

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ ΣΕ ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ



ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ: ΑΓΓΕΛΑΚΟΠΟΥΛΟΣ ΑΓΓΕΛΟΣ

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΜΙΜΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΠΑΤΡΑ, 2013

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η ευμάρεια των ανθρώπων όπως αναφέρεται στον Πρωταγόρα του Πλάτωνα χρειάζεται εκτός από γνώση και ενέργεια. Σήμερα ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας παρέχεται στον άνθρωπο μέσω του ηλεκτρισμού. Για την μεταφορά και την διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας απαραίτητα στοιχεία του συστήματος είναι τα Κέντρα Υψηλής Τάσης και οι Υποσταθμοί Υψηλής προς Μέση Τάση. Η παρούσα πτυχιακή εργασία μελετάει διεξοδικά τους Υποσταθμούς 150kV/20kV του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το θέμα της παρούσας πτυχιακής εργασίας πραγματεύεται με τους εναερίους Υποσταθμούς Υψηλής Τάσης προς Μέση Τάση και ποιο συγκεκριμένα για τους Υποσταθμούς 150kV/20kV του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς. Στην εν λόγω πτυχιακή εργασία θα παρουσιασθούν διεξοδικά τα επιμέρους στοιχεία των Υποσταθμών Μεταφοράς και ένα παράδειγμα υπολογισμού ισχύος Μετασχηματιστή 150kV/20kV για την τροφοδότηση μια πόλης. Η πτυχιακή εργασία αποτελείται από πέντε κεφάλαια:

Στο πρώτο κεφάλαιο, Αρχικά γίνεται μια περιγραφή των εναέριων υποσταθμών υψηλής τάσης σε μέσης τάσης του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς και αναλυτικά περιγράφονται τα επιμέρους στοιχεία που τους απαρτίζουν και ο τρόπος λειτουργίας τους.

Το δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται διεξοδικά τα βοηθητικά ηλεκτρικά κυκλώματα του υποσταθμού και ποιο συγκεκριμένα τα κυκλώματα μέτρησης και ελέγχου και ο τρόπος λειτουργίας των κυκλωμάτων αυτών.

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται και αναλύονται τα μέσα ζεύξης και προστασίας στην πλευρά των 150kV και 20kV για την προστασία του Υποσταθμού έναντι σφαλμάτων βραχυκύκλωσης και υπερφορτίσεων του δικτύου.

Στο τέταρτο κεφάλαιο περιγράφεται ο τρόπος ρύθμισης της τάσης του δικτύου διανομής 20kV από τους μετασχηματιστές 150kV/20kV και τους ρυθμιστές τάσης, καθώς επίσης και την ρύθμιση της άεργου ισχύος μέσω των πυκνωτών 20kV.

Το πέμπτο κεφάλαιο περιέχει παραδείγματα σχετικά τον τρόπο υπολογισμού της ισχύος μια πόλης και την εύρεση του κατάλληλου Μετασχηματιστή 150kV/20kV.

Τέλος δίνονται τα συμπεράσματα της πτυχιακής εργασίας

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	ii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	iii
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ	2
1.1 ΟΡΙΣΜΟΙ	2
1.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ (Υ/Σ) Υ.Τ. / Μ.Τ.	3
1.3 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ	3
1.4 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΙΘΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ Υ/Σ	6
1.5 ΑΝΑΛΥΣΗ Υ/Σ Υ.Τ ΣΕ Μ.Τ.	8
1.5.1 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	8
1.5.2 ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΣ	9
1.5.3 ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ	9
1.5.4 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ Μ/Σ	9
1.5.5 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ	9
1.5.6 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	10
1.5.7 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	10
1.5.8 ΑΠΟΖΕΥΚΤΕΣ	10
1.5.9 ΖΥΓΟΙ.....	10
1.5.10 ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ.....	11
1.5.11 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΧΕΙΡΙΣΜΩΝ.....	11
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ.....	12
ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ	12
2.1 ΥΨΗΛΗ ΤΑΣΗ 150KV	12
2.2 ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ (ΤΑΣΗ ΔΙΑΝΟΜΗΣ).....	12
2.3 ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΤΟΥ Υ/Σ 20kV/0,4kV	14
2.4 ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΤΟΥ Υ/Σ 110V Η 230V Σ.Ρ.	14
2.5 ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΤΟΥ Υ/Σ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΩΝ.....	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ	16
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ Υ/Σ.....	16
3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	16
3.2 ΟΡΓΑΝΑ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ	17

3.2.1 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΙΣΧΥΟΣ.....	17
3.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....	20
3.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....	21
3.4.1 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ.....	21
3.4.2 ΡΕΛΑΙ.....	23
3.5 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΓΡΑΜΜΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ.....	25
3.5.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ.....	25
3.5.2 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΕΩΣ.....	26
3.5.3 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΟΥΣ.....	27
3.6 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ.....	28
3.6.1 ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΡΕΛΑΙ.....	29
3.6.2 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ.....	29
3.6.3 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΖΥΓΩΝ.....	32
3.7 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ.....	33
3.8 ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΑ.....	35
3.9 ΓΕΙΩΣΗ Υ/Σ.....	35
3.10 ΚΥΜΑΤΟΠΑΓΙΔΕΣ – ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΕΡΕΣΥΧΝΩΝ (CARRIER).....	36
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ.....	38
ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΑΣΗΣ.....	38
4.1 ΓΕΝΙΚΑ.....	38
4.2 ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΜΕ ΜΕΤΑΓΩΓΕΑ.....	38
4.3 ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ.....	40
4.4 ΣΤΑΤΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ.....	40
4.4.1 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ.....	40
4.4.2 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ.....	41
4.5 ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ.....	44
5.1 Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΙΑΣ ΠΟΛΗΣ.....	44
5.1.1 ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ.....	44
5.1.3 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΛΚΟΥ ΚΑΙ ΣΙΔΗΡΟΥ.....	45
5.1.4 ΤΑΣΗ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΣΗΣ.....	46
5.1.5 ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ Μ/Σ.....	47
5.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ 150kV/20kV.....	48
5.3 ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ.....	49

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	50
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	51

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Οι υποσταθμοί μεταφοράς είναι εγκαταστάσεις που κατασκευάζονται και τοποθετούνται στα άκρα κάθε γραμμής μεταφοράς, στην αρχή της γραμμής για να ανυψώνουν την τάση σε επίπεδα που να συμφέρει η μεταφορά της ηλεκτρικής ισχύος, καθώς επίσης και στο τέλος της γραμμής, για να υποβιβάζουν την τάση και να την οδηγούν στα δίκτυα διανομής.

Η επιλογή της καταλληλότερης θέσης όπου θα τοποθετηθεί ένας υποσταθμός είναι αντικείμενο σοβαρής τεχνικής και οικονομικής μελέτης, γιατί το κόστος είναι πολύ υψηλό. Αυτό ισχύει κυρίως για τους υποσταθμούς που τοποθετούνται στο τέλος της γραμμής και λαμβάνεται μέριμνα να γίνονται σε σημεία που υπάρχει συγκεντρωμένη η μεγαλύτερη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή.

Για την εξυπηρέτηση μιας νέας καταναλωτικής περιοχής δεν είναι πάντα απαραίτητη η εγκατάσταση νέου υποσταθμού, εκτός εάν η νέα ζήτηση ισχύος είναι τόσο μεγάλη που δεν καλύπτεται από γειτονικούς υποσταθμούς ή εάν ο κοντινότερος υποσταθμός βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από την εμβέλεια των γραμμών μέσης τάσης.

Το μεγαλύτερο μέρος των εγκαταστάσεων ενός υποσταθμού είναι υπαίθριο, ενώ υπάρχει πάντα και ένας στεγασμένος χώρος για την τοποθέτηση οργάνων που παθαίνουν ζημιές από καιρικές συνθήκες, πχ. όργανα ελέγχου.

Το σπουδαιότερο μηχάνημα σ' έναν υποσταθμό είναι ο μετασχηματιστής ισχύος. Οι μετασχηματιστές είναι τριφασικοί και το πρωτεύον τύλιγμά τους συνδέεται στην υψηλή τάση, ενώ το δευτερεύον στη μέση τάση. Η συνήθης συνδεσμολογία τους είναι τρίγωνο στο πρωτεύον και αστέρας στο δευτερεύον.

Οι μετασχηματιστές ισχύος που τοποθετούνται στους υποσταθμούς υψηλής τάσης είναι κατασκευές ογκώδεις και τοποθετούνται στο ύπαιθρο, μέσα σε δοχεία που αποτελούν και το προστατευτικό τους περίβλημα. Το ρεύμα φτάνει και φεύγει από αυτούς από ακροδέκτες με μόνωση από πορσελάνη.

Η προστασία των μετασχηματιστών ισχύος από βραχυκυκλώματα ή άλλα σφάλματα (πχ. υπερφορτίσεις μεγάλης διάρκειας) γίνεται με τους αυτόματους διακόπτες, οι οποίοι θέτουν σε λειτουργία ή βγάζουν εκτός λειτουργίας το μετασχηματιστή, εάν χρειαστεί, πχ. εάν ανιχνευθεί κάποιο βραχυκύκλωμα.

Η διαπίστωση μιας ανώμαλης κατάστασης λειτουργίας στον υποσταθμό δεν οδηγεί αμέσως στη διακοπή της λειτουργίας του. Υπάρχουν πολλές περιπτώσεις που πρώτα δίνεται ένα προειδοποιητικό σήμα (alarm), με σκοπό τη διόρθωση της λειτουργίας από τους χειριστές, εάν αυτό είναι δυνατό. Εάν η διόρθωση δεν πραγματοποιηθεί, τότε μετά από ένα χρονικό διάστημα, που δεν είναι επικίνδυνο για τα μηχανήματα του υποσταθμού, γίνεται αυτόματη διακοπή της λειτουργίας (trip).

Τέλος, είναι φανερό ότι η αξιοπιστία και η ασφάλεια της λειτουργίας ενός υποσταθμού είναι καθοριστικής σημασίας για τη σωστή εξυπηρέτηση της περιοχής που είναι εγκατεστημένος. Επίσης, η δυνατότητα για συνεχή παροχή ισχύος με την εξασφάλιση εναλλακτικών λύσεων για την αντιμετώπιση έκτακτων αναγκών αποτελεί ένα βασικό κριτήριο για τη σωστή σχεδίαση ενός υποσταθμού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΙ

Στην ανάπτυξη των διαφόρων κεφαλαίων που θα ακολουθήσουν χρησιμοποιείται τεχνική ορολογία για τα διάφορα κατασκευαστικά στοιχεία.

Στην συνέχεια αναφέρεται η σπουδαιότερη τεχνική ορολογία η οποία χρησιμοποιείται με σύντομη ανάπτυξη της.

Υποσταθμός: ονομάζουμε την ηλεκτρική εγκατάσταση μέσω της οποίας καταφέρνουμε την μετατροπή, την κατανομή, και την διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Ειδικότερα αναφερόμενοι στο διασυνδεδεμένο Εθνικό σύστημα 150KV, υποσταθμό ονομάζουμε το σύνολο των ηλεκτρικών μηχανημάτων ή συσκευών, τα οποία είναι με τέτοιο τρόπο εγκατεστημένα και συνδεδεμένα, ώστε να πετυχαίνεται: α) ο υποβιβασμός της τάσης και η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας, β) η ανύψωση της τάσης στα 150KV, και γ) η ζεύξη γραμμών μεταφοράς (Γ.Μ) 150KV.

Γραμμή διανομής: ονομάζουμε την ηλεκτρική γραμμή ονομαστικής τάσης λειτουργίας συνήθως 15KV, ή 20KV ή 22KV, με την οποία γίνεται η διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας στις διάφορες περιοχές.

Πρώτο άνοιγμα γραμμής διανομής ονομάζουμε το τμήμα της γραμμής 15KV ή 20KV το οποία αρχίζει από την άκρη του A/Z γραμμής Μ.Τ (αποζεύκτης που λήγει σε 3) έως τον πρώτο στύλο, έξω συνήθως από τον μαντρότοιχο του Υ/Σ. Στο πρώτο άνοιγμα υπάρχει συνήθως η σύνδεση BY- PASS (παρακαμπτήριος αποζεύκτης).

Το BY-PASS είναι απαραίτητο για να αντιμετωπιστούν καταστάσεις ανάγκης, π.χ. εάν πάθει βλάβη ο ελαιοδιακόπτης P210 χωρίς το BY-PASS, η γραμμή που τροφοδοτεί θα μείνει εκτός τάσεως. Με κλειστό το BY-PASS τροφοδοτείται η γραμμή έστω και με λιγότερη ισχύ. Ακόμα σε περίπτωση που θα χρειαστεί να επισκευαστεί το Buchholz (που είναι ηλεκτρονόμος προστασίας του Μ/Σ), μπορεί να χρησιμοποιηθεί υδραυλικό BY-PASS.

Όταν έχουμε βοηθητικούς ζυγούς 20KV με κατάλληλους χειρισμούς στους A/Z 20KV είναι δυνατό να κάνουμε BY-PASS σε οποιοδήποτε Ε/Δ 20KV.

Όπως φαίνεται και στο μονογραμμικό διάγραμμα του Υ/Σ όταν ζητηθεί να απομονώσουμε τον P210 για την επιθεώρηση ή συντήρησή του, τροφοδοτούνται οι βοηθητικοί ζυγοί του Υ/Σ μέσω του A/Z, π.χ. 242 που κλείνει, και η γραμμή 21 τροφοδοτείται μέσω του αποζεύκτη 212.

Μετά τους παραπάνω χειρισμούς είναι δυνατό να απομονώσουμε τον P210 αφού προηγουμένως ανοίξουμε τους A/Z No 211 και 213.

Γραμμή μεταφοράς: ονομάζουμε την ηλεκτρ. Γραμμή υψηλής τάσεως (π.χ. 150KV) μέσω της οποίας μεταφέρουμε την ηλεκτρική ενέργεια από τα εργοστάσια παραγωγής προς τους ΥΣ των κέντρων καταναλώσεως.

Ισχύς διακοπής: είναι ο όρος που χρησιμοποιείται για να εκφράσει το ρεύμα που είναι ικανή να διακόψει μία διάταξη (διακόπτης) σε ορισμένες συνθήκες λειτουργίας και υπό ορισμένη τάση.

Διάρκεια τόξου διακοπής ισχύος: είναι ο χρόνος που περνάει από την στιγμή που αποχωρίζονται οι επαφές του διακόπτη μέχρι και το τελικά σβήσιμο του τόξου.

Αποζεύκτης: είναι συσκευή που προορίζεται για τη διακοπή ή την αποκατάσταση της συνέχειας κυκλώματος που διαρρέεται κατά την στιγμή του χειρισμού από μηδενική ένταση.

Διακόπτης ισχύος με αυτόματη επαναφορά: είναι συσκευή που διακόπτει μεγάλα ρεύματα, αυτόματα λόγω ανωμαλίας στο δίκτυο, και επιπλέον αποκαθιστά το φορτίο αυτόματα όταν εξαλείψουν οι ανωμαλίες που δημιούργησαν την διακοπή.

Ελαιοδιακόπτης ισχύος: είναι ο διακόπτης στον οποίο η διακοπή και η ζεύξη γίνονται μέσα σε λάδι.

1.2 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ (Υ/Σ) Υ.Τ. / Μ.Τ.

Οι σταθμοί παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας κατασκευάζονται συνήθως μακριά από τα κέντρα κατανάλωσης. Αυτό έχει σαν συνέπεια να ανυψώνεται η τάση στους σταθμούς παραγωγής (για μείωση των απωλειών της μεταφερόμενης ισχύος), και να υποβιβάζεται κοντά στα κέντρα κατανάλωσης. Επειδή το κόστος κατασκευής ενός Υ/Σ Υ.Τ σε Μ.Τ είναι υψηλό, η απόφαση για την εγκατάσταση του και για την καταλληλότερη θέση που θα τοποθετηθεί, είναι αντικείμενα σοβαρής τεχνοοικονομικής μελέτης.

Ο Υ/Σ αυτός γίνεται κοντά στα σημεία όπου υπάρχει συγκεντρωμένη η μεγαλύτερη ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας στην περιοχή, π.χ. μεγάλες πόλεις ή μεγάλα Βιομηχανικά συγκροτήματα.

Η ακριβής θέση εγκατάστασης του Υ/Σ επιλέγεται έτσι ώστε η εμβέλεια των γραμμών μέσης τάσης που ξεκινούν από αυτόν να μπορεί να καλύψει όλη την κατανάλωση, μαζί με εκείνη που προβλέπεται να ζητηθεί στα αμέσως επόμενα χρόνια.

Η απόφαση για ίδρυση νέου Υ/Σ γίνεται σε δύο περιπτώσεις: α) όταν η νέα ζήτηση ισχύος είναι τόσο μεγάλη που δεν μπορεί να καλυφτεί από γειτονικούς Υ/Σ και β) όταν ο κοντινότερος Υ/Σ που είναι εγκατεστημένος βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από την εμβέλεια των γραμμών μέσης τάσης. Για παράδειγμα η εμβέλεια Υ/Σ 150KV/20KV και για ισχύ 1MW φτάνει τα 50Km. Για μικρότερη ισχύ συμφέρει να φτάσει τα 60 ή 70Km, αρκεί όμως η επιπρόσθετη επιβάρυνση φορτίου που προκύπτει, να μπορεί να καλυφτεί από την ισχύ του Υ/Σ.

1.3 ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΤΟΥ ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟΥ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ

Ιδιαίτερα χρήσιμα είναι τα μονογραμμικά διαγράμματα με τα οποία εμφανίζεται ένα ηλεκτρ. σύστημα με απλή και στοιχειώδη μονογραμμική παράσταση. Κάθε Υ/Σ μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από άποψη τάσεως από 3 μέρη.

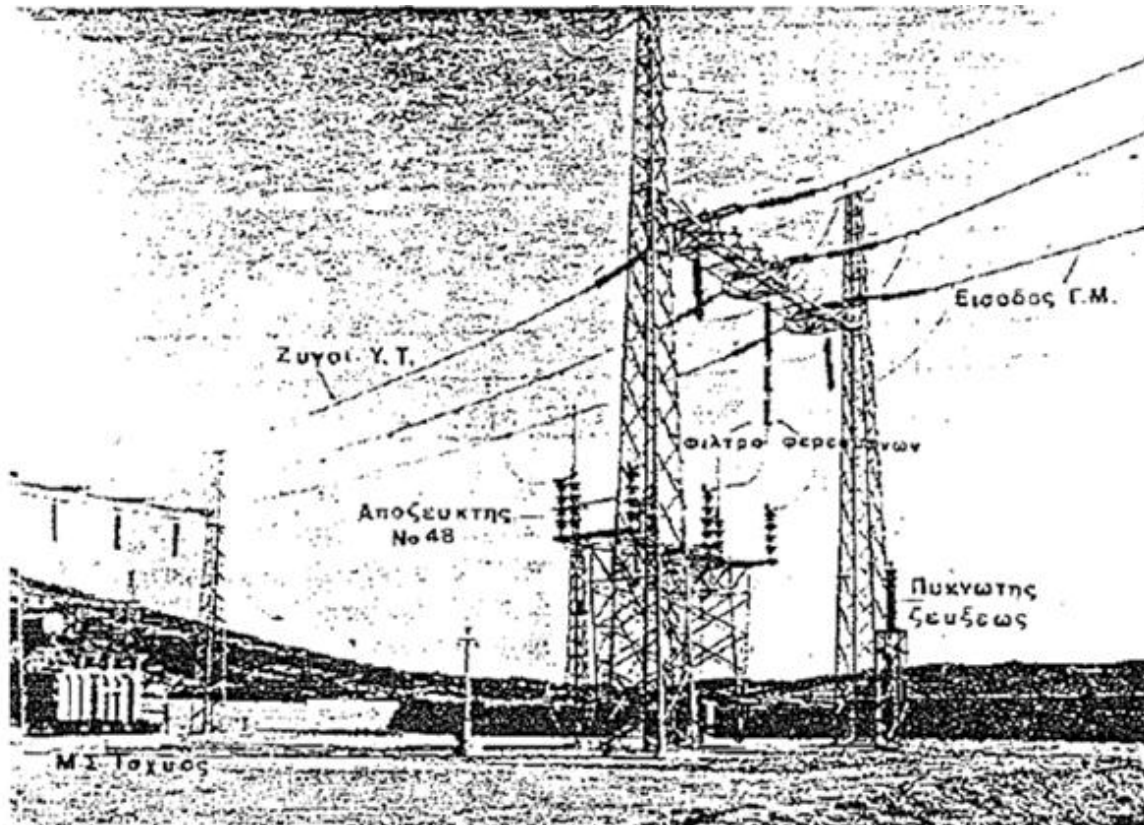
Το πρώτο μέρος είναι αυτό της τάσεως 150KV, το δεύτερο της Μ.Τ, και το τρίτο της τάσεως των 230/400 Ε.Ρ και 110V Σ.Ρ.

Παρατηρώντας το μονογραμμικό διάγραμμα του Υ/Σ βλέπουμε:

α) Τμήμα τάσης 150KV.

- ✓ Τις γραμμές μεταφοράς
- ✓ Τις κυματοπαγίδες και φίλτρα φερέσυχνων
- ✓ Τον πυκνωτή ζεύξεως συνδεδεμένο παράλληλα στη γραμμή μεταφοράς.
- ✓ Τους Μ/Σ τάσεως 150KV
- ✓ Τους αποζεύκτες 150KV μετά γειωτών Ν° 83,93,103
- ✓ Τους ελαιοδιακόπτες 150KV P80, P90, P100

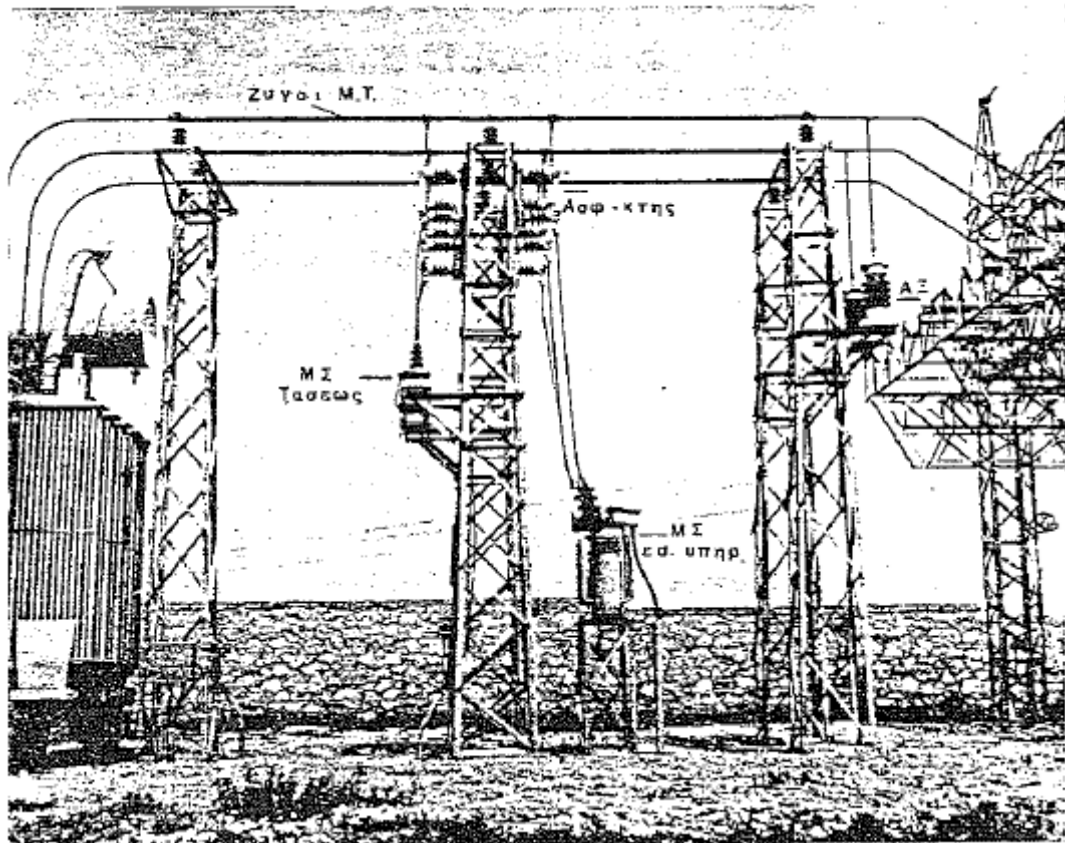
- ✓ Τους ζυγούς 150KV
- ✓ Τους Μ/Σ εντάσεως (τάση 150KV) .
- ✓ Τον ηλεκτροκίνητο αποζεύκτη 150KV N°78
- ✓ Τους αποζεύκτες 150KV N° 81,91,101
- ✓ Τον Μ/Σ ισχύος 150KV/20KV, ισχύος 20-25MVA



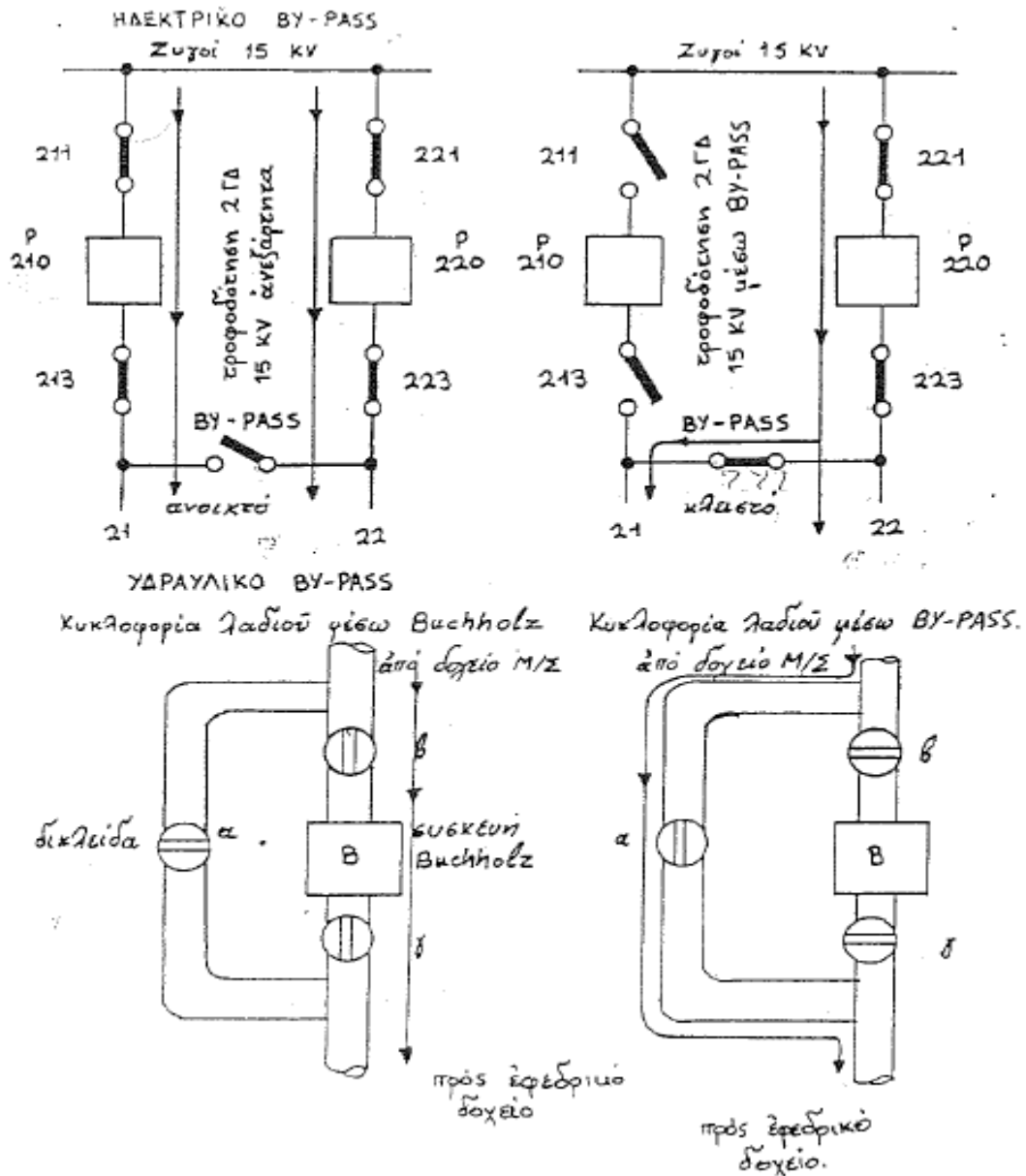
Σχήμα 1.1 Τερματικοί ζυγοί 150kV

β) Τμήμα μέσης τάσεως.

- Τα αλεξικέρανα 20KV
- Τον Μ/Σ εντάσεως (τάση 20KV)
- Τον κεντρικό αποζεύκτη 20KV N° 276
- Τους ζυγούς 20KV (κύριους και βοηθητικούς)
- Τον Μ/Σ εσωτερικής υπηρεσίας και τους Μ/Σ τάσεως 20KV με τους ασφαλειοζεύκτες τους
- Τους ελαιοδιακόπτες 20KV P210,P220,P230,P240.
- Τους αποζεύκτες 20KV N° 211,212,213,221,222, 223,231,232,233,241,242,243



Σχήμα 1.2 Τροφοδοσία Μ/Σ Υ.Τ./Μ.Τ.



Εικόνα 1.3 Ηλεκτρικό και υδραυλικό BY-PASS

1.4 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΡΙΘΜΗΣΗ ΤΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΤΟΥ Υ/Σ

Με την αρίθμηση των στοιχείων του Υ/Σ πετυχαίνουμε τον ακριβή προσδιορισμό τους για την εκτέλεση των χειρισμών, και την περιγραφή ανωμαλιών. Για τον πλήρη προσδιορισμό του μηχανήματος εκτός του αριθμού γράφουμε και άλλα χαρακτηριστικά στοιχεία του μηχανήματος.

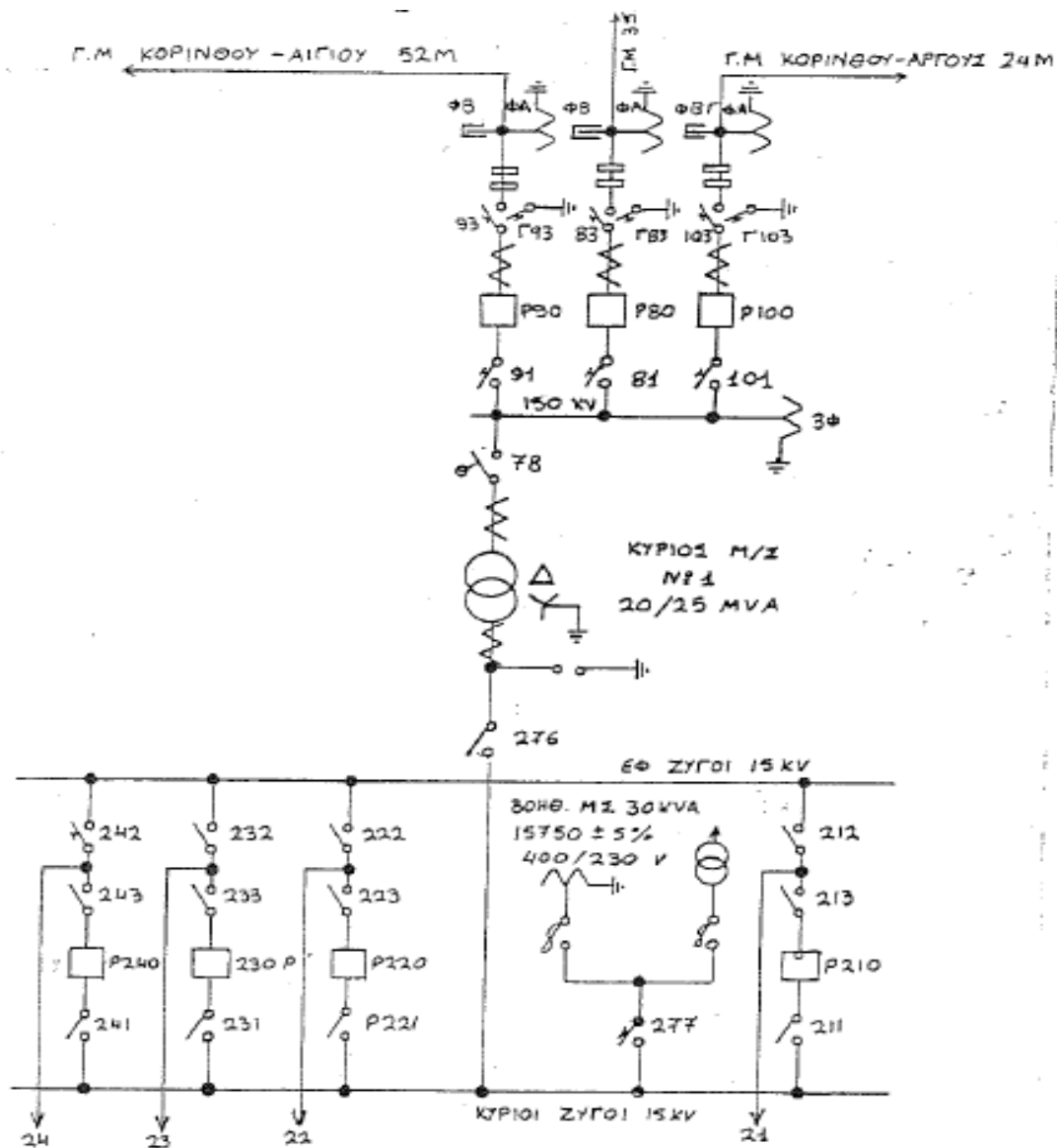
Έτσι οι Μ/Σ ισχύος χαρακτηρίζονται από την συνδεσμολογία τους, την ισχύ τους, και τον αριθμό της μονάδας τους, π.χ. Μ/Σ 5MVA Δ/Υ Ν^ο 1. Με παρόμοιο τρόπο προσδιορίζονται και οι μονάδες παραγωγής. Οι διακόπτες ισχύος 150KV ή 22KV προσδιορίζονται με το γράμμα P και ακολουθεί αριθμός που λήγει σε 0 (όταν πρόκειται για γραμμή 150KV ή πυκνωτή), ή σε 5 (όταν πρόκειται για μονάδα Μ/Σ ή ζυγών).

Σε περίπτωση διακόπτη ισχύος 15KV ή 22KV μετά το Ρ ακολουθεί τριψήφιος αριθμός που αρχίζει από 2 και λήγει σε 0 (γραμμή Μ.Τ), ή 5 (Ε/Δ Μ/Σ ισχύος), και το μεσαίο ψηφίο προσδιορίζει τη σειρά της γραμμής διανομής, ή τον αριθμό του Μ/Σ ισχύος.

Ο Α/Ζ χαρακτηρίζεται με απλό αριθμό, π.χ. Α/Ζ Ν° 53. Οι γειωτές χαρακτηρίζονται με απλό αριθμό αλλά πριν από αυτό το γράμμα Γ, π.χ. Γ53.

Οι αριθμοί των πριν από τον Μ/Σ ισχύος αποζευκτών (Α/Ζ) λήγουν σε 8, και των γενικών Α/Ζ Μ.Τ σε 6 ή 8. Οι αριθμοί των ασφαλειοαποζευκτών Μ/Σ μέσης τάσεως λήγουν σε 7. Οι αριθμοί των Μ/Σ εσωτερικής υπηρεσίας λήγουν σε 8.

Οι Α/Ζ πυλώνων Μ.Τ χαρακτηρίζονται με τριψήφιους αριθμούς που έχουν για πρώτο ψηφίο το 2, για δεύτερο τον αριθμό που προσδιορίζει τη σειρά της πύλης, και για τρίτο ψηφίο το 1 εάν ο Α/Ζ συνδέεται στους κύριους ζυγούς, το 2 εάν ο Α/Ζ συνδέεται στους βοηθητικούς ζυγούς, και τα 3 εάν ο Α/Ζ συνδέεται στη γραμμή διανομής.



Εικόνα 1.4 Μονογραμμικό διάγραμμα Υ/Σ Κορίνθου

1.5 ΑΝΑΛΥΣΗ Υ/Σ Υ.Τ ΣΕ Μ.Τ

1.5.1 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Η πιο βασική μονάδα ενός υποσταθμού μεταφοράς Υ.Τ σε Μ.Τ είναι ο Μ/Σ ισχύος. Ο Μ/Σ παίρνει ηλεκτρική ενέργεια από πηγή εναλλασσόμενου ρεύματος και τη δίνει σε διάφορες καταναλώσεις μεταβάλλοντας σε αντίστροφες αναλογίες την τάση και την ένταση.

Το τριφασικό τύλιγμα του Μ/Σ είναι βυθισμένο μέσα σε ένα μεγάλο δοχείο με λάδι. Η κύρια λειτουργία του λαδιού είναι να απορροφά θερμότητα από τον πυρήνα και τους χάλκινους αγωγούς των τυλιγμάτων και να την μεταβιβάζει στο περιβάλλον μέσω των επιφανειών του δοχείου που περιβάλλει τον Μ/Σ.



Σχήμα 1.5 Μετασχηματιστής 150kV/20kV

Ακόμη το λάδι εξασφαλίζει καλή μόνωση στα ηλεκτρικά μέρη των τυλιγμάτων και τα προστατεύει από βραχυκυκλώματα. Για την καλύτερη απαγωγή της θερμότητας τοποθετούνται εξωτερικά του δοχείου του Μ/Σ τα ψυγεία που είναι έτσι διαμορφωμένα ώστε να εξασφαλίζουν μεγάλες επιφάνειες εναλλαγής θερμότητας.

Η ψύξη του λαδιού στα ψυγεία διευκολύνεται ακόμη πιο πολύ με την εξαναγκασμένη κυκλοφορία του αέρα με ανεμιστήρες. Ο Μ/Σ περιλαμβάνει και μια βοηθητική μικρή δεξαμενή που τοποθετείται πάνω στο κύριο δοχείο και συγκοινωνεί μαζί του με ένα στενά σωλήνα. Ο κύριος σκοπός της δεξαμενής αυτής βρίσκεται στο γεγονός ότι εξασφαλίζει για κάθε κατάσταση λειτουργίας το ολοκληρωτικό γέμισμα με λάδι του δοχείου του Μ/Σ. Η προστασία του Μ/Σ από διαρροή λαδιού, ή από υπερθέρμανση γίνεται με μια υδραυλική ασφαλιστική διάταξη που είναι γνωστή σαν διακόπτης Buchholz (Μπούχολτς).

Τέλος η συνδεσμολογία του Μ/Σ είναι σε τρίγωνο στο πρωτεύον τύλιγμα, και σε αστέρα στο δευτερεύον.

1.5.2 ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ ΔΙΕΛΕΥΣΕΩΣ

Οι μονωτήρες διελύσεως των Μ/Σ χρησιμεύουν για τη σύνδεση των ακροδεκτών του Μ/Σ προς το δίκτυο, καθώς και για την εξασφάλιση της μονώσεως των ακροδεκτών αυτών από το σώμα του Μ/Σ.

1.5.3 ΘΕΡΜΟΜΕΤΡΑ

Η μεγαλύτερη επιτρεπόμενη θερμοκρασία στα τυλίγματα του Μ/Σ καθορίζει το όριο της φορτίσεως στην οποία μπορεί αυτός να υποβάλλεται. Για την εξακρίβωση της θερμοκρασίας που επικρατεί στο εσωτερικό του Μ/Σ χρησιμοποιούμε τα θερμόμετρα λαδιού και τυλιγμάτων.

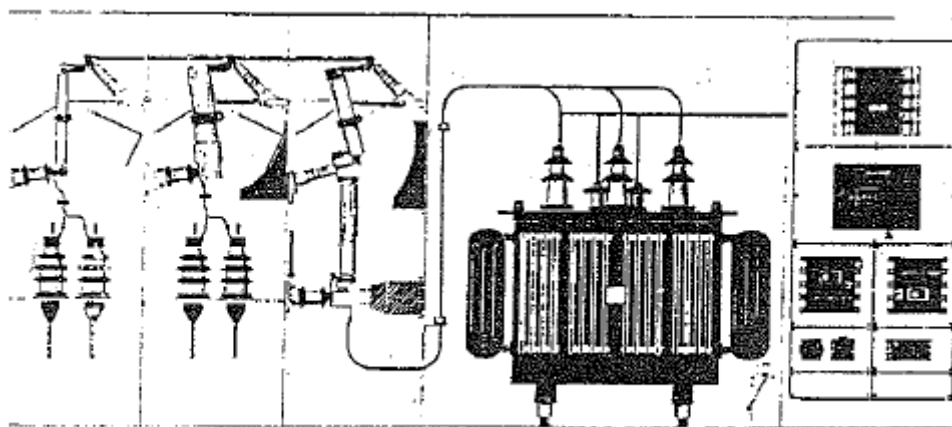
1.5.4 ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ Μ/Σ

Μέσα στο κιβώτιο του ηλεκτρικού πίνακα του Μ/Σ βρίσκονται τοποθετημένα διάφορα όργανα και κυκλώματα που απαιτούν ειδική προστασία όπως:

- α) Τα θερμόμετρα με τα κυκλώματά τους.
- β) Οι αυτόματοι διακόπτες Ε.Ρ των κινητήρων των ανεμιστήρων.
- γ) Οι ακροδέκτες των κυκλωμάτων του ηλεκτρονόμου Buchholz.
- δ) Το κύκλωμα θερμάνσεως του πίνακα, για να εξασφαλίζεται σταθερή θερμοκρασία 15⁰C περίπου για την αποφυγή συμπυκνώσεως της υγρασίας στα όργανα και τα κυκλώματα του πίνακα.

1.5.5 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΗΣ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ

Για την εξυπηρέτηση των αναγκών του Υ/Σ σε Ε.Ρ 230/400V υπάρχει σε κάθε Υ/Σ μετασχηματιστής κατάλληλης ισχύος που συνδέεται στους ζυγούς μέσης τάσης, και υποβιβάζει την τάση αυτή σε χαμηλή. Ο Μ/Σ τροφοδοτείται από την πλευρά μέσης τάσεως μέσω ασφαλειαποζευκτών για την προστασία του. Η χαμηλή τάση 230/400V μεταφέρεται στον πίνακα διανομής που βρίσκεται συνήθως μέσα στην αίθουσα χειρισμών, από όπου και διανέμεται στα διάφορα κυκλώματα.



Εικόνα 1.6 Μετασχηματιστής εσωτερικής υπηρεσίας

1.5.6 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Για την μέτρηση υψηλών τάσεων και μεγάλων εντάσεων χρησιμοποιούνται οι Μ/Σ μετρήσεων για να υποβιβάζουν την τιμή της εντάσεως ή της τάσεως των κυκλωμάτων σε τιμές που να μπορούν να μετρηθούν από τα όργανα. Οι Μ/Σ μετρήσεων είναι συνήθως μονοφασικοί και μικρής ισχύος και διακρίνονται σε Μ/Σ εντάσεως ή Μ/Σ τάσεως, εάν έχουν σαν προορισμό τον υποβιβασμό της εντάσεως ή της τάσεως αντίστοιχα.

1.5.7 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΙΣΧΥΟΣ

Με τους αυτόματους διακόπτες γίνεται η ζεύξη και η απόζευξη ηλεκτρικών κυκλωμάτων. Με τους διακόπτες κατορθώνουμε έγκαιρα να απομονώσουμε σε περιπτώσεις ανωμαλιών το τμήμα του συστήματος στο οποίο παρουσιάστηκε η βλάβη και έτσι να περιορίσουμε την έκταση των ζημιών. Για τους διακόπτες ισχύος θα πραγματοποιηθεί εκτενέστερη ανάλυση στο τρίτο κεφάλαιο της παρούσας πτυχιακής.

1.5.8 ΑΠΟΖΕΥΚΤΕΣ

Οι αποζεύκτες είναι τριπολικοί μαχαιρωτοί διακόπτες. Οι αποζεύκτες χρησιμοποιούνται για την απομόνωση τμημάτων του συστήματος και δεν διακόπτουν ούτε αποκαθιστούν ρεύματα, εκτός από μερικές περιπτώσεις και όταν πρόκειται για εντάσεις μικρής τιμής. Εάν η γραμμή που πρόκειται να απομονωθεί από αποζεύκτη βρίσκεται υπό φορτίο, κατά το άνοιγμα θα δημιουργηθεί ισχυρό τόξο που θα καταστρέψει τις επαφές του αποζεύκτη.

1.5.9 ΖΥΓΟΙ

Οι ζυγοί αποτελούν τον βασικό άξονα ενός υποσταθμού και είναι κατασκευασμένοι από σωλήνες χάλκινους, ή αλουμινένιους. Οι ζυγοί χωρίζονται σε ζυγούς υψηλής τάσεως, και μέσης τάσεως.

α) Ζυγοί υψηλής τάσεως

Διακρίνουμε τα εξής είδη ζυγών υψηλής τάσεως στους υποσταθμούς:

- Απλούς ζυγούς λειτουργίας με διακόπτες και ζυγούς μεταγωγής.
- Διπλούς ζυγούς λειτουργίας με διακόπτες.
- Τριπλούς ζυγούς με διακόπτες.

Σε υποσταθμούς που οι ζυγοί αποτελούν σημαντικό κόμβο λειτουργίας του συστήματος, είναι σκόπιμη η κατασκευή διπλών ή τριπλών ζυγών λειτουργίας, οπότε σε συνδυασμό με μία ή δύο κυψέλες με διακόπτη ζεύξεως των ζυγών επιτρέπουν τα εξής:

- Ελαστικότητα συνδυασμών διασυνδέσεων λειτουργίας.
- Αυξημένες δυνατότητες εκτελέσεως συντηρήσεων και επισκευών.
- Δυνατότητα λειτουργίας δύο συγχρόνως ζυγών με σύνδεση μονάδων παραγωγής. Τότε οι ζυγοί συνδέονται μεταξύ τους με διακόπτη ζεύξεως ζυγών, ενώ οι γραμμές μεταφοράς και οι Μ/Σ συνδέονται εναλλάξ πάνω σε αυτούς.

β) Ζυγοί μέσης τάσεως

Στους ζυγούς αυτούς καταλήγουν τα δευτερεύοντα των Μ/Σ ισχύος, και από αυτούς ξεκινούν μέσω μονοπολικών αποζευκτών οι γραμμές διανομής Μ.Τ. Για την καλύτερη εκμετάλλευση του συστήματος διανομής ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχουν πάντοτε διπλοί ζυγοί, οπότε σε περίπτωση ανωμαλίας ή συντηρήσεως δεν διακόπτεται η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας στους καταναλωτές.

1.5.10 ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ

Τα διάφορα μηχανήματα των υποσταθμών για να απομονωθούν ηλεκτρικά από τα γειωμένα στοιχεία τοποθετούνται πάνω σε ειδικούς μονωτήρες. Οι μονωτήρες αυτοί είναι κατασκευασμένοι από γυαλί ή πορσελάνη (εξωτερικού τύπου μονωτήρες), η απλό μονωτικό υλικό (εσωτερικού χώρου).

1.5.11 ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΑΙΘΟΥΣΑΣ ΧΕΙΡΙΣΜΩΝ

Στην αίθουσα χειρισμού του Υ/Σ υπάρχει ένας μεγάλος αριθμός συσκευών που λειτουργεί με χαμηλή τάση. Σπουδαιότερες συσκευές είναι οι διάφοροι τύποι ηλεκτρονόμων που χρειάζονται για να προστατεύουν τα μηχανήματα του εξωτερικού χώρου του Υ/Σ, και οι οποίοι τροφοδοτούνται με Χ.Τ από τα δευτερεύοντα των διαφόρων Μ/Σ τάσεως και εντάσεως.

Άλλα μηχανήματα της αίθουσας χειρισμών είναι:

- α) Συστοιχία συσσωρευτών (αλκαλικά ή μολύβδου) για την τροφοδότηση με συνεχές ρεύμα των διαφόρων κυκλωμάτων του Υ/Σ.
- β) Φορτιστής των συσσωρευτών.
- γ) Πίνακες χειρισμού των μηχανημάτων του Υ/Σ.



Σχήμα 1.7 Πίνακες αίθουσας χειρισμών υποσταθμού

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ

Στους Υ/Σ μεταφοράς έχουμε ηλεκτρικά κυκλώματα με διάφορες ονομαστικές τάσεις, οι οποίες είναι οι ακόλουθες:

- 1) Υψηλή (150KV) ή Υπερ-υψηλή (400KV) τάση Ε.Ρ
- 2) Μέση τάση. (Στην περιοχή Αθήνας-Πειραιά είναι 22KV). Σε άλλα μέρη είναι 15 ή 20KV.
- 3) Βοηθητικά κυκλώματα του ΥΣ 230/400V Ε.Ρ.
- 4) Βοηθητικά κυκλώματα του ΥΣ 110V ή 230V Σ.Ρ
- 5) Βοηθητικά κυκλώματα των ΥΣ για της μετρήσεις και την λειτουργία των ηλεκτρονόμων.

Εκτός από αυτά τα κυκλώματα θεωρούμε μέρος των ηλεκτρικών κυκλωμάτων και αυτά που είναι με ονομαστική τάση 0V. Τα κυκλώματα αυτά είναι:

- 6) Εναέριο κύκλωμα ηλεκτρικής προστασίας.
- 7) Δίκτυο γειώσεως.

2.1 ΥΨΗΛΗ ΤΑΣΗ 150KV

Το τμήμα υψηλής τάσης 150KV ενός Υ/Σ χαρακτηρίζεται από την πύλη εισόδου της υψηλής τάσης, τους ζυγούς, και την πύλη εξόδου της υψηλής τάσης. Στην πύλη εισόδου υψηλής τάσης υπάρχει αποζεύκτης και γειωτής. Μετά την πύλη εισόδου είτε μέσω διακόπτη ισχύος είτε αμέσως έχουμε σύνδεση με τους κύριους ζυγούς.

Οι κύριοι ζυγοί αποτελούν τον βασικό άξονα του Υ/Σ. Από τους κύριους ζυγούς έχουμε τις συνδέσεις προς τους Μ/Σ ισχύος του Υ/Σ, μέσω ηλεκτροκίνητων αποζευκτών η Ε/Δ, και μέσω απλών ή ηλεκτροκίνητων αποζευκτών προς τους βοηθητικούς ζυγούς ή προς την πύλη εξόδου.

Όπως για την πύλη εισόδου έτσι και για την πύλη εξόδου υπάρχει συνήθως αποζεύκτης και γειωτής. Οι Βοηθητικοί ζυγοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην περίπτωση εργασιών συντήρησης στους κύριους ζυγούς, ή όταν θέλουμε να συνδέσουμε σε αυτούς μηχανήματα.

Για την προστασία των μηχανημάτων του Υ/Σ από τυχόν υπερτάσεις, υπάρχουν στους ζυγούς και στα μηχανήματα ακίδες απαγωγής υπερτάσεων, στις οποίες το κάτω μέρος γειώνεται, ενώ τα πάνω μέρος βρίσκεται υπό τάση. Ο καθορισμός του διακένου είναι θέμα ηλεκτρικής μελέτης του Υ/Σ.

Χαρακτηριστικό στοιχείο του Υ/Σ 150KV είναι ο θόρυβος (τσιτσιρίσμα) λόγω των ηλεκτρικών διαρροών (ειδικά κατά της υγρές μέρες), από τις ακίδες απαγωγής υπερτάσεων.

Κανένας χειρισμός δεν πραγματοποιείται στην Υ.Τ με μονωτικό κοντάρι. Σαν απόσταση ασφαλείας από τους ζυγούς με τάση 150KV οποιουδήποτε άκρου εργαλείου, είτε άκρο ανθρώπου, παίρνουμε κατά τους ισχύοντες κανονισμούς μεγαλύτερη ή κατ' ελάχιστο ίση με 2,5m.

2.2 ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ (ΤΑΣΗ ΔΙΑΝΟΜΗΣ)

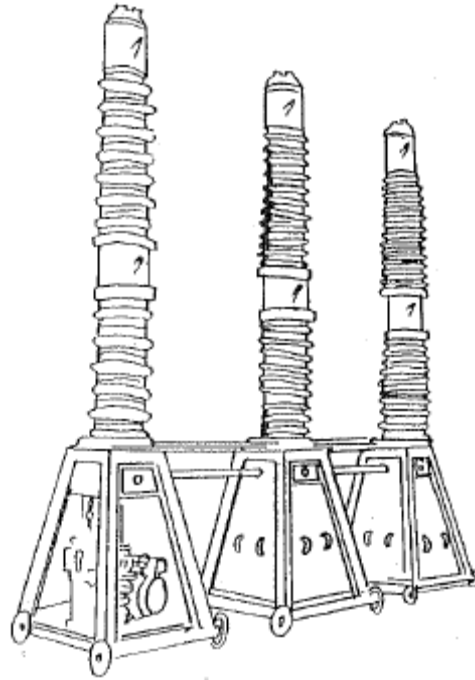
Το τμήμα της μέσης τάσης αποτελείται από τους ζυγούς εξόδου των Μ/Σ, και από τους κύριους και βοηθητικούς ζυγούς.

Οι ζυγοί εξόδου στο ένα άκρο συνδέονται κατευθείαν στους μονωτήρες διελεύσεως του Μ/Σ ισχύος, και το άλλο άκρο μέσω Α/Ζ - διακόπτη ισχύος, συνδέεται με τους κύριους ζυγούς 15KV ή 20KV.

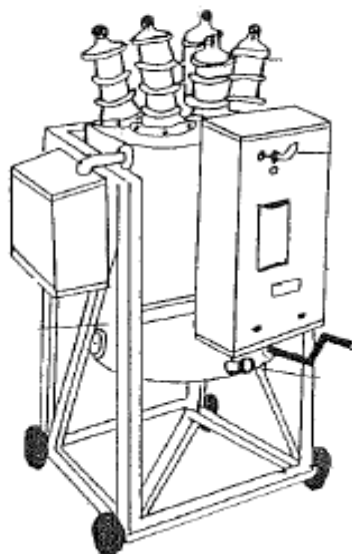
Στους ζυγούς εξόδου συνδέονται αλεξικέραυνα, ένα ανά φάση ενωμένα στα άλλο άκρο με την γη.

Στους ζυγούς εξόδου συνδέονται οι Μ/Σ τάσεως και εντάσεως, και μέσω ασφαλειοπέζευκτών οι Μ/Σ εσωτερικής υπηρεσίας. Από τους κύριους ζυγούς αποχωρούν μέσω Α/Ζ - διακόπτη ισχύος Α/Ζ οι γραμμές διανομής- Οι γραμμές διανομής είναι δυνατόν να συνδεθούν στους βοηθητικούς ζυγούς 15KV, ή 22KV, μέσω άλλου αποζεύκτη.

ΤΡΙΠΟΛΙΚΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΛΑΙΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ
ΙΣΧΥΟΣ ΓΙΑ 150 ΚV



ΤΡΙΠΟΛΙΚΟΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΕΛΑΙΟΔΙΑΚΟΠΤΗΣ
ΙΣΧΥΟΣ ΓΙΑ Μ.Τ (15 ΚV)



Εικόνα 2.1 Τριπολικοί διακόπτες 150kV και 15kV

2.3 ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΤΟΥ Υ/Σ 20kV/0,4kV

Κάθε Υ/Σ για τις ανάγκες του σε Ε.Ρ 230/400V έχει ιδιαίτερο Μ/Σ εσωτερικής υπηρεσίας ο οποίος συνδέεται μέσω ασφαλισαποζευκτών στο τμήμα των 15KV ή 20KV. Η διανομή χαμηλής τάσεως 230/400V πραγματοποιείται μέσω ιδιαίτερου πίνακα που ονομάζεται πίνακας Μ/Σ εσωτερικής υπηρεσίας 230/400V ή "service trans-Farmer 230/400V", ο οποίος αποτελείται από ένα γενικό αυτόματο διακόπτη, και από επί μέρους αυτόματους διακόπτες κυκλωμάτων.

Σε περίπτωση μεγάλων Υ/Σ είναι δυνατόν να υπάρχουν δύο Μ/Σ εσωτερικής υπηρεσίας που έχουν ανεξάρτητους πίνακες και γενικούς αυτόματους διακόπτες, με τους οποίους έχουν την δυνατότητα να, τροφοδοτήσουν ο καθένας χωριστά όλα τα κυκλώματα 230/400V Ε.Ρ του Υ/Σ.

Σε κάθε Υ/Σ χρησιμοποιούμε τάση 230/400V για να καλύπτουμε τις ανάγκες σε: φωτισμό, θέρμανση αίθουσας χειρισμών, λειτουργία φορτιστή συσσωρευτών, λειτουργία των κινητήρων των ανεμιστήρων για την ψύξη του λαδιού των Μ/Σ, κ.λπ. Για καθένα από τα παραπάνω κυκλώματα υπάρχει ιδιαίτερος αυτόματος διακόπτης.

2.4 ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΤΟΥ Υ/Σ 110V Η 230V Σ.Ρ.

Για τις ανάγκες σε Σ.Ρ. σε ένα Υ/Σ μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχει εγκατάσταση συστοιχίας συσσωρευτών 110 V ή 230V της οποίας η χωρητικότητα εξαρτάται από το μέγεθος του Υ/Σ. Για την φόρτιση των συσσωρευτών όπως και για την τροφοδότηση των κυκλωμάτων με Σ.Ρ στην περίπτωση κανονικής λειτουργίας, υπάρχει ειδικός φορτιστής που μετατρέπει το Ε.Ρ. σε Σ.Ρ.

Το Σ.Ρ. στους Υ/Σ χρειάζεται για τα παρακάτω κυκλώματα.

- ❖ Τροφοδότηση κυκλωμάτων λειτουργίας των διακοπών ισχύος υψηλής και μέσης τάσεως.
- ❖ Τροφοδότηση κυκλωμάτων λειτουργίας αποζευκτών υψηλής και μέσης τάσεως.
- ❖ Τροφοδότηση κυκλωμάτων φωτισμού ανάγκης.

Για όλα τα παραπάνω κυκλώματα υπάρχουν στον πίνακα Σ.Ρ. αυτόματοι διακόπτες οι οποίοι διακόπτουν και τον θετικό και τον αρνητικό πόλο, που τροφοδοτεί κάθε κύκλωμα. Ειδικά για ορισμένα κυκλώματα μπορεί να υπάρχει διπλή τροφοδότηση, ώστε όταν για κάποιο λόγο δεν μπορούμε να τροφοδοτήσουμε από τα ένα άκρο να είναι εύκολο να τροφοδοτήσουμε από τα άλλο.

Όπως τα κυκλώματα Ε.Ρ. έτσι και τα κυκλώματα Σ.Ρ. πάνε προς τα μηχανήματα με υπόγεια καλώδια μέσα από αυλάκια σκεπασμένα με τσιμεντένιες πλάκες.

2.5 ΒΟΗΘΗΤΙΚΑ ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΤΟΥ Υ/Σ ΓΙΑ ΤΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΩΝ

Τα κυκλώματα μετρήσεων και λειτουργίας των ηλεκτρονόμων αποτελούν το πιο ευαίσθητο σημείο του Υ/Σ. Και τα δύο κυκλώματα έχουν το κοινό χαρακτηριστικό εκτός από ελάχιστες περιπτώσεις (πχ ηλεκτρονόμος Buchholz), ότι ξεκινούν από τους Μ/Σ τάσεως και εντάσεως, με τους οπαίους μετατρέπονται τα διάφορα μεγέθη του Υ/Σ σε προσιτές τιμές που να μπορούν να μετρηθούν από τα όργανα.

Έτσι με τον συνδυασμό των μεγεθών αυτών πετυχαίνουμε την μέτρηση διαφόρων τιμών για λόγους λειτουργίας ή εμπορικούς, καθώς και την προστασία του Υ/Σ με κατάλληλες συσκευές.

Με τους Μ/Σ τάσεως έχουμε την συνεχή εγγραφή της τάσεως του Υ/Σ σε ειδικά καταγραφικά όργανα, και σε συνδυασμό με την μέτρηση της εντάσεως την καταγραφή του φορτίου του Υ/Σ. Ακόμα με τους Μ/Σ εντάσεως των διακοπών ισχύος μέσης και υψηλής τάσεως, πραγματοποιείται η προστασία του συστήματος από υπερεντάσεις, με ηλεκτρονόμους που δίνουν τις κατάλληλες εντολές για την απομόνωση διαφόρων μηχανημάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ Υ/Σ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο κεφάλαιο αυτό η προσοχή μας περιορίστηκε στην ανάλυση διαφόρων τύπων σφαλμάτων που μπορούν να συμβούν σε ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας. Αν και η μελέτη - σχεδίαση των εγκαταστάσεων ηλεκτρικής ενέργειας επηρεάζεται από την γνώση των συνθηκών σφάλματος, η σημαντικότερη χρήση της αναλύσεως σφάλματος, είναι στον καθορισμό από τα MVA σφάλματος στις συγκεκριμένες θέσεις τους.

Η μέγιστη ονομαστική τιμή των διακοπών ισχύος είναι της τάξεως των 250 MVA, και επιτυγχάνεται με τη χρήση πολλών κεφαλών διακοπής του τόξου εν σειρά ανά φάση σ' ένα σύστημα με εμφύσηση (εκτόξευση) αέρος. Ο διακόπτης ισχύος δεν πρέπει να σβήσει μόνο τα τόξα του ρεύματος σφάλματος αλλά και να αντέξει τις σημαντικές δυνάμεις που δημιουργούν τα ρεύματα βραχυκυκλώσεως και που φθάνουν σε πολύ υψηλές τιμές.

Μια γνώση των ρευμάτων που προκύπτουν από διάφορους τύπους σφάλματος σε μια θέση, είναι βασική για την αποδοτική λειτουργία της προστασίας του συστήματος. Αν συμβούν σφάλματα στα σύστημα οι μηχανικοί ελέγχου μόλις αντιληφθούν την παρουσία σφάλματος, μπορούν να χειριστούν τους κατάλληλους διακόπτες ισχύος, που ανοίγοντας θα αποσυνδέσουν την γραμμή ή την εγκατάσταση όπου συνέβη το σφάλμα από το δίκτυο. Αυτό όμως απαιτεί σημαντικό χρόνο και πείρα.

Τα σφάλματα σε ένα σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας που έχουν σαν αποτέλεσμα μεγάλα ρεύματα καθώς και πιθανή απώλεια συντονισμού, πρέπει να εξουδετερωθούν το συντομότερο. Απαιτούνται επομένως αυτόματοι ανιχνευτές αντικανονικών ρευμάτων και τάσεων, και μετά αυτόματο άνοιγμα των κατάλληλων διακοπών ισχύος. Ο στόχος των συσκευών προστασίας είναι αυτό ακριβώς. Σ' ένα μεγάλο διασυνδεδεμένο δίκτυο απαιτείται σημαντική γνώση και πείρα για να απομακρυνθεί το τεμάχιο με το σφάλμα από το σύστημα και να μείνει ανέπαφη η λειτουργία του υγιούς υπολοίπου συστήματος.

Υπάρχουν πολλές ποικιλίες αυτόματων συστημάτων προστασίας από απλά ηλεκτρομηχανικά ρελαί υπερ-ρεύματος, έως πολύπλοκα ηλεκτρονικά συστήματα που μεταδίδουν σήματα υψηλής συχνότητας μέσω των γραμμών μεταφοράς.

Η απλούστερη αλλά άκρως αποτελεσματική μορφή προστασίας είναι το ηλεκτρομηχανικό ρελαί που κλείνει επαφές, και άρα δραστηριοποιεί τους μηχανισμούς ανοίγματος του διακόπτη ισχύος όταν περάσουν μέσα από τον εξοπλισμό ρεύματα μεγαλύτερα του καθορισμένου.

Η προστασία που χρησιμοποιείται σε ένα δίκτυο μπορεί να αντιμετωπιστεί σαν μια μορφή εξασφάλισης (ασφάλεια), στην οποία ένα ποσοστό του συνολικού κόστους κεφαλαίου (περίπου 5%) χρησιμοποιείται για την εξασφάλιση (προστασία) των συσκευών, και της μη διακοπής λειτουργίας όταν συμβούν σφάλματα.

Σε μια βιομηχανική κοινωνία η διατήρηση της συνέχειας της ηλεκτροπαραγωγής στους καταναλωτές έχει τεράστια σημασία, άρα η πρόβλεψη επαρκούς προστασίας είναι θεμελιώδης.

Συνοψίζοντας η προστασία και ο αυτόματος σκανδαλισμός (άνοιγμα) των σχετικών διακοπών ισχύος έχει δύο κύριους σκοπούς: α) να απομονώσει τα τεμάχια του εξοπλισμού όπου συνέβησαν σφάλματα ώστε το υπόλοιπο σύστημα να μπορεί να συνεχίσει την λειτουργία του απρόσκοπτα, και β) να περιορίσει την βλάβη που επέφερε στον εξοπλισμό η υπερθέρμανση, οι μηχανικές δυνάμεις κ.α.

Τελικά η γρήγορη απομόνωση του τμήματος που έπαθε βλάβη περιορίζει την έκταση της ζημιάς στο μηχάνημα, και δεν προκαλεί μεγάλη ανεπιθύμητη διακοπή εξυπηρετήσεως των καταναλωτών.

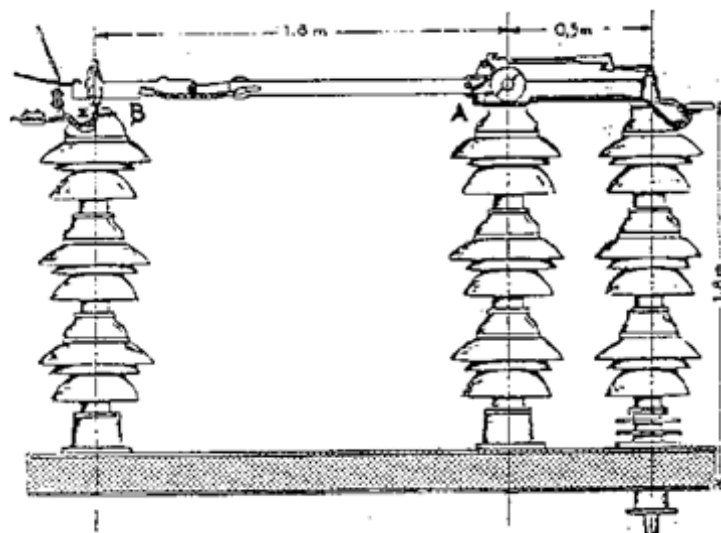
3.2 ΟΡΓΑΝΑ ΔΙΑΚΟΠΗΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ

3.2.1 ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ ΙΣΧΥΟΣ

Απαραίτητη προϋπόθεση για την σωστή λειτουργία ενός Υ/Σ και για την πιο δυνατή οικονομική εκμετάλλευση του συστήματος είναι η καλή λειτουργία του διακόπτη ισχύος γιατί: α) με τον διακόπτη ισχύος κατορθώνουμε, σε περίπτωση ανωμαλίας, να απομονώσουμε έγκαιρα το τμήμα του συστήματος στο οποίο παρουσιάστηκε βλάβη και έτσι να περιορίσουμε την έκταση των ζημιών και β) σε περίπτωση συντηρήσεως κάποιων μηχανημάτων π.χ. Μ/Σ ισχύος Ν^ο 1, μπορούμε με τον διακόπτη ισχύος να σταματήσουμε την παροχή στον Μ/Σ και έτσι να μπορεί να γίνει η συντήρησή του.

Αν οι διακόπτες αυτοί δεν απαιτείται να ανοίγουν υπό συνθήκες λειτουργίας, δηλαδή με ρεύμα φορτίου ή σφάλματος και κανονική τάση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί μια φθηνότερη μορφή διακόπτη, γνωστή σαν αποζεύκτης, που μπορεί να κλείσει ένα κύκλωμα υπό τάση αλλά όχι και να τα ανοίξει. Λόγω του υψηλού κόστους των διακοπτών ισχύος, στην πράξη έχει δοθεί μεγάλη προσοχή για την επίτευξη της μέγιστης ευελιξίας στις συνδέσεις κυκλωμάτων με τους ελάχιστους διακόπτες ισχύος.

Για να επιλέξουμε τον κατάλληλο διακόπτη για κάθε κύκλωμα δεν φτάνει να ξέρουμε τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά της κανονικής του λειτουργίας, (κανονική τάση και ισχύ), αλλά θα πρέπει να προβλέψουμε την ισχύ που θα πρέπει να μπορεί να διακόψει ο διακόπτης ισχύος σε διάφορες περιπτώσεις βραχυκυκλωμάτων, όπου η ισχύς που περνά από τις επαφές του την στιγμή που πρέπει να ανοίξουν είναι μερικές χιλιάδες φορές μεγαλύτερη από την ισχύ της μόνιμης κατάστασης λειτουργίας του.



Εικόνα 3.1 Μονοπολικός Αποζεύκτης Υ.Τ.(120 kV)

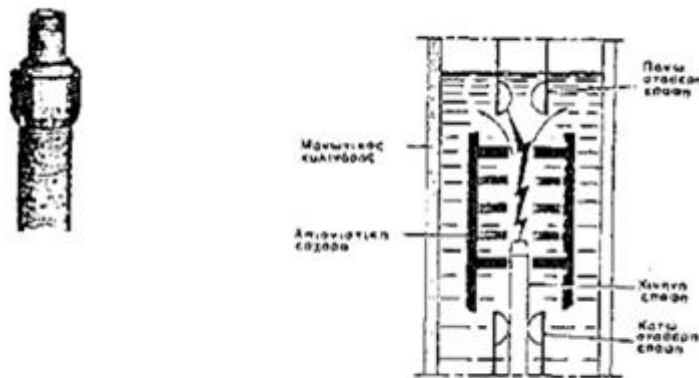
Επειδή, όπως είπαμε, με τους διακόπτες ισχύος συνήθως διακόπτουμε σημαντικά φορτία, παράγεται ανάμεσα στις επαφές τους τη στιγμή του ανοίγματος ένα ηλεκτρικό τόξο που μπορεί να μας προκαλέσει καταστροφές (λιώσιμο των επαφών κλπ). Για τον λόγο αυτό η κυριότερη μέριμνα στην κατασκευή ενός αυτόματου διακόπτη παίρνεται για την όσο το

δυνατόν ταχύτερη και αποτελεσματικότερη εξάλειψη του ηλεκτρικού τόξου. Οι διακόπτες ισχύος υπό υψηλή τάση έχουν τρεις βασικές μορφές: α) τους βυθισμένους σε έλαιο, β) τους διακόπτες μικρού όγκου ελαίου, και γ) τους διακόπτες με εμφύσημα αέρος. Οι τύποι αυτοί θα περιγραφούν πιο κάτω σε συντομία.

Διακόπτης ισχύος με μεγάλο όγκο ελαίου

Μια διατομή του διακόπτη με τις τρεις φάσεις σε μια δεξαμενή ελαίου φαίνεται στην εικόνα 3.2. Υπάρχουν δύο σετ επαφών ανά φάση. Οι κατώτερες και κινητές επαφές είναι συνήθως κυλινδρικές ράβδοι χαλκού και έρχονται σε επαφή με τις ανώτερες σταθερές επαφές. Οι σταθερές επαφές αποτελούνται από τεμάχια χαλκού με υποστήριξη ελατηρίου, που ασκούν πίεση σε αρκετή επιφάνεια της ράβδου της κατωτέρας επαφής όταν κλείσει ο διακόπτης, ώστε να παρουσιάζουν ελάχιστη αντίσταση στην δίοδο του ρεύματος.

Κατά το άνοιγμα, οι κατώτερες επαφές κινούνται γρήγορα προς τα κάτω και δημιουργούν ένα ηλεκτρικό τόξο. Όταν ανοίγει α διακόπτης ισχύος υπό συνθήκες σφάλματος, διέρχονται από τις επαφές πολλές χιλιάδες αμπερ και η απόσβεση του τόξου, άρα και η αποτελεσματική ανοικτοκύκλωση μέσω του διακόπτη αποτελούν σοβαρά ηλεκτρολογικά προβλήματα. Η αποτελεσματική ανοικτοκύκλωση είναι δυνατή μόνο επειδή η στιγμιαία τάση και ρεύμα ανά φάση ελαττώνονται μέχρι μηδενισμού, σε κάθε ημιπερίοδο του εναλλασσόμενου ρεύματος.



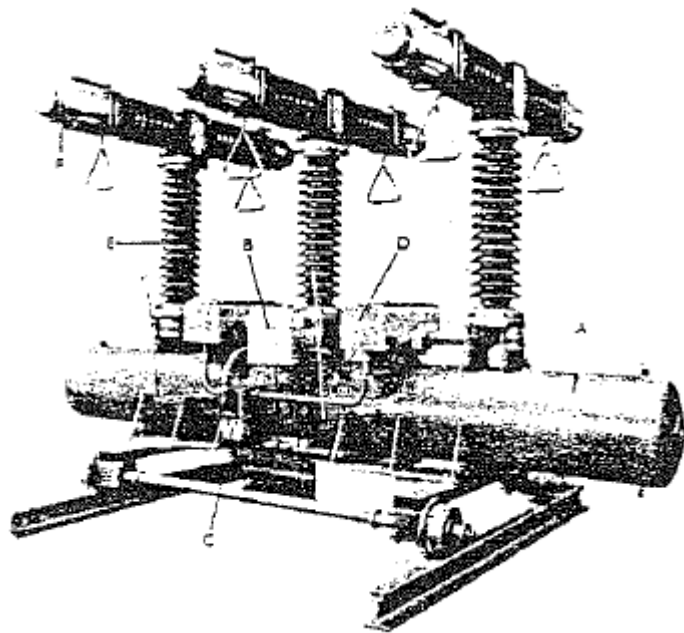
Εικόνα 3.2 Διακόπτης Ισχύος

Η θερμότητα τόξου προκαλεί την έκλυση μιας φυσαλίδας υδρογόνου στο έλαιο, και αυτό το αέριο υψηλής πίεσεως ωθεί το τόξο προς ειδικά κατασκευασμένα μονοπάτια σε μια συσκευή που περιβάλλει τις επαφές και λέγεται στροβιλοποιός. Όπως η κατώτερη επαφή κινείται προς τα κάτω, το τόξο εκτείνεται, ψύχεται, και παραμορφώνεται από το αέριο, και έτσι τελικά διακόπτεται. Τα αέριο απομακρύνει επίσης τα προϊόντα του τόξου από τα διάκενα, ώστε το τόξο να μην ανάβει και πάλι όταν η τάση ανυψωθεί μέχρι την πλήρη τιμή ανοικτοκυκλώσεως.

Διακόπτης ισχύος με εμφύσημα (εκτόξευση αέρος)

Οι αεροδιακόπτες είναι κατάλληλοι για λειτουργία σε δίκτυα υψηλής τάσεως και

χρησιμοποιούν τον αέρα για τα σβήσιμο του τόξου. Η κατασκευή του αεροδιακόπτη σε σύγκριση με τους ελαιοδιακόπτες είναι εξαιρετικά απλή. Στην εικόνα 3.3 που ακολουθεί φαίνεται εγκαταστημένο ένα συγκρότημα τριπολικού αεροδιακόπτη.



Εικόνα 3.3 Συγκρότημα τριπολικού διακόπτη

Οι δύο θάλαμοι διακοπής (F) κάθε φάσεως στηρίζονται στον κοίλο μονωτήρα (E). Το συγκρότημα και των τριών φάσεων στηρίζεται επάνω στο αεροφυλάκιο (A) που περιέχει αέρα πίεσεως 15atm περίπου. Όταν δοθεί εντολή από το συγκρότημα χειρισμών (B) να ανοίξει ο διακόπτης, θα ενεργοποιηθούν οι βαλβίδες (C) και (D), και αέρας από το αεροφυλάκιο θα περάσει από τον κοίλο μονωτήρα (E) και θα κατευθυνθεί στο χώρο διακοπής του τόξου, όπου με κατάλληλο σύστημα και ειδικά ακροφύσια θα προκαλέσει το σβήσιμο του τόξου.

Για την λειτουργία των αεροδιακοπών χρειάζεται εγκατάσταση παραγωγής αέρα με πίεση, με επακόλουθο την αύξηση του κόστους της εγκαταστάσεως των αεροδιακοπών. Ένας όμοιος διακόπτης ισχύος έχει αναπτυχθεί, ο οποίος χρησιμοποιεί εξαφθοριούχο θείο (SF₆) αντί για αέρα. Όταν έχουν ανοίξει οι κύριες επαφές, ένας αποζεύκτης ή διακόπτης (σειράς) εν σειρά με τις κύριες επαφές ανοίγει, και τότε οι κύριες επαφές ξανακλείνουν όταν η πίεση αέρος αποκοπεί.

Μικροί διακόπτες ισχύος, ή διακόπτες ισχύος μικρού όγκου ελαίου

Οι μηχανισμοί κατασβέσεως περικλείονται σε κατακόρυφα διαχωρίσματα της από πορσελάνη μονώσεως, και το τόξο σβήνεται με μια ριπή ελαίου που προέρχεται από την κινούμενη (χαμηλότερη) επαφή όπως αυτή ανοίγει. Ο όγκος του ελαίου που χρησιμοποιείται είναι πολύ μικρότερος από ότι στον τύπο μεγάλου όγκου ελαίου.

Ένα ακόμη μέσο αποσβέσεως του τόξου είναι το κενό. Ένα τόξο είναι δυνατό μόνο αν το υλικό των επαφών εξαερωθεί, σχηματίζοντας έτσι αγωγίμο μονοπάτι. Η μεγίστη δεκτή τάση που μπορεί να διακόψει αυτός ο τύπος είναι περίπου 40KV (ενδεικτική τιμή) ανά χώρο κενού.

Ο τύπος αυτός διακόπτη ισχύος μελετάται τώρα για πιθανή χρήση σε διατάξεις συνεχούς ρεύματος υψηλής τάσεως. Ο διακόπτης ισχύος πρέπει να εκπληρώνει τις ακόλουθες συνθήκες:

α) Να ανοίγει και να κλείνει το συντομότερο υπό οποιαδήποτε κατάσταση του δικτύου.

β) Να άγει το ονομαστικό ρεύμα.

γ) Να υφίσταται χωρίς υπερθέρμανση, καθώς και μηχανικώς, οποιαδήποτε ρεύματα βραχυκυκλώσεως.

δ) Να διατηρεί την τάση του προς την γη, καθώς και μεταξύ των ανοικτών επαφών τόσο υπό συνθήκες καθαρής ατμόσφαιρας, όσο και υπό συνθήκες ατμοσφαιρικής ρυπάνσεως.

ε) Να μην δημιουργεί οποιαδήποτε μεγάλη υπέρταση κατά το άνοιγμα και το κλείσιμο,

στ) Να μπορεί εύκολα να συντηρηθεί.

3.3 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ ΣΥΣΚΕΥΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Θα περιγράψουμε τώρα ορισμένους όρους που χρησιμοποιούνται για να χαρακτηρίσουν την αποτελεσματικότητα μιας συσκευής προστασίας.

Επιλεκτικότητα: η διακριτική ικανότητα της να απομονώνει μόνο μέρος του συστήματος όπου συμβαίνει το σφάλμα.

Ευστάθεια: η ιδιότητα να μένει εκτός λειτουργίας όταν τα σφάλματα συμβαίνουν έξω από την ζώνη προστασίας (εξωτερικά σφάλματα).

Ταχύτητα Λειτουργίας: η ιδιότητα αυτή είναι πιο φανερή. Όσο διαρκέστερο είναι το ρεύμα του σφάλματος, τόσο μεγαλύτερη βλάβη θα υποστούν τα τεμάχια του εξοπλισμού. Μεγάλη σημασία έχει η ανάγκη να ανοίγουν τα τεμάχια όπου συνέβη το σφάλμα, προτού οι σύγχρονες γεννήτριες χάσουν τον συγχρονισμό τους με το υπόλοιπο σύστημα.

Ευαισθησία: αυτή είναι η στάθμη ή μέγεθος του ρεύματος σφάλματος στην οποία τίθεται σε λειτουργία η συσκευή και μπορεί να εκφραστεί σαν ρεύμα στο πραγματικό δίκτυο (πρωτεύον ρεύμα), ή σαν ποσοστό % του δευτερεύοντος ρεύματος του Μ/Σ ρεύματος.

Οικονομικές απόψεις: στα συστήματα διανομής η οικονομική άποψη σχεδόν υπερισχύει της τεχνικής, λόγω του μεγάλου αριθμού τροφοδοτών, Μ/Σ κ.λπ. Στα συστήματα μεταφοράς οι τεχνικές απόψεις είναι σπουδαιότερες. Η προστασία είναι σχετικά ακριβή, αλλά ακριβό είναι και το σύστημα ή ο εξοπλισμός που προστατεύεται, και ζωτική η ασφάλεια της τροφοδοσίας.

Δύο διαφορετικά προστατευτικά συστήματα χρησιμοποιούνται: το ένα κύριο (ή πρωτεύον) και. Το άλλο δευτερεύον (υποστηρίξεως).

Αξιοπιστία: Η ιδιότητα αυτή είναι προφανής. Μια σημαντική αιτία που θέτει τεμάχια εξοπλισμού εκτός κυκλώματος, (και που είναι εκτός της εμβέλειας προστασίας) είναι η άστοχη λειτουργία των ίδιων των συσκευών προστασίας.

Προστασία υποστηρίξεως (δευτερεύουσα): Η προστασία υποστηρίξεως όπως φανερώνει και το ίδιο της το όνομα, είναι μια τελείως χωριστή διάταξη που λειτουργεί για να απομακρύνει το τεμάχιο που συνέβη το σφάλμα, αν δεν λειτουργήσει η κύρια προστασία. Το σύστημα υποστηρίξεως πρέπει να είναι όσο το δυνατόν ανεξάρτητο από την κύρια προστασία, δηλαδή να έχει δικούς του Μ/Σ ρεύματος και ρελαί.

Συχνά είναι κοινά μόνο η μπαταρία σκανδαλισμού του διακόπτη ισχύος και ο Μ/Σ τάσεως. Η κάθε κύρια διάταξη προστασίας προστατεύει μια περιορισμένη περιοχή ή ζώνη του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας.

Είναι δυνατόν, μεταξύ παρακειμένων ζωνών, μια μικρή περιοχή, π.χ. μεταξύ των Μ/Σ ρεύματος και των διακοπών ισχύος, να παραμένει απροστάτευτη, οπότε η διάταξη υποστηρίξεως (γνωστή σαν υποστήριξη εξ αποστάσεως) θα παρέχει προστασία, επειδή υπερκαλύπτει τις κύριες ζώνες.

Στη διανομή, η εφαρμογή του συστήματος υποστηρίξεως δεν είναι εξίσου διαδεδομένη όπως στα συστήματα μεταφοράς, και συχνά είναι επαρκές να εφαρμόζεται σε

στρατηγικά μόνο σημεία. Η υποστήριξη εξ αποστάσεως έχει κάποια καθυστέρηση και συνήθως αποσυνδέει ένα μεγαλύτερο μέρος του συστήματος παροχής από το απολύτως αναγκαίο, για να απομακρυνθεί το τεμάχιο που συνέβη τα σφάλμα.

3.4 ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

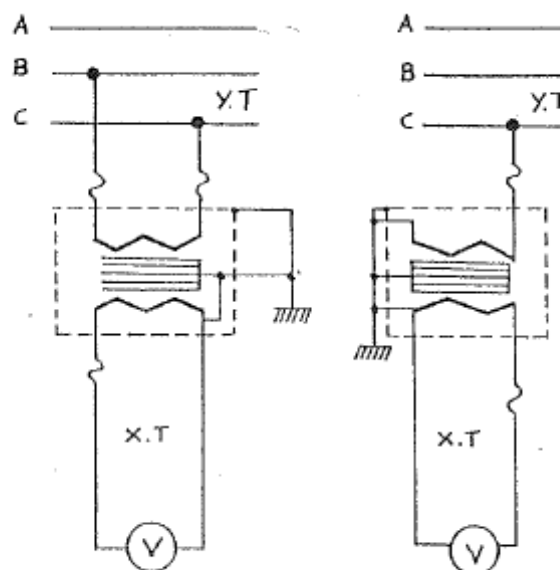
3.4.1 ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

1. Μ/Σ ΤΑΣΗΣ

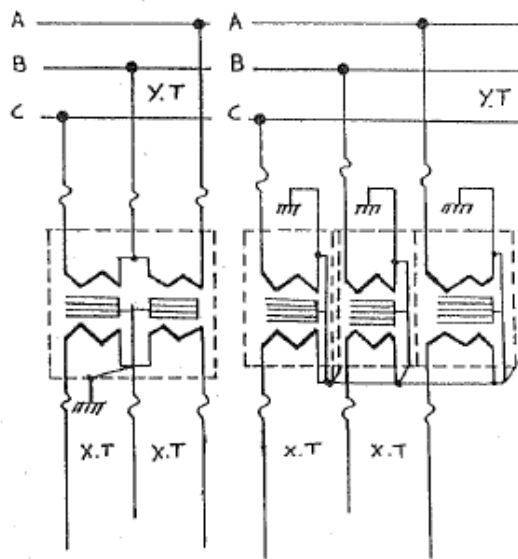
Αν υποθέσουμε ότι θέλουμε να μετρήσουμε μια τάση των 20KV, βλέπουμε ότι δεν μπορούμε να τη μετρήσουμε απ' ευθείας με το βολτόμετρο αλλά πρέπει να παρεμβάλουμε μεταξύ του βολτομέτρου και της γραμμής των 20KV, ένα Μ/Σ τάσης. Ο Μ/Σ τάσης έχει σκοπό να μας απομονώσει από την επικίνδυνη τάση των 15KV και να μετατρέψει αυτή σε χαμηλή τάση (ανάλογη της μέσης τάσης), ώστε να χρησιμοποιήσουμε το βολτόμετρο χωρίς κανένα κίνδυνο.

Οι Μ/Σ τάσης είναι συνήθως μονοφασικοί και έχουν δύο τυλίγματα. Το τύλιγμα της Υ.Τ κατασκευάζεται για την τάση που προορίζεται π.χ. 20KV, ενώ το τύλιγμα Χ.Τ είναι συνήθως τυποποιημένο στα 110V.

Για προστασία του προσωπικού γειώνονται: α) ο πυρήνας και το μεταλλικό περίβλημα του Μ/Σ τάσης και β) ένας τουλάχιστον ακροδέκτης του δευτερεύοντος τυλίγματός τους.



Εικόνα 3.4 Συνδεσμολογία Μ/Σ τάσης



Εικόνα 3.5 Συνδεσμολογία Μ/Σ τάσης για την τροφοδότηση μετρητών ηλεκτρικής ενέργειας και κιλοβολτομέτρων

2. Μ/Σ ΕΝΤΑΣΗΣ

Όπως είναι γνωστό τα αμπερόμετρα Ε.Ρ. είναι τυποποιημένα για μέγιστη απόκλιση 5Α ή 10Α. Αν θέλουμε να μετρήσουμε π.χ. 200Α παρεμβάλουμε ένα Μ/Σ έντασης, του οποίου το πρωτεύον τύλιγμα συνδέεται σε σειρά με τη γραμμή, ενώ το δευτερεύον συνδέεται με το αμπερόμετρο.

Για να βρεθεί η ένταση που περνά μέσα από τη γραμμή αρκεί να πολλαπλασιαστεί η ανάγνωση του οργάνου σε αμπέρ επί το λόγο μετασχηματισμού του Μ/Σ έντασης. Εάν θέλουμε να μετρήσουμε την ένταση της γραμμής Υ.Τ πρέπει ο Μ/Σ έντασης να έχει την κατάλληλη μόνωση μεταξύ πρωτεύοντος και δευτερεύοντος.

Οι τύποι των Μ/Σ έντασης είναι δυο και είναι οι εξής:

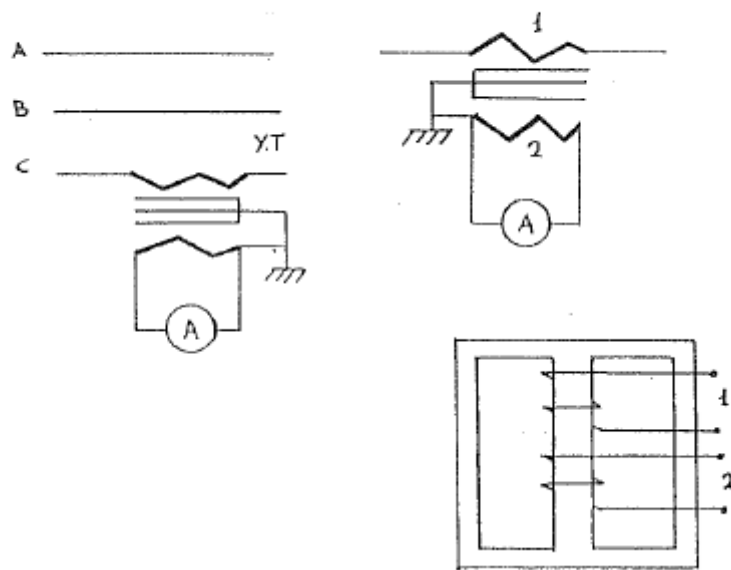
- ✓ Τύπος πυρήνα
- ✓ Τύπος διέλευσης

Ο Μ/Σ έντασης τύπου πυρήνα αποτελείται από δύο τυλίγματα περιελιγμένα πάνω σε σιδηροπυρήνα. Το πρωτεύον τύλιγμα συνδέεται σε σειρά με τον αγωγό της φάσης της οποίας πρόκειται να μετρηθεί η ένταση, ενώ το δευτερεύον συνδέεται με το αμπερόμετρο.

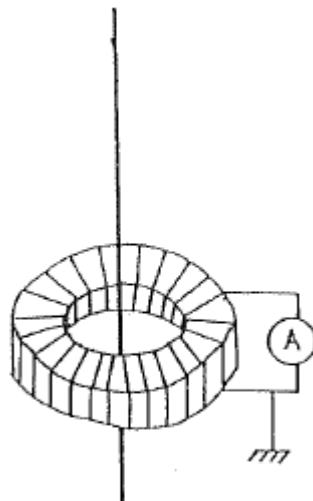
Ο Μ/Σ έντασης τύπου διέλευσης αποτελείται από σιδηροπυρήνα με μορφή δακτυλίου πάνω στον οποίο είναι περιελιγμένο το δευτερεύον.

Οι Μ/Σ τύπου διέλευσης χρησιμεύουν για την τροφοδότηση με ένταση των ηλεκτρονόμων προστασίας των ελαιοδιακοπών, και η χρήση αυτών είναι πολύ συνηθισμένη στο σύστημα επειδή είναι πολύ απλοί, οικονομικοί, και δεν καταλαμβάνουν σημαντικό χώρο.

Πρέπει να αναφέρουμε ότι το δευτερεύον των Μ/Σ έντασης πρέπει να είναι πάντοτε συνδεδεμένο είτε με το όργανο μέτρησης είτε με τον αντίστοιχο ηλεκτρονόμο. Αν χρειαστεί να αφαιρεθεί το όργανο πρέπει προηγουμένως να βραχυκυκλωθούν τα άκρα του δευτερεύοντος. Η παράλειψη αυτή είναι δυνατόν να κάψει τον Μ/Σ έντασης από υπερθέρμανση του πυρήνα του. Επίσης, είναι επικίνδυνη η διακοπή του κυκλώματος του δευτερεύοντος και μπορεί να είναι και θανατηφόρος για τον εργαζόμενο. (Πολλές φορές αναπτύσσεται τάση της τάξης των 500V).



Εικόνα 3.6^α Μ/Σ έντασης τύπου πυρήνα



Εικόνα 3.6^β Μ/Σ έντασης τύπου διελεύσεως

3.4.2 ΡΕΛΑΙ

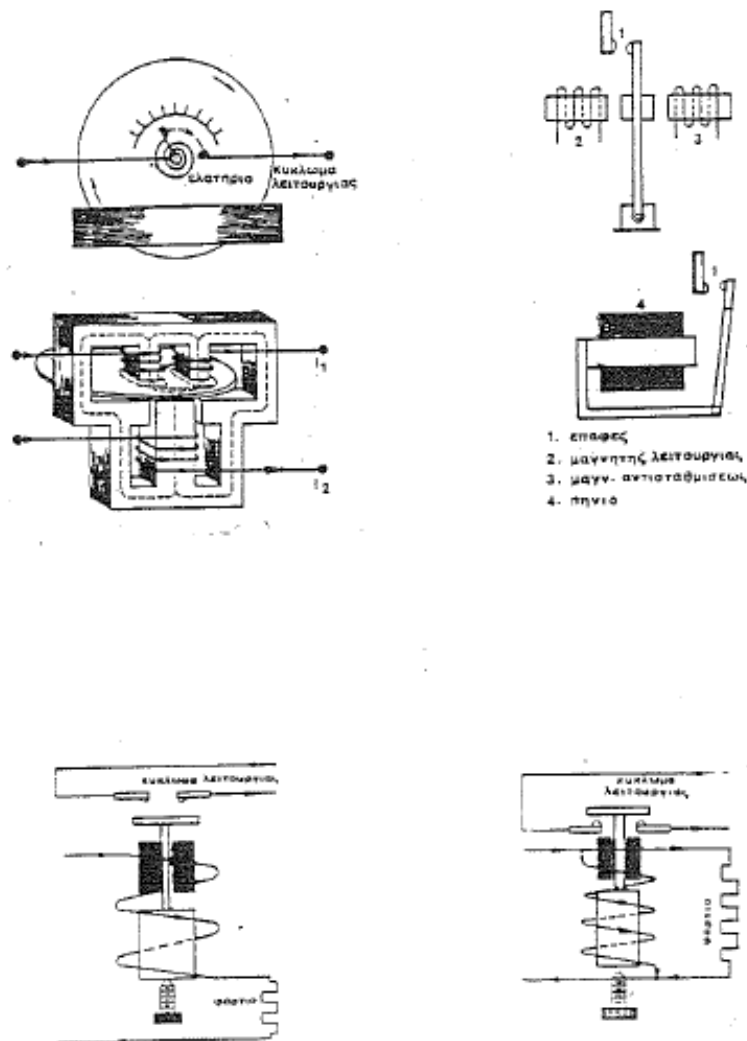
Το ρελαί είναι μια συσκευή που όταν ενεργοποιείται από κατάλληλες ποσότητες του συστήματος δείχνει μια αντικανονική κατάσταση. Όταν οι επαφές του ρελαί κλείνουν, τα σχετικά κυκλώματα σκανδαλισμού του διακόπτη ισχύος ενεργοποιούνται και ανοίγουν οι επαφές του διακόπτη ισχύος, απομονώνοντας έτσι από το σύστημα το τεμάχιο που έχει συμβεί το σφάλμα. Υπάρχουν δύο κύριες μορφές ρελαί: το ηλεκτρομαγνητικό, και το ρελαί ημιαγωγού.

Για ορισμένους σκοπούς (πχ προστασία υπερφορτίσεως), χρησιμοποιείται η δράση του διμεταλλικού ελάσματος (διμεταλλικός διακόπτης). Οι βασικές μορφές του

ηλεκτρομαγνητικού τύπου ρελαί απαρτίζονται από ρελαί τύπου επαγωγικού δίσκου, επαγωγικού κυλίνδρου και ηλεκτρονόμοι με αιωρούμενο οπλισμό πυρήνα ή μοχλού. Παρακάτω θα αναφερθούμε σε συντομία για τους τρεις τύπους ρελαί .

α) Ηλεκτρονόμοι με επαγωγικό δίσκο

Οι ηλεκτρονόμοι αυτοί μοιάζουν σε πολλά σημεία με τους επαγωγικούς μετρητές ηλεκτρικής ενέργειας. Έχουν μεταλλικό δίσκο που με την περιστροφή του ανοίγει ή κλείνει τις επαφές του ΗΝ. Η λειτουργία των ΗΝ αυτών βασίζεται στην ίδια αρχή όπως και η λειτουργία του επαγωγικού μετρητή ή του επαγωγικού ηλεκτροκινητήρα. Ο επαγωγικός δίσκος του ΗΝ στον οποίο βρίσκονται οι επαφές, αντιστοιχεί στα επαγωγικά τύμπανα του κινητήρα ενώ ο ηλεκτρομαγνήτης με τα τρία πηνία αντιστοιχεί με το ζύγωμα ή επαγωγέα.



Εικόνα 3.7

Η δύναμη που ασκείται πάνω στο δίσκο εξαρτάται πάντοτε από τα ρεύματα στα δύο πηνία, και από τη φασική απόκλιση μεταξύ των ρευμάτων αυτών. Σε κανονικές συνθήκες ρευμάτων και φασικής αποκλίσεως, ο δίσκος ή το επαγωγίμο αντισταθμίζεται από το φορτίο του ελατηρίου. Όταν αυξηθεί το ρεύμα στα πηνία αρχίζει να κινείται με μικρή ταχύτητα το επαγωγίμο. Αύξηση του ρεύματος, αυξάνει την ταχύτητα μέχρι ενός ορισμένου ορίου και ο χρόνος λειτουργίας είναι αντιστρόφως ανάλογος με την ροπή που κινεί το δίσκο. Ο τύπος με επαγωγικό δίσκο χρησιμοποιείται σε ΗΝ βραδέως τύπου και ο χρόνος λειτουργίας ρυθμίζεται

με αλλαγή του μεγέθους της γωνίας κατά την οποία πρέπει να περιστραφεί ο δίσκος για να κλείσει τις επαφές.

Β) Ηλεκτρονόμοι με επαγωγικό κύλινδρο

Για ΗΝ ταχέως τύπου χρησιμοποιείται ο τύπος κατασκευής με επαγωγικό κύλινδρο που προτιμάται από τον δίσκο, γιατί η ροπή αδράνειας μπορεί να γίνει μικρότερη για την ίδια τιμή της ροπής στρέψεως. Το περιστρεφόμενο στοιχείο είναι διάτρητος μεταλλικός κύλινδρος που στρέφεται γύρω από τον άξονα του. Το στοιχείο διεγέρσεως αποτελείται τουλάχιστον από τέσσερις πόλους τοποθετημένους ακτινικά γύρω από τα εξωτερικό μέρος του κυλίνδρου, ενωμένους μεταξύ τους με σιδερένιο ζυγό.

Γ) Ηλεκτρονόμοι με αιωρούμενο οπλισμό πυρήνα ή μοχλού

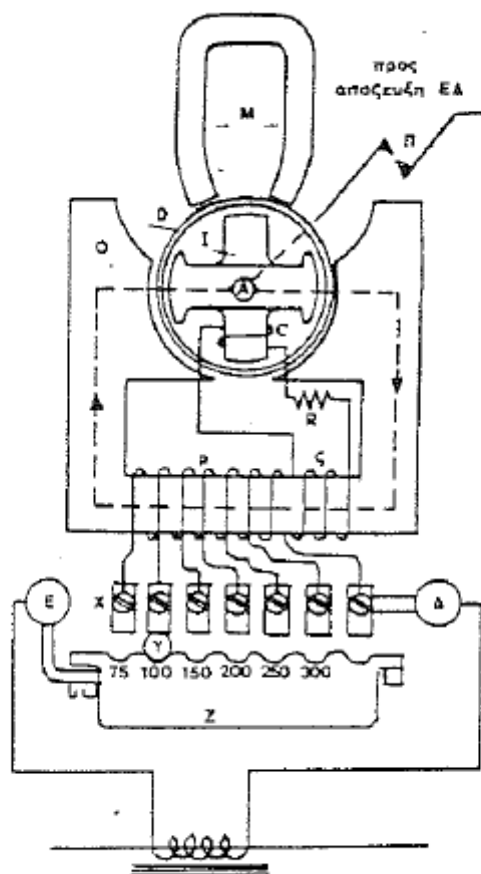
Για να πετύχουμε μεγαλύτερες ταχύτητες λειτουργίας χρησιμοποιούμε ΗΝ τύπου με αιωρούμενο οπλισμό πυρήνα ή μοχλού σε συνδυασμό με ένα ή περισσότερους ηλεκτρομαγνήτες. Η έλξη του οπλισμού που ασκείται από κάθε ηλεκτρομαγνήτη είναι ανάλογη με τα τετράγωνα του ρεύματος που διαρρέει το πηνίο.

3.5 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΓΡΑΜΜΩΝ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Αν και η πτυχιακή εργασία αναφέρεται στην μελέτη ενός Υ/Σ υψηλής τάσης σε μέση τάση, θεωρήθηκε σκόπιμο να γίνει μια σύντομη αναφορά για την προστασία των γραμμών διανομής γιατί με αυτόν τον τρόπο συμπληρώνεται καλύτερα το κεφάλαιο περί προστασίας του Υ/Σ, γιατί σε τελική ανάλυση η προστασία στις γραμμές διανομής είναι και προστασία του Υ/Σ.

3.5.1 ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Η εφαρμογή των διαφόρων ηλεκτρονόμων και του λοιπού εξοπλισμού για να σχηματίζουν επαρκείς διατάξεις προστασίας, αποτελεί μεγάλο και σύνθετο, θέμα. Επίσης οι διάφορες διατάξεις εξαρτώνται κατά μεγάλο μέρος από τις μεθόδους των διαφόρων κατασκευαστών. Η κύρια πρόθεση εδώ είναι να παρουσιαστεί μια γενική επισκόπηση της τεχνικής αυτής, και να τονίσουμε τις αρχές στις οποίες στηρίζονται αυτές οι μέθοδοι.



Εικόνα 3.8 Ηλεκτρονόμος

3.5.2 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΕΩΣ

Οι ασφάλειες διαίρονται σε ταχείας και βραδείας τήξεως ανάλογα με τη χαρακτηριστική τους καμπύλη «ένταση-χρόνος τήξεως». Πριν χρησιμοποιηθεί μια ασφάλεια πρέπει να εξετάζεται εάν αυτή μπορεί να βαστάξει το μεγαλύτερο ρεύμα φορτίου της γραμμής. Επί πλέον πρέπει να εξετάζεται εάν η ισχύ διακοπής της ασφάλειας είναι αρκετή ώστε το μεγαλύτερο σφάλμα της γραμμής να προκαλεί λιώσιμο του συντικτού, όχι όμως και καταστροφή του σωλήνα υποδοχής του συντικτού.

Οι πιο γνωστοί τύποι ασφαλειών στις γραμμές διανομής είναι οι εξής:

Ασφάλειες εκβολής.

Η ισχύ διακοπής μιας ασφάλειας εκβολής εξαρτάται από την πίεση των αερίων που αναπτύσσεται μέσα στο φυσίγγιο. Η πίεση αυτή είναι συνάρτηση του ρεύματος. Έτσι η ισχύ διακοπής περιορίζεται από την αντοχή του σωλήνα του φυσιγγίου που βρίσκεται κάτω από την πίεση αυτή.

Ασφάλειες με γεμάτα φυσίγγιο.

Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις που χρειάζεται μεγάλη ισχύ διακοπής. Έχουν τα μειονέκτημα ότι δεν είναι βραδείας τήξεως όπως χρειάζεται για ικανοποιητικό συνδυασμό με τους διακόπτες.

Ασφάλειες με υγρό.

Αυτές μπορούν να αντικαταστήσουν τις ασφάλειες με φυσίγγια, σε περίπτωση που χρειάζεται μεγάλη ονομαστική ισχύ διακοπής. Ο τύπος αυτός είναι περισσότερο δαπανηρός, μπορεί όμως να κατασκευασθεί σαν βραδείας τήξεως.

3.5.3 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΟΥΣ

Οι συσκευές και οι γραμμές των δικτύων πρέπει να προστατεύονται από ανώμαλες συνθήκες λειτουργίας όπως είναι για παράδειγμα τα βραχυκυκλώματα μεταξύ φάσεων ή προς γη, υπερτάσεις, ανισότητα φορτίων στις φάσεις κ.λπ. κατά τρόπο ικανοποιητικό.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται οι ηλεκτρονόμοι προστασίας σε συνδυασμό με τους διακόπτες που για εντοπισμό των σφαλμάτων χρησιμοποιούν ένα ή περισσότερα από τα πιο κάτω στοιχεία: ένταση του ρεύματος, χρόνος, απόσταση, διεύθυνση, ρεύμα ομοιόμορφα μοιρασμένο στις φάσεις, διαφορά ρευμάτων.

Οι ηλεκτρονόμοι ανάλογα με το χρόνο λειτουργίας του αυτόματου διακόπτη κατατάσσονται σε βραδέως τύπου και ταχέως τύπου. Οι διακόπτες σήμερα χρησιμοποιούν ηλεκτρονόμους ταχέως τύπου που λειτουργούν σε χρόνο της τάξεως των 0,008 μέχρι 0,05 δευτερολέπτων. Οι ηλεκτρονόμοι έχουν προορισμό την ανεύρεση των σφαλμάτων και την απομόνωση του τμήματος που έπαθε βλάβη, προτού τα μηχανήματα και τα υλικά του δικτύου πάθουν σοβαρή ζημιά.

Οι πιο πολύ τύποι ηλεκτρονόμων που χρησιμοποιούνται για την προστασία των γραμμών διανομής είναι οι εξής:

- ❖ Ηλεκτρονόμοι υπερεντάσεως, για προστασία από βραχυκυκλώματα μεταξύ φάσεων. Αυτοί λειτουργούν με ρυθμιζόμενη χρονική επιβράδυνση. Αντίστροφου χρόνου ονομάζονται οι ηλεκτρονόμοι που σκόπιμα λειτουργούν με χρονική επιβράδυνση. Η επιβράδυνση ελαττώνεται όταν αυξάνεται η δύναμη που προκαλεί τη λειτουργία των ηλεκτρονόμων. Οι ηλεκτρονόμοι αυτοί μπορούν να λειτουργήσουν και με ρύθμιση της τάσεως.
- ❖ Ηλεκτρονόμοι στιγμιαίας λειτουργίας: χρησιμοποιούνται στις περιπτώσεις που δεν απαιτείται επιβράδυνση στη λειτουργία. Έτσι ο χρόνος λειτουργίας και η συνθήκη που προκαλεί τη λειτουργία αποτελούν χαρακτηριστικά του ηλεκτρονόμου που δεν μπορούν να ρυθμισθούν. Η μόνη ρύθμιση είναι της εντάσεως.
- ❖ Για την προστασία σε βραχυκυκλώματα προς γη χρησιμοποιούνται συχνά πρόσθετοι ηλεκτρονόμοι προστασίας επί πλέον των ηλεκτρονόμων προστασίας των φάσεων. Αυτοί μπορούν να γίνουν πιο ευαίσθητοι σε περίπτωση κανονικής λειτουργίας δικτύου με ομοιόμορφα μοιρασμένα φορτία στις φάσεις.
- ❖ Σε πολλές εφαρμογές του ηλεκτρονόμου υπερεντάσεως με χρονική επιβράδυνση περιλαμβάνεται μηχανισμός στιγμιαίας λειτουργίας, που επιτρέπει στιγμιαίο άνοιγμα του διακόπτη σε περίπτωση κατά την οποία η ένταση βραχυκυκλώσεως υπερβαίνει ορισμένη τιμή.

Οι ευαίσθητοι ηλεκτρονόμοι εντάσεως τροφοδοτούνται από Μ/Σ εντάσεως που βρίσκονται τοποθετημένοι μέσα στους μονωτήρες διελεύσεως των αυτόματων διακοπών.

Επιλογικός συνδυασμός ασφαλειών – αυτόματου διακόπτη.

Για να πετύχουμε στο μεγαλύτερο βαθμό τη συνέχεια της ηλεκτρικής ενέργειας, πρέπει τα διάφορα μέσα προστασίας να συνδυάζονται κατά τέτοιο τρόπο ώστε ο χρόνος διακοπής να είναι ο μικρότερος δυνατός και το τμήμα που θα απομονωθεί το μικρότερο.

Τα μέσα προστασίας που εξετάσαμε πιο πάνω είναι οι αυτόματοι διακόπτες στην αρχή της γραμμής, που είναι εγκαταστημένοι στον υποσταθμό, και οι αυτόματες ασφάλειες που είναι τοποθετημένες στις γραμμές και σε σημεία από τα οποία αρχίζουν διακλαδώσεις.

Βραχυκυκλώματα μικρής διάρκειας μπορούν να προκληθούν από πολλά αίτια όπως π.χ., υπερπήδηση σε μονωτήρα από κεραυνό ή από κλαδί δέντρου που έρχεται σε επαφή με τη γραμμή λόγω ανέμου κ.λπ. Στην περίπτωση αυτή η κανονική τάση της γραμμής προσπαθεί να διατηρήσει το τόξο μέχρις ότου να διακοπεί το κύκλωμα. Σε όλο αυτό το διάστημα το ρεύμα βραχυκυκλώσεως θα περνάει μέσα από όλες τις ασφάλειες μεταξύ του σημείου βραχυκυκλώματος και της πηγής.

Για την αποφυγή διακοπής τμήματος της γραμμής, πρέπει ο χρόνος ανοίγματος του διακόπτη που βρίσκεται στον υποσταθμό να είναι μικρότερος από τα χρόνο τήξεως των ασφαλειών των διακλαδώσεων της γραμμής. Λαμβάνει λοιπόν αυτός από τους ηλεκτρονόμους που ανιχνεύουν το σφάλμα εντολή και ανοίγει, οπότε νεκρώνεται η γραμμή. Το σφάλμα αν ήταν στιγμιαίο εξαλείφεται και ο διακόπτης από κατάλληλο μηχανισμό αυτόματης επαναφοράς παίρνει εντολή και κλείνει, οπότε αποκαθίσταται το κύκλωμα.

Εάν το βραχυκύκλωμα είναι μόνιμο, τότε είναι επιθυμητό το λιώσιμο της πλησιέστερης προς το βραχυκύκλωμα και προς το μέρος της πηγής ασφάλεια της γραμμής. Έτσι θα απομονωθεί το τμήμα της γραμμής με τη βλάβη και θα είναι δυνατή η αποκατάσταση της παροχής ηλεκτρικής ενέργειας στην υπόλοιπη γραμμή.

Ο βασικός κύκλος λειτουργίας της μεθόδου προστασίας με επί λογικό συνδυασμό ασφαλειών και αυτόματου διακόπτη είναι ο πιο κάτω:

α) Αμέσως μόλις εμφανισθεί βραχυκύκλωμα, ο αυτόματος διακόπτης του Υ/Σ ανοίγει παίρνοντας εντολή από ΗΝ υπερεντάσεως στιγμιαίας λειτουργίας.

β) Ο αυτόματος διακόπτης κλείνει γρήγορα εκ νέου και το κύκλωμα χειρισμού του διακόπτη μεταφέρεται συγχρόνως από τους ΗΝ στιγμιαίας λειτουργίας στους ΗΝ χρονικής επιβραδύνσεως.

γ) Εάν το βραχυκύκλωμα είναι μικρής διάρκειας θα έχει διακοπεί κατά το άνοιγμα του αυτόματου διακόπτη και η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας θα αποκατασταθεί σε όλη τη γραμμή κατά το επανακλείσιμο του διακόπτη.

δ) Εάν το βραχυκύκλωμα εξακολουθεί να υπάρχει ακόμη όταν ο διακόπτης κλείσει εκ νέου, η ρύθμιση των ηλεκτρονόμων χρονικής επιβραδύνσεως πρέπει να είναι τέτοια ώστε να δώσει χρόνο στην κατάλληλη ασφάλεια να λιώσει και να διακόψει το ρεύμα βραχυκυκλώσεως, οπότε ο διακόπτης δεν θα ανοίξει εκ νέου.

ε) Εάν η ασφάλεια δεν διακόψει το ρεύμα βραχυκυκλώματος, ή εάν το βραχυκύκλωμα αυτό βρίσκεται μεταξύ της πρώτης ασφάλειας και του Υ/Σ, τότε ο αυτόματος διακόπτης του Υ/Σ θα ανοίξει από εντολή του ΗΝ χρονικής επιβραδύνσεως και θα παραμείνει ανοικτός.

3.6 ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Με την διαρκώς αυξανόμενη πολυπλοκότητα των μοντέρνων συστημάτων ηλεκτρικής ενέργειας, οι μέθοδοι προστασίας που περιγράψαμε μέχρι τώρα μπορεί να μην επαρκούν για να δίνουν επαρκή διακριτική ικανότητα, ιδιαίτερα όταν το ρεύμα σφάλματος ρέει σε παράλληλα μονοπάτια.

Σε διατάξεις προστασίας μονάδας η προστασία περιορίζεται σε ένα συγκεκριμένο μέρος ή στοιχείο του συστήματος, το οποίο αποσυνδέεται αν συμβεί ένα εσωτερικό σφάλμα. Ακόμη το προστατευόμενο μέρος πρέπει να παραμένει συνδεδεμένο όταν διέρχεται από αυτό το ρεύμα που εισέρχεται σε ένα εξωτερικό σφάλμα.

3.6.1 ΔΙΑΦΟΡΙΚΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΡΕΛΑΙ

Στα άκρα της ζώνης που πρόκειται να προστατευθεί, τα ρεύματα συγκρίνονται συνεχώς και εξισορροπούνται με κατάλληλα ρελαί. Υπό τον όρο ότι τα ρεύματα είναι ίσα κατά μέγεθος και φάση δεν θα λειτουργήσει κανένα ρελαί. Αν όμως συμβεί ένα εσωτερικό σφάλμα (μέσα στην προστατευόμενη ζώνη), η ισορροπία θα διαταραχθεί και θα λειτουργήσει το ρελαί.

Οι Μ/Σ ρεύματος στα άκρα κάθε φάσεως πρέπει να έχουν ταυτόσημες χαρακτηριστικές για να εξασφαλίζουν την τέλεια ισορροπία των σφαλμάτων που τους διαπερνούν. Ατυχώς αυτό είναι δύσκολο να το επιτύχουμε, και συνδέεται ένα περιοριστικό πηνίο ή πηνίο πολώσεως που μεταφέρει ένα ρεύμα ανάλογο προς το πλήρες ρεύμα του συστήματος, που περιορίζει την λειτουργία του ρελαί μόνο σε μεγάλα ρεύματα σφάλματος που διαπερνούν την συσκευή.

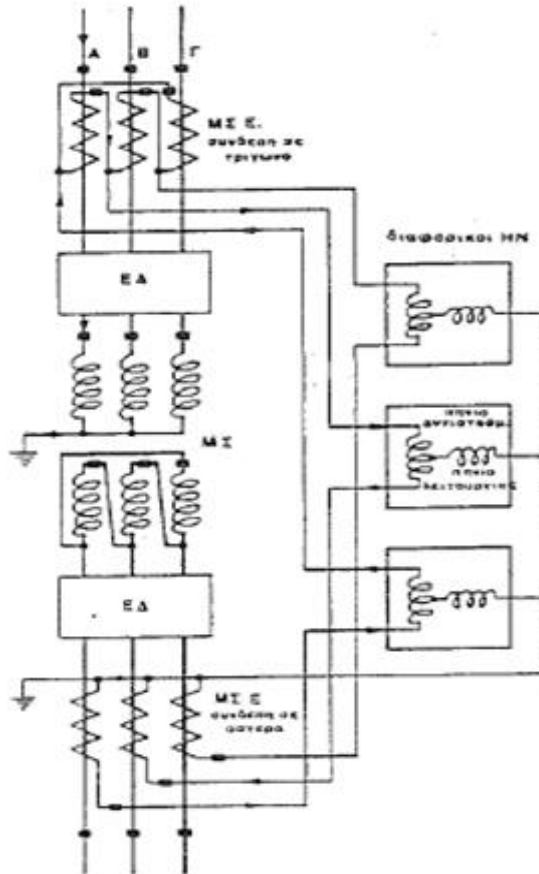
Η αρχή αυτή (ρεύμα κυκλοφορίας) μπορεί να εφαρμοστεί σε γεννήτριες, τροφοδότες, Μ/Σ, και ζυγούς, και παρέχει εξαιρετική επιλεκτικότητα.

3.6.2 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ

Προστασία με διαφορικούς ηλεκτρονόμους

Οι Μ/Σ πρέπει να προστατεύονται από εσωτερικά σφάλματα ή από υπερθερμάνσεις που οφείλονται σε υπερφορτίσεις ή σε εξωτερικά σφάλματα. Οι δυσκολίες που παρουσιάζονται εδώ είναι ότι η σύγκριση των εντάσεων, δεν γίνεται στα άκρα του ίδιου τυλίγματος, αλλά συγκρίνονται τα ρεύματα στην είσοδο TDU Μ/Σ (γραμμή υψηλής τάσεως), και στην έξοδο του Μ/Σ (γραμμή μέσης τάσεως), δηλαδή σε δύο ανεξάρτητα τυλίγματα (υψηλής και μέσης τάσεως).

Λόγω της σχέσεως μετασχηματισμού και της διαφορετικής συνδεσμολογίας πρωτεύοντος - δευτερεύοντος, κάτω από κανονικές συνθήκες ή και κατά τη διάρκεια εξωτερικών σφαλμάτων τα ρεύματα είναι άνισα.



Εικόνα 3.9

Τα ρεύματα που θα συγκριθούν από τους διαφορικούς ηλεκτρονόμους λαμβάνονται από τα δευτερεύοντα Μ/Σ εντάσεως και γίνονται ίσα με τη χρησιμοποίηση Μ/Σ εντάσεως διαφορετικών σχέσεων. Η διαφορά συνδεσμολογίας πρωτεύοντος και δευτερεύοντος του Μ/Σ ισχύος εξισορροπείται με τη χρησιμοποίηση μετασχηματιστών εντάσεως με συνδεσμολογία σε αστέρα στην πλευρά του μετασχηματιστή ισχύος όπου η συνδεσμολογία είναι σε τρίγωνο, και σε συνδεσμολογία σε τρίγωνο στην πλευρά του Μ/Σ ισχύος όπου η συνδεσμολογία είναι σε αστέρα βλ εικόνα 3.9.

Τα βέλη δείχνουν τη ροή του ρεύματος που έχει προκληθεί από εξωτερικό σφάλμα στη φάση Α προς γη από την πλευρά του αστέρα του μετασχηματιστή ισχύος. Οι διαφορικοί ηλεκτρονόμοι προστατεύουν τον Μ/Σ από σφάλματα μεταξύ σπειρών, προς τη γη, μεταξύ φάσεων, και στις γραμμές που οδηγούν στους διακόπτες ισχύος.

Προστασία με ηλεκτρονόμο Buchholz

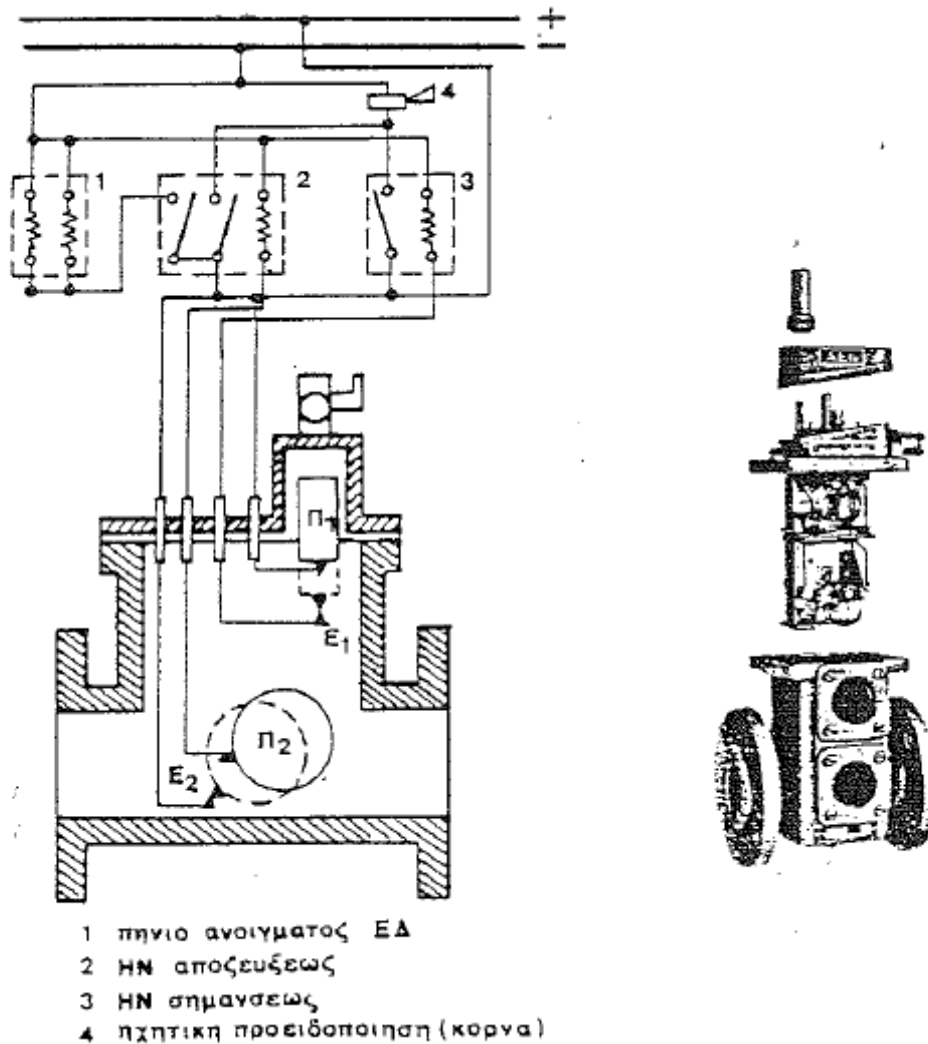
Ο ΗΝ Buchholz τοποθετείται στο σωλήνα που συνδέει το κύριο σώμα του μετασχηματιστή με το δοχείο διαστολής και επομένως είναι πάντοτε γεμάτος με λάδι.

Μια σημαντική διαρροή λαδιού στο μετασχηματιστή θα είχε σαν αποτέλεσμα το άδειασμα του δοχείου διαστολής, και στη συνέχεια το κατέβασμα της στάθμης στο κύριο δοχεία του μετασχηματιστή με επακόλουθο την αποκάλυψη και στη συνέχεια καταστροφή των τυλιγμάτων. Ο ΗΝ Buchholz προλαμβάνει αυτό το ανεπιθύμητο αποτέλεσμα.

Στην εικόνα 3.10 διακρίνονται δυο πλωτήρες Π1 και Π2 που ανάλογα με την θέση τους κρατούν σε κλειστή ή ανοικτή θέση τις δυο υδραργυρικές επαφές Ε1 και Ε2.

Όταν η στάθμη του λαδιού αρχίσει να κατεβαίνει τότε αέρας θα μπει στο επάνω μέρος του Buchholz. Ο πλωτήρας Π1 θα κατέβει και θα κλείσει την επαφή Ε1 της σημάνσεως που θα προειδοποιήσει με σήμα ηχητικό ή οπτικό για την απώλεια λαδιού. Αν εξακολουθήσει η

απώλεια του λαδιού τότε ο ΗΝ Buchholz θα αδειάσει, ο πλωτήρας Π2 θα κατέβει και θα κλείσει την επαφή Ε2 της αποζεύξεως. Ο ΗΝ θα δώσει εντολή στα πηνία ανοίγματος των διακοπών που τροφοδοτούν το Μ/Σ να ανοίξουν για να τον απομονώσουν ηλεκτρικά από το σύστημα.



Εικόνα 3.10 Αποσυναρμολογημένος ΗΝ Buchholz με το ηλεκτρικό του διάγραμμα

Ο ΗΝ Buchholz προστατεύει το μετασχηματιστή εκτός από την απώλεια του μονωτικού λαδιού, και από εσωτερικά βραχυκυκλώματα.

Εάν γίνει βραχυκύκλωμα στο εσωτερικό του μετασχηματιστή η αύξηση της θερμοκρασίας θα προκαλέσει καύση του μονωτικού λαδιού, καύση των μονώσεων, τήξη των μετάλλων κ.λπ. Αποτέλεσμα της καύσεως θα είναι η δημιουργία αερίων που θα κυκλοφορήσουν από το δοχείο του μετασχηματιστή προς το δοχείο διαστολής. Διερχόμενα όμως τα αέρια από τον ΗΝ Buchholz εγκλωβίζονται μέσα σε αυτόν και το λάδι εκτοπίζεται, οπότε κλείνουν οι υδραργυρικές επαφές και έχουμε λειτουργία του ΗΝ όπως και στην περίπτωση που είχαμε απώλεια του λαδιού.

Ο ΗΝ Buchholz λειτουργεί και όταν προκληθεί απότομη ροή λαδιού από το κύριο δοχείο του μετασχηματιστή προς το δοχείο διαστολής σε περίπτωση ισχυρής πίεσης λόγω βραχυκυκλώματος. Αυτό πραγματοποιείται με ένα πτερύγιο που βρίσκεται στο χώρο του Buchholz που παρασυρόμενο από τη ροή του λαδιού προκαλεί το κλείσιμο των υδραργυρικών επαφών.

Ο ΗΝ Buchholz είναι εξαιρετικά ευαίσθητος στην ανεύρεση εσωτερικών σφαλμάτων στους μετασχηματιστές στην αρχή της εμφανίσεώς τους, και κάνει δυνατή την απομόνωση του μετασχηματιστή γρήγορα πριν το σφάλμα εξελιχθεί σε αρκετά σοβαρό.

Οι ΗΝ Buchholz είναι απλούστεροι από τους διαφορικούς ΗΝ και αρκετά φθηνότεροι, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν οικονομικά και σε μικρούς μετασχηματιστές ισχύος.

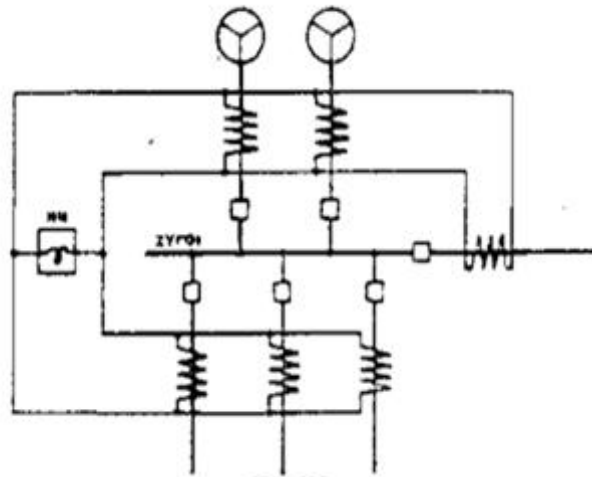
Απαραίτητα μετά τη λειτουργία του ΗΝ Buchholz πρέπει να γίνει χημική ανάλυση των συγκεντρωθέντων αερίων για να διαπιστωθεί η προέλευσή τους. Με κατάλληλα χημικά αντιδραστήρια διαπιστώνεται αν το αέριο περιέχει μόνο προϊόντα αποσυνθέσεως του λαδιού, δηλαδή προϊόντα που προέρχονται από υπερπήδηση μεταξύ γυμνών αγωγών ή μεταξύ γυμνών αγωγών και γης, ή περιέχει προϊόντα που προήλθαν από καύση στερεών μονωτικών υλικών όπως το χαρτί, το ξύλο, κ.λπ. Με τον τρόπο αυτό μπορούμε να συμπεράνουμε για το είδος της ανωμαλίας και να ενεργήσουμε ανάλογα.

3.6.3 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΖΥΓΩΝ

Η προστασία των ζυγών περιλαμβάνει εκτός από τους ζυγούς, και τα μηχανήματα που είναι συνδεδεμένα πάνω σε αυτούς όπως διακόπτες, αποζεύκτες, μετασχηματιστές οργάνων κ.α.

Τα σφάλματα που εμφανίζονται στους ζυγούς έχουν διάφορες αιτίες προελεύσεως όπως βραχυκυκλώματα, ανωμαλίες στους διακόπτες κατά τη λειτουργία τους, εσφαλμένοι χειρισμοί κ.α.

Τα σφάλματα στους ζυγούς πρέπει να απομονώνονται γρήγορα για να περιορίζεται στο ελάχιστο η ζημιά. Για την απομόνωση του σφάλματος χρειάζεται να τεθούν εκτός τάσεως όλα τα κυκλώματα που είναι συνδεδεμένα στους ζυγούς με αποτέλεσμα τη διακοπή της παραγωγής ή τη διακοπή μεταφοράς σημαντικής ισχύος.



Εικόνα 3.11

Η πιο συνηθισμένη μέθοδος προστασίας ζυγών είναι με διαφορικούς ηλεκτρονόμους. Οι ηλεκτρονόμοι τροφοδοτούνται με ρεύματα από μετασχηματιστές εντάσεως που τοποθετούνται σε όλα τα κυκλώματα που αναχωρούν από τους ζυγούς.

Το αλγεβρικό άθροισμα των εισερχομένων ρευμάτων στους ζυγούς πρέπει να είναι ίσο με τα εξερχόμενα από αυτούς, επομένως η διαφορά τους να είναι μηδέν, εκτός από την περίπτωση που θα εμφανιστεί σφάλμα πάνω σε αυτούς. Στην περίπτωση αυτή το ρεύμα σφάλματος εξέρχεται προς την κατεύθυνση του σφάλματος επί ενός κυκλώματος, ενώ

εισέρχεται από περισσότερα κυκλώματα. Η διαφορά αυτή των ρευμάτων θα προκαλέσει τη λειτουργία του διαφορικού ηλεκτρονόμου που θα απομονώσει την περιοχή του σφάλματος.

3.7 ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Υπάρχει σταθερή η ζήτηση όσο τα συστήματα γίνονται συνθετότερα, για περαιτέρω βελτίωση της ταχύτητας και αξιοπιστίας των κλασικών συσκευών προστασίας, πράγμα αρκετά δύσκολο. Επίσης η προστασία λειτουργεί για πολύ σύντομα διαστήματα και πολύ σπάνια, πράγμα που σε έναν ορισμένο βαθμό ελαττώνει την αξιοπιστία του εξοπλισμού καθώς και την εμπιστοσύνη που μπορεί να του έχει κανείς. Αυτό μπορεί να αποφευχθεί αν χρησιμοποιηθούν ηλεκτρονικοί υπολογιστές σε τοπικούς υποσταθμούς.

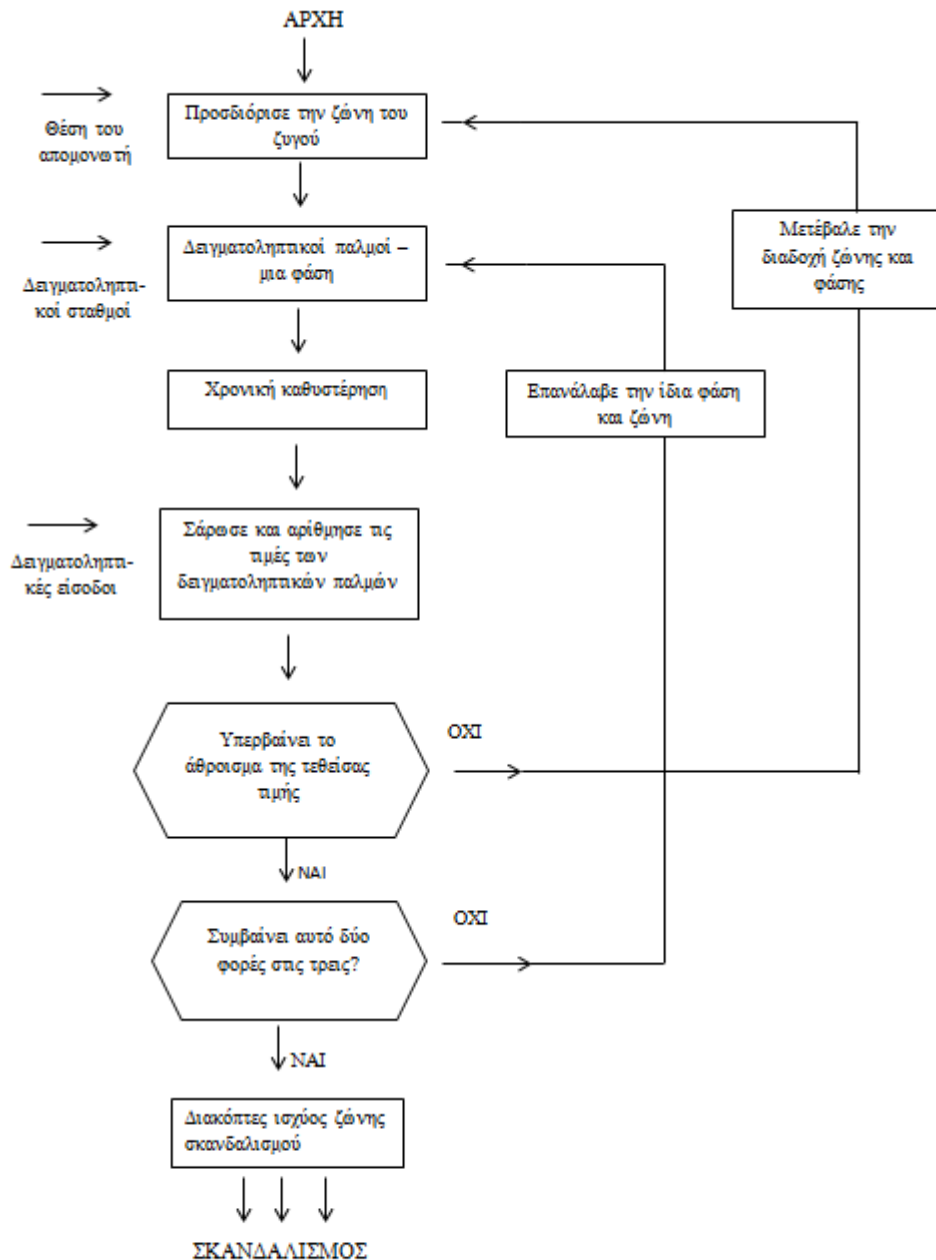
Για να αποφύγουμε την αστάθεια που παρουσιάζεται όταν συμβεί ένα επικίνδυνο βραχυκύκλωμα κοντά στους ακροδέκτες της γεννήτριας, η μηχανή πρέπει να απομονωθεί πολύ γρήγορα.

Οι περισσότερες μέθοδοι μετρήσεως και συγκρίσεως που εκτελούνται προς το παρόν από ρελαί και τον σχετικό εξοπλισμό μπορούν να διεξαχθούν από ηλεκτρονικούς υπολογιστές που τροφοδοτούνται από εισόδους σε ψηφιακή μορφή που παράγονται από το σύστημα. Οι στιγμιαίες ποσότητες του συστήματος θα λαμβάνονταν μέσω μετασχηματιστών ρεύματος και μετασχηματιστών τάσεως, και θα μπορούσαν να μετατραπούν σε ψηφιακή μορφή με την χρήση μεθόδων μετατροπής αναλογικού προς ψηφιακό σήμα (A/D). Οι παράμετροι του συστήματος υφίστανται δειγματοληπτικές μετρήσεις περιοδικώς, και μετά πάλι μια επεξεργασία ανάλογη με την συγκεκριμένη μέθοδο που χρησιμοποιείται.

Το προτεινόμενο άνοιγμα σε 4m sec των επικίνδυνων σφαλμάτων απαιτεί μια περίοδο δειγματοληψίας ρεύματος σφάλματος 0,5m sec, και ένα ελάχιστο έξι δειγμάτων απαιτείται για το άνοιγμα του διακόπτη, επομένως ο συνολικός απαιτούμενος χρόνος είναι 3m sec.

Διαφύλαξη των δεδομένων

Ο αριθμός ποσοτήτων που πρόκειται να διαφυλαχτούν είναι σημαντικός όταν ζητείται η προστασία ενός μεγάλου πολύπλοκου υποσταθμού. Δέκα δείγματα όλων των φασικών ρευμάτων, και των τάσεων φάση προς έδαφος στις διάφορες συνδέσεις του υποσταθμού, διαφυλάσσονται μαζί με δύο μεγέθη αιχμής των ποσοτήτων αυτών. Επίσης, διαφυλάσσεται ο αριθμός δείγματος, δηλαδή η θέση στον χρόνο, των αιχμών ρεύματος και άλλων ποσοτήτων όπως των διαφορικών ρευμάτων. Συνολικά, για ένα μέσο (20KV-150KV) (22KV) υποσταθμό, έχει υπολογιστεί διαφύλαξη της τάξεως των 2000 λέξεων. Έχουν διαφυλαχθεί πολλές υπορουτίνες ηλεκτρονικού υπολογιστή, που εκτελούν τις λειτουργίες λογικής και συγκρίσεως που προηγουμένως διεξάγονταν από τα ρελαί. Οι ρουτίνες αυτές συμπεριλαμβάνουν μετατροπή αναλογικού σήματος προς ψηφιακά, προσδιορισμό της αιχμής του ρεύματος γραμμής, σύγκριση ρευμάτων, διαφορικά ρεύμα M/Σ, ανάλυση κυματομορφής και διάφορες διατάξεις αποστάσεως.



Εικόνα 3.12 Διάγραμμα ροής που εφαρμόζεται στους ζυγούς

Προτεινόμενη προστασία ζυγού.

Έχει περιγράψει μια μέθοδος για την προστασία ζώνης ζυγού που χρησιμοποιεί την ισορροπία ρευμάτων.

Δείγματα των ρευμάτων υφίστανται ταυτόχρονη ανάγνωση από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Για κάθε σετ δειγμάτων (αν υπάρχει εσωτερικό σφάλμα) παράγεται ένα σήμα ανοίγματος όλων των διακοπών ισχύος που βρίσκονται στην ζώνη προστασίας, όπου i_n είναι το ρεύμα στον n -οστό τροφοδότη, και f είναι ο αριθμός των τροφοδοτών. Αν το M δεν υπερβάλλεται, τότε δεν υπάρχει εσωτερικό σφάλμα.

Η προστασία με ψηφιακό ηλεκτρονικό υπολογιστή είναι προς τα παρόν στο αρχικό στάδιο αναπτύξεώς της. Παρουσιάζεται ότι προσφέρει πολλά τεχνικά πλεονεκτήματα που συμπεριλαμβάνουν μικρούς χρόνους λειτουργίας. Όπως σε όλες τις νέες εξελίξεις όμως, πρέπει να ληφθούν υπόψη τόσο οι τεχνικοί όσο και οικονομικοί παράγοντες.

3.8 ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΑ

Κατά τις πτώσεις των κεραυνών πάνω στις εναέριες γραμμές ή στο έδαφος κοντά σε αυτές, αναπτύσσονται στους αγωγούς υπερτάσεις που είναι επικίνδυνες για τις μονώσεις των γραμμών και των εγκαταστάσεων. Οι υπερτάσεις αυτές αντιμετωπίζονται με τα αλεξικέραυνα.

Για την αποτελεσματική προστασία πρέπει να τοποθετούνται αλεξικέραυνα σε κάθε στύλο ή κάθε τρείς στύλους. Αυτό όμως είναι δαπανηρό και γενικά για τα δίκτυα στην Ελλάδα δεν θεωρείται απαραίτητα. Ο περιορισμός όμως των κρουστικών τάσεων στους μετασχηματιστές είναι βασικής σημασίας, επειδή η αντοχή τους είναι μικρότερη από την αντοχή των γραμμών. Κάθε Μ/Σ πρέπει να προστατεύεται από αλεξικέραυνα. Η ονομαστική τάση του αλεξικέραυνου είναι η μεγαλύτερη τάση στην οποία είναι υπολογισμένο να αντέχει αυτό συνέχεια.

Το εναέριο κύκλωμα ηλεκτρικής προστασίας του Υ/Σ αποτελείται από χαλύβδινους αγωγούς πολύκλωνους οι οποίοι συνδέονται, στην κορυφή των πύργων και των κριωμάτων του Υ/Σ μέσω κατάλληλων σφιγκτήρων, στο εναέριο κύκλωμα ηλεκτρικής προστασίας, της γραμμές μεταφοράς Υ.Τ. και στην γείωση του Υ/Σ.

Τα χρησιμοποιούμενα στους Υ/Σ αλεξικέραυνα είναι τύπου βαλβίδας. Εξωτερικά τα αλεξικέραυνα αυτά έχουν την εμφάνιση συνηθισμένου μονωτήρα πορσελάνης. Ο ένας του ακροδέκτης συνδέεται στον αγωγό της φάσης και άλλος με την γη.

Για κάθε φάση χρειάζεται ένα αλεξικέραυνο. Το αλεξικέραυνο αποτελείται από μια σειρά δίσκων από ειδικό υλικό που έχει την ιδιότητα να είναι μονωτικό στις συνηθισμένες τάσεις και να γίνεται αγώγιμο σε μεγαλύτερες τάσεις. Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας της εναέριας γραμμής η αντίσταση του αλεξικέραυνου παρουσιάζει μεγάλη τιμή. Εάν όμως η τάση αυξηθεί πέρα από ορισμένη τιμή (π.χ. σε περίπτωση κεραυνού) τότε έχουμε: α) διάσπαση του αέρα των διακένων του αλεξικέραυνου, και β) η αντίσταση των δίσκων γίνεται μικρή και η εκκένωση διοχετεύεται στη γη.

Το τόξο που δημιουργείται από την εκκένωση διακόπτεται από μόνο του και η μονωτική ικανότητα του αλεξικέραυνου επανέρχεται στην κανονική τιμή μόλις μειωθεί η υπέρταση που εμφανίστηκε στη γραμμή.

3.9 ΓΕΙΩΣΗ Υ/Σ

Η γείωση αποτελεί σοβαρό παράγοντα προστασίας και πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή στα πιο κάτω:

1. Γείωση των μη ρευματοφόρων κατασκευών και τμημάτων.
2. Πολλαπλή γείωση του ουδέτερου του δικτύου χαμηλής τάσεως, περιλαμβανομένης της γειώσεως στην είσοδο της παροχετεύσεως των καταναλωτών.
3. Γείωση των αλεξικέραυνων για εξασφάλιση διόδου (προς τη γη) για τους κεραυνούς που πέφτουν πάνω στο δίκτυο.
4. Γείωση του ουδέτερου σημείου μέσης τάσεως στους υποσταθμούς.

Είναι βασικής σημασίας η γείωση να είναι αποτελεσματική και για τεχνικούς λόγους, αλλά και για την ασφάλεια των καταναλωτών.

Το δίκτυο γείωσης του ΥΣ κατασκευάζεται βάση σχεδίου της υπηρεσίας μελετών για την βελτίωση των συνθηκών γείωσης του χώρου του Υ/Σ. Αυτό αποτελείται από χάλκινες λάμες ορθογώνιας διατομής (ή χάλκινο αγωγό), τοποθετημένους υπόγεια και συγκολλημένους μεταξύ τους ώστε να σχηματίζουν πλέγμα ορθογώνιων πλαισίων. Σε διάφορα σημεία του δικτύου καρφώνουμε σιδερένιους γαλβανισμένους σωλήνες μήκους 3m, την κεφαλή των οποίων συγκαλούμε στα δίκτυο γείωσης.

Όλες οι μεταλλικές κατασκευές του Υ/Σ, το μεταλλικό μέρος μηχανημάτων, ο ουδέτερος των Μ/Σ, και όποιο σημείο χρειάζεται γείωση συνδέεται με χάλκινο αγωγό στο δίκτυο γείωσης.

3.10 ΚΥΜΑΤΟΠΑΓΙΔΕΣ – ΣΥΣΤΗΜΑ ΦΕΡΕΣΥΧΝΩΝ (CARRIER)

Κλείνοντας το κεφάλαιο περί προστασίας του Υ/Σ θεωρήθηκε απαραίτητο να γίνει μια αναφορά στον τρόπο επικοινωνίας του Υ/Σ με το κέντρο κατανομής ηλεκτρικής ενέργειας.

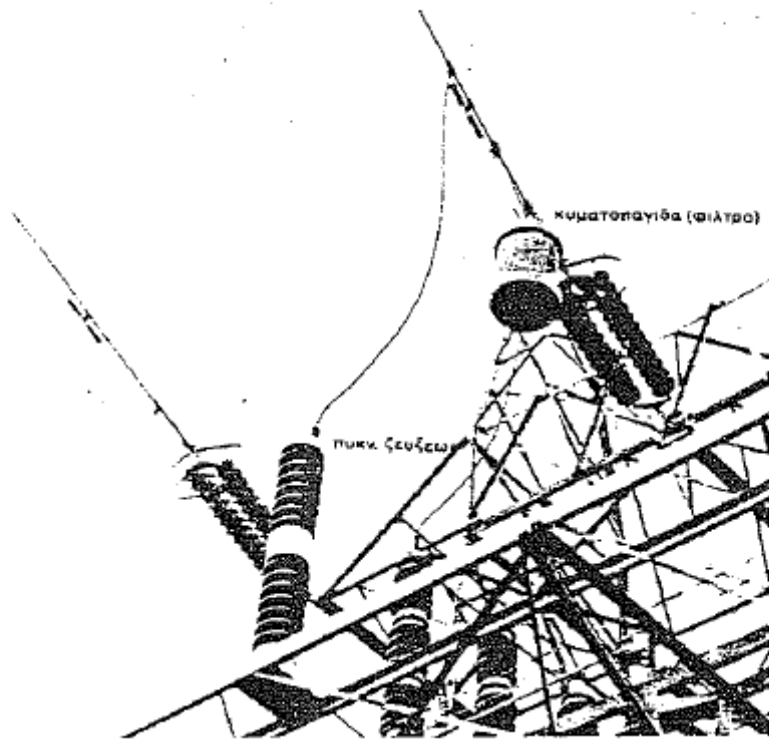
Για τον σκοπό αυτό σε κάθε Υ/Σ υπάρχει ειδικό τηλεφωνικό σύστημα που ονομάζεται σύστημα φερεσύχων (CARRIER).

Ο τρόπος λειτουργίας του σε γενικές γραμμές είναι ο εξής:

Σε σημείο της γραμμής μεταφοράς διαβιβάζεται ρεύμα χαμηλής τάσεως και υψηλής συχνότητας από ειδικές ηλεκτρονικές συσκευές, ενώ αντίστοιχοι δέκτες που βρίσκονται στους σταθμούς και τους Υ/Σ μπορούν να το δεχθούν.

Για την παρεμπόδιση εισόδου του ρεύματος φερεσύχων στα μηχανήματα του Υ/Σ, τοποθετούνται κυματοπαγίδες (φίλτρα) που ενώ επιτρέπουν το πέρασμα του ρεύματος βιομηχανικής συχνότητας (50Hz), εμποδίζουν το πέρασμα του ρεύματος υψηλής συχνότητας (30 έως 350KHz) των φερεσύχων. Οι κυματοπαγίδες αυτές πρέπει να παρουσιάζουν πρακτικά μηδενική αντίσταση στη συχνότητα των 50Hz, να επιτρέπουν το πέρασμα του μεγίστου επιτρεπόμενου ρεύματος της γραμμής μέσα στα επιτρεπτά όρια θερμάνσεως, και να μπορούν να συντονισθούν σε μία, δύο, ή και ολόκληρο φάσμα υψηλών συχνοτήτων φερεσύχων.

Η υψηλή συχνότητα επικοινωνίας φθάνει μέχρι την κυματοπαγίδα χωρίς να μπορεί να περάσει από αυτή. Πριν από την κυματοπαγίδα με αγωγό οδηγείται σε πυκνωτή ζεύξεως ή σε Μ/Σ τάσεως τύπου χωρητικού καταμεριστή που χρησιμεύει συγχρόνως και για τη σύνδεση του συστήματος φερεσύχων, όπου υποβιβάζεται η τάση. Στο άλλο άκρο του πυκνωτή παίρνουμε την υψηλή συχνότητα με χαμηλή τάση, η οποία οδηγείται σε ειδική συσκευή όπου μετατρέπεται σε ακουστική.



Εικόνα 3.13 Κυματοπαγίδα και πυκνωτής ζεύξεων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΑΣΗΣ

4.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η τάση με την οποία τροφοδοτούνται οι καταναλωτές πρέπει να διατηρείται σταθερή. Όμως κάτι τέτοιο είναι αδύνατο να πραγματοποιηθεί, και έτσι από τους κανονισμούς επιτρέπεται μια διακύμανση της τάσης που είναι $\pm 5\%$ της ονομαστικής της τιμής.

Τα φορτία των καταναλωτών δεν είναι σταθερά. Μεταβάλλονται συνεχώς γιατί συνδέονται και αποσυνδέονται, και οι συσκευές που λειτουργούν δεν απορροφούν πάντοτε την ίδια ισχύ.

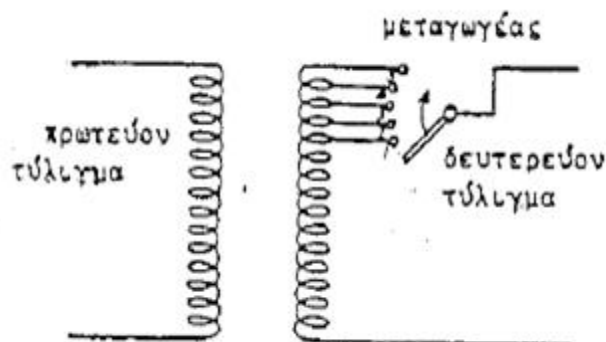
Τα κυριότερα μέσα με τα οποία μπορεί να γίνει η ρύθμιση της τάσης του Υ/Σ είναι τα εξής:

- α) Ρύθμιση τάσης στους Μ/Σ με μεταγωγέα
- β) Σύγχρονοι πυκνωτές
- γ) Στατοί πυκνωτές
- δ) Ρυθμιστές

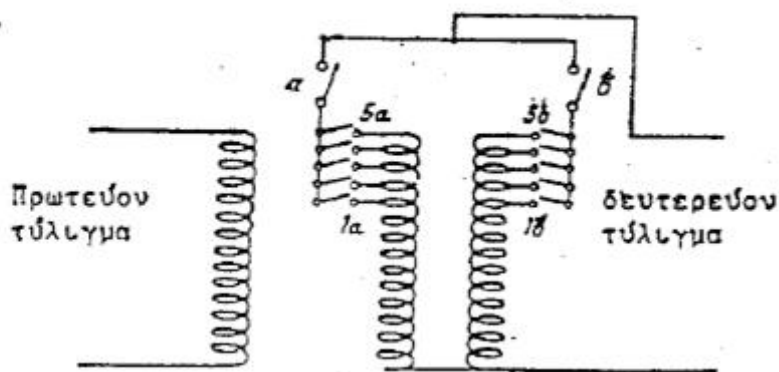
4.2 ΡΥΘΜΙΣΗ ΤΗΣ ΤΑΣΗΣ ΜΕ ΜΕΤΑΓΩΓΕΑ

Αυτός ο τρόπος ρύθμισης μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στη μεταφορά και στη διανομή. Οι Μ/Σ έχουν δύο τυλίγματα, το πρωτεύον (αυτά που τροφοδοτείται) και το δευτερεύον. Το δευτερεύον τύλιγμα είναι δυνατόν να κατασκευαστεί με πολλές ενδιάμεσες λήψεις.

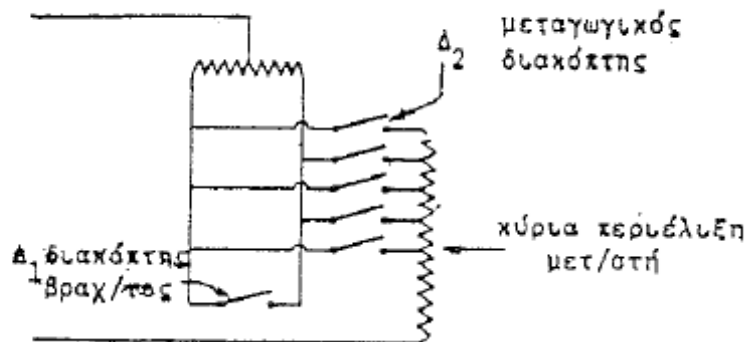
Συνήθως υπάρχουν πέντε λήψεις. Στη θέση 1 παίρνουμε τη μικρότερη τάση στο δευτερεύον, ενώ στη θέση 5 τη μεγαλύτερη. Οι μετασχηματιστές με ενδιάμεσες λήψεις συνήθως τροποποιούν τη σχέση μετασχηματισμού σε ποσοστά $\pm 5\%$, $\pm 2,5\%$ και 0.



Εικόνα 4.1^α Μ/Σ με διαφορετικές λήψεις δευτερεύον τυλίγματος μέσω μεταγωγέα



Εικόνα 4.1^β Μ/Σ με δυο μεταγωγείς για ρύθμιση τάσης υπό φορτίο



Εικόνα 4.1γ Μεσαία λήψη αυτομετασχηματιστή

Ο μεταγωγέας μετακινείται αυτόματα με σερβομηχανισμό ή με τηλεχειρισμό. Μεγάλη δυσκολία υπάρχει στο σβήσιμο του τόξου που προκαλείται από τη μετάβαση του μεταγωγέα από τη μια θέση στην άλλη. Συνήθως το πλάτος του μεταγωγέα καλύπτει την απόσταση μεταξύ δύο λήψεων για να μη γίνεται διακοπή. Πάντως, τόξο έχουμε τη στιγμή που ο μεταγωγέας παύει να καλύπτει και επίσης δύο επαφές, πράγμα που προκαλεί και την καταστροφή επίσης.

Μια άλλη μέθοδος αλλαγής επίσης σχέσης μετασχηματισμού με μεταγωγέα φαίνεται στην εικόνα 4.1, το δεύτερο σχήμα. Εδώ το δευτερεύον τυλίγμα αποτελείται από 2 όμοια παράλληλα τυλίγματα με ενδιάμεσες λήψεις.

Επίσης υποθέσουμε ότι είναι κλειστοί οι διακόπτες α και β και ότι είναι κλειστές οι επαφές 1^α και 1β, δηλαδή η τάση είναι η χαμηλότερη και χρειάζεται αύξησή επίσης. Όταν ανοίξει η επαφή 1^α για να κλείσει η 2^α τότε όλο το φορτίο του Μ/Σ το αναλαμβάνει το τυλίγμα β. Μετά ανοίγει η 1β και μέχρι να κλείσει η 2β όλο το φορτίο τα αναλαμβάνει το τυλίγμα α.

Η φθορά των επαφών είναι μικρότερη από την προηγούμενη περίπτωση. Επειδή είναι δύσκολη η επιθεώρηση των επαφών 1^α, 2^α, ..., 5^α και 1β, 2β, ..., 5β, τοποθετούνται οι διακόπτες α και β. Έτσι πριν ανοίξει η 1^α και κλείσει η 2^α ανοίγει ο διακόπτης α. Γίνεται η αλλαγή από 1^α σε 2^α και κλείνει ο διακόπτης α. Το ίδιο γίνεται και με το διακόπτη β. Οι διακόπτες α και β τοποθετούνται σε μέρη που μπορεί να γίνει ή επιθεώρηση και επισκευή επίσης.

Επειδή γίνονται στιγμιαίες μεταβολές επίσης τάσης για να μην έχουμε άσκοπη λειτουργία των ρυθμιστών τοποθετούνται ηλεκτρονόμοι χρονικής καθυστέρησης.

Μια άλλη διάταξη αλλαγής λήψης φαίνεται στο τρίτο σχήμα επίσης συγκεκριμένης εικόνας. Η εν λόγω λήψη αποτελείται από το κύριο τύλιγμα του Μ/Σ, ένα αυτομετασχηματιστή με μεσαία λήψη, το διακόπτη βραχυκύκλωσης Δ1, και επίσης διακόπτες αλλαγής λήψης Δ2. Κατά την λειτουργία είναι κλειστός ο Δ1 και επίσης από επίσης Δ2. Για αλλαγή λήψης ανοίγει ο Δ1, κλείνει μια άλλη επαφή τον Δ2, ανοίγει η επαφή τον Δ2 που ήταν κλειστή, και ξανακλείνει ο Δ1.

4.3 ΣΥΓΧΡΟΝΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ

Οι σύγχρονοι επαγωγικοί κινητήρες όταν λειτουργούν με υπερδιέγερση συμπεριφέρονται σαν πυκνωτές. Οι εναλλακτικές μπορούν να λειτουργήσουν σαν σύγχρονοι επαγωγικοί κινητήρες. Έτσι είναι δυνατόν κάποιοι εναλλακτικές να χρησιμοποιηθούν σαν σύγχρονοι πυκνωτές για να βελτιώνουν επίσης συνθήκες μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, με βελτίωση του συντελεστή ισχύος. Οι σύγχρονοι πυκνωτές έχουν ορισμένα μειονεκτήματα επίσης είναι τα εξής:

- Σε περίπτωση βραχυκυκλώματος κοντά σε επίσης αυξάνεται το ρεύμα βραχυκύκλωσης και χρειάζονται ειδικές διατάξεις προστασίας.
- Οι σύγχρονοι κινητήρες αποσυγχρονίζονται εύκολα όταν το φορτίο επίσης υπερβεί ένα όριο. Αν αποσυγχρονισθούν είναι δυνατόν να θέσουν εκτός λειτουργίας ολόκληρο το σύστημα.
- Ακόμα μειονέκτημα των σύγχρονων αντισταθμιστών θεωρείται η αναπόφευκτη απώλεια ισχύος που παρουσιάζουν λόγω τριβών των κινούμενων μερών επίσης σύγχρονης μηχανής.

Οι απώλειες αυτές μπορούν να θεωρηθούν σημαντικές σε σχέση με την αντιστάθμιση των στατών πυκνωτών. Ένα μεγάλο πλεονέκτημα των σύγχρονων κινητήρων σαν αντισταθμιστών είναι η πολύ καλή προσαρμοστικότητα λειτουργίας που παρουσιάζουν για επίσης επίσης καταστάσεις του φορτίου.

4.4 ΣΤΑΤΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ

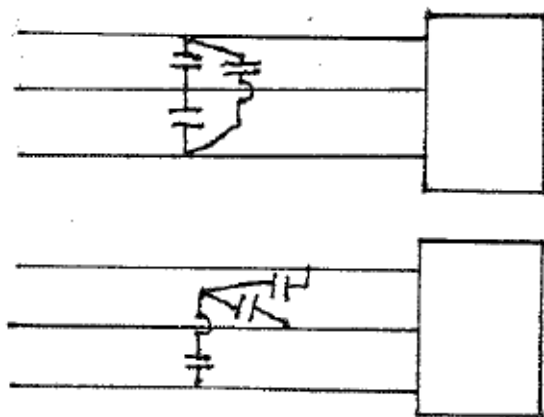
4.4.1 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΑ

Οι πυκνωτές διακλάδωσης χρησιμοποιούνται στα σημεία εκείνα του δικτύου που παρουσιάζεται κατανάλωση άεργης ισχύος. Τέτοιες περιπτώσεις αντιμετωπίζουμε επίσης εναέριες γραμμές μεταφοράς που λειτουργούν με πλήρες φορτίο. Το αποτέλεσμα είναι να παρέχουν την απαιτούμενη άεργη ισχύ, έτσι ώστε να διατηρούνται οι τιμές επίσης τάσης στα επιθυμητά επίπεδα.

Μειονέκτημα των παράλληλων πυκνωτών (ή πυκνωτών διακλάδωσης) είναι ότι όσο η τάση ελαττώνεται η άεργη ισχύς που παράγεται από τη διακλάδωση επίσης πυκνωτή ελαττώνεται και αυτή. Έτσι η αποτελεσματικότητα επίσης είναι μικρότερη εκεί που επίσης χρειαζόμαστε περισσότερο.

Επίσης, σε χαμηλά φορτία, όταν η τάση είναι υψηλή, η έξοδος του πυκνωτή είναι μεγάλη και η τάση στα σημεία εκείνα τείνει να αυξηθεί σε υπερβολικά υψηλά επίπεδα. Η ζεύξη και η απόζευξη των πυκνωτών μπορεί να γίνεται αυτόματα. Για την αποφυγή άσκοπων ζεύξεων και απόζεύξεων είναι δυνατόν να υπάρχει χρονική καθυστέρηση (με ηλεκτρονόμο).

Η συνδεσμολογία των πυκνωτών διακλάδωσης μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: Είτε με τη σύνδεση τριγώνου, είτε με τη σύνδεση αστέρα.



Εικόνα 4.2 Συνδεσμολογία πυκνωτών με σύνδεση τριγώνου και αστέρα αντίστοιχα

4.4.2 ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΣΕ ΣΕΙΡΑ

Οι πυκνωτές που συνδέονται σε σειρά με τους αγωγούς μιας γραμμής χρησιμοποιούνται για να ελαττώσουν την επαγωγική αντίσταση μεταξύ του σημείου τροφοδοσίας και του φορτίου. Ένα σημαντικό μειονέκτημα αυτών των διατάξεων είναι η υψηλή υπέρταση που εμφανίζεται όταν το ρεύμα βραχυκυκλώσεως περάσει μέσα από τους πυκνωτές. Γι' αυτό είναι ενσωματωμένες ειδικές συσκευές προστασίας.

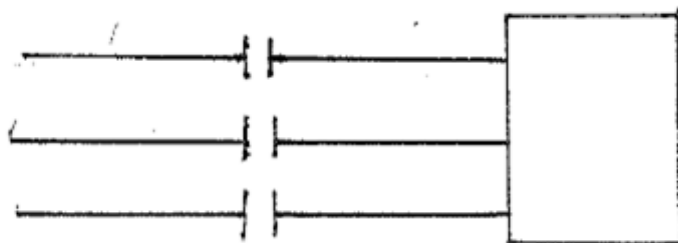
Τα σχετικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ανάμεσα στη σύνδεση παράλληλων πυκνωτών και πυκνωτών σε σειρά μπορούν να συνοψισθούν στα παρακάτω.

α) Για μικρές απαιτήσεις άεργης ισχύος στο φορτίο δεν χρειάζονται πυκνωτές σε σειρά.

β) Με τους πυκνωτές σειράς η μείωση στο ρεύμα γραμμής είναι μικρή. Έτσι αν θερμοικοί περιορισμοί μας αναγκάζουν να μειώσουμε το ρεύμα, προκύπτει ελάχιστη ωφέλεια, και πρέπει να χρησιμοποιηθεί σύγχρονος κινητήρας.

γ) Οι πυκνωτές σειράς εμφανίζονται αποτελεσματικοί στις περιπτώσεις που έχουμε πτώση της τάσης. Επίσης εξομαλύνουν τις διακυμάνσεις στην τάση, που οφείλονται σε ηλεκτρικά τόξα κλπ.

δ) Για υψηλή συνολική αντίσταση της γραμμής οι πυκνωτές σειράς είναι πολύ αποτελεσματικοί και βελτιώνουν την ευστάθεια της γραμμής.



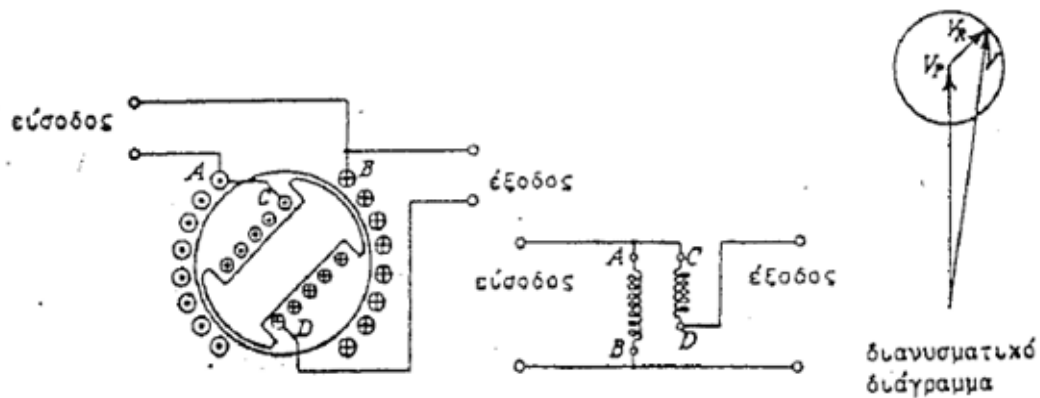
Εικόνα 4.3 Συνδεσμολογία με σύνδεση πυκνωτών σε σειρά

4.5 ΡΥΘΜΙΣΤΕΣ







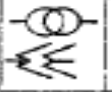







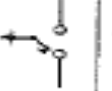

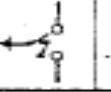
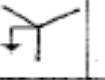
Εκτός από τους ρυθμιστές της τάσης των εναλλακτών χρησιμοποιούνται και άλλοι ρυθμιστές, κυρίως για την αναχώρηση των γραμμών διανομής Μ.Τ. Θα γνωρίσουμε δύο τύπους:

α) Επαγωγικός ρυθμιστής τάσης: Έχει δύο τυλίγματα σε κάθε φάση. Μπορεί να ρυθμίζει συνεχώς την τάση και όχι με βήματα. Μειονέκτημα του είναι η φασική απόκλιση που δημιουργεί. Μπορεί και ρυθμίζει την τάση μέχρι +10%.

β) Ρυθμιστές ρηματικού τύπου: Αποτελούνται από ένα Μ/Σ με σχέση μετασχηματισμού 1:1 ή από ένα μετασχηματιστή και από ένα μηχανισμό αλλαγής σχέσεως μετασχηματισμού υπό φορτίο με ενδιάμεσες λήψεις. Έχουν πολλές ενδιάμεσες λήψεις (20-40) και ρυθμίζουν την τάση κατά +10%. Χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση της τάσης στον υποσταθμό μεταφοράς στην πλευρά μέσης τάσεως.



Εικόνα 4.2 Μονοφασικός επαγωγικός ρυθμιστής τάσης

ΣΥΜΒΟΛΟ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ	ΣΥΜΒΟΛΟ	ΟΝΟΜΑΣΙΑ
	γεννητρια		A/Z μονοπολικός
	γραμμή		ασφαλειοπορευκτής
	ζυγοί		M/Σ εντάσεως
	M/Σ ισχύος		M/Σ τάσεως
	διακόπτης ισχύος		αλεξικεραυνο
	A/Z τριπολικός χειροκίνητος		πυκνωτής ζευξέως
	A/Z τριπολικός ηλεκτροκίνητος		φίλτρο φρεσυχών
	γλειώτης		M/Σ σε τρίγωνο
	εμβόλο τεχνητού ασφαλισμού		M/Σ σε αστέρα

ΣΥΝΤΜΗΣΕΙΣ ΛΕΞΕΩΝ			
ΑΔ	αεροδιακόπτης	ΜΣ	μετασχηματιστής
ΑΖ	απορευκτής	ΜΣ Ε.	μετ/της εντάσεως
ΑΣ	αλεξικεραυνο	ΜΣ Ε.Υ.	μετ/της εσωτ. υπηρ.
ΑΣΦ	ασφαλειοπορευκτής	ΜΣ Τ.	μετ/της τάσεως
Γ.Δ.	γραμμή διανομής	Μ.Τ.	μεση τάση
Γ.Μ.	γραμμή μεταφοράς	ΥΣ	υποσταθμός
ΕΔ	ελαιοδιακόπτης	Υ.Τ.	υψηλή τάση
ΗΝ	ηλεκτρονόμος	Χ.Τ.	χαμηλή τάση

Πίνακας ηλεκτρικών γραφικών συμβόλων

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

5.1 Ο ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΙΑΣ ΠΟΛΗΣ

5.1.1 ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

Η γραμμή της μέσης τάσης φτάνει στον Μ/Σ διανομής που βρίσκεται πάνω σε ξύλινο στύλο.

Η τάση από μέση 20KV γίνεται χαμηλή 230/400V. Οι Μ/Σ είναι ελαιόψυκτοι, εκτός αν υπάρχουν ειδικές συνθήκες που επιβάλλουν την χρησιμοποίηση στερεάς μόνωσης όπως π.χ. εύφλεκτα υλικά, κίνδυνος πυρκαγιάς, κ.λπ. Έτσι, Μ/Σ στερεάς μόνωσης υπάρχουν σε αποθήκες καυσίμων, πυρομαχικών, πλατφόρμες πετρελαίου, κ.λπ.

Το μέγεθος του Μ/Σ προσδιορίζεται από την προβλεπόμενη μέγιστη ζήτηση μετά ένα χρονικό διάστημα, π.χ. μετά από 5 ή 10 χρόνια. Μπορεί όμως, και από οικονομική άποψη να συμφέρει η αγορά μεγαλύτερου Μ/Σ από ότι χρειάζεται, γιατί μεγαλύτερος Μ/Σ σημαίνει και χαμηλότερες απώλειες χαλκού.

Ο Μ/Σ διανομής τοποθετείται κοντά στους καταναλωτές και σε θέση τέτοια ώστε να μπορούν οι τεχνικοί της ΔΕΔΔΗΕ οποιαδήποτε στιγμή να πλησιάσουν

5.1.2 ΙΣΧΥΣ Μ/Σ ΔΙΑΝΟΜΗΣ

Η ισχύς ενός Μ/Σ διανομής κυμαίνεται συνήθως από 25 KVA έως 1600 KVA. Αυτή είναι η ισχύς για την οποία έχει υπολογιστεί ο Μ/Σ υπό ορισμένες συνθήκες:

- ✓ θερμοκρασία περιβάλλοντος μικρότερη των 40°C.
- ✓ Μέση ημερήσια θερμοκρασία μικρότερη των 30°C.
- ✓ Μέση ετήσια θερμοκρασία μικρότερη των 20°C.
- ✓ Υψόμετρα της εγκατάστασης μέχρι 1000m.

Οι μέσες ημερήσιες και ετήσιες θερμοκρασίες στην Ελλάδα κυμαίνονται συνήθως σε αυτά τα όρια. Με την αύξηση της θερμοκρασίας έχουμε μείωση της ισχύς του Μ/Σ. Μείωση της ισχύς του Μ/Σ έχουμε και με την αύξηση του υψόμετρου εγκατάστασης του Μ/Σ. Η μείωση αυτή είναι 3% ανά 1000m.

Υπερφόρτιση

Ο Μ/Σ επιτρέπεται να φορτιστεί παροδικά με μεγαλύτερο ρεύμα απ' ότι το ονομαστικό του. Ο χρόνος της υπερφόρτισης εξαρτάται από την προηγούμενη φόρτιση και από το πόσο υπερφορτίζεται ο Μ/Σ. Έτσι, π.χ. ξεκινώντας από 50% της ονομαστικής φόρτισης (0.5I_v), μπορεί ο Μ/Σ να υπερφορτιστεί για μία ώρα κατά 30%, δηλαδή με ρεύμα 1.3I_v.

5.1.3 ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΧΑΛΚΟΥ ΚΑΙ ΣΙΔΗΡΟΥ

Ο Μ/Σ έχει συνεχώς, όσο είναι στο δίκτυο, απώλειες λόγω μαγνητικής υστέρησης και δινορευμάτων (απώλειες σιδήρου). Εκτός αυτών των απωλειών έχουμε, ανάλογα με το φορτίο, ωμικές απώλειες που εξαρτώνται από το τετράγωνο του ρεύματος. Συνολικά μπορεί κανείς να υπολογίζει για μικρούς Μ/Σ 4% απώλειες και για μεγάλους 2% για ονομαστικό φορτίο.

Για τις απώλειες ισχύος ισχύει:

$$P_v = P_{fe} + P_{cu} * (I|I_v)^2$$

$$P_v = P_{fe} + P_{cu} * (S|S_v)^2$$

όπου:

P_{fe} : απώλειες σιδήρου (W)

P_{cu} : απώλειες χαλκού υπό ονομαστικό ρεύμα (W)

$I|I_v$: ρεύμα / ονομαστικό ρεύμα

$S|S_v$: ισχύς / ονομαστική ισχύς

Για τις απώλειες ενέργειας σε μια χρονική περίοδο T και για σταθερό ρεύμα I σε μια περίοδο T_h ισχύει:

$$W = P_{fe} * T + P_{cu} * (I|I_n)^2 * T_h$$

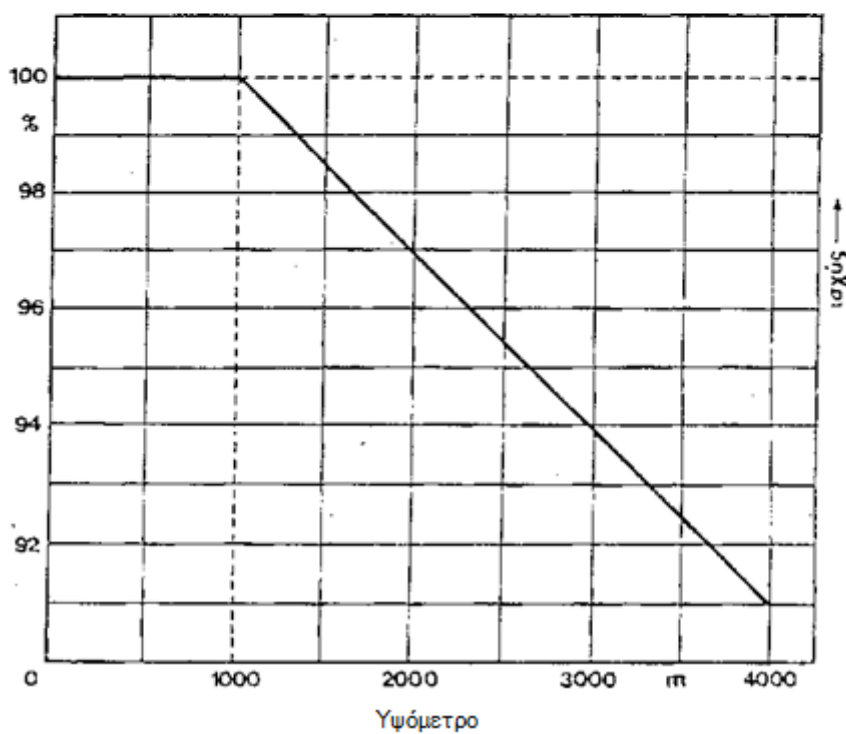
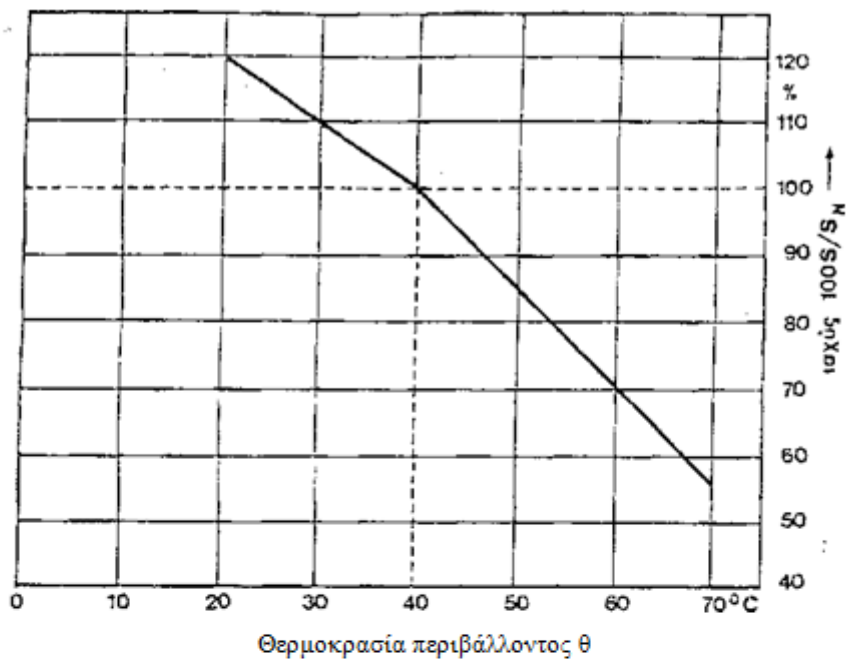
Για τις απώλειες ενέργειας για οποιοδήποτε ρεύμα μεταβαλλόμενο σε μια χρονική στιγμή T_a ισχύει:

όπου:

I_{max}, I_v : είναι το μέγιστο και ονομαστικό ρεύμα

T: η χρονική περίοδος και

θ : ο συντελεστής χρόνου απωλειών.

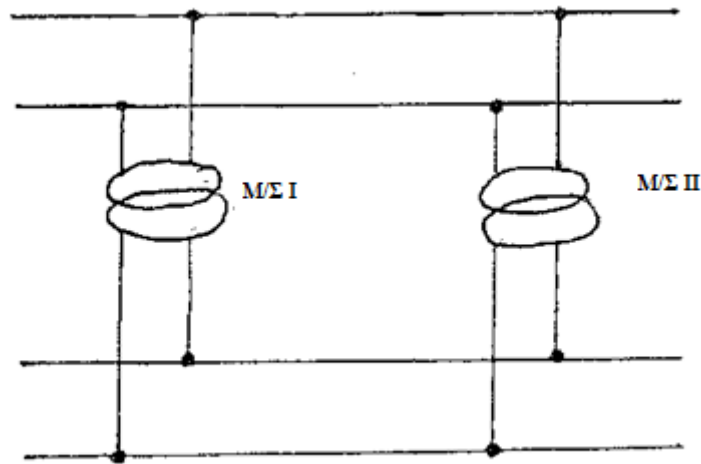


5.1.4 ΤΑΣΗ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΣΗΣ

Τάση βραχυκύκλωσης U_k είναι η τάση που πρέπει να εφαρμοσθεί στο πρωτεύον ενός Μ/Σ, με βραχυκυκλωμένο δευτερεύον του για την εμφάνιση ονομαστικού ρεύματος και στα δύο τυλίγματα.

5.1.5 ΠΑΡΑΛΛΗΛΙΣΜΟΣ Μ/Σ

Λέμε ότι 2 Μ/Σ είναι παράλληλοι όταν το πρωτεύον τους και το δευτερεύον τους βρίσκονται στην ίδια τάση. Η περίπτωση αυτή συναντάτε όταν δύο ή περισσότεροι Μ/Σ είναι πολύ κοντά και συνδέονται με ζυγούς, όπως και όταν βρίσκονται μακριά και μεταξύ τους υπάρχει κάποιο δίκτυο.



Εικόνα 5.1 Σχεδιάγραμμα παράλληλης σύνδεσης Μ/Σ

Συνθήκες παραλληλισμού

α) Πρέπει οπωσδήποτε να ισχύει $U_{20} = U'_{20}$, δηλαδή να έχουν το ίδιο μέτρο και την ίδια φάση. Γενικά αυτό συμβαίνει όταν οι Μ/Σ έχουν $U_{1I} / U_{2I} = U_{1II} / U_{2II} = K$, δηλαδή να έχουν ίδιο λόγο μετασχηματισμού.

Όπου:

U_{1I} / U_{2I} : η τάση πρωτεύοντος / δευτερεύοντος του πρώτου μετασχηματιστή,

U_{1II} / U_{2II} : η τάση πρωτεύοντος / δευτερεύοντος του

δεύτερου μετασχηματιστή,

και K : ο λόγος μετασχηματισμού.

Επιπλέον για τριφασικούς Μ/Σ πρέπει τα τυλίγματα πρωτεύοντος και δευτερεύοντος να είναι της ίδιας ομάδας. Δηλαδή να έχουν τον ίδιο λόγο τυλίγματος.

β) Είναι δυνατόν οι δύο Μ/Σ να είναι διαφορετικού μεγέθους και επομένως να βγάζουν διαφορετική ισχύ. Τότε υπάρχει πρόβλημα της σωστής κατανομής της ισχύος στους Μ/Σ έτσι ώστε να μην επιφορτιστεί κανένας.

Με την προϋπόθεση ότι ισχύει η πρώτη συνθήκη, δηλαδή $U_{20} = U'_{20}$, τότε

$$I_1 * Z_1 = I_2 * Z_2$$

Η ιδανική παράλληλη λειτουργία του Μ/Σ επιτυγχάνεται όταν $U_{KI} = U_{KII}$.

Επειδή στην πράξη δεν μπορούμε να έχουμε Μ/Σ με αυτή ακριβώς την τάση βραχυκύκλωσης, συνιστάται ο παραλληλισμός Μ/Σ που ο λόγος των ισχύων τους να μην υπερβαίνει το 1/3 και όταν έχουν διαφορά τάσεως βραχυκυκλώσεως «10%».

Παρατηρήσεις

1. Ο Μ/Σ με την μεγαλύτερη τάση βραχυκύκλωσης παραλαμβάνει το μικρότερο φορτίο και αντίστροφα. Επομένως είναι προτιμητέο ο Μ/Σ με την μικρότερη ισχύ να έχει την μεγαλύτερη τάση βραχυκύκλωσης.

2. Το όριο του φορτίου καθορίζεται από τον Μ/Σ με την μικρότερη τάση βραχυκύκλωσης.

5.2 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΜΕΓΕΘΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ 150kV/20kV

Ο υπολογισμός της ισχύς μιας πόλης είναι μια πολύπλοκη διαδικασία. Στην παράγραφο αυτή θα υπολογιστούν τα βασικά μεγέθη για την τροφοδότηση μιας πόλης από νέο υποσταθμό. Η ισχύς τροφοδότησης της πόλης θα είναι 30MW. Ο νέος υποσταθμός θα περιέχει δύο μετασχηματιστές 40/50MVA με τον συνδετικό διακόπτη των ζυγών 20KV ανοικτό. Αν ο διακόπτης διασύνδεσης ήταν κλειστός τότε οι δύο Μ/Σ θα παραλληλίζονταν και η ισχύς βραχυκύκλωσης στον ζυγό των 20kV θα ξεπέρναγε το όριο των 250MVA. Παρόλο ότι η μέγιστη ισχύς ζήτησης της πόλης ανέρχεται σε 30MW και η ονομαστική ισχύς του κάθε μετασχηματιστή ανέρχεται σε 40/50MVA, για λόγους εφεδρείας, αδιάλειπτης τροφοδότησης της πόλης, σε περιπτώσεις όπως η συντήρηση των Μ/Σ, και μελλοντικής αύξησης των φορτίων, ο υποσταθμός θα έχει δύο Μ/Σ. Ο ζυγός 20kV του κάθε Μ/Σ θα περιέχει τρεις εναέριες γραμμές 20kV με 5MW φορτία η κάθε μία.

Θεωρώντας ότι και οι δύο Μ/Σ λειτουργούν μη παραλληλισμένοι, και ότι σε κάθε Μ/Σ έχουμε τρεις γραμμές με 5MW η κάθε μία άρα η συνολική ισχύ σε κάθε μετασχηματιστή ανέρχεται σε 15MVA με $\cos\phi=0,85$ επαγωγικό.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των 2 Μ/Σ περιγράφονται παρακάτω:

M/Σ₁ P₁=40/50MVA U_{K1}=7%

M/Σ₂ P₂=40/50MVA U_{K2}=7%

K=150kV/20kV
σύνδεσης DYn

με τον κόμβο του ουδετέρου γειωμένο μέσω αντιστάσεων.

Για τον υπολογισμό του ρεύματος στην πλευρά των 20kV του κάθε Μ/Σ:

$$P = \sqrt{3} * U_{\pi} * I_{\pi} * \cos\varphi \rightarrow$$
$$I_{20kV} = (15 * 10^6) / (\sqrt{3} * 20000 * 0,85)$$

$$I_{20kV} = 0,51KA$$

Δηλαδή τη ένταση στην μεριά των 20kV ανέρχεται σε 510A

Αντίστοιχα οι εντάσεις στην πλευρά των 150kV ανέρχονται σε

$$I_{150kV} = I_{20kV} * \frac{20kV}{150kV} = 68A$$

Για την προστασία των ζυγών 20kV ο μετασχηματιστής συνδέεται μέσω ελαιοδιακόπτη με τις ρυθμίσεις του ηλεκτρονόμου του όπως περιγράφηκαν προηγουμένως. Ο Μ/Σ συνδέεται με τους ζυγούς 150kV μέσω διακόπτη ισχύος 150kV με τις ρυθμίσεις του ηλεκτρονόμου του όπως περιγράφηκαν προηγουμένως.

5.3 ΓΡΑΜΜΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

Στην συνέχεια γίνεται μια σύντομη αναφορά στις γραμμές μέσης τάσης για να ολοκληρωθεί έτσι, η αναφορά στην διανομή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι γραμμές Μ.Τ. χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες:

- Τις Εναέριες Γραμμές Μ.Τ. όπου οι γραμμές αυτές τροφοδοτούν κυρίως εναέριους υποσταθμούς Διανομής. Τροφοδοτούν περιστατικές και αγροτικές περιοχές και οι ελαιοδιακόπτες αναχώρησης τους έχουν τις αυτόματες επαναφορές εντός.
- Τις Υπόγειες Γραμμές Μ.Τ. όπου οι γραμμές αυτές τροφοδοτούν κυρίως υποσταθμούς διανομής εσωτερικού χώρου. Τροφοδοτούν αστικές κυρίως περιοχές και οι ελαιοδιακόπτες αναχώρησης τους έχουν τις αυτόματες επαναφορές εκτός.

Οι γραμμές μέσης τάσης εξυπηρετούν την πρωτεύουσα διανομή. Ξεκινούν από τους ζυγούς μέσης τάσης των υποσταθμών μεταφοράς και φτάνουν μέχρι τους Μ/Σ που είναι εγκατεστημένοι στους σταθμούς διανομής χαμηλής τάσης.

Πραγματοποιούν δηλαδή, την πρώτη διανομή ισχύος που παραλαμβάνουν από τις γραμμές μεταφοράς προς τους τοπικούς υποσταθμούς.

Η διανομή με μέση τάση αρχικά (πρωτεύουσα) και στη συνέχεια με χαμηλή (δευτερεύουσα), είναι αναγκαία, γιατί η εμβέλεια των γραμμών χαμηλής τάσης είναι πολύ μικρή και δεν μπορεί να ξεπεράσει τα 800 με 1000m. Για μεγαλύτερες αποστάσεις η πτώση της τάσης αρχίζει να γίνεται ενοχλητική. Έτσι, είμαστε αναγκασμένοι να κάνουμε τη μετατροπή της Μ.Τ σε χαμηλή με πολλούς Μ/Σ μικρής ισχύος, παρά με λιγότερους αλλά μεγαλύτερης ισχύος που θα κάλυπταν ευρύτερες περιοχές.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία παρουσιάστηκε και αναλύθηκε ένας τυπικός Υποσταθμός 150kV/20kV του Ελληνικού Συστήματος Μεταφοράς. Ποιο συγκεκριμένα παρουσιάστηκαν τα στοιχεία που απαρτίζουν έναν τέτοιο υποσταθμό και τα μέσα προστασίας Υ.Τ και Μ.Τ. Στην συνέχεια δόθηκαν αριθμητικά παραδείγματα υπολογισμού των Μ/Σ 150kV/20kV.

Η μελέτη για την κατασκευή νέου Υποσταθμού είναι μια πολύπλοκη διαδικασία στην οποία θα πρέπει να ληφθεί υπόψη το τεχνικό μέρος, τα χωροταξικά και περιβαλλοντικά θέματα και να γίνει πρόβλεψη για την μελλοντική αύξηση όχι μόνο των φορτίων του αλλά και την χωροταξική επέκταση του οικισμού.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αλεξανδρίδης Θ. «Παραγωγή, Μεταφορά και Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας» Β' ΤΕΑ, Αθήνα, 1997
2. Αναστάσιος Δροσόπουλος «Ηλεκτροτεχνία Εναλλασσόμενου Ρεύματος» Νοέμβριος 2006
3. B.M WEEDY –B.J.CORY «Μεταφορά και Διανομή ηλεκτρικής ενέργειας» Εκδόσεις ΙΩΝ
4. Μανώλης Κάλφας «Παραγωγή-μεταφορά ηλ ενέργειας» Εκδόσεις ΙΩΝ
5. Δημόπουλος Φ.- Τσαράμιαδης Π., «Δίκτυα σταθμοί». Εκδόσεις Ήβος, Αθήνα
6. Κατωπόδης Α., «Παραγωγή, Μεταφορά και Διανομή Ηλεκτρικής Ενέργειας».
7. Μουφλουζέλλης Ε., «Κατανεμημένη παραγωγή ενέργειας: Ανάπτυξη πλαισίου και εφαρμογή». 2005
8. Ρυθμιστές τάσης ΔΕΔΔΗΕ.
9. Σαφιγιάννη Α., «Διείσδυση μονάδων κατανεμημένης παραγωγής σε σύστημα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας».
10. Τυποποιημένες κατασκευές ΔΕΔΔΗΕ
11. Εγχειρίδιο Επιτηρητή ΔΕΔΔΗΕ
12. <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSGL-C123/487/3182,12860/>
13. http://users.sch.gr/nchatzigeo/Biblia/Biomhx_egkatas_ypost.pdf