

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ (1551)

**ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ
ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥΧΩΡΟΥ**

**DESCRIPTION OF INTERNAL MEDIUM
VOLTAGE SUBSTATIONS**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΛΙΜΑΪ ΦΕΣΤΙΜ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

Πάτρα 2017

Υπεύθυνη δήλωση περί πνευματικών δικαιωμάτων

Ως πτυχιακός φοιτητής του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Δυτικής Ελλάδας (Πάτρα), φέρω ολόκληρη ευθύνη για την προετοιμασία, ολοκλήρωση και παρουσίαση της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Έχω επίγνωση για τη νομοθεσία που διέπει τον τρόπο σύστασης πτυχιακών εργασιών και τις συνέπειες που ορίζει ο νόμος περί πνευματικής ιδιοκτησίας. Δηλώνω υπεύθυνα ότι εργάστηκα προσωπικά για να παρουσιάσω πρωτότυπα το κείμενο που περιλαμβάνει η παρούσα εργασία ενώ ακόμη αναφέρω με σαφείς αναφορές όλες τις πηγές από τις οποίες αντλήθηκαν οι χρειαζόμενες πληροφορίες χωρίς να έχω κάποιο εμπορικό ή κερδοσκοπικό σκοπό. Για οποιαδήποτε παράβαση που τυχόν εντοπισθεί αναφορικά με την εργασία, την αναλαμβάνω υπεύθυνα.

© 2017, Copyright από Λίμαϊ Φεστιμ

Η παρούσα πτυχιακή εκπονήθηκε στα πλαίσια σπουδών του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας, σύμφωνα με τις υφιστάμενες προδιαγραφές που ορίζει ο οδηγός σπουδών και εγκρίθηκε ομόφωνα από εξεταστική επιτροπή, τα μέλη της οποίας ήταν:

- Σχοινιάς Νικόλαος (Επιβλέπων)
- (Μέλος)
- (Μέλος)

Πρόλογος

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια σπουδών του τμήματος ηλεκτρολόγων μηχανικών του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Για την σύνταξη της χρησιμοποιήθηκαν πληροφορίες τόσο από το διαδίκτυο όσο και από ευρύτερη βιβλιογραφία που εντοπίστηκε σε, σχετικά με το εξετάζον θέμα, έντυπο υλικό.

Για την εκπόνηση της εργασίας στάθηκαν αρωγοί κάποιοι άνθρωποι τους οποίους και θα ήθελα να ευχαριστήσω. Πιο συγκεκριμένα, ευχαριστώ τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Σχοινά Νικόλαο που μου ανέθεσε το θέμα και με βοήθησε παρέχοντας μου καθοδήγηση και στήριξη καθ' όλη τη διάρκεια εκπόνησης της εργασίας. Τον ευχαριστώ θερμά για τη συνεργασία που είχα μαζί του αλλά και για τις γνώσεις που μου μετέδωσε.

Ακόμη, ευχαριστώ από τα βάθη της καρδιάς μου τους γονείς μου που με κόπο, αγωνία και ανιδιοτέλεια μου πρόσφεραν όλα τα απαραίτητα εφόδια, κυρίως οικονομικά, ώστε να είμαι σε θέση να πραγματοποιώ τα βήματα που επιθυμώ.

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία μελετά ένα αξιοσημείωτο θέμα που σχετίζεται με το χώρο της ηλεκτρολογίας και πιο συγκεκριμένα με την περιγραφή ενός Υποσταθμού Μέσης Τάσης εσωτερικού χώρου. Το θέμα επιλέχθηκε σκόπιμα και αποσκοπεί να παρουσιάσει χρήσιμες πληροφορίες, πολλές από τις οποίες δεν είναι ιδιαίτερα γνωστές.

Η εργασία είναι χωρισμένη σε τρία μέρη καθένα από τα οποία εξετάζει συγκεκριμένες πληροφορίες. Σε όλο το μήκος της εργασίας επικρατεί ένα σταθερό μοτίβο και δομείται ένα θεωρητικό πλαίσιο το οποίο περιλαμβάνει πληροφορίες και στοιχεία για τον τρόπο σχεδίασης υποσταθμού ΜΤ εσωτερικού χώρου, για τον χώρο εγκατάστασης του υποσταθμού και για τον τρόπο συντήρησής αυτού.

Στόχος της εργασίας είναι να μελετηθεί ορθά και πολύπλευρα το εξετάζον θέμα και να γίνουν κατανοητές κάποιες πληροφορίες στο ευρύ κοινό. Στόχος είναι να αναλυθούν οι υφιστάμενες πληροφορίες και να απαντηθούν ερωτήματα ώστε να υπάρξει ενημέρωση και φυσικά κάποια σχετικά, αξιόλογα συμπεράσματα.

Λέξεις κλειδιά: Ρεύμα, Υποσταθμός, Μέση Τάση, Εσωτερικός χώρος

Περιεχόμενα

Πρόλογος.....	iv
Περίληψη.....	v
Περιεχόμενα	vi
Εισαγωγή.....	1
Μέρος 1ο – Σχεδίαση υποσταθμού Μέσης Τάσης.....	2
1.1. Γενικά	2
1.2. Βασικές έννοιες.....	2
1.3. Εννοιολογική προσέγγιση του υποσταθμού	3
1.4. Δίκτυα μεταφοράς και καταναλωτές	4
1.5. Εγκαταστάσεις υποσταθμών Μέσης Τάσης	5
1.6. Βασικά μέρη ενός υποσταθμού Μέσης Τάσης	6
1.7. Υποσταθμοί – Τύποι παροχών Μέσης Τάσης	6
1.7.1 Παροχές Μέσης Τάσης τύπου A1.....	7
1.7.2 Παροχές Μέσης Τάσης τύπου A2.....	8
1.7.3 Παροχές Μέσης Τάσης τύπου B1	10
1.7.4 Παροχές Μέσης Τάσης τύπου B2.....	11
1.8. Μέσα προστασίας και ζεύξη – απόζευξη Μέσης Τάσης	12
1.9. Προστασία υποσταθμών Μέσης Τάσης.....	13
1.9.1 Προστασία του μετασχηματιστή από υπερθέρμανση	14
1.9.2 Προστασία από απώλεια λαδιού.....	15
1.9.3 Προστασία υποσταθμού Μέσης Τάσης από υπερτάσεις	15
1.10. Γειώσεις υποσταθμών Μέσης Τάσης.....	16
1.10.1 Γειώσεις πλεγμάτων δαπέδων και μεταλλικών στοιχείων	16
1.10.2 Θέση γείωσης υποσταθμού.....	17
1.10.3 Γείωση υποσταθμού σε μη αγώγιμο έδαφος.....	18
1.10.4 Γείωση υποσταθμού και προστασία από βηματικές τάσεις.....	18

Μέρος 2ο – Εγκατάσταση υποσταθμού – Κτιριακά στοιχεία	20
2.1. Μελέτη εγκατάστασης.....	20
2.2. Μελέτη για την παροχή της Μέσης Τάσης.....	20
2.4. Διαμόρφωση χώρου υποσταθμού	23
2.4.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση του χώρου	23
2.4.2 Διαμόρφωση του χώρου του καταναλωτή.....	26
2.4.3 Διαμόρφωση του χώρου της ΔΕΗ	27
2.5. Διαμόρφωση του χώρου υποσταθμών ανάλογα με τον τύπο παροχής Μέσης Τάσης	27
2.5.2 Παροχή Μέσης Τάσης τύπου Α2	29
2.5.3 Παροχή Μέσης Τάσης τύπου Β1	30
2.5.4 Παροχή Μέσης Τάσης τύπου Β2	31
Μέρος 3^ο – Συντήρηση υποσταθμού Μέσης Τάσης	37
3.1. Εισαγωγή στη συντήρηση υποσταθμού.....	37
3.2. Αναγκαιότητα της συντήρησης	37
3.3. Η σημασία της συντήρησης	38
3.4. Έλεγχος του υποσταθμού	38
3.5. Συντήρηση του υποσταθμού	39
3.6. Μέθοδοι συντήρησης.....	39
3.7. Διαδικασία συντήρησης υποσταθμού Μέσης Τάσης.....	40
3.8. Τι εργασίες πραγματοποιούνται κατά τη συντήρηση.....	41
3.9. Ενέργειες μετά τη συντήρηση του υποσταθμού.....	42
3.10. Χρήσιμες πρακτικές κατά τη συντήρηση	42
3.11. Συντήρηση κύριου εξοπλισμού εγκατάστασης.....	43
3.12. Συντήρηση βοηθητικού εξοπλισμού εγκατάστασης	44
3.13. Συνοπτικός οδηγός συντήρησης	45
3.14. Συντήρηση υπόλοιπων εξαρτημάτων ενός υποσταθμού.....	47
3.15. Καθαρισμός εξοπλισμού	48

3.16. Προστασία από εργασίες συντήρησης - Ύψος	48
Συμπεράσματα.....	51
Βιβλιογραφία.....	53
Παράρτημα.....	55

Εισαγωγή

Στη σημερινή κοινωνία, η οποία συνεχώς εξελίσσεται, υπάρχουν ορολογίες και έννοιες που είναι συνυφασμένες με την τεχνολογική εξέλιξη και πρόοδο και είναι ιδιαίτερα χρηστικές για την κοινωνία και τον άνθρωπο. Μία από αυτές τις έννοιες αφορά το χώρο της ηλεκτρολογίας και έχει να κάνει με τον υποσταθμό Μέσης Τάσης εσωτερικού χώρου. Η περιγραφή ενός υποσταθμού MT εσωτερικού χώρου είναι ουσιαστικά το θέμα που εξετάζεται στην παρούσα εργασία και η μεγάλη του σημασία αποτελεί έναν σημαντικό λόγο για τον οποίο επιλέχθηκε προς ανάλυση.

Η εργασία είναι στο μεγαλύτερο μέρος της θεωρητική και έχει συγκεκριμένους στόχους. Όλες οι πληροφορίες που αναζητήθηκαν για την κάλυψη των αναγκών, επεξεργάστηκαν και δομήθηκαν σε επιμέρους μέρη και ενότητες.

Στο πρώτο μέρος της εισαγωγής αναλύονται όλα τα θεωρητικά στοιχεία που απαιτούνται για την σχεδίαση ενός υποσταθμού. Συγκεκριμένα αναλύονται τα μέσα προστασίας και ζεύξης MT καθώς και οι τύποι παροχών MT. Παρουσιάζονται τα μέσα προστασίας και ζεύξης απόζευξης Χαμηλής Τάσης (ΧΤ) καθώς επίσης και ο τρόπος λειτουργίας τους. Παρουσιάζονται ακόμη οι κατάλληλες γειώσεις για την προστασία των ατόμων οι οποίοι είναι κοντά και εργάζονται σε αυτούς, από βηματικές τάσεις ή τάσεις επαφής, όπως και η απαραίτητη προστασία του υποσταθμού από υπερτάσεις.

Στο δεύτερο μέρος αναλύεται ο χώρος εγκατάστασης ενός τυπικού υποσταθμού. Παρατίθενται τα σχέδια και όλες οι απαραίτητες προϋποθέσεις που πρέπει να λάβει κάποιος υπόψη του για την υλοποίηση του υποσταθμού. Περιγράφεται δηλαδή ο χώρος εγκατάστασης του υποσταθμού με όλες της διαστάσεις που πρέπει να έχει, η διαμόρφωση του καθώς και οι οικοδομικές απαιτήσεις (δάπεδο, τοίχοι, οροφή).

Το περιεχόμενο του τρίτου μέρους αφορά την περιγραφή της διαδικασίας συντήρησης ενός υποσταθμού MT που περιλαμβάνει όλες της επιθεωρήσεις και τους τρόπους συντήρησης των εξαρτημάτων και μηχανημάτων ενός υποσταθμού καθώς και οδηγίες ασφαλών μεθόδων εργασίας. Αφού παρουσιαστούν και αναλυθούν όλα τα παραπάνω, παρουσιάζονται τα κυριότερα συμπεράσματα της εργασίας και οι βιβλιογραφικές αναφορές που χρησιμοποιήθηκαν.

Μέρος 1ο – Σχεδίαση υποσταθμού Μέσης Τάσης

1.1. Γενικά

Θεωρείται αδιαμφισβήτητο το γεγονός ότι στην ιστορία του ανθρώπινου γένους λάμβαναν διαρκώς χώρα περιστατικά που στιγμάτιζαν και σηματοδοτούσαν την πορεία της κοινωνίας. Από το παρελθόν μέχρι και σήμερα, η ανθρώπινη ύπαρξη σε συνδυασμό με τη σύγχρονη και διαρκώς μεταβαλλόμενη εποχή είναι συνυφασμένη με έννοιες και χαρακτηριστικά που συντελούν στην καλύτερευση του ανθρώπινου βίου και του συνόλου της κοινωνίας. Κάνουμε λόγο για έννοιες που στο παρελθόν δεν είχαν την ίδια βαρύτητα και σημασία αλλά ούτε ταυτίζονταν με τον όρο της ποιότητας, η οποία καλώς ή κακώς, άρχισε σταδιακά να υιοθετείται από τον άνθρωπο με την έξαρση διαφόρων κλάδων.

Με το πέρασμα του χρόνου, ήρθαν στο προσκήνιο τεχνολογικά επιτεύγματα στα πλαίσια ανάπτυξης της κοινωνίας και της τεχνολογίας και υιοθετήθηκαν πρακτικές και εφαρμογές που διευκόλυναν την ζωή του ανθρώπου. Εμφανίστηκαν προϊόντα και υπηρεσίες που άρχισαν να παρέχονται με σημαντική αναγνώριση και υψηλή χρησιμότητα. Ένα από αυτά τα προϊόντα είναι το ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο μάλιστα μπήκε γρήγορα στη διαχειριστική λογική του ανθρώπου αφού έγινε αντιληπτή η τεράστια σημασία του. Η βιομηχανική παραγωγή ανέπτυξε τακτικές και εφαρμογές και πολύ γρήγορα τυποποιήθηκε στο βωμό της ανταγωνιστικότητας και της αύξησης της παραγωγής σε διεθνές επίπεδο.

1.2. Βασικές έννοιες

Για την καλύτερη κατανόηση των δεδομένων που αναλύονται στην εργασία, θεωρείται χρήσιμο και χρηστικό να γίνει μια εννοιολογική προσέγγιση κάποιων όρων, οι οποίοι και παρουσιάζονται ακολούθως:

Χαμηλή Τάση (XT)

Πρόκειται για την τάση που είναι μικρότερη των 1.000V.

Μέση Τάση (MT)

Πρόκειται για ένα μέρος της υψηλής τάσης που είναι μεγαλύτερη από 1.000V και δεν ξεπερνά τα 22.000V (22KV).

Υψηλή Τάση (YT)

Ονομάζεται η τάση ή αλλιώς τμήμα της υψηλής τάσης που ξεπερνά τα 22KV και φτάνει 150KV. Είναι ξεκάθαρα ορολογία που βοηθά στο διαχωρισμό μεταξύ των τάσεων.

Υπερύψηλη Τάση

Είναι η τάση (400KV) που χρησιμοποιείται για την μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από τους σταθμούς παραγωγής στους υποσταθμούς μεταφοράς. Για τον ίδιο λόγο χρησιμοποιείται και η Υψηλή Τάση.

Παροχή

Ονομάζεται το σύνολο των εγκαταστάσεων που δίνει τη δυνατότητα παροχής ηλεκτρικής ενέργειας στο καταναλωτικό κοινό.

Προστασία

Ονομάζεται η παροχή ασφάλειας σε έναν υποσταθμό με τη βοήθεια ενός συνόλου εργαλείων, μέσω και πρακτικών ώστε να διασφαλίζεται η ομαλή και φυσιολογική λειτουργία αυτού.

Αφιξη

Ονομάζεται το τμήμα του υποσταθμού όπου φτάνει η γραμμή παροχής Μέσης Τάσης της ΔΕΗ.

Σήμανση

Αποκαλείται το σύνολο των συναρμολογήσεων, οι οποίες παρέχουν τη δυνατότητα ενημέρωσης κάποιου προσωπικού με κάποιο οπτικοακουστικό τρόπο (σήμα). Βοηθά στην έγκαιρη αντιμετώπιση προβλημάτων όταν αυτά παρουσιάζονται στον χώρο εγκατάστασης του υποσταθμού (Κάπος, 1991).

1.3. Εννοιολογική προσέγγιση του υποσταθμού

Σήμερα, το ηλεκτρικό ρεύμα είναι ένα ευρέως αναγνωρισμένο προϊόν το οποίο καλύπτει τεράστιες κοινωνικές ανάγκες και χρησιμοποιείται από εκατομμύρια πολίτες. Για τη διάδοσή του εργάστηκαν πολλοί φορείς και άνθρωποι ενώ ακόμη υιοθετήθηκαν και εφαρμόστηκαν πολλά πρότυπα ποιότητας ώστε το ρεύμα να παρέχεται εύκολα και με ασφάλεια. Όταν κάνουμε λόγο για ηλεκτρικό ρεύμα δεν εννοούμε μονάχα τα καλώδια μεταφοράς ρεύματος της ΔΕΗ ούτε τους διακόπτες του σπιτιού. Πίσω από τις εύχρηστες καθημερινές συσκευές και μέσα που όλοι μας λίγο πολύ χρησιμοποιούμε, υπάρχουν άλλα μέσα που διοχετεύουν ηλεκτρικό ρεύμα και βοηθούν στην διάδοσή του στο λοιπό δίκτυο διανομής ρεύματος. Υπάρχει σύνολο λοιπών μέσων και εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούνται για την παροχή ηλεκτρικής ενέργειας σε διάφορες περιοχές. Το ρεύμα παράγεται σε συγκεκριμένους χώρους που αποκαλούνται σταθμοί παραγωγής και με ειδικό τρόπο μεταφέρεται σε άλλα μέρη για να καταναλωθεί. Κατά τη μεταφορά του διατηρεί μια σταθερή ροή και αποθηκεύεται σε κεντρικά σημεία του δικτύου ώστε να επιμεριστεί στη συνέχεια στο δίκτυο άλλων περιοχών. Τα κεντρικά αυτά σημεία ονομάζονται υποσταθμοί, εγκαθίστανται με συγκεκριμένες προδιαγραφές και χρησιμοποιούνται ανάλογα με τις υφιστάμενες, κάθε φορά, ανάγκες. Σημειωτέον πως, στην Ελλάδα η μεταφορά του ρεύματος προς κατανάλωση από τους σταθμούς παραγωγής γίνεται με τις γραμμές υψηλής τάσης και τις γραμμές υπερυψηλής τάσεως (Καραντώνη, 2012).

Αξίζει να επισημανθεί ότι ο υποσταθμός αποτελεί μέρος ενός Συστήματος Ηλεκτρικής Ενέργειας (Σ.Η.Ε.) όπως και το σύνολο των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων και των μέσων που

χρησιμοποιούνται για την παραγωγή, μεταφορά και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας σε περιοχές όπου υπάρχει ανάγκη. Τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας καλύπτουν την ζήτηση για ηλεκτρικό ρεύμα και έχουν είτε κρατικό είτε ιδιωτικό χαρακτήρα κατέχοντας το ολιγοπώλιο, α μη τι άλλο μονοπώλιο, στον κλάδο που πρεσβεύουν. Στην Ελλάδα το σύνολο των εγκαταστάσεων μέχρι και πριν λίγα χρόνια άνηκε στη ΔΕΗ (Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού). Με την απελευθέρωση της αγοράς όλο και περισσότεροι ιδιώτες τα τελευταία χρόνια επενδύουν στην παραγωγή και μεταφορά ενέργειας.

Τα συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας διακρίνονται στα παρακάτω μέρη:

1. Σταθμοί παραγωγής
2. Δίκτυα μεταφοράς
3. Δίκτυα διανομής (Βουρνάς, Κονταξής, 1999)

Η μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας από τους σταθμούς παραγωγής προς τους καταναλωτές έως τους υποσταθμούς μεταφοράς, γίνεται από τις γραμμές υψηλής τάσης (Υ.Τ.) (150kV) και υπερυψηλής τάσης (400kV) για να μειωθούν οι απώλειες ισχύος όταν οι αποστάσεις είναι μεγάλες. Οι γραμμές Μεταφοράς δεν μπορούν να τροφοδοτήσουν άμεσα τους καταναλωτές που χρησιμοποιούν χαμηλή τάση (230/400V) αλλά φθάνουν μέχρι ορισμένα σημεία, τους υποσταθμούς μεταφοράς, όπου γίνεται υποβιβασμός της τάσης στη μέση τάση, δηλαδή στα 20 kV ή 15kV του δικτύου. Οι υποσταθμοί αποτελούν κόμβους στο δίκτυο του ηλεκτρισμού. Από αυτά τα σημεία όπου βρίσκονται οι υποσταθμοί μεταφοράς, αρχίζουν οι γραμμές διανομής, που καταλήγουν στους υποσταθμούς διανομής όπου γίνεται υποβιβασμός της τάσης στη χαμηλή τάση(0,4kV) που χρησιμοποιούν οι περισσότεροι καταναλωτές.



Εικόνα 1. Υποσταθμός μέσης τάσης εσωτερικού χώρου (<http://vpower.gr/227/>)

1.4. Δίκτυα μεταφοράς και καταναλωτές

Η ηλεκτρική ενέργεια έχει συνεχόμενη ροή στα δίκτυα μεταφοράς μέχρι να γίνει προϊόν κατανάλωσης. Οι καταναλωτές συνδέονται στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας ανάλογα της μέγιστης απορροφούμενης ισχύ τους και κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες:

- Καταναλωτές Υψηλής Τάσης
- Καταναλωτές Μέσης Τάσης
- Καταναλωτές Χαμηλής Τάσης (Μερζιώτης, 2014)

Σε όλες τις περιπτώσεις καταναλωτών, η κατανάλωση ρεύματος είναι διαφορετική επειδή διαφέρουν οι ανάγκες. Η τροφοδότηση προσαρμόζεται στις ενεργειακές ανάγκες αυτές και οργανώνεται κάτω από ένα ενιαίο σχέδιο κατά το οποίο υπάρχει συνεργασία μεταξύ των σταθμών παραγωγής, των δικτύων διανομής και των δικτύων μεταφοράς. Σπουδαίο ρόλο διαδραματίζουν τα δίκτυα μεταφοράς και δίκτυα διανομής από τα οποία επωφελούνται άμεσα οι καταναλωτές. Οι καταναλωτές εξυπηρετούνται από τα δίκτυα ΧΤ και ΜΤ αλλά συνηθέστερα από τα δίκτυα ΜΤ τα οποία μπορούν να καλύψουν ανάγκες σε αποστάσεις μεγαλύτερες από 1000m. Τέλος τα δίκτυα ΜΤ διακρίνονται στα ακτινικά και στα βροχοειδή δίκτυα.

1.5. Εγκαταστάσεις υποσταθμών Μέσης Τάσης

Ο υποσταθμός ΜΤ σχεδιάζεται, εγκαθίσταται και λειτουργεί ανάλογα με τις ανάγκες που υπάρχουν στην περιοχή που πρόκειται να ωφελήσει. Ανάλογα λοιπόν με τις ανάγκες αυτές, οι εγκαταστάσεις των υποσταθμών διακρίνονται σε δύο σύνολα:

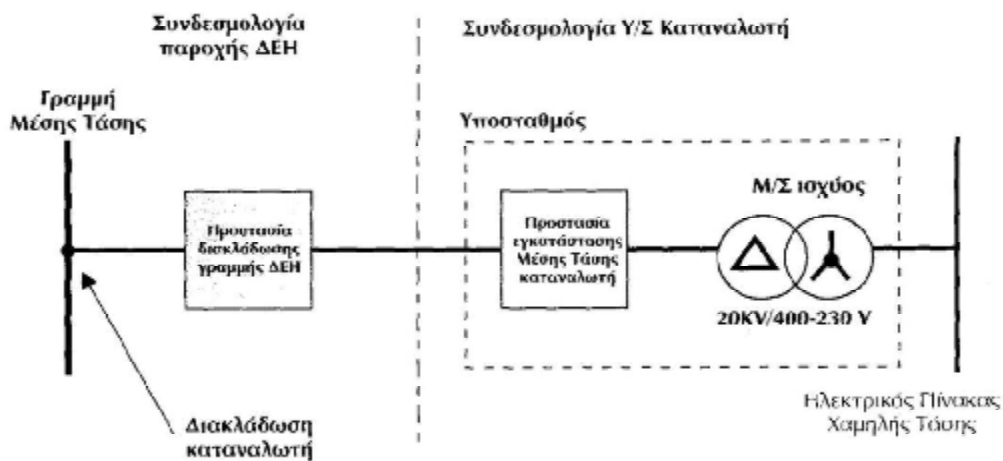
1. **Εγκατάσταση ΜΤ της ΔΕΗ (Πλέον ΔΕΔΔΗΕ)**, η οποία μπορεί να είναι τόσο υπαίθρια όσο και στεγασμένη σε εναέρια δίκτυα. Στην περίπτωση αυτή, η εγκατάσταση περιλαμβάνει μετασχηματιστές μετρήσεων, μετρητές ισχύος και ενέργειας καθώς επίσης και μέτρα προστασίας της παροχής σε βραχυκυκλώματα (διακόπτες, ασφάλειες).
2. **Εγκατάσταση του καταναλωτή**, η οποία είναι στεγασμένη και συγκροτείται από τους ζυγούς ΜΤ, τα όργανα και μέσα προστασίας, τους μετασχηματιστές ισχύος, τους μετασχηματιστές οργάνων και τους ζυγούς ΧΤ (Καραντώνη, 2012).

Όποια περίπτωση κι αν πρόκειται να εφαρμοστεί, πρέπει να ακολουθείται μια συγκεκριμένη διαδικασία η οποία αφορά συγκεκριμένα σχετιζόμενα μέρη, αφενός τον καταναλωτή κι αφετέρου τη ΔΕΗ. Πρέπει να προϋπάρξει σχετική αίτηση για εγκατάσταση του υποσταθμού, προμελέτη από τη ΔΕΗ για την εγκατάσταση και έγκρισης της μελέτης και της αίτησης ώστε να γίνει η σύνδεση του υποσταθμού ή διαφορετικά της παροχής ΜΤ με το υπόλοιπο δίκτυο. Η ανάγκη για την κατασκευή ενός υποσταθμού ΜΤ παρουσιάζεται όταν οι απαιτήσεις ισχύος ενός καταναλωτή ξεπερνούν τα 135KVA που είναι η μεγαλύτερη παροχή ΧΤ που προσφέρει η ΔΕΗ. Τότε ο πελάτης πρέπει να κατασκευάσει δικό του υποσταθμό με παροχή ΜΤ 20KV από την ΔΕΗ σύμφωνα, φυσικά, με τα σχέδια και τις οδηγίες αυτής. Οι υποσταθμοί ΜΤ έχουν νευραλγική σημασία στα ηλεκτρικά δίκτυα διανομής καθώς είναι τα σημεία όπου η ΜΤ του δικτύου της ΔΕΗ μετασχηματίζεται από τα 20,15 ή 6,6KV σε ΧΤ 400/230V για χρήση σε βιομηχανικούς ή οικιακούς καταναλωτές. Όταν πρόκειται δε για την παραγωγή ενέργειας όπως από φωτοβολταϊκά πάρκα, αιολικά πάρκα, ΜΥΗΕ (μικρά υδροηλεκτρικά έργα), γίνεται ανύψωση της τάσης στα 20KV για να είναι εφικτή η διασύνδεση με το δίκτυο ΜΤ της ΔΕΗ (<http://vpower.gr/227/>).

1.6. Βασικά μέρη ενός υποσταθμού Μέσης Τάσης

Τα βασικά μέρη ενός Υποσταθμού MT είναι τα παρακάτω:

- Μετασχηματιστής Ισχύος
- Πίνακας MT (της ΔΕΗ και του καταναλωτή)
- Πίνακας XT (<http://vpower.gr/227/>)



Εικόνα 2. Σχηματική διάκριση υποσταθμού MT (Μανέτα, 2009)

Ο παραπάνω εξοπλισμός μπορεί να εγκατασταθεί είτε σε εσωτερικό χώρο είτε σε υπαίθριο υποσταθμό (κιόσκι), πάντα σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΔΕΗ, τα διεθνή πρότυπα ασφάλειας και τις απαιτήσεις της εγκατάστασης.

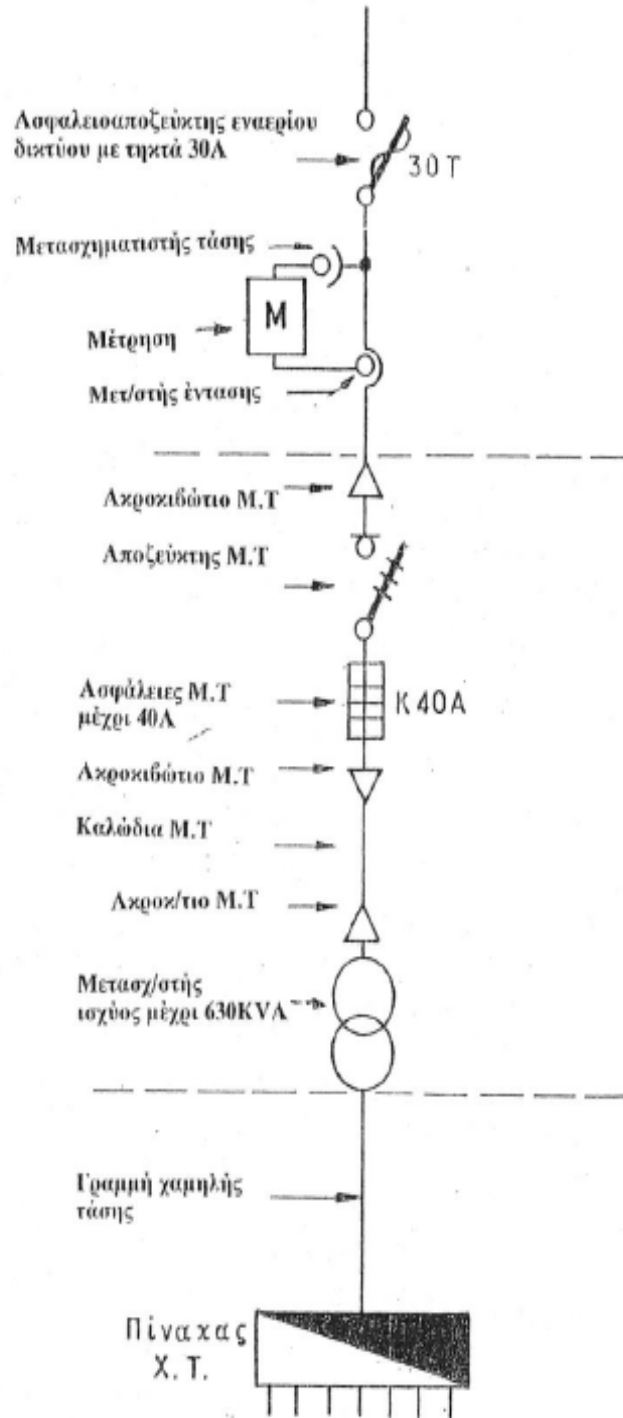
1.7. Υποσταθμοί – Τύποι παροχών Μέσης Τάσης

Όπως είναι γνωστό, η MT αφορά κυρίως τον καταναλωτή και την υπηρεσία της ΔΕΗ και φυσικά τη σχέση που διέπει αυτούς τους δύο. Στους υποσταθμούς, κύριο μέλημα είναι ο καθορισμός του τύπου παροχής MT, ο οποίος σε πολλές περιπτώσεις απαιτεί καλή μελέτη. Ο καθορισμός της παροχής γίνεται από τη ΔΕΗ και τον ηλεκτρολόγο του καταναλωτή και η διάκριση που γίνεται περιλαμβάνει:

- Παροχές Μέσης Τάσης τύπου A1
- Παροχές Μέσης Τάσης τύπου A2
- Παροχές Μέσης Τάσης τύπου B1
- Παροχές Μέσης Τάσης τύπου B2 (Μανέτα, 2009)

1.7.1 Παροχές Μέσης Τάσης τύπου A1

Η παροχή MT τύπου A1 είναι η πιο μικρή που υπάρχει και εγκαθίσταται στον εξωτερικό χώρο του υποσταθμού. Είναι μια μορφή παροχής που μπορεί να παράσχει ισχύ έως 630KVA σε έναν ή περισσότερους μετασχηματιστές.



Σχήμα 1. Παροχή Μέσης Τάσης τύπου A1, σε έναν μετασχηματιστή (Κάπος, 1991)

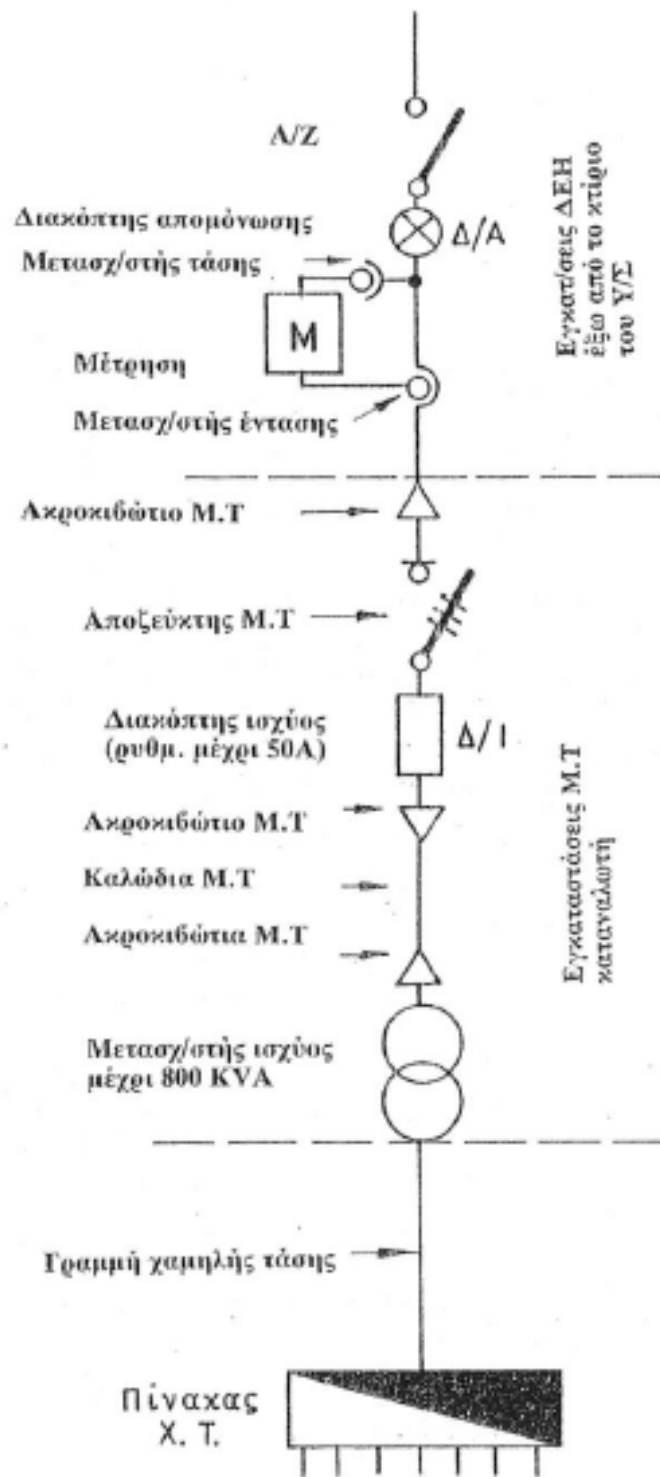
Ωστόσο, κατά την παροχή ΜΤ τύπου Α1 υπάρχουν κάποιοι περιορισμοί ασφαλείας κατά τους οποίους:

- 1ο. Οι ασφάλειες ΜΤ κυμαίνονται γύρω στα 30Α
- 2ο. Τα τηκτά των ασφαλειών του καταναλωτή δεν πρέπει να ξεπεράσουν τα 40Α για κάθε μετασχηματιστή
- 3ο. Δε θα πρέπει να τοποθετούνται διακόπτες ισχύος στη θέση των διακοπών φορτίου με ασφάλειες
- 4ο. Προκειμένου να φαίνεται η διακοπή απαιτείται η χρήση διακόπτη φορτίου και ασφάλειες ή εναλλακτικά η πρόταξη αποζευκτών (Κάπος, 1991).

1.7.2 Παροχές Μέσης Τάσης τύπου Α2

Οι παροχές ΜΤ τύπου Α2 δίνουν μεγαλύτερη ισχύ από τις παροχές τύπου Α1. Και στην περίπτωση αυτή, υπάρχει πιθανότητα να χρησιμοποιούνται περισσότεροι του ενός μετασχηματιστές. Σε κάθε περίπτωση, η ισχύ κάθε μετασχηματιστή που χρησιμοποιείται πρέπει να μην είναι μεγαλύτερη από 800 ΚVΑ και η ισχύ του υποσταθμού γενικότερα να είναι μεγαλύτερη από 630V. Ο τύπος αυτός παροχής κατασκευάζεται στον εξωτερικό χώρο του υποσταθμού και για την προστασία χρησιμοποιούνται τα ακόλουθα:

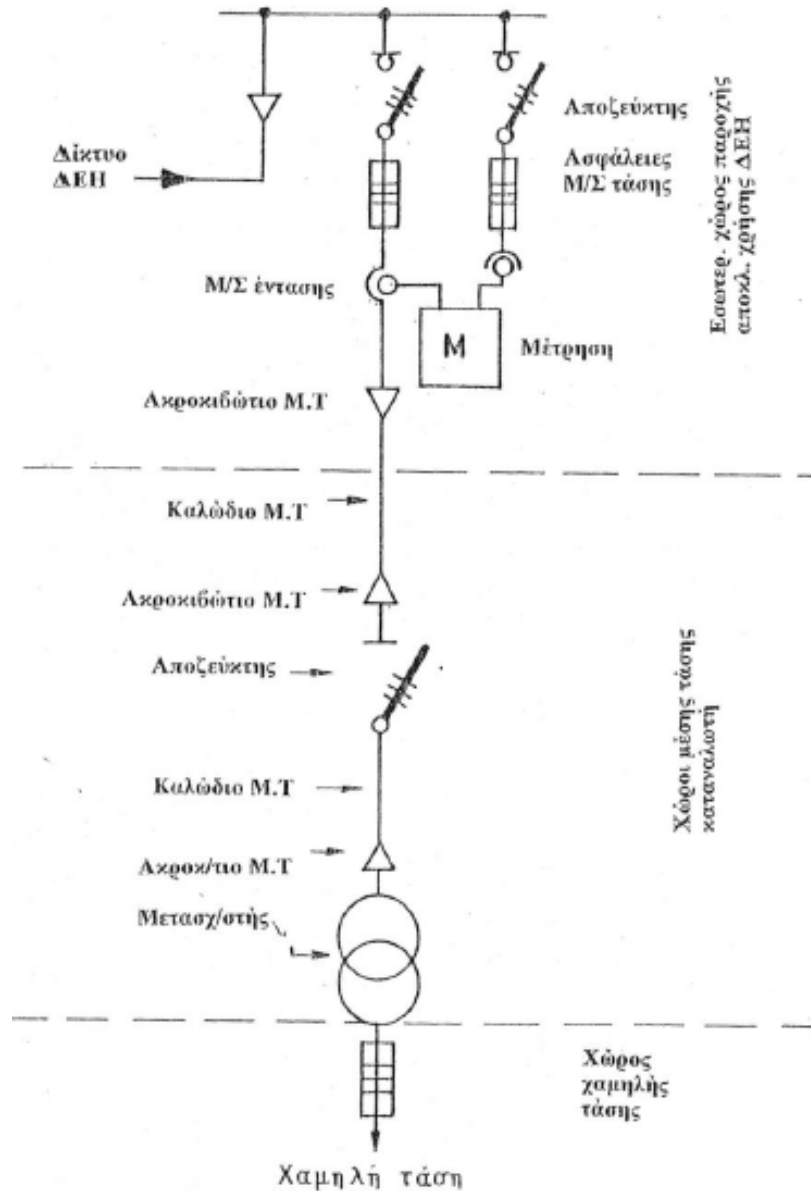
1. Ασφάλειες ΜΤ μικρότερες από 50Α
2. Διακόπτες απομόνωσης
3. Διακόπτες ισχύος (χρησιμοποιείται περισσότερο για την προστασία του μετασχηματιστή) (Σταυρακίδης, 2008).



Σχήμα 2. Παροχή Μέσης Τάσης τύπου Α2 σε έναν μετασχηματιστή ισχύος ως 800V και προστασία μετασχηματιστή με διακόπτη ισχύος ρυθμιζόμενο μέχρι 50Α. (Κάπος, 1991)

1.7.3 Παροχές Μέσης Τάσης τύπου B1

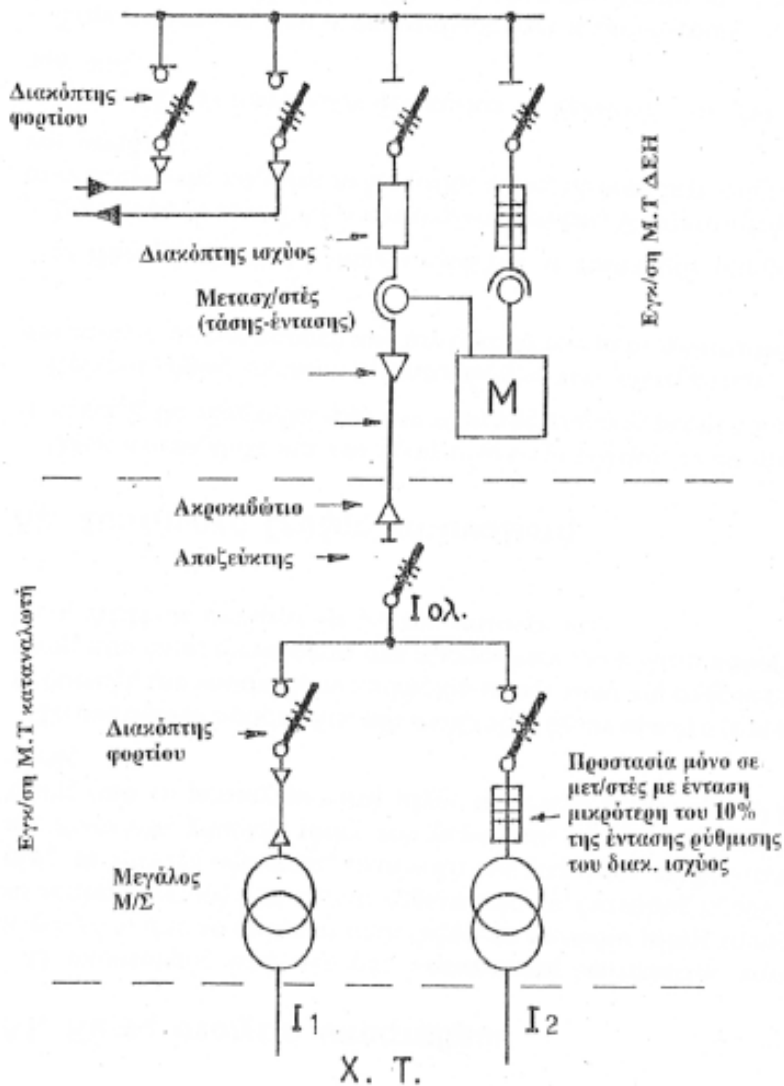
Οι παροχές ΜΤ τύπου B1 αφορούν το εσωτερικό μέρος εγκατάστασης του υποσταθμού. Τοποθετούνται σε ανεξάρτητο σημείο και η ισχύ που δίνουν πρέπει να κυμαίνεται μάξιμουμ έως 1250KVA. Για την προστασία τους χρησιμοποιούνται γενικά μέσα προστασίας όπως είναι α) ασφάλειες, β) αυτόματος διακόπτης φορτίου.



Σχήμα 3. Παροχή Μέσης Τάσης τύπου B1 σε έναν μετασχηματιστή 200-630 KVA και προστασία στη χαμηλή τάση με ασφάλειες (Κάπος, 1991).

1.7.4 Παροχές Μέσης Τάσης τύπου B2

Οι παροχές ΜΤ τύπου B2 δεν έχουν μεγάλες διαφορές με τις παροχές τύπου B1. Εγκαθίστανται κι αυτές στο εσωτερικό του υποσταθμού και παρέχουν τη δυνατότητα παροχής γραμμής προς άλλους καταναλωτές και την τροφοδότηση τρίτων. Η ισχύ που παρέχει ο συγκεκριμένος τύπος στον ή στους μετασχηματιστές του υποσταθμού δεν περιορίζεται σε κάποια επίπεδα. Πρόκειται ουσιαστικά, για παροχή που αφορά τη ΔΕΗ και έγκειται στην αποκλειστική της διαχείριση (Σταυρακίδης, 2008).



Σχήμα 4. Παροχή Μέσης Τάσης τύπου B2 σε μετασχηματιστές με μεγάλη διαφορά ισχύος (Κάπος, 1991).

Για την καλύτερη και πιο συνοπτική παρουσίαση των παροχών ΜΤ παρατίθεται ο παρακάτω πίνακας:

ΤΥΠΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ	ΧΩΡΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΙΣΧΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ
A1	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	ΩΣ 630 ΚVA
A2	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	<800ΚVA
B1	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ	ΩΣ 1250ΚVA
B2	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ	ΑΠΕΡΙΟΡΙΣΤΗ

Πίνακας 1. Τύποι παροχών Μέσης Τάσης και χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτών

1.8. Μέσα προστασίας και ζεύξη – απόζευξη Μέσης Τάσης

Οι γραμμές ΜΤ σχετίζονται άμεσα με τον καταναλωτή γιατί συνηθέστερα αυτές ευθύνονται για την τροφοδοσία του. Για την ζεύξη – απόζευξη ηλεκτρικού ρεύματος στις γραμμές ΜΤ χρησιμοποιούνται (Ντοκόπουλος, 1992):

- Ø **Οι αποζεύκτες.** Πρόκειται για διακόπτες, δηλαδή ηλεκτρικά εξαρτήματα, που μεταβάλλουν τη διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος. Οι αποζεύκτες ΜΤ είναι μονοπολικοί ή τριπολικοί και λειτουργούν με ελάχιστο ή καθόλου φορτίο. Οι αποζεύκτες είναι σχεδιασμένοι να αντέχουν στις διαφορές τάσεως του ρεύματος, όταν αυτές εμφανίζονται (υπερτάσεις), και παρέχουν οπτικό έλεγχο του δικτύου ώστε όταν υπάρχει πρόβλημα να υπάρχει αποτελεσματική αντιμετώπιση. Ένας αποζεύκτης χρησιμοποιείται όταν γίνονται εργασίες στο χώρο του δικτύου καθώς συμβάλει στη σύνδεση καλωδίων και αγωγών της εγκατάστασης με τη γη. Στην περίπτωση αυτή ονομάζεται γειωτής.
- Ø **Οι ασφάλειες.** Χρησιμοποιούνται μονάχα σε περιπτώσεις εμφάνισης βραχυκυκλωμάτων και βοηθούν στην απόζευξη του ηλεκτρικού ρεύματος. Οι ασφάλειες διακρίνονται σε: α) ασφάλειες εκτόνωσης και β) ασφάλειες σκόνης. Οι ασφάλειες εκτόνωσης εντοπίζονται στα εναέρια δίκτυα της ΔΕΗ και αποτελούνται από ένα κοίλο μονωτικό σωλήνα εσωτερικής διαμέτρου 2-3cm και μήκους 30-35cm. Στο εσωτερικό του σωλήνα υπάρχει βορικό οξύ και τηκτό, το οποίο τήκεται, δηλαδή λιώνει, όταν προκληθεί υπερένταση. Οι ασφάλειες σκόνης έχουν την ικανότητα να περιορίζουν το ρεύμα βραχυκυκλώματος και για το λόγο αυτό ονομάζονται και ασφάλειες υψηλής ικανότητας διακοπής (HRC = High Rupturing Capacity). Τα μέρη από τα οποία αποτελούνται οι ασφάλειες αυτές είναι: α) επαφές, β) εξωτερικός σωλήνας από πορσελάνη, γ) πυρήνας από κεραμικό υλικό, δ) τηκτό στοιχείο, ε) χαλαζιακή άμμος, στ) δείκτης λειτουργίας. Όταν το ρεύμα διαφοροποιηθεί τιμολογιακά, το τηκτό που βρίσκεται στην πορσελάνινη σωλήνα, τήκεται και δημιουργεί ηλεκτρικό τόξο. Την ίδια στιγμή η χαλαζιακή άμμος

ψύχεται και δημιουργείται αντίσταση η οποία περιορίζει το μέγεθος της βραχυκύκλωσης.

- Ø **Οι διακόπτες απομόνωσης.** Οι διακόπτες αυτοί μοιάζουν αρκετά με τους διακόπτες φορτίου. Είναι μονοπολικό ή τριπολικό με αυτόνομη λειτουργία και εκτελούν αυτόματες επαναφορές χωρίς να διακόπτουν το ρεύμα. Μόλις περάσει από τους διακόπτες απομόνωσης το ρεύμα βραχυκύκλωσης, οι διακόπτες μετρούν με εσωτερικό μηχανισμό, τους κύκλους λειτουργίας του διακόπτη ισχύος και στον τελευταίο κύκλο ανοίγουν αφού έχει ανοίξει ο διακόπτης ισχύος. Αντιθέτως, ο διακόπτης ισχύος κλείνει, μένει κλειστός, ενώ ο διακόπτης απομόνωσης μένει ανοιχτός.
- Ø **Οι διακόπτες φορτίου.** Πρόκειται για εξαρτήματα που μπορούν να διακόπτουν ρεύμα που φτάνει μέχρι 400Α. Σκοπός ύπαρξης των διακοπών φορτίων είναι να φροντίζουν για την ισόρροπη και φυσιολογική ροή του ηλεκτρικού ρεύματος χωρίς όμως να το διακόπτουν. Τοποθετούνται τόσο εσωτερικά όσο και εξωτερικά και η λειτουργία τους μοιάζει με εκείνη των διακοπών ισχύος. Κατά κανόνα, οι διακόπτες φορτίου, λειτουργούν και ως αποζεύκτες (απομονωτές), ώστε να επιτρέπουν την ασφάλεια στο κύκλωμα μετά τη διακοπή του. Στην περίπτωση αυτή ονομάζονται διακόπτες φορτίου - αποζεύκτες ή απλά αποζεύκτες φορτίου. Ο διακόπτης φορτίου από μόνος του, επειδή δεν έχει την ικανότητα να διακόψει το ρεύμα βραχυκυκλώματος, δε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο προστασίας. Σε συνδυασμό όμως με ασφάλειες HRC μπορεί να λειτουργήσει ως μέσο προστασίας των καλωδίων ή του μετασχηματιστή ισχύος. Ο συνδυασμός αυτός ονομάζεται και ασφαλειο-διακόπτης φορτίου ή ασφαλειοαποζεύκτης φορτίου (Fuse-Load switch) και τον συναντάμε κατά κανόνα ως μέσο προστασίας μετασχηματιστών μέχρι 630 KVA.
- Ø **Οι διακόπτες ισχύος.** Οι διακόπτες αυτοί είναι προστατευτικοί γιατί επαναφέρουν στην αρχική του μορφή προβληματικά, ηλεκτρικά κυκλώματα ΜΤ. Ανοίγουν τα κυκλώματα τόσο σε κανονικές συνθήκες όσο και σε περιπτώσεις βραχυκυκλωμάτων και είναι ανθεκτικά σε λειτουργία κυκλωμάτων με βεβαρυσμένο φορτίο. Τέλος, οι διακόπτες ισχύος χρησιμοποιούν το ελατήριο ανοίγματος και το ελατήριο κλεισίματος για να λειτουργήσουν, ενώ τα μέρη από τα οποία συγκροτούνται είναι τα εξής: α) το σύστημα τροφοδοσίας, β) το σύστημα ελέγχου, γ) τον αποζεύκτη, δ) τους μετασχηματιστές, ε) τα ελατήρια, στ) τον τριπολικό διακόπτη με τις επαφές.
- Ø **Τα αλεξικέραυνα.** Χρησιμοποιούνται σε συγκεκριμένες περιοχές που πλήττονται από συχνά φαινόμενα πτώσεων κεραυνών για τον έλεγχο των υπερτάσεων που αυτοί προκαλούν. Τα αλεξικέραυνα συγκρατούν την τάση σε ασφαλή επίπεδα και τα μέρη από τα οποία αποτελούνται είναι: α) ο σπινθηριστής, β) οι μη γραμμικές αντιστάσεις ανθρακικού πυριτίου.

1.9. Προστασία υποσταθμών Μέσης Τάσης

Ένας υποσταθμός μπορεί να παρουσιάσει πολλά προβλήματα ανά πάσα στιγμή κατά τη λειτουργία του. Σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να επηρεαστεί η λειτουργία του μετασχηματιστή και συνεπώς η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος και να υπάρξει άμεση ανάγκη για αποκατάσταση της βλάβης από κάποιο ειδικό συνεργείο με εξειδικευμένα άτομα. Τα λειτουργικά προβλήματα που μπορούν να παρουσιαστούν αφορούν:

- Την υπερθέρμανση του μετασχηματιστή
- Την απώλεια λαδιού (Παπαδόπουλος, 1997)

Και τα δυο αυτά προβλήματα προκαλούνται από συγκεκριμένες συνθήκες και επηρεάζουν σε σημαντικό βαθμό τη λειτουργία του μετασχηματιστή. Αναλυτικότερα, η υπερθέρμανση του μετασχηματιστή μπορεί να προκύψει λόγω κακού αερισμού ή υπερφόρτισης ή διαρροή λαδιού. Η διαρροή – απώλεια λαδιού δε, μπορεί να προκύψει λόγω διάτρησης των ψυκτικών σωλήνων ή του δοχείου διαστολής ή του δοχείου του ίδιου του μετασχηματιστή. Το βαρυσήμαντο ζήτημα και στις δύο περιπτώσεις προβλημάτων είναι η προστασία του υποσταθμού και η εφαρμογή πρακτικών που διασφαλίζουν τη λειτουργικότητα και βιωσιμότητα του.

1.9.1 Προστασία του μετασχηματιστή από υπερθέρμανση

Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω, ο μετασχηματιστής μπορεί να υπερθερμανθεί για αρκετούς και διάφορους λόγους. Για την αποφυγή τέτοιων κρουσμάτων, έγινε μέριμνα ώστε ο μετασχηματιστής να φέρει επάνω του ένα θερμοστατικό θερμόμετρο ειδικά διαμορφωμένο και ειδικά τοποθετημένο το οποίο θα επιβλέπει υπό κάποιο τρόπο τη λειτουργία του μετασχηματιστή κι όταν τείνει να υπάρξει κάποιο πρόβλημα, αυτό να ειδοποιεί μέσω ενός οπτικοακουστικού σήματος ένα αρμόδιο πρόσωπο. Το πρόσωπο αυτό θα ενημερώνεται ακαριαία και θα καταφτάνει έγκαιρα στο χώρο που βρίσκεται ο μετασχηματιστής ώστε να επιλύσει το πρόβλημα. Πρόκειται για μια χρήσιμη πρακτική, η οποία αφενός δείχνει τη θερμοκρασία λειτουργίας του μετασχηματιστή κι αφετέρου βοηθά στην αντιμετώπιση προβλημάτων όταν καταστεί αναγκαίο.

Σε περίπτωση που για κάποιο λόγο δεν καταφέρει να φτάσει κάποιο ειδικό πρόσωπο για την επίλυση του προβλήματος, η θερμοστατική διάταξη ή αλλιώς υπερθέρμανση μπορεί να διακόψει τη μέση τάση ανοίγοντας αυτόματα τον αποζεύκτη που τροφοδοτεί το μετασχηματιστή.

Επίσης, για την προστασία του μετασχηματιστή έχει αναπτυχθεί ένα σχέδιο που επαναφέρει τη λειτουργικότητα του σε περίπτωση υπερθέρμανσης. Όταν παρουσιαστεί δηλαδή υπερθέρμανση, λειτουργεί ένα σύστημα επαφών το οποίο δίνει εντολή στους ανεμιστήρες ή εξαεριστήρες να ξεκινήσουν να δουλεύουν ώστε να ψύξουν τον μετασχηματιστή και να περιορίσουν την επέκταση του προβλήματος. Το σύστημα αυτό βοηθά ακόμη στη σήμανση ή τη διακοπή αυτών των ανεμιστήρων και εξαεριστήρων. Συνηθέστερη αιτία υπερθέρμανσης είναι η απώλεια λαδιών. Τα λάδι στο δοχείο του μετασχηματιστή βοηθά στην ψύξη αυτού. Συνεπώς όταν το λάδι εκλείψει ο μετασχηματιστής θα έχει πρόβλημα και σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να καταστραφεί (Κάπος, 1991).

1.9.2 Προστασία από απώλεια λαδιού

Η παρουσία λαδιού στον μετασχηματιστή είναι πολύ σημαντική γιατί με τον τρόπο αυτό ο μετασχηματιστής μπορεί να ψύχεται και να παραμένει λειτουργικός. Τα επίπεδα λαδιού στον μετασχηματιστή πρέπει να έχουν σταθερές τιμές και συγκεκριμένα επίπεδα. Αυτό στο παρελθόν δεν ήταν καθόλου εύκολο να ελεγχθεί. Σήμερα όμως, με την τεχνολογία που υπάρχει, είναι εφικτό να επιτηρούνται τα επίπεδα του λαδιού με τον ηλεκτρονόμο Μπούχολτς (Buchholz). Πιο συγκεκριμένα, μεταξύ του δοχείου του μετασχηματιστή και του δοχείου διαστολής του λαδιού, υπάρχει αυτός ο ηλεκτρονόμος, αποτελούμενος από ένα σύστημα δύο πλωτήρων και σχετικές επαφές που λειτουργούν ανάλογα με το επίπεδο λαδιού. Αν δηλαδή το επίπεδο λαδιού αρχίζει να κατεβαίνει, κατεβαίνει κι ο πλωτήρας, ενώ αν ανεβαίνει τότε ανεβαίνει κι ο πλωτήρας. Μέσω του ηλεκτρονόμου, έγινε αντιληπτό ότι μπορεί να παρασχεθεί προστασία στον μετασχηματιστή. Πρόκειται για μια έξυπνη εφεύρεση χωρίς ιδιαίτερο κοστολόγιο. Το σύστημα λοιπόν του ηλεκτρονόμου δουλεύει με δύο πλωτήρες, έναν άνω κι έναν κάτω και με επαφές. Όταν κατεβαίνει η στάθμη του λαδιού, ο πλωτήρας κατεβαίνει και πιέζει την επαφή που βρίσκεται από κάτω του. Έτσι κλείνει το σχετικό κύκλωμα λειτουργίας του μετασχηματιστή και ενεργοποιείται ένα οπτικοακουστικό σήμα το οποίο ειδοποιεί έναν ειδικό να μεταβεί άμεσα στην περιοχή του προβλήματος. Σε περίπτωση που ο ειδικός καθυστερήσει να επέμβει, ενδέχεται το πρόβλημα να οξυνθεί, να πέσει δηλαδή ακόμη περισσότερο η στάθμη λαδιού, να διακοπεί η λειτουργία του ηλεκτρονόμου και εν συνεχεία η τροφοδότηση του μετασχηματιστή. Για όλα τα ανωτέρω, πρέπει να υπάρχει υπεύθυνο προσωπικό σε μόνιμη βάση και σε συνεχή εγρήγορση, ώστε σε περίπτωση εντοπισμού βλαβών να υπάρχει άμεση αντιμετώπιση (Ψιμόπουλος, 2006).

1.9.3 Προστασία υποσταθμού Μέσης Τάσης από υπερτάσεις

Οι υπερτάσεις που μπορούν να επηρεάσουν τη λειτουργία ενός υποσταθμού διακρίνονται σε εσωτερικές και εξωτερικές. Εσωτερικές είναι εκείνες που προκαλούνται λόγω χειρισμών ενώ εξωτερικές είναι εκείνες που προκαλούνται λόγω φυσικών φαινομένων, όπως είναι οι κεραυνοί. Οι εσωτερικές υπερτάσεις δεν είναι ιδιαίτερα επικίνδυνες γιατί τα υλικά ΜΤ είναι από τη φύση τους σχεδιασμένα να αντέχουν. Σε αντίθεση όμως με τις εσωτερικές υπερτάσεις, οι εξωτερικές είναι πολύ επικίνδυνες, ειδικά σε υπαίθριες παροχές τύπου Α1 και Α2, γιατί γίνεται λόγος για πολλά εκατοντάδες ΚV.

Για την προστασία του υποσταθμού σε τέτοιες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται:

- § **Αλεξικέραυνα.** Το μέσο αυτό χρησιμοποιείται σε περίπτωση που ο υποσταθμός δεν είναι υπόγειος αλλά υπαίθριος. Εάν είναι υπόγειος τότε δεν υπάρχει ανάγκη προστασίας από αλεξικέραυνο γιατί πτώση κεραυνού σε καλώδια αποσβένεται σε μήκη άνω των 500 μέτρων. Εάν όμως είναι υπαίθριος, απαιτείται υποχρεωτικά παρουσία αλεξικέραυνου και μάλιστα περισσότερων του ενός, ένας σε κάθε άκρη του καλωδίου σύνδεσης του υποσταθμού και του εναέριου στύλου.
- § **Ηλεκτρονόμοι υπερέντασης.** Με τα μέσα αυτά παρέχεται προστασία στον μετασχηματιστή σε περίπτωση υπέρτασης, δηλαδή σε ενδεχόμενης παρουσίας μεγαλύτερης έντασης ηλεκτρικού ρεύματος από τα φυσιολογικά επίπεδα. Για να λειτουργήσει ο ηλεκτρονόμος υπερέντασης συνεργάζεται με τον μετασχηματιστή

έντασης. Όταν η ένταση του ρεύματος ξεπεράσει τα όρια ρύθμισης, τότε διεγείρεται ο μηχανισμός του ηλεκτρονόμου. Αναπτύσσεται η απαραίτητη ροπή στρέψεως ενός τυμπάνου το οποίο επενεργεί πάνω σε έναν διακόπτη με τη βοήθεια του εκκέντρου. Όταν το τύμπανο περιστραφεί και πραγματοποιήσει τη διακοπή, απαλλαγμένο από το μαγνητικό πεδίο που το είχε περιστρέψει, επανέρχεται στην αρχική του θέση με τη βοήθεια ελατηρίου (Κάπος, 1991).

1.10. Γειώσεις υποσταθμών Μέσης Τάσης

Γείωση ονομάζεται η αγώγιμη σύνδεση ενός ακροδέκτη ηλεκτρικού κυκλώματος με το έδαφος ή άλλο αντικείμενο μηδενικού δυναμικού. Η γείωση μπορεί να προσφέρει ασφάλεια από την ηλεκτροπληξία, τα βραχυκυκλώματα και άλλες επικίνδυνες καταστάσεις που προκύπτουν από βλάβες σε συσκευές που διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα. Ανάλογα με τη χρήση τους, οι γειώσεις διακρίνονται σε:

1. Λειτουργικές γειώσεις
2. Γειώσεις προστασίας (Μπούρκας, 1999)

Για την προστασία των ατόμων που εργάζονται σε έναν υποσταθμό, σημαντική παράμετρος που θα πρέπει να λαμβάνεται έντονα υπόψη είναι οι κατάλληλες γειώσεις. Οι γειώσεις αυτές αφορούν σε όλο το χώρο και μέρη εγκατάστασης του υποσταθμού και πιο αναλυτικά, αφορούν:

- § Τα πλέγματα των δαπέδων και τα μεταλλικά στοιχεία του κτιρίου
- § Τα μεταλλικά τμήματα των εγκαταστάσεων
- § Τα μεταλλικά τμήματα στην άφιξη – μέτρηση της ΔΕΗ
- § Τον ουδέτερο κόμβο του μετασχηματιστή
- § Τα αλεξικέρανα προστασίας του κτιρίου (Μπούρκας, 1999)

1.10.1 Γειώσεις πλεγμάτων δαπέδων και μεταλλικών στοιχείων

Αναφορικά με τη γείωση πλεγμάτων των δαπέδων και των μεταλλικών στοιχείων του κτιρίου, πρέπει να υπάρχει γείωση που να συνδέεται με τα μέρη του υποσταθμού όπως είναι η άφιξη της ΔΕΗ, ο χώρος του μετασχηματιστή και ο χώρος πεδίων ΜΤ. Για να υπάρξει τέτοια μορφή σύνδεσης πρέπει να τοποθετηθεί με ειδικά συγκεκριμένο τρόπο ένα ειδικό πλέγμα υπό του δαπέδου του υποσταθμού και σε βάθος 40-50mm. Το πλέγμα αυτό θα πρέπει να πρέπει να ακολουθεί συγκεκριμένες προδιαγραφές κατασκευής ώστε να μπορεί να συνδέεται όχι μόνο με τα προαναφερθέντα μέρη αλλά επίσης με την περιφερειακή λάμα γείωσης, με όλες τις σιδερογωνίες και σιδηροδοκούς. Η λάμα γείωσης απαιτείται να είναι χάλκινη με ελάχιστη διατομή 90 τετρ. χιλιοστών. Σε περίπτωση όμως που είναι σιδερένια πρέπει να είναι γαλβανισμένη και με ελάχιστη διατομή 160 τετρ. χιλιοστών. Τοποθετείται περιφερειακά του υποσταθμού, επάνω στον τοίχο σε ύψος 0,40-0,50 από το δάπεδο.

Η λάμα γείωσης είναι ουσιαστικά ένα στοιχείο ισοδυναμικών συνδέσεων και δεν υπάρχει πρόβλημα διατομής της. Όπως και να έχει όμως είναι ένα πολύ σημαντικό μέρος που χρησιμεύει στη γείωση και θα πρέπει να συνδέεται με τα ακόλουθα μέρη:

- Μετασχηματιστές
- Πεδία MT
- Σχάρες καλωδίων MT
- Μεταλλικά διαχωριστικά πλέγματα (αν υπάρχουν)
- Πεδία XT και πυκνωτών (αν υπάρχουν)
- Μεταλλικά περιβλήματα καλωδίων
- Κόμβος γείωσης μεταλλικών μερών
- Σύστημα αλεξικέραυνων μετασχηματιστών (Ντάμπαμπας, Μπούρος, 2015)

1.10.2 Θέση γείωσης υποσταθμού

Η γείωση του υποσταθμού έχει καλύτερα αποτελέσματα όταν εγκαθίσταται στο εσωτερικό του υποσταθμού κι όταν η αντίστασή της είναι μικρότερη από 1Ω . Η θέση της γείωσης πρέπει να είναι τέτοια ώστε να συνδέει όλα τα τμήματα του υποσταθμού και ειδικότερα τα μεταλλικά στοιχεία και τον μετασχηματιστή. Επειδή η γείωση έχει πολύ υψηλή σπουδαιότητα για τον υποσταθμό, θα πρέπει να γίνεται μέριμνα για τη θέση της κατά τον αρχικό σχεδιασμό του υποσταθμού. Θα πρέπει:

- Ø Να θεμελιώνεται η γείωση στο χώρο εγκατάστασης του υποσταθμού σύμφωνα με γεωμετρικά στοιχεία (μορφολογία εδάφους) και με τρόπο ώστε τα αποτελούμενα μέρη του υποσταθμού να επικοινωνούν. Θα πρέπει η λάμα γείωσης να συνδέεται με υπόγεια ηλεκτρόδια γείωσης, με τα πέδιλα και τις πεδילוδοκούς του υποσταθμού.
- Ø Να υπάρχουν, όπως αναφέρθηκε ήδη, ηλεκτρόδια γείωσης υπό του δαπέδου του υποσταθμού, τοποθετημένα με τέτοιο τρόπο ώστε να μην δύνανται να προκληθούν διαβρωτικές δράσεις όπου υπάρχουν συνδέσεις.
- Ø Να υπάρχουν ηλεκτρόδια γείωσης έξω από το χώρο του υποσταθμού τα οποία να συμπληρώνουν και να υποστηρίζουν τη δράση και τη χρησιμότητα των υπόγειων ηλεκτροδίων (Ντάμπαμπας, Μπούρος, 2015).

Όταν η αντίσταση γείωσης είναι μικρότερη από 1Ω , τότε η αποτελεσματικότητα της γείωσης είναι περισσότερη. Όταν έχουμε αντίσταση γείωσης μικρότερη από 1Ω τοποθετούνται οι ακροδέκτες γείωσης (ασφάλειας προστασίας και ουδέτερου κόμβου) και δε χρειάζεται να προβούμε σε κάποια άλλη διαδικασία. Όταν όμως η αντίσταση γείωσης είναι μεγαλύτερη από 1Ω τότε πρέπει υποχρεωτικά να διαχωριστεί η γείωση που αφορά τον ουδέτερο κόμβο από τη γείωση που αφορά τα μεταλλικά μέρη.

1.10.3 Γείωση υποσταθμού σε μη αγώγιμο έδαφος

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή ενός υποσταθμού, αναφορικά με τα το ζήτημα της γείωσης, δεν είναι εύκολη υπόθεση. Πρέπει να γίνεται σωστή μελέτη και όλα τα απαιτούμενα μέρη να τοποθετούνται στο σημείο που πρέπει και με τον τρόπο που πρέπει. Η γείωση του υποσταθμού τις περισσότερες φορές τοποθετείται εύκολα. Ωστόσο είναι φορές που η μορφολογία του εδάφους δεν επιτρέπει την κατασκευή γείωσης που να εξυπηρετεί απόλυτα τους επιθυμητούς στόχους. Όταν το έδαφος για διάφορους λόγους προκαλεί εμπόδια στην τοποθέτηση της γείωσης δεν είναι φρόνιμο να κατασκευάζεται γείωση με μεγάλη αντίσταση. Μπορεί να χρησιμοποιηθούν μηχανήματα και εργαλεία τα οποία θα αλλάξουν το έδαφος και θα επιχειρήσουν να ανοίξουν μια τρύπα σε μεγάλο βάθος. Στην τρύπα αυτή δύνανται να τοποθετηθούν ηλεκτρόδια μεγάλου μήκους, ικανά να καλύψουν τις ανάγκες ύπαρξης του υποσταθμού.

Συνηθέστερη τακτική είναι να διανοιχθούν τρύπες με διάμετρο 40-45mm και βάθος μεγαλύτερο των 40m. Πρόκειται για μια πρακτική με αρκετό κόστος που όμως προσδίδει υψηλή χρηστικότητα. Οι τρύπες αυτές λοιπόν, εμπλουτίζονται με οξειδωτικό υλικό που συνήθως είναι πολτός από χώμα, καρβουνόσκονη και ρινίσματα σιδήρου. Τοποθετούνται εν συνεχεία τα απαραίτητα ηλεκτρόδια μέσα σε σωλήνες και γίνεται μέριμνα για τα σημεία ένωσης των ηλεκτροδίων και για την προστασία αυτών από φαινόμενα διάβρωσης. Ουσιαστικά, με τη χρήση των τρυπών, ο υποσταθμός γειώνεται χωρίς υψηλή αντίσταση και με αρκετή αντοχή λόγω της χρήσης μεγάλου μήκους ηλεκτροδίων (Ντάμπαμπας, Μπούρος, 2015).

1.10.4 Γείωση υποσταθμού και προστασία από βηματικές τάσεις

Όπως αναφέρθηκε ανωτέρω η τοποθέτηση κατάλληλων γειώσεων είναι απαραίτητη για την προστασία των ανθρώπων που εργάζονται ή βρίσκονται παρών για οποιονδήποτε άλλο λόγο σε ένα υποσταθμό. Εκτός από τους λόγους ύπαρξης των γειώσεων που αναλύθηκαν ανωτέρω, εξίσου σημαντική είναι και η προστασία από βηματικές τάσεις. Για να μην υπάρξει κάποιο πρόβλημα είναι απαραίτητος ο έλεγχος των τάσεων αυτών γιατί δεν είναι καλό να υπάρχει ανισορροπία μεταξύ των βηματικών τάσεων, δηλαδή μεταξύ αποστάσεων περίπου 70cm.

Κατά το φαινόμενο των βηματικών τάσεων παρατηρείται διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων, οποιονδήποτε δύο σημείων. Λαμβάνοντας υπόψη τον ορισμό και τη λειτουργία των βηματικών τάσεων, αυτό σημαίνει ότι υπάρχει κίνδυνος το βήμα ενός ανθρώπου να πέσει επάνω σε μια επικίνδυνη διαφορά δυναμικού και το εν λόγω πρόσωπο να υποστεί ηλεκτροπληξία, παράλυση του μυϊκού συστήματος ή να οδηγηθεί ακόμη και στον θάνατο. Αυτό συμβαίνει διότι σε περιπτώσεις διαφοράς δυναμικού ένας άνθρωπος μπορεί να έρθει αντιμέτωπος με τάσεις μεγέθους 1.000V και 800V. Για την αποφυγή τέτοιων ακραίων φαινομένων λοιπόν, γίνεται έλεγχος των βηματικών τάσεων και έλεγχος του δαπέδου του υποσταθμού, τόσο του εσωτερικού όσο και του εξωτερικού χώρου. Η διαδικασία που ακολουθείται για την εφαρμογή αυτού του ελέγχου είναι η ακόλουθη (Κάπος, 1991):

1. Σε δύο σημεία που απέχουν μεταξύ τους 70cm, τοποθετούμε δύο μεταλλικά τεμάχια (βαρίδια) διαστάσεων 10X10X30cm κατά τρόπο που να πατάει στο έδαφος μια επιφάνεια 10X30cm.
2. Στα δύο μεταλλικά τεμάχια παρεμβάλλουμε ένα βολτόμετρο ικανό να μετράει τάσεις από 0,1V μέχρι 100V.
3. Πάνω στο ένα από τα δύο βαρίδια δίνουμε τάση ελεγχόμενη 100V και παίρνουμε την ένδειξη του βολτομέτρου υπολογίζοντας την τάση βηματισμού με τη σχέση:

$$U_{\beta} = U_{\epsilon\nu\delta} \times \frac{U_{\delta\iota\kappa\tau\acute{o}\upsilon}}{U_{\delta\omicron\kappa\iota\mu\acute{\eta}\varsigma}}$$

όπου:

U_{β} = Τάση βηματισμού

$U_{\delta\iota\kappa\tau\acute{o}\upsilon}$ = Τάση φασικής παροχής της ΔΕΗ (ΜΤ)

$U_{\epsilon\nu\delta}$ = Τάση ένδειξης βολτομέτρου

$U_{\delta\omicron\kappa\iota\mu\acute{\eta}\varsigma}$ = Τάση δοκιμής

Μέρος 2ο – Εγκατάσταση υποσταθμού – Κτιριακά στοιχεία

2.1. Μελέτη εγκατάστασης

Η εγκατάσταση ενός υποσταθμού ΜΤ αποτελεί μια ιδιαίτερη διαδικασία με σπουδαία σημασία, ειδικότερα δε, εάν πρόκειται για υποσταθμό εσωτερικού χώρου. Για την εγκατάσταση του υποσταθμού απαιτείται να γίνει αρχικά μια μελέτη κατά την οποία θα καθοριστεί η θέση του υποσταθμού, ο τρόπος εγκατάστασης, τα υλικά που θα χρησιμοποιηθούν, το εργατικό δυναμικό και το κοστολόγιο που θα χρειαστεί. Πρόκειται για μια επένδυση όπως με μία άλλη οποιαδήποτε επένδυση, μόνο που στην περίπτωση αυτή το προϊόν είναι το ηλεκτρικό ρεύμα και για αυτό θα πρέπει να δίνεται περισσότερη βαρύτητα στην κτιριακή υποδομή ώστε το ρεύμα να μπορεί να μεταφερθεί και να διανεμηθεί σύμφωνα με τον επιθυμητό τρόπο. Η σημασία που απορρέει από τον τρόπο τροφοδότησης ενός υποσταθμού δικαιολογείται από τα παρακάτω:

1. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου ο υποσταθμός θα τροφοδοτείται από εναέριο δίκτυο μέσης τάσης. Στην περίπτωση αυτή επειδή έχουμε να κάνουμε με φυσικά ή τεχνητά εμπόδια όπως κτίρια ή δέντρα, πρέπει να γίνεται μέριμνα μεσομακροπρόθεσμου χαρακτήρα ώστε το ρεύμα του δικτύου να μπορεί να επικοινωνεί με τον υποσταθμό χωρίς να χρειαστεί ενδεχομένως στο μέλλον να γίνουν επιπρόσθετες εργασίες.
2. Όταν η τροφοδότηση του ηλεκτρικού ρεύματος πρόκειται να γίνει με υπόγειο τρόπο μεταξύ του εναέριου δικτύου ΜΤ και του υποσταθμού, είναι καλό να γίνει μέριμνα ώστε να μην υπάρξουν προβλήματα στο κτίριο του υποσταθμού εάν αυτό καταστεί αναγκαίο να επεκταθεί. Στην περίπτωση αυτή θα αποδειχθεί ότι η σύνδεση του ρεύματος έγινε πρόχειρα και χωρίς αξιόλογη μελέτη.
3. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου ο υποσταθμός συνδέεται με υπόγειο δίκτυο ΜΤ. Όταν συμβαίνει αυτό, η ΔΕΗ θα πρέπει να μεριμνά για την ύπαρξη καλωδίου ΜΤ ώστε να είναι εφικτή η σύνδεση καταναλωτών με το σημείο άφιξης ηλεκτρικού ρεύματος του υποσταθμού (Κάπος, 1991).

Σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις η ΔΕΗ και ο καταναλωτής θα πρέπει να ακολουθούν το επενδυτικό σχέδιο εγκατάστασης του υποσταθμού κατά γράμμα και λαμβάνοντας υπόψη όλους τους σχετιζόμενους παράγοντες. Προκειμένου η τροφοδότηση ηλεκτρικού ρεύματος να γίνει με επιτυχία απαιτείται καθορισμός σαφών, λογικών και ξεκάθαρων οδηγιών, ο καθορισμός ακριβής και ευνοϊκής θέσης και η προσαρμογή των κτιριακών υποδομών στις ανάγκες ηλεκτροδότησης.

2.2. Μελέτη για την παροχή της Μέσης Τάσης

Ο καταναλωτής είναι εκείνος που ωφελείται άμεσα από την εγκατάσταση ενός υποσταθμού ΜΤ πέρα από την οικονομική ωφέλεια που αποκομίζει η ΔΕΗ. Θεωρείται

αποδεκτό ότι η εγκατάσταση υποσταθμού ΜΤ γίνεται σύμφωνα με τη ζήτηση που υπάρχει για ηλεκτρικό ρεύμα. Συνήθως, αυτό συμβαίνει όταν η ζήτηση ξεπερνά τα 135kVA, ωστόσο για τεχνικούς λόγους η σύνδεση με τη ΜΤ γίνεται κι από τη ΔΕΗ επειδή υπάρχουν οικονομικά οφέλη για αυτή. Αφού λοιπόν γίνουν οι απαραίτητες προμελέτες και καθοριστεί ο τύπος ηλεκτροδότησης από τη ΔΕΗ, ο ηλεκτρολόγος προχωρά στο σχεδιασμό του κτιρίου του υποσταθμού σε σκαρίφημα, ορίζει διαστάσεις δαπέδων, τοίχων, οροφής και παραδίδει τα σχέδιά του σε αρμόδιο πολιτικό μηχανικό ή αρχιτέκτονα, ο οποίος θα προβεί στην οριστική διαμόρφωση του κτιρίου.

Σε κάθε περίπτωση εγκατάστασης υποσταθμού ΜΤ συμπληρώνεται σχετικό έντυπο από τη ΔΕΗ (αίτηση δήλωσης παροχής ΜΤ), αναλύονται τα σχέδια που υποβλήθηκαν στην υπηρεσία της ΔΕΗ και μετά γνωστοποιούνται τα αποτελέσματα της έρευνας στον καταναλωτή ώστε να γνωρίζει την ονομαστική τάση και την μεγαλύτερη ισχύ βραχυκυκλώματος του δικτύου ΜΤ, τον τρόπο τροφοδότησης του υποσταθμού, τα απαιτούμενα μέσα προστασίας και τον τρόπο διαμόρφωσης του χώρου. Σημειωτέον ότι, μετά τον καθορισμό του τύπου παροχής υπάρχει υποχρέωση υποβολής στη ΔΕΗ των παρακάτω στοιχείων:

- Σχέδιο γενικής διάταξης του υποσταθμού, το οποίο περιλαμβάνει κατόψεις και τομές του κτιρίου
- Μονογραμμικό ηλεκτρολογικό διάγραμμα του υποσταθμού, το οποίο περιλαμβάνει τα μέρη από τα οποία θα συγκροτείται ο υποσταθμός
- Τρόπος σύνδεσης του υποσταθμού με εφεδρική παροχή ηλεκτρικού ρεύματος (αν υπάρχει).
- Χαρακτηριστικά του χρόνου-έντασης του μέσου προστασίας (Ταβουλάρης, Ρετζέπης, 2006).

2.3. Οικοδομικές απαιτήσεις για την εγκατάσταση του υποσταθμού

Για την εγκατάσταση υποσταθμού απαιτούνται ορισμένα χαρακτηριστικά γνωρίσματα οικοδομικής φύσεως. Αυτά είναι:

- Ο χώρος υποσταθμού πρέπει απαραίτητα να εγκατασταθεί στο Α' υπόγειο ή ισόγειο του κτιρίου.
- Ο χώρος του υποσταθμού δεν θα πρέπει να επηρεάζεται από κραδασμούς ή σκόνη του περιβάλλοντα χώρου.
- Επιβάλλεται η παρουσία ειδικών στηριγμάτων για τα πεδία και οποιαδήποτε όργανα της ΔΕΗ.
- Απαγορεύεται η ύπαρξη παραθύρων ή άλλων ανοιγμάτων στο χώρο του υποσταθμού που αφορά τη ΔΕΗ.
- Απαγορεύεται η αποθήκευση ή η γενικότερη παρουσία εύφλεκτων υλικών στον χώρο του υποσταθμού.
- Πρέπει να υπάρχει διάδρομος πρόσβασης σε εξωτερικό χώρο πλάτους 1,70 m για την είσοδο – έξοδο των μηχανημάτων. Αν δεν είναι εφικτό αυτό πρέπει να υπάρχει καταπακτή εισόδου – εξόδου των μηχανημάτων.

- Ο χώρος της ΔΕΗ κάτω από το δάπεδο πρέπει να έχει βάθος 0,80 cm για τη διέλευση των καλωδίων της ΔΕΗ.
- Τα καλώδια στον εσωτερικό χώρο του υποσταθμού θα πρέπει να καλύπτονται με μπακλαβωτή λαμαρίνα στηριγμένη σε πυκνό δίκτυο γειωμένων σιδερογωνιών για να αποφεύγονται τυχόν παραμορφώσεις.
- Οι διαστάσεις των μερών του υποσταθμού και οι γενικότερες αποστάσεις που συνιστούν τη διαρρύθμιση πρέπει να τηρούνται με ακρίβεια.
- Για τη κατασκευή του χώρου της ΔΕΗ απαραίτητα συμβουλευόμαστε τις προδιαγραφές που έχει εκδώσει η ΔΕΗ, διότι είναι η ίδια που θα ελέγξει και θα πιστοποιήσει την καταλληλότητα του χώρου.
- Το ίδιο βάθος είναι επιθυμητό να υπάρχει και στους άλλους χώρους του υποσταθμού (Μετασχηματιστής – Μέση Τάση – Χαμηλή Τάση) ώστε όλα τα καλώδια να οδεύουν υπόγεια. Σε περίπτωση που δεν είναι εφικτό όλες οι οδεύσεις θα γίνονται ορατές.
- Οι εξωτερικοί τοίχοι του χώρου αύξησης-μέτρησης της ΜΤ πρέπει να έχουν τσιμεντοκονία ή μαρμαροκονία.
- Τα υλικά κατασκευής της κτιριακής εγκατάστασης του υποσταθμού πρέπει να είναι τέτοια ώστε να μην καίγονται σε περίπτωση πυρκαγιάς.
- Η οροφή πρέπει να είναι στεγανή σε απόλυτο βαθμό και να μην επιτρέπεται η είσοδος νερού ή υγρασίας στον εσωτερικό χώρο του υποσταθμού.
- Το ύψος του χώρου του υποσταθμού πρέπει να είναι τουλάχιστον 2,5 m κάτω από την κάτω παρειά δοκού.
- Σε όλο το δάπεδο του υποσταθμού 5 cm κάτω από την επιφάνεια του εδάφους τοποθετείται μεταλλικό πλέγμα από ράβδους ελαχίστου πάχους 4 χιλιοστών του μέτρου, συγκολλημένες έτσι ώστε να δημιουργούν τετράγωνα ανοίγματα διαστάσεως όχι μεγαλύτερα από 30 cm.
- Το δάπεδο του χώρου του υποσταθμού θα πρέπει να είναι από σκυρόδεμα ώστε να αντέχει το ωφέλιμο φορτίο (1.500 kg ανά τετρ. μέτρο).
- Ανάμεσα στο δάπεδο και το έδαφος θα πρέπει να υπάρχει στρώμα από σκύρα πάχους 10 cm.
- Σε τουλάχιστον έξι σημεία του χώρου του υποσταθμού το πλέγμα πρέπει να εξέρχεται του δαπέδου ώστε να αποτελεί αναμονή σύνδεσης με τη γείωση του σταθμού.
- Εσωτερικά η οροφή δεν θα έχει επίχρισμα και θα κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα.
- Οι τοίχοι εσωτερική ή εξωτερική θα κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα πάχους τουλάχιστον 15 cm ή μπατικοί από τούβλα πάχους τουλάχιστον 19 cm.
- Από όλους τους χώρους του υποσταθμού δεν πρέπει να διέρχονται άλλες εγκαταστάσεις (θέρμανση, κλιματισμός, καύσιμο αέριο, ύδρευση, αποχέτευση κλπ).
- Όλες οι πόρτες των χώρων του υποσταθμού πρέπει να είναι μεταλλικές με περσίδες αερισμού, διαστάσεων τέτοιων ώστε να γίνεται η είσοδος – έξοδος των μηχανημάτων που φιλοξενούν (πάχος 1,25 mm).
- Το χρώμα των μεταλλικών κατασκευών πρέπει να είναι μίνιο και γκρι.
- Οι θύρες του υποσταθμού θα πρέπει να κατασκευάζονται από λαμαρίνα ελάχιστου πάχους 1,25 mm.
- Ο χώρος του μετασχηματιστή πρέπει να διαθέτει ράγες για την κύλιση του.
- Ο χώρος του μετασχηματιστή πρέπει να ψύχεται με ρεύμα αέρα μέσω καταλλήλων ανοιγμάτων (<http://www.markoslyras.gr/el/instruction.php?i=1>).

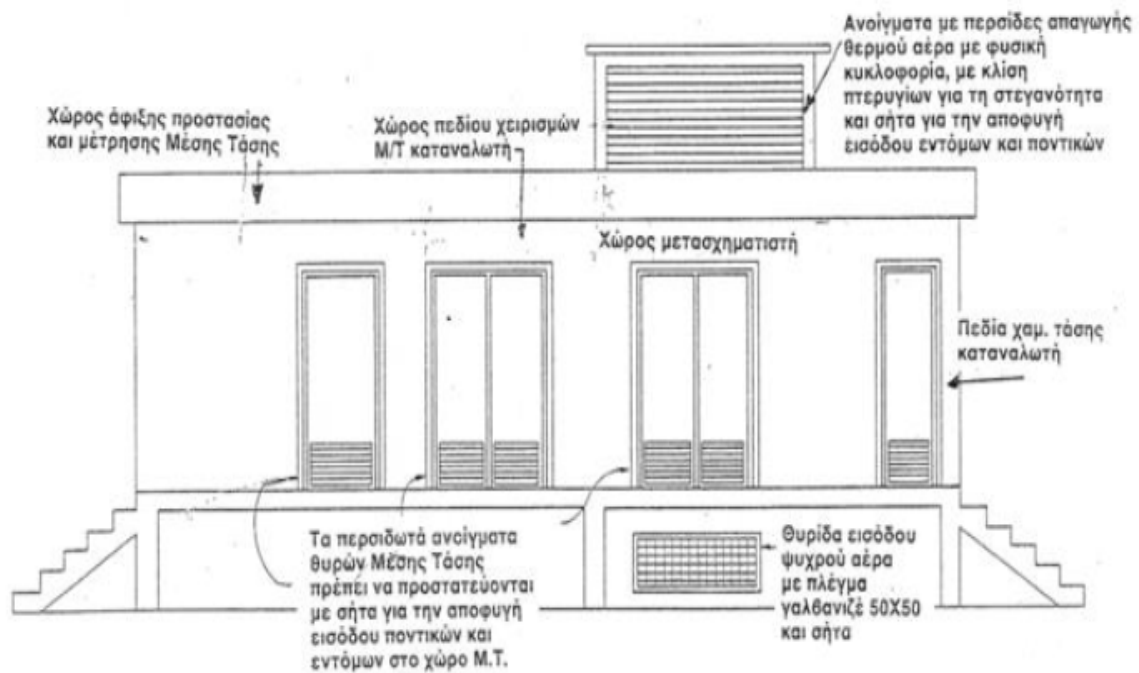
2.4. Διαμόρφωση χώρου υποσταθμού

Η διαμόρφωση του χώρου του υποσταθμού ΜΤ πλαισιώνει δυο επιμέρους, σημαντικούς χώρους, τον χώρο της ΔΕΗ και τον χώρο του καταναλωτή. Αναφορικά με τον χώρο της ΔΕΗ, παρέχονται εκείνες οι πληροφορίες στον καταναλωτή για τον ειδικά διαμορφωμένο χώρο που στεγάζει τον υποσταθμό, ενώ ακόμη παρουσιάζονται πληροφορίες για την περίπτωση του χώρου που αφορά τον καταναλωτή. Πρωτίστως όμως, θεωρείται σκόπιμο να γίνει μια επισκόπηση των παραγόντων που επηρεάζουν τη διαμόρφωση του χώρου του υποσταθμού.

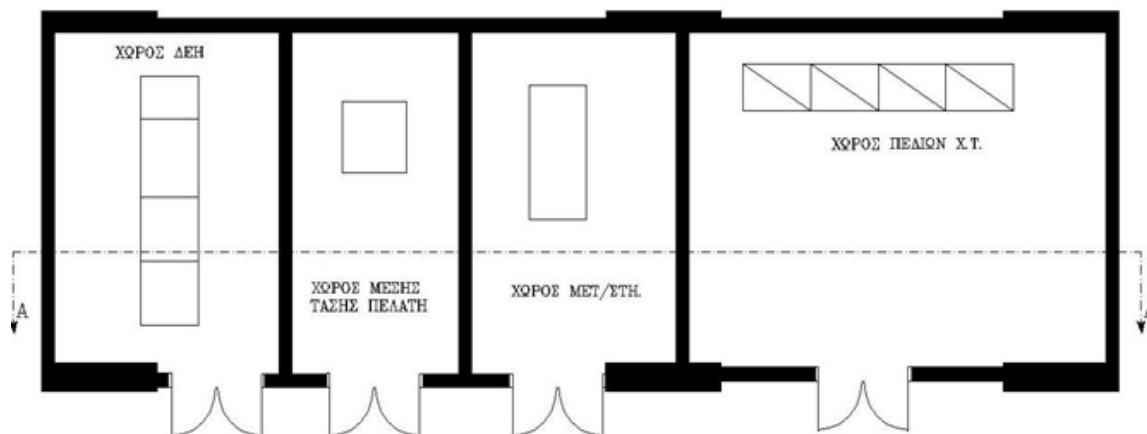
2.4.1 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαμόρφωση του χώρου

Η διαμόρφωση του χώρου του υποσταθμού στο σύνολό του εξαρτάται σημαντικά από μια σειρά παραγόντων οι οποίοι είναι:

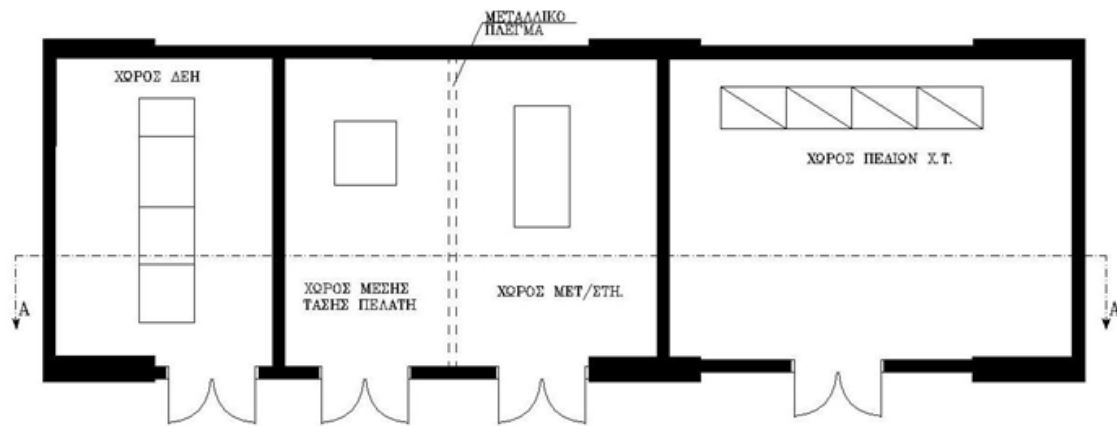
- § Το φυσικό τοπίο, το οποίο λαμβάνεται σημαντικά υπόψη ώστε να μην υπάρχουν εμπόδια
- § Τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα της περιοχής (έντονα φαινόμενα πτώσεων κεραυνών)
- § Η ζήτηση για ηλεκτρική ενέργεια
- § Ο χώρος που χρειάζεται για τη διέλευση των ανθρώπων της ΔΕΗ
- § Ο χώρος που χρειάζεται για την ομαλή διέλευση και προστασία των καλωδίων της ΔΕΗ τόσο από το δίκτυο της ΜΤ όσο και στον χώρο του υποσταθμού
- § Ο χώρος που απαιτείται για τον χειρισμό της ΜΤ, τόσο του καταναλωτή όσο και της ΔΕΗ
- § Ο χώρος που θα τοποθετηθεί ο μετασχηματιστής
- § Ο τρόπος λειτουργίας του μετασχηματιστή και η δυνατότητα ψύξης του και επέκτασής του
- § Η δυνατότητα επέκτασης του χώρου στο μέλλον και η πρόσβαση των ανθρώπων της ΔΕΗ σε χώρους που αφορούν μόνο τους ίδιους (πχ για τη μέτρηση της κατανάλωσης ρεύματος) (Ντάμπαμπας, Μπούρος, 2015).



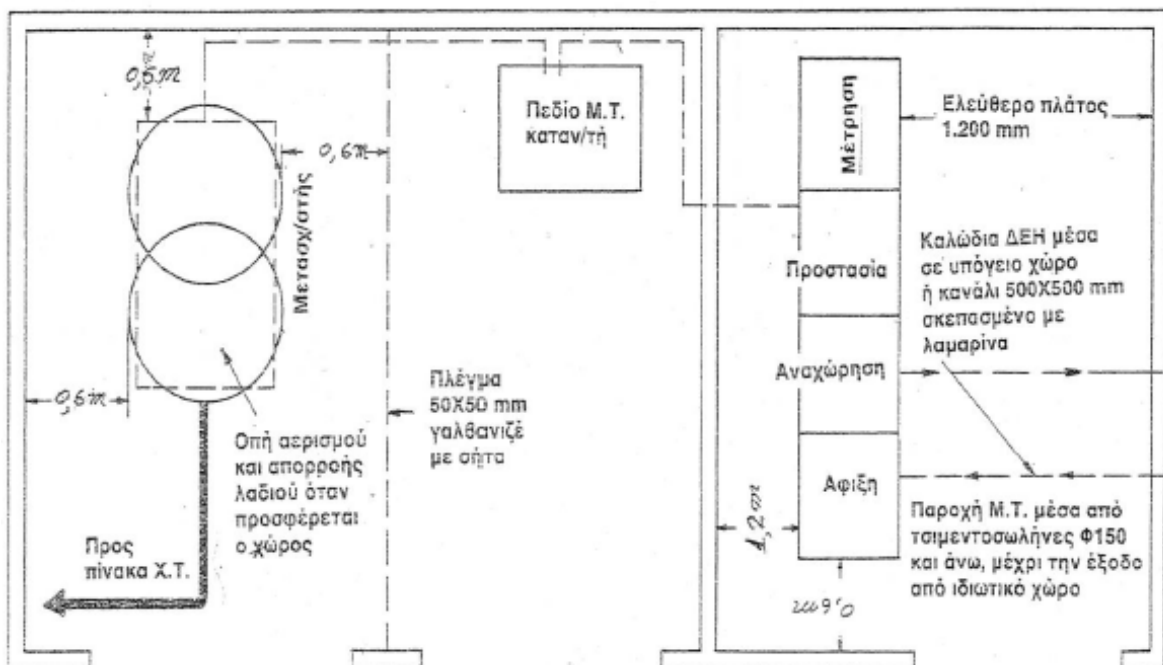
Σχήμα 6. Σχέδιο τυπικής απεικόνισης υποσταθμού (εμπρόσθια όψη) (Κάπος, 1991)



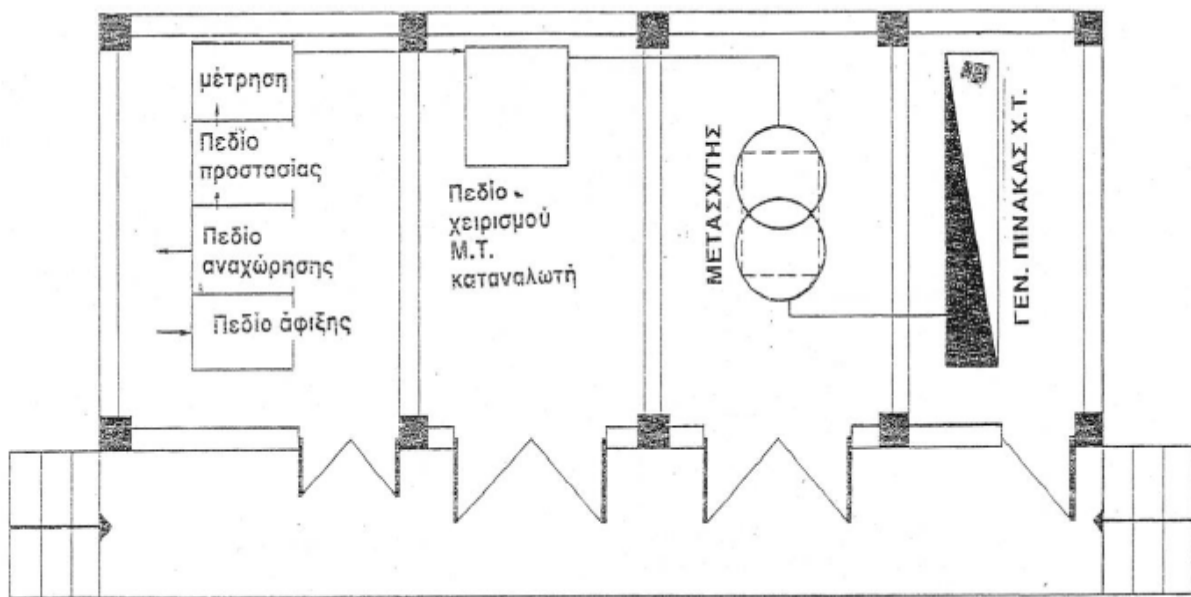
Σχήμα 6 α. Τυπική κάτοψη χώρου Υποσταθμού με ξεχωριστό δωμάτιο Μέσης Τάσης και ΜΣ.



Σχήμα 6 β. Τυπική κάτοψη χώρου Υποσταθμού με κοινό δωμάτιο Μέσης Τάσης και ΜΣ.



Σχήμα 7. Σχέδιο τυπικής απεικόνισης υποσταθμού (κάτοψη) για παροχή μέσης τάσης τύπου Β1 (Κάπος, 1991)



Σχήμα 8. Σχέδιο υποσταθμού (κάτοψη) για παροχή μέσης τάσης τύπου Β1 με προδιαγραφές για 15 ή 20 KV. Το σχέδιο παρέχει ελευθερία στη διαρρύθμιση του χώρου (Κάπος, 1991)

2.4.2 Διαμόρφωση του χώρου του καταναλωτή

Ο χώρος του υποσταθμού που αφορά τον καταναλωτή θα πρέπει να διαμορφώνεται σύμφωνα με τις ανάγκες και προϋποθέσεις που διέπουν την ευρύτερη σύνδεση με το δίκτυο της ΜΤ. Ο σκοπός της σύνδεσης είναι συγκεκριμένος και συνεπώς οι κάθε χώροι θα πρέπει να σχεδιάζονται σύμφωνα με τις οδηγίες.

Σε κάθε περίπτωση, ο χώρος του καταναλωτή σχετίζεται με τον χώρο που προορίζεται για τη ΔΕΗ, με το χώρο του μετασχηματιστή, το χώρο της διανομής ΧΤ και το χώρο διακοπής ΜΤ. Από τους χώρους αυτούς, ο χώρος διακοπών ΜΤ και μετασχηματιστών δε θα πρέπει να είναι ανοιχτοί και κατασκευασμένοι από υλικά που καίγονται. Οι πόρτες θα πρέπει να είναι μεταλλικές από χαλυβδοέλασμα και με ανοίγματα αερισμού (περσίδες). Εκτός από τα οικοδομικά χαρακτηριστικά που αναφέρθηκαν σε προηγούμενη ενότητα, αναφορικά με την εγκατάσταση υποσταθμού, θα μπορούσαν ακόμη να ειπωθούν τα παρακάτω:

- Θα πρέπει να υπάρχει υποχρεωτικά σήμανση κινδύνου και υψηλής τάσης σε επιγραφές απαγόρευσης εισόδου στο χώρο («ΚΙΝΔΥΝΟΣ – ΘΑΝΑΤΟΣ»).
- Η διάταξη των συσκευών θα πρέπει να είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει την ευχερή συντήρηση και λειτουργία τους.
- Ιδιαίτερη βαρύτητα θα πρέπει να δίνεται στο χώρο του μετασχηματιστή, στον τρόπο αερισμού του και την απαγωγή της θερμότητας που απορρέει από αυτόν.
- Στον χώρο του μετασχηματιστή θα πρέπει να υπάρχει λεκάνη επαρκούς χωρητικότητας για τη περισυλλογή του λαδιού σε περίπτωση που υπάρξει διαρροή.
- Οι χώροι ΜΤ δεν επιτρέπεται να έχουν οποιοδήποτε άνοιγμα προς το κλιμακοστάσιο.

- Ο χώρος και ο τρόπος εγκατάστασης ενός υποσταθμού προσαρμόζεται σε διάφορες πολιτικές αποφάσεων, όταν κρίνεται από τους υπεύθυνους (αρμόδιος πολεοδομικού γραφείου), ότι δεν υπάρχουν λόγοι ανησυχίας. (<http://www.lmco.gr/kataskevi-ys>).

2.4.3 Διαμόρφωση του χώρου της ΔΕΗ

Γενικά, ο χώρος της ΔΕΗ θα διαμορφωθεί από τον καταναλωτή σύμφωνα με τα σχέδια που θα λάβει από την τεχνική υπηρεσία δικτύου. Η ΔΕΗ παρέχει ακριβείς οδηγίες και σχέδια στον καταναλωτή για τις απαιτήσεις που πρέπει να πληροί ο ειδικά διαμορφωμένος χώρος για τη στέγαση του υποσταθμού. Κατά του γενικού κανόνες που διέπουν αυτή την απόφαση, ο καταναλωτή οφείλει:

- Να κλαδεύει τα δέντρα μέσα στην ιδιοκτησία του κατόπιν συνεννόησης με την αρμόδια υπηρεσία δικτύου
- Να τοποθετεί τους σωλήνες διέλευσης των καλωδίων
- Να κατασκευάζει μονοφασική χωνευτή ή εξωτερική στεγανή ηλεκτρική εγκατάσταση, η οποία θα τροφοδοτεί τουλάχιστον 3 φωτιστικά σημεία
- Να εγκαταστήσει πυροσβεστήρες 12kg ξηρής σκόνης στον εσωτερικό χώρο του υποσταθμού
- Να διατηρεί τον χώρο του υποσταθμού καθαρό
- Να παρέχει βοήθεια για την εισαγωγή και εξαγωγή μηχανημάτων όταν είναι αναγκαίο (<http://www.lmco.gr/kataskevi-ys>).

Προβλέπεται ακόμη:

- Η επιφάνεια των τοίχων, δαπέδων και άλλων τελικών κατασκευών να είναι λείες, κάθετες και οριζόντιες
- Δε συνιστάται η εκ προθέσεως γείωση της πόρτας εισόδου
- Το δάπεδο να αντέχει σε βάρος 1500kg/m²
- Η ύπαρξη ενεργών τηλεφωνικών γραμμών για την καταμέτρηση των καταναλώσεων των πελατών ΜΤ
- Η ύπαρξη θυρών με συγκεκριμένες προδιαγραφές όπως θερμομόνωση (<http://www.lmco.gr/kataskevi-ys>).

2.5. Διαμόρφωση του χώρου υποσταθμών ανάλογα με τον τύπο παροχής Μέσης Τάσης

Όπως αναλύθηκε σε προηγούμενες ενότητες, υπάρχουν τέσσερις τύποι παροχής ΜΤ, καθένας από τους οποίους πλαισιώνει κάποια χαρακτηριστικά. Οι τύποι αυτοί παροχής πρέπει

να λαμβάνονται σημαντικά υπόψη ως καθοριστικοί παράγοντες για τη διαμόρφωση των αντίστοιχων κτιριακών εγκαταστάσεων. Παρακάτω παρουσιάζονται πληροφορίες για τα κτίρια υποσταθμών του καθενός τύπου παροχής (A1, A2, B1, B2).

2.5.1 Παροχή Μέσης Τάσης τύπου A1

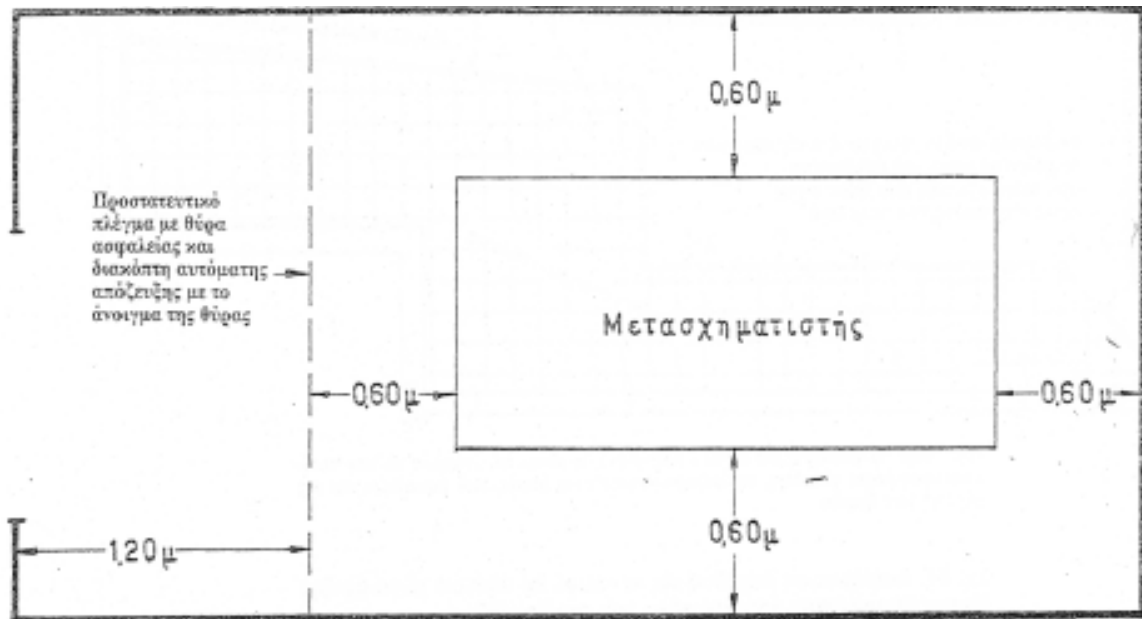
Ο χώρος, ο οποίος θεωρείται ικανοποιητικός για να καλύψει μια παροχή MT τύπου A1, θα πρέπει να διέπεται από συγκεκριμένες προδιαγραφές. Οι διαστάσεις που πρέπει να ορίζουν μια τέτοια κτιριακή κατασκευή είναι:

- 2,5m x 3m, για τον χώρο που πρόκειται να φιλοξενήσει τον αυτόματο διακόπτη MT του καταναλωτή
- 0,6m, η απόσταση του χώρου του μετασχηματιστή από τα οικοδομικά στοιχεία (τοιχοί, οροφές)
- 1,20m, απόσταση του μετασχηματιστή από το χώρο του μετασχηματιστή
- 0,60m, απόσταση του μετασχηματιστή από τον οπίσθιο τοίχο και το διαχωριστικό πλέγμα (Ντάμπας, Μπούρος, 2015).

Πρέπει να σημειωθεί πως όταν η μέτρηση της MT δεν γίνεται στον εξωτερικό χώρο του κτιρίου, δεν απαιτείται εγκατάσταση πεδίου της ΔΕΗ. Αυτό βέβαια δεν ισχύει στην αντίθετη περίπτωση, η οποία απαιτεί κατ' ανάγκη μέσα ζεύξης και προστασίας.

Οι παραπάνω διαστάσεις είναι οι ελάχιστες που ορίζουν το χώρο εγκατάσταση ενός μετασχηματιστή. Εάν πρόκειται να εγκατασταθούν περισσότεροι του ενός μετασχηματιστή, τότε πρέπει να γίνει αναθεώρηση των διαστάσεων του χώρου καθώς θα πρέπει να μεταβληθεί και ο αριθμός των αυτόματων διακοπών. Μια καλή αναλογία διαστάσεων είναι εκείνη των 3x4m, προκειμένου να καταστεί δυνατή η στέγαση δύο μετασχηματιστών και δύο αυτόματων διακοπών. Εξάλλου, θεωρείται δεδομένο ότι για κάθε μετασχηματιστή απαιτείται και ένας ξεχωριστός αυτόματος διακόπτης.

Για να είμαστε σε θέση να κάνουμε λόγο για κτίρια υποσταθμού παροχής MT τύπου A1 θα πρέπει να θεωρήσουμε ότι οι μετασχηματιστές που θα χρησιμοποιηθούν δε θα έχουν συνολική ισχύ μεγαλύτερη από 630KVA, ότι η ισχύς του υποσταθμού στον οποίο είναι εγκατεστημένος ο μετασχηματιστής δε θα ξεπερνά τα 630KVA, κι ότι θα υπάρχουν ασφάλειες ή εναλλακτικά αποζεύκτες για την προστασία τόσο του υποσταθμού όσο και των λοιπών συσκευών (Σταυρακίδης, 2008).



Σχήμα 9. Ελάχιστες διαστάσεις χώρου ενός μετασχηματιστή (Κάπος, 1991)

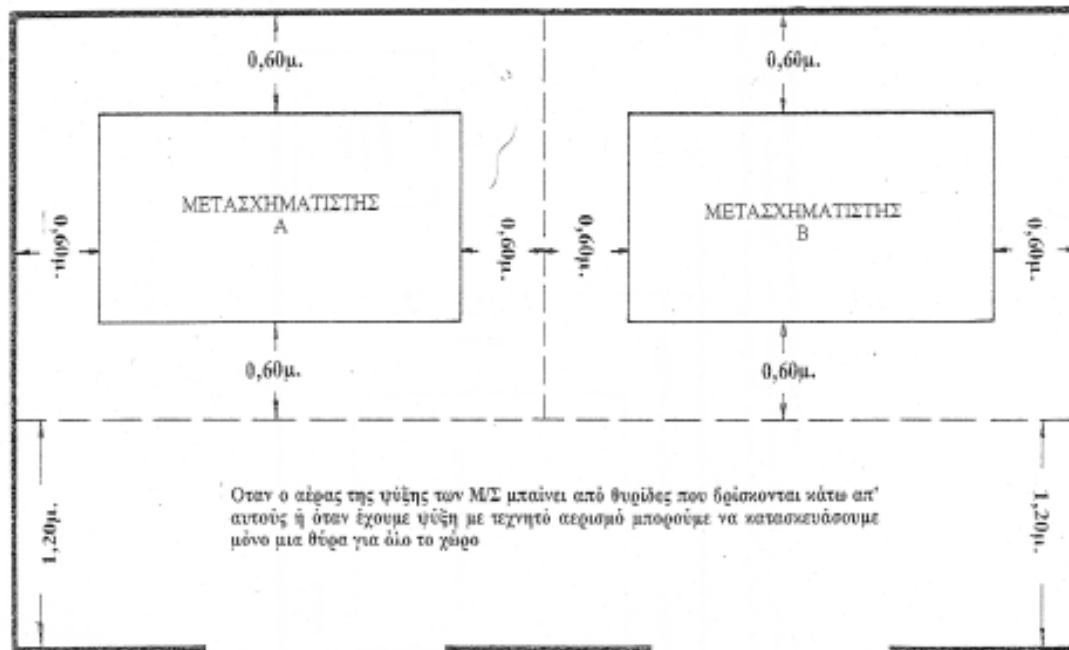
2.5.2 Παροχή Μέσης Τάσης τύπου A2

Στην περίπτωση παροχής ΜΤ τύπου A2, απαιτείται η χρήση εξωτερικού διακόπτη απομόνωσης από τη ΔΕΗ, η προστασία του δικτύου και η παρουσία συστημάτων ικανών να επαναφέρουν το δίκτυο στην κανονική του μορφή. Αυτό συνεπάγεται αυτόματα ότι η μέτρηση της ΔΕΗ γίνεται εξωτερικά του κτιρίου του υποσταθμού. Η προβλεπόμενη ισχύ του υποσταθμού είναι τα 800KVA σε περιπτώσεις που υπάρχει ένας μετασχηματιστής, ενώ στην περίπτωση που υπάρχουν περισσότεροι των δύο μετασχηματιστών:

- η ισχύς του έκαστου μετασχηματιστή δε θα πρέπει να υπερβαίνει τα 800KVA
- η ισχύς του υποσταθμού είναι απεριόριστη
- η ασφάλειες ανά μετασχηματιστή θα πρέπει να κυμαίνονται γύρω από τα 50A χωρίς να τα υπερβαίνουν (Σταυρακίδης, 2008).

Οι διαστάσεις που πρέπει να ορίζουν μια κτιριακή κατασκευή τύπου A2 είναι οι ίδιες με την περίπτωση παροχής ΜΤ τύπου A1. Εάν πρόκειται να εγκατασταθούν περισσότεροι του ενός μετασχηματιστή, ο προβλεπόμενος χώρος πρέπει να είναι διπλάσιος και φυσικά να υπάρχει μεταλλικό πλέγμα ασφαλείας μεταξύ των μετασχηματιστών. Οι δύο μετασχηματιστές δε, εγκαθίστανται σε απόσταση 0,60m μεταξύ τους ώστε να μην ενώνονται. Αυτό βοηθά σημαντικά στον αερισμό των μετασχηματιστών, στην προστασία τους από προβλήματα που μπορεί να τους επηρεάσουν, στην καλύτερη λειτουργία τους και στη βιωσιμότητά τους και φυσικά στην ευκολότερη προσβασιμότητα και επέμβαση ανθρώπων της ΔΕΗ ή άλλων αρμοδίων, κατά τις διαδικασίες συντήρησης ή την επίλυση σχετικών προβλημάτων.

Παρακάτω παρουσιάζεται μια χαρακτηριστική εικόνα που απεικονίζει την εγκατάσταση δύο μετασχηματιστών με διαχωριστικό πλέγμα μεταξύ του.



Σχήμα 10. Υποσταθμός με δύο μετασχηματιστές με διαχωριστικό μεταλλικό πλέγμα μεταξύ τους και τις αντίστοιχες διαστάσεις (Κάπος, 1991)

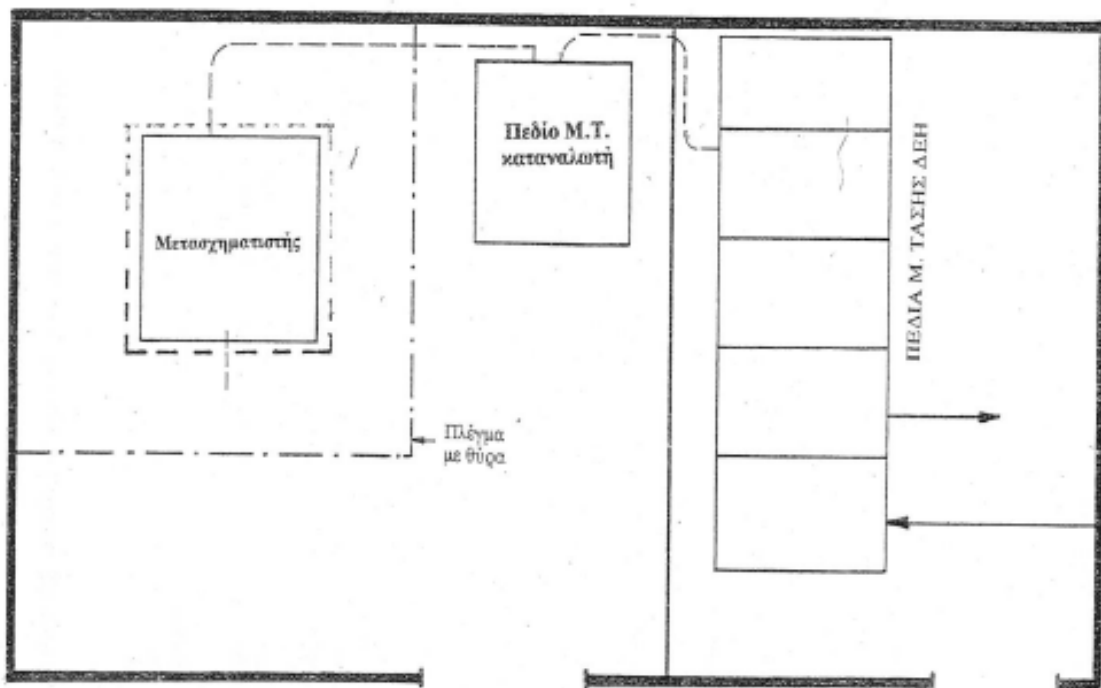
2.5.3 Παροχή Μέσης Τάσης τύπου B1

Όπως σε όλες τις περιπτώσεις, έτσι και σε αυτή, η διαμόρφωση των κτιριακών εγκαταστάσεων είναι αποτέλεσμα υπολογισμού των αναγκών και των υφιστάμενων απαιτήσεων του ευρύτερου χώρου και λειτουργίας του υποσταθμού. Στην περίπτωση παροχής ΜΤ τύπου B1, η μέτρηση της ΔΕΗ γίνεται στον εσωτερικό χώρο του υποσταθμού και για να γίνει αυτό απαιτείται επιπλέον χώρος στον οποίο θα εγκατασταθούν τα πεδία της ΔΕΗ.

Γενικότερα θα πρέπει να υπογραμμιστεί ότι κυριότερη διαφορά μεταξύ των τύπων Β και των τύπων Α είναι ο χώρος εγκατάστασης της ΔΕΗ όπου γίνονται και οι αντίστοιχες μετρήσεις. Αυτό με τη σειρά του γεννά άλλες διαφοροποιήσεις, διότι ο χώρος εγκατάστασης της ΔΕΗ επηρεάζει τον τρόπο τροφοδότησης άλλων καταναλωτών, την διαγράμμιση των καλωδίων και τον τρόπο σύνδεσης του υποσταθμού με το δίκτυο ΜΤ. Ο χώρος, ο οποίος θεωρείται ικανοποιητικός για να καλύψει μια παροχή ΜΤ τύπου B1, θα πρέπει να διέπεται από συγκεκριμένες προδιαγραφές και πιο συγκεκριμένα από τις παρακάτω διαστάσεις:

- 3,40x4.60m, καθαρές διαστάσεις κάτοψης και
- 3m ελεύθερο ύψος (Ντοκόπουλος, 2005).

Πριν τον καθορισμό των ανωτέρω διαστάσεων, θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη όλες οι παράμετροι και πάνω από όλα να συντάσσεται σωστά το προσχέδιο και να υπάρχει καλή επικοινωνία μεταξύ του ηλεκτρολόγου και της ΔΕΗ.



Σχήμα 11. Υποσταθμός μέσης τάσης/χαμηλής τάσης με έναν μετασχηματιστή που ψύχεται από κάτω προς τα πάνω (Κάπος, 1991)

2.5.4 Παροχή Μέσης Τάσης τύπου B2

Αναφορικά με την παροχή ΜΤ τύπου B2, πρέπει να ειπωθεί ότι πρόκειται για περιπτώσεις που εγκαθίστανται δύο μετασχηματιστές. Όταν συμβαίνει αυτό δεν προβλέπεται να εφαρμόζονται ξεχωριστές πρακτικές προστασίας για τον κάθε μετασχηματιστή, αλλά μία ενιαία πρακτική που να περιλαμβάνει όλους του μετασχηματιστές. Η προστατευτική αυτή πρακτική γίνεται με διακόπτη ισχύος της ΔΕΗ. Οι διαστάσεις του χώρου του ή των μετασχηματιστών δεν έχουν διαφορές σε σχέση με τους άλλους τύπους παροχών ενώ ακόμη τα 40Α είναι το μέγιστο όριο το οποίο μπορούν να φτάσουν οι μέγιστες εντάσεις των ασφαλειών ΜΤ (Ντοκόπουλος, 2005).

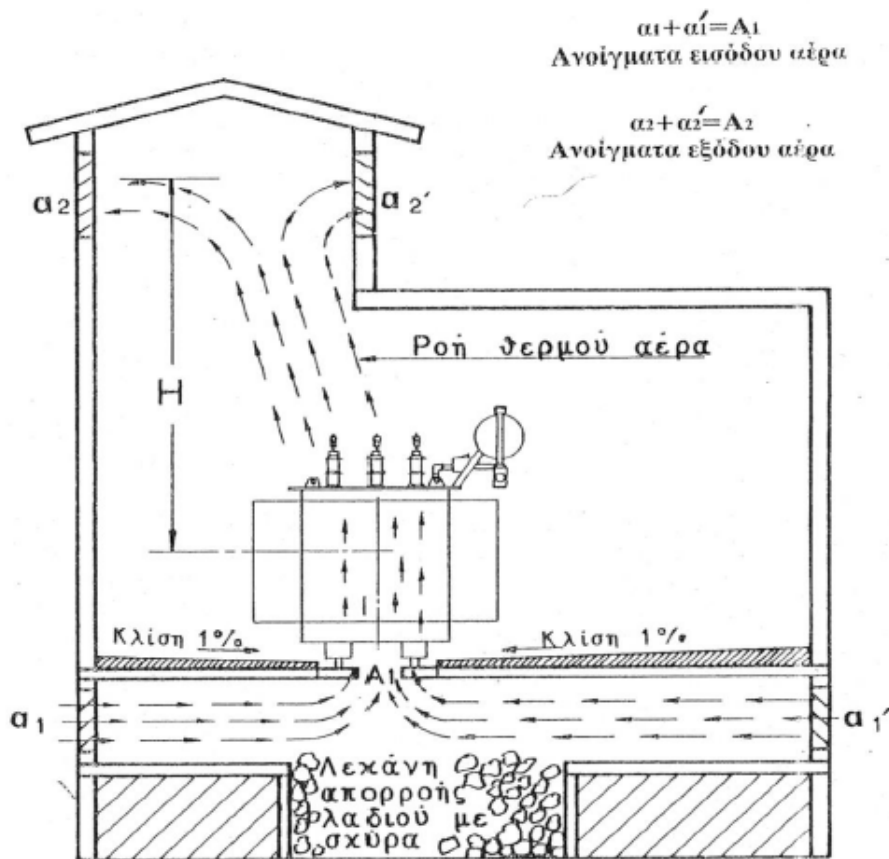
2.6. Διαμόρφωση χώρου για τον μετασχηματιστή

Ο χώρος του μετασχηματιστή είναι πολύ σημαντικός για έναν υποσταθμό γιατί περισσότερο από οποιονδήποτε άλλο χώρο, η ανθρώπινη παρουσία και δραστηριότητα είναι αυξημένη. Θεωρείται αποδεκτό ότι ο μετασχηματιστής διαδραματίζει σπουδαίο ρόλο στη λειτουργία του υποσταθμού και από τον τρόπο λειτουργίας του εξαρτώνται πολλά. Στον χώρο του μετασχηματιστή υπάρχουν εξαρτήματα που σχετίζονται με το ρεύμα και την τάση. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν πιθανότητες να εισέλθει κάποιο πρόσωπο και να έρθει σε επαφή με την τάση επιφέροντας σειρά επιμέρους προβλημάτων. Υπάρχουν ακόμη πιθανότητες να εισέλθουν διάφορα έντομα ή ερπετά όπως φίδια ή ποντίκια και να δημιουργήσουν πάλι προβλήματα (Μανέτα, 2009).

Για να αποφεύγονται τέτοια περιστατικά, θα πρέπει πριν την κατασκευή του υποσταθμού και πιο συγκεκριμένα του χώρου του μετασχηματιστή να γίνεται μέριμνα για τον χώρο. Θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα ώστε να επιλέγεται ορθά ο χώρος στον οποίο πρόκειται να κατασκευαστεί και να λειτουργήσει ένας μετασχηματιστής. Επιβάλλεται να γίνουν σωστές προβλέψεις, μελέτες και αναλύσεις ώστε, εκτός από όσα αναφέρθηκαν ανωτέρω, να μπορεί ο μετασχηματιστής, ο οποιοσδήποτε μετασχηματιστής να τοποθετείται και να αφαιρείται από τον χώρο όταν καθίσταται αναγκαίο. Αν γίνουν όλες οι απαιτούμενες ενέργειες, θα είναι εφικτό ακόμη να αερίζεται και να ψύχεται ο μετασχηματιστής, να πραγματοποιείται συντήρηση στον μετασχηματιστή ακίνδυνα και χωρίς εμπόδια και θα επιτρέπεται η συλλογή λαδιών όταν εντοπίζεται διαρροή στο δοχείο του μετασχηματιστή. Για την καλύτερη αποτύπωση όμως των λεπτομερειών εκείνων που σχετίζονται με την εγκατάσταση, διαμόρφωση και λειτουργία του μετασχηματιστή, θεωρείται χρήσιμο να αναλυθούν τα μέτρα που δύνανται να λαμβάνονται κατά περιπτώσεις.

2.6.1 Ψύξη

Είναι γνωστό ότι ο μετασχηματιστής θερμαίνεται κατά τη λειτουργία του όπως συμβαίνει άλλωστε με όλα τα εξαρτήματα που σχετίζονται με το ρεύμα. Η κανονική θερμοκρασία ενός μετασχηματιστή είναι γύρω στους 60-65°C τους οποίους δεν θα πρέπει να ξεπερνά εάν θέλουμε να κάνουμε λόγο για φυσιολογική λειτουργία. Πρέπει να σημειωθεί στο σημείο αυτό πως η θερμοκρασία του μετασχηματιστή επηρεάζεται από το χώρο στον οποίο είναι τοποθετημένος, από τις απώλειες που υπάρχουν στο χώρο, όπως ενδεχόμενες τρύπες ή ανοίγματα και φυσικά από το σύστημα αερισμού – εξαερισμού. Η μέγιστη θερμοκρασία του λαδιού ψύξης δεν θα πρέπει να είναι μεγαλύτερη από τους 60°C. Όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος ξεπερνάει τους 40°C, το φορτίο του μετασχηματιστή πρέπει να μειώνεται κατά 15% για κάθε επιπλέον 10°C και μέχρι τους 70°C οπότε η λειτουργία του πρέπει να διακόπτεται ή να λαμβάνονται ιδιαίτερα μέτρα ψύξης. (Κάπος, 1991).



Σχήμα 12. Τυπικό παράδειγμα τοποθέτησης μετασχηματιστή με αερισμό και απορροή λαδιών στο κάτω μέρος του δαπέδου (Κάπος, 1991)

2.6.2 Διαρροή λαδιών

Η διαρροή λαδιών σε έναν μετασχηματιστή είναι σημαντική περίπτωση βλάβης διότι μπορεί να προκαλέσει λοιπά ατυχήματα. Όταν τύχει για διάφορους λόγους να τρυπήσει το δοχείο του μετασχηματιστή, τα λάδια κατά λογική αναγκαιότητα κινούνται στο δάπεδο του χώρου του μετασχηματιστή. Αυτή η πληροφορία πρέπει να λαμβάνεται υπόψη σε υπερθετικό βαθμό για την κατασκευή και τοποθέτηση του μετασχηματιστή. Πρέπει τα λάδια να συγκεντρώνονται σε ένα σημείο και να οδηγούνται υπόγεια του δαπέδου. Για να γίνει αυτό θα πρέπει να υπάρχει κλίση στο δάπεδο της κλίσης του 1% σύμφωνα με την εικόνα που παρουσιάστηκε στην προηγούμενη ενότητα. Με τον τρόπο αυτό, τα λάδια θα μπορούν να συγκεντρωθούν σε ένα ειδικό φρεάτιο και να μη μείνουν στο δάπεδο του χώρου. Θα είναι δυνατόν να μην προκληθεί κάποιο ατύχημα από καυτό λάδι, θα αποτραπεί η ρύπανση του χώρου και φυσικά δε θα υπάρξουν πιθανότητες να προκληθούν ατυχήματα λόγω ολισθηρότητας του εδάφους. Το φρεάτιο θα πρέπει να είναι με τέτοιο τρόπο κατασκευασμένο και συγκεκριμένα θα πρέπει να χρησιμοποιεί σωλήνες από τσιμέντο ή σίδηρο διαμέτρου μεγαλύτερη από 50 χιλιοστά ώστε να χωράει όλα τα λάδια που περιλαμβάνει ο μετασχηματιστής και να μεταφέρονται σε αυτό χωρίς να υπάρχει κίνδυνος διαρροής του σωλήνα (Κάπος, 1991).

2.6.3 Διαμόρφωση δαπέδου

Το δάπεδο του χώρου του μετασχηματιστή πρέπει επίσης να τηρεί κάποιες προδιαγραφές. Στο δάπεδο, όπως αναφέρθηκε πολλάκις, πρέπει να τοποθετείται δομικό πλέγμα το οποίο θα συνδέεται με λάμες ή ράβδους εξόδου με την επιφάνεια του εδάφους. Αυτό γίνεται προκειμένου να επιτευχθούν οι κατάλληλες γειώσεις του χώρου και για να εξασφαλιστεί η προστασία του μετασχηματιστή από επικίνδυνες βηματικές τάσεις. Αφού σχεδιαστεί λοιπόν ο χώρος του υποσταθμού και ο χώρος του μετασχηματιστή, τοποθετούνται τα δομικά πλέγματα και πάνω από αυτά τοποθετείται μωσαϊκό ή τσιμεντοκονία. Το μέτρο αυτό βοηθά αφενός στο να μην έρχονται άτομα σε επαφή με την τάση και κινδυνεύει η σωματική τους ακεραιότητα και αφετέρου στην ασφάλεια του χώρου του υποσταθμού.

2.6.4 Τοποθέτηση και αφαίρεση

Ένα ακόμη μέτρο το οποίο θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά την εγκατάσταση ενός μετασχηματιστή αφορά τόσο την τοποθέτηση όσο και την αφαίρεσή του. Θα πρέπει δηλαδή οποιαδήποτε στιγμή καταστεί αναγκαίο να μπορεί να τοποθετηθεί ένας μετασχηματιστής στον χώρο του, είτε πρόκειται για έναν ή για δεύτερο αλλά ακόμη θα πρέπει να μπορεί να αφαιρεθεί όταν υπάρχει πρόβλημα. Για να είναι εφικτές αυτές οι δύο διαδικασίες θα πρέπει να γίνεται ειδική μέριμνα για την ύπαρξη εκείνων των απαραίτητων εργαλείων που θα σηκώσουν και θα μεταφέρουν τον μετασχηματιστή, καθώς ως γνωστόν δεν πρόκειται για ένα ελαφρύ εξάρτημα. Τα εργαλεία αυτά είναι (Κάπος, 1991):

1. **Γάντζος ανάρτησης.** Ο ειδικός αυτός γάντζος μπορεί να τοποθετηθεί στην πλάκα του σκυροδέματος πάνω από τη θέση στην οποία βρίσκεται ο μετασχηματιστής. Όπως είναι λογικό η αντοχή του γάντζου θα πρέπει να είναι μεγάλη ώστε να μπορεί να αντέχει το βάρος του μετασχηματιστή. Ισχυρή και ανθεκτική όμως θα πρέπει να είναι και η πλάκα στην οποία θα ενσωματωθεί ο γάντζος. Για να μην υπάρξουν τυχόν απρόοπτα κατά την τοποθέτηση του μετασχηματιστή, είναι καλό η κατασκευή του γάντζου να γίνεται από σίδηρο. Σε πολλές περιπτώσεις όμως, η παρουσία ενός γάντζου δεν είναι αρκετή. Υπάρχουν περιπτώσεις όπου απαιτείται και δεύτερος γάντζος, ειδικά δε, αν για την τοποθέτηση του μετασχηματιστή χρειαστεί οριζόντια μετακίνηση.
2. **Σιδηροτροχοί κύλισης.** Σε αντίθεση με τον γάντζο ανάρτησης που τοποθετείται στην πλάκα του σκυροδέματος, οι σιδηροτροχοί κύλισης τοποθετούνται στο δάπεδο. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα είδος ραγών που χρησιμοποιούνται όταν ο μετασχηματιστής πρόκειται να μεταφερθεί σε ένα βάθρο. Οι σιδηροτροχοί κύλισης προβλέπονται για οριζόντιο τύπο μετακίνησης διότι ο κατακόρυφος δεν είναι εφικτός. Επάνω στις ράγες αυτές τοποθετείται ο μετασχηματιστής και οδηγείται στο επιθυμητό σημείο. Οι ράγες πρέπει να είναι ισχυρές ώστε να αντέχουν το βάρος του μετασχηματιστή και η χρήση τους θα πρέπει να γίνεται από ειδικό προσωπικό ώστε να αποφεύγονται ατυχήματα όπως μπορεί να είναι ο εκτροχιασμός του μετασχηματιστή.

Ο μετασχηματιστής είναι βαρύς και η διαχείρισή του πρέπει να διέπεται από υπευθυνότητα και συνέπεια. Για την ασφάλεια του, τα πρόσωπά που αναλαμβάνουν την μεταφορά του θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τους αν υπάρχουν ενδεχομένως κατασκευές στον χώρο που επηρεάζουν την σταθερότητα του μετασχηματιστή. Τέλος, σε πολλές περιπτώσεις, οι σιδηροτροχοί κύλισης μπορούν να συνεργαστούν με τους γάντζους ανάρτησης, οι οποίοι βοηθούν στην έλξη του μετασχηματιστή κατά την προσπάθειά του να ανέβει σε κάποιο μικρό βάθρο.

2.7. Διαμόρφωση χώρου υπόγειων υποσταθμών

Όταν αποφασίζεται να κατασκευαστεί υποσταθμός υπόγεια, οι διαδικασίες που ακολουθούνται και η μέριμνα που λαμβάνεται πρέπει να είναι τέτοιες ώστε να προστατεύουν τον υποσταθμό και να εξασφαλίζουν την ομαλή λειτουργία του. Η διαμόρφωση υπόγειου υποσταθμού έχει άλλες απαιτήσεις και άλλα χαρακτηριστικά γνωρίσματα κατασκευής. Απαιτεί τη λήψη μέτρων, όπως γίνεται και στις άλλες περιπτώσεις υποσταθμών, όμως προϋποθέτει τη λήψη πρόσθετων μέτρων. Τέτοια πρόσθετα μέτρα είναι (Κάπος, 1991):

- ✚ **Υποβρύχιο αντλητικό συγκρότημα.** Για την προστασία του υποσταθμού από νερά πρέπει να υπάρχει ένα υπόγειο φρεάτιο. Το φρεάτιο θα συνοδεύεται από ένα υποβρύχιο αντλητικό συγκρότημα το οποίο θα συλλέγει τα νερά και θα είναι σε θέση να μπαίνει σε λειτουργία μέσω ενός ειδικού εξαρτήματος, του διακόπτη στάθμης. Όταν δηλαδή, η στάθμη των νερών φτάσουν σε ένα ανησυχητικό επίπεδο, ο διακόπτης στάθμης θα θέτει σε λειτουργία το υποβρύχιο αντλητικό συγκρότημα κι αυτό θα απομακρύνει τα νερά από την περιοχή του υποσταθμού. Η άντληση των νερών είναι ένας τρόπος για να διασφαλίζεται η βιωσιμότητα και η λειτουργία του υποσταθμού. Το πόσο μεγάλο δε, θα είναι το υποβρύχιο αυτό, εξαρτάται από το μέγεθος του υποσταθμού και τις ανάγκες που καθορίζουν τη λειτουργία και το λόγο ύπαρξής του.
- ✚ **Σύστημα τεχνητού εξαερισμού.** Ο αερισμός και ο εξαερισμός είναι από τις πιο σημαντικές διαδικασίες κατά τη διαμόρφωση και λειτουργία ενός υποσταθμού. Ειδικά δε στην περίπτωση υπόγειων υποσταθμών, η παρουσία συστημάτων εξαερισμού είναι κατά πολύ περισσότερο απαραίτητη και αναγκαία. Η ουσία είναι ότι πρέπει να υπάρχει εξαερισμός ώστε να μπορεί ο μετασχηματιστής να ψύχεται και να μην ζεσταίνεται. Πρακτικά, πρέπει να υπάρχει ένα σύστημα τεχνητού εξαερισμού το οποίο θα συμβάλει στην είσοδο του αέρα αλλά και στην έξοδο αυτού από το χώρο του υποσταθμού. Για το λόγο αυτό, για να βοηθείται δηλαδή ή ροή του αέρα, το εν λόγω σύστημα πρέπει να κατασκευάζεται στα χαμηλά στρώματα του χώρου του υποσταθμού.
- ✚ **Στεγανοποίηση.** Η στεγανοποίηση είναι μια πρακτική αρκετά χρήσιμη και χρηστική. Το μέτρο αυτό εφαρμόζεται ώστε τα μέρη του υποσταθμού να μένουν στεγνά και να αποτρέπεται η εισροή νερού από το δάπεδο ή τα τοιχώματα. Η στεγανοποίηση γίνεται όταν ο σταθμός κατασκευάζεται σε στάθμη χαμηλότερη από εκείνη του υδροφόρου ορίζοντα.

- ✚ **Δίκτυο αποστράγγισης.** Το δίκτυο αποστράγγισης είναι μια πρακτική ευφυής και η χρησιμότητα που έχει είναι ιδιαίτερα σημαντική. Όταν τυχαίνει για οποιονδήποτε λόγο να μαζεύονται νερά στον χώρο του υποσταθμού, αυτό από μόνο του είναι ένα πρόβλημα που μπορεί να οδηγήσει σε επιμέρους προβλήματα και σε πιθανή διακοπή της λειτουργίας του υποσταθμού. Για να αποφευχθούν τέτοια προβλήματα υιοθετήθηκε η πρακτική του δικτύου αποστράγγισης. Το δίκτυο αυτό είναι κάτω από το δάπεδο του υποσταθμού αποτελούμενο από διάτρητους σωλήνες. Σημειωτέον πως η κατασκευή ενός τέτοιου δικτύου έπεται χρονικά του γενικότερου σχεδιασμού εγκατάστασης και λειτουργίας του υποσταθμού. Απαιτείται καλός σχεδιασμός γιατί πρώτα γίνεται το δίκτυο αποστράγγισης και μετά επιστρώνεται το έδαφος με σκυρόδεμα. Το δίκτυο αυτό λοιπόν, αποτελούμενο από διάτρητους σωλήνες, οδηγεί το νερό σε φρεάτιο, έξω από τον υποσταθμό, το οποίο μάλιστα πρέπει να είναι κατά 1 μέτρο κάτω από την τελική στάθμη του δαπέδου του υποσταθμού.
- ✚ **Εφεδρική αντλία αντλητικού συγκροτήματος.** Το εφεδρικό αντλητικό συγκρότημα τοποθετείται, όπως ήδη αναφέρθηκε, με σκοπό να απομακρύνει τα νερά από τον χώρο του υποσταθμού. Το σύστημα αυτό όμως διατρέχει αρκετούς κινδύνους κατά τη λειτουργία του. Ένας από αυτούς έχει να κάνει με την πιθανότητα να μη λειτουργήσει η αντλία που φέρει επάνω του. Για τον λόγο αυτό, λαμβάνεται ως επιπρόσθετο μέτρο πρόληψης, η τοποθέτηση μιας εφεδρικής αντλίας η οποία θα ξεκινά να λειτουργεί όταν η κανονική διακόπτει τη λειτουργία της. Η εφεδρική αντλία φέρει διακόπτη στάθμης λίγο πιο ψηλά από εκείνο της κανονικής ή πρώτης αντλίας και μέσα από το ρόλο ύπαρξής της διατηρεί ουσιαστικά τη λειτουργικότητα όλου του αντλητικού συστήματος.

Μέρος 3^ο – Συντήρηση υποσταθμού Μέσης Τάσης

3.1. Εισαγωγή στη συντήρηση υποσταθμού

Η συντήρηση ενός υποσταθμού, οποιαδήποτε τάση κι αν αφορά, είναι μια διαδικασία που πρέπει να γίνεται ώστε να αποφεύγονται ζημίες και κόστη, κυρίως οικονομικά και να διασφαλίζεται η ομαλή λειτουργία του. Η συντήρηση ενός υποσταθμού έχει τεράστια σημασία ειδικότερα εάν σκεφτεί κανείς τις υπηρεσίες και τις ευκολίες που μπορεί να προσφέρει σε κάποια περιοχή. Πρέπει να καταστεί αντιληπτό ότι μια βλάβη μπορεί να προκύψει ανά πάσα στιγμή είτε από φυσικά αίτια λόγω φθορών είτε από άλλα αίτια. Αυτό φυσικά δεν συμβαίνει μόνο στην περίπτωση των υποσταθμών. Συμβαίνει σε οποιοδήποτε εξάρτημα ή επίτευγμα έχει γεννήσει η τεχνολογία και ο ανθρώπινος παράγοντας.

Η διαδικασία συντήρησης ενός υποσταθμού δεν είναι εύκολη υπόθεση καθώς απαιτούνται γνώσεις και εμπειρία ώστε να μην υπάρξουν αστοχίες και λάθη. Η διαδικασία της συντήρησης περιλαμβάνει, αντικειμενικά, μια σειρά από ενέργειες, ωστόσο θα πρέπει να λάβουμε υπόψη ότι για να είμαστε σε θέση να κάνουμε λόγο για μια σωστή και καθώς πρέπει συντήρηση, θα πρέπει να εστιάσουμε σε κάποια στάδια, απαραίτητα για τη διατήρηση της λειτουργικότητας και βιωσιμότητας του υποσταθμού. Τα στάδια αυτά περιλαμβάνουν: α) τον έλεγχο του υποσταθμού, β) τη συντήρηση του υποσταθμού και γ) ενέργειες μετά τη συντήρηση του υποσταθμού (Κάπος, 1991)

3.2. Αναγκαιότητα της συντήρησης

Η καλή λειτουργία και η αποτελεσματικότητα ενός συστήματος, ενός εξαρτήματος, ενός μέσου, εξαρτάται σημαντικά τόσο από τον τρόπο κατασκευής και διαχείρισης όσο και από τις διαδικασίες συντήρησης και ελέγχου που εφαρμόζονται. Πέραν πάσης αμφιβολίας, ο υποσταθμός ΜΤ αποτελεί μέρος του συνόλου μιας ηλεκτρομηχανολογικής εγκατάστασης, η εύρυθμη λειτουργία της οποίας προϋποθέτει ορισμένες ενέργειες. Δεν είναι εύκολο να διατηρείται ένας υποσταθμός στα επίπεδα που πρέπει διότι απαιτούνται γνώσεις, ανθρώπινο δυναμικό να μπορεί να αντεπεξέρχεται στις ανάγκες και στις πολύπλοκες συνθήκες που πολλές φορές ενδέχεται να καλλιεργούνται. Μια ολοκληρωμένη μελέτη, μια εγκατάσταση, μια αναβάθμιση ή επέκταση και μια καλή, μεσομακροπρόθεσμη λειτουργία επισφραγίζεται μονάχα μέσα από καλές και ορθές διαδικασίες συντήρησης. Αν δεν γίνεται συντήρηση στον χρόνο, με τον τρόπο και με τα μέσα που πρέπει τότε είναι θέμα χρόνου να χαθεί η λειτουργικότητα του υποσταθμού.

Προκειμένου ένας υποσταθμός να είναι λειτουργικός και ανθεκτικός, προκειμένου να προσφέρει αξιοπιστία και βιωσιμότητα, θα πρέπει να δίνεται πολλαπλή βαρύτητα και μέγιστη αξία στην έννοια της συντήρησης. Για την επίτευξη όλων των παραπάνω, για την διόρθωση βλαβών, την αποφυγή βλαβών στο μέλλον και την ασφάλεια του ανθρώπινου παράγοντα, η συντήρηση του υποσταθμών και των αποτελούμενων μερών κρίνεται σημαντικά αναγκαία (Ταβουλάρης, Ρετζέπης, 2006).

3.3. Η σημασία της συντήρησης

Στο σημερινό, οικονομικό και κοινωνικό περιβάλλον οι εξελίξεις διαδέχονται η μία την άλλη συνεχόμενα και σε έντονο βαθμό. Το παρελθόν ήταν διαφορετικό σε σχέση με το παρόν, το οποίο έχει να προσφέρει πολλά περισσότερα αγαθά και υπηρεσίες και αυτό δίνει την αίσθηση ότι ο άνθρωπος έχει ότι επιθυμεί. Στο χώρο της ηλεκτρολογίας, ιδιαίτερη σημαντικότητα παρουσιάζουν τα μέσα εκείνα τα οποία παράγουν και μεταφέρουν ενέργεια ώστε να είναι σε θέση να καταναλωθεί στη συνέχεια. Πολλές φορές όμως δεν είναι όλα όπως πρέπει και υπάρχουν προβλήματα που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Ένα από τα προαναφερθέντα μέσα είναι και ο υποσταθμός ΜΤ. Γίνεται αξιοσημείωτη μνεία στον τρόπο λειτουργίας του αλλά και στη σημασία που έχει να βρίσκεται σε καλή κατάσταση ώστε να μη δημιουργεί προβλήματα (Τσακνάκης, Μητρόπουλος, 2015).

Η συντήρηση ενός υποσταθμού είναι μια διαδικασία με τεράστια σημασία γιατί βοηθά στην ομαλή λειτουργία του συνόλου του δικτύου διανομής ηλεκτρικής ενέργειας και γιατί έτσι αποφεύγονται λάθη που μπορεί να έχουν σημαντική επιβάρυνση. Στη σύγχρονη εποχή, υπάρχουν γνώσεις, εμπειρία και τεχνογνωσία. Δεν υπάρχουν τα λάθη του παρελθόντος, οι αστοχίες και παραλείψεις. Όλα αυτά οδήγησαν συμπεράσμα ότι ένα εξάρτημα, στην εξετάζουσα περίπτωση ο υποσταθμός, πρέπει να συντηρείται για να δουλεύει όπως πρέπει, για να μένει λειτουργικός και για να έχει διάρκεια ζωής.

Η συντήρηση ενός υποσταθμού είναι πολύ σημαντική γιατί με τον τρόπο αυτό περιορίζονται οι πιθανότητες εμφάνισης βλαβών που με τη σειρά τους θα επιφέρουν σπατάλη οικονομικών πόρων. Αφετέρου δε μια ολόκληρη περιοχή δεν πρόκειται να ξεμείνει από ηλεκτρικό ρεύμα. Μια βλάβη σε έναν υποσταθμό μπορεί να διαφέρει από περίπτωση σε περίπτωση όμως σε όλες τις περιπτώσεις πρέπει να καταβληθεί προσωπική εργασία, να δαπανηθούν χρηματικοί πόροι και να χρειαστεί αρκετή υπομονή από το καταναλωτικό κοινό μέχρι την επισκευή του (Τσακνάκης, Μητρόπουλος, 2015).

3.4. Έλεγχος του υποσταθμού

Ένας υποσταθμός, στην προκειμένη περίπτωση ΜΤ, πρέπει να ελέγχεται και να συντηρείται τακτικά. Το ίδιο ισχύει και για τους υποσταθμούς Υψηλής Τάσης (ΥΤ). Πριν το στάδιο της συντήρησης προηγείται αυτό του ελέγχου. Ο έλεγχος είναι μια διαδικασία σημαντική και θα πρέπει να διενεργείται από άτομα που έχουν εμπειρία στο αντικείμενο. Για το λόγο αυτό κρίνεται απαραίτητο ο έλεγχος να γίνεται από άτομα που έχουν άδεια επίβλεψης ή από εργοδηγό ΣΤ' ειδικότητας υποσταθμών. Όμως ακόμη και στην περίπτωση που δεν είναι εφικτό κάποιο από τα άτομα αυτά να πραγματοποιήσει τον έλεγχο, θα πρέπει να είναι παρών στον έλεγχο ως επιβλέποντες άλλων ατόμων που ενδεχομένως δεν έχουν την απαιτούμενη άδεια.

Ο έλεγχος του υποσταθμού μέσης τάσης περιλαμβάνει τις παρακάτω ενέργειες:

- Ø Οπτικό έλεγχο του συνόλου των εγκαταστάσεων του υποσταθμού. Ο οπτικός έλεγχος πραγματοποιείται στο μέτρο του δυνατού πριν από τη διακοπή της ΜΤ. Αυτό δίνει τη δυνατότητα οπτικοακουστικής παρακολούθησης χαρακτηριστικών

και τον εντοπισμό συμβάντων που τυχόν επιδεικνύουν κάποια βλάβη. Μπορεί δηλαδή να εντοπιστεί κάποιος θόρυβος, κάποια λάδια ή κάποιες οξειδώσεις.

- Ø Διακοπή των φορτίων ΧΤ που τροφοδοτούνται από τον υποσταθμό.
- Ø Διακοπή της ΜΤ και γείωση του πρωτεύοντος μετασχηματιστή.
- Ø Τμηματικός έλεγχος των μετασχηματιστών σε περίπτωση που υπάρχουν δύο και περισσότεροι παράλληλοι μετασχηματιστές τοποθετημένοι σε δικό τους ξεχωριστό περίφραγμα (Κάπος, 1991).

3.5. Συντήρηση του υποσταθμού

Η συντήρηση είναι το στάδιο εκείνο κατά το οποίο ελέγχεται η εγκατάσταση του υποσταθμού, πραγματοποιούνται οι απαραίτητες μετρήσεις και επιλέγεται η επέμβαση και οι αλλαγές που θα γίνουν, εφόσον απαιτείται, στο ευρύτερο σύνολο του υποσταθμού. Το ουσιαστικό συντήρηση προέρχεται από το ρήμα συντηρώ που σημαίνει διατηρώ ένα αντικείμενο σε καλή κατάσταση ή διαφορετικά διατηρώ ένα πράγμα σε καλή κατάσταση με προστατευτικές μεθόδους, συνεχή έλεγχο και επισκευές (Ντοκόπουλος, 2005).

3.6. Μέθοδοι συντήρησης

Για την πραγμάτωση μια συντήρησης ακολουθούνται δύο πολιτικές. Κατά την πρώτη πολιτική, η συντήρηση εφαρμόζεται σε επίπεδο προγραμματισμένων διακοπών λειτουργίας του υποσταθμού όπου ελέγχονται τα μέρη που τον αποτελούν, γίνονται επιδιορθώσεις αν υπάρχει ανάγκη καθώς και περιοδικές δοκιμές. Κατά την δεύτερη πολιτική, η συντήρηση εφαρμόζεται όταν ο υποσταθμός λειτουργεί κανονικά και κατά την λειτουργία του προκύψει βλάβη. Όπως γίνεται αντιληπτό, η κάθε πολιτική ακολουθεί διαφορετικές τακτικές και έχει αντίστοιχες συνέπειες. Για παράδειγμα στην δεύτερη περίπτωση, δεν μπορεί να ειπωθεί ότι γίνεται μέριμνα για δαπάνες ελέγχου και επιδιόρθωσης βλαβών, παρά μόνο όταν αυτές παρουσιαστούν. Δεν είναι λογικό να περιμένει κανείς να εμφανιστεί μια βλάβη και μετά να προβεί στην επιδιόρθωσή της γιατί η βλάβη μπορεί να είναι μεγάλη με ανυπολόγιστο κόστος, ή μπορεί να προκαλέσει άλλες επιμέρους βλάβες αλλά ακόμη μπορεί να μην υπάρχει διαθέσιμο ανταλλακτικό και εξοπλισμός επιδιόρθωσης της βλάβης και ο καταναλωτής να καταλήξει χωρίς ρεύμα.

Διαχρονικά υπήρξαν πολιτικές παραδοσιακού τύπου οι οποίες εφαρμόζονται ακόμη και σήμερα. Είναι όμως γνωστό ότι με το πέρασμα των χρόνων ανοίχτηκαν νέοι ορίζοντες για την κατασκευή υποσταθμών, ορίζοντες που προκάλεσαν τη γέννηση πιο αξιόπιστου εξοπλισμού και σύγχρονων πολιτικών με καλύτερη μέριμνα και καλύτερο εφαρμοστικό πλαίσιο. Ανάλογα με τον τρόπο λοιπόν που εφαρμόζεται η διαδικασία της συντήρησης μπορούμε να διακρίνουμε κάποιες μεθόδους. Πιο συγκεκριμένα έχουμε τις παρακάτω (Μαρκόπουλος, 2009):

- Ⓜ **Προληπτική συντήρηση.** Το είδος αυτό συντήρησης μεριμνά για την διατήρηση της λειτουργικότητας του υποσταθμού πριν εμφανιστεί κάποιο πρόβλημα ή κάποια βλάβη. Κατά την προληπτική συντήρηση επιθεωρούνται λεπτομερώς τα μέρη του

υποσταθμού, γίνονται μετρήσεις και φυσικά δοκιμές στα κύρια και βοηθητικά μέρη αυτού. Πραγματοποιείται μια σειρά από ελέγχους και αναλύσεις βασισμένες στην εμπειρία και σε τεχνολογικά μέσα που στόχο έχουν να προλάβουν ένα πρόβλημα πριν αυτό εκδηλωθεί. Τέλος, με τη μέθοδο της προληπτικής συντήρησης είναι εφικτό να επιτευχθεί: α) μείωση του ρυθμού βλαβών, β) περιορισμός των ατυχημάτων, γ) μείωση του κόστους (Ιωακειμίδης, 2000).

- Ⓜ **Περιοδική συντήρηση.** Πρόκειται για τη μέθοδο της συντήρησης που εφαρμόζεται ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Περιλαμβάνει προκαθορισμένες ενέργειες οι οποίες γίνονται περιοδικά ασχέτως με την κατάσταση που επικρατεί στο χώρο εγκατάστασης του υποσταθμού. Η περιοδική συντήρηση είναι αποτέλεσμα επέκτασης της προληπτικής συντήρησης στα πλαίσια γενικότερης αναθεώρησης των μεθόδων.
- Ⓜ **Διορθωτική συντήρηση.** Η διορθωτική συντήρηση γίνεται όταν υπάρξουν βλάβες στο χώρο εγκατάστασης του υποσταθμού. Με τη μέθοδο αυτή αποφεύγονται τα έξοδα της περιοδικής συντήρησης όμως υπάρχει κίνδυνος αντιμετώπισης βλαβών που θα μπορούσαν να αποφευχθούν με έναν περιοδικό έλεγχο.
- Ⓜ **Προστατευτική συντήρηση.** Η μέθοδος αυτή είναι μια νέα μέθοδος των τελευταίων χρόνων. Αναδείχθηκε λόγω των απαιτήσεων και της γενικότερης τεχνολογικής εξέλιξης με στόχο να συμβάλλει σημαντικά στην μείωση του κόστους παραγωγής. Η προστατευτική συντήρηση λαμβάνει υπόψη της τον ετήσιο προγραμματισμό δοκιμών και μετρήσεων, την αποφυγή δημιουργίας συνθηκών που συμβάλλουν στη λειτουργικότητα του υποσταθμού, τον έλεγχο βαθμού απόδοσης, τον οπτικό έλεγχο μέσω συστημάτων παρακολούθησης και γενικότερα την καταγραφή και συλλογή όσο το δυνατόν περισσότερων στοιχείων που μπορούν να οδηγήσουν στη διεξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων
(http://www.tisoft.com/el/support/help/electrical/knowledgebase/middlevoltage/panelc_ad_diakopths_fortiou).

Αδιαμφισβήτητα, κάθε μέθοδος συντήρησης του υποσταθμού και των αποτελούμενων μερών του έχει τη σημασία της και το ρόλο της. Εφαρμόζονται ανάλογα με την περίπτωση και σύμφωνα με προβλεπόμενες οδηγίες. Σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν, χαρακτηριστική ομοιότητα είναι το γεγονός ότι όλες οι μέθοδοι εστιάζουν στη λειτουργικότητα του υποσταθμού, στην ασφάλεια (υγεία) και στο κόστος.

3.7. Διαδικασία συντήρησης υποσταθμού Μέσης Τάσης

Η διαδικασία της συντήρησης δεν είναι εύκολη κι δεν γίνεται γρήγορα. Απαιτούνται κάποια βήματα, κάποιες γνώσεις, ανθρώπινο δυναμικό, εργαλεία και αρκετές εργατοώρες. Η συντήρηση για να είναι επιτυχής πρέπει να περιλαμβάνει κάποιες ενέργειες, οι οποίες τόσο ατομικά όσο και συλλογικά βοηθούν τον υποσταθμό και συμβάλλουν στην καλή λειτουργία του.

Η διαδικασία συντήρησης περιλαμβάνει τόσο γενικές ενέργειες όσο και πιο ειδικές ενέργειες, αναφορικά με τα αποτελούμενα μέρη του υποσταθμού. Σχετικά με τις γενικές ενέργειες, έχουμε τα παρακάτω:

1. Ελέγχεται οπτικά ο υποσταθμός από το ειδικό συνεργείο προκειμένου να διασφαλιστεί ότι λειτουργεί
2. Με σταθερό ρυθμό, διακόπτονται τα φορτία XT
3. Ο μετασχηματιστής αποσυνδέεται από το δίκτυο MT και παύει προσωρινά να τροφοδοτεί το δίκτυο
4. Η προσοχή εστιάζεται στο δίκτυο MT. Γίνεται μέριμνα για την αποσύνδεσή του από το κεντρικό δίκτυο της ΔΕΗ
5. Ελέγχεται ο δεύτερος μετασχηματιστής (αν υπάρχει), προκειμένου να διαπιστωθεί και πάλι αν υπάρχει τάση
6. Με ειδικά εργαλεία ελέγχεται το δίκτυο MT για να καταστεί βέβαιο ότι δεν υπάρχει σύνδεση του υποσταθμού με το δίκτυο
7. Γειώνονται οι μετασχηματιστές και οι γραμμές μη ηλεκτροδοτούμενων πεδίων MT
8. Εκτελούνται όλες οι απαιτούμενες εργασίες στον μετασχηματιστή, στα πεδία MT και στον υποσταθμό ευρύτερα. Δίνεται προσοχή ώστε να μην πραγματοποιούνται εργασίες συντήρησης σε πεδία που ο αποζεύκτης έχει τάση στην είσοδο (Κάπος, 1991).

3.8. Τι εργασίες πραγματοποιούνται κατά τη συντήρηση

Εκτός από τις γενικές ενέργειες που πραγματοποιούνται στα πλαίσια συντήρησης, υπάρχουν και οι κύριες ενέργειες που έχουν έναν ειδικότερο χαρακτήρα. Μεταξύ αυτών των ενεργειών συγκαταλέγονται τα παρακάτω:

1. Πραγματοποιούνται εργασίες καθαρισμού στον υποσταθμό και πιο συγκεκριμένα στον χώρο του μετασχηματιστή και στα πεδία MT και XT
2. Γίνονται προσπάθειες διατήρησης της καθαριότητας του μετασχηματιστή και για το λόγο αυτό καθαρίζονται τα μέρη που τον συνιστούν όπως το ψυγείο, οι μονωτήρες, τα όργανα κ.α.
3. Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση των πεδίων MT και XT
4. Επιβλέπεται ο μετασχηματιστής ώστε να διασφαλιστεί ότι το δοχείο λαδιού είναι εντάξει και δεν υπάρχει διαρροή
5. Ελέγχεται η στάθμη λαδιών του μετασχηματιστή. Σε περίπτωση που η στάθμη δεν είναι στα φυσιολογικά επίπεδα, συμπληρώνεται και λαμβάνονται μέτρα επιδιόρθωσης του προβλήματος. Ελέγχεται ακόμη το χρώμα του λαδιού το οποίο αν άρχισε να μαυρίζει τότε χρειάζεται αλλαγή
6. Ελέγχεται ο αφυγραντήρας, διότι η υγρασία είναι ένας σημαντικός παράγοντας που πρέπει να λείπει από τον χώρο του υποσταθμού
7. Ελέγχεται το χρώμα των υλικών από τα οποία είναι κατασκευασμένος ο αφυγραντήρας
8. Ελέγχεται το σύστημα αερισμού του μετασχηματιστή, είτε αυτό είναι τεχνητό είτε φυσικό
9. Ελέγχεται η ανθεκτικότητα του λαδιού στο ρεύμα
10. Ελέγχεται το κύκλωμα ασφάλειας και το σύστημα σήμανσης
11. Ελέγχεται ο φωτισμός του χώρου
12. Ελέγχονται οι γειώσεις, η λειτουργικότητά τους και η αποτελεσματικότητά τους

13. Ελέγχονται οι διακόπτες και επαφές του συνόλου του υποσταθμού οι οποίοι αλλάζονται όταν κριθούν ακατάλληλοι λόγω φθορών (Κάπος, 1991).

3.9. Ενέργειες μετά τη συντήρηση του υποσταθμού

Στο στάδιο αυτό παρουσιάζονται η σειρά των βημάτων εκείνων που μπορεί να ακολουθήσει ένα πρόσωπο κατά τη διαδικασία συντήρησης ενός υποσταθμού. Ειδικότερα προβλέπεται:

1. Έλεγχος θέσεων εργασίας και απομάκρυνση υλικών και εργαλείων
2. Αφαίρεση γειώσεων MT
3. Κλείσιμο πεδίων MT και αφαίρεση γειωτών
4. Τροφοδότηση με MT και έλεγχος άφιξης
5. Τροφοδότηση μετασχηματιστή και έλεγχος ομαλής λειτουργίας του
6. Σταδιακή τροφοδότηση φορτίων XT
7. Έλεγχος XT (Κάπος, 1991)

3.10. Χρήσιμες πρακτικές κατά τη συντήρηση

Κατά την διαδικασία της συντήρησης το προσωπικό που πραγματοποιεί τις σχετιζόμενες ενέργειες, πρέπει να εφαρμόζει κάποιες συγκεκριμένες πρακτικές. Πρέπει να εφαρμόζει ορθά την υφιστάμενη γνώση και να μένει πιστό στο σχέδιο και τις συναφείς οδηγίες. Χαρακτηριστικά:

- Πρέπει να δίνει έμφαση στις αποστάσεις. Πρέπει να υπολογίζει σημαντικά την MT και τις επιπτώσεις που μπορεί να προκληθούν εάν το ανθρώπινο ή άλλο σώμα αγγίξει ή προσεγγίσει την MT
- Δεν είναι χρήσιμο όταν το προσωπικό είναι κουρασμένο ή ιδρωμένο να πραγματοποιεί συντηρήσεις δίπλα στη MT
- Η χρήση μονωτικών δαπέδων, μονωτικών γαντιών και γενικότερα μονωτικών ενδυμάτων και υποδημάτων συνιστάται
- Η γείωση είναι μια διαδικασία που θα πρέπει πάντοτε να έχει κυρίαρχη θέση στο μυαλό του προσωπικού. Χωρίς γείωση δεν μπορούν να γίνουν εργασίες συντήρησης
- Ένας υποσταθμός θα πρέπει να παρακολουθείται για αρκετές ώρες κατά την πρώτη λειτουργία του αλλά και μετά από εργασίες συντήρησης προκειμένου να διασφαλιστεί η μελλοντική, ομαλή και χωρίς προβλήματα λειτουργία του (Κάπος, 1991).

3.11. Συντήρηση κύριου εξοπλισμού εγκατάστασης

Κατά τη διαδικασία της συντήρησης πραγματοποιούνται κάποιες ενέργειες, όπως έγινε αντιληπτό σε προηγούμενες ενότητες, ωστόσο είναι ιδιαίτερα σημαντικό να σταθεί κανείς λίγο παραπάνω στις διαδικασίες αυτές. Το ειδικό συνεργείο που πραγματοποιεί την συντήρηση φροντίζει να εποπτεύσει τον υποσταθμό και να εστιάσει στα τμήματα του υποσταθμού που επιθυμεί να συντηρήσει. Όταν γίνει αυτό τότε ακολουθούν τα παρακάτω (Σαμοϊλης, 1995, Κάπος, 1991):

- **Ελέγχονται οι γειώσεις και υπολογίζεται η αντίσταση των γειώσεων.** Για να γίνει αυτό χρησιμοποιούνται ειδικά εργαλεία που ονομάζονται γειώμετρα. Οι έλεγχοι αφορούν τόσο τις γειώσεις όσο και τη συνδεσμολογία που αφορά αγωγούς γείωσης με τα ηλεκτρόδια. Οι έλεγχοι είναι υποχρεωτικοί, ειδικά δε τους καλοκαιρινούς μήνες όπου το κλίμα είναι πιο ξηρό και οι θερμοκρασίες πιο υψηλές.
- **Επιβλέπεται και καθαρίζεται ο μετασχηματιστής.** Ο καθαρισμός του μετασχηματιστή είναι ένα από τα σημαντικότερα στάδια κατά τη διαδικασία της συντήρησης. Ως όργανο υψίστης σημασίας, ο μετασχηματιστής θα πρέπει να διατηρείται καθαρός και να μην έρχεται σε επαφή με διάφορα αντικείμενα. Θα πρέπει να απομακρύνονται τυχόν λάδια από διαρροές που έχουν συμβεί και να δίνεται βαρύτητα στον καθαρισμό των μονωτήρων, των ακροδεκτών των καλωδίων και του κρουνού εκκένωσης. Ακόμη, επιβάλλεται ο έλεγχος της κατάστασης του αφυγραντήρα. Χαρακτηριστικά, γαλάζιο χρώμα υποδεικνύει καλή κατάσταση ενώ ροζ χρώμα σημαίνει ότι απαιτείται αντικατάσταση της ζελατίνας πυριτίου. Τέλος, οπτική επίβλεψη του μετασχηματιστή θα πρέπει να γίνεται κάθε τρεις μήνες. Σε περίπτωση που έχουμε να κάνουμε με μετασχηματιστή ξηρού τύπου, η επιθεώρηση γίνεται εξωτερικά μία φορά το χρόνο.
- **Ελέγχονται οι μονώσεις.** Οι μονώσεις δεν μπορούν να ελεγχθούν με οποιαδήποτε μέσα. Απαιτούνται ειδικά όργανα με τα οποία θα μετρηθούν και θα γίνει αντιληπτό αν η αντίσταση είναι στα φυσιολογικά επίπεδα ή όχι.
- **Ελέγχεται αν υπάρχει διαρροή λαδιών.** Τα λάδια του μετασχηματιστή πρέπει να έχουν ίδια στάθμη και ίδια ποιότητα κατά το χρόνο που χρησιμοποιούνται. Ένας λόγος που δικαιολογεί την ποιότητα έχει να κάνει με το γεγονός ότι κατά την συντήρηση λαμβάνεται δείγμα λαδιών προς ανάλυση από το χώρο του μετασχηματιστή. Η παρουσία λαδιού στον μετασχηματιστή δεν είναι τυχαία. Το λάδι βοηθά στη λειτουργία αυτού και έχει μονωτικό ρόλο. Όμως η μονωτικότητα αυτή μπορεί να χαθεί λόγω φυσικών ή άλλων λόγων. Μπορεί για παράδειγμα, τα λάδια να δεχθούν υγρασία, να εισέλθει σκόνη σε αυτό ή άλλα αντικείμενα. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να γίνεται μέριμνα για τον καθαρισμό του λαδιού με ειδικό τρόπο και ειδικά όργανα. Οι πιο χαρακτηριστικοί τρόποι καθαρισμού είναι: α) ο συνδυασμός φίλτρων λαδιού και ελαιοδιαχωριστήρα και β) η διάσπαση του λαδιού. Στην πρώτη περίπτωση τα φίλτρα χρησιμοποιούνται για να απομακρυνθούν οι σκόνες κι ότι άλλο το λάδι περιλαμβάνει ενώ ακόμη θερμαίνεται το λάδι για την απομάκρυνση της υγρασίας. Στη δεύτερη περίπτωση, λαμβάνεται ένα δείγμα λαδιού 2 λίτρων περίπου σε ειδική φιάλη και επιχειρείται να ελεγχθεί η τάση του λαδιού. Το λάδι τοποθετείται σε ειδικό δοχείο διάσπασης μέσα στο οποίο υπάρχουν δύο ηλεκτρόδια. Κατά τη διαδικασία της διάσπασης μεταφέρονται φορτία από το ένα ηλεκτρόδιο στο άλλο. Με

ειδικό όργανο μέτρησης επιχειρείται με μετρηθεί η τάση των φορτίων. Αν η τάση είναι μεγαλύτερη από το διπλάσιο της πολικής τάσης λειτουργίας, τότε η μονωτικότητα του λαδιού είναι φυσιολογική και δεν χρειάζεται καθαρισμός. Στην αντίθετη περίπτωση όμως απαιτείται καθαρισμός και μετέπειτα συμπλήρωση των λαδιών γιατί λόγω του καθαρισμού πιθανότητα να υπάρξει μείωση της στάθμης.

- **Επιβλέπονται οι επαφές.** Ο έλεγχος των επαφών κρίνεται επιβεβλημένος. Πρόκειται για επαφές των διακοπών και των ασφαλειών και ο τρόπος αντιμετώπισής τους πρέπει να ακολουθείται από προσεχτικές κινήσεις. Οι επαφές πρέπει να ελέγχονται, να καθαρίζονται και στο τέλος να έχουν την ίδια σταθερότητα με πριν και να παρουσιάζουν τα ίδια χαρακτηριστικά λειτουργίας (πχ μηδενική αντίσταση μετά το κλείσιμό τους).

3.12. Συντήρηση βοηθητικού εξοπλισμού εγκατάστασης

Ως βοηθητικός εξοπλισμός εγκατάστασης ορίζεται το σύνολο των μέσων, εργαλείων και εξαρτημάτων που αποτελούν μια δευτερεύουσα πηγή ηλεκτρικής ενέργειας για τη λειτουργία του υποσταθμού. Πρακτικά, τα μέσα αυτά είναι συσσωρευτές και φορτιστές. Παρακάτω παρουσιάζεται ο τρόπος συντήρησής των ανά περίπτωση (Μανέτα, 2009):

Συσσωρευτές μολύβδου

Κατά τη συντήρηση των παραδοσιακών συσσωρευτών μολύβδου γίνονται γενικά:

- Καθαρισμός
- Μηνιαίος έλεγχος στεγανοποίησης και στάθμης ηλεκτρολύτη
- Εκφόρτιση και επαναφόρτιση ανά δύο χρόνια με ταυτόχρονη μέτρηση των ηλεκτρικών μεγεθών

Αξίζει να σημειωθεί ότι στους ανοικτούς συσσωρευτές μολύβδου ελέγχεται η πυκνότητα του ηλεκτρολύτη ανά μήνα και αυτό αποτελεί μέρος της χωρητικότητας του συσσωρευτή. Στους κλειστούς συσσωρευτές μολύβδου ελέγχονται οι βαλβίδες τους για τυχόν απώλεια ηλεκτρολύτη. Στην περίπτωση αυτή δε γίνεται μέτρηση της πυκνότητας του ηλεκτρολύτη. Οι συσσωρευτές μολύβδου αντικαθίστανται περίπου κάθε 5-10 χρόνια.

Συσσωρευτές καδμίου – νικελίου

Στους ανοικτούς συσσωρευτές καδμίου - νικελίου γίνεται έλεγχος της τάσης της συστοιχίας και της τάσης κάθε συσσωρευτή κάθε 2-4 μήνες. Παράλληλα ελέγχεται η συγκέντρωση του ανθρακικού καλίου.

Φορτιστές

Οι φορτιστές έχουν ελάχιστη συντήρηση λόγω της μεγάλης αξιοπιστίας των ηλεκτρονικών τους συστημάτων. Τελευταία, χρησιμοποιούνται διατάξεις παρακολούθησης της κατάστασης των συσσωρευτών, των γεφυρών, των ασφαλειών και των διακοπών που αντιστοιχούν στους συσσωρευτές. Οι διατάξεις αυτές εποπτεύουν την ολική τάση του συστήματος και αυτόματα δίνουν εντολές για βραχυχρόνιες περιοδικές εκφορτίσεις της συστοιχίας. Με τον τρόπο αυτό ελέγχεται η καλή κατάσταση των επαφών και την εκφόρτιση διαδέχεται η επαναφόρτιση.

3.13. Συνοπτικός οδηγός συντήρησης

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει με συνοπτικό τρόπο όλα όσα χρειάζεται να ξέρει κανείς σχετικά με τα είδη συντήρησης και το χρόνο υλοποίησής των.

ΕΙΔΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
Αξιολόγηση κατάστασης	
Διηλεκτρική αντοχή και ποσοστό υγρασίας	1 έτος
Επιφανειακή τάση	2 έτη
Μέθοδος διαλυμένων αερίων	6 μήνες – 1 έτος
Μόνωση τυλιγμάτων και συντελεστής ισχύος μονωτήρων διέλευσης	5-7 έτη
Υπέρυθρη θερμογραφία	6 μήνες
Συντήρηση ρουτίνας	
Τυπικός εξωτερικός έλεγχος	6 μήνες
Καθάρισμα μονωτήρων διέλευσης	1 έτος
Εναλλάκτης θερμότητας	1-2 έτη
Βαθμονόμηση ενδεικτικών οργάνων και ηλεκτρονόμων	5 έτη
Δοκιμές λειτουργίας	5 έτη
Μηχανισμός μεταβολής λήψεων	2-4 έτη

Πίνακας 2. Χρονοδιάγραμμα οδηγού συντήρησης (Μερζιώτης, 2014)

Ακολουθώς, παρουσιάζετε ακόμη ένας πίνακας που δείχνει περιληπτικά τι είδους έλεγχοι πρέπει να γίνονται ανά περιπτώσεις συγκεκριμένων χρονικών ορίων.

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ
ΑΝΑ ΜΗΝΑ		<ul style="list-style-type: none"> · Έλεγχος και καταγραφή του φορτίου του μετασχηματιστή και του μέγιστου καταγεγραμμένου · Έλεγχος και καταγραφή της τάσης γραμμής · Έλεγχος και καταγραφή θερμοκρασίας λαδιού · Έλεγχος και καταγραφή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος
ΑΝΑ ΤΡΙΜΗΝΟ	Καταγραφή τιμών	<ul style="list-style-type: none"> · Στάθμη λαδιού · Θερμοκρασία άνω στρώματος λαδιού · Θερμοκρασία τυλίγματος · Πίεση δεξαμενής (αν υπάρχει μανόμετρο) · Τάσης εξόδου
	Οπτικός έλεγχος	<ul style="list-style-type: none"> · Κλειδώματος υποσταθμού ΜΤ · Διαρροή λαδιού · Έλεγχος χώρου μετασχηματιστή · Λειτουργία ανεμιστήρα · Λειτουργία αφυγραντήρα · Λειτουργία φωτισμού · Πυκνωτών αντιστάθμισης
ΑΝΑ ΕΤΟΣ	Μονωτικό λάδι	<ul style="list-style-type: none"> · Ποσοστό υγρασίας · Βαθμός εξουδετέρωσης · Τάση επαφής · Ποσοστό νερού · Κατακάθια ορυκτέλαιου · Ανάλυση διαλυμένων αερίων
	Στεγανότητα λαδιού	<ul style="list-style-type: none"> · Δοχείο διαστολής · Σωληνώσεις · Ηλεκτρονόμος Buchholz · Βάνες
	Εσωτερική καλωδίωση	<ul style="list-style-type: none"> · Μέτρηση αντίστασης μόνωσης · Καταλληλότητα συρμάτωσης
	Προστασία από διάβρωση	<ul style="list-style-type: none"> · Βαφή

	Καθαριότητα	<ul style="list-style-type: none"> · Χώρων μετασχηματιστή & διακοπών ΜΤ · Μονωτήρες διέλευσης · Εξαρτήματα · Ενδεικτικά όργανα · Ανεμιστήρες
	Πίνακας ελέγχου	<ul style="list-style-type: none"> · Συνδέσεις · Συσσώρευση σκόνης · Υπερθέρμανση υλικού (αλλαγή στο χρώμα) · Θόρυβος στα ραγουλικά · Παρουσία νερού/υγρασίας
	Στάθμη λαδιού	<ul style="list-style-type: none"> · Δοχείο διαστολής · Μονωτήρες διέλευσης
	Σύστημα ψύξεως	<ul style="list-style-type: none"> · Εξοπλισμός ψύξης (ανεμιστήρες) · Μονωτήρες διέλευσης · Ηλεκτρονόμος Buchholz
	Σύστημα γείωσης	<ul style="list-style-type: none"> · Μέτρηση αντίστασης γείωσης · Όλα τα μεταλλικά μέρη · Κόμβοι αστερών · Πίνακας ελέγχου · Θωρακισμένα καλώδια
	Ηλεκτρονόμος Buchholz	<ul style="list-style-type: none"> · Κατεύθυνση ροής · Επαφές · Δοκιμή λειτουργίας

Πίνακας 3. Είδη ελέγχων σε περιόδους ενός μήνα, τριών μηνών και ενός έτους (Μερζιώτης, 2014)

3.14. Συντήρηση υπόλοιπων εξαρτημάτων ενός υποσταθμού

Έχει αναφερθεί επανειλημμένα ότι ο υποσταθμός και όλα τα μέρη που τον αποτελούν έχουν ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην αμοιβαία σχέση που τους χαρακτηρίζει με το δίκτυο ΜΤ της ΔΕΗ. Αυτό και μόνο καθιστά τη συντήρηση των εξαρτημάτων του υποσταθμού απαραίτητη και σημαντική. Κατά μήκος του τρίτου μέρους της εργασίας αναλύθηκαν τα βασικότερα μέρη του υποσταθμού και οι ενέργειες που έχουν να κάνουν με την συντήρηση. Ακολουθώς αναλύονται τα υπόλοιπα εξαρτήματα του υποσταθμού καθώς και πληροφορίες αναφορικά με τη συντήρησή των (Κάπος, 1991):

Û Μονωτήρες. Οι μονωτήρες πρέπει να ελέγχονται για σημάδια μόλυνσης στην επιφάνειά τους και για φυσική φθορά (ράγισμα ή σπάσιμο). Η συντήρησή τους προβλέπει καθαρισμό ή αντικατάσταση όταν κρίνονται καταστραμμένοι.

- Û **Γειώσεις.** Για την συντήρηση των γειώσεων ελέγχονται οι συνδέσεις για τυχόν διάβρωση, γίνεται μέτρηση της γείωσης και συσφίγγονται οι συνδέσεις.
- Û **Αγωγοί.** Η συντήρηση των αγωγών προβλέπει έλεγχο για υπερθέρμανση η οποία μάλιστα μπορεί να γίνει με ανιχνευτές υπερύθρων. Όταν οι κοχλιώμενες συνδέσεις δεν είναι καλά σφιγμένες δημιουργούνται κηλίδες. Στην περίπτωση αυτή πρέπει να καθαρίζονται οι κηλίδες και να σφίγγονται οι συνδέσεις.
- Û **Πυκνωτές.** Για την συντήρηση των πυκνωτών προβλέπεται καθαρισμός του περιβλήματος όταν υπάρχει βρωμιά και επαρκής εξαερισμός ώστε να απομακρύνεται η θερμότητα που παράγεται λόγω πολύωρης λειτουργίας.

3.15. Καθαρισμός εξοπλισμού

Ο καθαρισμός του εξοπλισμού ξεκινά κι αυτός μόλις γίνει διακοπή της ηλεκτροδότησης του υποσταθμού από το δίκτυο της ΜΤ. Πρέπει δηλαδή να απομονωθεί ο χώρος που θα γίνει η συντήρηση για να ξεκινήσουν οι απαραίτητες εργασίες. Αφού γίνει ο απαιτούμενος οπτικός έλεγχος, ακολουθεί ο καθαρισμός του εξοπλισμού, η εφαρμογή του οποίου εξαρτάται από το είδος του εξαρτήματος και το είδος της βρωμιάς που χρήζει απομάκρυνσης. Παρακάτω παρουσιάζονται ορισμένοι μέθοδοι καθαρισμού:

- § Είναι εφικτή η χρήση ενός στεγνού, καθαρού πανιού
- § Ιδανική επιλογή για μικρά εξαρτήματα ή μικρές επιφάνειες χώρου είναι η χρήση μαλακής βούρτσας
- § Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ηλεκτρική σκούπα για να απορροφήσει τις σκόνες και τα μικρά αντικείμενα χωρίς να επηρεαστεί η μόνωση
- § Η χρήση φυσητήρων πεπιεσμένου αέρα ενδείκνυται όταν άλλοι τρόποι δεν είναι αρκετοί για τον επιθυμητό καθαρισμό
- § Προβλέπεται η χρήση διαλύτη σε περιπτώσεις που έχουν να κάνουν με λάδια. Ο διαλύτης διασπά το λάδι ή το γράσο και καθιστά εύκολο τον μετέπειτα καθαρισμό του με πανιά
- § Σε κάποιες περιπτώσεις, ο καθαρισμός μπορεί να γίνει και με αμμοβολή
- § Δεν ενδείκνυται η χρήση υγρών καθαριστικών, όπως σπρέι (Μπούρκας, 1998).

3.16. Προστασία από εργασίες συντήρησης - Ύψος

Ο παράγοντας «ύψος» θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από το προσωπικό που πρόκειται να προβεί σε συντηρήσεις. Κι αυτό γιατί κατά τη διεξαγωγή μετρήσεων και ελέγχων ενδέχεται το προσωπικό να χρειαστεί να ανέβει επάνω στον μετασχηματιστή. Όταν αυτό καταστεί αναγκαίο, τότε για την ασφάλεια του προσωπικού προβλέπονται κάποια μέτρα προστασίας, τα οποία περιγράφονται αναλυτικά και στον κανονισμό ANSI/ASSE Z359. Τα μέτρα αυτά λοιπόν κατά τη συντήρηση από ύψος περιλαμβάνουν:

- § Χρήση συρματόσχοινου ασφαλείας, με το οποίο θα προσδένεται το προσωπικό και θα προστατεύεται από πιθανότητα πτώσης. Το σημείο πρόσδεσης προβλέπεται να

είναι σταθερό ώστε να επιτρέπεται εύκολη μετακίνηση προς οποιοδήποτε σημείο υπάρχει επιθυμία.

- § Πύργο προστασίας από πτώση, στον οποίο είναι δεμένο το σχοινί ασφαλείας. Συνήθως τοποθετείται μια μεταλλική επιφάνεια με τρόπο ώστε να επιτρέπει την απομάκρυνση του πύργου (Μερζιώτης, 2014).

Σε κάθε περίπτωση συντήρησης είτε είναι εναέρια είτε πραγματοποιείται στο έδαφος, το τεχνικό προσωπικό πρέπει να μεριμνά για την ατομική του προστασία φορώντας:

- § γάντια
- § κράνος
- § μπότες
- § ζώνη

- § γυαλιά
- § γιλέκο
- § επιγονατίδες
- § ωτασπίδες

- § αναπνευστικ
ή μάσκα

Εκτός από τα ανωτέρω πρέπει να λαμβάνονται υπόψη οι απαραίτητες αποστάσεις ασφαλείας σύμφωνα με τον παρακάτω πίνακα.

ΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (KV)	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (mm)	ΕΝΕΡΓΗ ΖΩΝΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (mm)
<1	700	200
10	1350	350
20	1400	400
36	1580	580
70	1900	900
132	3100	1100
275	3800	1800
480	5200	3200

Πίνακας 4. Ελάχιστες αποστάσεις ασφαλείας ανάλογα με το επίπεδο τάσης σύμφωνα με τον κανονισμό BS EN 50110-1 (https://oaedhlectrologoi.blogspot.gr/2016/03/blog-post_18.html)

Συμπεράσματα

Κύριο μέλημα της παρούσας εργασίας ήταν να μελετήσει τον υποσταθμό ΜΤ εσωτερικού χώρου και να γίνει μια πλούσια περιγραφή όλων των χαρακτηριστικών που τον αφορούν. Έγινε μια θεωρητική επισκόπηση του θέματος δίνοντας έμφαση σε όλες τις παραμέτρους με τέτοιο τρόπο ώστε να οδηγηθεί ο αναγνώστης στη διεξαγωγή συμπερασμάτων και στην κατάκτηση γνώσεων. Από όλα τα δεδομένα που συλλέχθηκαν και αναλύθηκαν για τις ανάγκες της εργασίας, αντλήθηκαν χρήσιμες πληροφορίες, έγιναν παραθέσεις εννοιών και σημαντικές προσεγγίσεις, σημαντικά χρήσιμες και χρηστικές.

Αρχικά, έγινε κατανοητός ο ρόλος του υποσταθμού και κατέστη αντιληπτός ο τρόπος σχεδιασμού ενός υποσταθμού και όλων των μερών που τον αποτελούν. Μελετήθηκαν οι τύποι παροχών ΜΤ, δόθηκε βαρύτητα στα μέσα προστασίας του υποσταθμού, παρουσιάστηκε ένα θεωρητικό πλαίσιο για τον χώρο εγκατάστασης και περιγράφηκαν οι διαδικασίες συντήρησης του. Ο υποσταθμός έχει έναν ιδιαίτερο ρόλο στα δίκτυα ΜΤ της ΔΕΗ με σημαντικά οφέλη και μεγάλη σημασία. Η κοινωνία μπορεί να απολαμβάνει το αγαθό του ηλεκτρικού ρεύματος χάρη στην ύπαρξή του κι αυτό σε ένα αρκετά μεγάλο ποσοστό είναι κοινωνικά αποδεκτό. Κατά την περιγραφή και ανάλυση του υποσταθμού, κρίθηκε πως σημαντικός παράγοντας για τον σωστό σχεδιασμό και ορθή λειτουργία του υποσταθμού είναι οι αποφάσεις που θα ληφθούν από τη ΔΕΗ σε συνεργασία με τον καταναλωτή. Υπάρχουν ζητήματα όπως είναι τα μέσα προστασίας στα οποία πρέπει να δίνεται μεγάλη βαρύτητα διότι εγκυμονούν κίνδυνοι που μπορεί να οδηγήσουν ακόμη και στο θάνατο. Τόσο ο σχεδιασμός του υποσταθμού όσο και ο χώρος εγκατάστασης είναι παράγοντες που αλληλοσυμπληρώνονται και επηρεάζουν ο ένας τον άλλο. Αν δεν γίνει καλός σχεδιασμός, η εγκατάσταση του υποσταθμού πιθανότατα να μην έχει τα επιθυμητά χαρακτηριστικά. Συνεπάγεται λοιπόν πως η υλοποίηση του υποσταθμού προϋποθέτει ένα καλό σχέδιο, ένα μελετημένο πλάνο που θα έχει μεριμνήσει για ότι πρόκειται να εγκατασταθεί στον χώρο του υποσταθμού αλλά και εξωτερικά γύρω από αυτόν.

Αξιόλογα συμπεράσματα ακόμη διεξήχθησαν για τις διαδικασίες συντήρησης του υποσταθμού. Αποδείχθηκε πως η συντήρηση είναι μια βασική συνιστώσα που προσδίδει στον υποσταθμό βιωσιμότητα. Τα οφέλη της συντήρησης είναι πολλά και αντανakλούν στη λειτουργικότητα του υποσταθμού και στην καθημερινότητα των καταναλωτών. Χωρίς την έννοια της συντήρησης τα πράγματα θα ήταν διαφορετικά και όχι όπως τα γνωρίζουμε σήμερα. Η συντήρηση απαιτεί γνώσεις και εμπειρία, προϋποθέτει προσωπικό και πολύωρη απασχόληση. Άλλοτε γίνεται γρήγορα κι άλλοτε αργεί, πάντοτε όμως έχει τον ίδιο σκοπό και τον ίδιο χαρακτήρα. Κατέστη σαφές ότι για να γίνει μια σωστή συντήρηση πρέπει αυτή να συνοδεύεται από φιλόδοξα κίνητρα που να προσφέρουν αξιοπιστία και φερεγγυότητα.

Λαμβάνοντας υπόψη όλα όσα αναλύθηκαν στην εργασία, κατέστη χρήσιμο να υπογραμμιστούν κάποιες παράμετροι που σχετίζονται γενικά με τον υποσταθμό ΜΤ εσωτερικού χώρου. Καλλιεργήθηκε η άποψη ότι οι οδηγίες που υπάρχουν για τον σχεδιασμό, την εγκατάσταση και τη συντήρηση του υποσταθμού είναι ορθώς διατυπωμένες και αξιόλογες. Για να συνεχίσουν να υπάρχουν αξιόλογες πολιτικές διαχείρισης των υποσταθμών ΜΤ είναι χρήσιμο να λαμβάνονται σημαντικά οι παράμετροι που οδηγούν στην κατασκευή και τοποθέτησή τους. Σήμερα, η τεχνολογία έχει προχωρήσει σημαντικά και συνεχίσει να προοδεύει με ταχύτατους ρυθμούς. Θα πρέπει λοιπόν όπου είναι εφικτό να λαμβάνονται όλα τα μέτρα που απαιτούνται με γνώμονα την τεχνολογία και τις δυνατότητες που προσφέρει ώστε, αν υπάρχει έστω και μια πιθανότητα να επηρεαστεί η ακεραιότητα και υγεία του ανθρώπου, να εκμηδενιστεί. Θα μπορούσε για παράδειγμα να τοποθετούνται στο

υποσταθμούς εποπτικά μέσα παρακολούθησης, ενδεχομένως και on-line και να μη χρειάζεται να μεταφερθεί κάποιος στον υποσταθμό για να πραγματοποιήσει έναν προγραμματισμένο εποπτικό έλεγχο. Έτσι θα εξασφαλιζόνταν κατά κάποιο τρόπο η προστασία του ατόμου και θα περιορίζονταν το προβλεπόμενο κόστος. Θα μπορούσε ακόμη να χρησιμοποιηθούν μοντέλα στατιστικής ανάλυσης τα οποία θα λάμβαναν κάποια ιστορικά και μη δεδομένα και θα ήταν σε θέση να πραγματοποιήσουν μελλοντικές προβλέψεις.

Σύμφωνα με τα συμφραζόμενα της εργασίας, υπάρχουν πολλά που πρέπει να ληφθούν υπόψη όταν κάνουμε λόγο για έναν υποσταθμό ΜΤ εσωτερικού χώρου. Όπως και να έχει, ο υποσταθμός ΜΤ θα έχει πάντα μια ιδιαίτερη θέση υπό το πρίσμα της ΔΕΗ και θα ασκεί έναν ιδιαίτερο ρόλο καθώς η κοινωνία θα κατέχει τα μέσα, την τεχνολογία και την τεχνογνωσία ώστε να εστιάζει σε ποιοτικές παροχές.

Βιβλιογραφία

Ελληνική

1. Ιωακειμίδης, Ι., (2000) Εγχειρίδιο προληπτικής ηλεκτρολογικής συντήρησης, Αθήνα.
2. Κάπος Μιλτ., (1991) Υποσταθμοί εσωτερικών χώρων, Δ' Έκδοση, Αθήνα, σελ. 19-50, 55-69, 85-90, 94-96.
3. Καραντώνη, Ε., (2012) Μελέτη Ιδιωτικού Υποσταθμού ΜΤ- ΧΤ, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Διπλωματική Εργασία, Αθήνα, σελ. 11-15, 23-25, 37-42.
4. Μερζιώτης, Ι.Χ., (2014) Συντήρηση Υποσταθμού Μέσης Τάσης, Αιγάλεω, σελ. 35-52.
5. Μπούρκας Π., (1998) Εφαρμογές κτιριακών και βιομηχανικών εγκαταστάσεων.
6. Μαρκόπουλος, Β., (2009) Μέθοδοι υπολογισμού του κόστους συντήρησης υποσταθμών, Εκδόσεις Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
7. Μπούρκας, Π., (1999). Εισαγωγή στο μηχανολογικό και ηλεκτρολογικό σχέδιο. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. σελ. 180-1.
8. Μανέτα, Μ., (2009) Μελέτη Υποσταθμού Μέσης Τάσης 20/0,4KV, Πάτρα, σελ. 1-11, 19-24.
9. Ντοκόπουλος, Π., (2005) Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις καταναλωτών, Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Αθήνα, σελ. 90-94, 687-697.
10. Ντοκόπουλος Π., (1992). Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις καταναλωτών μέσης και χαμηλής τάσης (Β έκδοση). Π. Ζήτης & ΣΙΑ Ο.Ε., σελ. 216-235.
11. Δ. Λαμπίδης, Π. Ντοκόπουλος, Γ. Παπαγιάννης(2007). Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας Τόμος Α. Εκδόσεις ΖΗΤΗ
12. Ντάμπιαμπας Δ., & Μπούρος, Κ., (2015) Μελέτη Υποσταθμού Μέσης Τάσης, Καβάλα, σελ. 25-60.
13. Παπαδόπουλος Μ., (1997) Προστασία συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας.
14. Σταυρακίδης, (2008) Ανάλυση Υποσταθμού Μέσης Τάσης, Πτυχιακή Εργασία, Αθήνα, σελ. 14-30.
15. Σαμοΐλης, Β., (1995) Η συντήρηση, Ειδικά κεφάλαια συντήρησης μηχανημάτων, Εκδόσεις ΔΕΗ, Αθήνα.
16. Ταβουλάρης, Σ., Ρετζέπης, Α., (2006) Υποσταθμοί Μέσης Τάσης, Πτυχιακή Εργασία, σελ. 12-15, 45-60.
17. Τσακνάκης, Β., & Μητρόπουλος, Σ., (2015) Συντήρηση συστήματος μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, Πάτρα, σελ. 4-13, 15-17.
18. Ψιμόπουλος Ι.Δ., (2006) Ιδιωτικοί Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ-Μελέτη Ιδιωτικού Υ/Σ 20/0,4 kV Παροχής Τύπου Α1 για την Ηλεκτροδότηση Αντλιοστασίου, Διπλωματική εργασία.
19. Διεύθυνση Εκπαίδευσης Τομέας Υλοποίησης Υποτομέας Σχολών Ν. Ελλάδας Σ.Τ.Ε Αθήνας, Εργαστήριο Υποσταθμών Εσωτερικού Χώρου(Εισηγητές Κ. Καλογερόπουλος, Χ. Αρμπιρος)

Διαδίκτυο

1. ΡΑΕ ΡΑΕ ΡΥΘΜΙΣΤΙΚΗ ΑΡΧΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
http://www.rae.gr/site/categories_new/consumers/know_about/electricity/distribution.csp[Πρόσβαση στις 09/10/2016]

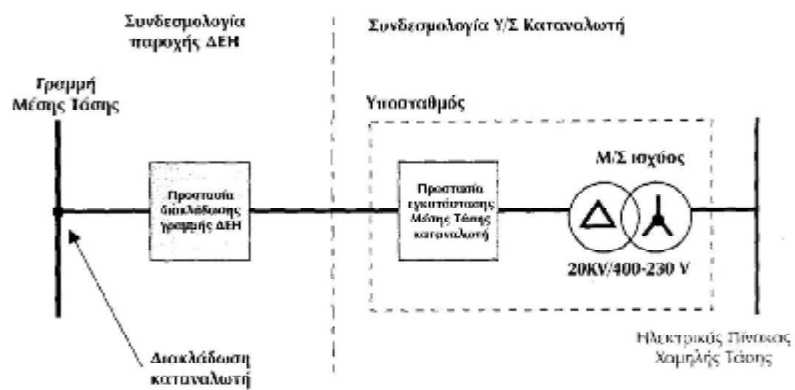
2.

3. Ηλεκτρολόγοι 1ης ΕΠΑΣ ΟΑΕΔ Θεσσαλονίκης, https://oedhlectrologoi.blogspot.gr/2016/03/blog-post_18.html [Πρόσβαση στις 25/03/2017]
4. Υποσταθμός Μέσης Τάσης, http://www.ti-soft.com/el/support/help/electrical/knowledgebase/middlevoltage/panelcad_diakophs_fortiou [Πρόσβαση στις 12/03/2017]
5. Κατασκευή Υποσταθμών Μέσης Τάσης, <http://www.lmco.gr/kataskevi-ys> [Πρόσβαση στις 05/10/2016]
6. Ιδιωτικοί Υποσταθμοί Μέσης Τάσης, <http://www.markoslyras.gr/el/instruction.php?i=1> [Πρόσβαση στις 03/04/2017]
7. Υποσταθμοί Μέσης Τάσης, <http://vpower.gr/227/>, [Πρόσβαση στις 09/04/2017]

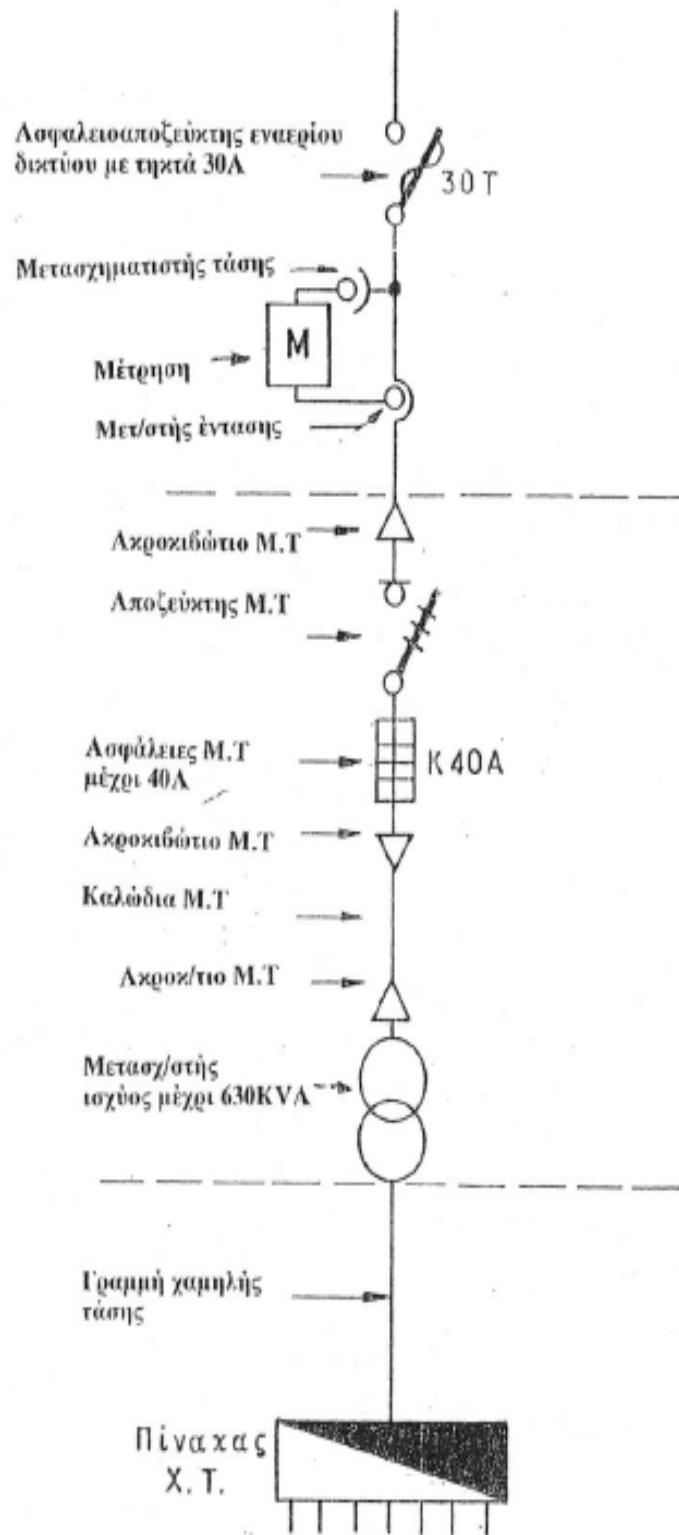
Παράρτημα



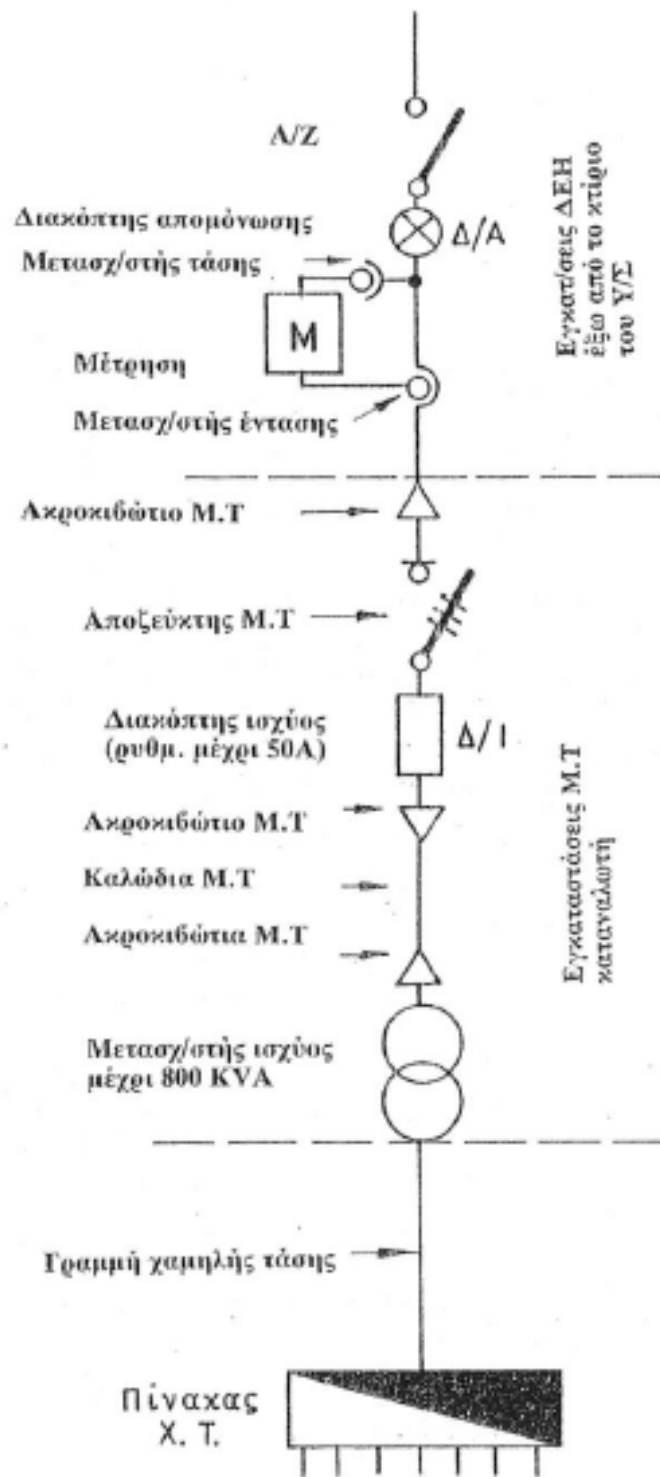
Εικόνα 1. Υποσταθμός μέσης τάσης εσωτερικού χώρου



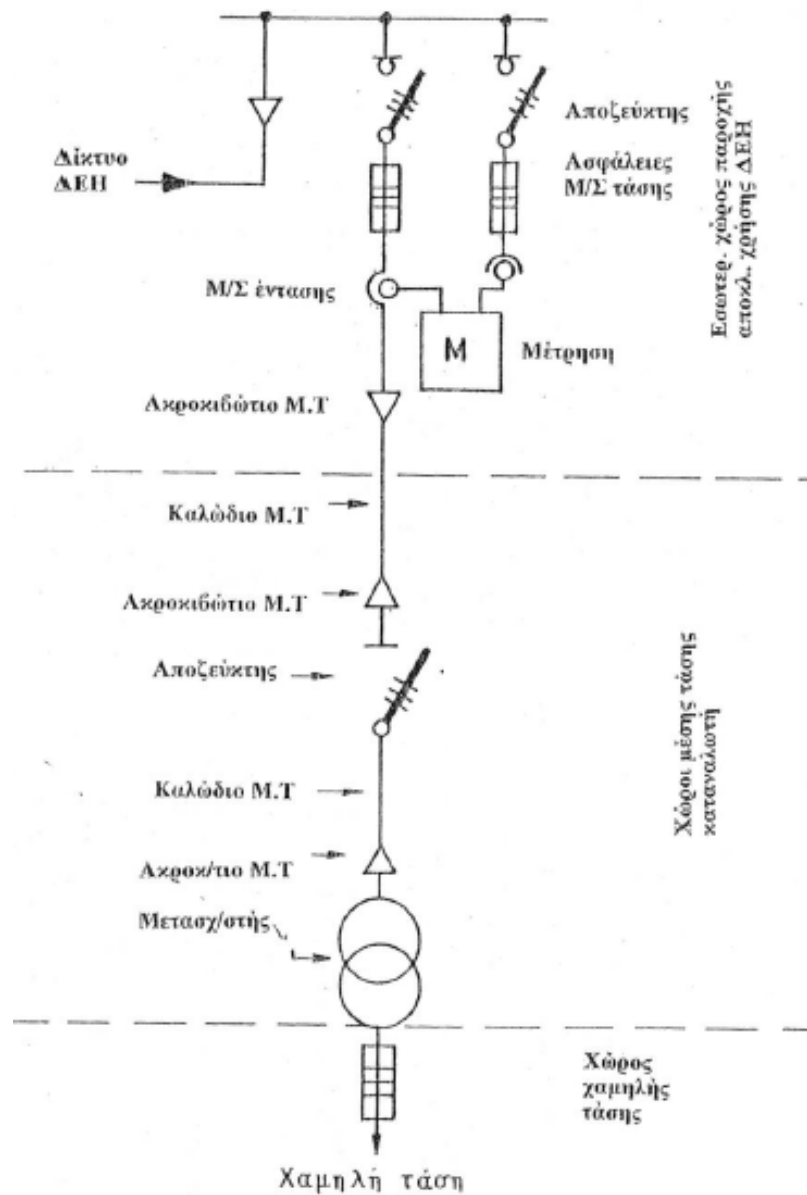
Σχήμα 1. Σχηματική διάκριση υποσταθμού ΜΤ



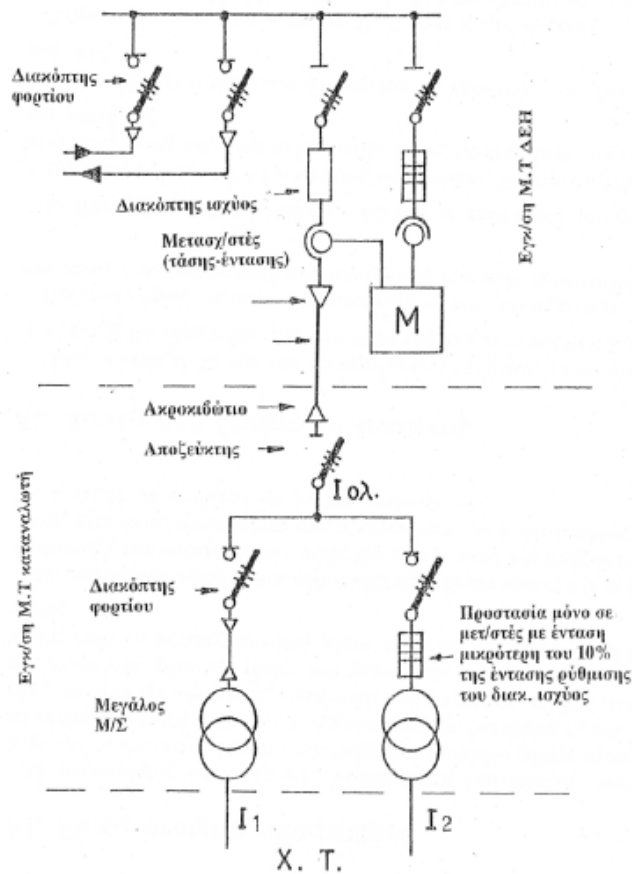
Σχήμα 2. Παροχή Μέσης Τάσης τύπου Α1, σε έναν μετασχηματιστή



Σχήμα 3. Παροχή Μέσης Τάσης τύπου Α2 σε έναν μετασχηματιστή ισχύος ως 800V και προστασία μετασχηματιστή με διακόπτη ισχύος ρυθμιζόμενο μέχρι 50Α



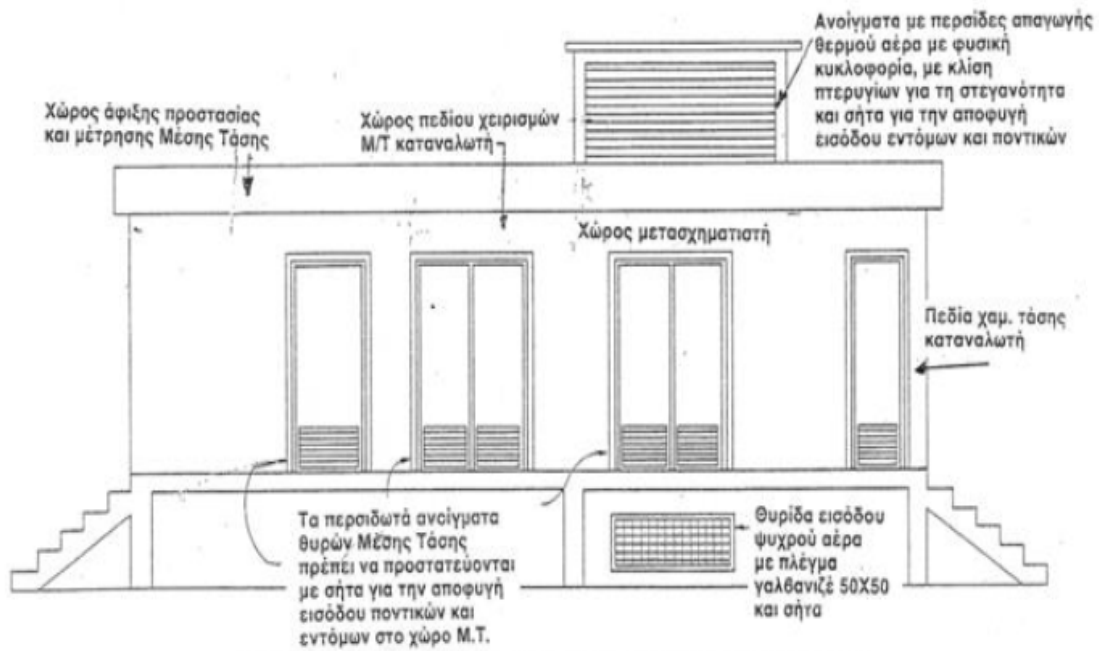
Σχήμα 4. Παροχή Μέσης Τάσης τύπου Β1 σε έναν μετασχηματιστή 200-630 ΚVA και προστασία στη χαμηλή τάση με ασφάλειες



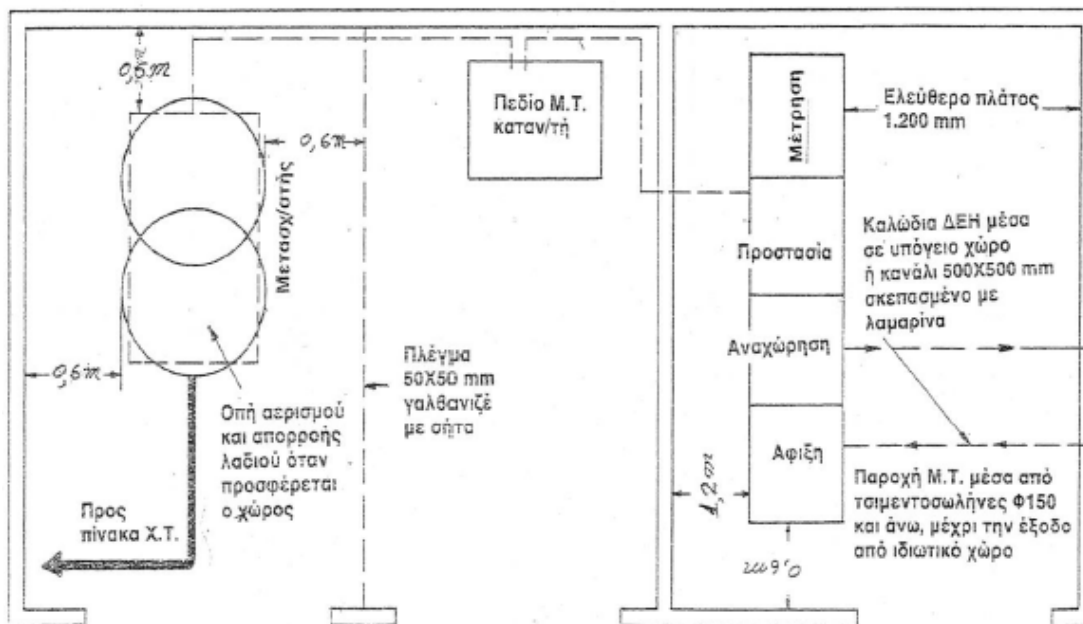
Σχήμα 5. Παροχή Μέσης Τάσης τύπου B2 σε μετασχηματιστές με μεγάλη διαφορά ισχύος

ΤΥΠΟΣ ΠΑΡΟΧΗΣ	ΧΩΡΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ	ΙΣΧΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ
A1	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	ΩΣ 630 ΚVA
A2	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟΣ	<800ΚVA
B1	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ	ΩΣ 630ΚVA
B2	ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΣ	ΑΠΕΡΙΟΡΙΣΤΗ

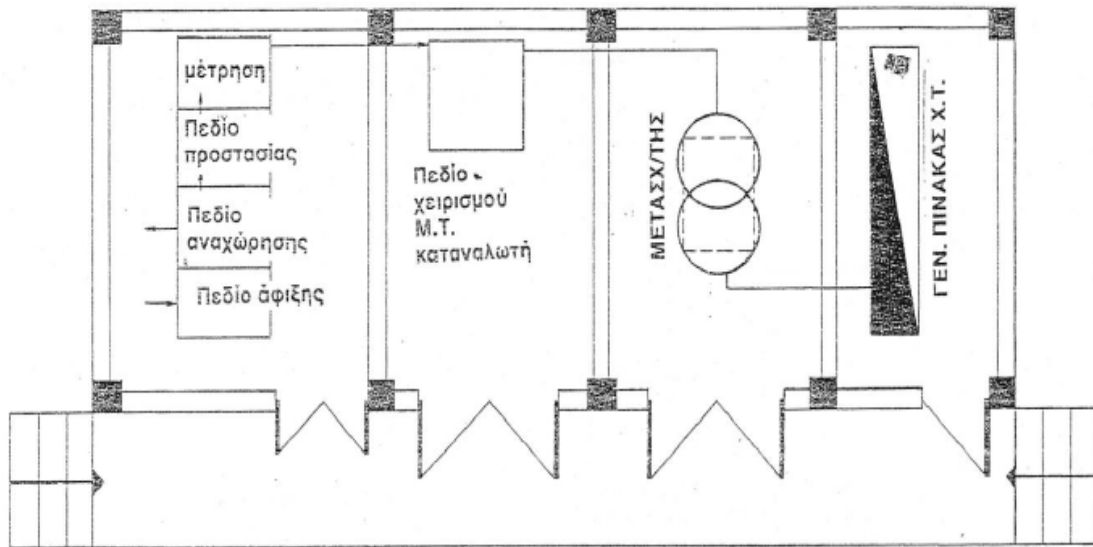
Πίνακας 1. Τύποι παροχών Μέσης Τάσης και χαρακτηριστικά γνωρίσματα αυτών



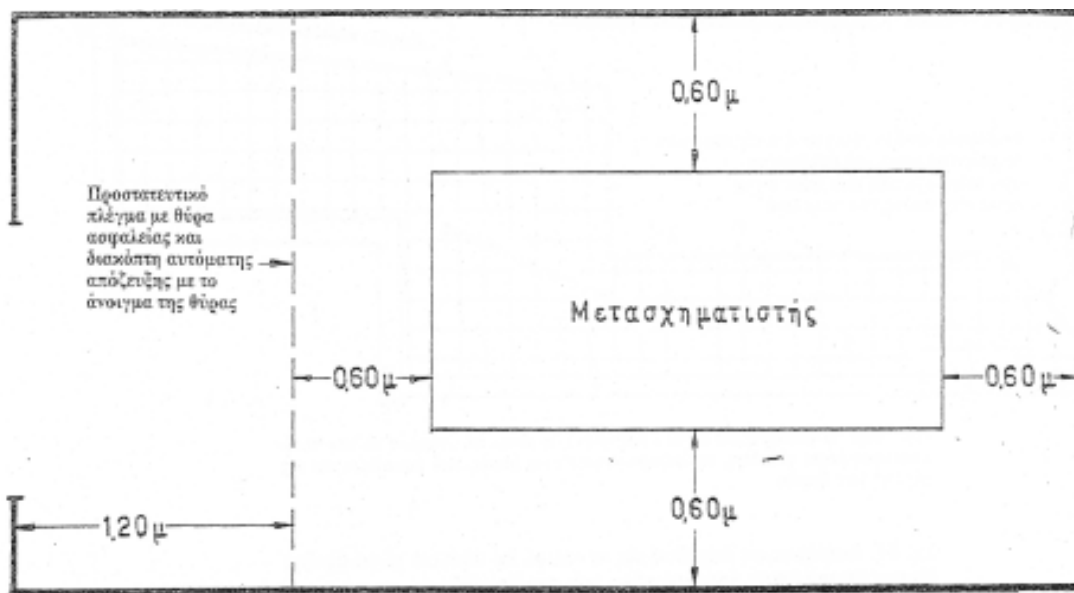
Σχήμα 6. Σχέδιο τυπικής απεικόνισης υποσταθμού (εμπρόσθια όψη)



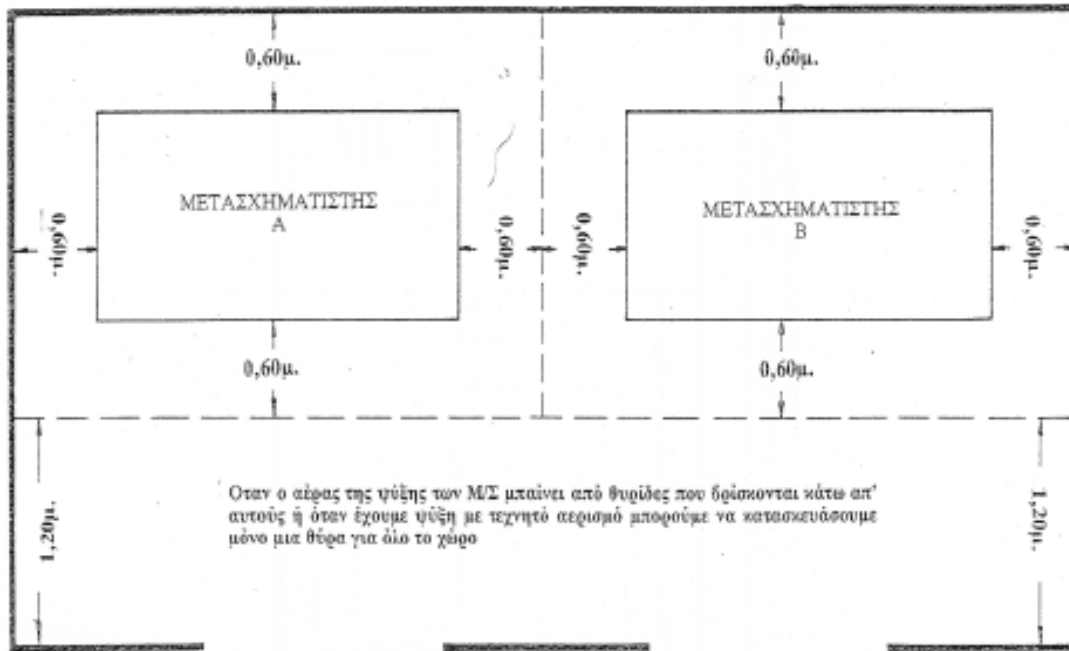
Σχήμα 7. Σχέδιο τυπικής απεικόνισης υποσταθμού (κάτοψη) για παροχή μέσης τάσης τύπου Β1



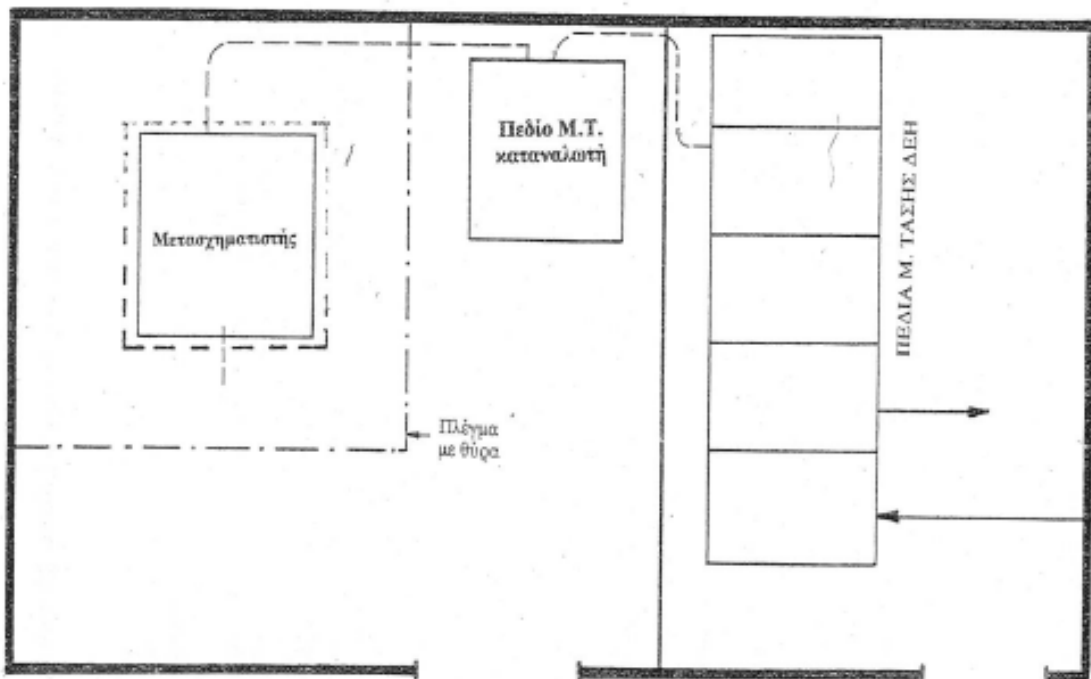
Σχήμα 8. Σχέδιο υποσταθμού (κάτοψη) για παροχή μέσης τάσης τύπου Β1 με προδιαγραφές για 15 ή 20 KV. Το σχέδιο παρέχει ελευθερία στη διαρρύθμιση του χώρου.



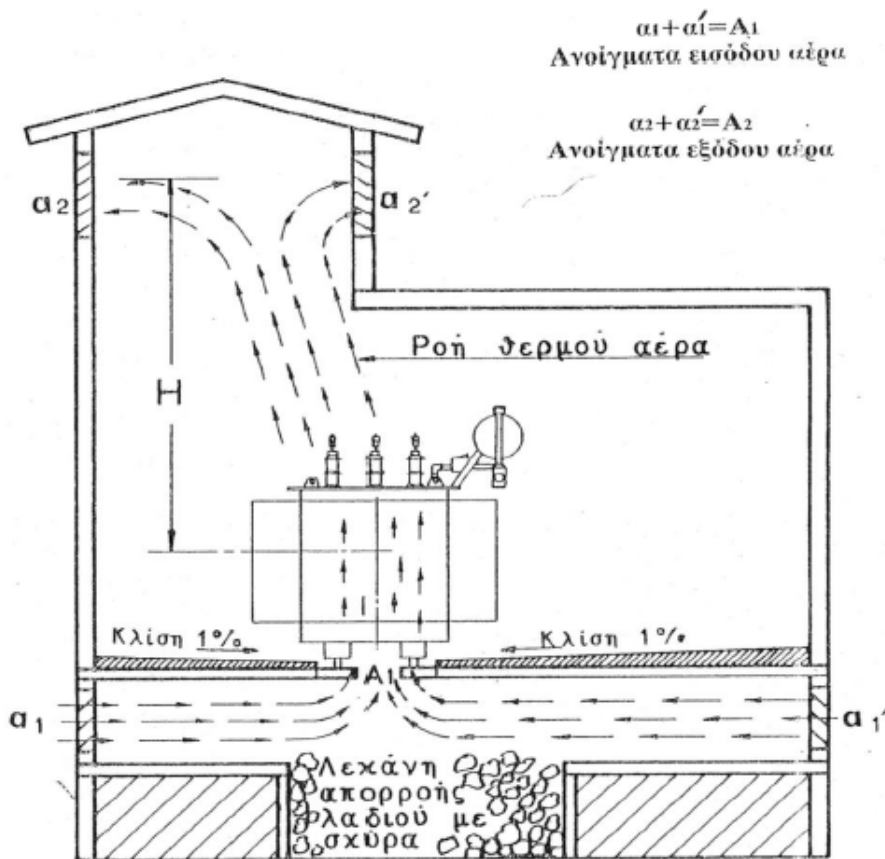
Σχήμα 9. Ελάχιστες διαστάσεις χώρου ενός μετασχηματιστή



Σχήμα 10. Υποσταθμός με δύο μετασχηματιστές με διαχωριστικό μεταλλικό πλέγμα μεταξύ τους και τις αντίστοιχες διαστάσεις



Σχήμα 11. Υποσταθμός μέσης τάσης/χαμηλής τάσης με έναν μετασχηματιστή που ψύχεται από κάτω προς τα πάνω



Σχήμα 12. Τυπικό παράδειγμα τοποθέτησης μετασχηματιστή με αερισμό και απορροή λαδιών στο κάτω μέρος του δαπέδου

ΕΙΔΟΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ
Αξιολόγηση κατάστασης	
Διηλεκτρική αντοχή και ποσοστό υγρασίας	1 έτος
Επιφανειακή τάση	2 έτη
Μέθοδος διαλυμένων αερίων	6 μήνες – 1 έτος
Μόνωση τυλιγμάτων και συντελεστής ισχύος μονωτήρων διέλευσης	5-7 έτη
Υπέρυθρη θερμογραφία	6 μήνες
Συντήρηση ρουτίνας	
Τυπικός εξωτερικός έλεγχος	6 μήνες

Καθάρισμα μονωτήρων διέλευσης	1 έτος
Εναλλάκτης θερμότητας	1-2 έτη
Βαθμονόμηση ενδεικτικών οργάνων και ηλεκτρονόμων	5 έτη
Δοκιμές λειτουργίας	5 έτη
Μηχανισμός μεταβολής λήψεων	2-4 έτη

Πίνακας 2. Χρονοδιάγραμμα οδηγού συντήρησης

ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ	ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ	ΕΙΔΟΣ ΕΛΕΓΧΟΥ
ΑΝΑ ΜΗΝΑ		<ul style="list-style-type: none"> · Έλεγχος και καταγραφή του φορτίου του μετασχηματιστή και του μέγιστου καταγεγραμμένου · Έλεγχος και καταγραφή της τάσης γραμμής · Έλεγχος και καταγραφή θερμοκρασίας λαδιού · Έλεγχος και καταγραφή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος
ΑΝΑ ΤΡΙΜΗΝΟ	Καταγραφή τιμών	<ul style="list-style-type: none"> · Στάθμη λαδιού · Θερμοκρασία άνω στρώματος λαδιού · Θερμοκρασία τυλίγματος · Πίεση δεξαμενής (αν υπάρχει μανόμετρο) · Τάσης εξόδου
	Οπτικός έλεγχος	<ul style="list-style-type: none"> · Κλειδώματος υποσταθμού ΜΤ · Διαρροή λαδιού · Έλεγχος χώρου μετασχηματιστή · Λειτουργία ανεμιστήρα · Λειτουργία αφυγραντήρα · Λειτουργία φωτισμού · Πυκνωτών αντιστάθμισης
ΑΝΑ ΕΤΟΣ	Μονωτικό λάδι	<ul style="list-style-type: none"> · Ποσοστό υγρασίας · Βαθμός εξουδετέρωσης · Τάση επαφής · Ποσοστό νερού · Κατακάθια ορυκτέλαιου · Ανάλυση διαλυμένων αερίων
	Στεγανότητα λαδιού	<ul style="list-style-type: none"> · Δοχείο διαστολής · Σωληνώσεις · Ηλεκτρονόμος Buchholz · Βάνες
	Εσωτερική	<ul style="list-style-type: none"> · Μέτρηση αντίστασης μόνωσης

	καλωδίωση	<ul style="list-style-type: none"> Καταλληλότητα συρμάτωσης
	Προστασία από διάβρωση	<ul style="list-style-type: none"> Βαφή
	Καθαριότητα	<ul style="list-style-type: none"> Χώρων μετασχηματιστή & διακοπών ΜΤ Μονωτήρες διέλευσης Εξαρτήματα Ενδεικτικά όργανα Ανεμιστήρες
	Πίνακας ελέγχου	<ul style="list-style-type: none"> Συνδέσεις Συσώρευση σκόνης Υπερθέρμανση υλικού (αλλαγή στο χρώμα) Θόρυβος στα ραγουλικά Παρουσία νερού/υγρασίας
	Στάθμη λαδιού	<ul style="list-style-type: none"> Δοχείο διαστολής Μονωτήρες διέλευσης
	Σύστημα ψύξεως	<ul style="list-style-type: none"> Εξοπλισμός ψύξης (ανεμιστήρες) Μονωτήρες διέλευσης Ηλεκτρονόμος Buchholz
	Σύστημα γείωσης	<ul style="list-style-type: none"> Μέτρηση αντίστασης γείωσης Όλα τα μεταλλικά μέρη Κόμβοι αστέρων Πίνακας ελέγχου Θωρακισμένα καλώδια
	Ηλεκτρονόμος Buchholz	<ul style="list-style-type: none"> Κατεύθυνση ροής Επαφές Δοκιμή λειτουργίας

Πίνακας 3. Είδη ελέγχων σε περιόδους ενός μήνα, τριών μηνών και ενός έτους

ΤΑΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ (KV)	ΑΠΟΣΤΑΣΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ (mm)	ΕΝΕΡΓΗ ΖΩΝΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ (mm)
<1	700	200
10	1350	350
20	1400	400
36	1580	580
70	1900	900
132	3100	1100
275	3800	1800
480	5200	3200

Πίνακας 4. Ελάχιστες αποστάσεις ασφαλείας ανάλογα με το επίπεδο τάσης σύμφωνα με τον κανονισμό BS EN 50110-1