανάλυσης ή αναφοράς εκ μέρους και των τριών φορέων σε πολύ βασικά ζητήματα. Συγκεκριμένα δεν γίνεται καμία αναφορά στους ειδικούς ελέγχους που πρέπει να υπόκεινται τόσο οι ηλεκτρικές/ηλεκτρονικές συσκευές όσο και ο εξοπλισμός των εγκαταστάσεων, καμία ανάλυση για το πως δύναται μια διαταραχή στην τάση τροφοδότησης να καταστρέψει μια ηλεκτρική ή ηλεκτρονική συσκευή και ποια είδη διαταραχών μπορούν να προκαλέσουν βλάβη ή καταστροφή εξοπλισμού και τέλος, καμία αναφορά, αν μπορεί να συμβεί, σε φαινόμενα πυρκαγιάς εξαιτίας διαταραχών τάσης.

Στη συνέχεια έγινε εκτενής αναφορά στα δομικά χαρακτηριστικά μιας εγκατάστασης, στα είδη των διαταραχών τάσης, τις αιτίες εμφάνισής τους καθώς και τις επιπτώσεις τους σε διάφορα είδη ηλεκτρολογικού εξοπλισμού. Με αυτά τα δεδομένα επιχειρήσαμε να περιγράψουμε κατόπιν ορισμένους άξονες και νόρμες που πρέπει να διέπουν τη συμφωνία ανάμεσα στις επιχειρήσεις ηλεκτρισμού και τους καταναλωτές και την αξιολόγηση της ποιότητας ισχύος. Στη βάση αυτή αντλώντας και μια εμπειρία από διάφορα Πρότυπα προσπαθήσαμε να αναφερθούμε σε στοιχειώδεις κανόνες συντήρησης και βέλτιστης λειτουργίας των εγκαταστάσεων, όπως επίσης και στη σημασία της ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας.

Κατόπιν, αναπτύξαμε τις προϋποθέσεις για τη σωστή λειτουργία των κτιριακών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και των ηλεκτρικών συσκευών. Συγκεκριμένα αναφερθήκαμε στη μονωτική ικανότητα των κτιρίων και στη γείωση μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, στην αξιοπιστία των ηλεκτρικών συσκευών καθώς και τις απαραίτητες δοκιμές του στον εξοπλισμό των εγκαταστάσεων και στις ηλεκτρικές συσκευές. Όσον αφορά στην μονωτική ικανότητα μιας εγκατάστασης, η αντίσταση μόνωσης πρέπει να είναι τουλάχιστον 1000Ω/V. Οι ισοδυναμικές συνδέσεις είναι απολύτως απαραίτητες σε κάθε εγκατάσταση. Ιδιαίτερα σε εγκαταστάσεις χωρίς διακόπτη διαφυγής έντασης, η απουσία ισοδυναμικών συνδέσεων μπορεί να οδηγήσει σε βλάβες στον εξοπλισμό, πυρκαγιά ή ακόμα και σε θανατηφόρο ηλεκτροπληξία.

Σχετικά με την αξιοπιστία των ηλεκτρικών συσκευών, αφού αναφερθήκαμε σε όλες τις απαραίτητες δοκιμές που προβλέπουν οι κανονισμοί, τόσο για τον εξοπλισμό των εγκαταστάσεων όσο και για την ηλεκτρικές/ηλεκτρονικές συσκευές. Στο σημείο αυτό,

θεωρούμε απαραίτητο να αναφερθούμε στις μεγάλες ευθύνες που φέρει το Υπουργείο Ανάπτυξης για την μη εφαρμογή ελέγχων για την πιστοποίηση των απαραίτητων δοκιμών τόσο των εντός της χώρας παραγόμενων όσο και των εισαγόμενων προϊόντων. Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι αυτή η στάση είναι αντίθετη τόσο ως προς το συμφέρον του καταναλωτή, που σε πολλές περιπτώσεις αδυνατεί να αποζημιωθεί για μια βλάβη στον εξοπλισμό του όταν ο κύριος υπαίτιος αυτής της βλάβης ήταν η ίδια του η συσκευή, όσο και ως προς το συμφέρον της ίδιας της ΔΕΗ, καθώς σε οποιαδήποτε περίπτωση ζημίας, η ΔΕΗ τίθεται υπόλογη, χωρίς ποτέ να διερευνούνται οι ευθύνες των εταιρειών κατασκευής ή εισαγωγής. Επίσης το Υπουργείο Ανάπτυξης και οι λοιπές κρατικές αρχές φέρουν μεγάλο μερίδιο ευθύνης για τη μη ενημέρωση του καταναλωτικού κοινού, όσον αφορά στο συγκεκριμένο ζήτημα. Αποτέλεσμα της απουσίας ενημέρωσης είναι όταν ο καταναλωτής πλήττεται από την καταστροφή συσκευής του, να μην γνωρίζει τις πιθανότητες ευθύνης του κακού σχεδιασμού της ευθύνης, και να αποζητά την συνήθως δίκαιη αποζημίωση του αποκλειστικά και μόνο από τη ΔΕΗ. Στην ίδια κατεύθυνση, όπως έχουμε ήδη παρατηρήσει, κινούνται και οι δυο ανεξάρτητες Αρχές (Συνήγορος του Πολίτη και Συνήγορος) που σε οποιαδήποτε περίπτωση βλάβης κινούνται αυτομάτως κατά της ΔΕΗ χωρίς να εξετάζουν κάθε περίπτωση ξεχωριστά, χωρίς να λαμβάνουν υπ' όψιν τους τις προδιαγραφές που πρέπει να πληροί τόσο μια ηλεκτρική εγκατάσταση όσο και μια συσκευή. Κύριος λόγος για το προηγούμενο, είναι ότι και οι δυο Αρχές στερούνται προσωπικού εξειδικευμένο στο αντικείμενο και με γνώσης της τεχνικής πλευράς, με αποτέλεσμα να αδυνατούν σε πολλές περιπτώσεις να υπερασπιστούν τα δικαιώματα και το συμφέρον του καταναλωτή.

Λόγω των ανωτέρω, θεωρούμε χρήσιμο να αναφέρουμε ένα (μερικό μόνο) πλήθος ενεργειών που θα πρέπει να διενεργούνται σε κάθε διαφορετική περίπτωση βλάβης, πυρκαγιάς ή και θανατηφόρου ατυχήματος. Πρέπει λοιπόν σε κάθε πραγματογνωμοσύνη:

- να εξετάζεται το νόμιμο ή μη της ηλεκτρικής εγκατάστασης σύμφωνα με την υπεύθυνη δήλωση του ηλεκτρολόγου εγκαταστάτη,
- να εξετάζεται η ύπαρξη ή μη ισοδυναμικών συνδέσεων (ιδιαίτερα σε περιπτώσεις πυρκαγιάς ή ατυχήματος)
- να εξετάζεται αν έπρεπε να υπάρχει ΔΔΕ στον πίνακα
- να ελέγχεται η αντίσταση γείωση της εγκατάστασης
- να ελέγχεται ο εξοπλισμός ηλεκτρικών εγκαταστάσεων ως προς τις δοκιμές ποιοτικού ελέγχου
- να ελέγχονται εμπλεκόμενες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές ως προς τις δοκιμές ποιοτικού ελέγχου
- να εξετάζεται αν υπήρχε κάποιο πρόβλημα σε άλλους καταναλωτές που ηλεκτροδοτούνται από την ίδια γραμμή
- να ελέγχονται οι προβλεπόμενες από το νόμο επιθεωρήσεις και συντηρήσεις της γραμμής
- να ελέγχεται η ύπαρξη μετρήσεων σχετικά με την ποιότητα της παρεχόμενης στους καταναλωτές τάσης
- να εξετάζεται κάθε στοιχείο που θα καταδεικνύει την ομαλή ή μη λειτουργία της γραμμής ηλεκτροδότησης της εκάστοτε εγκατάστασης
- να λαμβάνεται υπ' όψιν η υποχρέωση του καταναλωτή να προστατεύει την εγκατάσταση με δικά του μέσα

Αφιερώσαμε ένα ειδικό κεφάλαιο στη συχνότερη αιτία πρόκλησης υλικών καταστροφών και

σημείο τριβής μεταξύ των αντικρουόμενων φορέων που είναι η αποκοπή αγωγού. Παράλληλα με την αποκλειστική ευθύνη του καταναλωτή σύμφωνα με το ΦΕΚ 470/β/5-3-2004 για την προστασία της εγκατάστασής του, ο εγκαταστάτης ηλεκτρολόγος φέρει την ευθύνη για την κατά το νόμο απαιτούμενη “ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ” να έχει εγκαταστήσει ότι απαιτείται για την προστασία της εγκατάστασης.

Στην περίπτωση αποκοπής ουδετέρου της ΔΕΗ, ο οποίος είναι γειωμένος πριν το μετρητή, η ύπαρξη ΔΔΕ (Διακόπτη Διαφυγής Έντασης) προστατεύει γιατί θα γίνει βραχυκύκλωμα, με αποτέλεσμα να γίνει διακοπή ρεύματος. Με αυτό τον τρόπο αποτρέπεται η εκδήλωση πυρκαγιάς. Επίσης η ύπαρξη ισοδυναμικών συνδέσεων αποτρέπει τον κίνδυνο εκδήλωσης τόσο πυρκαγιάς σε μια κατοικία όσο και θανατηφόρας ηλεκτροπληξίας.

Η άλλη εκδοχή αποκοπής ουδετέρου σχετίζεται με το αν αυτός γειώνεται στο μετασχηματιστή. Στην περίπτωση αυτή συνδέονται στη σειρά φορτία με επικίνδυνες συνέπειες λόγω υπερθερμάνσεων.

Μόνο στην περίπτωση αποκοπής αγωγού στο εναέριο δίκτυο εμφανίζεται κίνδυνος ηλεκτροπληξίας αφού το ρεύμα βραχυκύκλωσης για τις αντίστοιχες τιμές της αντίστασης ($R=10 \Omega$ έως $R=3000 \Omega$ ή $R=\infty$) δεν υπερβαίνει το ρεύμα τήξης της ασφάλειας. Γι' αυτό έχει προταθεί η ενεργοποίηση κατά την αποκοπή αγωγού ενός εγκατεστημένου στον τελευταίο στύλο κάθε γραμμής συστήματος GSM, που θα θέτει εκτός λειτουργίας έναν αυτόματο γενικό διακόπτη παροχής τάσης προς τον πίνακα χαμηλής τάσης του υποσταθμού.

Όλα τα ανωτέρω συμπεράσματα που προκύπτουν από την πορεία της εξέλιξης της διπλωματικής εργασίας σχετίζονται με μια προσπάθεια να απαντηθούν σημαντικά ερωτήματα, τα οποία εγείρουν οι ασάφειες και οι αντιφάσεις των τοποθετήσεων των τριών εμπλεκόμενων φορέων.

Εκτιμούμε ότι ο σκοπός της διπλωματικής μας εργασίας θα έπαυε να ήταν τόσο ουσιαστικός, αν δεν ασκούσαμε κριτική στον τρόπο με τον οποίο οι εν λόγω φορείς έχουν χειριστεί έως τώρα τα ζητήματα διαταραχών τάσης και τα επακόλουθά τους.

Πιστεύουμε ότι διαβάζοντας κανείς τις θέσεις των τριών φορέων, είναι σε θέση να διαπιστώσει πέρα από την ύπαρξη ενός ασαφούς, ανεπαρκούς και οριακά ανορθολογικού νομοθετικού πλαισίου (όπως έχει ήδη αναφερθεί), ότι υπάρχει ουσιαστικά έλλειψη βούλησης αντιμετώπισης τέτοιων προβληματικών από πλευράς πολιτείας.

Έχουμε τονίσει και θα συνεχίζουμε να το επισημαίνουμε, ότι η ποιότητα ισχύος, η απρόσκοπτη λειτουργία του δικτύου με συνέπεια την αξιοπιστία του απέναντι στον καταναλωτή βρίσκεται σε απόλυτη συνάρτηση με την ύπαρξη ενός ισχυρού, σύγχρονου και πάνω από όλα δημόσιου φορέα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας.

Δυστυχώς τα τελευταία χρόνια πολιτικές οι οποίες αποσκοπούν στην απαξίωση της ΔΕΗ (με προτάσεις που διατυπώνονται για την ανάγκη ιδιωτικοποίησης της (!)) έχουν οδηγήσει σε περικοπές που αφορούν στη μείωση ενός απαραίτητου και νευραλγικού στελεχιακού και τεχνικού προσωπικού. Μια τέτοια κατεύθυνση οδηγεί για παράδειγμα ο νέος μηχανικός (ο οποίος πλέον διορίζεται υπό καθεστώς ελαστικών εργασιακών σχέσεων) να μην έχει τη δυνατότητα πρόσβασης στην εμπειρία και την τεχνογνωσία που έχει αποκτήσει μια

παλαιότερη γενιά μηχανικών και τεχνικών της εταιρίας, μιας και οι τελευταίοι έχουν απομακρυνθεί στα πλαίσια της πολιτικής της λιτότητας που ακολουθεί το κράτος και η διοίκηση της εταιρίας.

Αντιλαμβανόμαστε λοιπόν ότι τέτοιου είδους λογικές ταράσσουν αφενός τις σχέσεις εμπιστοσύνης μεταξύ ΔΕΗ και καταναλωτών αφετέρου μειώνουν το τεχνικό κύρος που είχε αποκτήσει η ΔΕΗ μέσα από την εργασία των υπαλλήλων της.

Η έλλειψη βούλησης από πλευράς της ΔΕΗ φαίνεται και από το γεγονός ότι δεν απαντά και με τον πιο πειστικό τρόπο απέναντι στις αιτιάσεις που προβάλλουν ο ΣτΚ και ο ΣτΠ. Δύο φορείς, που ενώ η ύπαρξή τους κρίνεται θεωρητικά απαραίτητη, ωστόσο τα επιχειρήματά τους δεν προκύπτουν από ένα καταρτισμένο προσωπικό τεχνικών και εμπειρογνώμων, αλλά είναι αποτέλεσμα και μόνο μιας νομικής προσέγγισης.

Επομένως η ΔΕΗ θα όφειλε κανονικά, πέρα από όλα τα άλλα, να πρωταγωνιστεί στην προσπάθεια η ελληνική νομοθεσία να εμπεριέχει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο που θα διέπει όλες τις πτυχές ζητημάτων που άπτονται στους κανόνες λειτουργίας του δικτύου. Αντίθετα αυτό που συμβαίνει τώρα είναι μια αόριστη, ανώφελη και πολύ μερική αντιγραφή ξένων προτύπων.

Τέλος, ότι αφορά στην αποκοπή ουδετέρου, είδαμε ότι η ΔΕΗ αποφαινεται ότι για τεχνικούς λόγους είναι αδύνατη η μέτρηση της αντίστασης του ουδετέρου με σκοπό την αποτροπή της αποκοπής του. Ωστόσο είτε οι τεχνικοί της ΔΕΗ, είτε συνεργαζόμενα εργολαβικά συνεργεία θα μπορούσαν να πραγματοποιήσουν την εξής απλή μέτρηση. Όντως για τμήματα αγωγών που βρίσκονται υπόγεια είναι δύσκολο να πραγματοποιηθούν μετρήσεις, εξαιτίας τεχνικών δυσκολιών. Αλλά αυτό που μας ενδιαφέρει για την εν λόγω μέτρηση είναι να υπολογίσουμε την αντίσταση ανάμεσα σε κάποια άκρα του αγωγού. Και αυτό θα μπορούσε να γίνει με ένα όργανο μέγερ με το οποίο θα υπολογίζαμε την αντίσταση σε ένα τμήμα ουδετέρου, το ένα άκρο του οποίου είναι στον πίνακα του δικτύου της ΔΕΗ και το άλλο στο μετασχηματιστή διανομής της τάσης του καταναλωτή.

Έτσι αν υπάρχει μεγάλη διαφορά ανάμεσα σε διαδοχικές τιμές αντίστασης του ουδετέρου (μετρήσεις που έγιναν λόγω χάρη με διαφορά ενός έτους), τότε ο αγωγός εμφανίζει κάποια ασυνέχεια, γεγονός που σημαίνει ότι η μονωτική ικανότητα του ουδετέρου για διάφορους λόγους έχει αλλοιωθεί. Επομένως μπορεί να υπάρξει ένα τέτοιο είδος τεχνικής εποπτείας για την αποτροπή της αποκοπής ουδετέρου.

Το συμπέρασμα λοιπόν είναι ότι το θέμα με το οποίο καταπιάνεται αυτή η διπλωματική εργασία ξεφεύγει κατά πολύ από μια τεχνική προσέγγιση και αγγίζει συνολικότερα ερωτήματα διάρθρωσης, λειτουργίας και οργάνωσης του κρατικού μηχανισμού. Η διασφάλιση της ποιότητας ισχύος πρέπει να αποτελέσει μείζον ζήτημα για την ελληνική πολιτεία. Εκτιμούμε ότι τα τελευταία χρόνια, εξαιτίας της σε μεγάλο βαθμό μη εμπεριστατωμένης προσέγγισης του ζητήματος αυτού από εμπλεκόμενους φορείς, η σημασία που έχει για τους καταναλωτές η ποιότητα ισχύος και οι διαταραχές της παρεχόμενης τάσης έχει υποτιμηθεί αρκετά.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

A.1. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

Το πρόβλημα με τις ηλεκτρικές συσκευές εντοπίζεται κυρίως στην ευαισθησία που παρουσιάζουν αυτές στις διαφόρου τύπου διαταράξεις στην τάση του δικτύου. Τέτοιες συσκευές είναι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές (προβληματικά τροφοδοτικά), στερεοφωνικά συστήματα, φούρνοι μικροκυμάτων κλπ .

Όπως έχει ειπωθεί και προηγουμένως η εμφάνιση διαταραχών της τάσης της ΔΕΗ τόσο σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας όσο και στην περίπτωση έκτακτου συμβάντος είναι αναπόφευκτη. Κάποιες από τις διαταραχές αυτές μπορεί να επηρεάσουν τη λειτουργία του ευαίσθητου ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

Στα εναέρια δίκτυα διανομής η συχνότητα εμφάνισής των διαταραχών της τάσης είναι μεγαλύτερη λόγω της έκθεσης των δικτύων αυτών στην επίδραση εξωγενών παραγόντων και δυσμενών καιρικών συνθηκών.

Η εμφάνιση διαταραχών τάσης (μειώσεις, υπερτάσεις, διακυμάνσεις κλπ.) μπορεί να οφείλεται σε διάφορες αιτίες, όπως π.χ.:

- στην πτώση κεραυνού
- στην επίδραση ακραίου καιρικού φαινομένου (θύελλα κ.α.) σε εναέριο δίκτυο
- σε πουλιά ή ζώα που προκαλούν βραχυκυκλώματα στα δίκτυα
- στην πτώση στύλου εναερίου δικτύου της ΔΕΗ λόγω πρόσκρουσης οχήματος πάνω του
- στην κοπή υπογείου καλωδίου της ΔΕΗ από μηχάνημα εκσκαφών τρίτου
- στην κοπή αγωγού εναερίου δικτύου της ΔΕΗ λόγω πτώσης δένδρου πάνω του
- σε τυχαία αποκοπή του ουδετέρου αγωγού σε υπόγειο καλώδιο της ΔΕΗ, στα οποία δεν είναι δυνατή η επιθεώρηση
- στην επαναφορά του ρεύματος, κατά την επανηλέκτριση του δικτύου μετά από διακοπή
- σε μεγάλες και συχνές μεταβολές των ηλεκτρικών καταναλώσεων της εσωτερικής ηλεκτρικής εγκατάστασής σας ή άλλων γειτονικών εσωτερικών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων άλλων καταναλωτών (π.χ. ζεύξη/απόζευξη κινητήρων)
- στη λειτουργία ηλεκτρικών συσκευών άλλων καταναλωτών ή ακόμα και των δικών σας ηλεκτρικών συσκευών (π.χ. εμφάνιση συχνότητας πολλαπλάσιας της κανονικής συχνότητας των 50 Hz)
- στη λειτουργία μονάδων διεσπαρμένης παραγωγής [A1]

Ωστόσο παρά τη λήψη όλων των δυνατών μέτρων από τη ΔΕΗ είναι αντικειμενικά και πρακτικά αδύνατο να αποκλεισθεί παντελώς η εμφάνιση διαταραχών της τάσης (μειώσεις της τάσης, υπερτάσεις, διακοπές βραχείας ή μακράς διάρκειας κ.λπ.) που οφείλονται στις προαναφερόμενες αιτίες με αποτέλεσμα η τάση να αποκλίνει από την επιζητούμενη ιδανική μορφή της (σταθερή και απόλυτα ημιτονοειδή τάση).

Η αναπόφευκτη αυτή εμφάνιση διαταραχών τάσης προβλέπεται από το Ελληνικό πρότυπο ΕΛΟΤ EN 50160.

Είναι απαραίτητο η εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση ή συσκευή να κατασκευάζεται, αλλά και να ελέγχεται από αδειούχους ηλεκτρολόγους εγκαταστάτες όπως προβλέπεται από την ισχύουσα νομοθεσία.

Επίσης πρέπει να γνωστοποιείται στον καταναλωτή αν οι κατασκευαστές ηλεκτρολογικού και ιδιαίτερα ηλεκτρονικού εξοπλισμού έχουν συμμορφωθεί με τις ευρωπαϊκές οδηγίες, περί ηλεκτρομαγνητικής συμβατότητας, κατά το σχεδιασμό και τις δοκιμές των προϊόντων τους. Στις οδηγίες αυτές καθορίζονται τα ελάχιστα απαιτούμενα επίπεδα «ατρωσίας» του εξοπλισμού στις διαταραχές τάσης, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η συμβατότητα των ηλεκτρικών συσκευών μεταξύ τους και με το δημόσιο δίκτυο διανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

Επιπλέον για τη διασφάλιση του, ο καταναλωτής πρέπει να προμηθεύεται με διατάξεις προστασίας της εγκατάστασης του (π.χ. επιτηρητές τάσης, σταθεροποιητές τάσης, συστήματα αδιάλειπτης τροφοδότησης ισχύος) αν ο ευαίσθητος εξοπλισμός δεν διαθέτει επαρκή ενσωματωμένη προστασία έναντι διαταραχών της τάσης.

Στο εμπόριο διατίθενται τέτοιες διατάξεις προστασίας, οι οποίες, με τη μέριμνα του καταναλωτή, μπορούν να εγκατασταθούν στο αρχικό στάδιο κατασκευής της εγκατάστασής ή και αργότερα, για την προστασία όλης ή τμήματος της εγκατάστασής ή μεμονωμένων ευαίσθητων ηλεκτρονικών συσκευών.

Στη συνέχεια περιγράφονται ενδεικτικά ορισμένοι τύποι διαταραχών τάσης, οι οποίες μπορούν να επηρεάσουν την ορθή λειτουργία ή και να προκαλέσουν ζημιά σε ευαίσθητες συσκευές καθώς και τα αντίστοιχα μέτρα προστασίας [28].

A.2. ΟΔΗΓΙΑ 2006/95/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΤΩΝ ΜΕΛΩΝ ΧΩΡΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΗ ΜΕΣΑ ΣΕ ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΑ ΟΡΙΑ ΤΑΣΗΣ

Στο σημείο αυτό κρίνουμε απαραίτητο να αναφερθούμε στην ευρωπαϊκή οδηγία σε σχέση με τους κανονισμούς που πρέπει να τηρούνται για την είσοδο μιας ηλεκτρικής συσκευής στην αγορά.

Καταρχάς ορίζεται ως ηλεκτρικός εξοπλισμός νοείται κάθε εξοπλισμός-συσκευή που έχει σχεδιαστεί για χρήση με τάση λειτουργίας από 50 έως 1000 V για εναλλασσόμενο ρεύμα και 75 έως 1500 V για συνεχές ρεύμα.

Τα κράτη μέλη οφείλουν να έχουν λάβει όλα τα απαραίτητα μέτρα για να διασφαλίσουν ότι ο ηλεκτρικός εξοπλισμός μπορεί να εισαχθεί στην αγορά μόνο αν, έχει κατασκευαστεί σύμφωνα με τις απαραίτητες προϋποθέσεις σε σχέση με την ασφάλεια, την ποιότητα κατασκευής, δε θέτει σε κίνδυνο την ασφάλεια ατόμων, κατοικίδιων ή περιουσίας και τέλος έχει τοποθετηθεί και συντηρείται κατάλληλα και χρησιμοποιείται για το σκοπό που κατασκευάστηκε.

Αυτές οι βασικές προϋποθέσεις πρέπει να συνοδεύονται γραπτώς με τον εξοπλισμό. Το όνομα της εταιρείας πρέπει να είναι προφανώς με εμφανή τρόπο σημασμένο. Ο ηλεκτρικός

εξοπλισμός καθώς και τα κομμάτια που το συνοδεύουν πρέπει να είναι κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο που να διασφαλίζουν την ασφαλή σύνδεση και λειτουργία του.

Επιπλέον πρέπει να έχουν ληφθεί όλες οι προβλεπόμενες διαδικασίες κατά την κατασκευή και τον έλεγχο του, ώστε να αποτρέπεται ο οποιοσδήποτε κίνδυνος για την ασφάλεια των ατόμων από άμεση ή έμμεση επαφή με τον εξοπλισμό. Η θερμοκρασία, τα τόξα και η ακτινοβολία από τον εξοπλισμό έχουν τέτοιο μέγεθος που δεν εγκυμονούν κάποιο κίνδυνο. Επίσης πρέπει να έχει γίνει πρόβλεψη για την κατάλληλη μόνωση, εναρμονισμένη με τις απαιτήσεις για την εγκατάσταση.

Τέλος είναι απαραίτητη η αντοχή του εξοπλισμού σε μηχανικές καταπονήσεις, σε περιβαλλοντικές συνθήκες και σε συνθήκες υπερφόρτισής του.

Τα κράτη μέλη οφείλουν να λαμβάνουν όλα τα απαραίτητα μέτρα για να εξασφαλίσουν ότι, οι ηλεκτρικές συσκευές οι οποίες υπόκεινται στις προϋποθέσεις ασφαλείας που αναφέρθηκαν παραπάνω πρέπει να αξιολογούνται από τις αρμόδιες αρχές του κάθε μέλους, ώστε να δίνεται η έγκριση για την είσοδο του προϊόντος στην αγορά και την ελεύθερη διακίνησή του. Το κάθε μέλος πρέπει να διέπεται από επαρκή νομοθεσία για τον παραπάνω σκοπό. Προβλέπεται ακόμη η ενημέρωση και η αλλαγή όλων αυτών των προϋποθέσεων σύμφωνα με την τεχνολογική πρόοδο της περιόδου.

Πολύ σημαντικό είναι επίσης το γεγονός ότι η οδηγία αυτή υποχρεώνει τον κατασκευαστή να καταθέτει τεχνική τεκμηρίωση που θα αποδεικνύει τη συμμόρφωση της διαδικασίας που ακολουθείται κατά την παραγωγή στις προϋποθέσεις που θέτει αυτή η οδηγία. Η τεκμηρίωση αυτή πρέπει να περιλαμβάνει :

- μια γενική περιγραφή του ηλεκτρικού εξοπλισμού
- το ηλεκτρολογικό και μηχανολογικό του σχεδιάγραμμα
- τις απαραίτητες περιγραφές και επισημάνσεις
- τον τρόπο με τον οποίο το εν λόγω προϊόν καλύπτει τις απαιτήσεις αυτή της οδηγίας
- τα αποτελέσματα της διαδικασίας δοκιμών και ελέγχου

Παρά τις όποιες δικλίδες ασφαλείας δημιουργεί αυτή η οδηγία, θα ήταν παράλειψη μας αν δεν κάνουμε κριτική στο άρθρο 10 της οδηγίας, στο οποίο σημειώνεται ότι η εν λόγω οδηγία δεν αναφέρεται στα προϊόντα που εξάγονται από χώρες της Ε.Ε. σε τρίτες χώρες. [29]

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

B.1. Παράδειγμα

Όπως προκύπτει τόσο από την Έκθεση Απλής Αυτοψίας της Πυροσβεστικής Υπηρεσίας, όσο και την Πραγματογνωμοσύνη του ορισθέντος μηχανικού “περί την ώρα 14.30 εξερράγη πυρκαγιά στο κέντρο αποθήκης 6000περίπου, που είχε εύφλεκτα και ευαίσθητα σε θερμοκρασίες υλικά. Τα αίτια της φωτιάς δεν κατέστη δυνατό να εξακριβωθούν. Δεν υπήρξε αυτόπτης μάρτυρας περί των αιτιών έναρξης της πυρκαγιάς. Η καταστροφή των εγκαταστάσεων ήταν ολοσχερής”. Σημειώνεται ότι η ημέρα της πυρκαγιάς δεν ήταν εργάσιμη (δεν υπήρχε απολύτως καμία δραστηριότητα εντός της αποθήκης) και ότι η εξωτερική θερμοκρασία ήταν κατά την ΕΜΥ 31. Η αποθήκη ήταν ένας ενιαίος χώρος με πυροθερμικό φορτίο περίπου 2.400 χωρίς μέσα πυρανίχνευσης και πυροπροστασίας και η στέγη ήταν από λαμαρίνα χωρίς θερμομόνωση. Επίσης η μισή περίπου αποθήκη ήταν παράνομα κατασκευασμένη.

Παρά τα ανωτέρω, η ιδιοκτήτρια εταιρία ισχυρίστηκε ότι : “και περί ώρα 2.300 μ.μ. Εξαιτίας αλληπάλληλων μεταβολών της πολικής τάσης στην περιοχή (από 270 V έως 390 V) εκδηλώθηκε πυρκαγιά...”.

Η εταιρία ηλεκτρισμού αποκλείει παντελώς την πρόκληση της πυρκαγιάς από διακυμάνσεις τάσης, γεγονός που επιβεβαιώνεται τόσο από το καταγραφικό της τάσης στο KYT της περιοχής, όσο και από ότι δεν υπήρξαν διακυμάνσεις τάσης σε άλλους καταναλωτές που ηλεκτροδοτούνταν από την ίδια γραμμή της ΔΕΗ.

Ζητείται:

Η γνωμοδότηση αν οι διακυμάνσεις της τάσης μπορούσαν να προκαλέσουν υπερθέρμανση σε αγωγούς NYA διατομών 1,5 έως 50 , επειδή διατυπώθηκε η άποψη ότι υπήρχαν φορτία σε λειτουργία (όπως ψυγεία, φωτισμός κ.λπ.).

Είχαν ληφθεί κατά το νόμο όλα τα απαιτούμενα μέτρα πυροπροστασίας;

Για λόγους ευκολότερης κατανόησης του παραδείγματος και των περιπτώσεων που ακολουθούν παραθέτουμε τις παρακάτω επεξηγήσεις συμβόλων :

A : Επιφάνεια απαγωγής της θερμότητας

C = 3,44 Ws/ (ειδική θερμότητα του χαλκού)

$\Delta\theta$, $\Delta\theta_1$: Αύξηση της θερμοκρασίας αγωγού ως προς το περιβάλλον υπό ρεύμα λειτουργίας αντίστοιχα I και II

$\Delta\theta_N$: Αύξηση της θερμοκρασίας αγωγού ως προς το περιβάλλον υπό ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας IN

Z : Ηλεκτρική αντίσταση

Θ , Θ_1 : Συνολική θερμοκρασία αγωγού υπό ρεύμα λειτουργίας αντίστοιχα I και II.

θ_0 : Θερμοκρασία περιβάλλοντος (χώρου)

I_a : Ονομαστικό ρεύμα ασφαλείας

I_b : Ρεύμα βραχυκύκλωσης

I, I_1, I_2 : I_{max} : Μέγιστη τιμή του ρεύματος διαρροής

I_N : Ενεργός τιμή του ονομαστικού ρεύματος

κ : Θερμικός συντελεστής

$k = \rho/c = 0,0058$ (συντελεστής για το χαλκό)

MJ/: Μεγατζάουλ ανά τετραγωνικό μέτρο (μονάδα μέτρησης του πυροθερμικού φορτίου ανά τετραγωνικό μέτρο)

P : Απορροφόμενη ηλεκτρική ισχύς

P_N : Ονομαστική ηλεκτρική ισχύς

$P = 0,02$

R_{min} = Ελάχιστη τιμή της αντίστασης μόνωσης

t : ο χρόνος

x : Απόσταση από τη θέση εκδήλωσης της θερμοκρασίας

W_n : Ηλεκτρική ενέργεια

W_θ : Θερμική ενέργεια Ενεργός τιμή ηλεκτρικού ρεύματος

1. Μεταβολή της θερμοκρασίας σε ηλεκτρικές γραμμές του επίμαχου κτιρίου σε περίπτωση υποθετικής μείωσης της πολικής τάσης του δικτύου (400 V) σε 280 V (κατά την αγωγή), υπό συνήθη λειτουργία.

Ως ονομαστικό ρεύμα (I_N) μιας συνήθους ηλεκτρικής κτιριακής εγκατάστασης (ή ενός ηλεκτρικού μηχανήματος) νοείται το μέγιστο ρεύμα λειτουργίας, λόγω του οποίου η αύξηση της θερμοκρασίας ως προς το περιβάλλον είναι περίπου μέχρι 55 [1]. Στην πράξη όμως για λόγους μη ταυτόχρονης λειτουργίας των ηλεκτρικών φορτίων μιας κτιριακής εγκατάστασης, το ρεύμα λειτουργίας είναι πολύ μικρότερο από το ονομαστικό ρεύμα ($I < I_N$).

Στην υπό εξέταση περίπτωση ισχύει :

$$I \approx 0,2 * I_N \quad (1)$$

Συνεπώς για τη λειτουργία της γραμμής υπό ρεύμα I ισχύει η σχέση (2)

$$I^2 * R = \kappa * A * \Delta\theta \quad (2)$$

Για λειτουργία της γραμμής υπό ονομαστικό ρεύμα ισχύει αντίστοιχα η σχέση :

$$I_N^2 * R = \kappa * A * \Delta\theta \quad (3)$$

Από τις σχέσεις (2) και (3) έπεται ότι :

$$\Delta\theta = \Delta\theta_N * (I / I_N)^2 \quad (4)$$

Ή σε συνδυασμό με τη σχέση (1) :

$$\Delta\theta = \Delta\theta_N * 0,2^2 = 2,2 \quad (5)$$

Σε ένα χώρο, όπου αποθηκεύονται ευαίσθητα και εύφλεκτα προϊόντα η θερμοκρασία του χώρου θα πρέπει να είναι της τάξεως των $\theta_0 = 22-25 \text{ C}^\circ$. Όταν οι ηλεκτρικές εγκαταστάσεις του χώρου αυτού συντηρούνται σωστά από ηλεκτρολόγο, η αύξηση της θερμοκρασίας στις διάφορες ηλεκτρικές γραμμές στους διακόπτες, τους ρευματοδότες, κ.λπ. είναι απειροελάχιστη (το πολύ κατά τις ανωτέρω σχέσεις [1] και [5] $\Delta\theta=2-3 \text{ C}^\circ$) [B1].

Σύμφωνα με τα ανωτέρω, αν εξετασθεί ως παράδειγμα μια γραμμή (ένα τμήμα) της ηλεκτρικής εγκατάστασης με ωμική αντίσταση R , η οποία λειτουργούσε υπό ενεργό τιμή ρεύματος $I_1=20 \text{ A}$, τότε για τις απώλειες θερμότητας σε αυτή θα ίσχυε η σχέση :

$$I_1^2 * R = \kappa * A * \Delta\theta_1 \quad (6)$$

Επομένως για θερμοκρασία περιβάλλοντος $\theta_0 = 25 \text{ C}^\circ$ και αύξηση θερμοκρασίας κατά $\Delta\theta_1=3 \text{ C}^\circ$ η συνολική θερμοκρασία του αγωγού (Θ_1) θα ήταν

$$\Theta_1=\theta_0+\Delta\theta_1 = 28 \text{ C}^\circ \quad (7)$$

Η απορροφώμενη ηλεκτρική ισχύς (P_1) στην ανωτέρω γραμμή για φασική τάση του δικτύου

$U_1=230 \text{ V}$ θα ήταν :

$$P_1= U_1 * I_1=230 * 20=4600 \text{ W} \quad (8)$$

Για μείωση της πολικής τάσης (U_π) στα 280 V η φασική τάση υπολογίζεται ως εξής :

$$U_2=U_\pi/1,73=162 \text{ V} \quad (9)$$

Έτσι υπό σταθερή τιμή ισχύος ($P_1=P_2$, π.χ. λόγω παραγωγής σταθερού έργου από κινητήρα) η τιμή του ρεύματος I_2 προς την εν λόγω γραμμή θα ήταν :

$$I_2= P_1/U_2=4600/162=28,4 \text{ A} \quad (10)$$

Συνεπώς για λειτουργία της γραμμής υπό ρεύμα I_2 θα ίσχυε αντίστοιχα η σχέση:

$$I_2^2 * R = \kappa * A * \Delta\theta_2 \quad (11)$$

Από τις σχέσεις (6) και (11) έπεται ότι :

$$\Delta\theta_2 = \Delta\theta_1 * (I_2 / I_1)^2 \quad (12)$$

Επομένως για θερμοκρασία περιβάλλοντος $\theta_0=25 \text{ C}^\circ$ η συνολική θερμοκρασία του αγωγού είναι

$$\Theta_2=\theta_0+\Delta\theta_2=31 \text{ C}^\circ$$

Στη συγκεκριμένη περίπτωση όπου η θερμομονωτική ικανότητα της στέγης ήταν ουσιαστικά ανύπαρκτη, η θερμοκρασία χώρου ταυτιζόταν με την εξωτερική. Εν προκειμένω, όπως προκύπτει από την ΕΜΥ η εξωτερική θερμοκρασία ήταν 41 . Συνεπώς η θερμοκρασία αυτή δε θα μπορούσε να ήταν αιτία πυρκαγιάς ή να προκαλέσει τη δημιουργία τήγματος από τους εκ χαλκού αγωγούς, γιατί η θερμοκρασία τήξης του χαλκού είναι 1080 C° [B4],[B5].

Σημειώνεται ότι σε περίπτωση που η ισχύς P_2 , δεν μπορεί να θεωρηθεί ότι είναι ίση με την P_1 , αλλά ήταν μικρότερη (όπως π.χ. θα συνέβαινε με μια γραμμή φωτισμού με λαμπτήρες πυρακτώσεως), τότε η τιμή του ρεύματος I_2 δε θα ήταν μεγαλύτερη από την τιμή I_1 αλλά μικρότερη. Στην περίπτωση δηλαδή αυτή ισχύει, ότι υπό σταθερή τιμή της αντίστασης κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας, η θερμοκρασία της γραμμής μειώνεται αντί να αυξάνει και συνεπώς δεν υφίσταται κατά μείζονα λόγο αιτία πρόκλησης πυρκαγιάς από το ηλεκτρικό ρεύμα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, επειδή η ημέρα της πυρκαγιάς δεν ήταν εργάσιμη και η αποθήκη ήταν κλειστή, οι περισσότερες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις του κτιρίου είτε δε λειτουργούσαν καθόλου, είτε λειτουργούσαν με μικρότερη τιμή ρεύματος από το ονομαστικό ρεύμα (όσες λειτουργούσαν). Συνεπώς η θερμοκρασία στις διάφορες γραμμές του κτιρίου θα ήταν οπωσδήποτε πολύ μεγαλύτερη από 41. [14][15][16][17][18]

2. Μεταβολή της θερμοκρασίας σε ηλεκτρικές γραμμές του επίμαχου κτιρίου καθώς και σε ηλεκτρικά εξαρτήματα και μηχανήματα που ηλεκτροδοτούνταν 9όπως ασφαλειοθήκες, διακόπτες πινάκων, κινητήρες, κλπ.) κατά την υποθετική εκδήλωση βραχυκυκλώματος, όταν ήδη λειτουργούσαν υπό μειωθείσα πολιική τάση ίση με 280 V.

Σε μια σωστά υπολογισμένη ηλεκτρική εγκατάσταση, που ελέγχεται για την καλή λειτουργία της από ηλεκτρολόγο, η αύξηση της θερμοκρασίας ($\Delta\theta$) λόγω βραχυκυκλώματος είναι επουσιώδης γιατί τήκεται ακαριαίως η ασφάλεια του ηλεκτρικού πίνακα. Πράγματι για τη θερμότητα $W\theta$ λόγω βραχυκυκλώματος σε μια ηλεκτροτεχνική κατασκευή (π.χ. σε έναν αγωγό, μια ηλεκτρική επαφή κλπ.) με ειδική θερμότητα c του αγωγίμου υλικού και όγκο του V του αγωγού, ισχύουν οι σχέσεις (1,2).

$$W\theta = V * c * \Delta\theta = A * L * c * \Delta\theta \quad [1]$$

όπου L το μήκος του αγωγού

Για την ηλεκτρική ενέργεια W_n στην αντίσταση R του αγωγίμου υλικού λόγω του ρεύματος βραχυκύκλωσης ενεργού τιμής $I\beta$ ισχύει

$$W_n = I\beta^2 * R * t = I\beta^2 * \rho * (L / A) * t \quad [2]$$

ρ η ειδική αντίσταση και t ο χρόνος. Από τις δύο παραπάνω σχέσεις έπεται ότι:

$$\Delta\theta = k * t * (I\beta / A)^2 \quad [3]$$

όπου $k = \rho / c$. Για το χαλκό είναι $\rho = 1/50$ και επομένως $k = 0,0053$. Για το αλουμίνιο αποδεικνύεται αντίστοιχα ότι είναι $k = 0,0135$.

Σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση χαμηλής τάσης η ένταση του ρεύματος βραχυκύκλωσης ($I\beta$) είναι το πολύ τρεις φορές μεγαλύτερη από το ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας (I_a) για χρόνο 5 sec [3].

Η παραπάνω σχέση γίνεται επομένως :

$$\Delta\theta = 9 * k * t * (I_a / A)^2 \quad [4]$$

Διατομή (mm^2)	I_N (A)	$I_{\beta=3I_N}$ (A)	$\Delta\theta$ (C°) για λειτουργία υπό ρεύμα I_N	I (A)	$I_{\beta=3I}$ (A)	$\Delta\theta$ (C°) για λειτουργία υπό ρεύμα $I > I_N$	Συνολική Θερμοκρασία (C°)
2,5	21	63	18,4	29,8	89,4	33,9	64,9
6	35	105	8,9	49,7	149,1	16,4	47,4
10	48	144	6	68,1	204,3	11,1	42,1
16	65	195	4,3	92,3	276,9	7,93	38,9
25	88	264	3,2	124,9	374,7	6	37
50	140	420	2	198,7	596,1	3,8	34,8

Πίνακας Β.1: θερμοκρασίες κατά το βραχυκύκλωμα

Στον πίνακα 1 δίνονται οι τιμές $\Delta\theta$ που έχουν προκύψει για χρόνο βραχυκύκλωσης 5 sec τόσο για τη λειτουργία υπό ονομαστικό ρεύμα I_N (δηλαδή χωρίς μείωση της τάσης του δικτύου των 400 V), όσο και για λειτουργία με τιμή ρεύματος $I > I_N$ λόγω μείωσης της πολικής τάσης του δικτύου των 400 V σε 280 V υπό σταθερή ισχύ. Διαπιστώνεται ότι και στις δύο περιπτώσεις οι τιμές $\Delta\theta$ είναι άνευ σημασίας, γιατί σε ένα υποθετικό βραχυκύκλωμα δε θα μπορούσαν οι τιμές αυτές να προκαλέσουν τη δημιουργία τηγμάτων χαλκού από ασφαλειοθήκες, διακόπτες πινάκων, αγωγούς, κλπ. (υπό σταθερή ισχύ), αφού η θερμοκρασία τήξης του χαλκού είναι 1080 βαθμοί Κελσίου. Επίσης για συνήθη λειτουργία (βλ. Πίνακα 1) η συνολική θερμοκρασία θα ήταν (ανάλογα με τη διατομή των αγωγών) 35-67,6 C° , θερμοκρασία δηλαδή που δεν προκαλεί, λόγω και του μικρού χρόνου καταπόνησης, προβλήματα στις μονώσεις.

Στη συγκεκριμένη περίπτωση, όπου η θερμομονωτική ικανότητα της στέγης ήταν ανύπαρκτη η θερμοκρασία του χώρου ταυτιζόταν με την εξωτερική θερμοκρασία, η οποία κατά την ΕΜΥ ήταν τουλάχιστον 31 βαθμοί Κελσίου. Επομένως η συνολική θερμοκρασία της γραμμής θα ήταν περίπου 45 έως 77,6 C° . Συνεπώς η θερμοκρασία αυτή δε θα μπορούσε να ήταν αιτία πυρκαγιάς ή να προκαλέσει τη δημιουργία τηγμάτων χαλκού, γιατί η θερμοκρασία τήξης του χαλκού είναι 1080 C° .

Σημειώνεται ότι σε περίπτωση που το βραχυκύκλωμα αφορά σε μια γραμμή με λαμπτήρες πυράκτωσης, τότε η τιμή του ρεύματος I είναι μικρότερη από την I_N . Στην περίπτωση αυτή (δηλαδή υπό σταθερή τιμή της αντίστασης κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας), η θερμοκρασία της γραμμής μειώνεται αντί να αυξάνει και συνεπώς δεν υφίσταται λόγος πρόκλησης πυρκαγιάς από το ηλεκτρικό ρεύμα.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, η ημέρα της πυρκαγιάς δεν ήταν εργάσιμη και η αποθήκη ήταν κλειστή, οι περισσότερες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις του κτιρίου είτε δε λειτουργούσαν καθόλου, είτε λειτουργούσαν με μικρότερη τιμή ρεύματος από το ονομαστικό ρεύμα (όσες λειτουργούσαν). Επομένως οι υπολογιζόμενες διαφορές θερμοκρασίας και η συνολική θερμοκρασία (σε υποθετική εκδήλωση βραχυκύκλωματος την ημέρα και την ώρα της πυρκαγιάς) θα ήταν οπωσδήποτε πολύ μικρότερες από 77,6 C° . [14][15][16][17][18]

3.Μεταβολή της θερμοκρασίας σε ηλεκτρικές γραμμές του επίμαχου κτιρίου καθώς και σε ηλεκτρικά εξαρτήματα και μηχανήματα που ηλεκτροδοτούσαν (όπως ασφαλειοθήκες, διακόπτες πινάκων, κινητήρες, κ.λπ.) κατά την υποθετική εκδήλωση διακυμάνσεων της πολικής τάσης (400 V) από 410 V μέχρι 280 V (κατά την αγωγή), ενώ ήδη λειτουργούσαν υπό μέγιστο ρεύμα.

Σε μια ηλεκτροτεχνική κατασκευή (λ.χ. σε έναν αγωγό, μια ηλεκτρική επαφή κ.λπ.) η θερμότητα που απάγεται προς το περιβάλλον ισούται περίπου με την εφαρμοζόμενη σε αυτή ηλεκτρική ενέργεια. Ισχύει δηλαδή ότι :

$$A * L * c * \Delta\theta = I^2 * \rho * (L / A) * t \quad [1]$$

(όπου : L το μήκος, $\rho=0,02 \Omega * mm^2 / m$)

$$\text{ή } \Delta\theta = (\rho / c) * t * (I / A)^2 \quad [2]$$

Επομένως για θερμοκρασία χώρου 31 C° (λόγω της εκ λαμαρίνας στέγης) η συνολική θερμοκρασία Θ ήταν :

$$\Theta = 31 + (\rho / c) * t * (I / A)^2 \quad [3]$$

Στον παρακάτω πίνακα 2 έχει υπολογισθεί ανάλογα με τη διατομή του αγωγού και το ονομαστικό ρεύμα (I_N) η ονομαστική ισχύς (P_N) από τη σχέση :

$$P_N = 230 * I_N \quad [4]$$

Διατομή (mm ²)	I _v (A)	P _v (W)	I (A)	Δθ σε C° για t=1 sec	Δθ σε C° Για t=10 sec	Θ σε C° για t=1 sec	Θ σε C° για t=10 sec
2,5	21	4830	29,8	0,75	7,5	31,75	38,5
6	35	8050	49,7	0,36	3,6	31,36	34,6
10	48	11040	68,1	0,24	2,4	31,24	33,4
16	65	14950	92,3	0,18	1,8	31,18	32,8
25	88	20240	124,9	0,13	1,3	31,13	32,3
50	140	32200	198,7	0,08	0,8	31,08	31,8

Πίνακας Β.2 : Τιμές Δθ και Θ κατά τη χρονική διακύμανση της πολικής τάσης των 400 V σε 280 V, υπό σταθερή ισχύ.

Έτσι η τιμή του ρεύματος κατά τη μείωση της πολικής τάσης 400 V σε 280 V υπολογίστηκε ακολούθως για σταθερή ισχύ (κινητήρας που παράγει σταθερό έργο) από τη σχέση :

$$I = P_v / (280 / 1,73) = P_v / 162 \quad [5]$$

Τελικά, αν και η διακύμανση της τάσης του δικτύου διαρκεί κλάσμα του δευτερολέπτου, οι τιμές $\Delta\theta$ και Θ υπολογίστηκαν από τις σχέσεις [2] και [3] για πολλαπλάσιο χρόνο του $t=1$ sec. Οι υπολογισμοί αυτοί έγιναν επίσης και για πολλαπλάσιες του 1 sec διακυμάνσεις της τάσης (για χρόνο $t=10$ sec).

Κατά την αύξηση της πολικής τάσης των 400 V σε 410 V (δηλαδή της φασικής τάσης σε 236 V) η τιμή του ρεύματος (I_1) υπό σταθερή ισχύ (κινητήρας που παράγει σταθερό έργο) υπολογίζεται από τη σχέση :

$$I_1 = P_v / (400 / 1,73) = P_v / 236 \quad [6]$$

Στον παρακάτω πίνακα 3 δίνονται οι τιμές I_1 ανάλογα με την ισχύ. Όπως φαίνεται, η τιμή αυτή του ρεύματος είναι πάντοτε μικρότερη από τη I_v και επομένως στην περίπτωση αυτή δεν υπάρχει αύξηση της θερμοκρασίας ($\Delta\theta=0$) και η συνολική θερμοκρασία ισούται με τη θερμοκρασία περιβάλλοντος ($\Theta=31$ C°).

Διατομή (mm ²)	I_v (A)	P_v (W)	I_1 (A)	$\Delta\theta$ σε C°	Θ σε C° για $t=10$ sec
1,3	16	3680	15,59	0	31
2,5	21	4830	20,46	0	31
6	35	8050	34,11	0	31
10	48	11040	46,77	0	31
16	65	14950	63,34	0	31
25	88	20240	85,76	0	31
50	140	32200	136,44	0	31

Πίνακας Β.3 : Τιμές $\Delta\theta$ και Θ κατά τη χρονική διακύμανση της πολικής τάσης των 400 V σε τιμή 410 V, υπό σταθερή ισχύ

Συνεπώς από τα παραπάνω προκύπτει ότι οι υποθετικές μικρής χρονικής διακυμάνσεις της πολικής τάσης των 400 V από 410 V μέχρι 280 V (υπό σταθερή ισχύ) αποκλείεται να είχαν προκαλέσει πυρκαγιά γιατί η αύξηση της θερμοκρασίας θα ήταν ασήμαντη. Για μία θερμοκρασία περιβάλλοντος 31 C° η συνολική θερμοκρασία θα ήταν κατά τα παραπάνω 31,09-39 C° ανάλογα με τη διατομή.

Σημειώνεται ότι σε περίπτωση που η ισχύς $I^2 * R$ δεν ισούται με τη $I_v^2 * R$, αλλά ήταν μικρότερη από αυτή (όπως π.χ. θα συνέβαινε με μια γραμμή φωτισμού με λαμπτήρες πυρακτώσεως), τότε η τιμή του ρεύματος I δε θα ήταν μεγαλύτερη από την τιμή I_v αλλά

μικρότερη. Στην περίπτωση αυτή (δηλαδή υπό σταθερή τιμή της αντίστασης κατανάλωσης της ηλεκτρικής ενέργειας), η θερμοκρασία της γραμμής μειώνεται αντί να αυξάνεται και συνεπώς δεν υφίσταται κατά μείζονα λόγο αιτία πρόκλησης πυρκαγιάς από το ηλεκτρικό ρεύμα.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι, επειδή η ημέρα της πυρκαγιάς δεν ήταν εργάσιμη και η αποθήκη ήταν κλειστή, οι περισσότερες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις του κτιρίου είτε δε λειτουργούσαν καθόλου είτε λειτουργούσαν με μικρότερη τιμή ρεύματος από το ονομαστικό ρεύμα (όσες λειτουργούσαν). Συνεπώς οι υπολογιζόμενες τιμές $\Delta\theta$ και Θ (σε υποθετική διακύμανση της τάσης την ημέρα και ώρα της πυρκαγιάς) θα ήταν οπωσδήποτε πολύ μικρότερες από τις αντίστοιχες τους στον προηγούμενο πίνακα). [14]

4. Μεταβολή της θερμοκρασίας (θερμική συμπεριφορά) του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού του επίμαχου κτιρίου 9όπως ασφαλειοθήκες, διακόπτες πινάκων, κινητήρες, πλακέτες, καλώδια, κ.λπ.) κατά την υποθετική εκδήλωση υπερτάσεων 410 V και πολλαπλάσια τιμής (2500 V) από την τάση του δικτύου (400 V).

Η ηλεκτρομονωτική ικανότητα του ηλεκτροτεχνικού εξοπλισμού των εγκαταστάσεων (ασφαλειοθήκες, διακόπτες, πίνακες, κινητήρες, πλακέτες, καλώδια κ.λπ.) διαπιστώνεται μέσω των διηλεκτρικών δοκιμών, που προβλέπονται στους διάφορους κανονισμούς (VDE, IEC, κ.λπ. [1,2,3,4]). Η δοκιμή αυτή υπό εναλλασσόμενη τάση γίνεται με πολλαπλάσια τιμή από την ονομαστική τιμή από την ονομαστική τάση της κατασκευής και διαρκεί 1 min. Έτσι η τάση δοκιμής για τον εξοπλισμό χαμηλής τάσης (230 V, 400 V) είναι βασικά 2500 V.

Για την αντίσταση μόνωσης των ηλεκτροτεχνικών κατασκευών ισχύει γενικά :

$$R \geq 1000\Omega/V \quad (1)$$

Επομένως για τάση λειτουργίας 230 V είναι :

$$R \geq 230000\Omega/V \quad (2)$$

για τάση λειτουργίας 400 V είναι :

$$R \geq 400000\Omega/V \quad (3)$$

και για τάση δοκιμής 2500 V :

$$R \geq 250000\Omega/V \quad (4)$$

Αν θεωρηθεί ότι τα φαινόμενα διαρροής στη μόνωση είναι κυρίως γραμμικά, τότε το ρεύμα διαρροής I καθορίζεται ουσιαστικά 9σε μια καλά συντηρημένη εγκατάσταση, από το μέγεθος της αντίστασης μόνωσης. Για τη μέγιστη τιμή του ρεύματος διαρροής (I_{\max}) ισχύει επομένως :

$$I_{\max}=U/R_{\min}$$

όπου R_{\min} η ελάχιστη τιμή της αντίστασης μόνωσης

Τάση (V)	Αντίσταση μόνωσης (Ω)	Μέγιστο ρεύμα διαρροής (mA)
230	230000	1
400	400000	1
2500	400000	6,25

Πίνακας Β 4 : Μέγιστο ρεύμα διαρροής ανάλογα με την τιμή της τάσης

Στον παραπάνω πίνακα 4 δίνεται το μέγιστο ρεύμα διαρροής ανάλογα με την τιμή της τάσης, το οποίο έχει υπολογισθεί από την ανωτέρω σχέση για τις αντίστοιχες ελάχιστες τιμές R_{\min} ανά επίπεδο τάσης. Από τις παραπάνω πολύ μικρές τιμές του μέγιστου ρεύματος διαρροής συμπεραίνεται, ότι οι στιγμιαίες υπερτάσεις του δικτύου (οι οποίες συμβαίνουν συνήθως κατά την πτώση κεραυνών και κατά τους χειρισμούς των διακοπών) δεν προκαλούν προβλήματα αύξησης της αγωγιμότητας των μονώσεων (που θα μπορούσαν να ενισχύσουν τη θερμοκρασία λειτουργίας των κατασκευών, του εξοπλισμού κ.λπ.), ώστε να εκδηλωθεί εξ αυτού πυρκαγιά. **Συνεπώς αποκλείεται παντελώς η εκδήλωση πυρκαγιάς λόγω υπερτάσεων.**

Θα πρέπει να σημειωθεί, ότι κάθε ηλεκτροτεχνική κατασκευή σε κτιριακές-βιομηχανικές εγκαταστάσεις και αποθήκες (όπως η εν λόγω) που έχει υποστεί επιτυχώς τις προβλεπόμενες από τους κανονισμούς διηλεκτρικές δοκιμές (δηλαδή τις δοκιμές για εξακρίβωση της ηλεκτρομονωτικής ικανότητας) δεν έχει κανένα απολύτως πρόβλημα για υπερτάσεις μέχρι και 2500 V επί 1 min [1,2,3,4]. Συνεπώς αν υπήρξαν βλάβες λόγω υπερτάσεων σε πλακέτες (π.χ. ηλεκτρονικών μηχανημάτων, πινάκων κ.λπ., που όλα αυτά αποτελούν προέκταση της εγκατάστασης), ως προς τη διηλεκτρική τους αντοχή ή ότι οι υπερτάσεις ήταν μεγαλύτερες από 2500 V λόγω κάποιου ακραίου φαινομένου (κυρίως πτώση κεραυνών) [5].

5. Το πυροθερμικό φορτίο του κτιρίου και τα ενδεδειγμένα μέσα πυρανίγνωσης και πυρόσβεσης

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία και την ισχύουσα νομοθεσία [24][25][26] οι αποθήκες υλικών κατατάσσονται ανάλογα με τα αποθηκευμένα υλικά σε κατηγορίες ως ακολούθως :

- Z_0 (άκαυστα υλικά)
- Z_1 (χαμηλού βαθμού κινδύνου) : Πυροθερμικό φορτίο < 1000 MJ / m^2
- Z_2 (μέσου βαθμού κινδύνου) : Πυροθερμικό φορτίο 1000-2000 MJ / m^2
- Z_3 (υψηλού βαθμού κινδύνου) : Πυροθερμικό φορτίο > 2000 MJ / m^2

Συνεπώς, επειδή το πυροθερμικό φορτίο του εν λόγω κτιρίου-αποθήκης ήταν κατά πολύ μεγαλύτερο των 2000 MJ / m^2 , ανήκε στην κατηγορία Z_3 (υψηλού βαθμού κινδύνου) και γι' αυτό σύμφωνα με τη βιβλιογραφία και τη νομοθεσία θα έπρεπε το κτίριο:

1. να διαθέτετε σύστημα πυρανίχνευσης
 2. να διαθέτετε αυτόματο σύστημα πυρόσβεσης
 3. να διαθέτετε μόνιμο υδροδοτικό πυροσβεστικό δίκτυο, και
 4. να διαθέτετε 3 πυροδιαμερίσματα για τον έλεγχο της εξάπλωσης της πυρκαγιάς
-

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

[1] ΠΡΟΤΥΠΟ IEC 61000 – Electromagnetic compatibility (EMC)

[2] ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΛΟΤ HD 384

[3] ΠΡΟΤΥΠΑ ΕΛΟΤ EN

[4] ΔΕΗ Α.Ε.-ΔΙΑΝΟΜΗ-ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ

[5] CAHIER TECHNIQUES SCHNEIDER ELECTRIC

- Ph. Feracci POWER QUALITY, no. 199
- Residual current devices.R. CALVAS,no. 114
- Electrical disturbances in LV. R. CALVAS, no. 141.
- EMC: Electromagnetic compatibility. F. VAILLANT, no. 149
- Overvoltages and insulation coordination in MV and HV. D. FULCHIRON, no. 151
- Harmonic disturbances in networks, and their treatment. C. COLLOMBET, J.-M. LUPIN, J.SCHONEK, no. 152
- Inverters and harmonics (case studies of non-linear loads) J.-N. FIORINA, no. 159
- Guide to quality of electrical supply for industrial installations Part 2: voltage dips and short interruptions Working Group UIE Power Quality 1996
- Real time reactive compensation systems for welding applications - PQ 1998, R. WODRICH

[6] ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΤΟΥ ΣΥΝΗΓΟΡΟΥ ΤΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ ΠΡΟΣ ΔΕΗ ΜΕ ΘΕΜΑ “Πρόκληση ζημιών από τη διακύμανση της τάσης του ρεύματος”. 15/11/2007 Αριθ. Πρωτ. 1565

[7] ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΔΕΗ ΠΡΟΣ ΣΥΝΗΓΟΡΟΥ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΗ ΜΕ ΘΕΜΑ “Η υποχρέωση της ΔΕΗ να προλαμβάνει τις βλάβες ηλεκτρικών συσκευών από τις αυξομειώσεις της τάσης”

[8] ΕΤΗΣΙΑ ΕΚΘΕΣΗ ΣΥΝΗΓΟΡΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ 2008-2009

[9] ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ : “ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΙΣΧΥΟΣ ΔΙΚΤΥΩΝ ΜΕ ΜΟΝΤΕΛΟ ΑΣΑΦΟΥΣ ΛΟΓΙΚΗΣ” του ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ Α. ΛΑΓΓΟΥΡΑΝΗ

[10] ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΣΥΝΗΓΟΡΟΥ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΗ ΠΡΟΣ ΔΕΗ ΜΕ ΘΕΜΑ «Η έννοια της διάταξης του άρθρου 18 παρ.2 του Συμβολαίου Παροχής Ηλεκτρικού Ρεύματος για οικιακή χρήση και η ειρειδόμενη σε αυτή απαλλαγή της εταιρίας από την υποχρέωση αποζημίωσης». 5/6/2001 Αρ. Πρωτ. 13674

[11] ΕΠΙΣΤΟΛΗ ΣΥΝΗΓΟΡΟΥ ΤΟΥ ΠΟΛΙΤΗ ΠΡΟΣ ΔΕΗ ΜΕ ΘΕΜΑ « Η υποχρέωση της ΔΕΗ Α.Ε. να προλαμβάνει τις βλάβες ηλεκτρικών συσκευών από την αυξομείωση της τάης του παρεχόμενου ρεύματος». 2/7/2008 Αρ. Πρωτ. 2205

[12] ΕΓΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ-ΠΟΡΙΣΜΑΤΑ ΣΥΝΗΓΟΡΟΥ ΤΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ (30/06/2208 Αρ. Πρωτ. 810 ,30/06/2208 Αρ. Πρωτ. 811, 24/11/2008 Αρ. Πρωτ. 1531)

[13] Halevidis C.D., Anagnostatos S.D., Polykrati A.D., Koufakis E.I., Bourkas P.D., Proposal of a protection method against probable consequences to humans and the environment from short-circuit or abruption, IET, Generation, Transmission & Distribution, accept for publication 23-2-2010, in press

[14] Μπούρκας Π.Δ., Καραγιαννόπουλος Κ.Γ.. Εφαρμογές Κτιριακών και Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων, Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Αθήνα 1998

[15] Κανονισμός ΟΔ-22/ΔΕΔ-ΤΤΕ Δ-4/4-7-8 της ΔΕΗ

[16] Psarros, E.G., Polykrati A.D., Karagiannopoulos, C.G. and Bourkas P.D.: “A Model for calculating th temperature of aluminium practicles ejected from overjead low-voltage lines owing to a short-circuit”, International Journal og Wildland Fire, 2009, 18,(6),pp. 722-726

[17] Ψαρρός Ε., Υπαίθριες Γραμμές Διανομής Χαμηλής Τάσης σε Περιβάλλον Πυρκαγιών, Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα 2009

[18] IEC 60865-1 : “Short-circuit Currents-Calculation of Effects-Part 1”, 1993

[19] Kuffel E., Zaengl W.S., and Kuffel J. : “ High Voltage Engineering: Fundamentals” (Newnes, 2nd edn., 2000)

[20] Naidu M.S., Kamaraju V. : “High Voltage Engineering” (McGraw-Hill, 2nd edn., 1996)

[21] Μπούρκας Π.Δ., Καραγιαννόπουλος Κ.Γ., Βιομηχανικές Διατάξεις και Υλικά, Εκδόσεις Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, Αθήνα 2003

[22] Philippow E., : “Taschenbuch Elektrotechnik” (VEB Verlag Technik, 2nd edn.. 1966)

[23]“Huette Taschenbuch fuer Betriebsingenieure, Band II” (Verlag von Wihlem Ernst & Sohn, 4th edn., 1954)

[24] Holm R. : “Electric Contacts. Theory and Applications” (Springer-Verlag, 4th edn., 1979)

- [25] Β. Σελούντος, Σ. Πέρδιος, Γ. Παπαϊωάννου και Κ. Χασσιανάκος, Πυρασφάλεια,εφαρμοσμένη πυροπροστασία και στοιχεία πυρόσβεσης, Εκδόσεις Φοίβος, Αθήνα 1998)
- [26] Cote A.F.: “Fire Protection Handbook” (National Fire Protection Association, 17th edn.,1992)
- [27] Babrauskas V.: “Ignition Handbook” (Fire Science Publishers and Society of Fire Protection Engineers, 2003
- [28] ΔΕΗ Α.Ε.-ΔΙΑΝΟΜΗ-ΧΡΗΣΙΜΕΣ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΣΥΣΚΕΥΩΝ
- [29] ΟΔΗΓΙΑ 2006/95/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΑΡΜΟΝΙΣΗ ΤΩΝ ΝΟΜΩΝ ΤΩΝ ΜΕΛΩΝ ΧΩΡΩΝ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟ ΠΡΟΣ ΧΡΗΣΗ ΜΕΣΑ ΣΕ ΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΑ ΟΡΙΑ ΤΑΣΗΣ
- [30] Π.Δ. Μπούρκας, Κ.Γ. Καραγιανόπουλος, Βιομηχανικές ηλεκτρικές διατάξεις και υλικά, Εκδόσεις ΕΜΠ 2003
- [31] M. Walter, Kurzschlussstrom in Drefstromnetzen,2. Auflage, R. Oldenbourg Verlag, Munchen und Berlin
- [32] Π. Ντοκόπουλος, Εγκαταστάσεις καταναλωτών μέσης και χαμηλής τάσης, Β' Έκδοση, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη 1992
- [33] Π.Δ. Μπούρκας, Εφαρμογές Υψηλών Τάσεων, Εκδόσεις ΕΜΠ 1996
- [34] Π.Δ. Μπούρκας, Εφαρμογές Κτιριακών και Βιομηχανικών Εγκαταστάσεων, Εκδόσεις ΕΜΠ 1998
- [35] Philippow H., Taschenbuch Elektrotechnik, Band 2, Starkstromtechnik, Berlin 1983.
- [36] Περιοδικό Hi Tech.:Φταίει η ΔΕΗ. Το νέο σας μηχάνημα κάηκε σε λίγες μέρες. Το πηγαίνετε στο συνεργείο και σας λένε ότι φταίει η ΔΕΗ. Μπορεί να είναι αλήθεια, Φεβρουάριος 1996.
- [37] Β. Σελούντος, Σ. Πετρίδης, Γ. Παπαϊωάννου, Κ. Χουσιανάκος, Πυρασφάλεια (εφαρμοσμένη πυροπροστασία και στοιχεία πυρόσβεσης), Εκδόσεις Φοίβος, Αθήνα 1998
- [38] ΠΔ 71, ΦΕΚ 32 τ. Α/17-2-88, Κανονισμός πυροπροστασίας των κτιρίων.
- [39] Πυροσβεστική Διάταξη υπ'αριθ. 8 (ΦΕΚ 150τ. Β/13-3-1996, Λήψη μέτρων πυροπροστασίας σε αποθήκες)

