



## ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ & ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

### ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Συντήρηση υποσταθμών Μέσης Τάσης



**Σπουδαστής:** Πέτρος Γκουλιούμης

**Επιβλέπων καθηγητής:** Παύλος Πάχος

**Αιγάλεω, Ιούλιος 2020**

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

### **1<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟΥΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥΣ ΙΣΧΥΟΣ**

#### **1.1 Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας**

#### **1.2 Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας (ΣΗΕ)**

#### **1.3 Ορισμός και περιγραφή υποσταθμών**

#### **1.4 Κατηγορίες υποσταθμών διανομής ανάλογα με την τοποθέτησή τους**

##### **1.4.1 Εναέριοι υποσταθμοί διανομής**

##### **1.4.2 Επίγειοι υποσταθμοί διανομής εσωτερικού τύπου**

##### **1.4.3 Επίγειοι υπαίθριοι υποσταθμοί διανομής**

##### **1.4.4 Υπόγειοι υποσταθμοί διανομής**

#### **1.5 Κατηγορίες υποσταθμών μεταφοράς**

##### **1.5.1 Υποσταθμοί (μεταφοράς) ανύψωσης τάσης**

##### **1.5.2 Υποσταθμοί (μεταφοράς) υποβιβασμού τάσης**

##### **1.5.3 Υποσταθμοί (μεταφοράς) ζεύξης ή διασύνδεσης**

#### **1.6 Τύποι κτιρίων υποσταθμών**

#### **1.7 Κατασκευή του χώρου του μετασχηματιστή**

#### **1.8 Πρότυπα, Νομοθετικό πλαίσιο και Κανονισμοί Μελέτης Εγκατάστασης Υποσταθμών**

**1.8.1 Η ισχύουσα νομοθεσία και οι κανονισμοί εγκατάστασης των υποσταθμών αφορούν σε εγκαταστάσεις ισχυρών ρευμάτων**

**1.8.2 Φορείς Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης, ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμών**

**1.8.3 Εθνικοί φορείς τυποποίησης ηλεκτρικών εγκαταστάσεων**

**1.8.4 Πρότυπο διασφάλισης ποιότητας ISO 9001:2015**

#### **1.9 Μελέτη παροχής μέσης τάσης από τη ΔΕΗ**

## **2<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ - ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ ΒΛΑΒΩΝ & ΜΕΤΡΑ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ**

### **2.1 Εξοπλισμός συντήρησης και ανίχνευσης βλαβών των υποσταθμών**

#### **2.1.1 Μετρητής Γείωσης & Μόνωσης**

#### **2.1.2 Ελεγκτής του φαινομένου CORONA**

#### **2.1.3 Όργανο μέτρησης διηλεκτρικής αντοχής μονωτικού ελαίου μετασχηματιστών ισχύος**

#### **2.1.4 Όργανο θερμογραφικής ανίχνευσης**

#### **2.1.5 Μετρητής ποιότητας ισχύος**

#### **2.1.6 Όργανο μέτρησης λόγου μετασχηματισμού (τυλιγμάτων μετασχηματιστή) – επαλήθευση συνδεσμολογίας**

#### **2.1.7 Μετρητής ωμικών αντιστάσεων και αντίστασης μόνωσης των τυλιγμάτων του Μ/Σ**

#### **2.1.8 Μετρητής χωρητικότητας και συντελεστή απωλειών (εφδ) του Μ/Σ**

##### **2.1.8.1 Μετρήσεις ρεύματος διέγερσης μετασχηματιστή**

##### **2.1.8.2 Μετρητής αντίστασης μόνωσης, αντίστασης διέλευσης και timing test σε διακόπτη**

#### **2.1.9 Μέτρηση τάσης βραχυκύκλωσης μετασχηματιστή**

#### **2.1.10 Έλεγχος πίεσης, ποσότητας μονωτικών αερίων Διακοπών Μ.Τ. και ανίχνευσης αερίου SF6**

## **3<sup>ο</sup> ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΒΛΑΒΩΝ ΣΕ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ**

### **3.1 Βλάβες των υποσταθμών και παράγοντες που τις προκαλούν**

### **3.2 Βλάβες και ποιότητα ισχύος PQ**

### **3.3 Βλάβες και ασφάλειες Μέσης Τάσης**

### **3.4 Βλάβες - αποζεύκτης και γειωτής**

### **3.5 Ηλεκτρικό τόξο και διακόπτης φορτίου**

### **3.6 Διακόπτης ισχύος, βραχυκύκλωμα και ηλεκτρικό τόξο**

- 3.7 Βλάβες και διακόπτης απομόνωσης
- 3.8 Η επιλεκτική συνεργασία μεταξύ ασφάλειας και διακόπτη ισχύος
- 3.9 Βλάβες και αντικεραυνική προστασία των γραμμών Μέσης Τάσης
  - 3.9.1 Ακίδες
  - 3.9.2 Απαγωγείς υπέρτασης (αλεξικέραυνα)
  - 3.9.3 Αγωγός Γης
- 3.10 Μέτρα ασφάλειας προσωπικού
- 3.11 Μέτρα προστασίας που πρέπει να τηρούνται σε κάθε υποσταθμό
- 3.12 Συστήματα προστασίας από πτώση
- 3.13 Μέσα ατομικής προστασίας
- 3.14 Αποστάσεις ασφαλείας

#### **4° ΚΕΦΑΛΑΙΟ: ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ**

- 4.1 Γενικά
- 4.2 Έλεγχος αξιοπιστίας του εξοπλισμού
- 4.3 Συχνότητα διαδικασίας επιθεώρησης, δοκιμής και επισκευής
- 4.4 Πρόγραμμα προστατευτικής συντήρησης
- 4.5 Ανιχνευτική συντήρηση
  - 4.5.1 Τρόποι πραγματοποίησης της ανιχνευτικής συντήρησης
- 4.6 Χρονοδιάγραμμα ανιχνευτικής συντήρησης
- 4.7 On-line παρακολούθηση
- 4.8 Εκτίμηση της κατάστασης του εξοπλισμού με θερμογραφική ανίχνευση
  - 4.8.1 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της θερμογραφικής ανίχνευσης
  - 4.8.2 Συχνότητα των επιθεωρήσεων θερμογραφικής ανίχνευσης
- 4.9 Εκτίμηση εξοπλισμού και φαινόμενο Corona
  - 4.9.1.1 Έλεγχος εκπομπής υπερήχων (US)
  - 4.9.1.2 Θερμογραφικός έλεγχος IR/ Έλεγχος υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR)

#### **4.9.1.3 Έλεγχος υπερϊόδους ακτινοβολίας (UV)**

### **4.10 Συντήρηση υποσταθμών**

#### **4.10.1 Μονωτήρες**

#### **4.10.2 Αποζεύκτες – Γειωτές**

#### **4.10.1 Μονωτήρες**

#### **4.10.2 Αποζεύκτες – Γειωτές**

#### **4.10.3 Αγωγοί**

#### **4.10.4 Γειώσεις**

#### **4.10.5 Περιφράξεις υποσταθμών**

#### **4.10.6 Διακόπτες**

##### **4.10.6.1 Διακόπτες αέρα**

##### **4.10.6.2 Διακόπτες κενού**

##### **4.10.6.3 Διακόπτες Λαδιού**

##### **4.10.6.4 Διακόπτες SF6**

##### **4.10.6.5 Διακόπτες Φορτίου**

#### **4.10.7 Συγκροτήματα διακοπών**

#### **4.10.8 Ασφάλειες MT**

#### **4.10.9 Πυκνωτές**

#### **4.10.10 M/Σ μετρήσεων και βοηθητικοί M/Σ**

#### **4.10.11 Μετασχηματιστές ισχύος**

##### **4.10.11.1 Μέθοδοι ψύξης M/Σ λαδιού**

##### **4.10.11.2 Τα τμήματα του M/Σ ισχύος λαδιού που επιθεωρούνται**

##### **4.10.11.3 Επιθεώρηση και συντήρηση M/Σ ξηρού τύπου**

#### **4.10.12 Διαχείριση του χρόνου ζωής του M/Σ**

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία ασχολείται με την συντήρηση των δομικών στοιχείων από τα οποία αποτελούνται οι υποσταθμοί ισχύος.

Στο 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο γίνεται μία εισαγωγή στην έννοια της ηλεκτρικής ενέργειας και στα συστήματα της ηλεκτρικής ενέργειας και περιγράφονται οι υποσταθμοί, οι οποίοι διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με την τοποθέτησή τους και ανάλογα με την τάση που διαχειρίζονται. Έτσι, λοιπόν, διακρίνονται σε εναέριους υποσταθμοί διανομής, επίγειους υποσταθμοί διανομής εσωτερικού τύπου, επίγειοι υπαίθριοι υποσταθμοί διανομής και σε υπόγειοι υποσταθμοί διανομής. Αντίστοιχα, χωρίζονται σε υποσταθμούς ανύψωσης τάσης, υποβιβασμού τάσης και ζεύξης. Στην συνέχεια περιγράφονται οι τύποι κτιρίων των υποσταθμών και η κατασκευή του χώρου του μετασχηματιστή, της συσκευής που αποτελεί την καρδιά ενός υποσταθμού. Τέλος, παρουσιάζονται τα Πρότυπα, Νομοθετικό πλαίσιο και Κανονισμοί Μελέτης Εγκατάστασης Υποσταθμών και οι αντίστοιχοι Φορείς Τυποποίησης, ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και εξοπλισμών, ενώ γίνεται αναφορά στη μελέτη παροχής μέσης τάσης για το σχέδιο του υποσταθμού από τη ΔΕΗ.

Στο 2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο παρουσιάζεται ο εξοπλισμός και τα όργανα ανίχνευσης καλής λειτουργίας και βλαβών του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού που αποτελείται ένας υποσταθμός. Συγκεκριμένα περιγράφεται η χρήση και λειτουργία των εξής οργάνων μέτρησης: του μετρητή Γείωσης & Μόνωσης, του Ελεγκτή του φαινομένου CORONA, του οργάνου μέτρησης διηλεκτρικής αντοχής μονωτικού ελαίου μετασχηματιστών ισχύος και του θερμογραφικού ανιχνευτή. Επιπρόσθετα, παρουσιάζεται ο μετρητής ποιότητας ισχύος, το όργανο μέτρησης λόγου μετασχηματισμού, ο μετρητής ωμικών αντιστάσεων και αντίστασης μόνωσης των τυλιγμάτων, της χωρητικότητας, του συντελεστή απωλειών και του ρεύματος διέγερσης του Μ/Σ. Τέλος, αναφέρονται ο μετρητής αντίστασης μόνωσης και αντίστασης διέλευσης και τα timing tests σε διακόπτη, η μέτρηση της τάσης βραχυκύκλωσης μετασχηματιστή και ο το όργανο ελέγχου της πίεσης των μονωτικών αερίων των Διακοπών MT, ενώ γίνεται εκτενής αναφορά στην ανίχνευση του αερίου SF<sub>6</sub>. [51]

Στο 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο αναφέρονται οι βλάβες που συμβαίνουν στους υποσταθμούς και τα μέτρα προστασίας που λαμβάνει το προσωπικό για την εξασφάλιση της ασφάλειάς του. Εισαγωγικά αναφέρονται οι βασικές βλάβες και οι αιτίες που προκαλούν τις βλάβες σε έναν υποσταθμό. Κατόπιν αναλύονται διεξοδικά οι κυριότερες βλάβες στα δομικά στοιχεία ενός υποσταθμού.

Τέλος, στο 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο, περιγράφονται οι τεχνικές συντήρησης των υποσταθμών Μέσης Τάσης (MT) και Υψηλής Τάσης (YT). Συγκεκριμένα, γίνεται αναφορά στον έλεγχο της αξιοπιστίας του εξοπλισμού και στη σημασία του, στη συχνότητα διαδικασίας επιθεώρησης, δοκιμής και επισκευής, σύμφωνα με τα Πρότυπα και τους κατασκευαστές και στα χρονοδιαγράμματα που ακολουθούν οι τεχνικοί κατά τον έλεγχο και συντήρηση των υποσταθμών. Επιπρόσθετα, γίνεται αναφορά στην

αξία της on-line παρακολούθησης. Τέλος, περιγράφεται διεξοδικά η συντήρηση σε ένα προς ένα από τα ηλ. εξαρτήματα που αποτελείται ένας υποσταθμός.